



TCB010: 单串锂电池电量计芯片

1. 产品特性

- 32 位低功耗 Arm® Cortex®-M0 处理器
- 存储器
 - 64KB 在系统可编程 Flash
 - 4KB SRAM
- 时钟
 - 内部 16.777MHz 高精度时钟
 - 内部 65.536KHz 高精度时钟
- SysTick 定时器
- 16 位 RTC
 - 可同时支持 2 路不同的定时
 - 定时启动后会周期性触发超时事件
- 1 路 I2C 从机接口
 - 最大支持通信速率 400KHz
 - 开漏输出，外部上拉电压可低至 1.2V
 - 睡眠下 I2C 地址匹配可唤醒系统
- 2 个 Σ - Δ 型 ADC (CADC, GADC)
 - 支持同时对电池电流和电压进行采集
 - 最低支持 0.5m Ω 电流采样电阻
 - 支持 1mA ~ 24A 宽电流测量范围
- 两路高精度电压参考源 TPREF/HPREF
- 内部温度传感器（可输入至 ADC 通道进行测量）
- 外部 NTC 温度传感器
 - 内部低温漂上拉分压电阻，18K Ω 和 180K Ω
 - 支持 10K 和 100K NTC 测温电阻
- 对外中断管脚
 - 电平/脉冲输出方式
 - 输出极性可选
- 多种低功耗模式
 - IDLE
 - SLEEP
 - SLEEPWALK
 - DEEPSLEEP
 - HIBERNATE
 - OFF
- 硬件算法模块
 - HMAC-SHA256
 - DIVIDER
 - CRC
 - 电量累积

- 系统安全功能
 - 上电复位 POR
 - 低电压检测 LVD
 - 看门狗 WDG
- 编程接口 SWD
- 环境温度范围：-40 °C ~ 85 °C
- 工作电压范围：2.0V \leq V_{BAT} \leq 5.5V
- 封装：0.5mm Pitch WLCSP12
- ESD：2KV (HBM)

2. 目标应用

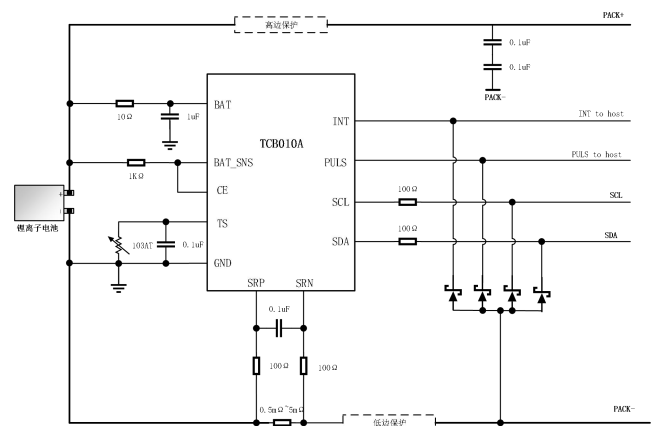
- 智能手机、平板电脑、可穿戴设备等锂电池电量计应用

3. 产品概述

TCB010 是 1 串锂离子电池电量计芯片。片上集成两个高精度 Σ - Δ ADC，即 CADC 和 GADC。CADC 用于电池电流测量和电量累积。GADC 用于电池电压和内部/外部温度等测量。支持电池电流和电池电压同时测量。片上集成高精度时钟和高精度电压参考。可通过 I2C 接口与主机进行通信，支持外部 1.8V 或 1.2V 上拉电压。

产品信息：

Part Number	封装	尺寸大小
TCB010A-C4C3	WLCSP12	1.98 mm \times 1.30 mm





目录

1. 产品特性	1
2. 目标应用	1
3. 产品概述	1
4. 管脚信息	4
4.1. 管脚分配图	4
4.2. 管脚列表	5
5. 电气特性	6
5.1. 极限参数	6
5.2. ESD	6
5.3. 推荐工作条件	6
5.4. 低功耗唤醒时间	7
5.5. 功耗特性	7
5.6. POR 上电特性	7
5.7. 电压参考	8
5.8. LDO	8
5.9. HRC 特性	8
5.10. LRC 特性	9
5.11. IO 特性	9
5.12. CADC	10
5.13. GADC	10
5.14. 内部温度传感器 T _{sensor}	11
5.15. 外部 NTC 温度测量	12
5.16. LVD 特性	12
6. 产品框图	13
7. 功能介绍	14
7.1. 处理器	14
7.2. 存储器	14
7.3. 时钟系统	14
7.3.1. 内部低频时钟 LRC	14
7.3.2. 内部高频时钟 HRC	14
7.4. 复位系统	14
7.5. 中断系统	14
7.6. 工作模式	15
7.7. 电压参考	15
7.8. CADC	15
7.8.1. 电流采样电阻	16
7.8.2. Sigma-Delta 调制器 (SDM)	16
7.8.3. 输入极性切换	16

