

---

## RL78/G14、M16C/62P 群

R01AN1997CC0100

Rev.1.00

### 从 M16C/62P 转至 RL78/G14 的迁移指南：A/D 转换器

---

2016.12.31

#### 要点

本篇应用说明介绍了从 M16C/62P 群的 A/D 转换器转至 RL78/G14 的 A/D 转换器的迁移方法。

#### 对象 MCU

RL78/G14、M16C/62P 群

将本篇应用说明应用到其他 MCU 时，请根据 MCU 的规格进行详细的评价。

## 目录

1. 功能的差异点.....	3
2. 寄存器的比较.....	5
3. A/D 转换器的运行.....	6
3.1 A/D 运行模式.....	6
3.2 绝对精度.....	6
3.2.1 M16C/62P 群的电特性.....	6
3.2.2 RL78/G14 的电特性.....	7
3.3 模拟输入引脚.....	7
3.3.1 M16C/62P 群.....	7
3.3.2 RL78/G14.....	7
3.4 中断操作.....	8
4. 参考例程.....	9
4.1 规格.....	9
4.1.1 单次扫描模式的迁移例.....	11
4.1.2 重复扫描模式 0 的迁移例.....	11
4.1.3 重复扫描模式 1 的迁移例.....	11
4.2 硬件说明.....	12
4.2.1 硬件配置示例.....	12
4.2.2 使用引脚一览.....	12
4.3 软件说明.....	13
4.3.1 操作概要.....	13
4.3.2 选项字节设置一览.....	21
4.3.3 常量一览.....	21
4.3.4 变量一览.....	21
4.3.5 函数一览.....	22
4.3.6 流程图.....	23
5. 相关应用说明.....	37
6. 参考例程.....	37
7. 参考文献.....	37
公司主页和咨询窗口.....	37

## 1. 功能的差异点

A/D 转换器的差异点，请参见“表 1.1”和“表 1.2”。

表 1.1 A/D 转换器的差异点（1/2）

项目	M16C/62P 群	RL78/G14
基准电压	$V_{REF}$ (2.0V ~ $V_{CC1}$ )	从 $V_{DD}$ 、 $AV_{REFP}$ (1.6V ~ $V_{DD}$ )、内部基准电压中选择
模拟输入电压	0V ~ $V_{REF}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>基准电压 = <math>AV_{REFP}</math> ANI2 ~ ANI14: 0V ~ <math>AV_{REFP}</math> ANI16 ~ ANI20: 0V ~ <math>AV_{REFP}</math> 和 <math>EV_{DD0}</math></li> <li>基准电压 = <math>V_{DD}</math> ANIO ~ ANI14: 0V ~ <math>V_{DD}</math> ANI16 ~ ANI20: 0V ~ <math>EV_{DD0}</math></li> <li>基准电压 = 内部基准电压 0 ~ <math>V_{BGR}</math></li> </ul>
运行时钟 (转换时钟)	$f_{AD}$ 、 $f_{AD}$ 的 2 分频、 $f_{AD}$ 的 3 分频、 $f_{AD}$ 的 4 分频、 $f_{AD}$ 的 6 分频或者 $f_{AD}$ 的 12 分频 ( $f_{AD}$ 是由主时钟、PLL 时钟或者内部振荡器时钟产生的用于 A/D 转换器的时钟源)	$f_{CLK}/64$ 、 $f_{CLK}/32$ 、 $f_{CLK}/16$ 、 $f_{CLK}/8$ 、 $f_{CLK}/6$ 、 $f_{CLK}/5$ 、 $f_{CLK}/4$ 、 $f_{CLK}/2$ ( $f_{CLK}$ : CPU/外围硬件时钟频率)
分辨率	8 位或者 10 位	8 位或者 10 位
运行模式 (A/D 转换模式)	单次模式、重复模式、单次扫描模式、重复扫描模式 0、重复扫描模式 1	A/D 转换通道选择模式 (选择模式、扫描模式) 和 A/D 转换运行模式 (连续转换模式、单次转换模式) 的组合
模拟输入引脚	8 个 (AN0 ~ AN7) +2 个 (ANEX0、ANEX1) +8 个 (AN0_0 ~ AN0_7) +8 个 (AN2_0 ~ AN2_7)	8ch (30、32、36 引脚)、9ch (40 引脚)、10ch (44、48 引脚)、12ch (52、64 引脚)、17ch (80 引脚)、20ch (100 引脚)
A/D 转换触发	<ul style="list-style-type: none"> <li>软件触发</li> <li>外部触发 (能重新触发)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>软件触发</li> <li>硬件触发<sup>注1</sup></li> </ul>
硬件触发运行模式选择	无	有 (硬件触发无等待模式、硬件触发等待模式)
A/D 转换时间	<ul style="list-style-type: none"> <li>无采样&amp;保持 8 位分辨率时 49 个 <math>\Phi AD</math> 周期 10 位分辨率时 59 个 <math>\Phi AD</math> 周期</li> <li>有采样&amp;保持 8 位分辨率时 28 个 <math>\Phi AD</math> 周期 10 位分辨率时 33 个 <math>\Phi AD</math> 周期</li> </ul>	可以通过 ADM0 寄存器选择
可以同时使用的引脚数	1、2、4、6 或 8 个引脚 <sup>注2</sup>	1 或 4 个引脚 <sup>注2</sup>
保存 A/D 转换结果的寄存器个数	8 个 (AD0 ~ AD7)	1 个 <sup>注3</sup>

注 1: 硬件触发可以从定时器通道 01 的计数结束或者捕捉结束中断信号 (INTTM01)、ELC 选择的事件信号、实时时钟中断信号 (INTRTC)、12 位间隔定时器中断信号 (INTIT) 中选择。

注 2: 取决于运行模式。

注 3: RL78/G14 只能保存一次的 A/D 转换结果。所以，当连续地进行 A/D 转换时，请在下次 A/D 转换结束前，使用 DTC 等方法保存 A/D 转换的结果。使用 DTC 读取 A/D 转换结果的方法，请参考应用说明“RL78/G14 群使用 DTC 传送 A/D 转换结果”。

表 1.2 A/D 转换器的差异点 (2/2)

项目	M16C/62P 群	RL78/G14
STOP 模式中的使用	不可以	可以 (SNOOZE 模式功能)
内部基准电压	无	1.45V (TYP.)
温度传感器	无	有
检测模式	无	有

## 2. 寄存器的比较

M16C/62P 群和 RL78/G14 的寄存器对比表，请参见“表 2.1”。

表 2.1 寄存器对比

项目	M16C/62P 群	RL78/G14
内部基准电压	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADM2 寄存器 ADREFP1 位、ADREFP0 位、ADREFM 位</li> <li>• ADS 寄存器</li> </ul>
A/D 转换结果的保存	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AD0 ~ AD7 寄存器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADCR 寄存器（10 位）</li> <li>• ADCRH 寄存器（8 位）</li> </ul>
时钟分频比	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADCON0 寄存器 CKS0 位</li> <li>• ADCON1 寄存器 CKS1 位</li> <li>• ADCON2 寄存器 CKS2 位</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADM0 寄存器 FR2 ~ FR0 位</li> </ul>
A/D 运行模式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADCON0 寄存器 MD1 ~ MD0 位</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADM0 寄存器 ADMD 位</li> <li>• ADM1 寄存器 ADSCM 位</li> </ul>
A/D 转换触发模式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADCON0 寄存器 TRG 位</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADM1 寄存器 ADTMD1 位、ADTMD0 位 ADTRS1 位、ADTRS0 位</li> </ul>
模拟输入引脚	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADCON0 寄存器 CH2~CH0 位</li> <li>• ADCON1 寄存器 SCAN1 位、SCAN0 位</li> <li>• ADCON2 寄存器 ADGSEL1 位、ADGSEL0 位</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADS 寄存器</li> <li>• ADPC 寄存器</li> <li>• PMC0 寄存器</li> <li>• PMC10 寄存器</li> <li>• PMC12 寄存器</li> <li>• PMC14 寄存器</li> </ul>
A/D 转换运行控制	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADCON0 寄存器 ADST 位</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADM0 寄存器 ADCS 位、ADCE 位</li> </ul>
分辨率	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADCON1 寄存器 BITS 位</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADM2 寄存器 ADTYP 位</li> </ul>
A/D 输入时钟控制	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PER0 寄存器 ADCEN 位</li> </ul>
A/D 转换时间模式	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADM0 寄存器 LV1 位、LV0 位</li> </ul>
转换结果上/下限值的检查	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADM2 寄存器 ADRCK 位</li> </ul>
SNOOZE 模式	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADM2 寄存器 AWC 位</li> </ul>
温度传感器输出	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADS 寄存器</li> </ul>
A/D 转换比较值的上/下限值的设定	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADUL 寄存器</li> <li>• ADLL 寄存器</li> </ul>
A/D 测试功能	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADTES 寄存器 ADTES1 位、ADTES0 位</li> </ul>

—：没有相关寄存器。

### 3. A/D 转换器的运行

#### 3.1 A/D 运行模式

RL78/G14 根据通道选择模式和转换运行模式的组合来选择 A/D 转换模式。

M16C/62P 群的各运行模式对应 RL78/G14 的通道选择模式和转换运行模式的组合，请参见“表 3.1”。

表 3.1 A/D 运行模式对照表

M16C/62P 群	RL78/G14	
	通道选择模式	转换运行模式
重复模式	选择模式	连续转换模式
单次模式		单次转换模式
重复扫描模式 0	扫描模式	连续转换模式
单次扫描模式		单次转换模式
重复扫描模式 1 <sup>注1</sup>	选择模式	单次转换模式

注 1：通过软件的流程处理对应。

#### 3.2 绝对精度

对应于 M16C/62P 群的绝对精度的值，RL78/G14 定义了综合误差。

##### 3.2.1 M16C/62P 群的电特性

M16C/62P 群的绝对精度请参见“表 3.2”。

表 3.2 M16C/62P 群绝对精度

项目		测定条件		额定值			单位
				最小	典型	最大	
绝对精度	10 位模式	V <sub>ref</sub> = V <sub>CC1</sub> = 5.0V	AN0 ~ AN7 输入	—	—	±3	LSB
			AN0_0 ~ AN0_7 输入				
			AN2_0 ~ AN2_7 输入				
	ANEX0、ANEX1 输入						
		外部运算放大器连接模式	—	—	±7	LSB	
		V <sub>ref</sub> = V <sub>CC1</sub> = 3.3V	AN0 ~ AN7 输入	—	—	±5	LSB
			AN0_0 ~ AN0_7 输入				
			AN2_0 ~ AN2_7 输入				
			ANEX0、ANEX1 输入				
			外部运算放大器连接模式	—	—	±7	LSB
	8 位模式	V <sub>ref</sub> = V <sub>CC1</sub> = 5.0V, 3.3V		—	—	±2	LSB

### 3.2.2 RL78/G14 的电特性

在下面的条件下，RL78/G14 的综合误差请参见“表 3.3”。

选择  $AV_{REF(+)} = AV_{REFP}/ANI0$  ( $ADREFP1 = 0$ 、 $ADREFP0 = 1$ )， $AV_{REF(-)} = AV_{REFM}/ANI1$  ( $ADREFM=1$ )，目标 ANI 引脚：ANI2 ~ ANI14 (ANI 引脚接电源  $V_{DD}$ )。

表 3.3 RL78/G14 综合误差

项目	符号	条件		MIN.	TYP.	MAX.	单位
综合误差	AINL	10 位分辨率 $AV_{REFP} = V_{DD}$	$1.8V \leq V_{DD} \leq 5.5V$		1.2	$\pm 3.5$	LSB
			$1.6V \leq V_{DD} \leq 5.5V$		1.2	$\pm 7.5$	LSB

### 3.3 模拟输入引脚

M16C/62P 群使用单次扫描模式或者重复扫描模式时，可以从 2、4、6、8 中选择使用的模拟输入引脚数。RL78/G14 使用扫描模式时，选择 4 个引脚。

#### 3.3.1 M16C/62P 群

M16C/62P 群在各运行模式下可以使用的模拟输入引脚请参见“表 3.4”。

表 3.4 M16C/62P 群可以使用的模拟输入引脚

运行模式	可以使用的模拟输入引脚
单次模式、重复模式	从 AN0 ~ AN7、AN0_0 ~ AN0_7、AN2_0 ~ AN2_7、ANEX0 ~ ANEX1 中选择 1 个引脚 <sup>注1</sup>
单次扫描模式、重复扫描模式 0、重复扫描模式 1	从 AN0 ~ AN1 (2 引脚)、AN0 ~ AN3 (4 引脚)、AN0 ~ AN5 (6 引脚)、AN0 ~ AN7 (8 引脚) 中选择 <sup>注1、注2</sup>

注 1:  $V_{CC2} < V_{CC1}$  时，不能将 AN0\_0 ~ AN0\_7、AN2\_0 ~ AN2\_7 作为模拟输入引脚使用。

注 2: 可以跟使用 AN0 ~ AN7 相同的方式使用 AN0\_0 ~ AN0\_7、AN2\_0 ~ AN2\_7。

#### 3.3.2 RL78/G14

RL78/G14 在不同的通道选择模式下可以使用的模拟输入引脚请参见“表 3.5”。

表 3.5 RL78/G14 可以使用的模拟输入引脚

通道选择模式	可以使用的模拟输入引脚
选择模式	从 ANI0 ~ ANI14、ANI16 ~ ANI20、内部基准电压、温度传感器输出中选择 1 个引脚
扫描模式	ANI0 ~ ANI3、ANI1 ~ ANI4、ANI2 ~ ANI5、ANI3 ~ ANI6、ANI4 ~ ANI7、ANI5 ~ ANI8、ANI6 ~ ANI9、ANI7 ~ ANI10、ANI8 ~ ANI11、ANI9 ~ ANI12、ANI10 ~ ANI13、ANI11 ~ ANI14

