



锂电池管理开发平台 – 硬件说明

HT45F86xx 主板

版本：V1.00 日期：2022-05-07

www.holtek.com

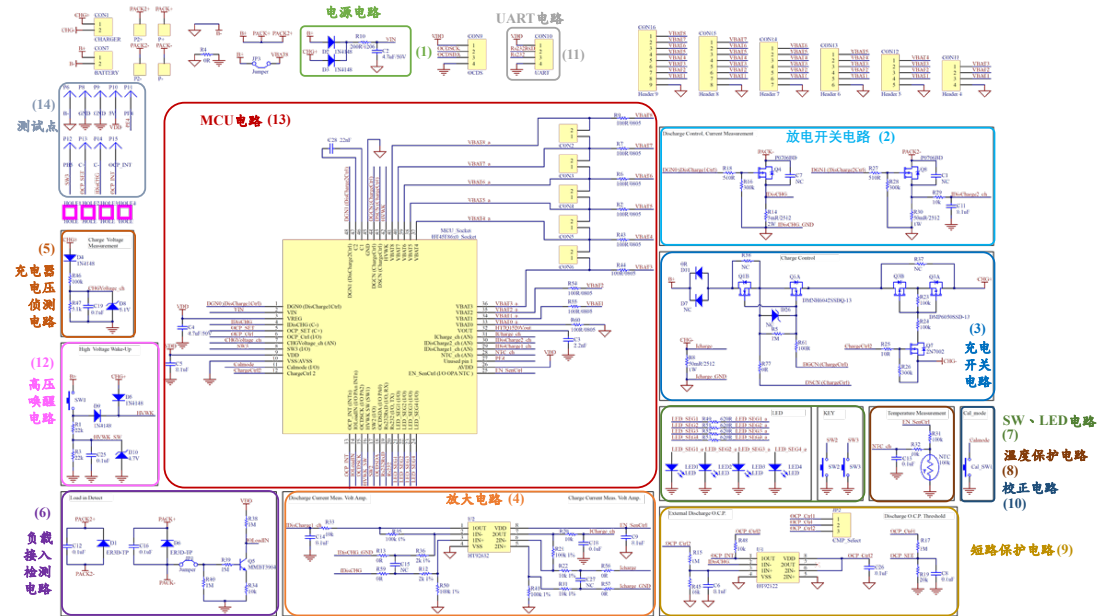
目录

1. 简介	3
2. 硬件电路介绍	3
2.1 电源电路	4
2.2 放电开关电路	4
2.3 充电开关电路	5
2.4 放大电路	6
2.5 充电器电压侦测电路	7
2.6 负载接入检测电路	8
2.7 SW、LED 电路	8
2.8 温度保护电路	9
2.9 短路保护电路	9
2.10 校正电路	10
2.11 UART 电路	10
2.12 高压唤醒电路	10
2.13 MCU 电路	11
2.14 测试点	13

1. 简介

锂电池管理开发平台通过 UI 界面选项选取，并产出其参考预览电路图以及程序文件 (HT-IDE3000 工程档)，选用对应的 MCU 转接板，将程序通过 e-Link 或 e-Writer 刻录至 HT45F86xx 主板 + MCU 转接板中，实现锂电池管理系统，包括过充 / 过放电压保护、过充 / 过放电流保护、充电器电压保护、短路保护、温度保护，本文将详细说明 HT45F86xx 主板的硬件。

