

1 描述

Himalaya300是一款高精度电池监控和保护芯片，适用于5节至16节串联锂离子、锂聚合物和磷酸铁锂电池组，是一个简单易用的集成式解决方案。

Himalaya300包括高精度监控系统 and 可配置的电池保护系统，并支持自主式或主机控制型电池均衡。Himalaya300可对电芯电压、电池包电流、温度进行测量，方便主机做SOC/SOH估算；它集成了高侧电荷泵 NFET 驱动器、供外部系统使用的LDO等子电路。

诊断，可选的自动恢复功能

- 自主式或主机控制型电池均衡
- 支持乱序上电
- 支持1MHz SPI或I2C接口
- 供外部系统使用的3.3/5V 50mA LDO
- 支持正常、休眠、关断等工作模式
- 关断电流 < 1μA
- 工作温度范围：-40°C~105°C
- 48 引脚 TQFP 封装

2 应用范围

- 户用储能
- 便携式储能
- 电动自行车、电动踏板车
- 无线电动工具和园艺工具
- 其他≥10S电池组

3 特性

- 适用于5节至16节串联电池组
- 集成16bit电压采样ADC，单节1ms更新速率
- 高精度电池电压测量，测量误差：±5mV
- 集成16bit电流采样ADC，1ms更新速率
- 支持电流和电压同步采样
- 内置温度传感器和5个NTC采样通道进行温度检测
- 集成电荷泵和高侧NFET驱动，用于充放电保护
- 广泛的保护逻辑，包括电压、温度、电流和内部

4 典型框图

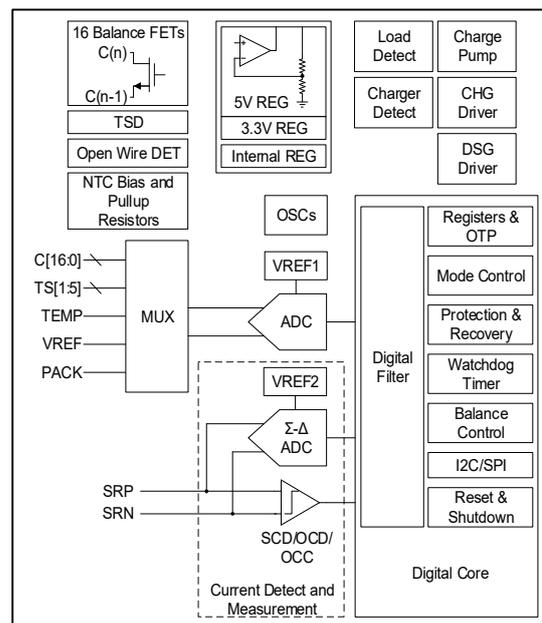


图4.1 Himalaya300典型框图

5 引脚说明

5.1 4个TS通道版本

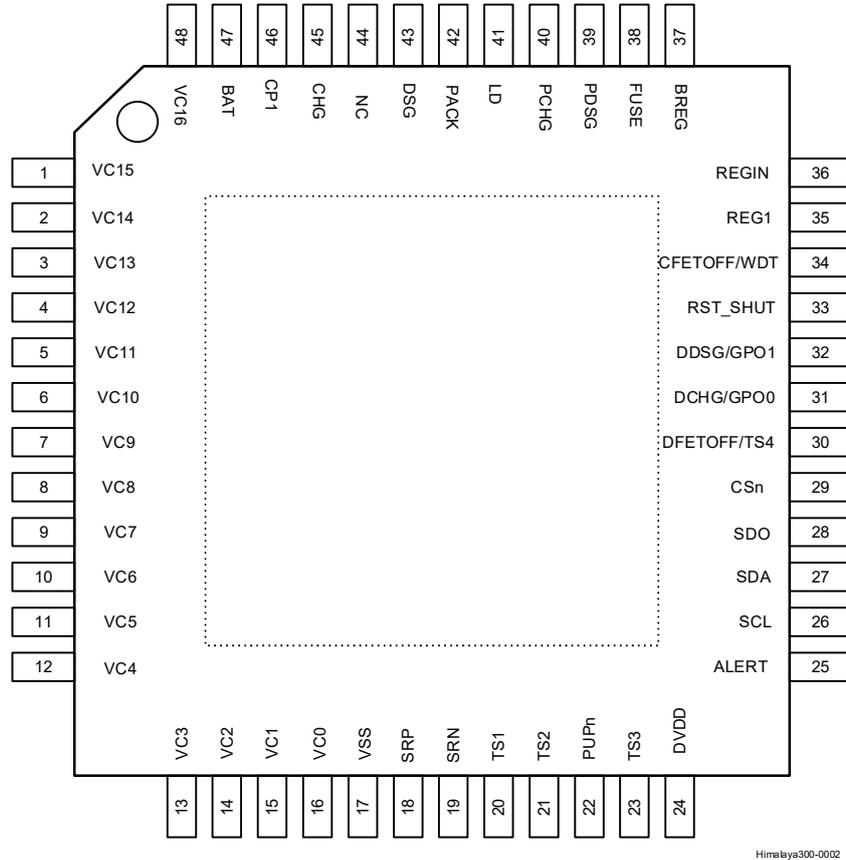


图5.1 Himalaya300 4个TS通道版本引脚图

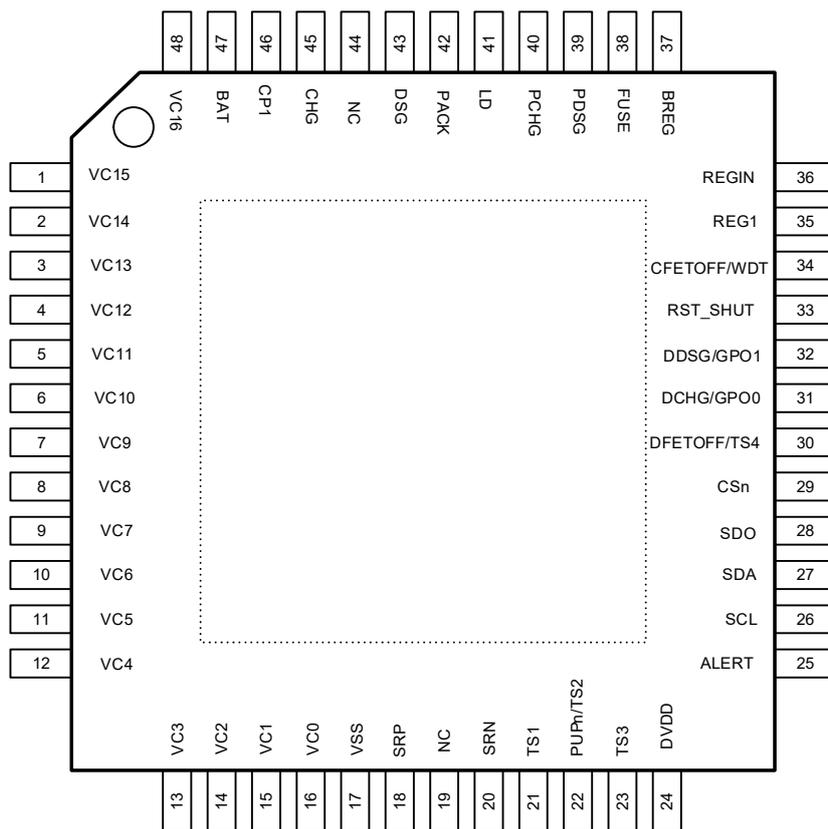
表5.1 4个TS通道版本引脚说明

引脚号	引脚名	类型	描述
1	VC15	I	第16级电芯负极输入/第15级电芯正极输入
2	VC14	I	第15级电芯负极输入/第14级电芯正极输入
3	VC13	I	第14级电芯负极输入/第13级电芯正极输入
4	VC12	I	第13级电芯负极输入/第12级电芯正极输入
5	VC11	I	第12级电芯负极输入/第11级电芯正极输入
6	VC10	I	第11级电芯负极输入/第10级电芯正极输入
7	VC9	I	第10级电芯负极输入/第9级电芯正极输入
8	VC8	I	第9级电芯负极输入/第8级电芯正极输入
9	VC7	I	第8级电芯负极输入/第7级电芯正极输入
10	VC6	I	第7级电芯负极输入/第6级电芯正极输入
11	VC5	I	第6级电芯负极输入/第5级电芯正极输入
12	VC4	I	第5级电芯负极输入/第4级电芯正极输入
13	VC3	I	第4级电芯负极输入/第3级电芯正极输入
14	VC2	I	第3级电芯负极输入/第2级电芯正极输入

引脚号	引脚名	类型	描述
15	VC1	I	第2级电芯负极输入/第1级电芯正极输入
16	VC0	I	第1级电芯负极输入
17	VSS	P	芯片地/GROUND
18	SRN	I	电流采样负端输入
19	SRP	I	电流采样正端输入
20	TS1	I	热敏电阻输入（热敏电阻另一端接VSS）
21	TS2	I	热敏电阻输入（热敏电阻另一端接VSS）
22	PUPn	I	当出现PUPn低电平脉冲(>1ms)时： 若AFE处于Sleep/Power-down状态，可触发power-up，即LDO重新上电、POR复位并将Power-down/sleep状态转换到normal状态 注：Normal/Power-save状态时，PUPn 输入低电平不会触发AFE芯片power-up
23	TS3	I	热敏电阻输入（热敏电阻另一端接VSS）
24	DVDD	P	芯片内部电源，典型值2.7v（仅适用于片内应用，无驱动能力）
25	ALERT	O	异常报警输出（低电平有效）； 输出驱动模式默认为开漏、可配置为CMOS输出
26	SCL	DI	I2C/SPI 时钟输入端，含施密特触发电路、内部 没有 上/下拉电阻
27	SDA	DI/DO	I2C(slave) 接口数据端，此时该PIN为开漏输出模式 或者SPI(slave) 接口data in，含施密特触发电路、内部 没有 上/下拉电阻
28	SDO	O	SPI(slave) 接口 data out； 输出驱动模式默认为CMOS、可配置为开漏输出
29	CSn	DI	SPI(slave) 接口chip select，低电有效，含施密特触发电路，内部没有上/下拉电阻
30	DFETOFF/TS4	I	dfet_fsel寄存器决定本PAD功能： 当dfet_fsel=1：数字逻辑输入，含施密特触发电路、PAD接下拉电阻； DFETOFF 输入，高电平（非上升沿检测）关断Discharge FET；放电管锁定功能 当dfet_fsel=0：温度测量通道4的模拟信号输入
31	DCHG/GPO0	DO	GPO1_func 寄存器配置功能如下： 充电管开关信号输出端或GPO0输出 输出驱动模式默认为开漏、可配置为CMOS输出
32	DDSG/GPO1	DO	GPO0_func 寄存器配置功能如下： 放电管开关信号输出端或GPO1输出 输出驱动模式默认为开漏、可配置为CMOS输出
33	RST_SHUT	DI	若高电平且宽度大于1秒时，芯片进入power-down状态（支持运输仓储模式）
34	CFETOFF/WDT	O	cfet_fsel寄存器决定本PAD功能： 当cfet_fsel=0：默认为开漏输出属性，但可配置为CMOS输出模式 高电平脉冲（1.9μs宽度）表示看门狗溢出，可复位片外MCU或者作为MCU中断信号 当cfet_fsel=1：输入属性，PAD接下拉电阻； CFETOFF 输入，该PAD高电平（非上升沿检测）关断Charge FET，为充电管锁定功能
35	REG1	O	LDO1 输出；可配置为1.8v, 2.5v, 3.0v, 3.3v, 5.0v
36	REGIN	I	LDO电源输入
37	BREG	O	控制外接BJT（REGIN管脚产生5.0v电源，给芯片供电）

引脚号	引脚名	类型	描述
38	FUSE	I/O	Nch-FET GATE驱动（此Nch-FET可切断片外FUSE）；7V电压表示熔断；同时可用于外部二级保护侦测
39	PDSG	O	预放电FET GATE 驱动，开漏输出
40	PCHG	O	预充电FET GATE 驱动，开漏输出
41	LD	I	负载移除检测端口
42	PACK	I	充电器检测连接端口
43	DSG	O	NMOS Discharge FET 驱动 输出过驱电压11V电平表示开启放电管；0V电平表示关断放电管；
44	NC		No Connect
45	CHG	O	充电FET GATE 驱动 输出过驱电压11V电平表示开启充电管；0V电平表示关断充电管；
46	CP1	O	Charge-pump外接电容端口
47	BAT	P	芯片电源输入
48	VC16	I	第16级电芯正极输入

