SDI5209/SDI5219/SDI5220系列

V3.5

深圳芯易德(Solidic)科技有限公司
电话： 86-0755-82981311
传真： 86-0755-82844170
地址： 深圳宝安区西乡宝源路名优产品中心A412
公司网站： www.solidic.net

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

版本更新记录

版本号	日期	说明
V2.X		Flash 操作说明（操作前，最好清除安全状态，请注意最新的样例代码）
		在配置PCON进入休眠前，最好加一条空指令“NOP”
		在采用“STOP1/2进入指令”的程序中，最好将“非唤醒中断”优先级设置为低（复位默认），用作唤醒的中断设置为高优先级！！（10.4 MCU工作模式）
V3.0	2014.08	使用 24 位 ADC，通过 VIN1P\VIN1N 和 VIN2P/VIN2N 从外部输入信号时，必须将 P2 口的输入模式配置为纯输入模式，同时 P2 寄存器写 0xff)
V3.2	2015.08	
V3.4	2015.08	增加了定时器0/1计数模式时的外部输入管脚T0/T1描述 修PWM的描述

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

1-概述

1.1 主要特征：

- **内核：** 增强型80C51（8051单片机兼容）
- **Flash:** 超过100,000 次的烧写寿命，室温下数据可保存超过100年。
  30KB(SDI5209/SDI5219/SDI520)FLASH 空间；
  内置ISP功能（SDA、SCL两线烧录）
- **RAM:** 512Bytes
  --- 256 Bytes 内部RAM
  --- 256 Bytes 内嵌外部寻址RAM (XDATA)
- **时钟：**（主震荡，看门狗均可配置采用外部晶振）
  9.83MHz 内部RC震荡
  32KHz 内部看门狗时钟（经过4分频输入到看门狗）
- **电源/功耗：**
  工作电压：2.1V - 5.5V
  MCU核全速工作（9.83MHz），功耗 < 1mA(关闭ADC等相关外设)
- **主要外设：**
  --- 4通道8位低精度ADC
  --- 3通道24位高精度ADC
  --- 温度传感器
  --- 可配置基准源输出（LDO输出1.5v、2.0v、2.5v）

1.2 其他：

- ✧ 两个16 位定时/计数器
- ✧ 10个中断源，2级优先级
- ✧ 一组UART
- ✧ 15 位看门狗-8K时钟(32k内部RC，内部4分频)
- ✧ 2路8位脉宽调制（PWM）输出
- ✧ IO可配置4种工作模式
  4个大电流驱动IO口
- ✧ 4T 指令周期

1.3 型号及封装

	FLASH	RAM	PACKAGE	REMARK
SDI5209AS	30KB	512B	SOP16	
SDI5209AD	30KB	512B	DIP16	
SDI5219AS	30KB	512B	SOP20	
SDI5219AD	30KB	512B	DIP20	
SDI5219TS	30KB	512B	SOP24	
SDI5220TSS	30KB	512B	SSOP28	

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

2-引脚

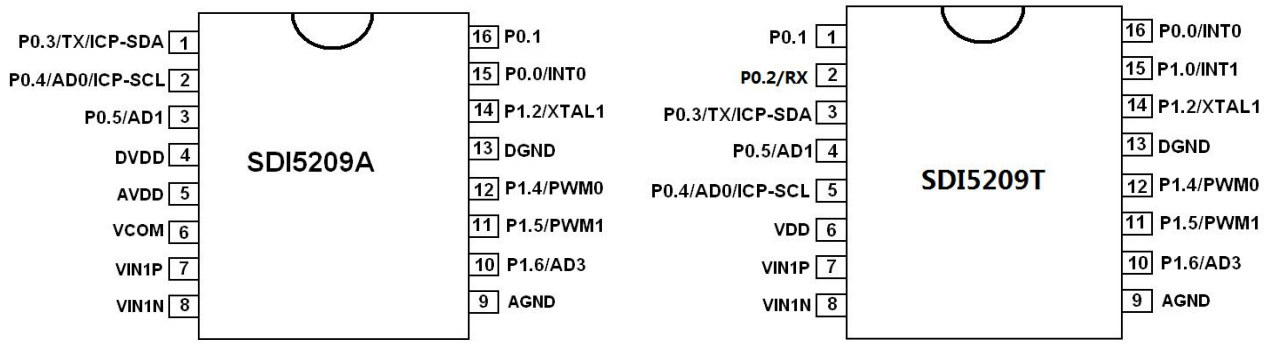


图 1：SDI5209A/T 管脚图

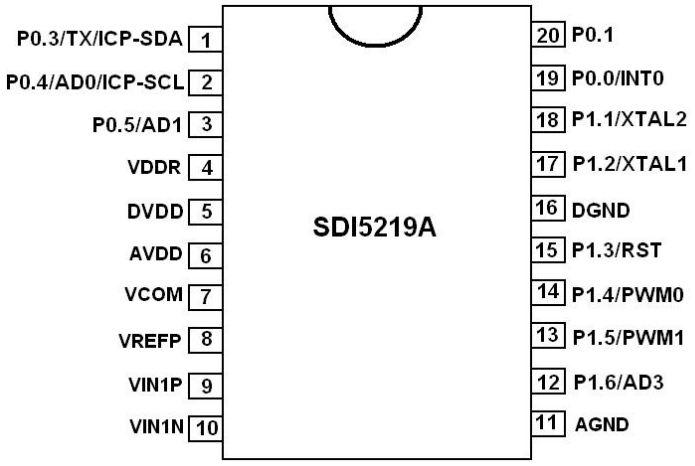


图 2：SDI5219A 管脚图

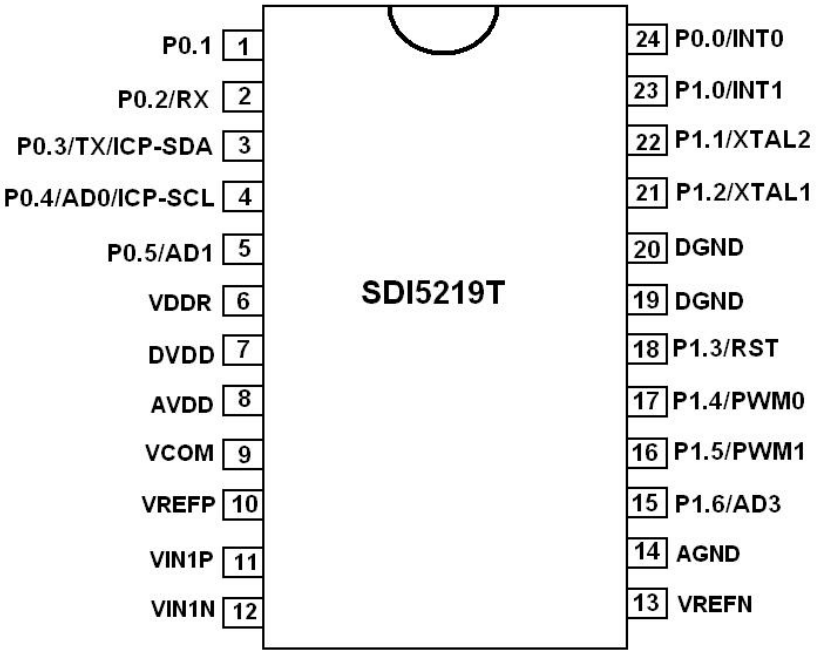


图 3：SDI5219T 管脚图

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

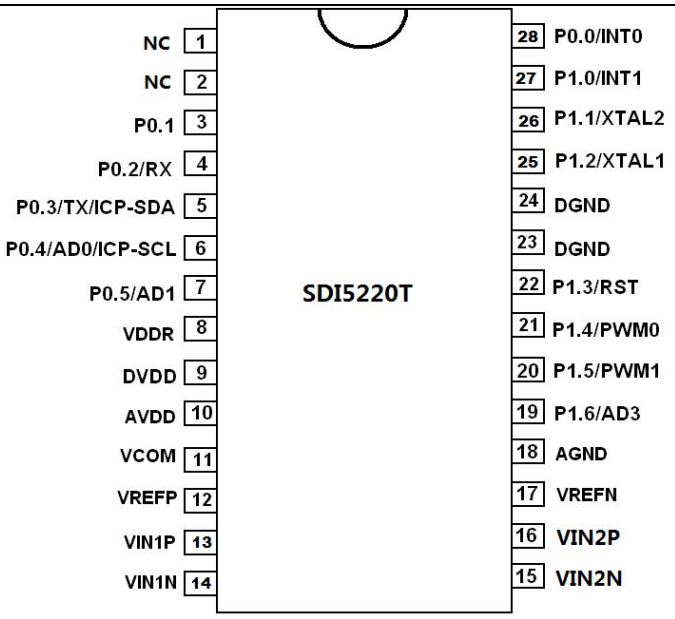


图 3.1：SDI5220T 管脚图

	类型	说明
DVDD	P	数字电源
DGND	P	数字地
AVDD	P	模拟电源
AGND	P	模拟地
VDDR	P	数字滤波管脚（接 0.1uF - 1uF 电容）
P1.0 - P1.6	I/O	普通 IO
P0.0 -- P0.5	I/O	普通 IO
P2.0 - P2.5	I/O	普通 IO
24 位 ADC 相关 IO		
VCOM	O	内部 LDO 输出，可配置为： 1.5v\2.0v\2.5v\AVDD 输出
VREFP	I	正参考电压输入(24 位 ADC)
VREFN	I	负参考电压输入(24 位 ADC) SDI5209A,SDI5219A 此信号在内部连接到地
VIN1P	I	差分输入 1 通道：正端信号（复用 P2.0）
VIN1N	I	差分输入 1 通道：负端信号（复用 P2.1）
VIN2P	I	差分输入 2 通道：正端信号（复用 P2.3）
VIN2N	I	差分输入 2 通道：负端信号（复用 P2.2）
其他复用 IO		
PWM0\PWM1	I/O	脉宽调制模块输出（复用 P1.5、P1.4）
RST	I/O	外部复位管脚（复用 P1.3）
XTAL1\XTAL2		接外部晶振(复用 P1.1、P1.2)
INT0	I/O	外部中断 0（复用 P0.0）
INT1	I/O	外部中断 1（复用 P1.0）
RX	I/O	UART 的接受信号(复用 P0.2)
TX	I/O	UART 的发射信号（复用 P0.3）
ICP-SDA	I/O	在线烧录信号： 数据 (复用 P0.3) （为了不影响烧录，请不要用小电阻将其拉到地）
ICP-SCL	I/O	在线烧录信号： 时钟 (复用 P0.4) （为了不影响烧录，请不要用小电阻将其拉到地）
AD0\AD1\AD3	I	8 位 ADC 的 3 路输入（复用:P0.4、P0.5、P1.6）

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

3-特殊功能寄存器

	8	9	A	B	C	D	E	F
F8	EIP							
F0	B							
E8	EIE							
E0	ACC							
D8	EICON							
D0	PSW							
C8	***	***	***					
C0		FLASH_DATA	FLASH_ADDL	FLASH_ADDH	FLASH_ENA *	FLASH_ENB *	FLASH_ENC *	FLASH_CON
B8	IP	***	***	***	***	***	***	
B0	P3	SGADCON	SGADC3	SGADC2	SGADC1	***	***	***
A8	IE	WDCON	WD_TA *	SARCON	SARDATA			
A0	P2	SGADCON2	PD_CON					
98	SCON	SBUF	PWMF_H	PWMF_L	PWM0	PWM1	PWM_CON	
90	P1	EXIF	P0M1	P0M1	P1M1	P1M1	P2M1	P2M1
88	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1	CKCON	
80	P0	SP	DPL	DPH	DPL（1）	DPH（1）	DSP（1）	PCON
	0	1	2	3	4	5	6	7