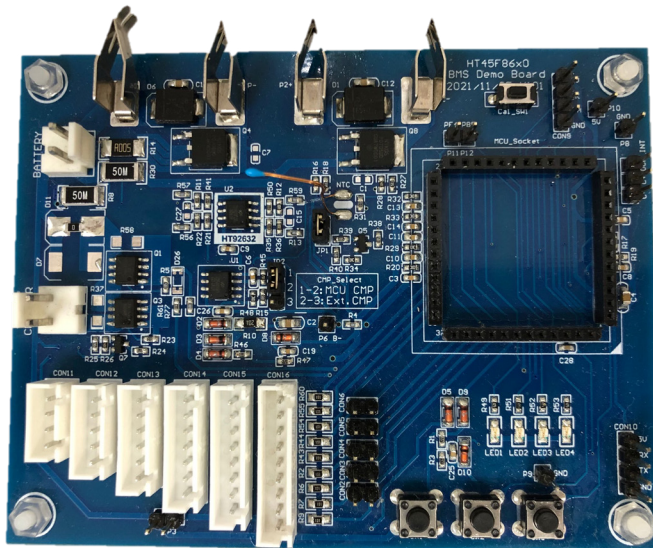
2. 硬件电路介绍



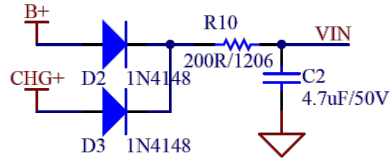
电池B+/B-接点

充电器C+/C-接点

电池VBATn 3~8串接点



2.1 电源电路



VIN 引脚为内部 5V 电压调整器的输入，B+ 为电池正端，CHG+ 为充电器正端。若充电器没接入或电池电压大于充电器电压时，内部电压调整器电源输入由电池供应；当充电器电压大于电池电压时，内部电压调整器电源输入由充电器供应。当电池没电时（电压值 $< 7.5V$ ），内部电压调整器无法提供电源给 MCU，MCU 便停止运作，当充电器接入时（电压值需 $\geq 7.5V$ ），内部电压调整器可提供电源给 MCU，将 MCU 启动运作，可达到电池 0V 启动充电的功能。

R10 电阻值依电池串数而有所不同，而电阻主要功用有 2 个：

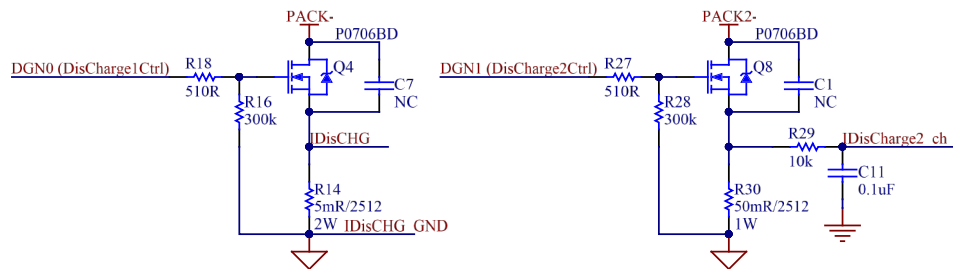
- 分散内部 5V 电压调整器功率的电阻
- RC 滤波

串数 (S)	电阻 (Ω)
3	15
4	43
5	110
6	220
7	330
8	430

2.1.1 MCU 发热注意事项

因 A/D 转换器的参考电源来自 LDO 5V，在八串满电 33.6V 接至 VIN 引脚时，若 MCU 开启 LED 时（电流 30mA），内置 LDO 功率将会提高至 0.8W，MCU 将会急遽温升，需控制在 60 度以下，避免 VBATn 电压侦测精准度因温度而偏移过大。

2.2 放电开关电路



DGN0 控制的为第一组放电负载 (PACK)，DGN1 控制的为第二组放电负载 (PACK2)。放电路径为电池正端 B+ \rightarrow 负载 PACK+/PACK- \rightarrow 放电控制开关 (Q4、Q8) \rightarrow 放电电流检测电阻 (R14、R30) \rightarrow GND (B-)。

DGN0 与 DGN1 为第一、二组放电控制开关，控制 Q4、Q8 的 NMOS 导通与否，R14、R30 为第一、二组放电电流检测电阻，经放电路径上产生电压，由 IDisCHG、IDisCharge2_ch 第一、二组放电电流检测电压，达成两组放电开关与检测电流的功能。若要达到负载马达调速功能，DGN0、DGN1 可使用互补

