

---

## RL78/G13 群

R01AN0455CC0101

### 定时器阵列单元 (PWM 输出)

Rev.1.01

2015.09.30

---

#### 要点

本篇应用说明举例介绍了定时器阵列单元 (TAU) 中的 PWM 输出。每 500ms 更改 PWM 输出占空比，翻转 LED 灯的状态。

#### 对象 MCU

RL78/G13

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

## 目录

1.	规格 .....	3
2.	动作确认条件 .....	5
3.	相关应用说明 .....	5
4.	硬件说明 .....	6
4.1	硬件配置示例 .....	6
4.2	使用引脚一览 .....	6
5.	软件说明 .....	7
5.1	操作概要 .....	7
5.2	选项字节设置一览 .....	8
5.3	常量一览 .....	8
5.4	函数一览 .....	8
5.5	函数说明 .....	9
5.6	流程图 .....	10
5.6.1	初始化函数 .....	10
5.6.2	系统函数 .....	11
5.6.3	初始化端口 .....	12
5.6.4	CPU 时钟设置 .....	13
5.6.5	定时器阵列单元设置 .....	14
5.6.6	主函数处理 .....	28
5.6.7	定时器阵列单元操作开始 .....	29
5.6.8	INTTM00 中断处理 .....	32
6.	参考例程 .....	33
7.	参考文献 .....	33
	公司主页和咨询窗口 .....	33

### 1. 规格

本篇应用说明介绍了 PWM 输出功能，通道 0 作为主通道，通道 1 作为从通道，使用多通道联动操作模式。PWM 的输出与 LED1（用作 PWM 输出）相连接，控制灯的亮度。通道 0 的定时器中断（INTTM00）产生固定周期（500ms），改变 PWM 输出的占空比，翻转 LED2（用作更新）。

相关外围功能及用途，请参见“表 1.1”。PWM 输出的动作概要，请参见“图 1.1”。PWM 输出的占空比与 LED 亮度的关系，请参见“表 1.2”。PWM 输出动作概要的时序图，请参见“图 1.2”。

