

PB5100 简要说明

版本：V2.0

版本历史

版本	日期	描述
V0		初版
V0.1	2023/06/25	工作电压、引脚信息及脚位图更改
V1.0	2023/06/28	电路图更新，内容更新
V1.1	2023/07/04	寄存器修订
V1.2	2023/09/12	正式版
V1.3	2024/03/25	功能描述，内容更新及修正寄存器
V1.4	2024/06/21	功能描述，内容更新及修正寄存器
V1.5	2024/07/08	修正功能描述
V2.0	2024/12/06	文档格式化，更新部分功能描述

目 录

1	功能简介	5
2	应用领域	5
3	产品描述	5
4	产品描述	5
5	管脚定义	6
5.1	脚位图	6
5.2	脚位功能描述	6
6	内部框图	8
7	电气参数规格	9
7.1	极限电气参数	9
7.2	推荐工作范围	9
7.3	电气参数规格	9
8	典型工作特性	15
9	运行模式	16
9.1	模式切换	16
9.1.1	工作模式	16
9.1.2	关断模式	17
9.1.3	睡眠模式	17
9.1.3.1	PF 故障充电器唤醒流程	17
9.2	软硬件方式	18
9.3	自主管理	19
10	功能描述	21
11	寄存器列表及定义	21
12	应用指引	21
12.1	典型应用电路	21
12.2	功能设计	22
12.2.1	PB5100 功能图	22
12.2.2	MTP 操作	22
12.2.3	模式说明	22
12.2.4	寄存器操作模式	23
12.2.5	通信接口	23
12.2.6	保护系统	23
12.2.7	中断系统	23
12.3	减少电芯串联数量应用规则	24
12.3.1	高串短接	24
12.3.2	铜排跳串	24

12.4	注意事项	24
12.5	PCB 布线指引	24
13	包装	26
13.1	包装和器件机械尺寸	26

1 功能简介

工作电压范围：6-55V：PB5100

工作温度范围: $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$

- 深睡模式功耗: 5 μ A (数据保持)
- 工作模式功耗: 40-130 μ A

支持 4-10 串电芯, 5 个用于热敏电阻或外部电压测量的辅助模拟输入

电压和快速电流高精度测量:

16bit VADC

- $\pm 3\text{mV}$ @ 25°C , $V_{\text{cell}}=3.6\text{V}$
- $\pm 7\text{mV}$ @ $-20\sim 85^\circ\text{C}$
- $\pm 12\text{mV}$ @ $-40\sim 125^\circ\text{C}$

16bit 电流积分 CADC

- 250mS 库仑计电流测量
支持长时间电流积分
- $\pm 8\mu\text{V}$ @ 25°C

丰富的均衡功能

- 基于电芯单元压差的自动均衡策略
- DSG, CHG, PCHG, PDSG 独立驱动
- 自动保护恢复策略
- 自动预充预放策略
- 充电器检测功能, 负载检测功能
- 支持 AFE 独立保护模式
- 支持静置状态下低功耗保护策略
- 小电流唤醒和充电器插入唤醒
- 最快 600KHz 的 I2C 通信, 独立中断引脚
- 数据测量自动调度
- 系统保护
- 电芯过压、欠压保护、锁定
- 充电高低温保护
- 放电高低温保护
- MOS 高温保护
- 充电过流保护
- 放电过流一级、二级、三级保护
- 放电短路保护、锁定
- 看门狗保护
- 系统故障检测
- 电芯低电压二次保护
- 测量线开路检测
- MOS 故障检测
- 电池包电压失配检测

2 应用领域

PB5100 是一款应用于锂电池管理系统 (battery management system, BMS) 的高精度模拟前端 (Analog front end, AFE) 芯片, 可广泛应用于电动工具、便携

储能、家用电器供电系统、锂/钠电池等 4~10 串电芯 BMS 系统中。

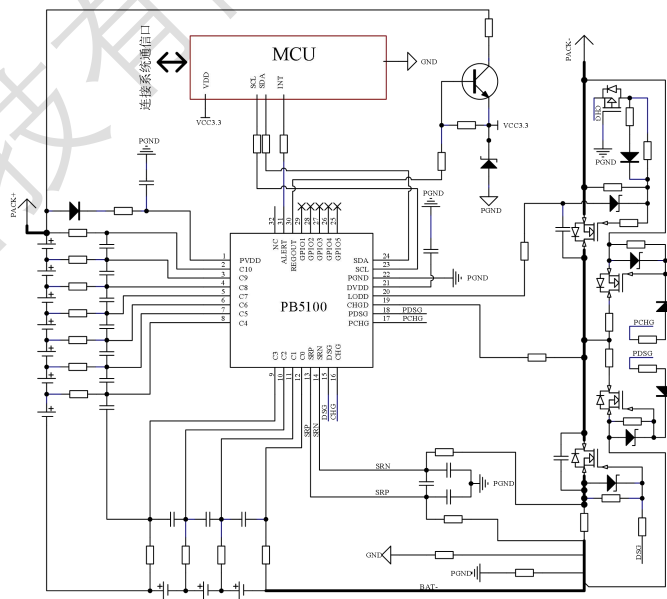
3 产品描述

PB5100 为多串锂电池管理芯片, 可支持 4~10 串电芯应用。用于执行电池组的测量 (单元电压, 电流, 电池组温度), 保护 (控制充放电 MOS) 和均衡功能。单节电芯单元电压测量范围 0-5V, 适用于大多数锂电池。

内置 VADC 模块, 提供电压、温度测量。内置 CADC 模块用于采集电流, 用于库仑计方式的高精度 SOC 计量。同时提供多种电流, 电压, 温度, 充放电保护, 提供 4 个充放电 MOS 控制引脚。

支持多单元均衡同时开启，支持多种智能均衡方式。

系统内部提供强大的自动调度系统,包含了配置定时测量和实时保护,通过中断引脚上报 MCU,可极大的节省系统资源和功耗。提供多种低功耗睡眠模式。静置状态下,过流、短路保护等功能继续工作,可自动检测电流和充电器插入,进入正常工作模式。深睡眠模式下,可做到极低功耗的系统状态保持。



