

MAXQ614

具有红外模块的16位微控制器

概述

MAXQ614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，包括两个通用同步/异步接收-发送器(USART)，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。

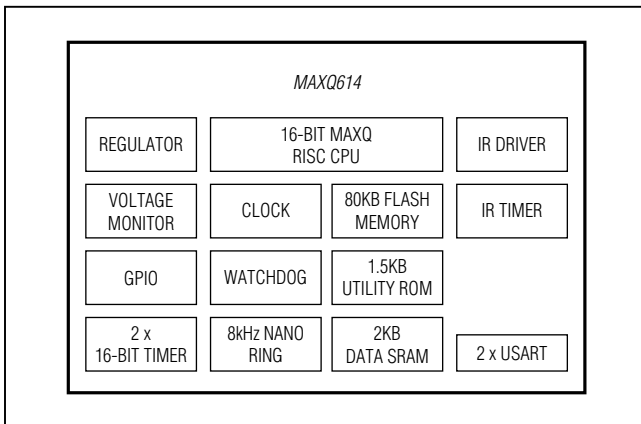
器件包含80KB闪存和2KB数据SRAM。

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
电池供电的便携式设备
消费类电子
家用产品
白色家电

方框图



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

注意：该器件的一些版本可能与发布的勘误规格有所不同。通过多种销售渠道可同时采购器件的不同版本。有关器件勘误的详细信息请参见：china.maximintegrated.com/errata。

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.maximintegrated.com。

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
- ◆ 存储器特性
 - ◇ 80KB闪存存储器
 - ◇ 2KB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
 - ◇ 两个USART端口
 - ◇ 可编程看门狗定时器
 - ◇ 8kHz超微功耗环型振荡器唤醒定时器
 - ◇ 多达16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2.5mA (典型值)

订购信息在数据资料的最后给出。

具有红外模块的16位微控制器

目录

概述	1
应用	1
特性	1
方框图	1
Absolute Maximum Ratings	4
Recommended Operating Conditions	4
引脚配置	7
引脚说明	7
详细说明	9
微处理器	9
存储器	10
堆栈存储器	10
固定用途ROM	10
看门狗定时器	10
IR载波发生器和调制定时器	11
载波发生模块	11
IR发送	11
IR接收	13
载波突发计数模式	13
16位定时器/计数器	14
USART	15
通用I/O	15
片上振荡器	15
工作模式	15
电源失效检测	16
应用信息	20
接地和旁路	20
其它文档	20
MAXQ614与MAXQ610用户指南的不同之处	21
开发和技术支持	21
订购信息/选型指南	21
封装信息	21
修订历史	22

具有红外模块的16位微控制器

图示目录

图1. IR发送器频率偏移示例(IRCFME = 0).....	12
图2. IR发送载波发生器和载波调制器控制.....	12
图3. IR采集.....	13
图4. 接收突发计数示例.....	14
图5. 片上振荡器.....	15
图6. 常规工作期间的电源失效检测.....	16
图7. 停止模式下电源失效检测状态, 使能电源失效监测器.....	18
图8. 停止模式下电源失效检测, 禁止电源失效监测器.....	19

表格目录

表1. 看门狗中断超时(Sysclk = 12MHz, CD[1:0] = 00).....	10
表2. USART模式列表.....	15
表3. 常规工作期间的电源失效检测状态.....	17
表4. 停止模式下电源失效检测状态, 使能电源失效监测器.....	18
表5. 停止模式下电源失效检测状态, 禁用电源失效监测器.....	19

MAXQ614

具有红外模块的16位微控制器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on V_{DD} with Respect to GND -0.3V to +3.6V
 Voltage Range on Any Lead with
 Respect to GND Except V_{DD} -0.3V to ($V_{DD} + 0.5V$)

Operating Temperature Range -20°C to +70°C
 Storage Temperature Range -65°C to +150°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

($V_{DD} = V_{RST}$ to 3.6V, $T_A = -20^\circ\text{C}$ to $+70^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{DD}			V _{RST}		3.6	V
1.8V Internal Regulator	V _{REG18}			1.62	1.8	1.98	V
Power-Fail Warning Voltage for Supply	V _{PFW}	Monitors V _{DD} (Note 2)		1.75	1.8	1.85	V
Power-Fail Reset Voltage	V _{RST}	Monitors V _{DD} (Note 3)		1.64	1.67	1.70	V
POR Voltage	V _{POR}	Monitors V _{DD}		1.0		1.42	V
RAM Data-Retention Voltage				1.0			V
Active Current	I _{DD_1}	Sysclk = 12MHz (Note 5)		2.5		3.75	mA
Stop-Mode Current	I _{S1}	Power-fail off	T _A = +25°C	0.15		2.0	μA
			T _A = 0°C +70°C	0.15		8	
	I _{S2}	Power-fail on	T _A = +25°C	22		31	
			T _A = 0°C to +70°C	27.6		38	
Current Consumption During Power-Fail	I _{PFR}	(Note 6)		[(3 × I _{S2}) + ((PCI - 3) × (I _{S1} + I _{NANO}))]/PCI			μA
Power Consumption During POR	I _{POR}	(Note 7)		100			nA
Stop-Mode Resume Time	t _{ON}			375 + (8192 × t _{HFXIN})			μs
Power-Fail Monitor Startup Time	t _{PFM_ON}	(Note 4)		150			μs
Power-Fail Warning Detection Time	t _{PFW}	(Note 8)		10			μs
Input Low Voltage for IRTX, IRRX, RESET, and All Port Pins	V _{IL}			V _{GND}	0.3 × V _{DD}		V
Input High Voltage for IRTX, IRRX, RESET, and All Port Pins	V _{IH}			0.7 × V _{DD}	V _{DD}		V
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 × V _{DD}		V
Input High Voltage for HFXIN	V _{IH_HFXIN}			0.7 × 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

