
R7F0C807

R01AN2008CC0110

Rev.1.10

2014.09.30

步进电机控制

要点

本篇应用说明描述了通过使用 R7F0C807 的 RTO（实时输出控制器）功能控制步进电机的应用实例。

对象 MCU

R7F0C807

本篇应用说明也适用于其他与上面所述的群具有相同 SFR（特殊功能寄存器）定义的产品。关于产品功能的改进，请参看手册中的相关信息。在使用本篇应用说明的程序前，需进行详细的评价。

目录

1. 规格	3
2. 动作确认条件	4
3. 硬件说明	5
3.1 硬件配置示例	5
3.2 使用引脚一览	6
4. 步进电机简介	7
4.1 步进电机原理	7
4.2 步进电机加速和减速操作	8
4.3 步进电机驱动控制方式	9
4.3.1 步进电机控制时序	9
4.3.2 步进电机转速计算	10
4.3.3 寄存器设置	11
4.4 强制截止控制方式	12
5. 软件说明	13
5.1 操作概要	13
5.2 选项字节设置一览	14
5.3 常量一览	15
5.4 变量一览	16
5.5 函数一览	17
5.6 函数说明	18
5.7 流程图	23
5.7.1 系统初始化函数	23
5.7.2 I/O 端口设置	24
5.7.3 时钟设置	25
5.7.4 间隔定时器设置	26
5.7.5 定时器阵列单元设置	30
5.7.6 RTO 初始化设置	51
5.7.7 INTP0 初始化设置	56
5.7.8 A/D 初始化设置	59
5.7.9 主函数	65
5.7.10 按键消抖	67
5.7.11 电机加速控制	68
5.7.12 电机减速控制	70
5.7.13 TAU0 周期设定	71
5.7.14 TAU0 中断处理	72
5.7.15 电机电流采集	76
5.7.16 INTP0 中断处理	78
6. 参考例程	79
7. 参考文献	79
公司主页和咨询窗口	错误!未定义书签。

1. 规格

本篇应用说明介绍了通过使用 RTO 实时输出控制器，实现对双路两相步进电机的控制。

相关外围功能和用途，请参见“表 1.1”。

表 1.1 相关外围功能和用途

外围功能	用途
RTO 实时输出控制器	与 TAU0 配合,输出双路步进电机控制信号
定时器阵列单元 0 的通道 0 和通道 1	电机 1 的 PWM 控制
定时器阵列单元 0 的通道 2 和通道 3	电机 2 的 PWM 控制
12 位间隔定时器	产生 5ms 定时中断,用于启停按键消抖
A/D 转换器	采集电机电流经过采样电阻的电压信号
外部中断 0	强制截止触发信号
端口 P14	判断启停按键是否按下

2. 动作确认条件

本应用说明的参考例程，是在下面的条件下进行动作确认的。

表 2.1 动作确认条件

项目	内容
使用 MCU	R7F0C807
工作频率	高速内部振荡器 (HOCO) 时钟: 20MHz CPU/外围功能时钟: 20MHz
工作电压	5.0V (工作电压范围: 4.5V~5.5V) SPOR 检测电压: 上升沿 4.28V (典型值), 下降沿 4.00V (最小值)
集成开发环境	CubeSuite+ V2.01.00 (瑞萨电子开发)
C 编译器	CA78K0R V1.60 (瑞萨电子开发)

3. 硬件说明

3.1 硬件配置示例

本应用例中,外部输入端口P14用来判断启停按键是否按下;RTO实时输出模块的8路通道RTIO00~RTIO07经电机驱动器件分别控制两个二相四线式步进电机转动;步进电机电流经采样电阻转化的电压信号通过放大电路放大后,输送到AD采样端口ANI2~ANI4及ANI7;同时放大后的电压信号与比较电路的参考电压比较;当任意采样电压超过参考电压时,产生下降沿,触发外部中断INTP0,触发强制截止,使得电机停止转动。

本应用说明中使用的硬件配置示例,请参见“图3.1”。

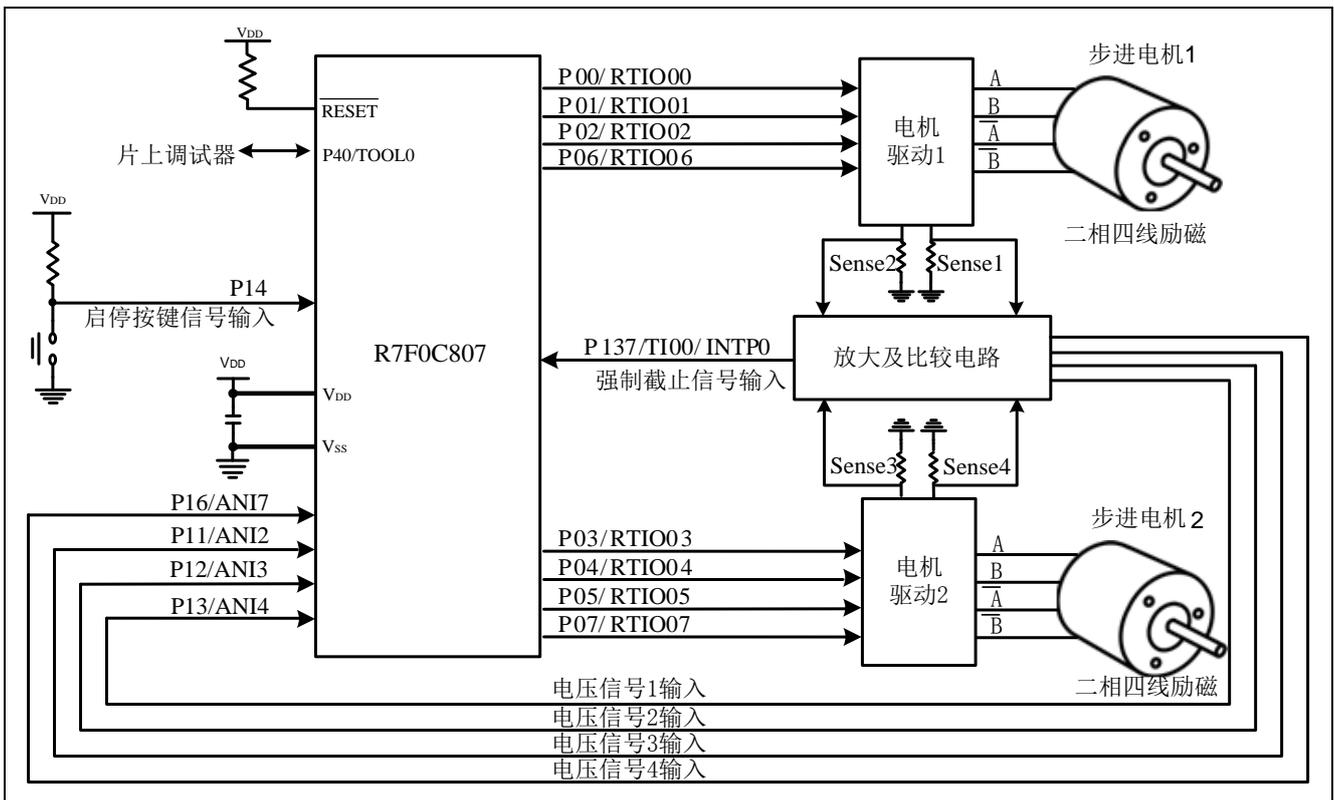


图 3.1 硬件配置

注意：1. 上述硬件配置图是为了表示硬件连接情况的简化图。在实际电路设计时,请注意根据系统具体要求进行适当的引脚处理,并满足电气特性的要求(输入专用引脚请注意分别通过电阻上拉到 V_{DD}或是下拉到 V_{SS})。

2. 请将 V_{DD} 电压值保持在 SPOR 设定的复位解除电压 (V_{SPOR}) 以上。

3.2 使用引脚一览

使用的引脚及其功能，请参见“表 3.1”。

表 3.1 使用的引脚及其功能

引脚名	输入输出	内容
P00/RTIO00	输出	输出步进电机 1 的 A 相控制信号
P01/RTIO01	输出	输出步进电机 1 的 B 相控制信号
P02/RTIO02	输出	输出步进电机 1 的 \bar{A} 相控制信号
P06/RTIO06	输出	输出步进电机 1 的 \bar{B} 相控制信号
P03/RTIO03	输出	输出步进电机 2 的 A 相控制信号
P04/RTIO04	输出	输出步进电机 2 的 B 相控制信号
P05/RTIO05	输出	输出步进电机 2 的 \bar{A} 相控制信号
P07/RTIO07	输出	输出步进电机 2 的 \bar{B} 相控制信号
P137/INTP0	输入	检测到过流信号时，触发强制截止
P14	输入	启动/停止按键
P13/ANI4	输入	采样电阻 Sense1 电压放大后的电压信号采集，检测步进电机 1 的 B 组线圈电流信息
P12/ANI3	输入	采样电阻 Sense2 电压放大后的电压信号采集，检测步进电机 1 的 A 组线圈电流信息
P11/ANI2	输入	采样电阻 Sense3 电压放大后的电压信号采集，检测步进电机 2 的 B 组线圈电流信息
P16/ANI7	输入	采样电阻 Sense4 电压放大后的电压信号采集，检测步进电机 2 的 A 组线圈电流信息

4. 步进电机简介

4.1 步进电机原理

步进电机的运行原理如“图 4.1”所示，上升沿脉冲会导致对应的相被激发。

首先， \bar{A} 相和 \bar{B} 相被同时激发，转子定位到 \bar{B} 相和 A 相的中间位置。之后，转子按照如下的顺序被激发旋转： $(\bar{B}$ 相、A 相) \rightarrow (A 相、B 相) \rightarrow (B 相、 \bar{A} 相)。

对于反转过程，步进电机转子按照如下的顺序被激发旋转： $(B$ 相、 \bar{A} 相) \rightarrow (A 相、B 相) \rightarrow (\bar{B} 相、A 相) \rightarrow (\bar{A} 相、 \bar{B} 相)。

- 终止换相过程，则步进电机停止转动，电机保持正转或反转过程中的最后一个被激发状态。

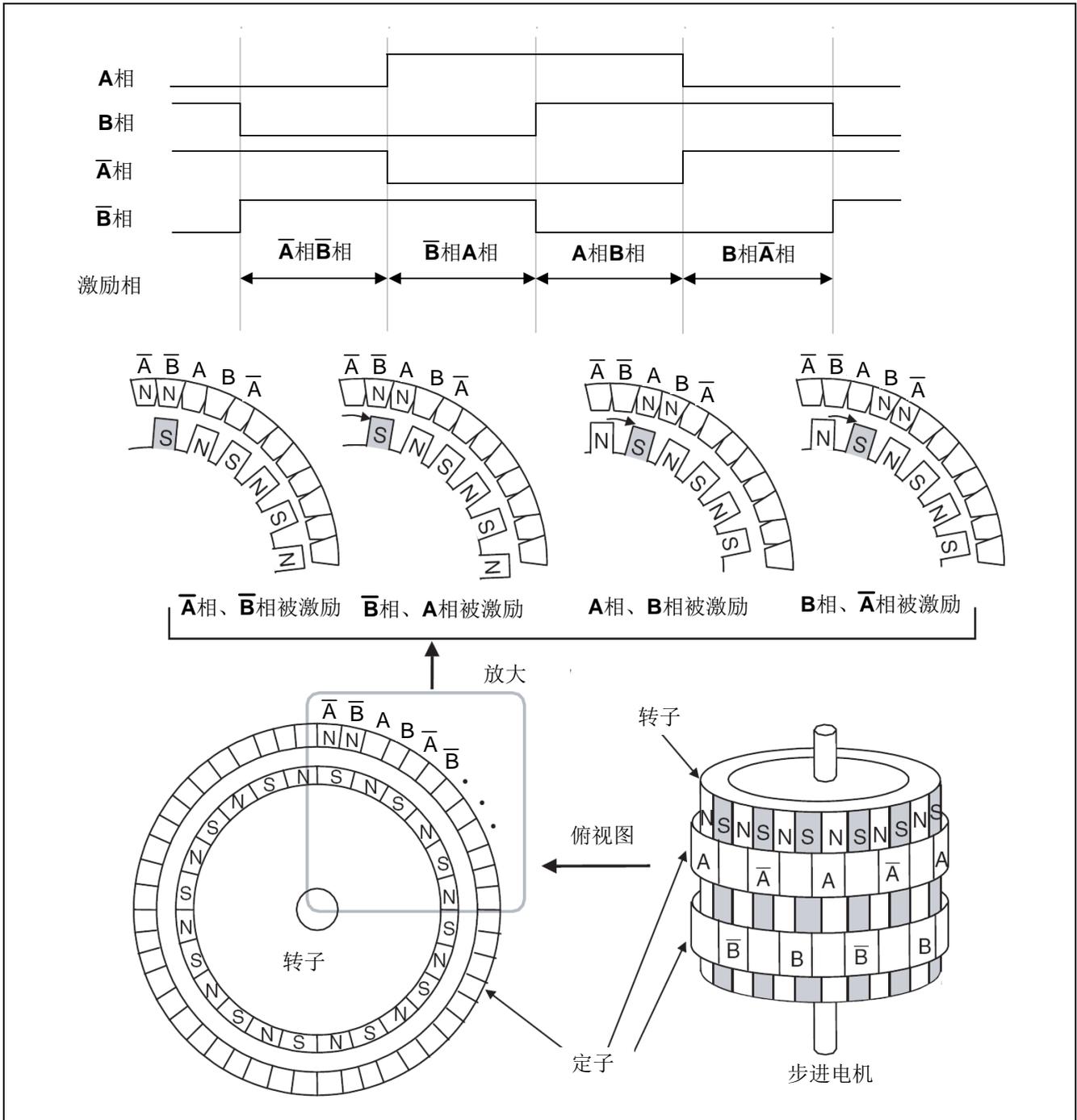


图 4.1 步进电机原理

4.2 步进电机加速和减速操作

当一系列短脉冲突然输出来控制步进电机转动时，电机可能因不能立刻带动负载而无法转动，从而引发失步问题。本应用说明中，通过加速和减速操作来避免电机失步的问题。基本原理如下所示：

- 输出的脉冲周期逐渐缩短至某一指定值（加速过程）。
- 输出定长周期的脉冲（匀速过程）。
- 输出脉冲周期逐步增大到某一指定值（减速过程）。

加速减速操作，请参见“图 4.2”。

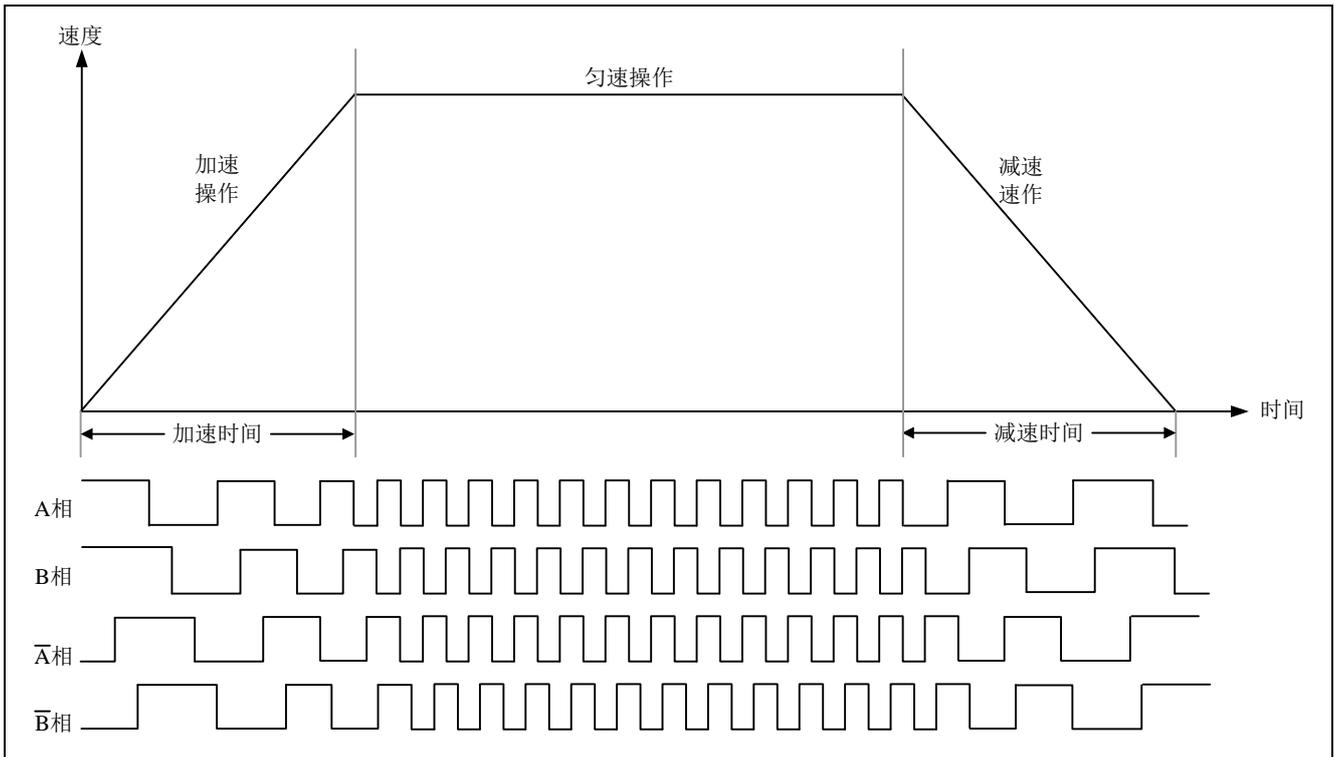


图 4.2 加速和减速操作

4.3 步进电机驱动控制方式

4.3.1 步进电机控制时序

该文档中使用的二相四拍步进电机励磁顺序表，请参见“表 4.1”。

表 4.1 二相四拍步进电机励磁顺序表

步数	A	B	\bar{A}	\bar{B}
1	0	0	1	1
2	1	0	0	1
3	1	1	0	0
4	0	1	1	0

由于切换步进电机励磁相时，可能会产生翻转延迟，存在损坏驱动器的危险，因此，在切换输出模式时，需插入防止产生贯通电流的时间（即死区时间）。

TAU00 和 TAU01 为一组，来实现任意周期和占空比的 PWM 换相控制功能。其中，TAU00 作为主通道，工作于间隔定时器模式；TAU01 作为从通道，工作于单计数模式。在 TAU01 计满时，进入 INTTM01 中断设置 RTOOUTC0 和 RTOOUTC1 寄存器进入死区状态。TAU00 计满时，进入 INTTM00 中断设置 RTOOUTC0 和 RTOOUTC1 寄存器进入换相状态。PWM 换相控制信号占空比统一设定为 95%。