RL78/G14 必须通过 ADPC 寄存器或者 PMC 寄存器将所使用的模拟输入引脚的端口切换为模拟输入。特别是通过 ADPC 寄存器顺次将 ANI0 ~ ANI14 引脚切换为模拟输入时，请仔细评价所使用的模拟输入引脚。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
ADPC	0	0	0	0	ADPC3	ADPC2	ADPC1	ADPC0

ADPC3	ADPC2	ADPC1	ADPC0	模拟功能 (A) 和数字输入/输出 (D) 的切换														
				ANI14/P156	ANI13/P155	ANI12/P154	ANI11/P153	ANI10/P152	ANI9/P151	ANI8/P150	ANI7/P27	ANI6/P26	ANI5/P25	ANI4/P24	ANI3/P23	ANI2/P22	ANI1/P21	ANI0/P20
0	0	0	0	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0	0	0	1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
0	0	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A
0	0	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A
0	1	0	0	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A
0	1	0	1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A
0	1	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A
0	1	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A
1	0	0	0	D	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A
1	0	0	1	D	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A
1	0	1	0	D	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1	0	1	1	D	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1	1	0	0	D	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1	1	0	1	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1	1	1	0	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1	1	1	1	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

从 ANI0 ~ ANI14、ANI16 ~ ANI20 引脚中选择一个引脚进行 A/D 转换时，转换期间不能读取 P20 ~ P27、P03、P02、P147、P120、P100、P150 ~ P156，如果读取的话，可能会降低转换精度。

### 3.4 中断操作

M16C/62P 群的单次扫描模式中，当选择的引脚全部 A/D 转换结束后，产生中断。RL78/G14 则在每个引脚的 A/D 转换结束时产生中断。



## 4. 参考例程

### 4.1 规格

这里介绍了将 M16C/62P 群的单次扫描模式、重复扫描模式 0、重复扫描模式 1 对应到 RL78/G14 的参考例程。

从 M16C/62P 群转至 RL78/G14 时各运行模式的对应方法请参见“表 4.1”。

表 4.1 从 M16C/62P 群转至 RL78/G14 时各运行模式的对应方法

M16C/62P 群	RL78/G14	
	通道选择模式	转换运行模式
单次扫描模式	扫描模式	单次转换模式
重复扫描模式 0	扫描模式	连续转换模式
重复扫描模式 1 <sup>注 1</sup>	选择模式	单次转换模式

注 1：使用软件进行流程处理。



#### 4.1.1 单次扫描模式的迁移例

在 RL78/G14 上对应 M16C/62P 的单次扫描模式功能时，可以使用 DTC 传送（重复模式）和 A/D 转换器（软件触发、扫描、单次转换模式）。

将 P20/ANI0 ~ P23/ANI3 和 P24/ANI4 ~ P27/ANI7 引脚输入的模拟输入电压在扫描模式、单次转换模式下进行 A/D 转换，使用 DTC 传送将各引脚的 A/D 转换值保存到 RAM 中。连续进行各引脚的 A/D 转换的场合，每 1 个引脚的转换结束时，转换结果保存在 10 位 A/D 转换结果寄存器（ADCR）中，然后启动 DTC，将 A/D 转换结果从 ADCR 寄存器传送到 RAM 中。所有引脚的 A/D 转换和 DTC 传送都结束时，产生 A/D 转换结束中断请求。

#### 4.1.2 重复扫描模式 0 的迁移例

在 RL78/G14 上对应 M16C/62P 的重复扫描模式 0 功能时，可以使用 DTC 传送（重复模式）和 A/D 转换器（软件触发、扫描、连续转换模式）。

将 P20/ANI0 ~ P23/ANI3 和 P24/ANI4 ~ P27/ANI7 引脚输入的模拟输入电压在扫描模式、连续转换模式下进行 A/D 转换，使用 DTC 传送将各引脚的 A/D 转换值保存到 RAM 中。连续进行各引脚的 A/D 转换的场合，每 1 个引脚的转换结束时，转换结果保存在 10 位 A/D 转换结果寄存器（ADCR）中，然后启动 DTC，将 A/D 转换结果从 ADCR 寄存器传送到 RAM 中。所有引脚的 A/D 转换和 DTC 传送都结束时，产生 A/D 转换结束中断请求。

#### 4.1.3 重复扫描模式 1 的迁移例

在 RL78/G14 上对应 M16C/62P 的重复扫描模式 1 功能时，可以使用 A/D 转换器（软件触发、选择模式、单次转换模式），通过软件进行流程处理。

将 P20/ANI0~P27/ANI7 引脚输入的模拟输入电压在选择模式、单次转换模式下进行 A/D 转换，每 1 个引脚的转换结束时，转换结果保存在 10 位 A/D 转换结果寄存器（ADCR）中，并产生 A/D 转换结束中断请求。A/D 的转换顺序为：ANI0→ANI1→ANI0→ANI2→...→ANI0→ANI7→ANI0→ANI1...

## 4.2 硬件说明

### 4.2.1 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 4.2”。

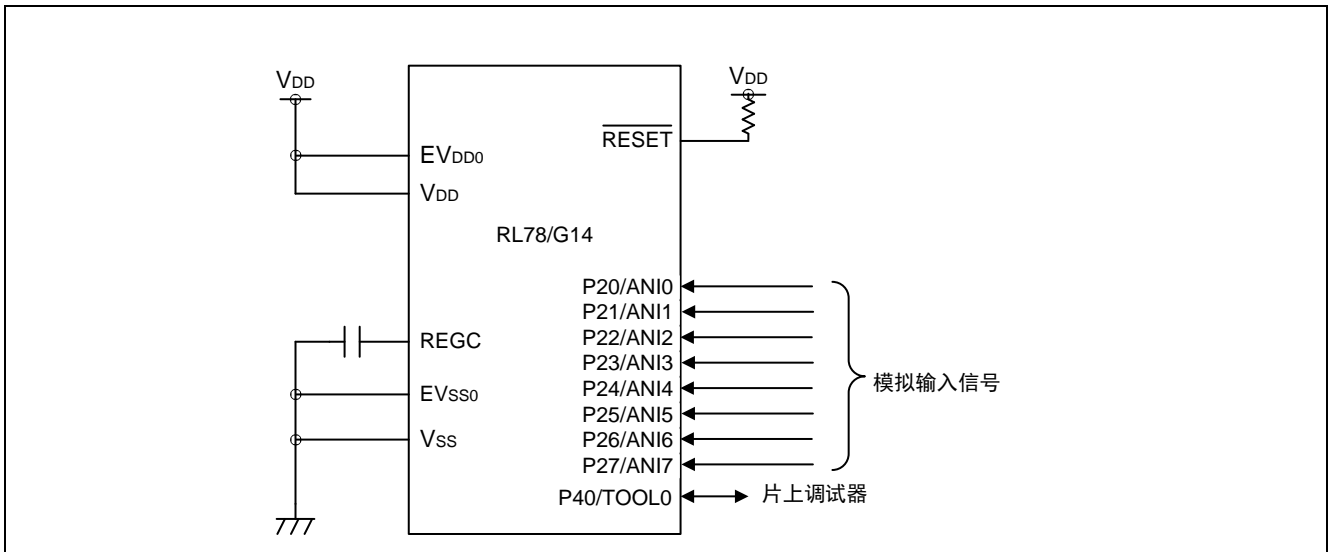


图 4.2 硬件配置

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

2. 将所有名字以  $EV_{SS}$  开始的引脚连接到  $V_{SS}$ ，将所有名字以  $EV_{DD}$  开始的引脚连接到  $V_{DD}$ 。

3. 请将  $V_{DD}$  电压值保持在由 LVD 设定的复位解除电压  $V_{LVD}$  以上。

### 4.2.2 使用引脚一览

使用的引脚及其功能，请参见“表 4.3”。

表 4.3 使用的引脚及其功能

引脚名	输入/输出	内容
P20/ANI0	输入	A/D 转换器输入 (ANI0)
P21/ANI1	输入	A/D 转换器输入 (ANI1)
P22/ANI2	输入	A/D 转换器输入 (ANI2)
P23/ANI3	输入	A/D 转换器输入 (ANI3)
P24/ANI4	输入	A/D 转换器输入 (ANI4)
P25/ANI5	输入	A/D 转换器输入 (ANI5)
P26/ANI6	输入	A/D 转换器输入 (ANI6)
P27/ANI7	输入	A/D 转换器输入 (ANI7)

## 4.3 软件说明

### 4.3.1 操作概要

#### (1) 单次扫描模式的迁移例

扫描模式下进行 8 个引脚的 A/D 转换。通过 DTC 将 8 个引脚的 A/D 转换值传送到 RAM 中。将重复区域设置为传送目标 (ad\_value[0] ~ ad\_value[3])，使用 DTC 的重复模式，顺序将 8 个引脚的 A/D 转换结果传送到 RAM 中。

ANI0 引脚的 A/D 转换结束时，从传送源地址 (ADCR 寄存器 (FFFF1EH、FFFF1FH) 向传送目标地址 (ad\_value[0] (FFF500H ~ FFF501H) 进行第一次的 DTC 传送。ANI1 引脚的 A/D 转换结束时，进行第二次的 DTC 传送。因为传送目标地址设为重复区域，所以传送到 ad\_value[1] (FFF502H ~ FFF503H) 中。同样地，将 ANI2 引脚和 ANI3 引脚的 A/D 转换结果进行 DTC 传送，当进行了 4 次传送时，产生 A/D 转换结束中断。

在 A/D 转换结束中断中保存了 4 次 A/D 转换结果后，通过 ADS 寄存器将转换对象变更为 ANI4~ANI7 引脚，然后再次开始进行 A/D 转换。然后，跟前面一样，在 ANI4 引脚的 A/D 转换结束时进行 DTC 传送，当 4 次传送结束时，产生 A/D 转换结束中断。

DTC 的设定内容请参见“表 4.4”，A/D 转换器的设定内容请参见“表 4.5”。

表 4.4 DTC 的设定内容

设定项目	设定值
	控制数据 0
传送模式	重复模式
重复模式中断	允许
源地址控制	固定
目标地址控制	重复区域
链传送	禁止
传送块大小	2 字节
DTC 传送次数	4 次
传送源地址	ADCR 寄存器的地址 (FFF1EH)
传送目标地址	ad_value[] 的首地址 (FF500H)

表 4.5 A/D 转换器的设定内容

设定项目	设定值
转换时钟 (f <sub>AD</sub> )	f <sub>CLK</sub> /64
A/D 转换模式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A/D 转换触发模式：软件触发</li> <li>• A/D 转换通道选择模式：扫描模式</li> <li>• A/D 转换运行模式：单次转换模式</li> </ul>
分辨率	10 位
模式输入通道	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 初始化设定时，或者 ANI4 ~ ANI7 的 A/D 转换结束后，将转换对象设定为 ANI0 ~ ANI3。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 扫描 0：ANI0</li> <li>• 扫描 1：ANI1</li> <li>• 扫描 2：ANI2</li> <li>• 扫描 3：ANI3</li> </ul> </li> <li>• A/D 转换结束中断中，将转换对象设定为 ANI4 ~ ANI7。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 扫描 0：ANI4</li> <li>• 扫描 1：ANI5</li> <li>• 扫描 2：ANI6</li> <li>• 扫描 3：ANI7</li> </ul> </li> </ul>
转换结果比较上限值 (ADUL 寄存器)	FFH
转换结果比较下限值 (ADLL 寄存器)	00H
转换结果上限/下限检查	ADLL 寄存器 ≤ ADCR 寄存器 ≤ ADUL 寄存器时发生 INTAD

- ① 进行 A/D 转换器和 DTC 的初始化设定。
- ② 将 ADM0 寄存器的 ADCS 位设为“1”（转换运行允许），开始 A/D 转换。
- ③ 各引脚（ANI0、ANI1、ANI2、ANI3）的 A/D 转换结束时，启动 DTC。
- ④ DTC 从 ADCR 寄存器中读出 A/D 转换结果，并将 A/D 转换结果传送到各引脚对应的 RAM（ad\_value[0] ~ ad\_value[3]）中。
- ⑤ 4 次 DTC 传送结束时，产生 A/D 转换结束中断。在中断处理中，将 A/D 转换结果 ad\_value[0] ~ ad\_value[3] 右移 6 位，保存到变量 an0\_value ~ an3\_value 中。
- ⑥ 保存 A/D 转换结果后，变更 ADS 寄存器，将转换对象设定为 ANI4 ~ ANI7。
- ⑦ 将 ADM0 寄存器的 ADCS 位设定为“1”（转换运行允许），开始 A/D 转换。
- ⑧ 各引脚（ANI4、ANI5、ANI6、ANI7）的 A/D 转换结束时，启动 DTC。
- ⑨ DTC 从 ADCR 寄存器中读出 A/D 转换结果，并将 A/D 转换结果传送到各引脚对应的 RAM（ad\_value[0] ~ ad\_value[3]）中。
- ⑩ 4 次 DTC 传送结束时，产生 A/D 转换结束中断。在中断处理中，将 A/D 转换结果 ad\_value[0] ~ ad\_value[3] 右移 6 位，保存到变量 an4\_value ~ an7\_value 中。

