

---

## RL78/G13

R01AN3128CC0100

Rev.1.00

### CPU 时钟切换和待机设定（C 语言篇） CC-RL

---

2017.03.31

#### 要点

本篇应用说明介绍了 RL78/G13 群 CPU 时钟切换和待机设定（工作模式的切换）的方法。

本应用说明中，每按下一次开关，就进行一次 CPU 时钟和工作模式的切换，并通过控制四个 LED 灯的点亮状态，来表示 CPU 时钟的状态和工作模式。

#### 对象 MCU

RL78/G13

本篇应用说明也适用于其他与上面所述的 MCU 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 .....	4
1.1 CPU 时钟的切换 .....	6
1.1.1 高速内部振荡器时钟到高速系统时钟的切换 .....	7
1.1.2 高速内部振荡器时钟到副系统时钟的切换 .....	9
1.1.3 高速系统时钟到高速内部振荡器时钟的切换 .....	10
1.1.4 高速系统时钟到副系统时钟的切换 .....	11
1.1.5 副系统时钟到高速内部振荡器时钟的切换 .....	12
1.1.6 副系统时钟到高速系统时钟的切换 .....	13
2. 动作确认条件 .....	14
3. 相关应用说明 .....	14
4. 硬件说明 .....	15
4.1 硬件配置示例 .....	15
4.2 使用引脚一览 .....	15
5. 软件说明 .....	16
5.1 操作概要 .....	16
5.2 选项字节设置一览 .....	18
5.3 变量一览 .....	18
5.4 函数一览 .....	19
5.5 函数说明 .....	20
5.6 流程图 .....	28
5.6.1 整体流程 .....	28
5.6.2 初始化函数 .....	28
5.6.3 系统函数 .....	29
5.6.4 初始化端口 .....	30
5.6.5 CPU 时钟设置 .....	30
5.6.6 外部中断初始化设置 .....	36
5.6.7 12 位间隔定时器初始化设置 .....	37
5.6.8 主函数处理 .....	38
5.6.9 状态转移 AtoB .....	41
5.6.10 CPU 运行 (执行 NOP 指令) .....	41
5.6.11 状态转移 BtoD .....	42
5.6.12 状态转移错误处理 .....	46
5.6.13 状态转移 DtoG .....	46
5.6.14 状态转移 GtoD .....	47
5.6.15 状态转移 DtoB .....	48
5.6.16 状态转移 BtoC .....	50
5.6.17 状态转移 CtoD .....	52
5.6.18 状态转移 DtoC .....	54
5.6.19 状态转移 CtoF .....	56
5.6.20 状态转移 FtoC .....	56
5.6.21 状态转移 CtoI .....	57
5.6.22 状态转移 ItoC .....	57
5.6.23 状态转移 CtoB .....	58

5.6.24	状态转移 BtoE.....	60
5.6.25	状态转移 EtoB.....	60
5.6.26	状态转移 BtoH .....	61
5.6.27	状态转移 HtoB .....	61
5.6.28	状态转移 BtoJ.....	62
5.6.29	设置 A/D 转换器.....	63
5.6.30	状态转移 JtoB.....	69
5.6.31	状态转移结束处理.....	70
5.6.32	外部中断处理.....	71
5.6.33	12 位间隔定时器中断处理 .....	72
5.6.34	A/D 转换结束中断处理.....	72
6.	参考例程.....	73
7.	参考文献.....	73
	公司主页和咨询窗口 .....	73

## 1. 规格

本篇应用说明中，通过按下开关，系统按照“图 1.1 工作模式状态转移图”的顺序进行 CPU 时钟和工作模式的切换。

此外，根据 CPU 时钟和工作模式的状态，进行四个 LED 的点灯控制。

相关外围功能和用途，请参见“表 1.1”。工作模式状态转移图，请参见“图 1.1”。工作模式与 LED 显示的关系，请参见“图 1.2”。

表 1.1 相关外围功能及用途

外围功能	用途
端口输出	控制连接在 P52、P53、P62、P63 引脚上的 LED 灯（LED0~LED3）
外部中断	用于开关输入（SW1）引脚的边沿检测中断（INTP1）
12 位间隔定时器	12 位间隔定时器中断信号（INTIT）
A/D 转换器	对 P26/ANI6 引脚的模拟输入电平信号进行转换

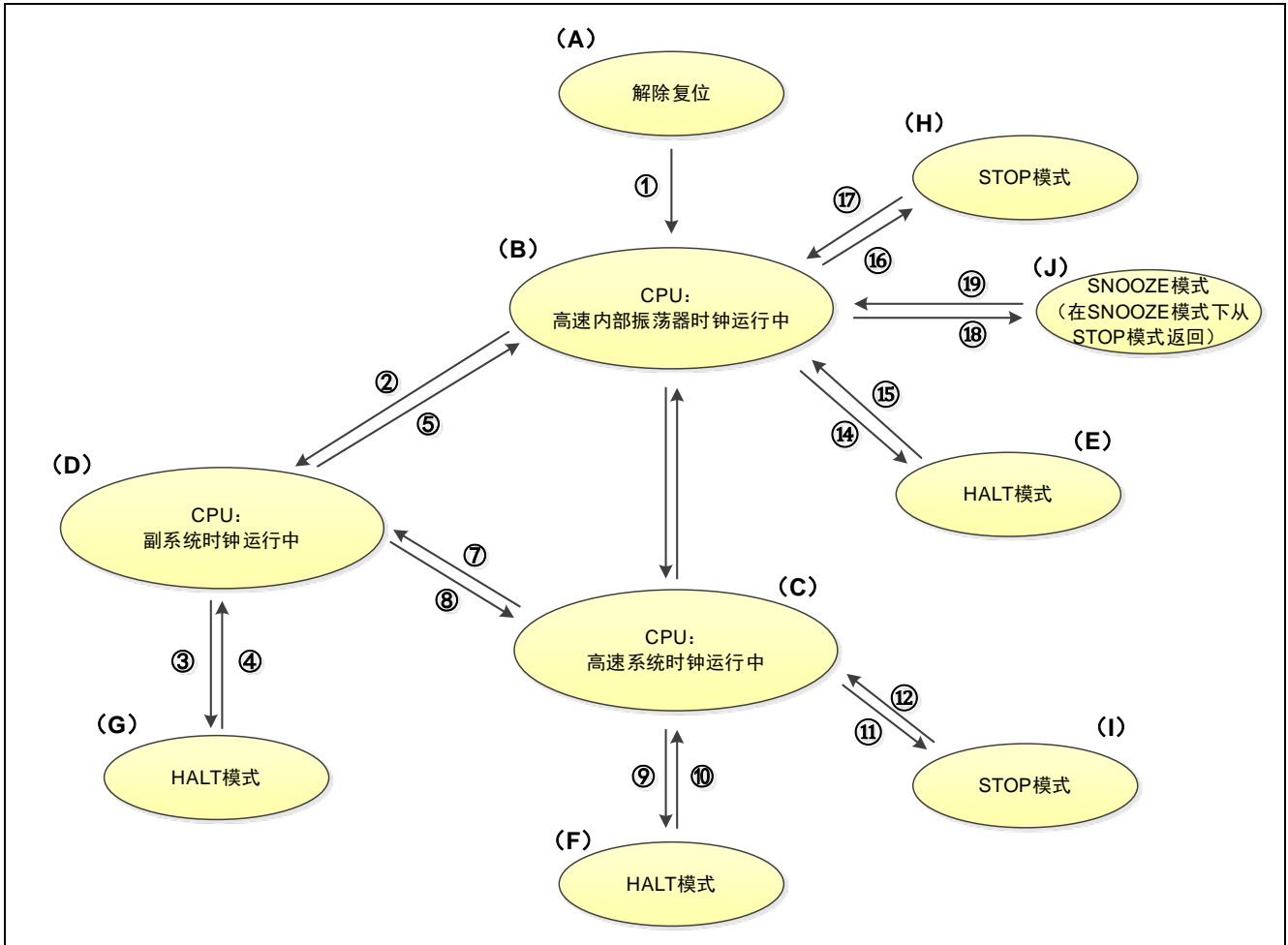


图 1.1 工作模式状态转移图

表 1.2 工作模式与 LED 显示的关系

CPU/外围功能时钟 (f <sub>CLK</sub> )	工作模式	LED 显示			
		LED0	LED1	LED2	LED3
高速内部振荡器时钟 (f <sub>H</sub> )	正常工作模式	点亮	点亮	点亮	点亮
	HALT 模式	点亮	点亮	点亮	熄灭
	SNOOZE 模式	点亮	点亮	熄灭	点亮
	STOP 模式	点亮	点亮	熄灭	熄灭
高速系统时钟 (f <sub>M</sub> )	正常工作模式	点亮	熄灭	点亮	点亮
	HALT 模式	点亮	熄灭	点亮	熄灭
	STOP 模式	点亮	熄灭	熄灭	熄灭
副系统时钟 (f <sub>SUB</sub> )	正常工作模式	熄灭	点亮	点亮	点亮
	HALT 模式	熄灭	点亮	点亮	熄灭

## 1.1 CPU 时钟的切换

关于 CPU 时钟的切换，以下说明特殊功能寄存器（SFR）的设定顺序。

- 高速内部振荡器时钟到高速系统时钟的切换
- 高速内部振荡器时钟到副系统时钟的切换
- 高速系统时钟到高速内部振荡器时钟的切换
- 高速系统时钟到副系统时钟的切换
- 副系统时钟到高速内部振荡器时钟的切换
- 副系统时钟到高速系统时钟的切换

### 1.1.1 高速内部振荡器时钟到高速系统时钟的切换

CPU 时钟从高速内部振荡器时钟切换到高速系统时钟时，通过设置时钟运行模式控制寄存器 (CMC)、振荡稳定时间选择寄存器 (OSTS)、时钟运行状态控制寄存器 (CSC) 来进行振荡电路的设定并使振荡开始。此后，需通过振荡稳定时间计数器的状态寄存器 (OSTC) 等待振荡稳定。

在经过振荡稳定时间后，通过系统时钟控制寄存器 (CKC) 指定高速系统时钟作为  $f_{CLK}$ 。  
在确认主系统时钟的状态已经完全切换至高速系统时钟后，停止高速内部振荡器时钟。

- ① 将 CMC 寄存器的 OSCSEL 位置“1”，当  $f_x$  大于 10MHz 时，将 AMPH 位置“1”，使 X1 振荡电路运行。当使用外部时钟时，必须将 EXCLK 位和 OSCSEL 位置“1”。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CMC	EXCLK	OSCSEL	EXCLKS	OSCSELS	0	AMPHS1	AMPHS0	AMPH
设定值	0/1	1	x	x	—	x	x	0/1

- ② 通过 OSTS 寄存器选择 X1 振荡电路的振荡稳定时间。当使用外部时钟时，则不需要这个设定。  
例) 10MHz 振荡器至少等待 102 $\mu$ s 时，必须设定为以下的值。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
OSTS	0	0	0	0	0	OSTS2	OSTS1	OSTS0
设定值	—	—	—	—	—	0	1	0

- ③ 将 CSC 寄存器的 MSTOP 位置“0”，使 X1 振荡电路开始振荡。当使用外部时钟时，在 MSTOP 位被置“0”之前必须输入外部时钟信号。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值	0	x	—	—	—	—	—	

- ④ 通过 OSTC 寄存器等待 X1 振荡电路的振荡稳定。当使用外部时钟时，则不需要这个设定。  
例) 10MHz 振荡器至少等待 102 $\mu$ s 时，必须等到各位变为以下的值。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
OSTC	MOST8	MOST9	MOST10	MOST11	MOST13	MOST15	MOST17	MOST18
设定值	1	1	1	0	0	0	0	0

- ⑤ 通过 CKC 寄存器的 MCM0 位将 X1 振荡器时钟设定为 CPU/外围功能时钟。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CKC	CLS	CSS	MCS	MCM0	0	0	0	0
设定值				1	—	—	—	—

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

⑥ 等待 CKC 寄存器的 MCS 位正确切换后，将 HIOSTOP 位置 “1”，从而停止高速内部振荡器时钟。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值		x	—	—	—	—	—	1

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



### 1.1.2 高速内部振荡器时钟到副系统时钟的切换

CPU 时钟从高速内部振荡器时钟切换到副系统时钟时，通过设置副系统时钟提供模式控制寄存器 (OSMC)、时钟运行模式控制寄存器 (CMC)、时钟运行状态控制寄存器 (CSC) 来进行振荡电路的设定并使振荡开始。此后，需通过定时器计时等方式等待振荡稳定。

在经过振荡稳定时间后，通过系统时钟控制寄存器 (CKC) 指定副系统时钟作为 f<sub>CLK</sub>。

在确认 CPU/外围功能时钟的状态已经完全切换至副系统时钟后，停止高速内部振荡器时钟。

- ① 本应用中使用 12 位间隔定时器来定时副系统时钟振荡器的振荡稳定时间。由于选择内部低速振荡器时钟为 12 位间隔定时器的计数源，必须将 WUTMMCK0 位设置为“1”。并且，在 STOP 模式和以副系统时钟运行的 HALT 模式中，只让实时时钟和 12 位间隔定时器以副系统时钟运行（超低消耗电流）时，必须将 RTCLPC 位置“1”。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
OSMC	RTCLPC	0	0	WUTMMCK0	0	0	0	0
设定值	1	—	—	1	—	—	—	—

- ② 通过设置 CMC 寄存器选择 XT1 振荡模式。当使用外部时钟时，必须将 EXCLKS 位和 OSCSELS 位置“1”。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CMC	EXCLK	OSCSEL	EXCLKS	OSCSELS	0	AMPHS1	AMPHS0	AMPH
设定值	x	x	0/1	1	—	0/1	0/1	x

- ③ 将 CSC 寄存器的 XTSTOP 位置“0”，使 XT1 振荡电路开始振荡。当使用外部时钟时，在 XTSTOP 位被置“0”之前必须输入外部时钟信号。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值		0	—	—	—	—	—	

- ④ 使用软件进行等待直至副系统时钟的振荡器振荡稳定。等待时间（振荡稳定时间）需使用定时器等功能进行计时。本应用中使用 12 位间隔定时器来计时。使用外部时钟时，则不需要等待振荡稳定时间。

- ⑤ 通过 CKC 寄存器的 CSS 位将副系统时钟设定为 CPU/外围功能时钟。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CKC	CLS	CSS	MCS	MCM0	0	0	0	0
设定值		1			—	—	—	—

- ⑥ 在确认 CKC 寄存器的 CLS 位变为“1”之后，将 HIOSTOP 位置“1”，从而停止高速内部振荡器时钟。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值			—	—	—	—	—	1

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

### 1.1.3 高速系统时钟到高速内部振荡器时钟的切换

CPU 时钟从高速系统时钟切换到高速内部振荡器时钟时，通过设置时钟运行状态控制寄存器 (CSC) 来进行振荡电路的设定并使振荡开始。此后，需通过定时器计时等方式等待振荡稳定。

在经过振荡稳定时间后，通过系统时钟控制寄存器 (CKC) 指定高速内部振荡器时钟作为  $f_{CLK}$ 。

在确认主系统时钟的状态已经完全切换至高速内部振荡器时钟后，停止 X1 振荡电路。

- ① 将 CSC 寄存器的 HIOSTOP 位置“0”，使高速内部振荡器电路开始振荡。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值		x	—	—	—	—	—	0

- ② 使用软件进行等待直至高速内部振荡器振荡稳定。等待时间（振荡稳定时间为  $18\mu\text{s}\sim 65\mu\text{s}$ ）需使用定时器等功能进行计时。本应用中使用 12 位间隔定时器来计时。

- ③ 通过 CKC 寄存器的 MCM0 位将高速内部振荡器时钟设定为 CPU/外围功能时钟。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CKC	CLS	CSS	MCS	MCM0	0	0	0	0
设定值				0	—	—	—	—

- ④ 等待 CKC 寄存器的 MCS 位正确切换后，将 MSTOP 位置“1”，从而停止 X1 振荡电路的振荡。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值	1	x	—	—	—	—	—	

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

### 1.1.4 高速系统时钟到副系统时钟的切换

CPU 时钟从高速系统时钟切换到副系统时钟时，通过设置副系统时钟提供模式控制寄存器 (OSMC)、时钟运行状态控制寄存器 (CSC) 使振荡开始，并使用定时器计时等方式等待振荡稳定。

在经过振荡稳定时间后，通过系统时钟控制寄存器 (CKC) 指定副系统时钟作为  $f_{CLK}$ 。

在确认 CPU/外围功能时钟的状态已经完全切换至副系统时钟后，停止 X1 振荡电路。

- ① 在 STOP 模式和以副系统时钟运行的 HALT 模式中，只让实时时钟和 12 位间隔定时器以副系统时钟运行（超低消耗电流）时，必须将 RTCLPC 位置“1”。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
OSMC	RTCLPC	0	0	WUTMMCK0	0	0	0	0
设定值	1	—	—	1	—	—	—	—

- ② 将 CSC 寄存器的 XTSTOP 位置“0”，使 XT1 振荡电路开始振荡。当使用外部时钟时，在 XTSTOP 位被置“0”之前必须输入外部时钟信号。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值		0	—	—	—	—	—	

- ③ 使用软件进行等待直至副系统时钟的振荡器振荡稳定。等待时间（振荡稳定时间）需使用定时器等功能进行计时。本应用中使用 12 位间隔定时器来计时。使用外部时钟时，则不需要等待振荡稳定时间。

- ④ 通过 CKC 寄存器的 CSS 位将副系统时钟设定为 CPU/外围功能时钟。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CKC	CLS	CSS	MCS	MCM0	0	0	0	0
设定值		1			—	—	—	—

- ⑤ 等待 CKC 寄存器的 CLS 位正确切换后，将 MSTOP 位置“1”，从而停止 X1 振荡电路的振荡。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值	1		—	—	—	—	—	

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

### 1.1.5 副系统时钟到高速内部振荡器时钟的切换

CPU 时钟从副系统时钟切换到高速内部振荡器时钟时，通过设置时钟运行状态控制寄存器 (CSC) 使振荡开始，并使用定时器计时等方式等待振荡稳定。

在经过振荡稳定时间后，通过系统时钟控制寄存器 (CKC) 指定高速内部振荡器时钟作为  $f_{CLK}$ 。

在确认 CPU/外围功能时钟的状态已经完全切换至高速内部振荡器时钟后，停止 XT1 振荡电路。

- ① 将 CSC 寄存器的 HIOSTOP 位置“0”，使高速内部振荡器电路开始振荡。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值	x		—	—	—	—	—	0

- ② 使用软件进行等待直至高速内部振荡器振荡稳定。等待时间（振荡稳定时间为  $18\mu\text{s}\sim 65\mu\text{s}$ ）需使用定时器等功能进行计时。本应用中使用 12 位间隔定时器来计时。

- ③ 通过 CKC 寄存器的 CSS 位将高速内部振荡器时钟设定为 CPU/外围功能时钟。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CKC	CLS	CSS	MCS	MCM0 <sup>注</sup>	0	0	0	0
设定值		0			—	—	—	—

- ④ 等待 CKC 寄存器的 CLS 位正确切换后，将 XTSTOP 位置“1”，从而停止 XT1 振荡电路的振荡。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值	x	1	—	—	—	—	—	

注：副时钟作为 CPU/外围功能时钟工作时，禁止改变 MCM0 位的值。

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

### 1.1.6 副系统时钟到高速系统时钟的切换

CPU 时钟从副系统时钟切换到高速系统时钟时，通过设置时钟运行模式控制寄存器 (CMC)、时钟运行状态控制寄存器 (CSC) 来进行振荡电路的设定并使振荡开始。此后，需通过振荡稳定时间计数器的状态寄存器 (OSTC) 等待振荡稳定。

在经过振荡稳定时间后，通过系统时钟控制寄存器 (CKC) 指定高速系统时钟作为 f<sub>CLK</sub>。

在确认主系统时钟的状态已经完全切换至高速系统时钟后，停止 XT1 振荡电路。

① 通过 OSTC 寄存器选择 X1 振荡电路的振荡稳定时间。当使用外部时钟时，则不需要这个设定。

例) 通过 10MHz 振荡器至少等待 102μs 时，必须设定为以下的值。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
OSTS	0	0	0	0	0	OSTS2	OSTS1	OSTS0
设定值	—	—	—	—	—	0	1	0

② 将 CSC 寄存器的 MSTOP 位置“0”，使 X1 振荡电路开始振荡。当使用外部时钟时，在 MSTOP 位被置“0”之前必须输入外部时钟信号。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值	0		—	—	—	—	—	x

③ 通过 OSTC 寄存器等待 X1 振荡电路的振荡稳定。当使用外部时钟时，则不需要这个设定。

例) 要通过 10MHz 振荡器至少等待 102μs 时，必须等到各位变为以下的值。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
OSTC	MOST8	MOST9	MOST10	MOST11	MOST13	MOST15	MOST17	MOST18
设定值	1	1	1	0	0	0	0	0

④ 通过 CKC 寄存器的 CSS 位将高速系统时钟设定为 CPU/外围功能时钟。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CKC	CLS	CSS	MCS	MCM0 <sup>注</sup>	0	0	0	0
设定值		0			—	—	—	—

⑤ 等待 CKC 寄存器的 CLS 位正确切换后，将 XTSTOP 位置“1”，从而停止 XT1 振荡电路的振荡。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值		1	—	—	—	—	—	x

注：副时钟作为 CPU/外围功能时钟工作时，禁止改变 MCM0 位的值。

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

## 2. 动作确认条件

本应用说明中的参考例程，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
所用微控制器	RL78/G13 (R5F100LEA)
工作频率	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 高速内部振荡器 (HOCO) 时钟: 32MHz</li> <li>● 高速系统时钟: 20MHz</li> <li>● 副系统时钟: 32.768kHz</li> <li>● CPU/外围功能时钟: 32MHz/20MHz/32.768kHz<sup>注</sup></li> </ul>
工作电压	5.0V (工作电压范围: 2.9V~5.5V) LVD 工作模式 (VLVD): 复位模式 上升沿: 2.81V (2.76V~2.87V) 下降沿: 2.75V (2.70V~2.81V)
集成开发环境 (CS+)	CS+ for CC V4.01.00 (瑞萨电子开发)
C 编译器 (CS+)	CC-RL V1.03.00 (瑞萨电子开发)
集成开发环境 (e2 studio)	e2 studio V5.2.0.020 (瑞萨电子开发)
C 编译器 (e2 studio)	CC-RL V1.03.00 (瑞萨电子开发)
使用的评估板	RL78/G13 入门套件 R0K50100LS000BE/900BE (瑞萨电子开发)