5.2 兼容方案版本



Himalaya300-003

图5.2 Himalaya300 兼容版本引脚图

表5.2 兼容版本引脚说明

引脚号	引脚名	类型	描述
1	VC15	I	第16级电芯负极输入/第15级电芯正极输入
2	VC14	I	第15级电芯负极输入/第14级电芯正极输入
3	VC13	I	第14级电芯负极输入/第13级电芯正极输入
4	VC12	I	第13级电芯负极输入/第12级电芯正极输入
5	VC11	I	第12级电芯负极输入/第11级电芯正极输入
6	VC10	I	第11级电芯负极输入/第10级电芯正极输入
7	VC9	I	第10级电芯负极输入/第9级电芯正极输入
8	VC8	I	第9级电芯负极输入/第8级电芯正极输入
9	VC7	I	第8级电芯负极输入/第7级电芯正极输入
10	VC6	I	第7级电芯负极输入/第6级电芯正极输入
11	VC5	I	第6级电芯负极输入/第5级电芯正极输入
12	VC4	I	第5级电芯负极输入/第4级电芯正极输入
13	VC3	I	第4级电芯负极输入/第3级电芯正极输入
14	VC2	I	第3级电芯负极输入/第2级电芯正极输入
15	VC1	I	第2级电芯负极输入/第1级电芯正极输入
16	VC0	I	第1级电芯负极输入
17	VSS	P	芯片地/GROUND
18	SRN	I	电流采样负端输入
19	NC		No Connect
20	SRP	I	电流采样正端输入
21	TS1	I	热敏电阻输入（热敏电阻另一端接VSS）
22	PUPn	I	当出现PUPn低电平脉冲(>1ms)时： 若AFE处于Sleep/Power-down状态，可触发power-up，即LDO重新上电、POR复位并将Power-down/sleep状态转换到normal状态 注：Normal/Power-save状态时，PUPn输入低电平不会触发AFE芯片power-up
23	TS3	I	热敏电阻输入（热敏电阻另一端接VSS）
24	DVDD	P	芯片内部电源，典型值2.7v（仅适用于片内应用，无驱动能力）
25	ALERT	O	异常报警输出（低电平有效）； 输出驱动模式默认为开漏、可配置为CMOS输出
26	SCL	DI	I2C/SPI 时钟输入端，含施密特触发电路、内部 没有 上/下拉电阻
27	SDA	DI/DO	I2C(slave) 接口数据端，此时该PIN为开漏输出模式 或者 SPI(slave) 接口data in，含施密特触发电路、内部 没有 上/下拉电阻
28	SDO	DO	SPI(slave) 接口 data out； 输出驱动模式默认为CMOS、可配置为开漏输出
29	CSn	DI	SPI(slave) 接口chip select，低电有效，含施密特触发电路，内部 没有 上/下拉电阻
30	DFETOFF/TS4	I	dfet_fsel寄存器决定本PAD功能： 当dfet_fsel=1：数字逻辑输入，含施密特触发电路、PAD接下拉电阻；DFETOFF 输入，高电平（非上升沿检测）关断Discharge FET；放电管锁定功能 当dfet_fsel=0：温度测量通道4的模拟信号输入

引脚号	引脚名	类型	描述
31	DCHG/GPO0	DO	GPO1_func 寄存器配置功能如下： 充电管开关信号输出端或GPO0输出 输出驱动模式默认为开漏、可配置为CMOS输出
32	DDSG/GPO1	DO	GPO0_func 寄存器配置功能如下： 放电管开关信号输出端或GPO1输出 输出驱动模式默认为开漏、可配置为CMOS输出
33	RST_SHUT	DI	若高电平且宽度大于1秒时，芯片进入power-down状态（支持运输仓储模式）
34	CFETOFF/WDT	DI/DO	cfet_fsel寄存器决定本PAD功能： 当cfet_fsel=0: 默认为开漏输出属性，但可配置为CMOS输出模式 高电平脉冲（1.9μs宽度）表示看门狗溢出，可复位片外MCU或者作为MCU中断信号 当cfet_fsel=1: 输入属性，PAD接下拉电阻； CFETOFF 输入，该PAD高电平（非上升沿检测）关断Charge FET，为充电管锁定功能
35	REG1	O	LDO1 输出；可配置为1.8v, 2.5v, 3.3v, 5.0v
36	REGIN	I	LDO电源输入
37	BREG	O	控制外接BJT（REGIN管脚产生5.0v电源，给芯片供电）
38	FUSE	I/O	Nch-FET GATE驱动（此Nch-FET可切断片外FUSE）；7V电压表示熔断； 同时可用于外部二级保护侦测
39	PDSG	O	预放电FET GATE 驱动，开漏输出
40	PCHG	O	预充电FET GATE 驱动，开漏输出
41	LD	I	负载移除检测端口
42	PACK	I	充电器检测连接端口
43	DSG	O	NMOS Discharge FET 驱动 输出过驱电压11V电平表示开启放电管；0V电平表示关断放电管；
44	NC		No Connect
45	CHG	O	充电FET GATE 驱动 输出过驱电压11V电平表示开启充电管；0V电平表示关断充电管；
46	CP1	O	Charge-Pump外接电容端口
47	BAT	P	芯片电源输入
48	VC16	I	第16级电芯正极输入

6 电气参数

6.1 电气参数

典型值是 $V_{BAT}=59.2V$ ，环境温度 $T_a=25^{\circ}C$ 下的值。最小最大值覆盖 $T_A=-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ ， $V_{BAT}=8V \sim 80V$ 范围。（除非另有说明）

表6.1 电源电流

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电流 ^{注1}	I_ACT	正常模式		550	700	μA
	I_SLP	睡眠模式		40	55	μA
	I_SD	关机模式		0.6	1	μA

注1：电流消耗基于以下设置和测量的。

- 总消耗电流是根据来自BAT引脚和REGIN引脚的总电流测量的。
- 所有引脚无对外负载；
- 除非另有说明，所有寄存器均采用默认设置。I2C/SPI 处于非通信状态。

表6.2 电芯电压采集

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电芯测量范围	V_CELL	VC(n)至 VC(n-1), n=1~16	0		5.5	V
电芯测量精度	V_CELL_ACC	$V_{CELL}=2.0V \sim 4.3V$, $T_A=-20^{\circ}C \sim 65^{\circ}C$	-3		3	mV
电芯测量精度	V_CELL_ACC	$V_{CELL}=0V \sim 5V$, $T_A=-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$	-5		5	mV
电芯测量分辨率	V_CELL_RES	ADC转换分辨率16bits		0.107		mV/LSB
通道转换时间	t_CONV_CELL	通道转换时间设置为1ms时		1.1		ms
测量时输入阻抗 ^{注1}	R_VC_IN			1.2		M Ω

注1：注意和外部电阻的分压影响

表6.3 堆叠电压采集

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
堆叠电压测量精度	V_STACK_ACC	$0V < V_{BAT} - V_{SS} < 80V$, $T_A=-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$	-0.5		0.5	V
PACK端口测量精度	V_PACK_ACC	$0V < V_{PACK} - V_{SS} < 80V$, $T_A=-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$	-0.5		0.5	V

表6.4 温度采集

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
测量范围	V_TS	使用内置上拉电阻	0		3.5	V
测量范围	V_TS	TSn作为外部输入	0		5.5	V
测量分辨率	V_TS_RES	ADC转换分辨率16bits		0.107		mV/LSB
测量精度	V_TS_ACC		-5		5	mV
内部上拉电阻 ^{注1}	R_TS_PU		8	10	12	k Ω
上拉电阻温漂	R_TS_PU_DRIFT	-40 $^{\circ}C$ /85 $^{\circ}C$ 下相对于25 $^{\circ}C$ 下的变化		± 100		Ω

注1：可用通过内部寄存器读出10k Ω 电阻的相对变化量

表6.5 电流采集

参数 ^{注1、2}	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
测量范围	V_IM	V_IM是RSP至RSN的电压	-0.25		0.25	V
测量分辨率	V_IM_RES	ADC采用16位s分辨率		11		μV/LSB
测量精度	V_IM_ACC	V_IM=±250mV以内	-100		100	μV
电流测量转换时间	t_CONV_IM	电流采样转换时间设置为1ms时		1.1		ms
采样增益	GAIN_IM	可设置为1/2/4	1	1	4	
库伦计测量精度	ACC_CC		-2.5		2.5	%
库伦计时间	t_CC	寄存器设置累加次数，可设置200~2000	220		2200	ms

注1：放电时电流为负，充电时电流为正。

注2：采用的是分流电阻法(Shunt Resistor)测量电流大小。

表6.6 REG0 Pre-regulator

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
REGIN电压范围	V_REGIN_INT	使用BREG控制外部NPN BJT产生，V_BAT > 8V，采用应用框图推荐的外部元器件	5	5.5	5.8	V
REGIN电压范围	V_REGIN_EXT	使用外部电源对REGIN供电	5	5.5	5.8	V
随温度变化率	Δ_REGIN_TEMP	ΔV_REGIN相对V_REGIN (25℃下，负载50 mA，V_BAT > 8V)，温度变化范围-40℃至85℃		±0.05		%
REGIN外接电容	C_REGIN	REGIN 到 VSS之间的电容		4.7		μF

表6.7 均衡REG1 LDO

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
REG1电压	V_REG1	REG1设置为1.8V， I_REG1 = 0mA ~ 60mA	1.6	1.8	2.0	V
		REG1设置为2.5V， I_REG1 = 0mA ~ 60mA	2.3	2.5	2.7	V
		REG1设置为3.3V， I_REG1 = 0mA ~ 60mA	3	3.3	3.6	V
		REG1设置为5V， I_REG1 = 0mA ~ 60mA	4.75	5	5.25	V
REG1负载电流	I_REG1		0		60	mA
REG1随温度变化率	Δ_REG1_TEMP	ΔV_REGO相对V_REG1(25℃下，I_REG1 20 mA，V_REG1设置为3.3V输出)，温度变化范围-40℃至85℃		±0.25		%
REG1线性调整率	Δ_REG1_LINE	ΔV_REG1相对V_REG1(25℃下，I_REG1=20 mA，V_REGIN=5V，V_REG1设置为3.3V输出)，V_REGIN从4.5V变化到5.5V	-1		1	%
REG1短路限流	I_SC_REG1		60		80	mA
REG1外接电容	C_REG1			1		μF

表6.8 电池一级保护检测

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
过压欠压检测						
过压欠压检测电压阈值步长	V_OVUV_STEP			0.107		mV
过压欠压检测延时 ^{注1}	t_OVUV_STEP		68		540	ms

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
短路检测						
短路检测精度	A_SC_ACC		-20		20	%
短路检测电压阈值	V_SC	步长 50mV	50		500	mV
短路检测延时	t_SC	步长50μs	50		200	μs
过流检测						
放电过流检测电压阈值	V_OCD	步长5.6mV	5.6		360	mV
放电过流检测延时	t_OCD	步长25ms	25		400	ms
充电过流检测电压	V_OCC	步长1.4mV	1.4		358	mV
充电过流检测延时	t_OCC	步长25ms	25		400	ms
热敏电阻过温欠温检测						
过温欠温检测电压步长	V_OTUT_STEP			0.107		mV
过温欠温检测延时步长 ^{注1}	t_OTUT_STEP		68		540	ms

注1：延时可以配置0~127 x 步长。

表6.9 高侧FET驱动

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
FET开启电压	V_FETON	CHG/DSG相对于BAT，负载20nF	8	9	10	V
FET关闭电压	V_DFETOFF	DSG相对于LD， V_BAT=8V~80V，负载20nF	0		0.3	V
FET关闭电压	V_CFETOFF	CHG相对于BAT， V_BAT=8V~80V，负载20nF	0		0.3	V
FET开启输出上升时间	t_FET_RISE	CHG/DSG CL = 20 nF, R_GATE = 100 Ω, 10% to 90% of V_FETON		40		μs
FET关闭输出下降时间	t_FET_FALL	CHG/DSG CL = 20 nF, R_GATE = 100 Ω, 90% to 10% of V_FETON		40		μs
电荷泵启动时间	t_CP_START	10% to 90% of V_FETON, CL=20nF, C_CP1=470nF			100	ms
电荷泵电容	C_CP1		100	470	2200	nF

表6.10 均衡

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
开关导通电阻	R_CB	V_CELL=2V~4.5V，流经开关的电流<=100mA时		12.5	20	Ω

表6.11 热关断

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
热关断温度	T_SD	结温温度T _J	140	150	160	°C

表6.12 通信看门狗

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
通信看门狗溢出时间	t_WDT	2位控制, 2s/4s/8s/16s	2		16	s