DTC 传送和 A/D 转换的时序图请参见“图 4.3”，ADCR 寄存器和 RAM 的关系请参见“图 4.4”。

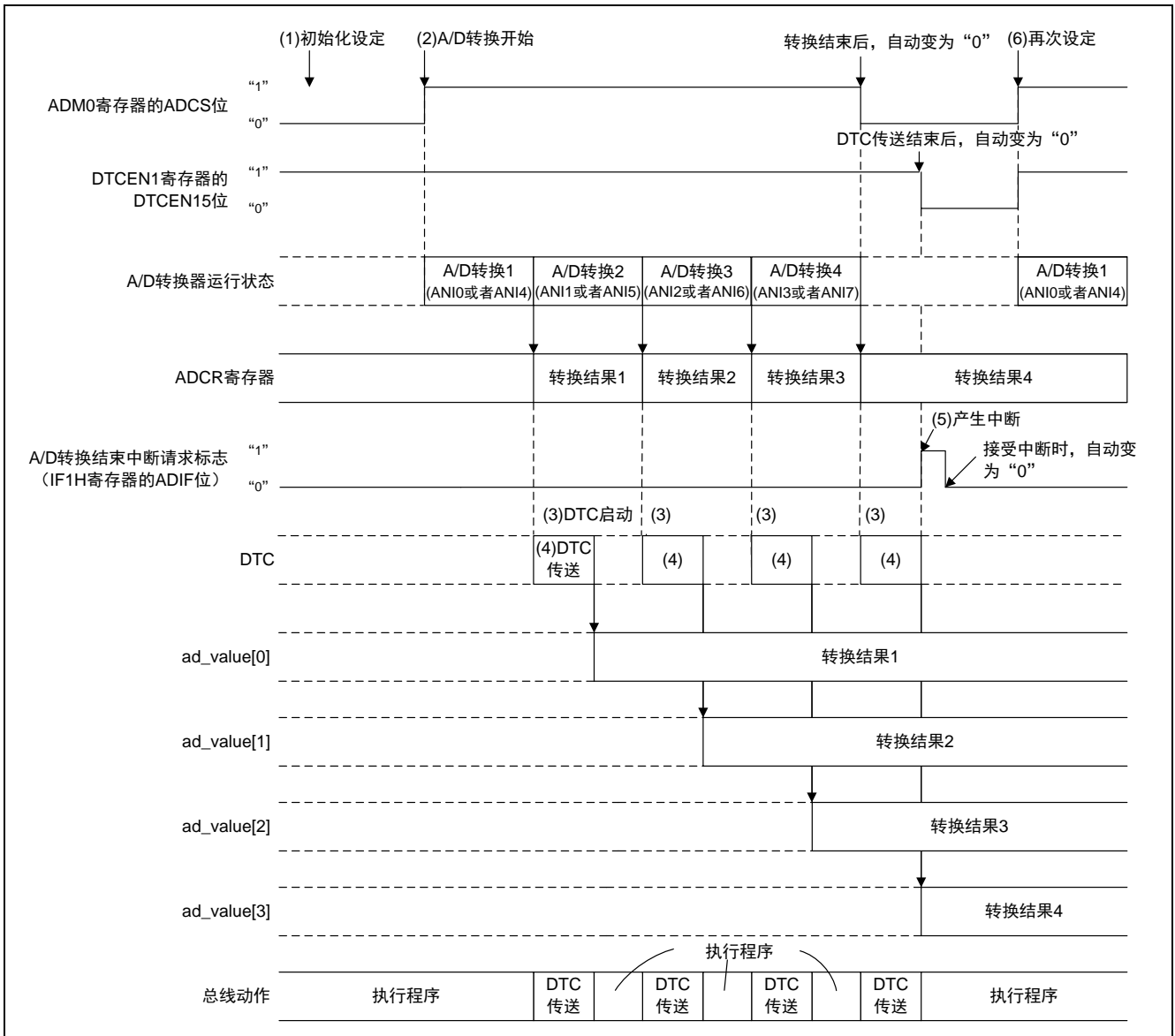


图 4.3 DTC 传送和 A/D 转换的时序图（单次扫描模式的迁移例）

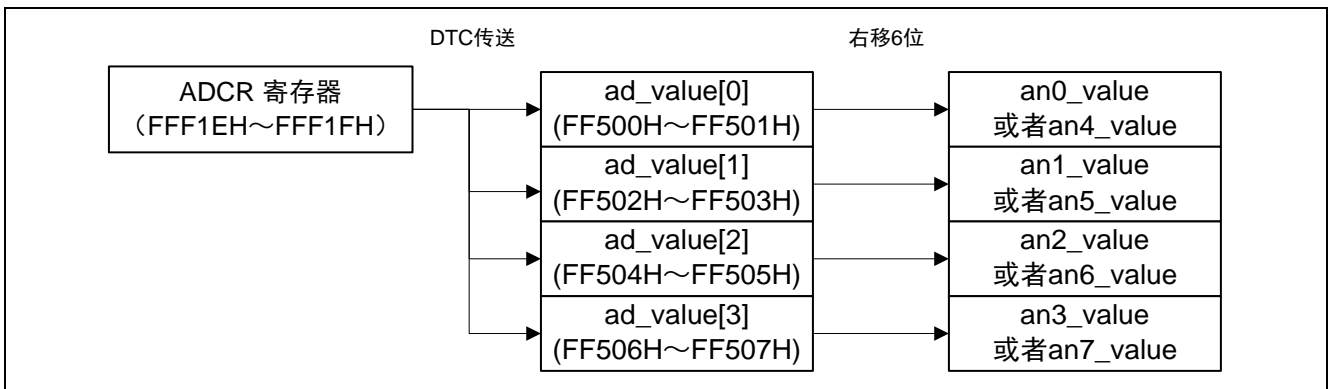


图 4.4 ADCR 寄存器和 RAM 的关系（单次扫描模式的迁移例）

## (2) 重复扫描模式 0 的迁移例

扫描模式下进行 8 个引脚的 A/D 转换。通过 DTC 将 8 个引脚的 A/D 转换值传送到 RAM 中。将重复区域设置为传送目标 (ad\_value[0] ~ ad\_value[3])，使用 DTC 的重复模式，顺序将 8 个引脚的 A/D 转换结果传送到 RAM 中。

ANI0 引脚的 A/D 转换结束时，从传送源地址 (ADCR 寄存器 (FFFF1EH、FFFF1FH)) 向传送目标地址 (ad\_value[0] (FFF500H ~ FFF501H)) 进行第一次的 DTC 传送。ANI1 引脚的 A/D 转换结束时，进行第二次的 DTC 传送。因为传送目标地址设为重复区域，所以传送到 ad\_value[1] (FFF502H ~ FFF503H) 中。同样地，将 ANI2 引脚和 ANI3 引脚的 A/D 转换结果进行 DTC 传送，当进行了 4 次传送时，产生 A/D 转换结束中断。

在 A/D 转换结束中断中保存了 4 次 A/D 转换结果后，通过 ADS 寄存器将转换对象变更为 ANI4 ~ ANI7 引脚，再次启动 DTC。然后，跟之前一样，在 ANI4 引脚的 A/D 转换结束时进行 DTC 传送，当 4 次传送结束时，产生 A/D 转换结束中断。

DTC 的设定内容请参见“表 4.6”，A/D 转换器的设定内容请参见“表 4.7”。

表 4.6 DTC 的设定内容

设定项目	设定值
	控制数据 0
传送模式	重复模式
重复模式中断	允许
源地址控制	固定
目标地址控制	重复区域
链传送	禁止
传送块大小	2 字节
DTC 传送次数	4 次
传送源地址	ADCR 寄存器的地址 (FFF1EH)
传送目标地址	ad_value[] 的首地址 (FFF500H)



表 4.7 A/D 转换器的设定内容

设定项目	设定值
转换时钟 (f <sub>AD</sub> )	f <sub>CLK</sub> /64
A/D 转换模式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A/D 转换触发模式：软件触发</li> <li>• A/D 转换通道选择模式：扫描模式</li> <li>• A/D 转换运行模式：连续转换模式</li> </ul>
分辨率	10 位
模式输入通道	每次产生 A/D 转换结束中断时，切换输入通道 <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANI0 ~ ANI3               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 扫描 0: ANI0</li> <li>• 扫描 1: ANI1</li> <li>• 扫描 2: ANI2</li> <li>• 扫描 3: ANI3</li> </ul> </li> <li>• ANI4 ~ ANI7               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 扫描 0: ANI4</li> <li>• 扫描 1: ANI5</li> <li>• 扫描 2: ANI6</li> <li>• 扫描 3: ANI7</li> </ul> </li> </ul>
转换结果比较上限值 (ADUL 寄存器)	FFH
转换结果比较下限值 (ADLL 寄存器)	00H
转换结果上限/下限检查	ADLL 寄存器 ≤ ADCR 寄存器 ≤ ADUL 寄存器时发生 INTAD

- ① 进行 A/D 转换器和 DTC 的初始化设定。
- ② 将 ADM0 寄存器的 ADCS 位设定为“1”（转换运行允许），开始 A/D 转换。
- ③ 各引脚（ANI0、ANI1、ANI2、ANI3）的 A/D 转换结束时，启动 DTC。
- ④ DTC 从 ADCR 寄存器中读出 A/D 转换结果，并将 A/D 转换结果传送到各引脚对应的 RAM（ad\_value[0] ~ ad\_value [3]）中。
- ⑤ 4 次 DTC 传送结束时，DTC 停止，产生 A/D 转换结束中断。在中断处理中，将 A/D 转换结果 ad\_value[0] ~ ad\_value[3] 右移 6 位，保存到变量 an0\_value ~ an3\_value 中。
- ⑥ 保存 A/D 转换结果后，变更 ADS 寄存器，将转换对象设定为 ANI4 ~ ANI7。
- ⑦ 将 DTCEN1 寄存器的 DTCEN15 位设定为“1”（允许启动），再度允许 DTC 的运行。
- ⑧ 各引脚（ANI4、ANI5、ANI6、ANI7）的 A/D 转换结束时，启动 DTC。
- ⑨ DTC 从 ADCR 寄存器中读出 A/D 转换结果，并将 A/D 转换结果传送到各引脚对应的 RAM（ad\_value[0] ~ ad\_value [3]）中。
- ⑩ 4 次 DTC 传送结束时，产生 A/D 转换结束中断。在中断处理中，将 A/D 转换结果 ad\_value[0] ~ ad\_value[3] 右移 6 位，保存到变量 an4\_value ~ an7\_value 中。
- ⑪ 保存 A/D 转换结果后，变更 ADS 寄存器，将转换对象设定为 ANI0 ~ ANI3。
- ⑫ 将 DTCEN1 寄存器的 DTCEN15 位设定为“1”（允许启动），再度允许 DTC 的运行。
- ⑬ 反复执行③ ~ ⑫。

