



## MSP430F5 系列 16 位超低功耗单片机模块原理

### 第 4 章 PMM 电源管理模块与供电监控

版本: 1.1

发布日期: 2008.7. 最后更新日期:2010.8.

原文: TI slau208.pdf (5xxfamily User's Guide)

翻译: 田萍果 西安工业大学

编辑: DC 微控网总版主

注: 以下文章是翻译 TI slau208.pdf 文件中的部分内容。由于我们翻译水平有限, 有整理过程中难免有所不足或错误; 所以以下内容只供参考.一切以原文为准。

文章更新详情请密切留意微控技术论坛。

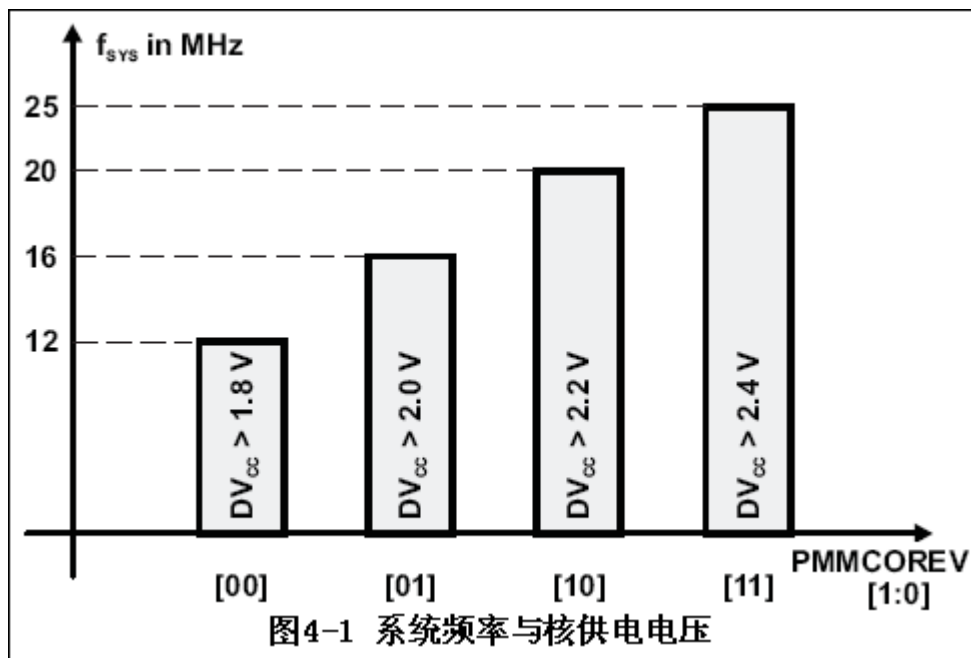
## 第 11 章 PMM 电源管理模块与供电监控

## 4.1 电源管理简介

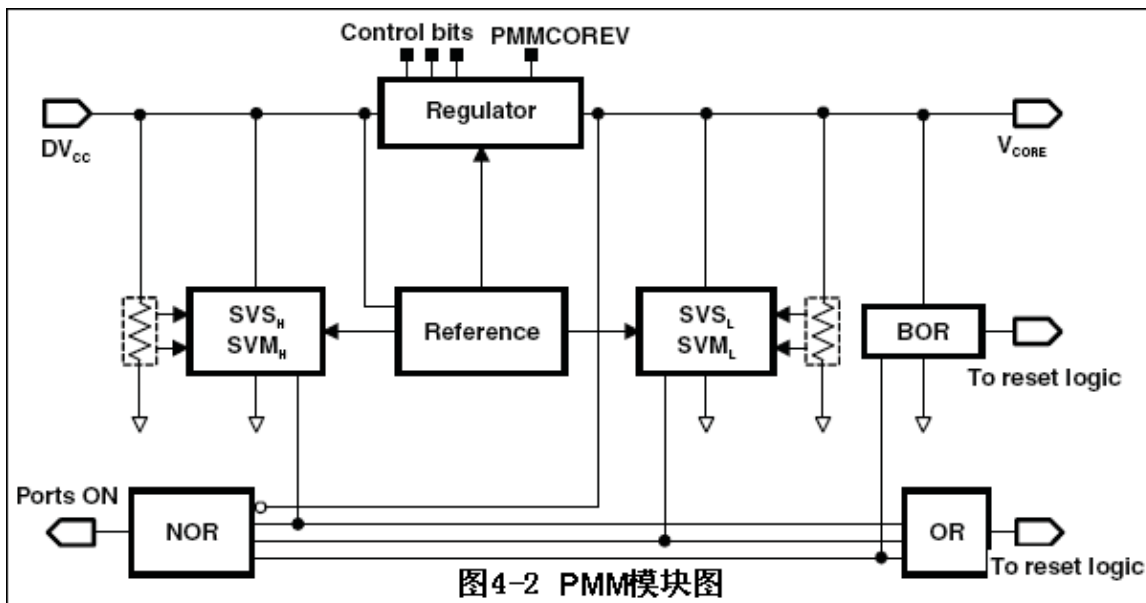
电源管理特征：

- 提供宽的电源电压范围：1.8V-3.6V
- 产生的核心电压 ( $V_{CORE}$ )：1.4V, 1.6V, 1.8V 和 1.9V (典型值)
- 欠压复位(BOR)
- 配有 DVCC 和 V<sub>CORE</sub> 的电源电压管理
- DVCC 和 V<sub>CORE</sub> 的电源电压监测有 8 个可编程级别
- 软件恢复掉电时系统状态
- 掉电条件下软件可选择上电复位
- 上电失败时有 I/O 保护
- 软件可选监视状态输出 (可选)

MSP430 主要数字逻辑需要一个低于 DVCC 允许范围的电压。因此，电源管理模块集成了一个低压降的电压调整器(LD0)，LD0 可以产生一个二次核心电压 V<sub>CORE</sub>。这个核心电压可通过四步编程从而使功耗最低化。核的最小允许电压依赖于选择的 MCLK 大小，如 4-1 图所示。



我们可以管理和监控 DV<sub>CC</sub> and V<sub>CORE</sub>。当电压降到特殊阈值以下时管理和监控就工作了。通常来讲，管理会致使上电复位事件发生(POR)，而监控产生中断标志，这时软件就可以处理了。比如说，DV<sub>CC</sub> (LD0 的高电平) 分别被高电平管理(SVSH)和高电平监测器(SVMH)所管理和监测；V<sub>CORE</sub> (LD0 的低电平) 分别被低电平管理(SVSL)和低电平监测器(SVML)所管理和监测。电源管理单元框图如图 4-2 所示。