同理，在控制另一个步进电机时，将 TAU02 和 TAU03 组合成另一组来实现 PWM 换相控制功能。

步进电机驱动控制时序图，请参见“图 4.3”。

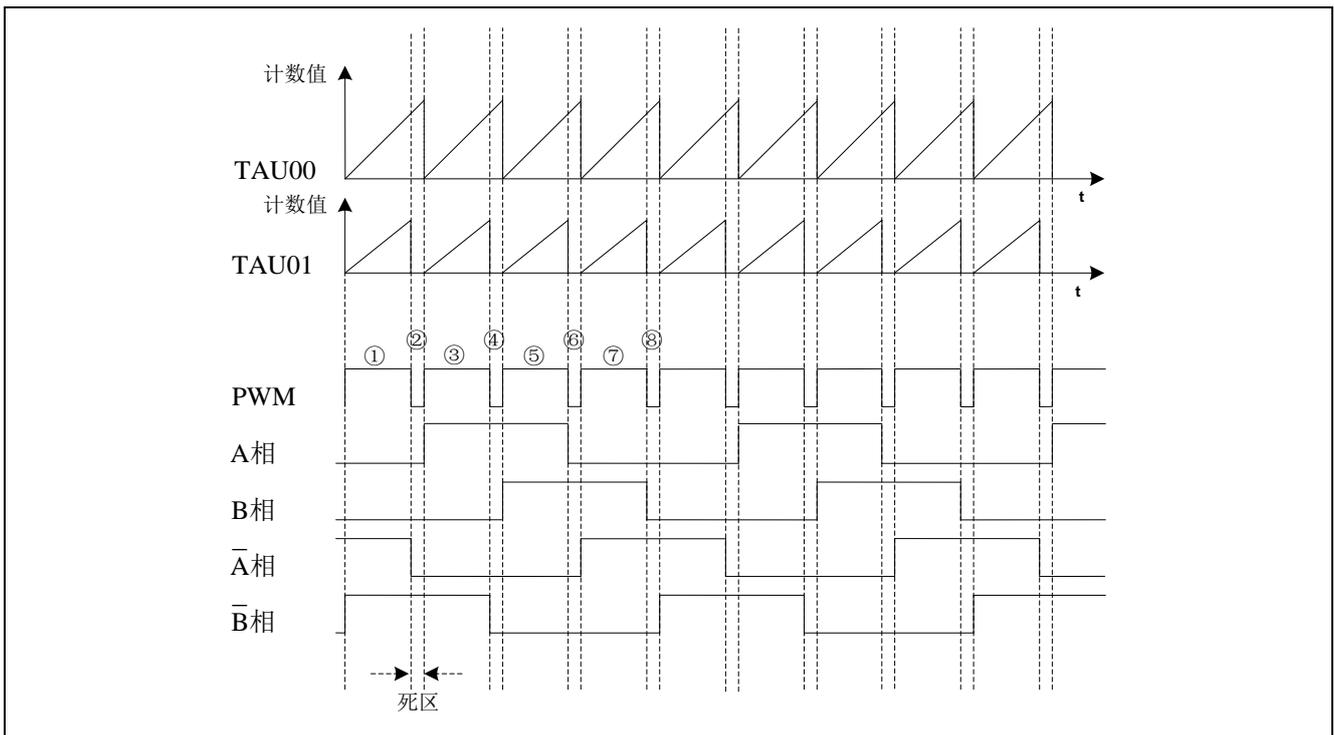


图 4.3 步进电机驱动时序图

4.3.2 步进电机转速计算

该文档中所使用步进电机均为步进角 1.8° 的二相四拍步进电机。

以步进电机 1 为例，转速计算公式如下所示：

换相频率 = PWM 换相控制信号频率 = $1 / \text{脉冲周期} = 1 / ((\text{TDR00}+1) * \text{计数时钟周期})$

步进电机转速 = 换相频率 * $60 / (360^\circ / 1.8^\circ)$

典型参考数值，请参见“表 4.2”。

表 4.2 步进电机转速设定参考值

TRD00 值	换相频率	电机转速 (r/min)
49999	400	120
24999	800	240
12499	1600	480

注：对于步进电机 2 的转速计算，将上述 TDR00 换为 TDR02 即可。

4.3.3 寄存器设置

步进电机 1 正转时，换相时寄存器的设置，请参见“表 4.3”。

表 4.3 步进电机 1 正转寄存器换相设置

寄存器	RTOSRC	RTOOUTC0	RTOOUTC1	激励相
设定值 → ①	0x00	0x40	0x40	$\bar{A}\bar{B}$
② ^{注1}	0x00	0x00	0x40	\bar{B}
③	0x00	0x10	0x40	$\bar{B}A$
④ ^{注1}	0x00	0x10	0x00	A
⑤	0x00	0x30	0x00	AB
⑥ ^{注1}	0x00	0x20	0x00	B
⑦	0x00	0x60	0x00	$B\bar{A}$
← ⑧ ^{注1}	0x00	0x40	0x00	\bar{A}

RTIO00: A 相、RTIO01: B 相、RTIO02: \bar{A} 相、RTIO06: \bar{B} 相。

对于步进电机 1 的反转操作，请按照“表 4.3”中⑦⑥⑤④③②①⑧的顺序进行寄存器设定。

注 1: “表 4.3”中②、④、⑥、⑧为步进电机 1 死区保护时的寄存器设定。

步进电机 2 正转时，换相时寄存器的设置，请参见“表 4.4”。

表 4.4 步进电机 2 正转寄存器换相设置

寄存器	RTOSRC	RTOOUTC0	RTOOUTC1	激励相
设定值 → ①	0x00	0x00	0xa0	$\bar{A}\bar{B}$
② ^{注1}	0x00	0x00	0x80	\bar{B}
③	0x00	0x80	0x80	$\bar{B}A$
④ ^{注1}	0x00	0x80	0x00	A
⑤	0x00	0x80	0x10	AB
⑥ ^{注1}	0x00	0x00	0x10	B
⑦	0x00	0x00	0x30	$B\bar{A}$
← ⑧ ^{注1}	0x00	0x00	0x20	\bar{A}

RTIO03: A 相、RTIO04: B 相、RTIO05: \bar{A} 相、RTIO07: \bar{B} 相。

对于步进电机 2 的反转操作，请按照“表 4.4”中⑦⑥⑤④③②①⑧的顺序进行寄存器设定。

注 1: “表 4.4”中②、④、⑥、⑧为步进电机 2 死区保护时的寄存器设定。

4.4 强制截止控制方式

强制截止的控制方式，请参见“图 4.4”。

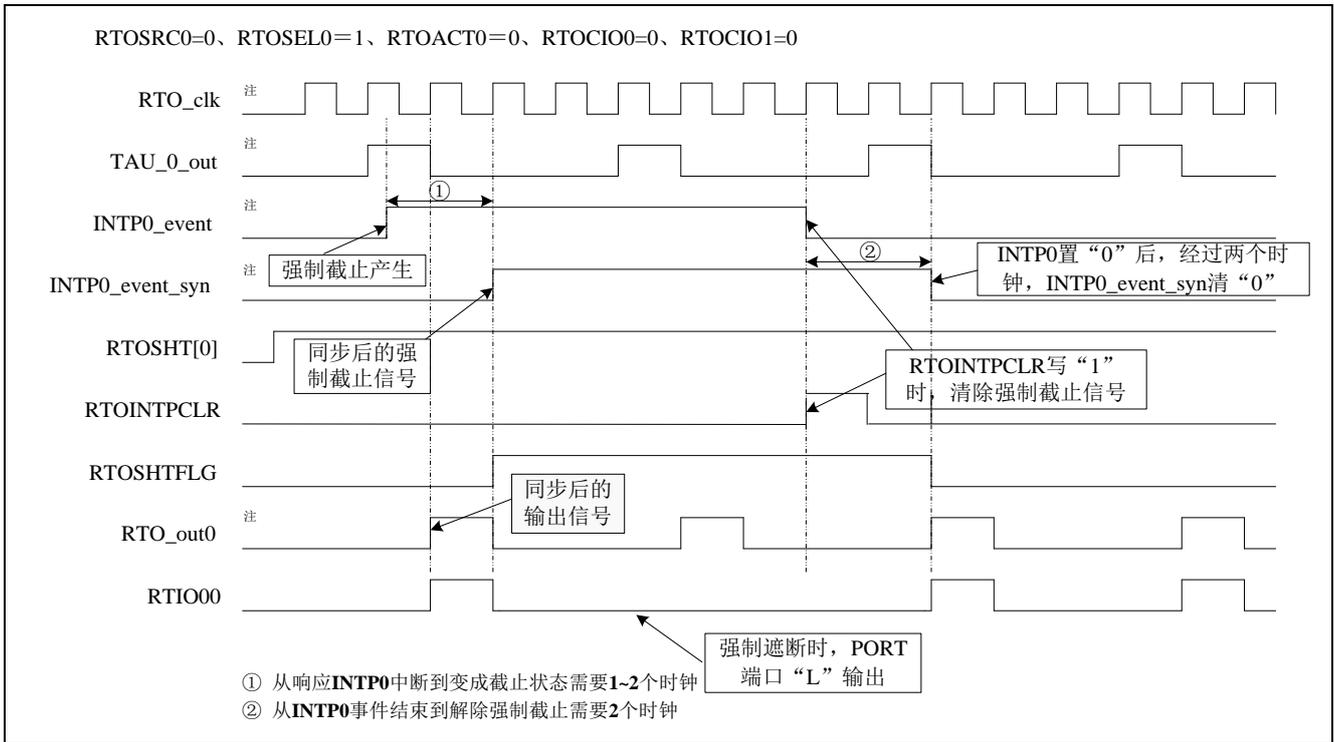


图 4.4 INTPO 强制截止产生与解除时序图

注：R7F0C807 内部信号。

设定 RTOSHT0 位为强制截止有效，RTIO00 输出与 TAU0 通道相同的波形，在 INTPO 中断响应后，进入强制截止状态，并且强制截止状态选择为输出“L”。

触发 INTPO 中断后，可通过清除强制截止信号（RTOINTPCLR=1）解除强制截止状态。

注意：在 CubeSuite+集成开发环境中，程序运行至硬件断点时，同样会进入强制截止状态；删除硬件断点，继续运行程序，则强制截止状态解除。

5. 软件说明

5.1 操作概要

本篇应用说明中，通过 RTO 实时输出模块，实现对两路二相四线式步进电机的控制。

- (1) 系统初始化：初始化时钟、端口、外部中断 0、12 位间隔定时器、定时器阵列单元 0、A/D 转换器、RTO 实时输出模块。
- (2) 等待启停按键按下。
- (3) 按键消抖，如果消抖失败，则返回步骤（2）；如果消抖成功，则清除强制截止状态并执行步进电机加速至匀速运行的过程。
- (4) 判断是否发生强制截止，如果发生，返回步骤（2）。
- (5) 采集步进电机驱动器电流。
- (6) 等待启停按键再次按下，如果没有按下，则返回步骤（5）。
- (7) 按键消抖，如果消抖失败，则返回步骤（5）；如果消抖成功，则执行步进电机由匀速运行减速至停止的过程。
- (8) 返回步骤（2）。

5.2 选项字节设置一览

选项字节的设置，请参见“表 5.1”。

表 5.1 选项字节设置

地址	数值	内容
000C0H	11100000B	看门狗定时器动作停止 (复位后，计数停止)
000C1H	11110011B	SPOR 检测电压：上升沿 4.28V (典型值)，下降沿 4.00V (最小值) P125/KR1/RESET \bar 引脚：用作复位功能
000C2H	11111001B	HOCO: 20MHz
000C3H	10000101B	允许片上调试

5.3 常量一览

参考例程中使用的常量，请参见“表 5.2”。

表 5.2 参考例程使用的常量

常量	设定值	内容
SWITCH_ELIMINATION_TRUE	0x01	按键消抖成功状态
SWITCH_ELIMINATION_FALSE	0x00	按键消抖失败状态
REVERSE_ADDR	0x08	电机反转控制值基址
N_REVERSE_ADDR	0x00	电机正转控制值基址
_5ms_INTV_TIMER_VALUE	0x4A	12 位间隔定时器 5ms 定时值
c_RTOOUTC1_Table2[16]	0x40,0x40, 0x40,0x00, 0x00,0x00, 0x00,0x00, 0x00,0x00, 0x00,0x00, 0x40,0x40, 0x40,0x00	电机 1 的 A 相、B 相换相控制值 正转时序（前 8 个元素） 反转时序（后 8 个元素）
c_RTOOUTC0_Table2[16]	0x40,0x00, 0x10,0x10, 0x30,0x20, 0x60,0x40, 0x60,0x20, 0x30,0x10, 0x10,0x00, 0x40,0x40	电机 1 的 \bar{A} 相、 \bar{B} 相换相控制值 正转时序（前 8 个元素） 反转时序（后 8 个元素）
c_RTOOUTC1_Table3[16]	0xa0,0x80, 0x80,0x00, 0x10,0x10, 0x30,0x20, 0x60,0x20, 0xb0,0x90, 0x90,0x00, 0x40,0x40	电机 2 的 A 相、B 相换相控制值 正转时序（前 8 个元素） 反转时序（后 8 个元素）
c_RTOOUTC0_Table3[16]	0x00,0x00, 0x80,0x80, 0x80,0x00, 0x00,0x00, 0x30,0x10, 0x10,0x00, 0xc0,0xc0, 0xe0,0x20	电机 2 的 \bar{A} 相、 \bar{B} 相换相控制值 正转时序（前 8 个元素） 反转时序（后 8 个元素）

5.4 变量一览

参考例程中使用的全局变量，请参见“表 5.3”

表 5.3 全局变量

类型	变量名	内容	使用的函数
uint16_t	g_Invert	电机反转控制变量	main(void) Interrupt_INTTM00(void) Interrupt_INTTM01(void) Interrupt_INTTM02(void) Interrupt_INTTM03(void)
uint8_t	g_AD_Converter_Count	A/D 转换次数	main(void)
uint8_t	g_AD_Result_Buffer[4]	A/D 转换结果	main(void)
__boolean	g_Button_Flag	按键按下标志位	main(void)
__boolean	g_INTTM00_Flag	TAU0 通道 0 中断发生标志位	stepper_motor_slew_up(uint16_t pace_up) stepper_motor_slew_down(uint16_t pace_up) Interrupt_INTTM00(void)
__boolean	g_INTTM02_Flag	TAU0 通道 2 中断发生标志位	stepper_motor_slew_up(uint16_t pace_up) stepper_motor_slew_down(uint16_t pace_up) Interrupt_INTTM02(void)
uint16_t	g_Loop0	电机 1 换相次数	Interrupt_INTTM00(void) Interrupt_INTTM01(void)
uint16_t	g_Loop1	电机 2 换相次数	Interrupt_INTTM02(void) Interrupt_INTTM03(void)
uint16_t	g_Scan_Count	按键消抖扫描次数	eliminate_buffeting(void)

5.5 函数一览

参考例程中使用的函数，请参见“表 5.4”。

表 5.4 函数

函数名	概要
System_ini	系统初始化程序
PORT_ini	I/O 端口设置程序
CLOCK_ini	时钟设置程序
INTERVAL_TIMER_ini	间隔定时器设置程序
TAU0_ini	定时器阵列单元设置程序
INTP0_ini	外部中断 0 初始化设置程序
AD_ini	A/D 初始化设置程序
RTO_ini	RTO 初始化设置程序
main	主程序
eliminate_buffeting	按键消抖程序
current_sampling	步进电机电流采集程序
stepper_motor_slew_up	步进电机加速程序
stepper_motor_slew_down	步进电机减速程序
TAU00_TAU01_PWM_setting	TAU0 通道 0、通道 1 PWM 周期设定程序
TAU02_TAU03_PWM_setting	TAU0 通道 2、通道 3 PWM 周期设定程序
Interrupt_INTP0	外部中断 0 中断处理子程序
Interrupt_INTTM00	TAU0 通道 0 中断处理子程序
Interrupt_INTTM01	TAU0 通道 1 中断处理子程序
Interrupt_INTTM02	TAU0 通道 2 中断处理子程序
Interrupt_INTTM03	TAU0 通道 3 中断处理子程序
user	强制截止用户处理程序

5.6 函数说明

本节对参考例程中使用的函数进行说明。

[函数名] System_ini

概要	系统初始化程序
头文件	userdefine.h, r_systeminit.h, r_port.h, r_cgc.h, r_interval_timer.h, r_tau.h, r_intp.h, r_ad.h, r_rto.h
声明	void System_ini(void);
说明	各模块初始化。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] PORT_ini

概要	I/O 端口设置程序
头文件	userdefine.h, r_port.h
声明	void PORT_ini(void);
说明	端口初始化。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] CLOCK_ini

概要	时钟设置程序
头文件	userdefine.h, r_cgc.h
声明	void CLOCK_ini(void);
说明	时钟初始化。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] INTERVAL_TIMER_ini

概要	间隔定时器设置程序
头文件	userdefine.h, r_interval_timer.h
声明	void INTERVAL_TIMER_ini (void);
说明	12 位间隔定时器初始化。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] TAU0_ini

概要	定时器阵列单元设置程序
头文件	userdefine.h, r_tau.h
声明	void TAU0_ini(void);
说明	定时器阵列单元 0 初始化。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] INTPO_ini

概要	外部中断 0 初始化设置程序
头文件	userdefine.h, r_intp.h
声明	void INTPO_ini(void);
说明	外部中断 0 初始化。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] AD_ini

概要	A/D 初始化设置程序
头文件	userdefine.h, r_ad.h
声明	void AD_ini(void);
说明	AD 转换模块初始化。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] RTO_ini

概要	RTO 初始化设置程序
头文件	userdefine.h, r_rto.h
声明	void RTO_ini(void);
说明	实时输出模块初始化。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] main

概要	主程序
头文件	userdefine.h, r_systeminit.h, motor.h
声明	void main(void);
说明	步进电机控制主程序。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] eliminate_buffeting

概要	按键消抖程序
头文件	userdefine.h, r_systeminit.h, motor.h
声明	__boolean eliminate_buffeting(void);
说明	启停按键消抖。
参数	无
返回值	[SWITCH_ELIMINATION_TRUE]: 按键消抖成功 [SWITCH_ELIMINATION_FALSE]: 按键消抖失败
参考	无

[函数名] stepper_motor_slew_up

概要	步进电机加速程序
头文件	userdefine.h, motor.h, r_tau.h
声明	void stepper_motor_slew_up(uint16_t pace_up);
说明	执行步进电机 1、步进电机 2 加速启动过程。
参数	pace_up: 加速步数
返回值	无
参考	无

[函数名] stepper_motor_slew_down

概要	步进电机减速程序
头文件	userdefine.h, motor.h, r_tau.h
声明	void stepper_motor_slew_down(uint16_t pace_down);
说明	执行步进电机 1、步进电机 2 减速停止过程。
参数	pace_down: 减速步数
返回值	无
参考	无

[函数名] current_sampling

概要	步进电机电流采集程序
头文件	userdefine.h, r_systeminit.h, motor.h
声明	void current_sampling(void);
说明	执行步进电机 1、步进电机 2 的电流采集过程。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] TAU00_TAU01_PWM_setting

概要	TAU0 通道 0、通道 1 PWM 周期设定程序
头文件	userdefine.h, r_tau.h,
声明	void TAU00_TAU01_PWM_setting (uint16_t period_motor1);
说明	完成 TAU0 通道 0 和通道 1 的 PWM 周期及占空比设定。
参数	period_motor1: 电机 1 的 PWM 周期
返回值	无
参考	无

[函数名] TAU02_TAU03_PWM_setting

概要	TAU0 通道 2、通道 3 PWM 周期设定程序
头文件	userdefine.h, r_tau.h
声明	void TAU02_TAU03_PWM_setting (uint16_t period_motor2);
说明	完成 TAU0 通道 2 和通道 3 的 PWM 周期及占空比设定。
参数	period_motor2: 电机 2 的 PWM 周期
返回值	无
参考	无

[函数名] Interrupt_INTP0

概要	外部中断 0 中断处理子程序
头文件	r_vect.h, userdefine.h, user.h
声明	__interrupt void Interrupt_INTP0(void);
说明	INTP0 中断子程序。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] Interrupt_INTTM00

概要	TAU0 通道 0 中断处理子程序
头文件	r_vect.h, userdefine.h
声明	__interrupt void Interrupt_INTTM00(void);
说明	完成电机 1 的 A 相和 B 相换相操作。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] Interrupt_INTTM01

概要	TAU0 通道 1 中断处理子程序
头文件	r_vect.h, userdefine.h
声明	__interrupt void Interrupt_INTTM01(void);
说明	完成电机 1 的 \bar{A} 相和 \bar{B} 相换相操作。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] Interrupt_INTTM02

概要	TAU0 通道 2 中断处理子程序
头文件	r_vect.h, userdefine.h
声明	__interrupt void Interrupt_INTTM02(void);
说明	完成电机 2 的 A 相和 B 相换相操作。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] Interrupt_INTTM03

概要	用户程序
头文件	r_vect.h, userdefine.h
声明	__interrupt void Interrupt_INTTM03(void);
说明	完成电机 2 的 \bar{A} 相和 \bar{B} 相换相操作。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] user

概要	强制截止用户处理程序
头文件	userdefine.h, user.h
声明	void user (void);
说明	电机截止状态下, 用户可自定义在适当位置完成对电机截止状态的释放及其他处理工作。
参数	无
返回值	无
参考	无