表 1.1 相关外围功能和用途

外围功能	用途
定时器阵列单元 0	通道 0 和通道 1 联动操作设置 PWM 功能，从 TO01 引脚进行 PWM 输出

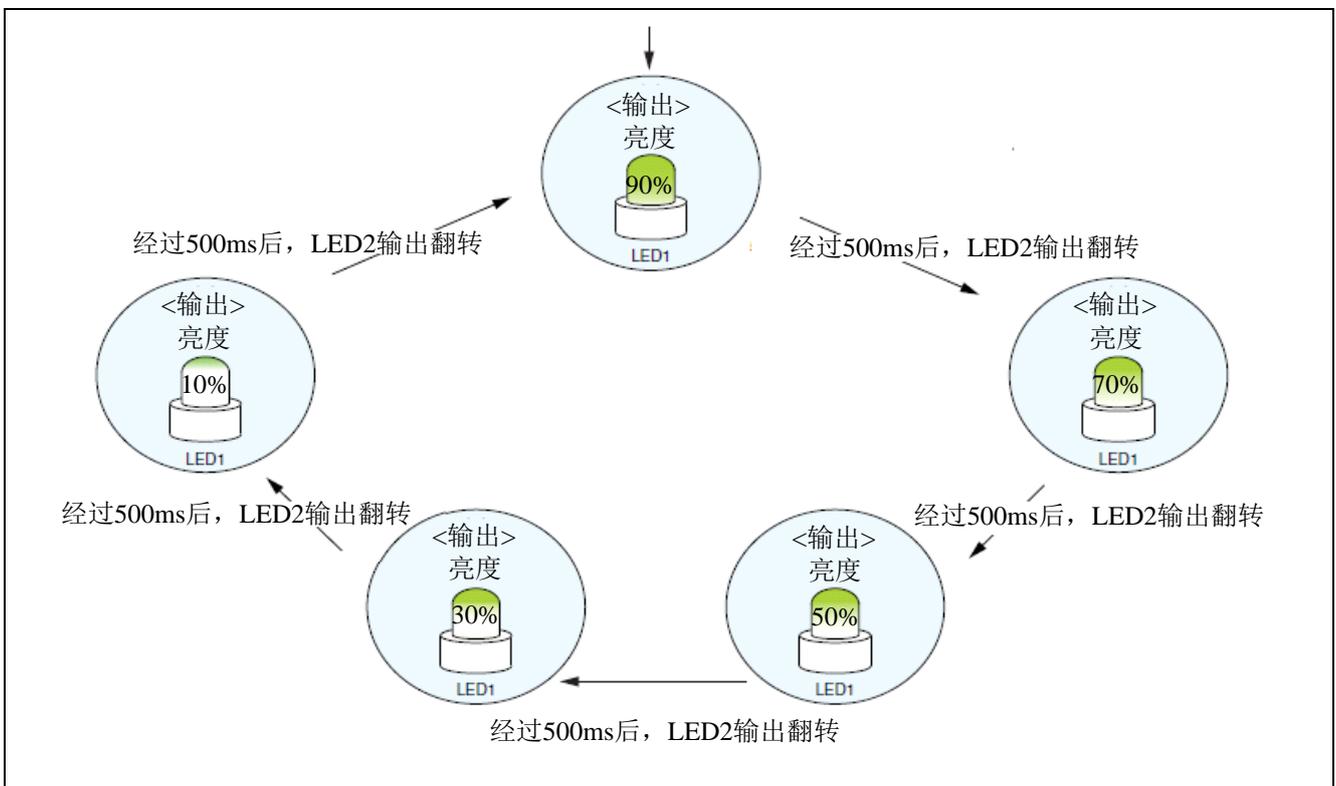


图 1.1 PWM 输出的动作概要

表 1.2 PWM 输出的占空比与 LED 亮度的关系

占空比	LED1 的亮度
10%	90%
30%	70%
50%	50%
70%	30%
90%	10%

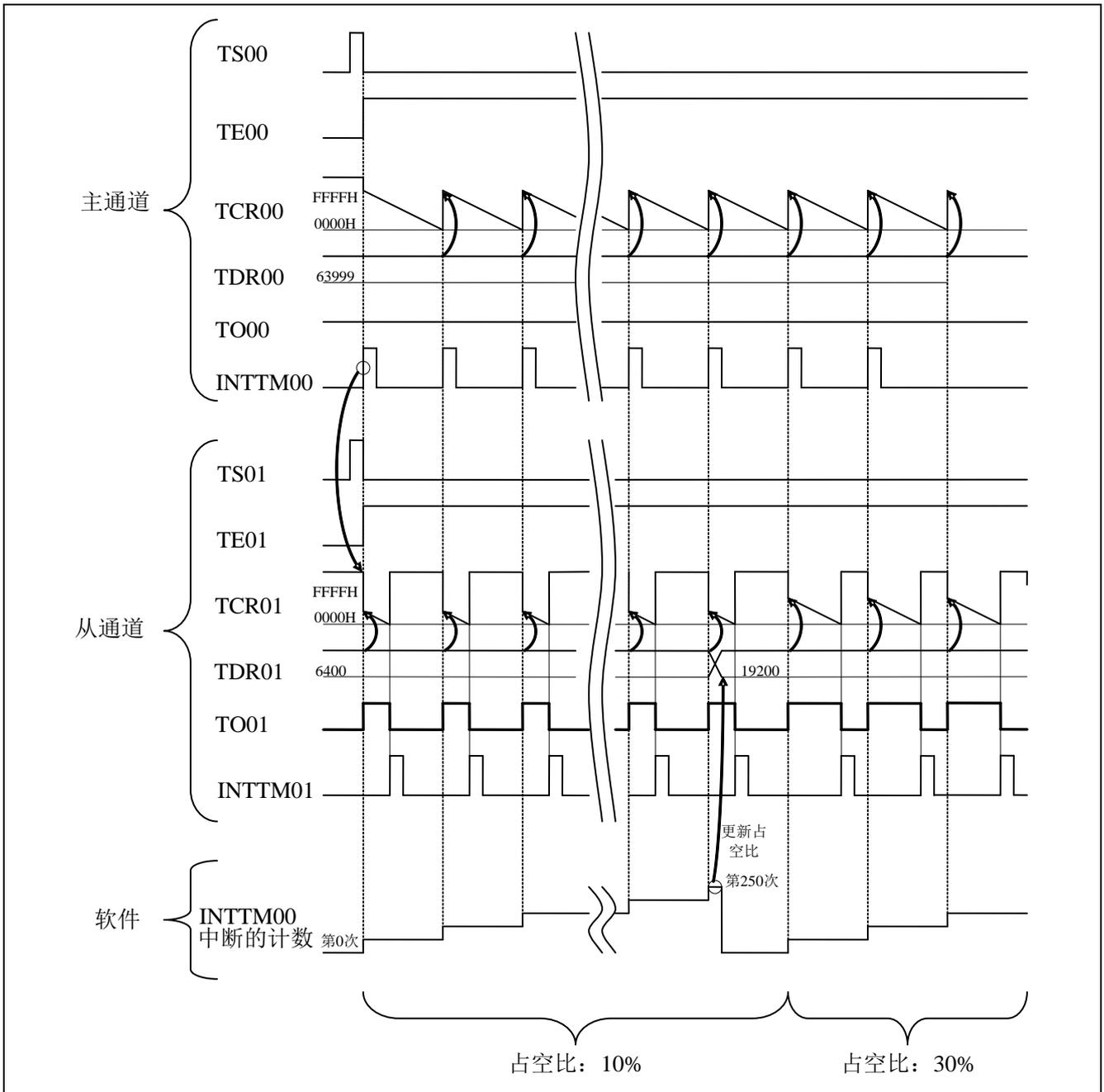


图 1.2 PWM 输出动作概要的时序图

## 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	高速内部振荡器（HOCO）时钟：32MHz CPU/外围功能时钟：32MHz
工作电压	5.0V（工作电压范围：2.9V~5.5V） LVD 工作模式（V <sub>LVD</sub> ）：复位模式 2.81V（2.76V~2.87V）
集成开发环境	CubeSuite+ V1.00.01（瑞萨电子开发）
C 编译器	CA78K0R V1.20（瑞萨电子开发）

## 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（R01AN0451EJ0100）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”。

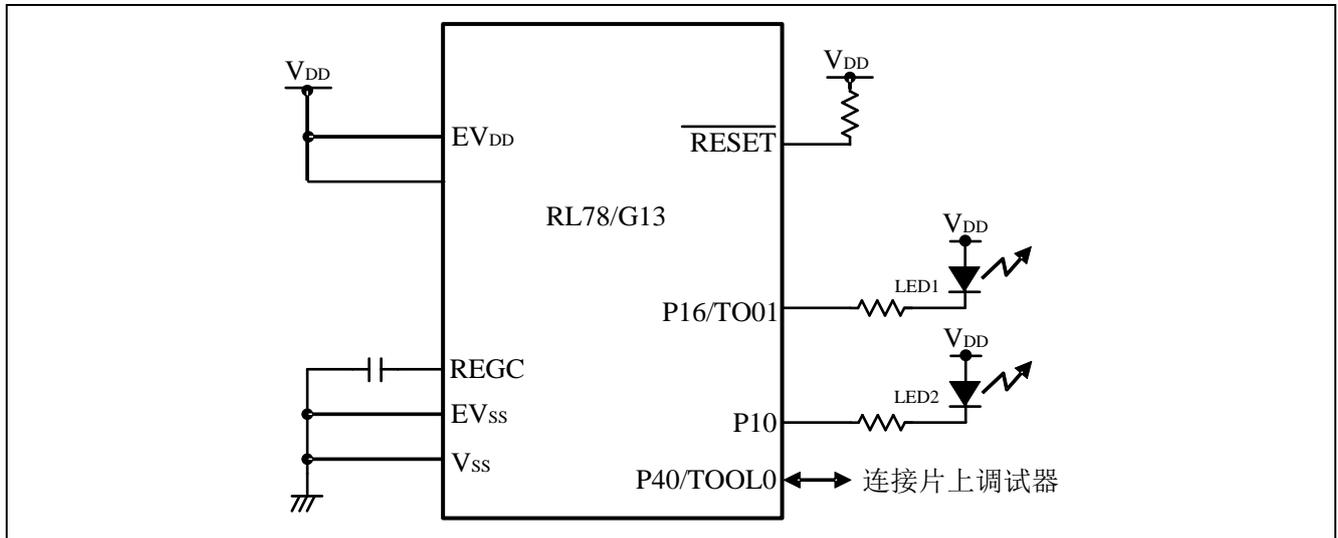


图 4.1 硬件配置

- 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 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
P16/TO01	输出	PWM 输出端口
P10	输出	输出端口用于指示 LED 的状态

## 5. 软件说明

### 5.1 操作概要

本篇应用说明介绍了 TAU0 的通道 0 和通道 1 联动操作设置 PWM 功能，从 P16/TO01 进行 PWM 输出。

每当程序检测到通道 0 的 2ms 定时器中断（INTTM00）发生 250 次，即每隔 500ms，就改变 PWM 输出的占空比，并翻转 LED2 的亮灭状态。

(1) TAU0 初始化设置。

<设定条件>

- 设置 PWM 输出的 P16/TO01 引脚。
- 设置 TAU0 通道 0 为 2ms 周期的间隔定时器模式。
- 设置 TAU0 通道 1 为单计数模式。
- 初始化 PWM 输出的占空比为 10%。
- 使用定时器通道 0 的定时器中断（INTTM00）。

(2) TAU0 的通道 0 和通道 1 的操作使能触发位同时置“1”，开始计数，执行 HALT 指令等待通道 0 的定时器中断（INTTM00）。

(3) 定时器操作开始后，通道 0 每 2ms 间隔产生一次定时器中断（INTTM00）。

(4) 通道 0 的定时器中断（INTTM00）解除 HALT 模式，程序开始记录 INTTM00 中断发生的次数。通道 0 的定时器中断（INTTM00）发生 250 次（经过 500ms）后，更新通道 1 的计数值和占空比。通道 0 的定时器中断（INTTM00）每发生 250 次（500ms），占空比依次变化为 10%→30%→50%→70%→90%，每次增长 20%。占空比达到 90%后再返回 10%。

(5) 通道 0 的定时器中断（INTTM00）处理完之后，再次执行 HALT 命令，继续等待通道 0 的定时器中断（INTTM00）。

## 5.2 选项字节设置一览

选项字节的设置，请参见“表 5.1”。

表 5.1 选项字节设置

地址	数值	内容
000C0H/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 2.81V (2.76V~2.87V)
000C2H/010C2H	11101000B	HS 模式、HOCO: 32MHz
000C3H/010C3H	10000100B	允许片上调试

## 5.3 常量一览

参考例程中使用的常量，请参见“表 5.2”。

表 5.2 参考例程使用的常量

常量	设定值	内容
_F9FF_TAU_TDR00_VALUE	0xF9FFU	设置 TDR00 使 TAU0 通道 0 每 2ms 产生一次中断
_1900_TAU_TDR01_VALUE	0x1900U	设置 TDR01 使占空比为 10%

## 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
R_TAU0_Channel0_Start	TAU0 通道 0 操作开始
R_TAU0_Channel0_Interrupt	TAU0 通道 0 定时器中断处理

## 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] R\_TAU0\_Channel0\_Start

---

概要	TAU0 通道 0 操作开始
头文件	r_cg_macrodriver.h r_cg_time.h r_cg_userdefine.h
声明	void R_TAU0_Channel0_Start(void)
说明	解除 TAU0 通道 0 中断屏蔽，计数操作开始。
参数	无
返回值	无
参考	无

### [函数名] R\_TAU0\_Channel0\_Interrupt

---

概要	TAU0 通道 0 定时器中断处理
头文件	r_cg_macrodriver.h r_cg_time.h r_cg_userdefine.h
声明	__interrupt void R_TAU0_Channel0_Interrupt(void)
说明	此函数记录 INTTM00 中断发生的次数，每达到 250 次，更新 PWM 输出的占空比。（也就是说，每 500ms 更新一次占空比。）
参数	无
返回值	无
参考	无

