

R7F0C004

R01AN2691CC0100

Rev.1.00

2015.06.30

串行接口 IICA（从发送/接收）

要点

本篇应用说明介绍了通过使用串行接口 IICA 实现从发送和接收。单主系统使用 IICA 实现从操作（地址接收、数据发送和接收）。

对象 MCU

R7F0C004

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

目录

1. 规格	3
2. 动作确认条件	18
3. 相关应用说明	18
4. 硬件说明	19
4.1 硬件配置示例	19
4.2 使用引脚一览	19
5. 软件说明	20
5.1 操作概要	20
5.2 选项字节设置一览	21
5.3 常量一览	21
5.4 变量一览	22
5.5 函数一览	22
5.6 函数说明	23
5.7 流程图	26
5.7.1 整体流程	26
5.7.2 初始化函数	26
5.7.3 系统函数	27
5.7.4 初始化端口	27
5.7.5 CPU 时钟设置	28
5.7.6 串行接口 IICA 初始化设置	29
5.7.7 主函数处理	35
5.7.8 IICA0 接收准备	37
5.7.9 IICA0 发送准备	38
5.7.10 IICA0 中断处理	39
5.7.11 IICA 中断处理中从操作	40
5.7.12 发送/接收错误处理	43
6. 参考例程	44
7. 参考文献	44
公司主页和咨询窗口	44

1. 规格

本篇应用说明中，主要描述通过使用串行通信接口 IICA，实现单主系统中从发送/接收通信（地址接收、数据发送与接收）的方法。

相关外围功能及用途，请参见“表 1.1”。IIC 的通信概要，请参见“图 1.1”。

表 1.1 相关外围功能和用途

外围功能	用途
串行通信接口 IICA	单主系统中的 IIC 从发送/接收。 （使用 SCLA0 引脚和 SDAA0 引脚）

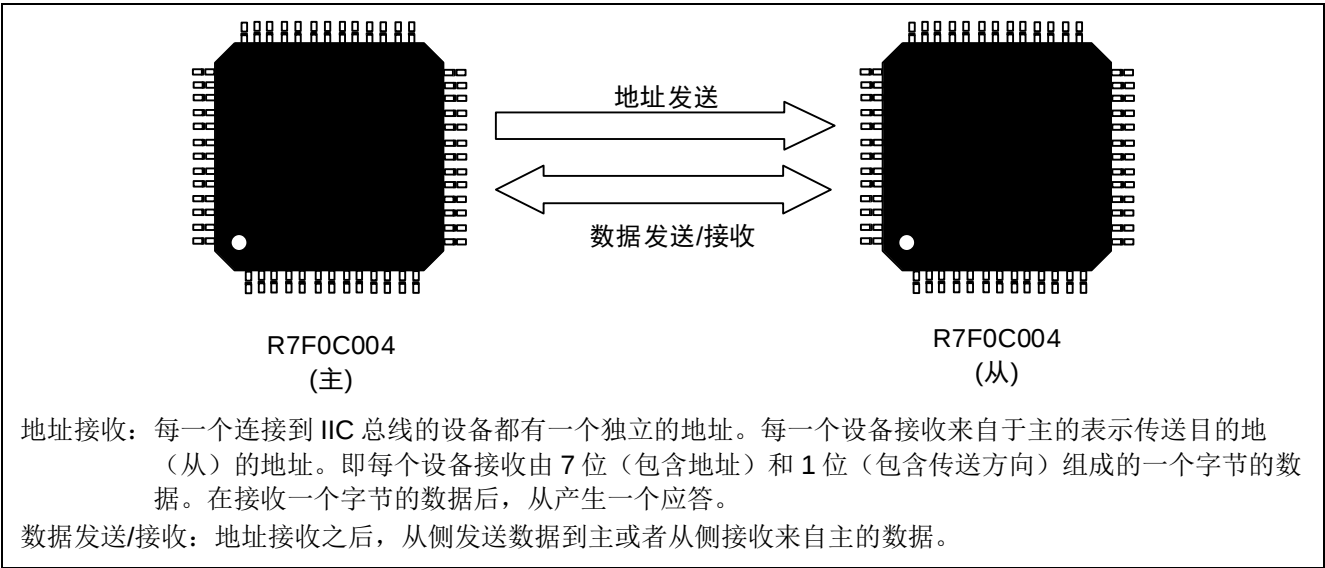


图 1.1 IIC 通信概要

（一）主→从通信 1（开始条件 - 地址 - 数据）

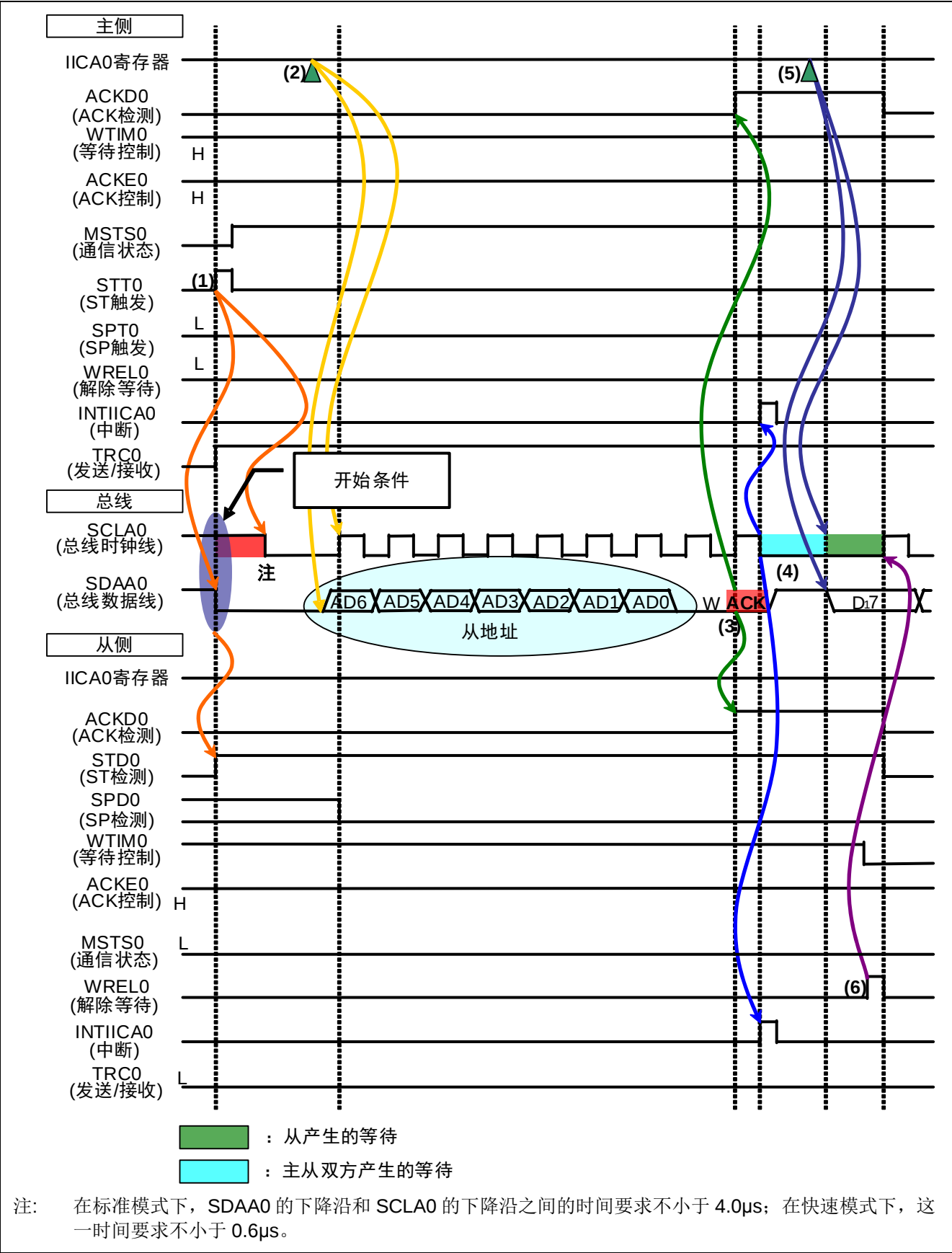


图 1.2 IIC 通信时序图（主→从通信举例）（1/4）

- (1) 在主侧，设置开始条件触发（STT0 = 1）后，SDAA0 线产生下降沿，开始条件产生。随后，开始条件被检测到（STD0 = 1），进入主设备通信状态（MSTS0 = 1）。在经过一段保持时间后，SCLA0 产生下降沿。通信准备工作完成。
- (2) 在主侧，地址、数据传送方向位“W”（发送）被写入 IICA0 寄存器，从侧地址被发送。
- (3) 如果接收的地址与从地址相匹配，则从侧硬件发送 ACK 到主侧。在时钟信号的第 9 个上升沿时，主侧检测到 ACK（ACKD0 = 1）。
- (4) 在第 9 个时钟下降沿时，在主侧产生中断（INTIICA0：地址发送结束中断）。如果地址匹配，从侧产生中断（INTIICA0：地址匹配中断）。主和地址匹配的从都产生一个等待（SCLA0 线：低）^注。
- (5) 主写传送数据到 IICA0 寄存器并解除等待状态。
- (6) 从侧由于处于接收数据的状态，选择第 8 个时钟等待（WTIM0 = 0）。当从解除等待（WREL0 = 1）后，主开始向从传送数据。

注： 如果发送地址和从地址不匹配，从将不会返回 ACK 给主（NACK）。在从侧，INTIICA0 中断（地址匹配中断）不发生，因此从侧不进入等待状态。然而，在主侧，不论接收到的是 ACK 还是 NACK，INTIICA0 中断（地址发送结束中断）都会发生。

(二) 主→从通信 2（地址 - 数据 - 数据）

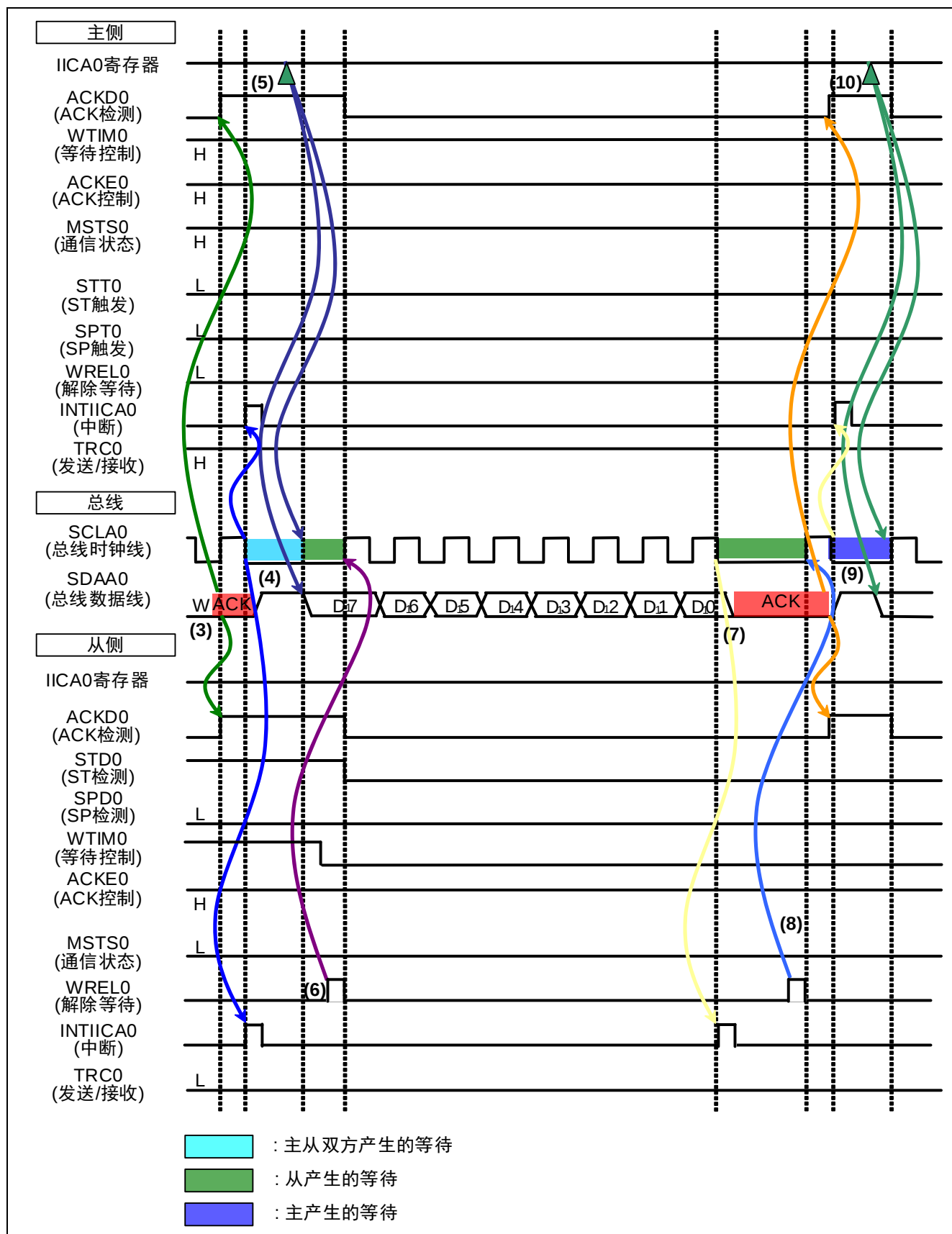


图 1.3 IIC 通信时序图（主→从通信举例）（2/4）

- (3) 如果接收地址和从地址匹配^注，从侧硬件发送 ACK 到主。在第 9 个上升沿时，主检测到 ACK（ACKD0 = 1）。
- (4) 第 9 个下降沿时，主侧产生中断（INTIICA0：地址发送结束中断）。如果地址匹配，从侧产生中断（INTIICA0：地址匹配中断）。地址匹配的主从都产生一个等待（SCLA0 线：低）。
- (5) 主写发送数据到 IICA0 寄存器，并解除等待。
- (6) 从侧由于处于接收数据的状态，从选择第 8 个时钟等待（WTIM0 = 0）。当从解除等待（WREL0=1）后，主开始向从传送数据。
- (7) 在数据传送后的第 8 个下降沿，从侧硬件产生一个等待（SCLA0 线：低），并且产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。
- (8) 从侧读取接收数据并解除等待（WREL0 = 1）之后，从向主发送 ACK。在第 9 个时钟上升沿，主检测到 ACK（ACKD0 = 1）。
- (9) 在第 9 个时钟下降沿，主产生一个等待（SCLA0 线：低）并且主侧产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。
- (10) 主将发送数据写到 IICA0 寄存器中并且解除等待。之后，主继续向从发送数据。