*: 只写

***：内部保留

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

4-存储器

4.1 RAM

对于SDI5219系列，内建512 字节RAM。

- ✧ 用户可直接寻址开始的128 字节RAM，我们叫它直接RAM,它的地址空间是 00h~7Fh.
- ✧ 接下来的128 字节RAM,用户可以间接寻址到它。我们叫它间接RAM,它的空间地址是80h~FFh
- ✧ 其它的RAM被叫做扩展RAM,它占用的空间地址00h~FFh 用户可以通 过寄存器Ri 或数据指针DPTR,使用**MOVX** 指令来访问它,如:MOVX A,@R1 或者 MOVX A,@DPTR。

SDI5219系列RAM空间：

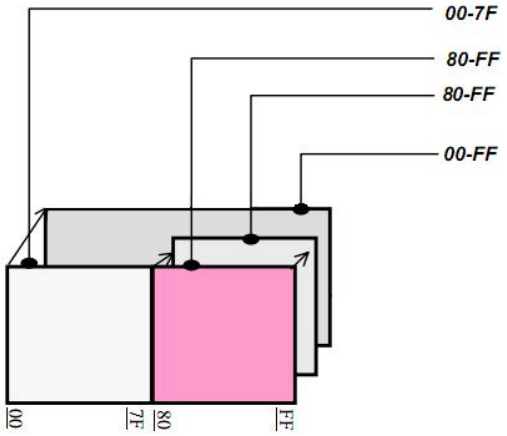


图4： RAM空间

4.2 FLASH

对于**SDI5219系列**，总共有30K的Flash空间。该Flash空间在烧录时可分配为：“程序空间”以及“数据空间”

- ✧ 程序空间：用户程序存储空间
- ✧ 数据空间：非易失性数据存储空间，程序可修改此空间数据

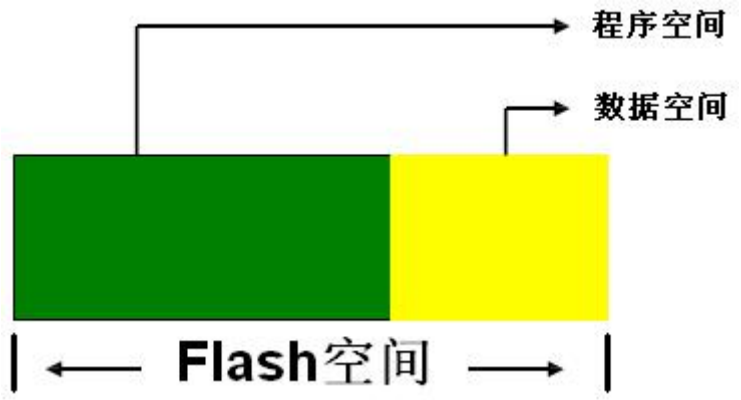


图 5：Flash 空间

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

5-I/O 口

SDI5219系列的I/O 口可分别设成4 种不同的模式：(X=0,1,2； n=0,1,2,3,4,5,6,7)

PxM1n	PxM0n	I/O 口模式
0	0	标准51输出模式(默认)
0	1	CMOS推拉输出
1	0	仅输入
1	1	集电极开路

注意：配置为“仅输入”“集电极开路”时，IO口的对应“数据寄存器”必须置1，否则IO口将被拉到地。

要注意IO口的配置锁定功能

5.1 相关特殊寄存器

P0口：默认配置“标准51输出模式”

- **P0 (0x80): P0** 口数据寄存器（**默认值：0xFF**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
		P05	P04	P03	P02	P01	P00

- **P0M0(0x92): P0** 口模式配置寄存器**0**（**默认值：0x00**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
		P0M05	P0M04	P0M03	P0M02	P0M01	P0M00

- **P0M1(0x93): P0** 口模式配置寄存器**1**（**默认值：0x00**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
		P0M15	P0M14	P0M13	P0M12	P0M11	P0M10

P1口：P1.1,P1.2默认配置“仅输入模式”，其它为“标准51输出模式”

- **P1 (0x90): P1** 口数据寄存器（**默认值：0xFF**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10

- **P1M0(0x94): P1** 口模式配置寄存器**0**（**默认值：0x00**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
	P1M06	P1M05	P1M04	P1M03	P1M02	P1M01	P1M00

- **P1M1(0x95): P1** 口模式配置寄存器**1**（**默认值：0x06**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
	P1M16	P1M15	P1M14	P1M13	P1M12	P1M11	P1M10

P2口：默认配置“标准51输出模式”

- **P2(0xA0): P2** 口数据寄存器（**默认值：0xFF**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
			P24	P23	P22	P21	P20

- **P2M0(0x96): P2** 口模式配置寄存器**0**（**默认值：0x00**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
			P2M04	P2M03	P2M02	P2M01	P2M00

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

■ **P2M1(0x97): P2** 口模式配置寄存器**1**（**默认值：0x00**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
			P2M14	P2M13	P2M12	P2M11	P2M10

IO 口配置锁定：

■ **PD_CON(0xA2):** 休眠辅助寄存器（默认值：0x06）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
XIO_LCK	**P2_LCK1**	**P2_LCK0**	**SG_LCK1**	**SG_LCK0**	**ALDO_EN**	**ALDO_SYN**	TEMP_EN

XIO_LCK: 外置振荡复用 IO 锁定
1: 锁定 P1.1、p1.2 为仅输入模式
0: 解锁(IO 模式由对应的模式控制位控制)

P2_LCK1 \P2_LCK0: P2 口 IO 锁定
11、10、01: 锁定 P2 为仅输入模式
00: 解锁(IO 模式由对应的模式控制位控制)

SG_LCK1\ SG_LCK0: 24 位 ADC 核心寄存器锁定
11、10、01：锁定寄存器：sgadcon，sgadcon2，忽略写入功能
00：解锁写权限

ALDO_EN: 内部 LDO 使能 “参见章节：12-内部 LDO”
1：开启内部LDO
0：关闭内部LDO

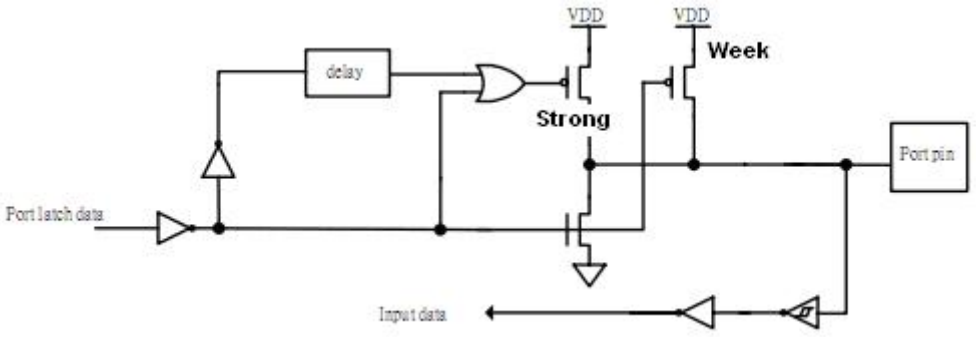
ALDO_SYN: 内部LDO同步信号
1：内部LDO和24位ADC 同步休眠
0：不同步，关掉24为ADC，内部LDO正常工作

TEMP_EN: 温度模块使能
1：开启温度模块
0：关闭温度模块

5.2 I/O 口模式配置

■ 标准**51** 输出模式

PxM1n = 0, PxM0n = 0

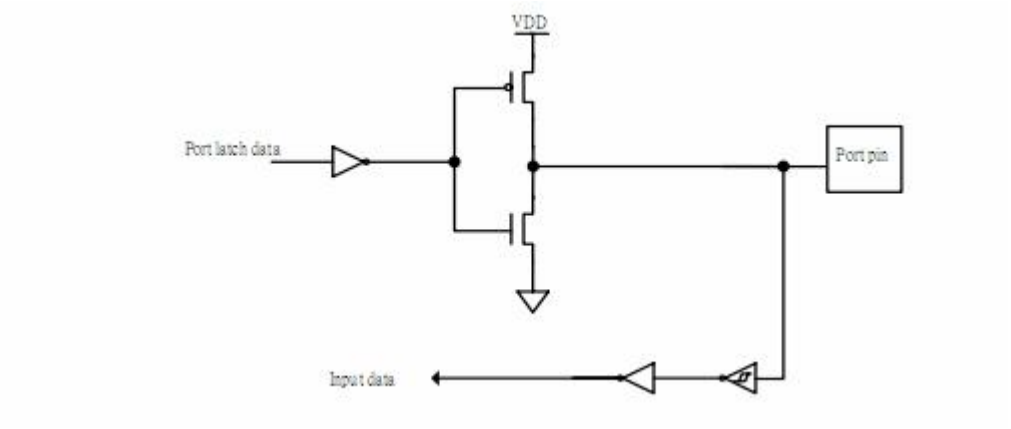


✓ **上升沿会启动100ns的强上拉，然后强上拉关闭，只剩下弱上拉**
✓ **弱上拉相当50K的电阻。此配置下，IO口输出低电平，将持续有电流消耗。低功耗是需要注意！！**

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

- CMOS推拉输出

  PxM1n = 0; PxM0n = 1;



- 仅输入模式(高阻)

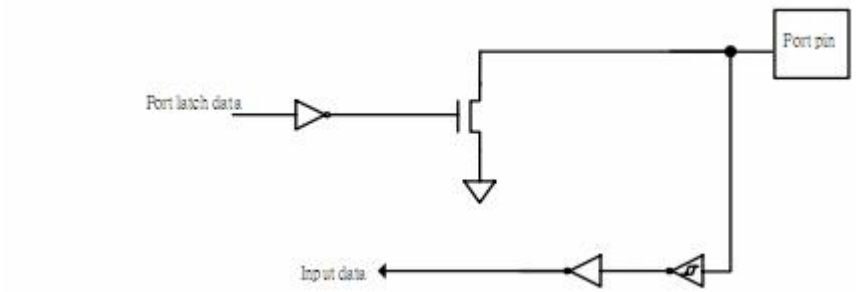
  PxM1n = 1; PxM0n = 0;

注意：

- ✧ 该模式用于给MCU内部ADC等输入模拟信号，内部数字IO输入被锁定为高电平，也就是说如果配置成该模式的管脚，通过指令读取IO口电平恒为高电平。
- ✧ 该模式必须将IO口对应的寄存器位写1才能有效，如果对应的寄存器为0，则IO口将被拉到地。

- 开集输出模式

  PxM1n =1; PxM0n = 1;



5.3 IO口驱动电流

	外灌电流能力	吸入电流能力
P1.3/P1.4/P1.5/P1.6(大驱动IO)	25mA	30mA
其他IO	7mA	15mA

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

6-定时/计数器

SDI5219系列提供了两个16 位定时/计数器 T0,T1。

（相关中断，请参考第7章“7-中断”）

注意：使用内部震荡提供串口时钟时，时器基准时钟采用“CLK_OSC /4”，这样能配置各种串口速率。

6.1相关特殊寄存器

■ **TMOD(0x89): TIMER** 模式控制寄存器（**默认值：0x00**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
用于T1				用于T0			

GATE: 0: 只要TRx 置1，Timer x 即使能
1: 必须TRx 置1，且/INTx 为高，Timer x 才使能

C/T: 0: 作为定时器
1: 作为计数器

M1,M0 模式选择
0,0: 作为13 位定时/计数器
0,1: 作为16 位定时/计数器
1,0: 作为8 位自动重载定时/计数器，重载值存于THx
1,1: 对于T0, TL0 是一个8 位定时/计数器, TH0 是一个8 位定时器
T1 被停止

■ **TCON(0x88)** （**默认值：0x00**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

TF1: T1 溢出标志位
当T1 溢出时，该位会自动置1. 当执行T1 溢出中断时，该位自动清零.