### 5.6 流程图

本篇应用说明中参考例程的整体流程，请参见“图 5.1”。

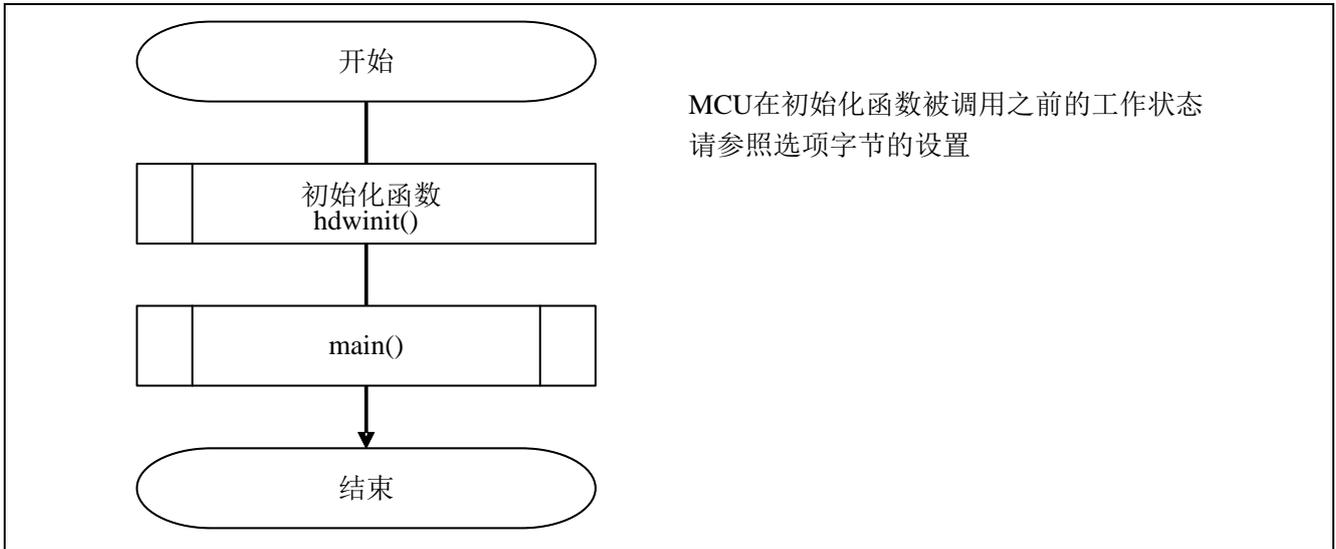


图 5.1 整体流程图

#### 5.6.1 初始化函数

初始化函数流程图，请参见“图 5.2”。

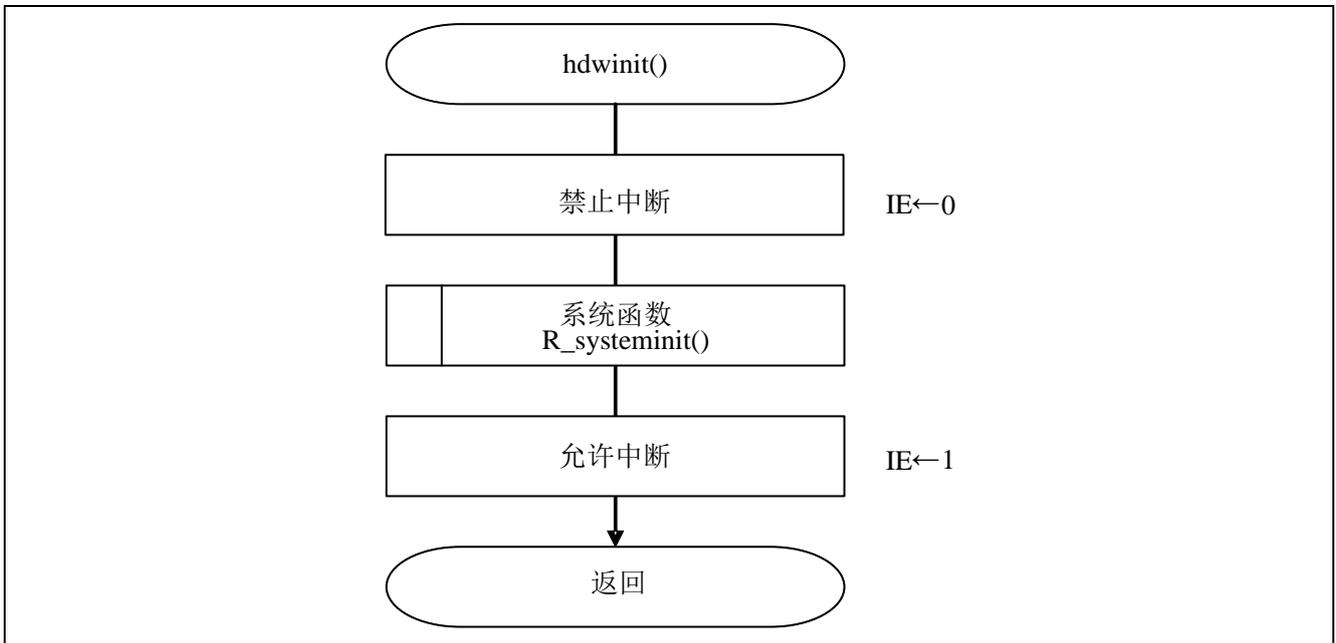


图 5.2 初始化函数

### 5.6.2 系统函数

系统函数的流程图，请参见“图 5.3”。

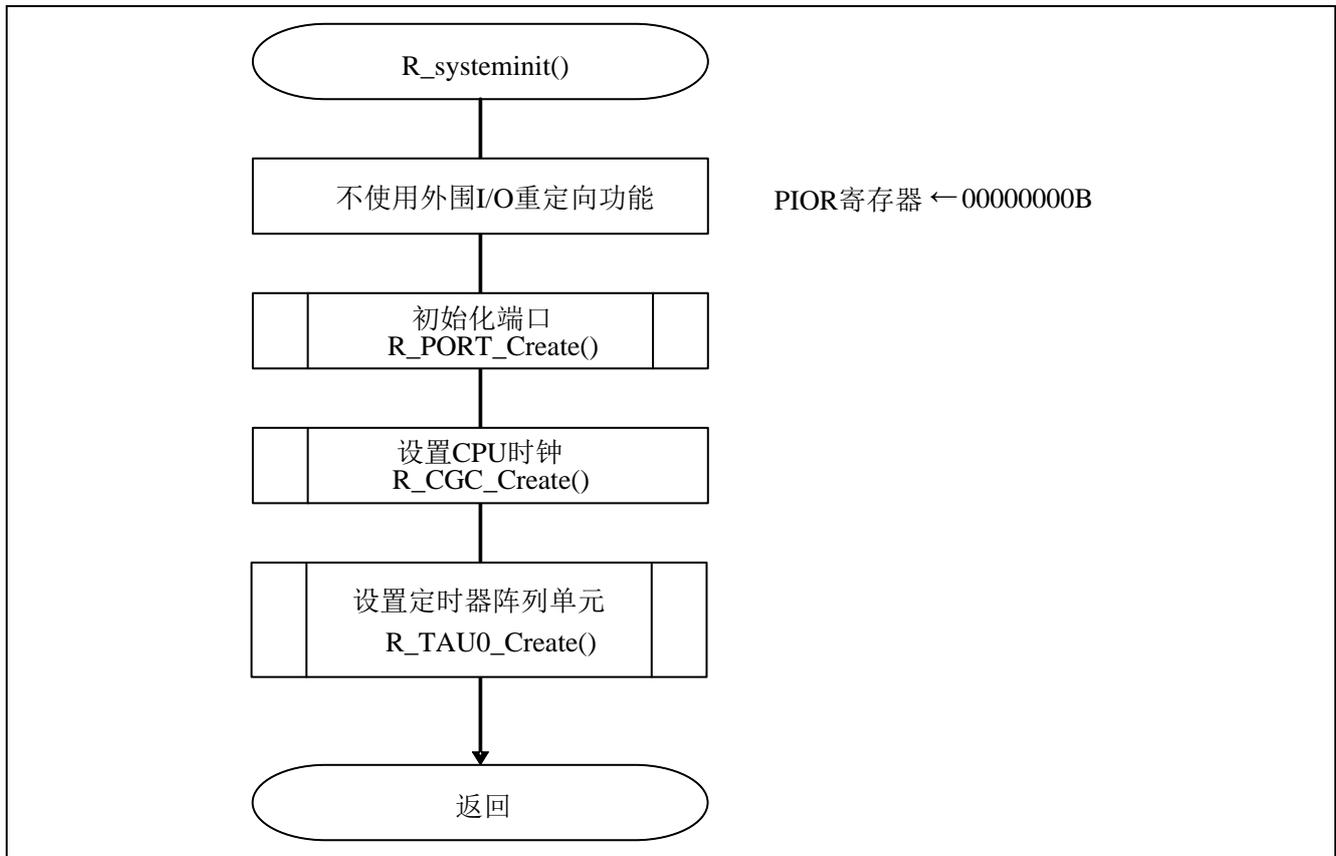


图 5.3 系统函数

### 5.6.3 初始化端口

初始化端口的流程图，请参见“图 5.4”。

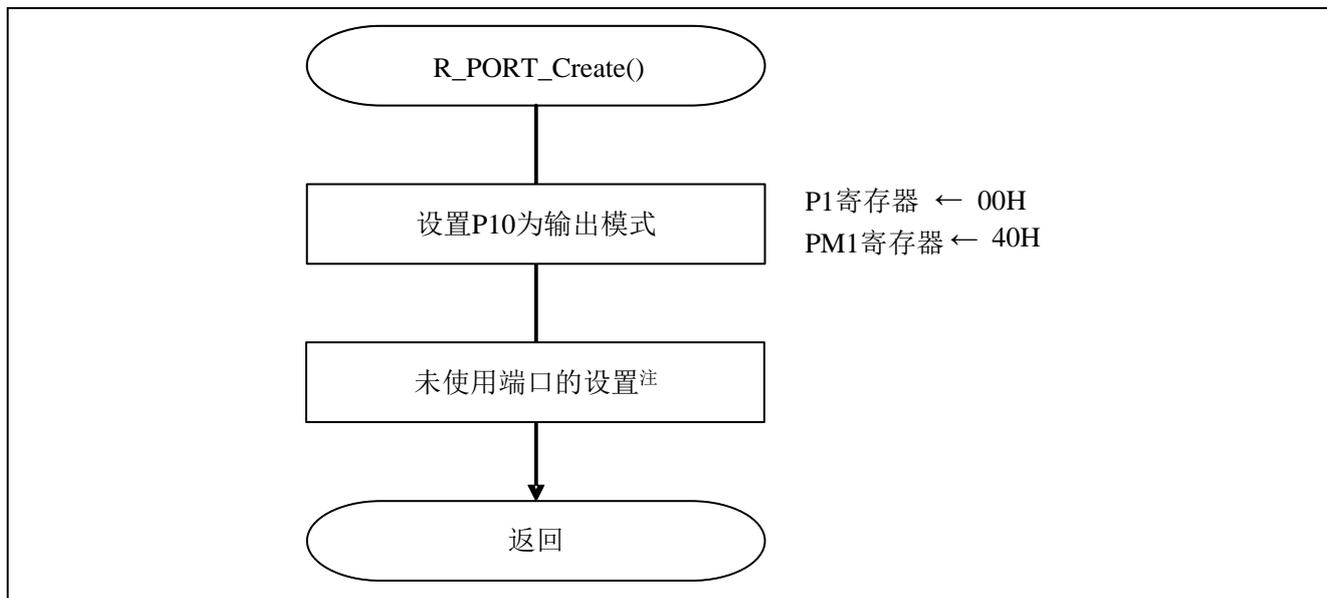


图 5.4 初始化端口

注：关于未使用端口的设置，请参考 RL78/G13 Initialization (R01AN0451EJ0100) 应用说明的“流程图”。