4 产品描述

产品编号	封装	最小包装
PB5100	QFN32 (QFP32)	TBD

5 管脚定义

5.1 脚位图

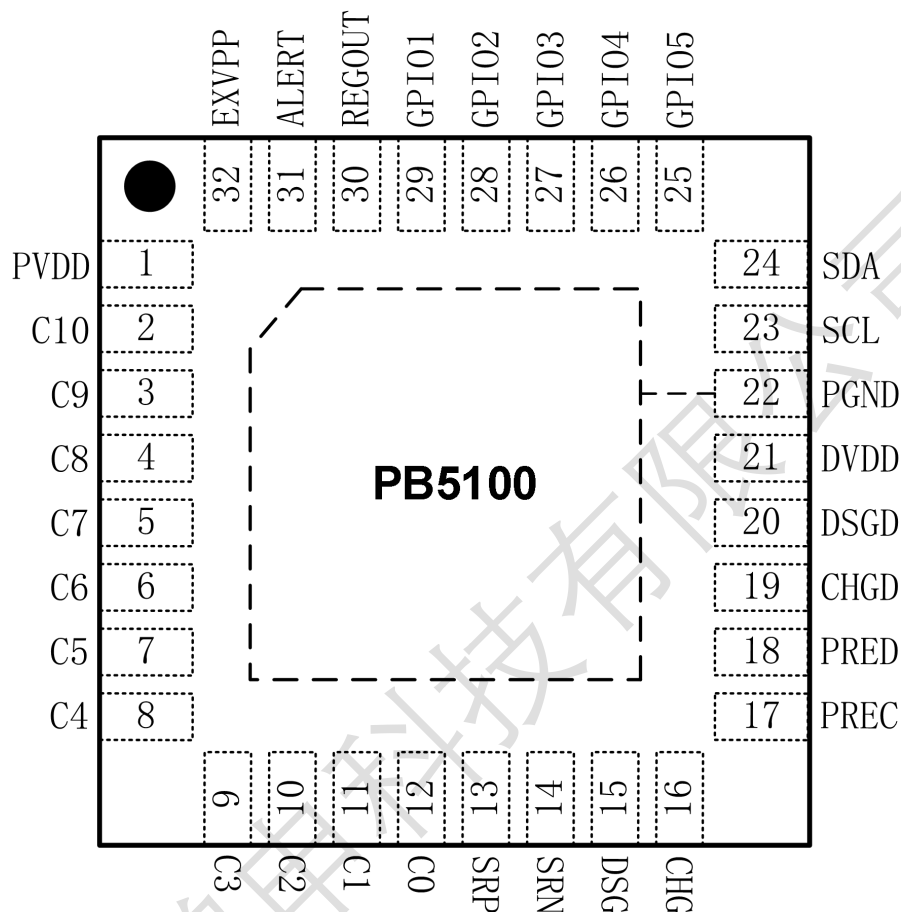


图 5.1- 1 PB5100 脚位图

PB5100 采用 QFN32 封装, PVDD 为电源引脚, PGND 为电源地, DVDD 为内部电源引脚。PVDD, DVDD 对 PGND 外接退耦电容。Cn 为各电芯单元连接接口。GPIO1-5 可复用为外部温敏检测信号或外部电压测量信号输入端。SRP 和 SRN 引脚为电流检测电阻的接入端点。DSG, PCHG, PDSG, CHG 为充放电 MOS 的驱动引脚, 可提供 12V (TYP) 驱动电压。LODD 为负载检测输入引脚, CHGD 为外部充电器检测输入引脚。PB5100 底部金属皮内部与 PGND 引脚直接相连, 推荐 layout 上直接相连。

REGOUT 引脚提供 MCU 供电电压的线性电源, 最大 30mA 负载能力。SCL, SDA 为 I2C 通讯的接口。ALERT 为 AFE 中断输出引脚, 同时可作为外部保护输入脚。

5.2 脚位功能描述

引脚定义列表如下:

表 5.2-1 PB5100 引脚功能描述

引脚		功能	描述
编号	名称		
1	PVDD	Power	高压直流供电正输入管脚，连接所测量电芯的最高电压点
2	C10	Input	电芯单元 10 的正极连接端口
3	C9	Input	电芯单元 9 的正极连接端口，电芯单元 10 的负极连接端口
4	C8	Input	电芯单元 8 的正极连接端口，电芯单元 9 的负极连接端口
5	C7	Input	电芯单元 7 的正极连接端口，电芯单元 8 的负极连接端口
6	C6	Input	电芯单元 6 的正极连接端口，电芯单元 7 的负极连接端口
7	C5	Input	电芯单元 5 的正极连接端口，电芯单元 6 的负极连接端口
8	C4	Input	电芯单元 4 的正极连接端口，电芯单元 5 的负极连接端口
9	C3	Input	电芯单元 3 的正极连接端口，电芯单元 4 的负极连接端口
10	C2	Input	电芯单元 2 的正极连接端口，电芯单元 3 的负极连接端口
11	C1	Input	电芯单元 1 的正极连接端口，电芯单元 2 的负极连接端口
12	C0	Input	电芯单元 1 的负极连接端口
13	SRP	Input	电流检测正端（接电池负极）
14	SRN	Input	电流检测负端
15	DSG	Output	放电 MOS 驱动
16	CHG	Output	充电 MOS 驱动
17	PCHG	Output	预充电 MOS 驱动
18	PDSG	Output	预放电 MOS 驱动
19	CHGD	Input	充电器检测输入引脚
20	LODD	Input	负载检测引脚
21	DVDD	Power	模拟电源输出引脚，需要外接退耦电容到 DGND
22	PGND	Ground	高压直流供电负输入，连接所测量电芯最低电压点
23	SCL	Input/Output	串行时钟线（开漏输出）
24	SDA	Input/Output	串行数据线（开漏输出）
25	GPIO5	Input/Output	通用输入输出引脚 5
26	GPIO4	Input/Output	通用输入输出引脚 4
27	GPIO3	Input/Output	通用输入输出引脚 3
28	GPIO2	Input/Output	通用输入输出引脚 2
29	GPIO1	Input/Output	通用输入输出引脚 1
30	REGOUT	Output	内部 LDO 输出，强下拉可复位 AFE
31	ALERT	Output	中断输出引脚
32	NC	NC	NC

6 内部框图

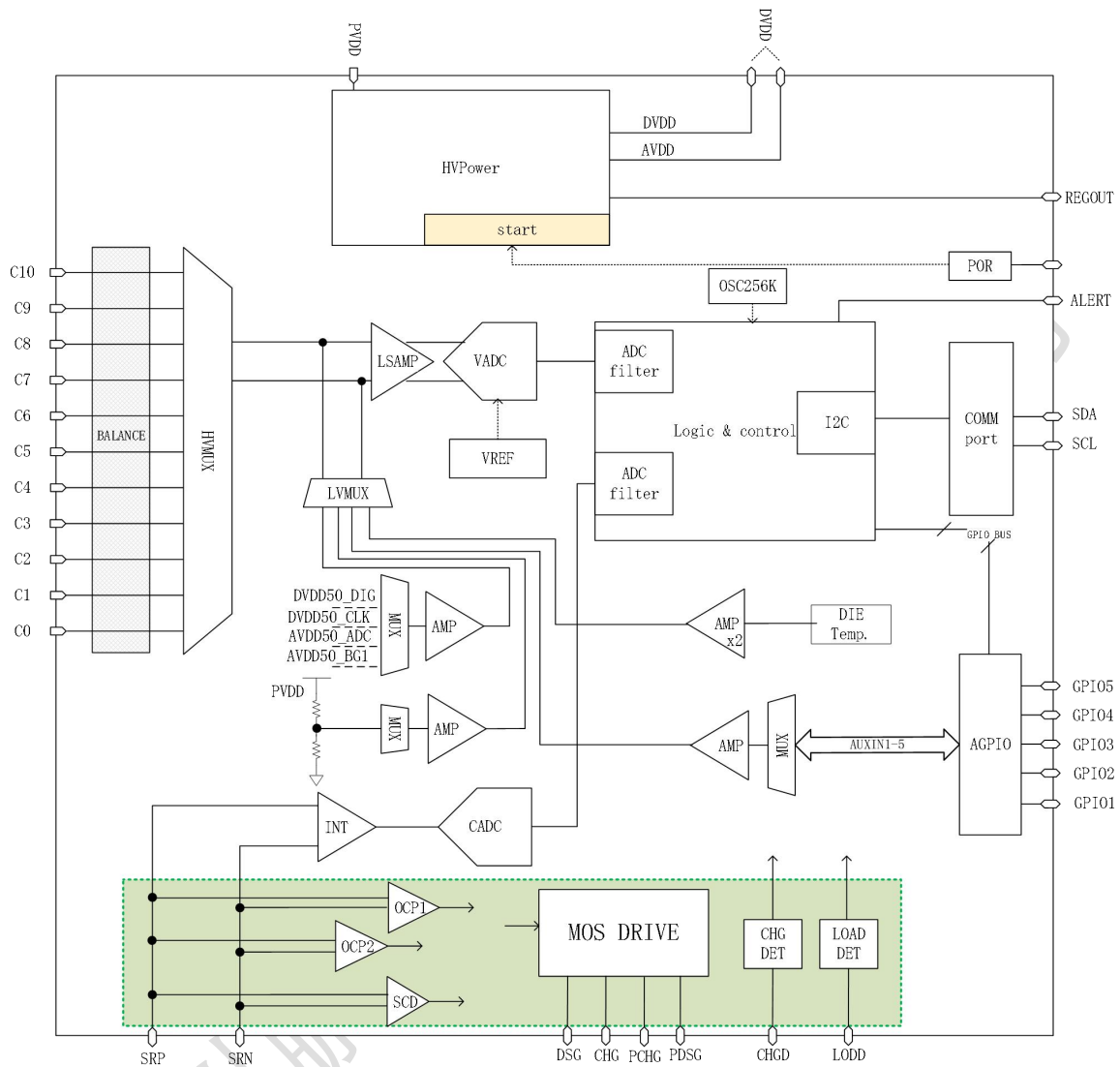


图 6- 1 PB5100 内部框图

7 电气参数规格

7.1 极限电气参数

端口	说明	最小值	最大值	单位
PVDD	$V_{PVDD} - V_{PGND}$	6	55	V
C_n	$V_{Cn} - V_{Cn-1}, n=1-10$	-0.5	10	V
AUX 输入电压	$V_{AUX} - V_{PGND}$	-0.5	5.5	V
电流采样电压	$V_{SRP} - V_{SRN}$	-500	500	mV
MOS 驱动输出	CHG, DSG, PDSG, PCHG	-0.5	20	V
REGOUT		-0.5	5.5	V
数字信号	SDA, SCL, ALERT GPIO(n=1,2...5)	-0.5	5.5	V
其它端口	DVDD, CHGD, LODD, SPR, SRN	-0.5	5.5	V
工作温度		-40	125	°C
存储温度		-65	150	°C
焊接温度	持续时间 10S		300	°C
ESD HBM			2	kV
ESD CDM			500	V

