



具有红外模块的16位微控制器

MAXQ613

概述

MAXQ613是一款低功耗、16位MAXQ®微控制器，设计用于通用遥控器、消费类电子和白色家电等低功耗产品。器件结合了强大的16位RISC微控制器和集成外设，包括一个通用同步/异步接收-发送器(USART)和一个SPI™主/从通信接口，以及能够产生载波频率的IR模块和灵活的复用键盘控制I/O。

器件包含48KB程序闪存和1.5KB数据SRAM。通过安全MMU提供知识产权(IP)保护，该安全MMU可支持多种授权等级配置，保护代码不被复制和进行逆向工程。授权等级使厂商可以提供器件运行的库文件和应用程序，并通过授权限制对数据和代码的访问。

为实现低功耗电池供电设计，器件包括一个超低功耗停止模式(0.2μA，典型值)。该模式下，只有少数电路保持供电。唤醒源包括外部中断、电源失效中断以及定时器中断。微控制器工作在1.70V至3.6V较宽的电压范围内。

应用

远端控制	家用产品
电池供电的便携式设备	白色家电
消费类电子	

特性

- ◆ 高性能、低功耗、16位RISC内核
- ◆ 在整个工作电压范围内具有直流至12MHz工作频率
- ◆ 1.70V至3.6V工作电压

- ◆ 总共33条指令简化了编程
- ◆ 3个独立的数据指针具有自动递增/递减特性，加速数据转移
- ◆ 专用指针用于直接读取程序空间
- ◆ 16位指令字，16位数据总线
- ◆ 16 x 16位通用工作寄存器
- ◆ 安全MMU用于分区和IP保护
- ◆ 存储器特性
 - 48KB程序闪存
 - 512字节扇区
 - 每个扇区所允许的擦除/写次数为20,000次
 - 可屏蔽ROM
 - 1.5KB数据SRAM
- ◆ 其它外设
 - 电源失效报警
 - 上电复位(POR)/掉电复位
 - 自动IR载波频率发生器和调制器
 - 2个16位、可编程定时器/计数器，带预调节和捕获/比较功能
 - 一个SPI和一个USART端口
 - 可编程看门狗定时器
 - 8kHz超低功耗环型振荡器唤醒定时器
 - 多达24个通用I/O
- ◆ 低功耗
 - 停止模式下， $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ 、电源失效监测器禁止时，电流仅为0.2μA (典型值)、2.0μA (最大值)
 - 工作模式下，12MHz时电流为3.25mA (典型值)

订购信息/选型指南

PART	TEMP RANGE	OPERATING VOLTAGE (V)	PROGRAM MEMORY (KB)	DATA MEMORY (KB)	GPIO	PIN-PACKAGE
MAXQ613A-0000+	0°C to +70°C	1.7 to 3.6	48 Flash	1.5	20	32 TQFN-EP*
MAXQ613J-0000+	0°C to +70°C	1.7 to 3.6	48 Flash	1.5	24	44 TQFN-EP*
MAXQ613X-0000+	0°C to +70°C	1.7 to 3.6	48 Flash	1.5	24	Bare die

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

MAXQ是Maxim Integrated Products, Inc.的注册商标。

SPI是Motorola, Inc.的商标。

注意：该器件某些版本的规格可能与发布的规格不同，会以勘误表的形式给出。通过不同销售渠道可能同时获得器件的多个版本。欲了解器件勘误表信息，请点击：china.maxim-ic.com/errata。



Maxim Integrated Products 1

本文是英文数据资料的译文，文中可能存在翻译上的不准确或错误。如需进一步确认，请在您的设计中参考英文资料。

有关价格、供货及订购信息，请联络Maxim亚洲销售中心：10800 852 1249 (北中国区)，10800 152 1249 (南中国区)，或访问Maxim的中文网站：china.maxim-ic.com。

具有红外模块的16位微控制器

目录

Absolute Maximum Ratings	4
Recommended Operating Conditions	4
SPI Electrical Characteristics	6
引脚配置	8
引脚说明	8
方框图	11
详细说明	11
微处理器	11
存储器	12
存储器保护	12
堆栈存储器	12
固定用途ROM	12
看门狗定时器	13
IR载波发生器和调制定时器	13
载波发生模块	14
IR发送	14
IR发送—独立的外部载波和调制器输出	16
IR接收	16
载波突发计数模式	17
16位定时器/计数器	17
USART	17
串行外设接口(SPI)	18
通用I/O	20
片内振荡器	20
ROM加载器	20
装入闪存	20
在应用闪存编程	20
在电路调试和JTAG接口	21
工作模式	21
电源失效检测	22
应用信息	26
接地和旁路	26
其它文档	26
MAXQ613与MAXQ610用户指南的不同之处	27
开发和技术支持	27
封装信息	27
修订历史	28

具有红外模块的16位微控制器

图目录

图1. IR发送频偏示例(IRCFME = 0)	14
图2. IR发送载波发生器和载波调制器控制	15
图3. IR发送波形(IRCFME = 0)	15
图4. 外部IRTXM (调制器)输出	16
图5. IR采集	17
图6. 接收突发计数示例	18
图7. SPI主机通信时序	19
图8. SPI从机通信时序	19
图9. 片内振荡器	20
图10. 在电路调试器	21
图11. 标准工作模式下的电源失效检测	22
图12. 停止模式下电源失效检测状态, 使能电源失效监测器	24
图13. 停止模式下电源失效检测状态, 禁用电源失效监测器	25

表目录

表1. 存储区和对应的最高优先级	12
表2. 看门狗中断超时(Sysclk = 12MHz, CD[1:0] = 00)	13
表3. USART模式列表	18
表4. 标准工作模式下的电源失效检测状态	23
表5. 停止模式下电源失效检测状态, 使能电源失效监测器	24
表6. 停止模式下电源失效检测状态, 禁用电源失效监测器	25

具有红外模块的16位微控制器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on VDD with Respect to GND-0.3V to +3.6V
 Voltage Range on Any Lead with
 Respect to GND Except VDD -0.3V to (VDD + 0.5V)
 Continuous Power Dissipation (TA = +70°C)
 32 TQFN (single-layer board)
 (derate 21.3mW/°C above +70°C)..... 1702.1mW
 32 TQFN (multilayer board)
 (derate 34.5mW/°C above +70°C).....2758.6mW

44 TQFN (single-layer board)
 (derate 27mW/°C above +70°C).....2162.2mW
 44 TQFN (multilayer board)
 (derate 37mW/°C above +70°C).....2963mW
 Operating Temperature Range..... 0°C to +70°C
 Storage Temperature Range..... -65°C to +150°C
 Lead Temperature (excluding dice; soldering, 10s)+300°C
 Soldering Temperature (reflow)+260°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

(VDD = VRST to 3.6V, TA = 0°C to +70°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	VDD			VRST		3.6	V
1.8V Internal Regulator	VREG18			1.62	1.8	1.98	V
Power-Fail Warning Voltage for Supply	VPFW	Monitors VDD (Note 2)		1.75	1.8	1.85	V
Power-Fail Reset Voltage	VRST	Monitors VDD (Note 3)		1.64	1.67	1.70	V
POR Voltage	VPOR	Monitors VDD		1		1.42	V
RAM Data-Retention Voltage	VDRV	(Note 4)		1.0			V
Active Current	IDD_1	Sysclk = 12MHz (Note 5)			3.25	4	mA
Stop-Mode Current	IS1	Power-Fail Off	TA = +25°C		0.2	2.0	μA
			TA = 0°C to +70°C		0.2	8	
	IS2	Power-Fail On	TA = +25°C		22	29.5	
			TA = 0°C to +70°C		27.6	42	
Current Consumption During Power-Fail	IPFR	(Note 6)		[(3 x IS2) + ((PCI - 3) x (IS1 + INANO))]/PCI			μA
Power Consumption During POR	IPOR	(Note 7)		100			nA
Stop-Mode Resume Time	tON			375 + (8192 x tHFXIN)			μs
Power-Fail Monitor Startup Time	tPFM_ON	(Note 4)		150			μs
Power-Fail Warning Detection Time	tPFW	(Note 8)		10			μs
Input Low Voltage for IRTX, IRRX, RESET, and All Port Pins	VIL			VGND	0.3 x VDD		V
Input High Voltage for IRTX, IRRX, RESET, and All Port Pins	VIH			0.7 x VDD	VDD		V

具有红外模块的16位微控制器

MAXQ613

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS (continued)

(V_{DD} = V_{RST} to 3.6V, T_A = 0°C to +70°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Hysteresis (Schmitt)	V _{IHYS}	V _{DD} = 3.3V, T _A = +25°C	300			mV
Input Low Voltage for HFXIN	V _{IL_HFXIN}		V _{GND}	0.3 x V _{DD}		V
Input High Voltage for HFXIN	V _{IH_HFXIN}		0.7 x V _{DD}		V _{DD}	V
IRRX Input Filter Pulse-Width Reject	t _{IRRX_R}		50			ns
IRRX Input Filter Pulse-Width Accept	t _{IRRX_A}		300			ns
Output Low Voltage for IRTX	V _{OL_IRTX}	V _{DD} = 3.6V, I _{OL} = 25mA (Note 3)	1.0			V
		V _{DD} = 2.35V, I _{OL} = 10mA (Note 3)	1.0			
		V _{DD} = 1.85V, I _{OL} = 4.5mA	1.0			
Output Low Voltage for $\overline{\text{RESET}}$ and All Port Pins (Note 9)	V _{OL}	V _{DD} = 3.6V, I _{OL} = 11mA (Note 3)	0.4	0.5		V
		V _{DD} = 2.35V, I _{OL} = 8mA (Note 3)	0.4	0.5		
		V _{DD} = 1.85V, I _{OL} = 4.5mA	0.4	0.5		
Output High Voltage for IRTX and All Port Pins	V _{OH}	I _{OH} = -2mA	V _{DD} - 0.5	V _{DD}		V
Input/Output Pin Capacitance for All Port Pins	C _{IO}	(Note 4)	15			pF
Input Leakage Current	I _L	Internal pullup disabled	-100	+100		nA
Input Pullup Resistor for $\overline{\text{RESET}}$, IRTX, IRRX, P0, P1, P2	R _{PU}	V _{DD} = 3.0V, V _{OL} = 0.4V (Note 4)	16	28	39	k Ω
		V _{DD} = 2.0V, V _{OL} = 0.4V	17	30	41	
EXTERNAL CRYSTAL/RESONATOR						
Crystal/Resonator	f _{HFXIN}		1	12		MHz
Crystal/Resonator Period	t _{HFXIN}		1/f _{HFXIN}			ns
Crystal/Resonator Warmup Time	t _{XTAL_RDY}	From initial oscillation	8192 x t _{HFXIN}			ms
Oscillator Feedback Resistor	R _{OSCF}	(Note 4)	0.5	1.0	1.5	M Ω
EXTERNAL CLOCK INPUT						
External Clock Frequency	f _{XCLK}		DC	12		MHz
External Clock Period	t _{XCLK}		1/f _{XCLK}			ns
External Clock Duty Cycle	t _{XCLK_DUTY}	(Note 4)	45	55		%
System Clock Frequency	f _{CK}		f _{HFXIN}			MHz
		HFXOUT = GND	f _{XCLK}			
System Clock Period	t _{CK}		1/f _{CK}			ns
NANOPOWER RING						
Nanopower Ring Frequency	f _{NANO}	T _A = +25°C	3.0	8.0	20.0	kHz
		T _A = +25°C, V _{DD} = POR voltage (Note 4)	1.7	2.4		
Nanopower Ring Duty Cycle	t _{NANO}	(Note 4)	40	60		%
Nanopower Ring Current	I _{NANO}	Typical at V _{DD} = 1.64V, T _A = +25°C (Note 4)	40		400	nA