DTC 传送和 A/D 转换的时序图请参见“图 4.5”，ADCR 寄存器和 RAM 的关系请参见“图 4.6”。

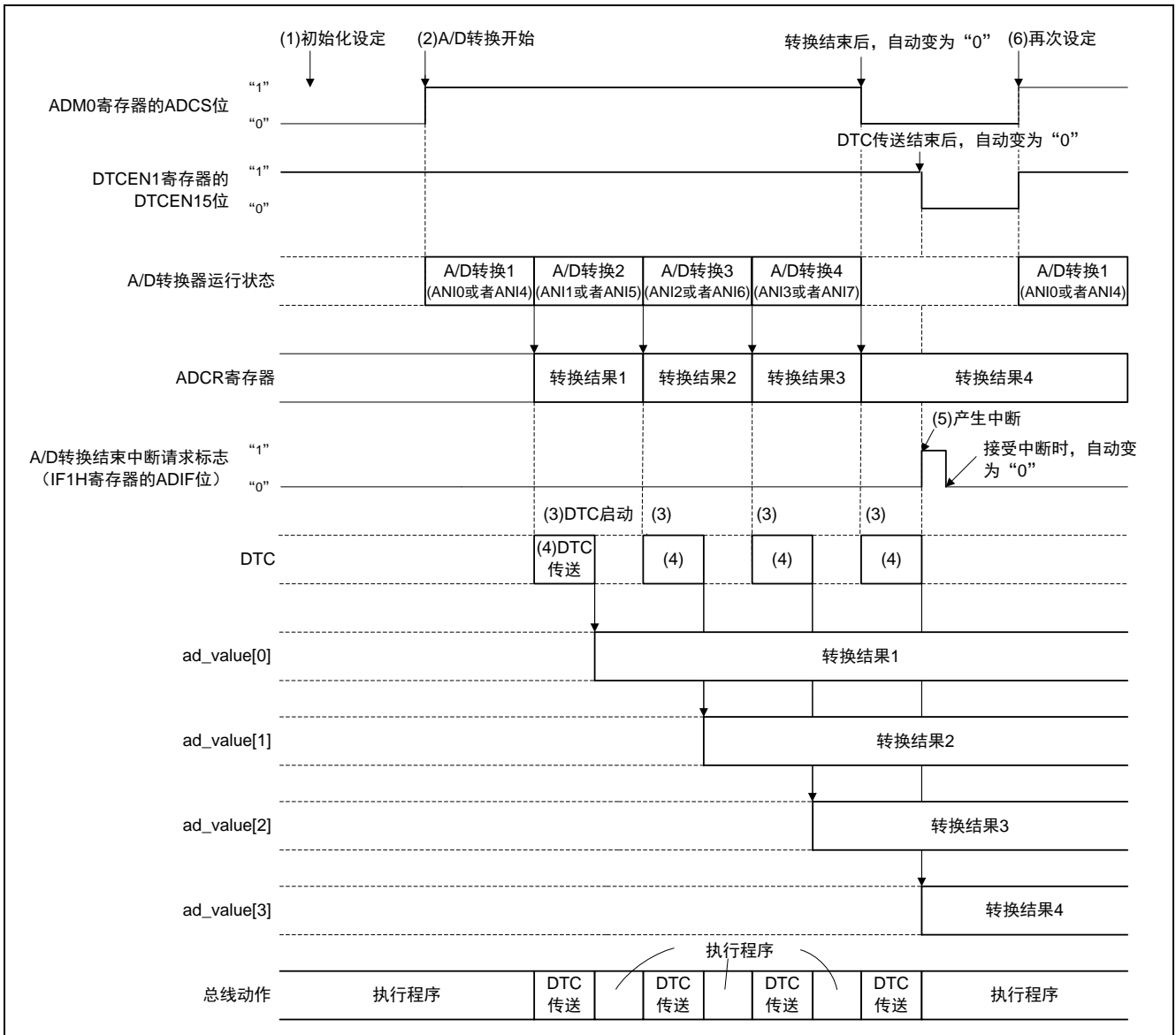


图 4.5 DTC 传送和 A/D 转换的时序图（重复扫描模式 0 的迁移例）

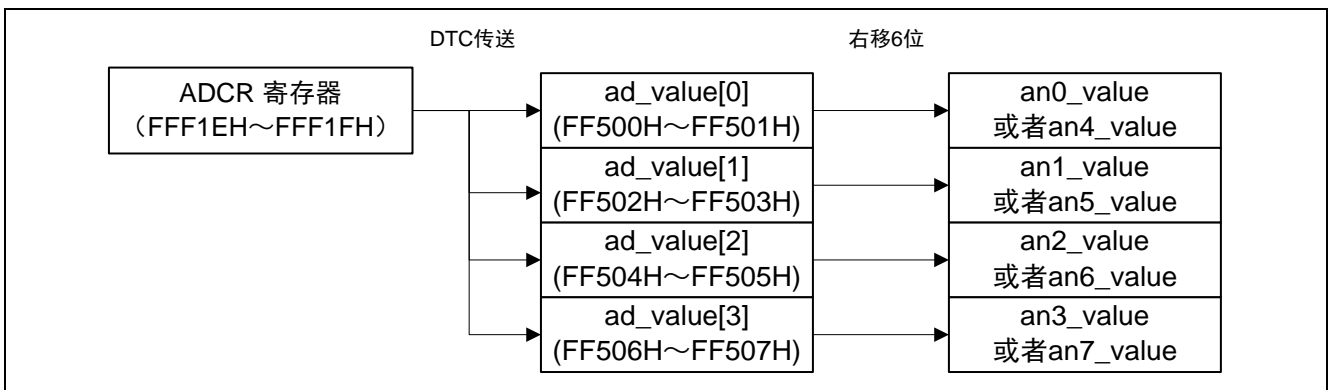


图 4.6 ADCR 寄存器和 RAM 的关系（重复扫描模式 0 的迁移例）

## (3) 重复扫描模式 1 的迁移例

选择模式下将选择的引脚进行 A/D 转换，在 A/D 转换结束中断中保存。

ANI0 引脚的 A/D 转换结束时，产生 A/D 转换结束中断。在 A/D 转换结束中断中，将 A/D 转换结果保存到 ad\_value[0] 中。然后，变更 ADS 寄存器，将 ANI1 引脚设为转换对象，再次开始 A/D 转换。

ANI1 引脚的 A/D 转换结束时，产生 A/D 转换结束中断。在 A/D 转换结束中断中，将 A/D 转换结果保存到 ad\_value[1] 中。然后，变更 ADS 寄存器，将 ANI0 引脚设为转换对象，再次开始 A/D 转换。下一次 A/D 转换结束中断中，将 A/D 转换结果保存到 ad\_value[0] 中。然后，变更 ADS 寄存器，将 ANI2 引脚设为转换对象，再次开始 A/D 转换。

按照 ANI0→ANI1→ANI0→ANI2→...→ANI0→ANI7→ANI0→ANI1... 的顺序进行上面的处理。ANI0→ANI1→ANI0→ANI2→...→ANI0→ANI7→ANI0→ANI1... 为一系列动作，反复执行这一系列的动作。

A/D 转换器的设定内容请参见“表 4.8”。

表 4.8 A/D 转换器的设定内容

设定项目	设定值
转换时钟 (f <sub>AD</sub> )	f <sub>CLK</sub> /64
A/D 转换模式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A/D 转换触发模式：软件触发</li> <li>• A/D 转换通道选择模式：扫描模式</li> <li>• A/D 转换运行模式：单次转换模式</li> </ul>
分辨率	10 位
模式输入通道	每次 A/D 转换结束中断中，将输入通道按照 ANI0→ANI1→ANI0→ANI2→...→ANI0→ANI7→ANI0→ANI1... 的顺序进行切换。
转换结果比较上限值 (ADUL 寄存器)	FFH
转换结果比较下限值 (ADLL 寄存器)	00H
转换结果上限/下限检查	ADLL 寄存器 ≤ ADCR 寄存器 ≤ ADUL 寄存器时发生 INTAD

- ① 进行 A/D 转换器的初始化设定。
- ② 将 ADM0 寄存器的 ADCS 位设定为“1”（转换运行允许），开始 A/D 转换。
- ③ ANI0 引脚的 A/D 转换结束时，产生 A/D 转换结束中断。在 A/D 转换结束中断中，将 A/D 转换结果保存到 ad\_value[0] 中。
- ④ 保存 A/D 转换结果后，变更 ADS 寄存器，将 ANI1 引脚设为转换对象。
- ⑤ 将 ADM0 寄存器的 ADCS 位设定为“1”（转换运行允许），开始 A/D 转换。
- ⑥ ANI1 引脚的 A/D 转换结束时，产生 A/D 转换结束中断。在 A/D 转换结束中断中，将 A/D 转换结果保存到 ad\_value[1] 中。
- ⑦ 保存 A/D 转换结果后，变更 ADS 寄存器，将 ANI0 引脚设为转换对象。
- ⑧ 将 ADM0 寄存器的 ADCS 位设定为“1”（转换运行允许），开始 A/D 转换。
- ⑨ 跟③一样，ANI0 引脚的 A/D 转换结束时，产生 A/D 转换结束中断。在 A/D 转换结束中断中，将 A/D 转换结果保存到 ad\_value[0] 中。
- ⑩ 保存 A/D 转换结果后，变更 ADS 寄存器，将 ANI2 引脚设为转换对象。
- ⑪ 将 ADM0 寄存器的 ADCS 位设定为“1”（转换运行允许），开始 A/D 转换。
- ⑫ ANI2 引脚的 A/D 转换结束时，产生 A/D 转换结束中断。在 A/D 转换结束中断中，将 A/D 转换结果保存到 ad\_value[2] 中。
- ⑬ 保存 A/D 转换结果后，变更 ADS 寄存器，将 ANI0 引脚设为转换对象。
- ⑭ 按照 ANI0→ANI1→ANI0→ANI2→...→ANI0→ANI7→ANI0→ANI1... 的顺序反复执行② ~ ⑬。
- ⑮ 在中断处理中将 A/D 转换结果 ad\_value[0] ~ ad\_value[7] 右移 6 位，保存到 ad0\_value ~ ad7\_value 中。

ADCR 寄存器和 RAM 的关系请参见“图 4.7”。

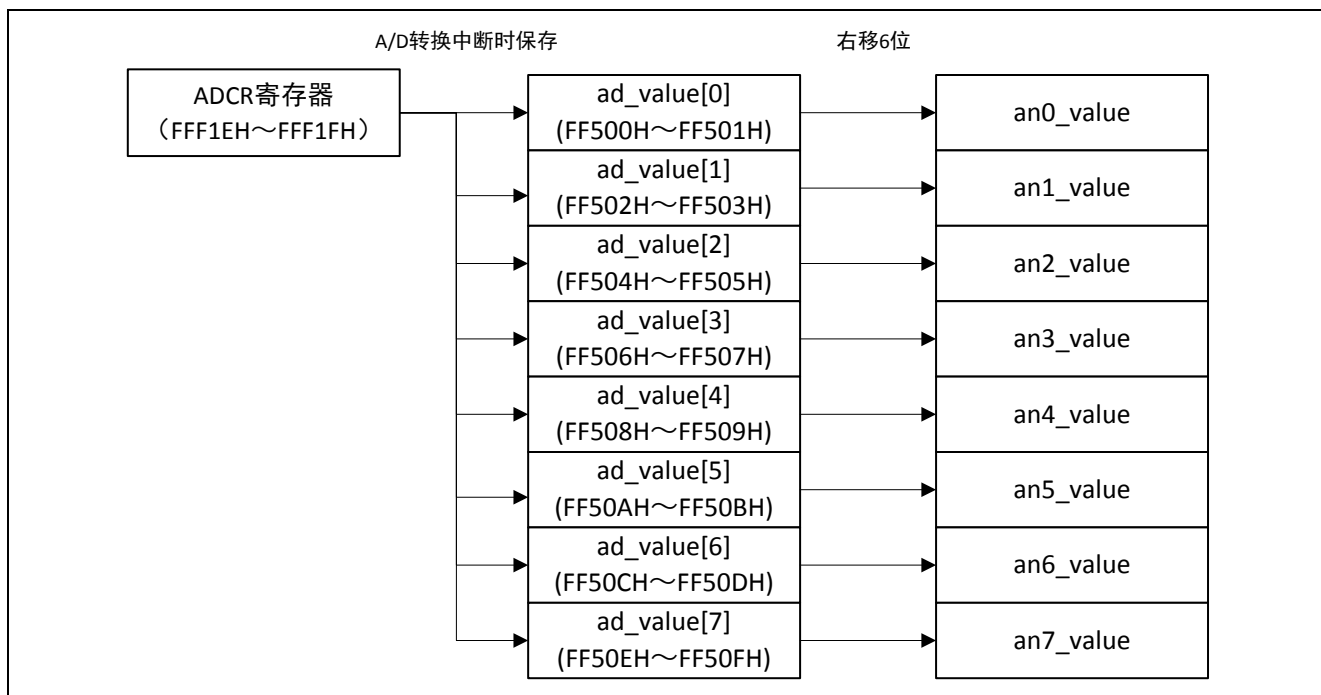


图 4.7 ADCR 寄存器和 RAM 的关系（重复扫描模式 1 的迁移例）

### 4.3.2 选项字节设置一览

选项字节的设置，请参见“表 4.9”。

表 4.9 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，下降沿 2.75V
000C2H/010C2H	11101000B	HS 模式 HOCO: 32MHz
000C3H/010C3H	10000100B	允许片上调试

### 4.3.3 常量一览

参考例程中使用的常量，请参见“表 4.10”。

表 4.10 参考例程中使用的常量

常量	设定值	说明
ad_value	0FF500H	DTC 传送目标地址
AD_MODE_SEL	任意	依据下列值，选择运行模式 0: 单次扫描模式迁移用设定 1: 重复扫描模式 0 迁移用设定 2: 重复扫描模式 1 迁移用设定

### 4.3.4 变量一览

参考例程中使用的全局变量，请参见“表 4.11”。

表 4.11 参考例程中使用的全局变量

变量类型	变量名	概要	使用的函数
unsigned short	ad_value[8]	ANI0 ~ ANI7 的 A/D 转换结果的保存地址	r_adc_interrupt
unsigned short	an0_value	保存 ANI0 的 A/D 转换结果	r_adc_interrupt
unsigned short	an1_value	保存 ANI1 的 A/D 转换结果	r_adc_interrupt
unsigned short	an2_value	保存 ANI2 的 A/D 转换结果	r_adc_interrupt
unsigned short	an3_value	保存 ANI3 的 A/D 转换结果	r_adc_interrupt
unsigned short	an4_value	保存 ANI4 的 A/D 转换结果	r_adc_interrupt
unsigned short	an5_value	保存 ANI5 的 A/D 转换结果	r_adc_interrupt
unsigned short	an6_value	保存 ANI6 的 A/D 转换结果	r_adc_interrupt
unsigned short	an7_value	保存 ANI7 的 A/D 转换结果	r_adc_interrupt
unsigned char	ad_ch_sel	A/D 转换对象通道	r_adc_ram_init r_adc_int_repeat_mode_1
unsigned char	ad_ch_tgr	A/D 转换对象切换标志	r_adc_ram_init r_adc_int_oneshot r_adc_int_repeat_mode_0 r_adc_int_repeat_mode_1
unsigned char	ad_mode	A/D 转换模式	r_adc_ram_init r_adc_interrupt R_ADC_Func_Init

### 4.3.5 函数一览

参考例程中使用的函数，请参见“表 4.12”。

表 4.12 参考例程中使用的函数

函数名	概要
hdwinit	初始化设定
R_Systeminit	外围功能初始化设定
R_CGC_Create	CPU 初始化设定
R_ADC_Create	A/D 转换器设定
R_ADC_Func_Init	A/D 转换功能的初始化设定
R_ADC_Create_ONESHOT	单次扫描模式迁移时的初始化设定
R_ADC_Create_REPEAT_MODE_0	重复扫描模式 0 迁移时的初始化设定
R_ADC_Create_REPEAT_MODE_1	重复扫描模式 1 迁移时的初始化设定
r_adc_ram_init	A/D 转换相关变量的初始化
R_DTC_Create	DTC 初始化设定
main	主函数处理
R_DTCD0_Start	DTC 启动
R_ADC_Start	A/D 转换开始
r_adc_interrupt	A/D 转换中断
r_adc_int_oneshot	单次扫描模式迁移时的中断处理
r_adc_int_repeat_mode_0	重复扫描模式 0 迁移时的中断处理
r_adc_int_repeat_mode_1	重复扫描模式 1 迁移时的中断处理

