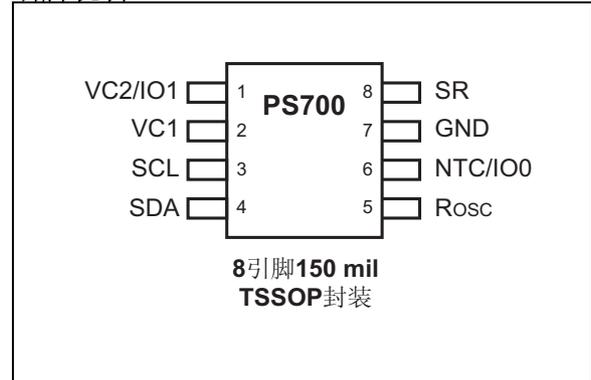


## 电池监控器

### 特性

- 可精确测量、维护以及报告可再充电电池的所有重要参数
- 支持锂电池组（一节装和两节装）应用
- 内部集成16位A/D可实现精确电流测量，误差小于±0.5%
- 采用片内温度传感器或外部热敏电阻实现温度测量，绝对测量误差小于±2°C
- 独立32位寄存器用以储存充/放电电流、温度和电压的累加计数值
- 512字节非易失性EEPROM用以储存出厂设定、测量以及用户定义的参数
- 系统内具有补偿电流测量偏移误差的偏移校正功能
- 业界标准的SMBus/I<sup>2</sup>C™兼容双线通信接口
- 8引脚TSSOP封装形式
- 工作温度范围为-20°C至+85°C
- NTC引脚可配置成热敏电阻输入或GPIO
- VC2引脚可配置成电池输入或GPIO
- 灵活的电源工作模式，允许器件在系统处于运行以及待机状态下对电池状况进行低功耗监控：
  - 运行模式：连续转换；80 μA典型值
  - 采样模式：采样时间间隔为0.5-64s @ 45 μA典型值
  - 采样一休眠模式：采样间隔时间最小为0.5 - 138s @ 20 μA典型值。
- 在电池组储存期间，闲置一休眠模式将使系统功耗降至300 nA典型值。当电池组接入系统时器件将自动唤醒。

### 引脚说明



### 引脚汇总

引脚名称	说明
VC2/IO1	2节串联锂离子电池组中电池2的电压输入或通用I/O #1
VC1	电池1的电压输入
SCL	SMBus 时钟线
SDA	SMBus 数据 I/O
ROSC	振荡器偏置电阻
NTC/IO0	外部热敏电阻连接端或通用 I/O #0
GND	电源地
SR	检测电阻输入

# PS700

## 1.0 产品概述

PS700 是一款高性价比、高精度的电池监控 IC。采用极少的外部元件即可测量、维护和报告可再充电电池监控运行所需的全部重要参数。该器件可精确测量电池组的充/放电电流、电压和温度。此外，PS700 将对充、放电电流实现累加计数并将其作为独立参数。为计算自放电效应，温度历史参数也可被保存。

PS700 内部集成有高精度 16 位 A/D 转换器，可实现电流测量功能，测量误差小于  $\pm 0.5\%$ 。内部计数器将精确跟踪电池充/放电和温度的历史记录。片内还集成有电

压控制电路，非晶体时基以及温度传感器。PS700 的供电电压范围经过优化，可直接采用 1 节或 2 节锂离子/锂聚合物串联电池组的输出电压进行供电。512 字节的通用非易失性 EEPROM 存储器用来储存出厂设定、测量以及用户定义的参数。

业界标准的 SMBus/I<sup>2</sup>C™ 兼容双线通信接口可实现高效通信。通过该接口，主机可精确了解电池状态信息，实现有效的系统电源管理以及和终端用户的通信。采用 PS700 构成的电池管理解决方案可使众多电池供电系统实现空间紧凑和较低系统元件成本的应用。

图 1-1: PS700 内部结构框图

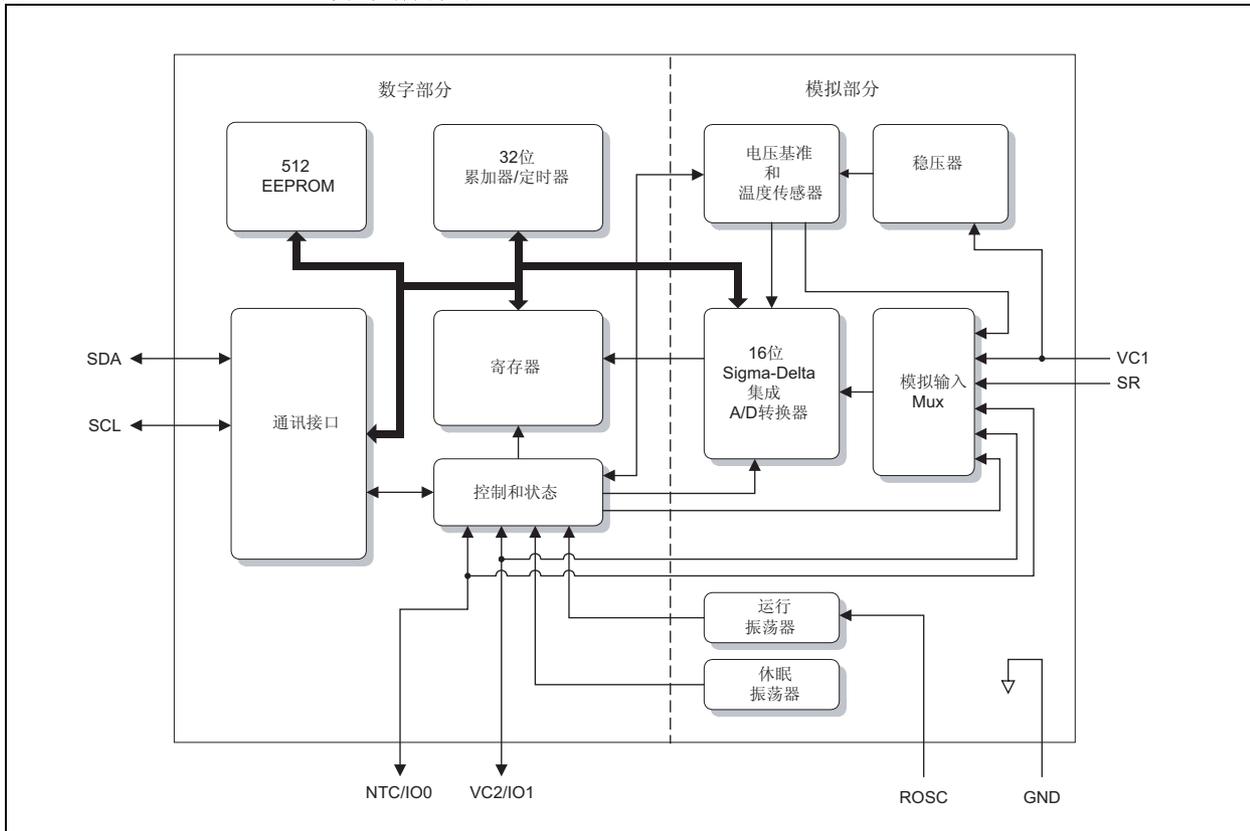


图 1-2: 应用原理图 — 基于 PS700 的电池组

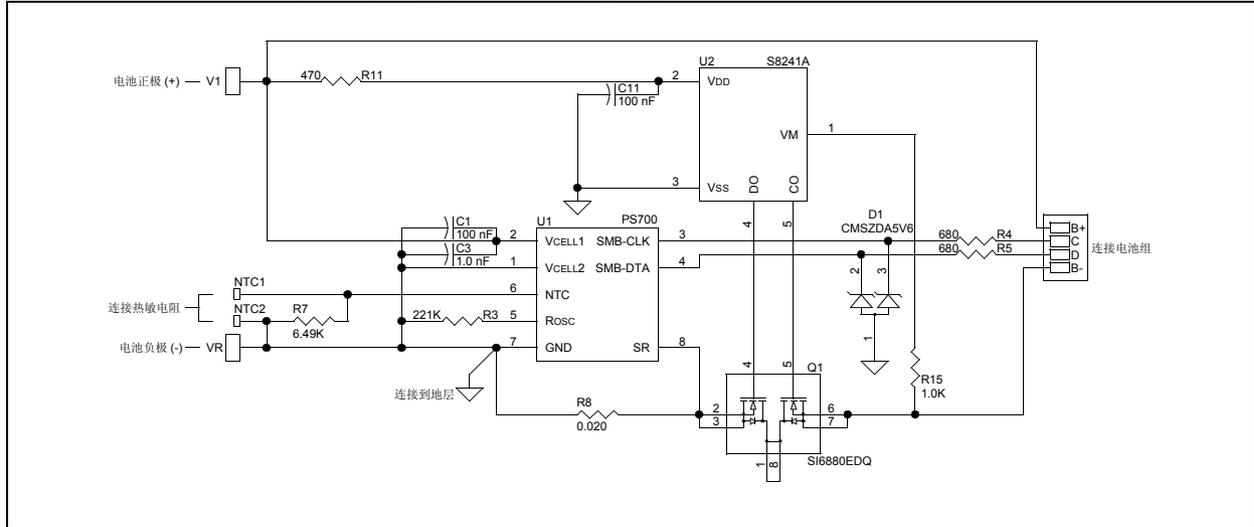


表 1-1: 引脚说明

引脚编号	引脚名称	说明
1	VC2/IO1	2 节串联锂离子电池组中低端电池电压输入端。也可配置为漏极开路形式的通用输入 / 输出引脚。
2	VC1	2 节装串联锂离子电池组中高端电池电压输入端。对于单节电池组应用，该引脚应与电池组的正极连接。VC1 为 PS700 电源输入引脚。
3	SCL	SMBus/I <sup>2</sup> C 时钟线连接端。
4	SDA	SMBus/I <sup>2</sup> C 数据线连接端。
5	ROSC	外部偏置电阻。
6	NTC/IO0	使用 103ETB 型热敏电阻的外部温度传感器输入引脚。也可配置为通用输入 / 输出引脚。
7	GND	模拟和数字地。
8	SR	来自电流测量电阻正极的电流检测 A/D 输入引脚。

## 2.0 结构概述

PS700 采用模拟“前端”实现电池监视功能，而控制、测量累计、定时以及通信则采用数字逻辑电路实现。PS700 具有的主要功能包括：

- 稳压器
- 高精度时基
- 温度传感器
- 512 字节 EEPROM 存储器
- 32 字节 RAM 存储器
- 模—数 (A/D) 转换器
- 32 位累加器 / 定时器
- SMBus/I<sup>2</sup>C 通信接口

图 1-1 显示了 PS700 内部电路结构方框图。图 1-2 所示原理图描述了 PS700 在典型单节锂离子电池中的应用。以下各节将对上面列出的各模块功能进行逐一介绍。

### 2.1 内部稳压器

PS700 包含有一个内部稳压器，支持 1 节或 2 节串联锂电池组配置。该稳压器可直接从 VC1 引脚获取电源输入，不再需要外部元件对内部电源电压进行稳压。

### 2.2 高精度时基

PS700 内部集成时基采用高精度 RC 振荡器，可为  $\Sigma$ - $\Delta$  A/D 和片内时间计数器提供精确定时，从而无需外部晶体振荡器。该时基的标称频率在出厂时设定为 131,072 Hz。

### 2.3 温度传感器

PS700 内部集成有温度传感器，因此用户不必增设外部热敏电阻。实际应用中若电池组距离 PS700 较远时，用户亦可选择器件提供的引脚连接外部热敏电阻。

### 2.4 EEPROM 存储器

PS700 采用 512 字节的 EEPROM 存储器，用来储存非易失性参数，例如与主机驱动器固件配合使用的 PowerSmart<sup>®</sup> 3D 电池模型参数。EEPROM 阵列中还保留有一个初始化模块，用来保存上电后装入 PS700 寄存器的值。

### 2.5 RAM 存储器

提供 32 字节通用 RAM 存储器以存储临时参数。

### 2.6 A/D 转换器

PS700 内部集成的  $\Sigma$ - $\Delta$  A/D 转换器配备一个模拟多路选择器，用于输入充放电电流、电池以及电池组电压、片内温度传感器和片外热敏电阻的检测信号。该 A/D 转换器的转换分辨率可设定为 8 至 15 位加符号位，并采用  $\pm 340$  mV 或  $\pm 170$  mV 作为参考电压。

### 2.7 32 位累加器 / 定时器

PS700 包含有 4 个 32 位累加器和 4 个 32 位时间计数器。放电电流累加器 (DCA) 和充电电流累加器 (CCA) 用来记录放电和充电容量值。放电时间计数器 (DTC) 和充电时间计数器 (CTC) 分别用来记录总充电和总放电时间。累计充放电值可用来确定电池充电状态以及周期计数信息。根据时间计数器中所包含的信息可以计算出一段较长时间内的平均充电和放电电流。

### 2.8 SMBus/I<sup>2</sup>C 通信接口

PS700 配备业界标准的双线 SMBus/I<sup>2</sup>C 通信接口。主机通过该接口完成所有命令、状态信息以及数据的读写操作。

## 3.0 操作描述

### 3.1 A/D 和累加器 / 定时器操作

#### 3.1.1 A/D 转换周期

当 A/D 转换器被使能且处于激活状态时，它将重复执行一个介于 1 次到 8 次转换的循环工作周期，具体次数由用户通过对 8 个 A/D 控制寄存器进行设置而定。通过这些寄存器可以确定转换输入源、分辨率、参考电压源以及 A/D 转换器周期的转换次序。在转换周期内，A/D 控制逻辑将依次访问各个寄存器并执行这些寄存器中相关控制位所指定的转换操作。A/D 控制寄存器包含有一个使能控制位、一个用来选择分辨率的字段、一个用于选择单端或差分参考电压的选择位以及一个用于选择多路模拟转换通道的字段。每一次转换的结果将存放在相应的 16 位结果寄存器中（共计 8 个）。

如果某一控制寄存器的“使能”位置“1”，则将执行相应的转换操作。如果使能被禁止，该转换操作将被跳过且 A/D 控制逻辑会继续访问下一寄存器。这样，用户可以确定每一个 A/D 周期内的转换次序。