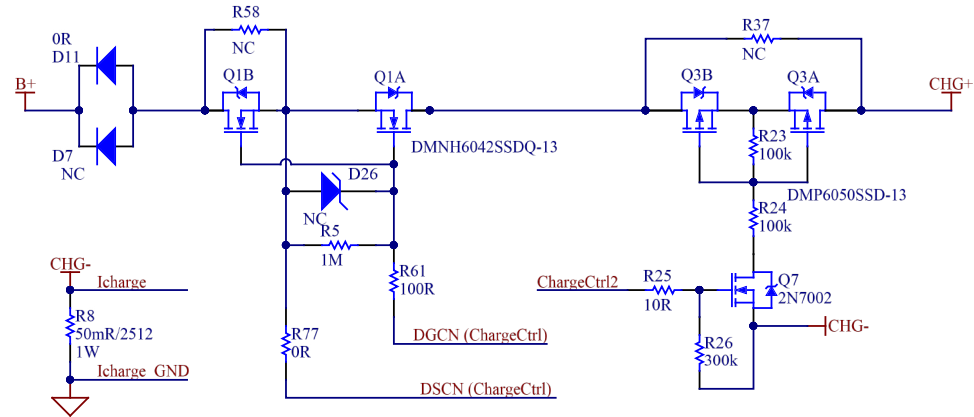
式 PWM 功能达成，由 MCU 内部引脚控制。

使用者规划只有一组放电回路时，可移除第二组放电开关零件，包括 Q8、R27-R30、C1、C11，以减少成本。

2.2.1 放电电路零件注意事项

若放电电路使用较大电流 (如 6A 以上)，在长时间使用大电流情况下，需考虑电流检测电阻、放电开关 MOS 等零件内阻，在大电流时温度上升情形；而放电电路零件若靠近电池，会使电池工作温度升高，更容易造成电池损坏。因此在选用放电电路零件时，需注意上述零件在长时间使用时的升温状况。

2.3 充电开关电路

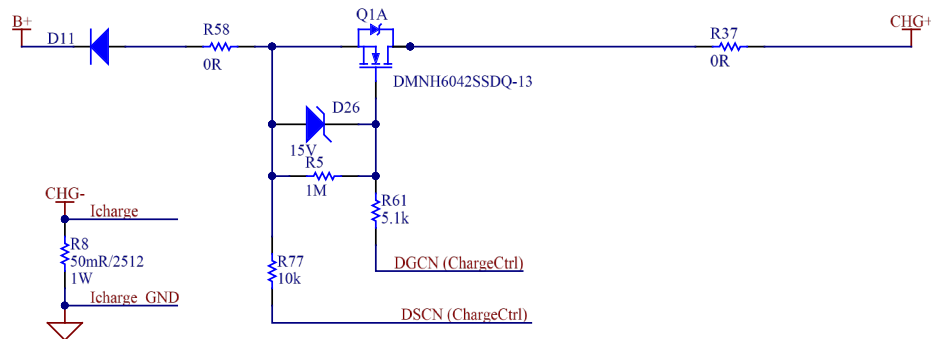


CHG+ 为充电器正端，B+ 为电池正端，CHG- 为充电器负端。充电路径为充电器正端 CHG+ → 充电 PMOS、NMOS 开关 (Q3、Q1) → 电池正端 B+ → GND (B-) → 充电电流检测电阻 (R8) → 充电器负端 CHG-