MAXQ614

具有红外模块的16位微控制器

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS (continued)

($V_{DD} = V_{RST}$ to 3.6V, $T_A = -20^{\circ}\text{C}$ to $+70^{\circ}\text{C}$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Low Voltage for IRTX	V _{OL_IRTX}	V _{DD} = 3.6V, I _{OL} = 25mA (Note 4)			1.0	V
		V _{DD} = 2.35V, I _{OL} = 10mA (Note 4)			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 4)		0.4	0.5	V
		V _{DD} = 2.35V, I _{OL} = 8mA (Note 4)		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} = 1.85V	V _{DD} - 0.5		V _{DD}	V
Input/Output Pin Capacitance for All Port Pins	C _{IO}	(Note 4)		10		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	kΩ
		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	MΩ
EXTERNAL CLOCK INPUT						
External Clock Frequency	f _{XCLK}		DC		12	MHz
External Clock Period	t _{XCLK}			1/f _{XCLK}		ns
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 Current	I _{NANO}	Typical at V _{DD} = 1.64V, T _A = +25°C (Note 4)		40	400	nA
FLASH MEMORY (Note 10)						
System Clock During Flash Programming/Erase	f _{FPSYSCLK}		6			MHz
Flash Erase Time	t _{ME}	Mass erase	20		40	ms
	t _{ERASE}	Page erase	20		40	

MAXQ614

具有红外模块的16位微控制器

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS (continued)

($V_{DD} = V_{RST}$ to 3.6V, $T_A = -20^{\circ}\text{C}$ to $+70^{\circ}\text{C}$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Flash Programming Time per Word	t_{PROG}	(Note 11)	20		100	μs
Write/Erase Cycles			20,000			Cycles
Data Retention		$T_A = +25^{\circ}\text{C}$	100			Years
WAKE-UP TIMER						
Wake-Up Timer Interval	t_{WAKEUP}		$1/f_{\text{NANO}}$		65,535/ f_{NANO}	s
IR						
Carrier Frequency	f_{IR}	(Note 4)			$f_{\text{CK}}/2$	Hz

Note 1: Specifications to -20°C are guaranteed by design and are not production tested. Typical = $+25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = +3.3\text{V}$, unless otherwise noted.

Note 2: V_{PFY} can be programmed to the following nominal voltage trip points: 1.8V, 1.9V, 2.55V, and $2.75\text{V} \pm 3\%$. The values listed in the [Recommended Operating Conditions](#) table are for the default configuration of 1.8V typical.

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

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

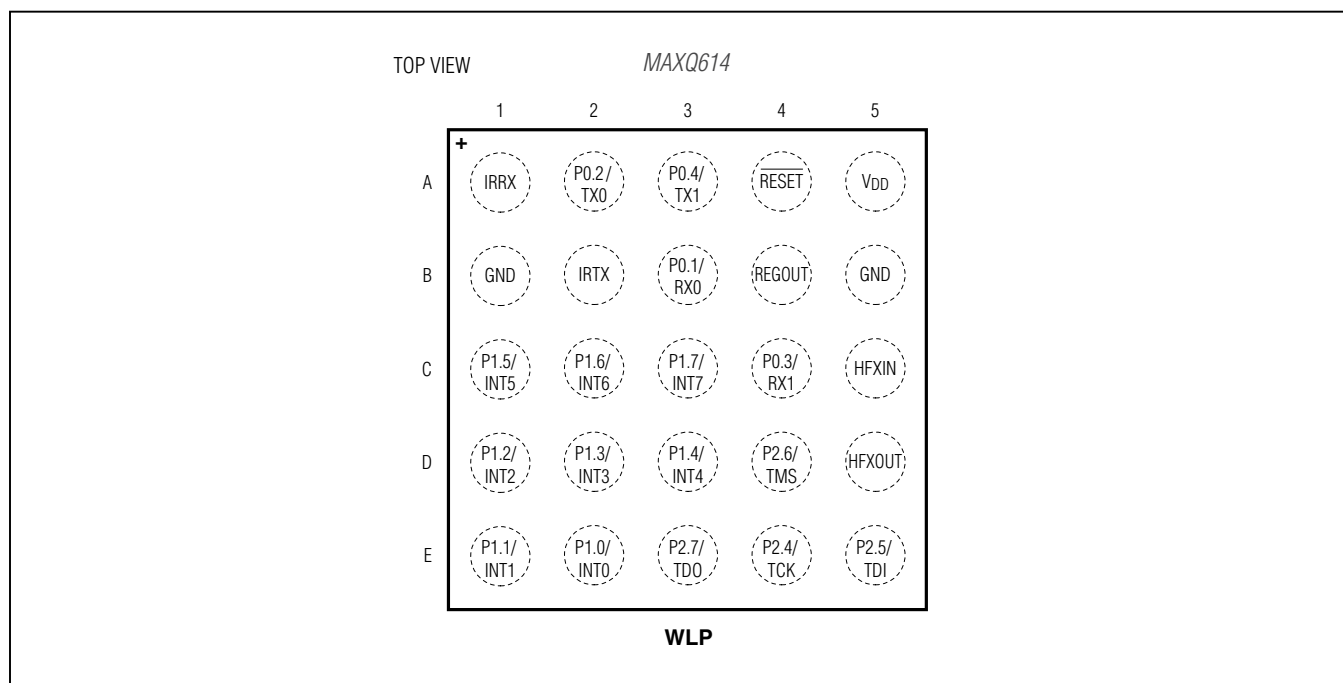
Note 10: It is not recommended to write to flash memory when the supply voltage drops below the power-fail warning levels as there is uncertainty in the duration of continuous power supply. The user application should check the status of the power-fail warning flag before writing to flash to ensure complete write operations.