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<sub>DD</sub>或是下拉到 V<sub>SS</sub>。

设置用来表示占空比被更新的 LED 端口

- 端口模式寄存器 1 (PM1)  
选择 P10 引脚的输入/输出模式

符号：PM1

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

位 0

PM10	选择 P10 引脚的输入/输出模式
0	输出模式（输出缓冲器启用）
1	输入模式（输出缓冲器关闭）

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。

### 5.6.4 CPU 时钟设置

CPU 时钟设置的流程图，请参见“图 5.5”。

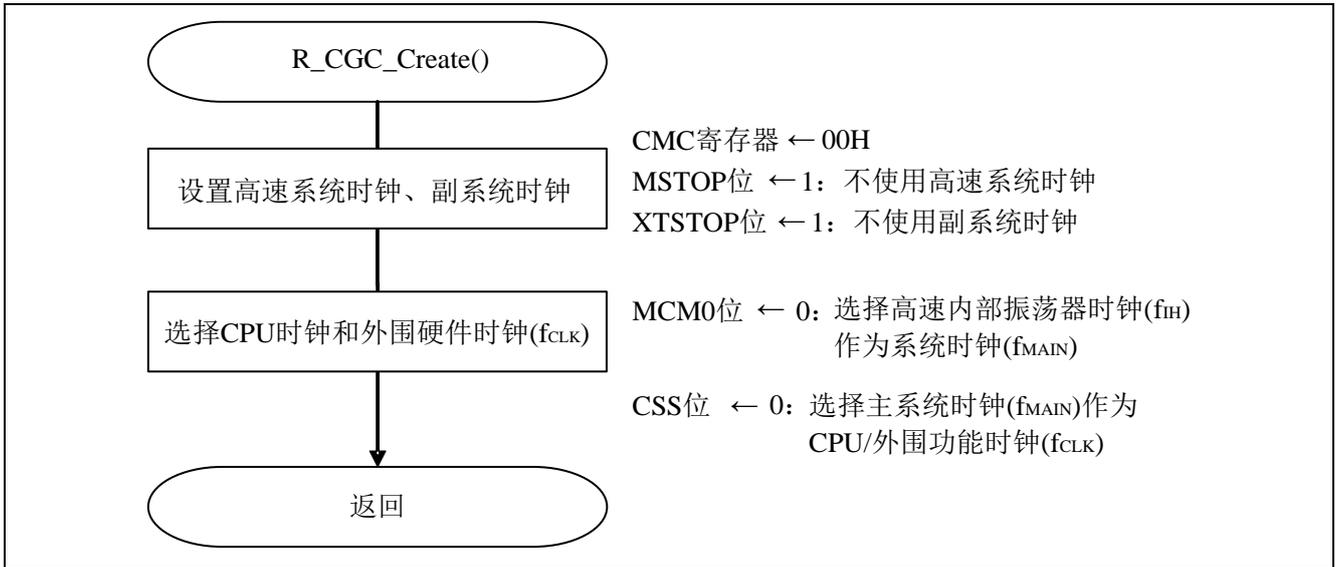


图 5.5 CPU 时钟设置

注意：关于 CPU 时钟的设置（R\_CGC\_Create()），请参考 RL78/G13 Initialization（R01AN0451EJ0100）应用说明的“流程图”。

