

6 中断和事件

6.1 嵌套向量中断控制器

特性

- 43 个可屏蔽中断通道（不包含 16 个 Cortex-M3 的中断线）；
- 16 个可编程的优先等级；
- 低延迟的异常和中断处理；
- 电源管理控制；
- 系统控制寄存器的实现；

嵌套向量中断控制器(NVIC)和处理器核的接口紧密相连，可以实现低延迟的中断处理和有效处理地处理晚到的中断。

嵌套向量中断控制器管理着包括核异常等中断。关于更多的异常和 NVIC 编程的说明请参考 ARM《Cortex-M3TM 技术参考手册》的第 5 章的异常和第 8 章的嵌套向量中断控制器。

7.1.1 SysTick calibration value register

6.1.1 系统嘀嗒(SysTick)校准值寄存器

系统嘀嗒校准值固定到 9000，当系统嘀嗒时钟设定为 9 兆赫，产生 1ms 时基。

6.1.2 中断和异常向量

表6-1，向量表

位置	优先级	优先级类型	名称	说明	地址
	-	-	-	保留	0x0000_0000
	-3	固定	Reset	复位	0x0000_0004
	-2	固定	NMI	不可屏蔽中断 RCC时钟安全系统(CSS)联接到NMI向量	0x0000_0008
	-1	固定	硬件失效	所有类型的失效	0x0000_000C
	0	可设置	存储管理	存储器管理	0x0000_0010
	1	可设置	总线错误	预取指失败，存储器访问失败	0x0000_0014
	2	可设置	错误应用	未定义的指令或非法状态	0x0000_0018
	-	-	-	保留	0x0000_001C ~0x0000_002B
	3	可设置	SVCa11	通过SWI指令的系统服务调用	0x0000_002C
	4	可设置	调试监控	调试监控器	0x0000_0030
	-	-	-	保留	0x0000_0034
	5	可设置	PendSV	可挂起的系统服务	0x0000_0038

	6	可设置	SysTick	系统嘀嗒定时器	0x0000_003C
0	7	可设置	WWDG	窗口定时器中断	0x0000_0040
1	8	可设置	PVD	联到EXTI的电源电压检测 (PVD) 中断	0x0000_0044
2	9	可设置	TAMPER	侵入检测中断	0x0000_0048
3	10	可设置	RTC	实时时钟 (RTC) 全局中断	0x0000_004C
4	11	可设置	FLASH	闪存全局中断	0x0000_0050
5	12	可设置	RCC	复位和时钟控制 (RCC) 中断	0x0000_0054
6	13	可设置	EXTI0	EXTI线0中断	0x0000_0058
7	14	可设置	EXTI1	EXTI线1中断	0x0000_005C
8	15	可设置	EXTI2	EXTI线2中断	0x0000_0060
9	16	可设置	EXTI3	EXTI线3中断	0x0000_0064
10	17	可设置	EXTI4	EXTI线4中断	0x0000_0068
11	18	可设置	DMA通道1	DMA通道1全局中断	0x0000_006C
12	19	可设置	DMA通道2	DMA通道2全局中断	0x0000_0070
13	20	可设置	DMA通道3	DMA通道3全局中断	0x0000_0074
14	21	可设置	DMA通道4	DMA通道4全局中断	0x0000_0078
15	22	可设置	DMA通道5	DMA通道5全局中断	0x0000_007C
16	23	可设置	DMA通道6	DMA通道6全局中断	0x0000_0080
17	24	可设置	DMA通道7	DMA通道7全局中断	0x0000_0084
18	25	可设置	ADC	ADC全局中断	0x0000_0088
19	26	可设置	USB_HP_CAN_TX	USB高优先级或CAN发送中断	0x0000_008C
20	27	可设置	USB_LP_CAN_RX0	USB低优先级或CAN接收0中断	0x0000_0090
21	28	可设置	CAN_RX1	CAN接收1中断	0x0000_0094
22	29	可设置	CAN_SCE	CAN SCE中断	0x0000_0098
23	30	可设置	EXTI9_5	EXTI线[9:5]中断	0x0000_009C
24	31	可设置	TIM1_BRK	TIM1断开中断	0x0000_00A0
25	32	可设置	TIM1_UP	TIM1更新中断	0x0000_00A4
26	33	可设置	TIM1_TRG_COM	TIM1触发和通信中断	0x0000_00A8
27	34	可设置	TIM1_CC	TIM1捕获比较中断	0x0000_00AC
28	35	可设置	TIM2	TIM2全局中断	0x0000_00B0
29	36	可设置	TIM3	TIM3全局中断	0x0000_00B4
30	37	可设置	TIM4	TIM4全局中断	0x0000_00B8
31	38	可设置	I2C1_EV	I ² C1事件中断	0x0000_00BC
32	39	可设置	I2C1_ER	I ² C1错误中断	0x0000_00C0
33	40	可设置	I2C2_EV	I ² C2事件中断	0x0000_00C4
34	41	可设置	I2C2_ER	I ² C2错误中断	0x0000_00C8
35	42	可设置	SPI1	SPI1全局中断	0x0000_00CC