TR1: 0: 停止T1
1: 开始T1

TF0: T0 溢出标志位
当T0 溢出时，该位会自动置1. 当执行T0 溢出中断时，该位自动清零.

TR0: 0: 停止T0
1: 开始T0

IE1: 外部中断1 标志
当外部中断1 产生时，该位会自动置1. 当执行外部中断1 时，该位自动清零.

IT1: 0: 引脚EX1 低电平，产生外部中断1
1: 引脚EX1 下降沿，产生外部中断1

IE0: 外部中断0 标志
当外部中断0 产生时，该位会自动置1. 当执行外部中断0 时，该位自动清零.

IT0: 0: 引脚EX0 低电平，产生外部中断0
1: 引脚EX0 下降沿，产生外部中断0

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

■ **CKCON(0x8E):** 时钟辅助寄存器（**默认值：0x00**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
				T1M	T0M	CKDIV1	CKDIV0

T0M: 定时器T0 时钟选择
0: CLK_MCU /12
1: CLK_MCU /4

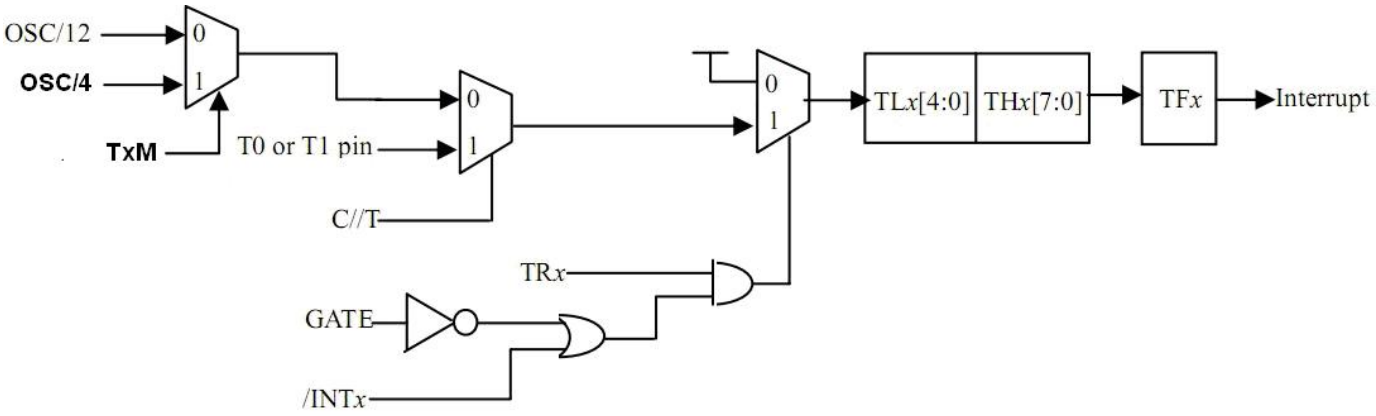
T1M: 定时器T1 时钟选择
0: CLK_MCU /12
1: CLK_MCU /4

CKDIV1/CKDIV0: 用于MCU时钟分频
00: CLK_MCU = CLK_OSC
01: CLK_MCU = CLK_OSC / 2
10: CLK_MCU = CLK_OSC / 4
11: CLK_MCU = CLK_OSC / 8

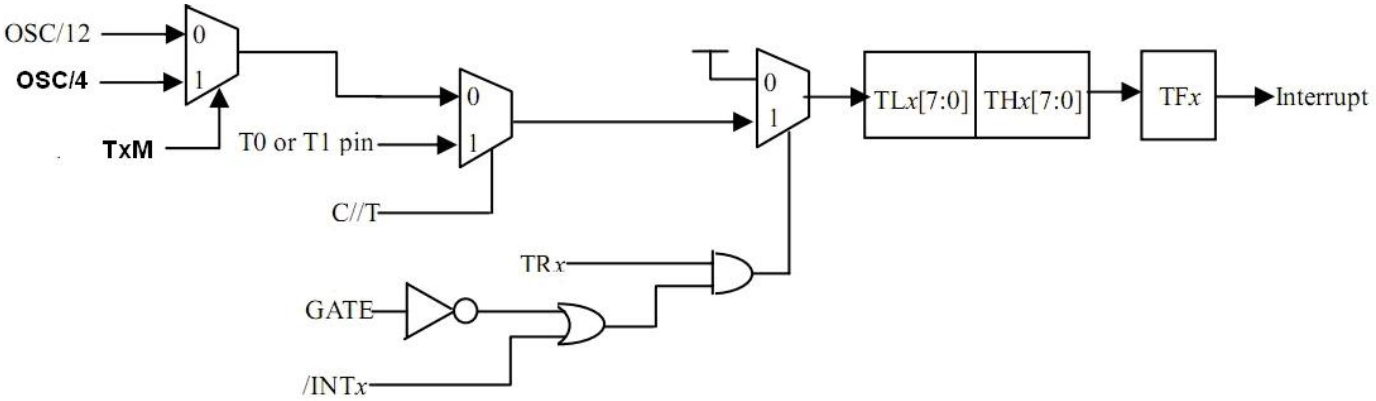
6.2 定时/计数器的四种模式

下图中: T0(P0.1)、T1(P0.4)、INTx（INT0\INT1）

■ **M1,M0 = 0,0:** 模式**0**
13 位定时/计数器

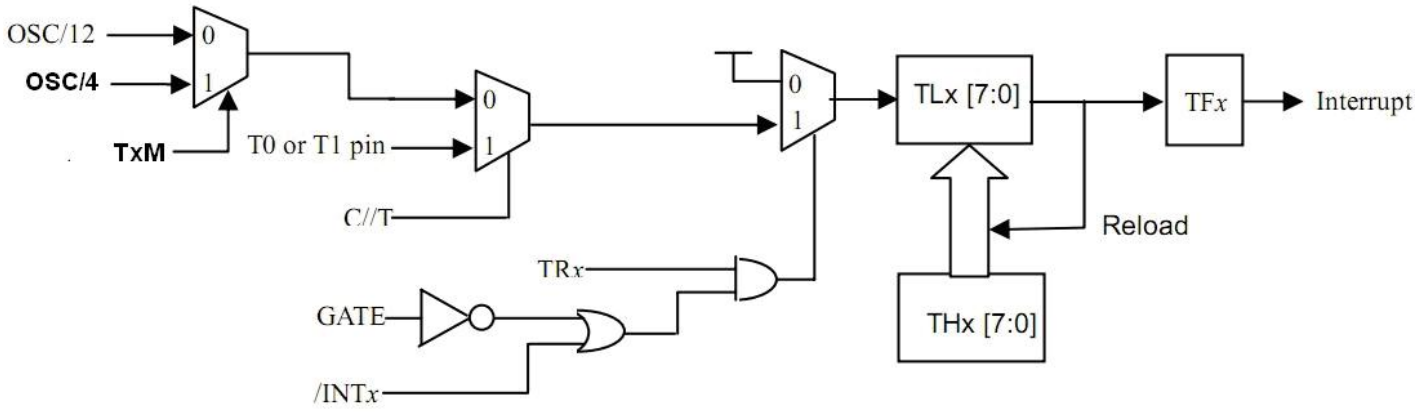


■ **M1,M0 = 0,1:** 模式**1**
16 位定时/计数器

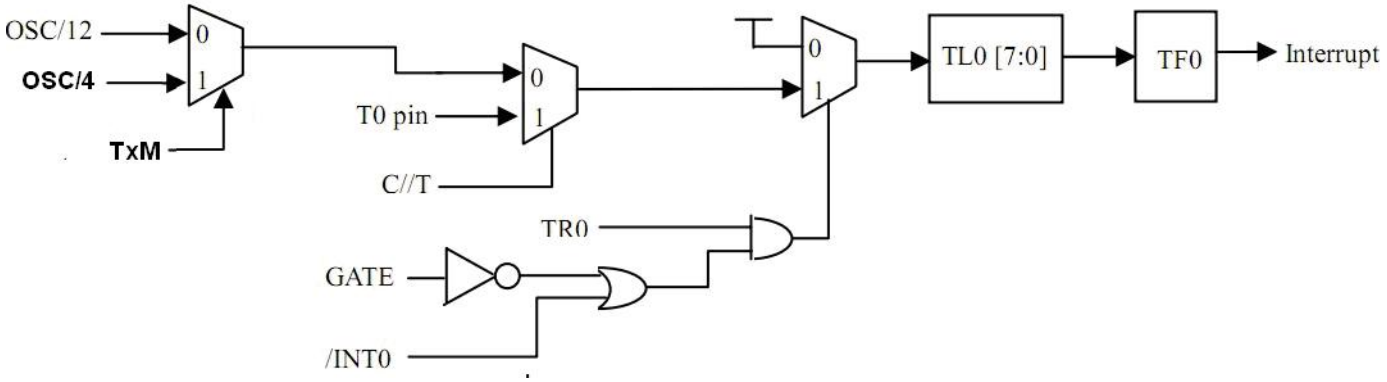


Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

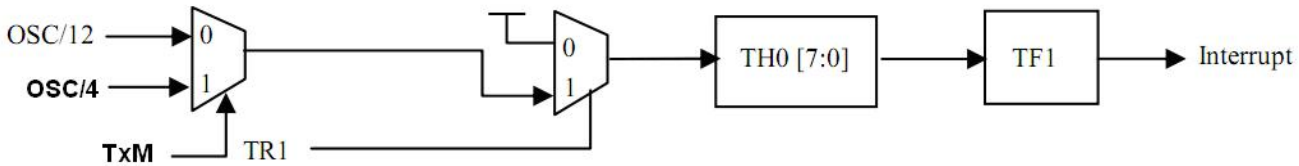
- **M1,M0 = 1,0:** 模式**2**
  8 位自动重载定时**/**计数器



- **M1,M0 = 1,1:** 模式**3**
  TL0 是一个**8** 位定时**/**计数器



TH0 是一**8** 位定时器， 使用**TR1** 使能，溢出时置位**TF1**



Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

7-中断

SDI5219系列，提供10个中断源，2级优先级。处理高优先级中断时，不会响应低优先级的中断请求。如果两个不同 优先级的中断同时发出请求，高优先级的中断请求将会被响应。如果相同优先级的中断同时发出请 求，则由内部优先级来决定哪个中断会被响应。下表说明了内部优先级和中断向量地址

中断源	中断向量地址	中断内部优先级
外部中断0	03H	1(最高)
定时器0	0BH	2
外部中断1	13H	3
定时器1	1BH	4
串口	23H	5
（保留）	2BH	6
低频时钟唤醒中断	33H	7
24位ADC中断	3BH	8
8位ADC中断	43H	9
看门狗中断	4BH	10