如前所述，可通过设置以确定每一寄存器的输入源。在任一控制寄存器中都包含有一个由三个数据位组成的多路通道选择字段，用以在 7 种 A/D 转换输入源中选择一个。各输入源如下所示：

- 充 / 放电电流（SR 引脚与 GND 之间的电压）
- 内部温度传感器
- 外部热敏电阻（NTC 引脚处的恒流源）
- 电池组电压
- VC1 引脚电压
- VC2 引脚电压
- A/D 偏移（转换执行时该输入引脚内部短接以确定转换器的偏移误差）

累加器/定时器功能与特定的 A/D 结果寄存器一一对应。鉴于此，控制/结果寄存器的命名均表明了其主要用途。（见表 3-1）。

**表 3-1: A/D 控制 / 结果寄存器**

A/D 寄存器编号	控制寄存器	结果寄存器	输入源
0	lctrl	lres	电池组电流（流经检测电阻）
1	lTctrl	lTres	内部温度传感器
2	ETctrl	ETres	外部温度传感器
3	VPctrl	VPres	电池组电压（VC1 与 GND 之间）
4	VC1ctrl	VC1res	电池电压（VC1 与 VC2 之间）
5	VC2ctrl	VC2res	电池电压（VC2 与 GND 之间）
6	OFFSctrl	OFFSres	内部 A/D 偏移电压（A/D 输入引脚自动内部短接至 GND）
7	AUXctrl	AUXres	任意

每一个 A/D 控制寄存器都包含有一个由三个数据位组成的“分辨率”字段，用于确定转换的分辨率。分辨率等级从最小 9 位（8 个幅值位加一个符号位）至最大 16 位（15 个幅值位加一个符号位）。转换一次所需的时间是所选择分辨率位数（n）的函数。转换时间可按下式计算：

$$T_{ADC} = 30.52 \mu s * 2^n$$

其中：

“n”是所选择分辨率的位数

“Ref”控制位用来选择参考电压幅值，可供选择的参考电压有 ±340 mV 或 ±170 mV。±170 mV 参考电压一般用于电流测量，而 ±340 mV 参考电压则用于所有其它测量。

LSB 值可用下式表示为所选择分辨率位数的函数：

$$A/D \text{ LSB} = 680/340 \text{ mV}/2^n$$

其中：

“n”代表所选择分辨率的位数。

具体结果则以符号 / 幅值格式表示（即，由一个符号位和 15 个幅值位组成）。

<b>15</b>	<b>0</b>
S	幅值

### 3.1.2 电流测量

通过连接在 SR 和 GND 引脚之间的测量电阻可对充电和放电电流进行测量。测量电阻可选用阻值范围在 5 mΩ 至 600 mΩ 之间。SR 引脚最大的输入电压为 ±150 mV。应正确选择检测电阻的阻值，以满足包括暂停和 / 或待机电流在内的系统最小和最大期望充、放电电流的测量要求。

要实现对充、放电电流的检测，必须通过设置 Ictrl 寄存器将 SR 引脚配置为模拟输入源。由于来自 Ires 寄存器的测量值将对 DCA、DTC、CCA 和 DCA 累加寄存器中的内容进行更新，因此在实现充电和放电累加功能之前应通过 Ictrl 和相应的 Ires 寄存器选择电流测量功能。

典型应用中的 Ictrl 设定如下所示：

**表 3-2: Ictrl 设定**

位	名称	值	功能
7	En	1	使能 A/D 转换
6-4	Res	111	选择 16 位分辨率
3	Ref	0	选择 ±170 mV 参考电压
2-0	Sel	000	选择 VSR 作为转换器输入

使用 16 位最大分辨率时，LSB 的电压值为：

$$A/D \text{ LSB} = 340 \text{ mV} / 2^{16} = 5.19 \mu\text{V}$$

采用阻值为 20 mΩ 的测量电阻时，以电流为单位的 LSB 值表示为：

$$5.19 \mu\text{V} / 20 \text{ m}\Omega = 259 \mu\text{A}$$

### 3.1.3 电压测量

多路模拟转换输入可支持对单个电池以及电池组电压进行测量。通过设定 A/D 控制寄存器 VPctrl、VC1ctrl 以及 VC2ctrl 可指定需要进行的测量操作。典型应用中，电池或电池组电压的测量使用 +340 mV 参考电压且分辨率为 10 位（另加符号位）。

使用 340 mV 参考电压进行电池组电压测量时，LSB 值可由下式给出：

$$V_{\text{PACK}} \text{ LSB} = 10.2\text{V} / 2^n$$

其中“n”为所选择的分辨率。典型应用中，n = 10：

$$V_{\text{PACK}} \text{ LSB} = 10.2\text{V} / 2^{10} = 10.2\text{V} / 1024 = 9.96 \text{ mV}$$

使用 340 mV 参考电压进行电池电压测量时，LSB 值可由下式给出：

$$V_{\text{CELL}} \text{ LSB} = 6.23\text{V} / 2^n$$

其中“n”为所选择的分辨率。典型应用中，n = 10：

$$V_{\text{CELL}} \text{ LSB} = 6.23\text{V} / 2^{10} = 6.23\text{V} / 1024 = 6.08 \text{ mV}$$

下表显示了 10 位分辨率时的 LSB 值。该值由 9 位幅值位以及一位符号位组成，因此 n = 9。

**表 3-3: 10 位分辨率时的 LSB 值**

测量	VR	分压比	位	LSB
Vpack	340	1/30	9 + 符号	19.92
Vcell	340	1/18.33	9 + 符号	12.17

某一典型应用中的 VPctrl 设定如下所示。

**表 3-4: VPctrl 设定**

位	名称	值	功能
7	En	1	使能 A/D 转换
6-4	Res	001	选择 10 位分辨率
3	Ref	1	选择 ±340 mV 参考电压
2-0	Sel	011	选择 VSR 作为转换器输入

应将 VPctrl、VC1ctrl 和 VC2ctrl 寄存器的输入源字段设定为选择电池组电压（在 VC1 上）、VC1 电池电压和 VC2 电池电压，以使这些寄存器对相应的测量操作进行控制。

### 3.1.4 温度测量

PS700 提供了 A/D 输入通道，以满足使用内部温度传感器或外部热敏电阻进行温度测量的要求。

#### 3.1.4.1 内部温度测量

内部温度传感器的输出电压范围与器件工作温度范围具有如下的对应关系：

$$\begin{aligned} -20^\circ\text{C} &\rightarrow 239 \text{ mV} \\ +70^\circ\text{C} &\rightarrow 312 \text{ mV} \end{aligned}$$

内部温度传感器的输出电压为温度的函数，可由下式表示：

$$V_{\text{IT}} (\text{mV}) = 239 + 0.82 * (T + 20)$$

ITctrl 寄存器可确定使用的参考电压幅度和使用内部温度传感器进行温度测量时所期望的分辨率。根据上述输入电压范围，应选择 340 mV 参考电压。典型情况下可选择 10 位分辨率加符号位，此时的温度测量精度为：

$$\begin{aligned} \text{LSB (电压)} &= \text{满刻度量程} / \text{阶梯数} \\ &= 340 \text{ mV} / 2^{10} = 332 \mu\text{V} / \text{LSB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LSB (}^\circ\text{C)} &= 332 \mu\text{V} / \text{LSB} * (1 / 820) ^\circ\text{C} / \mu\text{V} \\ &= 0.404^\circ\text{C} / \text{LSB} \end{aligned}$$

### 3.1.4.2 外部温度测量

若选择外部温度传感器进行温度测量时，NTC 引脚处将产生一个幅值为 12.5  $\mu$ A 的恒流源。为确保正常工作，应在 NTC 和 GND 引脚之间接入一个阻值为 10 k $\Omega$  的 103ETB 型热敏电阻。该电阻应符合业界标准且 25 $^{\circ}$ C 时具有负温度系数。为使功耗最小，NTC 参考输出仅在使用外部温度传感器进行温度测量时被使能。

恒流源输出与外部热敏电阻相连，其电流流经热敏电阻产生的电压范围与器件工作电压范围具有如下对应关系：

$$\begin{aligned} -20^{\circ}\text{C} &\rightarrow 263 \text{ mV} \\ +70^{\circ}\text{C} &\rightarrow 317 \text{ mV} \end{aligned}$$

外部温度传感器输出电压是温度的函数，可由下式表示：

$$V_{EX} (\text{mV}) = 263 + 0.6 * (T + 20)$$

通过设定 ETctrl 寄存器可以确定使用的参考电压等级和使用外部温度传感器进行温度测量时期望的分辨率。同样应选择 340 mV 作为参考电压。下面显示了采用 10 位分辨率进行转换的温度测量结果：

$$\begin{aligned} \text{LSB (电压)} &= \text{满刻度量程} / \text{阶梯数} \\ &= 340 \text{ mV} / 2^{10} = 332 \mu\text{V} / \text{LSB} \\ \text{LSB (}^{\circ}\text{C)} &= 332 \mu\text{V} / \text{LSB} * (1/600)^{\circ}\text{C} / \mu\text{V} \\ &= 0.553^{\circ}\text{C} / \text{LSB} \end{aligned}$$

### 3.1.5 偏移补偿

通过从 PS700 读取偏移测量值，主机可采用软件方式进行偏移补偿。当设定 OFFSctrl 寄存器以使能偏移校正功能时，转换器输入端经内部短接并以指定分辨率进行一次 A/D 转换操作。偏移值存放在 OFFSres 寄存器中。

### 3.1.6 累加 / 定时

PS700 具有 4 个 32 位累加器和 4 个 32 位时间计数器。放电电流累加器 (DCA) 和充电电流累加器 (CCA) 分别用于记录放电和充电容量值。放电时间计数器 (DTC) 和充电时间计数器 (CTC) 分别用于存放总放电和总充电时间。累计充电和放电值可用于确定电池充电状态以及周期计数信息。根据时间计数器提供的信息可计算一段较长时间内的平均充电和放电电流。

所有 4 个 32 位累加寄存器都分别指定有一个固定的“源”A/D 结果寄存器。当累加寄存器被使能时，该寄存器中的内容将每隔 500 ms 进行一次更新，即，将指定结果寄存器中的值累加到前一个累加器的值上去。表 3-5 中列出了全部累加器及与其对应的源寄存器。

表 3-5: 累加寄存器

缩写	累加器名称	源
DCA	放电电流累加器	Ires (符号位 = 1)
CCA	充电电流累加器	Ires (符号位 = 0)
TA	温度累加器	ITres 或 ETres
VC2A	VC2 累加器	VC2res

累加值的分辨率与相关转换操作选择的分辨率相同，转换器最大分辨率可达 15 位加符号位。如果累加值为 15 位加符号位 A/D 值，则累加器分辨率以微伏秒为单位可表示为：

$$\begin{aligned} \text{累加器的 LSB (} \mu\text{Vs)} &= (\text{满刻度量程} / \text{阶梯数}) \\ &* 0.5\text{s} = (340 \text{ mV} / 2^{15}) * 0.5\text{s} = 5.19 \mu\text{Vs} \end{aligned}$$

### 3.1.7 充电 / 放电累加器

DCA 寄存器用于累计放电电流，而 CCA 寄存器用于累加充电电流。两者都使用 Ires 作为其源寄存器。因此在大多数应用中，A/D 控制寄存器中定义的电流测量方式应设定为通过读取检测电阻引脚 (SR) 两端的电压来实现电流测量。

在充电过程中，SR 引脚和接地之间将存在一个负电压。在转换操作之后，一个正电压测量将会使 Ires 寄存器中的符号位清零。当符号位等于零时，测量结果将与 CCA 寄存器值相加，而两者之和将回送到 CCA。

通过上述方式，可以在 CCA 中实现总充电电流的累计。

类似地，在放电过程中，SR 引脚和接地之间将存在一个正电压。这样，转换操作将使 Ires 寄存器中的符号位为“1”，表明测量结果为负值或处于放电状态。这种情况下，DCA 寄存器的内容将被该次转换过程中测量的放电电流值所更新。

DCA 或 CCA 寄存器中存放的数值可通过下面的例子进行说明。若采用 16 位 (带符号位) 转换精度以及 20 m $\Omega$  检测电阻进行电流测量，以微安秒为容量单位的 LSB 可表示如下：

$$\begin{aligned} \text{累加器的 LSB (} \mu\text{As)} &= \text{电压 LSB} / R_{\text{SENSE}} = \\ &(2.59 \mu\text{Vs}) / 20 \text{ m}\Omega = 130 \mu\text{As} \end{aligned}$$

Accumctrl 寄存器中“Accum”位应被使能以允许 CCA 和 DCA 寄存器执行累加功能。

### 3.1.8 充电 / 放电时间计数器

若 SR 引脚测量的电压极性为负，充电时间计数器 (CTC) 将以每秒钟 2 次的计数速率进行递增计数。这样，CTC 可以保持一个时间计数值以表征充电电流流入电池的总时间。

若 SR 引脚测量的电压极性为正，放电时间计数器 (DTC) 将以每秒钟 2 次的计数速率进行递增计数。这样，DTC 可以保持一个时间计数值以表征放电电流流出电池的总时间。

### 3.1.9 通用累加器

PS700 拥有两个通用累加器，即 TA 和 VC2A。一般应用中，这些累加器通常已被指定特定的功能。但用户可以重新定义这些累加器的用途以适应设计需求。

TA 可对来自 ITres 或 ETres 寄存器的结果进行累加操作。要实现 TA 中的累加功能必须使能 Accumctrl 寄存器中的“AccT”位。对内部或外部热敏电阻检测值进行累加操作同样也是由 Accumctrl 寄存器中的“tsel”位来确定。

VC2A 可对来自 VC2res 的结果进行累加操作。要实现 VC2A 中的累加功能必须使能 Accumctrl 寄存器中的“AccV”位。VC2res 中的存储值与 A/D 控制寄存器 VC2ctrl 中定义的测量具有对应关系。当 VC2 引脚配置为独立 A/D 输入且未与电池组连接时，则使用该功能。