Note 11: Programming time does not include overhead associated with utility ROM interface.

MAXQ614

具有红外模块的16位微控制器

焊球配置



焊球说明

焊球	名称	功能
电源引脚		
A5	V _{DD}	电源电压。
B1, B5	GND	地，直接连接至接地区域。
B4	REGOUT	1.8V稳压器输出，必须通过1.0μF外部陶瓷贴片电容连接至地，电容须尽量靠近该引脚安装。该引脚不应连接电容以外的其它器件。
复位引脚		
A4	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		
C5	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；也可以将HFXOUT连接至地，HFXIN作为外部高频时钟源输入。使用外部时钟源时，建议占空比为45%至55%。
D5	HFXOUT	

MAXQ614

具有红外模块的16位微控制器

焊球说明(续)

焊球	名称	功能	
IR功能引脚			
B2	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。	
A1	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。这些端口引脚作为通用I/O引脚，其输入和输出状态由PD0、PO0和PI0寄存器控制。全部端口引脚复位后为高阻模式。释放复位状态后，软件必须配置这些引脚，以退出高阻状态。所有特殊功能必须从软件使能后才能使用。	
		GPIO端口引脚	特殊功能
B3	P0.1/RX0	P0.1	USART 0接收
A2	P0.2/TX0	P0.2	USART 0发送
C4	P0.3/RX1	P0.3	USART 1接收
A3	P0.4/TX1	P0.4	USART 1发送
		端口1通用数字I/O引脚，带中断功能。这些端口引脚作为通用I/O引脚，其输入和输出状态由PD1、PO1和PI1寄存器控制。全部端口引脚复位后为高阻模式。释放复位状态后，软件必须配置这些引脚，以退出高阻状态。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
E2	P1.0/INT0	P1.0	INT0
E1	P1.1/INT1	P1.1	INT1
D1	P1.2/INT2	P1.2	INT2
D2	P1.3/INT3	P1.3	INT3
D3	P1.4/INT4	P1.4	INT4
C1	P1.5/INT5	P1.5	INT5
C2	P1.6/INT6	P1.6	INT6
C3	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。全部端口引脚复位后为高阻模式。释放复位状态后，软件必须配置这些引脚，以退出高阻状态。所有特殊功能必须从软件使能后才能使用。	
		GPIO端口引脚	特殊功能
E4	P2.4/TCK	P2.4	JTAG：测试时钟
E5	P2.5/TDI	P2.5	JTAG：测试数据输入
D4	P2.6/TMS	P2.6	JTAG：测试模式选择
E3	P2.7/TDO	P2.7	JTAG：测试数据输出

具有红外模块的16位微控制器

详细说明

MAXQ614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、80KB闪存、2KB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MAXQ614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VPFW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。使用固定的16位指令字，但数据可为8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设计，每个寄存器模块为内核提供特定功能。累加器模块包括十六个16位寄存器，与算术逻辑单元(ALU)紧密配合。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触发指令执行。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。对于功率敏感应用，这种方法减少了功耗并最大程度降低切换噪声。模块式结构也提供了最大程度的灵活性和可复用性，对于嵌入式应用中的微处理器非常重要。

MAXQ指令集设计为高度正交。全部算术和逻辑操作可以采用任意寄存器结合累加器。数据可以在任意寄存器与其它寄存器之间流动。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

微控制器包括多种类型的存储器：

- 80KB 闪存
- 2KB SRAM 数据存储器
- 1.5KB 固定用途ROM
- 软件堆栈

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2KB 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。

固定用途ROM

固定用途ROM是一个1.5KB的内部ROM存储器块，起始于程序空间的地址8000h。该ROM包括以下程序：

- 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)

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，即用户应用程序的起始处。

看门狗定时器

内部看门狗定时器大大提高了系统可靠性。如果软件执行受到扰乱，定时器则复位器件。看门狗定时器是一个自由运行的计数器，并可由应用软件进行周期性复位。如果程序运行正常，计数器就会在达到其最大计数值之前被复位。然而，如果软件运行被中断，定时器则不复位，触发系统复位，可选择看门狗定时器中断。这样可保护系统不受电气噪声或静电放电(ESD)的影响，以免造成不受控的处理器工作。相对于使用外部看门狗器件的旧设计，内部看门狗定时器是一项升级，降低系统成本并同时提高可靠性。

