

R8C/33T 群

用户手册 硬件篇

瑞萨单片机
R8C 族 / R8C/3x 系列

本资料所记载的内容，均为本资料发行时的信息，瑞萨电子对于本资料所记载的产品或者规格可能会作改动，恕不另行通知。
请通过瑞萨电子的主页确认发布的最新信息。

Notice

1. All information included in this document is current as of the date this document is issued. Such information, however, is subject to change without any prior notice. Before purchasing or using any Renesas Electronics products listed herein, please confirm the latest product information with a Renesas Electronics sales office. Also, please pay regular and careful attention to additional and different information to be disclosed by Renesas Electronics such as that disclosed through our website.
2. Renesas Electronics does not assume any liability for infringement of patents, copyrights, or other intellectual property rights of third parties by or arising from the use of Renesas Electronics products or technical information described in this document. No license, express, implied or otherwise, is granted hereby under any patents, copyrights or other intellectual property rights of Renesas Electronics or others.
3. You should not alter, modify, copy, or otherwise misappropriate any Renesas Electronics product, whether in whole or in part.
4. Descriptions of circuits, software and other related information in this document are provided only to illustrate the operation of semiconductor products and application examples. You are fully responsible for the incorporation of these circuits, software, and information in the design of your equipment. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from the use of these circuits, software, or information.
5. When exporting the products or technology described in this document, you should comply with the applicable export control laws and regulations and follow the procedures required by such laws and regulations. You should not use Renesas Electronics products or the technology described in this document for any purpose relating to military applications or use by the military, including but not limited to the development of weapons of mass destruction. Renesas Electronics products and technology may not be used for or incorporated into any products or systems whose manufacture, use, or sale is prohibited under any applicable domestic or foreign laws or regulations.
6. Renesas Electronics has used reasonable care in preparing the information included in this document, but Renesas Electronics does not warrant that such information is error free. Renesas Electronics assumes no liability whatsoever for any damages incurred by you resulting from errors in or omissions from the information included herein.
7. Renesas Electronics products are classified according to the following three quality grades: "Standard", "High Quality", and "Specific". The recommended applications for each Renesas Electronics product depends on the product's quality grade, as indicated below. You must check the quality grade of each Renesas Electronics product before using it in a particular application. You may not use any Renesas Electronics product for any application categorized as "Specific" without the prior written consent of Renesas Electronics. Further, you may not use any Renesas Electronics product for any application for which it is not intended without the prior written consent of Renesas Electronics. Renesas Electronics shall not be in any way liable for any damages or losses incurred by you or third parties arising from the use of any Renesas Electronics product for an application categorized as "Specific" or for which the product is not intended where you have failed to obtain the prior written consent of Renesas Electronics. The quality grade of each Renesas Electronics product is "Standard" unless otherwise expressly specified in a Renesas Electronics data sheets or data books, etc.
 - "Standard": Computers; office equipment; communications equipment; test and measurement equipment; audio and visual equipment; home electronic appliances; machine tools; personal electronic equipment; and industrial robots.
 - "High Quality": Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.); traffic control systems; anti-disaster systems; anti-crime systems; safety equipment; and medical equipment not specifically designed for life support.
 - "Specific": Aircraft; aerospace equipment; submersible repeaters; nuclear reactor control systems; medical equipment or systems for life support (e.g. artificial life support devices or systems), surgical implantations, or healthcare intervention (e.g. excision, etc.), and any other applications or purposes that pose a direct threat to human life.
8. You should use the Renesas Electronics products described in this document within the range specified by Renesas Electronics, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Renesas Electronics shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Renesas Electronics products beyond such specified ranges.
9. Although Renesas Electronics endeavors to improve the quality and reliability of its products, semiconductor products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Further, Renesas Electronics products are not subject to radiation resistance design. Please be sure to implement safety measures to guard them against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of the failure of a Renesas Electronics product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other appropriate measures. Because the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or system manufactured by you.
10. Please contact a Renesas Electronics sales office for details as to environmental matters such as the environmental compatibility of each Renesas Electronics product. Please use Renesas Electronics products in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. Renesas Electronics assumes no liability for damages or losses occurring as a result of your noncompliance with applicable laws and regulations.
11. This document may not be reproduced or duplicated, in any form, in whole or in part, without prior written consent of Renesas Electronics.
12. Please contact a Renesas Electronics sales office if you have any questions regarding the information contained in this document or Renesas Electronics products, or if you have any other inquiries.

(Note 1) "Renesas Electronics" as used in this document means Renesas Electronics Corporation and also includes its majority-owned subsidiaries.

(Note 2) "Renesas Electronics product(s)" means any product developed or manufactured by or for Renesas Electronics.

产品使用时的注意事项

本文对适用于单片机所有产品的“使用时的注意事项”进行说明。有关个别的使用时的注意事项请参照正文。此外，如果在记载上有与本手册的正文有差异之处，请以正文为准。

1. 未使用的引脚的处理

【注意】将未使用的引脚按照正文的“未使用引脚的处理”进行处理。

CMOS产品的输入引脚的阻抗一般为高阻抗。如果在开路的状态下运行未使用的引脚，由于感应现象，外加LSI周围的噪声，在LSI内部产生穿透电流，有可能被误认为是输入信号而引起误动作。未使用的引脚，请按照正文的“未使用引脚的处理”中的指示进行处理。

2. 通电时的处理

【注意】通电时产品处于不定状态。

通电时，LSI内部电路处于不确定状态，寄存器的设定和各引脚的状态不定。通过外部复位引脚对产品进行复位时，从通电到复位有效之前的期间，不能保证引脚的状态。

同样，使用内部上电复位功能对产品进行复位时，从通电到达到复位产生的一定电压的期间，不能保证引脚的状态。

3. 禁止存取保留地址（保留区）

【注意】禁止存取保留地址（保留区）

在地址区域中，有被分配将来用作功能扩展的保留地址（保留区）。因为无法保证存取这些地址时的运行，所以不能对保留地址（保留区）进行存取。

4. 关于时钟

【注意】复位时，请在时钟稳定后解除复位。

在程序运行中切换时钟时，请在要切换成的时钟稳定之后进行。复位时，在通过使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟开始运行的系统中，必须在时钟充分稳定后解除复位。另外，在程序运行中，切换成使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟时，在要切换成的时钟充分稳定后再进行切换。

5. 关于产品间的差异

【注意】在变更不同型号的产品时，请对每一个产品型号进行系统评价测试。

即使是同一个群的单片机，如果产品型号不同，由于内部ROM、版本模式等不同，在电特性范围内有时特性值、动作容限、噪声耐量、噪声辐射量等也不同。因此，在变更不同型号的产品时，请对每一个型号的产品进行系统评价测试。

本手册的使用方法

1 目的和对象

本手册是一本帮助用户理解本单片机的硬件功能和电特性的手册。它以使用本手册来设计应用系统的用户为对象。在使用本手册时，需要具备电路、逻辑电路以及单片机的基础知识。

本手册由产品概要、CPU、系统控制功能、外围功能、电特性、使用时的注意事项几大部分组成。

必须在充分确认注意事项后使用本单片机。注意事项记录在各章的正文中、各章的最后和注意事项章节中。

修订记录归纳了对旧版本记载内容的更正或追加的主要位置。并不是修订内容的全部记载。详情请确认本手册的正文。

R8C/33T 群准备了以下的文献。请使用最新的文献。最新版本刊登在瑞萨电子的主页上。

文献的种类	记载内容	资料名	资料号
数据表	硬件的概要和电特性	R8C/33T Group Datasheet	R01DS0046EJ0110
硬件手册	硬件的说明（引脚配置、存储器映像、外围功能的说明、电特性、时序）和工作说明 ※外围功能的使用方法必须参照应用注意事项。	R8C/33T 群 用户手册 硬件篇	本硬件手册
软件手册	CPU 指令集的说明	R8C/Tiny 系列软件说明	RCJ09B0006
应用注意事项	外围功能的使用方法、应用例子 参考程序 应用汇编语言、C 语言编成方法	刊登在瑞萨电子的主页上	
RENESAS TECHNICAL UPDATE	相关产品说明、文献等的快速公告		

2 数字、符号的表示

本手册使用的寄存器名或位名、数字或符号的表示范例如下所示。

1. 寄存器名、位名、引脚名

在正文中用符号表示。符号后面带有寄存器、位、引脚字样加以区别。

（例）PM0 寄存器的 PM03 位

P3_5 引脚、VCC 引脚

2. 数字的表示

2 进制数的后面带有 “b”，但是在只有 1 位时数字后面什么也没有；16 进制数后面带有 “h”；十进制数后面什么也没有。

（例）2 进制数：11b

16 进制数：EFA0h

10 进制数：1234

3 寄存器图表的阅读方法

说明在寄存器图表中使用的符号和用语。

X.X.X

· · · · 寄存器（符号）

地址

地址 · · · h

位

b7

b6

b5

b4

b3

b2

b1

b0

符号

· · · 7

· · · 6

· · · 5

—

—

—

· · · 1

· · · 0

复位后的值

0

0

0

0

0

0

0

0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	· · · 0	· · · 位	b1 b0 0 0: · · · 0 1: · · · 1 0: 不能设定 1 1: · · ·	R/W
b1	· · · 1			R/W
b2	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—
b3	—	保留位	必须置“0”。	W
b4	—			
b5	· · · 5	· · · 位	功能因运行模式而不同。	R/W
b6	· · · 6			R/W
b7	· · · 7	· · · 位	0: · · · 1: · · ·	R

* 1

R/W

R/W

R/W

* 2

· 保留位

保留位，必须写指定值。

* 3

· 什么也不指定

对相应的位什么也不指定。根据将来外围功能的展开，有可能出现新的功能。因此，写时只能写“0”。

· 不能设定

不能保证设定后的运行。

· 功能因运行模式而不同

位功能随外围功能的模式而变。请参照各模式的寄存器图表。

* 1

- R/W : 读时能读位的状态。写时为有效数据。
R : 读时能读位的状态。写入值为无效值。
W : 写时为有效数据。不能读位的状态。
— : 什么也不指定的位。

* 2

- 保留位
保留位，必须写指定值。

* 3

- 什么也不指定
对相应的位什么也不指定。根据将来外围功能的展开，有可能出现新的功能。因此，写时只能写“0”。
- 不能设定
不能保证设定后的运行。
- 功能因运行模式而不同
位功能随外围功能的模式而变。请参照各模式的寄存器图表。

4 省略语及简称的说明

省略 / 简称	全称	备注
ACIA	Asynchronous Communication Interface Adapter	异步通信接口适配器
bps	bits per second	位 / 秒；每秒传送位数
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余校验
DMA	Direct Memory Access	直接存储器存取
DMAC	Direct Memory Access Controller	DMA 控制器
GSM	Global System for Mobile Communications	全球数字移动电话系统
Hi-Z	High Impedance	高阻抗
IEBus	Inter Equipment bus	-
I/O	Input/Output	输入 / 输出
IrDA	Infrared Data Association	红外线数据协会
LSB	Least Significant Bit	最低有效位
MSB	Most Significant Bit	最高有效位
NC	Non-Connection	未连接引脚
PLL	Phase Locked Loop	锁相环路
PWM	Pulse Width Modulation	脉宽调制
SFR	Special Function Registers	特殊功能寄存器
SIM	Subscriber Identity Module	ISO-7816 规定的 IC 卡
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter	通用异步收发器
VCO	Voltage Controlled Oscillator	电压控制振荡器

目 录

地址 - 页速查表.....	速查表 -1
1. 概要	1
1.1 特点	1
1.1.1 用途	1
1.1.2 规格概要	2
1.2 产品一览表	4
1.3 框图	5
1.4 引脚排列图	6
1.5 引脚功能的说明	8
2. 中央处理器（CPU）	9
2.1 数据寄存器（R0、R1、R2、R3）	10
2.2 地址寄存器（A0、A1）	10
2.3 帧基址寄存器（FB）	10
2.4 中断表寄存器（INTB）	10
2.5 程序计数器（PC）	10
2.6 用户堆栈指针（USP）和中断堆栈指针（ISP）	10
2.7 静态基址寄存器（SB）	10
2.8 标志寄存器（FLG）	10
2.8.1 进位标志（C 标志）	10
2.8.2 调试标志（D 标志）	10
2.8.3 零标志（Z 标志）	10
2.8.4 符号标志（S 标志）	11
2.8.5 寄存器组指定标志（B 标志）	11
2.8.6 上溢标志（O 标志）	11
2.8.7 中断允许标志（I 标志）	11
2.8.8 堆栈指针指定标志（U 标志）	11
2.8.9 处理器中断优先级（IPL）	11
2.8.10 保留位	11
3. 存储器	12
3.1 R8C/33T 群	12
4. SFR	13
5. 复位	25
5.1 寄存器说明	27
5.1.1 处理器模式寄存器 0（PM0）	27
5.1.2 复位源判断寄存器（RSTFR）	27
5.1.3 选项功能选择寄存器（OFS）	28
5.1.4 选项功能选择寄存器 2（OFS2）	29
5.2 硬件复位	30
5.2.1 电源稳定的情况	30
5.2.2 接通电源的情况	30
5.3 上电复位功能	32
5.4 电压监视 0 复位	33
5.5 看门狗定时器复位	34
5.6 软件复位	34
5.7 冷启动 / 热启动的判断功能	34

5.8	复位源的判断功能	34
6.	电压检测电路	35
6.1	概要	35
6.2	寄存器说明	38
6.2.1	电压监视电路的控制寄存器 (CMPA)	38
6.2.2	电压监视电路的边沿选择寄存器 (VCAC)	39
6.2.3	电压检测寄存器 1 (VCA1)	39
6.2.4	电压检测寄存器 2 (VCA2)	40
6.2.5	电压检测 1 的电平选择寄存器 (VD1LS)	41
6.2.6	电压监视 0 电路的控制寄存器 (VW0C)	42
6.2.7	电压监视 1 电路的控制寄存器 (VW1C)	43
6.2.8	电压监视 2 电路的控制寄存器 (VW2C)	44
6.2.9	选项功能选择寄存器 (OFS)	45
6.3	VCC 输入电压的监视	46
6.3.1	Vdet0 的监视	46
6.3.2	Vdet1 的监视	46
6.3.3	Vdet2 的监视	46
6.4	电压监视 0 复位	46
6.5	电压监视 1 中断	47
6.6	电压监视 2 中断	49
7.	I/O 端口	51
7.1	I/O 端口的功能	52
7.2	对外围功能的影响	52
7.3	I/O 端口以外的引脚	53
7.4	寄存器说明	64
7.4.1	端口 Pi 方向寄存器 (PDi) (i=0 ~ 4)	64
7.4.2	端口 Pi 寄存器 (Pi) (i=0 ~ 4)	65
7.4.3	定时器 RA 的引脚选择寄存器 (TRASR)	66
7.4.4	定时器 RB/RC 的引脚选择寄存器 (TRBRCR)	67
7.4.5	定时器 RC 的引脚选择寄存器 0 (TRCPSR0)	68
7.4.6	定时器 RC 的引脚选择寄存器 1 (TRCPSR1)	69
7.4.7	UART0 引脚选择寄存器 (U0SR)	70
7.4.8	UART2 引脚选择寄存器 0 (U2SR0)	71
7.4.9	UART2 引脚选择寄存器 1 (U2SR1)	72
7.4.10	INT 中断输入的引脚选择寄存器 (INTSR)	73
7.4.11	输入 / 输出功能的引脚选择寄存器 (PINSR)	74
7.4.12	低电压信号模式控制寄存器 (TSMR)	75
7.4.13	上拉控制寄存器 0 (PUR0)	76
7.4.14	上拉控制寄存器 1 (PUR1)	76
7.4.15	端口 P1 的驱动能力控制寄存器 (P1DRR)	77
7.4.16	端口 P2 的驱动能力控制寄存器 (P2DRR)	77
7.4.17	驱动能力控制寄存器 0 (DRR0)	78
7.4.18	驱动能力控制寄存器 1 (DRR1)	79
7.4.19	输入阈值控制寄存器 0 (VLT0)	80
7.4.20	输入阈值控制寄存器 1 (VLT1)	81
7.5	端口的设定	82
7.6	低电压信号模式	102
7.7	未使用引脚的处理	103
8.	总线控制	104

9. 时钟发生电路	105
9.1 概要	105
9.2 寄存器说明	108
9.2.1 系统时钟控制寄存器 0 (CM0)	108
9.2.2 系统时钟控制寄存器 1 (CM1)	109
9.2.3 系统时钟控制寄存器 3 (CM3)	110
9.2.4 振荡停止检测寄存器 (OCD)	111
9.2.5 高速内部振荡器的控制寄存器 7 (FRA7)	111
9.2.6 高速内部振荡器的控制寄存器 0 (FRA0)	112
9.2.7 高速内部振荡器的控制寄存器 1 (FRA1)	113
9.2.8 高速内部振荡器的控制寄存器 2 (FRA2)	113
9.2.9 时钟预分频器的复位标志 (CPSRF)	114
9.2.10 高速内部振荡器的控制寄存器 4 (FRA4)	114
9.2.11 高速内部振荡器的控制寄存器 5 (FRA5)	114
9.2.12 高速内部振荡器的控制寄存器 6 (FRA6)	115
9.2.13 高速内部振荡器的控制寄存器 3 (FRA3)	115
9.2.14 电压检测寄存器 2 (VCA2)	116
9.3 XIN 时钟	118
9.4 内部振荡器时钟	119
9.4.1 低速内部振荡器时钟	119
9.4.2 高速内部振荡器时钟	119
9.5 CPU 时钟和外围功能时钟	120
9.5.1 系统时钟	120
9.5.2 CPU 时钟	120
9.5.3 外围功能时钟 (f1、f2、f4、f8、f32)	120
9.5.4 fOCO	120
9.5.5 fOCO40M	120
9.5.6 fOCO-F	120
9.5.7 fOCO-S	121
9.5.8 fOCO128	121
9.5.9 fOCO-WDT	121
9.6 功率控制	122
9.6.1 标准运行模式	122
9.6.2 等待模式	124
9.6.3 停止模式	127
9.7 振荡停止检测功能	130
9.7.1 振荡停止检测功能的使用方法	130
9.8 使用时钟发生电路时的注意事项	133
9.8.1 停止模式	133
9.8.2 等待模式	134
9.8.3 振荡停止检测功能	134
9.8.4 振荡电路常数	134
10. 保护	135
10.1 寄存器说明	135
10.1.1 保护寄存器 (PRCR)	135
11. 中断	136
11.1 概要	136
11.1.1 中断的分类	136
11.1.2 软件中断	137
11.1.3 特殊中断	138

11.1.4	外围功能中断	138
11.1.5	中断和中断向量	139
11.2	寄存器说明	141
11.2.1	中断控制寄存器 (S2TIC、S2RIC、KUPIC、ADIC、S0TIC、S0RIC、S1TIC、S1RIC、TRAIC、 TRBIC、U2BCNIC、SCUIC、VCMP1IC、VCMP2IC)	141
11.2.2	中断控制寄存器 (FMRDYIC、TRCIC)	142
11.2.3	INTi 中断控制寄存器 (INTiIC) (i=0 ~ 3)	143
11.3	中断控制	144
11.3.1	I 标志	144
11.3.2	IR 位	144
11.3.3	ILVL2 ~ ILVL0 位和 IPL	144
11.3.4	中断响应顺序	145
11.3.5	中断响应时间	146
11.3.6	接受中断请求时的 IPL 变化	146
11.3.7	寄存器压栈	146
11.3.8	从中断程序的返回	148
11.3.9	中断优先级	148
11.3.10	中断优先级的判断电路	149
11.4	INT 中断	150
11.4.1	INTi 中断 (i=0 ~ 3)	150
11.4.2	INT 中断输入的引脚选择寄存器 (INTSR)	151
11.4.3	低电压信号模式控制寄存器 (TSMR)	152
11.4.4	外部输入允许寄存器 0 (INTEN)	153
11.4.5	INT 输入滤波器的选择寄存器 0 (INTF)	154
11.4.6	INTi 输入滤波器 (i=0 ~ 3)	155
11.5	低电压信号模式	156
11.6	键输入中断	157
11.6.1	键输入允许寄存器 0 (KIEN)	158
11.7	地址匹配中断	159
11.7.1	地址匹配中断允许寄存器 i (AIERi) (i=0 ~ 1)	160
11.7.2	地址匹配中断寄存器 i (RMADi) (i=0 ~ 1)	160
11.8	定时器 RC 中断、闪存中断 (有多个中断请求源的中断)、 传感器控制单元中断 (有单个中断请求源的中断)	161
11.9	使用中断时的注意事项	162
11.9.1	读地址 00000h	162
11.9.2	SP 的设定	162
11.9.3	外部中断和键输入中断	162
11.9.4	中断源的变更	163
11.9.5	中断控制寄存器的变更	164
12.	ID 码区域	165
12.1	概要	165
12.2	功能	166
12.3	强制擦除功能	167
12.4	标准串行输入 / 输出模式的禁止功能	168
12.5	使用 ID 码区域时的注意事项	168
12.5.1	ID 码区域的设定例子	168
13.	选项功能选择区	169
13.1	概要	169
13.2	寄存器说明	170

13.2.1	选项功能选择寄存器 (OFS)	170
13.2.2	选项功能选择寄存器 2 (OFS2)	171
13.3	使用选项功能选择区时的注意事项	172
13.3.1	选项功能选择区的设定例子	172
14.	看门狗定时器	173
14.1	概要	173
14.2	寄存器说明	175
14.2.1	处理器模式寄存器 1 (PM1)	175
14.2.2	看门狗定时器的复位寄存器 (WDTR)	175
14.2.3	看门狗定时器的开始寄存器 (WDTS)	176
14.2.4	看门狗定时器的控制寄存器 (WDTC)	176
14.2.5	计数源保护模式寄存器 (CSPR)	177
14.2.6	选择功能选择寄存器 (OFS)	178
14.2.7	选择功能选择寄存器 2 (OFS2)	179
14.3	运行说明	180
14.3.1	有关多个模式的共同事项	180
14.3.2	计数源保护模式无效的情况	181
14.3.3	计数源保护模式有效的情况	182
15.	DTC	183
15.1	概要	183
15.2	寄存器说明	184
15.2.1	DTC 控制寄存器 j (DTCCRj) (j=0 ~ 23)	185
15.2.2	DTC 块大小寄存器 j (DTBLSj) (j=0 ~ 23)	186
15.2.3	DTC 传送次数寄存器 j (DTCCTj) (j=0 ~ 23)	186
15.2.4	DTC 传送次数重加载寄存器 j (DTRL Dj) (j=0 ~ 23)	186
15.2.5	DTC 源地址寄存器 j (DTSARj) (j=0 ~ 23)	187
15.2.6	DTC 目标地址寄存器 j (DTDARj) (j=0 ~ 23)	187
15.2.7	DTC 启动允许寄存器 i (DTCENi) (i=0 ~ 3、5、6)	188
15.2.8	DTC 启动控制寄存器 (DTCTL)	189
15.3	运行说明	190
15.3.1	概要	190
15.3.2	启动源	190
15.3.3	控制数据的分配和 DTC 向量表	192
15.3.4	正常模式	196
15.3.5	重复模式	197
15.3.6	链传送	198
15.3.7	中断源	199
15.3.8	运行时序	199
15.3.9	DTC 的执行周期数	200
15.3.10	DTC 启动源的接受和中断源标志	201
15.4	使用 DTC 时的注意事项	202
15.4.1	DTC 启动源	202
15.4.2	DTCENi (i=0 ~ 3、5、6) 寄存器	202
15.4.3	外围模块	202
15.4.4	中断请求	202
16.	定时器概论	203
17.	定时器 RA	204
17.1	概要	204

17.2	寄存器说明	205
17.2.1	定时器 RA 的控制寄存器 (TRACR)	205
17.2.2	定时器 RA 的 I/O 控制寄存器 (TRAIOC)	206
17.2.3	定时器 RA 的模式寄存器 (TRAMR)	206
17.2.4	定时器 RA 的预分频寄存器 (TRAPRE)	207
17.2.5	定时器 RA 寄存器 (TRA)	207
17.2.6	定时器 RA 的引脚选择寄存器 (TRASR)	208
17.3	定时器模式	209
17.3.1	定时器 RA 的 I/O 控制寄存器 (TRAIOC) [定时器模式]	209
17.3.2	计数过程中的定时器写控制	210
17.4	脉冲输出模式	211
17.4.1	定时器 RA 的 I/O 控制寄存器 (TRAIOC) [脉冲输出模式]	212
17.5	事件计数器模式	213
17.5.1	定时器 RA 的 I/O 控制寄存器 (TRAIOC) [事件计数器模式]	214
17.6	脉宽测量模式	215
17.6.1	定时器 RA 的 I/O 控制寄存器 (TRAIOC) [脉宽测量模式]	216
17.6.2	运行例子	217
17.7	脉冲周期测量模式	218
17.7.1	定时器 RA 的 I/O 控制寄存器 (TRAIOC) [脉冲周期测量模式]	219
17.7.2	运行例子	220
17.8	使用定时器 RA 时的注意事项	221
18.	定时器 RB	222
18.1	概要	222
18.2	寄存器说明	223
18.2.1	定时器 RB 的控制寄存器 (TRBCR)	223
18.2.2	定时器 RB 的单触发控制寄存器 (TRBOCR)	224
18.2.3	定时器 RB 的 I/O 控制寄存器 (TRBIOC)	224
18.2.4	定时器 RB 的模式寄存器 (TRBMR)	225
18.2.5	定时器 RB 的预分频寄存器 (TRBPRES)	225
18.2.6	定时器 RB 的辅助寄存器 (TRBSC)	226
18.2.7	定时器 RB 的主寄存器 (TRBPR)	226
18.2.8	定时器 RB/RC 的引脚选择寄存器 (TRBRCSR)	227
18.3	定时器模式	228
18.3.1	定时器 RB 的 I/O 控制寄存器 (TRBIOC) [定时器模式]	228
18.3.2	计数过程中的定时器写控制	229
18.4	可编程波形发生模式	231
18.4.1	定时器 RB 的 I/O 控制寄存器 (TRBIOC) [可编程波形发生模式]	232
18.4.2	运行例子	233
18.5	可编程单触发发生模式	234
18.5.1	定时器 RB 的 I/O 控制寄存器 (TRBIOC) [可编程单触发发生模式]	235
18.5.2	运行例子	236
18.5.3	单触发的选择	237
18.6	可编程等待单触发发生模式	238
18.6.1	定时器 RB 的 I/O 控制寄存器 (TRBIOC) [可编程等待单触发发生模式]	239
18.6.2	运行例子	240
18.7	使用定时器 RB 时的注意事项	241
18.7.1	定时器模式	241
18.7.2	可编程波形发生模式	241
18.7.3	可编程单触发发生模式	241
18.7.4	可编程等待单触发发生模式	241

19. 定时器 RC	242
19.1 概要	242
19.2 寄存器说明	244
19.2.1 模块待机控制寄存器 (MSTCR)	245
19.2.2 定时器 RC 的模式寄存器 (TRCMR)	246
19.2.3 定时器 RC 的控制寄存器 1 (TRCCR1)	247
19.2.4 定时器 RC 的中断允许寄存器 (TRCIER)	248
19.2.5 定时器 RC 的状态寄存器 (TRCSR)	249
19.2.6 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0 (TRCIOR0)	250
19.2.7 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 1 (TRCIOR1)	251
19.2.8 定时器 RC 计数器 (TRC)	251
19.2.9 定时器 RC 的通用寄存器 A、B、C、D (TRCGRA、TRCGRB、TRCGRC、TRCGRD)	252
19.2.10 定时器 RC 的控制寄存器 2 (TRCCR2)	252
19.2.11 定时器 RC 的数字滤波器的功能选择寄存器 (TRCDF)	253
19.2.12 定时器 RC 的输出主控允许寄存器 (TRCOER)	254
19.2.13 定时器 RC 的触发控制寄存器 (TRCADCR)	255
19.2.14 定时器 RB/RC 的引脚选择寄存器 (TRBRCR)	256
19.2.15 定时器 RC 的引脚选择寄存器 0 (TRCPSR0)	257
19.2.16 定时器 RC 的引脚选择寄存器 1 (TRCPSR1)	258
19.3 有关多个模式的共同事项	259
19.3.1 计数源	259
19.3.2 缓冲器运行	260
19.3.3 数字滤波器	262
19.3.4 脉冲输出的强制截止	263
19.4 定时器模式 (输入捕捉功能)	265
19.4.1 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0 (TRCIOR0) [定时器模式 (输入捕捉功能)]	267
19.4.2 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 1 (TRCIOR1) [定时器模式 (输入捕捉功能)]	268
19.4.3 运行例子	269
19.5 定时器模式 (输出比较功能)	270
19.5.1 定时器 RC 的控制寄存器 1 (TRCCR1) [定时器模式 (输出比较功能)]	272
19.5.2 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0 (TRCIOR0) [定时器模式 (输出比较功能)]	273
19.5.3 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 1 (TRCIOR1) [定时器模式 (输出比较功能)]	274
19.5.4 定时器 RC 的控制寄存器 2 (TRCCR2) [定时器模式 (输出比较功能)]	275
19.5.5 运行例子	276
19.5.6 TRCGRC 寄存器和 TRCGRD 寄存器的输出引脚的变更	277
19.6 PWM 模式	279
19.6.1 定时器 RC 的控制寄存器 1 (TRCCR1) [PWM 模式]	280
19.6.2 定时器 RC 的控制寄存器 2 (TRCCR2) [PWM 模式]	281
19.6.3 运行例子	282
19.7 PWM2 模式	284
19.7.1 寄存器 RC 的控制寄存器 1 (TRCCR1) [PWM2 模式]	286
19.7.2 定时器 RC 的控制寄存器 2 (TRCCR2) [PWM2 模式]	287
19.7.3 定时器 RC 的数字滤波器的功能选择寄存器 (TRCDF) [PWM2 模式]	288
19.7.4 运行例子	289
19.8 定时器 RC 中断	292
19.9 使用定时器 RC 时的注意事项	293
19.9.1 TRC 寄存器	293
19.9.2 TRCSR 寄存器	293
19.9.3 TRCCR1 寄存器	293
19.9.4 计数源的转换	293
19.9.5 输入捕捉功能	294

19.9.6	PWM2 模式的 TRCMR 寄存器	294
19.9.7	计数源 fOCO40M	294
20.	串行接口 (UART0)	295
20.1	概要	295
20.2	寄存器说明	297
20.2.1	UART0 发送 / 接收模式寄存器 (U0MR)	297
20.2.2	UART0 位速率寄存器 (U0BRG) 0	297
20.2.3	UART0 发送缓冲寄存器 (U0TB)	298
20.2.4	UART0 发送 / 接收控制寄存器 0 (U0C0)	299
20.2.5	UART0 发送 / 接收控制寄存器 1 (U0C1)	300
20.2.6	UART0 接收缓冲寄存器 (U0RB)	301
20.2.7	UART0 引脚选择寄存器 (U0SR)	302
20.2.8	低电压信号模式控制寄存器 (TSMR)	303
20.3	时钟同步串行 I/O 模式	304
20.3.1	发生通信错误时的处理方法	307
20.3.2	极性选择功能	307
20.3.3	LSB first 或者 MSB first 的选择	308
20.3.4	连续接收模式	308
20.4	异步串行 I/O (UART) 模式	309
20.4.1	位速率	312
20.4.2	发生通信错误时的处理方法	313
20.5	低电压信号模式	314
20.6	使用串行接口 (UART0) 时的注意事项	314
21.	串行接口 (UART2)	315
21.1	概要	315
21.2	寄存器说明	317
21.2.1	UART2 发送 / 接收模式寄存器 (U2MR)	317
21.2.2	UART2 位速率寄存器 (U2BRG)	317
21.2.3	UART2 发送缓冲寄存器 (U2TB)	318
21.2.4	UART2 发送 / 接收控制寄存器 0 (U2C0)	319
21.2.5	UART2 发送 / 接收控制寄存器 1 (U2C1)	320
21.2.6	UART2 接收缓冲寄存器 (U2RB)	321
21.2.7	UART2 数字滤波器的功能选择寄存器 (URXDF)	322
21.2.8	UART2 特殊模式寄存器 5 (U2SMR5)	323
21.2.9	UART2 特殊模式寄存器 4 (U2SMR4)	324
21.2.10	UART2 特殊模式寄存器 3 (U2SMR3)	325
21.2.11	UART2 特殊模式寄存器 2 (U2SMR2)	326
21.2.12	UART2 特殊模式寄存器 (U2SMR)	326
21.2.13	UART2 引脚选择寄存器 0 (U2SR0)	327
21.2.14	UART2 引脚选择寄存器 1 (U2SR1)	328
21.2.15	低电压信号模式控制寄存器 (TSMR)	329
21.3	时钟同步串行 I/O 模式	330
21.3.1	发生通信错误时的处理方法	334
21.3.2	CLK 极性的选择	334
21.3.3	LSB first 或者 MSB first 的选择	335
21.3.4	连续接收模式	335
21.3.5	串行数据的逻辑转换	336
21.3.6	CTS/RTS 功能	336
21.4	异步串行 I/O (UART) 模式	337
21.4.1	位速率	341

21.4.2	发生通信错误时的处理方法	342
21.4.3	LSB first 或者 MSB first 的选择	342
21.4.4	串行数据的逻辑转换	343
21.4.5	<u>TXD</u> 和 <u>RXD</u> 输入 / 输出极性的转换功能	343
21.4.6	CTS/RTS 功能	344
21.4.7	RXD2 数字滤波器的选择功能	344
21.5	特殊模式 1 (I ² C 模式)	345
21.5.1	开始条件和停止条件的检测	351
21.5.2	开始条件和停止条件的输出	352
21.5.3	传送时钟	353
21.5.4	SDA 输出	353
21.5.5	SDA 输入	353
21.5.6	ACK 和 NACK	354
21.5.7	发送和接收的初始化	354
21.6	特殊模式 2 (SSU 模式)	355
21.6.1	时钟位相设定功能	358
21.7	多处理器通信功能	360
21.7.1	多处理器的发送	363
21.7.2	多处理器的接收	364
21.7.3	RXD2 数字滤波器的选择功能	366
21.8	低电压信号模式	367
21.9	使用串行接口 (UART2) 时的注意事项	368
21.9.1	时钟同步串行 I/O 模式	368
21.9.2	特殊模式 1 (I ² C 模式)	368
22.	硬件 LIN	369
22.1	概要	369
22.2	输入 / 输出引脚	370
22.3	寄存器说明	370
22.3.1	LIN 控制寄存器 2 (LINC2)	370
22.3.2	LIN 控制寄存器 (LINC)	371
22.3.3	LIN 状态寄存器 (LINST)	372
22.4	运行说明	373
22.4.1	主控模式	373
22.4.2	从属模式	376
22.4.3	总线冲突检测功能	379
22.4.4	硬件 LIN 的结束处理	380
22.5	中断请求	380
22.6	使用硬件 LIN 时的注意事项	380
23.	A/D 转换器	381
23.1	概要	381
23.2	寄存器说明	383
23.2.1	芯片内部基准电压的控制寄存器 (OCVREFCR)	383
23.2.2	A/D 寄存器 i (ADi) (i=0 ~ 7)	384
23.2.3	A/D 模式寄存器 (ADMOD)	385
23.2.4	A/D 输入选择寄存器 (ADINSEL)	386
23.2.5	A/D 控制寄存器 0 (ADCON0)	387
23.2.6	A/D 控制寄存器 1 (ADCON1)	388
23.3	有关多个模式的共同事项	389
23.3.1	输入 / 输出引脚	389
23.3.2	A/D 转换周期数	389

23.3.3	A/D 转换的开始条件	391
23.3.4	A/D 转换结果	392
23.3.5	降低消耗电流的功能	392
23.3.6	芯片内部基准电压 (OCVREF)	392
23.3.7	A/D 断路检测辅助功能	393
23.4	单次模式	394
23.5	重复模式 0	395
23.6	重复模式 1	396
23.7	单次扫描模式	398
23.8	重复扫描模式	400
23.9	A/D 转换时的传感器输出阻抗	402
23.10	使用 A/D 转换器时的注意事项	403
24.	传感器控制单元	404
24.1	概要	405
24.2	寄存器说明	407
24.2.1	SCU 控制寄存器 0 (SCUCR0)	407
24.2.2	SCU 模式寄存器 (SCUMR)	409
24.2.3	SSU 时序控制寄存器 0 (SCTCR0)	409
24.2.4	SCU 时序控制寄存器 1 (SCTCR1)	410
24.2.5	SCU 时序控制寄存器 2 (SCTCR2)	412
24.2.6	SCU 时序控制寄存器 3 (SCTCR3)	414
24.2.7	SCU 通道控制寄存器 (SCHCR)	415
24.2.8	SCU 通道控制计数器 (SCUHC)	416
24.2.9	SCU 标志寄存器 (SCUFR)	417
24.2.10	SCU 状态计数器 (SCUSTC)	418
24.2.11	SCU 辅助计数器设定寄存器 (SCSCSR)	418
24.2.12	SCU 辅助计数器 (SCUSCC)	419
24.2.13	SCU 目标地址寄存器 (SCUDAR)	420
24.2.14	SCU 数据缓冲寄存器 (SCUDBR)	421
24.2.15	SCU 主寄存器 (SCUPRC)	422
24.2.16	触摸传感器输入允许寄存器 0 (TSIER0)	423
24.2.17	触摸传感器输入允许寄存器 1 (TSIER1)	423
24.2.18	触摸传感器输入允许寄存器 2 (TSIER2)	424
24.3	运行说明	424
24.3.1	有关多个模式的共同事项	424
24.3.2	传感器控制单元的规格和运行例子	429
24.4	测量运行原理	430
24.5	使用传感器控制单元时的注意事项	432
24.5.1	A/D 转换器	432
24.5.2	检测数据的保存目标	432
24.5.3	等待模式	432
24.5.4	测量触发	432
24.5.5	充电时间	432
25.	闪存	433
25.1	概要	433
25.2	存储器的分配	434
25.3	闪存的改写禁止功能	435
25.3.1	ID 码检查功能	435
25.3.2	ROM 码保护功能	435
25.3.3	选项功能选择寄存器 (OFS)	436

25.4	CPU 改写模式	437
25.4.1	闪存状态寄存器 (FST)	438
25.4.2	闪存控制寄存器 0 (FMR0)	441
25.4.3	闪存控制寄存器 1 (FMR1)	444
25.4.4	闪存控制寄存器 2 (FMR2)	446
25.4.5	EW0 模式	448
25.4.6	EW1 模式	448
25.4.7	挂起	449
25.4.8	各模式的设定和解除方法	450
25.4.9	BGO (后台操作) 功能	451
25.4.10	数据保护功能	451
25.4.11	软件命令	452
25.4.12	全状态检查	460
25.5	标准串行输入 / 输出模式	462
25.5.1	ID 码检查功能	462
25.6	并行输入 / 输出模式	464
25.6.1	ROM 码保护功能	464
25.7	使用闪存时的注意事项	465
25.7.1	CPU 改写模式	465
26.	功耗的降低	469
26.1	概要	469
26.2	降低功耗的要点和处理方法	469
26.2.1	电压检测电路	469
26.2.2	端口	469
26.2.3	时钟	469
26.2.4	等待模式和停止模式	469
26.2.5	外围功能时钟的停止	469
26.2.6	定时器	469
26.2.7	A/D 转换器	470
26.2.8	内部电源的低功耗	470
26.2.9	闪存的停止	471
26.2.10	低消耗电流读模式	472
26.2.11	其他	472
27.	电特性	473
28.	使用时的注意事项	497
28.1	使用时钟发生电路时的注意事项	497
28.1.1	停止模式	497
28.1.2	等待模式	497
28.1.3	振荡停止检测功能	498
28.1.4	振荡电路常数	498
28.2	使用中断时的注意事项	498
28.2.1	读地址 00000h	498
28.2.2	SP 的设定	498
28.2.3	外部中断和键输入中断	498
28.2.4	中断源的变更	499
28.2.5	中断控制寄存器的变更	500
28.3	使用 ID 码区域时的注意事项	501
28.3.1	ID 码区域的设定例子	501
28.4	使用选项功能选择区时的注意事项	501

28.4.1	选项功能选择区的设定例子	501
28.5	使用 DTC 时的注意事项	502
28.5.1	DTC 启动源	502
28.5.2	DTCEN _i (i=0 ~ 3、5、6) 寄存器	502
28.5.3	外围模块	502
28.5.4	中断请求	502
28.6	使用定时器 RA 时的注意事项	503
28.7	使用定时器 RB 时的注意事项	504
28.7.1	定时器模式	504
28.7.2	可编程波形发生模式	504
28.7.3	可编程单触发发生模式	504
28.7.4	可编程等待单触发发生模式	504
28.8	使用定时器 RC 时的注意事项	505
28.8.1	TRC 寄存器	505
28.8.2	TRCSR 寄存器	505
28.8.3	TRCCR1 寄存器	505
28.8.4	计数源的转换	506
28.8.5	输入捕捉功能	506
28.8.6	PWM2 模式的 TRCMR 寄存器	506
28.8.7	计数源 fOCO40M	507
28.9	使用串行接口 (UART0) 时的注意事项	507
28.10	使用串行接口 (UART2) 时的注意事项	507
28.10.1	时钟同步串行 I/O 模式	507
28.10.2	特殊模式 1 (I ² C 模式)	508
28.11	使用硬件 LIN 时的注意事项	508
28.12	使用 A/D 转换器时的注意事项	508
28.13	使用传感器控制单元的注意事项	509
28.13.1	A/D 转换器	509
28.13.2	检测数据的保存目标	509
28.13.3	等待模式	509
28.13.4	测量触发	509
28.13.5	充电时间	509
28.14	使用闪存时的注意事项	510
28.14.1	CPU 改写模式	510
28.15	有关噪声的注意事项	514
28.15.1	作为噪声和门锁对策, 在 VCC-VSS 引脚之间插入旁路电容	514
28.15.2	端口控制寄存器的噪声误动作对策	514
28.16	有关电源电压波动的注意事项	514
29.	On-chip 调试器的注意事项	515
30.	仿真调试器的注意事项	516
附录		517
附录 1.	封装尺寸图	517
附录 2.	串行编程器和 on-chip 调试仿真器的连接例子	518
附录 3.	振荡评估电路例子	519
索引		520

地址 - 页速查表

地址	寄存器	符号	记载页
0000h			
0001h			
0002h			
0003h			
0004h	处理器模式寄存器 0	PM0	27
0005h	处理器模式寄存器 1	PM1	175
0006h	系统时钟控制寄存器 0	CM0	108
0007h	系统时钟控制寄存器 1	CM1	109
0008h	模块待机控制寄存器	MSTCR	245
0009h	系统时钟控制寄存器 3	CM3	110
000Ah	保护寄存器	PRCR	135
000Bh	复位源判断寄存器	RSTFR	27
000Ch	振荡停止检测寄存器	OCD	111
000Dh	看门狗定时器的复位寄存器	WDTR	175
000Eh	看门狗定时器的开始寄存器	WDTS	176
000Fh	看门狗定时器的控制寄存器	WDTC	176
0010h			
0011h			
0012h			
0013h			
0014h			
0015h	高速内部振荡器的控制寄存器 7	FRA7	111
0016h			
0017h			
0018h			
0019h			
001Ah			
001Bh			
001Ch	计数源保护模式寄存器	CSPR	177
001Dh			
001Eh			
001Fh			
0020h			
0021h			
0022h			
0023h	高速内部振荡器的控制寄存器 0	FRA0	112
0024h	高速内部振荡器的控制寄存器 1	FRA1	113
0025h	高速内部振荡器的控制寄存器 2	FRA2	113
0026h	芯片内部基准电压的控制寄存器	OCVREFCR	383
0027h			
0028h	时钟预分频器的复位标志	CPSRF	114
0029h	高速内部振荡器的控制寄存器 4	FRA4	114
002Ah	高速内部振荡器的控制寄存器 5	FRA5	114
002Bh	高速内部振荡器的控制寄存器 6	FRA6	115
002Ch			
002Dh			
002Eh			
002Fh	高速内部振荡器的控制寄存器 3	FRA3	115
0030h	电压监视电路的控制寄存器	CMPA	38
0031h	电压监视电路的边沿选择寄存器	VCAC	39
0032h			
0033h	电压检测寄存器 1	VCA1	39
0034h	电压检测寄存器 2	VCA2	40、116
0035h			
0036h	电压检测 1 的电平选择寄存器	VD1LS	41
0037h			
0038h	电压监视 0 电路的控制寄存器	VW0C	42
0039h	电压监视 1 电路的控制寄存器	VW1C	43
003Ah	电压监视 2 电路的控制寄存器	VW2C	44
003Bh			
003Ch			
003Dh			
003Eh			
003Fh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

地址	寄存器	符号	记载页
0040h			
0041h	闪存就绪中断控制寄存器	FMRDYIC	142
0042h			
0043h			
0044h			
0045h			
0046h			
0047h	定时器 RC 的中断控制寄存器	TRCIC	142
0048h			
0049h			
004Ah			
004Bh	UART2 发送中断控制寄存器	S2TIC	141
004Ch	UART2 接收中断控制寄存器	S2RIC	141
004Dh	键输入中断控制寄存器	KUPIC	141
004Eh	A/D 转换中断控制寄存器	ADIC	141
004Fh			
0050h			
0051h	UART0 发送中断控制寄存器	S0TIC	141
0052h	UART0 接收中断控制寄存器	S0RIC	141
0053h			
0054h			
0055h	INT2 中断控制寄存器	INT2IC	143
0056h	定时器 RA 的中断控制寄存器	TRAIC	141
0057h			
0058h	定时器 RB 的中断控制寄存器	TRBIC	141
0059h	INT1 中断控制寄存器	INT1IC	143
005Ah	INT3 中断控制寄存器	INT3IC	143
005Bh			
005Ch			
005Dh	INT0 中断控制寄存器	INT0IC	143
005Eh	UART2 总线冲突检测的中断控制寄存器	U2BCNIC	141
005Fh			
0060h			
0061h			
0062h			
0063h			
0064h			
0065h			
0066h			
0067h			
0068h			
0069h			
006Ah	传感器控制单元中断控制寄存器	SCUIC	141
006Bh			
006Ch			
006Dh			
006Eh			
006Fh			
0070h			
0071h			
0072h	电压监视 1 的中断控制寄存器	VCMP1IC	141
0073h	电压监视 2 的中断控制寄存器	VCMP2IC	141
0074h			
0075h			
0076h			
0077h			
0078h			
0079h			
007Ah			
007Bh			
007Ch			
007Dh			
007Eh			
007Fh			

地址	寄存器	符号	记载页
0080h	DTC 启动控制寄存器	DTCTL	189
0081h			
0082h			
0083h			
0084h			
0085h			
0086h			
0087h			
0088h	DTC 启动允许寄存器 0	DTCEN0	188
0089h	DTC 启动允许寄存器 1	DTCEN1	188
008Ah	DTC 启动允许寄存器 2	DTCEN2	188
008Bh	DTC 启动允许寄存器 3	DTCEN3	188
008Ch			
008Dh	DTC 启动允许寄存器 5	DTCEN5	188
008Eh	DTC 启动允许寄存器 6	DTCEN6	188
008Fh			
0090h			
0091h			
0092h			
0093h			
0094h			
0095h			
0096h			
0097h			
0098h			
0099h			
009Ah			
009Bh			
009Ch			
009Dh			
009Eh			
009Fh			
00A0h	UART0 发送 / 接收模式寄存器	U0MR	297
00A1h	UART0 位速率寄存器	U0BRG	297
00A2h	UART0 发送缓冲寄存器	U0TB	298
00A3h			
00A4h	UART0 发送 / 接收控制寄存器 0	U0C0	299
00A5h	UART0 发送 / 接收控制寄存器 1	U0C1	300
00A6h	UART0 接收缓冲寄存器	U0RB	301
00A7h			
00A8h	UART2 发送 / 接收模式寄存器	U2MR	317
00A9h	UART2 位速率寄存器	U2BRG	317
00AAh	UART2 发送缓冲寄存器	U2TB	318
00ABh			
00ACh	UART2 发送 / 接收控制寄存器 0	U2C0	319
00ADh	UART2 发送 / 接收控制寄存器 1	U2C1	320
00AEh	UART2 接收缓冲寄存器	U2RB	321
00AFh			
00B0h	UART2 数字滤波器的功能选择寄存器	URXDF	322
00B1h			
00B2h			
00B3h			
00B4h			
00B5h			
00B6h			
00B7h			
00B8h			
00B9h			
00BAh			
00BBh	UART2 特殊模式寄存器 5	U2SMR5	323
00BCh	UART2 特殊模式寄存器 4	U2SMR4	324
00BDh	UART2 特殊模式寄存器 3	U2SMR3	325
00BEh	UART2 特殊模式寄存器 2	U2SMR2	326
00BFh	UART2 特殊模式寄存器	U2SMR	326

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

地址	寄存器	符号	记载页
00C0h	A/D 寄存器 0	AD0	384
00C1h			
00C2h	A/D 寄存器 1	AD1	384
00C3h			
00C4h	A/D 寄存器 2	AD2	384
00C5h			
00C6h	A/D 寄存器 3	AD3	384
00C7h			
00C8h	A/D 寄存器 4	AD4	384
00C9h			
00CAh	A/D 寄存器 5	AD5	384
00CBh			
00CCh	A/D 寄存器 6	AD6	384
00CDh			
00CEh	A/D 寄存器 7	AD7	384
00CFh			
00D0h			
00D1h			
00D2h			
00D3h			
00D4h	A/D 模式寄存器	ADMOD	385
00D5h	A/D 输入选择寄存器	ADINSEL	386
00D6h	A/D 控制寄存器 0	ADCON0	387
00D7h	A/D 控制寄存器 1	ADCON1	388
00D8h			
00D9h			
00DAh			
00DBh			
00DCh			
00DDh			
00DEh			
00DFh			
00E0h	端口 P0 寄存器	P0	65
00E1h	端口 P1 寄存器	P1	65
00E2h	端口 P0 方向寄存器	PD0	64
00E3h	端口 P1 方向寄存器	PD1	64
00E4h	端口 P2 寄存器	P2	65
00E5h	端口 P3 寄存器	P3	65
00E6h	端口 P2 方向寄存器	PD2	64
00E7h	端口 P3 方向寄存器	PD3	64
00E8h	端口 P4 寄存器	P4	65
00E9h			
00EAh	端口 P4 方向寄存器	PD4	64
00EBh			
00ECh			
00EDh			
00EEh			
00EFh			
00F0h			
00F1h			
00F2h			
00F3h			
00F4h			
00F5h			
00F6h			
00F7h			
00F8h			
00F9h			
00FAh			
00FBh			
00FCh			
00FDh			
00FEh			
00FFh			

地址	寄存器	符号	记载页
0100h	定时器 RA 的控制寄存器	TRACR	205
0101h	定时器 RA 的 I/O 控制寄存器	TRAIOC	206、209、212 214、216、219
0102h	定时器 RA 的模式寄存器	TRAMR	206
0103h	定时器 RA 的预分频寄存器	TRAPRE	207
0104h	定时器 RA 寄存器	TRA	207
0105h	LIN 控制寄存器 2	LINCR2	370
0106h	LIN 控制寄存器	LINCR	371
0107h	LIN 状态寄存器	LINST	372
0108h	定时器 RB 的控制寄存器	TRBCR	223
0109h	定时器 RB 的单触发控制寄存器	TRBOCR	224
010Ah	定时器 RB 的 I/O 控制寄存器	TRBIOC	224、228 232、235、239
010Bh	定时器 RB 的模式寄存器	TRBMR	225
010Ch	定时器 RB 的预分频寄存器	TRBPPE	225
010Dh	定时器 RB 的辅助寄存器	TRBSC	226
010Eh	定时器 RB 的主寄存器	TRBPR	226
010Fh			
0110h			
0111h			
0112h			
0113h			
0114h			
0115h			
0116h			
0117h			
0118h			
0119h			
011Ah			
011Bh			
011Ch			
011Dh			
011Eh			
011Fh			
0120h	定时器 RC 的模式寄存器	TRCMR	246
0121h	定时器 RC 的控制寄存器 1	TRCCR1	247、272 280、286
0122h	定时器 RC 的中断允许寄存器	TRCIER	248
0123h	定时器 RC 的状态寄存器	TRCSR	249
0124h	定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0	TRCIOR0	250、267、273
0125h	定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 1	TRCIOR1	251、268、274
0126h	定时器 RC 计数器	TRC	251
0127h			
0128h	定时器 RC 的通用寄存器 A	TRCGRA	252
0129h			
012Ah	定时器 RC 的通用寄存器 B	TRCGRB	252
012Bh			
012Ch	定时器 RC 的通用寄存器 C	TRCGRC	252
012Dh			
012Eh	定时器 RC 的通用寄存器 D	TRCGRD	252
012Fh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

地址	寄存器	符号	记载页
0130h	定时器 RC 的控制寄存器 2	TRCCR2	252、275、 281、287
0131h	定时器 RC 的数字滤波器的功能选择寄存器	TRCDF	253、288
0132h	定时器 RC 的输出主控允许寄存器	TRCOER	254
0133h	定时器 RC 的触发控制寄存器	TRCADCR	255
0134h			
0135h			
0136h			
0137h			
0138h			
0139h			
013Ah			
013Bh			
013Ch			
013Dh			
013Eh			
013Fh			
0140h			
0141h			
0142h			
0143h			
0144h			
0145h			
0146h			
0147h			
0148h			
0149h			
014Ah			
014Bh			
014Ch			
014Dh			
014Eh			
014Fh			
0150h			
0151h			
0152h			
0153h			
0154h			
0155h			
0156h			
0157h			
0158h			
0159h			
015Ah			
015Bh			
015Ch			
015Dh			
015Eh			
015Fh			

地址	寄存器	符号	记载页
0160h			
0161h			
0162h			
0163h			
0164h			
0165h			
0166h			
0167h			
0168h			
0169h			
016Ah			
016Bh			
016Ch			
016Dh			
016Eh			
016Fh			
0170h			
0171h			
0172h			
0173h			
0174h			
0175h			
0176h			
0177h			
0178h			
0179h			
017Ah			
017Bh			
017Ch			
017Dh			
017Eh			
017Fh			
0180h	定时器 RA 的引脚选择寄存器	TRASR	66、208
0181h	定时器 RB/RC 的引脚选择寄存器	TRBRCSR	67、227、248
0182h	定时器 RC 的引脚选择寄存器 0	TRCPSR0	68、257
0183h	定时器 RC 的引脚选择寄存器 1	TRCPSR1	69、258
0184h			
0185h			
0186h			
0187h			
0188h	UART0 引脚选择寄存器	U0SR	70、302
0189h			
018Ah	UART2 引脚选择寄存器 0	U2SR0	71、327
018Bh	UART2 引脚选择寄存器 1	U2SR1	72、328
018Ch			
018Dh			
018Eh	INT 中断输入的引脚选择寄存器	INTSR	73、151
018Fh	输入 / 输出功能的引脚选择寄存器	PINSR	74
0190h	低电压信号模式控制寄存器	TSMR	75、152、303、329
0191h			
0192h			
0193h			
0194h			
0195h			
0196h			
0197h			
0198h			
0199h			
019Ah			
019Bh			
019Ch			
019Dh			
019Eh			
019Fh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

地址	寄存器	符号	记载页
01A0h			
01A1h			
01A2h			
01A3h			
01A4h			
01A5h			
01A6h			
01A7h			
01A8h			
01A9h			
01AAh			
01ABh			
01ACh			
01ADh			
01AEh			
01AFh			
01B0h			
01B1h			
01B2h	闪存状态寄存器	FST	438
01B3h			
01B4h	闪存控制寄存器 0	FMR0	441
01B5h	闪存控制寄存器 1	FMR1	444
01B6h	闪存控制寄存器 2	FMR2	446
01B7h			
01B8h			
01B9h			
01BAh			
01BBh			
01BCh			
01BDh			
01BEh			
01BFh			
01C0h	地址匹配中断寄存器 0	RMAD0	160
01C1h			
01C2h			
01C3h	地址匹配中断允许寄存器 0	AIER0	160
01C4h	地址匹配中断寄存器 1	RMAD1	160
01C5h			
01C6h			
01C7h	地址匹配中断允许寄存器 1	AIER1	160
01C8h			
01C9h			
01CAh			
01CBh			
01CCh			
01CDh			
01CEh			
01CFh			
01D0h			
01D1h			
01D2h			
01D3h			
01D4h			
01D5h			
01D6h			
01D7h			
01D8h			
01D9h			
01DAh			
01DBh			
01DCh			
01DDh			
01DEh			
01DFh			

地址	寄存器	符号	记载页
01E0h	上拉控制寄存器 0	PUR0	76
01E1h	上拉控制寄存器 1	PUR1	76
01E2h			
01E3h			
01E4h			
01E5h			
01E6h			
01E7h			
01E8h			
01E9h			
01EAh			
01EBh			
01ECh			
01EDh			
01EEh			
01EFh			
01F0h	端口 P1 的驱动能力控制寄存器	P1DRR	77
01F1h	端口 P2 的驱动能力控制寄存器	P2DRR	77
01F2h	驱动能力控制寄存器 0	DRR0	78
01F3h	驱动能力控制寄存器 1	DRR1	79
01F4h			
01F5h	输入阈值控制寄存器 0	VLT0	80
01F6h	输入阈值控制寄存器 1	VLT1	81
01F7h			
01F8h			
01F9h			
01FAh	外部输入允许寄存器 0	INTEN	153
01FBh			
01FCh	INT 输入滤波器的选择寄存器 0	INTF	154
01FDh			
01FEh	键输入允许寄存器 0	KIEN	158
01FFh			

：

02C0h	SCU 控制寄存器 0	SCUCR0	407
02C1h	SCU 模式寄存器	SCUMR	409
02C2h	SCU 时序控制寄存器 0	SCTCR0	409
02C3h	SCU 时序控制寄存器 1	SCTCR1	410
02C4h	SCU 时序控制寄存器 2	SCTCR2	412
02C5h	SCU 时序控制寄存器 3	SCTCR3	414
02C6h	SCU 通道控制寄存器	SCHCR	415
02C7h	SCU 通道控制计数器	SCUHC	416
02C8h	SCU 标志寄存器	SCUFR	417
02C9h	SCU 状态计数器	SCUSTC	418
02CAh	SCU 辅助计数器设定寄存器	SCSCSR	418
02CBh	SCU 辅助计数器	SCUSCC	419
02CCh			
02CDh			
02CEh	SCU 目标地址寄存器	SCUDAR	420
02CFh			
02D0h	SCU 数据缓冲寄存器	SCUDBR	421
02D1h			
02D2h	SCU 主计数器	SCUPRC	422
02D3h			
02D4h			
02D5h			
02D6h			
02D7h			
02D8h			
02D9h			
02DAh			
02DBh			
02DCh	触摸传感器输入允许寄存器 0	TSIER0	423
02DDh	触摸传感器输入允许寄存器 1	TSIER1	423
02DEh	触摸传感器输入允许寄存器 2	TSIER2	424
02DFh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

地址	寄存器	符号	记载页
2C00h	DTC 传送向量区		
2C01h	DTC 传送向量区		
2C02h	DTC 传送向量区		
2C03h	DTC 传送向量区		
2C04h	DTC 传送向量区		
2C05h	DTC 传送向量区		
2C06h	DTC 传送向量区		
2C07h	DTC 传送向量区		
2C08h	DTC 传送向量区		
2C09h	DTC 传送向量区		
2C0Ah	DTC 传送向量区		

： DTC 传送向量区

： DTC 传送向量区

2C3Ah	DTC 传送向量区		
2C3Bh	DTC 传送向量区		
2C3Ch	DTC 传送向量区		
2C3Dh	DTC 传送向量区		
2C3Eh	DTC 传送向量区		
2C3Fh	DTC 传送向量区		
2C40h	DTC 控制数据 0	DTCD0	
2C41h			
2C42h			
2C43h			
2C44h			
2C45h			
2C46h			
2C47h			
2C48h	DTC 控制数据 1	DTCD1	
2C49h			
2C4Ah			
2C4Bh			
2C4Ch			
2C4Dh			
2C4Eh			
2C4Fh			
2C50h	DTC 控制数据 2	DTCD2	
2C51h			
2C52h			
2C53h			
2C54h			
2C55h			
2C56h			
2C57h			
2C58h	DTC 控制数据 3	DTCD3	
2C59h			
2C5Ah			
2C5Bh			
2C5Ch			
2C5Dh			
2C5Eh			
2C5Fh			
2C60h	DTC 控制数据 4	DTCD4	
2C61h			
2C62h			
2C63h			
2C64h			
2C65h			
2C66h			
2C67h			
2C68h	DTC 控制数据 5	DTCD5	
2C69h			
2C6Ah			
2C6Bh			
2C6Ch			
2C6Dh			
2C6Eh			
2C6Fh			

地址	寄存器	符号	记载页
2C70h	DTC 控制数据 6	DTCD6	
2C71h			
2C72h			
2C73h			
2C74h			
2C75h			
2C76h			
2C77h			
2C78h	DTC 控制数据 7	DTCD7	
2C79h			
2C7Ah			
2C7Bh			
2C7Ch			
2C7Dh			
2C7Eh			
2C7Fh			
2C80h	DTC 控制数据 8	DTCD8	
2C81h			
2C82h			
2C83h			
2C84h			
2C85h			
2C86h			
2C87h			
2C88h	DTC 控制数据 9	DTCD9	
2C89h			
2C8Ah			
2C8Bh			
2C8Ch			
2C8Dh			
2C8Eh			
2C8Fh			
2C90h	DTC 控制数据 10	DTCD10	
2C91h			
2C92h			
2C93h			
2C94h			
2C95h			
2C96h			
2C97h			
2C98h	DTC 控制数据 11	DTCD11	
2C99h			
2C9Ah			
2C9Bh			
2C9Ch			
2C9Dh			
2C9Eh			
2C9Fh			
2CA0h	DTC 控制数据 12	DTCD12	
2CA1h			
2CA2h			
2CA3h			
2CA4h			
2CA5h			
2CA6h			
2CA7h			
2CA8h	DTC 控制数据 13	DTCD13	
2CA9h			
2CAAh			
2CABh			
2CACH			
2CADh			
2CAEh			
2CAFh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

地址	寄存器	符号	记载页
2CB0h	DTC 控制数据 14	DTCD14	
2CB1h			
2CB2h			
2CB3h			
2CB4h			
2CB5h			
2CB6h			
2CB7h			
2CB8h	DTC 控制数据 15	DTCD15	
2CB9h			
2CBAh			
2CB Bh			
2CBCh			
2CBDh			
2CBEh			
2CBFh			
2CC0h	DTC 控制数据 16	DTCD16	
2CC1h			
2CC2h			
2CC3h			
2CC4h			
2CC5h			
2CC6h			
2CC7h			
2CC8h	DTC 控制数据 17	DTCD17	
2CC9h			
2CCAh			
2CCBh			
2CCCh			
2CCDh			
2CCEh			
2CCFh			
2CD0h	DTC 控制数据 18	DTCD18	
2CD1h			
2CD2h			
2CD3h			
2CD4h			
2CD5h			
2CD6h			
2CD7h			
2CD8h	DTC 控制数据 19	DTCD19	
2CD9h			
2CDAh			
2CDBh			
2CDCh			
2CDDh			
2CDEh			
2CDFh			
2CE0h	DTC 控制数据 20	DTCD20	
2CE1h			
2CE2h			
2CE3h			
2CE4h			
2CE5h			
2CE6h			
2CE7h			
2CE8h	DTC 控制数据 21	DTCD21	
2CE9h			
2CEAh			
2CEBh			
2CECh			
2CEDh			
2CEEh			
2CEFh			

地址	寄存器	符号	记载页
2CF0h	DTC 控制数据 22	DTCD22	
2CF1h			
2CF2h			
2CF3h			
2CF4h			
2CF5h			
2CF6h			
2CF7h			
2CF8h	DTC 控制数据 23	DTCD23	
2CF9h			
2CFAh			
2CFBh			
2CFCh			
2CFDh			
2CFEh			
2CFFh			
2D00h			
2D01h			
:			
2FFFh			
:			
FFDBh	选项功能选择寄存器 2	OFS2	29、171、179
:			
FFFFh	选项功能选择寄存器	OFS	28、45、170 178、436

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

1. 概要

1.1 特点

R8C/33T 群是装载了 R8C CPU 内核的单芯片微型计算机。R8C CPU 内核有高功能指令和高指令效率，还具备 1M 字节的地址空间和快速执行指令的能力，并且因有乘法器而能进行快速运算处理。

R8C/33T 群不仅功耗小，而且能通过运行模式进行功率控制。另外，这些单片机是在最大限度地考虑了 EMI/EMS 性能的基础上设计而成的。

R8C/33T 群内置了多功能定时器、串行接口等各种外围功能，能减少系统的部件数。

另外，R8C/33T 装载了传感器控制单元，能检测静电电容式触摸电极的寄生电容。

R8C/33T 群还内置了带 BGO（后台操作）功能的数据闪存（1KB×4 块）。

1.1.1 用途

家电、办公设备、音响、民用设备等。

1.1.2 规格概要

R8C/33T 群的规格概要如表 1.1 ~ 表 1.2 所示。

表 1.1 R8C/33T 群的规格概要 (1)

分类	功能	说明
CPU	中央处理器	R8C CPU 内核 - 基本指令数: 89 条指令 - 最短指令执行时间: 50ns (f(XIN)=20MHz、VCC=2.7 ~ 5.5V) 200ns (f(XIN)=5MHz、VCC=1.8 ~ 5.5V) - 乘法器: 16 位 ×16 位 →32 位 - 乘加运算指令: 16 位 ×16 位 +32 位 →32 位 - 运行模式: 单芯片模式 (地址空间: 1M 字节)
存储器	ROM、RAM 数据闪存	请参照“表 1.3 R8C/33T 群的产品一览表”。
电压检测	电压检测电路	- 上电复位 - 电压检测 3 处 (电压检测 0 和电压检测 1 可选择检测电平)
I/O 端口	可编程输入 / 输出 端口	- 输入专用: 1 个 - CMOS 输入 / 输出: 27 个 (可选择上拉电阻) - 大电流驱动端口: 27 个
时钟	时钟发生电路	3 个电路: XIN 时钟振荡电路 高速内部振荡器 (具有频率调整功能) 低速内部振荡器 - 振荡停止检测: XIN 时钟振荡停止检测功能 - 分频电路: 可选择 1 分频、2 分频、4 分频、8 分频和 16 分频 - 低功耗结构: 标准运行模式 (高速时钟、高速内部振荡器、低速内部振荡器)、等待模式、停止模式
中断		- 中断向量数: 69 个 - 外部中断输入: 7 个 (INT×4、键输入×4) - 中断优先级: 7 级
看门狗定时器		14 位 ×1 (带预分频器) - 可选择复位开始功能。 - 可选择看门狗定时器的低速内部振荡器。
DTC (数据传送控制器)		1 个通道 - 启动源: 22 个 - 传送模式: 2 个 (正常模式、重复模式)
定时器	定时器 RA	8 位 ×1 (带 8 位预分频器) 定时器模式 (周期定时器)、脉冲输出模式 (各周期的电平反相输出)、事件计数器模式、脉宽测量模式、脉冲周期测量模式
	定时器 RB	8 位 ×1 (带 8 位预分频器) 定时器模式 (周期定时器)、可编程波形发生模式 (PWM 输出)、可编程单触发生模式、可编程等待单触发生模式
	定时器 RC	16 位 ×1 (带 4 个捕捉 / 比较寄存器) 定时器模式 (输入捕捉功能、输出比较功能)、PWM 模式 (3 个输出)、PWM2 模式 (1 个 PWM 输出)

表 1.2 R8C/33T 群的规格概要 (2)

分类	功能	说明
串行接口	UART0	时钟同步串行 I/O / 异步串行 I/O 兼用
	UART2	时钟同步串行 I/O / 异步串行 I/O 兼用、I ² C 模式 (I ² C 总线)、SCU 模式、多处理器通信功能
LIN 模块		硬件 LIN: 1 (使用定时器 RA 和 UART0)
A/D 转换器		分辨率 10 位 ×12 个通道, 有采样 & 保持功能, 有扫描模式。
传感器控制单元		系统 CH×3、静电电容触摸检测 ×18
比较电路 B		2 个电路
闪存		- 编程 / 擦除电压: VCC=2.7 ~ 5.5V - 编程 / 擦除次数: 10000 次 (数据闪存) 1000 次 (程序 ROM) - 编程保护: ROM 码保护、ID 码检查 - 调试功能: on-chip 调试功能、板上闪存改写功能 - BGO (后台操作) 功能
工作频率 / 电源电压		f(XIN)=20MHz (VCC=2.7 ~ 5.5V) f(XIN)=5MHz (VCC=1.8 ~ 5.5V)
消耗电流		典型 6.5mA (VCC=5.0V、f(XIN)=20MHz) 典型 3.5mA (VCC=3.0V、f(XIN)=10MHz) 典型 3.5μA (VCC=3.0V、等待模式) 典型 2.0μA (VCC=3.0V、停止模式)
工作环境温度		- 20°C ~ 85°C (N 版)
封装		32 个引脚 LQFP 封装代码: PLQP0032GB-A (旧代码: 32P6U-A)

1.2 产品一览表

R8C/33T 群的产品一览表如表 1.3 所示，产品型号、存储器容量和封装如图 1.1 所示。

表 1.3 R8C/33T 群的产品一览表

2011 年 4 月

产品型号	内部 ROM 容量		内部 RAM 容量	封装	备注
	程序 ROM	数据闪存			
R5F21334TNFP	16K 字节	1K 字节 ×4	1.5K 字节	PLQP0032GB-A	N 版
R5F21335TNFP	24K 字节	1K 字节 ×4	2K 字节	PLQP0032GB-A	
R5F21336TNFP	32K 字节	1K 字节 ×4	2.5K 字节	PLQP0032GB-A	
R5F21334TNXXXFP	16K 字节	1K 字节 ×4	1.5K 字节	PLQP0032GB-A	N 版 编程后的出货产品 (注 1)
R5F21335TNXXXFP	24K 字节	1K 字节 ×4	2K 字节	PLQP0032GB-A	
R5F21336TNXXXFP	32K 字节	1K 字节 ×4	2.5K 字节	PLQP0032GB-A	

注 1. 在编程用户 ROM 后出货。

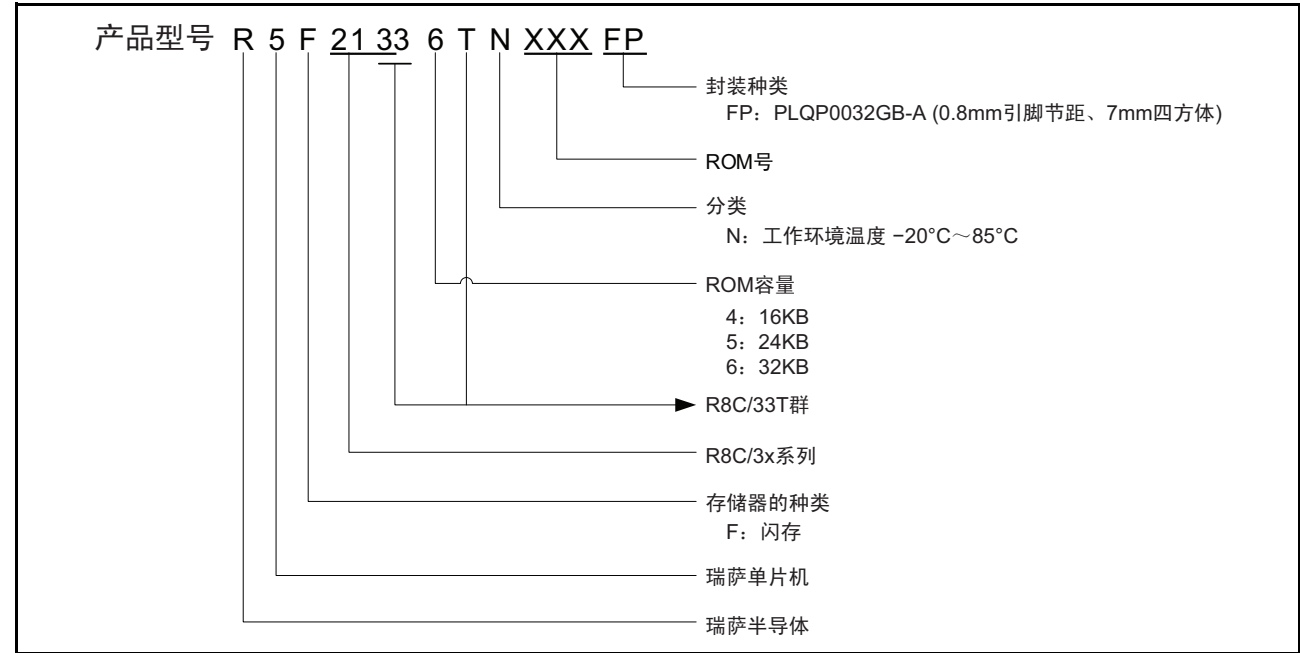


图 1.1 R8C/33T 群的产品型号、存储器容量和封装

1.3 框图

框图如图 1.2 所示。

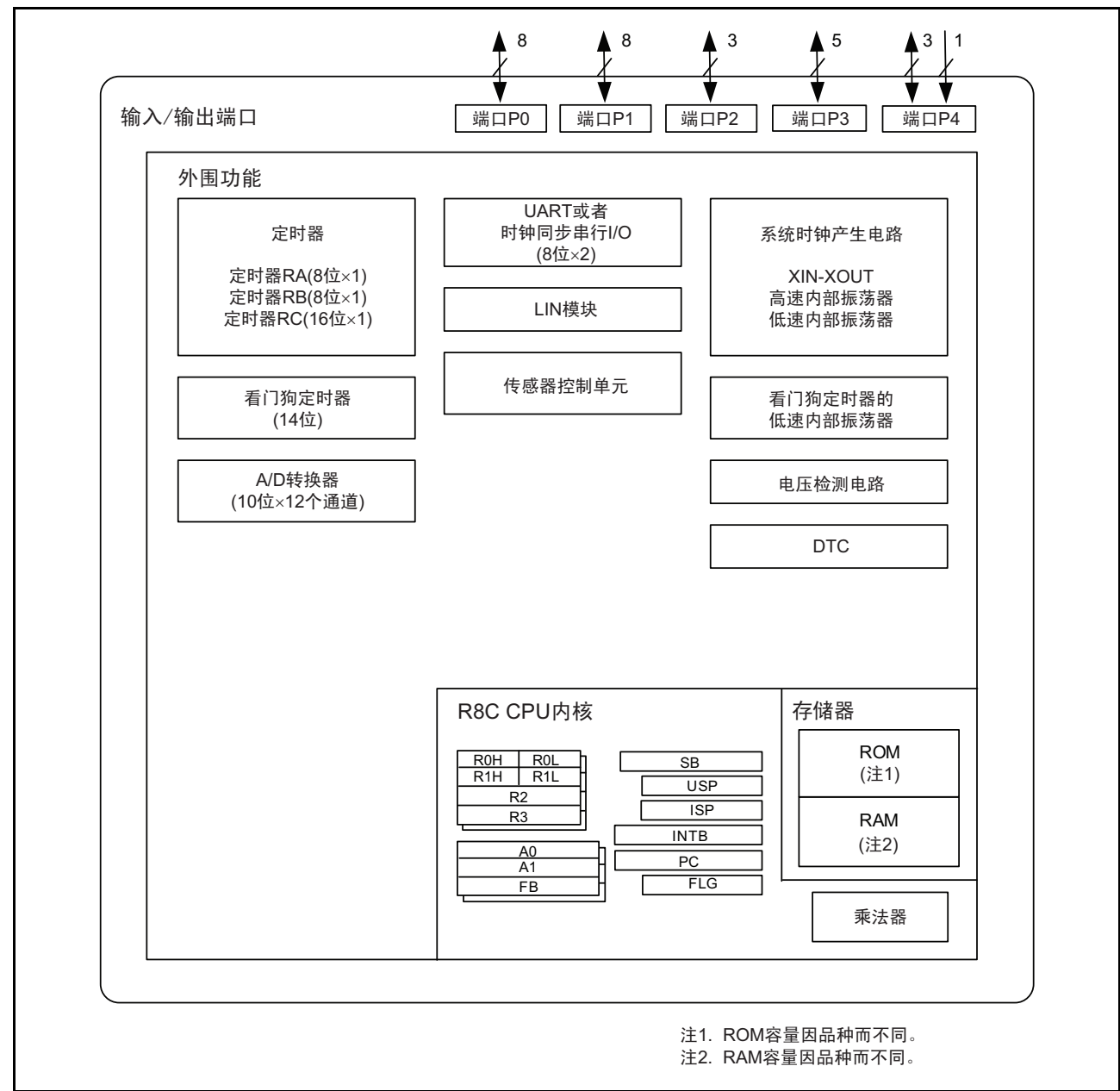


图 1.2 框图

1.4 引脚排列图

引脚排列图（俯视图）和引脚名一览表（按引脚序号分类）分别如图 1.3 和表 1.4 所示。

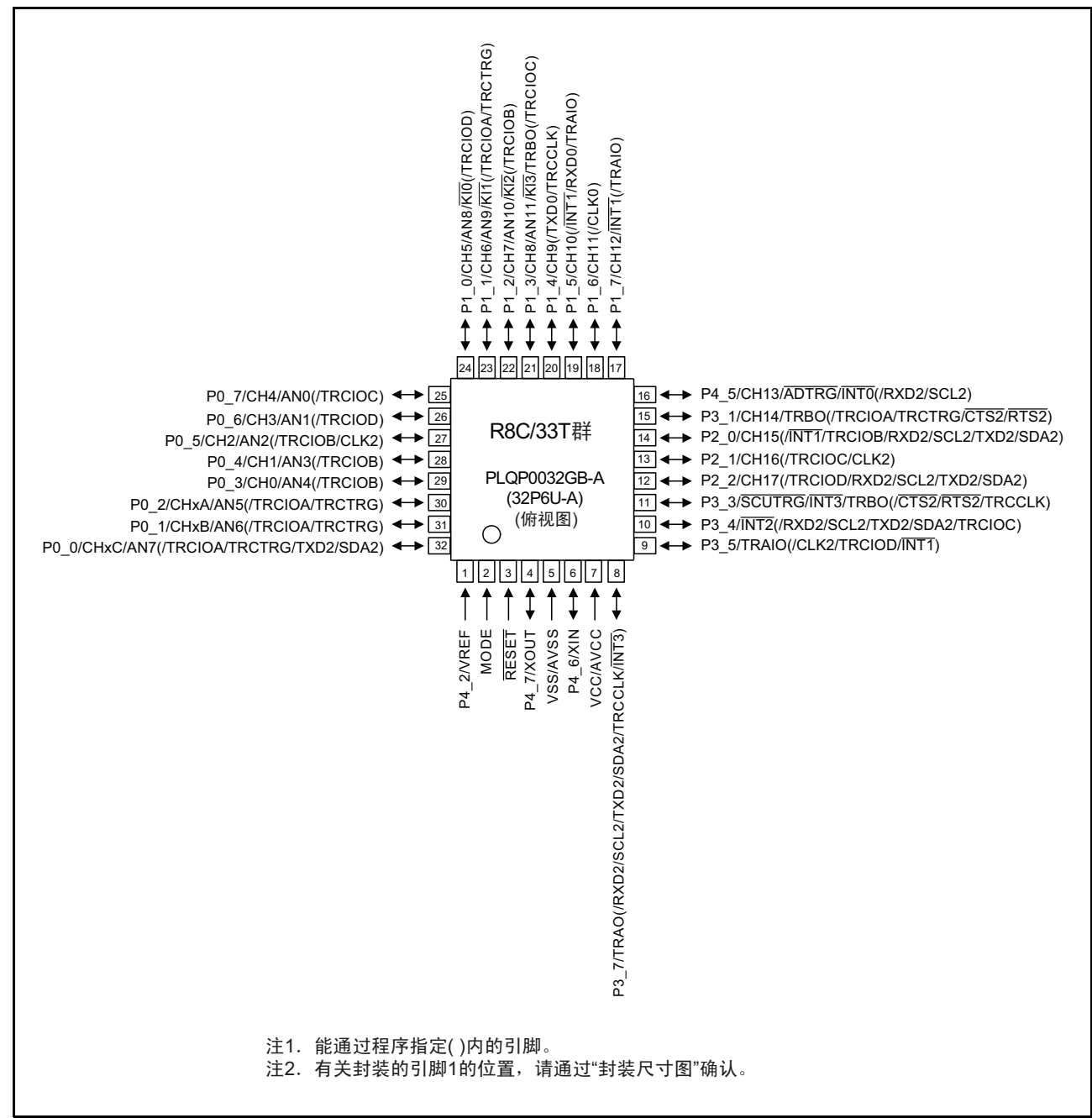


图 1.3 引脚排列图（俯视图）

表 1.4 引脚名一览表（按引脚序号分类）

引脚 序号	控制引脚	端口	外围功能的输入 / 输出引脚				
			中断	定时器	串行接口	A/D 转换器	传感器控制单元
1		P4_2				VREF	
2	MODE						
3	RESET						
4	XOUT	P4_7					
5	VSS/AVSS						
6	XIN	P4_6					
7	VCC/AVCC						
8		P3_7	(INT3)	TRAO/ (TRCCLK)	(RXD2/SCL2/ TXD2/SDA2)		
9		P3_5	(INT1)	TRAIO/ (TRCIOD)	(CLK2)		
10		P3_4	INT2	(TRCIOC)	(RXD2/SCL2/ TXD2/SDA2)		
11		P3_3	INT3	TRBO/ (TRCCLK)	(CTS2/RTS2)		SCUTRG
12		P2_2		(TRCIOD)	(RXD2/TXD2/ SCL2/SDA2)		CH17
13		P2_1		(TRCIOC)	(CLK2)		CH16
14		P2_0	(INT1)	(TRCIOB)	(RXD2/TXD2/ SCL2/SDA2)		CH15
15		P3_1		TRBO/ (TRCTRG/ TRCIOA)	(CTS2/RTS2)		CH14
16		P4_5	INT0		(RXD2/SCL2)	ADTRG	CH13
17		P1_7	INT1	(TRAIO)			CH12
18		P1_6			(CLK0)		CH11
19		P1_5	(INT1)	(TRAIO)	(RXD0)		CH10
20		P1_4		(TRCCLK)	(TXD0)		CH9
21		P1_3	KI3	TRBO (/TRCIOC)		AN11	CH8
22		P1_2	KI2	(TRCIOB)		AN10	CH7
23		P1_1	KI1	(TRCIOA/ TRCTRG)		AN9	CH6
24		P1_0	KI0	(TRCIOD)		AN8	CH5
25		P0_7		(TRCIOC)		AN0	CH4
26		P0_6		(TRCIOD)		AN1	CH3
27		P0_5		(TRCIOB)	(CLK2)	AN2	CH2
28		P0_4		(TRCIOB)		AN3	CH1
29		P0_3		(TRCIOB)		AN4	CH0
30		P0_2		(TRCIOA/ TRCTRG)		AN5	CHxA
31		P0_1		(TRCIOA/ TRCTRG)		AN6	CHxB
32		P0_0		(TRCIOA/ TRCTRG)	(TXD2/SDA2)	AN7	CHxC

注 1. 能通过程序指定（ ）内的引脚。

1.5 引脚功能的说明

引脚功能的说明如表 1.5 所示。

表 1.5 引脚功能的说明

分类	引脚名	输入 / 输出	功能
电源输入	VCC VSS	—	必须给 VCC 输入 1.8V ~ 5.5V，给 VSS 输入 0V。
模拟电源输入	AVCC、AVSS	—	A/D 转换器的电源输入。必须在 AVCC 和 AVSS 之间连接电容器。
复位输入	RESET	输入	如果给此引脚输入“L”电平，单片机就进入复位状态。
MODE	MODE	输入	必须通过电阻连接 VCC。
XIN 时钟输入	XIN	输入	XIN 时钟振荡电路的输入 / 输出。必须在 XIN 和 XOUT 之间连接陶瓷谐振器或者晶体振荡器（注 1）。如果输入外部生成的时钟，就必须从 XOUT 输入时钟，并将 XIN 置为开路。
XIN 时钟输出	XOUT	输入 / 输出	
INT 中断输入	INT0 ~ INT3	输入	INT 中断的输入 INT0 是定时器 RB、定时器 RC 的输入。
键输入中断的输入	KI0 ~ KI3	输入	键输入中断的输入
定时器 RA	TRAIO	输入 / 输出	定时器 RA 的输入 / 输出
	TRA0	输出	定时器 RA 的输出
定时器 RB	TRBO	输出	定时器 RB 的输出
定时器 RC	TRCLK	输入	外部时钟的输入
	TRCTRG	输入	外部触发的输入
	TRCIOA、TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD	输入 / 输出	定时器 RC 的输入 / 输出
串行接口	CLK0、CLK2	输入 / 输出	传送时钟的输入 / 输出
	RXD0、RXD2	输入	串行数据的输入
	TXD0、TXD2	输出	串行数据的输出
	CTS2	输入	用于发送控制的输入
	RTS2	输出	用于接收控制的输出
	SCL2	输入 / 输出	I ² C 模式的时钟输入 / 输出
	SDA2	输入 / 输出	I ² C 模式的数据输入 / 输出
基准电压输入	VREF	输入	A/D 转换器的基准电压输入
A/D 转换器	AN0 ~ AN11	输入	A/D 转换器的模拟输入
	ADTRG	输入	AD 外部触发的输入
传感器控制单元	CHxA、CHxB、CHxC	输入 / 输出	用于静电电容触摸检测的控制引脚
	CH0 ~ CH17	输入	静电电容触摸检测引脚
	SCUTRG	输入	传感器控制单元的外部触发输入
输入 / 输出端口	P0_0 ~ P0_7、 P1_0 ~ P1_7、 P2_0 ~ P2_2、 P3_1、P3_3 ~ P3_5、 P3_7、P4_5 ~ P4_7	输入 / 输出	CMOS 的输入 / 输出端口。有用于选择输入 / 输出的方向寄存器，每个引脚都能设定为输入端口或者输出端口。输入端口能通过程序选择有无上拉电阻。全部端口都能用作 LED 驱动端口。
输入端口	P4_2	输入	输入专用端口

注 1. 有关振荡特性，请向谐振器厂商询问。

2. 中央处理器 (CPU)

CPU 的寄存器如图 2.1 所示。CPU 有 13 个寄存器，其中 R0、R1、R2、R3、A0、A1、FB 构成寄存器组，有 2 个寄存器组。

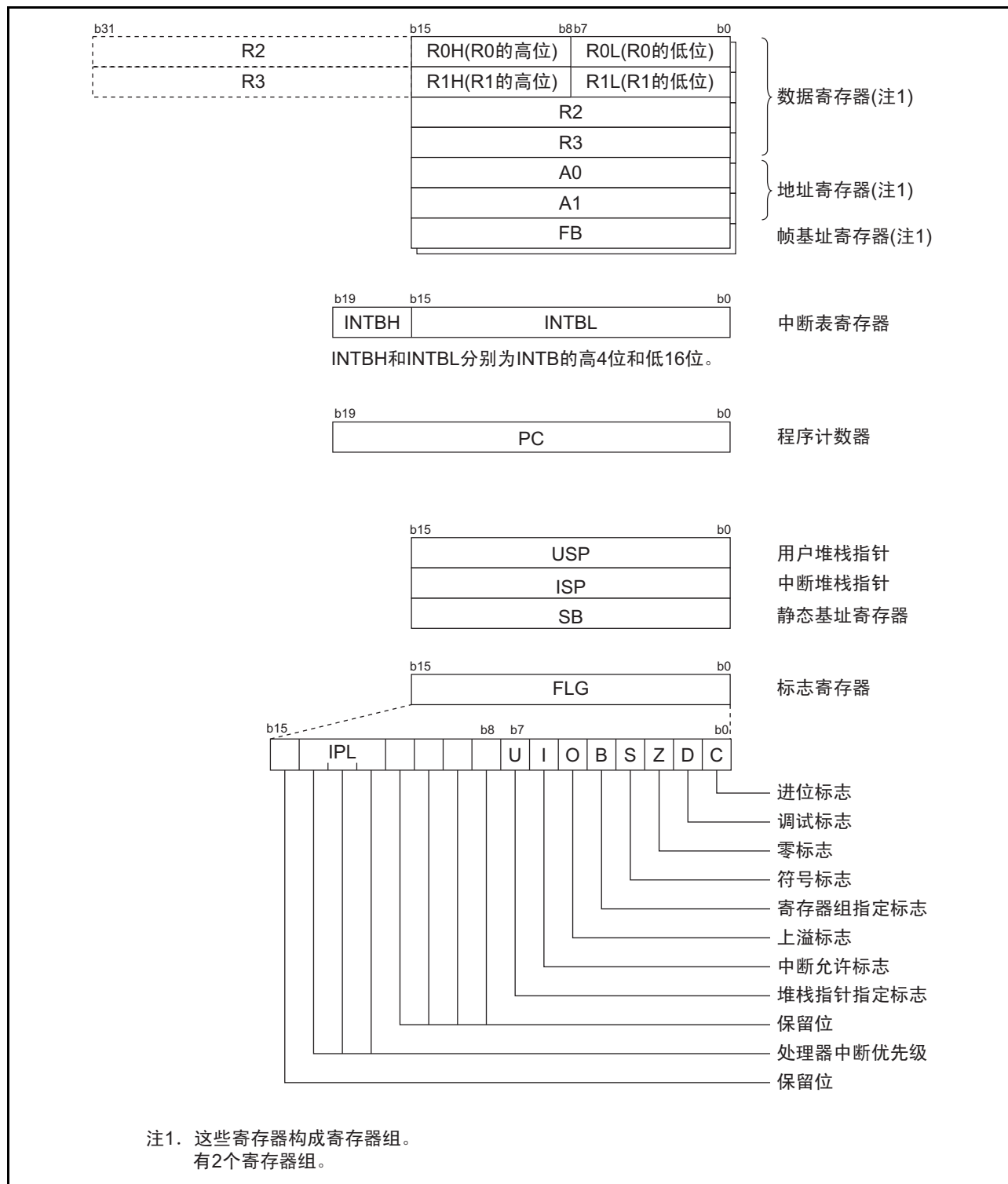


图 2.1 CPU 的寄存器

2.1 数据寄存器 (R0、R1、R2、R3)

R0 由 16 位构成，主要用于传送、算术运算和逻辑运算。R1 ~ R3 和 R0 相同。能将 R0 的高位 (R0H) 和低位 (R0L) 分别用作 8 位数据寄存器，R1H、R1L 和 R0H、R0L 相同。能将 R2 和 R0 组合用作 32 位数据寄存器 (R2R0)，R3R1 和 R2R0 相同。

2.2 地址寄存器 (A0、A1)

A0 由 16 位构成，用于地址寄存器间接寻址和地址寄存器相对寻址。另外，还用于传送、算术运算和逻辑运算。A1 和 A0 相同，并且能将 A1 和 A0 组合用作 32 位地址寄存器 (A1A0)。

2.3 帧基址寄存器 (FB)

FB 由 16 位构成，用于 FB 相对寻址。

2.4 中断表寄存器 (INTB)

INTB 由 20 位构成，表示可变中断向量表的起始地址。

2.5 程序计数器 (PC)

PC 由 20 位构成，表示下次执行的指令地址。

2.6 用户堆栈指针 (USP) 和中断堆栈指针 (ISP)

堆栈指针 (SP) 有 USP 和 ISP 两种，都由 16 位构成。
能通过 FLG 的 U 标志，进行 USP 和 ISP 的转换。

2.7 静态基址寄存器 (SB)

SB 由 16 位构成，用于 SB 相对寻址。

2.8 标志寄存器 (FLG)

FLG 由 11 位构成，表示 CPU 状态。

2.8.1 进位标志 (C 标志)

保存由算术逻辑运算器产生的进位、借位和移出位等。

2.8.2 调试标志 (D 标志)

D 标志是调试专用标志，必须置“0”。

2.8.3 零标志 (Z 标志)

在运算结果为 0 时，此标志为“1”，否则为“0”。

2.8.4 符号标志 (S 标志)

在运算结果为负时，此标志为“1”，否则为“0”。

2.8.5 寄存器组指定标志 (B 标志)

在 B 标志为“0”时，指定寄存器组 0；在 B 标志为“1”时，指定寄存器组 1。

2.8.6 上溢标志 (O 标志)

在运算结果上溢时，此标志为“1”，否则为“0”。

2.8.7 中断允许标志 (I 标志)

这是允许可屏蔽中断的标志。在 I 标志为“0”时，禁止可屏蔽中断；在 I 标志为“1”时，允许可屏蔽中断。如果接受中断请求，I 标志就变为“0”。

2.8.8 堆栈指针指定标志 (U 标志)

在 U 标志为“0”时，指定 ISP；在 U 标志为“1”时，指定 USP。

在接受硬件中断请求或者执行软件中断序号 0 ~ 31 的 INT 指令时，U 标志变为“0”。

2.8.9 处理器中断优先级 (IPL)

IPL 由 3 位构成，指定 0 ~ 7 级的 8 个处理器中断优先级。

如果请求的中断优先级高于 IPL，就允许该中断请求。

2.8.10 保留位

只能写“0”，读取值为不定值。

3. 存储器

3.1 R8C/33T 群

R8C/33T 群的存储器分配图如图 3.1 所示。地址空间为地址 00000h ~地址 FFFFFh 的 1M 字节。例如，32K 字节的内部 ROM 分配在地址 08000h ~地址 0FFFFh。

固定中断向量表分配在地址 0FFDCh ~地址 0FFFFh，保存中断程序的起始地址。

内部 ROM （数据闪存）分配在地址 03000h ~地址 03FFFh。

内部 RAM 分配在从地址 00400h 向高位地址方向延伸的区域。例如，2.5K 字节的内部 RAM 分配在地址 00400h ~地址 00DFFh。内部 RAM 除了保存数据以外，还用作子程序调用和中断时的堆栈。

SFR 分配在地址 00000h ~地址 002FFh 和地址 02C00h ~地址 02FFFh，配置了外围功能的控制寄存器。SFR 中未被配置的区域全部为保留区，用户不能使用。

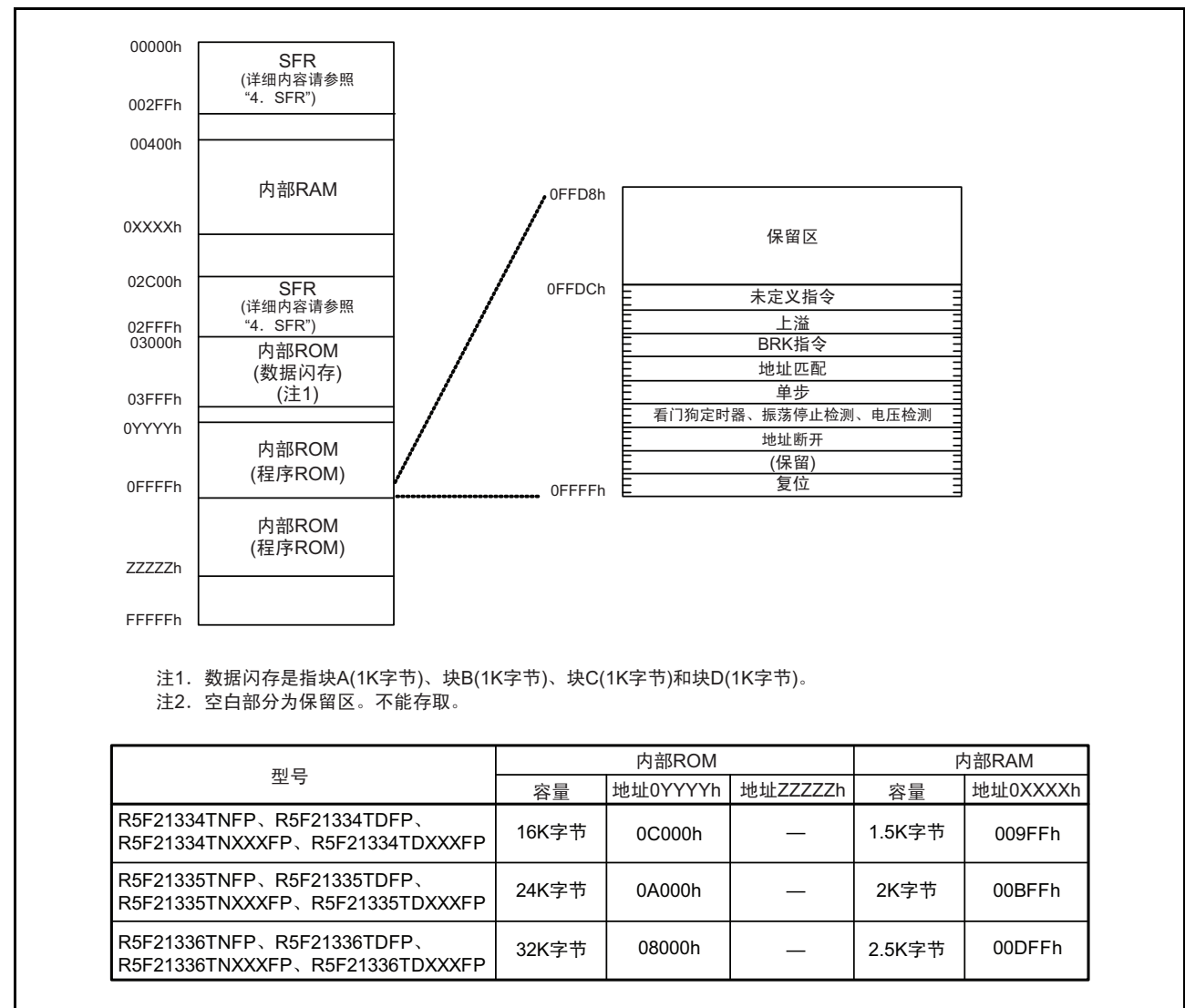


图 3.1 R8C/33T 群的存储器分配图

4. SFR

SFR（Special Function Register）是外围功能控制寄存器，SFR 一览如表 4.1～表 4.12 所示。ID 码区域、选项功能选择区如表 4.13 所示。

表 4.1 SFR 一览（1）（注 1）

地址	寄存器	符号	复位后的值
0000h			
0001h			
0002h			
0003h			
0004h	处理器模式寄存器 0	PM0	00h
0005h	处理器模式寄存器 1	PM1	00h
0006h	系统时钟控制寄存器 0	CM0	00101000b
0007h	系统时钟控制寄存器 1	CM1	00100000b
0008h	模块待机控制寄存器	MSTCR	00h
0009h	系统时钟控制寄存器 3	CM3	00h
000Ah	保护寄存器	PRCR	00h
000Bh	复位源判断寄存器	RSTFR	0XXXXXXb（注 2）
000Ch	振荡停止检测寄存器	OCD	00000100b
000Dh	看门狗定时器的复位寄存器	WDTR	XXh
000Eh	看门狗定时器的开始寄存器	WDTS	XXh
000Fh	看门狗定时器的控制寄存器	WDTC	00111111b
0010h			
0011h			
0012h			
0013h			
0014h			
0015h	高速内部振荡器的控制寄存器 7	FRA7	出厂值
0016h			
0017h			
0018h			
0019h			
001Ah			
001Bh			
001Ch	计数源保护模式寄存器	CSPR	00h 10000000b（注 3）
001Dh			
001Eh			
001Fh			
0020h			
0021h			
0022h			
0023h	高速内部振荡器的控制寄存器 0	FRA0	00h
0024h	高速内部振荡器的控制寄存器 1	FRA1	出厂值
0025h	高速内部振荡器的控制寄存器 2	FRA2	00h
0026h	芯片内部基准电压的控制寄存器	OCVREFCR	00h
0027h			
0028h	时钟预分频器的复位标志	CPSRF	00h
0029h	高速内部振荡器的控制寄存器 4	FRA4	出厂值
002Ah	高速内部振荡器的控制寄存器 5	FRA5	出厂值
002Bh	高速内部振荡器的控制寄存器 6	FRA6	出厂值
002Ch			
002Dh			
002Eh			
002Fh	高速内部振荡器的控制寄存器 3	FRA3	出厂值
0030h	电压监视电路的控制寄存器	CMPA	00h
0031h	电压监视电路的边沿选择寄存器	VCAC	00h
0032h			
0033h	电压检测寄存器 1	VCA1	00001000b
0034h	电压检测寄存器 2	VCA2	00h（注 4） 00100000b（注 5）
0035h			
0036h	电压检测 1 的电平选择寄存器	VD1LS	00000111b
0037h			
0038h	电压监视 0 电路的控制寄存器	VW0C	1100X010b（注 4） 1100X011b（注 5）
0039h	电压监视 1 电路的控制寄存器	VW1C	10001010b

注 1. 空白部分为保留区。不能存取。

注 2. RSTFR 寄存器的 CWR 位在接通电源后或者在电压监视 0 复位后为“0”，在硬件复位、软件复位、看门狗定时器复位时不变。

注 3. 这是 OFS 寄存器的 CSPROINI 位为“0”的情况。

注 4. 这是 OFS 寄存器的 LVDAS 位为“1”的情况。

注 5. 这是 OFS 寄存器的 LVDAS 位为“0”的情况。

X：不定值。

表 4.2 SFR 一览 (2) (注 1)

地址	寄存器	符号	复位后的值
003Ah	电压监视 2 电路的控制寄存器	VW2C	10000010b
003Bh			
003Ch			
003Dh			
003Eh			
003Fh			
0040h			
0041h	闪存就绪中断控制寄存器	FMRDYIC	XXXXX000b
0042h			
0043h			
0044h			
0045h			
0046h			
0047h	定时器 RC 的中断控制寄存器	TRCIC	XXXXX000b
0048h			
0049h			
004Ah			
004Bh	UART2 发送中断控制寄存器	S2TIC	XXXXX000b
004Ch	UART2 接收中断控制寄存器	S2RIC	XXXXX000b
004Dh	键输入中断控制寄存器	KUPIC	XXXXX000b
004Eh	A/D 转换中断控制寄存器	ADIC	XXXXX000b
004Fh			
0050h			
0051h	UART0 发送中断控制寄存器	S0TIC	XXXXX000b
0052h	UART0 接收中断控制寄存器	S0RIC	XXXXX000b
0053h			
0054h			
0055h	INT2 中断控制寄存器	INT2IC	XX00X000b
0056h	定时器 RA 的中断控制寄存器	TRAIC	XXXXX000b
0057h			
0058h	定时器 RB 的中断控制寄存器	TRBIC	XXXXX000b
0059h	INT1 中断控制寄存器	INT1IC	XX00X000b
005Ah	INT3 中断控制寄存器	INT3IC	XX00X000b
005Bh			
005Ch			
005Dh	INT0 中断控制寄存器	INT0IC	XX00X000b
005Eh	UART2 总线冲突检测的中断控制寄存器	U2BCNIC	XXXXX000b
005Fh			
0060h			
0061h			
0062h			
0063h			
0064h			
0065h			
0066h			
0067h			
0068h			
0069h			
006Ah	传感器控制单元中断控制寄存器	SCUIC	XXXXX000b
006Bh			
006Ch			
006Dh			
006Eh			
006Fh			
0070h			
0071h			
0072h	电压监视 1 的中断控制寄存器	VCMP1IC	XXXXX000b
0073h	电压监视 2 的中断控制寄存器	VCMP2IC	XXXXX000b
0074h			
0075h			
0076h			
0077h			
0078h			
0079h			
007Ah			
007Bh			
007Ch			
007Dh			
007Eh			
007Fh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

X: 不定值。

表 4.3 SFR 一览 (3) (注 1)

地址	寄存器	符号	复位后的值
0080h	DTC 启动控制寄存器	DTCTL	00h
0081h			
0082h			
0083h			
0084h			
0085h			
0086h			
0087h			
0088h	DTC 启动允许寄存器 0	DTCEN0	00h
0089h	DTC 启动允许寄存器 1	DTCEN1	00h
008Ah	DTC 启动允许寄存器 2	DTCEN2	00h
008Bh	DTC 启动允许寄存器 3	DTCEN3	00h
008Ch			
008Dh	DTC 启动允许寄存器 5	DTCEN5	00h
008Eh	DTC 启动允许寄存器 6	DTCEN6	00h
008Fh			
0090h			
0091h			
0092h			
0093h			
0094h			
0095h			
0096h			
0097h			
0098h			
0099h			
009Ah			
009Bh			
009Ch			
009Dh			
009Eh			
009Fh			
00A0h	UART0 发送 / 接收模式寄存器	U0MR	00h
00A1h	UART0 位速率寄存器	U0BRG	XXh
00A2h	UART0 发送缓冲寄存器	U0TB	XXh
00A3h			XXh
00A4h	UART0 发送 / 接收控制寄存器 0	U0C0	00001000b
00A5h	UART0 发送 / 接收控制寄存器 1	U0C1	00000010b
00A6h	UART0 接收缓冲寄存器	U0RB	XXh
00A7h			XXh
00A8h	UART2 发送 / 接收模式寄存器	U2MR	00h
00A9h	UART2 位速率寄存器	U2BRG	XXh
00AAh	UART2 发送缓冲寄存器	U2TB	XXh
00ABh			XXh
00ACh	UART2 发送 / 接收控制寄存器 0	U2C0	00001000b
00ADh	UART2 发送 / 接收控制寄存器 1	U2C1	00000010b
00AEh	UART2 接收缓冲寄存器	U2RB	XXh
00AFh			XXh
00B0h	UART2 数字滤波器的功能选择寄存器	URXDF	00h
00B1h			
00B2h			
00B3h			
00B4h			
00B5h			
00B6h			
00B7h			
00B8h			
00B9h			
00BAh			
00BBh	UART2 特殊模式寄存器 5	U2SMR5	00h
00BCh	UART2 特殊模式寄存器 4	U2SMR4	00h
00BDh	UART2 特殊模式寄存器 3	U2SMR3	000X0X0Xb
00BEh	UART2 特殊模式寄存器 2	U2SMR2	X0000000b
00BFh	UART2 特殊模式寄存器	U2SMR	X0000000b

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

X: 不定值。

表 4.4 SFR 一览 (4) (注 1)

地址	寄存器	符号	复位后的值
00C0h	A/D 寄存器 0	AD0	XXh
00C1h			000000XXb
00C2h	A/D 寄存器 1	AD1	XXh
00C3h			000000XXb
00C4h	A/D 寄存器 2	AD2	XXh
00C5h			000000XXb
00C6h	A/D 寄存器 3	AD3	XXh
00C7h			000000XXb
00C8h	A/D 寄存器 4	AD4	XXh
00C9h			000000XXb
00CAh	A/D 寄存器 5	AD5	XXh
00CBh			000000XXb
00CCh	A/D 寄存器 6	AD6	XXh
00CDh			000000XXb
00CEh	A/D 寄存器 7	AD7	XXh
00CFh			000000XXb
00D0h			
00D1h			
00D2h			
00D3h			
00D4h	A/D 模式寄存器	ADMOD	00h
00D5h	A/D 输入选择寄存器	ADINSEL	11000000b
00D6h	A/D 控制寄存器 0	ADCON0	00h
00D7h	A/D 控制寄存器 1	ADCON1	00h
00D8h			
00D9h			
00DAh			
00DBh			
00DCh			
00DDh			
00DEh			
00DFh			
00E0h	端口 P0 寄存器	P0	XXh
00E1h	端口 P1 寄存器	P1	XXh
00E2h	端口 P0 方向寄存器	PD0	00h
00E3h	端口 P1 方向寄存器	PD1	00h
00E4h	端口 P2 寄存器	P2	XXh
00E5h	端口 P3 寄存器	P3	XXh
00E6h	端口 P2 方向寄存器	PD2	00h
00E7h	端口 P3 方向寄存器	PD3	00h
00E8h	端口 P4 寄存器	P4	XXh
00E9h			
00EAh	端口 P4 方向寄存器	PD4	00h
00EBh			
00ECh			
00EDh			
00EEh			
00EFh			
00F0h			
00F1h			
00F2h			
00F3h			
00F4h			
00F5h			
00F6h			
00F7h			
00F8h			
00F9h			
00FAh			
00FBh			
00FCh			
00FDh			
00FEh			
00FFh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

X: 不定值。

表 4.5 SFR 一览 (5) (注 1)

地址	寄存器	符号	复位后的值
0100h	定时器 RA 的控制寄存器	TRACR	00h
0101h	定时器 RA 的 I/O 控制寄存器	TRAIOC	00h
0102h	定时器 RA 的模式寄存器	TRAMR	00h
0103h	定时器 RA 的预分频寄存器	TRAPRE	FFh
0104h	定时器 RA 寄存器	TRA	FFh
0105h	LIN 控制寄存器 2	LINCR2	00h
0106h	LIN 控制寄存器	LINCR	00h
0107h	LIN 状态寄存器	LINST	00h
0108h	定时器 RB 的控制寄存器	TRBCR	00h
0109h	定时器 RB 的单触发控制寄存器	TRBOCR	00h
010Ah	定时器 RB 的 I/O 控制寄存器	TRBIOC	00h
010Bh	定时器 RB 的模式寄存器	TRBMR	00h
010Ch	定时器 RB 的预分频寄存器	TRBPPE	FFh
010Dh	定时器 RB 的辅助寄存器	TRBSC	FFh
010Eh	定时器 RB 的主寄存器	TRBPR	FFh
010Fh			
0110h			
0111h			
0112h			
0113h			
0114h			
0115h			
0116h			
0117h			
0118h			
0119h			
011Ah			
011Bh			
011Ch			
011Dh			
011Eh			
011Fh			
0120h	定时器 RC 的模式寄存器	TRCMR	01001000b
0121h	定时器 RC 的控制寄存器 1	TRCCR1	00h
0122h	定时器 RC 的中断允许寄存器	TRCIER	01110000b
0123h	定时器 RC 的状态寄存器	TRCSR	01110000b
0124h	定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0	TRCIOR0	10001000b
0125h	定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 1	TRCIOR1	10001000b
0126h	定时器 RC 计数器	TRC	00h
0127h			00h
0128h	定时器 RC 的通用寄存器 A	TRCGRA	FFh
0129h			FFh
012Ah	定时器 RC 的通用寄存器 B	TRCGRB	FFh
012Bh			FFh
012Ch	定时器 RC 的通用寄存器 C	TRCGRC	FFh
012Dh			FFh
012Eh	定时器 RC 的通用寄存器 D	TRCGRD	FFh
012Fh			FFh
0130h	定时器 RC 的控制寄存器 2	TRCCR2	00011000b
0131h	定时器 RC 的数字滤波器的功能选择寄存器	TRCDF	00h
0132h	定时器 RC 的输出主控允许寄存器	TRCOER	01111111b
0133h	定时器 RC 的触发控制寄存器	TRCADCR	00h
0134h			
0135h			
0136h			
0137h			
0138h			
0139h			
013Ah			
013Bh			
013Ch			
013Dh			
013Eh			
013Fh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

表 4.6 SFR 一览 (6) (注 1)

地址	寄存器	符号	复位后的值
0140h			
0141h			
0142h			
0143h			
0144h			
0145h			
0146h			
0147h			
0148h			
0149h			
014Ah			
014Bh			
014Ch			
014Dh			
014Eh			
014Fh			
0150h			
0151h			
0152h			
0153h			
0154h			
0155h			
0156h			
0157h			
0158h			
0159h			
015Ah			
015Bh			
015Ch			
015Dh			
015Eh			
015Fh			
0160h			
0161h			
0162h			
0163h			
0164h			
0165h			
0166h			
0167h			
0168h			
0169h			
016Ah			
016Bh			
016Ch			
016Dh			
016Eh			
016Fh			
0170h			
0171h			
0172h			
0173h			
0174h			
0175h			
0176h			
0177h			
0178h			
0179h			
017Ah			
017Bh			
017Ch			
017Dh			
017Eh			
017Fh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

表 4.7 SFR 一览 (7) (注 1)

地址	寄存器	符号	复位后的值
0180h	定时器 RA 的引脚选择寄存器	TRASR	00h
0181h	定时器 RB/RC 的引脚选择寄存器	TRBRCSR	00h
0182h	定时器 RC 的引脚选择寄存器 0	TRCPSR0	00h
0183h	定时器 RC 的引脚选择寄存器 1	TRCPSR1	00h
0184h			
0185h			
0186h			
0187h			
0188h	UART0 引脚选择寄存器	U0SR	00h
0189h			
018Ah	UART2 引脚选择寄存器 0	U2SR0	00h
018Bh	UART2 引脚选择寄存器 1	U2SR1	00h
018Ch			
018Dh			
018Eh	INT 中断输入的引脚选择寄存器	INTSR	00h
018Fh	输入 / 输出功能的引脚选择寄存器	PINSR	00h
0190h	低电压信号模式控制寄存器	TSMR	00h
0191h			
0192h			
0193h			
0194h			
0195h			
0196h			
0197h			
0198h			
0199h			
019Ah			
019Bh			
019Ch			
019Dh			
019Eh			
019Fh			
01A0h			
01A1h			
01A2h			
01A3h			
01A4h			
01A5h			
01A6h			
01A7h			
01A8h			
01A9h			
01AAh			
01ABh			
01ACh			
01ADh			
01AEh			
01AFh			
01B0h			
01B1h			
01B2h	闪存状态寄存器	FST	10000X00b
01B3h			
01B4h	闪存控制寄存器 0	FMR0	00h
01B5h	闪存控制寄存器 1	FMR1	00h
01B6h	闪存控制寄存器 2	FMR2	00h
01B7h			
01B8h			
01B9h			
01BAh			
01BBh			
01BCh			
01BDh			
01BEh			
01BFh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

X: 不定值。

表 4.8 SFR 一览 (8) (注 1)

地址	寄存器	符号	复位后的值
01C0h	地址匹配中断寄存器 0	RMAD0	XXh
01C1h			XXh
01C2h			0000XXXXb
01C3h	地址匹配中断允许寄存器 0	AIER0	00h
01C4h	地址匹配中断寄存器 1	RMAD1	XXh
01C5h			XXh
01C6h			0000XXXXb
01C7h	地址匹配中断允许寄存器 1	AIER1	00h
01C8h			
01C9h			
01CAh			
01CBh			
01CCh			
01CDh			
01CEh			
01CFh			
01D0h			
01D1h			
01D2h			
01D3h			
01D4h			
01D5h			
01D6h			
01D7h			
01D8h			
01D9h			
01DAh			
01DBh			
01DCh			
01DDh			
01DEh			
01DFh			
01E0h	上拉控制寄存器 0	PUR0	00h
01E1h	上拉控制寄存器 1	PUR1	00h
01E2h			
01E3h			
01E4h			
01E5h			
01E6h			
01E7h			
01E8h			
01E9h			
01EAh			
01EBh			
01ECh			
01EDh			
01EEh			
01EFh			
01F0h	端口 P1 的驱动能力控制寄存器	P1DRR	00h
01F1h	端口 P2 的驱动能力控制寄存器	P2DRR	00h
01F2h	驱动能力控制寄存器 0	DRR0	00h
01F3h	驱动能力控制寄存器 1	DRR1	00h
01F4h			
01F5h	输入阈值控制寄存器 0	VLT0	00h
01F6h	输入阈值控制寄存器 1	VLT1	00h
01F7h			
01F8h			
01F9h			
01FAh	外部输入允许寄存器 0	INTEN	00h
01FBh			
01FCh	INT 输入滤波器的选择寄存器 0	INTF	00h
01FDh			
01FEh	键输入允许寄存器 0	KIEN	00h
01FFh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

X: 不定值。

表 4.9 SFR 一览 (9) (注 1)

地址	寄存器	符号	复位后的值
02C0h	SCU 控制寄存器 0	SCUCR0	00h
02C1h	SCU 模式寄存器	SCUMR	00h
02C2h	SCU 时序控制寄存器 0	SCTCR0	00000011b
02C3h	SCU 时序控制寄存器 1	SCTCR1	00000001b
02C4h	SCU 时序控制寄存器 2	SCTCR2	00010000b
02C5h	SCU 时序控制寄存器 3	SCTCR3	00h
02C6h	SCU 通道控制寄存器	SCHCR	00h
02C7h	SCU 通道控制计数器	SCUCHC	00h
02C8h	SCU 标志寄存器	SCUFR	00h
02C9h	SCU 状态计数器	SCUSTC	00h
02CAh	SCU 辅助计数器设定寄存器	SCSCSR	00000111b
02CBh	SCU 辅助计数器	SCUSCC	00000111b
02CCh			
02CDh			
02CEh	SCU 目标地址寄存器	SCUDAR	00h
02CFh			00001100b
02D0h	SCU 数据缓冲寄存器	SCUDBR	00h
02D1h			00h
02D2h	SCU 主计数器	SCUPRC	00h
02D3h			00h
02D4h			
02D5h			
02D6h			
02D7h			
02D8h			
02D9h			
02DAh			
02DBh			
02DCh	触摸传感允许寄存器 0	TSIER0	00h
02DDh	触摸传感允许寄存器 1	TSIER1	00h
02DEh	触摸传感允许寄存器 2	TSIER2	00h
02DFh			
2C00h	DTC 传向量区		XXh
2C01h	DTC 传向量区		XXh
2C02h	DTC 传向量区		XXh
2C03h	DTC 传向量区		XXh
2C04h	DTC 传向量区		XXh
2C05h	DTC 传向量区		XXh
2C06h	DTC 传向量区		XXh
2C07h	DTC 传向量区		XXh
2C08h	DTC 传向量区		XXh
2C09h	DTC 传向量区		XXh
2C0Ah	DTC 传向量区		XXh
：	DTC 传向量区		XXh
：	DTC 传向量区		XXh
2C3Ah	DTC 传向量区		XXh
2C3Bh	DTC 传向量区		XXh
2C3Ch	DTC 传向量区		XXh
2C3Dh	DTC 传向量区		XXh
2C3Eh	DTC 传向量区		XXh
2C3Fh	DTC 传向量区		XXh
2C40h	DTC 控制数据 0	DTCD0	XXh
2C41h			XXh
2C42h			XXh
2C43h			XXh
2C44h			XXh
2C45h			XXh
2C46h			XXh
2C47h			XXh
2C48h	DTC 控制数据 1	DTCD1	XXh
2C49h			XXh
2C4Ah			XXh
2C4Bh			XXh
2C4Ch			XXh
2C4Dh			XXh
2C4Eh			XXh
2C4Fh			XXh

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

X: 不定值。

表 4.10 SFR 一览 (10) (注 1)

地址	寄存器	符号	复位后的值
2C50h	DTC 控制数据 2	DTCD2	XXh
2C51h			XXh
2C52h			XXh
2C53h			XXh
2C54h			XXh
2C55h			XXh
2C56h			XXh
2C57h			XXh
2C58h	DTC 控制数据 3	DTCD3	XXh
2C59h			XXh
2C5Ah			XXh
2C5Bh			XXh
2C5Ch			XXh
2C5Dh			XXh
2C5Eh			XXh
2C5Fh			XXh
2C60h	DTC 控制数据 4	DTCD4	XXh
2C61h			XXh
2C62h			XXh
2C63h			XXh
2C64h			XXh
2C65h			XXh
2C66h			XXh
2C67h			XXh
2C68h	DTC 控制数据 5	DTCD5	XXh
2C69h			XXh
2C6Ah			XXh
2C6Bh			XXh
2C6Ch			XXh
2C6Dh			XXh
2C6Eh			XXh
2C6Fh			XXh
2C70h	DTC 控制数据 6	DTCD6	XXh
2C71h			XXh
2C72h			XXh
2C73h			XXh
2C74h			XXh
2C75h			XXh
2C76h			XXh
2C77h			XXh
2C78h	DTC 控制数据 7	DTCD7	XXh
2C79h			XXh
2C7Ah			XXh
2C7Bh			XXh
2C7Ch			XXh
2C7Dh			XXh
2C7Eh			XXh
2C7Fh			XXh
2C80h	DTC 控制数据 8	DTCD8	XXh
2C81h			XXh
2C82h			XXh
2C83h			XXh
2C84h			XXh
2C85h			XXh
2C86h			XXh
2C87h			XXh
2C88h	DTC 控制数据 9	DTCD9	XXh
2C89h			XXh
2C8Ah			XXh
2C8Bh			XXh
2C8Ch			XXh
2C8Dh			XXh
2C8Eh			XXh
2C8Fh			XXh
2C90h	DTC 控制数据 10	DTCD10	XXh
2C91h			XXh
2C92h			XXh
2C93h			XXh
2C94h			XXh
2C95h			XXh
2C96h			XXh
2C97h			XXh

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

X: 不定值。

表 4.11 SFR 一览 (11) (注 1)

地址	寄存器	符号	复位后的值
2C98h	DTC 控制数据 11	DTCD11	XXh
2C99h			XXh
2C9Ah			XXh
2C9Bh			XXh
2C9Ch			XXh
2C9Dh			XXh
2C9Eh			XXh
2C9Fh			XXh
2CA0h	DTC 控制数据 12	DTCD12	XXh
2CA1h			XXh
2CA2h			XXh
2CA3h			XXh
2CA4h			XXh
2CA5h			XXh
2CA6h			XXh
2CA7h			XXh
2CA8h	DTC 控制数据 13	DTCD13	XXh
2CA9h			XXh
2CAAh			XXh
2CABh			XXh
2CACH			XXh
2CADh			XXh
2CAEh			XXh
2CAFh			XXh
2CB0h	DTC 控制数据 14	DTCD14	XXh
2CB1h			XXh
2CB2h			XXh
2CB3h			XXh
2CB4h			XXh
2CB5h			XXh
2CB6h			XXh
2CB7h			XXh
2CB8h	DTC 控制数据 15	DTCD15	XXh
2CB9h			XXh
2CBAh			XXh
2CBBh			XXh
2CBCh			XXh
2CBDh			XXh
2CBEh			XXh
2CBFh			XXh
2CC0h	DTC 控制数据 16	DTCD16	XXh
2CC1h			XXh
2CC2h			XXh
2CC3h			XXh
2CC4h			XXh
2CC5h			XXh
2CC6h			XXh
2CC7h			XXh
2CC8h	DTC 控制数据 17	DTCD17	XXh
2CC9h			XXh
2CCAh			XXh
2CCBh			XXh
2CCCh			XXh
2CCDh			XXh
2CCEh			XXh
2CCFh			XXh
2CD0h	DTC 控制数据 18	DTCD18	XXh
2CD1h			XXh
2CD2h			XXh
2CD3h			XXh
2CD4h			XXh
2CD5h			XXh
2CD6h			XXh
2CD7h			XXh
2CD8h	DTC 控制数据 19	DTCD19	XXh
2CD9h			XXh
2CDAh			XXh
2CDBh			XXh
2CDCh			XXh
2CDDh			XXh
2CDEh			XXh
2CDFh			XXh

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

X: 不定值。

表 4.12 SFR 一览 (12) (注 1)

地址	寄存器	符号	复位后的值
2CE0h	DTC 控制数据 20	DTCD20	XXh
2CE1h			XXh
2CE2h			XXh
2CE3h			XXh
2CE4h			XXh
2CE5h			XXh
2CE6h			XXh
2CE7h			XXh
2CE8h	DTC 控制数据 21	DTCD21	XXh
2CE9h			XXh
2CEAh			XXh
2CEBh			XXh
2CECh			XXh
2CEDh			XXh
2CEEh			XXh
2CEFh			XXh
2CF0h	DTC 控制数据 22	DTCD22	XXh
2CF1h			XXh
2CF2h			XXh
2CF3h			XXh
2CF4h			XXh
2CF5h			XXh
2CF6h			XXh
2CF7h			XXh
2CF8h	DTC 控制数据 23	DTCD23	XXh
2CF9h			XXh
2CFAh			XXh
2CFBh			XXh
2CFCh			XXh
2CFDh			XXh
2CFEh			XXh
2CFFh			XXh
2D00h			
⋮			
2FFFh			

注 1. 空白部分为保留区，不能存取。

X: 不定值。

表 4.13 ID 码区域、选项功能选择区

地址	区域名	符号	复位后的值
⋮			
FFDBh	选项功能选择寄存器 2	OFS2	(注 1)
⋮			
FFDFh	ID1		(注 2)
⋮			
FFE3h	ID2		(注 2)
⋮			
FFEBh	ID3		(注 2)
⋮			
FFEFh	ID4		(注 2)
⋮			
FFF3h	ID5		(注 2)
⋮			
FFF7h	ID6		(注 2)
⋮			
FFFBh	ID7		(注 2)
⋮			
FFFFh	选项功能选择寄存器	OFS	(注 1)

- 注 1. 选项功能选择区在闪存内，并且选项功能选择区不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。
 不能对选项功能选择区进行追加写。如果擦除包括选项功能选择区的块，选项功能选择区的值就变为“FFh”。
 空白出货产品在工厂出货时，选项功能选择区的值为“FFh”。用户在进行编程后，选项功能选择区的值为编程后的值。
 编程后的出货产品在工厂出货时，选项功能选择区的值为用户在编程时设定的值。
- 注 2. ID 码区域在闪存内，并且 ID 码区域不是 SFR。在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。
 不能对 ID 码区域进行追加写。如果擦除包括 ID 码区域的块，ID 码区域的值就变为“FFh”。
 空白出货产品在工厂出货时，ID 码区域的值为“FFh”。用户在进行编程后，ID 码区域的值为编程后的值。
 编程后的出货产品在工厂出货时，ID 码区域的值为用户在编程时设定的值。

5. 复位

复位有硬件复位、上电复位、电压监视 0 复位、看门狗定时器复位和软件复位。
复位名称和复位源如表 5.1 所示，复位电路的框图如图 5.1 所示。

表 5.1 复位名称和复位源

复位名称	复位源
硬件复位	$\overline{\text{RESET}}$ 引脚的输入电压为 “L” 电平。
上电复位	VCC 的上升
电压监视 0 复位	VCC 的下降（监视电压：Vdet0）
看门狗定时器复位	看门狗定时器的下溢
软件复位	给 PM0 寄存器的 PM03 位写 “1”。

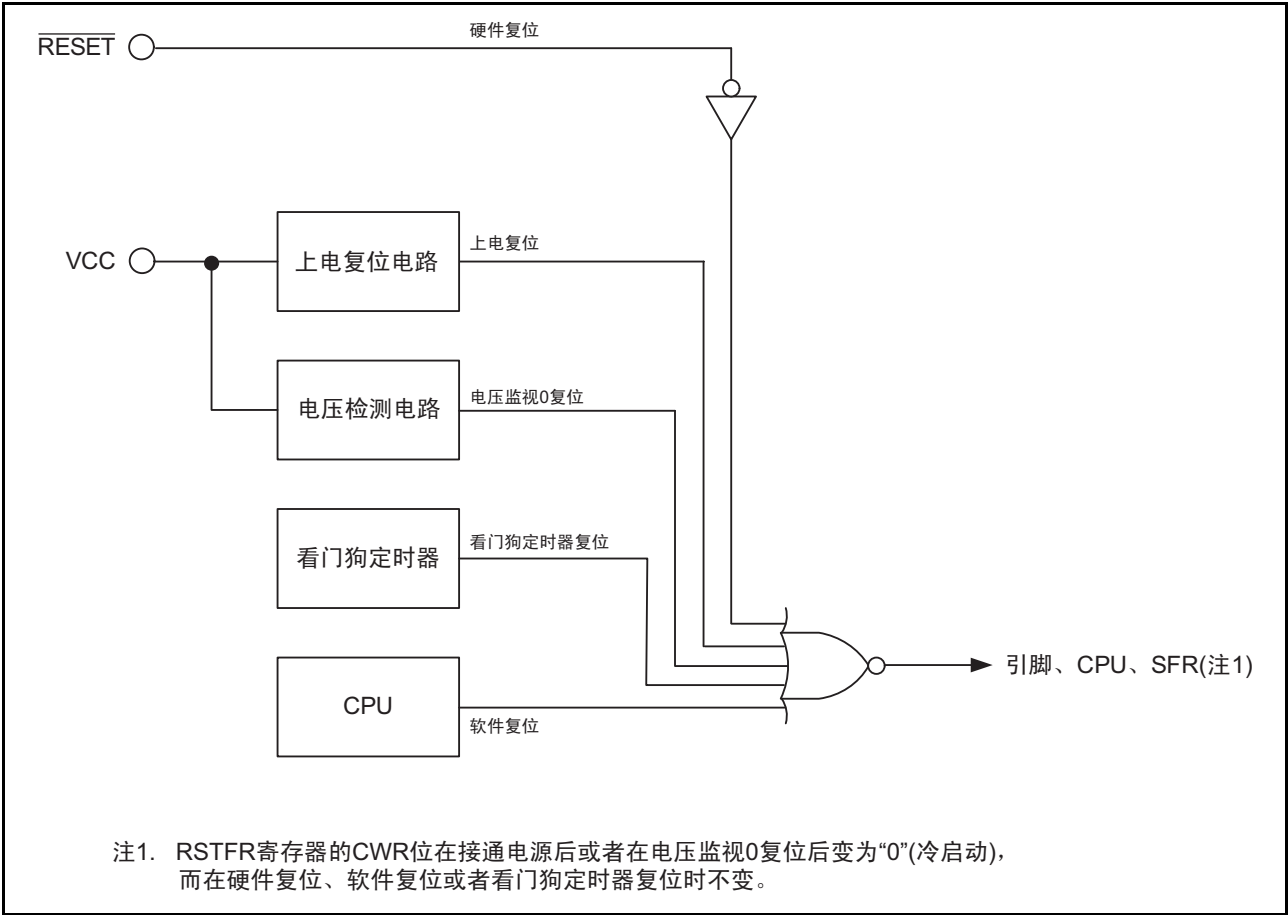


图 5.1 复位电路的框图

$\overline{\text{RESET}}$ 引脚为“L”电平期间的引脚状态如表 5.2 所示，复位后的 CPU 寄存器状态和复位顺序分别如图 5.2 和图 5.3 所示。

表 5.2 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚为“L”电平期间的引脚状态

引脚名	引脚状态
P0、P1、P2_0 ~ P2_2、P3_1、P3_3 ~ P3_5、P3_7	输入端口
P4_2、P4_5 ~ P4_7	输入端口

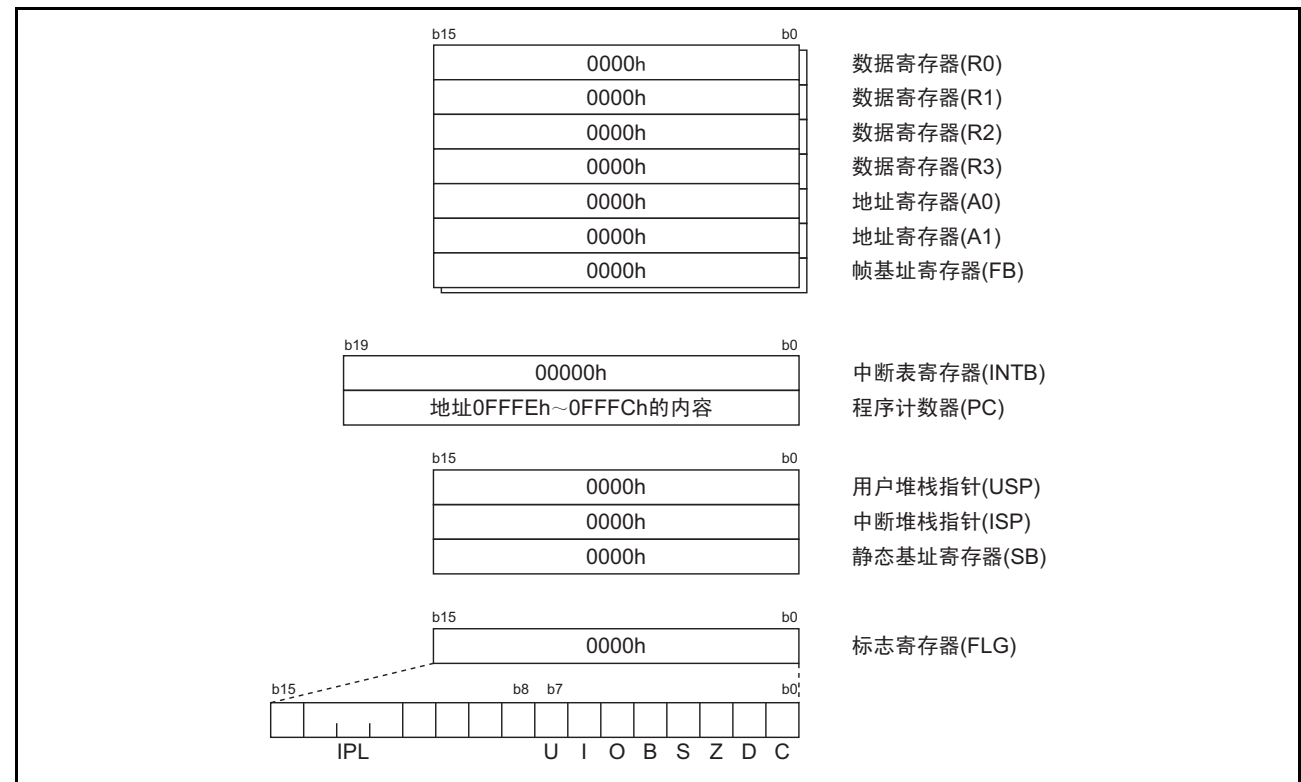


图 5.2 复位后的 CPU 寄存器状态

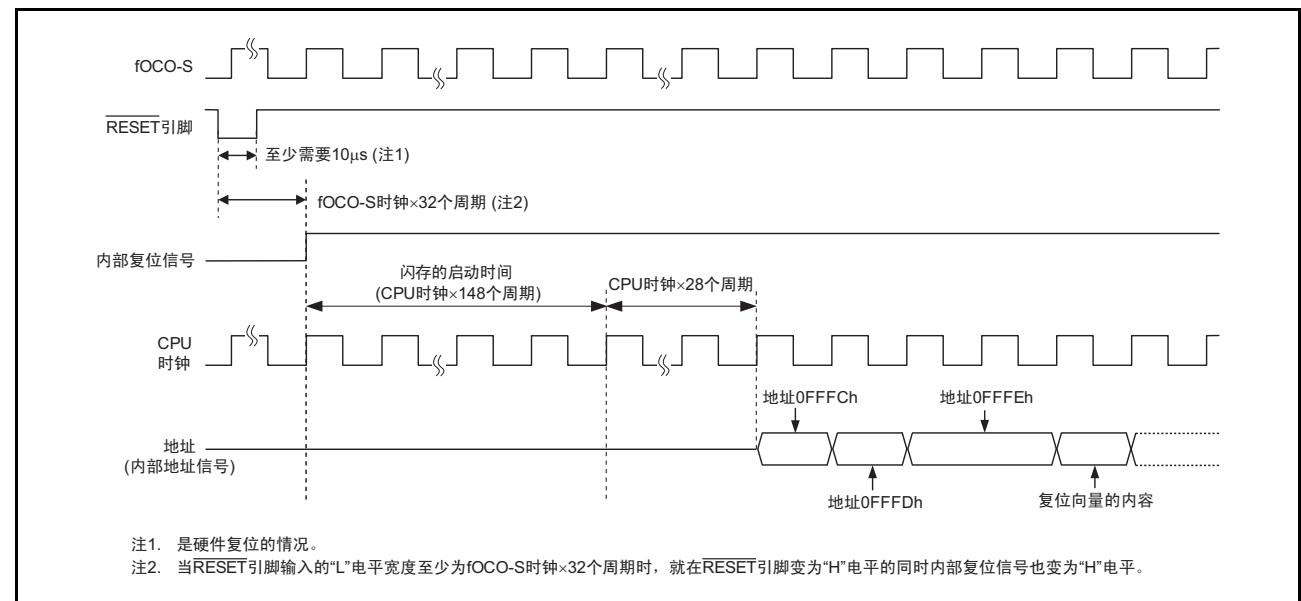


图 5.3 复位顺序

5.1 寄存器说明

5.1.1 处理器模式寄存器 0 (PM0)

地址	地址 0004h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	PM03	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b1	—			
b2	—			
b3	PM03	软件复位的位	如果将此位置“1”，单片机就被复位。读取值为“0”。	R/W
b4	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC1 位置“1”（允许写）后改写 PM0 寄存器。

5.1.2 复位源判断寄存器 (RSTFR)

地址	地址 000Bh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	WDR	SWR	HWR	CWR
复位后的值	0	X	X	X	X	X	X	X

(注 1)

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CWR	冷启动 / 热启动的判断标志 (注 2、注 3)	0: 冷启动 1: 热启动	R/W
b1	HWR	硬件复位的检测标志	0: 未检测到 1: 检测到	R
b2	SWR	软件复位的检测标志	0: 未检测到 1: 检测到	R
b3	WDR	看门狗定时器复位的检测标志	0: 未检测到 1: 检测到	R
b4	—	保留位	读取值为不定值。	R
b5	—			
b6	—			
b7	—	保留位	必须置“0”。	R/W

注 1. CWR 位在接通电源后或者在电压监视 0 复位后变为“0”（冷启动），而在硬件复位、软件复位或者看门狗定时器复位时不变。

注 2. 如果通过程序给 CWR 位写“1”，此位就变为“1”（即使写“0”也不变）。

注 3. 当 VW0C 寄存器的 VW0C0 位为“0”（禁止电压监视 0 复位）时，CWR 位为不定值。

5.1.3 选项功能选择寄存器（OFS）

地址	地址 0FFFFh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CSPROINI	LVDAS	VDSEL1	VDSEL0	ROMCP1	ROMCR	—	WDTON
复位后的值	用户的设定值（注 1）							

位	符号	位名	功能	R/W
b0	WDTON	看门狗定时器的启动选择位	0: 复位后, 看门狗定时器自动启动。 1: 复位后, 看门狗定时器处于停止状态。	R/W
b1	—	保留位	必须置“1”。	R/W
b2	ROMCR	ROM 码保护解除位	0: 解除 ROM 码保护 1: ROMCP1 位有效	R/W
b3	ROMCP1	ROM 码保护位	0: ROM 码保护有效 1: 解除 ROM 码保护	R/W
b4	VDSEL0	电压检测 0 的电平选择位（注 2）	b5 b4 0 0: 选择 3.80V（Vdet0_3） 0 1: 选择 2.85V（Vdet0_2） 1 0: 选择 2.35V（Vdet0_1） 1 1: 选择 1.90V（Vdet0_0）	R/W
b5	VDSEL1			R/W
b6	LVDAS	电压检测 0 电路的启动位（注 3）	0: 复位后, 电压监视 0 复位有效。 1: 复位后, 电压监视 0 复位无效。	R/W
b7	CSPROINI	复位后的计数源保护模式选择位	0: 复位后, 计数源保护模式有效。 1: 复位后, 计数源保护模式无效。	R/W

- 注 1. OFS 寄存器在闪存内, 并且 OFS 寄存器不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。
 不能对 OFS 寄存器进行追加写。如果擦除包括 OFS 寄存器的块, OFS 寄存器的值就变为“FFh”。
 空白出货产品在工厂出货时, OFS 寄存器的值为“FFh”。用户在进行编程后, OFS 寄存器的值为编程后的值。
 编程后的出货产品在工厂出货时, OFS 寄存器的值为用户在编程时设定的值。
- 注 2. 给电压监视 0 复位和上电复位 2 种功能设定 VDSEL0 ~ VDSEL1 位选择的电压检测 0 电平。
- 注 3. 在使用上电复位和电压监视 0 复位时, 必须将 LVDAS 位置“0”（复位后, 电压监视 0 复位有效）。

OFS 寄存器的设定例子请参照“13.3.1 选项功能选择区的设定例子”。

LVDAS 位（电压检测 0 电路的启动位）

通过 VDSEL0 ~ VDSEL1 位选择电压检测 0 电路监视的 Vdet0 电压。

5.1.4 选项功能选择寄存器 2（OFS2）

地址	地址 0FFDBh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	WDTRCS1	WDTRCS0	WDTUFS1	WDTUFS0
复位后的值	用户的设定值（注 1）							

位	符号	位名	功能	R/W
b0	WDTUFS0	看门狗定时器的下溢周期设定位	b1 b0 0 0: 03FFh 0 1: 0FFFh 1 0: 1FFFh 1 1: 3FFFh	R/W
b1	WDTUFS1			R/W
b2	WDTRCS0	看门狗定时器的刷新接受周期设定位	b3 b2 0 0: 25% 0 1: 50% 1 0: 75% 1 1: 100%	R/W
b3	WDTRCS1			R/W
b4	—	保留位	必须置“1”。	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. OFS2 寄存器在闪存内，并且 OFS2 寄存器不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。
 不能对 OFS2 寄存器进行追加写。如果擦除包括 OFS2 寄存器的块，OFS2 寄存器的值就变为“FFh”。
 空白出货产品在工厂出货时，OFS2 寄存器的值为“FFh”。用户在进行编程后，OFS2 寄存器的值为编程后的值。
 编程后的出货产品在工厂出货时，OFS2 寄存器的值为用户在编程时设定的值。

OFS2 寄存器的设定例子请参照“13.3.1 选项功能选择区的设定例子”。

WDTRCS0 位和 WDTRCS1 位（看门狗定时器的刷新接受周期设定位）

假设看门狗定时器从开始计数到发生下溢的期间为 100%，则能选择看门狗定时器可接受刷新的期间。
 详细内容请参照“14.3.1.1 刷新接受期间”。

5.2 硬件复位

硬件复位是由 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚控制的复位。当电源电压满足推荐工作条件时，如果将“L”电平输入到 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚，引脚、CPU 和 SFR 就被初始化（参照“表 5.2 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚为“L”电平期间的引脚状态”、“图 5.2 复位后的 CPU 寄存器状态”和“表 4.1 ~ 表 4.12 SFR 一览”）。

如果将 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚的输入电平从“L”变为“H”，就从复位向量指向的地址开始执行程序。复位后的 CPU 时钟自动选择低速内部振荡器时钟的无分频时钟。

复位后的 SFR 状态请参照“4. SFR”。

不对内部 RAM 进行初始化。另外，如果在写内部 RAM 的过程中 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚变为“L”电平，内部 RAM 的内容就为不定值。

硬件复位的电路例子和运行如图 5.4 所示，硬件复位的电路例子（外接电源电压检测电路的使用例子）和运行如图 5.5 所示。

5.2.1 电源稳定的情况

1. 将“L”电平输入到 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚。
2. 等待 $10\mu\text{s}$ 。
3. 将“H”电平输入到 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚。

5.2.2 接通电源的情况

1. 将“L”电平输入到 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚。
2. 使电源电压上升到满足推荐运行条件的电平。
3. 等待 $t_{\text{d(P-R)}}$ 直到内部电源稳定（参照“27. 电特性”）。
4. 等待 $10\mu\text{s}$ 。
5. 将“H”电平输入到 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚。

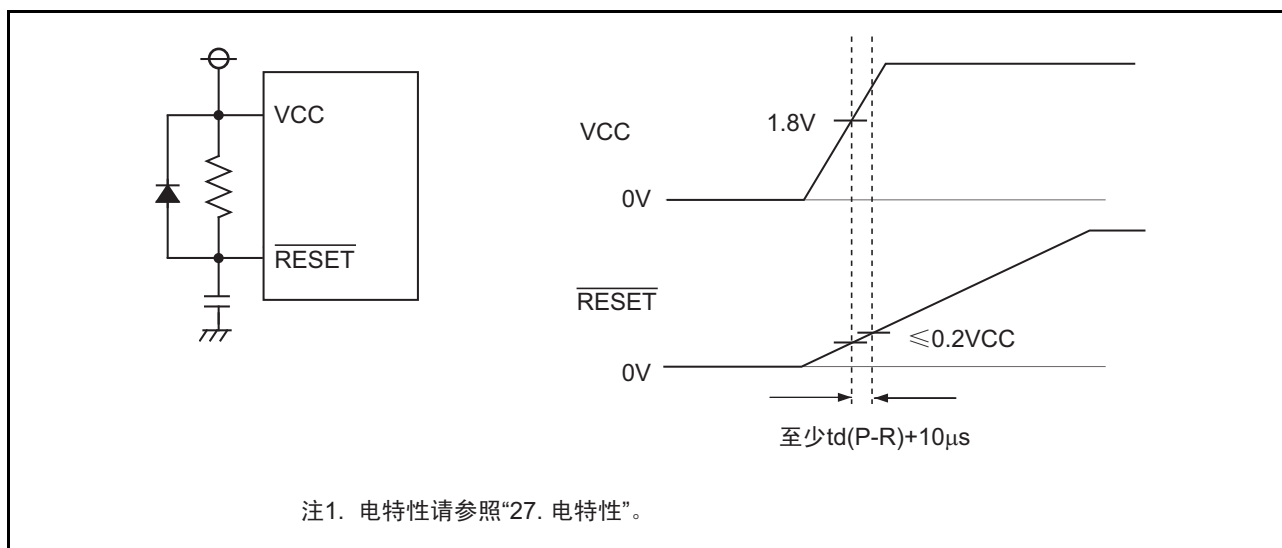


图 5.4 硬件复位的电路例子和运行

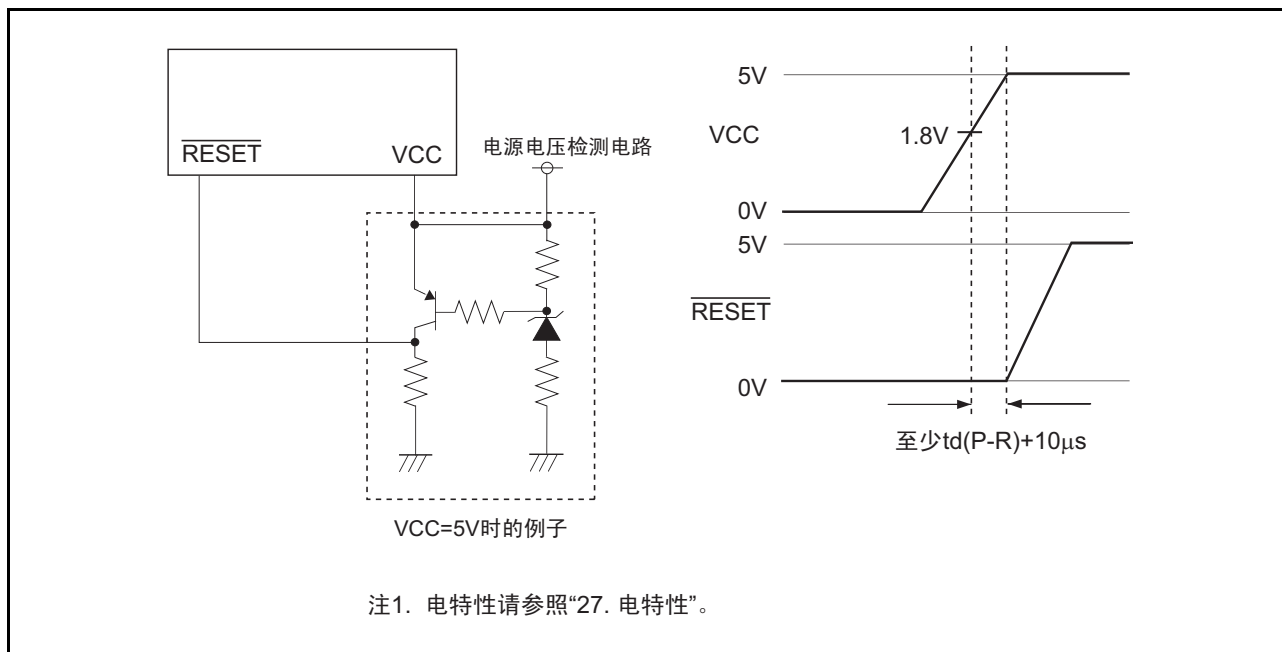


图 5.5 硬件复位的电路例子（外接电源电压检测电路的使用例子）和运行

5.3 上电复位功能

通过电阻将 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚连接 VCC ，当 VCC 上升时，上电复位功能有效，并且引脚、CPU 和 SFR 被初始化。必须注意：在将电容器连接 $\overline{\text{RESET}}$ 引脚时， $\overline{\text{RESET}}$ 引脚的电压不能低于 0.8VCC 。

当 VCC 引脚的输入电压高于等于 V_{det0} 时，就对低速内部振荡器时钟开始计数。当对低速内部振荡器时钟进行了 32 次计数时，内部复位信号就变为“H”电平，并进入复位顺序（参照图 5.3）。复位后的 CPU 时钟自动选择低速内部振荡器时钟的无分频时钟。

上电复位后的 SFR 状态请参照“4. SFR”。

在使用上电复位时，必须将 OFS 寄存器的 LVDAS 位置“0”，使电压监视 0 复位有效。

上电复位的电路例子和运行如图 5.6 所示。

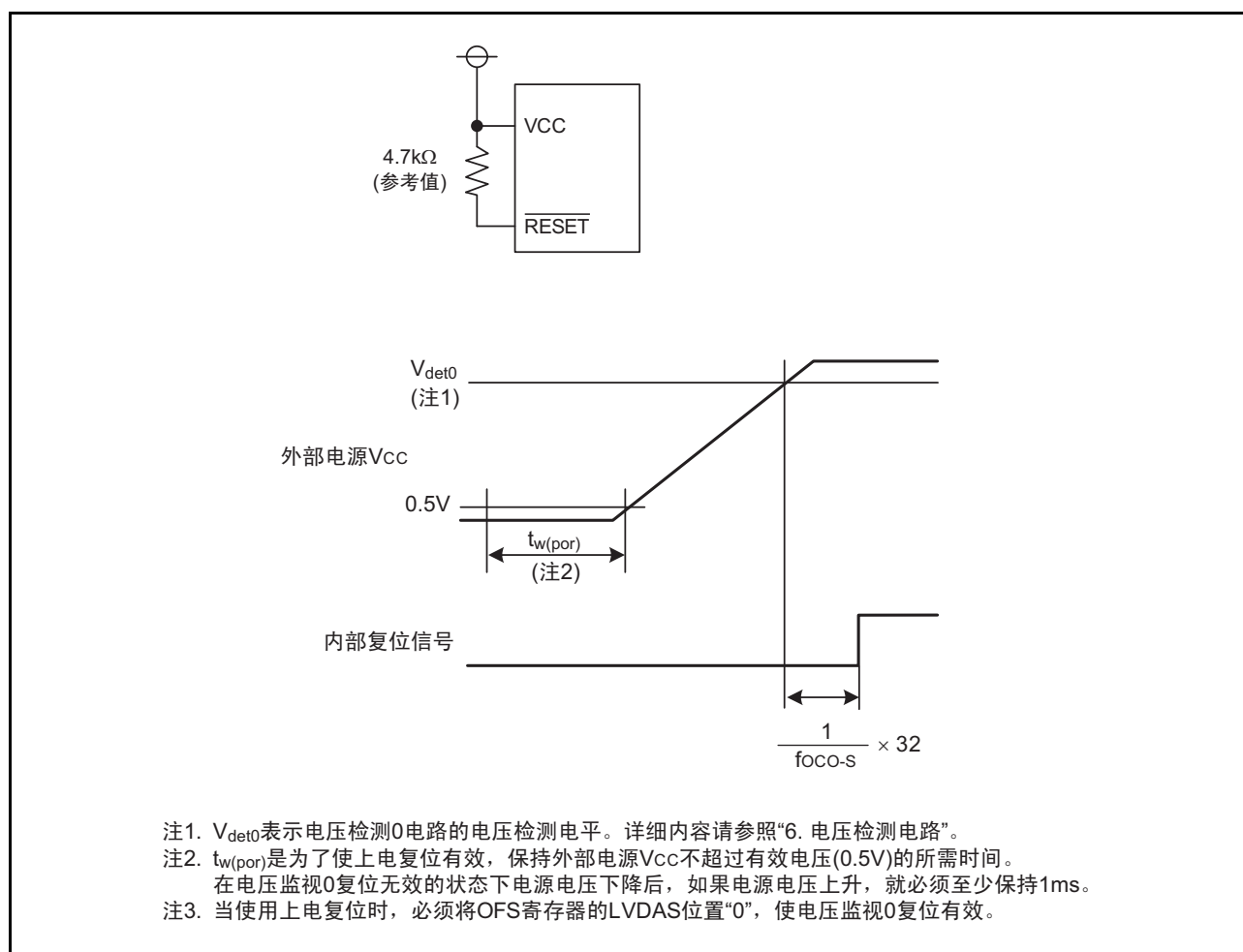


图 5.6 上电复位的电路例子和运行

5.4 电压监视 0 复位

电压监视 0 复位是由单片机内部的电压检测 0 电路控制的复位。电压检测 0 电路监视 VCC 引脚的输入电压，监视电压为 V_{det0} 。在使用电压监视 0 复位时，必须将 OFS 寄存器的 LVDAS 位置 “0”（复位后，电压监视 0 复位有效）。能通过设定 OFS 寄存器的 VDSEL0 ~ VDSEL1 位更改 V_{det0} 的电压检测电平。

当 VCC 引脚的输入电压低于 V_{det0} 时，引脚、CPU 和 SFR 就被初始化。

当 VCC 引脚的输入电压大于等于 V_{det0} 时，就对低速内部振荡器时钟开始计数。当对低速内部振荡器时钟进行了 32 次计数时，内部复位信号就变为 “H” 电平，并进入复位顺序（参照图 5.3）。复位后的 CPU 时钟自动选择低速内部振荡器时钟的无分频时钟。

在使用上电复位时，必须将 OFS 寄存器的 LVDAS 位置 “0”，使电压监视 0 复位有效。

不能通过程序更改 VDSEL0 ~ VDSEL1 位和 LVDAS 位。在设定这些位时，必须通过闪存编程器将值写到地址 0FFFFh 的 b4 ~ b6。有关 OFS 寄存器的详细内容，请参照 “5.1.3 选项功能选择寄存器（OFS）”。

电压监视 0 复位后的 SFR 状态请参照 “4. SFR”。

不对内部 RAM 进行初始化。另外，如果在写内部 RAM 的过程中 VCC 引脚的输入电压低于 V_{det0} ，内部 RAM 的内容就为不定值。

电压监视 0 复位的详细内容请参照 “6. 电压检测电路”。

电压监视 0 复位的电路例子和运行如图 5.7 所示。

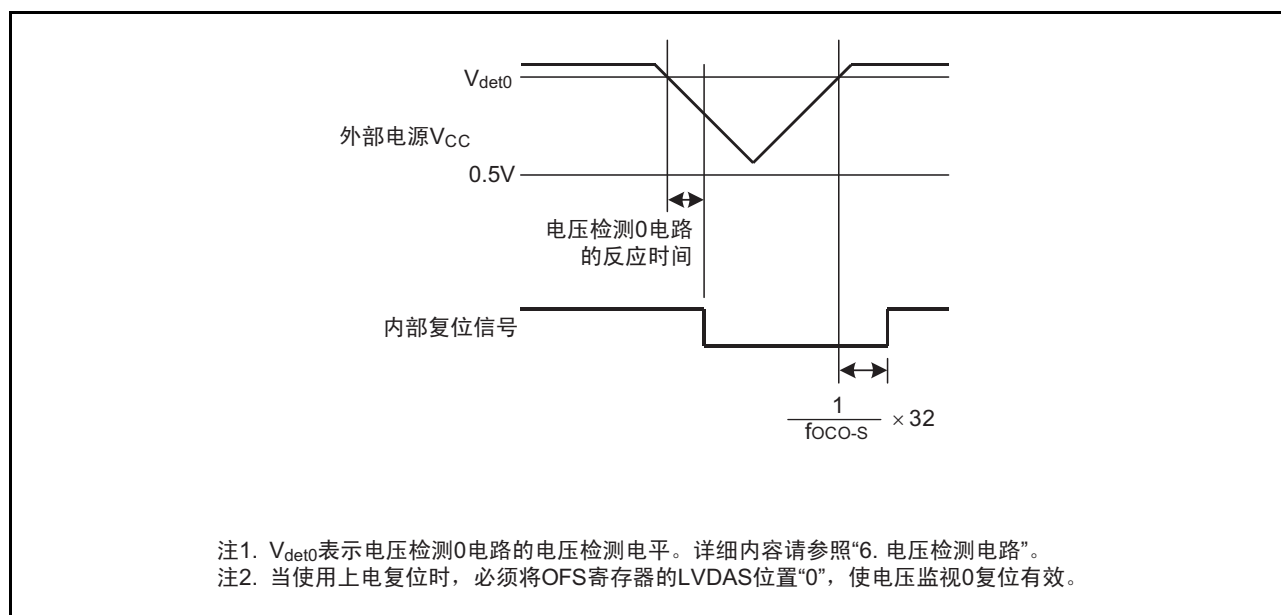


图 5.7 电压监视 0 复位的电路例子和运行

5.5 看门狗定时器复位

当 PM1 寄存器的 PM12 位为“1”（在看门狗定时器下溢时复位）时，如果看门狗定时器发生下溢，单片机就对引脚、CPU 和 SFR 进行初始化。然后，从复位向量指向的地址开始执行程序。复位后的 CPU 时钟自动选择低速内部振荡器时钟的无分频时钟。

看门狗定时器复位后的 SFR 状态请参照“4. SFR”。

不对内部 RAM 进行初始化。另外，如果在写内部 RAM 的过程中看门狗定时器发生下溢，内部 RAM 的内容就为不定值。

能通过 OFS2 寄存器的 WDTUFS0 ~ WDTUFS1 位和 WDTRCS0 ~ WDTRCS1 位分别设定看门狗定时器的下溢周期和刷新接受周期。

看门狗定时器的详细内容请参照“14. 看门狗定时器”。

5.6 软件复位

如果将 PM0 寄存器的 PM03 位置“1”（将单片机复位），单片机就对引脚、CPU 和 SFR 进行初始化。然后，从复位向量指向的地址开始执行程序。复位后的 CPU 时钟自动选择低速内部振荡器时钟的无分频时钟。

软件复位后的 SFR 状态请参照“4. SFR”。

不对内部 RAM 进行初始化。

5.7 冷启动 / 热启动的判断功能

冷启动 / 热启动的判断功能通过 RSTFR 寄存器的 CWR 位，判断接通电源时的冷启动（复位处理）以及在运行中发生复位时的热启动（复位处理）。

CWR 位在接通电源时为“0”（冷启动），并且在电压监视 0 复位时也为“0”。如果通过程序给 CWR 位写“1”，此位就变为“1”，而在硬件复位、软件复位或者看门狗定时器复位时，此位不变。

冷启动 / 热启动的判定功能使用电压监视 0 复位。

冷启动 / 热启动的判断功能的运行例子如图 5.8 所示。

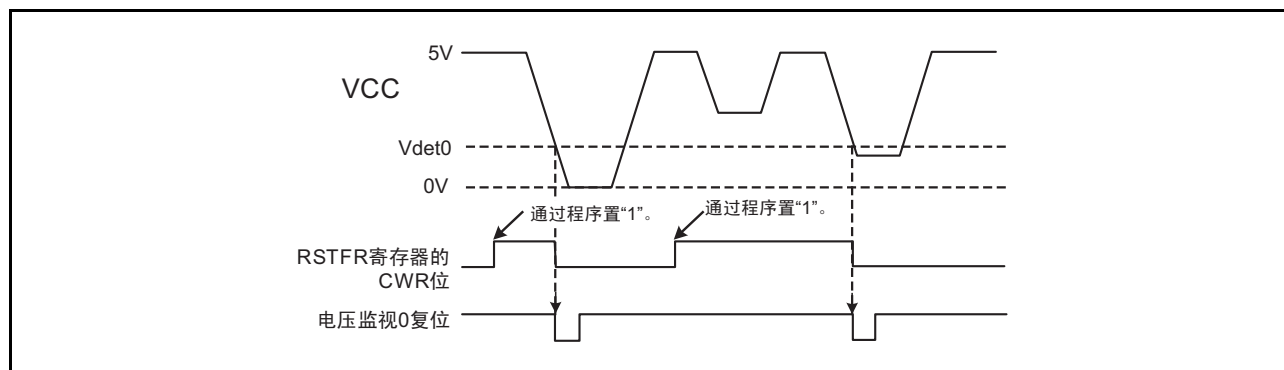


图 5.8 冷启动 / 热启动的判断功能的运行例子

5.8 复位源的判断功能

能通过 RSTFR 寄存器检测到硬件复位、软件复位和看门狗定时器复位的发生。

如果发生硬件复位，HWR 位就变为“1”（检测到）；如果发生软件复位，SWR 位就变为“1”（检测到）；如果发生看门狗定时器复位，WDR 位就变为“1”（检测到）。

6. 电压检测电路

电压检测电路是能通过程序监视 VCC 引脚的输入电压的电路。

6.1 概要

电压检测 0 能通过 OFS 寄存器从 4 种电平中选择检测电压。

电压检测 1 能通过 VD1LS 寄存器从 16 种电平中选择检测电压。

另外，能使用电压监视 0 复位、电压监视 1 中断和电压监视 2 中断。

表 6.1 电压检测电路的规格

项目		电压监视 0	电压监视 1	电压监视 2
VCC 监视	监视电压	Vdet0	Vdet1	Vdet2
	检测对象	上升或者下降过程中是否经过 Vdet0。	上升或者下降过程中是否经过 Vdet1。	上升或者下降过程中是否经过 Vdet2。
	检测电压	能通过 OFS 寄存器从 4 种电平中进行选择。	能通过 VD1LS 寄存器从 16 种电平中进行选择。	固定电平。
	监视	无	VW1C 寄存器的 VW1C3 位 高于或者低于 Vdet1	VCA1 寄存器的 VCA13 位 高于或者低于 Vdet2
电压检测时的处理	复位	电压监视 0 复位	无	无
		当 $Vdet0 > VCC$ 时，复位； 当 $VCC > Vdet0$ 时， CPU 重新开始运行。		
	中断	无	电压监视 1 中断 可选择非屏蔽中断或者可屏蔽中断。	电压监视 2 中断 可选择非屏蔽中断或者可屏蔽中断。
数字滤波器	有效 / 无效的转换	没有数字滤波器功能	有	有
	采样时间	—	(fOCO-S 的 n 分频)×2 n: 1、2、4、8	(fOCO-S 的 n 分频)×2 n: 1、2、4、8

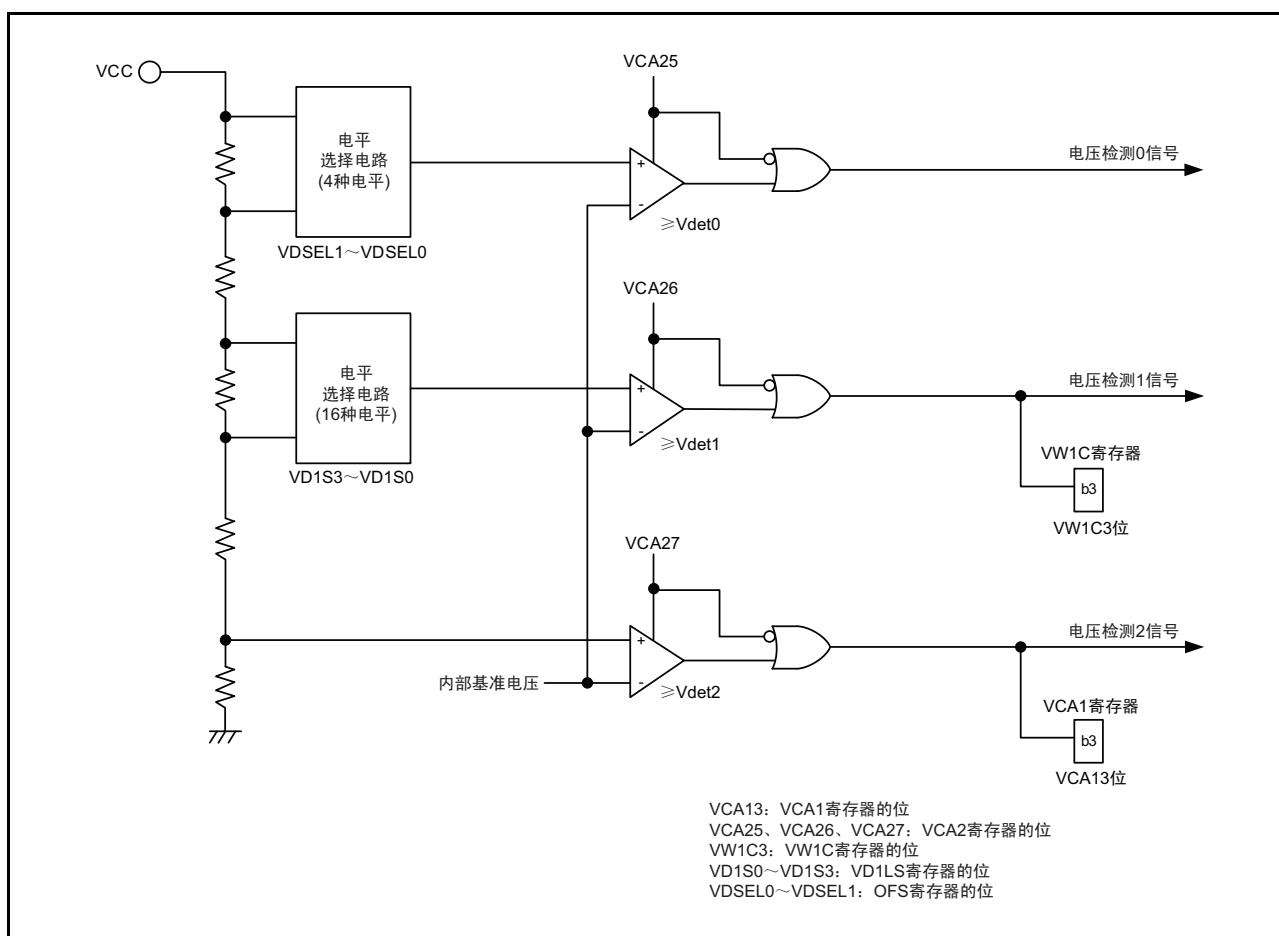


图 6.1 电压检测电路的框图

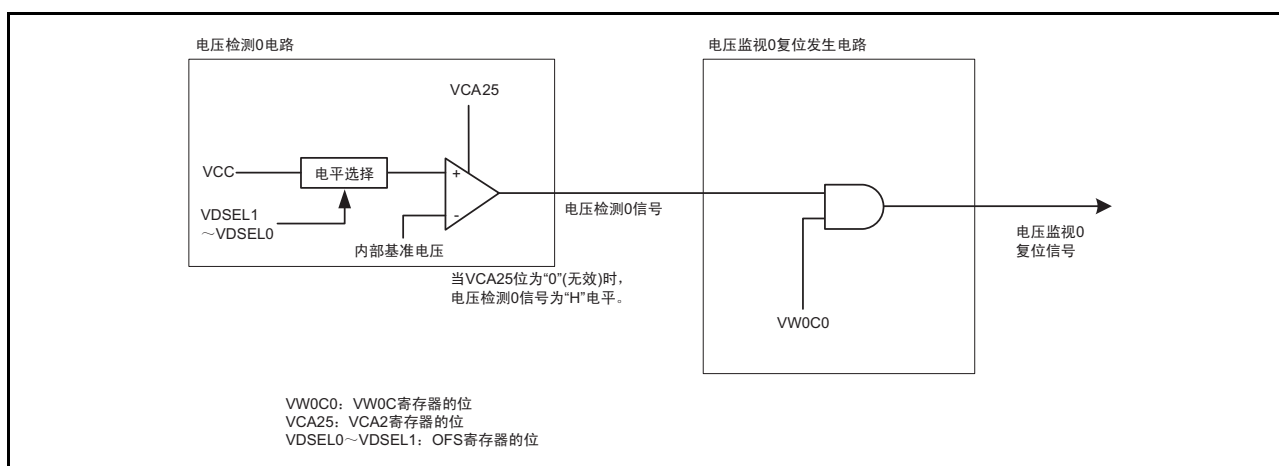


图 6.2 电压监视 0 复位发生电路的框图

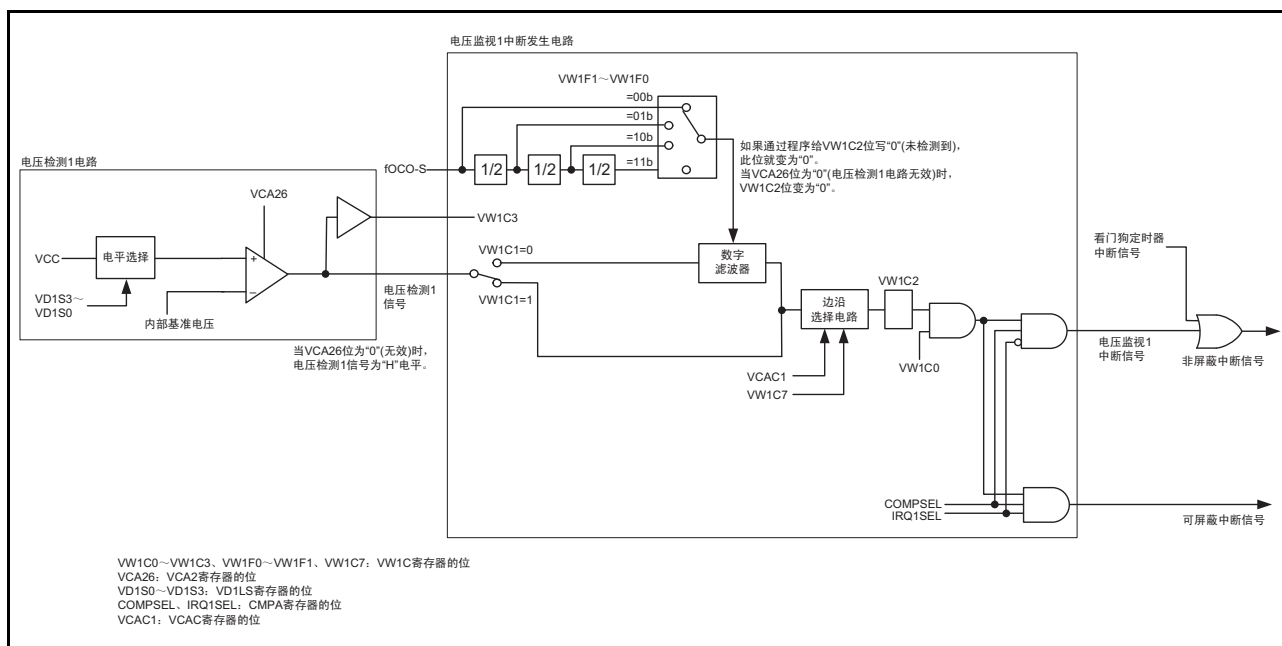


图 6.3 电压监视 1 中断发生电路的框图

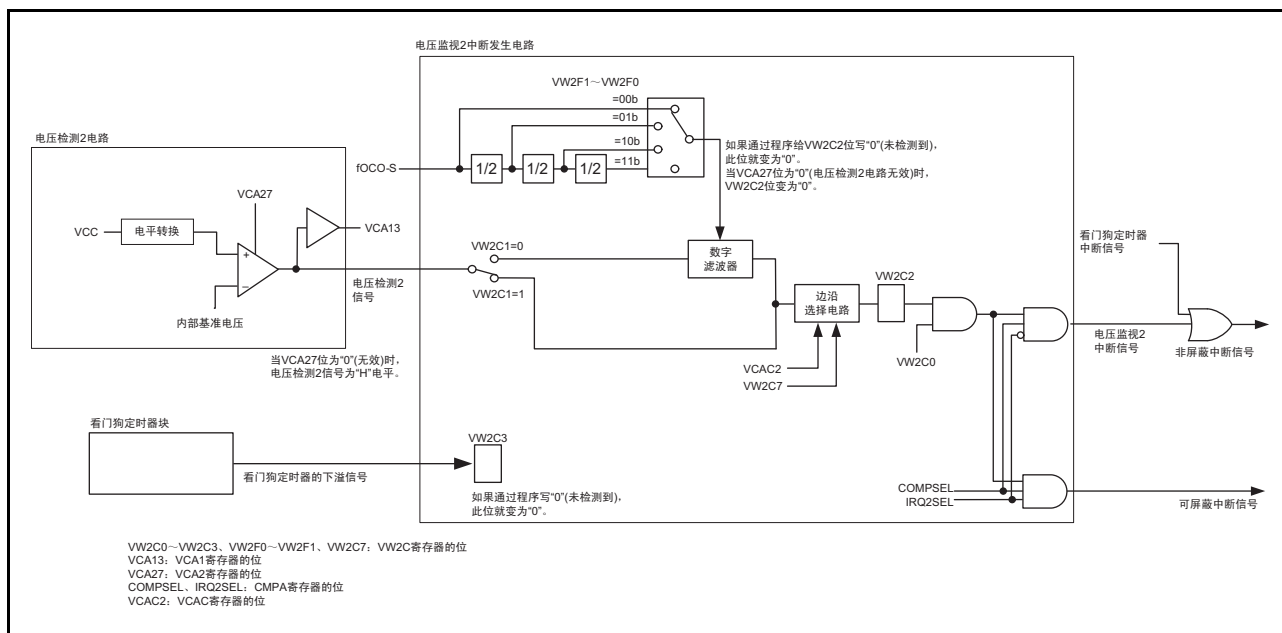


图 6.4 电压监视 2 中断发生电路的框图

6.2 寄存器说明

6.2.1 电压监视电路的控制寄存器（CMPA）

地址	地址 0030h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	COMPSEL	—	IRQ2SEL	IRQ1SEL	—	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b1	—			
b2	—			
b3	—			
b4	IRQ1SEL	电压监视 1 的中断种类选择位 (注 1)	0: 非屏蔽中断 1: 可屏蔽中断	R/W
b5	IRQ2SEL	电压监视 2 的中断种类选择位 (注 2)	0: 非屏蔽中断 1: 可屏蔽中断	R/W
b6	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b7	COMPSEL	电压监视的中断种类选择有效位 (注 1、注 2)	0: IRQ1SEL、IRQ2SEL 位无效 1: IRQ1SEL、IRQ2SEL 位有效	R/W

注 1. 当 VW1C 寄存器的 VW1C0 位为“1”（允许）时，不能同时（用 1 条指令）设定 IRQ1SEL 位和 COMPSEL 位。
注 2. 当 VW2C 寄存器的 VW2C0 位为“1”（允许）时，不能同时（用 1 条指令）设定 IRQ2SEL 位和 COMPSEL 位。

6.2.2 电压监视电路的边沿选择寄存器（VCAC）

地址	地址 0031h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	VCAC2	VCAC1	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b1	VCAC1	电压监视 1 电路的边沿选择位 (注 1)	0: 单边沿 1: 双边沿	R/W
b2	VCAC2	电压监视 2 电路的边沿选择位 (注 2)	0: 单边沿 1: 双边沿	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. 当 VCAC1 位为“0”（单边沿）时，VW1C 寄存器的 VW1C7 位有效。必须在将 VCAC1 位置“0”后设定 VW1C7 位。

注 2. 当 VCAC2 位为“0”（单边沿）时，VW2C 寄存器的 VW2C7 位有效。必须在将 VCAC2 位置“0”后设定 VW2C7 位。

6.2.3 电压检测寄存器 1（VCA1）

地址	地址 0033h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	VCA13	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b1	—			
b2	—			
b3	VCA13	电压检测 2 的信号监视标志（注 1）	0: $VCC < V_{det2}$ 1: $VCC \geq V_{det2}$ 或者电压检测 2 电路无效	R
b4	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. 当 VCA2 寄存器的 VCA27 位为“1”（电压检测 2 电路有效）时，VCA13 位有效。

当 VCA2 寄存器的 VCA27 位为“0”（电压检测 2 电路无效）时，VCA13 位为“1”（ $VCC \geq V_{det2}$ ）。

6.2.4 电压检测寄存器 2 (VCA2)

地址	地址 0034h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	VCA27	VCA26	VCA25	—	—	—	—	VCA20
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0
上述为 OFS 寄存器的 LVDAS 位为 “1” 的情况								
复位后的值	0	0	1	0	0	0	0	0
上述为 OFS 寄存器的 LVDAS 位为 “0” 的情况								

位	符号	位名	功能	R/W
b0	VCA20	内部电源低功耗允许位 (注 1)	0: 禁止低功耗 1: 允许低功耗 (注 2)	R/W
b1	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	VCA25	电压检测 0 允许位 (注 3)	0: 电压检测 0 电路无效 1: 电压检测 0 电路有效	R/W
b6	VCA26	电压检测 1 允许位 (注 4)	0: 电压检测 1 电路无效 1: 电压检测 1 电路有效	R/W
b7	VCA27	电压检测 2 允许位 (注 5)	0: 电压检测 2 电路无效 1: 电压检测 2 电路有效	R/W

注 1. 只有在转移到等待模式时才能使用 VCA20 位。必须按照“图 9.3 通过 VCA20 位设定内部电源低功耗的操作步骤”设定 VCA20 位。

注 2. 当 VCA20 位为 “1” (允许低功耗) 时, 不能将 CM1 寄存器的 CM10 位置 “1” (停止模式)。

注 3. 在写 VCA25 位时, 必须写复位后的值。

注 4. 在使用电压检测 1 中断或者 VW1C 寄存器的 VW1C3 位时, 必须将 VCA26 位置 “1”。
在将 VCA26 位从 “0” 置为 “1” 后, 电压检测 1 电路在经过 td(E-A) 后开始运行。

注 5. 在使用电压检测 2 中断或者 VCA1 寄存器的 VCA13 位时, 必须将 VCA27 位置 “1”。
在将 VCA27 位从 “0” 置为 “1” 后, 电压检测 2 电路在经过 td(E-A) 后开始运行。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC3 位置 “1” (允许写) 后改写 VCA2 寄存器。

6.2.5 电压检测 1 的电平选择寄存器（VD1LS）

地址	地址 0036h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	VD1S3	VD1S2	VD1S1	VD1S0
复位后的值	0	0	0	0	0	1	1	1

