

系统复位、中断及工作模式

本章主要介绍了MSP430x1xx系统复位、中断及工作模式

2.1 系统复位和初始化.....	2-4
2.2 中断	2-6
2.3 工作模式	2-14
2.4 低功耗应用的要点.....	2-17
2.5 闲置芯片连接	2-17

2.1 系统复位和初始化

系统的复位电路图如图2-1，提供了上点复位信号和上电清除信号，不同的事件触发这些复位信号，根据不同的复位信号将产生不同的初始化状态。

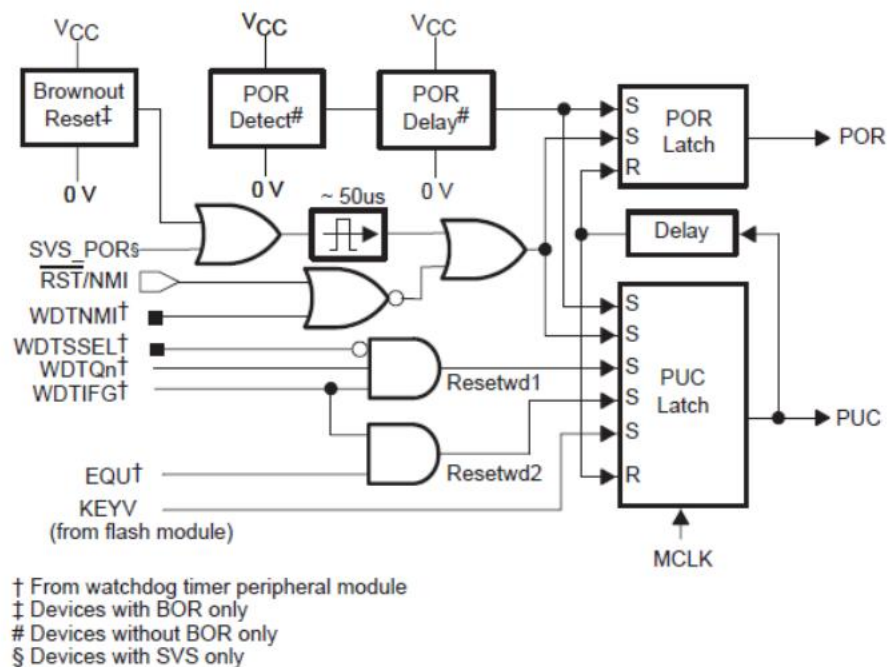


图2-1 上点复位信号和上电清除信号原理图

POR是设备复位信号，它只在以下三种事件发生时才会产生：

- 芯片上电。
- 当RST/NMI设置成复位模式，在RST/NMI引脚上出现低电平信号。
- 当PORON = 1时，SVS处于低电平状态。

一个POR信号的产生总会产生PUC信号，但PUC信号的产生不会产生POR信号，以下事件能够触发PUC信号：

- FOR信号。
- 仅在看门狗模式下，看门狗定时器时间到。
- 看门狗定时器写入错误的安全键值。
- Flash存储器写入错误的安全键值。

2.1.1 上电复位信号FOR

若果VCC的加载上升时间缓慢，POR检测电路保持POR信号有效，直到VCC上升超过VPOR电平，如图2-2所示，当VCC 加载有快速上升时间使POR信号提供足够唱的延迟时间t(POR_DELAY)，以保证MSP430的初始化。

如果MSP430的上电是周期的，则掉电时的VCC必须降低到Vmin，以保证VCC再

次加载时发出新的POR信号，如果在一个周期中VCC没有下降到低于V_{min}，那么POR信号就不会发生，上电后的初始化状态是不正确的，在这种情况下，在RST/NMI引脚下出现低电平信号，可能会引起 POR的需求，可以从设备数据表观察。