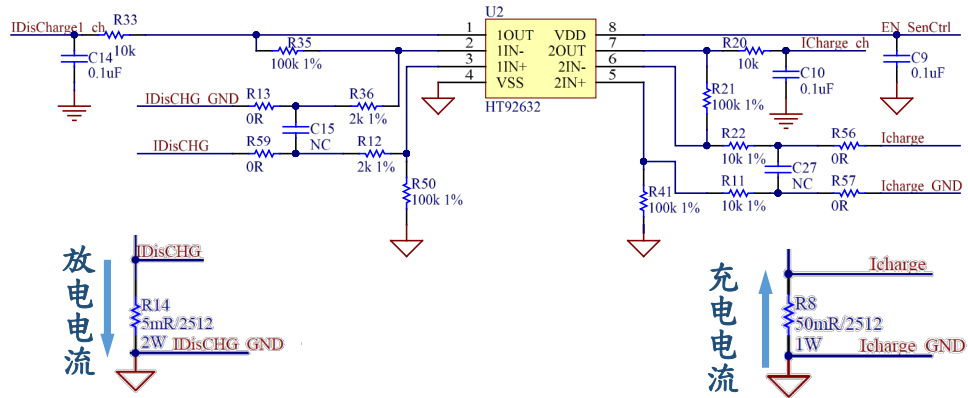
DGCN、DSCN 与 ChargeCtrl2 为第一、二组充电控制开关，内部 12V 抬压电路 DGCN、DSCN 输出，而 ChargeCtrl2 控制 Q7 的 NMOS 导通与否，再推动 Q3 的 PMOS 开关导通，R8 为充电电流检测电阻，经充电路径上产生电压，由 Icharge、Icharge_GND 充电电流检测电压，达成充电开关与检测电流的功能。

当电路只需要一组充电开关时，可移除第二组放电开关零件，包括 Q3、Q7、R23-R26，而 R37 需短路 (0Ω)。

若电路只需要一组充电开关且支持充电器反接时，需要将 D11 改成二极管或肖特基二极管 (Schottky diode)、R58 改为 0Ω、D26 改为 15V 稽纳二极管 (Zener diode)、R61 改为 5.1kΩ、R77 改为 10kΩ，如下图所示，以防电池电压大于充电器电压时，电流倒灌而造成充电器损坏，且肖特基二极管导通压降较低，对电路影响相对于小。



2.4 放大电路



放大电路电源 EN_SenCtrl 为 MCU I/O 引脚，当 MCU 启动后，引脚输出 5V 提供放大电路的电源，也同时提供温度感测电路的电源；使用差动放大方式，将第一组充电电流检测电阻 (R8 50mΩ)，及第一组放电电流检测电阻 (R14 5mΩ) 的两端接至放大电路。

充电或放电电流经过电流检测电阻，会产生极小的毫伏电压 (mV)，此时 MCU ADC 通道读取到相当小的数值，会有极大误差，因此若加入放大电路，能够换算到准确电压值，进而知道更精准的电流值。以主板为例：充电电流放大倍率为 -10 倍 (反向放大)，放电电流放大倍率为 50 倍 (正向放大)。

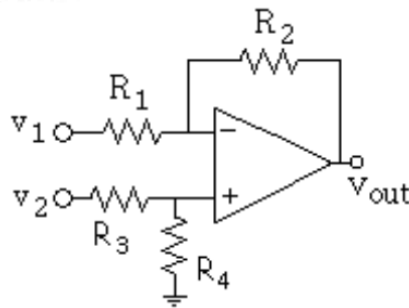
当 Icharge_ch 读取并换算成电压值为 500 mV 时，此时充电电流为：

$$\begin{aligned} \text{充电电流} &= \text{电压值} / \text{电流检测电阻} / \text{倍率} \\ &= 500\text{mV} / 50\text{m}\Omega / 10 = 1\text{A} \end{aligned}$$

当 IDisCharge1_ch 读取并换算成电压值为 2500 mV 时，此时放电电流为：

$$\begin{aligned} \text{放电电流} &= \text{电压值} / \text{电流检测电阻} / \text{倍率} \\ &= 2500\text{mV} / 5\text{m}\Omega / 50 = 10\text{A} \end{aligned}$$

用户可自行调整放大倍率，放大电路公式如下：



$$V_{out} = \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) \times \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) \times V_2 - \frac{R_2}{R_1} \times V_1$$