具有红外模块的16位微控制器

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS (continued)

(VDD = VRST to 3.6V, TA = 0°C to +70°C, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
WAKE-UP TIMER						
Wake-Up Timer Interval	tWAKEUP		1/fNANO		65,535/ fNANO	s
FLASH MEMORY						
System Clock During Flash Programming/Erase	fFPSYCLK		6			MHz
Flash Erase Time	tME	Mass erase	20		40	ms
	tERASE	Page erase	20		40	
Flash Programming Time per Word	tPROG	(Note 10)	20		100	μs
Write/Erase Cycles			20,000			Cycles
Data Retention		TA = +25°C	100			Years
IR						
Carrier Frequency	fIR	(Note 4)			fCK/2	Hz

SPI ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(VDD = VRST to 3.6V, TA = 0°C to +70°C, unless otherwise noted.) (Note 11)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SPI Master Operating Frequency	1/tMCK				fCK/2	MHz
SPI Slave Operating Frequency	1/tSCK				fCK/4	MHz
SPI I/O Rise/Fall Time	tSPI_RF	CL = 15pF, pullup = 560Ω	8.3		23.6	ns
SCLK Output Pulse-Width High/Low	tMCH, tMCL		tMCK/2 - tSPI_RF			ns
MOSI Output Hold Time After SCLK Sample Edge	tMOH		tMCK/2 - tSPI_RF			ns
MOSI Output Valid to Sample Edge	tMOV		tMCK/2 - tSPI_RF			ns
MISO Input Valid to SCLK Sample Edge Rise/Fall Setup	tMIS		25			ns
MISO Input to SCLK Sample Edge Rise/Fall Hold	tMIH		0			ns
SCLK Inactive to MOSI Inactive	tMLH		tMCK/2 - tSPI_RF			ns
SCLK Input Pulse-Width High/Low	tSCH, tSCL			tSCK/2		ns
$\overline{\text{SSEL}}$ Active to First Shift Edge	tSSE		tSPI_RF			ns
MOSI Input to SCLK Sample Edge Rise/Fall Setup	tSIS		tSPI_RF			ns

具有红外模块的16位微控制器

MAXQ613

SPI ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{DD} = V_{RST} to 3.6V, T_A = 0°C to +70°C, unless otherwise noted.) (Note 11)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
MOSI Input from SCLK Sample Edge Transition Hold	t _{SIH}		t _{SPI_RF}			ns
MISO Output Valid After SCLK Shift Edge Transition	t _{SOV}				2t _{SPI_RF}	ns
$\overline{\text{SSEL}}$ Inactive	t _{SSH}		t _{CK} + t _{SPI_RF}			ns
SCLK Inactive to $\overline{\text{SSEL}}$ Rising	t _{SD}		t _{SPI_RF}			ns
MISO Output Disabled After $\overline{\text{SSEL}}$ Edge Rise	t _{SLH}				2t _{CK} + 2t _{SPI_RF}	ns

Note 1: Specifications to 0°C are guaranteed by design and are not production tested. Typical = +25°C, V_{DD} = +3.3V, unless otherwise noted.

Note 2: V_{PFW} can be programmed to the following nominal voltage trip points: 1.8V, 1.9V, 2.55V, and 2.75V ±3%. The values listed in the *Recommended Operating Conditions* table are for the default configuration of 1.8V nominal.

Note 3: The power-fail reset and POR detectors are designed to operate in tandem to ensure that one or both of these signals is active at all times when V_{DD} < V_{RST}, ensuring the device maintains the reset state until minimum operating voltage is achieved.

Note 4: Guaranteed by design and not production tested.

Note 5: Measured on the V_{DD} pin and the device not in reset. All inputs are connected to GND or V_{DD}. Outputs do not source/sink any current. The device is executing code from flash memory.

Note 6: The power-check interval (PCI) can be set to always on, or to 1024, 2048, or 4096 nanopower ring clock cycles.

Note 7: Current consumption during POR when powering up while V_{DD} is less than the POR release voltage.

Note 8: The minimum amount of time that V_{DD} must be below V_{PFW} before a power-fail event is detected; refer to the *MAXQ610 User's Guide* for details.

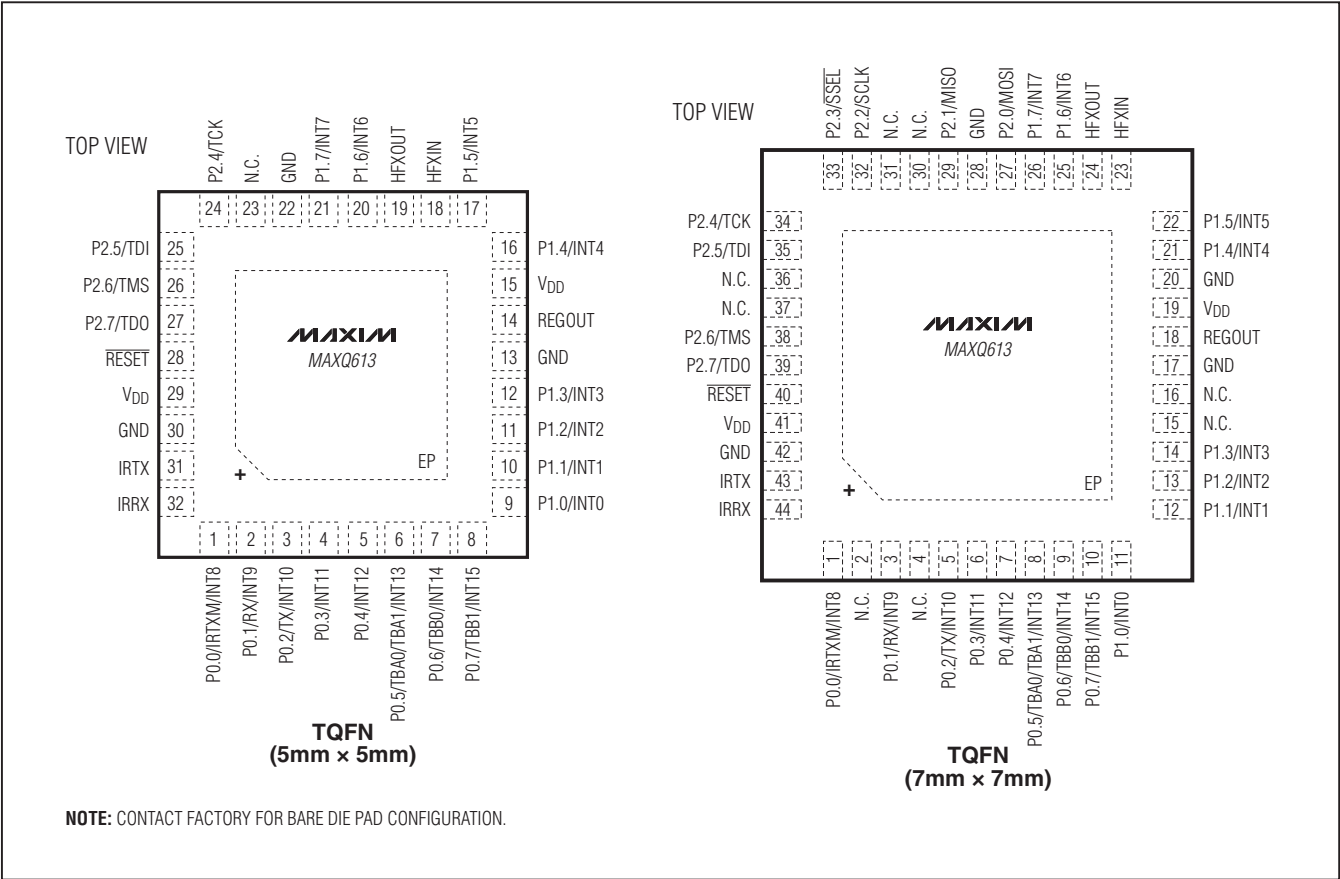
Note 9: The maximum total current, I_{OH}(MAX) and I_{OL}(MAX), for all listed outputs combined should not exceed 32mA to satisfy the maximum specified voltage drop. This does not include the IRTX output.

Note 10: Programming time does not include overhead associated with utility ROM interface.

Note 11: AC electrical specifications are guaranteed by design and are not production tested.

具有红外模块的16位微控制器

引脚配置



引脚说明

引脚			名称	功能
裸片	32 TQFN-EP	44 TQFN-EP		
电源引脚				
15, 36	15, 29	19, 41	V _{DD}	电源电压。
13, 16, 25, 37	13, 22, 30	17, 20, 28, 42	GND	地，直接连接至地平面。
14	14	18	REGOUT	1.8V稳压器输出。该引脚必须通过一个1.0μF (ESR: 2Ω至10Ω)陶瓷电容连接至地。电容应尽可能靠近该引脚放置。除电容外，该引脚不应连接其它元件。

具有红外模块的16位微控制器

引脚配置(续)

MAXQ613

引脚			名称	功能
裸片	32 TQFN-EP	44 TQFN-EP		
复位引脚				
35	28	40	$\overline{\text{RESET}}$	低电平有效的数字复位输入/输出。该引脚为低电平时，器件保持为复位状态；该引脚返回至高电平时，从固定用途ROM的地址8000h开始执行指令。该引脚具有上拉电流源，由外部器件驱动时，应由能够吸收大于4mA的漏极开路信号源驱动。如果无需通过外部信号将器件置于复位状态，可以不连接该引脚。出现内部复位条件时，该引脚作为输出拉低。
时钟引脚				
20	18	23	HFXIN	高频晶体输入。在HFXIN和HFXOUT之间连接外部晶体或谐振器作为高频系统时钟。或者，当HFXOUT不连接时，HFXIN作为外部高频时钟源输入。
21	19	24	HFXOUT	
IR功能引脚				
38	31	43	IRTX	IR发送输出。IR发送引脚能够吸收25mA电流。以任何形式复位时，该引脚默认为高阻输入，禁止弱上拉。解除复位状态后，软件必须配置该引脚，以脱离高阻输入状态。
39	32	44	IRRX	IR接收输入。以任何形式复位时，该引脚默认为高阻输入，禁止弱上拉。解除复位状态后，软件必须配置该引脚，以脱离高阻输入状态。
通用I/O和特殊功能引脚				
			端口0通用数字I/O引脚。这些端口引脚用作通用I/O引脚时，其输入和输出状态由PD0、P00和PI0寄存器控制。复位后，所有端口引脚默认为高阻模式。解除复位状态后，软件必须配置这些引脚，以脱离高阻状态。使用这些端口引脚的特殊功能之前，必须通过软件使能这些功能。	
			GPIO端口引脚	特殊功能
1	1	1	P0.0/IRTXM/INT8	P0.0 IR调制器输出/INT8
2	2	3	P0.1/RX/INT9	P0.1 USART接收/INT9
3	3	5	P0.2/TX/INT10	P0.2 USART发送/INT10
4	4	6	P0.3/INT11	P0.3 INT11
5	5	7	P0.4/INT12	P0.4 INT12
6	6	8	P0.5/TBA0/TBA1/INT13	P0.5 B类定时器0引脚A或B类定时器1引脚A/INT13

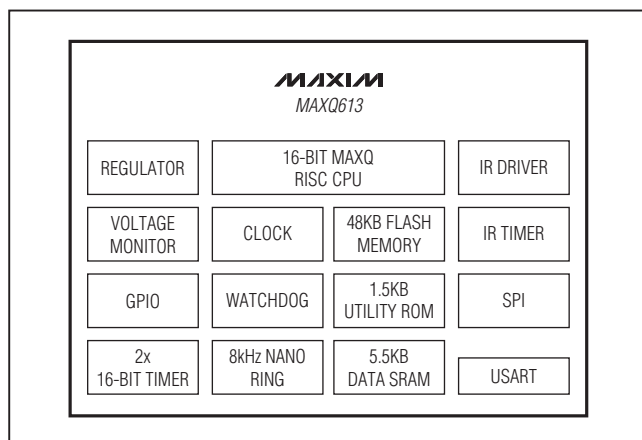
具有红外模块的16位微控制器

引脚说明(续)