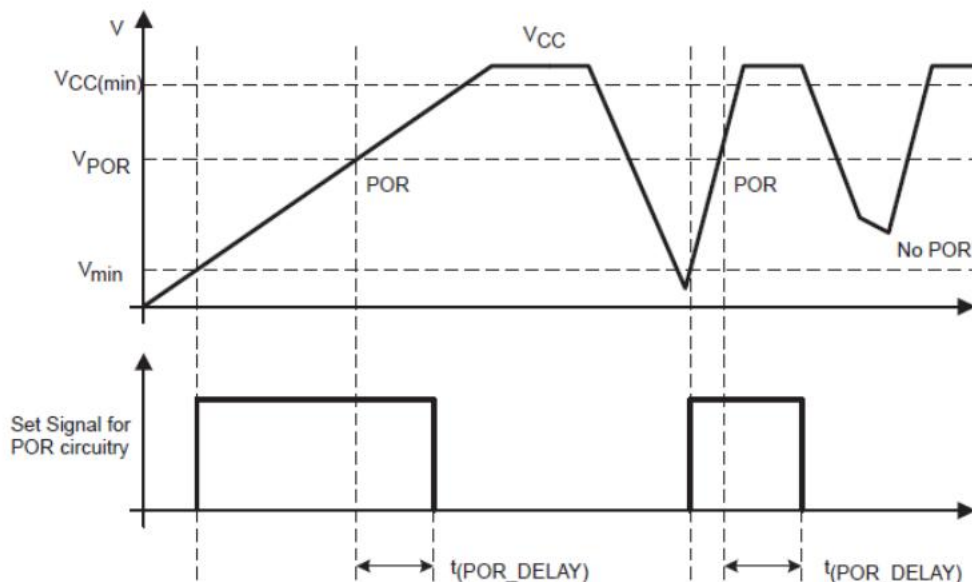


图2-2 POR定时器

2.1.2 系统复位后的设备初始化

当POR信号引起设备复位后，MSP430系统的初始化状态如下：

- RST/NMI引脚装配成初始化模式。
- I/O引脚被切换成输入模式，见有关数字I/O章节的说明。
- 其他外围模块及寄存器实现初始化，见相应各章的说明。
- 状态寄存器的复位。
- 看门狗定时器上电工作在看门狗模式下。
- PC装入0FFFEh处的地址值，CPU从这一地址开始执行。