### 4.3.6 流程图

#### (1) 整体流程

整体流程，请参见“图 4.8”。

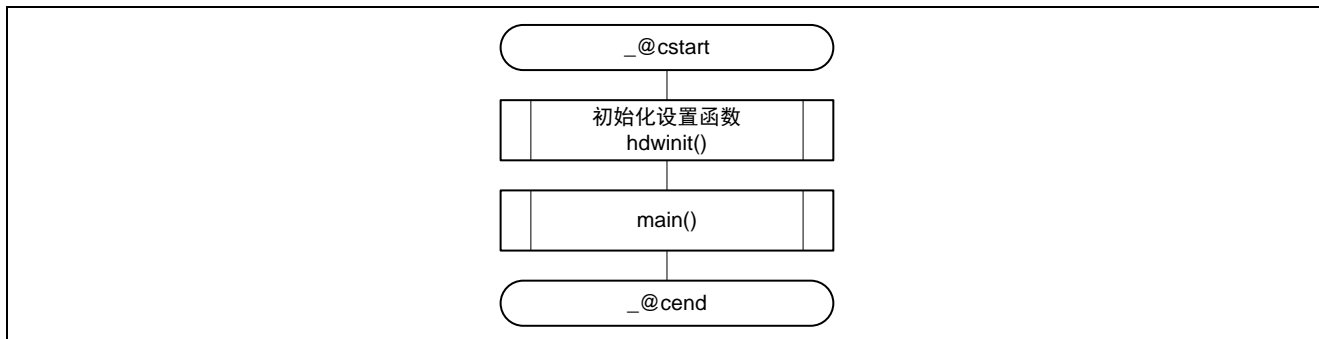


图 4.8 整体流程图

#### (2) 初始化设定

初始化设定，请参见“图 4.9”。

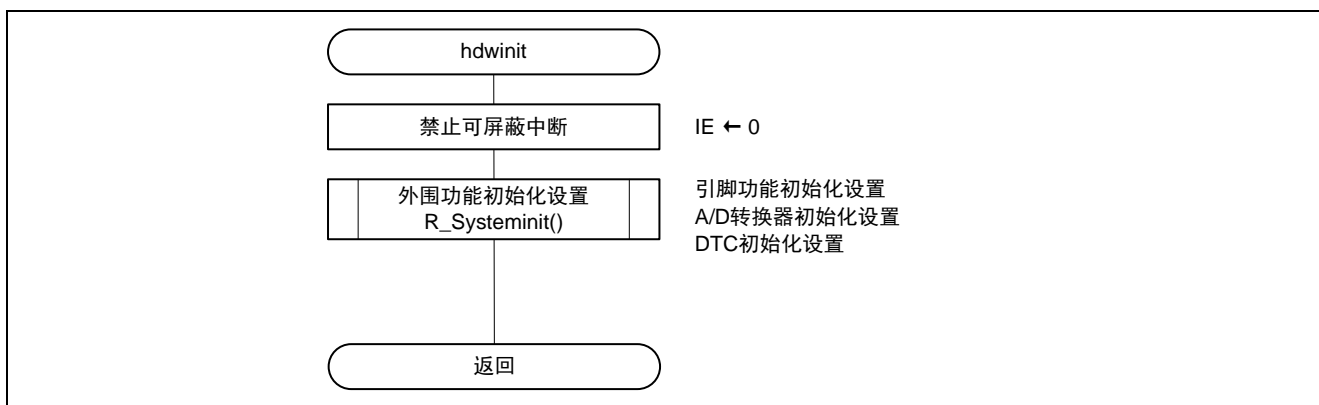


图 4.9 初始化设定

(3) 外围功能初始化设定

外围功能初始化设定，请参见“图 4.10”。

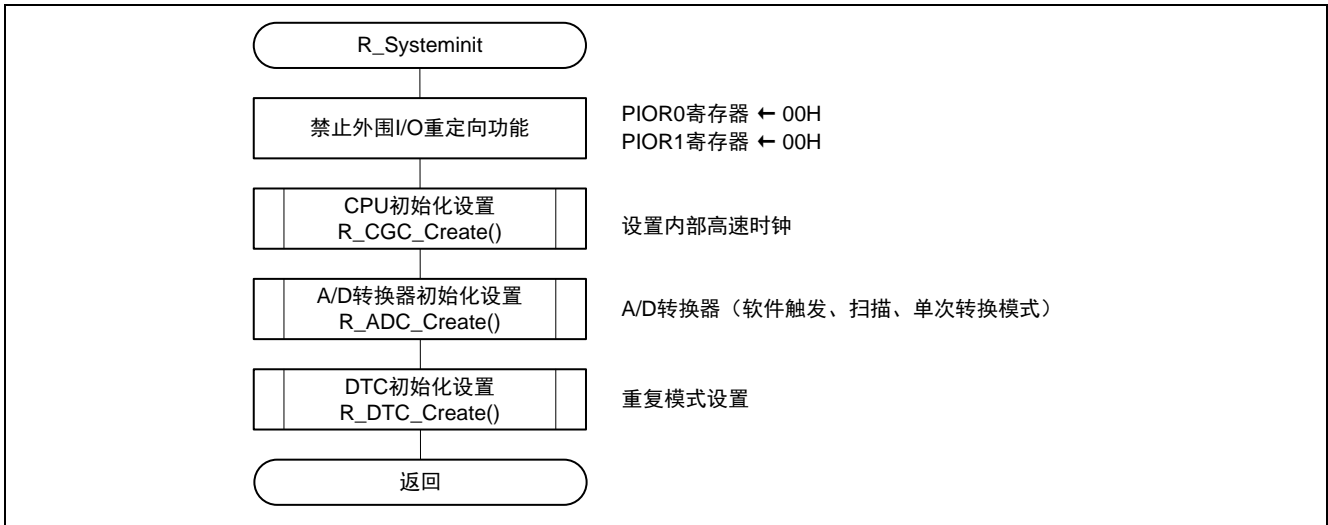


图 4.10 外围功能初始化设定

(4) CPU 初始化设定

CPU 初始化设定，请参见“图 4.11”。

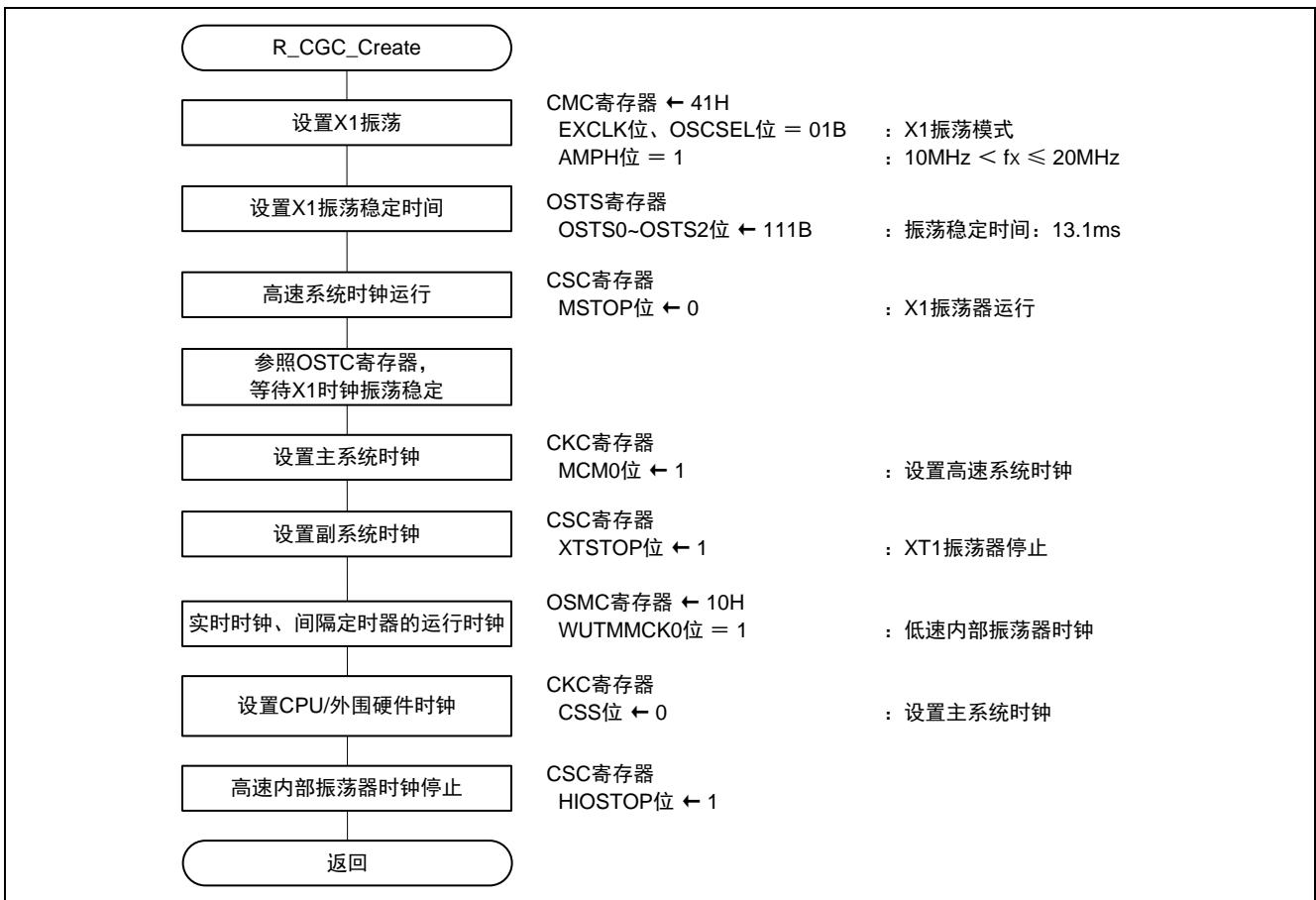


图 4.11 CPU 初始化设定



## (5) A/D 转换器的初始化设定

A/D 转换器的初始化设定，请参见“图 4.12”。

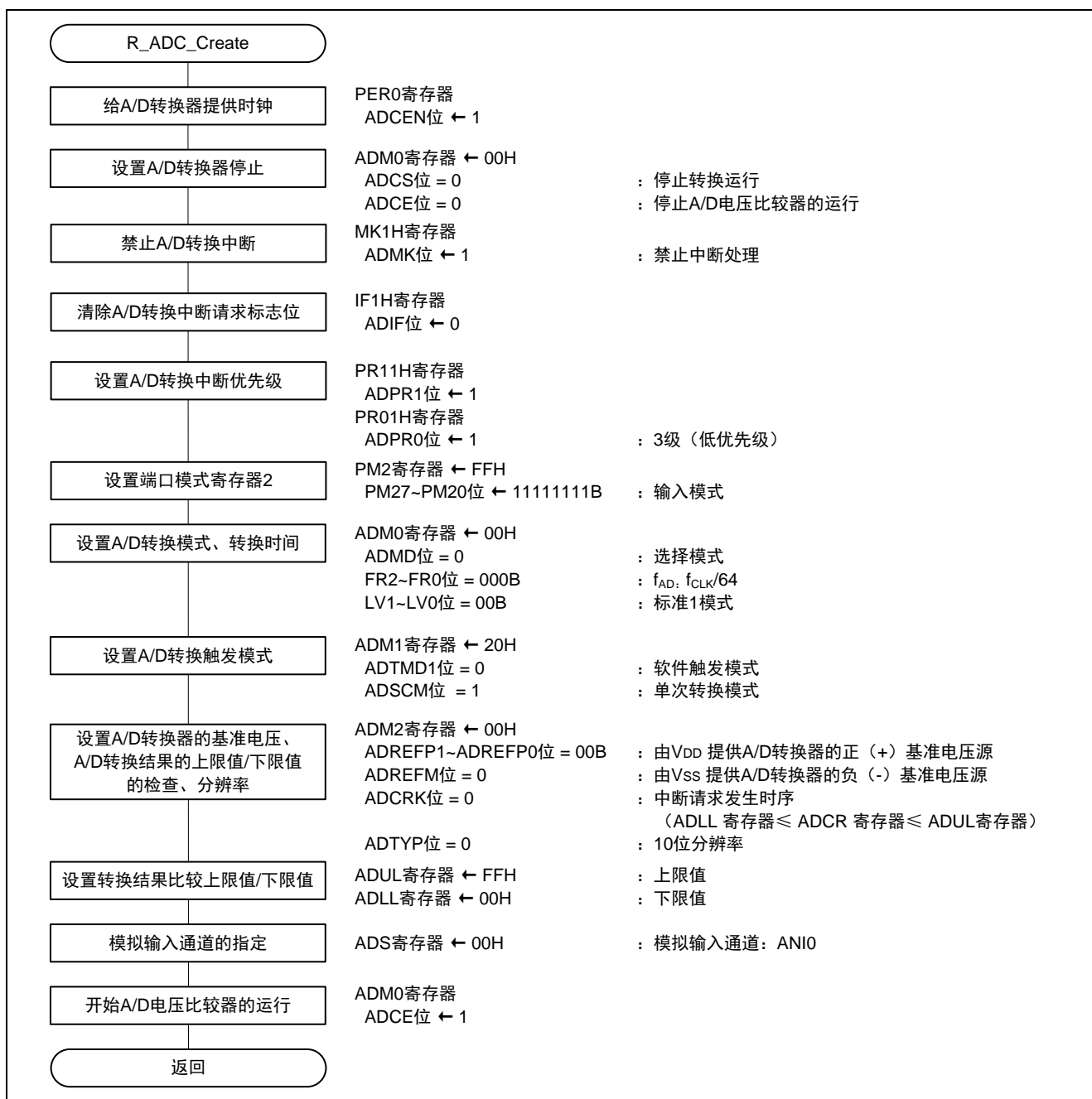


图 4.12 A/D 转换器的初始化设定

