
RL78/G14 群

R01AN1231CC0100

设置 D/A 转换器的正常模式

Rev.1.00

2014.07.07

要点

本篇应用说明介绍了使用 RL78/G14 群的 D/A 转换功能输出模拟电压的方法。

对象 MCU

RL78/G14

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

目录

1. 规格	3
2. 动作确认条件	4
3. 硬件说明	5
3.1 硬件配置示例	5
3.2 使用引脚一览	5
4. 软件说明	6
4.1 操作概要	6
4.2 选项字节设置一览	8
4.3 变量一览	8
4.4 函数一览	8
4.5 函数说明	9
4.6 流程图	12
4.6.1 整体流程图	12
4.6.2 初始化函数	12
4.6.3 系统函数	13
4.6.4 CPU 时钟设置	13
4.6.5 TAU0 初始化设置	14
4.6.6 D/A 转换器初始化设置	24
4.6.7 主函数处理	26
4.6.8 DAC0 转换开始设置	27
4.6.9 TAU00 操作允许设置	28
4.6.10 TAU00 中断	30
4.6.11 D/A 转换值切换处理	30
4.6.12 DAC0 转换值设置	31
5. 参考例程	32
6. 参考文献	32
公司主页和咨询窗口	32

1. 规格

本篇应用说明中，使用 D/A 转换器通过 ANO0 引脚输出模拟电压。模拟电压初始输出值是 0.0V，输出电平每毫秒按照以下顺序进行变化：

0.0 V → 1.0 V → … 4.0 V → 5.0 V → 0.0 V → 1.0 V …

相关外围功能及用途，请参见“表 1.1”。模拟电压输出波形，请参见“图 1.1”。

表 1.1 相关外围功能和用途

外围功能	用途
D/A 转换器 0 (以下简称 DAC0)	输出模拟电压
定时器阵列单元 0 (以下简称 TAU0)	生成模拟电压改变周期

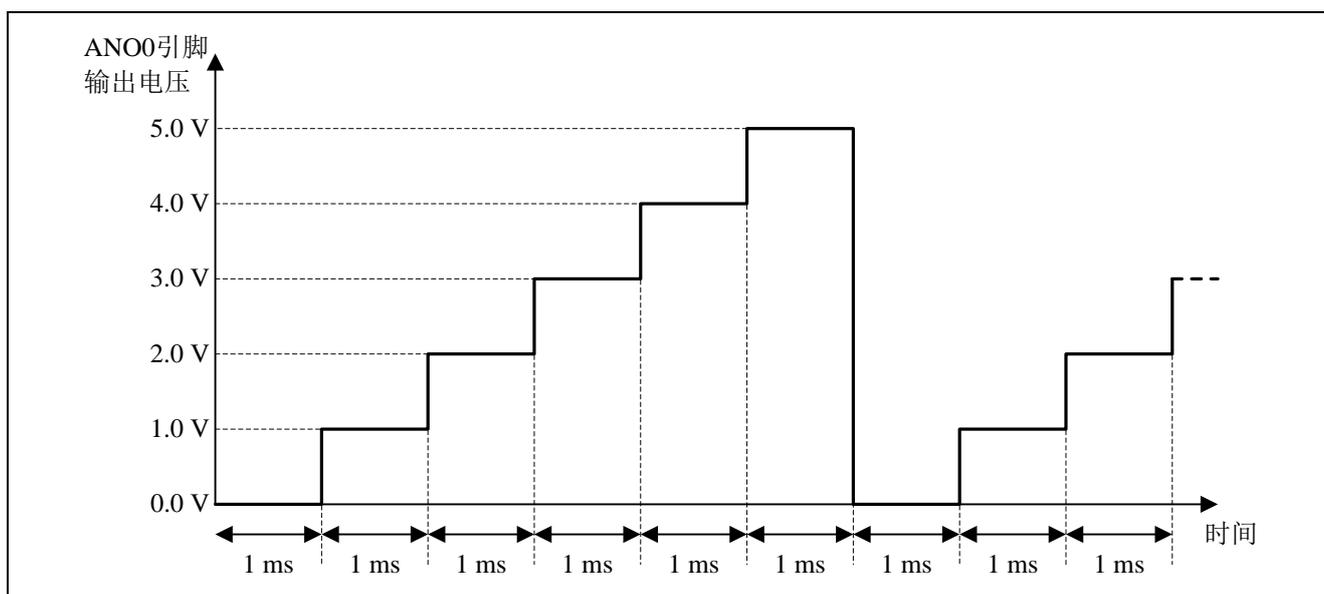


图 1.1 模拟电压输出波形

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/G14 (R5F104PJA)
工作频率	高速内部振荡器 (f _{HOCO}) 时钟: 16MHz (典型值) CPU/外围功能时钟 (f _{CLK}): 16MHz
工作电压	5.0V (工作电压范围: 2.9V~5.5V) LVD 工作模式 (V _{LVI}): 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	CubeSuite+ V1.02.00 (瑞萨电子开发)
C 编译器	CA78K0R V1.40 (瑞萨电子开发)
RL78/G14 代码库	CodeGenerator for RL78/G14 V1.01.01 (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”。

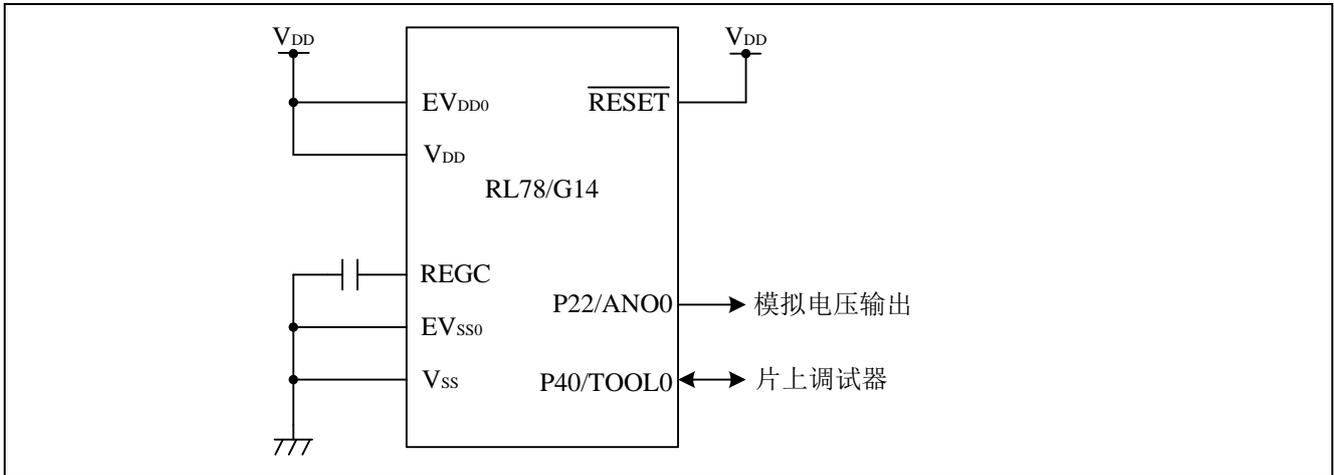


图 3.1 硬件配置

- 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_{LVI}) 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
P22/ANO0	输出	输出模拟电压