7.1 相关特殊寄存器

■ **IE(0xA8) –** 中断始能 （5个普通中断源的中断始能）（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
EA			ES	ET1	EX1	ET0	EX0

EA: 0: 禁止所有中断
1: 使能中断

ES: 串口中断使能位
0: 禁止
1: 使能

ET1: 定时器1 中断使能位
0: 禁止
1: 使能

EX1: 外部中断使能位
0: 禁止
1: 使能

ET0: 定时器0 中断使能位
0: 禁止
1: 使能

EX0: 外部中断0 使能位
0: 禁止
1: 使能

■ **IP(0xB8)** 中断优先级（5个普通中断源的中断优先级）（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
			PS	PT1	PX1	PT0	PX0

对应位 1 的优先级高于 0 的优先级

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

■ **EIE(0xE8)** – 扩展中断始能 （4个扩展中断源的中断始能）（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
			EWDI	EX5	EX4	EX3	

EWDI: “看门狗中断” 使能位
0: 禁止
1: 使能

EX5: “ 8位ADC中断”
0: 禁止
1: 使能

EX4: “24位ADC中断使能位”
0: 禁止
1: 使能

EX3: “低频时钟唤醒中断” 使能位
0: 禁止
1: 使能

■ **EIP(0xF8)** 扩展中断优先级（4个扩展中断源的中断优先级）（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
			PWDI	PX5	PX4	PX3	

对应位 1 的优先级高于 0 的优先级

■ **EXIF (0x91)** 扩展中断的标志位（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
IE5	IE4	IE3					

IE5: “8位ADC中断”标志
当“8位ADC中断”产生时，该位会自动置1，该位需要手动清零。

IE4: “24位ADC中断使能位”标志
当“24位ADC中断使能位”产生时，该位会自动置1，该位需要手动清零。

IE3: “低频时钟唤醒中断”标志
当“低频时钟唤醒中断”产生时，该位会自动置1，该位需要手动清零。

■ **EICON(0xD8)** 扩展中断控制寄存器（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
				WDFI			

WDFI: “看门狗中断”标志
当“看门狗中断”产生时，该位会自动置1，该位需要手动清零。

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

8-串口(UART)

兼容标准 C51 的串口，具体模式说明请参考标准 C51 的相关资料

（相关中断，请参考第 7 章“7-中断”）

注意：使用内部震荡提供串口时钟时，时器基准时钟采用“CLK_OSC /4”，这样能配置各种串口速率。

8.1 相关特殊寄存器

- **SBUF(0x99):** 串口发送，接收数据寄存器（默认值：0x00）
- **SCON(0x98):** 串口控制寄存器（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

SM1 和 SM0 定义串行口操作模式 见下表

SM0	SM1	UART 模式	
0	0	模式0,	同步移位寄存器
0	1	模式1 ,	8 位 UART
1	0	模式2,	9 位 UART
1	1	模式3,	9 位 UART

（对于工作模式的具体描述，请参照标准51的相关说明）

SM2 在模式 2 和3 中多处理机通信使能位 在模式 2 或3 中 若SM2=1 且 接收到的第9 位数据 RB8 是 0 则 RI 接收中断标志 不会被激活 在模式1 中 若 SM2=1 且没有接收到有效的停止位 则 RI 不会被激活 在模式 0 中SM2 必须是 0

REN 允许接收位 由软件置位或清除 REN=1 时允许接收 REN=0 时 禁止接收

TB8 模式 2 和 3 中发送的第 9 位数据 可以按需要由软件置位或清除

RB8 模式 2 和 3 中已接收的第 9 位数据 在模式 1 中 或 sm2=0 RB8 是已 接收的停止位 在模式 0 中 RB8 未用

TI 发送中断标志 模式 0 中 在发送完第 8 位数据时 由硬件置位 其它模式 中 在发送停止位之初 由硬件置位 在任何模式中 都必须由软件来清除 TI

RI 接收中断标志 模式 0 中 接收第 8 位结束时由硬件置位 其它模式中在接收停止位的中间时刻 由硬件置位.在任何模式(SM2 所述情况除外)必须由软件清除

- **PCON(0x87):** 电源控制寄存器（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
SMOD0	SOFT_RST	OSC_PD	STOP2	GF1	GF2	STOP1	IDLE

SMOD = 1时，串行口的波特率加倍

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

9-（SRA）8 位 ADC

（相关中断，请参考第 7 章“7-中断”）

SDI5219系列提供了4通道的ADC，当相关IO口作为ADC 通道使用时，该I/O 口必须设为仅输入模式(高阻)，且I/O口相关寄存器的对应位需要置1。

9.1 相关特殊寄存器

请注意相关保留位保持默认值

- **SARDATA(0xAC):** ADC 转换结果数据寄存器（默认值：0x00）

  SAR ADC的参考电压为(DVDD-DGND)

  SARDAT = 256* ((Vin –DGND)/(DVDD-DGND))

- **SARCON (0xAB):** ADC 转换控制寄存器（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
保留	保留	SAR_FCON1	SAR_FCON0	SAREN	SAR_STA	SAR_SEL1	SAR_SEL0

SAR_FCON 1, SAR_FCON 0 : ADC 转换速度选择寄存器

0,0 (default),转换时钟约560KHz，40 个机器周期（完成转换）

0,1 转换时钟约280KHz，80 个机器周期（完成转换）

1,0 转换时钟约140KHz，160 个机器周期（完成转换）

1,1 转换时钟约70KHz，320 个机器周期（完成转换）

SAREN 0: 关闭SARADC模块的电源； 1: 打开SARADC模块的电源

SAR_STA 置1 后，SARADC 开始转换，转换完成后自动清零。

SAR_SEL1, SAR_SEL0: 通道选择位

0,0 (AD0通道)设置P0.4 为ADC 通道(默认)

0,1 (AD1通道)设置P0.5 为ADC 通道

1,0 (AD2通道)设置P2.4 为ADC 通道

1,1 (AD3通道)设置P1.6 为ADC 通道

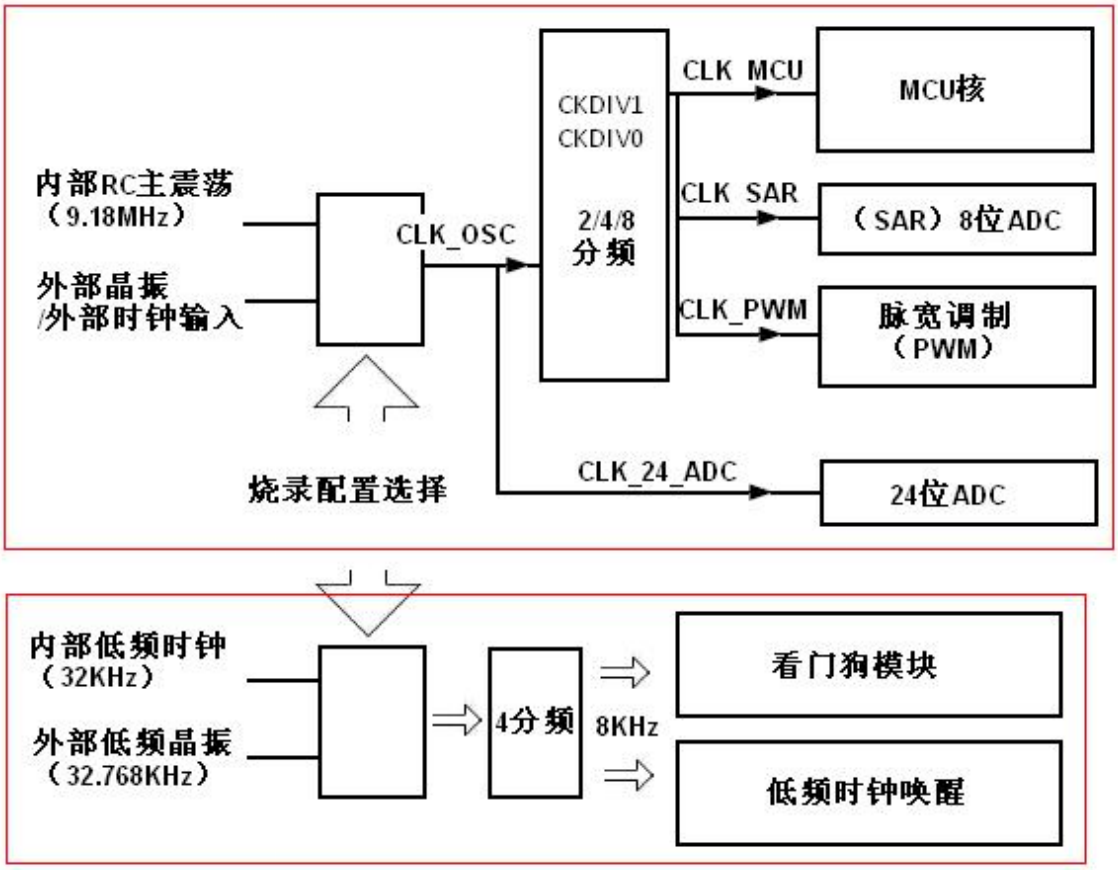
9.2 （SAR）8位ADC参考程序

```
//--测试通道 3 的电压
SARCON   = 0x0b;            //通道 3，转换时钟最快，打开 Sar-ADC
                            //-- 注意配置相关 IO 口
if(!(SARCON & 0x04))        // ADC 不忙则开始转换
{
    SARCON |= 0x04;         //ADC 开始转换
    while(SARCON & 0x04)    // 等待转换结束
    {
    }
}
//得到转换数据在 SARDATA 中
SARCON   &= 0xf7;           //关闭 ADC
```

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

10-时钟系统、电源管理

10.1 时钟系统概述



SDI5219 系列的时钟分为两部分：“主震荡”和“低频时钟”，两者均可在烧录时配置是否采用外部晶振，外部震荡管脚和 P1.1，P1.2 复用。（任何时候，只能有一个时钟被配置为外部晶振）

上图详细描述了各个模块对应的时钟。

- ✧ 主(RC)震荡： 9.83MHz
- ✧ 内部低频(RC)震荡： 32KHz

■ **CKCON(0x8E):** 时钟辅助寄存器（**默认值：0x00**）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
				T1M	T0M	CKDIV1	CKDIV0

T0M: 定时器T0 时钟选择
0: CLK_MCU /12
1: CLK_MCU /4

T1M: 定时器T1 时钟选择
0: CLK_MCU /12
1: CLK_MCU /4

CKDIV1/CKDIV0: 用于MCU时钟分频 （**CLK_MCU、CLK_SAR、CLK_PWM的时钟频率相同**）
00: CLK_MCU = CLK_OSC
01: CLK_MCU = CLK_OSC / 2
10: CLK_MCU = CLK_OSC / 4
11: CLK_MCU = CLK_OSC / 8

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

10.2 外部震荡

当配置位外部震荡时（以下两个时钟均适合）：

- ✧ P1.1,P1.2 为连接外部晶振的管脚，分别接 22pF 的电容到地。
- ✧ 程序执行过程中，禁止将修改 P1.1、P1.2 的工作模式（寄存器“PD_CON”锁定 P1.1、P1.2 为仅输入模式，防止被修改，具体参考寄存器“PD_CON”）。
- ✧ 内部具备时钟检测模块，当外部震荡不起振时，自动切换到内部震荡，指导外部震荡重新起振。
- ✧ “低频时钟”采用外置“32.768KHz”的晶振，配合“看门狗”，可以实现准确的时钟记时功能