(6) A/D 转换功能的初始化设定

A/D 转换功能的初始化设定，请参见“图 4.13”。

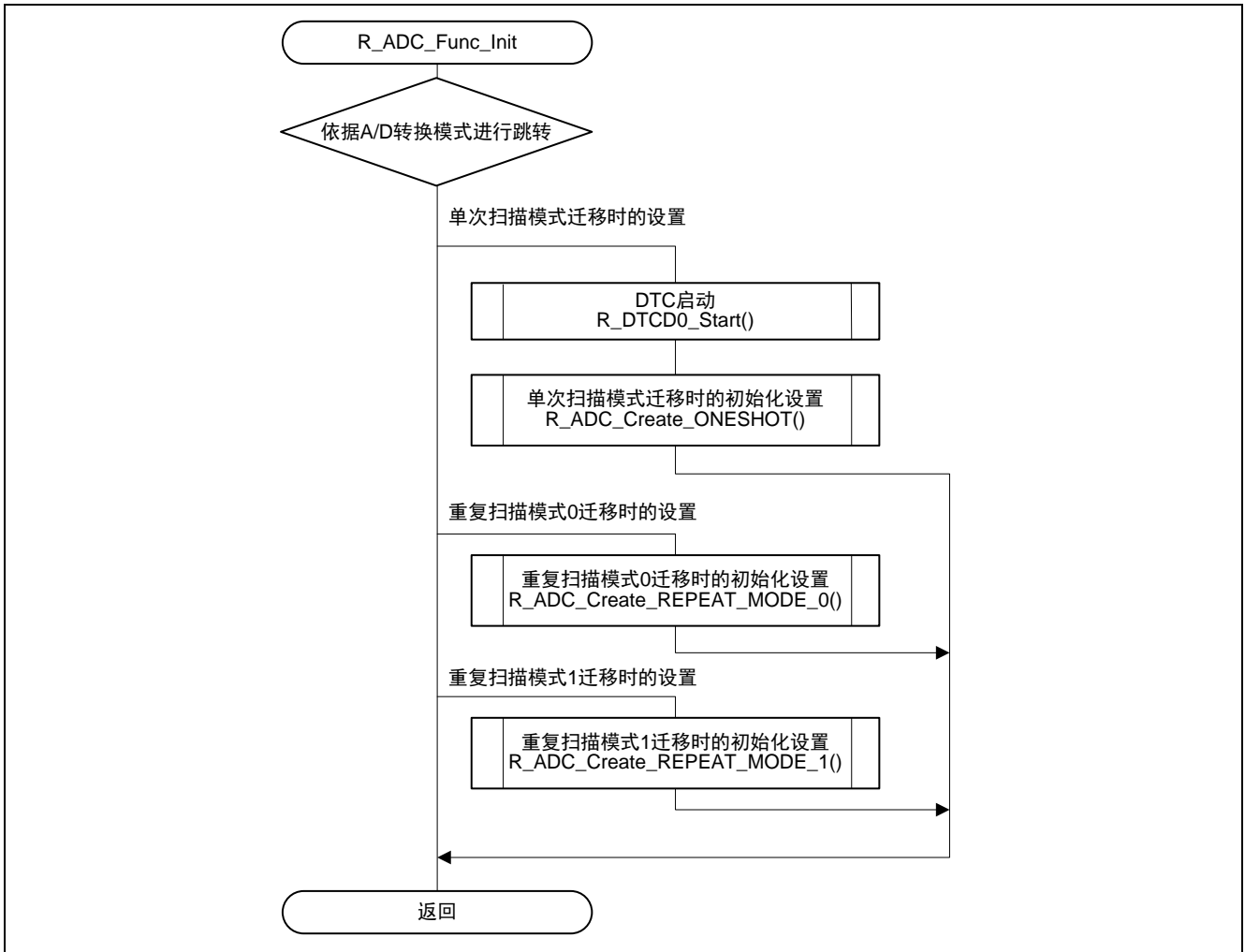


图 4.13 A/D 转换功能的初始化设定

## (7) 单次扫描模式迁移时的初始化设定

单次扫描模式迁移时的初始化设定，请参见“图 4.14”。

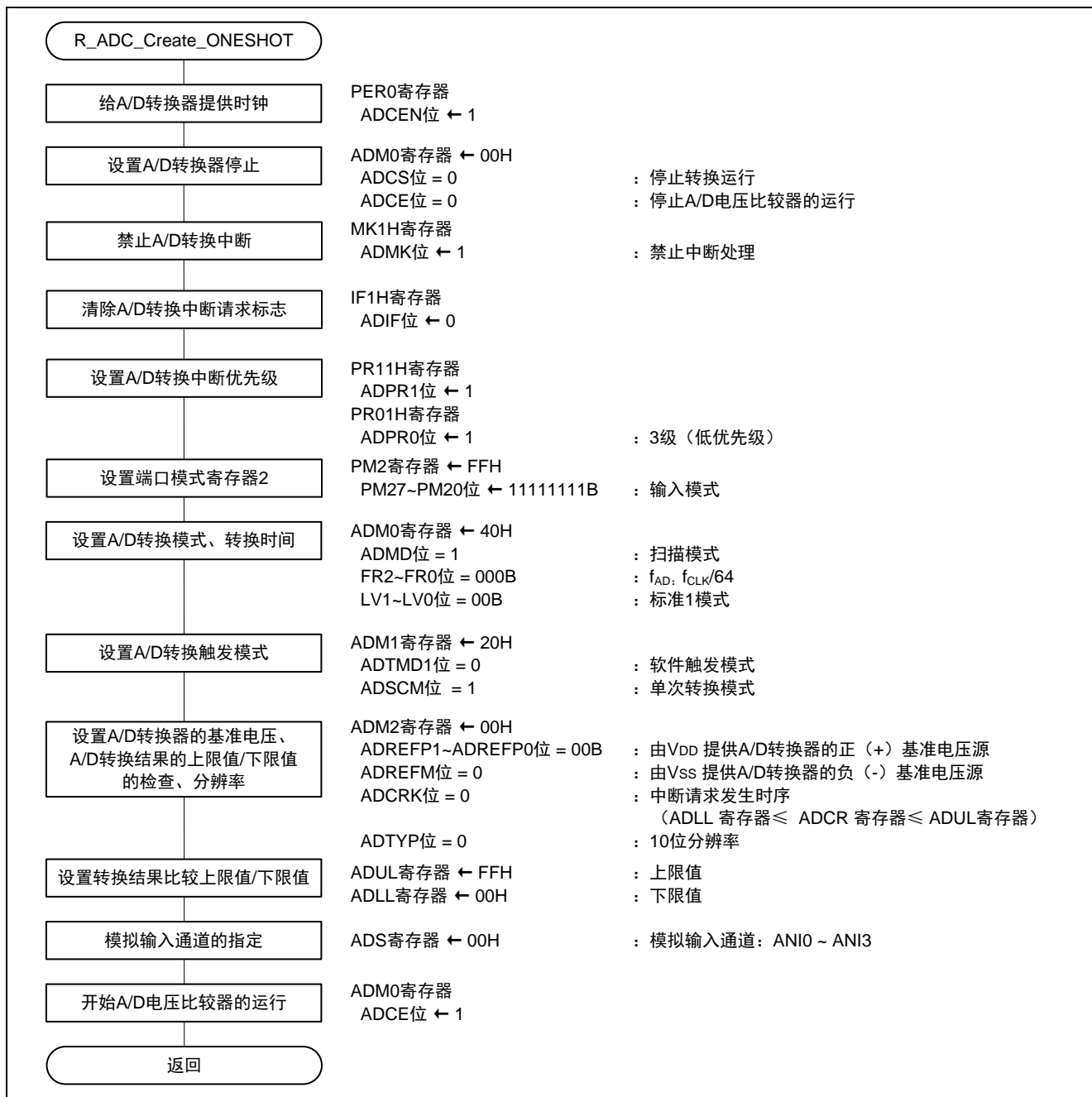


图 4.14 单次扫描模式迁移时的初始化设定

## (8) 重复扫描模式 0 迁移时的初始化设定

重复扫描模式 0 迁移时的初始化设定，请参见“图 4.15”。

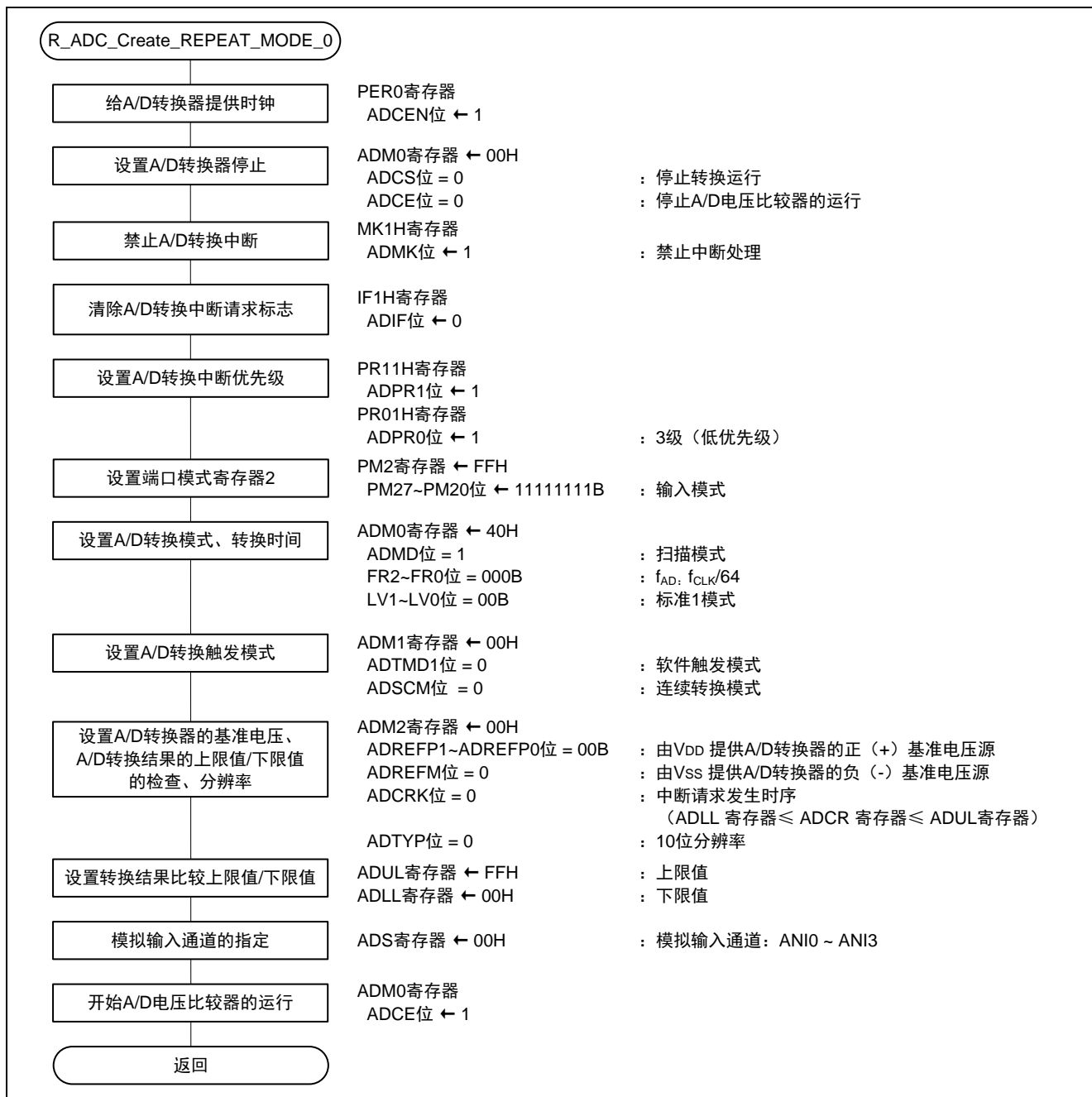


图 4.15 重复扫描模式 0 迁移时的初始化设定

## (9) 重复扫描模式 1 迁移时的初始化设定

重复扫描模式 1 迁移时的初始化设定，请参见“图 4.16”。



图 4.16 重复扫描模式 1 迁移时的初始化设定

## (10) A/D 转换相关变量的初始化

A/D 转换相关变量的初始化，请参见“图 4.17”。