5.7 流程图

5.7.1 系统初始化函数

初始化设置函数流程，请参见“图 5.1”。

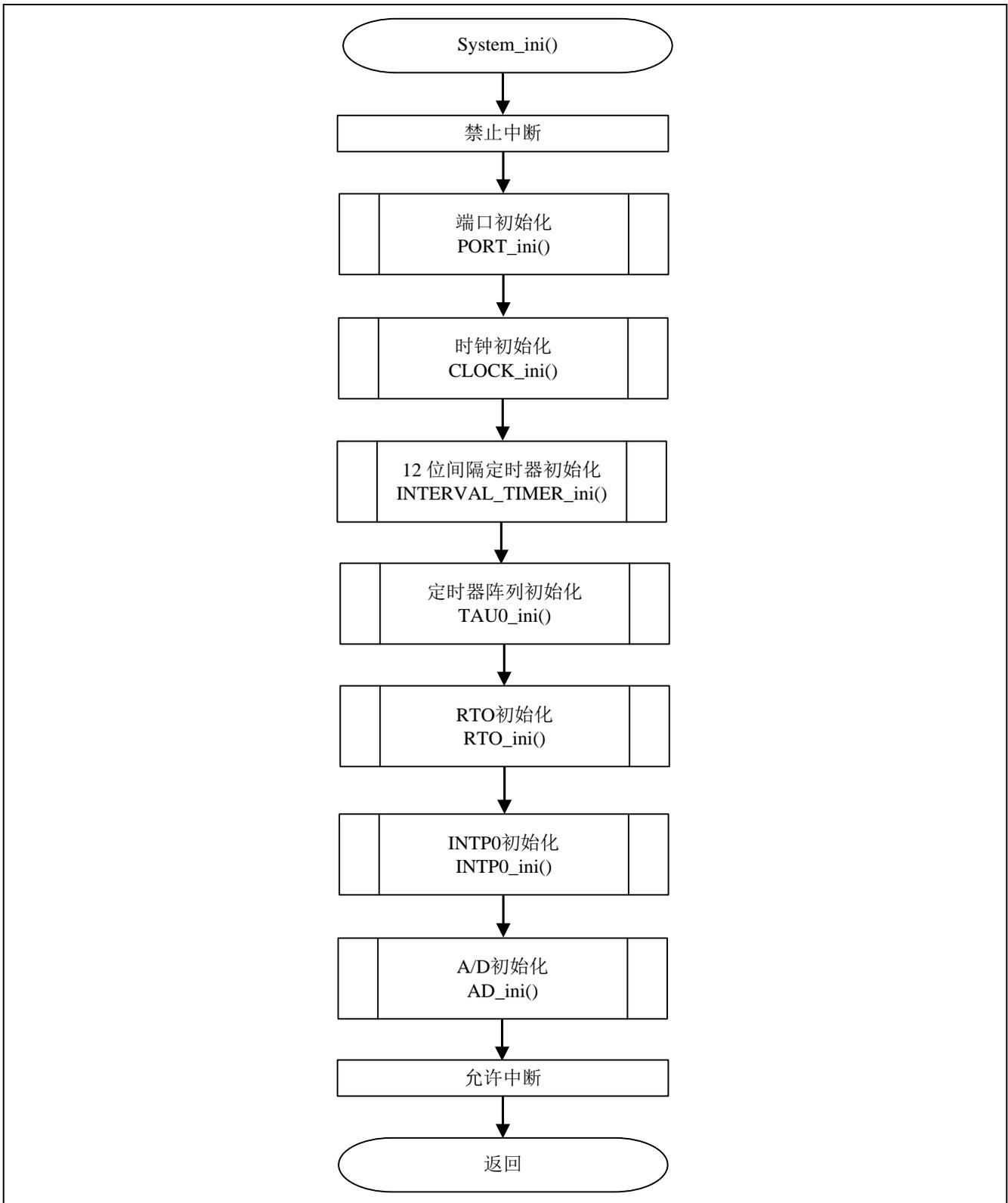


图 5.1 系统函数

5.7.2 I/O 端口设置

I/O 端口的设置流程，请参见“图 5.2”。

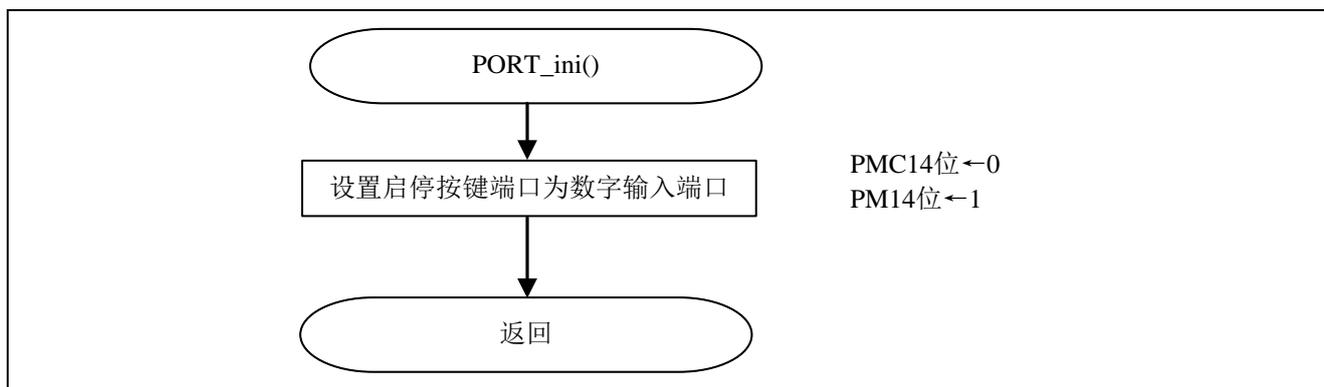


图 5.2 I/O 端口设置流程

端口设置

- 端口模式控制寄存器 1 (PMC1)
设置端口部分为数字输入/输出模式

符号: PMC1

	7	6	5	4	3	2	1	0
1	PMC16	PMC15	PMC14	PMC13	PMC12	PMC11	PMC10	
—		x	0					x

位 4

PMC14	选择 P14 引脚的数字输入/输出，模拟输入/输出
0	数字输入/输出（模拟输入以外的复用功能）
1	模拟输入

- 端口模式寄存器 1 (PM1)
设置端口为输入模式

符号: PM1

	7	6	5	4	3	2	1	0
1	PM16	PM15	PM14	PM13	PM12	PM11	PM10	
—		x	1					x

位 4

PM14	选择 P14 输入/输出模式
0	输出模式（输出缓冲区开启）
1	输入模式（输出缓冲区关闭）

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

关于未使用端口的设置，请注意根据系统具体要求进行适当的端口处理，并满足电气特性的要求。未使用的输入专用端口，请分别通过电阻上拉到 V_{DD} 或是下拉到 V_{SS}。

寄存器图中的设定值说明：

5.7.3 时钟设置

时钟设置流程，请参见“图 5.3”。

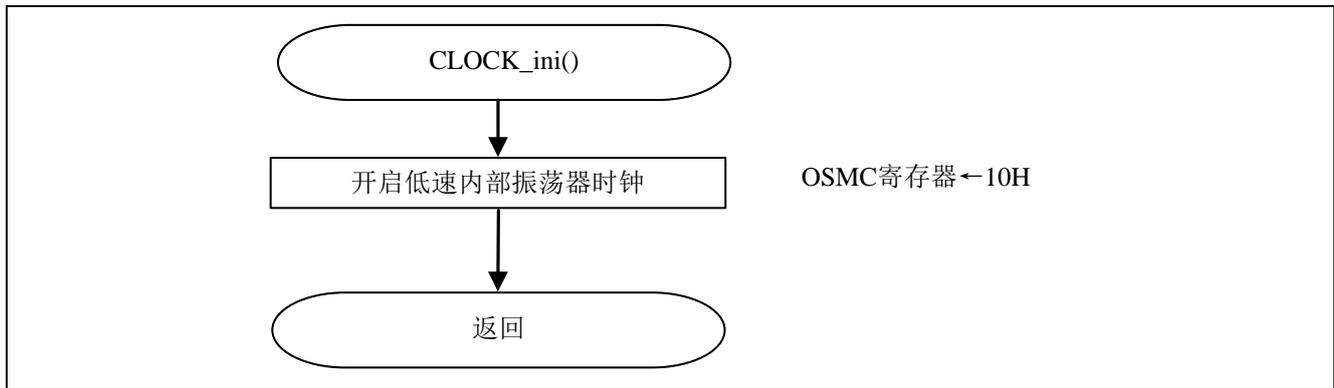


图 5.3 时钟设置

时钟设置

- 操作速度模式控制寄存器（OSMC）
设置 12 位间隔定时器时钟供给

符号：OSMC

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	WUTMMCK0	0	0	0	0
—	—	—	1	—	—	—	—

位 4

WUTMMCK0	12 位间隔定时器操作时钟供给
0	停止时钟供给
1	低速内部振荡器时钟供给

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

5.7.4 间隔定时器设置

间隔定时器的设置流程，请参见“图 5.4”。

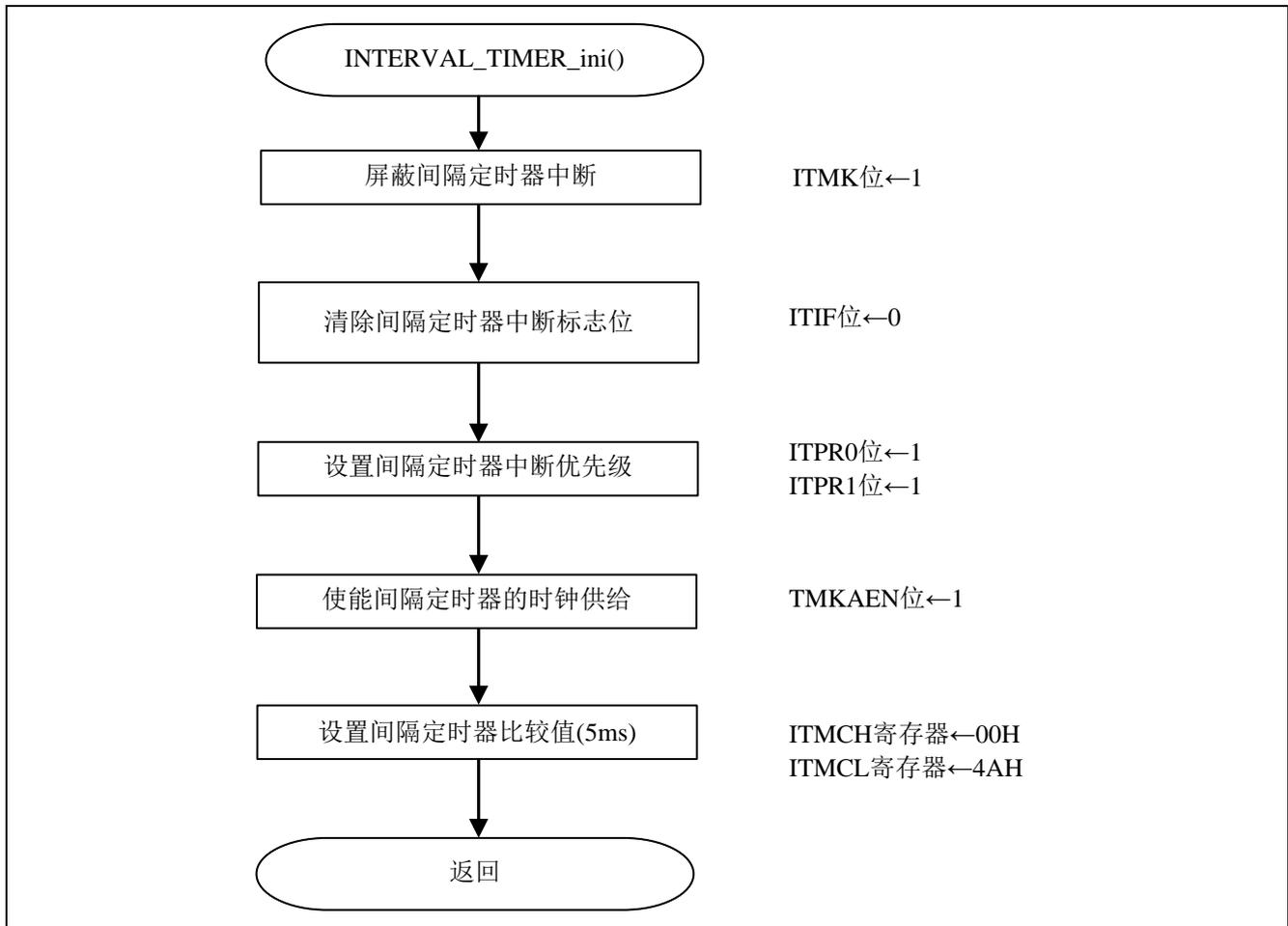


图 5.4 间隔定时器设置

设置间隔定时器中断

- 中断屏蔽标志寄存器 (MK1L)
禁止中断处理
- 中断请求标志寄存器 (IF1L)
清除中断请求标志位
- 优先级声明标志寄存器 (PR01L、PR11L)
设定中断优先级

符号: MK1L

7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	1	PMK5	PMK4	ITMK	TMMK03
—	—	—	—	x	x	1	

位 1

ITMK	中断处理控制
0	允许中断处理
1	禁止中断处理

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

符号: IF1L

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	PIF5	PIF4	ITIF	TMIF03
—	—	—	—	x	x	0	

位 1

ITIF	中断请求标志位
0	没有中断请求信号产生
1	产生中断请求, 中断请求状态

符号: PR01L

7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	1	PPR05	PPR04	ITPR0	TMPR003
—	—	—	—	x	x	1	

符号: PR11L

7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	1	PPR15	PPR14	ITPR1	TMPR103
—	—	—	—	x	x	1	

ITPR1	ITPR0	优先级选择
0	0	级别 0 (高优先级)
0	1	级别 1
1	0	级别 2
1	1	级别 3 (低优先级)

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

使能间隔定时器的时钟供给

- 外围功能使能寄存器 0 (PER0)
开始向间隔定时器提供时钟。

符号: PER0

7	6	5	4	3	2	1	0
TMKAEN	RTOEN	ADCEN	0	0	SAU0EN	0	TAU0EN
1			—	—	x	—	

位 7

TMKAEN	12 位间隔定时器输入时钟的控制
0	停止输入时钟的供应
1	允许输入时钟的供应

设置间隔定时器的定时值

- 间隔定时器控制寄存器 (ITMCH、ITMCL)
设置间隔定时器定时 5ms。

符号: ITMCH

7	6	5	4	3	2	1	0
RINTE	0	0	0	ITCMP11 ~ ITCMP8			
0	—	—	—	0	0	0	0

位 7

RINTE	12 位间隔定时器操作控制
0	计数操作停止 (计数清零)
1	计数操作开始

符号: ITMCL

7	6	5	4	3	2	1	0
ITCMP7~ ITCMP0							
0	1	0	0	1	0	1	0

ITCMP11 ~ ITCMP0	12 位间隔定时器比较值
001H	这些位产生一个固定频率的中断 (时钟周期 * (ITCMP 设定值+1))
...	
FFFH	
000H	设置禁止
举例: 当设定值为 0x4A 时的中断 •ITCMP11 ~ ITCMP0=0x4A, 计数时钟: f_{IL}=15KHz 1/15[kHz]*(74+1)=5[ms]	

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

5.7.5 定时器阵列单元设置

定时器阵列单元设置流程，请参见“图 5.5”。

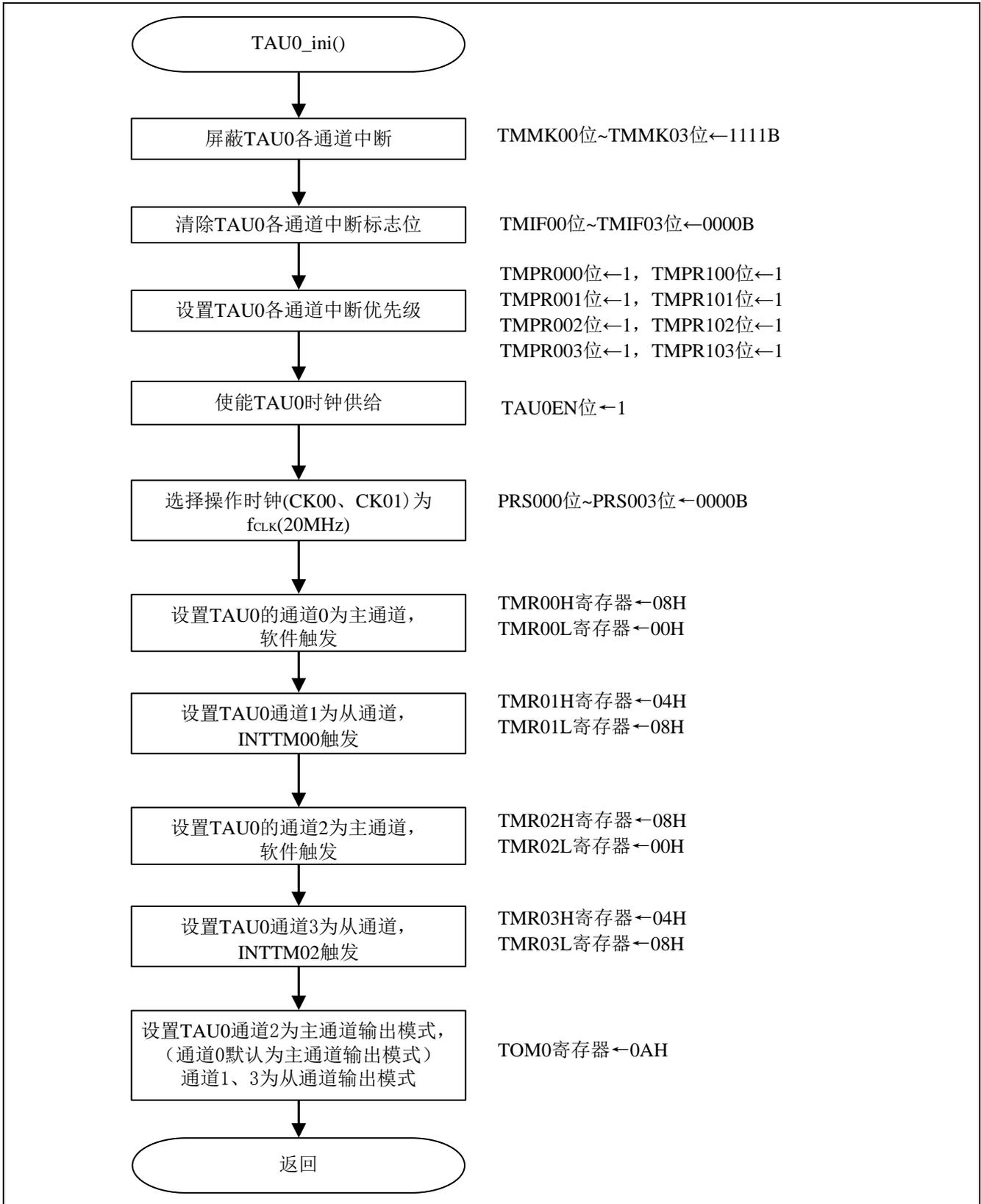


图 5.5 定时器阵列单元设置

设置 TAU0 中断

- 中断屏蔽标志寄存器 (MK0L、MK0H、MK1L)
禁止中断处理
- 中断请求标志寄存器 (IF0L、IF0H、IF1L)
清除中断请求标志位
- 优先级声明标志寄存器 (PR00L、PR10L、PR00H、PR10H、PR01L、PR11L)
设定中断优先级

符号: MK0L

7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK00	TMMK01H	SREMK0	SRMK0	STMK0 CSIMK00	PMK1	PMK0	WDTIMK
1	x	x	x	x	x		x

位 7

TMMK00	中断处理控制
0	允许中断处理
1	禁止中断处理

符号: MK0H

7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK02	1	TMMK03H	PMK3	PMK2	KRMK	ADMK	TMMK01
1	—	x	x	x	x		1

位 7

TMMK02	中断处理控制
0	允许中断处理
1	禁止中断处理

位 0

TMMK01	中断处理控制
0	允许中断处理
1	禁止中断处理

符号: MK1L

7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	1	PMK5	PMK4	ITMK	TMMK03
—	—	—	—	x	x	x	1