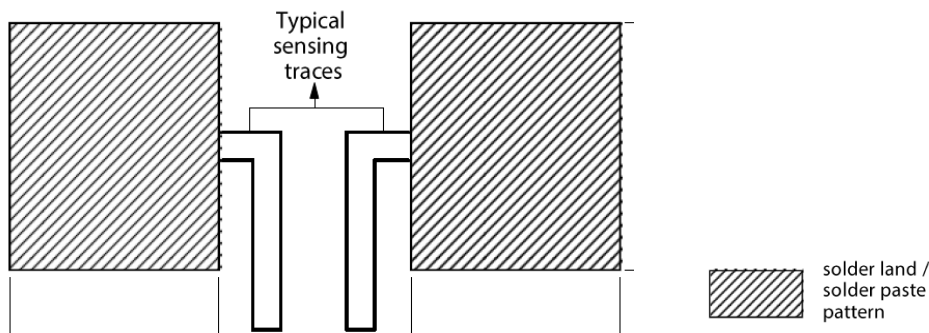
请选用 R1=R3 且 R2=R4 的设计方式，则公式可简化为

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1} \times (V_2 - V_1)$$

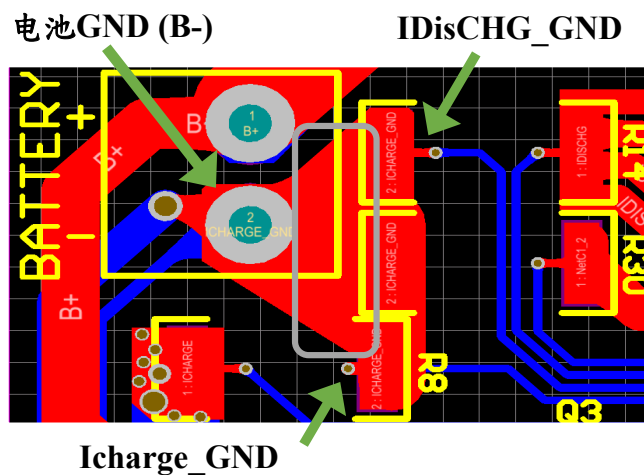
此时 R2 与 R1 的比值，为充 / 放电的电流值电压的倍率。

2.4.1 放大电路 Layout 要点

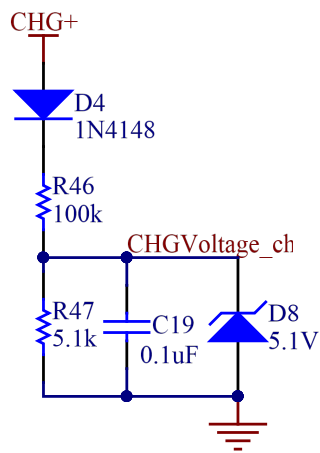
在电流检测电阻的两端连接至放大电路中，建议从电阻焊接点上的中间内侧拉出，如下图所示：



电流检测电阻的两端，会有极小 PCB Layout 线阻产生，在大电流时线阻就会产生压差；因此将电流检测电阻的两端 (IDisCHG / Icharge、IDisCHG_GND / Icharge_GND)，接至放大电路的差动输入端，而放大电路的 GND，必须接至电池 GND (B-)，此时放大电路可去除上述线阻压差而造成的量测误差，包括如下中间灰框所示的区域。



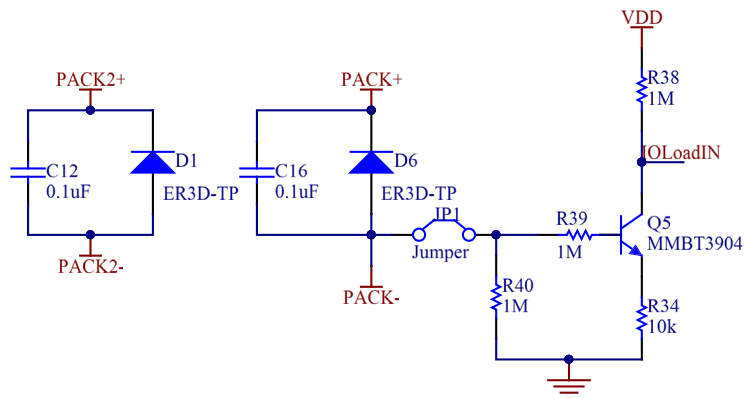
2.5 充电器电压侦测电路



CHG+ 为充电器正端，D4 为充电器防反接保护，若充电器确定不会有反接状况 (防呆设备)，可将 D4 接上 0Ω。

CHGVoltage_ch 为 MCU ADC 通道，当充电器接入时，R46、R47 分压让 ADC 通道读取并反算出充电器电压，D8 为保护 MCU ADC 通道的基纳二极管 (Zener diode)，不会因充电器电压过高 (电阻分压后超过 5.1V) 而导致引脚损坏。