位	符号	位名	功能	R/W
b0	VD1S0	电压检测 1 的电平选择位 (电压下降时的标准电压)	b3 b2 b1 b0 0 0 0 0: 2.20V (Vdet1_0)	R/W
b1	VD1S1		0 0 0 1: 2.35V (Vdet1_1)	R/W
b2	VD1S2		0 0 1 0: 2.50V (Vdet1_2)	R/W
b3	VD1S3		0 0 1 1: 2.65V (Vdet1_3)	R/W
			0 1 0 0: 2.80V (Vdet1_4)	
			0 1 0 1: 2.95V (Vdet1_5)	
			0 1 1 0: 3.10V (Vdet1_6)	
			0 1 1 1: 3.25V (Vdet1_7)	
			1 0 0 0: 3.40V (Vdet1_8)	
			1 0 0 1: 3.55V (Vdet1_9)	
			1 0 1 0: 3.70V (Vdet1_A)	
			1 0 1 1: 3.85V (Vdet1_B)	
			1 1 0 0: 4.00V (Vdet1_C)	
			1 1 0 1: 4.15V (Vdet1_D)	
			1 1 1 0: 4.30V (Vdet1_E)	
			1 1 1 1: 4.45V (Vdet1_F)	
b4	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC3 位置 “1”（允许写）后改写 VD1LS 寄存器。

6.2.6 电压监视 0 电路的控制寄存器（VW0C）

地址	地址 0038h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	VW0C0
复位后的值	1	1	0	0	X	0	1	0
上述为 OFS 寄存器的 LVDAS 位为 “1” 的情况								
复位后的值	1	1	0	0	X	0	1	1
上述为 OFS 寄存器的 LVDAS 位为 “0” 的情况								

位	符号	位名	功能	R/W
b0	VW0C0	电压监视 0 复位的允许位（注 1）	0: 禁止 1: 允许	R/W
b1	—	保留位	必须置 “1”。	R/W
b2	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b3	—	保留位	读取值为不定值。	R
b4	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b5	—			
b6	—	保留位	必须置 “1”。	R/W
b7	—			

注 1. VW0C0 位在 VCA2 寄存器的 VCA25 位为 “1”（电压检测 0 电路有效）时有效。
在写 VW0C0 位时，必须写复位后的值。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC3 位置 “1”（允许写）后改写 VW0C 寄存器。

6.2.7 电压监视 1 电路的控制寄存器 (VW1C)

地址	地址 0039h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	VW1C7	—	VW1F1	VW1F0	VW1C3	VW1C2	VW1C1	VW1C0
复位后的值	1	0	0	0	1	0	1	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	VW1C0	电压监视 1 的中断允许位 (注 1)	0: 禁止 1: 允许	R/W
b1	VW1C1	电压监视 1 数字滤波器的无效模式选择位 (注 2、注 6)	0: 数字滤波器有效模式 (数字滤波器电路有效) 1: 数字滤波器无效模式 (数字滤波器电路无效)	R/W
b2	VW1C2	电压变化检测标志 (注 3、注 4)	0: 未检测到 1: 检测到经过 Vdet1	R/W
b3	VW1C3	电压检测 1 信号的监视标志 (注 3)	0: $VCC < Vdet1$ 1: $VCC \geq Vdet1$ 或者电压检测 1 电路无效	R
b4	VW1F0	采样时钟选择位 (注 6)	b5 b4 00: fOCO-S 的 1 分频 01: fOCO-S 的 2 分频 10: fOCO-S 的 4 分频 11: fOCO-S 的 8 分频	R/W
b5	VW1F1			R/W
b6	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b7	VW1C7	电压监视 1 中断的发生条件选择位 (注 5)	0: 当 $VCC \geq Vdet1$ 时 1: 当 $VCC \leq Vdet1$ 时	R/W

注 1. VW1C0 位在 VCA2 寄存器的 VCA26 位为“1” (电压检测 1 电路有效) 时有效。当 VCA26 位为“0” (电压检测 1 电路无效) 时, 必须将 VW1C0 位置“0” (禁止)。在将 VW1C0 位置“1” (允许) 时, 必须遵循“表 6.2 电压监视 1 中断相关位的设定步骤”。

注 2. 在使用数字滤波器时 (VW1C1 位为“0”), 必须将 CM1 寄存器的 CM14 位置“0” (低速内部振荡器振荡)。另外, 在将电压监视 1 中断用于从停止模式的返回时, 必须将 VW1C 寄存器的 VW1C1 位置“1” (数字滤波器无效)。

注 3. VW1C2 位和 VW1C3 位在 VCA2 寄存器的 VCA26 位为“1” (电压检测 1 电路有效) 时有效。

注 4. 必须通过程序置“0”。如果通过程序写“0”, 此位就变为“0” (即使写“1”也不变)。

注 5. VW1C7 位在 VCAC 寄存器的 VCAC1 位为“0” (单边沿) 时有效。必须在将 VCAC1 位置“0”后设定 VW1C7 位。

注 6. 当 VW1C0 位为“1” (允许) 时, 不能同时 (用 1 条指令) 设定 VW1C1 位和 VW1F1 ~ VW1F0 位。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC3 位置“1” (允许写) 后改写 VW1C 寄存器。

如果改写 VW1C 寄存器, VW1C2 位就可能变为“1”。因此必须在改写 VW1C 寄存器后将 VW1C2 位置“0”。

6.2.8 电压监视 2 电路的控制寄存器 (VW2C)

地址	地址 003Ah							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	VW2C7	—	VW2F1	VW2F0	VW2C3	VW2C2	VW2C1	VW2C0
复位后的值	1	0	0	0	0	0	1	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	VW2C0	电压监视 2 的中断允许位 (注 1)	0: 禁止 1: 允许	R/W
b1	VW2C1	电压监视 2 数字滤波器的无效模式选择位 (注 2、注 6)	0: 数字滤波器有效模式 (数字滤波器电路有效) 1: 数字滤波器无效模式 (数字滤波器电路无效)	R/W
b2	VW2C2	电压变化检测标志 (注 3、注 4)	0: 未检测到 1: 检测到经过 Vdet2	R/W
b3	VW2C3	WDT 检测标志 (注 4)	0: 未检测到 1: 检测到	R/W
b4	VW2F0	采样时钟选择位 (注 6)	b5 b4 0 0: fOCO-S 的 1 分频 0 1: fOCO-S 的 2 分频 1 0: fOCO-S 的 4 分频 1 1: fOCO-S 的 8 分频	R/W
b5	VW2F1			R/W
b6	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b7	VW2C7	电压监视 2 中断的发生条件选择位 (注 5)	0: 当 $VCC \geq Vdet2$ 时 1: 当 $VCC \leq Vdet2$ 时	R/W

注 1. VW2C0 位在 VCA2 寄存器的 VCA27 位为“1” (电压检测 2 电路有效) 时有效。在 VCA27 位为“0” (电压检测 2 电路无效) 时, 必须将 VW2C0 位置“0” (禁止)。在将 VW2C0 位置“1” (允许) 时, 必须遵循“表 6.3 电压监视 2 中断相关位的设定步骤”。

注 2. 在使用数字滤波器时 (VW2C1 位为“0”), 必须将 CM1 寄存器的 CM14 位置“0” (低速内部振荡器振荡)。另外, 在将电压监视 2 中断用于从停止模式的返回时, 必须将 VW2C 寄存器的 VW2C1 位置“1” (数字滤波器无效)。

注 3. VW2C2 位在 VCA2 寄存器的 VCA27 位为“1” (电压检测 2 电路有效) 时有效。

注 4. 必须通过程序置“0”。如果通过程序写“0”, 此位就变为“0” (即使写“1”也不变)。

注 5. VW2C7 位在 VCAC 寄存器的 VCAC2 位为“0” (单边沿) 时有效。必须在将 VCAC2 位置“0”后设定 VW2C7 位。

注 6. 当 VW2C0 位为“1” (允许) 时, 不能同时 (用 1 条指令) 设定 VW2C1 位和 VW2F1 ~ VW2F0 位。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC3 位置“1” (允许写) 后改写 VW2C 寄存器。

如果改写 VW2C 寄存器, VW2C2 位就可能变为“1”。因此必须在改写 VW2C 寄存器后将 VW2C2 位置“0”。

6.2.9 选项功能选择寄存器（OFS）

地址	地址 0FFFFh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CSPROINI	LVDAS	VDSEL1	VDSEL0	ROMCP1	ROMCR	—	WDTON
复位后的值	用户的设定值（注 1）							

位	符号	位名	功能	R/W
b0	WDTON	看门狗定时器的启动选择位	0: 复位后, 看门狗定时器自动启动。 1: 复位后, 看门狗定时器处于停止状态。	R/W
b1	—	保留位	必须置“1”。	R/W
b2	ROMCR	ROM 码保护解除位	0: 解除 ROM 码保护 1: ROMCP1 位有效	R/W
b3	ROMCP1	ROM 码保护位	0: ROM 码保护有效 1: 解除 ROM 码保护	R/W
b4	VDSEL0	电压检测 0 的电平选择位（注 2）	b5 b4 0 0: 选择 3.80V（Vdet0_3） 0 1: 选择 2.85V（Vdet0_2） 1 0: 选择 2.35V（Vdet0_1） 1 1: 选择 1.90V（Vdet0_0）	R/W
b5	VDSEL1			R/W
b6	LVDAS	电压检测 0 电路的启动位（注 3）	0: 复位后, 电压监视 0 复位有效。 1: 复位后, 电压监视 0 复位无效。	R/W
b7	CSPROINI	复位后的计数源保护模式选择位	0: 复位后, 计数源保护模式有效。 1: 复位后, 计数源保护模式无效。	R/W

注 1. OFS 寄存器在闪存内, 并且 OFS 寄存器不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。
 不能对 OFS 寄存器进行追加写。如果擦除包括 OFS 寄存器的块, OFS 寄存器的值就变为“FFh”。
 空白出货产品在工厂出货时, OFS 寄存器的值为“FFh”。用户在进行编程后, OFS 寄存器的值为编程后的值。
 编程后的出货产品在工厂出货时, OFS 寄存器的值为用户在编程时设定的值。

注 2. 给电压监视 0 复位和上电复位 2 种功能设定 VDSEL0 ~ VDSEL1 位选择的电压检测 0 电平。

注 3. 在使用上电复位和电压监视 0 复位时, 必须将 LVDAS 位置“0”（复位后, 电压监视 0 复位有效）。

OFS 寄存器的设定例子请参照“13.3.1 选项功能选择区的设定例子”。

LVDAS 位（电压检测 0 电路的启动位）

通过 VDSEL0 ~ VDSEL1 位选择电压检测 0 电路监视的 Vdet0 电压。

6.3 VCC 输入电压的监视

6.3.1 Vdet0 的监视

不能监视 Vdet0。

6.3.2 Vdet1 的监视

在进行以下的设定并且经过 $t_d(E-A)$ （参照“27. 电特性”）后，能通过 VW1C 寄存器的 VW1C3 位监视电压监视 1 的比较结果。

1. 设定 VD1LS 寄存器的 VD1S3～VD1S0 位（电压检测 1 的检测电压）。
2. 将 VCA2 寄存器的 VCA26 位置“1”（电压检测 1 电路有效）。

6.3.3 Vdet2 的监视

在进行以下的设定并且经过 $t_d(E-A)$ （参照“27. 电特性”）后，能通过 VCA1 寄存器的 VCA13 位监视电压监视 2 的比较结果。

- 将 VCA2 寄存器的 VCA27 位置“1”（电压检测 2 电路有效）。

6.4 电压监视 0 复位

在使用电压监视 0 复位时，必须将 OFS 寄存器的 LVDAS 位置“0”（复位后，电压监视 0 复位有效）。电压监视 0 复位的运行例子如图 6.5 所示。

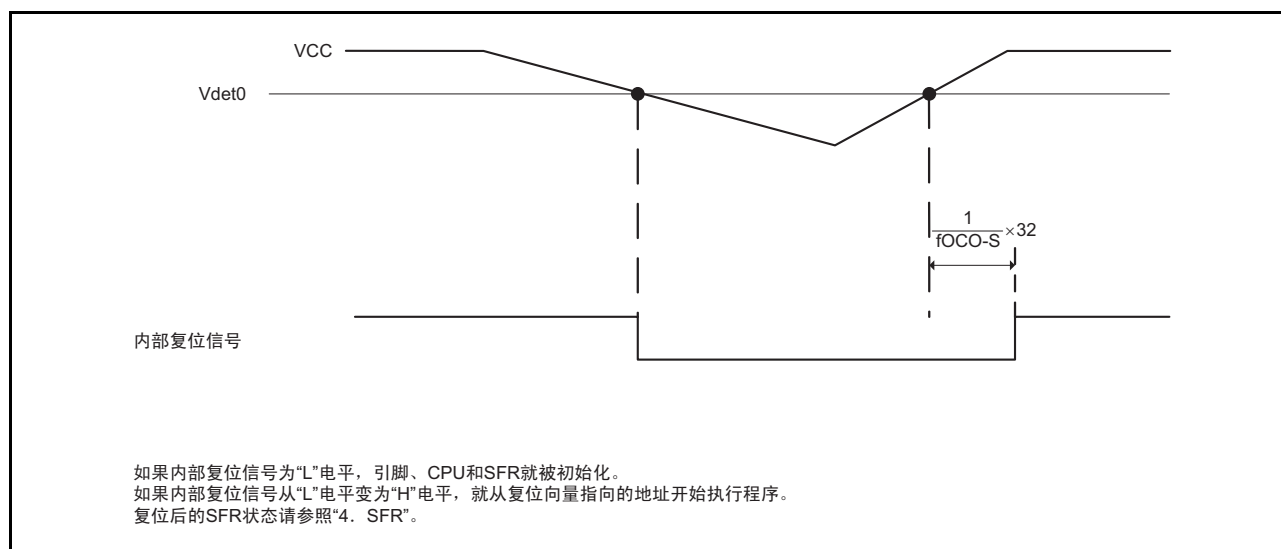


图 6.5 电压监视 0 复位的运行例子

6.5 电压监视 1 中断

电压监视 1 中断相关位的设定步骤如表 6.2 所示，电压监视 1 中断的运行例子如图 6.6 所示。

在将电压监视 1 中断用于从停止模式的返回时，必须将 VW1C 寄存器的 VW1C1 位置“1”（数字滤波器无效）。

表 6.2 电压监视 1 中断相关位的设定步骤

步骤	使用数字滤波器的情况	不使用数字滤波器的情况
1	通过 VD1LS 寄存器的 VD1S3 ~ VD1S0 位选择电压检测 1 的检测电压。	
2	将 VCA2 寄存器的 VCA26 位置“1”（电压检测 1 电路有效）。	
3	等待 td(E-A)。	
4	将 CMPA 寄存器的 COMPSEL 位置“1”。	
5（注 1）	通过 CMPA 寄存器的 IRQ1SEL 位选择中断的种类。	
6	通过 VW1C 寄存器的 VW1F1 ~ VW1F0 位选择数字滤波器的采样时钟。	将 VW1C 寄存器的 VW1C1 位置“1”（数字滤波器无效）。
7（注 2）	将 VW1C 寄存器的 VW1C1 位置“0”（数字滤波器有效）。	—
8	通过 VCAC 寄存器的 VCAC1 位和 VW1C 寄存器的 VW1C7 位选择中断请求的时序。	
9	将 VW1C 寄存器的 VW1C2 位置“0”。	
10	将 CM1 寄存器的 CM14 位置“0”（低速内部振荡器振荡）。	—
11	等待 2 个数字滤波器的采样时钟周期。	—（无等待时间）
12（注 3）	将 VW1C 寄存器的 VW1C0 位置“1”（允许电压监视 1 中断）。	

注 1. 当 VW1C0 位为“0”时，可以同时（用 1 条指令）执行步骤 4 和步骤 5。

注 2. 当 VW1C0 位为“0”时，可以同时（用 1 条指令）执行步骤 6 和步骤 7。

注 3. 即使在禁止电压监视 1 中断的状态下，如果电压检测 1 电路为有效，检测到电压降低时，VW1C2 位变为“1”。在电压监视 1 中断相关位的设定步骤中，从设定电压检测 1 电路有效，到设定允许中断为止有可能检测到电压降低，但不会发生中断。因此，在设定允许中断后读 VW1C2 位，如果为“1”，则必须执行电压降低时的处理。

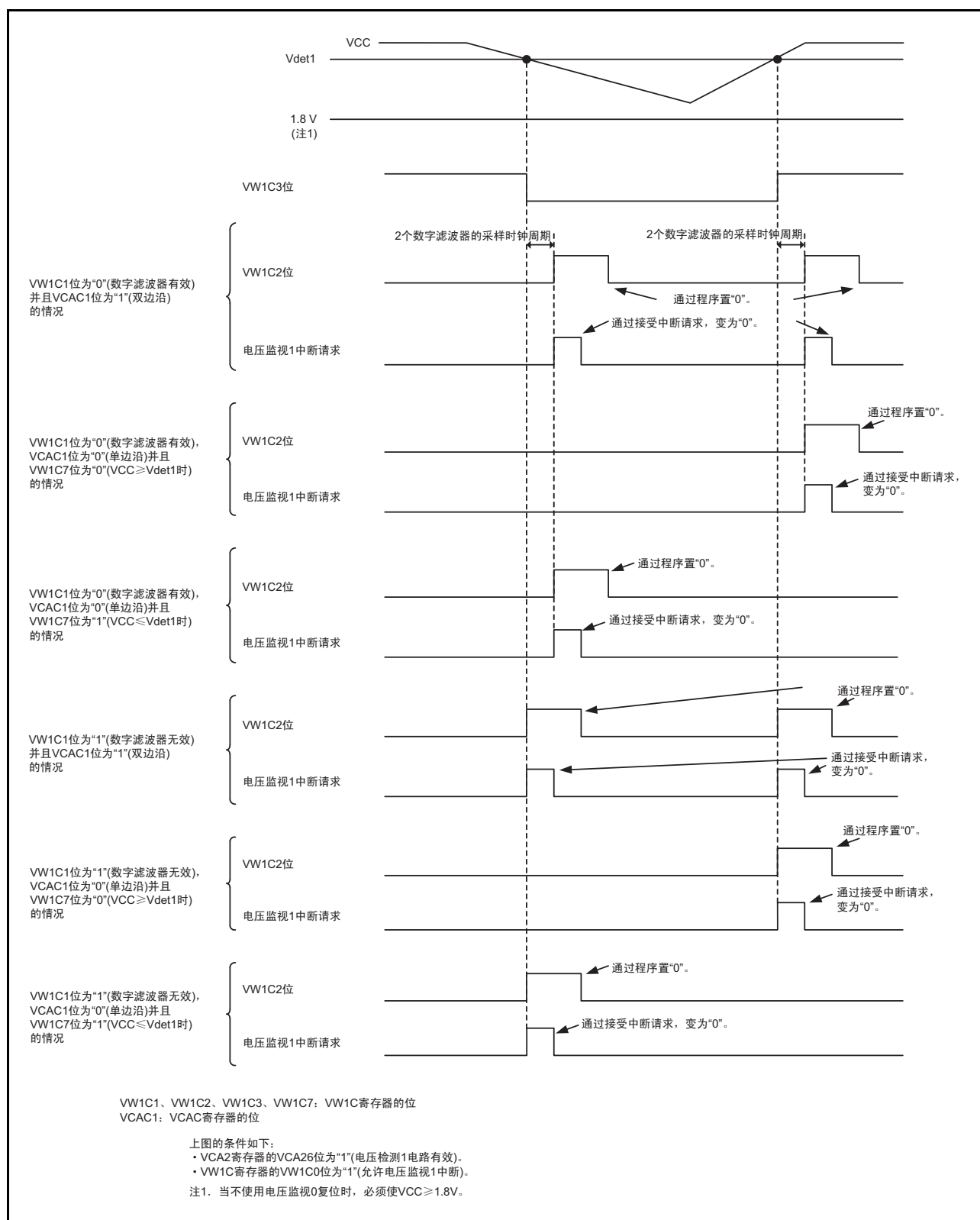


图 6.6 电压监视 1 中断的运行例子

6.6 电压监视 2 中断

电压监视 2 中断相关位的设定步骤如表 6.3 所示，电压监视 2 中断的运行例子如图 6.7 所示。

在将电压监视 2 中断用于从停止模式的返回时，必须将 VW2C 寄存器的 VW2C1 位置“1”（数字滤波器无效）。

表 6.3 电压监视 2 中断相关位的设定步骤

步骤	使用数字滤波器的情况	不使用数字滤波器的情况
1	将 VCA2 寄存器的 VCA27 位置“1”（电压检测 2 电路有效）。	
2	等待 td(E-A)。	
3	将 CMPA 寄存器的 COMPSEL 位置“1”。	
4（注 1）	通过 CMPA 寄存器的 IRQ2SEL 位选择中断的种类。	
5	通过 VW2C 寄存器的 VW2F1 ~ VW2F0 位选择数字滤波器的采样时钟。	将 VW2C 寄存器的 VW2C1 位置“1”（数字滤波器无效）。
6（注 2）	将 VW2C 寄存器的 VW2C1 位置“0”（数字滤波器有效）。	—
7	通过 VCAC 寄存器的 VCAC2 位和 VW2C 寄存器的 VW2C7 位选择中断请求的时序。	
8	将 VW2C 寄存器的 VW2C2 位置“0”。	
9	将 CM1 寄存器的 CM14 位置“0”（低速内部振荡器振荡）。	—
10	等待 2 个数字滤波器的采样时钟周期。	—（无等待时间）
11（注 3）	将 VW2C 寄存器的 VW2C0 位置“1”（允许电压监视 2 中断）。	

注 1. 当 VW2C0 位为“0”时，可以同时（用 1 条指令）执行步骤 3 和步骤 4。

注 2. 当 VW2C0 位为“0”时，可以同时（用 1 条指令）执行步骤 5 和步骤 6。

注 3. 即使在禁止电压监视 2 中断的状态下，如果电压检测 2 电路为有效，检测到电压降低时，VW2C2 位变为“1”。在电压监视 2 中断相关位的设定步骤中，从设定电压检测 2 电路有效，到设定允许中断为止有可能检测到电压降低，但不会发生中断。因此，在设定允许中断后读 VW2C2 位，如果为“1”，则必须执行电压降低时的处理。

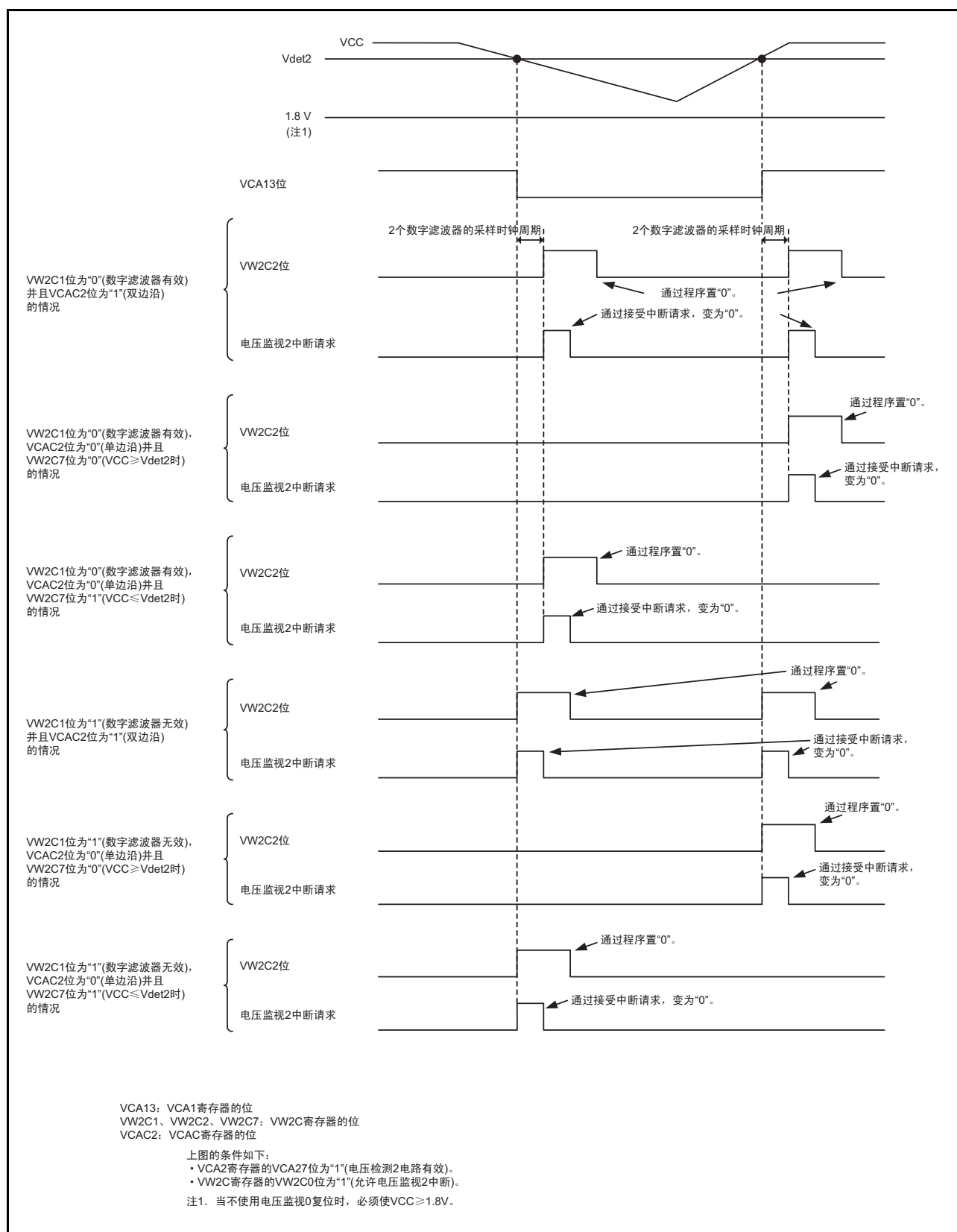


图 6.7 电压监视 2 中断的运行例子

7. I/O 端口

I/O 端口有 P0、P1、P2_0 ~ P2_2、P3_1、P3_3 ~ P3_5、P3_7、P4_5 ~ P4_7 等 27 个端口（在不使用 XIN 时钟发生电路时，能将 P4_6 和 P4_7 用作 I/O 端口）。

在不使用 A/D 转换器时，能将 P4_2 用作输入专用端口。

I/O 端口的概要如表 7.1 所示。

表 7.1 I/O 端口的概要

端口名	输入 / 输出	输出格式	输入 / 输出的设定	内部上拉电阻	驱动能力的转换	输入电平的转换
P0	输入 / 输出	CMOS 三态	以 1 位为单位进行设定	以 4 位为单位进行设定（注 1）	以 4 位为单位进行设定（注 3）	以 8 位为单位进行设定（注 4）
P1	输入 / 输出	CMOS 三态	以 1 位为单位进行设定	以 4 位为单位进行设定（注 1）	以 1 位为单位进行设定（注 2）	以 8 位为单位进行设定（注 4）
P2_0 ~ P2_2	输入 / 输出	CMOS 三态	以 1 位为单位进行设定	以 3 位为单位进行设定（注 1）	以 1 位为单位进行设定（注 2）	以 3 位为单位进行设定（注 4）
P3_1、P3_3	输入 / 输出	CMOS 三态	以 1 位为单位进行设定	以 2 位为单位进行设定（注 1）	以 2 位为单位进行设定（注 3）	以 5 位为单位进行设定（注 4）
P3_4、P3_5、P3_7	输入 / 输出	CMOS 三态	以 1 位为单位进行设定	以 3 位为单位进行设定（注 1）	以 3 位为单位进行设定（注 3）	
P4_5、P4_6（注 5）、P4_7（注 5）	输入 / 输出	CMOS 三态	以 1 位为单位进行设定	以 3 位为单位进行设定（注 1）	以 3 位为单位进行设定（注 3）	
P4_2（注 6）	输入	（无输出功能）	无	无	无	以 4 位为单位进行设定（注 4）

注 1. 在输入模式中，能通过 PUR0 寄存器和 PUR1 寄存器选择是否连接内部上拉电阻。

注 2. 能通过 P1DRR 寄存器和 P2DRR 寄存器，将输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平或者 High 电平。

注 3. 能通过 DRR0 寄存器和 DRR1 寄存器，将输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平或者 High 电平。

注 4. 能通过 VLT0 寄存器和 VLT1 寄存器，从 3 种电压电平（0.35VCC、0.50VCC、0.70VCC）中选择输入阈值。

注 5. 在不使用 XIN 时钟振荡电路时，能用作 I/O 端口。

注 6. 在不使用 A/D 转换器时，能用作输入专用端口。

7.1 I/O 端口的功能

端口 P0、P1、P2_0 ~ P2_2、P3_1、P3_3 ~ P3_5、P3_7、P4_5 ~ P4_7 的输入 / 输出由 PDi (i=0 ~ 4) 寄存器的 PDi_j (j=0 ~ 7) 位控制。Pi 寄存器由保持输出数据的端口锁存器和读引脚状态的电路构成。

I/O 端口的结构如图 7.1 ~ 图 7.10 所示，I/O 端口的功能如表 7.2 所示。

表 7.2 I/O 端口的功能

存取 Pi 寄存器时的运行	PDi 寄存器的 PDi_j 位的值 (注 1)	
	“0” (输入模式)	“1” (输出模式)
读	读引脚的输入电平。	读端口锁存器。
写	写端口锁存器。	写端口锁存器。从引脚输出已写到端口锁存器的值。

i=0 ~ 4, j=0 ~ 7

注 1. PD4_0 ~ PD4_2 位什么也不指定。

7.2 对外围功能的影响

I/O 端口有时用作外围功能的输入 / 输出 (参照 “表 1.4 引脚名一览表 (按引脚序号分类)”)。

用作外围功能的输入 / 输出时的 PDi_j 位的设定 (i=0 ~ 4, j=0 ~ 7) 如表 7.3 所示。

外围功能的设定方法请参照各功能说明。

表 7.3 用作外围功能的输入 / 输出时的 PDi_j 位的设定 (i=0 ~ 4, j=0 ~ 7)

外围功能的输入 / 输出	引脚复用端口的 PDi_j 位的设定
输入	必须置 “0” (输入模式)。
输出	置 “0” 或者 “1” (与端口的设定无关, 为输出模式)。

7.3 I/O 端口以外的引脚

引脚的结构如图 7.11 所示。

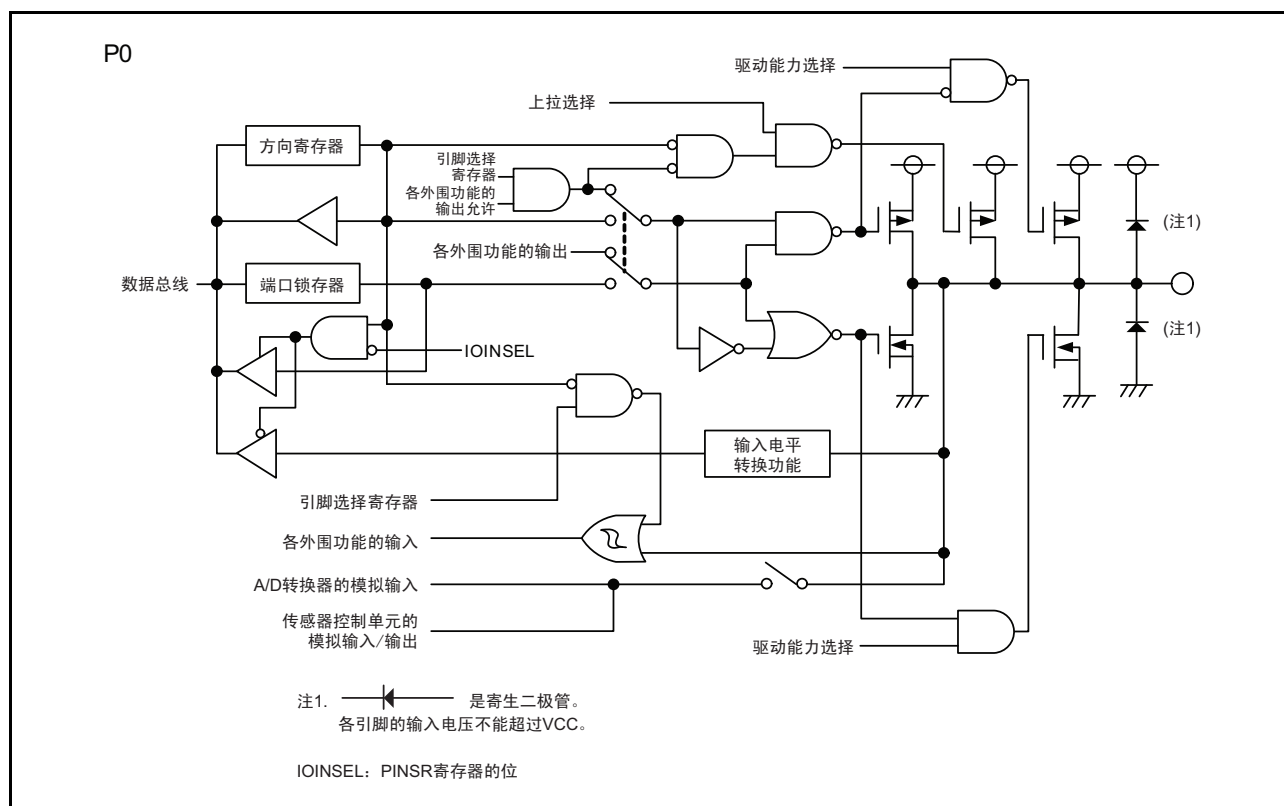


图 7.1 I/O 端口的结构 (1)

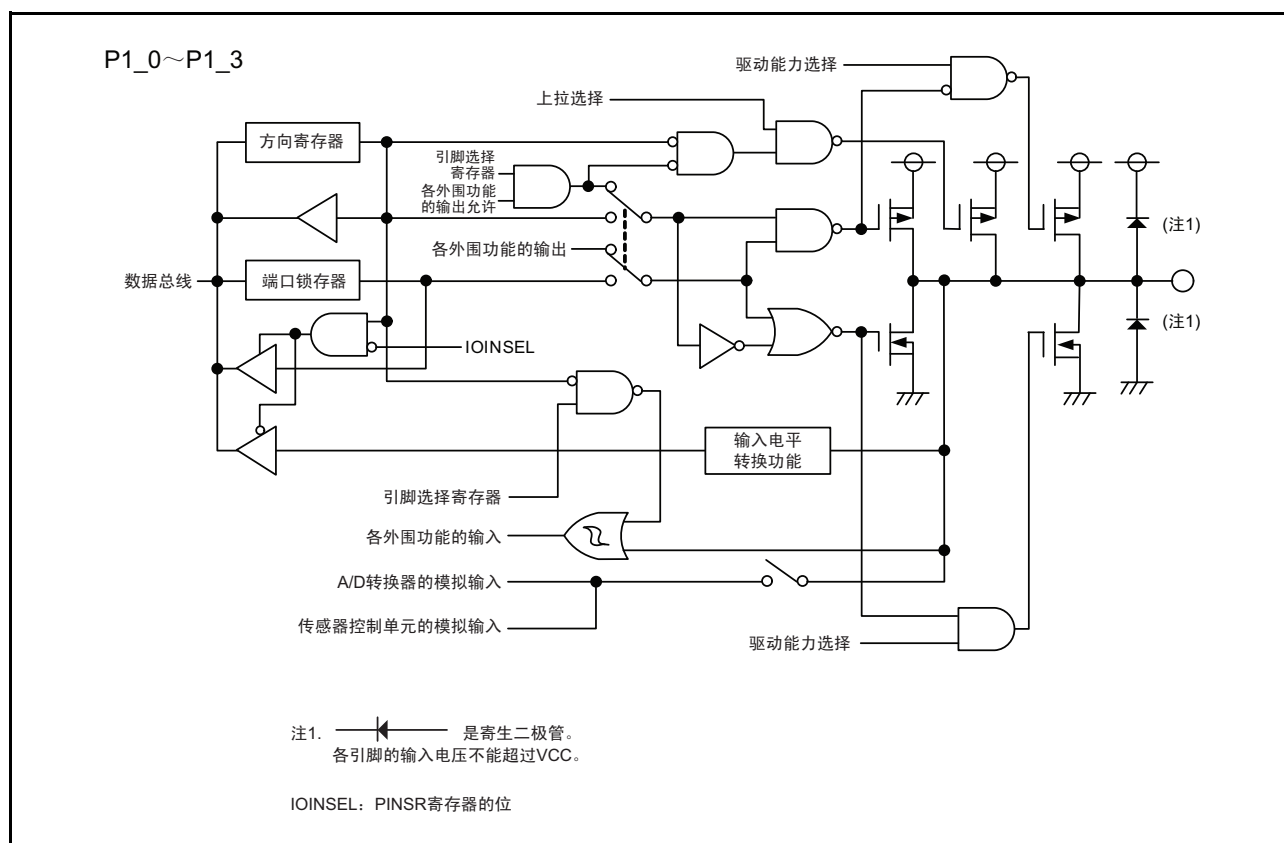


图 7.2 I/O 端口的结构 (2)

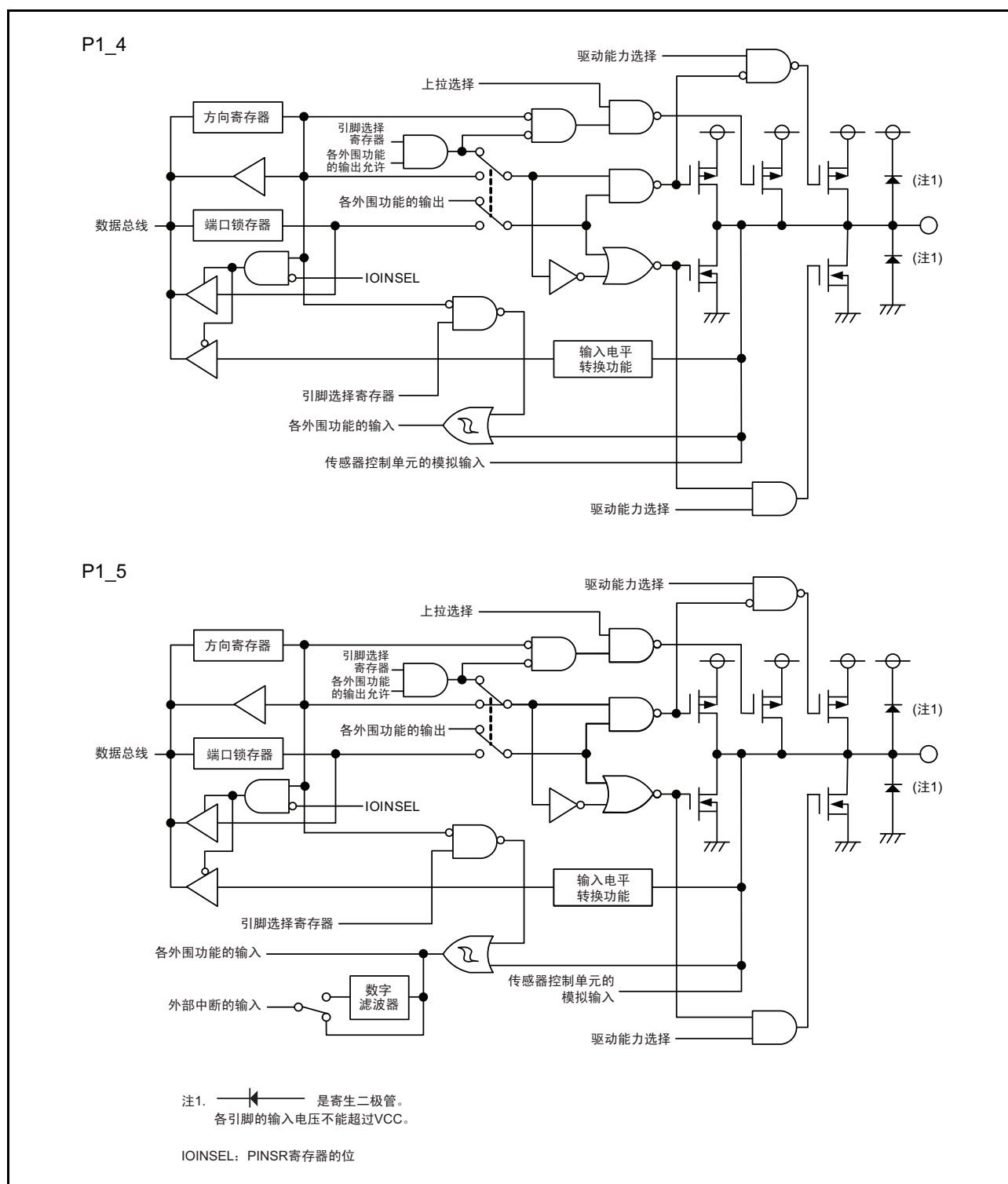


图 7.3 I/O 端口的结构 (3)

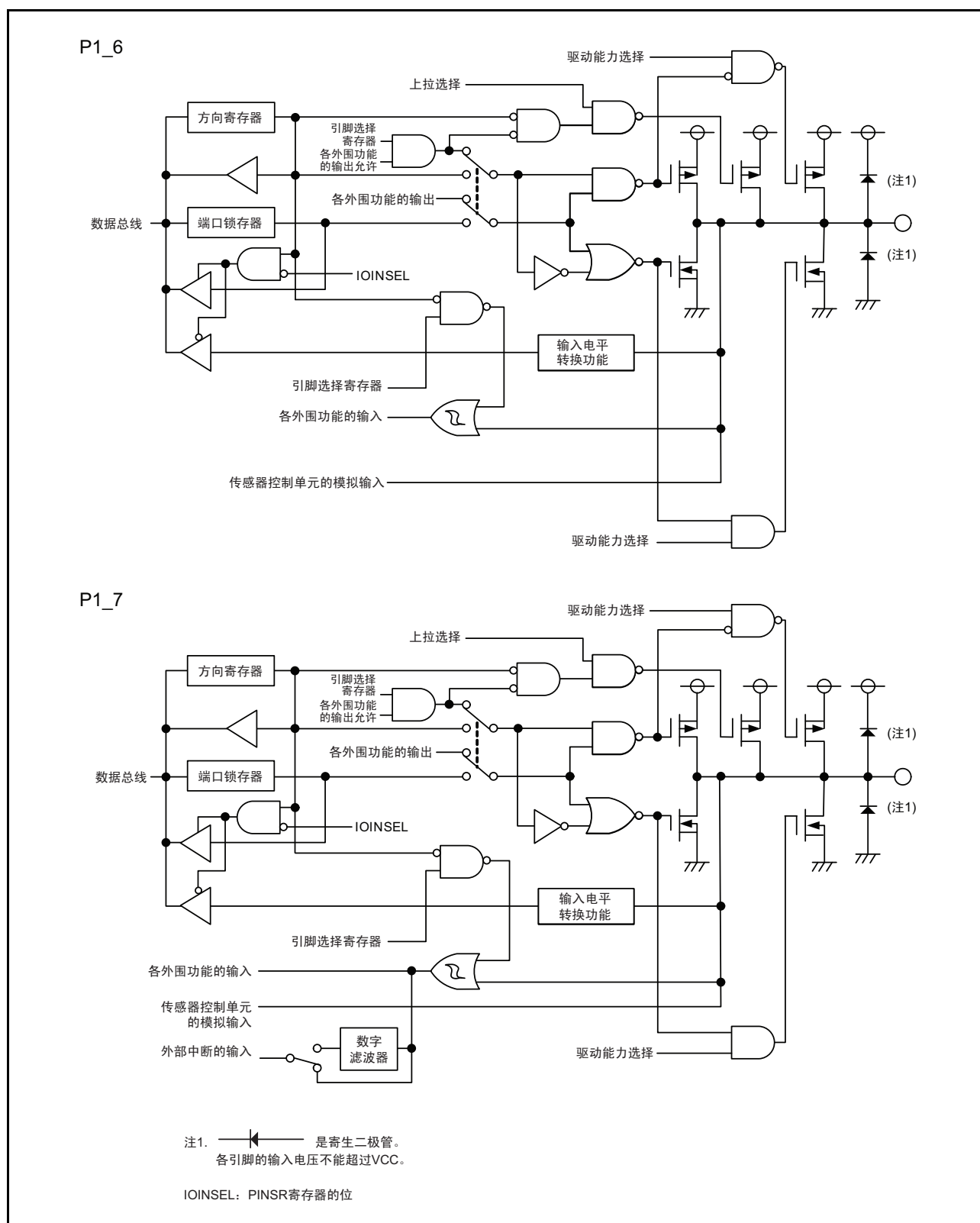


图 7.4 I/O 端口的结构 (4)

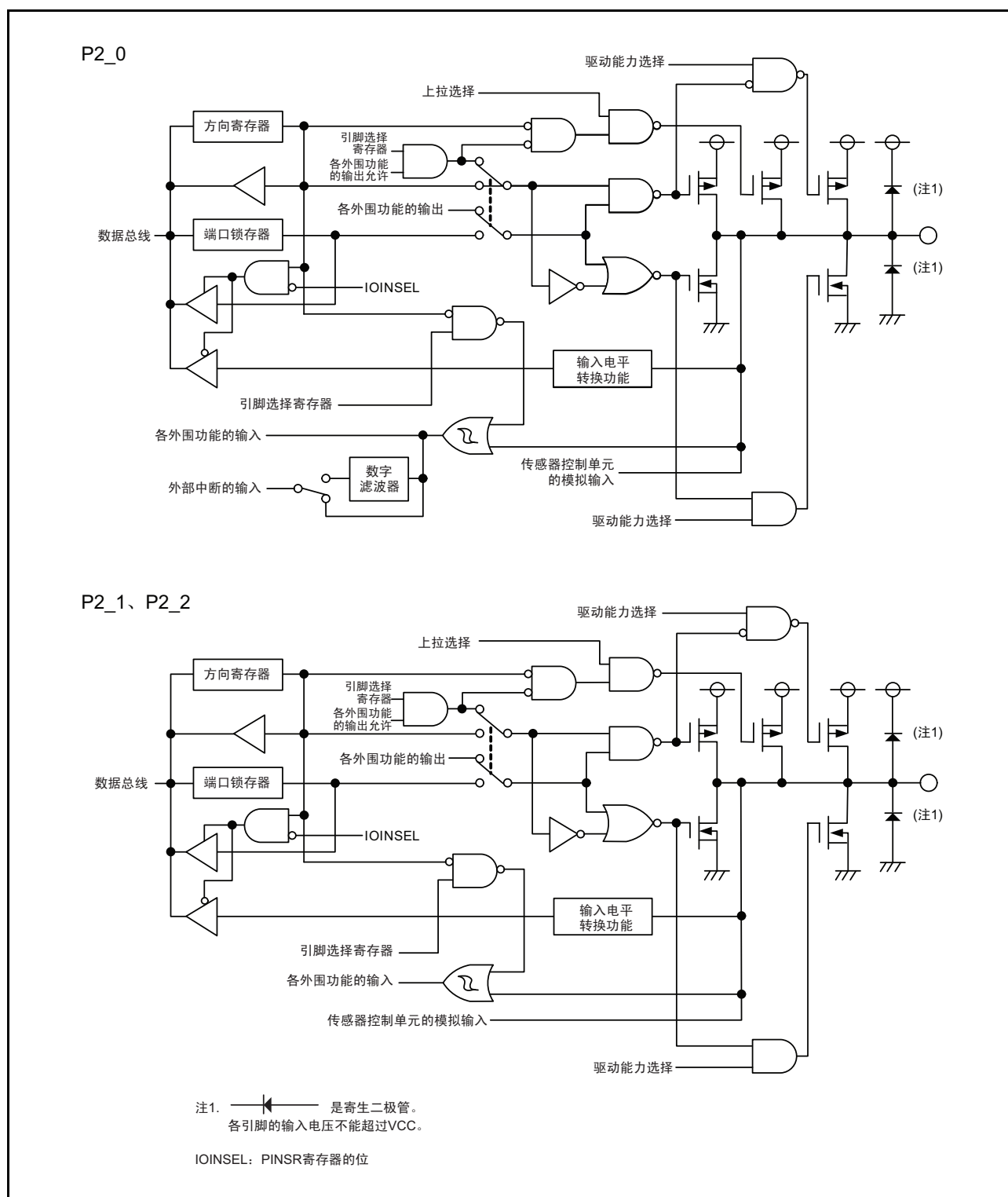


图 7.5 I/O 端口的结构 (5)

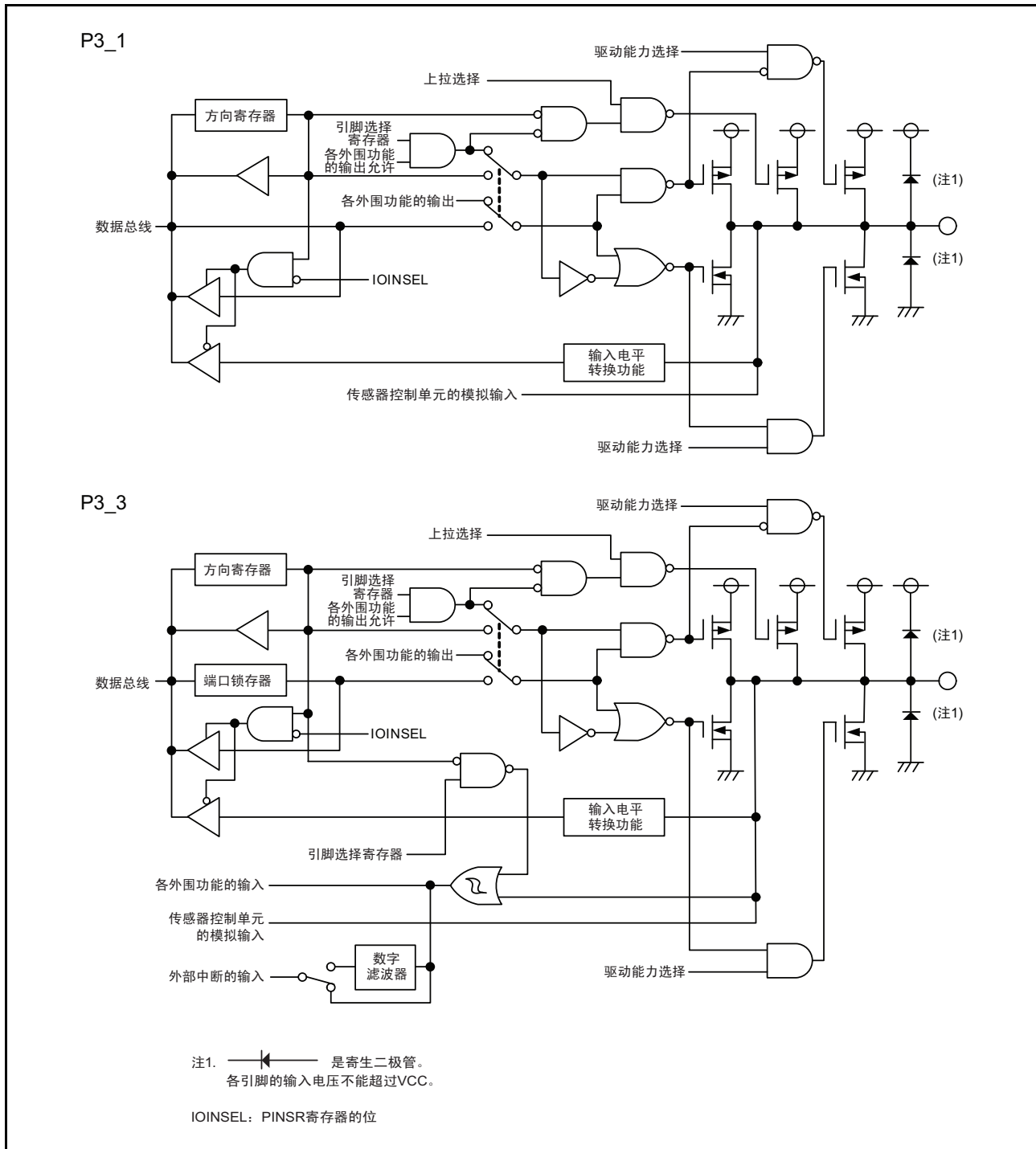


图 7.6 I/O 端口的结构 (6)

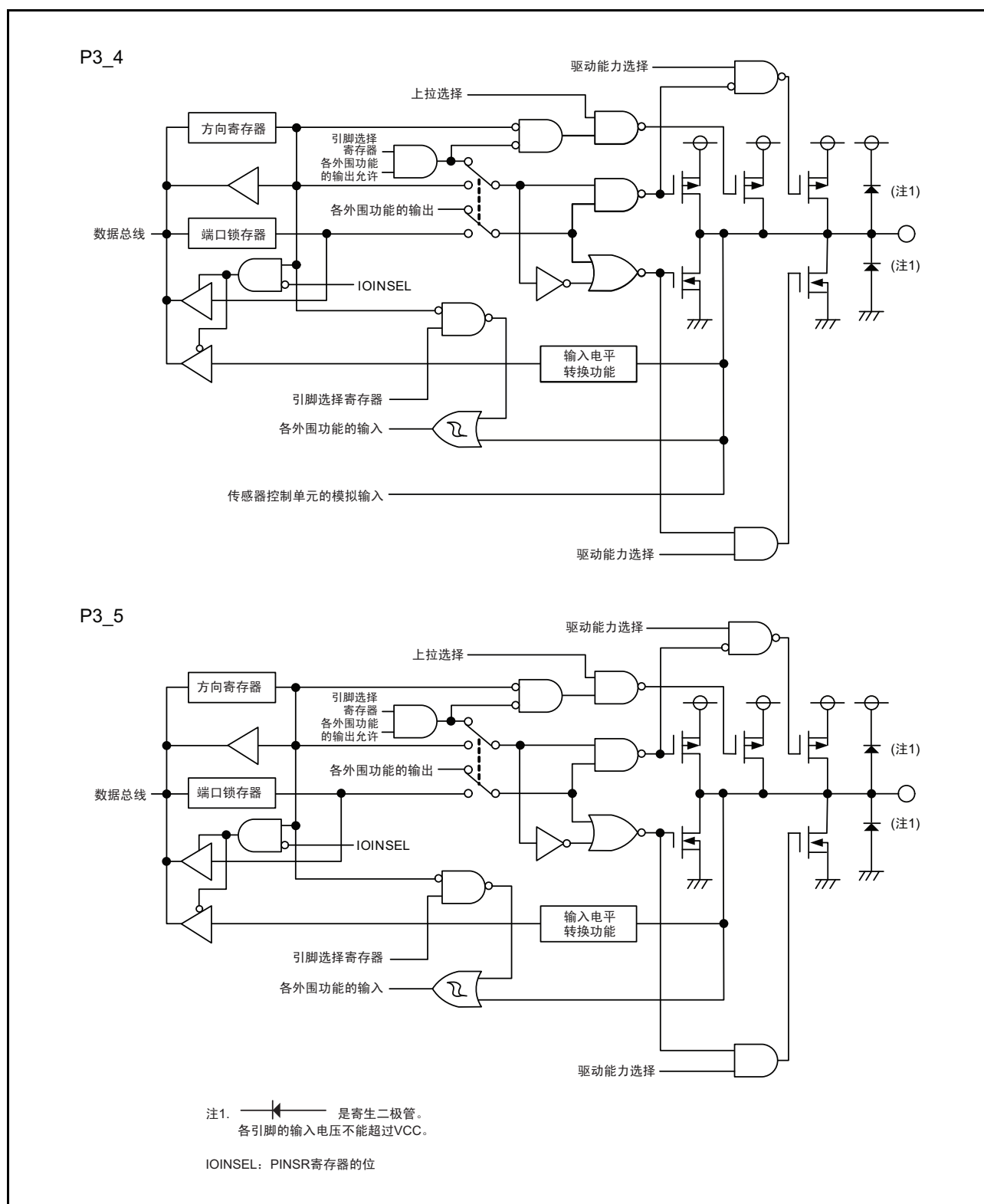


图 7.7 I/O 端口的结构 (7)

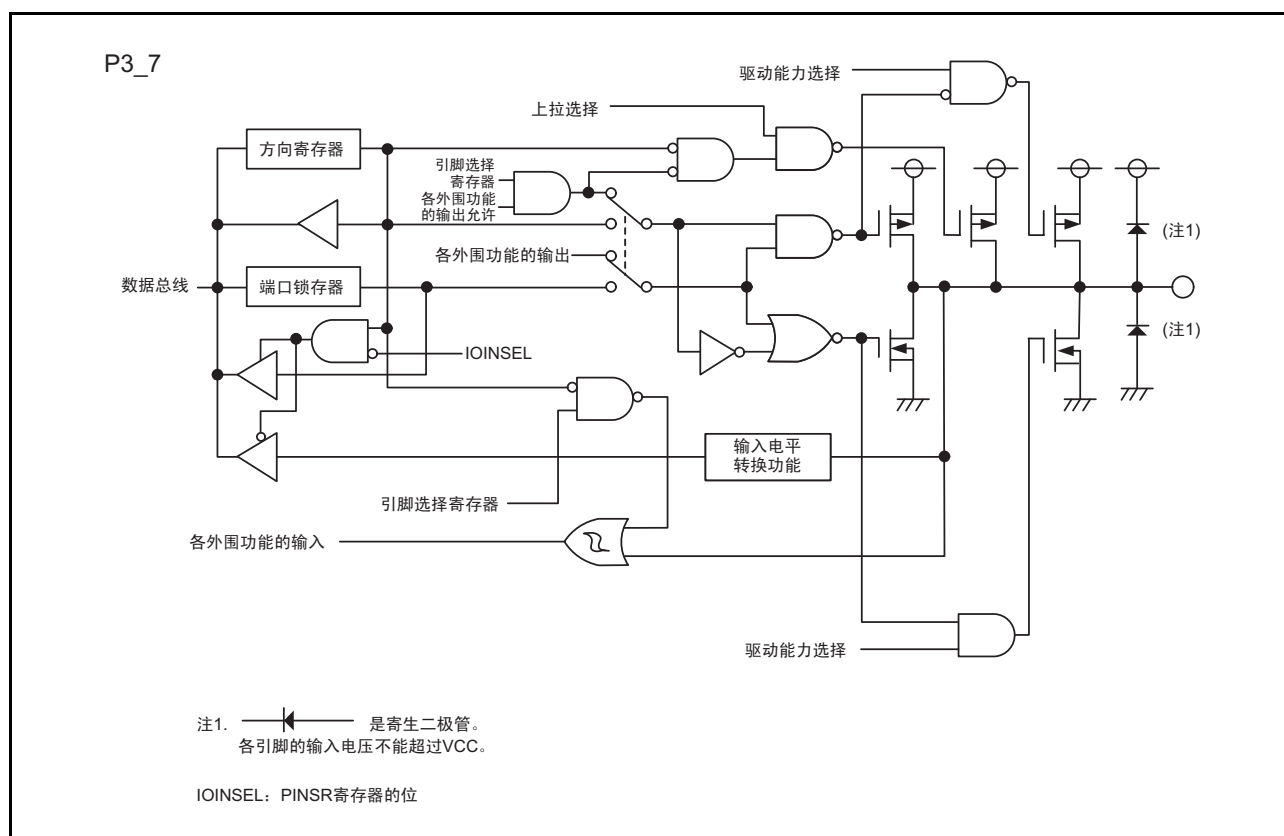


图 7.8 I/O 端口的结构 (8)

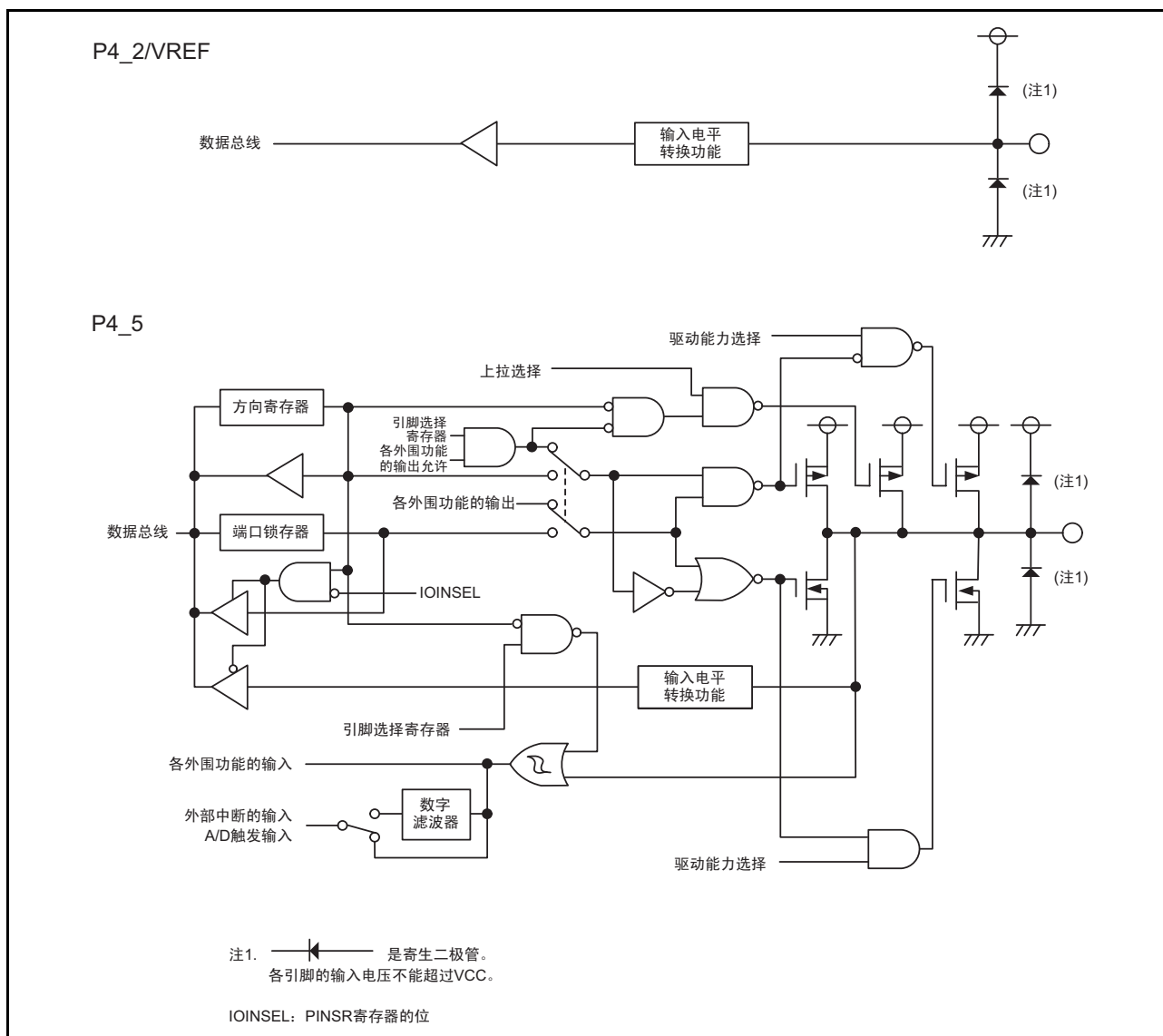


图 7.9 I/O 端口的结构 (9)

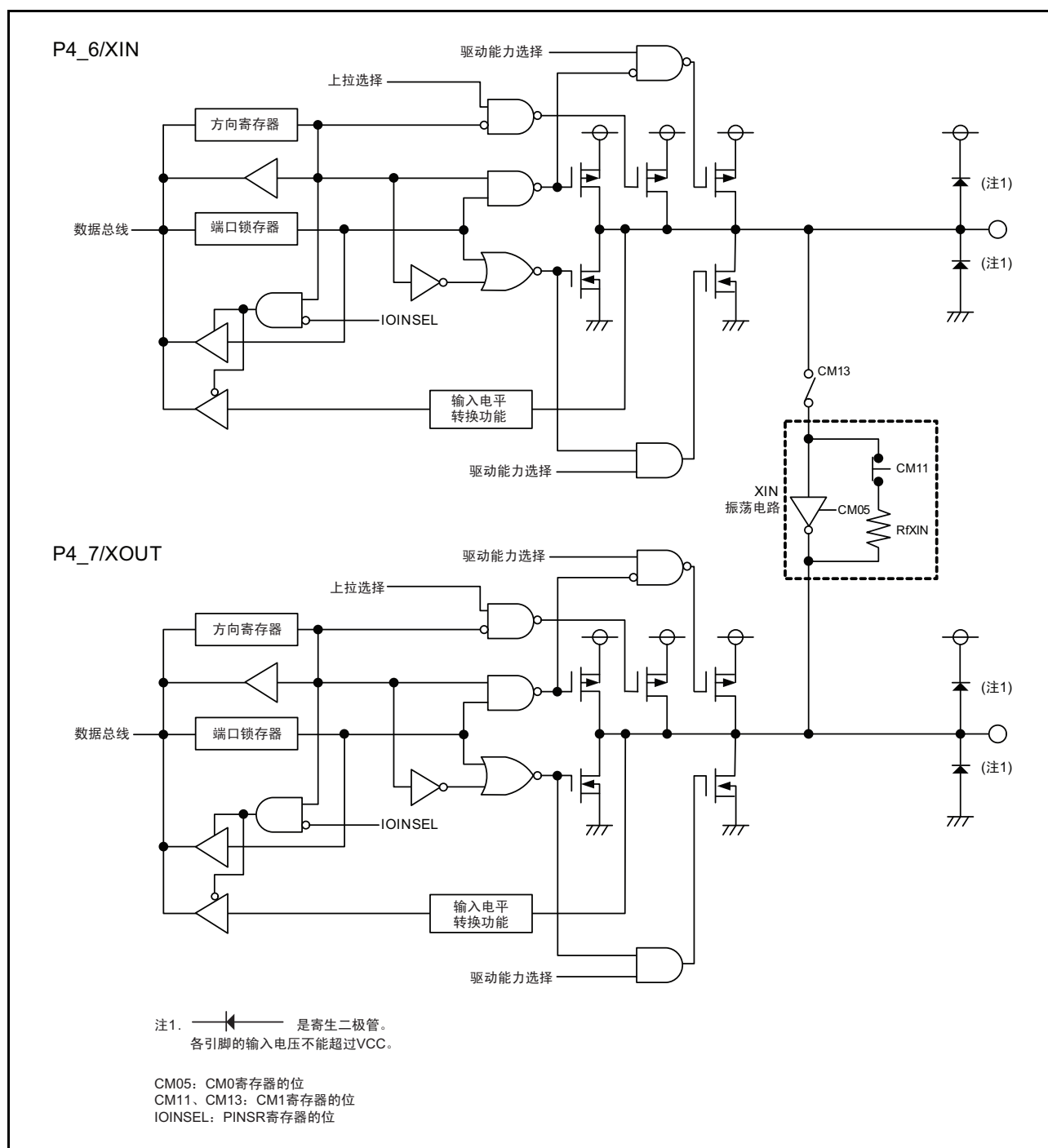


图 7.10 I/O 端口的结构 (10)

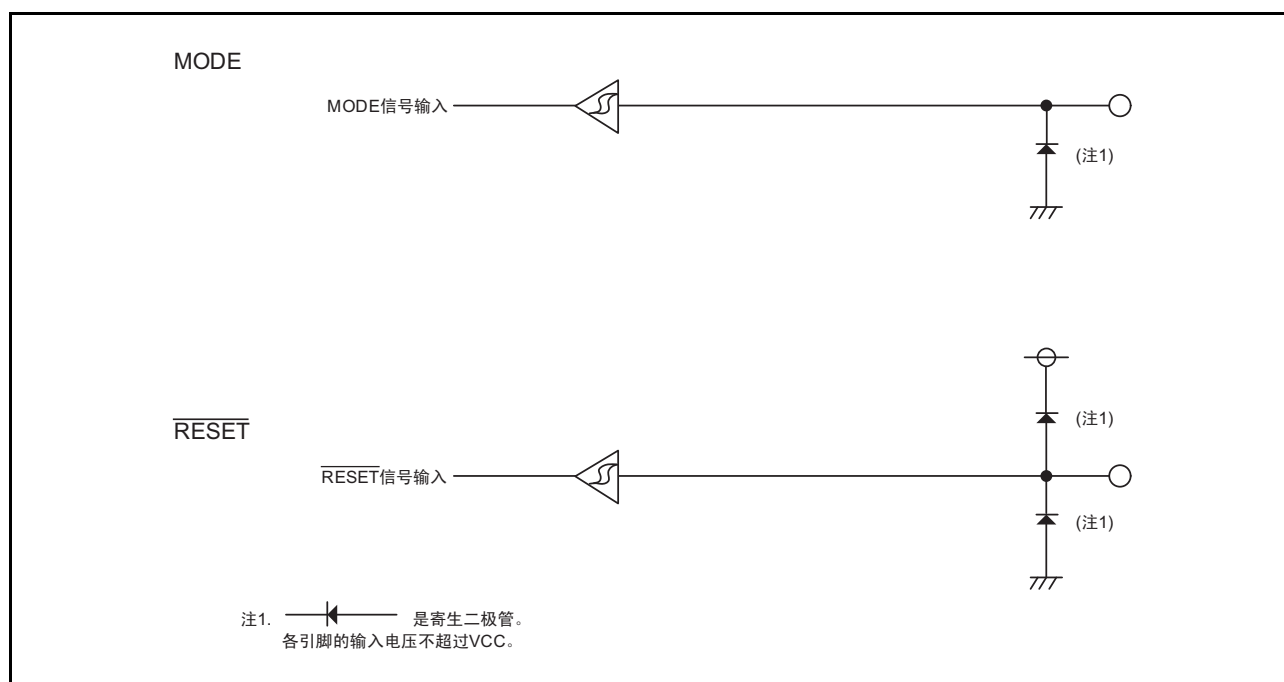


图 7.11 引脚的结构

7.4 寄存器说明

7.4.1 端口 Pi 方向寄存器 (PDi) (i=0 ~ 4)

地址 地址 00E2h (PD0 (注 1))、地址 00E3h (PD1)、地址 00E6h (PD2 (注 2))、
地址 00E7h (PD3 (注 3))、地址 00EAh (PD4 (注 4))

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	PDi_7	PDi_6	PDi_5	PDi_4	PDi_3	PDi_2	PDi_1	PDi_0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	PDi_0	端口 Pi_0 方向位	0: 输入模式 (用作输入端口) 1: 输出模式 (用作输出端口)	R/W
b1	PDi_1	端口 Pi_1 方向位		R/W
b2	PDi_2	端口 Pi_2 方向位		R/W
b3	PDi_3	端口 Pi_3 方向位		R/W
b4	PDi_4	端口 Pi_4 方向位		R/W
b5	PDi_5	端口 Pi_5 方向位		R/W
b6	PDi_6	端口 Pi_6 方向位		R/W
b7	PDi_7	端口 Pi_7 方向位		R/W

注 1. 必须通过将 PRCR 寄存器的 PRC2 位置 “1” (允许写) 后的下一条指令写 PD0 寄存器。

注 2. PD2 寄存器的 PD2_3 ~ PD2_7 位是保留位, 读写值都为 “0”。

注 3. PD3 寄存器的 PD3_0 位、PD3_2 位和 PD3_6 位是保留位, 读写值都为 “0”。

注 4. PD4 寄存器的 PD4_0 ~ PD4_2 位什么也不指定, 读写值都为 “0”。
PD4_3 位和 PD4_4 位是保留位, 读写值都为 “0”。

PDi 寄存器是选择将 I/O 端口用于输入端口还是输出端口的寄存器, 各位分别对应 1 个端口。

7.4.2 端口 Pi 寄存器 (Pi) (i=0 ~ 4)

地址 地址 00E0h (P0)、地址 00E1h (P1)、地址 00E4h (P2 (注1))、地址 00E5h (P3 (注2))、地址 00E8h (P4 (注3))

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	Pi_7	Pi_6	Pi_5	Pi_4	Pi_3	Pi_2	Pi_1	Pi_0
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	符号	位名	功能	R/W
b0	Pi_0	端口 Pi_0 位	0: “L” 电平 1: “H” 电平	R/W
b1	Pi_1	端口 Pi_1 位		R/W
b2	Pi_2	端口 Pi_2 位		R/W
b3	Pi_3	端口 Pi_3 位		R/W
b4	Pi_4	端口 Pi_4 位		R/W
b5	Pi_5	端口 Pi_5 位		R/W
b6	Pi_6	端口 Pi_6 位		R/W
b7	Pi_7	端口 Pi_7 位		R/W

注1. P2 寄存器的 P2_3 ~ P2_7 位是保留位，读写值都为 “0”。

注2. P3 寄存器的 P3_0 位、P3_2 位和 P3_6 位是保留位，读写值都为 “0”。

注3. P4 寄存器的 P4_0、P4_1 位什么也不指定，读写值都为 “0”。
P4_3 和 P4_4 位是保留位，读写值都为 “0”。

通过读写 Pi 寄存器，和外部进行数据的输入 / 输出。Pi 寄存器由保持输出数据的端口锁存器和读引脚状态的电路构成。从引脚输出端口锁存器的值。Pi 寄存器的各位分别对应 1 个端口。

Pi_j 位 (i=0 ~ 4, j=0 ~ 7) (端口 Pi_j 位)

如果读被设定为输入模式的 I/O 端口的对应位，就能读到引脚的电平；如果写被设定为输出模式的 I/O 端口的对应位，就能控制引脚的电平。

7.4.3 定时器 RA 的引脚选择寄存器（TRASR）

地址	地址 0180h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	TRATIOSEL2	TRATIOSEL1	TRATIOSEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W	
b0	TRATIOSEL0	TRATIO 引脚选择位	b2 b1 b0	R/W	
b1	TRATIOSEL1		0 0 0: 不使用 TRATIO 引脚	R/W	
b2	TRATIOSEL2		0 0 1: 分配到 P1_7	R/W	
			0 1 0: 分配到 P1_5		
		0 1 1: 不能设定			
		1 0 0: 不能设定			
		1 0 1: 分配到 P3_5			
		上述以外: 不能设定			
b3	—	保留位	必须置 “0”。	R/W	
b4	—				
b5	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。			—
b6	—				
b7	—				

TRASR 寄存器是选择将定时器 RA 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用定时器 RA 的输入 / 输出引脚时，必须设定 TRASR 寄存器。

在设定定时器 RA 的相关寄存器前，必须设定 TRASR 寄存器，但是不能在定时器 RA 运行中更改 TRASR 寄存器的设定值。

7.4.4 定时器 RB/RC 的引脚选择寄存器 (TRBRCSR)

地址	地址 0181h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	TRCLKSEL1	TRCLKSEL0	—	—	TRBOSEL1	TRBOSEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TRBOSEL0	TRBO 引脚选择位	b1 b0 0 0: 分配到 P1_3 0 1: 分配到 P3_1 1 0: 不能设定 1 1: 分配到 P3_3	R/W
b1	TRBOSEL1			R/W
b2	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	TRCLKSEL0	TRCLK 引脚选择位	b5 b4 0 0: 不使用 TRCLK 引脚 0 1: 分配到 P1_4 1 0: 分配到 P3_3 1 1: 分配到 P3_7	R/W
b5	TRCLKSEL1			R/W
b6	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b7	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—

TRBRCSR 寄存器是选择将定时器 RB 和定时器 RC 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用定时器 RB 和定时器 RC 的输入 / 输出引脚时，必须设定 TRBRCSR 寄存器。

在设定定时器 RB 的相关寄存器前，必须设定 TRBOSEL0 ~ TRBOSEL1 位，但是不能在定时器 RB 运行中更改 TRBOSEL0 ~ TRBOSEL1 位的设定值。在设定定时器 RC 的相关寄存器前，必须设定 TRCLKSEL0 ~ TRCLKSEL1 位，但是不能在定时器 RC 运行中更改 TRCLKSEL0 ~ TRCLKSEL1 位的设定值。

7.4.5 定时器 RC 的引脚选择寄存器 0 (TRCPSR0)

地址	地址 0182h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	TRCIOBSEL2	TRCIOBSEL1	TRCIOBSEL0	—	TRCIOASEL2	TRCIOASEL1	TRCIOASEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TRCIOASEL0	TRCIOA/TRCTRG 引脚选择位	b2 b1 b0	R/W
b1	TRCIOASEL1		0 0 0: 不使用 TRCIOA/TRCTRG 引脚	R/W
b2	TRCIOASEL2		0 0 1: 分配到 P1_1	R/W
			0 1 0: 分配到 P0_0	
			0 1 1: 分配到 P0_1	
		1 0 0: 分配到 P0_2		
			1 0 1: 不能设定	
			1 1 0: 分配到 P3_1	
			1 1 1: 不能设定	
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	TRCIOBSEL0	TRCIOB 引脚选择位	b6 b5 b4	R/W
b5	TRCIOBSEL1		0 0 0: 不使用 TRCIOB 引脚	R/W
b6	TRCIOBSEL2		0 0 1: 分配到 P1_2	R/W
			0 1 0: 分配到 P0_3	
		0 1 1: 分配到 P0_4		
			1 0 0: 分配到 P0_5	
			1 0 1: 分配到 P2_0	
			上述以外: 不能设定	
b7	—	保留位	必须置“0”。	R/W

TRCPSR0 寄存器是选择将定时器 RC 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用定时器 RC 的输入 / 输出引脚时，必须设定 TRCPSR0 寄存器。

在设定定时器 RC 的相关寄存器前，必须设定 TRCPSR0 寄存器，但是不能在定时器 RC 运行中更改 TRCPSR0 寄存器的设定值。

7.4.6 定时器 RC 的引脚选择寄存器 1 (TRCPSR1)

地址	地址 0183h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	TRCIODSEL2	TRCIODSEL1	TRCIODSEL0	—	TRCIOCEL2	TRCIOCEL1	TRCIOCEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TRCIOCEL0	TRCIOCEL 引脚选择位	b2 b1 b0	R/W
b1	TRCIOCEL1		0 0 0: 不使用 TRCIOCEL 引脚	R/W
b2	TRCIOCEL2		0 0 1: 分配到 P1_3 0 1 0: 分配到 P3_4 0 1 1: 分配到 P0_7 1 0 0: 分配到 P2_1 上述以外: 不能设定	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	TRCIODSEL0	TRCIODSEL 引脚选择位	b6 b5 b4	R/W
b5	TRCIODSEL1		0 0 0: 不使用 TRCIODSEL 引脚	R/W
b6	TRCIODSEL2		0 0 1: 分配到 P1_0 0 1 0: 分配到 P3_5 0 1 1: 分配到 P0_6 1 0 0: 分配到 P2_2 上述以外: 不能设定	R/W
b7	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—

TRCPSR1 寄存器是选择将定时器 RC 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用定时器 RC 的输入 / 输出引脚时，必须设定 TRCPSR1 寄存器。

在设定定时器 RC 的相关寄存器前，必须设定 TRCPSR1 寄存器，但是不能在定时器 RC 运行中更改 TRCPSR1 寄存器的设定值。

7.4.7 UART0 引脚选择寄存器（U0SR）

地址	地址 0188h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	CLK0SEL0	—	RXD0SEL0	—	TXD0SEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TXD0SEL0	TXD0 引脚选择位	0: 不使用 TXD0 引脚 1: 分配到 P1_4	R/W
b1	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b2	RXD0SEL0	RXD0 引脚选择位	0: 不使用 RXD0 引脚 1: 分配到 P1_5	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b4	CLK0SEL0	CLK0 引脚选择位	0: 不使用 CLK0 引脚 1: 分配到 P1_6	R/W
b5	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b6	—			
b7	—			

U0SR 寄存器是选择将 UART0 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用 UART0 的输入 / 输出引脚时，必须设定 U0SR 寄存器。

在设定 UART0 的相关寄存器前，必须设定 U0SR 寄存器，但是不能在 UART0 运行中更改 U0SR 寄存器的设定值。

7.4.8 UART2 引脚选择寄存器 0 (U2SR0)

地址	地址 018Ah							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	RXD2SEL2	RXD2SEL1	RXD2SEL0	—	TXD2SEL2	TXD2SEL1	TXD2SEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TXD2SEL0	TXD2/SDA2 引脚选择位	b2 b1 b0 0 0 0: 不使用 TXD2/SDA2 引脚 0 0 1: 分配到 P3_7 0 1 0: 分配到 P3_4 0 1 1: 分配到 P0_0 1 0 0: 分配到 P2_0 1 0 1: 不能设定 1 1 0: 不能设定 1 1 1: 分配到 P2_2	R/W
b1	TXD2SEL1			R/W
b2	TXD2SEL2			R/W
b3	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b4	RXD2SEL0	RXD2/SCL2 引脚选择位	b6 b5 b4 0 0 0: 不使用 RXD2/SCL2 引脚 0 0 1: 分配到 P3_4 0 1 0: 分配到 P3_7 0 1 1: 分配到 P4_5 1 0 0: 分配到 P2_0 1 0 1: 不能设定 1 1 0: 不能设定 1 1 1: 分配到 P2_2	R/W
b5	RXD2SEL1			R/W
b6	RXD2SEL2			R/W
b7	—	保留位	必须置“0”。	R/W

U2SR0 寄存器是选择将 UART2 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用 UART2 的输入 / 输出引脚时，必须设定 U2SR0 寄存器。

在设定 UART2 的相关寄存器前，必须设定 U2SR0 寄存器，但是不能在 UART2 运行中更改 U2SR0 寄存器的设定值。

7.4.9 UART2 引脚选择寄存器 1 (U2SR1)

地址	地址 018Bh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	CTS2SEL1	CTS2SEL0	—	CLK2SEL2	CLK2SEL1	CLK2SEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CLK2SEL0	CLK2 引脚选择位	b2 b1 b0	R/W
b1	CLK2SEL1		0 0 0: 不使用 CLK2 引脚	R/W
b2	CLK2SEL2		0 0 1: 分配到 P3_5 0 1 0: 分配到 P0_5 0 1 1: 不能设定 1 0 0: 分配到 P2_1 上述以外: 不能设定	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	CTS2SEL0	CTS2/RTS2 引脚选择位	b5 b4	R/W
b5	CTS2SEL1		0 0: 不使用 CTS2/RTS2 引脚 0 1: 分配到 P3_3 1 0: 分配到 P3_1 1 1: 不能设定	R/W
b6	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b7	—			

U2SR1 寄存器是选择将 UART2 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用 UART2 的输入 / 输出引脚时，必须设定 U2SR1 寄存器。

在设定 UART2 的相关寄存器前，必须设定 U2SR1 寄存器，但是不能在 UART2 运行中更改 U2SR1 寄存器的设定值。

7.4.10 INT 中断输入的引脚选择寄存器 (INTSR)

地址	地址 018Eh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	INT3SEL0	—	—	INT1SEL2	INT1SEL1	INT1SEL0	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b1	INT1SEL0	INT1 引脚选择位	b3 b2 b1 0 0 0: 分配到 P1_7 0 0 1: 分配到 P1_5 0 1 0: 分配到 P2_0 0 1 1: 不能设定 1 0 0: 不能设定 1 0 1: 分配到 P3_5 上述以外: 不能设定	R/W
b2	INT1SEL1			R/W
b3	INT1SEL2			R/W
b4	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b5	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b6	INT3SEL0	INT3 引脚选择位	0: 分配到 P3_3 1: 分配到 P3_7	R/W
b7	—	保留位	必须置“0”。	R/W

INTSR 寄存器是选择将 $\overline{\text{INTi}}$ ($i=1, 3$) 的输入分配到哪个引脚的寄存器。在使用 $\overline{\text{INTi}}$ 时, 必须设定 INTSR 寄存器。

在设定 $\overline{\text{INTi}}$ 的相关寄存器前, 必须设定 INTSR 寄存器, 但是不能在 $\overline{\text{INTi}}$ 运行中更改 INTSR 寄存器的设定值。

7.4.11 输入 / 输出功能的引脚选择寄存器 (PINSR)

地址	地址 018Fh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	IOINSEL	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b1	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b2	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b3	IOINSEL	I/O 端口输入功能选择位	0: I/O 端口的输入功能取决于 PDi (i=0 ~ 4) 寄存器。 当 PDi 寄存器的 PDi_j (j=0 ~ 7) 位为“0” (输入模式) 时, 读引脚的输入电平。 当 PDi 寄存器的 PDi_j 位为“1” (输出模式) 时, 读端口锁存器。 1: I/O 端口的输入功能与 PDi 寄存器无关, 读引脚的输入电平。	R/W
b4	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

IOINSEL 位 (I/O 端口的输入功能选择位)

IOINSEL 位是在 PDi (i=0 ~ 4) 寄存器的 PDi_j (j=0 ~ 7) 位为“1” (输出模式) 时选择读 I/O 端口的引脚输入电平的位。如果将此位置“1”, I/O 端口的输入功能就读引脚的输入电平, 与 PDi 寄存器无关。

IOINSEL 位的 I/O 端口的读取值如表 7.4 所示。除了 P4_2 以外, 能通过 IOINSEL 位更改全部 I/O 端口的输入功能。

表 7.4 IOINSEL 位的 I/O 端口的读取值

PD <i>i</i> 寄存器的 PD <i>j</i> 位	“0”（输入模式）		“1”（输出模式）	
IOINSEL 位	“0”	“1”	“0”	“1”
I/O 端口的读取值	引脚的输入电平		端口锁存器的值	引脚的输入电平

7.4.12 低电压信号模式控制寄存器 (TSMR)

地址	地址 0190h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	I3LVM	I2LVM	I1LVM	I0LVM	U2LVM	—	U0LVM	LVMPR
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	LVMPR	低电压信号模式保护位	0: 禁止写 1: 允许写 (注 1)	R/W
b1	U0LVM	UART0 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式 (注 2)	R/W
b2	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b3	U2LVM	UART2 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式 (注 2)	R/W
b4	I0LVM	INT0 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式	R/W
b5	I1LVM	INT1 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W
b6	I2LVM	INT2 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W
b7	I3LVM	INT3 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W

注 1. 当 LVMPR 位为 “1” (允许写) 时, 能写 UiLVM (i=0、2)、IjLVM (j=0 ~ 3) 位。必须在将 LVMPR 位置 “1” 后改写 UiLVM (i=0、2)、IjLVM (j=0 ~ 3) 位。将 LVMPR 位写 “1” 时, 必须连续写 “0” 和 “1”。

注 2. 当 UiLVM (i=0、2) 位为 “1” 时, 与 UiC0 (i=0、2) 寄存器的 NCH 位的设定无关, TxDi (i=0、2) 引脚为 N 沟道漏极开路输出。

7.4.13 上拉控制寄存器 0 (PUR0)

地址	地址 01E0h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	PU07	PU06	—	PU04	PU03	PU02	PU01	PU00
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	PU00	P0_0 ~ P0_3 的上拉	0: 无上拉 1: 有上拉 (注 1)	R/W
b1	PU01	P0_4 ~ P0_7 的上拉		R/W
b2	PU02	P1_0 ~ P1_3 的上拉		R/W
b3	PU03	P1_4 ~ P1_7 的上拉		R/W
b4	PU04	P2_0 ~ P2_2 的上拉		R/W
b5	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b6	PU06	P3_1、P3_3 的上拉	0: 无上拉 1: 有上拉 (注 1)	R/W
b7	PU07	P3_4、P3_5、P3_7 的上拉		R/W

注 1. 此位为“1”（有上拉）并且端口方向位为“0”（输入模式）的引脚被上拉。

对于用作输入端口的引脚，PUR0 寄存器的设定值有效。

7.4.14 上拉控制寄存器 1 (PUR1)

地址	地址 01E1h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	PU11	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—
b1	PU11	P4_5 ~ P4_7 的上拉	0: 无上拉 1: 有上拉 (注 1)	R/W
b2	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. 此位为“1”（有上拉）并且端口方向位为“0”（输入模式）的引脚被上拉。

对于用作输入端口的引脚，PUR1 寄存器的设定值有效。

7.4.15 端口 P1 的驱动能力控制寄存器 (P1DDR)

地址	地址 01F0h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	P1DDR7	P1DDR6	P1DDR5	P1DDR4	P1DDR3	P1DDR2	P1DDR1	P1DDR0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	P1DDR0	P1_0 的驱动能力	0: Low 1: High (注 1)	R/W
b1	P1DDR1	P1_1 的驱动能力		R/W
b2	P1DDR2	P1_2 的驱动能力		R/W
b3	P1DDR3	P1_3 的驱动能力		R/W
b4	P1DDR4	P1_4 的驱动能力		R/W
b5	P1DDR5	P1_5 的驱动能力		R/W
b6	P1DDR6	P1_6 的驱动能力		R/W
b7	P1DDR7	P1_7 的驱动能力		R/W

注 1. “H”电平输出和“L”电平输出都设定为 High 驱动能力。

P1DDR 寄存器是选择将 P1 的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平或者 High 电平的寄存器。能通过 P1DDRRi 位 (i=0 ~ 7)，选择是将每个引脚的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平还是 High 电平。

对于用作输出端口的引脚，P1DDR 寄存器的设定值有效。

7.4.16 端口 P2 的驱动能力控制寄存器 (P2DDR)

地址	地址 01F1h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	P2DDR2	P2DDR1	P2DDR0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	P2DDR0	P2_0 的驱动能力	0: Low 1: High (注 1)	R/W
b1	P2DDR1	P2_1 的驱动能力		R/W
b2	P2DDR2	P2_2 的驱动能力		R/W
b3	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—

注 1. “H”电平输出和“L”电平输出都设定为 High 驱动能力。

P2DDR 寄存器是选择将 P2_0 ~ P2_2 的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平或者 High 电平的寄存器。能通过 P2DDRRi 位 (i=0 ~ 2)，选择是将每个引脚的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平还是 High 电平。

对于用作输出端口的引脚，P2DDR 寄存器的设定值有效。

7.4.17 驱动能力控制寄存器 0 (DRR0)

地址	地址 01F2h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	DRR07	DRR06	—	—	—	—	DRR01	DRR00
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	DRR00	P0_0 ~ P0_3 的驱动能力	0: Low 1: High （注 1）	R/W
b1	DRR01	P0_4 ~ P0_7 的驱动能力		R/W
b2	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	DRR06	P3_1、 P3_3 的驱动能力	0: Low 1: High （注 1）	R/W
b7	DRR07	P3_4、 P3_5、 P3_7 的驱动能力		R/W

注 1. “H”电平输出和“L”电平输出都设定为 High 驱动能力。

对于用作输出端口的引脚，DRR0 寄存器的设定值有效。

DRR00 位 (P0_0 ~ P0_3 的驱动能力)

DRR00 位是选择将 P0_0 ~ P0_3 的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平或者 High 电平的位。能通过 DRR00 位，选择是将 4 个引脚的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平还是 High 电平。

DRR01 位 (P0_4 ~ P0_7 的驱动能力)

DRR01 位是选择将 P0_4 ~ P0_7 的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平或者 High 电平的位。能通过 DRR01 位，选择是将 4 个引脚的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平还是 High 电平。

DRR06 位 (P3_1、P3_3 的驱动能力)

DRR06 位是选择将 P3_1、P3_3 的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平或者 High 电平的位。能通过 DRR06 位，选择是将 2 个引脚的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平还是 High 电平。

DRR07 位 (P3_4、P3_5、P3_7 的驱动能力)

DRR07 位是选择将 P3_4、P3_5、P3_7 的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平或者 High 电平的位。能通过 DRR07 位，选择是将 3 个引脚的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平还是 High 电平。

7.4.18 驱动能力控制寄存器 1（DRR1）

地址	地址 01F3h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	DRR11	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	什么也不指定。只能写 “0”，读取值为不定值。		—
b1	DRR11	P4_5 ~ P4_7 的驱动能力	0: Low 1: High （注 1）	R/W
b2	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b3	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b4	—			
b5	—			
b6	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b7	—			

注 1. “H” 电平输出和 “L” 电平输出都设定为 High 驱动能力。

对于用作输出端口的引脚， DRR1 寄存器的设定值有效。

DRR11 位（P4_5 ~ P4_7 的驱动能力）

DRR11 位是选择将 P4_5 ~ P4_7 的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平或者 High 电平的位。能通过 DRR11 位，选择是将 4 个引脚的输出晶体管的驱动能力置为 Low 电平还是 High 电平。

7.4.19 输入阈值控制寄存器 0 (VLT0)

地址	地址 01F5h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	VLT07	VLT06	VLT05	VLT04	VLT03	VLT02	VLT01	VLT00
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	VLT00	P0 的输入电平选择位	b1 b0 0 0: 0.50×VCC 0 1: 0.35×VCC 1 0: 0.70×VCC 1 1: 不能设定	R/W
b1	VLT01			R/W
b2	VLT02	P1 的输入电平选择位	b3 b2 0 0: 0.50×VCC 0 1: 0.35×VCC 1 0: 0.70×VCC 1 1: 不能设定	R/W
b3	VLT03			R/W
b4	VLT04	P2_0 ~ P2_2 的输入电平选择位	b5 b4 0 0: 0.50×VCC 0 1: 0.35×VCC 1 0: 0.70×VCC 1 1: 不能设定	R/W
b5	VLT05			R/W
b6	VLT06	P3_1、P3_3 ~ P3_5、P3_7 的输入电平选择位	b7 b6 0 0: 0.50×VCC 0 1: 0.35×VCC 1 0: 0.70×VCC 1 1: 不能设定	R/W
b7	VLT07			R/W

VLT0 寄存器是选择端口 P0、P1、P2_0 ~ P2_2、P3_1、P3_3 ~ P3_5、P3_7 的输入阈值电压电平的寄存器。通过 VLT00 ~ VLT07 位从 3 种电压电平 (0.35VCC、0.50VCC、0.70VCC) 中选择输入阈值。

7.4.20 输入阈值控制寄存器 1（VLT1）

地址	地址 01F6h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	VLT11	VLT10
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	VLT10	P4_2、P4_5 ~ P4_7 的输入电平 选择位	b1 b0 0 0: 0.50×VCC 0 1: 0.35×VCC 1 0: 0.70×VCC 1 1: 不能设定	R/W
b1	VLT11			R/W
b2	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

VLT1 寄存器是选择端口 P4_2、P4_5 ~ P4_7 的输入阈值电压电平的寄存器。能通过 VLT10 ~ VLT11 位，从 3 种电压电平（0.35VCC、0.50VCC、0.70VCC）中选择输入阈值。

7.5 端口的设定

端口的设定如表 7.5 ～表 7.37 所示。

表 7.5 端口 P0_0/AN7/CHxC/TXD2/SDA2/TRCIOA/TRCTRG

寄存器	PD0	ADINSEL						SCUCR0		TSMR	U2SR0			U2MR			U2SMR	TRCPSR0			定时器 RC 的设定	功能
位	PD0_0	CH			ADGSEL			SCUE	BCSHORT	U2LVM	TXD2SEL			SMD			IICM	TRCIOASEL			—	
		2	1	0	1	0	2				1	0	2	1	0	2		1	0	2		
设定值	0	X	X	X	X	X	0	X	X	011b 以外	X	X	X	X	010b 以外	X	输入端口 (注 1)					
	1	X	X	X	X	X	0	X	X	011b 以外	X	X	X	X	010b 以外	X	输出端口 (注 2)					
	0	1	1	1	0	0	0	X	X	011b 以外	X	X	X	X	010b 以外	X	A/D 转换器输入 (AN7) (注 1)					
	X	X	X	X	X	X	1	1	X	011b 以外	X	X	X	X	X	X	X	CHxC 输入、 CHxC 强制 “H”电平输出 (注 2、注 4、 注 5)				
	X	X	X	X	X	X	1	0	X	011b 以外	X	X	X	X	X	X	X	CHxC 强制 “H”电平输出 (注 2、注 4)				
	X	X	X	X	X	X	0	X	0	0	1	1	1	0	0	1	0	TXD2 输出 (注 2、注 3)				
	X	X	X	X	X	X	0	X	1	0	1	1	1	0	0	1	0	TXD2 N 沟道漏 极开路输出				
	0	X	X	X	X	X	0	X	0	0	1	1	0	1	0	1	X	SDA2 输入 / 输出 (注 2、注 3)				
	0	X	X	X	X	X	0	X	1	0	1	1	0	1	0	1	X	SDA2 CMOS 输入、N 沟道漏极 开路输出 (注 6、注 7)				
	0	X	X	X	X	X	0	X	X	011b 以外	X	X	X	X	0	1	0	参照“表 7.34 TRCIOA 引脚的设定”。	TRCIOA 输入 (注 1)			
	X	X	X	X	X	X	0	X	X	011b 以外	X	X	X	X	0	1	0	参照“表 7.34 TRCIOA 引脚的设定”。	TRCIOA 输出 (注 2)			

X: “0” 或者 “1”

- 注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU00 位置 “1”，该端口就被上拉。
- 注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR00 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。
- 注 3. 如果将 U2C0 寄存器的 NCH 位置 “1”，该端口为就 N 沟道漏极开路输出。但是当 TSMR 寄存器的 U2LVM 位置 “1”（允许低电压信号模式）时，NCH 位的设定为无效。详细内容请参照“7.6 低电压信号模式”。
- 注 4. 传感器控制单元运行后，在状态 2 的情况下，从 CHxC 强制输出 “H” 电平。
- 注 5. 传感器控制单元运行后，在状态 6 ～ 10、15 ～ 20 的情况下，CHxC 为输入。
- 注 6. 该端口为 SDA2 N 沟道漏极开路输出。
- 注 7. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

表 7.6 端口 P0_1/AN6/CHxB/TRCIOA/TRCTRG

寄存器	PD0	ADINSEL						SCUCR0		TSMR	U1MR			TRCPSR0			定时器 RC 的设置	功能
位	PD0_1	CH			ADGSEL			SCUE	BCSHORT	U1LVM	SMD			TRCIOASEL			—	
		2	1	0	1	0	2				1	0	2	1	0			
设定值	0	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	011b 以外			X	输入端口（注 1）
	1	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	011b 以外			X	输出端口（注 2）
	0	1	1	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	011b 以外			X	A/D 转换器输入（AN6）（注 1）
	X	X	X	X	X	X	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	ChxB 输入、ChxB 强制“L”电平输出（注 2、注 3、注 4）
	X	X	X	X	X	X	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	ChxB 强制“L”电平输出（注 2、注 3）
	0	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	1	1	参照“表 7.34 TRCIOA 引脚的设置”。	TRCIOA 输入（注 1）	
	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	0	1	1	参照“表 7.34 TRCIOA 引脚的设置”。	TRCIOA 输出（注 2）		

X: “0” 或者 “1”

- 注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU00 位置 “1”，该端口就被上拉。
 注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR00 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。
 注 3. 传感器控制单元运行后，在状态 5、14 的情况下，从 CHxB 强制输出 “L” 电平。
 注 4. 传感器控制单元运行后，在状态 6 ~ 10、15 ~ 20 的情况下，CHxB 为输入。

表 7.7 端口 P0_2/AN5/CHxA/TRCIOA/TRCTRG

寄存器	PD0	ADINSEL						SCUCR0	TSMR	TRCPSR0			定时器 RC 的设置			功能
位	PD0_2	CH			ADGSEL			SCUE	U1LVM	TRCIOASEL			—			
		2	1	0	1	0	2			1	0					
设定值	0	X	X	X	X	X	0	X	100b 以外			X			输入端口（注 1）	
	1	X	X	X	X	X	0	X	100b 以外			X			输出端口（注 2）	
	0	1	0	1	0	0	0	X	100b 以外			X			A/D 转换器输入（AN5） （注 1）	
	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X			CHxA 输入、CHxA 强制 “L” 电平输出 （注 2、注 3）	
	0	X	X	X	X	X	0	X	1	0	0	参照“表 7.34 TRCIOA 引脚的 设定”。			TRCIOA 输入（注 1）	
	X	X	X	X	X	X	0	X	1	0	0	参照“表 7.34 TRCIOA 引脚的 设定”。			TRCIOA 输出（注 2）	

X: “0” 或者 “1”

- 注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU00 位置 “1”，该端口就被上拉。
 注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR00 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。
 注 3. 传感器控制单元运行后，在状态 4、5、13、14 的情况下，从 CHxA 强制输出 “L” 电平。

表 7.8 端口 P0_3/AN4/CH0/TRCIOB

寄存器	PD0	ADINSEL				SCUCR0	TSIER0	SCHCR					TSMR	U1SR	U1MR				TRCPSR0			定时器 RC 的设置	功能	
位	PD0_3	CH		ADGSEL		SCUE	CH00E	CHC					U1LVM	CLK1SEL0	SMD		CKDIR	TRCIOBSEL			—			
		2	1	0	1			0	4	3	2	1			0	2		1	0	2		1		0
设定值	0	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	010b 以外			X	输入端口（注 1）	
	1	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	010b 以外			X	输出端口（注 2）	
	0	1	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	010b 以外			X	A/D 转换器输入（AN4）（注 1）	
	X	X	X	X	X	X	1	1	0	0	0	0	0	X	0	X	X	X	X	X	X	X	CH0 输入	
	X	X	X	X	X	X	1	1	00000b 以外					X	0	X	X	X	X	X	X	X	CH0 强制“H”电平输出（注 2）	
	0	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	0	1	0	参照“表 7.35 TRCIOB 引脚的设置”。	TRCIOB 输入（注 1）
	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	0	1	0	参照“表 7.35 TRCIOB 引脚的设置”。	TRCIOB 输出（注 2）

X: “0” 或者 “1”

- 注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU00 位置 “1”，该端口就被上拉。
 注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR00 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。
 注 3. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

表 7.9 端口 P0_4/AN3/CH1/TRCIOB

寄存器	PD0	ADINSEL						SCUCR0	TSIER0	SCHCR						TRCPSR0			定时器 RC 的设置	功能
位	PD0_4	CH			ADGSEL			SCUE	CH01E	CHC						TRCIOBSEL			—	
		2	1	0	1	0	4			3	2	1	0	2	1	0				
设定值	0	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	011b 以外			X	输入端口（注 1）	
	1	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	011b 以外			X	输出端口（注 2）	
	0	0	1	1	0	0	0	X	X	X	X	X	X	011b 以外			X	A/D 转换器输入（AN3） （注 1）		
	X	X	X	X	X	X	1	1	0	0	0	0	1	X	X	X	X	CH1 输入		
	X	X	X	X	X	X	1	1	00001b 以外						X	X	X	X	CH1 强制“H”电平 输出（注 2）	
	0	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	1	1	参照“表 7.35 TRCIOB 引脚的设置”。	TRCIOB 输入（注 1）	
	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	1	1	参照“表 7.35 TRCIOB 引脚的设置”。	TRCIOB 输出（注 2）	

X: “0” 或者 “1”

- 注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU01 位置为 “1”，该端口就被上拉。
 注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR01 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

表 7.10 端口 P0_5/AN2/CH2/CLK2/TRCIOB

寄存器	PD0	ADINSEL					SCUCR0	TSIER0	SCHCR					TSMR	U2SR1			U2MR			TRCPSR0			定时器 RC 的设定	功能	
位	PD0_5	CH		ADGSEL			SCUE	CH02E	CHC					U2LVM	CLK2SEL			SMD		CKDIR	TRCIOBSEL			—		
		2	1	0	1	0			0	1	4	3	2		1	0	2	1	0		2	1	0			2
设定值	0	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	010b 以外	X	X	X	X	100b 以外	X	输入端口（注 1）			
	1	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	010b 以外	X	X	X	X	100b 以外	X	输出端口（注 2）			
	0	0	1	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	010b 以外	X	X	X	X	100b 以外	X	A/D 转换器输入（AN2）（注 1）			
	X	X	X	X	X	X	X	1	1	0	0	0	1	0	X	010b 以外	X	X	X	X	X	X	X	CH2 输入		
	X	X	X	X	X	X	X	1	1	00010b 以外					X	010b 以外	X	X	X	X	X	X	X	X	CH2 强制“H”电平输出（注 2）	
	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	0	0	1	0	X	X	X	1	X	X	X	CLK2（外部时钟）输入（注 1）
	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	1	0	1	0	X	X	X	1	X	X	X	CLK2（外部时钟）CMOS 输入（注 1、注 4）
	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	0	0	1	0	0	0	1	0	X	X	X	CLK2（内部时钟）CMOS 输出（注 2、注 3）
	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	1	0	1	0	0	0	1	0	X	X	X	CLK2（内部时钟）N 沟道漏极开路输出
	0	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	010b 以外	X	X	X	X	1	0	0	参照“表 7.35 TRCIOB 引脚的设定”。	TRCIOB 输入（注 1）	
X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	010b 以外	X	X	X	X	1	0	0	参照“表 7.35 TRCIOB 引脚的设定”。	TRCIOB 输出（注 2）		

X: “0” 或者 “1”

- 注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU01 位置 “1”，该端口就被上拉。
- 注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR01 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。
- 注 3. 如果将 U2SMR3 寄存器的 NODC 位置 “1”，该端口就为 N 沟道漏极开路输出。
- 注 4. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

表 7.11 端口 P0_6/AN1/CH3/TRCIOD

寄存器	PD0	ADINSEL					SCUCR0	TSIER0	SCHCR					TRCPSR1			定时器 RC 的设置			功能
位	PD0_6	CH			ADGSEL		SCUE	CH03E	CHC					TRCIODSEL			—			
		2	1	0	1	0			4	3	2	1	0	2	1	0				
设定值	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	011b 以外			X	输入端口（注 1）		
	1	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	011b 以外			X	输出端口（注 2）		
	0	0	0	1	0	0	0	X	X	X	X	X	X	011b 以外			X	A/D 转换器输入（AN1）（注 1）		
	X	X	X	X	X	X	1	1	0	0	0	1	1	X	X	X	X	CH3 输入		
	X	X	X	X	X	X	1	1	00011b 以外					X	X	X	X	CH3 强制“H”电平输出（注 2）		
	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	0	1	1	参照“表 7.37 TRCIOD 引脚的设置”。	TRCIOD 输入（注 1）	
	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	1	1	参照“表 7.37 TRCIOD 引脚的设置”。	TRCIOD 输出（注 2）	

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU01 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR01 位置为 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

表 7.12 端口 P0_7/AN0/CH4/TRCIOD

寄存器	PD0	ADINSEL					SCUCR0	TSIER0	SCHCR					TRCPSR1			定时器 RC 的设定	功能
位	PD0_7	CH			ADGSEL		SCUE	CH04E	CHC					TRCIOSEL			—	
		2	1	0	1	0			4	3	2	1	0	2	1	0		
设定值	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	011b 以外			X	输入端口（注 1）
	1	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	011b 以外			X	输出端口（注 2）
	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	011b 以外			X	A/D 转换器输入（AN0）（注 1）
	X	X	X	X	X	X	1	1	0	0	1	0	0	X	X	X	X	CH4 输入
	X	X	X	X	X	X	1	1	00100b 以外					X	X	X	X	CH4 强制“H”电平输出（注 2）
	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	1	1	参照“表 7.36 TRCIOCI 引脚的设定”。	TRCIOCI 输入（注 1）
	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	1	1	参照“表 7.36 TRCIOCI 引脚的设定”。	TRCIOCI 输出（注 2）

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果 PUR0 寄存器的 PU01 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR01 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

表 7.13 端口 P1_0/KI0/AN8/CH5/TRCIOD

寄存器	PD1	KIEN	ADINSEL						SCUCR0	TSIER0	SCHCR						TRCPSR1				定时器 RC 的设定			功能
位	PD1_0	KI0EN	CH			ADGSEL			SCUE	CH05E	CHC						TRCIODSEL				—			
			2	1	0	1	0	4			3	2	1	0	2	1	0							
设定值	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	001b 以外				X	输入端口（注 1）			
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	001b 以外				X	输出端口（注 2）			
	0	1	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	001b 以外				X	KI0 输入（注 1）			
	0	0	0	0	0	0	1	0	X	X	X	X	X	X	001b 以外				X	A/D 转换器输入（AN8） （注 1）				
	X	X	X	X	X	X	X	1	1	0	0	1	0	1	X	X	X	X	X	CH5 输入				
	X	X	X	X	X	X	X	1	1	00101b 以外						X	X	X	X	CH5 强制“H”电平 输出（注 2）				
	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	0	1	参照“表 7.37 TRCIOD 引脚的设定。”	TRCIOD 输入（注 1）				
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	0	1	参照“表 7.37 TRCIOD 引脚的设定。”	TRCIOD 输出（注 2）				

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU02 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 P1DRR 寄存器的 P1DRR0 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

表 7.14 端口 P1_1/KI1/AN9/CH6/TRCIOA/TRCTRG

寄存器	PD1	KIEN	ADINSEL						SCUCR0	TSIER0	SCHCR					TRCPSR0			定时器 RC 的设定	功能
位	PD1_1	KI1EN	CH			ADGSEL			SCUE	CH06E	CHC					TRCIOASEL			—	
			2	1	0	1	0	4			3	2	1	0	2	1	0			
设定值	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	001b 以外			X	输入端口（注 1）
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	001b 以外			X	输出端口（注 2）
	0	1	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	001b 以外			X	KI1 输入（注 1）
	0	0	0	0	1	0	1	0	0	X	X	X	X	X	X	001b 以外			X	A/D 转换器输入（AN9）（注 1）
	X	X	X	X	X	X	X	X	1	1	0	0	1	1	0	X	X	X	X	CH6 输入
	X	X	X	X	X	X	X	X	1	1	00110b 以外					X	X	X	X	CH6 强制“H”电平输出（注 2）
	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	0	1	参照“表 7.34 TRCIOA 引脚的设定。”	TRCIOA 输入（注 1）
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	0	1	参照“表 7.34 TRCIOA 引脚的设定。”	TRCIOA 输出（注 2）

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU02 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 P1DRR 寄存器的 P1DRR1 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

表 7.15 端口 P1_2/KI2/AN10/CH7/TRCIOB

寄存器	PD1	KIEN	ADINSEL						SCUCR0	TSIER0	SCHCR					TRCPSR0			定时器 RC 的设定	功能
位	PD1_2	KI2EN	CH			ADGSEL			SCUE	CH07E	CHC					TRCIOBSEL			—	
			2	1	0	1	0	4			3	2	1	0	2	1	0			
设定值	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	001b 以外			X	输入端口（注 1）
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	001b 以外			X	输出端口（注 2）
	0	1	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	001b 以外			X	KI2 输入（注 1）
	0	0	0	1	0	0	1	0	0	X	X	X	X	X	X	001b 以外			X	A/D 转换器输入（AN10）（注 1）
	X	X	X	X	X	X	X	X	1	1	0	0	1	1	1	X	X	X	X	CH7 输入
	X	X	X	X	X	X	X	X	1	1	00111b 以外					X	X	X	X	CH7 强制“H”电平输出（注 2）
	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	0	1	参照“表 7.35 TRCIOB 引脚的设定”。	TRCIOB 输入（注 1）
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	0	1	参照“表 7.35 TRCIOB 引脚的设定”。	TRCIOB 输出（注 2）

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU02 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 P1DRR 寄存器的 P1DRR2 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

表 7.16 端口 P1_3/KI3/AN11/CH8/TRBO/TRCIOC

寄存器	PD1	KIEN	ADINSEL						SCUCR0	TSIER1	SCHCR						TRBRCR		TRCPSR1			定时器 RB 的 设定	定时器 RC 的设定	功能	
位	PD1_3	KI3EN	CH			ADGSEL			SCUE	CH08E	CHC						TRBOSEL0		TRCIOSEL			—	—		
			2	1	0	1	0	4			3	2	1	0	1	0	2	1	0						
设定值	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	00b 以外 X X		001b 以外		X TRBO 使用 条件以外			X	输入端口 (注 1)	
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	00b 以外 X X		001b 以外		X TRBO 使用 条件以外			X	输出端口 (注 2)	
	0	1	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	00b 以外 X X		001b 以外		X TRBO 使用 条件以外			X	KI3 输入 (注 1)	
	0	0	0	1	1	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	00b 以外 X X		001b 以外		X TRBO 使用 条件以外			X	A/D 转换器 输入 (AN11) (注 1)	
	X	X	X	X	X	X	X	X	1	1	0	1	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	CH8 输入		
	X	X	X	X	X	X	X	X	1	1	01000b 以外						X	X	X	X	X	X	X	CH8 强制 “H” 电平 输出 (注 2)	
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	0	0	X	X	X	参照“表 7.33 TRBO 引脚的设 定”。			X	TRBO 输出 (注 2)
	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	00b 以外 X X		001b 以外		0	0	1	X TRBO 使用 条件以外	参照“表 7.36 TRCIOCI 脚的设 定”。	TRCIOCI 输入 (注 1)
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	00b 以外 X X		001b 以外		0	0	1	X TRBO 使用 条件以外	参照“表 7.36 TRCIOCI 脚的设 定”。	TRCIOCI 输出 (注 2)

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PU00 寄存器的 PU02 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 P1DDR 寄存器的 P1DDR3 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

表 7.17 端口 P1_4/CH9/TXD0/TRCCLK

寄存器	PD1	SCUCR0	TSIER1	SCHCR					TSMR	U0SR	U0MR			TRBRCR		TRCCR1			功能
位	PD1_4	SCUE	CH09E	CHC					U0LVM	TXD0SEL0	SMD			TRCCLKSEL		TCK			
				4	3	2	1	0			2	1	0	1	0	2	1	0	
设定值	0	X	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	X	X	输入端口（注1）
	1	X	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	X	X	输出端口（注2）
	X	1	1	0	1	0	0	1	X	0	X	X	X	X	X	X	X	X	CH9 输入
	X	1	1	01001b 以外					X	0	X	X	X	X	X	X	X	X	CH9 强制“H”电平输出（注2）
	X	X	0	X	X	X	X	X	0	1	0	0	1	X	X	X	X	X	TXD0 输出（注2、注3）
											1		0						
													1						
													1						
	X	X	0	X	X	X	X	X	1	1	0	0	1	X	X	X	X	X	TXD0 N 沟道漏极开路输出
											1		0						
1																			
1													0						
0	X	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	0	1	1	0	1	TRCCLK 输入（注1）	

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU03 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 P1DRR 寄存器的 P1DRR4 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

注 3. 如果将 U0C0 寄存器的 NCH 位置 “1”，该端口就为 N 沟道漏极开路输出。但是 TSMR 寄存器的 U0LVM 位置 “1”（允许低电压信号模式）时，NCH 位的设定为无效。详细内容请参照 “7.6 低电压信号模式”。

表 7.18 端口 P1_5/CH10/RXD0/INT1/TRAI0

寄存器	PD1	SCUCR0	TSIER1	SCHCR					TSMR		U0SR	TRASR			TRAI0C	TRAMR			INTSR			INTEN	功能
位	PD1_5	SCUE	CH10E	CHC					U0LVM	I1LVM	RXD0SEL0	TRAI0SEL			TOPCR	TMOD			INT1SEL			INT1EN	
				4	3	2	1	0				2	1	0		2	1	0	2	1	0		
设定值	0	X	0	X	X	X	X	X	X	0	X	010b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	输入端口（注1）
	1	X	0	X	X	X	X	X	X	X	X	010b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	输出端口（注2）
	X	1	1	0	1	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CH10 输入
	X	1	1	01010b 以外					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CH10 强制“H”电平输出（注2）	
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	0	1	010b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	RXD0 输入（注1）
	0	X	0	X	X	X	X	X	1	X	1	010b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	RXD0 CMOS 输入（注1、注3）
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	0	X	010b 以外			X	X	X	X	0	0	1	1	INT1 输入（注1）
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	1	X	010b 以外			X	X	X	X	0	0	1	1	INT1 CMOS 输入（注1、注3）
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	0	X	0	1	0	0	000b、001b 以外			0	0	1	1	TRAI0 输入（注1）
	X	X	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	1	0	0	0	0	1	X	X	X	X	TRAI0 脉冲输出（注2）

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU03 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 P1DRR 寄存器的 P1DRR5 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

注 3. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

表 7.19 端口 P1_6/CH11/CLK0

寄存器	PD1	SCUCR0	TSIER1	SCHCR					TSMR	U0SR	U0MR				功能
位	PD1_6	SCUE	CH11E	CHC					U0LVM	CLK0SEL0	SMD			CKDIR	
				4	3	2	1	0			2	1	0		
设定值	0	X	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	输入端口（注 1）
	1	X	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	输出端口（注 2）
	X	1	1	0	1	0	1	1	X	0	X	X	X	X	CH11 输入
	X	1	1	01011b 以外					X	0	X	X	X	X	CH11 强制 “H” 电平输出（注 2）
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	1	X	X	X	1	CLK0（外部时钟）输入（注 1）
	0	X	0	X	X	X	X	X	1	1	X	X	X	1	CLK0（外部时钟）CMOS 输入（注 1、注 3）
	X	X	0	X	X	X	X	X	0	1	0	0	1	0	CLK0（内部时钟）输出（注 2）
	X	X	0	X	X	X	X	X	1	1	0	0	1	0	CLK0（内部时钟）N 沟道漏极开路输出

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU03 位置“1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 P1DDR 寄存器的 P1DDR6 位置“1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

注 3. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

表 7.20 端口 P1_7/CH12/INT1/TRAI0

寄存器	PD1	SCUCR0	TSIER1	SCHCR					TSMR	TRASR			TRAI0C	TRAMR			INTSR			INTEN	功能
位	PD1_7	SCUE	CH12E	CHC					I1LVM	TRAI0SEL			TOPCR	TMOD			INT1SEL			INT1EN	
				4	3	2	1	0		2	1	0		2	1	0	2	1	0		
设定值	0	X	0	X	X	X	X	X	0	001b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	输入端口 （注 1）
	1	X	0	X	X	X	X	X	X	001b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	输出端口 （注 2）
	X	1	1	0	1	1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CH12 输入
	X	1	1	01100b 以外					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CH12 强制 “H” 电平 输出（注 2）	
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	001b 以外			X	X	X	X	0	0	0	1	INT1 输入 （注 1）
	0	X	0	X	X	X	X	X	1	001b 以外			X	X	X	X	0	0	0	1	INT1 CMOS 输入 （注 1、注 3）
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	0	0	1	0	000b、001b 以外			0	0	0	X	TRAI0 输入 （注 1）
	X	X	0	X	X	X	X	X	X	0	0	0	1	0	0	0	1	X	X	X	X

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU03 位置“1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 P1DDR 寄存器的 P1DDR7 位置“1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

注 3. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

表 7.21 端口 P2_0/CH15/INT1/TXD2/SDA2/RXD2/SCL2/TRCIOB

寄存器	PD2	SCUCR0	TSIER1	SCHCR					TSMR		INTSR			INTEN	U2SR0				U2MR			U2SMR	TRCPSR0			定时器 RC 的设置	功能		
位	PD2_0	SCUE	CH15E	CHC					U2L VM	I1L VM	INT1 SEL			INT1EN	TXD2 SEL			RXD2 SEL			SMD			IICM	TRCIOBSEL			—	
				4	3	2	1	0			2	1	0		2	1	0	2	1	0	2	1	0		2	1			0
设定值	0	X	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	100b 以外	100b 以外	X	X	X	X	X	101b 以外	X	输入端口（注 1）					
	1	X	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100b 以外	100b 以外	X	X	X	X	X	101b 以外	X	输出端口（注 2）					
	X	1	1	0	1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	100b 以外	100b 以外	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CH15 输入			
	X	1	1	01111 以外					X	X	X	X	X	X	100b 以外	100b 以外	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CH15 强制“H”电平输出（注 2）			
	0	X	0	X	X	X	X	X	X	0	0	1	0	1	100b 以外	100b 以外	X	X	X	X	X	101b 以外	X	INT1 输入（注 1）					
	0	X	0	X	X	X	X	X	X	1	0	1	0	1	100b 以外	100b 以外	X	X	X	X	X	101b 以外	X	INT1 CMOS 输入（注 1）					
	X	X	0	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	1	0	0	X	X	X	0	X	X	X	X	X	TXD2 输出（注 2、注 3）		
	X	X	0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	1	0	0	X	X	X	1	X	X	X	X	X	TXD2 N 沟道漏极开路输出		
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	0	X	X	X	X	X	1	0	0	X	X	X	0	1	0	1	X	X	SDA2 输入 / 输出（注 2、注 3）	
	0	X	0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	1	0	0	X	X	X	0	1	0	1	X	X	SDA2 CMOS 输入、N 沟道漏极开路输出（注 4、注 5）	
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	0	X	X	X	X	X	100b 以外	1	0	0	X	X	X	X	X	101b 以外	X	RXD2 输入（注 1）		
	0	X	0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	100b 以外	1	0	0	X	X	X	X	X	101b 以外	X	RXD2 CMOS 输入（注 1、注 4）		
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	0	X	X	X	X	X	100b 以外	1	0	0	0	1	0	1	X	X	X	X	SCL2 输入 / 输出（注 2、注 3）	
	0	X	0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	100b 以外	1	0	0	0	1	0	1	X	X	X	X	SCL2 CMOS 输入、N 沟道漏极开路输出（注 4、注 5）	
	0	X	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	100b 以外	100b 以外	X	X	X	X	0	1	0	1	参照“表 7.35 TRCIOB 引脚的设置”。	TRCIOB 输入（注 1）		
	X	X	0	X	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	100b 以外	100b 以外	X	X	X	X	0	1	0	1	参照“表 7.35 TRCIOB 引脚的设置”。	TRCIOB 输出（注 2）		

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PU00 寄存器的 PU04 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 P2DRR 寄存器的 P2DRR0 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

注 3. 如果 U2C0 寄存器的 NCH 位置 “1”，该端口为就 N 沟道漏极开路输出。但是当 TSMR 寄存器的 U2LVM 位置 “1” (允许低电压信号模式) 时，NCH 位的设定为无效。详细内容请参照 “7.6 未使用引脚的处理”。

注 4. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

注 5. 该端口就为 SDA2/SCL2 N 沟道漏极开路输出。

表 7.22 端口 P2_1/CH16/CLK2/TRCIOC

寄存器	PD2	SCUCR0	TSIER2	SCHCR					TSMR	U2SR1			U2MR			TRCPSR1			定时器 RC 的设定	功能	
位	PD2_1	SCUE	CH16E	CHC					U2LVM	CLK2SEL			SMD			CKDIR	TRCIOCSEL				—
				4	3	2	1	0		2	1	0	2	1	0		2	1	0		
设定值	0	X	0	X	X	X	X	X	X	100b 以外			X	X	X	X	100b 以外			X	输入端口 （注 1）
	1	X	0	X	X	X	X	X	X	100b 以外			X	X	X	X	100b 以外			X	输出端口 （注 2）
	X	1	1	1	0	0	0	0	X	100b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	CH16 输入
	X	1	1	10000b 以外					X	100b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	CH16 强制 “H” 电平输出 （注 2）
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	1	0	0	X	X	X	1	100b 以外			X	CLK2 （外部时钟） 输入 （注 1）
	0	X	0	X	X	X	X	X	1	1	0	0	X	X	X	1	100b 以外			X	CLK2 （外部时钟） 输入 （注 1）
	X	X	0	X	X	X	X	X	0	1	0	0	0	0	1	0	X	X	X	X	CLK2 （内部时钟） 输出 （注 2、注 3）
	X	X	0	X	X	X	X	X	1	1	0	0	0	0	1	0	X	X	X	X	CLK2 （内部时钟） N 沟道漏极开 路输出
	0	X	0	X	X	X	X	X	X	100b 以外			X	X	X	X	1	0	0	参照“表 7.36 TRCIOC 引脚的设 定”。	TRCIOC 输入 （注 1）
	X	X	0	X	X	X	X	X	X	100b 以外			X	X	X	X	1	0	0	参照“表 7.36 TRCIOC 引脚的设 定”。	TRCIOC 输出 （注 2）

X: “0” 或者 “1”

- 注 1. 如果将 PU00 寄存器的 PU04 位置 “1”，该端口就被上拉。
- 注 2. 如果将 P2DRR 寄存器的 P2DRR1 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。
- 注 3. 如果将 U2SMR3 寄存器的 NODC 位置 “1”，该端口就为 N 沟道漏极开路输出。
- 注 4. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

表 7.23 端口 P2_2/CH17/TXD2/SDA2/RXD2/SCL2/TRCIOD

寄存器	PD2	SCUCR0	TSIER2	SCHCR					TSMR	U2SR0				U2SMR			U2MR	TRCPSR1			定时器 RC 的设置	功能		
位	PD2_2	SCUE	CH17E	CHC					U2LVM	TXD2SEL			RXD2SEL			SMD			IICM	TRCIODSEL			—	
				4	3	2	1	0		2	1	0	2	1	0	2	1	0		2	1			0
设定值	0	X	0	X	X	X	X	X	X	111b 以外	111b 以外	X	X	X	X	100b 以外			X	输入端口 (注 1)				
	1	X	0	X	X	X	X	X	X	111b 以外	111b 以外	X	X	X	X	100b 以外			X	输出端口 (注 2)				
	X	1	1	1	0	0	0	1	X	111b 以外	111b 以外	X	X	X	X	X	X	X	X	CH17 输入				
	X	1	1	10001b 以外					X	111b 以外	111b 以外	X	X	X	X	X	X	X	X	CH17 强制 “H”电平输出 (注 2)				
	X	X	0	X	X	X	X	X	0	1	1	1	X	X	X	0	1	X	X	X	X	X	X	X
																0	0							
																1	1							
																1	0							
	X	X	0	X	X	X	X	X	1	1	1	1	X	X	X	0	1	X	X	X	X	X	X	X
																0	0							
																1	1							
																1	0							
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	1	1	1	X	X	X	0	1	0	1	X	X	X	X	SDA2 输入 / 输出 (注 2、 注 3)
	0	X	0	X	X	X	X	X	1	1	1	1	X	X	X	0	1	0	1	X	X	X	X	SDA2 CMOS 输入、 N 沟道漏极开 路输出 (注 4、注 5)
0	X	0	X	X	X	X	X	0	111b 以外			1	1	1	X	X	X	X	100b 以外			X	RXD2 输入 (注 1)	
0	X	0	X	X	X	X	X	1	111b 以外			1	1	1	X	X	X	X	100b 以外			X	RXD2 CMOS 输入 (注 1、注 4)	
0	X	0	X	X	X	X	X	0	111b 以外			1	1	1	0	1	0	1	X	X	X	X	SCL2 输入 / 输出 (注 2、注 3)	
0	X	0	X	X	X	X	X	1	111b 以外			1	1	1	0	1	0	1	X	X	X	X	SCL2 CMOS 输入、 N 沟道漏极开 路输出 (注 4、注 5)	
0	X	0	X	X	X	X	X	X	111b 以外	111b 以外	X	X	X	X	1	0	0	参照“表 7.37 TRCIOD 引 脚的设 定”。	TRCIOD 输入 (注 1)					
X	X	0	X	X	X	X	X	X	111b 以外	111b 以外	X	X	X	X	1	0	0	参照“表 7.37 TRCIOD 引 脚的设 定”。	TRCIOD 输出 (注 2)					

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU04 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 P2DRR 寄存器的 P2DRR2 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

注 3. 如果将 U2C0 寄存器的 NCH 位置 “1”，该端口就为 N 沟道漏极开路输出。但是当 TSMR 寄存器的 U2LVM 位置 “1”（允许低电压信号模式）时，NCH 位的设定为无效。详细内容请参照 “7.6 未使用引脚的处理”。

注 4. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

注 5. 该端口就为 SDA2/SCL2 N 沟道漏极开路输出。

表 7.24 端口 P3_1/CH14/TRBO/CTS2/RTS2/TRCIOA/TRCTR

寄存器	PD3	SCUCR0	TSIER1	SCHCR					TSMR	TRBRCR		TRCPSR0			U2SR1		U2MR			U2C0		定时器 RB 的设定	定时器 RC 的设定	功能	
位	PD3_1	SCUE	CH14E	CHC					U2LVM	TRBOSEL0		TRCIOASEL			CTS2SEL		SMD			CRS	CRD	—	—		
				4	3	2	1	0		1	0	2	1	0	1	0	2	1	0						
设定值	0	X	0	X	X	X	X	X	X	01b 以外		110b 以外			10b 以外		X	X	X	X	X	X	X	X	输入端口 (注 1)
	1	X	0	X	X	X	X	X	X	01b 以外		110b 以外			10b 以外		X	X	X	X	X	X	X	X	输出端口 (注 2)
	X	1	1	0	1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	10b 以外		X	X	X	X	X	X	X	X	CH14 输入
	X	1	1	01110b 以外					X	X	X	X	X	X	10b 以外		X	X	X	X	X	X	X	CH14 强制 “H” 电平 输出 (注 2)	
	X	X	0	X	X	X	X	X	X	0	1	X	X	X	10b 以外		X	X	X	X	X	X	参照 “表 7.33 TRBO 引 脚的设定”。	X	TRBO 输出 (注 2)
	0	X	0	X	X	X	X	X	0	01b 以外		110b 以外			1	0	000b 以外		0	0	X	X	CTS2 输入 (注 1)		
	X	X	0	X	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	1	0	000b 以外		1	0	X	X	RTS2 输出 (注 2)		
	0	X	0	X	X	X	X	X	1	01b 以外		110b 以外			1	0	000b 以外		0	0	X	X	CTS2 CMOS 输入 (注 1、 注 3)		
	X	X	0	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	1	0	000b 以外		1	0	X	X	RTS2 N 沟道漏极 开路输出		
	0	X	0	X	X	X	X	X	X	01b 以外		1	1	0	10b 以外		X	X	X	X	X	X	X	参照 “表 7.34 TRCIOA 引脚的设定”。	TRCIOA 输入 (注 2)
X	X	0	X	X	X	X	X	X	01b 以外		1	1	0	10b 以外		X	X	X	X	X	X	X	参照 “表 7.34 TRCIOA 引脚的设定”。	TRCIOA 输出 (注 2)	

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU06 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR06 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

注 3. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

表 7.25 端口 P3_3/INT3/TRBO/CTS2/RTS2/TRCCLK/SCUTRG

寄存器	PD3	TSMR		INSTSR	INTEN	TRBRCSR			TRCCR1	U2SR1		U2MR			U2CO		SCUMR	定时器 RB 的设置	功能						
位	PD3_3	U2LVM	I3LVM	INT3SEL0	INT3EN	TRCC LKSEL		TRBO SEL		TCK			CTS2SEL0			SMD				CRS	CRD	SCCAP		—	
						1	0	1	0	2	1	0	1	0	2	1	0	1				0			
设定值	0	X	0	X	X	X	X	11b 以外	X	X	X	01b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	X	输入端口 (注 1)	
	1	X	X	X	X	X	X	11b 以外	X	X	X	01b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	X	输出端口 (注 2)	
	0	X	0	0	1	X	X	11b 以外	X	X	X	01b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	X	INT3 输入 (注 1)	
	0	X	1	0	1	X	X	11b 以外	X	X	X	01b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	X	INT3 CMOS 输入 (注 1、注 3)	
	X	X	X	X	X	X	X	1	1	X	X	X	01b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	参照“表 7.33 TRBO 引脚的设置”。	TRBO 输出 (注 2)
	0	0	0	X	X	X	X	11b 以外	X	X	X	0	1	000b 以外			0	0	X	X	X	X	X	X	CTS2 输入 (注 1)
	X	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	1	000b 以外			1	0	X	X	X	X	X	X	RTS2 输出 (注 2)
	0	1	0	X	X	X	X	11b 以外	X	X	X	0	1	000b 以外			0	0	X	X	X	X	X	X	CTS2 CMOS 输入 (注 1、注 3)
	X	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	1	000b 以外			1	0	X	X	X	X	X	X	RTS2 N 沟道漏极开路输出
	0	X	0	X	X	1	0	11b 以外	X	1	0	1	01b 以外			X	X	X	X	X	X	X	X	X	TRCCLK 输入 (注 1)
X	X	0	0	1	X	X	11b 以外	X	X	X	01b 以外			X	X	X	X	X	1	1	X	X	X	SCUTRG 输入 (注 1)	

X: “0” 或者 “1”

- 注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU06 位置 “1”，该端口就被上拉。
 注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR06 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。
 注 3. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

表 7.26 端口 P3_4/INT2/TRCIOC/TXD2/SDA2/RXD2/SCL2

寄存器	PD3	TSMR		INTEN	TRCPSR1			U2SR0						U2MR			U2SMR	定时器 RC 的 设定	功能
位	PD3_4	U2LVM	I2LVM	INT2EN	TRCIOSEL			TXD2SEL			RXD2SEL			SMD			IICM	—	
					2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0			
设定值	0	X	0	X	010b 以外			010b 以外			001b 以外			X	X	X	X	X	输入端口（注 1）
	1	X	X	X	010b 以外			010b 以外			001b 以外			X	X	X	X	X	输出端口（注 2）
	0	X	0	1	010b 以外			010b 以外			001b 以外			X	X	X	X	X	INT2 输入（注 1）
	0	X	1	1	010b 以外			010b 以外			001b 以外			X	X	X	X	X	INT2 CMOS 输入（注 2）
	0	X	0	X	0	1	0	010b 以外			001b 以外			X	X	X	X	参照“表 7.36 TRCIOSEL 引脚的设定”。	TRCIOSEL 输入（注 1）
	X	X	X	X	0	1	0	010b 以外			001b 以外			X	X	X	X	参照“表 7.36 TRCIOSEL 引脚的设定”。	TRCIOSEL 输出（注 2）
	X	0	0	X	X	X	X	0	1	0	X	X	X	0	0	1	X	X	TXD2 输出（注 2、注 4）
														0		0			
														1		1			
														1		0			
	X	1	0	X	X	X	X	0	1	0	X	X	X	0	0	1	X	X	TXD2 N 沟道漏极开路输出
														0		0			
														1		1			
														1		0			
	0	0	0	X	X	X	X	0	1	0	X	X	X	0	1	0	1	X	SDA2 输入 / 输出（注 2、注 4）
0	1	0	X	X	X	X	0	1	0	X	X	X	0	1	0	1	X	SDA2 CMOS 输入、N 沟道漏极开路输出（注 3、注 5）	
0	0	0	X	010b 以外			010b 以外			0	0	1	X	X	X	X	X	RXD2 输入（注 1）	
0	1	0	X	010b 以外			010b 以外			0	0	1	X	X	X	X	X	RXD2 CMOS 输入（注 1、注 3）	
0	0	0	X	X	X	X	010b 以外			0	0	1	0	1	0	1	X	SCL2 输入 / 输出（注 2、注 4）	
0	1	0	X	X	X	X	010b 以外			0	0	1	0	1	0	1	X	SCL2 CMOS 输入、N 沟道漏极开路输出（注 3、注 5）	

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU07 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR07 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

注 3. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

注 4. 如果将 U2C0 寄存器的 NCH 位置 “1”，该端口就为 N 沟道漏极开路输出。但是当 TSMR 寄存器的 U2LVM 位置 “1” (允许低电压信号模式) 时，NCH 位的设定为无效。详细内容请参照 “7.6 未使用引脚的处理”。

注 5. 该端口就为 SDA2/SCL2 N 沟道漏极开路输出。

表 7.27 端口 P3_5/INT1/TRAIO/TRCIOD/CLK2

寄存器	PD3	TSMR		TRASR			TRAIOC	TRAMR			INTSR			INTEN	TRCPSR1			U2SR1			U2MR				定时器 RC 设定	功能
位	PD3_5	U2LVM	I2LVM	TRAIOSSEL			TOPCR	TMOD			INT1SEL			INT1EN	TRCIODSEL			CLK2SEL0			SMD			CKDIR	—	
				2	1	0		2	1	0	2	1	0		2	1	0	2	1	0	2	1	0			
设定值	0	X	0	101b 以外			X	X	X	X	X	X	X	010b 以外	001b 以外			X	X	X	X	X	输入端口（注 1）			
	1	X	X	101b 以外			X	X	X	X	X	X	X	010b 以外	001b 以外			X	X	X	X	X	输出端口（注 2）			
	0	X	0	101b 以外			X	X	X	1	0	1	1	010b 以外	001b 以外			X	X	X	X	X	INT1 输入（注 1）			
	0	X	1	101b 以外			X	X	X	1	0	1	1	010b 以外	001b 以外			X	X	X	X	X	INT1 CMOS 输入（注 1、注 3）			
	0	X	0	1	0	1	0	000b、001b 以外			X	X	X	X	010b 以外	001b 以外			X	X	X	X	X	TRAIO 输入（注 1）		
	X	X	X	1	0	1	0	0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	001b 以外	X	X	X	X	X	TRAIO 脉冲输出（注 2）		
	0	X	0	101b 以外			X	X	X	X	X	X	X	0	1	0	001b 以外			X	X	X	X	参照“表 7.37 TRCIOD 引脚的设定”。	TRCIOD 输入（注 1）	
	X	X	X	101b 以外			X	X	X	X	X	X	X	0	1	0	001b 以外			X	X	X	X	参照“表 7.37 TRCIOD 引脚的设定”。	TRCIOD 输出（注 2）	
	0	0	0	101b 以外			X	X	X	X	X	X	X	010b 以外			0	0	1	X	X	X	1	X	CLK2 输入（注 2）	
	0	1	0	101b 以外			X	X	X	X	X	X	X	010b 以外			0	0	1	X	X	X	1	X	CLK2 CMOS 输入（注 2、注 3）	
	X	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	1	0	0	1	0	X	CLK2 输出（注 2、注 4）
	X	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	1	0	0	1	0	X	CLK2 N 沟道漏极开路输出

X: “0” 或者 “1”

- 注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU07 位置 “1”，该端口就被上拉。
 注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR07 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。
 注 3. 从施密特输入变为 CMOS 输入。
 注 4. 如果将 U2SMR3 寄存器的 NODC 位置 “1”，该端口就为 N 沟道漏极开路输出。

表 7.28 端口 P3_7/INT3/TRAO/TXD2/SDA2/RXD2/SCL2/TRCCLK

寄存器	PD3	TSMR		U2SR0			U2MR			U2SMR	TRAIOC	INTSR	INTEN	TRBRCR		TRCCR1			功能				
位	PD3_7	U2LVM	I2LVM	TXD2SEL			RXD2SEL			SMD			IICM	TOENA	INT3SEL0	INT3EN	TRCCLKSEL			TCK			
				2	1	0	2	1	0	2	1	0					1	0		1	0	2	1
设定值	0	X	0	001b 以外			001b 以外			X	X	X	X	0	X	X	11b 以外		X	X	X	输入端口（注 1）	
	1	X	X	001b 以外			001b 以外			X	X	X	X	0	X	X	11b 以外		X	X	X	输出端口（注 2）	
	0	X	0	001b 以外			001b 以外			X	X	X	X	0	1	1	X	X	X	X	X	INT3 输入（注 1）	
	0	X	1	001b 以外			001b 以外			X	X	X	X	0	1	1	X	X	X	X	X	INT3 CMOS 输入（注 1、注 3）	
	X	X	X	001b 以外			001b 以外			X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	TRAO 输出（注 2）	
	X	0	X	0	0	1	X	X	X	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	TXD2 输出（注 2、注 4）
										0	0												
										1	1												
	X	1	X	0	0	1	X	X	X	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	TXD2 N 沟道漏极开路输出	
										0	0												
										1	1												
	0	0	0	0	0	1	X	X	X	0	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	SDA2 输入 / 输出（注 2、注 4）	
	0	1	0	0	0	1	X	X	X	0	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	SDA CMOS 输入、N 沟道漏极开路输出（注 3、注 5）	
	0	0	0	001b 以外			0	1	0	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	X	RXD2 输入（注 1）	
0	1	0	001b 以外			0	1	0	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	X	RXD2 CMOS 输入（注 1、注 3）		
0	0	0	001b 以外			0	1	0	0	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	SCL2 输入 / 输出（注 2、注 4）		
0	1	0	001b 以外			0	1	0	0	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	SCL2 CMOS 输入、N 沟道漏极开路输出（注 3、注 5）		
0	0	0	001b 以外			001b 以外			X	X	X	X	0	X	X	1	1	1	0	1	TRCCLK 输入（注 1）		

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR0 寄存器的 PU07 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 DRR0 寄存器的 DRR07 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

注 3. 从施密特输入变为 CMOS 输入。

注 4. 如果将 U2C0 寄存器的 NCH 位置 “1”，该端口就为 N 沟道漏极开路输出。但是当 TSMR 寄存器的 U2LVM 位置 “1”（允许低电压信号模式）时，NCH 位的设定为无效。详细内容请参照 “7.6 未使用引脚的处理”。

注 5. 该端口就为 SDA2/SCL2 N 沟道漏极开路输出。

表 7.29 端口 P4_2/VREF

寄存器	ADCON1	功能
位	ADSTBY	
设定值	0	输入端口
	1	输入端口 /VREF 输入

表 7.30 端口 P4_5/CH13/ $\overline{\text{INT0}}$ /RXD2/SCL2/ADTRG

寄存器	PD4	SCUCR0	TSIER1	SCHCR					TSMR		INTEN	U2SR0			U2MR			U2SMR	ADMOD	功能
位	PD4_5	SCUE	CH13E	CHC					U2LVM	IOLVM	INT0EN	RXD2SEL			SMD			IICM	ADCAP	
				4	3	2	1	0				2	1	0	2	1	0		1	0
设定值	0	0	X	X	X	X	X	X	X	0	X	011b 以外			X	X	X	X	X	输入端口 (注 1)
	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	011b 以外			X	X	X	X	X	输出端口 (注 2)
	X	1	1	0	1	1	0	1	X	X	X	011b 以外			X	X	X	X	X	CH13 输入
	X	1	1	01101b 以外					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CH13 强制 “H” 电平输出 (注 2)
	0	0	X	X	X	X	X	X	X	0	1	011b 以外			X	X	X	X	X	INT0 输入 (注 1)
	0	0	X	X	X	X	X	X	X	1	1	011b 以外			X	X	X	X	X	INT0 CMOS 输入
	0	0	X	X	X	X	X	X	0	0	X	0	1	1	X	X	X	X	X	RXD2 输入 (注 1)
	0	0	X	X	X	X	X	X	1	0	X	0	1	1	X	X	X	X	X	RXD2 CMOS 输入 (注 1、注 4)
	0	0	X	X	X	X	X	X	0	0	X	0	1	1	0	1	0	1	X	SCL2 输入 / 输出 (注 2、注 3)
	0	0	X	X	X	X	X	X	1	0	X	0	1	1	0	1	0	1	X	SCL2 CMOS 输入、N 沟道漏极开路输出 (注 4、注 5)
	0			X	X	X	X	X	X	0	1	011b 以外			X	X	X	X	1	ADTRG 输入 (注 1)

X: “0” 或者 “1”

- 注 1. 如果将 PUR1 寄存器的 PU11 位置 “1”，该端口就被上拉。
- 注 2. 如果将 DRR1 寄存器的 DRR11 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。
- 注 3. 如果将 U2C0 寄存器的 NCH 位置 “1”，该端口就为 N 沟道漏极开路输出。但是当 TSMR 寄存器的 U2LVM 位置 “1”（允许低电压信号模式）时，NCH 位的设定为无效。详细内容请参照 “7.6 未使用引脚的处理”。
- 注 4. 从施密特输入变为 CMOS 输入。
- 注 5. 该端口就为 SCL2 N 沟道漏极开路输出。

表 7.31 端口 P4_6/XIN

寄存器 位	PD4	CM0	CM1			电路规格		功能
	PD4_6	CM05	CM10	CM11	CM13	振荡缓冲器	反馈电阻	
设定值	0	1	0	X	0	OFF	—	输入端口（注 1）
	1	1	0	X	0	OFF	—	输出端口（注 2）
	X	0	0	0	1	ON	ON	XIN-XOUT 振荡（内部反馈电阻有效）
	X	0	0	1	1	ON	OFF	XIN-XOUT 振荡（内部反馈电阻无效）
	X	1	0	0	1	OFF	ON	XIN-XOUT 振荡停止（内部反馈电阻有效）
	X	1	0	1	1	OFF	OFF	XIN-XOUT 振荡停止（内部反馈电阻无效）
	X	1	1	X	1	OFF	OFF	XIN-XOUT 振荡停止（STOP 模式）

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR1 寄存器的 PU11 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 DRR1 寄存器的 DRR11 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

表 7.32 端口 P4_7/XOUT

寄存器 位	PD4	CM0	CM1			电路规格		功能
	PD4_7	CM05	CM10	CM11	CM13	振荡缓冲器	反馈电阻	
设定值	0	1	0	X	0	OFF	—	输入端口（注 1）
	1	1	0	X	0	OFF	—	输出端口（注 2）
	X	0	0	0	1	ON	ON	XIN-XOUT 振荡（内部反馈电阻有效）
	X	0	0	1	1	ON	OFF	XIN-XOUT 振荡（内部反馈电阻无效）
	X	1	0	0	1	OFF	ON	XIN-XOUT 振荡停止（内部反馈电阻有效）
	X	1	0	1	1	OFF	OFF	XIN-XOUT 振荡停止（内部反馈电阻无效）
	X	1	1	X	1	OFF	OFF	XIN-XOUT 振荡停止（STOP 模式）

X: “0” 或者 “1”

注 1. 如果将 PUR1 寄存器的 PU11 位置 “1”，该端口就被上拉。

注 2. 如果将 DRR1 寄存器的 DRR11 位置 “1”，该端口的输出就为 High 驱动能力。

表 7.33 TRBO 引脚的设定

寄存器 位	TRBIOC	TRBMR		功能
	TOCNT	TMOD1	TMOD0	
设定值	0	0	1	可编程波形发生模式（脉冲输出）
	1	0	1	可编程波形发生模式（可编程输出）
	0	1	0	可编程单触发生模式
	0	1	1	可编程等待单触发生模式

表 7.34 TRCIOA 引脚的设定

寄存器	TRCOER	TRCMR	TRCIOR0			TRCCR2		功能
位	EA	PWM2	IOA2	IOA1	IOA0	TCEG1	TCEG0	
设定值	0	1	0	0	1	X	X	定时器波形输出 (输出比较功能)
				1	X			
	0	1	1	X	X	X	X	定时器模式 (输入捕捉功能)
	1							
	0	0	X	X	X	0	1	PWM2 模式的 TRCTR G 输入
	1					1	X	

X: “0” 或者 “1”

表 7.35 TRCIOB 引脚的设定

寄存器	TRCOER	TRCMR		TRCIOR0			功能
位	EB	PWM2	PWMB	IOB2	IOB1	IOB0	
设定值	0	0	X	X	X	X	PWM2 模式波形输出
	0	1	1	X	X	X	PWM 模式波形输出
	0	1	0	0	0	1	定时器波形输出 (输出比较功能)
					1	X	
	0	1	0	1	X	X	定时器模式 (输入捕捉功能)
	1						

X: “0” 或者 “1”

表 7.36 TRCIOC 引脚的设定

寄存器	TRCOER	TRCMR		TRCIOR1			功能
位	EC	PWM2	PWMC	IOC2	IOC1	IOC0	
设定值	0	1	1	X	X	X	PWM 模式波形输出
	0	1	0	0	0	1	定时器波形输出 (输出比较功能)
					1	X	
	0	1	0	1	X	X	定时器模式 (输入捕捉功能)
	1						

X: “0” 或者 “1”

表 7.37 TRCIOD 引脚的设定

寄存器	TRCOER	TRCMR		TRCIOR1			功能
位	ED	PWM2	PWMD	IOD2	IOD1	IOD0	
设定值	0	1	1	X	X	X	PWM 模式波形输出
	0	1	0	0	0	1	定时器波形输出 (输出比较功能)
					1	X	
	0	1	0	1	X	X	定时器模式 (输入捕捉功能)
	1						

X: “0” 或者 “1”

7.6 低电压信号模式

串行接口（UART0 和 UART2）的通信及 $\overline{\text{INT}}$ 中断的 $\overline{\text{INT}}$ 输入能通过低电压信号进行。可输入 / 输出低电压信号的引脚如表 7.38 所示。

通过设定 TSMR 寄存器，允许低电压信号模式的引脚，在输入时由施密特输入转换为 CMOS 输入。另外，在输出时由 CMOS 输出转换为 N 沟道漏极开路输出。

CMOS 输入的输入阈值必须通过 VLT0、VLT1 寄存器进行设定。

在使用低电压信号模式时，输入全部为 CMOS 输入。由于施密特输入为无效，必须实施防噪音对策。

表 7.38 可输入 / 输出低电压信号的引脚

外围功能名		引脚
串行接口	UART0 时钟同步串行 I/O 时钟异步串行 I/O	CLK0、RXD0、TXD0
	UART2 时钟同步串行 I/O 时钟异步串行 I/O 特殊模式 1（I ² C 模式） 特殊模式 2（SSU 模式） 多处理器通信功能	CLK2、RXD2、TXD2、 $\overline{\text{CTS2}}$ 、 $\overline{\text{RTS2}}$ 、SCL2、SDA2
$\overline{\text{INT}}$	$\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$	$\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$

7.7 未使用引脚的处理

未使用引脚的处理例子如表 7.39 和图 7.12 所示。

表 7.39 未使用引脚的处理例子

引脚名	处理内容
端口 P0、P1、P2_0 ~ P2_2、P3_1、P3_3 ~ P3_5、P3_7、P4_5 ~ P4_7	• 设定为输入模式，每个引脚通过电阻连接 VSS（下拉）或者 VCC（上拉）（注 2）。 • 设定为输出模式并将引脚置为开路（注 1、注 2）。
端口 P4_2/VREF	连接 VCC。
RESET（注 3）	通过电阻连接 VCC（上拉）（注 2）。

- 注 1. 在将端口设定为输出模式并且使引脚开路的情况下，在通过程序将端口转换为输出模式前，端口为输入模式。因此，引脚的电压电平不稳定，在端口为输入模式期间，电源电流有可能增加。
考虑到因噪声或者噪声引起的失控等而使方向寄存器的内容发生变化的情况，建议通过程序定期地对方向寄存器的内容进行重新设定，以提高程序的可靠性。
- 注 2. 必须尽量用短的布线（不超过 2cm）处理单片机的未使用引脚。
- 注 3. 这是使用上电复位功能的情况。

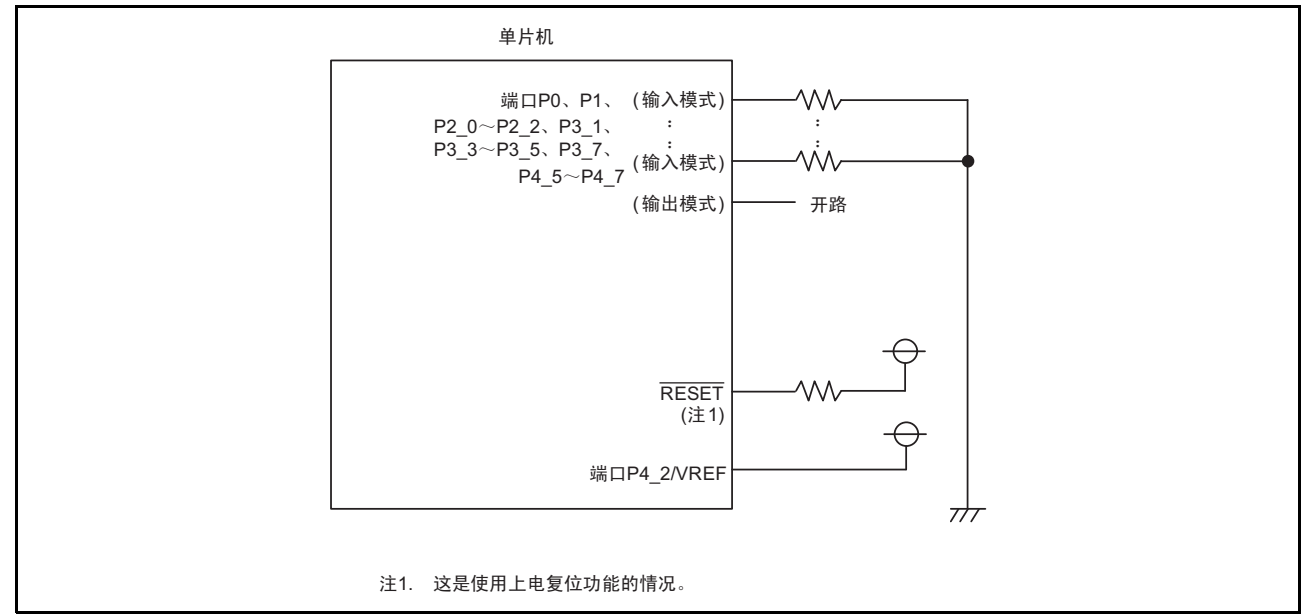


图 7.12 未使用引脚的处理例子

8. 总线控制

ROM、RAM、DTC 向量区、DTC 控制数据和 SFR 存取时的总线周期不同。

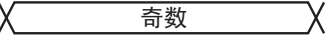
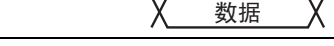
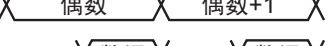
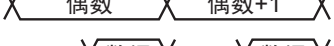
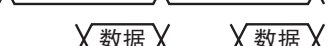
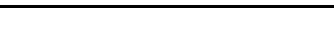
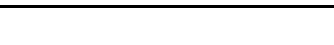
R8C/33T 群的存取区的总线周期如表 8.1 所示。

ROM、RAM、DTC 向量区、DTC 控制数据和 SFR 通过 8 位总线连接 CPU，所以在以字（16 位）为单位存取时需要 2 次以 8 位为单位的存取。存取单位和总线的运行如表 8.2 所示。

表 8.1 R8C/33T 群的存取区的总线周期

存取区	总线周期
SFR/ 数据闪存	2 个 CPU 时钟周期
程序 ROM、RAM	1 个 CPU 时钟周期

表 8.2 存取单位和总线的运行

区域	SFR、数据闪存	ROM（程序 ROM）、RAM DTC 向量区、DTC 控制数据
偶数地址 字节存取	CPU 时钟  地址  偶数 数据 	CPU 时钟  地址  偶数 数据 
奇数地址 字节存取	CPU 时钟  地址  奇数 数据 	CPU 时钟  地址  奇数 数据 
偶数地址 字存取	CPU 时钟  地址  偶数 偶数+1 数据 	CPU 时钟  地址  偶数 偶数+1 数据 
奇数地址 字存取	CPU 时钟  地址  奇数 奇数+1 数据 	CPU 时钟  地址  奇数 奇数+1 数据 

但是，以下的 SFR 通过 16 位总线和 CPU 连接：

中断：各中断控制定时器

定时器 RC：TRC、TRCGRA、TRCGRB、TRCGRC、TRCGRD 寄存器

UART2：U2MR、U2BRG、U2TB、U2C0、U2C1、U2RB、U2SMR5、U2SMR4、U2SMR3、U2SMR2、U2SMR 寄存器

A/D 转换器：AD0、AD1、AD2、AD3、AD4、AD5、AD6、AD7、ADMOD、ADINSEL、ADCON0、ADCON1 寄存器

地址匹配中断：RMAD0、AIER0、RMAD1、AIER1 寄存器

因此，以 16 位为单位存取 1 次。总线的运行和“表 8.2 存取单位和总线的运行”的“区域：SFR、数据闪存、偶数地址字节存取”相同，1 次存取 16 位数据。

9. 时钟发生电路

R8C/33T 群内置了 4 种时钟发生电路：

- XIN 时钟振荡电路
- 低速内部振荡器
- 高速内部振荡器
- 看门狗定时器的低速内部振荡器

9.1 概要

时钟发生电路的概略规格如表 9.1 所示，时钟发生电路、外围功能的时钟、通过 VCA20 位设定内部电源低消耗的操作步骤分别如图 9.1、图 9.2 和图 9.3 所示。

表 9.1 时钟发生电路的概略规格

项目	XIN 时钟振荡电路	内部振荡器		看门狗定时器的低速内部振荡器
		高速内部振荡器	低速内部振荡器	
用途	• CPU 的时钟源 • 外围功能的时钟源	• CPU 的时钟源 • 外围功能的时钟源 • XIN 时钟振荡停止时的 CPU 和外围功能的时钟源	• CPU 的时钟源 • 外围功能的时钟源 • XIN 时钟振荡停止时的 CPU 和外围功能的时钟源	• 看门狗定时器的时钟源
时钟频率	0 ~ 20MHz	约 40MHz（注 3）	约 125kHz	约 125kHz
能连接的振荡器	• 陶瓷谐振器 • 晶体振荡器	—	—	—
振荡器的连接引脚	XIN、XOUT（注 1）	—（注 1）	—（注 1）	—
振荡的开始 / 停止	有	有	有	有
复位后的状态	停止	停止	振荡	停止（注 4） 振荡（注 5）
其他	能输入外部生成的时钟（注 2）。	—	—	—

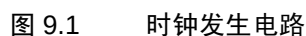
注 1. 在不使用 XIN 时钟振荡电路而将内部振荡器时钟用于 CPU 时钟的情况下，这些引脚能用作 P4_6 或者 P4_7。

注 2. 在输入外部时钟时，必须将 CM0 寄存器的 CM05 位置“1”（XIN 时钟停止振荡），将 CM1 寄存器的 CM11 位置“1”（内部反馈电阻无效），将 CM13 位置“1”（XIN-XOUT 引脚）。

注 3. 在高速内部振荡器用作 CPU 时钟源的情况下，分频器输出的时钟频率最大为 20MHz。

注 4. 这是 OFS 寄存器的 CSPROINI 位为“1”（复位后，计数源保护模式无效）的情况。

注 5. 这是 OFS 寄存器的 CSPROINI 位为“0”（复位后，计数源保护模式有效）的情况。



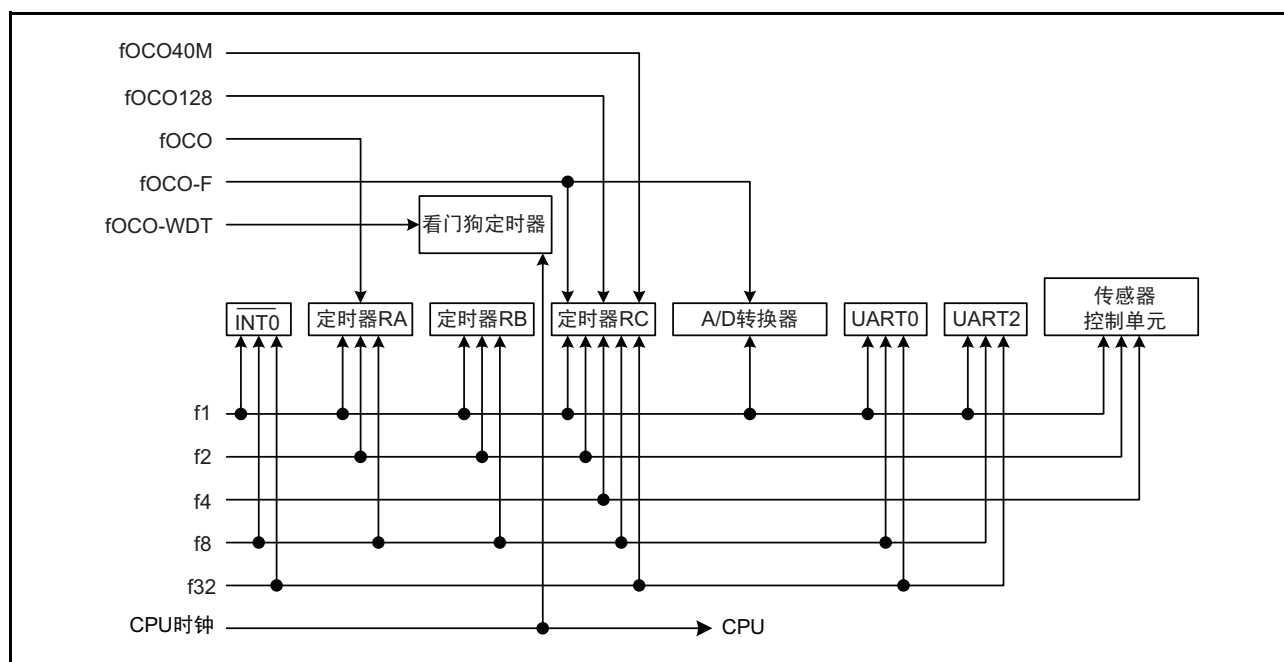


图 9.2 外围功能的时钟

9.2 寄存器说明

9.2.1 系统时钟控制寄存器 0（CM0）

地址	地址 0006h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	CM06	CM05	—	—	CM02	—	—
复位后的值	0	0	1	0	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b1	—			
b2	CM02	等待模式中的外围功能时钟停止位	0: 在等待模式中, 不停止外围功能时钟。 1: 在等待模式中, 停止外围功能时钟。	R/W
b3	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b4	—			
b5	CM05	XIN 时钟（XIN-XOUT）停止位 （注 1、注 3）	0: 振荡 1: 停止（注 2）	R/W
b6	CM06	CPU 时钟分频比选择位 0（注 4）	0: CM1 寄存器的 CM16 位和 CM17 位有效 1: 8 分频模式	R/W
b7	—	保留位	必须置“0”。	R/W

注 1. CM05 位是在高速内部振荡器模式或者低速内部振荡器模式中使 XIN 时钟停止振荡的位, 但是不能用于检测 XIN 时钟是否已经停止。在使 XIN 时钟停止振荡时, 必须进行以下的设定:

- (1) 将 OCD 寄存器的 OCD1～OCD0 位置“00b”。
- (2) 将 OCD2 位置“1”（选择内部振荡器时钟）。

注 2. 在输入外部时钟时, 只有时钟振荡缓冲器停止运行, 能接受时钟的输入。

注 3. 只有在 CM05 位为“1”（XIN 时钟停止振荡）并且 CM1 寄存器的 CM13 位为“0”（P4_6、P4_7）时, P4_6 和 P4_7 能用作输入 / 输出端口。

注 4. 在转移到停止模式时, CM06 位变为“1”（8 分频模式）。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC0 位置“1”（允许写）后改写 CM0 寄存器。

9.2.2 系统时钟控制寄存器 1 (CM1)

地址	地址 0007h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CM17	CM16	—	CM14	CM13	—	CM11	CM10
复位后的值	0	0	1	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CM10	全部时钟停止控制位 (注 2、注 6)	0: 时钟振荡 1: 全部时钟停止振荡 (停止模式)	R/W
b1	CM11	XIN-XOUT 内部反馈电阻选择位	0: 内部反馈电阻有效 1: 内部反馈电阻无效	R/W
b2	—	保留位	必须置“1”。	R/W
b3	CM13	端口和 XIN-XOUT 的转换位 (注 5)	0: 输入 / 输出端口 P4_6 和 P4_7 1: XIN-XOUT 引脚	R/W
b4	CM14	低速内部振荡器振荡停止位 (注 3、注 4)	0: 低速内部振荡器振荡 1: 低速内部振荡器停止振荡	R/W
b5	—	保留位	必须置“1”。	R/W
b6	CM16	CPU 时钟分频比选择位 1 (注 1)	b7 b6 0 0: 无分频模式 0 1: 2 分频模式 1 0: 4 分频模式 1 1: 16 分频模式	R/W
b7	CM17			R/W

注 1. CM16 ~ CM17 位在 CM06 位为“0” (CM16 位和 CM17 位有效) 时有效。

注 2. 内部反馈电阻在 CM10 位为“1” (停止模式) 时无效。

注 3. 在 OCD2 位为“0” (选择 XIN 时钟) 时, 能将 CM14 位置“1” (低速内部振荡器停止振荡)。如果将 OCD2 位置“1” (选择内部振荡器时钟), CM14 位就变为“0” (低速内部振荡器振荡)。此时, 即使给 CM14 位写“1”, 值也不变。

注 4. 在使用电压监视 1 中断或者电压监视 2 中断 (使用数字滤波器) 时, 必须将 CM14 位置“0” (低速内部振荡器振荡)。

注 5. 一旦通过程序将 CM13 位置“1”, 就无法将此位置“0”。

注 6. 在 VCA2 寄存器的 VCA20 位为“1” (允许低功耗) 时, 不能将 CM10 位置“1” (停止模式)。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC0 位置“1” (允许写) 后改写 CM1 寄存器。

9.2.3 系统时钟控制寄存器 3 (CM3)

地址	地址 0009h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CM37	CM36	CM35	—	—	—	—	CM30
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CM30	等待控制位 (注 1)	0: 不是等待模式 1: 转移到等待模式	R/W
b1	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b2	—			
b3	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b4	—			
b5	CM35	从等待模式返回时的 CPU 时钟分频比选择位 (注 2)	0: CM0 寄存器的 CM06 位、CM1 寄存器的 CM16 位和 CM17 位的设定有效。 1: 无分频	R/W
b6	CM36	从等待模式或者停止模式返回时的系统时钟选择位	b7 b6 0 0: 转移到等待模式或者停止模式前的 CPU 时钟 0 1: 不能设定 1 0: 选择高速内部振荡器时钟 (注 3) 1 1: 选择 XIN 时钟 (注 4)	R/W
b7	CM37			R/W

注 1. 在通过外围功能中断从等待模式返回时，CM30 位变为“0”（不是等待模式）。

注 2. 在停止模式中，必须将 CM35 位置“0”。在转移到等待模式并且 CM35 位为“1”（无分频）时，CM0 寄存器的 CM06 位变为“0”（CM16 位和 CM17 位有效）并且 CM1 寄存器的 CM17 位和 CM16 位变为“00b”（无分频模式）。

注 3. 当 CM37 位和 CM36 位为“10b”（选择高速内部振荡器时钟）时，从等待模式或者停止模式返回时的状态如下：

- OCD 寄存器的 OCD2 位为“1”（选择内部振荡器时钟）。
- FRA0 寄存器的 FRA00 位为“1”（高速内部振荡器振荡）。
- FRA0 寄存器的 FRA01 位为“1”（选择高速内部振荡器）。

注 4. 当 CM37 位和 CM36 位为“11b”（选择 XIN 时钟）时，从等待模式或者停止模式返回时的状态如下：

- CM0 寄存器的 CM05 位为“0”（XIN 时钟振荡）。
- CM1 寄存器的 CM13 位为“1”（XIN-XOUT 引脚）。
- OCD 寄存器的 OCD2 位为“0”（选择 XIN 时钟）。

当 CM0 寄存器的 CM05 位为“1”（XIN 时钟停止振荡）并且转移到等待模式时，如果选择 XIN 时钟作为从等待模式返回时的 CPU 时钟，就必须将 CM06 位置“1”（8 分频模式）并且将 CM35 位置“0”。

但是，在将外部生成的时钟用作 XIN 时钟时，不能将 CM37～CM36 位置“11b”（选择 XIN 时钟）。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC0 位置“1”（允许写）后改写 CM3 寄存器。

CM30 位（等待控制位）

如果将 CM30 位置“1”（转移到等待模式），CPU 时钟就停止振荡（等待模式）。因为 XIN 时钟和内部振荡器时钟不停止振荡，所以使用这些时钟的外围功能运行。如果将 CM30 位置“1”，就必须将 I 标志置“0”（禁止可屏蔽中断）。

通过复位或者外围功能中断从等待模式返回。在通过外围功能中断从等待模式返回时，从紧接在将 CM30 位置“1”的指令之后的指令开始重新执行。

但是，在通过 WAIT 指令转移到等待模式时，必须将 I 标志置“1”（允许可屏蔽中断）。因此在从等待模式返回时，CPU 进行中断处理。

9.2.4 振荡停止检测寄存器 (OCD)

地址	地址 000Ch							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	OCD3	OCD2	OCD1	OCD0
复位后的值	0	0	0	0	0	1	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	OCD0	振荡停止检测有效位 (注 6)	0: 振荡停止检测功能无效 (注 1) 1: 振荡停止检测功能有效	R/W
b1	OCD1	振荡停止检测中断允许位	0: 禁止 (注 1) 1: 允许	R/W
b2	OCD2	系统时钟选择位 (注 3)	0: 选择 XIN 时钟 (注 6) 1: 选择内部振荡器时钟 (注 2)	R/W
b3	OCD3	时钟监视位 (注 4、注 5)	0: XIN 时钟振荡 1: XIN 时钟停止振荡	R
b4	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. 必须在转移到停止模式、高速内部振荡器模式或者低速内部振荡器模式 (XIN 时钟停止振荡) 前, 将 OCD1 ~ OCD0 位置“00b”。

注 2. 如果将 OCD2 位置“1” (选择内部振荡器时钟), CM14 位就变为“0” (低速内部振荡器振荡)。

注 3. 当 OCD1 ~ OCD0 位为“11b”时, 如果检测到 XIN 时钟振荡停止, OCD2 位就自动变为“1” (选择内部振荡器时钟)。当 OCD3 位为“1” (XIN 时钟停止振荡) 时, 即使给 OCD2 位写“0” (选择 XIN 时钟), 值也不变。

注 4. OCD3 位在 OCD0 位为“1” (振荡停止检测功能有效) 时有效。另外, 不能使用 XIN 时钟的振荡安定确认。

注 5. 当 OCD1 ~ OCD0 位为“00b”时, OCD3 位保持“0” (XIN 时钟振荡)。

注 6. 有关在检测到振荡停止后使 XIN 时钟重新振荡的转换步骤, 请参照“图 9.9 在检测到振荡停止时从低速内部振荡器到 XIN 时钟的转换步骤”。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC0 位置“1” (允许写) 后改写 OCD 寄存器。

9.2.5 高速内部振荡器的控制寄存器 7 (FRA7)

地址	地址 0015h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	出厂值							

位	功能	R/W
b7 ~ b0	保存 32MHz 频率的调整数据。 能通过将此值和 FRA6 寄存器的调整值分别传送到 FRA3 寄存器和 FRA1 寄存器进行调整。	R

9.2.6 高速内部振荡器的控制寄存器 0（FRA0）

地址	地址 0023h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	FRA03	—	FRA01	FRA00
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	FRA00	高速内部振荡器允许位	0: 高速内部振荡器停止振荡 1: 高速内部振荡器振荡	R/W
b1	FRA01	高速内部振荡器选择位（注 1）	0: 选择低速内部振荡器（注 2） 1: 选择高速内部振荡器（注 3）	R/W
b2	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b3	FRA03	fOCO128 时钟选择位	0: 选择 fOCO-S 的 128 分频 1: 选择 fOCO-F 的 128 分频	R/W
b4	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. 必须在以下条件下更改 FRA01 位：

- FRA00 位为“1”（高速内部振荡器振荡）。
- CM1 寄存器的 CM14 位为“0”（低速内部振荡器振荡）。
- FRA2 寄存器的 FRA22～FRA20 位有以下 2 种情况：
当 VCC=2.7V～5.5V 时，可设定全分频模式 “000b”～“111b”
当 VCC=1.8V～5.5V 时，可设定不低于 8 分频的分频比 “110b”～“111b”（不低于 8 分频的模式）

注 2. 不能在给 FRA01 位写“0”（选择低速内部振荡器）的同时给 FRA00 位写“0”（高速内部振荡器停止振荡）。
必须先将 FRA01 位置“0”，然后将 FRA00 位置“0”。

注 3. 将 FRA01 位设定为“1”（选择高速内部振荡器），且低速内部振荡器停止时，必须在等待至少 1 个低速内部振荡器周期后，将 CM1 寄存器的 CM14 位置“1”（低速内部振荡器停止）。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC0 位置“1”（允许写）后改写 FRA0 寄存器。

9.2.7 高速内部振荡器的控制寄存器 1 (FRA1)

地址	地址 0024h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	出厂值							

位	功能	R/W
b7 ~ b0	能通过以下的设定，更改高速内部振荡器的频率： 40MHz: FRA1= 复位后的值、FRA3= 复位后的值 36.864MHz: 将 FRA4 寄存器的值和 FRA5 寄存器的值分别传送到 FRA1 寄存器和 FRA3 寄存器。 32MHz: 将 FRA6 寄存器的值和 FRA7 寄存器的值分别传送到 FRA1 寄存器和 FRA3 寄存器。	R/W

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC0 位置 “1”（允许写）后改写 FRA1 寄存器。

必须在 FRA0 寄存器的 FRA00 位为 “0”（高速内部振荡器停止振荡）时改写 FRA1 寄存器。

9.2.8 高速内部振荡器的控制寄存器 2 (FRA2)

地址	地址 0025h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	FRA22	FRA21	FRA20
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	FRA20	高速内部振荡器的频率转换位	分频比的选择	R/W
b1	FRA21		选择高速内部振荡器时钟的分频比。	R/W
b2	FRA22		b2 b1 b0 0 0 0: 2 分频模式 0 0 1: 3 分频模式 0 1 0: 4 分频模式 0 1 1: 5 分频模式 1 0 0: 6 分频模式 1 0 1: 7 分频模式 1 1 0: 8 分频模式 1 1 1: 9 分频模式	R/W
b3	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC0 位置 “1”（允许写）后改写 FRA2 寄存器。

9.2.9 时钟预分频器的复位标志（CPSRF）

地址	地址 0028h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CPSR	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b1	—			
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	CPSR	时钟预分频器的复位标志	如果将此位置“1”，时钟预分频器就被初始化（读取值为“0”）。	R/W

9.2.10 高速内部振荡器的控制寄存器 4（FRA4）

地址	地址 0029h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	出厂值							

位	功能	R/W
b7 ~ b0	保存 36.864MHz 频率的调整数据。 能通过将此值和 FRA5 寄存器的调整值分别传送到 FRA1 寄存器和 FRA3 寄存器进行调整。	R

9.2.11 高速内部振荡器的控制寄存器 5（FRA5）

地址	地址 002Ah							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	出厂值							

位	功能	R/W
b7 ~ b0	保存 36.864MHz 频率的调整数据。 能通过将此值和 FRA4 寄存器的调整值分别传送到 FRA3 寄存器和 FRA1 寄存器进行调整。	R

9.2.12 高速内部振荡器的控制寄存器 6（FRA6）

地址	地址 002Bh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	出厂值							

位	功能	R/W
b7 ~ b0	保存 32MHz 频率的调整数据。 能通过将此值和 FRA7 寄存器的调整值分别传送到 FRA1 寄存器和 FRA3 寄存器进行调整。	R

9.2.13 高速内部振荡器的控制寄存器 3（FRA3）

地址	地址 002Fh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	出厂值							

位	功能	R/W
b7 ~ b0	能通过以下的设定，更改高速内部振荡器的频率： 40MHz： FRA1= 复位后的值、FRA3= 复位后的值 36.864MHz： 将 FRA4 寄存器的值和 FRA5 寄存器的值分别传送到 FRA1 寄存器和 FRA3 寄存器。 32MHz： 将 FRA6 寄存器的值和 FRA7 寄存器的值分别传送到 FRA1 寄存器和 FRA3 寄存器。	R/W

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC0 位置“1”（允许写）后改写 FRA3 寄存器。

必须在 FRA0 寄存器的 FRA00 位为“0”（高速内部振荡器停止振荡）时改写 FRA3 寄存器。

9.2.14 电压检测寄存器 2 (VCA2)

地址	地址 0034h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	VCA27	VCA26	VCA25	—	—	—	—	VCA20
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

上述为 OFS 寄存器的 LVDAS 位为 “1” 的情况

复位后的值	0	0	1	0	0	0	0	0
-------	---	---	---	---	---	---	---	---

上述为 OFS 寄存器的 LVDAS 位为 “0” 的情况

位	符号	位名	功能	R/W
b0	VCA20	内部电源低功耗允许位 (注 1)	0: 禁止低功耗 1: 允许低功耗 (注 2)	R/W
b1	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	VCA25	电压检测 0 允许位 (注 3)	0: 电压检测 0 电路无效 1: 电压检测 0 电路有效	R/W
b6	VCA26	电压检测 1 允许位 (注 4)	0: 电压检测 1 电路无效 1: 电压检测 1 电路有效	R/W
b7	VCA27	电压检测 2 允许位 (注 5)	0: 电压检测 2 电路无效 1: 电压检测 2 电路有效	R/W

注 1. 只有在转移到等待模式时才能使用 VCA20 位。必须按照 “图 9.3 通过 VCA20 位设定内部电源低功耗的操作步骤” 设定 VCA20 位。

注 2. 当 VCA20 位为 “1” (允许低功耗) 时, 不能将 CM1 寄存器的 CM10 位置 “1” (停止模式)。

注 3. 在写 VCA25 位时, 必须写复位后的值。

注 4. 在使用电压检测 1 中断或者 VW1C 寄存器的 VW1C3 位时, 必须将 VCA26 位置 “1”。
在将 VCA26 位从 “0” 置为 “1” 后, 电压检测 1 电路在经过 td(E-A) 后开始运行。

注 5. 在使用电压检测 2 中断或者 VCA1 寄存器的 VCA13 位时, 必须将 VCA27 位置 “1”。
在将 VCA27 位从 “0” 置为 “1” 后, 电压检测 2 电路在经过 td(E-A) 后开始运行。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC3 位置 “1” (允许写) 后改写 VCA2 寄存器。