位 0

TMMK03	中断处理控制
0	允许中断处理
1	禁止中断处理

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

符号: IF0L

7	6	5	4	3	2	1	0
TMIF00	TMIF01H	SREIF0	SRIF0	STIF0 CSIIF00	PIF1	PIF0	WDTIIF
0	x	x	x	x	x		x

位 7

TMIF00	中断请求标志位
0	没有中断请求信号产生
1	产生中断请求, 中断请求状态

符号: IF0H

7	6	5	4	3	2	1	0
TMIF02	0	TMIF03H	PIF3	PIF2	KRIF	ADIF	TMIF01
0	—	x	x	x	x		0

位 7

TMIF02	中断请求标志位
0	没有中断请求信号产生
1	产生中断请求, 中断请求状态

位 0

TMIF01	中断请求标志位
0	没有中断请求信号产生
1	产生中断请求, 中断请求状态

符号: IF1L

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	PIF5	PIF4	ITIF	TMIF03
—	—	—	—	x	x		0

位 0

TMIF03	中断请求标志位
0	没有中断请求信号产生
1	产生中断请求, 中断请求状态

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

符号: PR00L

	7	6	5	4	3	2	1	0
TMPR000	TMPR001H	SREPR00	SRPR00	STPR00 CSIPR000	PPR01	PPR00	WDTIPR0	
1	x	x	x	x	x		x	

符号: PR10L

	7	6	5	4	3	2	1	0
TMPR100	TMPR101H	SREPR10	SRPR10	STPR10 CSIPR100	PPR11	PPR01	WDTIPR1	
1	x	x	x	x	x		x	

TMPR100	TMPR000	优先级选择
0	0	级别 0 (高优先级)
0	1	级别 1
1	0	级别 2
1	1	级别 3 (低优先级)

符号: PR00H

	7	6	5	4	3	2	1	0
TMPR002	1	TMPR003H	PPR03	PPR02	KRPR0	ADPR0	TMPR001	
1	—	x	x	x	x		1	

符号: PR10H

	7	6	5	4	3	2	1	0
TMPR102	1	TMPR103H	PPR13	PPR12	KRPR1	ADPR1	TMPR101	
1	—	x	x	x	x		1	

TMPR102	TMPR002	优先级选择
0	0	级别 0 (高优先级)
0	1	级别 1
1	0	级别 2
1	1	级别 3 (低优先级)

TMPR101	TMPR001	优先级选择
0	0	级别 0 (高优先级)
0	1	级别 1
1	0	级别 2
1	1	级别 3 (低优先级)

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

符号: PR01L

7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	1	PPR05	PPR04	ITPR0	TMPR003
—	—	—	—	x	x		1

符号: PR11L

7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	1	PPR15	PPR14	ITPR1	TMPR103
—	—	—	—	x	x		1

TMPR103	TMPR003	优先级选择
0	0	级别 0 (高优先级)
0	1	级别 1
1	0	级别 2
1	1	级别 3 (低优先级)

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

允许定时器阵列单元 0 的时钟供应

- 外围允许寄存器 0 (PER0)
允许定时器阵列单元 0 的时钟供应

符号: PER0

7	6	5	4	3	2	1	0
TMKAEN	RTOEN	ADCEN	0	0	SAU0EN	0	TAU0EN
			—	—	x	—	1

位 0

TAU0EN	定时器阵列单元 0 输入时钟供应的控制
0	停止输入时钟供应
1	允许输入时钟供应

定时器时钟频率的设定

- 定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0)
选择定时器阵列单元 0 的选择时钟

符号: TPS0

7	6	5	4	3	2	1	0
PRS013	PRS012	PRS011	PRS010	PRS003	PRS002	PRS001	PRS000
x	x	x	x	0	0	0	0

位 3~位 0

PRS003	PRS002	PRS001	PRS000	选择时钟 (CK00) 的选择					
				f _{CLK} = 1.25 MHz	f _{CLK} = 2.5 MHz	f _{CLK} = 5 MHz	f _{CLK} = 10 MHz	f _{CLK} = 20 MHz	
0	0	0	0	f _{CLK}	1.25 MHz	2.5 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz
0	0	0	1	f _{CLK} /2	625 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz	5 MHz	10 MHz
0	0	1	0	f _{CLK} /2 ²	313 kHz	625 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz	5 MHz
0	0	1	1	f _{CLK} /2 ³	156 kHz	313 kHz	625 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz
0	1	0	0	f _{CLK} /2 ⁴	78.1 kHz	156 kHz	313 kHz	625 kHz	1.25 MHz
0	1	0	1	f _{CLK} /2 ⁵	39.1 kHz	78.1 kHz	156 kHz	313 kHz	625 kHz
0	1	1	0	f _{CLK} /2 ⁶	19.5 kHz	39.1 kHz	78.1 kHz	156 kHz	313 kHz
0	1	1	1	f _{CLK} /2 ⁷	9.77 kHz	19.5 kHz	39.1 kHz	78.1 kHz	156 kHz
1	0	0	0	f _{CLK} /2 ⁸	4.88 kHz	9.77 kHz	19.5 kHz	39.1 kHz	78.1 kHz
1	0	0	1	f _{CLK} /2 ⁹	2.44 kHz	4.88 kHz	9.77kHz	19.5 kHz	39.1 kHz
1	0	1	0	f _{CLK} /2 ¹⁰	1.22 kHz	2.44 kHz	4.88 kHz	9.77kHz	19.5 kHz
1	0	1	1	f _{CLK} /2 ¹¹	610 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz	4.88 kHz	9.77 kHz
1	1	0	0	f _{CLK} /2 ¹²	305 Hz	610 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz	4.88 kHz
1	1	0	1	f _{CLK} /2 ¹³	153 Hz	305 Hz	610 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz
1	1	1	0	f _{CLK} /2 ¹⁴	76.3 Hz	153 Hz	305 Hz	610 Hz	1.22 kHz
1	1	1	1	f _{CLK} /2 ¹⁵	38.1Hz	76.3Hz	153Hz	305Hz	610Hz

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

设置通道 0 的操作模式

- 定时器模式寄存器 00 (TMR00H、TMR00L)
 - 选择选择时钟 (f_{MCK})
 - 选择计数时钟
 - 选择软件开始触发
 - 设置操作模式

符号: TMR00H

7	6	5	4	3	2	1	0
CKS001	0	0	CCS00	0	STS002	STS001	STS000
0	—	—	0	—	0	0	0

位 7

CKS001	通道 0 选择时钟 (f_{MCK}) 的选择
0	定时器选择寄存器 0 (TPS0) 设置的选择时钟 CK00
1	定时器选择寄存器 0 (TPS0) 设置的选择时钟 CK01

位 4

CCS00	通道 0 计数时钟 (f_{TCLK}) 的选择
0	由 CKS001 位指定的选择时钟 (f_{MCK})
1	TI00 引脚的输入信号的有效边沿

位 2~位 0

STS002	STS001	STS000	通道 0 的开始触发或者捕捉触发的设置
0	0	0	仅限软件触发开始有效 (其他触发源不可选)
0	0	1	TI00 引脚输入的有效边沿被用作开始触发和捕捉触发
0	1	0	TI00 引脚的两个边沿被用作开始触发和捕捉触发
1	0	0	主通道的中断信号 (INTTM00) 被用作开始触发 (当该通道用作联动通道操作功能时的从属通道)
1	1	0	主通道的中断信号 (INTTM00) 被用作开始触发 (当该通道用作带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (主) 模式下的从属通道), 从属通道 TI03 引脚输入的有效边沿被用作结束触发
其他			禁止设置

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

符号: TMR00L

7	6	5	4	3	2	1	0
CIS001	CIS000	0	0	MD003	MD002	MD001	MD000
0	0	—	—	0	0	0	0

位 7 和位 6

CIS001	CIS000	T100 引脚有效边沿的选择
0	0	下降沿
0	1	上升沿
1	0	双边沿 (测量低电平宽度时) 开始触发: 下降沿, 捕捉触发: 上升沿
1	1	双边沿 (测量高电平宽度时) 开始触发: 上升沿, 捕捉触发: 下降沿

位 3~位 0

MD003	MD002	MD001	MD000	通道 0 的操作模式	对应功能	TCR 的计数操作
0	0	0	1/0	间隔定时器模式	间隔定时器/方波输出/分频器功能/PWM 输出 (主)	递减计数
0	1	0	1/0	捕捉模式	输入脉冲间隔测量/带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (从属)	递增计数
0	1	1	0	事件计数模式	外部事件计数器	递减计数
1	0	0	1/0	单计数模式	延迟计数器/单触发脉冲输出/带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (主)/PWM 输出 (从属)	递减计数
1	1	0	0	捕捉&单计数模式	输入信号的高/低电平宽度的测量	递增计数
其他				禁止设置		

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

各模式操作根据 MD000 位的不同而有所差异（详情请参见下表）

操作模式 (由 MD003 至 MD001 位设置值 (参照上表))	MD000	TCR 计数操作
间隔定时器模式(0,0,0) 捕捉模式(0,1,0)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化)
	1	开始计数时发生定时器中断 (定时器输出也会发生变化)
事件计数器模式(0,1,1)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化)
单计数模式(1,0,0)	0	计数操作中的开始触发为无效 但是不产生中断
	1	计数操作中的开始触发为有效 但是不产生中断
捕捉&单计数模式(1,1,0)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化) 计数操作中的开始触发变为无效 但是不产生中断
其他		禁止设置

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

设置通道 1 的操作模式

- 定时器模式寄存器 01 (TMR01H、TMR01L)
 - 选择选择时钟 (f_{MCK})
 - 选择计数时钟
 - 选择主通道 0 中断触发
 - 设置操作模式

符号: TMR01H

7	6	5	4	3	2	1	0
CKS011	0	0	CCS01	SPLIT01	STS012	STS011	STS010
0	—	—	0	0	1	0	0

位 7

CKS011	通道 1 选择时钟 (f_{MCK}) 的选择
0	定时器选择寄存器 0 (TPS0) 设置的选择时钟 CK00
1	定时器选择寄存器 0 (TPS0) 设置的选择时钟 CK01

位 4

CCS01	通道 1 计数时钟 (f_{CLK}) 的选择
0	由 CKS011 位指定的选择时钟 (f_{MCK})
1	TI00 引脚的输入信号的有效边沿

位 3

SPLIT01	通道 1 和通道 3 的 8 位或 16 位定时器操作选择
0	作为 16 位定时器操作
1	作为 8 位定时器操作

位 2~位 0

STS012	STS011	STS010	通道 1 的开始触发或者捕捉触发的设置
0	0	0	仅限软件触发开始有效 (其他触发源不可选)
0	0	1	TI01 引脚输入的有效边沿被同时用作开始触发和捕捉触发
0	1	0	TI01 引脚的两个边沿分别被用作开始触发和捕捉触发
1	0	0	主通道的中断信号 (INTTM00) 被用作开始触发 (当该通道用作联动通道操作功能时的从属通道)
1	1	0	通道的中断信号 (INTTM00) 被用作开始触发 (当该通道用作带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (主) 模式下的从属通道), 从属通道 TI03 引脚输入的有效边沿被用作结束触发
其他			禁止设置

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

符号: TMR01L

7	6	5	4	3	2	1	0
CIS011	CIS010	0	0	MD013	MD012	MD011	MD010
0	0	—	—	1	0	0	0

位 7 和位 6

CIS011	CIS010	TI01 引脚有效边沿的选择
0	0	下降沿
0	1	上升沿
1	0	双边沿 (测量低电平宽度时) 开始触发: 下降沿, 捕捉触发: 上升沿
1	1	双边沿 (测量高电平宽度时) 开始触发: 上升沿, 捕捉触发: 下降沿

位 3~位 0

MD013	MD012	MD011	MD010	通道 1 的操作模式	对应功能	TCR 的计数操作
0	0	0	1/0	间隔定时器模式	间隔定时器/ 方波输出/ 分频器功能/ PWM 输出 (主)	递减计数
0	1	0	1/0	捕捉模式	输入脉冲间隔测量/ 带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (从属)	递增计数
0	1	1	0	事件计数模式	外部事件计数器	递减计数
1	0	0	1/0	单计数模式	延迟计数器/ 单触发脉冲输出/ 带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (主)/ PWM 输出 (从属)	递减计数
1	1	0	0	捕捉&单计数模式	输入信号的高/低电平宽度的测量	递增计数
其他				禁止设置		

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

各模式操作根据 MD010 位的不同而有所差异（详情请参见下表）

操作模式 (由 MD013 至 MD011 位设置值 (参照上表))	MD010	TCR 计数操作
间隔定时器模式(0,0,0) 捕捉模式(0,1,0)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化)
	1	开始计数时发生定时器中断 (定时器输出也会发生变化)
事件计数器模式(0,1,1)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化)
单计数模式(1,0,0)	0	计数操作中的开始触发为无效 但是不产生中断
	1	计数操作中的开始触发为有效 但是不产生中断
捕捉&单计数模式(1,1,0)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化) 计数操作中的开始触发变为无效 但是不产生中断
其他		禁止设置

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

设置 PWM 输出脉冲周期

- 定时器数据寄存器 00 (TDR00H、TDR00L)
 - 定时器数据寄存器 01 (TDR01H、TDR01L)
- 设置 PWM 输出脉冲周期

符号: TDR00H



符号: TDR00L



脉冲周期 = (TDR00 的设置值 + 1) × 计数时钟周期

符号: TDR01H



符号: TDR01L



占空比 = (TDR01 的设置值) / (TDR00 的设置值 + 1) × 100)

关于步进电机转速的计算，具体请参考“4.3.2 步进电机转速计算”。

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

设置通道 2 的操作模式

- 定时器模式寄存器 02 (TMR02H、TMR02L)
选择选择时钟 (f_{MCK})
选择计数时钟
选择软件开始触发
设置操作模式

符号: TMR02H

	7	6	5	4	3	2	1	0
	CKS021	0	0	CCS02	MASTER02	STS022	STS021	STS020
	0	—	—	0	1	0	0	0

位 7

CKS021	通道 2 选择时钟 (f _{MCK}) 的选择
0	定时器选择寄存器 0 (TPS0) 设置的选择时钟 CK00
1	定时器选择寄存器 0 (TPS0) 设置的选择时钟 CK01

位 4

CCS02	通道 2 计数时钟 (f _{TCLK}) 的选择
0	由 CKS021 位指定的选择时钟 (f _{MCK})
1	TI02 引脚的输入信号的有效边沿

位 3

MASTER02	选择对通道 2 进行单独操作或 与另一个通道 (作为从属或主) 一起进行联动操作
0	单通道操作功能, 或者作为从属通道的联动通道操作功能
1	作为主通道的联动通道操作功能

位 2~位 0

STS022	STS021	STS020	通道 2 的开始触发或者捕捉触发的设置
0	0	0	仅限软件触发开始有效 (其他触发源不可选)
0	0	1	TI02 引脚输入的有效边沿被同时用作开始触发和捕捉触发
0	1	0	TI02 引脚的两个边沿分别被用作开始触发和捕捉触发
1	0	0	主通道的中断信号 (INTTM00) 被用作开始触发 (当该通道用作联动通道操作功能时的从属通道)
1	1	0	主通道的中断信号 (INTTM00) 被用作开始触发 (当该通道用作带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (主) 模式下的从属通道), 从属通道 TI03 引脚输入的有效边沿被用作结束触发
其他			禁止设置

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

符号: TMR02L

7	6	5	4	3	2	1	0
CIS021	CIS020	0	0	MD023	MD022	MD021	MD020
0	0	—	—	0	0	0	0

位 7 和位 6

CIS021	CIS020	TI02 引脚有效边沿的选择
0	0	下降沿
0	1	上升沿
1	0	双边沿 (测量低电平宽度时) 开始触发: 下降沿, 捕捉触发: 上升沿
1	1	双边沿 (测量高电平宽度时) 开始触发: 上升沿, 捕捉触发: 下降沿

位 3~位 0

MD023	MD022	MD021	MD020	通道 0 的操作模式	对应功能	TCR 的计数操作
0	0	0	1/0	间隔定时器模式	间隔定时器/ 方波输出/ 分频器功能/ PWM 输出 (主)	递减计数
0	1	0	1/0	捕捉模式	输入脉冲间隔测量/ 带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (从属)	递增计数
0	1	1	0	事件计数模式	外部事件计数器	递减计数
1	0	0	1/0	单计数模式	延迟计数器/ 单触发脉冲输出/ 带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (主)/ PWM 输出 (从属)	递减计数
1	1	0	0	捕捉&单计数模式	输入信号的高/低电平宽度的测量	递增计数
其他				禁止设置		

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

各模式操作根据 MD020 位的不同而有所差异（详情请参见下表）

操作模式 (由 MD023 至 MD021 位设置值 (参照上表))	MD020	TCR 计数操作
间隔定时器模式(0,0,0) 捕捉模式(0,1,0)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化)
	1	开始计数时发生定时器中断 (定时器输出也会发生变化)
事件计数器模式(0,1,1)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化)
单计数模式(1,0,0)	0	计数操作中的开始触发为无效 但是不产生中断
	1	计数操作中的开始触发为有效 但是不产生中断
捕捉&单计数模式(1,1,0)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化) 计数操作中的开始触发变为无效 但是不产生中断
其他		禁止设置

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

设置通道 3 的操作模式

- 定时器模式寄存器 03 (TMR03H、TMR03L)
 - 选择选择时钟 (f_{MCK})
 - 选择计数时钟
 - 选择主通道 2 中断触发
 - 设置操作模式

符号: TMR03H

7	6	5	4	3	2	1	0
CKS031	0	0	CCS03	SPLIT03	STS032	STS031	STS030
0	—	—	0	0	1	0	0

位 7

CKS031	通道 3 选择时钟 (f _{MCK}) 的选择
0	定时器选择寄存器 0 (TPS0) 设置的选择时钟 CK00
1	定时器选择寄存器 0 (TPS0) 设置的选择时钟 CK01

位 4

CCS03	通道 3 计数时钟 (f _{TCLK}) 的选择
0	CKS031 位指定的选择时钟 (f _{MCK})
1	TI03 引脚的输入信号的有效边沿

位 3

SPLIT03	通道 1 和通道 3 的 8 位或 16 位定时器操作选择
0	作为 16 位定时器操作
1	作为 8 位定时器操作

位 2~位 0

STS032	STS031	STS030	通道 3 的开始触发或者捕捉触发的设置
0	0	0	仅限软件触发开始有效 (其他触发源不可选)
0	0	1	TI03 引脚输入的有效边沿被同时用作开始触发和捕捉触发
0	1	0	TI03 引脚的两个边沿分别被用作开始触发和捕捉触发
1	0	0	主通道的中断信号 (INTTM00) 被用作开始触发 (当该通道用作联动通道操作功能时的从属通道)
1	1	0	主通道的中断信号 (INTTM00) 被用作开始触发 (当该通道用作带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (主) 模式下的从属通道), 从属通道 TI03 引脚输入的有效边沿被用作结束触发
其他			禁止设置

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

符号: TMR03L

7	6	5	4	3	2	1	0
CIS031	CIS030	0	0	MD033	MD032	MD031	MD030
0	0	—	—	1	0	0	0

位 7 和位 6

CIS031	CIS030	TI03 引脚有效边沿的选择
0	0	下降沿
0	1	上升沿
1	0	双边沿 (测量低电平宽度时) 开始触发: 下降沿, 捕捉触发: 上升沿
1	1	双边沿 (测量高电平宽度时) 开始触发: 上升沿, 捕捉触发: 下降沿

位 3~位 0

MD033	MD032	MD031	MD030	通道 3 的操作模式	对应功能	TCR 的计数操作
0	0	0	1/0	间隔定时器模式	间隔定时器/ 方波输出/ 分频器功能/ PWM 输出 (主)	递减计数
0	1	0	1/0	捕捉模式	输入脉冲间隔测量/ 带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (从属)	递增计数
0	1	1	0	事件计数模式	外部事件计数器	递减计数
1	0	0	1/0	单计数模式	延迟计数器/ 单触发脉冲输出 / 带有单触发脉冲输出的两通道脉冲输入 (主) / PWM 输出 (从属)	递减计数
1	1	0	0	捕捉&单计数模式	输入信号的高/低电平宽度的测量	递增计数
其他				禁止设置		