Accumctrl 寄存器中的“Accum”位必须被使能以允许 TA 和 VC2A 中的累加操作。

### 3.1.10 通用定时器

PS700 拥有两个通用定时器。定时器分别由 TA 和 VC2A 累加寄存器的累加操作进行使能。

TAT 用于保存 TA 寄存器进行累加操作的时间计数值。该定时器以每秒钟计数 2 次的频率进行递增计数。

VC2T 用于保存 VC2A 寄存器进行累加操作的时间计数值。该定时器以每秒钟计数 2 次的频率进行递增计数。

## 3.2 电源工作模式

PS700 具有 4 种电源工作模式，即：运行、采样、采样一休眠以及闲置一休眠。根据以下各节所介绍的不同配置设定，每种模式的功耗也有所不同。

### 3.2.1 运行模式

运行模式条件下，PS700 将根据第 3.1.1 节“A/D 转换周期”所记述的 A/D 转换周期设定来执行连续的 A/D 转换周期。如上所述，根据用户的设定，在每一工作循环周期将进行 1 至 8 次的转换操作，而且累加 / 定时计数器也相应进行更新。

上电复位后当 VC1 引脚所加的电池组电压 (VPACK) 高于 VPOR 电压阈值时，器件将进入运行模式。如下所述，也可从采样、采样一休眠和闲置一休眠模式进入运行模式。

只要电池组电压高于 VPOR 阈值，且采样、采样一休眠和闲置一休眠模式未被激活，PS700 将保持运行模式。

### 3.2.2 采样模式

与运行模式不同，采样模式下不再进行连续的 A/D 测量，而是以用户选择设定的速率进行测量。采样模式主要适用于低速充放电阶段以减小功耗。采样模式在功耗方面的优势是因为 A/D 测量频率的降低。

将 A/D 配置寄存器中的“Samp”位置“1”可以进入采样工作模式。只要“Samp”位为 1、VC1 电压高于 VPOR 阈值，且采样一休眠和闲置一休眠模式未被激活，PS700 将保持采样模式。当 Samp 位清零时，器件将恢复进入运行模式。

通过 A/D 配置寄存器中的“SampDiv”位可选择采样速率。采样间隔时间为  $2^{**}(\text{SampDiv}) * 0.5 \text{ sec}$ 。可能的采样速率间隔如下表所示。

表 3-6: 采样速率间隔

“SampDiv”	采样间隔
值 = 0	0.5s
值 = 1	1.0s
值 = 2	2.0s
值 = 3	4.0s
值 = 4	8.0s
值 = 5	16.0s
值 = 6	32.0s
值 = 7	64.0s

在采样模式下，许多模拟电路仍旧处于通电状态。因此，此时的节能效果并不象采样一休眠模式（将介绍如下）那样显著。参见第 6.0 节“电气特性”以获得采样模式下有关电流消耗的技术参数。

### 3.2.3 采样 - 休眠模式

在采样 - 休眠模式下，PS700 将进入休眠状态，并根据用户设定的周期被周期性唤醒，以执行 A/D 工作周期中所设定的一组转换操作。用户可对唤醒间隔时间进行设定。设置采样 - 休眠模式的目地在于通过对指定参数进行间歇性测量以实现尽可能低的功耗。

当 PS700 处于采样 - 休眠模式的休眠阶段时，将关闭所有模拟电路。休眠间隔时间由独立于主振荡器以外的片内低功耗 RC 振荡器产生。休眠振荡器的功耗显著小于主振荡器，但精度较低。采样 - 休眠模式下，器件平均消耗电流在 20 毫安范围之内。在采样 - 休眠模式的唤醒阶段，器件将执行一组转换操作。转换期间器件消耗的电流与运行模式相同，将在 85 毫安范围之内。

以下几种情形之一将导致器件进入采样 - 休眠模式：

1. VC1 或 VC2 引脚处的电池电压跌落到 VCtrip 寄存器中设定的跳变值以下，且 TRIPctrl 寄存器中相应“VC1ent”或“VC2ent”位置“1”。该操作可用来避免处于危险低电压的电池出现过度放电的情况。注意，如果“lex”位置“1”，（会使能根据电流唤醒器件的功能）且测得电流高于 I+trip 寄存器设定的阈值时，器件均不能进入采样 - 休眠模式。
2. OpMode 寄存器中的 SSLP 位置“1”。当系统进入低功耗待机状态，且期望对电流、电压和温度进行周期性测量和累加操作时，主机可采取该操作。
3. TRIPctrl 寄存器中的“lent”位置“1”，且电流小于 I-trip 寄存器值。

通过设置 A/D 配置寄存器中的“Sampdiv”位和 Opmode 寄存器中的“SSLPdiv”位可以确定采样 - 休眠模式中的采样间隔时间。采样间隔时间为  $2^{**}(\text{Sampdiv}) * 2^{**}(\text{SSLPdiv}) * 0.5 \text{ sec}$ 。因此可能的采样 - 休眠间隔时间长度从最小 0.5 秒至最大超过 136 分钟。

通过将“SSLP”位清零或设定基于电池组电压或电流的唤醒操作可以使器件退出采样 - 休眠模式从而进入运行模式。当 TRIPctrl 寄存器中的“lex”位被置“1”且充电电流高于 I+trip 寄存器中设定的阈值时，将发生基于充电电流的唤醒操作。当 TRIPctrl 寄存器中的“VPex”位置“1”且电池电压高于 SStrip 寄存器中设定的阈值时，将发生基于电池电压的唤醒操作。

### 3.2.4 闲置 - 休眠模式

闲置 - 休眠模式是功耗最低的电源工作模式。当电池组处于运输或储存状态以及当电池电压低于指定阈值时，采用该模式有利于保持电池容量。闲置 - 休眠模式下将不再进行测量、累加操作，也不再识别任何 SMBus 通信操作。此外，也不再保存易失性存储器中的数据。

通过将“SHent”位置“1”或当 VPACK 电压低于 VPtrip 设定值时，器件将进入闲置 - 休眠模式。随后 SMBus 引脚（包括 SDA 和 SCL）电压以 tSHELF 指定的最小时间从高电平跳变至低电平，器件进入闲置 - 休眠模式。当电池组从系统的物理连接断开时，也将发生上述操作。

当 SMBus 引脚（包括 SDA 和 SCL）电压从低电平拉至高电平且维持高电平状态至少 tWAKE 的时间，器件将退出闲置 - 休眠模式返回运行模式，表明系统处于激活状态或电池组接入主机系统。

## 3.3 通用输入 / 输出

NTC 和 VC2 引脚具有的另一功能是可配置为通用 I/O 引脚，分别为 IO0 和 IO1。如果系统无需使用上述引脚进行温度和电池监视，亦可将其配置为通用数字输入 / 输出。通过 GPIOctrl 寄存器可实现上述配置。

IO0（NTC）引脚可配置为推 - 挽输出、带内部上拉功能的开漏驱动输出或三态输出引脚。当配置为推 - 挽或开漏输出时，该引脚输出高电平幅值为 3.0V 的内部稳压值。当引脚输出功能被禁止时，通过外部电路可驱动该引脚作为输入端口，且输入电压范围为 0-3.0V。无论该引脚是否由 PS700 驱动，均可使用其输入功能。此外，该引脚的输入功能可以被禁止，此时输入缓冲器将被关断以避免 NTC 引脚处于不确定状态时出现漏电流。

IO1（VC2）引脚与 NTC 类似，不同之处在于该引脚只能采用开漏输出形式。IO1 没有明确的输出使能控制功能。因此如果该引脚输出设置为逻辑‘1’，内部下拉电阻将被断开从而使该引脚处于三态输出状态。该引脚的输入功能与 IO0 相同。

<p><b>注：</b> 当 IO0 和 / 或 IO1 配置为模拟功能引脚时，其相应 GPIO 输出和输入功能必须被禁止。通过将适当的 GPIOctrl 位清零可完全禁止 GPIO 功能。</p>
---

## 3.4 SMBus/I<sup>2</sup>C 接口

PS700 支持双线制双向总线以及基于 I<sup>2</sup>C 接口的业界标准 SMBus V1.1 完全兼容的数据传输协议。该接口用来完成针对片内寄存器以及 EEPROM 的数据读写操作。器件响应同一 SMBus 从地址以实现对所有功能的访问。以下将简要介绍 PS700 中 SMBus/I<sup>2</sup>C 的操作实现过程。有关该业界标准接口的具体操作细节参见 SMBus v1.1 规范。用户可从 SMBus 实现者论坛网址 [www.smbus.org](http://www.smbus.org) 下载该技术规范。

### 3.4.1 SMBus 概述

SMBus 为双线多主总线，即允许一个以上具备总线控制能力的器件接入总线。主器件启动总线传输并提供时钟信号。从器件可接收主器件发送的数据或发送数据对主器件作出应答。

由于可能存在一个以上的器件试图作为主器件控制总线，因此 SMBus 提供了基于 I<sup>2</sup>C 的仲裁机制并依赖接入总线的所有 SMBus 器件进行“线与”连接解决这个问题。当两个或更多主器件试图将信息发送到总线时，如果其余器件产生“0”，则第一个产生“1”的器件将仲裁失败而失去对总线的控制。

仲裁期间的时钟信号是各 SMBus 主器件提供的时钟信号的“线与”组合。来自某个主器件的时钟信号只能通过时钟加宽的方法、或通过其它主器件才能被改变，且只能在总线仲裁期间被改变。除总线仲裁外，SMBus 采用时钟低扩展的 I<sup>2</sup>C 方法来解决同一总线上器件速度不同的问题。

SMBus 版本 1.1 可在 3 至 5 伏  $\pm 10\%$  的电压下实现。器件可采用总线 V<sub>DD</sub> 或自备电源供电（例如智能电池）。只要它们符合 SMBus 电气规范，即可实现无误的接入操作。

### 3.4.2 SMBus 数据传输

发送数据至 SMBus 的器件被定义为发送器而接收数据的器件为接收器。对报文进行控制的器件被称为“主器件”。由主器件控制的器件为“从器件”。主器件对 SMBus 进行控制，负责产生串行时钟（SCL）、控制总线访问以及产生起始和停止条件。PS700 在两线制总线上作为从器件。器件通过开漏 I/O 引脚 SDA 和 SCL 与总线连接。

SMBus 依据下面的总线协议进行工作：

- 数据传输只有当总线非忙时才可能被启动。
- 数据传输过程中，当时钟线为高电平时，数据线必须保持稳定。时钟线为高电平时，数据线的电平变化将被解读为控制信号。

SMBus 技术规范对以下总线状态进行了定义：

**总线非忙：**数据和时钟线都保持高电平。

**起始数据传输：**时钟线为高电平时，数据线的状态从高电平变化到低电平将被定义为一个起始条件。

**停止数据传输：**时钟线为高电平时，数据线从低电平到高电平的跳变将被定义为一个停止条件。

**数据有效：**起始条件后，如果数据线状态保持稳定且持续时间等于时钟信号高电平时间，则数据线状态为有效数据。只有当时钟信号处于低电平时，才能对数据线上的数据进行改变。数据中每一位都对应一个时钟脉冲信号。每一数据的传输都由一个起始条件来启动并由一个停止条件来终止。起始条件和停止条件间的传输数据字节数由主器件决定，数目不限。信息以整字节传输，每一个接收器都将产生一个第九位接收确认信息。

**确认：**任何被寻址的接收器在接收完每一个字节后都将产生一个确认位。主器件应产生一个与确认位相关的额外时钟脉冲。

在确认时钟脉冲期间，进行确认的器件应将 SDA 线下拉为低电平，使确认时钟脉冲的高电平期间 SDA 线可保持稳定的低电平状态。当然，应考虑设置时间和保持时间。主器件对从器件数据线移出的最后一个字节不产生应答位，以向从器件表明数据结束。此时，从器件让数据线保持其原有的高电平以使主器件能够产生停止条件。

图 3-1: SMBUS 数据传送

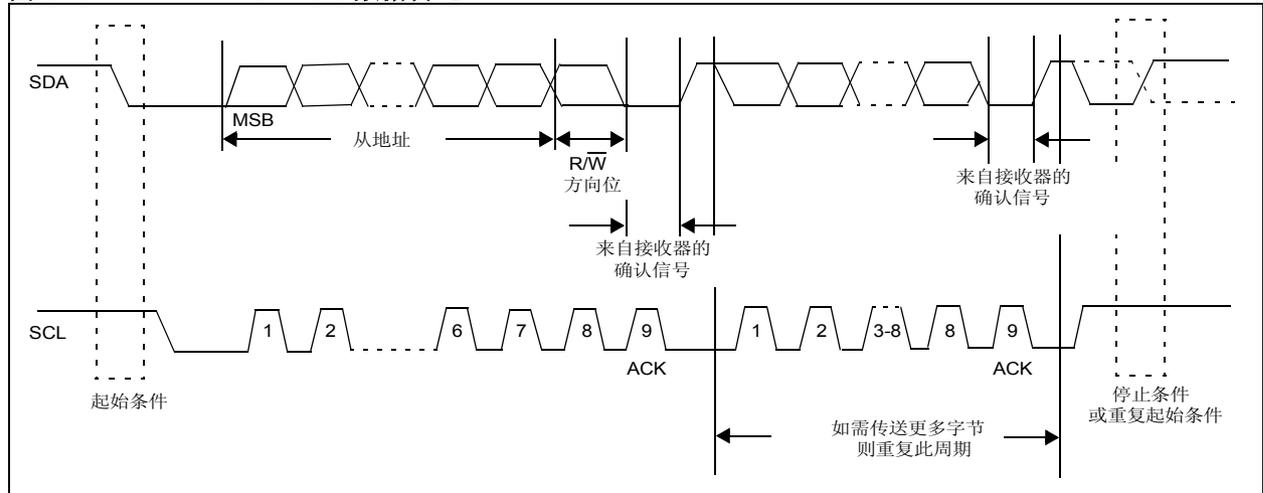


图 3-1 详细显示了 SMBus 上的数据传送过程。根据不同的 R/W 位状态,可能存在以下两种类型的数据传送方式:

1. **主发送器至从接收器的数据传送:** 主器件发送的第一个字节为从器件地址。以后则是几个数据字节。从器件在接收到每一个字节后将回送一个确认位。
2. **从接收器至主接收器的数据传送:** 主器件发送第一个字节 (从器件地址)。从器件随后回复一个确认位。接下来从器件将向主器件发送几个数据字节。除了最后一个接收字节,主器件将在接收完每一个字节后产生一个确认位。在接收最后一个字节后,将回复一个“非确认”位。

主器件负责产生所有的串行时钟脉冲以及起始和停止条件。停止条件或重复起始条件表明数据传输操作结束。由于重复起始条件也是下一次串行数据传输的起始,所以此时主器件并不会放弃对总线的控制权。

PS700 可以工作在以下两种模式:

1. **从器件接收模式:** 从器件通过 SDA 和 SCL 接收串行数据和时钟信号。在接收到每一个数据后,都将发送一个确认位。起始和停止条件被认为是串行数据传输的开始和结束标志。在接收到从器件地址以及方向位之后,将由硬件完成地址识别。
2. **从器件发送模式:** 第一个字节的接收和处理与从器件接收模式相同。然而,该模式下方向位表明数据反向传输。在 SCL 上输入串行时钟的同时,PS700 通过 SDA 发送串行数据。起始和停止条件被认为是串行数据传输的开始和结束标志。

图 3-2: PS700 SMBus 写操作执行过程

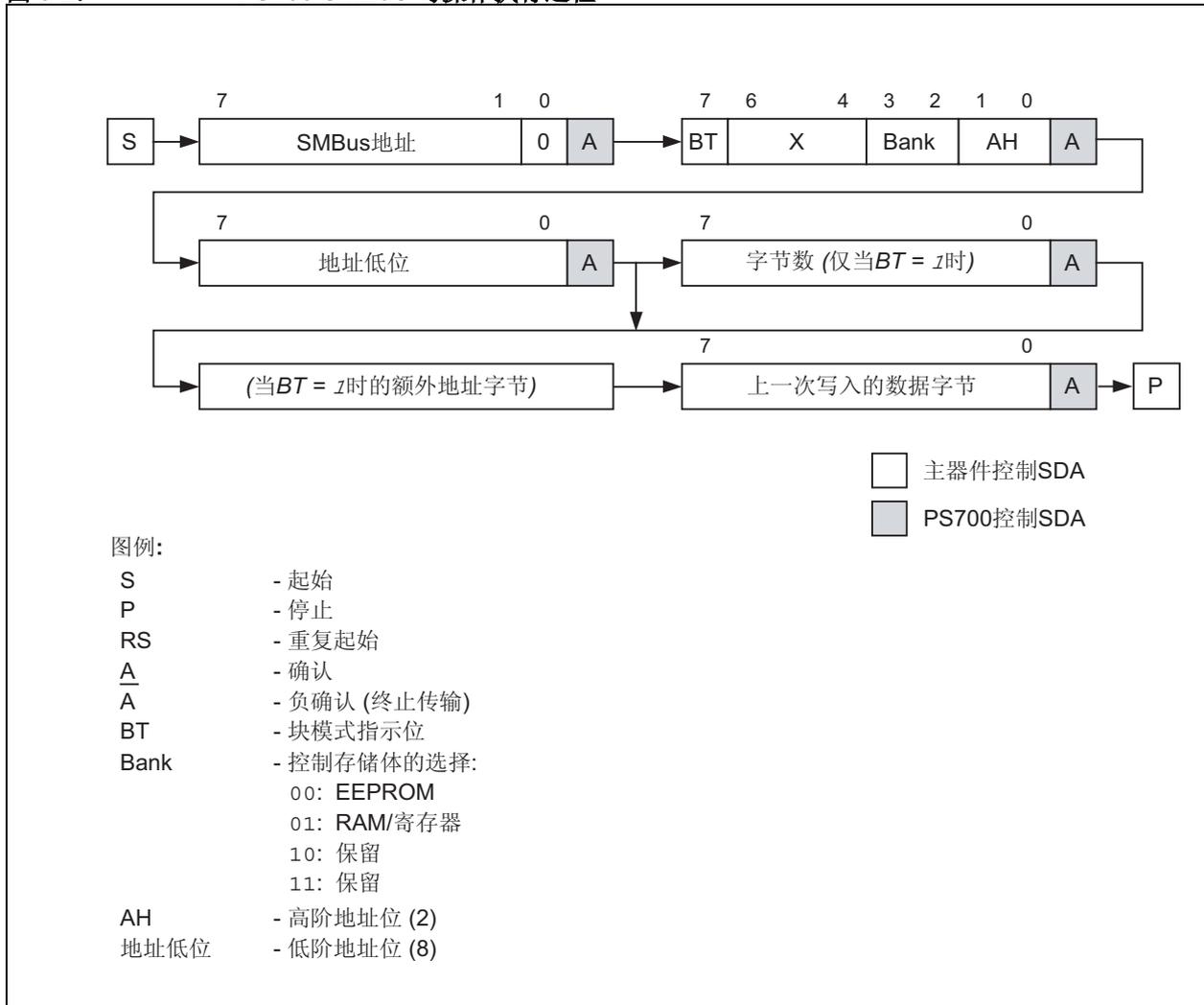
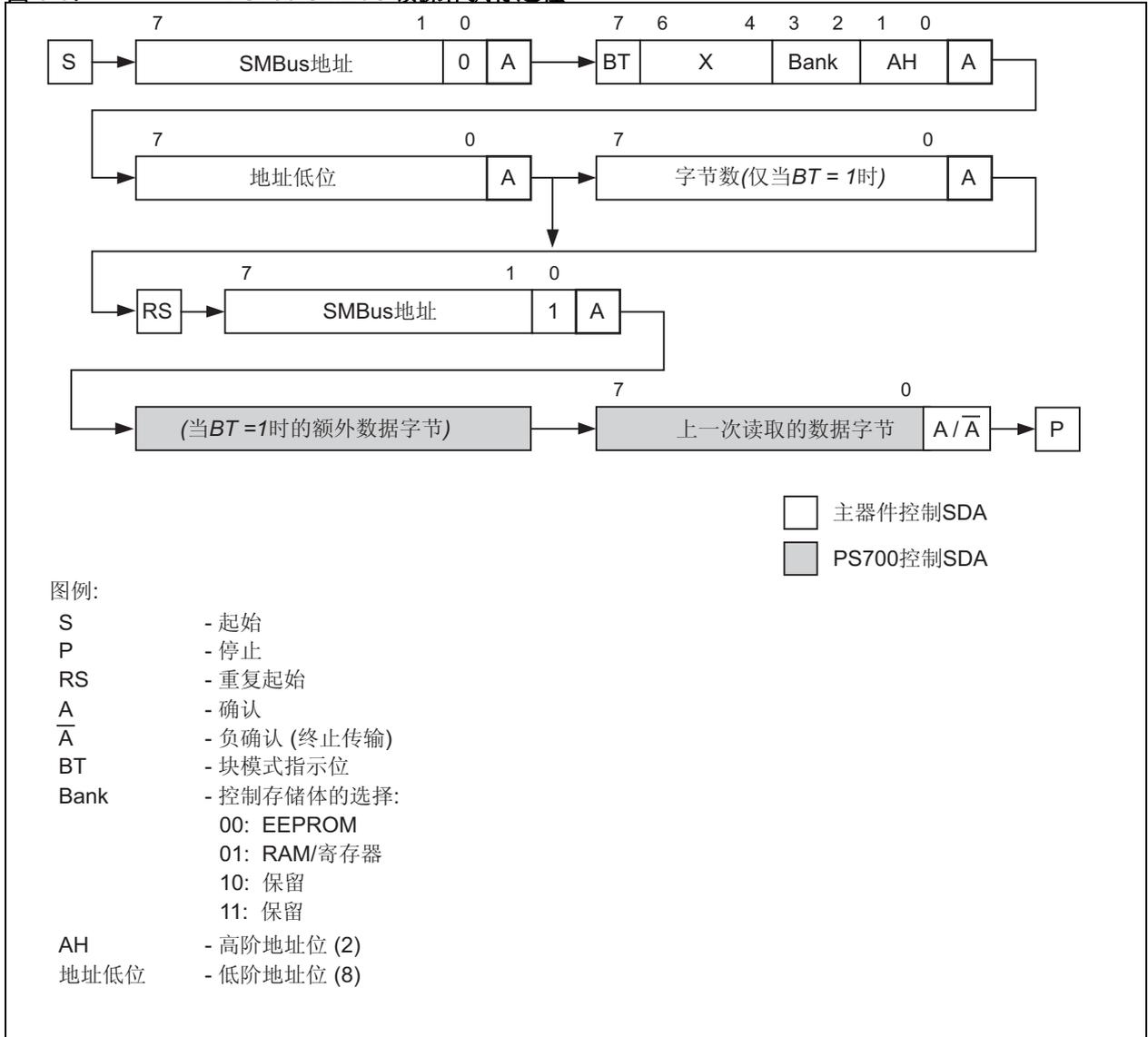


图 3-3: PS700 SMBus 读操作执行过程



## 4.0 存储器 / 工作寄存器介绍

### 4.1 存储器 / 寄存器的映射

对 PS700 内部结构的访问是基于严格的存储器映射的。PS700 为响应 SMBus 命令所直接采取的操作只有对寄存器、RAM 或 EEPROM 的读写操作。任何 PS700 操作均发生于数据被写入内部控制寄存器。

PS700 中的寻址方式是通过 10 位地址外加 2 个存储区选择位来实现的。因此，PS700 内共有 4K 字节的地址单元可供寻址，分别由 4 个存储区组成。每个存储区包含 1024 个地址单元。存储区 0 由 EEPROM 专用，存储区 1 包括 RAM/ 寄存器，存储区 2 包括测试寄存器而存储区 3 为保留存储区。

表 4-1 介绍了 PS700 的存储器映射。表中存储器单元的符号格式表示为 y:0xzzz，其中 ‘y’ 为存储区而 ‘zzz’ 为 16 进制地址。

### 4.2 EEPROM

512 字节的 EEPROM 位于存储区 0，占用地址为 0:0x000 至 0:0x1FF。所有关键的 PS700 参数、校正因子以及自学习数据都存放在 PS700 内部集成的 EEPROM 中。PS700 的 EEPROM 映射见表 4-2。可以采用字节或块传输模式对 EEPROM 进行读操作，但写操作只能采用字节传输方式。对 EEPROM 进行写操作时的传输速率约为 4 ms/ 字节。如果没有其它 EEPROM 正在执行的写周期，PS700 将立即对来自 SMBus 的 EEPROM 写周期命令作出确认。如果在前一次写操作请求尚未处理完毕时试图进行另一次 EEPROM 写周期操作，PS700 将回送一个负确认位，直至前一次写周期结束。根据当前是否正在执行 EEPROM 写周期操作，此时请求 EEPROM 读操作周期也将产生一个负确认位或确认位。

在温度低于 0°C 且供电电压低于 3.3V 时，数据 EEPROM 无法可靠写入。对于寄存器或 RAM 地址单元的读写操作将不会受到正在进行的 EEPROM 写周期的影响。

### 4.3 通用 RAM

器件提供 32 字节的通用 RAM 用于存放临时数据，它位于存储区 1，占用地址为 1:0x000 至 1:0x01F。可以通过字节或块传输模式对 RAM 进行读写操作。

### 4.4 操作寄存器

以下详细介绍了 PS700 中的所有寄存器以及其中包含的所有控制位、状态位、结果位和字段。

#### 4.4.1 DCA- 放电计数累加器

DCA 为 32 位寄存器，用于存放电池累计放电容量。在每一次转换完成后，如果 Ires 的符号位置 ‘1’，且电流累加功能被使能，则电流测量值将被累加到 DCA。因此，在电流测量操作完成后，检测电阻两端电压为负 ( $V_{SR} < GND$ ) 时，该寄存器中的内容将被更新。

如果允许计数超出 0xFFFFFFFF，则 DCA 寄存器中计数值可能出现计满返回，因此主机系统需对该寄存器内容进行正确维护。通过使用 ACCclr 寄存器中的 CLR0 位（如寄存器 4-6 中所述）可以对 DCA 寄存器进行清零操作。

#### 4.4.2 DTC- 放电时间计数器

DTC 记录了电池处于放电状态的累计时间长度。SR 引脚电压极性为负表明电池处于放电状态。该寄存器采用 2 Hz 内部时钟速率进行递增计数；因此，只要电流累加功能被使能，则 DTC 将以每秒计数 2 次或每小时 7200 次的速率进行递增计数，电流转换结束后，Ires 寄存器的符号位返回 ‘1’。

如果允许计数超出 0xFFFFFFFF，则 DTC 寄存器中计数值可能出现计满返回，因此主机系统需对该寄存器内容进行正确维护。通过使用 ACCclr 寄存器中的 CLR1 位（如寄存器 4-6 中所述）可以对 DTC 寄存器进行清零操作。

#### 4.4.3 CCA- 充电计数累加器

CCA 为 32 位寄存器，用以存放电池累计充电电流。在每次电流转换完成后，Ires 的符号位清 0 且电流累加功能被使能，则测量值将被累加到 CCA。因此，在电流测量操作完成后，检测电阻两端电压为正 ( $V_{SR} > GND$ ) 时，该寄存器中的内容将被更新。

如果允许计数超出 0xFFFFFFFF，则 CCA 寄存器中计数值可能出现计满返回，因此主机系统需对该寄存器内容进行正确维护。通过使用 ACCclr 寄存器中的 CLR2 位（如下所述）可以对 CCA 寄存器进行清零操作。