看门狗定时器作为看门狗定时器超时和看门狗定时器复位的触发源。超时周期可设置为 2^{15} 至 2^{24} 个系统时钟周期。如果使能中断，当达到超时周期时，产生中断。全部看门狗定时器复位都发生在设置的中断超时之后512个系统时钟周期。在此时间周期内，如果看门狗定时器在一个完整间隔内未重新启动，在达到复位超时时产生系统复位。请参见表1。

表1. 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

具有红外模块的16位微控制器

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(IRTXX和IRRX)分别支持IR发送和接收。IRTXX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.IRTXOUT和PWCN.IRTXOE位控制IRTXX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IRTXX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。

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IRTXXPOL和IRDATAX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IRTXX输出端的通路。IR发送极性位(IRTXXPOL)定义了IR定时器使能后IRTXX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。

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

单独的寄存器位IR数据(IRDATAX)用于确定载波发生器输出是否在下一IRMT载波周期输出至IRTXX引脚。当IRDATAX = 1时,在下一IRMT周期,载波波形(或者如果IRTXXPOL = 1则为波形的反相)是IRTXX引脚的输出。当IRDATAX = 0时,在下一IRMT周期,由IRTXXPOL定义的空闲状态是IRTXX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;或在同一指令下,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IRMT和IRCA寄存器以及IRDATAX和IRTXXPOL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、IRDATAX和IRTXXPOL。
- 3) 产生相应的IRTXX。
- 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

具有红外模块的16位微控制器

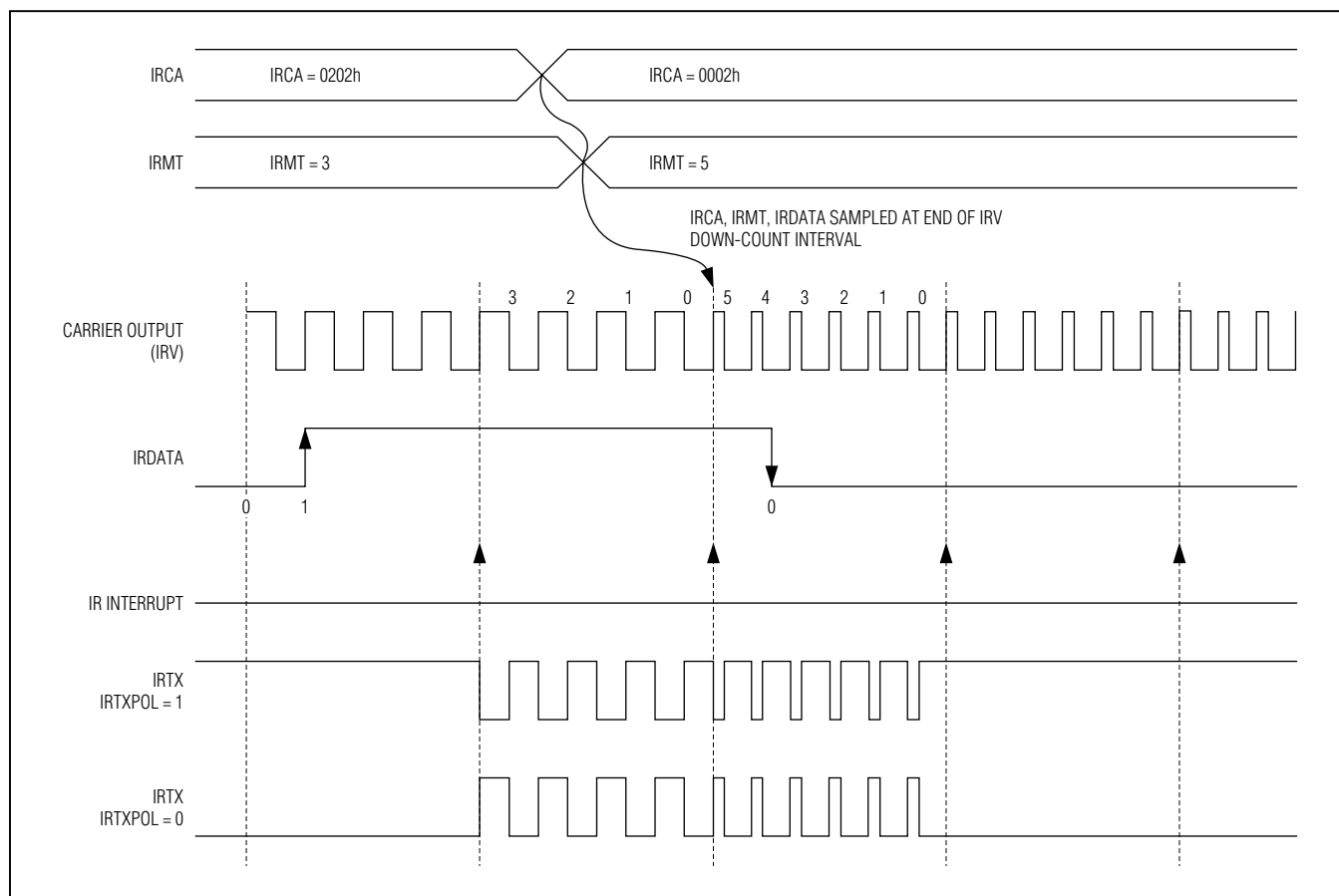
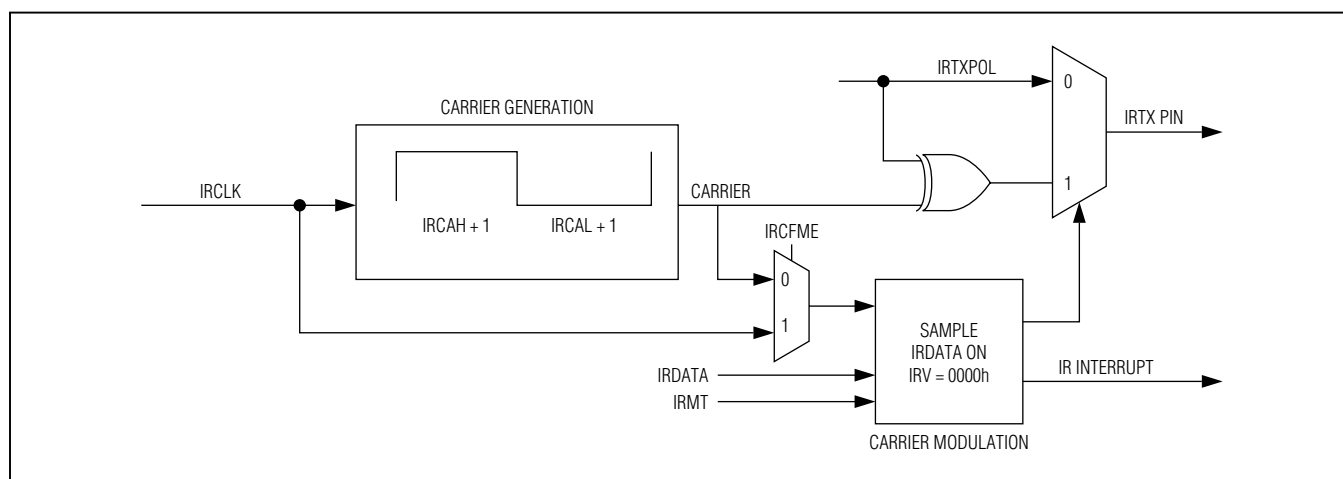
图1. IR发送器频率偏移示例($IRCFME = 0$)