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

各模式操作根据 MD030 位的不同而有所差异（详情请参见下表）

操作模式 (由 MD033 至 MD031 位设置值 (参照上表))	MD030	TCR 计数操作
间隔定时器模式(0,0,0) 捕捉模式(0,1,0)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化)
	1	开始计数时发生定时器中断 (定时器输出也会发生变化)
事件计数器模式(0,1,1)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化)
单计数模式(1,0,0)	0	计数操作中的开始触发为无效 但是不产生中断
	1	计数操作中的开始触发为有效 但是不产生中断
捕捉&单计数模式(1,1,0)	0	开始计数时不发生定时器中断 (定时器输出也不发生变化) 计数操作中的开始触发变为无效 但是不产生中断
其他		禁止设置

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

设置 PWM 输出脉冲周期

- 定时器数据寄存器 02 (TDR02H、TDR02L)
 - 定时器数据寄存器 03 (TDR03H、TDR03L)
- 设置 PWM 输出脉冲周期

符号: TDR02H



符号: TDR02L



脉冲周期 = (TDR02 的设置值 + 1) × 计数时钟周期

符号: TDR03H



符号: TDR03L



占空比 = (TDR03 的设置值) / (TDR03 的设置值 + 1) × 100)

关于步进电机转速的计算，具体请参考“4.3.2 步进电机转速计算”。

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

定时器各通道输出模式设定

- 定时器输出模式寄存器 0 (TOM0)
- 设置各通道输出模式

符号: TOM0

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	TOM03	TOM02	TOM01	0
—	—	—	—	1	0	1	—

位 3 和位 1

TOM0n	通道 n 输出模式控制(n=1,3)
0	主控通道输出模式 (通过定时器中断请求信号 (INTTM0n) 进行交替输出)
1	从通道输出模式 (通过主控通道的定时器中断请求信号 (INTTM00、INTTM02) 将输出置位, 并且通过从属通道的定时器中断请求信号 (INTTM0n) 对输出进行复位)

位 2

TOM02	通道 2 输出模式控制
0	主控通道输出模式 (通过定时器中断请求信号 (INTTM02) 进行交替输出)
1	从通道输出模式 (通过主控通道的定时器中断请求信号 (INTTM00、INTTM02) 将输出置位, 并且通过从属通道的定时器中断请求信号 (INTTM01、INTTM03) 对输出进行复位)

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

5.7.6 RTO 初始化设置

RTO 初始化设置的流程，请参见“图 5.6”。

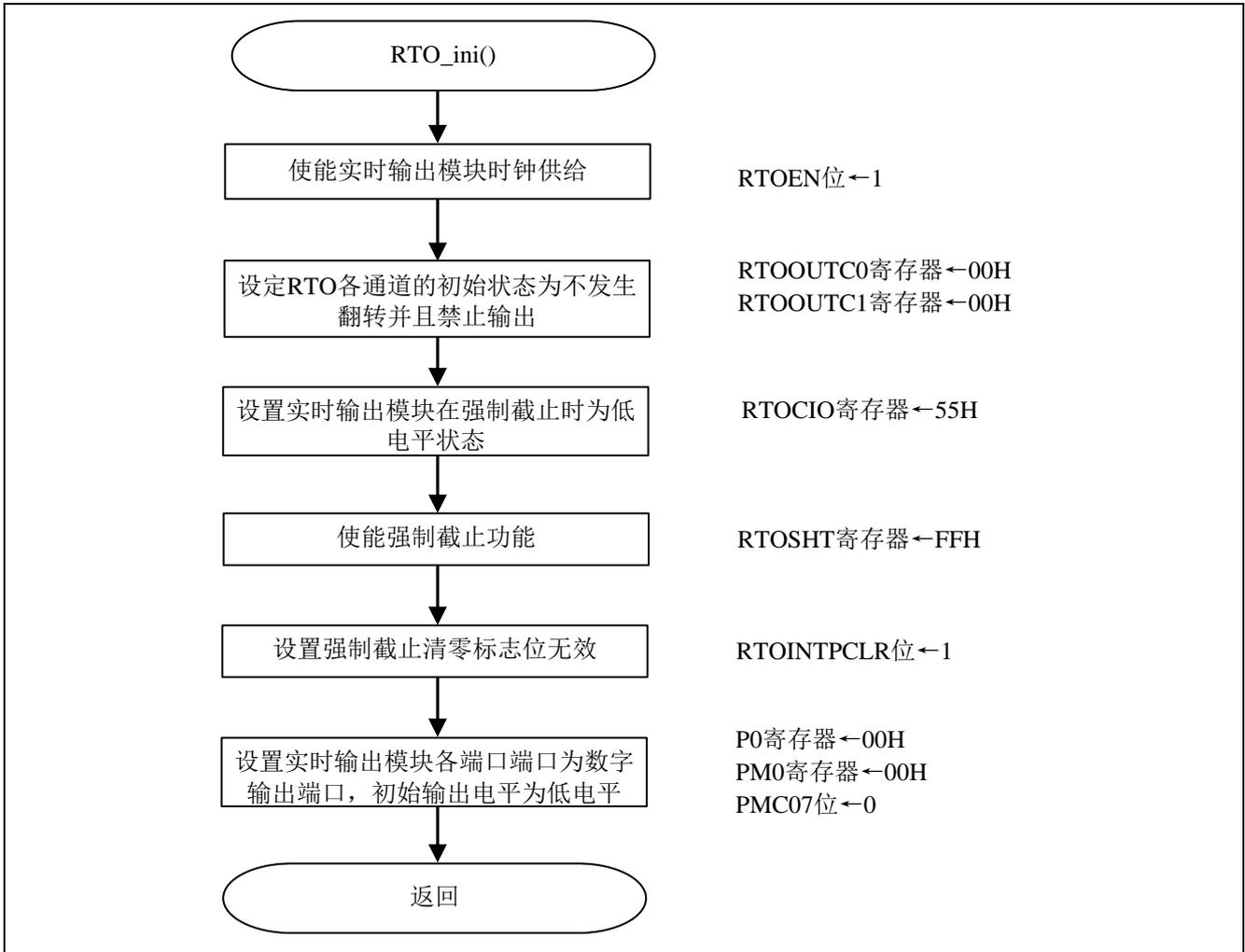


图 5.6 RTO 初始化设置

使能 RTO 的时钟供给

- 外围功能使能寄存器 0 (PER0) 开始向 RTO 提供时钟。

符号: PER0

7	6	5	4	3	2	1	0
TMKAEN	RTOEN	ADCEN	0	0	SAU0EN	0	TAU0EN
	1		—	—	x	—	

位 6

RTOEN	RTO 输入时钟的控制
0	停止输入时钟的供应
1	允许输入时钟的供应

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

设置 RTO 各通道输出初始态

- RTO 控制寄存器 (RTOOUTC0、RTOOUTC1)
设置 RTO 各通道输出。

符号: RTOOUTC0

7	6	5	4	3	2	1	0
RTOACT3	RTOACT2	RTOACT1	RTOACT0	RTOSEL3	RTOSEL2	RTOSEL1	RTOSEL0
0	0	0	0	0	0	0	0

位 7~位 4

RTOACTn	RTO0n 输出源选择(n=0~3)
0	不翻转
1	翻转

位 3~位 0

RTOSELn	RTO0n 输出源选择(n=0~3)
0	禁止输出
1	使能输出

符号: RTOOUTC1

7	6	5	4	3	2	1	0
RTOACT7	RTOACT6	RTOACT5	RTOACT4	RTOSEL7	RTOSEL6	RTOSEL5	RTOSEL4
0	0	0	0	0	0	0	0

位 7~位 4

RTOACTn	RTO0n 输出源选择(n=4~7)
0	不翻转
1	翻转

位 3~位 0

RTOSELn	RTO0n 输出源选择(n=4~7)
0	禁止输出
1	使能输出

使能 RTO 强制截止功能

- RTO 强制截止控制寄存器 (RTOSHT)
使能 RTO 各通道强制截止。

符号: RTOSHT

7	6	5	4	3	2	1	0
RTOSHT7	RTOSHT6	RTOSHT5	RTOSHT4	RTOSHT3	RTOSHT2	RTOSHT1	RTOSHT0
1	1	1	1	1	1	1	1

位 7~位 0

RTOSHTn	RTO0n 强制截止控制(n=0~7)
0	强制截止无效
1	强制截止有效

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

设置 RTO 各通道强制截止输出

- RTO 强制截止输出选择寄存器 (RTOCIO)
选择 RTO 各通道强制截止输出。

符号: RTOCIO

7	6	5	4	3	2	1	0
RTOCIO7	RTOCIO6	RTOCIO5	RTOCIO4	RTOCIO3	RTOCIO2	RTOCIO1	RTOCIO0
0	1	0	1	0	1	0	1

位 7 和位 6

RTOCIO7	RTOCIO6	RTIO7 的强制截止状态选择
0	0	输出“高阻”
0	1	输出“低”
1	0	输出“高”
1	1	强制截止无效

位 5 和位 4

RTOCIO5	RTOCIO4	RTIO3 至 RTIO5 的强制截止状态选择
0	0	输出“高阻”
0	1	输出“低”
1	0	输出“高”
1	1	强制截止无效

位 3 和位 2

RTOCIO3	RTOCIO2	RTIO6 的强制截止状态选择
0	0	输出“高阻”
0	1	输出“低”
1	0	输出“高”
1	1	强制截止无效

位 1 和位 0

RTOCIO1	RTOCIO0	RTIO0 至 RTIO2 的强制截止状态选择
0	0	输出“高阻”
0	1	输出“低”
1	0	输出“高”
1	1	强制截止无效

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、一: 预留位或者是什么都不配置的位

使能 RTO 强制截止功能

- RTO 强制截止控制寄存器 (RTOSHT)
使能 RTO 各通道强制截止。

符号: RTOSHT

7	6	5	4	3	2	1	0
RTOSHT7	RTOSHT6	RTOSHT5	RTOSHT4	RTOSHT3	RTOSHT2	RTOSHT1	RTOSHT0
1	1	1	1	1	1	1	1

位 7~位 0

RTOSHTn	RTO0n 强制截止控制(n=0~7)
0	强制截止无效
1	强制截止有效

设置 RTO 强制截止状态

- RTO 强制截止状态寄存器 (RTOSTR)
设置强制截止状态解除无效。

符号: RTOSTR

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	RTOSHTFLG	RTOINTPCLR
—	—	—	—	—	—	0	1

位 1

RTOSHTFLG	强制截止状态标志位 (只读)
0	正常输出状态
1	强制截止状态

位 0

RTOINTPCLR	强制截止状态清零位
0	无效 (无操作)
1	强制截止状态解除

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

端口设置

- 端口模式控制寄存器 0 (PMC0)
设置端口为数字输入/ 输出模式

符号: PMC0

	7	6	5	4	3	2	1	0
PMC07	1	1	1	1	1	1	1	1
0	—	—	—	—	—	—	—	—

位 7

PMC07	选择 P07 引脚的数字输入/输出、模拟输入
0	数字输入/ 输出 (模拟输入以外的复用功能)
1	模拟输入

- 端口模式寄存器 0 (PM0)
设置端口为输出模式

符号: PM0

	7	6	5	4	3	2	1	0
PM07	PM06	PM05	PM04	PM03	PM02	PM01	PM00	
0								

位 7~位 0

PM0n	选择 P0n 输入/ 输出模式(n=0~7)
0	输出模式 (输出缓冲区开启)
1	输入模式 (输出缓冲区关闭)

- 端口寄存器 0 (P0)
设置端口的输出锁存器的值

符号: P0

	7	6	5	4	3	2	1	0
P07	P06	P05	P04	P03	P02	P01	P00	
0								

位 7~位 0

P0n(n=0~7)	输出数据控制 (在输出模式下)	输入数据读取 (在输入模式下)
0	输出 0	输入低电平
1	输出 1	输入高电平

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

5.7.7 INTP0 初始化设置

外部中断 INTP0 初始化设置的流程，请参见“图 5.7”。

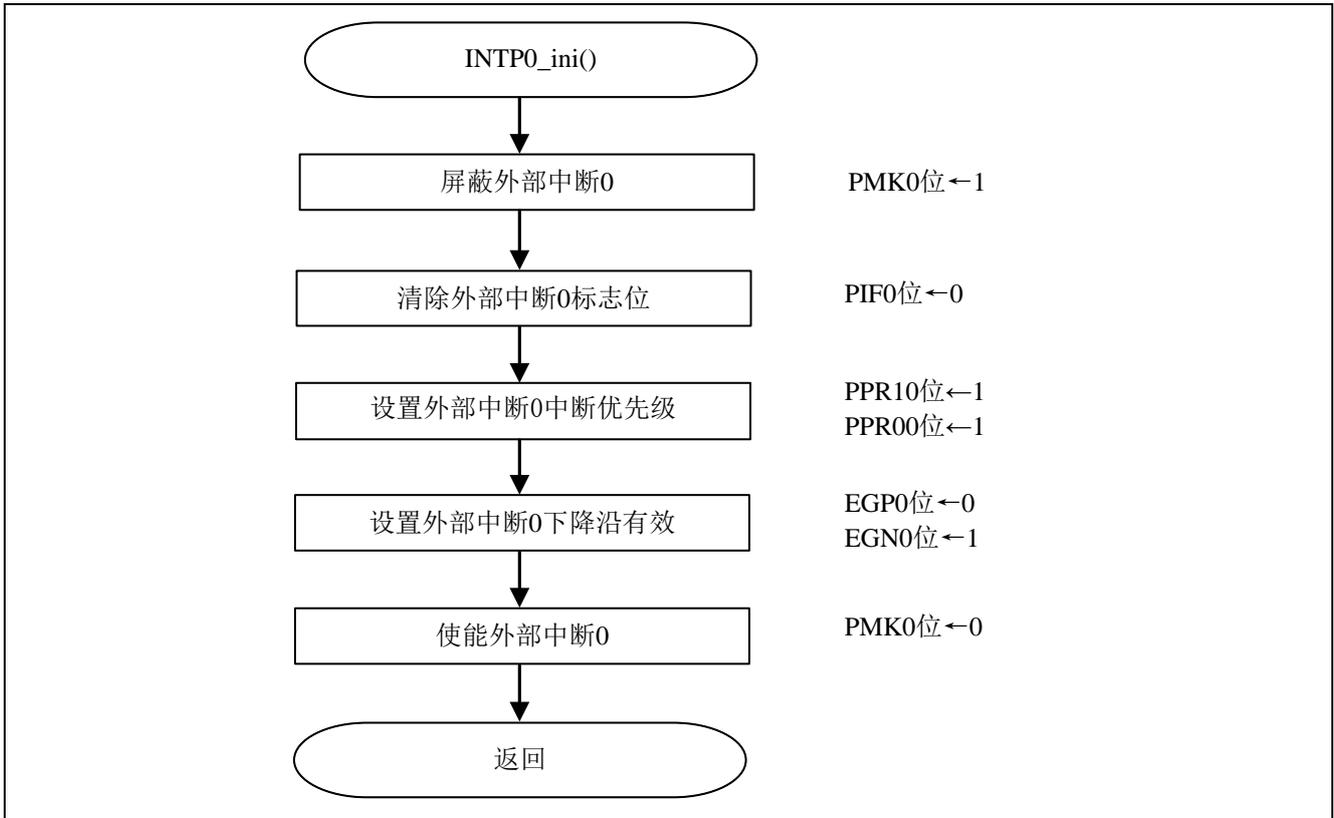


图 5.7 INTP0 初始化设置

设置 INTP0 中断

- 中断屏蔽标志寄存器 (MK0L)
屏蔽中断/清除中断屏蔽

符号: MK0L

7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK00	TMMK01H	SREMK0	SRMK0	STMK0/ CSIMK00	PMK1	PMK0	WDTIMK
	x	x	x	x	x	1/0	x

位 1

PMK0	中断处理控制
0	允许中断处理
1	禁止中断处理

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

- 中断请求标志寄存器（IF0L）
清除中断请求标志位
- 优先级声明标志寄存器（PR00L、PR10L）
设定中断优先级

符号：IF0L

7	6	5	4	3	2	1	0
TMIF00	TMIF01H	SREIF0	SRIF0	STIF0/ CSIF00	PIF1	PIF0	WDTIIF
	x	x	x	x	x	0	x

位 1

PIF0	中断请求标志位
0	没有中断请求信号产生
1	产生中断请求，中断请求状态

符号：PR00L

7	6	5	4	3	2	1	0
TMPR000	TMPR001H	SREPR00	SRPR00	STPR00 CSIPR000	PPR01	PPR00	WDTIPR0
	x	x	x	x	x	1	x

符号：PR10L

7	6	5	4	3	2	1	0
TMPR100	TMPR101H	SREPR10	SRPR10	STPR10 CSIPR100	PPR11	PPR01	WDTIPR1
	x	x	x	x	x	1	x

PPR00	PPR01	优先级选择
0	0	级别 0（高优先级）
0	1	级别 1
1	0	级别 2
1	1	级别 3（低优先级）

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白：未变更位、—：预留位或者是什么都不配置的位

设置 INTP0 引脚的边沿检测

- 外部中断上升沿允许寄存器 (EGP0)
 - 外部中断下降沿允许寄存器 (EGN0)
- 设置 INTP0 的有效边沿

符号: EGP0

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	EGP5	EGP4	EGP3	EGP2	EGP1	EGP0
—	—	x	x	x	x	x	0

符号: EGN0

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	EGN5	EGN4	EGN3	EGN2	EGN1	EGN0
—	—	x	x	x	x	x	1

EGP0	EGN0	选择 INTP0 引脚的有效边沿
0	0	禁止检测边沿
0	1	下降沿
1	0	上升沿
1	1	上升和下降沿

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

5.7.8 A/D 初始化设置

A/D 初始化设置的流程，请参见“图 5.8”。

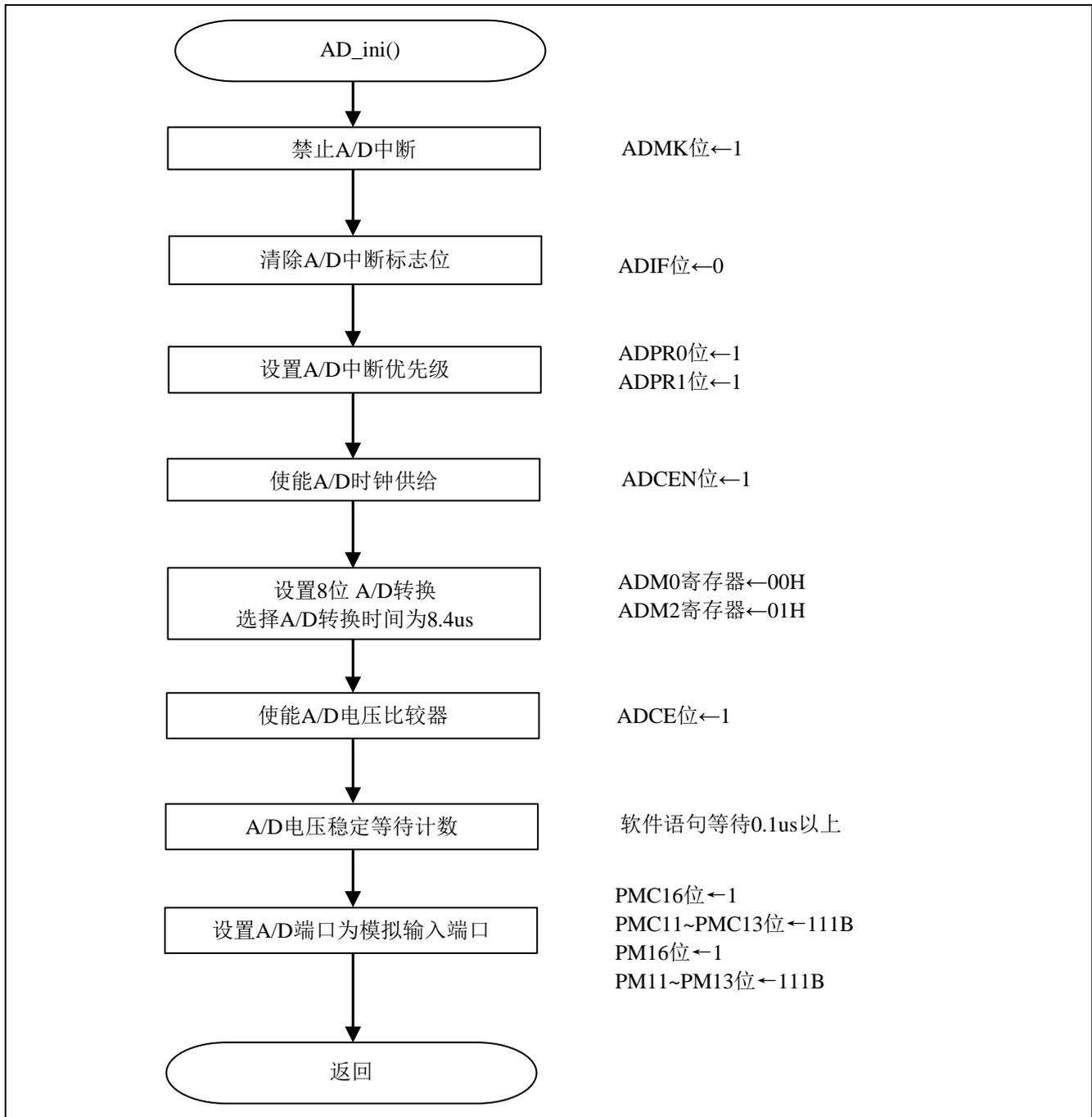


图 5.8 A/D 初始化设置

设置 A/D 中断

- 中断屏蔽标志寄存器 (MK0H)
禁止中断处理
- 中断请求标志寄存器 (IF0H)
清除中断请求标志位
- 优先级声明标志寄存器 (PR00H、PR10H)
设定中断优先级