## 5.6.5 定时器阵列单元设置

定时器阵列单元设置的流程图，请参见“图 5.6”和“图 5.7”。

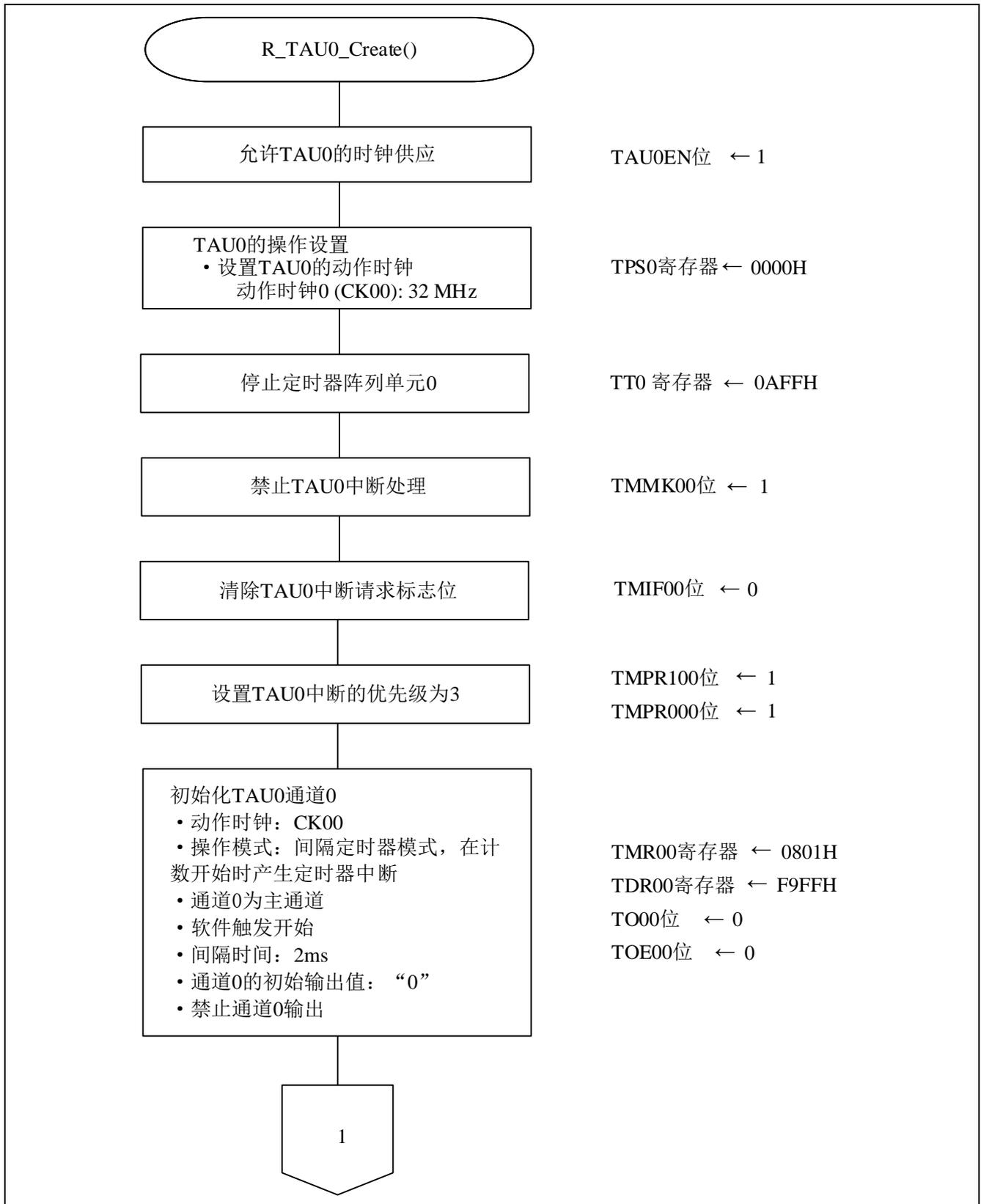


图 5.6 定时器阵列单元设置（1/2）

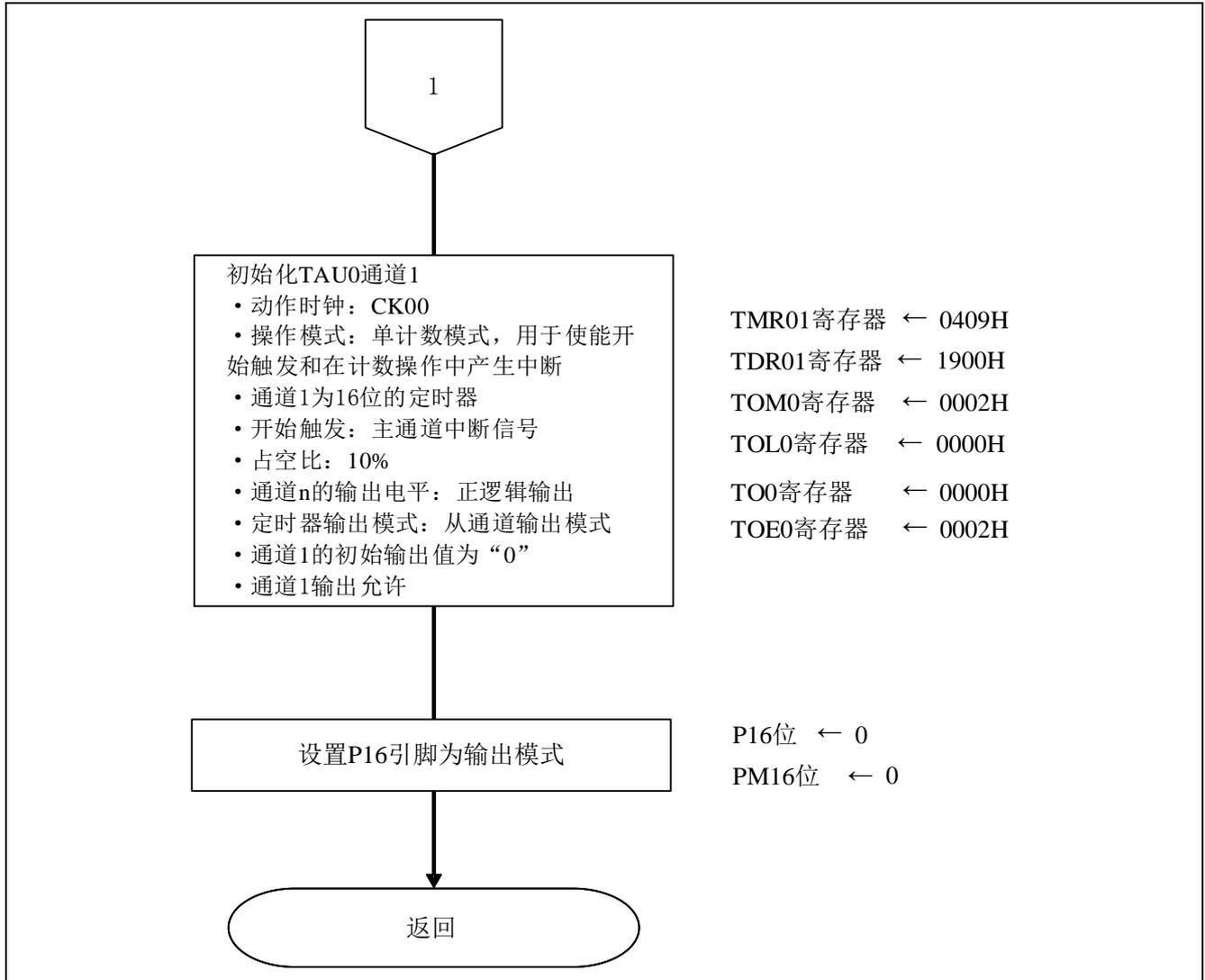


图 5.7 定时器阵列单元设置 (2/2)

允许定时器阵列单元 0 的时钟供应

- 外围允许寄存器 0 (PER0)  
允许定时器阵列单元 0 的时钟供应

符号: PER0

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

位 0

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

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。

## 定时器时钟频率的设定

- 定时器时钟选择寄存器 0（TPS0）  
选择定时器阵列单元 0 的动作时钟

符号：TPS0

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

位 3~位 0

PRS 003	PRS 002	PRS 001	PRS 000	动作时钟（CK00）的选择					
				f <sub>CLK</sub> = 2 MHz	f <sub>CLK</sub> = 5 MHz	f <sub>CLK</sub> = 10 MHz	f <sub>CLK</sub> = 20 MHz	f <sub>CLK</sub> = 32 MHz	
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>f<sub>CLK</sub></b>	2 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz	<b>32 MHz</b>
0	0	0	1	f <sub>CLK</sub> /2	1 MHz	2.5 MHz	5 MHz	10 MHz	16 MHz
0	0	1	0	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>2</sup>	500 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz	5 MHz	8 MHz
0	0	1	1	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>3</sup>	250 kHz	625 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz	4 MHz
0	1	0	0	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>4</sup>	125 kHz	312.5 kHz	625 kHz	1.25 MHz	2 MHz
0	1	0	1	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>5</sup>	62.5 kHz	156.2 kHz	312.5 kHz	625 kHz	1 MHz
0	1	1	0	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>6</sup>	31.25 kHz	78.1 kHz	156.2 kHz	312.5 kHz	500 kHz
0	1	1	1	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>7</sup>	15.62 kHz	39.1 kHz	78.1 kHz	156.2 kHz	250 kHz
1	0	0	0	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>8</sup>	7.81 kHz	19.5 kHz	39.1 kHz	78.1 kHz	125 kHz
1	0	0	1	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>9</sup>	3.91 kHz	9.76 kHz	19.5 kHz	39.1 kHz	62.5 kHz
1	0	1	0	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>10</sup>	1.95 kHz	4.88 kHz	9.76 kHz	19.5 kHz	31.25 kHz
1	0	1	1	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>11</sup>	976 Hz	2.44 kHz	4.88 kHz	9.76 kHz	15.63 kHz
1	1	0	0	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>12</sup>	488 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz	4.88 kHz	7.81 kHz
1	1	0	1	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>13</sup>	244 Hz	610 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz	3.91 kHz
1	1	1	0	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>14</sup>	122 Hz	305 Hz	610 Hz	1.22 kHz	1.95 kHz
1	1	1	1	f <sub>CLK</sub> /2 <sup>15</sup>	61 Hz	153 Hz	305 Hz	610 Hz	976 Hz

