



## SH367004 应用指南

### 1 概述

SH367004 系列芯片内置高精度电压检测电路和延时电路（过充电/过放电保护以及充放电过流保护），保护电池安全。同时，SH367004 系列芯片具备充放电高低温温度保护功能和平衡功能，延长电池寿命。此外，SH367004 系列芯片还拥有断线检测功能和 0V 充电功能，提升系统安全性能。

单颗 SH367004 芯片适用于保护 3 节~5 节串联的锂离子电池组（包括磷酸铁锂电池组），级联的 SH367004 芯片组合能够保护超过 5 节串联的锂离子电池组（包括磷酸铁锂电池组）。

本应用指导将介绍 SH367004 的工作原理、使用说明、使用中常见问题以及在标准方案的基础上拓展出的 PMOS 方案、分口应用、弱电开关锁、温度调整电路等的应用说明。



## SH367004 应用指南

本文档适用于以下系列产品：

型号	过充电 检测电 压(V)	过充电 恢复电 压(V)	过放电 检测电 压(V)	过放电 恢复电 压(V)	放电过流 1 检测电 压(V)	充电过流 1 检测电 压(V)	放电过流 2 检测电 压(V)	充电过流 2 检测电 压(V)	低温保护 检测温度 (℃)	高温保护 检测温度 (℃)	平衡开 启电压 (V)	低功耗 功能	0V 充 电功 能
SH367004X/ 024XY-AAA00	4.250	4.100	2.80	3.30	0.10	-0.05	0.50	-0.30	0	60	4.20	有	有
SH367004X/ 024XY -AAB00	4.250	4.150	2.70	3.00	0.10	-0.05	0.30	-0.20	0	60	4.20	有	有
SH367004X/ 024XY-AAC00	4.350	4.150	2.40	3.00	0.30	-0.10	0.60	-0.30	0	60	4.15	有	有
SH367004X/ 024XY-AAE00	4.250	4.150	2.80	3.10	0.15	-0.05	0.50	-0.20	0	60	4.20	有	有
SH367004X/ 024XY -AAF00	4.200	4.100	2.75	3.00	0.10	-0.05	0.30	-0.50	0	50	4.18	有	有
SH367004X/ 024XY-AAG00	4.250	4.150	2.50	3.00	0.10	-0.05	0.30	-0.30	0	50	4.20	有	有
SH367004X/ 024XY-AAH00	4.250	4.100	2.80	3.00	0.10	-0.30	0.50	-0.50	0	50	4.10	有	有
SH367004X/ 024XY -AAJ00	3.900	3.600	2.00	2.70	0.10	-0.05	0.50	-0.30	0	60	3.55	有	有
SH367004X/ 024XY -AAV00	4.200	4.100	2.50	3.00	0.05	-0.30	0.15	-0.50	0	50	4.18	有	有
SH367004X/ 024XY -BAB00	3.650	3.500	2.50	2.80	0.10	-0.05	0.30	-0.20	0	60	3.45	有	有
SH367004X/ 024XY -BAC00	3.800	3.600	2.50	2.80	0.10	-0.30	0.30	-0.50	0	50	3.55	有	有
SH367004X/ 024XY -BAD00	3.900	3.625	2.30	2.70	0.10	-0.05	0.30	-0.20	0	50	3.60	有	无