符号: MK0H

	7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK02	1	TMMK03H	PMK3	PMK2	KRMK	ADMK	TMMK01	
	—	x	x	x	x	1		

位 1

ADMK	中断处理控制
0	允许中断处理
1	禁止中断处理

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

符号: IF0H

	7	6	5	4	3	2	1	0
TMIF02	0	TMIF03H	PIF3	PIF2	KRIF	ADIF	TMIF01	
	—	x	x	x	x	0		

位 1

ADIF	中断请求标志位
0	没有中断请求信号产生
1	产生中断请求, 中断请求状态

符号: PR00H

	7	6	5	4	3	2	1	0
TMPR02	1	TMPR03H	PPR03	PPR02	KRPR0	ADPR0	TMPR001	
	—	x	x	x	x	1		

符号: PR10H

	7	6	5	4	3	2	1	0
TMPR102	1	TMPR103H	PPR13	PPR12	KRPR1	ADPR1	TMPR101	
	—	x	x	x	x	1		

ADPR1	ADPR0	优先级选择
0	0	级别 0 (高优先级)
0	1	级别 1
1	0	级别 2
1	1	级别 3 (低优先级)

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

使能 A/D 转换器的时钟供给

- 外围功能使能寄存器 0 (PER0)
开始向 A/D 转换器提供时钟。

符号: PER0

7	6	5	4	3	2	1	0
TMKAEN	RTOEN	ADCEN	0	0	SAU0EN	0	TAU0EN
		1	—	—	x	—	

位 5

ADCEN	A/D 转换器输入时钟的控制
0	停止输入时钟的供应
1	允许输入时钟的供应

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

使能 A/D 转换器工作模式

- A/D 转换器模式寄存器 0 (ADM0)

控制 A/D 转换操作。

指定 A/D 通道的选择模式。

符号: ADM0

7	6	5	4	3	2	1	0
ADCS	0	0	FR1	FR0	0	LV0	ADCE
0	—	—	0	0	—	0	0

位 7

ADCS	A/D 转换操作的控制
0	停止 A/D 转换操作
1	允许 A/D 转换操作

位 4、位 3、位 1

AD 转化模式寄存器 0 (ADM0)			转换时钟	转换时钟数	转换时间	转换时间选择 (us)				
FR1	FR0	LV0				f _{CLK} = 1.25 MHz	f _{CLK} = 2.5 MHz	f _{CLK} = 5 MHz	f _{CLK} = 10 MHz	f _{CLK} = 20 MHz
0	0	0	f _{CLK} /8	21f _{AD} (采样时钟数: 9f _{AD})	168/f _{CLK}	禁止设置	禁止设置	禁止设置	16.8	8.4
0	1		f _{CLK} /4		84/f _{CLK}				16.8	8.4
1	0		f _{CLK} /2		42/f _{CLK}	16.8	8.4	4.2	禁止设置	
1	1		f _{CLK}		21/f _{CLK}	16.8	8.4	4.2		禁止设置
0	0	1	f _{CLK} /8	15f _{AD} (采样时钟数: 3f _{AD})	120/f _{CLK}	禁止设置	禁止设置	禁止设置	12.0	6.0
0	1		f _{CLK} /4		60/f _{CLK}				12.0	6.0
1	0		f _{CLK} /2		30/f _{CLK}	12.0	6.0	3.0	禁止设置	
1	1		f _{CLK}		15/f _{CLK}	12.0	6.0	3.0		禁止设置

位 0

ADCE	控制 A/D 电压比较器的操作
0	停止 A/D 电压比较器的操作
1	允许 A/D 电压比较器的操作

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

设置 A/D 转换器分辨率

- A/D 转换器模式寄存器 2 (ADM2)

指定 A/D 转换分辨率。

符号: ADM2

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	ADTYP
—	—	—	—	—	—	—	1

位 0

ADTYP	选择 AD 转换分辨率
0	10 位分辨率
1	8 位分辨率

端口设置

- 端口模式控制寄存器 1 (PMC1)
- 设置端口为模拟输入模式

符号: PMC1

7	6	5	4	3	2	1	0
1	PMC16	PMC15	PMC14	PMC13	PMC12	PMC11	PMC10
—	1	x		1	1	1	x

位 6、位 3~位 1

PMC1n	选择 P1n 引脚的数字输入/输出、模拟输入 (n=1~3,6)
0	数字输入/ 输出 (模拟输入以外的复用功能)
1	模拟输入

- 端口模式寄存器 1 (PM1)
- 设置端口为输入模式

符号: PM1

7	6	5	4	3	2	1	0
1	PM16	PM15	PM14	PM13	PM12	PM11	PM10
—	1	x		1	1	1	x

位 6、位 3~位 1

PM1n	选择 P1n 输入/输出模式(n=1~3,6)
0	输出模式 (输出缓冲区开启)
1	输入模式 (输出缓冲区关闭)

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

5.7.9 主函数

主函数处理流程，请参见“图 5.9”至“图 5.10”。

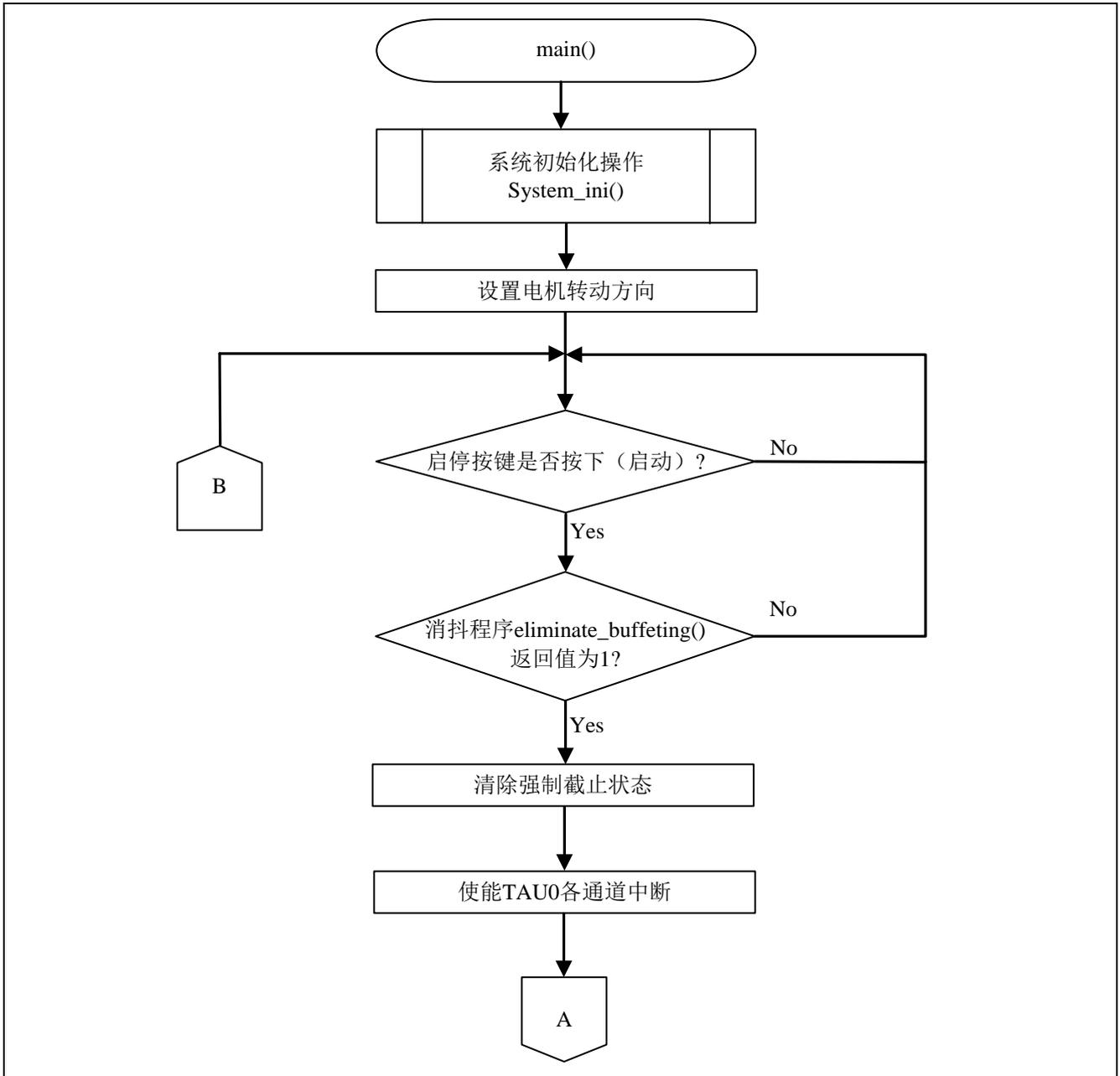


图 5.9 主函数处理 (1/2)

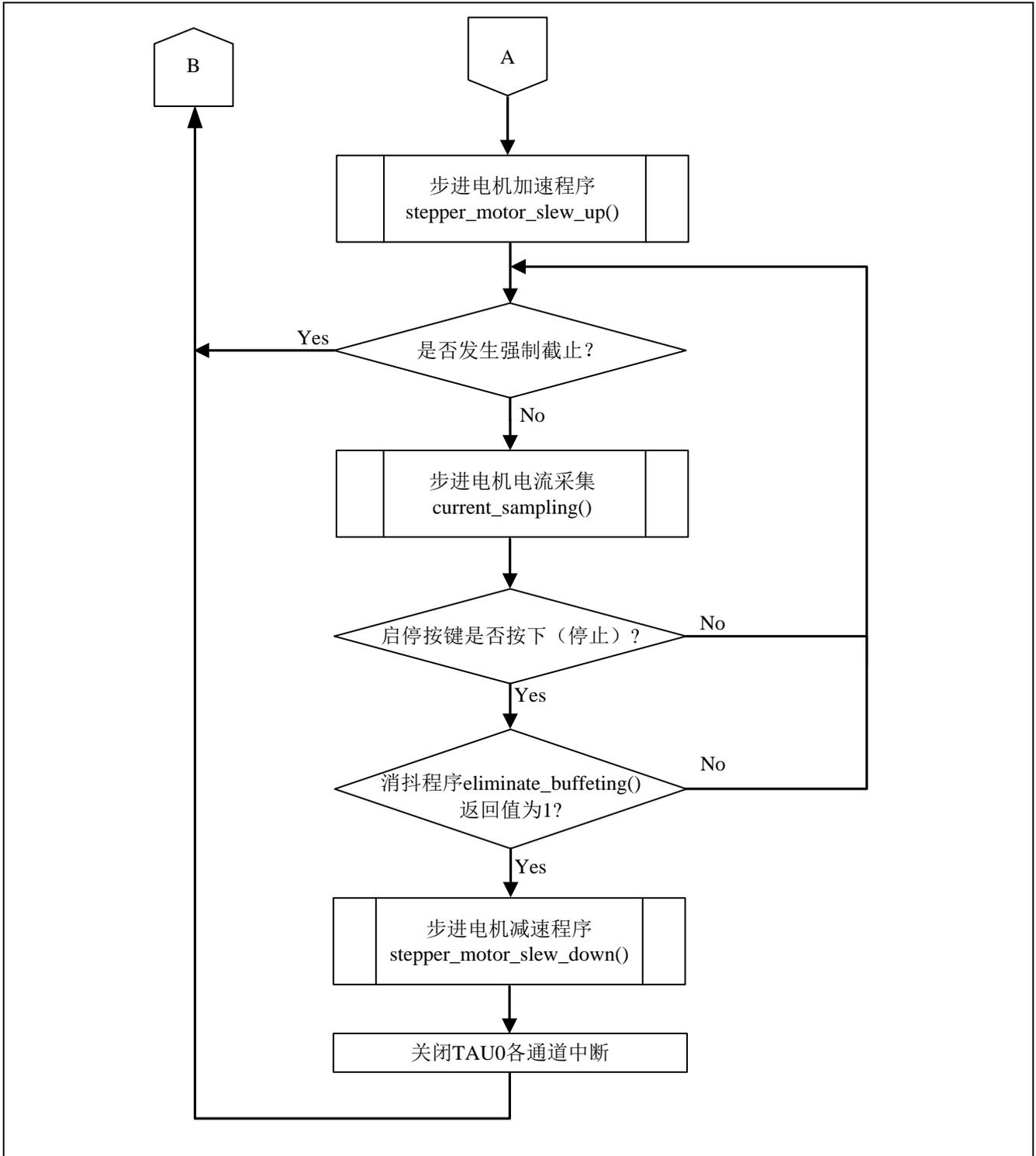


图 5.10 主函数处理 (2/2)

5.7.10 按键消抖

按键消抖流程，请参见“图 5.11”。

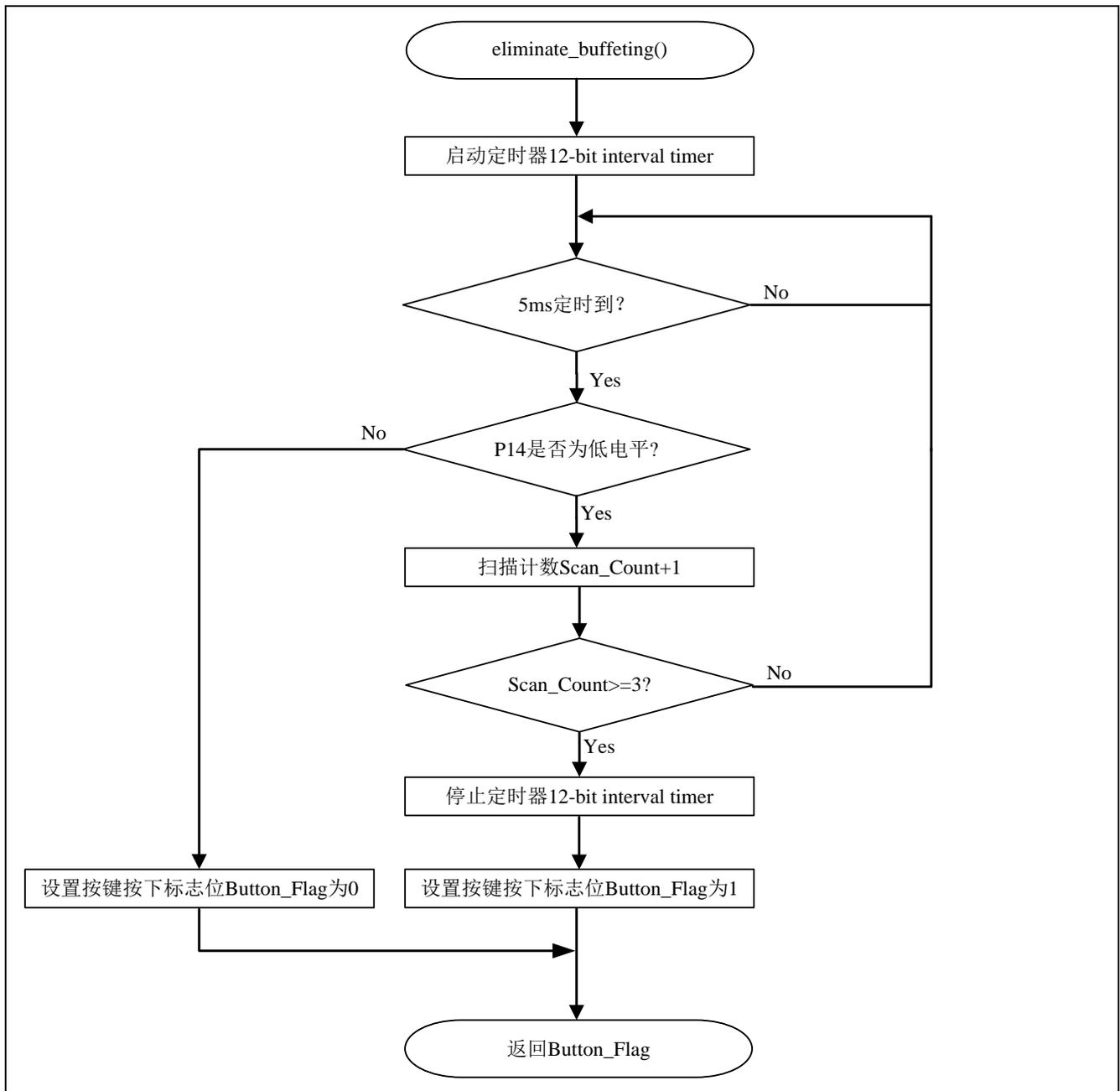


图 5.11 按键消抖流程

5.7.11 电机加速控制

电机加速流程，请参见“图 5.12”至“图 5.13”。

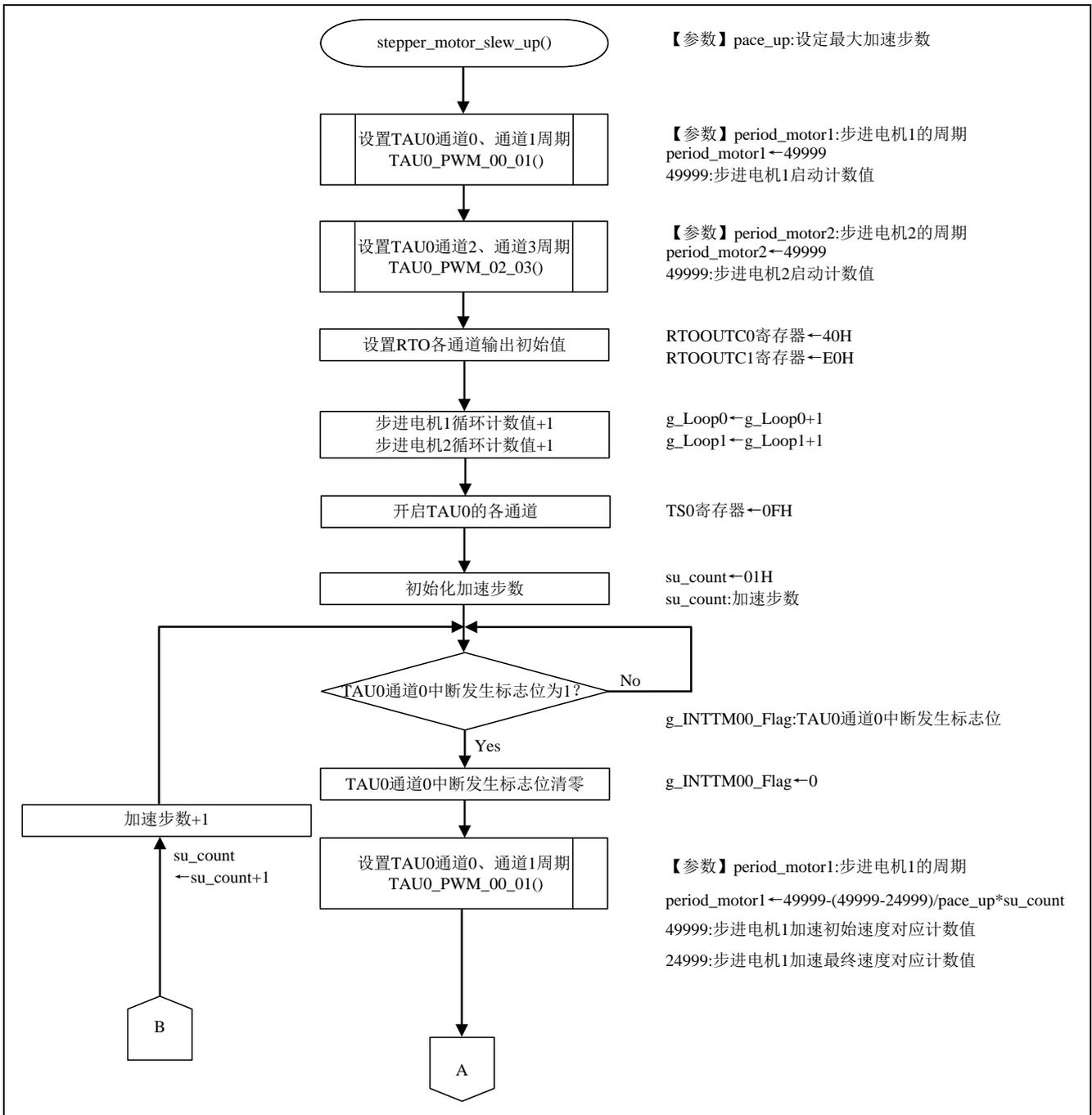


图 5.12 电机加速流程 (1/2)

