

R7F0C014

R01AN2682CC0100

Rev.1.00

2015.09.30

高速内部振荡器的时钟频率校正

要点

本篇应用说明介绍了 R7F0C014 单片机通过调整高速内部振荡器的微调寄存器（HIOTRM）的值，来校正高速内部振荡器的振荡时钟频率的方法。

使用副系统时钟或者外部输入信号检测出高速内部振荡器的频率偏差，然后通过调整高速内部振荡器的微调寄存器（HIOTRM）的值，使高速内部振荡器的振荡频率逼近 24 MHz。

对象 MCU

R7F0C014

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	3
1.1 校正方法说明	4
2. 动作确认条件	6
3. 硬件说明	7
3.1 硬件配置示例	7
3.2 使用引脚一览	8
4. 软件说明	9
4.1 操作概要	9
4.2 选项字节设置一览	11
4.3 常量一览	11
4.4 变量一览	11
4.5 函数一览	12
4.6 函数说明	12
4.7 流程图	18
4.7.1 整体流程	18
4.7.2 初始化函数	18
4.7.3 系统函数	19
4.7.4 初始化端口	20
4.7.5 CPU 时钟设置	22
4.7.6 TAU0 初始化设置	23
4.7.7 时钟输出/蜂鸣器输出控制电路的初始化设置	41
4.7.8 INTP0 的初始化设置	44
4.7.9 主函数处理	48
4.7.10 使用副时钟 XT1 的校正处理	50
4.7.11 使用外部输入时钟的校正处理	52
4.7.12 高速内部振荡器校正处理	53
5. 参考例程	56
6. 参考文献	56
公司主页和咨询窗口	56

1. 规格

本篇应用说明中，通过使用副系统时钟或者外部输入信号，检测出高速内部振荡器的时钟振荡频率的偏差。然后，通过调整高速内部振荡器的微调寄存器（HIOTRM）的值，使高速内部振荡器的振荡频率逼近 24 MHz。

通过参数开关可以指定选用副系统时钟或者外部输入信号。按下启动开关后，通过定时器阵列单元（TAU）对副系统时钟或者外部输入信号的周期（脉冲间隔）或者脉冲宽度进行计数。使用高速内部振荡器作为 TAU 的计数时钟。当 TAU 测得的计数值处于目标范围以外的情况下，通过调整 HIOTRM 寄存器的值来校正高速内部振荡器的振荡频率，使之逼近 24 MHz。对 HIOTRM 寄存器值的调整一直要持续到计数值达到目标范围内。高速内部振荡器的振荡频率的目标范围是 $24\text{ MHz} \pm 0.1\%$ （23.976 MHz ~ 24.024 MHz）。

使用副系统时钟的情况下，通过 TAU 测量副系统时钟的周期（脉冲间隔）。为了提高测量精度，对脉冲间隔进行了 4 次测量，然后检测出高速内部振荡器的振荡频率偏差。

使用外部输入信号的情况下，通过 TAU 测量外部输入信号的低电平宽度。外部输入信号使用了低电平宽度为 1.953125 ms 的信号（256 Hz、占空比为 50%）。

本参考例程为了确定校正结果的正确性，通过时钟输出/蜂鸣器输出控制电路，输出 3 MHz（ $f_{\text{MAIN}} / 2^3$ ）的脉冲信号。请使用频率测量仪器对 PCLBUZ0 引脚的输出脉冲进行测量，来确定校正的结果。

注意：本参考例程中的设定时间、校正方法只是一个参考例子。为了简化流程和便于理解，本参考例程中引入了启动开关，开启启动开关，校正动作开始执行。实际使用的情况下，请根据系统调整校正动作的开始时序和开始间隔，并选择合适的处理方法。

相关外围功能及用途，请参见“表 1.1”。

表 1.1 相关外围功能和用途

外围功能	用途
INTP0 引脚输入边沿检测中断	用作校正动作启动开关
副系统时钟	连接校正处理所使用的副系统时钟
TAU0 通道 0	用于使用外部输入信号的校正处理
TAU0 通道 1	用于使用副系统时钟的校正处理
TAU0 通道 2	用于产生校正处理启动开关的去抖动时间
时钟输出/蜂鸣器输出控制电路	输出 3 MHz 的时钟

1.1 校正方法说明

本应用说明中使用的 2 种校正方法说明如下所述。

(1) 使用副系统时钟的校正处理

使用副系统时钟的校正处理的动作说明如下。

通过 TAU0 通道 1 测量副系统时钟的周期。

选择副系统时钟（32.768 kHz，周期为 30.517578125 μ s）作为 TAU0 通道 1 的时钟输入，选择高速内部振荡器（24 MHz）作为 TAU0 的计数时钟。利用 TAU 的输入脉冲间隔测量功能去测量副系统时钟的周期。

为了提高测量精度，对副系统时钟周期连续进行了 4 次测量。然后，通过 4 次捕捉值之和去检测出高速内部振荡器的振荡频率偏差。

当频率为 24 MHz、24 MHz - 0.1%（23.976 MHz）、24 MHz + 0.1%（24.024 MHz）的时候，对应的计算出来的捕捉 4 次的计数值之和如下表所示。

表 1.2 使用副系统时钟时的计数值范围

高速内部振荡器的时钟频率 (f_{IH})		捕捉 4 次的计数值之和 (计算值)
24 MHz		2929.6875
24 MHz - 0.1%	23.976 MHz	2926.7578
24 MHz + 0.1%	24.024 MHz	2932.6172

参照表 1.2，频率的目标范围为 24 MHz $\pm$ 0.1%（23.976 MHz $\sim$ 24.024 MHz）时，对应的捕捉 4 次的计数值之和的目标范围为 2927 $\sim$ 2931。捕捉获得的 4 次计数值之和小于等于 2926 的情况，说明高速内部振荡器的时钟比目标频率慢。捕捉获得的 4 次计数值之和大于等于 2932 的情况，说明高速内部振荡器的时钟比目标频率快。从计数值来判断 HIOTRM 寄存器的校正方向（加速/减速），对 HIOTRM 寄存器的设定值进行每次 ± 1 的调整，然后再次进行校正动作。计数值达到目标范围之后，停止校正动作。

使用副系统时钟进行校正的操作示例，请参见“图 1.1”。

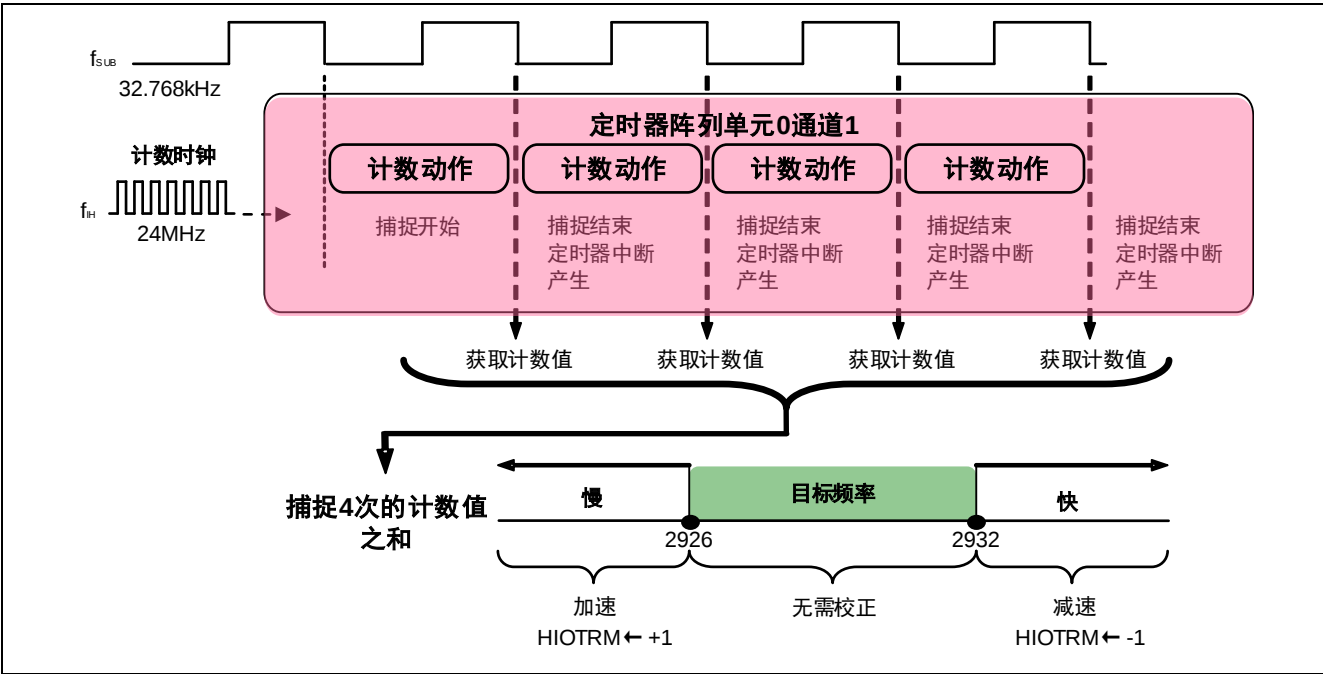


图 1.1 使用副系统时钟进行校正的操作示例

(2) 使用外部输入信号的校正处理

使用外部输入信号的校正处理的动作说明如下。

通过 TAU0 通道 0 测量外部输入信号的低电平宽度。

将低电平宽度为 1.953125 ms 的信号（256 Hz、占空比为 50%）输入到 TI00 引脚，选择高速内部振荡器时钟（24 MHz）为计数时钟。使用 TAU 的输入信号低电平宽度测量功能对 TI00 引脚输入的信号的低电平宽度进行测量。

通过测量正确的信号的低电平宽度值来检测出高速内部振荡器的时钟偏差。

当频率为 24 MHz、24 MHz - 0.1%（23.976 MHz）、24 MHz + 0.1%（24.024 MHz）的时候，对应的计算出来的计数值如表 1.3 所示。

表 1.3 使用外部信号校正的计数值

高速内部振荡器的时钟频率 (f _{IH})		计数值 (计算结果)
24 MHz		46875
24 MHz - 0.1%	23.976 MHz	46828.125
24 MHz + 0.1%	24.024 MHz	46921.875

参照“表 1.3”，频率的目标范围为 24 MHz ± 0.1%（23.976 MHz ~ 24.024 MHz）时，对应的计数值的目标范围为 46829 ~ 46920。捕捉获得的计数值小于等于 46828 的情况，说明高速内部振荡器的时钟比目标频率慢。捕捉获得的计数值大于等于 46921 的情况，说明高速内部振荡器的时钟比目标频率快。从计数值来判断 HIOTRM 寄存器的校正方向（加速/减速），对 HIOTRM 寄存器的设定值进行每次 ± 1 的调整，然后再次进行校正动作。计数值达到目标范围之后，停止校正动作。

使用外部输入信号进行校正的操作示例，请参见“图 1.2”。

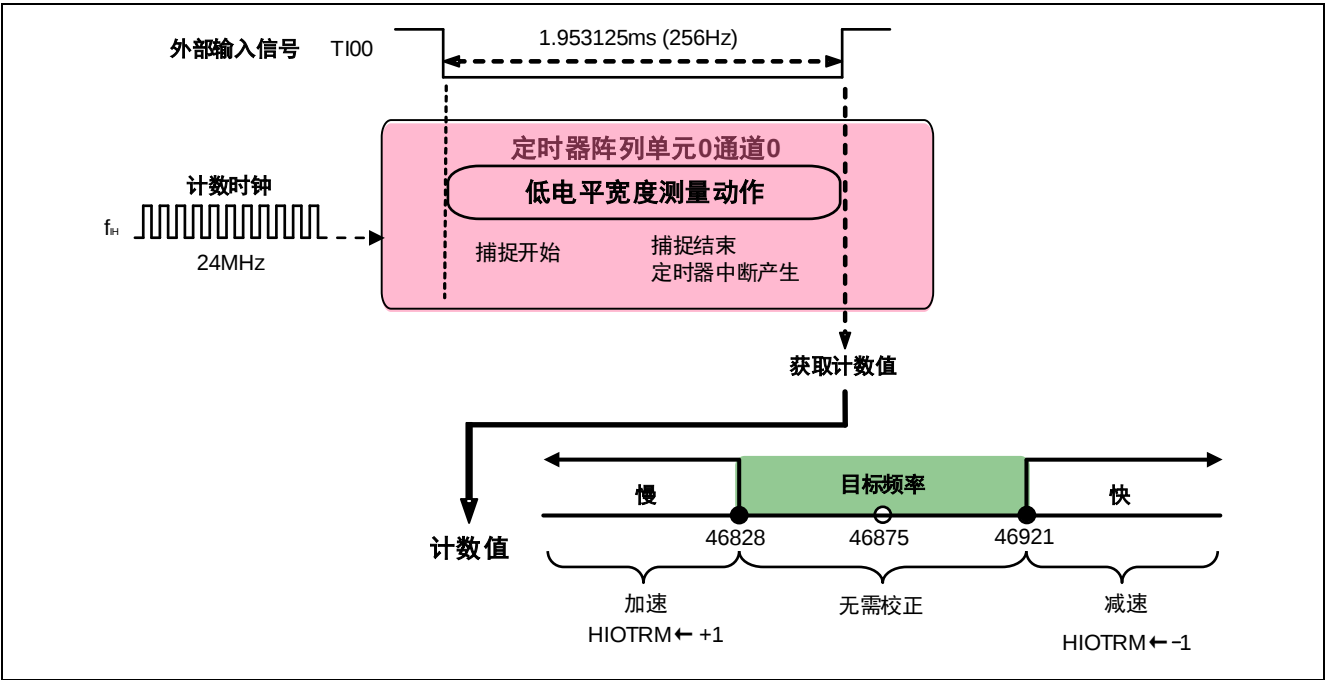


图 1.2 使用外部输入信号进行校正的操作示例

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	R7F0C014L
工作频率	高速内部振荡器（HOCO）时钟：24MHz（典型值） CPU/外围功能时钟：24MHz
工作电压	5.0V（工作电压范围：3.0V~5.5V） LVD 工作模式（V _{LVD} ）：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+ for CA,CX V3.00.00（瑞萨电子开发）
C 编译器	CA78K0R V1.70（瑞萨电子开发）