软件初始化

软件初始化，用户软件必须根据应用的需求对 MSP430 进行初始化，必须包括以下几个部分：

- (1) 初始化 SP，通常是 RAM 的顶部
- (2) 初始化看门狗定时器
- (3) 配置外围模块

2.2 中断

各模块的中断优先级结构见图2-4，优先级由模块连接链决定，越接近CPU/NMIRS的模

块中断优先级越高，中断优先级决定了当多于一个同步中断是将会产生中断。

有三种中断

—系统复位

—不可屏蔽/可屏蔽 NMI 中断

—可屏蔽中断

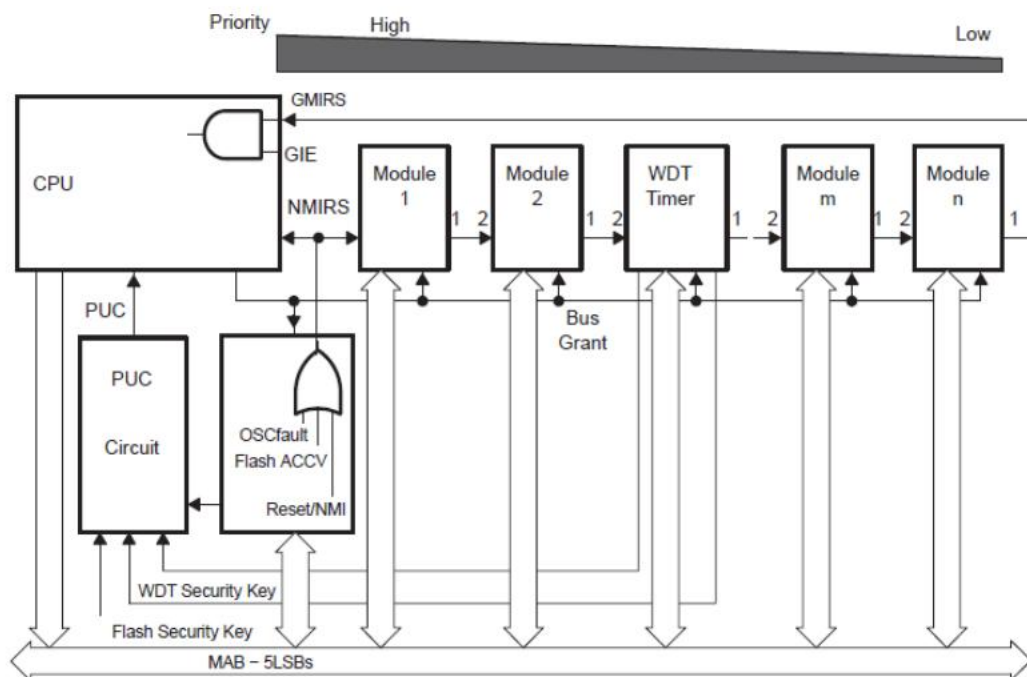


图2—4中断优先级

2.2.1 不可屏蔽/可屏蔽 NMI 中断

不可屏蔽/可屏蔽 NMI 中断的使能位不是由通用中断使能 GIE 来控制，而是由特殊的标志为来控制(NMIIE,ACCVIE,OFIE)，当一个 NMI 中断发生，所有的 NMI 中断使能都自动复位。程序从储存在不可屏蔽/可屏蔽NMI中断向量(0FFFCH)开始执行，用户软件必须在 NMI 中断中对允许的 NMI中断重新使能。NMI的中断源结构图如图2-5

不可屏蔽/可屏蔽 NMI中断可以由以下三种中断源产生：

— 当配置为 NMI模式时，RST/ NMI引脚上的上升沿/下降沿。

—振荡器发生故障

—访问冲突的flash记忆体

复位/ NMI引脚

上电后，RST/NMI 引脚被配置为复位模式。RST/NMI 引脚功能选择位在看门狗定时器的控制寄存器 WDTCTL 中。如果 RST/NMI 引脚被设置为复位功能，当

Flash访问错误

当flash访问出错时，ACCVIFG 位被置位。当 ACCVIE 位被置位时，Flash访问出错将会产生一个 NMI中断事件。若NMI由于Flash访问错误引起，则ACCVIFG位可以通过NMI服务器的中断程序来测试。

发生晶振失效

振荡器失效信号对可能由于晶振产生的错误状态产生警告，当OFIE 位置位时，晶振失效产生一个 NMI中断。可以通过NMI中断服务程序对OFIFG位进行测试来判断NMII是否由晶振失效引起，PUC信号能触发晶振失效，因为PUC将LFXT1转换为LF模式，切断HF模式，PUC信号也能切断XT2振荡器。