4. 软件说明

4.1 操作概要

本应用说明中，使用 DAC0 从 ANO0 引脚输出模拟电压。允许 DAC0 转换操作后的模拟输出电压是 0.0V。

使用 TAU0 通道 0（以下简称 TAU00）的间隔定时器模式每秒产生一次中断。在 TAU00 计数结束中断子程序中通过对 DACS0 寄存器重新赋值，更改模拟输出电压。用存储于 D/A 转换值表中的数值对 DACS0 寄存器赋值，使模拟输出电压按照以下顺序反复变化：

0.0 V → 1.0 V → … 4.0 V → 5.0 V → 0.0 V → 1.0 V …

D/A 转换值表：

$V_{DD}=5.0V$ 时，D/A 转换值表中所列的 D/A 转换值对应输出的模拟电压为 0.0V，1.0V，2.0V，3.0V，4.0V，5.0V。D/A 转换值是使用以下计算公式所得：

D/A 转换器的模拟输出电压（VANO0）=D/A 转换器的参考电压（ V_{DD} ）×（DACS0）÷256

DAC0 和 TAU00 的设置如下所示：

<DAC0 的设置>

- 操作模式使用正常模式。
- 使用 ANO0 引脚。

<TAU00 的设置>

- 操作模式使用间隔定时器模式。
- 设定 1ms 的中断周期。
- 使用 TAU00 计数结束中断。
- 计数源使用 f_{CLK} （16MHz）。

- (1) 初始化设置
执行 DAC0 和 TAU00 的初始化设置。在 DACS0 寄存器设置 D/A 转换值，使 ANO0 引脚输出 0.0V。
- (2) 允许 D/A 转换操作
D/A 转换 DACS0 寄存器中的值得到的模拟电压，通过 ANO0 引脚输出。
- (3) 开始 TAU00 计数
开始 1ms 计数。
- (4) TAU00 计数结束中断
在 DACS0 寄存器中设置 D/A 转换值。

时序图，请参见“图 4.1”。

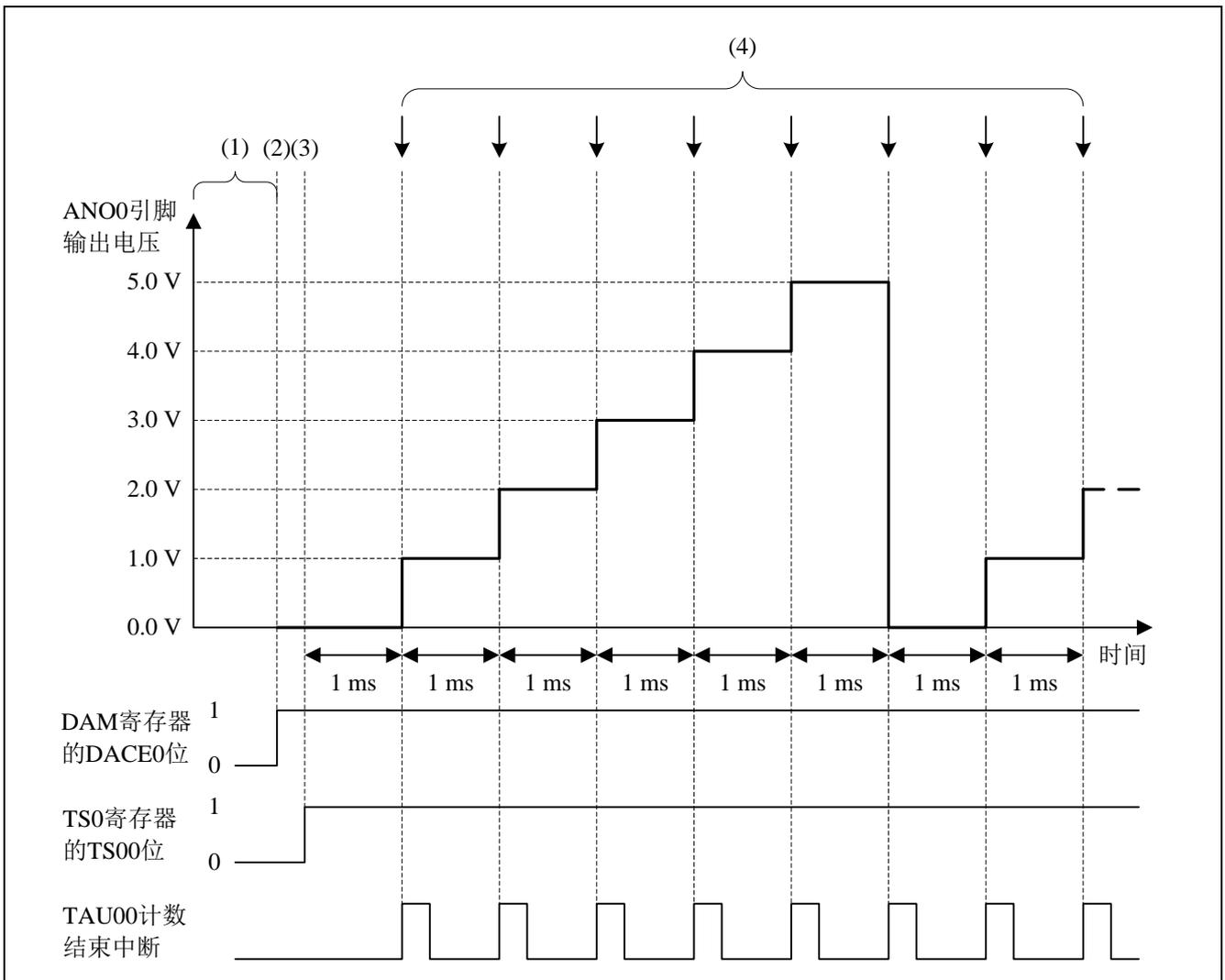


图 4.1 时序图

4.2 选项字节设置一览

选项字节的设置，请参见“表 4.1”。如有必要，请根据用户系统设置最适合的值。

表 4.1 选项字节设置

地址	数值	说明
000C0H/010C0H	11101111B	看门狗定时器动作停止 (复位后，计数停止)
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	11101001B	HS 模式、HOCO: 16MHz
000C3H/010C3H	10000100B	允许片上调试

4.3 变量一览

参考例程中使用的全局变量，请参见“表 4.2”。

表 4.2 全局变量

类型	变量名	内容	使用的函数
uint8_t	da_data[]	D/A 转换值表	da_out_change
uint8_t	da_cnt	D/A 转换的计数值	da_out_change

4.4 函数一览

参考例程中使用的函数，请参见“表 4.3”。

表 4.3 函数

函数名	概要
hdwinit	初始化函数
R_Systeminit	系统函数
R_CGC_Creat	CPU 时钟设置
R_TAU0_Creat	TAU0 初始化设置
R_DAC_Creat	D/A 转换器初始化设置
main	主函数处理
R_DAC0_Start	DAC0 转换开始设置
R_TAU0_Channel0_Start	TAU00 操作允许设置
r_tau0_channel0_interrupt	TAU00 中断
da_out_change	D/A 转换值切换处理
R_DAC0_Set_ConversionValue	DAC0 转换值设置

4.5 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	无
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	无
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_cgc.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_TAU0_Creat

概要	TAU0 初始化设置
头文件	r_cg_timer.h
声明	void R_TAU0_Creat(void)
说明	执行 TAU00 间隔定时器模式的初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_DAC_Creat