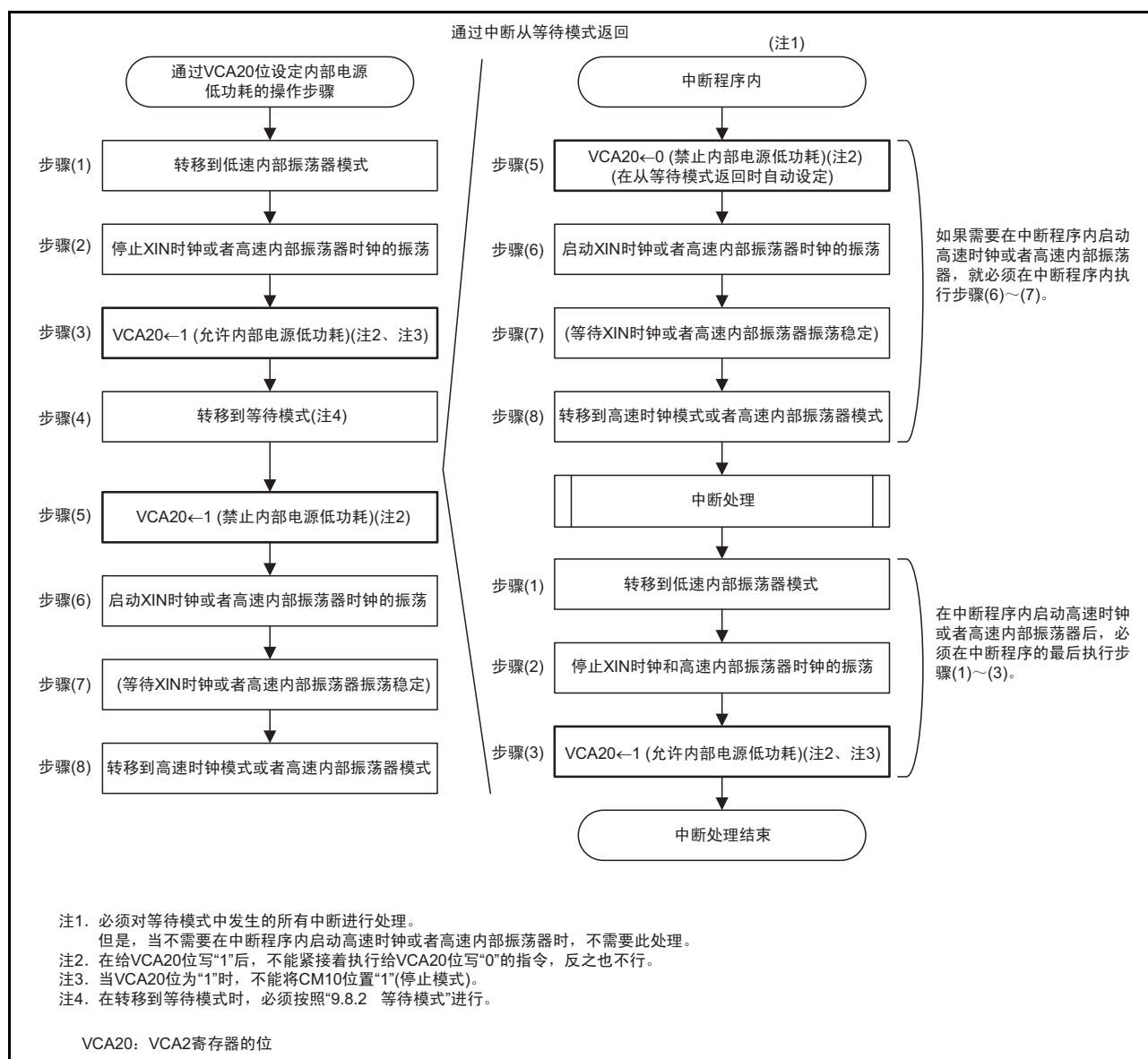


图 9.3 通过 VCA20 位设定内部电源低功耗的操作步骤

以下说明时钟发生电路生成的时钟。

9.3 XIN 时钟

XIN 时钟是 XIN 时钟振荡电路提供的时钟，是 CPU 时钟和外围功能时钟的时钟源。XIN 时钟振荡电路通过在 XIN-XOUT 引脚之间连接振荡器构成振荡电路。XIN 时钟振荡电路内置反馈电阻，为了在停止模式中降低功耗，将反馈电阻从振荡电路分开。对于 XIN 时钟振荡电路，也能将外部生成的时钟输入到 XOUT 引脚。

XIN 时钟的连接电路例子如图 9.4 所示。

在复位过程中和复位后，XIN 时钟停止振荡。

在将 CM1 寄存器的 CM13 位置“1”（XIN-XOUT 引脚）后，如果将 CM0 寄存器的 CM05 位置“0”（XIN 时钟振荡），XIN 时钟就开始振荡。在 XIN 时钟振荡稳定后，如果将 OCD 寄存器的 OCD2 位置“0”（选择 XIN 时钟），XIN 时钟就变为 CPU 的时钟源。

在将 OCD2 位置“1”（选择内部振荡器时钟）的情况下，如果将 CM0 寄存器的 CM05 位置“1”（XIN 时钟停止振荡），就能降低功耗。另外，在将外部生成的时钟输入到 XOUT 引脚时，即使将 CM05 位置“1”，XIN 时钟也不停止振荡，所以必要时需从外部停止时钟。

在停止模式中，包括 XIN 时钟在内的全部时钟都停止振荡，详细内容请参照“9.6 功率控制”。

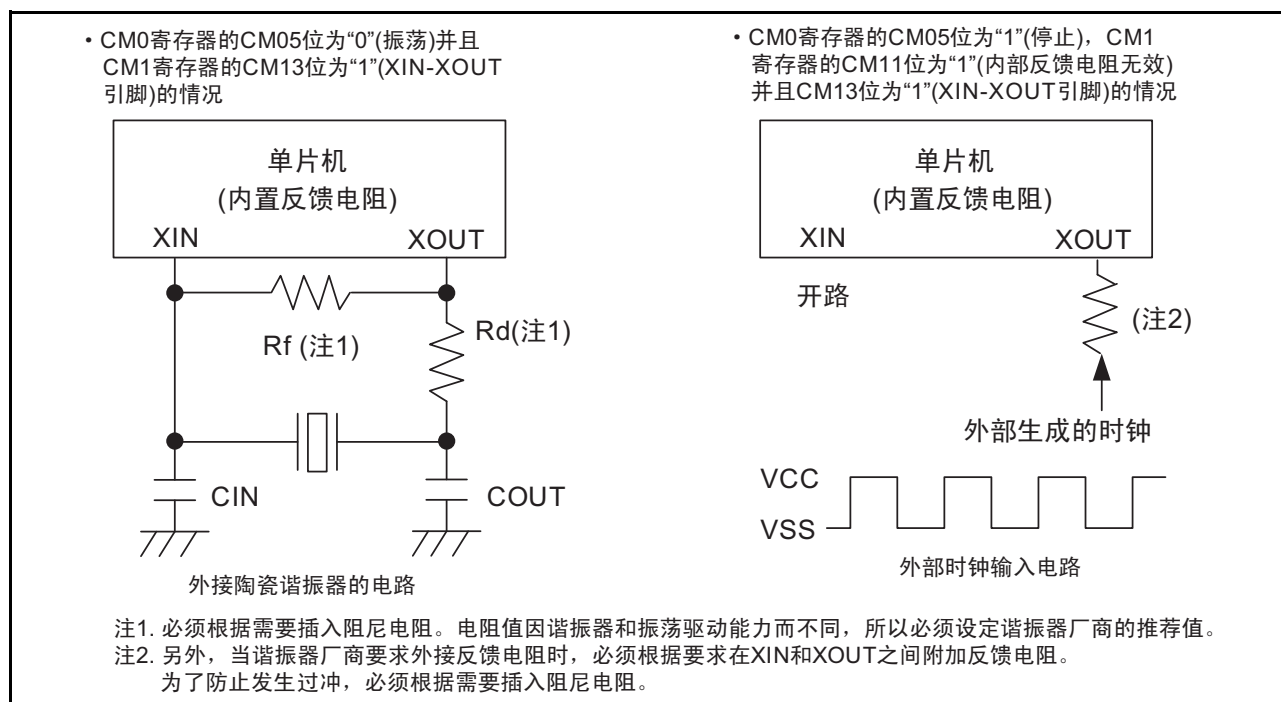


图 9.4 XIN 时钟的连接电路例子

9.4 内部振荡器时钟

内部振荡器时钟是内部振荡器提供的时钟，有高速内部振荡器和低速内部振荡器。FRA0 寄存器的 FRA01 位选择的内部振荡器时钟为内部振荡器时钟。

9.4.1 低速内部振荡器时钟

低速内部振荡器生成的时钟为 CPU 时钟、外围功能时钟、fOCO、fOCO-S 和 fOCO128 的时钟源。

在复位后，低速内部振荡器生成的内部振荡器时钟的无分频时钟为 CPU 时钟。

当 OCD 寄存器的 OCD1 ~ OCD0 位为 “11b” 时，低速内部振荡器在 XIN 时钟停止振荡时自动开始振荡并提供时钟。

根据电源电压和工作环境温度的不同，低速内部振荡器的频率会发生很大的变化，所以在设计应用产品时，必须对频率变化留有充分的容限。

9.4.2 高速内部振荡器时钟

高速内部振荡器生成的时钟为 CPU 时钟、外围功能时钟、fOCO、fOCO-F、fOCO40M 和 fOCO128 的时钟源。

在用作 CPU 时钟、外围功能时钟、fOCO、fOCO-F 的时钟源时，必须通过 FRA2 寄存器的 FRA20 位 ~ FRA22 位进行以下的设定：

- 当 VCC=2.7V ~ 5.5V 时，能设定所有的频率模式 “000b” ~ “111b”
- 当 VCC=1.8V ~ 5.5V 时，为不低于 8 分频的分频比 “110b” ~ “111b”（不低于 8 分频的模式）

高速内部振荡器生成的内部振荡器时钟在复位后停止振荡。如果将 FRA0 寄存器的 FRA00 位置 “1”（内部振荡器振荡），内部振荡器时钟就开始振荡。

FRA4 ~ FRA7 寄存器保存频率调整数据。

为了将高速内部振荡器时钟的频率调整为 36.864MHz，必须将 FRA4 寄存器的调整值和 FRA5 寄存器的调整值分别传送到 FRA1 寄存器和 FRA3 寄存器后再使用。因此，在 UART 模式中使用串行接口时，能将 9600bps 和 38400bps 等位速率的设定误差控制在 0%（参照“表 20.8、表 21.8 UART 模式的位速率设定例子（选择内部时钟的情况）”）。

为了将高速内部振荡器时钟的频率调整为 32MHz，必须将 FRA6 寄存器的调整值和 FRA7 寄存器的调整值分别传送到 FRA1 寄存器和 FRA3 寄存器后再使用。

9.5 CPU 时钟和外围功能时钟

有使 CPU 运行的 CPU 时钟和使外围功能运行的时钟（请参照“图 9.1 时钟发生电路”）。

9.5.1 系统时钟

系统时钟是 CPU 时钟和外围功能时钟的时钟源，能选择 XIN 时钟或者内部振荡器时钟。

9.5.2 CPU 时钟

CPU 时钟是 CPU 和看门狗定时器的运行时钟。

对系统时钟进行 1 分频（无分频）或者 2 分频、4 分频、8 分频、16 分频后的时钟为 CPU 时钟。能通过 CM0 寄存器的 CM06 位和 CM1 寄存器的 CM16、CM17 位选择分频。

在复位后，低速内部振荡器时钟的无分频时钟为 CPU 时钟。

在转移到停止模式时，CM06 位变为“1”（8 分频模式）。在转移到停止模式时，必须将 CM3 寄存器的 CM35 位置“0”（CM0 寄存器的 CM06 位、CM1 寄存器的 CM16 位和 CM17 位的设定有效）。

9.5.3 外围功能时钟（f1、f2、f4、f8、f32）

外围功能时钟是外围功能的运行时钟。

f_i（i=1、2、4、8、32）是对系统时钟进行 i 分频后的时钟，用于定时器 RA、定时器 RB、定时器 RC、串行接口和 A/D 转换器。

如果在将 CM0 寄存器的 CM02 位置“1”（在等待模式中停止外围功能时钟）后转移到等待模式，f_i 就停止振荡。

9.5.4 fOCO

fOCO 是外围功能的运行时钟。

fOCO 频率是指通过 FRA0 寄存器的 FRA01 位选择的内部振荡器时钟的频率。在高速内部振荡器的情况下，fOCO 为以 FRA2 寄存器的 FRA20 ~ FRA22 位选择的分频比进行分频后的频率。此时钟能在定时器 RA 中使用。fOCO 在等待模式中，不停止振荡。

9.5.5 fOCO40M

fOCO40M 是定时器 RC 的计数源。

fOCO40M 是高速内部振荡器生成的时钟。如果将 FRA00 位置“1”，就提供 fOCO40M。

fOCO40M 在等待模式中不停止振荡。

此时钟能在电源电压 VCC=2.7 ~ 5.5V 范围内使用。

9.5.6 fOCO-F

fOCO-F 是定时器 RC 和 A/D 转换器的计数源。

fOCO-F 是对高速内部振荡器生成的时钟进行 i 分频（i=2、3、4、5、6、7、8、9，FRA2 寄存器选择的分频比）后的时钟。如果将 FRA00 位置“1”，就提供 fOCO-F。

fOCO-F 在等待模式中不停止振荡。

9.5.7 fOCO-S

fOCO-S 是电压检测电路的运行时钟。

fOCO-S 是低速内部振荡器生成的时钟。如果将 CM14 位置 “0”（低速内部振荡器振荡），就提供 fOCO-S。

fOCO-S 在等待模式中不停止振荡。

9.5.8 fOCO128

fOCO128 是对 fOCO-S 或者 fOCO-F 进行 128 分频后的时钟。如果将 FRA03 位置 “0”，就选择 fOCO-S 的 128 分频；如果置 “1”，就选择 fOCO-F 的 128 分频。

fOCO128 是定时器 RC 的 TRCGRA 寄存器使用的捕捉信号。

9.5.9 fOCO-WDT

fOCO-WDT 是看门狗定时器的运行时钟。

fOCO-WDT 是看门狗定时器的低速内部振荡器生成的时钟。如果将 CSPR 寄存器的 CSPRO 位置 “1”（计数源保护模式有效），就提供 fOCO-WDT。

fOCO-WDT 在看门狗定时器的计数源保护模式中不停止振荡。

9.6 功率控制

功率控制有 3 种模式。在此将等待模式和停止模式以外的状态称为标准运行模式。

9.6.1 标准运行模式

标准运行模式又分为 4 种模式。

在标准运行模式中，因为提供 CPU 时钟和外围功能时钟，所以 CPU 和外围功能都运行。通过控制 CPU 时钟的频率进行功率控制。CPU 时钟的频率越高，处理能力就越强；频率越低，功耗就越小。如果停止不需要的振荡电路，功耗就会更小。

需要在转换目标的时钟振荡稳定时，转换 CPU 时钟的时钟源。必须通过程序在经过振荡稳定的等待时间后再转换时钟。

表 9.2 时钟相关位的设定和模式

模式		OCD 寄存器	CM1 寄存器			CM0 寄存器		FRA0 寄存器	
		OCD2	CM17、CM16	CM14	CM13	CM06	CM05	FRA01	FRA00
高速时钟模式	无分频	0	00b	—	1	0	0	—	—
	2 分频	0	01b	—	1	0	0	—	—
	4 分频	0	10b	—	1	0	0	—	—
	8 分频	0	—	—	1	1	0	—	—
	16 分频	0	11b	—	1	0	0	—	—
高速内部振荡器模式	无分频	1	00b	—	—	0	—	1	1
	2 分频	1	01b	—	—	0	—	1	1
	4 分频	1	10b	—	—	0	—	1	1
	8 分频	1	—	—	—	1	—	1	1
	16 分频	1	11b	—	—	0	—	1	1
低速内部振荡器模式	无分频	1	00b	0	—	0	—	0	—
	2 分频	1	01b	0	—	0	—	0	—
	4 分频	1	10b	0	—	0	—	0	—
	8 分频	1	—	0	—	1	—	0	—
	16 分频	1	11b	0	—	0	—	0	—

—: “0” 和 “1” 都可以。

9.6.1.1 高速时钟模式

XIN 时钟的 1 分频（无分频）、2 分频、4 分频、8 分频或者 16 分频为 CPU 时钟。当 CM14 位为 “0”（低速内部振荡器振荡）或者 FRA0 寄存器的 FRA00 位为 “1”（高速内部振荡器振荡）时，fOCO 能用于定时器 RA。

当 FRA00 位为 “1” 时，fOCO40M 能用于定时器 RC。

当 CM14 位为 “0”（低速内部振荡器振荡）时，fOCO-S 能用于电压检测电路。

9.6.1.2 高速内部振荡器模式

当 FRA0 寄存器的 FRA00 位为 “1”（高速内部振荡器振荡）并且 FRA01 位为 “1” 时，高速内部振荡器为内部振荡器时钟。此时，内部振荡器时钟的 1 分频（无分频）、2 分频、4 分频、8 分频或者 16 分频为 CPU 时钟。当 FRA00 位为 “1” 时，fOCO40M 能用于定时器 RC。

当 CM14 位为 “0”（低速内部振荡器振荡）时，fOCO-S 能用于电压检测电路。

9.6.1.3 低速内部振荡器模式

当 CM1 寄存器的 CM14 位为 “0”（低速内部振荡器振荡）并且 FRA0 寄存器的 FRA01 位为 “0” 时，低速内部振荡器为内部振荡器时钟。此时，内部振荡器时钟的 1 分频（无分频）、2 分频、4 分频、8 分频或者 16 分频为 CPU 时钟。另外，内部振荡器时钟为外围功能时钟的时钟源。当 FRA00 位为 “1” 时，fOCO40M 能用于定时器 RC。

当 CM14 位为 “0”（低速内部振荡器振荡）时，fOCO-S 能用于电压检测电路。

在此模式中，能通过停止 XIN 时钟和高速内部振荡器以及将 FMR2 寄存器的 FMR27 位置 “1”（允许闪存低功耗电流读模式），进行低功耗运行。CPU 时钟为低速内部振荡器时钟的 4 分频、8 分频、或者 16 分频时，能使用低功耗电流读模式。为 1 分频（无分频）、2 分频时，不使用低功耗电流读模式。在设定 CPU 时钟的分频比后，必须将 FMR27 位置 “1”。

在从低速内部振荡器模式转移到等待模式时，能通过将 VCA2 寄存器的 VCA20 位置 “1”（允许内部电源低功耗），进一步降低等待模式中的消耗电流。

降低功耗的方法请参照 “26. 功耗的降低”。

9.6.2 等待模式

因为在等待模式中 CPU 时钟停止振荡，所以通过 CPU 时钟运行的 CPU 停止运行，并且计数源保护模式无效时的看门狗定时器也停止运行。因为 XIN 时钟和内部振荡器时钟不停止振荡，所以使用这些时钟的外围功能保持运行状态。

9.6.2.1 外围功能时钟停止功能

当 CM02 位为“1”（在等待模式中停止外围功能时钟）时，因为 f1、f2、f4、f8、f32 在等待模式中停止振荡，所以能降低功耗。

9.6.2.2 向等待模式的转移

一旦执行 WAIT 指令或者将 CM3 寄存器的 CM30 位置“1”（转移到等待模式），就转移到等待模式。

当 OCD 寄存器的 OCD2 位为“1”（内部振荡器为系统时钟）时，必须在将 OCD 寄存器的 OCD1 位置“0”（禁止振荡停止检测中断）后，执行 WAIT 指令或者将 CM3 寄存器的 CM30 位置“1”（转移到等待模式）。

如果在 OCD1 位为“1”（允许振荡停止检测中断）的状态下转移到等待模式，由于 CPU 时钟不停止振荡，所以不能降低消耗电流。

只有在将 FMR2 寄存器的 FMR27 位置“0”（禁止低消耗电流读模式）后，才能向等待模式转移。在 FMR27 位为“1”（允许低消耗电流读模式）的状态下，不能向等待模式转移。

9.6.2.3 等待模式中的引脚状态

输入 / 输出端口保持进入等待模式前的状态。

9.6.2.4 从等待模式的返回

通过复位或者外围功能中断从等待模式返回。

外围功能中断受 CM02 位的影响。当 CM02 位为“0”（在等待模式中不停止外围功能时钟）时，A/D 转换中断以外的外围功能中断能用于从等待模式的返回；当 CM02 位为“1”（在等待模式中停止外围功能时钟）时，使用外围功能时钟的外围功能停止运行，所以通过外部信号或者内部振荡器时钟运行的外围功能中断能用于从等待模式的返回。

能用于从等待模式返回的中断和使用条件如表 9.3 所示。

表 9.3 能用于从等待模式返回的中断和使用条件

中断	CM02=0	CM02=1
串行接口中断	可用于内部时钟和外部时钟。	可用于外部时钟。
键输入中断	可使用	可使用
A/D 转换中断	—（不能向 A/D 转换中的等待模式转移）	—（不能向 A/D 转换中的等待模式转移）
定时器 RA 中断	可用于所有模式。	可在没有滤波器的情况下用于事件计数器模式。 可在 fOCO 为计数源时使用。
定时器 RB 中断	可用于所有模式。	可在 fOCO 为定时器 RA 的计数源并且定时器 RA 的下溢为定时器 RB 的计数源时使用。
定时器 RC 中断	可用于所有模式。	—（不能使用）
INT 中断	可使用	可使用（可在没有滤波器的情况下使用 INT0 ~ INT3）。
电压监视 1 中断	可使用	可使用
电压监视 2 中断	可使用	可使用
振荡停止检测中断	可使用	—（不能使用）
传感器控制单元中断	可使用	—（不能使用）

从 CM3 寄存器的 CM30 位被置“1”（转移到等待模式）后的等待模式返回后到执行第一条指令的时间如图 9.5 所示。

当将外围功能中断用于从等待模式的返回时，必须在将 CM30 位置“1”前进行以下的设定：

1. 将 I 标志置“0”（禁止可屏蔽中断）。
2. 对用于从等待模式返回的外围功能中断，给其对应的中断控制寄存器的 ILVL2 ~ ILVL0 位设定中断优先级。对不用于从等待模式返回的外围功能中断，将其对应的 ILVL2 ~ ILVL0 位全部置“000b”（禁止中断）。
3. 运行用于从等待模式返回的外围功能。

在通过外围功能中断返回时，从发生中断请求到执行下一条指令的时间（周期数）取决于 FMR0 寄存器的 FMSTP 位和 VCA2 寄存器的 VCA20 位的设定，如图 9.5 所示。

通过外围功能中断从等待模式返回后的 CPU 时钟是 CM3 寄存器的 CM35、CM36、CM37 位设定的时钟。此时，CM0 寄存器的 CM06 位、CM1 寄存器的 CM16 位和 CM17 位被自动更改。

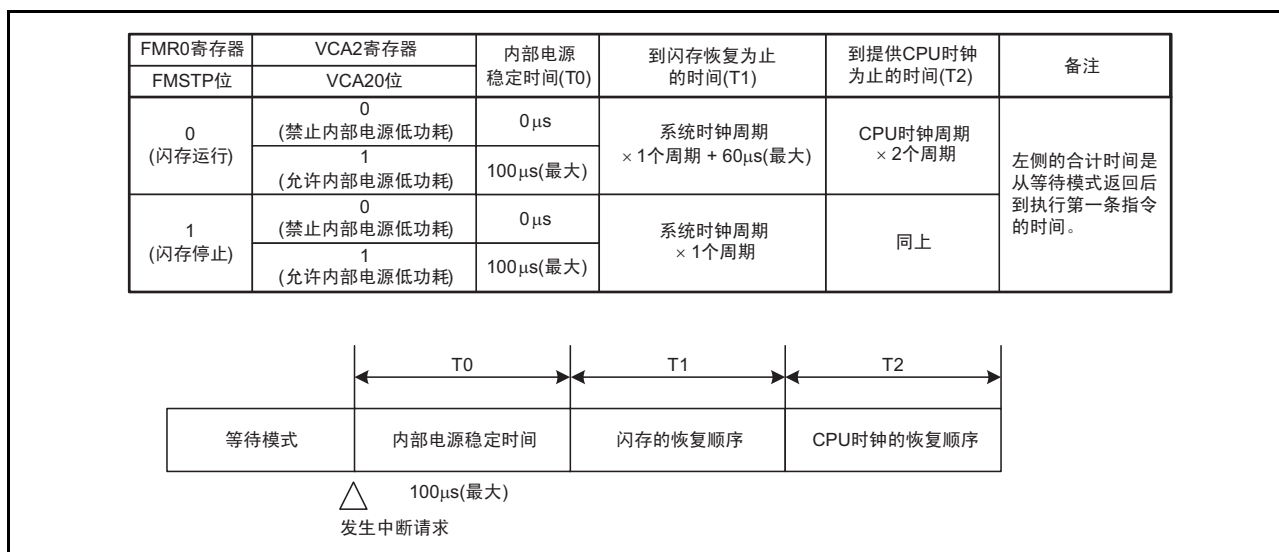


图 9.5 从 CM3 寄存器的 CM30 位被置“1”（转移到等待模式）后的等待模式返回后到执行第一条指令的时间

从执行 WAIT 指令后的等待模式到执行中断程序的时间如图 9.6 所示。

当将外围功能中断用于从等待模式的返回时，必须在执行 WAIT 指令前进行以下的设定：

1. 对用于从等待模式返回的外围功能中断，给其对应的中断控制寄存器的 ILVL2～ILVL0 位设定中断优先级。对不用于从等待模式返回的外围功能中断，将其对应的 ILVL2～ILVL0 位全部置“000b”（禁止中断）。
2. 将 I 标志置“1”。
3. 运行用于从等待模式返回的外围功能。

在通过外围功能中断返回时，从发生中断请求到执行中断程序的时间（周期数）取决于 FMR0 寄存器的 FMSTP 位和 VCA2 寄存器的 VCA20 位的设定，如图 9.6 所示。

通过外围功能中断从等待模式返回后的 CPU 时钟是 CM3 寄存器的 CM35、CM36、CM37 位设定的时钟。此时，CM0 寄存器的 CM06 位、CM1 寄存器的 CM16 位和 CM17 位被自动更改。

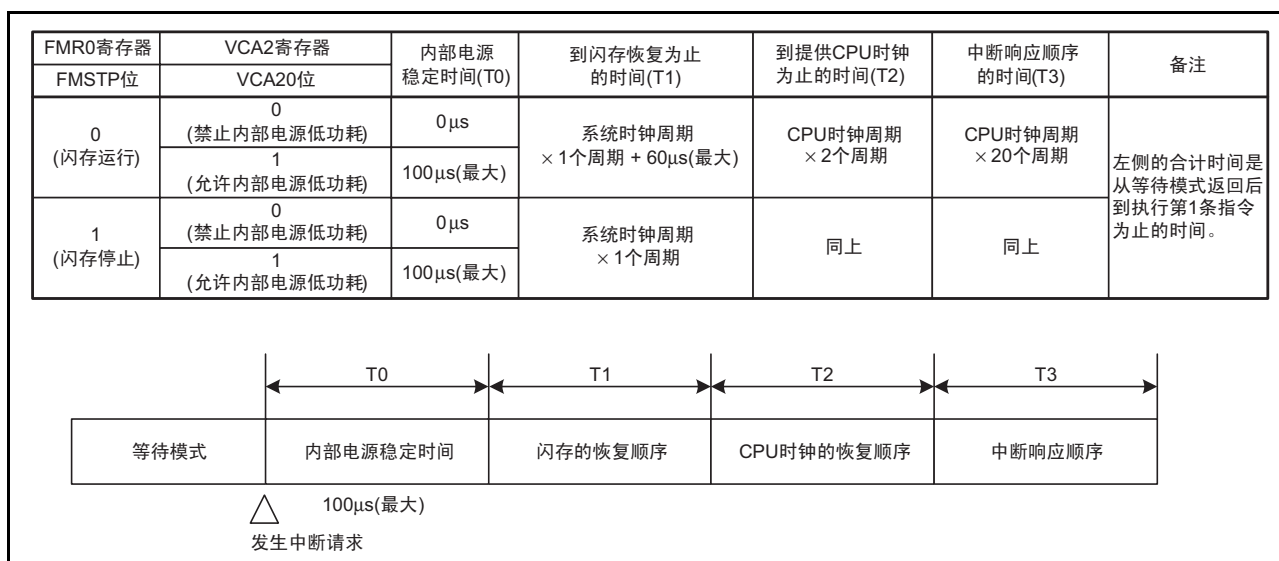


图 9.6 从执行 WAIT 指令后的等待模式到执行中断程序的时间

9.6.3 停止模式

在停止模式中，除 fOCO-WDT 以外，全部振荡停止。因为 CPU 时钟和外围功能时钟停止振荡，所以通过这些时钟运行的 CPU 和外围功能也停止运行。停止模式是功耗最小的模式。当 VCC 引脚的外加电压不低于 VRAM 时，保持内部 RAM 的内容。

另外，通过外部信号运行的外围功能保持运行状态。

能用于从停止模式返回的中断和使用条件如表 9.4 所示。

表 9.4 能用于从停止模式返回的中断和使用条件

中断	使用条件
键输入中断	可使用
INT0 ~ INT3 中断	可在没有滤波器的情况下使用。
定时器 RA 中断	在没有滤波器的情况下，可在事件计数器模式中对外部脉冲进行计数时使用。
串行接口中断	可在选择外部时钟时使用。
电压监视 1 中断	可在数字滤波器无效模式（VW1C 寄存器的 VW1C1 位为“1”）中使用。
电压监视 2 中断	可在数字滤波器无效模式（VW2C 寄存器的 VW2C1 位为“1”）中使用。

9.6.3.1 向停止模式的转移

一旦将 CM1 寄存器的 CM10 位置“1”（全部时钟停止振荡），就转移到停止模式，同时 CM0 寄存器的 CM06 位变为“1”（8 分频模式）。

在使用停止模式时，必须先将 OCD 寄存器的 OCD1 ~ OCD0 位置“00b”，然后将 CM3 寄存器的 CM35 位置“0”（CM0 寄存器的 CM06 位、CM1 寄存器的 CM16 位和 CM17 位的设定有效），再转移到停止模式。

只有在将 FMR2 寄存器的 FMR27 位置“0”（禁止低消耗电流读模式）后，才能向停止模式转移。在 FMR27 位为“1”（允许低消耗电流读模式）的状态下，不能向停止模式转移。

9.6.3.2 停止模式中的引脚状态

输入 / 输出端口保持进入停止模式前的状态。但是，当 CM1 寄存器的 CM13 位为“1”（XIN-XOUT 引脚）时，XOUT（P4_7）引脚为“H”电平；当 CM13 位为“0”（输入端口 P4_6 和 P4_7）时，P4_7（XOUT）为输入状态。

9.6.3.3 从停止模式的返回

通过复位或者外围功能中断从停止模式返回。

从停止模式到执行中断程序的时间如图 9.7 所示。

在通过外围功能中断返回时，必须在将 CM10 位置 “1” 前进行以下的设定：

- 1. 对用于从停止模式返回的外围功能中断，给其对应的 ILVL2～ILVL0 位设定中断优先级。
对不用于从停止模式返回的外围功能中断，将其对应的 ILVL2～ILVL0 位全部置 “000b”（禁止中断）。
- 2. 将 I 标志置 “1”。
- 3. 运行用于从停止模式返回的外围功能。

在通过外围功能中断返回时，如果在发生中断请求后开始提供 CPU 时钟，就执行中断程序。

通过外围功能中断从停止模式返回后的 CPU 时钟为进入停止模式前所用时钟的 8 分频。在转移到停止模式时，必须将 CM3 寄存器的 CM35 位置 “0”（CM0 寄存器的 CM06 位、CM1 寄存器的 CM16 位和 CM17 位的设定有效）。

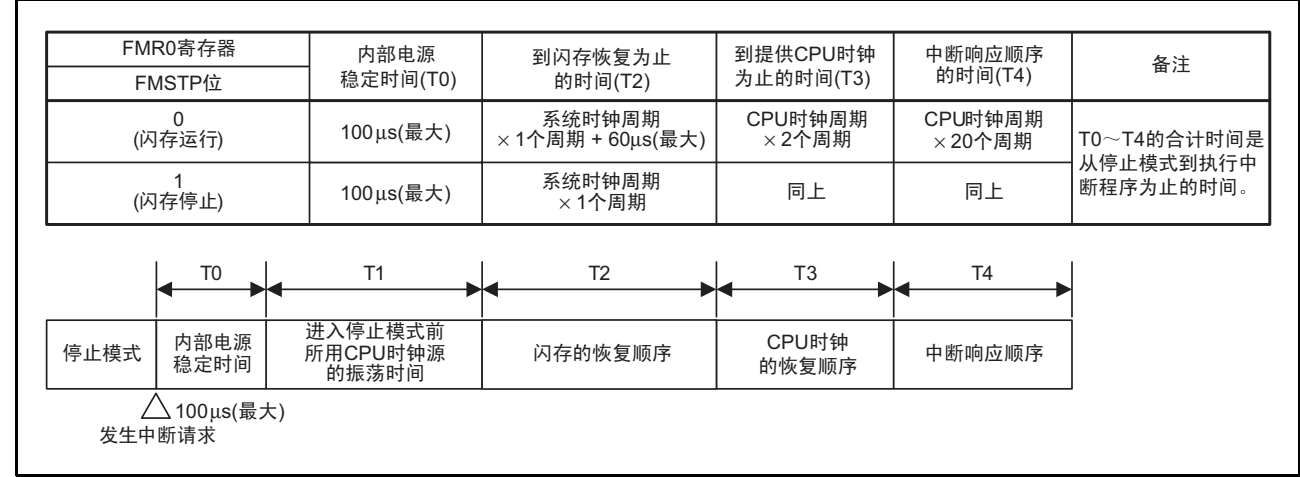


图 9.7 从停止模式到执行中断程序的时间

功率控制模式的状态转移如图 9.8 所示。

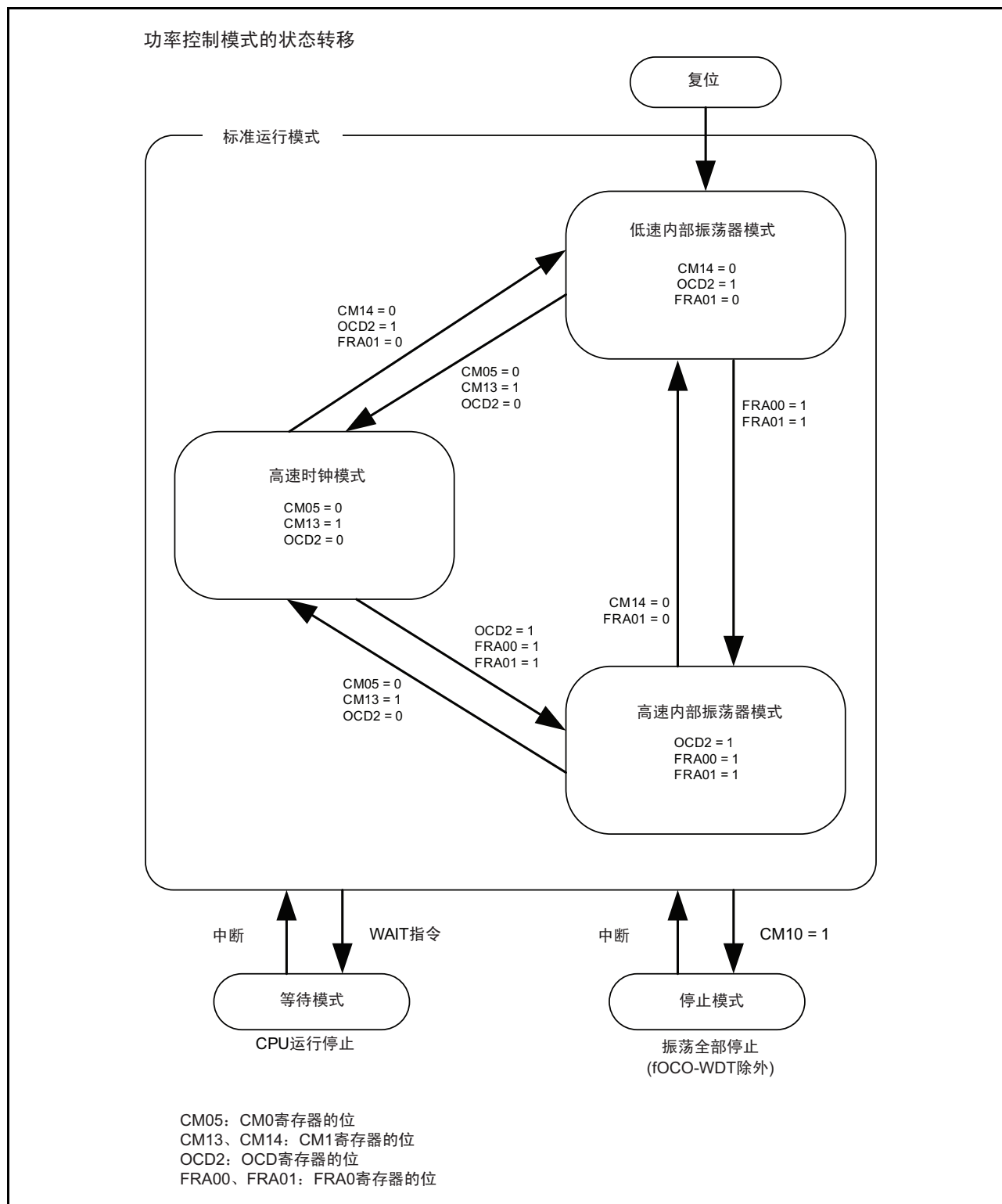


图 9.8 功率控制模式的状态转移

9.7 振荡停止检测功能

振荡停止检测功能是检测 XIN 时钟振荡电路停止的功能。

能通过 OCD 寄存器的 OCD0 位选择振荡停止检测功能是否有效。

振荡停止检测功能的规格如表 9.5 所示。

在 XIN 时钟为 CPU 时钟源并且 OCD1 ~ OCD0 位为 “11b” 的情况下，如果 XIN 时钟停止振荡，就出现以下的状态：

- OCD 寄存器的 OCD2 位变为 “1”（选择内部振荡器时钟）。
- OCD 寄存器的 OCD3 位变为 “1”（XIN 时钟停止振荡）。
- CM1 寄存器的 CM14 位变为 “0”（低速内部振荡器振荡）。
- 产生振荡停止检测中断请求。

表 9.5 振荡停止检测功能的规格

项目	规格
能检测振荡停止的时钟和频率范围	$f(\text{XIN}) \geq 2\text{MHz}$
振荡停止检测功能的有效条件	将 OCD1 ~ OCD0 位置 “11b”。
振荡停止检测时的运行	发生振荡停止检测中断。

9.7.1 振荡停止检测功能的使用方法

- 振荡停止检测中断与看门狗定时器中断、电压监视 1 中断、电压监视 2 中断共用向量。在同时使用振荡停止检测中断和看门狗定时器中断时，必须判断中断源。

振荡停止检测中断、看门狗定时器中断、电压监视 1 中断和电压监视 2 中断的中断源判断如表 9.6 所示，振荡停止检测中断、看门狗定时器中断、电压监视 1 中断和电压监视 2 中断的中断源判断方法的例子如图 9.10 所示。

- 如果 XIN 时钟在振荡停止后重新开始振荡，就必须通过程序将 XIN 时钟恢复为 CPU 时钟或者外围功能的时钟源。

在检测到振荡停止时，从低速内部振荡器时钟到 XIN 时钟的转换步骤如图 9.9 所示。

- 如果在使用振荡停止检测功能的过程中转移到等待模式，就必须将 CM02 位置 “0”（在等待模式中不停止外围功能时钟）。
 - 振荡停止检测功能是针对因外部因素导致 XIN 时钟停止振荡而设置的功能，因此在通过程序使 XIN 时钟停止或者振荡时（设定为停止模式或者更改 CM05 位），必须将 OCD1 ~ OCD0 位置 “00b”。
 - 因为在 XIN 时钟的频率低于 2MHz 时不能使用该功能，所以必须将 OCD1 ~ OCD0 位置 “00b”。
 - 在检测到振荡停止后，如果将低速内部振荡器时钟用作 CPU 时钟和外围功能的时钟源，就必须先将 FRA0 寄存器的 FRA01 位置 “0”（选择低速内部振荡器），然后将 OCD1 ~ OCD0 位置 “11b”。
- 在检测到振荡停止后，如果将高速内部振荡器时钟用作 CPU 时钟和外围功能的时钟源，就必须先将 FRA00 位置 “1”（高速内部振荡器振荡）并且将 FRA01 位置 “1”（选择高速内部振荡器），然后将 OCD1 ~ OCD0 位置 “11b”。

表 9.6 振荡停止检测中断、看门狗定时器中断、电压监视 1 中断和电压监视 2 中断的中断源判断

发生的中断源	表示中断源的位
振荡停止检测 (在 (a) 或者 (b) 时)	(a)OCD 寄存器的 OCD3=1 (b)OCD 寄存器的 OCD1 ~ OCD0=11b 并且 OCD2=1
看门狗定时器	VW2C 寄存器的 VW2C3=1
电压监视 1	VW1C 寄存器的 VW1C2=1
电压监视 2	VW2C 寄存器的 VW2C2=1

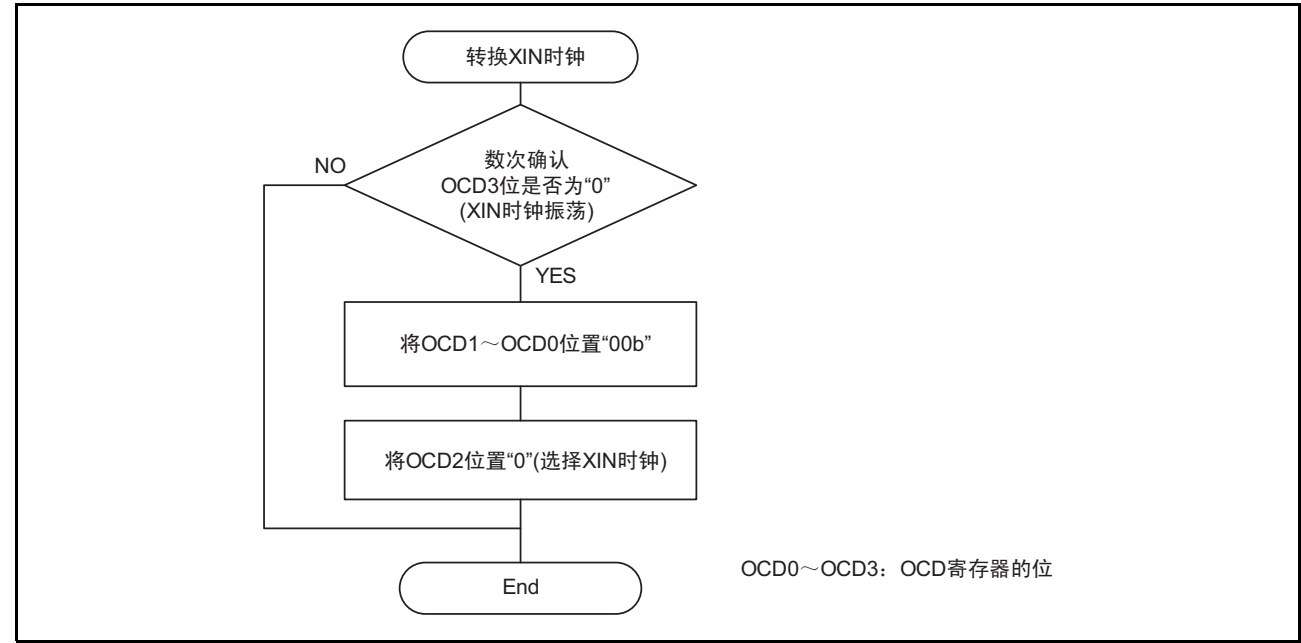


图 9.9 在检测到振荡停止时从低速内部振荡器到 XIN 时钟的转换步骤

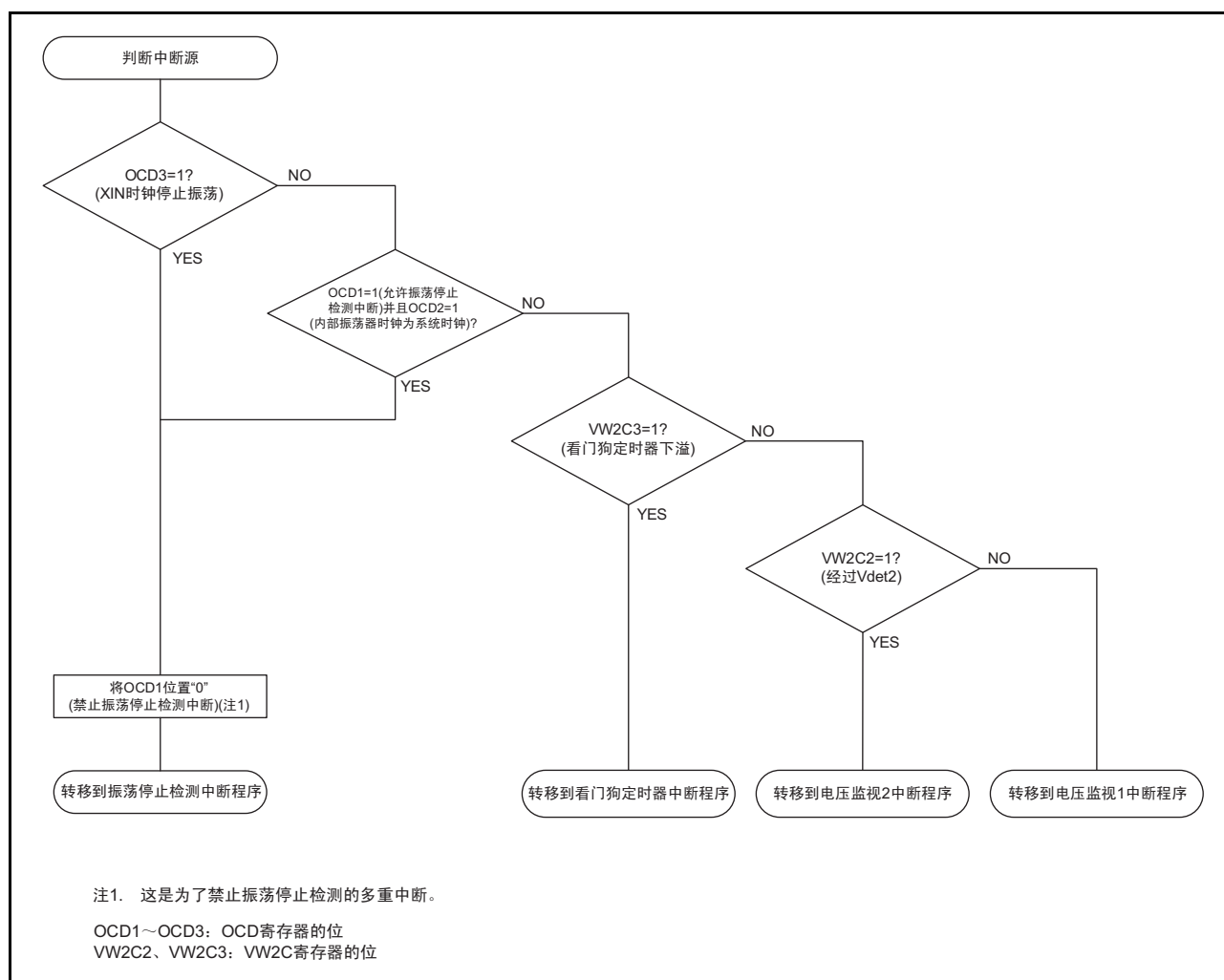


图 9.10 振荡停止检测中断、看门狗定时器中断、电压监视 1 中断和电压监视 2 中断的中断源判断方法的例子

9.8 使用时钟发生电路时的注意事项

9.8.1 停止模式

要转移到停止模式时，必须先将 FMR0 寄存器的 FMR01 位置 “0”（CPU 改写模式无效），然后将 CM1 寄存器的 CM10 位置 “1”（停止模式）。指令队列是从将 CM10 位置 “1”（停止模式）的指令开始预读 4 字节，然后程序停止。

必须紧接在将 CM10 位置 “1” 的指令之后插入 JMP.B 指令，再至少插入 4 条 NOP 指令。

- 转移到停止模式的程序例子

```
BCLR      1, FMR0      ; CPU改写模式无效
BCLR      7, FMR2      ; 禁止低消耗电流读模式
BSET      0, PRCR      ; 允许写CM1寄存器
FSET      I            ; 允许中断
BSET      0, CM1       ; 停止模式
JMP.B     LABEL_001
LABEL_001:
NOP
NOP
NOP
NOP
```

9.8.2 等待模式

将 CM30 位置 “1” 后转移到等待模式时，必须在将 FMR0 寄存器的 FMR01 位置 “0”（CPU 改写模式无效）后，再将 CM30 位置 “1”。

要通过 WAIT 指令转移到等待模式时，必须在将 FMR0 寄存器的 FMR01 位置 “0”（CPU 改写模式无效）后执行 WAIT 指令。指令队列是从将 CM30 位置 “1”（转移到等待模式）的指令或者 WAIT 指令开始预读 4 字节，然后程序停止。必须在将 CM30 位置 “1”（转移到等待模式）的指令或者 WAIT 指令之后至少插入 4 条 NOP 指令。

- 执行 WAIT 指令的程序例子

```

BCLR      1, FMR0      ; CPU 改写模式无效
BCLR      7, FMR2      ; 禁止低消耗电流读模式
FSET      I            ; 允许中断
WAIT                      ; 等待模式
NOP
NOP
NOP
NOP

```

- 执行将 CM30 位置 “1” 的程序例子

```

BCLR      1, FMR0      ; CPU 改写模式无效
BCLR      7, FMR2      ; 禁止低消耗电流读模式
BSET      0, PRCR      ; 允许写 CM3 寄存器
FCLR      I            ; 禁止中断
BSET      0, CM3       ; 等待模式
NOP
NOP
NOP
NOP
BCLR      0, PRCR      ; 禁止写 CM3 寄存器
FSET      I            ; 允许中断

```

9.8.3 振荡停止检测功能

因为在 XIN 时钟频率低于 2MHz 时不能使用振荡停止检测功能，所以必须将 OCD1 ~ OCD0 位置 “00b”。

9.8.4 振荡电路常数

有关用户系统的最佳振荡电路常数，请向谐振器生产厂商询问后决定。

10. 保护

这是为了在程序失控时保护重要的寄存器不被轻易改写的功能。

PRCR 寄存器保护的寄存器如下：

- 由PRC0位保护的寄存器：CM0、CM1、CM3、OCD、FRA0、FRA1、FRA2、FRA3寄存器
- 由PRC1位保护的寄存器：PM0寄存器和PM1寄存器
- 由PRC2位保护的寄存器：PD0寄存器
- 由PRC3位保护的寄存器：OCVREFCR、VCA2、VD1LS、VW0C、VW1C、VW2C寄存器

10.1 寄存器说明

10.1.1 保护寄存器（PRCR）

地址	地址 000Ah							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	PRC3	PRC2	PRC1	PRC0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	PRC0	保护位 0	允许写 CM0、CM1、CM3、OCD、FRA0、FRA1、FRA2、FRA3 寄存器。 0: 禁止写 1: 允许写（注 2）	R/W
b1	PRC1	保护位 1	允许写 PM0、PM1 寄存器。 0: 禁止写 1: 允许写（注 2）	R/W
b2	PRC2	保护位 2	允许写 PD0 寄存器。 0: 禁止写 1: 允许写（注 1）	R/W
b3	PRC3	保护位 3	允许写 OCVREFCR、VCA2、VD1LS、VW0C、VW1C、VW2C 寄存器。 0: 禁止写 1: 允许写（注 2）	R/W
b4	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—

注 1. 如果在给 PRC2 位写“1”（允许写）后写 SFR 区域，PRC2 位就变为“0”。必须通过将 PRC2 位置“1”的指令的下一条指令更改由 PRC2 位保护的寄存器。另外，在将 PRC2 位置“1”的指令和下一条指令之间不能发生中断和 DTC 启动。

注 2. 即使在给 PRC0、PRC1、PRC3 位写“1”（允许写）后写 SFR 区域，FRC0、FRC1、FRC3 位也不变为“0”，因此必须通过程序置“0”。

11. 中断

11.1 概要

11.1.1 中断的分类

中断的分类如图 11.1 所示。

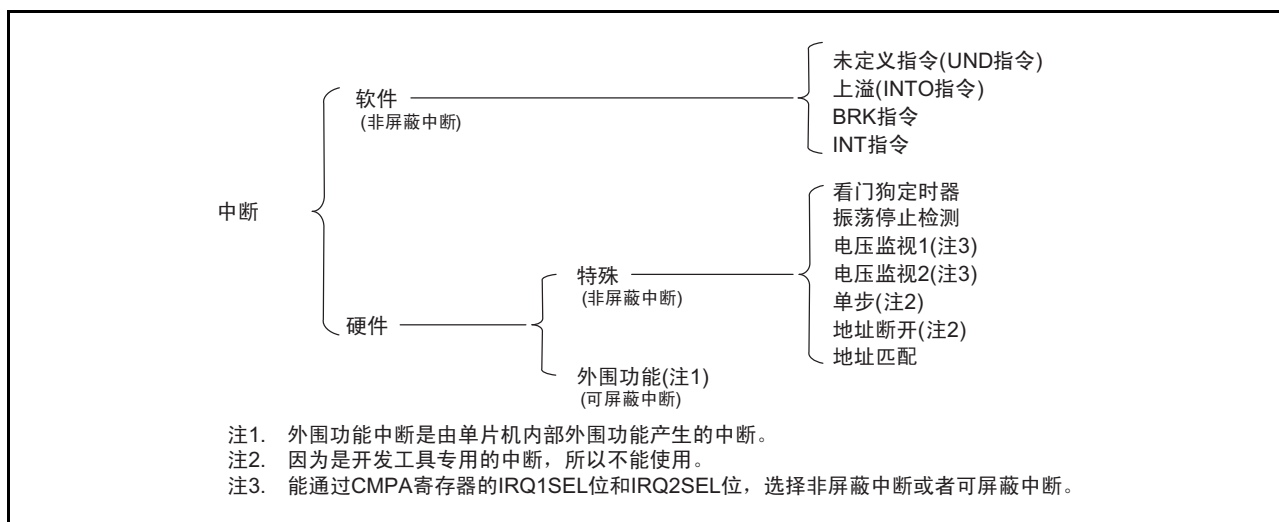


图 11.1 中断的分类

- 可屏蔽中断：能通过中断允许标志（I 标志）允许（禁止）中断，并且能通过中断优先级更改中断的优先级。
- 非屏蔽中断：不能通过中断允许标志（I 标志）允许（禁止）中断，也不能通过中断优先级更改中断的优先级。

11.1.2 软件中断

软件中断通过执行指令而产生，是非屏蔽中断。

11.1.2.1 未定义指令中断

如果执行 UND 指令，就产生未定义指令中断。

11.1.2.2 上溢中断

在 O 标志为“1”（运算结果上溢）时，如果执行 INTO 指令，就产生上溢中断。根据运算，O 标志发生变化的指令如下：

ABS、ADC、ADCF、ADD、CMP、DIV、DIVU、DIVX、NEG、RMPA、SBB、SHA、SUB

11.1.2.3 BRK 中断

如果执行 BRK 指令，就产生 BRK 中断。

11.1.2.4 INT 指令中断

如果执行 INT 指令，就产生 INT 指令中断。INT 指令能指定的软件中断序号是 0 ~ 63。分配给外围功能中断的软件中断序号能通过执行 INT 指令，执行和外围功能中断相同的中断程序。

对于软件中断序号 0 ~ 31，在执行指令时先将 U 标志压栈，然后将 U 标志置“0”（选择 ISP），再执行中断响应顺序。在从中断程序返回时恢复被压栈的 U 标志。对于软件中断序号 32 ~ 63，在执行指令时 U 标志不变，使用当时选择的 SP。

11.1.3 特殊中断

特殊中断是非屏蔽中断。

11.1.3.1 看门狗定时器中断

看门狗定时器是看门狗定时器产生的中断。有关看门狗定时器的详细内容，请参照“14. 看门狗定时器”。

11.1.3.2 振荡停止检测中断

振荡停止检测中断是振荡停止检测功能产生的中断。有关振荡停止检测功能的详细内容，请参照“9. 时钟发生电路”。

11.1.3.3 电压监视 1 中断

电压监视 1 中断是电压检测电路产生的中断。能通过 CMPA 寄存器的 IRQ1SEL 位选择非屏蔽中断或者可屏蔽中断。有关电压检测电路的详细内容，请参照“6. 电压检测电路”。

11.1.3.4 电压监视 2 中断

电压监视 2 中断是电压检测电路产生的中断。能通过 CMPA 寄存器的 IRQ2SEL 位选择非屏蔽中断或者可屏蔽中断。有关电压检测电路的详细内容，请参照“6. 电压检测电路”。

11.1.3.5 单步中断和地址断开中断

因为单步中断和地址断开中断是开发工具专用的中断，所以不能使用。

11.1.3.6 地址匹配中断

如果 AIER0 寄存器的 AIER00 位和 AIER1 寄存器的 AIER10 位中的任意 1 位为“1”（允许地址匹配中断），就在执行对应的 RMAD0 ~ RMAD1 寄存器所指地址的指令前产生地址匹配中断。有关地址匹配中断的详细内容，请参照“11.7 地址匹配中断”。

11.1.4 外围功能中断

外围功能中断是单片机内部的外围功能产生的中断，是可屏蔽中断。有关外围功能中断的中断源，请参照“表 11.2 可变向量表”中分配的中断和向量表地址。有关外围功能的详细内容，请参照各外围功能的说明。

11.1.5 中断和中断向量

1 个向量为 4 字节。必须给各中断向量设定中断程序的起始地址。如果接受中断请求，就转移到设定在中断向量的地址。

中断向量如图 11.2 所示。

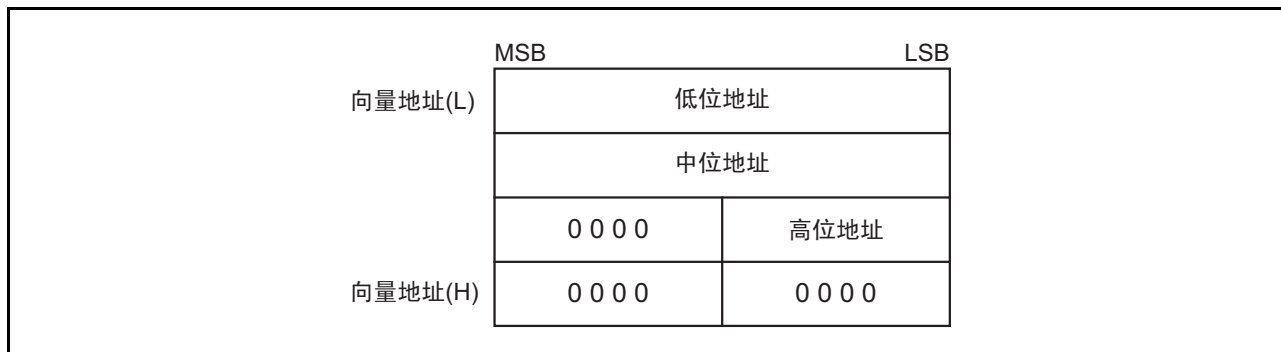


图 11.2 中断向量

11.1.5.1 固定向量表

如表 11.1 所示，固定向量表分配在地址 0FFDCh ~ 地址 0FFFFh。固定向量的向量地址（H）用于 ID 码检查功能，详细内容请参照“25.3 闪存的改写禁止功能”。

表 11.1 固定向量表

中断源	向量地址 地址（L）～地址（H）	备注	参照
未定义指令	0FFDCh ~ 0FFDFh	通过 UND 指令产生中断。	R8C/Tiny 系列软件手册
上溢	0FFE0h ~ 0FFE3h	通过 INTO 指令产生中断。	
BRK 指令	0FFE4h ~ 0FFE7h	当 0FFE6h 地址的内容为 FFh 时，从可变量表内的向量指向的地址开始执行。	
地址匹配	0FFE8h ~ 0FFEBh		11.7 地址匹配中断
单步（注 1）	0FFEC h ~ 0FFEFh		
看门狗定时器、 振荡停止检测、 电压监视 1（注 2）、 电压监视 2（注 3）	0FFF0h ~ 0FFF3h		14. 看门狗定时器 9. 时钟发生电路 6. 电压检测电路
地址断开（注 1）	0FFF4h ~ 0FFF7h		
（保留）	0FFF8h ~ 0FFFBh		
复位	0FFFCh ~ 0FFFFh		5. 复位

注 1. 因为是开发工具专用的中断，所以不能使用。

注 2. 电压监视 1 中断是 CMPA 寄存器的 IRQ1SEL 位为“0”（非屏蔽中断）的情况。

注 3. 电压监视 2 中断是 CMPA 寄存器的 IRQ2SEL 位为“0”（非屏蔽中断）的情况。

11.1.5.2 可变向量表

从设定在 INTB 寄存器的起始地址开始的 256 字节为可变向量表区域。

可变向量表如表 11.2 所示。

表 11.2 可变向量表

中断源	向量地址 (注 1) 地址 (L) ~ 地址 (H)	软件中断 序号	中断控制 寄存器	参照
BRK 指令 (注 2)	+0 ~ +3 (0000h ~ 0003h)	0	—	R8C/Tiny 系列软件手册
闪存就绪	+4 ~ +7 (0004h ~ 0007h)	1	FMRDYIC	25. 闪存
— (保留)		2 ~ 5	—	—
— (保留)	+24 ~ +27 (0018h ~ 001Bh)	6	—	—
定时器 RC	+28 ~ +31 (001Ch ~ 001Fh)	7	TRCIC	19. 定时器 RC
— (保留)	+32 ~ +35 (0020h ~ 0023h)	8	—	—
— (保留)	+36 ~ +39 (0024h ~ 0027h)	9	—	—
— (保留)	+40 ~ +43 (0028h ~ 002Bh)	10	—	—
UART2 发送 /NACK2	+44 ~ +47 (002Ch ~ 002Fh)	11	S2TIC	21. 串行接口 (UART2)
UART2 接收 /ACK2	+48 ~ +51 (0030h ~ 0033h)	12	S2RIC	
键输入	+52 ~ +55 (0034h ~ 0037h)	13	KUPIC	11.6 键输入中断
A/D 转换	+56 ~ +59 (0038h ~ 003Bh)	14	ADIC	23. A/D 转换器
— (保留)	+60 ~ +63 (003Ch ~ 003Fh)	15	—	—
— (保留)		16	—	—
UART0 发送	+68 ~ +71 (0044h ~ 0047h)	17	S0TIC	20. 串行接口 (UART0)
UART0 接收	+72 ~ +75 (0048h ~ 004Bh)	18	S0RIC	
— (保留)		19	S1TIC	
— (保留)		20	S1RIC	
INT2	+84 ~ +87 (0054h ~ 0057h)	21	INT2IC	11.4 INT 中断
定时器 RA	+88 ~ +91 (0058h ~ 005Bh)	22	TRAIC	17. 定时器 RA
— (保留)		23	—	—
定时器 RB	+96 ~ +99 (0060h ~ 0063h)	24	TRBIC	18. 定时器 RB
INT1	+100 ~ +103 (0064h ~ 0067h)	25	INT1IC	11.4 INT 中断
INT3	+104 ~ +107 (0068h ~ 006Bh)	26	INT3IC	
— (保留)		27	—	—
— (保留)		28	—	—
INT0	+116 ~ +119 (0074h ~ 0077h)	29	INT0IC	11.4 INT 中断
UART2 总线冲突检测	+120 ~ +123 (0078h ~ 007Bh)	30	U2BCNIC	21. 串行接口 (UART2)
— (保留)		31	—	—
软件 (注 2)	+128 ~ +131 (0080h ~ 0083h) ~ +164 ~ +167 (00A4h ~ 00A7h)	32 ~ 41	—	R8C/Tiny 系列软件手册
传感器控制单元	+168 ~ +171 (00A8h ~ 00ABh)	42	SCUIC	24. 传感器控制单元
— (保留)		43 ~ 49	—	—
电压监视 1 (注 3)	+200 ~ +203 (00C8h ~ 00CBh)	50	VCMP1IC	6. 电压检测电路
电压监视 2 (注 4)	+204 ~ +207 (00CCh ~ 00CFh)	51	VCMP2IC	
— (保留)		52 ~ 55	—	—
软件 (注 2)	+224 ~ +227 (00E0h ~ 00E3h) ~ +252 ~ +255 (00FCh ~ 00FFh)	56 ~ 63		R8C/Tiny 系列软件手册

注 1. 这是从 INTB 寄存器指向的地址开始的相对地址。

注 2. 不能通过 I 标志禁止该中断源。

注 3. 电压监视 1 中断是 CMPA 寄存器的 IRQ1SEL 位为 “0” (非屏蔽中断) 的情况。

注 4. 电压监视 2 中断是 CMPA 寄存器的 IRQ2SEL 位为 “0” (非屏蔽中断) 的情况。

11.2 寄存器说明

11.2.1 中断控制寄存器

(S2TIC、S2RIC、KUPIC、ADIC、S0TIC、S0RIC、S1TIC、S1RIC、TRAIC、TRBIC、U2BCNIC、SCUIC、VCMP1IC、VCMP2IC)

地址 地址 004Bh (S2TIC)、地址 004Ch (S2RIC)、地址 004Dh (KUPIC)、地址 004Eh (ADIC)、
地址 0051h (S0TIC)、地址 0052h (S0RIC)、地址 0053h (S1TIC)、地址 0054h (S1RIC)、
地址 0056h (TRAIC)、地址 0058h (TRBIC)、地址 005Eh (U2BCNIC)、地址 006Ah (SCUIC)、
地址 0072h (VCMP1IC)、地址 0073h (VCMP2IC)

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	IR	ILVL2	ILVL1	ILVL0
复位后的值	X	X	X	X	X	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	ILVL0	中断优先级选择位	b2 b1 b0 0 0 0: 0 (禁止中断)	R/W
b1	ILVL1		0 0 1: 1	R/W
b2	ILVL2		0 1 0: 2 0 1 1: 3 1 0 0: 4 1 0 1: 5 1 1 0: 6 1 1 1: 7	R/W
b3	IR	中断请求位	0: 无中断请求 1: 有中断请求	R/W (注 1)
b4	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. IR 位只能写“0”（不能写“1”）。

必须在不发生与该寄存器对应的中断请求的位置更改中断控制寄存器，请参照“11.9.5 中断控制寄存器的变更”。

11.2.2 中断控制寄存器（FMRDYIC、TRCIC）

地址	地址 0041h（FMRDYIC）、地址 0047h（TRCIC）							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	IR	ILVL2	ILVL1	ILVL0
复位后的值	X	X	X	X	X	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	ILVL0	中断优先级选择位	b2 b1 b0 0 0 0: 0（禁止中断）	R/W
b1	ILVL1		0 0 1: 1	R/W
b2	ILVL2		0 1 0: 2	R/W
			0 1 1: 3	
			1 0 0: 4	
			1 0 1: 5	
			1 1 0: 6	
			1 1 1: 7	
b3	IR	中断请求位	0: 无中断请求 1: 有中断请求	R
b4	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

必须在不发生与该寄存器对应的中断请求的位置更改中断控制寄存器，请参照“11.9.5 中断控制寄存器的变更”。

11.2.3 INTi 中断控制寄存器 (INTiIC) (i=0 ~ 3)

地址	地址 0055h (INT2IC)、地址 0059h (INT1IC)、地址 005Ah (INT3IC)、地址 005Dh (INT0IC)							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	POL	IR	ILVL2	ILVL1	ILVL0
复位后的值	X	X	0	0	X	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	ILVL0	中断优先级选择位	b2 b1 b0 0 0 0: 0 (禁止中断)	R/W
b1	ILVL1		0 0 1: 1	R/W
b2	ILVL2		0 1 0: 2	R/W
			0 1 1: 3	
			1 0 0: 4	
			1 0 1: 5	
			1 1 0: 6	
			1 1 1: 7	
b3	IR	中断请求位	0: 无中断请求 1: 有中断请求	R/W (注 1)
b4	POL	极性转换位 (注 3)	0: 选择下降沿 1: 选择上升沿 (注 2)	R/W
b5	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b6	—	什么也不指定。只能写 “0”，读取值为不定值。		—
b7	—			

注 1. IR 位只能写 “0” (不能写 “1”)。

注 2. 当 INTEN 寄存器的 INTiPL 位为 “1” (双边沿) 时, 必须将 POL 位置 “0” (选择下降沿)。

注 3. 如果更改 POL 位, IR 位就可能变为 “1” (有中断请求), 请参照 “11.9.4 中断源的变更”。

必须在不发生与该寄存器对应的中断请求的位置更改中断控制寄存器, 请参照 “11.9.5 中断控制寄存器的变更”。

11.3 中断控制

以下说明可屏蔽中断的允许和禁止以及接受优先级的设定，但是在此说明的内容不适用于非屏蔽中断。

通过 FLG 寄存器的 I 标志、IPL 以及各中断控制寄存器的 ILVL2 ~ ILVL0 位允许或者禁止可屏蔽中断，各中断控制寄存器的 IR 位表示中断请求的有无。

11.3.1 I 标志

通过 I 标志允许或者禁止可屏蔽中断。如果将 I 标志置“1”（允许），就允许可屏蔽中断；如果置“0”（禁止），就禁止全部的可屏蔽中断。

11.3.2 IR 位

如果发生中断请求，IR 位就变为“1”（有中断请求）。在接受中断请求并转移到对应的中断向量后，IR 位变为“0”（无中断请求）。

能通过程序给 IR 位写“0”，但是不能写“1”。

但是，在定时器 RC 中断、闪存中断的情况下，IR 位的操作不同，请参照“11.8 定时器 RC 中断、闪存中断（有多个中断请求源的中断）、传感器控制单元中断（有单个中断请求源的中断）”。

11.3.3 ILVL2 ~ ILVL0 位和 IPL

能通过 ILVL2 ~ ILVL0 位设定中断优先级。

中断优先级的设定以及 IPL 允许的中断优先级分别如表 11.3 和表 11.4 所示。

接受中断请求的条件如下所示：

- I 标志 = 1
- IR 位 = 1
- 中断优先级 > IPL

I 标志、IR 位、ILVL2 ~ ILVL0 位和 IPL 各自独立，互不影响。

表 11.3 中断优先级的设定

ILVL2 ~ ILVL0 位	中断优先级	优先级
000b	0（禁止中断）	—
001b	1	低 ↓ 高
010b	2	
011b	3	
100b	4	
101b	5	
110b	6	
111b	7	

表 11.4 IPL 允许的中断优先级

IPL	允许的中断优先级
000b	允许 1 级以上 (含 1 级)
001b	允许 2 级以上 (含 2 级)
010b	允许 3 级以上 (含 3 级)
011b	允许 4 级以上 (含 4 级)
100b	允许 5 级以上 (含 5 级)
101b	允许 6 级以上 (含 6 级)
110b	允许 7 级以上 (含 7 级)
111b	禁止全部的可屏蔽中断

11.3.4 中断响应顺序

以下说明从接受中断请求到执行中断程序的中断响应顺序。

如果在执行指令过程中发生中断请求，CPU 就在该指令执行结束后判断优先级，从下一个周期转移到中断响应顺序。但是，如果在执行 SMOVB、SMOVF、SSTR、RMPA 各指令的过程中发生中断请求，就暂时中断指令的运行，转移到中断响应顺序。

中断响应顺序的运行如下，中断响应顺序的执行时间如图 11.3 所示。

1. 在 CPU 通过读地址 00000h 获得中断信息（中断序号和中断请求优先级）后，对应中断的 IR 位变为“0”（无中断请求）（注 2）。
2. 将中断响应顺序前的 FLG 寄存器保存到 CPU 内部的临时寄存器（注 1）。
3. FLG 寄存器中的 I 标志、D 标志和 U 标志的状态如下所示：
I 标志为“0”（禁止中断）。
D 标志为“0”（禁止单步中断）。
U 标志为“0”（指定 ISP）。
但是，如果执行软件中断序号 32～63 的 INT 指令，U 标志就不变。
4. 将 CPU 内部的临时寄存器（注 1）压栈。
5. 将 PC 压栈。
6. 给 IPL 设定已接受中断的中断优先级。
7. 将设定在中断向量的中断程序的起始地址取到 PC。

在中断响应顺序结束后，从中断程序的起始地址开始执行指令。

注 1. 用户不能使用。

注 2. 有关定时器 RC 中断的 IR 位操作，请参照“11.8 定时器 RC 中断、闪存中断（有多个中断请求源的中断）、传感器控制单元中断（有单个中断请求源的中断）”。

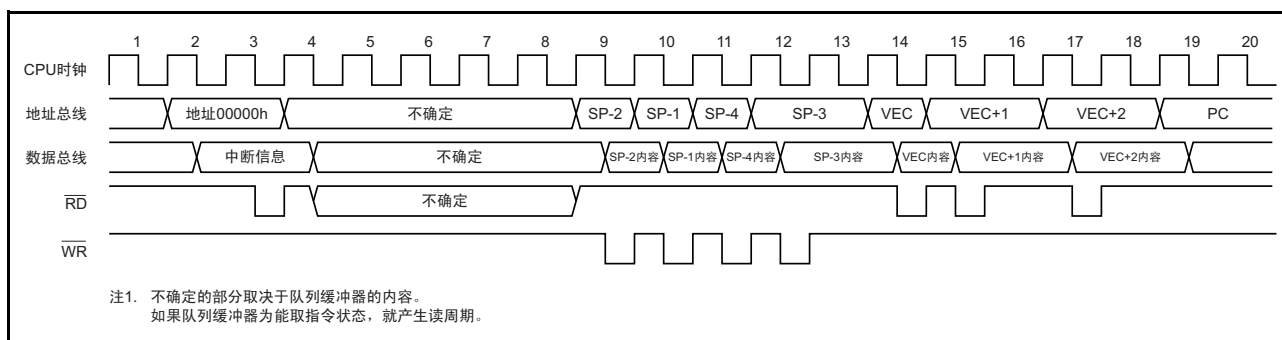


图 11.3 中断响应顺序的执行时间

11.3.5 中断响应时间

中断响应时间如图 11.4 所示。中断响应时间是从发生中断请求开始到执行中断程序内的第一条指令为止的时间，由发生中断请求开始到正在执行的指令结束为止的时间（图 11.4 的 (a)）和执行中断响应顺序的时间（20 个周期 (b)）构成。

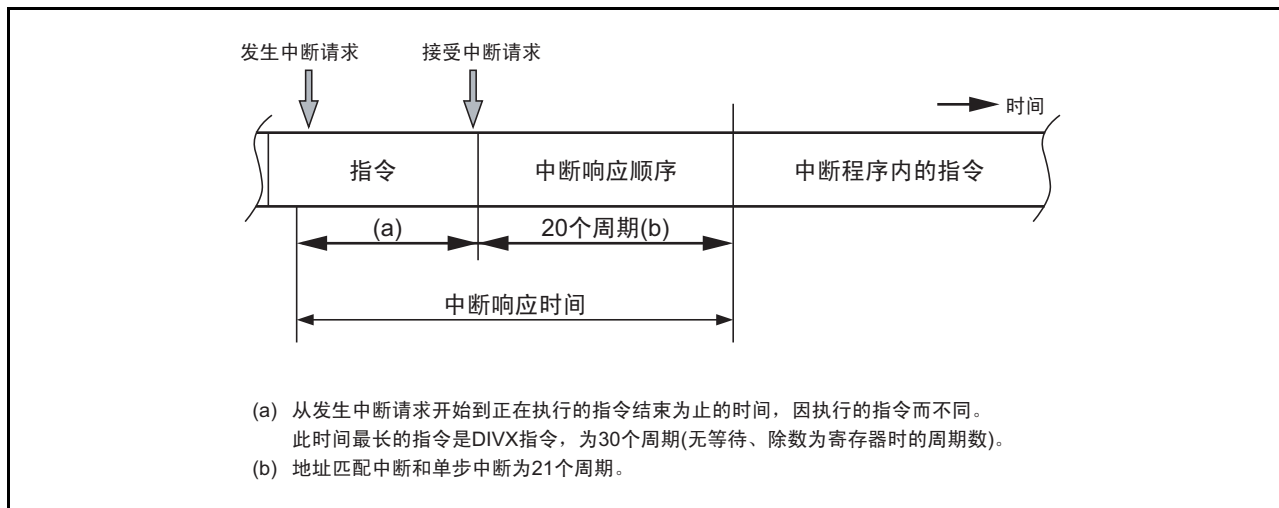


图 11.4 中断响应时间

11.3.6 接受中断请求时的 IPL 变化

如果接受可屏蔽中断的中断请求，就给 IPL 设定已接受中断的中断优先级。

如果接受软件中断或者特殊中断请求，就给 IPL 设定表 11.5 所示的值。

接受软件中断和特殊中断时的 IPL 值如表 11.5 所示。

表 11.5 接受软件中断和特殊中断时的 IPL 值

没有中断优先级的中断源	IPL 的设定值
看门狗定时器、振荡停止检测、电压监视 1、电压监视 2、地址断开	7
软件、地址匹配、单步	不变

11.3.7 寄存器压栈

在中断响应顺序中，将 FLG 寄存器和 PC 压栈。

先将 PC 的高 4 位、FLG 寄存器的高 4 位（IPL）和低 8 位共 16 位压栈，然后将 PC 的低 16 位压栈。

接受中断请求前后的堆栈状态如图 11.5 所示。

必须在中断程序的开始位置通过程序将其他需要的寄存器压栈。如果使用 PUSHM 指令，就能用 1 条指令将正在使用的寄存器组的多个寄存器压栈（注 1）。

注 1. 能从 R0、R1、R2、R3、A0、A1、SB、FB 寄存器中进行选择。

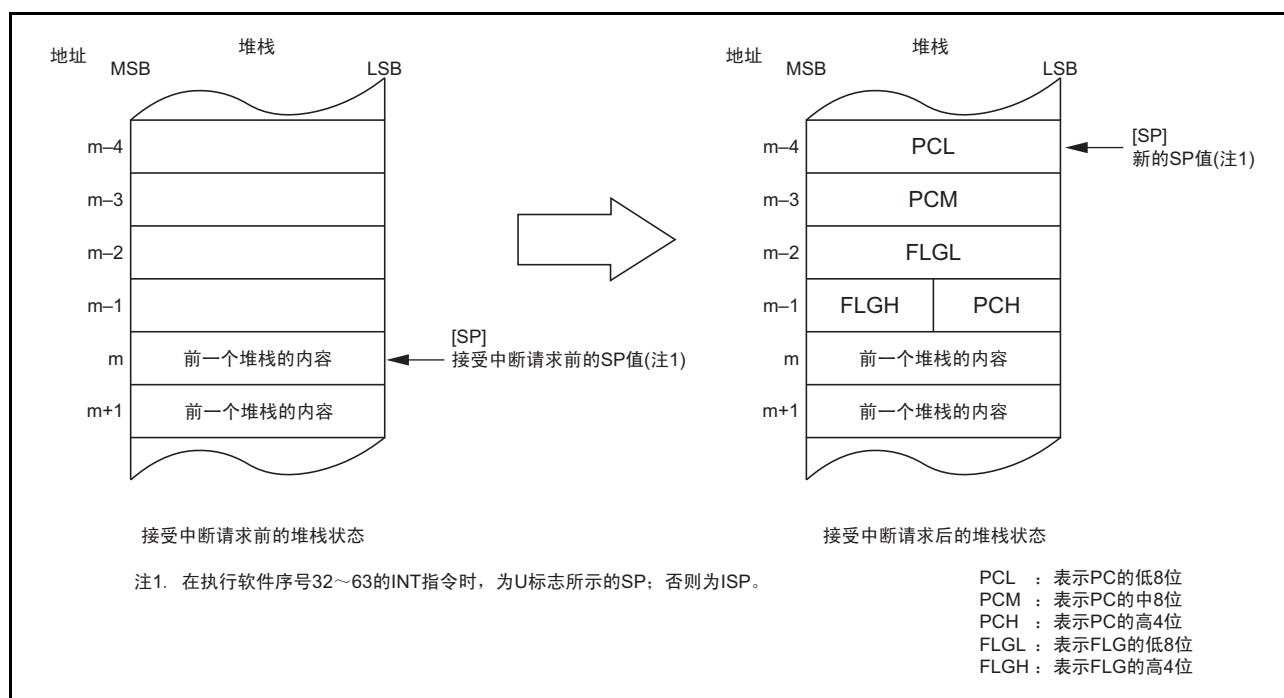


图 11.5 接受中断请求前后的堆栈状态

在中断响应顺序中，按 8 位分 4 次进行寄存器的压栈操作。
寄存器的压栈操作如图 11.6 所示。

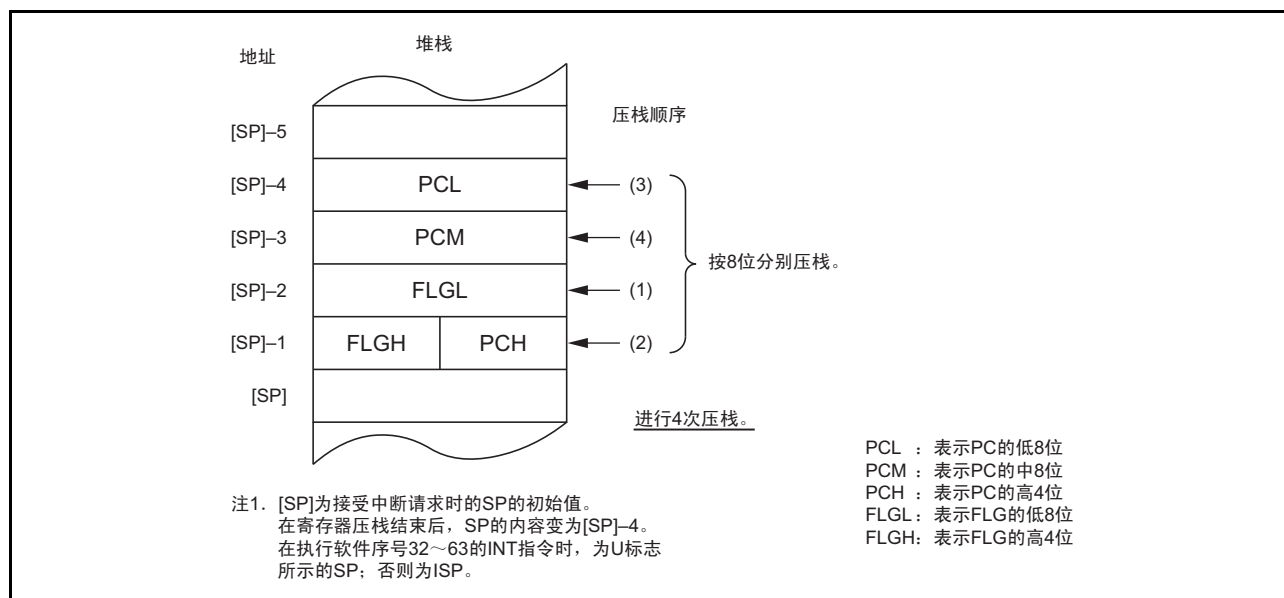


图 11.6 寄存器的压栈操作

11.3.8 从中断程序的返回

如果在中断程序的最后执行 REIT 指令，就先恢复被压栈的中断响应顺序前的 FLG 寄存器和 PC，然后返回到接受中断请求前正在执行的程序。

必须在执行 REIT 指令前使用 POPM 指令等，恢复在中断程序内通过程序压栈的寄存器。

11.3.9 中断优先级

如果在执行 1 条指令过程中发生 2 个或者 2 个以上的中断请求，就接受优先级高的中断。

能通过 ILVL2 ~ ILVL0 位任意选择可屏蔽中断（外围功能中断）的优先级。如果中断优先级为相同的设定值，就接受硬件设定的优先级高的中断。

通过硬件设定看门狗定时器中断等特殊中断的优先级。

硬件中断的中断优先级如图 11.7 所示。

软件中断不受中断优先级的影响。如果执行指令，就执行中断程序。

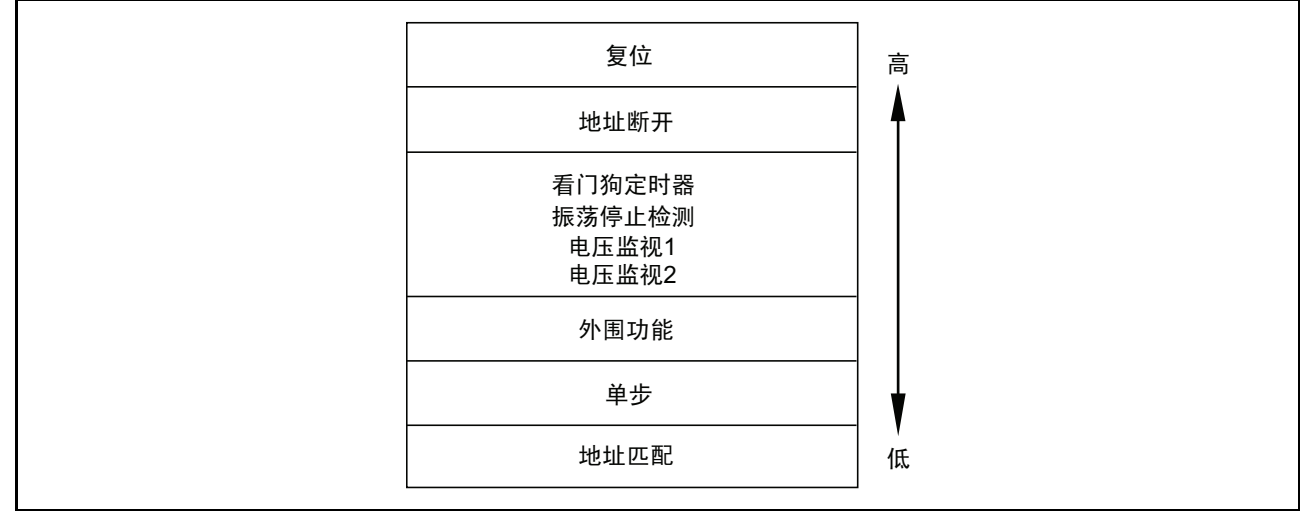


图 11.7 硬件中断的中断优先级

11.3.10 中断优先级的判断电路

中断优先级的判断电路用于选择优先级最高的中断。

中断优先级的判断电路如图 11.8 所示。

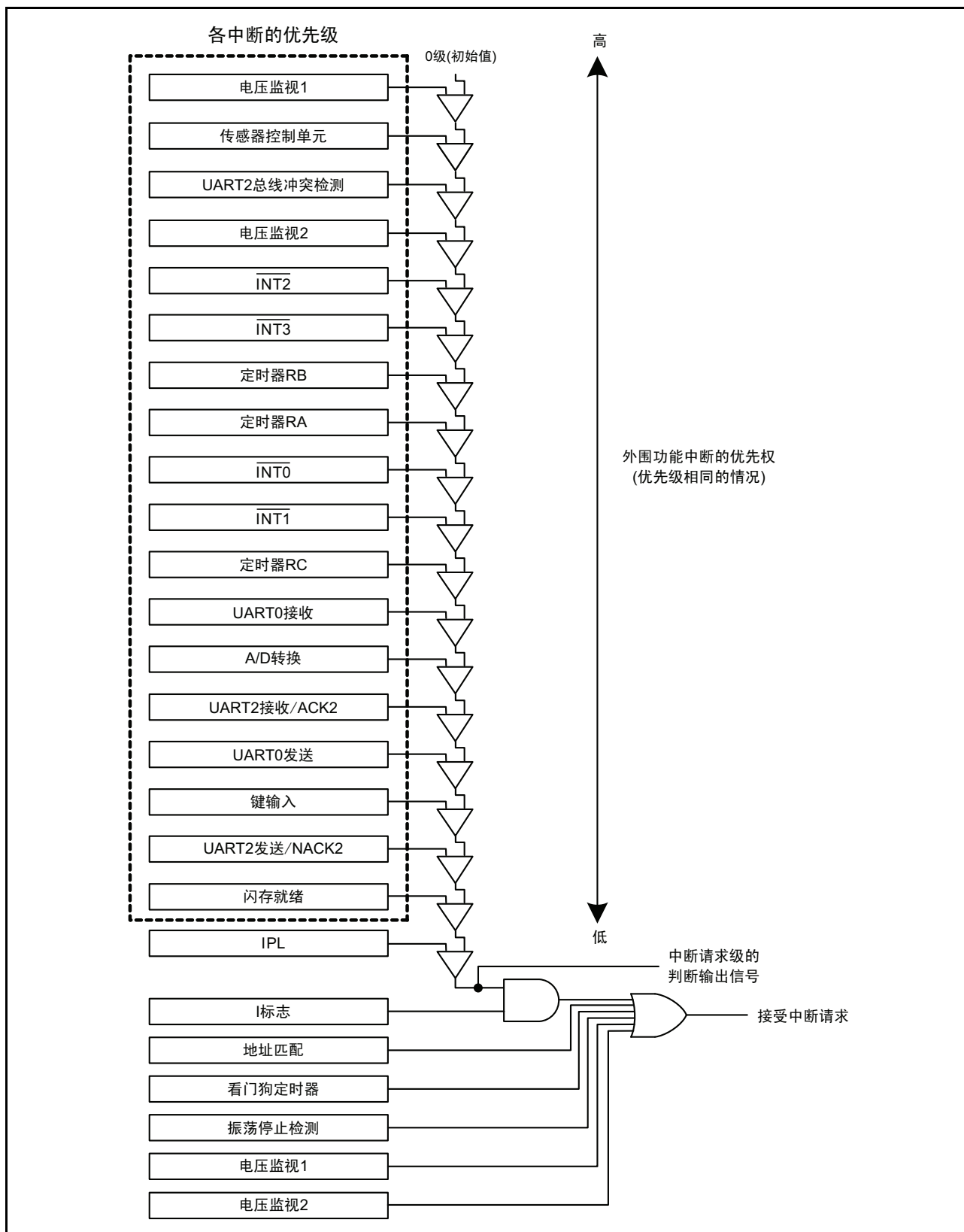


图 11.8 中断优先级的判断电路

11.4 $\overline{\text{INT}}$ 中断

11.4.1 $\overline{\text{INT}}_i$ 中断 ($i=0 \sim 3$)

$\overline{\text{INT}}_i$ 中断是 $\overline{\text{INT}}_i$ 输入产生的中断。在使用 $\overline{\text{INT}}_i$ 中断时，必须将 INTEN 寄存器的 INTiEN 位置“1”（允许）。能通过 INTEN 寄存器的 INTiPL 位和 INTiIC 寄存器的 POL 位选择极性。 $\overline{\text{INT}}_1$ 、 $\overline{\text{INT}}_3$ 的输入能选择输入引脚，也能通过有 3 种采样时钟的数字滤波器进行输入。

定时器 RC 的脉冲输出强制截止输入引脚以及定时器 RB 的外部触发输入引脚与 $\overline{\text{INT}}_0$ 引脚兼用。定时器 RA 的事件输入有效与 $\overline{\text{INT}}_2$ 引脚兼用。

$\overline{\text{INT}}$ 中断的引脚结构如表 11.6 所示。

表 11.6 $\overline{\text{INT}}$ 中断的引脚结构

引脚名	分配的引脚	输入 / 输出	功能
$\overline{\text{INT}}_0$	P4_5	输入	$\overline{\text{INT}}_0$ 中断输入、定时器 RB 的外部触发输入、定时器 RC 的脉冲输出强制截止输入
$\overline{\text{INT}}_1$	P1_5、P1_7、P2_0 或者 P3_5	输入	$\overline{\text{INT}}_1$ 中断输入
$\overline{\text{INT}}_2$	P3_4	输入	$\overline{\text{INT}}_2$ 中断输入、定时器 RA 的事件输入有效
$\overline{\text{INT}}_3$	P3_3 或者 P3_7	输入	$\overline{\text{INT}}_3$ 中断输入

11.4.2 INT 中断输入的引脚选择寄存器 (INTSR)

地址	地址 018Eh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	INT3SEL0	—	—	INT1SEL2	INT1SEL1	INT1SEL0	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b1	INT1SEL0	INT1 引脚选择位	b3 b2 b1 0 0 0: 分配到 P1_7 0 0 1: 分配到 P1_5 0 1 0: 分配到 P2_0 0 1 1: 不能设定 1 0 0: 不能设定 1 0 1: 分配到 P3_5 上述以外: 不能设定	R/W
b2	INT1SEL1			R/W
b3	INT1SEL2			R/W
b4	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b5	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b6	INT3SEL0	INT3 引脚选择位	0: 分配到 P3_3 1: 分配到 P3_7	R/W
b7	—	保留位	必须置“0”。	R/W

INTSR 寄存器是选择将 $\overline{\text{INT}}_i$ ($i=1, 3$) 的输入分配到哪个引脚的寄存器。在使用 $\overline{\text{INT}}_i$ 时, 必须设定 INTSR 寄存器。

在设定 $\overline{\text{INT}}_i$ 的相关寄存器前, 必须设定 INTSR 寄存器, 但是不能在 $\overline{\text{INT}}_i$ 运行中更改 INTSR 寄存器的设定值。

11.4.3 低电压信号模式控制寄存器 (TSMR)

地址	地址 0190h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	I3LVM	I2LVM	I1LVM	I0LVM	U2LVM	—	U0LVM	LVMPR
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	LVMPR	低电压信号模式保护位	0: 禁止写 1: 允许写 (注 1)	R/W
b1	U0LVM	UART0 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式 (注 2)	R/W
b2	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b3	U2LVM	UART2 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式 (注 2)	R/W
b4	I0LVM	INT0 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式	R/W
b5	I1LVM	INT1 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W
b6	I2LVM	INT2 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W
b7	I3LVM	INT3 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W

注 1. 当 LVMPR 位为 “1” (允许写) 时, 能写 UiLVM (i=0、2)、IjLVM (j=0 ~ 3) 位。必须在将 LVMPR 位置 “1” 后改写 UiLVM (i=0、2)、IjLVM (j=0 ~ 3) 位。将 LVMPR 位写 “1” 时, 必须连续写 “0” 和 “1”。

注 2. 当 UiLVM (i=0、2) 位为 “1” 时, 与 UiC0 (i=0、2) 寄存器的 NCH 位的设定无关, TxDi (i=0、2) 引脚为 N 沟道漏极开路输出。

11.4.4 外部输入允许寄存器 0 (INTEN)

地址	地址 01FAh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	INT3PL	INT3EN	INT2PL	INT2EN	INT1PL	INT1EN	INT0PL	INT0EN
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	INT0EN	$\overline{\text{INT0}}$ 输入允许位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b1	INT0PL	$\overline{\text{INT0}}$ 输入极性选择位 (注 1、注 2)	0: 单边沿 1: 双边沿	R/W
b2	INT1EN	$\overline{\text{INT1}}$ 输入允许位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b3	INT1PL	$\overline{\text{INT1}}$ 输入极性选择位 (注 1、注 2)	0: 单边沿 1: 双边沿	R/W
b4	INT2EN	$\overline{\text{INT2}}$ 输入允许位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b5	INT2PL	$\overline{\text{INT2}}$ 输入极性选择位 (注 1、注 2)	0: 单边沿 1: 双边沿	R/W
b6	INT3EN	$\overline{\text{INT3}}$ 输入允许位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b7	INT3PL	$\overline{\text{INT3}}$ 输入极性选择位 (注 1、注 2)	0: 单边沿 1: 双边沿	R/W

注 1. 要将 INTiPL 位 (i=0 ~ 3) 置 “1” (双边沿) 时, 必须将 INTiIC 寄存器的 POL 位置 “0” (选择下降沿)。

注 2. 如果更改 INTEN 寄存器, INTiIC 寄存器的 IR 位就可能变为 “1” (有中断请求), 请参照 “11.9.4 中断源的变更”。

11.4.5 INT 输入滤波器的选择寄存器 0 (INTF)

地址	地址 01FCh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	INT3F1	INT3F0	INT2F1	INT2F0	INT1F1	INT1F0	INT0F1	INT0F0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	INT0F0	INT0 输入滤波器选择位	b1 b0 0 0: 无滤波器 0 1: 有滤波器, 通过 f1 进行采样。 1 0: 有滤波器, 通过 f8 进行采样。 1 1: 有滤波器, 通过 f32 进行采样。	R/W
b1	INT0F1			R/W
b2	INT1F0	INT1 输入滤波器选择位	b3 b2 0 0: 无滤波器 0 1: 有滤波器, 通过 f1 进行采样。 1 0: 有滤波器, 通过 f8 进行采样。 1 1: 有滤波器, 通过 f32 进行采样。	R/W
b3	INT1F1			R/W
b4	INT2F0	INT2 输入滤波器选择位	b5 b4 0 0: 无滤波器 0 1: 有滤波器, 通过 f1 进行采样。 1 0: 有滤波器, 通过 f8 进行采样。 1 1: 有滤波器, 通过 f32 进行采样。	R/W
b5	INT2F1			R/W
b6	INT3F0	INT3 输入滤波器选择位	b7 b6 0 0: 无滤波器 0 1: 有滤波器, 通过 f1 进行采样。 1 0: 有滤波器, 通过 f8 进行采样。 1 1: 有滤波器, 通过 f32 进行采样。	R/W
b7	INT3F1			R/W

11.4.6 $\overline{\text{INTi}}$ 输入滤波器 ($i=0 \sim 3$)

$\overline{\text{INTi}}$ 输入有数字滤波器, 能通过 INTF 寄存器的 INTiF0 ~ INTiF1 位选择采样时钟。以每个采样时钟对 $\overline{\text{INTi}}$ 的电平进行采样, 在电平 3 次相同时, INTiIC 寄存器的 IR 位变为 “1” (有中断请求)。

$\overline{\text{INTi}}$ 输入滤波器的结构和运行例子分别如图 11.9 和图 11.10 所示。

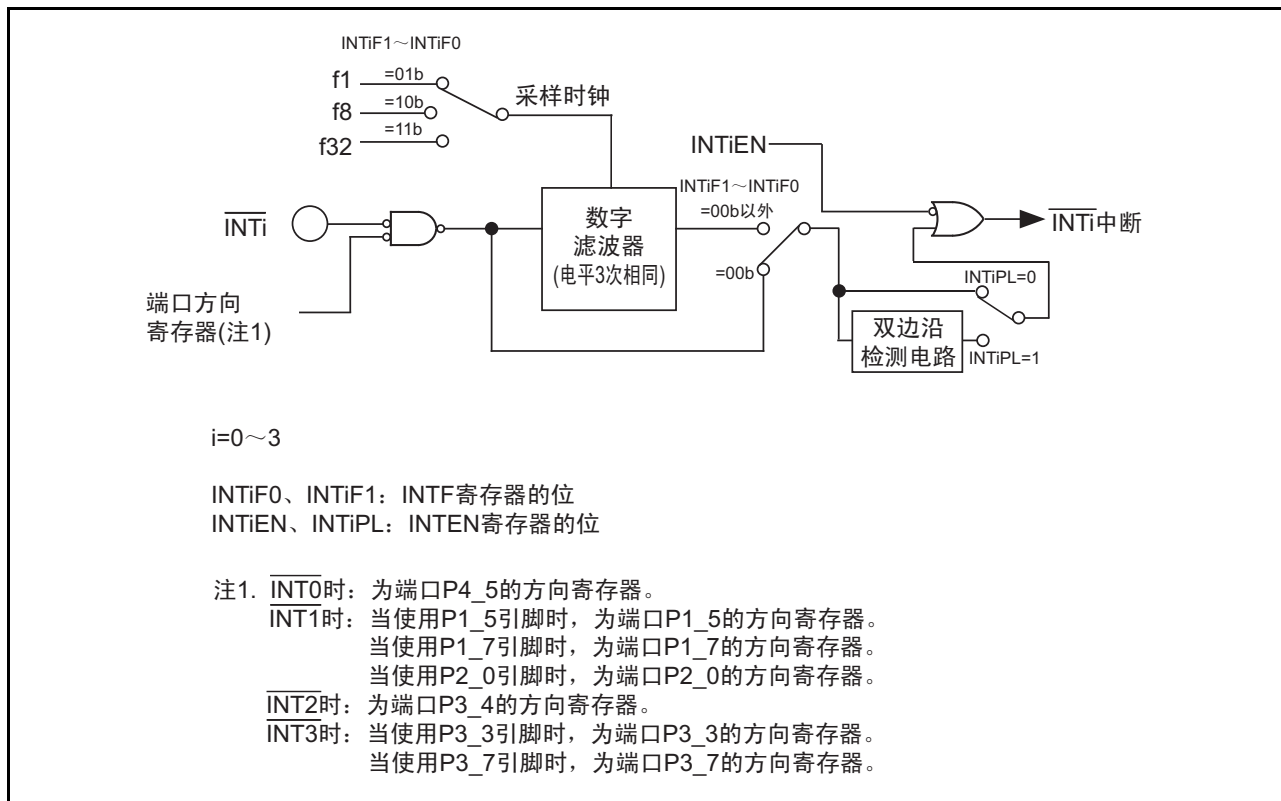


图 11.9 $\overline{\text{INTi}}$ 输入滤波器的结构

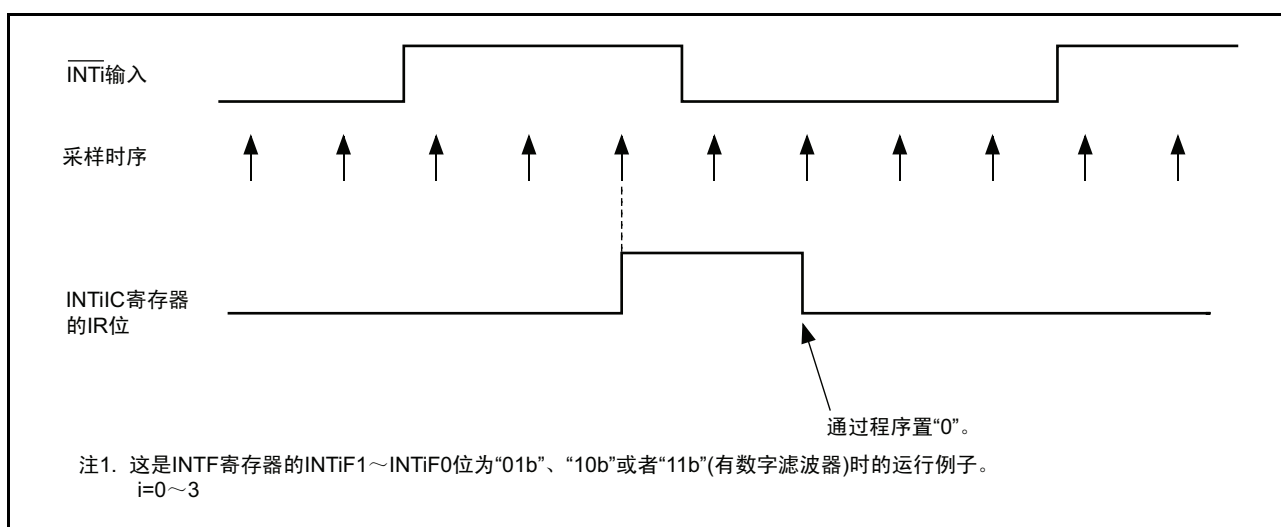


图 11.10 $\overline{\text{INTi}}$ 输入滤波器的运行例子

11.5 低电压信号模式

串行接口（UART0 和 UART2）的通信及 $\overline{\text{INT}}$ 中断的 $\overline{\text{INT}}$ 输入能通过低电压信号进行。可输入 / 输出低电压信号的引脚如表 11.7 所示。

通过设定 TSMR 寄存器，允许低电压信号模式的引脚，在输入时由施密特输入转换为 CMOS 输入。另外，在输出时由 CMOS 输出转换为 N 沟道漏极开路输出。

CMOS 输入的输入阈值必须通过 VLT0、VLT1 寄存器进行设定。

在使用低电压信号模式时，输入全部为 CMOS 输入。由于施密特输入为无效，必须实施防噪音对策。

表 11.7 可输入 / 输出低电压信号的引脚

外围功能名		引脚
串行接口	UART0 时钟同步串行 I/O 时钟异步串行 I/O	CLK0、RXD0、TXD0
	UART2 时钟同步串行 I/O 时钟异步串行 I/O 特殊模式 1（I ² C 模式） 特殊模式 2（SSU 模式） 多处理器通信功能	CLK2、RXD2、TXD2、 $\overline{\text{CTS2}}$ 、 $\overline{\text{RTS2}}$ 、SCL2、SDA2
$\overline{\text{INT}}$	$\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$	$\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$

11.6 键输入中断

在 $\overline{\text{KI0}} \sim \overline{\text{KI3}}$ 引脚中的任何一个输入边沿都会发生键输入中断请求。键输入中断也能用作解除等待模式和停止模式的键唤醒功能。

能通过 KIEN 寄存器的 KIiEN 位 ($i=0 \sim 3$) 选择是否将引脚用作 $\overline{\text{KIi}}$ 输入引脚，还能通过 KIEN 寄存器的 KIiPL 位选择输入极性。

如果给 KIiPL 位为“0”（下降沿）的 $\overline{\text{KIi}}$ 引脚输入“L”电平，就无法检测到其他 $\overline{\text{KI0}} \sim \overline{\text{KI3}}$ 引脚的输入中断。同样，如果给 KIiPL 位为“1”（上升沿）的 $\overline{\text{KIi}}$ 引脚输入“H”电平，就无法检测到其他 $\overline{\text{KI0}} \sim \overline{\text{KI3}}$ 引脚的输入中断。

键输入中断的框图和引脚结构分别如图 11.11 和表 11.8 所示。

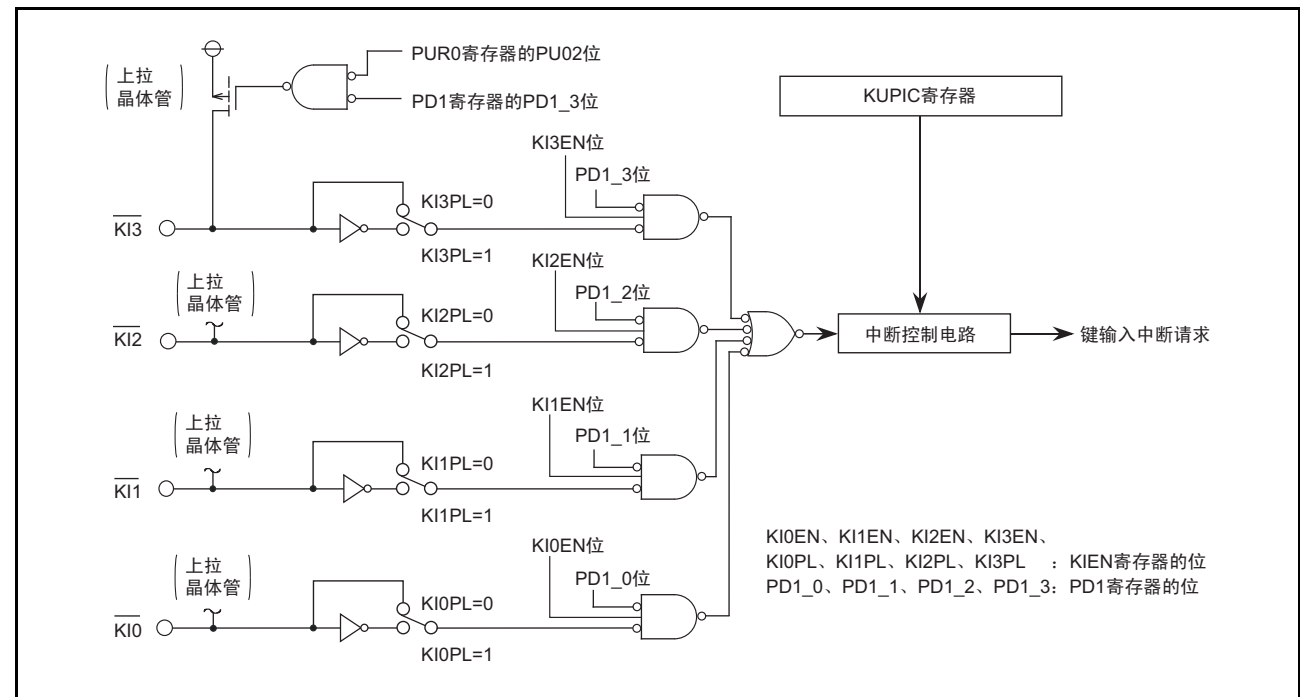


图 11.11 键输入中断的框图

表 11.8 键输入中断的引脚结构

引脚名	输入 / 输出	功能
$\overline{\text{KI0}}$	输入	$\overline{\text{KI0}}$ 中断输入
$\overline{\text{KI1}}$	输入	$\overline{\text{KI1}}$ 中断输入
$\overline{\text{KI2}}$	输入	$\overline{\text{KI2}}$ 中断输入
$\overline{\text{KI3}}$	输入	$\overline{\text{KI3}}$ 中断输入

11.6.1 键输入允许寄存器 0 (KIEN)

地址	地址 01FEh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	KI3PL	KI3EN	KI2PL	KI2EN	KI1PL	KI1EN	KI0PL	KI0EN
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	KI0EN	KI0 输入允许位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b1	KI0PL	KI0 输入极性选择位	0: 下降沿 1: 上升沿	R/W
b2	KI1EN	KI1 输入允许位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b3	KI1PL	KI1 输入极性选择位	0: 下降沿 1: 上升沿	R/W
b4	KI2EN	KI2 输入允许位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b5	KI2PL	KI2 输入极性选择位	0: 下降沿 1: 上升沿	R/W
b6	KI3EN	KI3 输入允许位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b7	KI3PL	KI3 输入极性选择位	0: 下降沿 1: 上升沿	R/W

如果更改 KIEN 寄存器，KUPIC 寄存器的 IR 位就可能变为“1”（有中断请求），请参照“11.9.4 中断源的变更”。

11.7 地址匹配中断

在即将执行 RMADi (i=0 ~ 1) 寄存器所指地址的指令前发生地址匹配中断请求。地址匹配中断用于调试器的断点功能。在使用 on-chip 调试器时，不能通过用户系统设定地址匹配中断 (AIER0、AIER1、RMAD0、RMAD1 寄存器和固定向量表)。

必须给 RMADi (i=0 ~ 1) 设定指令的起始地址。能通过 AIERi 寄存器的 AIERi0 位选择是允许还是禁止中断。地址匹配中断不受 I 标志和 IPL 的影响。

接受地址匹配中断请求时被压栈的 PC 值 (参照“11.3.7 寄存器压栈”) 因 RMADi 寄存器所指地址的指令而不同 (正确的返回目标地址没有被压栈)。因此，从地址匹配中断返回时，必须使用以下的任何一种方法：

- 改写堆栈内容，通过 REIT 指令返回。
- 使用 POP 等指令将堆栈恢复到中断请求接受前的状态，然后通过跳转指令返回。

接受地址匹配中断请求时被压栈的 PC 值如表 11.9 所示，地址匹配中断源和相关寄存器的对应如表 11.10 所示。

表 11.9 接受地址匹配中断请求时被压栈的 PC 值

RMADi 寄存器 (i=0 ~ 1) 所指地址的指令	被压栈的 PC 值 (注 1)
• 操作码为 2 字节的指令 (注 2) • 操作码为 1 字节的指令 (注 2)	RMADi 寄存器指向的地址 +2
ADD.B:S #IMM8,dest SUB.B:S #IMM8,dest AND.B:S #IMM8,dest	
OR.B:S #IMM8,dest MOV.B:S #IMM8,dest STZ #IMM8,dest	
STNZ #IMM8,dest STZX #IMM81,#IMM82,dest	
CMP.B:S #IMM8,dest PUSHM src POPM dest	
JMPS #IMM8 JSRS #IMM8	
MOV.B:S #IMM,dest (但是, dest=A0 或者 A1)	
上述以外	RMADi 寄存器指向的地址 +1

注 1. 被压栈的 PC 值请参照“11.3.7 寄存器压栈”。

注 2. 操作码：请参照《R8C/Tiny 系列软件手册 (RCJ09B0006)》。在手册的“第 4 章 指令码 / 周期数”的各部分的下面有指令码图，图中粗框部分为操作码。

表 11.10 地址匹配中断源和相关寄存器的对应

地址匹配中断源	地址匹配中断允许位	地址匹配中断寄存器
地址匹配中断 0	AIER00	RMAD0
地址匹配中断 1	AIER10	RMAD1

11.7.1 地址匹配中断允许寄存器 i (AIERi) (i=0 ~ 1)

地址	地址 01C3h (AIER0)、地址 01C7h (AIER1)							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	AIER00
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

AIER0 寄存器

符号	—	—	—	—	—	—	—	AIER10
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

AIER1 寄存器

位	符号	位名	功能	R/W
b0	AIERi0	地址匹配中断 i 允许位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b1	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

11.7.2 地址匹配中断寄存器 i (RMADi) (i=0 ~ 1)

地址	地址 01C2h ~ 01C0h (RMAD0)、地址 01C6h ~ 01C4h (RMAD1)							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	b23	b22	b21	b20	b19	b18	b17	b16
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	X	X	X	X

位	符号	功能	可设定的值	R/W
b19 ~ b0	—	地址匹配中断的地址设定寄存器	00000h ~ FFFFFh	R/W
b20	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b21	—			
b22	—			
b23	—			

11.8 定时器 RC 中断、闪存中断（有多个中断请求源的中断）、传感器控制单元中断（有单个中断请求源的中断）

定时器 RC 中断、闪存的中断分别有多个中断请求源，这些中断请求源的逻辑“或”为中断请求，并且反映在中断控制寄存器的 IR 位。因此，这些外围功能有各自独立的中断请求源状态寄存器（以下称为状态寄存器）和中断请求源允许寄存器（以下称为允许寄存器），用于控制中断请求的发生（中断控制寄存器的 IR 位的变化）。

传感器控制单元有单个中断请求源，这些中断请求源的逻辑“或”为中断请求，并且反映在中断控制寄存器的 IR 位。因此，这些传感器控制单元有中断请求源状态寄存器（以下称为状态寄存器）和中断请求源允许寄存器（以下称为允许寄存器），用于控制中断请求的发生（中断控制寄存器的 IR 位的变化）。

定时器 RC、传感器控制单元中断、闪存的中断相关寄存器如表 11.11 所示。

表 11.11 定时器 RC、传感器控制单元中断、闪存的中断相关寄存器

外围功能名	中断请求源的状态寄存器	中断请求源的允许寄存器	中断控制寄存器
定时器 RC	TRCSR	TRCIE	TRCIC
传感器控制单元	SIF	SCUIE	SCUIC
闪存	RDYSTI	RDYSTIE	FMRDYIC
	BSYAEI	BSYAEIE	
		CMDERIE	

定时器 RC 中断、闪存的中断和其他可屏蔽中断相同，通过 I 标志、IR 位、ILVL0 ~ ILVL2 位和 IPL 的关系进行中断控制。但是，由于是多个中断请求源产生 1 个中断请求，所以和其他可屏蔽中断有以下不同：

- 当状态寄存器的位为“1”并且其对应的允许寄存器的位为“1”（允许中断）时，中断控制寄存器的 IR 位就变为“1”（有中断请求）。
- 如果状态寄存器的位或者其对应的允许寄存器的位为“0”，或者这两个位都为“0”，IR 位就变为“0”（无中断请求）。

即，一旦 IR 位为“1”，即使不接受中断也不保持中断请求。

即使给 IR 位写“0”，其值也不变为“0”。

- 即使接受中断，状态寄存器的各位也不自动变为“0”。

因此，在接受中断后，IR 位也不自动变为“0”。

必须在中断程序内将状态寄存器的各位置“0”。有关将状态寄存器的各位置“0”的方法，请参照状态寄存器的图。

- 在允许寄存器的多个位为“1”时，如果在 IR 位变为“1”后发生其他请求源，IR 位就保持“1”。
- 当允许寄存器的多个位为“1”时，必须通过状态寄存器判断是哪个请求源产生的中断。

有关状态寄存器和允许寄存器，请参照各外围功能的章节（“19. 定时器 RC”、“25. 闪存”）。

有关中断控制寄存器，请参照“11.3 中断控制”。

11.9 使用中断时的注意事项

11.9.1 读地址 00000h

不能通过程序读地址 00000h。如果接受可屏蔽中断的中断请求，CPU 就在中断响应顺序中从地址 00000h 读中断信息（中断序号和中断请求优先级）。此时，接受中断的 IR 位为“0”。

如果通过程序读地址 00000h，允许的中断中优先级最高的中断的 IR 位就变为“0”。因此，中断有可能被取消或者发生意外的中断。

11.9.2 SP 的设定

必须在接受中断前给 SP 设定值，SP 在复位后为“0000h”。因此，如果在给 SP 设定值前接受中断，就会导致程序失控。

11.9.3 外部中断和键输入中断

输入到 $\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$ 引脚和 $\overline{\text{KI0}} \sim \overline{\text{KI3}}$ 引脚的信号与 CPU 运行时钟无关，需要保持电特性的外部中断 $\overline{\text{INTi}}$ 输入（ $i=0 \sim 3$ ）所示的“L”电平宽度或者“H”电平宽度（详细内容请参照“表 27.18（ $V_{CC}=5V$ ）、表 27.24（ $V_{CC}=3V$ ）、表 27.30（ $V_{CC}=2.2V$ ）的外部中断 $\overline{\text{INTi}}$ 输入（ $i=0 \sim 3$ ）、键输入中断 $\overline{\text{Kli}}$ （ $i=0 \sim 3$ ）”）。

11.9.4 中断源的变更

如果更改中断源，中断控制寄存器的 IR 位就可能变为“1”（有中断请求）。在使用中断时，必须在更改中断源后将 IR 位置“0”（无中断请求）。

中断源的变更是指更改各软件中断序号分配的中断源、极性和时序的全部要素。因此，如果外围功能的模式变更等与中断源、极性和时序有关，就必须在更改这些内容后将 IR 位置“0”（无中断请求）。外围功能的中断请参照各外围功能。

中断源的变更步骤例子如图 11.12 所示。

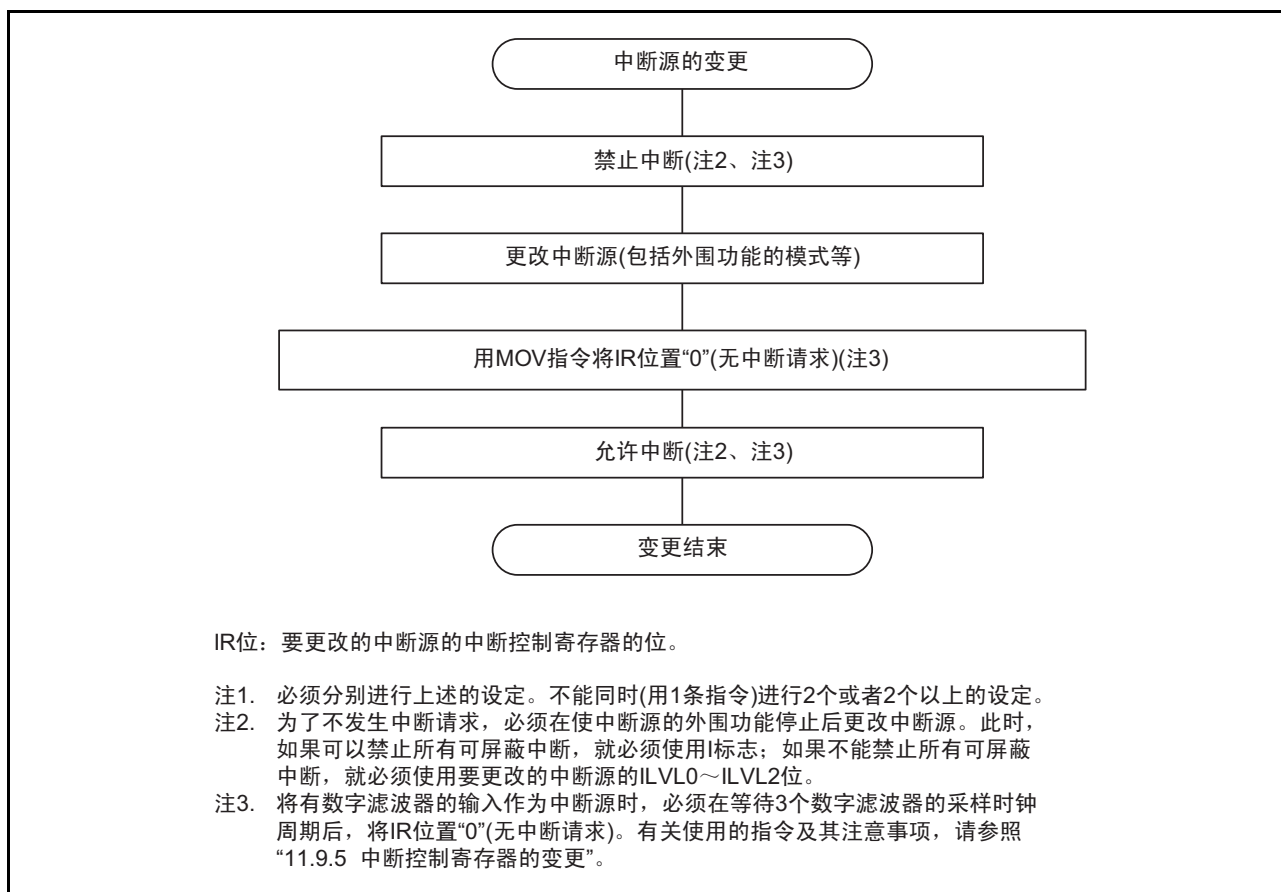


图 11.12 中断源的变更步骤例子

11.9.5 中断控制寄存器的变更

1. 必须在不发生与该寄存器对应的中断请求的位置更改中断控制寄存器。如果有可能发生中断请求，就必须在禁止中断后更改中断控制寄存器。

2. 在禁止中断后更改中断控制寄存器时，必须注意所使用的指令。

非IR位的变更

如果在执行指令过程中发生与该寄存器对应的中断请求，就可能因IR位不变为“1”（有中断请求）而忽视中断。如果引起问题，就必须使用以下的指令更改寄存器：

对象指令：AND、OR、BCLR、BSET

IR位的变更

在将IR位置“0”（无中断请求）时，根据所使用的指令，IR位有可能不变为“0”。必须使用MOV指令将IR位置“0”。

3. 在使用I标志禁止中断时，必须按照以下的参考程序例子来设定I标志（参考程序例子的中断控制寄存器的变更请参照上述的2.）。

例1～例3是防止因受内部总线和指令队列缓冲器的影响而使I标志在更改中断控制寄存器前变为“1”（允许中断）的方法。

例1：使用NOP指令等待中断控制寄存器被更改的例子

INT_SWITCH1:

FCLR	I	；禁止中断
AND.B	#00H, 0056H	；将TRAIC寄存器置“00h”。
NOP		
NOP		
FSET	I	；允许中断

例2：通过虚读让FSET指令等待的例子

INT_SWITCH2:

FCLR	I	；禁止中断
AND.B	#00H, 0056H	；将TRAIC寄存器置“00h”。
MOV.W	MEM, R0	； <u>虚读</u>
FSET	I	；允许中断

例3：使用POPC指令更改I标志的例子

INT_SWITCH3:

PUSHC	FLG	
FCLR	I	；禁止中断
AND.B	#00H, 0056H	；将TRAIC寄存器置“00h”。
POPC	FLG	；允许中断

12. ID 码区域

ID 码区域用于标准串行输入 / 输出模式中的闪存改写禁止功能。闪存改写禁止功能禁止读、改写和擦除闪存。

12.1 概要

ID 码区域是固定向量表的各向量最高位地址中的地址 0FFDFh、0FFE3h、0FFEb、0FFEf、0FFF3h、0FFF7h、0FFFBh，如图 12.1 所示。

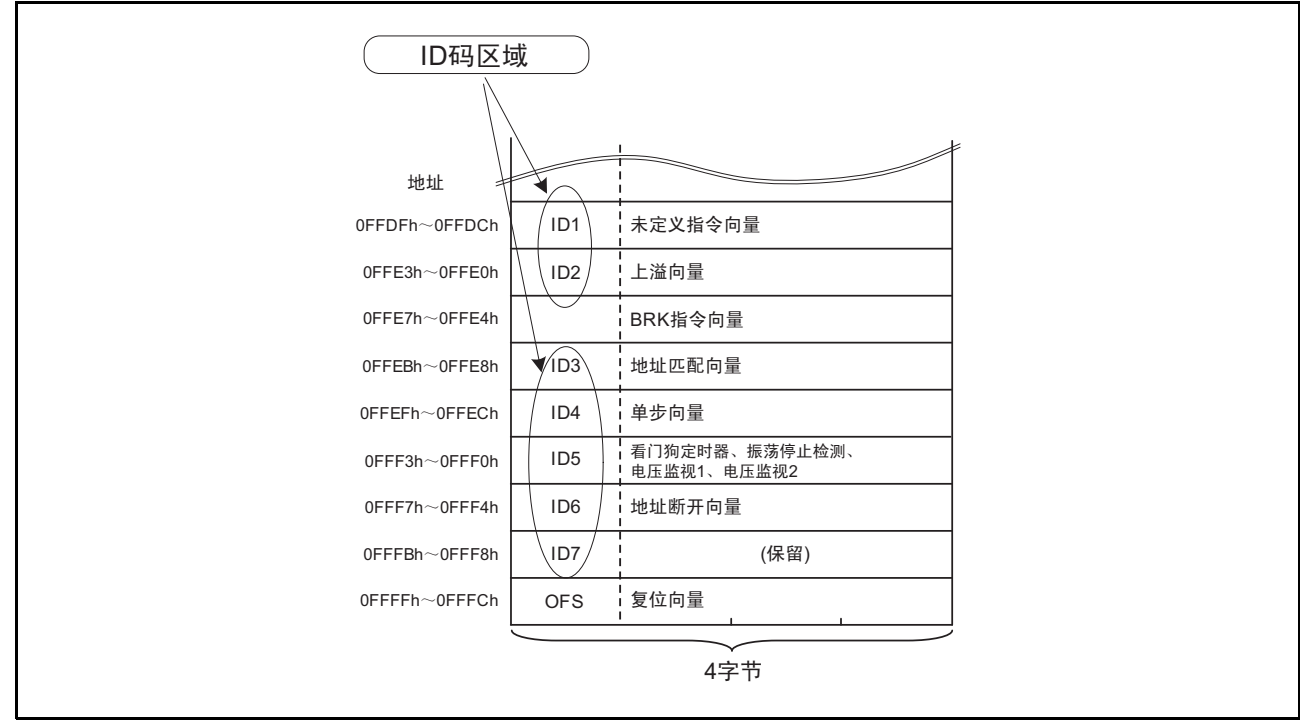


图 12.1 ID 码区域

12.2 功能

ID 码区域用于标准串行输入 / 输出模式。在标准串行输入 / 输出模式中，当复位向量的 3 字节（地址 0FFFCh ~ 0FFFEh）不为“FFFFFFh”时，就判断 ID 码区域保存的 ID 码和串行编程器或者 on-chip 调试仿真器送来的 ID 码是否相同。如果相同，就接受被送来的命令，否则就不接受。因此，在准备使用串行编程器或者 on-chip 调试仿真器时，必须预先将决定的 ID 码写到 ID 码区域。

当复位向量的 3 字节（地址 0FFFCh ~ 0FFFEh）为“FFFFFFh”时，就不判断 ID 码而接受全部的命令。

ID 码区域在闪存内，并且 ID 码区域不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。

ASCII 码“ALeRASE”的 ID 码是强制擦除功能中使用的保留字；“Protect”的 ID 码是标准串行输入 / 输出模式的禁止功能中使用的保留字。ID 码的保留字如表 12.1 所示。当 ID 码的保存地址和数据与表 12.1 完全相同时，为保留字。在不使用强制擦除功能和标准串行输入 / 输出模式的禁止功能时，必须使用其他的 ID 码。

表 12.1 ID 码的保留字

ID 码的保存地址		ID 码的保留字（ASCII 码）（注 1）	
		ALeRASE	Protect
0FFDFh	ID1	41h(A)	50h(P)
0FFE3h	ID2	4Ch(L)	72h(r)
0FFEBh	ID3	65h(e)	6Fh(o)
0FFEFh	ID4	52h(R)	74h(t)
0FFF3h	ID5	41h(A)	65h(e)
0FFF7h	ID6	53h(S)	63h(c)
0FFFBh	ID7	45h(E)	74h(t)

注 1. 当 ID 码的保存地址和数据与表 12.1 完全相同时，为保留字。

12.3 强制擦除功能

强制擦除功能用于标准串行输入 / 输出模式。当串行编程器或者 on-chip 调试仿真器送来的 ID 码为 ASCII 码 “ALeRASE” 时，就将用户 ROM 区全部擦除。如果 ID 码保存地址的内容不为 ASCII 码 “ALeRASE”（“表 12.1 ID 码的保留字” 以外）、OFS 寄存器的 ROMCR 位为 “1” 并且 ROMCP1 位为 “0”（ROM 码保护有效），就不强制擦除而通过 ID 码的检查功能判断 ID 码。强制擦除功能的条件和操作如表 12.2 所示。

预先将 ID 码保存地址的内容设定为 ASCII 码 “ALeRASE”，如果串行编程器或者 on-chip 调试仿真器送来的 ID 码为 “ALeRASE”，就擦除用户 ROM 区；如果不是 “ALeRASE”，因 ID 不同而不接受命令，所以就无法操作用户 ROM 区。

表 12.2 强制擦除功能的条件和操作

条件			操作
串行编程器或者 on-chip 调试仿真器送来的 ID 码	ID 码保存地址中的 ID 码	OFS 寄存器的 ROMCP1 位和 ROMCR 位	
ALeRASE	ALeRASE	—	将用户 ROM 区全部擦除。 (强制擦除功能)
	不是 ALeRASE (注 1)	不是 “01b” (解除 ROM 码保护)	
		“01b” (ROM 码保护有效)	判断 ID 码。 (ID 码检查功能)
不是 ALeRASE	ALeRASE	—	判断 ID 码。 (ID 码检查功能, ID 码不同)
	不是 ALeRASE (注 1)	—	判断 ID 码。 (ID 码检查功能)

注 1. 有关 ID 码为 “Protect” 的情况，请参照 “12.4 标准串行输入 / 输出模式的禁止功能”。

12.4 标准串行输入 / 输出模式的禁止功能

标准串行输入 / 输出模式的禁止功能用于标准串行输入 / 输出模式。当 ID 码保存地址的 ID 码为 ASCII 码“Protect”（参照“表 12.1 ID 码的保留字”）时，就不和串行编程器或者 on-chip 调试仿真器进行通信。因此，能通过串行编程器或者 on-chip 调试仿真器禁止闪存的读写和擦除。

当 ID 码为“Protect”、OFS 寄存器的 ROMCR 位为“1”并且 ROMCP1 位为“0”（ROM 码保护有效）时，不能通过串行编程器或者 on-chip 调试仿真器解除 ROM 码保护。因此，不能通过串行编程器、on-chip 调试仿真器或者并行编程器进行闪存的读写和擦除。

12.5 使用 ID 码区域时的注意事项

12.5.1 ID 码区域的设定例子

ID 码区域在闪存内，并且 ID 码区域不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。设定的例子如下所示：

- 将整个 ID 码区域设定为“55h”的情况

```
.org 00FFDCH
.lword dummy | (55000000h) ; UND
.lword dummy | (55000000h) ; INTO
.lword dummy ; BREAK
.lword dummy | (55000000h) ; ADDRESS MATCH
.lword dummy | (55000000h) ; SET SINGLE STEP
.lword dummy | (55000000h) ; WDT
.lword dummy | (55000000h) ; ADDRESS BREAK
.lword dummy | (55000000h) ; RESERVE
```

（编程格式因编译程序而不同，请通过编译程序的使用手册进行确认。）

13. 选项功能选择区

13.1 概要

选项功能选择区是选择复位后的单片机状态以及选择并行输入 / 输出模式的改写禁止功能的区域，为固定向量表的复位向量最高位、地址 0FFFFh 和地址 0FFDBh。选项功能选择区如图 13.1 所示。

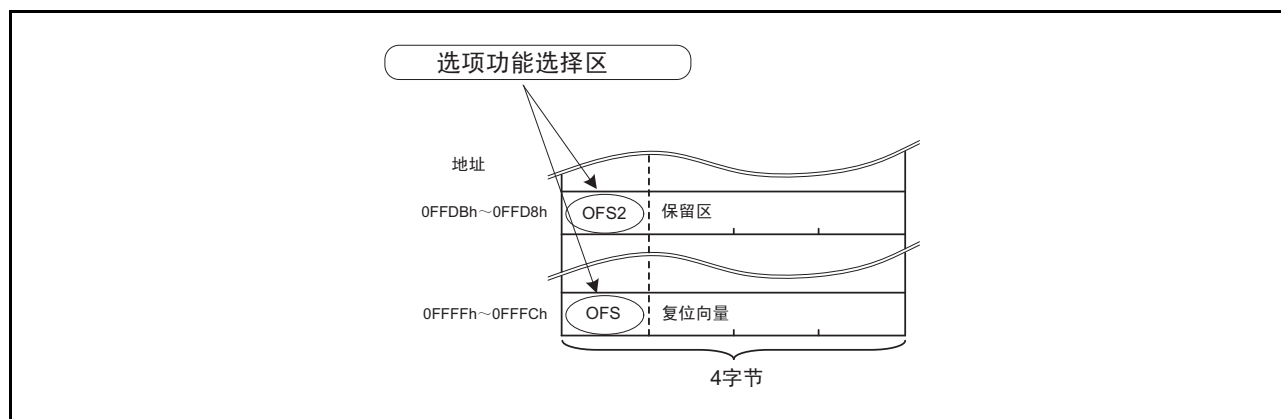


图 13.1 选项功能选择区

13.2 寄存器说明

OFS 寄存器和 OFS2 寄存器是选择复位后的单片机状态以及选择并行输入 / 输出模式的改写禁止功能的寄存器。

13.2.1 选项功能选择寄存器（OFS）

地址	地址 0FFFFh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CSPROINI	LVDAS	VDSEL1	VDSEL0	ROMCP1	ROMCR	—	WDTON
复位后的值	用户的设定值（注 1）							

位	符号	位名	功能	R/W
b0	WDTON	看门狗定时器的启动选择位	0: 复位后, 看门狗定时器自动启动。 1: 复位后, 看门狗定时器处于停止状态。	R/W
b1	—	保留位	必须置“1”。	R/W
b2	ROMCR	ROM 码保护解除位	0: 解除 ROM 码保护 1: ROMCP1 位有效	R/W
b3	ROMCP1	ROM 码保护位	0: ROM 码保护有效 1: 解除 ROM 码保护	R/W
b4	VDSEL0	电压检测 0 的电平选择位（注 2）	b5 b4 0 0: 选择 3.80V (Vdet0_3) 0 1: 选择 2.85V (Vdet0_2) 1 0: 选择 2.35V (Vdet0_1) 1 1: 选择 1.90V (Vdet0_0)	R/W
b5	VDSEL1			R/W
b6	LVDAS	电压检测 0 电路的启动位（注 3）	0: 复位后, 电压监视 0 复位有效。 1: 复位后, 电压监视 0 复位无效。	R/W
b7	CSPROINI	复位后的计数源保护模式选择位	0: 复位后, 计数源保护模式有效。 1: 复位后, 计数源保护模式无效。	R/W

注 1. OFS 寄存器在闪存内, 并且 OFS 寄存器不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。
 不能对 OFS 寄存器进行追加写。如果擦除包括 OFS 寄存器的块, OFS 寄存器的值就变为“FFh”。
 空白出货产品在工厂出货时, OFS 寄存器的值为“FFh”。用户在进行编程后, OFS 寄存器的值为编程后的值。
 编程后的出货产品在工厂出货时, OFS 寄存器的值为用户在编程时设定的值。

注 2. 给电压监视 0 复位和上电复位 2 种功能设定 VDSEL0 ~ VDSEL1 位选择的电压检测 0 电平。

注 3. 在使用上电复位和电压监视 0 复位时, 必须将 LVDAS 位置“0”（复位后, 电压监视 0 复位有效）。

OFS 寄存器的设定例子请参照“13.3.1 选项功能选择区的设定例子”。

LVDAS 位（电压检测 0 电路的启动位）

通过 VDSEL0 ~ VDSEL1 位选择电压检测 0 电路监视的 Vdet0 电压。

13.2.2 选项功能选择寄存器 2（OFS2）

地址	地址 0FFDBh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	WDTRCS1	WDTRCS0	WDTUFS1	WDTUFS0
复位后的值	用户的设定值（注 1）							

位	符号	位名	功能	R/W
b0	WDTUFS0	看门狗定时器的下溢周期设定位	b1 b0 0 0: 03FFh 0 1: 0FFFh 1 0: 1FFFh 1 1: 3FFFh	R/W
b1	WDTUFS1			R/W
b2	WDTRCS0	看门狗定时器的刷新接受周期设定位	b3 b2 0 0: 25% 0 1: 50% 1 0: 75% 1 1: 100%	R/W
b3	WDTRCS1			R/W
b4	—	保留位	必须置“1”。	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. OFS2 寄存器在闪存内，并且 OFS2 寄存器不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。
 不能对 OFS2 寄存器进行追加写。如果擦除包括 OFS2 寄存器的块，OFS2 寄存器的值就变为“FFh”。
 空白出货产品在工厂出货时，OFS2 寄存器的值为“FFh”。用户在进行编程后，OFS2 寄存器的值为编程后的值。
 编程后的出货产品在工厂出货时，OFS2 寄存器的值为用户在编程时设定的值。

OFS2 寄存器的设定例子请参照“13.3.1 选项功能选择区的设定例子”。

WDTRCS0 位和 WDTRCS1 位（看门狗定时器的刷新接受周期设定位）

假设看门狗定时器从计数开始到发生下溢的期间为 100%，则能选择看门狗定时器可接受刷新的期间。
 详细内容请参照“14.3.1.1 刷新接受期间”。

13.3 使用选项功能选择区时的注意事项

13.3.1 选项功能选择区的设定例子

选项功能选择区在闪存内，并且选项功能选择区不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。设定例子如下所示：

- 将OFS寄存器设定为“FFh”的情况
 .org 00FFFCH
 .lword reset | (0FF00000h) ; RESET
 (编程格式因编译程序而不同，请通过编译程序的使用手册进行确认。)
- 将OFS2寄存器设定为“FFh”的情况
 .org 00FFDBH
 .byte 0FFh
 (编程格式因编译程序而不同，请通过编译程序的使用手册进行确认。)

14. 看门狗定时器

看门狗定时器用于检测程序的失控。为了提高系统的可靠性，建议使用看门狗定时器。

14.1 概要

看门狗定时器有 1 个 14 位计数器，能选择计数源保护模式是否有效。

看门狗定时器的规格如表 14.1 所示。

看门狗定时器复位的详细内容请参照“5.5 看门狗定时器复位”。

看门狗定时器的框图如图 14.1 所示。

表 14.1 看门狗定时器的规格

项目	计数源保护模式无效	计数源保护模式有效
计数源	CPU 时钟	看门狗定时器的低速内部振荡器时钟
计数	递减计数	
计数开始条件	可选择以下任意一项： - 复位后自动开始计数。 - 通过写 WDTS 寄存器开始计数。	
计数停止条件	停止模式、等待模式	无
看门狗定时器的初始化条件	- 复位 - 将“00h”和“FFh”连续写到 WDTR 寄存器（设定接受期间）（注 1）。 - 下溢	
下溢时的运行	看门狗定时器中断或者看门狗定时器复位	看门狗定时器复位
选择功能	- 预分频器的分频比 通过 WDTC 寄存器的 WDTC7 位进行选择。 - 计数源保护模式 通过 OFS 寄存器的 CSPROINI 位（闪存）选择此模式在复位后是否有效。在复位后无效的情况下，通过 CSPR 寄存器的 CSPRO 位（编程）进行选择。 - 复位后的看门狗定时器启动或者停止 通过 OFS 寄存器的 WDTON 位（闪存）进行选择。 - 看门狗定时器的初始值 通过 OFS2 寄存器的 WDTUFS0 ~ WDTUFS1 位进行选择。 - 看门狗定时器的刷新接受周期 通过 OFS2 寄存器的 WDTRCS0 ~ WDTRCS1 位进行选择。	

注 1. 必须在看门狗定时器计数过程中写 WDTR 寄存器。

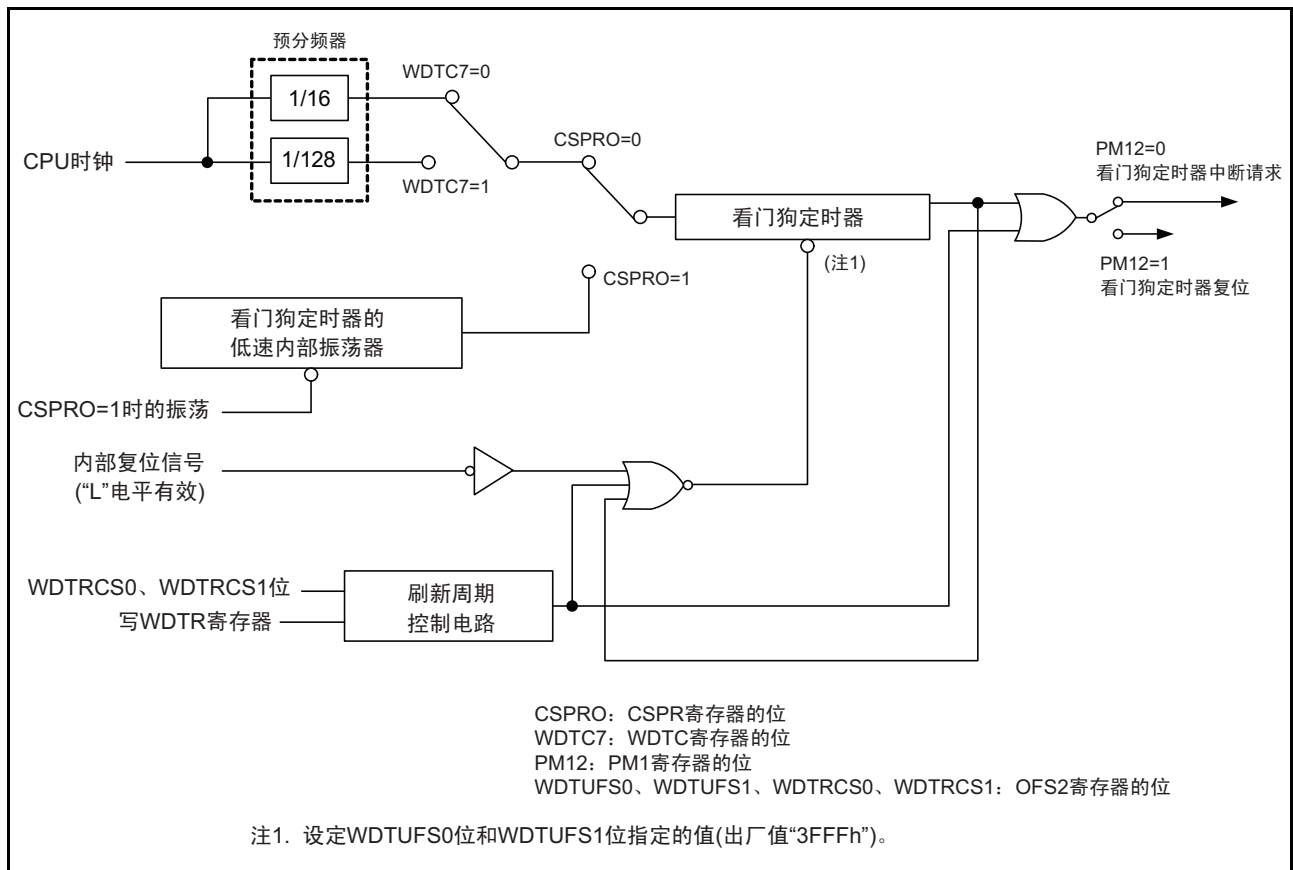


图 14.1 看门狗定时器的框图

14.2 寄存器说明

14.2.1 处理器模式寄存器 1（PM1）

地址	地址 0005h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	PM12	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b1	—			
b2	PM12	WDT 中断 / 复位的转换位	0: 看门狗定时器中断 1: 看门狗定时器复位（注 1）	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—	保留位	必须置“0”。	R/W

注 1. 如果通过程序给 PM12 位写“1”，此位就变为“1”（即使写“0”也不变）。

当 CSPR 寄存器的 CSPRO 位为“1”（计数源保护模式有效）时，PM12 位自动变为“1”。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC1 位置“1”（允许写）后改写 PM1 寄存器。

14.2.2 看门狗定时器的复位寄存器（WDTR）

地址	地址 000Dh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	功能	R/W
b7 ~ b0	如果在写“00h”后继续写“FFh”，看门狗定时器就被初始化。 通过 OFS2 寄存器的 WDTUFS0 位和 WDTUFS1 位指定看门狗定时器的初始值（注 1）。	W

注 1. 必须在看门狗定时器计数过程中写 WDTR 寄存器。

14.2.3 看门狗定时器的开始寄存器 (WDTS)

地址	地址 000Eh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	功能	R/W
b7 ~ b0	通过此寄存器的写指令，开始看门狗定时器的计数。	W

14.2.4 看门狗定时器的控制寄存器 (WDTC)

地址	地址 000Fh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	WDTC7	—	—	—	—	—	—	—
出厂值	0	0	1	1	1	1	1	1

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	能读看门狗定时器的以下的位： 当 OFS2 寄存器的 WDTUFS1 ~ WDTUFS0 位为 “00b” (03FFh)：b5 ~ b0 “01b” (0FFFh)：b7 ~ b2 “10b” (1FFFh)：b8 ~ b3 “11b” (3FFFh)：b9 ~ b4		R
b1	—			R
b2	—			R
b3	—			R
b4	—			R
b5	—			R
b6	—	保留位	读取值为“0”。	R
b7	WDTC7	预分频器选择位	0: 16 分频 1: 128 分频	R/W

14.2.5 计数源保护模式寄存器（CSPR）

地址	地址 001Ch							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CSPRO	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0
上述为 OFS 寄存器的 CSPROINI 位为 “1” 的情况								
复位后的值	1	0	0	0	0	0	0	0
上述为 OFS 寄存器的 CSPROINI 位为 “0” 的情况								

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b1	—			
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	CSPRO	计数源保护模式选择位（注 1）	0: 计数源保护模式无效 1: 计数源保护模式有效	R/W

注 1. 如果要将 CSPRO 位置 “1”，就必须在写 “0” 后继续写 “1”，而不能通过程序将此位置 “0”。另外，不能在写 “0” 后到写 “1” 前发生中断和 DTC 启动。

14.2.6 选择功能选择寄存器（OFS）

地址	地址 0FFFFh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CSPROINI	LVDAS	VDSEL1	VDSEL0	ROMCP1	ROMCR	—	WDTON
复位后的值	用户的设定值（注 1）							

位	符号	位名	功能	R/W
b0	WDTON	看门狗定时器的启动选择位	0: 复位后, 看门狗定时器自动启动。 1: 复位后, 看门狗定时器处于停止状态。	R/W
b1	—	保留位	必须置“1”。	R/W
b2	ROMCR	ROM 码保护解除位	0: 解除 ROM 码保护 1: ROMCP1 位有效	R/W
b3	ROMCP1	ROM 码保护位	0: ROM 码保护有效 1: 解除 ROM 码保护	R/W
b4	VDSEL0	电压检测 0 的电平选择位（注 2）	b5 b4 0 0: 选择 3.80V（Vdet0_3） 0 1: 选择 2.85V（Vdet0_2） 1 0: 选择 2.35V（Vdet0_1） 1 1: 选择 1.90V（Vdet0_0）	R/W
b5	VDSEL1			R/W
b6	LVDAS	电压检测 0 电路的启动位（注 3）	0: 复位后, 电压监视 0 复位有效。 1: 复位后, 电压监视 0 复位无效。	R/W
b7	CSPROINI	复位后的计数源保护模式选择位	0: 复位后, 计数源保护模式有效。 1: 复位后, 计数源保护模式无效。	R/W

注 1. OFS 寄存器在闪存内, 并且 OFS 寄存器不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。
 不能对 OFS 寄存器进行追加写。如果擦除包括 OFS 寄存器的块, OFS 寄存器的值就变为“FFh”。
 空白出货产品在工厂出货时, OFS 寄存器的值为“FFh”。用户在进行编程后, OFS 寄存器的值为编程后的值。
 编程后的出货产品在工厂出货时, OFS 寄存器的值为用户在编程时设定的值。

注 2. 给电压监视 0 复位和上电复位 2 种功能设定 VDSEL0 ~ VDSEL1 位选择的电压检测 0 电平。

注 3. 在使用上电复位和电压监视 0 复位时, 必须将 LVDAS 位置“0”（复位后, 电压监视 0 复位有效）。

OFS 寄存器的设定例子请参照“13.3.1 选项功能选择区的设定例子”。

LVDAS 位（电压检测 0 电路的启动位）

通过 VDSEL0 ~ VDSEL1 位选择电压检测 0 电路监视的 Vdet0 电压。

14.2.7 选择功能选择寄存器 2（OFS2）

地址	地址 0FFDBh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	WDTRCS1	WDTRCS0	WDTUFS1	WDTUFS0
复位后的值	用户的设定值（注 1）							

位	符号	位名	功能	R/W
b0	WDTUFS0	看门狗定时器的下溢周期设定位	b1 b0 0 0: 03FFh 0 1: 0FFFh 1 0: 1FFFh 1 1: 3FFFh	R/W
b1	WDTUFS1			R/W
b2	WDTRCS0	看门狗定时器的刷新接受周期设定位	b3 b2 0 0: 25% 0 1: 50% 1 0: 75% 1 1: 100%	R/W
b3	WDTRCS1			R/W
b4	—	保留位	必须置“1”。	R/W
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. OFS2 寄存器在闪存内，并且 OFS2 寄存器不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。
 不能对 OFS2 寄存器进行追加写。如果擦除包括 OFS2 寄存器的块，OFS2 寄存器的值就变为“FFh”。
 空白出货产品在工厂出货时，OFS2 寄存器的值为“FFh”。用户在进行编程后，OFS2 寄存器的值为编程后的值。
 编程后的出货产品在工厂出货时，OFS2 寄存器的值为用户在编程时设定的值。

OFS2 寄存器的设定例子请参照“13.3.1 选项功能选择区的设定例子”。

WDTRCS0 位和 WDTRCS1 位（看门狗定时器的刷新接受周期设定位）

假设看门狗定时器从计数开始到发生下溢的期间为 100%，则能选择看门狗定时器可接受刷新的期间。
 详细内容请参照“14.3.1.1 刷新接受期间”。

14.3 运行说明

14.3.1 有关多个模式的共同事项

14.3.1.1 刷新接受期间

能通过 OFS2 寄存器的 WDTRCS0 ~ WDTRCS1 位选择看门狗定时器可接受刷新（写 WDTR 寄存器）的期间。看门狗定时器的刷新接受期间如图 14.2 所示。

假设看门狗定时器从开始计数到发生下溢的期间为 100%，则在可接受期间内执行的刷新操作被接受，而在可接受期间外执行的刷新操作被视为不正确的写操作，发生看门狗定时器中断或者看门狗定时器复位（通过 PM1 寄存器的 PM12 位选择）。

不能在看门狗定时器停止计数时执行刷新操作。

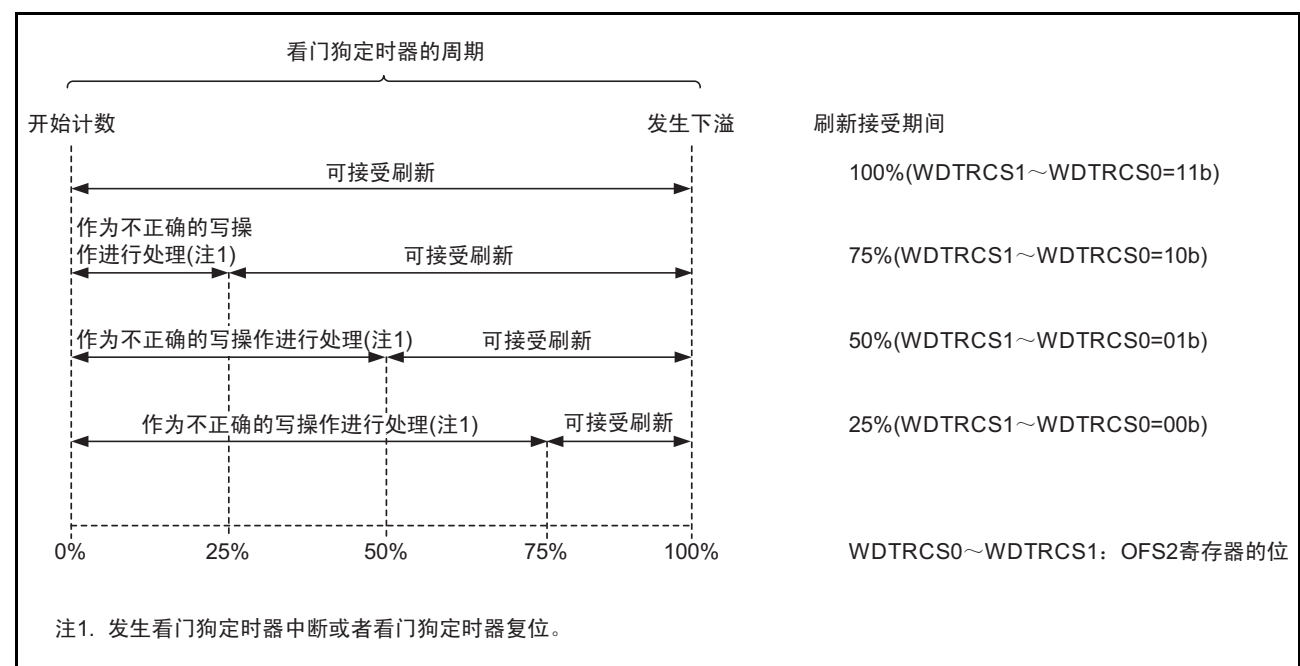


图 14.2 看门狗定时器的刷新接受期间

14.3.2 计数源保护模式无效的情况

当计数源保护模式无效时，看门狗定时器的计数源为 CPU 时钟。看门狗定时器的规格（计数源保护模式无效）如表 14.2 所示。

表 14.2 看门狗定时器的规格（计数源保护模式无效）

项目	规格
计数源	CPU 时钟
计数	递减计数
周期	$\text{预分频器的分频比 (n)} \times \text{看门狗定时器的计数值 (m)}$ （注 1） CPU 时钟 n: 16 或者 128（通过 WDC 寄存器的 WDC7 位选择） m: OFS2 寄存器的 WDTUFS0 ~ WDTUFS1 位的设定值。 例: 当 CPU 时钟为 20MHz，预分频器为 16 分频并且 WDTUFS1 ~ WDTUFS0 位为“11b”（“3FFFh”）时，周期约为 13.1ms。
看门狗定时器的初始化条件	• 复位 • 将“00h”和“FFh”连续写到 WDTR 寄存器（注 3）。 • 下溢
计数开始条件	通过 OFS 寄存器（地址 0FFFFh）的 WDTON 位（注 2）选择复位后的看门狗定时器运行。 • 当 WDTON 位为“1”（复位后，看门狗定时器处于停止状态）时 复位后，看门狗定时器和预分频器停止运行，通过写 WDTS 寄存器开始计数。 • 当 WDTON 位为“0”（复位后，看门狗定时器自动启动）时 复位后，看门狗定时器和预分频器自动开始计数。
计数停止条件	停止模式、等待模式（解除后，从被保持的值开始继续计数）
下溢时的运行	• 当 PM1 寄存器的 PM12 位为“0”时 看门狗定时器中断 • 当 PM1 寄存器的 PM12 位为“1”时 看门狗定时器复位（参照“5.5 看门狗定时器复位”）

注 1. 如果将“00h”和“FFh”连续写到 WDTR 寄存器，看门狗定时器就被初始化。预分频器在复位后被初始化。因此，看门狗定时器的周期将发生由预分频器引起的误差。

注 2. 不能通过程序更改 WDTON 位。在设定 WDTON 位时，必须通过闪存编程器给地址 0FFFFh 的 b0 写“0”。

注 3. 必须在看门狗定时器计数过程中写 WDTR 寄存器。

14.3.3 计数源保护模式有效的情况

当计数源保护模式有效时，看门狗定时器的计数源为看门狗定时器的低速内部振荡器时钟。在程序失控时，即使 CPU 时钟停止振荡，也能给看门狗定时器提供时钟。

看门狗定时器的规格（计数源保护模式有效）如表 14.3 所示。

表 14.3 看门狗定时器的规格（计数源保护模式有效）

项目	规格
计数源	低速内部振荡器时钟
计数	递减计数
周期	$\frac{\text{看门狗定时器的计数值 (m)}}{\text{看门狗定时器的低速内部振荡器时钟}}$ m: OFS2 寄存器的 WDTUFS0 ~ WDTUFS1 位的设定值 例: 当看门狗定时器的低速内部振荡器时钟为 125kHz 并且 WDTUFS1 ~ WDTUFS0 位为“00b”（“03FFh”）时，周期约为 8.2ms。
看门狗定时器的初始化条件	- 复位 - 将“00h”和“FFh”连续写到 WDTR 寄存器（注 3）。 - 下溢
计数开始条件	通过 OFS 寄存器（地址 0FFFFh）的 WDTON 位（注 1）选择复位后的看门狗定时器运行。 - 当 WDTON 位为“1”（复位后，看门狗定时器处于停止状态）时 复位后，看门狗定时器和预分频器停止运行，通过写 WDTS 寄存器开始计数。 - 当 WDTON 位为“0”（复位后，看门狗定时器自动启动）时 复位后，看门狗定时器和预分频器自动开始计数。
计数停止条件	无（在开始计数后，即使在等待模式或者停止模式中也不停止运行）
下溢时的运行	看门狗定时器复位（参照“5.5 看门狗定时器复位”）
寄存器和位	- 如果将 CSPR 寄存器的 CSPRO 位置“1”（计数源保护模式有效）（注 2），就自动进行以下的设定： - 看门狗定时器的低速内部振荡器开始振荡。 - 将 PM1 寄存器的 PM12 位置“1”（在看门狗定时器发生下溢时，看门狗定时器复位）。

注 1. 不能通过程序更改 WDTON 位。在设定 WDTON 位时，必须通过闪存编程器给地址 0FFFFh 的 b0 写“0”。

注 2. 即使给 OFS 寄存器的 CSPROINI 位写“0”，CSPRO 位也为“1”。不能通过程序更改 CSPROINI 位。在设定 CSPROINI 位时，必须通过闪存编程器给地址 0FFFFh 的 b7 写“0”。

注 3. 必须在看门狗定时器计数过程中改写 WDTR 寄存器。

15. DTC

DTC（数据传送控制器）是不使用 CPU 而在 SFR 和内部存储器之间进行数据传送的功能，有 1 个通道。通过外围功能中断启动 DTC 进行数据传送。DTC 和 CPU 使用相同的数据总线，其总线使用权高于 CPU。

将控制 DTC 数据传送的控制数据（传送源地址、传送目标地址、运行模式等）分配到 DTC 控制数据区。在每次启动 DTC 时，读控制数据并进行数据传送。

15.1 概要

DTC 的规格如表 15.1 所示。

表 15.1 DTC 的规格

项目		规格
启动源		22 个源
可分配的控制数据		24 组
可传送的地址空间		64K 字节空间（00000h ~ 0FFFFh）
最大传送次数	正常模式	256 次
	重复模式	255 次
最大传送块大小	正常模式	256 字节
	重复模式	255 字节
传送单位		字节
传送模式	正常模式	在 DTCCTj 寄存器从“1”变为“0”的传送后结束。
	重复模式	在 DTCCTj 寄存器从“1”变为“0”的传送结束后，对重复区的地址进行初始化，在将 DTRLDj 寄存器的值重新加载到 DTCCTj 寄存器后继续传送。
地址控制	正常模式	固定或者递增
	重复模式	固定或者递增非重复区的地址。
启动源的优先级		参照“表 15.5 DTC 启动源和 DTC 向量地址”。
中断请求	正常模式	在进行 DTCCTj 寄存器从“1”变为“0”的数据传送时，向 CPU 请求启动源的中断，并在数据传送结束后进行中断处理。
	重复模式	在 DTCCRj 寄存器的 RPTINT 位为“1”（允许发生中断）的情况下，进行 DTCCTj 寄存器从“1”变为“0”的数据传送时，向 CPU 请求启动源的中断，并在数据传送结束后进行中断处理。
传送开始		如果将 DTCENi 寄存器的 DTCENi0 ~ DTCENi7 位置“1”（允许启动），就在每次发生 DTC 启动源时开始数据传送。
传送停止	正常模式	- 将 DTCENi0 ~ DTCENi7 位置“0”（禁止启动）。 - DTCCTj 寄存器从“1”变为“0”的数据传送结束。
	重复模式	- 将 DTCENi0 ~ DTCENi7 位置“0”（禁止启动）。 - RPTINT 位为“1”（允许发生中断）并且 DTCCTj 寄存器从“1”变为“0”的数据传送结束。

i=0 ~ 3、5、6, j=0 ~ 23

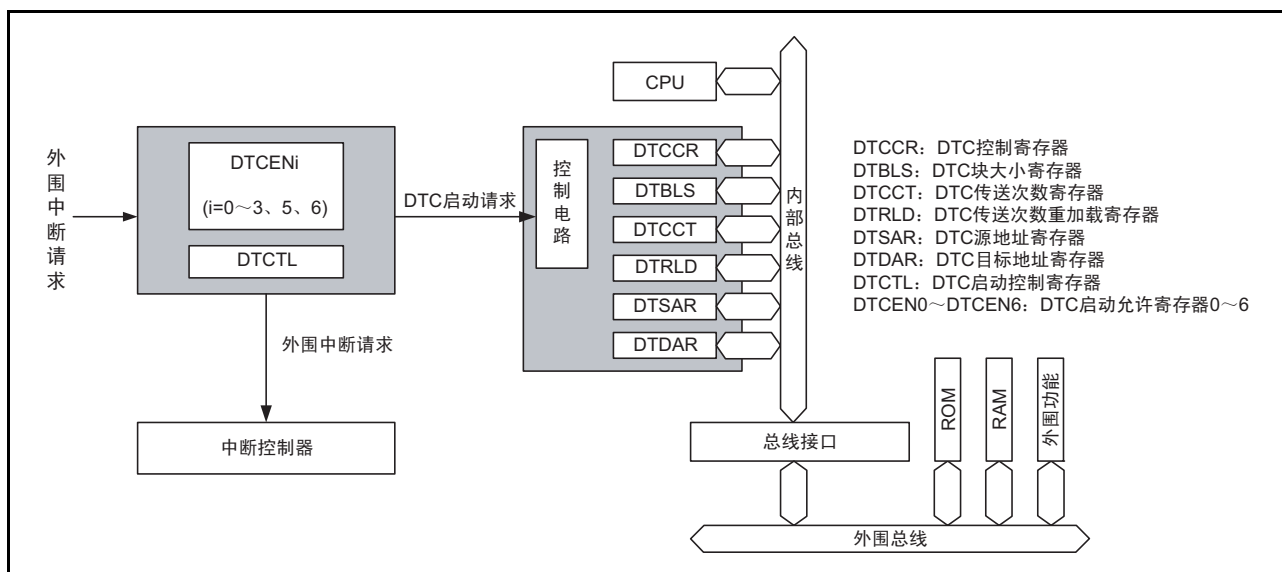


图 15.1 DTC 的框图

15.2 寄存器说明

DTC 一旦启动，就读被分配在控制数据区的控制数据（DTCCR_j、DTBLS_j、DTCCT_j、DTRLD_j、DTSAR_j、DTDAR_j，j=0 ~ 23），并传送到 DTC 内的控制寄存器（DTCCR、DTBLS、DTCCT、DTRLD、DTSAR、DTDAR）。在 DTC 的数据传送结束后，将 DTC 内控制寄存器的内容回写到控制数据区。

不能直接存取 DTCCR、DTBLS、DTCCT、DTRLD、DTSAR、DTDAR 寄存器。

将 DTCCR_j、DTBLS_j、DTCCT_j、DTRLD_j、DTSAR_j、DTDAR_j 作为控制数据，分配到 DTC 控制数据区的地址 2C40h ~ 2CFFh，能直接存取这些数据。

能直接存取 DTCTL 寄存器和 DTCEN_i（i=0 ~ 3、5、6）寄存器。

15.2.1 DTC 控制寄存器 j (DTCCRj) (j=0 ~ 23)

地址 参照“表 15.4 控制数据的分配地址”。

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	RPTINT	CHNE	DAMOD	SAMOD	RPTSEL	MODE
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	符号	位名	功能	R/W
b0	MODE	传送模式选择位	0: 正常模式 1: 重复模式	R/W
b1	RPTSEL	重复区选择位 (注 1)	0: 传送目标为重复区 1: 传送源为重复区	R/W
b2	SAMOD	源地址控制位 (注 2)	0: 固定 1: 递增	R/W
b3	DAMOD	目标地址控制位 (注 2)	0: 固定 1: 递增	R/W
b4	CHNE	链传送允许位 (注 3)	0: 禁止链传送 1: 允许链传送	R/W
b5	RPTINT	重复模式中断允许位 (注 1)	0: 禁止发生中断 1: 允许发生中断	R/W
b6	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b7	—			

注 1. 此位在 MODE 位为“1”(重复模式)时有效。

注 2. 对重复区, SAMOD 位和 DAMOD 位的设定无效。

注 3. 必须将 DTCCR23 寄存器的 CHNE 位置“0”(禁止链传送)。

15.2.2 DTC 块大小寄存器 j (DTBLSj) (j=0 ~ 23)

地址 参照“表 15.4 控制数据的分配地址”。

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	功能	能设定的值	R/W
b7 ~ b0	设定 1 次启动要传送的数据块大小。	00h ~ FFh (注 1)	R/W

注 1. 当设定值为“00h”时, 块大小为 256 字节。

15.2.3 DTC 传送次数寄存器 j (DTCCTj) (j=0 ~ 23)

地址 参照“表 15.4 控制数据的分配地址”。

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	功能	能设定的值	R/W
b7 ~ b0	设定 DTC 的数据传送次数。	00h ~ FFh (注 1)	R/W

注 1. 当设定值为“00h”时, 传送次数为 256 次。在每次启动 DTC 时, 传送次数减 1。

15.2.4 DTC 传送次数重加载寄存器 j (DTRL Dj) (j=0 ~ 23)

地址 参照“表 15.4 控制数据的分配地址”。

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	功能	能设定的值	R/W
b7 ~ b0	在重复模式中, 将此寄存器的值重新加载到 DTCCT 寄存器。	00h ~ FFh (注 1)	R/W

注 1. 必须设定 DTCCT 寄存器的初始值。

15.2.5 DTC 源地址寄存器 j (DTSARj) (j=0 ~ 23)

地址 参照“表 15.4 控制数据的分配地址”。

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	功能	能设定的值	R/W
b15 ~ b0	指定数据传送时的传送源地址。	0000h ~ FFFFh	R/W

15.2.6 DTC 目标地址寄存器 j (DTDARj) (j=0 ~ 23)

地址 参照“表 15.4 控制数据的分配地址”。

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	功能	能设定的值	R/W
b15 ~ b0	指定数据传送时的传送目标地址。	0000h ~ FFFFh	R/W

15.2.7 DTC 启动允许寄存器 i (DTCENi) (i=0 ~ 3、5、6)

地址 地址 0088h (DTCEN0)、地址 0089h (DTCEN1)、地址 008Ah (DTCEN2)、地址 008Bh (DTCEN3)、
地址 008Dh (DTCEN5)、地址 008Eh (DTCEN6)

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	DTCENi7	DTCENi6	DTCENi5	DTCENi4	DTCENi3	DTCENi2	DTCENi1	DTCENi0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	DTCENi0	DTC 启动允许位 (注 1)	0: 禁止启动	R/W
b1	DTCENi1		1: 允许启动	R/W
b2	DTCENi2			R/W
b3	DTCENi3			R/W
b4	DTCENi4			R/W
b5	DTCENi5			R/W
b6	DTCENi6			R/W
b7	DTCENi7			R/W

注 1. 有关此位的操作, 请参照“15.3.7 中断源”。

DTCENi 寄存器允许或者禁止通过各中断源启动 DTC。中断源和 DTCENi0 ~ DTCENi7 (i=0 ~ 3、5、6) 位的对应如表 15.2 所示。

表 15.2 中断源和 DTCENi0 ~ DTCENi7 (i=0 ~ 3、5、6) 位的对应

寄存器	DTCENi7 位	DTCENi6 位	DTCENi5 位	DTCENi4 位	DTCENi3 位	DTCENi2 位	DTCENi1 位	DTCENi0 位
DTCEN0	INT0	INT1	INT2	INT3	—	—	—	—
DTCEN1	键输入	A/D 转换	UART0 接收	UART0 发送	—	—	UART2 接收	UART2 发送
DTCEN2	—	—	电压监视 2	电压监视 1	传感器控制 单元数据 传送请求	—	定时器 RC 的输入捕捉 / 比较匹配 A	定时器 RC 的输入捕捉 / 比较匹配 B
DTCEN3	定时器 RC 的输入捕捉 / 比较匹配 C	定时器 RC 的输入捕捉 / 比较匹配 D	—	—	—	—	—	—
DTCEN5	—	—	—	—	—	—	—	—
DTCEN6	—	定时器 RA	—	定时器 RB	闪存 就绪状态	—	—	—

15.2.8 DTC 启动控制寄存器 (DTCTL)

地址	地址 0080h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	NMIF	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b1	NMIF	非屏蔽中断发生位（注 1）	0: 无非屏蔽中断 1: 发生非屏蔽中断	R/W
b2	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. 当读的结果为“1”时，如果给此位写“0”，值就变为“0”；当读的结果为“0”时，即使给此位写“0”，值也不变。写“1”时，此位不变。

DTCTL 寄存器控制非屏蔽中断（看门狗定时器、振荡停止检测、电压监视 1、电压监视 2）发生时的 DTC 启动。

NMIF 位（非屏蔽中断发生位）

如果发生看门狗定时器中断、振荡停止检测中断、电压监视 1 中断或者电压监视 2 中断，NMIF 位就变为“1”。

当 NMIF 位为“1”时，即使发生允许 DTC 启动的中断，也不启动 DTC。在 DTC 传送过程中，即使 NMIF 位变为“1”也继续传送，直到传送结束为止。

当中断源为看门狗定时器时，如果 WDTC 寄存器的 WDTC7 位为“0”（预分频器为 16 分频），就必须从发生中断源开始等待 16 个 CPU 时钟周期，然后给 NMIF 位写“0”；如果 WDTC7 位为“1”（预分频器为 128 分频），就必须从发生中断源开始等待 128 个 CPU 时钟周期，然后给 NMIF 位写“0”。

当中断源为振荡停止检测时，必须在将 OCD 寄存器的 OCD1 位置“0”（禁止振荡停止检测中断）后，给 NMIF 位写“0”。

15.3 运行说明

15.3.1 概要

DTC 一旦启动，就读被分配在 DTC 控制数据区的控制数据，根据此控制数据进行数据传送，并将数据传送后的控制数据回写到 DTC 控制数据区。能将 24 组控制数据保存至 DTC 控制数据区，并进行 24 组数据的传送。

传送模式有正常模式和重复模式。在 DTCCRj (j=0 ~ 23) 寄存器的 CHNE 位为 “1” (允许链传送) 时，对 1 个启动源读多个控制数据，连续传送数据 (链传送)。

通过 16 位 DTSARj 寄存器和 16 位 DTDARj 寄存器分别指定传送源地址和传送目标地址。在数据传送后，根据控制数据分别使 DTSARj 寄存器和 DTDARj 寄存器的值递增或者固定。

15.3.2 启动源

通过中断源启动 DTC，DTC 启动源的控制框图如图 15.2 所示。

通过 DTCENi (i=0 ~ 3、5、6) 寄存器选择启动 DTC 的中断源。

当数据传送 (在进行链传送时，连续进行最初的传送) 的设定为下述两种情况时，就在 DTC 运行中将对应的 DTCENi 寄存器的 DTCENi0 ~ DTCENi7 位置 “0” (禁止启动)。

- 在正常模式中，进行 DTCCTj (j=0 ~ 23) 寄存器变为 “0” 的传送。
- 在重复模式中，DTCCRj 寄存器的 RPTINT 位为 “1” (允许发生中断) 并且进行 DTCCTj 寄存器变为 “0” 的传送。

当不是上述数据传送的设定而启动源是定时器 RC 或者闪存的中断源时，DTC 就在运行中将启动源的中断源标志置 “0”。

DTC 启动源以及 DTC 运行中被置 “0” 的中断源标志如表 15.3 所示。

如果同时发生多个启动源，就根据 DTC 启动源的优先级启动 DTC。

如果在 DTC 运行结束时发生多个 DTC 启动源，就根据优先级进行下一次传送。

DTC 的启动请求不同于中断请求，不受 I 标志和中断控制寄存器的影响，所以在禁止中断等的情况下，即使不接受中断请求，也能接受 DTC 的启动请求。即使发生允许 DTC 启动的中断源，中断控制寄存器的 IR 位也不变。

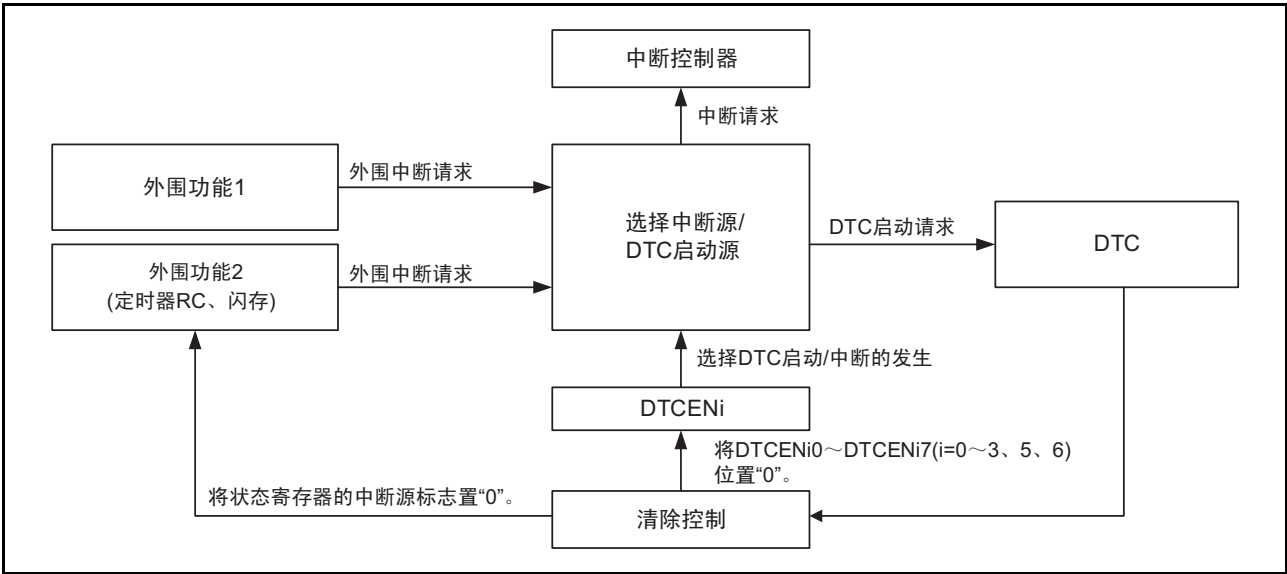


图 15.2 DTC 启动源的控制框图

表 15.3 DTC 启动源以及 DTC 运行中被置“0”的中断源标志

DTC 启动源	被置“0”的中断源标志
定时器 RC 的输入捕捉 / 比较匹配 A	TRCSR 寄存器的 IMFA 位
定时器 RC 的输入捕捉 / 比较匹配 B	TRCSR 寄存器的 IMFB 位
定时器 RC 的输入捕捉 / 比较匹配 C	TRCSR 寄存器的 IMFC 位
定时器 RC 的输入捕捉 / 比较匹配 D	TRCSR 寄存器的 IMFD 位
闪存就绪状态	FST 寄存器的 RDYSTI 位

15.3.3 控制数据的分配和 DTC 向量表

从起始地址开始，按照 DTCCRj、DTBLSj、DTCCTj、DTRLdj、DTSARj、DTDARj (j=0 ~ 23) 寄存器的顺序分配控制数据。控制数据的分配地址如表 15.4 所示。