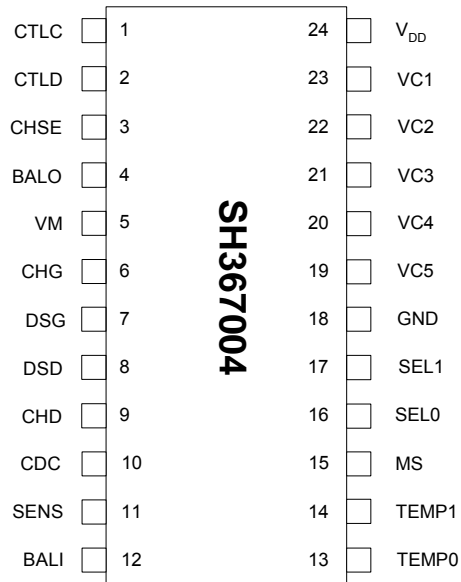
注释1： 对于四颗以上IC级联使用，请咨询我司业务部。



## 1.1 封装

SH367004 提供 24-PIN TSSOP 封装。

## 1.2 管脚图





## 2 功能设定

### 2.1 主控芯片/辅控芯片的选择

SH367004 系列芯片能够通过 MS 管脚进行主控芯片/辅控芯片切换，具体操作方法如下所示：

MS 管脚状态	芯片工作状态
高电平	SH367004 作为主控芯片使用
低电平	SH367004 作为辅控芯片使用
悬空	禁止使用

### 2.2 CTLC/CTLD 管脚设定

SH367004 系列芯片中，CTLC/CTLD 管脚优先控制 CHG/DSG 管脚的输出。其中 CTLC 用于控制 CHG 管脚的输出，CTLD 用于控制 DSG 管脚的输出，且 CTLC/CTLD 控制 CHG/DSG 管脚的优先级高于芯片内部保护电路。具体操作方法如下所示：

CTLC 管脚	CHG 管脚
高电平	取决于内部保护电路
悬空	高阻抗
低电平	高阻抗

CTLD 管脚	DSG 管脚
高电平	取决于内部保护电路
悬空	GND 电平
低电平	GND 电平

### 2.3 SEL0/SEL1 管脚设定

SH367004 系列芯片中，SEL0/SEL1 管脚用于配置 3/4/5 节电池保护，其具体操作方法如下：

SEL1	SEL0	芯片功能
0	0	5 节电池保护
0	1	禁止使用
1	0	4 节电池保护
1	1	3 节电池保护

### 2.4 级联设定

SH367004 系列芯片能够方便的应用于级联。在级联应用中，电压最低的 SH367004 芯片作为主控芯片使用，级联的其他 SH367004 芯片必须作为辅控芯片使用。SH367004 系列芯片作为主控芯片时，通过 BALO 和 BALI 管脚向外传递控制信号；作为辅控芯片时，通过 BALI 和 CHSE 管脚接收控制信号，同时通过 BALO 管脚向外传递控制信号。级联应用中控制信号的传递与接收具体如下：



## (1). SH367004系列芯片作为主控芯片时传递的控制信号:

系统状态	主控芯片 BALO 管脚的输出
当 CHG 管脚输出高电平时, CHSE 管脚电平小于 GND 电平	低电平
除上述状态外的其他状态	高阻抗

## (2). SH367004作为主控芯片传递的控制信号:

系统状态	主控芯片 BALI 管脚输出
CHSE 管脚电平低于 $V_{CHSE-M}$	低电平(5V 逻辑)
CHSE 管脚电平高于 $V_{CHSE-M}$	高电平(5V 逻辑)

注释2: 此信号用于控制SH367004(作为辅控芯片使用时)释放过充电迟滞电压。

## (3). SH367004系列芯片作为辅控芯片时接收的控制信号:

辅控芯片 BALI 管脚的输入	系统状态
高电平	允许 SH367004(作为辅控芯片)进入低功耗状态, 且不能释放过放电迟滞电压(即当所有电池电压高于 $V_{DRV}$ 时退出过放电保护状态)
低电平	禁止 SH367004(作为辅控芯片)进入低功耗状态, 且允许释放过放电迟滞电压(即当所有电池电压高于 $V_{DV}$ 时退出过放电保护状态)

注释3: SH367004(作为辅控芯片使用时)的BALI管脚从上一级SH367004(作为主控芯片或者辅控芯片使用时的BALO管脚接收控制信号。

## (4). SH367004作为辅控芯片接收的控制信号:

辅控芯片 CHSE 管脚的输入	系统状态
高电平	SH367004(作为辅控芯片)不能释放过充电迟滞电压(即当所有电池电压低于 $V_{CRV}$ 才能退出过充电保护状态)。
低电平	SH367004(作为辅控芯片)允许释放过充电迟滞电压(即当所有电池电压低于 $V_{CV}$ 时退出过充电保护状态)。