7.2 推荐工作范围

信号	说明	最小值	最大值	单位
总电源电压	$V_{PVDD} - V_{PGND}$	6	55	V
电芯单元电压	$V_{Cn} - V_{Cn-1}, n=1-10$	-0.5	5	V
AUX 输入电压	$V_{AUXIN} - V_{PGND}$	0.5	3.3	V
电流输入	$V_{SRP} - V_{SRN}$	-230	230	mV
MOS 驱动输出	CHG, DSG, PCHG, PDSG	0	14	V
REGOUT 输出	可配置 3.3V/5V	0	5.5	V
数字信号输入	SDA, SCL, ALERT	0	3.6	V
数字信号输出	GPIO(n=1,2...5), ALERT	0	3.6	V
工作温度		-40	85	°C

7.3 电气参数规格

以下电气特性，均在 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 测量

工作电流						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位

I_{PVDD}	工作模式	常规状态：250mS 测量间隔，CADC 开启		80		μA
		静置状态：1S 测量间隔，CADC 开启		40		μA
	睡眠模式	数据保持		5		μA
VADC 电压/外部测量						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{RANGE}	测量范围		-0.5		5	V
V_{LSB}	LSB			100		μV
V_{ACC1}	测量精度	$T_A=25^{\circ}C$ $V_{cell}=3.6V$	-3		3	mV
		-20~ 85 $^{\circ}C$	-7		7	mV
		-40~125 $^{\circ}C$	-12		12	mV
T_{VADC}	单通道采样时间			6.2		mS
CADC 电流积分						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
$RANGE_{CC}$	测量范围	配置 CADC incapsel [7:6]=0	-250		250	mV
$RANGE_{CC}$	测量范围	配置 CADC incapsel [7:6]=1	-125		125	mV
$RANGE_{CC}$	测量范围	配置 CADC incapsel [7:6]=2	-62.5		62.5	mV
LSB_{CC}	LSB	-62.5mV-62.5mV 配置 CADC INCAPSEL =2		1.953		μV
		-125mV-125mV 配置 CADC INCAPSEL =1		3.906		μV
		-250mV-250mV 配置 CADC INCAPSEL =0		7.8125		μV
T_{CC}	转换时间			250		mS
CC_{INL}	积分非线性误差			± 2		LSB
芯片内部温度						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DIE25}	对应温度的电压	$T_A=25^{\circ}C$		2043		mV
$V_{DIEDRIFT}$	温度漂移			-5.897		mV/ $^{\circ}C$
T_{THM_SHUT}	热关断温度			120		$^{\circ}C$
T_{THM_RECV}	热恢复温度			110		$^{\circ}C$
外部供电						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{REGOUT}	REGOUT 电压	LDO 配成 3.3V 输出		3.3		V
I_{REGOUT}	REGOUT 电流限制				40	mA
REG_{LOAD}	负载线性度	$0.01mA < I_{LOAD} < 30mA$			100	mV
REG_{LINE}	电压线性度	$5.5V < VDD < 36V$, $I_{LOAD} < 25mA$			20	mV
温漂		-40 $^{\circ}C$ ~ 85 $^{\circ}C$			30	mV
V_{REGRST}	REGOUT 复位电压	REGOUT 复位功能开启		1.5		V
注释：在 PVDD 在 5.5V 及以上时，可以保证 REGOUT 有最大 30mA 的输出能力						
注释：REGOUT 可以配成输出 5V 模式，请咨询 FAE						

注释：当负载电流超过 I_{REGOUT} 时，系统会锁定在最大电流，此时不能保证输出电压

注释：REGOUT 复位功能开启时，当 REGOUT 被拉到 V_{REGRST} 以下，芯片发生复位

内部供电

参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DVDD}	DVDD 电压			3.3		V

MOSFET 驱动

参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{MOS_ON}	MOS 驱动电压	CHG, DSG, PDSG, PCHG	8	12	14	V
T_{MOS_ON}	上拉开启时间	负载电容 20nF		25		μ S
T_{MOS_OFF}	下拉关闭时间	负载电容 20nF		25		μ S
R_{CHG_OFF}	CHG 关闭阻抗			130		Ω
R_{DSG_OFF}	DSG 关闭阻抗			130		Ω

过压保护

参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OV}	过压保护阈值	配置 THR_OV_SET	0	4.2	5	V
V_{OVR}	过压恢复阈值=过压保护阈值-过压保护恢复迟滞	配置 HYS_OV 配置过压保护恢复迟滞	0	0.2	4.0	V
N_{OV}	过压保护延迟计数	配置 PRT_DLY_OV	1	3	15	次

过压保护恢复延迟计数

参数	说明	测试条件	固定值			单位
N_{OVR}	过压保护恢复延迟计数		15			次

过压锁定

参数	说明	测试条件	固定值			单位
N_{OVL}	过压锁定触发计数次数		4			次
T_{OVLr}	过压锁定报警恢复延时 (充电器移除)		1			S

欠压保护

参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{UV}	欠压保护阈值	配置 THR_UV_SET	0	2.8	5	V
V_{UVR}	欠压恢复阈值=欠压保护阈值+欠压保护恢复迟滞	配置 HYS_UV 配置欠压保护恢复迟滞	0	0.2	4.0	V
N_{UV}	欠压保护延迟计数	配置 PRT_DLY_UV	1	3	15	次

欠压保护恢复延迟计数

参数	说明	测试条件	固定值			单位
N_{OVR}	欠压保护恢复延迟计数		15			次

放电过流保护

参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OCD3}	放电过流保护阈值 3	配置 PROT_THRSSEL =0 配置 THR_OCD3	10	100	200	mV
V_{OCD2}	放电过流保护阈值 2	配置 PROT_THRSSEL =0 配置 THR_OCD2	10	80	200	mV

V_{OCD1}	放电过流保护阈值 1	配置 PROT_THRSSEL =0 配置 THR_OCD1	0	28	124	mV
V_{OCD3}	放电过流保护阈值 3	配置 PROT_THRSSEL =1 配置 THR_OCD3	5	50	100	mV
V_{OCD2}	放电过流保护阈值 2	配置 PROT_THRSSEL =1 配置 THR_OCD2	5	40	100	mV
T_{OCD3}	放电过流保护延迟时间 3	配置 DLY_OCD3	10	40	1280	mS
T_{OCD2}	放电过流保护延迟时间 2	配置 DLY_OCD2	10	40	1280	mS
T_{OCD1}	放电过流保护延迟时间 1	配置 DLY_OCD1	250	875	63750	mS
放电过流锁定						
参数	说明	测试条件	固定值			单位
N_{OCDL}	放电过流锁定触发计数次数		4			次
T_{OCDLR}	放电过流锁定报警恢复延时（负载移除）		2			S
放电短路保护						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{SCD}	放电短路保护阈值	配置 PROT_THRSSEL =0 配置 THR_SCD	20	200	400	mV
V_{SCD}	放电短路保护阈值减半阈值	配置 PROT_THRSSEL =1 配置 THR_SCD	10	100	200	mV
T_{SCD}	短路保护延迟时间	配置 DLY_SCD		256	1008	μ S
放电短路锁定						
参数	说明	测试条件	固定值			单位
N_{SCDL}	放电短路锁定触发计数次数		4			次
T_{SCDLR}	放电短路锁定报警恢复延时（负载移除）		2			S
充电过流保护						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OCC}	充电过流保护阈值	配置 PROT_THRSSEL =0 配置 THR_OCC	10	40	200	mV
V_{OCC}	充电过流保护阈值	配置 PROT_THRSSEL =1 配置 THR_OCC	5	20	100	mV
T_{OCC}	充电过流保护延迟时间	配置 DLY_OCC	10	40	1280	mS
低电压二次保护						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{LVD}	低压二次欠压阈值 V_{LV} $V_{LV} = V_{OV} - V_{LVD}$ $V_{LVD} = VOL_CTRL7[12:10]$	配置 THR_LV	0	1.28	1.6	V