表 15.4 控制数据的分配地址

寄存器 符号	控制数据 序号	地址	DTCCRj 寄存器	DTBLSj 寄存器	DTCCTj 寄存器	DTRLdj 寄存器	DTSARj 寄存器 (低 8 位)	DTSARj 寄存器 (高 8 位)	DTDARj 寄存器 (低 8 位)	DTDARj 寄存器 (高 8 位)
DTCD0	控制数据 0	2C40h ~ 2C47h	2C40h	2C41h	2C42h	2C43h	2C44h	2C45h	2C46h	2C47h
DTCD1	控制数据 1	2C48h ~ 2C4Fh	2C48h	2C49h	2C4Ah	2C4Bh	2C4Ch	2C4Dh	2C4Eh	2C4Fh
DTCD2	控制数据 2	2C50h ~ 2C57h	2C50h	2C51h	2C52h	2C53h	2C54h	2C55h	2C56h	2C57h
DTCD3	控制数据 3	2C58h ~ 2C5Fh	2C58h	2C59h	2C5Ah	2C5Bh	2C5Ch	2C5Dh	2C5Eh	2C5Fh
DTCD4	控制数据 4	2C60h ~ 2C67h	2C60h	2C61h	2C62h	2C63h	2C64h	2C65h	2C66h	2C67h
DTCD5	控制数据 5	2C68h ~ 2C6Fh	2C68h	2C69h	2C6Ah	2C6Bh	2C6Ch	2C6Dh	2C6Eh	2C6Fh
DTCD6	控制数据 6	2C70h ~ 2C77h	2C70h	2C71h	2C72h	2C73h	2C74h	2C75h	2C76h	2C77h
DTCD7	控制数据 7	2C78h ~ 2C7Fh	2C78h	2C79h	2C7Ah	2C7Bh	2C7Ch	2C7Dh	2C7Eh	2C7Fh
DTCD8	控制数据 8	2C80h ~ 2C87h	2C80h	2C81h	2C82h	2C83h	2C84h	2C85h	2C86h	2C87h
DTCD9	控制数据 9	2C88h ~ 2C8Fh	2C88h	2C89h	2C8Ah	2C8Bh	2C8Ch	2C8Dh	2C8Eh	2C8Fh
DTCD10	控制数据 10	2C90h ~ 2C97h	2C90h	2C91h	2C92h	2C93h	2C94h	2C95h	2C96h	2C97h
DTCD11	控制数据 11	2C98h ~ 2C9Fh	2C98h	2C99h	2C9Ah	2C9Bh	2C9Ch	2C9Dh	2C9Eh	2C9Fh
DTCD12	控制数据 12	2CA0h ~ 2CA7h	2CA0h	2CA1h	2CA2h	2CA3h	2CA4h	2CA5h	2CA6h	2CA7h
DTCD13	控制数据 13	2CA8h ~ 2CAFh	2CA8h	2CA9h	2CAAh	2CABh	2CACH	2CADh	2CAEh	2CAFh
DTCD14	控制数据 14	2CB0h ~ 2CB7h	2CB0h	2CB1h	2CB2h	2CB3h	2CB4h	2CB5h	2CB6h	2CB7h
DTCD15	控制数据 15	2CB8h ~ 2CBFh	2CB8h	2CB9h	2CBAh	2CBBh	2CBCh	2CBDh	2CBEh	2CBFh
DTCD16	控制数据 16	2CC0h ~ 2CC7h	2CC0h	2CC1h	2CC2h	2CC3h	2CC4h	2CC5h	2CC6h	2CC7h
DTCD17	控制数据 17	2CC8h ~ 2CCFh	2CC8h	2CC9h	2CCAh	2CCBh	2CCCh	2CCDh	2CCEh	2CCFh
DTCD18	控制数据 18	2CD0h ~ 2CD7h	2CD0h	2CD1h	2CD2h	2CD3h	2CD4h	2CD5h	2CD6h	2CD7h
DTCD19	控制数据 19	2CD8h ~ 2CDFh	2CD8h	2CD9h	2CDAh	2CDBh	2CDCh	2CDDh	2CDEh	2CDFh
DTCD20	控制数据 20	2CE0h ~ 2CE7h	2CE0h	2CE1h	2CE2h	2CE3h	2CE4h	2CE5h	2CE6h	2CE7h
DTCD21	控制数据 21	2CE8h ~ 2CEFh	2CE8h	2CE9h	2CEAh	2CEBh	2CECh	2CEDh	2CEEh	2CEFh
DTCD22	控制数据 22	2CF0h ~ 2CF7h	2CF0h	2CF1h	2CF2h	2CF3h	2CF4h	2CF5h	2CF6h	2CF7h
DTCD23	控制数据 23	2CF8h ~ 2CFFh	2CF8h	2CF9h	2CFAh	2CFBh	2CFCh	2CFDh	2CFEh	2CFFh

j=0 ~ 23

DTC 一旦启动，就通过从向量表（按启动源进行分配）中读取的数据来决定控制数据，读被分配在 DTC 控制数据区的控制数据。

DTC 启动源和 DTC 向量地址如表 15.5 所示。各启动源的 DTC 向量表有 1 字节，保存“00000000b”～“00010111b”的数据（表 15.4 中的控制数据序号），并从 24 组控制数据中选择 1 个数据。

DTC 的内部运行流程图如图 15.3 ～图 15.5 所示。

表 15.5 DTC 启动源和 DTC 向量地址

中断源的发生源	名称	源序号	DTC 向量地址	优先级
外部输入	INT0	0	2C00h	高 ↑ ↓ 低
	INT1	1	2C01h	
	INT2	2	2C02h	
	INT3	3	2C03h	
	（保留）	4	2C04h	
键输入	键输入	8	2C08h	
A/D	A/D 转换	9	2C09h	
UART0	UART0 接收	10	2C0Ah	
	UART0 发送	11	2C0Bh	
（保留）	—	12	2C0Ch	
	—	13	2C0Dh	
UART2	UART2 接收	14	2C0Eh	
	UART2 发送	15	2C0Fh	
电压检测电路	电压监视 2	18	2C12h	
	电压监视 1	19	2C13h	
传感器控制单元	数据传送请求	20	2C14h	
定时器 RC	输入捕捉 / 比较匹配 A	22	2C16h	
	输入捕捉 / 比较匹配 B	23	2C17h	
	输入捕捉 / 比较匹配 C	24	2C18h	
	输入捕捉 / 比较匹配 D	25	2C19h	
（保留）	—	26	2C1Ah	
	—	27	2C1Bh	
	—	28	2C1Ch	
	—	29	2C1Dh	
	—	30	2C1Eh	
	—	31	2C1Fh	
	—	32	2C20h	
	—	33	2C21h	
定时器 RA	定时器 RA	49	2C31h	
定时器 RB	定时器 RB	51	2C33h	
闪存	闪存就绪状态	52	2C34h	

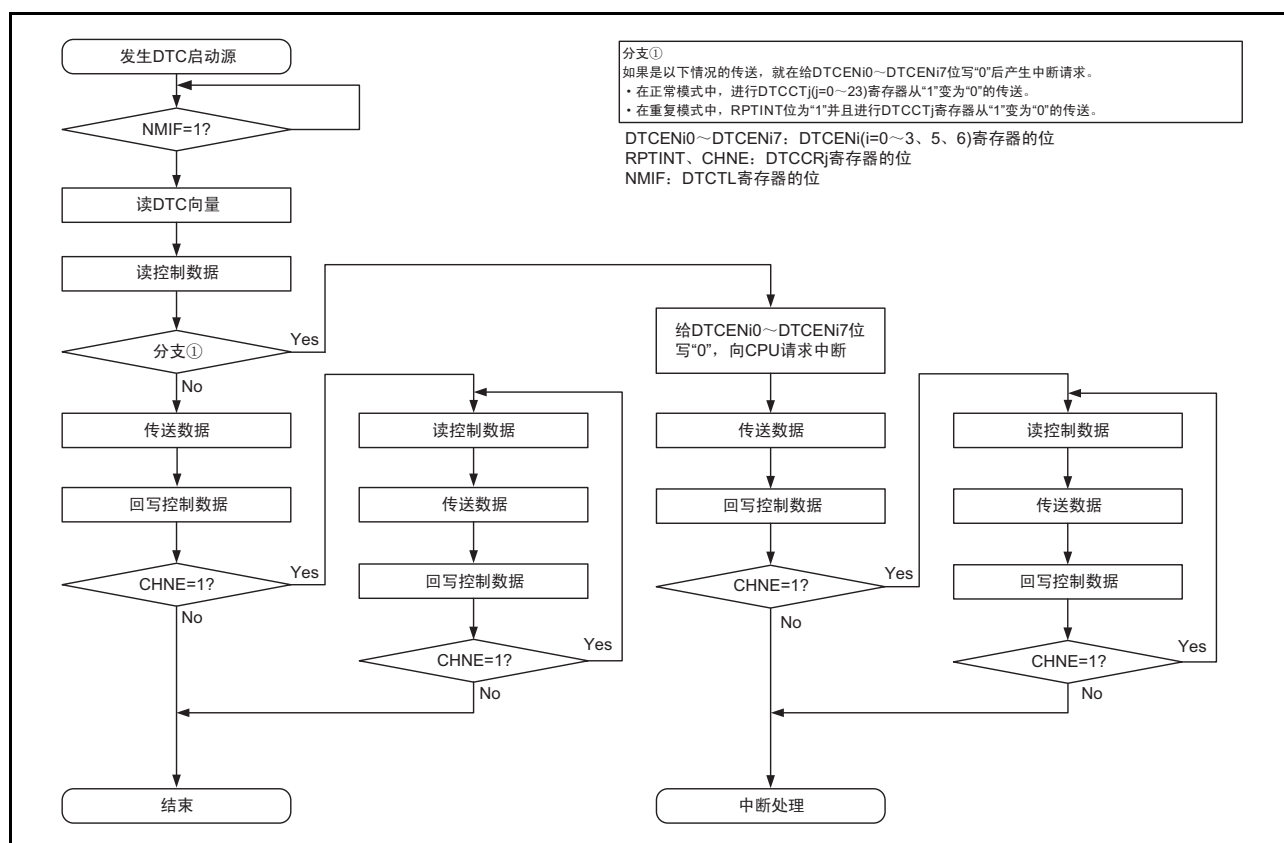


图 15.3 DTC 的内部运行流程图（DTC 启动源不是定时器 RC、或者闪存的中断源）

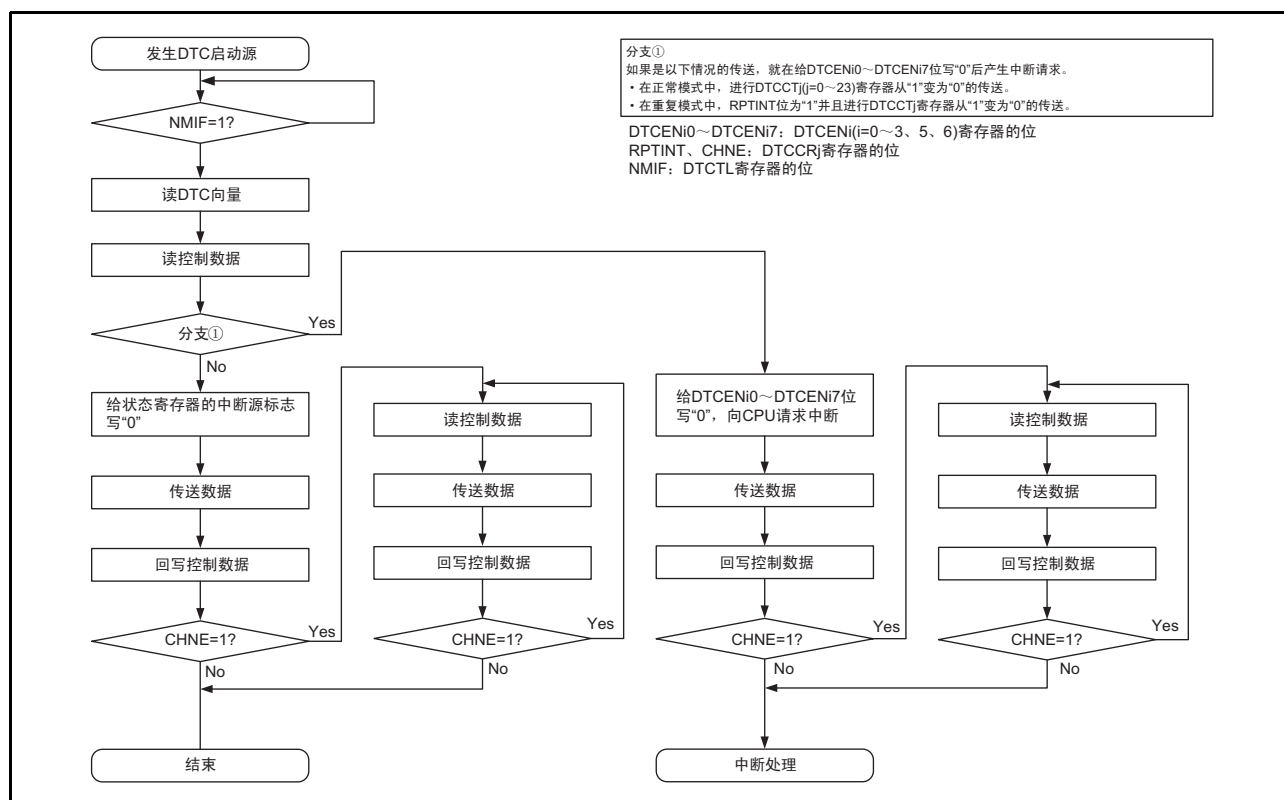


图 15.4 DTC 的内部运行流程图（DTC 启动源是定时器 RC 的中断源）

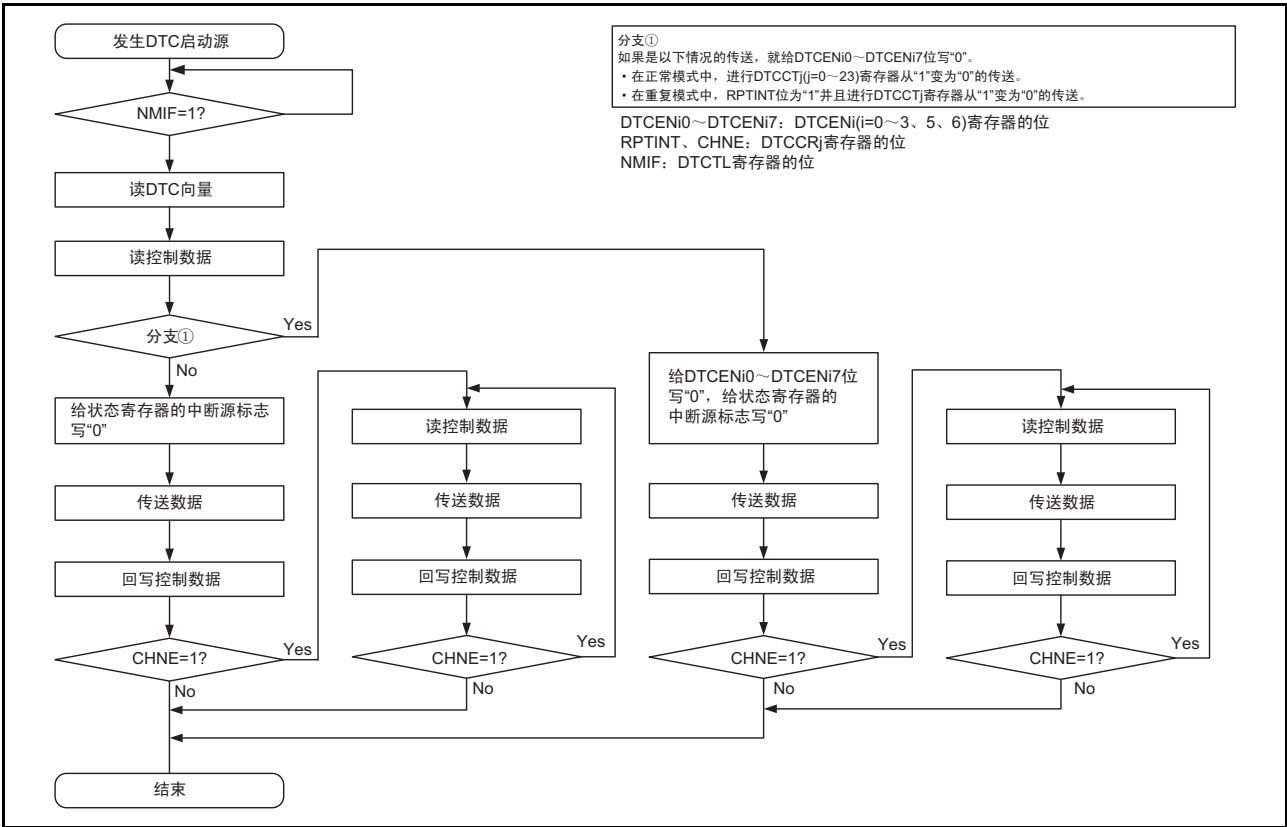


图 15.5 DTC 的内部运行流程图（DTC 启动源是闪存就绪状态）

15.3.4 正常模式

1 次启动的传送数据为 1 ~ 256 字节，传送次数为 1 ~ 256 次。当进行 DTCCTj (j=0 ~ 23) 寄存器变为“0”的数据传送时，就在 DTC 运行中向 CPU 请求中断。

正常模式的寄存器功能和数据传送分别如表 15.6 和图 15.6 所示。

表 15.6 正常模式的寄存器功能

寄存器	符号	功能
DTC 块大小寄存器 j	DTBLSj	1 次启动要传送的数据块大小
DTC 传送次数寄存器 j	DTCCTj	数据的传送次数
DTC 传送次数重加载寄存器 j	DTRLdj	不使用
DTC 源地址寄存器 j	DTSARj	数据的传送源地址
DTC 目标地址寄存器 j	DTDARj	数据的传送目标地址

j=0 ~ 23

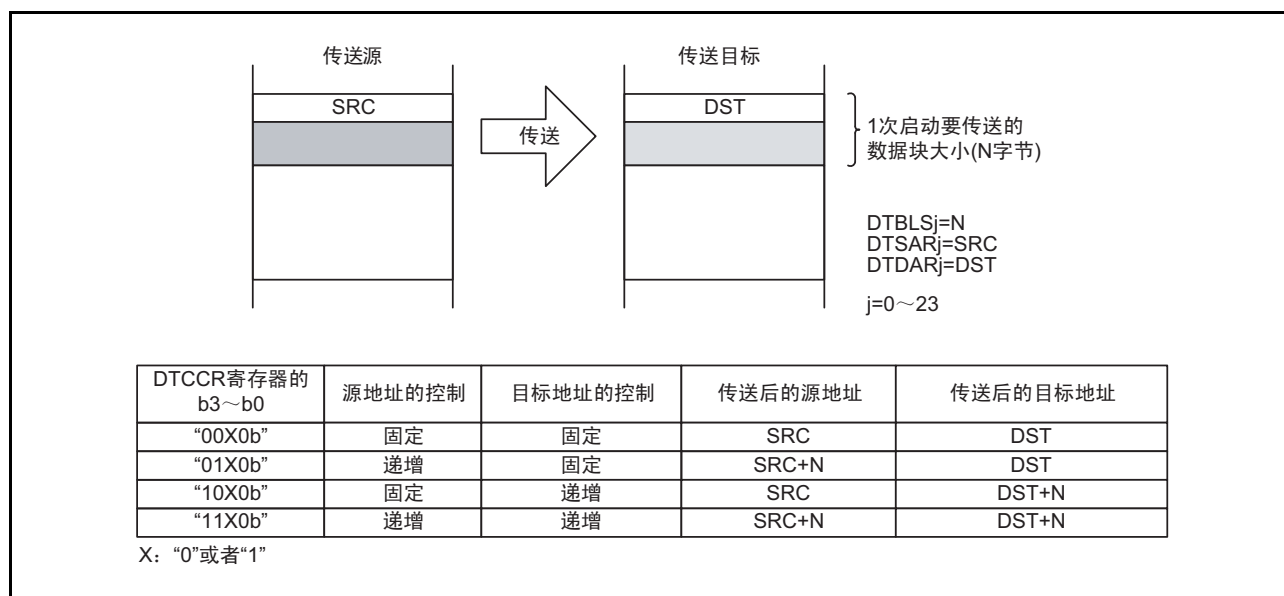


图 15.6 正常模式的数据传送

15.3.5 重复模式

1 次启动的传送数据为 1 ~ 255 字节。将传送源或者传送目标指定为重复区，传送次数为 1 ~ 255 次。当指定次数的传送结束时，对 DTCCTj (j=0 ~ 23) 寄存器以及指定为重复区的地址进行初始化，并重复进行传送。当 DTCCRj 寄存器的 RPTINT 位为 “1” (允许发生中断) 并且进行 DTCCTj 寄存器变为 “0” 的数据传送时，就在 DTC 运行中向 CPU 请求中断。

必须将指定为重复区的地址低 8 位的初始值置 “00h”。在指定次数的传送结束前，要传送的数据大小不能超过 255 字节。

重复模式的寄存器功能和数据传送分别如表 15.7 和图 15.7 所示。

表 15.7 重复模式的寄存器功能

寄存器	符号	功能
DTC 块大小寄存器 j	DTBLSj	1 次启动所要传送的数据块大小
DTC 传送次数寄存器 j	DTCCTj	数据的传送次数
DTC 传送次数重加载寄存器 j	DTRLdj	将此寄存器的值重新加载到 DTCCT 寄存器。 (对数据的传送次数进行初始化)
DTC 源地址寄存器 j	DTSARj	数据的传送源地址
DTC 目标地址寄存器 j	DTDARj	数据的传送目标地址

j=0 ~ 23

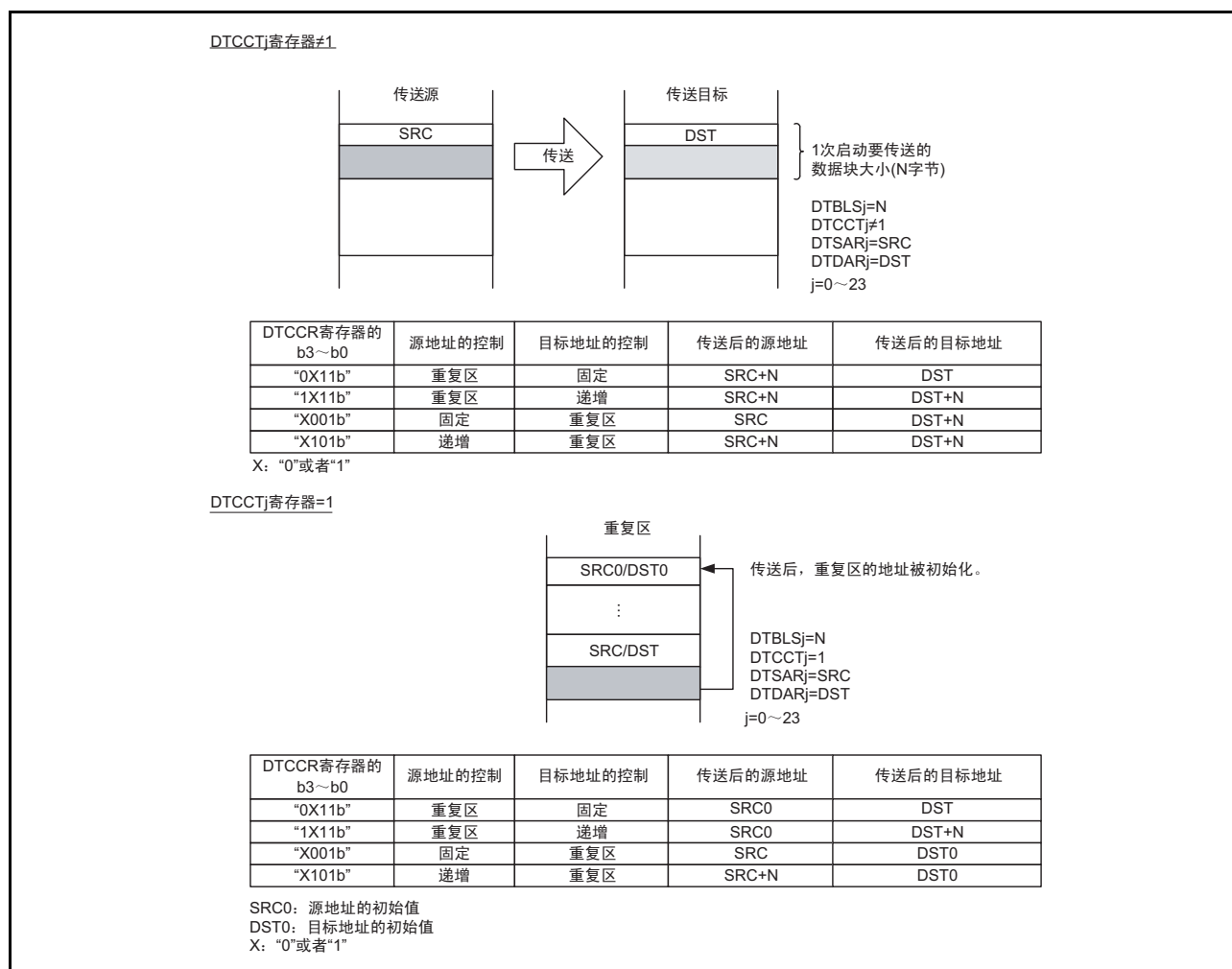


图 15.7 重复模式的数据传送

15.3.6 链传送

在 DTCCRj (j=0 ~ 22) 寄存器的 CHNE 位为 “1” (允许链传送) 时, 能通过 1 个启动源连续进行多个数据的传送。链传送的流程图如图 15.8 所示。

DTC 一旦启动, 就通过从启动源对应的 DTC 向量地址中读取的数据来选择控制数据, 读被分配在 DTC 控制数据区的控制数据。如果读到的控制数据的 CHNE 位为 “1” (允许链传送), 就在传送结束后, 读被分配的下一个控制数据, 继续传送。重复此操作, 直到 CHNE 位为 “0” (禁止链传送) 的控制数据传送结束为止。

必须将 DTCCR23 寄存器的 CHNE 位置 “0” (禁止链传送)。

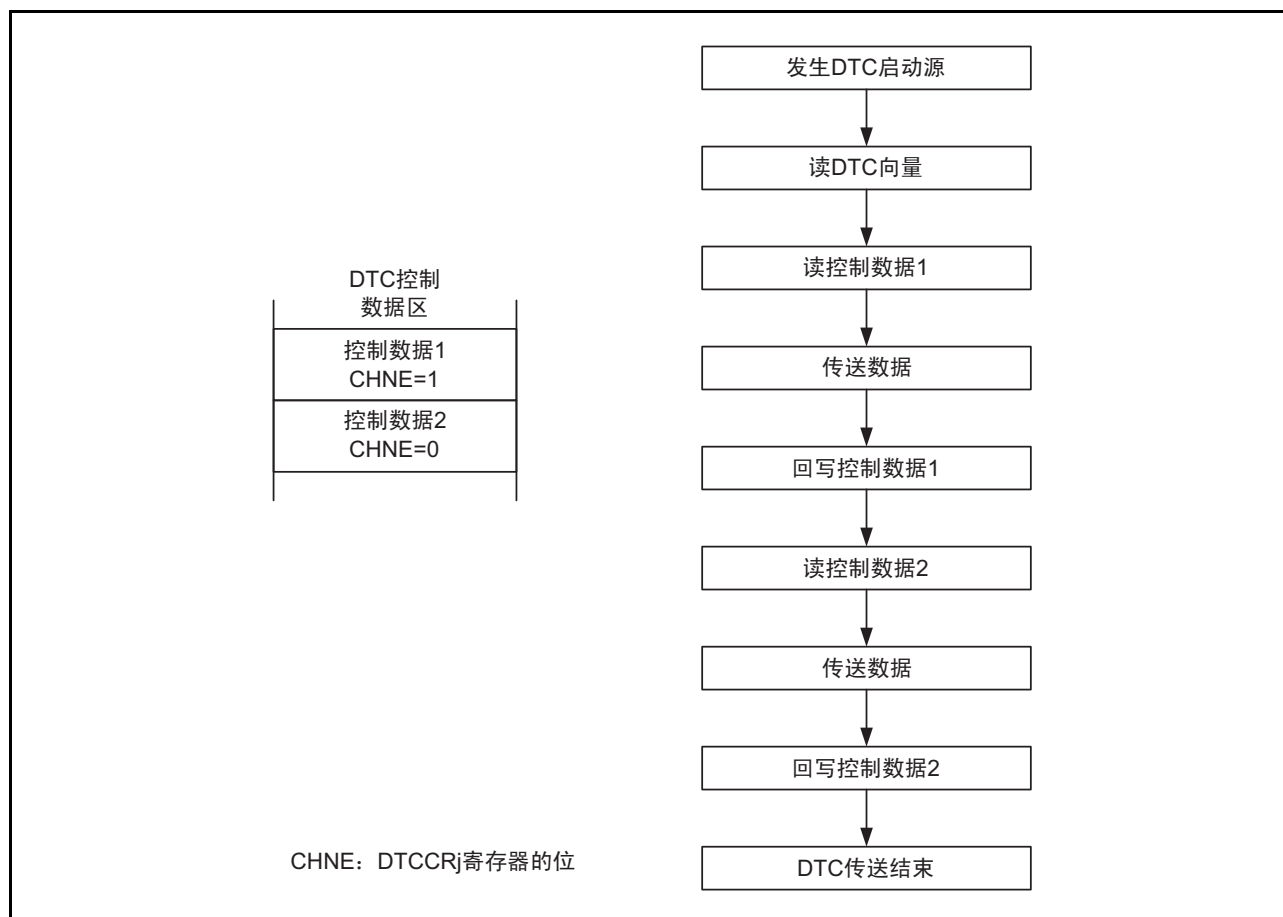


图 15.8 链传送的流程图

15.3.7 中断源

如果 DTC 在正常模式中进行 DTCCTj (j=0 ~ 23) 寄存器变为“0”的数据传送, 或者在重复模式中 DTCCRj 寄存器的 RPTINT 位为“1” (允许发生中断) 并进行 DTCCTj 寄存器变为“0”的数据传送, 就在 DTC 运行中向 CPU 请求启动源的中断。但是, 当启动源为闪存就绪状态时, 就不向 CPU 请求中断。

向 CPU 请求的此中断受 I 标志和中断控制寄存器的影响。在链传送的情况下, 是否产生中断请求取决于连续进行的最初传送的传送次数和 RPTINT 位。在向 CPU 请求中断时, 对应启动源的 DTCENi (i=0 ~ 3、5、6) 寄存器的 DTCENi0 ~ DTCENi7 (i=0 ~ 3、5、6) 位变为“0” (禁止启动)。

15.3.8 运行时序

读被分配在 DTC 控制数据区的控制数据需要 5 个周期。控制数据的回写周期数取决于控制数据的设定。

DTC 的运行时序例子和链传送时的 DTC 的运行时序例子分别如图 15.9 和图 15.10 所示。

控制数据的回写如表 15.8 所示。

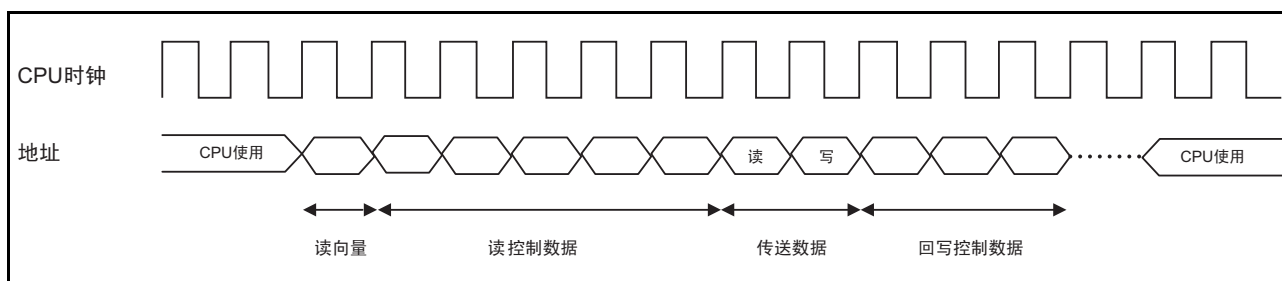


图 15.9 DTC 的运行时序例子

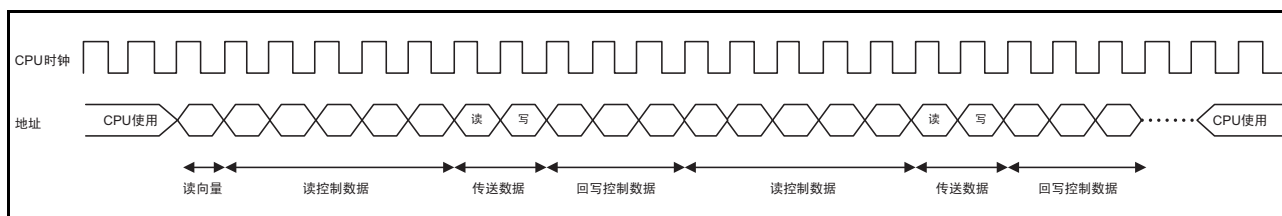


图 15.10 链传送时的 DTC 的运行时序例子

表 15.8 控制数据的回写规格

DTCCR 寄存器的 b3 ~ b0	运行模式	地址控制		回写的控制数据				周期数
		源	目标	DTCCTj 寄存器	DTRLdj 寄存器	DTSARj 寄存器	DTDARj 寄存器	
“00X0b”	正常模式	固定	固定	回写	回写	不回写	不回写	1
“01X0b”		递增	固定	回写	回写	回写	不回写	2
“10X0b”		固定	递增	回写	回写	不回写	回写	2
“11X0b”		递增	递增	回写	回写	回写	回写	3
“0X11b”	重复模式	重复区	固定	回写	回写	回写	不回写	2
“1X11b”			递增	回写	回写	回写	回写	3
“X001b”		固定	重复区	回写	回写	不回写	回写	2
“X101b”		递增		回写	回写	回写	回写	3

j=0 ~ 23

X: “0” 或者 “1”

15.3.9 DTC 的执行周期数

DTC 启动时的执行状态和所需的周期数如表 15.9 所示，数据传送时所需的周期数如表 15.10 所示。

表 15.9 DTC 启动时的执行状态和所需的周期数

读向量	控制数据		读数据	写数据	内部运行
	读	回写			
1	5	(注 2)	(注 1)	(注 1)	2

注 1. 有关读写数据时所需的周期数，请参照“表 15.10 数据传送时所需的周期数”。

注 2. 有关回写控制数据时所需的周期数，请参照“表 15.8 控制数据的回写规格”。

假设 DTBLSj (j=0 ~ 23) 寄存器为 N，则在传送数据时执行以下的操作：

1. 当 $N=2n$ (偶数) 时，进行 n 次 2 字节数据的传送。
2. 当 $N=2n+1$ (奇数) 时，在 n 次 2 字节数据的传送后，进行 1 次 1 字节数据的传送。

表 15.10 数据传送时所需的周期数

执行状态	传送单位	内部 RAM (DTC 正在传送)		内部 ROM (程序 ROM)	内部 ROM (数据 闪存)	SFR (字存取)		SFR (字节存取)	SFR (DTC 控制数据区)	
		偶数地址	奇数地址			偶数地址	奇数地址		偶数地址	奇数地址
读数据	1 字节 SK1	1		1	2	2		2	1	
	2 字节 SK2	1	2	2	4	2	4	4	1	2
写数据	1 字节 SL1	1		—	—	2		2	1	
	2 字节 SL2	1	2	—	—	2	4	4	1	2

用下述计算式求执行周期数：

执行周期数 = $1 + \Sigma[\text{表达式 A}] + 2$

Σ 为 1 个启动源的传送次数 (CHNE 位被置“1”的次数 +1) 之和。

1. 当 $N=2n$ (偶数) 时
表达式 $A = J + n \cdot SK2 + n \cdot SL2$
2. 当 $N=2n+1$ (奇数) 时
表达式 $A = J + n \cdot SK2 + 1 \cdot SK1 + n \cdot SL2 + 1 \cdot SL1$

J: 读控制数据时的周期数 (5 个周期) + 回写时所需的周期数。

对于需要以 16 位为单位进行存取的寄存器，必须在读写数据时给 DTBLSj (j=0 ~ 23) 寄存器设定“2”以上 (包括“2”) 的偶数值。

以 16 位为单位存取 DTC。

15.3.10 DTC 启动源的接受和中断源标志

15.3.10.1 闪存、定时器 RC 以外的中断源

当 DTC 启动源为闪存、定时器 RC 以外的中断源时，DTC 不能在发生中断源后 8 ~ 12 个 CPU 时钟周期内，接受相同的 DTC 启动源。如果在执行软件命令时发生中断源，就不能在 9 ~ 16 个 CPU 时钟周期内，接受相同的 DTC 启动源；如果在 DTC 运行中发生并接受 DTC 启动源，就不能在该源启动 DTC 前的 DTC 传送结束后 8 ~ 12 个 CPU 时钟周期内，接受相同的 DTC 启动源；如果在启动 DTC 前的 DTC 传送结束后立即执行软件命令，就不能在 16 个 CPU 时钟周期内，接受相同的 DTC 启动源。

15.3.10.2 闪存

当 DTC 启动源为闪存就绪状态时，在 FST 寄存器的 RDYSTI 位变为“1”（有闪存就绪状态中断请求）后到 DTC 将此位置“0”（无闪存就绪状态中断请求）前，即使发生闪存就绪状态中断请求，也不作为 DTC 启动源。如果在 DTC 将 RDYSTI 位置“0”后发生闪存就绪状态中断请求，DTC 就接受此中断请求并作为启动源。在 RDYSTI 位变为“1”后到 DTC 将中断源标志置“0”前，需要 8 ~ 12 个 CPU 时钟周期。如果在执行软件命令时发生闪存就绪状态中断，就在 DTC 将中断源标志置“0”前，需要 9 ~ 16 个 CPU 时钟周期。如果在 DTC 运行中发生闪存就绪状态中断请求并接受此中断请求作为 DTC 启动源，就在该源启动 DTC 前的 DTC 传送结束后经过 8 ~ 12 个 CPU 时钟周期，RDYSTI 位变为“0”。如果在启动 DTC 前的 DTC 传送结束后立即执行软件命令，就在 16 个 CPU 时钟周期后，RDYSTI 位变为“0”。

15.3.10.3 定时器 RC

当 DTC 启动源为定时器 RC 的中断源时，在中断源标志变为“1”后到 DTC 将此标志置“0”前，即使发生输入捕捉或者比较匹配，也不作为 DTC 启动源。如果在 DTC 将中断源标志置“0”后发生输入捕捉或者比较匹配，DTC 就接受此中断请求并作为启动源。在中断源标志变为“1”后到 DTC 将中断源标志置“0”前，需要 8 ~ 12 个 CPU 时钟周期 0.5 ~ 1.5 个定时器运行时钟周期。如果在执行软件命令时中断源标志变为“1”，就在 DTC 将中断源标志置“0”前，需要 9 ~ 16 个 CPU 时钟周期 0.5 ~ 1.5 个定时器运行时钟周期。如果在启动 DTC 时发生并接受定时器 RC 的各 DTC 启动源，就在该源启动 DTC 前的 DTC 传送结束后经过 8 ~ 12 个 CPU 时钟周期 0.5 ~ 1.5 个定时器运行时钟周期，中断源标志变为“0”。如果在启动 DTC 前的 DTC 传送结束后立即执行软件命令，就在 16 个 CPU 时钟周期 0.5 ~ 1.5 个定时器运行时钟周期后，中断源标志变为“0”。

15.4 使用 DTC 时的注意事项

15.4.1 DTC 启动源

- 在转移到等待模式前或者在等待模式中，不能发生DTC启动源。
- 在转移到停止模式前或者在停止模式中，不能发生DTC启动源。

15.4.2 DTCENi (i=0 ~ 3、5、6) 寄存器

- 必须在不发生与DTCENi0~DTCENi7位对应的中断请求的位置更改这些位。
- 在外围功能的状态寄存器的中断源标志为“1”时，不能更改对应的启动源的DTCENi0~DTCENi7位。
- 不能在DTC传送过程中存取DTCENi寄存器。

15.4.3 外围模块

不能在 DTC 传送过程中将外围功能的状态寄存器的位置“0”。

15.4.4 中断请求

当 DTC 启动源为闪存就绪状态时，如果 DTC 在正常模式中进行 DTCCTj (j=0 ~ 23) 寄存器变为“0”的数据传送，或者在重复模式中 DTCCRj 寄存器的 RPTINT 位为“1”（允许发生中断）并且进行 DTCCTj 寄存器变为“0”的数据传送，就不在 DTC 运行中向 CPU 请求启动源的中断。

16. 定时器概论

定时器内置 2 个带 8 位预分频器的 8 位定时器、1 个 16 位定时器。带 8 位预分频器的 8 位定时器为定时器 RA 和定时器 RB，这些定时器有保存计数器初始值的重加载寄存器。16 位定时器为定时器 RC，有输入捕捉和输出比较功能。全部定时器各自独立运行。

各定时器的功能比较如表 16.1 所示。

表 16.1 各定时器的功能比较

项目		定时器 RA	定时器 RB	定时器 RC
结构		带 8 位预分频器的 8 位定时器 (带重加载寄存器)	带 8 位预分频器的 8 位定时器 (带重加载寄存器)	16 位定时器 (具有输入捕捉和输出比较功能)
计数		递减计数	递减计数	递增计数
计数源		- f1 - f2 - f8 - fOCO	- f1 - f2 - f8 - 定时器 RA 下溢	- f1 - f2 - f4 - f8 - f32 - fOCO40M - fOCO-F - TRCCLK
功能	内部计数源的计数	定时器模式	定时器模式	定时器模式 (输出比较功能)
	外部计数源的计数	事件计数器模式	—	定时器模式 (输出比较功能)
	外部脉宽 / 周期的测量	脉宽测量模式 脉冲周期测量模式	—	定时器模式 (输入捕捉功能, 4 个引脚)
	PWM 输出	脉冲输出模式 (注 1) 事件计数器模式 (注 1)	可编程波形发生模式	定时器模式 (输出比较功能, 4 个引脚) (注 1) PWM 模式 (3 个引脚) PWM2 模式 (1 个引脚)
	单触发波形输出	—	可编程单触发生模式 可编程等待单触发生模式	PWM 模式 (3 个引脚)
	三相波形输出	—	—	—
	定时器	—	—	—
输入引脚		TRAIO	INT0	INT0、TRCCLK、TRCTRG、 TRCIOA、TRCIOB、 TRCIOC、TRCIOD
输出引脚		TRAO TRAIO	TRBO	TRCIOA、TRCIOB、 TRCIOC、TRCIOD
相关中断		定时器 RA 中断	定时器 RB 中断 INT0 中断	比较匹配 / 输入捕捉的 A ~ D 中断 上溢中断 INT0 中断
定时器停止		有	有	有

注 1. 在这些模式中输出矩形波。因为在每次发生上溢时输出反相波形，所以脉冲的“H”电平和“L”电平的宽度相同。

17. 定时器 RA

定时器 RA 是带 8 位预分频器的 8 位定时器。

17.1 概要

预分频器和定时器各自由重加载寄存器和计数器构成，重加载寄存器和计数器分配在相同的地址。如果存取 TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器，就能存取重加载寄存器和计数器（参照表 17.2～表 17.6 中各模式的规格）。

定时器 RA 的计数源为计数和重新加载等的定时器运行的时钟。

定时器 RA 的框图和引脚结构分别如图 17.1 和表 17.1 所示。定时器 RA 有以下 5 种模式：

- 定时器模式 这是对内部计数源进行计数的模式。
- 脉冲输出模式 这是对内部计数源进行计数，并在定时器下溢时输出极性相反的脉冲的模式。
- 事件计数器模式 这是对外部脉冲进行计数的模式。
- 脉宽测量模式 这是测量外部脉冲脉宽的模式。
- 脉冲周期测量模式 这是测量外部脉冲周期的模式。

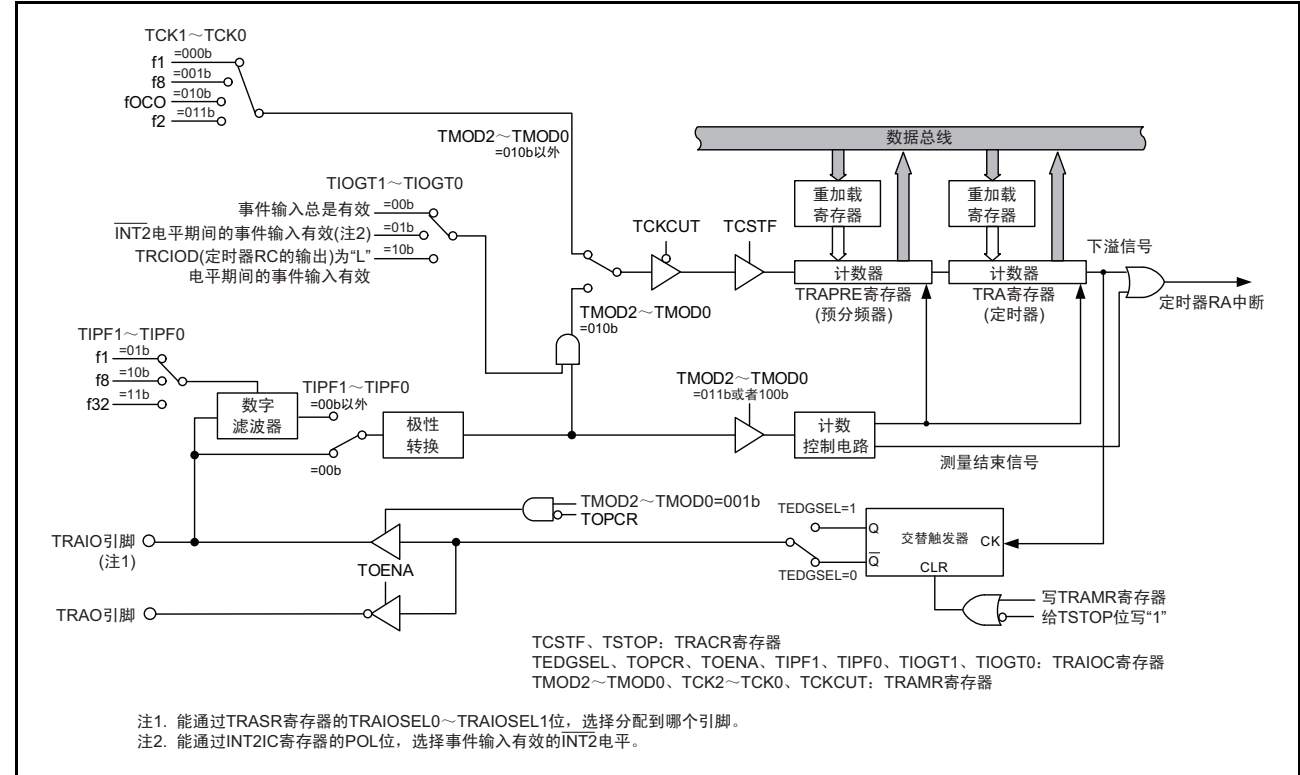


图 17.1 定时器 RA 的框图

表 17.1 定时器 RA 的引脚结构

引脚名	分配的引脚	输入 / 输出	功能
TRAI0	P1_5、P1_7 或者 P3_5	输入 / 输出	功能因运行模式而不同，详细内容请参照各模式。
TRAO	P3_7	输出	

17.2 寄存器说明

17.2.1 定时器 RA 的控制寄存器（TRACR）

地址	地址 0100h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	TUNDF	TEDGF	—	TSTOP	TCSTF	TSTART
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TSTART	定时器 RA 的计数开始位（注 1）	0: 停止计数 1: 开始计数	R/W
b1	TCSTF	定时器 RA 的计数状态标志（注 1）	0: 停止计数 1: 正在计数	R
b2	TSTOP	定时器 RA 的计数强制停止位（注 2）	如果置“1”，就强制停止计数。 读取值为“0”。	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	TEDGF	有效边沿的判断标志（注 3、注 4）	0: 无有效边沿 1: 有有效边沿（测量期间结束）	R/W
b5	TUNDF	定时器 RA 的下溢标志（注 3、注 4）	0: 无下溢 1: 有下溢	R/W
b6	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b7	—			

注 1. 有关使用 TSTART 位和 TCSTF 位时的注意事项，请参照“17.8 使用定时器 RA 时的注意事项”。

注 2. 如果给 TSTOP 位写“1”，TSTART 位、TCSTF 位、TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器就变为复位后的值。

注 3. 如果通过程序给 TEDGF 位和 TUNDF 位写“0”，这些位就变为“0”（即使写“1”也不变）。

注 4. 在定时器模式、脉冲输出模式和事件计数器模式中，必须将 TEDGF 位和 TUNDF 位置“0”。

在脉宽测量模式和脉冲周期测量模式中，必须对 TRACR 寄存器使用 MOV 指令。此时，如果不想让 TEDGF 位和 TUNDF 位变化，就必须将这些位置“1”。

17.2.2 定时器 RA 的 I/O 控制寄存器 (TRAIOC)

地址	地址 0101h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	TIOSEL	TOENA	TOPCR	TEDGSEL
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TEDGSEL	TRAIO 极性转换位	功能因运行模式而不同。	R/W
b1	TOPCR	TRAIO 输出控制位		R/W
b2	TOENA	TRAIO 输出允许位		R/W
b3	TIOSEL	硬件 LIN 功能选择位		R/W
b4	TIPF0	TRAIO 输入滤波器选择位		R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0	TRAIO 事件输入控制位		R/W
b7	TIOGT1			R/W

17.2.3 定时器 RA 的模式寄存器 (TRAMR)

地址	地址 0102h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TCKCUT	—	TCK1	TCK0	—	TMOD2	TMOD1	TMOD0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TMOD0	定时器 RA 的运行模式选择位	b2 b1 b0 0 0 0: 定时器模式 0 0 1: 脉冲输出模式 0 1 0: 事件计数器模式 0 1 1: 脉宽测量模式 1 0 0: 脉冲周期测量模式 1 0 1: 不能设定 1 1 0: 不能设定 1 1 1: 不能设定	R/W
b1	TMOD1			R/W
b2	TMOD2			R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	TCK0	定时器 RA 的计数源选择位	b5 b4 0 0: f1 0 1: f8 1 0: fOCO 1 1: f2	R/W
b5	TCK1			R/W
b6	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b7	TCKCUT	定时器 RA 的计数源截止位	0: 提供计数源 1: 截止计数源	R/W

必须在 TRACR 寄存器的 TSTART 位和 TCSTF 位都为“0”（停止计数）时更改 TRAMR 寄存器。

17.2.4 定时器 RA 的预分频寄存器 (TRAPRE)

地址	地址 0103h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	1	1	1	1	1	1	1	1

(注 1)

位	模式	功能	设定范围	R/W
b7 ~ b0	定时器模式	对内部计数源进行计数。	00h ~ FFh	R/W
	脉冲输出模式		00h ~ FFh	R/W
	事件计数器模式	对外部计数源进行计数。	00h ~ FFh	R/W
	脉宽测量模式	测量外部输入脉冲的脉宽 (对内部计数源进行计数)。	00h ~ FFh	R/W
	脉宽周期测量模式	测量外部输入脉冲的脉冲周期 (对内部计数源进行计数)。	00h ~ FFh	R/W

注 1. 如果给 TRACR 寄存器的 TSTOP 位写 “1”，TRAPRE 寄存器的值就变为 “FFh”。

17.2.5 定时器 RA 寄存器 (TRA)

地址	地址 0104h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	1	1	1	1	1	1	1	1

(注 1)

位	模式	功能	设定范围	R/W
b7 ~ b0	全部模式	对 TRAPRE 寄存器的下溢进行计数。	00h ~ FFh (注 2)	R/W

注 1. 如果给 TRACR 寄存器的 TSTOP 位写 “1”，TRA 寄存器的值就变为 “FFh”。

注 2. 在脉宽测量模式和脉冲周期测量模式中，不能给 TRA 寄存器设定 “00h”。

17.2.6 定时器 RA 的引脚选择寄存器 (TRASR)

地址	地址 0180h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	TRAIOSSEL2	TRAIOSSEL1	TRAIOSSEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W			
b0	TRAIOSSEL0	TRAIO 引脚选择位	b2 b1 b0	R/W			
b1	TRAIOSSEL1		0 0 0: 不使用 TRAI0 引脚	R/W			
b2	TRAIOSSEL2		0 0 1: 分配到 P1_7	R/W			
			0 1 0: 分配到 P1_5				
		0 1 1: 不能设定					
		1 0 0: 不能设定					
		1 0 1: 分配到 P3_5					
		上述以外, 不能设定					
b3	—	保留位	必须置“0”。	R/W			
b4	—						
b5	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—			
b6	—						
b7	—						

TRASR 寄存器是选择将定时器 RA 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用定时器 RA 的输入 / 输出引脚时, 必须设定 TRASR 寄存器。

在设定定时器 RA 的相关寄存器前, 必须设定 TRASR 寄存器, 但是不能在定时器 RA 运行中更改 TRASR 寄存器的设定值。

17.3 定时器模式

这是对内部生成的计数源进行计数的模式（表 17.2）。

表 17.2 定时器模式的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f8、fOCO、fC32、fC
计数	- 递减计数 - 在发生下溢时，将重加载寄存器的内容进行重新加载后继续计数。
分频比	$1/(n+1)(m+1)$ n: TRAPRE 寄存器的设定值 m: TRA 寄存器的设定值
计数开始条件	给 TRACR 寄存器的 TSTART 位写“1”（开始计数）。
计数停止条件	- 给 TRACR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数）。 - 给 TRACR 寄存器的 TSTOP 位写“1”（强制停止计数）。
中断请求的发生时序	在定时器 RA 发生下溢时 [定时器 RA 中断]。
TRAIO 引脚功能	可编程输入 / 输出端口
TRAIO 引脚功能	可编程输入 / 输出端口
读定时器	如果读 TRA 寄存器和 TRAPRE 寄存器，就能读到各自的计数值。
写定时器	- 如果在停止计数时写 TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器，数据就同时被写到各自的重加载寄存器和计数器。 - 如果在计数过程中写 TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器，数据就被写到各自的重加载寄存器和计数器（参照“17.3.2 计数过程中的定时器写控制”）。

17.3.1 定时器 RA 的 I/O 控制寄存器（TRAIOC）[定时器模式]

地址	地址 0101h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	TIOSEL	TOENA	TOPCR	TEDGSEL
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TEDGSEL	TRAIO 极性转换位	在定时器模式中，必须置“0”。	R/W
b1	TOPCR	TRAIO 输出控制位		R/W
b2	TOENA	TRAIO 输出允许位		R/W
b3	TIOSEL	硬件 LIN 功能选择位	必须置“0”。但是，在使用硬件 LIN 功能时，必须置“1”。	R/W
b4	TIPF0	TRAIO 输入滤波器选择位	在定时器模式中，必须置“0”。	R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0	TRAIO 事件输入控制位		R/W
b7	TIOGT1			R/W

17.3.2 计数过程中的定时器写控制

定时器 RA 有预分频器和定时器（对预分频器的下溢进行计数），各自有重加载寄存器和计数器。在写预分频器和定时器时，数据同时被写到重加载寄存器和计数器。

但是，与计数源同步将数据从预分频器的重加载寄存器传送到计数器，与预分频器的下溢同步将数据从定时器的重加载寄存器传送到计数器。因此，如果在计数过程中写预分频器和定时器，就不会在执行写指令后立即更新计数器的值。在定时器 RA 计数过程中改写计数值的运行例子如图 17.2 所示。

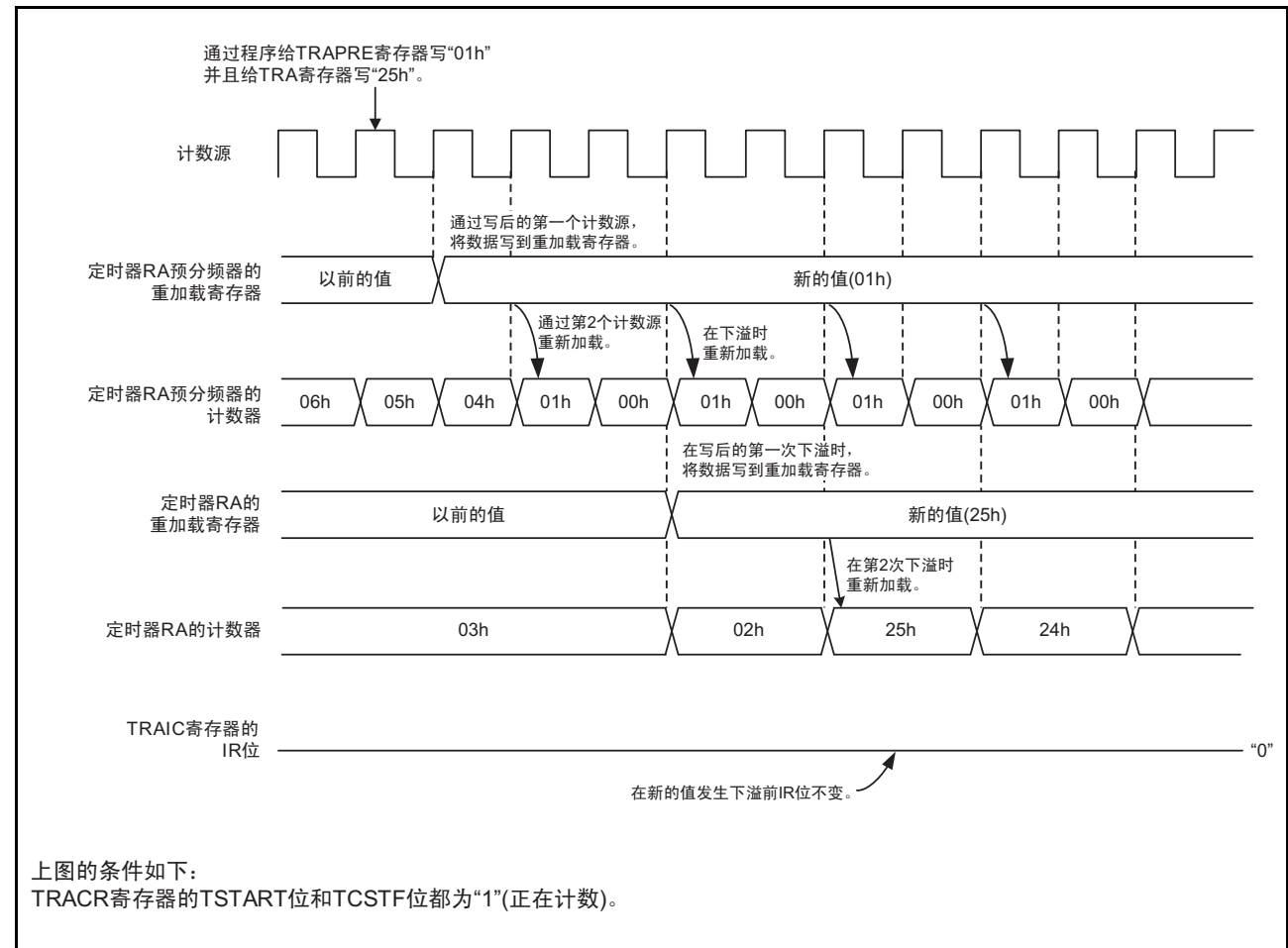


图 17.2 在定时器 RA 计数过程中改写计数值的运行例子

17.4 脉冲输出模式

这是对内部生成的计数源进行计数，并在定时器每次下溢时从 TRAIO 引脚输出极性相反的脉冲的模式（表 17.3）。

表 17.3 脉冲输出模式的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f8、fOCO
计数	- 递减计数 - 在发生下溢时，将重加载寄存器的内容进行重新加载后继续计数。
分频比	$1/(n+1)(m+1)$ n: TRAPRE 寄存器的设定值 m: TRA 寄存器的设定值
计数开始条件	给 TRACR 寄存器的 TSTART 位写“1”（开始计数）。
计数停止条件	- 给 TRACR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数）。 - 给 TRACR 寄存器的 TSTOP 位写“1”（强制停止计数）。
中断请求的发生时序	在定时器 RA 发生下溢时 [定时器 RA 中断]。
TRAIO 信号引脚功能	脉冲输出引脚或者可编程输出端口
TRAIO 引脚功能	可编程输入 / 输出端口或者 TRAIO 的反相输出引脚
读定时器	如果读 TRA 寄存器和 TRAPRE 寄存器，就能读到各自的计数值。
写定时器	- 如果在停止计数时写 TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器，数据就同时被写到各自的重加载寄存器和计数器。 - 如果在计数过程中写 TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器，数据就被写到各自的重加载寄存器和计数器（参照“17.3.2 计数过程中的定时器写控制”）。
选择功能	- TRAIO 输出极性转换功能 能通过 TRAIOC 寄存器的 TEDGSEL 位选择开始输出脉冲时的电平（注 1）。 - TRAIO 输出功能 TRAIO 引脚输出 TRAIO 的输出极性相反的脉冲（通过 TRAIOC 寄存器的 TOENA 位选择）。 - 脉冲输出停止功能 能通过 TRAIOC 寄存器的 TOPCR 位停止 TRAIO 引脚输出脉冲。 - TRAIO 引脚选择功能 能通过 TRASR 寄存器的 TRAIOSSEL0 ~ TRAIOSSEL2 位选择 P1_5、P1_7 或者 P3_5。

注 1. 通过写 TRAMR 寄存器，输出脉冲变为开始输出时的电平。

17.4.1 定时器 RA 的 I/O 控制寄存器 (TRAIOC) [脉冲输出模式]

地址	地址 0101h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	TIOSEL	TOENA	TOPCR	TEDGSEL
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TEDGSEL	TRAIO 极性转换位	0: 从 “H” 电平开始 TRAI0 输出 1: 从 “L” 电平开始 TRAI0 输出	R/W
b1	TOPCR	TRAIO 输出控制位	0: TRAI0 输出 1: 禁止 TRAI0 输出	R/W
b2	TOENA	TRAO 输出允许位	0: 禁止 TRAO 输出 1: TRAO 输出 (端口输出 TRAI0 输出的反相信号)	R/W
b3	TIOSEL	硬件 LIN 功能选择位	必须置 “0”。	R/W
b4	TIPF0	TRAIO 事件输入控制位	在脉冲输出模式中, 必须置 “0”。	R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0			R/W
b7	TIOGT1			R/W

17.5 事件计数器模式

这是对 TRAI0 引脚输入的外部信号进行计数的模式（表 17.4）。

表 17.4 事件计数器模式的规格

项目	规格
计数源	TRAIO 引脚输入的外部信号（能通过程序选择有效边沿）。
计数	- 递减计数 - 在发生下溢时，将重加载寄存器的内容进行重新加载后继续计数。
分频比	$1/(n+1)(m+1)$ n: TRAPRE 寄存器的设定值 m: TRA 寄存器的设定值
计数开始条件	给 TRACR 寄存器的 TSTART 位写“1”（开始计数）。
计数停止条件	- 给 TRACR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数）。 - 给 TRACR 寄存器的 TSTOP 位写“1”（强制停止计数）。
中断请求的发生时序	在定时器 RA 发生下溢时 [定时器 RA 中断]。
TRAIO 信号引脚功能	计数源输入引脚
TRA0 引脚功能	可编程输入 / 输出端口或者脉冲输出引脚（注 1）
读定时器	如果读 TRA 寄存器和 TRAPRE 寄存器，就能读到各自的计数值。
写定时器	- 如果在停止计数时写 TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器，数据就同时被写到各自的重加载寄存器和计数器。 - 如果在计数过程中写 TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器，数据就被写到各自的重加载寄存器和计数器（参照“17.3.2 计数过程中的定时器写控制”）。
选择功能	- TRAIO 输入极性转换功能 能通过 TRAI0C 寄存器的 TEDGSEL 位选择计数源的有效边沿。 - 计数源输入引脚选择功能 通过 TRASR 寄存器的 TRAI0SEL0 ~ TRAI0SEL2 位选择 P1_5、P1_7 或者 P3_5。 - 脉冲输出功能 在定时器每次下溢时，TRA0 引脚输出极性相反的脉冲（通过 TRAI0C 寄存器的 TOENA 位选择）（注 1）。 - 数字滤波器功能 能通过 TRAI0C 寄存器的 TIFP0 ~ TIFP1 位选择数字滤波器的有无和采样频率。 - 事件输入控制功能 能通过 TRAI0C 寄存器的 TIOGT0 ~ TIOGT1 位选择 TRAI0 引脚的事件输入的有效期间。

注 1. 通过写 TRAMR 寄存器，输出脉冲变为开始输出时的电平。

17.5.1 定时器 RA 的 I/O 控制寄存器 (TRAIOC) [事件计数器模式]

地址	地址 0101h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	TIOSEL	TOENA	TOPCR	TEDGSEL
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TEDGSEL	TRAIO 极性转换位	0: 在 TRAI0 输入的上升沿进行计数并且从 “L” 电平开始 TRAO 输出 1: 在 TRAI0 输入的下降沿进行计数并且从 “H” 电平开始 TRAO 输出	R/W
b1	TOPCR	TRAIO 输出控制位	在事件计数器模式中, 必须置 “0”。	R/W
b2	TOENA	TRA0 输出允许位	0: 禁止 TRA0 输出 1: TRA0 输出	R/W
b3	TIOSEL	硬件 LIN 功能选择位	必须置 “0”。	R/W
b4	TIPF0	TRAIO 输入滤波器选择位 (注 1)	b5 b4 0 0: 无滤波器 0 1: 有滤波器, 通过 f1 进行采样。 1 0: 有滤波器, 通过 f8 进行采样。 1 1: 有滤波器, 通过 f32 进行采样。	R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0	TRAIO 事件输入控制位	b7 b6 0 0: 事件输入总是有效 0 1: INT2 电平期间的事件输入有效 (注 2) 1 0: TRCIOD (定时器 RC 的输出) 为 “L” 电平期间的事件输入有效 1 1: 不能设定	R/W
b7	TIOGT1			R/W

注 1. 在从 TRAI0 引脚连续 3 次采样到相同值时确定输入。

注 2. 在使用 INT2 的事件输入有效时, 必须进行以下的设定:

- 必须将 INTEN 寄存器的 INT2EN 位置 “1” (允许 INT2 输入) 并且将 INT2PL 位置 “0” (单边沿)。
- 通过 INT2IC 寄存器的 POL 位, 选择 INT2 的极性。
如果将 POL 位置 “0” (选择下降沿), INT2 为 “H” 电平期间的事件输入就有效。
如果将 POL 位置 “1” (选择上升沿), INT2 为 “L” 电平期间的事件输入就有效。
- 将引脚 P3_2 的 PD3 寄存器的 PD3_2 位置 “0” (输入模式)。
- 通过 INTF 寄存器的 INT2F1 ~ INT2F0 位, 选择 INT2 的数字滤波器。

另外, 根据 INT2IC 寄存器的 POL 位和 INTEN 寄存器的 INT2PL 位的选择以及 INT2 引脚输入的变更, INT2IC 寄存器的 IR 位变为 “1” (有中断请求) (参照 “11.9 使用中断时的注意事项”)。
中断的详细内容请参照 “11. 中断”。

17.6 脉宽测量模式

这是测量 TRAI0 引脚输入的外部信号脉宽的模式（表 17.5）。

脉宽测量模式的运行例子如图 17.3 所示。

表 17.5 脉宽测量模式的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f8、fOCO
计数	- 递减计数 - 只在测量脉冲的“H”电平或者“L”电平期间继续计数。 - 在发生下溢时，将重加载寄存器的内容进行重新加载后继续计数。
计数开始条件	给 TRACR 寄存器的 TSTART 位写“1”（开始计数）。
计数停止条件	- 给 TRACR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数）。 - 给 TRACR 寄存器的 TSTOP 位写“1”（强制停止计数）。
中断请求的发生时序	- 在定时器 RA 发生下溢时 [定时器 RA 中断]。 - 在 TRAI0 输入的上升沿或者下降沿（测量期间结束） [定时器 RA 中断]。
TRAIO 信号引脚功能	测量脉冲的输入引脚
TRA0 引脚功能	可编程输入 / 输出端口
读定时器	如果读 TRA 寄存器和 TRAPRE 寄存器，就能读到各自的计数值。
写定时器	- 如果在计数停止时写 TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器，数据就同时被写到各自的重加载寄存器和计数器。 - 如果在计数过程中写 TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器，数据就被写到各自的重加载寄存器和计数器（参照“17.3.2 计数过程中的定时器写控制”）。
选择功能	- 测量电平的选择 能通过 TRAI0C 寄存器的 TEDGSEL 位选择“H”电平期间或者“L”电平期间。 - 测量脉冲的输入引脚选择功能 能通过 TRASR 寄存器的 TRAI0SEL0 ~ TRAI0SEL2 位选择 P1_5、P1_7 或者 P3_5。 - 数字滤波器功能 能通过 TIPF0 ~ TIPF1 位选择数字滤波器的有无和采样频率。

17.6.1 定时器 RA 的 I/O 控制寄存器 (TRAIOC) [脉宽测量模式]

地址	地址 0101h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	TIOSEL	TOENA	TOPCR	TEDGSEL
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TEDGSEL	TRAIO 极性转换位	0: 测量 TRAI0 输入的 “L” 电平宽度 1: 测量 TRAI0 输入的 “H” 电平宽度	R/W
b1	TOPCR	TRAIO 输出控制位	在脉宽测量模式中，必须置 “0”。	R/W
b2	TOENA	TRAIO 输出允许位		R/W
b3	TIOSEL	硬件 LIN 功能选择位	必须置 “0”。但是，在使用硬件 LIN 功能时，必须置 “1”。	R/W
b4	TIPF0	TRAIO 输入滤波器选择位 (注 1)	b5 b4 00: 无滤波器 01: 有滤波器，通过 f1 进行采样。 10: 有滤波器，通过 f8 进行采样。 11: 有滤波器，通过 f32 进行采样。	R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0	TRAIO 事件输入控制位	在脉宽测量模式中，必须置 “0”。	R/W
b7	TIOGT1			R/W

注 1. 在从 TRAI0 引脚连续 3 次采样到相同值时确定输入。

17.6.2 运行例子

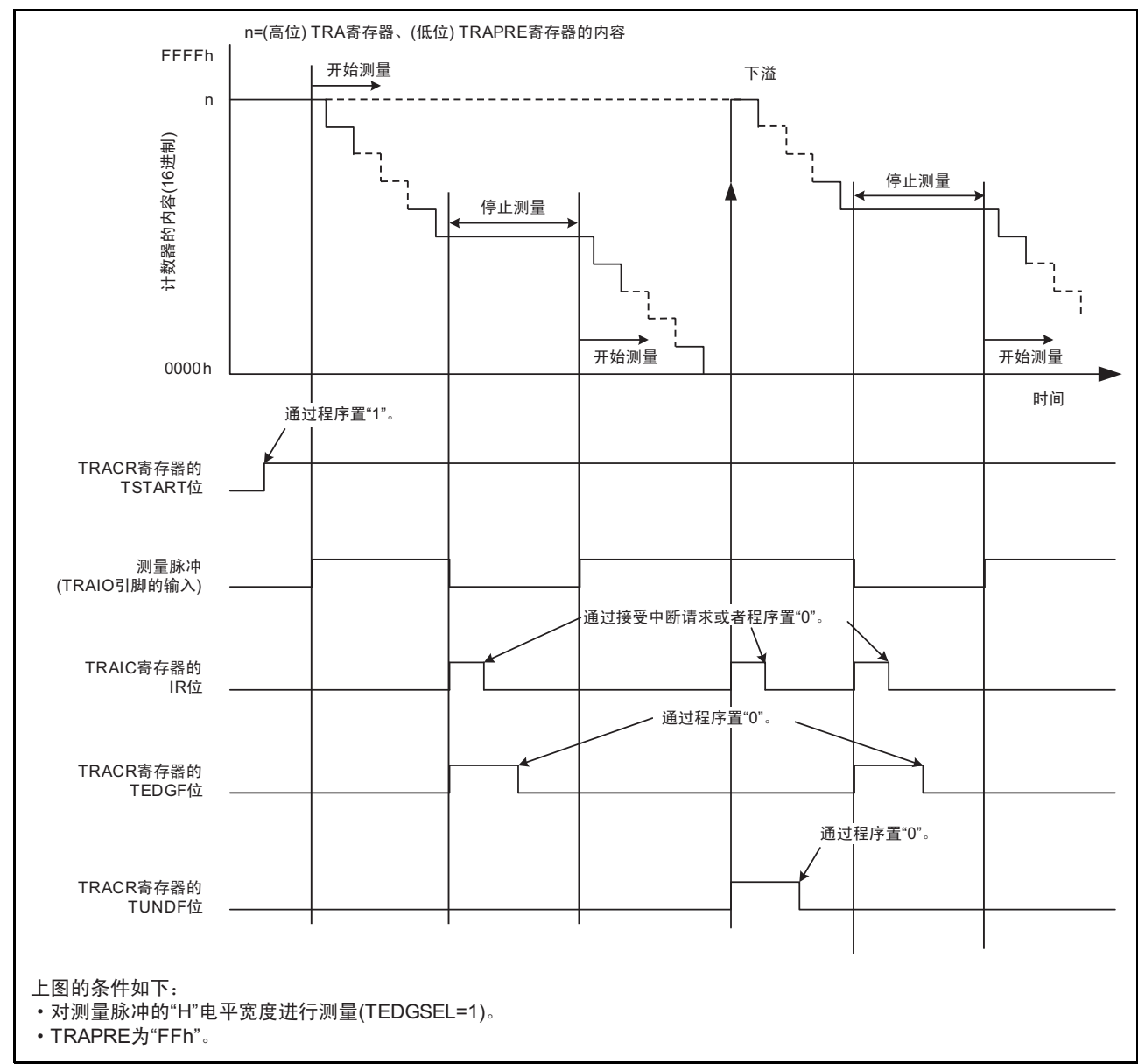


图 17.3 脉宽测量模式的运行例子

17.7 脉冲周期测量模式

这是测量 TRAIO 引脚输入的外部信号脉冲周期的模式（表 17.6）。

脉冲周期测量模式的运行例子如图 17.4 所示。

表 17.6 脉冲周期测量模式的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f8、fOCO
计数	- 递减计数 - 输入测量脉冲的有效边沿后，在定时器 RA 的预分频器第 1 次发生下溢时，保持读缓冲器的内容；在定时器 RA 的预分频器第 2 次发生下溢时，定时器 RA 在将重加载寄存器的内容进行重新加载后继续计数。
计数开始条件	给 TRACR 寄存器的 TSTART 位写“1”（开始计数）。
计数停止条件	- 给 TRACR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数）。 - 给 TRACR 寄存器的 TSTOP 位写“1”（强制停止计数）。
中断请求的发生时序	- 在定时器 RA 发生下溢时 [定时器 RA 中断]。 - 在 TRAIO 输入的上升沿或者下降沿（测量期间结束） [定时器 RA 中断]。
TRAIO 引脚功能	测量脉冲的输入引脚（注 1）
TRAO 引脚功能	可编程输入 / 输出端口
读定时器	如果读 TRA 寄存器和 TRAPRE 寄存器，就能读到各自的计数值。
写定时器	- 如果在计数停止时写 TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器，数据就同时被写到各自的重加载寄存器和计数器。 - 如果在计数过程中写 TRAPRE 寄存器和 TRA 寄存器写数据，数据就被写到各自的重加载寄存器和计数器（参照“17.3.2 计数过程中的定时器写控制”）。
选择功能	- 测量时间的选择 能通过 TRAI0C 寄存器的 TEDGSEL 位选择输入脉冲的测量期间。 - 测量脉冲的输入引脚选择功能 能通过 TRASR 寄存器的 TRAI0SEL0 ~ TRAI0SEL2 位选择 P1_5、P1_7 或者 P3_5。 - 数字滤波器功能 - 能通过 TIPF0 ~ TIPF1 位选择数字滤波器的有无和采样频率。

注 1. 必须输入大于 2 倍定时器 RA 预分频器周期的脉冲。另外，必须对“H”电平宽度和“L”电平宽度分别输入大于定时器 RA 预分频器周期的脉冲，否则就可能忽视该输入。

17.7.1 定时器 RA 的 I/O 控制寄存器 (TRAIOC) [脉冲周期测量模式]

地址	地址 0101h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TIOGT1	TIOGT0	TIPF1	TIPF0	—	TOENA	TOPCR	TEDGSEL
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TEDGSEL	TRAIO 极性转换位	0: 对测量脉冲的 2 个上升沿之间的时间进行测量 1: 对测量脉冲的 2 个下降沿之间的时间进行测量	R/W
b1	TOPCR	TRAIO 输出控制位	在脉冲周期测量模式中, 必须置 “0”。	R/W
b2	TOENA	TRAIO 输出允许位		R/W
b3	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b4	TIPF0	TRAIO 输入滤波器选择位 (注 1)	b5 b4 0 0: 无滤波器 0 1: 有滤波器, 通过 f1 进行采样。 1 0: 有滤波器, 通过 f8 进行采样。 1 1: 有滤波器, 通过 f32 进行采样。	R/W
b5	TIPF1			R/W
b6	TIOGT0	TRAIO 事件输入控制位	在脉冲周期测量模式中, 必须置 “0”。	R/W
b7	TIOGT1			R/W

注 1. 在从 TRAI0 引脚连续 3 次采样到相同值时确定输入。

17.7.2 运行例子

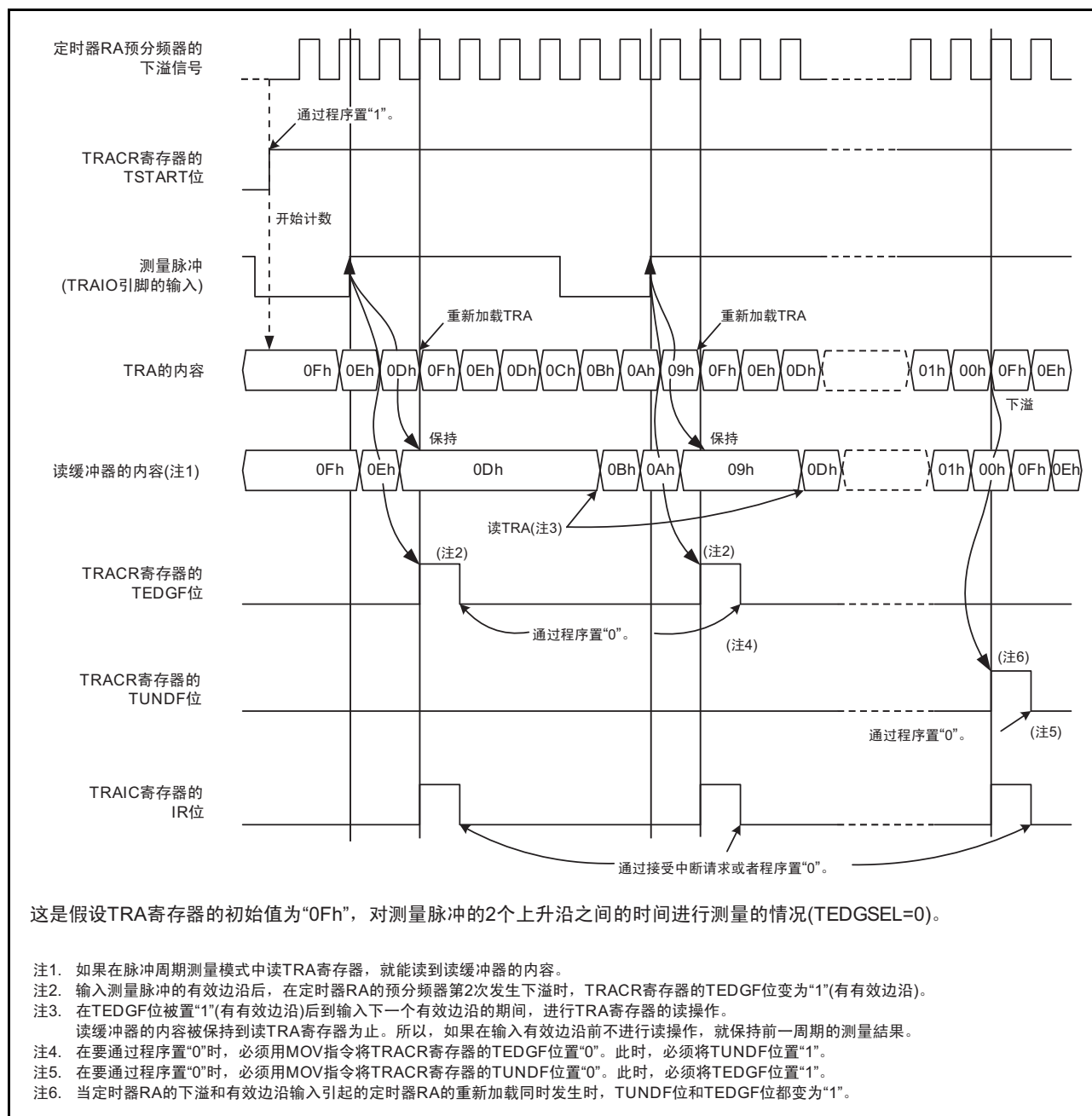


图 17.4 脉冲周期测量模式的运行例子

17.8 使用定时器 RA 时的注意事项

- 复位后，定时器停止计数。必须先给定时器和预分频器设定值，然后开始计数。
- 即使以 16 位为单位读预分频器和定时器，单片机内部也按字节顺序逐个读取。因此，在读这 2 个寄存器期间，定时器的值有可能被更新。
- 如果通过程序给脉宽测量模式和脉冲周期测量模式使用的 TRACR 寄存器的 TEDGF 位和 TUNDF 位写 “0”，这些位就变为 “0”，即使给这些位写 “1” 其值也不变。如果对 TRACR 寄存器使用读-改-写指令，即使 TEDGF 位和 TUNDF 位为 “1”，也有可能在执行指令过程中被置 “0”。此时，必须通过执行 MOV 指令给不想被置 “0” 的 TEDGF 位和 TUNDF 位写 “1”。
- 在从其他模式变为脉宽测量模式和脉冲周期测量模式时，TEDGF 位和 TUNDF 位为不定值。必须先给 TEDGF 位和 TUNDF 位写 “0”，然后开始定时器 RA 的计数。
- 根据计数开始后最初发生的定时器 RA 预分频器的下溢信号，TEDGF 位有可能变为 “1”。
- 在使用脉冲周期测量模式时，必须紧接在计数开始之后至少空出 2 个定时器 RA 的预分频器周期的时间，将 TEDGF 位置 “0” 后再使用。
- 如果在计数停止时给 TSTART 位写 “1”，TCSTF 位就会在 0 ~ 1 个计数源周期的期间变为 “0”。除 TCSTF 位以外，不能在 TCSTF 位变为 “1” 前存取定时器 RA 的相关寄存器（注 1）。
在 TCSTF 位变为 “1” 后的最初的计数源有效边沿开始计数。
如果在计数过程中给 TSTART 位写 “0”，TCSTF 位就会在 0 ~ 1 个计数源周期的期间变为 “1”。在 TCSTF 位变为 “0” 时，停止计数。
除 TCSTF 位以外，不能在 TCSTF 位变为 “0” 前存取定时器 RA 的相关寄存器（注 1）。

注 1. 定时器 RA 的相关寄存器：TRACR、TRAIOC、TRAMR、TRAPRE、TRA

- 在计数过程中（TCSTF 位为 “1”）连续写 TRAPRE 寄存器时，必须将各自的写间隔至少空出 3 个计数源时钟周期。
- 在计数过程中（TCSTF 位为 “1”）连续写 TRA 寄存器时，必须将各自的写间隔至少空出 3 个预分频器的下溢周期。
- 在脉宽测量模式和脉冲周期测量模式中，不能给 TRA 寄存器设定 “00h”。

18. 定时器 RB

定时器 RB 是带 8 位预分频器的 8 位定时器。

18.1 概要

预分频器和定时器各自由重加载寄存器和计数器构成（有关重加载寄存器和计数器的存取，请参照表 18.2 ~ 表 18.5 的各模式的规格）。作为重加载寄存器，定时器 RB 有主寄存器和辅助寄存器。

定时器 RB 的计数源为计数和重新加载等的定时器运行的时钟。

定时器 RB 的框图和引脚结构分别如图 18.1 和表 18.1 所示。

定时器 RB 有以下 4 种模式:

- | | |
|----------------|--------------------------------------|
| • 定时器模式 | 这是对内部计数源（外围功能时钟或者定时器 RA 的下溢）进行计数的模式。 |
| • 可编程波形发生模式 | 这是连续输出任意宽度脉冲的模式。 |
| • 可编程单触发发生模式 | 这是输出单触发脉冲的模式。 |
| • 可编程等待单触发发生模式 | 这是输出延迟单触发脉冲的模式。 |

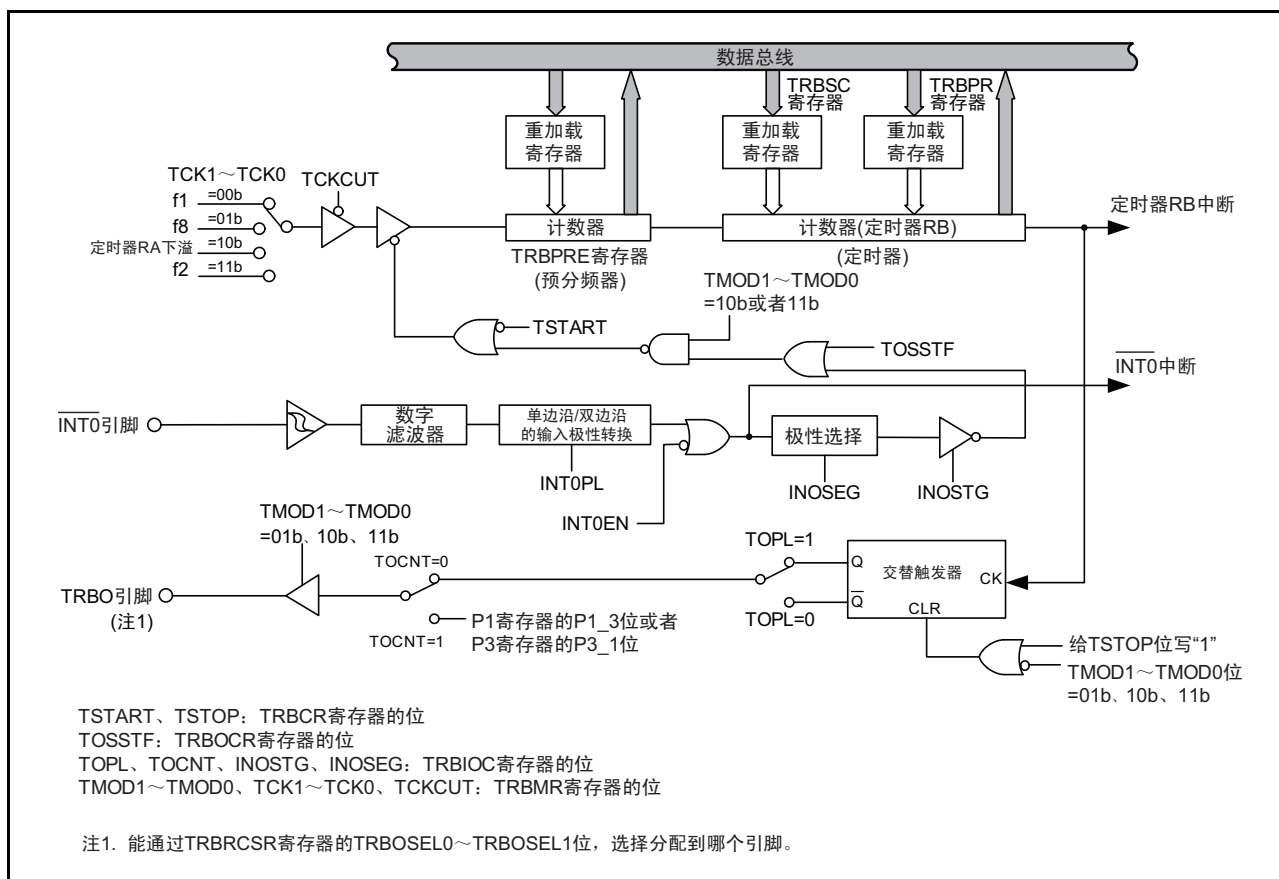


图 18.1 定时器 RB 的框图

表 18.1 定时器 RB 的引脚结构

引脚名	分配的引脚	输入 / 输出	功能
TRBO	P1_3、P3_1 或者 P3_3	输出	脉冲输出（可编程波形发生模式、可编程单触发发生模式和可编程等待单触发发生模式）

18.2 寄存器说明

18.2.1 定时器 RB 的控制寄存器（TRBCR）

地址	地址 0108h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	TSTOP	TCSTF	TSTART
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TSTART	定时器 RB 的计数开始位（注 1）	0: 停止计数 1: 开始计数	R/W
b1	TCSTF	定时器 RB 的计数状态标志（注 1）	0: 停止计数 1: 正在计数（注 3）	R
b2	TSTOP	定时器 RB 的计数强制停止位（注 1、注 2）	如果置“1”，就强制停止计数。 读取值为“0”。	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

- 注 1. 有关使用 TSTART 位、TCSTF 位和 TSTOP 位时的注意事项，请参照“18.7 使用定时器 RB 时的注意事项”。
- 注 2. 如果给 TSTOP 位写“1”，TRBPRES 寄存器、TRBSC 寄存器、TRBPR 寄存器、TSTART 位、TCSTF 位和 TRBOCR 寄存器的 TOSSTF 位就变为复位后的值。
- 注 3. 在定时器模式和可编程波形发生模式中，表示正在计数；在可编程单触发发生模式和可编程等待单触发发生模式中，表示已接受单触发脉冲的触发。

18.2.2 定时器 RB 的单触发控制寄存器 (TRBOCR)

地址	地址 0109h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	TOSSTF	TOSSP	TOSST
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TOSST	定时器 RB 的单触发开始位	如果写 “1”，就产生单触发。 读取值为 “0”。	R/W
b1	TOSSP	定时器 RB 的单触发停止位	如果写 “1”，就停止单触发脉冲（包括等待）的计数。 读取值为 “0”。	R/W
b2	TOSSTF	定时器 RB 的单触发状态标志 (注 1)	0: 单触发停止中 1: 单触发运行中（包括等待期间）	R
b3	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. 如果给 TRBCR 寄存器的 TSTOP 位写 “1”，TOSSTF 位就变为 “0”。

在 TRBMR 寄存器的 TMOD1 ~ TMOD0 位为 “10b”（可编程单触发发生模式）或者 “11b”（可编程等待单触发发生模式）时，TRBOCR 寄存器有效。

18.2.3 定时器 RB 的 I/O 控制寄存器 (TRBIOC)

地址	地址 010Ah							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	INOSEG	INOSTG	TOCNT	TOPL
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TOPL	定时器 RB 的输出电平选择位	功能因运行模式而不同。	R/W
b1	TOCNT	定时器 RB 的输出转换位		R/W
b2	INOSTG	单触发控制位		R/W
b3	INOSEG	单触发极性选择位		R/W
b4	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

18.2.4 定时器 RB 的模式寄存器 (TRBMR)

地址	地址 010Bh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TCKCUT	—	TCK1	TCK0	TWRC	—	TMOD1	TMOD0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TMOD0	定时器 RB 的运行模式选择位 (注 1)	b1 b0 0 0: 定时器模式 0 1: 可编程波形发生模式 1 0: 可编程单触发发生模式 1 1: 可编程等待单触发发生模式	R/W
b1	TMOD1			R/W
b2	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b3	TWRC	定时器 RB 的写控制位 （注 2）	0: 写重加载寄存器和计数器 1: 只写重加载寄存器	R/W
b4	TCK0	定时器 RB 的计数源选择位 （注 1）	b5 b4 0 0: f1 0 1: f8 1 0: 定时器 RA 的下溢 （注 3） 1 1: f2	R/W
b5	TCK1			R/W
b6	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b7	TCKCUT	定时器 RB 的计数源截止位 （注 1）	0: 提供计数源 1: 截止计数源	R/W

注 1. 必须在 TRBCR 寄存器的 TSTART 位和 TCSTF 位都为“0”（停止计数）时更改 TMOD1 ~ TMOD0 位、TCK1 ~ TCK0 位和 TCKCUT 位。

注 2. 在定时器模式中，TWRC 位可以为“0”或者“1”；在可编程波形发生模式、可编程单触发生模式和可编程等待单触发生模式中，必须将此位置“1”（只写重加载寄存器）。

注 3. 将定时器 RA 的下溢信号用作定时器 RB 的计数源时，定时器 RA 必须设定为定时器模式、脉冲输出模式或者事件计数模式。

18.2.5 定时器 RB 的预分频寄存器 (TRBPRES)

地址	地址 010Ch							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	1	1	1	1	1	1	1	1

位	模式	功能	设定范围	R/W
b7 ~ b0	定时器模式	对内部计数源或者定时器 RA 的下溢进行计数。	00h ~ FFh	R/W
	可编程波形发生模式		00h ~ FFh	R/W
	可编程单触发生模式		00h ~ FFh	R/W
	可编程等待单触发生模式		00h ~ FFh	R/W

如果给 TRBCR 寄存器的 TSTOP 位写“1”，TRBPRES 寄存器的值就变为“FFh”。

18.2.6 定时器 RB 的辅助寄存器 (TRBSC)

地址	地址 010Dh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	1	1	1	1	1	1	1	1

位	模式	功能	设定范围	R/W
b7 ~ b0	定时器模式	无效	00h ~ FFh	—
	可编程波形发生模式	对定时器 RB 的预分频器的下溢进行计数（注 1）。	00h ~ FFh	W （注 2）
	可编程单触发生模式	无效	00h ~ FFh	—
	可编程等待单触发生模式	对定时器 RB 的预分频器的下溢进行计数（对单触发的宽度进行计数）。	00h ~ FFh	W （注 2）

注 1. 交替将 TRBPR 寄存器和 TRBSC 寄存器的值重新加载到计数器后继续计数。

注 2. 在辅助期间进行计数的过程中，也能通过 TRBPR 寄存器读计数值。

如果给 TRBCR 寄存器的 TSTOP 位写“1”，TRBSC 寄存器的值就变为“FFh”。

在写 TRBSC 寄存器时，必须按照以下的步骤进行：

1. 将值写到 TRBSC 寄存器。
2. 将值写到 TRBPR 寄存器（即使值不变也要重写相同的值）。

18.2.7 定时器 RB 的主寄存器 (TRBPR)

地址	地址 010Eh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	1	1	1	1	1	1	1	1

位	模式	功能	设定范围	R/W
b7 ~ b0	定时器模式	对定时器 RB 的预分频器的下溢进行计数。	00h ~ FFh	R/W
	可编程波形发生模式	对定时器 RB 的预分频器的下溢进行计数（注 1）。	00h ~ FFh	R/W
	可编程单触发生模式	对定时器 RB 的预分频器的下溢进行计数（对单触发的宽度进行计数）。	00h ~ FFh	R/W
	可编程等待单触发生模式	对定时器 RB 的预分频器的下溢进行计数（对等待期间进行计数）。	00h ~ FFh	R/W

注 1. 交替将 TRBPR 寄存器和 TRBSC 寄存器的值重新加载到计数器后继续计数。

如果给 TRBCR 寄存器的 TSTOP 位写“1”，TRBPR 寄存器的值就变为“FFh”。

18.2.8 定时器 RB/RC 的引脚选择寄存器（TRBRCSR）

地址	地址 0181h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	TRCCLKSEL1	TRCCLKSEL0	—	—	TRBOSEL1	TRBOSEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TRBOSEL0	TRBO 引脚选择位	b1 b0 0 0: 分配到 P1_3 0 1: 分配到 P3_1 1 0: 不能设定 1 1: 分配到 P3_3	R/W
b1	TRBOSEL1			R/W
b2	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	TRCCLKSEL0	TRCCLK 引脚选择位	b5 b4 0 0: 不使用 TRCCLK 引脚 0 1: 分配到 P1_4 1 0: 分配到 P3_3 1 1: 分配到 P3_7	R/W
b5	TRCCLKSEL1			R/W
b6	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b7	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—

TRBRCSR 寄存器是选择将定时器 RB 和定时器 RC 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用定时器 RB 和定时器 RC 的输入 / 输出引脚时，必须设定 TRBRCSR 寄存器。

在设定定时器 RB 的相关寄存器前，必须设定 TRBOSEL0 ~ TRBOSEL1 位；在设定定时器 RC 的相关寄存器前，必须设定 TRCCLKSEL0 ~ TRCCLKSEL1 位，但是不能在定时器 RB 运行中更改 TRBOSEL0 ~ TRBOSEL1 位的设定值，也不能在定时器 RC 运行中更改 TRCCLKSEL0 ~ TRCCLKSEL1 位的设定值。

18.3 定时器模式

这是对内部生成的计数源或者定时器 RA 的下溢进行计数的模式（表 18.2）。在定时器模式中，不使用 TRBOCR 寄存器和 TRBSC 寄存器。

表 18.2 定时器模式的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f8、定时器 RA 的下溢
计数	- 递减计数 - 在发生下溢时，将重加载寄存器的内容进行重新加载后继续计数（在定时器 RB 发生下溢时，重新加载定时器 RB 的主重加载寄存器的内容）。
分频比	$1/(n+1)(m+1)$ n: TRBPRES 寄存器的设定值 m: TRBPR 寄存器的设定值
计数开始条件	给 TRBCR 寄存器的 TSTART 位写“1”（开始计数）。
计数停止条件	- 给 TRBCR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数）。 - 给 TRBCR 寄存器的 TSTOP 位写“1”（强制停止计数）。
中断请求的发生时序	在定时器 RB 发生下溢时 [定时器 RB 中断]。
TRBO 引脚功能	可编程输入 / 输出端口
INT0 引脚功能	可编程输入 / 输出端口或者 INT0 中断的输入引脚
读定时器	如果读 TRBPR 寄存器和 TRBPRES 寄存器，就能读到各自的计数值。
写定时器	- 如果在停止计数时写 TRBPRES 寄存器和 TRBPR 寄存器，数据就同时被写到各自的重加载寄存器和计数器。 - 如果在计数过程中写 TRBPRES 寄存器和 TRBPR 寄存器，在 TRBMR 寄存器的 TWRC 位为“0”时，数据就被写到各自的重加载寄存器和计数器；在 TWRC 位为“1”时，数据就只被写到各自的重加载寄存器（参照“18.3.2 计数过程中的定时器写控制”）。

18.3.1 定时器 RB 的 I/O 控制寄存器（TRBIOC）[定时器模式]

地址	地址 010Ah							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	INOSEG	INOSTG	TOCNT	TOPL
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

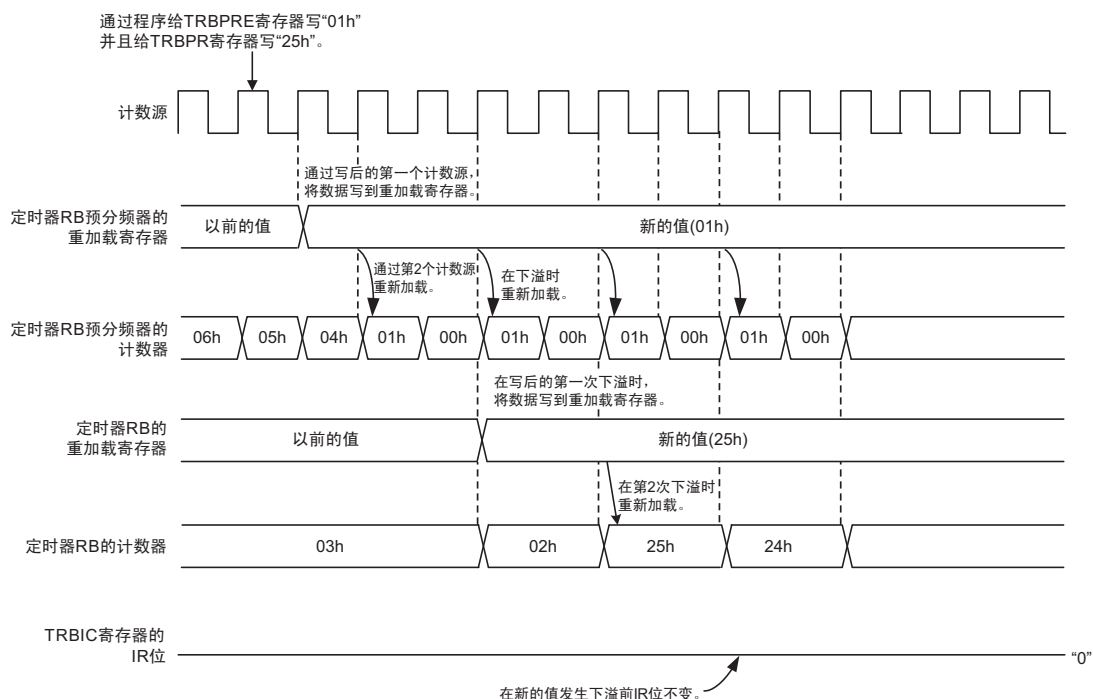
位	符号	位名	功能	R/W
b0	TOPL	定时器 RB 的输出电平选择位	在定时器模式中，必须置“0”。	R/W
b1	TOCNT	定时器 RB 的输出转换位		R/W
b2	INOSTG	单触发控制位		R/W
b3	INOSEG	单触发极性选择位		R/W
b4	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

18.3.2 计数过程中的定时器写控制

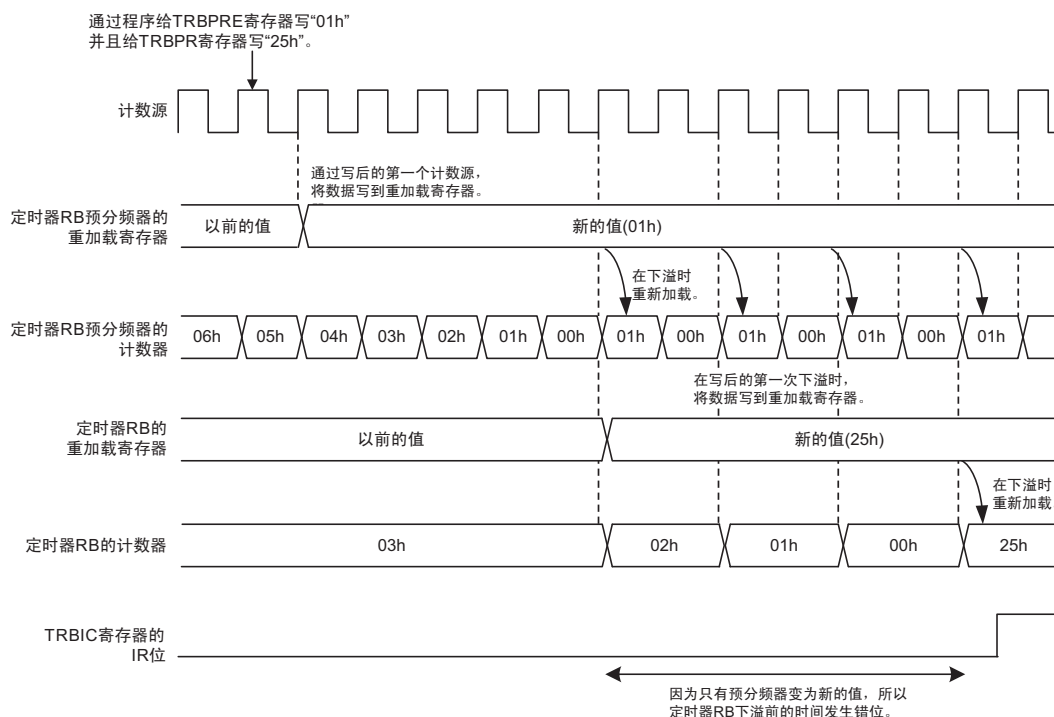
定时器 RB 有预分频器和定时器（对预分频器的下溢进行计数），各自有重加载寄存器和计数器。在定时器模式中写正在计数的预分频器和定时器时，能通过 TRBMR 寄存器的 TWRC 位选择是写重加载寄存器和定时器，还是只写重加载寄存器。

但是，与计数源同步将数据从预分频器的重加载寄存器传送到计数器，与预分频器的下溢同步将数据从定时器的重加载寄存器传送到计数器。因此，即使通过 TWRC 位选择写重加载寄存器和计数器，也不会执行写指令后立即更新计数器的值。在选择了只写重加载寄存器的情况下，如果更改预分频器的值，写时的周期就会错位。在定时器 RB 计数过程中改写计数值的运行例子如图 18.2 所示。

TWRC位为“0”(写重载寄存器和计数器)的情况



TWRC位为“1”(只写重载寄存器)的情况



上图的条件如下：
TRBCR寄存器的TSTART位和TCSTF位都为“1”(正在计数)。

图 18.2 在定时器 RB 计数过程中改写计数值的运行例子

18.4 可编程波形发生模式

这是对 TRBPR 寄存器和 TRBSC 寄存器的值进行交替计数，并在计数器每次下溢时将 TRBO 引脚的输出信号反相的模式（表 18.3）。在开始计数时，从 TRBPR 寄存器的设定值开始计数。在可编程波形发生模式中，不使用 TRBOCR 寄存器。

可编程波形发生模式的定时器 RB 的运行例子如图 18.3 所示。

表 18.3 可编程波形发生模式的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f8、定时器 RA 的下溢
计数	- 递减计数 - 在发生下溢时，交替将主重加载寄存器和辅助重加载寄存器的内容进行重新加载后继续计数。
输出波形的宽度和周期	主期间： $(n+1)(m+1)/f_i$ 辅助期间： $(n+1)(p+1)/f_i$ 周期： $(n+1)\{(m+1)+(p+1)\}/f_i$ f_i : 计数源的频率 n : TRBPRES 寄存器的设定值 m : TRBPR 寄存器的设定值 p : TRBSC 寄存器的设定值
计数开始条件	给 TRBCR 寄存器的 TSTART 位写“1”（开始计数）。
计数停止条件	- 给 TRBCR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数）。 - 给 TRBCR 寄存器的 TSTOP 位写“1”（强制停止计数）。
中断请求的发生时序	从辅助期间的定时器 RB 发生下溢开始经过 1/2 个计数源周期后（和 TRBO 输出的变化同时发生）[定时器 RB 中断]。
TRBO 引脚功能	可编程输出端口或者脉冲输出引脚
INT0 引脚功能	可编程输入 / 输出端口或者 INT0 中断输入引脚
读定时器	如果读 TRBPR 寄存器和 TRBPRES 寄存器，就能读到各自的计数值（注 1）。
写定时器	- 如果在停止计数时写 TRBPRES 寄存器、TRBSC 寄存器和 TRBPR 寄存器，数据就同时被写到各自的重加载寄存器和计数器。 - 如果在计数过程中写 TRBPRES 寄存器、TRBSC 寄存器和 TRBPR 寄存器，数据就只被写到各自的重加载寄存器（注 2）。
选择功能	- 输出电平选择功能 能通过 TOPL 位选择主期间和辅助期间的输出电平。 - TRBO 引脚的输出转换功能 能通过 TRBIOC 寄存器的 TOCNT 位选择定时器 RB 脉冲输出或者 P3_1（P1_3）锁存器输出（注 3）。

注 1. 即使在对辅助期间进行计数的过程中，也必须读 TRBPR 寄存器。

注 2. 在写 TRBPR 寄存器后，从下一个主期间开始将设定值反映到波形的输出中。

注 3. TOCNT 位的写入值在以下情况下有效：

- 在开始计数时
- 在发生定时器 RB 的中断请求时

因此，在更改 TOCNT 位后，从下一个主期间的输出开始反映 TOCNT 位的写入值。

18.4.1 定时器 RB 的 I/O 控制寄存器 (TRBIOC) [可编程波形发生模式]

地址	地址 010Ah							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	INOSEG	INOSTG	TOCNT	TOPL
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TOPL	定时器 RB 的输出电平选择位	0: 在主期间, 输出 “H” 电平, 在辅助期间以及定时器停止计数时, 输出 “L” 电平。 1: 在主期间, 输出 “L” 电平, 在辅助期间以及定时器停止计数时, 输出 “H” 电平。	R/W
b1	TOCNT	定时器 RB 的输出转换位	0: 输出定时器 RB 的波形 1: 输出 P3_1 (P1_3) 端口锁存器的值	R/W
b2	INOSTG	单触发控制位	在可编程波形发生模式中, 必须置 “0”。	R/W
b3	INOSEG	单触发极性选择位		R/W
b4	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

18.4.2 运行例子

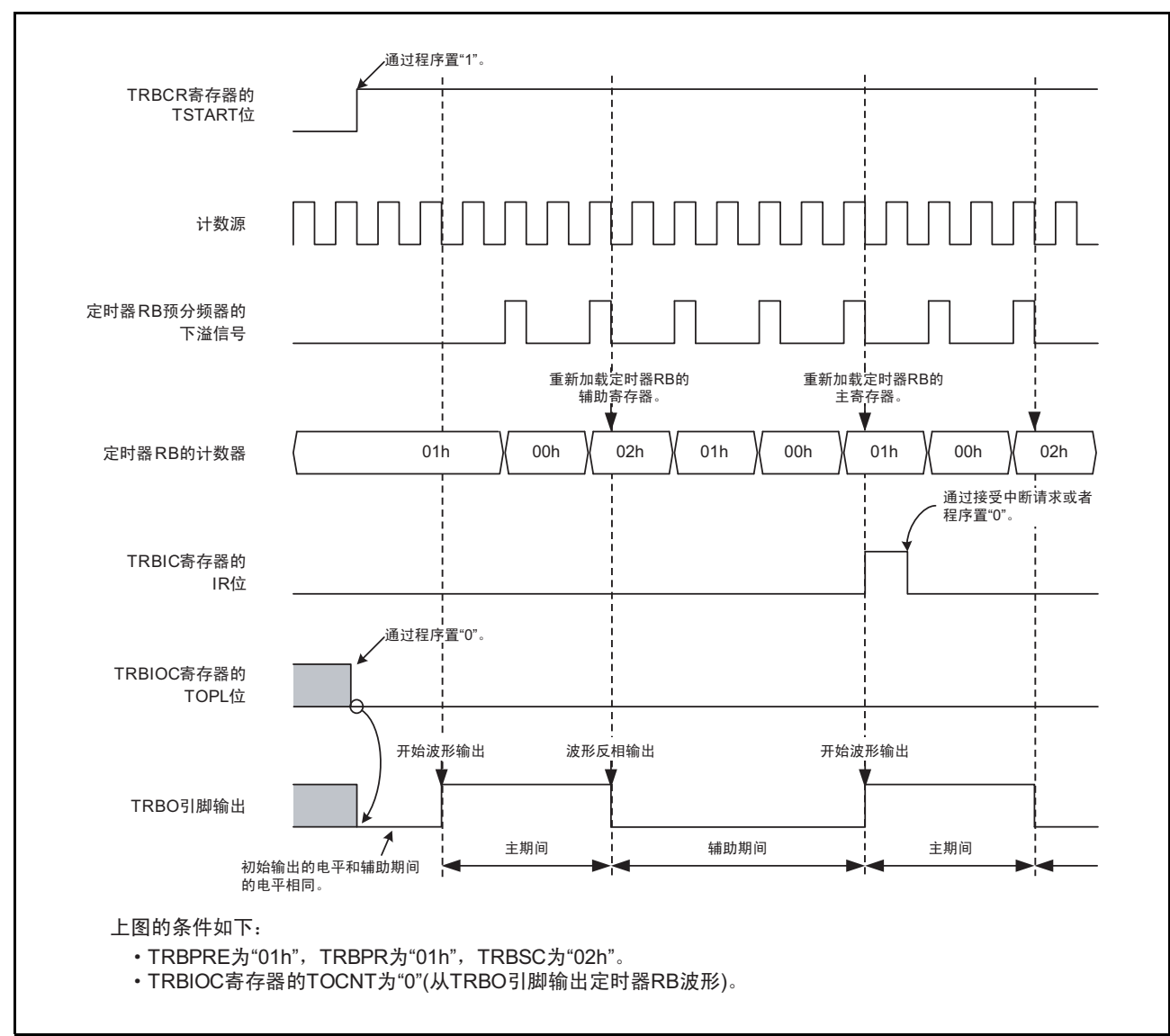


图 18.3 可编程波形发生模式的定时器 RB 的运行例子

18.5 可编程单触发生模式

这是通过程序或者外部触发（ $\overline{\text{INT0}}$ 引脚的输入）从 TRBO 引脚输出单触发脉冲的模式（表 18.4）。如果发生触发，就从此刻起经过任意时间（TRBPR 寄存器的设定值）后，定时器只运行 1 次。在可编程单触发生模式中，不使用 TRBSC 寄存器。

可编程单触发生模式的运行例子如图 18.4 所示。

表 18.4 可编程单触发生模式的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f8、定时器 RA 的下溢
计数	- 对 TRBPR 寄存器的设定值进行递减计数。 - 在发生下溢时，将主重加载寄存器的内容进行重新加载后结束计数，TOSSTF 位变为“0”（停止单触发）。 - 在停止计数时，将重加载寄存器的内容进行重新加载并停止计数。
单触发脉冲的输出时间	$(n+1)(m+1)/f_i$ f_i : 计数源的频率 n : TRBPRES 寄存器的设定值 m : TRBPR 寄存器的设定值
计数开始条件	- TRBCR 寄存器的 TSTART 位为“1”（开始计数）并且发生下一个触发。 - 给 TRBOCR 寄存器的 TOSST 位写“1”（开始单触发）。 - 将触发输入到 $\overline{\text{INT0}}$ 引脚。
计数停止条件	- 在定时器 RB 的主寄存器的计数值发生下溢并进行重新加载后。 - 给 TRBOCR 寄存器的 TOSSP 位写“1”（停止单触发）。 - 给 TRBCR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数）。 - 给 TRBCR 寄存器的 TSTOP 位写“1”（强制停止计数）。
中断请求的发生时序	从发生下溢开始经过 1/2 计数源周期后 （和 TRBO 引脚波形输出的结束同时发生）[定时器 RB 中断]。
TRBO 引脚功能	脉冲输出引脚
$\overline{\text{INT0}}$ 引脚功能	- 当 TRBIOC 寄存器的 INOSTG 位为“0”（$\overline{\text{INT0}}$ 引脚的单触发无效）时，为可编程输入 / 输出端口或者 $\overline{\text{INT0}}$ 中断输入引脚。 - 当 TRBIOC 寄存器的 INOSTG 位为“1”（$\overline{\text{INT0}}$ 引脚的单触发有效）时，为外部触发输入引脚（$\overline{\text{INT0}}$ 中断输入）。
读定时器	如果读 TRBPR 寄存器和 TRBPRES 寄存器，就能读到各自的计数值。
写定时器	- 如果在停止计数时写 TRBPRES 寄存器和 TRBPR 寄存器，数据就同时被写到各自的重加载寄存器和计数器。 - 如果在计数过程中写 TRBPRES 寄存器和 TRBPR 寄存器，数据就只被写到各自的重加载寄存器（注 1）。
选择功能	- 输出电平选择功能 能通过 TOPL 位选择单触发脉冲波形的输出电平。 - 单触发选择功能 请参照“18.5.3 单触发的选择”。

注 1. 从下一个单触发脉冲开始反映 TRBPR 寄存器的写入值。

18.5.1 定时器 RB 的 I/O 控制寄存器 (TRBIOC) [可编程单触发生模式]

地址	地址 010Ah							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	INOSEG	INOSTG	TOCNT	TOPL
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TOPL	定时器 RB 的输出电平选择位	0: 输出 “H” 电平的单触发脉冲; 在定时器停止计数时输出 “L” 电平。 1: 输出 “L” 电平的单触发脉冲; 在定时器停止计数时输出 “H” 电平。	R/W
b1	TOCNT	定时器 RB 的输出转换位	在可编程单触发生模式中, 必须置 “0”。	R/W
b2	INOSTG	单触发控制位 (注 1)	0: $\overline{\text{INT0}}$ 引脚的单触发无效 1: $\overline{\text{INT0}}$ 引脚的单触发有效	R/W
b3	INOSEG	单触发极性选择位 (注 1)	0: 下降沿触发 1: 上升沿触发	R/W
b4	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. 请参照 “18.5.3 单触发的选择”。

18.5.2 运行例子

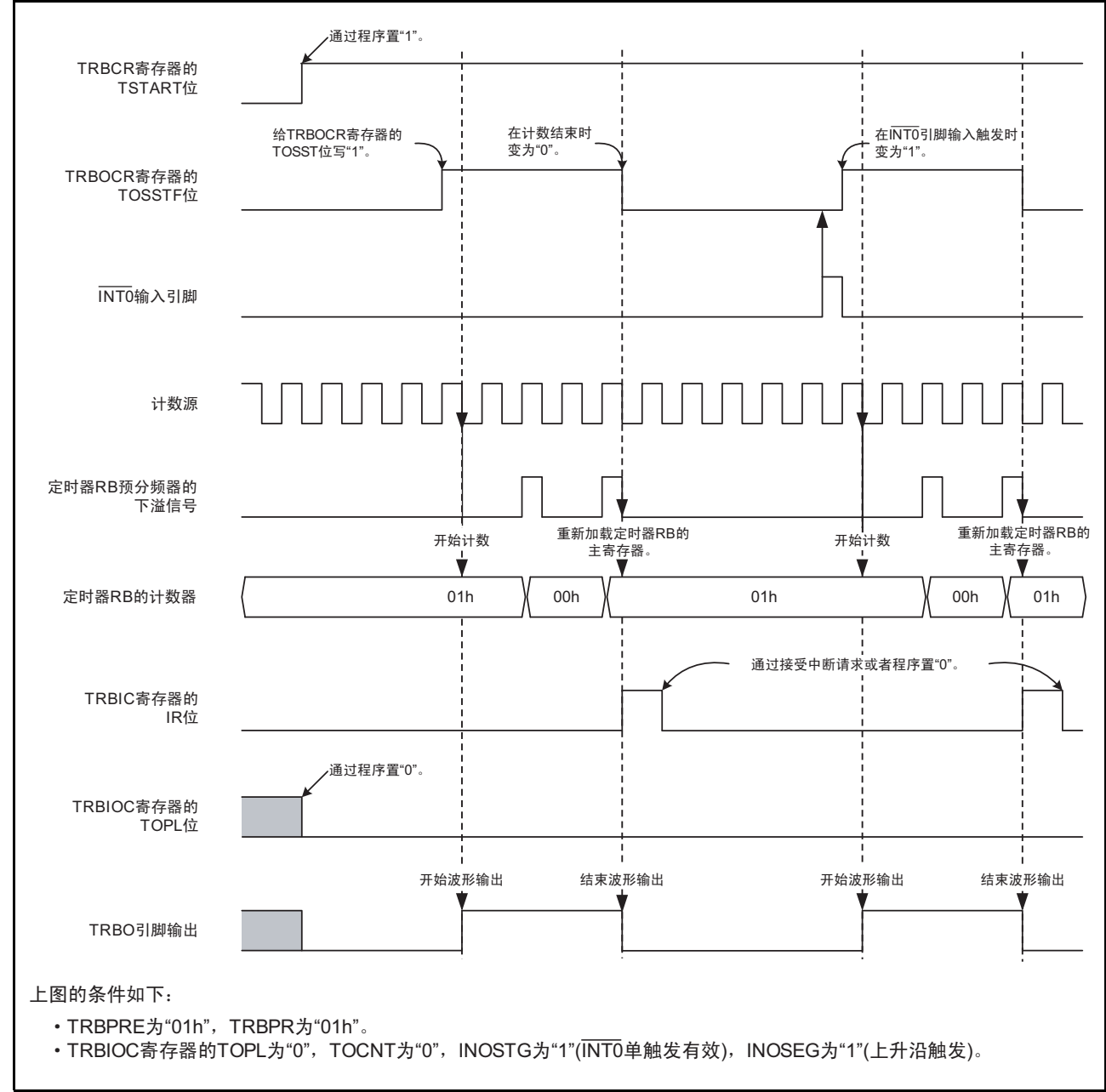


图 18.4 可编程单触发生模式的运行例子

18.5.3 单触发的选择

在可编程单触发发生模式和可编程等待单触发发生模式中，如果在 TRBCR 寄存器的 TCSTF 位为“1”（开始计数）的状态下发生单触发，就开始运行。

通过以下任意的发生源产生单触发：

- 通过程序给 TRBOCR 寄存器的 TOSST 位写“1”。
- 从 $\overline{\text{INT0}}$ 引脚输入触发。

从发生单触发开始经过 1 ~ 2 个计数源周期后，TRBOCR 寄存器的 TOSSTF 位变为“1”（单触发运行中），然后开始计数，在可编程单触发发生模式中开始单触发波形输出（在可编程等待单触发发生模式中，开始对等待期间进行计数）。在 TOSSTF 位为“1”的期间，即使发生单触发也不再触发。

当使用从 $\overline{\text{INT0}}$ 引脚输入的触发时，必须在输入触发前进行以下的设定：

- 将 PD4 寄存器的 PD4_5 位置“0”（输入端口）。
- 通过 INTF 寄存器的 INT0F1 ~ INT0F0 位选择 $\overline{\text{INT0}}$ 的数字滤波器。
- 通过 INTEN 寄存器的 INT0PL 位选择双边沿或者单边沿。如果选择单边沿，就要通过 TRBIOC 寄存器的 INOSEG 位选择上升沿或者下降沿。
- 将 INTEN 寄存器的 INT0EN 置“1”（允许）。
- 在进行上述的设定后，将 TRBIOC 寄存器的 INOSTG 位置“1”（ $\overline{\text{INT0}}$ 引脚的单触发有效）。

在通过 $\overline{\text{INT0}}$ 引脚的触发输入产生中断请求时，必须注意以下几点：

- 需要使用中断处理，详细内容请参照“11. 中断”。
- 如果选择单边沿，就必须通过 INT0IC 寄存器的 POL 位选择下降沿或者上升沿（TRBIOC 寄存器的 INOSEG 位与 $\overline{\text{INT0}}$ 中断无关）。
- 在 TOSSTF 位为“1”期间，即使发生单触发，也不影响定时器 RB 的运行，但是 INT0IC 寄存器的 IR 位会发生变化。

18.6 可编程等待单触发发生模式

这是通过程序或者外部触发（ $\overline{\text{INT0}}$ 引脚的输入），在经过一定时间后从 TRBO 引脚输出单触发脉冲的模式（表 18.5）。如果发生触发，就从此刻起经过任意时间（TRBPR 寄存器的设定值）后，只输出 1 次任意时间（TRBSC 寄存器的设定值）的脉冲。

可编程等待单触发发生模式的运行例子如图 18.5 所示。

表 18.5 可编程等待单触发发生模式的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f8、定时器 RA 的下溢
计数	- 对定时器 RB 的主寄存器的设定值进行递减计数。 - 在定时器 RB 的主寄存器的计数发生下溢时，将定时器 RB 的辅助寄存器的内容进行重新加载后继续计数。 - 在定时器 RB 的辅助寄存器的计数发生下溢时，将定时器 RB 的主寄存器的内容进行重新加载后结束计数，TOSSTF 位变为“0”（停止单触发）。 - 在停止计数时，将重加载寄存器的内容进行重新加载并停止计数。
等待时间	$(n+1)(m+1)/f_i$ f_i : 计数源的频率 n : TRBPRES 寄存器的设定值 m : TRBPR 寄存器的设定值
单触发脉冲的输出时间	$(n+1)(p+1)/f_i$ f_i : 计数源的频率 n : TRBPRES 寄存器的设定值 p : TRBSC 寄存器的设定值
计数开始条件	- TRBCR 寄存器的 TSTART 位为“1”（开始计数）并且发生下一个触发。 - 给 TRBOCR 寄存器的 TOSST 位写“1”（开始单触发）。 - 将触发输入到 $\overline{\text{INT0}}$ 引脚。
计数停止条件	- 在定时器 RB 的辅助寄存器的计数值发生下溢并进行重新加载后。 - 给 TRBOCR 寄存器的 TOSSP 位写“1”（停止单触发）。 - 给 TRBCR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数）。 - 给 TRBCR 寄存器的 TSTOP 位写“1”（强制停止计数）。
中断请求的发生时序	从辅助期间的定时器 RB 发生下溢开始经过 1/2 计数源周期后（和 TRBO 引脚波形输出的结束同时发生）[定时器 RB 中断]。
TRBO 引脚功能	脉冲输出引脚
$\overline{\text{INT0}}$ 引脚功能	- 当 TRBIOC 寄存器的 INOSTG 位为“0”（$\overline{\text{INT0}}$ 引脚的单触发无效）时，为可编程输入 / 输出端口或者 $\overline{\text{INT0}}$ 中断输入引脚。 - 当 TRBIOC 寄存器的 INOSTG 位为“1”（$\overline{\text{INT0}}$ 引脚的单触发有效）时，为外部触发输入引脚（$\overline{\text{INT0}}$ 中断输入）。
读定时器	如果读 TRBPR 寄存器和 TRBPRES 寄存器，就能读到各自的计数值。
写定时器	- 如果在停止计数时写 TRBPRES 寄存器、TRBSC 寄存器和 TRBPR 寄存器，数据就同时被写到各自的重加载寄存器和计数器。 - 如果在计数过程中写 TRBPRES 寄存器、TRBSC 寄存器和 TRBPR 寄存器，数据就只被写到各自的重加载寄存器（注 1）。
选择功能	- 输出电平选择功能 通过 TOPL 位选择单触发脉冲波形的输出电平。 - 单触发选择功能 请参照“18.5.3 单触发的选择”。

注 1. 从下一个单触发脉冲开始反映 TRBSC 寄存器和 TRBPR 寄存器的写入值。

18.6.1 定时器 RB 的 I/O 控制寄存器（TRBIOC）[可编程等待单触发发生模式]

地址	地址 010Ah							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	INOSEG	INOSTG	TOCNT	TOPL
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TOPL	定时器 RB 的输出电平选择位	0: 输出“H”电平的单触发脉冲, 在定时器停止计数时以及等待过程中输出“L”电平。 1: 输出“L”电平的单触发脉冲, 在定时器停止计数时以及等待过程中输出“H”电平。	R/W
b1	TOCNT	定时器 RB 的输出转换位	在可编程波形发生模式中, 必须置“0”。	R/W
b2	INOSTG	单触发控制位 (注 1)	0: $\overline{\text{INT0}}$ 引脚的单触发无效 1: $\overline{\text{INT0}}$ 引脚的单触发有效	R/W
b3	INOSEG	单触发极性选择位 (注 1)	0: 下降沿触发 1: 上升沿触发	R/W
b4	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. 请参照“18.5.3 单触发的选择”。

18.6.2 运行例子

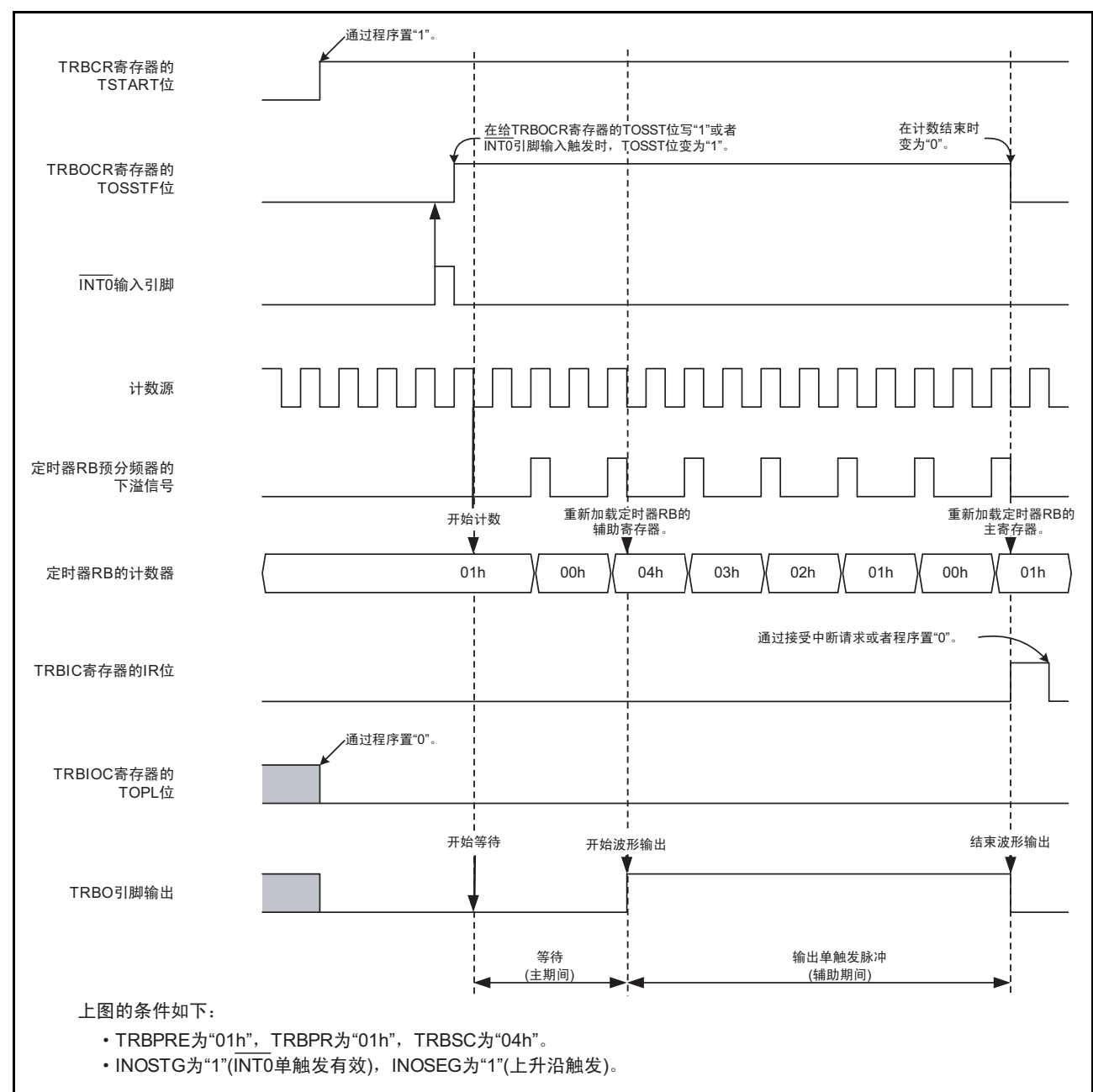


图 18.5 可编程等待单触发生模式的运行例子

18.7 使用定时器 RB 时的注意事项

- 复位后，定时器停止计数。必须先给定时器和预分频器设定值，然后开始计数。
- 即使以 16 位为单位读预分频器和定时器，单片机内部也按字节顺序逐个读取。因此，在读这 2 个寄存器期间，定时器的值有可能被更新。
- 在可编程单触发发生模式和可编程等待单触发发生模式中，如果在将 TRBCR 寄存器的 TSTART 位置“0”后停止计数，或者在将 TRBOCR 寄存器的 TOSSP 位置“1”后停止单触发，定时器就在将重加载寄存器的值进行重新加载后停止计数。必须在定时器停止计数前读定时器的计数值。
- 如果在停止计数时给 TSTART 位写“1”，TCSTF 位就会在 1~2 个计数源周期的期间变为“0”。除了 TCSTF 位以外，不能在 TCSTF 位变为“1”之前存取定时器 RB 的相关寄存器（注 1）。如果在计数过程中给 TSTART 位写“0”，TCSTF 位就会在 1~2 个计数源周期的期间变为“1”。在 TCSTF 位变为“0”时，停止计数。除了 TCSTF 位以外，不能在 TCSTF 位变为“0”之前存取定时器 RB 的相关寄存器（注 1）。

注 1. 定时器 RB 的相关寄存器：TRBCR、TRBOCR、TRBIOC、TRBMR、TRBPRES、TRBSC、TRBPR

- 如果在计数过程中给 TRBCR 寄存器的 TSTOP 位写“1”，定时器 RB 就立即停止计数。
- 如果给 TRBOCR 寄存器的 TOSST 位或者 TOSSP 位写“1”，TOSSTF 位就会在 1~2 个计数源周期后发生变化。在给 TOSST 位写“1”到 TOSSTF 位变为“1”期间，如果给 TOSSP 位写“1”，TOSSTF 位根据内部状态有可能变为“0”或者“1”。同样，在给 TOSSP 位写“1”到 TOSSTF 位变为“0”期间，如果给 TOSST 位写“1”，TOSSTF 位也可能变为“0”或者“1”。
- 将定时器 RA 的下溢信号用作定时器 RB 的计数源时，定时器 RA 必须设定为定时器模式、脉冲输出模式或者事件计数模式。

18.7.1 定时器模式

在计数过程中（TRBCR 寄存器的 TCSTF 位为“1”）写 TRBPRES 寄存器和 TRBPR 寄存器时，必须注意以下几点：

- 如果连续写 TRBPRES 寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出 3 个计数源时钟周期。
- 如果连续写 TRBPR 寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出 3 个预分频器的下溢周期。

18.7.2 可编程波形发生模式

在计数过程中（TRBCR 寄存器的 TCSTF 位为“1”）写 TRBPRES 寄存器和 TRBPR 寄存器时，必须注意以下几点：

- 如果连续写 TRBPRES 寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出 3 个计数源时钟周期。
- 如果连续写 TRBPR 寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出 3 个预分频器的下溢周期。

18.7.3 可编程单触发发生模式

在计数过程中（TRBCR 寄存器的 TCSTF 位为“1”）写 TRBPRES 寄存器和 TRBPR 寄存器时，必须注意以下几点：

- 如果连续写 TRBPRES 寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出 3 个计数源时钟周期。
- 如果连续写 TRBPR 寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出 3 个预分频器的下溢周期。

18.7.4 可编程等待单触发发生模式

在计数过程中（TRBCR 寄存器的 TCSTF 位为“1”）写 TRBPRES 寄存器和 TRBPR 寄存器时，必须注意以下几点：

- 如果连续写 TRBPRES 寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出 3 个计数源时钟周期。
- 如果连续写 TRBPR 寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出 3 个预分频器的下溢周期。

19. 定时器 RC

定时器 RC 是 16 位定时器，有 4 个输入 / 输出引脚。

19.1 概要

定时器 RC 的运行时钟为 f1、fOCO40M 或者 fOCO-F，如表 19.1 所示。

表 19.1 定时器 RC 的运行时钟

条件	定时器 RC 的运行时钟
计数源为 f1、f2、f4、f8、f32 或者 TRCCLK 输入 (TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位为 “000b” ~ “101b”)	f1
计数源为 fOCO40M (TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位为 “110b”)	fOCO40M
计数源为 fOCO-F (TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位为 “111b”)	fOCO-F

定时器 RC 的引脚结构和定时器 RC 的框图分别如表 19.2 和图 19.1 所示。

定时器 RC 有以下 3 种模式：

- 定时器模式
 - 输入捕捉功能 外部信号作为触发，将计数器的值取到寄存器。
 - 输出比较功能 检测计数器的值和寄存器的值是否相同（可在检测时更改引脚的输出）。

以下 2 种模式使用输出比较功能：

- PWM 模式 这是连续输出任意宽度脉冲的模式。
- PWM2 模式 这是在触发后经过等待时间，输出单触发波形或者 PWM 波形的模式。

每个引脚都能选择输入捕捉功能、输出比较功能和 PWM 模式。

PWM2 模式通过计数器和寄存器的组合输出波形，引脚功能取决于运行模式。

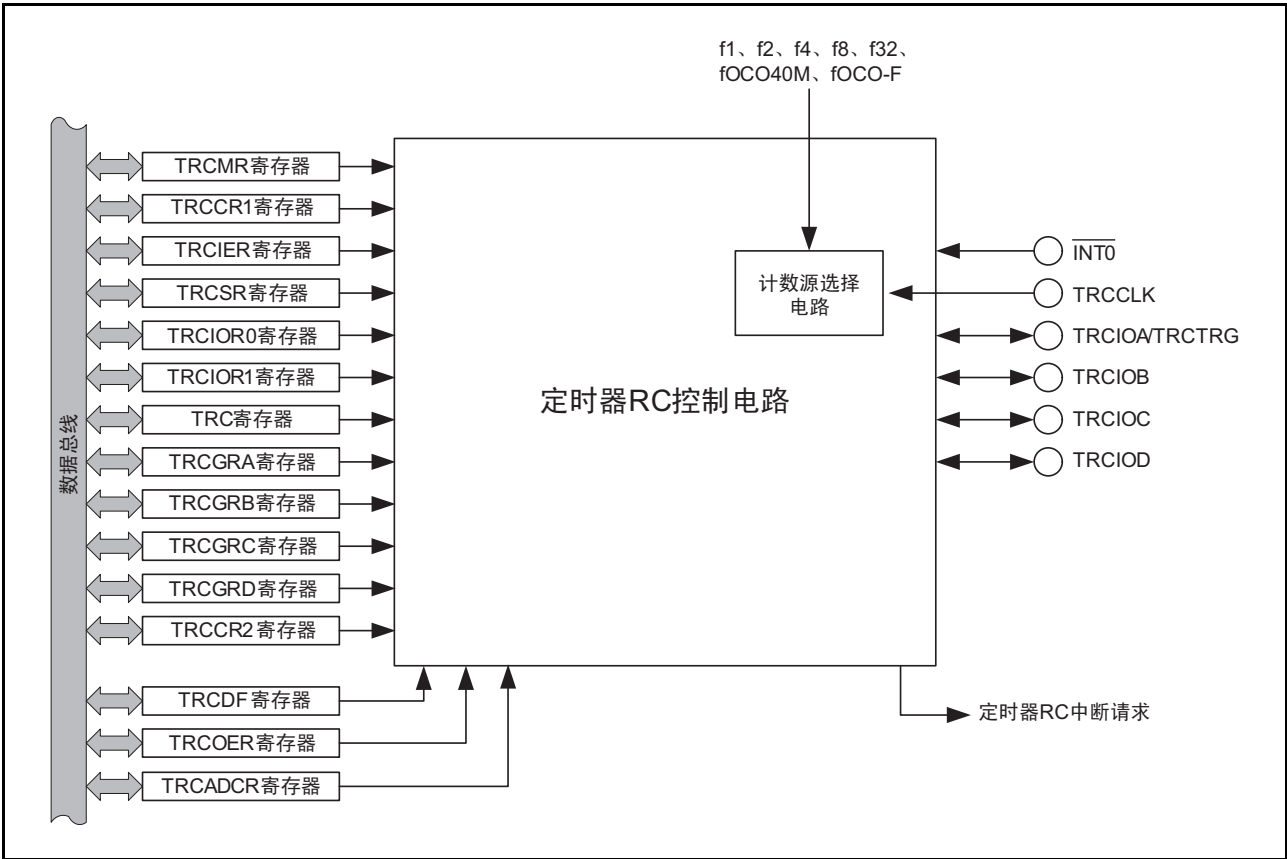


图 19.1 定时器 RC 的框图

表 19.2 定时器 RC 的引脚结构

引脚名	分配的引脚	输入 / 输出	功能
TRCIOA	P0_0、P0_1、P0_2、P1_1 或者 P3_1	输入 / 输出	功能因运行模式而不同，详细内容请参照各模式。
TRCIOB	P0_3、P0_4、P0_5、P1_2 或者 P2_0		
TRCIOC	P0_7、P1_3、P2_1 或者 P3_4		
TRCIOD	P0_6、P1_0、P2_2 或者 P3_5		
TRCCLK	P1_4、P3_3 或者 P3_7	输入	外部时钟输入
TRCTR	P0_0、P0_1、P0_2、P1_1 或者 P3_1	输入	PWM2 模式的外部触发输入

19.2 寄存器说明

定时器 RC 的相关寄存器一览表如表 19.3 所示。

表 19.3 定时器 RC 的相关寄存器一览表

地址	符号	模式				参照
		定时器		PWM	PWM2	
		输入捕捉功能	输出比较功能			
0008h	MSTCR	有效	有效	有效	有效	19.2.1 模块待机控制寄存器（MSTCR）
0120h	TRCMR	有效	有效	有效	有效	19.2.2 定时器 RC 的模式寄存器（TRCMR）
0121h	TRCCR1	有效	有效	有效	有效	定时器 RC 的控制寄存器 1 19.2.3 定时器 RC 的控制寄存器 1（TRCCR1） 19.5.1 定时器 RC 的控制寄存器 1（TRCCR1）[定时器模式（输出比较功能）] 19.6.1 定时器 RC 的控制寄存器 1（TRCCR1）[PWM 模式] 19.7.1 寄存器 RC 的控制寄存器 1（TRCCR1）[PWM2 模式]
0122h	TRCIER	有效	有效	有效	有效	19.2.4 定时器 RC 的中断允许寄存器（TRCIER）
0123h	TRCSR	有效	有效	有效	有效	19.2.5 定时器 RC 的状态寄存器（TRCSR）
0124h	TRCIOR0	有效	有效	—	—	定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0 和 I/O 控制寄存器 1 19.2.6 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0（TRCIOR0） 19.2.7 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 1（TRCIOR1） 19.4.1 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0（TRCIOR0）[定时器模式（输入捕捉功能）] 19.4.2 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 1（TRCIOR1）[定时器模式（输入捕捉功能）] 19.5.2 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0（TRCIOR0）[定时器模式（输出比较功能）] 19.5.3 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 1（TRCIOR1）[定时器模式（输出比较功能）]
0125h	TRCIOR1					
0126h 0127h	TRC	有效	有效	有效	有效	19.2.8 定时器 RC 计数器（TRC）
0128h 0129h	TRCGRA	有效	有效	有效	有效	19.2.9 定时器 RC 的通用寄存器 A、B、C、D（TRCGRA、TRCGRB、TRCGRC、TRCGRD）
012Ah 012Bh	TRCGRB					
012Ch 012Dh	TRCGRC					
012Eh 012Fh	TRCGRD					
0130h	TRCCR2	—	有效	有效	有效	19.2.10 定时器 RC 的控制寄存器 2（TRCCR2）
0131h	TRCDF	有效	—	—	有效	19.2.11 定时器 RC 的数字滤波器的功能选择寄存器（TRCDF）
0132h	TRCOER	—	有效	有效	有效	19.2.12 定时器 RC 的输出主控允许寄存器（TRCOER）
0133h	TRCADCR	—	有效	有效	有效	19.2.13 定时器 RC 的触发控制寄存器（TRCADCR）
0181h	TRBRCSR	有效	有效	有效	有效	19.2.14 定时器 RB/RC 的引脚选择寄存器（TRBRCSR）
0182h	TRCPSR0	有效	有效	有效	有效	19.2.15 定时器 RC 的引脚选择寄存器 0（TRCPSR0）
0183h	TRCPSR1	有效	有效	有效	有效	19.2.16 定时器 RC 的引脚选择寄存器 1（TRCPSR1）

—: 无效

19.2.1 模块待机控制寄存器（MSTCR）

地址	地址 0008h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	MSTTRC	MSTTRD	—	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b1	—			
b2	—			
b3	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b4	MSTTRD	功耗降低位	必须置“1”。 能降低功耗	R/W
b5	MSTTRC	定时器 RC 待机位	0: 有效 1: 待机（注 1）	R/W
b6	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b7	—			

注 1. 在待机前必须停止定时器 RC 功能。当 MSTTRC 位为“1”（待机）时，定时器 RC 的相关寄存器（地址 0120h ~ 0133h）的存取无效。

19.2.2 定时器 RC 的模式寄存器 (TRCMR)

地址	地址 0120h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TSTART	—	BFD	BFC	PWM2	PWMD	PWMC	PWMB
复位后的值	0	1	0	0	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	PWMB	TRCIOB 的 PWM 模式选择位 (注 1)	0: 定时器模式 1: PWM 模式	R/W
b1	PWMC	TRCIOC 的 PWM 模式选择位 (注 1)	0: 定时器模式 1: PWM 模式	R/W
b2	PWMD	TRCIOD 的 PWM 模式选择位 (注 1)	0: 定时器模式 1: PWM 模式	R/W
b3	PWM2	PWM2 模式选择位	0: PWM2 模式 1: 定时器模式或者 PWM 模式	R/W
b4	BFC	TRCGRC 寄存器的功能选择位 (注 2)	0: 通用寄存器 1: TRCGRA 寄存器的缓冲寄存器	R/W
b5	BFD	TRCGRD 寄存器的功能选择位	0: 通用寄存器 1: TRCGRB 寄存器的缓冲寄存器	R/W
b6	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为“1”。		—
b7	TSTART	TRC 的计数开始位	0: 停止计数 1: 开始计数	R/W

注 1. 此位在 PWM2 位为“1”（定时器模式或者 PWM 模式）时有效。

注 2. 在 PWM2 模式中，必须将 BFC 位置“0”（通用寄存器）。

有关 TRCMR 寄存器在 PWM2 模式中的注意事项，请参照“19.9.6 PWM2 模式的 TRCMR 寄存器”。

19.2.3 定时器 RC 的控制寄存器 1（TRCCR1）

地址	地址 0121h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CCLR	TCK2	TCK1	TCK0	TOD	TOC	TOB	TOA
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TOA	TRCIOA 输出电平选择位（注 1）	功能因运行模式（功能）而不同。	R/W
b1	TOB	TRCIOB 输出电平选择位（注 1）		R/W
b2	TOC	TRCIOC 输出电平选择位（注 1）		R/W
b3	TOD	TRCIOD 输出电平选择位（注 1）		R/W
b4	TCK0	计数源选择位（注 1）	b6 b5 b4 0 0 0: f1 0 0 1: f2 0 1 0: f4 0 1 1: f8 1 0 0: f32 1 0 1: TRCCLK 输入的上升沿 1 1 0: fOCO40M 1 1 1: fOCO-F（注 2）	R/W
b5	TCK1			R/W
b6	TCK2			R/W
b7	CCLR	TRC 计数器的清除选择位	0: 禁止清除（自由运行） 1: 在输入捕捉或者 TRCGRA 比较匹配时清除 TRC 计数器	R/W

注 1. 必须在 TRCMR 寄存器的 TSTART 位为“0”（停止计数）时写此位。

注 2. 在选择 fOCO-F 时，fOCO-F 的时钟频率必须大于 CPU 的时钟频率。

19.2.4 定时器 RC 的中断允许寄存器 (TRCIER)

地址	地址 0122h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	OVIE	—	—	—	IMIED	IMIEC	IMIEB	IMIEA
复位后的值	0	1	1	1	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	IMIEA	输入捕捉 / 比较匹配的中断允许位 A	0: 禁止由 IMFA 位控制的中断 (IMIA) 1: 允许由 IMFA 位控制的中断 (IMIA)	R/W
b1	IMIEB	输入捕捉 / 比较匹配的中断允许位 B	0: 禁止由 IMFB 位控制的中断 (IMIB) 1: 允许由 IMFB 位控制的中断 (IMIB)	R/W
b2	IMIEC	输入捕捉 / 比较匹配的中断允许位 C	0: 禁止由 IMFC 位控制的中断 (IMIC) 1: 允许由 IMFC 位控制的中断 (IMIC)	R/W
b3	IMIED	输入捕捉 / 比较匹配的中断允许位 D	0: 禁止由 IMFD 位控制的中断 (IMID) 1: 允许由 IMFD 位控制的中断 (IMID)	R/W
b4	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为“1”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	OVIE	上溢中断允许位	0: 禁止由 OVF 位控制的中断 (OVI) 1: 允许由 OVF 位控制的中断 (OVI)	R/W

19.2.5 定时器 RC 的状态寄存器 (TRCSR)

地址	地址 0123h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	OVF	—	—	—	IMFD	IMFC	IMFB	IMFA
复位后的值	0	1	1	1	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	IMFA	输入捕捉 / 比较匹配的标志 A	[为 “0” 的条件] 读后写 “0” (注 1)。 [为 “1” 的条件] 参照 “表 19.4 各标志为 “1” 的条件”。	R/W
b1	IMFB	输入捕捉 / 比较匹配的标志 B		R/W
b2	IMFC	输入捕捉 / 比较匹配的标志 C		R/W
b3	IMFD	输入捕捉 / 比较匹配的标志 D		R/W
b4	—	什么也不指定。只能写 “0”，读取值为 “1”。	—	—
b5	—			
b6	—			
b7	OVF	上溢标志	[为 “0” 的条件] 读后写 “0” (注 1)。 [为 “1” 的条件] 参照 “表 19.4 各标志为 “1” 的条件”。	R/W

注 1. 写的结果如下：

- 当读的结果为 “1” 时，如果给此位写 “0”，值就变为 “0”。
- 当读的结果为 “0” 时，即使给此位写 “0”，值也不变（如果此位在读后从 “0” 变为 “1”，即使给此位写 “0”，值也不变而保持 “1” 的状态）。
- 即使给此位写 “1”，值也不变。

表 19.4 各标志为 “1” 的条件

位符号	定时器模式		PWM 模式	PWM2 模式
	输入捕捉功能	输出比较功能		
IMFA	TRCIOA 引脚的输入边沿（注 1）	在 TRC 的值和 TRCGRA 的值相同时。		
IMFB	TRCIOB 引脚的输入边沿（注 1）	在 TRC 的值和 TRCGRB 的值相同时。		
IMFC	TRCIOC 引脚的输入边沿（注 1）	在 TRC 的值和 TRCGRC 的值相同时（注 2）。		
IMFD	TRCIOD 引脚的输入边沿（注 1）	在 TRC 的值和 TRCGRD 的值相同时（注 2）。		
OVF	在 TRC 发生上溢时。			

注 1. 这是通过 TRCIOR0 寄存器和 TRCIOR1 寄存器的 IOj1 ~ IOj0 位（j=A、B、C、D）选择的边沿。

注 2. 包括 TRCMR 寄存器的 BFC 位和 BFD 位为 “1”（TRCGRA 和 TRCGRB 的缓冲寄存器）的情况。

19.2.6 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0 (TRCIOR0)

地址	地址 0124h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
复位后的值	1	0	0	0	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	IOA0	TRCGRA 控制位	功能因运行模式（功能）而不同。	R/W
b1	IOA1			R/W
b2	IOA2	TRCGRA 模式选择位（注 1）	0: 输出比较功能 1: 输入捕捉功能	R/W
b3	IOA3	TRCGRA 输入捕捉的输入转换位（注 3）	0: fOCO128 信号 1: TRCIOA 引脚输入	R/W
b4	IOB0	TRCGRB 控制位	功能因运行模式（功能）而不同。	R/W
b5	IOB1			R/W
b6	IOB2	TRCGRB 模式选择位（注 2）	0: 输出比较功能 1: 输入捕捉功能	R/W
b7	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为“1”。		—

注 1. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFC 位置“1”（TRCGRA 寄存器的缓冲寄存器），就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOA2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOC2 位进行相同的设定。

注 2. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFD 位置“1”（TRCGRB 寄存器的缓冲寄存器），就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOB2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOD2 位进行相同的设定。

注 3. 此位在 IOA2 位为“1”（输入捕捉功能）时有效。

TRCIOR0 寄存器在定时器模式中有效，但是在 PWM 模式和 PWM2 模式中无效。

19.2.7 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 1 (TRCIOR1)

地址	地址 0125h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0
复位后的值	1	0	0	0	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	IOC0	TRCGRC 控制位	功能因运行模式（功能）而不同。	R/W
b1	IOC1			R/W
b2	IOC2	TRCGRC 模式选择位（注 1）	0: 输出比较功能 1: 输入捕捉功能	R/W
b3	IOC3	TRCGRC 寄存器的功能选择位	0: TRCIOA 输出寄存器 1: 通用寄存器或者缓冲寄存器	R/W
b4	IOD0	TRCGRD 控制位	功能因运行模式（功能）而不同。	R/W
b5	IOD1			R/W
b6	IOD2	TRCGRD 模式选择位（注 2）	0: 输出比较功能 1: 输入捕捉功能	R/W
b7	IOD3	TRCGRD 寄存器的功能选择位	0: TRCIOB 输出寄存器 1: 通用寄存器或者缓冲寄存器	R/W

注 1. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFC 位置“1”（TRCGRA 寄存器的缓冲寄存器），就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOA2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOC2 位进行相同的设定。

注 2. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFD 位置“1”（TRCGRB 寄存器的缓冲寄存器），就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOB2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOD2 位进行相同的设定。

TRCIOR1 寄存器在定时器模式中有效，但是在 PWM 模式和 PWM2 模式中无效。

19.2.8 定时器 RC 计数器（TRC）

地址	地址 0127h ~ 0126h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	功能	设定范围	R/W
b15 ~ b0	对计数源进行递增计数。 如果发生上溢，TRCSR 寄存器的 OVF 位就变为“1”。	0000h ~ FFFFh	R/W

必须以 16 位为单位存取 TRC 寄存器，而不能以 8 位为单位进行存取。

19.2.9 定时器 RC 的通用寄存器 A、B、C、D（TRCGRA、TRCGRB、TRCGRC、TRCGRD）

地址 地址 0129h ~ 0128h（TRCGRA）、地址 012Bh ~ 012Ah（TRCGRB）

地址 012Dh ~ 012Ch（TRCGRC）、地址 012Fh ~ 012Eh（TRCGRD）

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	1	1	1	1	1	1	1	1

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	1	1	1	1	1	1	1	1

位	功能	R/W
b15 ~ b0	功能因运行模式而不同。	R/W

必须以 16 位为单位存取 TRCGRA ~ TRCGRD 寄存器，而不能以 8 位为单位进行存取。

19.2.10 定时器 RC 的控制寄存器 2（TRCCR2）

地址 地址 0130h

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TCEG1	TCEG0	CSEL	—	—	POLD	POLC	POLB
复位后的值	0	0	0	1	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	POLB	PWM 模式的输出电平控制位 B（注 1）	0: TRCIOB 的输出电平为“L”电平有效 1: TRCIOB 的输出电平为“H”电平有效	R/W
b1	POLC	PWM 模式的输出电平控制位 C（注 1）	0: TRCIOB 的输出电平为“L”电平有效 1: TRCIOB 的输出电平为“H”电平有效	R/W
b2	POLD	PWM 模式的输出电平控制位 D（注 1）	0: TRCIOD 的输出电平为“L”电平有效 1: TRCIOD 的输出电平为“H”电平有效	R/W
b3	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为“1”。		—
b4	—			—
b5	CSEL	TRC 计数选择位（注 2）	0: 在和 TRCGRA 寄存器比较匹配后继续计数 1: 在和 TRCGRA 寄存器比较匹配时停止计数	R/W
b6	TCEG0	TRCTRГ 输入边沿选择位（注 3）	b7 b6 00: 禁止 TRCTRГ 的触发输入 01: 选择上升沿 10: 选择下降沿 11: 选择双边沿	R/W
b7	TCEG1			R/W

注 1. 此位在 PWM 模式中有效。

注 2. 此位在输出比较功能、PWM 模式、PWM2 模式中有效。有关 PWM2 模式中的注意事项，请参照“19.9.6 PWM2 模式的 TRCMR 寄存器”。

注 3. 此位在 PWM2 模式中有效。

19.2.11 定时器 RC 的数字滤波器的功能选择寄存器 (TRCDF)

地址	地址 0131h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	DFCK1	DFCK0	—	DFTRG	DFD	DFC	DFB	DFA
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	DFA	TRCIOA 引脚的数字滤波器的功能选择位（注 1）	0: 无功能 1: 有功能	R/W
b1	DFB	TRCIOB 引脚的数字滤波器的功能选择位（注 1）		R/W
b2	DFC	TRCIOC 引脚的数字滤波器的功能选择位（注 1）		R/W
b3	DFD	TRCIOD 引脚的数字滤波器的功能选择位（注 1）		R/W
b4	DFTRG	TRCTRG 引脚的数字滤波器的功能选择位（注 2）		R/W
b5	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b6	DFCK0	数字滤波器功能的时钟选择位（注 1、注 2）	b7 b6 0 0: f32 0 1: f8 1 0: f1 1 1: 计数源（通过 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位选择的时钟）	R/W
b7	DFCK1			R/W

注 1. 此位在输入捕捉功能中有效。

注 2. 此位在 PWM2 模式中并且 TRCCR2 寄存器的 TCEG1 ~ TCEG0 位为“01b”、“10b”或者“11b” (允许 TRCTRG 触发输入) 时有效。

19.2.12 定时器 RC 的输出主控允许寄存器 (TRCOER)

地址	地址 0132h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	PTO	—	—	—	ED	EC	EB	EA
复位后的值	0	1	1	1	1	1	1	1

位	符号	位名	功能	R/W
b0	EA	TRCIOA 输出禁止位 (注 1)	0: 允许输出 1: 禁止输出 (TRCIOA 引脚为可编程输入 / 输出端口)	R/W
b1	EB	TRCIOB 输出禁止位 (注 1)	0: 允许输出 1: 禁止输出 (TRCIOB 引脚为可编程输入 / 输出端口)	R/W
b2	EC	TRCIOC 输出禁止位 (注 1)	0: 允许输出 1: 禁止输出 (TRCIOC 引脚为可编程输入 / 输出端口)	R/W
b3	ED	TRCIOD 输出禁止位 (注 1)	0: 允许输出 1: 禁止输出 (TRCIOD 引脚为可编程输入 / 输出端口)	R/W
b4	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为“1”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	PTO	脉冲输出强制截止信号的输入 $\overline{\text{INT0}}$ 有效位	0: 脉冲输出的强制截止输入无效 1: 脉冲输出的强制截止输入有效 (如果将 L” 电平输入到 $\overline{\text{INT0}}$ 引脚, EA 位、EB 位、EC 位和 ED 位就变为“1”(禁止输出)。)	R/W

注 1. 此位在引脚被用作输入捕捉引脚时无效。

19.2.13 定时器 RC 的触发控制寄存器 (TRCADCR)

地址	0133h 地址							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	ADTRGDE	ADTRGCE	ADTRGBE	ADTRGAE
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	ADTRGAE	A/D 触发 A 允许位	0: 禁止 A/D 触发 1: 在 TRC 和 TRCGRA 寄存器比较匹配时发生 A/D 触发	R/W
b1	ADTRGBE	A/D 触发 B 允许位	0: 禁止 A/D 触发 1: 在 TRC 和 TRCGRB 寄存器比较匹配时发生 A/D 触发	R/W
b2	ADTRGCE	A/D 触发 C 允许位	0: 禁止 A/D 触发 1: 在 TRC 和 TRCGRC 寄存器比较匹配时发生 A/D 触发	R/W
b3	ADTRGDE	A/D 触发 D 允许位	0: 禁止 A/D 触发 1: 在 TRC 和 TRCGRD 寄存器比较匹配时发生 A/D 触发	R/W
b4	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

19.2.14 定时器 RB/RC 的引脚选择寄存器 (TRBRCSR)

地址	地址 0181h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	TRCCLKSEL1	TRCCLKSEL0	—	—	TRBOSEL1	TRBOSEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TRBOSEL0	TRBO 引脚选择位	b1 b0 0 0: 分配到 P1_3 0 1: 分配到 P3_1 1 0: 不能设定 1 1: 分配到 P3_3	R/W
b1	TRBOSEL1			R/W
b2	—	保留位	必须置“0”。	—
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	TRCCLKSEL0	TRCCLK 引脚选择位	b5 b4 0 0: 不使用 TRCCLK 引脚 0 1: 分配到 P1_4 1 0: 分配到 P3_3 1 1: 分配到 P3_7	R/W
b5	TRCCLKSEL1			R/W
b6	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b7	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—

TRBRCSR 寄存器是选择将定时器 RB 和定时器 RC 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用定时器 RB 和定时器 RC 的输入 / 输出引脚时，必须设定 TRBRCSR 寄存器。

在设定定时器 RB 的相关寄存器前，必须设定 TRBOSEL0 ~ TRBOSEL1 位；在设定定时器 RC 的相关寄存器前，必须设定 TRCCLKSEL0 ~ TRCCLKSEL1 位。但是不能在定时器 RB 运行中更改 TRBOSEL0 ~ TRBOSEL1 位的设定值，也不能在定时器 RC 运行中更改 TRCCLKSEL0 ~ TRCCLKSEL1 位的设定值。

19.2.15 定时器 RC 的引脚选择寄存器 0 (TRCPSR0)

地址	地址 0182h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	TRCIOBSEL2	TRCIOBSEL1	TRCIOBSEL0	—	TRCIOASEL2	TRCIOASEL1	TRCIOASEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TRCIOASEL0	TRCIOA/TRCTRG 引脚选择位	b2 b1 b0 0 0 0: 不使用 TRCIOA/TRCTRG 引脚 0 0 1: 分配到 P1_1 0 1 0: 分配到 P0_0 0 1 1: 分配到 P0_1 1 0 0: 分配到 P0_2 1 0 1: 不能设定 1 1 0: 分配到 P3_1 1 1 1: 不能设定	R/W
b1	TRCIOASEL1			R/W
b2	TRCIOASEL2			R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	TRCIOBSEL0	TRCIOB 引脚选择位	b6 b5 b4 0 0 0: 不使用 TRCIOB 引脚 0 0 1: 分配到 P1_2 0 1 0: 分配到 P0_3 0 1 1: 分配到 P0_4 1 0 0: 分配到 P0_5 1 0 1: 分配到 P2_0 上述以外: 不能设定	R/W
b5	TRCIOBSEL1			R/W
b6	TRCIOBSEL2			R/W
b7	—	保留位	必须置“0”。	R/W

TRCPSR0 寄存器是选择将定时器 RC 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用定时器 RC 的输入 / 输出引脚时，必须设定 TRCPSR0 寄存器。

在设定定时器 RC 的相关寄存器前，必须设定 TRCPSR0 寄存器，但是不能在定时器 RC 运行中更改 TRCPSR0 寄存器的设定值。

19.2.16 定时器 RC 的引脚选择寄存器 1 (TRCPSR1)

地址	地址 0183h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	TRCIODSEL2	TRCIODSEL1	TRCIODSEL0	—	TRCIOSEL2	TRCIOSEL1	TRCIOSEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TRCIOSEL0	TRCIOC 引脚选择位	b2 b1 b0	R/W
b1	TRCIOSEL1		0 0 0: 不使用 TRCIOC 引脚	R/W
b2	TRCIOSEL2		0 0 1: 分配到 P1_3	R/W
			0 1 0: 分配到 P3_4	
		0 1 1: 分配到 P0_7		
			1 0 0: 分配到 P2_1	
			上述以外: 不能设定	
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	TRCIODSEL0	TRCIOD 引脚选择位	b6 b5 b4	R/W
b5	TRCIODSEL1		0 0 0: 不使用 TRCIOD 引脚	R/W
b6	TRCIODSEL2		0 0 1: 分配到 P1_0	R/W
			0 1 0: 分配到 P3_5	
		0 1 1: 分配到 P0_6		
			1 0 0: 分配到 P2_2	
			上述以外: 不能设定	
b7	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—

TRCPSR1 寄存器是选择将定时器 RC 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用定时器 RC 的输入 / 输出引脚时，必须设定 TRCPSR1 寄存器。

在设定定时器 RC 的相关寄存器前，必须设定 TRCPSR1 寄存器，但是不能在定时器 RC 运行中更改 TRCPSR1 寄存器的设定值。

19.3 有关多个模式的共同事项

19.3.1 计数源

计数源的选择方法是所有模式通用的方法。
计数源的选择和计数源的框图分别如表 19.5 和图 19.2 所示。

表 19.5 计数源的选择

计数源	选择方法
f1、f2、f4、f8、f32	通过 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位选择计数源。
fOCO40M fOCO-F	FRA0 寄存器的 FRA00 位为 “1”（高速内部振荡器振荡）。 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位为 “110b”（fOCO40M）。 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位为 “111b”（fOCO-F）。
TRCCLK 引脚的外部输入 信号	TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 为 “101b”（计数源为外部时钟的上升沿）。 对应的方向寄存器的方向位为 “0”（输入模式）。

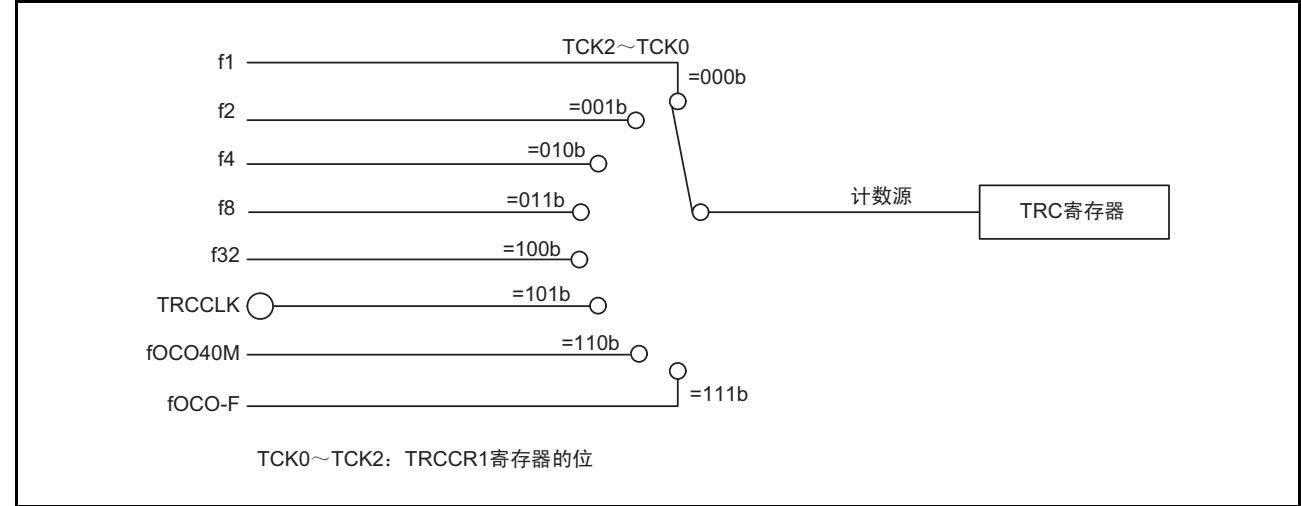


图 19.2 计数源的框图

TRCCLK 引脚的外部输入时钟的脉宽至少为 3 个定时器 RC 的运行时钟周期（参照“表 19.1 定时器 RC 的运行时钟”）。

如果选择 fOCO40M 或者 fOCO-F 作为计数源，就必须先将 FRA0 寄存器的 FRA00 位置 “1”（高速内部振荡器振荡），然后将 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位置 “110b”（fOCO40M）或者 “111b”（fOCO-F）。

19.3.2 缓冲器运行

能通过 TRCMR 寄存器的 BFC 位和 BFD 位，将 TRCGRC 寄存器和 TRCGRD 寄存器分别设定为 TRCGRA 寄存器和 TRCGRB 寄存器的缓冲寄存器。

- TRCGRA 的缓冲寄存器：TRCGRC 寄存器
- TRCGRB 的缓冲寄存器：TRCGRD 寄存器

缓冲器运行因运行模式而不同。各模式的缓冲器运行如表 19.6 所示，输入捕捉功能和输出比较功能的缓冲器运行分别如图 19.3 和图 19.4 所示。

表 19.6 各模式的缓冲器运行

功能和模式	传送时序	传送的寄存器
输入捕捉功能	输入捕捉信号的输入	将 TRCGRA（TRCGRB）寄存器的内容传送到缓冲寄存器。
输出比较功能	TRC 寄存器和 TRCGRA（TRCGRB）寄存器的比较匹配	将缓冲寄存器的内容传送到 TRCGRA（TRCGRB）寄存器。
PWM 模式		
PWM2 模式	• TRC 寄存器和 TRCGRA 寄存器的比较匹配 • TRCTRG 引脚的触发输入	将缓冲寄存器（TRCGRD）的内容传送到 TRCGRB 寄存器。

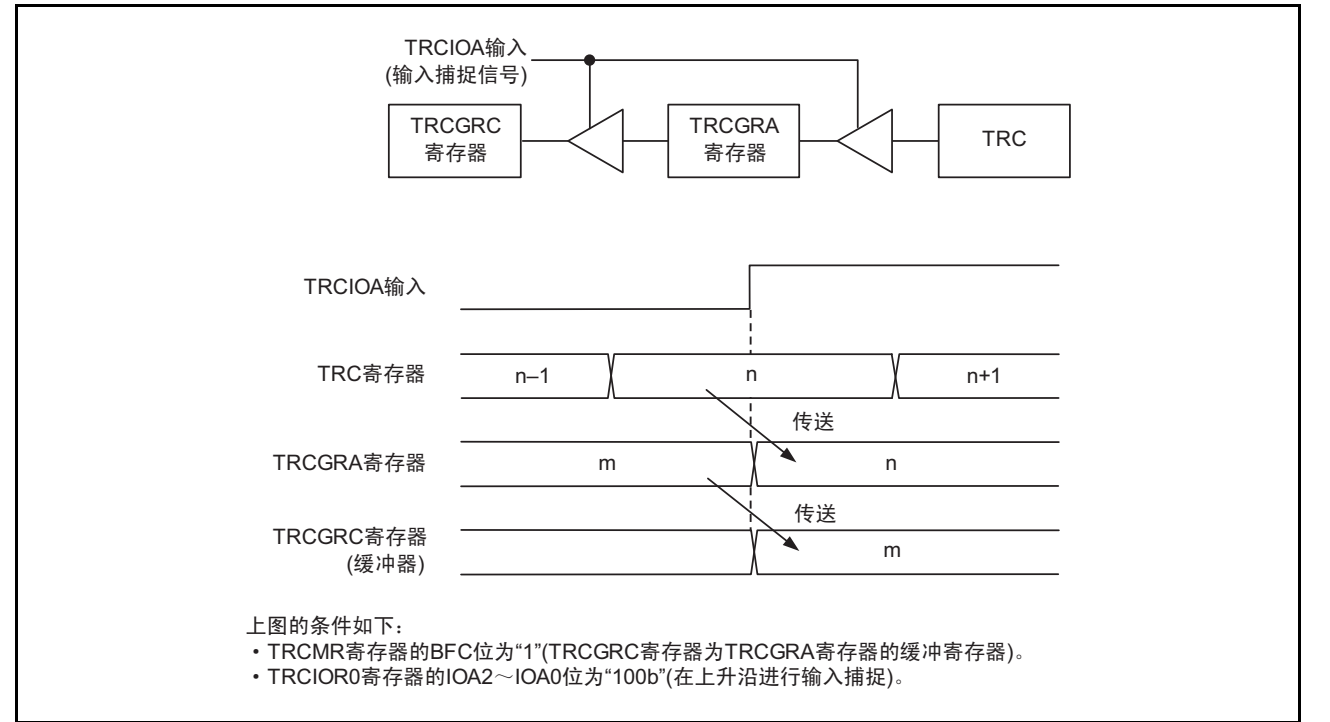


图 19.3 输入捕捉功能的缓冲器运行

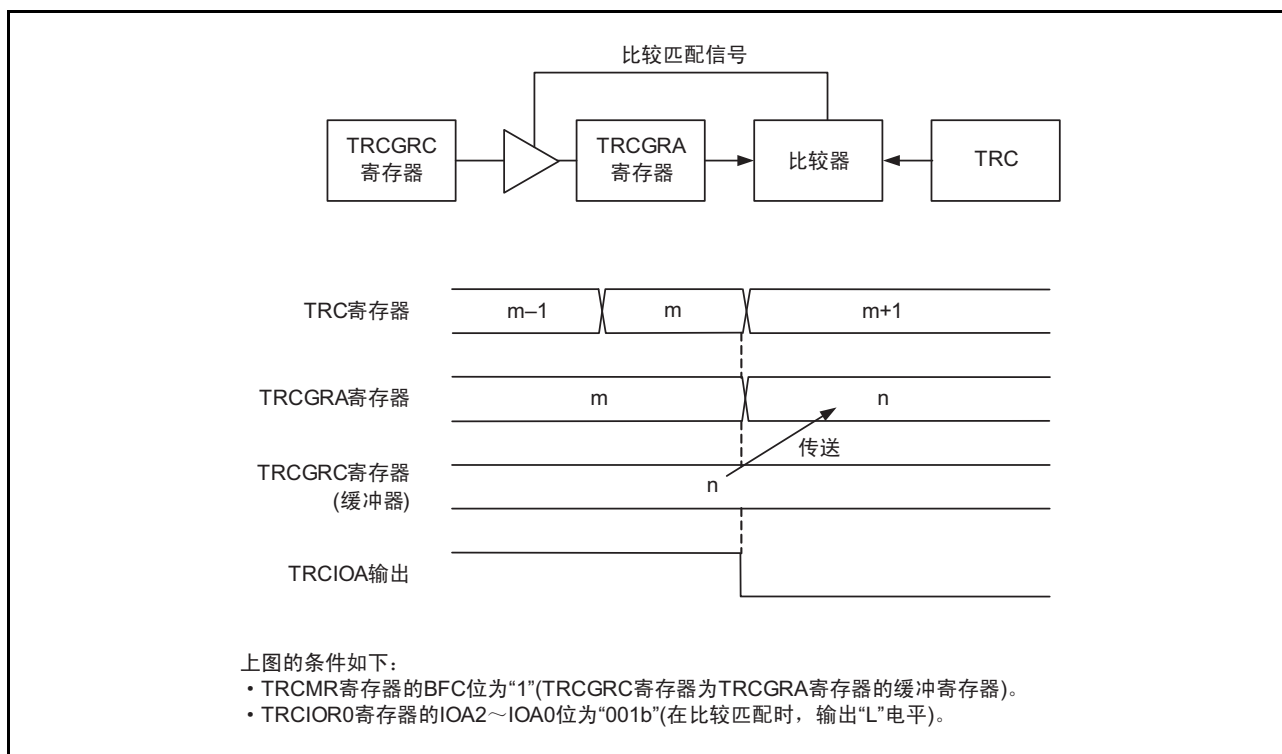


图 19.4 输出比较功能的缓冲器运行

在定时器模式中，必须进行以下的设定：

- 在将TRCGRC寄存器用作TRCGRA寄存器的缓冲寄存器时必须对TRCIOR1寄存器的IOC2位和TRCIOR0寄存器的IOA2位进行相同的设定。
- 在将TRCGRD寄存器用作TRCGRB寄存器的缓冲寄存器时必须对TRCIOR1寄存器的IOD2位和TRCIOR0寄存器的IOB2位进行相同的设定。

在输出比较功能、PWM模式和PWM2模式中，即使将TRCGRC寄存器和TRCGRD寄存器用作缓冲寄存器，在和TRC寄存器比较匹配时，TRCSR寄存器的IMFC位和IMFD位也变为“1”。

在输入捕捉功能中，即使将TRCGRC寄存器和TRCGRD寄存器用作缓冲寄存器，在TRCIOC引脚和TRCIOD引脚的输入边沿，TRCSR寄存器的IMFC位和IMFD位也变为“1”。

19.3.3 数字滤波器

对 TRCTR_j 或者 TRCIO_j (j=A、B、C、D) 的输入进行采样, 如果信号 3 次相同, 就视为已确定电平。必须通过 TRCDF 寄存器选择数字滤波的功能和采样时钟。

数字滤波器的框图如图 19.5 所示。

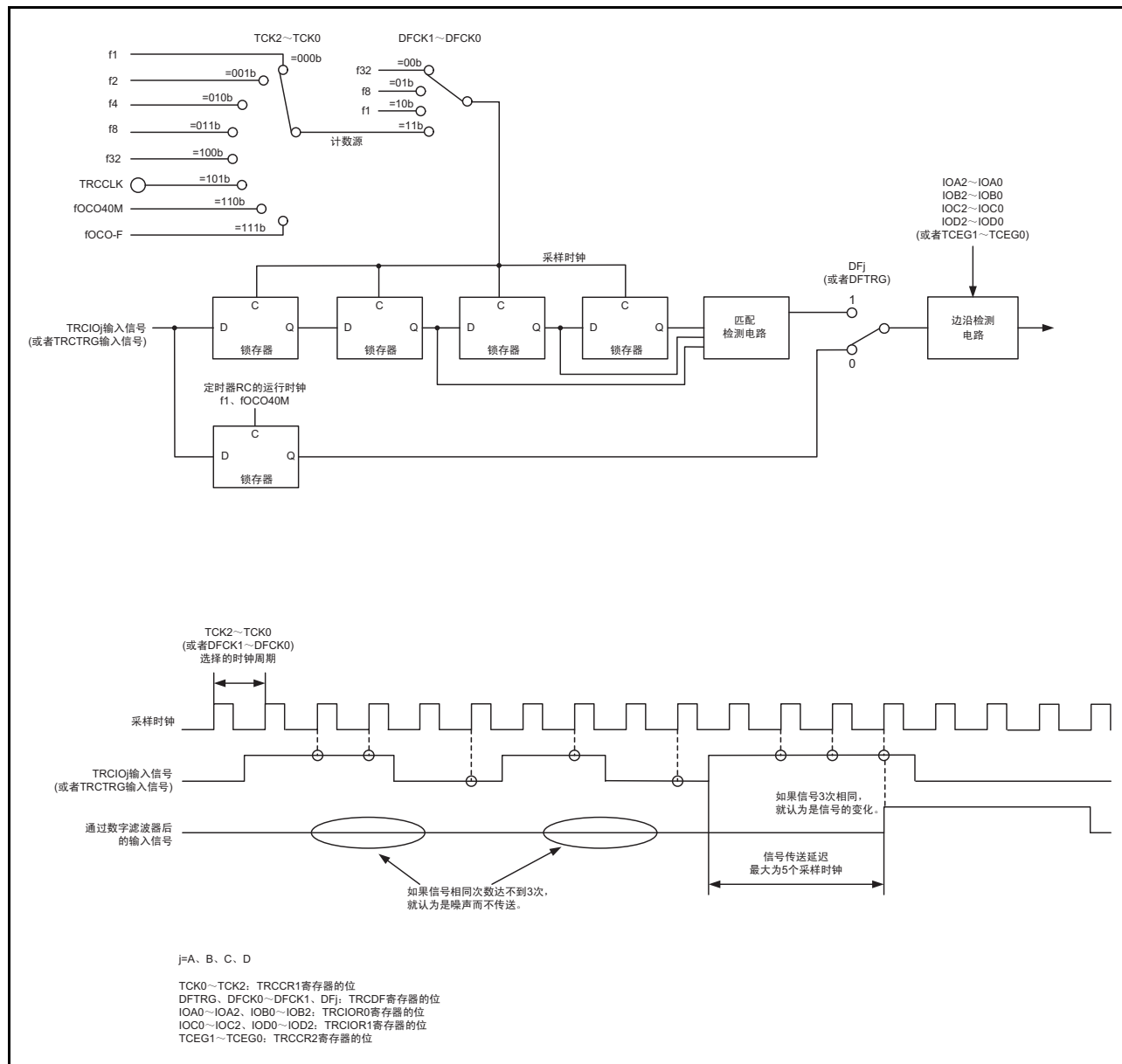


图 19.5 数字滤波器的框图

19.3.4 脉冲输出的强制截止

在定时器模式的输出比较功能、PWM 模式和 PWM2 模式中，能通过 $\overline{\text{INT0}}$ 引脚的输入将 TRCIOj (j=A、B、C、D) 的输出引脚强制设定为可编程输入 / 输出端口，并截止脉冲输出。

如果将 TRCOER 寄存器的 Ej 位置 “0” (允许定时器 RC 的输出)，就将上述功能或者模式中使用的输出引脚用作定时器 RC 的输出引脚。当 TRCOER 寄存器的 PTO 位为 “1” (脉冲输出强制截止信号的输入 $\overline{\text{INT0}}$ 有效) 时，如果给 $\overline{\text{INT0}}$ 引脚输入 “L” 电平，TRCOER 寄存器的 EA 位、EB 位、EC 位和 ED 位就全部变为 “1” (禁止定时器 RC 的输出，TRCIOj 输出引脚为可编程输入 / 输出端口)。在给 $\overline{\text{INT0}}$ 引脚输入 “L” 电平后经过 1 ~ 2 个定时器 RC 的运行时钟周期 (参照 “表 19.1 定时器 RC 的运行时钟”)，TRCIOj 输出引脚变为可编程输入 / 输出端口。