概要	D/A 转换器初始化设置
头文件	r_cg_dac.h
声明	void R_DAC_Creat(void)
说明	执行 DAC0 正常模式的初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] main

概要	主函数处理
头文件	无
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_DAC0_Start

概要	DAC0 转换开始设置
头文件	r_cg_dac.h
声明	void R_DAC0_Start(void)
说明	开始 D/A 转换。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TAU0_Channel0_Start

概要	TAU00 操作允许设置
头文件	r_cg_timer.h
声明	void R_TAU0_Channel0_Start(void)
说明	开始 TAU00 的计数。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] r_tau0_channel0_interrupt

概要	TAU00 中断
头文件	无
声明	void r_tau0_channel0_interrupt(void)
说明	进行 TAU00 的中断处理。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] da_out_change

概要	D/A 转换值的切换处理
头文件	r_cg_usedefine.h
声明	void da_out_change(void)
说明	更改输出模拟电压值。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_DAC0_Set_ConversionValue

概要	DAC0 转换值设置
头文件	r_cg_dac.h
声明	void R_DAC0_Set_ConversionValue(uint8_t reg_value)
说明	在 DACS0 寄存器中设置 D/A 转换值。
参数	reg_value: D/A 转换值
返回值	无
参考	无

4.6 流程图

4.6.1 整体流程图

本篇应用说明中参考例程的整体流程，请参见“图 4.2”。

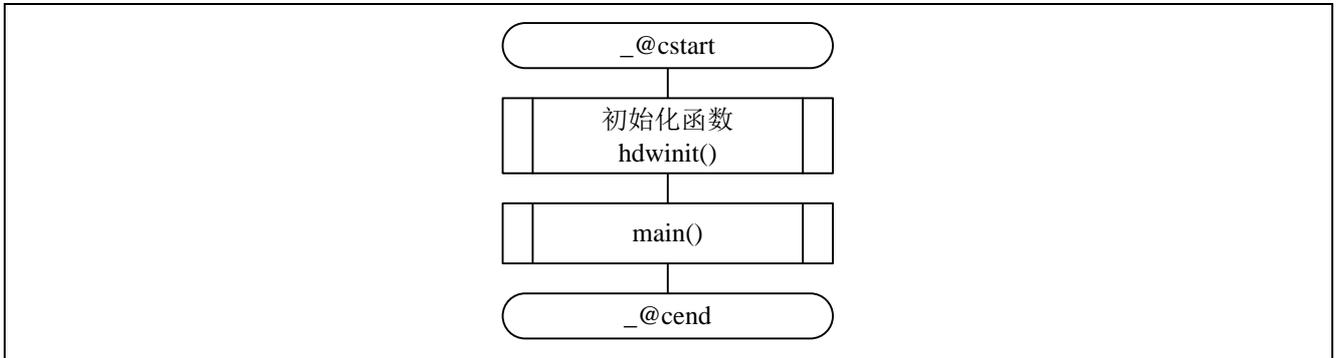


图 4.2 整体流程图

4.6.2 初始化函数

初始化函数流程，请参见“图 4.3”。

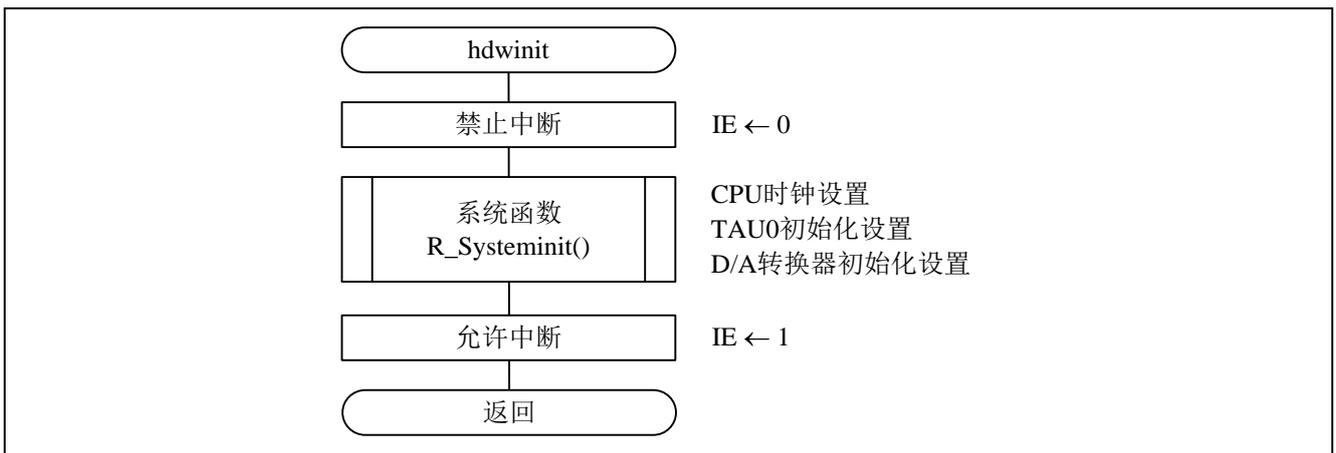


图 4.3 初始化函数

4.6.3 系统函数

系统函数的流程，请参见“图 4.4”。

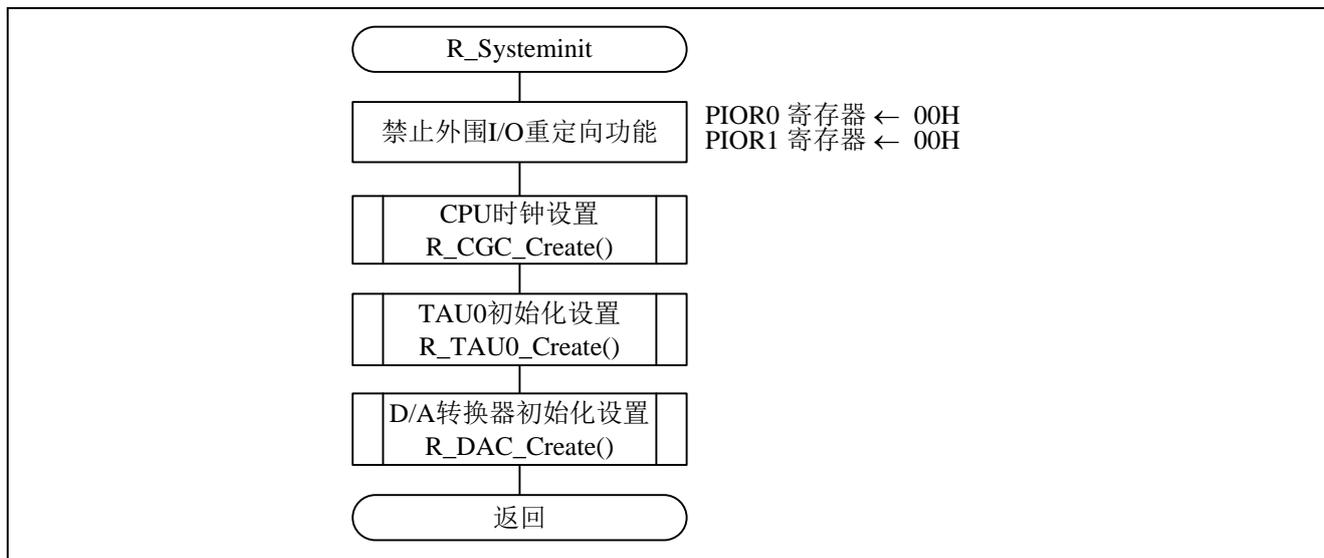


图 4.4 系统函数

4.6.4 CPU 时钟设置

CPU 时钟设置的流程，请参见“图 4.5”。

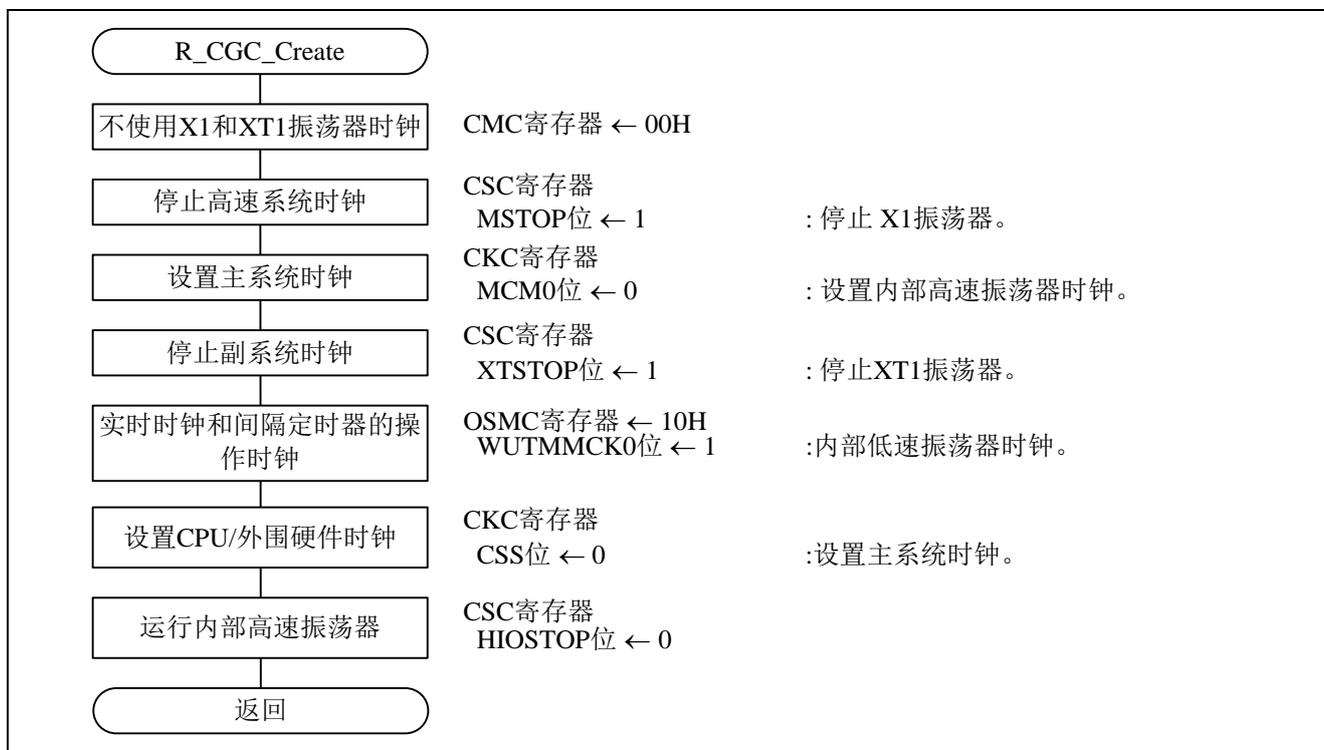


图 4.5CPU 时钟设置

4.6.5 TAU0 初始化设置

TAU0 初始化设置的流程，请参见“图 4.6”。

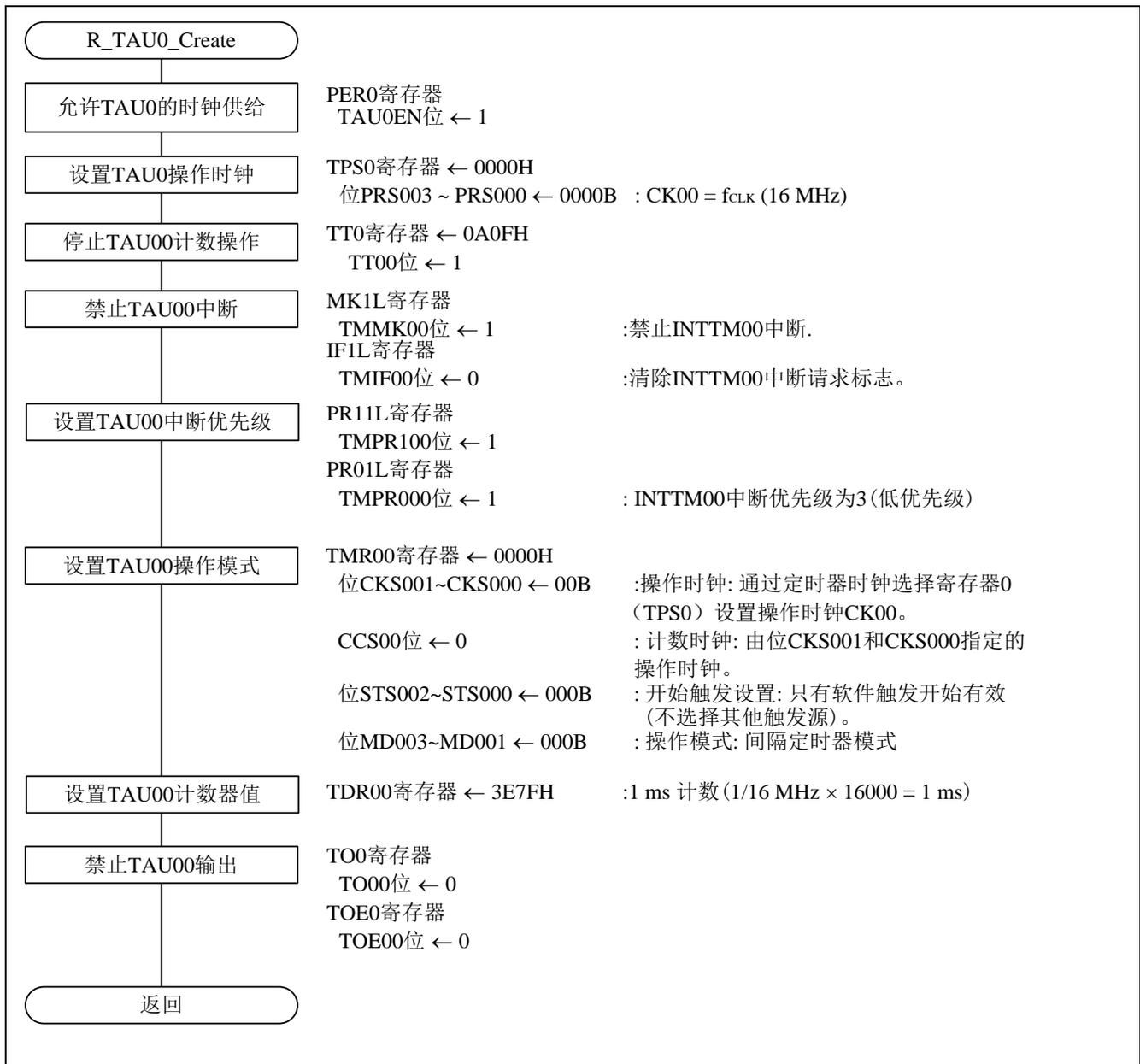


图 4.6TAU0 初始化设置

允许定时器 TAU0 的时钟供给

- 外围允许寄存器 0 (PER0)