3. 硬件说明

3.1 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 3.1”。

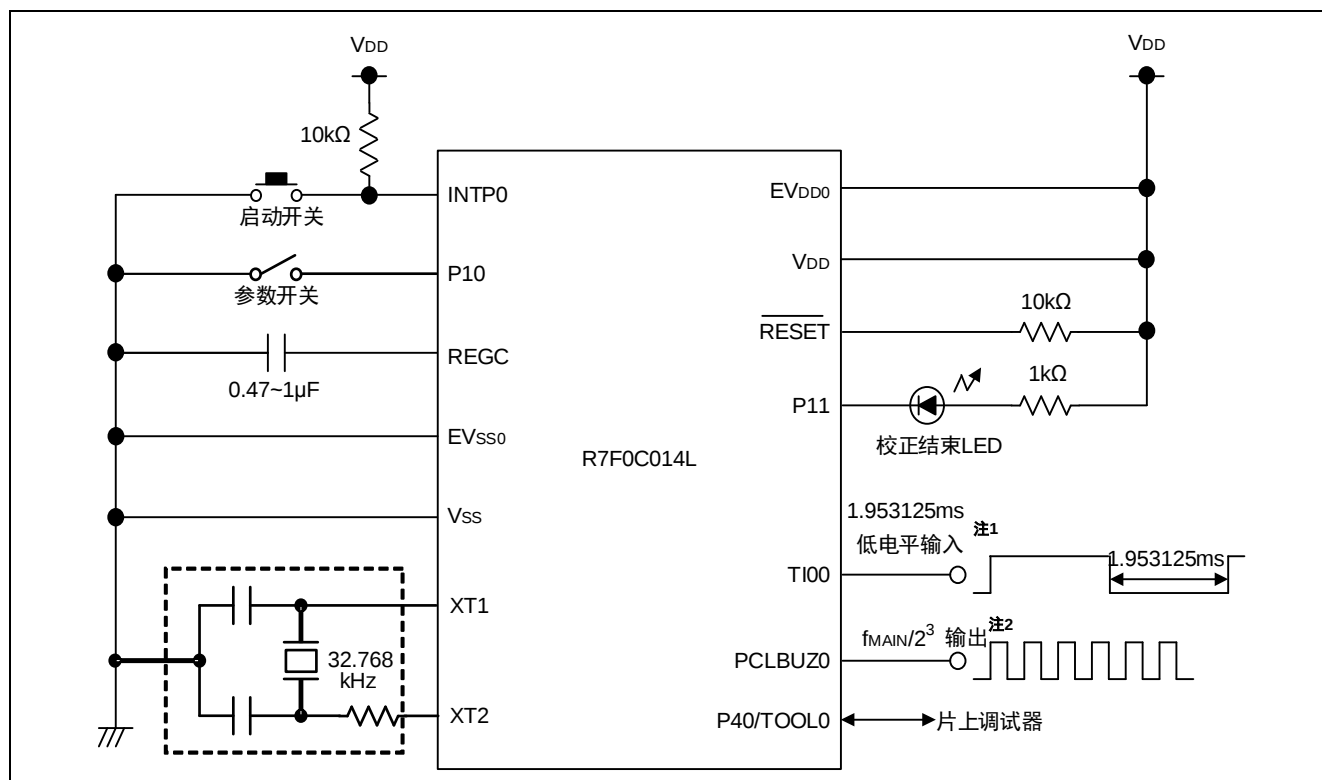


图 3.1 硬件配置

注 1: 请输入低电平宽度为 1.953125 ms（256 Hz、占空比为 50%）的信号。

注 2: 通过校正输出频率会逼近 3 MHz。请使用频率测量仪器对频率进行确认。

- 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。

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
P137/INTP0	输入	启动开关： 连接校正动作启动开关。
P10	输入	参数开关： 连接校正方法选择的开关。
P11	输出	校正结束指示 LED： 连接校正结束指示 LED。
P123/XT1	输入	副系统时钟： 连接 32.768 kHz 的水晶振荡器。
P124/XT2	输入	
P00/TI00	输入	外部输入信号引脚： 输入低电平宽度为 1.953125 ms 的信号（256 Hz、占空比为 50%）。
P140/PCLBUZ0	输出	时钟输出： 输出 $f_{\text{MAIN}} / 2^3$ （3 MHz）的信号。

4. 软件说明

4.1 操作概要

本应用说明中，通过使用副系统时钟或者外部输入信号，检测出高速内部振荡器的时钟振荡频率偏差。然后，通过调整高速内部振荡器的微调寄存器（HIOTRM）的值，使高速内部振荡器的振荡频率逼近 24 MHz。

通过参数开关可以指定选用副系统时钟还是外部输入信号。按下启动开关后，通过定时器阵列单元（TAU）对副系统时钟或者外部输入信号的周期（脉冲间隔）或者脉冲宽度进行计数。使用高速内部振荡器作为 TAU 的计数时钟。当 TAU 测得的计数值处于目标范围以外的情况下，通过调整 HIOTRM 寄存器的值来校正高速内部振荡器的振荡频率，使之逼近 24 MHz。对 HIOTRM 寄存器值的调整一直要持续到计数值达到目标范围内。高速内部振荡器的振荡频率的目标范围是 $24 \text{ MHz} \pm 0.1\%$ （23.976 MHz ~ 24.024 MHz）。

（1）TAU0 通道 0 的初始化设置。

＜设置条件＞

- 将运行时钟（ $f_{\text{MCK}} = f_{\text{CLK}} = 24 \text{ MHz}$ ）设置为计数时钟。
- 选择输入信号高/低电平宽度测量功能。
- TI00 引脚的有效边沿设置为双边沿（低电平宽度测量时）。
选择下降沿为开始触发，选择上升沿为捕捉触发。
- 设定 P00/TI00 引脚为 TI00 引脚。

（2）TAU0 通道 1 的初始化设置。

＜设置条件＞

- 将运行时钟（ $f_{\text{MCK}} = f_{\text{CLK}} = 24 \text{ MHz}$ ）设置为计数时钟。
- 选择输入脉冲间隔测量功能。
- TAU0 通道 1 的输入信号（副系统时钟）的有效边沿选择为使用开始触发、捕捉触发两种方式。
- 选择副系统时钟（ f_{SUB} ）为通道 1 的定时器输入。

（3）TAU0 通道 2 的初始化设置。

＜设置条件＞

- 将运行时钟 / 2^3 （ $f_{\text{MCK}} = f_{\text{CLK}} / 2^3 = 3 \text{ MHz}$ ）设置为计数时钟。
- 选择间隔定时器功能。
- 选择为仅软件触发开始有效。
- 设置定时器数据寄存器的值为 29999（752FH）。

（4）时钟输出/蜂鸣器输出控制电路的初始化设置。

＜设置条件＞

- 设定输出时钟为 $f_{\text{MAIN}} / 2^3$ （= 3 MHz）。

（5）外部中断的初始化设置。

＜设置条件＞

- INTPO 引脚的下降沿设置为外部中断请求的有效边沿。

（6）设定时钟输出和外部中断有效之后，执行 HALT 指令，进入 HALT 模式。

- (7) 一按下启动开关, 通过外部中断 (INTP0) 就可以解除 HALT 模式。通过 TAU0 通道 2 等待 10 ms 后, 再次确认连接到启动开关上的引脚 (P137/INTP0) 的电平, 以此来去除按键抖动。
- (8) 如果没有发生按键抖动, 就去确认连接到参数开关上的引脚 (P10) 的电平, 然后执行指定的校正处理。使用副系统时钟的情况下进行 (9) ~ (12) 的处理。另外, 使用外部输入信号的情况下进行 (13) ~ (15) 的处理。

使用副系统时钟的校正处理

- (9) 允许 TAU0 通道 1 动作。最初 (第一次) 捕捉结束后, 定时器中断 (INTTM01) 发生时捕捉的计数值要舍弃。
- (10) 舍弃第一次捕捉的值之后, 等待第 2 次以后的定时器中断 (INTTM01) 发生。
- (11) INTTM01 发生时, 保存捕捉值, 然后等待下次捕捉结束时的定时器中断发生。
- (12) 完成了对副系统时钟的脉冲间隔的 4 次测量之后, 计算出 4 次计数值的和, 然后进入 (16) 的处理。

使用外部输入信号的校正处理

- (13) 向 TI00 引脚输入低电平宽度为 1.953125 ms 的信号 (256 Hz、占空比为 50%)。
- (14) 等待 TAU0 通道 0 的捕捉结束定时器中断 (INTTM00) 发生。
- (15) INTTM00 发生后, 保存捕捉值, 然后进入 (16) 的处理。

高速内部振荡器的校正处理

- (16) 根据 (12) 或者 (15) 中取得的值, 对高速内部振荡器时钟的校正必要性和校正方向 (+1 / -1) 进行判断, 然后通过调整 HIOTRM 寄存器的设定值来校正高速内部振荡器的时钟频率。
- (17) 重复执行 (9) ~ (16) 的处理, 直到高速内部振荡器的时钟频率到达目标范围内。

4.2 选项字节设置一览

选项字节的设置，请参见“表 4.1”。

表 4.1 选项字节设置

地址	设定值	内容
000C0H/010C0H	11101111B	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	11100000B	HS 模式 HOCO: 24MHz
000C3H/010C3H	10000100B	允许片上调试

4.3 常量一览

参考例程中使用的常量，请参见“表 4.2”。

表 4.2 参考例程中使用的常量

常量	设定值	内容
HIOTRM_MAX	0b00111111	HIOTRM 寄存器的最大值
HIOTRM_MIN	0b00000000	HIOTRM 寄存器的最小值
CCNT_XT1_MAX	2932	副系统时钟计数的上限阈值
CCNT_XT1_MIN	2926	副系统时钟计数的下限阈值
CCNT_EXT_MAX	46921	外部输入信号计数的上限阈值
CCNT_EXT_MIN	46828	外部输入信号计数的下限阈值

4.4 变量一览

参考例程中使用的变量，请参见“表 4.3”。

表 4.3 参考例程中使用的变量

类型	变量名	说明	使用该变量的函数
uint8_t	calibration_count	校正用的计数值	R_Main_UseXT1() R_Main_ExternalClock() R_Trimming_OCO()
uint8_t	calibrate_history	校正的历史记录	R_Main_UseXT1() R_Main_ExternalClock() R_Trimming_OCO()
uint16_t	count_value	计数值 (作为 R_Trimming_OCO 的 参数使用)	R_Main_UseXT1() R_Main_ExternalClock() R_Trimming_OCO()
uint16_t	max	计数值的上限阈值	R_Main_UseXT1() R_Main_ExternalClock() R_Trimming_OCO()
uint16_t	min	计数值的下限阈值	R_Main_UseXT1() R_Main_ExternalClock() R_Trimming_OCO()

4.5 函数一览

参考例程中使用的函数，请参见“表 4.4”。

表 4.4 函数

函数名	概要
hdwinit	初始化函数
R_Systeminit	系统函数
R_CGC_Create	CPU 时钟设置
R_PORT_Create	初始化端口
R_TAU0_Create	TAU0 初始化设置
R_PCLBUZ0_Create	时钟输出/蜂鸣器输出控制电路初始化设置
R_INTC_Create	INTP0 初始化设置
main	主函数处理
R_PCLBUZ0_Start	时钟输出开始的处理
R_INTC0_Start	引脚输入边沿（INTP0）检测动作开始的处理
R_INTC0_Stop	引脚输入边沿（INTP0）检测动作停止的处理
R_TAU0_TMIF02_Clear	清除 TAU0 通道 2 中断请求标志的处理
R_TAU0_Channel2_Start	TAU0 通道 2 动作开始的处理
R_TAU0_Channel2_Stop	TAU0 通道 2 动作停止的处理
R_Main_UseXT1	使用副系统时钟的校正处理
R_TAU0_TMIF01_Clear	清除 TAU0 通道 1 中断请求标志的处理
R_TAU0_Channel1_Start	TAU0 通道 1 动作开始的处理
R_TAU0_Channel1_Stop	TAU0 通道 1 动作停止的处理
R_Main_ExternalClock	使用外部输入信号的校正处理
R_TAU0_TMIF00_Clear	清除 TAU0 通道 0 中断请求标志的处理
R_TAU0_Channel0_Start	TAU0 通道 0 动作开始的处理
R_TAU0_Channel0_Stop	TAU0 通道 0 动作停止的处理
R_Trimming_OCO	高速内部振荡器时钟的校正处理

4.6 函数说明

本节对参考例程中使用的函数进行说明。

[函数名] hdwinit

概要	初始化函数
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_userdefine.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_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_timer.h, r_cg_pclbuz.h, r_cg_userdefine.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_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_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	执行端口的初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TAU0_Create

概要	TAU0 初始化设置
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_TAU0_Create(void)
说明	执行 TAU0 初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_PCLBUZ0_Create

概要	时钟输出/蜂鸣器输出控制电路初始化设置
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_pclbuz.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_PCLBUZ0_Create(void)
说明	执行时钟输出/蜂鸣器输出控制电路初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_INTC_Create

概要	INTP0 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 INTP0 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_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_timer.h, r_cg_intc.h, r_cg_pclbuz.h, r_cg_userdefine.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_PCLBUZ0_Start

概要	时钟输出开始的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_pclbuz.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_PCLBUZ0_Start(void)
说明	允许时钟输出动作。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_INTC0_Start

概要	引脚输入边沿 (INTP0) 检测动作开始的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_intc.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_INTC0_Start(void)
说明	清除 INTP0 的中断请求标志, 允许 INTP0 中断处理。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_INTC0_Stop

概要	引脚输入边沿 (INTP0) 检测动作停止的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_intc.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_INTC0_Stop(void)
说明	禁止 INTP0 中断处理。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TAU0_TMIF02_Clear

概要	清除 TAU0 通道 2 中断请求标志的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_TAU0_TMIF02_Clear(void)
说明	清除 TAU0 通道 2 的中断请求标志。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TAU0_Channel2_Start

概要	TAU0 通道 2 动作开始的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_TAU0_Channel2_Start(void)
说明	TAU0 通道 2 计数开始。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TAU0_Channel2_Stop

概要	TAU0 通道 2 动作停止的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_TAU0_Channel2_Stop(void)
说明	TAU0 通道 2 计数停止。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_Main_UseXT1

概要	使用副系统时钟的校正处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_timer.h, r_cg_pclbuz.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_Main_UseXT1(void)
说明	捕捉副系统时钟的计数值以及校正处理。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TAU0_TMIF01_Clear