**表 4-1: PS700 存储器地址映射表**

功能	字节 3	字节 2	字节 1	字节 0	存储器体: 地址 (字节 0)
EEPROM					0:0x000
					0:0x004
	Ø	Ø	Ø	Ø	
					0:0x00C
	寄存器初始值 (保留的存储单元应 = 0x00)				0:0x020
	Ø	Ø	Ø	Ø	
	寄存器初始值 (保留的存储单元应 = 0x00)				0:0x084
	Ø	Ø	Ø	Ø	0:0x088
					0:0x1F8
					0:0x1FC
保留	保留				0:0x201
	Ø		Ø	Ø	
通用 RAM	保留				0:0x3FC
					1:0x000
					1:0x004
					1:0x008
	Ø	Ø	Ø	Ø	
操作寄存器: 累加器 / 定时器, A/D 寄存器, 模式控制					1:0x018
					1:0x01C
	DCA				1:0x020
	DTC				1:0x024
	CCA				1:0x028
	CTC				1:0x02C
	TA				1:0x030
	TAT				1:0x034
	VC2A				1:0x038
	VC2T				1:0x03C
	ADconfig	Ictrl (ADc0)	Ires (ADr0)		1:0x040
	保留	ITctrl (ADc1)	ITres (ADr1)		1:0x044
		ETctrl (ADc2)	ETres (ADr2)		1:0x048
		VPctrl (ADc3)	VPres (ADr3)		1:0x04C
	GPIOctrl	VC1ctrl (ADc4)	VC1res (ADr4)		1:0x050
	保留	VC2ctrl (ADc5)	VC2res (ADr5)		1:0x054
		OFFSctrl (ADc6)	OFFSres (ADr6)		1:0x058
		AUXctrl (ADc7)	AUXres (ADr7)		1:0x05C
	ACC 控制	ACCclr	I+trip		1:0x060
	保留	保留	I-trip		1:0x064
			VPtrip		1:0x068
			VCtrip		1:0x06C
			SStrip		1:0x070
TRIPctrl		保留		1:0x074	
OpMode				1:0x078	
保留	保留	保留		1:0x07C	
保留	保留				2:0x004
	Ø	Ø	Ø	Ø	
校验 / 设定寄存器	保留				2:0x0FC
	MOsct	Vref	Vbgt	SMBAdd	2:0x080
保留	保留	AOsct	保留	保留	2:0x084
	保留				2:0x088
保留	Ø	Ø	Ø	Ø	
	保留				2:0x3FC
保留	保留				3:0x000
	Ø	Ø	Ø	Ø	
保留	保留				3:0x3FC

# PS700

表 4-2: P7 EEPROM

地址	名称	长度	单位	DFLT	说明
未用					
0x00	(可用)	(32)	—		(未用)
出厂设定					
0x88	PATTERN	2	—		EEPROM 特性 ID
0x8A	TESTER_ID	2	—		测试程序 ID/ 版本
0x8C	CAL_STATUS	1	—	0	位标志 – 校准状态
0x8D	CF_CURR	2	—		校准因子 – 增益 – 电流
0x8F	CO_CURR	1	A/D		校准因子 – 偏移 – 电流
0x90	CF_PACK	2	—		校准因子 – 增益 – 电池组
0x92	CF_VCELL1	2	—		校准因子 – 增益 – VCELL1
0x94	CF_VCELL2	2	—		校准因子 – 增益 – VCELL2
0x96	CO_PACK	1	A/D		校准因子 – 偏移 – 电池组
0x97	CO_VCELL1	1	A/D		校准因子 – 偏移 – VCELL1
0x98	CO_VCELL2	1	A/D		校准因子 – 偏移 – VCELL2
0x99	CF_TEMPI	2	—		校准因子 – 增益 – 内部温度
0x9B	CO_TEMPI	2	—		校准因子 – 偏移 – 内部温度
0x9D	CF_TEMPE	2	—		校准因子 – 增益 – 内部温度
0x9F	CO_TEMPE	2	—		校准因子 – 偏移 – 外部温度
0xA1	RESERVED	4	—		保留
总计		<b>29</b>			
燃料计					
0xA5	VERSION	2	N/A	0x0101	燃料计版本编号
0xA7	VEOD	2	mV		EOD 电压阈值
0xA9	VEOC	2	mV		EOC 电压阈值
0xAB	IEOC	2	mA		EOC 电流阈值
0xAD	EOD_CAP	2	mAh		EOD 容量
0xAF	MODE	1	bits		燃料计模式控制位
0xB0	SERIAL_NO	2	N/A		序列号 – 电池 ID
0xB2	CAP_FULL	2	mAh		充满容量
0xB4	CYCLES	2	cycles		周期计数
0xB6	VEOD_C	3	XmA		VEOD LUT 电流坐标轴
0xB9	VEOD_T	7	XdegC		VEOD LUT 温度坐标轴
0xC0	VEOD	32	XmV		VEOD 电压阈值
0xE0	RCAP_T	7	XdegC		RCAP LUT – 剩余容量温度坐标轴
0xE7	RCAP	8	XmAh		剩余容量
总计		<b>74</b>			
未用					
0xEF	(可用)	(17)			(未用)

#### 4.4.4 CTC– 充电时间计数寄存器

CTC 记录了电池处于充电状态的累计时间长度。SR 引脚电压极性为正表明电池处于充电状态。该寄存器采用 2 Hz 内部时钟速率进行递增计数；因此，如果电流累计功能被使能，则 CTC 将以每秒计数 2 次或每小时计数 7200 次的速率进行递增计数，电流转换结束后 Ires 寄存器的符号位返回 ‘0’。

如果允许计数超出 0xFFFFFFFF，则 CTC 寄存器中计数值可能出现计满返回，因此主机系统需对该寄存器内容进行正确维护。通过使用 ACCclr 寄存器中的 CLR3 位可以对 CTC 寄存器进行清零操作。

#### 4.4.5 TA– 温度累加寄存器

TA 中存放 32 位累计温度测量值，该数据来自内部或外部温度传感器。TA 由 Itres 或 ETres 寄存器中的值进行更新。通过 Accumctrl 寄存器中的 tsel 位可以选择来自内部温度传感器还是连接在 NTC 引脚的外部热敏电阻作为温度测量器件。

如果允许计数超出 0xFFFFFFFF，则 TA 寄存器中计数值可能出现计满返回，因此主机系统需对该寄存器内容进行正确维护。通过使用 ACCclr 寄存器中的 CLR4 位可以对 TA 寄存器进行清零操作。

#### 4.4.6 TAT– 温度时间计数寄存器

TAT 记录了 PS700 进行温度测量并在 TA 寄存器中对测量值进行累加操作的累计时间长度。如果温度累计功能被使能，TAT 寄存器将采用 2 Hz 内部时钟速率进行递增计数，即以每秒计数 2 次或每小时计数 7200 次的速率进行递增。

如果允许计数超出 0xFFFFFFFF，则 TAT 寄存器中计数值可能出现计满返回，因此主机系统需对该寄存器内容进行正确维护。通过使用 ACCclr 寄存器中的 CLR5 位可以对 TAT 寄存器进行清零操作。

#### 4.4.7 VC2A–VC2 累加器

VC2A 为 32 位寄存器，用于存放 VC2 引脚测量值的累计值。在每一次测量操作结束之后，VC2A 将进行步长值为 VC2res 寄存器值的递增计数。当 Accumctrl 寄存器中的 AccV 位置 ‘1’ 时，该功能将被使能。

如果允许计数超出 0xFFFFFFFF，则 VC2A 寄存器中计数值可能出现计满返回，因此主机系统需对该寄存器内容进行正确维护。通过使用 ACCclr 寄存器中的 CLR6 位可以对 VC2A 寄存器进行清零操作。

#### 4.4.8 VC2T–VC2 时间计数寄存器

VC2T 记录了 VC2 引脚测量的累计时间。该寄存器采用 2 Hz 内部时钟速率进行递增计数，即以每秒计数 2 次或每小时计数 7200 次的速率进行递增。

如果允许计数超出 0xFFFFFFFF，则 VC2T 寄存器中计数值可能出现计满返回，因此主机系统需对该寄存器内容进行正确维护。通过使用 ACCclr 寄存器中的 CLR7 位可以对 VC2T 寄存器进行清零操作。

# PS700

## 4.4.9 ADCONFIG – A/D 配置寄存器

寄存器 4-1: **ADCONFIG: A/D 配置寄存器 (地址 43 十六进制 /67 十进制)**

ADEN	Samp	保留	SampDiv<2:0>
bit 7			bit 0

- bit 7 **ADEN:** A/D 主使能位  
如果不期望进行转换操作, 应使用该位禁止 A/D 转换器。  
1 = 使能 A/D 转换  
0 = 禁止 A/D 转换
- bit 6 **Samp:** 采样模式使能位  
当 PS700 未处于上电复位、采样—休眠或闲置—休眠模式时, 通过将该位来控制采样模式的使能。当该位置 ‘1’ 时, 采样模式被使能且将进行周期性的转换操作。通过设定 SampDiv 位可以确定转换间隔时间。当该位清零时, 采样模式被禁止且 PS700 将处于运行模式。  
1 = 使能采样模式  
0 = 禁止采样模式
- bit 5-3 **Reserved:** 保留位
- bit 2-0 **SampDiv:** 采样周期间隔时间控制位  
当 PS700 工作在采样模式时, SampDiv 控制位用来确定采样周期的间隔时间。设定的时间间隔等于  $2^{SampDiv} * 0.5 \text{ sec}$ 。

**图注:**

‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零      R = 保留位

## 4.4.10 Accumctrl – 累加控制寄存器

### 寄存器 4-2: Accumctrl: 累加控制寄存器 (地址 63 十六进制 /99 十进制)

Accum	Accl	AccT	AccV	tsel	保留
					bit 0
bit 7					

- bit 7 Accum:** 累加器总使能控制位  
 “Accum”为 Accl、AccT 和 AccV 累加操作的总使能控制位。如果 “Accl”、“AccT” 以及 “AccV” 中有一个或一个以上位被使能，Accum 也应被同时使能以允许累加操作。如果 “Accum” 设置为 ‘0’，无论 “Accl”、“AccT” 和 “AccV” 取何值，所有累加操作都将被禁止。  
 1 = 使能累加操作  
 0 = 禁止累加操作
- bit 6 Accl:** 电流累加使能控制位  
 当 “Accl” 置 ‘1’ 时，将使能电流累加操作。DCA 和 CCA 寄存器将周期性地累加 Ires 寄存器中的值。而且 DCT 和 CCT 时间计数寄存器将分别在充放电期间进行相应的计数。当 “Accl” 清 ‘0’ 时将禁止电流累加操作。  
 1 = 使能电流累加操作  
 0 = 禁止电流累加操作
- bit 5 AccT:** 温度累加使能控制位  
 当 “AccT” 置 ‘1’ 时，将使能 TA 中的累加操作。TA 对来自 AD5 结果寄存器中的内容进行累加，且此时 TAT 时间计数器中的值将增一。当 “AccT” 置 ‘0’ 时，TA 中的累加操作将被禁止。  
 1 = 使能温度累加操作  
 0 = 禁止温度累加操作
- bit 4 AccV:** VC2 电压累加使能位  
 当 “AccV” 为 ‘0’ 时，TA 中的累加操作将被 VC1res 寄存器更新。当 “AccV” 为 ‘1’ 时，TA 中的累加操作将被 VC2res 寄存器更新。
- bit 3 tsel:** 温度传感器选择  
 当 “tsel” 为 ‘0’ 时，将对来自内部温度传感器的输入信号进行累加操作。当 “tsel” 为 ‘1’ 时，将对来自外部温度传感器的输入信号进行累加操作。  
 1 = 选择外部温度传感器  
 0 = 选择内部温度传感器
- bit 2-0 Reserved:** 保留位

**图注:**

‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零      R = 保留位

# PS700

## 4.4.11 A/D 控制寄存器

以下定义了 8 个 A/D 控制寄存器。

**表 4-3: A/D 控制寄存器**

A/D 寄存器编号	名称	功能	地址 (十六进制)
ADc0	Ictrl	电流测量控制	42
ADc1	ITctrl	内部温度测量控制	46
ADc2	ETctrl	外部温度测量控制	4A
ADc3	VPctrl	电池组电压测量控制	4E
ADc4	VC1ctrl	VC1 电压测量控制	52
ADc5	VC2ctrl	VC2 电压测量控制	56
ADc6	OFFSctrl	偏移测量控制	5A
ADc7	AUXctrl	辅助测量控制	5E

以下对上述 8 个控制寄存器中包含个数据位进行了定义。

### 寄存器 4-3: A/D 控制寄存器

使能	分辨率	参考电压	选择
bit 7			bit 0

- bit 7 使能:** A/D 测量使能控制位  
该位为 '1' 时将使能 bit 0-6 中定义的测量操作。
- bit 6-4 分辨率:** A/D 分辨率选择控制位  
如下所示, 通过这三个控制位可对相应 A/D 结果寄存器的转换精度进行控制:
- 分辨率 = 0: 8 位 + 符号转换
  - 分辨率 = 1: 9 位 + 符号转换
  - 分辨率 = 2: 10 位 + 符号转换
  - 分辨率 = 3: 11 位 + 符号转换
  - 分辨率 = 4: 12 位 + 符号转换
  - 分辨率 = 5: 13 位 + 符号转换
  - 分辨率 = 6: 14 位 + 符号转换
  - 分辨率 = 7: 15 位 + 符号转换
- bit 3 参考电压:** A/D 参考电压选择控制位  
参考电压 = 0: VR = 170 mV  
参考电压 = 1: VR = 340 mV
- bit 2-0 选择:** A/D 输入选择控制位  
为待进行的转换选择多路模拟转换输入通道, 具体如下:
- 选择 = 0: 电流 (SR 引脚电压)
  - 选择 = 1: 内部温度传感器
  - 选择 = 2: 外部温度传感器 (NTC 引脚电压)
  - 选择 = 3: VPACK (电池组电压)
  - 选择 = 4: VC1 电压
  - 选择 = 5: VC2 电压
  - 选择 = 6: 偏移电压
  - 选择 = 7: 偏移电压