I/O 口和所有模拟单元包括晶振在内都由  $DV_{CC}$  供电。内存(flash 和 RAM)和数字单元由核心电压  $V_{CORE}$  供电。

#### 4.2 电源管理单元操作

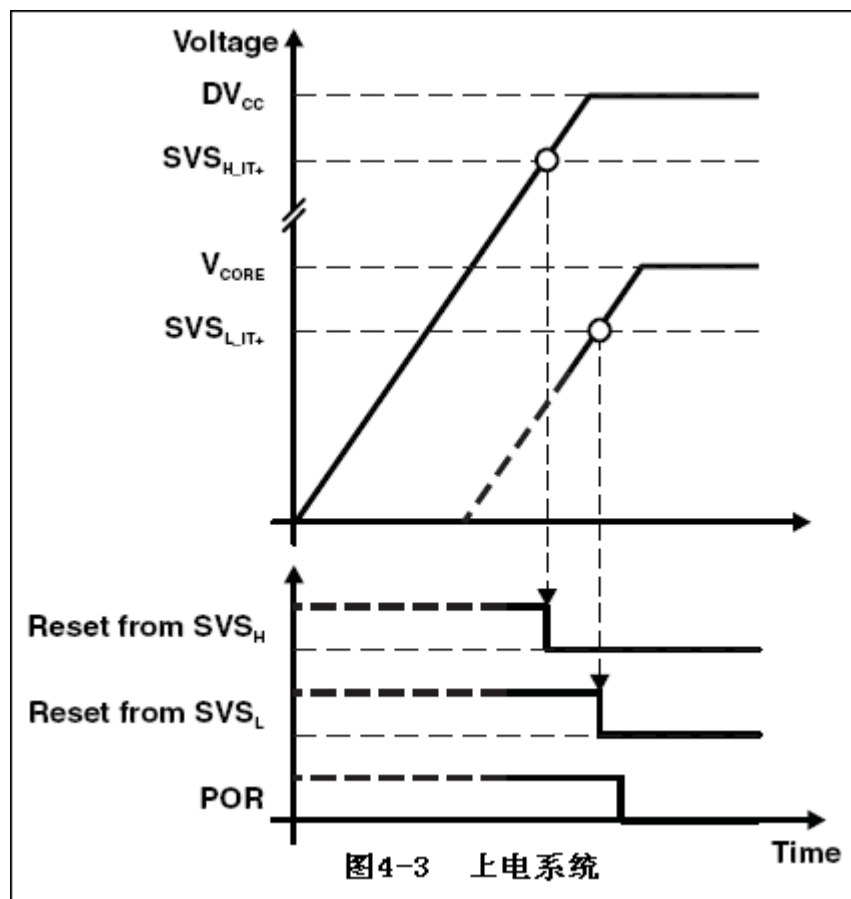
电源管理单元配有四个层次的核心电压，相应的有 4 个级别的系统速度。对于给定的核心电压，就有一套相应阈值。

电源管理单元的调节器支持两种不同的负载。系统耗电小于  $I(V_{CORE})$  ( $\leq 30 \mu A$ ，具体参见器件指定资料) 时可应用低电流模式；高的系统电流模式用于整体运行模式中。整体运行模式在以下条件下是被需要的：

- 任何单元采用任一内部高频时钟(>32 kHz) 时
- 执行中断时
- JTAG 下载时
- active 模式、LPM0 或 LPM1 模式时

电源管理单元通过调整核心电压来支持不同的系统速度。

进入低功耗模式时，被选的核心电压是保持不变的。在系统启动时， $SVS_H$  和  $SVS_L$  功能可以使用。表 4-1 给出的  $DV_{CC}$  范围(高电平)的典型值，表 4-2 给出  $V_{CORE}$  (低电平)的范围典型值，表 4-3 给出上电期间系统是如何运行的。如果高低电平管理电压满足，系统复位被释放。



一旦系统开始运作后，只要各自的单元开启，电压值会被监管。在系统复位后电源管理单元提供的电压监督级别是高电平 1.74V(典型值)，低电平 1.34V(典型值)。一旦当时电压超过了系统运作，这两个电压值就可以在特定设备的数据表中查询到。

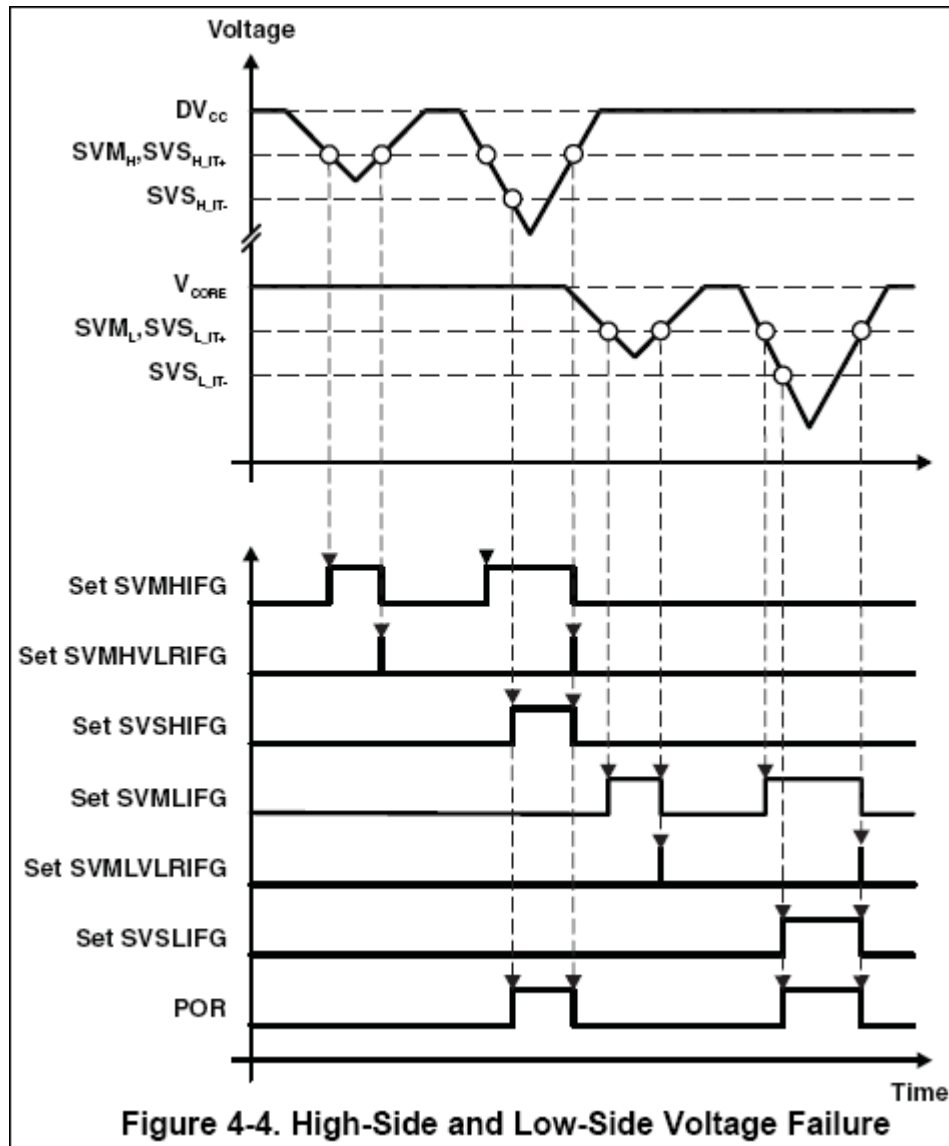
电源在电压高边范围或在底边范围内的上电失败会导致系统失败。电压的高电平和低电平都受电压监控器监控。如果  $DV_{CC}$  降到电压监控器所允许的高电平以下时，电压监控器就使高电压中断标志位 SVMHIFG 置位；类似地，如果  $V_{CORE}$  降到电压监控器所允许的低电平以下时，电压监控器就使低电压中断标志位 SVMHIFG 置位。