在使用此功能时，必须进行以下的设定：

- 设定脉冲输出被强制截止后的引脚状态 (高阻抗输入、“L” 电平输出或者 “H” 电平输出) (参照 “7. I/O 端口”)。
- 将 INTEN 寄存器的 INT0EN 位置 “1” (允许 $\overline{\text{INT0}}$ 输入)，INT0PL 位置 “0” (单边沿)，将 INT0IC 寄存器的 POL 位置 “0” (选择下降沿)。
- 将 PD4 寄存器的 PD4_5 位置 “0” (输入模式)。
- 通过 INTF 寄存器的 INT0F1 ~ INT0F0 位选择 $\overline{\text{INT0}}$ 的数字滤波器。
- 将 TRCOER 寄存器的 PTO 位置 “1” (脉冲输出强制截止信号的输入 $\overline{\text{INT0}}$ 有效)。

由于 INT0IC 寄存器的 POL 位和 INTEN 寄存器的 INT0PL 位的选择以及 $\overline{\text{INT0}}$ 引脚输入的变更，INT0IC 寄存器的 IR 位变为 “1” (有中断请求) (参照 “11.9 使用中断时的注意事项”)。

中断的详细内容请参照 “11. 中断”。

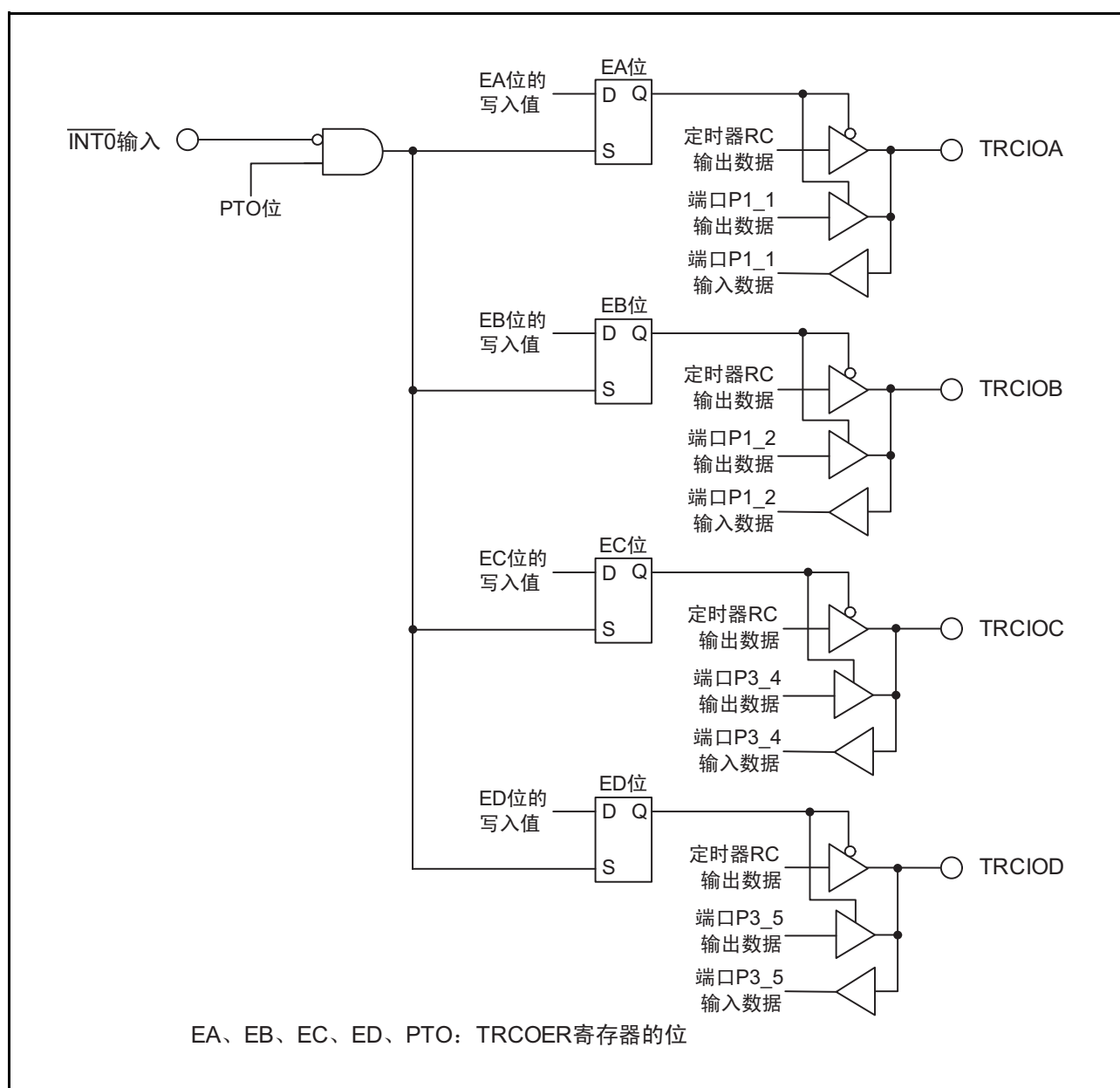


图 19.6 脉冲输出的强制截止

19.4 定时器模式（输入捕捉功能）

这是测量外部信号的宽度和周期的功能。TRCIOj（j=A、B、C、D）引脚的外部信号作为触发，将 TRC 寄存器（计数器）的内容传送到 TRCGRj 寄存器（输入捕捉）。能将各引脚设定为输入捕捉功能、或者其他模式和功能。

另外，TRCGRA 寄存器能选择 fOCO128 作为输入捕捉的触发输入。

输入捕捉功能的规格和输入捕捉功能的 TRCGRj 寄存器功能分别如表 19.7 和表 19.8 所示，输入捕捉功能的框图和输入捕捉功能的运行例子分别如图 19.7 和图 19.8 所示。

表 19.7 输入捕捉功能的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f4、f8、f32、fOCO40M、fOCO-F TRCCLK 引脚的外部输入信号（上升沿）
计数	递增计数
计数周期	- 当 TRCCR1 寄存器的 CCLR 位为“0”（自由运行）时 $1/fk \times 65536$ fk: 计数源的频率 - 当 TRCCR1 寄存器的 CCLR 位为“1”（在 TRCGRA 的输入捕捉时将 TRC 寄存器置“0000h”）时 $1/fk \times (n+1)$ n: TRCGRA 寄存器的设定值
计数开始条件	给 TRCMR 寄存器的 TSTART 位写“1”（开始计数）。
计数停止条件	给 TRCMR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数）。 TRC 寄存器保持停止前的值。
中断请求的发生时序	- 输入捕捉（TRCIOj 输入的有效边沿或者 fOCO128 的信号边沿） - TRC 寄存器的上溢
TRCIOA、TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD 引脚功能	可编程输入 / 输出端口或者输入捕捉的输入引脚（能按引脚选择）
INT0 引脚功能	可编程输入 / 输出端口或者 INT0 中断的输入引脚
读定时器	如果读 TRC 寄存器，就能读到计数值。
写定时器	能写 TRC 寄存器。
选择功能	- 输入捕捉的输入引脚的选择 TRCIOA、TRCIOB、TRCIOC 和 TRCIOD 引脚中的 1 个或者多个引脚 - 输入捕捉的输入有效边沿的选择 上升沿、下降沿或者双边沿 - 缓冲器运行（参照“19.3.2 缓冲器运行”） - 数字滤波器（参照“19.3.3 数字滤波器”） - 将 TRC 寄存器置“0000h”的时序 上溢或者输入捕捉 - 输入捕捉的触发选择 能选择 fOCO128 作为 TRCGRA 寄存器的输入捕捉的触发输入。

j=A、B、C、D

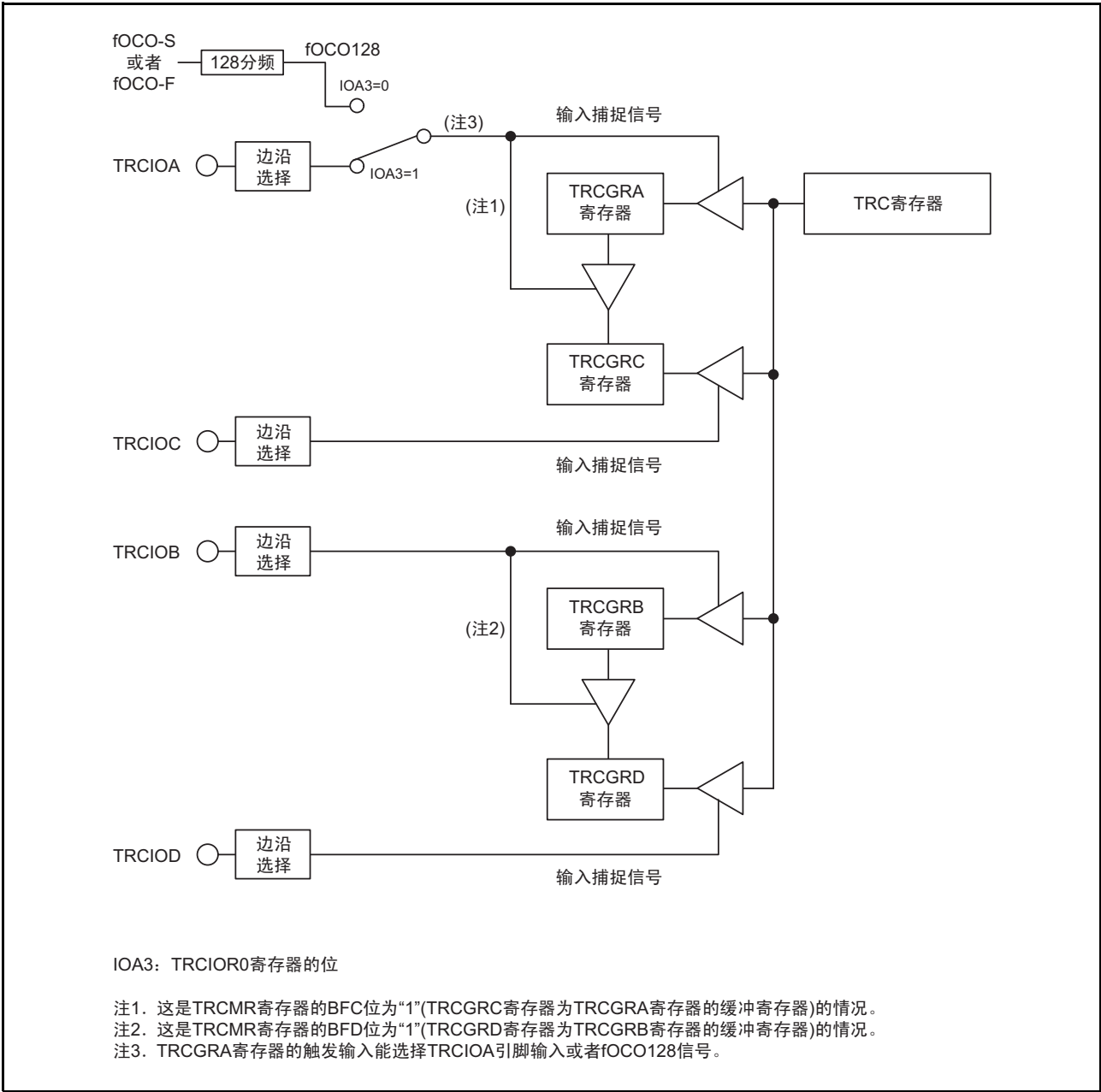


图 19.7 输入捕捉功能的框图

19.4.1 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0 (TRCIOR0) [定时器模式 (输入捕捉功能)]

地址	地址 0124h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
复位后的值	1	0	0	0	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	IOA0	TRCGRA 控制位	b1 b0 0 0: 在上升沿输入捕捉到 TRCGRA 0 1: 在下降沿输入捕捉到 TRCGRA 1 0: 在双边沿输入捕捉到 TRCGRA 1 1: 不能设定	R/W
b1	IOA1			R/W
b2	IOA2	TRCGRA 模式选择位 (注 1)	在输入捕捉功能时, 必须置 “1” (输入捕捉)。	R/W
b3	IOA3	TRCGRA 输入捕捉的输入转换位 (注 3)	0: fOCO128 信号 1: TRCIOA 引脚的输入	R/W
b4	IOB0	TRCGRB 控制位	b5 b4 0 0: 在上升沿输入捕捉到 TRCGRB 0 1: 在下降沿输入捕捉到 TRCGRB 1 0: 在双边沿输入捕捉到 TRCGRB 1 1: 不能设定	R/W
b5	IOB1			R/W
b6	IOB2	TRCGRB 模式选择位 (注 2)	在输入捕捉功能时, 必须置 “1” (输入捕捉)。	R/W
b7	—	什么也不指定。只能写 “0”, 读取值为 “1”。		—

注 1. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFC 位置 “1” (TRCGRA 寄存器的缓冲寄存器), 就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOA2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOC2 位进行相同的设定。

注 2. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFD 位置 “1” (TRCGRB 寄存器的缓冲寄存器), 就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOB2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOD2 位进行相同的设定。

注 3. 此位在 IOA2 位为 “1” (输入捕捉功能) 时有效。

19.4.2 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 1 (TRCIOR1) [定时器模式 (输入捕捉功能)]

地址	地址 0125h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0
复位后的值	1	0	0	0	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	IOC0	TRCGRC 控制位	b1 b0 0 0: 在上升沿输入捕捉到 TRCGRC 0 1: 在下降沿输入捕捉到 TRCGRC 1 0: 在双边沿输入捕捉到 TRCGRC 1 1: 不能设定	R/W
b1	IOC1			R/W
b2	IOC2	TRCGRC 模式选择位 (注 1)	在输入捕捉功能时, 必须置 “1” (输入捕捉)。	R/W
b3	IOC3	TRCGRC 寄存器的功能选择位	必须置 “1”。	R/W
b4	IOD0	TRCGRD 控制位	b5 b4 0 0: 在上升沿输入捕捉到 TRCGRD 0 1: 在下降沿输入捕捉到 TRCGRD 1 0: 在双边沿输入捕捉到 TRCGRD 1 1: 不能设定	R/W
b5	IOD1			R/W
b6	IOD2	TRCGRD 模式选择位 (注 2)	在输入捕捉功能时, 必须置 “1” (输入捕捉)。	R/W
b7	IOD3	TRCGRD 寄存器的功能选择位	必须置 “1”。	R/W

注 1. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFC 位置 “1” (TRCGRA 寄存器的缓冲寄存器), 就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOA2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOC2 位进行相同的设定。

注 2. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFD 位置 “1” (TRCGRB 寄存器的缓冲寄存器), 就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOB2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOD2 位进行相同的设定。

表 19.8 输入捕捉功能时的 TRCGRj 寄存器功能

寄存器	设定	寄存器功能	输入捕捉的输入引脚
TRCGRA	—	通用寄存器, 能读输入捕捉时的 TRC 寄存器的值。	TRCIOA
TRCGRB			TRCIOB
TRCGRC	BFC=0	通用寄存器, 能读输入捕捉时的 TRC 寄存器的值。	TRCIOC
TRCGRD	BFD=0		TRCIOD
TRCGRC	BFC=1	缓冲寄存器, 保持通用寄存器的传送值 (参照 “19.3.2 缓冲器运行”)。	TRCIOA
TRCGRD	BFD=1		TRCIOB

j=A、B、C、D

BFC、BFD: TRCMR 寄存器的位

19.4.3 运行例子

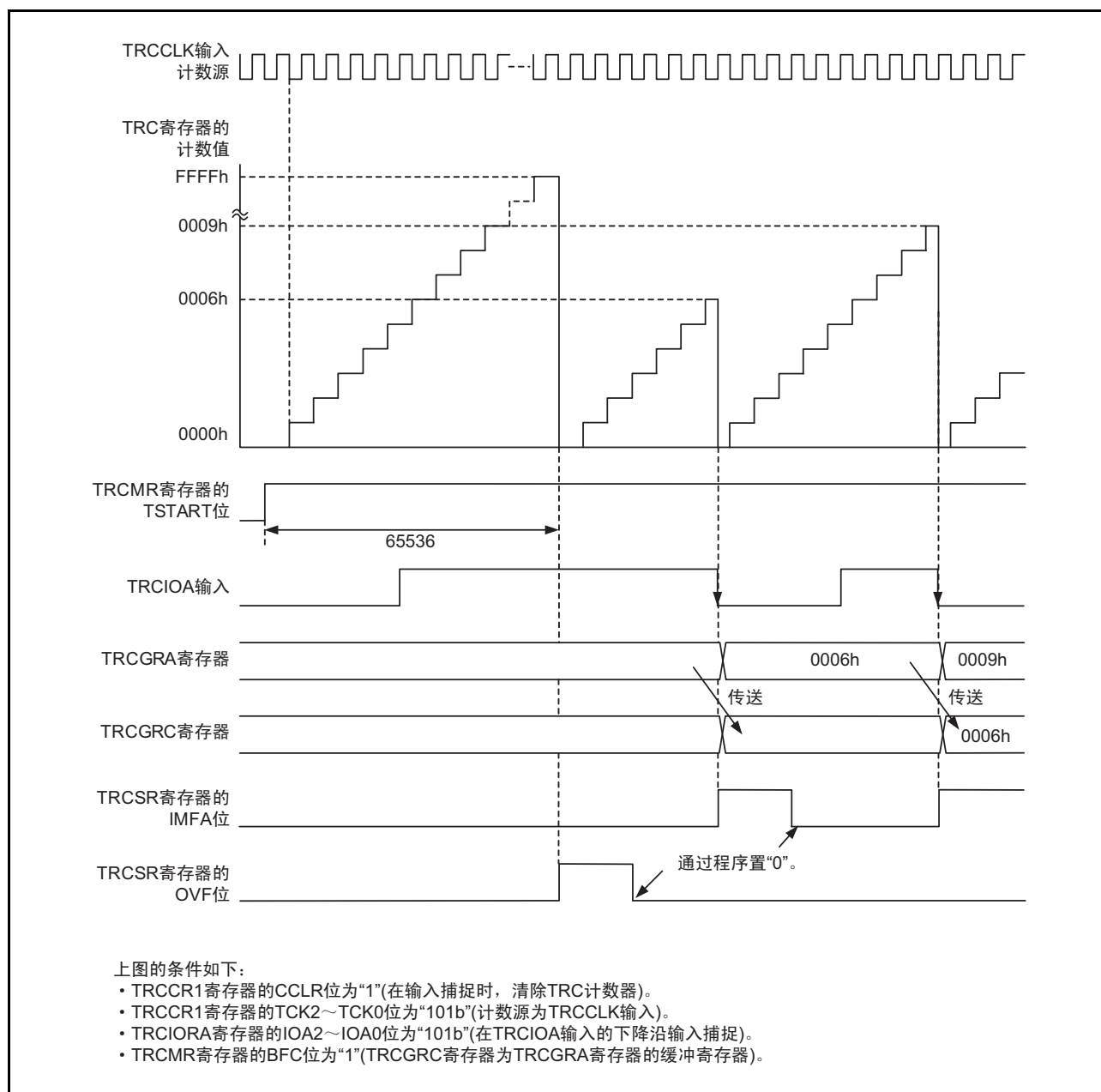


图 19.8 输入捕捉功能的运行例子

19.5 定时器模式（输出比较功能）

这是检测 TRC 寄存器（计数器）的内容和 TRCGRj（j=A、B、C、D）寄存器的内容是否相同（比较匹配）的模式。在内容相同时，从 TRCIOj 引脚输出任意的电平。能将各引脚设定为输出比较功能、或者其他模式和功能。

输出比较功能的规格和输出比较功能的 TRCGRj 寄存器功能分别如表 19.9 和表 19.10 所示，输出比较功能的框图和输出比较功能的运行例子分别如图 19.9 和图 19.10 所示。

表 19.9 输出比较功能的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f4、f8、f32、fOCO40M、fOCO-F TRCCLK 引脚的外部输入信号（上升沿）
计数	递增计数
计数周期	- 当 TRCCR1 寄存器的 CCLR 位为“0”（自由运行）时 $1/fk \times 65536$ fk: 计数源的频率 - 当 TRCCR1 寄存器的 CCLR 位为“1”（在 TRCGRA 比较匹配时将 TRC 寄存器置“0000h”）时 $1/fk \times (n+1)$ n: TRCGRA 寄存器的值
波形输出时序	比较匹配
计数开始条件	给 TRCMR 寄存器的 TSTART 位写“1”（开始计数）。
计数停止条件	- 当 TRCCR2 寄存器的 CSEL 位为“0”（在和 TRCGRA 寄存器比较匹配后继续计数）时给 TRCMR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数），输出比较的输出引脚保持停止计数前的输出电平，TRC 寄存器保持停止前的值。 - 当 TRCCR2 寄存器的 CSEL 位为“1”（在和 TRCGRA 寄存器比较匹配时停止计数）时和在 TRCGRA 寄存器比较匹配时停止计数，输出比较的输出引脚保持比较匹配引起输出变化后的电平。
中断请求的发生时序	- 比较匹配（TRC 寄存器和 TRCGRj 寄存器的内容相同） - TRC 寄存器的上溢
TRCIOA、TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD 引脚功能	可编程输入 / 输出端口或者输入捕捉的输入引脚（能按引脚选择）
INT0 引脚功能	可编程输入 / 输出端口、脉冲输出强制截止信号的输入引脚或者 INT0 中断的输入引脚
读定时器	如果读 TRC 寄存器，就能读到计数值。
写定时器	能写 TRC 寄存器。
选择功能	- 输出比较的输出引脚的选择 TRCIOA、TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD 引脚中的 1 个或者多个引脚 - 比较匹配时的输出电平的选择 “L”电平输出、“H”电平输出或者交替输出 - 初始输出电平的选择 设定从开始计数到比较匹配前的电平。 - 将 TRC 寄存器置“0000h”的时序 上溢或者 TRCGRA 寄存器的比较匹配 - 缓冲器运行（参照“19.3.2 缓冲器运行”） - 脉冲输出强制截止信号的输入（参照“19.3.4 脉冲输出的强制截止”） - 能将定时器 RC 用作内部定时器而不输出。 - TRCGRC 和 TRCGRD 输出引脚的变更 能将 TRCGRC 和 TRCGRD 分别用于 TRCIOA 引脚和 TRCIOB 引脚的输出控制。 - A/D 触发的发生

j=A、B、C、D

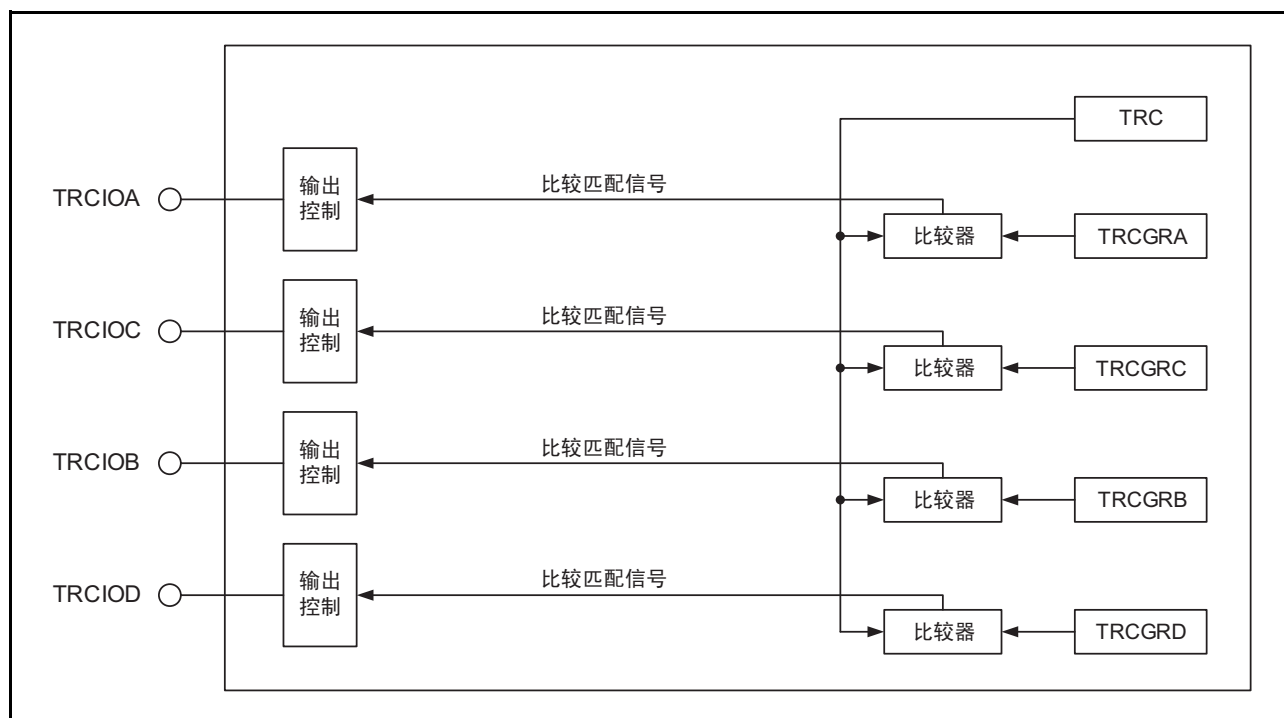


图 19.9 输出比较功能的框图

19.5.1 定时器 RC 的控制寄存器 1 (TRCCR1) [定时器模式 (输出比较功能)]

地址	地址 0121h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CCLR	TCK2	TCK1	TCK0	TOD	TOC	TOB	TOA
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TOA	TRCIOA 输出电平选择位 (注 1、注 2)	0: 初始输出 “L” 电平 1: 初始输出 “H” 电平	R/W
b1	TOB	TRCIOB 输出电平选择位 (注 1、注 2)		R/W
b2	TOC	TRCIOC 输出电平选择位 (注 1、注 2)		R/W
b3	TOD	TRCIOD 输出电平选择位 (注 1、注 2)		R/W
b4	TCK0	计数源选择位 (注 1)	b6 b5 b4 0 0 0: f1 0 0 1: f2 0 1 0: f4 0 1 1: f8 1 0 0: f32 1 0 1: TRCCLK 输入的上升沿 1 1 0: fOCO40M 1 1 1: fOCO-F (注 3)	R/W
b5	TCK1			R/W
b6	TCK2			R/W
b7	CCLR	TRC 计数器的清除选择位	0: 禁止清除 (自由运行) 1: 在 TRCGRA 比较匹配时清除	R/W

注 1. 必须在 TRCMR 寄存器的 TSTART 位为 “0” (停止计数) 时写此位。

注 2. 在引脚功能为波形输出的情况下 (参照 “7.5 端口的设定”) 设定 TRCCR1 寄存器时, 输出初始电平。

注 3. 在选择 fOCO-F 时, fOCO-F 的时钟频率必须大于 CPU 的时钟频率。

表 19.10 输出比较功能时的 TRCGRj 寄存器功能

寄存器	设定	寄存器功能	输出比较的输出引脚
TRCGRA	—	通用寄存器, 必须写比较值。	TRCIOA
TRCGRB			TRCIOB
TRCGRC	BFC=0	通用寄存器, 必须写比较值。	TRCIOC
TRCGRD	BFD=0		TRCIOD
TRCGRC	BFC=1	缓冲寄存器, 必须写下下一个比较值 (参照 “19.3.2 缓冲器运行”)。	TRCIOA
TRCGRD	BFD=1		TRCIOB

j=A、B、C、D

BFC、BFD: TRCMR 寄存器的位

19.5.2 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 0 (TRCIOR0) [定时器模式 (输出比较功能)]

地址	地址 0124h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
复位后的值	1	0	0	0	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	IOA0	TRCGRA 控制位	b1 b0 0 0: 禁止由比较匹配控制的引脚输出 (TRCIOA 引脚为可编程输入 / 输出端口) 0 1: 在 TRCGRA 比较匹配时输出 “L” 电平 1 0: 在 TRCGRA 比较匹配时输出 “H” 电平 1 1: 在 TRCGRA 比较匹配时进行交替输出	R/W
b1	IOA1			R/W
b2	IOA2	TRCGRA 模式选择位 (注 1)	在输出比较功能时, 必须置 “0” (输出比较)。	R/W
b3	IOA3	TRCGRA 输入捕捉的输入转换位	必须置 “1”。	R/W
b4	IOB0	TRCGRB 控制位	b5 b4 0 0: 禁止由比较匹配控制的引脚输出 (TRCIOB 引脚为可编程输入 / 输出端口) 0 1: 在 TRCGRB 比较匹配时输出 “L” 电平 1 0: 在 TRCGRB 比较匹配时输出 “H” 电平 1 1: 在 TRCGRB 比较匹配时进行交替输出	R/W
b5	IOB1			R/W
b6	IOB2	TRCGRB 模式选择位 (注 2)	在输出比较功能时, 必须置 “0” (输出比较)。	R/W
b7	—	什么也不指定。只能写 “0”, 读取值为 “1”。		—

注 1. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFC 位置 “1” (TRCGRA 寄存器的缓冲寄存器), 就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOA2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOC2 位进行相同的设定。

注 2. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFD 位置 “1” (TRCGRB 寄存器的缓冲寄存器), 就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOB2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOD2 位进行相同的设定。

19.5.3 定时器 RC 的 I/O 控制寄存器 1 (TRCIOR1) [定时器模式 (输出比较功能)]

地址	地址 0125h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0
复位后的值	1	0	0	0	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	IOC0	TRCGRC 控制位	b1 b0 0 0: 禁止由比较匹配控制的引脚输出 0 1: 在 TRCGRC 比较匹配时输出 “L” 电平 1 0: 在 TRCGRC 比较匹配时输出 “H” 电平 1 1: 在 TRCGRC 比较匹配时进行交替输出	R/W
b1	IOC1			R/W
b2	IOC2	TRCGRC 模式选择位 (注 1)	在输出比较功能时, 必须置 “0” (输出比较)。	R/W
b3	IOC3	TRCGRC 寄存器的功能选择位	0: TRCIOA 输出寄存器 1: 通用寄存器或者缓冲寄存器	R/W
b4	IOD0	TRCGRD 控制位	b5 b4 0 0: 禁止由比较匹配控制的引脚输出 0 1: 在 TRCGRD 比较匹配时输出 “L” 电平 1 0: 在 TRCGRD 比较匹配时输出 “H” 电平 1 1: 在 TRCGRD 比较匹配时进行交替输出	R/W
b5	IOD1			R/W
b6	IOD2	TRCGRD 模式选择位 (注 2)	在输出比较功能时, 必须置 “0” (输出比较)。	R/W
b7	IOD3	TRCGRD 寄存器的功能选择位	0: TRCIOB 输出寄存器 1: 通用寄存器或者缓冲寄存器	R/W

注 1. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFC 位置 “1” (TRCGRA 寄存器的缓冲寄存器), 就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOA2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOC2 位进行相同的设定。

注 2. 如果将 TRCMR 寄存器的 BFD 位置 “1” (TRCGRB 寄存器的缓冲寄存器), 就必须对 TRCIOR0 寄存器的 IOB2 位和 TRCIOR1 寄存器的 IOD2 位进行相同的设定。

19.5.4 定时器 RC 的控制寄存器 2 (TRCCR2) [定时器模式 (输出比较功能)]

地址	地址 0130h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TCEG1	TCEG0	CSEL	—	—	POLD	POLC	POLB
复位后的值	0	0	0	1	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	POLB	PWM 模式的输出电平控制位 B (注 1)	0: TRCIOB 的输出电平为 “L” 电平有效 1: TRCIOB 的输出电平为 “H” 电平有效	R/W
b1	POLC	PWM 模式的输出电平控制位 C (注 1)	0: TRCIOC 的输出电平为 “L” 电平有效 1: TRCIOC 的输出电平为 “H” 电平有效	R/W
b2	POLD	PWM 模式的输出电平控制位 D (注 1)	0: TRCIOD 的输出电平为 “L” 电平有效 1: TRCIOD 的输出电平为 “H” 电平有效	R/W
b3	—	什么也不指定。只能写 “0”，读取值为 “1”。		—
b4	—			
b5	CSEL	TRC 计数选择位 (注 2)	0: 在和 TRCGRA 寄存器比较匹配后继续计数 1: 在和 TRCGRA 寄存器比较匹配时停止计数	R/W
b6	TCEG0	TRCTRG 输入沿选择位 (注 3)	b7 b6 00: 禁止 TRCTRG 的触发输入 01: 选择上升沿 10: 选择下降沿 11: 选择双边沿	R/W
b7	TCEG1			R/W

注 1. 此位在 PWM 模式中有效。

注 2. 此位在输出比较功能、PWM 模式和 PWM2 模式中有效。有关 PWM2 模式中的注意事项，请参照 “19.9.6 PWM2 模式的 TRCMR 寄存器”。

注 3. 此位在 PWM2 模式中有效。

19.5.5 运行例子

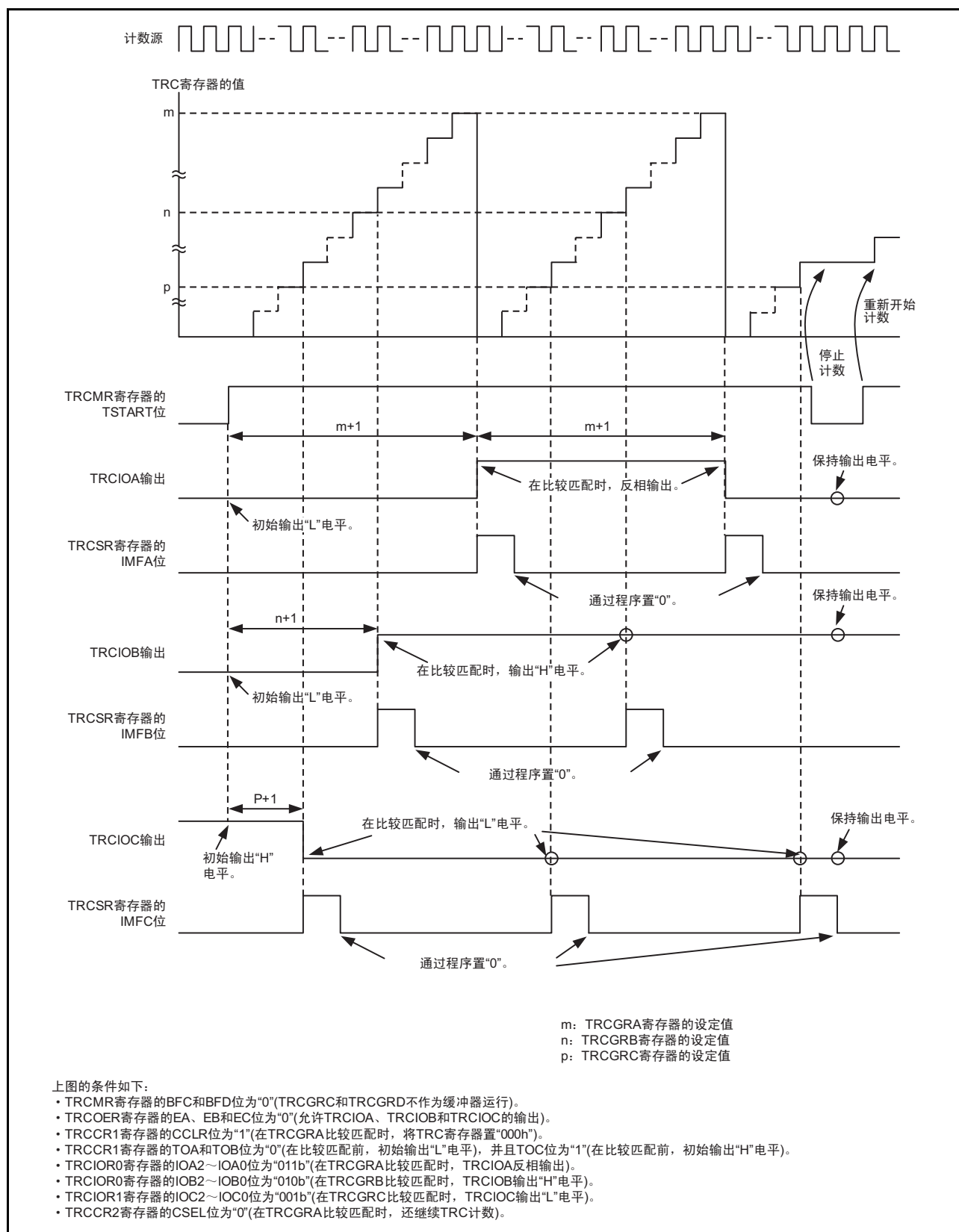


图 19.10 输出比较功能的运行例子

19.5.6 TRCGRC 寄存器和 TRCGRD 寄存器的输出引脚的变更

能将 TRCGRC 寄存器和 TRCGRD 寄存器分别用于 TRCIOA 引脚和 TRCIOB 引脚的输出控制。因此，能对各引脚进行如下的输出控制：

- 通过 TRCGRA 寄存器的值和 TRCGRC 寄存器的值控制 TRCIOA 输出。
- 通过 TRCGRB 寄存器的值和 TRCGRD 寄存器的值控制 TRCIOB 输出。

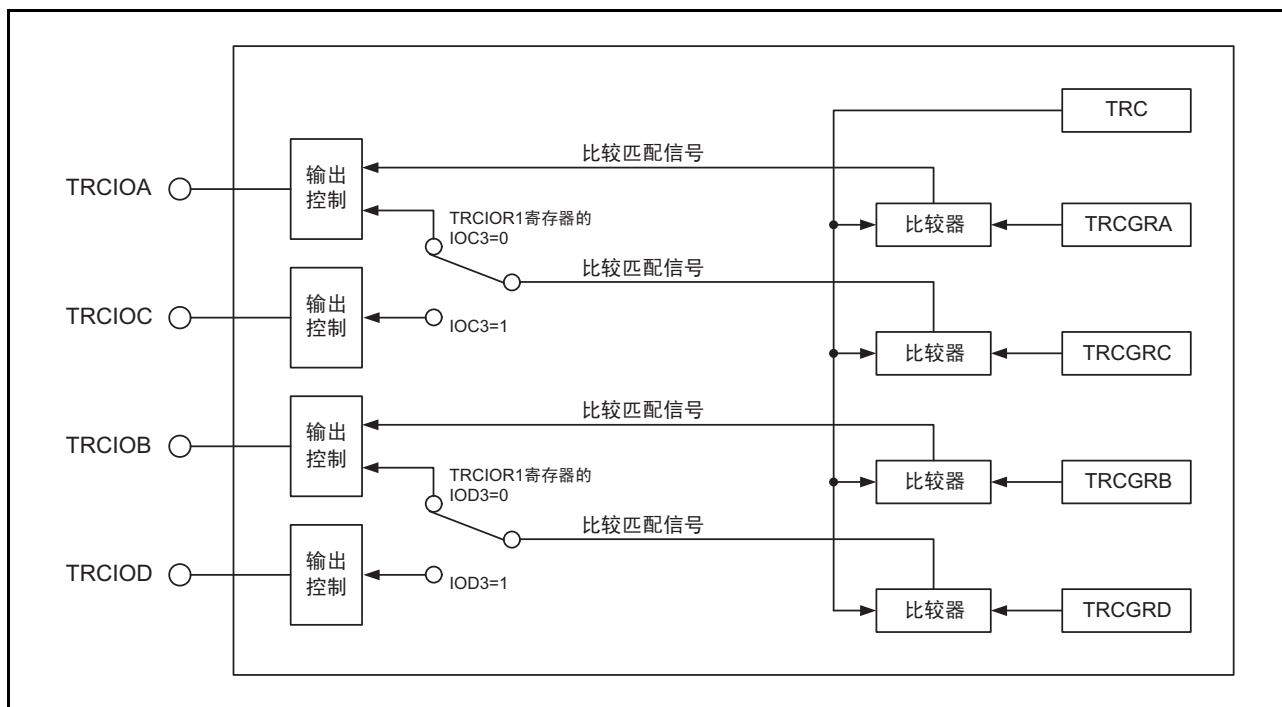


图 19.11 TRCGRC 和 TRCGRD 的输出引脚的变更

如果要更改 TRCGRC 寄存器和 TRCGRD 寄存器的输出引脚，就必须进行以下的设定：

- 将 TRCIOR1 寄存器的 IOC3 位置 “0”（TRCIOA 输出寄存器），并且将 IOD3 位置 “0”（TRCIOB 输出寄存器）。
- 将 TRCMR 寄存器的 BFC 位和 BFD 位置 “0”（通用寄存器）。
- 给 TRCGRA 寄存器和 TRCGRC 寄存器设定不同的值，并且给 TRCGRB 寄存器和 TRCGRD 寄存器设定不同的值。

将 TRCGRC 和 TRCGRD 分别用于 TRCIOA 引脚和 TRCIOB 引脚的输出控制时的运行例子如图 19.12 所示。

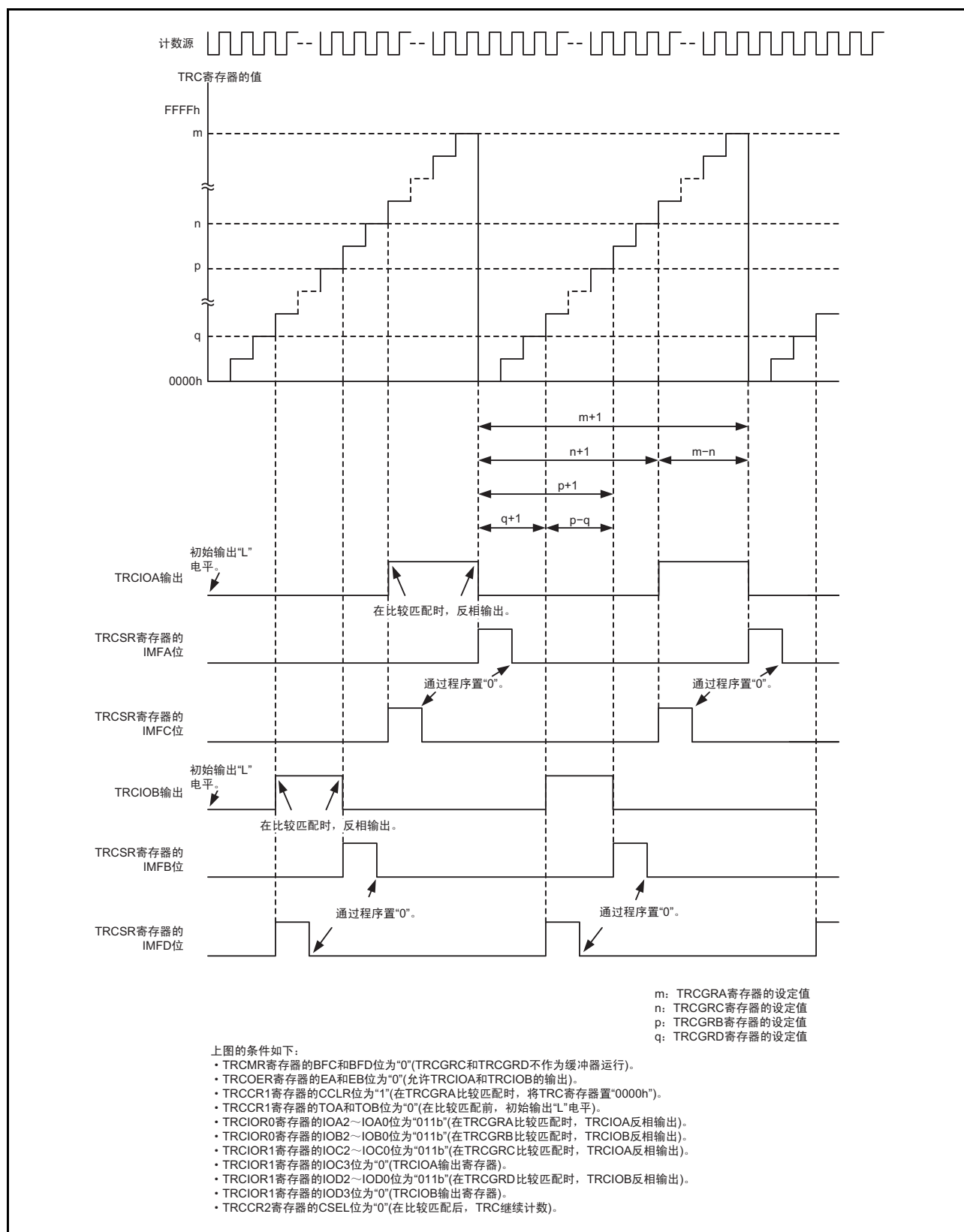


图 19.12 将 TRCGRC 和 TRCGRD 分别用于 TRCIOA 引脚和 TRCIOB 引脚的输出控制时的运行例子

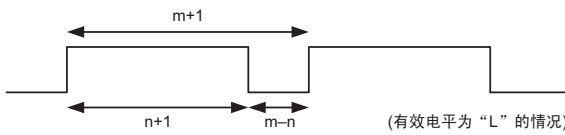
19.6 PWM 模式

这是输出 PWM 波形的模式，最多能输出 3 个同周期的 PWM 波形。

能将各引脚设定为 PWM 模式或者定时器模式（但是，只要有 1 个引脚用于 PWM 模式，就使用 TRCGRA 寄存器，因此 TRCGRA 寄存器不能用于定时器模式）。

PWM 模式的规格和 PWM 模式的 TRCGRh 寄存器功能分别如表 19.11 和表 19.12 所示，PWM 模式的框图和 PWM 模式的运行例子分别如图 19.13 和图 19.14 ~ 图 19.15 所示。

表 19.11 PWM 模式的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f4、f8、f32、fOCO40M、fOCO-F TRCCLK 引脚的外部输入信号（上升沿）
计数	递增计数
PWM 波形	PWM 周期: $1/fk \times (m+1)$ 有效电平宽度: $1/fk \times (m-n)$ 无效电平宽度: $1/fk \times (n+1)$ fk: 计数源的频率 m: TRCGRA 寄存器的设定值 n: TRCGRj 寄存器的设定值  (有效电平为“L”的情况)
计数开始条件	给 TRCMR 寄存器的 TSTART 位写“1”（开始计数）。
计数停止条件	- 当 TRCCR2 寄存器的 CSEL 位为“0”（在和 TRCGRA 寄存器比较匹配后继续计数）时给 TRCMR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数），PWM 输出引脚保持停止计数前的输出电平，TRC 寄存器保持停止前的值。 - 当 TRCCR2 寄存器的 CSEL 位为“1”（在和 TRCGRA 寄存器比较匹配时停止计数）时和在 TRCGRA 寄存器比较匹配时停止计数，PWM 输出引脚保持比较匹配引起输出变化后的电平。
中断请求的发生时序	- 比较匹配（TRC 寄存器和 TRCGRh 寄存器的内容相同） - TRC 寄存器的上溢
TRCIOA 引脚功能	可编程输入 / 输出端口
TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD 引脚功能	可编程输入 / 输出端口或者 PWM 输出引脚（能按引脚选择）
INT0 引脚功能	可编程输入 / 输出端口、脉冲输出强制截止信号的输入引脚或者 INT0 中断的输入引脚
读定时器	如果读 TRC 寄存器，就能读到计数值。
写定时器	能写 TRC 寄存器。
选择功能	1 ~ 3 个 PWM 输出引脚的选择 TRCIOB、TRCIOC、TRCIOD 引脚中的 1 个或者多个引脚 - 各引脚有效电平的选择 各引脚初始输出电平的选择 - 缓冲器运行（参照“19.3.2 缓冲器运行”） - 脉冲输出强制截止信号的输入（参照“19.3.4 脉冲输出的强制截止”） - A/D 触发的发生

j=B、C、D

h=A、B、C、D

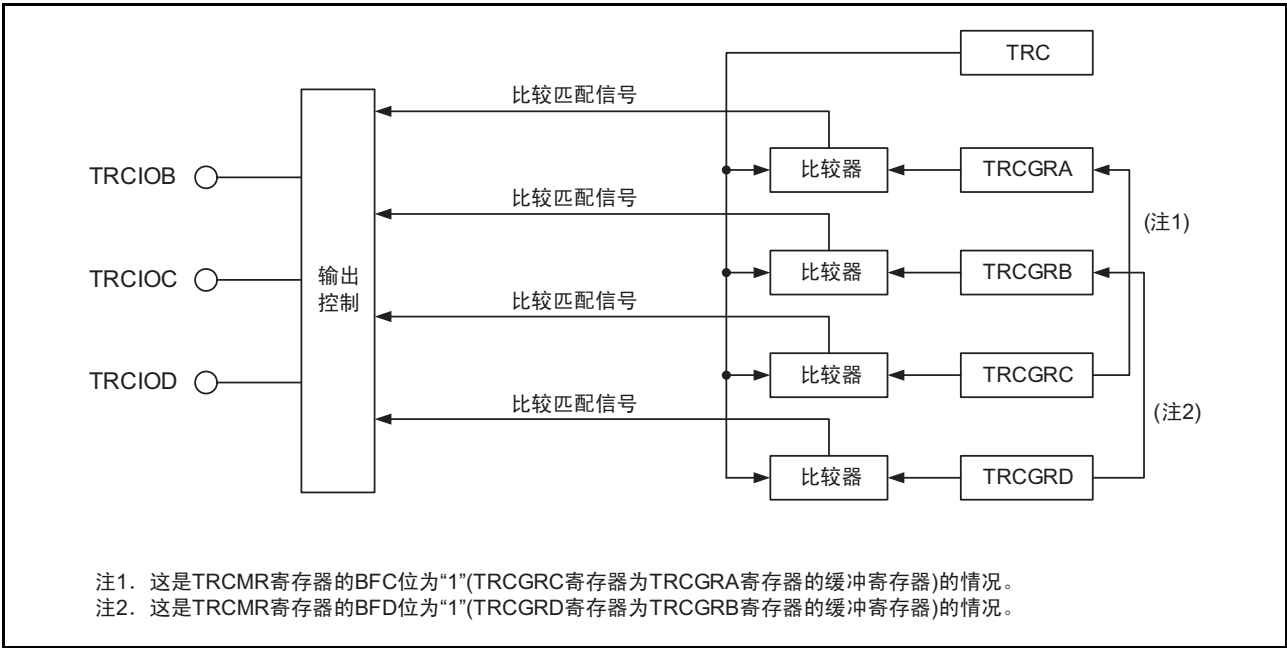


图 19.13 PWM 模式的框图

19.6.1 定时器 RC 的控制寄存器 1（TRCCR1）[PWM 模式]

地址	地址 0121h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CCLR	TCK2	TCK1	TCK0	TOD	TOC	TOB	TOA
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TOA	TRCIOA 输出电平选择位（注 1）	在 PWM 模式中无效。	R/W
b1	TOB	TRCIOB 输出电平选择位（注 1、注 2）	0: 初始输出为无效电平	R/W
b2	TOC	TRCIOC 输出电平选择位（注 1、注 2）	1: 初始输出为有效电平	R/W
b3	TOD	TRCIOD 输出电平选择位（注 1、注 2）		R/W
b4	TCK0	计数源选择位（注 1）	b6 b5 b4 0 0 0: f1 0 0 1: f2 0 1 0: f4 0 1 1: f8 1 0 0: f32 1 0 1: TRCCLK 输入的上升沿 1 1 0: fOCO40M 1 1 1: fOCO-F（注 3）	R/W
b5	TCK1			R/W
b6	TCK2			R/W
b7	CCLR	TRC 计数器的清除选择位	0: 禁止清除（自由运行） 1: 在 TRCGRA 比较匹配时清除	R/W

注 1. 必须在 TRCMR 寄存器的 TSTART 位为“0”（停止计数）时写此位。
注 2. 在引脚功能为波形输出的情况下（参照“7.5 端口的设定”）设定 TRCCR1 寄存器时，输出初始电平。
注 3. 在选择 fOCO-F 时，fOCO-F 的时钟频率必须大于 CPU 的时钟频率。

19.6.2 定时器 RC 的控制寄存器 2 (TRCCR2) [PWM 模式]

地址	地址 0130h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TCEG1	TCEG0	CSEL	—	—	POLD	POLC	POLB
复位后的值	0	0	0	1	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	POLB	PWM 模式的输出电平控制位 B (注 1)	0: TRCIOB 的输出电平为 “L” 电平有效 1: TRCIOB 的输出电平为 “H” 电平有效	R/W
b1	POLC	PWM 模式的输出电平控制位 C (注 1)	0: TRCIOC 的输出电平为 “L” 电平有效 1: TRCIOC 的输出电平为 “H” 电平有效	R/W
b2	POLD	PWM 模式的输出电平控制位 D (注 1)	0: TRCIOD 的输出电平为 “L” 电平有效 1: TRCIOD 的输出电平为 “H” 电平有效	R/W
b3	—	什么也不指定。只能写 “0”，读取值为 “1”。		—
b4	—			
b5	CSEL	TRC 计数选择位 (注 2)	0: 在和 TRCGRA 寄存器比较匹配后继续计数 1: 在和 TRCGRA 寄存器比较匹配时停止计数	R/W
b6	TCEG0	TRCTRG 的输入沿选择位 (注 3)	b7 b6 00: 禁止 TRCTRG 的触发输入 01: 选择上升沿 10: 选择下降沿 11: 选择双边沿	R/W
b7	TCEG1			R/W

注 1. 此位在 PWM 模式中有效。

注 2. 此位在输出比较功能、PWM 模式和 PWM2 模式中有效。有关 PWM2 模式中的注意事项，请参照 “19.9.6 PWM2 模式的 TRCMR 寄存器”。

注 3. 此位在 PWM2 模式中有效。

表 19.12 PWM 模式的 TRCGRh 寄存器功能

寄存器	设定	寄存器功能	PWM 输出引脚
TRCGRA	—	通用寄存器，必须设定 PWM 周期。	—
TRCGRB	—	通用寄存器，必须设定 PWM 输出的变化点。	TRCIOB
TRCGRC	BFC=0	通用寄存器，必须设定 PWM 输出的变化点。	TRCIOC
TRCGRD	BFD=0		TRCIOD
TRCGRC	BFC=1	缓冲寄存器，必须设定下一个 PWM 周期 (参照 “19.3.2 缓冲器运行”)。	—
TRCGRD	BFD=1	缓冲寄存器，必须设定下一个 PWM 输出的变化点 (参照 “19.3.2 缓冲器运行”)。	TRCIOB

h=A、B、C、D

BFC、BFD: TRCMR 寄存器的位

注 1. 在 TRCGRA 寄存器的值 (PWM 周期) 和 TRCGRB、TRCGRC、TRCGRD 寄存器的值相同的情况下，即使发生比较匹配，引脚的输出电平也不变。

19.6.3 运行例子

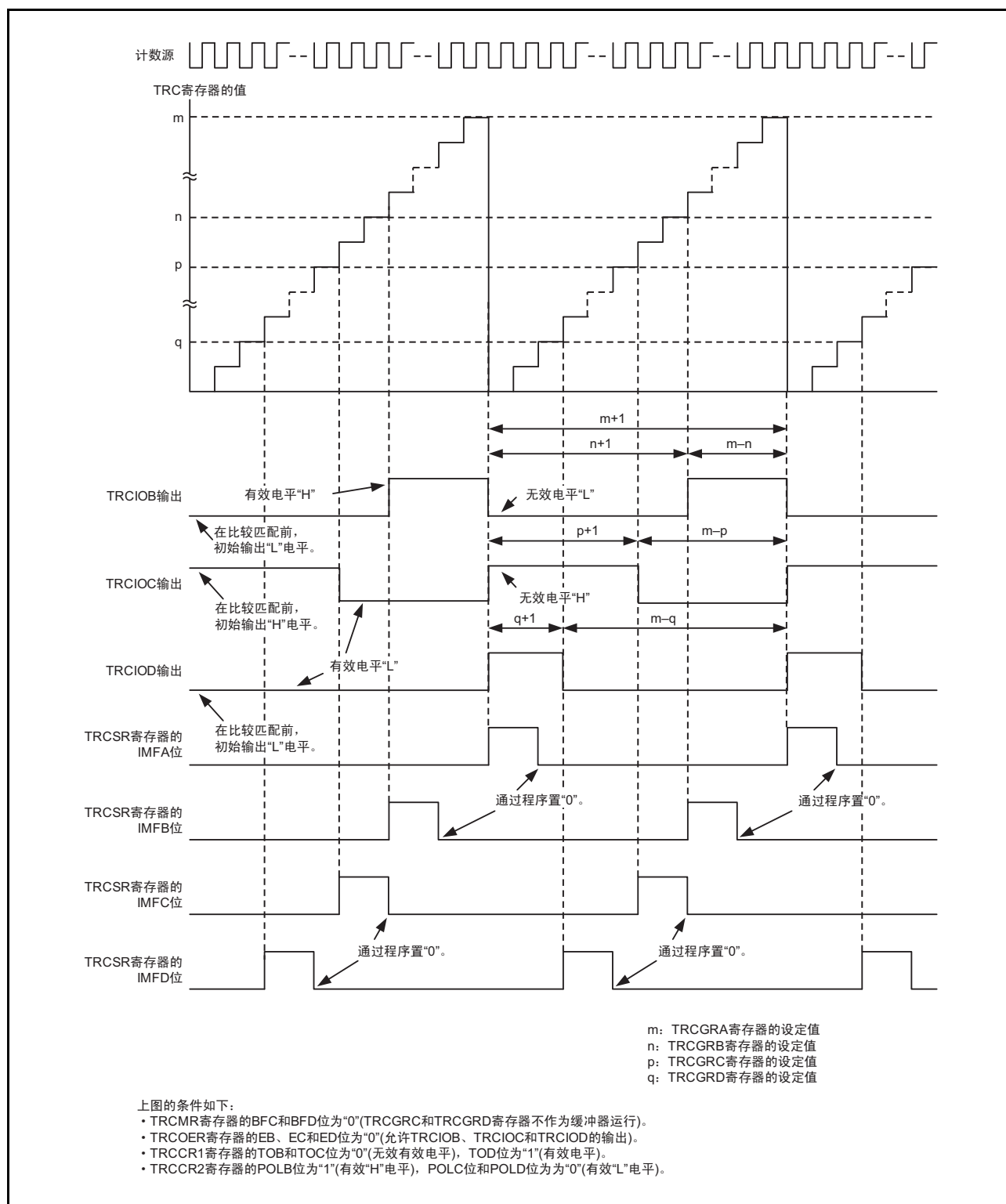
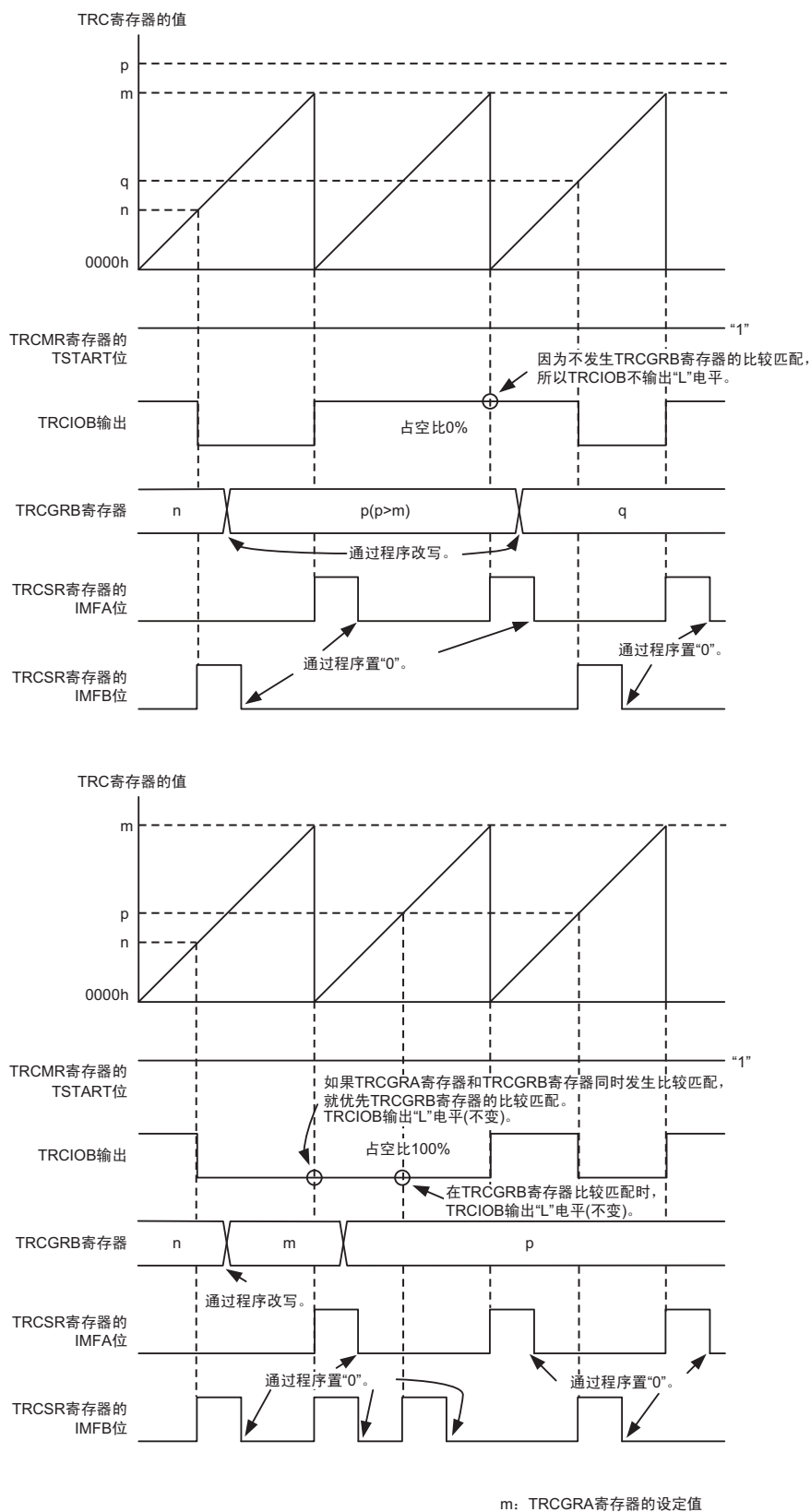


图 19.14 PWM 模式的运行例子



上图的条件如下：

- TRCOER寄存器的EB位为“0”(允许TRCIOB输出)。
- TRCCR2寄存器的POLB位为“0”(有效电平为“L”电平)。

图 19.15 PWM 模式的运行例子（占空比为 0% 和 100%）

19.7 PWM2 模式

这是输出 1 个 PWM 波形的模式。在触发后经过任意的等待时间，引脚的输出电平变为有效电平，再经过任意时间后，恢复为无效电平。因为能在恢复为无效电平的同时停止计数器的计数，所以也能输出可编程等待单触发波形。

在 PWM2 模式中，因为定时器 RC 的多个通用寄存器组合使用，所以不能和其它模式一起使用。

PWM2 模式的框图和 PWM2 模式的运行例子分别如图 19.16 和图 19.17 ~ 图 19.19 所示，PWM2 模式的规格和 PWM2 模式的 TRCGRj 寄存器功能分别如表 19.13 和表 19.14 所示。

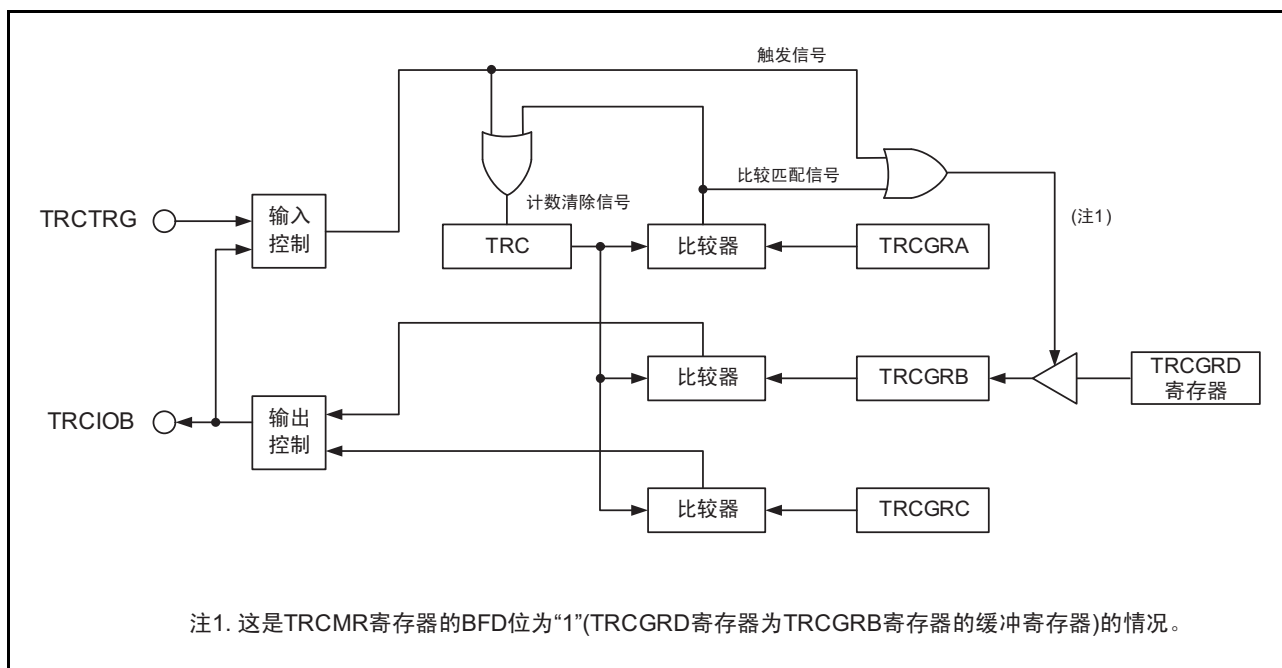


图 19.16 PWM2 模式的框图

表 19.13 PWM2 模式的规格

项目	规格
计数源	f1、f2、f4、f8、f32、fOCO40M、fOCO-F TRCCLK 引脚的外部输入信号（上升沿）
计数	TRC 寄存器进行递增计数。
PWM 波形	PWM 周期: $1/fk \times (m+1)$（没有 TRCTRG 输入） 有效电平宽度: $1/fk \times (n-p)$ 开始计数或者触发后的等待时间: $1/fk \times (p+1)$ fk: 计数源的频率 m: TRCGRA 寄存器的设定值 n: TRCGRB 寄存器的设定值 p: TRCGRC 寄存器的设定值 (TRCTRG: 上升沿, 有效电平为“H”的情况)
计数开始条件	- 当 TRCCR2 寄存器的 TCEG1 ~ TCEG0 位为“00b”（禁止 TRCTRG 触发输入）或者 TRCCR2 寄存器的 CSEL 位为“0”（继续计数）时给 TRCMR 寄存器的 TSTART 位写“1”（开始计数）。 - 当 TRCCR2 寄存器的 TCEG1 ~ TCEG0 位为“01b”、“10b”或者“11b”（允许 TRCTRG 触发输入）并且 TRCMR 寄存器的 TSTART 位为“1”（开始计数）时给 TRCTRG 引脚输入触发信号。
计数停止条件	- 给 TRCMR 寄存器的 TSTART 位写“0”（停止计数）（包括 TRCCR2 寄存器的 CSEL 位为“0”或者“1”的情况）。TRCIOB 引脚根据 TRCCR1 寄存器的 TOB 位的内容输出初始电平，TRC 寄存器保持停止前的值。 - 当 TRCCR2 寄存器的 CSEL 位为“1”时，在 TRCGRA 比较匹配时停止计数。TRCIOB 引脚输出初始电平。当 TRCCR1 寄存器的 CCLR 位为“0”时，TRC 寄存器保持停止前的值；当 TRCCR1 寄存器的 CCLR 位为“1”时，TRC 寄存器为“0000h”。
中断请求的发生时序	- 比较匹配（TRC 寄存器和 TRCGRj 寄存器的内容相同） - TRC 寄存器的上溢
TRCIOA/TRCTRG 引脚功能	可编程输入 / 输出端口或者 TRCTRG 输入引脚
TRCIOB 引脚功能	PWM 输出引脚
TRCIOC、TRCIOD 引脚功能	可编程输入 / 输出端口
INT0 引脚功能	可编程输入 / 输出端口、脉冲输出强制截止信号的输入引脚或者 INT0 中断的输入引脚
读定时器	如果读 TRC 寄存器，就能读到计数值。
写定时器	能写 TRC 寄存器。
选择功能	- 外部触发和有效边沿的选择 能将 TRCTRG 引脚的输入边沿作为 PWM 输出的触发信号。 上升沿、下降沿或者双边沿。 - 缓冲器运行（参照“19.3.2 缓冲器运行”） - 脉冲输出强制截止信号的输入（参照“19.3.4 脉冲输出的强制截止”） - 数字滤波器（参照“19.3.3 数字滤波器”） - A/D 触发的发生

j=A、B、C

19.7.1 寄存器 RC 的控制寄存器 1 (TRCCR1) [PWM2 模式]

地址	地址 0121h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CCLR	TCK2	TCK1	TCK0	TOD	TOC	TOB	TOA
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TOA	TRCIOA 输出电平选择位 (注 1)	在 PWM2 模式中无效。	R/W
b1	TOB	TRCIOB 输出电平选择位 (注 1、注 2)	0: 有效电平为 “H” 电平 (初始输出 “L” 电平, 在 TRCGRC 比较匹配时 输出 “H” 电平, 在 TRCGRB 比较匹配时输出 “L” 电平。) 1: 有效电平为 “L” 电平 (初始输出 “H” 电平, 在 TRCGRC 比较匹配时 输出 “L” 电平, 在 TRCGRB 比较匹配时输出 “H” 电平。)	R/W
b2	TOC	TRCIOC 输出电平选择位 (注 1)	在 PWM2 模式中无效。	R/W
b3	TOD	TRCIOD 输出电平选择位 (注 1)		R/W
b4	TCK0	计数源选择位 (注 1)	b6 b5 b4 0 0 0: f1 0 0 1: f2 0 1 0: f4 0 1 1: f8 1 0 0: f32 1 0 1: TRCCLK 输入的上升沿 1 1 0: fOCO40M 1 1 1: fOCO-F (注 3)	R/W
b5	TCK1			R/W
b6	TCK2			R/W
b7	CCLR	TRC 计数器的清除选择位	0: 禁止清除 (自由运行) 1: 在 TRCGRA 比较匹配时清除	R/W

注 1. 必须在 TRCMR 寄存器的 TSTART 位为 “0” (停止计数) 时写此位。

注 2. 在引脚功能为波形输出的情况下 (参照 “7.5 端口的设定”) 设定 TRCCR1 寄存器时, 输出初始电平。

注 3. 在选择 fOCO-F 时, fOCO-F 的时钟频率必须大于 CPU 的时钟频率。

19.7.2 定时器 RC 的控制寄存器 2 (TRCCR2) [PWM2 模式]

地址	地址 0130h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TCEG1	TCEG0	CSEL	—	—	POLD	POLC	POLB
复位后的值	0	0	0	1	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	POLB	PWM 模式的输出电平控制位 B (注 1)	0: TRCIOB 的输出电平为 “L” 电平有效 1: TRCIOB 的输出电平为 “H” 电平有效	R/W
b1	POLC	PWM 模式的输出电平控制位 C (注 1)	0: TRCIOC 的输出电平为 “L” 电平有效 1: TRCIOC 的输出电平为 “H” 电平有效	R/W
b2	POLD	PWM 模式的输出电平控制位 D (注 1)	0: TRCIOD 的输出电平为 “L” 电平有效 1: TRCIOD 的输出电平为 “H” 电平有效	R/W
b3	—	么也不指定。只能写 “0”，读取值为 “1”。		—
b4	—			
b5	CSEL	TRC 计数选择位 (注 2)	0: 在和 TRCGRA 寄存器比较匹配后继续计数 1: 在和 TRCGRA 寄存器比较匹配时停止计数	R/W
b6	TCEG0	TRCTRG 的输入沿选择位 (注 3)	b7 b6 00: 禁止 TRCTRG 的触发输入 01: 选择上升沿 10: 选择下降沿 11: 选择双边沿	R/W
b7	TCEG1			R/W

注 1. 此位在 PWM 模式中有效。

注 2. 此位在输出比较功能、PWM 模式和 PWM2 模式中有效。

有关 PWM2 模式中的注意事项，请参照 “19.9.6 PWM2 模式的 TRCMR 寄存器”。

注 3. 此位在 PWM2 模式中有效。

19.7.3 定时器 RC 的数字滤波器的功能选择寄存器（TRCDF）[PWM2 模式]

地址	地址 0131h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	DFCK1	DFCK0	—	DFTRG	DFD	DFC	DFB	DFA
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	DFA	TRCIOA 引脚的数字滤波器的功能选择位（注 1）	0: 无功能 1: 有功能	R/W
b1	DFB	TRCIOB 引脚的数字滤波器的功能选择位（注 1）		R/W
b2	DFC	TRCIOC 引脚的数字滤波器的功能选择位（注 1）		R/W
b3	DFD	TRCIOD 引脚的数字滤波器的功能选择位（注 1）		R/W
b4	DFTRG	TRCTRGR 引脚的数字滤波器的功能选择位（注 2）		R/W
b5	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为“0”。		—
b6	DFCK0	数字滤波器的功能时钟选择位（注 1、注 2）	b7 b6 0 0: f32 0 1: f8 1 0: f1 1 1: 计数源（通过 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位选择的时钟）	R/W
b7	DFCK1			R/W

注 1. 此位在输入捕捉功能中有效。

注 2. 此位在 PWM2 模式中并且 TRCCR2 寄存器的 TCEG1 ~ TCEG0 位为“01b”、“10b”或者“11b”（允许 TRCTRGR 触发输入）时有效。

表 19.14 PWM2 模式的 TRCGRj 寄存器功能

寄存器	设定	寄存器功能	PWM2 输出引脚
TRCGRA	—	通用寄存器，必须设定 PWM 周期。	TRCIOB 引脚
TRCGRB （注 1）	—	通用寄存器，必须设定 PWM 输出的变化点。	
TRCGRC （注 1）	BFC=0	通用寄存器，必须设定 PWM 输出的变化点（触发后的等待时间）。	
TRCGRD	BFD=0	（在 PWM2 模式中不使用）	—
TRCGRD	BFD=1	缓冲寄存器，必须设定下一个 PWM 输出的变化点（参照“19.3.2 缓冲器运行”）。	TRCIOB 引脚

j=A、B、C、D

BFC、BFD: TRCMR 寄存器的位

注 1. 不能给 TRCGRB 寄存器和 TRCGRC 寄存器设定相同的值。

19.7.4 运行例子

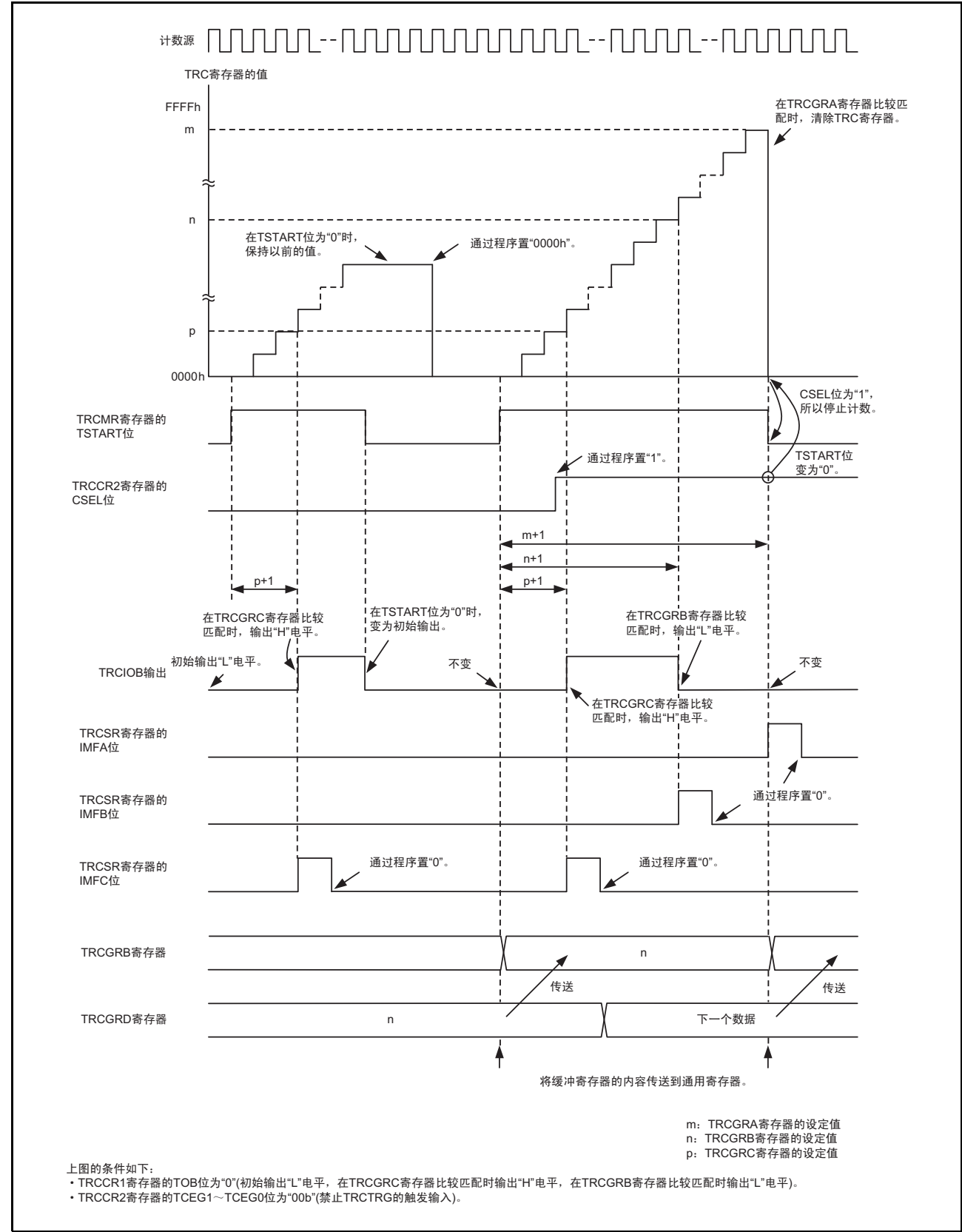


图 19.17 PWM2 模式的运行例子（禁止 TRCTRIG 触发输入）

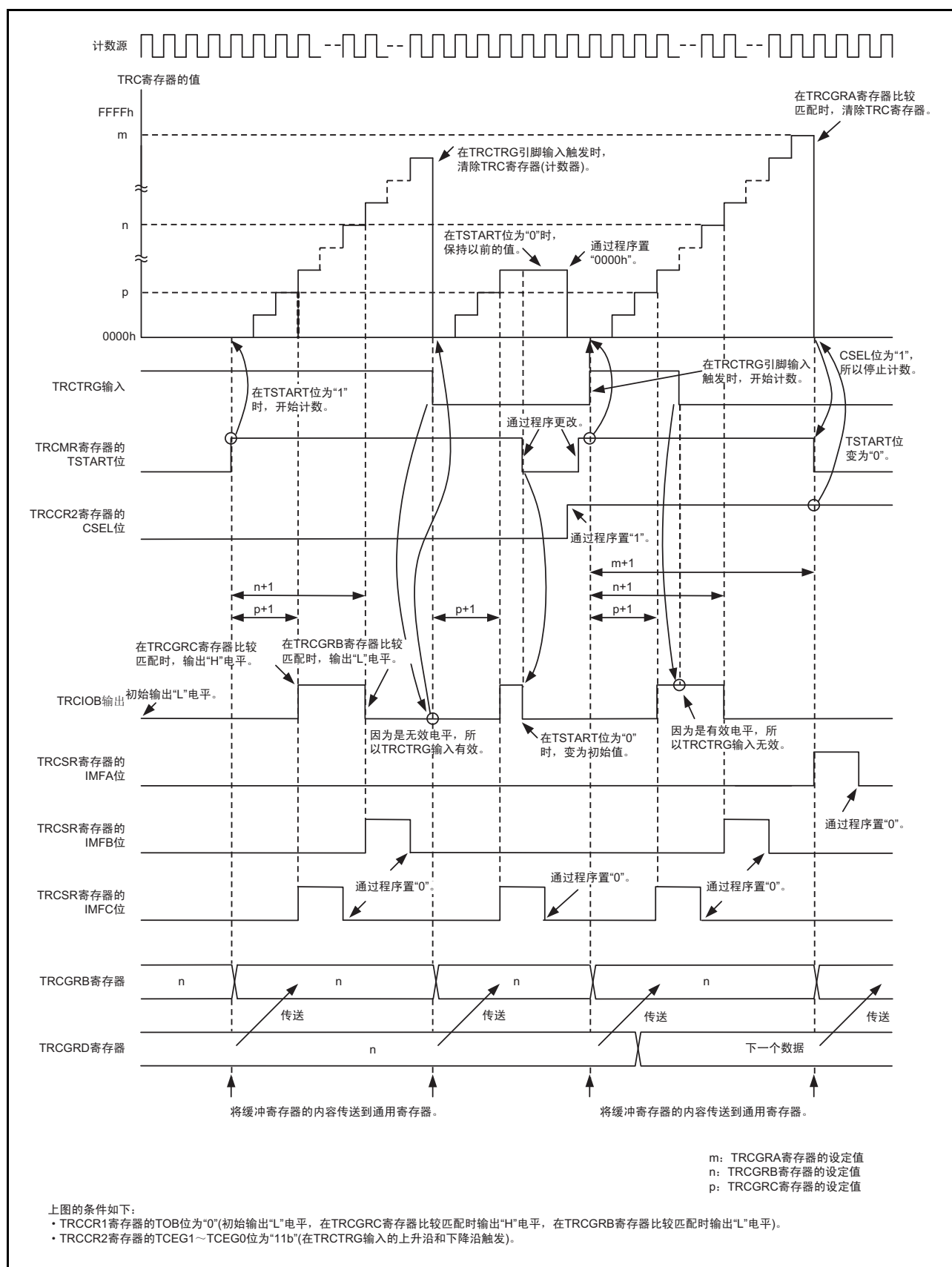


图 19.18 PWM2 模式的运行例子 (允许 TRCTRG 触发输入)

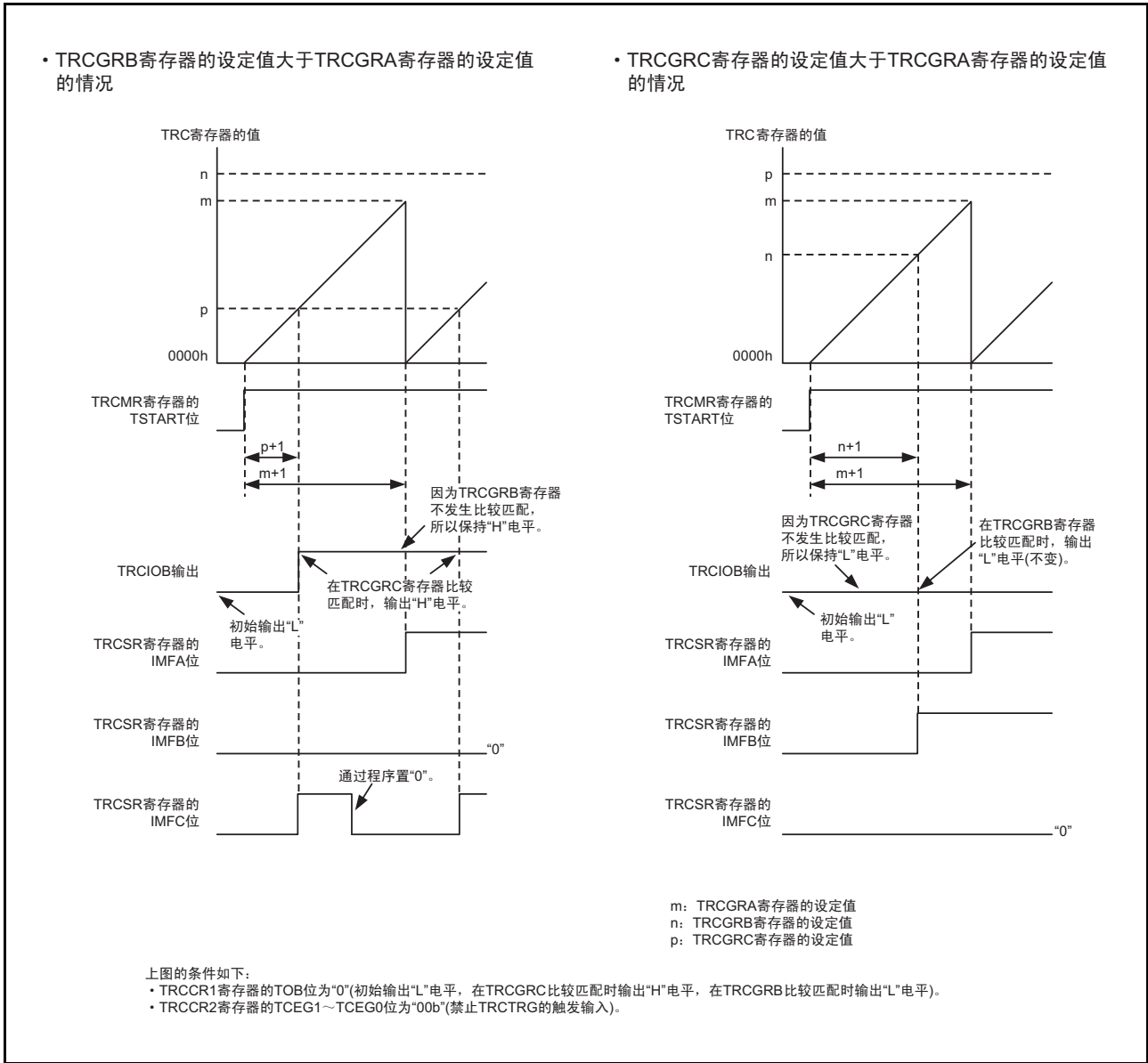


图 19.19 PWM2 模式的运行例子（占空比为 0% 和 100%）

19.8 定时器 RC 中断

定时器 RC 由 5 个中断源产生定时器 RC 的中断请求。定时器 RC 中断有 1 个 TRCIC 寄存器（IR 位和 ILVL0 ~ ILVL2 位）和 1 个向量。

定时器 RC 中断的相关寄存器和定时器 RC 中断的框图分别如表 19.15 和图 19.20 所示。

表 19.15 定时器 RC 中断的相关寄存器

定时器 RC 的状态寄存器	定时器 RC 的中断允许寄存器	定时器 RC 的中断控制寄存器
TRCSR	TRCIER	TRCIC

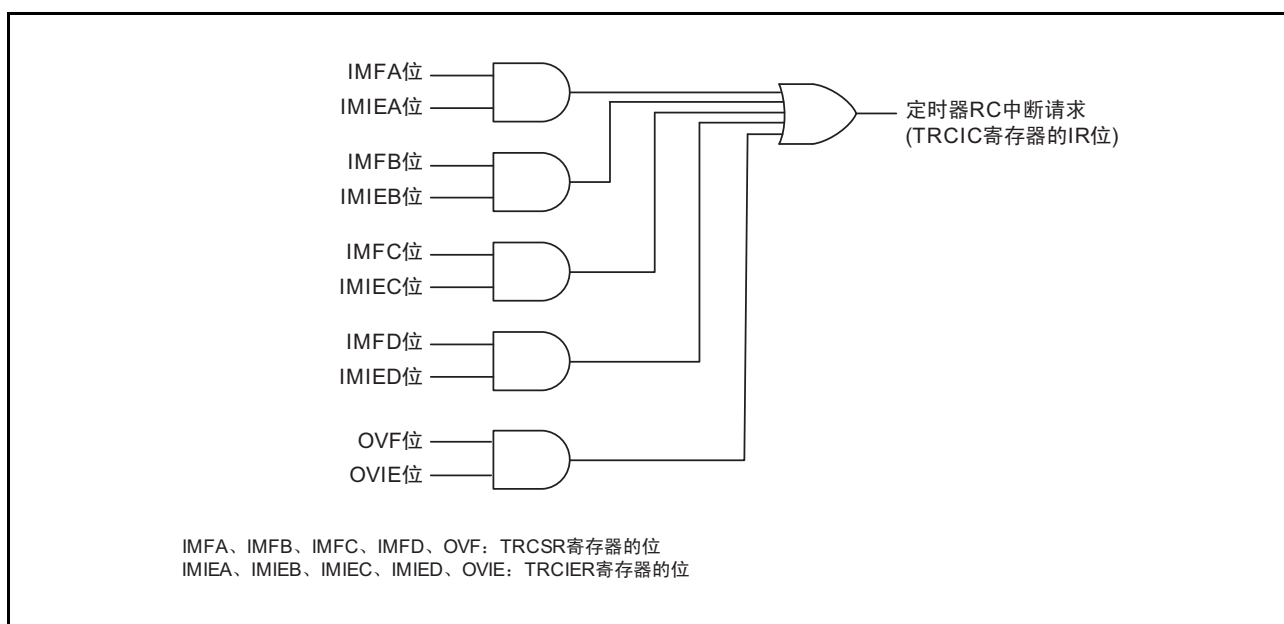


图 19.20 定时器 RC 中断的框图

定时器 RC 中断和其他可屏蔽中断相同，通过 I 标志、IR 位、ILVL0 ~ ILVL2 位和 IPL 的关系进行中断控制。但是，由于从多个中断请求源产生 1 个中断请求（定时器 RC 中断），所以和其他可屏蔽中断有以下不同：

- 当 TRCSR 寄存器的位为“1”并且其对应的 TRCIER 寄存器的位为“1”（允许中断）时，TRCIC 寄存器的 IR 位就变为“1”（有中断请求）。
- 当 TRCSR 寄存器的位或者其对应的 TRCIER 寄存器的位为“0”时，IR 位就变为“0”（无中断请求）。即，一旦 IR 位为“1”，即使没有接受中断也不保持中断请求。
- 如果在 IR 位变为“1”后发生其他的请求源，IR 位就保持“1”。
- 如果 TRCIER 寄存器的多个位被置“1”，就必须通过 TRCSR 寄存器判断是哪个请求源发生的中断。
- 即使接受中断，TRCSR 寄存器的各位也不会自动变为“0”，因此必须在中断程序内将这些位置“0”。有关置“0”的方法，请参照“19.2.5 定时器 RC 的状态寄存器（TRCSR）”。

TRCIER 寄存器请参照“19.2.4 定时器 RC 的中断允许寄存器（TRCIER）”。

TRCIC 寄存器请参照“11.3 中断控制”，中断向量请参照“11.1.5.2 可变量量表”。

19.9 使用定时器 RC 时的注意事项

19.9.1 TRC 寄存器

- 在 TRCCR1 寄存器的 CCLR 位为 “1”（在和 TRCGRA 寄存器比较匹配时清除 TRC 寄存器）时，需要注意以下事项：
当 TRCMR 寄存器的 TSTART 位为 “1”（开始计数）时，不能在 TRC 寄存器变为 “0000h” 的同时通过程序写 TRC 寄存器。
如果 TRC 寄存器变为 “0000h” 和写 TRC 寄存器同时发生，值就无法被写入而 TRC 寄存器变为 “0000h”。
- 如果在写 TRC 寄存器后接着读 TRC 寄存器，就可能读到写入前的值。此时，必须在写和读之间执行 JMP.B 指令。

```

程序例子      MOV.W    #XXXXh, TRC      ; 写
                JMP.B    L1              ; JMP.B 指令
                L1:      MOV.W    TRC, DATA    ; 读
  
```

19.9.2 TRCSR 寄存器

如果在写 TRCSR 寄存器后接着读 TRCSR 寄存器，就可能读到写入前的值。此时，必须在写和读之间执行 JMP.B 指令。

```

程序例子      MOV.B    #XXh, TRCSR      ; 写
                JMP.B    L1              ; JMP.B 指令
                L1:      MOV.B    TRCSR, DATA    ; 读
  
```

19.9.3 TRCCR1 寄存器

在将 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位置 “111b”（fOCO-F）时，fOCO-F 的时钟频率必须大于 CPU 的时钟频率。

19.9.4 计数源的转换

- 必须在停止计数后进行计数源的转换。
变更步骤：
(1)将 TRCMR 寄存器的 TSTART 位置 “0”（停止计数）。
(2)更改 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位。
- 在将计数源从 fOCO40M 变为其他时钟并且停止 fOCO40M 时，必须在时钟的转换设定后至少等待 2 个 f1 周期，然后停止 fOCO40M。
变更步骤：
(1)将 TRCMR 寄存器的 TSTART 位置 “0”（停止计数）。
(2)更改 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位。
(3)至少等待 2 个 f1 周期。
(4)将 FRA0 寄存器的 FRA00 位置 “0”（停止高速内部振荡器）。

- 在将计数源从 fOCO-F 变为 fOCO40M 并且停止 fOCO-F 时，必须在时钟的转换设定后至少等待 2 个 fOCO-F 周期，然后停止 fOCO-F。
变更步骤：
(1) 将 TRCMR 寄存器的 TSTART 位置 “0”（停止计数）。
(2) 更改 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位。
(3) 至少等待 2 个 fOCO-F 周期。
(4) 将 FRA0 寄存器的 FRA00 位置 “0”（停止高速内部振荡器）。
- 在将计数源从 fOCO-F 变为 fOCO40M 以外的时钟并且停止 fOCO-F 时，必须在时钟的转换设定后至少等待 1 个 fOCO-F 周期 + 1 个 fOCO40M 周期，然后停止 fOCO-F。
变更步骤：
(1) 将 TRCMR 寄存器的 TSTART 位置 “0”（停止计数）。
(2) 更改 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位。
(3) 至少等待 1 个 fOCO-F 周期 + 1 个 fOCO40M 周期。
(4) 将 FRA0 寄存器的 FRA00 位置 “0”（停止高速内部振荡器）。

19.9.5 输入捕捉功能

- 必须如下设定输入捕捉信号的脉宽：
[无数字滤波器的情况]
至少设定为 3 个定时器 RC 的运行时钟周期（参照“表 19.1 定时器 RC 的运行时钟”）。
[有数字滤波器的情况]
至少设定为 5 个数字滤波器的采样时钟周期 + 3 个定时器 RC 的运行时钟周期（参照“图 19.5 数字滤波器的框图”）。
- 在给 TRCIOj (j=A、B、C、D) 引脚输入了输入捕捉信号后，需要等待 1~2 个定时器 RC 的运行时钟周期，然后将 TRC 寄存器的值传送到 TRCGRj 寄存器（无数字滤波器时）。

19.9.6 PWM2 模式的 TRCMR 寄存器

当 TRCCR2 寄存器的 CSEL 位为 “1”（在和 TRCGRA 寄存器比较匹配时停止计数）时，不能在 TRC 寄存器和 TRCGRA 寄存器发生比较匹配时写 TRCMR 寄存器。

19.9.7 计数源 fOCO40M

有关计数源 fOCO40M，必须在电源电压 VCC=2.7 ~ 5.5V 的范围内使用，否则就不能将 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位置 “110b”（选择 fOCO40M 作为计数源）。

20. 串行接口 (UART0)

串行接口由 UART0 和 UART2 这 2 个通道构成。本章对 UART0 进行说明。

20.1 概要

UART0 有各自专用的传送时钟发生定时器，还有时钟同步串行 I/O 模式和异步串行 I/O 模式 (UART 模式)。

UART0 的框图和发送 / 接收部的框图分别如图 20.1 和图 20.2 所示，UART0 的引脚结构如表 20.1 所示。

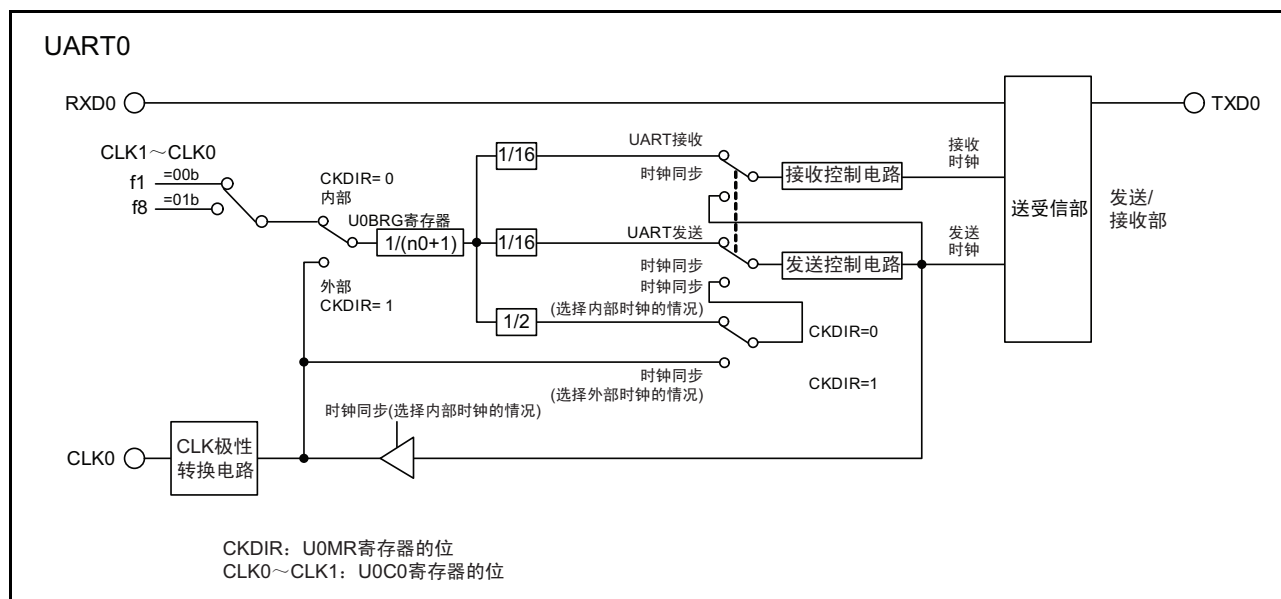


图 20.1 UART0 的框图

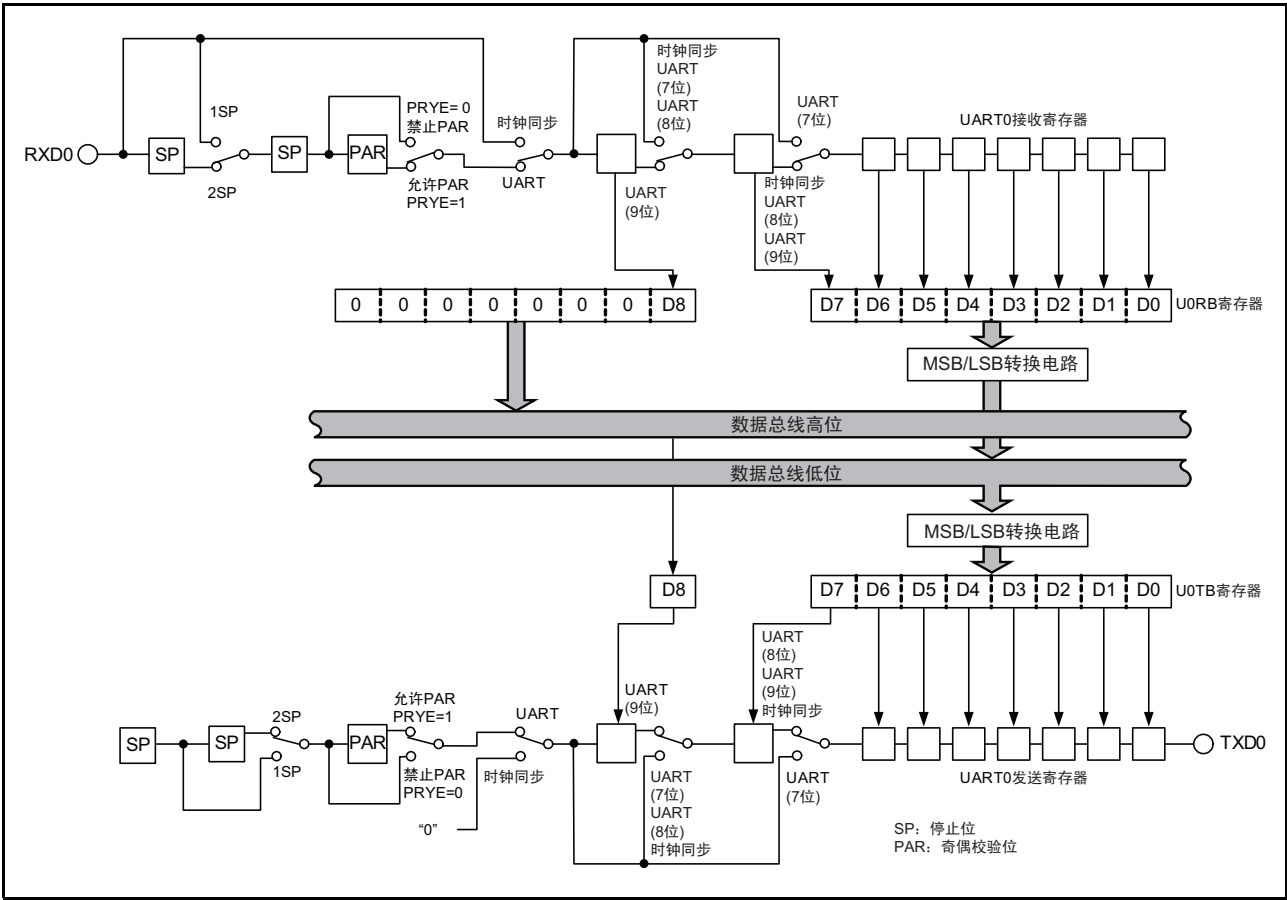


图 20.2 发送 / 接收部的框图

表 20.1 UART0 的引脚结构

引脚名	分配的引脚	输入 / 输出	功能
TXD0	P1_4	输出	串行数据输出
RXD0	P1_5	输入	串行数据输入
CLK0	P1_6	输入 / 输出	传送时钟输入 / 输出

20.2 寄存器说明

20.2.1 UART0 发送 / 接收模式寄存器 (U0MR)

地址	地址 00A0h (U0MR)							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	PRYE	PRY	STPS	CKDIR	SMD2	SMD1	SMD0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	SMD0	串行 I/O 模式选择位	b2 b1 b0 0 0 0: 串行接口无效	R/W
b1	SMD1		0 0 1: 时钟同步串行 I/O 模式	R/W
b2	SMD2		1 0 0: UART 模式、传送数据长为 7 位	R/W
			1 0 1: UART 模式、传送数据长为 8 位	
			1 1 0: UART 模式、传送数据长为 9 位	
			上述以外: 不能设定	
b3	CKDIR	内部 / 外部时钟选择位	0: 内部时钟 1: 外部时钟	R/W
b4	STPS	停止位长选择位	0: 1 个停止位 1: 2 个停止位	R/W
b5	PRY	奇偶校验选择位	在 PRYE=1 时有效。 0: 奇校验 1: 偶校验	R/W
b6	PRYE	奇偶校验允许位	0: 禁止奇偶校验 1: 允许奇偶校验	R/W
b7	—	保留位	必须置“0”。	R/W

20.2.2 UART0 位速率寄存器 (U0BRG) 0

地址	地址 00A1h (U0BRG)							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	功能	设定范围	R/W
b7 ~ b0	假设设定值为 n, 则 U0BRG 对计数源进行 n+1 分频。	00h ~ FFh	W

必须在停止发送和接收时写 U0BRG 寄存器。

必须使用 MOV 指令写 U0BRG 寄存器。

必须在设定 U0C0 寄存器的 CLK0 ~ CLK1 位后写 U0BRG 寄存器。

20.2.3 UART0 发送缓冲寄存器（U0TB）

地址	地址 00A3h ~ 00A2h（U0TB）							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	符号	功能	R/W
b0	—	发送数据	W
b1	—		
b2	—		
b3	—		
b4	—		
b5	—		
b6	—		
b7	—		
b8	—		
b9	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。	—
b10	—		
b11	—		
b12	—		
b13	—		
b14	—		
b15	—		

在传送数据长为 9 位时，必须按照高位字节 → 低位字节的顺序写 U0TB 寄存器。
必须使用 MOV 指令写 U0TB 寄存器。

20.2.4 UART0 发送 / 接收控制寄存器 0 (U0C0)

地址	地址 00A4h (U0C0)							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	UFORM	CKPOL	NCH	—	TXEPT	—	CLK1	CLK0
复位后的值	0	0	0	0	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CLK0	BRG 计数源选择位 (注 1)	b1 b0 0 0: 选择 f1	R/W
b1	CLK1		0 1: 选择 f8 1 0: 选择 f32 1 1: 不能设定	R/W
b2	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b3	TXEPT	发送寄存器空标志	0: 发送寄存器有数据 (正在发送) 1: 发送寄存器无数据 (发送结束)	R
b4	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b5	NCH	数据输出选择位	0: TXD0 引脚为 CMOS 输出 1: TXD0 引脚为 N 沟道漏极开路输出	R/W
b6	CKPOL	CLK 极性选择位	0: 在传送时钟的下降沿输出发送数据, 在上升沿输入接收数据。 1: 在传送时钟的上升沿输出发送数据, 在下降沿输入接收数据。	R/W
b7	UFORM	传送格式选择位	0: LSB first 1: MSB first	R/W

注 1. 如果更改 BRG 计数源, 就必须重新设定 U0BRG 寄存器。

20.2.5 UART0 发送 / 接收控制寄存器 1 (U0C1)

地址	地址 00A5h (U0C1)							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	U0RRM	U0IRS	RI	RE	TI	TE
复位后的值	0	0	0	0	0	0	1	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TE	发送允许位	0: 禁止发送 1: 允许发送	R/W
b1	TI	发送缓冲器空标志	0: U0TB 有数据 1: U0TB 无数据	R
b2	RE	接收允许位	0: 禁止接收 1: 允许接收	R/W
b3	RI	接收结束标志 (注 1)	0: U0RB 无数据 1: U0RB 有数据	R
b4	U0IRS	UART0 发送中断源选择位	0: 发送缓冲器空 (TI=1) 1: 发送结束 (TXEPT=1)	R/W
b5	U0RRM	UART0 连续接收模式允许位 (注 2)	0: 禁止连续接收模式 1: 允许连续接收模式	R/W
b6	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b7	—			

注 1. 如果读 U0RB 寄存器的高位字节，RI 位就变为“0”。

注 2. 在 UART 模式中，必须将 U0RRM 位置“0”（禁止连续接收模式）。

20.2.6 UART0 接收缓冲寄存器（U0RB）

地址	地址 00A7h ~ 00A6h（U0RB）							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	SUM	PER	FER	OER	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	—	接收数据（D7 ~ D0）	R
b1	—			
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			
b8	—	—	接收数据（D8）	R
b9	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—
b10	—			
b11	—			
b12	OER	溢出错误标志（注 1）	0: 无溢出错误 1: 发生溢出错误	R
b13	FER	帧错误标志（注 1、注 2）	0: 无帧错误 1: 发生帧错误	R
b14	PER	奇偶校验错误标志（注 1、注 2）	0: 无奇偶校验错误 1: 发生奇偶校验错误	R
b15	SUM	错误和标志（注 1、注 2）	0: 无错误 1: 发生错误	R

注 1. 如果将 U0MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位置“000b”（串行接口无效）或者将 U0C1 寄存器的 RE 位置“0”（禁止接收），SUM、PER、FER 和 OER 位就全部变为“0”（无错误）（当 PER、FER 和 OER 位全部为“0”（无错误）时，SUM 位就为“0”（无错误））。另外，如果读 U0RB 寄存器的高位字节，PER 位和 FER 位就变为“0”。如果将 U0MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位置“000b”，就必须将 U0C1 寄存器的 TE 位置“0”（禁止发送）、RE 位置“0”（禁止接收）。

注 2. 当 U0MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位为“001b”（时钟同步串行 I/O 模式）时，这些错误标志无效。读取值为不定值。

必须以 16 位为单位读 U0RB 寄存器。

20.2.7 UART0 引脚选择寄存器（U0SR）

地址	地址 0188h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	CLK0SEL0	—	RXD0SEL0	—	TXD0SEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TXD0SEL0	TXD0 引脚选择位	0: 不使用 TXD0 引脚 1: 分配到 P1_4	R/W
b1	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b2	RXD0SEL0	RXD0 引脚选择位	0: 不使用 RXD0 引脚 1: 分配到 P1_5	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	CLK0SEL0	CLK0 引脚选择位	0: 不使用 CLK0 引脚 1: 分配到 P1_6	R/W
b5	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b6	—			
b7	—			

U0SR 寄存器是选择将 UART0 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用 UART0 的输入 / 输出引脚时，必须设定 U0SR 寄存器。

在设定 UART0 的相关寄存器前，必须设定 U0SR 寄存器，但是不能在 UART0 运行中更改 U0SR 寄存器的设定值。

20.2.8 低电压信号模式控制寄存器 (TSMR)

地址	地址 0190h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	I3LVM	I2LVM	I1LVM	I0LVM	U2LVM	—	U0LVM	LVMPR
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	LVMPR	低电压信号模式保护位	0: 禁止写 1: 允许写 (注 1)	R/W
b1	U0LVM	UART0 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式 (注 2)	R/W
b2	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b3	U2LVM	UART2 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式 (注 2)	R/W
b4	I0LVM	$\overline{\text{INT0}}$ 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式	R/W
b5	I1LVM	$\overline{\text{INT1}}$ 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W
b6	I2LVM	$\overline{\text{INT2}}$ 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W
b7	I3LVM	$\overline{\text{INT3}}$ 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W

注 1. 当 LVMPR 位为 “1” (允许写) 时, 能写 UiLVM ($i=0、2$)、 IjLVM ($j=0 \sim 3$) 位。必须在将 LVMPR 位置 “1” 后改写 UiLVM ($i=0、2$)、 IjLVM ($j=0 \sim 3$) 位。将 LVMPR 位写 “1” 时, 必须连续写 “0” 和 “1”。

注 2. 当 UiLVM ($i=0、2$) 位为 “1” 时, 与 UiC0 ($i=0、2$) 寄存器的 NCH 位的设定无关, TxDi ($i=0、2$) 引脚为 N 沟道漏极开路输出。

20.3 时钟同步串行 I/O 模式

时钟同步串行 I/O 模式是使用传送时钟进行发送和接收的模式。

时钟同步串行 I/O 模式的规格以及时钟同步串行 I/O 模式中使用的寄存器及其设定值分别如表 20.2 和表 20.3 所示。

表 20.2 时钟同步串行 I/O 模式的规格

项目	规格
传送数据格式	传送数据长: 8 位
传送时钟	- 当 U0MR 寄存器的 CKDIR 位为 “0” (内部时钟) 时: $f_j/(2(n+1))$ f_j: f1、f8、f32 n: U0BRG 寄存器的设定值 (00h ~ FFh) - 当 CKDIR 位为 “1” (外部时钟) 时: CLK0 引脚的输入
发送开始条件	开始发送时需要以下的条件 (注 1): - U0C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。 - U0C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U0TB 寄存器有数据)。
接收开始条件	开始接收时需要以下的条件 (注 1): - U0C1 寄存器的 RE 位为 “1” (允许接收)。 - U0C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。 - U0C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U0TB 寄存器有数据)。
中断请求的发生时序	在发送时, 能选择以下的任意条件: - U0IRS 位为 “0” (发送缓冲器空): 在将数据从 U0TB 寄存器传送到 UART0 发送寄存器时 (开始发送时)。 - U0IRS 位为 “1” (发送结束): 在 UART0 发送寄存器的数据发送结束时。 在接收时 - 在将数据从 UART0 接收寄存器传送到 U0RB 寄存器时 (接收结束时)。
错误检测	溢出错误 (注 2) 如果在读 U0RB 寄存器前接收到下一个数据的第 7 位, 就发生溢出错误。
选择功能	- CLK 极性选择 传送数据的输出和输入时序可选择传送时钟的上升沿或者下降沿。 - LSB first 或者 MSB first 的选择 选择是从 bit0 还是从 bit7 开始发送和接收。 - 连续接收模式的选择 在读 U0RB 寄存器的同时变为接收允许状态。

i 注 1. 在已选择外部时钟的情况下, 必须满足以下的条件:

当 U0C0 寄存器的 CKPOL 位为 “0” (在传送时钟的下降沿输出发送数据, 在上升沿输入接收数据) 时, 外部时钟为 “H” 电平状态; 当 CKPOL 位为 “1” (在传送时钟的上升沿输出发送数据, 在下降沿输入接收数据) 时, 外部时钟为 “L” 电平状态。

注 2. 如果发生溢出错误, U0RB 寄存器的接收数据 (b0 ~ b8) 就为不定值, 而且 S0RIC 寄存器的 IR 位不变。

表 20.3 同步串行 I/O 模式中使用的寄存器及其设定值 (注 1)

寄存器	位	功能
U0TB	b0 ~ b7	必须设定发送数据。
U0RB	b0 ~ b7	能读接收数据。
	OER	溢出错误标志
U0BRG	b0 ~ b7	必须设定位速率。
U0MR	SMD2 ~ SMD0	必须置 “001b”。
	CKDIR	必须选择内部时钟或者外部时钟。
U0C0	CLK1 ~ CLK0	必须选择 U0BRG 寄存器的计数源。
	TXEPT	发送寄存器空标志
	NCH	必须选择 TXD0 引脚的输出形式。
	CKPOL	必须选择传送时钟的极性。
	UFORM	必须选择 LSB first 或者 MSB first。
U0C1	TE	在允许发送和接收时, 必须置 “1”。
	TI	发送缓冲器空标志
	RE	在允许接收时, 必须置 “1”。
	RI	接收结束标志
	U0IRS	必须选择 UART0 发送中断源。
	U0RRM	在使用连续接收模式时, 必须置 “1”。

注 1. 在时钟同步串行 I/O 模式中, 只能给此表中没有记载的位写 “0”。

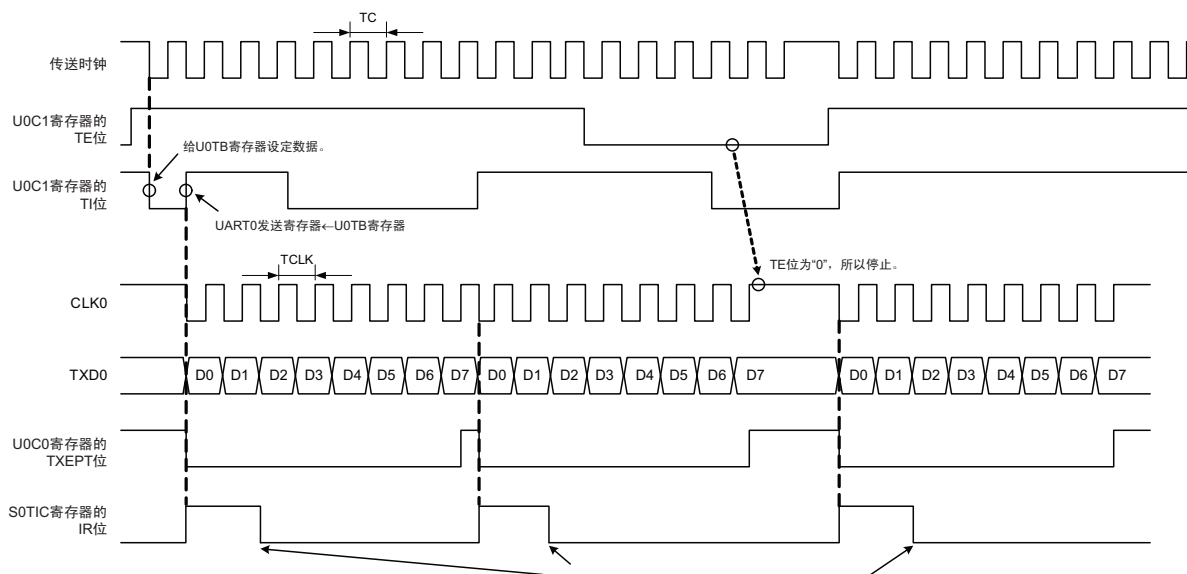
时钟同步串行 I/O 模式的输入 / 输出引脚功能如表 20.4 所示。

在选择 UART0 的运行模式后到开始传送前, TXD0 引脚输出 “H” 电平 (在 NCH 位为 “1” (N 沟道漏极开路输出) 时, 为高阻抗状态)。

表 20.4 时钟同步串行 I/O 模式的输入 / 输出引脚功能

引脚名	功能	选择方法
TXD0 (P1_4)	串行数据输出	U0SR 寄存器的 TXD0SEL0 位 =1 (在只进行接收时, 能通过设定 TXD0SEL0 位 =0, 将 P1_4 用作端口。)
RXD0 (P1_5)	串行数据输入	U0SR 寄存器的 RXD0SEL0 位 =1 PD1 寄存器的 PD1_5 位 =0 (在只进行发送时, 能通过设定 RXD0SEL0 位 =0, 将 P1_5 用作端口。)
CLK0 (P1_6)	传送时钟输出	U0SR 寄存器的 CLK0SEL0 位 =1 U0MR 寄存器的 CKDIR 位 =0
	传送时钟输入	U0SR 寄存器的 CLK0SEL0 位 =1 U0MR 寄存器的 CKDIR 位 =1 PD1 寄存器的 PD1_6 位 =0

• 发送时序的例子(选择内部时钟的情况)



上述时序图的设定条件如下:

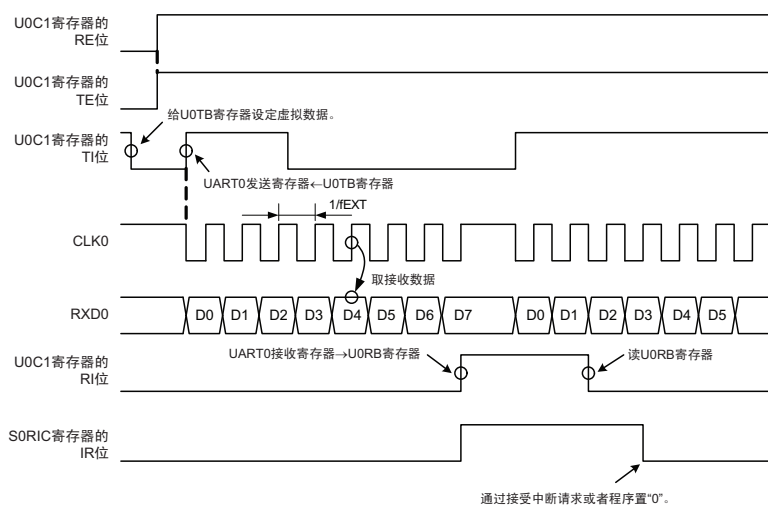
- U0MR寄存器的CKDIR位为"0" (内部时钟)。
- U0C0寄存器的CKPOL位为"0" (在传送时钟的下降沿输出发送数据, 在上升沿输入接收数据)。
- U0C1寄存器的U0IRS位为"0" (在发送缓冲器为空时, 发生中断请求)。

$$TC = TCLK = 2(n+1)/f_j$$

f_j : U0BRG的计数源频率
(f1、f8、f32)

n: U0BRG的设定值

• 接收时序的例子(选择外部时钟的情况)



上述时序图的设定条件如下:

- U0MR寄存器的CKDIR位为"1" (外部时钟)。
- U0C0寄存器的CKPOL位为"0" (在传送时钟的下降沿输出发送数据, 在上升沿输入接收数据)。

当接收数据前的CLK0引脚输入为"H"电平时, 必须满足以下的条件:

- U0C1寄存器的TE位 → "1" (允许发送)
- U0C1寄存器的RE位 → "1" (允许接收)
- 给U0TB寄存器写虚拟数据。

fEXT: 外部时钟的频率

图 20.3 时钟同步串行 I/O 模式的发送和接收时序例子

20.3.1 发生通信错误时的处理方法

如果想在时钟同步串行 I/O 模式中的接收或者发送途中结束通信或者发生通信错误时，就必须按照以下的步骤进行设定：

1. 将U0C1寄存器的TE位置“0”（禁止发送）、RE位置“0”（禁止接收）。
2. 将U0MR寄存器的SMD2～SMD0位置“000b”（串行接口无效）。
3. 将U0MR寄存器的寄存器的SMD2～SMD0位置“001b”（时钟同步串行I/O模式）。
4. 将U0C1寄存器的TE位置“1”（允许发送）、RE位置“1”（允许接收）。

20.3.2 极性选择功能

传送时钟的极性如图 20.4 所示，能通过 U0C0 寄存器的 CKPOL 位选择传送时钟的极性。

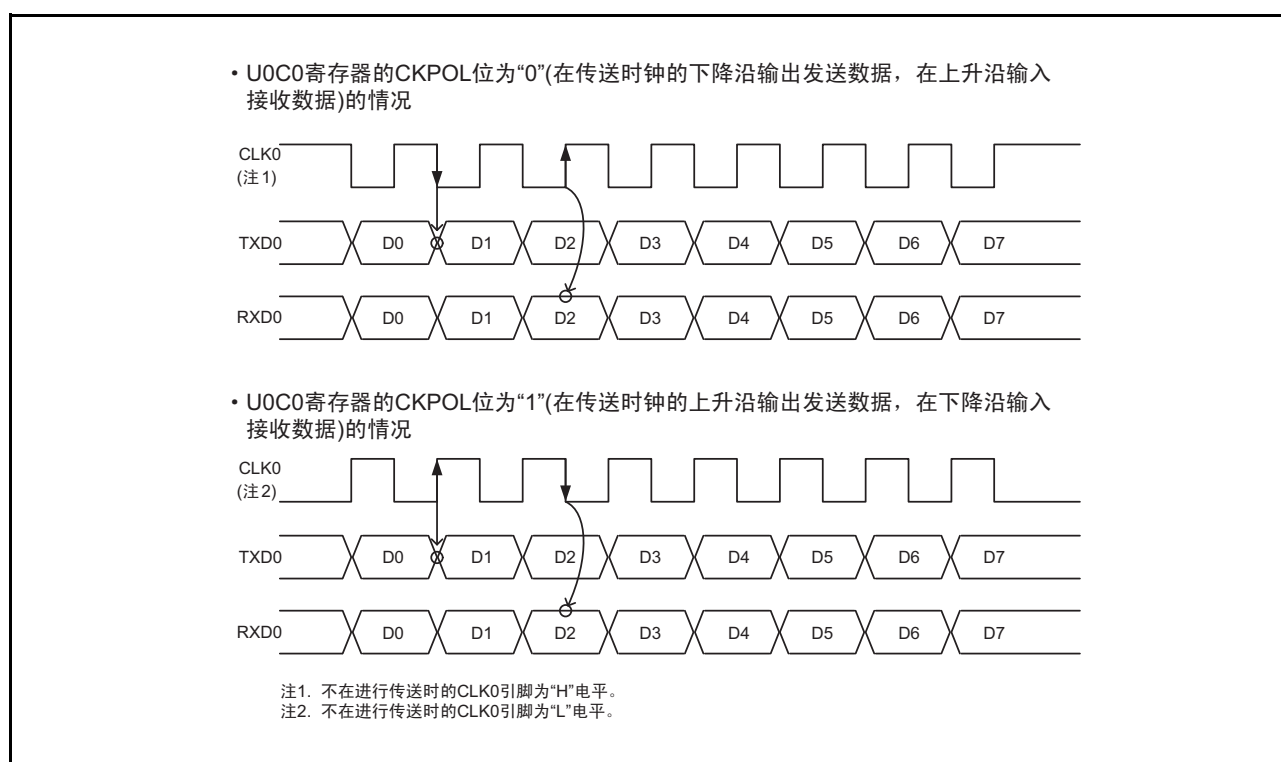


图 20.4 传送时钟的极性

20.3.3 LSB first 或者 MSB first 的选择

传送格式如图 20.5 所示，能通过 U0C0 寄存器的 UFORM 位选择传送格式。

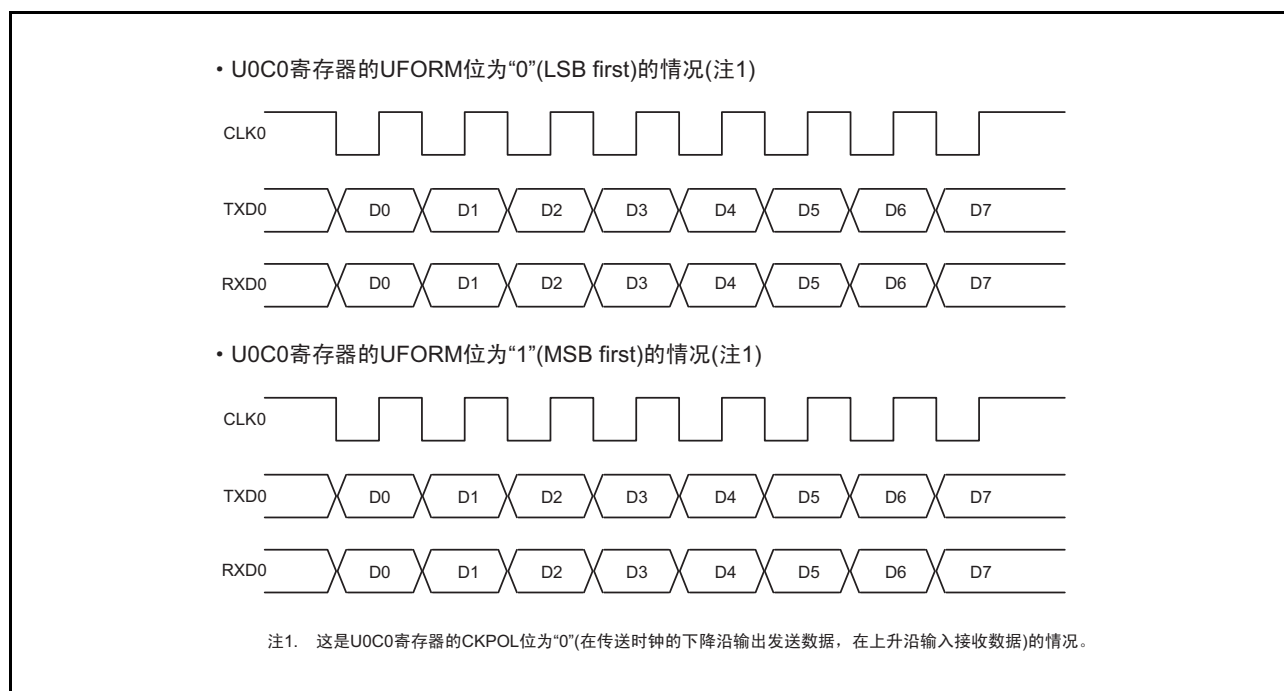


图 20.5 传送格式

20.3.4 连续接收模式

通过将 U0C1 寄存器的 U0RRM 位置 “1” (允许连续接收模式)，进入连续接收模式。在连续接收模式中，通过读 U0RB 寄存器，U0C1 寄存器的 TI 位变为 “0” (U0TB 有数据)。当 U0RRM 位为 “1” 时，不能通过程序给 U0TB 寄存器写虚拟数据。

20.4 异步串行 I/O (UART) 模式

异步串行 I/O 模式是在设定任意位速率和传送数据格式后进行发送和接收的模式。

异步串行 I/O 模式的规格以及 UART 模式中使用的寄存器及其设定值分别如表 20.5 所示和表 20.6 所示。

表 20.5 异步串行 I/O 模式的规格

项目	规格
传送数据格式	• 字符位 (传送数据): 可选择 7 位、8 位或者 9 位 • 起始位: 1 位 • 奇偶校验位: 可选择奇校验、偶校验或者无奇偶校验 • 停止位: 可选择 1 位或者 2 位
传送时钟	• 当 U0MR 寄存器的 CKDIR 位为 “0” (内部时钟) 时: $f_j/(16(n+1))$ f_j: f1、f8、f32 n: U0BRG 寄存器的设定值 (00h ~ FFh) • 当 CKDIR 位为 “1” (外部时钟) 时: $f_{EXT}/(16(n+1))$ f_{EXT}: CLK0 引脚的输入 n: U0BRG 寄存器的设定值 (00h ~ FFh)
发送开始条件	开始发送时需要以下的条件: • U0C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。 • U0C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U0TB 寄存器有数据)。
接收开始条件	开始接收时需要以下的条件: • U0C1 寄存器的 RE 位为 “1” (允许接收)。 • 检测到起始位。
中断请求的发生时序	在发送时, 能选择以下的任意条件: • U0IRS 位为 “0” (发送缓冲器空): 在将数据从 U0TB 寄存器传送到 UART0 发送寄存器时 (开始发送时)。 • U0IRS 位为 “1” (发送结束): 在 UART0 发送寄存器的数据发送结束时。 在接收时 • 在将数据从 UART0 接收寄存器传送到 U0RB 寄存器时 (接收结束时)。
错误检测	• 溢出错误 (注 1): 如果在读 U0RB 寄存器前接收到下一个数据的最后停止位的前 1 位, 就发生溢出错误。 • 帧错误: 当未检测到设定个数的停止位时, 发生帧错误。(注 2) • 奇偶校验错误: 在允许奇偶校验的情况下, 如果奇偶校验位和字符位中的 “1” 的个数不是设定的个数, 就发生奇偶校验错误。(注 2) • 错误和标志: 如果发生溢出错误、帧错误或者奇偶校验错误, 此标志就变为 “1”。

注 1. 如果发生溢出错误, U0RB 寄存器的接收数据 (b0 ~ b8) 就为不定值, 而且 S0RIC 寄存器的 IR 位不变。

注 2. 在数据从 UART0 接收寄存器传送到 U0RB 寄存器时, 帧错误标志、奇偶校验错误标志就变为 “1”。

表 20.6 UART 模式中使用的寄存器及其设定值

寄存器	位	功能
U0TB	b0 ~ b8	必须设定发送数据 (注 1)。
U0RB	b0 ~ b8	能读接收数据 (注 2)。
	OER、FER、PER、SUM	错误标志
U0BRG	b0 ~ b7	必须设定位速率。
U0MR	SMD2 ~ SMD0	当传送数据长为 7 位时, 必须设定 “100b”。 当传送数据长为 8 位时, 必须设定 “101b”。 当传送数据长为 9 位时, 必须设定 “110b”。
	CKDIR	必须选择内部时钟或者外部时钟。
	STPS	必须选择停止位。
	PRY、PRYE	必须选择奇校验、偶校验或者无奇偶检验。
U0C0	CLK1 ~ CLK0	必须选择 U0BRG 寄存器的计数源。
	TXEPT	发送寄存器空标志
	NCH	必须选择 TXD0 引脚的输出形式。
	CKPOL	必须置 “0”。
	UFORM	当传送数据长为 8 位时, 能选择 LSB first 或者 MSB first ; 当传送数据长为 7 位或者 9 位, 必须置 “0”。
U0C1	TE	在允许发送时, 必须置 “1”。
	TI	发送缓冲器空标志
	RE	在允许接收时, 必须置 “1”。
	RI	接收结束标志
	U0IRS	必须选择 UART0 发送中断源。
	U0RRM	必须置 “0”。

注 1. 使用的位如下:

当传送数据长为 7 位时, 使用的位为 b0 ~ b6; 当传送数据长为 8 位时, 使用的位为 b0 ~ b7; 当传送数据长为 9 位时, 使用的位为 b0 ~ b8。

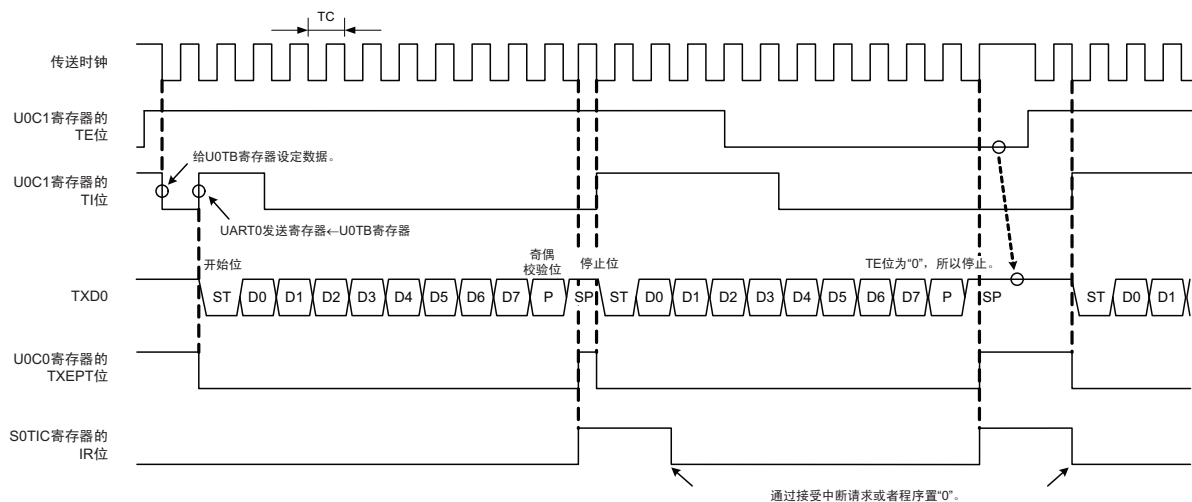
注 2. 当传送数据长为 7 位时, b7 ~ b8 的内容为不定值; 当传送数据长为 8 位时, b8 的内容为不定值。

UART 模式的输入 / 输出引脚功能如表 20.7 所示。在选择 UART0 的运行模式后到开始传送前, TXD0 引脚输出 “H” 电平 (在 NCH 位为 “1” (N 沟道漏极开路输出) 时, 为高阻抗状态)。

表 20.7 UART 模式的输入 / 输出引脚功能

引脚名	功能	选择方法
TXD0 (P1_4)	串行数据输出	U0SR 寄存器的 TXD0SEL0 位 =1 (在只进行接收时, 能通过设定 TXD0SEL0 位 =0, 将 P1_4 用作端口。)
RXD0 (P1_5)	串行数据输入	U0SR 寄存器的 RXD0SEL0 位 =1 PD1 寄存器的 PD1_5 位 =0 (在只进行发送时, 能通过设定 RXD0SEL0 位 =0, 将 P1_5 用作端口。)
CLK0 (P1_6)	可编程输入 / 输出 端口	U0SR 寄存器的 CLK0SEL0 位 =0 (不使用 CLK0 引脚)
	传送时钟输入	U0SR 寄存器的 CLK0SEL0 位 =1 U0MR 寄存器的 CKDIR 位 =1 PD1 寄存器的 PD1_6 位 =0

• 传送数据长为8位时的发送时序例子(允许奇偶校验, 1个停止位)



• 传送数据长为9位时的发送时序例子(禁止奇偶校验, 2个停止位)

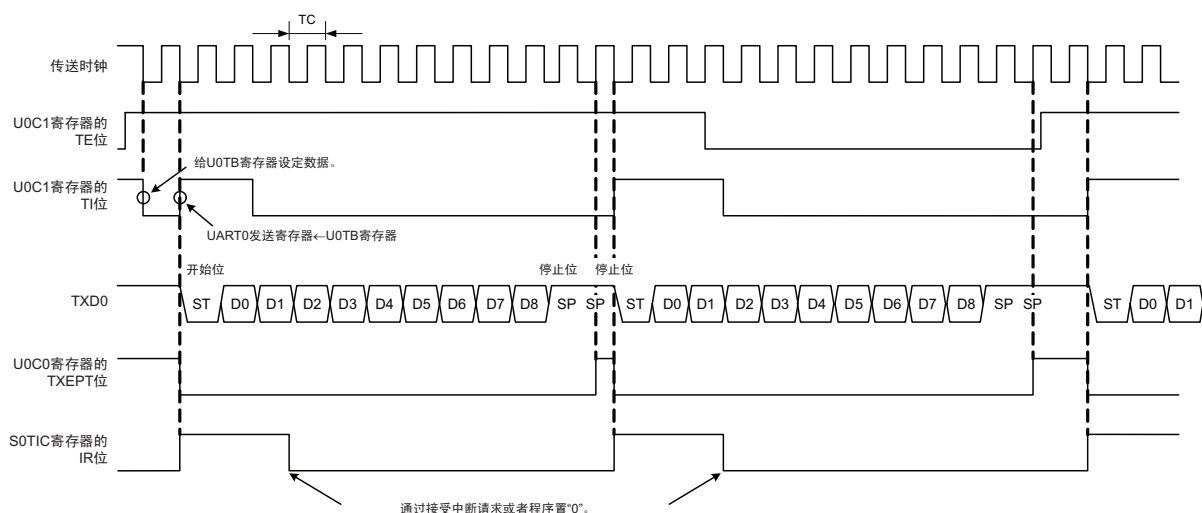


图 20.6 UART 模式的发送时序

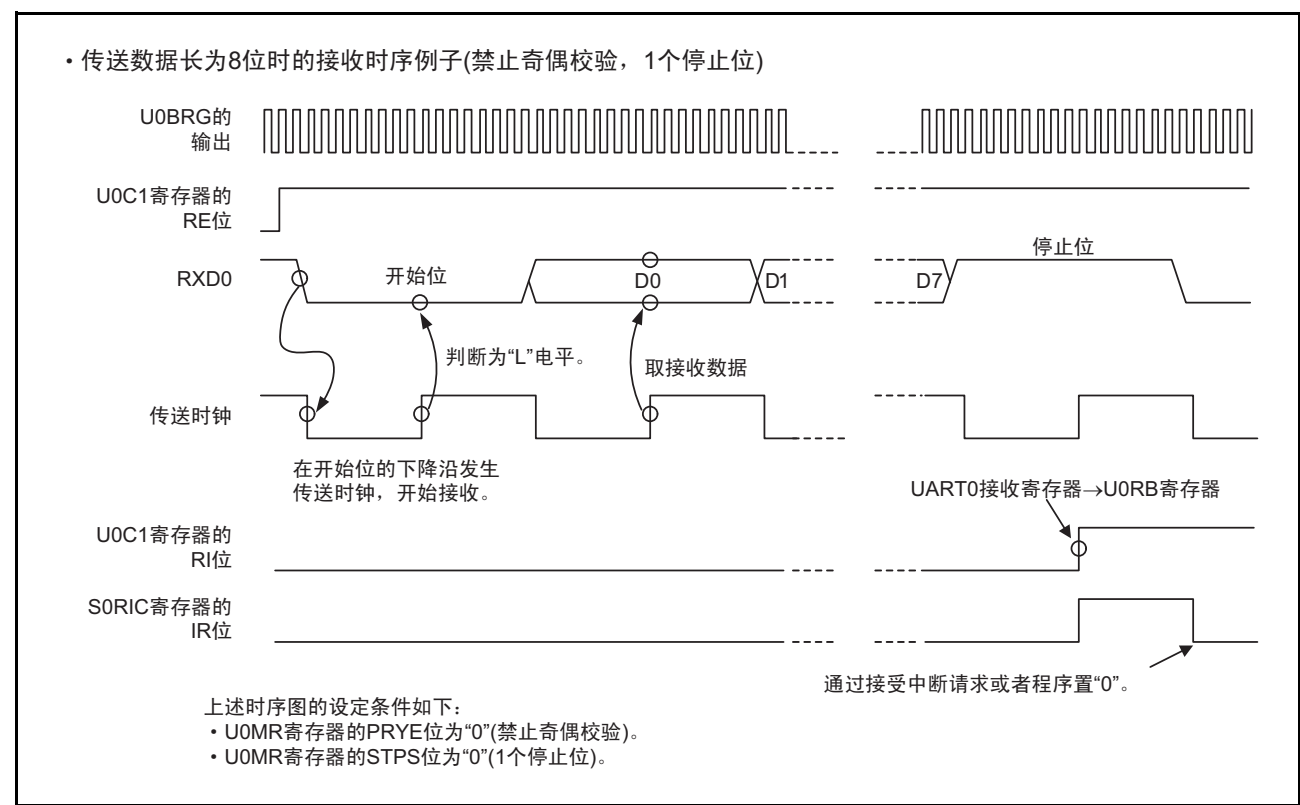


图 20.7 UART 模式的接收时序例子

20.4.1 位速率

在 UART 模式中, 位速率是由 U0BRG 寄存器进行 16 分频后的频率。

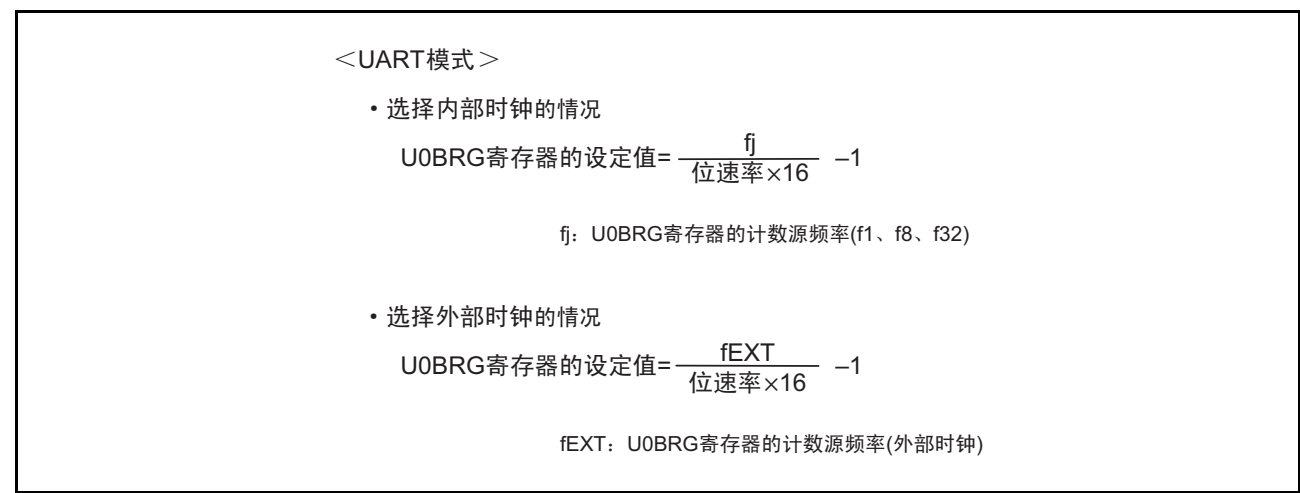


图 20.8 U0BRG 寄存器的设定值的计算式

表 20.8 UART 模式的位速率设定例子 (选择内部时钟的情况)

位速率 (bps)	U0BRG 的计数源	系统时钟 =20MHz			系统时钟 =18.432MHz (注 1)			系统时钟 =8MHz		
		U0BRG 的设定值	实际时间 (bps)	设定 误差 (%)	U0BRG 的设定值	实际时间 (bps)	设定 误差 (%)	U0BRG 的设定值	实际时间 (bps)	设定 误差 (%)
1200	f8	129(81h)	1201.92	0.16	119(77h)	1200.00	0.00	51(33h)	1201.92	0.16
2400	f8	64(40h)	2403.85	0.16	59(3Bh)	2400.00	0.00	25(19h)	2403.85	0.16
4800	f8	32(20h)	4734.85	-1.36	29(1Dh)	4800.00	0.00	12(0Ch)	4807.69	0.16
9600	f1	129(81h)	9615.38	0.16	119(77h)	9600.00	0.00	51(33h)	9615.38	0.16
14400	f1	86(56h)	14367.82	-0.22	79(4Fh)	14400.00	0.00	34(22h)	14285.71	-0.79
19200	f1	64(40h)	19230.77	0.16	59(3Bh)	19200.00	0.00	25(19h)	19230.77	0.16
28800	f1	42(2Ah)	29069.77	0.94	39(27h)	28800.00	0.00	16(10h)	29411.76	2.12
38400	f1	32(20h)	37878.79	-1.36	29(1Dh)	38400.00	0.00	12(0Ch)	38461.54	0.16
57600	f1	21(15h)	56818.18	-1.36	19(13h)	57600.00	0.00	8(08h)	55555.56	-3.55
115200	f1	10(0Ah)	113636.36	-1.36	9(09h)	115200.00	0.00	—	—	—

注 1. 对于高速内部振荡器, 必须将FRA4寄存器的调整值和FRA5寄存器的调整值分别写到FRA1寄存器和FRA3寄存器。这是选择高速内部振荡器作为系统时钟并且将FRA2寄存器的FRA22 ~ FRA20位置“000b”(2分频模式)的情况。有关高速内部振荡器的精度, 请参照“27. 电特性”。

20.4.2 发生通信错误时的处理方法

如果想在 URAT 模式中的接收或者发送途中结束通信或者发生通信错误时, 就必须按照以下的步骤进行设定:

1. 将U0C1寄存器的TE位置“0”(禁止发送)、RE位置“0”(禁止接收)。
2. 将U0MR寄存器的SMD2 ~ SMD0位置“000b”(串行接口无效)。
3. 将U0MR寄存器的SMD2 ~ SMD0位置“001b”(UART模式、传送数据长为7位)、“101b”(UART模式、传送数据长为8位)或者“110b”(UART模式、传送数据长为9位)。
4. 将U0C1寄存器的TE位置“1”(允许发送)、RE位置“1”(允许接收)。

20.5 低电压信号模式

串行接口（UART0 和 UART2）的通信及 $\overline{\text{INT}}$ 中断的 $\overline{\text{INT}}$ 输入能通过低电压信号进行。可输入 / 输出低电压信号的引脚如表 20.9 所示。

通过设定 TSMR 寄存器，允许低电压信号模式的引脚，在输入时由施密特输入转换为 CMOS 输入。另外，在输出时由 CMOS 输出转换为 N 沟道漏极开路输出。

CMOS 输入的输入阈值必须通过 VLT0、VLT1 寄存器进行设定。

在使用低电压信号模式时，输入全部为 CMOS 输入。因为施密特输入为无效，必须实施噪音对策。

表 20.9 可输入 / 输出低电压信号的引脚

外围功能名		引脚
串行接口	UART0 时钟同步串行 I/O 时钟异步串行 I/O	CLK0、RXD0、TXD0
	UART2 时钟同步串行 I/O 时钟异步串行 I/O 特殊模式 1（I ² C 模式） 特殊模式 2（SSU 模式） 多处理器通信功能	CLK2、RXD2、TXD2、 $\overline{\text{CTS2}}$ 、 $\overline{\text{RTS2}}$ 、SCL2、SDA2
$\overline{\text{INT}}$	$\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$	$\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$

20.6 使用串行接口（UART0）时的注意事项

- 与时钟同步串行 I/O 模式和异步串行 I/O 模式无关，必须以 16 位为单位读 U0RB 寄存器。
如果读 U0RB 寄存器的高位字节，U0RB 寄存器的 PER 位和 FER 位以及 U0C1 寄存器的 RI 位就变为“0”。
如果发生接收错误，就必须在读 U0RB 寄存器后用读取值进行确认。

<读接收缓冲寄存器的程序例子>

```
MOV.W      00A6H, R0      ;读 U0RB 寄存器
```

- 在传送数据位长为 9 位的异步串行 I/O 模式中，必须以 8 位为单位按照高位字节 → 低位字节的顺序写 U0TB 寄存器。

<写发送缓冲寄存器的程序例子>

```
MOV.B      #XXH, 00A3H    ;写 U0TB 寄存器的高位字节
MOV.B      #XXH, 00A2H    ;写 U0TB 寄存器的低位字节
```


21. 串行接口 (UART2)

串行接口由 UART0 ~ UART2 这 3 个通道构成。本章对 UART2 进行说明。

21.1 概要

UART2 有专用的传送时钟发生定时器。

UART2 的框图和 UART2 发送 / 接收部的框图分别如图 21.1 和图 21.2 所示, UART2 的引脚结构如表 21.1 所示。

UART2 有以下模式:

- 时钟同步串行 I/O 模式
- 异步串行 I/O 模式 (UART 模式)
- 特殊模式 1 (I²C 模式)
- 特殊模式 2 (SSU 模式)
- 多处理器通信功能

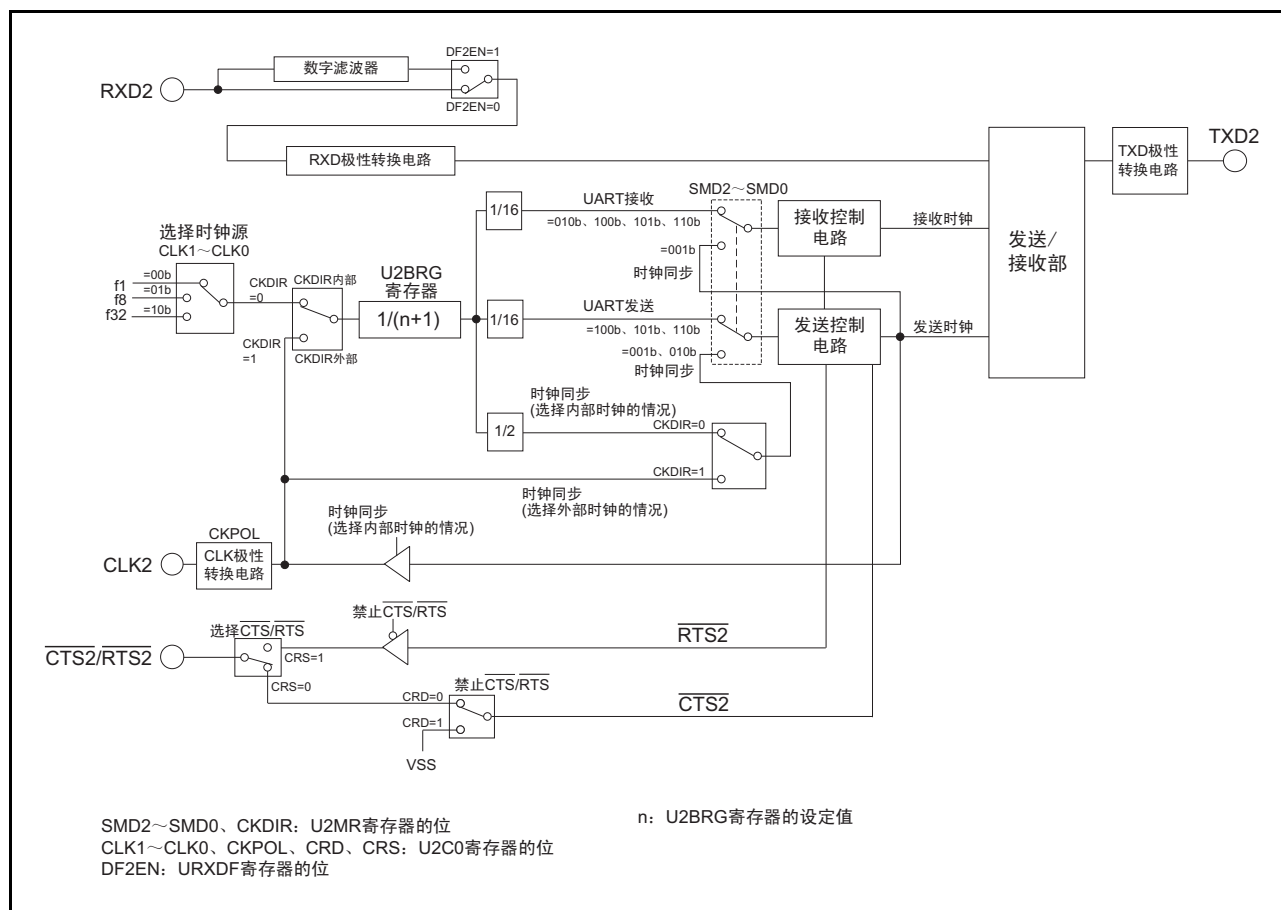


图 21.1 UART2 的框图

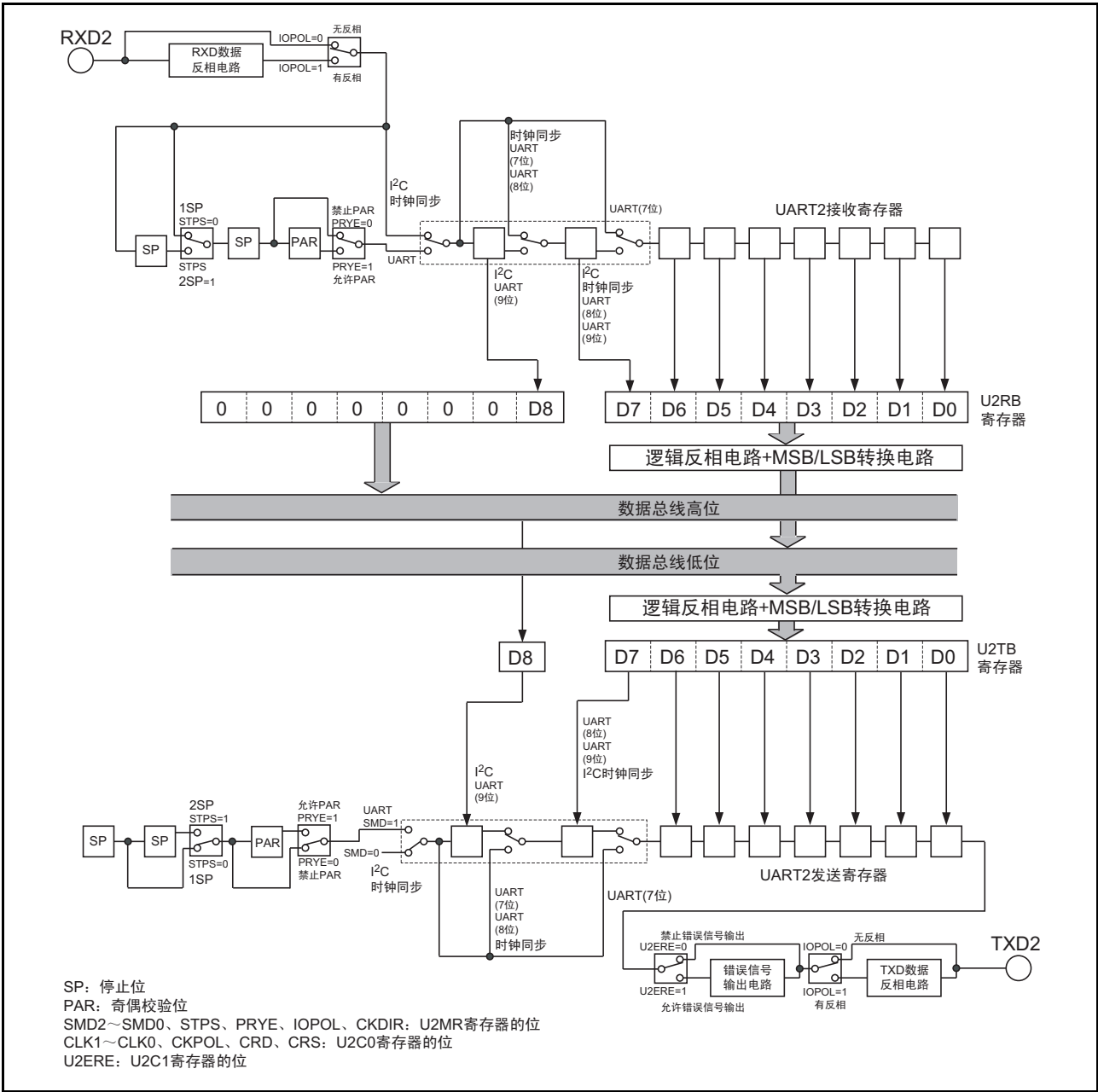


图 21.2 UART2 发送 / 接收部的框图

表 21.1 UART2 的引脚结构

引脚名	分配的引脚	输入 / 输出	功能
TXD2	P0_0、P2_0、P2_2、P3_4 或者 P3_7	输出	串行数据输出
RXD2	P2_0、P2_1、P3_4、P3_7 或者 P4_5	输入	串行数据输入
CLK2	P0_5、P2_1 或者 P3_5	输入 / 输出	传送时钟输入 / 输出
CTS2	P3_1 或者 P3_3	输入	发送控制的输入
RTS2	P3_1 或者 P3_3	输出	接收控制的输出
SCL2	P2_0、P2_2、P3_4、P3_7 或者 P4_5	输入 / 输出	I ² C 模式的时钟输入 / 输出
SDA2	P0_0、P2_0、P2_2、P3_4 或者 P3_7	输入 / 输出	I ² C 模式的数据输入 / 输出

21.2 寄存器说明

21.2.1 UART2 发送 / 接收模式寄存器 (U2MR)

地址	地址 00A8h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	IOPOL	PRYE	PRY	STPS	CKDIR	SMD2	SMD1	SMD0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	SMD0	串行 I/O 模式选择位	b2 b1 b0 0 0 0: 串行接口无效	R/W
b1	SMD1		0 0 1: 时钟同步串行 I/O 模式	R/W
b2	SMD2		0 1 0: I ² C 模式 1 0 0: UART 模式、传送数据长为 7 位 1 0 1: UART 模式、传送数据长为 8 位 1 1 0: UART 模式、传送数据长为 9 位 上述以外: 不能设定	R/W
b3	CKDIR	内部 / 外部时钟选择位	0: 内部时钟 1: 外部时钟	R/W
b4	STPS	停止位长选择位	0: 1 个停止位 1: 2 个停止位	R/W
b5	PRY	奇偶校验选择位	在 PRYE=1 时有效。 0: 奇校验 1: 偶校验	R/W
b6	PRYE	奇偶校验允许位	0: 禁止奇偶校验 1: 允许奇偶校验	R/W
b7	IOPOL	TXD、RXD 输入 / 输出的极性转换位	0: 无反相 1: 有反相	R/W

21.2.2 UART2 位速率寄存器 (U2BRG)

地址	地址 00A9h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	功能	设定范围	R/W
b7 ~ b0	假设设定值为 n, 则 U2BRG 对计数源进行 n+1 分频。	00h ~ FFh	W

必须在停止发送和接收时写 U2BRG 寄存器。

必须使用 MOV 指令写 U2BRG 寄存器。

必须在设定 U2C0 寄存器的 CLK1 ~ CLK0 位后写 U2BRG 寄存器。

21.2.3 UART2 发送缓冲寄存器（U2TB）

地址	地址 00ABh ~ 00AAh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	—	—	—	—	—	—	—	MPTB
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	符号	功能	R/W
b0	—	发送数据（D7 ~ D0）	W
b1	—		
b2	—		
b3	—		
b4	—		
b5	—		
b6	—		
b7	—		
b8	MPTB	发送数据（D8）（注 1） [不使用多处理器通信功能的情况] 发送数据（D8） [使用多处理器通信功能的情况] • 在传送 ID 时，必须将 MPTB 位置“1”。 • 在传送数据时，必须将 MPTB 位置“0”。	W
b9	—	什么也不指定。读写值都为“0”。	—
b10	—		
b11	—		
b12	—		
b13	—		
b14	—		
b15	—		

注 1. 必须在设定 MPTB 位后设定 b0 ~ b7。

21.2.4 UART2 发送 / 接收控制寄存器 0 (U2C0)

地址	地址 00ACh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	UFORM	CKPOL	NCH	CRD	TXEPT	CRS	CLK1	CLK0
复位后的值	0	0	0	0	1	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CLK0	U2BRG 计数源选择位 (注 1)	b1 b0 0 0: 选择 f1 0 1: 选择 f8 1 0: 选择 f32 1 1: 不能设定	R/W
b1	CLK1			R/W
b2	CRS	CTS/RTS 功能选择位	在 CRD=0 时有效 0: 选择 $\overline{\text{CTS}}$ 功能 1: 选择 $\overline{\text{RTS}}$ 功能	R/W
b3	TXEPT	发送寄存器空标志	0: 发送寄存器有数据 (正在发送) 1: 发送寄存器无数据 (发送结束)	R
b4	CRD	CTS/RTS 禁止位	0: 允许 $\overline{\text{CTS/RTS}}$ 功能 1: 禁止 $\overline{\text{CTS/RTS}}$ 功能	R/W
b5	NCH	数据输出选择位	0: TXD2/SDA2 和 SCL2 引脚为 CMOS 输出 1: TXD2/SDA2 和 SCL2 引脚为 N 沟道漏极开路输出	R/W
b6	CKPOL	CLK 极性选择位	0: 在传送时钟的下降沿输出发送数据, 在上升沿输入接收数据。 1: 在传送时钟的上升沿输出发送数据, 在下降沿输入接收数据。	R/W
b7	UFORM	传送格式选择位 (注 2)	0: LSB first 1: MSB first	R/W

注 1. 如果更改 CLK1 ~ CLK0 位, 就必须重新设定 U2BRG 寄存器。

注 2. 当 U2MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位为 “001b” (时钟同步串行 I/O 模式) 或者 “101b” (UART 模式、传送数据长为 8 位) 时, UFORM 位有效。

当 SMD2 ~ SMD0 位为 “010b” (I²C 模式) 时, 必须将 UFORM 位置 “1”; 当 SMD2 ~ SMD0 位为 “100b” (UART 模式、传送数据长为 7 位) 或者 “110b” (UART 模式、传送数据长为 9 位) 时, 必须将此位置 “0”。

21.2.5 UART2 发送 / 接收控制寄存器 1 (U2C1)

地址	地址 00ADh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	U2ERE	U2LCH	U2RRM	U2IRS	RI	RE	TI	TE
复位后的值	0	0	0	0	0	0	1	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TE	发送允许位	0: 禁止发送 1: 允许发送	R/W
b1	TI	发送缓冲器空标志	0: U2TB 寄存器有数据 1: U2TB 寄存器无数据	R
b2	RE	接收允许位	0: 禁止接收 1: 允许接收	R/W
b3	RI	接收结束标志	0: U2RB 寄存器无数据 1: U2RB 寄存器有数据	R
b4	U2IRS	UART2 发送中断源选择位	0: 发送缓冲器空 (TI=1) 1: 发送结束 (TXEPT=1)	R/W
b5	U2RRM	UART2 连续接收模式允许位	0: 禁止连续接收模式 1: 允许连续接收模式	R/W
b6	U2LCH	数据逻辑选择位 (注 1)	0: 无反相 1: 有反相	R/W
b7	U2ERE	错误信号输出允许位	0: 不输出 1: 输出	R/W

注 1. 当 U2MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位为 “001b” (时钟同步串行 I/O 模式)、“100b” (UART 模式、传送数据长为 7 位) 或者 “101b” (UART 模式、传送数据长为 8 位) 时, 此位有效。

当 SMD2 ~ SMD0 位为 “010b” (I²C 模式) 或者 “110b” (UART 模式、传送数据长为 9 位) 时, 必须将此位置 “0”。

21.2.6 UART2 接收缓冲寄存器 (U2RB)

地址	地址 00AFh ~ 00AEh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	SUM	PER	FER	OER	—	—	—	MPRB
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	—	接收数据 (D7 ~ D0)	R
b1	—			
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			
b8	MPRB	—	接收数据 (D8) (注 1) [不使用多处理器通信功能的情况] 接收数据 (D8) [使用多处理器通信功能的情况] • 当 MPRB 位为 “0” 时, 接收到的 D0 ~ D7 为数据字段。 • 当 MPRB 位为 “1” 时, 接收到的 D0 ~ D7 为 ID 字段。	R
b9	—	什么也不指定。只能写 “0”, 读取值为不定值。		—
b10	—			
b11	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b12	OER	溢出错误标志 (注 1)	0: 无溢出错误 1: 发生溢出错误	R
b13	FER	帧错误标志 (注 1、注 2)	0: 无帧错误 1: 发生帧错误	R
b14	PER	奇偶校验错误标志 (注 1、注 2)	0: 无奇偶校验错误 1: 发生奇偶校验错误	R
b15	SUM	错误和标志 (注 1、注 2)	0: 无错误 1: 发生错误	R

注 1. 如果将 U2MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位置 “000b” (串行接口无效) 或者将 U2C1 寄存器的 RE 位置 “0” (禁止接收), SUM、PER、FER 和 OER 位就全部变为 “0” (无错误)。当 PER、FER 和 OER 位全部为 “0” (无错误) 时, SUM 位就为 “0” (无错误)。另外, 如果读 U2RB 寄存器的低位字节, PER 位和 FER 位就变为 “0”。如果将 U2MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位置 “000b”, 就必须将 U2C1 寄存器的 TE 位置 “0” (禁止发送)、RE 位置 “0” (禁止接收)。

注 2. 当 U2MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位为 “001b” (时钟同步串行 I/O 模式) 或者 “010b” (I²C 模式) 时, 这些错误标志无效, 读取值为不定值。

必须以 16 位为单位读 U2RB 寄存器。

21.2.7 UART2 数字滤波器的功能选择寄存器（URXDF）

地址	地址 00B0h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	DF2EN	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b1	—			
b2	DF2EN	RXD2 数字滤波器允许位 (注 1)	0: 禁止 RXD2 数字滤波器 1: 允许 RXD2 数字滤波器	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. RXD2 数字滤波器只能在异步串行 I/O（UART）模式中使用。当 U2MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位为“001b”（时钟同步串行 I/O 模式）或者“010b”（I²C 模式）时，必须将 DF2EN 位置“0”（禁止 RXD2 数字滤波器）。

21.2.8 UART2 特殊模式寄存器 5 (U2SMR5)

地址	地址 00BBh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	MPIE	—	—	—	MP
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	MP	多处理器通信允许位	0: 禁止多处理器通信 1: 允许多处理器通信 (注 1)	R/W
b1	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b2	—			
b3	—			
b4	MPIE	多处理器通信控制位	此位在 MP 位为“1”(允许多处理器通信)时有效。 当 MPIE 位为“1”时, 变为以下的状态: - 忽视多处理器位为“0”的接收数据, 禁止 U2C1 寄存器的 RI 位、U2RB 寄存器的 OER 位和 FER 位变为“1”。 - 如果接收多处理器位为“1”的接收数据, MPIE 位就变为“0”, 为多处理器通信以外的接收。	R/W
b5	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b6	—			
b7	—	保留位	必须置“0”。	R/W

注 1. 当 MP 位为“1”(允许多处理器通信)时, U2MR 寄存器的 PRY 位和 PRYE 位的设定无效。当 U2MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位为“001b”(时钟同步串行 I/O 模式)时, 必须将 MP 位置“0”(禁止多处理器通信)。

21.2.9 UART2 特殊模式寄存器 4 (U2SMR4)

地址	地址 00BCh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	SWC9	SCLHI	ACKC	ACKD	STSPSEL	STPREQ	RSTAREQ	STAREQ
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	STAREQ	开始条件生成位 (注 1)	0: 清除 1: 开始	R/W
b1	RSTAREQ	重新开始生成位 (注 1)	0: 清除 1: 开始	R/W
b2	STPREQ	停止条件生成位 (注 1)	0: 清除 1: 开始	R/W
b3	STSPSEL	SCL、SDA 输出选择位	0: 不输出开始条件和停止条件 1: 输出开始条件和停止条件	R/W
b4	ACKD	ACK 数据位	0: ACK 1: NACK	R/W
b5	ACKC	ACK 数据输出允许位	0: 输出串行接口数据 1: 输出 ACK 数据	R/W
b6	SCLHI	SCL 输出停止允许位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b7	SWC9	SCL 等待位 3	0: 禁止 SCL 保持 “L” 电平 1: 允许 SCL 保持 “L” 电平	R/W

注 1. 此位在生成各条件时变为 “0”。

21.2.10 UART2 特殊模式寄存器 3 (U2SMR3)

地址	地址 00BDh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	DL2	DL1	DL0	—	NODC	—	CKPH	—
复位后的值	0	0	0	X	0	X	0	X

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—
b1	CKPH	时钟相位设定位	0: 无时钟延迟 1: 有时钟延迟	R/W
b2	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—
b3	NODC	时钟输出选择位	0: CLK2 为 CMOS 输出 1: CLK2 为 N 沟道漏极开路输出	R/W
b4	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—
b5	DL0	SDA2 数字延迟值设定位 (注 1、注 2)	b7 b6 b5 0 0 0: 无延迟 0 0 1: 1 ~ 2 个 U2BRG 计数源周期 0 1 0: 2 ~ 3 个 U2BRG 计数源周期 0 1 1: 3 ~ 4 个 U2BRG 计数源周期 1 0 0: 4 ~ 5 个 U2BRG 计数源周期 1 0 1: 5 ~ 6 个 U2BRG 计数源周期 1 1 0: 6 ~ 7 个 U2BRG 计数源周期 1 1 1: 7 ~ 8 个 U2BRG 计数源周期	R/W
b6	DL1			R/W
b7	DL2			R/W

注 1. 在 I²C 模式中，DL2 ~ DL0 位使 SDA2 输出产生数字延迟；在非 I²C 模式中，必须将 DL2 ~ DL0 位置“000b”（无延迟）。

注 2. 延迟量因 SCL2 引脚和 SDA2 引脚的负载而不同。如果使用外部时钟，延迟量就会增大 100ns 左右。

21.2.11 UART2 特殊模式寄存器 2 (U2SMR2)

地址	地址 00BEh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	SDHI	SWC2	STAC	—	SWC	CSC	IICM2
复位后的值	X	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	IICM2	I ² C 模式选择位 2	参照“表 21.12 I ² C 模式的各功能”	R/W
b1	CSC	时钟同步位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b2	SWC	SCL 等待输出位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b3	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b4	STAC	UART2 初始化位	0: 禁止 1: 允许	R/W
b5	SWC2	SCL 等待输出位 2	0: 传送时钟 1: 输出“L”电平	R/W
b6	SDHI	SDA 输出禁止位	0: 允许 1: 禁止 (高阻抗)	R/W
b7	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—

21.2.12 UART2 特殊模式寄存器 (U2SMR)

地址	地址 00BFh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	BBS	—	IICM
复位后的值	X	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	IICM	I ² C 模式选择位	0: 非 I ² C 模式 1: I ² C 模式	R/W
b1	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b2	BBS	总线忙标志 (注 1)	0: 检测到停止条件 1: 检测到开始条件 (忙)	R/W
b3	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—	什么也不指定。只能写“0”，读取值为不定值。		—

注 1. 如果通过程序给 BBS 位写“0”，此位就变为“0” (即使写“1”，值也不变)。

21.2.13 UART2 引脚选择寄存器 0 (U2SR0)

地址	地址 018Ah							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	RXD2SEL2	RXD2SEL1	RXD2SEL0	—	TXD2SEL2	TXD2SEL1	TXD2SEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TXD2SEL0	TXD2/SDA2 引脚选择位	b2 b1 b0 0 0 0: 不使用 TXD2/SDA2 引脚	R/W
b1	TXD2SEL1		0 0 1: 分配到 P3_7	R/W
b2	TXD2SEL2		0 1 0: 分配到 P3_4 0 1 1: 分配到 P0_0 1 0 0: 分配到 P2_0 1 0 1: 不能设定 1 1 0: 不能设定 1 1 1: 分配到 P2_2	R/W
b3	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b4	RXD2SEL0	RXD2/SCL2 引脚选择位	b6 b5 b4 0 0 0: 使用 RXD2/SCL2 引脚	R/W
b5	RXD2SEL1		0 0 1: 分配到 P3_4	R/W
b6	RXD2SEL2		0 1 0: 分配到 P3_7 0 1 1: 分配到 P4_5 1 0 0: 分配到 P2_0 1 0 1: 不能设定 1 1 0: 不能设定 1 1 1: 分配到 P2_2	R/W
b7	—	保留位	必须置“0”。	R/W

U2SR0 寄存器是选择将 UART2 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用 UART2 的输入 / 输出引脚时，必须设定 U2SR0 寄存器。

在设定 UART2 的相关寄存器前，必须设定 U2SR0 寄存器，但是不能在 UART2 运行中更改 U2SR0 寄存器的设定值。

21.2.14 UART2 引脚选择寄存器 1 (U2SR1)

地址	地址 018Bh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	CTS2SEL1	CTS2SEL0	—	CLK2SEL2	CLK2SEL1	CLK2SEL0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CLK2SEL0	CLK2 引脚选择位	b2 b1 b0 0 0 0: 不使用 CLK2 引脚	R/W
b1	CLK2SEL1		0 0 1: 分配到 P3_5	R/W
b2	CLK2SEL2		0 1 0: 分配到 P0_5 0 1 1: 不能设定 1 0 0: 分配到 P2_1 上述以外: 不能设定	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	CTS2SEL0	CTS2/RTS2 引脚选择位	b5 b4 0 0: 不使用 CTS2/RTS2 引脚	R/W
b5	CTS2SEL1		0 1: 分配到 P3_3 1 0: 分配到 P3_1 1 1: 不能设定	R/W
b6	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b7	—			

U2SR1 寄存器是选择将 UART2 的输入 / 输出分配到哪个引脚的寄存器。在使用 UART2 的输入 / 输出引脚时，必须设定 U2SR1 寄存器。

在设定 UART2 的相关寄存器前，必须设定 U2SR1 寄存器，但是不能在 UART2 运行中更改 U2SR1 寄存器的设定值。

21.2.15 低电压信号模式控制寄存器 (TSMR)

地址	地址 0190h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	I3LVM	I2LVM	I1LVM	I0LVM	U2LVM	—	U0LVM	LVMPR
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	LVMPR	低电压信号模式保护位	0: 禁止写 1: 允许写 (注 1)	R/W
b1	U0LVM	UART0 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式 (注 2)	R/W
b2	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b3	U2LVM	UART2 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式 (注 2)	R/W
b4	I0LVM	$\overline{\text{INT0}}$ 低电压信号模式控制位 (注 1)	0: 禁止低电压信号模式 1: 允许低电压信号模式	R/W
b5	I1LVM	$\overline{\text{INT1}}$ 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W
b6	I2LVM	$\overline{\text{INT2}}$ 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W
b7	I3LVM	$\overline{\text{INT3}}$ 低电压信号模式控制位 (注 1)		R/W

注 1. 当 LVMPR 位为 “1” (允许写) 时, 能写 UiLVM (i=0、2)、IjLVM (j=0 ~ 3) 位。必须在将 LVMPR 位置 “1” 后改写 UiLVM (i=0、2)、IjLVM (j=0 ~ 3) 位。将 LVMPR 位写 “1” 时, 必须连续写 “0” 和 “1”。

注 2. 当 UiLVM (i=0、2) 位为 “1” 时, 与 UiC0 (i=0、2) 寄存器的 NCH 位的设定无关, TxDi (i=0、2) 引脚为 N 沟道漏极开路输出。

21.3 时钟同步串行 I/O 模式

时钟同步串行 I/O 模式是使用传送时钟进行发送和接收的模式。

时钟同步串行 I/O 模式的规格以及时钟同步串行 I/O 模式中使用的寄存器及其设定值分别如表 21.2 和表 21.3 所示。

表 21.2 时钟同步串行 I/O 模式的规格

项目	规格
传送数据格式	传送数据长: 8 位
传送时钟	- 当 U2MR 寄存器的 CKDIR 位为 “0” (内部时钟) 时: $f_j/(2(n+1))$ f_j: f1、f8、f32 n: U2BRG 寄存器的设定值 (00h ~ FFh) - 当 CKDIR 位为 “1” (外部时钟) 时: CLK2 引脚的输入
发送 / 接收控制	可选择 CTS 功能、RTS 功能或者禁止 CTS/RTS 功能。
发送开始条件	开始发送时需要以下的条件 (注 1): - U2C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。 - U2C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U2TB 寄存器有数据)。 - 在选择 CTS 功能时, $\overline{\text{CTS2}}$ 引脚的输入为 “L” 电平。
接收开始条件	开始接收时需要以下的条件 (注 1): - U2C1 寄存器的 RE 位为 “1” (允许接收)。 - U2C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。 - U2C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U2TB 寄存器有数据)。
中断请求的发生时序	在发送时, 能选择以下的任意条件: - U2C1 寄存器的 U2IRS 位为 “0” (发送缓冲空): 在将数据从 U2TB 寄存器传送到 UART2 发送寄存器时 (发送开始时)。 - U2IRS 位为 “1” (发送结束): 在 UART2 发送寄存器的数据发送结束时。 在接收时 - 在将数据从 UART2 接收寄存器传送到 U2RB 寄存器时 (接收结束时)。
错误检测	溢出错误 (注 2) 如果在读 U2RB 寄存器前接收到下一个数据的第 7 位, 就发生溢出错误。
选择功能	- CLK 极性选择 传送数据的输出 / 输入时序可选择传送时钟的上升沿或者下降沿。 - LSB first 和 MSB first 的选择 选择是从 bit0 还是从 bit7 开始发送和接收。 - 连续接收模式的选择 在读 U2RB 寄存器的同时变为接收允许状态。 - 串行数据的逻辑转换 这是将发送 / 接收数据的逻辑值取反的功能。

注 1. 在已选择外部时钟的情况下, 必须满足以下的条件:

当 U2C0 寄存器的 CKPOL 位为 “0” (在传送时钟的下降沿输出发送数据, 在上升沿输入接收数据) 时, 外部时钟为 “H” 电平状态; 当 CKPOL 位为 “1” (在传送时钟的上升沿输出发送数据, 在下降沿输入接收数据) 时, 外部时钟为 “L” 电平状态。