引脚			名称	功能	
裸片	32 TQFN-EP	44 TQFN-EP			
7	7	9	P0.6/TBB0/ INT14	P0.6	B类定时器0引脚B/INT14
8	8	10	P0.7/TBB1/ INT15	P0.7	B类定时器1引脚B/INT15
			端口1通用数字I/O引脚，带中断功能。这些端口引脚用作通用I/O引脚时，其输入和输出状态由PD1、PO1和PI1寄存器控制。复位后，所有端口引脚默认为高阻模式。解除复位状态后，软件必须配置这些引脚，以脱离高阻状态。使用这些端口引脚的外部中断功能之前，必须通过软件使能这些外部中断。		
			GPIO端口引脚		外部中断
9	9	11	P1.0/INT0	P1.0	INT0
10	10	12	P1.1/INT1	P1.1	INT1
11	11	13	P1.2/INT2	P1.2	INT2
12	12	14	P1.3/INT3	P1.3	INT3
17	16	21	P1.4/INT4	P1.4	INT4
18	17	22	P1.5/INT5	P1.5	INT5
22	20	25	P1.6/INT6	P1.6	INT6
23	21	26	P1.7/INT7	P1.7	INT7
			端口2通用数字I/O引脚。这些端口引脚用作通用I/O引脚时，其输入和输出状态由PD2、PO2和PI2寄存器控制。复位后，所有端口引脚默认为高阻模式。解除复位状态后，软件必须配置这些引脚，以脱离高阻状态。使用这些端口引脚的特殊功能之前，必须通过软件使能这些功能。		
			GPIO端口引脚		特殊功能
24	—	27	P2.0/MOSI	P2.0	SPI: 主出从入
26	—	29	P2.1/MISO	P2.1	SPI: 主入从出
28	—	32	P2.2/SCLK	P2.2	SPI: 从机时钟
30	—	33	P2.3/SS $\overline{E}$ L	P2.3	SPI: 低电平有效的从机选择
31	24	34	P2.4/TCK	P2.4	JTAG: 测试时钟
32	25	35	P2.5/TDI	P2.5	JTAG: 测试数据输入
33	26	38	P2.6/TMS	P2.6	JTAG: 测试模式选择
34	27	39	P2.7/TDO	P2.7	JTAG: 测试数据输出
未连接的引脚					
—	23	2, 4, 15, 16, 30, 31, 36, 37	N.C.	无连接。内部没有连接。	
—	—	—	EP	裸焊盘(TQFN封装)。将EP直接连接至地平面。	

具有红外模块的16位微控制器

方框图



详细说明

MAXQ613提供低成本集成解决方案，简化了通用远端控制等IR通信设备的设计。其标准功能电路包括经过高度优化的单周期MAXQ 16位RISC内核、48KB程序闪存、1.5KB数据RAM、软件堆栈、16个通用寄存器和3个数据指针。MAXQ内核提供业界最好的MIPS/mA指标，使开发人员能够以很低的时钟速率获得与微控制器竞争产品相同的性能。较低的工作电流和极低的MAXQ613停止模式电流(0.2 μ A，典型值)相结合，大大延长了电池使用寿命。专用外设包括用于产生IR载波频率和调制的灵活定时器、适合IR应用能够吸收25mA电流的大电流IR驱动引脚和能够吸收5mA电流的输出引脚。此外还包括适合键盘矩阵输入的通用I/O引脚以及电源失效检测电路，当电源电压接近微控制器最小工作电压时，该电路向应用程序发出报警。

该器件的核心部分是MAXQ 16位RISC核。工作在直流至12MHz，几乎所有指令都在一个时钟周期(12MHz时为

83.3ns)中执行完毕，实际代码操作接近12MIPS。无需器件工作时，软件可以启动超低功耗停止模式，其静态电流小于0.2 μ A（典型值）和2.0 μ A（最大值）。与微控制器竞争产品相比，高性能指令和极低的停止模式电流相结合，大大延长了电池使用时间。集成POR电路支持掉电保护复位，能够在上电或电压跌落时将器件复位到已知状态。此外，当系统电压降至电源失效报警门限 V_{PFW} 以下时，电源失效报警标志被置位，产生电源失效中断。电源失效报警功能使应用程序能够提醒用户：系统供电电压过低，应采取相应措施。

微处理器

该器件基于Maxim的低功耗16位MAXQ系列RISC核，内核支持哈佛存储器体系结构，具有单独的16位程序和数据地址总线。采用标准的固定16位指令字，但数据可以排列为8位或16位。该器件的MAXQ内核可以作为流水线处理器，性能接近于1MIPS/MHz。16位数据通路围绕寄存器模块运行，每个寄存器模块为内核提供特殊功能。累加器模块包括十六个16位寄存器，与算术逻辑单元(ALU)密切配合。可配置软件堆栈支持程序流程。

功能寄存器模块之间或功能寄存器模块与存储器之间的数据传输将触发执行指令。由于数据移动只涉及到源模块和目的模块，因此，电路切换仅限于工作模块。对于节电应用，这种方法能够有效降低功耗和开关噪声。模块化体系结构非常灵活并可重复使用，这对于嵌入式应用中的微处理器非常重要。

MAXQ指令集高度正交。所有算术和逻辑运算都可以使用任意寄存器和累加器。数据可以在任意寄存器之间传送。通过可自动递增/递减的特殊数据指针寄存器访问存储器。

具有红外模块的16位微控制器

存储器

该款微控制器采用了以下几类存储器：

- 48KB程序闪存
- 1.5KB SRAM数据存储器
- 5.5KB固定用途ROM
- 软件堆栈

存储器保护

可选存储器保护功能将代码存储器分成三个区：系统、用户加载程序 and 用户应用程序。系统区代码具有加密功能。用户区程序不会影响读写系统代码。用户加载程序也不受用户应用程序的影响。

利用代码优先级对存储器进行保护，每个区都有相关的优先级。RAM/ROM也分配了优先级，详细信息请参考MAXQ610用户指南(English only)，参见表1。

堆栈存储器

器件提供软件堆栈，用于存储程序的返回地址(子程序调用和中断处理)和其它通用数据。软件堆栈位于1.5KB SRAM数据存储器内，这意味着软件堆栈和通用应用数据存储必须共用SRAM数据存储器。软件堆栈的位置和大小由用户设定，在为特定应用分配资源时，具有极大的灵活性。当执行CALL、RET和RETI指令以及进行中断服务时，处理器自动使用堆栈。应用程序也可以使用PUSH、POP和POPI指令，在堆栈中存储数据并取回数据。

SP指针指示当前的栈顶，初始化时默认为SRAM数据存储器的顶部。随着数据被压入堆栈，SP指针递减，表明堆栈向数据存储器的底部(最低地址)扩展。数据弹出堆栈将

使SP指针值增加。详细信息请参见MAXQ610用户指南(English only)。

固定用途ROM

固定用途ROM是一个5.5KB的内部ROM存储块，起始于程序空间的地址8000h。该ROM包括以下程序：

- 通过JTAG接口进行在系统编程(引导加载程序)
- 通过JTAG接口进行在电路调试程序
- 生产测试程序(内部存储器测试、存储器加载程序等)，仅用于内部测试，一般来说对终端应用开发人员没有作用
- 用于在应用闪存编程、缓存器复制和快速查找表的用户可调用程序(这些程序的更多信息，请参见MAXQ610用户指南(English only))

无论以何种方式复位，都从地址8000h的固定用途ROM开始运行程序。此时，除非调用加载模式或测试模式(需通过JTAG接口进行特殊编程)，否则器件的固定用途ROM总是自动跳转至0000h位置，即程序闪存中用户应用程序的起始处。

某些应用要求保护程序存储器，以防止在未经许可的情况下查看程序。对于这类应用，除非提供密码，否则禁止进行在系统编程、在应用编程或在电路调试。提供三个不同的密码锁，分别用于保护不同的存储区(系统存储器、用户加载程序 and 用户应用程序)。每个密码锁由闪存中的一个16字长区域控制，如果密码设置为FFFFh或0000h，则禁用密码功能。否则，将使能密码功能，并且只有在密码与用户通过引导加载器或调试器提供的密码匹配时，才允许访问相应的程序闪存区，详细信息请参见MAXQ610用户指南(English only)。

表1. 存储区和对应的最高优先级

AREA	PAGE ADDRESS	MAXIMUM PRIVILEGE LEVEL
System	0 to ULDR-1	High
User Loader	ULDR to UAPP-1	Medium
User Application	UAPP to top	Low
Utility ROM	N/A	High
Other (RAM)	N/A	Low

具有红外模块的16位微控制器

表2. 看门狗中断超时(Sysclk = 12MHz, CD[1:0] = 00)

WD[1:0]	WATCHDOG CLOCK	WATCHDOG INTERRUPT TIMEOUT	WATCHDOG RESET AFTER WATCHDOG INTERRUPT (μs)
00	Sysclk/2 ¹⁵	2.7ms	42.7
01	Sysclk/2 ¹⁸	21.9ms	42.7
10	Sysclk/2 ²¹	174.7ms	42.7
11	Sysclk/2 ²⁴	1.4s	42.7

看门狗定时器

内部看门狗定时器大大提高了系统可靠性。如果软件运行受到干扰，定时器会复位器件。看门狗定时器是一个自由运行的计数器，可以由应用软件进行周期性复位。如果软件运行正常，那么计数器会被周期性复位，并且永远不会达到最大计数值。然而，如果软件工作中断，定时器不再复位，从而触发系统复位和可选的看门狗定时器中断。这样就保护系统不受电气噪声或静电放电(ESD)干扰的影响，造成不可控制的处理器操作。早期设计采用外部看门狗器件，内部看门狗定时器是对这类设计的改进，在降低系统成本的同时提高了系统可靠性。

看门狗定时器既可以作为看门狗定时器的超时源，也可以作为看门狗定时器的复位源。可以在2¹⁵至2²⁴个系统时钟周期范围内设置超时周期。如果使能中断，达到超时周期时将产生中断。所有看门狗定时器在可编程中断超时512个系统时钟周期后复位。如果在此期间，看门狗定时器在另一完整的周期间隔内没有重新启动，则复位超时后使系统复位，参考表2。

IR载波发生器和调制定时器

专用IR定时器/计数器模块简化了低速红外(IR)通信的实现。IR定时器采用两个引脚(IRT_X和IRR_X)分别支持IR发送和

接收。IRT_X引脚没有指定对应的端口，因此，不存在标准的PD、PO和PI端口控制状态位。然而，当IR定时器没有使能时(即IREN = 0)，可以通过PWCN.IRT_XOUT和PWCN.IRT_XOIE位控制IRT_X引脚输出高电平或低电平。

IR定时器由载波发生器和载波调制器构成。载波发生模块使用16位IR载波寄存器(IRCA)，通过IR载波高位字节(IRCAH)和IR载波低位字节(IRCAL)定义载波的上限和下限时间。载波调制器通过IR数据位(IRDATA)和IR调制器时间寄存器(IRMT)决定IRT_X上是否出现载波或空闲状态。

当IR使能位(IREN)置1时，使能IR定时器。IR数值寄存器(IRV)定义载波调制器的起始值。发送期间，IRV寄存器首先装载IRMT值，开始递减至0000h；接收模式下，从IRV寄存器初始值开始递增计数。接收操作期间，在所选边沿采集数据后，可以配置IRV寄存器重新装载0000h，也可以在接收期间继续自由运行。当IR定时器值从0FFFFh翻转至0000h时，出现溢出。IR溢出标志(IROV)置1，如果中断使能(IRIE = 1)，将产生一次中断。