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

位 0

TAU0EN	定时器阵列单元 0 的输入时钟控制
0	停止提供输入时钟 •禁止改写定时器阵列单元 0 使用的 SFR •定时器阵列单元 0 处于复位状态
1	提供输入时钟 •允许读写定时器阵列单元 0 的 SFR

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G14 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)

设置操作时钟: 16MHz

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	x	x	x	x	0	0	0	0

位 3 ~ 0

PRS 003	PRS 002	PRS 001	PRS 000	操作时钟 (CK00) 的选择					
					f _{CLK} = 2 MHz	f _{CLK} = 5 MHz	f _{CLK} = 10 MHz	f _{CLK} = 20 MHz	f _{CLK} = 32 MHz
0	0	0	0	f_{CLK}	2 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz	32 MHz
0	0	0	1	f _{CLK} /2	1 MHz	2.5 MHz	5 MHz	10 MHz	16 MHz
0	0	1	0	f _{CLK} /2 ²	500 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz	5 MHz	8 MHz
0	0	1	1	f _{CLK} /2 ³	250 kHz	625 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz	4 MHz
0	1	0	0	f _{CLK} /2 ⁴	125 kHz	312.5 kHz	625 kHz	1.25 MHz	2 MHz
0	1	0	1	f _{CLK} /2 ⁵	62.5 kHz	156.2 kHz	312.5 kHz	625 kHz	1 MHz
0	1	1	0	f _{CLK} /2 ⁶	31.25 kHz	78.1 kHz	156.2 kHz	312.5 kHz	500 kHz
0	1	1	1	f _{CLK} /2 ⁷	15.62 kHz	39.1 kHz	78.1 kHz	156.2 kHz	250 kHz
1	0	0	0	f _{CLK} /2 ⁸	7.81 kHz	19.5 kHz	39.1 kHz	78.1 kHz	125 kHz
1	0	0	1	f _{CLK} /2 ⁹	3.91 kHz	9.76 kHz	19.5 kHz	39.1 kHz	62.5 kHz
1	0	1	0	f _{CLK} /2 ¹⁰	1.95 kHz	4.88 kHz	9.76 kHz	19.5 kHz	31.25 kHz
1	0	1	1	f _{CLK} /2 ¹¹	976 Hz	2.44 kHz	4.88 kHz	9.76 kHz	15.63 kHz
1	1	0	0	f _{CLK} /2 ¹²	488 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz	4.88 kHz	7.81 kHz
1	1	0	1	f _{CLK} /2 ¹³	244 Hz	610 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz	3.91 kHz
1	1	1	0	f _{CLK} /2 ¹⁴	122 Hz	305 Hz	610 Hz	1.22 kHz	1.95 kHz
1	1	1	1	f _{CLK} /2 ¹⁵	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/G14 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 TAU00 计数操作

- 定时器通道停止寄存器 0 (TT0)

设置操作时钟：16MHz。

符号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TT0	0	0	0	0	TTH 03	0	TTH 01	0	0	0	0	0	TT03	TT02	TT01	TT00
设定值	—	—	—	—	x	—	x	—	—	—	—	—	x	x	x	1

位 0

TT00	通道 0 的操作停止触发
0	无触发。
1	停止操作（产生停止触发）。 在通道 1 或通道 3 为 8 位定时器模式时，TT01 或 TT03 为低 8 位定时器的操作停止触发。

屏蔽 TAU00 中断

- 中断屏蔽标志寄存器 (MK1L)

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	x	x	1	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/G14 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

•中断请求标志寄存器 (IF1L)

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	x	x	0	x	x	x	x

位 4

TMIF00	中断请求标志
0	无中断请求信号产生
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 RL78/G14 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 TAU00 中断优先级

- 优先级指定标志寄存器 (PR11L, PR01L)

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PR11L	TMPR103	TMPR102	TMPR101	TMPR100	IICAPR10	SREPR11 TMPR103H	SRPR11 CSIPR111 IICPR111	STPR11 CSIPR110 IICPR110
设定值	x	x	x	1	x	x	x	x

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PR01L	TMPR003	TMPR002	TMPR001	TMPR000	IICAPR00	SREPR01 TMPR003H	SRPR01 CSIPR011 IICPR011	STPR01 CSIPR010 IICPR010
设定值	x	x	x	1	x	x	x	x

位 4

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

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G14 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 TAU00 操作模式

• 定时器模式寄存器 (TMR00)

操作时钟 (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 (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	CKS 001	CKS 000	0	CCS 00	0	STS 002	STS 001	STS 000	CIS 001	CIS 000	0	0	MD 003	MD 002	MD 001	MD 000
设定值	0	0	—	0	—	0	0	0	×	×	—	—	0	0	0	0

位 15 和 14

CKS 001	CKS 000	通道 0 操作时钟 (f_{MCK}) 的选择
0	0	定时器时钟选择寄存器 0 (TPS0) 设定的操作时钟 CK00
0	1	定时器选择寄存器 0 (TPS0) 设定的操作时钟 CK02
1	0	定时器选择寄存器 0 (TPS0) 设定的操作时钟 CK01
1	1	定时器选择寄存器 0 (TPS0) 设定的操作时钟 CK03

操作时钟 (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

CCS 00	通道 0 计数时钟 (f_{TCLK}) 的选择
0	由 CKS000 位和 CKS001 位指定的操作时钟 (f_{MCK})
1	TI00 引脚输入信号的有效边沿

计数时钟 (f_{TCLK}) 用于定时器/计数器、输出控制电路和中断控制电路。

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 RL78/G14 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

STS 002	STS 001	STS 000	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			禁止设置。

位 3~1

MD 003	MD 002	MD 001	通道 0 操作模式的设定	对应功能	TCR 计数操作
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	1	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）。					

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G14 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 0

操作模式（由 MD003~MD001 位 设定（参阅上表））	MD 000	开始计数和中断的设定
<ul style="list-style-type: none"> ●间隔定时器模式（0、0、0） ●捕捉模式（0、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）。
	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）。
<ul style="list-style-type: none"> ●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）。
<ul style="list-style-type: none"> ●单次计数模式（1、0、0） 	0	计数操作中的开始触发无效。此时不产生中断。
	1	计数操作中的开始触发有效。此时产生中断。
<ul style="list-style-type: none"> ●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）。 计数操作中的开始触发无效。 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 RL78/G14 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 TAU00 计数值

•定时器数据寄存器 (TDR00)

计数器值设置为 3E7FH, 1ms 计数。

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TDR00	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1

禁止 TAU00 输出

•定时器输出寄存器 (TO0)

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	x	x	0

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”。

•定时器输出允许寄存器 (TOE0)

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	x	x	0

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。 允许写 TO00 位。
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。 忽视 TO00 位的写操作。