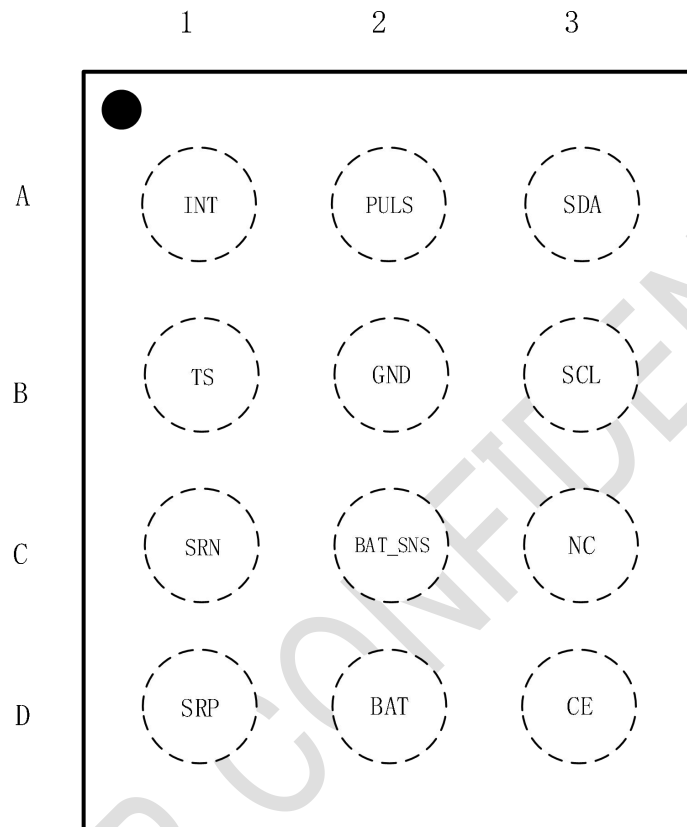


7.8.4. Offset 校准	错误! 未定义书签。
7.8.5. 运行模式	17
7.8.6. 电流比较	17
7.9. GADC	17
7.9.1. 电压信号通道 MUX	18
7.9.2. GADC Sigma-Delta 调制器 (SDM)	19
7.9.3. 电压和电流同时测量	19
7.9.4. 外部温度 NTC 电压	19
7.10. I2C	19
7.11. 内部温度传感器 Tsensor	20
7.12. 看门狗控制器 WDG	20
7.13. 低电压监测器 LVD	20
7.14. 实时时钟控制器 RTC	20
7.15. 编程调试接口 SWD	20
7.16. Tinywork®	21
7.17. UUID	21
8. 典型应用	22
9. 封装和包装信息	23
9.1. 封装信息	23
9.2. 包装信息	24
保密要求	25
版本	26
关于我们	27



4. 管脚信息

4.1. 管脚分配图



TOP VIEW



4.2. 管脚列表

引脚序号	引脚名称	引脚特性	描述
D2	BAT	P	连接电池正端，给芯片供电。BAT 到 GND 之间连接 1uF 电容
D3	CE	DI	芯片使能，CE 为高电平时芯片工作 CE 为低电平时内部 LDO 断电，芯片进入 OFF 状态
C2	BAT_SNS	AI	连接电池正端，用于电池电压测量
A1	INT	OD	SWCLK: SWD 编程/调试接口时钟信号 INT (PA2): 开漏输出 IO 管脚，可用于给主机发送中断信号
A2	PULS	OD	SWDIO: SWD 编程/调试接口数据信号 PULS (PA3): 开漏输出 IO 管脚，可用于给主机发送脉冲中断信号
B1	TS	AI	NTC 外部温度传感器输入
C3	NC	DIO	PA4: IO 管脚 TXD: Print UART TX 管脚，供调试使用 在应用中如未使用此管脚，悬空即可
B3	SCL	DI/OD	SCL (PA0): I2C Clock 信号。开漏输出 IO 管脚，IO 功能由 PA0 对应的寄存器进行配置 SWCLK: SWD 编程/调试接口时钟信号
A3	SDA	DI/OD	SDA (PA1): I2C DATA 信号。开漏输出 IO 管脚，IO 功能由 PA1 对应的寄存器进行配置 SWDIO: SWD 编程/调试接口数据信号
D1	SRP	AI	电流测量输入正端
C1	SRN	AI	电流测量输入负端
B2	GND	P	地

P:电源类管脚 DIO:数字输入输出管脚 DI:数字输入 AI:模拟输入管脚 OD:开漏输出管脚

注: 复用管脚的第 1 项功能为上电默认功能。



5. 电气特性

除非特殊说明，所有电压以 GND 为参考。

除非特殊说明，典型数据基于 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 和 $V_{\text{BAT}}=4.2\text{V}$ 条件下测得。

5.1. 极限参数

参数	描述	条件	最小值	最大值	单位
V_{BAT}	BAT 输入电压		-0.3	5.8	V
$V_{\text{INT}}, V_{\text{PULS}}, V_{\text{CE}}$	INT/PULS/CE 电压		-0.3	5.8	V
$V_{\text{SRP}}, V_{\text{SRN}}, V_{\text{BAT_SNS}}$	SRP/SRN/BAT_SNS 输入电压		-0.3	$V_{\text{BAT}}+0.3$	V
V_{TS}	TS 输入电压		-0.3	1.5	V
$V_{\text{SCL}}, V_{\text{SDA}}$	SCL/SDA 输入电压		-0.3	5.8	V
T_A	操作温度范围		-40	85	$^{\circ}\text{C}$
T_J	结温温度范围		-40	125	$^{\circ}\text{C}$
T_{stg}	存储温度范围		-40	150	$^{\circ}\text{C}$

注意：超出极限工作条件可能会对芯片造成永久性损坏；表中仅是芯片工作所能承受的最大极限值，并不表明在上述或任何其他超出极值的情况下，芯片功能一定可以正常运行；若长时间处于极限工作条件，芯片可靠性可能会受到影响。

5.2. ESD

类型	ESD 结果
HBM	$\pm 2\text{KV}$
CDM	500V

5.3. 推荐工作条件

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
V_{BAT}	系统供电电压	2.0		5.5	V
C_{BAT}	BAT 管脚对地之间电容	1			μF
V_{TS}	TS 管脚（接外部温度传感器）电压	0		1.2	V
$V_{\text{INT}}, V_{\text{PULS}}, V_{\text{CE}}$	输入输出管脚	0		V_{BAT}	V
$V_{\text{SCL}}, V_{\text{SDA}}$	I2C 通信管脚	0		V_{BAT}	V