具有红外模块的16位微控制器

载波发生模块

IRCAH字节针对IR输入时钟数定义了载波上限时间，而IRCAL字节定义了载波下限时间。

- IR输入时钟(f_{IRCLK}) = $f_{SYS}/2^{IRDIV[1:0]}$
- 载波频率($f_{CARRIER}$) = $f_{IRCLK}/(IRCAH + IRCAL + 2)$
- 载波上限时间 = $IRCAH + 1$
- 载波下限时间 = $IRCAL + 1$
- 载波占空比 = $(IRCAH + 1)/(IRCAH + IRCAL + 2)$

发送期间，在每个IRV递减计数间隔内锁存IRCA寄存器，在每一个新的IRV递减计数间隔开始时，IRCA寄存器与IRTXPOL和IRDATA位一起进行采样，因此，从一个时间间隔到下一间隔，可以改变占空比和频率，如图1所示。

图2所示为载波发生器基本电路以及到IRTX输出端的通路。IR发送极性位(IRTXPOL)定义了IR定时器使能后IRTX引脚的起始/空闲状态和载波极性。

IR发送

在IR发送(IRMODE = 1)期间，载波调制器进行调制时，载波发生器产生合适的载波波形。载波调制可以作为载波周期或者IRCLK周期的函数来实现，具体取决于IRCFME位的设置。当IRCFME = 0时，IRV由载频时钟同步进行递减计数，以载波周期为函数进行调制。当IRCFME = 1时，IRV由IRCLK同步进行递减计数，按照IRCLK分辨率进行载波调制。

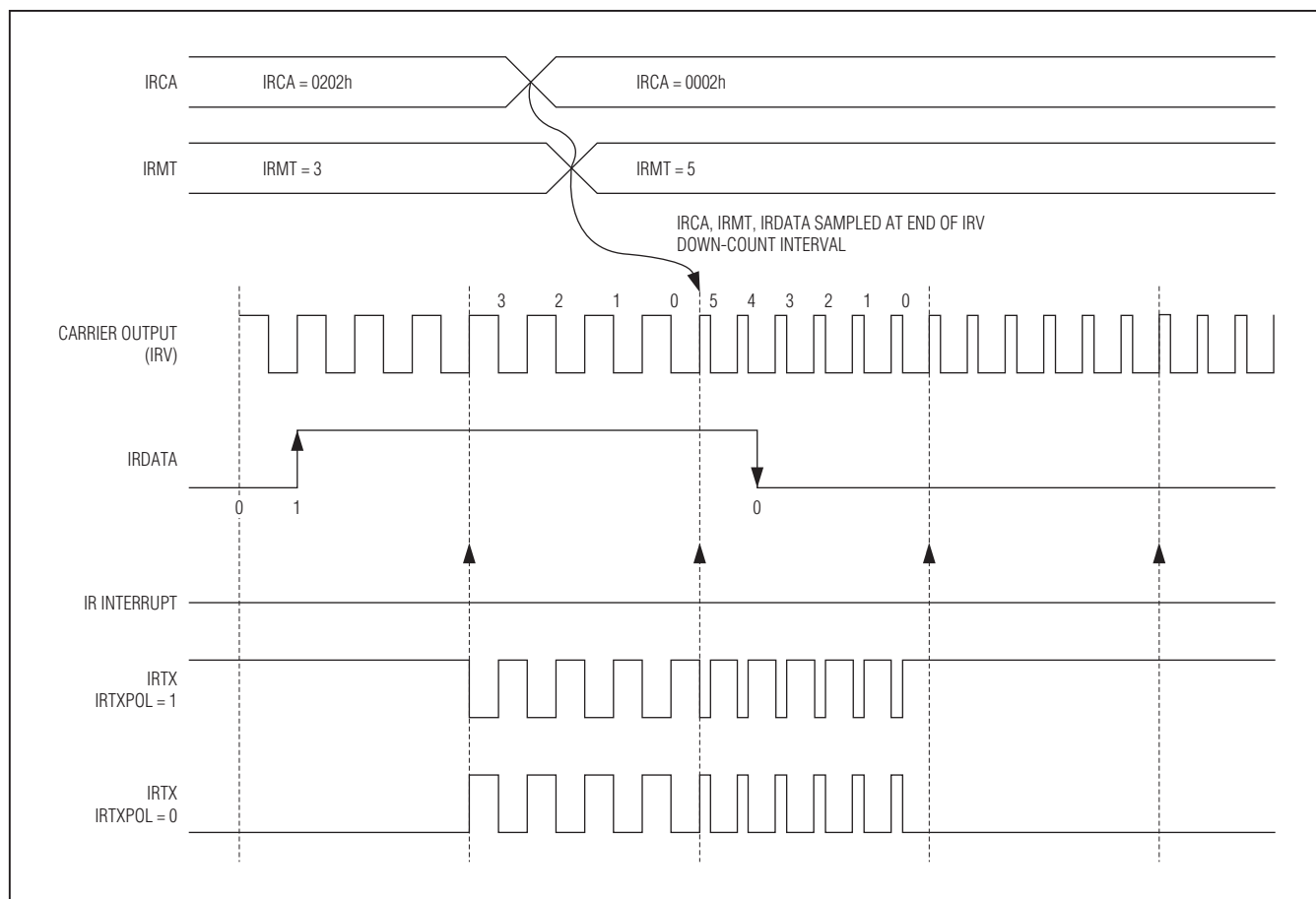


图1. IR发送频偏示例(IRCFME = 0)

具有红外模块的16位微控制器

IRTXPOL位定义了IRTX引脚的起始/空闲状态以及载波极性。如果IRTXPOL = 1, IR定时器模块使能后, IRTX引脚置为逻辑高电平。如果IRTXPOL = 0, IR定时器使能后, IRTX引脚置为逻辑低电平。

单独的寄存器位IR数据(IRDATA)用于确定载波发生器输出是否在下一IRMT载波周期输出至IRTX引脚。当IRDATA = 1时, 在下一IRMT周期, 载波波形(或者如果IRTXPOL =

1则为波形的反相)是IRTX引脚的输出。当IRDATA = 0时, 在下一IRMT周期, 由IRTXPOL定义的空闲状态是IRTX引脚的输出。

发送模式下, IR定时器用作递减计数器。在以下条件下开启IR发送: 当IRMODE = 1时, IREN位置1; 当IREN = 1时, IRMODE位置1; 或同一指令下, IREN和IRMODE同时置1。在发送过程开始时以及每次重新装载IR定时器值时, 采样

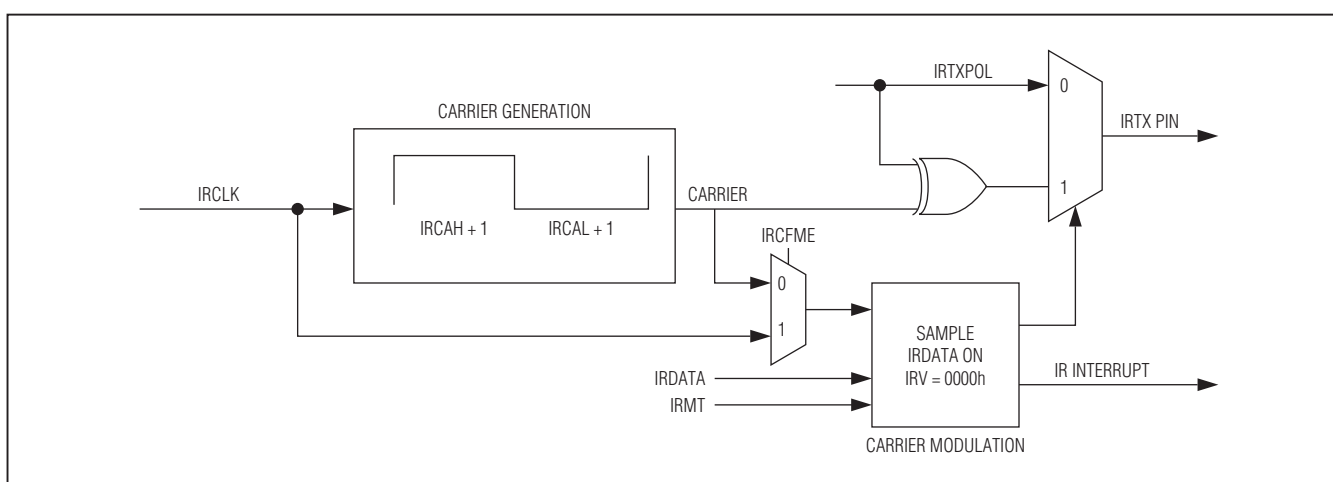


图2. IR发送载波发生器和载波调制器控制

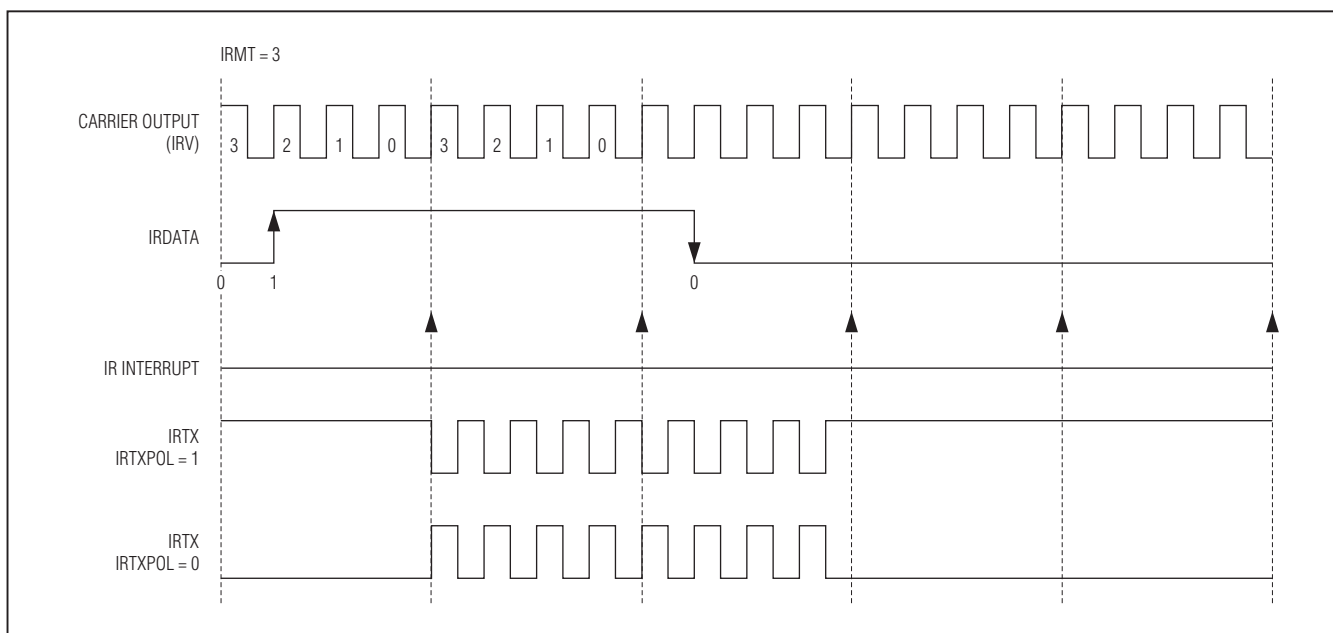


图3. IR发送波形(IRC FME = 0)