表6.13 PACK/BAT/LD

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
PACK测量精度	V_PACK_ACC	V_PACK=8V~80V	-0.5		0.5	V
BAT测量精度	V_BAT_ACC	V_BAT=8V~80V	-0.5		0.5	V
电压分辨率	V_PACK_RES			3.5		mV/LSB

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
转换时间	t_CONV_PACK			1.1		ms
PACK 下拉电阻	R_PD_PACK			58		kΩ
LD 上拉电流	I_PULLUP			100		μA
LD 下拉电阻	R_PU_LD	芯片在SHUTDOWN状态下		80		kΩ

表6.14 数字输入输出

参数 ^{注1}	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入高电平	V_IH		V_REG1×0.8		V_REG1	V
输入低电平	V_IL		0		V_REG1×0.2	V
输出高电平	V_OH	I_OH=-1mA	V_REG1-0.2		V_REG1+0.2	V
输出低电平	V_OL	I_OL=+1mA	0		0.2	V
数字输出漏电流	I_O_LEAK	V_OH=V_REG1, V_OL=0V	-2		2	μA
数字输入SHUT						
输入高电平	V_SHUT_IH		V_REG1×0.8		V_REG1	V
输入低电平	V_SHUT_IL				0.3	V
下拉电阻	R_SHUT			1.5		MΩ
数字输入PUPn						
输入高电平	V_PUPn_IH		V_REG1×0.8		V_REG1	V
输入低电平	V_PUPn_IL				0.3	V
上拉电阻	R_PUPn			200		kΩ

注1: LDO REG1给数字I/O供电。

表6.15 I2C时序要求

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
SCL频率	f_SCL				1	MHz
SCL周期	t_DUTY		45	50	55	%

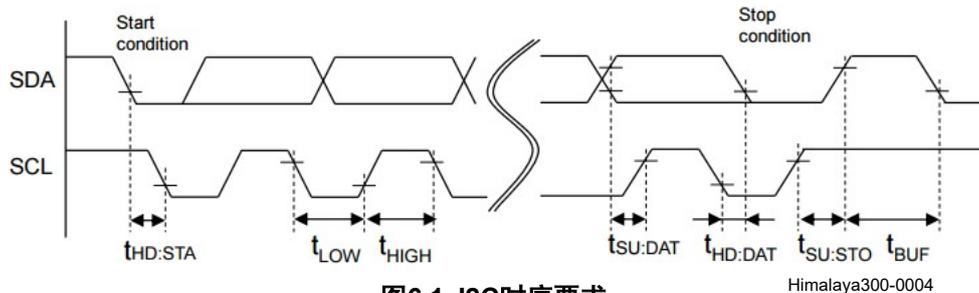


图6.1 I2C时序要求

Himalaya300-0004

表6.16 SPI时序要求

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
SCK频率	f_SCL				1	MHz
SCK周期	t_DUTY		45	50	55	%
CSn上升沿至SCK上升沿	t_SEN_LD		100			ns
SCK下降沿至CSn下降沿	t_SEN_LG		100			ns
CSn 低电平宽度	t_SEN_LO					ns
SDI 建立时间	t_SDI_SU	SDI 有效至SCK下降沿	100			ns
SDI 保持时间	t_SDI_HD	SCK下降沿至SDI 有效	100			ns
SDO有效等待时间	t_SDO_VD	SCK上升沿至SDO有效, CL ≤ 50pF			400	ns
SDO取消等待时间	t_SDO_DIS	CSn下降沿至SDO取消			400	ns

6.2 热功耗参数

表6.17 Himalaya300热功耗参数

参数 ^{注1}	符号	数值	单位
Junction-to-ambient thermal resistance	R_θJA	66.0	°C/W
Junction-to-case (top) thermal resistance	R_θJC(top)	19.6	°C/W
Junction-to-board thermal resistance	R_θJB	29.3	°C/W
Junction-to-top characterization parameter	Ψ_JT	0.8	°C/W
Junction-to-board characterization parameter	Ψ_JB	29.1	°C/W

注1：安装板为玻璃环氧树脂 4 层板，无焊接散热器，尺寸为 50mm x 50mm x 0.8mm，布线层厚度：所有层 0.035 mm，铜箔比例：57%/100%/100%/57%。

6.3 绝对最大额定值

表6.18 Himalaya300绝对最大额定值^{注1}

类别	参数/条件	最小值	最大值	单位
电源范围	BAT至VSS	-0.3	85	V
	REGIN至VSS	-0.3	6.5	V
输入电压范围	VC16至VSS	-0.3	85	V
	VC0至VSS	-0.3	10	V
	VC(n)至 VC(n-1), n=1~16	-0.3	30	V
	TS(n)至 VSS, n=1~4	-0.3	6	V
	LD 至VSS	-0.3	85	V
	PACK至VSS	-0.3	85	V
	SRP, SRN 至 VSS	-0.3	6	V
	CSn, SDA, SCL, ALERT, DCHG, DDSG, RST_SHUT, CFETOFF, DFETOFF 至VSS	-0.3	6	V
输出电压范围	CHG, DSG, PDSG, PCHG至VSS	-0.3	85	V
	CP1 至VSS	-0.3	85	V
	SDO, ALERT, GPO至VSS	-0.3	6	V
	FUSE 至 VSS	-0.3	18	V
I/O电流范围 ^{注2}	数字I/O端口	-10	10	mA
LDO电流范围	REG1端口	-60	0	mA
节温 ^{注3} , T _J		-40	+125	°C
存储温度, T _{STG}		-55	+150	°C

注1：等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。这只是额定最值，不表示在这些条件下或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，器件能够正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

注2：“+”极性是电流流入 IC 引脚的方向，“-”极性是电流从 IC 引脚流出的方向。

注3：最大额定值是允许的，除非功耗超过了热功耗额定值。

6.4 静电参数

表6.19 Himalaya300静电参数

参数	符号	数值	单位
ESD电压, Human body model (HBM)	V_ESD_HBM	±2000	V
ESD电压, Charge device model (CDM)	V_ESD_CDM	±500	V

6.5 推荐工作条件

表6.20 Himalaya300推荐工作条件

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压	V_BAT	BAT 端口上电压 (正常工作模式)	8	59.2	80	V
	V_REGIN	REGIN 至 VSS		5.5		V
输入电压	V_IN	PACK, LD	0		80	V
	V_IN	VC(0) 至 VSS	-0.2		0.2	V
	V_IN	VC(n)至VC(n-1), n=1~16	0		5.5	V
	V_IN	RSP, RSN, RSP至RSN	-0.25		0.25	V
	V_IN	TS(n), n=1~4	0		5.5	V
Cell输入外部电阻	R_C	内部均衡条件下		50		Ω
Cell输入外部电容	C_C	内部均衡条件下		0.1		μF
工作环境温度	T _A		-40		105	°C

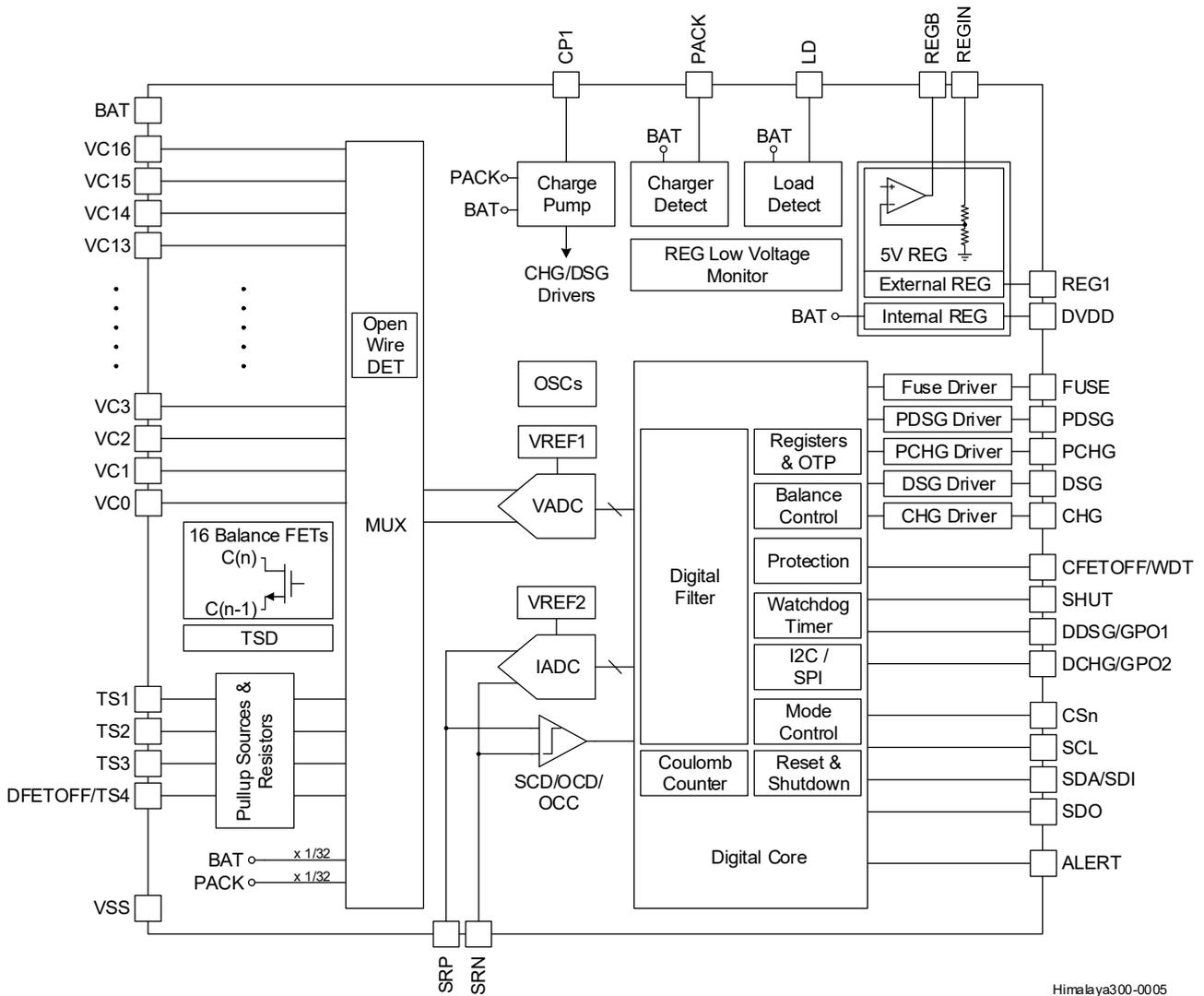
注1：芯片可以工作到105℃，电气参数是-40℃~85℃按额定值设计的，超出温度范围的性能有待批量验证。

7 名词释义

- POWER-OFF状态：指芯片管脚BAT未接入电池，此时芯片处于POWER-OFF状态
- POWER-ON过程：指芯片管脚BAT接入电池过程，如果BAT电压大于5V，芯片上电复位后进入NORMAL工作状态
- SHUTDOWN状态：指芯片处于关机状态，仅部分开机检测电路处于工作状态
- POWER-UP过程：当芯片在处于SHUTDOWN状态下，开机检测电路检测到PUPn引脚低电平且时间宽度大于1ms，或检测到充电器插入时，芯片内部LDO、Power-On-Reset模块、振荡器、ADC、I2C/SPI、控制逻辑开始工作，芯片进入NORMAL工作状态，这个过程被称为POWER-UP
- 电源模式：电源模式有NORMAL、SLEEP、SHUTDOWN
 - ◆ NORMAL 模式：芯片处于正常工作，所有电路处于正常工作，全芯片功耗为 550μA
 - ◆ SLEEP 模式：仅 LDO、PUPn 引脚检测电路、振荡器电路、充电器插入检测电路、I²C/SPI 处于工作状态，芯片功耗约 40 μA（典型值）
 - ◆ SHUTDOWN 模式：芯片内部 LDO/振荡器/ADC/I2C/SPI 和逻辑控制电路处于关闭状态，PUPn 引脚检测电路和充电器插入检测电路处于工作状态，此时芯片功耗小于 1 μA
- 控制方式：针对保护和均衡功能的控制模式。工作模式有主机控制方式（Master Control）、自主控制方式（Stand-alone Control）
 - ◆ 主机控制方式：所有模块处于工作状态，由片外主机通过 I2C/SPI 接口配置寄存器，完成保护和均衡等功能。
 - ◆ 自主控制方式：所有模块处于工作状态，保护和均衡等功能由芯片自主控制完成。此状态下 I2C/SPI 仍处于工作可通信状态。