注： 如果被发送的地址与从地址不匹配，从将不返回 ACK 到主（NACK）。在从侧，INTIICA0 中断（地址匹配中断）不发生，因此从侧不进入等待状态。然而，不论接收到的是 ACK 还是 NACK，在主侧 INTIICA0 中断（地址发送结束中断）都发生。

（三）主→从通信 3（数据 - 数据 - 停止条件）

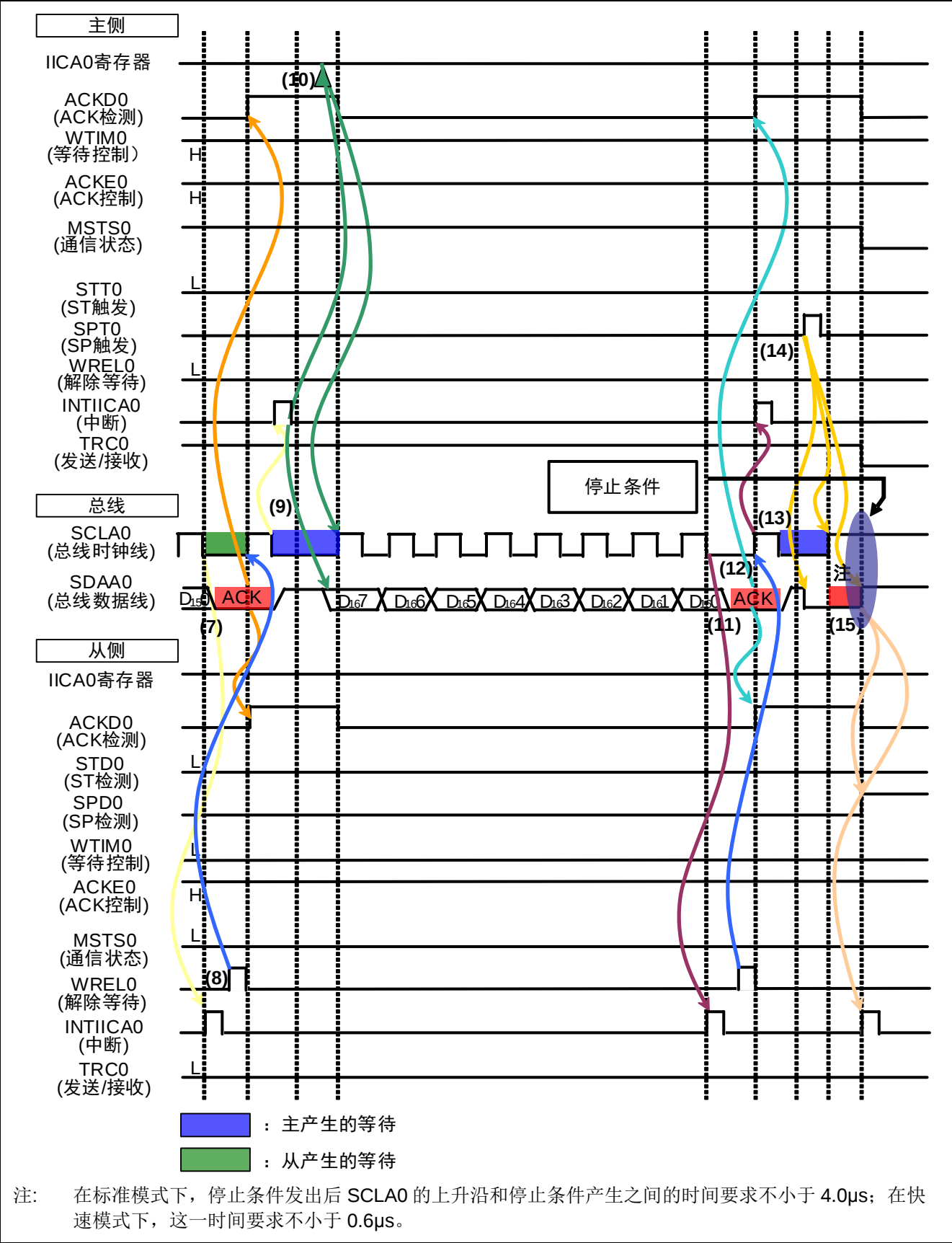


图 1.4 IIC 通信时序图（主→从通信举例）（3/4）

- (7) 在数据传送后的第 8 个时钟下降沿，从侧硬件产生一个等待（SCLA0 线：低）并且产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。
- (8) 在从侧读取接收数据并解除等待后（WREL0 = 1），从向主发送 ACK。在第 9 个上升沿时，主检测到 ACK（ACKD0 = 1）。
- (9) 在第 9 个时钟下降沿，主侧产生中断（INTIICA0：地址发送结束中断）。如果地址匹配，从侧产生中断（INTIICA0：地址匹配中断）。地址匹配的主从都产生一个等待（SCLA0 线：低）主产生一个等待（SCLA0 线：低）并且主侧产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。
- (10) 主写发送数据到 IICA0 寄存器并解除等待。之后，主继续传送数据到从。
- (11) 在数据传送后的第 8 个下降沿，从侧硬件产生一个等待（SCLA0 线：低），并且产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。
- (12) 从侧读取接收数据并解除等待（WREL0 = 1）之后，从向主发送 ACK。在第 9 个时钟上升沿，主检测到 ACK（ACKD0 = 1）。
- (13) 在第 9 个时钟下降沿，主产生一个等待（SCLA0 线：低）并且主侧产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。
- (14) 当停止条件触发被设定后（SPT0 = 1），SDAA0 线产生下降沿，SCLA0 线产生上升沿。在经过停止条件建立时间之后，SDAA0 线产生上升沿，由此产生了一个停止条件。
- (15) 当停止条件产生后，从侧检测到停止条件（SPD = 1）并且产生中断（INTIICA0：停止条件中断）。

（四）主→从通信 4（数据 - 重新开始条件 - 地址）

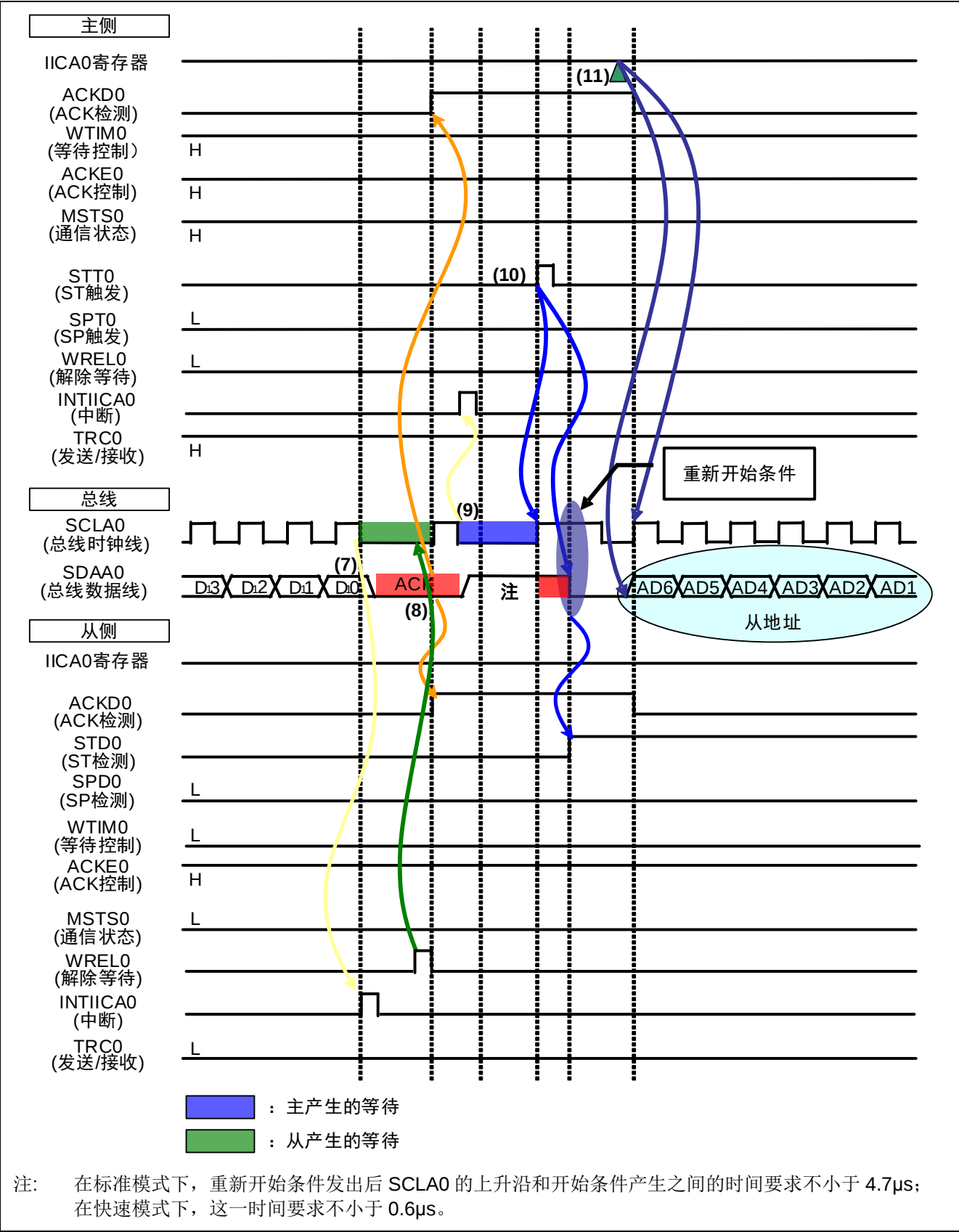


图 1.5 IIC 通信时序图（主→从通信举例）（4/4）

- (7) 在数据传送后的第 8 个时钟下降沿，从侧硬件产生一个等待（SCLA0 线：低），并且产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。
- (8) 在从侧读取接收数据并解除等待后（WREL0 = 1），向主发送 ACK。在第 9 个上升沿时，主检测到 ACK（ACKD0 = 1）。
- (9) 在第 9 个时钟下降沿，主产生一个等待（SCLA0 线：低）并且主侧产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。
- (10) 在主侧，开始条件触发被再次设定（STT0 = 1）。之后，SCLA0 产生上升沿。在经过重新开始条件建立时间之后，SDAA0 线产生下降沿，由此产生了一个开始条件。随后，在开始条件被检测后（STD0 = 1），经过一段保持时间，总线时钟线产生下降沿，由此通信准备完成。
- (11) 在主侧，地址、数据传送方向位“W”（发送）或“R”（接收）被写入 IICA0 寄存器，从侧地址被发送。

（五）从→主通信 1（开始条件 - 地址 - 数据）

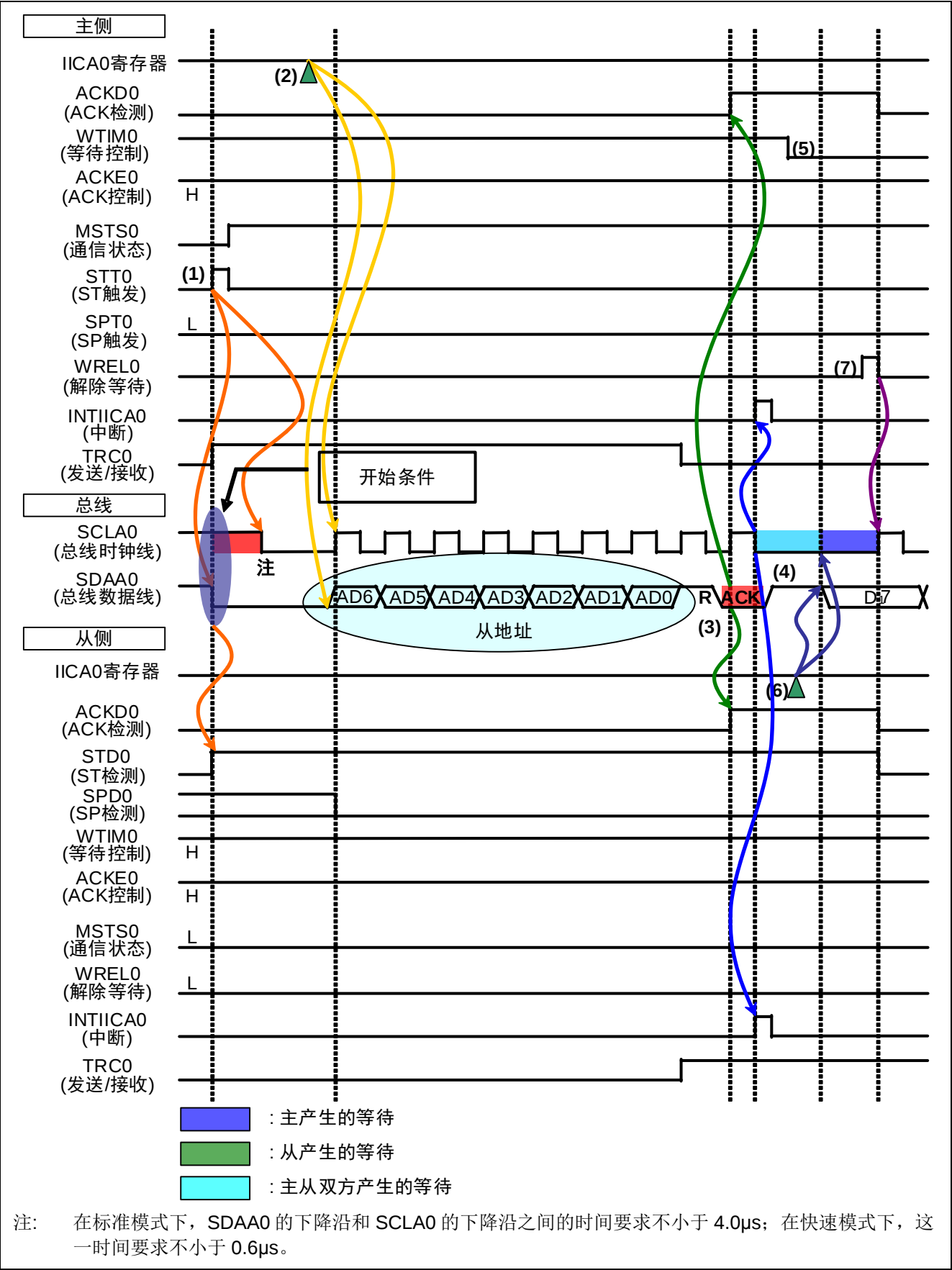


图 1.6 IIC 通信时序图（从→主通信举例）（1/3）

- (1) 在主侧，设置开始条件触发（STT0 = 1）后，SDAA0 线产生下降沿，开始条件产生。随后，开始条件被检测到（STD0 = 1），主进入主设备通信状态（MSTS0 = 1）。经过一段保持时间，SCLA0 产生下降沿。通信准备工作完成。
- (2) 在主侧，地址、数据传送方向位“R”（接收）被写入 IICA0 寄存器，从地址被发送。
- (3) 如果接收的地址与从地址相匹配，则由从侧硬件发送 ACK 到主侧。在时钟信号的第 9 个上升沿时，主侧检测到 ACK（ACKD0 = 1）。
- (4) 在第 9 个时钟下降沿时，主侧产生中断（INTIICA0：地址发送结束中断）。如果地址匹配，从侧产生中断（INTIICA0：地址匹配中断）。地址匹配的主从都产生一个等待（SCLA0 线：低）。^注。
- (5) 由于接收数据，主选择第 8 个时钟等待（WTIM0 = 0）。
- (6) 从侧写数据到 IICA0 寄存器并解除等待。
- (7) 主解除等待（WREL0 = 1），从开始传送数据到主。