注 2. 如果发生溢出错误, U2RB 寄存器的接收数据就为不定值, 而且 S2RIC 寄存器的 IR 位不变为 “1” (有中断请求)。

表 21.3 时钟同步串行 I/O 模式中使用的寄存器及其设定值

寄存器	位	功能
U2TB (注 1)	b0 ~ b7	必须设定发送数据。
U2RB (注 1)	b0 ~ b7	能读接收数据。
	OER	溢出错误标志
U2BRG	b0 ~ b7	必须设定传送率。
U2MR (注 1)	SMD2 ~ SMD0	必须置 “001b”。
	CKDIR	必须选择内部时钟或者外部时钟。
	IOPOL	必须置 “0”。
U2C0	CLK1 ~ CLK0	必须选择 U2BRG 的计数源。
	CRS	在使用 CTS 或者 RTS 时, 必须选择 CTS 或者 RTS。
	TXEPT	发送寄存器空标志
	CRD	必须选择允许或者禁止 CTS/RTS 功能。
	NCH	必须选择 TXD2 引脚的输出形式。
	CKPOL	必须选择传送时钟的极性。
	UFORM	必须选择 LSB first 或者 MSB first。
U2C1	TE	在允许发送和接收时, 必须置 “1”。
	TI	发送缓冲器空标志
	RE	在允许接收时, 必须置 “1”。
	RI	接收结束标志
	U2IRS	必须选择 UART2 发送中断源。
	U2RRM	在使用连续接收模式时, 必须置 “1”。
	U2LCH	在使用数据逻辑反相电路时, 必须置 “1”。
	U2ERE	必须置 “0”。
U2SMR	b0 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR2	b0 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR3	b0 ~ b2	必须置 “0”。
	NODC	必须选择时钟的输出形式。
	b4 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR4	b0 ~ b7	必须置 “0”。
URXDF	DF2EN	必须置 “0”。
U2SMR5	MP	必须置 “0”。

注 1. 在时钟同步串行 I/O 模式中, 只能给此表中没有记载的位写 “0”。

时钟同步串行 I/O 模式的输入 / 输出引脚功能（不选择传送时钟的多引脚输出功能的情况）如表 21.4 所示。

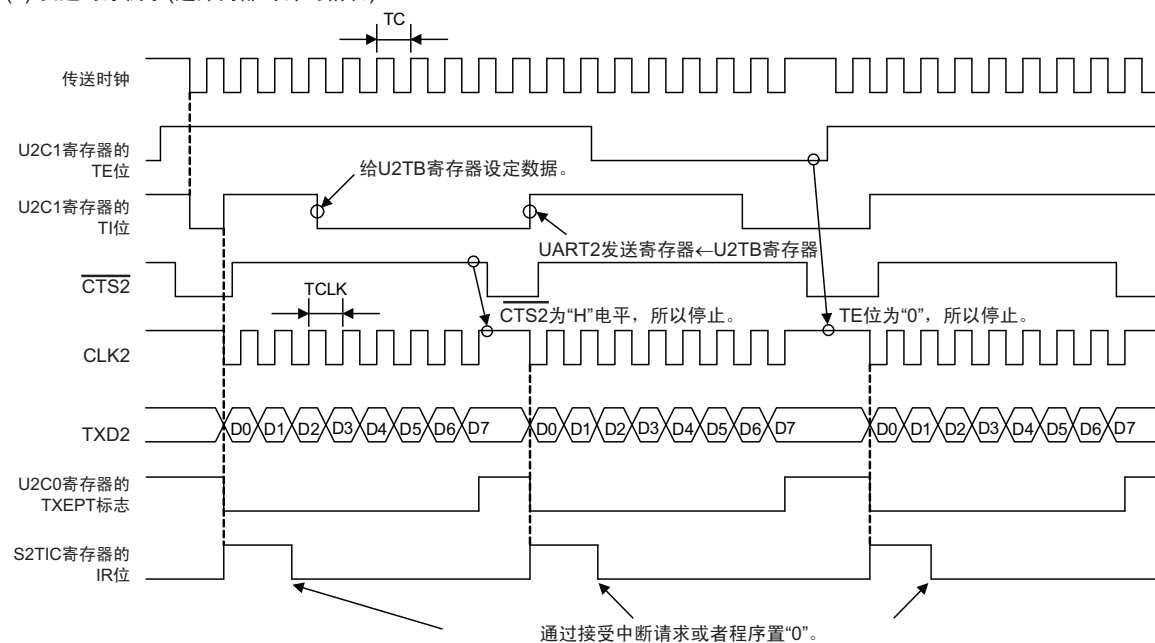
从选择 UART2 的运行模式后到开始传送前，TXD2 引脚输出“H”电平（在选择 N 沟道漏极开路输出时，为高阻抗状态）。

时钟同步串行 I/O 模式的发送 / 接收时序例子如图 21.3 所示。

表 21.4 时钟同步串行 I/O 模式的输入 / 输出引脚功能（不选择传送时钟的多个引脚输出功能的情况）

引脚名	功能	选择方法
TXD2 (P3_4 或者 P3_7)	串行数据输出	- TXD2 (P3_4) U2SR0 寄存器的 TXD2SEL1 位和 TXD2SEL0 位 =10b (P3_4) - TXD2 (P3_7) U2SR0 寄存器的 TXD2SEL1 位和 TXD2SEL0 位 =01b (P3_7) - 在只进行接收时，能通过设定 TXD2SEL1 位和 TXD2SEL0 位 =00b，将 P3_4 或者 P3_7 用作端口。
RXD2 (P3_4、P3_7 或者 P4_5)	串行数据输入	- RXD2 (P3_4) U2SR0 寄存器的 RXD2SEL1 位和 RXD2SEL0 位 =01b (P3_4) PD3 寄存器的 PD3_4 位 =0 - RXD2 (P3_7) U2SR0 寄存器的 RXD2SEL1 位和 RXD2SEL0 位 =10b (P3_7) PD3 寄存器的 PD3_7 位 =0 - RXD2 (P4_5) U2SR0 寄存器的 RXD2SEL1 位和 RXD2SEL0 位 =11b (P4_5) PD4 寄存器的 PD4_5 位 =0 - 在只进行发送时，能通过设定 RXD2SEL1 位和 RXD2SEL0 位 =00b，将 P3_4、P3_7 或者 P4_5 用作端口。
CLK2 (P3_5)	传送时钟输出	U2SR1 寄存器的 CLK2SEL0 位 =1 U2MR 寄存器的 CKDIR 位 =0
	传送时钟输入	U2SR1 寄存器的 CLK2SEL0 位 =1 U2MR 寄存器的 CKDIR 位 =1 PD3 寄存器的 PD3_5 位 =0
CTS2/RTS2 (P3_3)	CTS 输入	U2SR1 寄存器的 CTS2SEL0 位 =1 U2C0 寄存器的 CRD 位 =0 U2C0 寄存器的 CRS 位 =0 PD3 寄存器的 PD3_3 位 =0
	RTS 输出	U2SR1 寄存器的 CTS2SEL0 位 =1 U2C0 寄存器的 CRD 位 =0 U2C0 寄存器的 CRS 位 =1
	输入 / 输出端口	U2SR1 寄存器的 CTS2SEL0 位 =0

(1) 发送时序例子(选择内部时钟的情况)

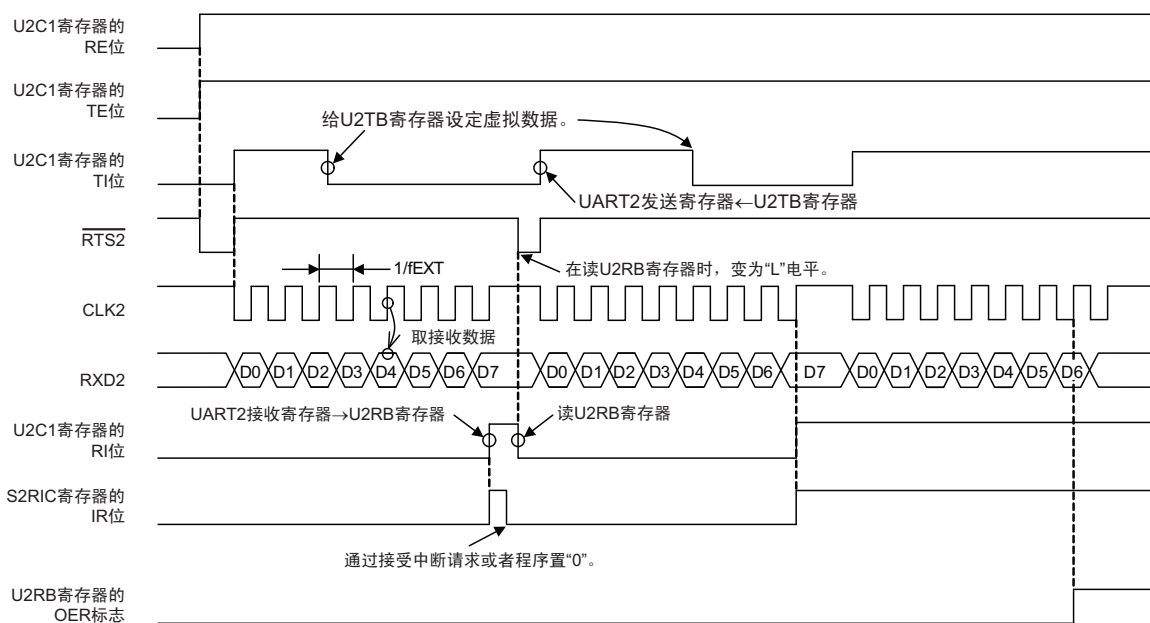


此图的设定条件如下:

- U2MR寄存器的CKDIR位为“0”(选择内部时钟)。
- U2C0寄存器的CRD位为“0”(允许CTS/RTS功能), CRS位为“0”(选择CTS功能)。
- U2C0寄存器的CKPOL位为“0”(在传送时钟的下降沿输出发送数据, 在上升沿输入接收数据)。
- U2C1寄存器的U2IRS位为“0”(在U2TB寄存器为空时, 发生中断请求)。

f_j : U2BRG计数源的频率
(f1、f8、f32)
n: U2BRG寄存器的设定值

(2) 接收时序例子(选择外部时钟的情况)



此图的设定条件如下:

- U2MR寄存器的CKDIR位为“1”(选择外部时钟)。
- U2C0寄存器的CRD位为“0”(允许CTS/RTS功能), CRS位为“1”(选择RTS功能)。
- U2C0寄存器的CKPOL位为“0”(在传送时钟的下降沿输出发送数据, 在上升沿输入接收数据)。

当接收数据前的CLK2引脚输入为“H”电平时, 必须满足以下的条件:

- U2C1寄存器的TE位为“1”(允许发送)。
- U2C1寄存器的RE位为“1”(允许接收)。
- 给U2TB寄存器写虚拟数据。

fEXT: 外部时钟的频率

图 21.3 时钟同步串行 I/O 模式的发送 / 接收时序例子

21.3.1 发生通信错误时的处理方法

如果想在时钟同步串行 I/O 模式中的接收或者发送途中结束通信或者发生通信错误时，就必须按照以下的步骤进行设定：

1. 将U2C1寄存器的TE位置“0”（禁止发送）、RE位置“0”（禁止接收）。
2. 将U2MR寄存器的SMD2～SMD0位置“000b”（串行接口无效）。
3. 将U2MR寄存器的寄存器的SMD2～SMD0位置“001b”（时钟同步串行I/O模式）。
4. 将U2C1寄存器的TE位置“1”（允许发送）、RE位置“1”（允许接收）。

21.3.2 CLK 极性的选择

能通过 U2C0 寄存器的 CKPOL 位选择传送时钟的极性，传送时钟的极性如图 21.4 所示。

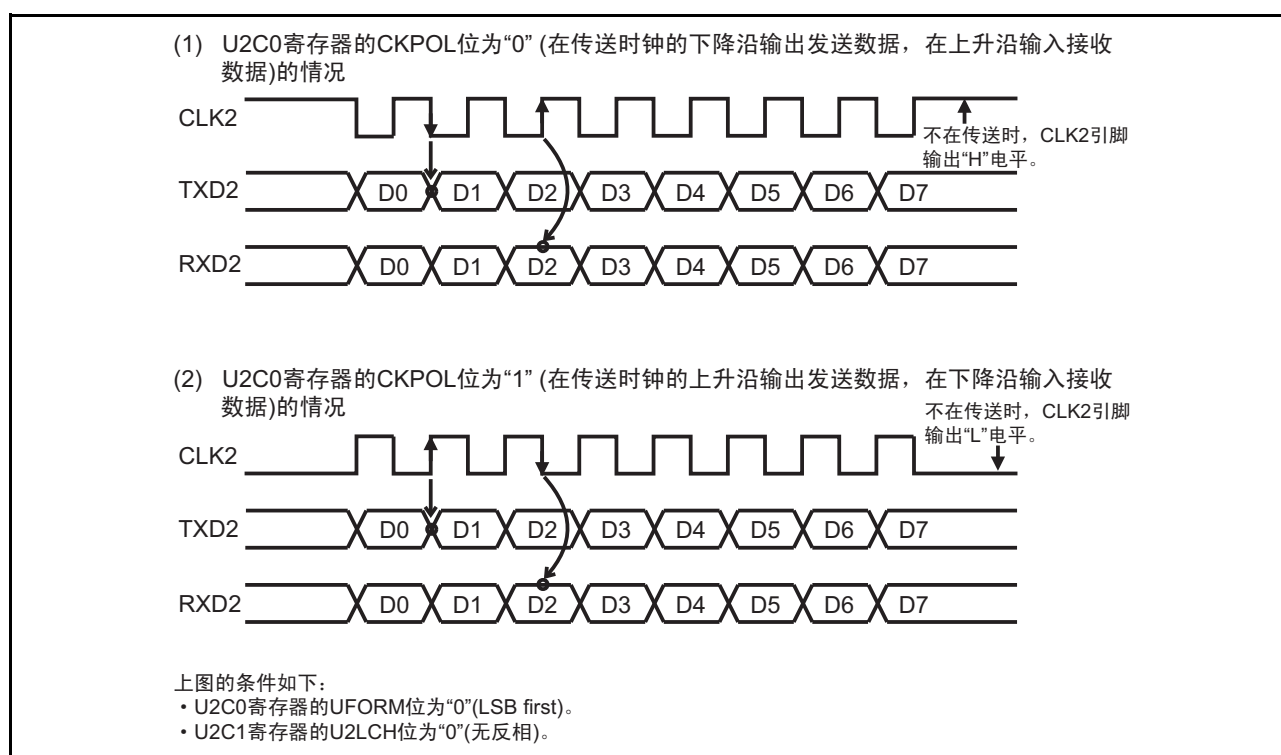


图 21.4 传送时钟的极性

21.3.3 LSB first 或者 MSB first 的选择

能通过 U2C0 寄存器的 UFORM 位选择传送格式，传送格式如图 21.5 所示。

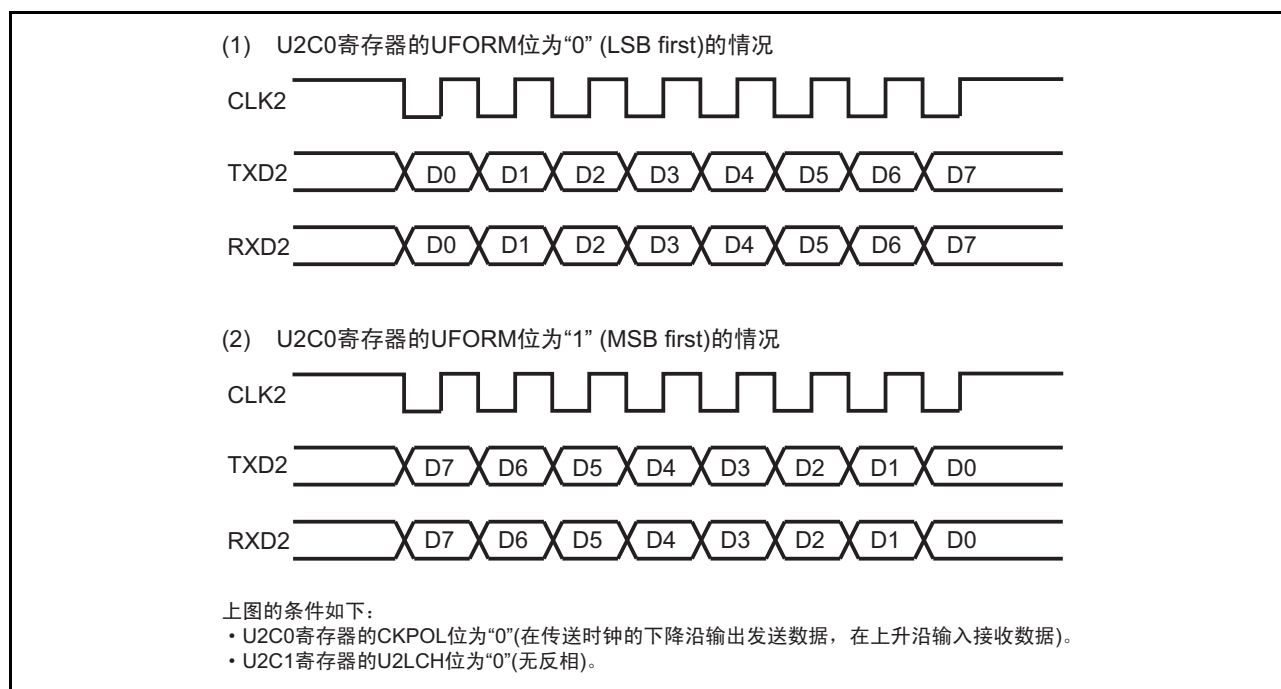


图 21.5 传送格式

21.3.4 连续接收模式

连续接收模式是通过读接收缓冲寄存器进入接收允许状态的模式。如果选择此模式，就进入接收允许状态，所以不需要虚写发送缓冲寄存器。但是，在开始接收时，需要虚读接收缓冲寄存器。

如果将 U2C1 寄存器的 U2RRM 位置 “1” (连续接收模式)，就在读 U2RB 寄存器时，U2C1 寄存器的 TI 位变为 “0” (U2TB 寄存器有数据)。当 U2RRM 位为 “1” 时，不能通过程序给 U2TB 寄存器写虚拟数据。

21.3.5 串行数据的逻辑转换

当 U2C1 寄存器的 U2LCH 位为“1”（有反相）时，在将 U2TB 寄存器的写入值进行逻辑取反后发送。如果读 U2RB 寄存器，就能读到接收数据被逻辑取反后的值。串行数据的逻辑如图 21.6 所示。

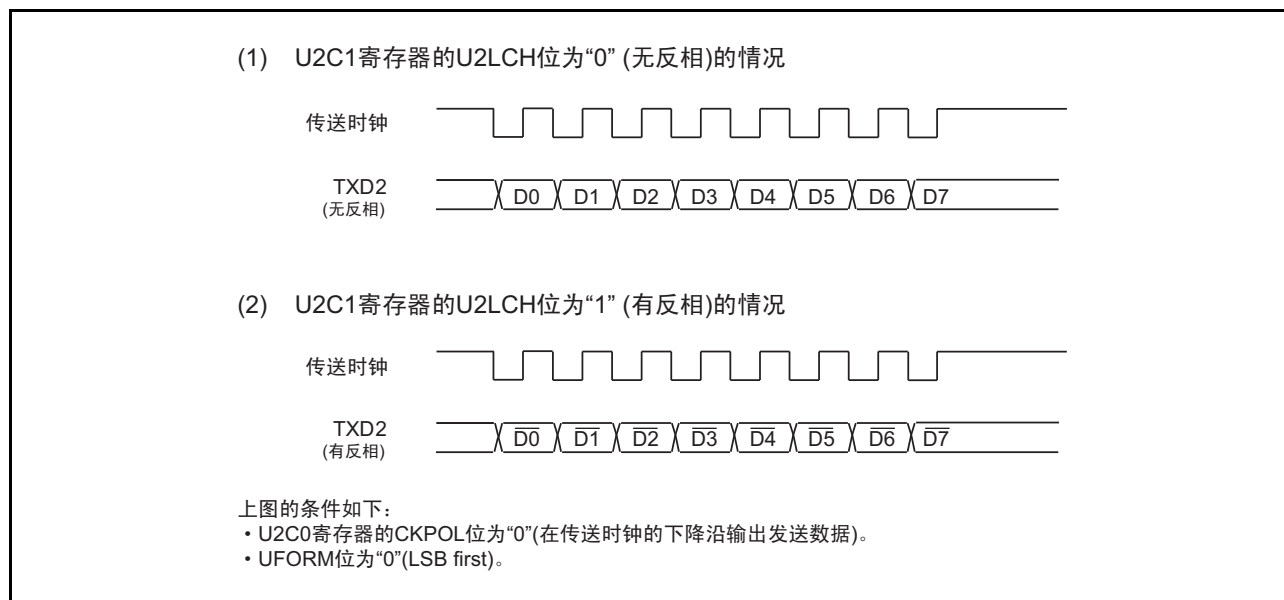


图 21.6 串行数据的逻辑

21.3.6 CTS/RTS 功能

$\overline{\text{CTS}}$ 功能是在给 $\overline{\text{CTS2/RTS2}}$ 引脚输入“L”电平时开始发送和接收的功能。如果 $\overline{\text{CTS2/RTS2}}$ 引脚的输入电平变为“L”，就开始发送和接收。如果在发送和接收过程中将输入电平置为“H”，就停止下一个数据的发送和接收。

$\overline{\text{RTS}}$ 功能在接收准备结束时，使 $\overline{\text{CTS2/RTS2}}$ 引脚的输出电平变为“L”；在 CLK2 引脚的第一个下降沿，使 $\overline{\text{CTS2/RTS2}}$ 引脚的输出电平变为“H”。

- | | |
|---|--|
| • U2C0寄存器的CRD位=1（禁止 $\overline{\text{CTS/RTS}}$ 功能） | $\overline{\text{CTS2/RTS2}}$ 引脚为可编程输入/输出功能 |
| • CRD位=0，CRS位=0（选择 $\overline{\text{CTS}}$ 功能） | $\overline{\text{CTS2/RTS2}}$ 引脚为 $\overline{\text{CTS}}$ 功能 |
| • CRD位=0，CRS位=1（选择 $\overline{\text{RTS}}$ 功能） | $\overline{\text{CTS2/RTS2}}$ 引脚为 $\overline{\text{RTS}}$ 功能 |

21.4 异步串行 I/O (UART) 模式

UART 模式是在设定任意的传送率和传送数据格式后进行发送和接收的模式，UART 模式的规格以及 UART 模式中使用的寄存器及其设定值分别如表 21.5 和表 21.6 所示。

表 21.5 UART 模式的规格

项目	规格
传送数据格式	• 字符位 (传送数据): 可选择 7 位、8 位或者 9 位。 • 开始位: 1 位 • 奇偶校验位: 可选择奇校验、偶校验或者无奇偶校验。 • 停止位: 可选择 1 位或者 2 位。
传送时钟	• 当 U2MR 寄存器的 CKDIR 位为 “0” (内部时钟) 时: $f_j/(16(n+1))$ f_j: f1、f8、f32 n: U2BRG 寄存器的设定值 (00h ~ FFh) • 当 CKDIR 位为 “1” (外部时钟) 时: $f_{EXT}/(16(n+1))$ f_{EXT}: CLK2 引脚的输入 n: U2BRG 寄存器的设定值 (00h ~ FFh)
发送 / 接收控制	可选择 CTS 功能、RTS 功能或者禁止 CTS/RTS 功能。
发送开始条件	开始发送时需要以下的条件: • U2C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。 • U2C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U2TB 寄存器有数据)。 • 在选择 CTS 功能时, CTS2 引脚的输入为 “L” 电平。
接收开始条件	开始接收时需要以下的条件: • U2C1 寄存器的 RE 位为 “1” (允许接收)。 • 检测到开始位。
中断请求的发生时序	在发送时, 能选择以下的任意条件: • U2C1 寄存器的 U2IRS 位为 “0” (发送缓冲空): 在将数据从 U2TB 寄存器发送到 UART2 发送寄存器时 (开始发送时)。 • U2IRS 位为 “1” (发送结束): 在 UART2 发送寄存器的数据发送结束时。 在接收时 • 在将数据从 UART2 接收寄存器传送到 U2RB 寄存器时 (接收结束时)。
错误检测	• 溢出错误 (注 1) 如果在读 U2RB 寄存器前接收到下一个数据的最后停止位的前 1 位, 就发生溢出错误。 • 帧错误 (注 2) 当未检测到设定个数的停止位时, 发生帧错误。 • 奇偶校验错误 (注 2) 在允许奇偶校验的情况下, 如果奇偶校验位和字符位中的 “1” 的个数不是设定的个数, 就发生奇偶校验错误。 • 错误总标志 如果发生溢出错误、帧错误或者奇偶校验错误, 此标志就变为 “1”。
选择功能	• LSB first 或者 MSB first 的选择 可选择是从 bit0 还是从 bit7 开始发送和接收。 • 串行数据的逻辑转换 这是将发送数据的逻辑值取反的功能, 开始位和停止位不取反。 • TXD、RXD 输入 / 输出极性的转换 这是将 TXD 引脚输出电平和 RXD 引脚输入电平取反的功能。输入 / 输出数据的电平全部反相。 • RXD2 数字滤波器的选择 RXD2 输入信号能选择数字滤波器有效或者无效。

注 1. 如果发生溢出错误, U2RB 寄存器的接收数据就为不定值。

注 2. 在数据从 UART2 接收寄存器传送到 U2RB 寄存器时, 帧错误标志、奇偶校验错误标志就变为 “1”。

表 21.6 UART 模式中使用的寄存器及其设定值

寄存器	位	功能
U2TB	b0 ~ b8	必须设定发送数据 (注 1)。
U2RB	b0 ~ b8	能读接收数据 (注 1、注 2)。
	OER、FER、PER、SUM	错误标志
U2BRG	b0 ~ b7	必须设定传送率。
U2MR	SMD2 ~ SMD0	当传送数据长为 7 位时, 必须置 “100b”。
		当传送数据长为 8 位时, 必须置 “101b”。
		当传送数据长为 9 位时, 必须置 “110b”。
	CKDIR	必须选择内部时钟或者外部时钟。
	STPS	必须选择停止位。
	PRY、PRYE	必须选择奇校验、偶校验或者无奇偶校验。
	IOPOL	必须选择 TXD/RXD 输入 / 输出的极性。
U2C0	CLK0	必须选择 U2BRG 的计数源。
	CRS	在使用 CTS 功能或者 RTS 功能时, 必须选择 $\overline{\text{CTS}}$ 或者 $\overline{\text{RTS}}$ 。
	TXEPT	发送寄存器空标志
	CRD	必须选择允许或者禁止 $\overline{\text{CTS}}$ / $\overline{\text{RTS}}$ 功能。
	NCH	必须选择 TXD2 引脚的输出形式。
	CKPOL	必须置 “0”。
	UFORM	当传送数据长为 8 位时, 能选择 LSB first 或者 MSB first; 当传送数据长为 7 位或者 9 位时, 必须置 “0”。
U2C1	TE	在允许发送时, 必须置 “1”。
	TI	发送缓冲器空标志
	RE	在允许接收时, 必须置 “1”。
	RI	接收结束标志
	U2IRS	必须选择 UART2 发送中断源。
	U2RRM	必须置 “0”。
	U2LCH	在使用数据逻辑反相电路时, 必须置 “1”。
	U2ERE	必须置 “0”。
U2SMR	b0 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR2	b0 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR3	b0 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR4	b0 ~ b7	必须置 “0”。
URXDF	DF2EN	必须选择数字滤波器无效或者有效。
U2SMR5	MP	必须置 “0”。

注 1. 使用的位如下:

当传送数据长为 7 位时, 为 b0 ~ b6; 当传送数据长为 8 位时, 为 b0 ~ b7; 当传送数据长为 9 位时, 为 b0 ~ b8。

注 2. 当传送数据长为 7 位时, b7 ~ b8 的内容为不定值; 当传送数据长为 8 位时, b8 的内容为不定值。

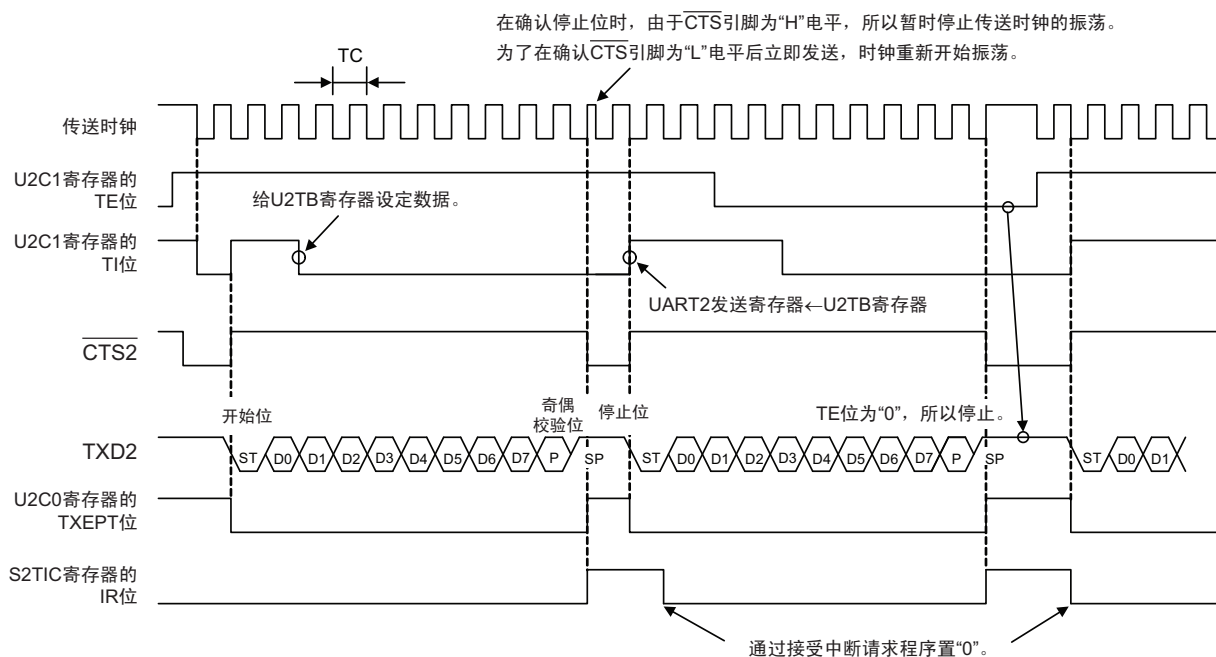
UART 模式的输入 / 输出引脚功能如表 21.7 所示。从选择 UART2 的运行模式后到传送开始前，TXD2 引脚输出“H”电平（在选择 N 沟道漏极开路输出时，为高阻抗状态）。

UART 模式的发送时序例子和接收时序例子分别如图 21.7 和图 21.8 所示。

表 21.7 UART 模式的输入 / 输出引脚功能

引脚名	功能	选择方法
TXD2 (P3_4 或者 P3_7)	串行数据输出	• TXD2 (P3_4) U2SR0 寄存器的 TXD2SEL1 位和 TXD2SEL0 位 =10b (P3_4) • TXD2 (P3_7) U2SR0 寄存器的 TXD2SEL1 位和 TXD2SEL0 位 =01b (P3_7) • 在只进行接收时，能通过设定 TXD2SEL1 位和 TXD2SEL0 位 =00b，将 P3_4 或者 P3_7 用作端口。
RXD2 (P3_4、P3_7 或者 P4_5)	串行数据输入	• RXD2 (P3_4) U2SR0 寄存器的 RXD2SEL1 位和 RXD2SEL0 位 =01b (P3_4) PD3 寄存器的 PD3_4 位 =0 • RXD2 (P3_7) U2SR0 寄存器的 RXD2SEL1 位和 RXD2SEL0 位 =10b (P3_7) PD3 寄存器的 PD3_7 位 =0 • RXD2 (P4_5) U2SR0 寄存器的 RXD2SEL1 位和 RXD2SEL0 位 =11b (P4_5) PD4 寄存器的 PD4_5 位 =0 • 在只进行发送时，能通过设定 RXD2SEL1 位和 RXD2SEL0 位 =00b，将 P3_4、P3_7 或者 P4_5 用作端口。
CLK2 (P3_5)	输入 / 输出端口	U2SR1 寄存器的 CLK2SEL0 位 =0
	传送时钟输入	U2SR1 寄存器的 CLK2SEL0 位 =1 U2MR 寄存器的 CKDIR 位 =1 PD3 寄存器的 PD3_5 位 =0
CTS2/RTS2 (P3_3)	CTS 输入	U2SR1 寄存器的 CTS2SEL0 位 =1 U2C0 寄存器的 CRD 位 =0 U2C0 寄存器的 CRS 位 =0 PD3 寄存器的 D3_3 位 =0
	RTS 输出	U2SR1 寄存器的 CTS2SEL0 位 =1 U2C0 寄存器的 CRD 位 =0 U2C0 寄存器的 CRS 位 =1
	输入 / 输出端口	U2SR1 寄存器的 CTS2SEL0 位 =0

(1) 传送数据长为8位时的发送时序例子(允许奇偶校验, 1个停止位)



(2) 传送数据长为9位时的发送时序例子(禁止奇偶校验, 2个停止位)

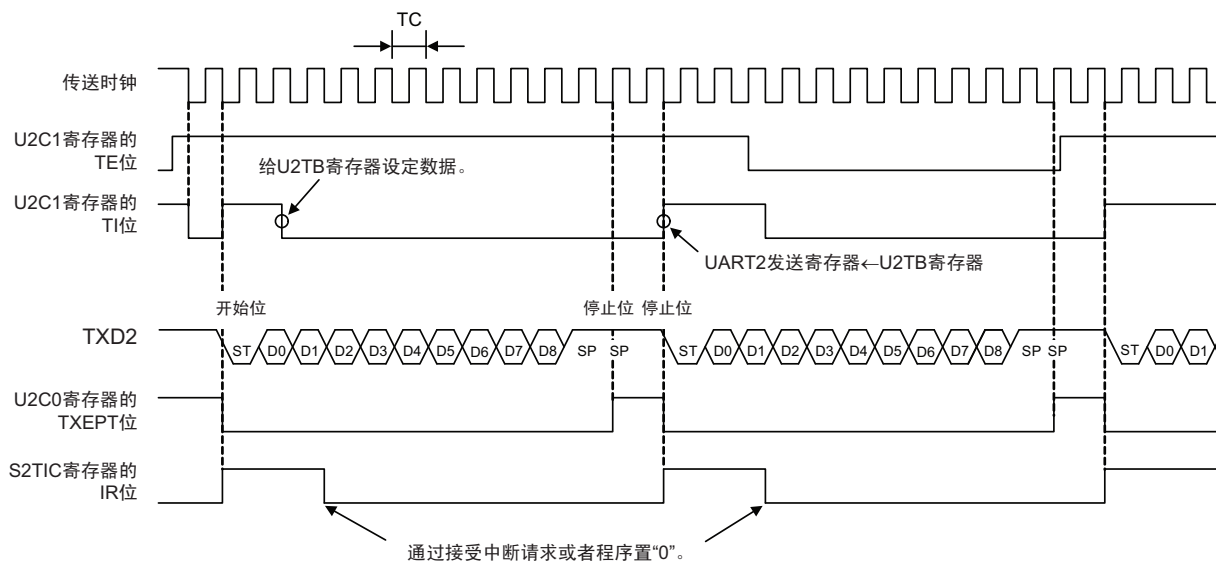


图 21.7 UART 模式的发送时序例子

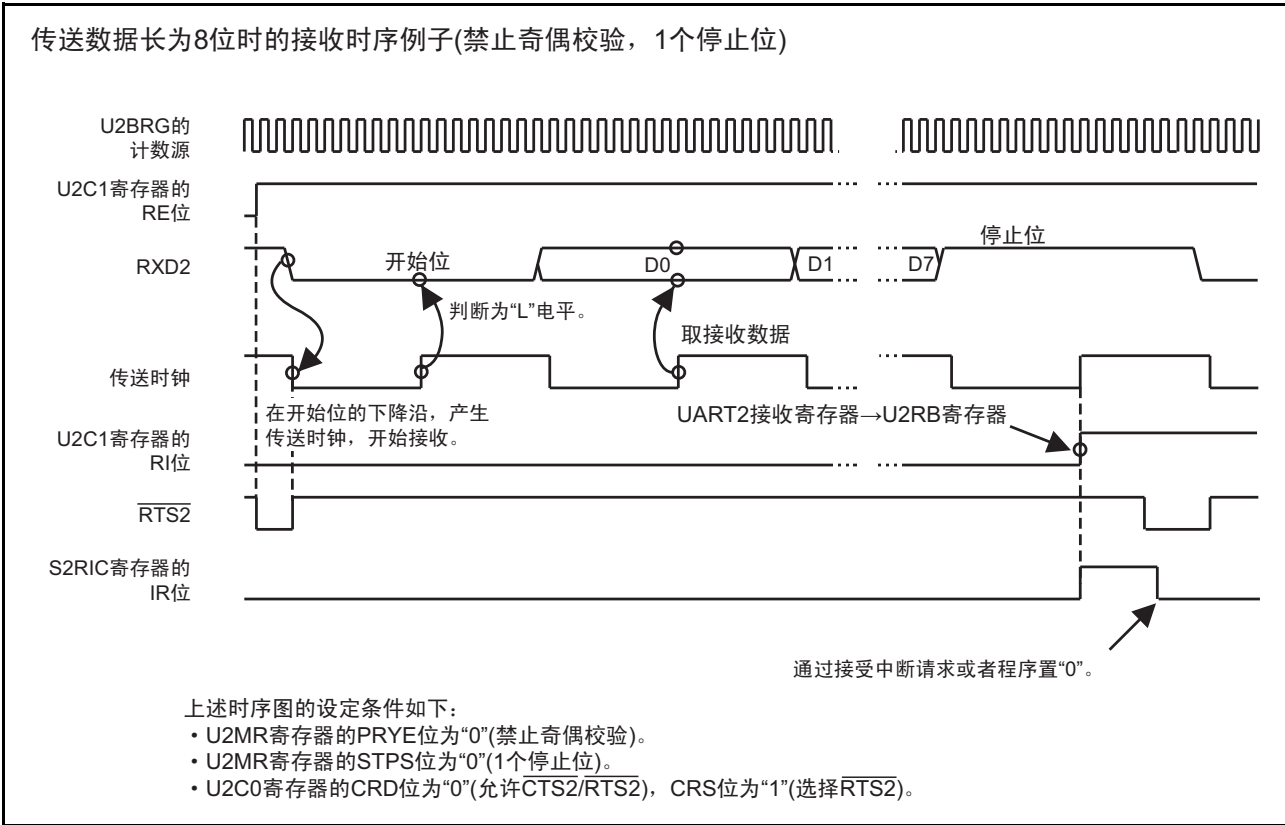


图 21.8 UART 模式的接收时序例子

21.4.1 位速率

在 UART 模式中，位速率是由 U2BRG 寄存器进行 16 分频后的频率，UART 模式的位速率设定例子（选择内部时钟的情况）如表 21.8 所示。

表 21.8 UART 模式的位速率设定例子（选择内部时钟的情况）

位速率 (bps)	U2BRG 的计数源	系统时钟 =20MHz			系统时钟 =18.432MHz（注 1）			系统时钟 =8MHz		
		U2BRG 的设定值	实际时间 (bps)	设定 误差 (%)	U2BRG 的设定值	实际时间 (bps)	设定 误差 (%)	U2BRG 的设定值	实际时间 (bps)	设定 误差 (%)
1200	f8	129(81h)	1201.92	0.16	119(77h)	1200.00	0.00	51(33h)	1201.92	0.16
2400	f8	64(40h)	2403.85	0.16	59(3Bh)	2400.00	0.00	25(19h)	2403.85	0.16
4800	f8	32(20h)	4734.85	-1.36	29(1Dh)	4800.00	0.00	12(0Ch)	4807.69	0.16
9600	f1	129(81h)	9615.38	0.16	119(77h)	9600.00	0.00	51(33h)	9615.38	0.16
14400	f1	86(56h)	14367.82	-0.22	79(4Fh)	14400.00	0.00	34(22h)	14285.71	-0.79
19200	f1	64(40h)	19230.77	0.16	59(3Bh)	19200.00	0.00	25(19h)	19230.77	0.16
28800	f1	42(2Ah)	29069.77	0.94	39(27h)	28800.00	0.00	16(10h)	29411.76	2.12
38400	f1	32(20h)	37878.79	-1.36	29(1Dh)	38400.00	0.00	12(0Ch)	38461.54	0.16
57600	f1	21(15h)	56818.18	-1.36	19(13h)	57600.00	0.00	8(08h)	55555.56	-3.55
115200	f1	10(0Ah)	113636.36	-1.36	9(09h)	115200.00	0.00	—	—	—

注 1. 对于高速内部振荡器，必须将FRA4寄存器的调整值和FRA5寄存器的调整值分别写到FRA1寄存器和FRA3寄存器。这是选择高速内部振荡器作为系统时钟并且将FRA2寄存器的FRA22～FRA20位置“000b”（2分频模式）的情况。有关高速内部振荡器的精度，请参照“27. 电特性”。

21.4.2 发生通信错误时的处理方法

如果想在 URAT 模式中的接收或者发送途中结束通信或者发生通信错误时，就必须按照以下的步骤进行设定：

- 1. 将U2C1寄存器的TE位置“0”（禁止发送）、RE位置“0”（禁止接收）。
- 2. 将U2MR寄存器的SMD2～SMD0位置“000b”（串行接口无效）。
- 3. 将U2MR寄存器的SMD2～SMD0位置“001b”（UART模式、传送数据长为7位）、“101b”（UART模式、传送数据长为8位）或者“110b”（UART模式、传送数据长为9位）。
- 4. 将U2C1寄存器的TE位置“1”（允许发送）、RE位置“1”（允许接收）。

21.4.3 LSB first 或者 MSB first 的选择

如图 21.9 所示，能通过 U2C0 寄存器的 UFORM 位选择传送格式。此功能在传送数据长为 8 位时有效。传送格式如图 21.9 所示。

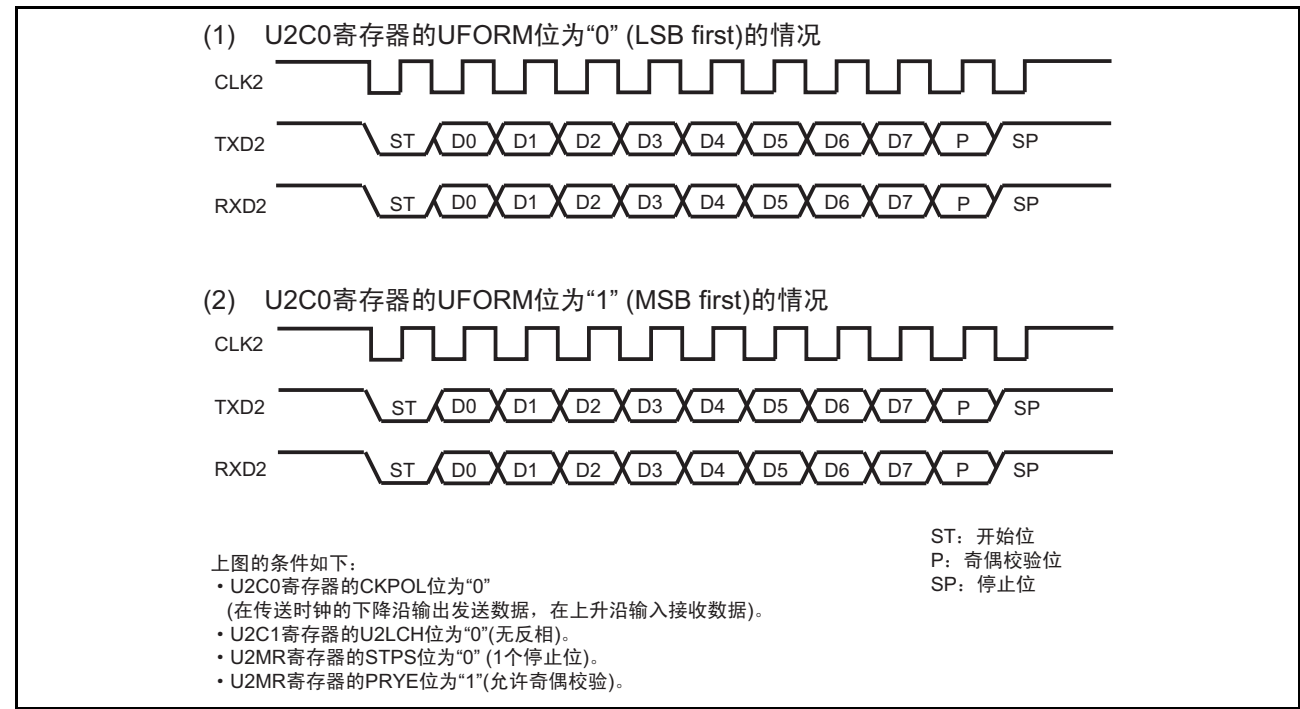


图 21.9 传送格式

21.4.4 串行数据的逻辑转换

在将 U2TB 寄存器的写入值进行逻辑取反后发送。如果读 U2RB 寄存器，就能读到接收数据被逻辑取反后的值。串行数据的逻辑如图 21.10 所示。

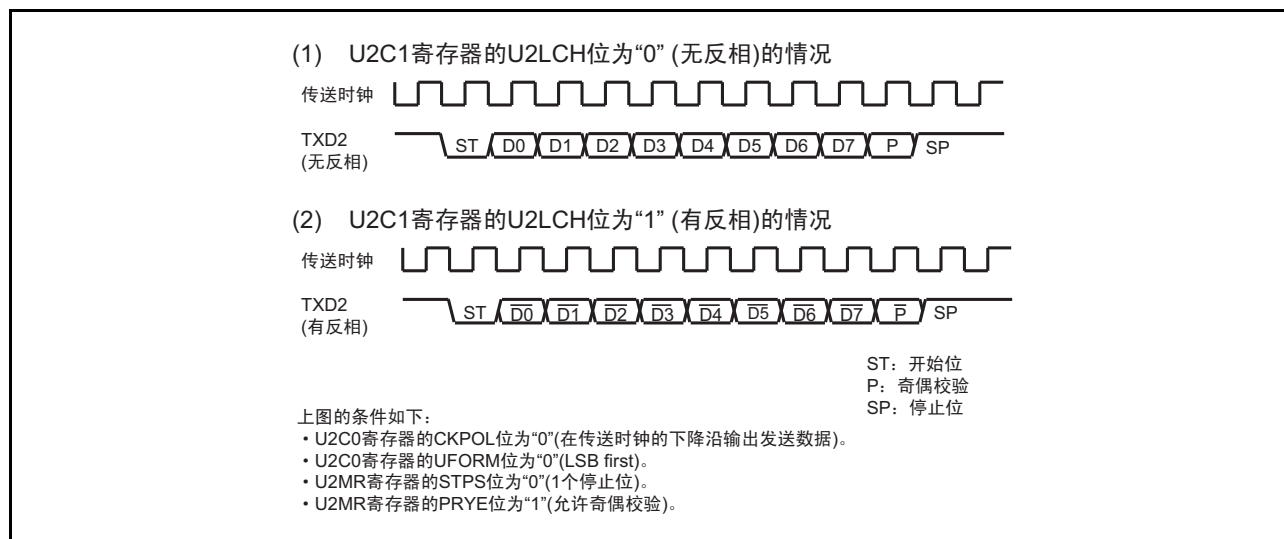


图 21.10 串行数据的逻辑

21.4.5 TXD 和 RXD 输入 / 输出极性的转换功能

这是将 TXD2 引脚输出电平和 RXD2 引脚输入电平取反的功能。输入 / 输出数据的电平全部（包括开始位、停止位和奇偶校验位）反相。TXD 和 RXD 输入 / 输出极性的转换如图 21.11 所示。

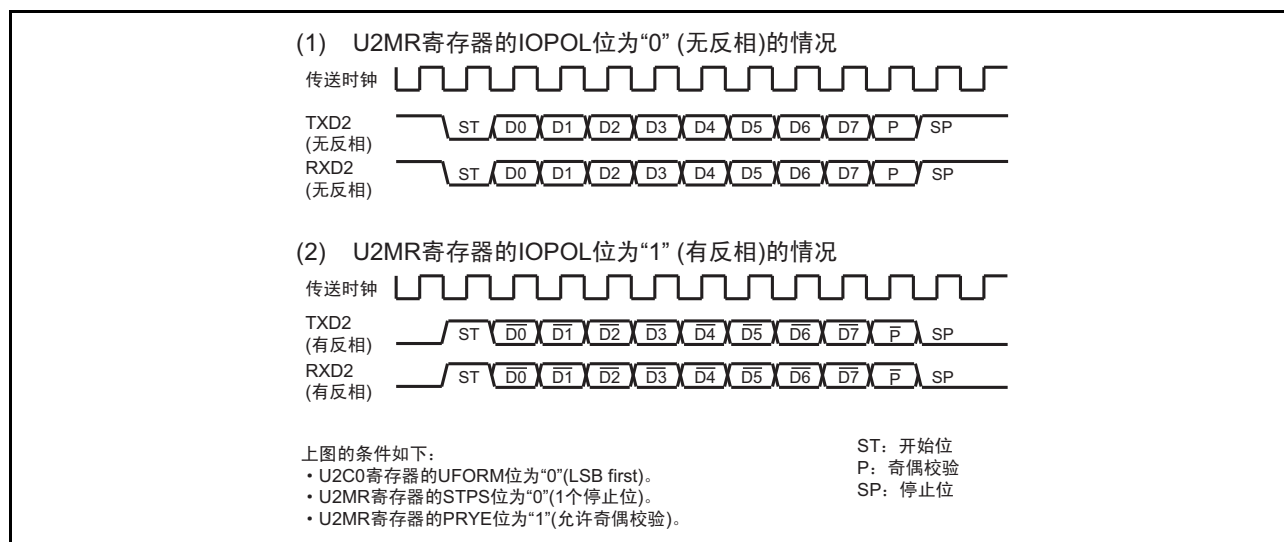


图 21.11 TXD 和 RXD 输入 / 输出极性的转换

21.4.6 CTS/RTS 功能

CTS 功能是在给 CTS2/RTS2 引脚输入 “L” 电平时开始发送的功能。如果 CTS2/RTS2 引脚的输入电平变为 “L”，就开始发送。如果在发送过程中将输入电平置为 “H”，就停止下一个数据的发送。

RTS 功能在接收准备结束时，使 CTS2/RTS2 引脚的输出电平变为 “L”。

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| • U2C0寄存器的CRD位=1（禁止CTS/RTS功能） | CTS2/RTS2引脚为可编程输入/输出功能 |
| • CRD位=0，CRS位=0（选择CTS功能） | CTS2/RTS2引脚为CTS功能 |
| • CRD位=0，CRS位=1（选择RTS功能） | CTS2/RTS2引脚为RTS功能 |

21.4.7 RXD2 数字滤波器的选择功能

当 URXDF 寄存器的 DF2EN 位为 “1”（允许 RXD2 数字滤波器）时，RXD2 输入信号经过消除噪声的数字滤波器电路被取到内部。噪声消除电路由 3 段串联的锁存电路和匹配检测电路构成。通过频率为 16 倍位速率的内部基本时钟对 RXD2 输入信号进行采样，如果 3 个锁存器的输出电平相同，就视为信号并将该电平传送到后段，否则就保持以前的值。

即，3 个时钟以下的信号变化视为噪声，而不视为信号变化。

RXD2 数字滤波器电路的框图如图 21.12 所示。

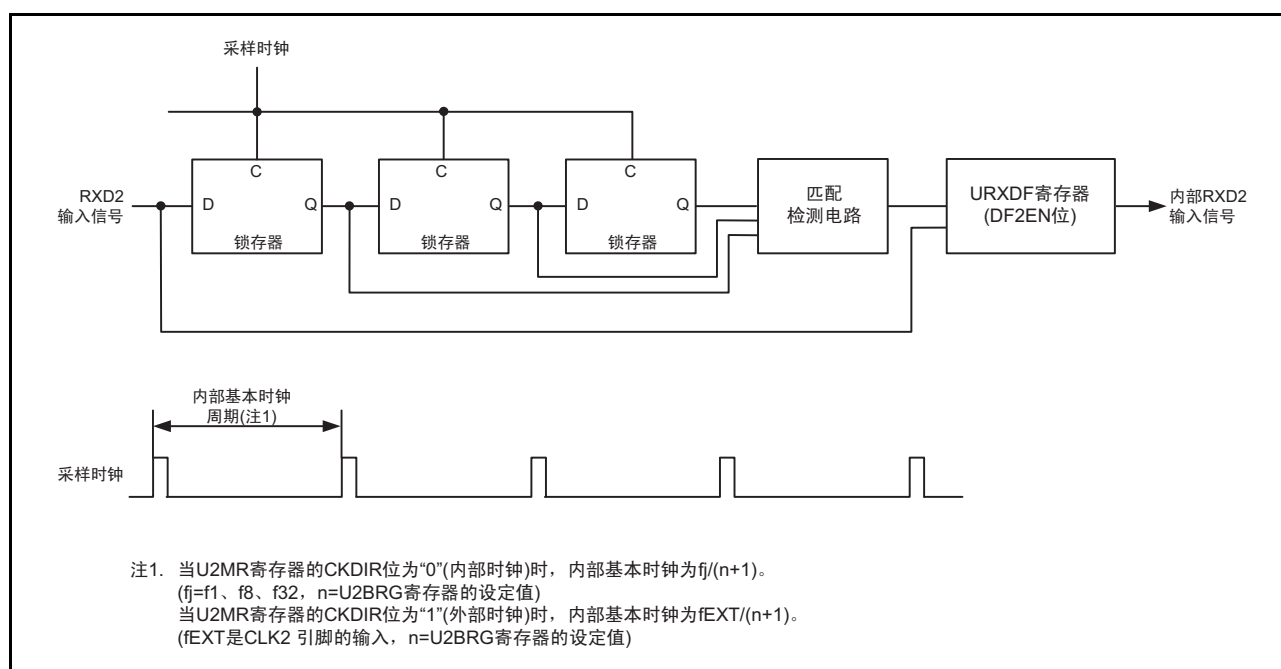


图 21.12 RXD2 数字滤波器电路的框图

21.5 特殊模式 1 (I²C 模式)

I²C 模式是对应简易型 I²C 接口的模式。I²C 模式的规格和 I²C 模式的各功能分别如表 21.9 和表 21.12 所示, I²C 模式中使用的寄存器及其设定值如表 21.10 ~ 表 21.11 所示, I²C 模式的框图如图 21.13 所示, U2RB 寄存器的传送和中断时序如图 21.14 所示。

如表 21.12 所示, 如果将 SMD2 ~ SMD0 位置 “010b” 并且将 IICM 位置 “1”, 就进入 I²C 模式。因为 SDA2 发送输出附带延迟电路, 所以在 SCL2 变为 “L” 电平并稳定后, SDA2 输出发生变化。

表 21.9 I²C 模式的规格

项目	规格
传送数据格式	传送数据长: 8 位
传送时钟	- 主控模式 当 U2MR 寄存器的 CKDIR 位为 “0” (内部时钟) 时: $f_j/(2(n+1))$ f_j: f1、f8、f32 n: U2BRG 寄存器的设定值 (00h ~ FFh) - 从属模式 当 CKDIR 位为 “1” (外部时钟) 时: SCL2 引脚的输入
发送开始条件	开始发送时需要以下条件 (注 1): - U2C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。 - U2C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U2TB 寄存器有数据)。
接收开始条件	开始接收时需要以下条件 (注 1): - U2C1 寄存器的 RE 位为 “1” (允许接收)。 - U2C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。 - U2C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U2TB 寄存器有数据)。
中断请求的发生时序	检测到开始条件、检测到停止条件、未检测到应答、检测到应答
错误检测	溢出错误 (注 2) 如果在读 U2RB 寄存器前接收到下一个数据的第 8 位时, 就发生溢出错误。
选择功能	- SDA2 数字延迟 可选择无数字延迟或者 2 ~ 8 个 U2BRG 计数源周期的延迟。 - 时钟相位的设定 可选择有时钟延迟或者无时钟延迟。

注 1. 在已选择外部时钟的情况下, 必须在外部时钟为 “H” 电平的状态下满足条件。

注 2. 如果发生溢出错误, U2RB 寄存器的接收数据就为不定值, 而且 S2RIC 寄存器的 IR 位不变。

表 21.10 I²C 模式中使用的寄存器及其设定值 (1)

寄存器	位	功能	
		主控模式	从属模式
U2TB (注 1)	b0 ~ b7	必须设定发送数据。	必须设定发送数据。
U2RB (注 1)	b0 ~ b7	能读接收数据。	能读接收数据。
	b8	保存 ACK 或者 NACK。	保存 ACK 或者 NACK。
	OER	溢出错误标志	溢出错误标志
U2BRG	b0 ~ b7	必须设定传送率。	无效
U2MR (注 1)	SMD2 ~ SMD0	必须置 “010b”。	必须置 “010b”。
	CKDIR	必须置 “0”。	必须置 “1”。
	IOPOL	必须置 “0”。	必须置 “0”。
U2C0	CLK1 ~ CLK0	必须选择 U2BRG 的计数源。	无效
	CRS	因为 CRD 为 “1”，所以无效。	因为 CRD 为 “1”，所以无效。
	TXEPT	发送寄存器空标志	发送寄存器空标志
	CRD	必须置 “1”。	必须置 “1”。
	NCH	必须置 “1”。	必须置 “1”。
	CKPOL	必须置 “0”。	必须置 “0”。
	UFORM	必须置 “1”。	必须置 “1”。
U2C1	TE	在允许发送时，必须置 “1”。	在允许发送时，必须置 “1”。
	TI	发送缓冲器空标志	发送缓冲器空标志
	RE	在允许接收时，必须置 “1”。	在允许接收时，必须置 “1”。
	RI	接收结束标志	接收结束标志
	U2IRS	必须置 “1”。	必须置 “1”。
	U2RRM、U2LCH、U2ERE	必须置 “0”。	必须置 “0”。
U2SMR	IICM	必须置 “1”。	必须置 “1”。
	BBS	总线忙标志	总线忙标志
	b3 ~ b7	必须置 “0”。	必须置 “0”。
U2SMR2	IICM2	参照 “表 21.12 I ² C 模式的各功能”。	参照 “表 21.12 I ² C 模式的各功能”。
	CSC	在允许时钟同步时，必须置 “1”。	必须置 “0”。
	SWC	在第 9 位时钟的下降沿将 SCL2 输出固定为 “L” 电平时，必须置 “1”。	在第 9 位时钟的下降沿将 SCL2 输出固定为 “L” 电平时，必须置 “1”。
	STAC	必须置 “0”。	在检测到开始条件并对 UART2 进行初始化时，必须置 “1”。
	SWC2	在将 SCL2 的输出强制设定为 “L” 电平时，必须置 “1”。	在将 SCL2 的输出强制设定为 “L” 电平时，必须置 “1”。
	SDHI	在禁止 SDA2 输出时，必须置 “1”。	在禁止 SDA2 输出时，必须置 “1”。
	b7	必须置 “0”。	必须置 “0”。
U2SMR3	b0、b2、b4、NODC	必须置 “0”。	必须置 “0”。
	CKPH	参照 “表 21.12 I ² C 模式的各功能”。	参照 “表 21.12 I ² C 模式的各功能”。
	DL2 ~ DL0	必须设定 SDA2 的数字延迟值。	必须设定 SDA2 的数字延迟值。

注 1. 在 I²C 模式中，只能给此表中没有记载的位写 “0”。

表 21.11 I²C 模式中使用的寄存器及其设定值 (2)

寄存器	位	功能	
		主控模式	从属模式
U2SMR4	STAREQ	在生成开始条件时, 必须置 “1”。	必须置 “0”。
	RSTAREQ	在生成重新启动条件时, 必须置 “1”。	必须置 “0”。
	STPREQ	在生成停止条件时, 必须置 “1”。	必须置 “0”。
	STSPSEL	在输出各条件时, 必须置 “1”。	必须置 “0”。
	ACKD	必须选择 ACK 或者 NACK。	必须选择 ACK 或者 NACK。
	ACKC	在输出 ACK 数据时, 必须置 “1”。	在输出 ACK 数据时, 必须置 “1”。
	SCLHI	在检测到停止条件时要停止 SCL2 输出的情况下, 必须置 “1”。	必须置 “0”。
	SWC9	必须置 “0”。	在第 9 位时钟的下一个下降沿将 SCL2 保持为 “L” 电平时, 必须置 “1”。
URXDF	DF2EN	必须置 “0”。	必须置 “0”。
U2SMR5	MP	必须置 “0”。	必须置 “0”。

表 21.12 I²C 模式的各功能

功能	时钟同期串行 I/O 模式（SMD2 ～ SMD0=001b，IICM=0）	I ² C 模式（SMD2 ～ SMD0=010b，IICM=1）			
		IICM2=0（NACK/ACK 中断）		IICM2=1（UART 发送 /UART 接收中断）	
		CKPH=0 （无时钟延迟）	CKPH=1 （有时钟延迟）	CKPH=0 （无时钟延迟）	CKPH=1 （有时钟延迟）
UART2 总线冲突检测中断源 （注 1、注 5）	—	检测到开始条件或者停止条件。 （参照“表 21.13 STSPSEL 位的功能”）			
UART2 发送 / NACK2 中断源 （注 1、注 6）	UART2 发送开始发送或者发送结束（通过 U2IRS 进行选择）	未检测到应答（NACK）。 第 9 位的 SCL2 的上升沿		UART2 发送 第 9 位的 SCL2 的上升沿	UART2 发送 第 9 位的下一个 SCL2 的下降沿
UART2 接收 /ACK2 中断源 （注 1、注 6）	UART2 接收接收第 8 位时 CKPOL=0（上升沿） CKPOL=1（下降沿）	检测到应答（ACK）。 第 9 位的 SCL2 的上升沿		UART2 接收 第 9 位的 SCL2 的下降沿	
从 UART 接收移位寄存器到 U2RB 寄存器的数据传送	CKPOL=0（上升沿） CKPOL=1（下降沿）	第 9 位的 SCL2 的上升沿		第 9 位的 SCL2 的下降沿	第 9 位的 SCL2 的下降沿和上升沿
UART2 发送输出延迟	无延迟	有延迟			
TXD2/SDA2 引脚功能	TXD2 输出	SDA2 输入 / 输出引脚			
RXD2/SCL2 引脚功能	RXD2 输入	SCL2 输入 / 输出引脚			
CLK2 引脚功能	选择 CLK2 输入或者输出端口。	—（不能用于 I ² C 模式）			
噪声滤波器的宽度	15ns	200ns			
读 RXD2 引脚和 SCL2 引脚电平	当对应的端口方向位为“0”时，能读。	与对应的端口方向位的内容无关，能读。			
TXD2 和 SDA2 输出的初始值	CKPOL=0（“H”） CKPOL=1（“L”）	在设定 I ² C 模式前，为端口寄存器的设定值（注 2）。			
SCL2 的初始值和结束值	—	“H”	“L”	“H”	“L”
DTC 源序号 14 （注 6）	UART2 接收接收第 8 位时 CKPOL=0（上升沿） CKPOL=1（下降沿）	检测到应答（ACK）。		UART2 接收 第 9 位的 SCL2 的下降沿	
DTC 源序号 15 （注 6）	UART2 发送开始发送或者发送结束（通过 U2IRS 位进行选择）	UART2 发送 第 9 位的 SCL2 的上升沿	UART2 发送 第 9 位的下一个 SCL2 的下降沿	UART2 发送 第 9 位的 SCL2 的上升沿	UART2 发送 第 9 位的下一个 SCL2 的下降沿
接收数据的保存	将第 1 ～ 8 位保存到 U2RB 寄存器的位 b0 ～ b7。	将第 1 ～ 8 位保存到 U2RB 寄存器的 b7 ～ b0。		将第 1 ～ 7 位保存到 U2RB 寄存器的 b6 ～ b0，将第 8 位保存到	U2RB 寄存器的 b6 ～ b0，将第 8 位保存到 U2RB 寄存器的 b8。 将第 1 ～ 8 位保存到 U2RB 寄存器的 b7 ～ b0（注 3）。
读接收数据	读 U2RB 寄存器的状态。				将 U2RB 寄存器的 b6 ～ b0 作为 b7 ～ b1，将 b8 作为 b0 来读（注 4）。

注 1. 如果更改中断源, 被改中断的中断控制寄存器的 IR 位就可能变为“1”(有中断请求)(参照“11.9 使用中断时的注意事项”)。

因为在更改以下的位时中断源和中断时序等会发生变化, 所以必须在更改以下这些位后将 IR 位置“0”(无中断请求)。

U2MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位、U2SMR 寄存器的 IICM 位、U2SMR2 寄存器的 IICM2 位、U2SMR3 寄存器的 CKPH 位

注 2. 必须在 SMD2 ~ SMD0 位为“000b”(串行接口无效)的状态下设定 SDA2 输出的初始值。

注 3. 第 2 次将数据传送到 U2RB 寄存器 (在第 9 位的 SCL2 上升时)。

注 4. 第 1 次将数据传送到 U2RB 寄存器 (在第 9 位的 SCL2 下降时)。

注 5. 参照“图 21.16 STSPSEL 位的功能”。

注 6. 参照“图 21.14 U2RB 寄存器的传送和中断时序”。

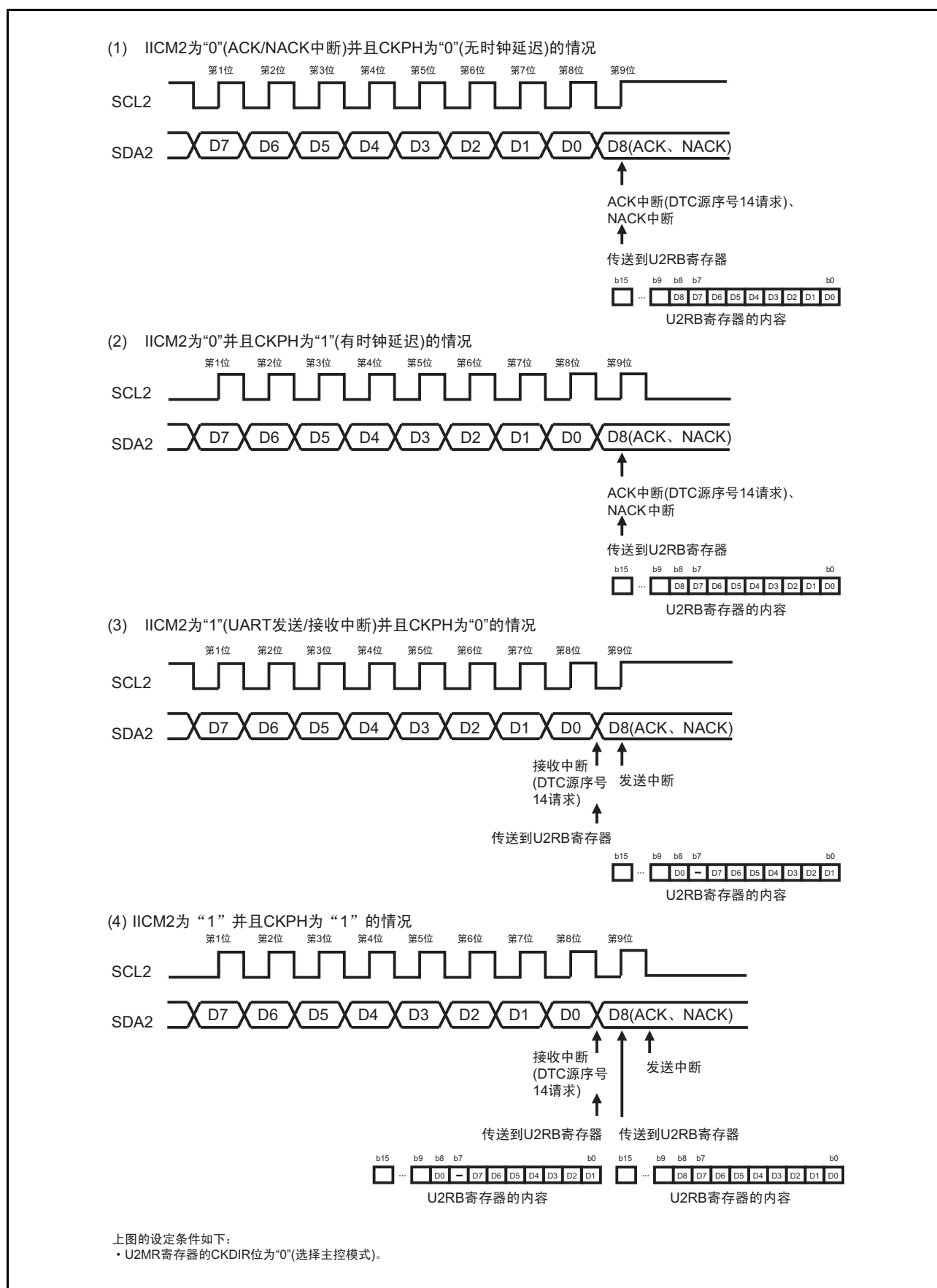


图 21.14 U2RB 寄存器的传送和中断时序

21.5.1 开始条件和停止条件的检测

判断开始条件或者停止条件的检测。

在 SCL2 引脚为 “H” 电平的状态下，如果 SDA2 引脚从 “H” 电平变为 “L” 电平，就产生开始检测中断请求；如果 SDA2 引脚从 “L” 电平变为 “H” 电平，就产生停止条件检测中断请求。

因为开始检测中断和停止条件检测中断共用中断控制寄存器和向量，所以必须通过 U2SMR 寄存器的 BBS 位来判断是哪个请求产生的中断。

开始条件和停止条件的检测如图 21.15 所示。

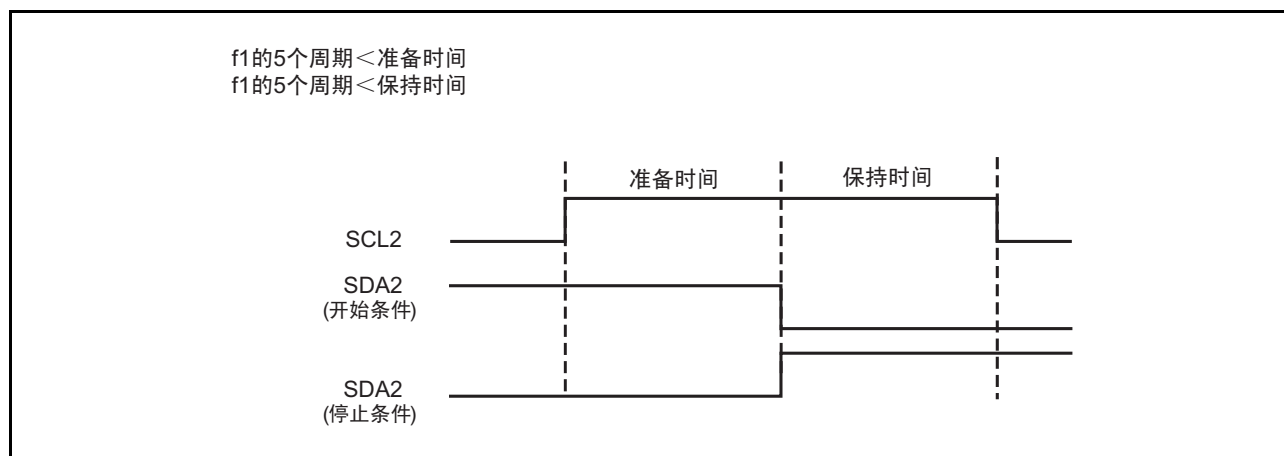


图 21.15 开始条件和停止条件的检测

21.5.2 开始条件和停止条件的输出

如果将 U2SMR4 寄存器的 STAREQ 位置 “1”（开始），就生成开始条件。
如果将 U2SMR4 寄存器的 RSTAREQ 位置 “1”（开始），就生成重新启动条件。
如果将 U2SMR4 寄存器的 STPREQ 位置 “1”（开始），就生成停止条件。输出的步骤如下：

1. 将 STAREQ 位、RSTAREQ 位或者 STPREQ 位置 “1”（开始）。
2. 将 U2SMR4 寄存器的 STSPSEL 位置 “1”（输出）。

STSPSEL 位的功能如表 21.13 和图 21.16 所示。

表 21.13 STSPSEL 位的功能

功能	STSPSEL=0	STSPSEL=1
SCL2、SDA2 引脚的输出	输出传送时钟和数据。 通过使用端口的程序实现开始条件和停止条件的输出（不通过硬件自动生成）。	根据 STAREQ 位、RSTAREQ 位或者 STPREQ 位，输出开始条件和停止条件。
开始条件和停止条件中断请求的发生时序	检测到开始条件和停止条件。	结束开始条件和停止条件的生成。

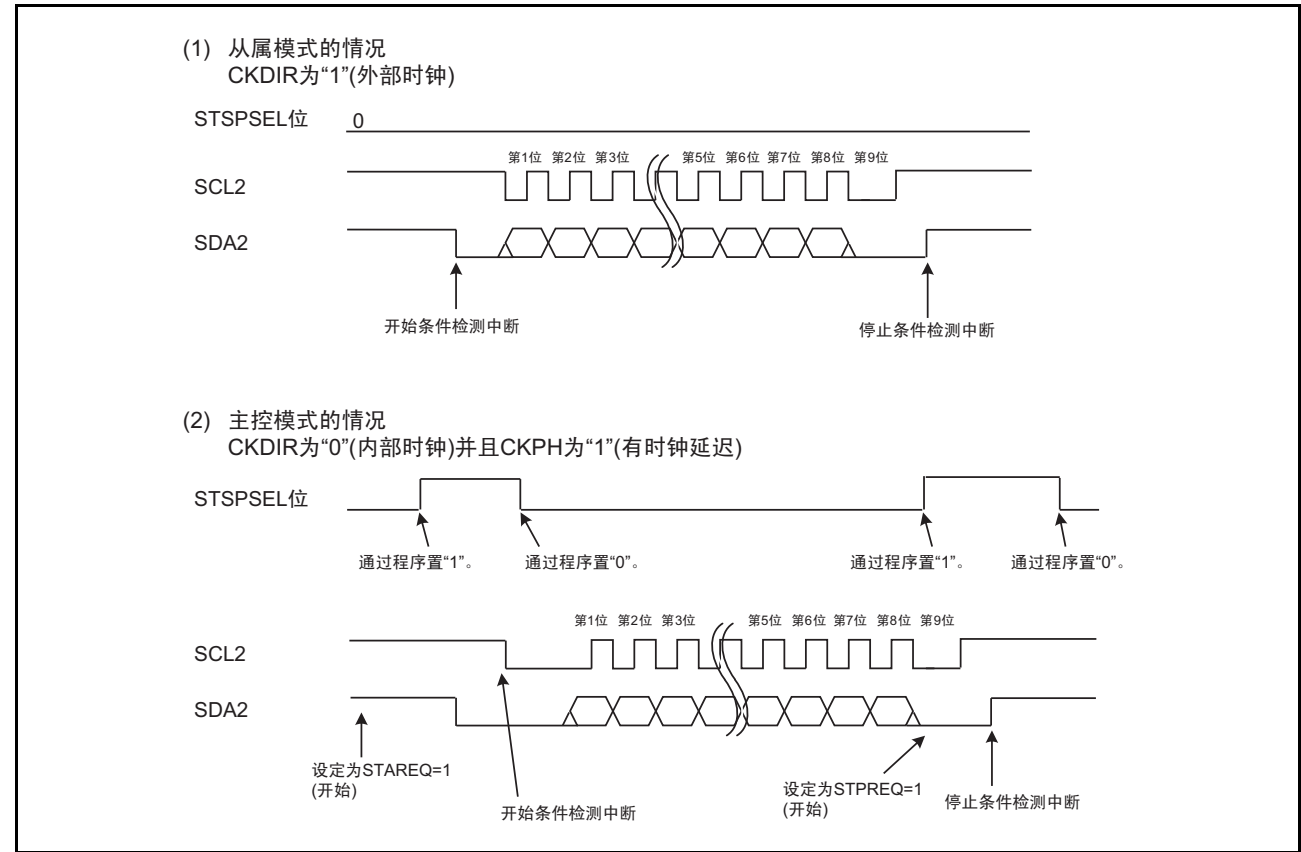


图 21.16 STSPSEL 位的功能

21.5.3 传送时钟

通过如“图 21.14 U2RB 寄存器的传送和中断时序”所示的传送时钟进行发送和接收。

U2SMR2 寄存器的 CSC 位是使内部生成的时钟 (内部 SCL2) 和 SCL2 引脚输入的外部时钟同步的位。在将 CSC 位置 “1” (允许时钟同步) 的情况下, 如果在内部 SCL2 为 “H” 电平时检测到 SCL2 引脚的下降沿, 就将内部 SCL2 置为 “L” 电平, 在重新加载 U2BRG 寄存器的值后开始对 L 区间进行计数。如果在 SCL2 引脚为 “L” 电平时内部 SCL2 从 “L” 电平变为 “H” 电平, 就停止计数; 如果 SCL2 引脚变为 “H” 电平, 就重新开始计数。因此, UART2 的传送时钟为内部 SCL2 信号和 SCL2 引脚信号的逻辑与, 而且在从内部 SCL2 的第 1 位的下降沿的半周期前到第 9 位上升沿的期间, 传送时钟运行。在使用此功能时, 传送时钟必须选择内部时钟。

能通过 U2SMR2 寄存器的 SWC 位, 选择 SCL2 引脚在第 9 位时钟的下降沿是固定为 “L” 电平还是解除 “L” 电平的固定输出。

如果将 U2SMR4 寄存器的 SCLHI 位置 “1” (允许), 就在检测到停止条件时停止 SCL2 输出 (高阻抗状态)。

如果将 U2SMR2 寄存器的 SWC2 位置 “1” (输出 “L” 电平), 即使在发送和接收时也能从 SCL2 引脚强制输出 “L” 电平; 如果将 SWC2 位置 “0” (传送时钟), 就在解除 SCL2 引脚的 “L” 电平输出后输入或者输出传送时钟。

当 U2SMR3 寄存器的 CKPH 位为 “1” 时, 如果将 U2SMR4 寄存器的 SWC9 位置 “1” (允许 SCL 保持 “L” 电平), 就在第 9 位时钟的下一个下降沿将 SCL2 引脚固定为 “L” 电平输出; 如果将 SWC9 位置 “0” (禁止 SCL 保持 “L” 电平), 就解除 “L” 电平的固定输出。

21.5.4 SDA 输出

从 D7 开始按顺序输出 U2TB 寄存器的 b7 ~ b0 (D7 ~ D0) 的写入值, 第 9 位 (D8) 为 ACK 或者 NACK。

必须在 IICM 为 “1” (I²C 模式) 并且 U2MR 寄存器的 SMD2 ~ SMD0 位为 “000b” (串行接口无效) 的状态下设定 SDA2 发送输出的初始值。

能通过 U2SMR3 寄存器的 DL2 ~ DL0 位将 SDA2 的输出设定为无延迟或者 2 ~ 8 个 U2BRG 计数源周期的延迟。

如果将 U2SMR2 寄存器的 SDHI 位置 “1” (禁止 SDA 输出), SDA2 引脚就被强制进入高阻抗状态。另外, 不能在 UART2 传送时钟上升时写 SDHI 位。

21.5.5 SDA 输入

当 IICM2 位为 “0” 时, 将接收数据的第 1 ~ 8 位 (D7 ~ D0) 保存到 U2RB 寄存器的 b7 ~ b0, 第 9 位 (D8) 为 ACK 或者 NACK。

当 IICM2 位为 “1” 时, 将接收数据的第 1 ~ 7 位 (D7 ~ D1) 保存到 U2RB 寄存器的 b6 ~ b0, 第 8 位 (D0) 保存到 U2RB 寄存器的 b8。即使 IICM2 位为 “1”, 只要 CKPH 位为 “1”, 也能在第 9 位的时钟上升后, 通过读 U2RB 寄存器能读到和 IICM2 位为 “0” 时的相同数据。

21.5.6 ACK 和 NACK

当 U2SMR4 寄存器的 STSPSEL 位为 “0” (不生成开始条件和停止条件) 并且 U2SMR4 寄存器的 ACKC 位为 “1” (输出 ACK 数据) 时, 能从 SDA2 引脚输出 U2SMR4 寄存器的 ACKD 位的值。

当 IICM2 位为 “0” 时, 如果在第 9 位发送时钟上升时 SDA2 引脚为 “H” 电平, 就产生 NACK 中断请求; 如果 SDA2 引脚为 “L” 电平, 就产生 ACK 中断请求。

如果选择 ACK2 (UART2 接收) 作为 DTC 请求源, 就能通过检测应答来启动 DTC 传送。

21.5.7 发送和接收的初始化

如果将 STAC 位置 “1” (允许 UART2 的初始化) 并检测到开始条件, 就进行如下的运行:

- 对发送移位寄存器进行初始化, 将 U2TB 寄存器的内容传送到发送移位寄存器。将下一个输入的时钟作为第 1 位开始发送, 但是在从输入时钟到输出第 1 位数据的期间, UART2 输出值保持检测到开始条件时的值。
- 对接收移位寄存器进行初始化, 将下一个输入的时钟作为第 1 位开始接收。
- SWC 位变为 “1” (允许 SCL 等待输出)。因此, SCL2 引脚在第 9 位时钟的下降沿变为 “L” 电平。

如果使用此功能开始 UART2 的发送和接收, TI 位就不变。在使用此功能时, 传送时钟必须选择外部时钟。

21.6 特殊模式 2 (SSU 模式)

在特殊模式 2 中，能从 1 个主控模式与多个从属模式进行串行通信，还能选择传送时钟的极性和相位。特殊模式 2 的规格以及特殊模式 2 中使用的寄存器和设定值分别如表 21.14 和表 21.15 所示，特殊模式 2 的通信控制例子 (UART2) 如图 21.17 所示。

表 21.14 特殊模式 2 的规格

项目	规格
传送数据格式	传送数据长度：8 位
传送时钟	- 主控模式 当 U2MR 寄存器的 CKDIR 位为 “0” (选择内部时钟) 时：$f_j/(2(n+1))$ fj: f1、f2、f8、f32 n: U2BRG 寄存器的设定值 (00h ~ FFh)。 - 从属模式 当 CKDIR 位为 “1” (选择外部时钟) 时：CLK2 引脚的输入
发送控制、接收控制	通过输入 / 输出端口进行控制。
发送开始条件	开始发送时需要以下条件 (注 1)： - U2C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。 - U2C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U2TB 寄存器有数据)。
接收开始条件	开始接收时需要以下条件 (注 1)： - U2C1 寄存器的 RE 位为 “1” (允许接收)。 - U2C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。 - U2C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U2TB 寄存器有数据)。
中断请求的发生	在发送时可选择以下任意的条件： - U2C1 寄存器的 U2IRS 位为 “0” (发送缓冲器空)： 在将数据从 U2TB 寄存器传送到 UART2 发送寄存器时 (发送开始时) - U2IRS 位为 “1” (发送结束)： 在 UART2 发送寄存器的数据发送结束时 在接收时 - 在将数据从 UART2 接收寄存器传送到 U2RB 寄存器时 (接收结束时)
错误检测	溢出错误 (注 2) 如果在读 U2RB 寄存器前接收到下一个数据的第 7 位，就发生溢出错误。
选择功能	时钟相位的选择 可选择传送时钟的极性和相位的 4 种组合。

注 1. 在选择外部时钟时，必须满足以下条件：

当 U2C0 寄存器的 CKPOL 位为 “0” (在传送时钟的下降沿输出发送数据、在上升沿输入接收数据) 时，外部时钟为 “H” 电平状态；当 CKPOL 位为 “1” (在传送时钟的上升沿输出发送数据、在下降沿输入接收数据) 时，外部时钟为 “L” 电平状态。

注 2. 在发生溢出错误时，U2RB 寄存器的接收数据为不定状态，而且 S2RIC 寄存器的 IR 位不变。

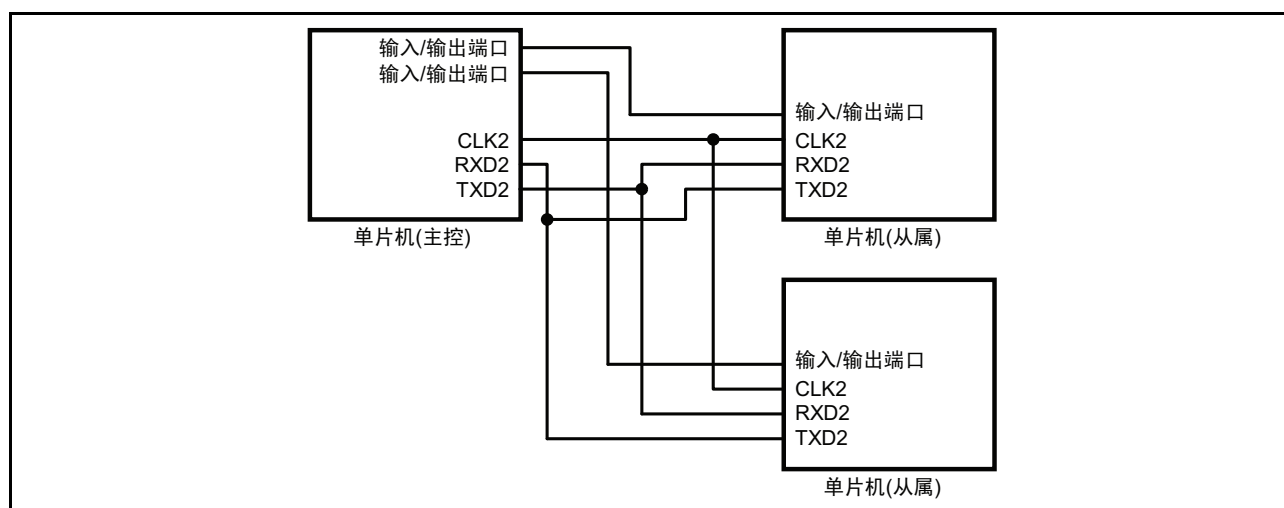


图 21.17 特殊模式 2 的通信控制例子 (UART2)

表 21.15 特殊模式 2 中使用的寄存器和设定值

寄存器	位	功能
U2TB (注 1)	b0 ~ b7	必须设定发送数据。
U2RB (注 1)	b0 ~ b7	能读接收数据。
	OER	溢出错误标志
U2BRG	b0 ~ b7	必须设定位速率。
U2MR (注 1)	SMD2 ~ SMD0	必须置 “001b”。
	CKDIR	在主机模式中必须置 “0”，在从属模式中必须置 “1”。
	IOPOL	必须置 “0”。
U2C0	CLK0	必须选择 U2BRG 的计数源。
	CRS	因为 CRD=1，所以无效。
	TXEPT	发送寄存器空标志。
	CRD	必须置 “1”。
	NCH	必须选择 TXD2 引脚的输出形式。
	CKPOL	能通过和 U2SMR3 寄存器的 CKPH 位的组合设定时钟相位。
	UFORM	必须置 “0”。
U2C1	TE	在允许发送和接收时，必须置 “1”。
	TI	发送缓冲器空标志
	RE	在允许接收时，必须置 “1”。
	RI	接收结束标志
	U2IRS	必须选择 UART2 发送中断源。
	U2RRM、U2LCH、 U2ERE	必须置 “0”。
U2SMR	b0 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR2	b0 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR3	CKPH	能通过和 U2C0 寄存器的 CKPOL 位的组合，设定时钟相位。
	NODC	必须置 “0”。
	b0、b2、b4 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR4	b0 ~ b7	必须置 “0”。
URXDF	DF2EN	必须选择数字滤波器无效或者有效。
U2SMR5	MP	必须置 “0”。

注 1. 在特殊模式 2 中进行写操作时，必须给此表中没有记载的位写 “0”。

21.6.1 时钟位相设定功能

能通过 U2SMR3 寄存器的 CKPH 位和 U2C0 寄存器的 CKPOL 位，选择传送时钟的相位和极性的 4 种组合。

在进行传送的主控模式和从属模式中，必须设定相同的传送时钟的极性和相位。

主控模式（内部时钟）中的发送和接收时序如图 21.18 所示。

从属模式（外部时钟）中的发送和接收时序（CKPH=0）以及从属模式（外部时钟）中的发送和接收时序（CKPH=1）分别如图 21.19 和图 21.20 所示。

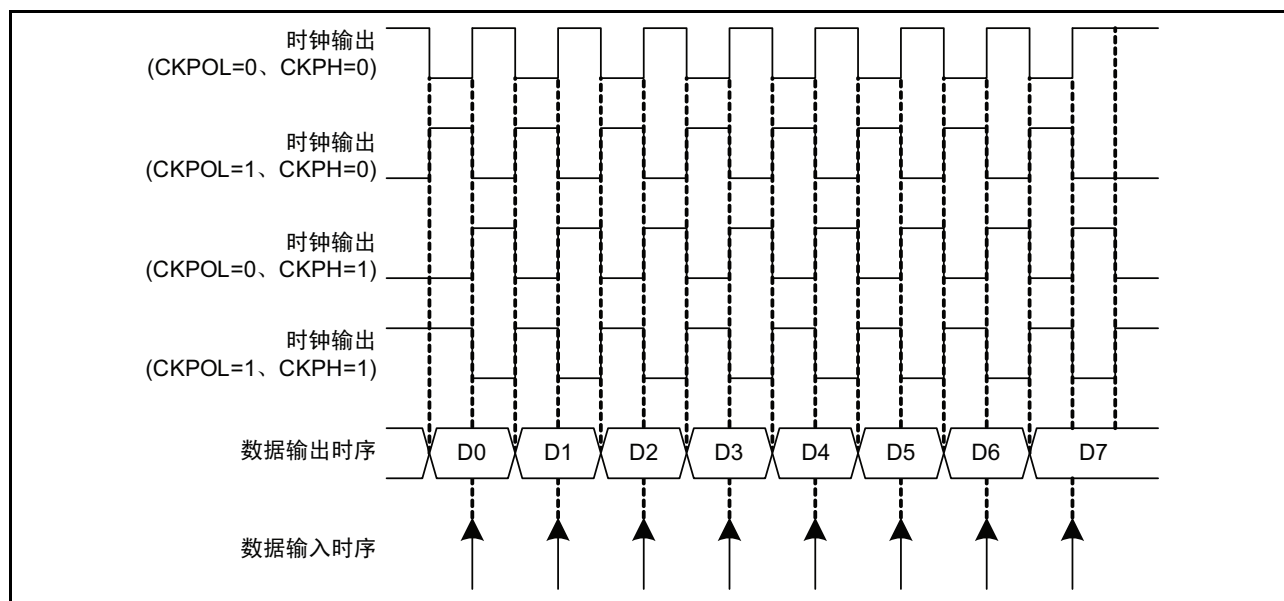


图 21.18 主控模式（内部时钟）中的发送和接收时序

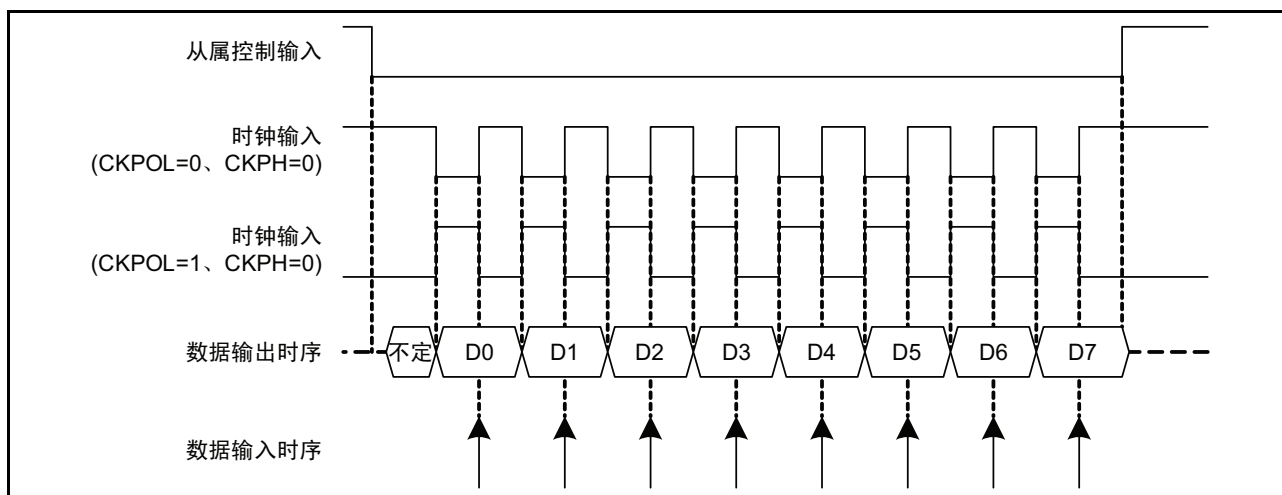


图 21.19 从属模式 (外部时钟) 中的发送和接收时序 (CKPH=0)

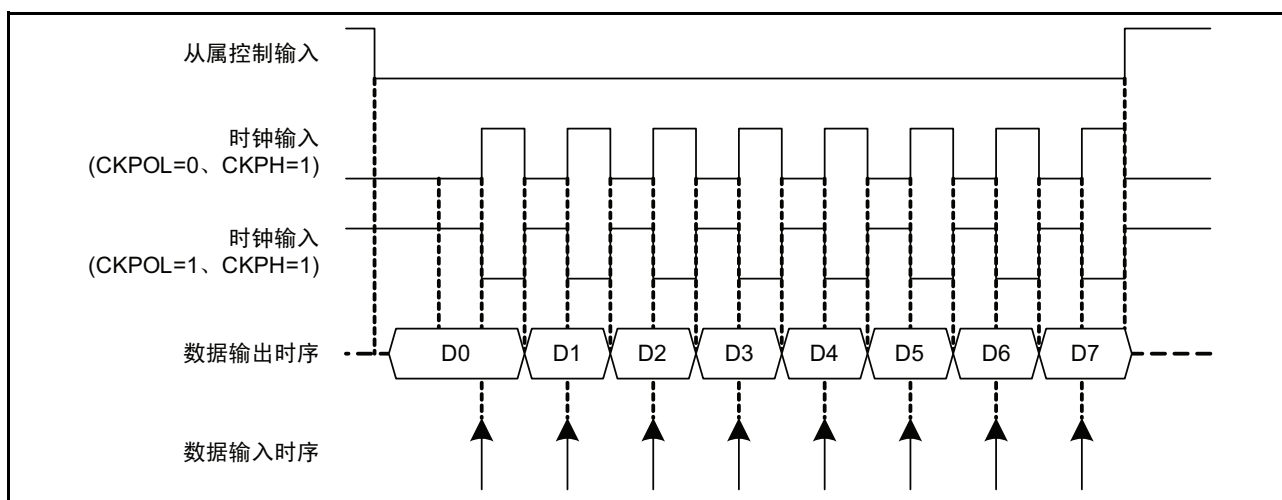


图 21.20 从属模式 (外部时钟) 中的发送和接收时序 (CKPH=1)

21.7 多处理器通信功能

如果使用多处理器通信功能，就能通过附加多处理器位的异步串行通信，在多个处理器之间共享通信线路进行数据的发送和接收。在进行多处理器通信时，给接收站分配各自固有的 ID 码。串行通信周期由指定接收站的 ID 发送周期和数据发送周期构成，通过多处理器位区分 ID 发送周期和数据发送周期，多处理器位是“1”时为 ID 发送周期，是“0”时为数据发送周期。使用多处理器格式的处理器之间的通信例子（将数据 AAh 发送到接收站 A 的例子）如图 21.21 所示。发送站先发送多处理器位为“1”的接收站 ID 码的通信数据，然后发送多处理器位为“0”的通信数据。如果接收到多处理器位为“1”的通信数据，接收站就将接收数据与本站的 ID 比较。ID 相同的接收站继续接收被发送的通信数据；而 ID 不相同的接收站在再次接收到多处理器位为“1”的通信数据前，忽视通信数据。

UART2 通过 U2SMR5 寄存器的 MPIE 位支持此功能。如果将 MPIE 位置“1”，就在接收到多处理器位为“1”的数据前，禁止 UART2 接收寄存器到 U2RB 寄存器的传送和接收错误的检测，并且禁止 U2C1 寄存器的 RI 位、U2RB 寄存器的 FER 位和 OER 位各状态标志的置位。如果接收到多处理器位为“1”的接收字符，就在 U2RB 寄存器的 MPRB 位被置“1”的同时，U2SMR5 寄存器的 MPIE 位变为“0”，返回通常的接收运行。

在指定了多处理器格式时，奇偶校验位的指定无效，其他位和通常的异步模式（UART 模式）相同，多处理器通信的时钟也和通常的异步模式（UART 模式）相同。

多处理器通信功能的框图如图 21.22 所示，多处理器通信功能中使用的寄存器及其设定值表 21.16 所示。

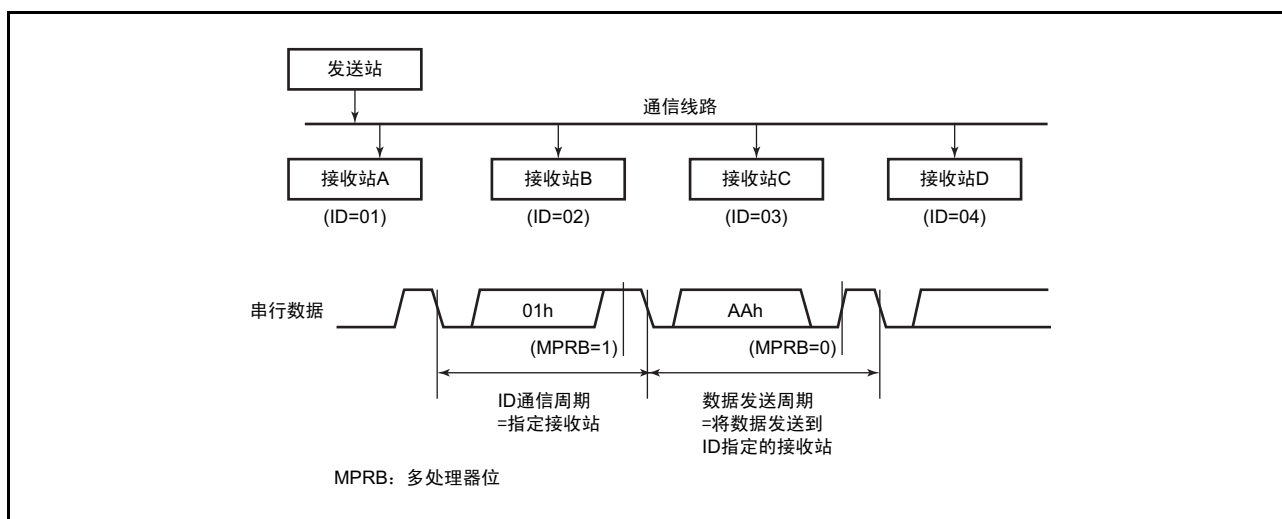


图 21.21 使用多处理器格式的处理器之间的通信例子（将数据 AAh 发送到接收站 A 的例子）

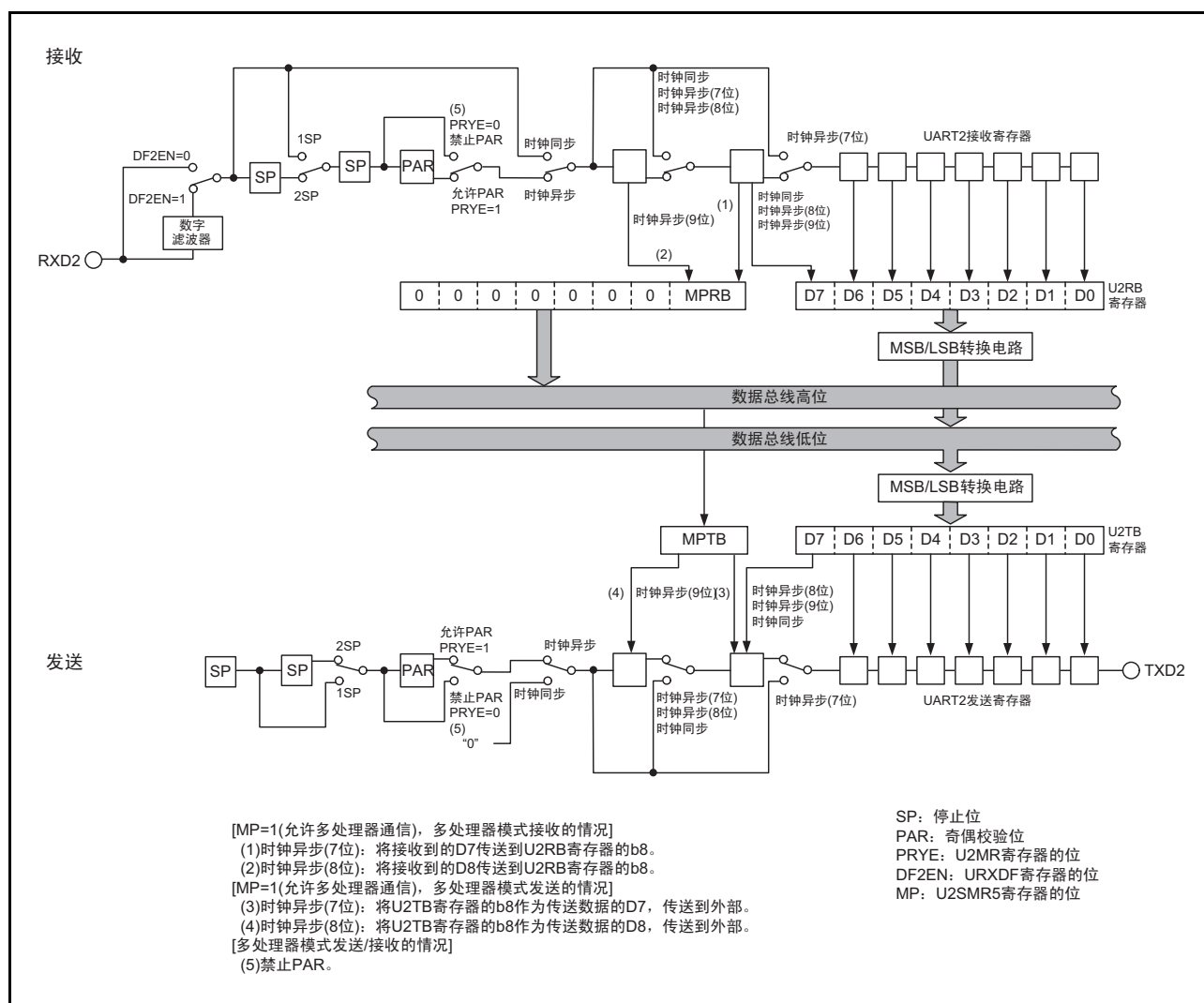


图 21.22 多处理器通信功能的框图

表 21.16 多处理器通信功能中使用的寄存器及其设定值

寄存器	位	功能
U2TB (注 1)	b0 ~ b7	必须设定发送数据。
	MPTB	必须置 “0” 或者 “1”。
U2RB (注 2)	b0 ~ b7	能读接收数据。
	MPRB	多处理器位
	OER、FER、SUM	错误标志
U2BRG	b0 ~ b7	必须设定传送率。
U2MR	SMD2 ~ SMD0	当传送数据长为 7 位时, 必须置 “100b”。
		当传送数据长为 8 位时, 必须置 “101b”。
	CKDIR	必须选择内部时钟或者外部时钟。
	STPS	必须选择停止位。
	PRY、PRYE	奇偶校验检测功能无效。
	IOPOL	必须置 “0”。
U2C0	CLK0	必须选择 U2BRG 的计数源。
	CRS	CTS 功能或者 RTS 功能无效。
	TXEPT	发送寄存器空标志
	CRD	必须置 “0”。
	NCH	必须选择 TXD2 引脚的输出形式。
	CKPOL	必须置 “0”。
	UFORM	必须置 “0”。
U2C1	TE	在允许发送时, 必须置 “1”。
	TI	发送缓冲器空标志
	RE	在允许接收时, 必须置 “1”。
	RI	接收结束标志
	U2IRS	必须选择 UART2 的发送中断源。
	U2LCH	必须置 “0”。
	U2ERE	必须置 “0”。
U2SMR	b0 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR2	b0 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR3	b0 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR4	b0 ~ b7	必须置 “0”。
U2SMR5	MP	必须置 “1”。
	MPIE	必须置 “1”。
URXDF	DF2EN	必须选择数字滤波器有效或者无效。

注 1. 在发送 ID 数据帧时, 必须将 MPTB 位置 “1”; 在发送数据帧时, 必须将 MPTB 位置 “0”。

注 2. 当 MPRB 位为 “1” 时, 接收到的 D7 ~ D0 为 ID 字段; 当 MPRB 位为 “0” 时, 接收到的 D7 ~ D0 为数据字段。

21.7.1 多处理器的发送

多处理器数据发送的流程图例子如图 21.23 所示。在 ID 发送周期中，必须在将 U2TB 寄存器的 MPBT 位置“1”后发送 ID 码；在数据发送周期中，必须在将 U2TB 寄存器的 MPBT 位置“0”后发送数据。其他运行和异步模式（UART 模式）的运行相同。

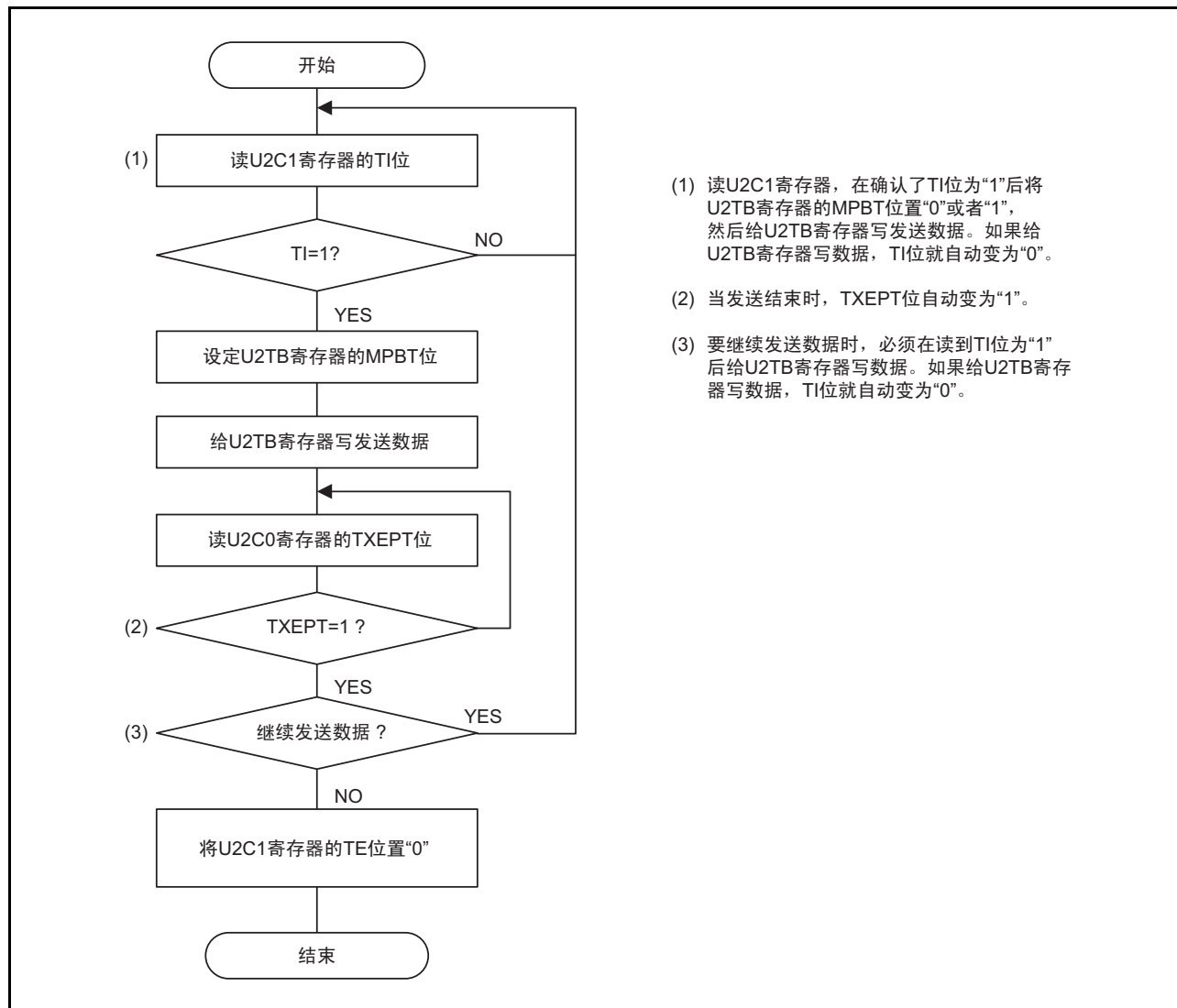


图 21.23 多处理器数据发送的流程图例子

21.7.2 多处理器的接收

多处理器数据接收的流程图例子如图 21.24 所示。如果将 U2SMR5 寄存器的 MPIE 位置“1”，就在接收到多处理器位为“1”的通信数据前忽视通信数据。将多处理器位为“1”的通信数据作为接收数据传送到 U2RB 寄存器，此时产生接收结束中断请求。其他运行和异步模式（UART 模式）的运行相同。多处理器通信接收时的运行例子（以 8 位数据 / 有多处理器位 / 1 位停止位为例）如图 21.25 所示。

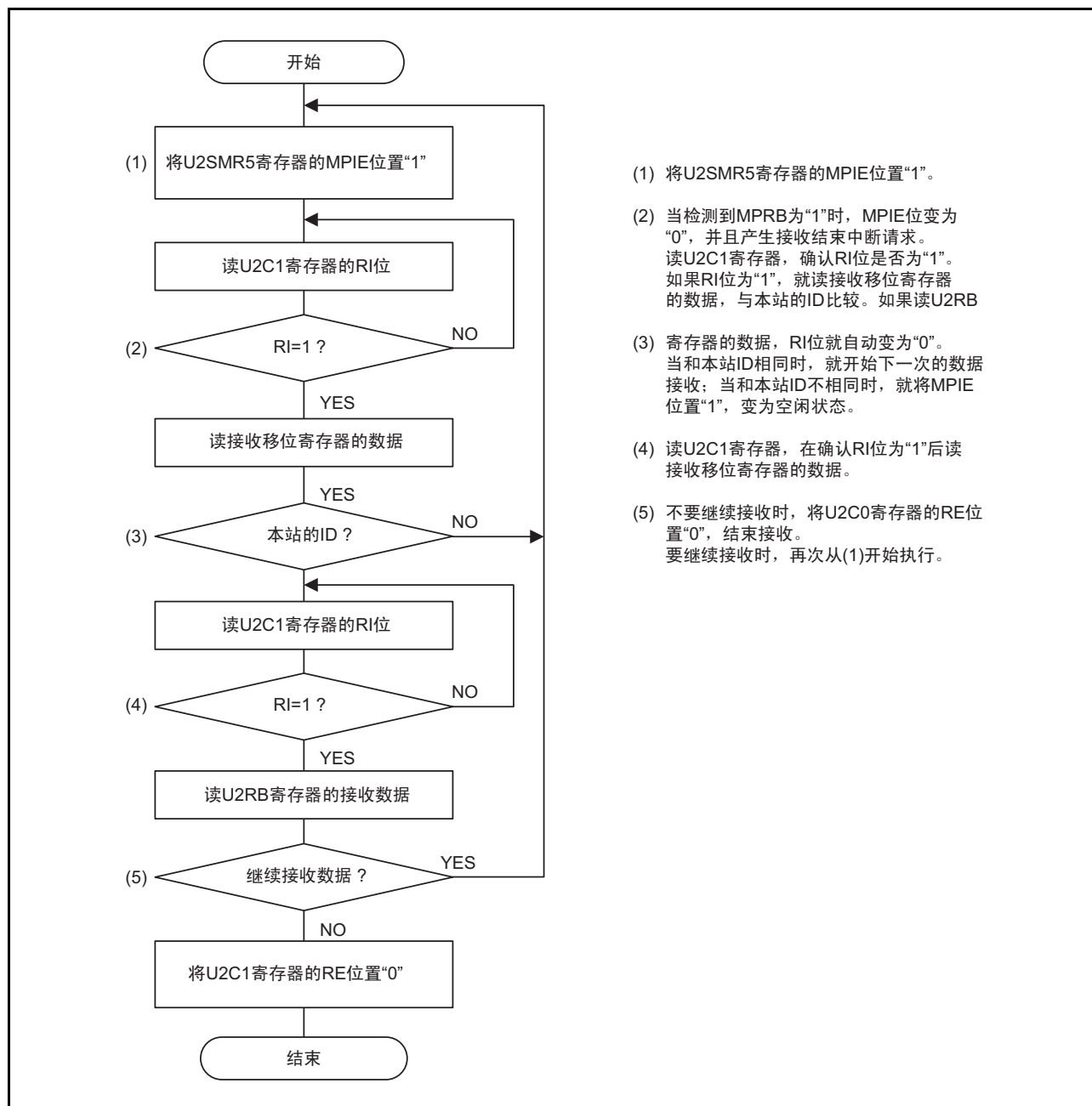


图 21.24 多处理器数据接收的流程图例子

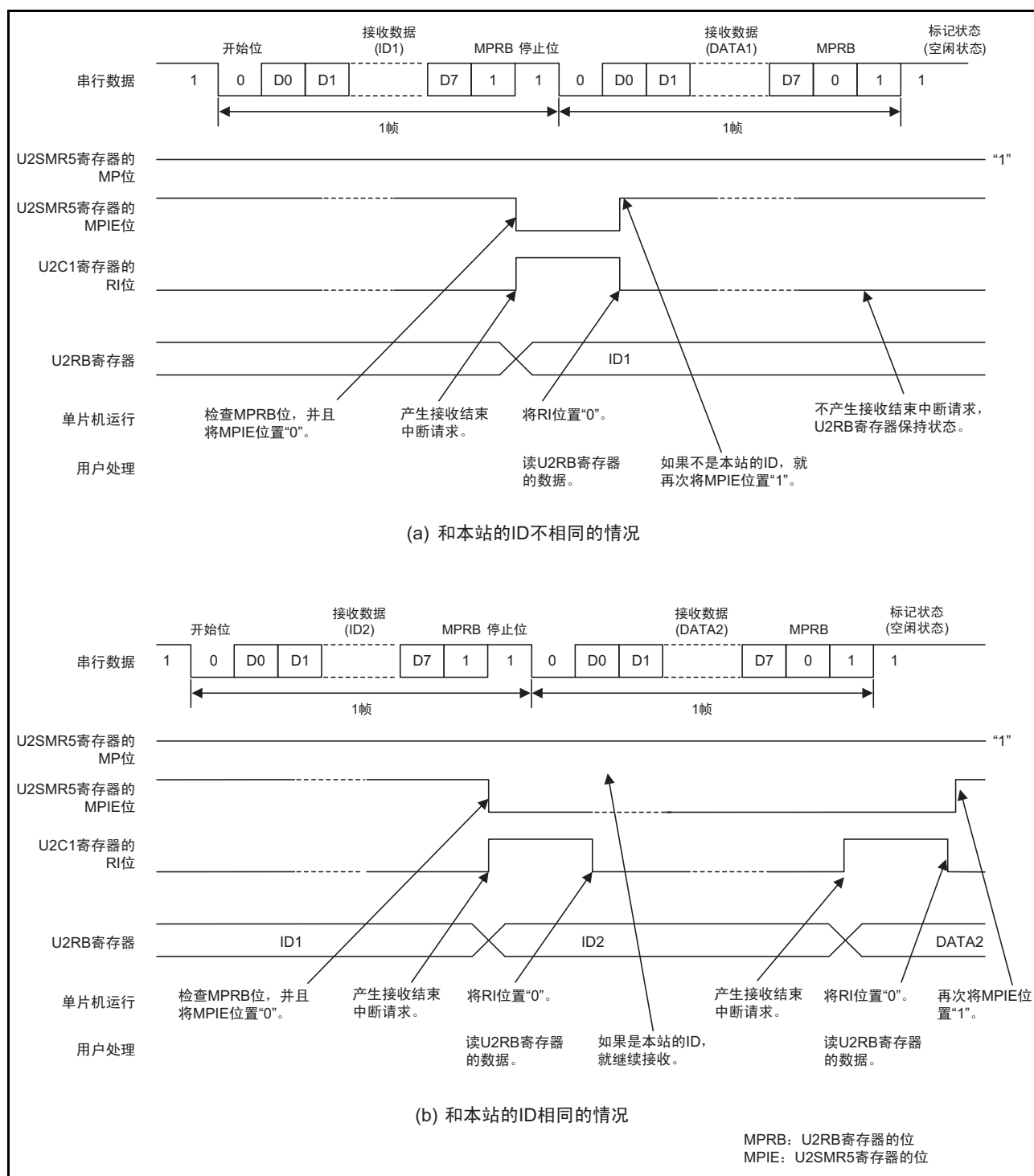


图 21.25 多处理器通信接收时的运行例子 (以 8 位数据 / 有多处理器位 / 1 位停止位为例)

21.7.3 RXD2 数字滤波器的选择功能

当 URXDF 寄存器的 DF2EN 位为 “1”（允许 RXD2 数字滤波器）时，RXD2 输入信号经过消除噪声的数字滤波器电路被取到内部。噪声消除电路由 3 段串联的锁存电路和匹配检测电路构成。通过频率为 16 倍位速率的内部基本时钟对 RXD2 输入信号进行采样，如果 3 个锁存器的输出电平相同，就视为信号并将该电平传送到后段，否则就保持以前的值。

即，3 个时钟以下的信号变化视为噪声，而不视为信号变化。

RXD2 数字滤波器电路的框图如图 21.26 所示。

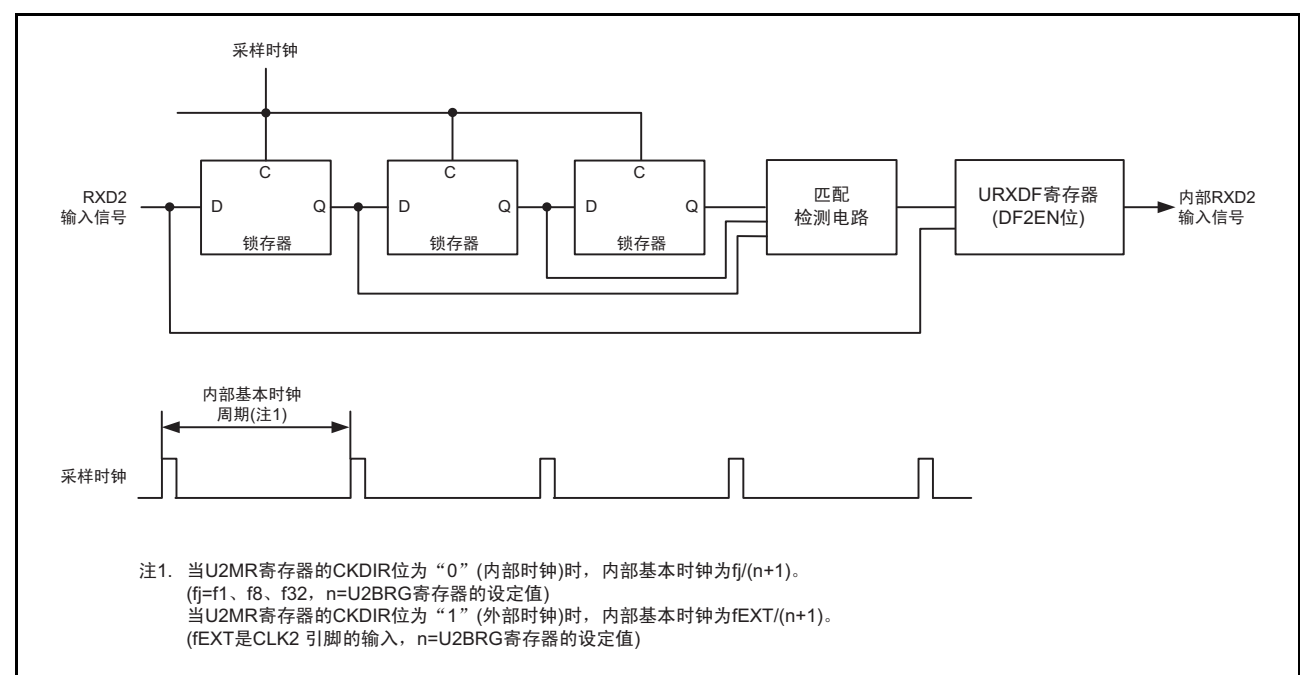


图 21.26 RXD2 数字滤波器电路的框图

21.8 低电压信号模式

串行接口（UART0 和 UART2）的通信及 $\overline{\text{INT}}$ 中断的 $\overline{\text{INT}}$ 输入能通过低电压信号进行。可输入 / 输出低电压信号的引脚如表 21.17 所示。

通过设定 TSMR 寄存器，允许低电压信号模式的引脚，在输入时由施密特输入转换为 CMOS 输入。另外，在输出时由 CMOS 输出转换为 N 沟道漏极开路输出。

CMOS 输入的输入阈值必须通过 VLT0、VLT1 寄存器进行设定。

在使用低电压信号模式时，输入全部为 CMOS 输入。因为施密特输入为无效，必须实施噪音对策。

表 21.17 可输入 / 输出低电压信号的引脚

外围功能名		引脚
串行接口	UART0 时钟同步串行 I/O 时钟异步串行 I/O	CLK0、RXD0、TXD0
	UART2 时钟同步串行 I/O 时钟异步串行 I/O 特殊模式 1（I ² C 模式） 特殊模式 2（SSU 模式） 多处理器通信功能	CLK2、RXD2、TXD2、 $\overline{\text{CTS2}}$ 、 $\overline{\text{RTS2}}$ 、SCL2、SDA2
$\overline{\text{INT}}$	$\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$	$\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$

21.9 使用串行接口 (UART2) 时的注意事项

21.9.1 时钟同步串行 I/O 模式

21.9.1.1 发送和接收

在选择外部时钟和 $\overline{\text{RTS}}$ 功能的情况下, 如果进入可接收状态, $\overline{\text{RTS2}}$ 引脚的输出电平就变为 “L” 电平, 将可接收状态通知发送侧。如果开始接收, $\overline{\text{RTS2}}$ 引脚的输出电平就变为 “H” 电平。因此, 如果将 $\overline{\text{RTS2}}$ 引脚连接发送侧的 $\overline{\text{CTS2}}$ 引脚, 发送和接收的时序就能同步。在选择内部时钟时, $\overline{\text{RTS}}$ 功能无效。

21.9.1.2 发送

在选择外部时钟的情况下, 必须在 U2C0 寄存器的 CKPOL 位为 “0” (在传送时钟的下降沿输出发送数据, 在上升沿输入接收数据) 并且外部时钟为 “H” 电平的状态下, 或者在 CKPOL 位为 “1” (在传送时钟的上升沿输出发送数据, 在下降沿输入接收数据) 并且外部时钟为 “L” 电平的状态下, 满足以下的条件:

- U2C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。
- U2C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U2TB 寄存器有数据)。
- 在选择 CTS 功能时, $\overline{\text{CTS2}}$ 引脚的输入为 “L” 电平。

21.9.1.3 接收

时钟同步串行 I/O 通过发送器的运行产生移位时钟。因此, 即使只用于接收, 也必须进行发送的设定。在接收时, 将虚拟数据从 TXD2 引脚输出到外部。

在选择内部时钟的情况下, 如果将 U2C1 寄存器的 TE 位置 “1” (允许发送) 并且将虚拟数据设定到 U2TB 寄存器, 就产生移位时钟; 在选择外部时钟的情况下, 如果将 TE 位置 “1”, 将虚拟数据设定到 U2TB 寄存器并且将外部时钟输入到 CLK2 引脚, 就产生移位时钟。

在连续接收数据时, 如果 U2C1 寄存器的 RE 位为 “1” (U2RB 寄存器有数据) 并且 UART2 接收寄存器已有下一个接收数据, 就发生溢出错误并且 U2RB 寄存器的 OER 位变为 “1” (发生溢出错误)。此时, U2RB 寄存器的值为不定值, 所以在发生溢出错误时, 必须通过发送侧和接收侧的程序重新发送以前的数据。在发生溢出错误时, S2RIC 寄存器的 IR 位不变。

在连续接收数据时, 必须在每次接收时将虚拟数据设定到 U2TB 寄存器的低位字节。

在选择外部时钟的情况下, 必须在 CKPOL 位为 “0” 时并且外部时钟为 “H” 电平的状态下, 或者在 CKPOL 位为 “1” 并且外部时钟为 “L” 电平的状态下, 满足以下的条件:

- U2C1 寄存器的 RE 位为 “1” (允许接收)。
- U2C1 寄存器的 TE 位为 “1” (允许发送)。
- U2C1 寄存器的 TI 位为 “0” (U2TB 寄存器有数据)。

21.9.2 特殊模式 1 (I²C 模式)

在生成开始条件、停止条件和重新启动条件时, 必须在将 U2SMR4 寄存器的 STSPSEL 位置 “0” 后至少等待 1/2 传送时钟周期, 然后将各条件生成位 (STAREQ、RSTAREQ、STPREQ) 从 “0” 置为 “1”。

22. 硬件 LIN

硬件 LIN 协同定时器 RA 和 UATR0 进行 LIN 通信。

22.1 概要

硬件 LIN 有以下特点。

硬件 LIN 的框图如图 22.1 所示。

通过 INT1 检测各模式中的 Wake Up 功能。

【主控模式】

- Synch Break 的产生
- 总线冲突的检测

【从属模式】

- Synch Break 的检测
- Synch Field 的测量
- Synch Break 和 Synch Field 信号的 UART0 输入控制功能
- 总线冲突的检测

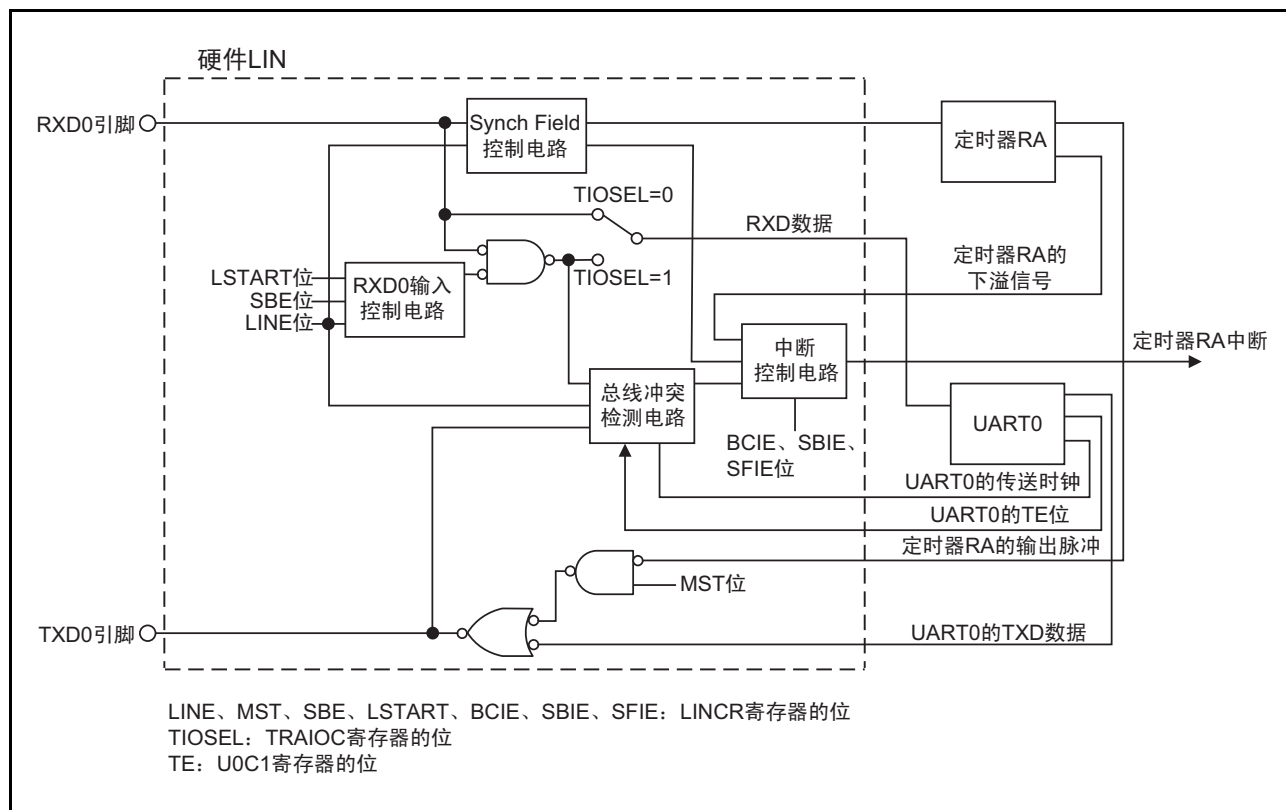


图 22.1 硬件 LIN 的框图

22.2 输入 / 输出引脚

硬件 LIN 的引脚结构如表 22.1 所示。

表 22.1 硬件 LIN 的引脚结构

名称	引脚名	分配的引脚	输入 / 输出	功能
接收数据的输入	RXD0	P1_5 (注 1)	输入	硬件 LIN 的接收数据的输入引脚
发送数据的输出	TXD0	P1_4 (注 2)	输出	硬件 LIN 的发送数据的输出引脚

注 1. 在使用硬件 LIN 时, 请参照 “表 7.18”。

注 2. 在使用硬件 LIN 时, 必须将 U0SR 寄存器的 TXD0SEL0 位置 “1”。

22.3 寄存器说明

硬件 LIN 有以下寄存器:

- LIN 控制寄存器 2 (LINCR2)
- LIN 控制寄存器 (LINCR)
- LIN 状态寄存器 (LINST)

22.3.1 LIN 控制寄存器 2 (LINCR2)

地址	地址 0105h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	BCE
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	BCE	发送 Synch Break 时的总线冲突检测有效位	0: 禁止总线冲突检测 1: 总线冲突检测有效	R/W
b1	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

22.3.2 LIN 控制寄存器 (LINCR)

地址	地址 0106h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	LINE	MST	SBE	LSTART	RXDSF	BCIE	SBIE	SFIE
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	SFIE	Synch Field 测量结束的中断允许位	0: 禁止 Synch Field 测量结束的中断 1: 允许 Synch Field 测量结束的中断	R/W
b1	SBIE	Synch Break 检测的中断允许位	0: 禁止 Synch Break 测量的中断 1: 允许 Synch Break 测量的中断	R/W
b2	BCIE	总线冲突检测的中断允许位	0: 禁止总线冲突测量的中断 1: 允许总线冲突测量的中断	R/W
b3	RXDSF	RXD0 输入的状态标志	0: RXD0 输入的允许状态 1: RXD0 输入的禁止状态	R
b4	LSTART	Synch Break 检测开始位 (注 1)	如果置“1”，就允许定时器 RA 的输入并且禁止 RXD0 的输入。读取值为“0”。	R/W
b5	SBE	RXD0 输入的屏蔽解除时序选择位 (只在从属模式中有效)	0: 在 Synch Break 检测后解除 1: 在 Synch Field 测量结束后解除	R/W
b6	MST	LIN 运行模式设定位 (注 2)	0: 从属模式 (Synch Break 检测电路工作) 1: 主控模式 (定时器 RA 的输出和 TXD0 进行逻辑 OR 运算)	R/W
b7	LINE	LIN 运行开始位	0: LIN 停止运行 1: LIN 开始运行 (注 3)	R/W

注 1. 在设定 LSTART 位后，必须先确认 RXDSF 标志是否为“1”，然后开始输入 Synch Break。

注 2. 在转换 LIN 运行模式时，必须暂停 LIN 的运行 (LINE 位 = 0)。

注 3. 在将 LINE 位置“1” (LIN 开始运行) 后，立即禁止对定时器 RA 和 UART0 的输入 (请参照“图 22.3 标题字段的发送流程图例子 (1)”和“图 22.7 标题字段的接收流程图例子 (2)”)。

22.3.3 LIN 状态寄存器 (LINST)

地址	地址 0107h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	B2CLR	B1CLR	B0CLR	BCDCT	SBDCT	SFDCT
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	SFDCT	Synch Field 测量结束标志	此位为“1”时，表示 Synch Field 测量结束。	R
b1	SBDCT	Synch Break 检测标志	此位为“1”时，表示检测到 Synch Break 或者 Synch Break 产生结束。	R
b2	BCDCT	总线冲突检测标志	此位为“1”时，表示检测到总线冲突。	R
b3	B0CLR	SFDCT 标志清除位	如果给此位写“1”，就将 SFDCT 位置“0”。 读取值为“0”。	R/W
b4	B1CLR	SBDCT 标志清除位	如果给此位写“1”，就将 SBDCT 位置“0”。 读取值为“0”。	R/W
b5	B2CLR	BCDCT 标志清除位	如果给此位写“1”，就将 BCDCT 位置“0”。 读取值为“0”。	R/W
b6	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b7	—			

22.4 运行说明

22.4.1 主控模式

在 主控模式中，标题字段的发送运行例子和发送流程图例子分别如图 22.2 和图 22.3 ~图 22.4 所示。
硬件 LIN 发送标题字段时的运行如下：

- 1. 如果给定时器 RA 的 TRACR 寄存器的 TSTART 位写 “1”，就在定时器 RA 的 TRAPRE 和 TRA 寄存器设定的时间，从 TXD0 引脚输出 “L” 电平。
- 2. 如果定时器 RA 发生下溢，就将 TXD0 引脚的输出进行反相，并将 LINST 寄存器的 SBDCT 标志置 “1”。
如果 LINCRC 寄存器的 SBIE 位已被置 “1”，就产生定时器 RA 中断。
- 3. 通过 UART0 发送 “55h”。
- 4. 在 “55h” 的发送结束后，通过 UART0 发送 ID 字段。
- 5. 在 ID 字段的发送结束后，进行应答字段的通信。

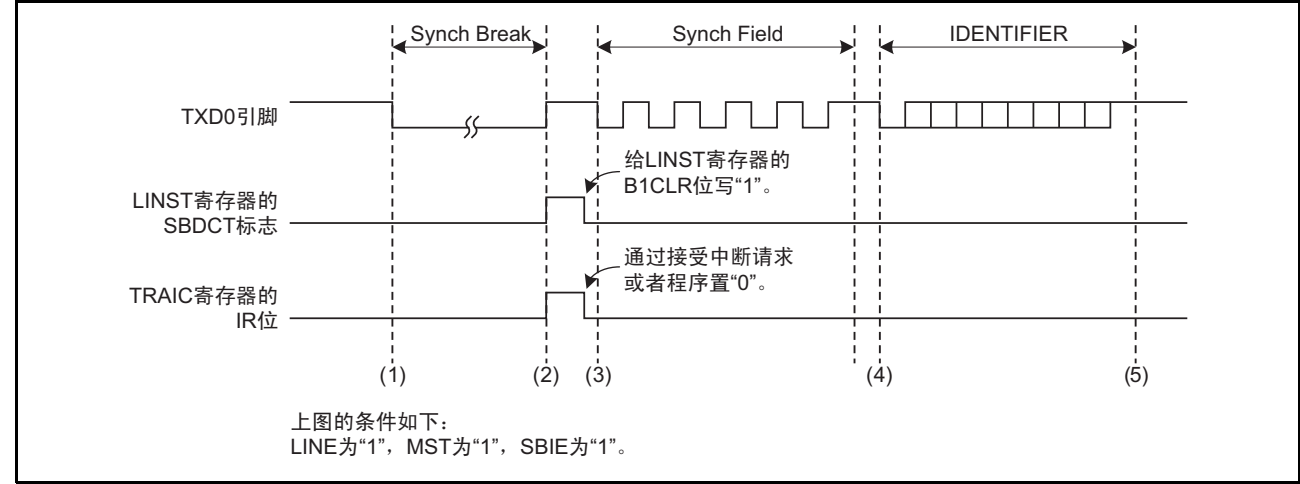


图 22.2 标题字段的发送运行例子

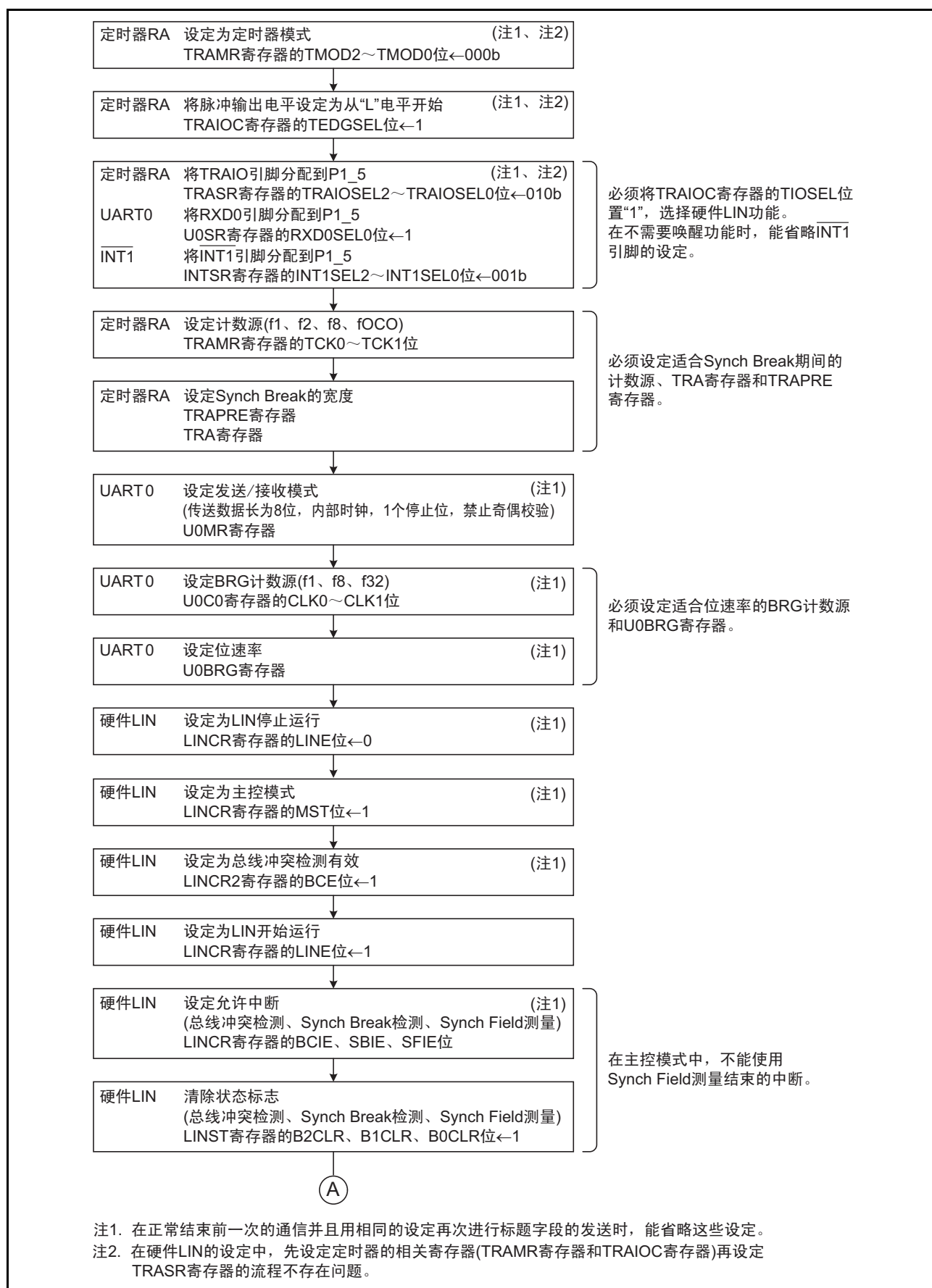


图 22.3 标题字段的发送流程图例子 (1)

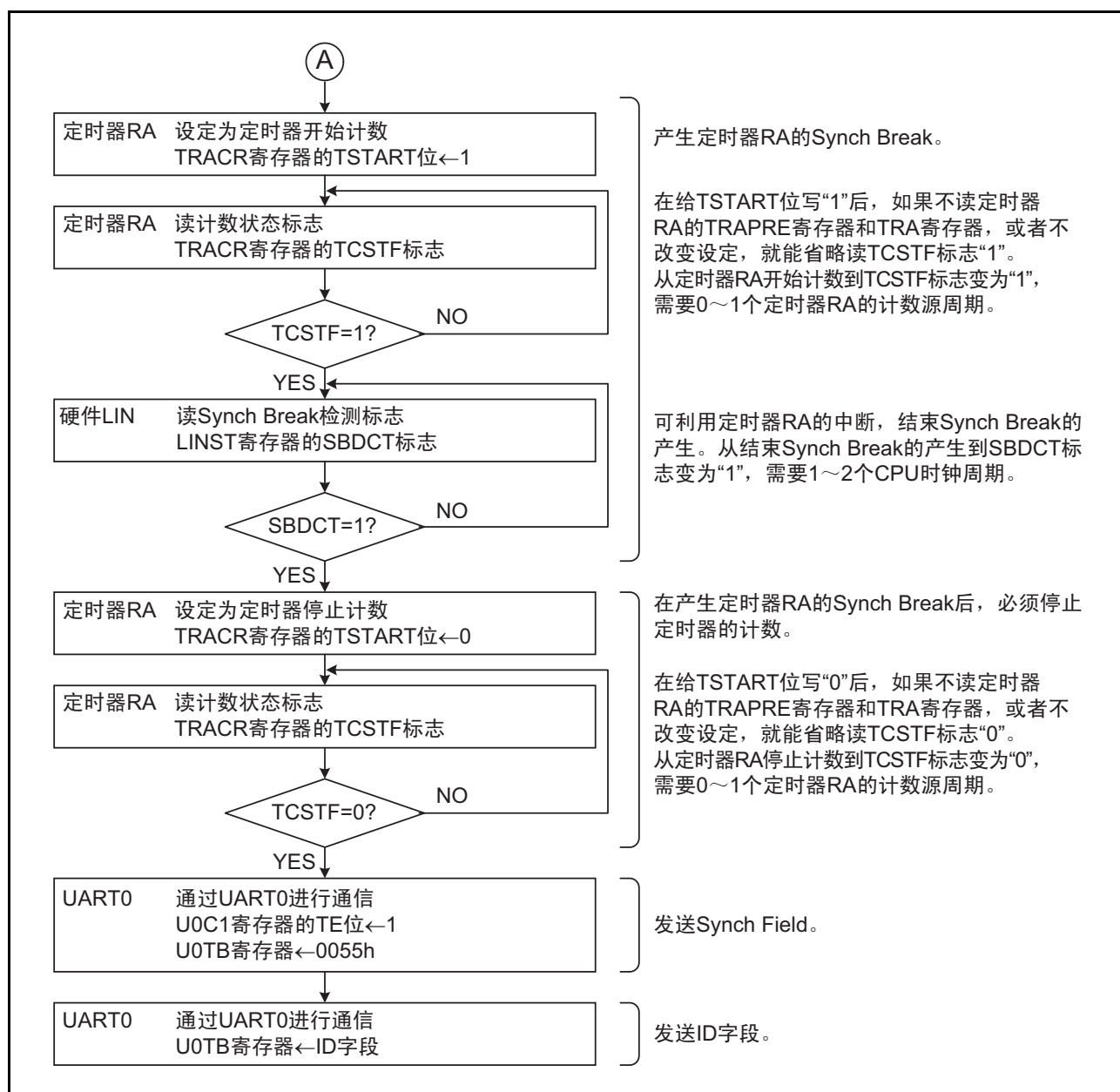


图 22.4 标题字段的发送流程图例子 (2)

22.4.2 从属模式

在从属模式中，标题字段的接收运行例子和接收流程图例子分别如图 22.5 和图 22.6 ～图 22.8 所示。

硬件 LIN 接收标题字段时的运行如下：

1. 如果给硬件LIN的LINCRC寄存器的LSTART位写“1”，就能检测Synch Break。
2. 如果“L”电平的输入时间大于等于定时器RA的设定时间，就检测到Synch Break，并将LINST寄存器的SBDCT标志置“1”。如果LINCRC寄存器的SBIE位已被置“1”，就产生定时器RA中断，然后进行Synch Field的测量。
3. 接收Synch Field（55h）。此时，通过定时器RA检测开始位和bit0～bit6的时间，并能通过LINCRC的SBE位选择是否禁止将Synch Field信号输入到UART0的RXD0。
4. 当Synch Field测量结束时，就将LINST寄存器的SFDCT标志置“1”。如果LINCRC寄存器的SFIE位已被置“1”，就产生定时器RA中断。
5. 在Synch Field测量结束后，根据定时器RA的计数值计算传送速度，将该传送速度设定到UART0，并且重新设定定时器RA的TRAPRE寄存器和TRA寄存器，然后通过UART0接收ID字段。
6. 在ID字段接收结束后，进行应答字段的通信。

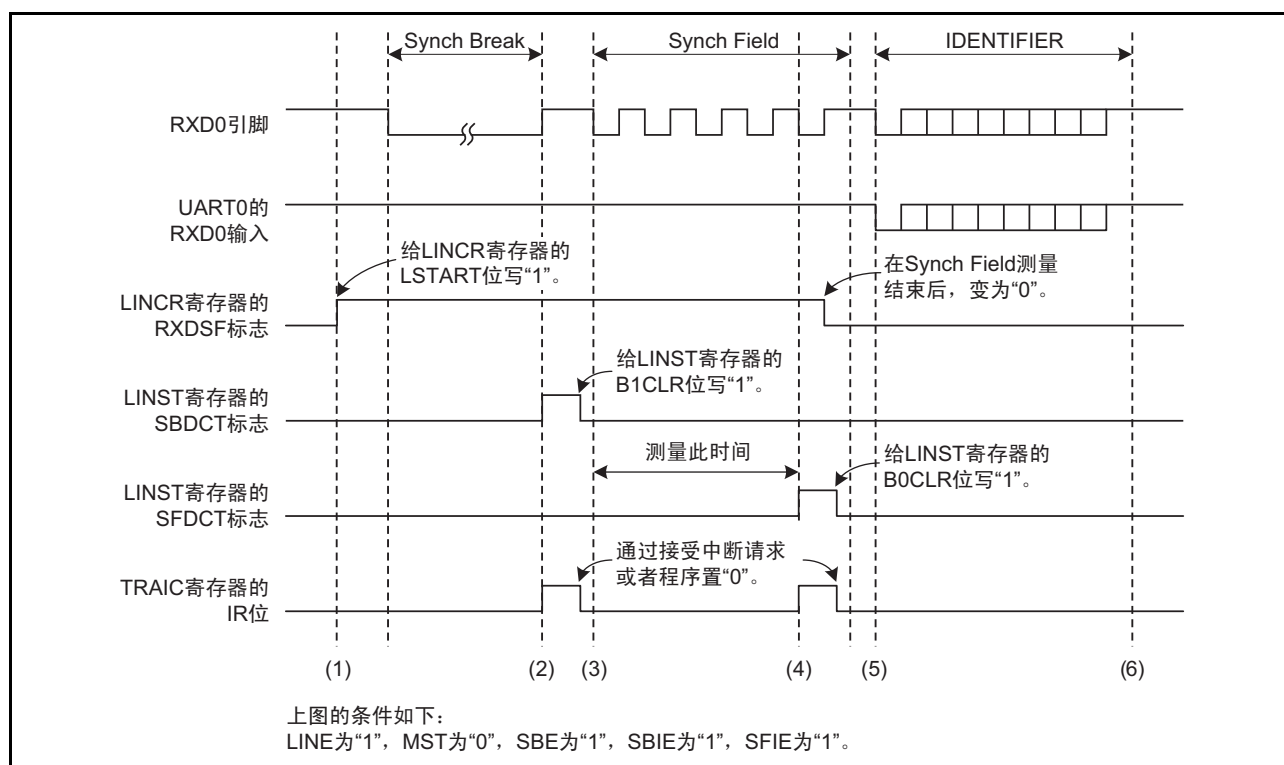


图 22.5 标题字段的接收运行例子

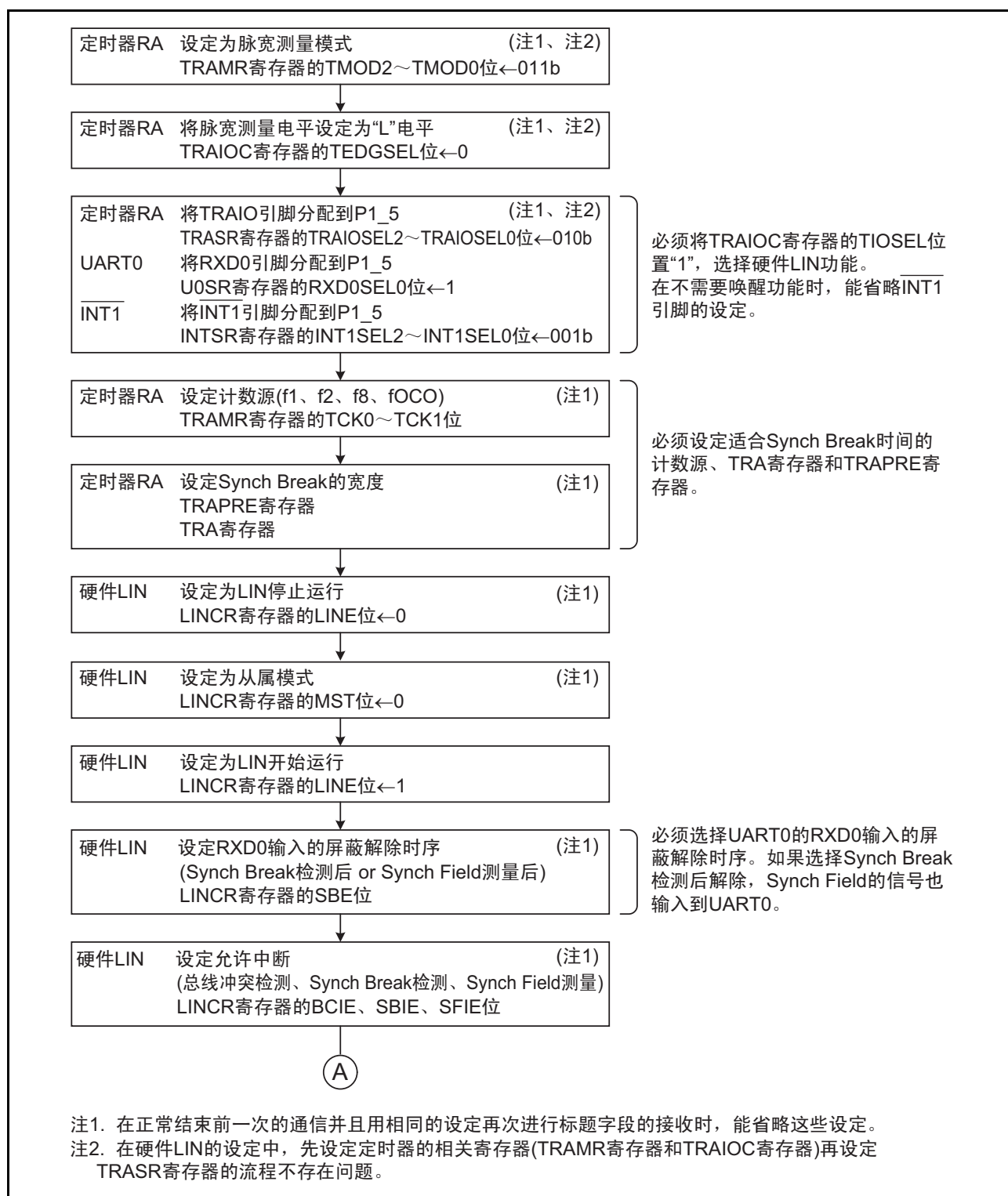


图 22.6 标题字段的接收流程图例子 (1)

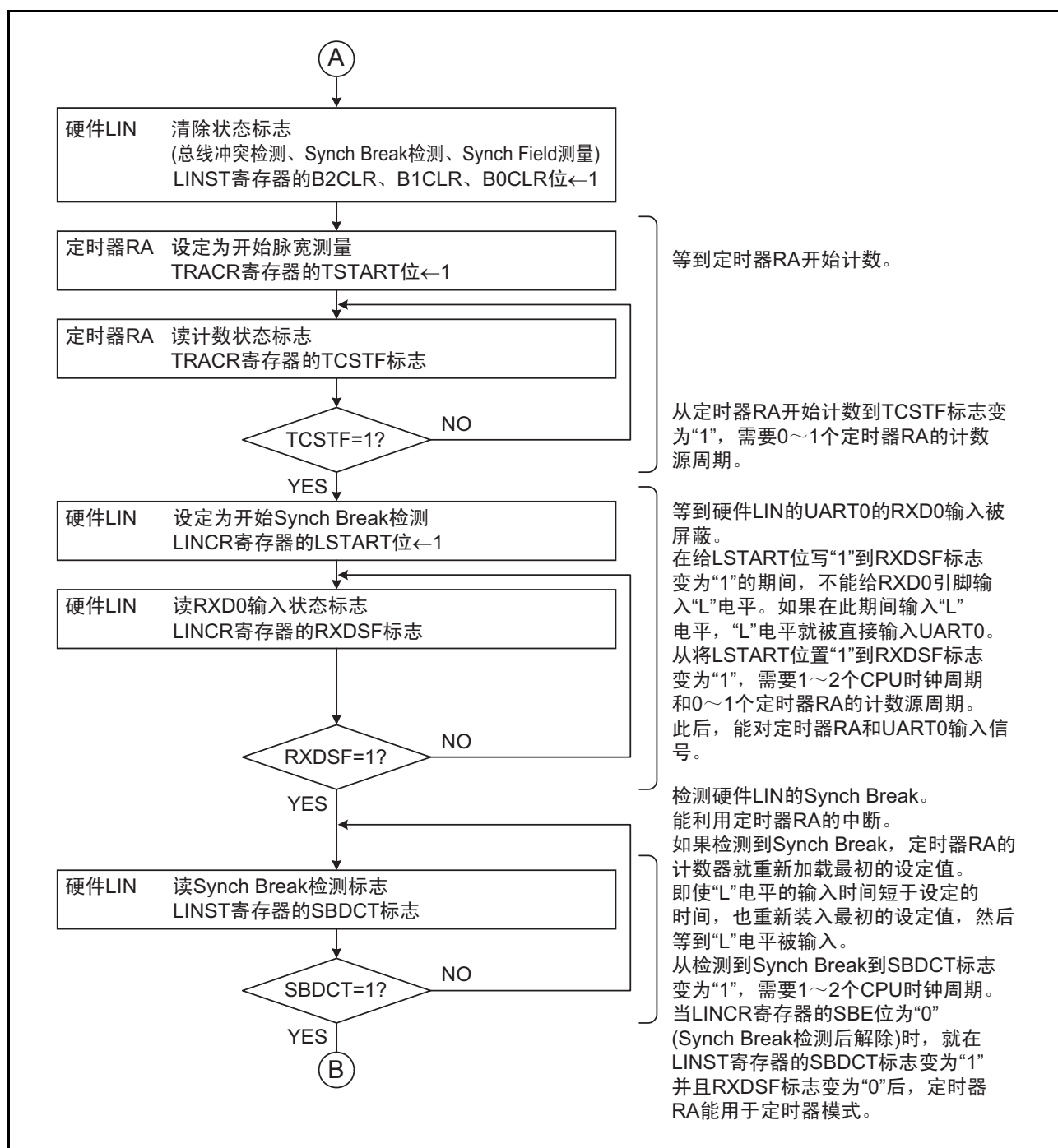


图 22.7 标题字段的接收流程图例子 (2)

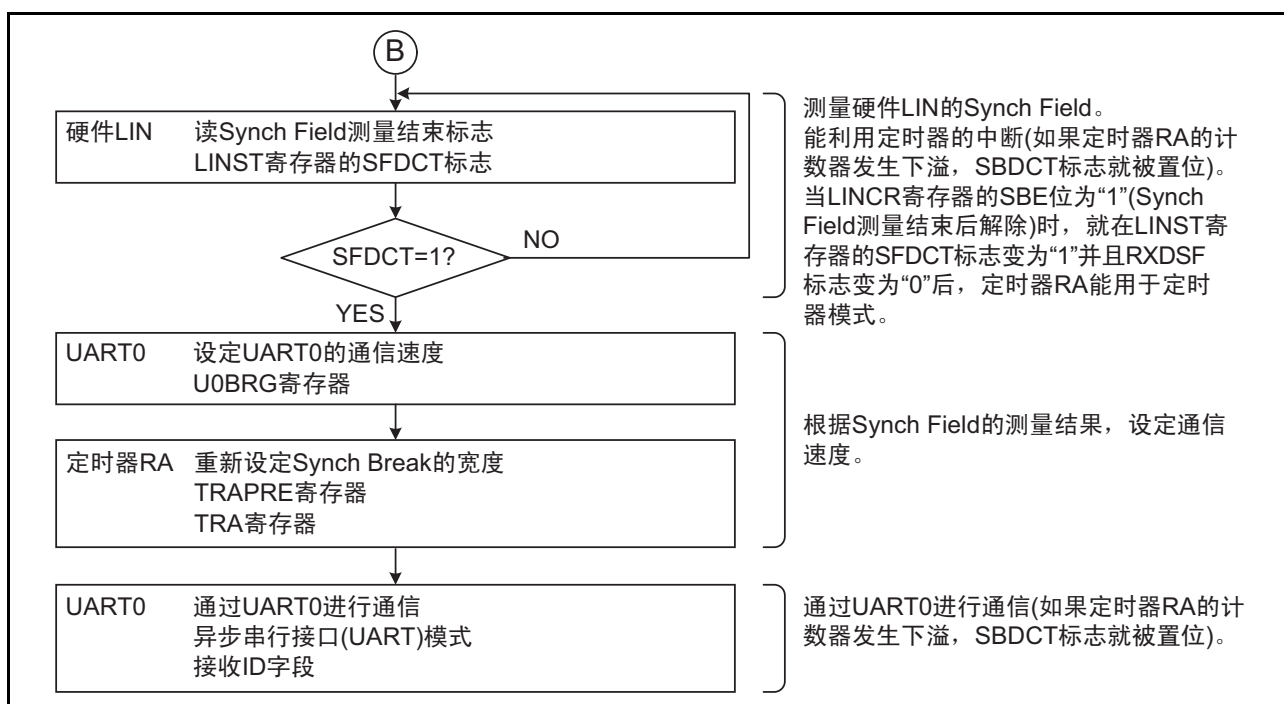


图 22.8 标题字段的接收流程图例子 (3)

22.4.3 总线冲突检测功能

在允许 UART0 发送 (U0C1 寄存器的 TE 位为 “1”) 时, 能使用总线冲突检测功能。要在发送 Synch Break 过程中进行总线冲突检测时, 必须将 LINCR2 寄存器的 BCE 位置 “1” (总线冲突检测有效)。

检测总线冲突时的运行例子如图 22.9 所示。

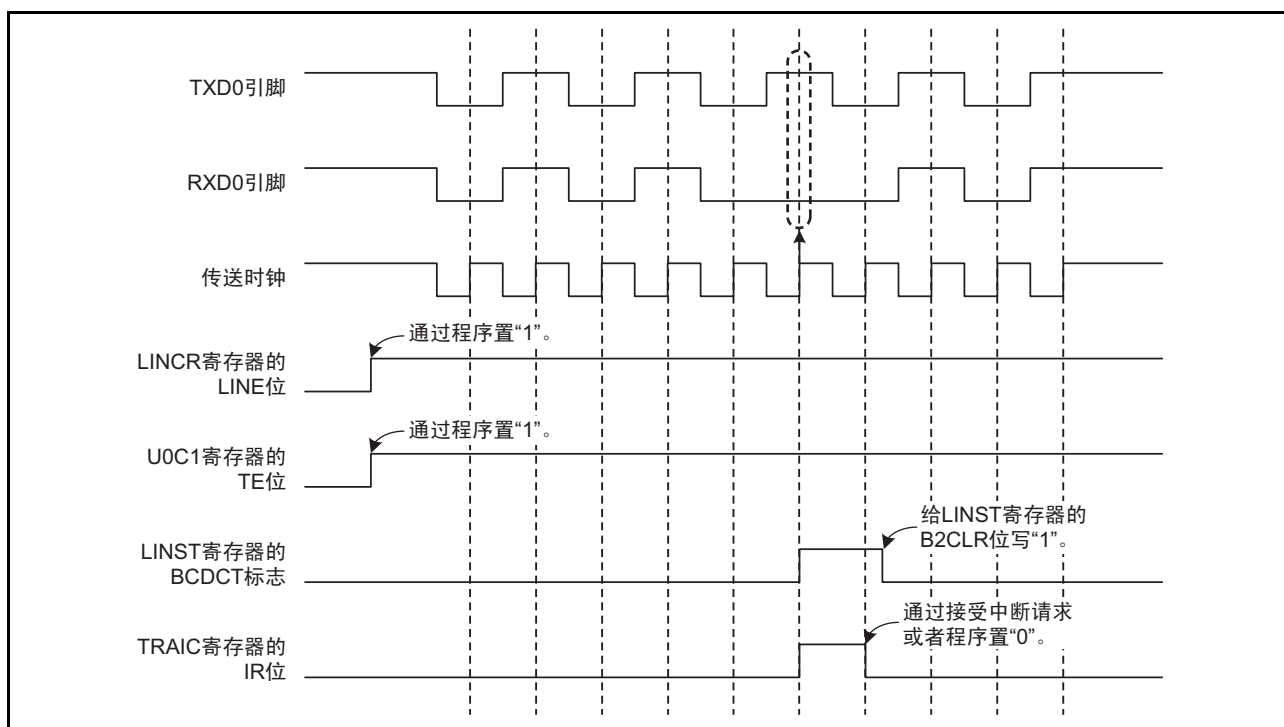


图 22.9 检测总线冲突时的运行例子

22.4.4 硬件 LIN 的结束处理

硬件 LIN 通信结束的流程图例子如图 22.10 所示。

必须在以下的情况下进行硬件 LIN 的结束处理：

- 使用总线冲突检测功能的情况：
在校验和发送结束后，进行硬件 LIN 的结束处理。
- 不使用总线冲突检测功能的情况：
在标题字段发送和接收结束后，进行硬件 LIN 的结束处理。

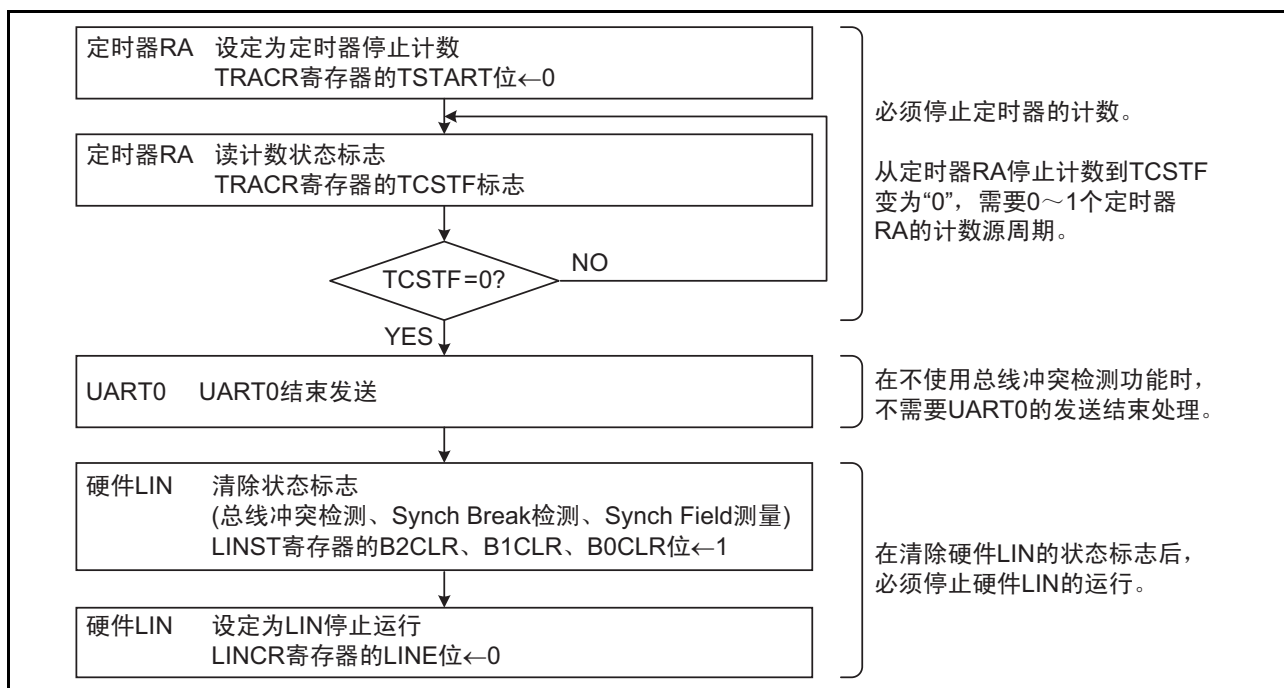


图 22.10 硬件 LIN 通信结束的流程图例子

22.5 中断请求

硬件 LIN 产生的中断请求有 Synch Break 检测、Synch Break 产生结束、Synch Field 测量结束和检测总线冲突共 4 种中断请求。这些中断和定时器 RA 的中断共用。

硬件 LIN 的中断请求如表 22.2 所示。

表 22.2 硬件 LIN 的中断请求

中断请求	状态标志	中断源
Synch Break 检测	SBDCT	在通过定时器 RA 测量 RXD0 的“L”电平输入时间的过程中发生下溢，或者在通信中“L”电平的输入时间长于 Synch Break 时间。
Synch Break 产生结束		在定时器 RA 设定的时间内结束 TXD0 的“L”电平输出。
Synch Field 测量结束	SFDCT	通过定时器 RA 测量到 Synch Field 的第 6 位。
总线冲突检测	BCDCT	在允许 UART0 发送的情况下，在数据锁存时 RXD0 的输入值和 TXD0 的输出值不同。

22.6 使用硬件 LIN 时的注意事项

有关标题字段和应答字段的超时处理，必须以 Synch Break 检测中断为起点，通过其它定时器测量时间。

23. A/D 转换器

有 1 个由电容耦合放大器构成的 10 位逐次逼近转换方式的 A/D 转换器。模拟输入与 P0_0 ~ P0_7 和 P1_0 ~ P1_3 引脚复用。

23.1 概要

A/D 转换器的性能和框图分别如表 23.1 和图 23.1 所示。

表 23.1 A/D 转换器的性能

项目	性能
A/D 转换方式	逐次逼近转换方式（电容耦合放大器）
模拟输入电压（注 1）	0V ~ AVCC
运行时钟 ϕ_{AD} （注 2）	fAD、fAD 的 2 分频、fAD 的 4 分频或者 fAD 的 8 分频 (fAD 为 f1 或者 fOCO-F)
分辨率	可选择 8 位或者 10 位。
绝对精度	AVCC=Vref=5V, ϕ_{AD} =20MHz 的情况 • 当分辨率为 8 位时, 绝对精度为 $\pm 2\text{LSB}$ 。 • 当分辨率为 10 位时, 绝对精度为 $\pm 3\text{LSB}$ 。 AVCC=Vref=3.3V, ϕ_{AD} =16MHz 的情况 • 当分辨率为 8 位时, 绝对精度为 $\pm 2\text{LSB}$ 。 • 当分辨率为 10 位时, 绝对精度为 $\pm 5\text{LSB}$ 。 AVCC=Vref=3.0V, ϕ_{AD} =10MHz 的情况 • 当分辨率为 8 位时, 绝对精度为 $\pm 2\text{LSB}$ 。 • 当分辨率为 10 位时, 绝对精度为 $\pm 5\text{LSB}$ 。 AVCC=Vref=2.2V, ϕ_{AD} =5MHz 的情况 • 当分辨率为 8 位时, 绝对精度为 $\pm 2\text{LSB}$ 。 • 当分辨率为 10 位时, 绝对精度为 $\pm 5\text{LSB}$ 。
运行模式	单次模式、重复模式 0、重复模式 1、单次扫描模式、重复扫描模式
模拟输入引脚	12 个 (AN0 ~ AN11)
A/D 转换的开始条件	• 软件触发 • 定时器 RC • 外部触发 （参照“23.3.3 A/D 转换的开始条件”）
每个引脚的转换速度（注 3） （ ϕ_{AD} =fAD 的情况）	最短为 44 个 ϕ_{AD} 周期

注 1. 如果模拟输入电压超过基准电压, A/D 转换结果在 10 位模式中为 3FFh, 在 8 位模式中为 FFh。

注 2. 运行时钟 ϕ_{AD} 请参照“表 27.3 A/D 转换器特性”。

注 3. 在分辨率为 8 位和 10 位时, 每个引脚的转换速度最短为 44 个 ϕ_{AD} 周期。

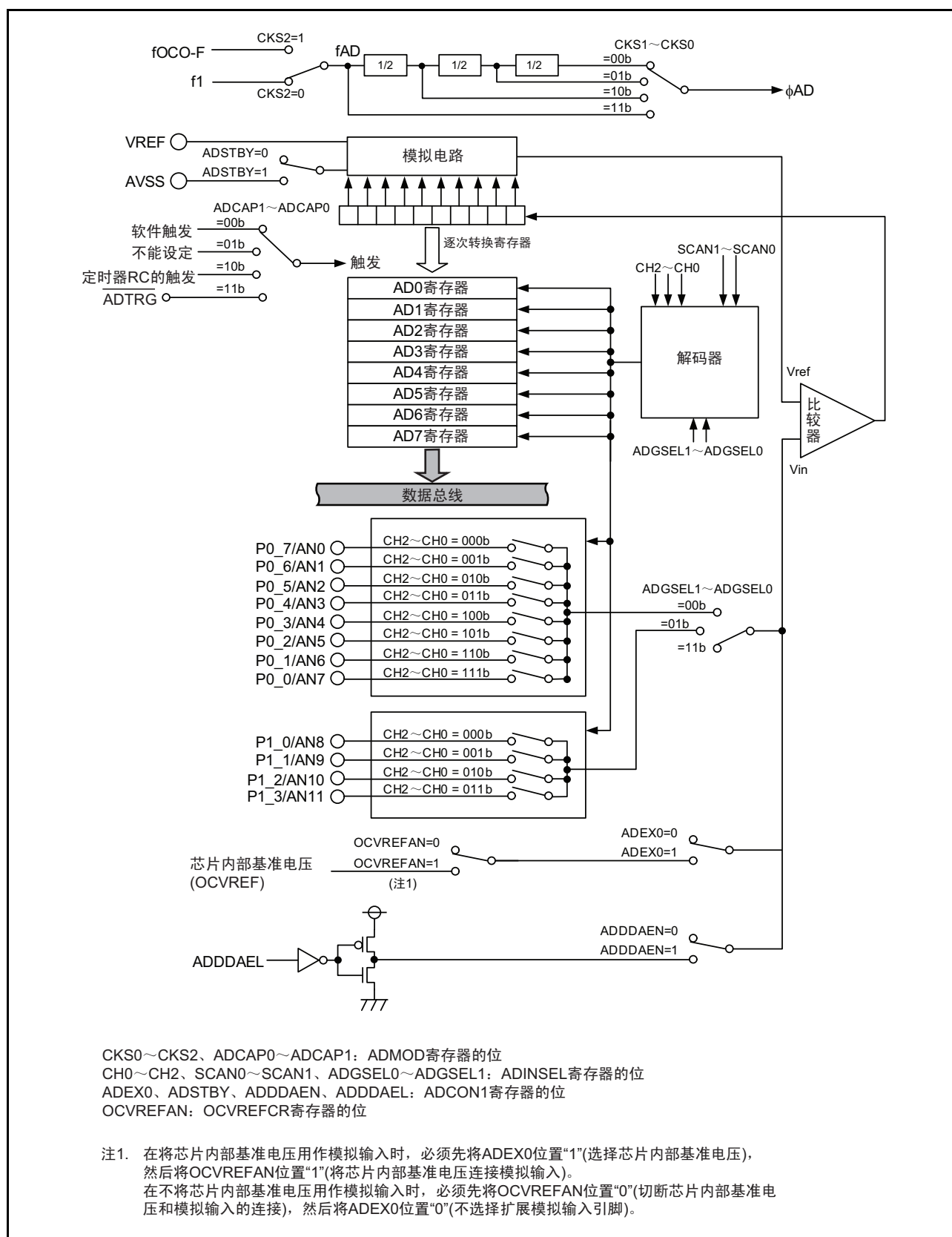


图 23.1 A/D 转换器的框图

23.2 寄存器说明

23.2.1 芯片内部基准电压的控制寄存器（OCVREFCR）

地址	地址 0026h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	OCVREFAN
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	OCVREFAN	芯片内部基准电压和模拟输入连接位（注 1）	0: 切断芯片内部基准电压和模拟输入的连接 1: 连接芯片内部基准电压和模拟输入	R/W
b1	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

注 1. 在将芯片内部基准电压用作模拟输入时，必须先将 ADCON1 寄存器的 ADEX0 位置“1”（选择芯片内部基准电压），然后将 OCVREFAN 位置“1”（连接芯片内部基准电压和模拟输入）。

不将芯片内部基准电压用作模拟输入时，必须先将 OCVREFAN 位置“0”（切断芯片内部基准电压和模拟输入的连接），然后将 ADEX0 位置“0”（不选择扩展模拟输入引脚）。

必须在将 PRCR 寄存器的 PRC3 位置“1”（允许写）后改写 OCVREFCR 寄存器。

如果在 A/D 转换过程中改写 OCVREFCR 寄存器的内容，转换结果就为不定值。

23.2.2 A/D 寄存器 i (ADi) (i=0 ~ 7)

地址 地址 00C1h ~ 00C0h (AD0)、地址 00C3h ~ 00C2h (AD1)、地址 00C5h ~ 00C4h (AD2)、
地址 00C7h ~ 00C6h (AD3)、地址 00C9h ~ 00C8h (AD4)、地址 00CBh ~ 00CAh (AD5)、
地址 00CDh ~ 00CCh (AD6)、地址 00CFh ~ 00CEh (AD7)

位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	X	X	X	X	X	X	X	X

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	—	—	—	—	—	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	X	X

位	功能		R/W
	10 位模式 (ADCON1 寄存器的 BITS 位 =1)	8 位模式 (ADCON1 寄存器的 BITS 位 =0)	
b0	A/D 转换结果的低 8 位	A/D 转换结果	R
b1			
b2			
b3			
b4			
b5			
b6			
b7			
b8	A/D 转换结果的高 2 位	读取值为 “0”。	R
b9			
b10	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b11			
b12			
b13			
b14			
b15	保留位	读取值为不定值。	R

如果在 A/D 转换过程中改写 ADCON1、ADMOD、ADINSEL 或者 OCVREFCR 寄存器的内容，转换结果就为不定值。

在用于 10 位模式的重复模式 0、重复模式 1 或者重复扫描模式时，必须以 16 位为单位存取 ADi 寄存器，而不能以 8 位为单位进行存取。

23.2.3 A/D 模式寄存器 (ADMOD)

地址	地址 00D4h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	ADCAP1	ADCAP0	MD2	MD1	MD0	CKS2	CKS1	CKS0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CKS0	分频选择位	b1 b0 0 0: fAD 的 8 分频 0 1: fAD 的 4 分频 1 0: fAD 的 2 分频 1 1: fAD 的 1 分频 (无分频)	R/W
b1	CKS1			R/W
b2	CKS2	时钟源选择位 (注 1)	0: 选择 f1 1: 选择 fOCO-F	R/W
b3	MD0	A/D 运行模式选择位	b5 b4 b3 0 0 0: 单次模式 0 0 1: 不能设定 0 1 0: 重复模式 0 0 1 1: 重复模式 1 1 0 0: 单次扫描模式 1 0 1: 不能设定 1 1 0: 重复扫描模式 1 1 1: 不能设定	R/W
b4	MD1			R/W
b5	MD2			R/W
b6	ADCAP0	A/D 转换触发选择位	b7 b6 0 0: 由软件触发 (ADCON0 寄存器的 ADST 位) 控制 A/D 转换的开始 0 1: 不能设定 1 0: 由定时器 RC 的转换触发控制 A/D 转换的开始 1 1: 由外部触发 (ADTRG) 控制 A/D 转换的开始	R/W
b7	ADCAP1			R/W

注 1. 如果更改 CKS2 位, 就必须至少经过 3 个 ϕ_{AD} 周期后开始 A/D 转换。

如果在 A/D 转换过程中改写 ADMOD 寄存器的内容, 转换结果就为不定值。

23.2.4 A/D 输入选择寄存器 (ADINSEL)

地址	地址 00D5h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	ADGSEL1	ADGSEL0	SCAN1	SCAN0	—	CH2	CH1	CH0
复位后的值	1	1	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CH0	模拟输入引脚选择位	参照“表 23.2 模拟输入引脚的选择”。	R/W
b1	CH1			R/W
b2	CH2			R/W
b3	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b4	SCAN0	A/D 扫描引脚个数选择位	b5 b4 00: 2 个引脚 01: 4 个引脚 10: 6 个引脚 11: 8 个引脚	R/W
b5	SCAN1			R/W
b6	ADGSEL0	A/D 输入组选择位	b7 b6 00: 选择端口 P0 组 01: 选择端口 P1 组 10: 不能设定 11: 不选择端口组	R/W
b7	ADGSEL1			R/W

如果在 A/D 转换过程中改写 ADINSEL 寄存器的内容，转换结果就为不定值。

表 23.2 模拟输入引脚的选择

CH2 ~ CH0 位	ADGSEL1 ~ ADGSEL0 位 =00b	ADGSEL1 ~ ADGSEL0 位 =01b
000b	AN0	AN8
001b	AN1	AN9
010b	AN2	AN10
011b	AN3	AN11
100b	AN4	不能设定
101b	AN5	
110b	AN6	
111b	AN7	

23.2.5 A/D 控制寄存器 0 (ADCON0)

地址	地址 00D6h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	—	ADST
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	ADST	A/D 转换开始标志	0: 停止 A/D 转换 1: 开始 A/D 转换	R/W
b1	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—			
b7	—			