注: 本应用中对 CPU/外围功能时钟进行切换。

## 3. 相关应用说明

使用本应用说明时，请同时参考以下相关的应用说明。

- RL78/G13 Initialization CC-RL (R01AN2575E) 应用说明

## 4. 硬件说明

### 4.1 硬件配置示例

本篇应用说明中使用的硬件配置示例，请参见“图 4.1”。

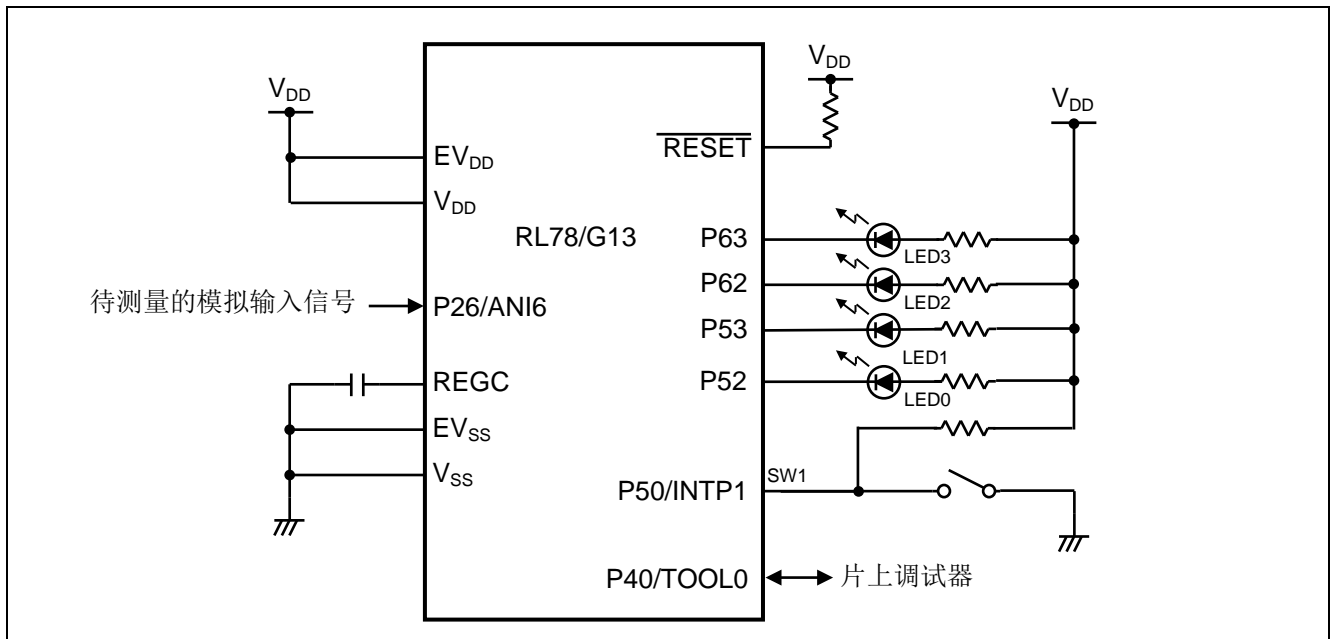


图 4.1 硬件配置

- 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. 将所有名字以  $EV_{SS}$  开始的引脚连接到  $V_{SS}$ ，将所有名字以  $EV_{DD}$  开始的引脚连接到  $V_{DD}$ 。
3. 请将  $V_{DD}$  电压值保持在由 LVD 设定的复位解除电压  $V_{LVD}$  以上。

### 4.2 使用引脚一览

使用的引脚及其功能，请参见“表 4.1”。

表 4.1 使用的引脚及其功能

引脚名	输入/输出	内容
P50/INTP1	输入	开关（SW1）输入端口
P26/ANI6	输入	A/D 转换器模拟输入端口
P52	输出	LED 点灯控制端口（LED0）
P53	输出	LED 点灯控制端口（LED1）
P62	输出	LED 点灯控制端口（LED2）
P63	输出	LED 点灯控制端口（LED3）

## 5. 软件说明

### 5.1 操作概要

本应用说明中，每按下一次开关，就进行一次 CPU 时钟和工作模式的切换。  
CPU 时钟和动作模式的切换，依照以下①~⑱的顺序进行。

- ① 高速内部振荡器时钟：CPU 动作 (B)
- ② 高速内部振荡器时钟：CPU 动作 (B) → 副系统时钟：CPU 动作 (D)
- ③ 副系统时钟：CPU 动作 (D) → 副系统时钟：HALT 模式 (G)
- ④ 副系统时钟：HALT 模式 (G) → 副系统时钟：CPU 动作 (D)
- ⑤ 副系统时钟：CPU 动作 (D) → 高速内部振荡器时钟：CPU 动作 (B)
- ⑥ 高速内部振荡器时钟：CPU 动作 (B) → 高速系统时钟：CPU 动作 (C)
- ⑦ 高速系统时钟：CPU 动作 (C) → 副系统时钟：CPU 动作 (D)
- ⑧ 副系统时钟：CPU 动作 (D) → 高速系统时钟：CPU 动作 (C)
- ⑨ 高速系统时钟：CPU 动作 (C) → 高速系统时钟：HALT 模式 (F)
- ⑩ 高速系统时钟：HALT 模式 (F) → 高速系统时钟：CPU 动作 (C)
- ⑪ 高速系统时钟：CPU 动作 (C) → STOP 模式 (I)
- ⑫ STOP 模式 (I) → 高速系统时钟：CPU 动作 (C)
- ⑬ 高速系统时钟：CPU 动作 (C) → 高速内部振荡器时钟：CPU 动作 (B)
- ⑭ 高速内部振荡器时钟：CPU 动作 (B) → 高速内部振荡器时钟：HALT 模式 (E)
- ⑮ 高速内部振荡器时钟：HALT 模式 (E) → 高速内部振荡器时钟：CPU 动作 (B)
- ⑯ 高速内部振荡器时钟：CPU 动作 (B) → STOP 模式 (H)
- ⑰ STOP 模式 (H) → 高速内部振荡器时钟：CPU 动作 (B)
- ⑱ 高速内部振荡器时钟：CPU 动作 (B) → SNOOZE 模式 (从 STOP 模式转移到 SNOOZE 模式) (J)
- ⑲ SNOOZE 模式 (J) → 高速内部振荡器时钟：CPU 动作 (B)

#### (1) 输入输出端口的初始化设定

- P52-P53、P62-P63 引脚：设定为输出端口（用于 LED 点灯控制）。
- P50/INTP1 引脚：设定为输入端口（用于开关输入）。
- P26/ANI6 引脚：设定为模拟输入端口（作为 A/D 转换的模拟输入通道使用）。

#### (2) 时钟产生电路的初始化设定

<设定条件>

- 设定闪存运行模式为 HS（高速主）模式（通过用户选项字节（000C2H/010C2H）设定）。
- 设定高速内部振荡器时钟为 32MHz。
- 设定副系统时钟引脚的动作模式为 XT1 振荡模式，在 XT1/P123 和 XT2/EXCLKS/P124 引脚上连接水晶振子。
- 设定 XT1 振荡电路的振荡模式为超低功耗振荡模式（对于所连接的发振子选择最合适的振荡模式）。
- 设定高速系统时钟引脚的动作模式为 X1 振荡模式，在 X1/P121 和 X2/EXCLK/P122 引脚上连接水晶振子。
- 选择主系统时钟 (f<sub>MAIN</sub>) 作为 CPU/外围功能时钟 (f<sub>CLK</sub>)。

#### (3) INTP 中断的初始化设定

- INTP1 端口的有效边沿设定为下降沿，并使能开关输入。
- 使用 12 位间隔定时器进行有效开关输入的判定。以 5ms 为间隔判断该引脚的电平，如果电平连续两次一致，则判断为有效的开关输入（消除抖动）。

#### (4) 每一次开关按下并判断为有效的 P50/INTP1 引脚下降沿输入时，切换 CPU 时钟和动作模式。

- ① LED 点灯控制后 (LED0: ON、LED1: ON、LED2: ON、LED3: ON)，等待开关输入。
- ② 将 CPU 时钟从高速内部振荡器时钟切换到副系统时钟，进行 LED 点灯控制 (LED0: OFF、LED1: ON、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。



- ③ LED 点灯控制后 (LED0: OFF、LED1: ON、LED2: ON、LED3: OFF)，转移到 HALT 模式，等待开关输入。
- ④ 进行 LED 点灯控制 (LED0: OFF、LED1: ON、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。
- ⑤ 将 CPU 时钟从副系统时钟切换到高速内部振荡器时钟，进行 LED 点灯控制 (LED0: ON、LED1: ON、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。
- ⑥ 将 CPU 时钟从高速内部振荡器时钟切换到高速系统时钟，进行 LED 点灯控制 (LED0: ON、LED1: OFF、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。
- ⑦ 将 CPU 时钟从高速系统时钟切换到副系统时钟，进行 LED 点灯控制 (LED0: OFF、LED1: ON、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。
- ⑧ 将 CPU 时钟从副系统时钟切换到高速系统时钟，进行 LED 点灯控制 (LED0: ON、LED1: OFF、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。
- ⑨ LED 点灯控制后 (LED0: ON、LED1: OFF、LED2: ON、LED3: OFF)，转移到 HALT 模式，等待开关输入。
- ⑩ 进行 LED 点灯控制 (LED0: ON、LED1: OFF、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。
- ⑪ LED 点灯控制后 (LED0: ON、LED1: OFF、LED2: OFF、LED3: OFF)，转移到 STOP 模式，等待开关输入。
- ⑫ 进行 LED 点灯控制 (LED0: ON、LED1: OFF、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。
- ⑬ 将 CPU 时钟从高速系统时钟切换到高速内部振荡器时钟，进行 LED 点灯控制 (LED0: ON、LED1: ON、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。
- ⑭ LED 点灯控制后 (LED0: ON、LED1: ON、LED2: ON、LED3: OFF)，转移到 HALT 模式，等待开关输入。
- ⑮ 进行 LED 点灯控制 (LED0: ON、LED1: ON、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。
- ⑯ LED 点灯控制后 (LED0: ON、LED1: ON、LED2: OFF、LED3: OFF)，转移到 STOP 模式，等待开关输入。
- ⑰ 进行 LED 点灯控制 (LED0: ON、LED1: ON、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。
- ⑱ LED 点灯控制后 (LED0: ON、LED1: ON、LED2: OFF、LED3: ON)，转移到 SNOOZE 模式，等待 A/D 转换结束中断产生。
- ⑲ 进行 LED 点灯控制 (LED0: ON、LED1: ON、LED2: ON、LED3: ON)。之后，等待开关输入。

完成上述①~⑲CPU/动作模式切换后，开关按下使 P50/INTP1 引脚的下降沿被检测到之后，熄灭所有的 LED 灯，系统转移到 HALT 模式（只有 RESET 输入才能使系统从待机状态返回）。

此外，由于水晶振子的振动不良导致 CPU 时钟在一定时间内不能进行状态转移时，作为错误处理，系统会熄灭所有的 LED 灯，结束状态转移的操作。

注意：关于芯片在使用上的注意事项，请参考 RL78/G13 的用户手册。

## 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	设定值	内容
000C0H/010C0H	01101110B	看门狗定时器动作停止 (复位后, 停止计数)
000C1H/010C1H	01111111B	LVD 复位模式 检测电压: 上升沿 2.81V (2.76V~2.87V) 下降沿 2.75V (2.70V~2.81V)
000C2H/010C2H	11101000B	HS 模式、HOCO: 32MHz
000C3H/010C3H	10000100B	允许片上调试

## 5.3 变量一览

参考例程中使用的全局变量，请参见“表 5.2”。

表 5.2 参考例程中使用的全局变量

类型	变量名	内容	使用的函数
uint8_t	g_int_cnt	12 位间隔定时器的间隔定时信号检出中断的发生次数	R_MAIN_NOP_Loop r_init_interrupt
uint8_t	g_int_flg	外部中断产生判别标志	R_MAIN_BtoD R_MAIN_DtoB R_MAIN_BtoC R_MAIN_CtoD R_MAIN_DtoC R_MAIN_CtoB r_intc1_interrupt

## 5.4 函数一览

参考例程中使用的函数，请参见“表 5.3”。

表 5.3 函数

函数名	概要	动作模式状态转移图中的编号
hdwinit	初始化函数	—
R_Systeminit	系统函数	—
R_PORT_Create	初始化端口	—
R_CGC_Create	CPU 时钟设置	—
R_IT_Create	12 位间隔定时器初始化设置	—
R_INTC_Create	INTP1 初始化设置	—
main	主函数处理	—
R_MAIN_AtoB	从 (A) 到 (B) 的状态转移处理	①
R_MAIN_BtoD	从 (B) 到 (D) 的状态转移处理	②
R_MAIN_DtoG	从 (D) 到 (G) 的状态转移处理	③
R_MAIN_GtoD	从 (G) 到 (D) 的状态转移处理	④
R_MAIN_DtoB	从 (D) 到 (B) 的状态转移处理	⑤
R_MAIN_BtoC	从 (B) 到 (C) 的状态转移处理	⑥
R_MAIN_CtoD	从 (C) 到 (D) 的状态转移处理	⑦
R_MAIN_DtoC	从 (D) 到 (C) 的状态转移处理	⑧
R_MAIN_CtoF	从 (C) 到 (F) 的状态转移处理	⑨
R_MAIN_FtoC	从 (F) 到 (C) 的状态转移处理	⑩
R_MAIN_CtoI	从 (C) 到 (I) 的状态转移处理	⑪
R_MAIN_ItoC	从 (I) 到 (C) 的状态转移处理	⑫
R_MAIN_CtoB	从 (C) 到 (B) 的状态转移处理	⑬
R_MAIN_BtoE	从 (B) 到 (E) 的状态转移处理	⑭
R_MAIN_EtoB	从 (E) 到 (B) 的状态转移处理	⑮
R_MAIN_BtoH	从 (B) 到 (H) 的状态转移处理	⑯
R_MAIN_HtoB	从 (H) 到 (B) 的状态转移处理	⑰
R_MAIN_BtoJ	从 (B) 到 (J) 的状态转移处理	⑱
R_MAIN_JtoB	从 (J) 到 (B) 的状态转移处理	⑲
R_MAIN_NOP_Loop	反复执行 NOP 指令处理	—
R_MAIN_END	状态转移结束处理	—
R_MAIN_ERROR	状态转移错误处理	—
R_MAIN_AD_SnoozeOn	设置 A/D 转换器	—
r_intc1_interrupt	外部中断产生判别标志更新处理	—
r_intit_interrupt	12 位间隔定时器的间隔定时信号检出中断产生次数的计数处理	—
r_adc_interrupt	SNOOZE 模式解除处理	—

## 5.5 函数说明

本节对参考例程中使用的函数进行说明。

### [函数名] hdwinit

---

概要	初始化函数
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void hdwinit(void)
说明	执行系统函数。
参数	无
返回值	无
参考	无

### [函数名] R\_Systeminit

---

概要	系统函数
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_Systeminit(void)
说明	对本应用说明中使用的外围功能进行初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

### [函数名] R\_PORT\_Create

---

概要	初始化端口
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_port.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_PORT_Create(void)
说明	执行 I/O 端口的初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

### [函数名] R\_CGC\_Create

---

概要	CPU 时钟设置
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_cgc.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_CGC_Create(void)
说明	执行 CPU 时钟的初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

### [函数名] R\_IT\_Create

---

概要	12 位间隔定时器初始化设置
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_it.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_IT_Create (void)
说明	执行 12 位间隔定时器的初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_INTC\_Create**


---

概要	INTP1 初始化设置
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_intc.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_INTC_Create(void)
说明	执行 INTP1 的初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] main**


---

概要	主函数处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void main(void)
说明	执行主函数处理。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_AtoB**


---

概要	从 (A) 到 (B) 的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_AtoB(void)
说明	进行 LED 点灯控制。 (CPU 时钟: 高速内部振荡器时钟)
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_BtoD**


---

概要	从 (B) 到 (D) 的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_BtoD(void)
说明	CPU 时钟从高速内部振荡器时钟切换到副系统时钟。时钟切换后, 进行 LED 点灯控制。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_DtoG**


---

概要	从 (D) 到 (G) 的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_DtoG(void)
说明	进行 LED 点灯控制后, 转移到 HALT 模式。 (CPU 时钟停止 (选择副系统时钟时))
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_GtoD**


---

概要	从 (G) 到 (D) 的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_GtoD(void)
说明	进行 LED 点灯控制。 (CPU 时钟: 副系统时钟)
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_DtoB**


---

概要	从 (D) 到 (B) 的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_DtoB(void)
说明	CPU 时钟从副系统时钟切换到高速内部振荡器时钟。时钟切换后, 进行 LED 点灯控制。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_BtoC**


---

概要	从 (B) 到 (C) 的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_BtoC(void)
说明	CPU 时钟从高速内部振荡器时钟切换到高速系统时钟。时钟切换后, 进行 LED 点灯控制。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_CtoD**


---

概要	从 (C) 到 (D) 的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_CtoD(void)
说明	CPU 时钟从高速系统时钟切换到副系统时钟。时钟切换后, 进行 LED 点灯控制。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_DtoC**


---

概要	从 (D) 到 (C) 的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_DtoC(void)
说明	CPU 时钟从副系统时钟切换到高速系统时钟。时钟切换后, 进行 LED 点灯控制。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_CtoF**


---

概要	从 (C) 到 (F) 的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_CtoF(void)
说明	进行 LED 点灯控制后, 转移到 HALT 模式。 (CPU 时钟停止 (选择高速系统时钟))
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_FtoC**


---

概要	从 (F) 到 (C) 的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_FtoC(void)
说明	进行 LED 点灯控制。 (CPU 时钟: 高速系统时钟)
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_CtoI**


---

概要	从（C）到（I）的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_CtoI(void)
说明	进行 LED 点灯控制后，转移到 STOP 模式。 （CPU 时钟停止（选择高速系统时钟时））
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_ItoC**


---

概要	从（I）到（C）的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_ItoC(void)
说明	进行 LED 点灯控制。 （CPU 时钟：高速系统时钟）
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_CtoB**


---

概要	从（C）到（B）的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_CtoB(void)
说明	CPU 时钟从高速系统时钟切换到高速内部振荡器时钟。时钟切换后，进行 LED 点灯控制。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_BtoE**


---

概要	从（B）到（E）的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_BtoE(void)
说明	进行 LED 点灯控制后，转移到 HALT 模式。 （CPU 时钟停止（选择高速内部振荡器时钟时））
参数	无
返回值	无
参考	无



**[函数名] R\_MAIN\_EtoB**


---

概要	从（E）到（B）的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgic.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_EtoB(void)
说明	进行 LED 点灯控制。 （CPU 时钟：高速内部振荡器时钟）
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_BtoH**


---

概要	从（B）到（H）的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgic.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_BtoH(void)
说明	进行 LED 点灯控制后，转移到 STOP 模式。 （CPU 时钟停止（选择高速内部振荡器时钟时））
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_HtoB**


---

概要	从（H）到（B）的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgic.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_HtoB(void)
说明	进行 LED 点灯控制。 （CPU 时钟：高速内部振荡器时钟）
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_BtoJ**


---

概要	从（B）到（J）的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgic.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_BtoJ(void)
说明	设置 A/D 转换器，并进行 LED 点灯控制。 之后，转移到 SNOOZE 模式。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_JtoB**


---

概要	从 (J) 到 (B) 的状态转移处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgic.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_JtoB(void)
说明	设置 SNOOZE 模式的解除操作, 并停止 A/D 转换器动作。 之后, 进行 LED 点灯的控制。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_NOP\_Loop**


---

概要	反复执行 NOP 指令
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgic.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_NOP_Loop(void)
说明	反复执行 NOP 指令处理。外部中断产生判别标志一旦置“1”, 就结束处理。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_END**


---

概要	状态转移结束处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgic.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_END(void)
说明	进行禁止中断的操作。 之后, 进行熄灭 LED 的处理
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_ERROR**


---

概要	状态转移错误处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgic.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_ERROR(void)
说明	进行禁止中断的操作, 并熄灭 LED。 之后, 在此函数内进行 LOOP 循环操作 (只有通过复位输入才能退出)。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] R\_MAIN\_AD\_SnoozeOn**


---

概要	设置 A/D 转换器
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_adc.h, r_cg_it.h
声明	void R_MAIN_AD_SnoozeOn(void)
说明	设置 A/D 转换器, 使其工作在以 12 位间隔定时器中断信号为硬件触发的等待模式。此后, 使能 SNOOZE 模式, 进入 A/D 转换待机状态。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] r\_intc1\_interrupt**


---

概要	外部中断产生判别标志更新处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_intc.h, r_cg_userdefine.h
声明	static void __near r_intc1_interrupt(void)
说明	外部中断一产生, 就置位外部中断产生判别标志。此外, 在确认开关输入电平为高电平之后, 结束处理。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] r\_intit\_interrupt**


---

概要	12 位间隔定时器的间隔定时信号检出中断产生次数的计数处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_it.h, r_cg_userdefine.h
声明	static void __near r_intit_interrupt(void)
说明	12 位间隔定时器的间隔定时信号每产生一次, g_int_cnt 的值就加一。
参数	无
返回值	无
参考	无

**[函数名] r\_adc\_interrupt**


---

概要	SNOOZE 模式解除处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_adc.h, r_cg_userdefine.h
声明	static void __near r_adc_interrupt(void)
说明	将 ADM2 寄存器的 AWC 位清“0”, 解除 SNOOZE 模式。
参数	无
返回值	无
参考	无