图2. IR发送载波发生器和载波调制器控制

具有红外模块的16位微控制器

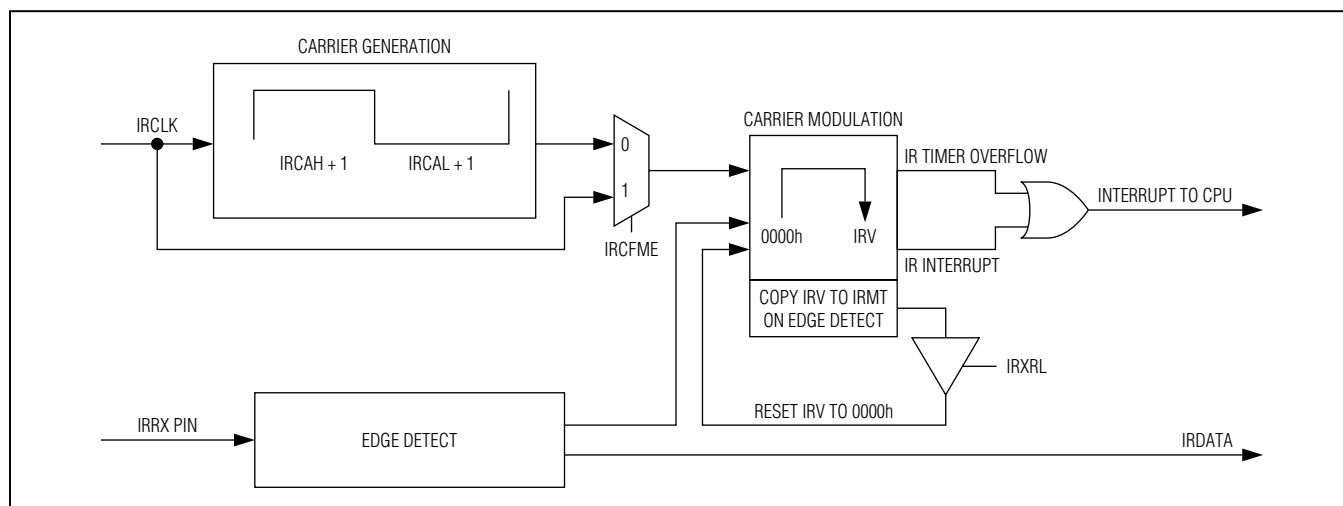


图3. IR采集

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(IRC FME)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IRC FME = 0时, IRCA定义的载波由IRV进行计数。当IRC FME = 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。IRC FME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4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。