<p><b>图注:</b></p> <p>'1' = 该位置 '1'      '0' = 该位清零      R = 保留位</p>
---

为使 A/D 控制寄存器的实际功能与其名称相符，上述寄存器功能选择字段应如下设置。

**表 4-4: A/D 控制寄存器功能**

A/D 寄存器编号	名称	选择值
ADc0	Ictrl	0
ADc1	ITctrl	1
ADc2	ETctrl	2
ADc3	VPctrl	3
ADc4	VC1ctrl	4
ADc5	VC2ctrl	5
ADc6	OFFSctrl	6
ADc7	AUXctrl	X

#### 4.4.12 A/D 结果寄存器

8 个 16 位 ADres 寄存器如下定义。

**表 4-5: A/D 结果寄存器**

A/D 寄存器编号	名称	功能	地址 (十六进制)
ADr0	Ictrl	电流测量结果	40
ADr1	ITctrl	内部温度测量结果	44
ADr2	ETctrl	外部温度测量结果	48
ADr3	VPctrl	电池组电压测量结果	4C
ADr4	VC1ctrl	VC1 电压测量结果	50
ADr5	VC2ctrl	VC2 电压测量结果	54
ADr6	OFFSctrl	偏移测量结果	58
ADr7	AUXctrl	辅助测量结果	5C

以下寄存器列表对 8 个 16 位 ADres 寄存器中包含的各数据位进行介绍。

#### 寄存器 4-4: ADres 寄存器

符号	幅值
bit 15	bit 0

bit 15 **符号:** A/D 测量结果的极性位

符号位表明了某一测量结果的极性，其中：

1 = 该值为负

0 = 该值为正

bit 14-0 **幅值:** A/D 输出的幅值位

幅值位报告了 A/D 的测量值，全 ‘0’ 表示测量值为 0 而全 ‘1’ 表示测量结果达到满量程。

**图注:**

‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零

R = 保留位

**注:** ADctrl 寄存器中定义的分辨率控制位指定了测量分辨率，因此也指定了 ADres 寄存器中存放的数据位参数。ADres 寄存器中的值符合左有效的原则。超出指定位的其它数据位内容应被忽略。

## 4.4.13 GPIOctrl – GPIO 控制寄存器

### 寄存器 4-5: GPIOctrl: GPIO 控制寄存器 (地址 53 十六进制 /83 十进制)

pp0	OE0	IE1	IE0	OUT1	OUT0	IN1	IN0
bit 7							bit 0

- bit 7 **pp0:** IO0 推—挽输出控制位  
 当该位与 OE0 位同时置 ‘1’ 时, IO0 (NTC) 引脚将被配置为推挽式数字输出。如果 pp0 置 ‘0’ 而 OE0 置 ‘1’ 时, IE0 则为漏极开路输出, 且通过 300 kOhm 电阻上拉至内部 VDD。
- bit 6 **OE0:** IO0 输出使能控制位  
 该位置 ‘1’ 将允许 NTC 引脚被配置为推挽 (pp0 = 1) 或开漏 (pp0 = 0) 输出形式。如果 OE0 置 ‘0’, 则 NTC 引脚将处于高阻状态 (pp0 = 1) 或通过 300 kOhm 电阻上拉至内部 VDD(pp0 = 0)。
- bit 5 **IE1:** IO1 输入使能控制位  
 该位置 ‘1’ 将使能 IO1 (VC2) 作为数字输入引脚。如果 IE1 为 ‘0’, 则 IO1 引脚的数字输入缓冲器将断电且 IN1 总是读作逻辑 ‘0’。
- bit 4 **IE0:** IO0 输入使能控制位  
 该位置 ‘1’ 将使能 IO0 (NTC) 作为数字输入引脚。如果 IE0 为 ‘0’, 则 IO0 引脚的数字输入缓冲器将断电且 IN0 总是读作逻辑 ‘0’。
- bit 3 **OUT1:** 数据 GPIO1 输出位  
 该位置 ‘0’ 将使 IO1(VC2) 引脚的开—漏输出拉低 (即强制输出电平为逻辑 ‘0’)。该位置 ‘1’ 将断开下拉电阻。
- bit 2 **OUT0:** 数据 GPIO0 输出位  
 如果 OE0 置 ‘1’, PS700 将 OUT0 的逻辑值驱动至 IO0(NTC) 引脚进行输出。
- bit 1 **IN1:** 数据 GPIO1 输入位  
 IO1(VC2) 引脚的逻辑状态 (只读)。
- bit 0 **IN0:** 数据 GPIO0 输入位  
 IO0(NTC) 引脚的逻辑状态 (只读)。

**图注:**

‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零      R = 保留位

## 4.4.14 ACCclr – 累加器清零寄存器

将 ACCclr 寄存器中的任一位置 ‘1’ 将对相关的累加器进行清零操作。在清零操作后，ACCclr 中的所有位将被清除为 ‘0’。

### 寄存器 4-6: ACCclr : 累加器清零寄存器 (地址 62 十六进制 /98 十进制)

	CLR7	CLR6	CLR5	CLR4	CLR3	CLR2	CLR1	CLR0
	bit 7							bit 0
bit 7	<b>CLR7:</b> 累加器 7 清零控制位 该位置 ‘1’ 将对 VC2T 累加器进行清零操作。							
bit 6	<b>CLR6:</b> 累加器 6 清零控制位 该位置 ‘1’ 将对 VC2A 累加器进行清零操作。							
bit 5	<b>CLR5:</b> 累加器 5 清零控制位 该位置 ‘1’ 将对 TAT 累加器进行清零操作。							
bit 4	<b>CLR4:</b> 累加器 4 清零控制位 该位置 ‘1’ 将对 TA 累加器进行清零操作。							
bit 3	<b>CLR3:</b> 累加器 3 清零控制位 该位置 ‘1’ 将对 CTC 累加器进行清零操作。							
bit 2	<b>CLR2:</b> 累加器 2 清零控制位 该位置 ‘1’ 将对 CCA 累加器进行清零操作。							
bit 1	<b>CLR1:</b> 累加器 1 清零控制位 该位置 ‘1’ 将对 DTC 累加器进行清零操作。							
bit 0	<b>CLR0:</b> 累加器 0 清零控制位 该位置 ‘1’ 将对 DCA 累加器进行清零操作。							

**图注:**

‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零      R = 保留位

# PS700

## 4.4.15 TPV – 跳变值寄存器

PS700 共使用 5 个寄存器来设置跳变值参数。当被 TRIPctrl 寄存器使能时，器件利用跳变值寄存器进入或退出不同电源工作模式。其中三个寄存器用以存放电压值，而其它两个则存放电流值。下表列出了所有跳变值寄存器及其相关的比较寄存器和使能位的地址：

TPV 寄存器	地址 (十六进制)	比较寄存器	使能位
I+trip	60	Ires	Iex
I-trip	64	Ires	Ient
VPtrip	68	VPres	VPex
VCtrip	6C	VC1res 或 VC2res	VC1ent 或 VC2ent
SHtrip	70	VPres	SHent

VPtrip、VCtrip 和 SHtrip 为电压参数值，分别用以与 VPres、VC1res 或 VC2res 以及 VPres 进行比较以在不同电源工作模式之间转换。I+trip 和 I-trip 为电流参数，用以与 Ires 进行比较以在不同电源工作模式之间转换。这些寄存器的数据存放格式采用左有效的原则。对于跳变值参数，只取其幅值进行比较而忽略其符号位。

### 寄存器 4-7: TPV: TRIP POINT 值寄存器

符号	幅值
bit 15	bit 0

## 4.4.16 OpMode – 操作模式控制寄存器

**寄存器 4-8:**      **OpMode:** 操作模式控制寄存器 (地址 7A 十六进制 / 十进制 122)

SSLP	保留	SSLPdiv	Shelf	POR	sPOR
bit 7					bit 0

- bit 7      **SSLP:** 采样—休眠模式使能位  
 该位置 ‘1’ 将立即使能采样—休眠模式。此时将使能低功耗振荡器且 A/D 采样频率也将减小。该位清 ‘0’ 将禁止采样—休眠模式。  
 1 = 使能采样—休眠模式  
 0 = 禁止采样—休眠模式
- bit 6      **Reserved:** 保留位
- bit 5-3      **SSLPdiv:** 采样—休眠模式分频位  
 该三位用以设置采样—休眠模式下 A/D 采样操作的间隔时间。间隔时间设定为：采样间隔时间 = (.5 sec \* 2 \*\* Sampdiv \* 2 \*\* SSLPdiv)
- bit 2      **SHEL:** 闲置—休眠模式使能位  
 向该寄存器写入 ‘1’ 将使器件处于闲置—休眠模式。不再对易失性存储器中的数据进行维护。当出现 SMBus 停止条件且随后 SDA 和 SCL 变为低电平时，器件才真正进入闲置—休眠模式。
- bit 1      **POR:** 上电复位指示位  
 该位置 ‘1’ 表明上电复位已经发生。将该位清 ‘0’ 将清除该指示标志。
- bit 0      **sPOR:** 软上电复位控制位  
 该位置 ‘1’ 将把 EEPROM 中的内容写入所有工作寄存器中，从而导致器件再次初始化。

**图注:**

‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零      R = 保留位

## 4.4.17 TRIPctrl – 跳变控制寄存器

寄存器 4-9: **TRIPctrl: 跳变控制寄存器 (地址 76 十六进制 /118 十进制)**

lex	lent	VPex	VC1ent	VC2ent	SHent	Reserved	OV
							bit 0
							bit 7

- bit 7 **lex:** 根据电流判别是否退出采样—休眠模式的使能控制位  
该位置 ‘1’ 将使能器件根据以下条件判别是否退出采样—休眠模式:  $| \text{电流} | > I_{\text{trip}}$ .
- bit 6 **lent:** 根据电流判别是否进入采样—休眠模式的使能控制位  
该位置 ‘1’ 将使能器件根据以下条件判别是否进入采样—休眠模式:  
 $| \text{电流} | < I_{\text{trip}}$ .
- bit 5 **VPex:** 根据电池组电压判别是否退出采样—休眠模式的使能控制位  
该位置 ‘1’ 将使能器件根据以下条件判别是否退出采样—休眠模式:  
电池组电压  $> VP_{\text{trip}}$ .
- bit 4 **VC1ent:** 根据 VC1 电压判别是否进入采样—休眠模式的使能控制位  
该位置 ‘1’ 将使能器件根据以下条件判别是否进入闲置—休眠模式:  
 $VC1 < VC_{\text{trip}}$ .
- bit 3 **VC2ent:** 根据 VC2 电压判别是否进入采样—休眠模式的使能控制位  
该位置 ‘1’ 将使能器件根据以下条件判别是否进入采样—休眠模式:  
 $VC2 < VC_{\text{trip}}$ .
- bit 2 **SHent:** 根据电池组电压判别是否进入闲置—休眠模式的使能控制位  
该位置 ‘1’ 将使能器件根据以下条件判别是否进入闲置—休眠模式:  
 $VPACK < VSHENT$
- bit 1 **Reserved:** 未用
- bit 0 **OV:** 溢出位  
当输入电压大于 A/D 转换电压范围的最大值时, PS700 将使该位置 ‘1’.

**图注:**

‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零      R = 保留位

#### 4.5 上电复位

当电源接入 VC1 引脚后，PS700 将自动进入上电复位过程。当电源电压低于最小工作电压阈值 VPOR 时，器件将保持复位状态。当 VC1 引脚输入电压升高至 VPOR 阈值电压以上时，PS700 将进行初始化，如下所述。初始化结束之后，PS700 将进入运行模式。

上电复位过程中，寄存器将装载来自 EEPROM 地址 0x020-0x087 中的初始值。这些存储单元被预留出来用以保存寄存器初始化参数。对于电池组应用，上电复位一般只发生电池组制造过程中。此时电池初次被接入到包含有 PS700 的电池监控电路板中。

EEPROM（存储区 0）0: 0x020 – 0: 0x07F 地址中的数据将被装载到相应的寄存器地址单元中（存储区 1）1: 0x020 – 1: 0x07F。EEPROM（存储区 1）0: 0x080 – 0: 0x084 地址单元中的数据将被装载到相应的校准 / 设置寄存器地址单元中（存储区 2）2 0x080 – 2: 0x084。与“保留”寄存器地址对应的 EEPROM 寄存器初始化单元中的存放值应始终包含 0x00h 值，以确保上电复位后的正确操作。

**注：** 禁止改写出厂整定值。

#### 4.6 出厂设定寄存器的初始化

在 PS700 制造过程中，EEPROM 寄存器初始化地址单元中的内容采用缺省值进行设定。上述缺省设定将导致 PS700 在上电复位后将出现以下一般性的操作状态：

- 禁止所有累加器和时间计数器，且其中内容被复位为 '0'
- 禁止所有 A/D 转换
- A/D 寄存器设定为设计输入源，分辨率和输入参考值。
- 禁止采样和闲置—休眠模式
- 禁止所有进入采样—休眠模式的方法且将跳变阈值参数置零。
- 禁止将 VC2 和 NTC 配置为 GPIO 输入
- SMBus 地址为 0x16
- 带隙、参考电压、辅助振荡器以及主振荡器设定值采用出厂校准整定值