10.3 MCU 的时钟特性

- ✧ SDI5219 系列采用 4T 模式，1 个机器周期对应 4 个时钟周期。
- ✧ 可通过时钟分频控制给到 MCU 以及相关外设的时钟频率

10.4 MCU 工作模式

系统具备三种工作模式，可以通过寄存器 PCON 来配置，**在配置 PCON 进入休眠前，最好加一条空指令“NOP”。**

■ **PCON(0x87):** 电源控制寄存器（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
SMOD0	SOFT_RST	OSC_PD	STOP2	GF1	GF2	STOP1	IDLE

SMOD： =1时，串行口的波特率加倍
SOFT_RST： 和用户程序无关（系统标志）
OSC_PD： =1：“掉电模式二”时，不关闭“主振荡器”
=0：“掉电模式二”时，关闭“主振荡器”
STOP2： =1，单片机进入“掉电模式二”
GF1/ GF2： 通用标志位
STOP1： =1，单片机进入“掉电模式一”
IDLE： =1，单片机进入“休眠模式”

MCU 核的省电工作模式，主要是通过关闭相关部分的时钟来实现的

	状体描述	进入方式	退出方式
IDLE: “休眠模式”	✓ MCU 停止读取指令，进入等待 ✓ 相关的时钟并不关闭	PCON[0]置 1	✓ 所有中断 ✓ 退出自动清除 PCON[0]
STOP1: “掉电模式一”	✓ 关闭CLK_MCU ✓ 关闭CLK_SAR ✓ 关闭CLK_PWM ✓ 其他外设是否关闭，需要用户自己配置相关标志位！	PCON[1]置 1	✓ 外部中断 0，1 ✓ 低频时钟唤醒中断 ✓ 24 位 ADC 中断 ✓ 退出自动清除 PCON[1]
STOP2: “掉电模式二”	✓ 关闭CLK_MCU ✓ 关闭CLK_SAR ✓ 关闭CLK_PWM ✓ 关闭CLK_24_ADC ✓ 无视其他配置强制关闭（24位ADC、内部LDO、温度传感器） ✓ 当OSC_PD=0时，关闭主震荡器	PCON[4]置 1	✓ 外部中断 0，1 ✓ 低频时钟唤醒中断 ✓ 退出自动清除 PCON[4]

注意事项：

✓ 低频 32K 时钟始终运行，方便通过“低频时钟唤醒中断”唤醒“掉电模式二”

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

- ✓ 可唤醒“STOP1/STOP2”模式的四个“可唤醒中断”（外部中断 0/1、Sigma-Delta 中断、低频唤醒），如果“可唤醒中断”和“STOP1/2 进入指令”同时发生，将忽略“STOP1/2 进入指令。
- ✓ 其他“非唤醒中断”和“STOP1/2 进入指令”同时发生时，仍然会进入 STOP1/2，同时可能导致无法退出 STOP1/2 模式！为了防止这种情况，在采用“STOP1/2 进入指令”的程序中，最好将“非唤醒中断”优先级设置为低（复位默认），用作唤醒的中断设置为高优先级！！

10.5 电压监测

SDI5219 内部设置有上电复位以及掉电监测模块

- ✧ 上电复位电压门限为 2.0v。
- ✧ 掉电监测门限为 1.9v。当电压低于此门限 30uS 时，会产生复位信号，将整个 MCU 复位。
- ✧ MCU 的掉电速度最好能保持在 5mV/us 以下

11-看门狗与低频唤醒

（相关中断，请参考第 7 章“7-中断”）

“看门狗”和“低频唤醒”均采用 8KHz 的时钟(32K 的 4 分频)。其中“低频唤醒”主要用于在“掉电模式”下的自动唤醒。

如下是“看门狗控制寄存器”，对它的访问需要先开启“访问窗口”

- ■ **WDCON (0xA9):** 看门狗控制寄存器（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
WUEN	**WUT1**	**WUT0**	WDEN	WDT1	WDT0	WDRST	WDCLR

WUEN： 低频唤醒
1：开启
0：关闭

WUT1/ WUT0： 低频唤醒时间选择
00： （计数 1200 溢出）0.15s
01： （计数 1600 溢出）0.20s
10： （计数 3200 溢出）0.4s
11： （计数 8000 溢出）1.0s

WDEN： 看门狗
1：开启
0：关闭

WDT1/ WDT0： 看门狗时间选择
00： （11 位计数器，2^11 溢出）0.25s
01： （12 位计数器，2^12 溢出）0.5s
10： （13 位计数器，2^13 溢出）1s
11： （15 位计数器，2^15 溢出）4s

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

WDRST： **看门狗复位标志**
1：看门狗溢出后，单片机复位
0：看门狗溢出后，单片机不复位

WDCLR： **看门狗计数器清 0**
该位写 1，看门狗计数器清 0。该位在看门狗计数器清 0 后自动变为 0

11.1 WDCON 的“访问窗口”

正常情况下，寄存器“WDCON”处于保护状态，无法对其写入。对其操作时，需要通过寄存器“WD_TA”开启“访问窗口”

■ **WD_TA (0xAA):** 窗口访问控制寄存器（不可读）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0

对 WD_TA 依次连续写入：0x05，0x0a，将开启 4 个机器周期的时间访问寄存器“WDCON”

如：

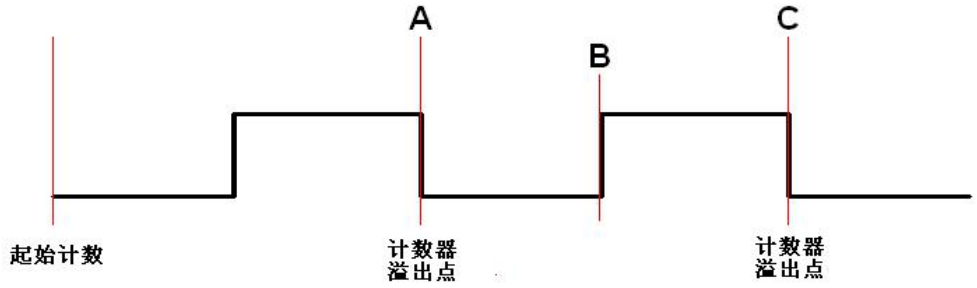
```
EA = 0;
WD_TA = 0x05;
WD_TA = 0x0a;
WDCON = 0xbf; //看门狗时间 4s 钟,低频唤醒 0.2s
EA = 1;
```

11.2 “看门狗”

✧ “看门狗”启动后，需要清除看门狗计数器，使看门狗从确定状态开始运行

✧ 通过标志位“WDRST”可以配置“看门狗计数器”溢出后“系统复位”或者“执行中断”

✧ “掉电模式”下的看门狗运行：
“掉电模式一/二”时，“看门狗”启动的话，看门狗计数器正常运行。
- ✓ 当计数器溢出后，由于处于“掉电模式”，所以系统并不响应“看门狗中断”或者“看门狗复位”。
- ✓ 计数器溢出后，计数器重新从 0 开始继续计数。
- ✓ 同时，“看门狗溢出”标志将会保留到，计数器重新开始计数的一半时间点。超过这个时间点，前一次溢出的标志将被清除。



看门狗计数器在 A 点溢出，由于处于“掉电模式”，不响应溢出。A 点的溢出标志将会被保留到 B 点。如果在 B 点前，退出了“掉电模式”会立刻监测到看门狗溢出。

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

如果是在 B 点后退出“掉电模式”，则只能等到 C 点溢出时才响应新的溢出。

11.3 “低频唤醒”

✧ “低频唤醒”启动后，如果没有处于“掉电模式一/二”，其计数器是不工作的。当进入“掉电模式一/二”后，“低频唤醒”计数器自动启动，并在计满相应的时间后产生“低频唤醒”中断，使 MCU 退出“掉电模式”

12-脉宽调制模块(PWM)

12.1 相关寄存器

请注意相关保留位保持默认值

■ **PWMF_H (0x9A):** PWM计数器高位寄存器（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	BIT8

■ **PWMF_L (0x9B):** PWM 计数器低位寄存器（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0

■ **PWM0 (0x9C):** PWM通道0的门限（默认值：0xFF）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0

■ **PWM1 (0x9D):** PWM通道1的门限（默认值：0xFF）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0

■ **PWMCON (0x9E):** PWM控制寄存器（默认值：0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
保留	保留	保留	保留	保留	PWM_EN	保留	PWM0_INV

PWM_EN： PWM 模块

1：开启

0：关闭

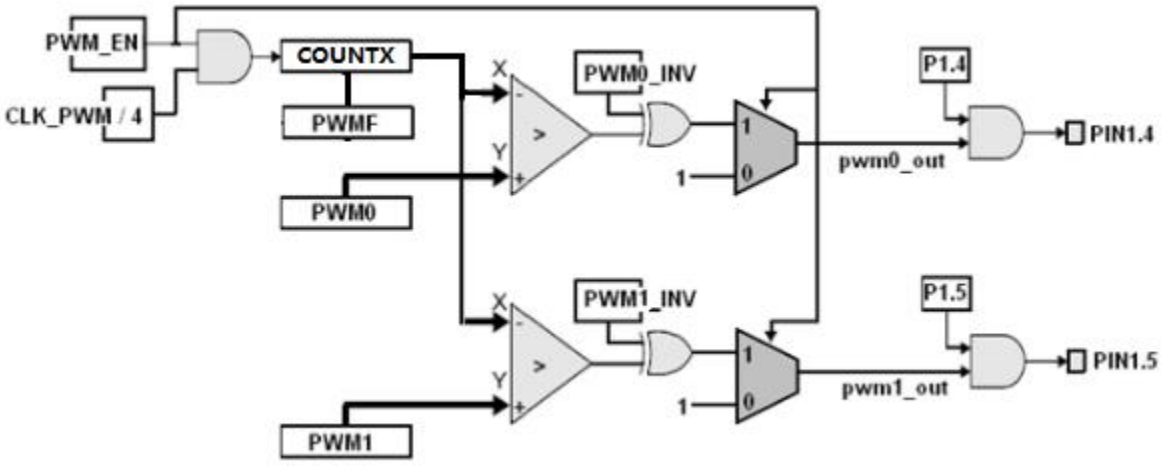
PWM0_INV： PWM0 的输出配置位

1：（PWM_EN=1）当 **PWMF <= PWM0 时，pwm0/1_out 输出 0**

0：（PWM_EN=1）当 **PWMF <= PWM0 时，pwm0/1_out 输出 1**

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

12.2 工作说明



- ✧ COUNTX 为内部 16 位计数器,PWM 使能后开始从 0 计数，当计数到门限 PWMF 时从新回到 0 计数；

- ✧ PWMF 计数器为 9 位，放在寄存器“PWMF_H”“PWMF_L”中。

- ✧ PWM0 和 PWM1 分别为门限计数器，分别为 8 位。

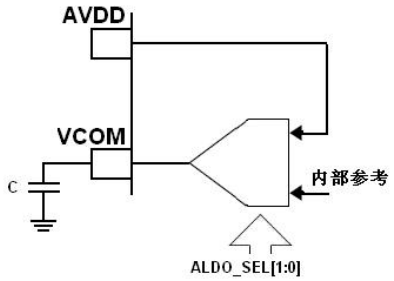
- ✧ PWM 关闭（PWM_EN = 0）：pwm1_out、pwm0_out 输出 1。
  PWM 开启（PWM_EN = 1）：
  - ✓ （PWM0_INV = 0）：
    当 **COUNTX <= PWM0 时，pwm1/0_out 输出 1**
    当 **COUNTX > PWM0 时，pwm1/0_out 输出 0**
  - ✓ （PWM0_INV = 1）：
    当 **COUNTX <= PWM0 时，pwm1/0_out 输出 0**
    当 **COUNTX > PWM0 时，pwm1/0_out 输出 1**