概要	清除 TAU0 通道 1 中断请求标志的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_TAU0_TMIF01_Clear(void)
说明	清除 TAU0 通道 1 的中断请求标志。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TAU0_Channel1_Start

概要	TAU0 通道 1 动作开始的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_TAU0_Channel1_Start(void)
说明	TAU0 通道 1 计数开始。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TAU0_Channel1_Stop

概要	TAU0 通道 1 动作停止的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_TAU0_Channel1_Stop(void)
说明	TAU0 通道 1 计数停止。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_Main_ExternalClock

概要	使用外部输入信号的校正处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_timer.h, r_cg_pclbuz.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_Main_ExternalClock(void)
说明	捕捉外部输入信号的计数值以及校正处理。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TAU0_TMIF00_Clear

概要	清除 TAU0 通道 0 中断请求标志的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_TAU0_TMIF00_Clear(void)
说明	清除 TAU0 通道 0 的中断请求标志。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TAU0_Channel0_Start

概要	TAU0 通道 0 动作开始的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_TAU0_Channel0_Start(void)
说明	TAU0 通道 0 计数开始。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TAU0_Channel0_Stop

概要	TAU0 通道 0 动作停止的处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_TAU0_Channel0_Stop(void)
说明	TAU0 通道 0 计数停止。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_Trimming_OCO

概要	高速内部振荡器时钟的校正处理
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_cgc.h, r_cg_port.h, r_cg_intc.h, r_cg_timer.h, r_cg_pclbuz.h, r_cg_userdefine.h
声明	uint8_t R_Trimming_OCO(uint16_t count)
说明	根据参数值设定 HIOTRM，然后判断是否需要继续校正处理。
参数	count : [对象时钟的计算值]
返回值	[0]的情况：校正结束 [1]的情况：继续校正
参考	无

4.7 流程图

4.7.1 整体流程

本篇应用说明中参考例程的整体流程，请参见“图 4.1”。

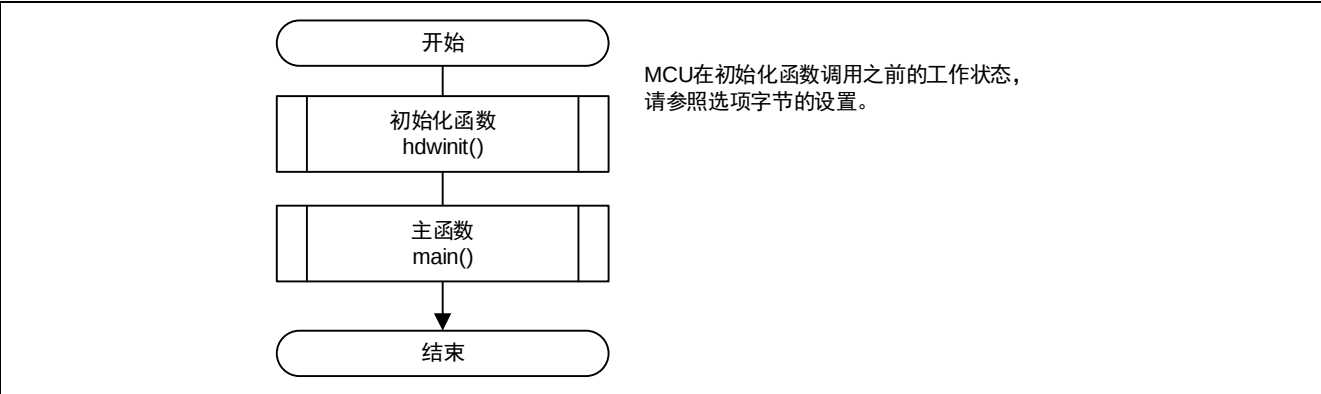


图 4.1 整体流程图

4.7.2 初始化函数

初始化函数的流程，请参见“图 4.2”。

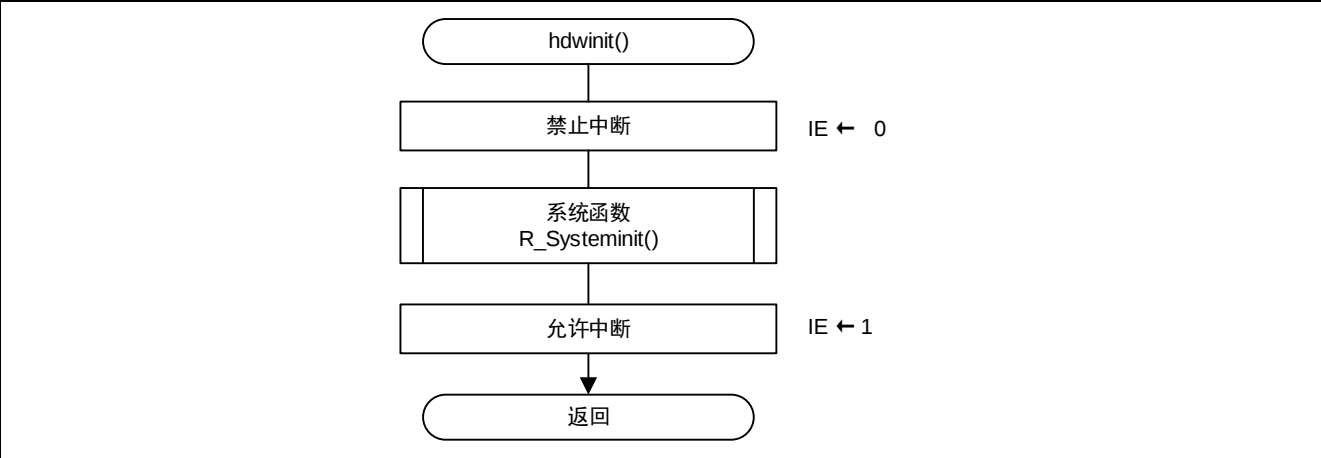


图 4.2 初始化函数

4.7.3 系统函数

系统函数的流程，请参见“图 4.3”。

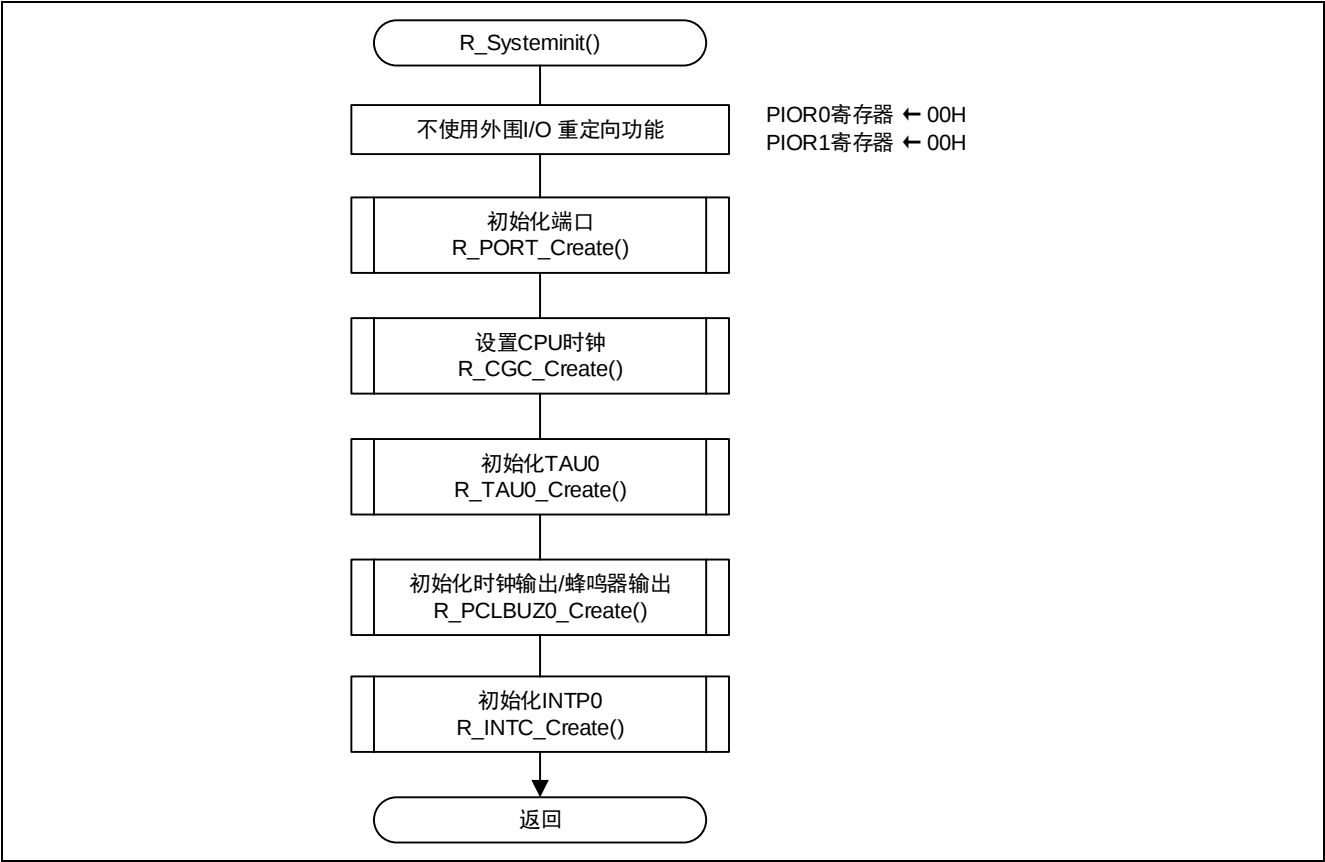


图 4.3 系统函数

4.7.4 初始化端口

初始化端口的流程，请参见“图 4.4”。

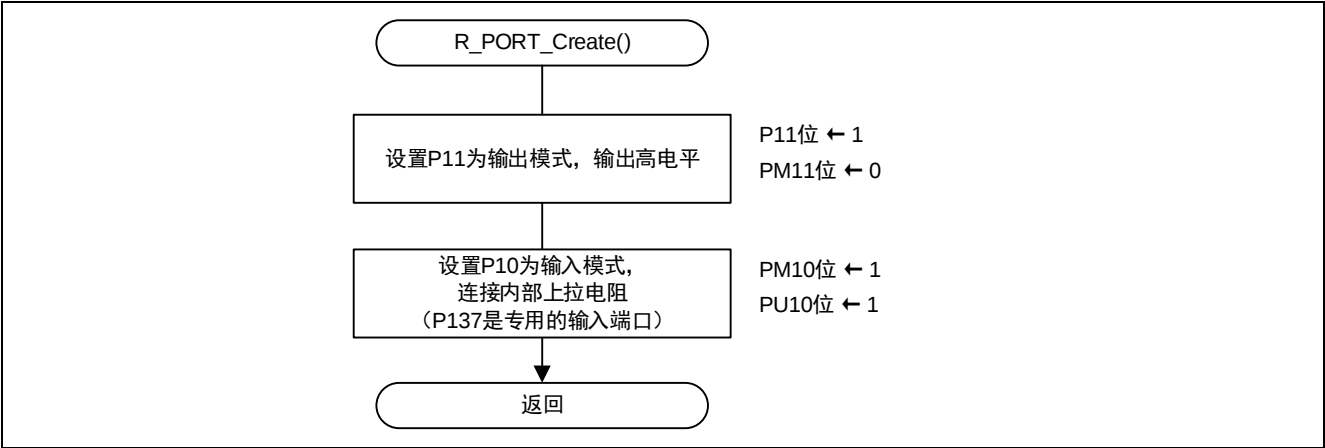


图 4.4 初始化端口

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} 。

LED 显示用端口的设置

• 端口寄存器 1 (P1)

设置端口寄存器 1

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
P1	P17	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10
设定值	x	x	x	x	x	x	1	x

位 1

P11	P11 引脚输出数据的控制
0	输出“0”
1	输出“1”

• 端口模式寄存器 1 (PM1)

设置 P11 引脚为输出模式

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PM1	PM17	PM16	PM15	PM14	PM13	PM12	PM11	PM10
设定值	x		x	x	x	x	0	

位 1

PM11	P11 引脚 I/O 模式的选择
0	输出模式（输出缓冲器 ON）
1	输入模式（输出缓冲器 OFF）

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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

参数开关用端口的设置

- 端口模式寄存器 1 (PM1)

设置 P10 引脚为输入模式

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PM1	PM17	PM16	PM15	PM14	PM13	PM12	PM11	PM10
设定值	x		x	x	x	x		1

位 0

PM10	P10 引脚 I/O 模式的选择
0	输出模式 (输出缓冲器 ON)
1	输入模式 (输出缓冲器 OFF)

- 上拉电阻选择寄存器 1 (PU1)

设置 P10 引脚连接内部上拉电阻

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PU1	PU17	PU16	PU15	PU14	PU13	PU12	PU11	PU10
设定值	x	x	x	x	x	x	x	1

位 0

PU10	P10 引脚的内部上拉的选择
0	不连接内部上拉电阻
1	连接内部上拉电阻

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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