2.6 负载接入检测电路

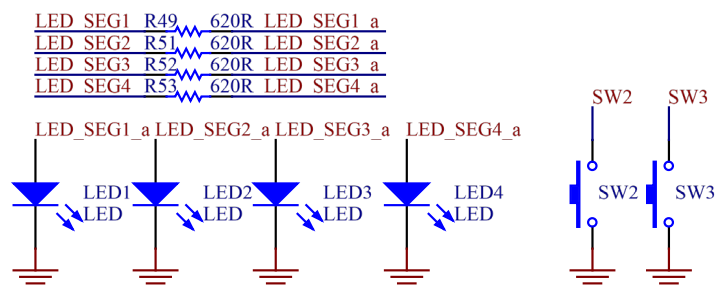


IOLoadIN 为 MCU 引脚，平常为高电位，当负载接入时，负载正端 (PACK+) 连接着电池正端 (B+)，电池高压经负载到负端 (PACK-)，负载与 R40 分压让 Q5 导通，此时 IOLoadIN 为低电位，达成负载接入检测功能。

IOLoadIN 可选用 MCU 的 PA 引脚或中断引脚，MCU 平常时可做休眠省电，可通过负载接入来唤醒工作。

此电路只有负载第一组 (PACK+、PACK-) 做负载接入检测功能，负载第二组 (PACK2+、PACK2-) 没有接入检测功能；当负载第一组没有选择要负载接入检测功能时，或是为负载长期接入的产品，如吸尘器等，需将 Jumper (JP1) 移除断开，以防止负载长时间相接，而造成由负载另一端高压 B+ 对 R40 与 R39 对地的回路耗电，此时将增加电路的待机功耗。

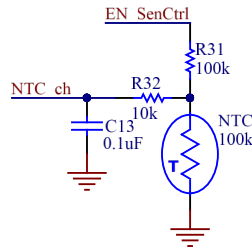
2.7 SW、LED 电路



R49~R53 为预留的限流电阻，MCU 可以直接推动 LED，直推最多四颗灯。

SW 电路，会有内部上拉电阻设置，平常为高电位，当按下按钮时，为低电位，最多两个按钮；SW 可选用 MCU 的 PA 引脚或中断引脚，MCU 平常在休眠省电时，可利用按钮来唤醒工作。

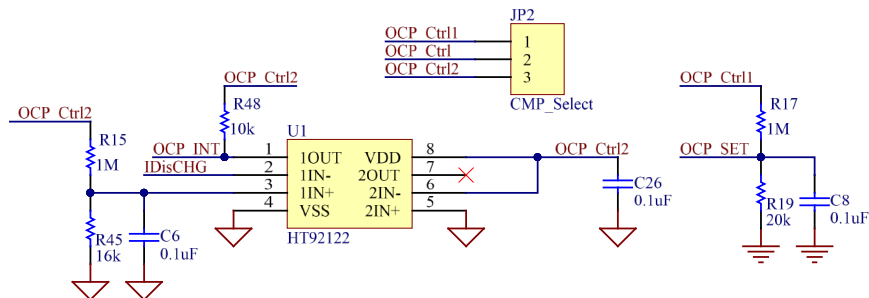
2.8 温度保护电路



温度感测电源 EN_SenCtrl，也同时提供放大电路的电源。

使用 NTC (负温度系数热敏电阻) 来做为温度感测的组件，EN_SenCtrl 引脚输出 5V 电源，经过 R31 与 NTC 分压后，经由 NTC_ch 的 ADC 通道读取电压值，经由反算后的 NTC 电阻值得知目前温度，而为了节省耗电，挑选 NTC、R31 电阻值为 100kΩ。