## 5.6 流程图

### 5.6.1 整体流程

本篇应用说明中参考例程的整体流程，请参见“图 5.1”。

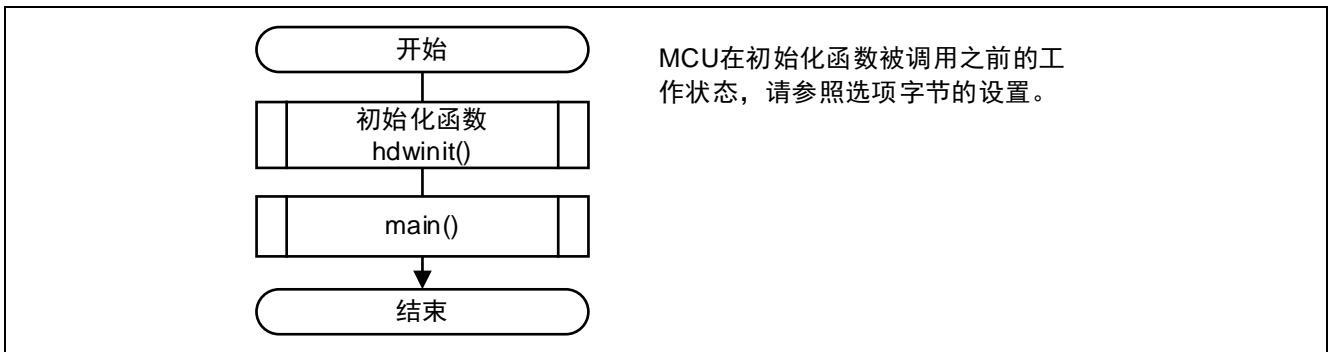


图 5.1 整体流程图

### 5.6.2 初始化函数

初始化函数的流程，请参见“图 5.2”。

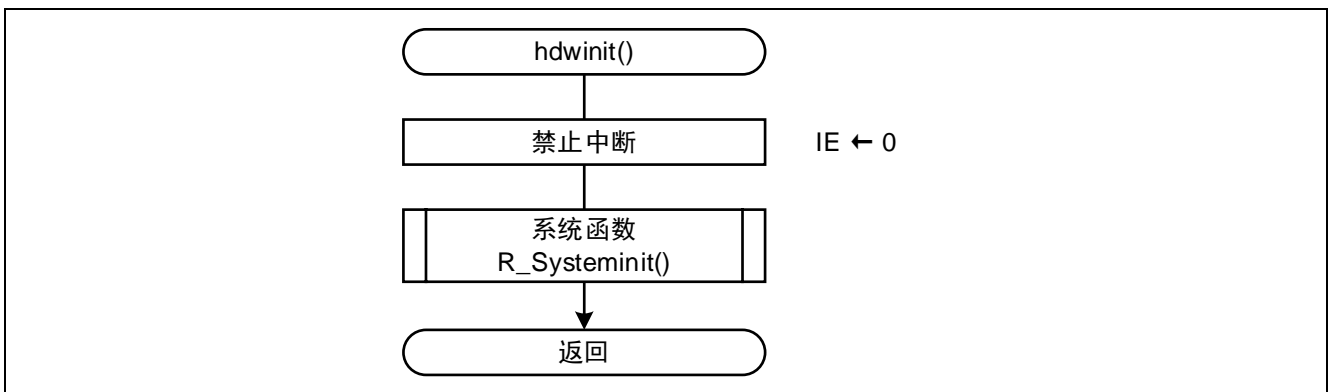


图 5.2 初始化函数

5.6.3 系统函数

系统函数的流程, 请参见“图 5.3”。

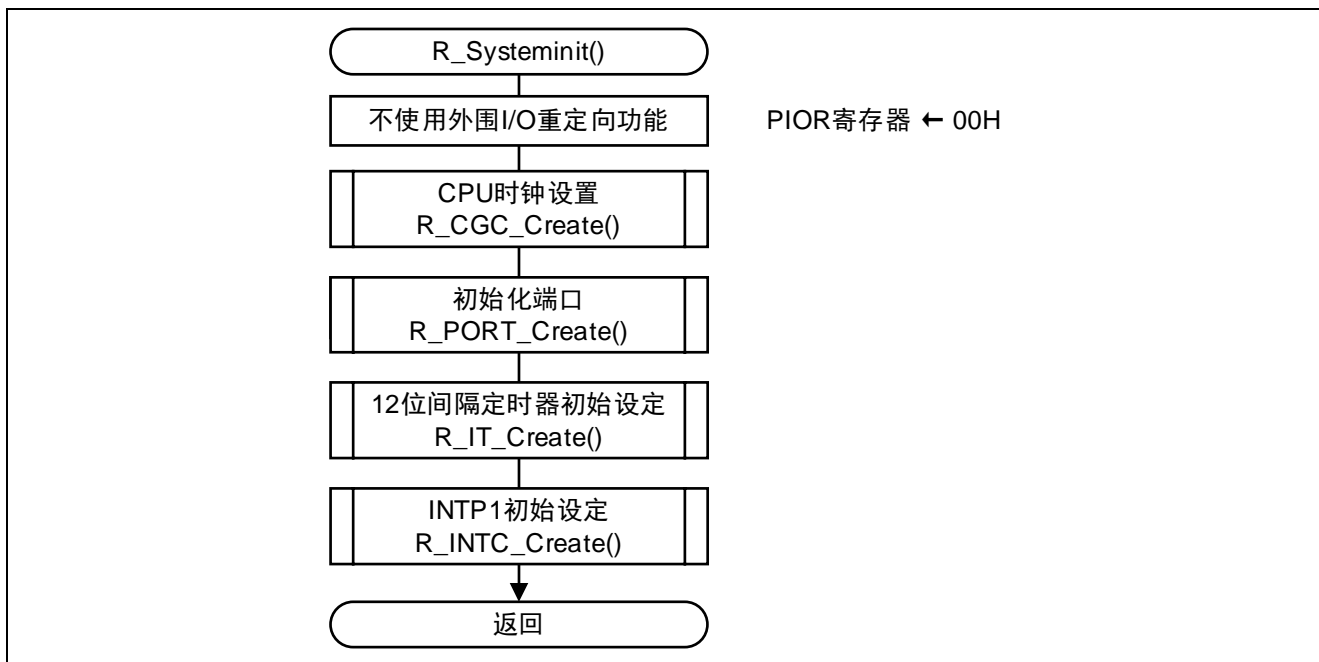


图 5.3 系统函数

5.6.4 CPU 时钟设置

CPU 时钟设置的流程, 请参见“图 5.4”。

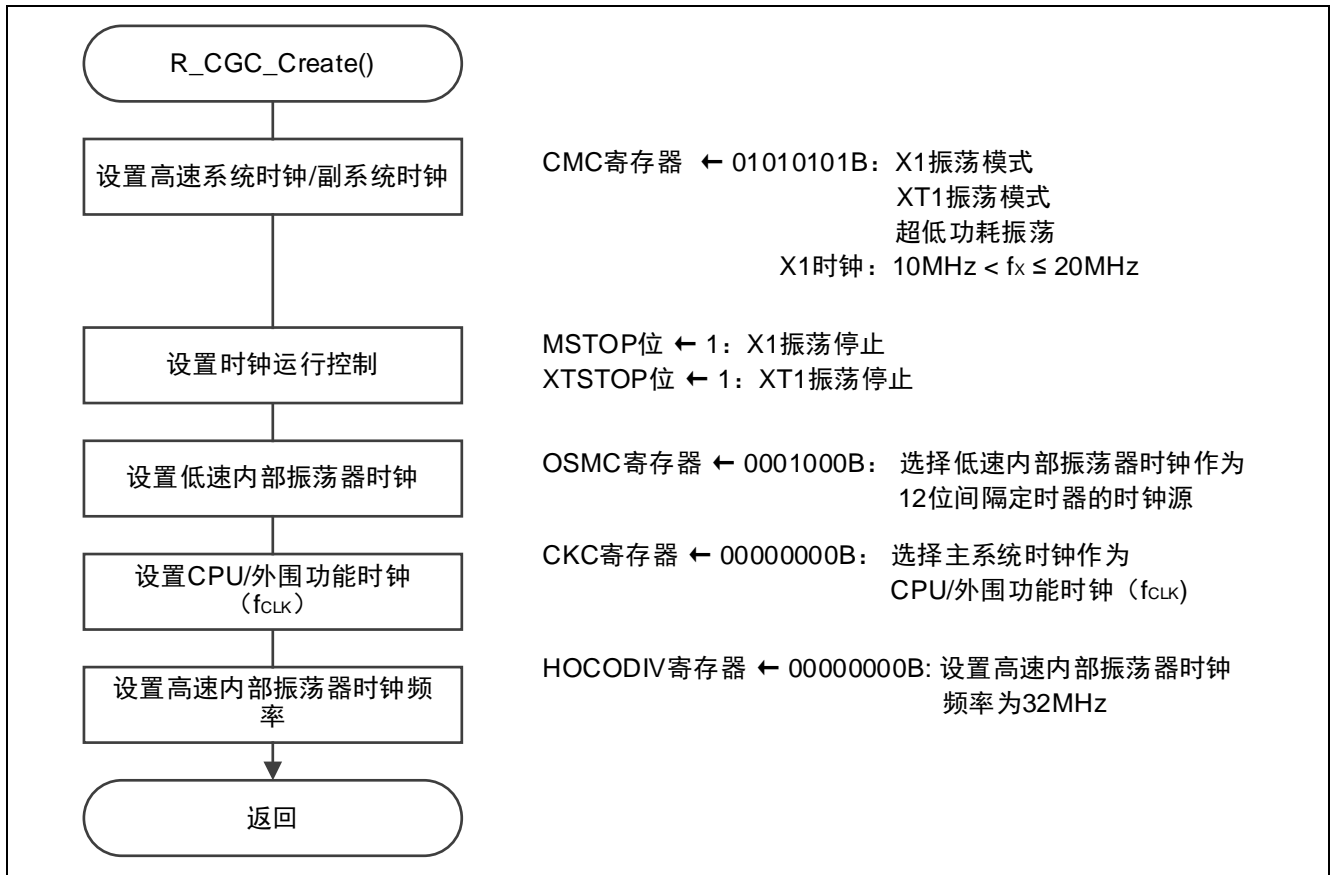


图 5.4 CPU 时钟设置

设定时钟运行模式

- 时钟运行模式控制寄存器（CMC）
  - 高速系统时钟引脚运行模式：输入引脚模式
  - 副系统时钟引脚运行模式：输入引脚模式
  - XT1 振荡器振荡模式：超低功耗振荡模式
  - X1 时钟振荡频率控制： $1\text{MHz} \leq f_{\text{MX}} \leq 10\text{MHz}$

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CMC	EXCLK	OSCSEL	EXCLKS	OSCSELS	0	AMPHS1	AMPHS0	AMPH
设定值	0	1	0	1	—	1	0	1

位 7~6

EXCLK	OSCSEL	高速系统时钟引脚模式选择	X1/P121 引脚	X2/EXCLK/P122 引脚
0	0	输入引脚模式	输入引脚	
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>X1 振荡模式</b>	<b>连接水晶振子</b>	
1	0	输入模式	输入引脚	
1	1	外部时钟输入	输入引脚	外部时钟输入

位 5~4

EXCLKS	OSCSELS	副系统时钟引脚模式选择	XT1/P123 引脚	XT2/EXCLKS/P124 引脚
0	0	输入引脚模式	输入引脚	
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>XT1 振荡模式</b>	<b>连接水晶振子</b>	
1	0	输入模式	输入引脚	
1	1	外部时钟输入	输入引脚	外部时钟输入

位 2~1

AMPHS1	AMPHS0	XT1 振荡器振荡模式选择
0	0	低功耗振荡（默认）
0	1	正常振荡
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>超低功耗振荡</b>
1	1	禁止设置

位 0

AMPH	X1 时钟振荡频率
0	$1\text{MHz} \leq f_x \leq 10\text{MHz}$
<b>1</b>	<b><math>10\text{MHz} &lt; f_x \leq 20\text{MHz}</math></b>

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G13 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

设定时钟运行控制

- 时钟运行状态控制寄存器（CSC）

高速系统时钟的运行控制：X1 振荡电路停止运行

副系统时钟的运行控制：XT1 振荡电路停止运行

高速内部振荡器时钟（HOCO）时钟的动作控制：HOCO 运行

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CSC	MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
设定值	1	1	—	—	—	—	—	0

位 7

MSTOP	高速系统时钟的运行控制		
	X1 振荡模式时	外部时钟输入模式时	输入引脚模式时
0	X1 振荡电路运行	从 EXCLK 引脚输入的外部时钟有效	输入引脚
1	<b>X1 振荡电路停止运行</b>	从 <b>EXCLK</b> 引脚输入的外部时钟无效	

位 6

XTSTOP	副系统时钟的运行控制		
	XT1 振荡模式时	外部时钟输入模式时	输入引脚模式时
0	XT1 振荡电路运行	从 EXCLKS 引脚输入的外部时钟有效	输入引脚
1	<b>XT1 振荡电路停止运行</b>	从 <b>EXCLKS</b> 引脚输入的外部时钟无效	

位 0

HIOSTOP	高速内部振荡器时钟的运行控制
0	高速内部振荡器运行
1	高速内部振荡器停止运行

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G13 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



CPU/外围功能时钟 (f<sub>CLK</sub>) 设定

## • 系统时钟控制寄存器 (CKC)

f<sub>CLK</sub> 的状态: 主系统时钟f<sub>CLK</sub> 的选择: 高速内部振荡器时钟 (f<sub>IH</sub>)

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CKC	CLS	CSS	MCS	MCM0	0	0	0	0
设定值	0	0	0	0	—	—	—	—

## 位 7

CLS	CPU/外围功能时钟 (f <sub>CLK</sub> ) 的状态
0	主系统时钟 (f <sub>MAIN</sub> )
1	副系统时钟 (f <sub>SUB</sub> )

## 位 6

CSS	CPU/外围功能时钟 (f <sub>CLK</sub> ) 的选择
0	主系统时钟 (f <sub>MAIN</sub> )
1	副系统时钟 (f <sub>SUB</sub> )

## 位 5

MCS	主系统时钟 (f <sub>MAIN</sub> ) 的状态
0	高速内部振荡器时钟 (f <sub>IH</sub> )
1	高速系统时钟 (f <sub>MX</sub> )

## 位 4

MCM0	主系统时钟 (f <sub>MAIN</sub> ) 的运行控制
0	选择 HOCO 时钟 (f <sub>IH</sub> ) 作为主系统时钟 (f <sub>MAIN</sub> )
1	选择高速系统时钟 (f <sub>MX</sub> ) 作为主系统时钟 (f <sub>MAIN</sub> )

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 RL78/G13 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

副系统时钟提供模式的设定

- 副系统时钟提供模式控制寄存器 (OSMC)

STOP 模式和 CPU 以副系统时钟运行的 HALT 模式中的设定: 允许给外围功能提供副系统时钟  
实时时钟和 12 位间隔定时器的计数时钟的选择: 副系统时钟

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
OSMC	RTCLPC	0	0	WUTMMCK0	0	0	0	0
设定值	0	—	—	1	—	—	—	—

位 7

RTCLPC	STOP 模式和 CPU 以副系统时钟运行的 HALT 模式中的设定
0	允许给外围功能提供副系统时钟
1	停止给实时时钟和 12 位间隔定时器以外的外围功能提供副系统时钟

位 4

WUTMMCK0	实时时钟和 12 位间隔定时器的计数时钟的选择
0	副系统时钟 ( $f_{SUB}$ )
1	低速内部振荡器 (LOCO) 时钟

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 RL78/G13 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

### 5.6.5 初始化端口

初始化端口的流程，请参见“图 5.5”。

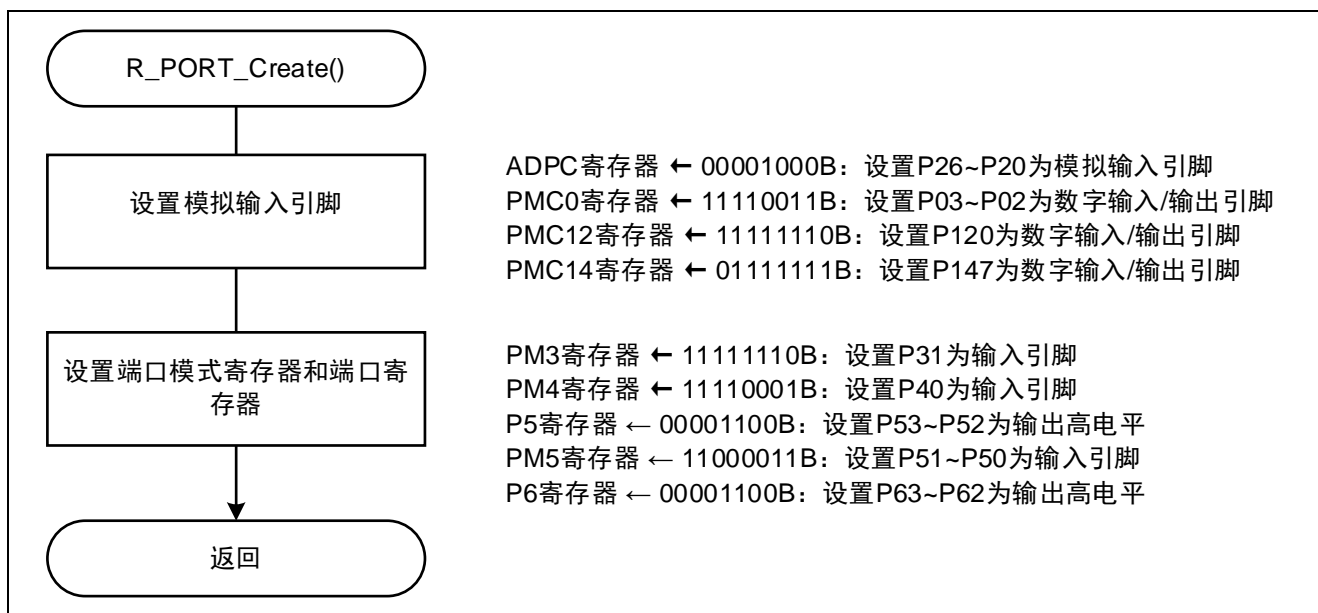


图 5.5 初始化端口

注意：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  $V_{SS}$ 。

### 5.6.6 外部中断初始化设置

外部中断初始化设置流程，请参见“图 5.6”。

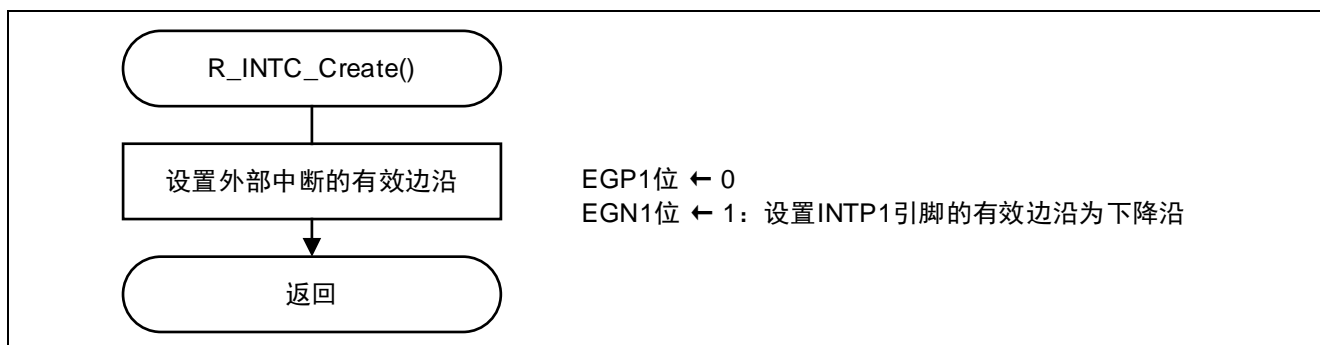


图 5.6 外部中断初始化设置

设定外部中断的有效边沿

- 外部中断上升沿允许寄存器（EGP0）和外部中断下降沿允许寄存器（EGN0）

INTP1 引脚的有效边沿选择：下降沿

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
EGP0	EGP7	EGP6	EGP5	EGP4	EGP3	EGP2	EGP1	EGP0
设定值	x	x	x	x	x	x	0	x

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
EGN0	EGN7	EGN6	EGN5	EGN4	EGN3	EGN2	EGN1	EGN0
设定值	x	x	x	x	x	x	1	x

位 1

EGP1	EGN1	INTP1 引脚的有效边沿选择
0	0	禁止边沿检测
0	1	下降沿
1	0	上升沿
1	1	下降沿和上升沿的双边沿

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G13 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

### 5.6.7 12 位间隔定时器初始化设置

12 位间隔定时器初始化设置流程，请参见“图 5.7”。

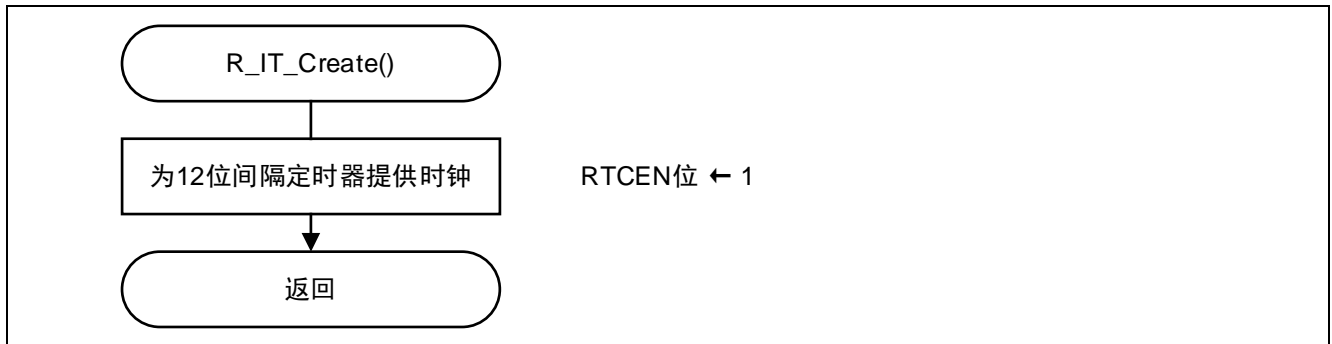


图 5.7 12 位间隔定时器初始化设置

设定 12 位间隔定时器的时钟供给

- 外围功能允许寄存器 0（PER0）  
设置允许为 12 位间隔定时器提供时钟。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PER0	RTCEN	IICA1EN	ADCEN	IICA0EN	SAU1EN	SAU0EN	TAU1EN	TAU0EN
设定值	1	x	x	x	x	x	x	x

位 7

RTCEN	实时时钟和 12 位间隔定时器的输入时钟控制
0	停止提供输入时钟
1	提供输入时钟

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G13 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

5.6.8 主函数处理

主函数处理的流程, 请参见“图 5.8”和“图 5.9”。

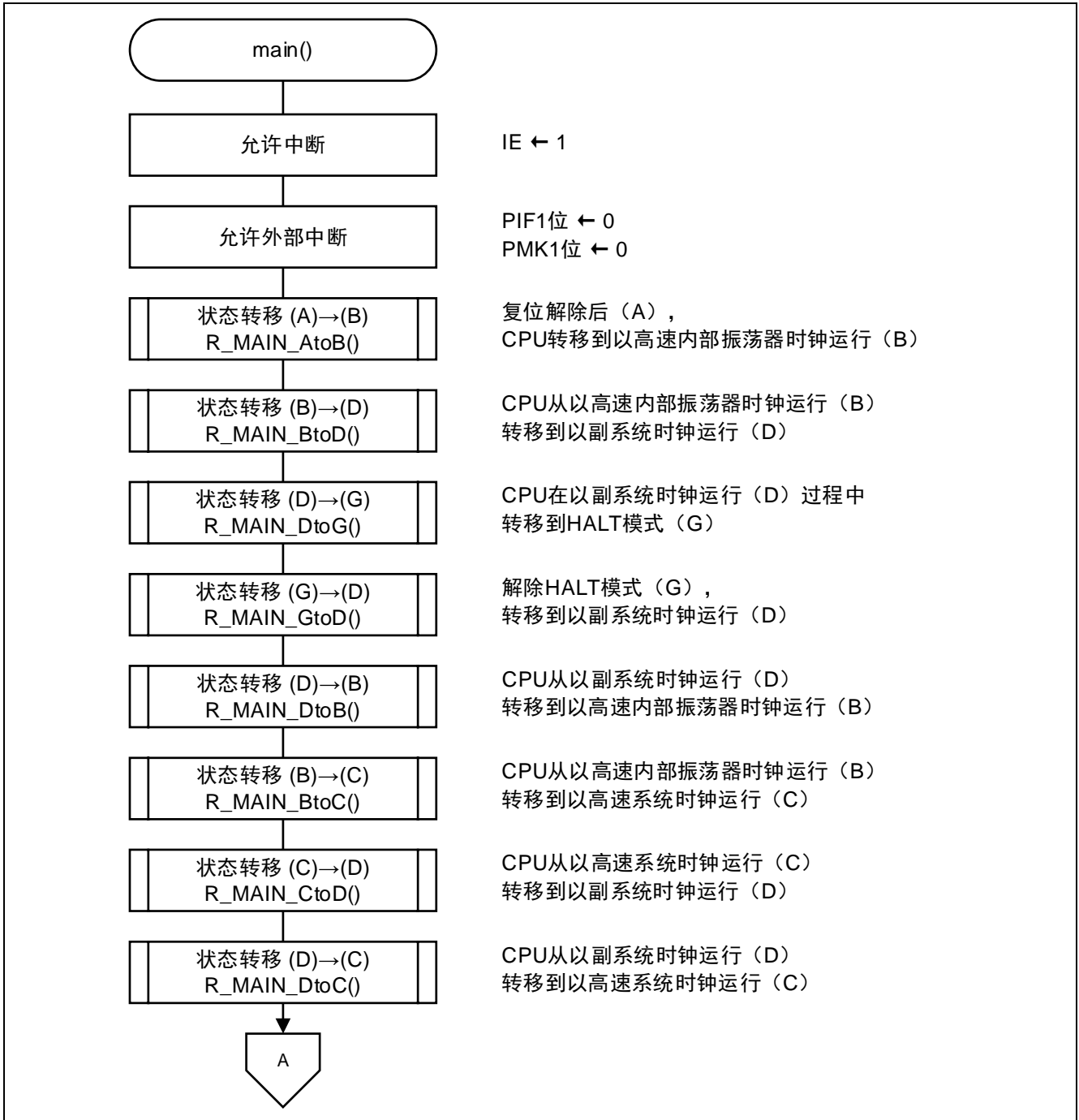


图 5.8 主函数处理 (1/2)