当  $DV_{CC}$  升到电压监控器所允许的高电平以上时，中断标志位 SVMHVRIFG 置位；类似地， $V_{CORE}$  升到电压监控器所允许的低电平以上时，中断标志位 SVMLVLRIFG 置位。当高电平和低电平电压同时被满足时，系统可以继续正常运行。

电源电压低于电压监管器所设值会使系统复位(POR)。当设置了 SVSHIFG，设置 SVSHPE 会引起系统复位；类似地，当 SVSLIFG 被置位时，置位 SVSLPE 也会引起系统复位。

电源电压监管器和监视器的中断标志位仍为置位状态，除非这两标志位被 BOR 或软件清零，从而允许应用软件决定最近的复位条件。

图 4-4 给出高低电平上电失败时关于电源电压管理和监测的级别以及各自中断标志位的状态。



**Table 4-1. High-Side Supply Voltage Supervisor and Monitor Levels (see the device-specific datasheet)**

Parameter	High Side (DV <sub>CC</sub> ) Voltage			
DV <sub>CC(min)</sub> in V	≥1.8 <sup>(1)</sup>	≥2.0	≥2.2	≥2.4
SVM <sub>H</sub> - V <sub>(SVMH_IT+,typ)</sub> in V	1.74 <sup>(1)</sup>	1.94	2.14	2.26
SVM <sub>H</sub> - V <sub>(SVMH_IT-,typ)</sub> in V	1.74 <sup>(1)</sup>	1.94	2.14	2.26
SVS <sub>H</sub> - V <sub>(SVSH_IT+,max)</sub> in V	1.79 <sup>(1)</sup>	1.99	2.19	2.31
SVS <sub>H</sub> - V <sub>(SVSH_IT+,min)</sub> in V	1.69 <sup>(1)</sup>	1.89	2.09	2.21
SVS <sub>H</sub> - V <sub>(SVSH_IT-,max)</sub> in V	1.69 <sup>(1)</sup>	1.89	2.09	2.21
SVS <sub>H</sub> - V <sub>(SVSH_IT-,min)</sub> in V	1.59 <sup>(1)</sup>	1.79	1.99	2.11

<sup>(1)</sup> Default value after reset

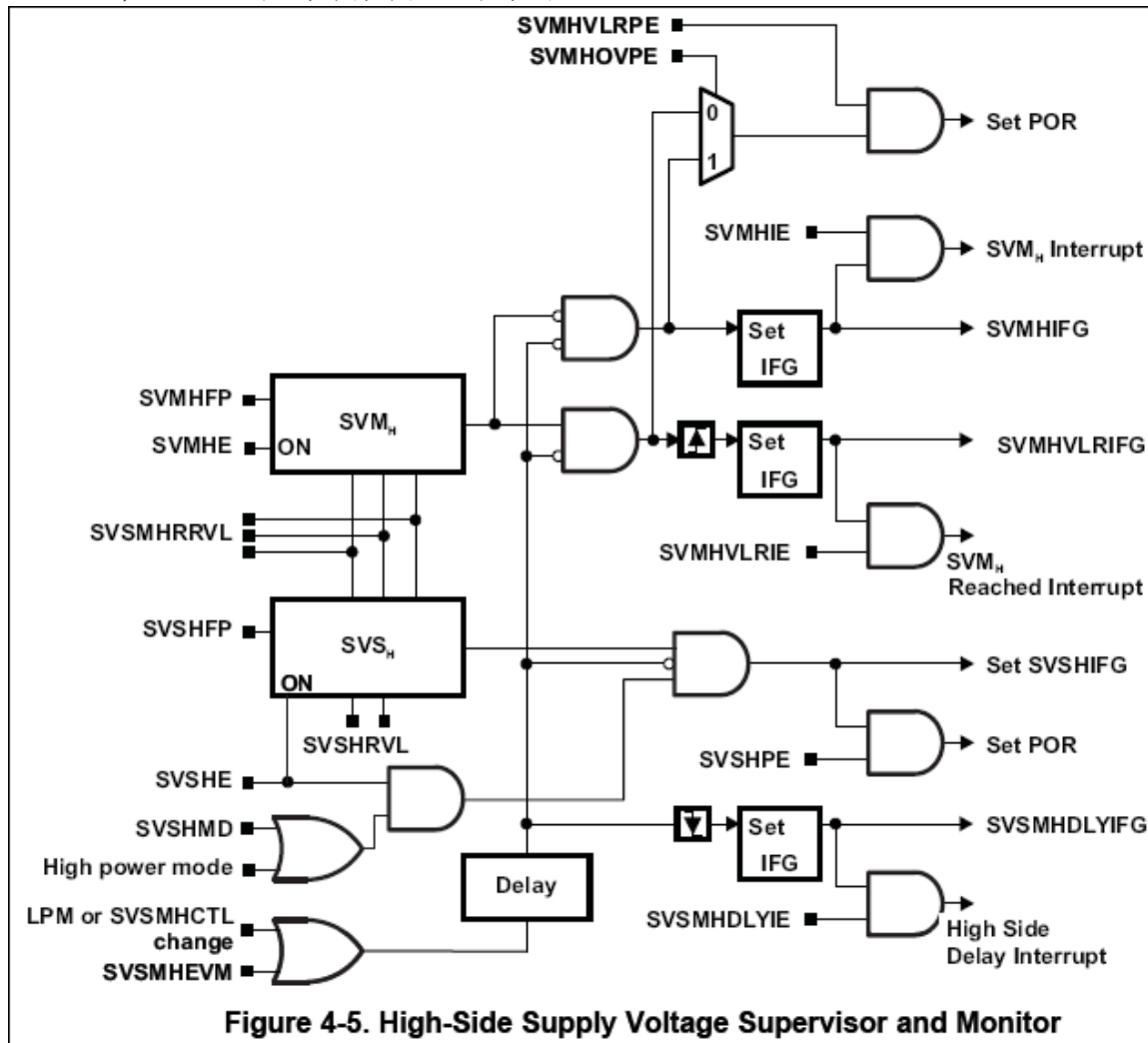
**Table 4-2. Low-Side Supply Voltage Supervisor and Monitor Levels (see the device specific datasheet)**