5.4. 低功耗唤醒时间

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
t_{IDLE}	IDLE 模式下的唤醒时间 (1)		5		CPU 时钟周期
t_{SLEEP}	SLEEP 模式下的唤醒时间 (1)		8		CPU 时钟周期
$t_{SLEEPWALK}$	SLEEPWALK 模式下的唤醒时间, PMU 为默认配置		168		μs
$t_{DEEPSLEEP}$	DEEPSLEEP 模式下的唤醒时间, PMU 为默认配置		168		μs
$t_{HIBERNATE}$	HIBERNATE 模式下的唤醒时间		1.2		ms
t_{OFF}	从 OFF 到 ACTIVE 时间 (CE 从 L 到 H)		13.5		ms

1. 唤醒时间计为从中断发生到时钟第一个上升沿。Guaranteed by design, not tested in production

5.5. 功耗特性

符号	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{DDACTIVE}$	NORMAL 模式功耗	主时钟 16MHz, 执行 while(1), WDG 使能使用 32K 时钟		788		μA
I_{DDIDLE}	IDLE 模式功耗	主时钟 16MHz, RTC 工作		299		μA
I_{DDSLP}	SLEEP 模式功耗	主时钟 16MHz, RTC 工作		245		μA
$I_{DDSLPWLK}$	SLEEPWALK 模式功耗	RTC 工作, CADC 持续工作, VADC 每 1s 工作 256ms, CPU 每秒钟唤醒一次处理数据		37.8		μA
$I_{DDDEEPSLP}$	DEEPSLEEP 模式功耗	RTC 工作		4.9		μA
$I_{DDHIBRNATE}$	HIBERNATE 模式功耗	CE=H, 可通信唤醒		4.0		μA
I_{DDOFF}	OFF 下功耗	CE=L		0.5		μA

5.6. POR 上电特性

参数名称	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
Rising threshold voltage (1)	V_{POR_LDO}		1.33		V	
Falling threshold voltage (1)			1.27		V	



POR Hysteresis (1)	V _{POR_HYS}		60		mV	
--------------------	----------------------	--	----	--	----	--

1. Guaranteed by design, not tested in production

5.7. 电压参考

参数名称	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
TPREF						
TPREF 电压	V _{TPREF}		1.21		V	
电压温漂 (1)		-37.5		37.5	PPM/°C	TA = -20~60°C
HPREF						
HPREF 电压	V _{HPREF}		1.21		V	
电压温漂 (1)		-15		15	PPM/°C	TA = -20~60°C

1. Based on characterization result

5.8. LDO

参数名称	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
LDO15						
LDO15 输出电压		1.35	1.5	1.65	V	After trimming
启动时间 (1)				40	ms	
LDO12						
LDO12 输出电压			1.2		V	

1. Guaranteed by design, not tested in production

5.9. HRC 特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
功耗 (1)			34		uA
振荡频率			16.777		MHz
振荡频率精度 (1)	-40~85°C, After trimming	-2		2	%
启动时间 (2)			20		us

1. Based on characterization result
2. Guaranteed by design, not tested in production



5.10. LRC 特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
功耗 (1)			0.5		uA
振荡频率			65.536		kHz
振荡频率精度 (1)	-20~60°C, after trimming	-1.5		1.5	%
启动时间 (2)			200		us

1. Based on characterization result
2. Guaranteed by design, not tested in production

5.11. IO 特性

参数名称	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
SCL / SDA / INT / PULS						
输入低电平电压	V_{IL}			0.45	V	IO 输入 buffer 供电电压 1.5V 适用外部 1.8V 上拉的情况
				0.36		IO 输入 buffer 供电电压 1.2V 适用外部 1.2V 上拉的情况
输入高电平电压	V_{IH}	1.05			V	IO 输入 buffer 供电电压 1.5V 适用外部 1.8V 上拉的情况
		0.84			V	IO 输入 buffer 供电电压 1.2V 适用外部 1.2V 上拉的情况
输出低电平电压	V_{OL}			0.36	V	$I_{OL}=1mA$ IO 输入 buffer 供电电压 1.5V 适用外部 1.8V 上拉情况
				0.24		$I_{OL}=1mA$ IO 输入 buffer 供电电压 1.2V 适用外部 1.2V 上拉情况
电压迟滞	V_{HYS}		200		mV	
管脚输入电容	C_I			10	pF	
管脚输入漏电	I_{lkg}		1		uA	不同输入电压下输入漏电 下拉电阻关断
下拉电阻	R_{PD}		3.6		MΩ	下拉电阻可软件开启或关断
			1.8			



1.2

5.12. CADC

参数名称	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
Resolution			17		Bit	
Input voltage range	V _{CCINPUT}	-100		100	mV	
转换时间			125 250 500 1000 2000 4000		ms	多档可配置
Offset error			±1		LSB	Auto chop enabled
Offset error drift			TBD		LSB/°C	
Gain error			0.3		%	-20~60°C
Gain error drift			TBD		LSB/°C	
Effective input resistance		7			MΩ	
Reference voltage			TPREF			
Accumulation times	N		1 ~ 8		次	可配置
INL			TBD		LSB	Full scale
DNL			TBD		LSB	
Current consumption (1)			9		uA	CADC enabled

1. Based on characterization result

5.13. GADC

参数名称	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
Resolution			16		Bit	



Input differential voltage range	$V_{CCINPUT}$	$-0.8*HPREF/GAIN$		$0.8*HPREF/GAIN$	V	
TS 输入电压范围		-0.2		1.2	V	使用 0.5X Gain
BAT 输入电压范围		-0.2		5.5	V	使用 0.125X Gain
Conversion Time			7.8 15.6 31.25 62.5 125		ms	可配置
Offset error			± 2		LSB	
Offset drift			± 0.05		LSB/°C	
Gain			1/8 2/8 ... 1			可配置, n/8, n = 1 ... 8
Gain error			± 70		LSB	HPREF 温漂 <0.05%
Gain error drift			± 1		LSB/°C	
Reference voltage			HPREF			
Input impedance			7		MΩ	
INL			TBD		LSB	
DNL			TBD		LSB	
Current consumption (1)			30		uA	Enabled