注： 如果接收地址和从属地址不匹配，从将不会返回 ACK 给主（NACK）。在从侧，INTIICA0 中断（地址匹配中断）不发生，因此从侧不进入等待状态。然而，在主侧，不论接收到的是 ACK 还是 NACK，INTIICA0 中断（地址发送结束中断）都会发生。

（六）从→主通信 2（地址 - 数据 - 数据）

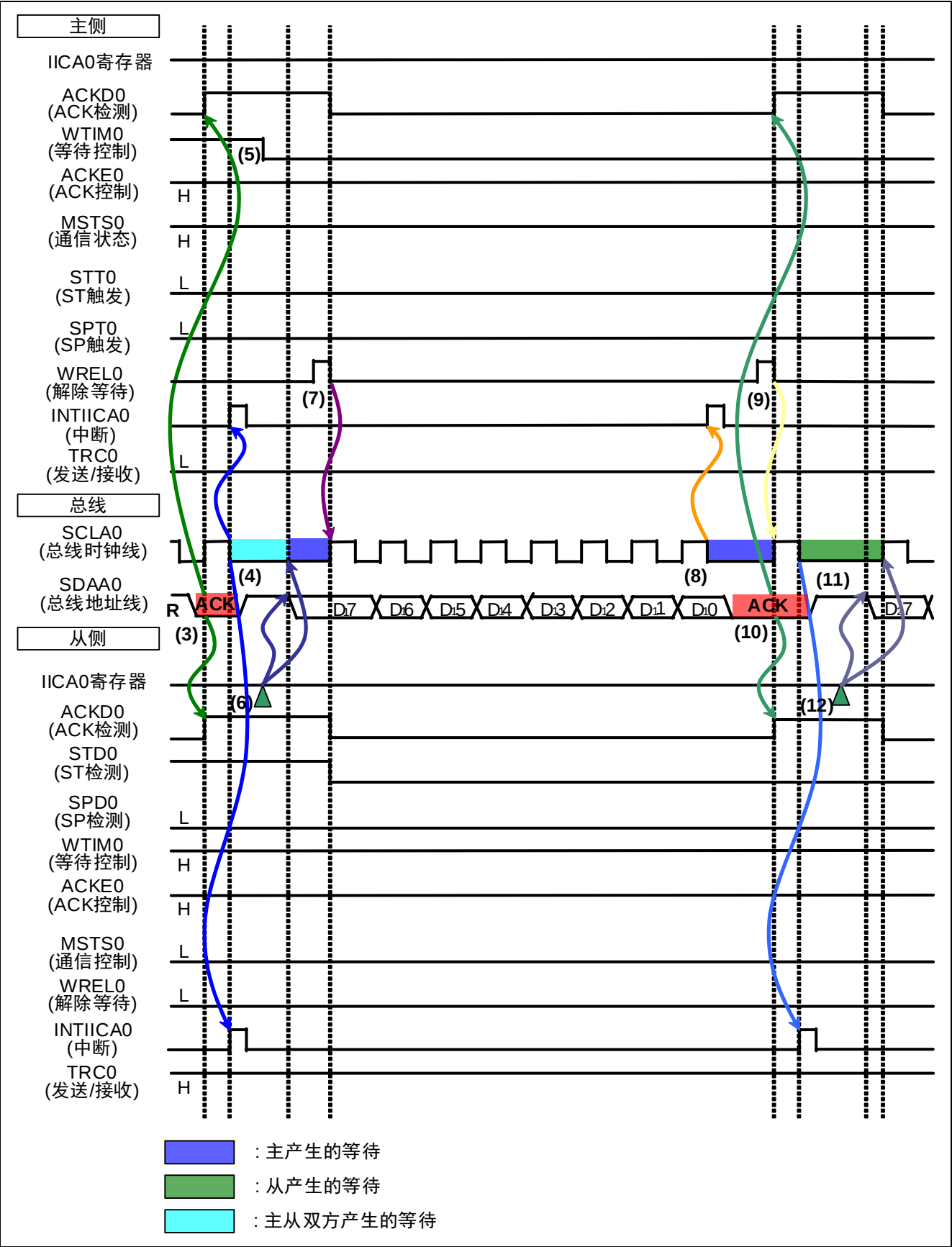


图 1.7 IIC 通信时序图（从→主通信举例）（2/3）

- (3) 如果接收地址和从地址匹配^注，从侧硬件发送 ACK 到主。在第 9 个上升沿时，主检测到 ACK（ACKD0 = 1）。
- (4) 第 9 个下降沿时，主侧产生中断（INTIICA0：地址发送结束中断）。如果地址匹配，从侧产生中断（INTIICA0：地址匹配中断）。主侧和地址匹配的从侧都产生一个等待状态（SCLA0 线：低）。
- (5) 主侧由于处于接收数据的状态，主侧选择第 8 个时钟等待（WTIM0 = 0）。
- (6) 从侧将发送数据写到 IICA0 寄存器，并解除等待。
- (7) 当主解除等待（WREL0 = 1）后，从侧开始向主侧传送数据。
- (8) 在数据传送后的第 8 个下降沿，主产生一个等待（SCLA0 线：低），并且主侧产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。主侧硬件发送 ACK 到从。
- (9) 主侧读取接收数据并解除等待（WREL0 = 1）。
- (10) 在第 9 个时钟上升沿，从检测到 ACK（ACKD0 = 1）。
- (11) 在第 9 个时钟下降沿，从侧产生一个等待（SCLA0 线：低），并且从侧产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。
- (12) 从侧将发送数据写到 IICA0 寄存器中并且解除等待。之后，从侧开始向主侧发送数据。

注： 如果接收地址与从地址不匹配，从侧将不返回 ACK 到主（NACK）。在从侧，INTIICA0 中断（地址匹配中断）不发生，因此从侧不进入等待状态。然而，不论接收到的是 ACK 还是 NACK，在主侧 INTIICA0 中断（地址发送结束中断）都发生。

(七) 从→主通信 3（数据 - 数据 - 停止条件）

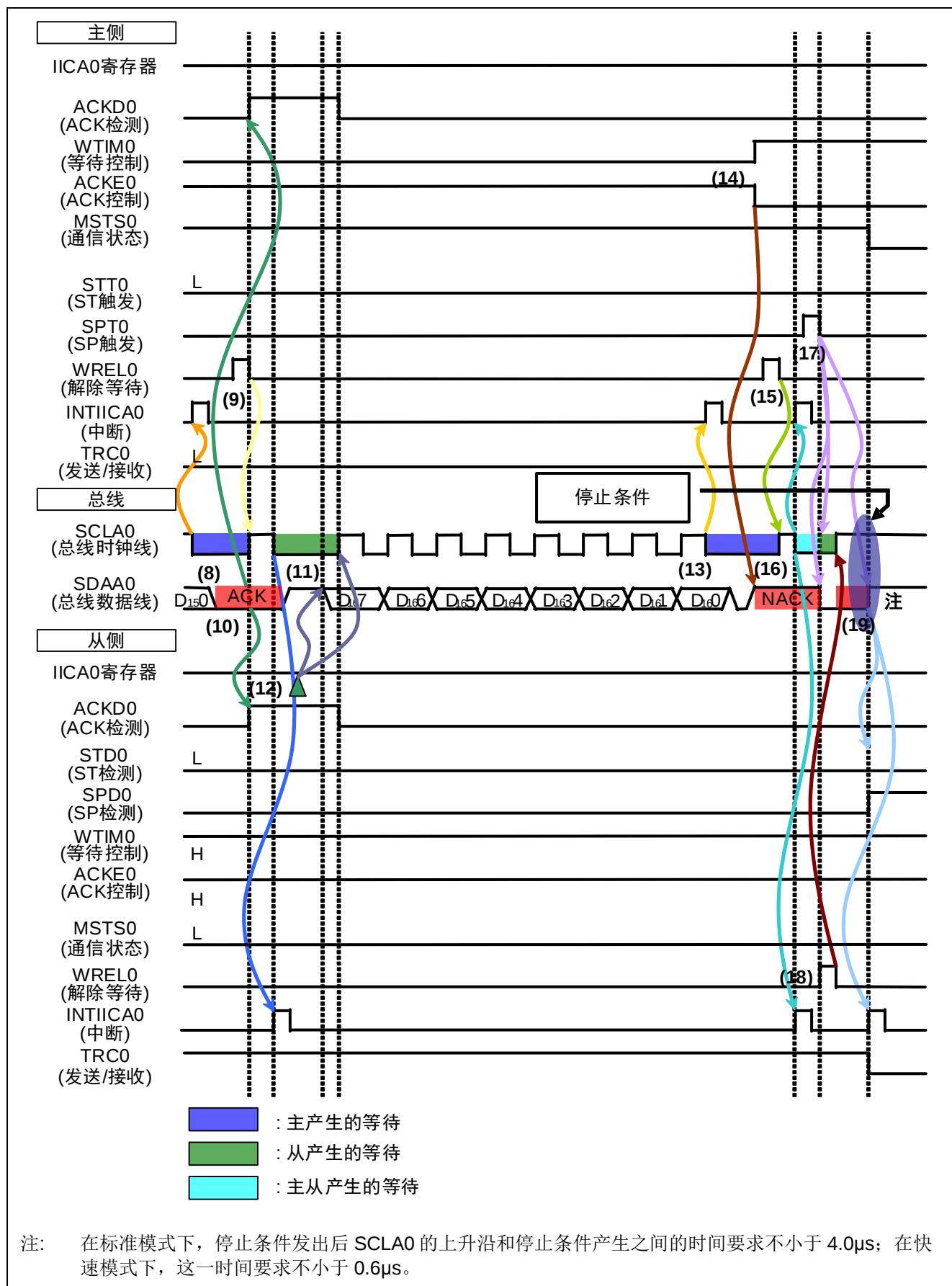


图 1.8 IIC 通信时序图（从→主通信举例）（3/3）

- (8) 在数据传送后的第 8 个时钟下降沿，主产生一个等待（SCLA0 线：低），并且主侧产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。主硬件发送 ACK 到从。
- (9) 主读取接收数据并解除等待（WREL0 = 1）。
- (10) 在第 9 个上升沿时，从检测到 ACK（ACKD0 = 1）
- (11) 在第 9 个时钟下降沿，从侧产生一个等待（SCLA0 线：低）并且从侧产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。
- (12) 从侧写发送数据到 IICA0 寄存器并解除等待。之后，从侧开始传送数据到主。
- (13) 在数据传送后的第 8 个下降沿，主侧产生中断（INTIICA0：传送结束中断）并且产生一个等待（SCLA0 线：低）。因为进行 ACK 控制（ACKE0=1），所以此阶段的总线数据线变为低电平（SDAA0=0）。
- (14) 主设定一个 NACK 响应（ACKE0 = 0）来通知从，主已经接收了最后一个数（在通信的末尾）。之后，主改变等待时间到第 9 个时钟周期（WTIM0 = 1）。
- (15) 在主解除等待（WREL0 = 1）之后，在第 9 个时钟信号的上升沿，从检测到 NACK（ACKD0 = 0）。
- (16) 在第 9 个时钟下降沿，主和从都产生一个等待（SCLA0 线：低）并且主从两侧产生中断（INTIICA0：传送结束中断）。
- (17) 在主发出一个停止条件（SPT0 = 1）之后，SDAA0 线产生下降沿，由此，消除在主侧的等待。之后，主等待直到 SCLA0 线产生上升沿。
- (18) 从侧解除等待（WREL0 = 1）来结束通信。之后，SCLA0 线上升沿产生。
- (19) 主确认 SCLA0 线上升沿已经产生。确认之后，经过停止条件建立时间，主使得 SDAA0 线产生上升沿，发出停止条件。当停止条件产生后，从侧检测到停止条件（SPD0 = 1）并且产生中断（INTIICA0：停止条件中断）。

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	R7F0C004M
工作频率	高速内部振荡器（HOCO）时钟：24MHz（典型值） CPU/外围功能时钟：24MHz
工作电压	5.0V（工作电压范围：3.0V~5.5V） LVD 工作模式（V _{LVD} ）：复位模式 上升沿 2.81V（2.76V~2.87V） 下降沿 2.75V（2.70V~2.81V）
集成开发环境	CS+ for CA,CX V3.00.00（瑞萨电子开发）
C 编译器	CA78K0R V1.70（瑞萨电子开发）

3. 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。

- R7F0C004 串行接口 IICA（主发送/接收）（R01AN2693C）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”。