  (可以通过 PWM0_INV 控制输出反相)

- ✧ PWM 模块的时钟频率为 **CLK_PWM 的 16 分频**
  - ✓ CLK_PWM 可以通过“CKDIV1/CKDIV0”从 CLK_OSC（9.83MHz）分频
    “CKDIV1/CKDIV0”最大可调节 8 分频
  - ✓ PWMF 最大为 9 位，如果不考虑 CLK_OSC 分频最低可实现的频率为(9.83MHz / 16 / 2^9)
  - ✓ PWM0/ PWM1 比 PWMF 少 1 位，需要 PWM0_INV 配合才能实现任意占空比的波形。

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

13-内部 LDO



- ✧ LDO 的输出可通过配置位“ALDO_SEL[1:0]”调节
- ✧ LDO 必须在输出端 VCOM 外接 1.0uF－10uF 的电容（当 LDO 配置输出 AVDD 时不需要）
- ✧ 上电后，LDO 默认开启，输出 AVDD

■ **SGADCON2 (0xA1):** 24位ADC控制寄存器2（默认值：0x30）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
ALDO_SEL1	ALDO_SEL0			CCA_1	CCA_0	CCB_1	CCB_0

ALDO_SEL1/ ALDO_SEL0： 内部 LDO 输出选择寄存器
00： AVDD
01： 输出 2.5v
10： 输出 2.0v
11： 输出 1.5v

CCA_1/ CCA_0： （系统配置）内部 PGA 的控制
请选择：00（默认）或者 01

CCB_1 /CCB_1： （系统配置）内部 24 位 ADC 的控制
请选择：00（默认）
01（在 CCA_1/ CCA_0 为 01 时）
（在无必要情况下，CCA_1/ CCA_0 ；CCB_1 /CCB_1 请保持默认值）

■ **PD_CON(0xA2):** 休眠辅助寄存器（默认值：0x06）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
XIO_LCK	**P2_LCK1**	**P2_LCK0**	**SG_LCK1**	**SG_LCK0**	**ALDO_EN**	**ALDO_SYN**	TEMP_EN

ALDO_EN: 内部LDO使能
1：开启内部LDO
0：关闭内部LDO

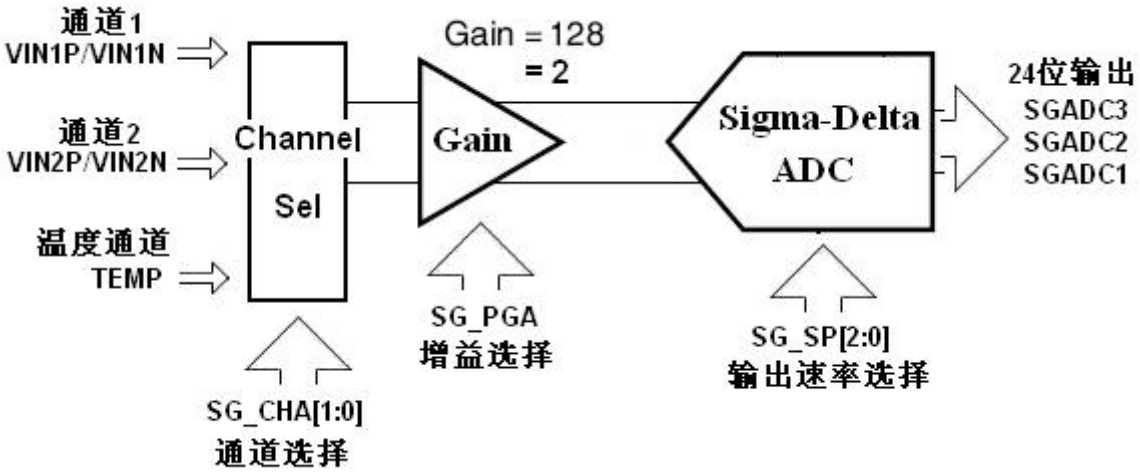
ALDO_SYN: 内部LDO同步信号
1：内部LDO和24位ADC 同步休眠
0：不同步，关掉24为ADC，内部LDO正常工作

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

14-(SIGMA-DELTA) 24 位 ADC

（相关中断，请参考第 7 章“7-中断”）（注意：上电默认开启，如不需要请关闭）
（注意：使用 24 位 ADC，通过 VIN1P\VIN1N 和 VIN2P/VIN2N 从外部输入信号时，必须将 P2 口的输入模式配置为纯输入模式，同时 P2 寄存器写 0xff）

14.1 概述



✧ **ΔΣADC**

高精度模数转换器的核心部分为采用 Sigma-Delta 调制器结构，集成可编程增益（PGA = 2,128）。该 ADC 输入模拟差分信号的采样频率为 CLK_OSC（9.83MHz）/ 128，远高于模拟信号的最大带宽，因而简化了应用时输入通道的前置防混叠滤波器。

✧ **通道选择（MUX）**

高精度模数转换器提供三个通道数据测量通道，通过 SG_CHA1、SG_CHA0 来控制。其中，通道 1 和通道 2 是普通的可外接的差分输入，通道三在连接内部的温度传感器。

除了 SID5220 提供双通道输入外，SDI5209/SDI5219 都只有通道 1 输入

✧ **内部增益(PGA)**

可通过 SG_PGA 调节是否开启内部增益模块。

开启：增益为 128 倍

关闭：增益为 2 倍（温度通道请选择 0-2 倍增益，否则信号将溢出）

✧ ADC 输出速率选择（SP）

通过 SG_SP2、SG_SP1、SG_SP0 可以调节 ADC 的输出速率

10Hz、20Hz、40Hz、80Hz、160Hz、300Hz

✧ ADC 输出值（**参考电压输入：VREF = VREFP - VREFN）（SDI5209A/SDI5219A 的 VREFN=0）**

输入：AIN1P - AIN1N（输入范围：+/- 0.5VREF/增益）

采用补码输出	
输入为正	000001h – 7FFFFFh
0000000h	000000h
输入为负	FFFFFFh – 800000h

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

14.2 相关寄存器

■ **SGADCON(0xB1):** 休眠辅助寄存器**（默认值：0xc9）**

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
SG_EN	SG_IDLE_N	SG_CHA1	**SG_CHA0**	**SG_PGA**	SG_SP2	SG_SP1	SG_SP0

SG_EN： 24 位 ADC：使能
1：开启 0：关闭

SG_IDLE_N： 24 位 ADC：休眠控制
1：正常工作 0：ADC 挂起休眠

SG_CHA1/ SG_CHA0： 24 位 ADC：通道选择
00： 通道 1（VIN1P/VIN1N）
01： 通道 2（VIN2P/VIN2N）
10/11： 温度通道

SG_PGA： 24 位 ADC：增益选择
1：128 倍 0：2 倍
（温度通道请选择 0：2 倍增益，否则信号将溢出）

SG_SP2/ SG_SP1/ SG_SP0： 24 位 ADC：输出速率选择
000： 10Hz
001： 20Hz
010： 40Hz
011： 80Hz
100： 160Hz
101： 300Hz

■ **SGADC3(0xB2):** 24位转换数据，最高8位

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
ADBT23	ADBT22	ADBT21	ADBT20	ADBT19	ADBT18	ADBT17	ADBT16

■ **SGADC2(0xB3):** 24位转换数据，中间8位

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
ADBT15	ADBT14	ADBT13	ADBT12	ADBT11	ADBT10	ADBT9	ADBT8

■ **SGADC1(0xB4):** 24位位转换数据，低8位

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
ADBT7	ADBT6	ADBT5	ADBT4	ADBT3	ADBT2	ADBT1	ADBT0

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

■ **SGADCON2 (0xA1):** 24位ADC控制寄存器2（默认值：0x30）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
ALDO_SEL1	ALDO_SEL0			CCA_1	CCA_0	CCB_1	CCB_0

ALDO_SEL1/ ALDO_SEL0： 内部 LDO 输出选择寄存器

00： AVDD

01： 输出 2.5v

10： 输出 2.0v

11： 输出 1.5v

CCA_1/ CCA_0： （系统配置）内部测试信号

请配置：00（默认）

CCB_1 /CCB_1： （系统配置）内部测试信号

请配置：00（默认）

■ **PD_CON(0xA2):** 休眠辅助寄存器（默认值：0x06）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
XIO_LCK	**P2_LCK1**	**P2_LCK0**	**SG_LCK1**	**SG_LCK0**	**ALDO_EN**	**ALDO_SYN**	TEMP_EN

XIO_LCK: 外置振荡复用 IO 锁定

1: 锁定 P1.1、p1.2 为仅输入模式

0: 解锁(IO 模式由对应的模式控制位控制)

P2_LCK1 \P2_LCK0: P2 口 IO 锁定

11、10、01: 锁定 P2 为仅输入模式

00: 解锁(IO 模式由对应的模式控制位控制)

SG_LCK1\ SG_LCK0: 24 位 ADC 核心寄存器锁定

11、10、01：锁定寄存器：sgadcon，sgadcon2，忽略写入功能

00：解锁写权限

ALDO_EN: 内部 LDO 使能 “参见章节：12-内部 LDO”