具有红外模块的16位微控制器

IRMT和IRCA寄存器以及IRDATA和IRTXPOL位。当IRV达到0000h时，下一载波时钟进行以下操作：

- 1) 以IRMT重新装载IRV。
- 2) 采样IRCA、IRDATA和IRTXPOL。
- 3) 产生相应的IRTX。
- 4) IRIF置1。
- 5) 如果中断使能(IRIE = 1)，向CPU发出一次中断。

为了终止当前的发送，用户可以转换到接收模式(IRMODE = 0)或把IREN清零。

载波调制时间 = IRMT + 1个载波周期

IR发送—独立的外部载波和调制器输出

标准发送模式根据IRDATA位调制载波。然而，如果需要，用户可以选择在外部引脚输入调制信号(包络)。如果IRENV[1:0]位配置为01b或10b，调制信号/包络输出到IRTXM引脚。在每一IRV递减计数间隔边界处，IRDATA位直接输出至IRTXM引脚(如果IRTXPOL = 0)，如同内部调制载波频率。如果IRTXPOL = 1，在IRV间隔递减计数边界处，IRDATA位取反并输出到IRTXM引脚，如图4所示。使能包络模式时，可以向IRTX引脚输出调制后的(IRENV[1:0] = 01b)或者未经调制的(IRENV[1:0] = 10b)载波。

IR接收

配置在接收模式(IRMODE = 0)时，IR硬件支持IRRX采集功能。IRRXSEL[1:0]位定义了IRRX引脚的哪个边沿触发IR定时器采集功能。

当IRMODE = 0和IREN = 1时，IR模块开始在接收模式下工作。开启后，出现了符合IRRXSEL定义的采集事件后，IR定时器(IRV)从0000h开始向上计数。默认情况下，IRV寄存器对IRCA寄存器定义的载波周期进行计数。然而，IR载波频率检测位(IRCFME)可以设置为1，使IRV寄存器直接采用IRCLK时钟进行计数，进一步提高分辨率。当IRCFME = 0时，IRCA定义的载波由IRV进行计数。当IRCFME = 1时，IRCLK为IRV寄存器提供时钟。

对于下一个符合要求的事件，IR模块进行以下操作：

- 1) 采集IRRX引脚状态，将数值传送给IRDATA。如果是下降沿，IRDATA = 0。如果是上升沿，IRDATA = 1。
- 2) 将当前IRV值传送给IRMT。
- 3) 将IRV内容复位至0000h (如果IRXRL = 1)。
- 4) 再次计数，直到出现下一个符合要求的事件。

如果在出现符合要求的事件之前，IR定时器值从0FFFFh翻转到0000h，IR定时器溢出(IROV)标志置1，如果中断使

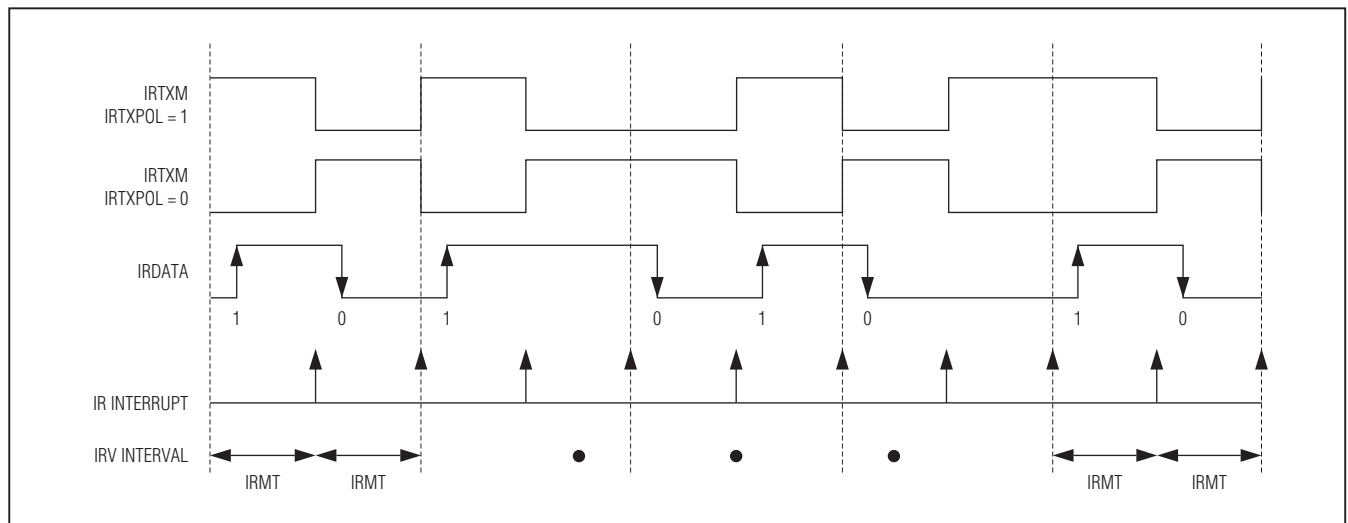


图4. 外部IRTXM (调制器)输出

具有红外模块的16位微控制器

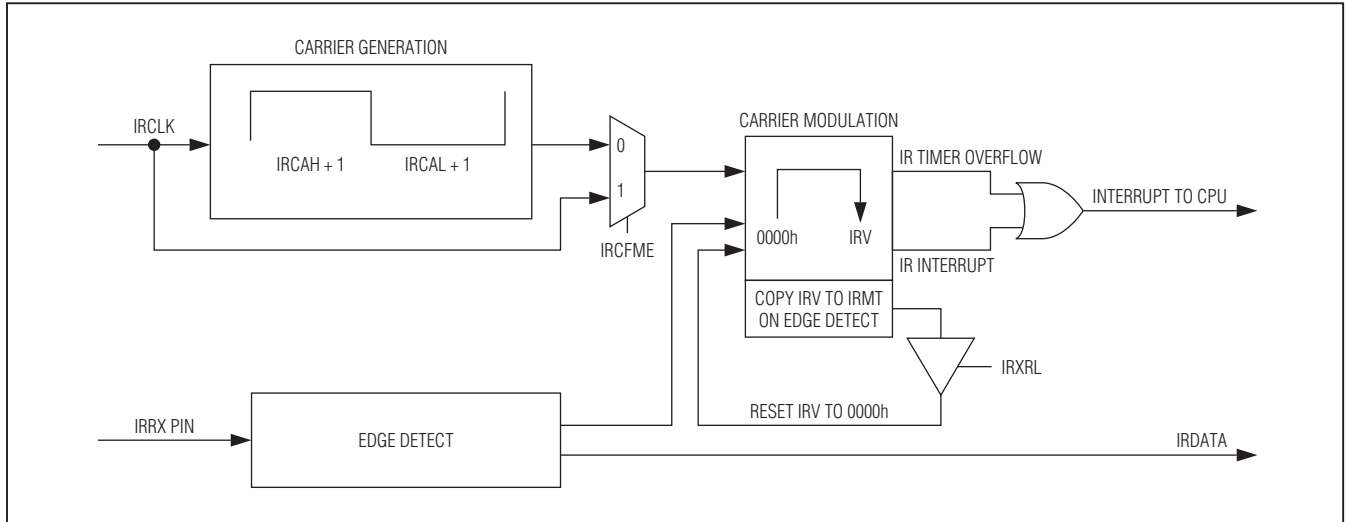


图5. IR采集

能，则产生一次中断。IR模块继续工作在接收模式，直到切换至发送模式(IRMODE = 1)或清除IREN = 0后停止接收。

载波突发计数模式

当执行IR学习功能时，一种特殊模式可以减轻CPU处理负荷。一般情况下，工作在IR学习功能时，检查一定数量的载波周期，以确定频率。一旦确定了频率，可以简化IR接收功能，对突发载波脉冲数进行计数，以及对突发中的组合符号间隔持续时间进行计数。为简化这一过程，可以使用接收突发计数模式(由RXBCNT位使能)。当RXBCNT = 0时，采用标准IR接收采集功能。当RXBCNT = 1时，禁止IRV采集功能，与采集相关的中断标志不再表示采集。在载波突发计数模式中，IRMT寄存器只用于对符合要求的边沿进行计数。如果经过两个连续IRCA周期后没有得到符合要求的边沿，那么IRIF中断标志(当RXBCNT = 0时，通常用于发出采集信号)被置位。IRIF中断标志由此指示没有出现载波，接收信号的起始数据为空。当RXBCNT位由0变为1时，IRMT寄存器置为0001h。IRCFME位仍被用于定义IRV寄存器对系统IRCLK时钟进行计数，还是对IRCA定义的载波周期进行计数。IRXRL位定义IRV寄存器是否在检测到符合要求的边沿时重新装载0000h (每个IRXSEL[1:0]位)。图6以及图中嵌入的时序说明解释了接收突发计数模式的使用。

16位定时器/计数器

该款微控制器提供支持以下功能的两类定时器/计数器：

- 16位定时器/计数器
- 16位上/下自动重载
- 外部脉冲计数器功能
- 支持采集功能的16位定时器
- 支持比较功能的16位定时器
- 增强了输入/输出功能的脉冲宽度调制
- 比较器匹配的设置/复位/触发输出状态
- 支持 2^n 分频的预分频器($n = 0、2、4、6、8、10$)

USART

器件的一个USART外设支持以下功能：

- 2线接口
- 异步数据传输，全双工工作
- 同步数据传输，半双工工作
- 发送或接收数据完成时的可编程中断
- 独立的可编程波特率发生器
- 可选择第9位奇偶校验
- 支持开始/停止位