具有红外模块的16位微控制器

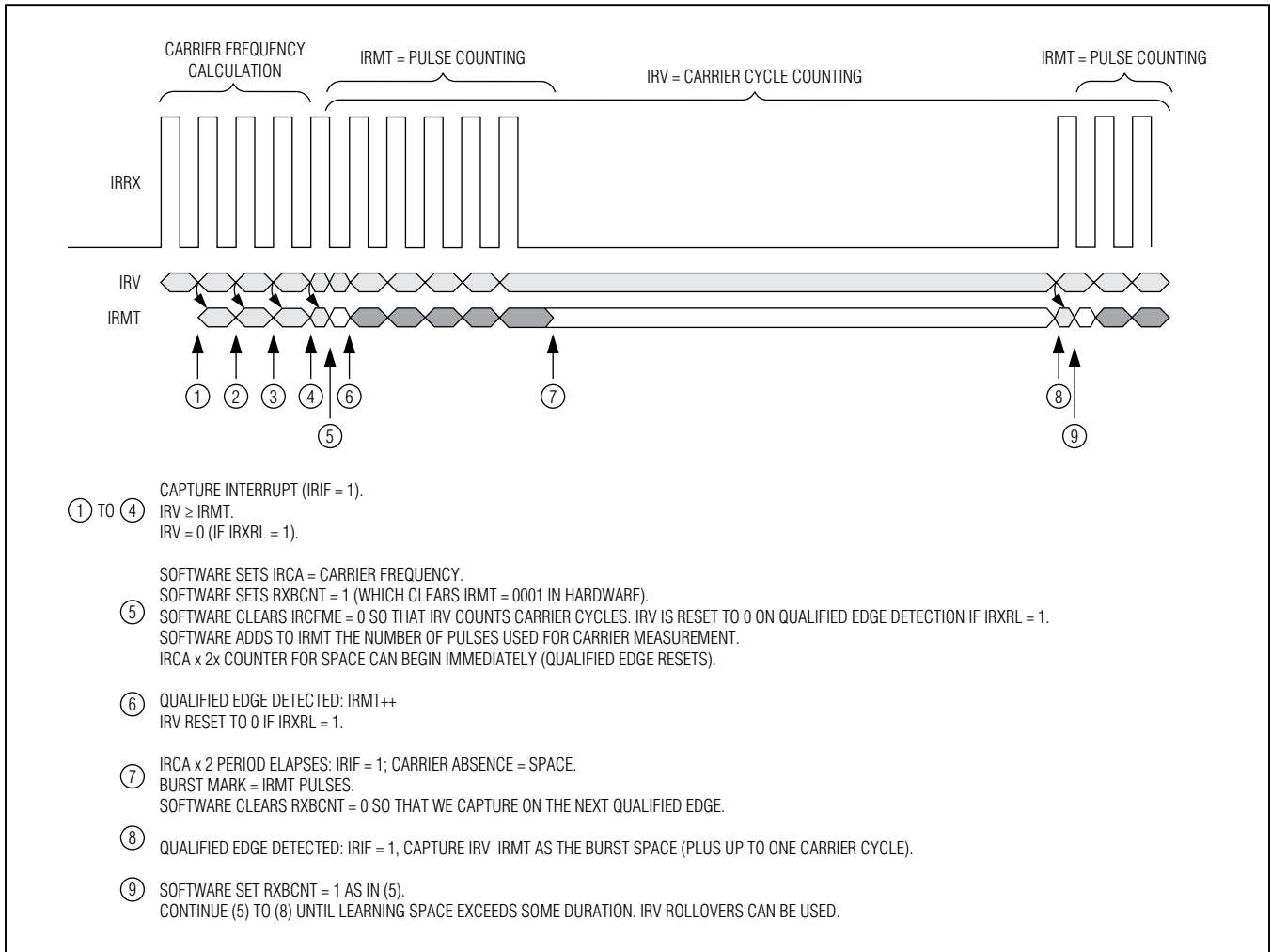


图4. 接收突发计数示例

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($n = 0、2、4、6、8、10$)

具有红外模块的16位微控制器

USART

器件的两个USART外设支持以下功能:

- 2线接口
- 全双工工作，用于异步数据传输
- 半双工工作，用于同步数据传输
- 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

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输出驱动器
- 施密特触发输入
- 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。

从软件的角度看，每个端口就是一组具有唯一地址的外设寄存器。禁止特殊功能时，特殊功能引脚可用作通用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**。

片上振荡器

如图5所示，HFXIN和HFXOUT之间连接外部石英晶体或陶瓷谐振器。

HFXIN和HFXOUT上的噪声会对片上时钟定时产生不利影响。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的电容值。

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125 μ s，最大值约为8s。

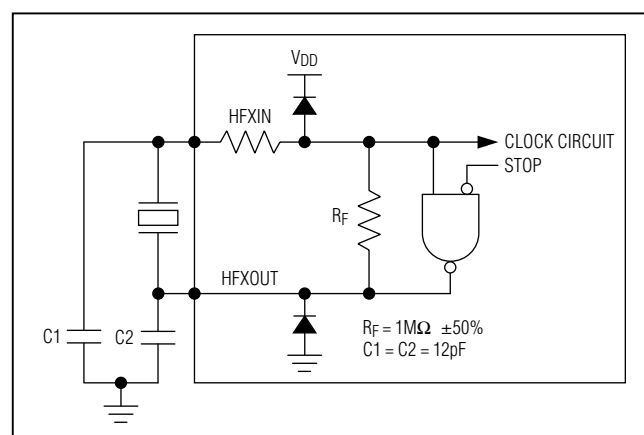


图5. 片上振荡器

表2. 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

具有红外模块的16位微控制器

MAXQ614在MAXQ618微控制器的基础上减少了引脚数量。为确保未连接的输出引脚在上电时处于确定状态，以及防止停止模式下不必要的漏电，当器件退出上电复位状态时，应在应用软件中将以下端口引脚设置为具有弱上拉的输入：