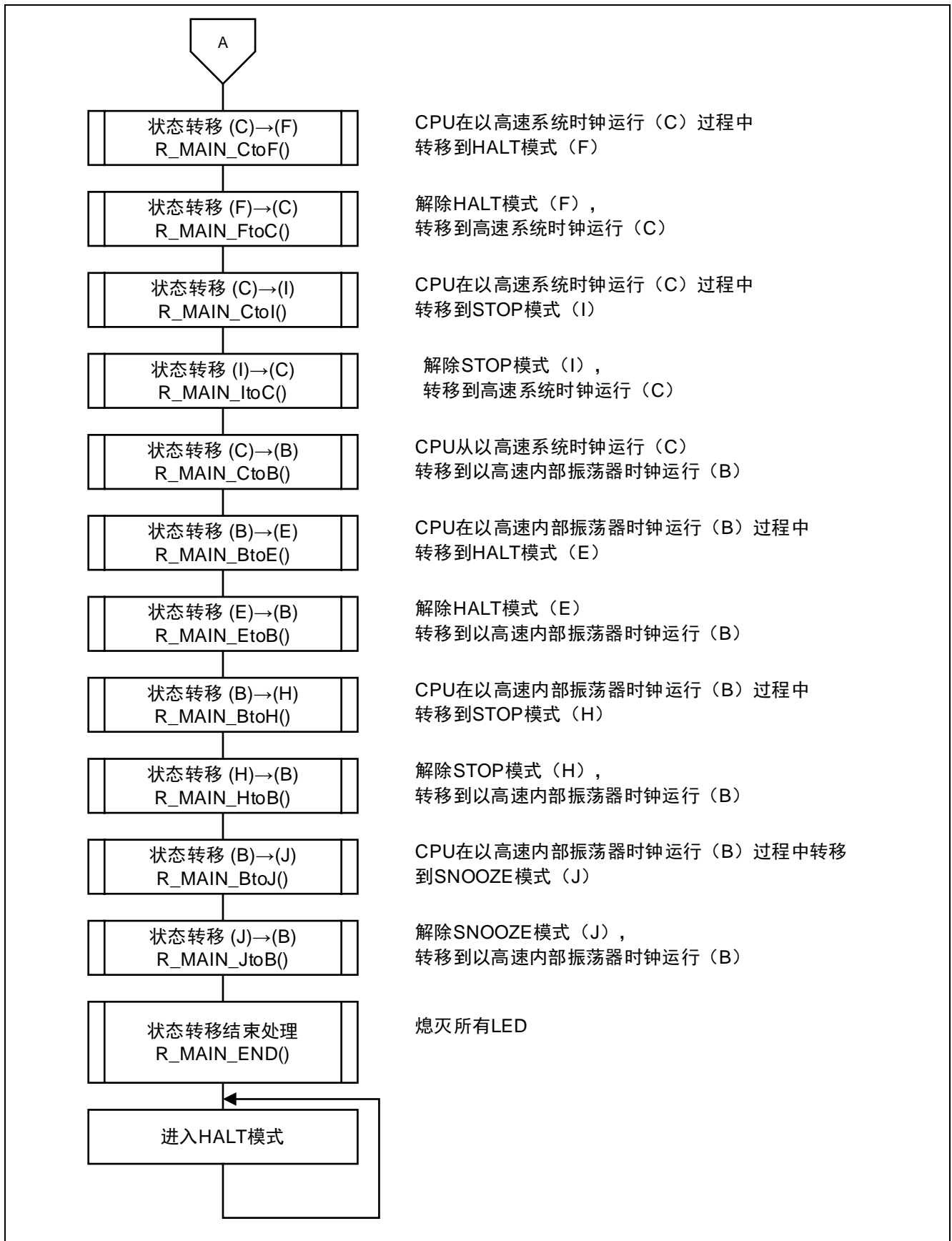


图 5.9 主函数处理 (2/2)

设定外部输入边沿检测中断（INTP1）

- 中断请求标志寄存器（IFOL）  
清除中断请求标志位 PIF1。
- 中断屏蔽标志寄存器（MKOL）  
设置允许 PMK1 中断。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
IFOL	PIF5	PIF4	PIF3	PIF2	PIF1	PIF0	LVIIIF	WDTIF
设定值	x	x	x	x	0	x	x	x

位 3

PIF1	中断请求标志
0	不产生中断请求信号
1	产生中断请求信号，处于中断请求状态

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
MKOL	PMK5	PMK4	PMK3	PMK2	PMK1	PMK0	LVIMK	WDTMK
设定值	x	x	x	x	0	x	x	x

位 3

PMK1	中断处理的控制
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 RL78/G13 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



5.6.9 状态转移 AtoB

状态转移 AtoB 的流程, 请参见“图 5.10”。

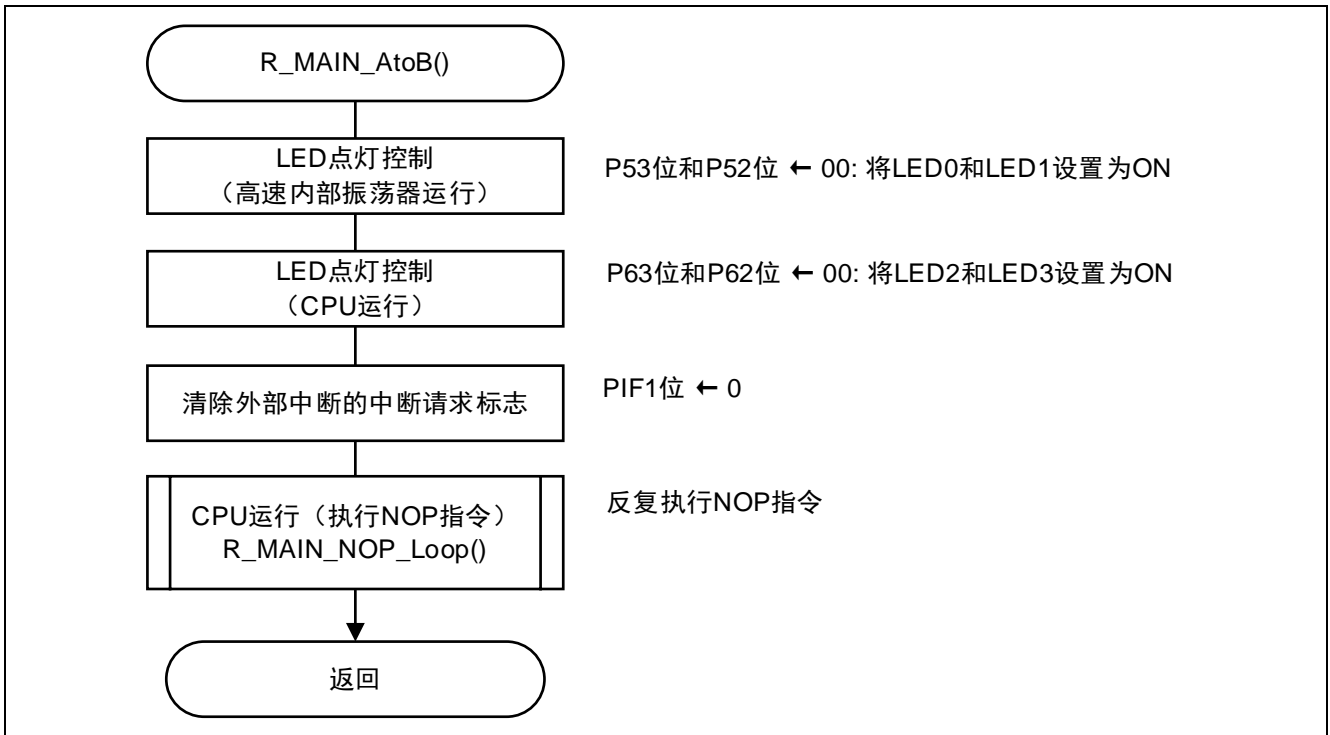


图 5.10 状态转移 AtoB

5.6.10 CPU 运行 (执行 NOP 指令)

CPU 运行 (执行 NOP 指令) 的流程, 请参见“图 5.11”。

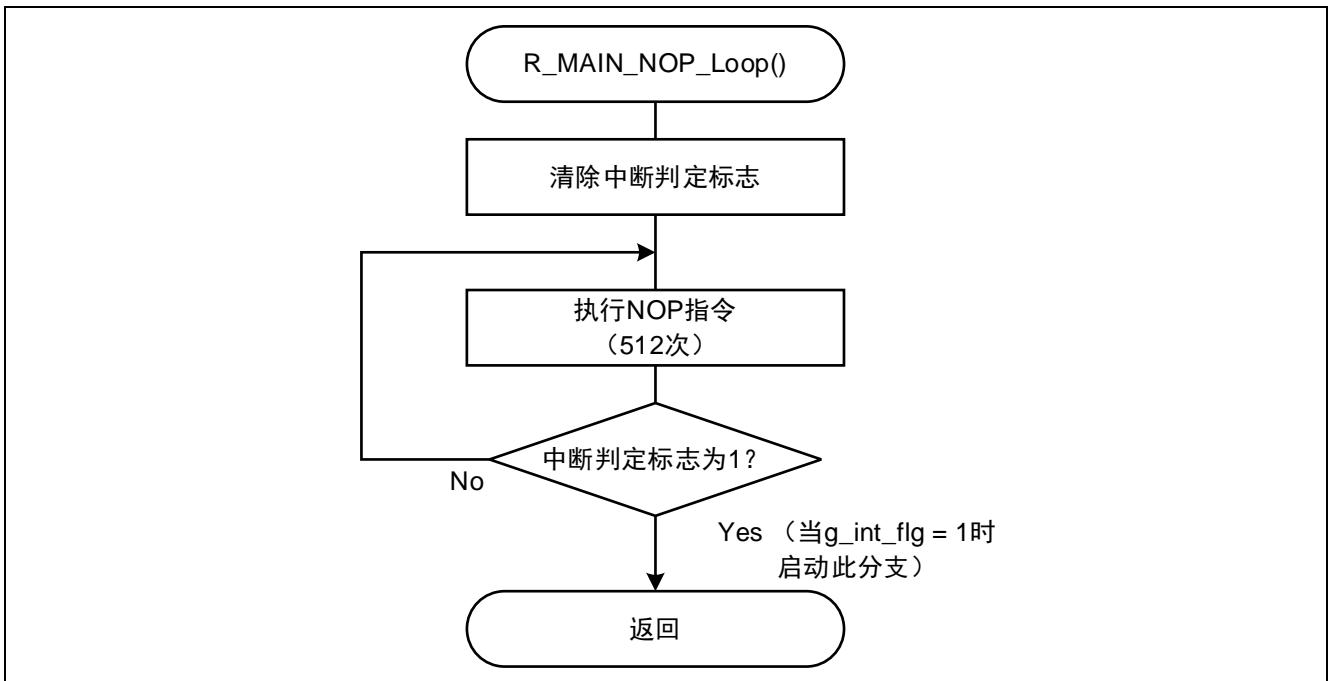


图 5.11 CPU 运行 (执行 NOP 指令)

5.6.11 状态转移 BtoD

状态转移 BtoD 的流程, 请参见“图 5.12”和“图 5.13”。

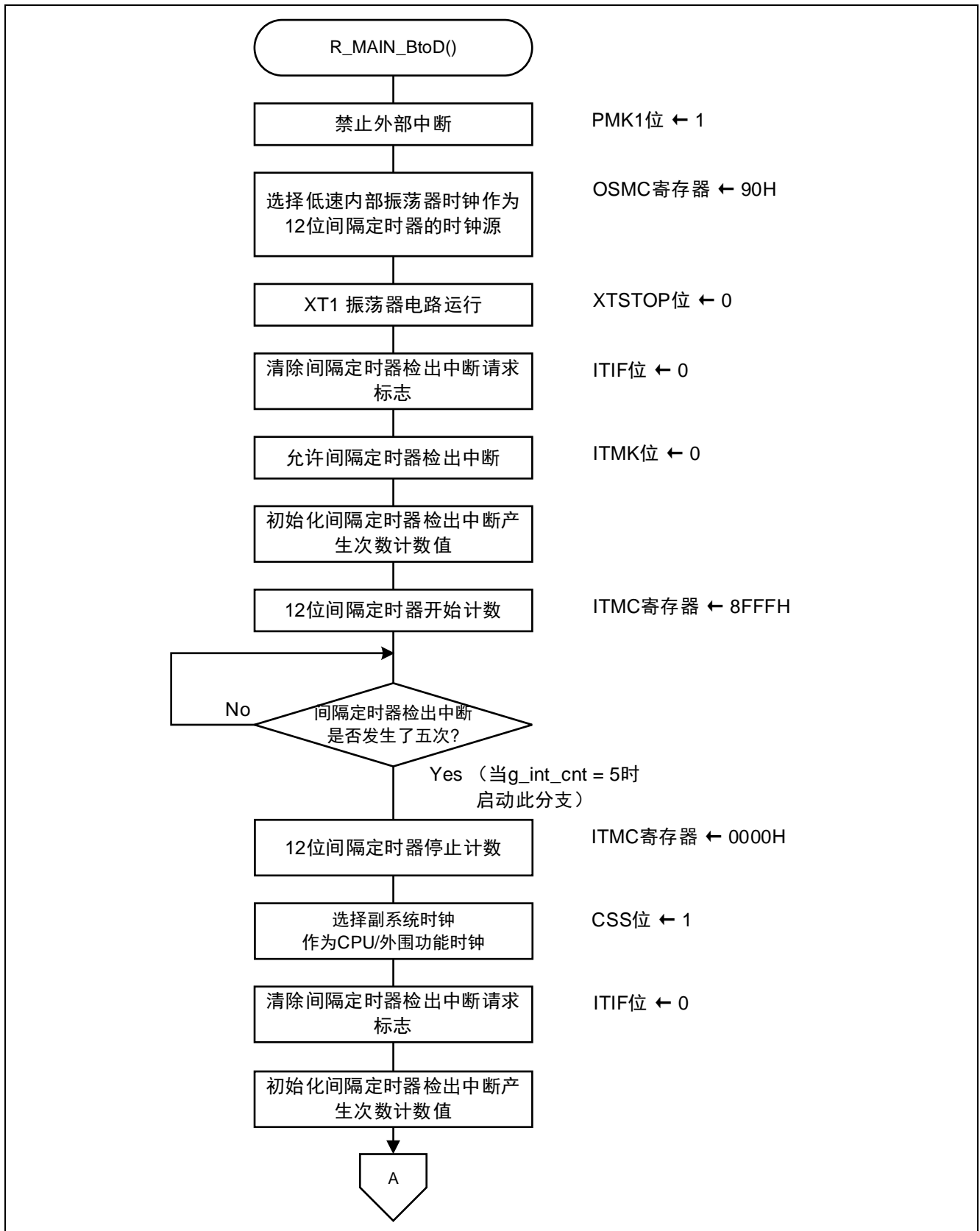


图 5.12 状态转移 BtoD (1/2)

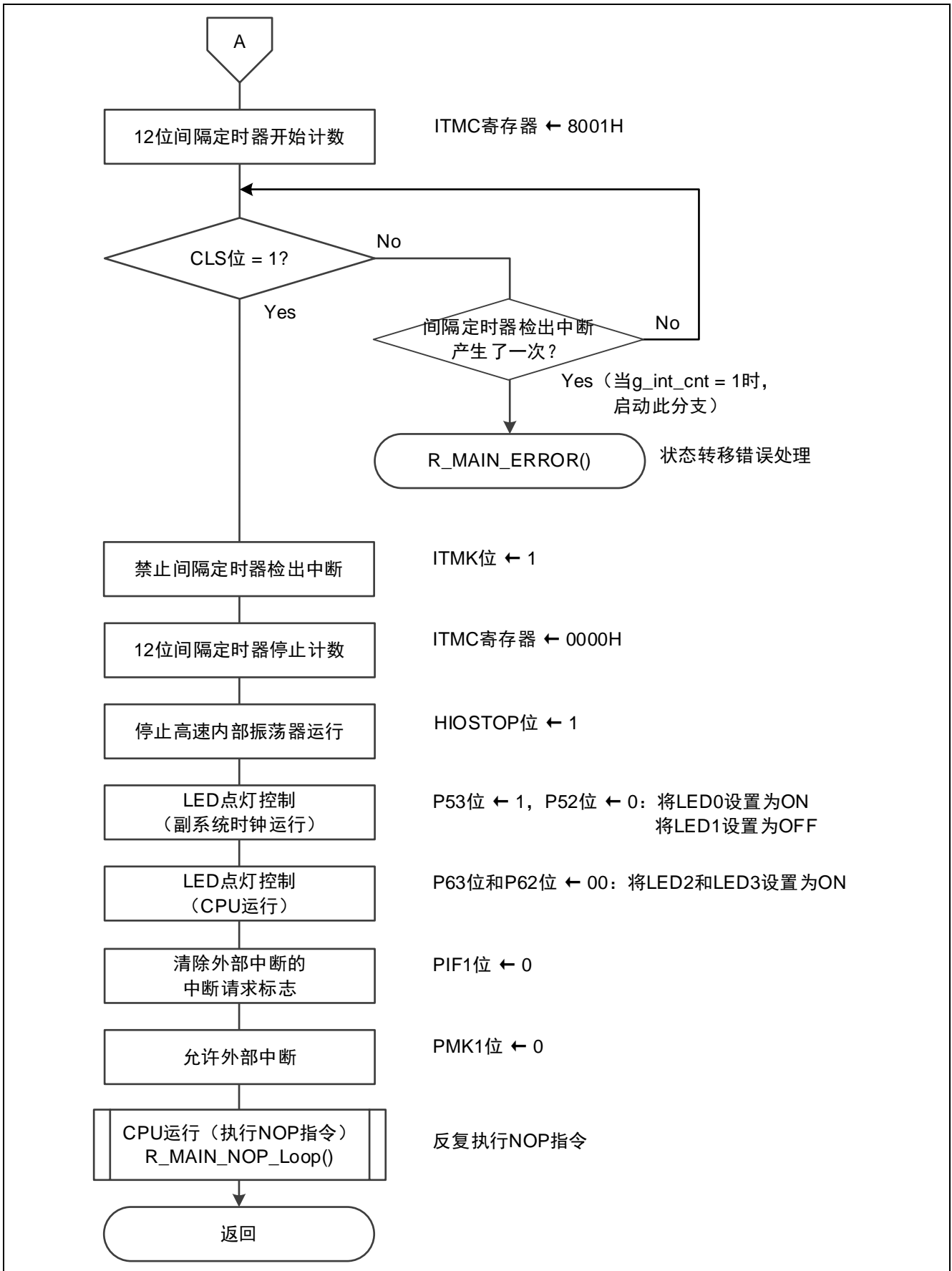


图 5.13 状态转移 BtoD (2/2)

12 位间隔定时器的间隔信号检出中断 (INTIT) 的设定

- 中断请求标志寄存器 (IF1H)  
清除中断请求标志位 ITIF。
- 中断屏蔽标志寄存器 (MK1H)  
设置允许 ITMK 中断。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
IF1H	TMIF04	TMIF13	SRIF3 CSIF31 IICIF31	STIF3 CSIF30 IICIF30	KRIF	ITIF	RTCIF	ADIF
设定值	x	x	x	x	x	0	x	x

位 2

ITIF	中断请求标志
0	不产生中断请求信号
1	产生中断请求信号，处于中断请求状态

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
MK1H	TMMK04	TMMK13	SRMK3 CSMK31 IICMK31	STMK3 CSMK30 IICMK30	KRMK	ITMK	RTCMK	ADMK
设定值	x	x	x	x	x	0	x	x

位 2

ITMK	中断处理的控制
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 RL78/G13 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

## 12 位间隔定时器运行的设定

## • 间隔定时器控制寄存器（ITMC）

设置间隔定时器比较值，并开始计数。

符号	15	14	13	12	11~0
ITMC	RINTE	0	0	0	ITCMP11 ~ ITCMP0
设定值	1	—	—	—	FFFH

## 位 15

RINTE	12 位间隔定时器的运行控制
0	停止计数运行（清除计数）
1	开始计数运行

## 位 11~0

ITCMP11~ITCMP0	12 位间隔定时器的比较值设置
FFFH	产生固定周期中断（周期为：计数时钟周期×ITCMP 设定值 FFFH+1）
000H	禁止设置

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G13 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