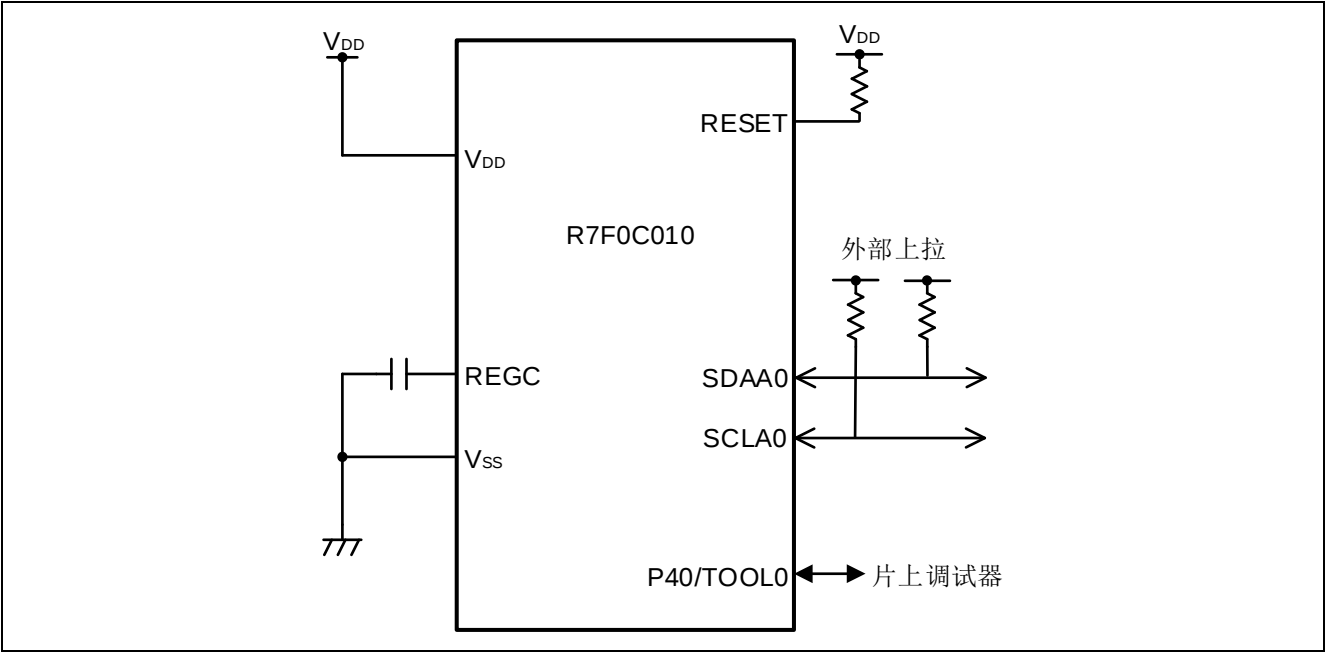


图 4.1 硬件配置

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

4.2 使用引脚一览

使用的引脚及其功能，请参见“表 4.1”。

表 4.1 使用的引脚及其功能

引脚名	输入/输出	内容
P60/SCLA0	输入/输出	串行时钟输入/输出引脚
P61/SDAA0	输入/输出	串行数据发送/接收引脚

5. 软件说明

5.1 操作概要

本篇应用说明中，通过串行接口 IICA，执行 IICA 从发送/接收（地址接收、数据发送/接收）的操作。

(1) 初始化串行接口 IICA。

<设定条件>

- 选择快速模式作为操作模式。
- 设置串行时钟频率：400kHz。
- 设置从属地址：0xA0。
- 开启数字滤波器。
- 设置应答许可。
- 在第 9 个时钟的下降沿，产生中断。
- 禁止停止条件中断。
- 使用 P60/SCLA0 引脚作为时钟输入引脚，P61/SDAA0 引脚作为数据发送/接收引脚。

(2) 定义一个 16 字节的通信缓冲区。

(3) 在初始化完成之后，使用 IICA 的唤醒功能来减少功率消耗。执行 STOP 指令，等待中断（INTIICA0）发生来指示从属地址或扩展代码的接收。

(4) 当从属地址或扩展代码接收之后，执行唤醒操作并开始数据通信。

(5) 接收来自于主的数据。数据（16 字节）被依次存储在通信缓冲区。在传送完成后，存储接收数据（16 字节）到通信缓冲区，用于下次传送。

(6) 使用 IICA 的唤醒功能。执行 STOP 指令，等待中断（INTIICA0）发生来指示从属地址或扩展代码的接收。

(7) 唤醒之后，依次发送数据（16 字节）到主。

(8) 重复上面的步骤（2）~步骤（7）。

注意：使用本篇应用说明时，请参阅 R7F0C004 串行接口 IICA（主发送/接收）（R01AN2693C）应用说明。
传送完成条件如下：数据接收过程中，检测到停止条件；16 字节数据发送或接收完成或者检测到 NACK。传送完成后，进入下一过程（例如：接收完成、发送开启）。

5.2 选项字节设置一览

选项字节的设置，请参见“表 4.1”。

表 4.1 选项字节设置

地址	设定值	内容
000C0H/010C0H	11101111B	看门狗定时器动作停止 (复位后, 停止计数)
000C1H/010C1H	01111111B	LVD 复位模式 检测电压: 上升沿 2.81V (2.76V~2.87V), 下降 沿 2.75V (2.70V~2.81V)
000C2H/010C2H	11100000B	HS 模式、HOCO: 24MHz
000C3H/010C3H	10000100B	允许片上调试

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
DATA_LENGTH	0x10	IIC 发送接收数据长度
_80_IICA_ADDRESS_COMPLETE	0x80	变量 g_lica0MasterStatusFlag 的设定值 (地址发送完成状态)
MD_NACK	0x02	NACK 响应
MD_ERROR	0x80	地址不匹配

5.4 变量一览

参考例程中使用的全局变量，请参见“表 5.3”。

表 5.3 参考例程中使用的全局变量

类型	变量名	内容	使用的函数
uint8_t	g_lica0SlaveStatusFlag	IICA0 从标志位	R_IICA0_Slave_Send() R_IICA0_Slave_Receive() R_IICA0_SlaveHandler() R_IICA0_Callback_Slave_Error() main()
uint8_t*	g_plica0RxAddress	IICA0 接收缓冲区地址	R_IICA0_Slave_Receive() R_IICA0_SlaveHandler()
uint16_t	g_lica0RxLen	IICA0 接收数据长度	R_IICA0_Slave_Receive() R_IICA0_SlaveHandler()
uint16_t	g_lica0RxCnt	IICA0 接收字节数	R_IICA0_Slave_Receive() R_IICA0_SlaveHandler()
uint8_t*	g_plica0TxAddress	IICA0 发送数据缓冲区地址	R_IICA0_Slave_Send() R_IICA0_SlaveHandler()
uint16_t	g_lica0TxCnt	IICA0 传送的数据字节数	R_IICA0_Slave_Send() R_IICA0_SlaveHandler()
static uint8_t	rx_data[DATA_LENGTH]	数据接收缓冲区	R_IICA0_Slave_Send() R_IICA0_Slave_Receive()
static uint8_t	direction	通信方向标志位	main() R_RxPreparation() R_TxPreparation()

5.5 函数一览

参考例程中使用的函数，请参见“表 5.4”。

表 5.4 函数

函数名	概要
hdwinit	初始化函数
R_Systeminit	系统函数
R_PORT_Create	初始化端口
R_CGC_Create	CPU 时钟设置
R_IICA0_Create	串行接口 IICA 初始化设置
main	主函数处理
R_RxPreparation	IICA 接收准备
R_TxPreparation	IICA 发送准备
R_IICA0_Slave_Receive	从接收设定
R_IICA0_Slave_Send	从发送设定
R_IICA0_Interrupt	IICA0 中断程序
R_IICA0_SlaveHandler	IICA 中断处理中从操作
R_IICA0_Callback_Slave_Error	发送/接收错误处理

5.6 函数说明

本节对参考例程中使用的函数进行说明。

[函数名] hdwinit

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

[函数名] R_Systeminit

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

[函数名] R_PORT_Create

概要	初始化端口
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_port.h
声明	void R_PORT_Create(void)
说明	对本应用说明中使用的端口进行初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_CGC_Create

概要	CPU 时钟设置
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_cgc.h
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_IICA0_Create

概要	串行接口 IICA 初始化设置
头文件	r_cg_macrodriver.h, r_cg_serial.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_IICA0_Create(void)
说明	执行串行接口 IICA 的初始化设置。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] main

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

[函数名] R_RxPreparation

概要	IICA 接收准备
头文件	r_cg_serial.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_RxPreparation(void)
说明	准备数据接收，清 IICA0 从标志位。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_TxPreparation

概要	IICA 发送准备
头文件	r_cg_serial.h, r_cg_userdefine.h
声明	void R_TxPreparation(void)
说明	准备数据发送，清 IICA0 从标志位。
参数	无
返回值	无
参考	无

[函数名] R_IICA0_Slave_Receive

概要	从接收设定
头文件	r_cg_serial.h
声明	void R_IICA0_Slave_Receive(uint8_t *rxbuf, uint16_t rxnum)
说明	设定从接收模式。
参数	rxbuf : 接收数据缓冲区地址 rxnum : 接收数据长度
返回值	无
参考	无

[函数名] R_IICA0_Slave_Send

概要	从发送设定	
头文件	r_cg_serial.h	
声明	void R_IICA0_Slave_Send(uint8_t *rxbuf,uint16_t rxnum)	
说明	设置从发送模式。	
参数	txbuf	: 发送数据缓冲区地址
	txnum	: 发送数据长度
返回值	无	
参考	无	

[函数名] R_IICA0_Interrupt

概要	IICA0 中断处理	
头文件	r_cg_serial.h	
声明	__interrupt void R_IICA0_Interrupt(void)	
说明	IICA0 中断程序。	
参数	无	
返回值	无	
参考	在参考例程中，为了满足要求，用来禁止唤醒功能的语句被添加到该函数的开头。如果允许唤醒功能，则读取 IICS0 寄存器无效。	

[函数名] R_IICA0_SlaveHandler

概要	IICA 中断处理中从操作	
头文件	r_cg_serial.h	
声明	void IICA0_SlaveHandler(void)	
说明	在 IICA0 中断程序中，执行从发送和接收。	
参数	无	
返回值	无	
参考	在该函数中，去除了在接受最后数据过程中屏蔽第 8 个时钟处中断响应的语句（ACKE0=0）。所以，在数据接收的最后，会有应答信号输出。	

[函数名] R_IICA0_Callback_Slave_Error

概要	发送/接收错误处理	
头文件	r_cg_serial.h	
声明	void R_IICA0_Callback_Slave_Error(MD_STATUS flag)	
说明	地址不匹配或 NACK 被接受，错误发生，该函数被调用。	
参数	flag	错误状态
返回值	无	
参考	无	