	*204.8mV					
预充电流保护						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{THR_PCHG}	预充电电压阈值 V_{PCHG} $V_{PCHG} = V_{THR_UV} - V_{THR_PCHG}$ $V_{THR_PCHG} = THR_PCHG * 10$ 2.4mV	配置 THR_PCHG	0	0.8	1.6	V
负载移除电流保护恢复延时						
参数	说明	测试条件	固定值			单位
T_{LOADR}	负载移除电流保护恢复延时	OCD1/2/3, OCDL, SCD, SC DL	2			s
T_{CHGD}	充电器移除电流保护恢复延时	OCC	1			s
电流保护恢复延时						
参数	说明	测试条件	固定值			单位
T_{CR}	OCD2/OCD3/SCD/OC C 保护恢复延时		16			s
	OCD1 保护恢复延时		8			s
低电压关断						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{LVSD}	低电压睡眠阈值 V_{LVP} $V_{LVP} = V_{THR_UV} - V_{LVSD}$ $V_{LVSD} = THR_LVSD * 204.8mV$	THR_LVSD	0	0.2	1.6	V
温度保护						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
T_{INTH}	芯片内部高温阈值	THR_TINTH [5:0] 配置值*25.6+1000mV	1000	1716.8	2612.8	mV
T_{OTD}	电池放电高温阈值	配置 THR_OTD	0	0.7424	3.264	V
T_{OTC}	电池充电高温阈值	配置 THR_OTC	0	0.9472	3.264	V
T_{UTD}	电池放电低温阈值	配置 THR_UTD	0	2.4192	3.264	V
T_{UTC}	电池充电低温阈值	配置 THR_UTC	0	2.4192	3.264	V
T_{OTF}	MOS 高低温保护	配置 THR_OTF	0	0.4608	3.264	V
ALERT 引脚						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{ALERT_OH}	ALERT 输出高	ALERT 外部上拉	2.5			V
V_{ALERT_OL}	ALERT 输出低	$I_{OL} = 1mA$, ALERT 外部上拉			0.6	V
V_{ALERT_IH}	ALERT 输入高		2.5		3.6	V
V_{ALERT_IL}	ALERT 输入低	ALERT 外部下拉	-0.3		0.6	V
中断类型	0: 1ms 低脉冲 1: 持续低电平	INT_TYPE		0		
* V_{PUP} 为外置 ALERT 上拉电源电压						
充电器/负载/小电流检测						

参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{CHGD}	CHGD 检测电压	CHG 驱动关闭		-400		mV
V _{CHWK}	CHGD 唤醒电压	芯片处于关机模式			1500	mV
V _{LODD}	LODD 检测电压	DSG 驱动关闭		1.5	1.7	V
R _{LODD}	LODD 内部下拉电阻			10M		Ω
V _{IDET}	小电流检测电压	CMPCD_VTHSEL =3		2.5		mV
均衡						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
R _{BL}	均衡内阻	端口均衡 MOS 导通阻抗 Rds_on@3.3V		15		Ω
T _{BL}	手动均衡定时时间	配置 BLSW_DISC_CNT	0.	0	17	min
V _{CBLS}	静置和充电模式停止均衡电压	CHG_STOP=0		12.8		mV
		CHG_STOP=1		25.6		mV
		CHG_STOP=2		51.2		mV
V _{CBLMIN}	静置和充电状态均衡开启最小电压	配 CHG_MIN	2.0	3.8	5.2	V
V _{CBLD}	静置和充电模式均衡开启压差	CHG_DELTA=0		25.6		mV
		CHG_DELTA=1		51.2		mV
		CHG_DELTA=2		102.4		mV
		CHG_DELTA=3		204.8		mV
工作模式切换						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{POR}	上电电压	PVDD 对 PGND	8			V
T _{Wakeup}	睡眠模式唤醒时间	SLEEP_CTRL [1] = 1 睡眠模式切换到工作模式	0.9	1	1.1	mS
数字输入输出						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IL}	输入低电平	SCL,SDA,ALERT			0.6	V
V _{IH}	输入高电平	SCL,SDA,ALERT	2		4	V
V _{OL}	输出低电平	GPIO _n (n=1,2…5),SDA,SCL,ALERT			0.4	V
V _{OH}	输出高电平	GPIO _n (n=1,2…5),ALERT	2.8		3.6	V
I _{OH}	拉电流				16	mA
I _{OL}	灌电流				16	mA
I2C 通信						
参数	说明	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
F _{I2C}	时钟频率		10		600	KHZ
t _{BUF}	总线空闲间隔		4.7	-	-	μs
t _{LOW}	低电平周期		4.7	-	-	μs
t _{HIGH}	高电平周期		4.0	-	50	μs
t _{HD:DAT}	数据保持时间		300	-	-	ns
t _{SU:DAT}	数据建立时间		250	-	-	ns
t _{HD:STA}	STA 保持时间		4.0	-	-	μs

$t_{SU:STA}$	STA 建立时间		4.7	-	-	μs
$t_{SU:STO}$	STO 建立时间		4.0	-	-	μs
t_R	上升时间	$(V_{ILMAX} - 0.15V) \text{ to } (V_{IHMIN} + 0.15V)$	-	-	1000	ns
t_F	下降时间	$(V_{IHMIN} + 0.15V) \text{ to } (V_{ILMAX} - 0.15V)$	-	-	300	ns
$t_{TIMEOUT}$	超时周期		-	25	-	ms

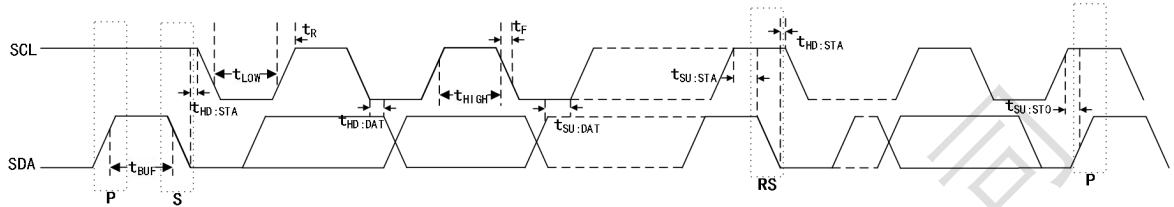


图 7.3- 1 I2C 通信电气时序图

8 典型工作特性

TBD

9 运行模式

9.1 模式切换

AFE 提供了关断模式、工作模式和睡眠模式。AFE 可通过低电压关断使能或者芯片过热使能 (0x2B[12][13]) 进入关断模式, 此种模式下所有功能模块关闭, 内部电源关闭。AFE 可以通过发送睡眠指令或者 PF 故障, 进入睡眠模式。睡眠模式下, 除了 REGOUT 模块功能和充电器唤醒功能为选配, 其它功能关闭, 内部电源保持, AFE 的寄存器依然可以被读取; AFE 可通过 Wakeup 指令退出睡眠模式, 如果充电器接入功能开启, 可通过充电器接入唤醒退出睡眠模式, 各模式之间切换如图 9.1-1 所示。