ADST 位 (A/D 转换开始标志)

[为 “1” 的条件] 在开始 A/D 转换或者正在 A/D 转换时。

[为 “0” 的条件] 在停止 A/D 转换时。

23.2.6 A/D 控制寄存器 1 (ADCON1)

地址	地址 00D7h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	ADDDAEL	ADDDAEN	ADSTBY	BITS	—	—	—	ADEX0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	ADEX0	扩展模拟输入引脚选择位 (注 1)	0: 不选择扩展模拟输入引脚 1: 选择芯片内部基准电压 (注 2、注 6、注 7)	R/W
b1	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b2	—			
b3	—			
b4	BITS	8/10 位模式选择位	0: 8 位模式 1: 10 位模式	R/W
b5	ADSTBY	A/D 待机位 (注 3)	0: 停止 A/D 运行 (待机) (注 4) 1: 能进行 A/D 运行	R/W
b6	ADDDAEN	A/D 断路检测辅助功能允许位 (注 5、注 7)	0: 禁止 1: 允许	R/W
b7	ADDDAEL	A/D 断路检测辅助方式选择位 (注 5)	0: 转换前放电 1: 转换前预充电	R/W

注 1. 在将芯片内部基准电压用作模拟输入时，必须先将 ADEX0 位置“1”（选择芯片内部基准电压），然后将 OCVREFCR 寄存器的 OCVREFAN 位置“1”（连接芯片内部基准电压和模拟输入）。

不将芯片内部基准电压用作模拟输入时，必须先将 OCVREFAN 位置“0”（切断芯片内部基准电压和模拟输入的连接），然后将 ADEX0 位置“0”（不选择扩展模拟输入引脚）。

注 2. 在单次扫描模式和重复扫描模式中，不能设定。

注 3. 如果将 ADSTBY 位从“0”（停止 A/D 运行）置为“1”（能进行 A/D 运行），就必须至少经过 1 个 ϕ_{AD} 周期后开始 A/D 转换。

注 4. 在待机前，必须停止 A/D 功能。当 ADSTBY 位为“1”（待机）时，A/D 的相关寄存器（地址 00C0h ~ 00CFh、地址 00D4h ~ 00D7h）的存取无效。

注 5. 要允许 A/D 断路检测辅助功能时，必须先将 ADDDAEN 位置“1”（允许），然后通过 ADDDAEL 位选择转换开始状态。断路时的转换结果因外接电路而不同，所以必须根据系统进行充分的评估后再使用此功能。

注 6. 在使用芯片内部基准电压时（ADEX0=1），必须将 ADINSEL 寄存器的 CH2 ~ CH0 位置“000b”。

注 7. 在使用芯片内部基准电压时（ADEX0=1），必须将 ADDDAEN 位置“0”（禁止 A/D 断路检测辅助功能）。

如果在 A/D 转换过程中改写 ADCON1 寄存器的内容，转换结果就为不定值。

23.3 有关多个模式的共同事项

23.3.1 输入 / 输出引脚

模拟输入为 AN0 ~ AN11, 和 P0_0 ~ P0_7、P1_0 ~ P1_3 引脚复用。
在将 ANi (i=0 ~ 11) 引脚用于输入时, 必须将引脚对应的端口方向位置 “0” (输入模式)。
要更改 A/D 运行模式时, 必须重新选择模拟输入引脚。

23.3.2 A/D 转换周期数

A/D 转换时序图和 A/D 转换周期数 ($\phi_{AD}=f_{AD}$) 分别如图 23.2 和图 23.3 所示。

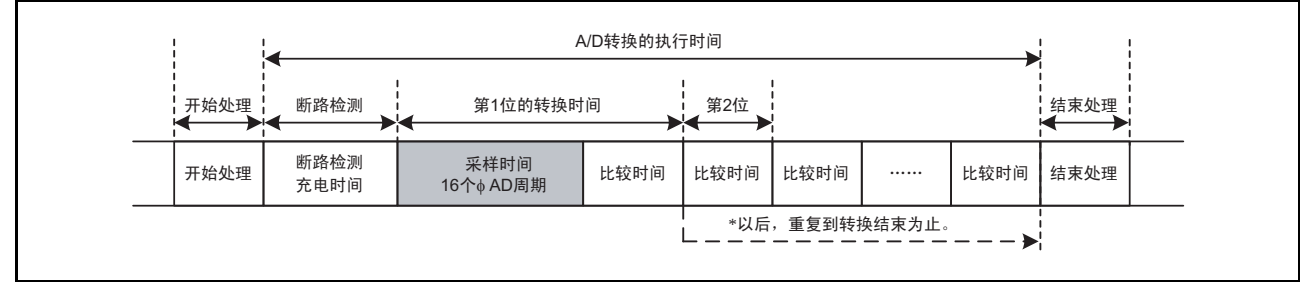


图 23.2 A/D 转换时序图

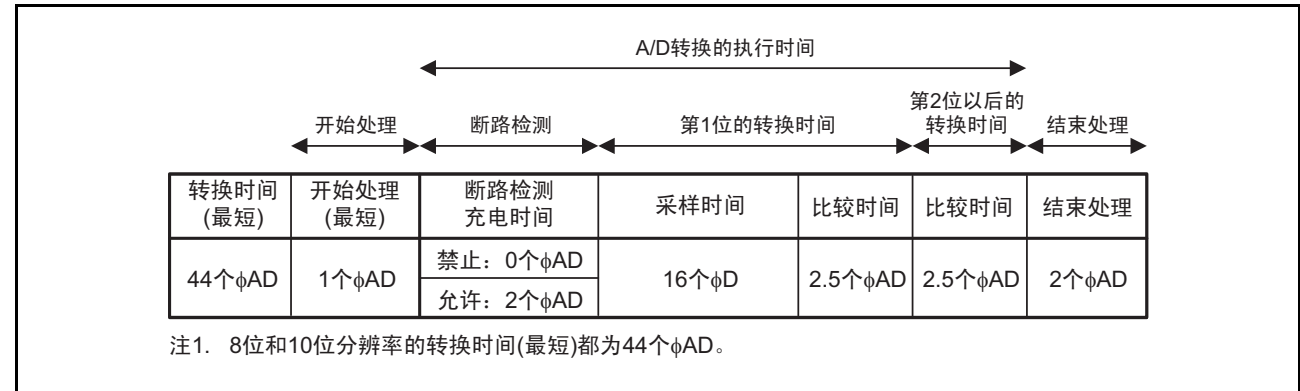


图 23.3 A/D 转换周期数 ($\phi_{AD}=f_{AD}$)

各 A/D 转换项目的周期数如表 23.3 所示，A/D 转换时间如下所示。

开始的处理时间因 ϕ_{AD} 的选择而不同。

如果给 ADCON0 寄存器的 ADST 位写 “1”（开始 A/D 转换），就在经过开始的处理时间后开始 A/D 转换。如果在开始转换前读 ADST 位，就能读到 “0”（停止 A/D 转换）。

在执行多个引脚或者多次 A/D 转换的模式中，在 1 个引脚的 A/D 转换执行时间和下一次 A/D 转换执行时间之间，需要执行期间的处理时间。

在单次模式和单次扫描模式中，在结束的处理时间内，ADST 位变为 “0”，最后的 A/D 转换结果被保存在 ADi 寄存器。

- 单次模式的情况
开始的处理时间+A/D转换执行时间+结束的处理时间
- 在单次扫描模式中选择2个引脚的情况
开始的处理时间+（A/D转换执行时间+执行期间的处理时间+A/D转换执行时间）+结束的处理时间

表 23.3 各 A/D 转换项目的周期数

A/D 转换项目		周期数
开始的处理时间	$\phi_{AD}=f_{AD}$	1 ~ 2 个 f_{AD} 周期
	$\phi_{AD}=f_{AD}$ 的 2 分频	2 ~ 3 个 f_{AD} 周期
	$\phi_{AD}=f_{AD}$ 的 4 分频	3 ~ 4 个 f_{AD} 周期
	$\phi_{AD}=f_{AD}$ 的 8 分频	5 ~ 6 个 f_{AD} 周期
A/D 转换执行时间	禁止断路检测	40 个 ϕ_{AD} 周期 +1 ~ 3 个 f_{AD} 周期
	允许断路检测	42 个 ϕ_{AD} 周期 +1 ~ 3 个 f_{AD} 周期
执行期间的处理时间		1 个 ϕ_{AD} 周期
结束的处理时间		2 ~ 3 个 f_{AD} 周期

23.3.3 A/D 转换的开始条件

A/D 转换开始的触发有软件触发、定时器 RC 的触发、外部触发。

A/D 转换开始控制部的框图如图 23.4 所示。

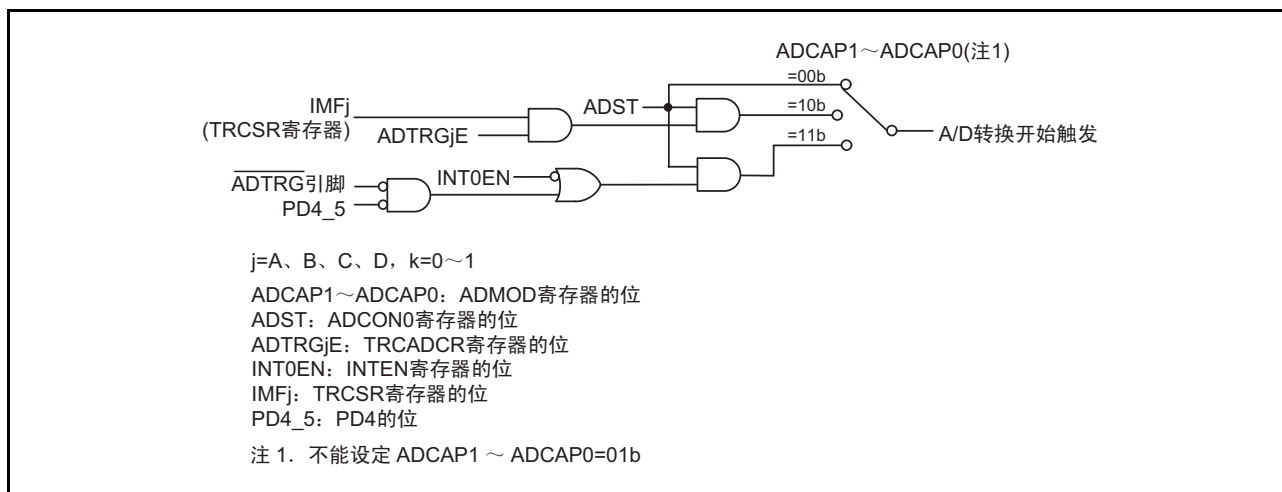


图 23.4 A/D 转换开始控制部的框图

23.3.3.1 软件触发

这是 ADMOD 寄存器的 ADCAP1 ~ ADCAP0 位为 “00b”（软件触发）的情况。

如果将 ADCON0 寄存器的 ADST 位置 “1”（开始 A/D 转换），就开始 A/D 转换。

23.3.3.2 定时器 RC 的触发

这是 ADMOD 寄存器的 ADCAP1 ~ ADCAP0 位为 “10b”（定时器 RC）的情况。

在使用此功能时，必须进行以下的设定：

- 将 ADMOD 寄存器的 ADCAP1 ~ ADCAP0 位置 “10b”（定时器 RC）。
- 将定时器 RC 用于输出比较功能（定时器模式、PWM 模式和 PWM2 模式）。
- 将 TRCADCR 寄存器的 ADTRGjE 位（ $j=A、B、C、D$ ）置 “1”（在 TRCGRj 寄存器比较匹配时发生 A/D 触发）。
- 将 ADCON0 寄存器的 ADST 位置 “1”（开始 A/D 转换）。

在上述的状态下，如果 TRCSR 寄存器的 IMFj 位从 “0” 变为 “1”，就开始 A/D 转换。

有关定时器 RC 和输出比较功能（定时器模式、PWM 模式和 PWM2 模式）的详细内容，请参照 “19. 定时器 RC”、“19.5 定时器模式（输出比较功能）”、“19.6 PWM 模式” 和 “19.7 PWM2 模式”。

23.3.3.3 外部触发

这是 ADMOD 寄存器的 ADCAP1 ~ ADCAP0 位为 “11b”（外部触发（ $\overline{\text{ADTRG}}$ ））的情况。
在使用此功能时，必须进行以下的设定：

- 将 ADMOD 寄存器的 ADCAP1 ~ ADCAP0 位置 “11b”（外部触发（ $\overline{\text{ADTRG}}$ ））。
- 将 INTEN 寄存器的 INT0EN 位置 “1”（允许 $\overline{\text{INT0}}$ 输入）、INT0PL 位置 “0”（单边沿），将 INT0IC 寄存器的 POL 位置 “0”（选择下降沿）。
- 将 PD4 寄存器的 PD4_5 位置 “0”（输入模式）。
- 将 ADCON0 寄存器的 ADST 位置 “1”（开始 A/D 转换）。
- 通过 INTF 寄存器的 INT0F1 ~ INT0F0 位选择 $\overline{\text{INT0}}$ 的数字滤波器。

由于 INT0IC 寄存器的 POL 位和 INTEN 寄存器的 INT0PL 位的选择以及 $\overline{\text{ADTRG}}$ 引脚输入的变更，INT0IC 寄存器的 IR 位变为 “1”（有中断请求）（参照 “11.9 使用中断时的注意事项”）。

中断的详细内容请参照 “11. 中断”。

在上述的状态下，如果将 $\overline{\text{ADTRG}}$ 引脚的输入从 “H” 电平置为 “L” 电平，就开始 A/D 转换。

23.3.4 A/D 转换结果

将 A/D 转换结果保存到 ADi 寄存器（i=0 ~ 7），保存的 ADi 寄存器因使用的 A/D 运行模式而不同。复位后，ADi 寄存器的值为不定值，也不能写值。

在重复模式0中，不发生中断请求。对于第1次的A/D转换结束，必须通过程序判断是否经过了A/D转换时间。

在单次模式、重复模式 1、单次扫描模式和重复扫描模式中，在 A/D 转换结束等时发生中断请求（ADIC 寄存器的 IR 位变为 “1”）。

但是，在重复模式 1 和重复扫描模式中，在发生中断请求后还继续进行 A/D 转换。如果下一次 A/D 转换结束，就将值重写到 ADi 寄存器，所以必须在此之前读 ADi 寄存器。

在单次模式和单次扫描模式中，当 ADMOD 寄存器的 ADCAP1 ~ ADCAP0 位为 “00b”（软件触发）时，也能通过 ADCON0 寄存器的 ADST 位判断 A/D 转换结束和扫描结束。

在 A/D 转换过程中，如果通过程序将 ADCON0 寄存器的 ADST 位置 “0”（停止 A/D 转换）来强制结束转换，A/D 转换器的转换结果就为不定值，也不发生中断请求。没有进行 A/D 转换的 ADi 寄存器的值也有可能为不定值。

如果通过程序将 ADST 位置 “0”，就不能使用所有 ADi 寄存器的值。

23.3.5 降低消耗电流的功能

在不使用 A/D 转换器时，如果将 ADCON1 寄存器的 ADSTBY 位置 “0”（停止 A/D 运行（待机）），就没有电流流过模拟电路，因此能降低功耗。

在使用 A/D 转换器时，必须在将 ADSTBY 位置 “1”（能进行 A/D 运行）并且至少经过 1 个 ϕ_{AD} 周期后，将 ADCON0 寄存器的 ADST 位置 “1”（开始 A/D 转换）。不能给 ADST 位和 ADSTBY 位同时写 “1”。

另外，不能在 A/D 转换过程中将 ADSTBY 位置 “0”（停止 A/D 运行（待机））。

23.3.6 芯片内部基准电压（OCVREF）

在单次模式、重复模式 0 和重复模式 1 中，能将芯片内部基准电压（OCVREF）用作模拟输入。

能通过使用芯片内部基准电压确认 VREF 的变动。必须通过 ADCON1 寄存器的 ADEX0 位和 OCVREFCR 寄存器的 OCVREFAN 位进行选择。

在单次模式和重复模式 0 中，将芯片内部基准电压的 A/D 转换结果保存到 AD0 寄存器。

23.3.7 A/D 断路检测辅助功能

在 A/D 转换时，为了抑制以前转换的通道模拟输入电压的影响，内置了在开始转换前将斩波放大电容器的电荷固定为规定状态（AVCC 或者 GND）的功能。通过此功能，能更加准确地检测到连接模拟输入引脚的布线是否断路。

AVCC 侧的 A/D 断路检测例子（选择转换前预充电）和 AVSS 侧的 A/D 断路检测例子（选择转换前放电）分别如图 23.5 和图 23.6 所示。

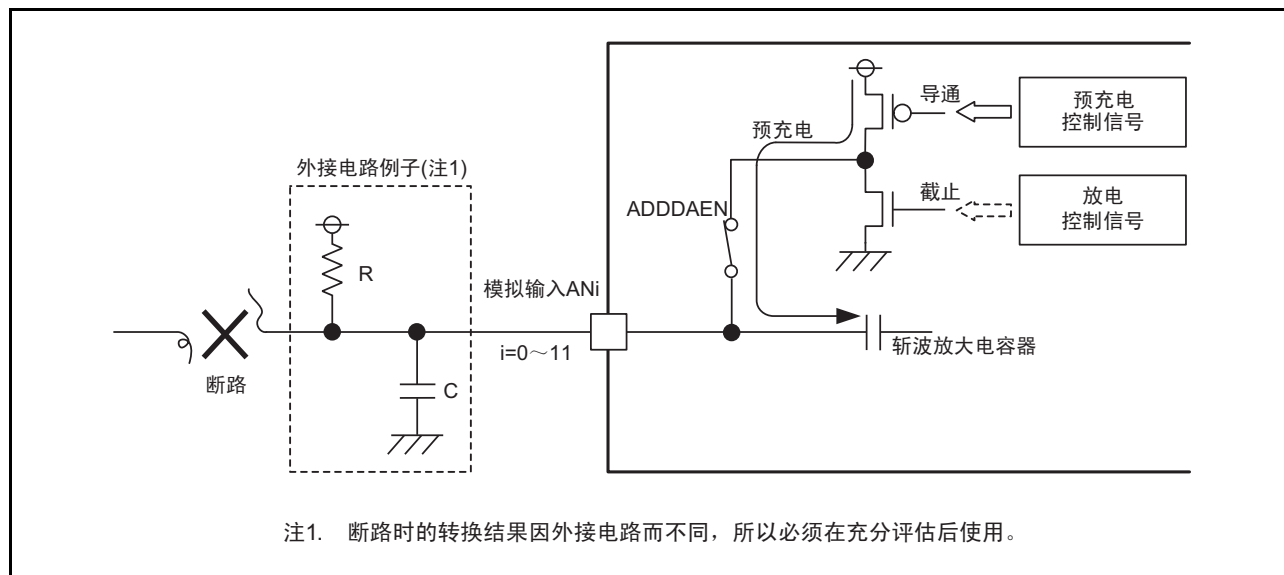


图 23.5 AVCC 侧的 A/D 断路检测例子（选择转换前预充电）

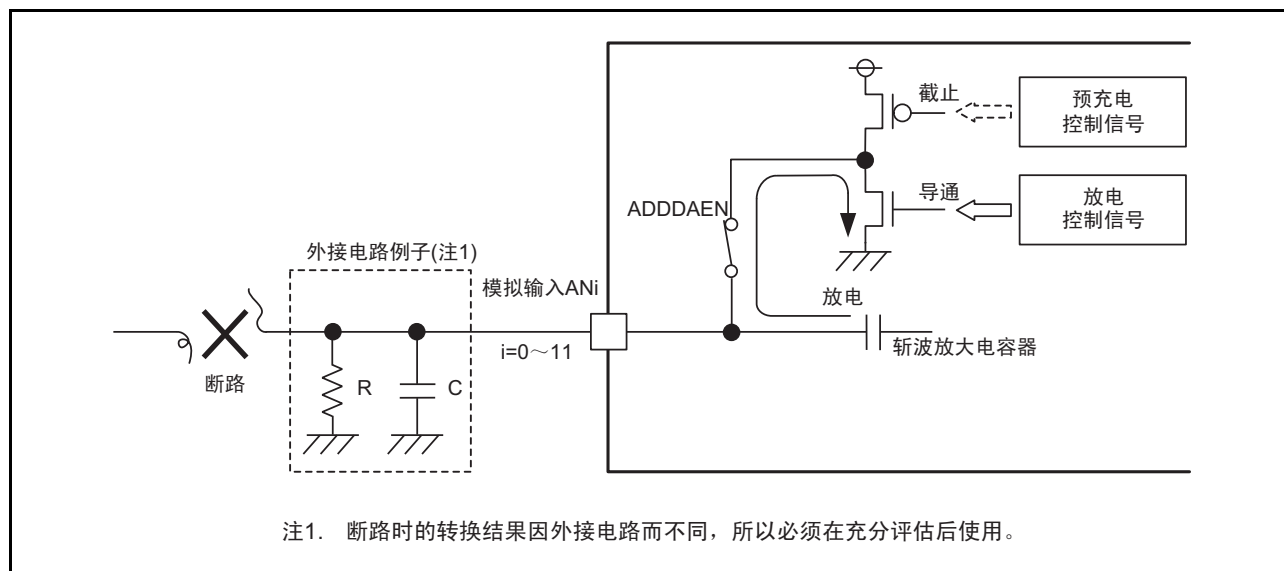


图 23.6 AVSS 侧的 A/D 断路检测例子（选择转换前放电）

23.4 单次模式

这是将从 AN0 ~ AN11 或者 OCVREF 中选择的 1 个引脚的输入电压进行 1 次 A/D 转换的模式。

单次模式的规格如表 23.4 所示。

表 23.4 单次模式的规格

项目	规格
功能	通过 ADINSEL 寄存器的 CH2 ~ CH0 位和 ADGSEL1 ~ ADGSEL0 位、或者 ADCON1 寄存器的 ADEX0 位选择 1 个引脚，将该引脚的输入电压进行 1 次 A/D 转换。
分辨率	8 位或者 10 位
A/D 转换的开始条件	• 软件触发 • 定时器 RC • 外部触发 （参照“23.3.3 A/D 转换的开始条件”）
A/D 转换的停止条件	• A/D 转换结束（当 ADMOD 寄存器的 ADCAP1 ~ ADCAP0 位为“00b”（软件触发）时，ADCON0 寄存器的 ADST 位变为“0”）。 • 将 ADST 位置“0”。
中断请求的发生时序	在 A/D 转换结束时。
模拟输入引脚	从 AN0 ~ AN11 或者 OCVREF 中选择 1 个引脚。
A/D 转换结果的保存寄存器	AD0 寄存器: AN0、AN8、OCVREF AD1 寄存器: AN1、AN9 AD2 寄存器: AN2、AN10 AD3 寄存器: AN3、AN11 AD4 寄存器: AN4 AD5 寄存器: AN5 AD6 寄存器: AN6 AD7 寄存器: AN7
读 A/D 转换值	读与所选引脚对应的 AD0 寄存器 ~ AD7 寄存器。

23.5 重复模式 0

这是将从 AN0 ~ AN11 或者 OCVREF 中选择的 1 个引脚的输入电压重复进行 A/D 转换的模式。
重复模式 0 的规格如表 23.5 所示。

表 23.5 重复模式 0 的规格

项目	规格
功能	通过 ADINSEL 寄存器的 CH2 ~ CH0 位和 ADGSEL1 ~ ADGSEL0 位、或者 ADCON1 寄存器的 ADEX0 选择 1 个引脚，将该引脚的输入电压重复进行 A/D 转换。
分辨率	8 位或者 10 位
A/D 转换的开始条件	• 软件触发 • 定时器 RC • 外部触发 （参照“23.3.3 A/D 转换的开始条件”）
A/D 转换的停止条件	将 ADCON0 寄存器的 ADST 位置“0”。
中断请求的发生时序	不发生中断请求。
模拟输入引脚	从 AN0 ~ AN11 或者 OCVREF 中选择 1 个引脚。
A/D 转换结果的保存寄存器	AD0 寄存器: AN0、AN8、OCVREF AD1 寄存器: AN1、AN9 AD2 寄存器: AN2、AN10 AD3 寄存器: AN3、AN11 AD4 寄存器: AN4 AD5 寄存器: AN5 AD6 寄存器: AN6 AD7 寄存器: AN7
读 A/D 转换值	读与所选引脚对应的 AD0 寄存器 ~ AD7 寄存器。

23.6 重复模式 1

这是将从 AN0 ~ AN11 或者 OCVREF 中选择的 1 个引脚的输入电压重复进行 A/D 转换的模式。
重复模式 1 的规格和运行例子分别如表 23.6 和图 23.7 所示。

表 23.6 重复模式 1 的规格

项目	规格
功能	通过 ADINSEL 寄存器的 CH2 ~ CH0 位和 ADGSEL1 ~ ADGSEL0 位、或者 ADCON1 寄存器的 ADEX0 位选择 1 个引脚，将该引脚的输入电压重复进行 A/D 转换。
分辨率	8 位或者 10 位
A/D 转换的开始条件	• 软件触发 • 定时器 RC • 外部触发 （参照“23.3.3 A/D 转换的开始条件”）
A/D 转换的停止条件	将 ADCON0 寄存器的 ADST 位置“0”。
中断请求的发生时序	在将 A/D 转换结果保存到 AD7 寄存器时。
模拟输入引脚	从 AN0 ~ AN11 或者 OCVREF 中选择 1 个引脚。
A/D 转换结果的保存寄存器	AD0 寄存器：第 1 次 A/D 转换结果、第 9 次 A/D 转换结果…… AD1 寄存器：第 2 次 A/D 转换结果、第 10 次 A/D 转换结果…… AD2 寄存器：第 3 次 A/D 转换结果、第 11 次 A/D 转换结果…… AD3 寄存器：第 4 次 A/D 转换结果、第 12 次 A/D 转换结果…… AD4 寄存器：第 5 次 A/D 转换结果、第 13 次 A/D 转换结果…… AD5 寄存器：第 6 次 A/D 转换结果、第 14 次 A/D 转换结果…… AD6 寄存器：第 7 次 A/D 转换结果、第 15 次 A/D 转换结果…… AD7 寄存器：第 8 次 A/D 转换结果、第 16 次 A/D 转换结果……
读 A/D 转换值	读 AD0 寄存器 ~ AD7 寄存器。

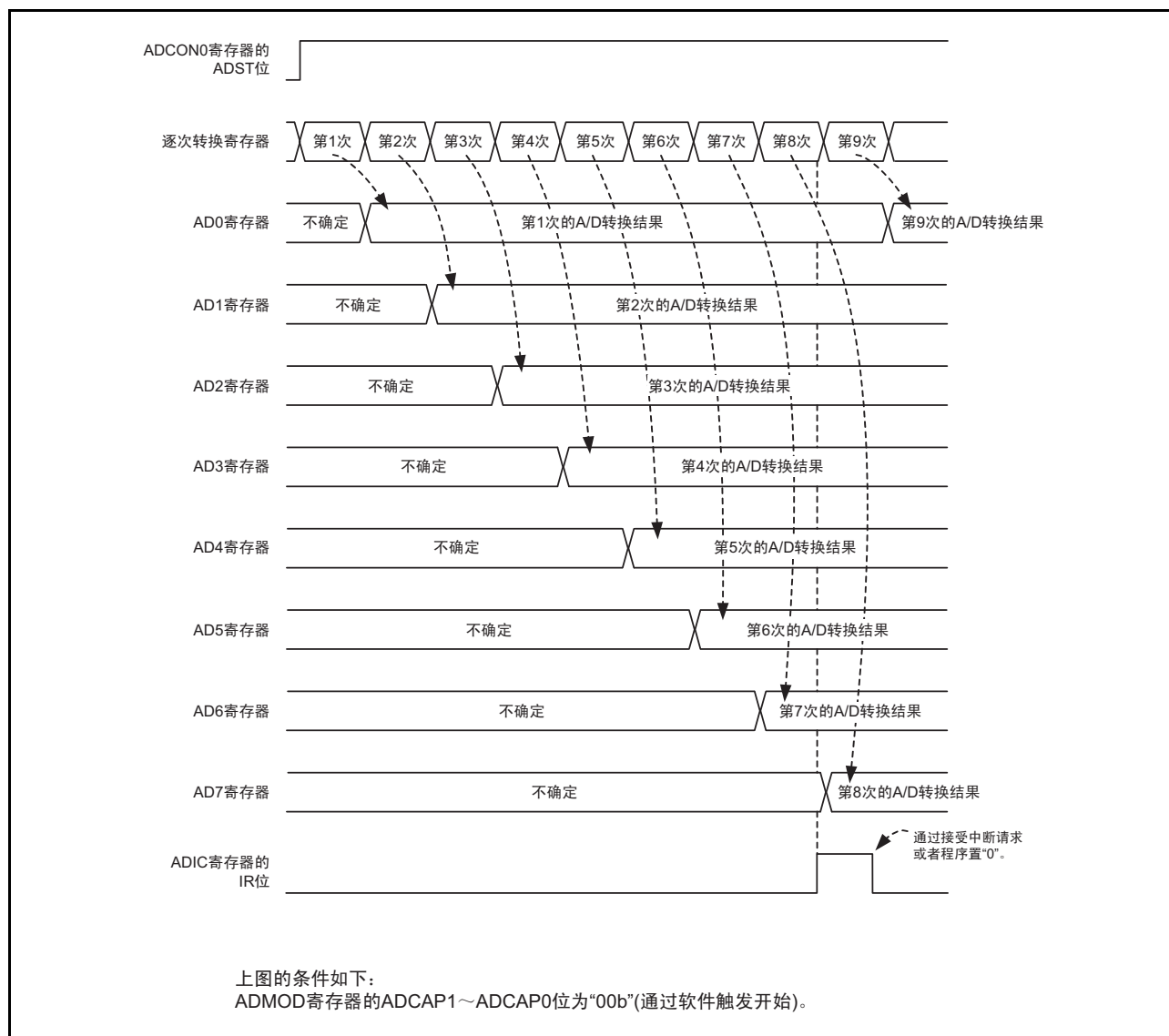


图 23.7 重复模式 1 的运行例子

23.7 单次扫描模式

这是将从 AN0 ~ AN11 中选择的 2 个、4 个、6 个或者 8 个引脚的输入电压分别进行 1 次 A/D 转换的模式。
 单次扫描模式的规格和运行例子分别如表 23.7 和图 23.8 所示。

表 23.7 单次扫描模式的规格

项目	规格
功能	通过 ADINSEL 寄存器的 ADGSEL1 ~ ADGSEL0 位和 SCAN1 ~ SCAN0 位选择引脚，将这些引脚的输入电压分别进行 1 次 A/D 转换。
分辨率	8 位或者 10 位
A/D 转换的开始条件	• 软件触发 • 定时器 RC • 外部触发 （参照“23.3.3 A/D 转换的开始条件”）
A/D 转换的停止条件	• 在选择 2 个引脚的情况下，所选的 2 个引脚的 A/D 转换结束（ADCON0 寄存器的 ADST 位变为“0”）。 • 在选择 4 个引脚的情况下，所选的 4 个引脚的 A/D 转换结束（ADST 位变为“0”）。 • 在选择 6 个引脚的情况下，所选的 6 个引脚的 A/D 转换结束（ADST 位变为“0”）。 • 在选择 8 个引脚的情况下，所选的 8 个引脚的 A/D 转换结束（ADST 位变为“0”）。 • 将 ADST 位置“0”。
中断请求的发生时序	• 在选择 2 个引脚的情况下，当所选的 2 个引脚的 A/D 转换结束时。 • 在选择 4 个引脚的情况下，当所选的 4 个引脚的 A/D 转换结束时。 • 在选择 6 个引脚的情况下，当所选的 6 个引脚的 A/D 转换结束时。 • 在选择 8 个引脚的情况下，当所选的 8 个引脚的 A/D 转换结束时。
模拟输入引脚	AN0 ~ AN1（2 个引脚）、AN8 ~ AN9（2 个引脚）、AN0 ~ AN3（4 个引脚）、AN8 ~ AN11（4 个引脚）、AN0 ~ AN5（6 个引脚）、AN0 ~ AN7（8 个引脚） （通过 SCAN1 ~ SCAN0 位和 ADGSEL1 ~ ADGSEL0 位选择这些引脚）
A/D 转换结果的保存寄存器	AD0 寄存器：AN0、AN8 AD1 寄存器：AN1、AN9 AD2 寄存器：AN2、AN10 AD3 寄存器：AN3、AN11 AD4 寄存器：AN4 AD5 寄存器：AN5 AD6 寄存器：AN6 AD7 寄存器：AN7
读 A/D 转换值	读与所选引脚对应的 AD0 寄存器 ~ AD7 寄存器。

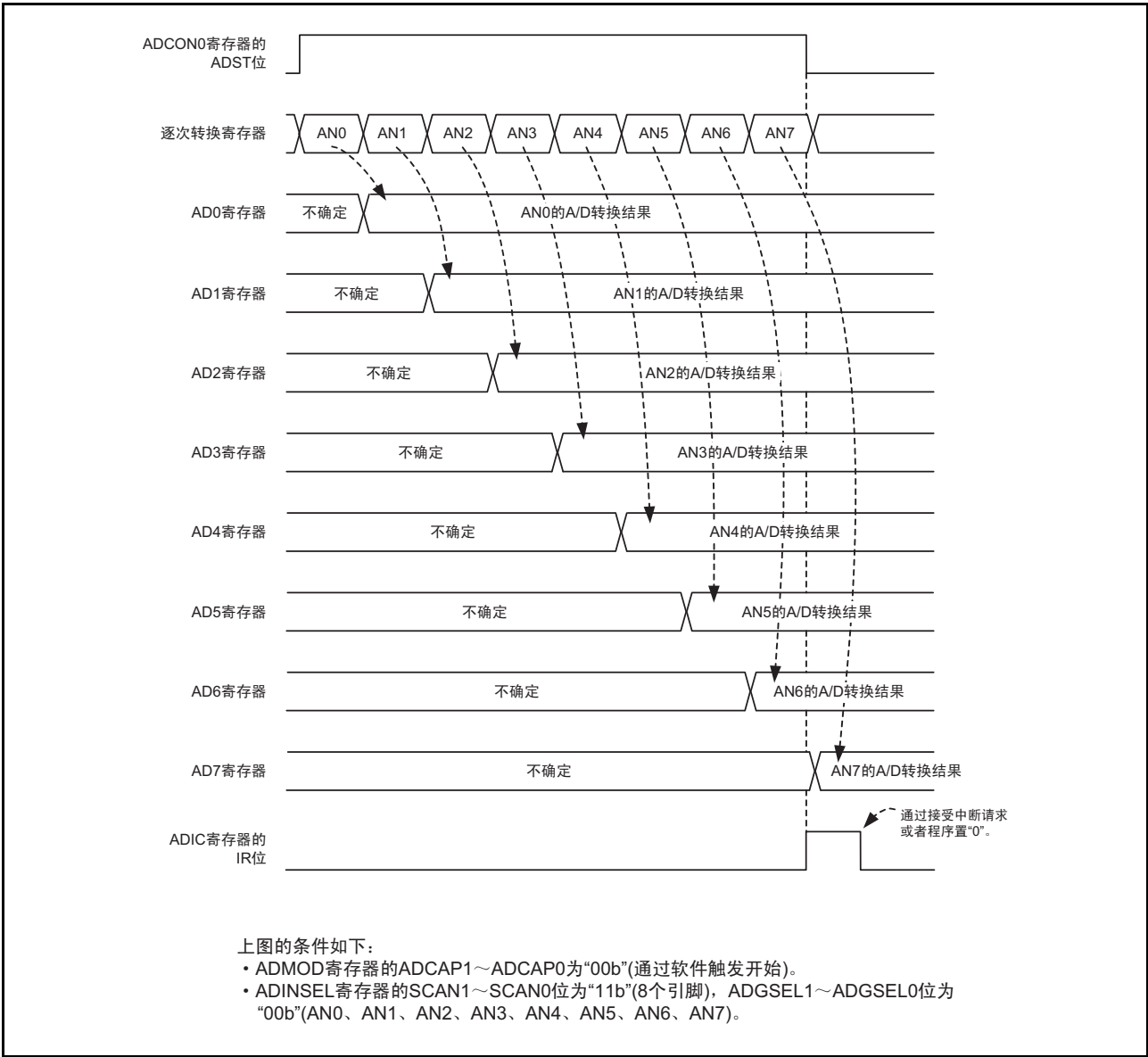


图 23.8 单次扫描模式的运行例子

23.8 重复扫描模式

这是将从 AN0 ~ AN11 中选择的 2 个、4 个、6 个或者 8 个引脚的输入电压重复进行 A/D 转换的模式。
重复扫描模式的规格和运行例子分别表 23.8 和图 23.9 所示。

表 23.8 重复扫描模式的规格

项目	规格
功能	通过 ADINSEL 寄存器的 ADGSEL1 ~ ADGSEL0 位和 SCAN1 ~ SCAN0 位选择引脚，将这些引脚的输入电压重复进行 A/D 转换。
分辨率	8 位或者 10 位
A/D 转换的开始条件	• 软件触发 • 定时器 RC • 外部触发 （参照“23.3.3 A/D 转换的开始条件”）
A/D 转换的停止条件	将 ADCON0 寄存器的 ADST 位置“0”。
中断请求的发生时序	• 在选择 2 个引脚的情况下，当所选的 2 个引脚的 A/D 转换结束时。 • 在选择 4 个引脚的情况下，当所选的 4 个引脚的 A/D 转换结束时。 • 在选择 6 个引脚的情况下，当所选的 6 个引脚的 A/D 转换结束时。 • 在选择 8 个引脚的情况下，当所选的 8 个引脚的 A/D 转换结束时。
模拟输入引脚	AN0 ~ AN1（2 个引脚）、AN8 ~ AN9（2 个引脚）、AN0 ~ AN3（4 个引脚）、AN8 ~ AN11（4 个引脚）、AN0 ~ AN5（6 个引脚）、AN0 ~ AN7（8 个引脚） （通过 SCAN1 ~ SCAN0 位和 ADGSEL1 ~ ADGSEL0 位选择这些引脚）
A/D 转换结果的保存寄存器	AD0 寄存器：AN0、AN8 AD1 寄存器：AN1、AN9 AD2 寄存器：AN2、AN10 AD3 寄存器：AN3、AN11 AD4 寄存器：AN4 AD5 寄存器：AN5 AD6 寄存器：AN6 AD7 寄存器：AN7
读 A/D 转换值	读与所选引脚对应的 AD0 寄存器 ~ AD7 寄存器。

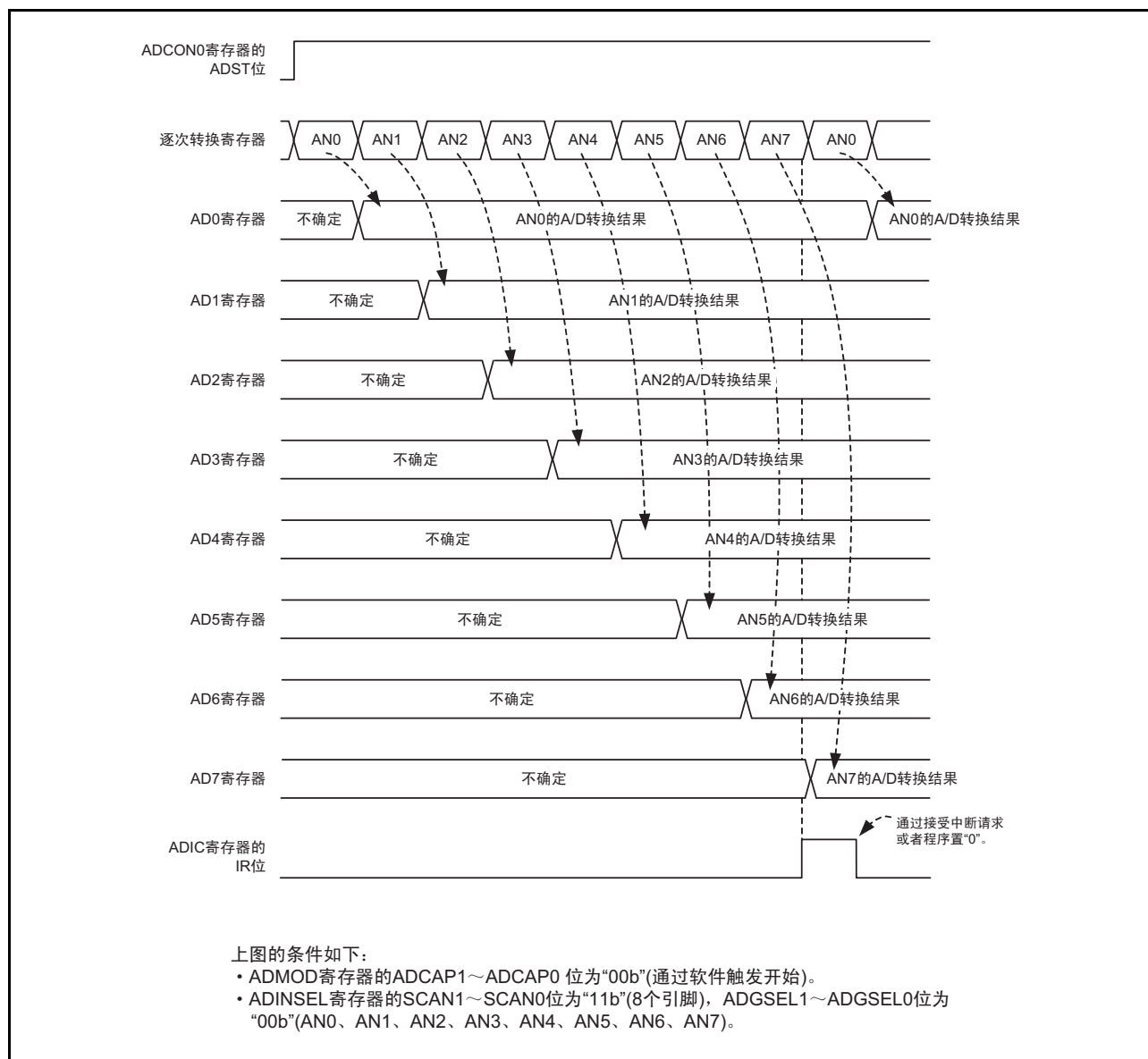


图 23.9 重复扫描模式的运行例子

23.9 A/D 转换时的传感器输出阻抗

为了正确地进行 A/D 转换，必须在规定的时间内结束对图 23.10 中的内部电容器 C 的充电。假设此规定的时间（采样时间）为 T，传感器等效电路的输出阻抗为 R0，单片机内部电阻为 R，A/D 转换器的精度（误差）为 X，分辨率为 Y（Y 在 10 位模式中为 1024，在 8 位模式中为 256）。

$$\text{通常, } VC = VIN \left\{ 1 - e^{-\frac{1}{C(R0+R)}t} \right\}$$

$$t=T \text{ 时, } VC = VIN - \frac{X}{Y} VIN = VIN \left(1 - \frac{X}{Y} \right),$$

$$e^{-\frac{1}{C(R0+R)}T} = \frac{X}{Y}$$

$$-\frac{1}{C(R0+R)}T = \ln \frac{X}{Y}$$

$$\text{因此, } R0 = -\frac{T}{C \cdot \ln \frac{X}{Y}} - R$$

模拟输入引脚和外部传感器的等效电路例子如图 23.10 所示。在 VIN 和 VC 的差为 0.1LSB 时，求在时间 T 内电容器 C 的引脚间电压 VC 从 0 变为 VIN-(0.1/1024)VIN 的阻抗 R0。(0.1/1024) 表示在 10 位模式中进行 A/D 转换时，将电容器充电不足引起的 A/D 精度下降控制在 0.1LSB 以内。但是，实际误差为 0.1LSB 加上绝对精度后的值。

当 $\phi_{AD}=20\text{MHz}$ 时， $T=0.8\mu\text{s}$ 。通过下式求此时间 T 内能对电容器 C 进行充分充电的输出阻抗 R0。

因为 $T=0.8\mu\text{s}$ ， $R=10\text{k}\Omega$ ， $C=6.0\text{pF}$ ， $X=0.1$ ， $Y=1024$ ，所以

$$R0 = -\frac{0.8 \times 10^{-6}}{6.0 \times 10^{-12} \cdot \ln \frac{0.1}{1024}} - 10 \times 10^3 \approx 4.4 \times 10^3$$

因此，A/D 转换器的精度（误差）小于等于 0.1LSB 的传感器电路的输出阻抗 R0 的最大值为 4.4kΩ。

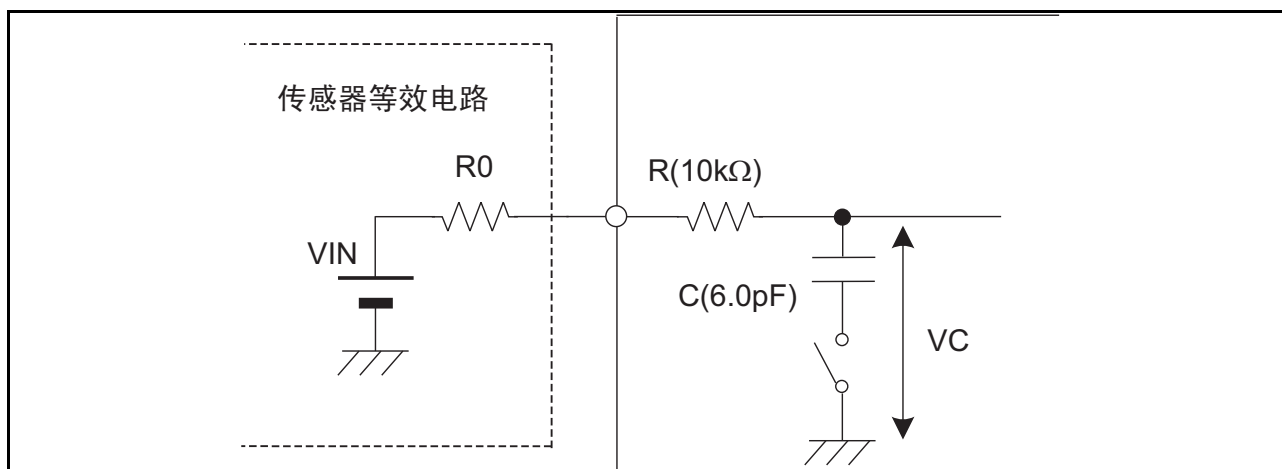


图 23.10 模拟输入引脚和外部传感器的等效电路例子

23.10 使用 A/D 转换器时的注意事项

- 必须在停止 A/D 转换时（发生触发前）写 ADMOD 寄存器、ADINSEL 寄存器、ADCON0 寄存器（ADST 位除外）、ADCON1 寄存器和 OCVREFCR 寄存器。
- 在用于重复模式 0、重复模式 1 和重复扫描模式时，必须给正在进行 A/D 转换的 CPU 时钟选择大于等于 A/D 转换器运行时钟 ϕ_{AD} 的频率。
 ϕ_{AD} 不能选择 fOCO-F。
- 必须在 VREF 引脚和 AVSS 引脚之间连接 0.1 μ F 的电容器。
- 不能在 A/D 转换过程中转移到停止模式。
- 在 A/D 转换过程中，与 CM0 寄存器的 CM02 位的状态（“1”（在等待模式中，停止外围功能时钟）、“0”（在等待模式中，不停止外围功能时钟））无关，不能转移到等待模式。
- 如果在 A/D 转换过程中将 FMR0 寄存器的 FMSTP 位置 “1”（停止闪存）、FMR27 位置 “1”（允许低功耗电流读模式），A/D 转换结果就为不定值，因此不能进行这些位的设定。
- 在 fOCO-F 已经停止时，不能更改 ADMOD 寄存器的 CKS2 位。
- 在 A/D 转换过程中，如果通过程序将 ADCON0 寄存器的 ADST 位置 “0”（停止 A/D 转换）来强制结束转换，A/D 转换器的转换结果就为不定值，也不发生中断请求。没有进行 A/D 转换的 ADi 寄存器的值也有可能为不定值。

如果通过程序将 ADST 位置 “0”，就不能使用所有 ADi 寄存器的值。

24. 传感器控制单元

传感器控制单元（SSU）是控制检测静电电容式触摸电极的功能。

对连接测量引脚的触摸电极的寄生电容进行测量。

如图 24.1 所示，电极和外围导电体间存在静电电容（寄生电容）。由于人体也为导体，所以当电极接近手指（人体）时，寄生电容的值就增加。

传感器控制单元检测此寄生容量的增加，判别触摸。

有关传感器控制单元的静电电容式触摸电极的测量运行原理，请参照“24.4 测量运行原理”。

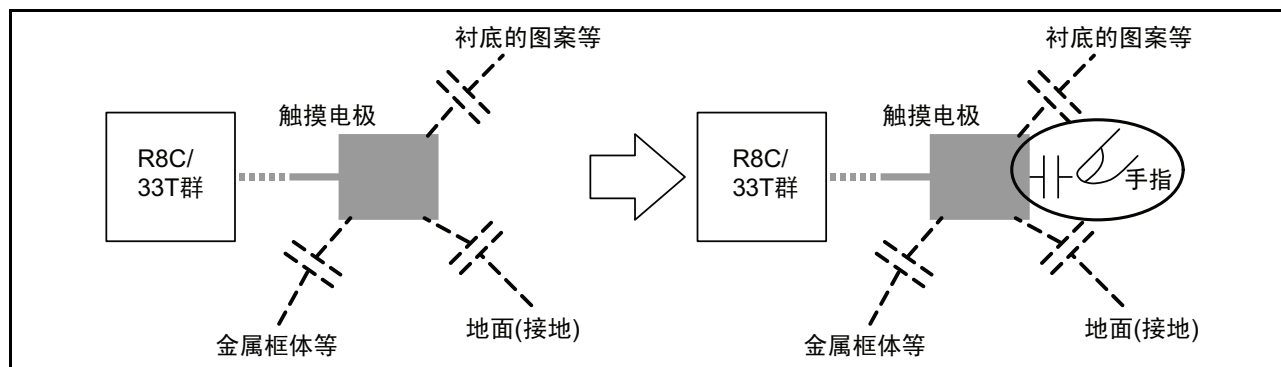


图 24.1 通过手指增加寄生电容

24.1 概要

传感器控制单元的框图如图 24.2 所示。

传感器控制单元如图 24.2 所示，由状态计数器、辅助计数器、主计数器构成。

传感器控制单元控制为检测静电电容式触摸电极的寄生电容的端口、计数器、数据传送。

传感器控制单元的运行时钟是选择作为计数源的 f1、f2 或者 f4。向各计数器提供计数源。

传感器控制单元有以下 2 种运行模式：

- 单模式 检测出任意一个通道的触摸
- 扫描模式 检测出任意的多个通道的触摸

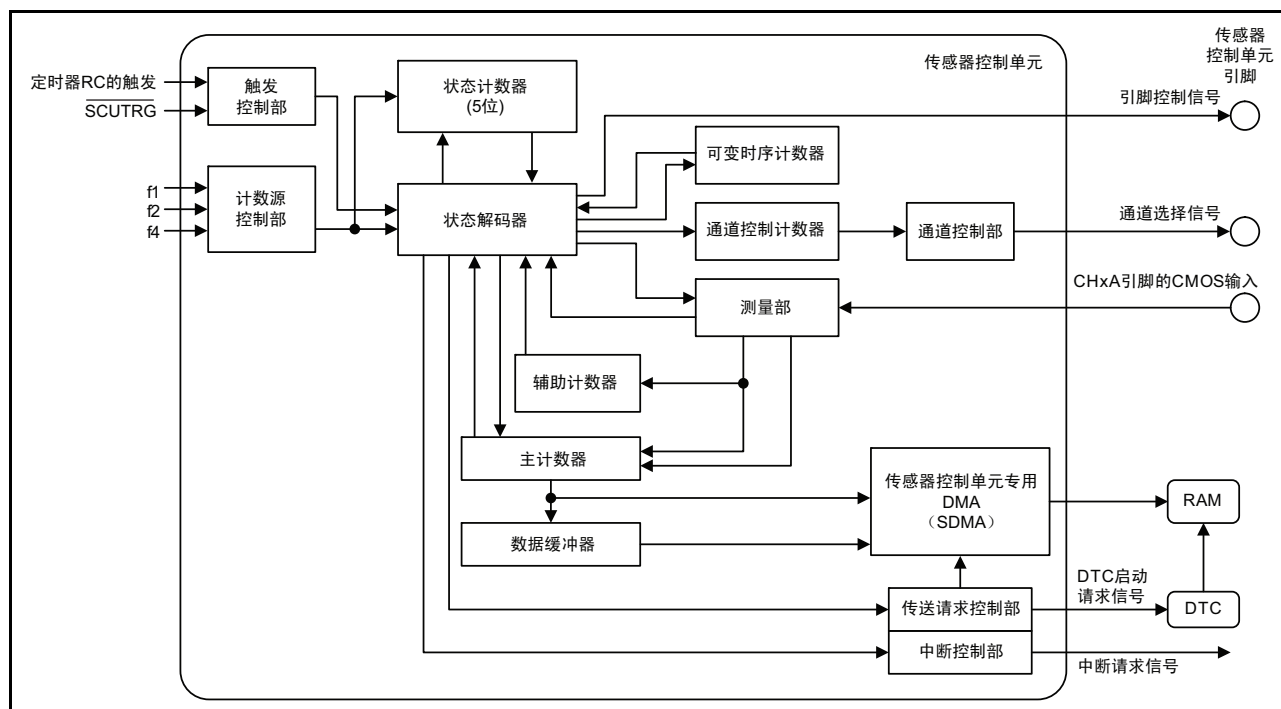


图 24.2 传感器控制单元的框图

表 24.1 传感器控制单元的引脚结构

引脚名	分配的引脚	输入 / 输出	功能
CHxA	P0_2	输入 / 输出	触摸检测
CHxB	P0_1		静电电容触摸检测控制信号输入
CHxC	P0_0		
CH0	P0_3	输入	静电电容触摸检测引脚
CH1	P0_4		
CH2	P0_5		
CH3	P0_6		
CH4	P0_7		
CH5	P1_0		
CH6	P1_1		
CH7	P1_2		
CH8	P1_3		
CH9	P1_4		
CH10	P1_5		
CH11	P1_6		
CH12	P1_7		
CH13	P4_5		
CH14	P3_1		
CH15	P2_0		
CH16	P2_1		
CH17	P2_2		
SCUTRG	P3_3		外部触发输入

24.2 寄存器说明

24.2.1 SCU 控制寄存器 0 (SCUCR0)

地址	地址 02C0h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	SCUIE	BCSHORT	SCCLK1	SCCLK0	—	SCINIT	SCUE	SCSTRT
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	SCSTRT	测量开始位	0: 停止测量 1: 开始测量	R/W
b1	SCUE	SCU 运行允许位	0: 禁止运行 (注 1) 1: 允许运行	R/W
b2	SCINIT	SCU 控制部初始化位	如果将此位写“1”，SCU 控制部和寄存器就被初始化。	R/W
b3	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b4	SCCLK0	计数源选择位	b5 b4 0 0: f1 0 1: f2 1 0: f4 1 1: 不能设定	R/W
b5	SCCLK1			R/W
b6	BCSHORT	CHxB-CHxC 间短路选择位	0: 无短路 (短路开关总是为 OFF) 1: 有短路 (在 Status7、14 中短路开关为 ON；在 Status4、11、18 中短路开关为 OFF；在 Status6、15 中短路开关为 ON；在 Status11 中短路开关为 OFF)	R/W
b7	SCUIE	SCU 中断允许位	0: 禁止 SCU 中断 1: 允许 SCU 中断	R/W

注 1. 即使将 SCSTRT 位置“0” (停止测量)，SCUE 位也不变为“0” (禁止运行)。即使将 SCINIT 位置“1” (初始化)，SCUE 位也不变为“0”。在测量结束，并且发生中断请求时，SCUE 位也不变为“0”。必须通过程序置“0”。

注 2. 以下被初始化：

- SCUSTC、SCUHC、SCUPRC、SCUSCC、SCUDBR、SCUFR 的各寄存器
- SCUCR0 寄存器的 SCSTRT 位
- SCU 控制部 (数据传送目标地址寄存器、SCU 时序控制计数器)

SCSTRT 位（测量开始位）

[为 “0” 的条件]

- 必须通过程序将此位置 “0”（强制停止）。
- 在测量结束，并且发生中断请求时。
- 给 SCINIT 位写 “1” 时。

[为 “1” 的条件]

- 必须通过程序将此位置 “1”。

通过给 SCUMR 寄存器的 SCCAP1 ~ SCCAP0 位置 “0”（软件触发），当 SCSTRT 位置 “0”（停止测量）时，保持各计数器的值。如果置 “1”（开始测量），将从停止状态重新开始测量。

在选择定时器 RC 的触发、外部触发（SCUTRG）时，将 SCSTRT 位置 “0”（停止测量）后，如果发生触发，从 Status1 开始测量。

SCUE 位（SCU 运行允许位）

如果将 SCUE 位置 “1”（允许运行），就出现以下的状态：

- CHxB-CHxC 路径的模拟路径的分离（分离开关为 OFF）
- 模拟通道控制解码器转换为传感器控制单元用
- CHxA 的模拟开关强制为 ON

24.2.2 SCU 模式寄存器 (SCUMR)

地址	地址 02C1h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	SCCAP1	SCCAP0	—	—	—	—	—	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b1	—			
b2	—			
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	SCCAP0	触摸传感器测量开始触发选择位	b7 b6 0 0: 软件触发 (SCUCR0 寄存器的 SCSTRT 位) 0 1: 不能设定 1 0: 定时器 RC 的测量开始触发 1 1: 外部触发 (SCUTRG)	R/W
b7	SCCAP1			R/W

24.2.3 SSU 时序控制寄存器 0 (SCTCR0)

地址	地址 02C2h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TCS2C	TCS16	TCS15	TCS14	TCS13	TCS12	TCS11	TCS10
复位后的值	0	0	0	0	0	0	1	1

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TCS10	区间 1 的周期数选择位	b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0 0 0 0 0 0 0 0: 1 个周期 0 0 0 0 0 0 1: 2 个周期 : 1 1 1 1 1 1 1: 128 个周期	R/W
b1	TCS11			R/W
b2	TCS12			R/W
b3	TCS13			R/W
b4	TCS14			R/W
b5	TCS15			R/W
b6	TCS16	区间 2 的控制位	0: 通过 SCTCR1 寄存器的 TCS20~TCS23 位选择 区间 2 的周期数。 1: 区间 2 的周期数为 0 (跳过)	R/W
b7	TCS2C			R/W

TCS10 ~ TCS16 位 (区间 1 的周期数选择位)

设定区间 1 (CHxA= “Hi-Z”、CHxB= “Hi-Z”、CHxC= “H” 电平区间) 周期数的位。能选择 1 ~ 128 个周期。复位后变为 “00000011b” (4 个周期)。

- 区间 1 的周期例

计数源的频率	4MHz: 250ns ~ 32μs
计数源的频率	5MHz: 200ns ~ 25.6μs

24.2.4 SCU 时序控制寄存器 1 (SCTCR1)

地址	地址 02C3h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	TCS31	TCS30	TCS23	TCS22	TCS21	TCS20
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	1

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TCS20	区间 2 的周期数选择位 (注 1)	b3 b2 b1 b0 0 0 0 0: 1 个周期 0 0 0 1: 2 个周期 (复位后的值) 0 0 1 0: 3 个周期 0 0 1 1: 4 个周期 0 1 0 0: 5 个周期 0 1 0 1: 6 个周期 0 1 1 0: 7 个周期 0 1 1 1: 8 个周期 1 0 0 0: 9 个周期 1 0 0 1: 10 个周期 1 0 1 0: 11 个周期 1 0 1 1: 12 个周期 1 1 0 0: 13 个周期 1 1 0 1: 14 个周期 1 1 1 0: 15 个周期 1 1 1 1: 16 个周期	R/W
b1	TCS21			R/W
b2	TCS22			R/W
b3	TCS23			R/W
b4	TCS30	区间 3 的周期数选择位	b5 b4 0 0: 1 个周期 0 1: 2 个周期 (复位后的值) 1 0: 3 个周期 1 1: 4 个周期	R/W
b5	TCS31			R/W
b6	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b7	—			

注 1. 当 SCTCR0 寄存器的 TCS2C 位为“0” (通过 SCTCR1 寄存器的 TCS20 ~ TCS23 位选择区间 2 的周期数) 时, TCS20 ~ TCS23 位有效。

TCS20 ~ TCS23 位 (区间 2 的周期数选择位)

设定区间 2 (CHxA= “L” 电平、CHxB= “Hi-Z”、CHxC= “Hi-Z” 区间) 周期数的位。

表 24.2 区间 2 的周期例 (1)

计数源的频率	1 个周期	2 个周期 (注 1)	3 个周期	4 个周期	5 个周期	6 个周期	7 个周期	8 个周期
4MHz	250ns	500ns	750ns	1.0μs	1.25μs	1.5μs	1.75μs	2.0μs
5MHz	200ns	400ns	600ns	800ns	1.0μs	1.2μs	1.4μs	1.6μs

注 1. 复位后的值。

表 24.3 区间 2 的周期例 (2)

计数源的频率	9 个周期	10 个周期 (注 1)	11 个周期	12 个周期	13 个周期	14 个周期	15 个周期	16 个周期
4MHz	2.25 μ s	2.5 μ s	2.75 μ s	3.0 μ s	3.25 μ s	3.5 μ s	3.75 μ s	4.0 μ s
5MHz	1.8 μ s	2.0 μ s	2.2 μ s	2.4 μ s	2.6 μ s	2.8 μ s	3.0 μ s	3.2 μ s

TCS30 ~ TCS31 位 (区间 3 的周期数选择位)

设定区间 3 (CHxA= “L” 电平、CHxB= “L” 电平、CHxC= “Hi-Z” 区间) 周期数的位。

表 24.4 区间 3 的周期例

计数源的频率	1 个周期 (注 1)	2 个周期	3 个周期	4 个周期
4MHz	250ns	500ns	750ns	1.0 μ s
5MHz	200ns	400ns	600ns	800ns

注 1. 复位后的值。

24.2.5 SCU 时序控制寄存器 2 (SCTCR2)

地址	地址 02C4h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	TCS53	TCS52	TCS51	TCS50	TCS5C	TCS42	TCS41	TCS40
复位后的值	0	0	0	1	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TCS40	区间 4 的周期数选择位	b2 b1 b0 0 0 0: 1 个周期 0 0 1: 2 个周期 (复位后的值) 0 1 0: 3 个周期 0 1 1: 4 个周期 1 0 0: 5 个周期 1 0 1: 6 个周期 1 1 0: 7 个周期 1 1 1: 8 个周期	R/W
b1	TCS41			R/W
b2	TCS42			R/W
b3	TCS5C	区间 5 的控制位	0: 通过 TCS50 ~ TCS53 位选择区间 5 的周期数 1: 区间 5 的周期数为 0 (跳过)	R/W
b4	TCS50	区间 5 的周期数选择位 (注 1)	b7 b6 b5 b4 0 0 0 0: 1 个周期 0 0 0 1: 2 个周期 (复位后的值) 0 0 1 0: 3 个周期 0 0 1 1: 4 个周期 0 1 0 0: 5 个周期 0 1 0 1: 6 个周期 0 1 1 0: 7 个周期 0 1 1 1: 8 个周期 1 0 0 0: 9 个周期 1 0 0 1: 10 个周期 1 0 1 0: 11 个周期 1 0 1 1: 12 个周期 1 1 0 0: 13 个周期 1 1 0 1: 14 个周期 1 1 1 0: 15 个周期 1 1 1 1: 16 个周期	R/W
b5	TCS51			R/W
b6	TCS52			R/W
b7	TCS53			R/W

注 1. 当 TCS5C 位为 “0” (通过 TCS50 ~ TCS53 位选择区间 5 的周期数) 时, TCS50 ~ TCS53 位有效。

TCS40 ~ TCS42 位（区间 4 的周期数选择位）

设定区间 4 周期数的位。

表 24.5 区间 4 的周期例

计数源的频率	1 个周期 (注 1)	2 个周期	3 个周期	4 个周期	5 个周期	6 个周期	7 个周期	8 个周期
4MHz	250ns	500ns	750ns	1.0μs	1.25μs	1.5μs	1.75μs	2.0μs
5MHz	200ns	400ns	600ns	800ns	1.0μs	1.2μs	1.4μs	1.6μs

注 1. 复位后的值。

TCS50 ~ TCS53 位（区间 5 的周期数选择位）

设定区间 5 周期数的位。

表 24.6 区间 5 的周期例 (1)

计数源的频率	1 个周期 (注 1)	2 个周期	3 个周期	4 个周期	5 个周期	6 个周期	7 个周期	8 个周期
4MHz	250ns	500ns	750ns	1.0μs	1.25μs	1.5μs	1.75μs	2.0μs
5MHz	200ns	400ns	600ns	800ns	1.0μs	1.2μs	1.4μs	1.6μs

注 1. 复位后的值。

表 24.7 区间 5 的周期例 (2)

计数源的频率	9 个周期	10 个周期	11 个周期	12 个周期	13 个周期	14 个周期	15 个周期	16 个周期
4MHz	2.25μs	2.5μs	2.75μs	3.0μs	3.25μs	3.5μs	3.75μs	4.0μs
5MHz	1.8μs	2.0μs	2.2μs	2.4μs	2.6μs	2.8μs	3.0μs	3.2μs

24.2.6 SCU 时序控制寄存器 3 (SCTCR3)

地址	地址 02C5h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	TCS63	TCS62	TCS61	TCS60
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	TCS60	区间 6 的周期数选择位	b3 b2 b1 b0 0 0 0 0: 1 个周期 (复位后的值)	R/W
b1	TCS61		0 0 0 1: 2 个周期	R/W
b2	TCS62		0 0 1 0: 3 个周期	R/W
b3	TCS63		0 0 1 1: 4 个周期	R/W
			0 1 0 0: 5 个周期	
			0 1 0 1: 6 个周期	
			0 1 1 0: 7 个周期	
			0 1 1 1: 8 个周期	
			1 0 0 0: 9 个周期	
			1 0 0 1: 10 个周期	
			1 0 1 0: 11 个周期	
			1 0 1 1: 12 个周期	
			1 1 0 0: 13 个周期	
			1 1 0 1: 14 个周期	
			1 1 1 0: 15 个周期	
			1 1 1 1: 16 个周期	
b4	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	—			

TCS60 ~ TCS63 位 (区间 6 的周期数选择位)

设定区间 6 (Main 测量后) 周期数的位。

表 24.8 区间 6 的周期例 (1)

计数源的频率	1 个周期 (注 1)	2 个周期	3 个周期	4 个周期	5 个周期	6 个周期	7 个周期	8 个周期
4MHz	250ns	500ns	750ns	1.0μs	1.25μs	1.5μs	1.75μs	2.0μs
5MHz	200ns	400ns	600ns	800ns	1.0μs	1.2μs	1.4μs	1.6μs

注 1. 复位后的值。

表 24.9 区间 6 的周期例 (2)

计数源的频率	9 个周期	10 个周期	11 个周期	12 个周期	13 个周期	14 个周期	15 个周期	16 个周期
4MHz	2.25μs	2.5μs	2.75μs	3.0μs	3.25μs	3.5μs	3.75μs	4.0μs
5MHz	1.8μs	2.0μs	2.2μs	2.4μs	2.6μs	2.8μs	3.0μs	3.2μs

24.2.7 SCU 通道控制寄存器 (SCHCR)

地址	地址 02C6h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	SCUMD	UPDOWN	—	CHC4	CHC3	CHC2	CHC1	CHC0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能		R/W
b0	CHC0	通道选择位	< 单模式时 >	< 扫描模式时 >	R/W
b1	CHC1		b4 b3 b2 b1 b0	b4 b3 b2 b1 b0	R/W
b2	CHC2		0 0 0 0 0: CH0	0 0 0 0 0: 不能设定	R/W
b3	CHC3		0 0 0 0 1: CH1	0 0 0 0 1: CH0 ~ CH1	R/W
b4	CHC4		0 0 0 1 0: CH2	0 0 0 1 0: CH0 ~ CH2	R/W
			0 0 0 1 1: CH3	0 0 0 1 1: CH0 ~ CH3	R/W
			0 0 1 0 0: CH4	0 0 1 0 0: CH0 ~ CH4	
			0 0 1 0 1: CH5	0 0 1 0 1: CH0 ~ CH5	
			0 0 1 1 0: CH6	0 0 1 1 0: CH0 ~ CH6	
			0 0 1 1 1: CH7	0 0 1 1 1: CH0 ~ CH7	
			0 1 0 0 0: CH8	0 1 0 0 0: CH0 ~ CH8	
			0 1 0 0 1: CH9	0 1 0 0 1: CH0 ~ CH9	
			0 1 0 1 0: CH10	0 1 0 1 0: CH0 ~ CH10	
			0 1 0 1 1: CH11	0 1 0 1 1: CH0 ~ CH11	
			0 1 1 0 0: CH12	0 1 1 0 0: CH0 ~ CH12	
			0 1 1 0 1: CH13	0 1 1 0 1: CH0 ~ CH13	
			0 1 1 1 0: CH14	0 1 1 1 0: CH0 ~ CH14	
0 1 1 1 1: CH15	0 1 1 1 1: CH0 ~ CH15				
1 1 1 1 1: CH16	1 1 1 1 1: CH0 ~ CH16				
		上述以外: 不能设定	上述以外: 不能设定		
b5	—	什么也不指定。读写值都为“0”。			—
b6	UPDOWN	扫描升序 / 降序 选择位	0: 升序 1: 降序		
b7	SCUMD	测量模式选择位	0: 单模式 1: 扫描模式		

24.2.8 SCU 通道控制计数器（SCUCHC）

地址	地址 02C7h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	SCUCHC4	SCUCHC3	SCUCHC2	SCUCHC1	SCUCHC0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	功能	R/W
b0	SCUCHC0	SCU 通道控制计数器是用于通道控制的计数器。 在 Status 2 中 SCHCR 寄存器的 CHC0 ~ CHC4 位的值被传送。	R
b1	SCUCHC1		R
b2	SCUCHC2		R
b3	SCUCHC3		R
b4	SCUCHC4		R
b5	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。	—
b6	—		
b7	—		

24.2.9 SCU 标志寄存器 (SCUFR)

地址	地址 02C8h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	SIF	—	—	—	MVF	EWMER	OVFER	DTSR
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	DTSR	数据传送状态标志	[为“0”的条件] • 向 RAM 传送数据结束时 • SCUCR0 寄存器的 SCUINIT 位写“1” (注 1) [为“1”的条件] 将数据 A 取到缓冲器时	R
b1	OVFER	上溢错误标志	[为“0”的条件] • SCUCR0 寄存器的 SCUINIT 位写“1” (注 1) • 通过程序写“0” (注 1) [为“1”的条件] 在主寄存器发生上溢时	R/W
b2	EWMER	等待模式返回错误标志	[为“0”的条件] • SCUCR0 寄存器的 SCUINIT 位写“1” (注 1) • 通过程序写“0” (注 1) [为“1”的条件] 在等待模式下触摸传感器测量中，从等待模式返回时	R/W
b3	MVF	SCU 运行标志	0: 传感器控制单元停止中 1: 传感器控制单元运行中	R
b4	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b5	—			
b6	—			
b7	SIF	SCU 中断请求标志	[为“0”的条件] 读后写“0” (注 2) [为“1”的条件] 触摸传感器测量结束时	R/W

注 1. 当 SCUCR0 寄存器的 SCSTRT 位为“0” (停止测量) 时，DTSR 位不为“0”。

注 2. 写的结果如下：

- 当读的结果为“1”时，如果给相同的位写“0”，值就变为“0”。
- 当读的结果为“0”时，即使给相同的位写“0”，值也不变 (如果此位在读后从“0”变为“1”，即使给此位写“0”，值也不变而保持“1”的状态)。
- 即使给此位写“1”，值也不变。

EWMER 位 (等待模式返回错误标志)

在等待模式下触摸传感器测量中，从等待模式返回时的错误标志。

24.2.10 SCU 状态计数器 (SCUSTC)

地址	地址 02C9h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	SSQ4	SSQ3	SSQ2	SSQ1	SSQ0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	功能	R/W
b0	SSQ0	传感器控制单元的状态计数器。 在以下情况下，值为“00000b”： • 在触摸传感器测量结束，并且接受中断请求时 • 给 SCUCR0 寄存器的 SCUINIT 位写“1” 在 SCUCR0 寄存器的 SCSTRT 位为“0”（停止测量）时，值不变。 （不为“00000b”）	R/W
b1	SSQ1		R/W
b2	SSQ2		R/W
b3	SSQ3		R/W
b4	SSQ4		R/W
b5	—	什么也不指定。读写值都为“0”。	—
b6	—		
b7	—		

24.2.11 SCU 辅助计数器设定寄存器 (SCSCSR)

地址	地址 02CAh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	SCSCS4	SCSCS3	SCSCS2	SCSCS1	SCSCS0
复位后的值	0	0	0	0	0	1	1	1

位	符号	功能	R/W
b0	SCSCS0	保存辅助计数器的设定值的寄存器。	R/W
b1	SCSCS1		R/W
b2	SCSCS2		R/W
b3	SCSCS3		R/W
b4	SCSCS4		R/W
b5	—	什么也不指定。读写值都为“0”。	—
b6	—		
b7	—		

24.2.12 SCU 辅助计数器（SCUSCC）

地址	地址 02CBh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	SCUSCC4	SCUSCC3	SCUSCC2	SCUSCC1	SCUSCC0
复位后的值	0	0	0	0	0	1	1	1

位	符号	功能	R/W
b0	SCUSCC0	5 位的递增递减计数器。 在 Status 3 中 SCSCSR 的值被传送。	R
b1	SCUSCC1		R
b2	SCUSCC2		R
b3	SCUSCC3		R
b4	SCUSCC4		R
b5	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。	—
b6	—		
b7	—		

24.2.13 SCU 目标地址寄存器（SCUDAR）

地址	地址 02CFh ~ 02CEh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	SCUDAR7	SCUDAR6	SCUDAR5	SCUDAR4	SCUDAR3	SCUDAR2	SCUDAR1	SCUDAR0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	—	—	—	—	SCUDAR11	SCUDAR10	SCUDAR9	SCUDAR8
复位后的值	0	0	0	0	1	1	0	0

位	符号	功能	R/W
b0	SCUDAR0	必须设定传送目标的起始地址。	R/W
b1	SCUDAR1		R/W
b2	SCUDAR2		R/W
b3	SCUDAR3		R/W
b4	SCUDAR4		R/W
b5	SCUDAR5		R/W
b6	SCUDAR6		R/W
b7	SCUDAR7		R/W
b8	SCUDAR8		R/W
b9	SCUDAR9		R/W
b10	SCUDAR10		R/W
b11	SCUDAR11		R/W
b12	—	什么也不指定。读写值都为“0”。	—
b13	—		
b14	—		
b15	—		

24.2.14 SCU 数据缓冲寄存器（SCUDBR）

地址	地址 02D1h ~ 02D0h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	SCUDBR7	SCUDBR6	SCUDBR5	SCUDBR4	SCUDBR3	SCUDBR2	SCUDBR1	SCUDBR0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	—	—	—	—	—	—	—	SCUDBR8
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	功能	R/W
b0	SCUDBR0	用于保存数据 1 的缓存器寄存器。 在确定数据 1 后，主寄存器的值被保存。	R
b1	SCUDBR1		R
b2	SCUDBR2		R
b3	SCUDBR3		R
b4	SCUDBR4		R
b5	SCUDBR5		R
b6	SCUDBR6		R
b7	SCUDBR7		R
b8	SCUDBR8		R
b9	—	什么也不指定。读写值都为“0”。	—
b10	—		
b11	—		
b12	—		
b13	—		
b14	—		
b15	—		

24.2.15 SCU 主寄存器 (SCUPRC)

地址	地址 02D3h ~ 02D2h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	SCUPRC7	SCUPRC6	SCUPRC5	SCUPRC4	SCUPRC3	SCUPRC2	SCUPRC1	SCUPRC0
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8
符号	—	—	—	—	—	—	—	SCUPRC8
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	功能	R/W
b0	SCUPRC0	9 位的计数器。 上限值为 1FFh。 如果发生上溢，SCUFR 寄存器的 OVFER 位就为 “1”，并且进入 Status 21。	R
b1	SCUPRC1		R
b2	SCUPRC2		R
b3	SCUPRC3		R
b4	SCUPRC4		R
b5	SCUPRC5		R
b6	SCUPRC6		R
b7	SCUPRC7		R
b8	SCUDBR8		R
b9	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。	R
b10	—		—
b11	—		
b12	—		
b13	—		
b14	—		
b15	—		

24.2.16 触摸传感器输入允许寄存器 0 (TSIER0)

地址	地址 02DCh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CH07E	CH06E	CH05E	CH04E	CH03E	CH02E	CH01E	CH00E
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CH00E	CH0 允许位	0: 禁止 (能用作 I/O 端口) 1: 允许 (触摸传感器输入引脚)	R/W
b1	CH01E	CH1 允许位		R/W
b2	CH02E	CH2 允许位		R/W
b3	CH03E	CH3 允许位		R/W
b4	CH04E	CH4 允许位		R/W
b5	CH05E	CH5 允许位		R/W
b6	CH06E	CH6 允许位		R/W
b7	CH07E	CH7 允许位		R/W

当 SCUCR0 寄存器的 SCUE 位为 “1” (允许运行) 时, TSIER0 寄存器有效。

在扫描模式时, 有关通过 SCHCR 寄存器的 CHCi 位 (i=0 ~ 4) 设定的 CH 范围, 即使禁止对象允许位, 也测量对象位并保存数据。但是, 此数据无效。

24.2.17 触摸传感器输入允许寄存器 1 (TSIER1)

地址	地址 02DDh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CH15E	CH14E	CH13E	CH12E	CH11E	CH10E	CH09E	CH08E
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CH08E	CH8 允许位	0: 禁止 (能用作 I/O 端口) 1: 允许 (触摸传感器输入引脚)	R/W
b1	CH09E	CH9 允许位		R/W
b2	CH10E	CH10 允许位		R/W
b3	CH11E	CH11 允许位		R/W
b4	CH12E	CH12 允许位		R/W
b5	CH13E	CH13 允许位		R/W
b6	CH14E	CH14 允许位		R/W
b7	CH15E	CH15 允许位		R/W

当 SCUCR0 寄存器的 SCUE 位为 “1” (允许运行) 时, TSIER1 寄存器有效。

24.2.18 触摸传感器输入允许寄存器 2 (TSIER2)

地址	地址 02DEh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	—	—	—	—	—	—	CH17E	CH16E
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	CH16E	CH16 允许位	0: 禁止 （能用作 I/O 端口） 1: 允许 （触摸传感器输入引脚）	R/W
b1	CH17E	CH17 允许位		R/W
b2	—	保留位	必须置 “0”。	R/W
b3	—			
b4	—			
b5	—			
b6	—	什么也不指定。读写值都为 “0”。		—
b7	—			

当 SCUCR0 寄存器的 SCUE 位为 “1” (允许运行) 时, TSIER2 寄存器有效。

在扫描模式时, 有关通过 SCHCR 寄存器的 CHCi 位 (i=0 ~ 4) 设定的 CH 范围, 即使禁止对象允许位, 也测量对象位并保存数据。但是, 此数据无效。

24.3 运行说明

24.3.1 有关多个模式的共同事项

24.3.1.1 状态计数器

状态计数器运行分为测量 STEP1 和测量 STEP2。在测量 STEP1 中如果检测到 CHxA 的 “L” 电平, 就转移到测量 STEP2。为提高测量精度, 具有可变区间。每测量一次通道, 此状态计数器就运行 (重复 Status0 ~ 23)。

状态如表 24.10 所示。

表 24.10 状态

	状态计数器					Status	引脚状态			重复	运行
	SSQ4	SSQ3	SSQ2	SSQ1	SSQ0		CHxC	CHxB	CHxA		
	0	0	0	0	0	0	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		停止状态、初始设定
	0	0	0	0	1	1	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		各种设定值的传送
	0	0	0	1	0	2	“H”	Hi-Z	Hi-Z		通过 TCS10 ~ TCS16 位设定可变区间 1 (1 ~ 128 个周期)、充电区间
	0	0	0	1	1	3	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		初始化
测量 STEP1	0	0	1	0	0	4	Hi-Z	Hi-Z	“L”		通过 TCS20 ~ TCS23 位设定可变区间 2 (1 ~ 16 个周期) 能通过 TCS2C 位进行跳过
	0	0	1	0	1	5	Hi-Z	“L”	“L”		通过 TCS30 ~ TCS31 位设定可变区间 3 (1 ~ 4 个周期)
	0	0	1	1	0	6	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		通过 TCS40 ~ TCS42 位设定可变区间 4 (1 ~ 8 个周期) 能通过 BCSHORT 位使 CHxB-CHxC 短路为 ON
	0	0	1	1	1	7	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		虚拟周期
	0	1	0	0	0	8	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		通过 TCS50 ~ TCS53 位设定可变区间 5 (1 ~ 16 个周期) 能通过 TCS5C 位进行跳过
	0	1	0	0	1	9	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		Main 测量区间
	0	1	0	1	0	10	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		Main 测量判断区间
	0	1	0	1	1	11	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		通过 TCS60 ~ TCS63 位设定可变区间 6 (1 ~ 16 个周期) 能通过 BCSHORT 位使 CHxB-CHxC 短路为 OFF
	0	1	1	0	0	12	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		虚拟周期
	0	1	1	0	1	13	Hi-Z	Hi-Z	“L”		通过 TCS20 ~ TCS23 位设定可变区间 2 (1 ~ 16 个周期) 能通过 TCS2C 位进行跳过
测量 STEP2	0	1	1	1	0	14	Hi-Z	“L”	“L”		通过 TCS30 ~ TCS31 位设定可变区间 3 (1 ~ 4 个周期)
	0	1	1	1	1	15	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		通过 TCS40 ~ TCS42 位设定可变区间 4 (1 ~ 8 个周期) 能通过 BCSHORT 位使 CHxB-CHxC 短路为 ON
	1	0	0	0	0	16	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		虚拟周期
	1	0	0	0	1	17	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		通过 TCS50 ~ TCS53 位设定可变区间 5 (1 ~ 16 个周期) 能通过 TCS5C 位进行跳过
	1	0	0	1	0	18	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		Main 测量区间
	1	0	0	1	1	19	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		Main 测量判断区间
	1	0	1	0	0	20	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		判断辅助计数器的值 (n=0?) 通过 TCS60 ~ TCS63 位设定可变区间 6 (1 ~ 16 个周期) 能通过 BCSHORT 位使 CHxB-CHxC 短路为 OFF
	1	0	1	0	1	21	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		DTC 启动请求或者 SDMA 传送请求
	1	0	1	1	0	22	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		
	1	0	1	1	1	23	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		通过 CHC0 ~ CHC4 位选择的通道全部测量或转移
	1	1	0	0	0	24	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		等待向 RAM 的传送结束
	1	1	0	0	1	25	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		发生传感器控制单元中断
	0	0	0	0	0	0	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z		结束

BSCHORT: SCUCR0 寄存器的位

TCS10 ~ TCS16、TCS2C: SCTCR0 寄存器的位

TCS20 ~ TCS23、TCS30 ~ TCS31: SCTCR1 寄存器的位

TCS40 ~ TCS42、TCS5C、TCS50 ~ TCS53: SCTCR2 寄存器的位

TCS60 ~ TCS63: SCTCR3 寄存器的位

CHC0 ~ CHC4: SCHCR 寄存器的位

24.3.1.2 状态区间调整

如图 24.3 所示，能调整状态区间的时序。

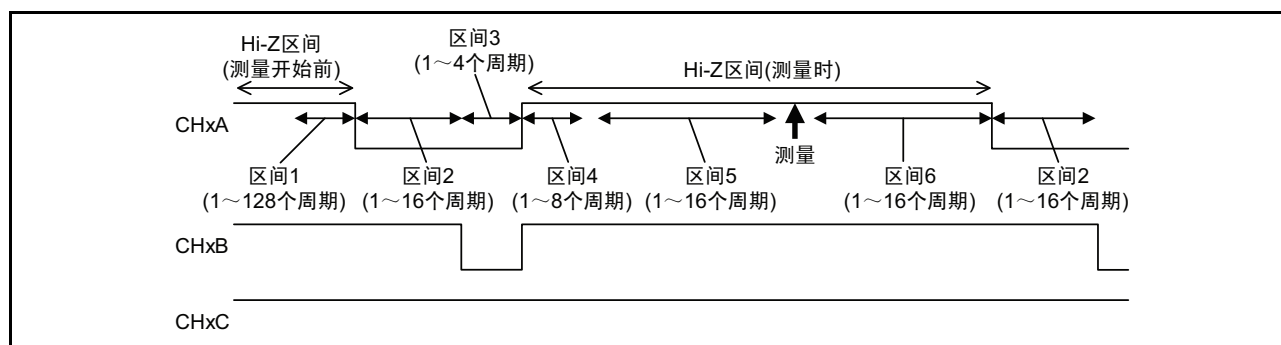


图 24.3 状态区间调整

24.3.1.3 计数器运行

主计数器是 16 位递增计数器，辅助计数器是 5 位递增递减计数器。

每当检测到“L”电平时，主计数器从在各通道测量的“H”电平的主计数器的值开始进行递减计数；辅助计数器从 SCSCSR 寄存器的 SCSCS0 ~ SCSCS4 位设定的值开始进行递减计数。

测量数据表示在第一次检测到“L”电平时的主计数器值和辅助计数器的值变为“0”时的辅助计数器的值。此辅助计数器从测量 STEP2 启动，在检测到“L”电平时为递减计数器，在检测到“H”电平时位递增计数器。但是，由于从 SCSCS0 ~ SCSCS4 位设定的值开始，进行递增计数，所以不发生上溢。

计数器运行和测量数据的概要如表 24.11 所示。

24.3.1.4 测量数据

计数器运行和测量数据的概要如表 24.11 所示。

将第一次检测到“L”电平时的主计数器值和辅助计数器值变为“0”时的主计数器值保存到任意的 RAM 地址。在 1 次测量结束时，测量数据用作数据 1 和数据 2 组合的 4 个字节的数据被传送。

在 CPU 运行时，使用 DTC 进行数据传送。在等待模式时，使用传感器控制单元内置的 SDMA 传送数据。保存目标 RAM 地址保存到 DTDARj (j=0 ~ 23) 寄存器和 SCUDAR 寄存器中。有关 DTC 的设定，请参照“15. DTC”。

表 24.11 计数器运行和测量数据的概要

	判断值	主计数器值	辅助计数器值	
测量 STEP1	H	95	7	
	H	96	7	
	H	97	7	
	H	98	7	
	H	99	7	
	L	100	7	← 数据 1
测量 STEP1	L	100	6	
	H	101	7	
	H	102	7	
	H	103	7	
	H	104	7	
	H	105	7	
	H	106	7	
	H	107	7	
	L	107	6	
	L	107	5	
	L	107	4	
	L	107	3	
	L	107	2	
	L	107	1	
	H	108	2	
	L	108	1	
	L	108	0	← 数据 2

24.3.1.5 有关测量通道

CHxA、CHxB、CHxC、CH0 ~ CH17 的检测对象通道，必须将 PDi (i=0 ~ 4) 寄存器的对应方向位置“0”(输入模式)。但是 Pi 寄存器对应的端口位的内容为不定。

通过 CHxA (P0_2) 引脚进行触摸检测。触摸检测阈值必须通过 VLT0 寄存器的 VLT00 ~ VLT01 位进行设定。有关 I/O 端口的设定，请参照“7. I/O 端口”。

24.3.1.6 触摸检测的开始条件

- 软件触发
当SCUMR寄存器的SCCAP1～SCCAP0位为“00b”时，选择软件触发。如果将SCUCR0寄存器的SCSTRT位置“1”（开始测量），开始检测。
- 定时器RC的触发
当SCUMR寄存器的SCCAP1～SCCAP0位为“10b”时，选择定时器RC的测量开始触发。
在使用定时器的测量开始触发时，必须进行以下的设定：
 - 将SCUMR寄存器的SCCAP1～SCCAP0位置“10b”（定时器RC的检测开始触发）。
 - 将定时器RC用于输出比较功能（定时器模式、PWM模式和PWM2模式）。
 - 将TRCADCR寄存器的ADTRGjE位（j=A、B、C、D）置“1”（在TRC和TRCGRj寄存器比较匹配时发生SCU触发）。
 - 将SCUCR0寄存器的SCSTRT位置“1”（开始测量）。

在上述的设定后，如果TRCSR寄存器的IMFj位从“0”变为“1”，就开始触摸检测。

有关定时器RC的输出比较功能（定时器模式、PWM模式和PWM2模式）的详细内容，请参照“19. 定时器RC”、“19.5 定时器模式（输出比较功能）”、“19.6 PWM模式”和“19.7 PWM2模式”。

- 外部触发
当SCUMR寄存器的SCCAP1～SCCAP0位为“11b”时，选择外部触发（SCUTRG）。
在使用外部触发（SCUTRG）时，必须进行以下的设定：
 - 将SCUMR寄存器的SCCAP1～SCCAP0位置“11b”（外部触发（SCUTRG））。
 - 将INTEN寄存器的INT3EN位置“1”（允许）。
 - 将PD3寄存器的PD3_3位置“0”（输入模式）。
 - 将SCUCR0寄存器的SCSTRT位置“1”（开始测量）。

在上述的设定后，如果将SCUTRG引脚的输入从“H”电平置为“L”电平，就开始触摸检测。

24.3.2 传感器控制单元的规格和运行例子

传感器控制单元的规格如表 24.12 所示。

表 24.12 传感器控制单元的规格

项目		规格
运行时钟（计数源）		f1、f2、f4（必须将传感器控制单元运行时钟设定为 4MHz 或者 5MHz。）
引脚	触摸检测	18 个通道（CH0 ～ CH17）
	系统引脚	3 个通道（CHxA、CHxB、CHxC）
运行模式	单模式	对任意一个通道进行触摸检测。 - 将 SCHCR 寄存器的 SCUMD 位设定为 “0” - 通过 SCHCR 寄存器的 CHC0 ～ CHC4 位选择任意的通道 - 通过 TSIERi（i=0 ～ 2）寄存器的对应允许位将要测量的任意的通道设定为 “1”（允许）
	扫描模式	对任意多个通道进行触摸检测。 扫描顺序能选择升序和降序。 - 将 SCHCR 寄存器的 SCUMD 位设定为 “1” - 通过 SCHCR 寄存器的 UPDOWN 位选择 “0”（升序）、“1”（降序） - 通过 SCHCR 寄存器的 CHC0 ～ CHC4 位选择任意的选择中最大的通道 - 通过 TSIERi（i=0 ～ 2）寄存器的对应允许位将要测量的任意的通道设定为 “1”（允许）
检测次数		1 次
检测阈值		CHxA（P0_2）引脚的触摸检测
检测数据的传送方法	CPU 运行时	检测阈值通过 VLT0 寄存器的 VLT00 ～ VLT01 位进行设定
	等待模式时	根据 DTC 传送 有关设定，请参照 “15. DTC”。
检测数据的保存目标		RAM 区 - 给 SCUDAR 寄存器设定起始地址 - 给 DTC 的 DTDARj（j=0 ～ 23）寄存器设定相同的起始地址
检测开始条件		- 软件触发 - 定时器 RC 的测量开始触发 - 外部触发（SCUTRG）
检测停止条件		- 在结束检测、数据传送，发生中断请求时 - 通过程序将 SCUCR0 寄存器的 SCSTRT 位置 “0”（通过程序检测停止时，保存各计数器的值（不为复位后的值）。）

24.3.2.1 运行例子

传感器控制单元的检测运行例子如图 24.4 所示。

根据在 CHxA 中第一次检测到 “L” 电平，从测量 STEP1 转移到 STEP2。在转移到测量 STEP2 后，辅助计数器就运行。

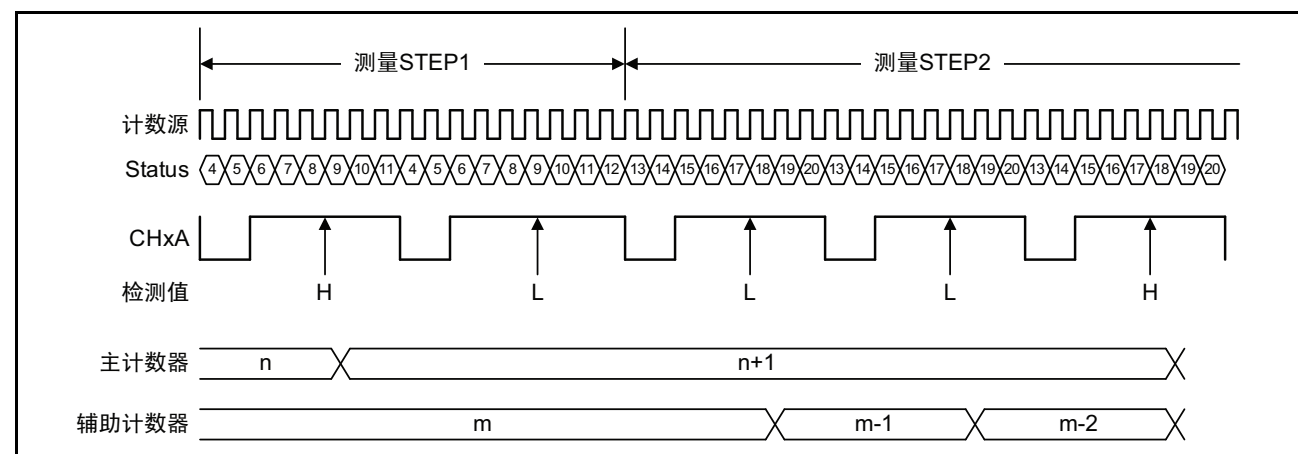


图 24.4 传感器控制单元的检测运行例子

24.4 测量运行原理

测量部电路如图 24.5 所示，传感器控制单元的静电电容式触摸电极的测量运行原理如以下说明。
运行原理如图 24.5 所示对在插入电阻、电容器状态进行说明。

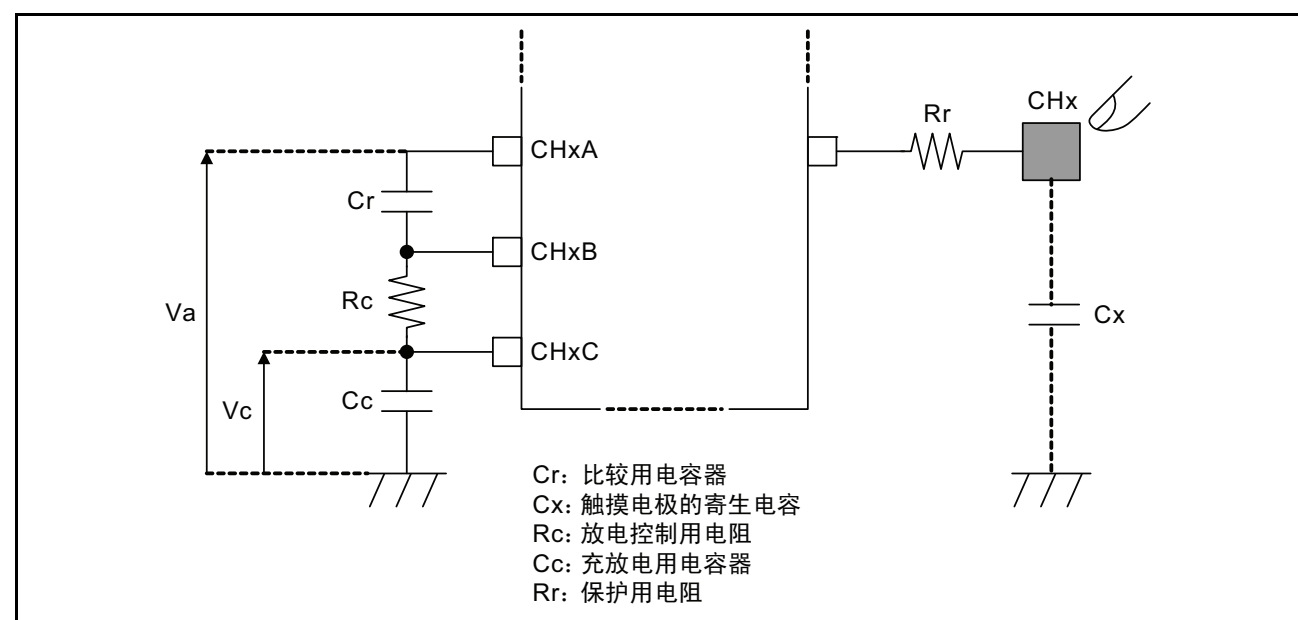


图 24.5 测量部电路

触摸电极的电容测量在给 C_c 充电的电荷缓慢放电期间进行 CHx_A 的电压测量。测量按照以下的步骤执行：

1. 将 CHx_C 引脚作为电源电压 (V_{CC})，给 C_c 充电。
2. 当 C_c 充电结束后，将 CHx_A 引脚、 CHx_B 引脚作为接地平线 (V_{SS}) 进行放电。
3. 在短时间放电后，将 CHx_A 引脚、 CHx_B 引脚、 CHx_C 引脚作为高阻抗 ($Hi-Z$)，测量 CHx_A 引脚的电压。此时，如图 24.5 所示如果将 CHx_A 引脚电压置 V_a ，并且将 CHx_C 引脚电压置 V_c ，电压测量时的 V_a 如下述 (A) 式所示。

V_a 、 V_c 的时间变化如图 24.6 所示。

$$V_a = \frac{C_r}{C_r + C_x} V_c \dots \dots \dots (A) \text{ 式}$$

4. 重复步骤 2、3。
5. 使用 $VLT0$ 寄存器 (输入阈值控制寄存器 0)，设定 CHx_A 引脚的输入电平。对 V_a 输入阈值在下降为止的放电次数进行计数。直至辅助计数器变为“0”为止。
6. 计数值为数据 1 和数据 2 的主计数器值。

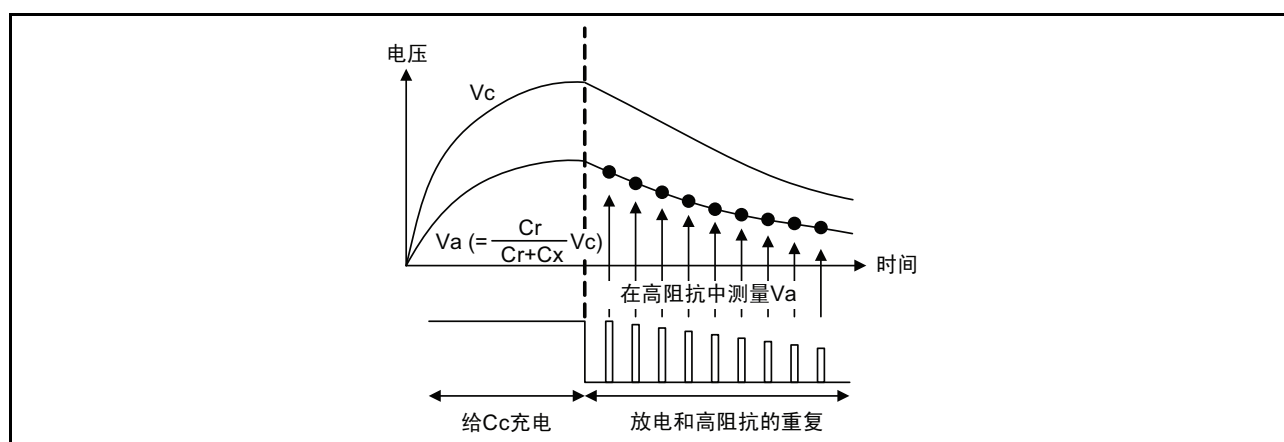


图 24.6 V_a 、 V_c 的时间变化

当手指靠近触摸电极时，就出现 ΔC_x 的变化量，如下述 (B) 式所示。

$$V_a = \frac{C_r}{C_r + C_x + \Delta C_x} V_c \dots \dots \dots (B) \text{ 式}$$

其结果，如图 24.7 所示， CHx_A 引脚的电压电平将发生变化，并且计数值变小。传感器控制单元通过检测此差异来判断触摸。

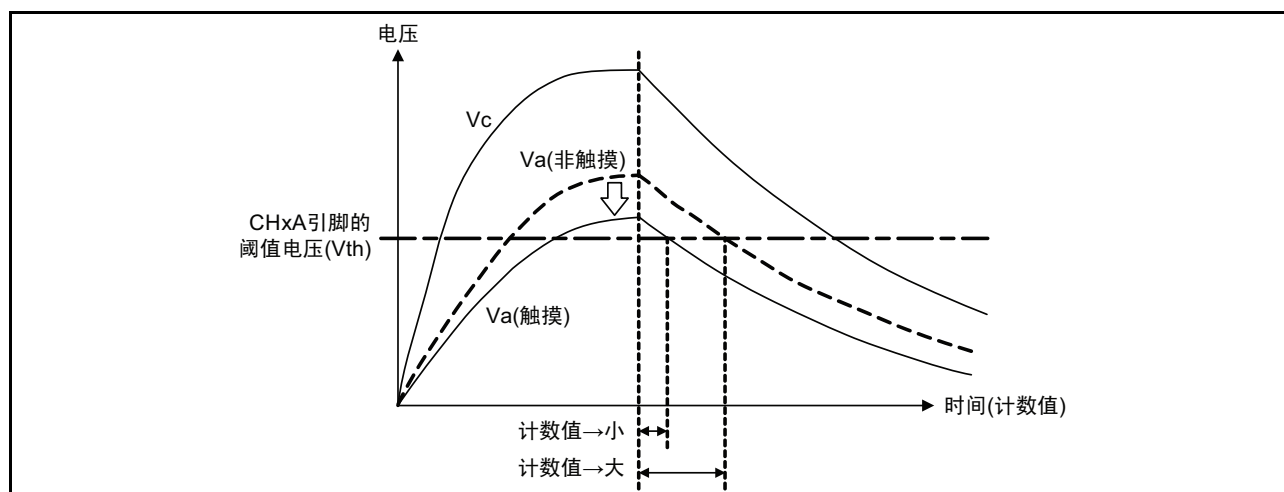


图 24.7 根据触摸 / 非触摸变化的测量值

24.5 使用传感器控制单元时的注意事项

24.5.1 A/D 转换器

在传感器控制单元运行时，不能使用 A/D 转换器（ADCON0 寄存器的 ADST 位为“1”）。

24.5.2 检测数据的保存目标

必须给 SCUDAR 寄存器设定起始地址。

必须给 DTC 的 DTDARj（j=0～23）寄存器设定相同的起始地址。

有关 DTC 的设定，请参照“15. DTC”。

24.5.3 等待模式

- 在等待模式中使用传感器控制单元时，将 SCUCR0 寄存器的 SCSTRT 位置“1”（开始测量）后，必须设定为等待模式。
在触摸检测中从等待模式返回时，SCUFR 寄存器的 EWMER 位变为“1”。此时检测到的数据位不定。
- 当传感器控制单元在运行中（SCUCR0 寄存器的 SCUE 位为“1”）转移到等待模式时，不能使用 CM3 寄存器的 CM30 位（等待控制位）。必须使用 WAIT 指令。
- 在等待模式中使用传感器控制单元时，必须将 FMR1 寄存器的 WTFMACT 位置“1”（等待模式中闪存运行）。

24.5.4 测量触发

- 在强制停止中发生测量开始触发时，全部计数器值变为“0”。
- 测量运行中，当 SCUMR 寄存器的 SCCAP1～SCCAP0 位从“10b”（定时器 RC 的测量开始触发）变为“11b”（外部触发（SCUTRG））并且 SCUTRG 引脚为“L”电平时，将识别为测量开始触发。

24.5.5 充电时间

为防止测定数据被以后的测定数据盖写，传感器控制单元在 DTC 传送或者内置 SDMA 传送结束为止保持充电。

25. 闪存

闪存具有 CPU 改写模式、标准串行输入 / 输出模式和并行输入 / 输出模式共 3 种改写模式。

25.1 概要

闪存的性能概要如表 25.1 所示（表 25.1 以外的项目请参照“表 1.1 ~ 表 1.2 R8C/33T 群的规格概要”）。闪存改写模式的概要如表 25.2 所示。

表 25.1 闪存的性能概要

项目		性能
闪存的运行模式		3 种模式（CPU 改写模式、标准串行输入 / 输出模式、并行输入 / 输出模式）
擦除块的分割		请参照图 25.1。
编程方式		以字节为单位。
擦除方式		块擦除
编程 / 擦除的控制方式（注 1）		通过软件命令控制编程和擦除。
改写的控制方式	块 0 ~ 3 （程序 ROM）（注 3）	以块为单位，通过锁定位进行改写保护控制。
	块 A、B、C、D （数据闪存）	通过 FMR1 寄存器的 FMR14 位、FMR15 位、FMR16 位和 FMR17 位对块 A、B、C、D 分别进行改写控制。
命令数		7 条命令
编程 / 擦除次数 （注 2）	块 0 ~ 3 （程序 ROM）（注 3）	1000 次
	块 A、B、C、D （数据闪存）	10000 次
ID 码检查功能		标准串行输入 / 输出模式
ROM 码保护功能		并行输入 / 输出模式

注 1. 必须在电源电压 VCC=2.7V ~ 5.5V 的条件下进行编程和擦除，而不能在电源电压低于 2.7V 的条件下进行。

注 2. 编程 / 擦除次数的定义：

编程 / 擦除次数是指每块的擦除次数。

如果编程 / 擦除次数为 n（n=1000 或者 n=10000），就能逐块擦除 n 次。例如，对于 1K 字节的块 A，如果将 1 字节的数据分 1024 次写到不同的地址后擦除该块，编程 / 擦除次数就计为 1。如果改写 100 次以上（包括 100 次），为了减少实际的改写次数，必须编程到没有空区为止，然后进行擦除，并且为了平衡各块的编程 / 擦除次数，必须避免只改写特定块。建议按块保存擦除次数的信息，设定限制次数。

注 3. 各产品的块数和块的分割不同，详细内容请参照“图 25.1 R8C/33T 群的闪存框图”。

表 25.2 闪存改写模式的概要

闪存改写模式	CPU 改写模式	标准串行输入 / 输出模式	并行输入 / 输出模式
功能概要	能通过 CPU 执行软件命令改写用户 ROM 区。	能使用专用串行编程器改写用户 ROM 区。	能使用专用并行编程器改写用户 ROM 区。
能改写的区域	用户 ROM	用户 ROM	用户 ROM
改写程序	用户程序	标准引导程序	—

25.2 存储器的分配

闪存分为用户 ROM 区和引导 ROM 区（保留区）。

R8C/33T 群的闪存框图如图 25.1 所示。

用户 ROM 区有程序 ROM 和数据闪存。

程序 ROM：主要用于保存程序的闪存。

数据闪存：主要用于保存需要改写的数据的闪存。

用户 ROM 区被分为若干块。能在 CPU 改写模式、标准串行输入 / 输出模式或者并行输入 / 输出模式中改写用户 ROM 区。

引导 ROM 区在出货时保存标准串行输入 / 输出模式的改写控制程序（标准引导程序），不在用户 ROM 区。

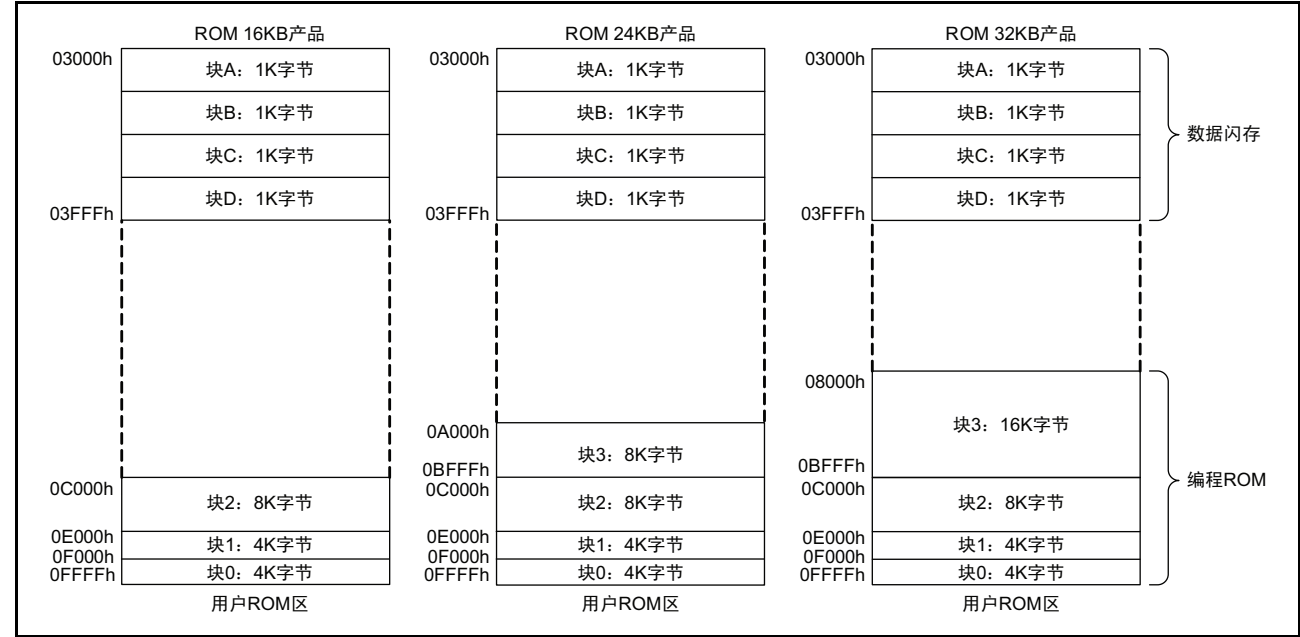


图 25.1 R8C/33T 群的闪存框图

25.3 闪存的改写禁止功能

为了防止轻易地读或者改写闪存，标准串行输入 / 输出模式有 ID 码检查功能，并行输入 / 输出模式有 ROM 码保护功能。

25.3.1 ID 码检查功能

ID 码检查功能用于标准串行输入 / 输出模式。当复位向量的 3 字节（地址 0FFFCh ~ 0FFFEh）不是“FFFFFFh”时，就判断从串行编程器或者 on-chip 调试仿真器送来的 ID 码和闪存中的 7 字节 ID 码是否相同。如果 ID 码不同，就不接受串行编程器或者 on-chip 调试仿真器送来的命令。ID 码检查功能的详细内容请参照“12. ID 码区域”。

25.3.2 ROM 码保护功能

ROM 码保护功能用于并行输入 / 输出模式，通过 OFS 寄存器禁止读、改写和擦除闪存的内容。选项功能选择区的详细内容请参照“13. 选项功能选择区”。

如果给 ROMCR 位和 ROMCP1 位分别写“1”和“0”，ROM 码保护功能就有效，禁止读和改写内部闪存的内容。

一旦将 ROM 码保护功能设定为有效，就不能在并行输入 / 输出模式中改写内部闪存的内容。要解除 ROM 码保护功能时，必须使用 CPU 改写模式或者标准串行输入 / 输出模式擦除包括 OFS 寄存器的块。

25.3.3 选项功能选择寄存器 (OFS)

地址	地址 0FFFFh							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	CSPROINI	LVDAS	VDSEL1	VDSEL0	ROMCP1	ROMCR	—	WDTON
复位后的值	用户的设定值（注 1）							

位	符号	位名	功能	R/W
b0	WDTON	看门狗定时器的启动选择位	0: 复位后, 看门狗定时器自动启动。 1: 复位后, 看门狗定时器处于停止状态。	R/W
b1	—	保留位	必须置“1”。	R/W
b2	ROMCR	ROM 码保护解除位	0: 解除 ROM 码保护 1: ROMCP1 位有效	R/W
b3	ROMCP1	ROM 码保护位	0: ROM 码保护有效 1: 解除 ROM 码保护	R/W
b4	VDSEL0	电压检测 0 的电平选择位 (注 2)	b5 b4 0 0: 选择 3.80V (Vdet0_3) 0 1: 选择 2.85V (Vdet0_2) 1 0: 选择 2.35V (Vdet0_1) 1 1: 选择 1.90V (Vdet0_0)	R/W
b5	VDSEL1			R/W
b6	LVDAS	电压检测 0 电路的启动位 (注 3)	0: 复位后, 电压监视 0 复位有效。 1: 复位后, 电压监视 0 复位无效。	R/W
b7	CSPROINI	复位后的计数源保护模式选择位	0: 复位后, 计数源保护模式有效。 1: 复位后, 计数源保护模式无效。	R/W

- 注 1. OFS 寄存器在闪存内, 并且 OFS 寄存器不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。
 不能对 OFS 寄存器进行追加写。如果擦除包括 OFS 寄存器的块, OFS 寄存器的值就变为“FFh”。
 空白出货产品在工厂出货时, OFS 寄存器的值为“FFh”。用户在进行编程后, OFS 寄存器的值为编程后的值。
 编程后的出货产品在工厂出货时, OFS 寄存器的值为用户在编程时设定的值。
- 注 2. 给电压监视 0 复位功能和上电复位功能设定 VDSEL0 ~ VDSEL1 位选择的电压检测 0 电平。
- 注 3. 在使用上电复位和电压监视 0 复位时, 必须将 LVDAS 位置“0”(复位后, 电压监视 0 复位有效)。

OFS 寄存器的设定例子请参照“13.3.1 选项功能选择区的设定例子”。

LVDAS 位 (电压检测 0 电路的启动位)

通过 VDSEL0 ~ VDSEL1 位选择电压检测 0 电路中监视的 Vdet0 电压。

25.4 CPU 改写模式

在 CPU 改写模式中，能通过 CPU 执行软件命令改写用户 ROM 区。因此，能不使用 ROM 编程器等器件而在将单片机安装在电路板的状态下改写用户 ROM 区。只能对用户 ROM 区的各块区域执行软件命令。

CPU 改写模式有在擦除过程中暂停擦除的擦除挂起功能。在擦除挂起过程中，能读或者编程闪存。

CPU 改写模式有擦除编程 0 模式（EW0 模式）和擦除编程 1 模式（EW1 模式）。

EW0 模式和 EW1 模式的差异如表 25.3 所示。

表 25.3 EW0 模式和 EW1 模式的差异

项目	EW0 模式	EW1 模式
运行模式	单芯片模式	单芯片模式
能装入改写控制程序的区域	用户 ROM	用户 ROM
能执行改写控制程序的区域	RAM（传送改写控制程序后执行） 但是，能在程序 ROM 区内改写数据闪存区。	用户 ROM 或者 RAM
能改写的区域	用户 ROM	用户 ROM 但是，有改写控制程序的块除外。
软件命令的限制	—	禁止对有编程、块擦除命令的改写控制程序块执行软件命令。
编程或者块擦除后以及转移到擦除挂起后的模式	读阵列模式	读阵列模式
编程或者块擦除过程中的 CPU 的状态	运行	- 在对数据闪存区进行编程或者块擦除时，CPU 为运行状态。 - 在对程序 ROM 区进行编程或者块擦除时，CPU 为保持状态（输入 / 输出端口保持执行命令前的状态）。
闪存的状态检测	通过程序读 FST 寄存器的 FST7 位、FST5 位和 FST4 位。	通过程序读 FST 寄存器的 FST7 位、FST5 位和 FST4 位。
擦除挂起的转移条件	- 通过程序将 FMR2 寄存器的 FMR20 位和 FMR21 位置“1”。 - FMR2 寄存器的 FMR20 位和 FMR22 位为“1”并发生被允许的可屏蔽中断请求。	- 通过程序将 FMR2 寄存器的 FMR20 位和 FMR21 位置“1”（正在改写数据闪存）。 - FMR2 寄存器的 FMR20 位和 FMR22 位为“1”并发生被允许的可屏蔽中断请求。
CPU 时钟	最大 20MHz	最大 20MHz

25.4.1 闪存状态寄存器 (FST)

地址	地址 01B2h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	FST7	FST6	FST5	FST4	—	LBDATA	BSYAEI	RDYSTI
复位后的值	1	0	0	0	0	X	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	RDYSTI	闪存就绪状态的中断请求标志 (注 1、注 4)	0: 无闪存就绪状态的中断请求 1: 有闪存就绪状态的中断请求	R/W
b1	BSYAEI	闪存存取错误的中断请求标志 (注 2、注 4)	0: 无闪存存取错误的中断请求 1: 有闪存存取错误的中断请求	R/W
b2	LBDATA	LBDATA 监视标志	0: 锁定状态 1: 非锁定状态	R
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	FST4	编程错误标志 (注 3)	0: 无编程错误 1: 有编程错误	R
b5	FST5	擦除错误 / 空白检查错误的标志 (注 3)	0: 无擦除错误 / 空白检查错误 1: 有擦除错误 / 空白检查错误	R
b6	FST6	擦除挂起状态标志	0: 非擦除挂起 1: 正在擦除挂起	R
b7	FST7	就绪 / 忙的状态标志	0: 忙 1: 就绪	R

注 1. 不能通过程序将 RDYSTI 位置“1”(有闪存就绪状态的中断请求)。

要给 RDYSTI 位写“0”(无闪存就绪状态的中断请求)时,必须先读此位(虚读)。在读到写之间禁止由闪存就绪状态源引起的 DTC 启动。

要确认此位时,必须将 FMR0 寄存器的 RDYSTIE 位置“1”(允许闪存就绪状态的中断)。

注 2. 不能通过程序将 BSYAEI 位置“1”(有闪存存取错误的中断请求)。

要给 BSYAEI 位写“0”(无闪存存取错误的中断请求)时,必须先读此位(虚读)。

要确认此位时,必须将 FMR0 寄存器的 BSYAEIE 位置“1”(允许闪存存取错误的中断)或者将 FMR0 寄存器的 CMDERIE 位置“1”(允许擦除/编程错误的中断)。

注 2. 不能通过程序将 BSYAEI 位置“1”(有闪存存取错误的中断请求)。

注 3. 在发生命令错误时,此位也变为“1”(有错误)。

注 4. 当此位为“1”时,不能将 FMR0 寄存器的 FMR01 位置“0”(CPU 改写模式无效)。

RDYSTI 位（闪存就绪状态的中断请求标志）

在 FMR0 寄存器的 RDYSTIE 位为“1”（允许闪存就绪状态的中断）的状态下自动编程结束或者自动擦除结束时，或者在转移到擦除挂起模式时，RDYSTI 位变为“1”（有闪存就绪状态的中断请求）。

在中断处理过程中，必须将 RDYSTI 位置“0”（无闪存就绪状态的中断请求）。

[为“0”的条件]

必须通过中断处理程序将此位置“0”。

[为“1”的条件]

如果在 FMR0 寄存器的 RDYSTIE 位为“1”时，从忙状态转移到就绪状态，RDYSTI 位就变为“1”。

在以下状态时从忙状态变为就绪状态。

- 闪存的擦除/编程结束
- 接受挂起
- 完成强制结束
- 锁定位编程结束
- 读锁定位状态结束
- 块空白检查结束
- 解除闪存停止状态并且能读闪存时

BSYAEI 位（闪存存取错误的中断请求标志）

如果在 FMR0 寄存器的 BSYAEIE 位为“1”（允许闪存存取错误的中断）时存取自动编程或者自动擦除状态的块，或者在 FMR0 寄存器的 CMDERIE 位为“1”（允许擦除错误 / 编程错误的中断）时发生擦除错误或者编程错误，BSYAEI 位就变为“1”（有闪存存取错误的中断请求）。

在中断处理过程中，必须将 BSYAEI 位置“0”（无闪存存取错误的中断请求）。

[为“0”的条件]

1. 必须通过中断处理程序将此位置“0”。
2. 必须执行清除状态寄存器命令。

[为“1”的条件]

1. 当 FMR0 寄存器的 BSYAEIE 位为“1”时，在闪存忙的状态下读/写正在进行擦除/编程的区域，或者在对程序 ROM 区进行擦除/编程的过程中，读数据闪存区（但是，两者的读取值都为不定值，写入值无效）。
2. 在 FMR0 寄存器的 CMDERIE 位为“1”（允许擦除错误/编程错误的中断）时，发生命令顺序错误、擦除错误、空白检查错误或者编程错误。

LBDATA 位（LBDATA 监视标志）

此位是表示锁定位状态的读专用位。为了确认锁定位的状态，必须执行读锁定位状态的命令，并在 FST7 位变为“1”（就绪）后读 LBDATA 位。

在发行编程、擦除或者读锁定位状态的命令时更新条件。如果输入读锁定位状态的命令，FST7 位就变为“0”（忙）。在 FST7 位变为“1”（就绪）时，将锁定位的状态保存到 LBDATA 位。在输入下一条命令前，保持 LBDATA 位的数据。

FST4 位（编程错误标志）

此位是表示自动编程状况的读专用位。如果发生编程错误，此位就变为“1”，否则就变为“0”。详细内容请参照“25.4.12 全状态检查”。

FST5 位（擦除错误 / 空白检查错误的标志）

此位是表示自动擦除或者块空白检查命令状况的读专用位。如果发生擦除错误或者空白检查错误，此位就变为“1”，否则就变为“0”。详细内容请参照“25.4.12 全状态检查”。

FST6 位（擦除挂起的状态标志）

此位是表示挂起状态的读专用位。如果接受擦除挂起请求并转移到挂起状态，此位就变为“1”，否则就变为“0”。

FST7 位（就绪 / 忙的状态标志）

当 FST7 位为“0”（忙）时，闪存为以下状态。

- 正在进行编程
- 正在进行擦除
- 正在进行锁定位编程
- 正在进行读锁定位状态
- 正在进行块空白检查
- 正在进行强制停止运行
- 处于闪存停止状态
- 正在恢复闪存

除上述以外的情况，FST7 位就变为“1”（就绪）。

25.4.2 闪存控制寄存器 0 (FMR0)

地址	地址 01B4h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	RDYSTIE	BSYAEIE	CMDERIE	CMDRST	FMSTP	FMR02	FMR01	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b1	FMR01	CPU 改写模式选择位 (注 1、注 4)	0: CPU 改写模式无效 1: CPU 改写模式有效	R/W
b2	FMR02	EW1 模式选择位 (注 1)	0: EW0 模式 1: EW1 模式	R/W
b3	FMSTP	闪存停止位 (注 2)	0: 闪存运行 1: 闪存停止 (低功耗状态、闪存的初始化)	R/W
b4	CMDRST	擦除 / 编程顺序复位的位 (注 3)	如果将 CMDRST 位置“1”，擦除 / 编程的顺序就被复位，并能强制停止擦除 / 编程。 读取值为“0”。	R/W
b5	CMDERIE	擦除 / 编程错误的中断允许位	0: 禁止擦除 / 编程错误的中断 1: 允许擦除 / 编程错误的中断	R/W
b6	BSYAEIE	闪存存取错误的中断允许位	0: 禁止闪存存取错误的中断 1: 允许闪存存取错误的中断	R/W
b7	RDYSTIE	闪存就绪状态的中断允许位	0: 禁止闪存就绪状态的中断 1: 允许闪存就绪状态的中断	R/W

注 1. 在将此位置“1”时，必须给此位写“0”后继续写“1”。不能在写“0”后到写“1”前发生中断和 DTC 启动。

注 2. 必须通过传送到 RAM 的程序写 FMSTP 位。FMSTP 位在 FMR01 位为“1”（CPU 改写模式有效）时有效。要将 FMSTP 位置“1”（闪存停止）时，必须在 FST 寄存器的 FST7 位为“1”（就绪）时进行设定。

注 3. 当 FMR01 位为“1”（CPU 改写模式有效）并且 FST 寄存器的 FST7 位为“0”（忙）时，CMDRST 位有效。

注 4. 只有在 FST 寄存器的 RDYSTI 位为“0”（无闪存就绪状态的中断请求）并且 BSYAEI 位为“0”（无闪存存取错误的中断请求）时，才能将 FMR01 位置“0”（CPU 改写模式无效）。

FMR01 位 (CPU 改写模式选择位)

如果将 FMR01 位置“1”（CPU 改写模式有效），就能接受软件命令。

FMR02 位 (EW1 模式选择位)

如果将 FMR02 位置“1”（EW1 模式），就变为 EW1 模式。

FMSTP 位（闪存停止位）

此位用于对闪存的控制电路进行初始化并降低闪存的消耗电流。如果将 FMSTP 位置“1”，就不能存取闪存。因此，必须通过传送到 RAM 的程序写 FMSTP 位。

如果在高速内部振荡器模式、低速内部振荡器模式（XIN 时钟停止振荡）中需要进一步降低功耗，就必须将 FMSTP 位置“1”。详细内容请参照“26.2.9 闪存的停止”。

如果在 CPU 改写模式无效时，转移到停止模式或者等待模式，闪存的电源就自动切断，而在返回时自动接通，所以不需要设定 FMR0 寄存器。

另外，在 FMSTP 位为“1”时（包括紧接在 FMSTP 位从“1”变为“0”后的忙状态（FST7 位为“0”的期间）），不能同时设定为低消耗电流读模式。

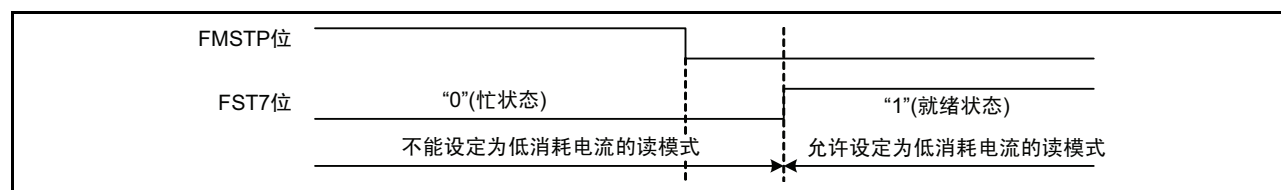


图 25.2 向低消耗电流读模式的转移

CMDRST 位（擦除 / 编程顺序复位的位）

此位用于初始化闪存的顺序，并能强制停止编程命令和块擦除命令。对擦除 / 编程数据闪存区过程中的顺序进行复位时，能读程序 ROM 区。

在通过 FMR0 寄存器的 CMDRST 位强制停止了编程命令和块擦除命令时，必须在 FST 寄存器的 FST7 位恢复为“1”（就绪）后，执行清除状态命令。当再次在相同地址进行编程时，必须重新执行块擦除命令，并在确认正常结束块擦除后，执行编程。当强制停止编程命令和块擦除命令的地址和块为编程区时，必须在将 FMR1 寄存器的 FMR13 位置“1”（锁定位无效）后，再次执行块擦除命令。

另外，如果在擦除挂起过程中将 CMDRST 位置“1”（擦除 / 编程停止），则挂起状态也会被初始化。因此对块擦除挂起的块也必须再次执行块擦除。

从 CMDRST 位置“1”（擦除 / 编程停止）开始，到经过 td(CMDRST-READY) 期间后，强制停止正在执行的命令，就能读闪存。

CMDERIE 位（擦除错误 / 编程错误的中断允许位）

此位允许在发生以下错误时产生闪存命令错误中断。

- 编程错误
- 块擦除错误
- 命令顺序错误
- 块空白检查错误

将 CMDERIE 位置“1”（允许擦除 / 编程错误中断），如果发生以上错误，就产生中断。

如果发生闪存命令错误中断，就必须在中断处理过程中执行清除状态寄存器的命令。

要将 CMDERIE 位从“0”（禁止擦除 / 编程错误中断）变为“1”（允许擦除 / 编程错误中断）时，必须进行以下的设定：

1. 执行清除状态寄存器的命令。
2. 将 CMDERIE 位置“1”。

BSYAEIE 位（闪存存取错误的中断允许位）

此位允许对正在改写的闪存进行存取时发生闪存存取错误的中断。

要将 BSYAEIE 位从“0”（禁止闪存存取错误的中断）变为“1”（允许闪存存取错误的中断）时，必须进行一下的设定：

1. 读FST寄存器的BSYAEI位（虚读）。
2. 将BSYAEI位写“0”（无闪存存取错误的中断请求）。
3. 将BSYAEIE位置“1”（允许闪存存取错误的中断）。

RDYSTIE 位（闪存就绪状态的中断允许位）

此位允许在闪存从忙状态变为就绪状态时发生闪存就绪状态的中断。

要将 RDYSTIE 位从“0”（禁止闪存就绪状态的中断）变为“1”（允许闪存就绪状态的中断）时，必须进行一下的设定：

1. 读FST寄存器的RDYSTI位（虚读）。
2. 将RDYSTI位写“0”（无闪存就绪状态的中断请求）。
3. 将RDYSTIE位置“1”（允许闪存就绪状态的中断）。

25.4.3 闪存控制寄存器 1 (FMR1)

地址	地址 01B5h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	FMR17	FMR16	FMR15	FMR14	FMR13	—	WTFMACT	—
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b1	WTFMACT	等待模式闪存停止位	0: 等待模式中停止闪存 1: 等待模式中运行闪存	R/W
b2	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b3	FMR13	锁定位无效选择位 (注 1)	0: 锁定位有效 1: 锁定位无效	R/W
b4	FMR14	数据闪存块 A 的改写禁止位 (注 2、注 3)	0: 允许改写 (能接受软件命令) 1: 禁止改写 (不接受软件命令, 也不出错)	R/W
b5	FMR15	数据闪存块 B 的改写禁止位 (注 2、注 3)	0: 允许改写 (能接受软件命令) 1: 禁止改写 (不接受软件命令, 也不出错)	R/W
b6	FMR16	数据闪存块 C 的改写禁止位 (注 2、注 3)	0: 允许改写 (能接受软件命令) 1: 禁止改写 (不接受软件命令, 也不出错)	R/W
b7	FMR17	数据闪存块 D 的改写禁止位 (注 2、注 3)	0: 允许改写 (能接受软件命令) 1: 禁止改写 (不接受软件命令, 也不出错)	R/W

注 1. 在将 FMR13 位置“1”时, 必须给此位写“0”后继续写“1”。不能在写“0”后到写“1”前发生中断和 DTC 启动。

注 2. 在将此位置“0”时, 必须给此位写“1”后继续写“0”。不能在写“1”后到写“0”前发生中断和 DTC 启动。

注 3. 如果将 FMR0 寄存器的 FMR01 位置“0”(CPU 改写模式无效), 此位就变为“0”。

FMR13 位（锁定位无效选择位）

如果将 FMR13 位置“1”（锁定位无效），就能将锁定位置为无效；如果置“0”，锁定位就有效。有关锁定位请参照“25.4.10 数据保护功能”。

FMR13 位只是将锁定位功能置为无效，而锁定位的数据不变。如果在将 FMR13 位置“1”的状态下执行块擦除命令，为“0”（锁定状态）的锁定位数据就在擦除结束后变为“1”（非锁定状态）。

[为“0”的条件]

在以下的条件成立时，此位变为“0”：

- 当编程命令结束时
- 当擦除命令结束时
- 当发生命令顺序错误时
- 当转移到擦除挂起时
- 当 FMR0 寄存器的 FMR01 位变为“0”（CPU 改写模式无效）时
- 当 FMR0 寄存器的 FMSTP 位变为“1”（闪存停止）时
- 当 FMR0 寄存器的 CMDRST 位变为“1”（擦除/编程停止）时

[为“1”的条件]

通过程序将此位置“1”。

FMR14 位（数据闪存块 A 的改写禁止位）

当 FMR14 位为“0”时，数据闪存块 A 接受编程命令和块擦除命令。

FMR15 位（数据闪存块 B 的改写禁止位）

当 FMR15 位为“0”时，数据闪存块 B 接受编程命令和块擦除命令。

FMR16 位（数据闪存块 C 的改写禁止位）

当 FMR16 位为“0”时，数据闪存块 C 接受编程命令和块擦除命令。

FMR17 位（数据闪存块 D 的改写禁止位）

当 FMR17 位为“0”时，数据闪存块 D 接受编程命令和块擦除命令。

25.4.4 闪存控制寄存器 2 (FMR2)

地址	地址 01B6h							
位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
符号	FMR27	—	—	—	—	FMR22	FMR21	FMR20
复位后的值	0	0	0	0	0	0	0	0

位	符号	位名	功能	R/W
b0	FMR20	擦除挂起允许位 (注 1)	0: 禁止擦除挂起 1: 允许擦除挂起	R/W
b1	FMR21	擦除挂起请求位 (注 2)	0: 重新开始擦除 1: 请求擦除挂起	R/W
b2	FMR22	中断请求的挂起请求允许位 (注 1)	0: 禁止中断请求引起的擦除挂起请求 1: 允许中断请求引起的擦除挂起请求	R/W
b3	—	什么也不指定。读写值都为“0”。		—
b4	—	保留位	必须置“0”。	R/W
b5	—			R/W
b6	—			R/W
b7	FMR27	低消耗电流读模式的允许位 (注 1、注 3)	0: 禁止低消耗电流读模式 1: 允许低消耗电流读模式	R/W

注 1. 在将此位置“1”时，就必须给此位写“0”后继续写“1”。不能在写“0”后到写“1”前发生中断和 DTC 启动。

注 2. 只有在 FMR0 寄存器的 FMR01 位为“1”（CPU 改写模式无效）时，才能将 FMR21 位置“0”（重新开始时擦除）。

注 3. 在将 CPU 时钟设定为低速内部振荡时钟的 4 分频、8 分频或者 16 分频中任意一个后，必须将 FMR27 位置“1”。为 1 分频（无分频）、2 分频时，不能使用低消耗电流读模式。
只有在将 FMR27 位置“0”（禁止低消耗电流读模式）后，才能向等待模式或者停止模式转移。在 FMR27 位为“1”（允许低消耗电流读模式）的状态下，不能向等待模式或者停止模式转移。

FMR20 位（擦除挂起允许位）

如果将 FMR20 位置“1”（允许），就允许擦除挂起功能。

FMR21 位（擦除挂起请求位）

如果将 FMR21 位置“1”，就转移到擦除挂起模式。如果在 FMR22 位为“1”（允许中断请求引起的擦除挂起请求）时发生被允许中断的中断请求，FMR21 位就自动变为“1”（请求擦除挂起）并转移到擦除挂起模式。在重新开始自动擦除时，必须将 FMR21 位置“0”（重新开始擦除）。

[为“0”的条件]

必须通过程序将此位置“0”。

[为“1”的条件]

- 在发生中断请求时，FMR22 位为“1”（允许中断请求引起的擦除挂起请求）。
- 必须通过程序将此位置“1”。

FMR22 位（中断请求的挂起请求允许位）

如果将 FMR22 位置“1”（允许中断请求引起的擦除挂起请求），就在自动擦除过程中产生中断请求时，自动将 FMR21 位置“1”（擦除挂起请求）。

在 EW1 模式中，如果在改写用户 ROM 区的过程中使用擦除挂起，就必须将此位置“1”。

FMR27 位（低消耗电流读模式的允许位）

低速内部振荡器模式（XIN 时钟停止振荡）中，如果将 FMR27 位置“1”（允许低消耗电流读模式），就能降低读闪存时的消耗电流。详细内容请参照“26.2.10 低消耗电流读模式”。

在将 CPU 时钟设定为低速内部振荡时钟的 4 分频、8 分频或者 16 分频中任意一个，能使用低消耗电流读模式。为 1 分频（无分频）、2 分频时，不能使用低消耗电流读模式。在设定 CPU 时钟的分频比后，必须将 FMR27 位置“1”。

只有在将 FMR27 位置“0”后，才能向等待模式或者停止模式转移。在 FMR27 位为“1”（允许低消耗电流读模式）的状态下，不能向等待模式或者停止模式转移。

另外，在 FMR27 位为“1”（允许低消耗电流读模式）时，不能执行编程命令、块擦除命令和锁定位编程命令。并且只有在 FMR27 位为“0”（禁止低消耗电流读模式）时，才能将 FMSTP 位从“1”（闪存停止）置“0”（闪存运行）。

25.4.5 EW0 模式

如果将 FMR0 寄存器的 FMR01 位置 “1”（CPU 改写模式有效），就进入 CPU 改写模式，能接受软件命令。此时，因为 FMR0 寄存器的 FMR02 位为 “0”，所以进入 EW0 模式。

通过软件命令控制编程和擦除，能通过 FST 寄存器确认编程 / 擦除结束时的状态等。

如果在自动擦除过程中转移到擦除挂起，就必须将 FMR20 位置 “1”（允许擦除挂起）并且将 FMR21 位置 “1”（请求擦除挂起），然后在确认 FST 寄存器的 FST7 位变为 “1”（就绪）、FST6 位变为 “1”（正在擦除挂起）后，存取闪存（当 FST6 位变为 “0” 时，擦除结束）。

如果将 FMR2 寄存器的 FMR21 位置 “0”（重新开始擦除），就重新开始自动擦除。另外，在确认重新开始自动擦除时，必须确认 FST 寄存器的 FST7 位变为 “0”、FST6 位变为 “0”（擦除挂起以外）。

25.4.6 EW1 模式

如果在 FMR0 寄存器的 FMR01 位置 “1”（CPU 改写模式有效）后将 FMR02 位置 “1”（EW1 模式），就进入 EW1 模式。

能通过 FST 寄存器确认编程 / 擦除结束时的状态等。

如果在自动擦除过程中将擦除挂起功能设定为有效，就必须先将 FMR2 寄存器的 FMR20 位置 “1”（允许挂起），然后执行块擦除命令。如果在自动擦除用户 ROM 区的过程中转移到擦除挂起，就必须将 FMR2 寄存器的 FMR22 位置 “1”（允许中断请求中的擦除挂起请求）。而且，必须预先将转移到擦除挂起的中断设定为中断允许状态。

如果发生中断请求，FMR2 寄存器的 FMR21 位就自动变为 “1”（请求擦除挂起），在等待 td(SR-SUS) 后，暂停自动擦除。在中断处理结束后，必须通过将 FMR21 位置 “0”（重新开始擦除）重新开始自动擦除。

25.4.7 挂起

挂起功能是指在自动擦除过程中暂停擦除的功能。

在暂停自动擦除时，能进行以下的操作（请参照“表 25.4 挂起时能进行的操作”）：

- 如果挂起数据闪存中的任意块的自动擦除，就能自动编程和读数据闪存中的其他块。
- 如果挂起数据闪存的自动擦除，就能自动编程和读程序 ROM。
- 如果挂起程序 ROM 中的任意块的自动擦除，就能自动编程和读程序 ROM 中的其他块。
- 如果挂起程序 ROM 的自动擦除，就能自动编程和读数据闪存
- 在确认挂起时，必须通过确认 FST7 位变为“1”（就绪）、FST6 位变为“1”（正在擦除挂起）来确认已挂起。（当 FST6 位变为“0”（擦除挂起以外）时，擦除结束。）

挂起的相关时序如图 25.3 所示。

表 25.4 挂起时能进行的操作

		挂起时的操作											
		数据闪存 （转移到挂起前执行擦除的块）			数据闪存 （转移到挂起前未执行擦除的块）			程序 ROM （转移到挂起前执行擦除的块）			程序 ROM （转移到挂起前未执行擦除的块）		
		擦除	编程	读	擦除	编程	读	擦除	编程	读	擦除	编程	读
转移到挂起前 执行擦除的区域	数据闪存	×	×	×	×	○	○	—	—	—	×	○	○ (注5)
	程序 ROM	—	—	—	×	○	○	×	×	×	×	○	○

- 注 1. ○表示能使用挂起功能进行操作，×表示禁止操作，—表示无组合。
- 注 2. 不能在编程过程中挂起。
- 注 3. 能进行块擦除，能对程序、锁定位程序、读锁定位状态的各命令进行编程。
能在 FST 寄存器的 FST7 位为“1”（就绪）时执行清除状态寄存器的命令。
禁止在挂起时进行块空白检查。
- 注 4. 在转移到擦除挂起后，立即进入读阵列模式。
- 注 5. 在对数据闪存进行编程或者块擦除的过程中，能通过 BGO 功能读程序 ROM 区。

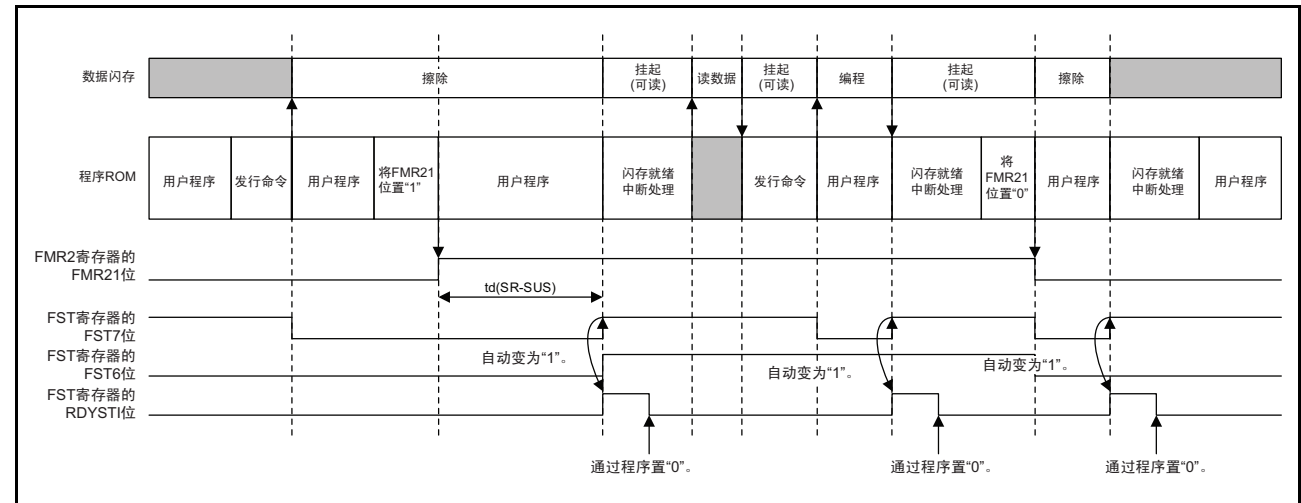


图 25.3 挂起的相关时序

25.4.8 各模式的设定和解除方法

EW0 模式的设定和解除方法如图 25.4 所示，EW0 模式（改写数据闪存的情况）和 EW1 模式的设定和解除方法图 25.5 所示。

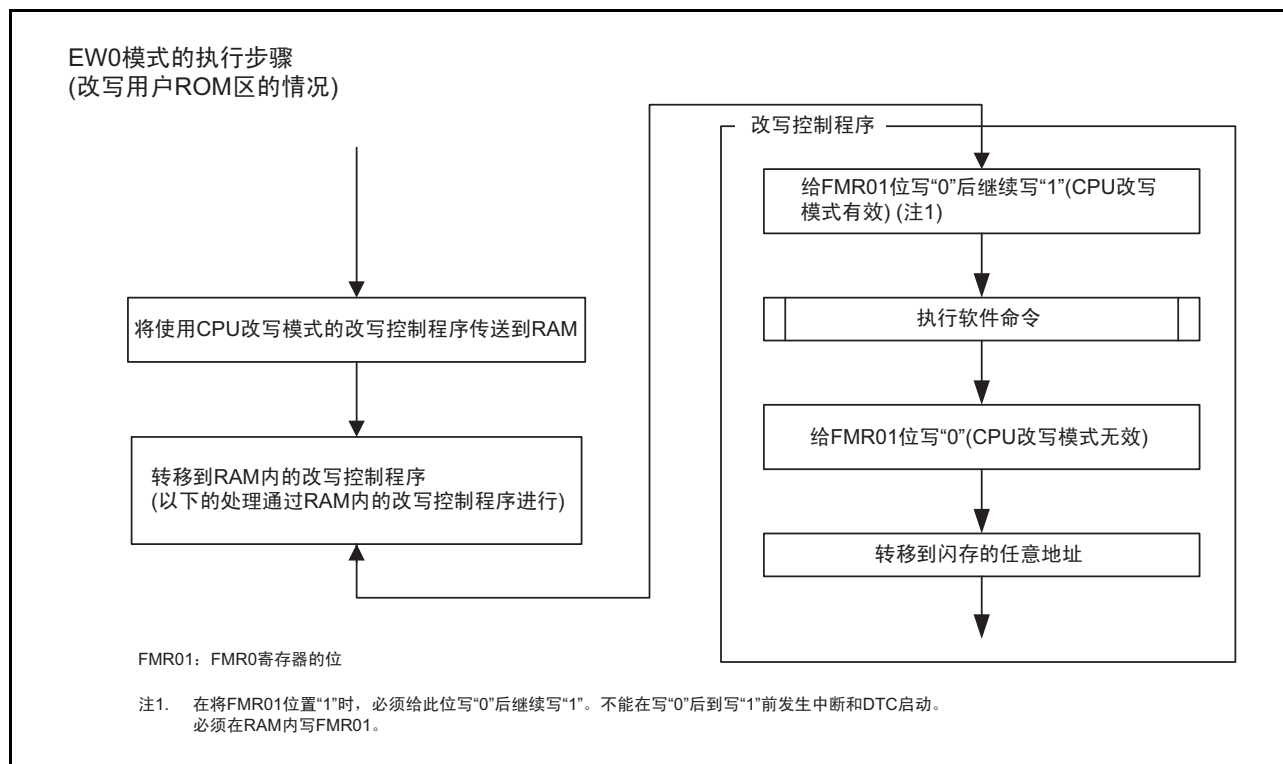


图 25.4 EW0 模式的设定和解除方法

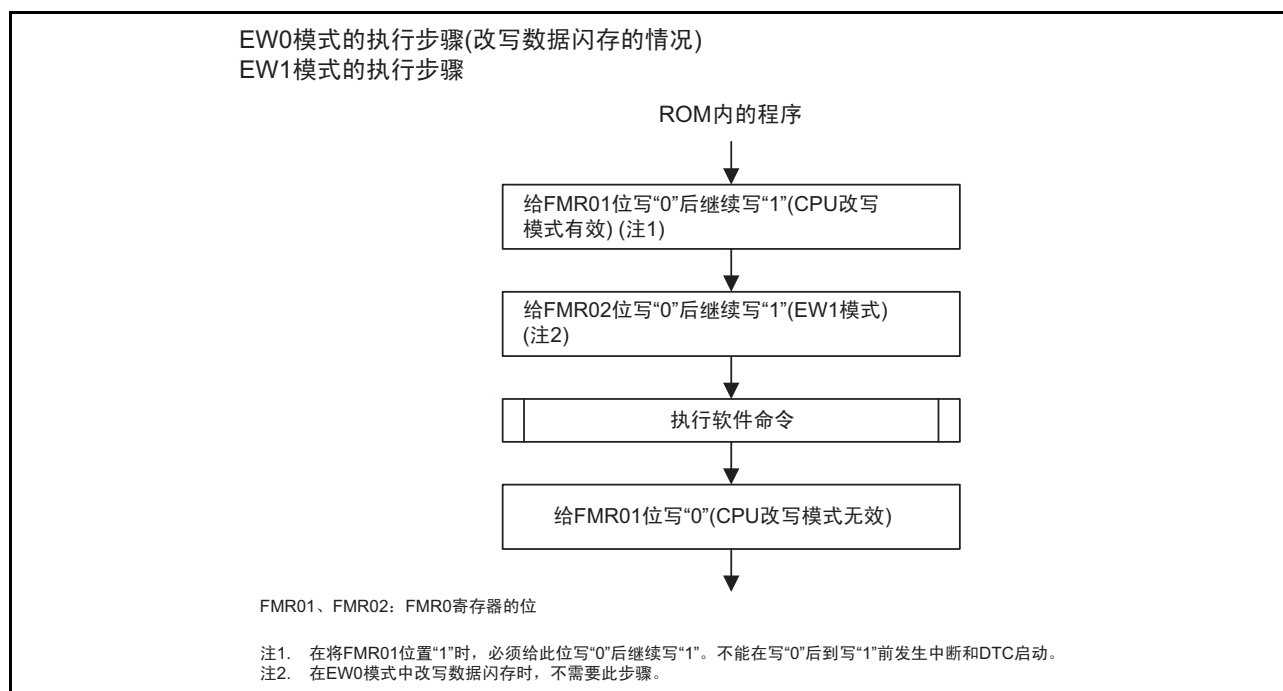


图 25.5 EW0 模式（改写数据闪存的情况）和 EW1 模式的设定和解除方法

25.4.9 BGO（后台操作）功能

如果在对数据闪存进行编程或者块擦除的过程中指定程序 ROM 区，就能读阵列数据，因此不需要写软件命令。存取时间和通常的读操作相同。

另外，在对数据闪存进行编程或者块擦除的过程中，不能读其他数据闪存的块。

BGO 功能如图 25.6 所示。

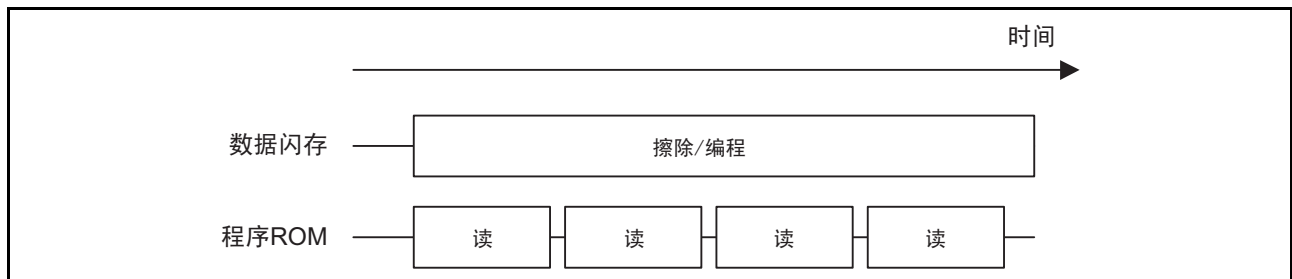


图 25.6 BGO 功能

25.4.10 数据保护功能

闪存的程序 ROM 的各块有非易失性的锁定位，锁定位在 FMR1 寄存器的 FMR13 位为“0”（锁定位有效）时有效。能通过锁定位禁止（锁定）对各块进行编程和擦除，因此能防止数据的误编程和误擦除。由锁定位控制的块的状态如下所示：

- 当锁定位数据为“0”时，为锁定状态（不能编程和擦除该块）。
- 当锁定位数据为“1”时，为非锁定状态（能编程和擦除该块）。

如果执行锁定位编程命令，锁定位数据就变为“0”（锁定状态）；如果擦除块，此位就变为“1”（非锁定状态）。不能通过命令将锁定位数据置“1”。

能通过读锁定位状态的命令来读锁定位的数据。

如果将 FMR13 位置“1”（锁定位无效），锁定位的功能就无效，全部的块为非锁定状态（各锁定位的数据不变）；如果将 FMR13 位置“0”，锁定位的功能就有效（保持锁定位的数据）。

如果在 FMR13 位为“1”的状态下执行块擦除命令，就擦除对象块，与锁定位无关。在擦除结束后，被擦除的对象块的锁定位变为“1”。

各命令的详细内容请参照“25.4.11 软件命令”。

FMR13 位在自动擦除结束后变为“0”。在以下任意一个条件成立时，FMR13 位变为“0”。在擦除或者编程其它锁定状态的块时，必须再次将 FMR13 位置“1”，然后执行块擦除命令或者编程命令。

- 当 FST 寄存器的 FST7 位从“0”（忙）变为“1”（就绪）时
- 当发生命令顺序错误时
- 当 FMR0 寄存器的 FMR01 位变为“0”（CPU 改写模式无效）时
- 当 FMR0 寄存器的 FMSTP 位变为“1”（闪存停止）时
- 当 FMR0 寄存器的 CMDRST 位变为“1”（擦除/编程停止）时

FMR13 位操作的相关时序如图 25.7 所示。

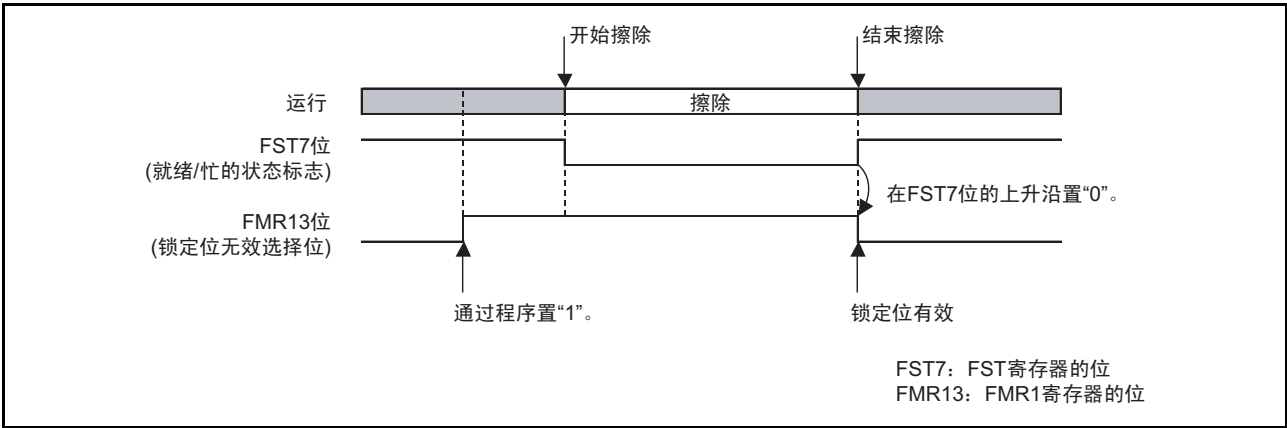


图 25.7 FMR13 位操作的相关时序

25.4.11 软件命令

以下说明软件命令，必须以 8 位为单位读写命令和数据。
不能输入软件命令一览表中所列命令以外的命令。

表 25.5 软件命令一览表

软件命令	第 1 总线周期			第 2 总线周期		
	模式	地址	数据	模式	地址	数据
读阵列	写	×	FFh			
清除状态寄存器	写	×	50h			
编程	写	WA	40h	写	WA	WD
块擦除	写	×	20h	写	BA	D0h
锁定位编程	写	BT	77h	写	BT	D0h
读锁定位状态	写	×	71h	写	BT	D0h
块空白检查	写	×	25h	写	BA	D0h

WA: 编程地址

WD: 编程数据

BA: 块的任意地址

BT: 块的起始地址

×: 用户 ROM 区内的任意地址

25.4.11.1 读阵列

这是读闪存的命令。

如果在第 1 总线周期写 “FFh”，就进入读阵列模式。如果在下一个总线周期以后输入要读的地址，就能以 8 位为单位读指定地址的内容。

因为在写其他命令前一直保持读阵列模式，所以能连续读多个地址的内容。

在解除复位后、编程、块擦除、块空白、读锁定位状态、清除状态寄存器命令后、或者转移到擦除挂起状态后，进入读阵列模式。

25.4.11.2 清除状态寄存器

这是将 FST 寄存器的 FST4 ~ FST5 位置 “0” 的命令。

如果在第 1 总线周期写 “50h”，FST 寄存器的 FST4 ~ FST5 位就变为 “0”。

25.4.11.3 编程

这是以 1 字节为单位将数据写到闪存的命令。

如果在第 1 总线周期和第 2 总线周期分别将 “40h” 和数据写到编程地址，就开始自动编程（数据的编程和验证）。第 1 总线周期的地址值和第 2 总线周期指定的编程地址必须相同。

能通过 FST 寄存器的 FST7 位确认自动编程的结束。FST7 位在自动编程期间为 “0”，在编程结束后为 “1”。

在自动编程结束后，能通过 FST 寄存器的 FST4 位得知自动编程的结果（参照 “25.4.12 全状态检查”）。

不能对已编程的地址进行追加写。

能通过锁定位禁止对程序 ROM 内的各块执行编程命令。

当 FMR1 寄存器的 FMR14 位为 “1”（禁止改写）时，不接受数据闪存块 A 的编程命令；当 FMR15 位为 “1”（禁止改写）时，不接受数据闪存块 B 的编程命令；当 FMR16 位为 “1”（禁止改写）时，不接受数据闪存块 C 的编程命令；当 FMR17 位为 “1”（禁止改写）时，不接受数据闪存块 D 的编程命令。

禁止闪存就绪状态中断的编程流程图以及允许闪存就绪状态中断的编程流程图分别如图 25.8 和图 25.9 所示。

在 EW1 模式中，不能对已装入改写控制程序的地址执行此命令。

当 FMR0 寄存器的 RDYSTIE 位为 “1”（允许闪存就绪状态的中断）时，能在自动编程结束时产生闪存就绪状态的中断。能通过在中断程序中读 FST 寄存器得知自动编程的结果。

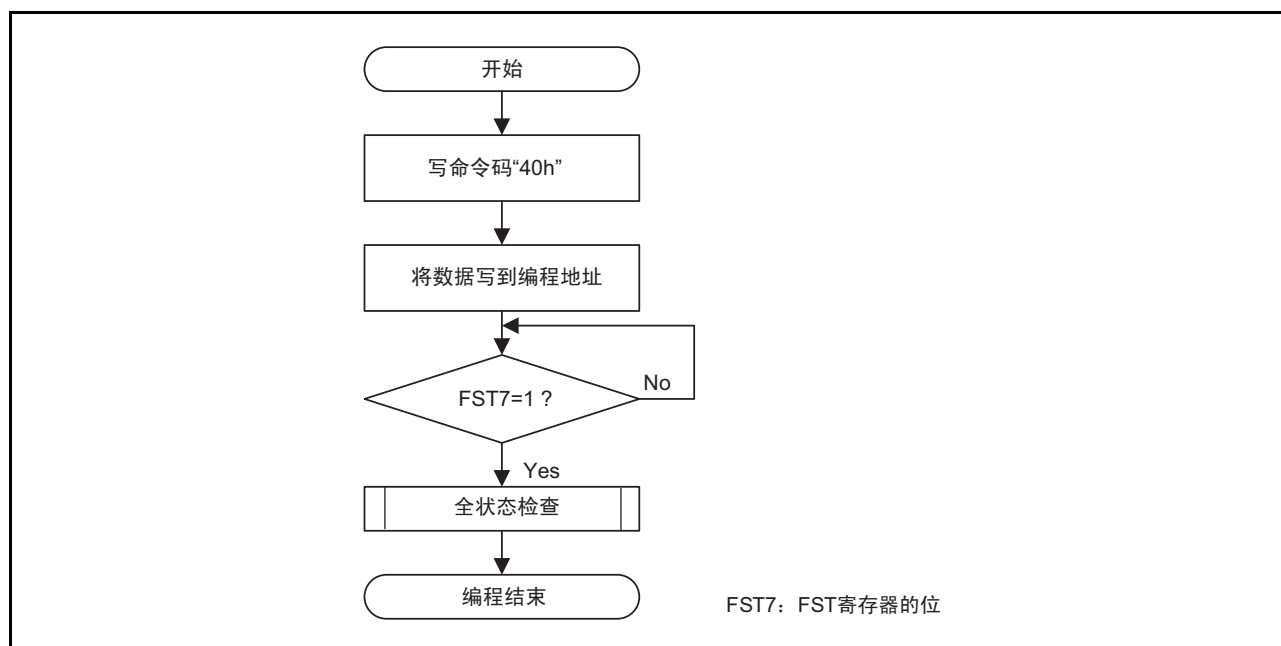


图 25.8 编程的流程图（禁止闪存就绪状态的中断）

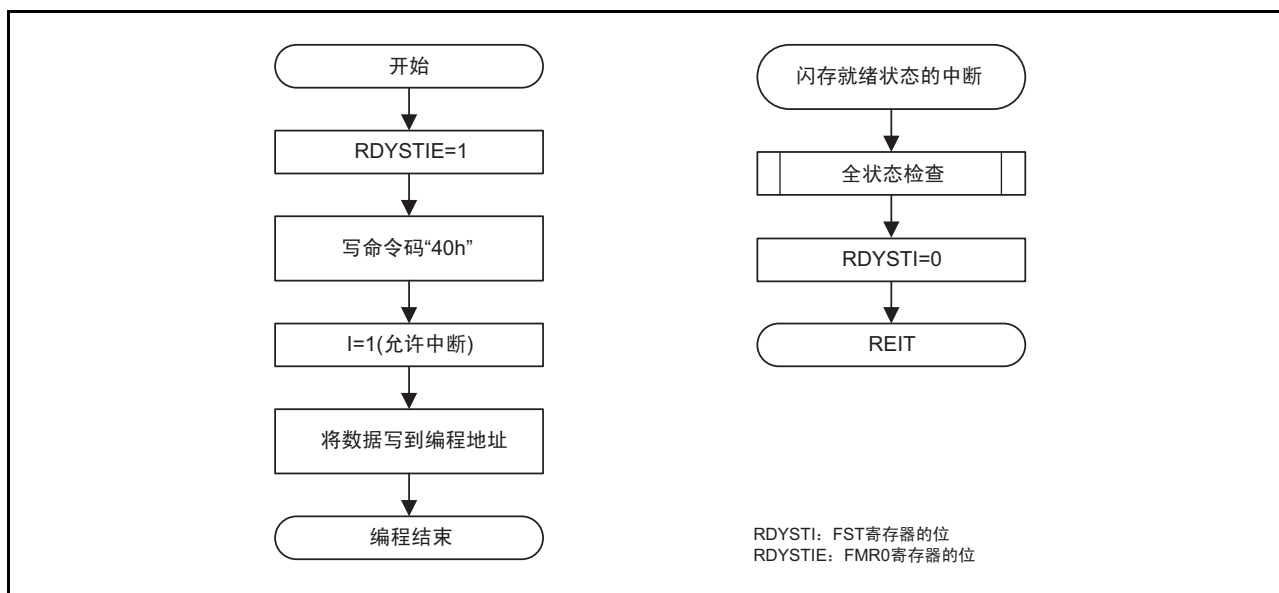


图 25.9 编程的流程图（允许闪存就绪状态的中断）

25.4.11.4 块擦除

如果在第 1 总线周期和第 2 总线周期分别将“20h”和“D0h”写到块的任意地址，就开始对指定块进行自动擦除（擦除和擦除验证）。

能通过 FST 寄存器的 FST7 位确认自动擦除的结束。FST7 位在自动擦除期间为“0”，在擦除结束后为“1”。在自动擦除结束后，块内的数据全部为“FFh”。

在自动擦除结束后，能通过 FST 寄存器的 FST5 位得知自动擦除的结果（参照“25.4.12 全状态检查”）。

能通过锁定位禁止对程序 ROM 内的各块执行块擦除命令。

当 FMR1 寄存器的 FMR14 位为“1”（禁止改写）时，不接受数据闪存块 A 的块擦除命令；当 FMR15 位为“1”（禁止改写）时，不接受数据闪存块 B 的块擦除命令；当 FMR16 位为“1”（禁止改写）时，不接受数据闪存块 C 的块擦除命令；当 FMR17 位为“1”（禁止改写）时，不接受数据闪存块 D 的块擦除命令。

禁止闪存就绪状态中断的块擦除流程图如图 25.10 所示，禁止闪存就绪状态的中断而允许挂起的块擦除流程图如图 25.11 所示，允许闪存就绪状态的中断和挂起的块擦除流程图如图 25.12 所示。

在 EW1 模式中，不能对已装入改写控制程序的块执行此命令。

当 FMR0 寄存器的 RDYSTIE 位为“1”（允许闪存就绪状态的中断）时，能在自动擦除结束时产生闪存就绪状态的中断；当 RDYSTIE 位为“1”并且 FMR2 寄存器的 FMR20 位为“1”（允许擦除挂起）时，如果将 FMR21 位置“1”（请求擦除挂起）并暂停自动擦除，就产生闪存就绪状态的中断。能通过在中断程序中读 FST 寄存器得知自动擦除的结果。

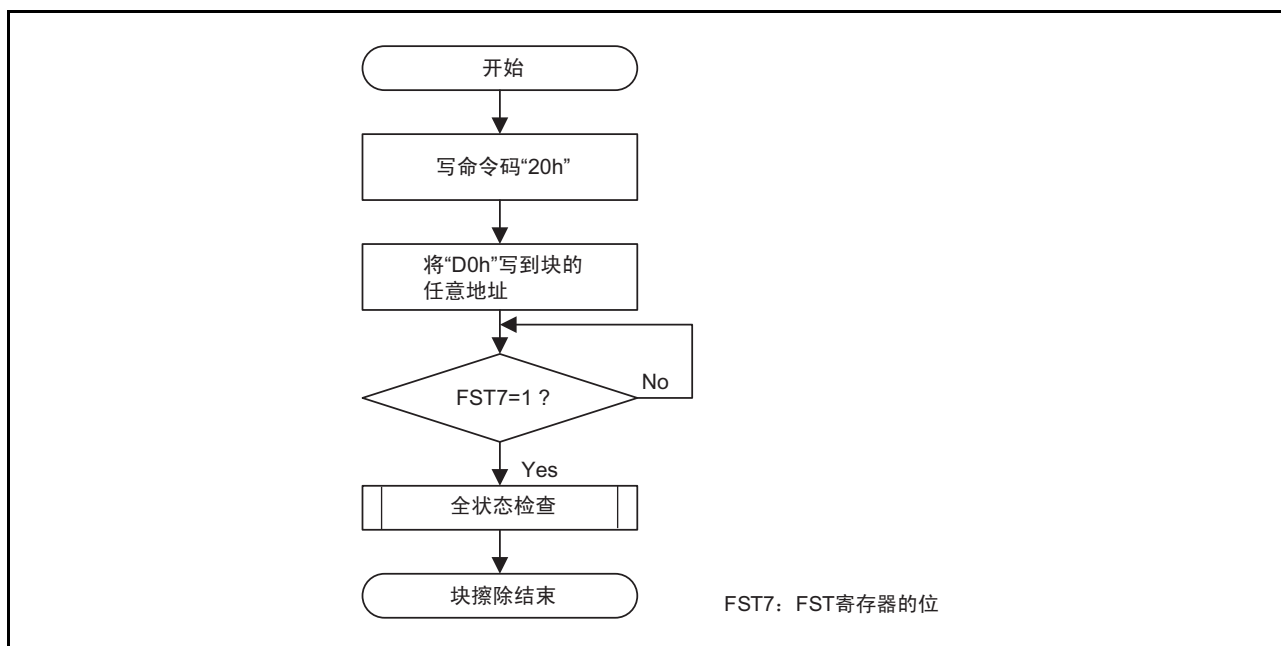


图 25.10 块擦除的流程图（禁止闪存就绪状态的中断）

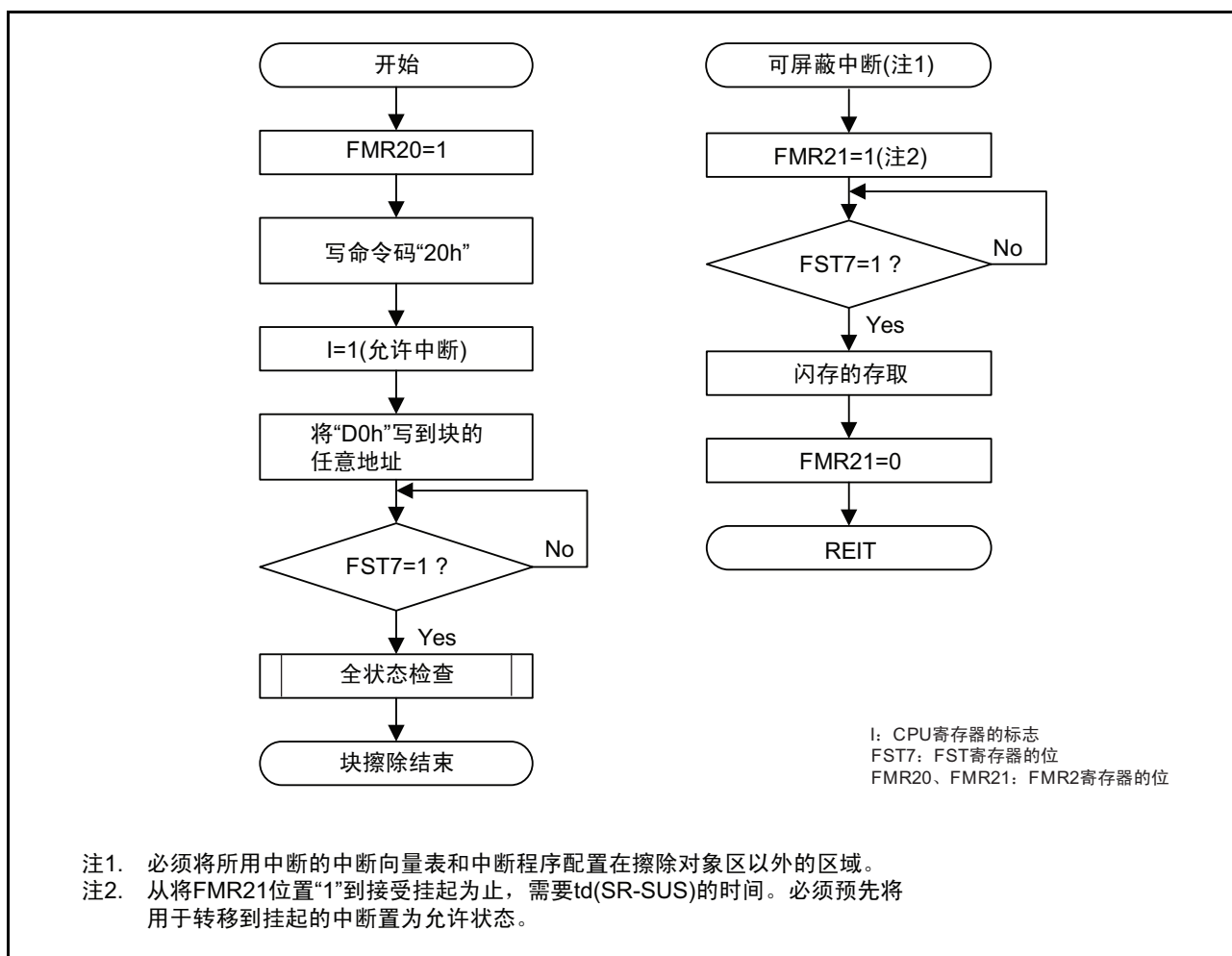


图 25.11 块擦除的流程图（禁止闪存就绪状态的中断而允许挂起）

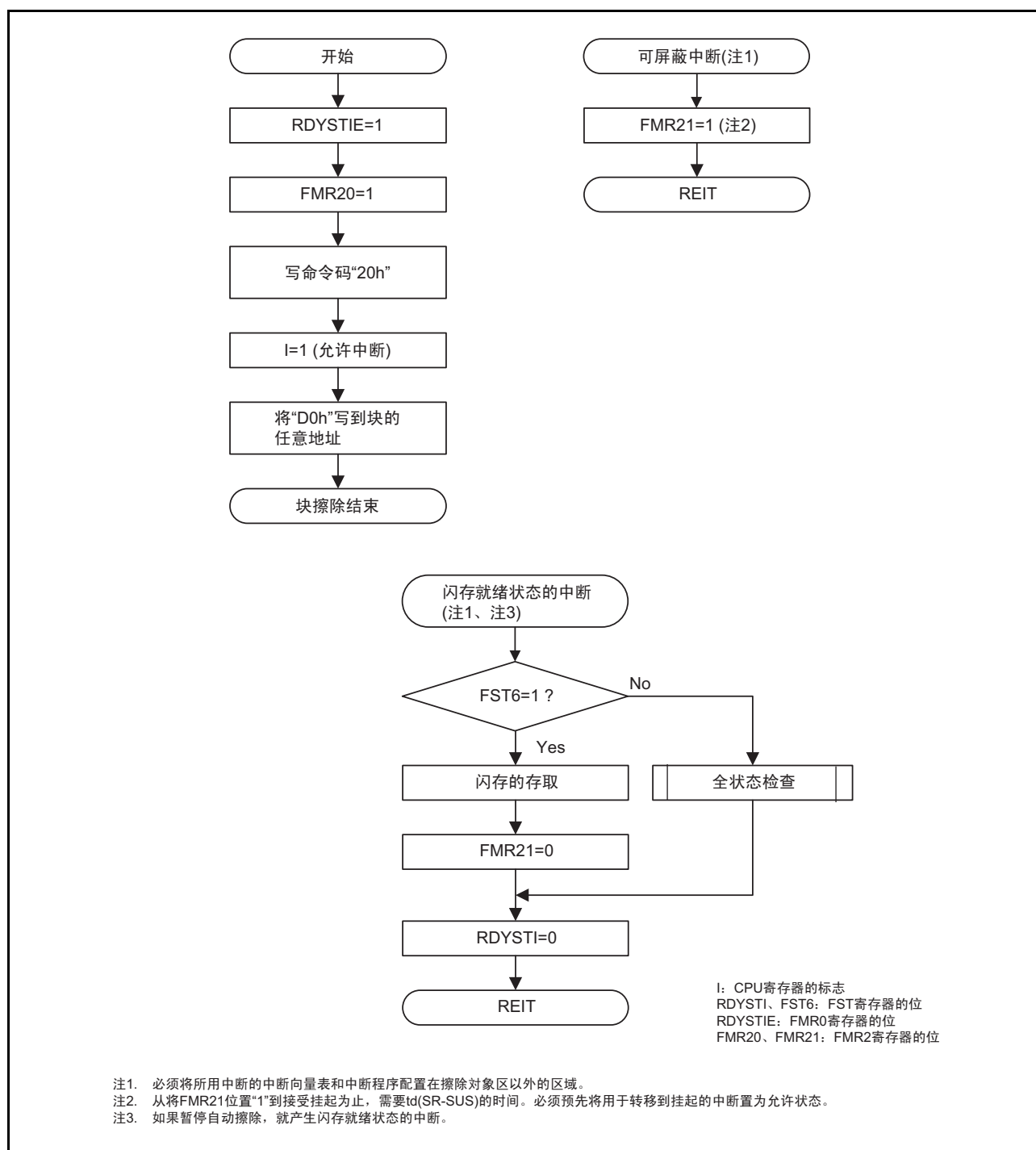


图 25.12 块擦除的流程图（允许闪存就绪状态的中断和挂起）

25.4.11.5 锁定位编程

这是将程序 ROM 区内任意块的锁定位置“0”（锁定状态）的命令。

如果在第 1 总线周期和第 2 总线周期分别将“77h”和“D0h”写到块的起始地址，就给指定块的锁定位写“0”。第 1 总线周期的地址值和第 2 总线周期指定块的起始地址必须相同。

锁定位编程的流程图如图 25.13 所示。能通过读锁定位状态的命令来读锁定位的状态（锁定位数据）。

能通过 FST 寄存器的 FST7 位确认锁定位编程的结束。

有关锁定位的功能以及将锁定位置“1”（非锁定状态）的方法，请参照“25.4.10 数据保护功能”。

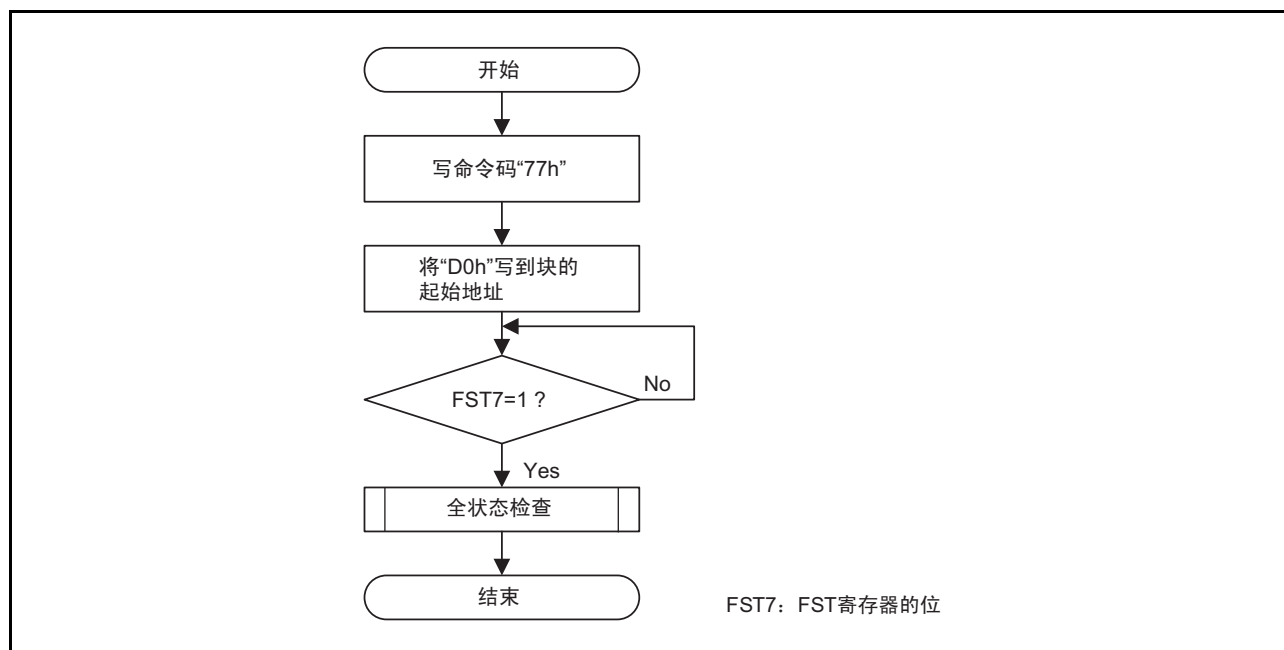


图 25.13 锁定位编程的流程图

25.4.11.6 读锁定位状态

这是读程序 ROM 区内任意块的锁定位状态的命令。

如果在第 1 总线周期写 “71h” 并且在第 2 总线周期将 “D0h” 写到块的起始地址，就将指定块的锁定位的状态保存到 FST 寄存器的 LBDATA 位。必须在 FST 寄存器的 FST7 位变为 “1”（就绪）后读 LBDATA 位。