5.7 流程图

5.7.1 整体流程

本篇应用说明中参考例程的整体流程，请参见“图 5.1”。

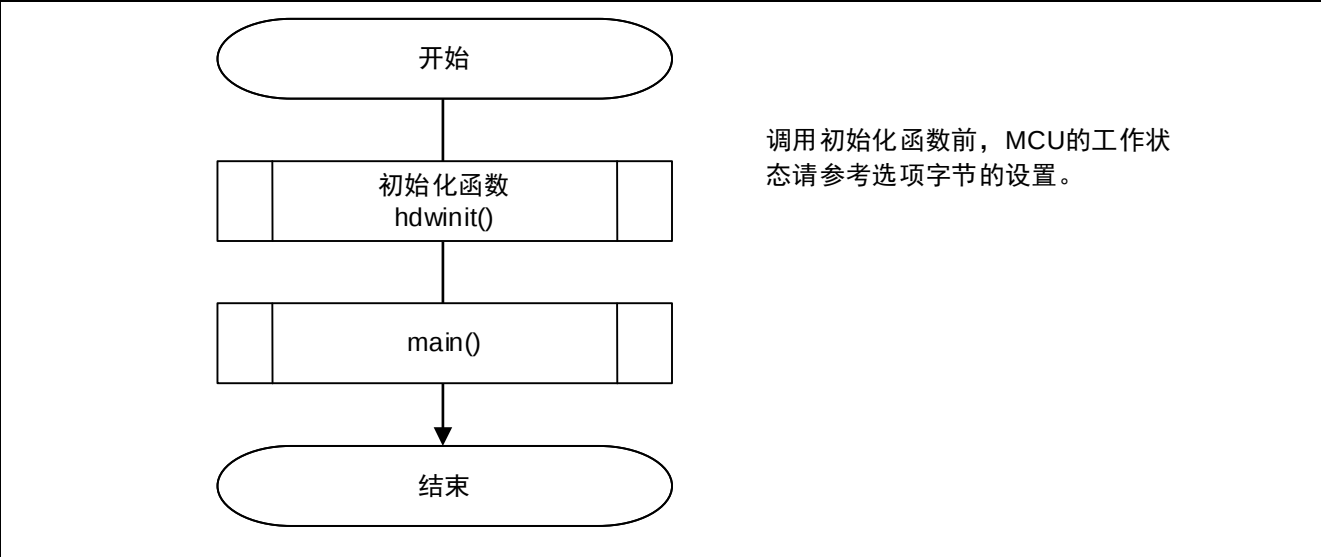


图 5.1 整体流程图

5.7.2 初始化函数

初始化函数的流程，请参见“图 5.2”。

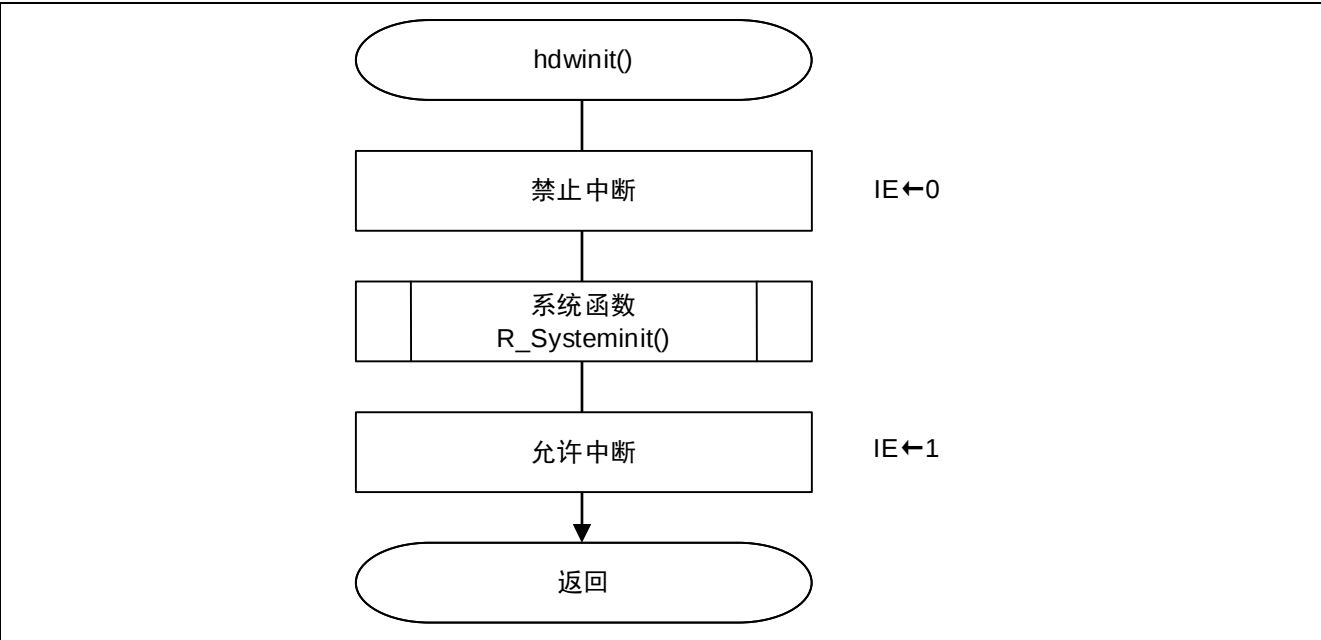


图 5.2 初始化函数

5.7.3 系统函数

系统函数的流程，请参见“图 5.3”。

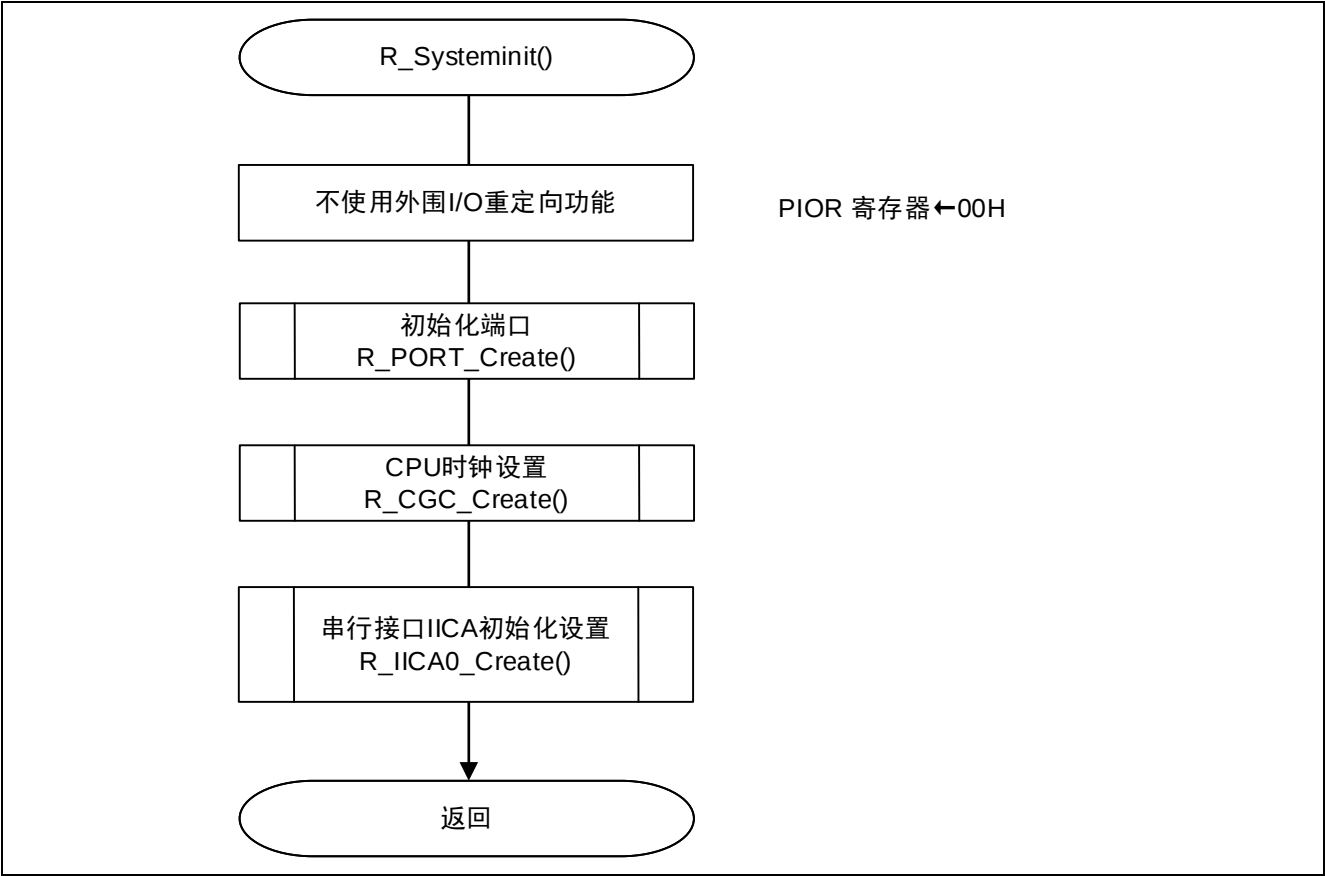


图 5.3 系统函数

5.7.4 初始化端口

初始化端口的流程，请参见“图 5.4”。

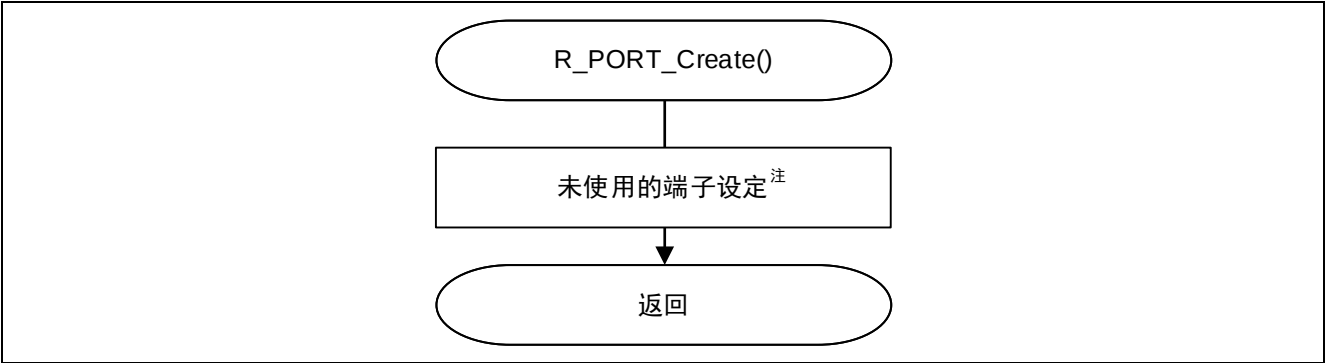


图 5.4 初始化端口

注： 关于未使用端口的设置，请注意根据系统具体要求进行适当的端口处理，并满足电气特性的要求。未使用的输入专用端口，请分别通过电阻上拉到 V_{DD}或是下拉到 V_{SS}。

5.7.5 CPU 时钟设置

CPU 时钟设置的流程，请参见“图 5.5”。

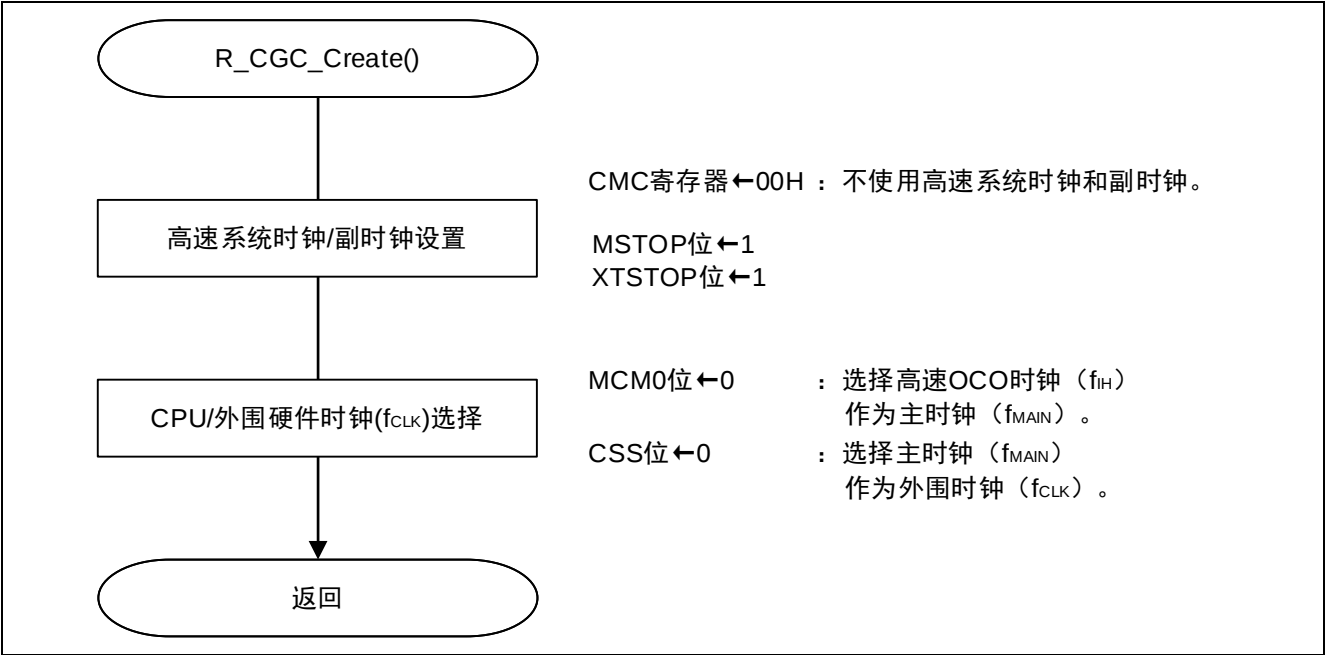


图 5.5 CPU 时钟设置

5.7.6 串行接口 IICA 初始化设置

串行接口 IICA 的初始化设置流程，请参见“图 5.6”。

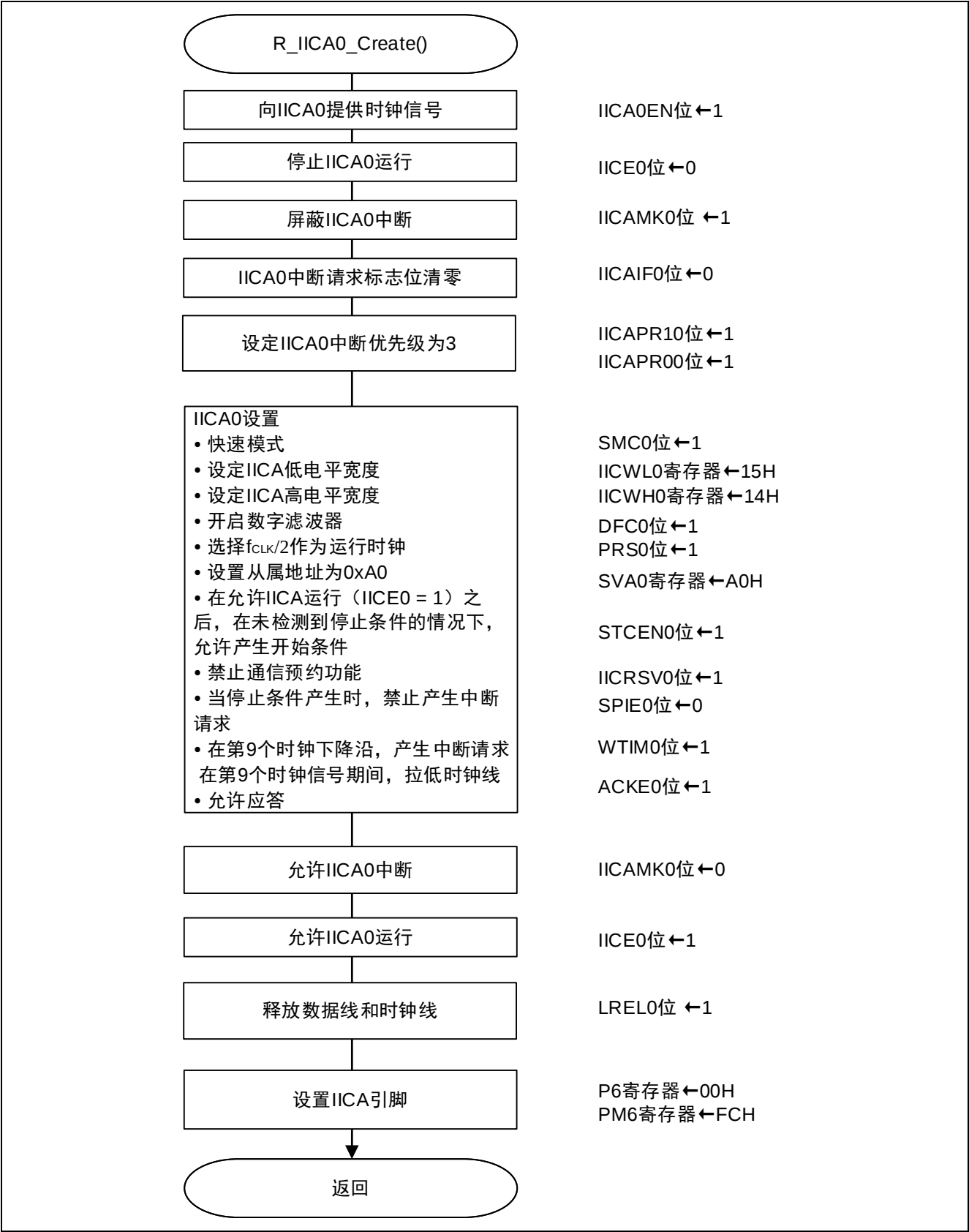


图 5.6 串行接口 IICA 初始化设置

允许 A/D 转换器的时钟供给

- 外围允许寄存器 0（PER0）
开始向 A/D 转换器提供时钟。

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

位 4

IICA0EN	串行接口 IICA0 输入时钟的提供
0	停止提供输入时钟 • 不能写串行接口 IICA0 使用的 SFR • 串行接口 IICA0 处于复位状态
1	提供输入时钟 • 能读写串行接口 IICA0 使用的 SFR