具有红外模块的16位微控制器

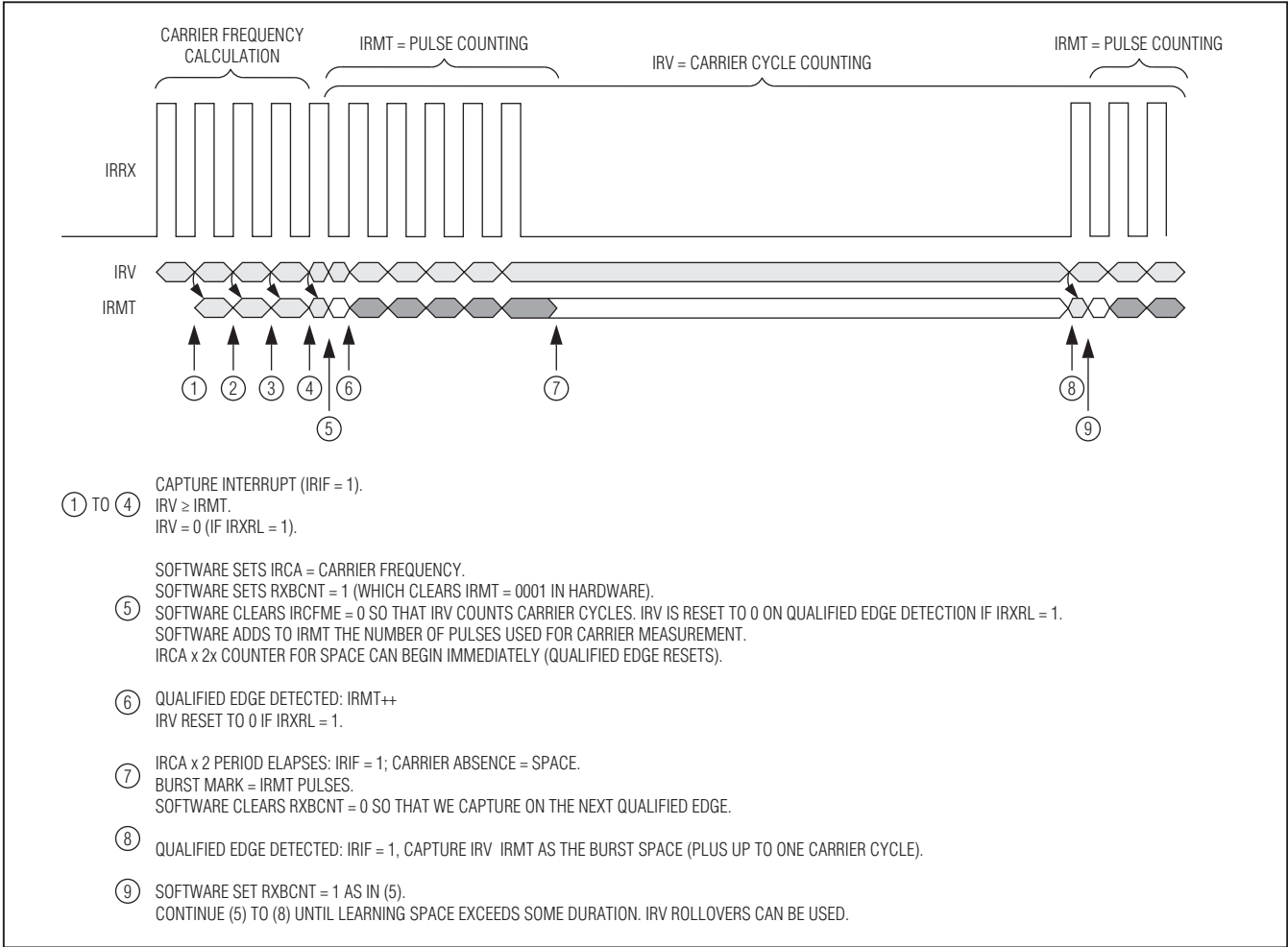


图6. 接收突发计数示例

表3. USART模式列表

MODE	TYPE	START BITS	DATA BITS	STOP BITS
Mode 0	Synchronous	N/A	8	N/A
Mode 1	Asynchronous	1	8	1
Mode 2	Asynchronous	1	8 + 1	1
Mode 3	Asynchronous	1	8 + 1	1

串行外设接口(SPI)

集成SPI提供独立的串行通信通道，在多主机或多从机系统中，与外设器件进行同步通信。接口支持4线全双工串行总线的读写操作，可以工作在主机或从机模式。当两个或两个以上主机同时发送数据时，提供冲突检测功能。

SPI主机最高数据传输速率是Sysclk/2。作为SPI从机工作时，该器件能够支持Sysclk/4的SPI传输速率。数据以8位或16位、MSB在前的方式进行传输。此外，通过从机有效工作的选择，SPI模块支持有效的SSEL状态(低电平有效或高电平有效)配置。

具有红外模块的16位微控制器

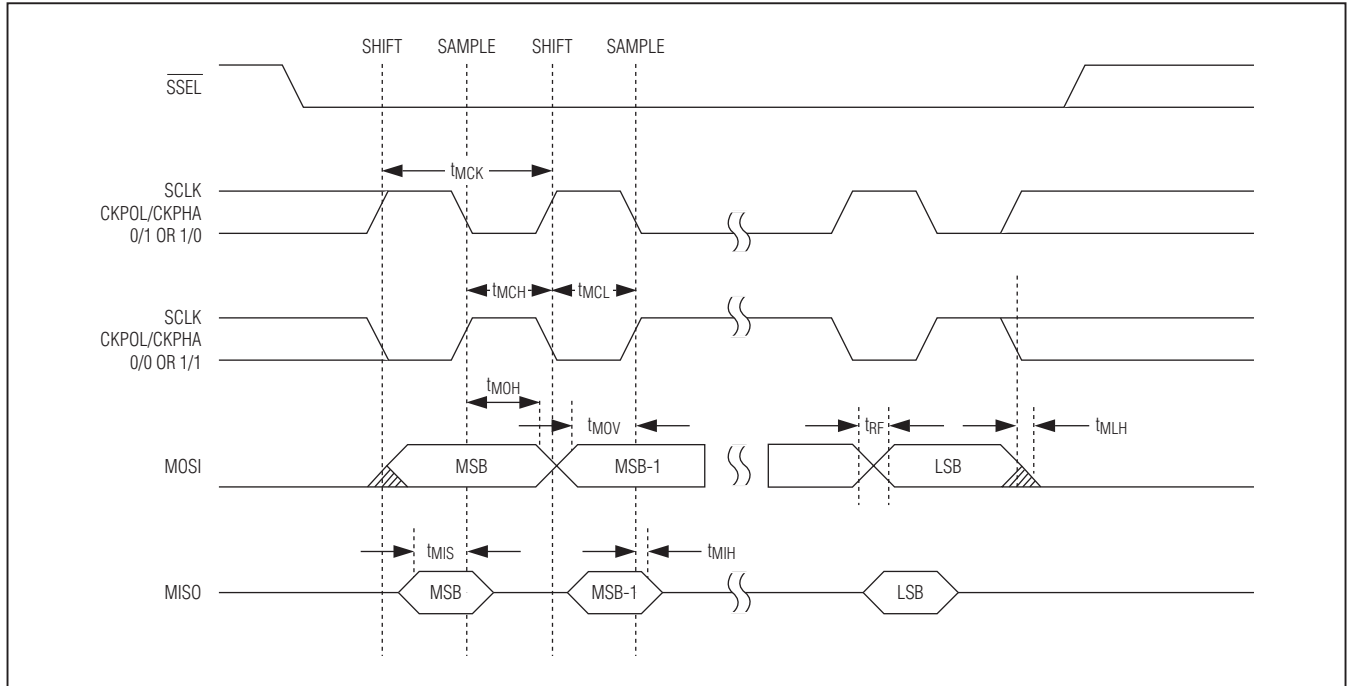


图7. SPI主机通信时序

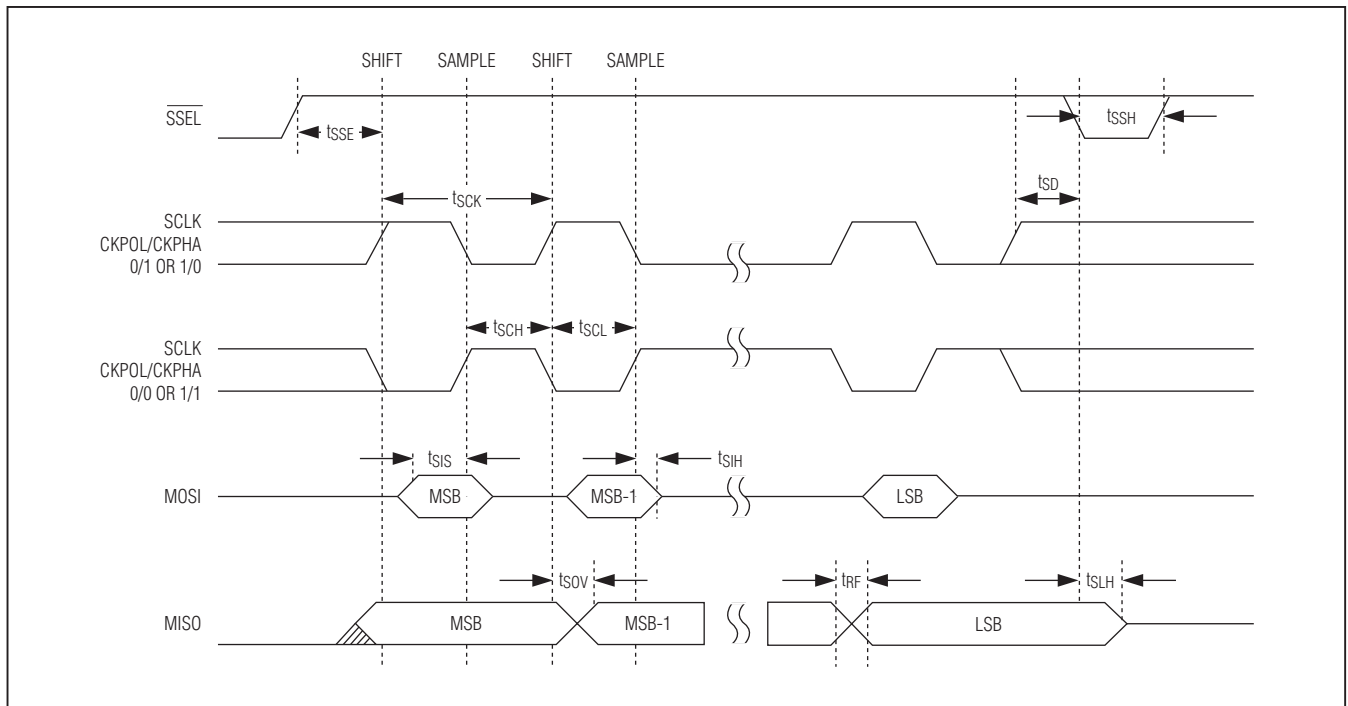


图8. SPI从机通信时序

具有红外模块的16位微控制器

通用I/O

该款微控制器提供用作通用I/O的端口引脚，支持以下功能：

- CMOS输出驱动电路
- 施密特触发器输入
- 工作在输入模式时，可选择弱上拉至V_{DD}

当微控制器处于复位状态时，所有端口引脚变为高阻态，除非另有声明，否则禁止弱上拉和内部缓冲器。

从软件的角度，可以把每个端口看作具有特定地址的一组外设寄存器。特殊功能引脚的特殊功能被禁用后，这些引脚也可以用作通用I/O引脚。关于每个引脚特殊功能的详细说明，请参考MAXQ610用户指南(English only)。

片内振荡器

如图9所示，HFXIN和HFXOUT之间连接外部石英晶体或陶瓷谐振器。

HFXIN和HFXOUT上的噪声会影响片内时钟时序。将晶体和电容靠近振荡器电路放置，通过短线直接连接HFXIN和HFXOUT至地，这些都是较好的设计方法。外部电容的典型值随所采用的晶体类型而变化，应按照厂商建议的负载电容选择最初电容值。

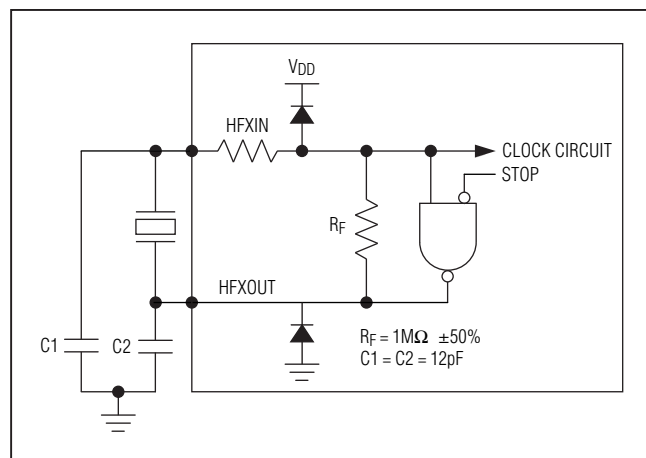


图9. 片内振荡器

ROM加载器

ROM加载器可以用于禁止对系统、用户加载程序和用户应用程序存储器的访问，除非提供专区密码。ROM版的该器件不具备ROM加载器。

装入闪存

内部引导加载程序允许通过简单的JTAG接口对器件重新装载。因此，需要升级时可以在系统升级软件，而不必进行昂贵的硬件改进。可以进行远程软件更新，从而允许对实际应用中难以接近的设备进行频繁的更新。接口硬件可以与另一个微控制器的JTAG连接，或者使用串口至JTAG转换器(例如Maxim提供的MAXQJTAG-001)与PC串口连接。如果不需要在系统编程功能，可以使用商用编程器进行大批量编程。使用系统编程指令激活JTAG接口并装载到测试访问端口(TAP)时，会调用引导加载程序。复位期间，通过JTAG接口将SPE位置1将执行驻留在固定用途ROM中的引导加载程序。编程结束时，引导加载程序将SPE位清零并复位器件，从而允许器件跳过固定用途ROM并开始执行应用程序。