8 功能框图和介绍

8.1 功能框图



Himalaya300-0005

图8.1 Himalaya300功能框图

9 功能描述

9.1 电源模式

芯片有NORMAL、SLEEP、SHUTDOWN电源模式。三种电源模式下内部模块工作情况如下表所示。芯片正常上电后首先进入NORMAL模式。

表9.1内部模块工作表

模块名称	NORMAL	SLEEP	SHUTDOWN
PUPn 引脚检测电路	ON	ON	ON
电压测量VADC	ON	OFF	OFF
电流测量IADC	ON	OFF	OFF
充电器接入唤醒电路	ON	ON	ON
充电器移除检测电路	ON	OFF	OFF
负载移除检测电路	ON	OFF	OFF
电流比较器电路	ON	OFF	OFF
振荡器	ON	ON	OFF
POR上电复位	ON	ON	ON
电压基准	ON	OFF	OFF
REG0（预稳压器控制电路）	ON	ON	OFF
REG1（可编程电源）	ON	ON	OFF
REG2（逻辑电路电源）	ON	ON	OFF
保护功能 ^{注1}	ON	OFF	OFF
I2C/SPI通信	ON	ON	OFF
数字滤波器	ON	OFF	OFF
电池均衡功能	ON	OFF	OFF
工作状态控制模块	ON	ON	OFF

注1：在SLEEP状态下，PCHG/PDSEG/CHG/DSG均关闭。

9.2 控制方式

控制方式是对各种保护、均衡、检测、状态切换功能的操作方式，分为主机控制方式和自主控制方式。以保护控制方式为例：

主机控制方式：当进入某种保护态时，由主机设置相应寄存器，比如CF、DF、PRDF、PRCF等，以控制外部充放电MOSFET的通断；

自主控制方式：当进入某种保护态时，由芯片自动修改相应寄存器，自主控制外部充放电MOSFET的通断；

9.3 电源供电

芯片供电电源引脚为BAT和REGIN。

芯片内部有多个电源或电源控制电路，主要包括REG0（BREG/REGIN电路，输出5.5V，供芯片内部电路）、REG1（可编程输出LDO，为主机MCU供电）、REG2（DVDD供电LDO，芯片逻辑电路的工作电源）。

9.4 上电过程

BAT引脚正常供电后，且芯片处于SHUTDOWN状态时，当检测到PUPn引脚低电平或者检测到充电器接入之后，芯片内部LDO、Power-On-Reset模块、振荡器、ADC、I2C/SPI、控制逻辑开始工作（芯片进入

NORMAL模式），这个过程被称为POWER-UP过程。

在NORMAL模式下，PUPn引脚不会触发POWER-UP过程。

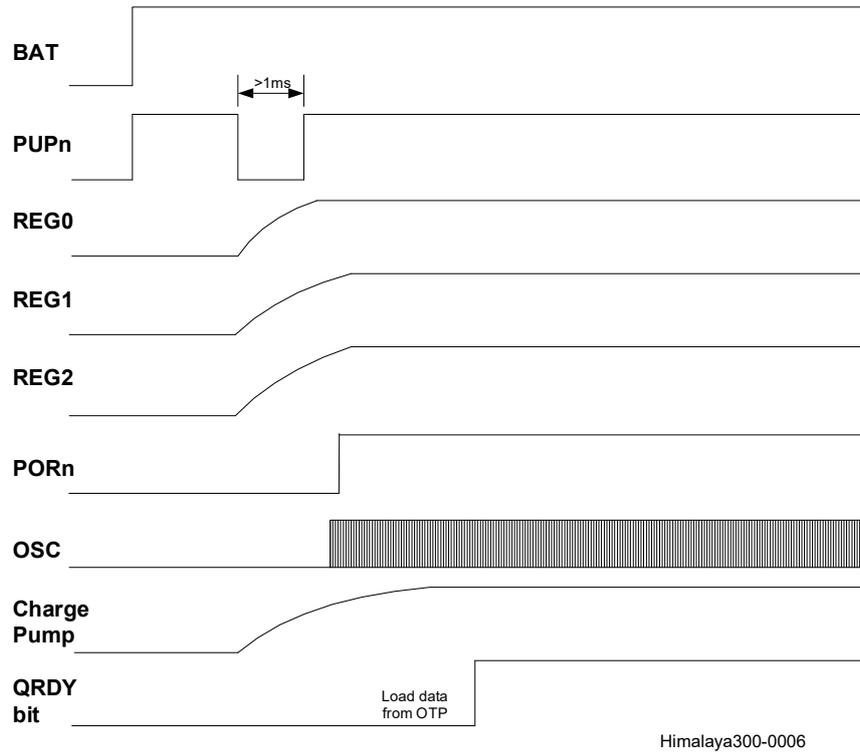


图9.1 上电过程

芯片完成POWER-UP之后（QRDY出现上升沿之后），芯片仍处于“伪”欠压状态，此时主机开启欠压检测（必须设置UVRCV值，复位值是16'hFFFF），若在一段时间内检测到电芯电压低于欠压阈值，则进入欠压状态，此时将产生中断，欠压状态位UV被置1；若测得电芯电压高于欠压退出阈值，则退出“伪”欠压状态，且输出QUVR_INT中断。

9.5 电压测量

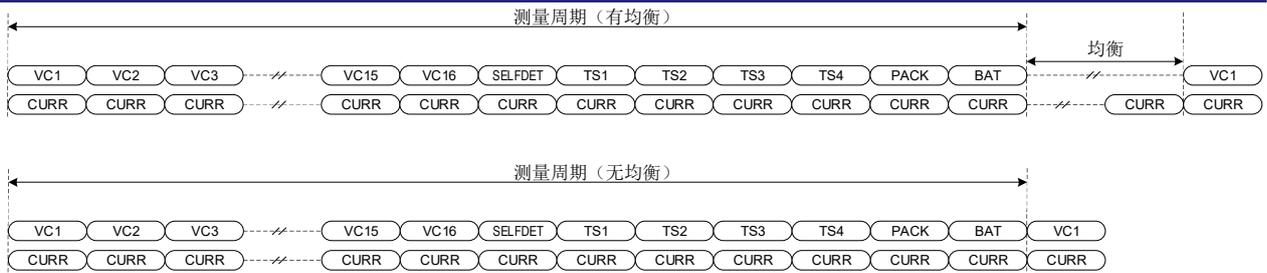
软复位：当MCUIF[2]=1，通过串口向寄存器RSTFLA[0]写‘1’的操作，会触发一次软复位，将复位“串口寄存器”以外的电路（包括中断、系统状态机、测量状态机等），软复位跟Power On Reset不同，软复位不会触发POWER-UP过程。

9.6 电压测量

NORMAL状态下，如果芯片没有设置均衡，在一个完整的电压测量周期内会自动切换不同的测量项，最多可以设置23个测量时间槽，分为电池电压（最多16个通道）、自检信号SELFDET、热敏电阻电压（TS1/2/3/4）、1/32 PACK电压、1/32 BAT电压测量。如果设置的电池电压通道数小于16，测量时间槽数量也相应减少。

如果芯片设置了均衡，测量结束后会插入均衡周期。

电压通道VADC可以通过ENVC位开启或关闭。



Himalaya300-0007

图9.2 电压测量周期

9.7 电芯电压测量

电芯电压测量步骤：

- 1、关闭电压测量通道VADC：通过串口置FETCBAL[15]=0
- 2、根据实际电芯数量，配置CSEL寄存器（SSEL[3:0]）值
- 3、设置NORMAL状态下电芯电压测量周期（TVCP[1:0], TVC[1:0] 寄存器）
- 4、设置数据吞吐率（FETCBAL[12:11]）
- 5、开启电压测量通道VADC：通过串口置FETCBAL[15]=1
- 6、响应INTn中断，中断服务程序查询到INT_REQ1[1]=1，则将其清除，同时读取VCELL1[15:0]~VCELL16[15:0]寄存器
- 7、循环步骤6

在NORMAL状态下，且NGP位为1，若无均衡操作，2次测量周期之间无间隙。

电压测量值存储于寄存器VCELL_{1~16}

当VMM位，SYSCTR2[15]=0时，电压测量值与VCELL[*]寄存器（**无符号值，小于0则置为0**）转换公式如下：

$$\text{电压} = \frac{VCELL[*]}{32768} \times 3.5v \quad 0 \leq VCELL[*] \leq 56173$$

当VMM位，SYSCTR2[15]=1时，电压测量值与VCELL[*]寄存器（**有符号值**）转换公式如下：

$$\text{电压} = \frac{VCELL[*]}{32768} \times 3.5v + 2.5v \quad -32768 \leq VCELL[*] \leq 32767$$

9.8 热敏电阻温度测量

热敏电阻NTC连接到TS(n)温度测量引脚，引脚默认10kΩ（标称值）上拉电阻，上拉到VREF。通过测量NTC与上拉电阻的分压值即可推算出热敏电阻NTC处的温度。

电压分压测量值存储于TS1~TS4测量寄存器，上拉电阻准确值需要通过读取ANA_TRIM12[7:0]寄存器来校准。外部控制器根据TSn的数值、上拉电阻阻值，计算出NTC的阻值，然后通过NTC的温度-阻值特征曲线获得真实温度值。

温度测量步骤：

- 1、关闭电压测量通道：通过串口置FETCBAL[15]=0
- 2、根据实际NTC数量，配置TSEL寄存器（TSEL[3:0]）值
- 3、设置NORMAL状态下温度测量周期（TTPP[1:0], TTP[1:0] 寄存器）
- 4、设置数据吞吐率（FETCBAL[12:11]）

5、开启电压测量通道：通过串口置FETCBAL[15]=1

6、响应INTn中断，中断服务程序查询到INT_REQ1[1]=1，则将其清除，同时读取TS1[15:0]~ TS4[15:0]寄存器

7、循环步骤6

TS(n)引脚也可以编程为通用模拟输入口，此状态下就没有10kΩ上拉电阻，输入范围是0~5.5V，可用于NTC热敏电阻外部供电场合或其他应用场合。

9.9 电流测量

电流测量采用分流电阻测量方法，通过测量RSP-RSN引脚之间的差分电压，除以RSP和RSN之间分流电阻的阻值，可以算出电流大小。电流测量IADC的结果存储在CURR寄存器中。电流测量通道内含可编程增益放大器，可以设置，电流测量通道可通过ENIC位开启或关闭。如果VADC和IADC都开启下，VADC和IADC是同步采样转换的。

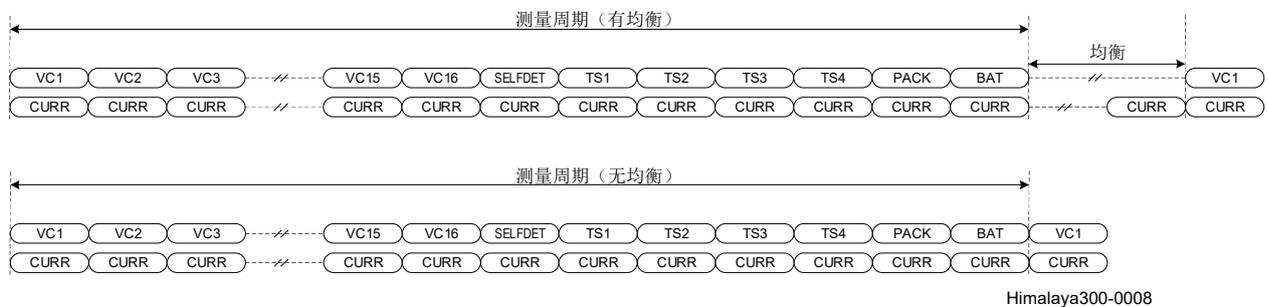


图9.3 电流测量周期

电流测量步骤：

1、关闭电流测量通道IADC：通过串口置FETCBAL[14]=0

2、设置数据吞吐率（FETCBAL[12:11]）

3、开启电流测量通道IADC：通过串口置FETCBAL[14]=1

4、响应INTn中断，中断服务程序查询到INT_REQ1[0]=1，则将其清除，同时读取CURR[15:0]寄存器

5、循环步骤4

9.10 电流平方值计算

电流测量功能寄存器ENIC位为1并且ENISQ位为1时，开启电流平方值计算功能。

电流平方值计算方式类似于上面章节的电流测量方法，对RSP至RSN之间电压测量值做平方然后做累加计算，INT_REQ1[0]也是电流平方测量完成的中断寄存器。平方值累加的结果存储在CURR_SQH和CURR_SQL寄存器。

9.11 CIC自检功能

TMODE=16h'CDEF时，CIC将进行自检，自检结束后将触发中断信号ECICSELF

电压通道自检输出值为16'hCB6E±2

电流通道自检输出值(CURR)为16'hA000±2

自检流程请参考章节“CIC滤波器自检”