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C004 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 IICA0 操作模式

• IICA 控制寄存器 01（IICCTL01）

选择一个操作时钟频率。

开启数字滤波器。

选择快速模式。

禁止唤醒功能。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
IICCTL01	WUP0	0	CLD0	DAD0	SMC0	DFC0	0	PRS0
设定值	0	—	x	x	1	1	—	1

位 7

WUP0	地址匹配唤醒的控制
0	在 STOP 模式中，停止地址匹配唤醒功能的运行。
1	在 STOP 模式中，允许地址匹配唤醒功能的运行。

位 3

SMC0	运行模式的切换
0	在标准模式中运行（最大传送速率：100kbps）。
1	在快速模式（最大传送速率：400kbps）或者增强型快速模式（最大传送速率：1Mbps）中运行。

位 2

DFC0	数字滤波器的运行控制
0	数字滤波器 OFF
1	数字滤波器 ON

位 0

PRS0	IICA 运行时钟（f _{MCK} ）的控制
0	选择 f _{CLK} 作为运行时钟频率
1	选择 f _{CLK} /2 作为运行时钟频率

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C004 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

配置传送时钟

- IICA 低电平宽度设置寄存器 0（IICWL0）
 - IICA 高电平宽度设置寄存器 0（IICWH0）
- 设置 SCLA0 引脚信号的低电平宽度和高电平宽度。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
IICWL0	0	0	0	1	0	1	0	1

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
IICWH0	0	0	0	1	0	1	0	0

设置从属地址

- 从地址寄存器 0（SVA0）
- 设置从属地址。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
SVA0	1	0	1	0	0	0	0	0

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C004 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 IICA 操作

• IICA 控制寄存器 00（IICCTL00）

允许 IIC 运行。

禁止停止条件中断。

设置等待和中断请求产生时序。

允许应答输出。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
IICCTL00	IICE0	LREL0	WREL0	SPIE0	WTIM0	ACKE0	STT0	SPT0
设定值	1	1		0	1	1	x	x

位 7

IICE0	IIC 运行的允许
0	停止运行。对 IICA 状态寄存器 0（IICS0）进行复位，并且停止内部运行。
1	允许运行。

位 6

LREL0	通信的退出
0	通常运行。
1	退出当前的通信，进入待机状态。执行后自动清“0”。

位 4

SPIE0	允许或者禁止停止条件检测产生的中断请求
0	禁止
1	允许

位 3

WTIM0	等待和中断请求的控制
0	在第 8 个时钟的下降沿产生中断请求信号。 主控设备：在输出 8 个时钟后，将时钟输出置为低电平进行等待。 从属设备：在输入 8 个时钟后，将时钟置为低电平，然后等待主控设备。
1	在第 9 个时钟的下降沿产生中断请求信号。 主控设备：在输出 9 个时钟后，将时钟输出置为低电平进行等待。 从属设备：在输入 9 个时钟后，将时钟置为低电平，然后等待主控设备。

位 2

ACKE0	应答控制
0	禁止应答
1	允许应答

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C004 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 IICA 引脚

- 端口寄存器 6（P6）
- 端口模式寄存器 6（PM6）

在输出模式下，使用 P60 作为 SCLA0，P61 作为 SDAA0。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
P6	0	0	0	0	0	0	P61	P60
设定值	—	—	—	—	—	—	0	0

位 1

P61	输出数据控制
0	输出“0”
1	输出“1”

位 0

P60	输出数据控制
0	输出“0”
1	输出“1”

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
PM6	0	0	0	0	0	0	PM61	PM60
设定值	—	—	—	—	—	—	0	0

位 1

PM61	P61 输入/输出模式选择
0	输出模式（输出缓冲区 ON）
1	输入模式（输出缓冲区 OFF）

位 0

PM60	P60 输入/输出模式选择
0	输出模式（输出缓冲区 ON）
1	输入模式（输出缓冲区 OFF）

注意：关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C004 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

5.7.7 主函数处理

主函数处理的流程，请参见“图 5.7”。

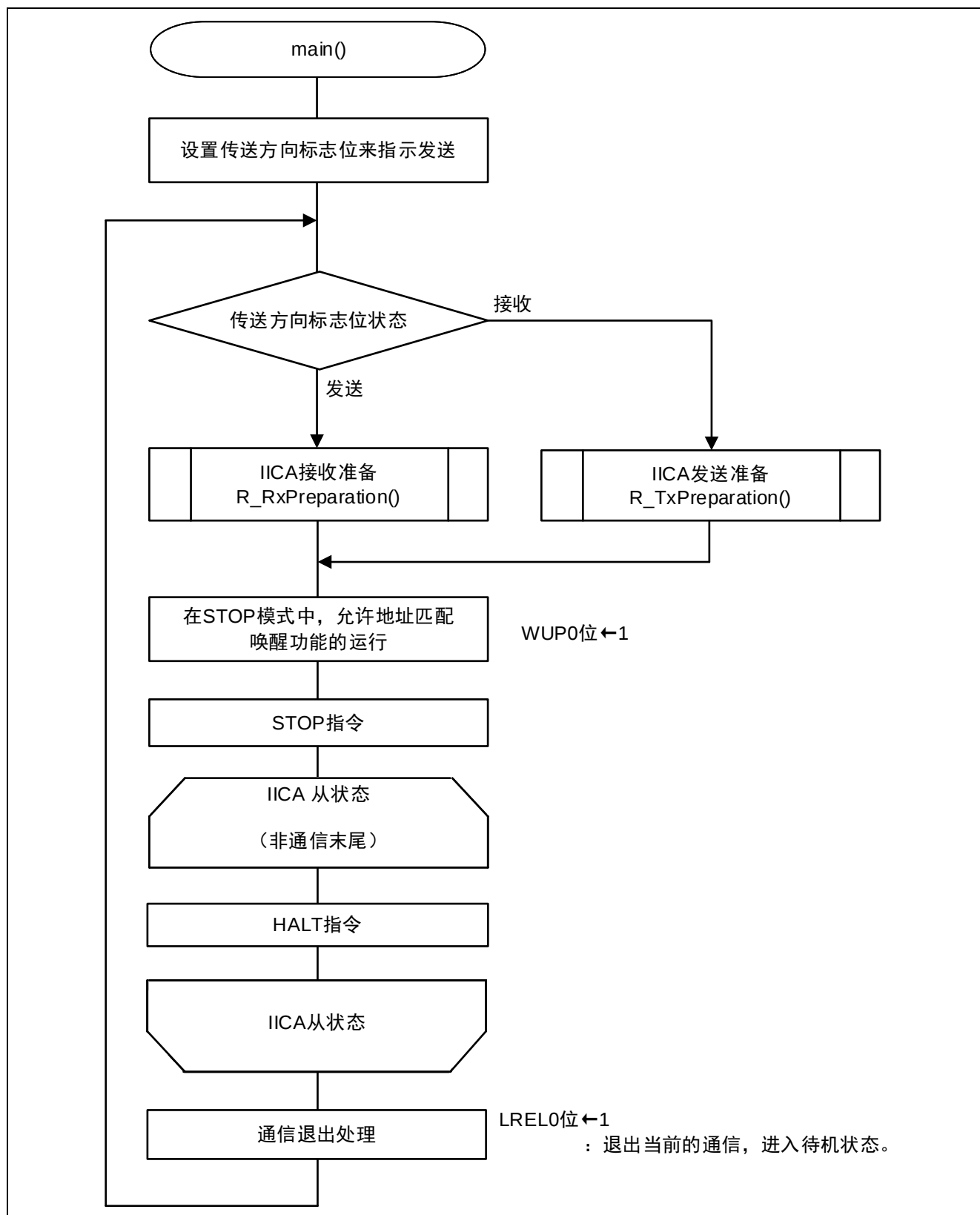


图 5.7 主函数处理

配置唤醒功能

- IICA 控制 0（IICCTL01）

使能唤醒功能。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
IICCTL01	WUP0	0	CLD0	DAD0	SMC0	DFC0	0	PRS0
设定值	1	—	x	x	1	1	—	1

位 7

WUP0	地址匹配唤醒功能的控制
0	在 STOP 模式中，停止地址匹配唤醒功能的运行。
1	在 STOP 模式中，允许地址匹配唤醒功能的运行。

通信结束设定

- IICA 控制寄存器 00（IICCTL00）

退出当前的通信，并使系统进入待机状态。

符号	7	6	5	4	3	2	1	0
IICCTL00	IICE0	LREL0	WREL0	SPIE0	WTIM0	ACKE0	STT0	SPT0
设定值		1					x	x

位 6

LREL0	通信的退出
0	通常运行。
1	退出当前的通信，进入待机状态。执行后自动清“0”。

注意： 关于寄存器设置的详细方法，请参考 R7F0C004 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