4.7.5 CPU 时钟设置

CPU 时钟设置的流程，请参见“图 4.5”。

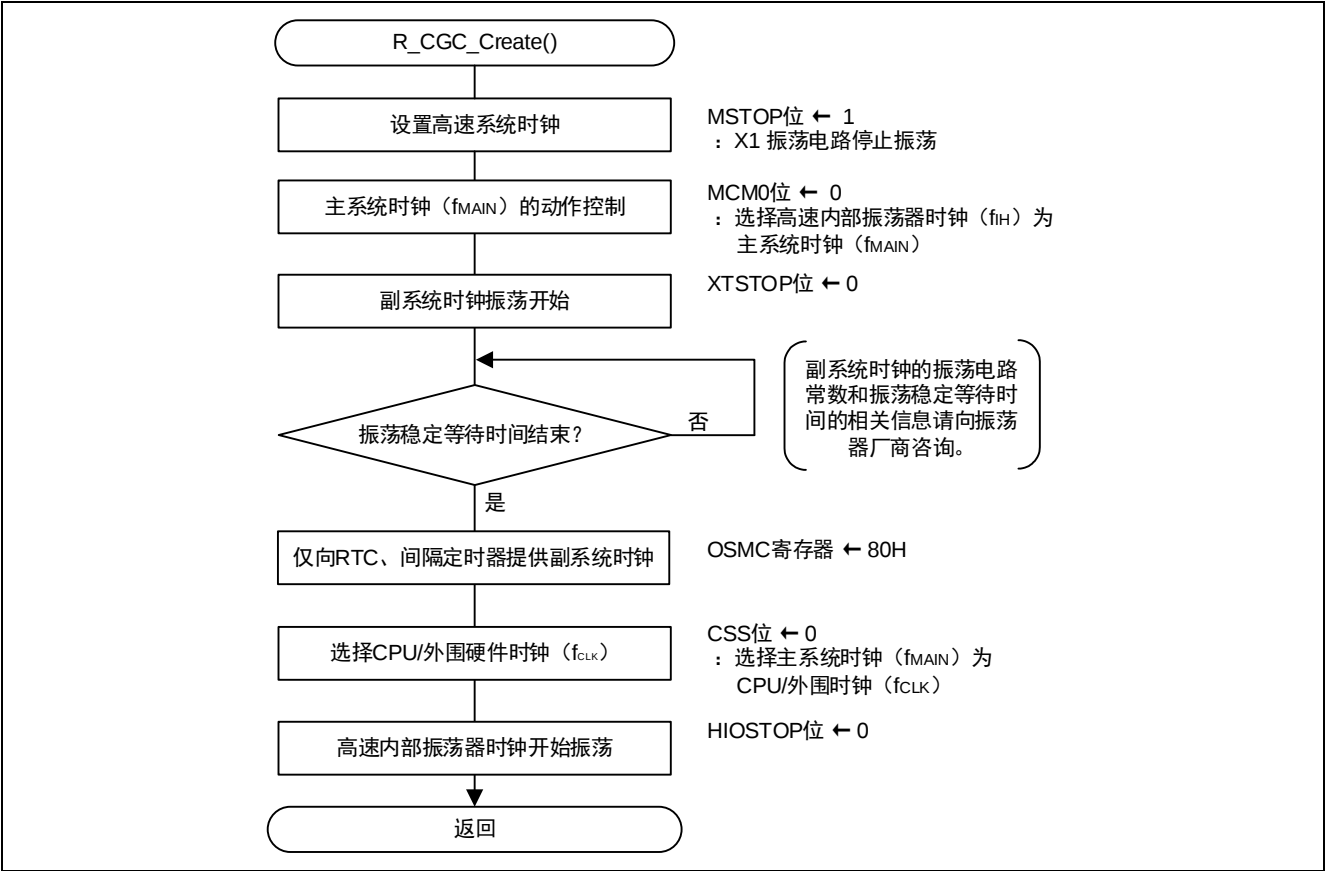


图 4.5 CPU 时钟设置

4.7.6 TAU0 初始化设置

TAU0 初始化设置的流程，请参见“图 4.6”和“图 4.7”。

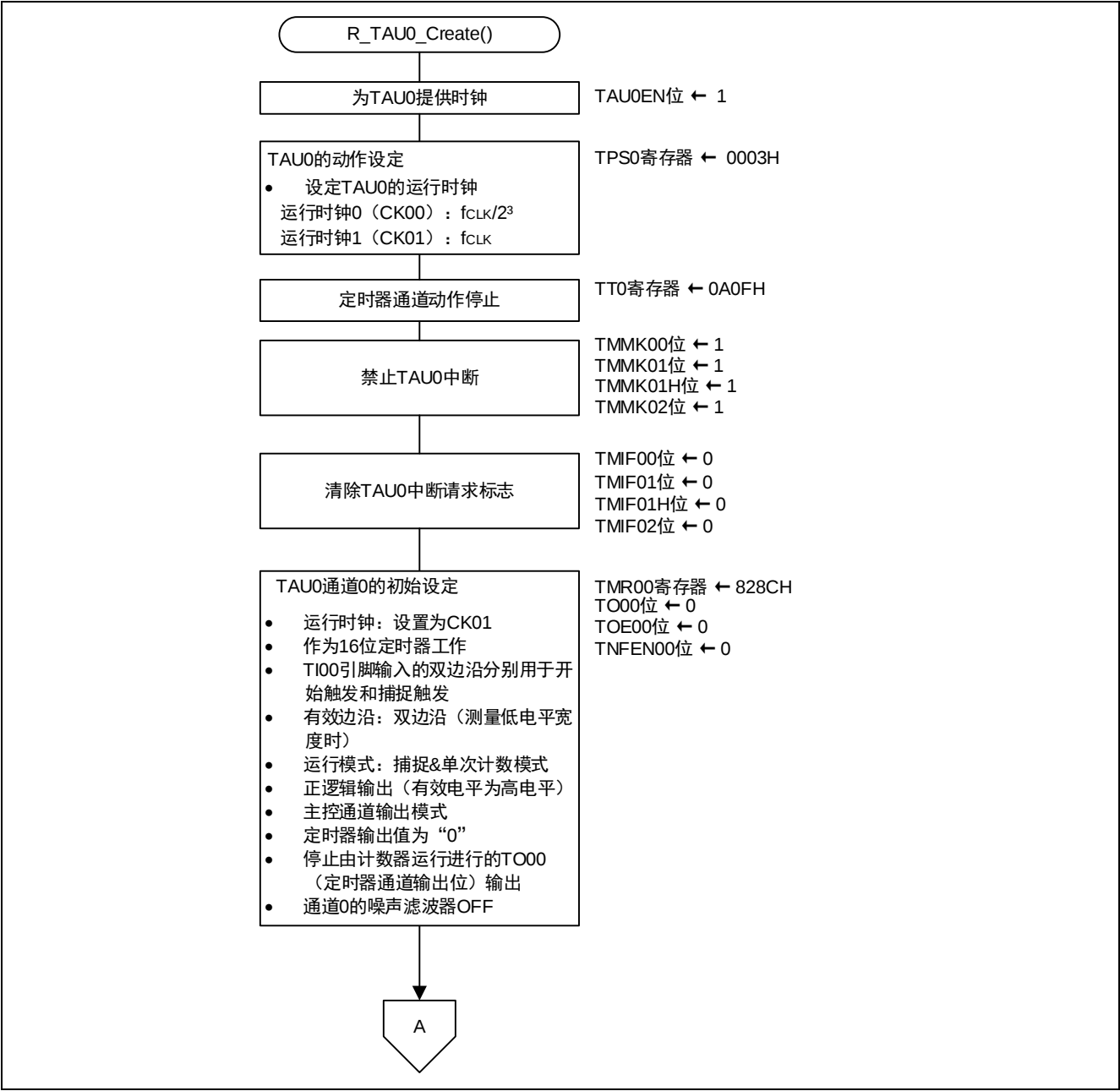


图 4.6 TAU0 的初始化设置 (1/2)

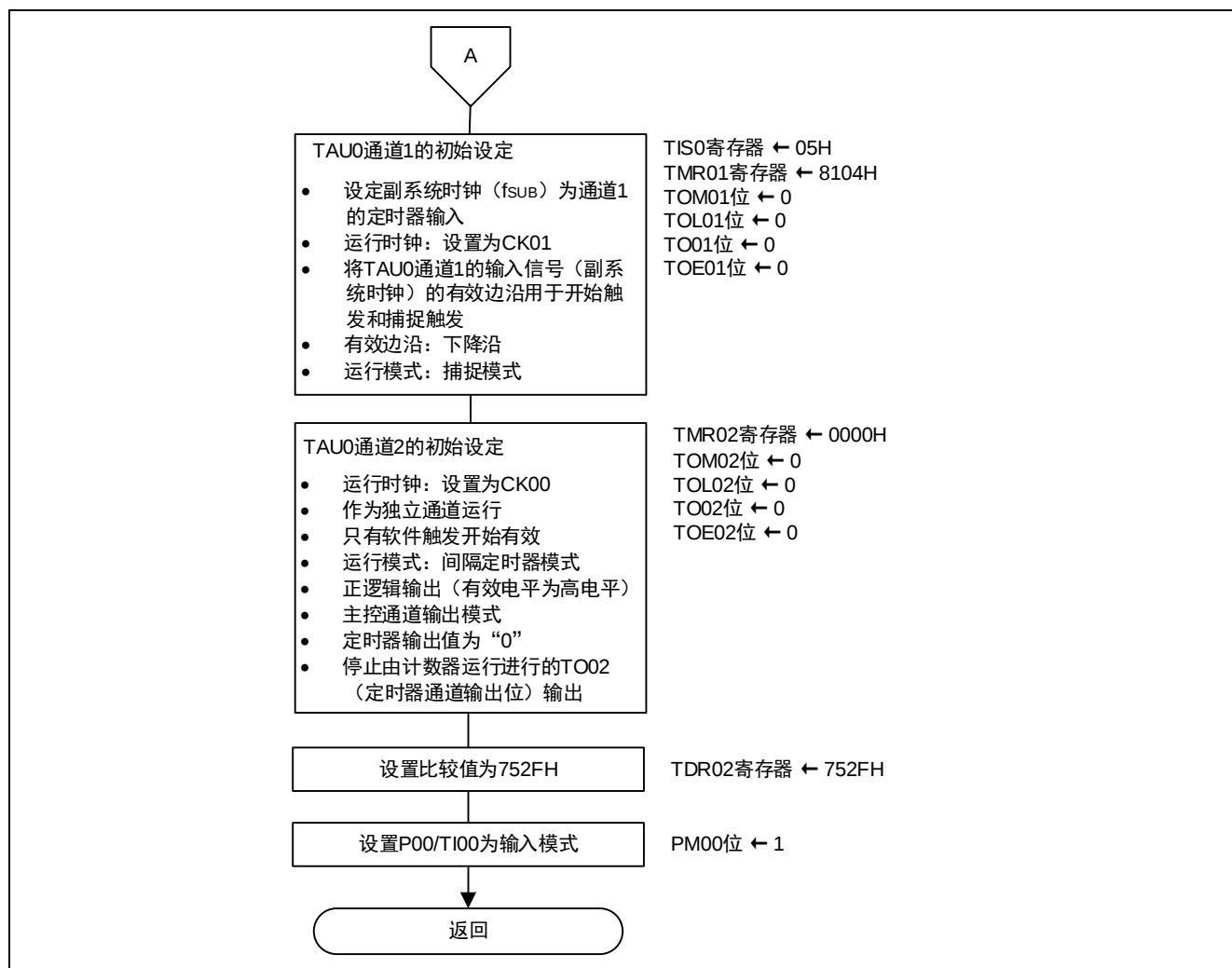


图 4.7 TAU0 的初始化设置 (2/2)

允许定时器 TAU0 的时钟供给

- 外围允许寄存器 0 (PER0)
允许向 TAU0 提供输入时钟。

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

位 0

TAU0EN	TAU0 的输入时钟控制
0	停止提供输入时钟 • 禁止改写 TAU0 使用的 SFR。 • TAU0 处于复位状态。
1	提供输入时钟 • 允许读写 TAU0 使用的 SFR。

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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 TAU0 的操作时钟

- 定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0)

设置运行时钟: CK00 = 3MHz, CK01 = 24MHz。

符号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TPS0	0	0	PRS 031	PRS 030	0	0	PRS 021	PRS 020	PRS 013	PRS 012	PRS 011	PRS 010	PRS 003	PRS 002	PRS 001	PRS 000
设定值	—	—	x	x	—	—	x	x	0	0	0	0	0	0	1	1

位 7~0

PRS 0k3	PRS 0k2	PRS 0k1	PRS 0k0	运行时钟 (CK0k) 的选择 (k=0、1)					
					f _{CLK} = 2 MHz	f _{CLK} = 5 MHz	f _{CLK} = 10 MHz	f _{CLK} = 20 MHz	f _{CLK} = 24 MHz
0	0	0	0	f _{CLK}	2 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz	24 MHz
0	0	0	1	f _{CLK} /2	1 MHz	2.5 MHz	5 MHz	10 MHz	12 MHz
0	0	1	0	f _{CLK} /2 ²	500 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz	5 MHz	6 MHz
0	0	1	1	f _{CLK} /2 ³	250 kHz	625 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz	3 MHz
0	1	0	0	f _{CLK} /2 ⁴	125 kHz	312.5 kHz	625 kHz	1.25 MHz	1.5 MHz
0	1	0	1	f _{CLK} /2 ⁵	62.5 kHz	156.25 kHz	312.5 kHz	625 kHz	750 kHz
0	1	1	0	f _{CLK} /2 ⁶	31.25 kHz	78.13 kHz	156.25 kHz	312.5 kHz	375 kHz
0	1	1	1	f _{CLK} /2 ⁷	15.63 kHz	39.06 kHz	78.13 kHz	156.25 kHz	187.5 kHz
1	0	0	0	f _{CLK} /2 ⁸	7.81 kHz	19.53 kHz	39.06 kHz	78.13 kHz	93.75 kHz
1	0	0	1	f _{CLK} /2 ⁹	3.91 kHz	9.77 kHz	19.53 kHz	39.06 kHz	46.88 kHz
1	0	1	0	f _{CLK} /2 ¹⁰	1.95 kHz	4.88 kHz	9.77 kHz	19.53 kHz	23.44 kHz
1	0	1	1	f _{CLK} /2 ¹¹	976.56 Hz	2.44 kHz	4.88 kHz	9.77 kHz	11.72 kHz
1	1	0	0	f _{CLK} /2 ¹²	488.28 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz	4.88 kHz	5.86 kHz
1	1	0	1	f _{CLK} /2 ¹³	244.14 Hz	610.35 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz	2.93 kHz
1	1	1	0	f _{CLK} /2 ¹⁴	122.07 Hz	305.18 Hz	610.35 Hz	1.22 kHz	1.46 kHz
1	1	1	1	f _{CLK} /2 ¹⁵	61.04 Hz	152.59 Hz	305.18 Hz	610.35 Hz	732.42 Hz

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C014 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

停止 TAU0

- 定时器通道停止寄存器 0 (TT0)
停止 TAU0 的所有通道运行。

符号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TT0	0	0	0	0	TTH03	0	TTH01	0	0	0	0	0	TT03	TT02	TT01	TT00
设定值	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	1	1	1	1

位 11 和位 9

TTH0n	通道 n 为 8 位定时器模式时的高 8 位定时器的运行停止触发
0	没有触发运行。
1	将 TEH0n 位清 “0”，进入计数停止状态。

n=3 或 1

位 3~0

TT0n	通道 n 的运行停止触发
0	没有触发运行。
1	将 TE0n 位清 “0”，进入计数停止状态。

n=3~0

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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

屏蔽 TAU0 通道 0、通道 1 和通道 2 中断

- 中断屏蔽标志寄存器 (MK1L)