9.12 库伦计

库伦计功能通过对CURR寄存器做累加计算。充电时做加法，放电时做减法。有以下几种累加方法：

9.12.1 分段累加

通过PERIOD寄存器TCC[1:0]（位5,位4）设置累加次数CCnum（可设置为200次/500次/1000次/2000次），在累加时间段内，芯片对CURR寄存器进行累加，累加次数计到达设定的累加次数时，将累加结果更新到CCL/CCH寄存器，并且将累加器清零，同时产生中断信号QCC；库仑寄存器CCH和CCL分别代表累计结果的高16位和低16位。

9.12.2 连续累加

对CURR中数据进行连续累加，累加结果更新到INTEGCL和INTEGCH寄存器，SAT[1:0]寄存器可以设置累加结果更新时间。

当芯片进入SLEEP状态，累加器不会被清零，保持当前计数值直到被唤醒后继续累加；当芯片进入SHUTDOWN状态，累加器将被清零；

9.12.3 库仑计换算

MCU在读取CCL/CCH或者INTEGCL/INTEGCH寄存器后，需要进行如下换算：

假如CCL/CCH或者INTEGCL/INTEGCH值为pre_cc, 换算之后的值post_cc为：

$$post_{cc} = pre_{cc} \times \frac{t_{sat}}{1.125}$$

tsat请参考上一节描述。

9.13 测量校准

9.13.1 电压/电流测量通道校准

芯片内置自校准电路，结果寄存器的值是校准后的值。

9.13.2 TSn上拉电阻校准

芯片预留了1组8-位寄存器用于10kΩ上拉电阻的校准，校准精度为20Ω。用户需要读取此寄存器来修正上拉电阻值。

9.14 放电状态检测

当ENDSG 位设置为高电平时，放电状态检测功能有效。

放电状态的进入检测：

当电流测量值大于阈值DSG[7:0]时，表示进入了放电状态（注意：无delay time要求）

放电状态的退出检测：

当电流测量值小于阈值DSG[7:0]时，且保持时间大于DSGDLY[2:0]，则表示退出放电状态。

9.15 充电状态检测

当ENCHG 位设置为高电平时，充电状态检测功能有效。

充电状态进入检测：

当电流测量值大于阈值CHG[7:0]时，表示进入了充电状态（注意：无delay time要求）

充电状态退出检测：

当电流测量值小于阈值CHG[7:0]时，且保持时间大于CHGDLY[2:0]，则表示退出充电状态

根据电流测量值符号位、绝对值大小判断

9.16 低压充电禁止功能

寄存器PROHIC0.prohic_cen为高电平时，开启“低压充电禁止功能”，反之则关闭。

低压充电禁止功能开启时，当任意电芯电压低压阈值（PROHI_CVTH[12:0]）、且延时超过阈值（PROHI_CDLY[2:0]）时，禁止充电，此后若所有电芯电压高于PROHI_CVTH值且满足延时，则充电允许。

9.17 充电器检测

本章节仅描述了正常工作模式下的充电器检测。

充电器检测时，相应场景下的CFET或DFET管需要处于关断状态，否则影响充电器检测结果。

9.17.1 充电器检测机制

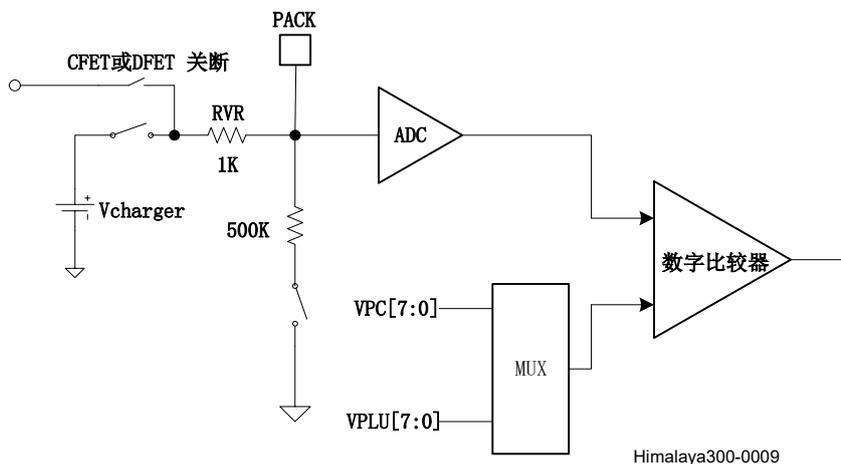


图9.4 充电器检测机制

- 数字比较器的阈值当选择为VPC[7:0]时，表示充电器连接检测，此后若PACK测量值PACK[15:0]大于VPC时，则判断充电器已经接入，产生中断信号QCHCONN（INT_REQ3[11]），并置状态位STATUS3 [2]为高电平。
- 数字比较器的阈值当选择为VPLU[7:0]时则表示充电器移除检测，此后若PACK测量值PACK[15:0]小于VPLU[7:0]时，则判断充电器已经移除，产生中断信号QCHRLS（INT_REQ3[12]），并置状态位STATUS3[1]为高电平。
- 充电器检测没有延时要求！
- 检测到充电器连接或移除时，则自动结束检测。

9.17.2 主机控制方式

9.17.2.1 充电器插入检测

设置步骤：

- 1、主机关闭CFET管
- 2、通过写寄存器CCCTR2，配置VPC值
- 3、通过写寄存器CCCTR1，配置检测最大时间（溢出时间）

4、通过写寄存器CCCTR0，配置检测周期、检测宽度（非零值）

5、配置寄存器POWER[11:9]=3' b111

主机配置POWER[11:10]=2' b11时，POWER[10]配置时间不晚于POWER[9]的配置时间！

步骤：

a) POWER[11]=1'b1

b) POWER[10:9]=2'b00;

c) POWER[10]=1'b1;

d) POWER[9]=1'b1;

6、主机响应中断INTn并查询INT_REQ3[11]、INT_REQ4[6]、状态位STATUS3[2]

若INT_REQ3[11]=1，则表示检测到充电器连接；

若INT_REQ4[6]=1，则表示充电器连接检测超时；

9.17.2.2充电器移除检测

设置步骤：

1、主机关闭CFET管

2、配置寄存器POWER[11:9]=3' b011；主机配置POWER[11:9]=3' b011时，POWER[10]配置时间不晚于POWER[9]的配置时间！

3、通过写寄存器CCCTR2，配置VPC值

4、通过写寄存器CCCTR1，配置检测最大时间（溢出时间）

5、通过写寄存器CCCTR0，配置检测周期、检测宽度（非零值）

6、主机响应中断INTn并查询INT_REQ3[12]、INT_REQ4[6]、状态位STATUS3[1]

若INT_REQ3[12]=1，则表示检测到充电器移除；

若INT_REQ4[6]=1，则表示充电器移除检测超时；

9.17.3 自主控制方式

9.17.3.1充电器插入检测

设置步骤：

1、配置寄存器POWER[10]=1' b0

2、通过写寄存器CCCTR2，配置VPC值

3、通过写寄存器CCCTR1，配置检测最大时间（溢出时间）

4、通过写寄存器CCCTR0，配置检测周期、检测宽度（非零值）

5、主机响应中断INTn并查询INT_REQ3[11]、INT_REQ4[6]、状态位STATUS3[2]

若INT_REQ3[11]=1，则表示检测到充电器连接；

若INT_REQ4[6]=1，则表示充电器连接检测超时；

9.17.3.2充电器移除检测

设置步骤：

1、配置寄存器POWER[10]=1' b0

2、通过写寄存器CCCTR2，配置VPC值

- 3、通过写寄存器CCCTR1，配置检测最大时间（溢出时间）
- 4、通过写寄存器CCCTR0，配置检测周期、检测宽度（非零值）
- 5、主机响应中断INTn并查询INT_REQ3[12]、INT_REQ4[6]、状态位STATUS3[1]
 - 若INT_REQ3[12]=1，则表示检测到充电器移除；
 - 若INT_REQ4[6]=1，则表示充电器移除检测超时；

检测场景：

- 1、OCCOND3进入充电过流保护态之后(CHGRDET_EN10, CHGRDET_TYP10)
- 2、COND2A2 (CHGRDET_EN5、CHGRDET_TYP5) FUSE 熔断后，自动开启充电器移除检测，如果检测到充电器移除（且满足PERIOD相关SLPDLY要求，持续检测）芯片进入SLEEP态

9.18 负载移除检测

负载移除检测时，相应场景下的充电MOSFET或放电MOSFET需要处于关断状态，否则影响检测结果。在SLEEP状态下不支持负载移除检测。

9.18.1 负载移除检测机制

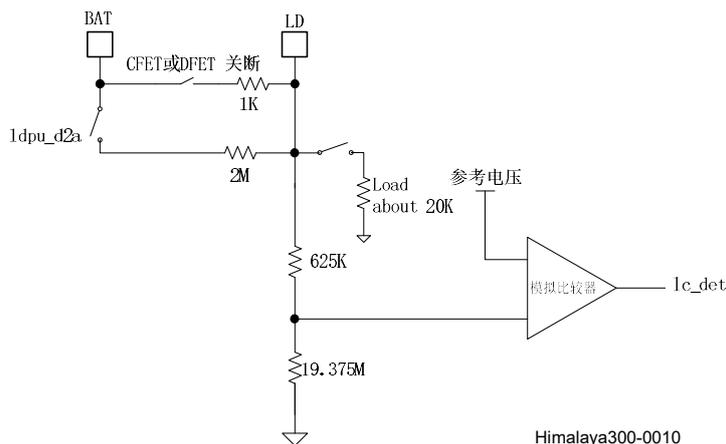


图9.5 负载移除检测机制

数字输出逻辑信号LDPU_D2A，该信号高电平时，将在BAT 与 LD PIN 之间接入2MΩ电阻，如上图。当LD PIN电压高于VPC时，判断为负载已经移除，则产生中断INTREQ3[13](QLDRLS)、检测结果保存在状态寄存器STATUS3[0]，且结束本次检测；

负载移除的检测机制，由逻辑电路控制检测时序，包括检测周期（寄存器LD_RETRY）、检测的时间宽度（LD_ACTIVETIME）（即LD PIN 上拉电阻的接入时间宽度）；若检测时间超过了寄存器LD_TIMEOUT值，则停止检测，且产生中断INT_REQ4[5]；

LD_ACTIVETIME[7:0]: 1~255秒，寄存器为0时，负载检测功能关闭

LD_ACTIVETIME控制了开关信号LDPU_D2A的高电平时间宽度

LD_ACTIVETIME计时结束时，数字逻辑采样模拟检测结果，采样间隔1ms

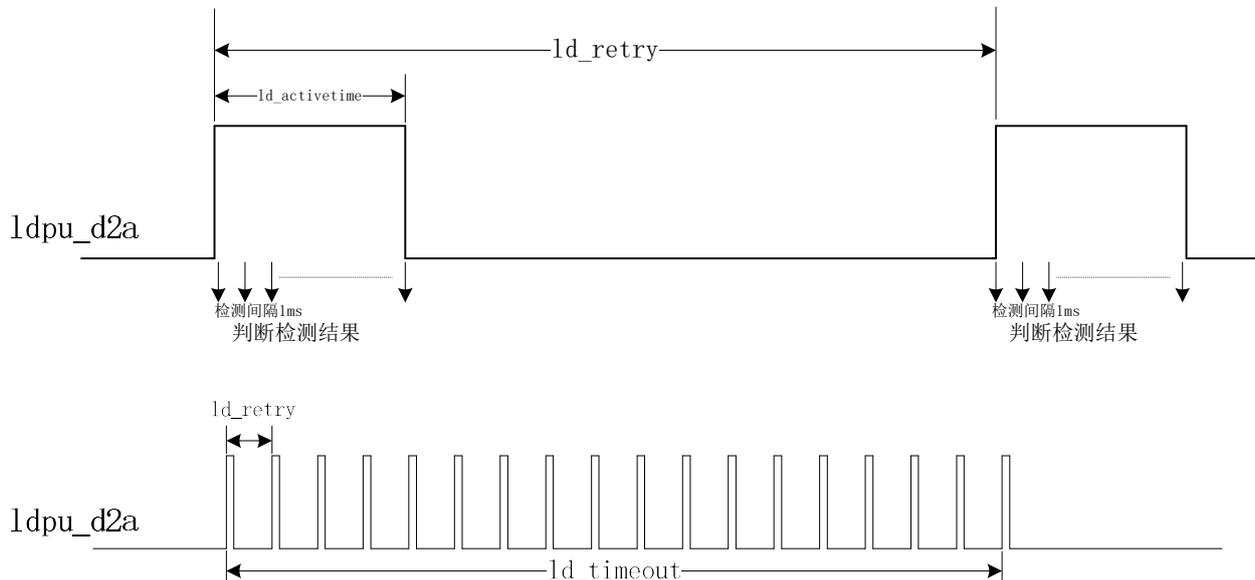
需要注意的是，启动负载检测之后，LDPU_D2A的第一个脉冲宽度是（LD_ACTIVETIME-1）~LD_ACTIVETIME秒之间，之后的脉冲宽度是LD_ACTIVETIME秒

LD_RETRY[7:0]: 1~255秒, 寄存器为0时, 则检测时间宽度为LD_TIMEOUT值;

LD_RETRY小于或等于LD_ACTIVETIME值时, 则检测周期为255秒

LD_TIMEOUT[15:0]: 1~65535小时

LD_ACTIVETIME、LD_RETRY、LD_TIMEOUT适用于主机模式和自主模式!