36	43	可设置	SPI2	SPI2全局中断	0x0000_00D0
37	44	可设置	USART1	USART1全局中断	0x0000_00D4
38	45	可设置	USART2	USART2全局中断	0x0000_00D8
39	46	可设置	USART3	USART3全局中断	0x0000_00DC
40	47	可设置	EXTI15_10	EXTI线[15:10]中断	0x0000_00E0
41	48	可设置	RTCAlarm	联到EXTI的RTC闹钟中断	0x0000_00E4
42	49	可设置	USB唤醒	联到EXTI的从USB待机唤醒中断	0x0000_00E8

6.2 外部中断/事件控制器(EXTI)

外部中断/事件控制器由19个产生事件/中断要求的边沿检测器组成。每个输入线可以独立地配置输入类型（脉冲或挂起）和对应的触发事件（上升沿或下降沿或者双边沿都触发）。每个输入线都可以被独立的屏蔽。挂起寄存器保持着状态线的中断要求。

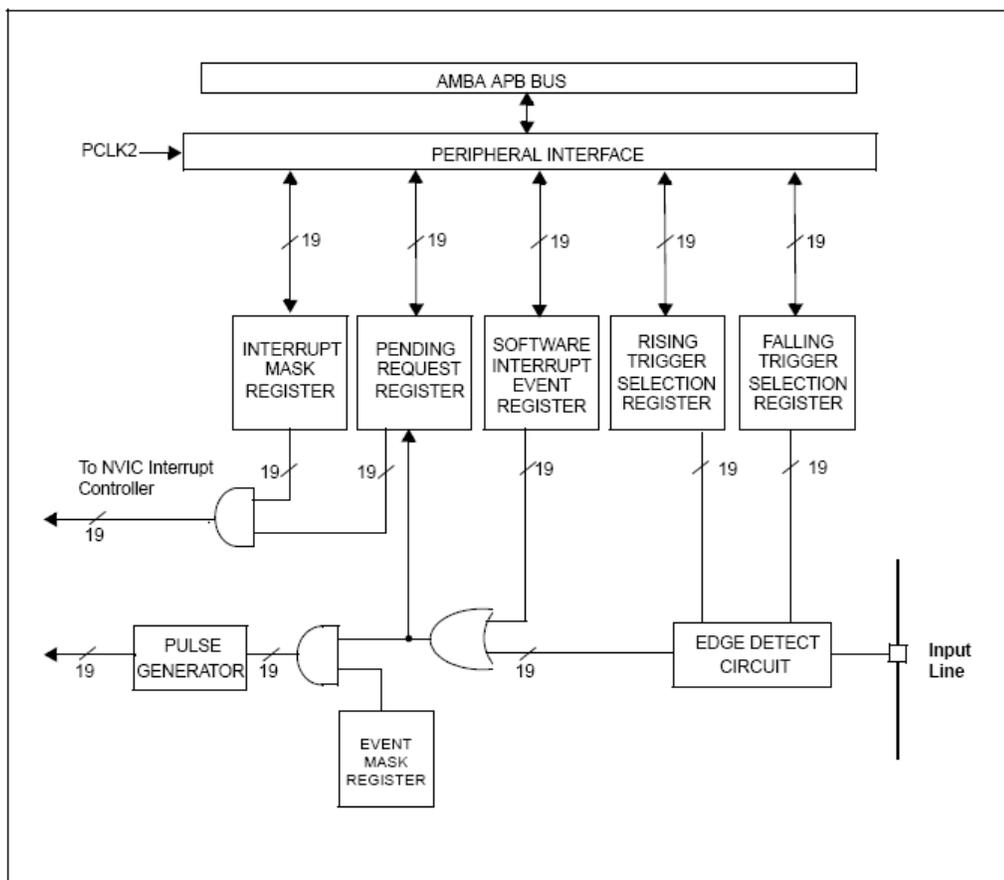
6.2.1 主要特性

EXTI 控制器的主要特性如下：

- 每个中断/事件都有独立的触发和屏蔽
- 每个中断线都有专用的状态位
- 支持多达 19 个中断/事件请求
- 检测脉冲宽度低于 APB2 时钟宽度的外部信号。参见数据手册中电气特性部分的相关参数。

6.2.2 框图