禁止 TAU0 通道 0、通道 1 和通道 2 的中断处理。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
MK1L	TMMK03	TMMK02	TMMK01	TMMK00	IICAMK0	SREMK1 TMMK03H	SRMK1 CSIMK11 IICMK11	STMK1 CSIMK10 IICMK10
设定值	x	1	1	1	x	x	x	x

位 6

TMMK02	中断处理控制
0	允许中断处理。
1	禁止中断处理。

位 5

TMMK01	中断处理控制
0	允许中断处理。
1	禁止中断处理。

位 4

TMMK00	中断处理控制
0	允许中断处理。
1	禁止中断处理。

- 中断屏蔽标志寄存器 (MK0H)

禁止 TAU0 通道 1 高 8 位定时器中断处理。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
MK0H	SREMK0 TMMK01H	SRMK0 CSIMK01 IICMK01	STMK0 CSIMK00 IICMK00	1	1	SREMK2	SRMK2 CSIMK21 IICMK21	STMK2 CSIMK20 IICMK20
设定值	1	x	x	—	—	x	x	x

位 7

TMMK01H	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 R7F0C014 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

清除 TAU0 通道 0、通道 1 和通道 2 中断标志位

- 中断请求标志寄存器 (IF1L)

清除 TAU0 通道 0、通道 1 和通道 2 中断请求标志位。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
IF1L	TMIF03	TMIF02	TMIF01	TMIF00	IICAIF0	SREIF1 TMIF03H	SRIF1 CSIF11 IICIF11	STIF1 CSIF10 IICIF10
设定值	x	0	0	0	x	x	x	x

位 6

TMIF02	中断请求标志
0	不产生中断请求信号。
1	产生中断请求，处于中断请求状态。

位 5

TMIF01	中断请求标志
0	不产生中断请求信号。
1	产生中断请求，处于中断请求状态。

位 4

TMIF00	中断请求标志
0	不产生中断请求信号。
1	产生中断请求，处于中断请求状态。

- 中断请求标志寄存器 (IF0H)

清除 TAU0 通道 1 高 8 位定时器中断请求标志位。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
IF0H	SREIF0 TMIF01H	SRIF0 CSIF01 IICIF01	STIF0 CSIF00 IICIF00	0	0	SREIF2	SRIF2 CSIF21 IICIF21	STIF2 CSIF20 IICIF20
设定值	0	x	x	—	—	x	x	x

位 7

TMIF01H	中断请求标志
0	不产生中断请求信号。
1	产生中断请求，处于中断请求状态。

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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 TAU0 通道 0 操作模式

- 定时器模式寄存器 (TMR00)

运行时钟 (f_{MCK}): CK01。

计数时钟 (f_{TCLK}): f_{MCK} 。

开始触发: 将 TI00 引脚输入的双边沿用于开始触发和捕捉触发。

操作模式: 捕捉&单次计数模式 (在开始计数时不产生定时器中断)。

符号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TMR00	CKS001	CKS000	0	CCS00	0	STS002	STS001	STS000	CIS001	CIS000	0	0	MD003	MD002	MD001	MD000
设定值	1	0	—	0	—	0	1	0	1	0	—	—	1	1	0	0

位 15~14

CKS001	CKS000	通道 0 运行时钟 (f_{MCK}) 的选择
0	0	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK00
0	1	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK02
1	0	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK01
1	1	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK03

运行时钟 (f_{MCK}) 用于边沿检测电路, 通过设置 CCS00 位来产生采样时钟和计数时钟 (f_{TCLK})。只有通道 1 和通道 3 才能选择操作时钟 CK02 和 CK03。

位 12

CCS00	通道 0 计数时钟 (f_{TCLK}) 的选择
0	由 CKS000 位和 CKS001 位指定的运行时钟 (f_{MCK})
1	TI00 引脚输入信号的有效边沿

计数时钟 (f_{TCLK}) 用于计数器、输出控制电路和中断控制电路。

位 10~8

STS002	STS001	STS000	通道 0 的开始触发和捕捉触发的设定
0	0	0	只有软件触发开始有效 (不可以选择其他触发源)。
0	0	1	将 TI00 引脚输入的有效边沿用于开始触发和捕捉触发。
0	1	0	将 TI00 引脚输入的双边沿均用于开始触发和捕捉触发。
1	0	0	使用主控通道的中断信号 (该通道用作联动通道操作功能时的从属通道)。
上述以外			禁止设定。

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C014 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

位 7~6

CIS001	CIS000	TI00 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

当 STS002~STS000 位不为“010B”并且使用双边沿指定时，必须将 CIS001~CIS000 位置为“10B”。

位 3~1

MD003	MD002	MD001	通道 0 运行模式的设定	对应功能	TCR 计数运行
0	0	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（主控）	递减计数
0	1	0	捕捉模式	输入脉冲间隔测量	递增计数
0	1	1	事件计数器模式	外部事件计数器	递减计数
1	0	0	单次计数模式	延迟计数器/单触发脉冲输出/PWM 输出（从属）	递减计数
1	1	0	捕捉&单次计数模式	输入信号的高/低电平宽度的测量	递增计数
上述以外			禁止设定。		

MD000 位的操作根据操作模式不同而有所差异（参阅下表）。

位 0

操作模式（由 MD003~MD001 位设定（参阅上表））	MD000	开始计数和中断的设定
●间隔定时器模式（0、0、0）	0	在开始计数时不产生定时器中断（定时器的输出也不发生变化）。
●捕捉模式（0、1、0）	1	在开始计数时产生定时器中断（定时器的输出也发生变化）。
●事件计数器模式（0、1、1）	0	在开始计数时不产生定时器中断（定时器的输出也不发生变化）。
●单次计数模式（1、0、0）	0	计数运行中的开始触发无效。此时不产生中断。
	1	计数运行中的开始触发有效。此时不产生中断。
●捕捉&单次计数模式（1、1、0）	0	在开始计数时不产生定时器中断（定时器的输出也不发生变化）。 计数运行中的开始触发无效。此时不产生中断。
上述以外		禁止设定

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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

选择通道 1 的定时器输入

- 定时器输入选择寄存器 1 (TIS0)

选择 TAU0 通道 1 使用的定时器输入：副系统时钟 (f_{SUB})

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
TIS0	0	0	0	TIS04	0	TIS02	TIS01	TIS00
设定值	—	—	—	x	—	1	0	1

位 2~0

TIS02	TIS01	TIS00	通道 1 使用的定时器输入的选择
0	0	0	定时器输入引脚 (TI01) 的输入信号
0	0	1	ELC 的事件输入信号
0	1	0	定时器输入引脚 (TI01) 的输入信号
0	1	1	
1	0	0	低速内部振荡器时钟 (f_{IL})
1	0	1	副系统时钟 (f_{SUB})
上述以外			禁止设定。

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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 TAU0 通道 1 操作模式

- 定时器模式寄存器 (TMR01)

运行时钟 (f_{MCK}): CK01。

计数时钟 (f_{CLK}): f_{MCK} 。

开始触发: 将 TAU0 通道 1 的输入信号 (副系统时钟) 的有效边沿用于开始触发和捕捉触发。

操作模式: 捕捉模式 (在开始计数时不产生定时器中断)。

符号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TMR01	CKS011	CKS010	0	CCS01	SPLIT01	STS012	STS011	STS010	CIS011	CIS010	0	0	MD013	MD012	MD011	MD010
设定值	1	0	—	0	0	0	0	1	0	0	—	—	0	1	0	0

位 15~14

CKS011	CKS010	通道 1 运行时钟 (f_{MCK}) 的选择
0	0	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK00
0	1	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK02
1	0	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK01
1	1	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK03

运行时钟 (f_{MCK}) 用于边沿检测电路, 通过设置 CCS01 位来产生采样时钟和计数时钟 (f_{CLK})。只有通道 1 和通道 3 才能选择操作时钟 CK02 和 CK03。

位 12

CCS01	通道 1 计数时钟 (f_{CLK}) 的选择
0	由 CKS010 位和 CKS011 位指定的运行时钟 (f_{MCK})
1	TI01 引脚输入信号的有效边沿

计数时钟 (f_{CLK}) 用于计数器、输出控制电路和中断控制电路。

位 11

SPLIT01	通道 1 的 8 位定时器/16 位定时器的运行选择
0	用作 16 位定时器
1	用作 8 位定时器

位 10~8

STS012	STS011	STS010	通道 1 的开始触发和捕捉触发的设定
0	0	0	只有软件触发开始有效 (不可以选择其他触发源)。
0	0	1	将 TAU0 通道 1 的输入信号的有效边沿用于开始触发和捕捉触发。
0	1	0	将 TAU0 通道 1 的输入信号的双边沿均用于开始触发和捕捉触发。
1	0	0	使用主控通道的中断信号 (该通道用作联动通道操作功能时的从属通道)。
上述以外			禁止设定。

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C014 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

位 7~6

CIS011	CIS010	TAU0 通道 1 的输入信号的有效边沿的选择
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

当 STS012~STS010 位不为“010B”并且使用双边沿指定时，必须将 CIS011~CIS010 位置“10B”。

位 3~1

MD013	MD012	MD011	通道 1 运行模式的设定	对应功能	TCR 计数运行
0	0	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（主控）	递减计数
0	1	0	捕捉模式	输入脉冲间隔测量	递增计数
0	1	1	事件计数器模式	外部事件计数器	递减计数
1	0	0	单次计数模式	延迟计数器/单触发脉冲输出/PWM 输出（从属）	递减计数
1	1	0	捕捉&单次计数模式	输入信号的高/低电平宽度的测量	递增计数
上述以外			禁止设定。		

MD010 位的操作根据操作模式不同而有所差异（参阅下表）。

位 0

操作模式（由 MD013~MD011 位设定（参阅上表））	MD010	开始计数和中断的设定
●间隔定时器模式（0、0、0）	0	在开始计数时不产生定时器中断（定时器的输出也不发生变化）。
●捕捉模式（0、1、0）	1	在开始计数时产生定时器中断（定时器的输出也发生变化）。
●事件计数器模式（0、1、1）	0	在开始计数时不产生定时器中断（定时器的输出也不发生变化）。
●单次计数模式（1、0、0）	0	计数运行中的开始触发无效。此时不产生中断。
	1	计数运行中的开始触发有效。此时不产生中断。
●捕捉&单次计数模式（1、1、0）	0	在开始计数时不产生定时器中断（定时器的输出也不发生变化）。 计数运行中的开始触发无效。此时不产生中断。
上述以外		禁止设定

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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 TAU0 通道 2 操作模式

- 定时器模式寄存器 (TMR02)

运行时钟 (f_{MCK}) : CK00。

计数时钟 (f_{TCLK}) : f_{MCK}。

开始触发: 只有软件触发开始有效。

操作模式: 间隔定时器模式。

符号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TMR02	CKS021	CKS020	0	CCS02	MASTER02	STS022	STS021	STS020	CIS021	CIS020	0	0	MD023	MD022	MD021	MD020
设定值	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	—	—	0	0	0	0

位 15~14

CKS021	CKS020	通道 2 运行时钟 (f _{MCK}) 的选择
0	0	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK00
0	1	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK02
1	0	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK01
1	1	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的运行时钟 CK03

运行时钟 (f_{MCK}) 用于边沿检测电路, 通过设置 CCS02 位来产生采样时钟和计数时钟 (f_{TCLK})。只有通道 1 和通道 3 才能选择操作时钟 CK02 和 CK03。

位 12

CCS02	通道 2 计数时钟 (f _{TCLK}) 的选择
0	由 CKS020 位和 CKS021 位指定的运行时钟 (f _{MCK})
1	TI02 引脚输入信号的有效边沿

计数时钟 (f_{TCLK}) 用于计数器、输出控制电路和中断控制电路。

位 11

MASTER02	通道 2 的独立通道运行/多通道联动运行 (从属或者主控) 的选择
0	用作独立通道运行功能或者多通道联动运行功能的从属通道
1	用作多通道联动运行功能的主控通道

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C014 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

位 10~8

STS022	STS021	STS020	通道 2 的开始触发和捕捉触发的设定
0	0	0	只有软件触发开始有效（不可以选择其他触发源）。
0	0	1	将 TI02 引脚输入的有效边沿用于开始触发和捕捉触发。
0	1	0	将 TI02 引脚输入的双边沿均用于开始触发和捕捉触发。
1	0	0	使用主控通道的中断信号（该通道用作联动通道操作功能时的从属通道）。
上述以外			禁止设定

位 3~1

MD023	MD022	MD021	通道 2 运行模式的设定	对应功能	TCR 计数运行
0	0	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（主控）	递减计数
0	1	0	捕捉模式	输入脉冲间隔测量	递增计数
0	1	1	事件计数器模式	外部事件计数器	递减计数
1	0	0	单次计数模式	延迟计数器/单触发脉冲输出/PWM 输出（从属）	递减计数
1	1	0	捕捉&单次计数模式	输入信号的高/低电平宽度的测量	递增计数
上述以外			禁止设定		

MD020 位的操作根据操作模式不同而有所差异（参阅下表）。

位 0

操作模式（由 MD023~MD021 位设定（参阅上表））	MD020	开始计数和中断的设定
●间隔定时器模式（0、0、0）	0	在开始计数时不产生定时器中断（定时器的输出也不发生变化）。
●捕捉模式（0、1、0）	1	在开始计数时产生定时器中断（定时器的输出也发生变化）。
●事件计数器模式（0、1、1）	0	在开始计数时不产生定时器中断（定时器的输出也不发生变化）。
●单次计数模式（1、0、0）	0	计数运行中的开始触发无效。此时不产生中断。
	1	计数运行中的开始触发有效。此时不产生中断。
●捕捉&单次计数模式（1、1、0）	0	在开始计数时不产生定时器中断（定时器的输出也不发生变化）。 计数运行中的开始触发无效。此时不产生中断。
上述以外		禁止设定

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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

设置间隔定时器周期

- 定时器数据寄存器 02 (TDR02)
设置 TAU0 通道 2 的定时时间为 10ms。

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TDR02																

脉冲周期 = (TDR02 的设置值 + 1) × 计数时钟周期

$$10[\text{ms}] = (1/3[\text{MHz}]) \times (\text{TDR02 的设置值} + 1)$$

$$\Rightarrow \text{TDR02 的设置值} = 29999$$

设置定时器输出模式

- 定时器输出模式寄存器 0 (TOM0)
设置各通道的输出模式。

符号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TOM0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TOM03	TOM02	TOM01	0
设定值	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	0	0	—