5.7.8 IICA0 接收准备

IICA0 接收准备的流程图，请参见“图 5.8”。

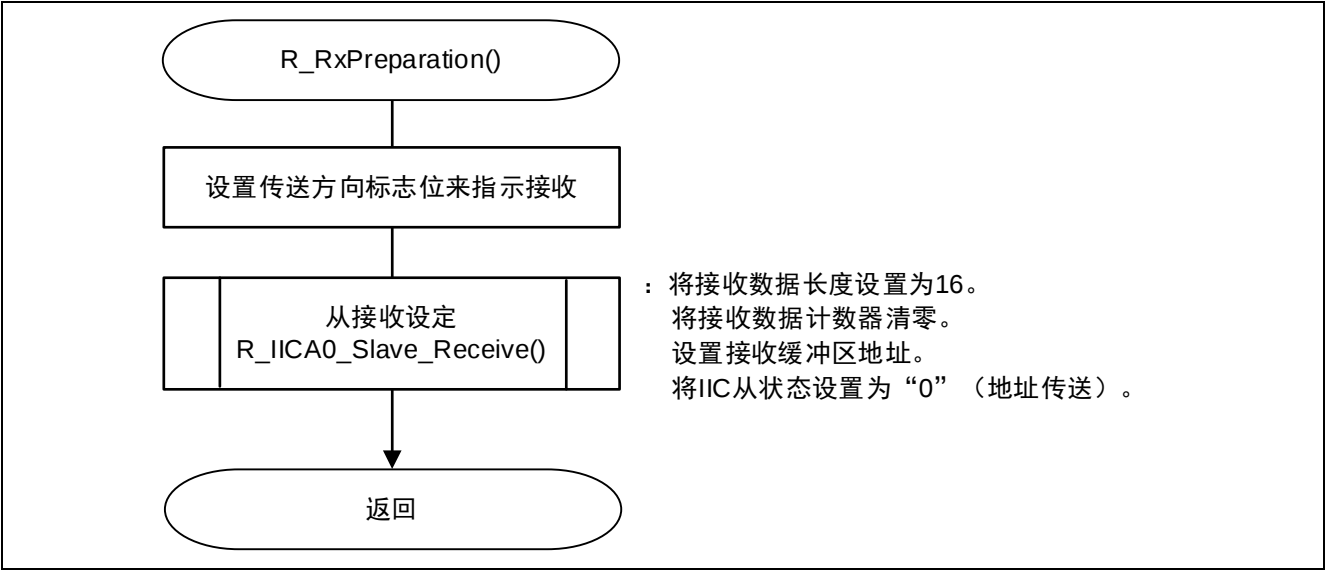


图 5.8 IICA0 接收准备

5.7.9 IICA0 发送准备

IICA0 发送准备的流程图，请参见“图 5.9”。

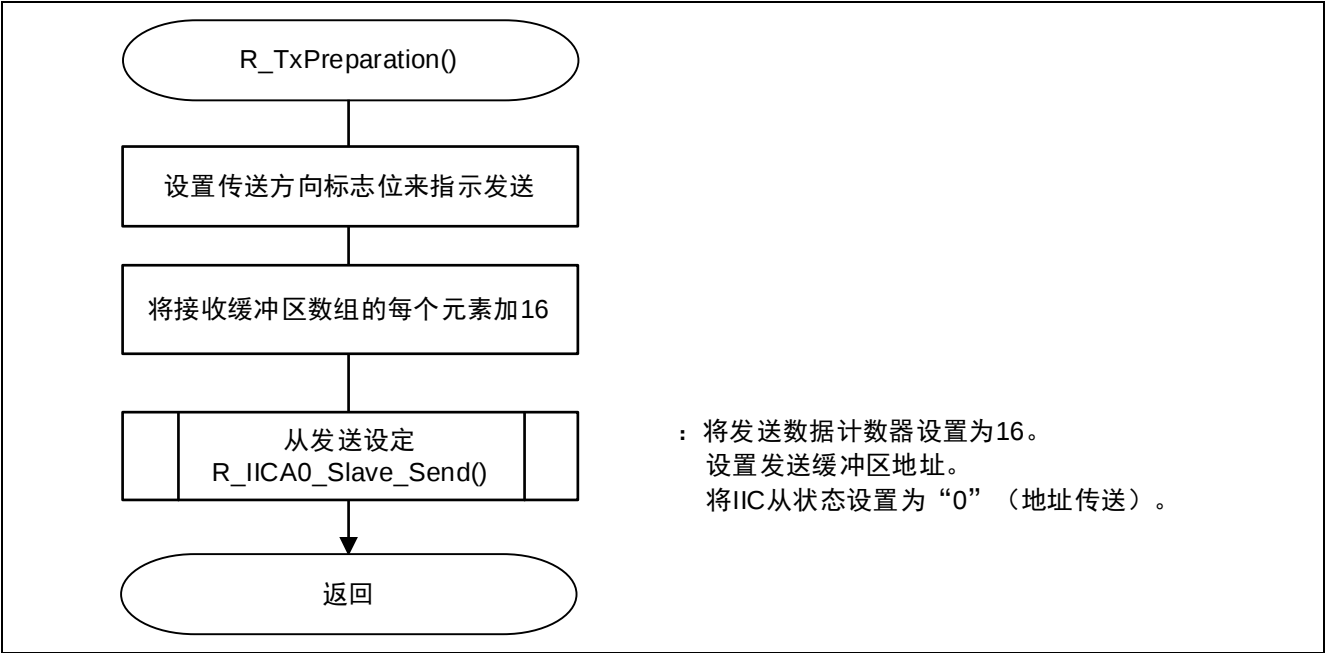


图 5.9 IICA0 发送准备

5.7.10 IICA0 中断处理

IICA0 中断处理的流程图，请参见“图 5.10”。

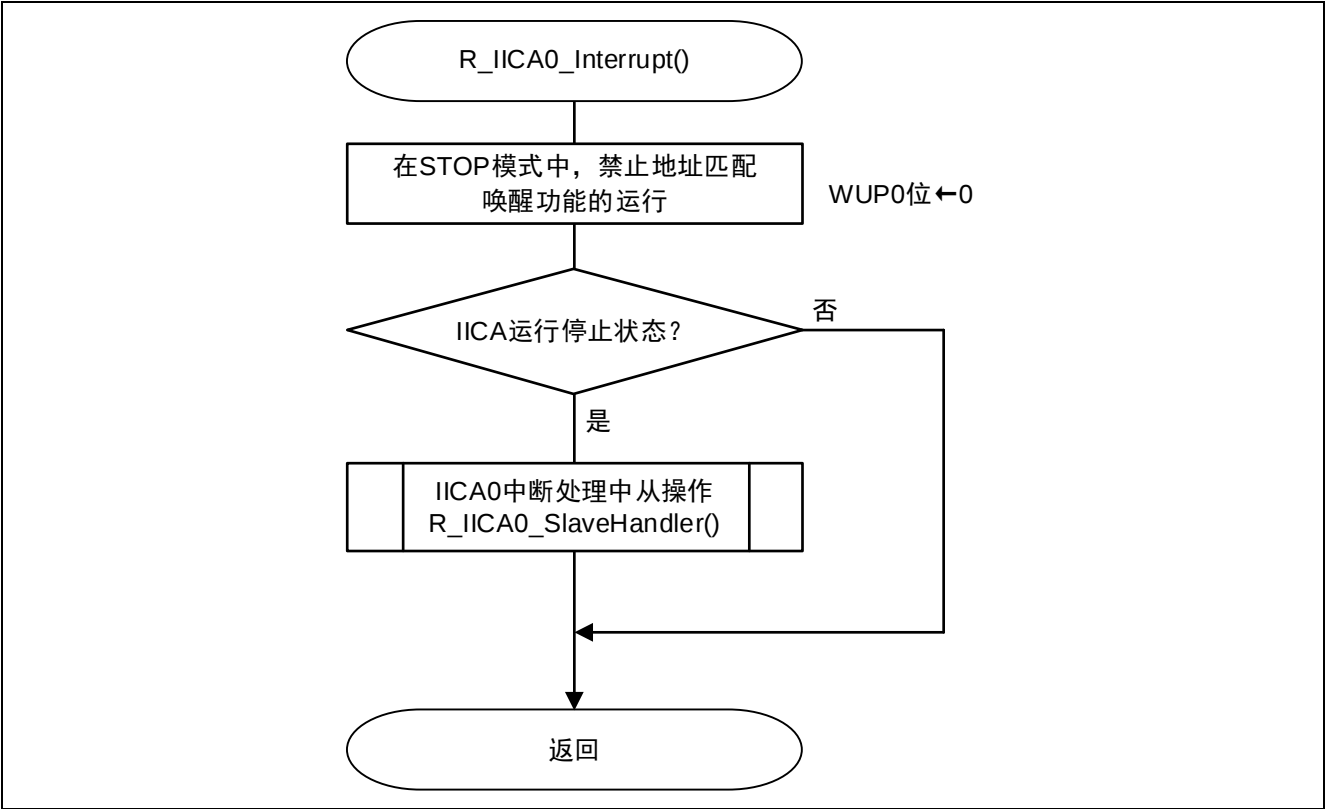


图 5.10 IICA0 中断处理

5.7.11 IICA 中断处理中从操作

IICA 中断处理中从操作的流程图，请参见“图 5.11”至“图 5.13”。

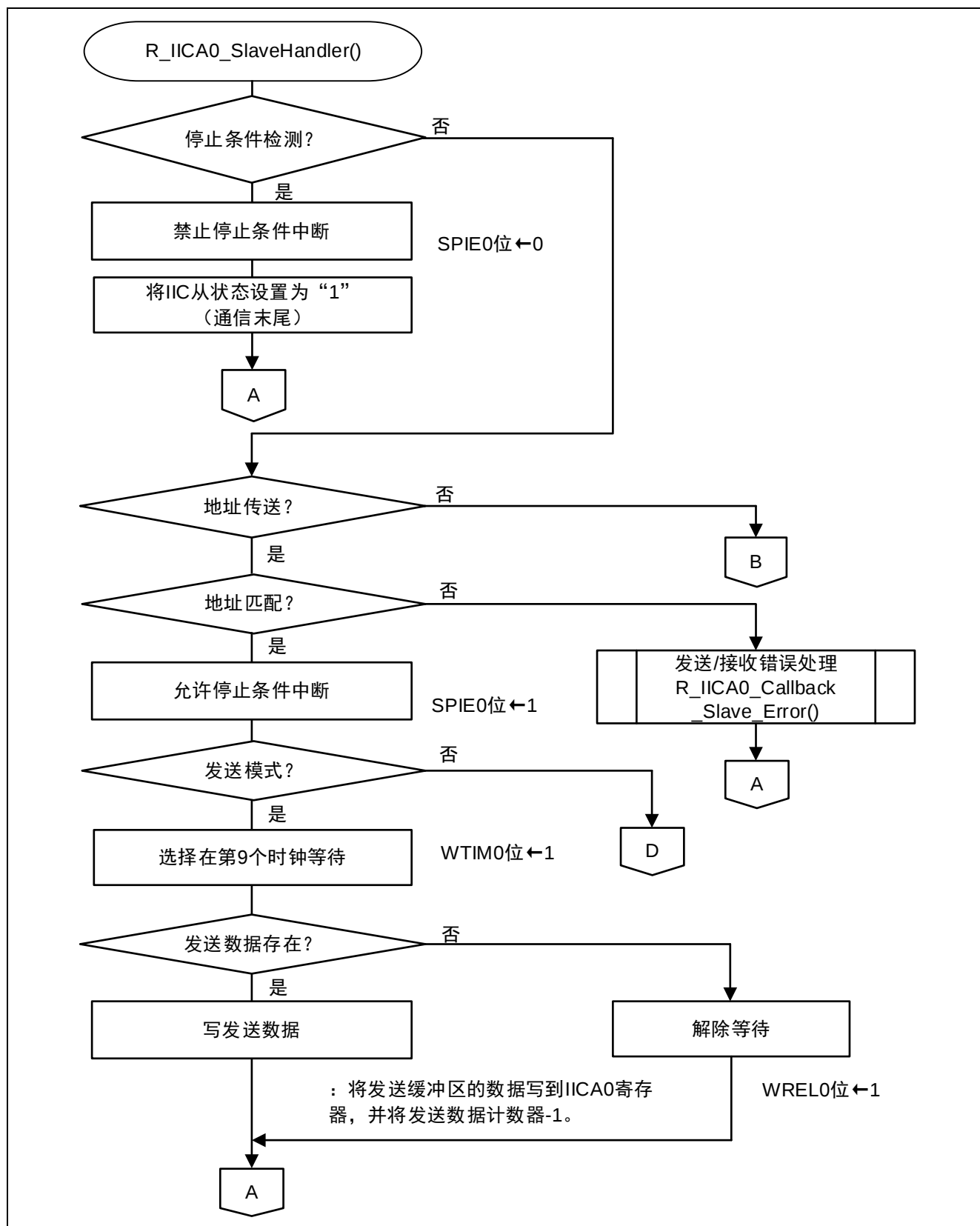


图 5.11 IICA 中断处理中从操作（1/3）

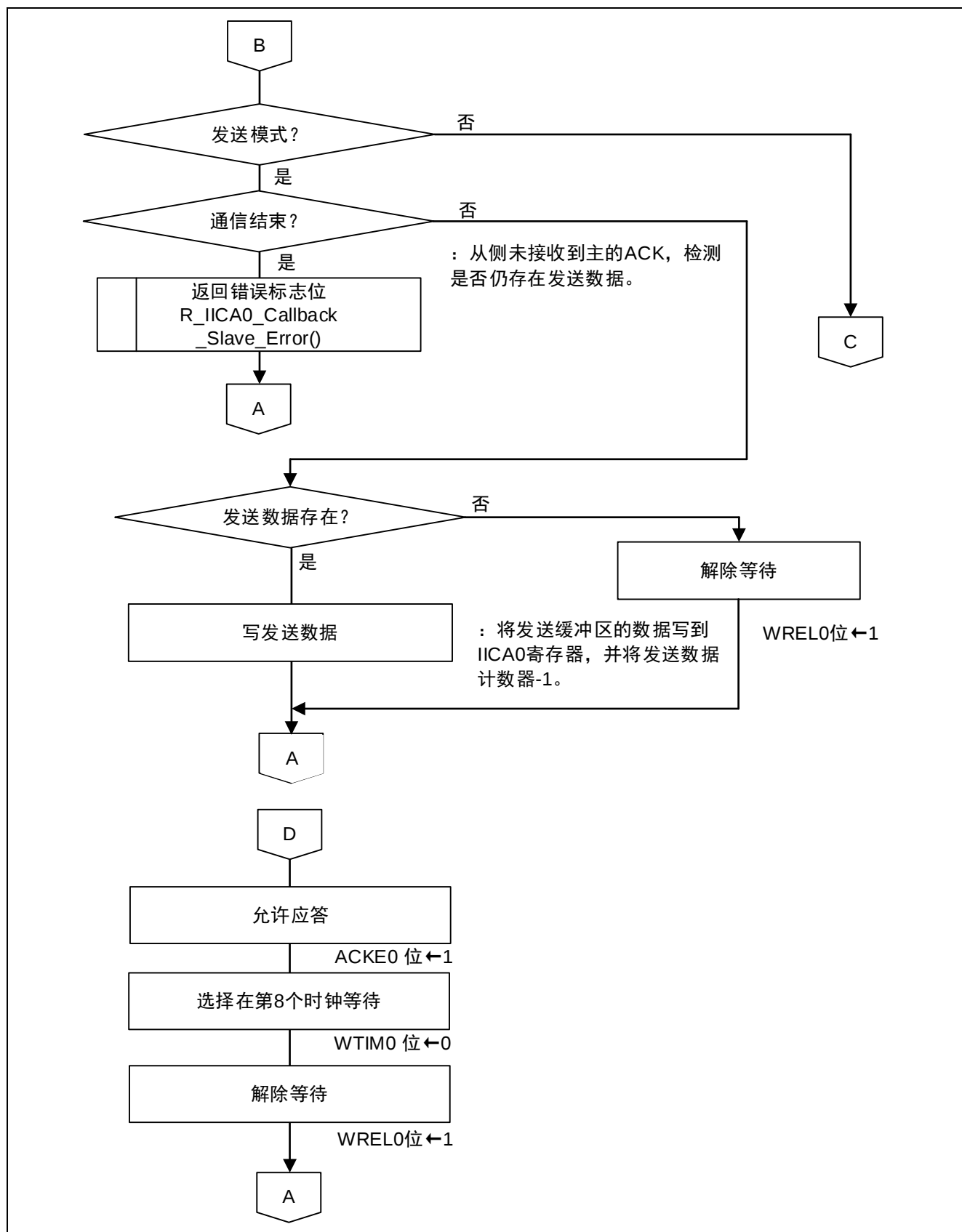


图 5.12 IICA 中断处理中从操作 (2/3)