注释4: 所有SH367004(作为辅控芯片使用)均通过CHSE管脚从SH367004(主控芯片)的BALI管脚接收控制信号。



## (5). SH367004系列芯片作为辅控芯片时传递的控制信号:

SH367004 作为辅控芯片时 BALI 的输入	SH367004 作为辅控芯片时 BALO 的输出
高电平	高电平
低电平	低电平

## 2.5 延时时间设定

SH367004 系列芯片中, 过充电检测延时( $t_{CD}$ ), 过放电检测延时( $t_{DD}$ ), 充电过流 1 延时 ( $t_{IC1}$ ) 以及放电过流 1 延时 ( $t_{ID1}$ ) 均是可以调整的; 但是放电过流 2 延时( $t_{ID2}$ ), 充电过流 2 延时( $t_{IC2}$ )以及温度异常延时 ( $t_{TEMP}$ )都是芯片内部固定的。

延时时间设定的细节如下所示:

表 1: 延时时间设定

内容	标号	控制形式
过充电延时	$t_{CD}$	由 CHD 管脚外接电容决定
过放电延时	$t_{DD}$	由 DSD 管脚外接电容决定
充/放电过流 1 延时	$t_{IC1}/t_{ID1}$	由 CDC 管脚外接电容决定
充/放电过流 2 延时	$t_{IC2}/t_{ID2}$	芯片内部固定
异常温度延时	$t_{TEMP}$	芯片内部固定
平衡延时	$t_{BL}$	芯片内部固定
欠压后进低功耗模式延时	$t_{PD}$	芯片内部固定

延时时间计算示例:

在过充电保护检测状态下, 当任意电芯电压在 $V_{CV}$ 以上时, SH367004系列芯片通过CHD管脚内部电阻 $R_{CHD}$ 向CHD管脚外接电容 $C_{CHD}$ 进行充电。经过一段时间, 当CHD管脚电压达到CHD管脚检测电压后, 则CHG管脚输出高阻抗来关闭充电MOS管。上述电容充电时间即为过充电检测延时时间  $t_{CD}$ 。

$t_{CD}$ 计算公式如下:

$$t_{CD} [s] = -\ln(1 - 0.7 \text{ (典型值)}) \times C_{CHD} [\mu F] \times 8.31 [M\Omega] \text{ (典型值)} \\ = 10.0 [M\Omega] \text{ (典型值)} \times C_{CHD} [\mu F]$$

同样, 过放电保护检测延时时间( $t_{DD}$ )和充放电过电流检测延时时间( $t_{ID1}$ ), 亦可通过下列公式:

$$t_{DD} [ms] = -\ln(1 - 0.7 \text{ (典型值)}) \times C_{DSD} [\mu F] \times R_{DSD} [k\Omega] \\ t_{ID1} [ms] = -\ln(1 - 0.7 \text{ (典型值)}) \times C_{CDC} [\mu F] \times R_{CDC} [k\Omega]$$

当 $C_{CHD} = C_{DSD} = C_{CDC} = 0.1 [\mu F]$ 时, 各延时时间 $t_{CD}$ 、 $t_{DD}$ 、 $t_{ID1}$ 算出结果如下:

$$t_{CD} [s] = 10.0 [M\Omega] \text{ (典型值)} \times 0.1 [\mu F] = 1.0 [s] \text{ (典型值)} \\ t_{DD} [ms] = 1000 [k\Omega] \text{ (典型值)} \times 0.1 [\mu F] = 100 [ms] \text{ (典型值)} \\ t_{ID1} [ms] = 200 [k\Omega] \text{ (典型值)} \times 0.1 [\mu F] = 20 [ms] \text{ (典型值)}$$



### 2.6 电芯均衡功能

SH367004 监控系统中，当任何电芯电压超过平衡开启电压  $V_{OB}$ ，且持续时间超过平衡开启延时  $t_{BL}$ ，SH367004 系列芯片将开启内部平衡电路对该电芯进行平衡。上述功能称之为平衡功能，平衡采用奇偶平衡策略，即相邻电芯不会同时平衡。

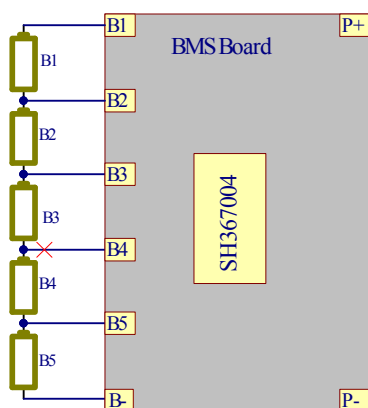
当下述任意条件满足时，系统退出平衡时序：

- (1) 电芯电压低于  $V_{OB}$
- (2) 有充放电过流，充放电高低温及断线等安全保护发生
- (3) SH367004 进入低功耗模式
- (4) 电芯电压低于  $V_{0INH}$