位 2

TOM02	通道 2 定时器输出模式的控制
0	主控通道输出模式 (通过定时器中断请求信号 (INTTM02) 产生交替输出)
1	从属通道输出模式 (输出由主通道的定时器中断请求信号 (INTTM02) 置位, 由从属通道的定时器中断请求信号 (INTTM03) 复位)

位 1

TOM01	通道 1 定时器输出模式的控制
0	主控通道输出模式 (通过定时器中断请求信号 (INTTM01) 产生交替输出)
1	从属通道输出模式 (输出由主通道的定时器中断请求信号 (INTTM00) 置位, 由从属通道的定时器中断请求信号 (INTTM01) 复位)

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 R7F0C014 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

设置定时器输出引脚的输出电平

- 定时器输出电平寄存器 0 (TOL0)
设置各通道的定时器输出电平。

符号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TOL0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TOL03	TOL02	TOL01	0
设定值	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	0	0	—

位 2

TOL02	通道 2 定时器输出电平的控制
0	正逻辑输出（高电平有效）
1	负逻辑输出（低电平有效）

位 1

TOL01	通道 1 定时器输出电平的控制
0	正逻辑输出（高电平有效）
1	负逻辑输出（低电平有效）

设置 TAU0 输出引脚的输出值

- 定时器输出寄存器 (TO0)
设置各通道的定时器输出引脚的输出值。

符号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TO0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TO03	TO02	TO01	TO00
设定值	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	0	0	0

位 2

TO02	通道 2 的定时器输出
0	定时器的输出值为“0”。
1	定时器的输出值为“1”。

位 1

TO01	通道 1 的定时器输出
0	定时器的输出值为“0”。
1	定时器的输出值为“1”。

位 0

TO00	通道 0 的定时器输出
0	定时器的输出值为“0”。
1	定时器的输出值为“1”。

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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

- 定时器输出允许寄存器 (TOE0)
禁止 TAU0 通道 0、通道 1 和通道 2 的输出。

符号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TOE0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TOE03	TOE02	TOE01	TOE00
设定值	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	x	0	0	0

位 2

TOE02	通道 2 定时器输出的允许/禁止
0	禁止定时器的输出。 定时器的操作不反映到 TO02 位，固定输出。
1	允许定时器的输出。 定时器的操作反映到 TO02 位，产生输出波形。

位 1

TOE01	通道 1 定时器输出的允许/禁止
0	禁止定时器的输出。 定时器的操作不反映到 TO01 位，固定输出。
1	允许定时器的输出。 定时器的操作反映到 TO01 位，产生输出波形。

位 0

TOE00	通道 0 定时器输出的允许/禁止
0	禁止定时器的输出。 定时器的操作不反映到 TO00 位，固定输出。
1	允许定时器的输出。 定时器的操作反映到 TO00 位，产生输出波形。

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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 TAU0 通道 0 和通道 1 噪声滤波器

- 噪声滤波器允许寄存器 1 (NFEN1)

禁止 TAU0 通道 0 和通道 1 的输入信号噪声滤波器。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
NFEN1	0	0	0	0	TNFEN03	TNFEN02	TNFEN01	TNFEN00
设定值	—	—	—	—	x	x	x	0

位 0

TNFEN00	允许/禁止 TI00 引脚的噪声滤波器
0	噪声滤波器 OFF
1	噪声滤波器 ON

设置 TAU0 通道 0 和通道 1 输入引脚

- 端口模式寄存器 0 (PM0)

设置 P00 引脚为输入模式。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PM0	1	PM06	PM05	PM04	PM03	PM02	PM01	PM00
设定值	—	x	x	x	x	x	x	1

位 0

PM00	P00 引脚 I/O 模式的选择
0	输出模式 (输出缓冲器 ON)
1	输入模式 (输出缓冲器 OFF)

- 端口模式寄存器 1 (PM1)

设置 P16 引脚为输入模式。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PM1	PM17	PM16	PM15	PM14	PM13	PM12	PM11	PM10
设定值	x	1	x	x	x	x		

位 6

PM16	P16 引脚 I/O 模式的选择
0	输出模式 (输出缓冲器 ON)
1	输入模式 (输出缓冲器 OFF)

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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

4.7.7 时钟输出/蜂鸣器输出控制电路的初始化设置

时钟输出/蜂鸣器输出控制电路初始化设置的流程，请参见“图 4.8”。

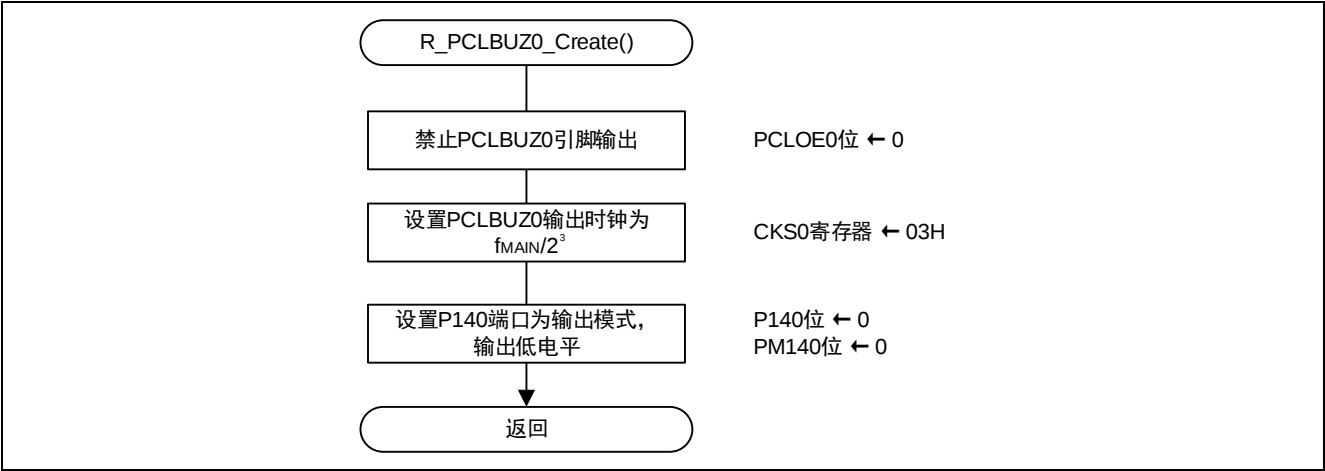


图 4.8 时钟输出/蜂鸣器输出控制电路的初始化设置

选择输出时钟

- 时钟输出选择寄存器 0 (CKS0)
选择 PCLBUZ0 引脚的输出时钟。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS0	PCLOE0	0	0	0	CSEL0	CCS02	CCS01	CCS00
设定值	0	—	—	—	0	0	1	1

位 7

PCLOE0	PCLBUZ0 引脚输出允许/禁止的指定
0	禁止输出 (默认值)
1	允许输出

位 3~0

CSEL0	CCS02	CCS01	CCS00	PCLBUZ0 引脚输出时钟的选择				
					$f_{\text{MAIN}} = 5 \text{ MHz}$	$f_{\text{MAIN}} = 10 \text{ MHz}$	$f_{\text{MAIN}} = 20 \text{ MHz}$	$f_{\text{MAIN}} = 24 \text{ MHz}$
0	0	0	0	f_{MAIN}	5 MHz	10 MHz	禁止设定	禁止设定
0	0	0	1	$f_{\text{MAIN}}/2$	2.5 MHz	5 MHz	10 MHz	12 MHz
0	0	1	0	$f_{\text{MAIN}}/2^2$	1.25 MHz	2.5 MHz	5 MHz	6 MHz
0	0	1	1	$f_{\text{MAIN}}/2^3$	625 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz	3 MHz
0	1	0	0	$f_{\text{MAIN}}/2^4$	312.5 kHz	625 kHz	1.25 kHz	1.5 MHz
0	1	0	1	$f_{\text{MAIN}}/2^{11}$	2.44 kHz	4.88 kHz	9.77 kHz	11.72 kHz
0	1	1	0	$f_{\text{MAIN}}/2^{12}$	1.22 kHz	2.44 kHz	4.88 kHz	5.86 kHz
0	1	1	1	$f_{\text{MAIN}}/2^{13}$	610 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz	2.93 kHz
1	0	0	0	f_{SUB}	32.768 kHz			
1	0	0	1	$f_{\text{SUB}}/2$	16.384 kHz			
1	0	1	0	$f_{\text{SUB}}/2^2$	8.192 kHz			
1	0	1	1	$f_{\text{SUB}}/2^3$	4.096 kHz			
1	1	0	0	$f_{\text{SUB}}/2^4$	2.048 kHz			
1	1	0	1	$f_{\text{SUB}}/2^5$	1.024 kHz			
1	1	1	0	$f_{\text{SUB}}/2^6$	512 kHz			
1	1	1	1	$f_{\text{SUB}}/2^7$	256 kHz			

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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 PCLBUZ0 引脚

- 端口寄存器 14 (P14)
设置 P140 引脚输出为 0。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
P14	P147	P146	0	0	0	0	P141	P140
设定值	x	x	—	—	—	—	x	0

位 0

P140	P140 引脚输出数据的控制
0	输出“0”
1	输出“1”

- 端口模式寄存器 14 (PM14)
设置 P140 引脚为输入模式。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PM14	PM147	PM146	1	1	1	1	PM141	PM140
设定值	x	x	—	—	—	—	x	0

位 0

PM140	P140 引脚 I/O 模式的选择
0	输出模式 (输出缓冲器 ON)
1	输入模式 (输出缓冲器 OFF)

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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

4.7.8 INTP0 的初始化设置

INTP0 的初始化设置的流程，请参见“图 4.9”。

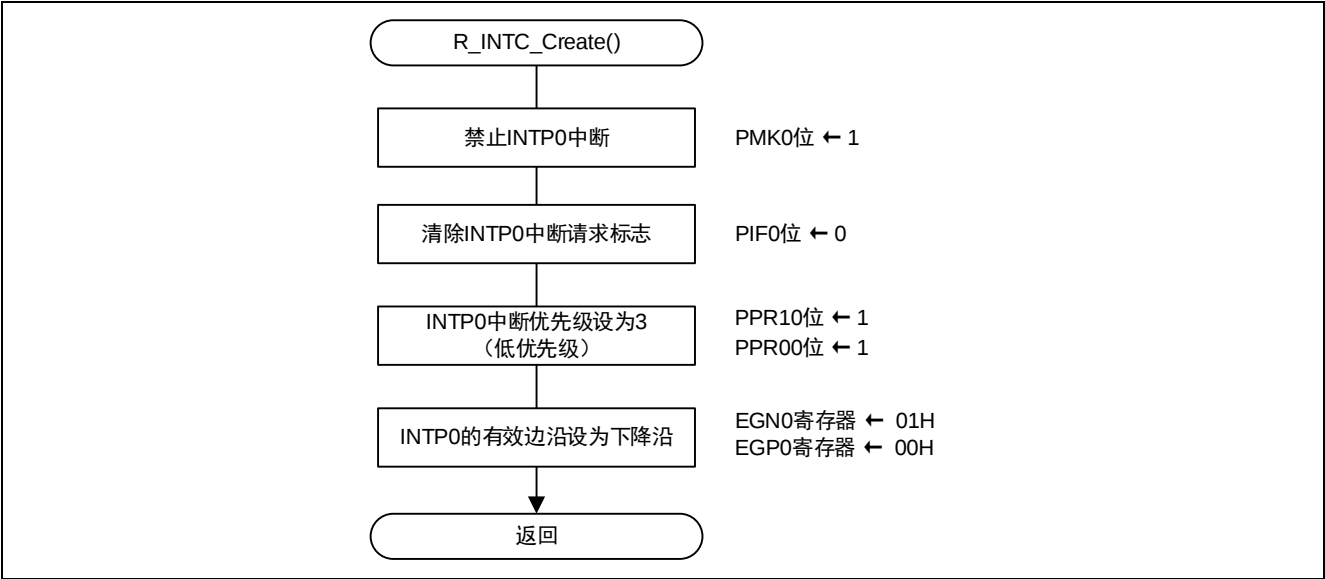


图 4.9 INTP0 的初始化设置

屏蔽 INTP0 中断

- 中断屏蔽标志寄存器 (MK0L)

禁止 INTP0 中断处理。

符号 7 6 5 4 3 2 1 0

MK0L	PMK5	PMK4	PMK3	PMK2	PMK1	PMK0	LVIMK	WDTIMK
设定值	x	x	x	x	x	1	x	x

位 2

PMK0	中断处理控制
0	允许中断处理。
1	禁止中断处理。

清除 INTP0 中断标志位

- 中断请求标志寄存器 (IF0L)

清除 INTP0 中断请求标志位。

符号 7 6 5 4 3 2 1 0

IF0L	PIF5	PIF4	PIF3	PIF2	PIF1	PIF0	LVIIIF	WDTIIF
设定值	x	x	x	x	x	0	x	x

位 2

PIF0	中断请求标志
0	不产生中断请求信号。
1	产生中断请求，处于中断请求状态。

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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 中断优先级

- 中断优先级指定标志寄存器（PR00L、PR10L）

设置 INTP0 的中断优先级。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PR00L	PPR05	PPR04	PPR03	PPR02	PPR01	PPR00	LVIPR0	WDTIPR0
设定值	x	x	x	x	x	1	x	x

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PR10L	PPR15	PPR14	PPR13	PPR12	PPR11	PPR10	LVIPR1	WDTIPR1
设定值	x	x	x	x	x	1	x	x

位 2

PPR10	PPR00	INTP0 中断优先级的选择
0	0	指定优先级 0（高优先级）
0	1	指定优先级 1
1	0	指定优先级 2
1	1	指定优先级 3（低优先级）

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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 有效边沿

- 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 的有效边沿为下降沿。

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	x	0

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	x	1

位 0

EGP0	EGN0	INTP0 引脚有效边沿的选择
0	0	禁止检测边沿
0	1	下降沿
1	0	上升沿
1	1	上升和下降的双边沿

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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