表 4-6 详细列出了 EEPROM 寄存器初始化地址单元中的设定值。

# PS700

表 4-6: PS700 出厂寄存器初始化

功能	字节 3	字节 2	字节 1	字节 0	存储器体: 地址 (字节 0)
操作 寄存器:  累加器 / 定时器 A/D 寄存器 模式控制	DCA: 0x00000000				1:0x020
	DTC: 0x00000000				1:0x024
	CCA: 0x00000000				1:0x028
	CTC: 0x00000000				1:0x02C
	TA: 0x00000000				1:0x030
	TAT: 0x00000000				1:0x034
	VC2A: 0x00000000				1:0x038
	VC2T: 0x00000000				1:0x03C
	ADCONFIG: 00000000b = 0x00	Ictrl (ADc0): 01110000b = 0x70	Ires (ADr0): 0x0000		1:0x040
	保留: 0x00	ITctrl (ADc1): 00101001b = 0x29	ITres (ADr1): 0x0000		1:0x044
		ETctrl (ADc2): 00101010b = 0x2A	ETres (ADr2): 0x0000		1:0x048
		VPctrl (ADc3): 00101011b = 0x2B	VPres (ADr3): 0x0000		1:0x04C
	GPIOctrl	VC1ctrl (ADc4): 00100100b = 0x24	VC1res (ADr4): 0x0000		1:0x050
	保留: 0x00	VC2ctrl (ADc5): 00100101b = 0x25	VC2res (ADr5): 0x0000		1:0x054
		OFFSctrl (ADc6): 01110110b = 0x76	OFFSres (ADr6): 0x0000		1:0x058
		AUXctrl (ADc7): 00000110b = 0x06	AUXres (ADr7): 0x0000		1:0x05C
	Accumctrl: 00000000b = 0x00	ACCclr: 00000000b = 0x00	I+trip: 0x0000		1:0x060
保留: 0x00	保留: 0x00	I-trip: 0x0000		1:0x064	
		VPtrip: 0x0000		1:0x068	
		VCtrip: 0x0000		1:0x06C	
		SStrip: 0x0000		1:0x070	
	TRIPctrl: 00000000b = 0x00	保留: 0x00		1:0x074	
	OpMode: 00000000b = 0x00			1:0x078	
	未用: 00000000b = 0x00			1:0x07C	
校准 / 设置 寄存器	MOsct: 0xxxxxxb (‘xxxxxx’ = 出厂整 定值)	VREFt: 0xxxxxxb (‘xxxxxx’ = 出厂整 定值)	Vbgt: 0000xxxxb (‘xxxx’ = 出厂整定 值)	SMBAdd: 00010110b	2:0x080
	保留: 0x00	AOsct: 000xxxxb (‘00xxxx’ = 出厂 整定值)	保留: 0x00	保留: 0x00	2:0x084

## 5.0 校准 / 设置模式和寄存器

校准 / 设置模式允许设计人员对缺省的 SMBus 地址单元进行重新设置和 / 或对出厂时设定的带隙、参考电压和主振荡器整定值进行更改。

要进入校准 / 设置模式，要求主机对特定的错误 SMBus 地址连续三次进行请求，且请求之间不可间断。这些地址为：

Addr1	HEX 50
Addr2	HEX 52
Addr3	HEX 74

在每一个地址发送之后，PS700 将不对该地址进行应答 (NACK)。在上述流程结束后，PS700 将进入校准 / 设置模式并允许对位于存储区 2 的校准 / 设置寄存器进行访问。

欲退出校准 / 设置模式，需重新进入同样的地址请求流程或使器件掉电。在上电时，PS700 总是禁止校准 / 设置模式。

以下寄存器仅在校准 / 设置模式时使用。

## 5.1 校准 / 设置模式寄存器

**寄存器 5-1: SMBAdd: SMBus 地址寄存器 (地址 80 十六进制 /128 十进制)**

SMBAdd	Reserved
bit 7	bit 0

bit 7-1 **SMBAdd:** SMBus 寄存器地址位  
位 <7:1> 中存放的参数值定义了该器件的 SMBus 地址

bit 0 **Reserved:** 保留位

**图注:**  
‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零      R = 保留位

**寄存器 5-2: VBGT: 带隙整定寄存器 (地址 81 十六进制 /129 十进制)**

Reserved	VBGT
bit 7	bit 0

bit 7-4 **Reserved:** 保留位

bit 3-0 **VBGT:** 带隙电压整定值位  
该值在出厂时设定。

**图注:**  
‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零      R = 保留位

**寄存器 5-3: VREFT: 参考电压整定寄存器 (地址 82 十六进制 /130 十进制)**

GPIOen1	GPIOen0	VREFT
bit 7		bit 0

- bit 7 **GPIOen1:** 将 VCELL2 引脚配置为 GPIO 的使能位  
该位置 ‘1’，VCELL2 引脚将被配置为 GPIO。如果 VCELL2 使能作为 GPIO，应将累加寄存器中的累加功能以及 TRIPctrl 寄存器中的参考电压整定功能禁止。
- bit 6 **GPIOen0:** 将 NTC 引脚配置为 GPIO 的使能位  
向该寄存器写入 ‘1’ 时，NTC 引脚将被配置为 GPIO。如果 NTC 使能为 GPIO，应将累加寄存器中的累加功能以及 Accumctrl 寄存器功能禁止。
- bit 5-0 **VREFT:** 参考电压整定控制位  
该 5-0 位存放 +340 mV 以及 ±170 mV 参考电压的整定值。该值在出厂时设定。

<b>图注:</b> ‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零      R = 保留位
--

**寄存器 5-4: MOsct: 主振荡器整定寄存器 (地址 83 十六进制 /131 十进制)**

ROsc_sel	MOsct
bit 7	bit 0

- bit 7 **ROsc\_sel:** 振荡器电阻选择位  
向该寄存器写入 ‘1’ 则表明 ROsc 引脚处应选择使用具有低温度系数的 221 kΩ 电阻。该位清 ‘0’ 将选择使用内部 221 kΩ 电阻。(内部时基的精度将受到所选择电阻的影响，并对系统工作范围产生很小的阻值变化。)
- bit 6-0 **MOsct:** 主振荡器整定位  
该 0-6 位用来对内部时基进行整定。该值在出厂时设定。

<b>图注:</b> ‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零      R = 保留位
--

**寄存器 5-5: AOscct: 辅助振荡器整定寄存器 (地址 86 十六进制 /134 十进制)**

Reserved	AOscct
bit 7	bit 0

- bit 7-5 **Reserved:** 保留位
- bit 4-0 **AOscct:** 辅助振荡器整定位  
低功耗模式时使用的辅助振荡器的整定位。

<b>图注:</b> ‘1’ = 该位置 ‘1’      ‘0’ = 该位清零      R = 保留位
--

## 6.0 电气特性

**表 6-1: 绝对最大额定值**

符号	说明	最小值	最大值	单位
VCx	任一 VC(x) 引脚所加电压	-0.5	10.0	V
VPIN	任一引脚电压 (除 VCELLX 外)	-0.5	7.0	V
TBIAS	偏置下的温度	-20	85	°C
TSTORAGE	存储温度 (取决于封装形式)	-35	120	°C

**注:** 上述参数仅是运行条件的极大值。如果器件运行条件超过上述各项绝对最大额定值, 可能对器件造成永久性损坏。器件长时间工作在绝对最大额定条件下, 其稳定性可能受到影响。我们建议器件仅在以下列出的运行条件下运行。

**表 6-2: DC 特性参数 (TA = -20°C 至 +85°C; VDD (内部) = +3.3V ±10%)**

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
VC1	电源电压	2.7	—	9.0	V	
VDD	内部受控电源电压	—	3.3	—	V	
IDD	电源输入电流—运行模式	—	80	190	μA	A/D 激活 (注 1)
IDDINS	电源输入电流—采样模式	—	45	—	μA	A/D 停止 (注 1, 2)
IDDSL P	电源输入电流—采样—休眠模式	—	20	—	μA	采样—休眠模式 (注 1)
IDSSLP	电源输入电流—闲置—休眠模式	—	300	—	nA	闲置—休眠模式 (注 1)
VIL	输入低电平电压—IO0, IO1	—	—	0.2 * VDD	V	
VIH	输入高电平电压—IO0, IO1	0.8 * VDD	—	—	V	
IIL-IOPU	GPIO 输入低电平电流—上拉模式	—	7	—	μA	
IL-IO	漏电流—IO 引脚设定为无上拉的输出或输入	—	1	2	μA	
VOL-IO	IO1、IO0 输出低电平电压	—	—	0.4	V	IO <sub>L</sub> = 0.5 mA
VOH-IO	IO1 配置为推—挽输出时的高电平电压	2.0	—	—	V	IO <sub>H</sub> = 100 μA
VSR	检测电阻输入电压范围	-150	—	150	mV	VR = 170 mV
INTC	热敏电阻输出电流	—	12.5	—	μA	
VIL-SMB	SMBus 引脚的低电平输入电压	-0.5	—	0.8	V	
VIH-SMB	SMBus 引脚的高电平输入电压	2.0	—	5.5	V	
VOL-SMB	SMBus 引脚的低电平输出电压	—	—	0.4	V	IPULLUP = 350 μA
VOH-SMB	SMBus 引脚的高电平输出电压	2.1	—	5.5	V	
IPULLUP-SMB	流经上拉电阻的电流或 SMBus 引脚电流源电流	100	—	350	μA	
ILEAK-SMB	输入漏电流—SMBus 引脚	—	—	±8	μA	

**注 1:** 不包括引脚处外部负载导致的电流消耗。

**注 2:** 采样模式电流规定为 A/D 处于停止周期内的电流。采样模式的平均电流可采用以下公式进行计算: 采样模式电源平均输入电流 = (IDDRUN + (n - 1) \* IDDINS)/n; 其中“n”为设定的采样速率。

**表 6-3: AC 特性 (TA = -20°C 至 +85°C; VDD (内部) = +3.3V ± 10%)**

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
fRC	内部 RC 振荡器频率	130,613	131,072	131,530	Hz	
fA/D	内部 A/D 工作时钟	—	fRC/4	—	Hz	
tPOR	上电复位延迟	—	2	10	ms	自 VC1 电压超过 2.7V 起的延迟时间
tSHELF	进入闲置—睡眠模式的时间延迟	1	—	—	ms	(SHent = 1 或 VPACK < VPtrip) 以及 (SDA 以及 SCL 变为低电平)
tWAKE	退出闲置—睡眠模式的时间延迟	1	—	—	ms	SDA 和 SCL 变为高电平

**表 6-4: AC 特性 – SMBus (TA = -20°C 至 +85°C; VDD (内部) = +3.3V ± 10%)**

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
fsMB	SMBus 时钟工作频率	10	—	100	kHz	从动模式
tBUF	启动和停止之间的总线空闲时间	4.7	—	—	μs	
tSHLD	重复启动后的总线保持时间	4.0	—	—	μs	
tSU:STA	重复启动前的设置时间	4.7	—	—	μs	
tSU:STOP	停止设置时间	4.0	—	—	μs	
tHLD	数据保持时间	0	—	—	ns	
tSETUP	数据设置时间	250	—	—	ns	
tLOW	时钟信号低电平时间	4.7	—	—	μs	
tHIGH	时钟信号高电平时间	4.0	—	50	μs	(注 1)
tLOW:SEXT	报文缓冲时间	—	—	10	ms	(注 2)
tHIGH:MEXT	报文缓冲时间	—	—	10	ms	(注 3)
tF	时钟 / 数据下降时间	—	—	300	ns	(注 4)
tR	时钟 / 数据上升时间	—	—	1000	ns	(注 4)

- 注 1: tHIGH (最大值) 为器件检测总线空闲状态提供了一个便捷、可靠的方法。
- 2: tLOW:SEXT 为从器件被允许对一个报文从初始至停止进行时钟周期扩展的累计时间。
- 3: tLOW:MEXT 为主器件被允许对一个报文中的每个字节进行时钟周期扩展的累计时间。报文中的各字节定义为起始一至一确认、确认一至一确认或确认一至一停止。
- 4: 上升和下降时间定义如下：  
 $t_R = (V_{ILMAX} - 0.15) \text{ to } (V_{IHMIN} + 0.15)$   
 $t_F = 0.9V_{DD} \text{ to } (V_{ILMAX} - 0.15)$

**表 6-5: A/D 转换器特性 (TA = -20°C 至 +85°C; VREG (内部) = +3.3V ± 10%)**

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
ADRES	A/D 转换器分辨率	9	—	16	位	(注 1)
tCONV	A/D 转换测量时间, n 位	—	$2^{(n+1)}/f_{A/D}$	—	s	
VADIN	A/D 转换器输入电压范围 (内部)	-152	—	152	mV	VR = 170 mV
		0	—	309	mV	VR = 340 mV
EVGAIN	电源电压增益误差	—	—	0.100	%	
EVOFFSET	补偿偏移误差	—	—	0.100	%	
ETEMP	温度增益误差	—	—	0.100	%	
EINL	积分非线性误差	—	—	0.004	%	

- 注 1: 电压为内部 A/D 输入电压。VSR 和 VNTC 通过直接测量获得。在进行 VC(x) 输入测量之前, 输入电压经过内部电平转换电路转换至转换器可以进行正常操作的电压量程范围内。

图 6-1: SMBus AC 时序原理图

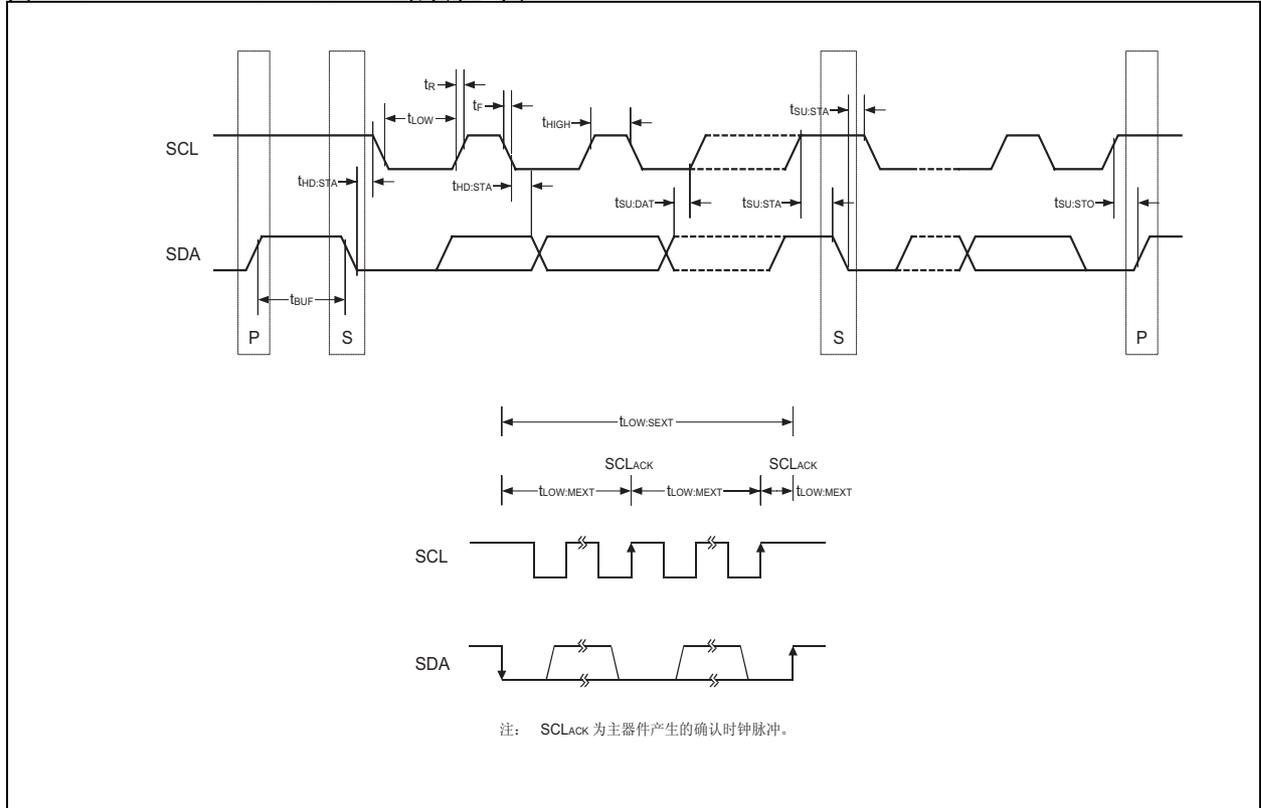


表 6-6: 硅时基特性 ( $T_A = -20^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$ ;  $V_{\text{REG}}(\text{内部}) = +3.3\text{V} \pm 10\%$ )