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。

设置通道 0 的操作模式

- 定时器模式寄存器 00（TMR00）
  - 选择动作时钟（f<sub>MCK</sub>）
  - 选择计数时钟
  - 选择开始触发和捕捉触发
  - 选择定时器输入的有效边沿
  - 设置操作模式

符号：TMR00

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS001	CKS000	0	CCS00	MAS TER00	STS002	STS001	STS000	CIS001	CIS000	0	0	MD003	MD002	MD001	MD000
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

位 15 和位 14

CKS001	CKS000	通道 0 动作时钟（f <sub>MCK</sub> ）的选择
0	0	定时器时钟选择寄存器 0（TPS0）设置的动作时钟 CK00
0	1	定时器时钟选择寄存器 0（TPS0）设置的动作时钟 CK02
1	0	定时器时钟选择寄存器 0（TPS0）设置的动作时钟 CK01
1	1	定时器时钟选择寄存器 0（TPS0）设置的动作时钟 CK03

位 12

CCS00	通道 0 计数时钟（f <sub>CLK</sub> ）的选择
0	由 CKS000 和 CKS001 位指定的动作时钟（f <sub>MCK</sub> ）
1	TI00 引脚的输入信号的有效边沿

位 11

MASTER00	选择对通道 0 进行单独操作或 与另一个通道（作为从属或主）一起进行联动操作
0	单通道操作功能，或者作为从属通道的联动通道操作功能
1	作为主通道的联动通道操作功能

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。

符号：TMR00

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS001	CKS000	0	CCS00	MAS TER00	STS002	STS001	STS000	CIS001	CIS000	0	0	MD003	MD002	MD001	MD000
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

位 10~位 8

STS002	STS001	STS000	通道 0 的开始触发或者捕捉触发的设置
0	0	0	仅限软件触发开始有效（其他触发源不可选）
0	0	1	T100 引脚输入的有效边沿被同时用作开始触发和捕捉触发
0	1	0	T100 引脚的两个边沿分别被用作开始触发和捕捉触发
1	0	0	使用主通道的中断信号（当该通道用作联动通道操作功能时的从属通道）
其他			禁止设置

位 7 和位 6

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

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。

符号: TMR00

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS001	CKS000	0	CCS00	MAS TER00	STS002	STS001	STS000	CIS001	CIS000	0	0	MD003	MD002	MD001	MD000
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

位 3~位 0

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

各模式操作根据 MD000 位的不同而有所差异 (详情请参见下表)

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

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 RL78/G13 用户手册 硬件篇。

设置通道 1 的操作模式

- 定时器模式寄存器 01（TMR01）
  - 选择动作时钟（ $f_{MCK}$ ）
  - 选择计数时钟
  - 选择 16/8 位定时器
  - 选择开始触发和捕捉触发
  - 选择定时器输入的有效边沿
  - 设置操作模式

符号：TMR01

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

位 15 和位 14

CKS011	CKS010	通道 1 动作时钟（ $f_{MCK}$ ）的选择
0	0	定时器时钟选择寄存器 0（TPS0）设置的动作时钟 CK00
0	1	定时器时钟选择寄存器 0（TPS0）设置的动作时钟 CK02
1	0	定时器时钟选择寄存器 0（TPS0）设置的动作时钟 CK01
1	1	定时器时钟选择寄存器 0（TPS0）设置的动作时钟 CK03

位 12

CCS01	通道 1 计数时钟（ $f_{CLK}$ ）的选择
0	由 CKS010 和 CKS011 位指定的动作时钟（ $f_{MCK}$ ）
1	TI01 引脚的输入信号的有效边沿

位 11

SPLIT01	用于通道 1 和 3 的 8 位或者 16 位定时器操作的选择
0	作为 16 位定时器动作 (单通道操作模式, 或者作为从属通道的联动通道操作功能)
1	作为 8 位定时器动作

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。

符号：TMR01

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

位 10~位 8

STS012	STS011	STS010	通道 1 的开始触发或者捕捉触发的设置
0	0	0	仅限软件触发开始有效（其他触发源不可选）
0	0	1	TI01 引脚输入的有效边沿被同时用作开始触发和捕捉触发
0	1	0	TI01 引脚的两个边沿分别被用作开始触发和捕捉触发
1	0	0	使用主通道的中断信号（当该通道用作联动通道操作功能时的从属通道）
其他			禁止设置

位 7 和位 6

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

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。

符号：TMR01

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

位 3~位 0

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

各模式操作根据 MD010 位的不同而有所差异（详情请参见下表）

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

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G13 用户手册 硬件篇。

设置 PWM 输出脉冲周期

- 定时器数据寄存器 00 (TDR00)  
设置 PWM 输出脉冲周期

符号: TDR00

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

脉冲周期 = (TDR00 的设置值 + 1) × 计数时钟周期  
 2[ms] = (1/32[MHz]) × (TDR00 的设置值 + 1)  
 ⇒ TDR00 的设置值 = 63999

设置 PWM 输出占空比

- 定时器数据寄存器 01 (TDR01)  
设置 PWM 输出占空比

符号: TDR01

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

占空比 = (TDR01 的设置值) / (TDR00 的设置值 + 1) × 100  
 10[%] = (TDR01 的设置值) / (63999 + 1) × 100  
 ⇒ TDR01 的设置值 = 6400

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: TOM0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	TOM07	TOM06	TOM05	TOM04	TOM03	TOM02	TOM01	0
0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	1	0

位 1

TOM01	通道 1 定时器输出模式的控制
0	主通道输出模式 (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 RL78/G13 用户手册 硬件篇。

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: TOL0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	TOL07	TOL06	TOL05	TOL04	TOL03	TOL02	TOL01	0
0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	<b>0</b>	0

位 1

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

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。

设置定时器输出引脚的输出值

- 定时器输出寄存器 0 (TO0)  
设置各通道的定时器输出引脚的输出值

符号: TO0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	TO07	TO06	TO05	TO04	TO03	TO02	TO01	TO00
0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	<b>0</b>	x

位 1

TO01	通道 1 的定时器输出
<b>0</b>	定时器输出值为 <b>0</b>
1	定时器输出值为 1

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。

## 允许定时器输出

- 定时器输出允许寄存器 0（TOE0）  
允许或禁止各通道的定时器输出

符号：TOE0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	TOE07	TOE06	TOE05	TOE04	TOE03	TOE02	TOE01	TOE00
0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	1	0

位 1

TOE01	允许/禁止通道 1 的定时器输出
0	通过计数操作禁止 TO01 操作（定时器通道输出位） 允许写入 TO01 位 TO01 引脚用于数据输出，并输出 TO01 位设定的电平 TO01 引脚的输出电平通过软件操作
1	通过计数操作允许 TO01 操作（定时器通道输出位） 禁止写入 TO01 位（写入被忽略） TO01 引脚用于定时器输出，根据定时器操作使 TOE01 位置位或是清零 根据定时器操作使 TO01 引脚输出方波或是 PWM