4.7.9 主函数处理

主函数处理的流程，请参见“图 4.10”和“图 4.11”。

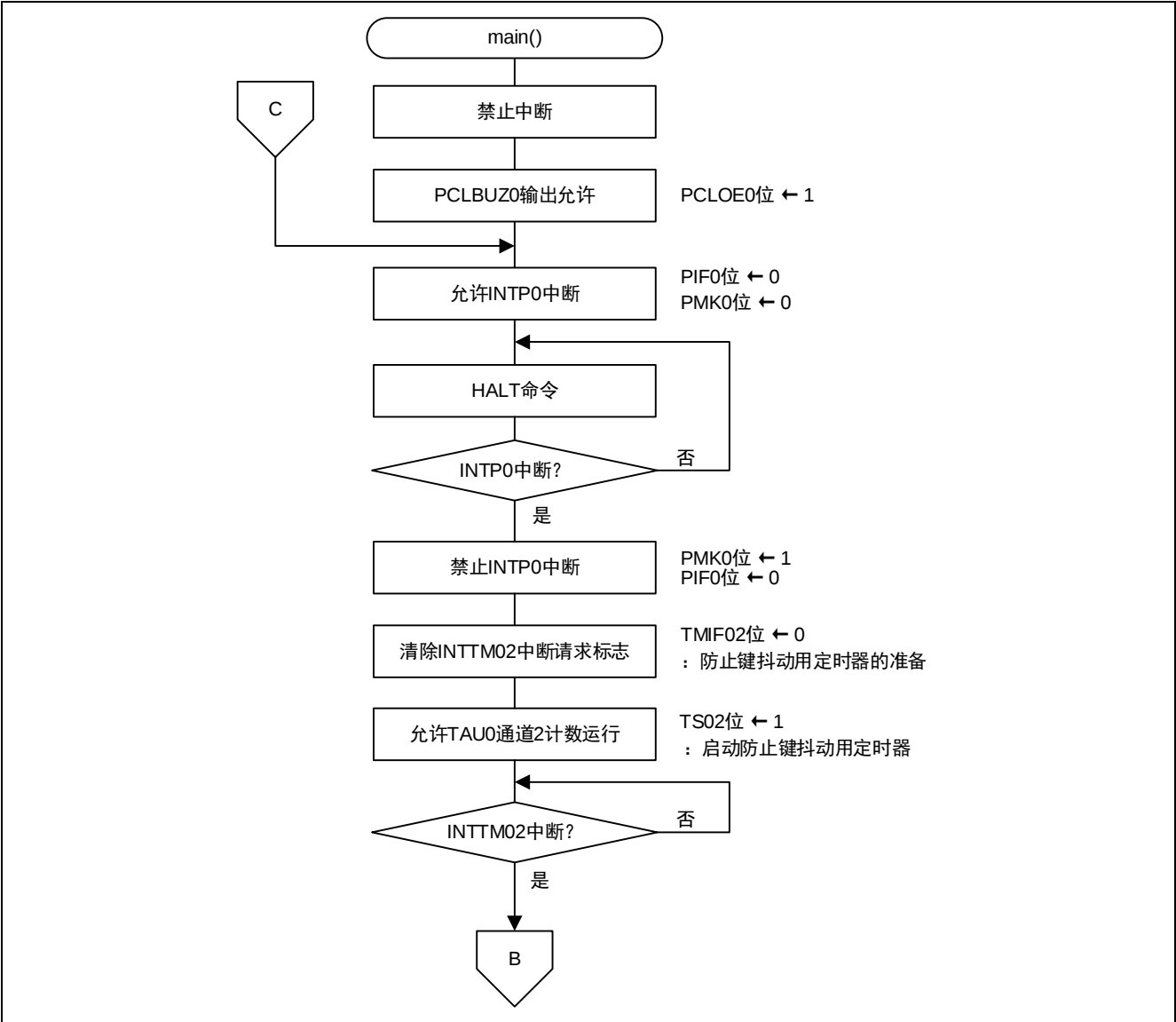


图 4.10 主函数处理 (1/2)

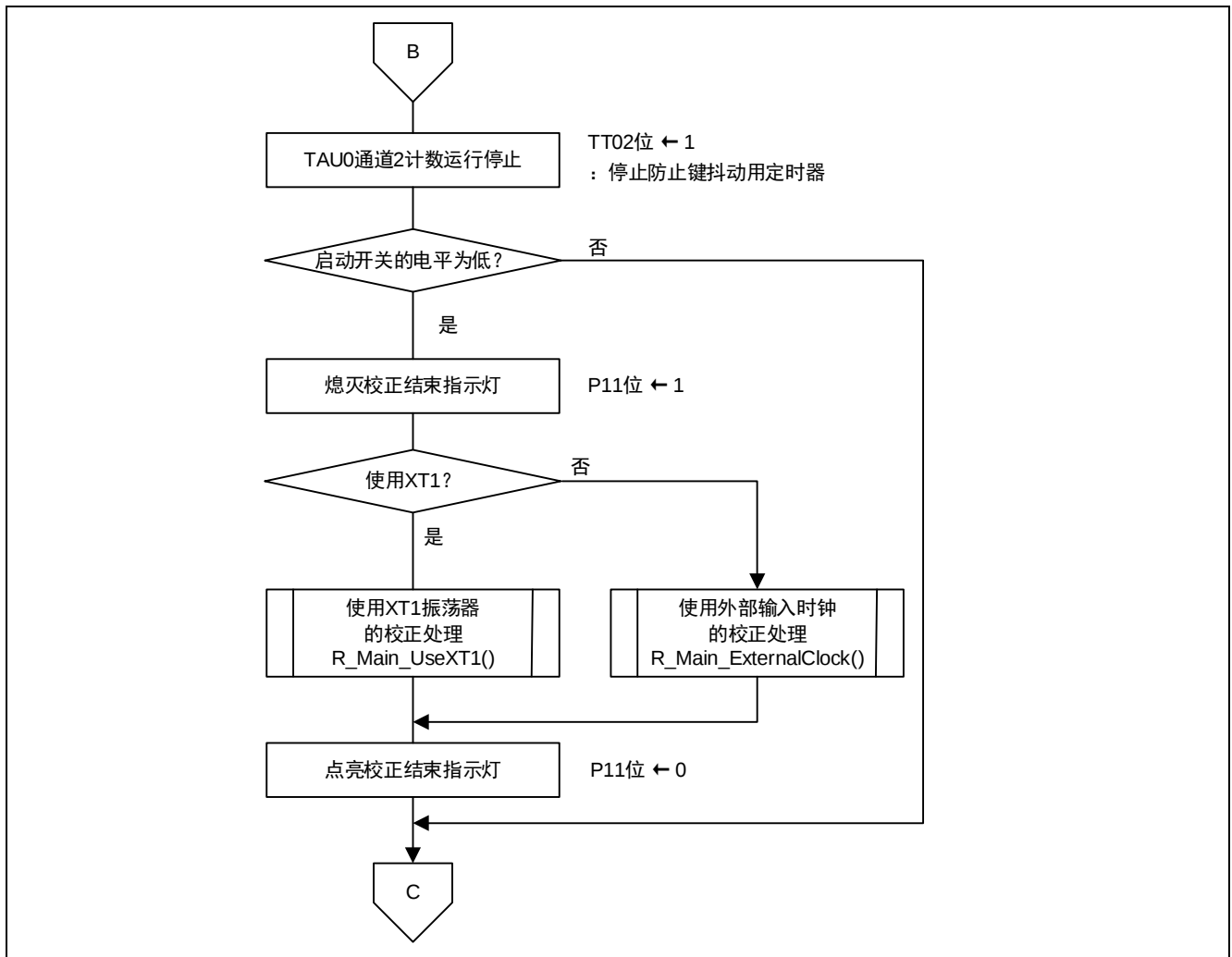
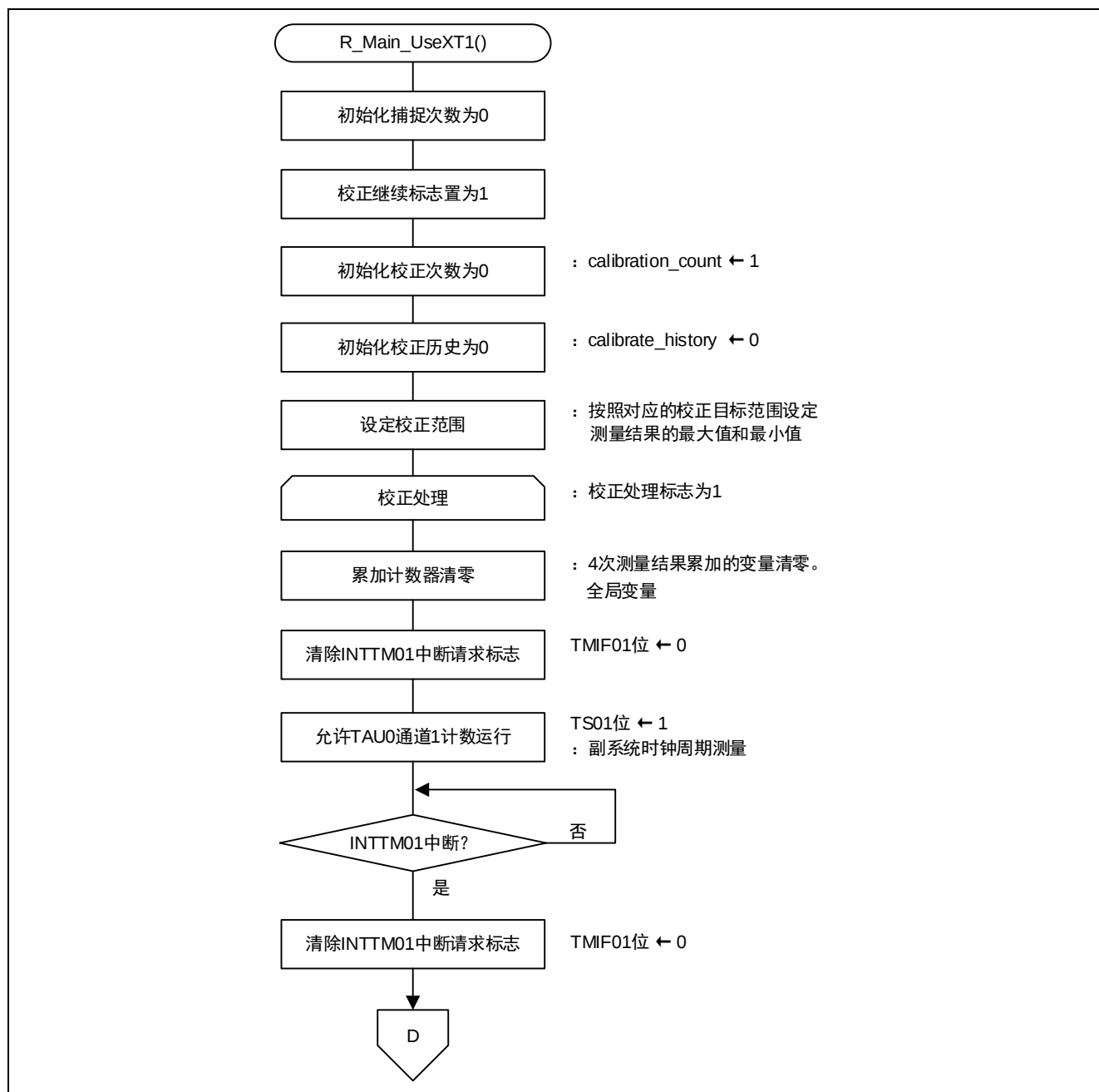
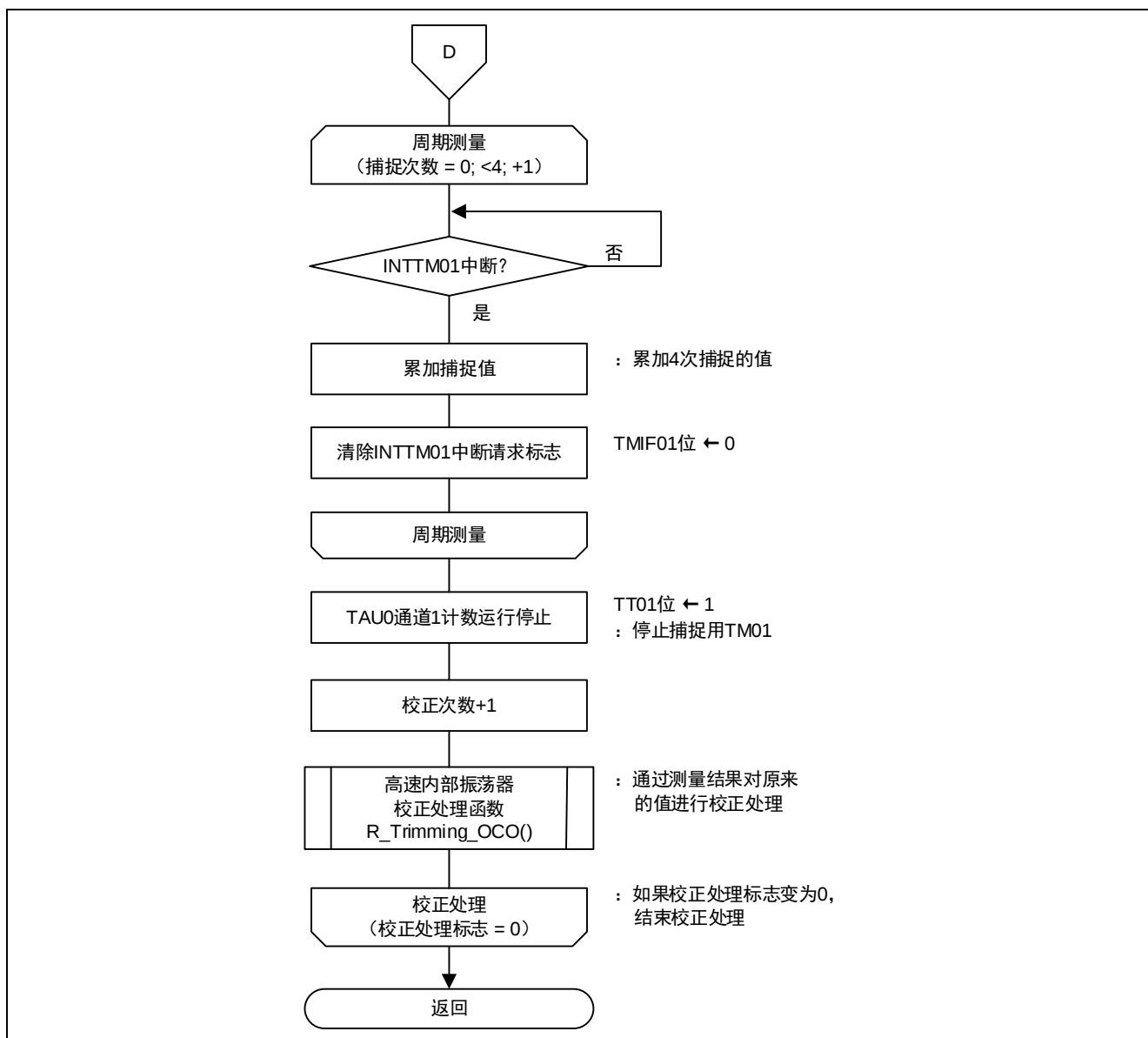