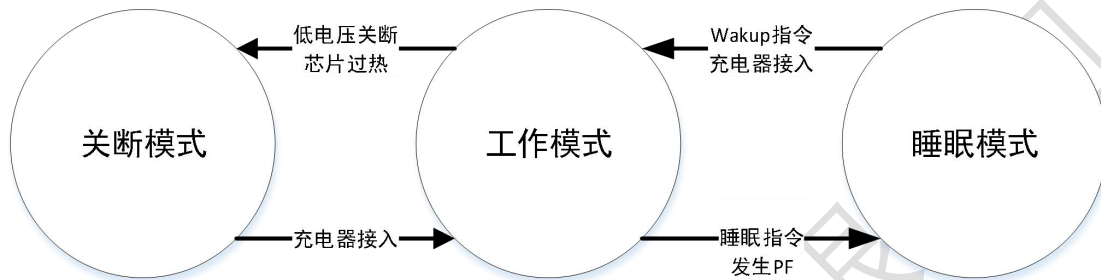


图 9.1- 1 模式切换

*注: Wakeup 指令: 对寄存器 FUNC_CMD[15:0] 写 0x8888, 芯片经过 1ms 后, 由睡眠模式进入工作模式。
睡眠指令: 对寄存器 FUNC_CMD[15:0] 写 0xE483, AFE 由工作模式进入睡眠模式。

	工作模式	睡眠模式
CADC	可选	关
VADC	可选	关
电流保护	可选	关
I2C	开	可读
均衡	可选	关
小电流唤醒	可选	关
充电器唤醒	可选	可选
MOS 驱动	可选	关
REGOUT	可选	可选
功耗	40-80uA	5uA

9.1.1 工作模式

工作模式下, 可正常通讯, 也可以进行数据测量以及调度控制等指令执行。AFE 由睡眠模式退出时候也会直接进入工作模式。

基于低功耗的需求, 工作模式下可采用一个静置状态, 采用较长时间静置状态的调度测量来获得低功耗。调度功能可参考章节 [10.2](#), 对应低功耗的静置状态参考 [10.2.4](#)。

9.1.2 关断模式

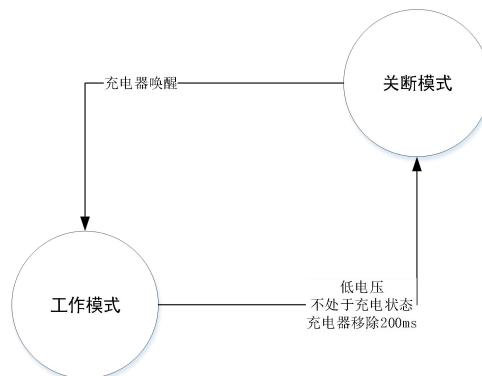


图 9.1-2 低电压关断唤醒

芯片处于关断模式，需要充电器接入把 CHGD 脚拉到 1.5V 以下，芯片进入工作模式。

系统有二种进入关断状态的方式：

- a) 发生芯片过热关断
- b) 发生低电压关断

这里以低电压关断为例：当电池严重亏电时，电压低于 LVSD 阈值(THR_LVSD)，且不处于充电状态，连续发生 16 次，就进入关断状态。系统进入关断状态后，只保留充电器接入唤醒，AFE 实现最低功耗。

充电器接入，AFE 唤醒，进入工作模式。

9.1.3 睡眠模式

系统共有三种进入睡眠模式的方式：

- a) 检测到故障，PF 故障保护发生
- b) 单体电压过低，并且不处于充电状态，触发低电压睡眠
- c) 收到睡眠命令（对配置 FUNC_CMD (0x11) 写入 0xE483）

PB5100 进入睡眠模式时将关闭 AFE 的基本功能模块，保留电源并保持寄存器配置信息，REGOUT 模块功能和充电器唤醒功能为可选。AFE 睡眠模式的退出和 AFE 唤醒可由唤醒指令或者充电器接入来触发。

睡眠指令或者低电压进入睡眠后退出睡眠模式，AFE 将继续执行睡眠前的配置和操作。

如果是 PF 故障保护进入的睡眠模式，在退出睡眠模式后，AFE 会先进行软复位，执行开机流程，加载 MTP 配置，进行开机诊断，确认没有异常后开始工作，如果软复位和诊断过程中系统异常，AFE 将再次进入睡眠模式。睡眠模式寄存器可读写，清除 PF 故障须在睡眠下进行。

系统共有三种退出睡眠模式的方式：

- a) 充电器插入唤醒
- b) 负载接入唤醒
- c) Wakeup 指令唤醒（对配置 FUNC_CMD (0x11) 写入 0x8888）

9.1.3.1 PF 故障充电器唤醒流程

系统 PF 故障保护发生后，在收到 Wakeup 指令或者充电器唤醒信号后，会先启动系统进行软复位，加载 MTP，在加载完成时发出 RST 中断，并进行开机诊断，确认无异常后开始工作。

具体流程图如下所示：

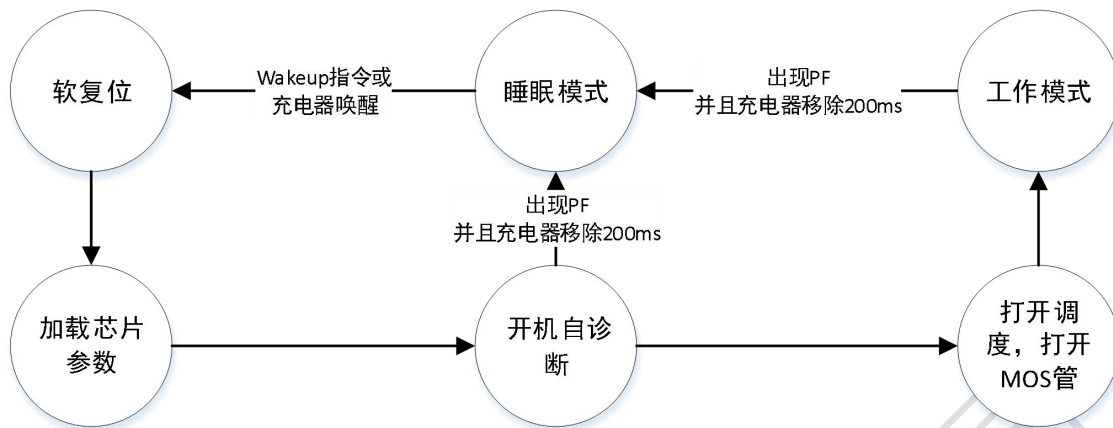


图 9.1- 2 PF 故障后 AFE 唤醒流程图

9.1.3.2 低电压睡眠唤醒流程

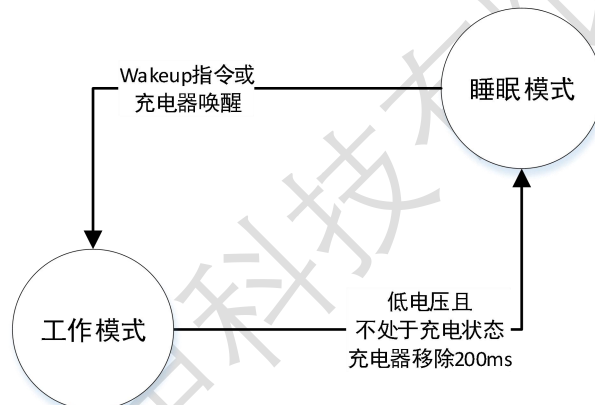


图 9.1- 3 低电压睡眠唤醒

当电池严重亏电时，会触发低电压保护，系统进入睡眠模式，AFE 实现最低功耗。

低电压保护的触发条件为，电芯电压低于低电压睡眠阈值，并且不处于充电状态，连续发生 4 次后，系统会进入睡眠模式。对于 AFE，低电压保护进入睡眠模式后，可通过 Wakeup 指令或者接入充电器唤醒，退出睡眠模式后，系统将继续原来的工作。

9.1.3.3 Wakeup 唤醒指令

AFE 系统在睡眠模式下，可采用 Wakeup 指令或者插入充电器唤醒。唤醒指令 Wakeup 的具体操作为，对寄存器 FUNC_CMD[15:0] 写 0x8888，AFE 接收到唤醒指令后，经过 1ms，可由睡眠模式进入工作模式。插入充电器唤醒，需要系统提前配置充电器检测模块功能为激活状态，否则系统无法检测充电器接入。