图6-1 外部中断/事件控制器框图



6.2.3 唤醒事件管理

Cortex-M3 可以处理外部时间或内部中断来唤醒内核。通过配置任何外部 I/O 端口、RTC 闹钟和 USB 唤醒事件可以唤醒 CPU（内核从 WFE 退出）。

使用外部 I/O 端口作为唤醒事件，请参见 6.2.4 节的功能说明

6.2.4 功能说明

如要产生中断，中断线必须事先配置好并被激活。这是根据需要的边沿检测通过设置 2 个触发寄存器，和在中断屏蔽寄存器的相应位写“1”到来允许中断请求。当需要的边沿在外部中断线上发生时，将产生一个中断请求，对应的挂起位也随之被置 1。通过写“1”到挂起寄存器，可以清除该中断请求。

为产生事件触发，事件连接线必须事先配置好并被激活。这是根据需要的边沿检测通过设置 2 个触发寄存器，和在事件屏蔽寄存器的相应位写“1”到来允许事件请求。当需要的边沿在事件连线上发生时，将产生一个事件请求脉冲，对应的挂起位不被置 1。

通过在软件中断/事件寄存器写“1”，一个中断/事件请求也可以通过软件来产生。

硬件中断选择

通过下面的过程来配置 19 个线路做为中断源：

- 配置 19 个中断线的屏蔽位（EXTI—IMR）
- 配置所选中断线的触发选择位（EXTI_RTSR 和 EXTI_FTSR）；
- 配置那些控制映像到外部中断控制器(EXTI)的 NVIC 中断通道的使能和屏蔽位，使得 19 个中断线中的请求可以被正确地响应。