- P0.5, P0.6, P0.7
- P0.0
- P2.0至P2.3
- P3.0至P3.7

常规工作期间，电源失效监测器始终打开。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。如果在停止模式期间禁止电源失效监测(PFD = 1)，负责产生电源失效报警或复位的电路被关断，检测不到任何状态。由此， $V_{DD} < V_{RST}$ 不会触发复位状态。

电源失效检测

图6、图7和图8所示为常规工作模式和停止模式下的电源失效检测和响应。如果复位由电源失效引起，电源失效监测器可设置为以下间隔之一：

- 始终打开——连续监测
- 2¹¹个纳安级功耗环形振荡器时钟(约256ms)
- 2¹²个纳安级功耗环形振荡器时钟(约512ms)
- 2¹³个纳安级功耗环形振荡器时钟(约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形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形振荡器周期。如果 V_{DD} 在第三个超低功耗环形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。

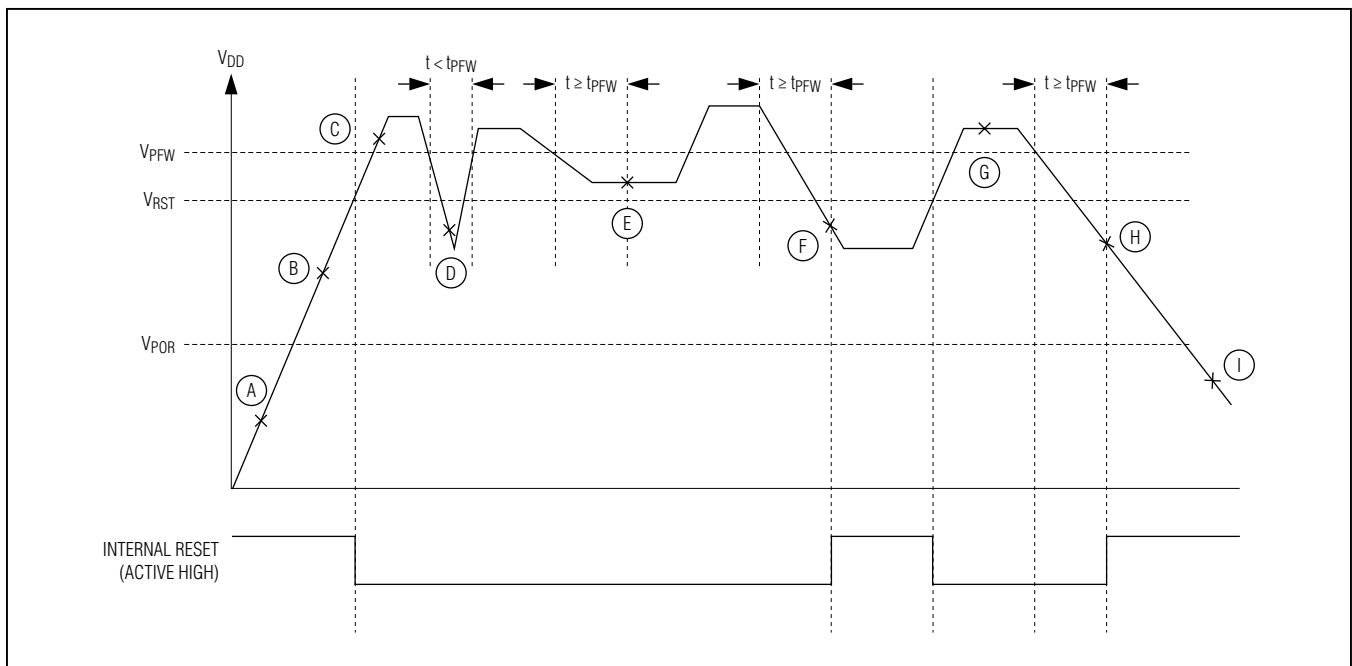
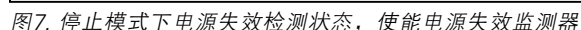


图6. 常规工作期间的电源失效检测

具有红外模块的16位微控制器

表3. 常规工作期间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 generated (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.



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.