1. Based on characterization result

5.14. 内部温度传感器 Tsensor

符号	描述	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{TEMPP} - V_{TEMPN}$			28.8		LSB/°C
	测量精度		± 3		°C



5.15. 外部 NTC 温度测量

参数名称	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
内部上拉电阻 (1)	R _{NTCPU}	14.6	18.5	22.2	kΩ	用于外接 10K NTC
		144	181	217	kΩ	用于外接 100K NTC
内部上拉电阻温漂 (2)		-0.2		0.21	%	

1. Guaranteed by design, not tested in production
2. Based on characterization result

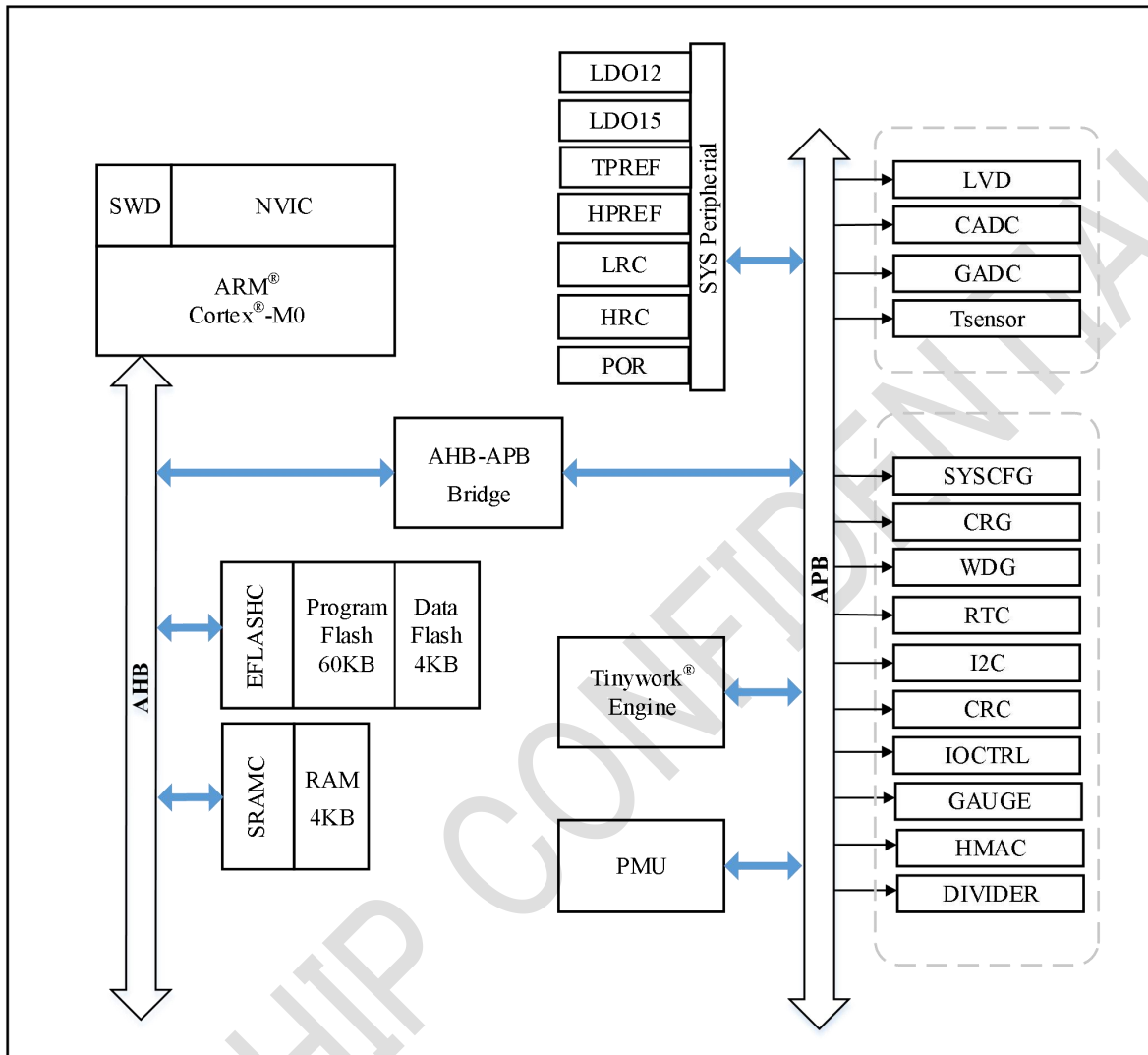
5.16. LVD 特性

参数名称	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
工作消耗电流 (1)	I _{LVD}		0.23		uA	LVD 使能, TA=25 °C
检测门限电压 (Falling)	V _{LVD}		2.4		V	
LVD 检测迟滞电压 (2)			50		mV	