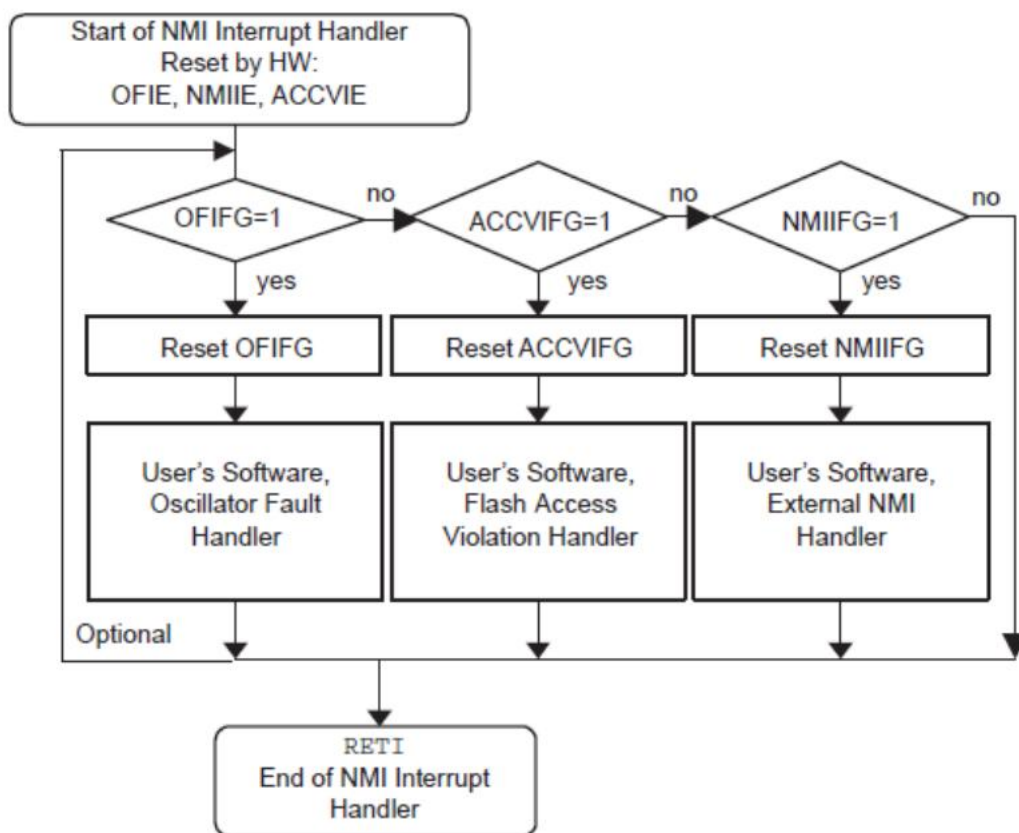


图2-6中断处理的例子

注意：启动NMI中断与ACCVIE, NMIIIE, and OFIE

为了阻止NMI网中断，ACCVIE, NMIIIE和OFI在NMI服务程序中不能被置位。

2.2.2 可屏蔽中断

可屏蔽中断由具有中断能力的外围模块产生，包括在定时器模式的看门狗定时器。每个可屏蔽中断源都可以通过单独的中断允许位来使能。或者所有的可屏蔽中断可以通过 SR 中的 GIE 位来使能。

每个单独的外围中断在本手册中与其相关的章节介绍

2.2.3 中断处理

当一个请求发出并且相应的中断允许为和通用中断允许位时，中断服务程序将被激活。由于不可屏蔽/可屏蔽中断被激活，那么单独允许位必须置位。

中断接受

中断的准备期间有 6 个周期，从接受中断请求开始到开始执行中断服务程序的第一条指令。如图 2-7 所示，中断程序的执行顺序如下：

- 1) 完成当前正在执行的指令
- 2) 把 指向下一条指令的 PC 寄存器内容入栈
- 3) 把 SR 寄存器内容入栈
- 4) 如果同时有多个中断，则选择优先级最高的中断
- 5) 如果中断是单源中断则中断标志位自动复位，如果中断是多源中断则需要中断服务程序复位。
- 6) SR 清零，结束低功耗模式，由于 GIE 被清除，其他的中断被屏蔽。因此中断不能被嵌套。
- 7) 中断向量被装入 PC 寄存器，并从该地址开始执行中断服务程序。

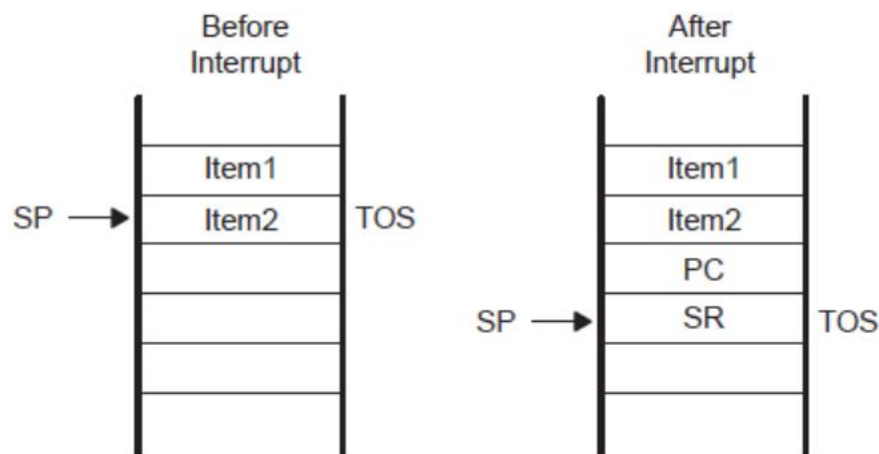


图 2-7 中断响应过程

中断结束

中断处理程序结束的指令是：RETI

中断结束需要5个周期执行下一条指令，图例2-8

- 1) SR从堆栈中推出，GIE, CPUOFF等先前设置的值变为有效值，不受中断服务程序设置值的影响。
- 2) PC从堆栈中推出,从程序被中断的地方开始执行。