注意: 关于寄存器设置的详细方法, 请参考 RL78/G14 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

4.6.6 D/A 转换器初始化设置

D/A 转换器初始化的设置流程，请参见“图 4.7”。

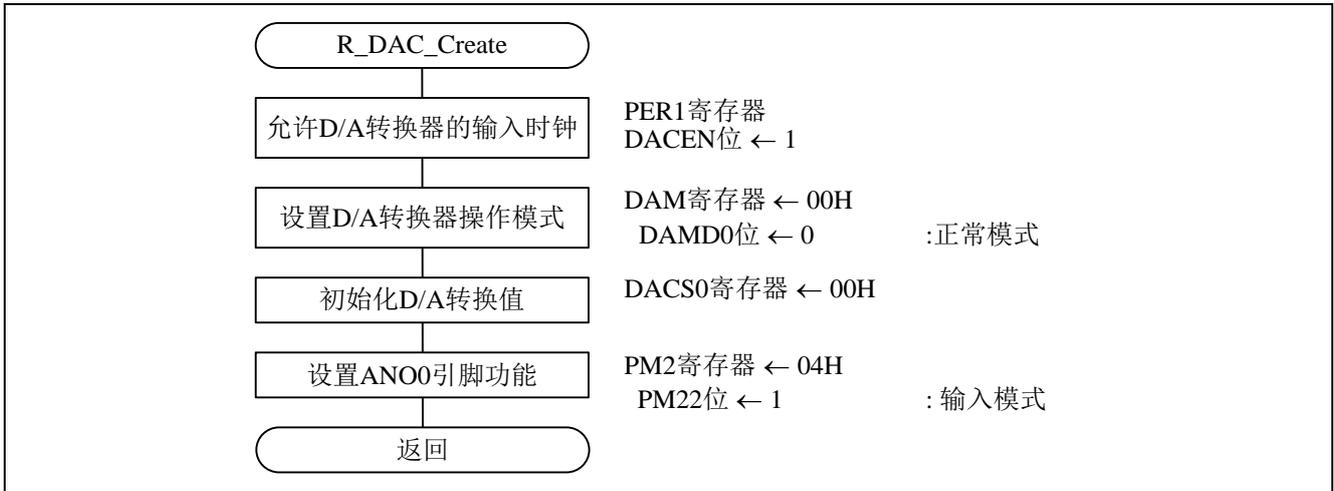


图 4.7 D/A 转换器初始化设置

允许 D/A 转换器的供给时钟

- 外围允许寄存器 1 (PER1)

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PER1	DACEN	TRGEN	CMPEN	TRD0EN	DTCEN	0	0	TRJ0EN
设定值	1	x	x	x	x	—	—	x

位 7

DACEN	D/A 转换器的输入时钟控制
0	停止提供输入时钟。 •禁止写入 D/A 转换器使用的 SFR。 •D/A 转换器处于复位状态。
1	提供输入时钟。 •允许读写 D/A 转换器使用的 SFR。

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G14 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 D/A 转换器正常模式

• D/A 转换器模式寄存器 (DAM)

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
DAM	—	—	DACE1	DACE0	—	—	DAMD1	DAMD0
设定值	—	—	x		—	—	x	0

位 0

DAMD0	D/A 转换器的操作模式选择
0	正常模式
1	实时输出模式

初始化 DAC0 转换值

• D/A 转换值设定寄存器 0 (DACS0)

设置 D/A 转换值为 00H。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
DACS0	DACS07	DACS06	DACS05	DACS04	DACS03	DACS02	DACS01	DACS00
设定值	0							

—	功能
位 7~0	D/A 转换器的分辨率和模拟输出电压 (VANO0) 的关系如下 $VANO0 = \text{D/A 转换器的基准电压} \times (\text{DACS0}) / 256$

设置 ANO0 引脚功能

• 端口模式寄存器 2 (PM2)

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PM2	PM27	PM26	PM25	PM24	PM23	PM22	PM21	PM20
设定值	x	x	x	x	x	1	x	x

位 2

PM22	P22 引脚 I/O 模式选择
0	输出模式 (输出缓存 ON)
1	输入模式 (输出缓存 OFF)

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G14 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

4.6.7 主函数处理

主函数处理流程，请参见“图 4.8”。

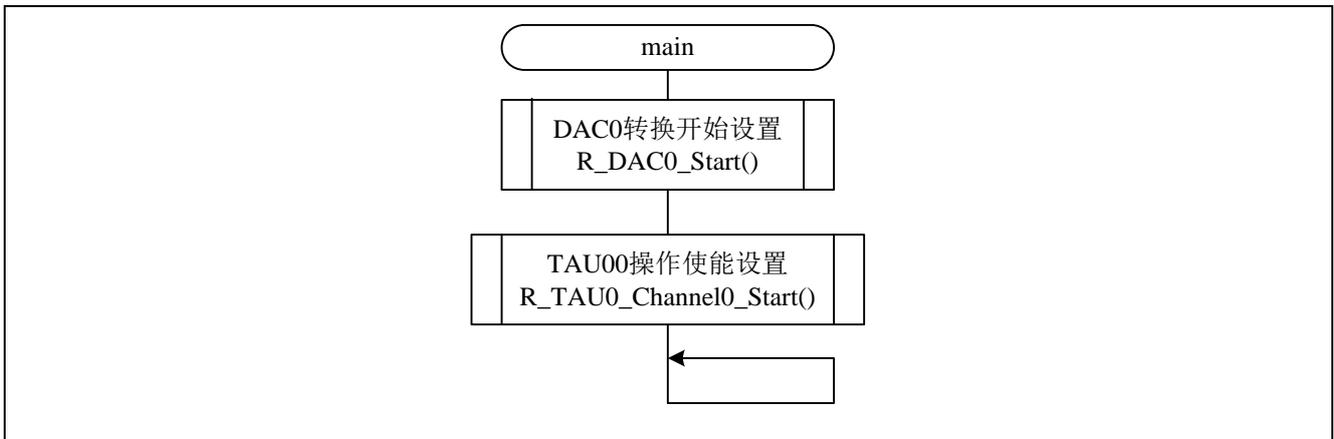


图 4.8 主函数处理

4.6.8 DAC0 转换开始设置

DAC0 转换开始设置流程，请参见“图 4.9”。



图 4.9 DAC0 转换开始设置

允许 D/A 转换操作

• D/A 转换器模式寄存器 (DAM)

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
DAM	—	—	DACE1	DACE0	—	—	DAMD1	DAMD0
设定值	—	—	x	1	—	—	x	

位 4

DACE0	D/A 转换器的转换操作控制
0	停止 D/A 转换。
1	允许 D/A 转换。

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G14 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