1. Guaranteed by design, not tested in production
2. Based on characterization result



6. 产品框图





7. 功能介绍

7.1. 处理器

片上集成 32 位 Arm® Cortex®-M0 处理器，最高运行时钟频率 16.777MHz。

7.2. 存储器

片上集成 64KB Flash 和 4KB SRAM。

7.3. 时钟系统

7.3.1. 内部低频时钟 LRC

芯片集成内部高精度低频时钟 LRC，频率 65.536KHz (typ.)。

7.3.2. 内部高频时钟 HRC

芯片集成内部高精度高频时钟 HRC，频率 16.777MHz (typ.)。

7.4. 复位系统

芯片有 6 个复位源：

- POR 复位
- CE 复位
- 软件复位
- 看门狗复位
- LVD 复位
- Cortex®-M0 系统复位

复位发生后，绝大部分寄存器被复位，程序计数器 PC 复位。

7.5. 中断系统

Cortex®-M0 处理器内置了 NVIC 中断控制器，最多支持 32 个中断向量。本芯片中中断源和中断向量配置情况见下表。程序 Flash 起始地址 0x0000_0000。下表中各中断入口地址计算公式为：

$$\text{中断入口地址} = 0x0000_0040 + \text{中断向量号} * 4。$$

中断向量号	中断源	说明
0	EFLASH Controller 中断	
1	I2C 中断	
2	Gauge 中断	电量累积相关中断
3	CADC 中断	



4	GADC 中断	
5	HMAC 中断	
6	WDG 中断	
7	RTC 中断	
8	DIVIDER 中断	
9	LVD 中断	
10~31	Reserved	

7.6. 工作模式

芯片支持 6 种工作模式，即运行模式（ACTIVE）、空闲模式（IDLE）、睡眠模式（SLEEP）、睡眠联动模式（SLEEPWALK）、深度睡眠模式（DEEPSLEEP）、待机模式（HIBERNATE）、关闭模式（OFF）。

- 运行模式(ACTIVE)下，不开启任何低功耗模式。CPU 内核按照主频设置全速运行。各个已使能外设正常工作。
- 空闲模式（IDLE）下，CPU 停止，处于 WFI（Wait For Interrupt）状态。主时钟继续工作。
- 睡眠模式(SLEEP)下，CPU 和主时钟停止，高频时钟和低频时钟继续工作，各个外设可继续工作。
- 睡眠联动模式(SLEEPWALK)下，在睡眠模式基础上高频时钟关闭，使用高频时钟的外设停止工作。LDO15 切换到 LP 模式。Tinywork®机制可在 ACTIVE/IDLE/SLEEP/SLEEPWALK 模式下工作，SLEEPWALK 模式是 Tinywork®机制能够工作的最低工作模式。当 Tinywork®触发某一外设工作时，LDO15 自动切换到 HP 模式；外设工作结束后，LDO15 自动切换回 LP 模式。
- 深度睡眠模式（DEEPSLEEP）下，在睡眠模式基础上高频时钟关闭，LDO15 始终保持在低功耗 LP 模式。
- 待机模式（HIBERNATE）下，在 DEEPSLEEP 基础上低频时钟关闭，芯片只能由 I2C 地址匹配中断唤醒。
- 芯片关闭（OFF），当 CE 为低电平时，片上 LDO15 关闭，芯片断电、停止工作。

7.7. 电压参考

芯片内部有两个 1.2V 电压参考：TPREF 和 HPREF，给其他模块提供电压参考。

7.8. CADC

- 低功耗 17 位 Sigma-Delta ADC
- 参考电压：TPREF
- 输入信号范围：-100mV~ 100mV
- ADC 时钟：内部低频时钟 LRC 的分频时钟，分频值可设置
- 采样时间可配置, 125ms/250ms/500ms/1s/2s/4s



- N 次连续采样/转换后产生中断
 - 次数 N 可配置：1、2、4、... 128
 - N 次采集结束后，可通过寄存器访问 N 次结果平均值或累加值
- CHOP 电路，用于消除输入偏置电压 Offset
 - 自动控制模式：周期性的自动切换输入极性
 - 软件控制模式：软件控制极性切换
- Offset 和 Gain 校准寄存器
 - 硬件使用 Offset 校准寄存器值对转换结果进行 Offset 校准
 - 硬件使用 Gain 校准寄存器值对转换结果进行 Gain 校准
 - ADC 结果寄存器为校准后数值
- 电流采样电阻
 - 支持采样电阻低至 0.5mΩ
 - 采样电阻放置于 GND 与 PACK-之间
- 连续运行模式或抽样运行模式
- 电流比较电路
- 与 GADC 配合，对电池电流和电压同时进行测量

7.8.1. 电流采样电阻

SRP 和 SRN 管脚间连接电流采样电阻。电流采样电阻应采用高精度、低温度系数电阻，并应同时满足功率和尺寸等要求。本芯片支持的电流采样电阻最低为 0.5mΩ。采样电阻两端应使用 RC 滤波电路，对电流采样电阻两端信号进行滤波。

7.8.2. Sigma-Delta 调制器 (SDM)

CADC Sigma-Delta 调制器使用内部高精度低频时钟作为时钟源。转换时间可配置，应用中一般配置成 1s 采集一次电池电流，并进行电量累积。调制器输入电压范围，SRP 和 SRN 之间电压输入范围应介于 -100mV 到+100mV 之间。

7.8.3. 输入极性切换

CADC 输入端设置有极性切换电路 (CHOP 电路)，来消除或减少输入偏压 offset 的影响。支持两种工作模式：

- 自动切换模式
- 软件切换模式

自动切换模式下，CADC 周期性自动切换 ADC 输入信号的极性。软件切换模式下，由软件通过寄存器对信号极性进行切换；每次切换极性时，CADC 会先完成当前的转换，然后再对极性进行切换，新的极性在下次采样/转换时起效。



7.8.4. 运行模式

CADC 有两种运行模式：

- 连续运行模式
- 抽样运行模式

连续运行模式下，CADC 启动后将连续进行电流采样/转换。

- 每次采样/转换后，转换结果保存到结果 FIFO 中，并立即开始下一次采样/转换。
- 连续进行 N（可配置）次采样/转换后，产生中断（如使能），由软件进行数据处理；同时立即开始下一次转换。
- N 次转换结果和累加值，可通过寄存器访问