Parameter	Low Side ( $V_{CORE}$ ) Voltage			
PMMCOREV	0 <sup>(1)</sup>	1	2	3
$V_{CORE(typ)}$ in V	1.40 <sup>(1)</sup>	1.60	1.80	1.92
$SVM_L - V_{(SVM\_IT+,typ)}$ in V	1.34 <sup>(1)</sup>	1.54	1.74	1.84
$SVM_L - V_{(SVM\_IT-,typ)}$ in V	1.34 <sup>(1)</sup>	1.54	1.74	1.84
$SVS_L - V_{(SVSL\_IT+,max)}$ in V	1.39 <sup>(1)</sup>	1.59	1.79	1.89
$SVS_L - V_{(SVSL\_IT+,min)}$ in V	1.29 <sup>(1)</sup>	1.49	1.69	1.79
$SVS_L - V_{(SVSL\_IT-,max)}$ in V	1.32 <sup>(1)</sup>	1.52	1.72	1.82
$SVS_L - V_{(SVSL\_IT-,min)}$ in V	1.22 <sup>(1)</sup>	1.42	1.62	1.72

<sup>(1)</sup> Default value after reset

#### 4.2.1 电源电压监督和监测-高电平

高电平电源管理/监测在活动模式和低功耗模式下运行。为了省功耗，运行速度可以被降低(默认: SVMHFP=0, SVSHFP=0)。框图在图 4-5 表示出。



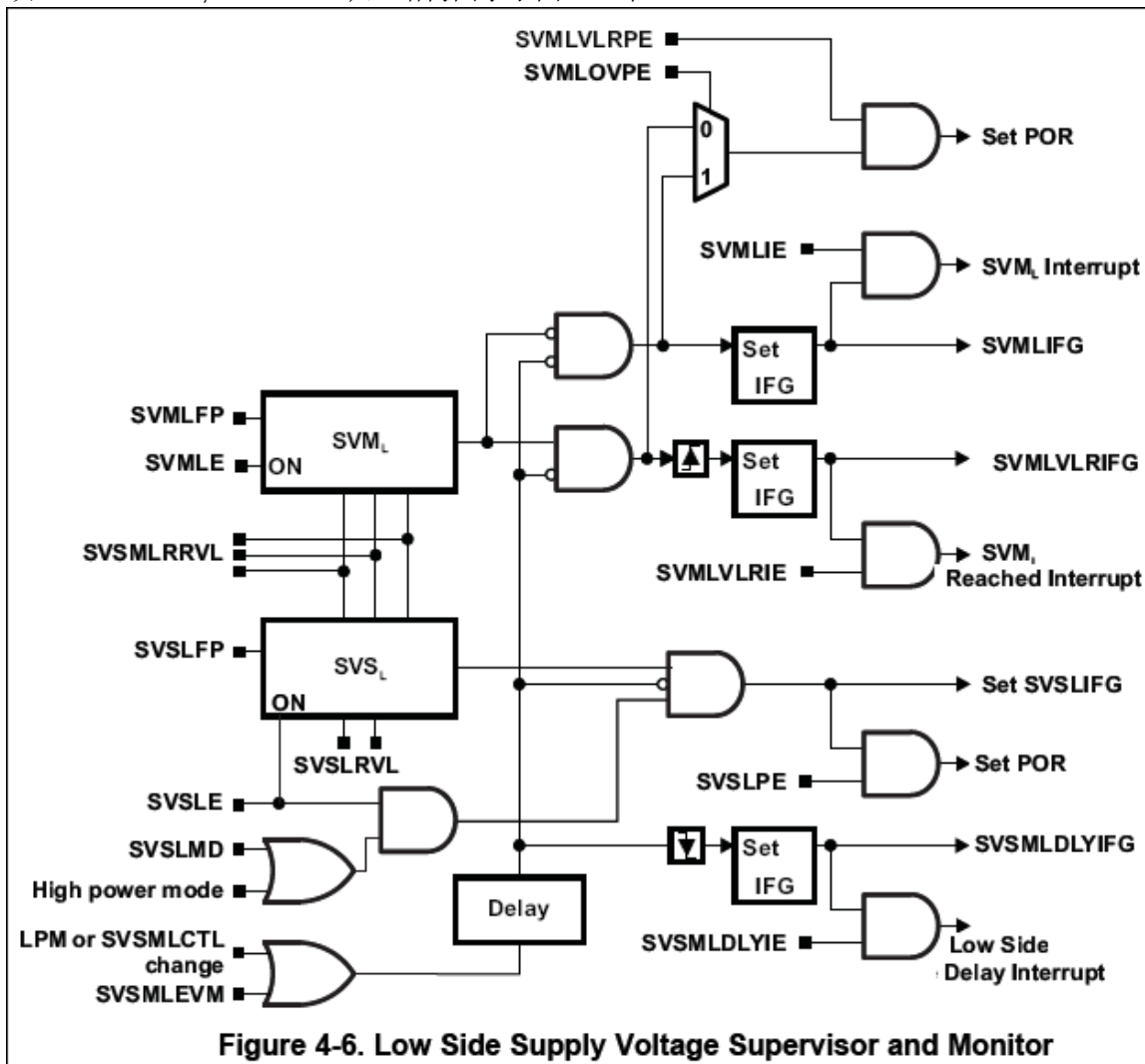
通过设置  $SVMHE=1$ ,  $SVMH$  模式可用, 它的功耗通过设置  $SVMHFP=0$  被减小。电压复位释放电平由  $SSVSMHRRVL$  定义。 $DV_{CC}$  升高并大于  $SVMH$  值会使  $SVMHVLRIFG$  中断表示位置 1,  $SVMHVLRIE$  等于 1 也会触发中断;  $DV_{CC}$  降低到  $SVMH$  以下会使  $SVMHIFG$  中断标志位置位,  $SVMHIE$  等于 1 也可以触发中断。当  $DV_{CC}$  持续低于  $SVMH$  且  $SVMHIFG$  被软件清零时,  $SVMHIFG$  会立即由硬件置位。如果需要的话, 可以使  $SVMHVLRIE=1$ 、 $SVMHVP=0$  从而出发 POR 信号。 $SVMH$  模式还包括过压保护功能, 如果  $DV_{CC}$  超过安全操作值, 在  $SVMHVP=1$  和  $SVMHVLRIE=1$  时会产生 POR 信号。