2.9 短路保护电路



输出短路是必须要及时保护的反应行为，若持续时间过长会造成电路或电池不可预期的危险性伤害，因此使用内部比较器并通过软件中的中断达成，短路属过大电流，因此内部比较器通过放电电流转换电压值与电路设置短路阈值作为比较，设置阈值通过 R17、R19 或 R15、R45 电阻分压达成，使用内建比较器 OCP_SET 接至比较器正端 (C+)，第一组放电电流检测电阻接至比较器负端 (C-)，使用外置比较器 OCP_INT 接至 MCU 中断引脚 (INTn)。

当选择内置比较器时，OCP_Ctrl 与 OCP_Ctrl1 相接，当选择外置比较器时，OCP_Ctrl 与 OCP_Ctrl2 相接。OCP_Ctrl 为 MCU I/O 引脚，当 MCU 启动后，引脚输出 5V 提供 OCP 电路的电源，必要时可关闭电路电源，可节省耗电。

以主板为例：放电电流检测电阻 5mΩ、R17 为 1MΩ、R19 电阻为 20kΩ，则 OCP_SET 电压为 98.04mV，反算短路阈值：

$$\begin{aligned} \text{短路阈值} &= \text{OCP_SET 电压} / \text{放电电流检测电阻} \\ &= 98.04\text{mV} / 5\text{m}\Omega = 19.608\text{A} \end{aligned}$$

若短路阈值设置 40A、放电电流检测电阻 5mΩ、R17 为 1MΩ，

反算 R19 电阻值：

$$\begin{aligned} \text{OCP_SET 电压} &= \text{短路阈值} \times \text{放电电流检测电阻} \\ &= 40\text{A} \times 5\text{m}\Omega = 200\text{mV} \end{aligned}$$

$$\text{OCP_SET 电压} = \text{EN_SenCtrl} \times \text{R19} / (\text{R19} + \text{R17})$$

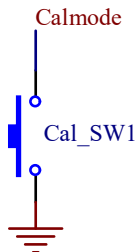
$$200\text{mV} = 5\text{V} \times \text{R19} / (\text{R19} + 1\text{M}\Omega)$$

$$0.2 \times \text{R19} + 200\text{K} = 5 \times \text{R19}$$

$$\text{R19} = 41.667\text{k}\Omega$$

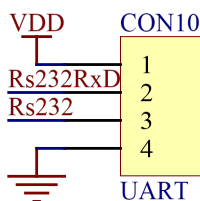
若产品为放电常开功能时 (放电开关待机时总是开启), MCU 内部比较器也需长时间开启, 内部比较器待机电流最大达到 200 μ A (以 HT45F8650 为例); 使用者若考虑到待机功耗, 可选择功耗较低的外置比较器电路, 如 HT92122 (待机电流 1 μ A)。

2.10 校正电路



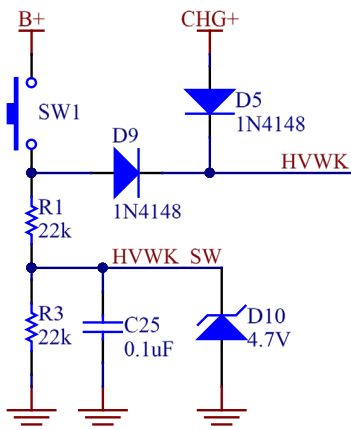
目前程序规划的校正按钮只在 MCU 上电启动时有功能, 长按按钮并持续按住代表进入校正, 校正成功会用 LED 显示灯号; 用户也可自行撰写及规划校正软件的功能, 而在执行校正时, 需在 MCU 上电启动前, 将 VBATn 接至单串 4200mV, 以方便 MCU 上电启动后按下校正按钮进入校正模式。