抽样运行模式下，使用 Tinywork®机制，每次开始采样需要 RTC 定时信号触发。在抽样模式下，可开启电流比较功能，CADC 测量结果与预设门限进行比较。

7.8.5. 电流比较

比较门限包括上门限和下门限，门限值可正可负，按照有符号数设置。门限比较按照有符号数方式比较。可选择下列条件作为判断条件。

- 电流位于上/下门限之间
- 电流大于上门限
- 电流小于下门限

当满足所选条件时，可产生中断（需使能），唤醒 CPU。

7.9. GADC

- 16 位 Sigma-Delta ADC
- 参考电压：HPREF
- 输入信号范围： $-0.8*HPREF/GAIN \sim 0.8*HPREF/GAIN$
- 内部增益 GAIN：n/8, n = 1 ... 8
- ADC 时钟：内部低频时钟 LRC 的分频时钟
- 采样时间可配置：7.8ms/15.6ms/31.25ms/62.5ms/125ms
- 支持多路测量通道
 - BAT
 - BAT_SNS
 - 内部温度传感器输出
 - TS 管脚电压（外部 NTC 温度）
 - TPREF
 - HPREF
 - LDO12



- LDO15
- GND
- 支持外部 10K 和 100K NTC 温度测量
 - 内部上拉 18K Ω (typ.)，支持外部 10K NTC 测温
 - 内部上拉 180K Ω (typ.)，支持外部 100K NTC 测温
- 单通道模式和多通道扫描模式
- Offset 和 Gain 校准寄存器
- 与 CADC 配合，支持对电池电流和电池电压同时测量

7.9.1. 电压信号通道 MUX

GADC 可对内部通道或外部通道引入的电压信号进行测量。

通道类型	通道电压信号	描述
外部通道	BAT	BAT 管脚对地电压（从 BAT 管脚测到的电池电压）。 建议选择 1/8X 增益。
	BAT_SNS	BAT_SNS 管脚对地电压（电池电压）。 建议选择 1/8X 增益。
	NTC 分压电压（TS 管脚）	外部 10K 或 100K NTC 电阻连接在 TS 管脚与 GND 之间。TS 管脚电压为外部 NTC 电阻与内部上拉电阻（18K Ω 或 180K Ω ）分压电压。 MUX 自动控制 TS 管脚与内部上拉电阻之间的开关。 内部上拉电阻由 1.2V 供电，GADC 参考采用 1.2V。 建议选择 0.5X 增益。
内部通道	内部温度传感器电压	建议选择 1X 增益。
	TPREF	电压参考 1（1.2V typ.） 建议选择 0.5X 增益。
	HPREF	电压参考 2（1.2V typ.） 建议选择 0.5X 增益。
	LDO15 输出电压	LDO15 输出电压（1.5V typ.） 建议选择 0.5X 增益。
	LDO12 输出电压	LDO12 输出电压（1.2V typ.） 建议选择 0.5X 增益。
	GND	



7.9.2. GADC Sigma-Delta 调制器 (SDM)

GADC Sigma-Delta 调制器使用内部高精度低频时钟 LRC 的分频时钟作为时钟源。GADC 转换时间可配置。输入电压应限制在 $0.8 \cdot \text{HPREF}/\text{GAIN}$ 以内。

7.9.3. 电压和电流同时测量

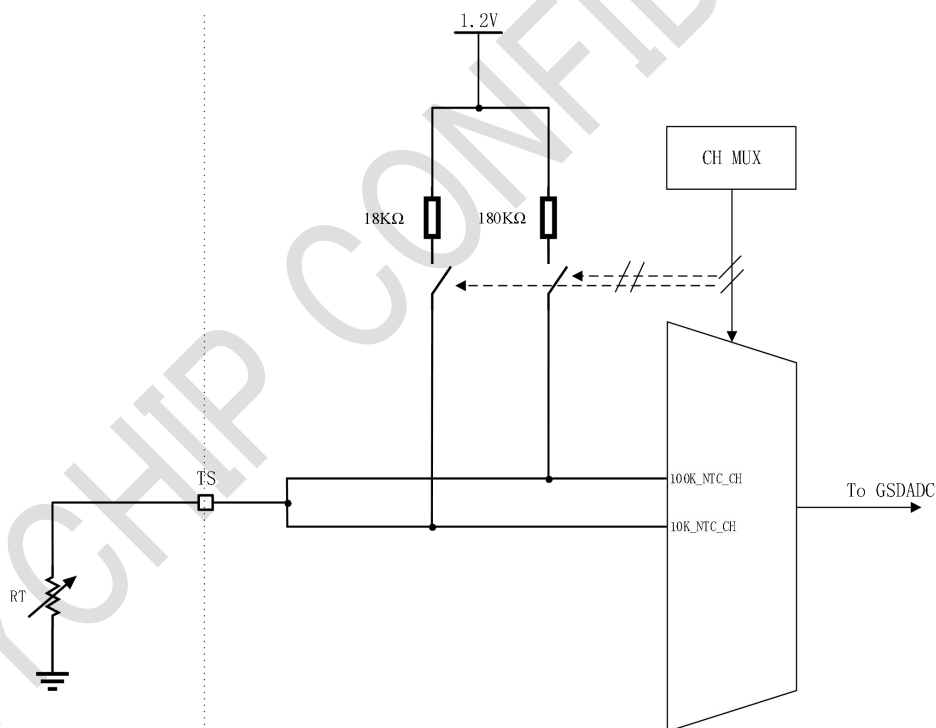
CADC 与 GADC 可配合使用，同时对电池电压和电流进行同步测量。

7.9.4. 外部温度 NTC 电压

外部 NTC 电阻与内部上拉电阻 ($18\text{K}\Omega$ 或 $180\text{K}\Omega$) 分压，上拉电压为 1.2V 。

- 支持 10K NTC 电阻，使用内部 $18\text{K}\Omega$ 上拉电阻
- 支持 100K NTC 电阻，使用 $180\text{K}\Omega$ 上拉电阻