5.6.12 状态转移错误处理

状态转移错误处理的流程，请参见“图 5.14”。

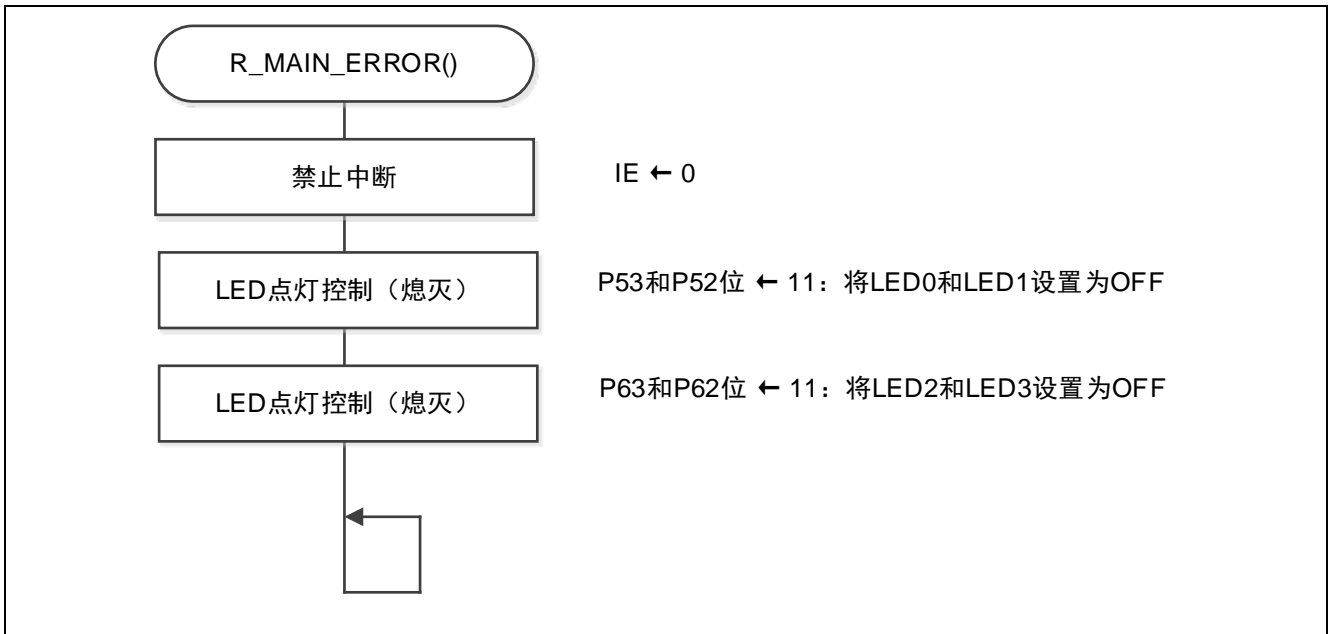


图 5.14 状态转移错误处理

5.6.13 状态转移 DtoG

状态转移 DtoG 的流程，请参见“图 5.15”。

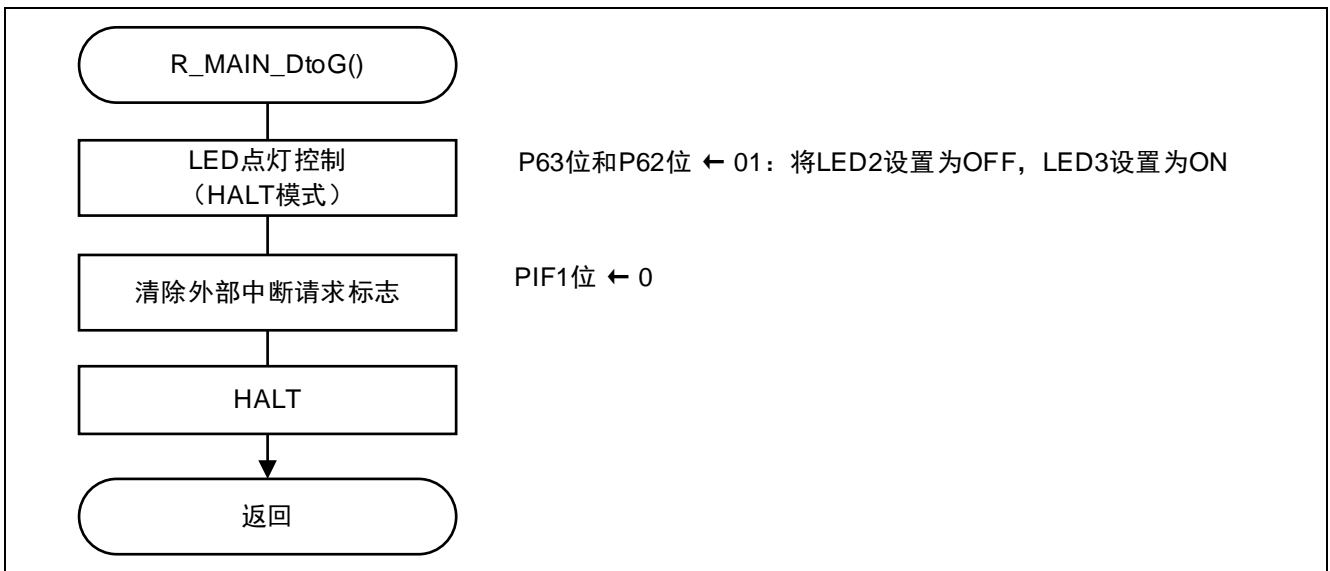


图 5.15 状态转移 DtoG

### 5.6.14 状态转移 GtoD

状态转移 GtoD 的流程，请参见“图 5.16”。

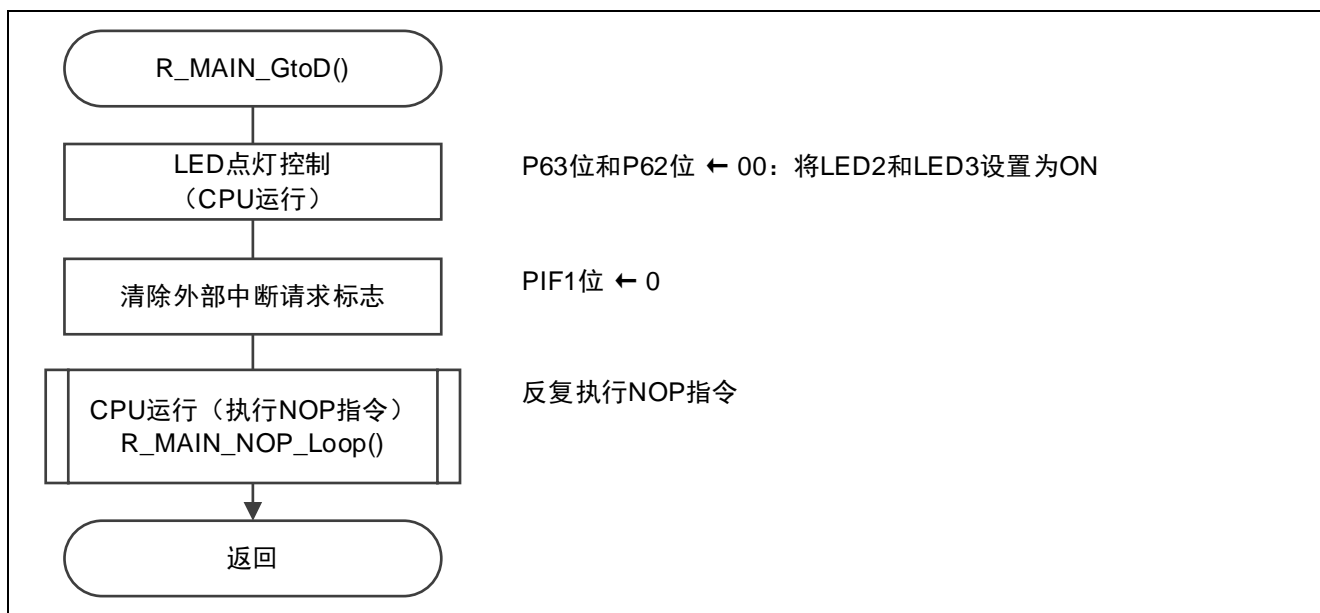


图 5.16 状态转移 GtoD

5.6.15 状态转移 DtoB

状态转移 DtoB 的流程, 请参见“图 5.17”和“图 5.18”。

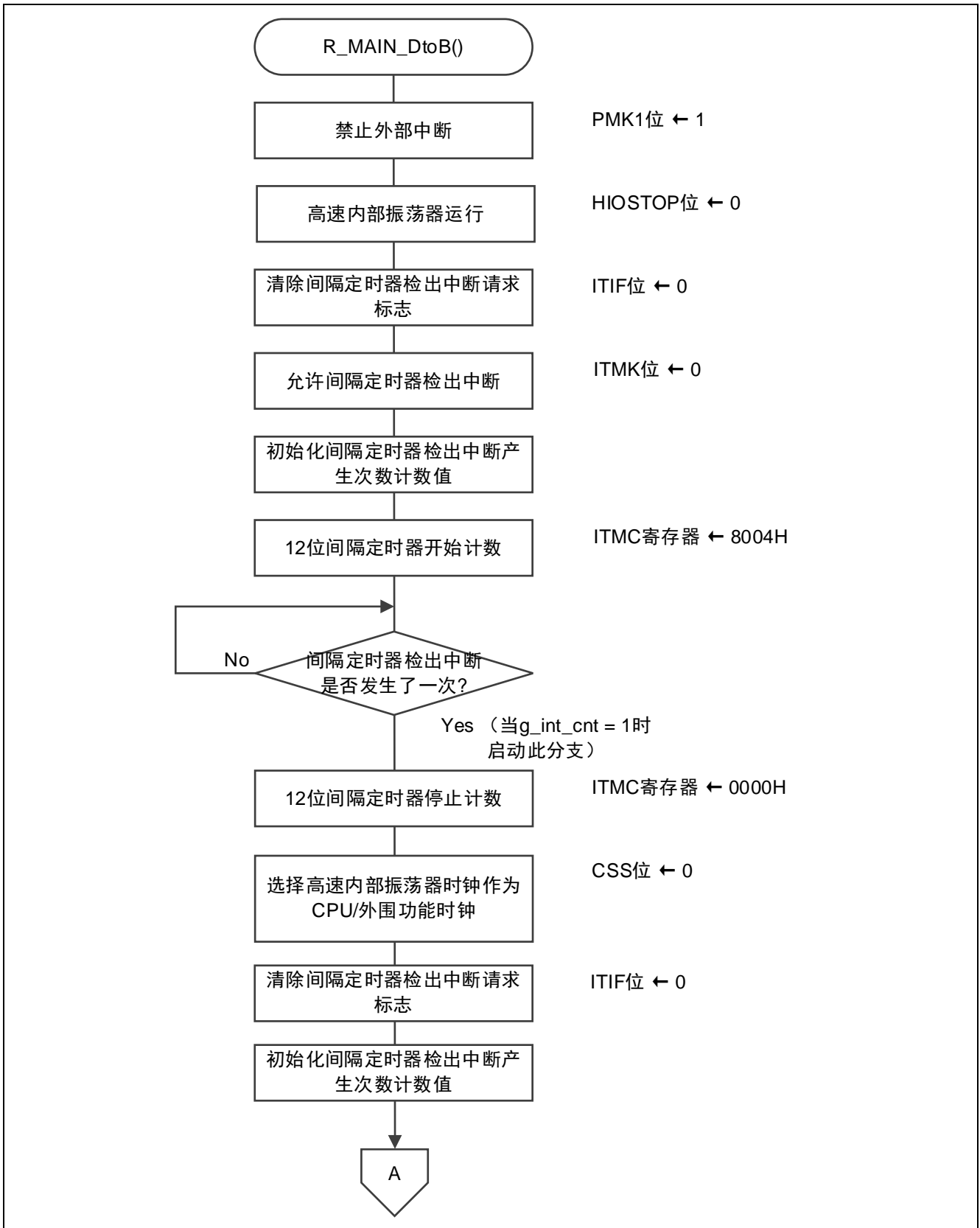


图 5.17 状态转移 DtoB (1/2)



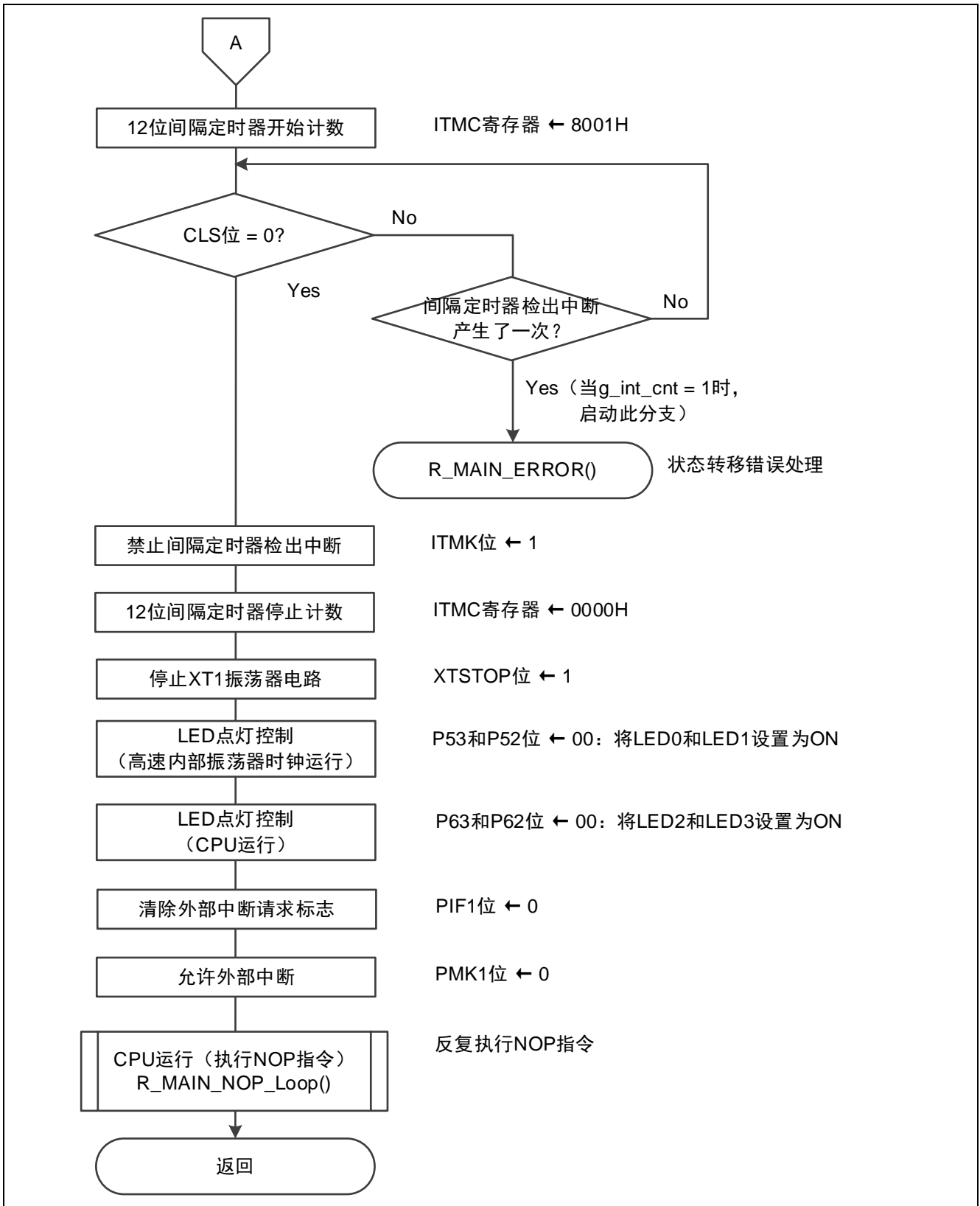


图 5.18 状态转移 DtoB (2/2)

5.6.16 状态转移 BtoC

状态转移 BtoC 的流程, 请参见“图 5.19”和“图 5.20”。

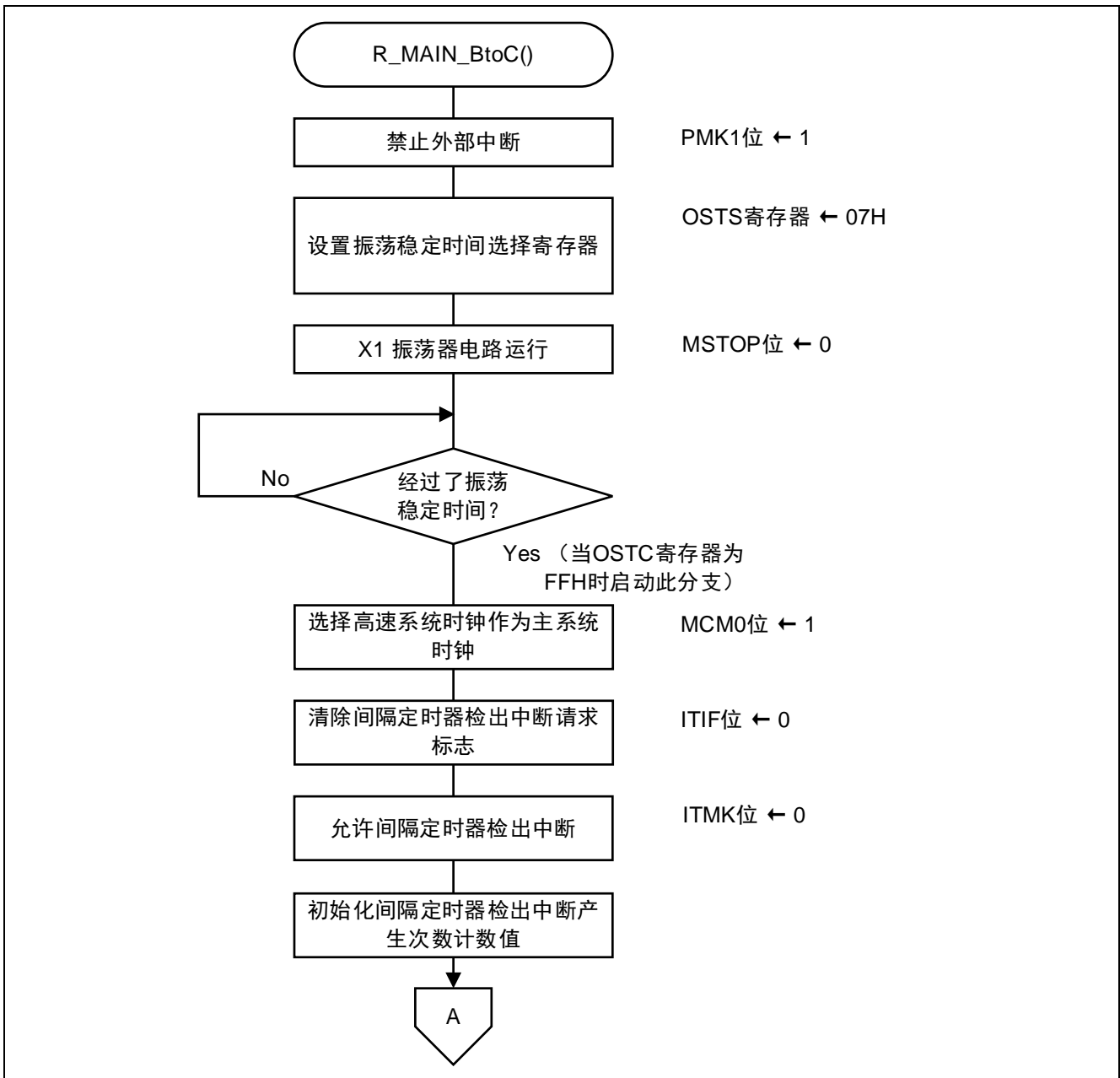


图 5.19 状态转移 BtoC (1/2)

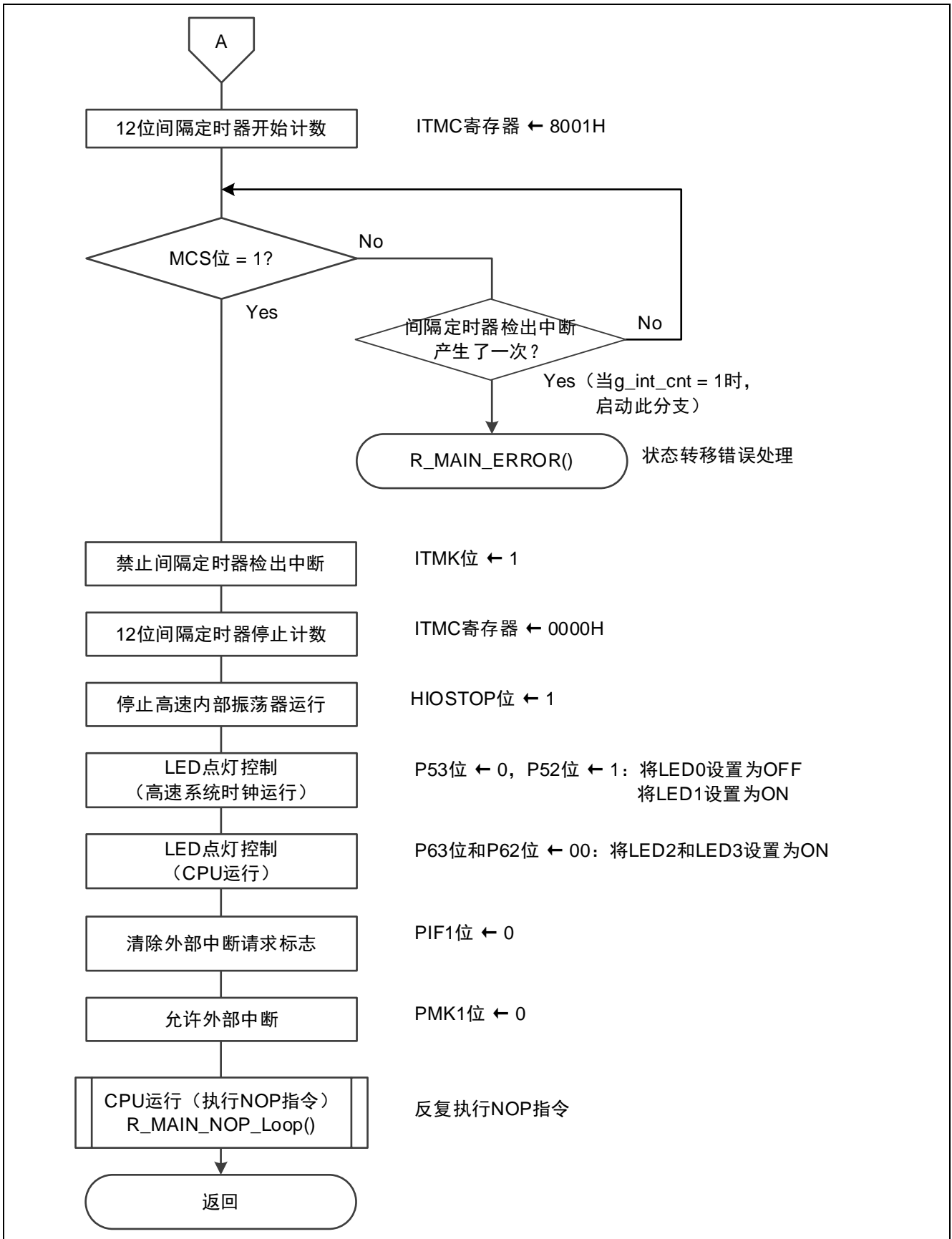


图 5.20 状态转移 BtoC (2/2)

5.6.17 状态转移 CtoD

状态转移 CtoD 的流程, 请参见“图 5.21”和“图 5.22”。

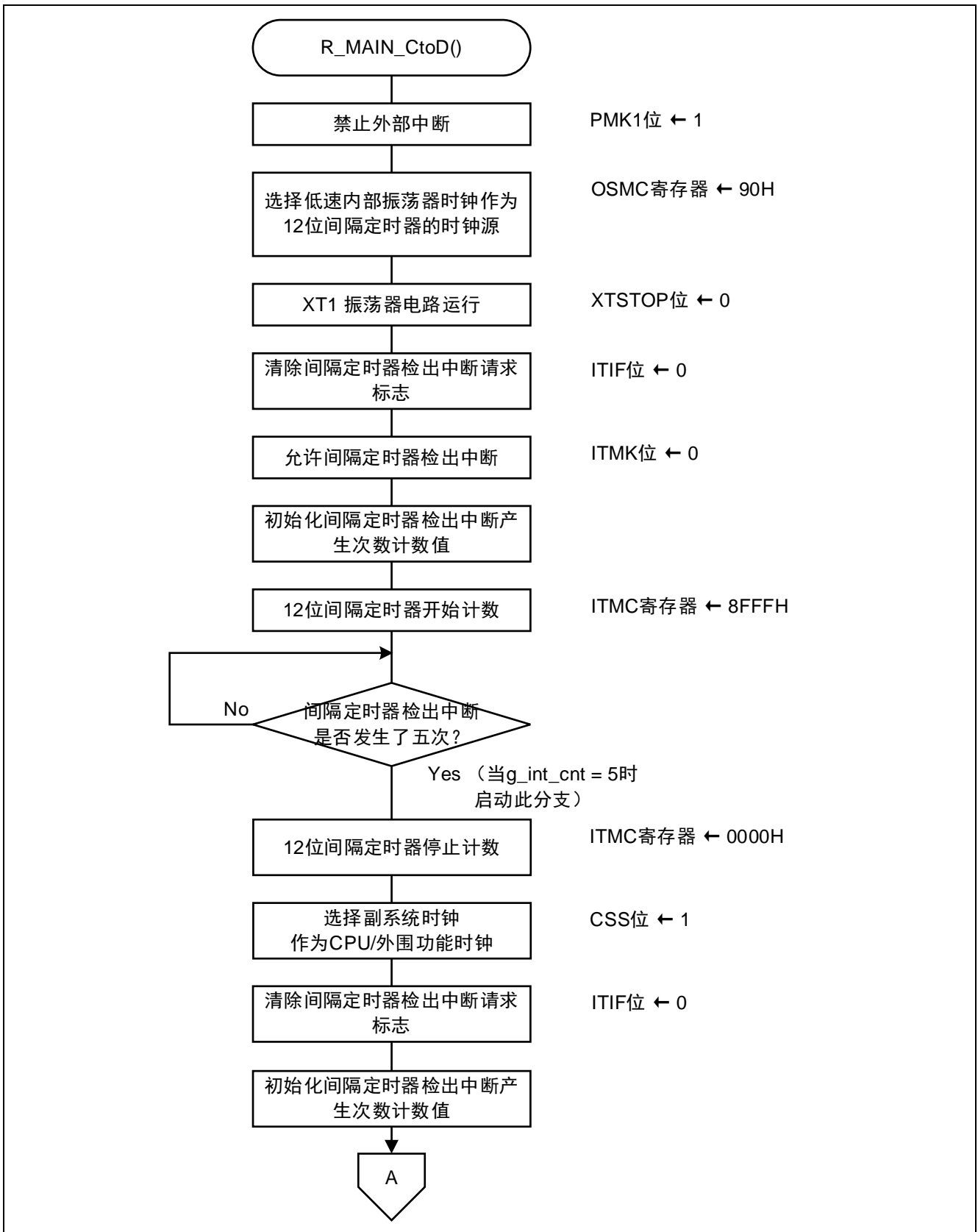


图 5.21 状态转移 CtoD (1/2)