### 2.7 断线保护

当 SH367004 任意电芯连接线断开，即 VC1, VC2, VC3, VC4, VC5 或 GND 管脚悬空，SH367004 系列芯片的 CHG 管脚输出高阻抗来禁止充电，同时 DSG 管脚将输出 GND 电平来禁止放电。上述功能被称为断线保护状态。

当系统中所有电芯连接线均正确连接后，SH367004 系列芯片会退出断线保护状态。

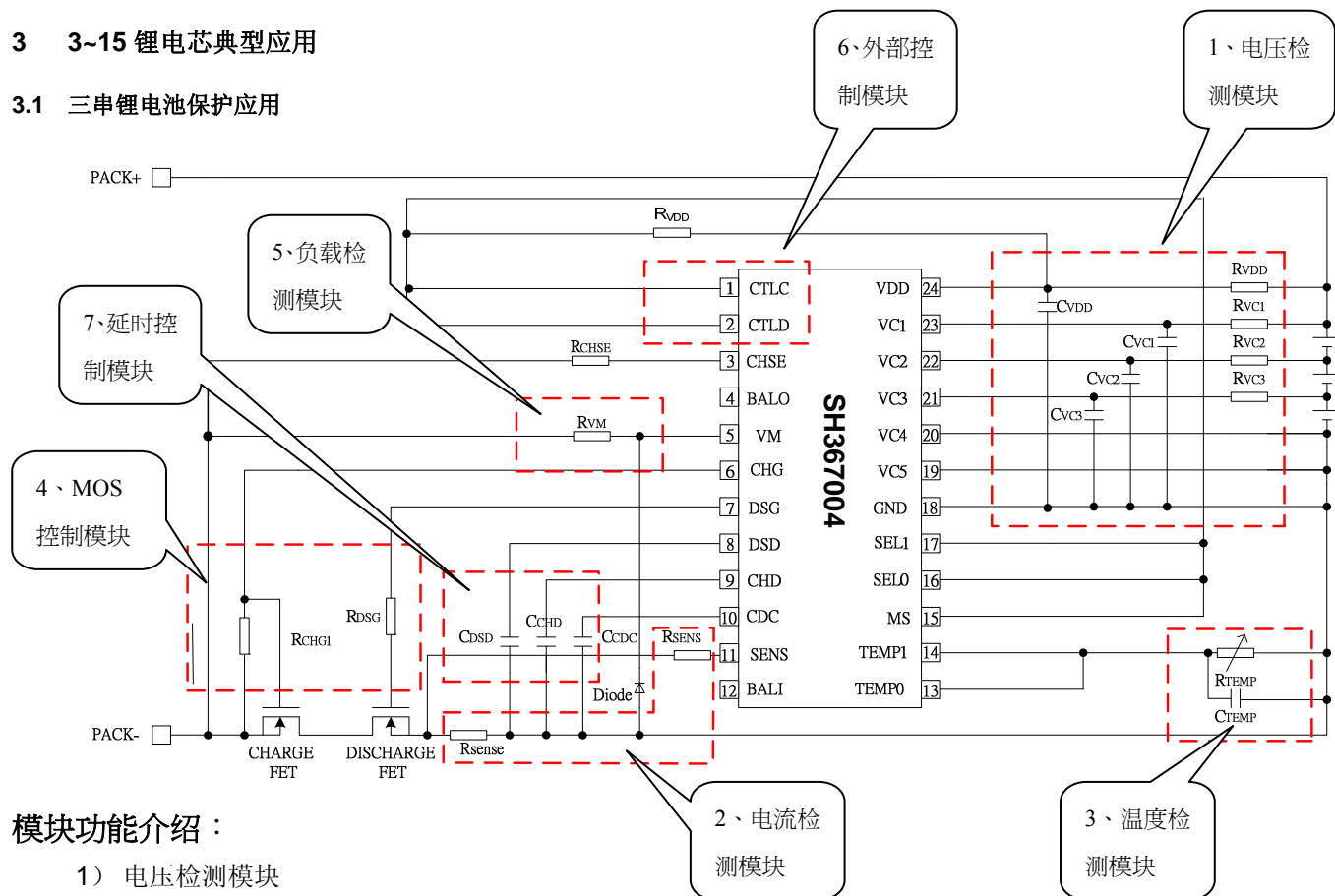




## SH367004 应用指南

### 3 3~15 锂电芯典型应用

### 3.1 三串锂电池保护应用



### 模块功能介绍：

- ### 1) 电压检测模块

电芯通过滤波电路与芯片检测管脚 VC1~VC3 直接相连, 其中 VDD 为芯片供电端。模块中,  $R_{VDD}+C_{VDD}$  组成 RC 滤波网络过滤电源供电端的高频干扰,  $(R_{VC1}\sim R_{VC3})+(C_{VC1}\sim C_{VC3})$  同样是 RC 滤波网络。

- ## 2) 电流检测模块

$R_{SENSE}$  为功率采样电阻，SH367004 SENS 管脚通过  $R_{SENSE}$  电阻侦测  $R_{SENSE}$  两端的压差来检测电流。

- ### 3) 温度检测模块

$R_{TEMP}$  是 B=3435 的 NTC 电阻,  $C_{TEMP}$  为稳压电容。TEMP0/1 管脚通过检测管脚处电压换算出外部等效温度。若无需温度保护, 可以直接用 10K 电阻替代  $R_{TEMP}$ ,  $C_{TEMP}$  可以省略。

- #### 4) MOS 驱动模块

DSG 管脚是 CMOS 输出(高电平为 10V),直接通过  $R_{DSG}$  开关放电 MOSFET;CHG 管脚是 OD 输出(高电平为 VDD, 低电平为开漏输出),通过  $R_{CHG}$  开关充电 MOSFET。

- ### 5) 负载检测模块

VM 管脚通过  $R_{VM}$  检测负载是否连接。

- ### 6) 外部控制模块

单颗 IC 使用时，将 CTLC/CTLD 通过电阻连接到 VDD。级联使用时，CTLC/CTLD 用来接收辅助芯片 CHG/DSG 的电平信号。