选通 TS 通道 (10K NTC 通道或 100K NTC 通道时) 时，自动将 TS 管脚与内部上拉电阻之间的开关导通；转换结束或选通别的通道时，开关自动断开，避免通道 NTC 电阻耗电。



7.10. I2C

- I2C 从机功能



- 可同时支持 2 个从机地址
- 最高支持 400kbit/s
- 低功耗下地址匹配唤醒
- SCL Stretch 超时时间 125ms（可设置），超时后 I2C 自动释放 SDA/SCL
- SCL/SDA 内部下拉电阻（带有使能控制），与主机连接断开时可避免 SCL/SDA 线悬空
- I2C Detach 检测，利用内部下拉电阻检测是否与 I2C 主机连接断开

支持从机发送、从机接收工作模式。最高支持 400Kbit/s。带有 4 字节接收 FIFO 和 4 字节发送 FIFO。当系统处于 SLEEPWALK/DEEPSLEEP/HIBERNATE 模式下，可通过 I2C 地址匹配中断唤醒 CPU。I2C 正确使能及配置后，其总线状态逻辑和地址识别硬件在睡眠模式下将继续工作。当依次检测到正确的 START 信号和本从机的地址时，从机会唤醒自身 CPU 内核。在唤醒过程中，从机将 I2C SCL 时钟线拉低，直到系统主时钟恢复。I2C 引脚开漏输出，可支持外部 1.8V 或 1.2V 上拉电压。

7.11. 内部温度传感器 Tsensor

内部温度传感器输出电压与片上温度成线性关系。其输出为差分电压形式，在芯片内部连接到 ADC 输入端。经 GADC 采集后，通过计算可得到片上温度。

7.12. 看门狗控制器 WDG

本芯片的看门狗控制器使用内部低频时钟 LRC 的分频时钟，看门狗超时时间可配置从 0.03ms~51s 多种选择。看门狗超时触发时，可配置为产生中断或看门狗复位。

7.13. 低电压监测器 LVD

低电压监测器 LVD 监测 BAT 供电电压，门限电压值为 2.4V（Typ.）。LVD 触发时，可产生中断或直接复位芯片。

当配置成中断模式时，触发条件可设置为：

- 低于门限电平
- 上升过程越过门限
- 下降过程越过门限

当配置成复位模式时，当 BAT 电压低于门限值后，产生一次芯片复位。

LVD 支持滤波设置，防止误触发，滤波时间多档可配置。

7.14. 实时时钟控制器 RTC

RTC 带有 16 位计数器，内部低频时钟 LRC 经分频后作为 RTC 时钟。支持 2 路独立的周期定时，每路最大单次定时时长为 128s。每次定时到可产生中断，也可借助 Tinywork®机制触发其他外设运行。

支持日历功能，支持时/分/秒计时中断。

7.15. 编程调试接口 SWD

支持两线串行编程调试接口 SWD，支持 JLINK 及 CMSIS-DAP 工具进行调试开发。



7.16. Tinywork®

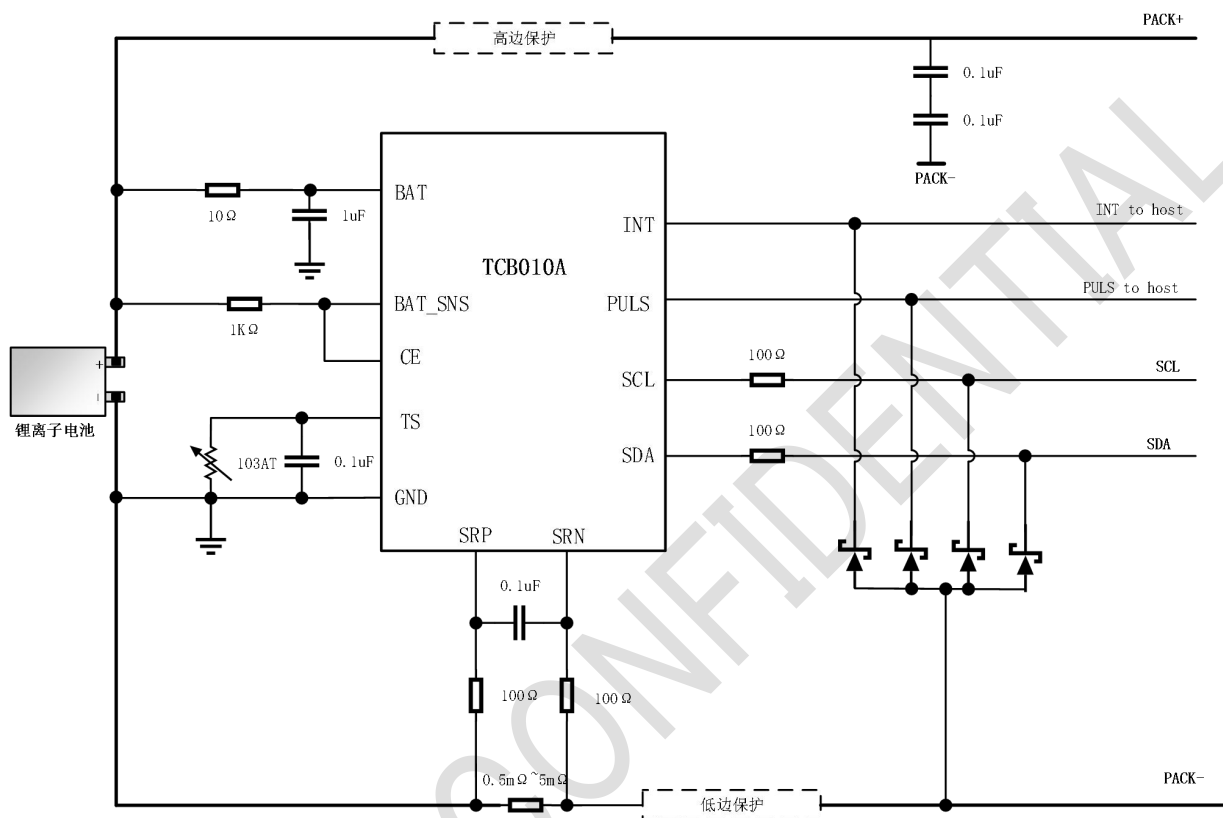
Tinywork®是 Tinychip 芯片内部为降低功耗实现的一种特殊机制，实现低功耗模式下外设与外设事件信号传递，从而实现不同模块之间的功能联动，具有响应快，配置灵活和功耗低的特点。