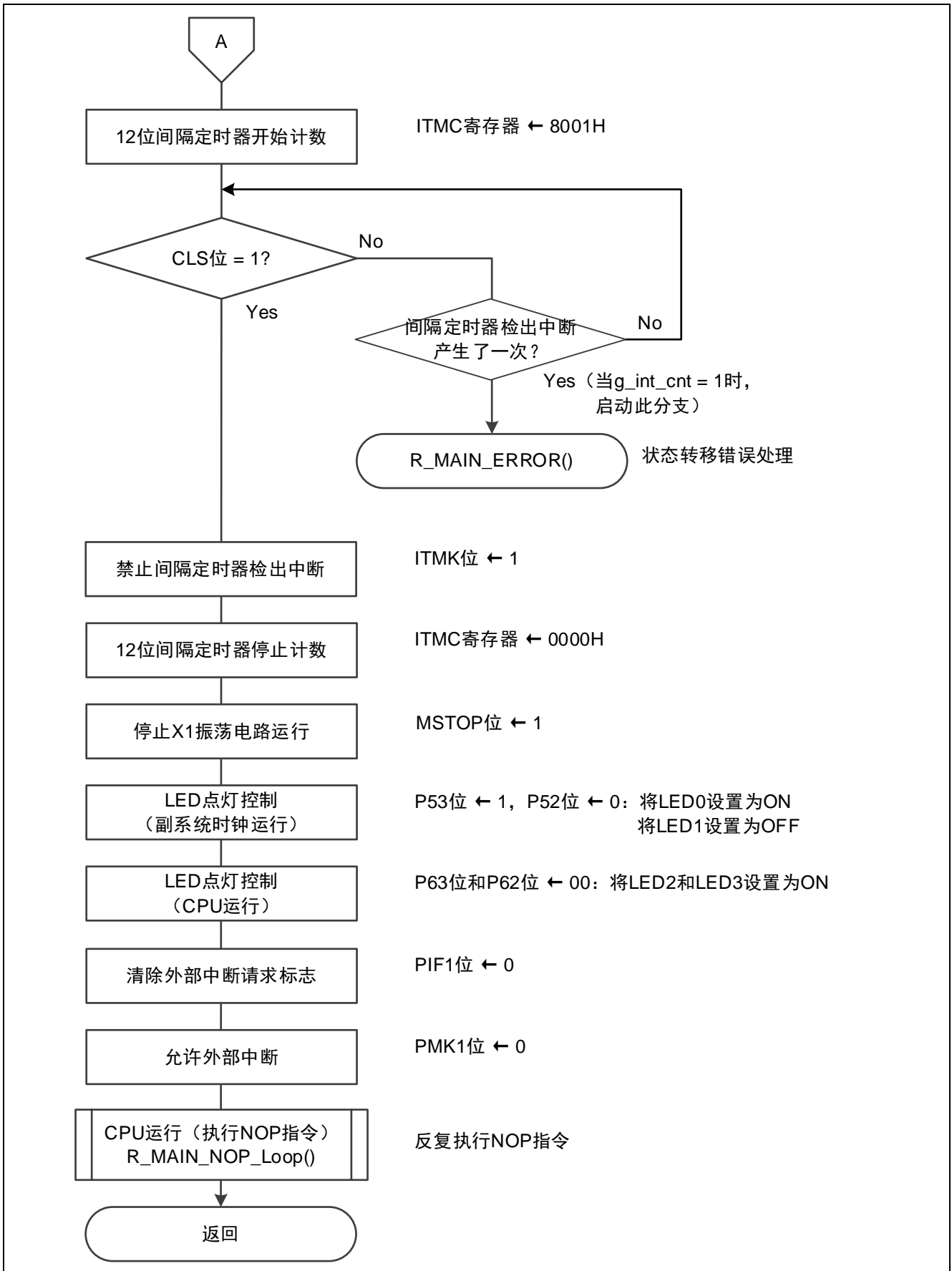


图 5.22 状态转移 CtoD (2/2)

5.6.18 状态转移 DtoC

状态转移 DtoC 的流程, 请参见“图 5.23”和“图 5.24”。

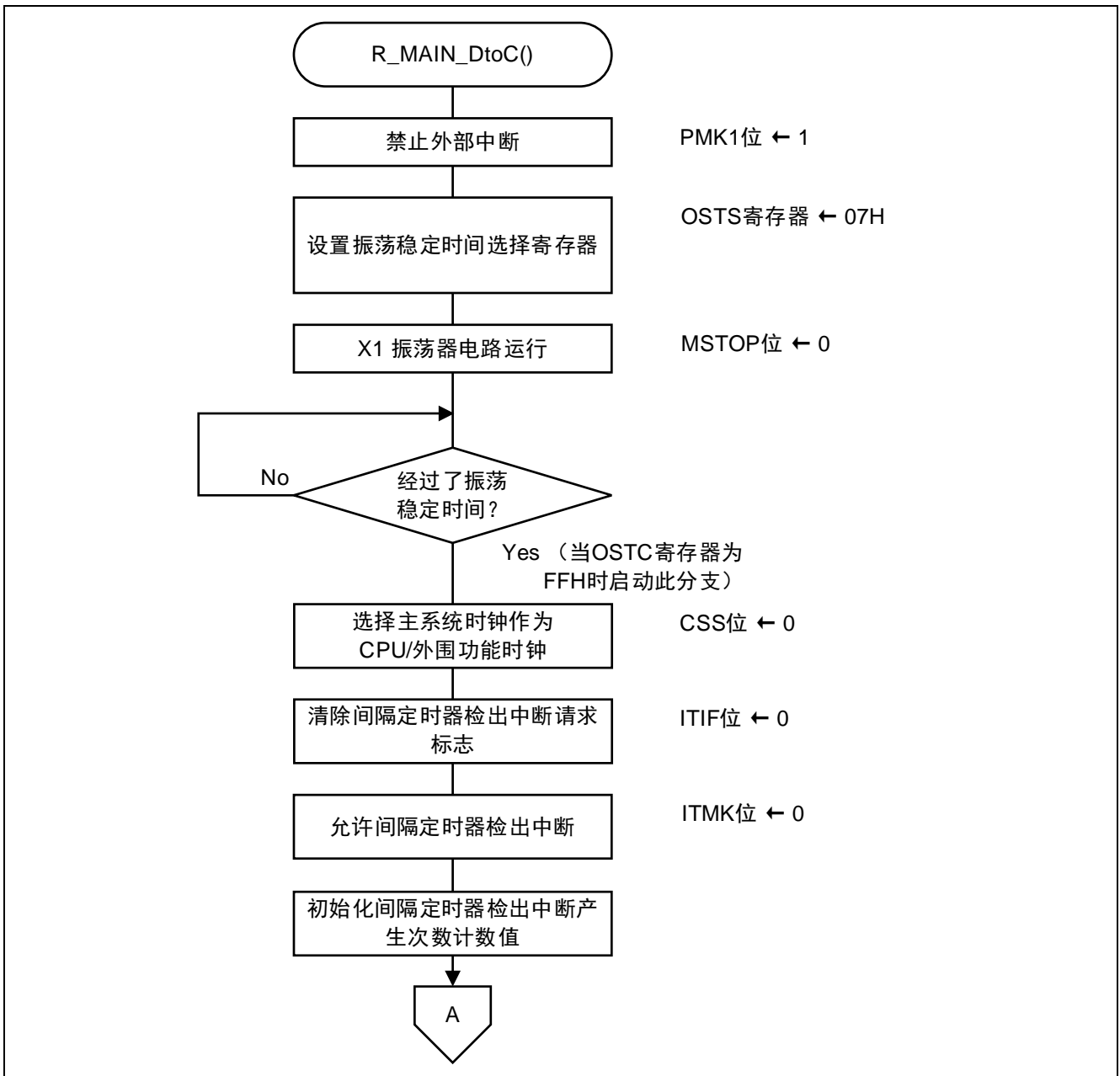


图 5.23 状态转移 DtoC (1/2)

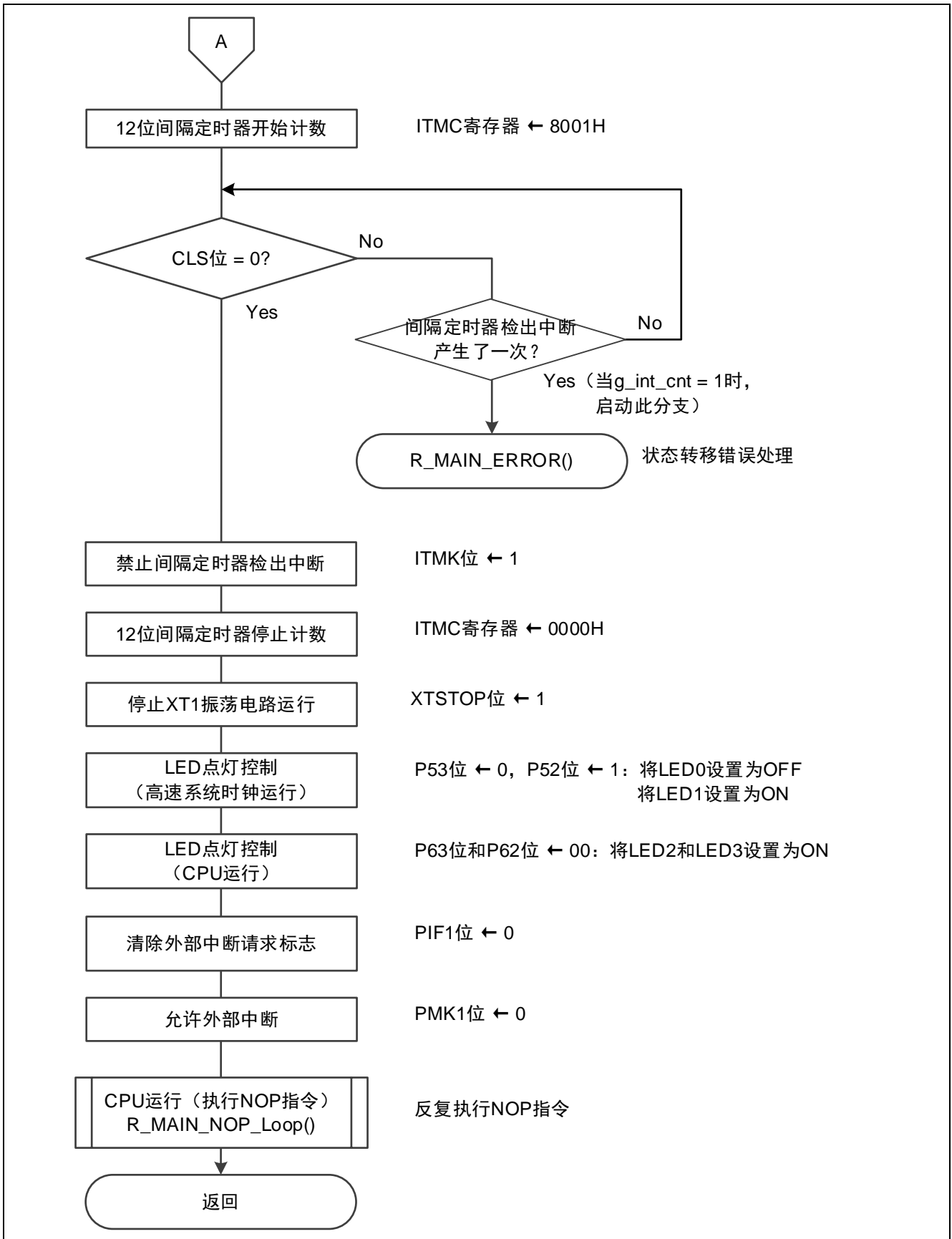


图 5.24 状态转移 DtoC (2/2)

**5.6.19 状态转移 CtoF**

状态转移 CtoF 的流程, 请参见“图 5.25”。

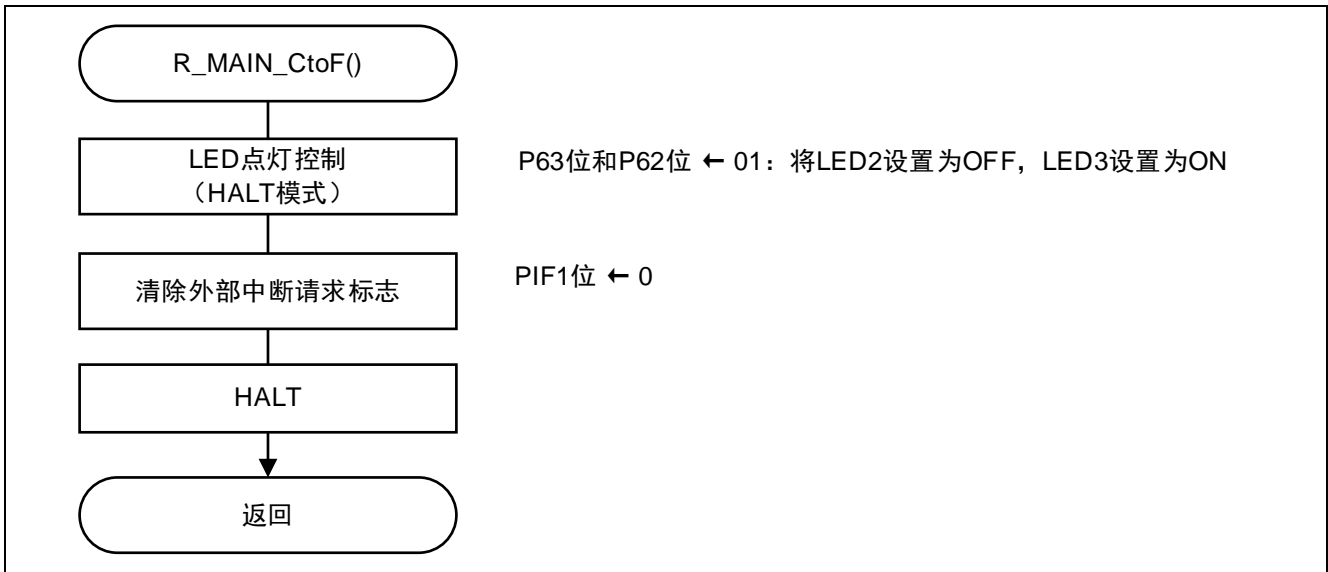


图 5.25 状态转移 CtoF

**5.6.20 状态转移 FtoC**

状态转移 FtoC 的流程, 请参见“图 5.26”。

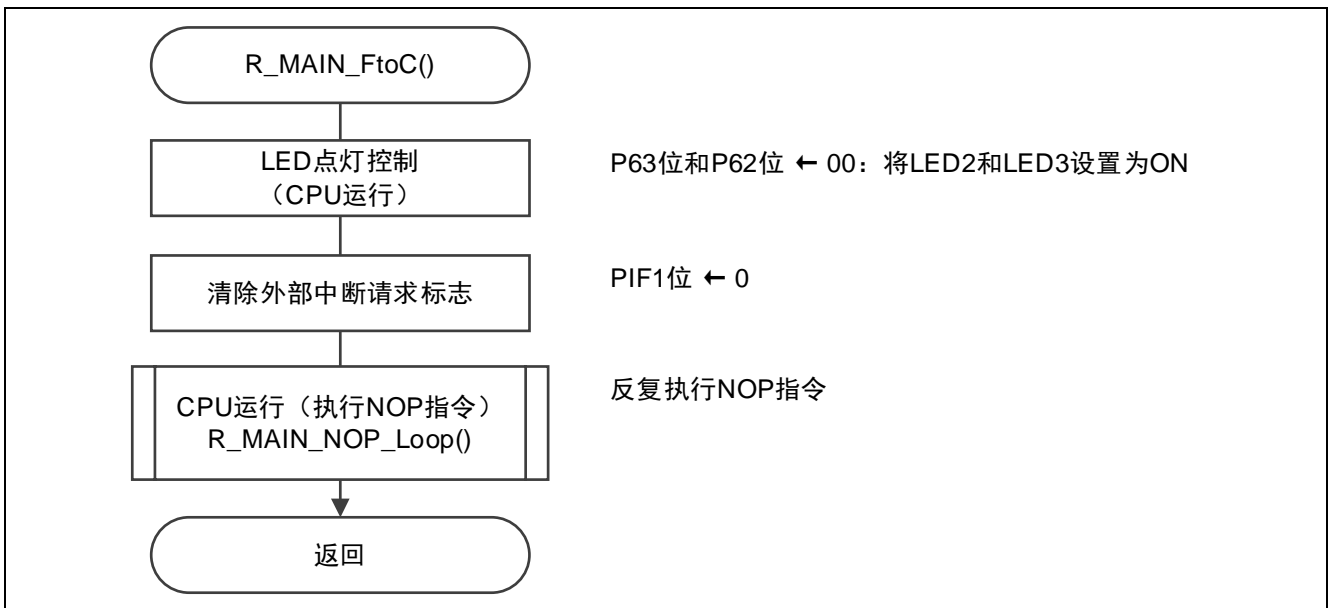


图 5.26 状态转移 FtoC



5.6.21 状态转移 CtoI

状态转移 CtoI 的流程, 请参见“图 5.27”。

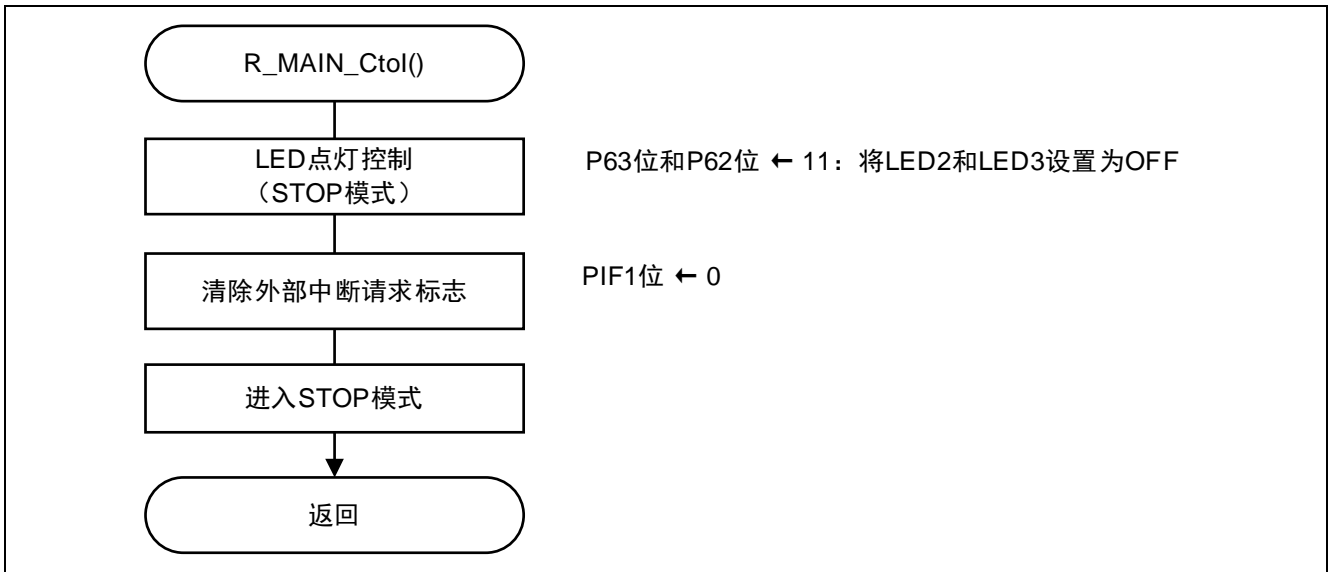


图 5.27 状态转移 CtoI

5.6.22 状态转移 ItoC

状态转移 ItoC 的流程, 请参见“图 5.28”。

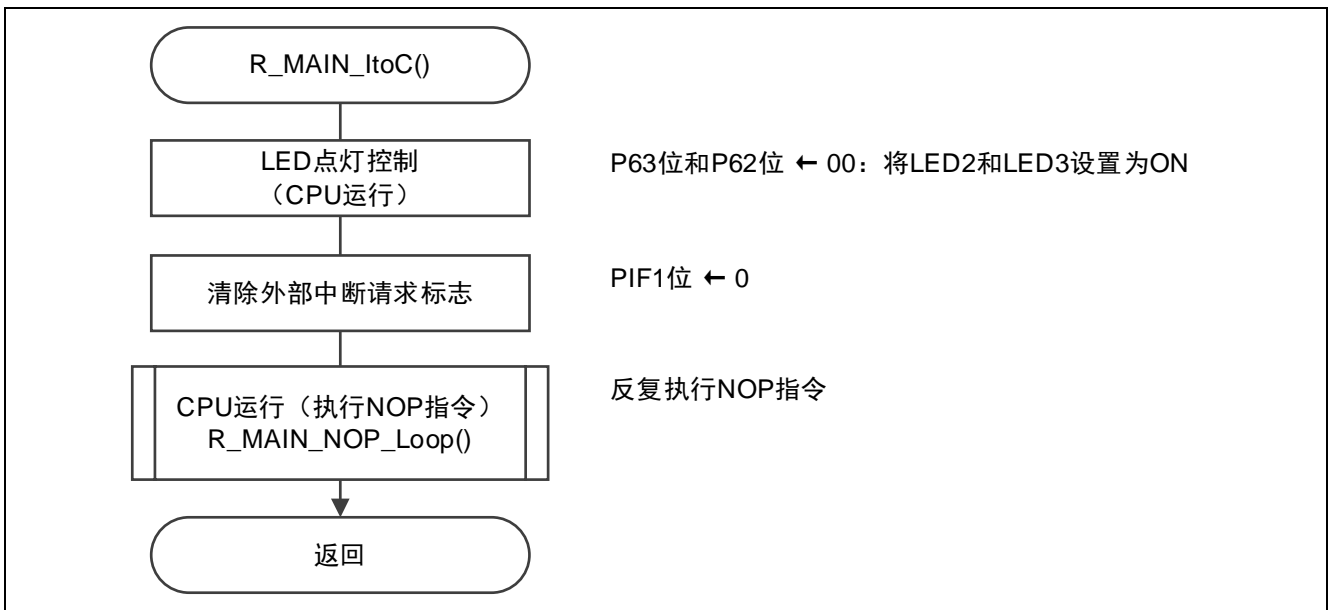


图 5.28 状态转移 ItoC

5.6.23 状态转移 CtoB

状态转移 CtoB 的流程, 请参见“图 5.29”和“图 5.30”。

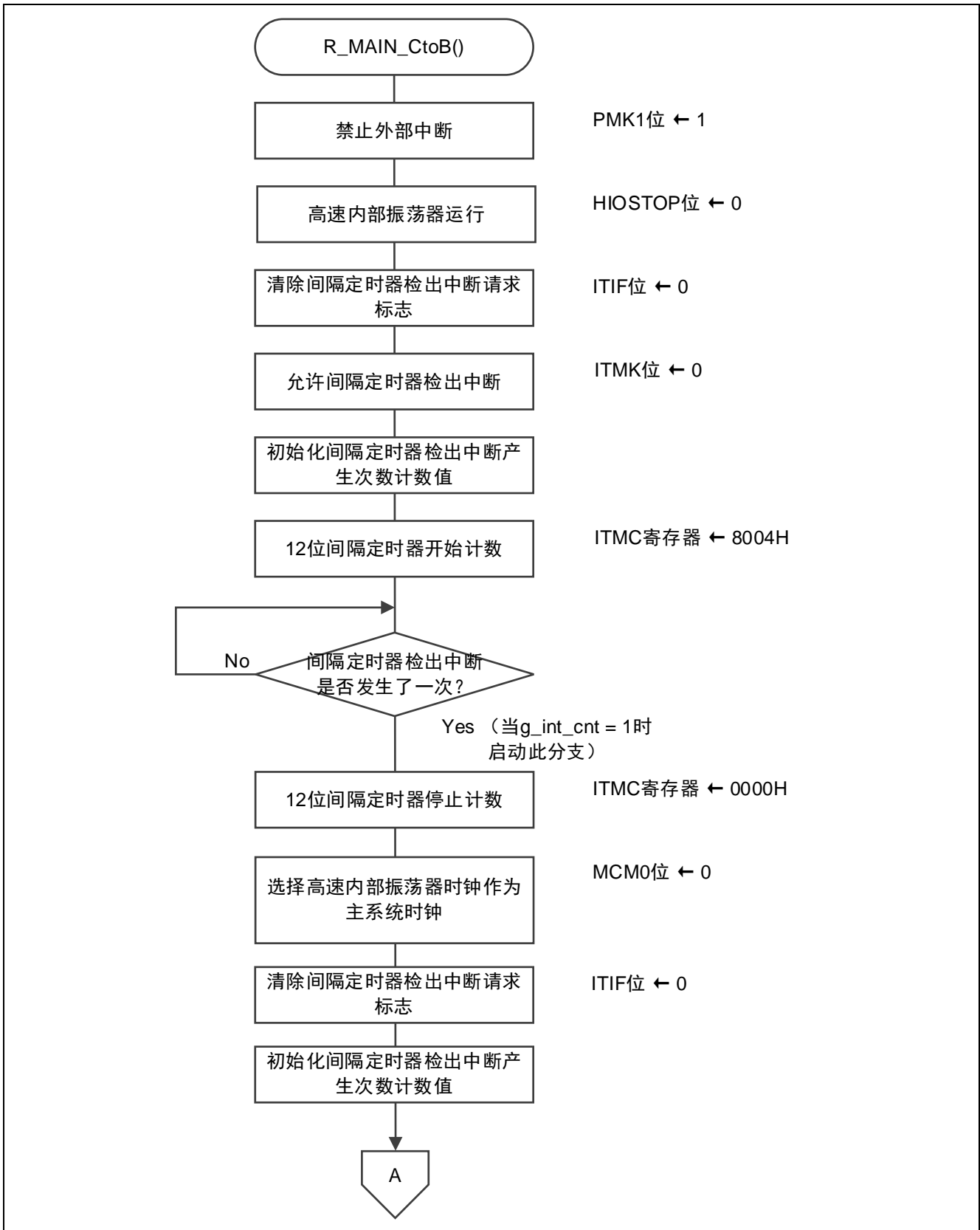


图 5.29 状态转移 CtoB (1/2)