- ### 7) 延时控制模块

通过调节 CHD、DSD、CDC 的外接电容来调节过压、欠压、充放电过流 1 的延时时间。





应用电路参数表：

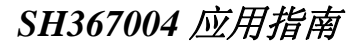
器件	典型值	可变范围	单位
$R_{VDD}$	1000	100 to 1000	$\Omega$
$R_{VC1} \sim R_{VC5}$	1	0.47 to 1	K $\Omega$
$R_{B1} \sim R_{B5}$	51	51~150	$\Omega$
$R_{SEL}$	1	1 to 10	K $\Omega$
$R_{MS}$	1	1 to 10	K $\Omega$
$R_{TEMP}$	103AT		
$R_{CTLD}$	1	1 to 10	K $\Omega$
$R_{CTLC}$	1	1 to 10	K $\Omega$
$R_{CHSE}$	3	3	M $\Omega$
$R_{VM}$	1	0.5~3	M $\Omega$
$R_{CHG1}$	3	1~5.1	M $\Omega$
$R_{CHG2}$	620	510~1000	K $\Omega$
$R_{DSG}$	1	1 to 5.1	K $\Omega$
$R_{SENS}$	100	100~1000	$\Omega$
$R_{UP}$	20	10 to 20	M $\Omega$
$R_{SENSE}$	-	0 or higher	m $\Omega$
$C_{VDD}$	2.2	0 to 10	$\mu F$
$C_{VC1} \sim C_{VC5}$	0.1	0.068 to 1	$\mu F$
$C_{CHD}$	0.1	0.01 or higher	$\mu F$
$C_{DSD}$	0.1	0.01 or higher	$\mu F$
$C_{CDC}$	0.1	0.01 or higher	$\mu F$
$C_{TEMP}$	0.1	0.01~0.1	$\mu F$
$C_{CTL}$	0.001	0.001	$\mu F$

注释5:  $C_{VCX} * R_{VCX}$ 的乘积必须在 $68\mu F \times \Omega$ 以上。(x=1,2,3,4,5);

注释6: 上述典型应用图在量产前, 需依据应用情况加适当的冲击防护措施;