1：开启内部LDO

0：关闭内部LDO

ALDO_SYN: 内部LDO同步信号

1：内部LDO和24位ADC 同步休眠

0：不同步，关掉24为ADC，内部LDO正常工作

TEMP_EN: 温度模块使能

1：开启温度模块

0：关闭温度模块

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

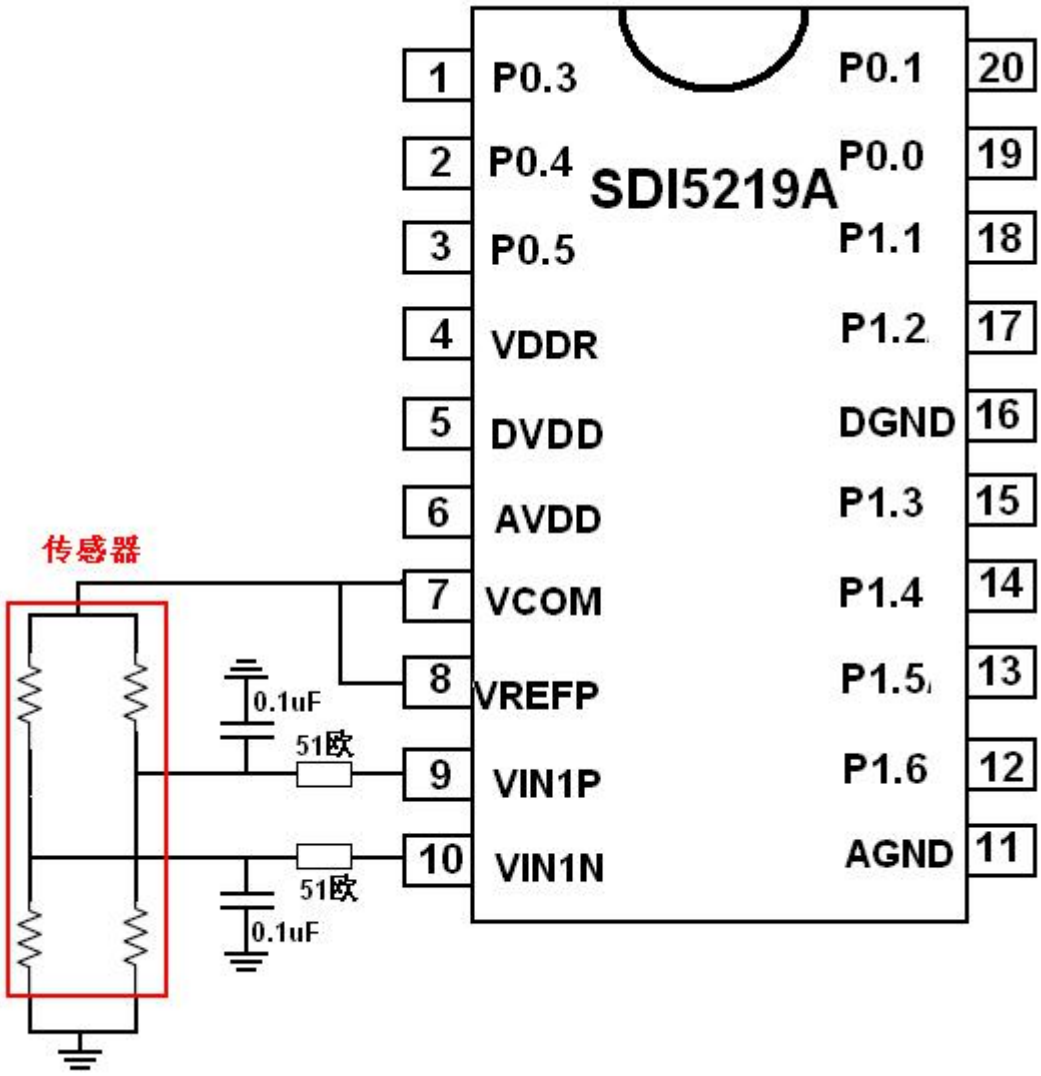
14.3 噪声性能：

增益	等效输入噪声有效值	等效输入噪声峰峰值	有效位	不动码位数
电源电压 ＝3.3V ； VREFP＝3.3V ；输出频率 ＝10Hz				
2	1500nV	6.3uV	20	18
128	40nV	196nV	19.2	17

14.4 24 位 ADC 使用图例

SDI5219 系列中，24 位 ADC 相关 IO 的接线方式和 SDI0819（独立 24 位高精度 ADC）的接线方式相同。（AVDD，VCOM，VREFP，VIN1P，VIN1N，AGND）

下图是 SDI5219A 用在压力传感器上的一组接线方式，以供参考！



Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

15-温度传感器

15.1 温度传感器概述

✧ 将 24 位 ADC 切换到温度通道，打开温度模块，可以通过 ADC 的转换值方便的测得温度信息；

✧ 不同参考电压下，ADC 的输出成比例变化。注意转换。

15.2 相关寄存器

参考“13-(SIGMA-DELTA) 24 位 ADC”

15.3 温度传感器的转换数值

具体温度下，对应的 ADC 转换数值的大小，用户可以自己实测

如下表给给出了标准测量值，可以直接使用

注意：本表格的 ADC 输出数值均是右移了 2 位后的结果	
参考电压(VREFP - VREFN)：	3.31V
0 度的输出	2317200
温度每增加 1 度的输出变大	760

15.4 温度测量样例程序

下面代码给出了参考电压为 3.0v 是的温度计算
从通道 1 切换到温度通道，检测完温度后，重新切换回通道 1

```
//预定义
union   ADpattern                   //定义联合体,数据可以采用字节和字两种方式访问；
{
    unsigned long   w ;
    unsigned char     b[4];
};

#define TEMP_VREF_03310                 //(3.31V 参考)参考电压
#define TMEP_ZERO_CODE_0 2317200        //(3.31V 参考)温度 0 时的输出码
#define TEMP_PER_D_CODE_0 760           //(3.31V 参考)温度变化 1 度时的输出码
//--
#define ZERO_SIGNAL_CODE 2097152        //0x800000 / 4  理论上信号为 0 时的输出码
#define TEMP_CODE_DELTA (TMEP_ZERO_CODE_0 - ZERO_SIGNAL_CODE)
#define TEMP_VREF_1  3000               //实际的参考电压（如 3000）
```

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

```
void temp_code_catch(bit mode)
{    unsigned long   adcode_last = 0;
     union   ADpattern xdata temp;
     unsigned char i = 0;
     unsigned char j = 0;
     bit temp_sign;
     unsigned long   per_temp_code_acture = TEMP_PER_D_CODE_0;
     //-----------------
     EA = 0; //禁止中断
     //--  切换到温度通道  -- 160Hz --
     PD_CON = 0x07;          //开启温度通道/LDO
     SGADCON = 0xf4;         //切换到  温度通道,160Hz
     EXIF &= 0xbf;           //清除标志
     //--  得到温度编码  --
     ADcode_pre = 0;
     while (1)
     {
          while((EXIF & 0x40) == 0x00)   //如果没有数据
               ;
          EXIF &= 0xbf;        //清除标志
          //-----得到 ADC 的转换数据------
          // 读取   的  转换数据
          temp.b[1] = SGADC3;
          temp.b[2] = SGADC2;
          temp.b[3] = SGADC1;
          temp.b[0] = 0;
          temp.w ^= 0x800000;         // 因为输出为双极性，+0x800000 将负端平移上来
          temp.w &= 0x00ffffff;
          temp.w >>= 2;
          //------得到稳定的输出-----
          j ++;
          if(labs(temp.w - adcode_last) <= 0x200)  //丢掉  刚开始不稳定的输出
          {
               ADcode_pre += temp.w;
               i++;
          }
          else
          {
               adcode_last = temp.w;
               ADcode_pre = 0;
               i = 0;
          }
          if(i >= 4)     //稳定的 ADC 数值超过 4 次
          {
```

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

```
            adcode_last = ADcode_pre >> 2;
            break;
        }
        else
        if(j >= 10)
        {
            adcode_last = temp.w;
            break;
        }
    }
    //-- 温度计算 --
    //按照参考电压比例得到当前参考电压下“0 度的输出码”
    temp.w = TEMP_CODE_DELTA*TEMP_VREF_0 / TEMP_VREF_1;
    temp.w += ZERO_SIGNAL_CODE;
    //按照参考电压比例得到当前参考电压下“每 1 度对应的输出码”
    per_temp_code_acture = TEMP_PER_D_CODE_0*TEMP_VREF_0/ TEMP_VREF_1;
    Temperature = 0x00;
    if(adcode_last >= temp.w)   //零度以上
    {
        ADcode_pre =  adcode_last - temp.w;
        temp_sign = 0;
    }
    else
    {
        ADcode_pre =  temp.w - adcode_last;
        temp_sign = 1;
    }
    Temperature = ADcode_pre / per_temp_code_acture;
    if(temp_sign)
        Temperature =  -Temperature;
    //--通道恢复：重新切换到通道 1 --
    SGADCON = 0xc9;       //1 通道,20Hz
    PD_CON = 0x7e;        //定义 "PD_CON" 的默认值 (锁定 P2 锁定 sgadcon，sgadcon2)
    EXIF &= 0xbf;         //清除标志
    //-- 丢掉通道切换造成的不稳定的数据 --
    i = 0;
    while (i<3)
    {
        while((EXIF & 0x40) == 0x00) //如果没有数据
            ;
        EXIF &= 0xbf;       //清除标志
        i++;
    }
}
```

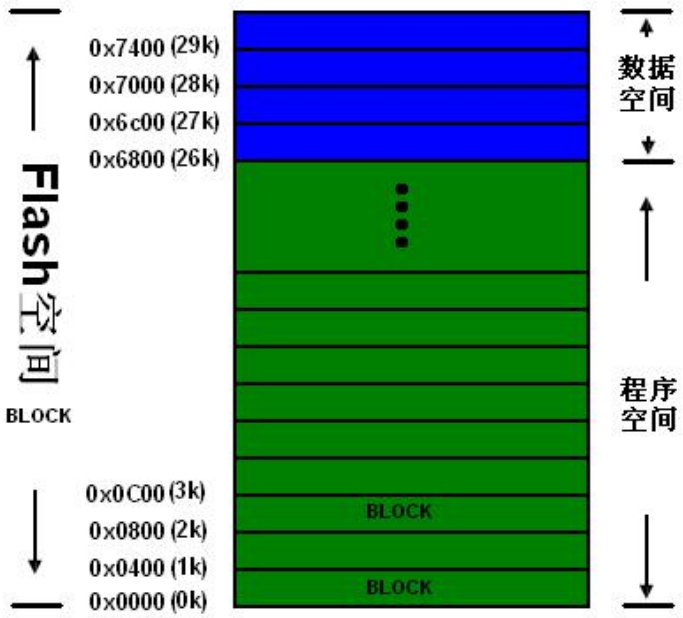
Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

16-Flash 操作说明

16.1 Flash 概述

- ✧ Flash 存储器以“块（BLOCK-1K）”为单元组织起来，对 Flash 的擦除操作以“块（BLOCK）”为单元来进行。
- ✧ 数据区和程序区共用整个 Flash 区，烧录的时候可以配置数据区的大小。
- ✧ 数据区从 Flash 的顶端开始，程序区从 Flash 底端开始。
- ✧ 只有“数据空间”能在程序执行的过程中执行“擦除”“写入”操作。用户程序对程序区的操作无效！！

如下以 Flash-30K，其中数据区 4K 为例绘制出示意图：



16.2 Flash 数据区的“读”

对 Flash 数据区的“读”操作和对程序区内部的数据读取是一样的，可用指令 MOVC 直接来进行，不需要用到下面 Flash 的相关寄存器。

下面给出 C 语言下的读取函数：

```
//读取 EEPROM 中的一个字节；
#include <absacc.h>
unsigned char nvm_data_read_byte(unsigned int addr)
{
    unsigned char      i;
    i = CBYTE[addr];
    return(i);
}
```

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

16.3 相关寄存器

■ FLASH_DATA (0xc1): Flash 写数据寄存器

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0

■ FLASH_ADDRL (0xc2): Flash擦写地址，低8位寄存器

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
FADD7	FADD6	FADD5	FADD4	FADD3	FADD2	FADD1	FADD0

■ FLASH_ADDRH (0xc3): Flash 擦写地址，低高位寄存器

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
FADD15	FADD14	FADD13	FADD12	FADD11	FADD10	FADD9	FADD8

■ FLASH_ENA (0xc4): Flash操作保护字节A 寄存器

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0

■ FLASH_ENB (0xc5): Flash操作保护字节B 寄存器

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0

■ FLASH_ENC (0xc6): Flash操作保护字节C 寄存器

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0

■ FLASH_CON (0xc7): Flash擦写控制寄存器 （默认值0x00）

Bit-7	Bit-6	Bit-5	Bit-4	Bit-3	Bit-2	Bit-1	Bit0
INF1	INF0	MAS1	**MAS0**	ERASE1	ERASE0	FWR1	FWR0