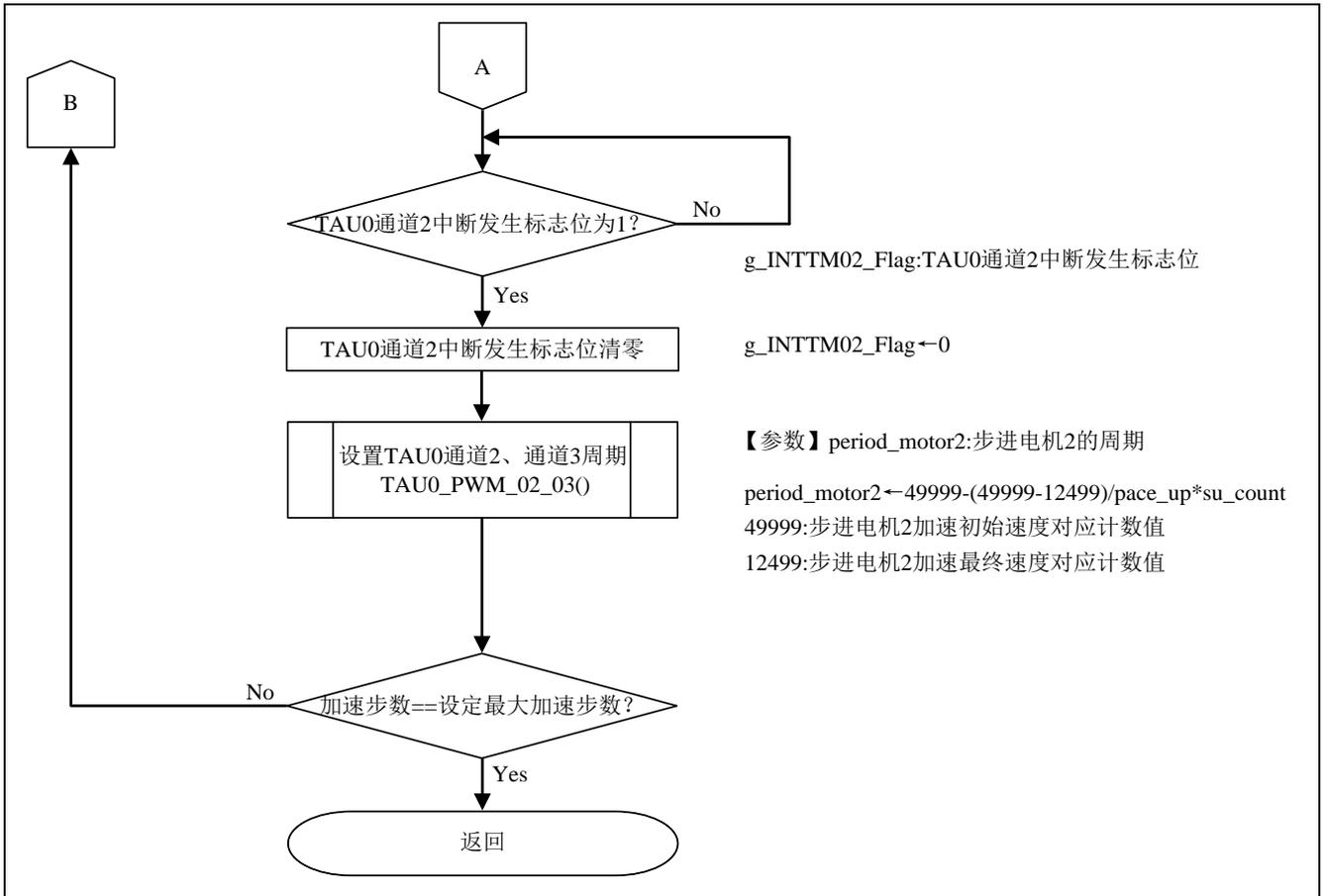


图 5.13 电机加速流程 (2/2)