9.2 软硬件方式

PB5100 提供硬件保护的工作配置，通过提前烧写 MTP 寄存器对应的 HW_MODE 位为 1。AFE 再次上电后，将自动进入硬件方式。如果烧写 HW_MODE 位为 0，上电后，AFE 进入软件方式，由 MCU 来具体配置相关参数。AFE 上电复位后，先从 MTP 加载配置，判断软硬件工作方式，再按配置的工作方式开始工作。

PB5100 硬件方式下，不需要 MCU 支持，系统进入自主管理模式，可以独立完成电池系统的测量、充放电管理（包含预充预放策略）、保护、以及保护恢复。

PB5100 软件方式下，由 MCU 来控制和处理 AFE 的功能模块，提升充放电管理、保护、保护恢复等的灵活性，以及 SOC 算法的精度。

以下列表为硬件方式和软件方式在开机流程、GPIO 口功能、MOS 控制功能上的区别。

	硬件方式	软件方式
上电开机	MTP 加载配置 执行自诊断 自动打开 MOS	等待 MCU 操作
GPIO 口	测温 FUSE	测温 FUSE 中断 RST（MCU 长时间不通讯，AFE 接管控制 MCU 的重置口）
MOS 控制	自动保护 自动恢复 体二极管保护 自动预充预放	自动保护 MCU 恢复 体二极管保护 MCU 控制预充预放

9.3 自主管理

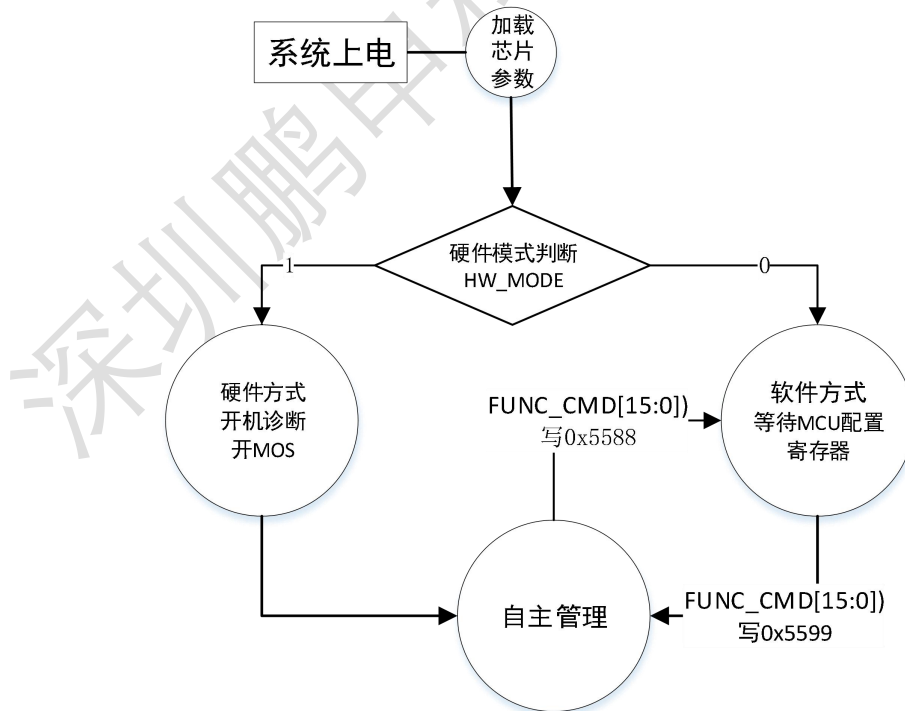


图 9.3- 1 AFE 自主管理

AFE 系统在硬件模式或者软件模式下均可进入自主管理模式。AFE 芯片在进入自主管理的工作状态以后, 会根据加载的寄存器配置参数, 开启调度进行测量、执行预充预放策略、控制 MOS 进行充放电管理, 以及根据配置的阈值, 自动进行电压和电流等保护, 并进行自动的保护恢复。

芯片上电复位后, 加载 MTP 过程中, AFE 确认寄存器 HW_MODE 配置, 如果是 1, 则进入硬件模式开机, 执行自诊断等操作, 随后进入自主管理模式, 否则, 进入软件模式开机, 等待 MCU 配置操作。软件模式下, 系统配置寄存器 FUNC_CMD[15:0]为 0x5599, 可进入自主管理。

MCU 对 FUNC_CMD[15:0]写 0x5588, 则 AFE 可从自主管理退回软件方式, 转交由 MCU 控制系统。

深圳鹏申科技有限公司

12.2 功能设计

12.2.1 PB5100 功能图

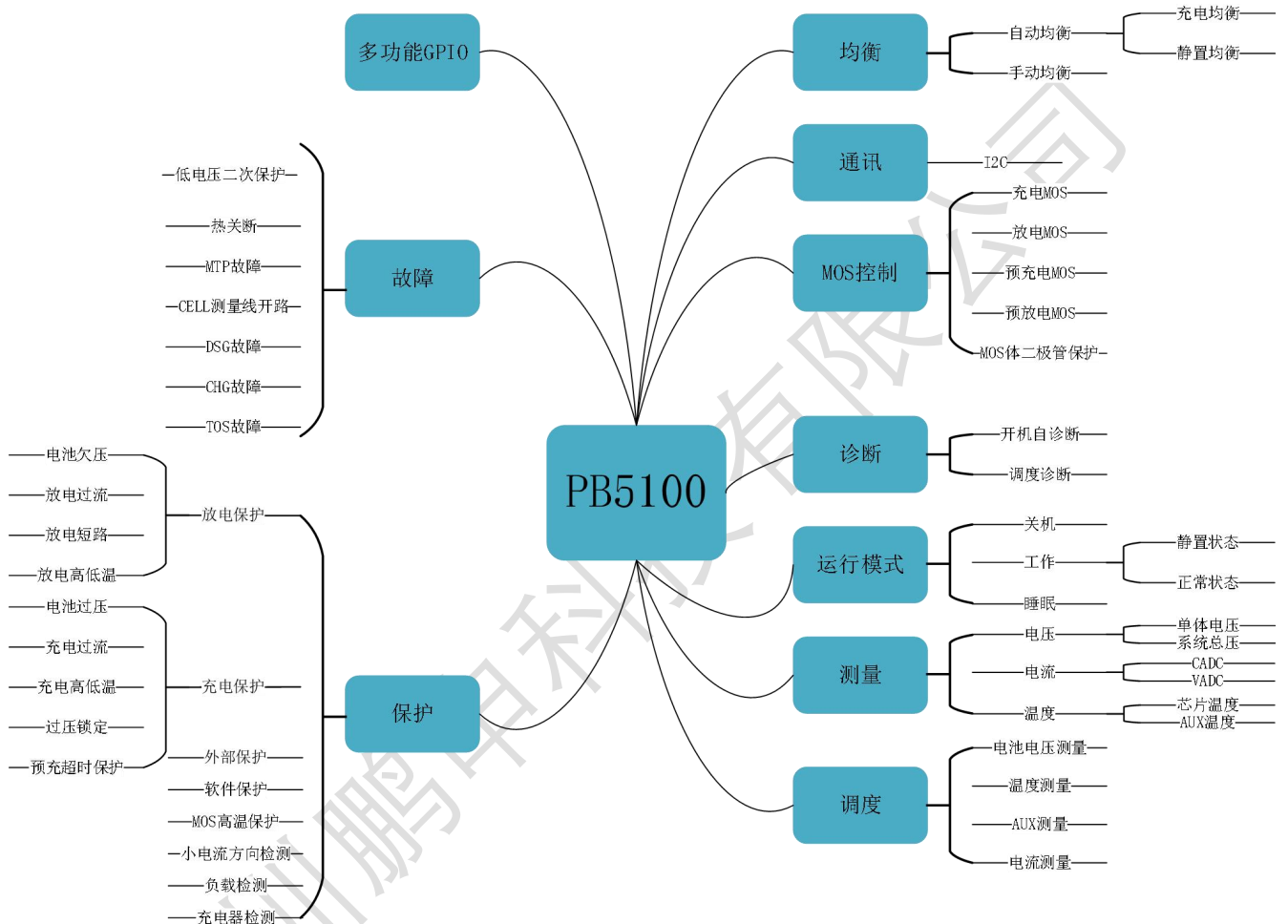


图 12.2.1-1 PB5100 功能图

12.2.2 MTP 操作

PB5100 内置有 MTP，可以用于储存部分寄存器中的数据，上电时会自动重新加载。配置 FUNC_CMD 特定数值进入 CFG_MODE。

12.2.3 模式说明

PB5100 具有硬件方式、软件方式两种工作方式。

工作模式	是否有 MCU	使用场景
硬件方式	否	芯片在没有 MCU 参与的情况下独立进行电池管理
硬件方式	是	MCU 对芯片采集信息进行上报 MCU 与芯片共同完成信息采集、保护等功能
软件方式	是	MCU 与芯片共同完成信息采集、保护等功能