具有红外模块的16位微控制器

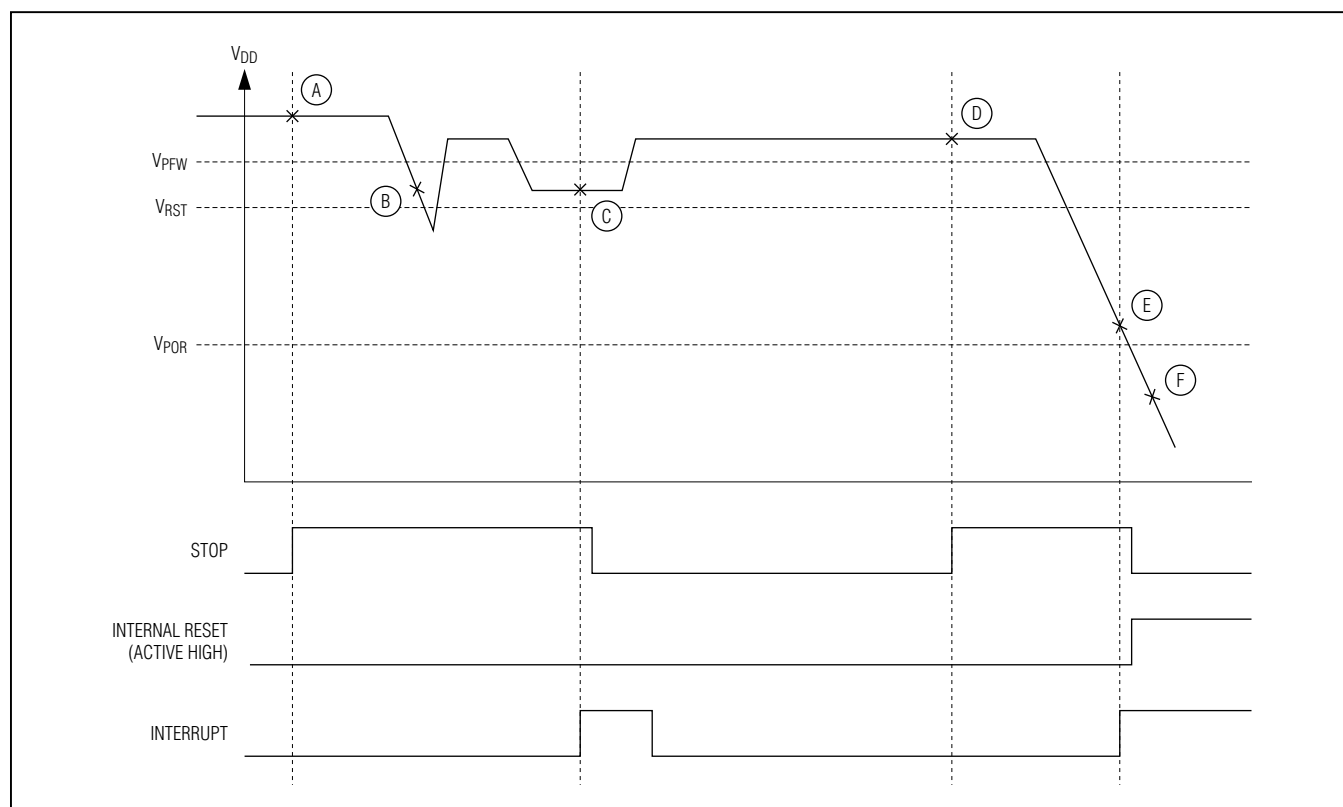


图8. 停止模式下电源失效检测，禁止电源失效监测器

表5. 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 the 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5. 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

严谨的PCB布局可将系统级数字噪声降至最小，防止影响微控制器或外设元件。使用多层电路板至关重要，允许使用专用的电源区域。任何数字器件下方的区域应尽可能采用连续接地区域。使旁路电容的引线尽量短，可最大程度抑制噪声，并使电容尽量靠近器件引线。

任何半导体的CMOS设计指导都要求引脚电压不得高于 V_{DD} 或低于GND。如果违反这一原则，会造成硬件故障(损坏器件内的硅片)或软件故障(意外更改存储器内容)。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。

微控制器的负电压尖峰通常来自于其电源引脚或通用I/O引脚。电源引脚上的负电压尖峰尤其严重，因为其直接耦合进内部电源总线。诸如按键这样的器件会造成对微控制器直接进行静电放电，严重损坏器件。系统设计者必须保护元件免受会破坏系统存储器的瞬态的影响。

其它文档

设计人员需参考以下文档，以充分使用该器件的全部功能。数据资料包括引脚说明、特性和电气规范。勘误表包含了与已发布版本的电气规格差异。用户指南提供了器件特性和工作的详细信息。

- MAXQ614数据资料，包括电气/时序规范、引脚说明以及封装信息。
- MAXQ614相关版本的勘误表(china.maximintegrated.com/errata)。
- MAXQ610用户指南，其中包含特性和工作的详细信息，包括编程功能等。

MAXQ614

具有红外模块的16位微控制器

MAXQ614与MAXQ610用户指南的不同之处

MAXQ610用户指南包含MAXQ614微控制器应用程序开发所需的全部信息。虽然MAXQ610和MAXQ614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用户指南时必须加以注意。

MAXQ614不具备MAXQ610中的以下寄存器(参见MAXQ610用户指南)，所有与其相关的内容应当忽略：

- 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
- 在线仿真器
- 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网站查找：china.maximintegrated.com/MAXQ_tools。

技术支持请参见<https://support.maximintegrated.com/micro>。

订购信息/选型指南

器件	温度范围	工作电压(V)	程序存储器(KB)	数据存储器(KB)	GPIO	引脚-封装
MAXQ614V-XXXX+T	-20°C至+70°C	1.7至3.6	80 Flash	2	16	25 WLP

注：4位后缀“-XXXX”表示器件Maxim利用用户提供的专有软件进行编程。关于这些器件的工厂预编程信息，请联系Maxim：<https://support.maximintegrated.com/micro>。

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积)，请查询china.maximintegrated.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
25 WLP	W251A2+1	21-0630	参考 应用笔记1891

MAXQ614

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	6/12	最初版本。	—
1	9/12	工作温度范围从0°C至+70°C改为-20°C至+70°C。	1, 4, 5, 21
2	10/12	订购信息中增加MAXQ614V-L000+T。	21

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。电气特性表中列出的参数值(最小值和最大值)均经过设计验证，数据资料其它章节引用的参数值供设计人员参考。

Maxim Integrated 160 Rio Robles, San Jose, CA 95134 USA 1-408-601-10 00

22

© 2013 Maxim Integrated

Maxim标志和Maxim Integrated是Maxim Integrated Products, Inc.的商标。