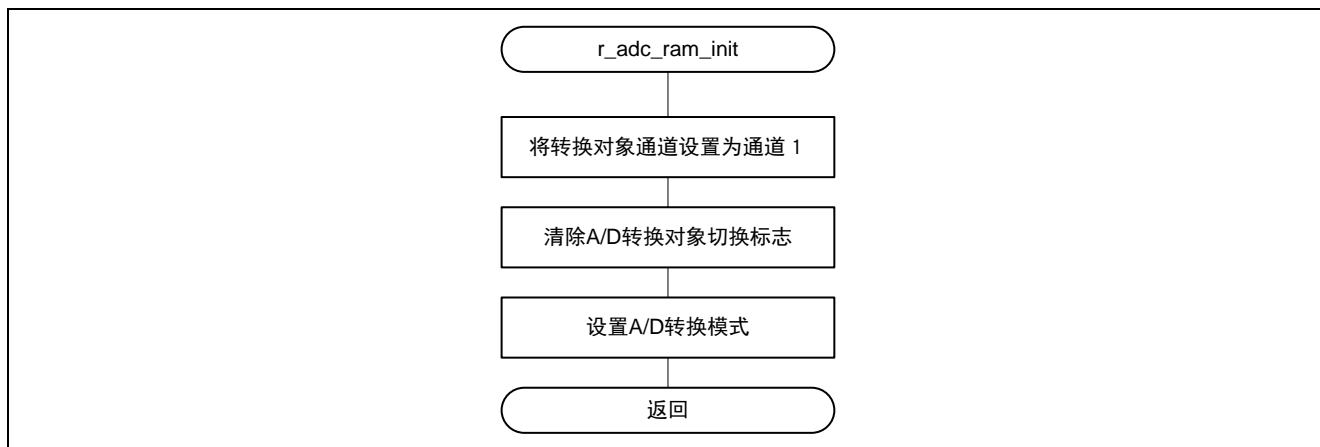


图 4.17 A/D 转换相关变量的初始化

(11) DTC 初始化设定处理

DTC 初始化设定处理，请参见“图 4.18”。DTC 使用区域的存储空间，请参见“图 4.19”。

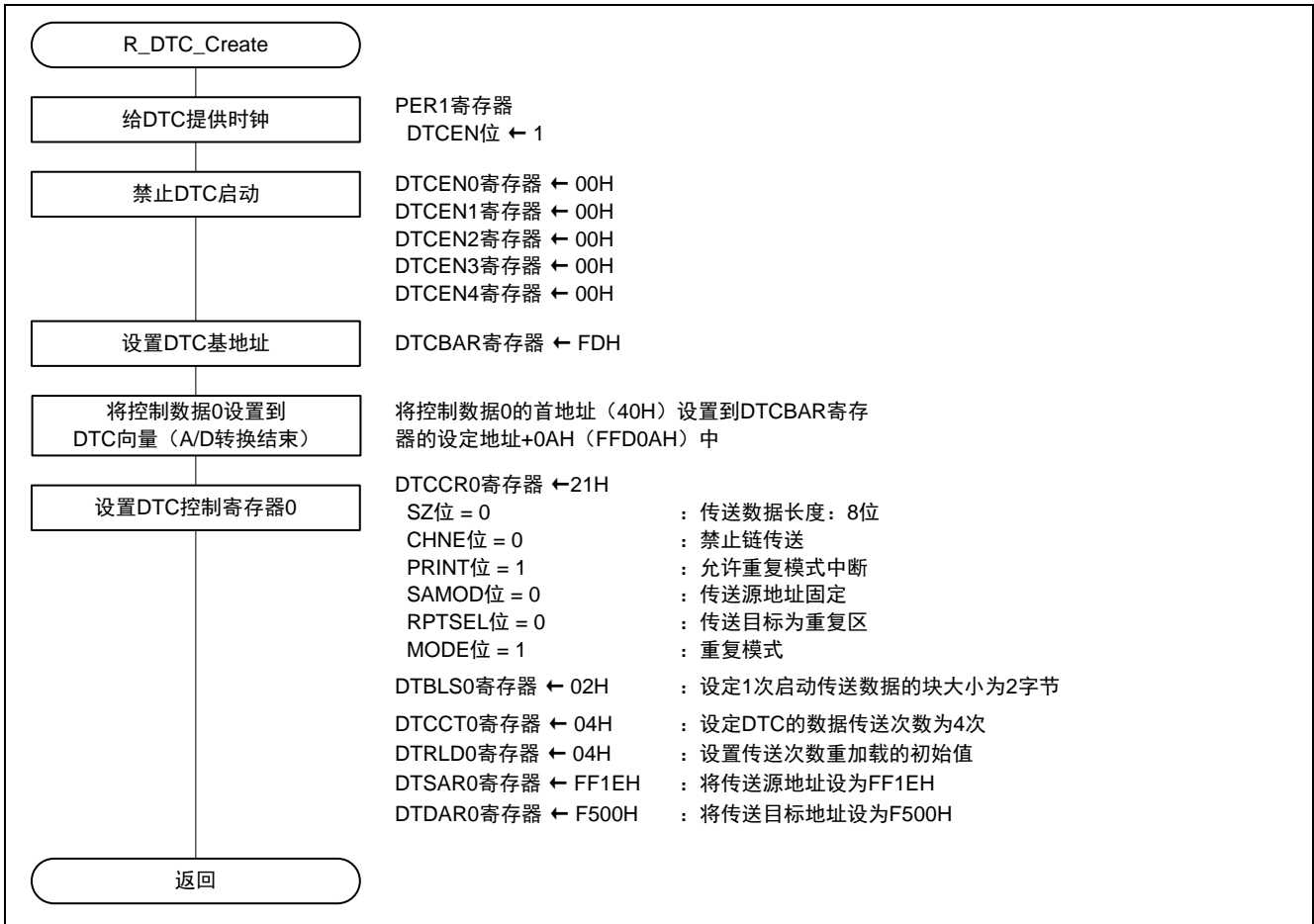


图 4.18 DTC 初始化设定处理

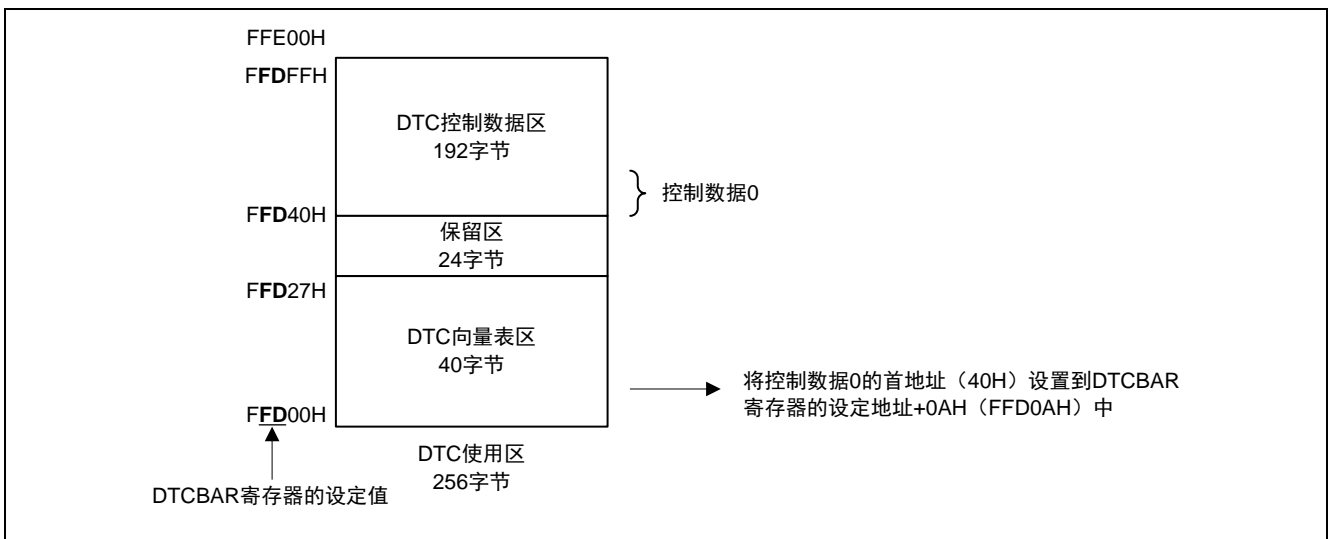


图 4.19 DTC 使用区域的存储空间

## (12) 主函数处理

主函数处理，请参见“图 4.20”。

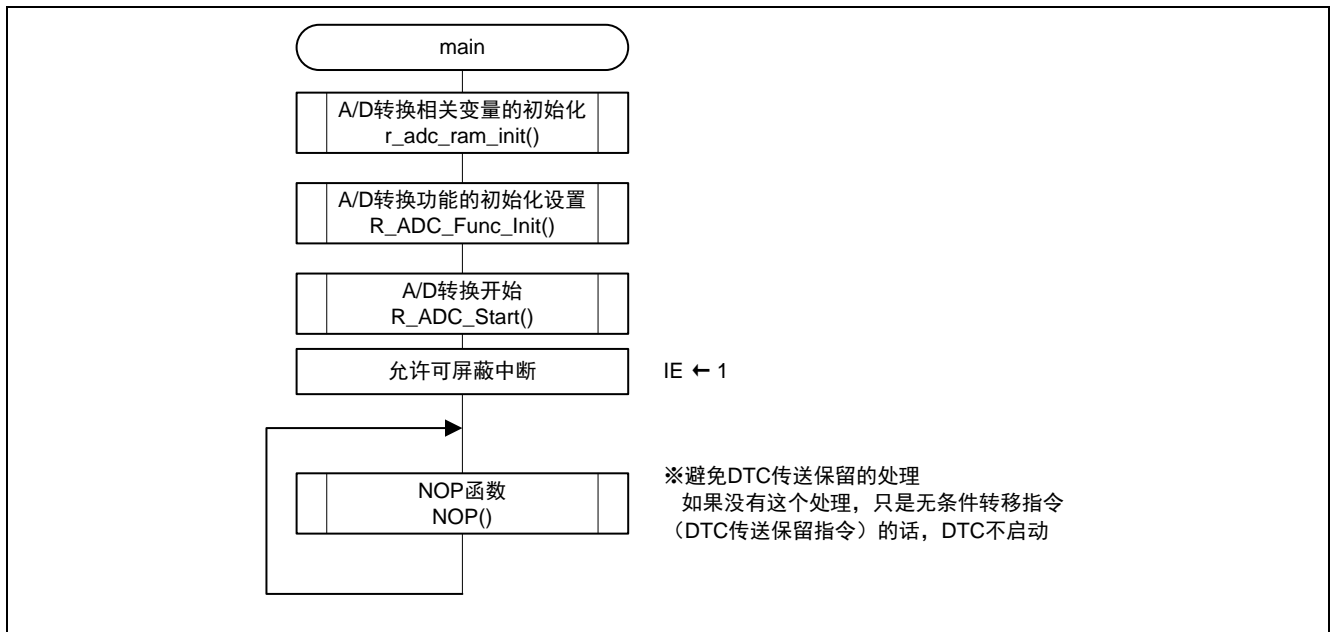


图 4.20 主函数处理

### ※DTC 保留指令

即使发生 DTC 传送请求，也在以下指令之后保留数据的传送。另外，在 PREFIX 指令码和紧接之后的指令之间不启动 DTC。

- 调用返回指令
- 无条件转移指令
- 条件转移指令
- 代码闪存的读存取指令
- IFxx、MKxx、PRxx、PSW 的位操作指令和操作数含有 ES 寄存器的 8 位操作指令
- 数据闪存的存取指令