硬件事件选择

通过下面的过程，可以配置 19 个线路为事件源

- 配置 19 个事件线的屏蔽位（EXTI_EMR）
- 配置事件线的触发选择位（EXTI_RTSR and EXTI_FTSR）

软件中断/事件的选择

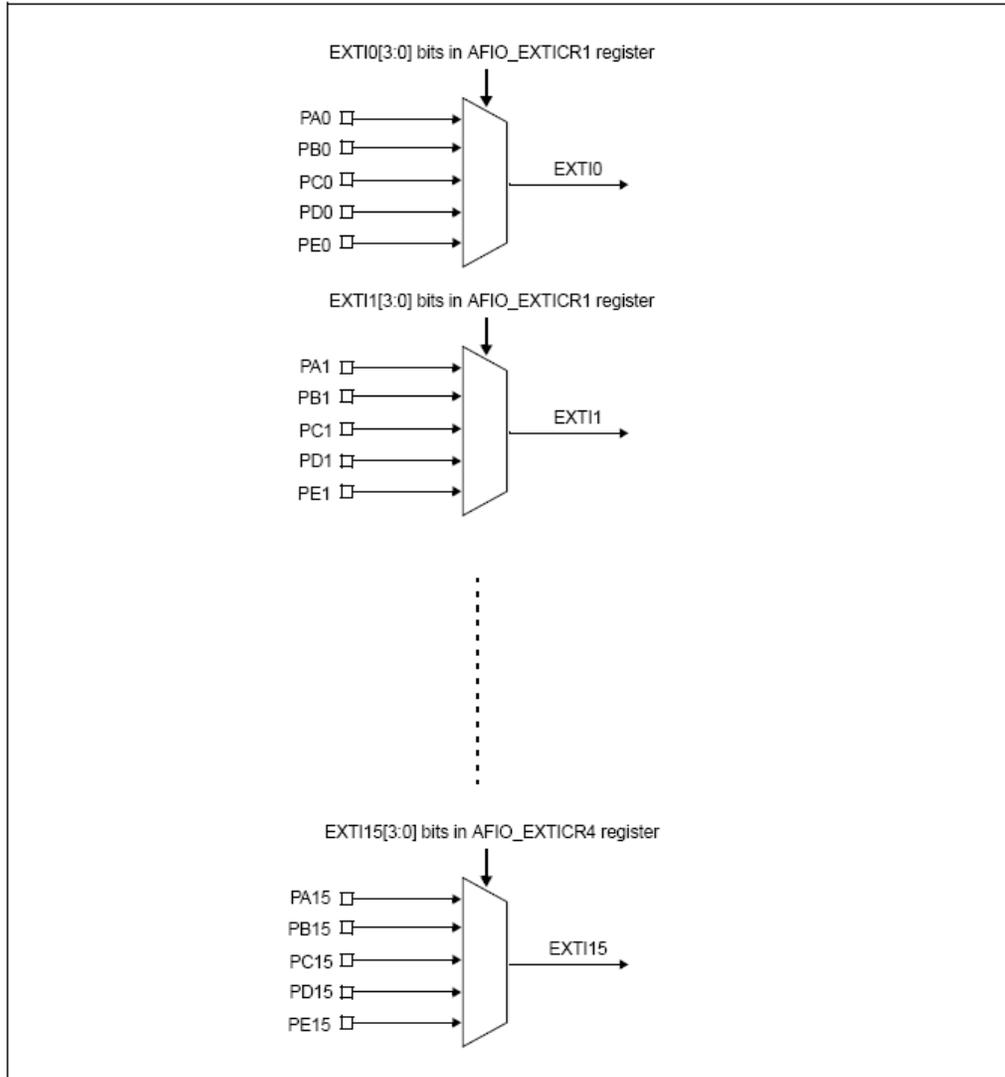
19 个线路可以被配置成软件中断/事件线。下面是产生软件中断的过程：

- 配置 19 个中断/事件线屏蔽位（EXTI_IMR, EXTI_EMR）
- 设置软件中断寄存器的请求位（EXTI_SWIER）

6.2.5 外部中断/事件线路映像

80 通用 I/O 端口以下图的方式连接到 19 个外部中断/事件线上:

图 6-2 外部中断通用 I/O 映像



另外三种其他的外部中断/事件控制器的连接如下:

- EXTI 线 16 连接到 PVD 输出
- EXTI 线 17 连接到 RTC 闹钟事件
- EXTI 线 18 连接到 USB 唤醒事件

6.3 EXTI 寄存器描述

关于寄存器描述中的缩略词，请参考第 1.1 节。

中断屏蔽寄存器 (EXTI_IMR)

偏移地址: 00H

复位值: 0000 0000h



位31:19	保留，必须始终保持为复位状态(0)。
位18:0	MRx: 线x上的中断屏蔽 0: 线x上的中断请求被屏蔽 1: 线x上的中断请求不被屏蔽

事件屏蔽寄存器 (EXTI_EMR)

偏移地址: 04H

复位值: 0000 0000h



位31:19	保留，必须始终保持为复位状态(0)。
位18:0	MRx: 线x上的事件屏蔽 0: 线x上的事件请求被屏蔽 1: 线x上的事件请求不被屏蔽

上升沿触发选择寄存器 (EXTI_RTSR)