7.17. UUID

片上提供 64 位 UUID。UUID 信息在芯片出厂时写入，内容不可改写。

TINYCHIP CONFIDENTIAL

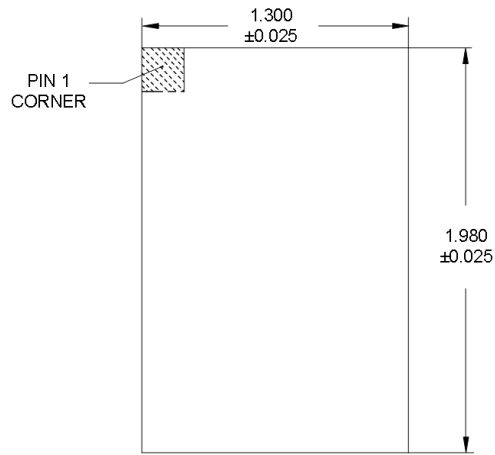
8. 典型应用



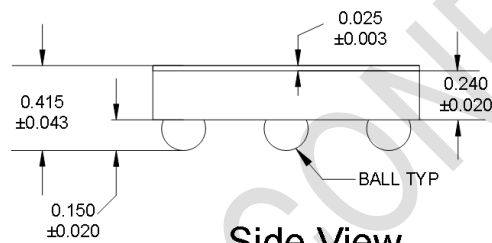


9. 封装和包装信息

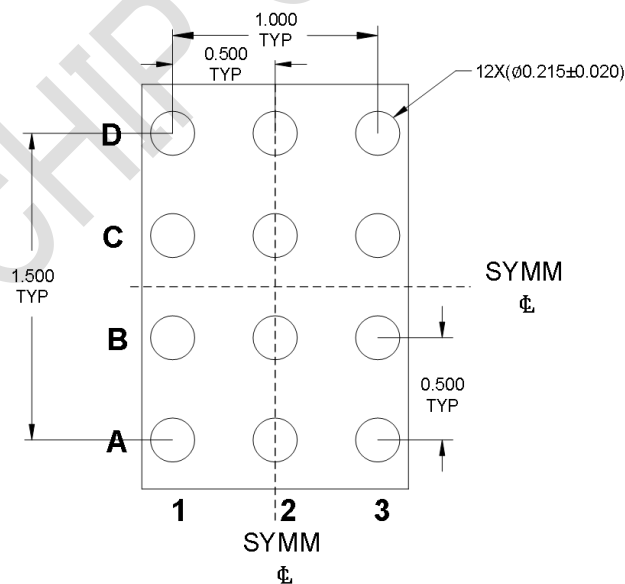
9.1. 封装信息



Top View



Side View



Bottom View

Unit: mm



9.2. 包装信息

TBD

TINYCHIP CONFIDENTIAL

保密要求

本档仅由上海泰矽微电子有限公司提供与其签署过保密协议的合作伙伴。

请各合作伙伴遵循保密协议中的相关要求，对涉及的相关信息保密，并承诺采取合理的措施以保证保密信息不被泄露。

未经披露方的事先书面批准，接受方不得直接或间接以任何形式或任何方式把保密信息和（或）其中的任何部分，披露、透露给第三方或者公开。接受方仅能向有知悉必要的接受方人员披露保密信息。

合作伙伴违反上述任何要求，均视为违约。违约方应当对其违约行为，以及给披露方造成的损失承担赔偿责任。

TINYCHIP CONFIDENTIAL

版本

版本	日期	备注
0.1	2022.1.29	初始版本
0.5	2022.5.30	v0.5, 参数根据 ES 样片测试数据进行更新

关于我们

上海泰矽微电子有限公司 2019 年成立于上海张江，是一家中国领先的高性能专用 SoC 芯片供应商。公司专注于物联网应用相关的各类芯片的研发，已获得多个知名投资机构的大力扶持与投资。公司聚集了一批顶尖的半导体专家，致力于发展成为平台型芯片企业。团队具有各类系统级复杂芯片的研发能力，所开发的芯片累计出货达数十亿颗。公司已在信号链、电源及射频等方向积累了大量的 SoC 芯片方案，可覆盖消费类，工控及汽车等应用领域。差异化的芯片产品在树立行业标杆的同时，也将为更多物联网企业赋能，更好服务于客户需求。

上海泰矽微电子有限公司

地址：上海浦东新区纳贤路 800 号 1 幢 A 座 602 室

南京市雨花台区软件大道 170-1 号天溯科技园 1 栋 508 室

深圳市南山区粤海街道科苑路 8 号讯美科技广场 2 号楼 608 室

网址：<http://www.tinychip.com.cn>

技术支持窗口

电邮：support@tinychip.com.cn