注意 1. 如果接受 DTC 请求，就保留全部中断请求，直到 DTC 传送结束为止。

2. 在 DTC 保留指令的 DTC 保留期间，保留全部中断请求。



(13) DTC 启动

DTC 启动，请参见“图 4.21”。

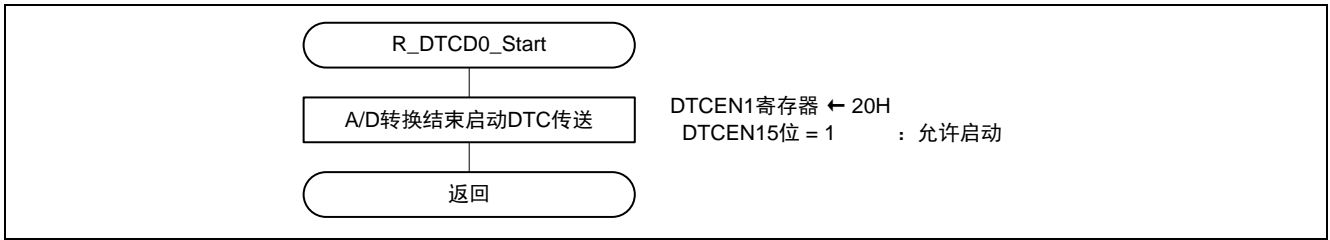


图 4.21 DTC 启动

(14) A/D 转换开始

A/D 转换开始，请参见“图 4.22”。

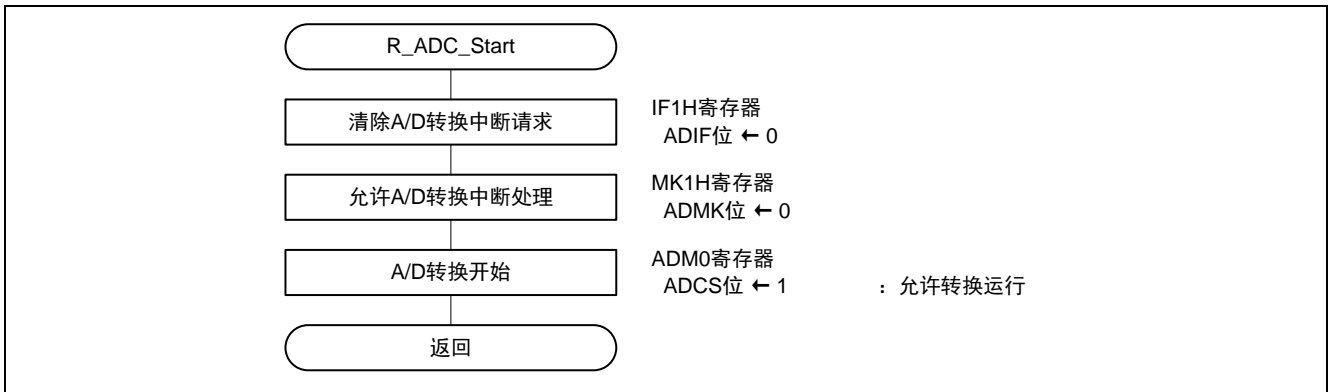


图 4.22 A/D 转换开始

(15) A/D 转换中断

A/D 转换中断，请参见“图 4.23”。

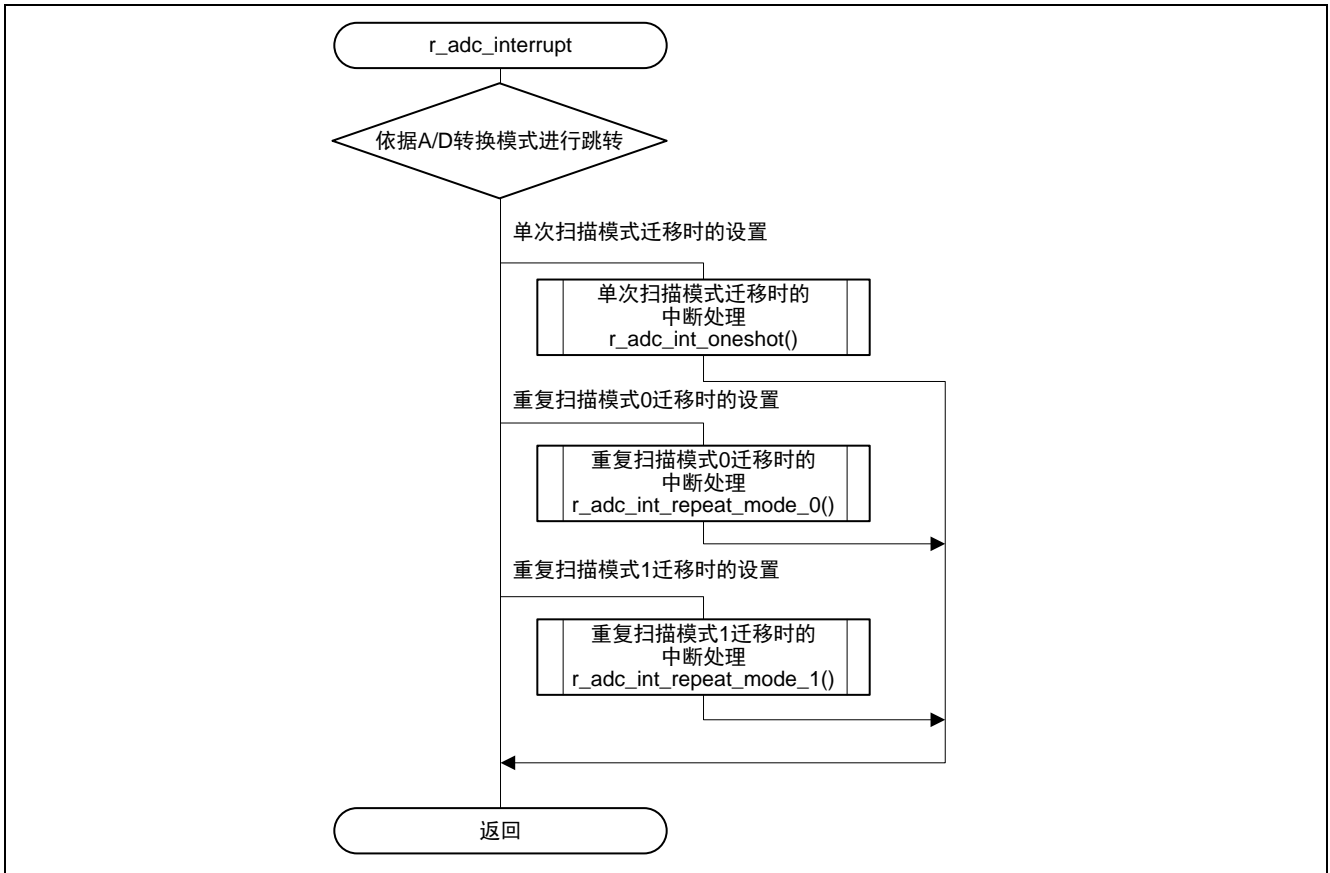


图 4.23 A/D 转换中断

(16) 单次扫描模式迁移时的中断处理

单次扫描模式迁移时的中断处理，请参见“图 4.24”。

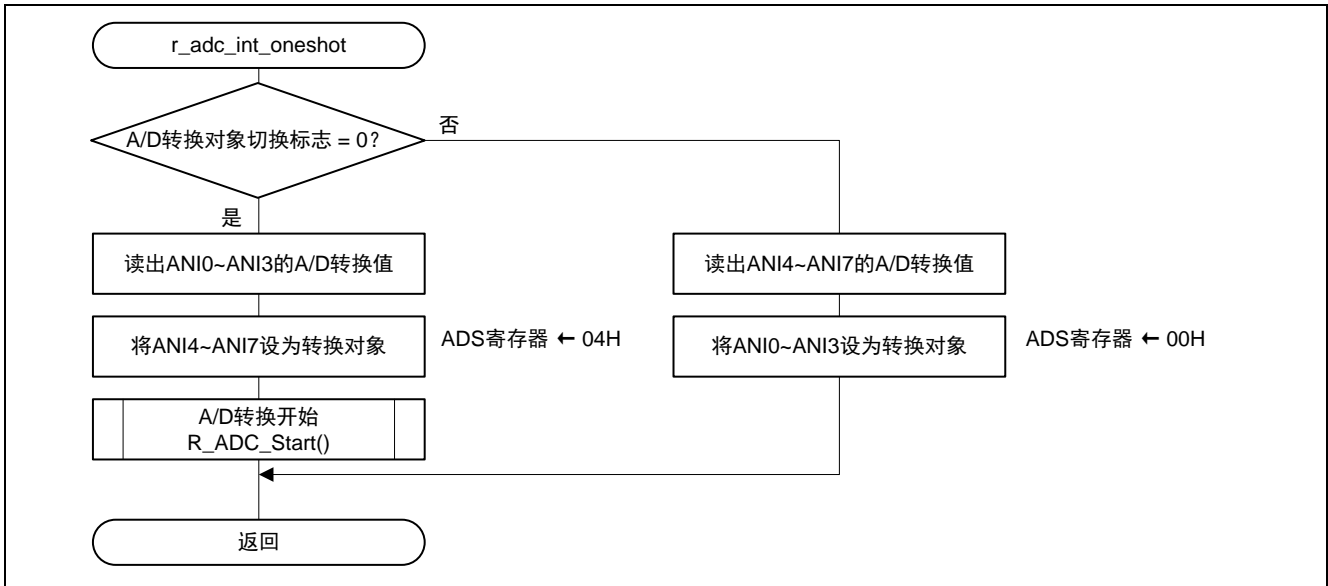


图 4.24 单次扫描模式迁移时的中断处理

(17) 重复扫描模式 0 迁移时的中断处理

重复扫描模式 0 迁移时的中断处理，请参见“图 4.25”。

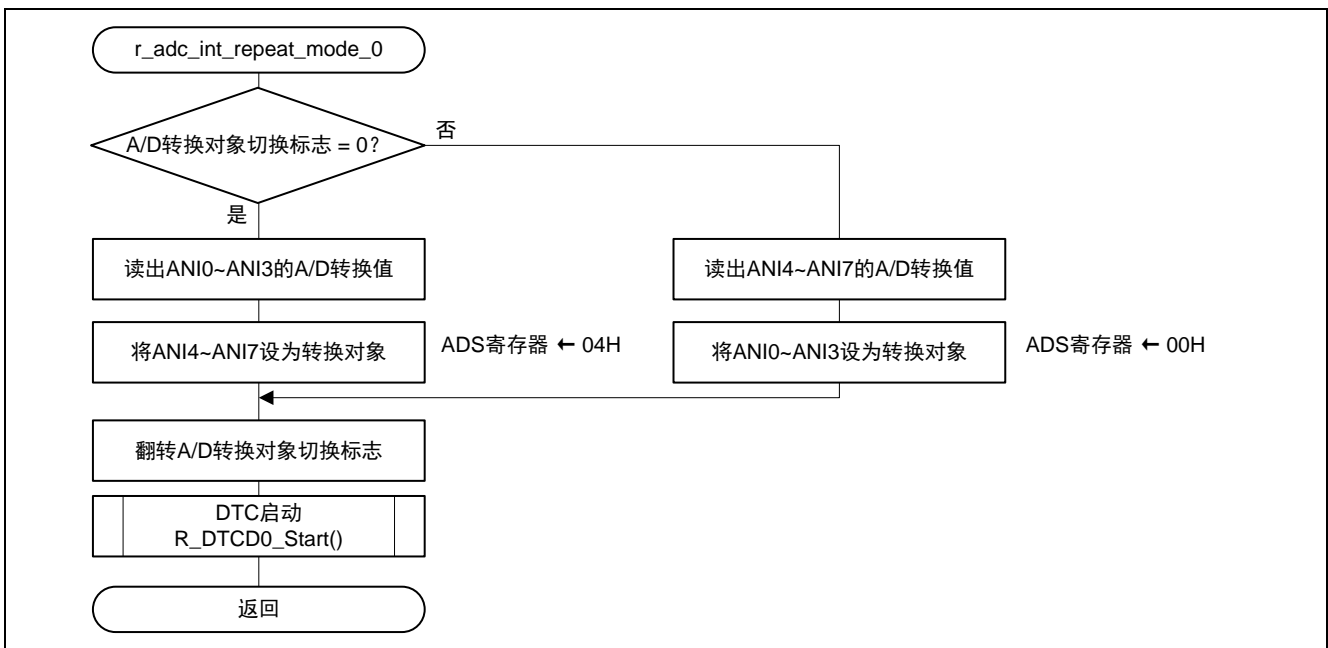


图 4.25 重复扫描模式 0 迁移时的中断处理

## (18) 重复扫描模式 1 迁移时的中断处理

重复扫描模式 1 迁移时的中断处理，请参见“图 4.26”。

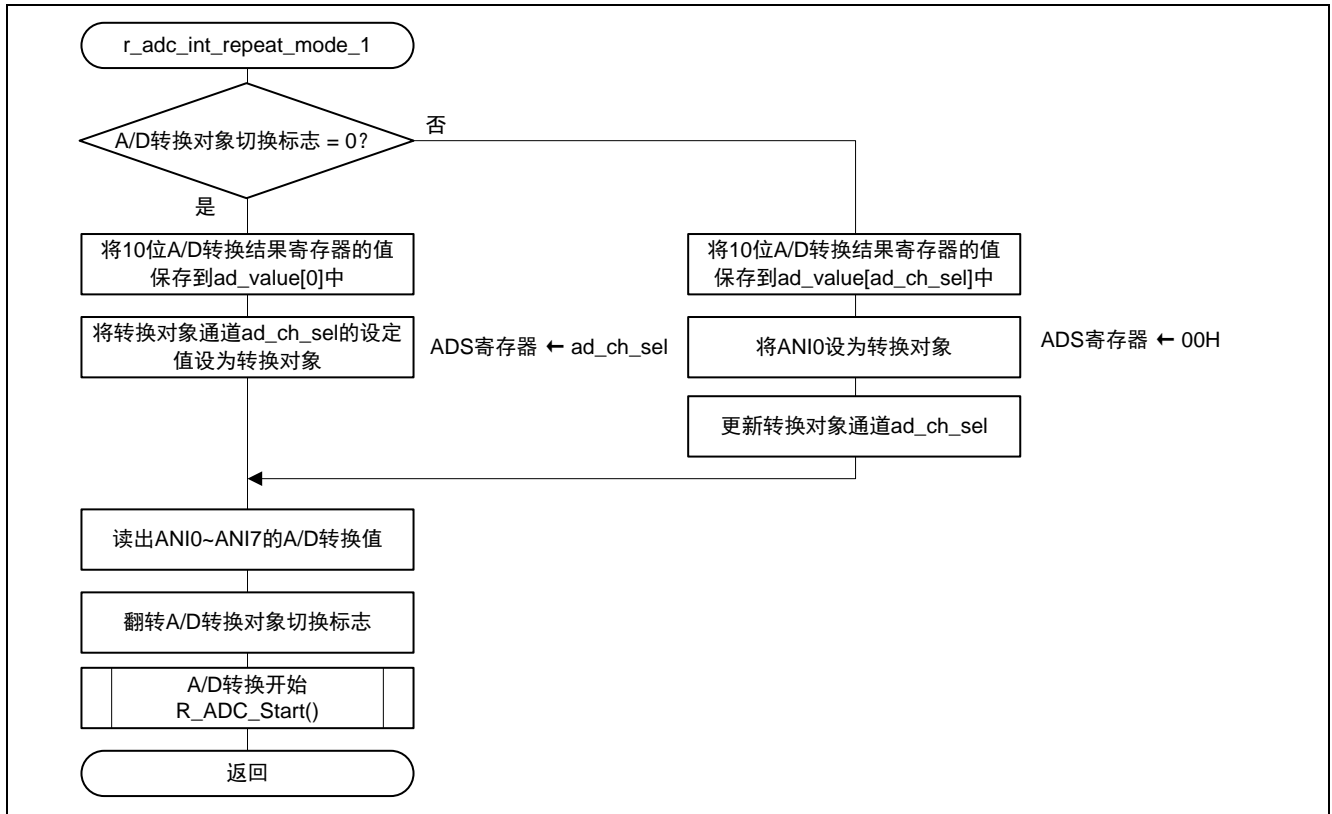


图 4.26 重复扫描模式 1 迁移时的中断处理

## 5. 相关应用说明

RL78/G14 群 使用 DTC 传送 A/D 转换结果（R01AN0863C）。

## 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/G14 用户手册 硬件篇（R01UH0186C）

M16C/62P 群 硬件手册（RCJ09B0001）

（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://www.renesas.com/zh-cn/>

咨询

- <https://www.renesas.com/zh-cn/support/contact.html>

## 修订记录

Rev.	发行日	修订内容	
		页	要点
1.00	2016.12	—	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。
6. 使用本文件中记载的瑞萨电子产品时，应在瑞萨电子指定的范围内，特别是在最大额定值、电源工作电压范围、移动电源电压范围、热辐射特性、安装条件以及其他产品特性的范围内使用。对于在上述指定范围之外使用瑞萨电子产品而产生的故障或损失，瑞萨电子不承担任何责任。
7. 虽然瑞萨电子一直致力于提高瑞萨电子产品的质量和可靠性，但是，半导体产品有其自身的具体特性，如一定的故障发生率以及在某些使用条件下会发生故障等。此外，瑞萨电子产品均未进行防辐射设计。所以请采取安全保护措施，以避免当瑞萨电子产品在发生故障而造成火灾时导致人身事故、伤害或损害的事故。例如进行软硬件安全设计（包括但不限于冗余设计、防火控制以及故障预防等）、适当的老化处理或其他适当的措施等。由于难于对微机软件单独进行评估，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。也不可将在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. 如果未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: +1-408-588-8000, Fax: +1-408-588-8130

**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 Langa 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: +852-2265-8688, 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: +82-2-558-5141