通过设置  $SVSH=1$ ,  $SVSH$  模式就可用了, 它的功耗通过设置  $SVSHFP=0$  被减小。电压复位释放电平由  $SVSHRVL$  定义。 $DV_{CC}$  升高并大于  $SVSH$  值会使  $SVSHIFG$  中断位置 1, 同时引发 POR(如果  $SVSHPE=1$ );  $DV_{CC}$  降低到  $SVSH$  以下会使  $SVSHIFG$  中断标志位置位,  $SVSHIFG$  会立即由硬件置位。除非  $SVSHMD$  迫使  $SVSH$  电路工作,  $SVSH$  在低功耗模式 2, 3, 4 中被禁用的。

如果是  $SVMH$  或者  $SVSH$  功耗模式, 或者电压级别被选定, 延迟会覆盖中断源和 POR 源直到  $SVMH$  和  $SVSH$  电路稳定。 $SVSMHDLYIFG$  置位就说明延迟时间到了。如果  $SVSMHDLYIE=1$ , 也可以产生中断。

#### 4.2.2 电源电压监督和监测-低电平

低电平电源电压管理器和监测器在主动模式和低功耗模式下运行, 减慢运行速度何以节省功耗(默认:  $SVMLFP=0$ ,  $SVSLFP=0$ ), 结构图示于图 4-6 中。





设置SVMLE=1就可以使用SVML模式，设置SVMLFP=0可以降低其功耗。由SVSMRRLVL来定义电压复位值的大小。VCORE值升高到SVML值以上时中断标志位就被置1，SVMLVLRPE = 1也会触发中断；VCORE值降到SVML值以下会使中断标志位SVMLIFG置1，SVMLIE = 1也会触发中断；当VCORE持续低于SVML且SVMLIFG被软件清零时，SVMLIFG会立即由硬件置位，如果需要的话，可以使SVMLVLRPE = 1、

SVMLOVPE = 0 从而触发 POR 信号。SVML 模式还包括过压保护功能，如果 VCORE 超过安全操作值，在 SVMLOVPE = 1 和 SVMLVLRPE = 1 时会产生 POR 信号。

设置 SVSLE=1 就可以使用 SVSL 模式，设置 SVSLFP=0 可以降低其功耗。由 SVSLRVL 来定义电压复位值的大小。VCORE 值降到 SVSL 值以下会使中断标志位 SVSLIFG 置1，同时引发POR(如果SVSLPE = 1)。当 VCORE 持续低于 SVSL 且 SVSLIFG 被软件清零时，SVSLIFG 会立即由硬件置位，除非 SVSLMD 迫使 SVSL 电路工作，SVSL 在低功耗模式 2, 3, 4 中被禁用的。

如果是 SVML 或 SVSL 功耗模式，或者电压级别被选定，延迟会覆盖中断源和 POR 源直到 SVML 和 SVSL 电路稳定。SVSMULDLYIFG 置位就说明延迟时间到了。如果 SVSMULDLYIE = 1，也可以产生中断。

#### 4.2.3 电源电压监测输出(SVMOUT, 可选)

SVMLIFG, SVMLVLRIFG, SVMHIFG 和SVMLVLRIFG的状态可以在外部管脚SVMOUT上监测到。可以打开每一个中断标志位(SVMLOE, SVMLVLR0E, SVMH0E,SVMLVLR0E)来产生一个输出信号，输出极性由SVMOUTPOL位来选择。在中断使能标志置1的条件下如果SVMOUTPO置1，则输出设为1。

#### 4.2.4 性能优化

CPU和数字单元由VCORE供电。如果CPU必须全速运行的话，VCORE必须通过软件编程使之达到最高电平(见图4-1)；如果CPU不需要全速运行的话，VCORE可以降低到期望级别从而节省相当大的功耗。VCORE在复位期间默认为最低电压1.4V(典型)。SVML和SVSL级在复位时做相应的选择。图4-7给出利用内置的电源电压监测器和监督器，如何编程使一级到另一级的安全操作。

第1到4步给出如何增加VCORE的步骤而第5、6步是如何减小VCORE的操作步骤

第一步，编程序给SVML一个新级别，然后等待SVSMULDLYIFG置位；

第二步，编程序使PMMCOREV等于一个新的VCORE值；

第三步，等待电压电平的SVMLVLRIFG中断；

第四步，编程序使SVSL等于一个新的值。

VCORE期望值满足，而且电压监测器和监督器级别都相应地软件赋值，现在系统速度可以被增大了。

第五步，降低系统速度到目标速度，编程序给SVSL 和SVML赋目标值；

第六步，给VCORE赋新的值。

如果配置寄存器高边或低边svs或svm被改变，或者功耗模式被改变，那么图4-6给出的延迟就会被触发。

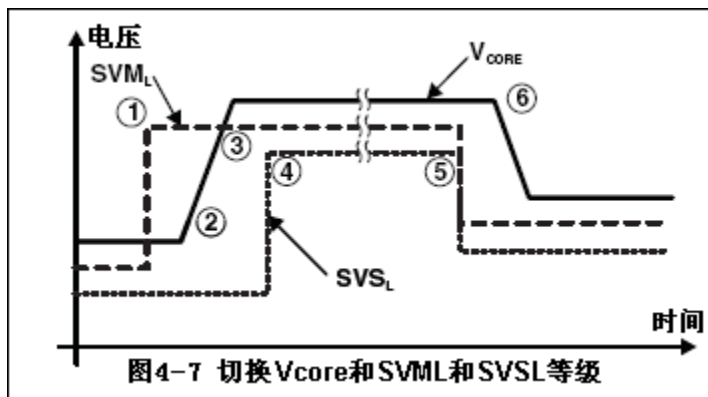


图4-7

#### 4.2.5 基准电压



基准电压提供了稳压器、电源电压监督器和监测器。低功耗模式2、3、4里为了省电基准被一个PWM（切换模式）信号锁定，在模式5中基准被关闭。其他模式中基准为静态模式。处于静态模式的基准比切换模式的更准确，切换模式中功耗和基准的精确度通过置PMMREFACC位可以被大大降低。

#### 4.2.6 欠压复位(BOR)

BOR电路产生一个欠压复位信号，此信号在上电时初始化整个系统，并开启电源电压监督器。欠压复位通常触发一个POR信号，随时而来就是puc信号。

#### 4.2.7 电源管理单元人为控制

电源管理要求最小的软件参与。DVCC 和V<sub>CORE</sub>的核心电压和电源电压管理和监测均由用户选择，而硬件负责合理的操作。如果实际应用允许，用户可以手动转换或功能性降级来节省功耗。

##### 4.2.7.1 电压稳压器的手动控制

一般由硬件来选择可调电流模式（全模式或地电流模式）。应用软件也可以人为地通过设置电压调整电流模式位PMMCMD来选择。

表4-3 电源模式覆盖

Table 4-3. Power Mode Overwrite (see also device specific datasheet)			
PMMCMD		I(V <sub>CORE</sub> )	Description
[1]	[0]		
0	0 or 1	0 to 25 mA	Hardware controlled performance mode
1	0	≤30 μA	Manually selected low-current mode
1	1	≤25 mA	Manually selected full-performance mode