2.11 UART 电路



当使用 UART 传输数据时, 除 HT45F8662 MCU 外, 不建议使用 LED 显示灯号, 因主板规划上 UART 引脚与 LED 引脚共用。

2.12 高压唤醒电路

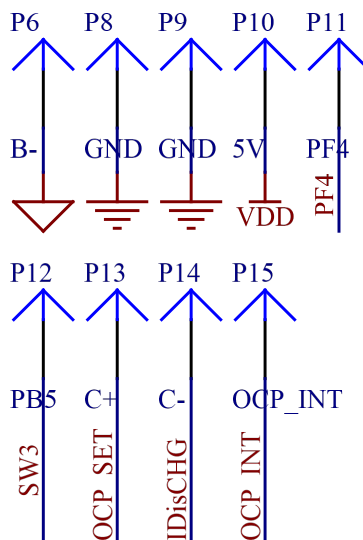


HT45F86xx 系列内建休眠模式与高压唤醒电路, 在休眠模式下所有输出关闭, 包括 VREG, 此时 MCU 无电源不耗电, HVWK 引脚用以表示外部唤醒事件的状态, 其引脚被一个电压高于 5.5V 且宽度 1mS 以上的脉冲触发时, 此时 VREG 引脚会恢复电压并持续供电给 MCU 芯片, HVWK 引脚可用于侦测充电器接入、启动开关、负载接入等功能设置。

编号	引脚名称	主板功能
15	OCD_SCK (I/O PA2)	刻录及仿真引脚
16	HVWK SW (SW1)	第一组按钮
17	SW2 (I/O)	第二组按钮
18	OCD_SDA (I/O PA0)	刻录及仿真引脚
19	Rs232RxD (I/O, RX)	UART RX 引脚
20	Rs232 (I/O, TX)	UART TX 引脚
21	LED_SEG1 (I/O)	LED1
22	LED_SEG2 (I/O)	LED2
23	LED_SEG3 (I/O)	LED3
24	LED_SEG4 (I/O)	LED4
25	EN_SenCtrl (I/O OPA NTC)	NTC 电路之电源
26	AVDD	MCU AVDD
27	Unused pin 1	测试点
28	NTC_ch (AN)	温度检测
29	IDisCharge1_ch (AN)	第一组放电电流检测
30	IDisCharge2_ch (AN)	第二组放电电流检测
31	ICharge_ch (AN)	充电器电流检测
32	VOUT (AN)	累加的电池电压监测器检测
33	VBAT0	电池 GND (平衡回路)
34	VBAT1	电池第一单节
35	VBAT2	电池第二单节
36	VBAT3	电池第三单节
37	VBAT4	电池第四单节
38	VBAT5	电池第五单节
39	VBAT6	电池第六单节
40	VBAT7	电池第七单节
41	VBAT8	电池第八单节
42	HVWK	高压唤醒引脚
43	DSCN(ChargeCtrl)	第一组充电控制开关 S 端
44	DGCN(ChargeCtrl)	第一组充电控制开关 G 端
45	GND	电池 GND
46	C1	C1
47	C2	C2
48	DGN1(DisCharge2Ctrl)	第二组放电控制开关

2.14 测试点

将没使用到功能的其余引脚作为测试点。



编号	测试点	备注
P6	GND	电池 地端
P8	GND	MCU 地端
P9	GND	MCU 地端
P10	VDD	5V 电源
P13	C+	OCP_SET
P14	C-	IDisCHG
P15	OCP_INT	INTn 中断

Copyright® 2022 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出现的信息在出版当时已尽量做到合理注意，但合泰不保证信息准确无误，文中提到的应用目的仅仅是用来做为参考，合泰不保证这些说明将是适当的，也不推荐将合泰的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。合泰特此声明，不授权将产品使用于救生、维生从机或系统中做为关键从机。合泰对于客户或第三方因说明书所载信息错误或遗漏、使用产品或说明书而遭受的一切损失，一概不负任何责任。合泰拥有不事先通知而修改使用指南中所记载的产品或规格的权利，如欲取得最新的信息，请与我们联系。