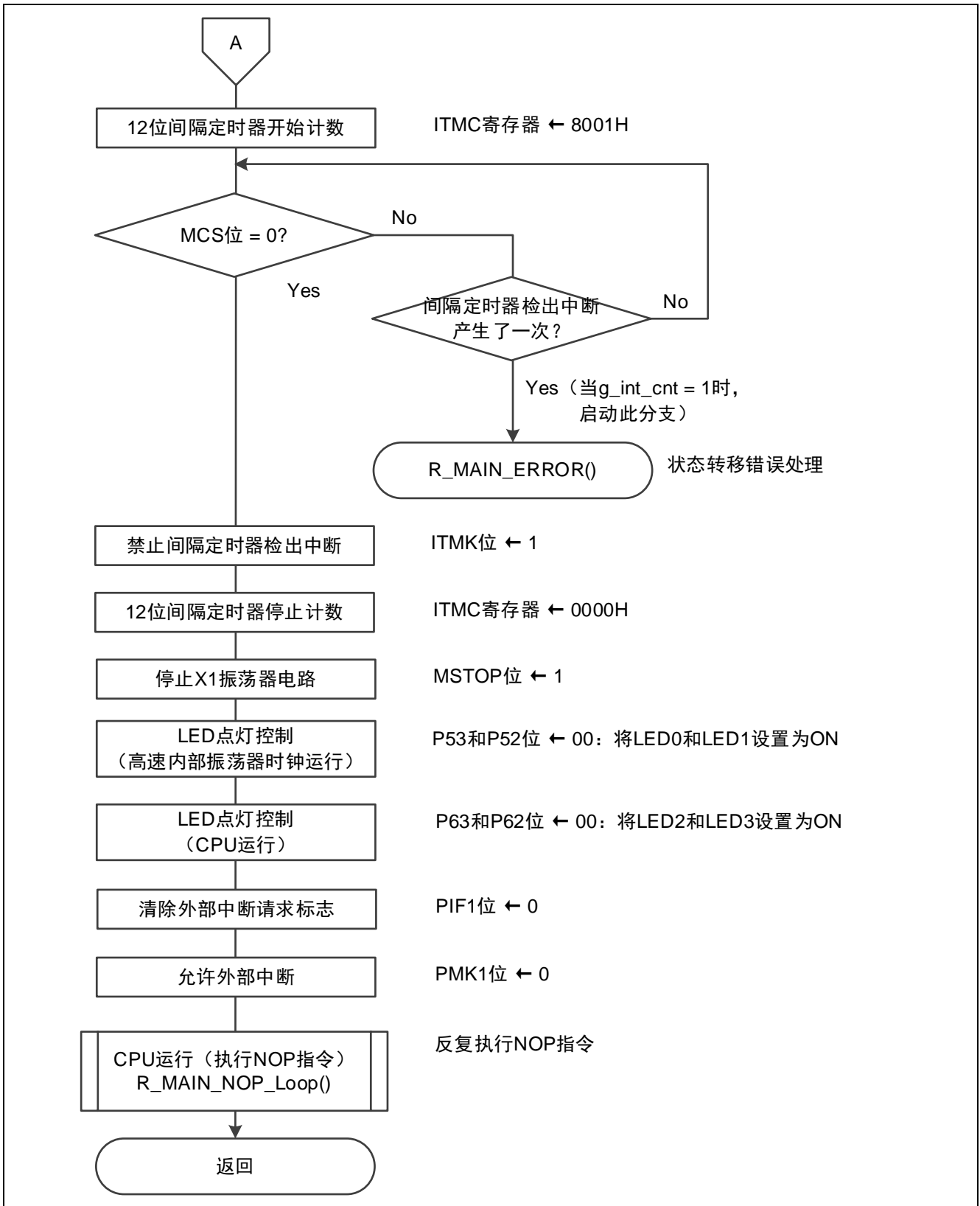


图 5.30 状态转移 CtoB (2/2)

### 5.6.24 状态转移 BtoE

状态转移 BtoE 的流程，请参见“图 5.31”。

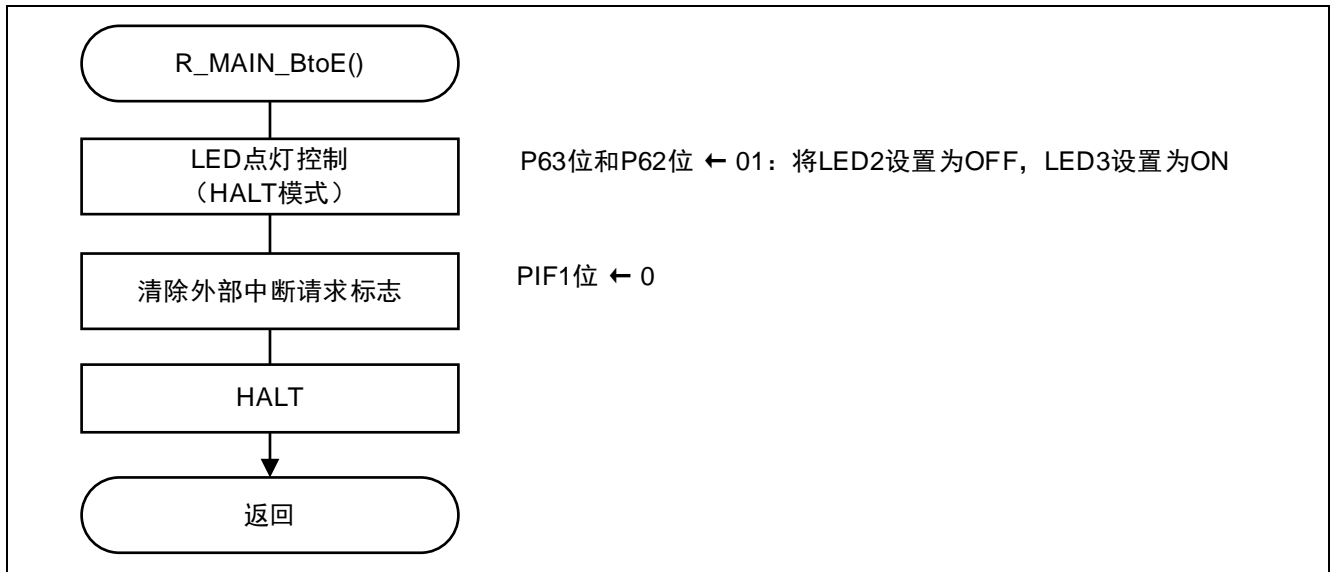


图 5.31 状态转移 BtoE

### 5.6.25 状态转移 EtoB

状态转移 EtoB 的流程，请参见“图 5.32”。

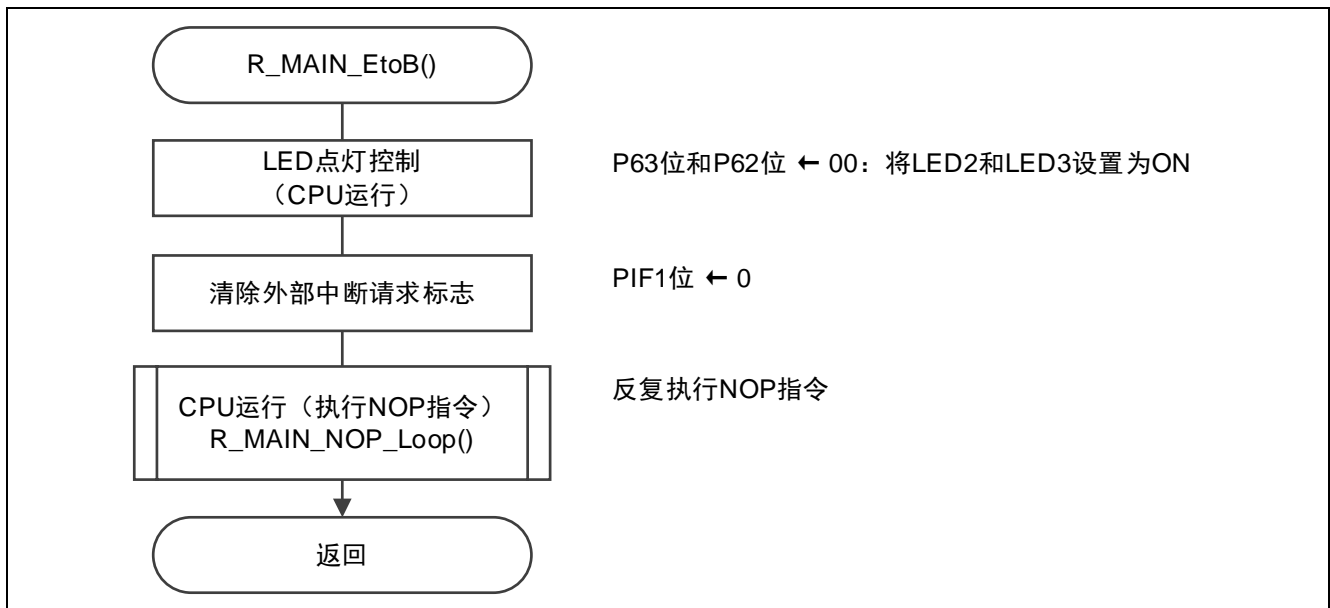


图 5.32 状态转移 EtoB

5.6.26 状态转移 BtoH

状态转移 BtoH 的流程, 请参见“图 5.33”。

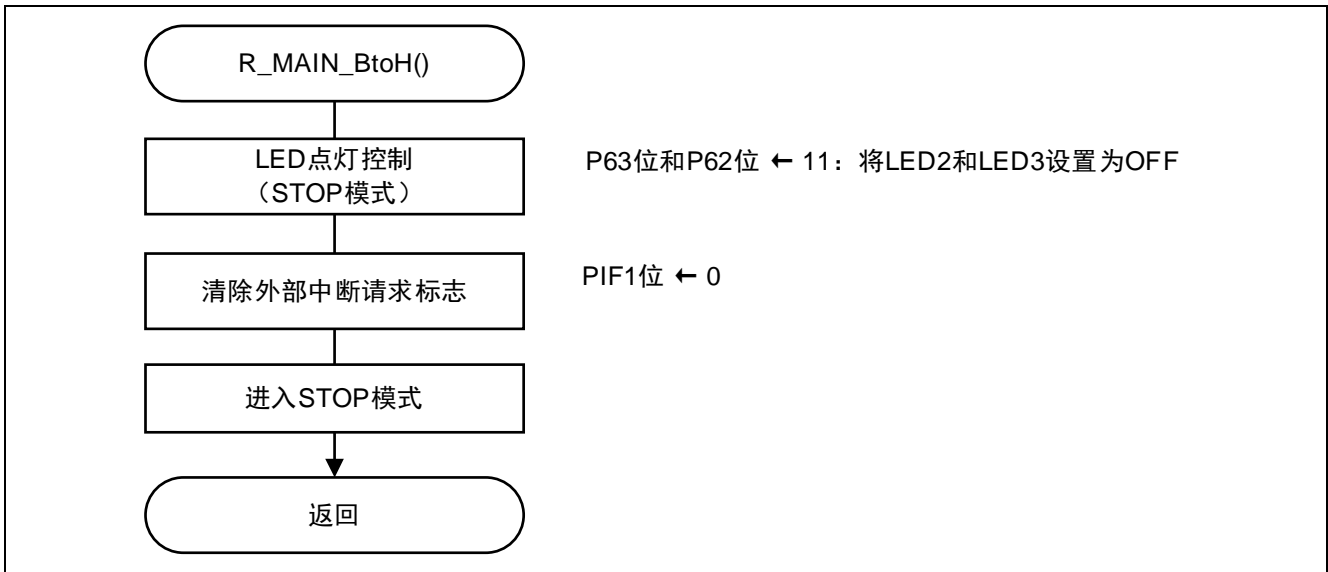


图 5.33 状态转移 BtoH

5.6.27 状态转移 HtoB

状态转移 HtoB 的流程, 请参见“图 5.34”。

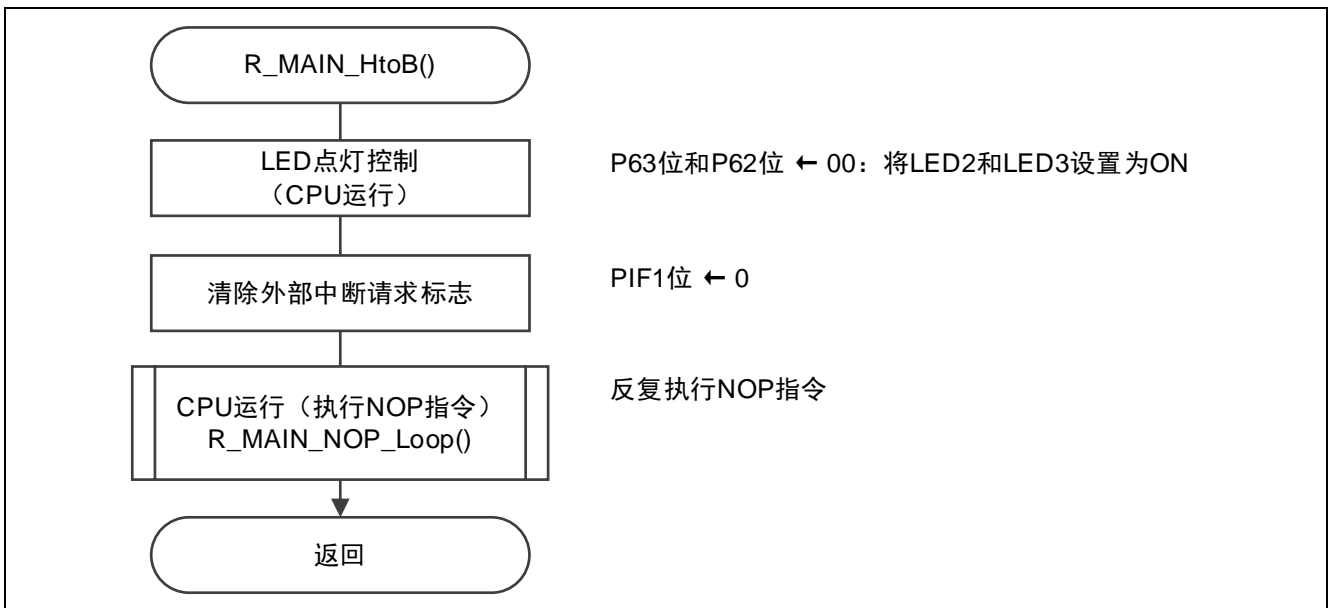


图 5.34 状态转移 HtoB

5.6.28 状态转移 BtoJ

状态转移 BtoJ 的流程, 请参见“图 5.35”。

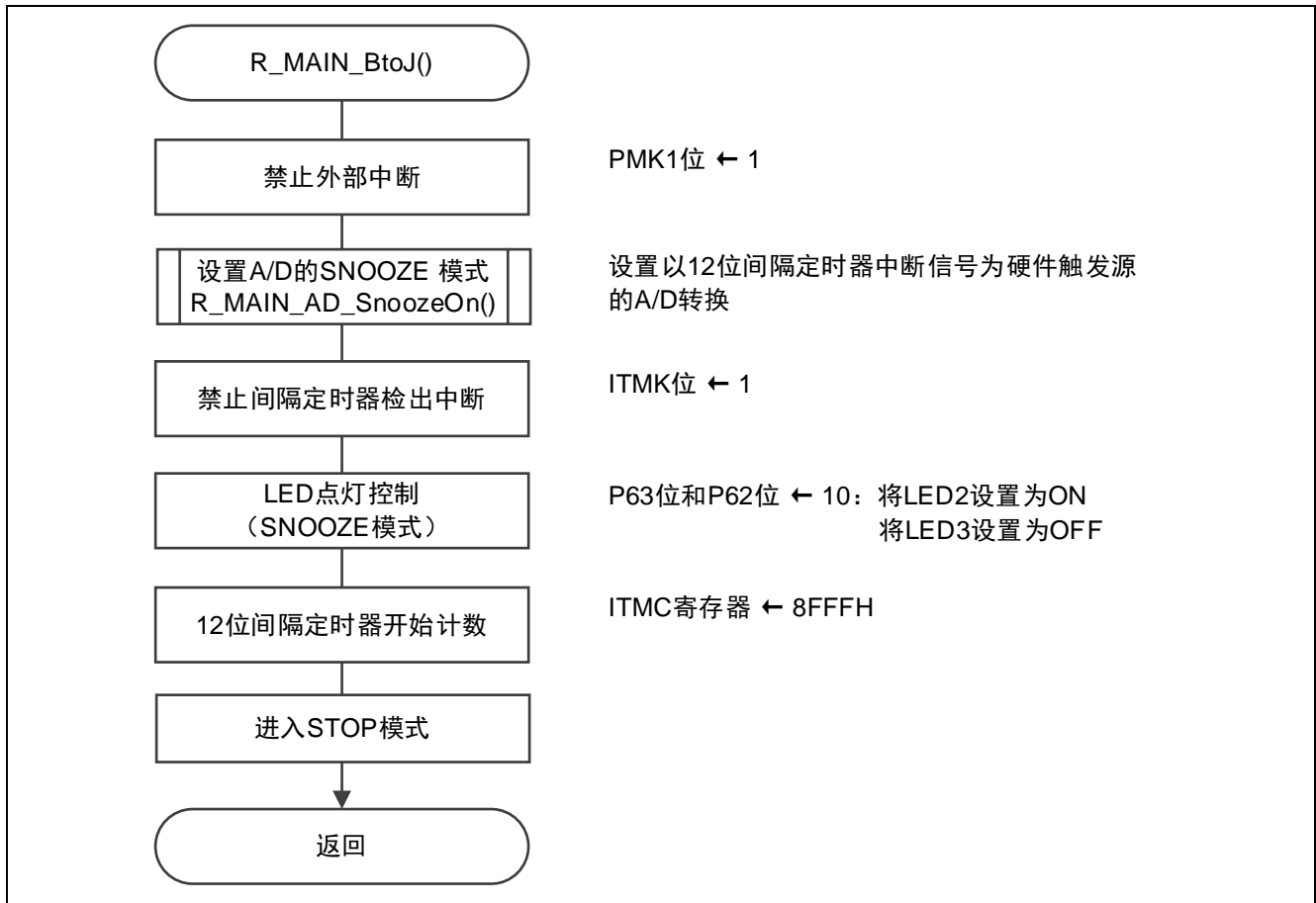


图 5.35 状态转移 BtoJ

## 5.6.29 设置 A/D 转换器

设置 A/D 转换器的流程, 请参见“图 5.36”。

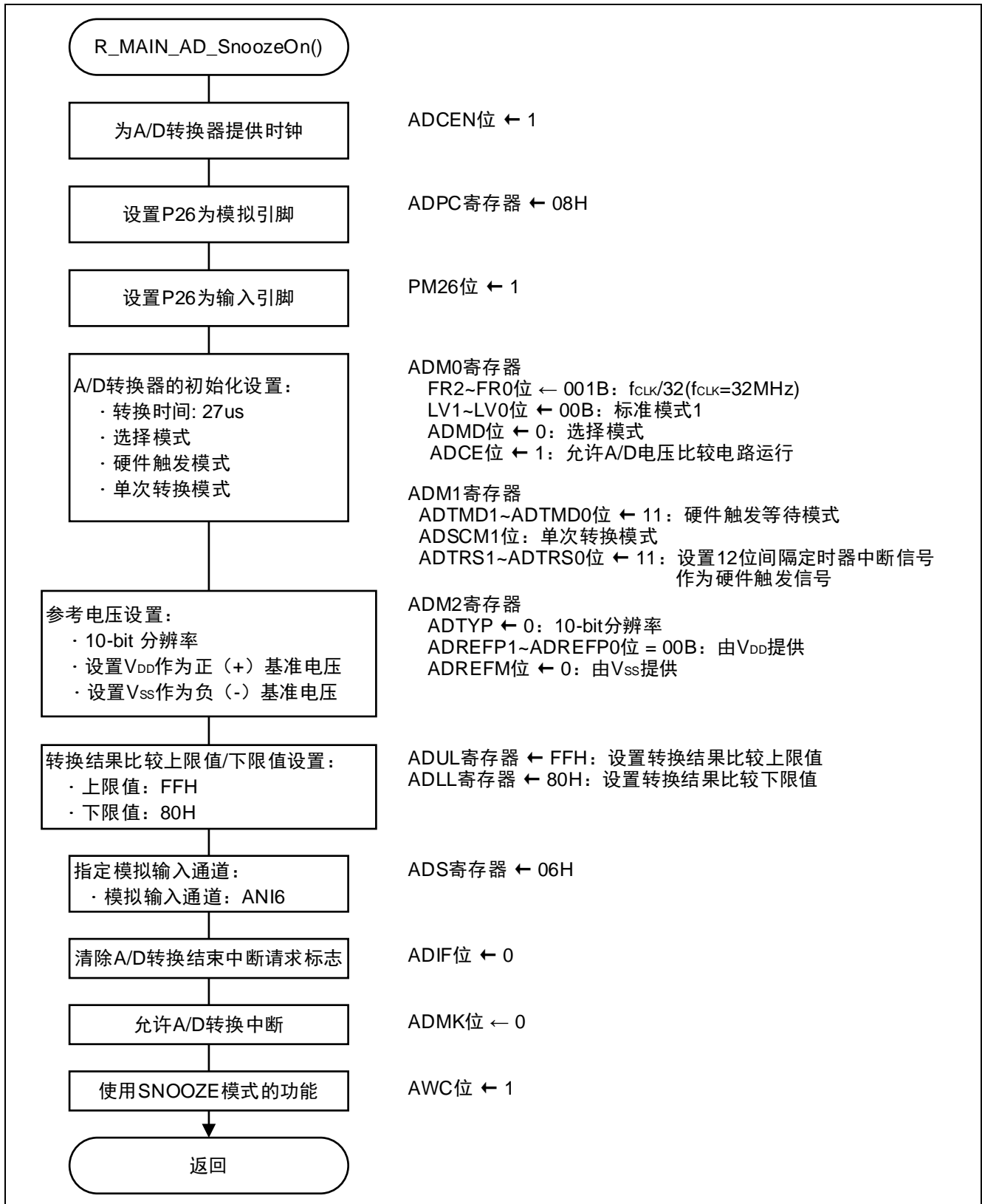


图 5.36 设置 A/D 转换器

设置 A/D 转换时间与运行模式

- A/D 转换器模式寄存器 0 (ADM0)