图 4.11 主函数处理 (2/2)

4.7.10 使用副时钟 XT1 的校正处理

使用副时钟 XT1 的校正处理的流程，请参见“图 4.12”和“图 4.13”。





4.7.11 使用外部输入时钟的校正处理

使用外部输入时钟的校正处理的流程，请参见“图 4.14”。

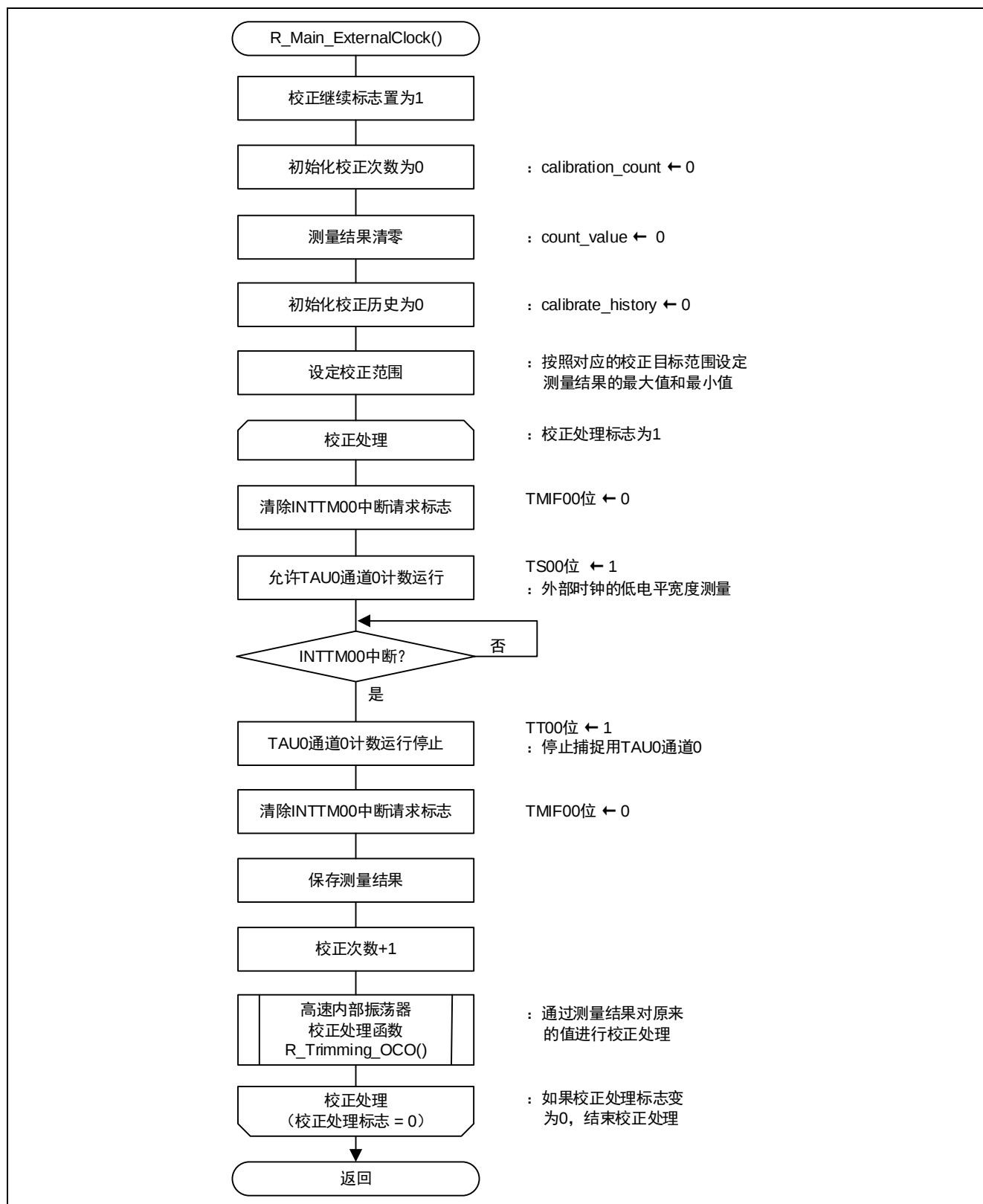


图 4.14 使用外部输入时钟的校正处理

4.7.12 高速内部振荡器校正处理

高速内部振荡器校正处理的流程，请参见“图 4.15”和“图 4.16”。

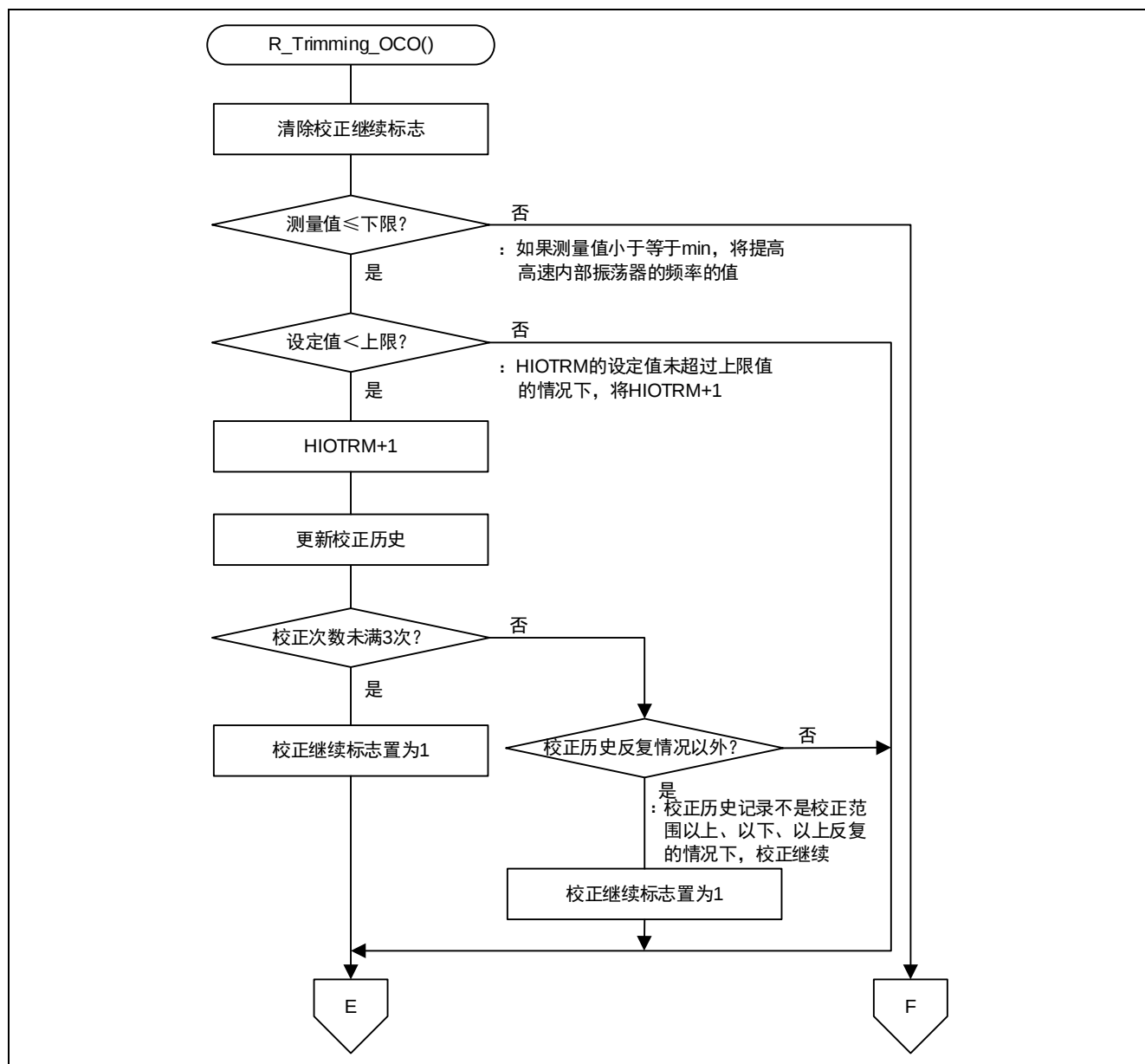


图 4.15 高速内部振荡器校正处理 (1/2)

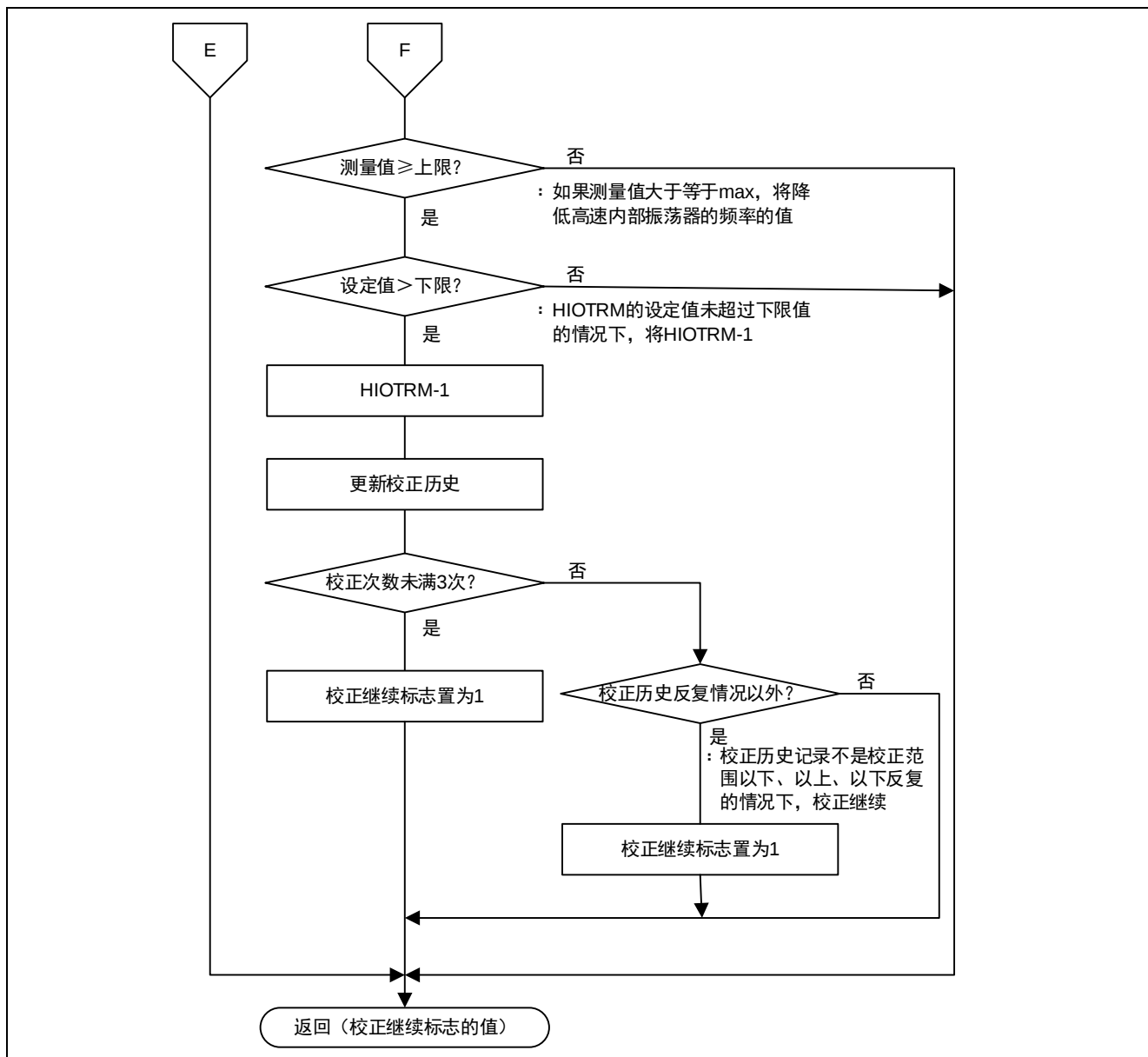


图 4.16 高速内部振荡器校正处理 (2/2)

高速内部振荡器时钟的频率校正

- 高速内部振荡器的微调寄存器（HIOTRM）
对高速内部振荡器的时钟频率进行校正。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
HIOTRM	0	0	HIOTRM5	HIOTRM4	HIOTRM3	HIOTRM2	HIOTRM1	HIOTRM0
设定值	—	—						

位 5~0

HIOTRM5	HIOTRM4	HIOTRM3	HIOTRM2	HIOTRM1	HIOTRM0	高速内部振荡器
0	0	0	0	0	0	最低速 ↑ ↓ 最高速
0	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	1	1	
0	0	0	1	0	0	
•						
•						
•						
1	1	1	1	1	0	
1	1	1	1	1	1	

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C014 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. 参考例程

参考例程请从瑞萨电子网页上取得。

6. 参考文献

R7F0C014B2D、R7F0C014L2D 用户手册 硬件篇 (R01UH0442C)

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	2015.09	—	初版发行

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

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 implantation 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- This document may not be reproduced or duplicated in any form, in whole or in part, without prior written consent of Renesas Electronics.
- 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

- 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 and 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。
- 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。
- 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。
- 用户不得更改、修改、复制或制造或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。
- 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、植埋于体内的装置等）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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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任何目的（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。
- 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。
- 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。
- 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
9251 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, U.K
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: +86-21-2226-0999

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: +852-2265-6688, 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: +65-6213-0200, Fax: +65-6213-0300

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: +60-3-7955-9390, Fax: +60-3-7955-9510

Renesas Electronics India Pvt. Ltd.
No.777C, 100 Feet Road, HAL II 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: +82-2-558-5737, Fax: +82-2-558-5141