4.6.9 TAU00 操作允许设置

TAU00 操作允许设置流程，请参见“图 4.10”。

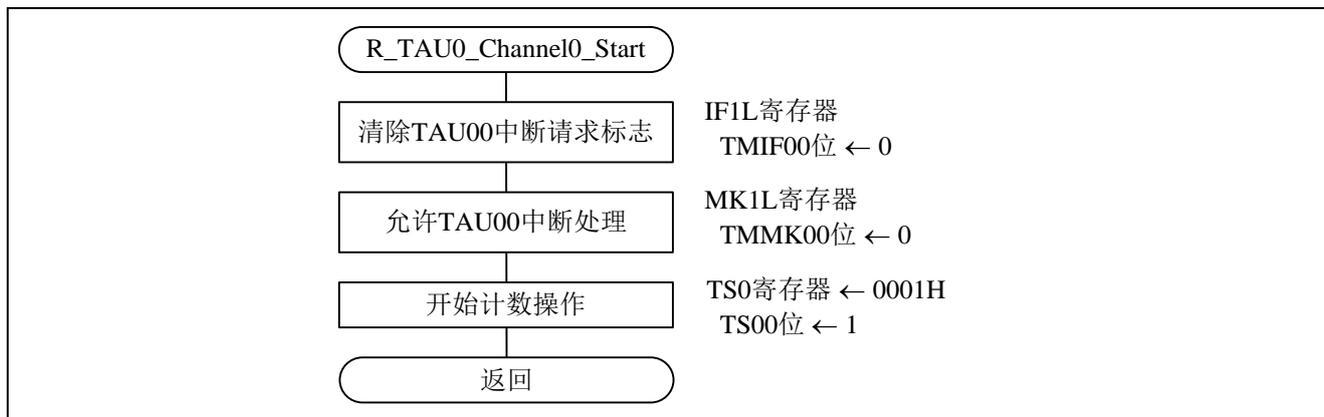


图 4.10 TAU00 操作允许设置

清除 TAU00 中断请求标志

- 中断请求标志寄存器 (IF1L)

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	x	x	0	x	x	x	x

位 4

TMIF00	中断请求标志
0	无中断请求信号产生。
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 RL78/G14 用户手册硬件篇。

寄存器图中的设定值说明：

x: 未使用位、空白: 未变更位、—: 预留位或者是什么都不配置的位

允许 TAU00 中断处理程序

•中断屏蔽标志寄存器 (MK1L)

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	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。

开始计数操作

•定时器通道开始寄存器 (TS0)

符号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TS0	0	0	0	0	TSH 03	0	TSH 01	0	0	0	0	0	TS 03	TS 02	TS 01	TS 00
设定值	—	—	—	—	x	—	x	—	—	—	—	—	x	x	x	1

位 0

TS00	通道 0 的操作允许 (开始) 触发
0	没有触发操作。
1	将 TE00 位置 “1”，进入计数允许状态。 计数允许状态下的 TCR00 寄存器的计数操作的开始因各操作模式而不同。

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G14 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

4.6.10 TAU00 中断

TAU00 中断的流程，请参见“图 4.11”。

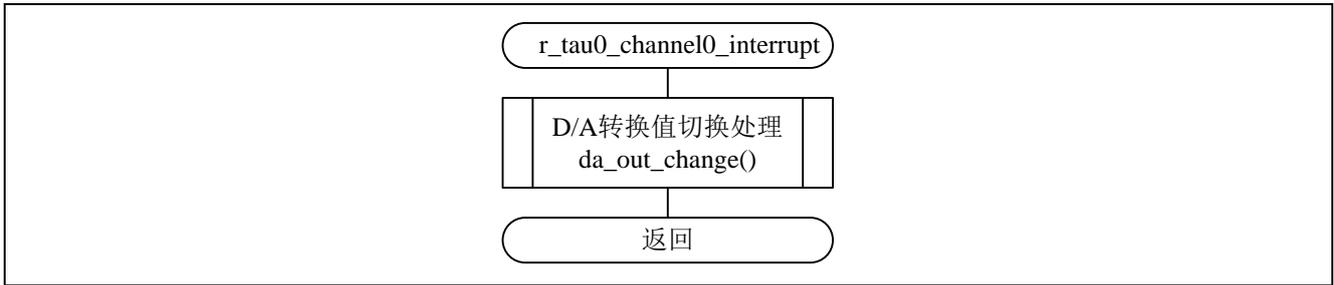


图 4.11TAU00 中断

4.6.11 D/A 转换值切换处理

D/A 转换值切换处理流程，请参见“图 4.12”。

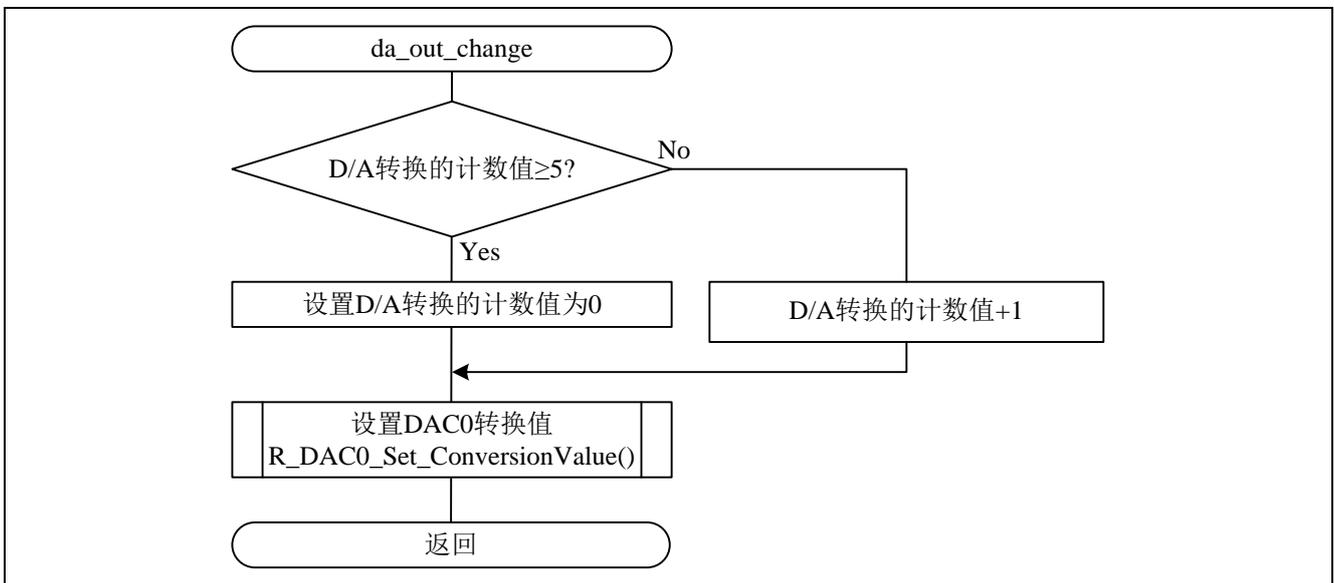


图 4.12 D/A 转换值切换处理

4.6.12 DAC0 转换值设置

DAC0 转换值设置流程，请参见“图 4.13”。

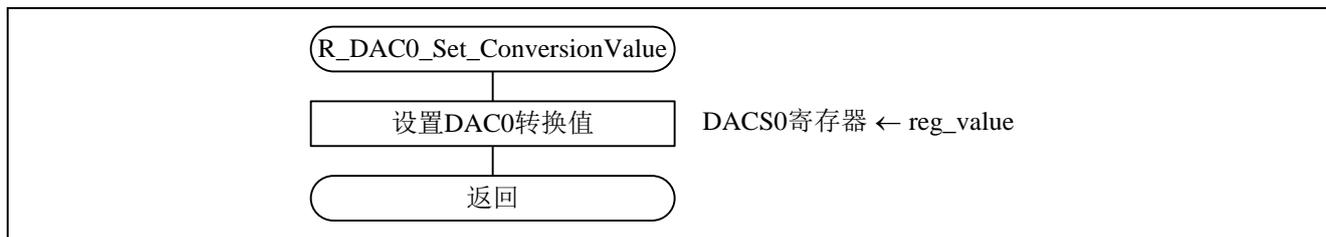


图 4.13 DAC0 转换值设置

设置 DAC0 转换值

- D/A 转换器设定寄存器 0 (DAC0)