5.7.12 电机减速控制

电机减速流程，请参见“图 5.14”。

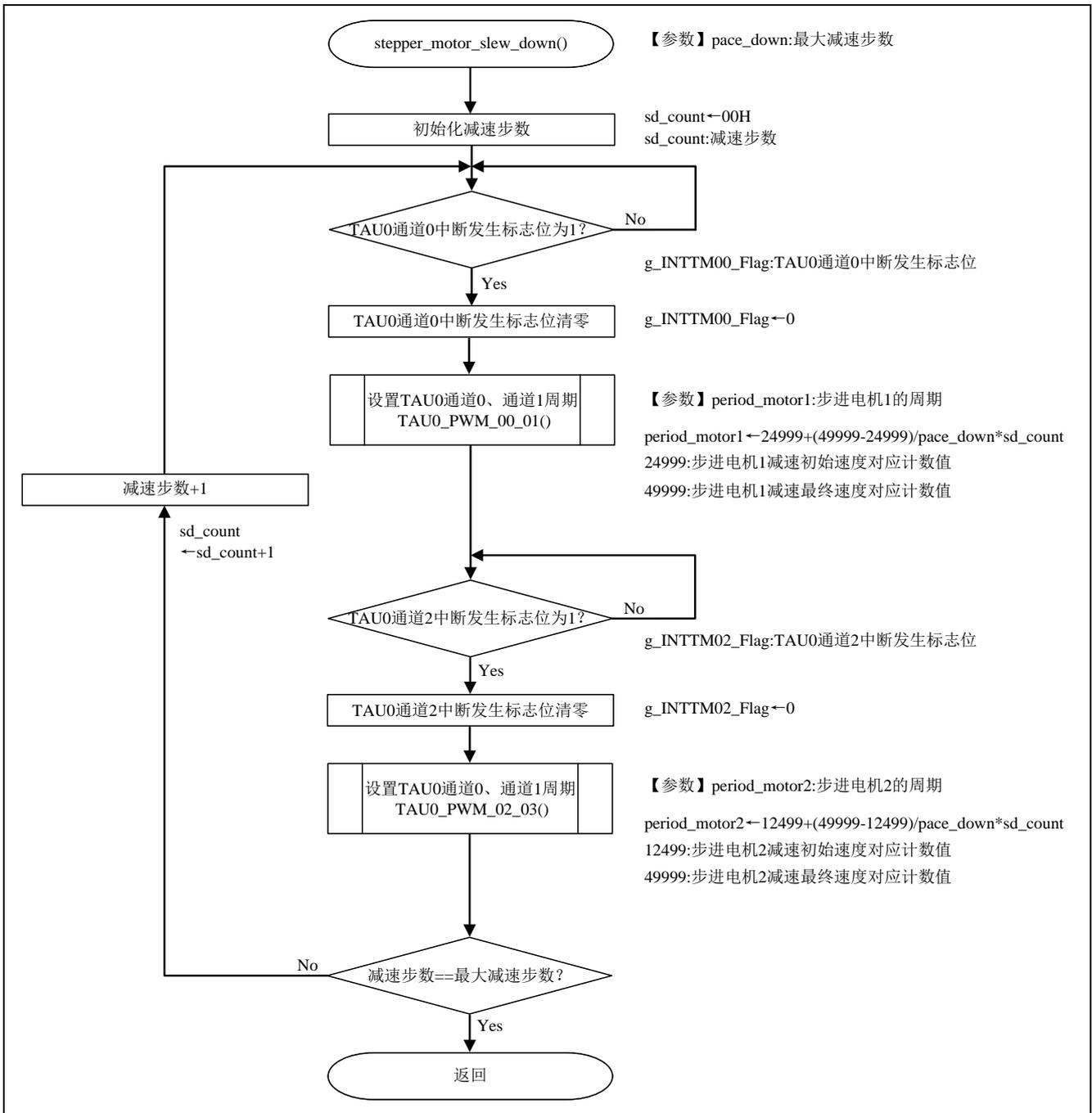


图 5.14 电机减速流程

5.7.13 TAU0 周期设定

TAU0 通道 0、通道 1 的周期设定流程，请参见“图 5.15”。

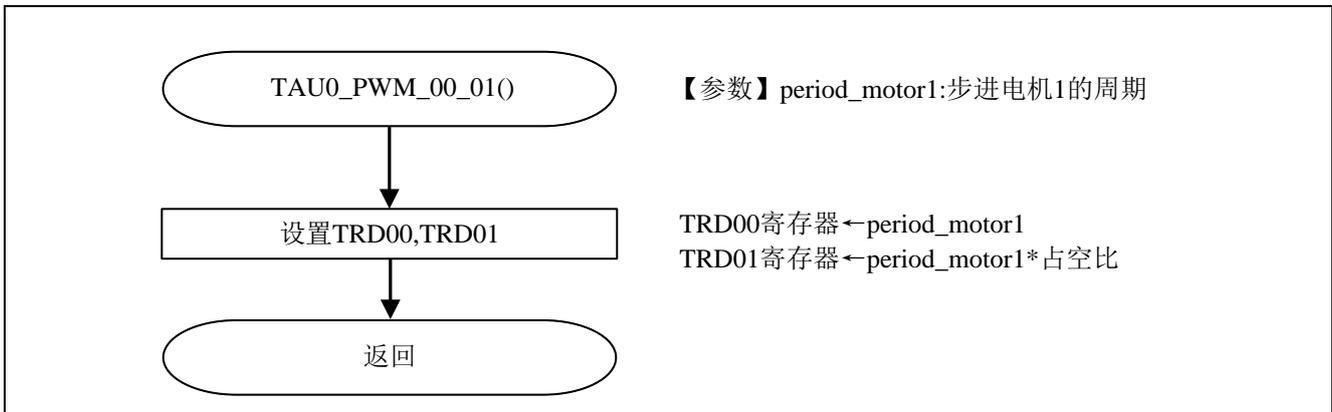


图 5.15 TAU0 通道 0、通道 1 的周期设定

TAU0 通道 2、通道 3 的周期设定流程，请参见“图 5.16”。

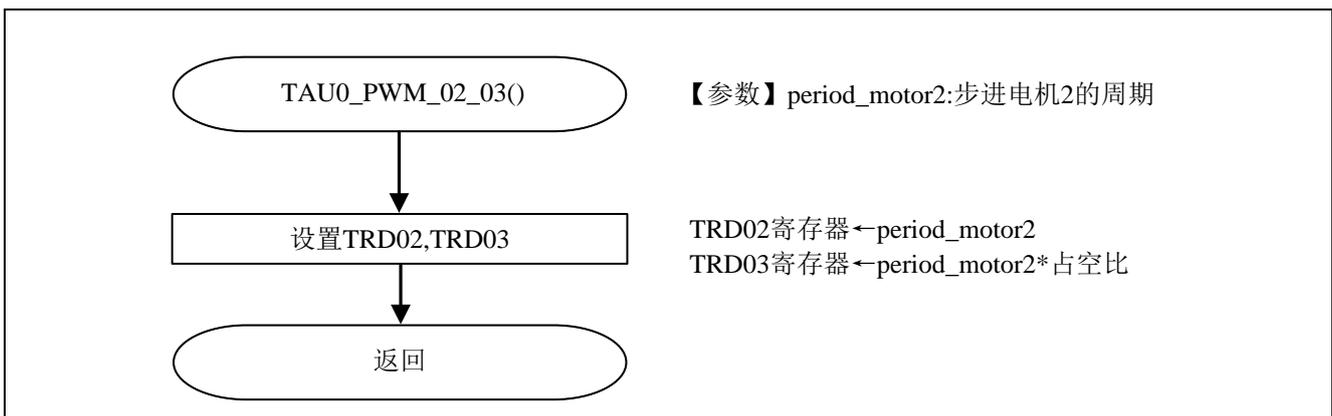


图 5.16 TAU0 通道 2、通道 3 的周期设定

5.7.14 TAU0 中断处理

TAU0 通道 0 中断处理流程，请参见“图 5.17”。

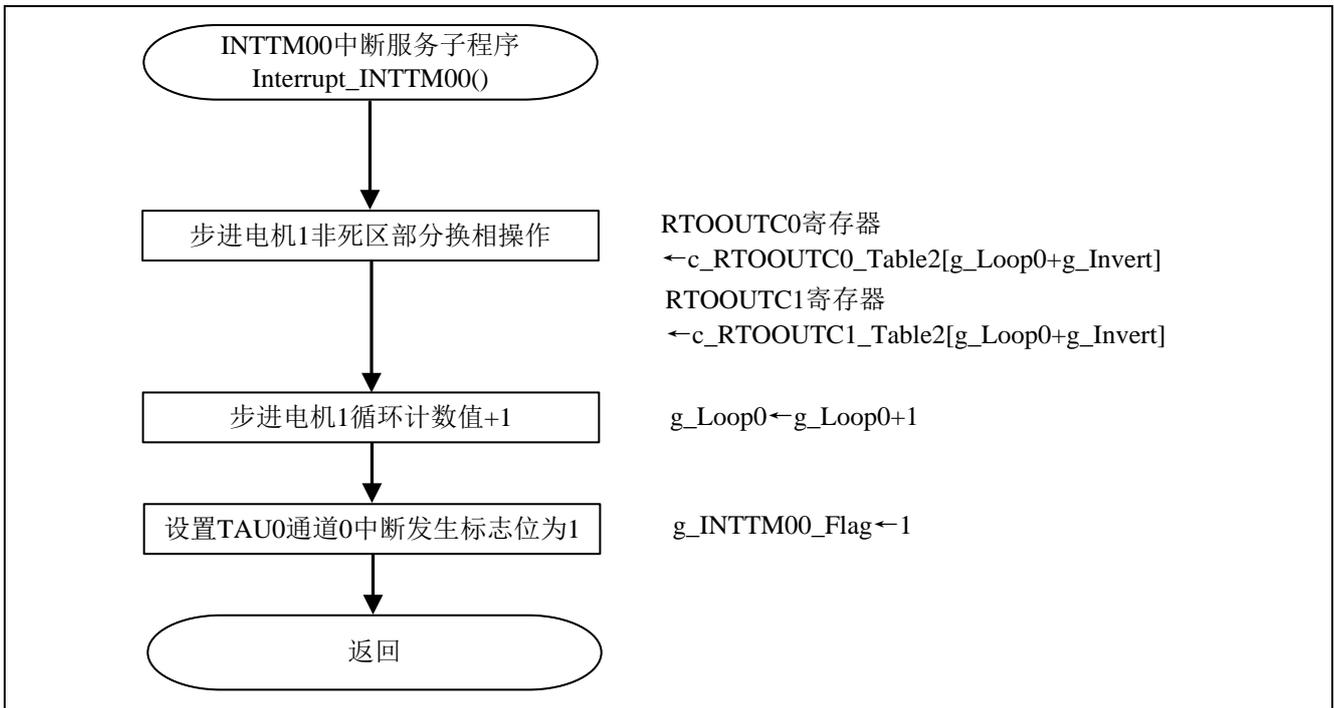


图 5.17 TAU0 通道 0 中断处理

TAU0 通道 1 中断处理流程，请参见“图 5.18”。

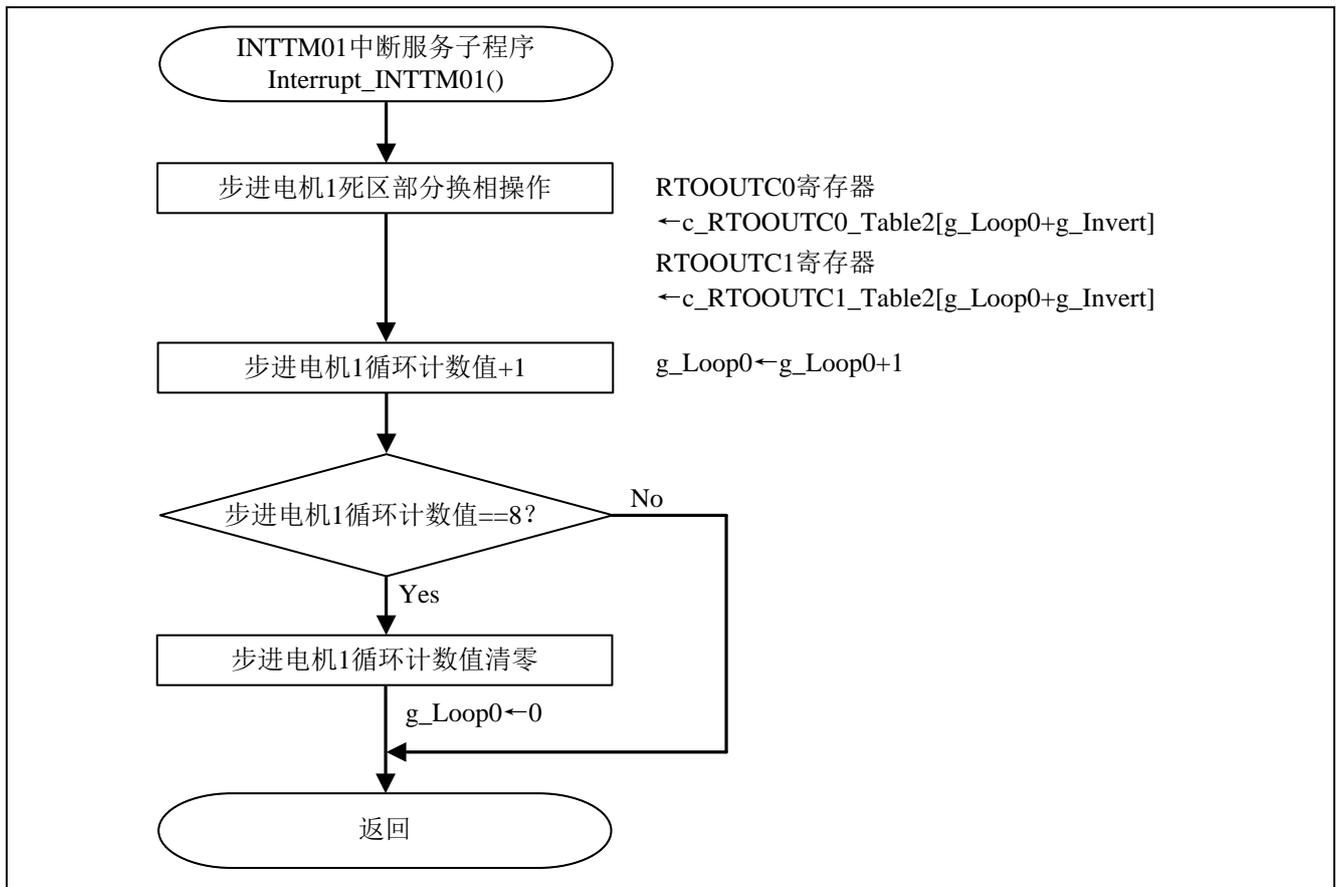


图 5.18 TAU0 通道 1 中断处理

TAU0 通道 2 中断处理流程，请参见“图 5.19”。

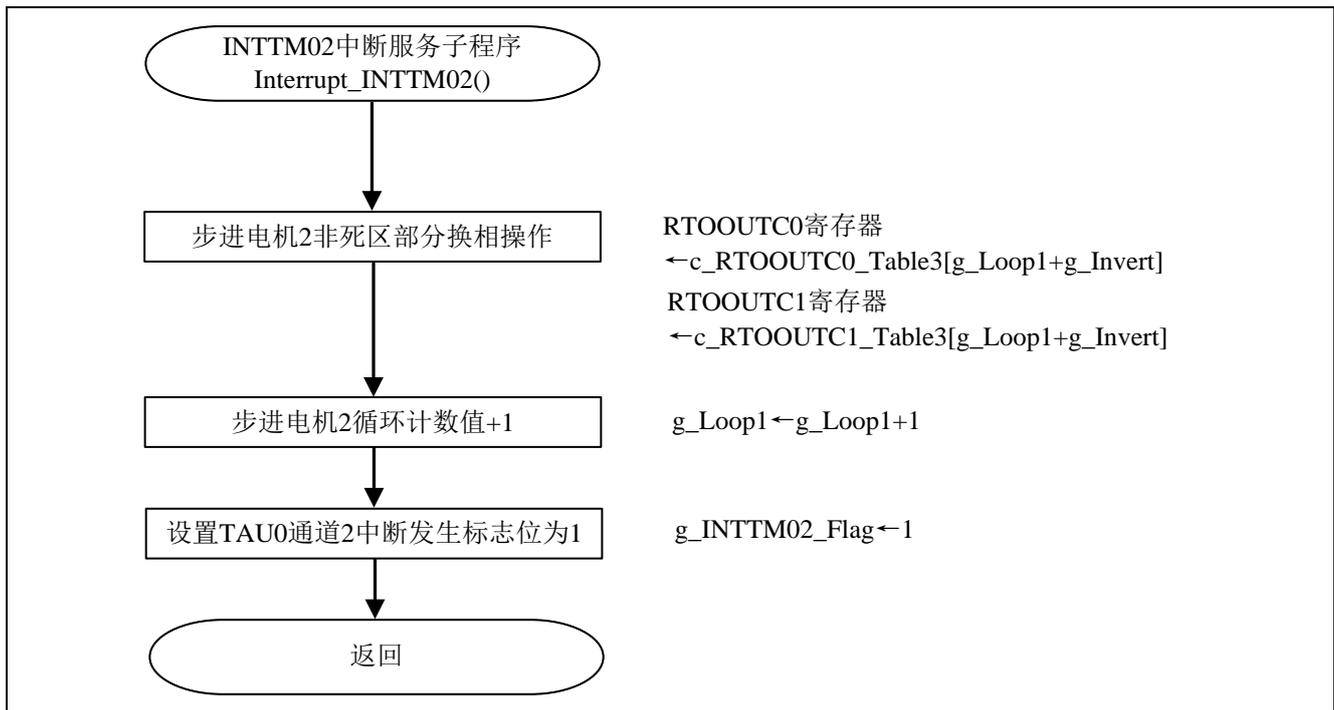


图 5.19 TAU0 通道 2 中断处理

TAU0 通道 3 中断处理流程，请参见“图 5.20”。

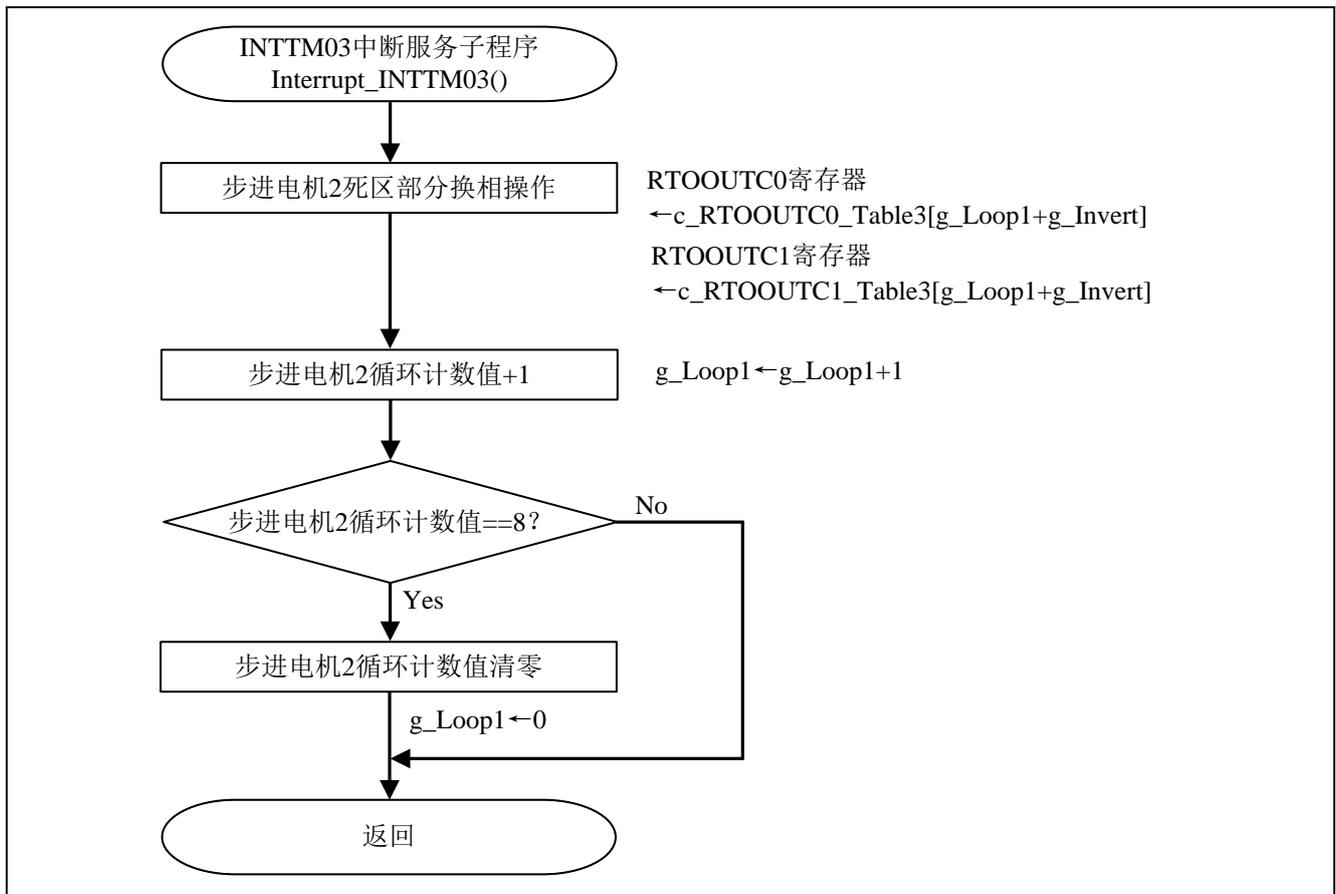


图 5.20 TAU0 通道 3 中断处理

5.7.15 电机电流采集

电机电流采集流程，请参见“图 5.21”。

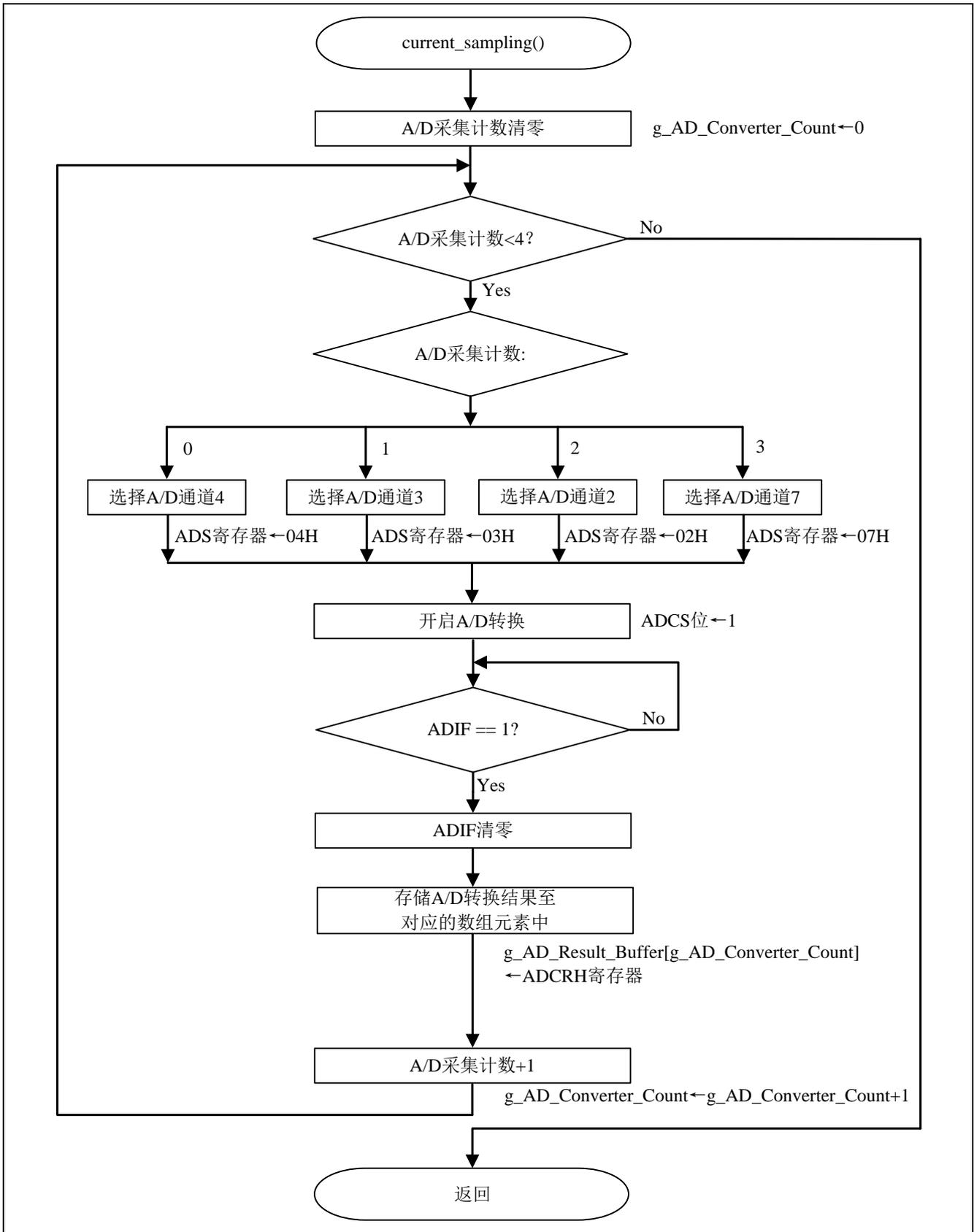


图 5.21 电机电流采集流程

选择 A/D 转换通道

- 模拟输入通道选择寄存器 0 (ADS)
指定 A/D 转换通道。

符号: ADS

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	ADS2	ADS1	ADS0
0	0	0	0	0			

位 2~位 0

ADS2 ^注	ADS1 ^注	ADS0 ^注	A/D 转换目标	模拟输入引脚
0	0	0	ANI0	P07/ANI0 引脚
0	0	1	ANI1	P10/ANI1 引脚
0	1	0	ANI2	P11/ANI2 引脚
0	1	1	ANI3	P12/ANI3 引脚
1	0	0	ANI4	P13/ANI4 引脚
1	0	1	ANI5	P14/ANI5 引脚
1	1	0	ANI6	P15/ANI6 引脚
1	1	1	ANI7	P16/ANI7 引脚

注: 表中黑色部分代表程序中用到的 A/D 通道。

开启 A/D 转换

- A/D 转换器模式寄存器 0 (ADM0)
开启 A/D 转换操作。

符号: ADM0

7	6	5	4	3	2	1	0
ADCS	0	0	FR1	FR0	0	LV0	ADCE
1	—	—			—		

位 7

ADCS	A/D 转换操作的控制
0	停止 A/D 转换操作
1	允许 A/D 转换操作

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C806-809 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明:

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

5.7.16 INTP0 中断处理

INTP0 中断处理的流程，请参见“图 5.22”。



图 5.22 INTP0 处理程序

6. 参考例程

参考例程请从瑞萨电子网页上取得。

7. 参考文献

R7F0C806-809 User's Manual: Hardware (R01UH0481E)

RL78 family User's Manual: Software (R01US0015E)

(最新版本请从瑞萨电子网页上取得)

技术信息/技术更新

(最新信息请从瑞萨电子网页上取得)

公司主页和咨询窗口

瑞萨电子主页

- <http://cn.renesas.com/>

咨询

- <http://cn.renesas.com/contact/>
- contact.china@renesas.com

修订记录

Rev.	发行日	修订内容	
		页	要点
1.00	2014.04	—	初版发行
1.10	2014.09	4,14	修正为“SPOR 检测电压：上升沿 4.28V，下降沿 4.00V”
		7	“4.1 步进电机原理”补充修正
		10	添加“4.3.2 步进电机转速计算”
		14	选项字节设置地址删除 000C0H、000C1H、000C2H、000C3H
		16~22	在“函数一览”、“函数说明”中，补全所有函数
		24~77	寄存器设置统一更改格式
		26~64	相关流程图中添加有关“中断屏蔽”“中断标志位”、“中断优先级”说明

所有商标及注册商标均归其各自拥有者所有。

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、噪声辐射量等不同。因此，在变更不认同型号的产品时，请对每一个型号的产品进行系统评价测试。

Notice

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. You should not alter, modify, copy, or otherwise misappropriate any Renesas Electronics product, whether in whole or in part. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from such alteration, modification, copy or otherwise misappropriation of Renesas Electronics product.
5. Renesas Electronics products are classified according to the following two quality grades: "Standard" and "High Quality". The recommended applications for each Renesas Electronics product depends on the product's quality grade, as indicated below.
"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 etc.
"High Quality": Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.); traffic control systems; anti-disaster systems; anti-crime systems; and safety equipment etc.
Renesas Electronics products are neither intended nor authorized for use in products or systems that may pose a direct threat to human life or bodily injury (artificial life support devices or systems, surgical implantations etc.), or may cause serious property damages (nuclear reactor control systems, military equipment etc.). 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 for which it is not intended. 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 which the product is not intended by Renesas Electronics.
6. 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.
7. 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 systems manufactured by you.
8. 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.
9. 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. You should not use Renesas Electronics products or 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. When exporting the Renesas Electronics 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.
10. It is the responsibility of the buyer or distributor of Renesas Electronics products, who distributes, disposes of, or otherwise places the product with a third party, to notify such third party in advance of the contents and conditions set forth in this document. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties as a result of unauthorized use of Renesas Electronics products.
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.

以下"注意事项"为从英语原稿翻译的中文译文，仅作参考译文，英文版的"Notice"具有正式效力。

注意事项

1. 本文件中所记载的关于电路、软件和其他相关信息仅用于说明半导体产品的操作和应用实例。用户如在设备设计中应用本文件中的电路、软件和相关信息，请自行负责。对于用户或第三方因使用上述电路、软件或信息而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
2. 在准备本文件所记载的信息的过程中，瑞萨电子已尽量做到合理注意，但是，瑞萨电子并不保证这些信息都是准确无误的。用户因本文件中所记载的信息的错误或遗漏而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
3. 对于因使用本文件中的瑞萨电子产品或技术信息而造成的侵权行为或因此而侵犯第三方的专利、版权或其他知识产权的行为，瑞萨电子不承担任何责任。本文件所记载的内容不应视为对瑞萨电子或其他人所有的专利、版权或其他知识产权作出任何明示、默示或其它方式的许可及授权。
4. 用户不得更改、修改、复制或制作以其他方式部分或全部地非法使用瑞萨电子的任何产品。对于用户或第三方因上述更改、修改、复制或其他方式非法使用瑞萨电子产品的行为而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
5. 瑞萨电子产品根据其质量等级分为两个等级：“标准等级”和“高质量等级”。每种瑞萨电子产品的推荐用途均取决于产品的质量等级，如下所示：
标准等级：计算机、办公设备、通讯设备、测试和测量设备、视听设备、家用电器、机械工具、个人电子产品以及工业机器人等。
高质量等级：运输设备（汽车、火车、轮船等）、交通控制系统、防火系统、预防犯罪系统以及安全设备等。
瑞萨电子产品无意用于且未被授权用于可能对人类生命造成直接威胁的产品或系统及可能造成人身伤害的产品或系统（人工生命维持装置或系统、植入体内的装置等）中，或者可能造成重大财产损失的产品或系统（核反应堆控制系统、军用设备等）中。在将每种瑞萨电子产品用于某种特定应用之前，用户应先确认其质量等级。不得将瑞萨电子产品用于超出其设计用途之外的任何应用。对于用户或第三方因将瑞萨电子产品用于其设计用途之外而遭受的任何损害或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
6. 使用本文件中记载的瑞萨电子产品时，应在瑞萨电子指定的范围内，特别是在最大额定值、电源工作电压范围、移动电源电压范围、热辐射特性、安装条件以及其他产品特性的范围内使用。对于在上述指定范围之外使用瑞萨电子产品而产生的故障或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
7. 虽然瑞萨电子一直致力于提高瑞萨电子产品的质量和可靠性，但是，半导体产品有其自身的具体特性，如一定的故障发生率以及在某些使用条件下会发生故障等。此外，瑞萨电子产品均未进行防辐射设计。所以请采取安全保护措施，以避免当瑞萨电子产品在发生故障而造成火灾时导致人身事故、伤害或损害的事故。例如进行软硬件安全设计（包括但不限于冗余设计、防火控制以及故障预防等）、适当的老化处理或其他适当的措施等。由于难以对微软件单独进行评估，所以请用户自行对最终产品或系统进行安全评估。
8. 关于环境保护方面的详细内容，例如每种瑞萨电子产品的环境兼容性等，请与瑞萨电子的营业部门联系。使用瑞萨电子产品时，请遵守对管制物质的使用或含量进行管理的所有相应法律法规（包括但不限于《欧盟RoHS指令》）。对于因用户未遵守相应法律法规而导致的损害或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
9. 不可将瑞萨电子产品和技术用于或者嵌入日本国内或海外相应的法律法规所禁止生产、使用及销售的任何产品或系统中。也不可将本文件中记载的瑞萨电子产品或技术用于与军事应用或者军事用途有关的目的（如大规模杀伤性武器的开发等）。在将本文件中记载的瑞萨电子产品或技术进行出口时，应当遵守相应的出口管制法律法规，并按照上述法律法规所规定的程序进行。
10. 向第三方分销或处分产品或者以其他方式将产品置于第三方控制之下的瑞萨电子产品买方或分销商，有责任事先向上述第三方通知本文件规定的条件和条件；对于用户或第三方因非法使用瑞萨电子产品而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
11. 在事先未得到瑞萨电子书面认可的情况下，不得以任何形式部分或全部转载或复制本文件。
12. 如果对本文件所记载的信息或瑞萨电子产品有任何疑问，或者用户有任何其他疑问，请向瑞萨电子的营业部门咨询。
(注1) 瑞萨电子：在本文件中指瑞萨电子株式会社及其控股子公司。
(注2) 瑞萨电子产品：指瑞萨电子开发或生产的任何产品。



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: +44-1628-651-700, Fax: +44-1628-651-804

Renesas Electronics Europe GmbH
Arcadiasstrasse 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 301, Tower A, Central Towers, 555 LanGao Rd., Putuo District, Shanghai, China
Tel: +86-21-2226-0889, Fax: +86-21-2226-0899

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.
80 Bendemeer Road, Unit #05-02 Hyflux Innovation Centre Singapore 339949
Tel: +65-6213-0200, Fax: +65-6213-0300

Renesas Electronics Malaysia Sdn.Bhd.
Unit 906, Block B, Menara Amcorp, Amcorp Trade Centre, No. 18, Jin Persiaran Barat, 46050 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
Tel: +60-3-7955-9390, Fax: +60-3-7955-9510

Renesas Electronics Korea Co., Ltd.
12F., 234 Teheran-ro, Gangnam-Gu, Seoul, 135-080, Korea
Tel: +82-2-559-3737, Fax: +82-2-559-5141