Himalaya300-0011

图9.6 负载移除检测机制时序

9.18.2 主机控制方式

主机可将POWER.LDPU 位置1, 且LD_ACTIVETIME[7:0]不为0, 将启动负载移除检测。

对于主机模式, 若超时停止检测, 若需要重启下次负载检测, 则先置ENVRS 寄存器为高、并先置ldpu 寄存器位为0, 后置LDPU寄存器位为1, 才重启下次主机模式的负载移除检测

启动主机检测步骤:

- 1、通过写寄存器LDCTR0、LDCTR1置检测周期、检测宽度(非零值)、溢出时间
- 2、通过写寄存器POWER, 寄存器POWER[10]=1、POWER[8]=1

步骤:

- a) POWER[10]/POWER[8]=2'b00
- b) POWER[10]=1'b1;
- c) POWER[8]=1'b1;

- 3、响应中断INTn并查询INT_REQ3[13]、INT_REQ4[5]、状态位STATUS3[0]

若INT_REQ3[13]=1, 则表示检测到负载移除;

若INT_REQ4[5]=1, 则表示负载移除检测超时;

9.18.3 自主控制方式

在某些条件下, AFE将自主进行负载移除检测;

设置自主检测步骤:

- 1、通过写寄存器LDCTR0、LDCTR1置检测周期、检测宽度(非零值)、溢出时间
- 2、通过写寄存器POWER, 寄存器POWER[10]=0

3、响应中断INTn并查询INT_REQ3[13]、INT_REQ4[5]、状态位STATUS3[0]

若INT_REQ3[13]=1，则表示检测到负载移除；

若INT_REQ4[5]=1，则表示负载移除检测超时；

9.19 电池均衡

均衡采用PWM信号（周期固定为8ms），共16路PWM，均衡结束会有中断指示信号

SLEEP状态下不做均衡（包括主机控制、自主控制）

寄存器CB_INTERVAL[7:0] 控制均衡的最长时间，计时完成后立即结束自主均衡操作，并产生中断

INT_REQ4[4]；均衡时间起始点是CBAL寄存器中任意位出现高电平时刻；

当发生温度保护(utc/otc/utd/otd/sot)、二级过压保护时，自主均衡和主机模式均衡都会被禁止或中断

电池均衡包括主机控制模式、自主控制模式，每种模式有所区别。

CBL状态寄存器组: CBLL_ST[15:0], 适用于所有模式的电池均衡, CBLL_ST高电平表示相应电芯正在做均衡操作。

9.19.1 自主控制方式

ENCB=1、CBMOD=0: 自主控制方式

当某个电池电压高于均衡阈值CBALEN、且该电池与最小电池电压的差值大于CBALST，则该电池满足均衡条件（是否可以执行均衡，还需要参考寄存器CBAL相应位）；

若某电池经过均衡后，其与最小电池电压的压差小于CBALSP，或者电池电压低于CBALEN，则均衡结束均衡时的各开关信号PWM占空比由BALPWM0/BALPWM1控制；

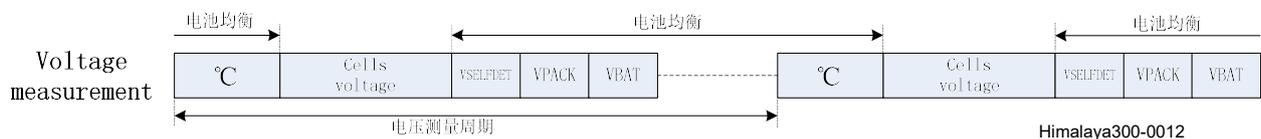


图9.7 自主控制方式

均衡时，偶数/计数串电池分开（当前均衡周期为偶数串均衡，下个均衡周期为奇数串均衡）

自主控制模式下，寄存器CBAL是各电芯均衡使能信号

自主模式电池均衡使用步骤：

- 1、关闭电池均衡功能：通过串口将ENCB置0
- 2、设置均衡超时中断使能INT_EN4[4]=1
- 3、设置电池均衡自主模式：通过串口将CBMOD=0
- 4、设置均衡起始电芯电压阈值：通过串口写CBALEN寄存器
- 5、设置均衡起始的电压差阈值：通过串口写CBALST
- 6、设置均衡结束的电压差阈值：通过串口写CBALSP
- 7、设置参与均衡的电芯：通过串口写CBAL
- 8、设置均衡开关PWM值：通过串口写BALPWM0/BALPWM1寄存器
- 9、开启电池均衡功能：通过串口将ENCB置1
- 10、响应INTn中断，中断服务程序若查询到INT_REQ3[14]=1则表示均衡结束、若查到INT_REQ4[4]=1则

表示均衡超过最大时间（CB_INTERVAL）

9.19.2 主机控制方式

CBMOD=1 主机控制方式，ENCB上升沿触发一次电池均衡操作。

在主机/自主控制模式下，各电池的均衡启动由CBAL控制：主机模式下，某位为高电平，则直接启动均衡；均衡时的各开关信号PWM占空比由BALPWM0/BALPWM1 控制；

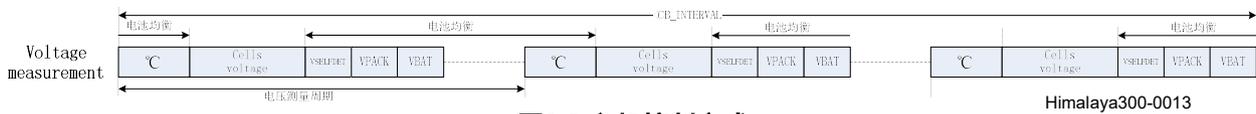


图9.8 主机控制方式

注1：通过主机控制电池均衡时，每次均衡都必须先置ENCB=0，之后再置ENCB=1，才能开启均衡操作；

注2：电池均衡结束、下一帧电芯电压测量之间需确保一定间隔，以满足VCn PIN的电压达到稳定，该时间间隔典型值为86μs。

主机模式电池均衡使用步骤：

- 1、关闭电池均衡功能：通过串口将ENCB置0
- 2、设置均衡超时中断使能INT_EN4[4]=1
- 3、设置电池均衡主机模式：通过串口将CBMOD=1
- 4、设置参与均衡的电芯：通过串口写CBAL
- 5、设置均衡开关PWM值：通过串口写BALPWM0/BALPWM1寄存器
- 6、开启电池均衡功能：通过串口将ENCB置1
- 7、响应INTn中断，中断服务程序若查询到INT_REQ3[14]=1，表示均衡结束、若查询到INT_REQ4[4]=1则表示均衡超时

9.19.3 均衡关闭场景

当出现以下场景时，可关闭均衡：

- 1、芯片过热保护模式1检测到芯片过热、且DOTACT[1]=1时，将关闭均衡
- 2、看门狗溢出、且WDT CBL=1时，将关闭均衡
- 3、芯片进入SLEEP态，将关闭均衡

9.20 充放电MOSFET控制

9.20.1 充电

通过寄存器CF位设置为1，可进入Charge status，通过CHG PIN开启片外充电 MOSFET

9.20.2 预充电

预充电分为自主控制方式和主机控制方式，且由ENPRCF决定

自主控制方式下预充电可分成模式0、模式1，且由PRCHG_MOD决定

预充电管开启时，充电管须处于关闭状态！

9.20.2.1 主机控制方式

寄存器{ENPRCF, PRCF}=2' b11，预充电管开启；

寄存器{ENPRCF, PRCF}=2' b10，预充电管关断；

9.20.2.2 自主控制方式

表9.2 自主控制方式

方式0	方式1
<p>ENPRCF=0且PRCHG_MOD=0, 工作于自主方式0 当寄存器ENPCH=1时, 开启自主方式0 模式0预充电发生的条件如下: 前提条件 (必须同时满足所有前提条件):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、PCH_BCOND0: CFETOFF PIN为低电平 2、PCH_BCOND1: 看门狗未溢出 3、PCH_BCOND2: 未发生“低压充电禁止” (即 STATUS2[15]=0) 4、PCH_BCOND3: 未发生过压保护、充电高/低温保护、充电过流保护、放电过流保护、二次过压/欠压保护 <p>当同时满足上述所有前提条件PCH_BCOND*时, 且满足下面条件时, 预充电管开启:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、PCH_OCOND0: 发生欠压保护时, 任意电芯电压低于预充电开启电压VPRCHG[12:0], 且持续时间超过预充电延时TPRCHG[2:0] <p>发生预充电时, 触发中断QPRCHG_INT;</p> <p>自主控制预充电管关闭条件如下 (满足任一条件即关闭预充电管):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、PCH_CCOND0: CFETOFF PIN为高电平 2、PCH_CCOND1: 看门狗溢出 3、PCH_CCOND2: 发生“低压充电禁止” 4、PCH_CCOND3: 发生过压保护、充电高/低温保护、充/放电过流保护、二次过/欠压保护 <p>或者上述条件均不满足, 但电芯电压高于预充电开启电压阈值VPRCH [12:0], 或者虽然低压预充电开启电压阈值VPRCH[12:0], 但持续时间小于预充电延时阈值TPRCHG[2:0];</p>	<p>ENPRCF=0且PRCHG_MOD=1时工作于方式1 当最小电芯电压小于预充电起始电压值 (PRECHG1_LST) 才启动预充电; 当最小电芯电压大于预充电结束电压值 (PRECHG1_LSP)才停止预充电, 且触发中断QPTO; 当预充电电流大于PRECHG1_CTH、且预充电时间超过寄存器PRECHG1_DLY(1~65535秒)时, 预充电也将结束, 且触发中断QPTO, 只有当QPTO被清0后, 预充电才可能重新开始 (是指满足“最小电芯电压小于预充电起始电压值”、且QPTO已经被清0)。 预充电电流小于PRECHG1_CTH或者放电时, 预充电计时器被清0; 如果PRECHARGE START VOLTAGE被设置为0, 则关闭预充电功能;</p>

9.20.3 放电

通过寄存器位DF置为1, 可进入放电状态, 通过PDSG引脚开启片外预放电MOSFET、
通过DSG引脚开启片外放电MOSFET

9.20.4 预放电

预放电功能分为主机控制模式、自主控制模式: 由ENPRDF/PRDF寄存器控制;
ENPRDF=1, 表示主机控制模式, 此时PRDF则控制预放电管的开启
PREDSG 寄存器配置预放电参数: 电压差阈值与延迟时间

- 1、预放电保持时间达到TPRDSG寄存定义的时间
- 2、BAT与PACK电压差值的绝对值小于VPRDSG[6:0]时
- 3、负载移除

注: 上述三个条件为“或”关系, 只要达到任意一个条件就判定预放电已经完成!