设置 ANO0 引脚输出模拟电压值。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
DACS0	DACS07	DACS06	DACS05	DACS04	DACS03	DACS02	DACS01	DACS00
设定值	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 RL78/G14 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

RL78/G14 用户手册硬件篇 (R01UH0186C)

RL78 family User's Manual: Software (R01US0015E)

(最新版本请从瑞萨电子网页上取得)

技术信息/技术更新

(最新信息请从瑞萨电子网页上取得)

公司主页和咨询窗口

瑞萨电子主页

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

咨询

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

修订记录

Rev.	发行日	修订内容	
		页	要点
1.00	2014.07	—	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. 本文件中所记载的关于电路、软件和其他相关信息仅用于说明半导体产品的操作和应用实例。用户如在设备设计中应用本文件中的电路、软件和相关信息，请自行负责。对于用户或第三方因使用上述电路、软件或信息而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
2. 在准备本文件所记载的信息的过程中，瑞萨电子已尽量做到合理注意，但是，瑞萨电子并不保证这些信息都是准确无误的。用户因本文件中所记载的信息的错误或遗漏而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
3. 对于因使用本文件中的瑞萨电子产品或技术信息而造成的侵权行为或因此而侵犯第三方的专利、版权或其他知识产权的行为，瑞萨电子不承担任何责任。本文件所记载的内容不应视为对瑞萨电子或其他人所有的专利、版权或其他知识产权作出任何明示、默示或其它方式的许可及授权。
4. 用户不得更改、修改、复制或制作以其他方式部分或全部地非法使用瑞萨电子的任何产品。对于用户或第三方因上述更改、修改、复制或其他方式非法使用瑞萨电子产品的行为而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
5. 瑞萨电子产品根据其质量等级分为两个等级：“标准等级”和“高质量等级”。每种瑞萨电子产品的推荐用途均取决于产品的质量等级，如下所示：
标准等级：计算机、办公设备、通讯设备、测试和测量设备、视听设备、家用电器、机械工具、个人电子产品以及工业机器人等。
高质量等级：运输设备（汽车、火车、轮船等）、交通控制系统、防火系统、预防犯罪系统以及安全设备等。
瑞萨电子产品无意用于且未被授权用于可能对人类生命造成直接威胁的产品或系统及可能造成人身伤害的产品或系统（人工生命维持装置或系统、植入体内的装置等）中，或者可能造成重大财产损失的产品或系统（核反应堆控制系统、军用设备等）中。在将每种瑞萨电子产品用于某种特定应用之前，用户应先确认其质量等级。不得将瑞萨电子产品用于超出其设计用途之外的任何应用。对于用户或第三方因将瑞萨电子产品用于其设计用途之外而遭受的任何损害或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
6. 使用本文件中记载的瑞萨电子产品时，应在瑞萨电子指定的范围内，特别是在最大额定值、电源工作电压范围、移动电源电压范围、热辐射特性、安装条件以及其他产品特性的范围内使用。对于在上述指定范围之外使用瑞萨电子产品而产生的故障或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
7. 虽然瑞萨电子一直致力于提高瑞萨电子产品的质量和可靠性，但是，半导体产品有其自身的具体特性，如一定的故障发生率以及在某些使用条件下会发生故障等。此外，瑞萨电子产品均未进行防辐射设计。所以请采取安全保护措施，以避免当瑞萨电子产品在发生故障而造成火灾时导致人身事故、伤害或损害的事故。例如进行软硬件安全设计（包括但不限于冗余设计、防火控制以及故障预防等）、适当的老化处理或其他适当的措施等。由于难以对微软件单独进行评估，所以请用户自行对最终产品或系统进行安全评估。
8. 关于环境保护方面的详细内容，例如每种瑞萨电子产品的环境兼容性等，请与瑞萨电子的营业部门联系。使用瑞萨电子产品时，请遵守对管制物质的使用或含量进行管理的所有相应法律法规（包括但不限于《欧盟RoHS指令》）。对于因用户未遵守相应法律法规而导致的损害或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
9. 不可将瑞萨电子产品和技术用于或者嵌入日本国内或海外相应的法律法规所禁止生产、使用及销售的任何产品或系统中。也不可将本文件中记载的瑞萨电子产品或技术用于与军事应用或者军事用途有关的目的（如大规模杀伤性武器的开发等）。在将本文件中记载的瑞萨电子产品或技术进行出口时，应当遵守相应的出口管制法律法规，并按照上述法律法规所规定的程序进行。
10. 向第三方分销或处分产品或者以其他方式将产品置于第三方控制之下的瑞萨电子产品买方或分销商，有责任事先向上述第三方通知本文件规定的条件和条件；对于用户或第三方因非法使用瑞萨电子产品而遭受的任何损失，瑞萨电子不承担任何责任。
11. 在事先未得到瑞萨电子书面认可的情况下，不得以任何形式部分或全部转载或复制本文件。
12. 如果对本文件所记载的信息或瑞萨电子产品有任何疑问，或者用户有任何疑问，请向瑞萨电子的营业部门咨询。
(注1) 瑞萨电子：在本文件中指瑞萨电子株式会社及其控股子公司。
(注2) 瑞萨电子产品：指瑞萨电子开发或生产的任何产品。



SALES OFFICES

Renesas Electronics Corporation

<http://www.renesas.com>

Refer to "<http://www.renesas.com/>" for the latest and detailed information.

Renesas Electronics America Inc.
2880 Scott Boulevard Santa Clara, CA 95050-2554, U.S.A.
Tel: +1-408-588-6000, Fax: +1-408-588-6130

Renesas Electronics Canada Limited
1101 Nicholson Road, Newmarket, Ontario L3Y 9C3, Canada
Tel: +1-905-898-5441, Fax: +1-905-898-3220

Renesas Electronics Europe Limited
Dukes Meadow, Millboard Road, Bourne End, Buckinghamshire, SL8 5FH, U.K.
Tel: +44-1628-651-700, Fax: +44-1628-651-804

Renesas Electronics Europe GmbH
Arcadiastrasse 10, 40472 Düsseldorf, Germany
Tel: +49-211-65030, Fax: +49-211-6503-1327

Renesas Electronics (China) Co., Ltd.
7th Floor, Quantum Plaza, No.27 ZhichunLu Haidian District, Beijing 100083, P.R.China
Tel: +86-10-8235-1155, Fax: +86-10-8235-7679

Renesas Electronics (Shanghai) Co., Ltd.
Unit 301, Tower A, Central Towers, 555 LanGao Rd., Putuo District, Shanghai, China
Tel: +86-21-2226-0889, Fax: +86-21-2226-0899

Renesas Electronics Hong Kong Limited
Unit 1601-1613, 16/F., Tower 2, Grand Century Place, 193 Prince Edward Road West, Mongkok, Kowloon, Hong Kong
Tel: +852-2886-9318, Fax: +852-2886-9022/9044

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

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

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

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