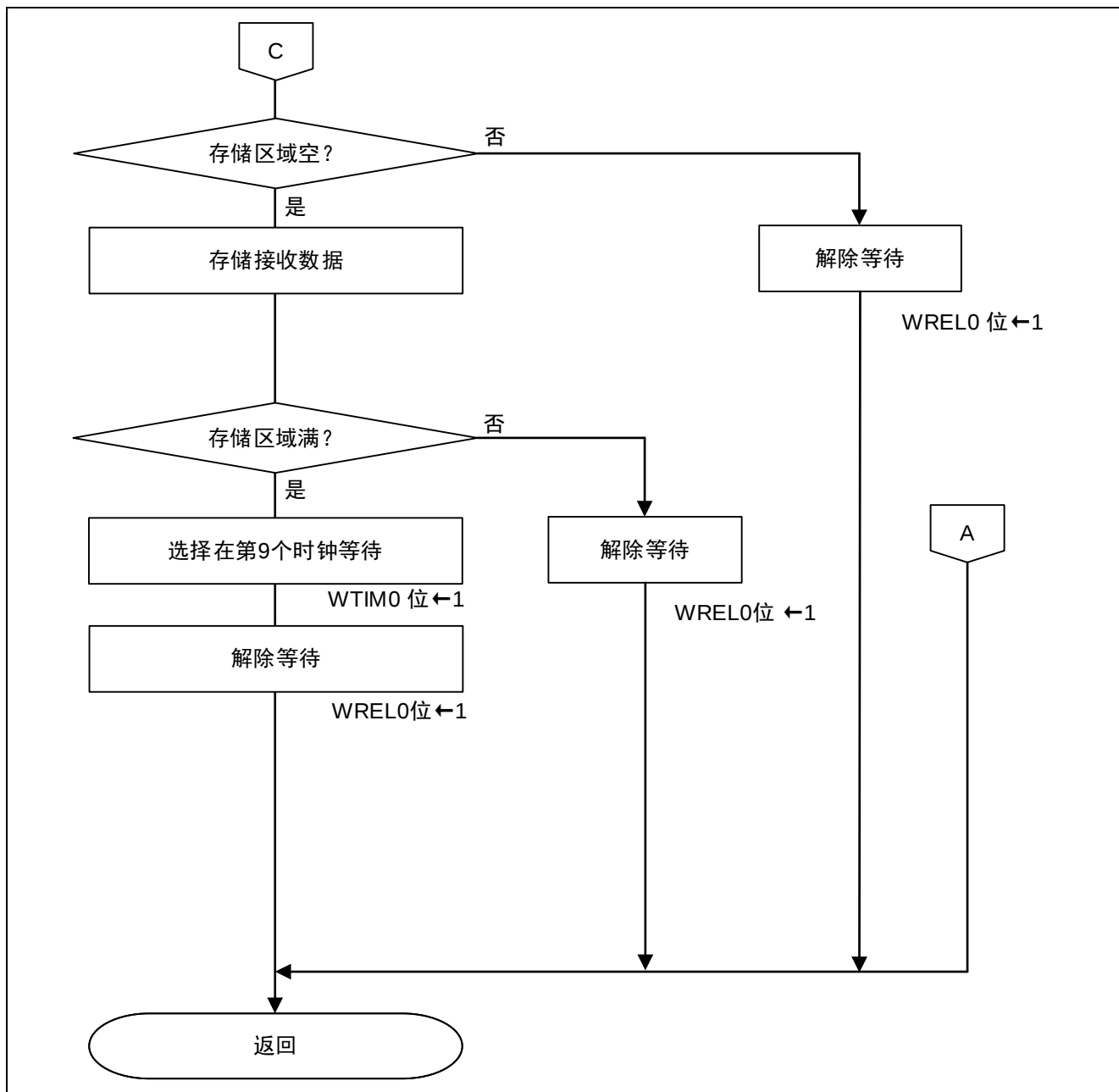


图 5.13 IICA 中断处理中从操作（3/3）

5.7.12 发送/接收错误处理

发送/接收错误处理的流程图，请参见“图 5.14”。

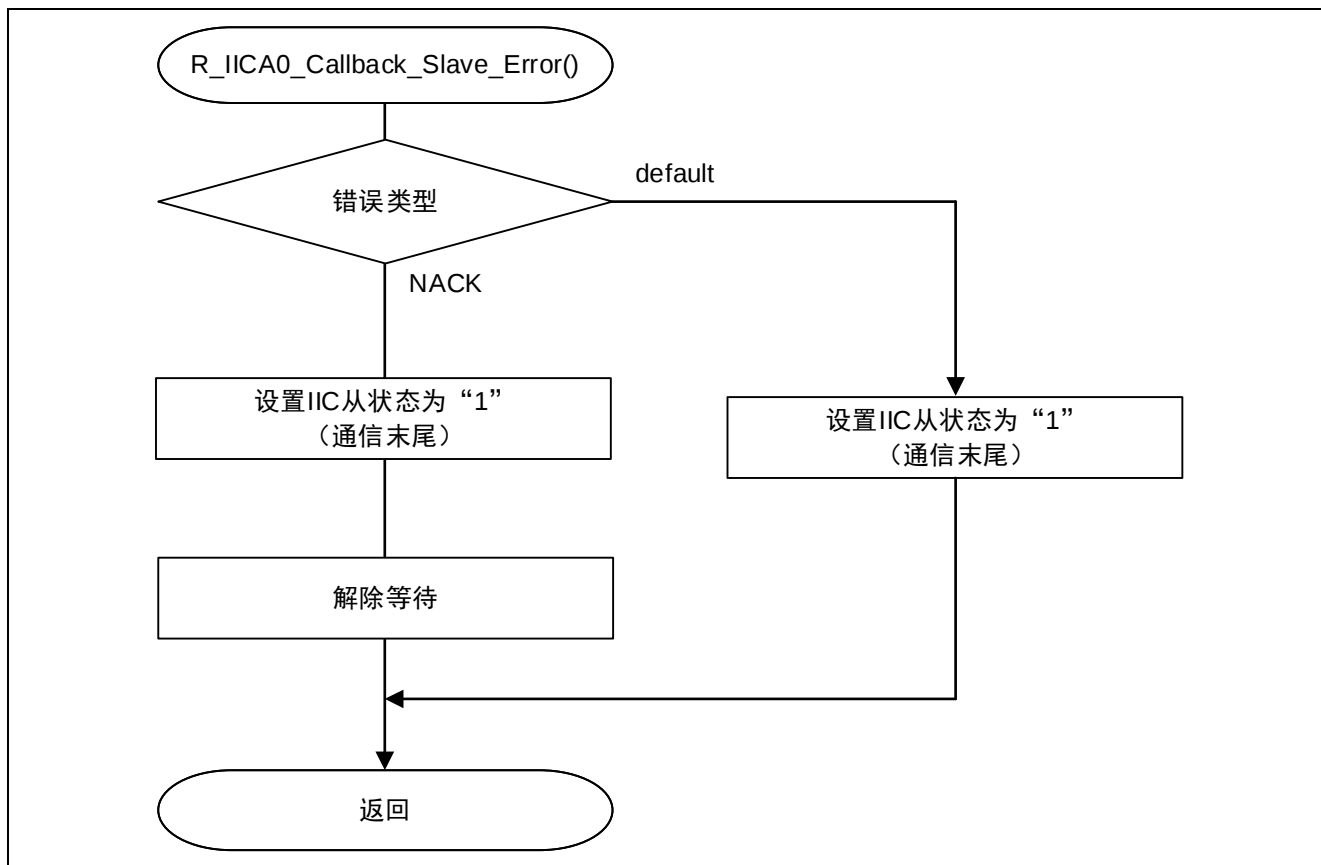


图 5.14 发送/接收错误处理

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

R7F0C003M2DFB、R7F0C004M2DFB 用户手册 硬件篇（R01UH0393C）

RL78 family User's Manual: Software（R01US0015E）

（最新版本请从瑞萨电子网页上取得）

技术信息/技术更新

（最新信息请从瑞萨电子网页上取得）

公司主页和咨询窗口

瑞萨电子主页

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

咨询

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

修订记录

Rev.	发行日	修订内容	
		页	要点
1.00	2015.06	—	初版发行

所有商标及注册商标均归其各自拥有者所有。

产品使用时的注意事项

本文对适用于单片机所有产品的“使用时的注意事项”进行说明。有关个别的使用时的注意事项请参照正文。此外，如果在记载上有与本手册的正文有差异之处，请以正文为准。

1. 未使用的引脚的处理

【注意】将未使用的引脚按照正文的“未使用引脚的处理”进行处理。

CMOS产品的输入引脚的阻抗一般为高阻抗。如果在开路的状态下运行未使用的引脚，由于感应现象，外加LSI周围的噪声，在LSI内部产生穿透电流，有可能被误认为是输入信号而引起误动作。未使用的引脚，请按照正文的“未使用引脚的处理”中的指示进行处理。

2. 通电时的处理

【注意】通电时产品处于不定状态。

通电时，LSI内部电路处于不确定状态，寄存器的设定和各引脚的状态不定。通过外部复位引脚对产品进行复位时，从通电到复位有效之前的期间，不能保证引脚的状态。

同样，使用内部上电复位功能对产品进行复位时，从通电到达到复位产生的一定电压的期间，不能保证引脚的状态。

3. 禁止存取保留地址（保留区）

【注意】禁止存取保留地址（保留区）

在地址区域中，有被分配将来用作功能扩展的保留地址（保留区）。因为无法保证存取这些地址时的运行，所以不能对保留地址（保留区）进行存取。

4. 关于时钟

【注意】复位时，请在时钟稳定后解除复位。

在程序运行中切换时钟时，请在要切换成的时钟稳定之后进行。复位时，在通过使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟开始运行的系统中，必须在时钟充分稳定后解除复位。另外，在程序运行中，切换成使用外部振荡器（或者外部振荡电路）的时钟时，在要切换成的时钟充分稳定后再进行切换。

5. 关于产品间的差异

【注意】在变更不同型号的产品时，请对每一个产品型号进行系统评价测试。

即使是同一个群的单片机，如果产品型号不同，由于内部ROM、版本模式等不同，在电特性范围内有时特性值、动作容限、噪声耐量、噪声辐射量等不同。因此，在变更不同型号的产品时，请对每一个型号的产品进行系统评价测试。

Notice

- Descriptions of circuits, software and other related information in this document are provided only to illustrate the operation of semiconductor products and application examples. You are fully responsible for the incorporation of these circuits, software, and information in the design of your equipment. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from the use of these circuits, software, or information.
- Renesas Electronics has used reasonable care in preparing the information included in this document, but Renesas Electronics does not warrant that such information is error free. Renesas Electronics assumes no liability whatsoever for any damages incurred by you resulting from errors in or omissions from the information included herein.
- Renesas Electronics does not assume any liability for infringement of patents, copyrights, or other intellectual property rights of third parties by or arising from the use of Renesas Electronics products or technical information described in this document. No license, express, implied or otherwise, is granted hereby under any patents, copyrights or other intellectual property rights of Renesas Electronics or others.
- You should not alter, modify, copy, or otherwise misappropriate any Renesas Electronics product, whether in whole or in part. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties arising from such alteration, modification, copy or otherwise misappropriation of Renesas Electronics product.
- Renesas Electronics products are classified according to the following two quality grades: "Standard" and "High Quality". The recommended applications for each Renesas Electronics product depends on the product's quality grade, as indicated below.
"Standard": Computers; office equipment; communications equipment; test and measurement equipment; audio and visual equipment; home electronic appliances; machine tools; personal electronic equipment; and industrial robots etc.
"High Quality": Transportation equipment (automobiles, trains, ships, etc.); traffic control systems; anti-disaster systems; anti-crime systems; and safety equipment etc.
Renesas Electronics products are neither intended nor authorized for use in products or systems that may pose a direct threat to human life or bodily injury (artificial life support devices or systems, surgical implantation etc.), or may cause serious property damages (nuclear reactor control systems, military equipment etc.). You must check the quality grade of each Renesas Electronics product before using it in a particular application. You may not use any Renesas Electronics product for any application for which it is not intended. Renesas Electronics shall not be in any way liable for any damages or losses incurred by you or third parties arising from the use of any Renesas Electronics product for which the product is not intended by Renesas Electronics.
- You should use the Renesas Electronics products described in this document within the range specified by Renesas Electronics, especially with respect to the maximum rating, operating supply voltage range, movement power voltage range, heat radiation characteristics, installation and other product characteristics. Renesas Electronics shall have no liability for malfunctions or damages arising out of the use of Renesas Electronics products beyond such specified ranges.
- Although Renesas Electronics endeavors to improve the quality and reliability of its products, semiconductor products have specific characteristics such as the occurrence of failure at a certain rate and malfunctions under certain use conditions. Further, Renesas Electronics products are not subject to radiation resistance design. Please be sure to implement safety measures to guard them against the possibility of physical injury, and injury or damage caused by fire in the event of the failure of a Renesas Electronics product, such as safety design for hardware and software including but not limited to redundancy, fire control and malfunction prevention, appropriate treatment for aging degradation or any other appropriate measures. Because the evaluation of microcomputer software alone is very difficult, please evaluate the safety of the final products or systems manufactured by you.
- Please contact a Renesas Electronics sales office for details as to environmental matters such as the environmental compatibility of each Renesas Electronics product. Please use Renesas Electronics products in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. Renesas Electronics assumes no liability for damages or losses occurring as a result of your noncompliance with applicable laws and regulations.
- Renesas Electronics products and technology may not be used for or incorporated into any products or systems whose manufacture, use, or sale is prohibited under any applicable domestic or foreign laws or regulations. You should not use Renesas Electronics products or technology described in this document for any purpose relating to military applications or use by the military, including but not limited to the development of weapons of mass destruction. When exporting the Renesas Electronics products or technology described in this document, you should comply with the applicable export control laws and regulations and follow the procedures required by such laws and regulations.
- It is the responsibility of the buyer or distributor of Renesas Electronics products, who distributes, disposes of, or otherwise places the product with a third party, to notify such third party in advance of the contents and conditions set forth in this document. Renesas Electronics assumes no responsibility for any losses incurred by you or third parties as a result of unauthorized use of Renesas Electronics products.
- This document may not be reproduced or duplicated in any form, in whole or in part, without prior written consent of Renesas Electronics.
- Please contact a Renesas Electronics sales office if you have any questions regarding the information contained in this document or Renesas Electronics products, or if you have any other inquiries.
(Note 1) "Renesas Electronics" as used in this document means Renesas Electronics Corporation and also includes its majority-owned subsidiaries.
(Note 2) "Renesas Electronics product(s)" means any product developed or manufactured by or for Renesas Electronics.

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

注意事项

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

(注1) 瑞萨电子：在本文件中指瑞萨电子株式会社及其控股子公司。

(注2) 瑞萨电子产品：指瑞萨电子开发或生产的任何产品。



SALES OFFICES

Renesas Electronics Corporation

<http://www.renesas.com>

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

Renesas Electronics America Inc.
2801 Scott Boulevard Santa Clara, CA 95050-2549, U.S.A.
Tel: +1-408-588-6000, Fax: +1-408-588-6130

Renesas Electronics Canada Limited
9251 Yonge Street, Suite 8309 Richmond Hill, Ontario Canada L4C 9T3
Tel: +1-905-237-2004

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

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

Renesas Electronics (China) Co., Ltd.
Room 1709, Quantum Plaza, No.27 ZhichunLu Haidian District, Beijing 100191, P.R.China
Tel: +86-10-8235-1155, Fax: +86-10-8235-7679

Renesas Electronics (Shanghai) Co., Ltd.
Unit 301, Tower A, Central Towers, 555 Langao Road, Putuo District, Shanghai, P. R. China 200333
Tel: +86-21-2226-0888, Fax: +86-21-2226-0999

Renesas Electronics Hong Kong Limited
Unit 1601-1611, 16/F., Tower 2, Grand Century Place, 193 Prince Edward Road West, Mongkok, Kowloon, Hong Kong
Tel: +852-2265-6688, Fax: +852-2886-9022

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

Renesas Electronics Singapore Pte. Ltd.
80 Bendemeer Road, Unit #06-02 Hyflux Innovation Centre, Singapore 339949
Tel: +65-6213-0200, Fax: +65-6213-0300

Renesas Electronics Malaysia Sdn.Bhd.
Unit 1207, Block B, Menara Amcorp, Amcorp Trade Centre, No. 18, Jin Persiaran Barat, 46050 Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
Tel: +60-3-7955-9390, Fax: +60-3-7955-9510

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

Renesas Electronics Korea Co., Ltd.
12F., 234 Teheran-ro, Gangnam-Gu, Seoul, 135-080, Korea
Tel: +82-2-558-5737, Fax: +82-2-558-5141