控制 A/D 转换器的运行。

指定 A/D 转换通道选择模式。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
ADM0	ADCS	ADMD	FR2	FR1	FR0	LV1	LV0	ADCE
设定值	x	0	0	0	1	0	0	1

位 6

ADMD	A/D 转换通道选择模式的指定
0	选择模式
1	扫描模式

位 5 ~ 1

ADM0					模式	转换时间的选择	转换时钟 (f <sub>AD</sub> )
FR2	FR1	FR0	LV1	LV0		f <sub>CLK</sub> = 32 MHz	
0	0	1	0	0	标准 1	27μs	f <sub>CLK</sub> /32

位 0

ADCE	A/D 转换电压比较器的运行控制
0	停止 A/D 电压比较器电路的运行
1	允许 A/D 电压比较器电路的运行

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G13 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 转换触发模式

- A/D 转换模式寄存器 1 (ADM1)

选择 A/D 转换触发模式。

设置 A/D 转换运行模式。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
ADM1	ADTMD1	ADTMD0	ADSCM	0	0	0	ADTRS1	ADTRS0
设定值	1	1	1	—	—	—	1	1

位 7 ~ 6

ADTMD1	ADTMD0	A/D 转换触发模式的选择
0	—	软件触发模式
1	0	硬件触发无等待模式
1	1	硬件触发等待模式

位 5

ADSCM	A/D 转换运行模式的设置
0	连续转换模式
1	单次转换模式

位 1 ~ 0

ADTRS1	ADTRS0	硬件触发信号的选择
0	0	定时器通道 01 的计数结束或者捕捉结束中断信号 (INTTM01)
0	1	禁止设置
1	0	实时时钟中断信号 (INTRTC)
1	1	12 位间隔定时器中断信号 (INTIT)

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G13 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 基准电压

- A/D 转换器的模式寄存器 2（ADM2）  
选择 A/D 转换器的基准电压。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
ADM2	ADREFP1	ADREFP0	ADREFM	0	ADRCK	AWC	0	ADTYP
设定值	0	0	0	—	0	0	—	0

位 7~6

ADREFP1	ADREFP0	A/D 转换器的正 (+) 基准电压的选择
0	0	由 V <sub>DD</sub> 提供
0	1	由 P20/AV <sub>REFP</sub> /ANI0 提供
1	0	由内部基准电压 (1.45V) 提供
1	1	禁止设定

位 5

ADREFM	A/D 转换器的负 (-) 基准电压的选择
0	由 V <sub>SS</sub> 提供
1	由 P21/AV <sub>REFM</sub> /ANI1 提供

位 3

ADRCK	转换结果上限值和下限值的检查
0	当 ADLL 寄存器 ≤ ADCR 寄存器 ≤ ADUL 寄存器 (AREA1) 时, 产生中断信号 (INTAD)。
1	当 ADCR 寄存器 < ADLL 寄存器 (AREA2) 或者 ADUL 寄存器 < ADCR 寄存器 (AREA3) 时, 产生中断信号 (INTAD)。

位 2

AWC	SNOOZE 模式的设置
0	不使用 SNOOZE 模式的功能
1	使用 SNOOZE 模式的功能

位 0

ADTYP	A/D 转换分辨率的选择
0	10-bit 分辨率
1	8-bit 分辨率

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G13 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

设置转换结果比较上限值/下限值

- 转换结果比较上限值设置寄存器（ADUL）
  - 转换结果比较下限值设置寄存器（ADLL）
- 设置转换结果比较上限值/下限值。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
ADUL	ADUL7	ADUL6	ADUL5	ADUL4	ADUL3	ADUL2	ADUL1	ADUL0
设定值	1	1	1	1	1	1	1	1

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
ADLL	ADLL7	ADLL6	ADLL5	ADLL4	ADLL3	ADLL2	ADLL1	ADLL0
设定值	1	0	0	0	0	0	0	0

设置模拟输入通道

- 模拟输入通道指定寄存器（ADS）
- 指定进行 A/D 转换的模拟电压输入通道。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
ADS	ADISS	0	0	ADS4	ADS3	ADS2	ADS1	ADS0
设定值	0	—	—	0	0	1	1	0

位 7、位 4~0

ADISS	ADS4	ADS3	ADS2	ADS1	ADS0	模拟输入通道	输入源
0	0	0	1	1	0	ANI6	P26/ANI6 引脚

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G13 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 SNOOZE 模式

- A/D 转换器的模式寄存器 2 (ADM2)  
选择使用 A/D 转换器的 SNOOZE 模式功能。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
ADM2	ADREFP1	ADREFP0	ADREFM	0	ADRCK	AWC	0	ADTYP
设定值				—		1	—	

位 2

AWC	SNOOZE 模式的设置
0	不使用 SNOOZE 模式的功能
1	使用 <b>SNOOZE</b> 模式的功能

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G13 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

5.6.30 状态转移 JtoB

状态转移 JtoB 的流程, 请参见“图 5.37”。

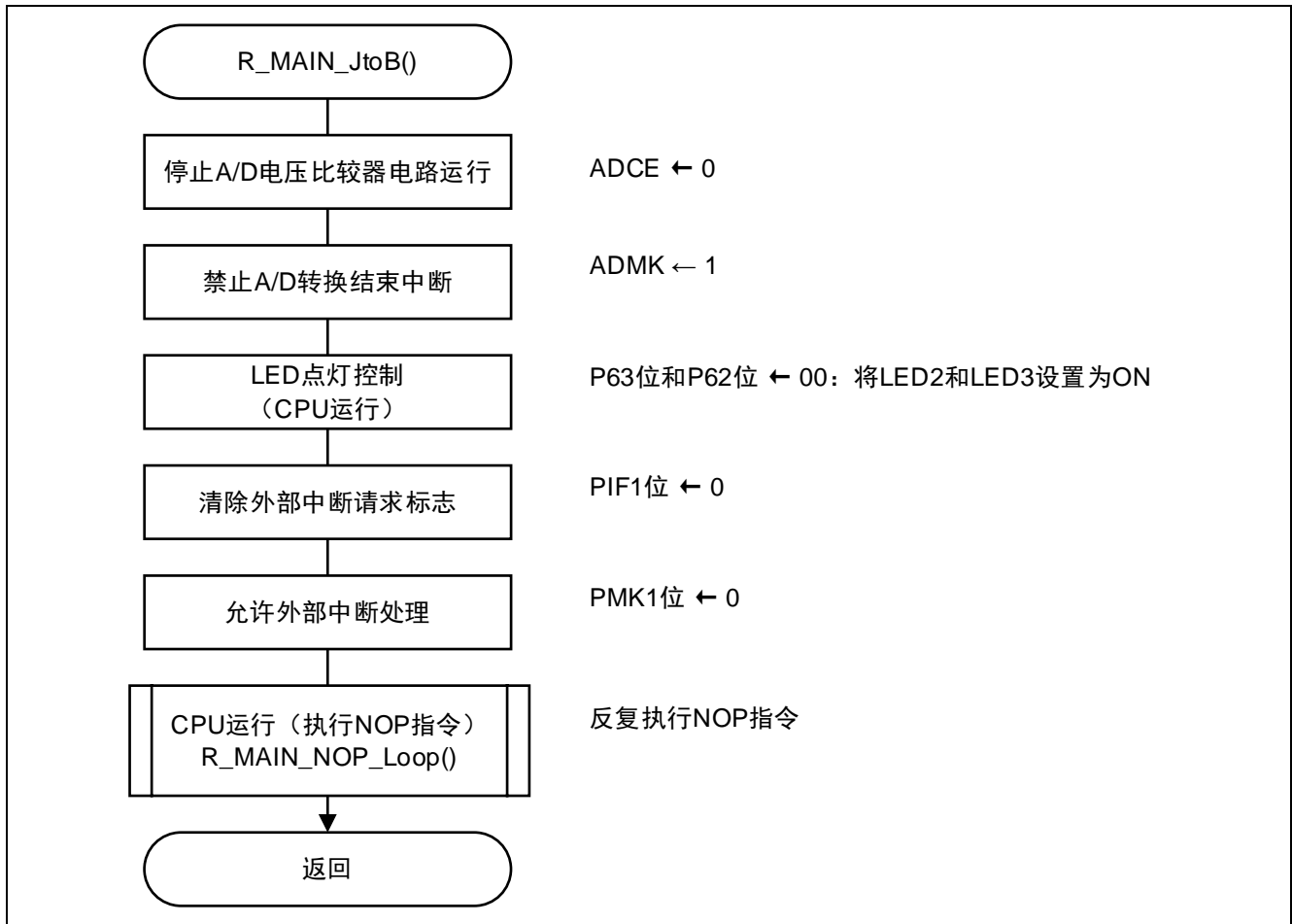


图 5.37 状态转移 JtoB

### 5.6.31 状态转移结束处理

状态转移结束处理的流程，请参见“图 5.38”。

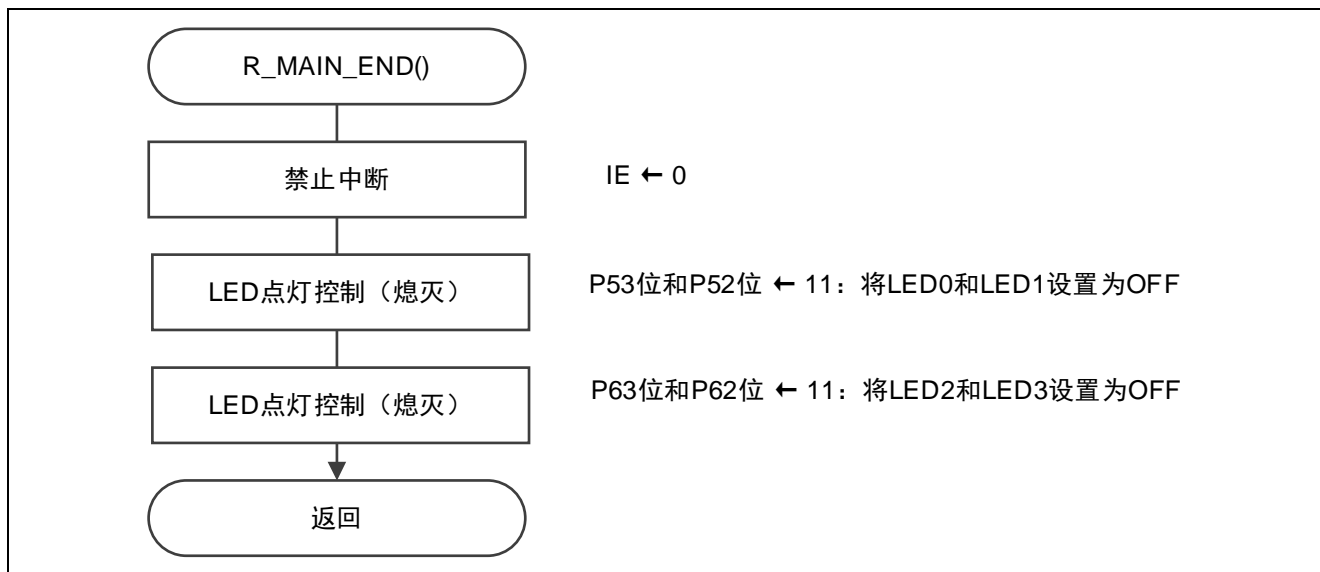


图 5.38 状态转移结束处理

5.6.32 外部中断处理

外部中断处理的流程, 请参见“图 5.39”。

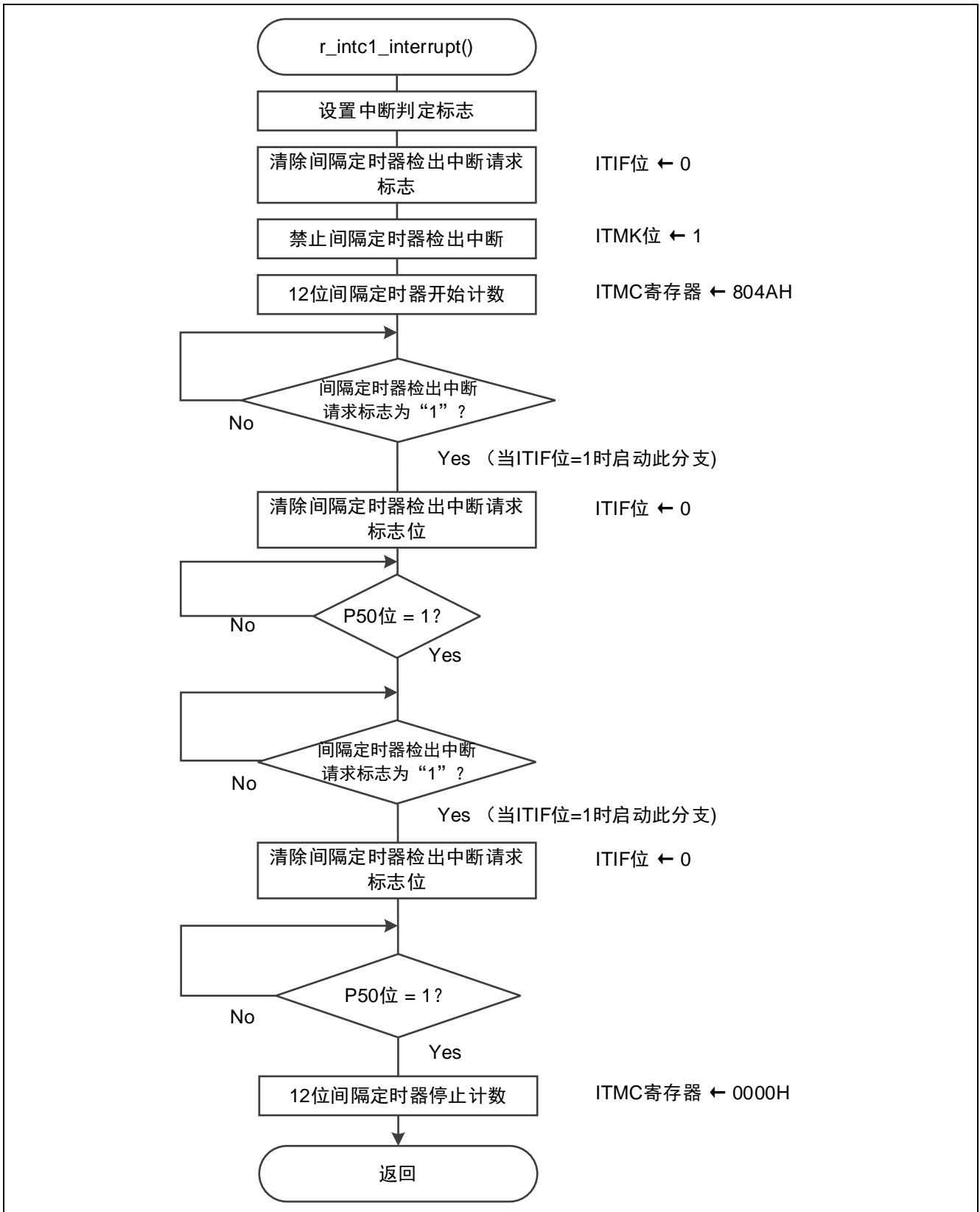


图 5.39 外部中断处理

### 5.6.33 12 位间隔定时器中断处理

12 位间隔定时器中断处理的流程，请参见“图 5.40”。

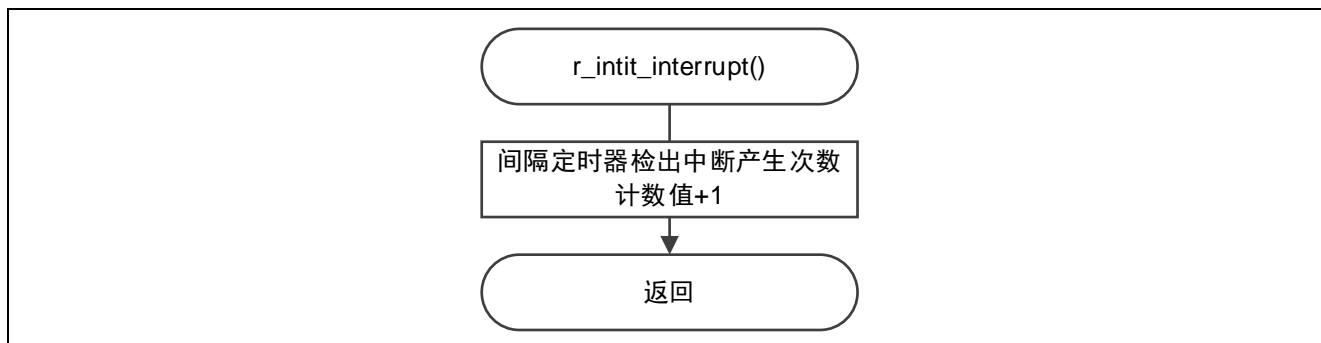


图 5.40 12 位间隔定时器中断处理

### 5.6.34 A/D 转换结束中断处理

A/D 转换结束中断处理的流程，请参见“图 5.41”。

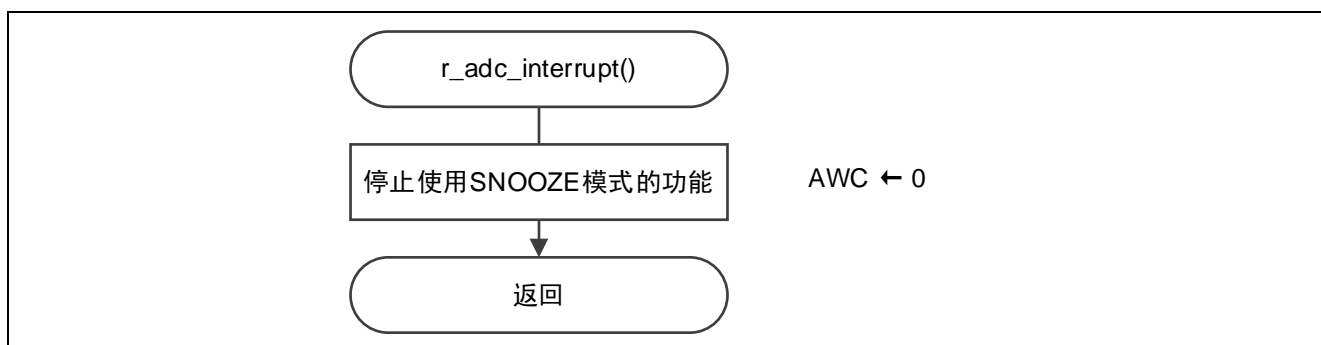


图 5.41 A/D 转换结束中断处理



## 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

RL78/G13 用户手册 硬件篇（R01UH0146C）

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](mailto:contact.china@renesas.com)

## 修订记录

Rev.	发行日	修订内容	
		页	要点
1.00	2017.03	—	初版发行

所有商标及注册商标均归其各自所有者所有。

## 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、复制或以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、个人电子设备以及工业机器人等。  
高质量等级: 运输设备(汽车、火车、轮船等)、交通控制系统、防灾系统、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以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。由于难于对微机电系统单独进行评估, 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关法律法规(包括但不限于《欧盟RoHS指令》)。对于因用户未遵守相关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。也不可对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内容和条件; 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.**  
2801 Scott Boulevard Santa Clara, CA 95050-2549, U.S.A.  
Tel: +1-408-588-6000, Fax: +1-408-588-6130

**Renesas Electronics Canada Limited**  
3251 Yonge Street, Suite 8309 Richmond Hill, Ontario Canada L4C 9T3  
Tel: +1-905-237-2004

**Renesas Electronics Europe Limited**  
Dukes Meadow, Millboard Road, Bourne End, Buckinghamshire, SL8 5FH, UK  
Tel: +44-1628-585-100, Fax: +44-1628-585-900

**Renesas Electronics Europe GmbH**  
Arcadiastrasse 10, 40472 Düsseldorf, Germany  
Tel: +49-211-6503-0, Fax: +49-211-6503-1327

**Renesas Electronics (China) Co., Ltd.**  
Room 1709, Quantum Plaza, No.27 ZhiChunLu Haidian District, Beijing 100191, 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 Road, Putuo District, Shanghai, P. R. China 200333  
Tel: +86-21-2226-0888, Fax: +86-21-2226-0899

**Renesas Electronics Hong Kong Limited**  
Unit 1601-1611, 16/F., Tower 2, Grand Century Place, 193 Prince Edward Road West, Mongkok, Kowloon, Hong Kong  
Tel: +852-2265-6988, Fax: +852-2886-9022

**Renesas Electronics Taiwan Co., Ltd.**  
13F, No. 363, Fu Shing North Road, Taipei 10543, Taiwan  
Tel: +886-2-8175-9600, Fax: +886-2-8175-9670

**Renesas Electronics Singapore Pte. Ltd.**  
80 Bendemeer Road, Unit #06-02 Hyflux Innovation Centre, Singapore 339949  
Tel: +65-6215-0200, Fax: +65-6215-0300

**Renesas Electronics Malaysia Sdn.Bhd.**  
Unit 1207, Block B, Menara Amcorp, Amcorp Trade Centre, No. 18, Jin Persiaran Barat, 46050 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia  
Tel: +60-3-7855-9390, Fax: +60-3-7855-9510

**Renesas Electronics India Pvt. Ltd.**  
No. 777C, 100 Feet Road, HAL, Stage, Indiranagar, Bangalore, India  
Tel: +91-80-67208700, Fax: +91-80-67208777

**Renesas Electronics Korea Co., Ltd.**  
12F., 234 Teheran-ro, Gangnam-Gu, Seoul, 135-080, Korea  
Tel: +82-2-558-3737, Fax: +82-2-558-5141