##### 4.2.7.2 控制 SVSH,L 和 SVMH,L 性能

电源电压管理器和监测器一直检测电源电压的变化情况。如果应用情况允许，SVMH,L和 SVSH,L的功耗可以通过降低反应速度(低功耗模式)来减小。分别清各自的使能位可以使SVMH,L和 SVSH,L分别被禁用。我们可以设置电源电压管理器的SVSHACE等于1、高(低)电平电源电压监测来实现预定义性能选择。如果SVSHACE位不置1，那么SVMH,L和 SVSH,L的操作模式仅由SVSHFP (SVSLFP)控制，而且仅仅通过清除使能位SVSHE 和SVMHE (SVSLE和 SVMLE)被禁用。

Table 4-4. SVS <sub>H,L</sub> and SVM <sub>H,L</sub> Performance When SVSHACE = SVSLACE = 0				
Control Bit Setting		Active mode, LPM0, LPM1	LPM2, LPM3, LPM4	LPM5
SVSHFP, SVMHFP, SVSLFP, SVMLEFP	0	Slow	Slow	Off
	1	Fast	Fast	Off

Table 4-5. SVS <sub>H,L</sub> and SVM <sub>H,L</sub> Performance When SVSHACE = SVSLACE = 1				
Control Bit Setting		Active mode, LPM0, LPM1	LPM2, LPM3, LPM4	LPM5
SVSHFP, SVMHFP, SVSLFP, SVMLEFP	0	Slow	Off	Off
	1	Fast	Slow	Off

##### 4.2.7.3 禁用 V<sub>CORE</sub> 稳压器-LPM5

设置 PMMREGOFF 位进入 LPM4 模式，稳压器就被禁用，电流损耗被降低到~100 nA。我们可以通过 RST/NMI 管脚或其他具有使能唤醒功能的 I/O 管脚来唤醒系统。

; Code Sequence to enter LPM5.

```
MOV #PMPW+REGOFF,&PMMCTL0 ; Set REGOFF
BIS #LPM4,SR ; Enter LPM4
```

进入 LPM4 时稳压器关闭, 同时 REGOFF 位置 1。主动时钟的运行阻止电压调整器关闭。一旦时钟要求放弃, 器件就会关闭电压调节器并进入 LPM5 模式。如果在电压调节器被关闭之前中断请求清除 REGOFF 位, 则器件会立即进入主动模式。

#### 4.2.8 I/O 口控制

只要系统不全面上电或处在电压条件下, 数字 I/O 口的输入通道会由于最新逻辑电平被锁而禁用。数据输入寄存器保存端口的值, 数字输入口的中断不能被检测到。

#### 4.2.9 电源管理单元中断

电源管理单元产生复位信号和中断请求。复位信号和中断标志位在系统控制模块(SYS)中, 并且与其余复位和中断源一起构成复位向量字和系统 NMI 向量字。对于这些向量字的优先级和具体介绍, 请参看系统控制模块章节。

#### 4.3 电源管理单元寄存器介绍

电源管理单元的寄存器如表 4-6 所列, 电源管理单元的基地址可以在器件特殊资料中找到。电源管理单元每个寄存器的偏移地址在表 4-6 中给出。PMMCTL0 寄存器定义的口令控制着对所有 PMM, SVS 和 SVM 寄存器的访问, 一旦写入正确的口令, 写命令就可以使用。写命令可以通过把错误的口令写入到 PMMCTL0 的高位字节中被禁用。以错误的口令通过字访问方式访问 PMMCTL0 寄存器将触发 PUC。写访问方式访问除 PMMCTL0 之外的寄存器而写访问被禁用时, 也会触发 PUC。

表 4-6 电源管理单元寄存器

Table 4-6. PMM Registers				
Register	Short Form	Register Type	Address	Initial State
PMM control register 0	PMMCTL0	Read/write	00h	0000h
PMM control register 1	PMMCTL1	Read/write	02h	0000h
SVS and SVM high side control register	SVSMHCTL	Read/write	04h	4400h
SVS and SVM low side control register	SVSMLCTL	Read/write	06h	4400h
SVSIN and SVMOUT control register (optional)	SVSMIO	Read/write	08h	0020h
PMM interrupt flag register	PMMIFG	Read/write	0Ch	0000h
PMM interrupt enable register	PMMRIE	Read/write	0Eh	0000h

PMMCTL0 电源管理系统控制寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
PMMKEY, Read as 96h, Must be written as A5h							
rw-0	rw-0	rw-0	rw-0	rw-0	rw-0	rw-0	rw-0
7	6	5	4	3	2	1	0
PMMHPMRE	Reserved		PMMREGOFF	PMMSWPOR	PMMSWBOR	PMMCOREV	
rw-0	r-0	r-0	rw-0	rw-0	rw-0	rw-[0]	rw-[0]

**PMMKEY** 第 15-8 位

PMM 密码, 通常读为 096h; 必须被写入 0A5h 否则引发 PUC;

**PMMHPMRE** 第 7 位

全局高电源模式请求位, PMMHPMRE 位置 1, 任何模式都可以要求 PMMv 高电源模式;

**Reserved** 第 6-5 位

保留位，通常为 0；

#### PMMREGOFF 第 4 位

稳压器关闭，详见“禁用 VCORE 稳压器-LPM5”章；

#### PMMSWPOR 第 3 位

软件 POR，此位置 1 会引发 POR，此位自动清除；

#### PMMSWBOR 第 2 位

软件 BOR，此位置 1 会引发 BOR，此位自动清除；

#### PMMCOREV 第1-0位 核心电压，细节参看器件特殊资料

00 VCORE典型值为1.4 V.

01 VCORE典型值为1.6 V.

10 VCORE典型值为 1.8 V.

11VCORE 典型值为 1.9 V

### PMMCLT1 电源管理系统控制寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
Reserved							
r-0	r-0	r-0	r-0	r-0	r-0	r-0	r-0
7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved		PMMCMD		Reserved		PMMREFACC	PMMREFMD
r-0	r-0	rw-[0]	rw-[0]	r-0	r-0	rw-0	rw-0

Reserved 第 15-6 位 保留位，通常为 0；

#### PMMCMD 第 5-4 位 电压稳压器电流模式

00 电压稳压器电流范围由低功耗模式定义

01 电压稳压器电流范围由低功耗模式定义

10 电压稳压器被强制进入低电流模式

11 电压稳压器被强制进入全性能模式

#### Reserved 第 3-2 位

保留位，通常为 0；

#### PMMREFACC 第 1 位

PMM 参考精度。如果 PMMREFACC 置 1，电压基准的功耗被降低；电压基准的精确度尤其会在较高温度时降低。

#### PMMREFMD 第 0 位

PMM 参考模式。如果电压稳压器在全性能模式下，那么电压参考就运行在连续(静态)模式下；如果 PMMREFMD 置 1 而且电压稳压器在全性能模式下，那么电压参考的电流消耗就被降低。电压基准(参考)是的精度也会降低。