- 4、在预放电过程, DF与PRDF寄存器位存在2~3ms的交叠时间 (2者都为高电平)

9.21 保护功能

9.21.1 自主控制方式与主机控制方式

FETCBAL.ENCF, ENDF, ENPRDF,依次定义了Charge FET、Discharge、Predischareg FET的控制模式; EN* 位为高电平,表示主机控制模式,反之为主自主控制模式,请参考FETCBAL寄存器描述。

自主控制方式下,若没有触发异常保护态且看门狗没有溢出时,ChargeFET、DischargeFET处于开启状态

自主控制方式和主机控制方式下,当DischargeFET处于开启状态时,Pre-disichargeFET 必须处于关闭状态(且主机也无法开启Pre-dischargeFET)。

FETCBAL.ENFUS 位则控制FUSE 熔断,请参考FETCBAL寄存器描述。

保护态处于自主控制模式下,故障类别与充/放电 FET导通状态:

表9.3 故障类别与充/放电 FET导通状态

故障类别	DSGFET	CHGFET	恢复条件	备注
电芯过压保护	维持原状态	OFF	电芯电压低于过压阈值	
电芯欠压保护	OFF	维持	电芯电压高于欠压阈值	
放电短路保护	OFF	维持	负载移除之后经过一段延时,器件恢复(自主模式)	
充电过流保护	维持原状态	OFF	充电器移除;检测到放电电流;	
放电过流保护1,2级	OFF	维持原状态	负载移除,检测到充电电流	
充电过热保护	维持原状态	OFF	温度小于设定阈值	任一温度传感器中的最大值达到触发条件都会进入保护状态
放电过热保护	OFF	维持原状态	温度小于设定阈值	任一温度传感器中的最大值达到触发条件都会进入保护状态都会进入保护状态
充电低温保护	维持原状态	OFF	温度大于设定阈值	任一温度传感器中的最小值达到触发条件
放电低温保护	OFF	维持原状态	温度大于设定阈值	任一温度传感器中的最小值达到触发条件都会进入保护状态
看门狗溢出	OFF	OFF	主机通过串口设置CF/DF/PRDF为高电平,FETs才可能重新开启;	
FET体二极管过热保护	OFF	OFF		

9.21.2 自主控制方式的一级保护功能

9.21.3 自主控制方式的二级保护功能

9.22 看门狗计时功能

主要特性如下:

- 如果在一段连续时间内,没有出现有效串口通信,watchdog timer将溢出,产生中断。
- CRC使能时,若CRC错误,串口通信帧(仅适用于写操作)不会对看门狗计数器复位
- 溢出时间由SCWDT寄存器的WDT 位s设置,可配置为2秒、4秒、8秒、16秒。
- WDT寄存位0(ENWDT)为看门狗使能控制位,系统处于NORMAL时,ENWDT=1即可开启看门狗功能;

当系统处于SLEEP态，ENWDT=1且WDT[10](wdten_slp)=1，开启看门狗功能。

- 看门狗溢出时，保护行为可设置为：控制寄存器复位、关闭MCU电源regulator1、关闭FETs、关闭均衡、关机等
- 支持模式0/1

WDT counter复位方式：

- 1、充/放电起始时刻复位WDT counter
- 2、若CRC Enable，只有当串口写操作的CRC校验正确/或读取串口，才会复位WDT counter；当CRC Disable时，wr_en/rd_en将复位WDT counter
- 3、主机清除看门狗溢出中断标志位时（未设计，跟clk_si与串口时钟频率有关）

看门狗溢出中断标志位必须由host清除

寄存器WDT_MOD (SCWDT[13]):

WDT_MOD=1' b0(default): WDT溢出后的保护模式0

WDT_MOD=1' b1: WDT溢出后的保护模式1

WDTDLY: 模式0时，看门狗溢出处理延时

增加寄存器WDT_RSTREG(SCWDT[3])，该位为1，WDT溢出时复位内部配置寄存器（SCWDT，QWDT、STATUS1、STATUS2、CURR、VCELLn、ICELLn除外）

增加寄存器WDTEN_SLP(SCWDT[10])，该位为1、且ENWDT=1时，SLEEP状态下开启WDT

增加寄存器WDTLDO_OFF（SCWDT[15]），该位为1时，WDT溢出后将关闭regulator1（停止向MCU供电）；

增加寄存器WDTSHN(SCWDT[14])，该位为1时，WDT溢出后芯片将进入SHUTDOWN状态

增加寄存器WDTCBL(CWDT[12])，该位为1时，WDT溢出后关闭电池均衡

如果WDT_RSTSI为1，看门狗溢出时则复位串口

9.2.2.1模式0

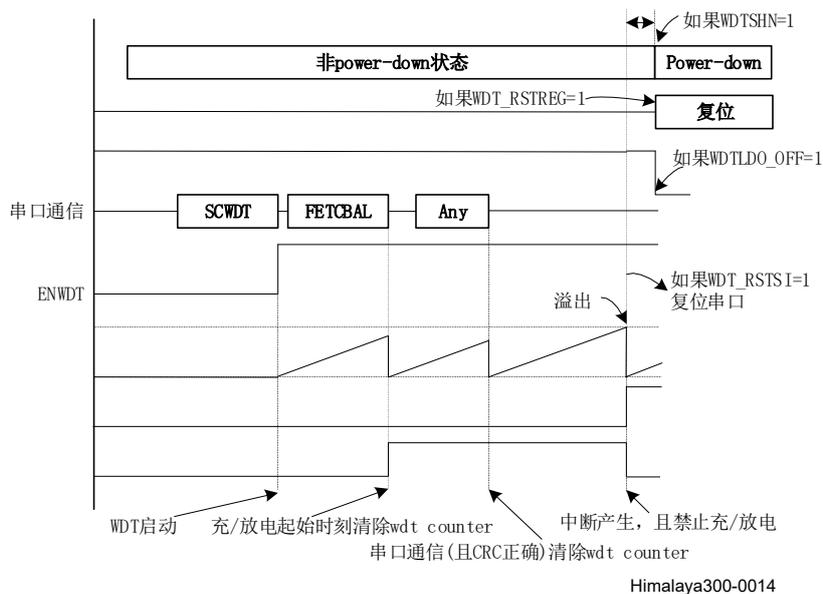


图9.8 保护模式0

保护模式0：出现看门狗溢出之后，禁止充/放电、如果WDTLDO_OFF=1则关闭regulator1（停止向MCU供电）、如果WDT_RSTREG=1则复位内部寄存器（SCWDT，QWDT、STATUS1、STATUS2除外）、如果WDTSHN=1则进入SHUTDOWN状态；若WDTCBL=1则关闭电池均衡

上述溢出处理与溢出时刻点之间的延时可通过WDTDLY配置，若WDTDLY=0，则立刻处理；若WDTDLY=1，则延时100ms再处理

9.22.2模式1

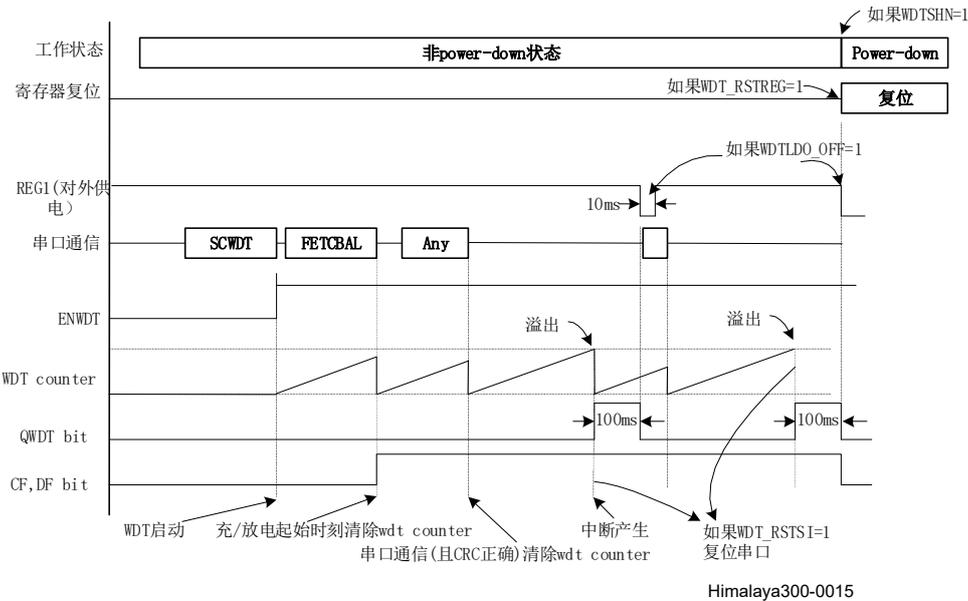


图9.9 保护模式1

保护模式1：看门狗第一次溢出之后延迟100ms左右，如果WDTLDO_OFF=1则关闭regulator1约10ms之后重新打开，若第二次出现看门狗溢出，延时100ms之后禁止充/放电、如果WDTLDO_OFF=1则关闭regulator1（停止向MCU供电）、如果WDT_RSTREG=1则复位内部寄存器（SCWDT，QWDT、STATUS1、STATUS2除外）、如果WDTSHN=1则进入SHUTDOWN状态、如果WDTCBL=1则关闭电池均衡

9.22.3看门狗使用步骤

9.23 充放电电子锁功能

CFETOFF引脚设置为输入属性(GPO[15]=0)，且为高电平时，强制关断充电管CFET；
DFETOFF引脚设置为输入属性(GPO[12]=0)，且为高电平时，强制关断放电管DFET；

9.24 中断功能

当发生保护、状态转换时，芯片触发中断输出，59种中断类型如下：

表9.4 59种中断类型

编号	中断内容描述
1	放电过流保护状态1退出
2	放电过流保护状态1进入
3	充电过流保护状态退出
4	充电过流保护状态进入
5	欠压保护状态退出

编号	中断内容描述
6	欠压保护状态进入
7	过压保护状态退出
8	过压保护状态进入
9	SLEEP唤醒到NORMAL态
10	进入SLEEP态
11	Reserved
12	Reserved
13	库伦计积分完成
14	所有电压测量完成
15	单次电流值CURR测量完成
16	芯片初始化完成
17	进入SHUTDOWN
18	预充电完成
19	数字core电源vdd2v7过压
20	电流ADC过载
21	放电低温抑制保护态退出
22	放电低温抑制保护态进入
23	充电低温抑制保护态退出
24	充电高温抑制保护态进入
25	放电高温抑制保护态退出
26	放电高温抑制保护态进入
27	充电高温抑制保护态退出
28	充电高温抑制保护态进入
29	短路保护态退出
30	短路保护态进入
31	放电过流保护状态2 退出
32	放电过流保护状态2进入
33	充电禁止中断
34	电池均衡完成
35	检测到负载移除
36	检测到充电器移除
37	检测到充电器连接
38	检测到电芯开路
39	检测到AFE满足均衡条件
40	Fuse熔断
41	检测到DFET管失效
42	检测到CFET管失效
43	检测到NTC1~4过温
44	检测到二级放电过流保护
45	检测到二级充电过流保护
46	检测到二级欠压保护
47	检测到二级过压保护
48	检测到芯片过热
49	检测到测量状态机异常
50	CIC自检完成
51	OTP(efuse) CRC校验错误
52	OTP(efuse) 编程结束
53	充电器连接/移除检测超时中断
54	负载移除检测超时中断
55	自主模式电芯均衡超时中断