PB5100 的工作模式分为软件方式和硬件方式，由上电后自动加载的 MTP 信息决定，对应寄存器设置为 1，AFE 自动加载进入硬件方式，寄存器设置为 0，AFE 不加载 MTP。

功能	软件方式	硬件方式
上电诊断	无	有
上电时根据诊断结果自动操作 MOS	无	有
上电自动进入调度模式	无	有
保护时自动关闭 MOS	有	有
保护恢复后自动打开 MOS	无	有
指令退出调度	有	无

12.2.4 寄存器操作模式

部分寄存器具有写保护功能。

12.2.5 通信接口

PB5100 具有 I2C 通信接口。

12.2.6 保护系统

PB5100 拥有多种保护及多种永久故障，其中每种保护及其恢复、每种永久故障都可以单独使能。在此基础上，CHG 拥有 13 种保护源头，DSG 拥有 15 种保护源头，每种保护源头都可以单独使能。

12.2.7 中断系统

PB5100 具有一个外部中断引脚，以及 12 个可以独立使能的中断源头。中断引脚的状态可通过 INT_TYPE 配置为脉冲中断或者低电平中断，当 INT_STATUS 为 0 时，中断引脚为高电平（需外加上拉电阻），当 INT_STATUS 不为 0 时，中断引脚发出对应信号。

中断特别说明

对于 SCAN 完成中断、CADC 测量完成中断、调度中断的产生时机进行如下说明。

在调度过程中，三个中断均有可能触发。一般只选择 SCAN 完成中断进行操作配置。

12.3 减少电芯串联数量应用规则

12.3.1 高串短接

PB5100 可以支持最少 4 个电芯单元串联使用 (S4)，最多 10 个电芯单元串联使用 (10S)。4S 到 10S 应用推荐减少电芯串联数量应用的规则如下图所示：

引脚名	实际使用串数						
	10串	9串	8串	7串	6串	5串	4串
C10	●	●	●	●	●	●	●
C9	●	●	●	●	●	●	●
C8	●	●	●	●	●	●	●
C7	●	●	●	●	●	●	●
C6	●	●	●	●	●	●	●
C5	●	●	●	●	●	●	●
C4	●	●	●	●	●	●	●

图 12.3- 1 PB5100 减少电芯串联数量短接脚位示意图

PB5100 从 CELL10 (C10 到 C9 短路) 开始依次连续按需短接，最多短接到 CELL4 (C10 到 C4 短接)，分别依次对应 10S~4S 应用。

通过配置相应寄存器关闭减少的相应电芯使能位

12.3.2 铜排跳串

通过寄存器配置 10-2 串，只测量不报警，可以实现一些包括铜排跳串等特殊场景的测量需求。

12.4 注意事项

PVDD 和最高通道测量线 (如 C10) 上电尽量同步，以避免上电时序差异过大冲击损坏 AFE 芯片。

AFE 的 PVDD 上电完成后才能接入负载以避免上电时的大电流对 AFE 芯片 PGND 引脚冲击。

低串应用时，需短路的电芯单元建议在 AFE 的 Cn 处进行，即短路 AFE 端口并联的电容以避免降低 AFE 芯片的测量精度。

电池包测量线束接入 BMS 时最好从 BAT0 开始依次从低压端接入以避免对 AFE 芯片端口的过度冲击。

12.5 PCB 布线指引

注意 BAT+ 从最高串测量线输入针脚处 (如 BAT10) 接入，以单独给 PVDD 供电，如果 MOS 驱动需要增加驱动缓冲器，那么 MOS 驱动缓冲器的 BAT+ 供电需要单独从最高串 (如 BAT10) 针脚接入处引出，以避免电源交叉干扰。

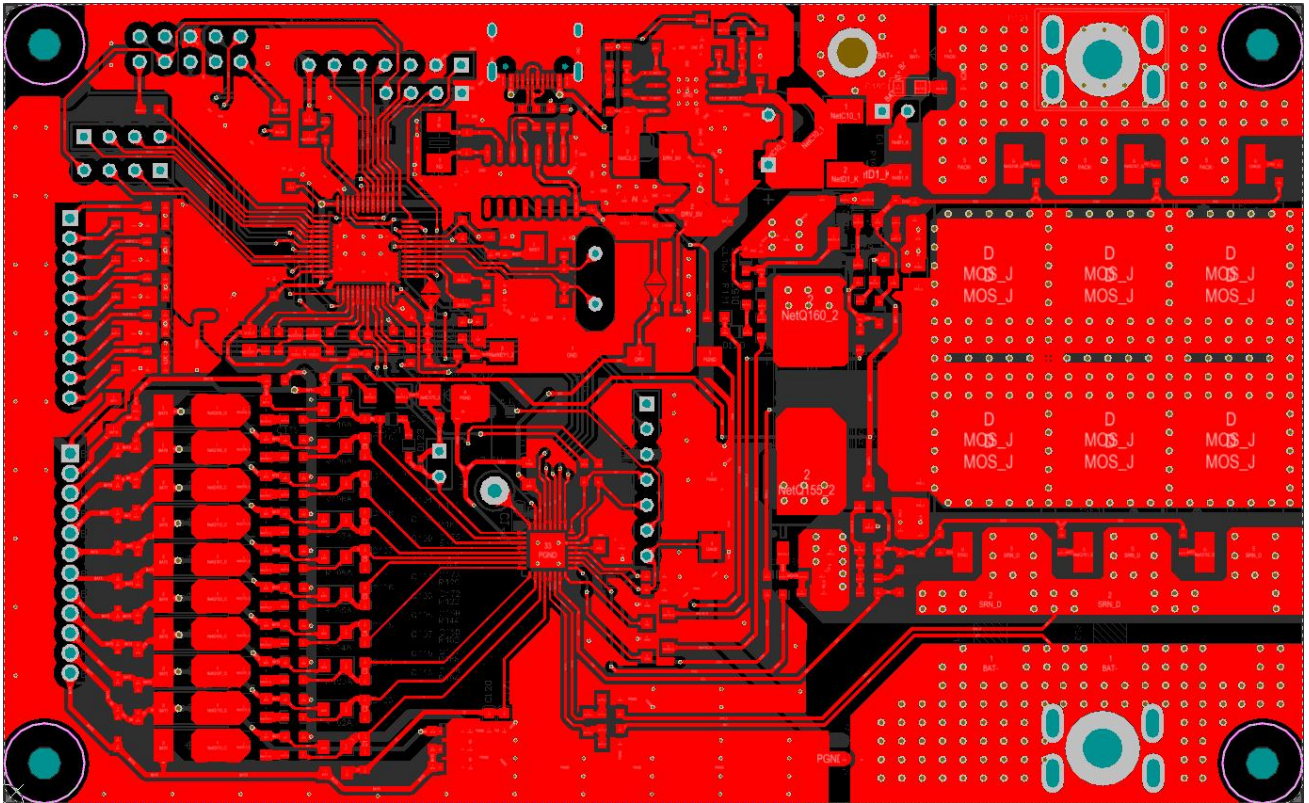
注意 SRP 和 SRN 引脚串联的电阻 (如示例电路中的 R143 和 R142) 接电流采样电阻端的走线最好单独连线到电流采样电阻两端焊盘处 (开尔文接法)，严格采用差分线走线。

单元电压测量线尽量平行等长走线 (开尔文接法)