此外，ROM加载程序还提供存储器保护功能，访问ROM加载程序接口时需要16字长密码。

ROM版的该器件不支持存储器装载功能。

在应用闪存编程

从用户应用程序代码中，可以使用C或者汇编语言ROM函数对闪存进行编程。下面的函数声明是为在应用闪存编程提供的某些ROM函数的例子：

```
/* Write one 16-bit word to code address 'dest'.
 * Dest must be aligned to 16 bits.
 * Returns 0 = failure, 1 = OK.
 */
int flash_write (uint16_t dest, uint16_t data);
```

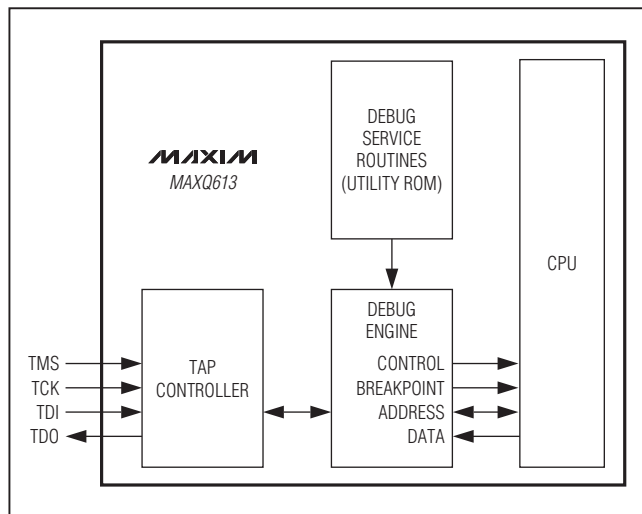


图10. 在电路调试器

进行擦除时，需要使用以下函数：

```
/* Erase the given Flash page
 * addr: Flash offset (anywhere within page)
 */
int flash_erasepage(uint16_t addr);
```

在应用闪存编程必须调用ROM函数来擦除闪存和对闪存进行编程。ROM函数具有存储器保护功能。ROM版的该器件不支持在应用编程。

在电路调试和JTAG接口

器件具有嵌入式调试硬件和软件，能够在用户应用环境中提供全面的在电路调试功能。这些硬件和软件功能包括：

- 调试引擎
- 寄存器组能够使用ROM中存储的调试服务子程序，在寄存器、代码或数据中设置断点。

总体上，这些硬件和软件特性支持两种模式的在电路调试功能：

具有红外模块的16位微控制器

- 背景模式：
CPU执行常规用户程序
支持主机配置并建立在电路调试器
- 调试模式：
调试器接管CPU控制权
内部寄存器和存储器的读/写操作
CPU单步执行，进行跟踪操作

调试引擎接口是TAP控制器。接口支持与总线主机的通信，总线主机可以是自动测试设备或与上层系统中测试总线连接的元件。符合JTAG IEEE 1149标准的专用TAP通过4线串行接口进行通信。TAP提供独立串行通道，与主机系统同步通信。

为防止在未经授权条件下通过JTAG接口访问受保护的存储区，除非禁用存储器保护功能，否则调试引擎不允许对优先级寄存器进行修改，禁止对系统存储器的所有访问。此外，在系统区内部执行代码时，禁止所有服务（例如，寄存器显示或修改）。ROM版的该器件不具备调试器功能。

工作模式

最低功耗模式是停止模式。该模式下，将维持CPU状态和存储器内容，但CPU并没有进入有效工作状态。唤醒源包括：外部I/O中断、电源失效报警中断、唤醒定时器以及电源失效复位。任何时候，只要微控制器不需要执行代码，用户程序即可控制该器件进入停止模式。超低功耗环形振荡器指的是内部超低功耗(400nA)、8kHz环形振荡器，可用于驱动唤醒定时器，使器件退出停止模式。软件可以对唤醒定时器进行编程，步长125μs，最大值约为8s。

正常工作模式下，电源失效监测器始终保持工作。而停止模式下，可以选择禁用该功能，以降低功耗。使用PWCN寄存器中的电源失效监测禁用(PFD)位可以使能该功能。PFD位的复位默认状态为1，禁止停止模式下的电源失效监测功能。停止模式下，如果电源失效监测功能被禁止(PFD = 1)，将关断电源失效报警或复位电路，此时无法检测两种条件。由此， $V_{DD} < V_{RST}$ 不会触发复位状态。

具有红外模块的16位微控制器

电源失效检测

图11、图12和图13所示为标准工作模式和停止模式下的电源失效检测和响应。如果由电源失效引起复位，电源失效监测器的检测间隔可以设置为以下数值之一：

- 始终有效—连续监测
- 2^{11} 超低功耗环行振荡器时钟(约为256ms)
- 2^{12} 超低功耗环行振荡器时钟(约为512ms)
- 2^{13} 超低功耗环行振荡器时钟(约为1.024s)

对于周期性开启的电源失效检测，电源失效检测器在超低功耗环行振荡器的两个周期内进行检测。检测期间，如果

$V_{DD} > V_{RST}$ ，则对 V_{DD} 额外监测一个超低功耗环行振荡器周期。如果 V_{DD} 在第三个超低功耗环行振荡器周期内仍然高于 V_{RST} ，经过晶振预热周期后，CPU将退出复位状态，从固定用途ROM的8000h恢复工作。

如果复位由其它事件引起，例如： $\overline{RESET}$ 引脚由外部拉至低电平或者是看门狗定时器将其驱动为低电平，则电源失效监测器、内部稳压器和晶体在CPU复位期间保持有效状态。这些情况下，解除复位条件后，CPU在不到20个晶体周期内退出复位状态。

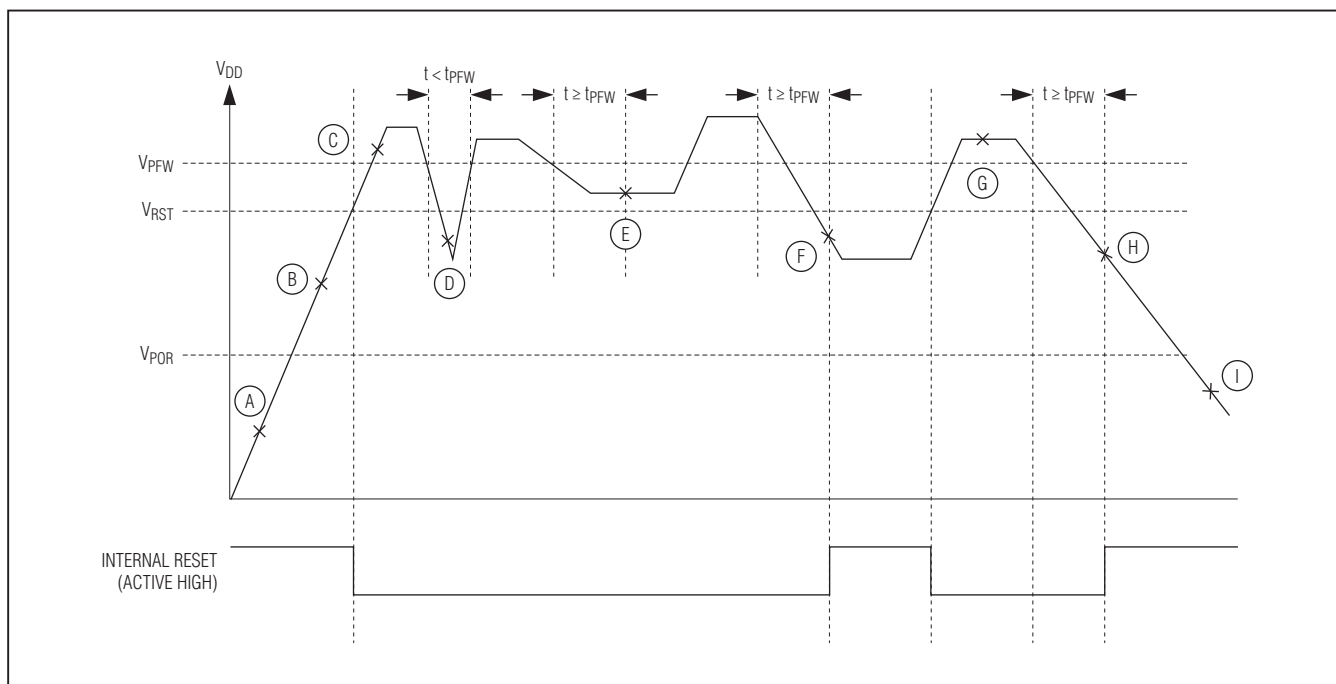


图11. 标准工作模式下的电源失效检测

具有红外模块的16位微控制器

表4. 标准工作模式下的电源失效检测状态

STATE	POWER-FAIL	INTERNAL REGULATOR	CRYSTAL OSCILLATOR	SRAM RETENTION	COMMENTS
A	On	Off	Off	—	$V_{DD} < V_{POR}$.
B	On	On	On	—	$V_{POR} < V_{DD} < V_{RST}$. Crystal warmup time, t_{XTAL_RDY} . CPU held in reset.
C	On	On	On	—	$V_{DD} > V_{RST}$. CPU normal operation.
D	On	On	On	—	Power drop too short. Power-fail not detected.
E	On	On	On	—	$V_{RST} < V_{DD} < V_{PFW}$. PFI is set when $V_{RST} < V_{DD} < V_{PFW}$ and maintains this state for at least t_{PFW} , at which time a power-fail interrupt is gener- ated (if enabled). CPU continues normal operation.
F	On (Periodically)	Off	Off	Yes	$V_{POR} < V_{DD} < V_{RST}$. Power-fail detected. CPU goes into reset. Power-fail monitor turns on periodically.
G	On	On	On	—	$V_{DD} > V_{RST}$. Crystal warmup time, t_{XTAL_RDY} . CPU resumes normal operation from 8000h.
H	On (Periodically)	Off	Off	Yes	$V_{POR} < V_{DD} < V_{RST}$. Power-fail detected. CPU goes into reset. Power-fail monitor turns on periodically.
I	Off	Off	Off	—	$V_{DD} < V_{POR}$. Device held in reset. No operation allowed.