读锁定位状态的流程图如图 25.14 所示。

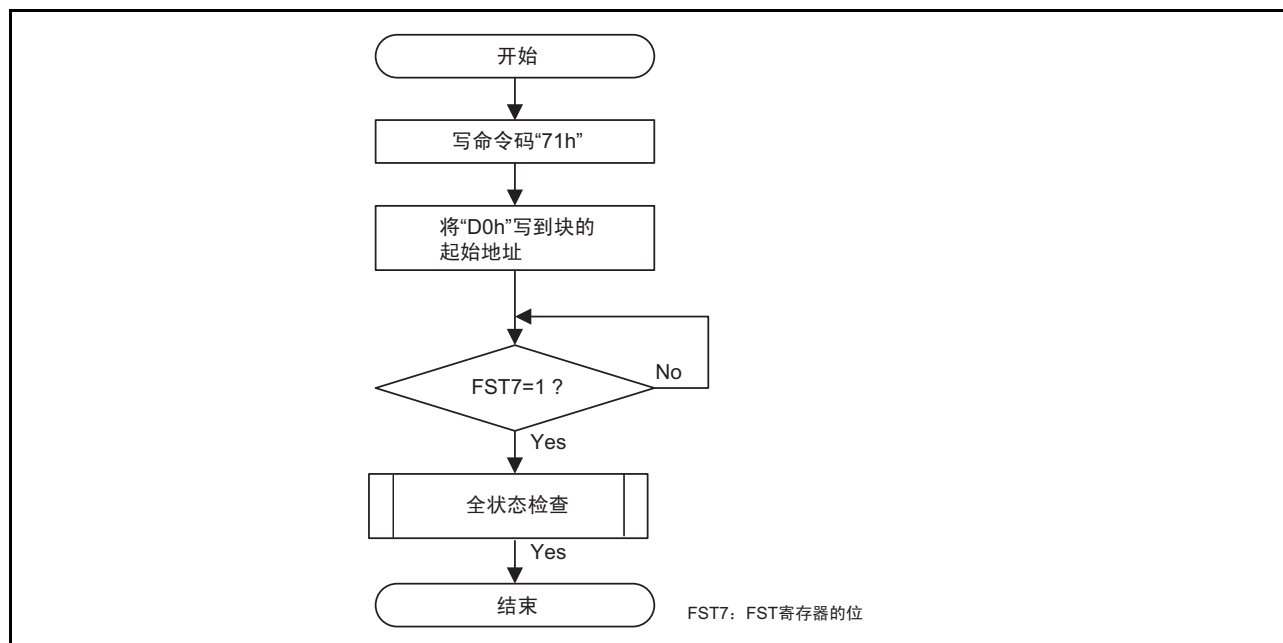


图 25.14 读锁定位状态的流程图

25.4.11.7 块空白检查

这是检查任意块内的全部地址是否为空白数据“FFh”的命令。

如果在第 1 总线周期写“25h”并且在第 2 总线周期将“D0h”写到块的任意地址，就开始对指定块进行空白检查。能通过FST寄存器的FST7位确认空白检查的结束。FST7位在空白检查期间为“0”，在结束后为“1”。

在空白检查结束后，能通过 FST 寄存器的 FST5 位得知空白检查的结果（参照“25.4.12 全状态检查”）。另外，该命令是用来检查想要检查的块是否被编程。在确认擦除正常结束时必须执行全状态检查。

不能在 FST6 位为“1”（正在擦除挂起）时执行块空白检查命令。

块空白检查的流程图如图 25.15 所示。

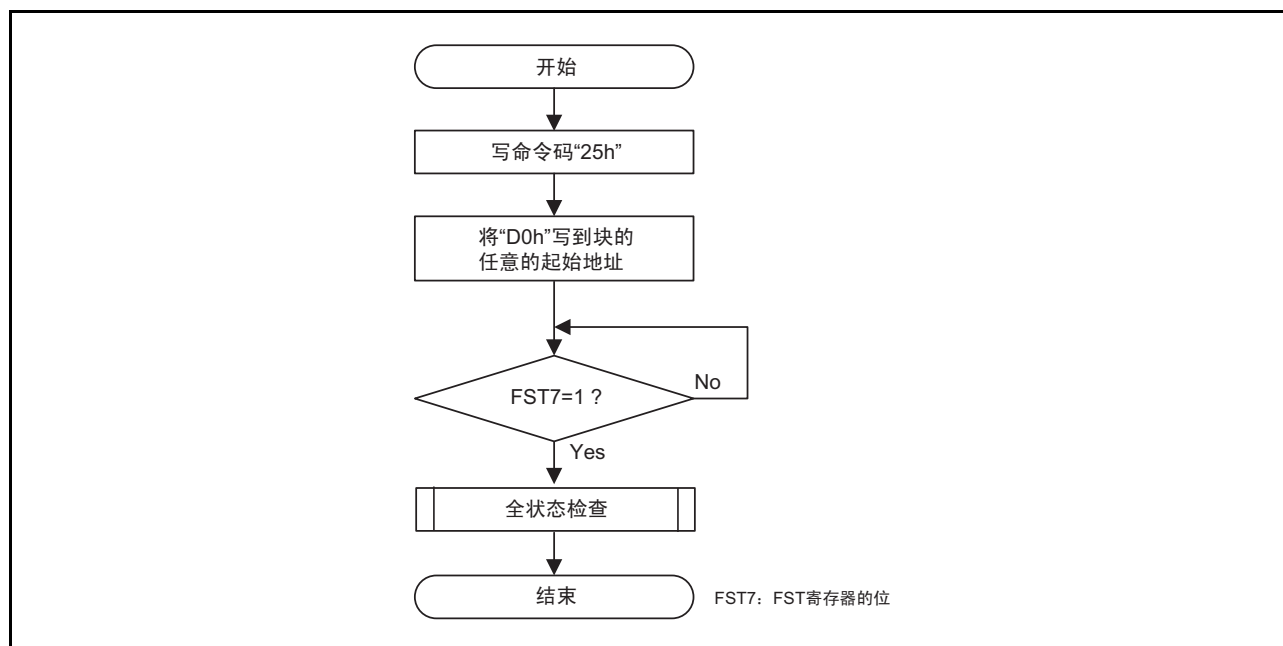


图 25.15 块空白检查的流程图

另外，本命令是面向编程器厂商的命令，不面向一般用户。

25.4.12 全状态检查

如果发生错误，FST 寄存器的 FST4 ~ FST5 位就变为“1”，表示各错误的发生。因此，能通过检查这些状态（全状态检查）确认执行结果。

错误和 FST 寄存器的状态如表 25.6 所示，全状态检查的流程图和发生各错误时的处理方法如图 25.16 所示。

表 25.6 错误和 FST 寄存器的状态

FST 寄存器的状态		错误	发生错误的条件
FST5	FST4		
1	1	命令顺序错误	- 没有正确地写命令。 - 在块擦除命令的第 2 总线周期写了无效数据（“D0h”或者“FFh”以外的值）（注 1）。 - 执行挂起状态中的擦除命令。 - 执行挂起状态中的块命令。
1	0	擦除错误	执行了块擦除命令而无法正确地进行自动擦除。
		空白检查错误	执行了块空白检查命令，读到空白数据“FFh”以外的数据。
0	1	编程错误	执行了编程命令而无法正确地进行自动编程。
		锁定位编程错误	执行锁定位编程命令，而锁定位不变为“0”（锁定状态）。

注 1. 如果在这些命令的第 2 总线周期写“FFh”，就进入读阵列模式，同时第 1 总线周期写的命令码无效。

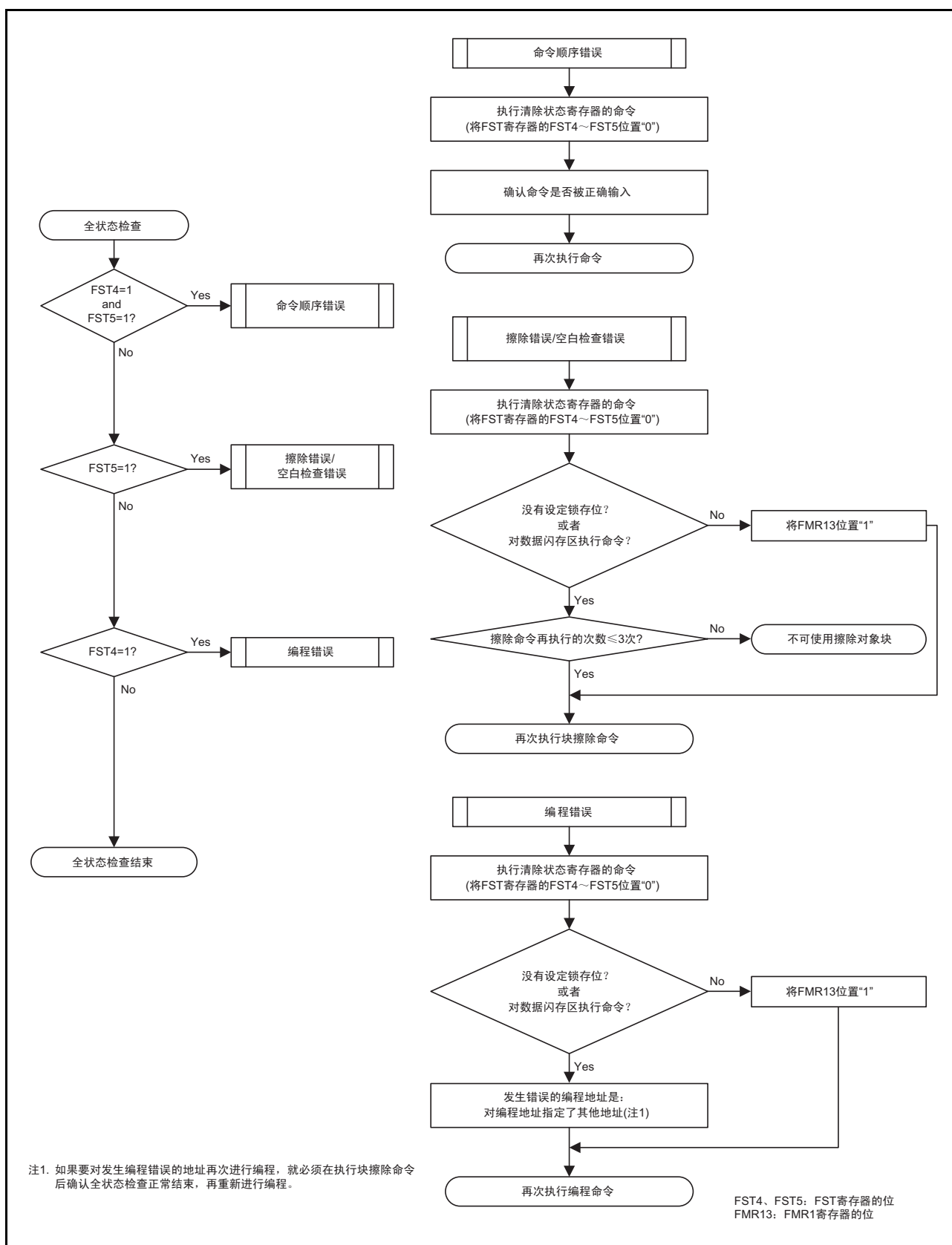


图 25.16 全状态检查的流程图和发生各错误时的处理方法

25.5 标准串行输入 / 输出模式

在标准串行输入 / 输出模式中，能使用与本单片机对应的串行编程器，在将单片机安装到电路板的状态下改写用户 ROM 区。

标准串行输入 / 输出模式有以下 3 种：

- 标准串行输入/输出模式1：使用时钟同步串行 I/O 连接串行编程器。
- 标准串行输入/输出模式2：使用异步串行 I/O 连接串行编程器。
- 标准串行输入/输出模式3：使用特殊的异步串行 I/O 连接串行编程器。

本单片机能使用标准串行输入 / 输出模式 2 和标准串行输入 / 输出模式 3。

有关和串行编程器的连接例子，请参照“附录 2. 串行编程器和 on-chip 调试仿真器的连接例子”；有关串行编程器，请向各厂商询问；有关串行编程器的操作方法，请参照串行编程器的用户使用手册。

闪存标准串行输入 / 输出模式 2 的引脚功能说明以及使用标准串行输入 / 输出模式 2 时的引脚处理例子分别如表 25.7 和图 25.17 所示，闪存标准串行输入 / 输出模式 3 的引脚功能说明以及使用标准串行输入 / 输出模式 3 时的引脚处理例子分别如表 25.8 和图 25.18 所示。

另外，在进行表 25.8 所示的引脚处理并使用编程器改写闪存后，如果要在单芯片模式中执行闪存内的程序，就必须在给 MODE 引脚输入“H”电平后进行硬件复位。

25.5.1 ID 码检查功能

这是判断串行编程器送来的 ID 码和闪存中的 ID 码是否相同的功能。

ID 码检查功能的详细内容请参照“12. ID 码区域”。

表 25.7 引脚的功能说明（闪存标准串行输入 / 输出模式 2）

引脚名	名称	输入 / 输出	功能
VCC、VSS	电源输入		必须给 V _{CC} 引脚输入编程 / 擦除的保证电压，给 V _{SS} 输入 0V。
RESET	复位输入	输入	复位输入引脚
P4_6/XIN	P4_6 输入 / 时钟输入	输入	必须在 XIN 引脚和 XOUT 引脚之间连接陶瓷谐振器或者晶体振荡器。
P4_7/XOUT	P4_7 输入 / 时钟输出	输入 / 输出	
P0_0 ~ P0_7	输入端口 P0	输入	必须输入“H”电平或者“L”电平，或者将这些引脚置为开路。
P1_0 ~ P1_3 P1_6、P1_7	输入端口 P1	输入	必须输入“H”电平或者“L”电平，或者将这些引脚置为开路。
P2_0 ~ P2_2	输入端口 P2	输入	必须输入“H”电平或者“L”电平，或者将这些引脚置为开路。
P3_1、P3_3 ~ P3_5、 P3_7	输入端口 P3	输入	必须输入“H”电平或者“L”电平，或者将这些引脚置为开路。
P4_2/VREF、P4_5	输入端口 P4	输入	必须输入“H”电平或者“L”电平，或者将这些引脚置为开路。
MODE	MODE	输入 / 输出	必须输入“L”电平。
P1_4	TXD 输出	输出	串行数据的输出引脚
P1_5	RXD 输入	输入	串行数据的输入引脚

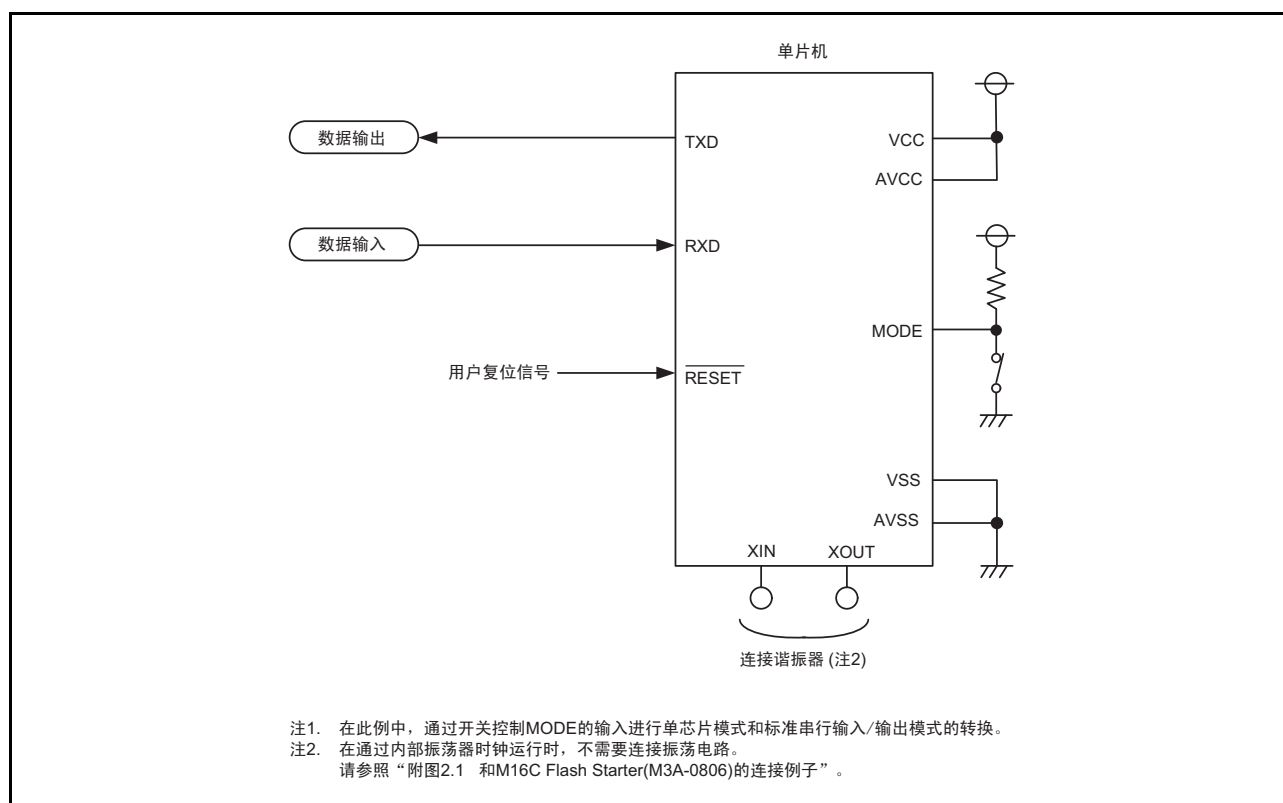


图 25.17 使用标准串行输入 / 输出模式 2 时的引脚处理例子

表 25.8 引脚的功能说明（闪存标准串行输入 / 输出模式 3）

引脚名	名称	输入 / 输出	功能
VCC、VSS	电源输入		必须给 VCC 引脚输入编程 / 擦除的保证电压，给 VSS 输入 0V。
RESET	复位输入	输入	复位输入引脚
P4_6/XIN	P4_6 输入 / 时钟输入	输入	在外接振荡器时，必须在 XIN 引脚和 XOUT 引脚之间连接陶瓷谐振器或者晶体振荡器。
P4_7/XOUT	P4_7 输入 / 时钟输出	输入 / 输出	在用作输入端口时，必须输入“H”电平或者“L”电平，或者将此引脚置为开路。
P0_0 ~ P0_7	输入端口 P0	输入	必须输入“H”电平或者“L”电平，或者将这些引脚置为开路。
P1_0 ~ P1_7	输入端口 P1	输入	必须输入“H”电平或者“L”电平，或者使这些引脚置为开路。
P2_0 ~ P2_2	输入端口 P2	输入	必须输入“H”电平或者“L”电平，或者将这些引脚置为开路。
P3_1、P3_3 ~ P3_5、P3_7	输入端口 P3	输入	必须输入“H”电平或者“L”电平，或者将这些引脚置为开路。
P4_2/VREF、P4_5	输入端口 P4	输入	必须输入“H”电平或者“L”电平，或者将这些引脚置为开路。
MODE	MODE	输入 / 输出	这是串行数据的输入 / 输出引脚，必须连接闪存编程器。

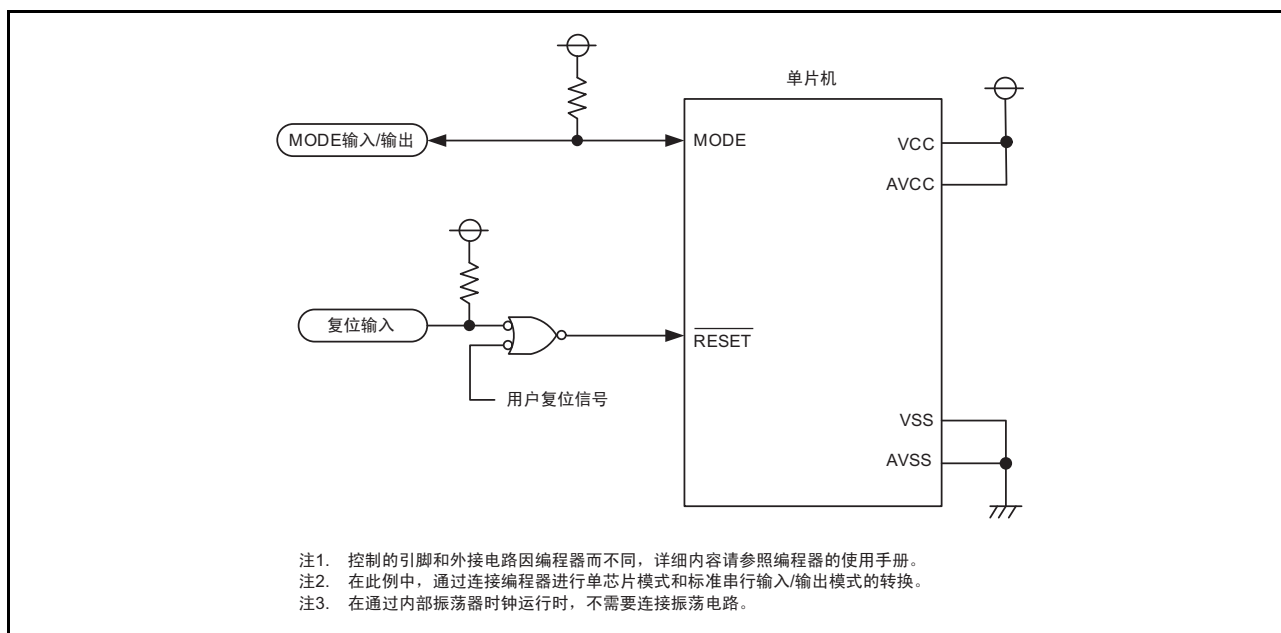


图 25.18 使用标准串行输入 / 输出模式 3 时的引脚处理例子

25.6 并行输入 / 输出模式

并行输入 / 输出模式是将操作内部闪存（读、编程、擦除等）所需的软件命令、地址、数据进行并行输入 / 输出的模式。

必须使用与本单片机对应的并行编程器。有关并行编程器，请向各厂商询问；有关并行编程器的操作方法，请参照并行编程器的用户使用手册。

在并行输入 / 输出模式中，能改写图 25.1 所示的用户 ROM 区。

25.6.1 ROM 码保护功能

ROM 码保护功能是禁止读和改写闪存的功能（参照“25.3.2 ROM 码保护功能”）。

25.7 使用闪存时的注意事项

25.7.1 CPU 改写模式

25.7.1.1 禁止使用的指令

在 EW0 模式中改写程序 ROM 区的过程中，因为以下指令要参照闪存内部的数据，所以不能使用。
UND 指令、INTO 指令、BRK 指令

25.7.1.2 中断

CPU 改写模式的中断如表 25.9 ～表 25.11 所示。

表 25.9 CPU 改写模式的中断 (1)

模式	擦除 / 编程的对象	状态	可屏蔽中断
EW0	数据闪存	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求，就进行中断处理。 当 FMR22 位为 “1” (允许中断请求引起的擦除挂起请求) 时，FMR21 位自动变为 “1” (请求擦除挂起)。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 如果在 FMR22 位为 “0” (禁止中断请求引起的擦除挂起请求) 时需要擦除挂起，就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中，能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR21 位置 “0” (重新开始擦除) 重新开始自动擦除。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)	在自动擦除或者自动编程的过程中进行中断处理。
		正在自动编程	
	程序 ROM	正在自动擦除 (挂起有效)	能通过将向量分配到 RAM 使用中断。
		正在自动擦除 (挂起无效)	
		正在自动编程	
EW1	数据闪存	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求，就进行中断处理。 当 FMR22 位为 “1” 时，FMR21 位自动变为 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 如果在 FMR22 位为 “0” 时需要擦除挂起，就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中，能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR21 位置 “0” 重新开始自动擦除。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)	在自动擦除或者自动编程的过程中进行中断处理。
		正在自动编程	
	程序 ROM	正在自动擦除 (挂起有效)	在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除并进行中断处理。在中断处理结束后，能通过将 FMR21 位置 “0” 重新开始自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中，能读写自动擦除执行块以外的块。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)	优先进行自动擦除或者自动编程，让中断请求等待。在自动擦除或者自动编程结束后进行中断处理。
		正在自动编程	

FMR21、FMR22: FMR2 寄存器的位

表 25.10 CPU 改写模式的中断 (2)

模式	擦除 / 编程的对象	状态	- 看门狗定时器 - 振荡停止检测 - 电压监视 2 - 电压监视 1 (注 1)	- 未定义指令 - INTO 指令 - BRK 指令 - 单步 - 地址匹配 - 地址断开 (注 1)
EW0	数据闪存	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求, 就进行中断处理。 当 FMR22 位为 “1” (允许中断请求引起的擦除挂起请求) 时, FMR21 位自动变为 “1” (请求擦除挂起)。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 如果在 FMR22 位为 “0” (禁止中断请求引起的擦除挂起) 时需要擦除挂起, 就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中, 能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR21 位置 “0” (重新开始擦除) 重新开始自动擦除。	如果接受中断请求, 就进行中断处理。 如果需要擦除挂起, 就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中, 能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR21 位置 “0” 重新开始自动擦除。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)	在自动擦除或者自动编程的过程中进行中断处理。	
		正在自动编程		
	程序 ROM	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求, 就立即强制停止自动擦除或者自动编程, 将闪存复位。在经过一定时间后, 重新启动闪存, 然后开始中断处理。 因为被强制停止, 有可能无法从正在自动擦除的块或者正在自动编程的地址读到正常值, 所以必须在重新启动闪存后再次执行自动擦除, 并确认正常结束。即使在执行命令的过程中, 看门狗定时器也不停止计数, 所以有可能发生中断请求。必须使用擦除挂起功能, 定期对看门狗定时器进行初始化。	不能在自动擦除或者自动编程的过程中使用。
		正在自动擦除 (挂起无效)		
		正在自动编程		

FMR21、FMR22: FMR2 寄存器的位

注 1. 因为固定向量被分配在块 0, 所以不能在自动擦除块 0 的过程中使用非屏蔽中断。

表 25.11 CPU 改写模式的中断 (3)

模式	擦除 / 编程的对象	状态	- 看门狗定时器 - 振荡停止检测 - 电压监视 2 - 电压监视 1 (注 1)	- 未定义指令 - INTO 指令 - BRK 指令 - 单步 - 地址匹配 - 地址断开 (注 1)
EW1	数据闪存	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求, 就进行中断处理。 当 FMR22 位为 “1” (允许中断请求引起的擦除挂起) 时, FMR21 位自动变为 “1” (擦除挂起)。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 如果在 FMR22 位为 “0” (禁止中断请求引起的擦除挂起) 时需要擦除挂起, 就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中, 能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR21 位置 “0” (开始擦除) 重新开始自动擦除。	如果接受中断请求, 就进行中断处理。 如果需要擦除挂起, 就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中, 能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR21 位置 “0” 重新开始自动擦除。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)	在自动擦除和自动编程的过程中进行中断处理。	
		正在自动编程		
	程序 ROM	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求, 就立即强制停止自动擦除或者自动编程, 将闪存复位。在经过一定时间后重新启动闪存, 然后开始中断处理。 因为被强制停止, 有可能无法从正在自动擦除的块或者正在自动编程的地址读到正常值, 所以必须在重新启动闪存后再次执行自动擦除, 并确认正常结束。即使在执行命令的过程中, 看门狗定时器也不停止计数, 所以有可能发生中断请求。必须使用擦除挂起功能, 定期对看门狗定时器进行初始化。	不能在自动擦除或者自动编程的过程中使用。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)		
		正在自动编程		

FMR21、FMR22: FMR2 寄存器的位

注 1. 因为固定向量被分配在块 0, 所以不能在自动擦除块 0 的过程中使用非屏蔽中断。

25.7.1.3 存取方法

在将以下的位置“1”时，必须给对象位写“0”后继续写“1”。不能在写“0”后到写“1”前发生中断和 DTC 启动。

- FMR0 寄存器的 FMR01 位和 FMR02 位
- FMR1 寄存器的 FMR13 位
- FMR2 寄存器的 FMR20 位、FMR22 位和 FMR27 位

在将以下的位置“0”时，必须给对象位写“1”后继续写“0”。不能在写“1”后到写“0”前发生中断和 DTC 启动。

- FMR1 寄存器的 FMR14 位、FMR15 位、FMR16 位和 FMR17 位

25.7.1.4 用户 ROM 区的改写

在使用 EW0 模式并且正在对保存改写控制程序的块进行改写时，如果电源电压降低，就无法正常对改写控制程序进行改写，以后有可能无法改写闪存。因此，必须使用标准串行输入 / 输出模式改写此块。

25.7.1.5 编程

不能对已编程的地址进行追加写。

25.7.1.6 向停止模式或者等待模式的转移

不能在擦除挂起过程中转移到停止模式或者等待模式。

当 FST 寄存器的 FST7 位为“0”（忙（正在编程 / 擦除））时，不能转移到停止模式或者等待模式。

在 FMR27 位为“1”（允许低消耗电流读模式）的状态下，不能向停止模式或者等待模式转移。

25.7.1.7 闪存的编程电压和擦除电压

必须在电源电压 $VCC=2.7 \sim 5.5V$ 的条件下进行编程和擦除，而不能在电源电压低于 2.7V 时进行。

25.7.1.8 块空白检查

不能在擦除挂起过程中执行块空白检查命令。

25.7.1.9 低消耗电流读模式

在低速内部振荡器模式中，如果将 FMR2 寄存器的 FMR27 位置“1”（允许低消耗电流读模式），就能降低读闪存时的消耗电流。

在将 CPU 时钟设定为低速内部振荡时钟的 4 分频、8 分频或者 16 分频中任意一个，能使用低消耗电流读模式。为 1 分频（无分频）、2 分频时，不能使用低消耗电流读模式。在设定 CPU 时钟的分频比后，必须将 FMR27 位置“1”。

降低功耗的方法请参照“26. 功耗的降低”。

只有在将 FMR27 位置“0”（禁止低消耗电流读模式）后，才能向等待模式或者停止模式转移。在 FMR27 位为“1”的状态下，不能向等待模式或者停止模式转移。

26. 功耗的降低

26.1 概要

本章说明降低功耗的要点和处理方法。

26.2 降低功耗的要点和处理方法

说明降低功耗的要点，请在系统设计和编程时参考。

26.2.1 电压检测电路

在不使用电压监视 1 时，必须将 VCA2 寄存器的 VCA26 位置 “0”（电压检测 1 电路无效）；在不使用电压监视 2 时，必须将 VCA2 寄存器的 VCA27 位置 “0”（电压检测 2 电路无效）。

在不使用上电复位和电压监视 0 复位时，必须将 VCA2 寄存器的 VCA25 位置 “0”（电压检测 0 电路无效）。

26.2.2 端口

即使转移到等待模式或者停止模式，也保持输入 / 输出端口的状态。有效状态的输出端口有电流流过，高阻抗状态的输入端口有穿透电流流过。必须先将不需要的端口设定为输入端口，使其固定为稳定的电位，然后转移到等待模式或者停止模式。

26.2.3 时钟

功耗与通常运行的时钟个数和频率有关。运行的时钟越少并且频率越低，功耗就越小，所以必须停止不需要的时钟。

停止低速内部振荡器的振荡： 将 CM1 寄存器的 CM14 位置 “1”（低速内部振荡器停止），将 OCD 寄存器的 OCD2 位置 “0”（选择 XIN 时钟）。

停止高速内部振荡器的振荡： 将 FRA0 寄存器的 FRA00 位置 “0”。

26.2.4 等待模式和停止模式

等待模式和停止模式能降低功耗，详细内容请参照 “9.6 功率控制”。

26.2.5 外围功能时钟的停止

在等待模式中，如果不需要外围功能时钟 f1、f2、f4、f8、f32，就必须将 CM0 寄存器 CM02 位置 “1”（在等待模式中，停止外围功能时钟），停止等待模式中的 f1、f2、f4、f8、f32。

26.2.6 定时器

在不使用定时器 RA 时，必须将 TRAMR 寄存器的 TCKCUT 位置 “1”（截止计数源）。

在不使用定时器 RB 时，必须将 TRBMR 寄存器的 TCKCUT 位置 “1”（截止计数源）。

在不使用定时器 RC 时，必须将 MSTCR 寄存器的 MSTTRC 位置 “1”（待机）。

26.2.7 A/D 转换器

在不使用 A/D 转换器时，如果将 ADCON1 寄存器的 ADSTBY 位置“0”（A/D 运行停止（待机）），模拟电路就没有电流流过，降低功耗。

26.2.8 内部电源的低功耗

在低速内部振荡器模式中，如果转移到等待模式，就能通过 VCA2 寄存器的 VCA20 位降低内部电源的功耗。通过 VCA20 位设定内部电源低功耗的操作步骤如图 26.1 所示。必须按照“图 26.1 通过 VCA20 位设定内部电源低功耗的操作步骤”，通过 VCA20 位允许内部电源的低功耗。

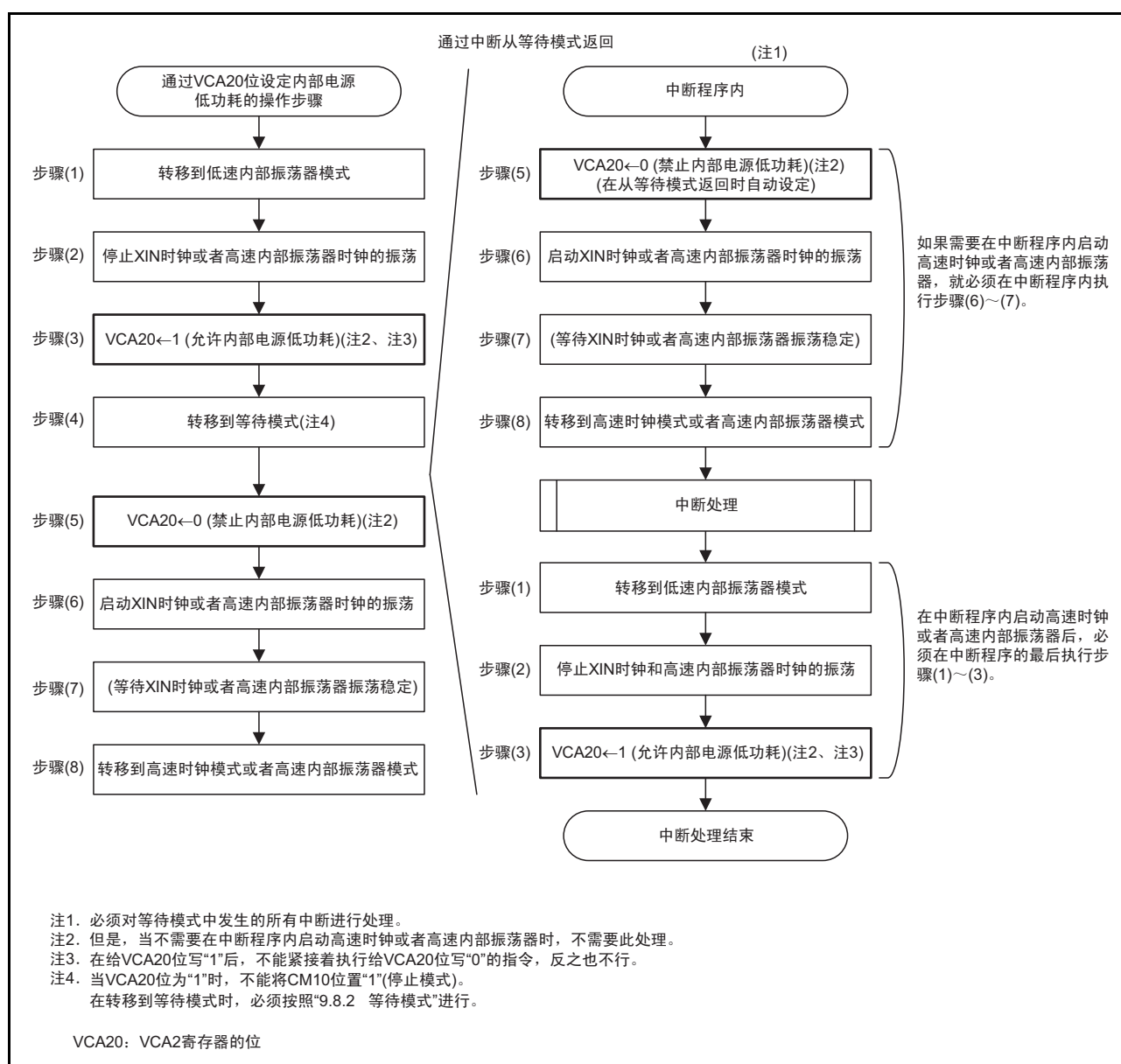


图 26.1 通过 VCA20 位设定内部电源低功耗的操作步骤

26.2.9 闪存的停止

在低速内部振荡器模式中，能通过 FMR0 寄存器的 FMSTP 位停止闪存的运行，进一步降低功耗。

如果将 FMSTP 位置“1”（闪存停止），就不能存取闪存。因此，必须通过传送到 RAM 中的程序写 FMSTP 位。

在 CPU 改写模式无效时，如果转移到停止模式或者等待模式，闪存的电源就自动切断，并且在返回时自动接通，所以不需要设定 FMR0 寄存器。

通过 FMSTP 位降低功耗的操作步骤例子如图 26.2 所示。

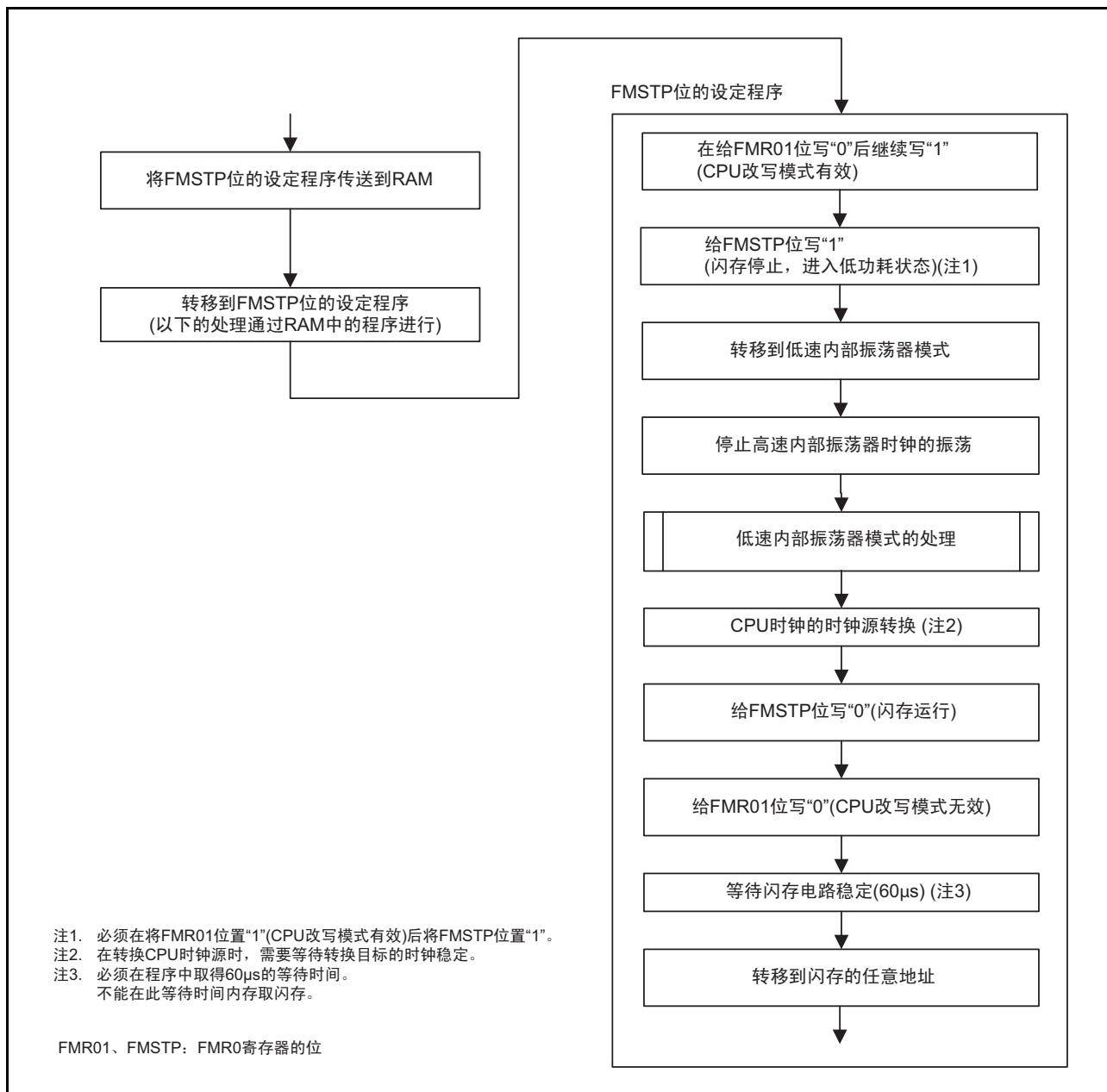


图 26.2 通过 FMSTP 位降低功耗的操作步骤例子

26.2.10 低消耗电流读模式

在低速内部振荡器模式中，如果将 FMR2 寄存器的 FMR27 位置“1”（允许低消耗电流读模式），就能降低读闪存时的消耗电流。

在将 CPU 时钟设定为低速内部振荡时钟的 4 分频、8 分频或者 16 分频中任意一个，能使用低消耗电流读模式。为 1 分频（无分频）、2 分频时，不能使用低消耗电流读模式。在设定 CPU 时钟的分频比后，必须将 FMR27 位置“1”。

只有在将 FMR27 位置“0”（禁止低消耗电流读模式）后，才能向等待模式或者停止模式转移。在 FMR27 位为“1”的状态下，不能向等待模式或者停止模式转移。

低消耗电流读模式的操作步骤例子如图 26.3 所示。

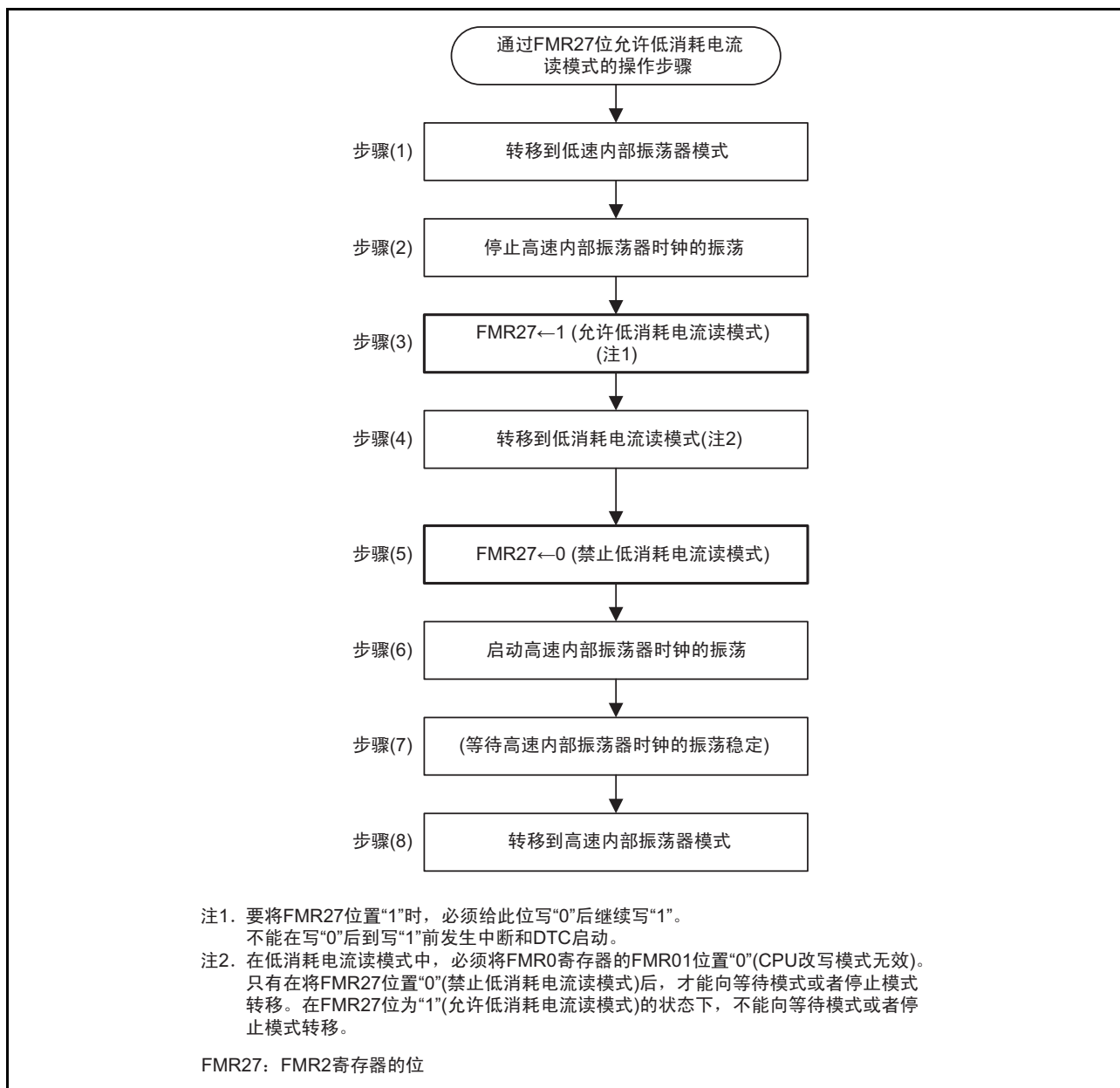


图 26.3 低消耗电流读模式的操作步骤例子

26.2.11 其他

必须将 MSTCR 寄存器的 MSTTRD 位置“1”。

能降低外围功能的功耗。

27. 电特性

表 27.1 绝对最大额定值

符号	项目	测量条件	额定值	单位
V_{CC}/AV_{CC}	电源电压		$-0.3 \sim 6.5$	V
V_I	输入电压		$-0.3 \sim V_{CC}+0.3$	V
V_O	输出电压		$-0.3 \sim V_{CC}+0.3$	V
P_d	功耗	$-20^{\circ}\text{C} \leq T_{opr} \leq 85^{\circ}\text{C}$	500	mW
T_{opr}	工作环境温度		$-20 \sim 85$ (N 版)	$^{\circ}\text{C}$
T_{stg}	保存温度		$-65 \sim 150$	$^{\circ}\text{C}$

表 27.2 推荐运行条件

符号	项目			测量条件	规格值			单位	
					最小	典型	最大		
V _{CC} /AV _{CC}	电源电压				1.8	—	5.5	V	
V _{SS} /AV _{SS}	电源电压				—	0	—	V	
V _{IH}	“H” 电平输入电压	CMOS 输入以外				0.8V _{CC}	—	V _{CC}	V
		CMOS 输入	输入电平转换功能 (I/O 端口)	输入电平选择: 0.35V _{CC}	4.0V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	0.5V _{CC}	—	V _{CC}	V
					2.7V ≤ V _{CC} < 4.0V	0.55V _{CC}	—	V _{CC}	V
					1.8V ≤ V _{CC} < 2.7V	0.65V _{CC}	—	V _{CC}	V
				输入电平选择: 0.5V _{CC}	4.0V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	0.65V _{CC}	—	V _{CC}	V
					2.7V ≤ V _{CC} < 4.0V	0.7V _{CC}	—	V _{CC}	V
					1.8V ≤ V _{CC} < 2.7V	0.8V _{CC}	—	V _{CC}	V
				输入电平选择: 0.7V _{CC}	4.0V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	0.85V _{CC}	—	V _{CC}	V
					2.7V ≤ V _{CC} < 4.0V	0.85V _{CC}	—	V _{CC}	V
					1.8V ≤ V _{CC} < 2.7V	0.85V _{CC}	—	V _{CC}	V
	外部时钟输入 (XOUT)				1.2	—	V _{CC}	V	
V _{IL}	“L” 电平输入电压	CMOS 输入以外				0	—	0.2V _{CC}	V
		CMOS 输入	输入电平转换功能 (I/O 端口)	输入电平选择: 0.35V _{CC}	4.0V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	0	—	0.2V _{CC}	V
					2.7V ≤ V _{CC} < 4.0V	0	—	0.2V _{CC}	V
					1.8V ≤ V _{CC} < 2.7V	0	—	0.2V _{CC}	V
				输入电平选择: 0.5V _{CC}	4.0V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	0	—	0.4V _{CC}	V
					2.7V ≤ V _{CC} < 4.0V	0	—	0.3V _{CC}	V
					1.8V ≤ V _{CC} < 2.7V	0	—	0.2V _{CC}	V
				输入电平选择: 0.7V _{CC}	4.0V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	0	—	0.55V _{CC}	V
					2.7V ≤ V _{CC} < 4.0V	0	—	0.45V _{CC}	V
					1.8V ≤ V _{CC} < 2.7V	0	—	0.35V _{CC}	V
	外部时钟输入 (XOUT)				0	—	0.4V _{CC}	V	
I _{OH(sum)}	“H” 电平总峰值输出电流	全部引脚的 I _{OH(peak)} 总和			—	—	−160	mA	
I _{OH(sum)}	“H” 电平总平均输出电流	全部引脚的 I _{OH(avg)} 总和			—	—	−80	mA	
I _{OH(peak)}	“H” 电平峰值输出电流	Low 驱动能力			—	—	−10	mA	
		High 驱动能力			—	—	−40	mA	
I _{OH(avg)}	“H” 电平平均输出电流	Low 驱动能力			—	—	−5	mA	
		High 驱动能力			—	—	−20	mA	
I _{OL(sum)}	“L” 电平总峰值输出电流	全部引脚的 I _{OL(peak)} 总和			—	—	160	mA	
I _{OL(sum)}	“L” 电平总平均输出电流	全部引脚的 I _{OL(avg)} 总和			—	—	80	mA	
I _{OL(peak)}	“L” 电平峰值输出电流	Low 驱动能力			—	—	10	mA	
		High 驱动能力			—	—	40	mA	
I _{OL(avg)}	“L” 电平平均输出电流	Low 驱动能力			—	—	5	mA	
		High 驱动能力			—	—	20	mA	
f _(XIN)	XIN 时钟输入的振荡频率			2.7V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	—	—	20	MHz	
				1.8V ≤ V _{CC} < 2.7V	—	—	5	MHz	
fOCO40M	定时器 RC 的计数源 (注 3)			2.7V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	32	—	40	MHz	
fOCO-F	fOCO-F 频率			2.7V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	—	—	20	MHz	
				1.8V ≤ V _{CC} < 2.7V	—	—	5	MHz	
—	系统时钟频率			2.7V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	—	—	20	MHz	
				1.8V ≤ V _{CC} < 2.7V	—	—	5	MHz	
f _(BCLK)	CPU 时钟频率			2.7V ≤ V _{CC} ≤ 5.5V	—	—	20	MHz	
				1.8V ≤ V _{CC} < 2.7V	—	—	5	MHz	

注 1. 在没有指定时, $V_{CC}=1.8V \sim 5.5V$, $T_{opr}=-20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版)。

注 2. 平均输出电流是 100ms 期间的平均值。

注 3. 在 $V_{CC}=2.7V \sim 5.5V$ 的范围内, fOCO40M 能用作定时器 RC 的计数源。

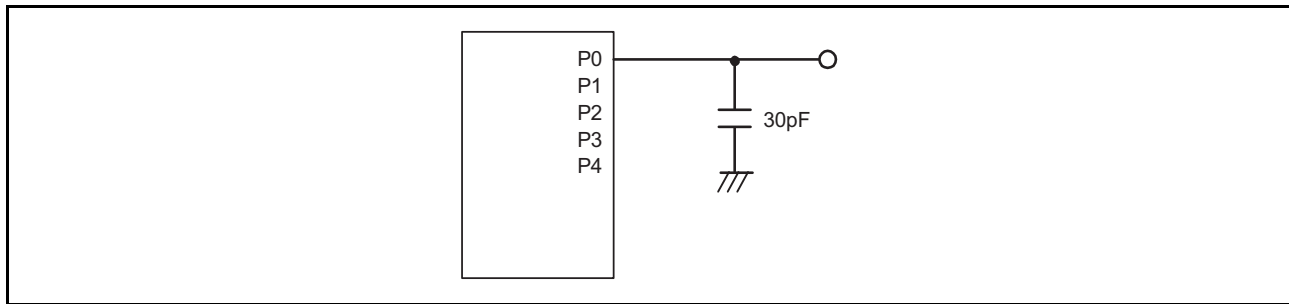


图 27.1 端口 P0 ~ P4 的时序测量电路

表 27.3 A/D 转换器特性

符号	项目		测量条件		规格值			单位
					最小	典型	最大	
—	分辨率		$V_{ref}=AV_{CC}$		—	—	10	Bit
—	绝对精度	10 位模式	$V_{ref}=AV_{CC}=5.0V$	AN0 ~ AN7 输入 AN8 ~ AN11 输入	—	—	±3	LSB
			$V_{ref}=AV_{CC}=3.3V$	AN0 ~ AN7 输入 AN8 ~ AN11 输入	—	—	±5	LSB
			$V_{ref}=AV_{CC}=3.0V$	AN0 ~ AN7 输入 AN8 ~ AN11 输入	—	—	±5	LSB
			$V_{ref}=AV_{CC}=2.2V$	AN0 ~ AN7 输入 AN8 ~ AN11 输入	—	—	±5	LSB
		8 位模式	$V_{ref}=AV_{CC}=5.0V$	AN0 ~ AN7 输入 AN8 ~ AN11 输入	—	—	±2	LSB
			$V_{ref}=AV_{CC}=3.3V$	AN0 ~ AN7 输入 AN8 ~ AN11 输入	—	—	±2	LSB
			$V_{ref}=AV_{CC}=3.0V$	AN0 ~ AN7 输入 AN8 ~ AN11 输入	—	—	±2	LSB
			$V_{ref}=AV_{CC}=2.2V$	AN0 ~ AN7 输入 AN8 ~ AN11 输入	—	—	±2	LSB
φAD	A/D 转换时钟		$4.0V \leq V_{ref}=AV_{CC} \leq 5.5V$ （注 2）		2	—	20	MHz
			$3.2V \leq V_{ref}=AV_{CC} \leq 5.5V$ （注 2）		2	—	16	MHz
			$2.7V \leq V_{ref}=AV_{CC} \leq 5.5V$ （注 2）		2	—	10	MHz
			$2.2V \leq V_{ref}=AV_{CC} \leq 5.5V$ （注 2）		2	—	5	MHz
—	容许信号源阻抗					3		kΩ
t _{CONV}	转换时钟	10 位模式	$V_{ref}=AV_{CC}=5.0V$ 、φAD=20MHz		2.2	—	—	μs
		8 位模式	$V_{ref}=AV_{CC}=5.0V$ 、φAD=20MHz		2.2	—	—	μs
t _{SAMP}	采样时间		φAD=20MHz		0.8	—	—	μs
I _{vref}	V _{ref} 电流		V _{CC} =5V、XIN=f1=φAD=20MHz		—	45	—	μA
V _{ref}	基准电压				2.2	—	AV _{CC}	V
V _{IA}	模拟输入电压（注 3）				0	—	V _{ref}	V
OCVREF	芯片内部基准电压		2MHz ≤ φAD ≤ 4MHz		1.19	1.34	1.49	V

注 1. 在没有指定时, $V_{CC}/AV_{CC}=V_{ref}=2.2V \sim 5.5V$, $V_{SS}=0V$, $T_{opr}=-20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版)。

注 2. 在等待模式中、停止模式中、闪存停止状态中以及低功耗电流读取模式中, A/D 转换结果为不定值。(不能在这些状态中进行 A/D 转换处理, 也不能在 A/D 转换过程中向这些状态转移。)

注 3. 当模拟输入电压超过基准电压时, A/D 转换结果在 10 位模式中为 “3FFh”, 在 8 位模式中为 “FFh”。

表 27.4 闪存（程序 ROM）的电特性

符号	项目	测量条件	规格值			单位
			最小	典型	最大	
—	编程 / 擦除次数（注 2）		1000（注 3）	—	—	次
—	字节编程时间		—	80	500	μs
—	块擦除时间		—	0.3	—	s
$t_{d(SR-SUS)}$	挂起的转移时间		—	—	5+CPU 时钟 ×3 个周期	ms
—	从开始或者重新开始擦除到下次挂起请求的间隔		0	—	—	μs
—	从挂起到重新开始擦除的时间		—	—	30+CPU 时钟 ×1 个周期	μs
$t_{d(CMDRST-READY)}$	从执行命令强制停止到能读的时间		—	—	30+CPU 时钟 ×1 个周期	μs
—	编程 / 擦除电压		2.7	—	5.5	V
—	读电压		1.8	—	5.5	V
—	编程和擦除时的温度		0	—	60	°C
—	数据保持时间（注 7）	环境温度 =55°C	20	—	—	年

注 1. 在没有指定时， $V_{CC}=2.7V \sim 5.5V$ ， $T_{opr}=0^{\circ}C \sim 60^{\circ}C$ 。

注 2. 编程 / 擦除次数的定义

编程 / 擦除次数是指每块的擦除次数。

如果编程 / 擦除次数为 n （ $n=1000$ ），就能逐块擦除 n 次。

例如，对于 1K 的块 A，如果将 1 字节的数据分 1024 次写到不同的地址后擦除该块，编程 / 擦除次数就计为 1。但是，对于 1 次的擦除，不能对相同地址进行多次编程（禁止重写）。

注 3. 这是保证编程 / 擦除后全部电特性的次数（保证范围是 1 ~ “最小”值）。

注 4. 在进行多次改写的系统中，减少实际改写次数的方法是：必须按顺序移动编程地址等，尽量不留空白区，在编程（写）后进行 1 次擦除。例如，在对一组 16 字节进行编程时，能通过在最多 128 组的编程后进行 1 次擦除，减少实际的改写次数。建议按块保存块擦除次数等信息，设定限制次数。

注 5. 如果在块擦除中发生擦除错误，就必须至少执行 3 次清除状态寄存器命令 → 块擦除命令，直到不发生擦除错误为止。

注 6. 有关故障率，请向瑞萨电子销售部门及特约经销商询问。

注 7. 包括没有外加电源电压或者时钟的时间。

表 27.5 闪存（数据闪存块 A ~ 块 D）的电特性

符号	项目	测量条件	规格值			单位
			最小	典型	最大	
—	编程 / 擦除次数（注 2）		10000（注 3）	—	—	次
—	字节编程时间 （编程 / 擦除次数 ≤ 1000 次）		—	160	1500	μs
—	字节编程时间 （编程 / 擦除次数 > 1000 次）		—	300	1500	μs
—	块擦除时间 （编程 / 擦除次数 ≤ 1000 次）		—	0.2	1	s
—	块擦除时间 （编程 / 擦除次数 > 1000 次）		—	0.3	1	s
$t_{d(SR-SUS)}$	挂起的转移时间		—	—	5+CPU 时钟 ×3 个周期	ms
—	从开始或者重新开始擦除到下次挂起请求的间隔		0	—	—	μs
—	从挂起到重新开始擦除的时间		—	—	30+CPU 时钟 ×1 个周期	μs
$t_{d(CMDRST-READY)}$	从执行命令强制停止到能读的时间		—	—	30+CPU 时钟 ×1 个周期	μs
—	编程 / 擦除电压		2.7	—	5.5	V
—	读电压		1.8	—	5.5	V
—	编程和擦除时的温度		-20	—	85	°C
—	数据保持时间（注 7）	环境温度 = 55°C	20	—	—	年

注 1. 在没有指定时， $V_{CC}=2.7V \sim 5.5V$ ， $T_{opr}=-20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ （N 版）。

注 2. 编程 / 擦除次数的定义

在编程 / 擦除次数是指每块的擦除次数。

如果编程 / 擦除次数为 n （ $n=10000$ ），就能逐块擦除 n 次。

例如，对于 1K 的块 A，如果将 1 字节的数据分 1024 次写到不同的地址后擦除该块，编程 / 擦除次数就计为 1。但是，对于 1 次的擦除，不能对相同地址进行多次编程（禁止重写）。

注 3. 这是保证编程 / 擦除后全部电特性的次数（保证范围是 1 ~ “最小”值）。

注 4. 在进行多次改写的系统中，减少实际改写次数的方法是：必须按顺序移动编程地址等，尽量不留空白区，在编程（写）后进行 1 次擦除。例如，在对一组 16 字节进行编程时，能通过在最多 128 组的编程后进行 1 次擦除，减少实际的改写次数。另外，如果使块 A ~ 块 D 的擦除次数均等，就能更加有效地减少实际的改写次数。建议按块保存擦除次数等信息，设定限制次数。

注 5. 如果在块擦除中发生擦除错误，就必须至少执行 3 次清除状态寄存器命令 → 块擦除命令，直到不发生擦除错误为止。

注 6. 有关故障率，请向瑞萨电子销售部门及特约经销商询问。

注 7. 包括没有外加电源电压或者时钟的时间。

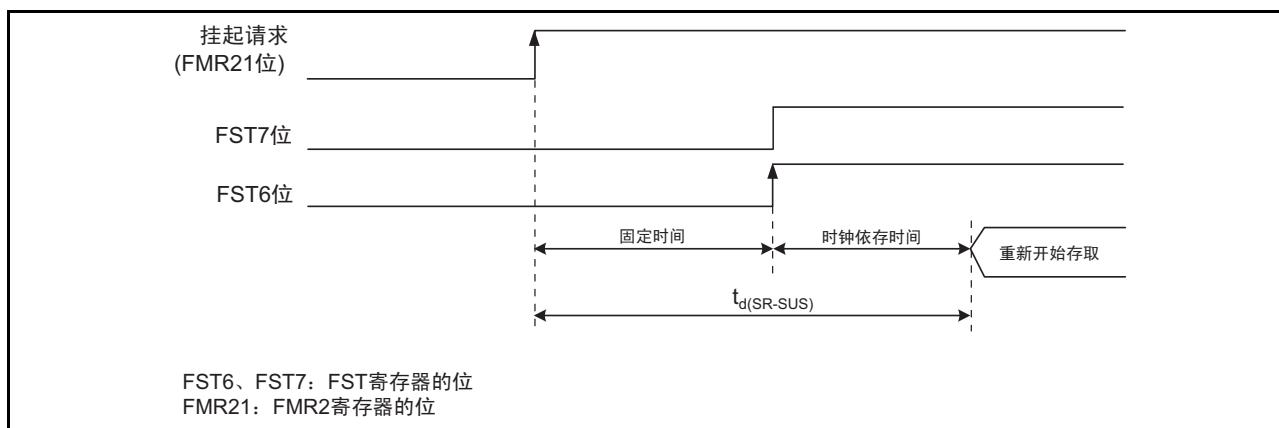


图 27.2 挂起的转移时间

表 27.6 电压检测 0 电路的电特性

符号	项目	测量条件	规格值			单位
			最小	典型	最大	
V_{det0}	电压检测电平 V_{det0_0} (注 2)		1.80	1.90	2.05	V
	电压检测电平 V_{det0_1} (注 2)		2.15	2.35	2.50	V
	电压检测电平 V_{det0_2} (注 2)		2.70	2.85	3.05	V
	电压检测电平 V_{det0_3} (注 2)		3.55	3.80	4.05	V
—	电压检测 0 电路的反应时间 (注 4)	$V_{CC}=5V$ 下降到 $(V_{det0_0}-0.1)V$ 时	—	6	150	μs
—	电压检测电路的自消耗电流	$V_{CA25}=1$, $V_{CC}=5.0V$	—	1.5	—	μA
$t_{d(E-A)}$	电压检测电路工作开始为止的等待时间 (注 3)		—	—	100	μs

注 1. 测量条件为 $V_{CC}=1.8V \sim 5.5V$, $T_{opr}=-20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版)。

注 2. 必须通过 OFS 寄存器的 $VDSEL0 \sim VDSEL1$ 位选择电压检测电平。

注 3. 这是将 VCA2 寄存器的 VCA25 位置 “0” 后再次置 “1” 时到电压检测电路开始工作为止所需的时间。

注 4. 这是从经过 V_{det0} 开始到发生电压监视 0 复位为止的时间。

表 27.7 电压检测 1 电路的电特性

符号	项目	测量条件	规格值			单位
			最小	典型	最大	
V _{det1}	电压检测电平 Vdet1_0 (注 2)	V _{CC} 下降时	2.00	2.20	2.40	V
	电压检测电平 Vdet1_1 (注 2)	V _{CC} 下降时	2.15	2.35	2.55	V
	电压检测电平 Vdet1_2 (注 2)	V _{CC} 下降时	2.30	2.50	2.70	V
	电压检测电平 Vdet1_3 (注 2)	V _{CC} 下降时	2.45	2.65	2.85	V
	电压检测电平 Vdet1_4 (注 2)	V _{CC} 下降时	2.60	2.80	3.00	V
	电压检测电平 Vdet1_5 (注 2)	V _{CC} 下降时	2.75	2.95	3.15	V
	电压检测电平 Vdet1_6 (注 2)	V _{CC} 下降时	2.85	3.10	3.40	V
	电压检测电平 Vdet1_7 (注 2)	V _{CC} 下降时	3.00	3.25	3.55	V
	电压检测电平 Vdet1_8 (注 2)	V _{CC} 下降时	3.15	3.40	3.70	V
	电压检测电平 Vdet1_9 (注 2)	V _{CC} 下降时	3.30	3.55	3.85	V
	电压检测电平 Vdet1_A (注 2)	V _{CC} 下降时	3.45	3.70	4.00	V
	电压检测电平 Vdet1_B (注 2)	V _{CC} 下降时	3.60	3.85	4.15	V
	电压检测电平 Vdet1_C (注 2)	V _{CC} 下降时	3.75	4.00	4.30	V
	电压检测电平 Vdet1_D (注 2)	V _{CC} 下降时	3.90	4.15	4.45	V
	电压检测电平 Vdet1_E (注 2)	V _{CC} 下降时	4.05	4.30	4.60	V
	电压检测电平 Vdet1_F (注 2)	V _{CC} 下降时	4.20	4.45	4.75	V
—	电压检测 1 电路的 V _{CC} 上升时的 滞后宽度	选择 Vdet1_0 ~ Vdet1_5 时	—	0.07	—	V
		选择 Vdet1_6 ~ Vdet1_F 时	—	0.10	—	V
—	电压检测 1 电路的反应时间 (注 3)	V _{CC} =5V 下降到 (Vdet1_0-0.1)V 时	—	60	150	μs
—	电压检测电路的自消耗电流	VCA26=1、V _{CC} =5.0V	—	1.7	—	μA
t _{d(E-A)}	电压检测电路工作开始为止的等待 时间 (注 4)		—	—	100	μs

注 1. 测量条件为 V_{CC}=1.8V ~ 5.5V, T_{opr}=-20°C ~ 85°C (N 版)。

注 2. 必须通过 VD1LS 寄存器的 VD1S0 ~ VD1S3 位选择电压检测电平。

注 3. 这是从经过 V_{det1} 开始到发生电压监视 1 中断请求为止的时间。

注 4. 这是将 VCA2 寄存器的 VCA26 位置 “0” 后再次置 “1” 时到电压检测电路开始工作为止所需的时间。

表 27.8 电压检测 2 电路的电特性

符号	项目	测量条件	规格值			单位
			最小	典型	最大	
V_{det2}	电压检测电平 V_{det2_0}	V_{CC} 下降时	3.70	4.00	4.30	V
—	电压检测 2 电路的 V_{CC} 上升时的滞后宽度		—	0.10	—	V
—	电压检测 2 电路的反应时间 (注 2)	$V_{CC}=5V$ 下降到 $(V_{det2_0}-0.1)V$ 时	—	20	150	μs
—	电压检测电路的自消耗电流	$V_{CA27}=1$ 、 $V_{CC}=5.0V$	—	1.7	—	μA
$t_{d(E-A)}$	电压检测电路工作开始为止的等待时间 (注 3)		—	—	100	μs

注 1. 测量条件为 $V_{CC}=1.8V \sim 5.5V$, $T_{opr}=-20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版)。

注 2. 这是从经过 V_{det2} 开始到发生电压监视 2 中断请求为止的时间。

注 3. 这是将 V_{CA27} 寄存器的 V_{CA27} 位置 “0” 后再次置 “1” 时到电压检测电路开始工作为止所需的时间。

表 27.9 上电复位电路 (注 2)

符号	项目	测量条件	规格值			单位
			最小	典型	最大	
t_{rth}	外部电源 V_{CC} 的上升斜率	(注 1)	0	—	50000	mV/msec

注 1. 在没有指定时, 测量条件为 $T_{opr}=-20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版)。

注 2. 在使用上电复位时, 必须将 OFS 寄存器的 $LVDAS$ 位置 “0”, 使电压监视 0 复位有效。

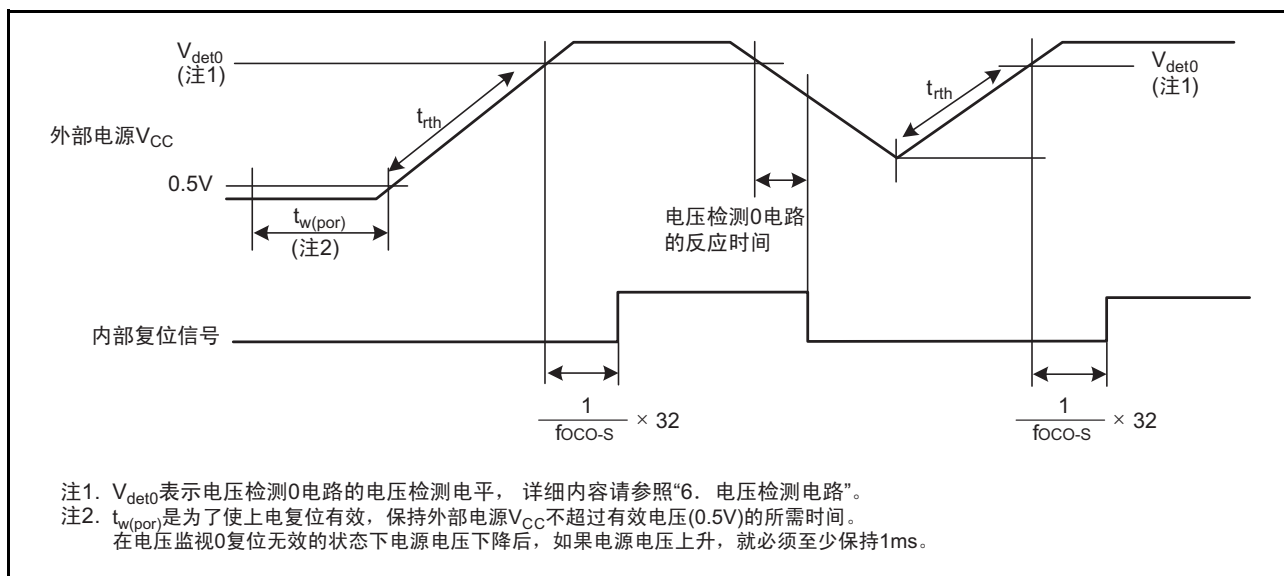


图 27.3 上电复位电路的电特性

表 27.10 高速内部振荡器振荡电路的电特性

符号	项目	测量条件	规格值			单位
			最小	典型	最大	
—	复位解除时的高速内部振荡器振荡频率	$V_{CC}=1.8V \sim 5.5V$ $-20^{\circ}C \leq T_{opr} \leq 85^{\circ}C$	38.4	40	41.6	MHz
	将 FRA4 寄存器和 FRA5 寄存器的校正值分别写到 FRA1 寄存器和 FRA3 寄存器时的高速内部振荡器振荡频率（注 2）	$V_{CC}=1.8V \sim 5.5V$ $-20^{\circ}C \leq T_{opr} \leq 85^{\circ}C$	35.389	36.864	38.338	MHz
	将 FRA6 寄存器和 FRA7 寄存器的校正值分别写到 FRA1 寄存器和 FRA3 寄存器时的高速内部振荡器振荡频率	$V_{CC}=1.8V \sim 5.5V$ $-20^{\circ}C \leq T_{opr} \leq 85^{\circ}C$	30.72	32	33.28	MHz
—	振荡稳定时间	$V_{CC}=5.0V$ 、 $T_{opr}=25^{\circ}C$	—	0.5	3	ms
—	振荡时的自消耗电流	$V_{CC}=5.0V$ 、 $T_{opr}=25^{\circ}C$	—	400	—	μA

注 1. 在没有指定时, $V_{CC}=1.8V \sim 5.5V$, $T_{opr}=-20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版)。

注 2. 在 UART 模式中使用串行接口时, 能将 9600bps 和 38400bps 等位速率的设定误差控制在 0%。

表 27.11 低速内部振荡器振荡电路的电特性

符号	项目	测量条件	规格值			单位
			最小	典型	最大	
fOCO-S	低速内部振荡器振荡频率		60	125	250	kHz
—	振荡稳定时间	$V_{CC}=5.0V$ 、 $T_{opr}=25^{\circ}C$	—	30	100	μs
—	振荡时的自消耗电流	$V_{CC}=5.0V$ 、 $T_{opr}=25^{\circ}C$	—	2	—	μA

注 1. 在没有指定时, $V_{CC}=1.8V \sim 5.5V$, $T_{opr}=-20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版)。

表 27.12 电源电路的时序特性

符号	项目	测量条件	规格值			单位
			最小	典型	最大	
$t_{d(P-R)}$	接通电源时的内部电源稳定时间（注 2）		—	—	2000	μs

注 1. 测量条件为 $V_{CC}=1.8V \sim 5.5V$, $T_{opr}=25^{\circ}C$ 。

注 2. 这是接通电源时到内部电源发生电路稳定为止的等待时间。

表 27.13 电特性 (1) [$4.2\text{V} \leq V_{\text{CC}} \leq 5.5\text{V}$]

符号	项目		测量条件		规格值			单位
					最小	典型	最大	
V_{OH}	“H” 电平输出电压	XOUT 以外	High 驱动能力 $V_{\text{CC}}=5\text{V}$	$I_{\text{OH}}=-20\text{mA}$	$V_{\text{CC}}-20$	—	V_{CC}	V
			Low 驱动能力 $V_{\text{CC}}=5\text{V}$	$I_{\text{OH}}=-5\text{mA}$	$V_{\text{CC}}-20$	—	V_{CC}	V
		XOUT	$V_{\text{CC}}=5\text{V}$	$I_{\text{OH}}=-200\mu\text{A}$	10	—	V_{CC}	V
V_{OL}	“L” 电平输出电压	XOUT 以外	High 驱动能力 $V_{\text{CC}}=5\text{V}$	$I_{\text{OL}}=20\text{mA}$	—	—	2.0	V
			Low 驱动能力 $V_{\text{CC}}=5\text{V}$	$I_{\text{OL}}=5\text{mA}$	—	—	2.0	V
		XOUT	$V_{\text{CC}}=5\text{V}$	$I_{\text{OL}}=200\mu\text{A}$	—	—	0.5	V
$V_{\text{T+}}-V_{\text{T-}}$	滞后	$\overline{\text{IINT0}}$ 、 $\overline{\text{INT1}}$ 、 $\overline{\text{INT2}}$ 、 $\overline{\text{INT3}}$ 、 $\overline{\text{KI0}}$ 、 $\overline{\text{KI1}}$ 、 $\overline{\text{KI2}}$ 、 $\overline{\text{KI3}}$ 、 $\overline{\text{TRAIO}}$ 、 $\overline{\text{TRBO}}$ 、 $\overline{\text{TRCIOA}}$ 、 $\overline{\text{TRCIOB}}$ 、 $\overline{\text{TRCIOC}}$ 、 $\overline{\text{TRCIOD}}$ 、 $\overline{\text{TRCTRG}}$ 、 $\overline{\text{TRCCLK}}$ 、 $\overline{\text{ADTRG}}$ 、 $\overline{\text{RXD0}}$ 、 $\overline{\text{RXD2}}$ 、 $\overline{\text{CLK0}}$ 、 $\overline{\text{CLK2}}$ 、 $\overline{\text{SCL2}}$ 、 $\overline{\text{SDA2}}$			0.1	1.2	—	V
		$\overline{\text{RESET}}$			0.1	1.2	—	V
I_{IH}	“H” 电平输入电流		$V_{\text{I}}=5\text{V}$ 、 $V_{\text{CC}}=5.0\text{V}$		—	—	5.0	μA
I_{IL}	“L” 电平输入电流		$V_{\text{I}}=0\text{V}$ 、 $V_{\text{CC}}=5.0\text{V}$		—	—	-5.0	μA
R_{PULLUP}	上拉电阻		$V_{\text{I}}=0\text{V}$ 、 $V_{\text{CC}}=5.0\text{V}$		25	50	100	$\text{k}\Omega$
R_{fXIN}	反馈电阻	XIN			—	0.3	—	$\text{M}\Omega$
V_{RAM}	RAM 保持电压		停止模式		1.8	—	—	V

注 1. 在没有指定时, $4.2\text{V} \leq V_{\text{CC}} \leq 5.5\text{V}$, $T_{\text{opr}}=-20^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ (N 版), $f(\text{XIN})=20\text{MHz}$ 。

表 27.14 电特性 (2) [$3.3V \leq V_{CC} \leq 5.5V$]
(在没有指定时, $T_{opr} = -20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版))

符号	项目	测量条件		规格值			单位
				最小	典型	最大	
I_{CC}	电源电流 ($V_{CC}=3.3V \sim 5.5V$) 在单芯片模式中, 输出引脚开路, 其他引脚为 V_{SS} 。	高速时钟模式	XIN=20MHz (方波) 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 =125kHz 无分频	—	6.5	15	mA
			XIN=16MHz (方波) 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 =125kHz 无分频	—	5.3	12.5	mA
			XIN=10MHz (方波) 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 =125kHz 无分频	—	3.6	—	mA
			XIN=20MHz (方波) 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 =125kHz 8 分频	—	3	—	mA
			XIN=16MHz (方波) 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 =125kHz 8 分频	—	2.2	—	mA
			XIN=10MHz (方波) 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 =125kHz 8 分频	—	1.5	—	mA
		高速内部振荡器模式	XIN 时钟停止 高速内部振荡器振荡 fOCO-F=20MHz 低速内部振荡器振荡 =125kHz 无分频	—	7	15	mA
			XIN 时钟停止 高速内部振荡器振荡 fOCO-F=20MHz 低速内部振荡器振荡 =125kHz 8 分频	—	3	—	mA
			XIN 时钟停止 高速内部振荡器振荡 fOCO-F=4MHz 低速内部振荡器振荡 =125kHz 16 分频 MSTTRD=MSTTRC=1	—	1	—	mA
		低速内部振荡器模式	XIN 时钟停止 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 =125kHz 8 分频 FMR27=1, VCA20=0	—	90	400	μA

符号	项目	测量条件		规格值			单位
				最小	典型	最大	
I _{CC}	电源电流 (V _{CC} =3.3V ~ 5.5V) 在单芯片模式中, 输出引脚开路, 其他引脚为 V _{SS} 。	等待模式	XIN 时钟停止 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 =125kHz 正在执行 WAIT 指令 外围时钟运行 VCA27=VCA26=VCA25=0 VCA20=1	—	15	100	μA
			XIN 时钟停止 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 =125kHz 正在执行 WAIT 指令 外围时钟停止 VCA27=VCA26=VCA25=0 VCA20=1	—	4	90	μA
			XIN 时钟停止 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器停止振荡 XCIN 时钟振荡 =32kHz (外围时钟停止) 正在执行 WAIT 指令 VCA27=VCA26=VCA25=0 VCA20=1	—	3.5	—	μA
		停止模式	XIN 时钟停止, Topr=25°C 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器停止振荡 CM10=1 外围时钟停止 VCA27=VCA26=VCA25=0	—	2	5.0	μA
			XIN 时钟停止, Topr=85°C 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器停止振荡 CM10=1 外围时钟停止 VCA27=VCA26=VCA25=0	—	5	—	μA

时序必要条件（在没有指定时， $V_{CC}=5V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $T_{opr}=25^{\circ}C$ ）

表 27.15 外部时钟输入（XOUT）

符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{c(XOUT)}$	XOUT 输入的周期时间	50	—	ns
$t_{WH(XOUT)}$	XOUT 输入的“H”电平脉宽	24	—	ns
$t_{WL(XOUT)}$	XOUT 输入的“L”电平脉宽	24	—	ns

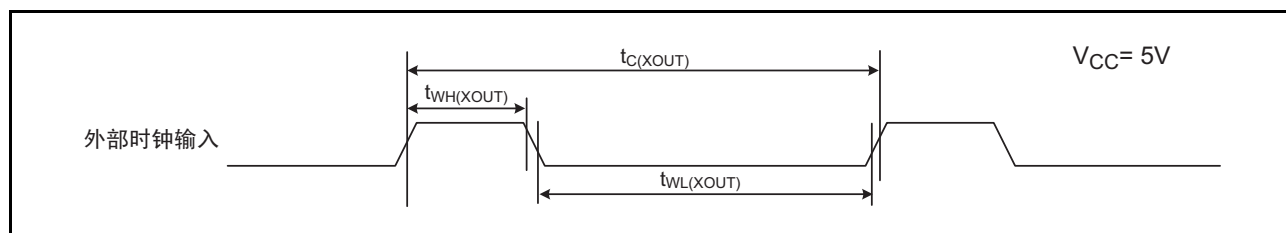


图 27.4 $V_{CC}=5V$ 时的外部时钟输入时序

表 27.16 TRAIO 输入

符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{c(TRAIO)}$	TRAIO 输入的周期时间	100	—	ns
$t_{WH(TRAIO)}$	TRAIO 输入的“H”电平脉宽	40	—	ns
$t_{WL(TRAIO)}$	TRAIO 输入的“L”电平脉宽	40	—	ns

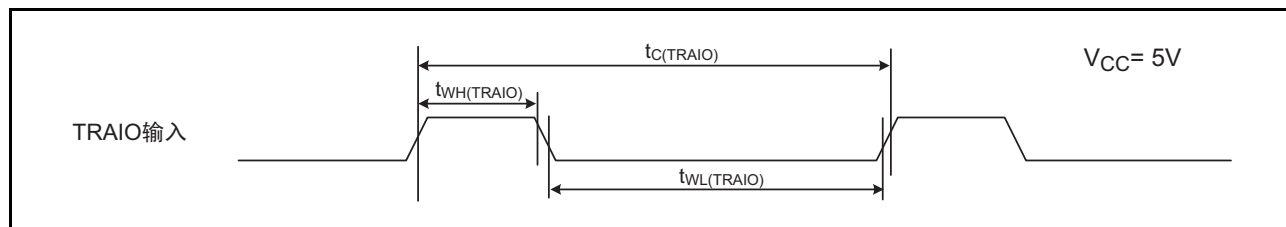
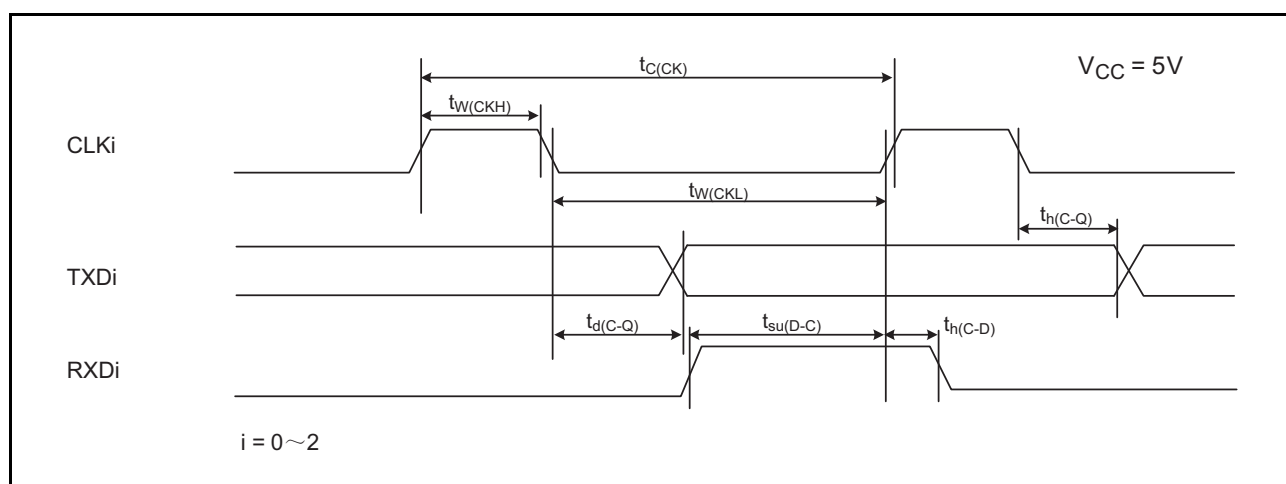


图 27.5 $V_{CC}=5V$ 时的 TRAIO 输入时序

表 27.17 串行接口

符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{c(CK)}$	CLKi 输入的周期时间	200	—	ns
$t_{W(CKH)}$	CLKi 输入的“H”电平脉宽	100	—	ns
$t_{W(CKL)}$	CLKi 输入的“L”电平脉宽	100	—	ns
$t_{d(C-Q)}$	TXDi 输出的延迟时间	—	50	ns
$t_{h(C-Q)}$	TXDi 保持时间	0	—	ns
$t_{su(D-C)}$	RXDi 输入的准备时间	50	—	ns
$t_{h(C-D)}$	RXDi 输入的保持时间	90	—	ns

 $i=0 \sim 2$ 图 27.6 $V_{CC}=5V$ 时的串行接口时序表 27.18 外部中断 $\overline{INTi}$ 输入 ($i=0 \sim 3$)、键输入中断 $\overline{Kli}$ ($i=0 \sim 3$)

符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{W(INH)}$	$\overline{INTi}$ 输入的“H”电平脉宽、 $\overline{Kli}$ 输入的“H”电平脉宽	250 (注 1)	—	ns
$t_{W(INL)}$	$\overline{INTi}$ 输入的“L”电平脉宽、 $\overline{Kli}$ 输入的“L”电平脉宽	250 (注 2)	—	ns

注 1. 当通过 $\overline{INTi}$ 输入的滤波器选择位选择有滤波器时, $\overline{INTi}$ 输入“H”电平脉宽的最小值为“1/ 数字滤波器采样频率 $\times 3$ ”和最小值中大的值。

注 2. 当通过 $\overline{INTi}$ 输入的滤波器选择位选择有滤波器时, $\overline{INTi}$ 输入“L”电平脉宽的最小值为“1/ 数字滤波器采样频率 $\times 3$ ”和最小值中大的值。

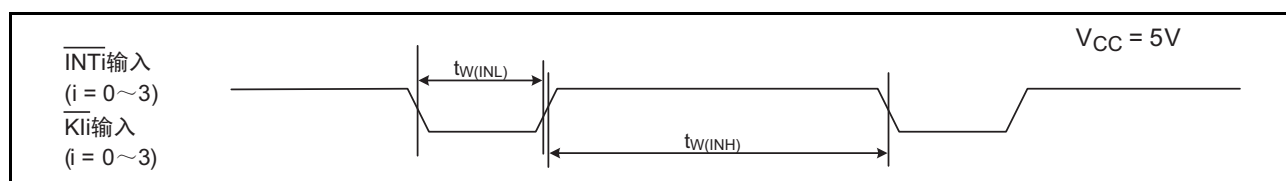
图 27.7 $V_{CC}=5V$ 时的外部中断 $\overline{INTi}$ 和键输入中断 $\overline{Kli}$ 的输入时序

表 27.19 电特性 (3) [$2.7V \leq V_{CC} < 4.2V$]

符号	项目		测量条件		规格值			单位
					最小	典型	最大	
V_{OH}	“H”电平 输出电压	XOUT 以外	High 驱动能力	$I_{OH}=-5mA$	$V_{CC}-0.5$	—	V_{CC}	V
			Low 驱动能力	$I_{OH}=-1mA$	$V_{CC}-0.5$	—	V_{CC}	V
		XOUT		$I_{OH}=-200\mu A$	1.0	—	V_{CC}	V
V_{OL}	“L”电平 输出电压	XOUT 以外	High 驱动能力	$I_{OL}=5mA$	—	—	0.5	V
			Low 驱动能力	$I_{OL}=1mA$	—	—	0.5	V
		XOUT		$I_{OL}=200\mu A$	—	—	0.5	V
$V_{T+}-V_{T-}$	滞后	$\overline{INT0}$ 、 $\overline{INT1}$ 、 $\overline{INT2}$ 、 $\overline{INT3}$ 、 $\overline{KI0}$ 、 $\overline{KI1}$ 、 $\overline{KI2}$ 、 $\overline{KI3}$ 、 TRAIO、TRBO、 TRCIOA、TRCIOB、 TRCIOC、 TRCIOD、 TRCTRG、 TRCCLK、 $\overline{ADTRG}$ 、 RXD0、RXD2、 CLK0、CLK2、 SCL2、SDA	$V_{CC}=3.0V$		0.1	0.4	—	V
		$\overline{RESET}$	$V_{CC}=3.0V$		0.1	0.5	—	V
I_{IH}	“H”电平输入电流		$V_I=3V$ 、 $V_{CC}=3.0V$		—	—	4.0	μA
I_{IL}	“L”电平输入电流		$V_I=0V$ 、 $V_{CC}=3.0V$		—	—	-4.0	μA
R_{PULLUP}	上拉电阻		$V_I=0V$ 、 $V_{CC}=3.0V$		42	84	168	$k\Omega$
R_{fXIN}	反馈电阻	XIN			—	0.3	—	$M\Omega$
V_{RAM}	RAM 保持电压		停止模式		1.8	—	—	V

注 1. 在没有指定时, $2.7V \leq V_{CC} < 4.2V$, $T_{opr}=-20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版), $f(XIN)=10MHz$ 。

表 27.20 电特性 (4) [$2.7V \leq V_{CC} < 3.3V$]
(在没有指定时, $T_{opr} = -20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版))

符号	项目	测量条件		规格值			单位
				最小	典型	最大	
I_{CC}	电源电流 ($V_{CC}=2.7V \sim 3.3V$) 在单芯片模式中, 输出引脚开路, 其他引脚为 V_{SS} 。	高速时钟模式	XIN=10MHz (方波) 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 $\approx 125kHz$ 无分频	—	3.5	10	mA
			XIN=10MHz (方波) 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 $\approx 125kHz$ 8 分频	—	1.5	7.5	mA
		高速内部振荡器模式	XIN 时钟停止 高速内部振荡器振荡 $f_{OCO-F}=20MHz$ 低速内部振荡器振荡 $\approx 125kHz$ 无分频	—	7	15	mA
			XIN 时钟停止 高速内部振荡器振荡 $f_{OCO-F}=20MHz$ 低速内部振荡器振荡 $\approx 125kHz$ 8 分频	—	3	—	mA
			XIN 时钟停止 高速内部振荡器振荡 $f_{OCO-F}=10MHz$ 低速内部振荡器振荡 $\approx 125kHz$ 无分频	—	4	—	mA
			XIN 时钟停止 高速内部振荡器振荡 $f_{OCO-F}=10MHz$ 低速内部振荡器振荡 $\approx 125kHz$ 8 分频	—	1.5	—	mA
			XIN 时钟停止 高速内部振荡器振荡 $f_{OCO-F}=4MHz$ 低速内部振荡器振荡 $\approx 125kHz$ 16 分频 MSTTRD=MSTTRC=1	—	1	—	mA
		低速内部振荡器模式	XIN 时钟停止 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 $\approx 125kHz$ 8 分频 FMR27=1, VCA20=0	—	90	390	μA

符号	项目	测量条件		规格值			单位
				最小	典型	最大	
I_{CC}	电源电流 ($V_{CC}=2.7V \sim 3.3V$) 在单芯片模式中, 输出引脚开路, 其他引脚为 V_{SS} 。	等待模式	XIN 时钟停止 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 $\approx 125kHz$ 正在执行 WAIT 指令 外围时钟运行 $VCA27=VCA26=VCA25=0$ $VCA20=1$	—	15	90	μA
			XIN 时钟停止 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 $\approx 125kHz$ 正在执行 WAIT 指令 外围时钟停止 $VCA27=VCA26=VCA25=0$ $VCA20=1$	—	4	80	μA
			XIN 时钟停止 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器停止振荡 XCIN 时钟振荡 $\approx 32kHz$ (外围时钟停止) 正在执行 WAIT 指令 $VCA27=VCA26=VCA25=0$ $VCA20=1$	—	3.5	—	μA
		停止模式	XIN 时钟停止, $T_{opr}=25^{\circ}C$ 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器停止振荡 $CM10=1$ 外围时钟停止 $VCA27=VCA26=VCA25=0$	—	2	5.0	μA
			XIN 时钟停止, $T_{opr}=85^{\circ}C$ 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器停止振荡 $CM10=1$ 外围时钟停止 $VCA27=VCA26=VCA25=0$	—	5	—	μA

时序必要条件（在没有指定时， $V_{CC}=3V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $T_{opr}=25^{\circ}C$ ）

表 27.21 外部时钟输入（XOUT）

符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{C(XOUT)}$	XOUT 输入的周期时间	50	—	ns
$t_{WH(XOUT)}$	XOUT 输入的“H”电平脉宽	24	—	ns
$t_{WL(XOUT)}$	XOUT 输入的“L”电平脉宽	24	—	ns

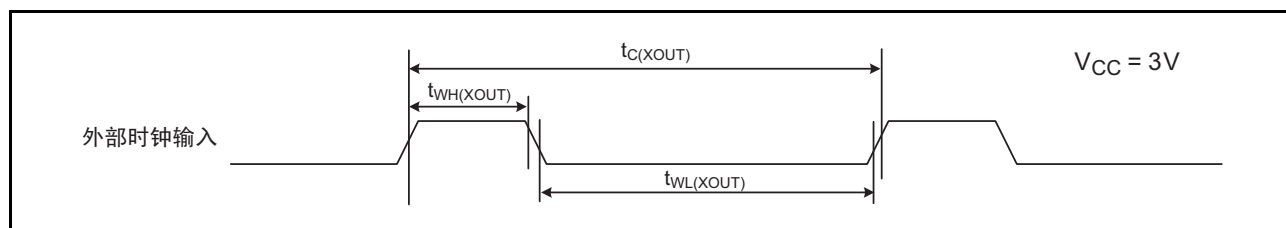


图 27.8 $V_{CC}=3V$ 时的外部时钟输入时序

表 27.22 TRAIO 输入

符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{C(TRAIO)}$	TRAIO 输入的周期时间	300	—	ns
$t_{WH(TRAIO)}$	TRAIO 输入的“H”电平脉宽	120	—	ns
$t_{WL(TRAIO)}$	TRAIO 输入的“L”电平脉宽	120	—	ns

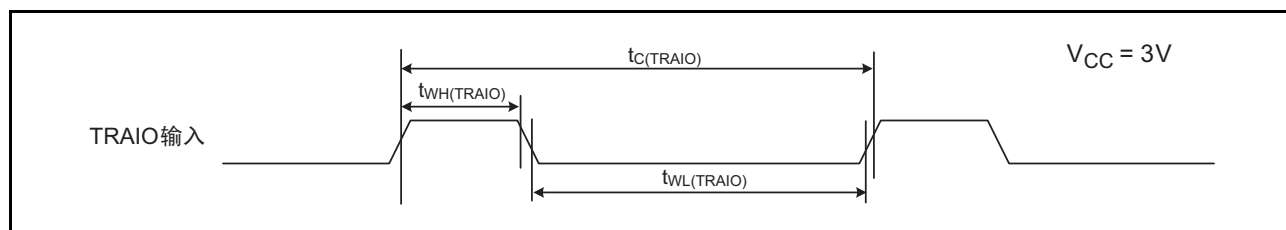
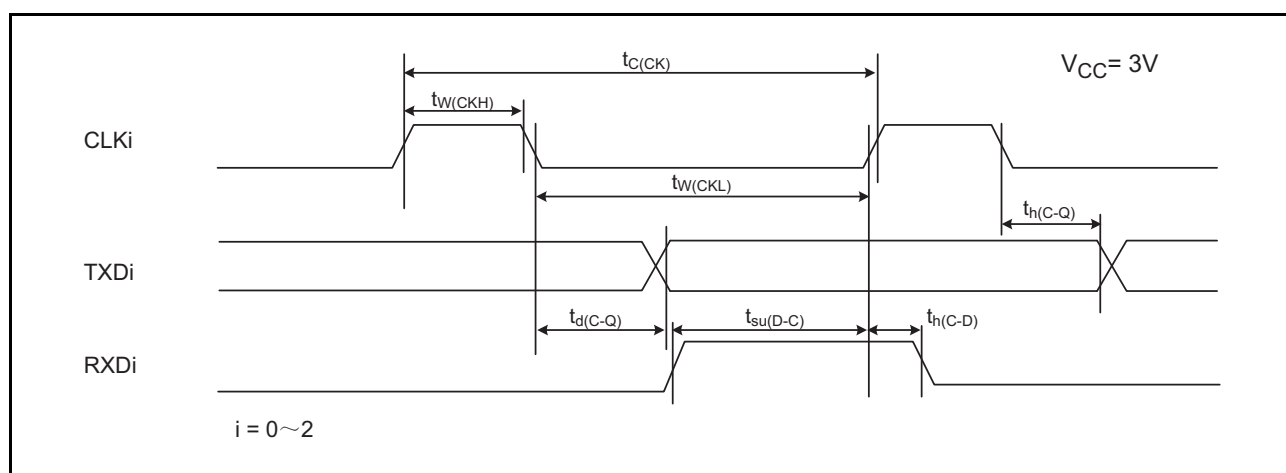


图 27.9 $V_{CC}=3V$ 时的 TRAIO 输入时序

表 27.23 串行接口

符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{c(CK)}$	CLKi 输入的周期时间	300	—	ns
$t_{W(CKH)}$	CLKi 输入的“H”电平脉宽	150	—	ns
$t_{W(CKL)}$	CLKi 输入的“L”电平脉宽	150	—	ns
$t_{d(C-Q)}$	TXDi 输出的延迟时间	—	80	ns
$t_{h(C-Q)}$	TXDi 保持时间	0	—	ns
$t_{su(D-C)}$	RXDi 输入的准备时间	70	—	ns
$t_{h(C-D)}$	RXDi 输入的保持时间	90	—	ns

i=0 ~ 2

图 27.10 $V_{CC}=3V$ 时的串行接口时序表 27.24 外部中断 $\overline{INTi}$ 输入 ($i=0 \sim 3$)、键输入中断 $\overline{Kli}$ ($i=0 \sim 3$)

符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{W(INH)}$	$\overline{INTi}$ 输入的“H”电平脉宽、 $\overline{Kli}$ 输入的“H”电平脉宽	380 (注 1)	—	ns
$t_{W(INL)}$	$\overline{INTi}$ 输入的“L”电平脉宽、 $\overline{Kli}$ 输入的“L”电平脉宽	380 (注 2)	—	ns

注 1. 当通过 $\overline{INTi}$ 输入的滤波器选择位选择有滤波器时, $\overline{INTi}$ 输入“H”电平脉宽的最小值为“1/数字滤波器采样频率×3”和最小值中大的值。

注 2. 当通过 $\overline{INTi}$ 输入的滤波器选择位选择有滤波器时, $\overline{INTi}$ 输入“L”电平脉宽的最小值为“1/数字滤波器采样频率×3”和最小值中大的值。

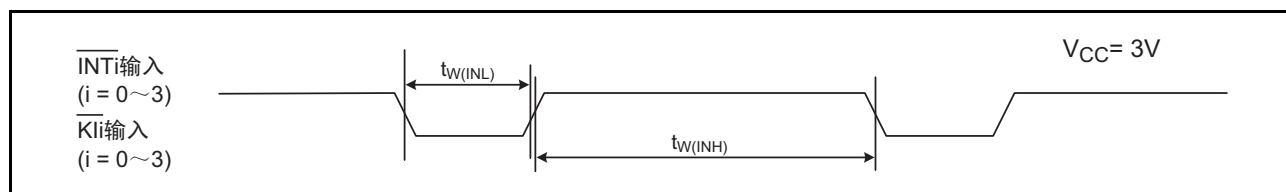
图 27.11 $V_{CC}=3V$ 时的外部中断 $\overline{INTi}$ 和键输入中断 $\overline{Kli}$ 的输入时序

表 27.25 电特性 (5) [$1.8\text{V} \leq V_{\text{CC}} < 2.7\text{V}$]

符号	项目		测量条件		规格值			单位
					最小	典型	最大	
V _{OH}	“H” 电平 输出电压	XOUT 以外	High 驱动能力	I _{OH} =-2mA	V _{CC} -0.5	—	V _{CC}	V
			Low 驱动能力	I _{OH} =-1mA	V _{CC} -0.5	—	V _{CC}	V
		XOUT		I _{OH} =-200μA	1.0	—	V _{CC}	V
V _{OL}	“L” 电平 输出电压	XOUT 以外	High 驱动能力	I _{OL} =2mA	—	—	0.5	V
			Low 驱动能力	I _{OL} =1mA	—	—	0.5	V
		XOUT		I _{OL} =200μA	—	—	0.5	V
V _{T+} -V _{T-}	滞后	INT0、INT1、INT2、 INT3、KI0、KI1、KI2、 KI3、TRAIO、TRBO、 TRCIOA、TRCIOB、 TRCIOC、TRCIOD、 TRCTRG、TRCCLK、 ADTRG、RXD0、 RXD2、CLK0、CLK2、 SCL2、SDA2			0.05	0.20	—	V
		RESET			0.05	0.20	—	V
I _{IH}	“H” 电平输入电流		V _I =2.2V、V _{CC} =2.2V		—	—	4.0	μA
I _{IL}	“L” 电平输入电流		V _I =0V、V _{CC} =2.2V		—	—	-4.0	μA
R _{PULLUP}	上拉电阻		V _I =0V、V _{CC} =2.2V		70	140	300	kΩ
R _{fXIN}	反馈电阻	XIN			—	0.3	—	MΩ
V _{RAM}	RAM 保持电压		停止模式		1.8	—	—	V

注 1. 在没有指定时, $1.8V \leq V_{CC} < 2.7V$, $T_{opr} = -20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版), $f(XIN) = 5MHz$ 。

表 27.26 电特性 (6) [$1.8V \leq V_{CC} < 2.7V$]
(在没有指定时, $T_{opr} = -20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ (N 版))

符号	项目	测量条件	规格值			单位
			最小	典型	最大	
I_{CC}	电源电流 ($V_{CC}=1.8V \sim 2.7V$) 在单芯片模式中, 输出引脚开路, 其他引脚为 V_{SS} 。	高速时钟模式	—	2.2	—	mA
		XIN=5MHz (方波) 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 =125kHz 无分频	—	0.8	—	mA
		XIN=5MHz (方波) 高速内部振荡器停止振荡 低速内部振荡器振荡 =125kHz 8 分频	—	0.8	—	mA
		高速内部振荡器模式	—	2.5	10	mA
			—	1.7	—	mA
			—	1	—	mA
		低速内部振荡器模式	—	90	300	μA

符号	项目	测量条件	规格值			单位
			最小	典型	最大	
I _{CC}	电源电流 (V _{CC} =1.8V ~ 2.7V) 在单芯片模式中, 输出引脚开路, 其他引脚为 V _{SS} 。	等待模式	—	15	90	μA
			—	4	80	μA
			—	3.5	—	μA
		停止模式	—	2	5	μA
			—	5	—	μA

时序必要条件（在没有指定时， $V_{CC}=2.2V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $T_{opr}=25^{\circ}C$ ）

表 27.27 外部时钟输入（XOUT）

符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{c(XOUT)}$	XOUT 输入的周期时间	200	—	ns
$t_{WH(XOUT)}$	XOUT 输入的“H”电平脉宽	90	—	ns
$t_{WL(XOUT)}$	XOUT 输入的“L”电平脉宽	90	—	ns

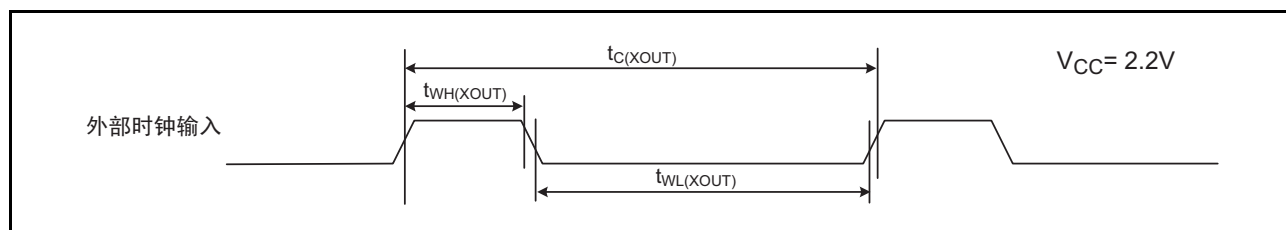


图 27.12 $V_{CC}=2.2V$ 时的外部时钟输入时序

表 27.28 TRAIO 输入

符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{c(TRAIO)}$	TRAIO 输入的周期时间	500	—	ns
$t_{WH(TRAIO)}$	TRAIO 输入的“H”电平脉宽	200	—	ns
$t_{WL(TRAIO)}$	TRAIO 输入的“L”电平脉宽	200	—	ns

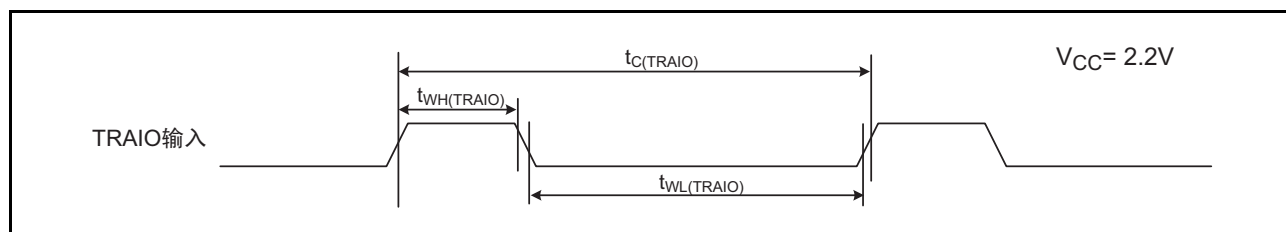
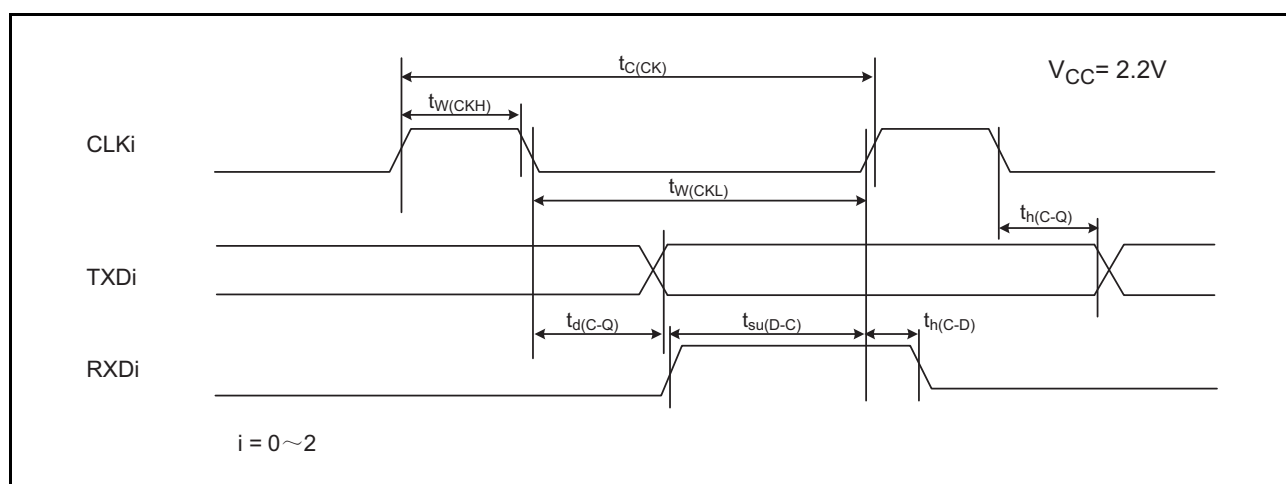


图 27.13 $V_{CC}=2.2V$ 时的 TRAIO 输入时序

表 27.29 串行接口

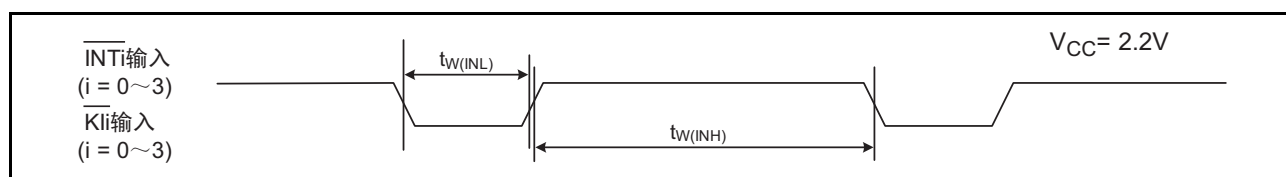
符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{c(CK)}$	CLKi 输入的周期时间	800	—	ns
$t_{W(CKH)}$	CLKi 输入的“H”电平脉宽	400	—	ns
$t_{W(CKL)}$	CLKi 输入的“L”电平脉宽	400	—	ns
$t_{d(C-Q)}$	TXDi 输出的延迟时间	—	200	ns
$t_{h(C-Q)}$	TXDi 保持时间	0	—	ns
$t_{su(D-C)}$	RXDi 输入的准备时间	150	—	ns
$t_{h(C-D)}$	RXDi 输入的保持时间	90	—	ns

 $i=0 \sim 2$ 图 27.14 $V_{CC}=2.2V$ 时的串行接口时序表 27.30 外部中断 $\overline{INTi}$ 输入 ($i=0 \sim 3$)、键输入中断 $\overline{Kli}$ ($i=0 \sim 3$)

符号	项目	规格值		单位
		最小	最大	
$t_{W(INH)}$	$\overline{INTi}$ 输入的“H”电平脉宽、 $\overline{Kli}$ 输入的“H”电平脉宽	1000 (注1)	—	ns
$t_{W(INL)}$	$\overline{INTi}$ 输入的“L”电平脉宽、 $\overline{Kli}$ 输入的“L”电平脉宽	1000 (注2)	—	ns

注 1. 当通过 $\overline{INTi}$ 输入的滤波器选择位选择有滤波器时, $\overline{INTi}$ 输入“H”电平脉宽的最小值为“1/ 数字滤波器采样频率 $\times 3$ ”和最小值中大的值。

注 2. 当通过 $\overline{INTi}$ 输入的滤波器选择位选择有滤波器时, $\overline{INTi}$ 输入“L”电平脉宽的最小值为“1/ 数字滤波器采样频率 $\times 3$ ”和最小值中大的值。

图 27.15 $V_{CC}=2.2V$ 时的外部中断 $\overline{INTi}$ 和键输入中断 $\overline{Kli}$ 的输入时序

28. 使用时的注意事项

28.1 使用时钟发生电路时的注意事项

28.1.1 停止模式

要转移到停止模式时，必须先将 FMR0 寄存器的 FMR01 位置 “0”（CPU 改写模式无效），然后将 CM1 寄存器的 CM10 位置 “1”（停止模式）。指令队列是从将 CM10 位置 “1”（停止模式）的指令开始预读 4 字节，然后程序停止。

必须紧接在将 CM10 位置 “1” 的指令之后插入 JMP.B 指令，再至少插入 4 条 NOP 指令。

- 转移到停止模式的程序例子

```

BCLR      1, FMR0      ; CPU 改写模式无效
BCLR      7, FMR2      ; 禁止低消耗电流读模式
BSET      0, PRCR      ; 允许写 CM1 寄存器
FSET      I            ; 允许中断
BSET      0, CM1        ; 停止模式
JMP.B     LABEL_001

LABEL_001:
NOP
NOP
NOP
NOP

```

28.1.2 等待模式

将 CM30 位置 “1” 后转移到等待模式时，必须在将 FMR0 寄存器的 FMR01 位置 “0”（CPU 改写模式无效）后，再将 CM30 位置 “1”。

要通过 WAIT 指令转移到等待模式时，必须在将 FMR0 寄存器的 FMR01 位置 “0”（CPU 改写模式无效）后执行 WAIT 指令。指令队列是从将 CM30 位置 “1”（转移到等待模式）的指令或者 WAIT 指令开始预读 4 字节，然后程序停止。必须在将 CM30 位置 “1” 的指令或者 WAIT 指令之后至少插入 4 条 NOP 指令。

- 执行 WAIT 指令的程序例子

```

BCLR      1, FMR0      ; CPU 改写模式无效
BCLR      7, FMR2      ; 禁止低消耗电流读模式
FSET      I            ; 允许中断
WAIT                      ; 等待模式
NOP
NOP
NOP
NOP

```

- 执行将CM30位置“1”的程序例子

BCLR	1, FMR0	; CPU 改写模式无效
BCLR	7, FMR2	; 禁止低消耗电流读模式
BSET	0, PRCR	; 允许写CM3寄存器
FCLR	I	; 禁止中断
BSET	0, CM3	; 等待模式
NOP		
NOP		
NOP		
NOP		
BCLR	0, PRCR	; 禁止写CM3寄存器
FSET	I	; 允许中断

28.1.3 振荡停止检测功能

因为在 XIN 时钟频率低于 2MHz 时不能使用振荡停止检测功能，所以必须将 OCD1 ~ OCD0 位置“00b”。

28.1.4 振荡电路常数

有关用户系统的最佳振荡电路常数，请向谐振器生产厂商询问后决定。

28.2 使用中断时的注意事项

28.2.1 读地址 00000h

不能通过程序读地址 00000h。如果接受可屏蔽中断的中断请求，CPU 就在中断响应顺序中从地址 00000h 读中断信息（中断序号和中断请求优先级）。此时，接受中断的 IR 位为“0”。

如果通过程序读地址 00000h，允许的中断中优先级最高的中断的 IR 位就变为“0”。因此，中断有可能被取消或者发生意外的中断。

28.2.2 SP 的设定

必须在接受中断前给 SP 设定值，SP 在复位后为“0000h”。因此，如果在给 SP 设定值前接受中断，就会导致程序失控。

28.2.3 外部中断和键输入中断

输入到 $\overline{\text{INT0}} \sim \overline{\text{INT3}}$ 引脚和 $\overline{\text{KI0}} \sim \overline{\text{KI3}}$ 引脚的信号与 CPU 运行时钟无关，需要保持电特性的外部中断 $\overline{\text{INTi}}$ 输入（ $i=0 \sim 3$ ）所示的“L”电平宽度或者“H”电平宽度（详细内容请参照“表 27.18（ $V_{CC}=5V$ ）、表 27.24（ $V_{CC}=3V$ ）、表 27.30（ $V_{CC}=2.2V$ ）的外部中断 $\overline{\text{INTi}}$ 输入（ $i=0 \sim 3$ ）和键输入中断 $\overline{\text{Kli}}$ （ $i=0 \sim 3$ ）”）。

28.2.4 中断源的变更

如果更改中断源，中断控制寄存器的 IR 位就可能变为“1”（有中断请求）。在使用中断时，必须在更改中断源后将 IR 位置“0”（无中断请求）。

中断源的变更是指更改各软件中断序号分配的中断源、极性和时序的全部要素。因此，如果外围功能的模式变更等与中断源、极性和时序有关，就必须在更改这些内容后将 IR 位置“0”（无中断请求）。外围功能的中断请参照各外围功能。

中断源的变更步骤例子如图 28.1 所示。

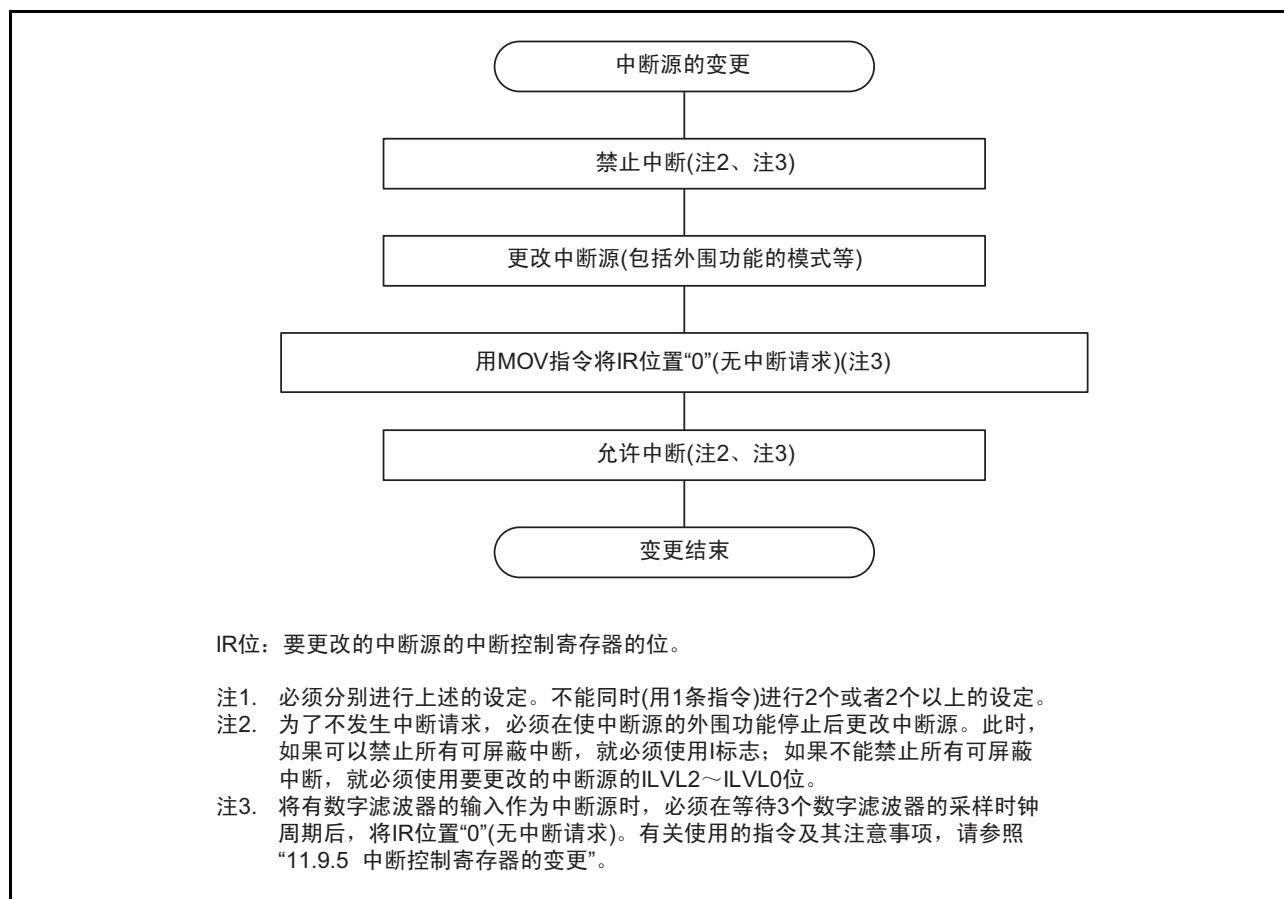


图 28.1 中断源的变更步骤例子

28.2.5 中断控制寄存器的变更

1. 必须在不发生与该寄存器对应的中断请求的位置更改中断控制寄存器。如果有可能发生中断请求，就必须在禁止中断后更改中断控制寄存器。

2. 在禁止中断后更改中断控制寄存器时，必须注意所使用的指令。

非IR位的变更

如果在执行指令过程中发生与该寄存器对应的中断请求，就可能因IR位不变为“1”（有中断请求）而忽视中断。如果引起问题，就必须使用以下的指令更改寄存器：

对象指令：.....AND、OR、BCLR、BSET

IR位的变更

在将IR位置“0”（无中断请求）时，根据所使用的指令，IR位有可能不变为“0”。必须使用MOV指令将IR位置“0”。

3. 在使用I标志禁止中断时，必须按照以下的参考程序例子来设定I标志（参考程序例子的中断控制寄存器的变更请参照上述的2.）。

例1～例3是防止因受内部总线和指令队列缓冲器的影响而使I标志在更改中断控制寄存器前变为“1”（允许中断）的方法。

例1：使用NOP指令等待中断控制寄存器被更改的例子

INT_SWITCH1:

FCLR	I	；禁止中断
AND.B	#00H, 0056H	；将TRAIC寄存器置“00h”。
NOP		
NOP		
FSET	I	；允许中断

例2：通过虚读让FSET指令等待的例子

INT_SWITCH2:

FCLR	I	；禁止中断
AND.B	#00H, 0056H	；将TRAIC寄存器置“00h”。
MOV.W	MEM, R0	； <u>虚读</u>
FSET	I	；允许中断

例3：使用POPC指令更改I标志的例子

INT_SWITCH3:

PUSHC	FLG	
FCLR	I	；禁止中断
AND.B	#00H, 0056H	；将TRAIC寄存器置“00h”。
POPC	FLG	；允许中断

28.3 使用 ID 码区域时的注意事项

28.3.1 ID 码区域的设定例子

ID 码区域在闪存内，并且 ID 码区域不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。设定的例子如下所示：

- 将整个 ID 码区域设定为 “55h” 的情况

```
.org 00FFDCH
.lword dummy | (55000000h)    ; UND
.lword dummy | (55000000h)    ; INTO
.lword dummy ; BREAK
.lword dummy | (55000000h)    ; ADDRESS MATCH
.lword dummy | (55000000h)    ; SET SINGLE STEP
.lword dummy | (55000000h)    ; WDT
.lword dummy | (55000000h)    ; ADDRESS BREAK
.lword dummy | (55000000h)    ; RESERVE
```

(编程格式因编译程序而不同，请通过编译程序的使用手册进行确认。)

28.4 使用选项功能选择区时的注意事项

28.4.1 选项功能选择区的设定例子

选项功能选择区在闪存内，并且选项功能选择区不是 SFR。必须在编程时设定适当的值作为 ROM 数据。设定例子如下所示：

- 将 OFS 寄存器设定为 “FFh” 的情况

```
.org 00FFFCH
.lword reset | (0FF000000h)    ; RESET
```

(编程格式因编译程序而不同，请通过编译程序的使用手册进行确认。)
- 将 OFS2 寄存器设定为 “FFh” 的情况

```
.org 00FFDBH
.byte 0FFh
```

(编程格式因编译程序而不同，请通过编译程序的使用手册进行确认。)

28.5 使用 DTC 时的注意事项

28.5.1 DTC 启动源

- 在转移到等待模式前或者在等待模式中，不能发生DTC启动源。
- 在转移到停止模式前或者在停止模式中，不能发生DTC启动源。

28.5.2 DTCENi (i=0 ~ 3、5、6) 寄存器

- 必须在不发生与DTCENi0~DTCENi7位对应的中断请求的位置更改这些位。
- 在外围功能的状态寄存器的中断源标志为“1”时，不能更改对应的启动源的DTCENi0~DTCENi7位。
- 不能在DTC传送过程中存取DTCENi寄存器。

28.5.3 外围模块

不能在DTC传送过程中将外围功能的状态寄存器的位置“0”。

28.5.4 中断请求

当DTC启动源为闪存就绪状态时，如果DTC在正常模式中进行DTCCTj (j=0 ~ 23) 寄存器变为“0”的数据传送，或者在重复模式中DTCCRj寄存器的RPTINT位为“1”（允许发生中断）并且进行DTCCTj寄存器变为“0”的数据传送，就不在DTC运行中向CPU请求启动源的中断。

28.6 使用定时器 RA 时的注意事项

- 复位后，定时器停止计数。必须先给定时器和预分频器设定值，然后开始计数。
- 即使以16位为单位读预分频器和定时器，单片机内部也按字节顺序逐个读取。因此，在读这2个寄存器期间，定时器的值有可能被更新。
- 如果通过程序给脉宽测量模式和脉冲周期测量模式使用的TRACR寄存器的TEDGF位和TUNDF位写“0”，这些位就变为“0”，即使给这些位写“1”其值也不变。如果对TRACR寄存器使用读-改-写指令，即使TEDGF位和TUNDF位为“1”，也有可能在执行指令过程中被置“0”。此时，必须通过执行MOV指令给不想被置“0”的TEDGF位和TUNDF位写“1”。
- 在从其他模式变为脉宽测量模式和脉冲周期测量模式时，TEDGF位和TUNDF位为不定值。必须先给TEDGF位和TUNDF位写“0”，然后开始定时器RA的计数。
- 根据计数开始后最初发生的定时器RA预分频器的下溢信号，TEDGF位有可能变为“1”。
- 在使用脉冲周期测量模式时，必须紧接在计数开始之后至少空出2个定时器RA的预分频器周期的时间，将TEDGF位置“0”后再使用。
- 如果在计数停止时给TSTART位写“1”，TCSTF位就会在0~1个计数源周期的期间变为“0”。除TCSTF位以外，不能在TCSTF位变为“1”前存取定时器RA的相关寄存器（注1）。
在TCSTF位变为“1”后的最初的计数源有效边沿开始计数。
如果在计数过程中给TSTART位写“0”，TCSTF位就会在0~1个计数源周期的期间变为“1”。在TCSTF位变为“0”时，停止计数。
除TCSTF位以外，不能在TCSTF位变为“0”前存取定时器RA的相关寄存器（注1）。

注 1. 定时器 RA 的相关寄存器：TRACR、TRAIOC、TRAMR、TRAPRE、TRA

- 在计数过程中（TCSTF位为“1”）连续写TRAPRE寄存器时，必须将各自的写间隔至少空出3个计数源时钟周期。
- 在计数过程中（TCSTF位为“1”）连续写TRA寄存器时，必须将各自的写间隔至少空出3个预分频器的下溢周期。
- 在脉宽测量模式和脉冲周期测量模式中，不能给TRA寄存器设定“00h”。

28.7 使用定时器 RB 时的注意事项

- 复位后，定时器停止计数。必须先给定时器和预分频器设定值，然后开始计数。
- 即使以16位为单位读预分频器和定时器，单片机内部也按字节顺序逐个读取。因此，在读这2个寄存器期间，定时器的值有可能被更新。
- 在可编程单触发生模式和可编程等待单触发生模式中，如果在将TRBCR寄存器的TSTART位置“0”后停止计数，或者在将TRBOCR寄存器的TOSSP位置“1”后停止单触发，定时器就在将重加载寄存器的值进行重新加载后停止计数。必须在定时器停止计数前读定时器的计数值。
- 如果在停止计数时给TSTART位写“1”，TCSTF位就会在1~2个计数源周期的期间变为“0”。除了TCSTF位以外，不能在TCSTF位变为“1”之前存取定时器RB的相关寄存器（注1）。如果在计数过程中给TSTART位写“0”，TCSTF位就会在1~2个计数源周期的期间变为“1”。在TCSTF位变为“0”时，停止计数。除了TCSTF位以外，不能在TCSTF位变为“0”之前存取定时器RB的相关寄存器（注1）。

注1. 定时器RB的相关寄存器：TRBCR、TRBOCR、TRBIOC、TRBMR、TRBPRES、TRBSC、TRBPR

- 如果在计数过程中给TRBCR寄存器的TSTOP位写“1”，定时器RB就立即停止计数。
- 如果给TRBOCR寄存器的TOSST位或者TOSSP位写“1”，TOSSTF位就会在1~2个计数源周期后发生变化。在给TOSST位写“1”到TOSSTF位变为“1”期间，如果给TOSSP位写“1”，TOSSTF位根据内部状态有可能变为“0”或者“1”。同样，在给TOSSP位写“1”到TOSSTF位变为“0”期间，如果给TOSST位写“1”，TOSSTF位也可能变为“0”或者“1”。
- 将定时器RA的下溢信号用作定时器RB的计数源时，定时器RA必须设定为定时器模式、脉冲输出模式或者事件计数模式。

28.7.1 定时器模式

在计数过程中（TRBCR寄存器的TCSTF位为“1”）写TRBPRES寄存器和TRBPR寄存器时，必须注意以下几点：

- 如果连续写TRBPRES寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出3个计数源时钟周期。
- 如果连续写TRBPR寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出3个预分频器的下溢周期。

28.7.2 可编程波形发生模式

在计数过程中（TRBCR寄存器的TCSTF位为“1”）写TRBPRES寄存器和TRBPR寄存器时，必须注意以下几点：

- 如果连续写TRBPRES寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出3个计数源时钟周期。
- 如果连续写TRBPR寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出3个预分频器的下溢周期。

28.7.3 可编程单触发生模式

在计数过程中（TRBCR寄存器的TCSTF位为“1”）写TRBPRES寄存器和TRBPR寄存器时，必须注意以下几点：

- 如果连续写TRBPRES寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出3个计数源时钟周期。
- 如果连续写TRBPR寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出3个预分频器的下溢周期。

28.7.4 可编程等待单触发生模式

在计数过程中（TRBCR寄存器的TCSTF位为“1”）写TRBPRES寄存器和TRBPR寄存器时，必须注意以下几点：

- 如果连续写TRBPRES寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出3个计数源时钟周期。
- 如果连续写TRBPR寄存器，就必须将各自的写间隔至少空出3个预分频器的下溢周期。

28.8 使用定时器 RC 时的注意事项

28.8.1 TRC 寄存器

- 在 TRCCR1 寄存器的 CCLR 位为 “1”（在和 TRCGRA 寄存器比较匹配时清除 TRC 寄存器）时，需要注意以下事项：
当 TRCMR 寄存器的 TSTART 位为 “1”（开始计数）时，不能在 TRC 寄存器变为 “0000h” 的同时通过程序写 TRC 寄存器。
如果 TRC 寄存器变为 “0000h” 和写 TRC 寄存器同时发生，值就无法被写入而 TRC 寄存器变为 “0000h”。
- 如果在写 TRC 寄存器后接着读 TRC 寄存器，就可能读到写入前的值。此时，必须在写和读之间执行 JMP.B 指令。

```

程序例子      MOV.W    #XXXXh, TRC      ; 写
                JMP.B    L1              ; JMP.B 指令
                L1:      MOV.W    TRC, DATA    ; 读
  
```

28.8.2 TRCSR 寄存器

如果在写 TRCSR 寄存器后接着读 TRCSR 寄存器，就可能读到写入前的值。此时，必须在写和读之间执行 JMP.B 指令。

```

程序例子      MOV.B    #XXh, TRCSR      ; 写
                JMP.B    L1              ; JMP.B 指令
                L1:      MOV.B    TRCSR, DATA    ; 读
  
```

28.8.3 TRCCR1 寄存器

在将 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位置 “111b”（fOCO-F）时，fOCO-F 的时钟频率必须大于 CPU 的时钟频率。

28.8.4 计数源的转换

- 必须在停止计数后进行计数源的转换。
变更步骤：
(1)将TRCMR寄存器的TSTART位置“0”（停止计数）。
(2)更改TRCCR1寄存器的TCK2～TCK0位。
- 在将计数源从fOCO40M变为其他时钟并且停止fOCO40M时，必须在时钟的转换设定后至少等待2个f1周期，然后停止fOCO40M。
变更步骤：
(1)将TRCMR寄存器的TSTART位置“0”（停止计数）。
(2)更改TRCCR1寄存器的TCK2～TCK0位。
(3)至少等待2个f1周期。
(4)将FRA0寄存器的FRA00位置“0”（停止高速内部振荡器）。
- 在将计数源从fOCO-F变为fOCO40M并且停止fOCO-F时，必须在时钟的转换设定后至少等待2个fOCO-F周期，然后停止fOCO-F。
变更步骤：
(1)将TRCMR寄存器的TSTART位置“0”（停止计数）。
(2)更改TRCCR1寄存器的TCK2～TCK0位。
(3)至少等待2个fOCO-F周期。
(4)将FRA0寄存器的FRA00位置“0”（停止高速内部振荡器）。
- 在将计数源从fOCO-F变为fOCO40M以外的时钟并且停止fOCO-F时，必须在时钟的转换设定后至少等待1个fOCO-F周期+1个fOCO40M周期，然后停止fOCO-F。
变更步骤：
(1)将TRCMR寄存器的TSTART位置“0”（停止计数）。
(2)更改TRCCR1寄存器的TCK2～TCK0位。
(3)至少等待1个fOCO-F周期+1个fOCO40M周期。
(4)将FRA0寄存器的FRA00位置“0”（停止高速内部振荡器）。

28.8.5 输入捕捉功能

- 必须如下设定输入捕捉信号的脉宽：
[无数字滤波器的情况]
至少设定为3个定时器RC的运行时钟周期（参照“表19.1 定时器RC的运行时钟”）。
[有数字滤波器的情况]
至少设定为5个数字滤波器的采样时钟周期+3个定时器RC的运行时钟周期（参照“图19.5 数字滤波器的框图”）。
- 在给TRCIOj（j=A、B、C、D）引脚输入了输入捕捉信号后，需要等待1～2个定时器RC的运行时钟周期，然后将TRC寄存器的值传送到TRCGRj寄存器（无数字滤波器时）。

28.8.6 PWM2 模式的 TRCMR 寄存器

当TRCCR2寄存器的CSEL位为“1”（在和TRCGRA寄存器比较匹配时停止计数）时，不能在TRC寄存器和TRCGRA寄存器发生比较匹配时写TRCMR寄存器。

28.8.7 计数源 fOCO40M

有关计数源 fOCO40M，必须在电源电压 VCC=2.7 ~ 5.5V 的范围内使用，否则就不能将 TRCCR1 寄存器的 TCK2 ~ TCK0 位置 “110b”（选择 fOCO40M 作为计数源）。

28.9 使用串行接口（UART0）时的注意事项

- 与时钟同步串行 I/O 模式和异步串行 I/O 模式无关，必须以 16 位为单位读 U0RB 寄存器。
如果读 U0RB 寄存器的高位字节，U0RB 寄存器的 PER 位和 FER 位以及 U0C1 寄存器的 RI 位就变为 “0”。
如果发生接收错误，就必须在读 U0RB 寄存器后用读取值进行确认。

<读接收缓冲寄存器的程序例子>

```
MOV.W      00A6H, R0      ;读 U0RB 寄存器
```

- 在传送数据位长为 9 位的异步串行 I/O 模式中，必须以 8 位为单位按照高位字节 → 低位字节的顺序写 U0TB 寄存器。

<写发送缓冲寄存器的程序例子>

```
MOV.B      #XXH, 00A3H    ;写 U0TB 寄存器的高位字节
MOV.B      #XXH, 00A2H    ;写 U0TB 寄存器的低位字节
```

28.10 使用串行接口（UART2）时的注意事项

28.10.1 时钟同步串行 I/O 模式

28.10.1.1 发送和接收

在选择外部时钟和 $\overline{\text{RTS}}$ 功能的情况下，如果进入可接收状态， $\overline{\text{RTS2}}$ 引脚的输出电平就变为 “L” 电平，将可接收状态通知发送侧。如果开始接收， $\overline{\text{RTS2}}$ 引脚的输出电平就变为 “H” 电平。因此，如果将 $\overline{\text{RTS2}}$ 引脚连接发送侧的 $\overline{\text{CTS2}}$ 引脚，发送和接收的时序就能同步。在选择内部时钟时， $\overline{\text{RTS}}$ 功能无效。

28.10.1.2 发送

在选择外部时钟的情况下，必须在 U2C0 寄存器的 CKPOL 位为 “0”（在传送时钟的下降沿输出发送数据，在上升沿输入接收数据）并且外部时钟为 “H” 电平的状态下，或者在 CKPOL 位为 “1”（在传送时钟的上升沿输出发送数据，在下降沿输入接收数据）并且外部时钟为 “L” 电平的状态下，满足以下的条件：

- U2C1 寄存器的 TE 位为 “1”（允许发送）。
- U2C1 寄存器的 TI 位为 “0”（U2TB 寄存器有数据）。
- 在选择 CTS 功能时， $\overline{\text{CTS2}}$ 引脚的输入为 “L” 电平。

28.10.1.3 接收

时钟同步串行 I/O 通过发送器的运行产生移位时钟。因此，即使只用于接收，也必须进行发送的设定。在接收时，将虚拟数据从 TXD2 引脚输出到外部。

在选择内部时钟的情况下，如果将 U2C1 寄存器的 TE 位置“1”（允许发送）并且将虚拟数据设定到 U2TB 寄存器，就产生移位时钟；在选择外部时钟的情况下，如果将 TE 位置“1”，将虚拟数据设定到 U2TB 寄存器并且将外部时钟输入到 CLK2 引脚，就产生移位时钟。

在连续接收数据时，如果 U2C1 寄存器的 RE 位为“1”（U2RB 寄存器有数据）并且 UART2 接收寄存器已有下一个接收数据，就发生溢出错误并且 U2RB 寄存器的 OER 位变为“1”（发生溢出错误）。此时，U2RB 寄存器的值为不定值，所以在发生溢出错误时，必须通过发送侧和接收侧的程序重新发送以前的数据。在发生溢出错误时，S2RIC 寄存器的 IR 位不变。

在连续接收数据时，必须在每次接收时将虚拟数据设定到 U2TB 寄存器的低位字节。

在选择外部时钟的情况下，必须在 CKPOL 位为“0”时并且外部时钟为“H”电平的状态下，或者在 CKPOL 位为“1”并且外部时钟为“L”电平的状态下，满足以下的条件：

- U2C1 寄存器的 RE 位为“1”（允许接收）。
- U2C1 寄存器的 TE 位为“1”（允许发送）。
- U2C1 寄存器的 TI 位为“0”（U2TB 寄存器有数据）。

28.10.2 特殊模式 1（I²C 模式）

在生成开始条件、停止条件和重新启动条件时，必须在将 U2SMR4 寄存器的 STSPSEL 位置“0”后至少等待 1/2 传送时钟周期，然后将各条件生成位（STAREQ、RSTAREQ、STPREQ）从“0”置为“1”。

28.11 使用硬件 LIN 时的注意事项

有关标题字段和应答字段的超时处理，必须以 Synch Break 检测中断为起点，通过其它定时器测量时间。

28.12 使用 A/D 转换器时的注意事项

- 必须在停止 A/D 转换时（发生触发前）写 ADMOD 寄存器、ADINSEL 寄存器、ADCON0 寄存器（ADST 位除外）、ADCON1 寄存器和 OCVREFCR 寄存器。
- 在用于重复模式 0、重复模式 1 和重复扫描模式时，必须给正在进行 A/D 转换的 CPU 时钟选择大于等于 A/D 转换器运行时钟 ϕ_{AD} 的频率。
 ϕ_{AD} 不能选择 fOCO-F。
- 必须在 VREF 引脚和 AVSS 引脚之间连接 0.1 μ F 的电容器。
- 不能在 A/D 转换过程中转移到停止模式。
- 在 A/D 转换过程中，与 CM0 寄存器的 CM02 位的状态（“1”（在等待模式中，停止外围功能时钟）、“0”（在等待模式中，不停止外围功能时钟））无关，不能转移到等待模式。
- 如果在 A/D 转换过程中将 FMR0 寄存器的 FMSTP 位置“1”（停止闪存）、FMR27 位置“1”（允许低功耗电流读模式），A/D 转换结果就为不定值，因此不能进行这些位的设定。
- 在 fOCO-F 已经停止时，不能更改 ADMOD 寄存器的 CKS2 位。
- 在 A/D 转换过程中，如果通过程序将 ADCON0 寄存器的 ADST 位置“0”（停止 A/D 转换）来强制结束转换，A/D 转换器的转换结果就为不定值，也不发生中断请求。没有进行 A/D 转换的 ADi 寄存器的值也有可能为不定值。

如果通过程序将 ADST 位置“0”，就不能使用所有 ADi 寄存器的值。

28.13 使用传感器控制单元的注意事项

28.13.1 A/D 转换器

在传感器控制单元运行时，不能使用 A/D 转换器（ADCON0 寄存器的 ADST 位为“1”）。

28.13.2 检测数据的保存目标

必须给 SCUDAR 寄存器设定起始地址。

必须给 DTC 的 DTDARj（j=0～23）寄存器设定相同的起始地址。

有关 DTC 的设定，请参照“15. DTC”。

28.13.3 等待模式

- 在等待模式中使用传感器控制单元时，将 SCUCR0 寄存器的 SCSTRT 位置“1”（开始测量）后，必须设定为等待模式。
在触摸检测中从等待模式返回时，SCUFR 寄存器的 EWMER 位变为“1”。此时检测到的数据为不定。
- 当传感器控制单元在运行中（SCUCR0 寄存器的 SCUE 位为“1”）转移到等待模式时，不能使用 CM3 寄存器的 CM30 位（等待控制位）。必须使用 WAIT 指令。
- 在等待模式中使用传感器控制单元时，必须将 FMR1 寄存器的 WTFMACT 位置“1”（等待模式中闪存运行）。

28.13.4 测量触发

- 在强制停止中发生测量开始触发时，全部计数器值变为“0”。
- 测量运行中，当 SCUMR 寄存器的 SCCAP1～SCCAP0 位从“10b”（定时器 RC 的测量开始触发）变为“11b”（外部触发（SCUTRG））并且 SCUTRG 引脚为“L”电平时，识别为测量开始触发。

28.13.5 充电时间

为防止测定数据被以后的测定数据盖写，传感器控制单元在 DTC 传送或者内置 SDMA 传送结束为止保持充电。

28.14 使用闪存时的注意事项

28.14.1 CPU 改写模式

28.14.1.1 禁止使用的指令

在 EW0 模式中改写程序 ROM 区的过程中，因为以下指令要参照闪存内部的数据，所以不能使用。
UND 指令、INTO 指令、BRK 指令

28.14.1.2 中断

CPU 改写模式的中断如表 28.1 ～表 28.3 所示。

表 28.1 CPU 改写模式的中断 (1)

模式	擦除 / 编程的对象	状态	可屏蔽中断
EW0	数据闪存	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求，就进行中断处理。 当 FMR22 位为 “1” (允许中断请求引起的擦除挂起请求) 时，FMR21 位自动变为 “1” (请求擦除挂起)。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 如果在 FMR22 位为 “0” (禁止中断请求引起的擦除挂起请求) 时需要擦除挂起，就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中，能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR21 位置 “0” (重新开始擦除) 重新开始自动擦除。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)	在自动擦除或者自动编程的过程中进行中断处理。
		正在自动编程	
	程序 ROM	正在自动擦除 (挂起有效)	能通过将向量分配到 RAM 使用中断。
		正在自动擦除 (挂起无效)	
		正在自动编程	
EW1	数据闪存	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求，就进行中断处理。 当 FMR22 位为 “1” 时，FMR21 位自动变为 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 如果在 FMR22 位为 “0” 时需要擦除挂起，就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中，能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR21 位置 “0” 重新开始自动擦除。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)	在自动擦除或者自动编程的过程中进行中断处理。
		正在自动编程	
	程序 ROM	正在自动擦除 (挂起有效)	在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除并进行中断处理。在中断处理结束后，能通过将 FMR21 位置 “0” 重新开始自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中，能读写自动擦除执行块以外的块。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)	优先进行自动擦除或者自动编程，让中断请求等待。在自动擦除或者自动编程结束后进行中断处理。
		正在自动编程	

FMR21、FMR22: FMR2 寄存器的位

表 28.2 CPU 改写模式的中断 (2)

模式	擦除 / 编程的对象	状态	- 看门狗定时器 - 振荡停止检测 - 电压监视 2 - 电压监视 1 (注 1)	- 未定义指令 - INTO 指令 - BRK 指令 - 单步 - 地址匹配 - 地址断开 (注 1)
EW0	数据闪存	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求, 就进行中断处理。 当 FMR22 位为 “1” (允许中断请求引起的擦除挂起请求) 时, FMR21 位自动变为 “1” (请求擦除挂起)。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 如果在 FMR22 位为 “0” (禁止中断请求引起的擦除挂起) 时需要擦除挂起, 就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中, 能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR21 位置 “0” (重新开始擦除) 重新开始自动擦除。	如果接受中断请求, 就进行中断处理。 如果需要擦除挂起, 就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中, 能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR2 寄存器的 FMR21 位置 “0” 重新开始自动擦除。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)	在自动擦除或者自动编程的过程中进行中断处理。	
		正在自动编程		
	程序 ROM	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求, 就立即强制停止自动擦除或者自动编程, 将闪存复位。在经过一定时间后, 重新启动闪存, 然后开始中断处理。 因为被强制停止, 有可能无法从正在自动擦除的块或者正在自动编程的地址读到正常值, 所以必须在重新启动闪存后再次执行自动擦除, 并确认正常结束。即使在执行命令的过程中, 看门狗定时器也不停止计数, 所以有可能发生中断请求。必须使用擦除挂起功能, 定期对看门狗定时器进行初始化。	不能在自动擦除或者自动编程的过程中使用。
		正在自动擦除 (挂起无效)		
		正在自动编程		

FMR21、FMR22: FMR2 寄存器的位

注 1. 因为固定向量被分配在块 0, 所以不能在自动擦除块 0 的过程中使用非屏蔽中断。

表 28.3 CPU 改写模式的中断 (3)

模式	擦除 / 编程的对象	状态	- 看门狗定时器 - 振荡停止检测 - 电压监视 2 - 电压监视 1 (注 1)	- 未定义指令 - INTO 指令 - BRK 指令 - 单步 - 地址匹配 - 地址断开 (注 1)
EW1	数据闪存	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求, 就进行中断处理。 当 FMR22 位为 “1” (允许中断请求引起的擦除挂起请求) 时, FMR21 位自动变为 “1” (擦除挂起请求)。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 如果在 FMR22 位为 “0” (允许中断请求引起的擦除挂起禁止) 时需要擦除挂起, 就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中, 能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR21 位置 “0” (重新开始擦除) 重新开始自动擦除。	如果接受中断请求, 就进行中断处理。 如果需要擦除挂起, 就必须在中断处理时将 FMR21 位置 “1”。闪存在经过 td(SR-SUS) 时间后暂停自动擦除。 在暂停自动擦除的过程中, 能读写自动擦除执行块以外的块。能通过将 FMR2 寄存器的 FMR21 位置 “0” 重新开始自动擦除。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)	在自动擦除和自动编程的过程中进行中断处理。	
		正在自动编程		
	程序 ROM	正在自动擦除 (挂起有效)	如果接受中断请求, 就立即强制停止自动擦除或者自动编程, 将闪存复位。在经过一定时间后重新启动闪存, 然后开始中断处理。 因为被强制停止, 有可能无法从正在自动擦除的块或者正在自动编程的地址读到正常值, 所以必须在重新启动闪存后再次执行自动擦除, 并确认正常结束。即使在执行命令的过程中, 看门狗定时器也不停止计数, 所以有可能发生中断请求。必须使用擦除挂起功能, 定期对看门狗定时器进行初始化。	不能在自动擦除或者自动编程的过程中使用。
		正在自动擦除 (挂起无效或者 FMR22=0)		
		正在自动编程		

FMR21、FMR22: FMR2 寄存器的位

注 1. 因为固定向量被分配在块 0, 所以不能在自动擦除块 0 的过程中使用非屏蔽中断。

28.14.1.3 存取方法

在将以下的位置“1”时，必须给对象位写“0”后继续写“1”。不能在写“1”后到写“0”前发生中断和 DTC 启动。

- FMR0 寄存器的 FMR01 位和 FMR02 位
- FMR1 寄存器的 FMR13 位
- FMR2 寄存器的 FMR20 位、FMR22 位和 FMR27 位

在将以下的位置“0”时，必须给对象位写“1”后继续写“0”。不能在写“1”后到写“0”前发生中断和 DTC 启动。

- FMR1 寄存器的 FMR14 位、FMR15 位、FMR16 位和 FMR17 位

28.14.1.4 用户 ROM 区的改写

在使用 EW0 模式并且正在对保存改写控制程序的块进行改写时，如果电源电压降低，就无法正常对改写控制程序进行改写，以后有可能无法改写闪存。因此，必须使用标准串行输入 / 输出模式改写此块。

28.14.1.5 编程

不能对已编程的地址进行追加写。

28.14.1.6 向停止模式或者等待模式的转移

不能在擦除挂起过程中转移到停止模式或者等待模式。

当 FST 寄存器的 FST7 位为“0”（忙（正在编程 / 擦除））时，不能转移到停止模式或者等待模式。

在 FMR27 位为“1”（允许低消耗电流读模式）的状态下，不能向停止模式或者等待模式转移。

28.14.1.7 闪存的编程电压和擦除电压

必须在电源电压 $V_{CC}=2.7 \sim 5.5V$ 的条件下进行编程和擦除，而不能在电源电压低于 2.7V 时进行。

28.14.1.8 块空白检查

不能在擦除挂起过程中执行块空白检查命令。

28.14.1.9 低消耗电流读模式

在低速内部振荡器模式中，如果将 FMR2 寄存器的 FMR27 位置“1”（允许低消耗电流读模式），就能降低图闪存时的消耗电流。

在将 CPU 时钟设定为低速内部振荡时钟的 4 分频、8 分频或者 16 分频中任意一个，能使用低消耗电流读模式。为 1 分频（无分频）、2 分频时，不能使用低消耗电流读模式。在设定 CPU 时钟的分频比后，必须将 FMR27 位置“1”。

降低功耗的方法请参照“26. 功耗的降低”。

只有在将 FMR27 位置“0”（禁止低消耗电流读模式）后，才能向等待模式或者停止模式转移。在 FMR27 位为“1”的状态下，不能向等待模式或者停止模式转移。

28.15 有关噪声的注意事项

28.15.1 作为噪声和闩锁对策，在 VCC-VSS 引脚之间插入旁路电容

必须在 VCC 引脚和 VSS 引脚之间用最短并且较粗的布线连接旁路电容（0.1 μ F 左右）。

28.15.2 端口控制寄存器的噪声误动作对策

如果在苛刻的噪声试验或者类似的试验中受到外部噪声（主要是电源方面的噪声），IC 内部的噪声对策电路可能无法完全应付，此时端口的相关寄存器的值有可能发生变化。

对于这种情况，建议通过程序定期地对端口寄存器、方向寄存器和上拉控制寄存器进行重新设定。如果在中断处理中进行端口输出等的转换控制，就可能和重新设定的处理发生竞争，所以必须在充分探讨控制处理的基础上进行重新设定的处理。

28.16 有关电源电压波动的注意事项

在解除复位后，VCC 引脚输入的电源电压必须满足图 28.2 所示的容许电源纹波电压 $V_r(\text{vcc})$ 和电源纹波下降斜率 $dV_r(\text{vcc})/dt$ 中的一个或者全部条件。

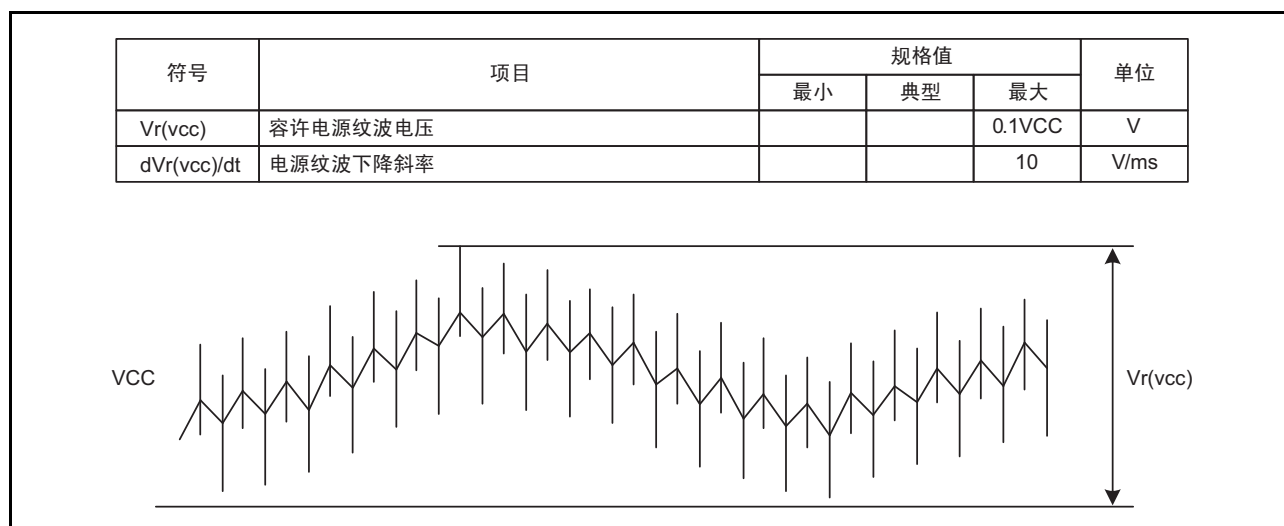


图 28.2 电源纹波的定义

29. On-chip 调试器的注意事项

在使用 on-chip 调试器进行 R8C/35A 群的程序开发和调试时，必须注意以下的限制事项：

1. On-chip 调试器使用一部分用户闪存区和 RAM 区，所以用户不能使用这些区域。
有关使用的区域，请参照各 on-chip 调试器的使用手册。
2. 不能在用户系统中设定地址匹配中断（AIER0、AIER1、RMAD0、RMAD1 寄存器和固定向量表）。
3. 不能在用户系统中使用 BRK 指令。
4. 能在电源电压 VCC=1.8～5.5V 的条件下进行调试，改写闪存时的电源电压至少要保持 2.7V。

On-chip 调试器的连接和使用方法有特殊的限制事项。有关 on-chip 调试器的详细内容，请参照各 on-chip 调试器的使用手册。

30. 仿真调试器的注意事项

仿真调试器的连接和使用方法有特殊的限制事项。有关仿真调试器的详细内容，请参照各仿真调试器手册。

附录

附录 1. 封装尺寸图

有关封装尺寸图的最新版和安装的信息，登载在瑞萨电子的主页的“封装”栏目中。

JEITA Package Code	RENESAS Code	Previous Code	MASS[Typ.]
P-LQFP32-7x7-0.80	PLQP0032GB-A	32P6U-A	0.2g

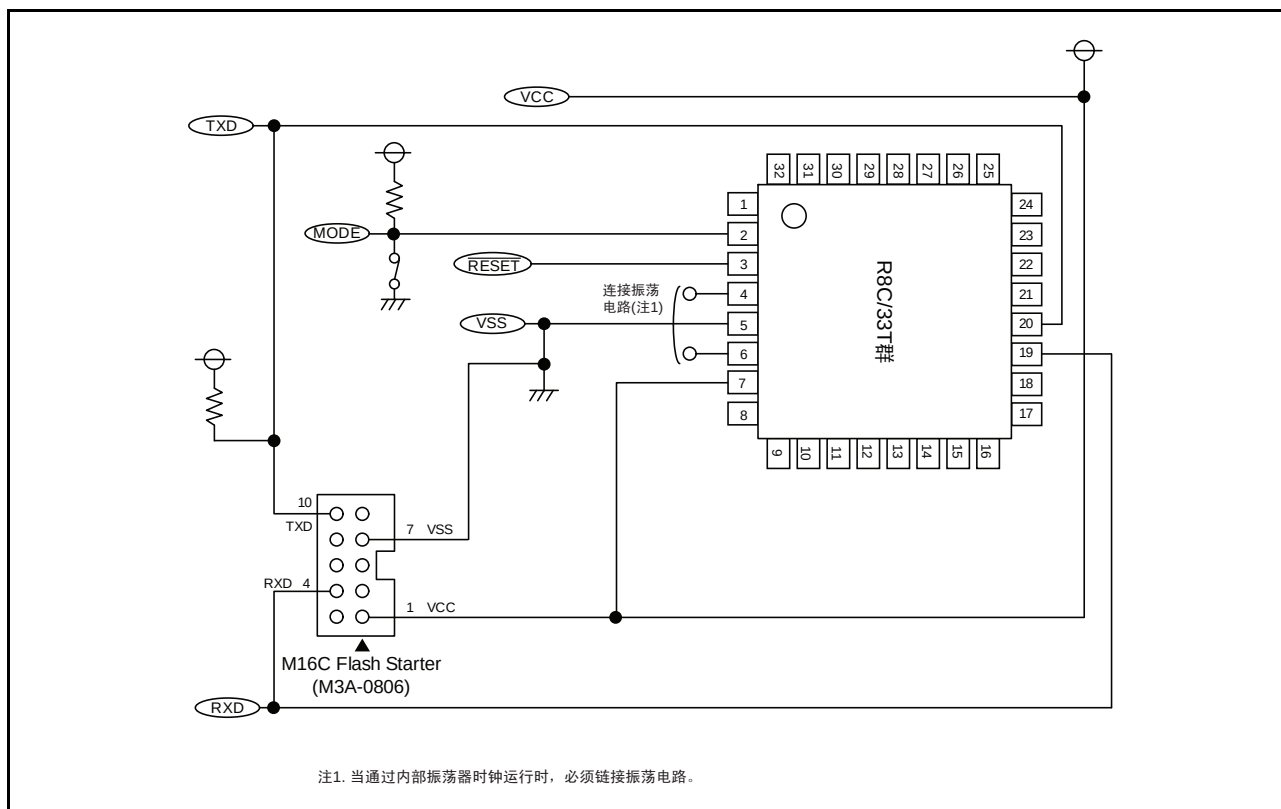
NOTE)

1. DIMENSIONS "*1" AND "*2" DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
2. DIMENSION "*3" DOES NOT INCLUDE TRIM OFFSET.

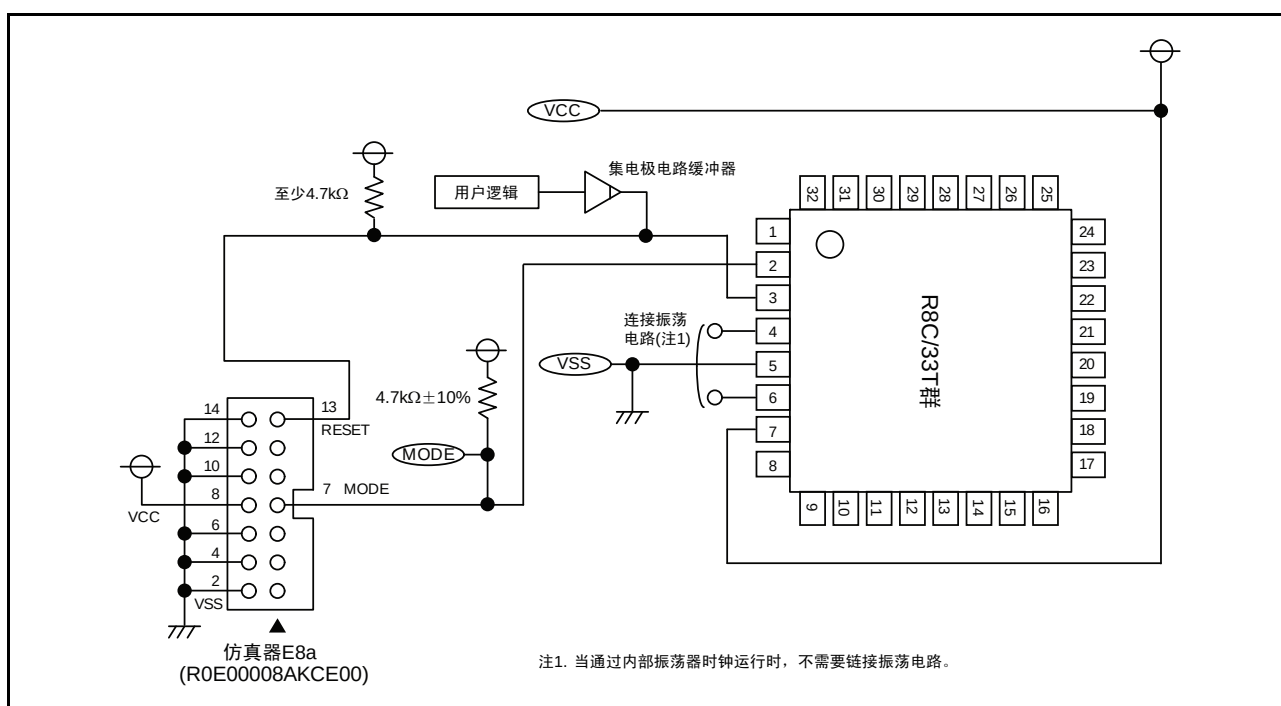
Reference Symbol	Dimension in Millimeter		
	Min	Nom	Max
D	6.9	7.0	7.1
E	6.9	7.0	7.1
A ₂	—	1.4	—
H _D	8.8	9.0	9.2
H _E	8.8	9.0	9.2
A	—	—	1.7
A ₁	0	0.1	0.2
b _p	0.32	0.37	0.42
b ₁	—	0.35	—
c	0.09	0.145	0.20
c ₁	—	0.125	—
θ	0°	—	8°
⌀	—	0.8	—
x	—	—	0.20
y	—	—	0.10
Z _D	—	0.7	—
Z _E	—	0.7	—
L	0.3	0.5	0.7
L ₁	—	1.0	—

附录 2. 串行编程器和 on-chip 调试仿真器的连接例子

和 M16C Flash Starter (M3A-0806) 的连接例子如附图 2.1 所示, 和仿真器 E8a (R0E00008AKCE00) 的连接例子如附图 2.2 所示。



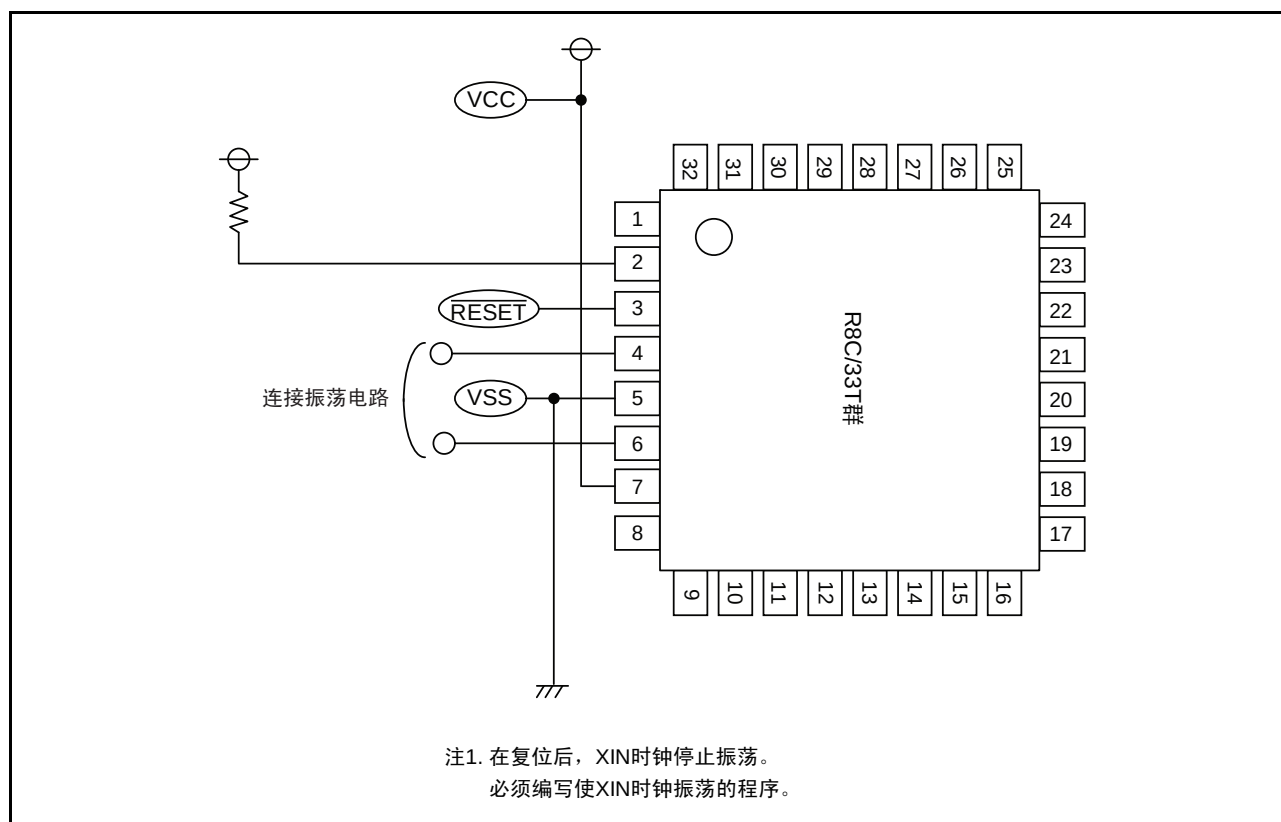
附图 2.1 和 M16C Flash Starter (M3A-0806) 的连接例子



附图 2.2 和仿真器 E8a (R0E00008AKCE00) 的连接例子

附录 3. 振荡评估电路例子

振荡评估电路例子如附图 3.1 所示。



附图 3.1 振荡评估电路例子

索引

A

A/D 断路检测辅助功能	393
A/D 转换的开始条件	391
A/D 转换结果	392
A/D 转换器	381, 470
A/D 转换时的传感器输出阻抗	402
A/D 转换周期数	389
A0、A1	10
ACK 和 NACK	354
ADCON0	387
ADCON1	388
ADIC	141
ADINSEL	386
ADi (i=0 ~ 7)	384
ADMOD	385
AIERi (i=0 ~ 1)	160

B

B 标志	11
BGO (后台操作) 功能	451
保护	135
保留位	11
标志寄存器	10
标准串行输入 / 输出模式	462
标准串行输入 / 输出模式的禁止功能	168
标准运行模式	122
并行输入 / 输出模式	464

C

C 标志	10
CLK 极性的选择	334
CM0	108
CM1	109
CM3	110
CMPA	38
CPSRF	114
CPU	9
CPU 改写模式	437
CPU 时钟	120
CPU 时钟和外围功能时钟	120
CSPR	177
CTS/RTS 功能	336, 344
测量运行原理	430
产品一览表	4
程序计数器	10
处理器中断优先级	11
串行编程器和 on-chip 调试仿真器的连接例子	518
串行接口 (UART2)	315
串行数据的逻辑转换	336, 343
从属模式	376
从中断程序的返回	148
传送时钟	353

重复模式	197
重复模式 0	395
重复模式 1	396
重复扫描模式	400
存储器	12
存储器的分配	434

D

D 标志	10
DRR0	78
DRR1	79
DTBLSj (j=0 ~ 23)	186
DTC	183
DTCCRj (j=0 ~ 23)	185
DTCCTj (j=0 ~ 23)	186
DTC 的执行周期数	200
DTCENi (i=0 ~ 3、5、6)	188
DTCTL	189
DTDARj (j=0 ~ 23)	187
DTRLDj (j=0 ~ 23)	186
DTSARj (j=0 ~ 23)	187
单触发的选择	237
单次模式	394
单次扫描模式	398
等待模式	124
等待模式和停止模式	469
低速内部振荡器时钟	119
低消耗电流读模式	472
地址寄存器	10
地址匹配中断	159
电特性	473
电压检测电路	35, 469
电压监视 0 复位	33, 46
电压监视 1 中断	47
电压监视 2 中断	49
电源稳定的情况	30
定时器	469
定时器概论	203
定时器模式	209, 228, 265, 270
定时器 RA	204
定时器 RB	222
定时器 RC	242
定时器 RC 中断	292
定时器 RC 中断、同步串行通信单元中断、I ² C 总线接口 中断、闪存中断 (有多个中断请求源的中断)	161
端口	469
端口的设定	82
对外围功能的影响	52
堆栈指针指定标志	11
多处理器的发送	363
多处理器的接收	364
多处理器通信功能	360

E

EW0 模式	448
EW1 模式	448

F

f1、f2、f4、f8、f32	120
FB	10
FLG	10
FMR0	441
FMR1	444
FMR2	446
FMRDYIC	142
fOCO	120
fOCO128	121
fOCO40M	120
fOCO-F	120
fOCO-S	121
fOCO-WDT	121
FRA0	112
FRA1	113
FRA2	113
FRA3	115
FRA4	114
FRA5	114
FRA6	115
FRA7	111
FST	438
发生通信错误时的处理方法	307, 313, 334, 342
发送和接收的初始化	354
仿真调试器的注意事项	516
封装尺寸图	517
符号标志	11
复位	25
复位源的判断功能	34

G

概要	1
高速内部振荡器时钟	119
各模式的设定和解除方法	450
功耗的降低	469
功率控制	122
功能	166
挂起	449
规格概要	2

H

缓冲器运行	260
-------------	-----

I

I/O 端口	51
I/O 端口的功能	52
I/O 端口以外的引脚	53
I 标志	11, 144

ID 码检查功能	435, 462
ID 码区域	165
ILVL2 ~ ILVL0 位和 IPL	144
INTB	10
INTEN	153
INTF	154
INTiC (i=0 ~ 3)	143
INTi 输入滤波器 (i=0 ~ 3)	155
INTi 中断 (i=0,1,3)	150
INTi 中断 (i=0 ~ 3)	150
INTSR	73, 151
INT 中断	150
IPL	11
IR 位	144
ISP	10

J

寄存器压栈	146
寄存器组指定标志	11
计数过程中的定时器写控制	210, 229
计数源	259
计数源保护模式无效的情况	181
计数源保护模式有效的情况	182
极性选择功能	307
键输入中断	157
降低功耗的要点和处理方法	469
降低消耗电流的功能	392
接受中断请求时的 IPL 变化	146
接通电源的情况	30
进位标志	10
静态基址寄存器	10

K

KIEN	158
KUPIC	141
开始条件和停止条件的检测	351
开始条件和停止条件的输出	352
看门狗定时器	173
看门狗定时器复位	34
可编程波形发生模式	231
可编程单触发生模式	234
可编程等待单触发生模式	238
控制数据的分配和 DTC 向量表	192
框图	5

L

LINCR	371
LINCR2	370
LINST	372
LSB first 或者 MSB first 的选择	308, 335, 342
冷启动 / 热启动的判断功能	34
连续接收模式	308, 335
链传送	198
零标志	10

M

MSTCR	245
脉冲输出的强制截止	263
脉冲输出模式	211
脉冲周期测量模式	218
脉宽测量模式	215

N

内部电源的低功耗	470
内部振荡器时钟	119

O

O 标志	11
OCD	111
OCVREFCR	383
OFS	28, 45, 170, 178, 436
OFS2	29, 171, 179
On-chip 调试器的注意事项	515, 516

P

P1DRR	77
P2DRR	77
PC	10
PD _i (i=0 ~ 4)	64
PINSR	74
PI (i=0 ~ 4)	65
PM0	27
PM1	175
PRCR	135
PWM2 模式	284
PWM 模式	279
PUR0	76
PUR1	76

Q

启动源	190
强制擦除功能	167
全状态检查	460

R

R0、R1、R2、R3	10
RMAD _i (i=0 ~ 1)	160
ROM 码保护功能	435, 464
RSTFR	27
RXD2 数字滤波器的选择功能	344, 366
软件复位	34
软件命令	452
软件中断	137

S

S0RIC	141
S0TIC	141
S1RIC	141
S1TIC	141
S2RIC	141
S2TIC	141
SB	10
S 标志	11
SCHCR	415
SCSCSR	418
SCTCR0	409
SCTCR1	410
SCTCR2	412
SCTCR3	414
SCUHC	416
SCUCR0	407
SCUDAR	420
SCUDBR	421
SCUFR	417
SCUIC	141
SCUMR	409
SCUPRC	422
SCUSCC	419
SCUSTC	418
SDA 输出	353
SDA 输入	353
SFR	13
闪存的改写禁止功能	435
闪存的停止	471
闪存	433
上电复位功能	32
上溢标志	11
事件计数器模式	213
使用时的注意事项	497
时钟	469
时钟发生电路	105
时钟同步串行 I/O 模式	304, 330
时钟位相设定功能	358
输出比较功能	270
数据保护功能	451
数据寄存器	10
输入 / 输出引脚	370, 389
输入捕捉功能	265
数字滤波器	262

T

TRA	207
TRACR	205
TRAIC	141
TRAI0C	206, 209, 212, 214, 216, 219
TRAMR	206
TRAPRE	207
TRASR	66, 208
TRBCR	223
TRBIC	141

TRBIOC	224, 228, 232, 235, 239
TRBMR	225
TRBOCR	224
TRBPR	226
TRBPPE	225
TRBRCR	67, 227, 256
TRBSC	226
TRC	251
TRCADCR	255
TRCCR1	247, 272, 280, 286
TRCCR2	252, 275, 281, 287
TRCDF	253, 288
TRCGRA	252
TRCGRB	252
TRCGRC	252
TRCGRC 寄存器和 TRCGRD 寄存器的 输出引脚的变更	277
TRCGRD	252
TRCIC	142
TRCIE	248
TRCIOR0	250, 267, 273
TRCIOR1	251, 268, 274
TRCMR	246
TRCOER	254
TRCPSR0	68, 257
TRCPSR1	69, 258
TRCSR	249
TSIER0	423
TSIER1	423
TSIER2	424
TSMR	75, 152, 303, 329
TXD 和 RXD 输入 / 输出极性的转换功能	343
特点	1
特殊模式 1 (I ² C 模式)	345
特殊中断	138
调试标志	10
停止模式	127

U

U0BRG	297
U0C0	299
U0C1	300
U0MR	297
U0RB	301
U0SR	70, 302
U0TB	298
U2BCNIC	141
U2BRG	317
U2C0	319
U2C1	320
U2MR	317
U2RB	321
U2SMR	326
U2SMR2	326
U2SMR3	325
U2SMR4	324
U2SMR5	323

U2SR0	71, 327
U2SR1	72, 328
U2TB	318
UART	309, 337
U 标志	11
URXDF	322
USP	10

V

VCA1	39
VCA2	40, 116
VCAC	39
VCC 输入电压的监视	46
VCMP1IC	141
VCMP2IC	141
VD1LS	41
Vdet0 的监视	46
Vdet1 的监视	46
Vdet2 的监视	46
VLT0	80
VLT1	81
VW0C	42
VW1C	43
VW2C	44

W

WDTC	176
WDTR	175
WDTS	176
外围功能时钟	120
外围功能时钟的停止	469
外围功能中断	138
未使用引脚的处理	103
位速率	312, 341

X

XIN 时钟	118
系统时钟	120
芯片内部基准电压	392
选项功能选择区	169

Y

异步串行 I/O (UART) 模式	309, 337
引脚功能的说明	8
引脚排列图	6
硬件复位	30
硬件 LIN 的结束处理	380
硬件 LIN	369
用户堆栈指针	10
用途	1
运行时序	199

Z

Z 标志	10
振荡评估电路例子	519
振荡停止检测功能	130
振荡停止检测功能的使用方法	130
帧基址寄存器	10
正常模式	196
中断	136
中断表寄存器	10
中断的分类	136
中断堆栈指针	10
中断和中断向量	139
中断控制	144
中断请求	380
中断响应时间	146
中断响应顺序	145
中断优先级	148
中断优先级的判断电路	149
中断源	199
中断允许标志	11
中央处理器（CPU）	9
主控模式	373
总线冲突检测功能	379
总线控制	104

修订记录	R8C/33T 群 用户手册 硬件篇
------	--------------------

Rev.	发行日	修订内容	
		页	修订处
1.00	2011.07.20	—	初版发行

R8C/33T 群
用户手册 硬件篇

Publication Date: Rev.1.00 Jul 20, 2011

Published by: Renesas Electronics Corporation



SALES OFFICES

Renesas Electronics Corporation

<http://www.renesas.com>

Refer to "<http://www.renesas.com/>" for the latest and detailed information.

Renesas Electronics America Inc.

2880 Scott Boulevard Santa Clara, CA 95050-2554, U.S.A.
Tel: +1-408-588-6000, Fax: +1-408-588-6130

Renesas Electronics Canada Limited

1101 Nicholson Road, Newmarket, Ontario L3Y 9C3, Canada
Tel: +1-905-898-5441, Fax: +1-905-898-3220

Renesas Electronics Europe Limited

Dukes Meadow, Millboard Road, Bourne End, Buckinghamshire, SL8 5FH, U.K
Tel: +44-1628-585-100, Fax: +44-1628-585-900

Renesas Electronics Europe GmbH

Arcadiastrasse 10, 40472 Düsseldorf, Germany
Tel: +49-211-65030, Fax: +49-211-6503-1327

Renesas Electronics (China) Co., Ltd.

7th Floor, Quantum Plaza, No.27 ZhiChunLu Haidian District, Beijing 100083, P.R.China
Tel: +86-10-8235-1155, Fax: +86-10-8235-7679

Renesas Electronics (Shanghai) Co., Ltd.

Unit 204, 205, AZIA Center, No.1233 Lujiazui Ring Rd., Pudong District, Shanghai 200120, China
Tel: +86-21-5877-1818, Fax: +86-21-6887-7858 / -7898

Renesas Electronics Hong Kong Limited

Unit 1601-1613, 16/F., Tower 2, Grand Century Place, 193 Prince Edward Road West, Mongkok, Kowloon, Hong Kong
Tel: +852-2886-9318, Fax: +852 2886-9022/9044

Renesas Electronics Taiwan Co., Ltd.

13F, No. 363, Fu Shing North Road, Taipei, Taiwan
Tel: +886-2-8175-9600, Fax: +886 2-8175-9670

Renesas Electronics Singapore Pte. Ltd.

1 harbourFront Avenue, #06-10, keppel Bay Tower, Singapore 098632
Tel: +65-6213-0200, Fax: +65-6278-8001

Renesas Electronics Malaysia Sdn.Bhd.

Unit 906, Block B, Menara Amcorp, Amcorp Trade Centre, No. 18, Jln Persiaran Barat, 46050 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
Tel: +60-3-7955-9390, Fax: +60-3-7955-9510

Renesas Electronics Korea Co., Ltd.

11F., Samik Lavied' or Bldg., 720-2 Yeoksam-Dong, Kangnam-Ku, Seoul 135-080, Korea
Tel: +82-2-558-3737, Fax: +82-2-558-5141

R8C/33T 群



瑞萨电子株式会社

R01UH0156CJ0100