### SVSMHCTL 高端供电电压监控与监视控制寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
<b>SVMHFP</b>	<b>SVMHE</b>	<b>Reserved</b>	<b>SVMHOVPE</b>	<b>SVSHFP</b>	<b>SVSHE</b>	<b>SVSHRVL</b>	
rw-[0]	rw-1	r-0	rw-[0]	rw-[0]	rw-1	rw-[0]	rw-[0]
7	6	5	4	3	2	1	0
<b>SVSMHACE</b>	<b>SVSMHEVM</b>	<b>Reserved</b>	<b>SVSHMD</b>	<b>SVSMHDLYST</b>	<b>SVSMHRRVL</b>		
rw-[0]	rw-0	r-0	rw-0	rw-0	rw-[0]	rw-[0]	rw-[0]

**SVMHFP** 第 15 位

SVM 高电平全性能模式。如果此位置 1 则 SVMH 工作在全性能模式下；

0 正常模式，延迟典型为 150us，详见器件特殊手册。

1 全性能模式，典型延迟为 1us，详见器件特殊手册。

**SVMHE** 第 14 位 此位置 1，则 SVMH 可用。

**Reserved** 第 13 位 保留位，通常为 0；

**SVMHOVPE** 第 12 位

此位置 1，则 SVMH 过压检测功能可用；

**SVSHFP** 第 11 位

此位置 1，则 SVSH 工作在全性能模式下；

0 正常模式，延迟典型为 150us，详见器件特殊手册。

1 全性能模式，典型延迟为 1us，详见器件特殊手册。

**SVSHE** 第 10 位

此位置 1，则 SVSH 可用；

**SVSHRVL** 第 9-8 位

如果 DVCC 降到 SVSHRVL 位所选的 SVSH 电压值以下，就会引发复位(在 SVSL 可用条件下)，电压大小级别定义见器件特殊资料；

**SVSMHACE** 第 7 位

如果此位被置 1，那么 SVSH 和 SVMH 电路的低功耗模式由硬件控制；

**SVSMHEVM** 第 6 位

如果此位被置 1，那么 SVSH 和 SVMH 事件被覆盖；

0 没有事件被覆盖

1 所有事件被覆盖

**Reserved** 第 5 位 保留位，通常为 0；

**SVSHMD** 第 4 位

如果此位置 1，那么 LPM2, LPM3, 和 LPM4 模式中中断标志位 SVSH 被置 1，以防系统上电失败；如果此位不被置 1，那么 LPM2, LPM3, 和 LPM4 模式中中断标志位 SVSH 也不被置 1；

**SVSMHDLYST** 第 3 位

SVS 和 SVM 的高电平延迟状态。如果此位被置 1，SVSH 和 SVMH 事件在一段延迟事件内被覆盖，延迟时

间决定着SVSH 和SVMH低功耗模式。如果SVMHFP = 1、SVSHFP = 1，延迟时间为~2  $\mu$ s，其他情况下为~150  $\mu$ s，详见器件特殊资料。延迟的时间到了之后，此位被硬件清零；

#### SVSMHRRVL 第2-0位

这几位用来定义复位释放电压SVSH的大小级别，也用于定义SVSH的电压可达到的大小值，电压大小级别在器件特殊资料中定义。

#### SVSMLCTL 低端电压监控与监视控制寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
SVMLFP	SVMLE	Reserved	SVMLOVPE	SVSLFP	SVSLE	SVSLRVL	
rw-[0]	rw-1	r-0	rw-[0]	rw-[0]	rw-1	rw-[0]	rw-[0]
7	6	5	4	3	2	1	0
SVSMLACE	SVSMLEVM	Reserved	SVSLMD	SVSMLDLYST	SVSMLRRVL		
rw-[0]	rw-0	r-0	rw-0	rw-0	rw-[0]	rw-[0]	rw-[0]

#### SVMLFP 第15位

如果此位被置1，那么SVML在全性能模式下运行。

0 正常模式，延迟典型为 150us，详见器件特殊手册。

1 全性能模式，典型延迟为 1us，详见器件特殊手册。

#### SVMLE 第 14 位

此位置 1，则 SVML 可用。

#### Reserved 第 13 位

保留位，通常为 0；

#### SVMHOVPE 第 12 位

此位置 1，则 SVML 过压检测功能可用；

#### SVSHFP 第 11 位

此位置 1，则 SVML 工作在全性能模式下；

0 正常模式，延迟典型为 150us，详见器件特殊手册。

1 全性能模式，典型延迟为 1us，详见器件特殊手册。

#### SVSHE 第 10 位 此位置 1，则 SVML 可用；

#### SVSHRVL 第 9-8 位

如果 DVCC 降到 SVSHRVL 位所选的 SVML 电压值以下，就会引发复位(在 SVSL 可用条件下)，电压大小级别定义见器件特殊资料；

#### SVSMHACE 第7位

如果此位被置1，那么SVSL 和SVML电路的低功耗模式由硬件控制；

#### SVSMHEVM 第6位

如果此位被置1，那么SVSL 和SVML事件被覆盖；

0 没有事件被覆盖

1 所有事件被覆盖

**Reserved** 第5位 保留位，通常为0；

**SVSHMD** 第4位

如果此位置1，那么LPM2, LPM3,和LPM4模式中中断标志位SVSL被置1，以防系统上电失败；如果此位不被置1，那么LPM2, LPM3,和LPM4模式中中断标志位SVSL也不被置1；

**SVSMHDLYST** 第3位

SVS和SVM的高电平延迟状态。如果此位被置1，SVSL 和SVML事件在一段延迟事件内被覆盖，延迟时间决定着SVSL 和SVML低功耗模式。如果SVMLFP = 1、SVSLFP = 1，延迟时间为~2 μs，其他情况下为~150 μs，详见器件特殊资料。延迟的时间到了之后，此位被硬件清零；

**SVSMLRRVL** 第2-0位

这几位用来定义复位释放电压SVSL的大小级别，也用于定义SVSL的电压可达到的大小值，电压大小级别在器件特殊资料中定义。

**SVSMIO, SVSIN 和 SVMOUT 控制寄存器**

15	14	13	12	11	10	9	8
Reserved			SVMLVLROE	SVMHOE	Reserved		
r-0	r-0	r-0	rw-[0]	rw-[0]	r-0	r-0	r-0
7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved		SVMOUTPOL	SVMLVLROE	SVMLOE	Reserved		
r-0	r-0	rw-[1]	rw-[0]	rw-[0]	r-0	r-0	r-0