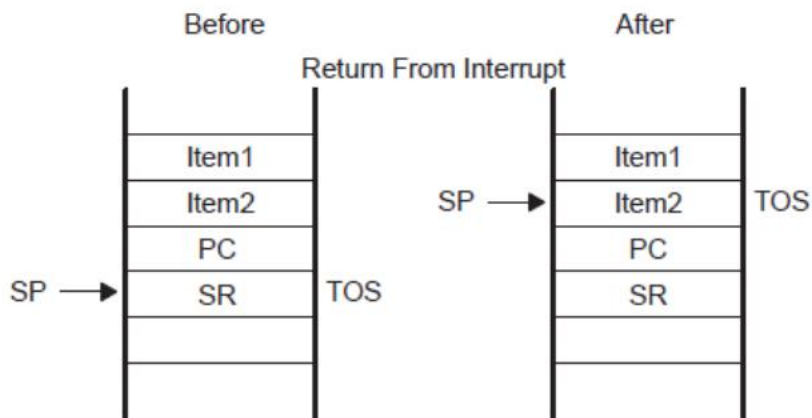


图2-8 中断结束

中断嵌套

如果在中断服务程序中把 **GIE** 位置位，则将会发生中断嵌套。当中断嵌套发生时，则不管中断的优先级，中断服务程序被打断开始执行新的中断

2.2.4 中断向量

中断向量和上电开始地址都位于地址空间 **0FFFFH~0FFE0** 中，如表2-1，向量具有中断服务程序的16位地址。可以从完整的中断向量的设备明细数据表中看出。

表2-1 中断源、位和向量

INTERRUPT SOURCE	INTERRUPT FLAG	SYSTEM INTERRUPT	WORD ADDRESS	PRIORITY
Power-up, external reset, watchdog, flash password	WDTIFG KEYV	Reset	0FFFEh	15, highest
NMI, oscillator fault, flash memory access violation	NMIIFG OFIFG ACCVIFG	(non)-maskable (non)-maskable (non)-maskable	0FFFCCh	14
device-specific			0FFFAh	13
device-specific			0FFF8h	12
device-specific			0FFF6h	11
Watchdog timer	WDTIFG	maskable	0FFF4h	10
device-specific			0FFF2h	9
device-specific			0FFF0h	8
device-specific			0FFEEh	7
device-specific			0FFECCh	6
device-specific			0FFEAh	5
device-specific			0FFE8h	4
device-specific			0FFE6h	3
device-specific			0FFE4h	2
device-specific			0FFE2h	1
device-specific			0FFE0h	0, lowest

有些模块允许置位，中断允许置位，中断位在**SFR**内，**SFR**在地地址范围，位字节格式，**SFR**允许使用字节指令，从设备程序数据表可以了解**SFR**的配置。

2.3 工作模式

MSP430为超低功耗应用开发的，有不同的工作模式如图2-10所示。

工作模式需要考虑三个要求

—超低功耗

—速度和数据输出

—外围设备的电流消耗降到最小量

MSP430系列的电流消耗量如图2-9所示

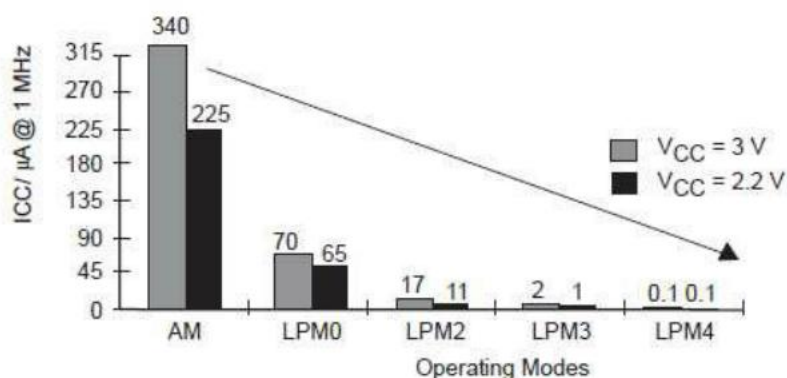


图2-8 13X与14X的工作模式与电流的关系

在SR中的CPUOFF, OSCOFF, SCG0,和SCG1置位可选择进入低功耗模式1-4. 在状态寄存器SR中的CPUOFF, OSCOFF, SCG0,和SCG1控制位的优点在中断程序中当前的工作模式压入堆栈中，如果在中断服务程序中已保存的SR值没有改变，程序流将返回先前得工作模式。可以通过改变中断服务程序的堆栈中的SR值来改变程序流的工作模式，模式控制位和堆栈可以从相关说明了解。