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
ETIME	硅时基误差			0.35	%	偏置电阻 $R_{\text{osc}}$ 容差 = 1%, $T_L = \pm 25 \text{ ppm}$

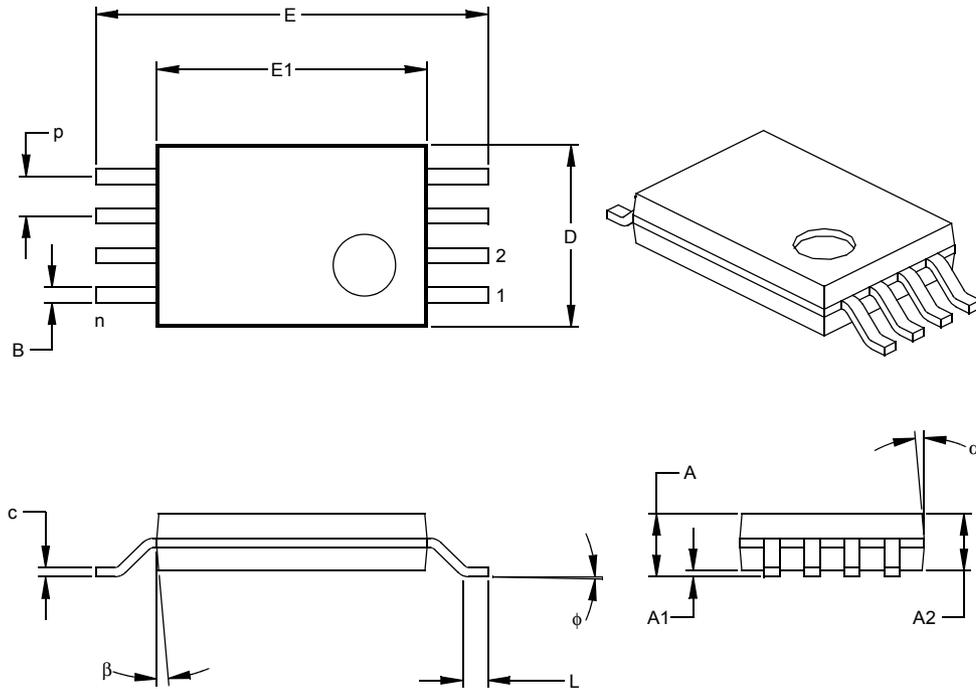
表 6-7: 温度测量精度 ( $T_A = -20^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$ ;  $V_{\text{REG}}(\text{内部}) = +3.3\text{V} \pm 10\%$ )

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
TRES	报告温度分辨率	—	1	—	$^{\circ}\text{K}$	
TACC	报告温度精度	-3	—	3	$^{\circ}\text{K}$	
TDRIFT	报告温度偏移	—	-2	—	$^{\circ}\text{K/V}$	

# PS700

## 7.0 封装信息

### 8 引脚塑料小外形封装 (ST) – 4.4 mm (TSSOP)



尺寸范围	单位	英寸			毫米*		
		最小	正常	最大	最小	正常	最大
引脚数	n		8			8	
引脚间距	p		.026			0.65	
总高度	A			.043			1.10
塑模封装厚度	A2	.033	.035	.037	0.85	0.90	0.95
悬空间隙 §	A1	.002	.004	.006	0.05	0.10	0.15
总宽度	E	.246	.251	.256	6.25	6.38	6.50
塑模封装宽度	E1	.169	.173	.177	4.30	4.40	4.50
塑模封装长度	D	.114	.118	.122	2.90	3.00	3.10
底脚长度	L	.020	.024	.028	0.50	0.60	0.70
底脚倾斜角	φ	0	4	8	0	4	8
引脚厚度	c	.004	.006	.008	0.09	0.15	0.20
引脚宽度	B	.007	.010	.012	0.19	0.25	0.30
塑模顶端锥度	α	0	5	10	0	5	10
塑模底端锥度	β	0	5	10	0	5	10

\* 控制参数

§ 重要特征

注

尺寸 D 和 E1 不包括塑模毛边或凸起。塑模毛边或凸起不得超过每侧 .005" (0.127 mm)

同等 JEDEC 规范: MO-153

图号: C04-086

## 附录 A: PS700 数据手册 版本历史

### 版本 A-B (2003 年 7 月)

删除了初稿字样。更新了第 13 页的图 3-3。更改了 4.4 节“操作寄存器”中所有操作寄存器的格式。

### 版本 B-C (2004 年 4 月)

删除了第 1、10、12 (图 3-2) 和 13 (图 3-3) 页中的 PEC。删除了第 1、2 和 4 页中的 NiMH 3-6 节电池。更新了第 3 页中的图 1-2。删除了第 3 页中引脚 1 上的独立 A/D 输入。在第 5 页和第 20 页 (寄存器 4-3) 中, 将分辨率的命名方式更改为位 + 符号。增加了第 6 页的表 3-3”。增加了 3.1.4.1 节“内部温度测量”以及 3.1.4.2 节“外部温度测量”。在 3.2.2 节“采样模式”中增加了有关采样 - 休眠的内容 (第 9 页除外)。更新了第 15 页中的表 4-1: 存储器映射表。增加了第 16 页中的表 4-2: PS700 EEPROM 映射表。将第 27 和 28 页中的 SMBus 地址出厂缺省设置从 0x06 更改为 0x16。

### 版本 C-D (2004 年 5 月)

在第 32 和 33 页中, 将工作温度的输入错误从 70°C 更正为 85°C。

### 版本 D-E (2004 年 7 月)

更正了 3.1.4.2 节“外部温度测量”中的错误。将“内部”改为“外部”, 同时更正了  $V_{EX}$  公式。增加了附录 A “版本历史”。将表 3-3 中“位”一栏中的值从“10”修改为“9+符号”。在 3.1.4.1 节“内部温度测量”中将引用从“10 位分辨率”修改为“10 位分辨率加符号”。在 3.1.6 节“累加/定时”中将引用从“16 位分辨率”修改为“15 位分辨率加符号”。在 4.2 节“EEPROM”中增加了数据 EEPROM 写入时的温度和电压极限等信息。

### 版本 F (2004 年 8 月)

更正了特性页面中有关闲置 - 休眠模式的错误。更正了 2.6 节“A/D 转换器”和 3.1.1 节“A/D 转换周期”中的错误。更新了 3.1.6 节“累加/定时”中累加器的公式。更正了表 6-2 中  $V_{SR}$  的值。

# PS700

---

注:

**请注意以下有关 Microchip 器件代码保护功能的要点:**

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信: 在正常使用的情况下, Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前, 仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知, 所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其它半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是“牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案 (Digital Millennium Copyright Act)》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下, 能访问您的软件或其它受版权保护的成果, 您有权依据该法案提起诉讼, 从而制止这种行为。

本出版物中所述的器件应用信息及其它类似内容仅为建议, 它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范, 是您自身应负的责任。Microchip Technology Inc. 不会就这些信息的准确性或使用方式作出任何陈述或保证, 也不会对因使用或以其它方式处理这些信息而引发的侵犯专利或其它知识产权的行为承担任何责任。未经 Microchip 书面批准, 不得将 Microchip 的产品用作生命维持系统中的关键组件。在知识产权保护下, 不得暗中或以其它方式转让任何许可证。

## 商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Accuron、dsPIC、KEELOQ、microID、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、PowerSmart、rfPIC 和 SmartShunt 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其它国家或地区的注册商标。

AmpLab、FilterLab、MXDEV、MXLAB、PICMASTER、rfPIC、SEEVAL、SmartSensor 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、FlexROM、fuzzylab、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Migratable Memory、MPASM、MPLIB、MPLINK、MPSIM、PICkit、PICDEM、PICDEM.net、PICLAB、PICTail、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、rfLAB、rfPICDEM、Select Mode、Smart Serial、SmartTel 和 Total Endurance 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其它国家或地区的商标。

SQTP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其它商标均为各持有公司所有。

© 2004, Microchip Technology Inc. 版权所有。

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
== ISO/TS 16949:2002 ==**

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 及位于加利福尼亚州 Mountain View 的全球总部、设计中心和晶圆生产厂均于 2003 年 10 月通过了 ISO/TS-16949:2002 质量体系认证。公司在 PICmicro® 8 位单片机、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器 and 模拟产品方面的质量体系流程均符合 ISO/TS-16949:2002。此外, Microchip 在开发系统的设计和和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。



## 全球销售及服务中心

### 美洲

**公司总部 Corporate Office**  
2355 West Chandler Blvd.  
Chandler, AZ 85224-6199  
Tel: 1-480-792-7200  
Fax: 1-480-792-7277  
技术支持:  
<http://support.microchip.com>  
网址: [www.microchip.com](http://www.microchip.com)

**亚特兰大 Atlanta**  
Alpharetta, GA  
Tel: 1-770-640-0034  
Fax: 1-770-640-0307

**波士顿 Boston**  
Westford, MA  
Tel: 1-978-692-3848  
Fax: 1-978-692-3821

**芝加哥 Chicago**  
Itasca, IL  
Tel: 1-630-285-0071  
Fax: 1-630-285-0075

**达拉斯 Dallas**  
Addison, TX  
Tel: 1-972-818-7423  
Fax: 1-972-818-2924

**底特律 Detroit**  
Farmington Hills, MI  
Tel: 1-248-538-2250  
Fax: 1-248-538-2260

**科科莫 Kokomo**  
Kokomo, IN  
Tel: 1-765-864-8360  
Fax: 1-765-864-8387

**洛杉矶 Los Angeles**  
Mission Viejo, CA  
Tel: 1-949-462-9523  
Fax: 1-949-462-9608

**圣何塞 San Jose**  
Mountain View, CA  
Tel: 1-650-215-1444  
Fax: 1-650-961-0286

**加拿大多伦多 Toronto**  
Mississauga, Ontario,  
Canada  
Tel: 1-905-673-0699  
Fax: 1-905-673-6509

### 亚太地区

**中国 - 北京**  
Tel: 86-10-8528-2100  
Fax: 86-10-8528-2104

**中国 - 成都**  
Tel: 86-28-8676-6200  
Fax: 86-28-8676-6599

**中国 - 福州**  
Tel: 86-591-750-3506  
Fax: 86-591-750-3521

**中国 - 香港特别行政区**  
Tel: 852-2401-1200  
Fax: 852-2401-3431

**中国 - 上海**  
Tel: 86-21-6275-5700  
Fax: 86-21-6275-5060

**中国 - 深圳**  
Tel: 86-755-8290-1380  
Fax: 86-755-8295-1393

**中国 - 顺德**  
Tel: 86-757-2839-5507  
Fax: 86-757-2839-5571

**中国 - 青岛**  
Tel: 86-532-502-7355  
Fax: 86-532-502-7205

**台湾地区 - 高雄**  
Tel: 886-7-536-4816  
Fax: 886-7-536-4817

**台湾地区 - 台北**  
Tel: 886-2-2500-6610  
Fax: 886-2-2508-0102

**台湾地区 - 新竹**  
Tel: 886-3-572-9526  
Fax: 886-3-572-6459

### 亚太地区

**澳大利亚 Australia - Sydney**  
Tel: 61-2-9868-6733  
Fax: 61-2-9868-6755

**印度 India - Bangalore**  
Tel: 91-80-2229-0061  
Fax: 91-80-2229-0062

**印度 India - New Delhi**  
Tel: 91-11-5160-8632  
Fax: 91-11-5160-8632

**日本 Japan - Kanagawa**  
Tel: 81-45-471-6166  
Fax: 81-45-471-6122

**韩国 Korea - Seoul**  
Tel: 82-2-554-7200  
Fax: 82-2-558-5932 or  
82-2-558-5934

**新加坡 Singapore**  
Tel: 65-6334-8870  
Fax: 65-6334-8850

### 欧洲

**奥地利 Austria - Weis**  
Tel: 43-7242-2244-399  
Fax: 43-7242-2244-393

**丹麦 Denmark - Ballerup**  
Tel: 45-4420-9895  
Fax: 45-4420-9910

**法国 France - Massy**  
Tel: 33-1-69-53-63-20  
Fax: 33-1-69-30-90-79

**德国 Germany - Ismaning**  
Tel: 49-89-627-144-0  
Fax: 49-89-627-144-44

**意大利 Italy - Milan**  
Tel: 39-0331-742611  
Fax: 39-0331-466781

**荷兰 Netherlands - Drunen**  
Tel: 31-416-690399  
Fax: 31-416-690340

**英国 England - Berkshire**  
Tel: 44-118-921-5869  
Fax: 44-118-921-5820

08/24/04