编号	中断内容描述
56	看门狗溢出中断
57	预放电完成
58	预充电模式0开始
59	预充电模式1结束

注：Host通过串口向INT_REQ*寄存器相应位写'0'操作，可清除上述中断标志位

9.25 仓储模式

RST_SHUT PIN实现一键SHUTDOWN模式，仓储及运输过程尽量减少电芯能耗

10 通信

10.1 SPI

OSC频率为512KHz时，SPI时钟最高频率1MHz

支持单word读/写操作、连续读/写操作

10.1.1 SPI工作方式

仅支持SPI slave Mode0

10.1.2 SPI数据传输格式

支持单字节访问、连续数据访问

10.1.3 SPI传输模式和时序图

10.1.4 SPI传输协议

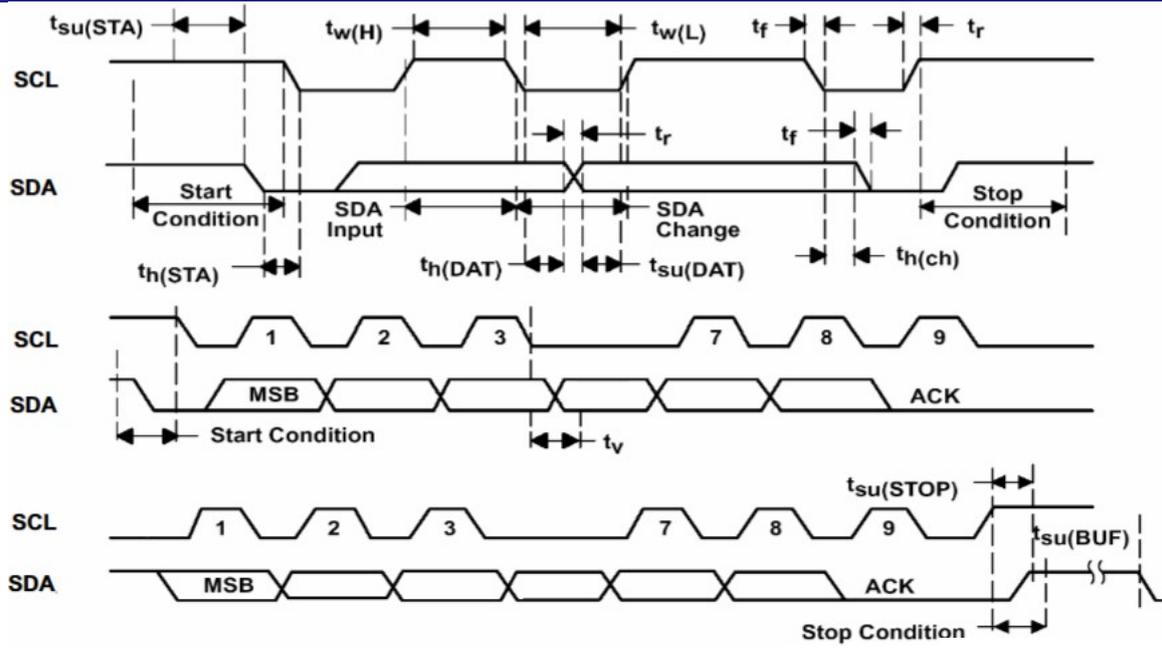
10.2 I2C

仅支持slave模式，支持单word读/写操作、连续读/写操作

OSC频率为512KHz时，I2C时钟最高频率1MHz

表10.1 I2C兼容接口数据

I2C兼容接口		最小值	典型值	最大值	单位
V _{IL}	低电平输入电压			REG1×0.25	V
V _{IH}	高电平输入电压		REG1×0.75		V
V _{OL}	低电平输出电压			0.20	V
t _f	SCL,SDA下降时间			0.40	
V _{OH}	高电平输出电压	N/A		N/A	V
t _{HIGH}	高电平脉冲宽度	4.0			μs
t _{LOW}	低电平脉冲宽度	4.7			μs
t _{SU, STA}	启动条件设置	4.7			μs
t _{HD, STA}	在第一个时间脉冲生成后， 启动条件下的保持时间	4.0			μs
t _{SU, DAT}	数据建立时间	250			ns
t _{HD, DAT}	数据保持时间	0			μs
t _{SU, STO}	停止条件设置	4.0			μs
t _{BUF}	停止和启动之间的 I2C 总线空闲时间	4.7			μs
t _{VD, DAT}	时钟低电平到有效数据时间			900	ns
t _{HD, DAT}	时钟低电平后数据输出保持时间	0			ns
f _{SCL}	时钟频率	0		1	MHz



Himalaya300-0016

图10.1 时序图

10.2.1 I2C工作方式

仅支持I2C slave

10.2.2 I2C数据传输格式

支持单字节访问、连续数据访问

10.3 CRC验证

串口通信支持CRC，支持CRC8的 多项式为: $G(x)=x^8 + x^2 + x + 1$,初始值为0

11 安全/可靠性机制

11.1 OTP(efuse)修改权限

采取5-位控制位(OTPCAPT[5:1]), 降低出错概率

仅当OTPCAPT[5:1]=5'b00000时,OTP(efuse) 才可能被修改

若当前位存储值为1, 则OTP(efuse) 编程时将跳过该位

11.2 OTP(efuse) CRC校验

芯片内部会对OTP(efuse)存储数据进行完整性检测

11.3 芯片过热保护

保护模式0与模式1并存

11.3.1 芯片过热保护模式0

芯片过热保护模式0的使能位SETDOT[15]为高电平、且必须开启电压测量(envc=1)、且需满足sld_mode=0或者sld_mode=1且sld_sel=2'b00, 则开启模式0的保护功能。

数字端则采用较为精确的powerdown机制: 根据自检信号vbe (VSELFDET0) 测量值进行判断: 当VSELFDET0 小于阈值且满足延时, 判断为过热, 之后根据寄存器dotact[20]:的值, 执行以下相应动作:

若dotact [0]=1, 触发pwrndn高电平, AFE powerdown

若dotact [1]=1, 关闭电池均衡均衡

若dotact [2]=1, 关闭REG1 (向片外供电电源)

模式0的中断int_req4[10], 状态位STATU3[10]

11.3.2 芯片过热保护模式1

当模拟端检测到芯片过热时, 输出otj高电平;

模拟输出信号otj为高电平宽度大于15.6μs时表示检测到过温, otj将导致数字输出信号pwrndn为高电平, 芯片powerdown

芯片过热保护模式1的使能位SETDOT[14]为高电平时, 开启该模式

模式1没有中断标志和状态位。

11.4 数字电源过压保护功能

根据数字电源电压DVDD比较结果对AFE进行保护处理

11.5 测量状态机异常保护

当状态机出现异常跳转时则复位测量状态机

12 寄存器说明

详情请联系英彼森。

13 应用指南

13.1 应用图

请参考EVM电路图：

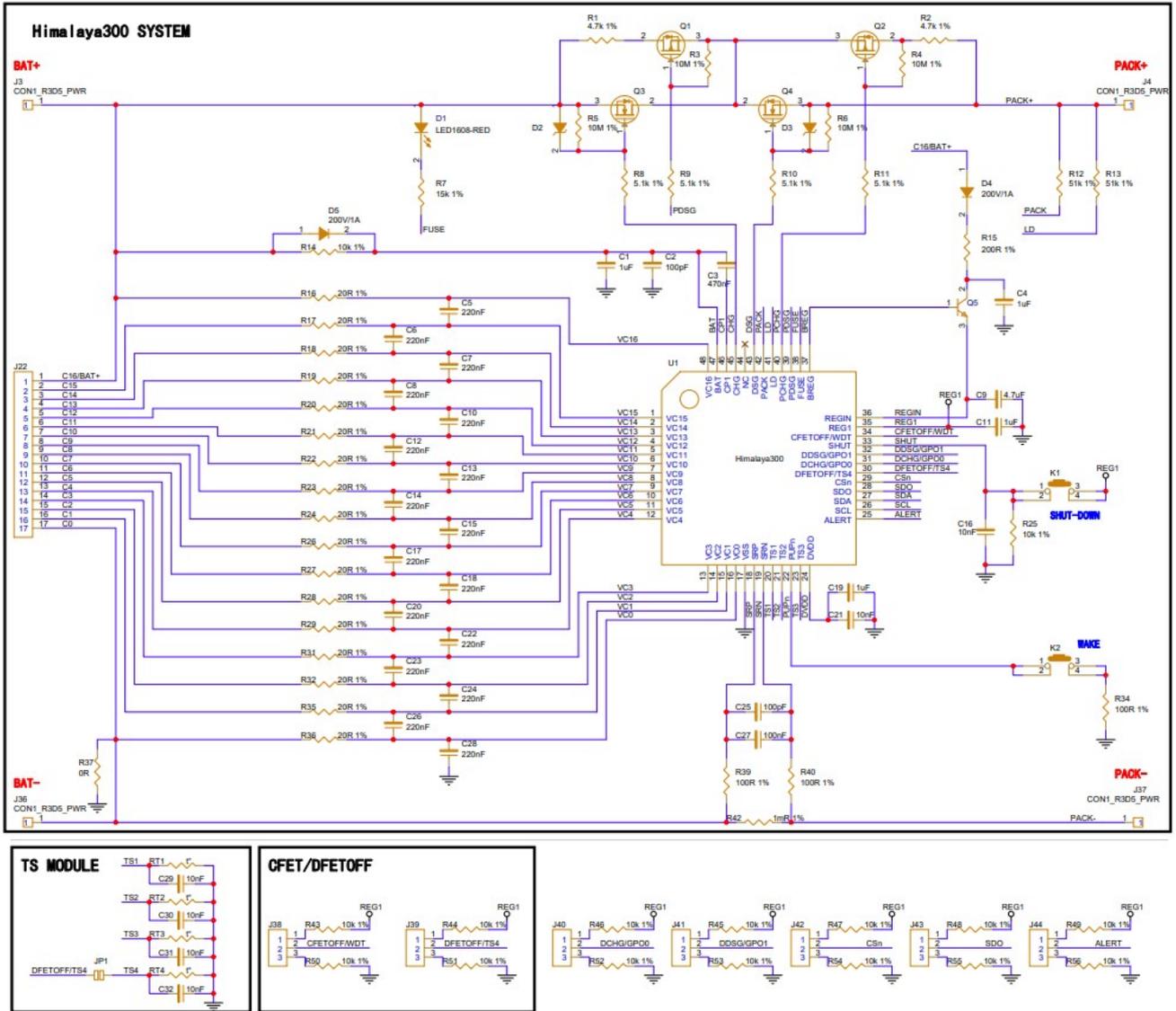


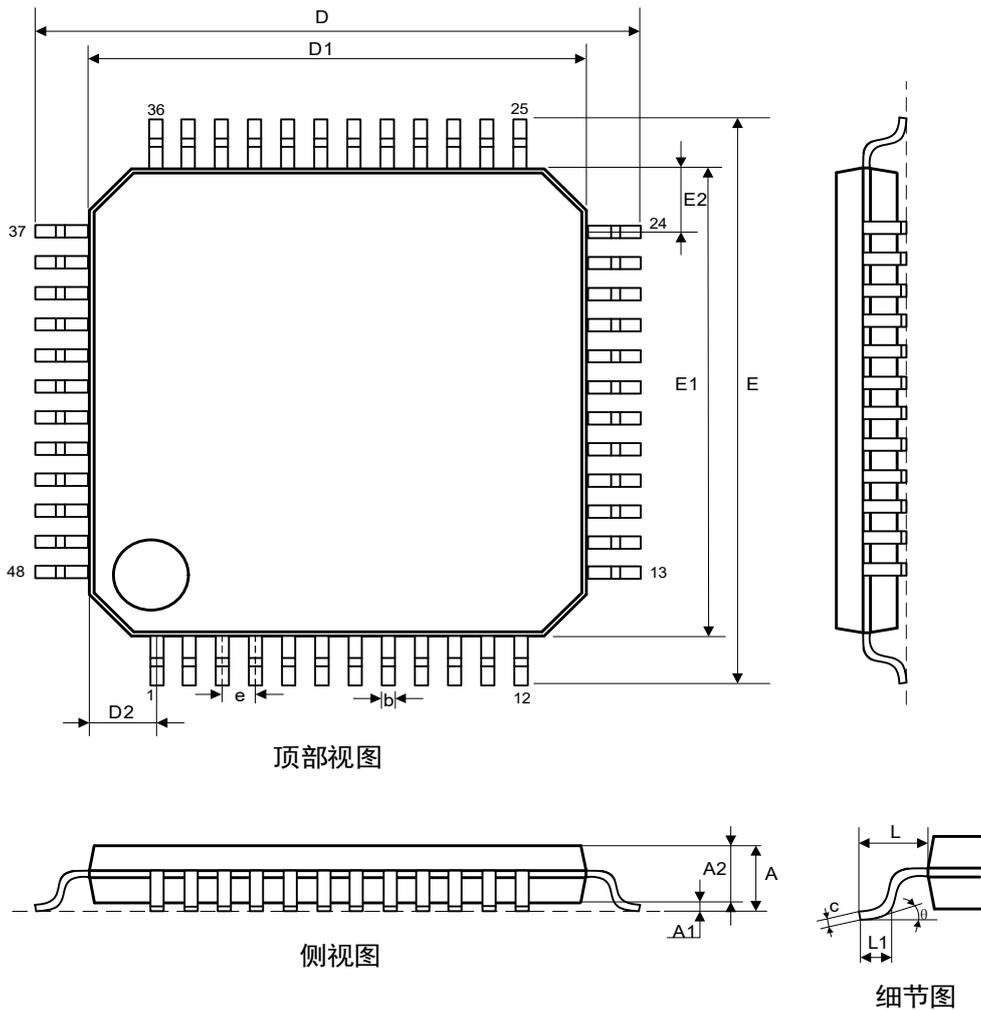
图13.1 应用图

Himalaya300-0017

13.2 应用图

13.2.1 电池连接

14 封装



Himalaya300-0018

图14.1 Himalaya300 TQFP48封装尺寸
表14.1 Himalaya300 TQFP48封装尺寸参数(单位: mm)

尺寸 标注	最小	标准	最大	尺寸 标注	最小	标准	最大
A	-	-	1.2	E	8.80	9.00	9.20
A1	0.05	0.10	0.20	E1	6.90	7.00	7.10
A2	-	1.0	-	E2	-	0.75	-
b	0.15	0.20	0.25	e	-	0.50	-
c	0.10	0.15	0.20	L	-	1.00	-
D	8.80	9.00	9.20	L1	0.40	0.50	0.60
D1	6.90	7.00	7.10	θ	0°	-	8°
D2	-	0.75	-				

15 订货信息

表 15.1 产品订货信息

产品型号	订货号	封装	包装	MSL	工作环温
Himalaya300	TBC	TQFP48	Tray	TBC	-40℃~105℃