具有红外模块的16位微控制器

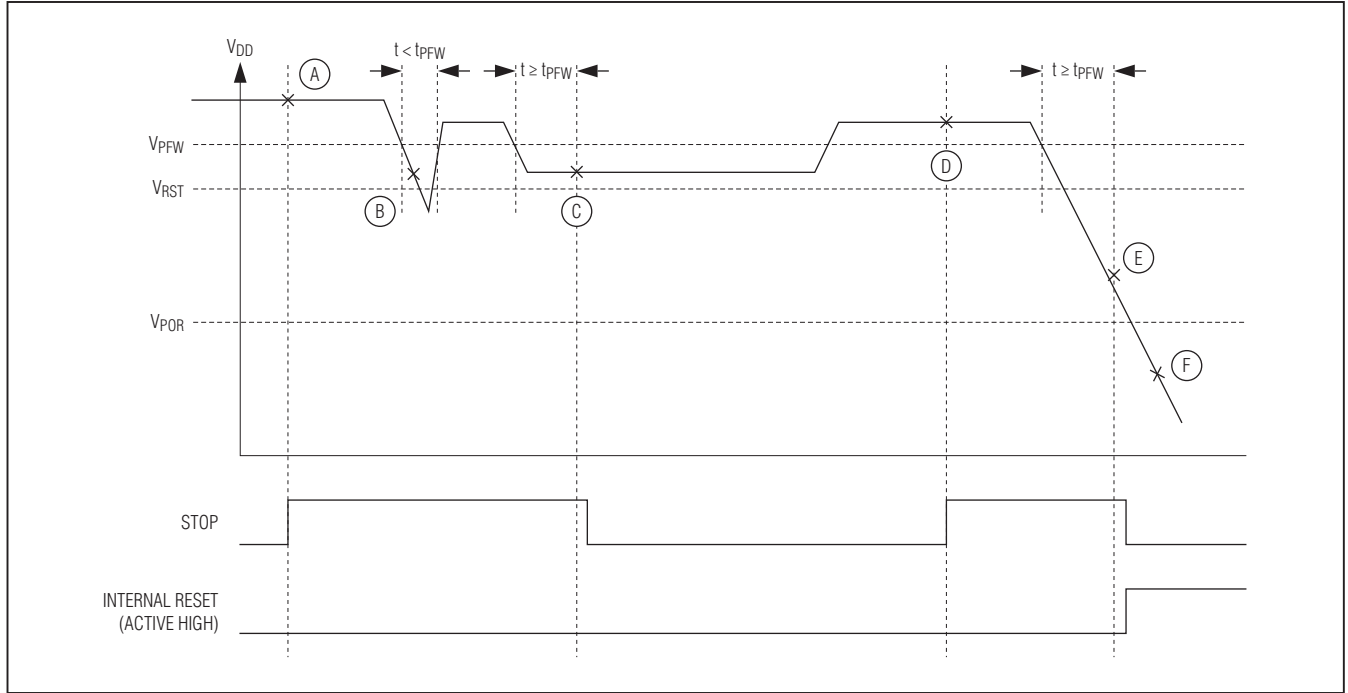


图12. 停止模式下电源失效检测状态，使能电源失效监测器

表5. 停止模式下电源失效检测状态，使能电源失效监测器

STATE	POWER-FAIL	INTERNAL REGULATOR	CRYSTAL OSCILLATOR	SRAM RETENTION	COMMENTS
A	On	Off	Off	Yes	Application enters stop mode. $V_{DD} > V_{RST}$. CPU in stop mode.
B	On	Off	Off	Yes	Power drop too short. Power-fail not detected.
C	On	On	On	Yes	$V_{RST} < V_{DD} < V_{PFW}$. Power-fail warning detected. Turn on regulator and crystal. Crystal warmup time, t_{XTAL_RDY} . Exit stop mode.
D	On	Off	Off	Yes	Application enters stop mode. $V_{DD} > V_{RST}$. CPU in stop mode.
E	On (Periodically)	Off	Off	Yes	$V_{POR} < V_{DD} < V_{RST}$. Power-fail detected. CPU goes into reset. Power-fail monitor turns on periodically.
F	Off	Off	Off	—	$V_{DD} < V_{POR}$. Device held in reset. No operation allowed.

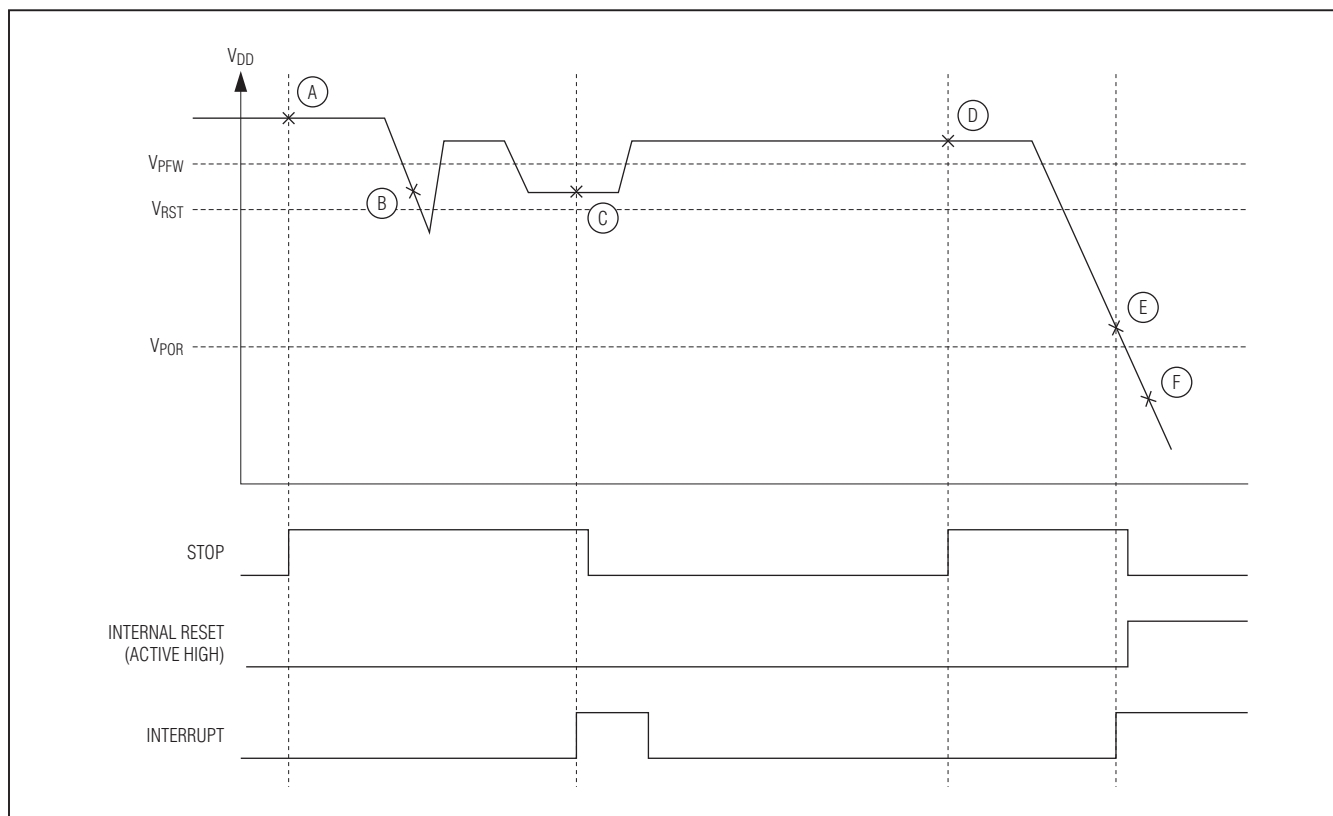


图13. 停止模式下电源失效检测状态，禁用电源失效监测器

表6. 停止模式下电源失效检测状态，禁用电源失效监测器

STATE	POWER-FAIL	INTERNAL REGULATOR	CRYSTAL OSCILLATOR	SRAM RETENTION	COMMENTS
A	Off	Off	Off	Yes	Application enters stop mode. $V_{DD} > V_{RST}$. CPU in stop mode.
B	Off	Off	Off	Yes	$V_{DD} < V_{PFW}$. Power-fail not detected because power-fail monitor is disabled.
C	On	On	On	Yes	$V_{RST} < V_{DD} < V_{PFW}$. An interrupt occurs that causes the CPU to exit stop mode. Power-fail monitor is turned on, detects a power-fail warning, and sets the power-fail interrupt flag. Turn on regulator and crystal. Crystal warmup time, t_{XTAL_RDY} . On stop mode exit, CPU vectors to the higher priority of power-fail and the interrupt that causes stop mode exit.

具有红外模块的16位微控制器

表6. 停止模式下电源失效检测状态，禁用电源失效监测器(续)

STATE	POWER-FAIL	INTERNAL REGULATOR	CRYSTAL OSCILLATOR	SRAM RETENTION	COMMENTS
D	Off	Off	Off	Yes	Application enters stop mode. $V_{DD} > V_{RST}$. CPU in stop mode.
E	On (Periodically)	Off	Off	Yes	$V_{POR} < V_{DD} < V_{RST}$. An interrupt occurs that causes the CPU to exit stop mode. Power-fail monitor is turned on, detects a power-fail, and puts CPU in reset. Power-fail monitor is turned on periodically.
F	Off	Off	Off	—	$V_{DD} < V_{POR}$. Device held in reset. No operation allowed.

应用信息

该器件的低功耗、高性能RISC体系结构使其非常适合很多便携式或电池供电产品。它是通用远端控制等需要高性价比集成IR发送/接收功能应用的理想选择。

接地和旁路

仔细的PCB布板能够显著降低微控制器或者外设带来的系统级数字噪声。需要采用多层电路板，以提供专用的电源层。尽可能使数字元件下面的区域为连续地平面。保证旁路电容走线尽量短，最大限度地抑制噪声，并且将电容尽可能靠近器件放置。

所有半导体的CMOS设计指南要求引脚上的电压不超过 V_{DD} 或者低于GND。违反这些指南将导致硬件失效(损害器件内部的硅片)或者软故障(错误地修改存储器内容)。电压尖峰脉冲超出或低于器件的绝对最大范围时可能会导致破坏性的IC闭锁。

微控制器通常会在其电源引脚或者通用I/O引脚上出现负压尖峰脉冲。电源引脚上的负压尖峰脉冲是非常严重的问题，

因为它们会直接耦合进入内部电源总线。键盘这类设备会产生静电放电，直接进入微控制器，从而损坏器件。系统设计人员必须保护元件不受这些会导致损坏系统存储器的瞬态干扰的影响。

其它文档

为了充分发挥本器件的功能，设计人员应具备以下资料。本数据资料包括引脚说明、特性简介和电气规范。勘误表列出了与已公布规范的差别之处。用户指南提供了器件特性和工作的详细信息。以下文档可以从china.maxim-ic.com/microcontrollers下载。

- MAXQ613数据资料，包括电气/时序规范、引脚说明以及封装信息。
- MAXQ613相关版本的勘误表(china.maxim-ic.com/errata)。
- MAXQ610用户指南(English only)，其中包含特性和工作的详细信息，包括编程功能等。

具有红外模块的16位微控制器

MAXQ613与MAXQ610用户指南的不同之处

MAXQ610用户指南(English only)包含MAXQ613微控制器应用程序开发所需的全部信息。虽然MAXQ610和MAXQ613的大部分代码是兼容的，但是两个器件之间仍有一定的差异，在参考MAXQ610用户指南(English only)时必须加以注意。

MAXQ613不具备MAXQ610中的以下寄存器(参见MAXQ610用户指南(English only))，所有与其相关的内容应当忽略：

- 端口3输出寄存器(PO3)
- 端口3方向寄存器(PD3)
- 端口3输入寄存器(PI3)
- 端口4输出寄存器(PO4)
- 端口4方向寄存器(PD4)
- 端口4输入寄存器(PI4)

开发和技术支持

Maxim以及第三方供应商为该微控制器提供了多种功能丰富、价格适中的开发工具，主要包括：

- 编译器
- 在电路仿真器
- 集成开发环境(IDE)
- 用于编程和调试的串口至JTAG和USB至JTAG接口板(适用于带有可写存储器的微控制器)

部分开发工具供应商的列表可从china.maxim-ic.com/MAXQ_tools查找。

如需技术支持，请访问<https://support.maxim-ic.com/cn/micro>。

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(器件封装)，请查询china.maxim-ic.com/packages。请注意，封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符，但封装图只与封装有关，与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	外形编号	焊盘布局编号
32 TQFN-EP	T3255+3	21-0140	90-0001
44 TQFN-EP	T4477+2	21-0144	90-0127

具有红外模块的16位微控制器

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	7/10	最初版本。	—
1	7/10	修正了引脚说明表中V _{DD} 、GND、RESET、IRTX、IRRX、P2.5/TDI、P2.6/TMS和P2.7/TDO的裸片号。	9, 10, 11
2	8/10	在特性部分中，将工作模式下的电流典型值由2.0mA修改为3.25mA。	1
3	1/11	删除了LQFP和TQFP封装。	1, 4, 8, 9, 10, 27

Maxim北京办事处

北京8328信箱 邮政编码 100083
免费电话: 800 810 0310
电话: 010-6211 5199
传真: 010-6211 5299

Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

28 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**