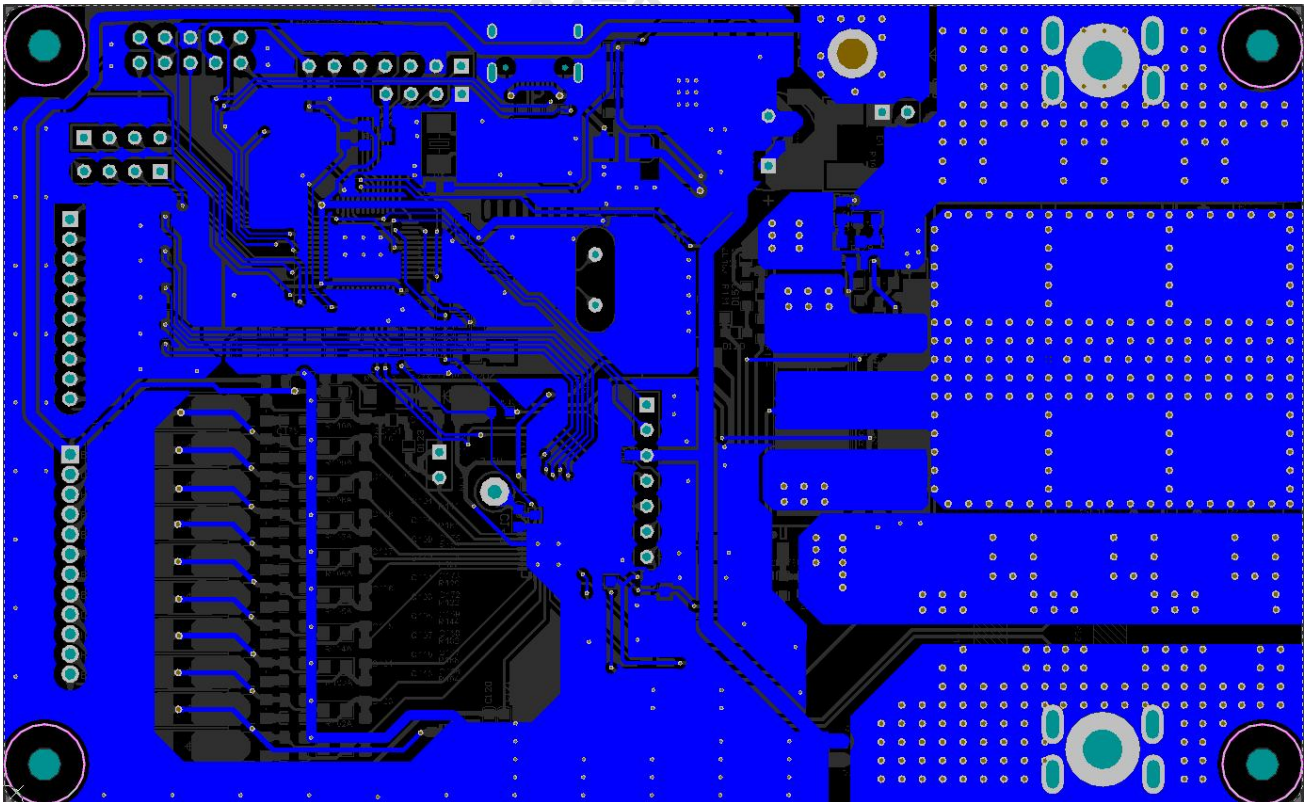
MOS 等走功率大电流的线路建议适当开窗喷锡处理以增强散热。

接地策略：MCU 的参考地和 AFE 的参考地在功率地线连接处（B-）单点连接。

Top:

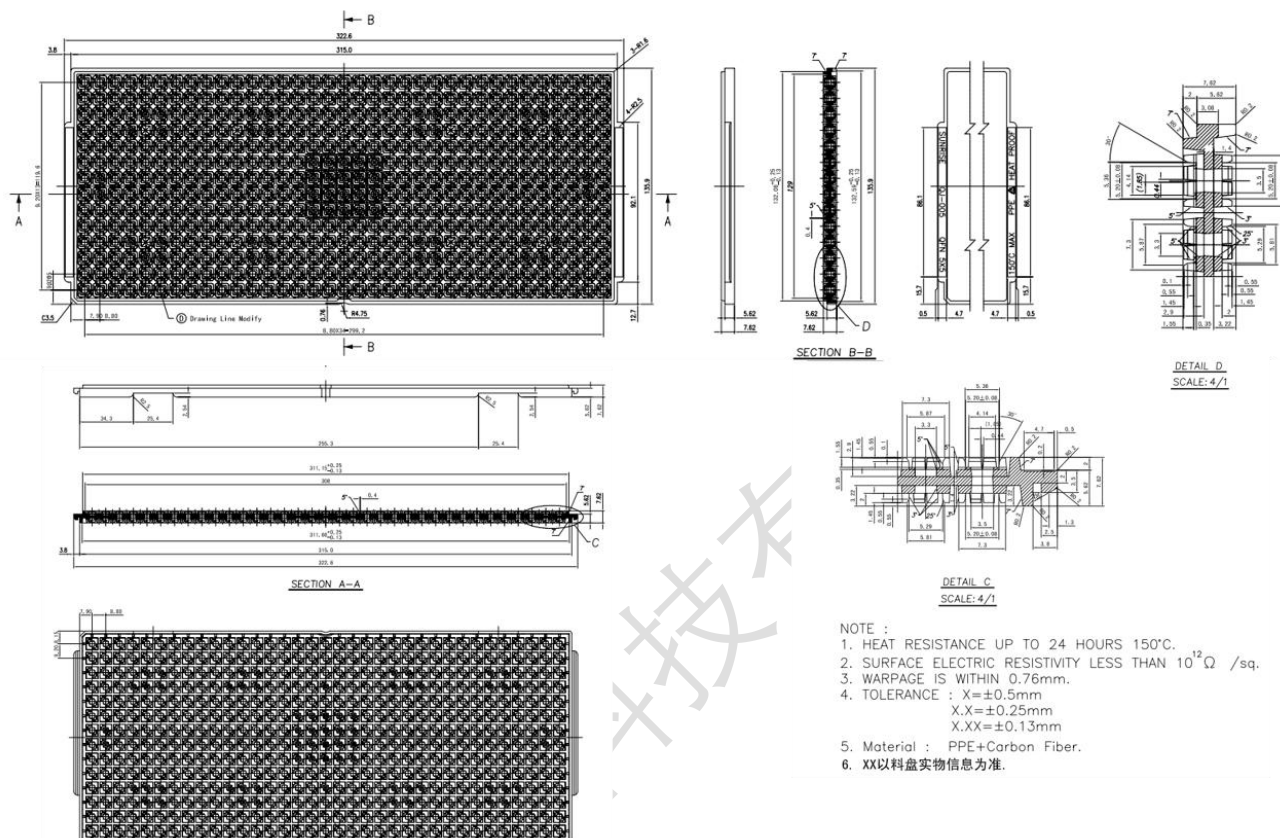


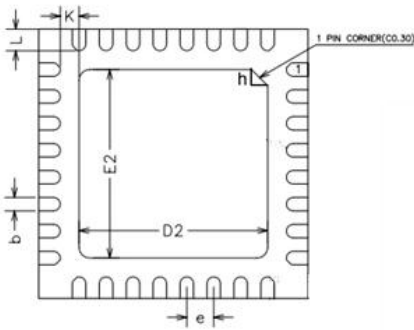
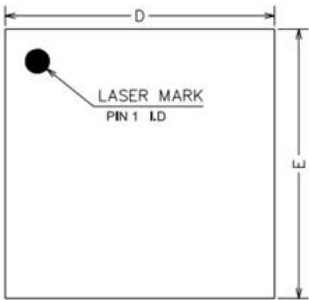
Bottom:



13 包装

13.1 包装和器件机械尺寸





SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	0.7	0.75	0.8
A1	0	0.02	0.05
A3	0.20REF		
b	0.18	0.25	0.3
D	4.90	5.00	5.10
E	4.90	5.00	5.10
D2	3.40	3.50	3.60
E2	3.40	3.50	3.60
e	0.475	0.50	0.525
K	0.20	-	-
L	0.35	0.40	0.45
h	0.35RHF		