当模式控制位置位时，将会立即选择工作模式，外围设备的禁用时钟被禁止直到时钟被激活。外围设备也可能被禁止与他们单独的控制寄存器设置。所有 I / O 端口引脚和 RAM/寄存器不变。激活可能通过所有的中断。

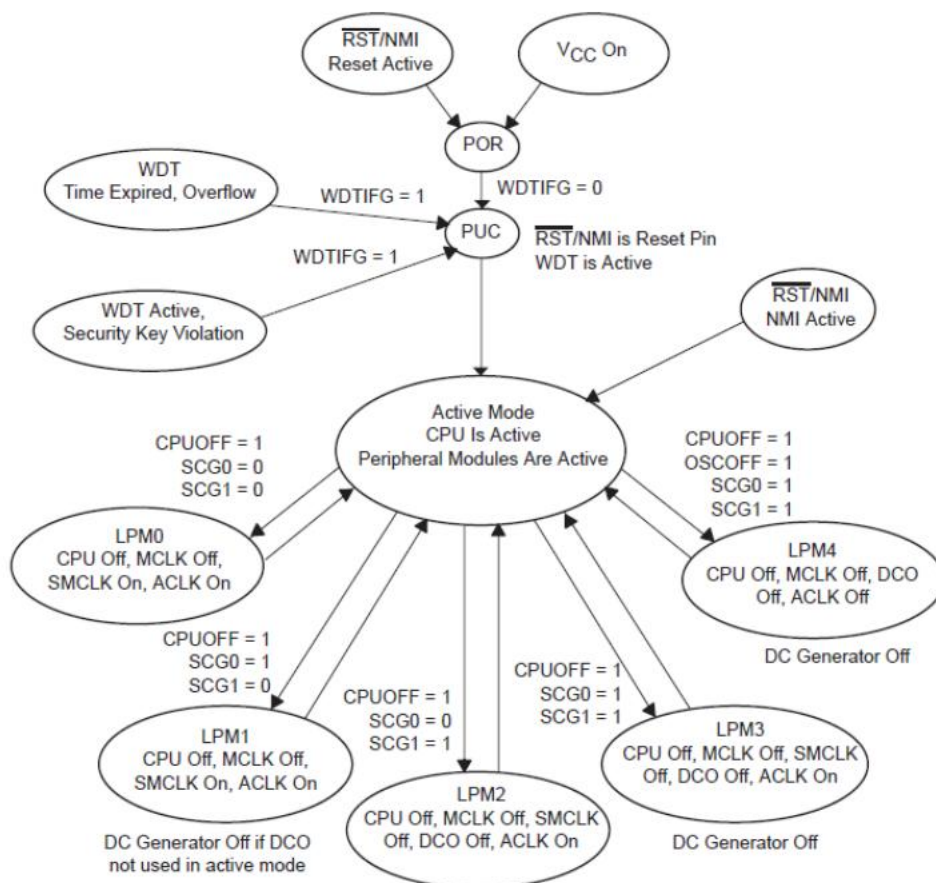


图2-10 MSP430 x1xx工作模式状态图

SCG1	SCG0	OSCOFF	CPUOFF	Mode	CPU and Clocks Status
0	0	0	0	Active	CPU is active, all enabled clocks are active
0	0	0	1	LPM0	CPU, MCLK are disabled SMCLK, ACLK are active
0	1	0	1	LPM1	CPU, MCLK, DCO osc. are disabled DC generator is disabled if the DCO is not used for MCLK or SMCLK in active mode SMCLK, ACLK are active
1	0	0	1	LPM2	CPU, MCLK, SMCLK, DCO osc. are disabled DC generator remains enabled ACLK is active
1	1	0	1	LPM3	CPU, MCLK, SMCLK, DCO osc. are disabled DC generator disabled ACLK is active
1	1	1	1	LPM4	CPU and all clocks disabled