偏移地址: 08H

复位值: 0000 0000h

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
保留													TR18	TR17	TR16
													rW	rW	rW
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TR15	TR14	TR13	TR12	TR11	TR10	TR9	TR8	TR7	TR6	TR5	TR4	TR3	TR2	TR1	TR0
rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW

位31:19	保留, 必须始终保持为复位状态(0)。
位18:0	TRx: 线x上的上升沿触发事件配置位 0: 禁止输入线x上的上升沿触发(中断和事件) 1: 允许输入线x上的上升沿触发(中断和事件)

注意: 外部唤醒线是边沿触发的, 这些线上不能出现毛刺信号。
在写EXTI_RTSR寄存器时在外中断线上的上升沿信号不能被识别, 挂起位不会被置位。
在同一中断线上, 可以同时设置上升沿和下降沿触发。即任一边沿都可触发中断。

下降沿触发选择寄存器 (EXTI_FTSTR)

偏移地址: 0CH

复位值: 0000 0000h

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
保留													TR18	TR17	TR16
													rW	rW	rW
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TR15	TR14	TR13	TR12	TR11	TR10	TR9	TR8	TR7	TR6	TR5	TR4	TR3	TR2	TR1	TR0
rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW	rW

位31:19	保留, 必须始终保持为复位状态(0)。
位18:0	TRx: 线x上的下降沿触发事件配置位 0: 禁止输入线x上的下降沿触发(中断和事件) 1: 允许输入线x上的下降沿触发(中断和事件)

注意: 外部唤醒线是边沿触发的, 这些线上不能出现毛刺信号。
在写EXTI_FTSTR寄存器时在外中断线上的下降沿信号不能被识别, 挂起位不会被置位。
在同一中断线上, 可以同时设置上升沿和下降沿触发。即任一边沿都可触发中断。

软件中断事件寄存器 (EXTI_SWIER)

偏移地址: 10h

复位值: 0000 0000h

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
保留													SWIER 18	SWIER 17	SWIER 16
													rw	rw	rw
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SWIER 15	SWIER 14	SWIER 13	SWIER 12	SWIER 11	SWIER 10	SWIER 9	SWIER 8	SWIER 7	SWIER 6	SWIER 5	SWIER 4	SWIER 3	SWIER 2	SWIER 1	SWIER 0
rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw

位31:19	保留, 必须始终保持为复位状态(0)。
位18:0	SWIERx: 线x上的软件中断 当该位为0时, 写1将设置EXTI_PR中相应的挂起位。如果在EXTI_IMR和EXTI_EMR中允许产生该中断, 则此时将产生一个中断。 通过清除EXTI_PR的对应位(写入1), 可以清除该位为0。

挂起寄存器 (EXTI_PR)

偏移地址: 14H

复位值: xxxx xxxh

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
保留													PR18	PR17	PR16
													rc_wl	rc_wl	rc_wl
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PR15	PR14	PR13	PR12	PR11	PR10	PR9	PR8	PR7	PR6	PR5	PR4	PR3	PR2	PR1	PR0
rc_wl															

位31:19	保留, 必须始终保持为复位状态(0)。
位18:0	PRx: 挂起位 0: 没有发生触发请求 1: 发生了选择的触发请求 当在外部中断线上发生了选择的边沿事件, 该位被置1。在该位中写入1可以清除它, 也可以通过改变边沿检测的极性清除。 注: 如果在进入停机模式前的一个周期发生了一个中断, 则EXTI_PR寄存器将只在系统从停机模式退出后才被修改, 并在EXTI_IMR寄存器中未屏蔽该中断时产生中断请求。

6.3.1 外部中断/事件寄存器映像

表6-2 外部中断/事件控制器寄存器映像和复位值

偏移	寄存器	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0												
000h	EXTI_IMR	保留													MR[18:0]																														
	复位值														0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
004h	EXTI_EMR	保留													MR[18:0]																														
	复位值														0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
008h	EXTI_RTSR	保留													TR[18:0]																														
	复位值														0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00Ch	EXTI_FTSR	保留													TR[18:0]																														
	复位值														0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
010h	EXTI_SWIER	保留													SWIER[18:0]																														
	复位值														0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
014h	EXTI_PR	保留													PR[18:0]																														
	复位值														0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0