FLASH_CON ：

= 0x0c 配置“擦除操作”，擦除指定的 BLOCK

= 0x03 配置“写入操作”，将 FLASH_DATA 中的数据写入指定地址

16.4 “Flash 数据区”的操作保护

✧ 对 Fash 的**“擦除”“写入”操作**，需要先对保护字节 A、B、C 依次写入

FLASH_ENA 写入 0x05

FLASH_ENB 写入 0x0A

FLASH_ENC 写入 0x09

完成后，系统开启对 Flash 的操作许可

（执行 Flash 操作开启前，最好按照样例文件操作将保护状态复位，这样确操作许可正确打开）

✧ Fash 执行完“擦除”“写入”操作后，保护字节将清 0。

✧ （如果可能的话），建议内存不要使用 0xc4 单元，C 程序包含如下定义

```
EXTERN unsigned char idata NRM_securty_temp1  _at_ 0xc4;
// 定义全局变量 NRM_securty_temp1，占用 0xC4 的 RAM 空间，且不要操作该变量。
```

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

16.5 “Flash 数据区”的“擦除”

✧ 配置好地址后（地址只要指向目标区内就行），执行擦除操作，将擦除地址所在的 BLOCK（注意：如果地址指向程序区，擦除无效）

```
//C 语言样例程序
//EEPROM BLOCK(1k) 擦除
//addr = （0 - 31）* 1024 ,擦除对应的 Block 地址
//flash 操作关闭总中断，操作完后会开启总中断(注意)
void e2rom_erase(unsigned int addr)
{
    union INTpattern flash_addr;
    bit ea_save;
    flash_addr.i = addr;
    ea_save  =  EA;              // Save EA
    EA = 0;
    FLASH_ADDRH = flash_addr.b[0]; // point to the address you want to erase
    FLASH_ADDRL = flash_addr.b[1];
    //-- 状态清除 --
    FLASH_ENA = 0x00;
    FLASH_ENB = 0x00;
    FLASH_ENC = 0x00;
    FLASH_CON = 0x03;//状态清除的情况下，执行一次 FLASH_CON，将安全状态恢复到复位值
    _nop_();
    //-- 写安全码开启 Flash 操作许可 --
    FLASH_ENA = 0x05;
    FLASH_ENB = 0x0a;
    FLASH_ENC = 0x09;
    //-- Flash 操作 --
    FLASH_CON = 0x0c;
    //-- 清除安全码 --
    FLASH_ENA = 0x00;
    FLASH_ENB = 0x00;
    FLASH_ENC = 0x00;
    EA = ea_save;
}
```

16.6 “Flash 数据区”的“写入”

✧ 配置好地址以及要写入的数据后，执行“写入操作”（注意：如果地址指向程序区，擦除无效）

```
//C 语言样例程序
//往 EEPROM 中写入一个字节
//flash 操作关闭总中断，操作完后会开启总中断(注意)
void nvm_data_write_byte(unsigned int addr, unsigned char in_data)
{
```

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

```
    union INTpattern flash_addr;
    bit ea_save;
    flash_addr.i = addr;
    ea_save  =  EA;              // Save EA
    EA = 0;
    //-- 准备地址和数据 --
    FLASH_ADDRH = flash_addr.b[0]; // point to the address you want to erase
    FLASH_ADDRL = flash_addr.b[1];
    FLASH_DATA = in_data;
    //-- 状态清除 --
    FLASH_ENA = 0x00;
    FLASH_ENB = 0x00;
    FLASH_ENC = 0x00;
    FLASH_CON = 0x03; //状态清除的情况下，执行一次 FLASH_CON，将安全状态恢复到复位值
    _nop_();   //延时
    //-- 写安全码开启 Flash 操作许可 --
    FLASH_ENA = 0x05;
    FLASH_ENB = 0x0a;
    FLASH_ENC = 0x09;
    //-- Flash 操作 --
    FLASH_CON = 0x03;
    //-- 清除安全码 --
    FLASH_ENA = 0x00;
    FLASH_ENB = 0x00;
    FLASH_ENC = 0x00;
    EA = ea_save;
}
```

16.7 Flash 的抗干扰程序样例

✧ 为了防止 MCU 受到强干扰，直接跳转到 Flash 操作函数中，对“数据区”误操作，建议在 Flash 函数中增加安全字节“**NRM_securty_a**”、“ **NRM_securty_b**”。这个两字节可定义为全局变量，当需要对 Flash 操作时，才赋值。这样，即使程序跳转错误，也不会对 Flash“数据区”误操作

```
//往 EEPROM 中写入一个字节
//调用前需要:
//NRM_securty_a,NRM_securty_b
//flash 操作关闭总中断，操作完后会开启总中断(注意)
void nvm_data_write_byte(unsigned int addr, unsigned char in_data)
{
    union INTpattern flash_addr;
    bit ea_save;
    flash_addr.i = addr;
    ea_save  =  EA;              // Save EA
    EA = 0;
```

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

```
    //-- 准备地址和数据 --
    FLASH_ADDRH = flash_addr.b[0]; // point to the address you want to erase
    FLASH_ADDRL = flash_addr.b[1];
    FLASH_DATA = in_data;
    //-- 状态清除 --
    FLASH_ENA = 0x00;
    FLASH_ENB = 0x00;
    FLASH_ENC = 0x00;
    //-- 通过安全检验后才能启动 Flash 操作 --
    if((NRM_securty_a == 0xaa)&&(NRM_securty_b == 0x55))
        FLASH_CON = 0x03; //状态清除，执行一次 FLASH_CON，将安全状态复位
    _nop_();   //延时
    //-- 写安全码开启 Flash 操作许可 --
    FLASH_ENA = 0x05;
    FLASH_ENB = 0x0a;
    FLASH_ENC = 0x09;
    //-- 通过安全检验后才能启动 Flash 操作 --
    if((NRM_securty_a == 0xaa)&&(NRM_securty_b == 0x55))
        FLASH_CON = 0x03;
    //-- 清除安全码 --
    FLASH_ENA = 0x00;
    FLASH_ENB = 0x00;
    FLASH_ENC = 0x00;
    EA = ea_save;
}

//EEPROM BLOCK(1k) 擦除
//addr = （0 - 31）* 1024 ,擦除对应的 Block 地址
//调用前需要:
//NRM_securty_a,NRM_securty_b
//flash 操作关闭总中断，操作完后会开启总中断(注意)
void e2rom_erase(unsigned int addr)
{
    union INTpattern flash_addr;
    bit ea_save;
    flash_addr.i = addr;
    ea_save  =  EA;             // Save EA
    EA = 0;
    FLASH_ADDRH = flash_addr.b[0]; // point to the address you want to erase
    FLASH_ADDRL = flash_addr.b[1];
    //-- 状态清除 --
    FLASH_ENA = 0x00;
    FLASH_ENB = 0x00;
    FLASH_ENC = 0x00;
```

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

```
    //-- 通过安全检验后才能启动 Flash 操作 --
    if((NRM_securty_a == 0xaa)&&(NRM_securty_b == 0x55))
        FLASH_CON = 0x03; //状态清除，执行一次 FLASH_CON，将安全状态复位
    _nop_();
    //-- 写安全码开启 Flash 操作许可 --
    FLASH_ENA = 0x05;
    FLASH_ENB = 0x0a;
    FLASH_ENC = 0x09;
    //-- 通过安全检验后才能启动 Flash 操作 --
    if((NRM_securty_a == 0xaa)&&(NRM_securty_b == 0x55))
        FLASH_CON = 0x0c;
    //-- 清除安全码 --
    FLASH_ENA = 0x00;
    FLASH_ENB = 0x00;
    FLASH_ENC = 0x00;
    EA = ea_save;
}
```

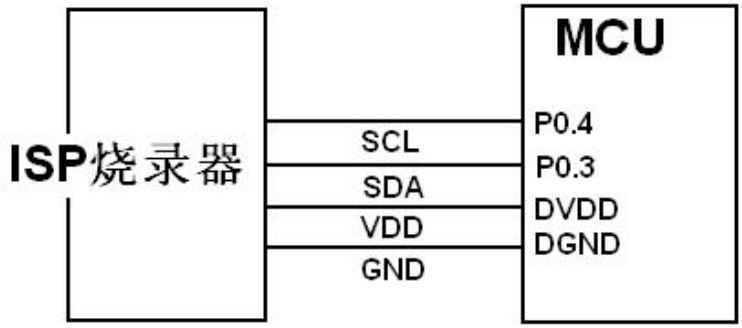
17 在线 ISP 程序烧录

- ✧ SDI5219 系列 ISP 烧录需要用到 SDA、SCL、DVDD、DGND 四根线（如果 MCU 板自己提供电源的话 DVDD 可以不连）

- ✧ SDA 和 P0.3 复用；SCL 和 P0.4 复用

- ✧ 连接好相关连线后，MCU 上电，完成烧录

- ✧ 烧录时，可进行如下配置：
  - ■ Flash 中“数据空间的大小”
  - ■ 是否采用外置晶振，外置晶振的类型（主震荡或者低频震荡）
  - ■ P1.3 是否为外部复位
  - ■ 程序是否加密
  - ■ 是否保留“数据区的内容”



Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

为了不影响正常烧录，请注意如下事项：

- ✧ SDA、SCL 不要小电阻(5K 以下)下拉到地，否则会影响 ISP 烧录
- ✧ SDA、SCL 不要串接电阻到烧录口
- ✧ P0.1-尽可能避免下拉到地

18-电器特性

18.1 极限条件

虽然此集成电路带有 ESD 保护电路，但仍然在某些极端条件下的静电放电时遭到损坏。静电放电可能造成整个芯片不工作，也可能对芯片中某些精密电路造成影响，使之不能达到我们公开资料上的效果。因而在使用时应适当避免用手直接接触管脚，防止 ESD 的情况的发生。

极限条件：

参数	典型	单位
AVDD到AGND 压差	-0.3 ~ 5.5	V
DVDD到DGND 压差	-0.3 ~ 5.5	V
AGND到DGND 压差	-0.3 ~ +0.3	V
模拟输入电压	-0.3 ~ AVDD+0.3	V
数字输入电压	-0.3 ~ DVDD+0.3	V
最大工作温度范围	-30 ~ 100	℃
结温	150	℃

18.2 直流特性

测试条件（如无特殊说明均采用此条件）：
AVDD = DVDD = VREFP = +3.3V；温度范围：-25 ~ 80 摄氏度；

参数	符号	测试数据				测试条件 9.83MHz
		最小	典型	最大	单位	
电源电压	DVDD/AVDD	2.0		5.5	V	
正常工作电流	IDD1		2.5		mA	24 位 ADC 开启 （前置运算放大器开启）
STOP2 模式电流	IDD2		130		uA	关闭 RC 震荡
24 位 ADC			1100		uA	PGA= 128
			250		uA	PGA=2
IO			55		uA	普通上拉 输出为 0
内部主 RC 频率		9.6MHz	9.83MHz	10.0MHz	V	-40 摄氏度 50 摄氏度
IO 口驱动电流						参考：“5.3 IO口驱动电流”
VCOM 输出参考源温度系数			50		ppm	

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved

18.3 ADC 参数

测试条件（如无特殊说明均采用此条件）： AVDD = DVDD = VREFP = +3.3V；温度范围：-25 ~ 80 摄氏度；						
参数	符号	测试数据				测试条件
		最小	典型	最大	单位	9.83MHz
差分电压输入（VINP - VINN）		+/- 0.5 VREFP /128			V	
积分非线性（INL）	PGA = 2		0.0002	0.001	% of FS	
	PGA = 128		0.0005	0.001	% of FS	
输入失调	PGA = 128		3	5	ppm of FS	
输入失调温漂			+/-10		$nV/^{o}C$	
增益误差			0.01		% of FS	
ADC 精度						参考“14.3 噪声性能”

Copyright © 2013 Solidic, Inc. All rights reserved