位 0

TOE00	允许/禁止通道 0 的定时器输出
0	通过计数操作禁止 TO00 操作（定时器通道输出位） 允许写入 TO00 位 TO00 引脚用于数据输出，并输出 TO00 位设定的电平 TO00 引脚的输出电平通过软件操作
1	通过计数操作允许 TO00 操作（定时器通道输出位） 禁止写入 TO00 位（写入被忽略） TO00 引脚用于定时器输出，根据定时器操作使 TOE00 位置位或是清零 根据定时器操作使 TO00 引脚输出方波或是 PWM

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。

设置 PWM 输出引脚

- 端口模式寄存器 (PM1)  
选择 P16 引脚的输入/输出模式

符号: PM1

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

位 6

PM16	选择 P16 引脚的输入/输出模式
0	输出模式 (输出缓冲器启用)
1	输入模式 (输出缓冲器关闭)

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。

### 5.6.6 主函数处理

主函数处理流程图，请参见“图 5.8”。

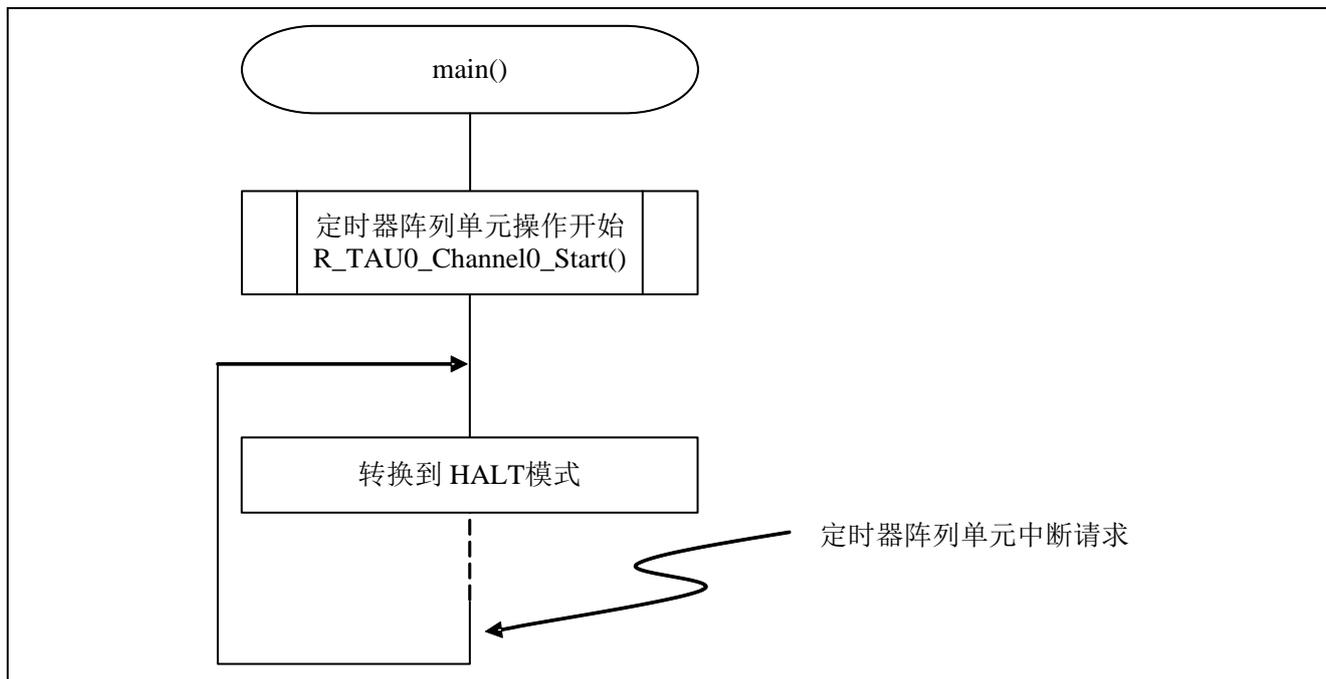


图 5.8 主函数处理

### 5.6.7 定时器阵列单元操作开始

定时器阵列单元操作开始的流程图，请参见“图 5.9”。

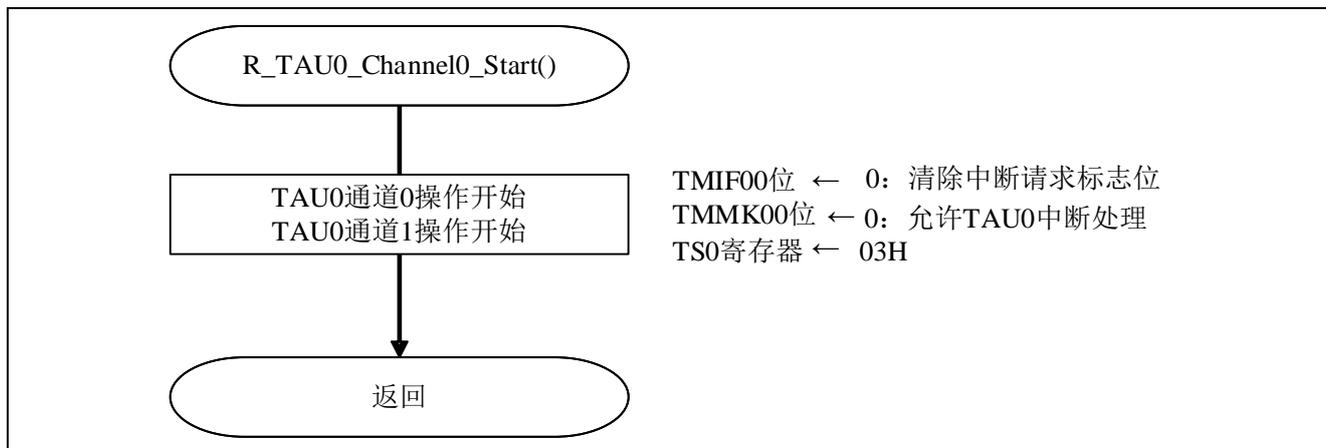


图 5.9 定时器阵列单元操作开始

设置定时器计数停止中断

- 中断请求标志寄存器（IF1L）  
清除中断请求标志位
- 中断屏蔽标志寄存器（MK1L）  
设置中断屏蔽

符号：IF1L

7	6	5	4	3	2	1	0
TMIF03	TMIF02	TMIF01	TMIF00	IICAI0	SREIF1 TMIF03H	SRIF1 CSIF11 IICIF11	STIF1 CSIF10 IICIF10
x	x	x	0	x	x	x	x

位 4

TMIF00	中断请求标志位
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

符号：MK1L

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

位 4

TMMK00	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 RL78/G13 用户手册 硬件篇。

设置定时器开始

- 定时器通道开始寄存器 0 (TS0)  
允许通道 0 和通道 1 计数操作

符号: TS0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	TSH 03	0	TSH 01	0	TS0 7	TS0 6	TS0 5	TS0 4	TS0 3	TS0 2	TS0 1	TS0 0
0	0	0	0	x	0	x	0	x	x	x	x	x	x	1	1

位 1

TS01	允许（开始）通道 1 操作的触发
0	没有触发操作
1	将 <b>TE01</b> 位设置为 1 并允许计数操作 允许计数操作的状态下， <b>TCR01</b> 寄存器计数操作开始根据不同的操作模式而不同

位 0

TS00	允许（开始）通道 0 操作的触发
0	没有触发操作
1	将 <b>TE00</b> 位设置为 1 并允许计数操作 允许计数操作的状态下， <b>TCR00</b> 寄存器计数操作开始根据不同的操作模式而不同