**Reserved** 第 15-13 位 保留位，常为零

**SVMLVLROE** 第 12 位

SVM 高电平可达输出使能端。如果此位置 1，则 SVMLVLRIFG 位就成为器件的管脚 SVMOUT 的输出。器件特殊端口逻辑必须相应地被配置

**SVMHOE** 第 11 位

SVM 高电平输出使能端。如果此位置 1，则 SVMHIFG 位就成为器件的管脚 SVMOUT 的输出。器件特殊端口逻辑必须相应地被配置。

**Reserved** 第 10-6 位 保留位，常为零。

**SVMOUTPOL** 第 5 位

SVMOUT 管脚极性。此位置 1，则 SVMOUT 为高。SVMOUT 为 1 会引发错误；如果 SVMOUTPOL 被清零，则错误条件会由 SVMOUT 管脚的 0 值引发。

**SVMLVLROE** 第 4 位

SVM 低电平可达输出使能端。如果此位置 1，则 SVMLVLRIFG 位就成为器件的管脚 SVMOUT 的输出。器件特殊端口逻辑必须相应地被配置。

**SVMLVLROE** 第 3 位

SVM 低电平输出使能端。如果此位置 1，则 SVMLIFG 位就成为器件的管脚 SVMOUT 的输出。器件特殊端口逻辑必须相应地被配置。



Reserved 第 2-0 位 保留位，常为零

### PMMIFG 电源管理系统与供电电压监控与监视中断标志寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
PMMRSTLPM5IF1G	Reserved	SVSLIFG <sup>1</sup>	SVSHIFG <sup>1</sup>	Reserved	PMMPORIFG	PMMRSTIFG	PMMBORIFG
rw-[0]	r-0	rw-[0]	rw-[0]	r-0	rw-[0]	rw-[0]	rw-[0]
7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved	SVMHVLIRIFG <sup>1</sup>	SVMHIFG	SVSMHDLYIFG	Reserved	SVMLVLRIFG <sup>1</sup>	SVMLIFG	SVSMLDLYIFG
r-0	rw-[0]	rw-[0]	rw-0	r-0	rw-[0]	rw-[0]	rw-0

PMMRSTLPM5IFG 第 15 位

LPM5 标志位，系统进入低功耗模式 5 之前，需将此位置 1；这位可通过软件或读复位向量值被清零。DVCC 电压域上电失败也可清此位为零。

0 无中断等待

1 等待中断

Reserved 第 14 位 保留位，常为零。

SVSLIFG 第 13 位

SVS 低电平中断标志。此位可通过软件或读复位向量值被清零。

0 无中断等待

1 等待中断

SVSHIFG 第 12 位

SVS 高电平中断标志。此位可通过软件或读复位向量值被清零。

0 无中断等待

1 等待中断

Reserved 第 11 位 保留位，常为零。

PMMPORIFG 第 10 位

电源管理单元软件 POR 中断标志位，软件触发时此位置 1。

此位可通过软件或读复位向量值被清零。

PMMRSTIFG 第 9 位

电源管理单元 RST 管脚中断标志位，如果 RST/NMI 管脚接复位信号此位就置 1。此位可通过软件或读复位向量值被清零。

PMMBORIFG 第 8 位

电源管理单元软件 BOR 中断标志位，软件 BOR 触发时此位

置 1。此位可通过软件或读复位向量值被清零。

Reserved 第 7 位 保留位，常为零。

SVMHVLIRIFG 第 6 位

SVM 高电平电压可达中断标志位。此位由软件清零或读复位向量字(SVSHPE = 1)或读中断向量(SVSHPE = 0)字清零



- 0 无中断请求  
1 中断请求

#### SVMHIFG 第 5 位

SVM 高电平中断标志位，此位由软件清零

- 0 无中断请求  
1 中断请求

#### SVSMHDLYIFG 第 4 位

SVS 和 SVM 高电平延迟中断标志位。此中断标志位在需要延迟一段时间时被置 1，而由软件或读中断向量字来清零。

- 0 无中断请求  
1 中断请求

Reserved 第 3 位 保留位，常为零

#### SVMLVLRIFG 第 2 位

SVM 低电平电压可达中断标志位。此位由软件清零或读复位向量字(SVSLPE = 1)或读中断向量(SVSLPE = 0)字清零。

- 0 无中断请求  
1 中断请求

#### SVMLIFG 第 1 位

SVM 低电平电压中断标志位。此位由软件清零。

- 0 无中断请求  
1 中断请求

#### SVSMLDLYIFG 第 0 位

SVS 和 SVM 低电平延迟中断标志位。此中断标志位在需要延迟一段时间时被置 1，而由软件或读中断向量字来清零。

- 0 无中断请求  
1 中断请求

### PMMRIE—电源管理单元复位和中断使能寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
Reserved		SVMHVRPE	SVSHPE	Reserved		SVMLVLRPE	SVSLPE
r-0	r-0	rw-[0]	rw-[0]	r-0	r-0	rw-[0]	rw-[0]
7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved	SVMHVLRIE	SVMHIE	SVSMHDLYIE	Reserved	SVMLVLRIE	SVMLIE	SVSMLDLYIE
r-0	rw-0	rw-0	rw-0	r-0	rw-0	rw-0	rw-0

Reserved 第 15-14 位 保留位。Always read 0

#### SVMHVRPE 第 13 位

达到 SVM 高电平时 POR 可用。如果此位置 1，高于 SVMH 电压将引起 POR。

#### SVSHPE 第 12 位

达到 SVS 高电平时 POR 可用。如果此位置 1，低于 SVSH 电压将引起 POR。

**Reserved** 第 11-10 位 保留位。常为零。

**SVMLVLRPE** 第 9 位

达到 SVM 低电平时 POR 可用。如果此位置 1，高于 SVMH 电压将引起 POR。

**SVSLPE** 第 8 位

达到 SVS 低电平时 POR 可用。如果此位置 1，低于 SVSH 电压将引起 POR。

**Reserved** 第 7 位 保留位，常为零。

**SVMHVLRIE** 第 6 位

SVM 高电平复位中断开启或关断位。

**SVMHIE** 第 5 位

SVM 高电平中断开启或关断位，此位可以通过软件被清零，也可以在中断矢量值被读后清零。

**SVSMHDLYIE** 第 4 位

SVS 和 SVM 高电平延迟中断开启或关断位。

**Reserved** 第 3 位 保留位，常为零。

**SVMLVLRIE** 第 2 位

SVM 低电平复位中断开启或关断位。

**SVMLIE** 第 1 位

SVM 低电平中断开启或关断位，此位可以通过软件被清零，也可以在中断矢量值被读后清零。

**SVSMLDLYIE** 第 0 位

SVS 和 SVM 低电平延迟中断开启或关断位。