2.3.1 进入和推出低功耗模式

一个中断事件可将系统从各种工作模式下唤醒，程序流程是：

- 进入中断服务程序
- PC和SR存入堆栈
- CPUOFF, SCG1和OSCOFF位自动复位

- 操作菜单从中断服务程序中返回
- 原始SR从堆栈中退出，恢复先前的工作模式
- 当 RETI 指令被执行时，SR 位存储在堆栈上可以修改在中断服务程序返回到不同的操作模式

```
; Enter LPM0 Example
BIS #GIE+CPUOFF,SR ; Enter LPM0
; ... ; Program stops here
;
; Exit LPM0 Interrupt Service Routine
BIC #CPUOFF,0(SP) ; Exit LPM0 on RETI
RETI
; Enter LPM3 Example
BIS #GIE+CPUOFF+SCG1+SCG0,SR ; Enter LPM3
; ... ; Program stops here
;
; Exit LPM3 Interrupt Service Routine
BIC #CPUOFF+SCG1+SCG0,0(SP) ; Exit LPM3 on RETI
RETI
```

延长时间在低功耗模式

当DCO不能延长低功耗模式周期时，DCO负温度系数需要考虑。如果温度明显改变，被激活的DCO频率可能会与当低功耗模式是不同的，可能会超出特定的工作范围。为了避免这种情况，DCO被设置位最低值，在进入低功耗模式的温度变化延长。

```
; Enter LPM4 Example with lowest DCO Setting
BIC #RSEL2+RSEL1+RSEL0,&BCSCTL1 ; Lowest RSEL
BIS #GIE+CPUOFF+OSCOFF+SCG1+SCG0,SR ; Enter LPM4
; ... ; Program stops
;
; Interrupt Service Routine
BIC #CPUOFF+OSCOFF+SCG1+SCG0,0(SR); Exit LPM4 on RETI
RETI
```

2.4 低功耗应用原则

通常情况下，降低功耗的最重要因素是使用 MSP430的时钟系统，以最大限度地提高LPM3时间。LPM3功率消耗量不到2（一个既具有实时时钟功能典型，所有的中断激活。32 kHz的钟表晶体用于有6个DCO的ACLK和CPU 时钟（通常是关闭

的）。

—使用中断唤醒处理器和控制程序流程。

—外设应该只在需要时才打开。

—使用低功耗集成的外设模块，在软件的控制功能。例如Timer_A和Timer_B可以自动生成 PWM和捕获外部时间，没有CPU资源。

—计算分支和快速查找表UPS应到位的使用位寻址和软件计算。

—由于过高，避免频繁的子程序和函数调用。

—对于较长的软件程序，单周期CPU寄存器应该被使用。

2.5 未使用引脚的连接

所有未使用引脚的终止列于表2-2

表2-2 未使用引脚的连接

Pin	Potential	Comment
AV _{CC}	DV _{CC}	
AV _{SS}	DV _{SS}	
V _{REF+}	Open	
Ve _{REF+}	DV _{SS}	
V _{REF-} /Ve _{REF-}	DV _{SS}	
XIN	DV _{CC}	
XOUT	Open	
XT2IN	DV _{SS}	13x, 14x, 15x and 16x devices
XT2OUT	Open	13x, 14x, 15x and 16x devices
Px.0 to Px.7	Open	Switched to port function, output direction
$\overline{\text{RST}}/\text{NMI}$	DV _{CC} or V _{CC}	Pullup resistor 47 k Ω
Test/V _{pp}	DV _{SS}	P11x devices
Test	DV _{SS}	Pulldown resistor 30K 11x1 devices
	Open	11x1A, 11x2, 12x, 12x2 devices
TDO	Open	
TDI	Open	
TMS	Open	
TCK	Open	

成绩：_____

西安建筑科技大学
毕业设计（论文）英文翻译

院（系）：_____

专业班级：_____

毕 业 设 计
论 文 方 向：_____

翻 译 文 章
题 目：_____

学生姓名：_____

学 号：_____

指导教师：_____

2011 年 4 月 8 日