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。

5.6.8 INTTM00 中断处理

INTTM00 中断处理的流程图，请参见“图 5.10”。

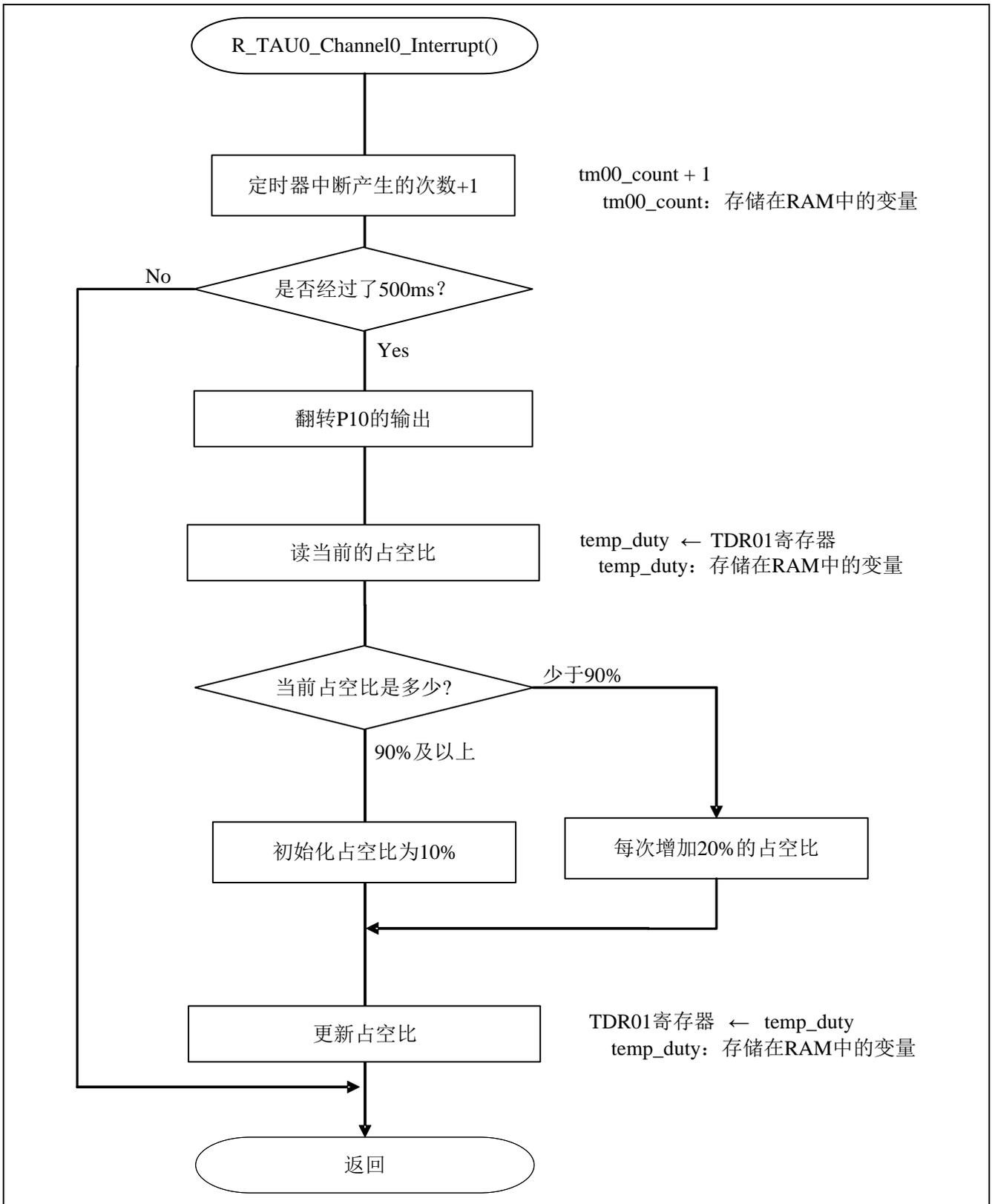


图 5.10 INTTM00 中断处理

## 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 Rev.2.00 (R01UH0146CJ0200)

RL78 family User's Manual: Software (R01US0015EJ0200 Rev.2.00)

(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://www.renesas.com/inquiry>
- [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	2013.10	—	初版发行
1.01	2015.09	5, 6	修改“LVI”为“LVD”
		8	补充常量
		9	补充头文件

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 implants etc.), or may cause serious property damages (nuclear reactor control systems, military equipment etc.). You must check the quality grade of each Renesas Electronics product before using it in a particular application. You may not use any Renesas Electronics product for any application for which it is not intended. Renesas Electronics shall not be in any way liable for any damages or losses incurred by you or third parties arising from the use of any Renesas Electronics product for which the product is not intended by Renesas Electronics.
6. You should use the Renesas Electronics products described in this document within the range specified by Renesas Electronics, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Renesas Electronics shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Renesas Electronics products beyond such specified ranges.
7. Although Renesas Electronics endeavors to improve the quality and reliability of its products, semiconductor products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Further, Renesas Electronics products are not subject to radiation resistance design. Please be sure to implement safety measures to guard them against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of the failure of a Renesas Electronics product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other appropriate measures. Because the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or systems manufactured by you.
8. Please contact a Renesas Electronics sales office for details as to environmental matters such as the environmental compatibility of each Renesas Electronics product. Please use Renesas Electronics products in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. Renesas Electronics assumes no liability for damages or losses occurring as a result of your noncompliance with applicable laws and regulations.
9. Renesas Electronics products and technology may not be used for or incorporated into any products or systems whose manufacture, use, or sale is prohibited under any applicable domestic or foreign laws or regulations. You should not use Renesas Electronics products or technology described in this document for any purpose relating to military applications or use by the military, including but not limited to the development of weapons of mass destruction. When exporting the Renesas Electronics products or technology described in this document, you should comply with the applicable export control laws and regulations and follow the procedures required by such laws and regulations.
10. It is the responsibility of the buyer or distributor of Renesas Electronics products, who distributes, disposes of, or otherwise places the product with a third party, to notify such third party in advance of the contents and conditions set forth in this document. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties as a result of unauthorized use of Renesas Electronics products.
11. This document may not be reproduced or duplicated in any form, in whole or in part, without prior written consent of Renesas Electronics.
12. Please contact a Renesas Electronics sales office if you have any questions regarding the information contained in this document or Renesas Electronics products, or if you have any other inquiries.  
(Note 1) "Renesas Electronics" as used in this document means Renesas Electronics Corporation and also includes its majority-owned subsidiaries.  
(Note 2) "Renesas Electronics product(s)" means any product developed or manufactured by or for Renesas Electronics.

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

## 注意事项

1. 本文件中所记载的关于电路、软件和其他相关信息仅用于说明半导体产品的操作和应用实例。用户如在设备设计中应用本文件中的电路、软件和相关信息，请自行负责。对于用户或第三方因使用上述电路、软件或信息而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
2. 在准备本文件所记载的信息的过程中，瑞萨电子已尽量做到合理注意，但是，瑞萨电子并不保证这些信息都是准确无误的。用户因本文件中所记载的信息的错误或遗漏而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
3. 对于因使用本文件中的瑞萨电子产品或技术信息而造成的侵权行为或因此而侵犯第三方的专利、版权或其他知识产权的行为，瑞萨电子不承担任何责任。本文件所记载的内容不应视为对瑞萨电子或其他人所有的专利、版权或其他知识产权作出任何明示、默示或其它方式的许可及授权。
4. 用户不得更改、修改、复制或制作以其他方式部分或全部地非法使用瑞萨电子的任何产品。对于用户或第三方因上述更改、修改、复制或其他方式非法使用瑞萨电子产品的行为而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
5. 瑞萨电子产品根据其质量等级分为两个等级：“标准等级”和“高质量等级”。每种瑞萨电子产品的推荐用途均取决于产品的质量等级，如下所示：  
标准等级： 计算机、办公设备、通讯设备、测试和测量设备、视听设备、家用电器、机械工具、个人电子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。由于难于对微软件单独进行评估，所以请用户自行对最终产品或系统进行安全评估。
8. 关于环境保护方面的详细内容，例如每种瑞萨电子产品的环境兼容性等，请与瑞萨电子的营业部门联系。使用瑞萨电子产品时，请遵守对管制物质的使用或含量进行管理的所有相关法律法规（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。也不可将本文件中记载的瑞萨电子产品或技术用于与军事应用或者军事用途有关的目的（如大规模杀伤性武器的开发等）。在将本文件中记载的瑞萨电子产品或技术进行出口时，应当遵守相应的出口管制法律法规，并按照上述法律法规所规定的程序进行。
10. 向第三方分销或处分产品或者以其他方式将产品置于第三方控制之下的瑞萨电子产品买方或分销商，有责任事先向上述第三方通知本文件规定的内容和条件；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**  
9251 Yonge Street, Suite 5309 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**  
Arcadiestrasse 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: +852-2265-6668, 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 #05-02 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: +82-2-558-3737, Fax: +82-2-558-8141