注释7:  $R_{UP}$ 用在半分口和全分口电路中, 作用是退充电过流和放电过流;  $R_{B1} \sim R_{B5}$ 是平衡功率电阻;

注释8: 以上电路可能在未经通知的情况下进行改动。

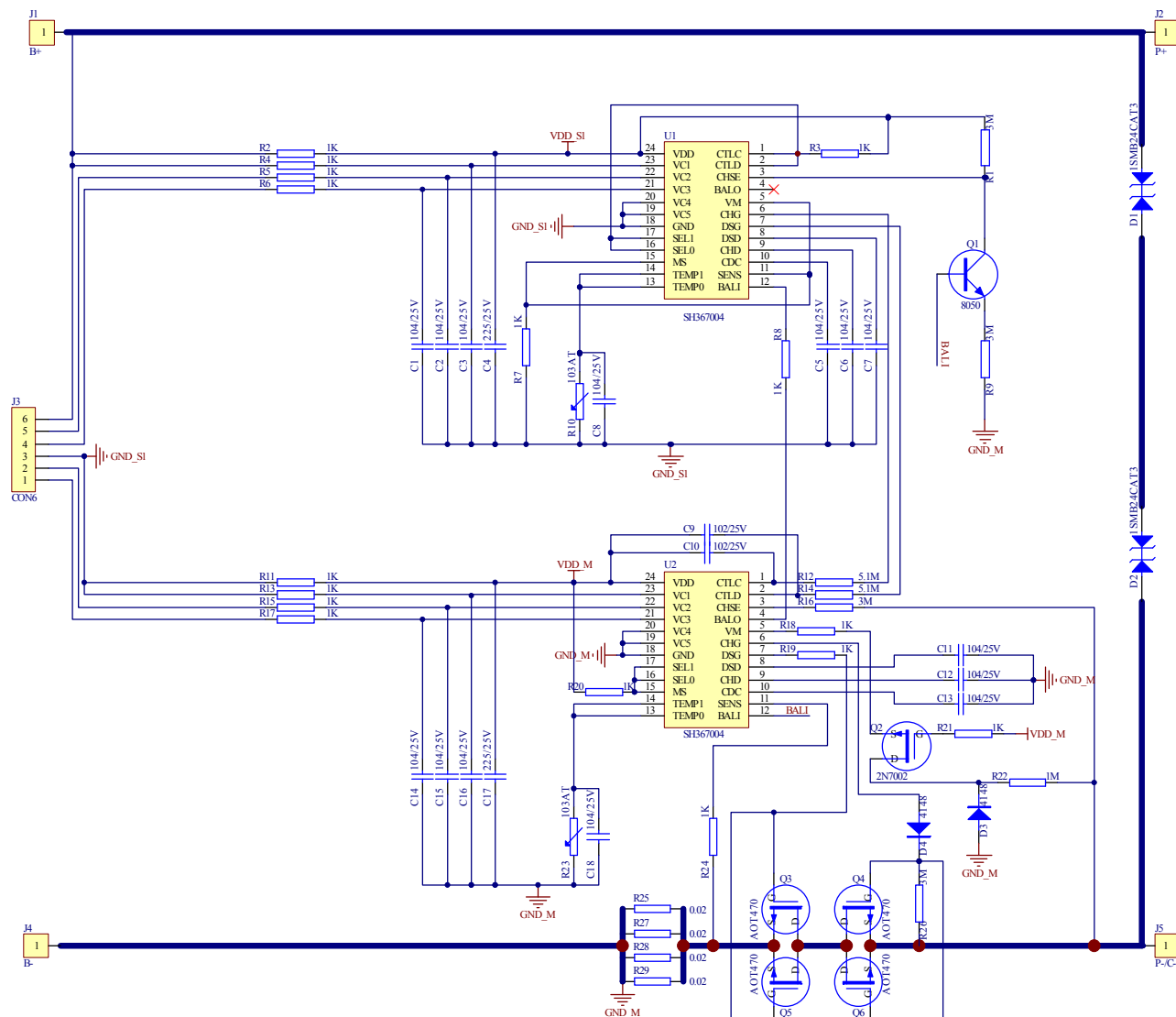
[illegible]

在 VM 端口对 GND 加一个反向的二极管，防止 VM 端口进入负压。在过充电保护后，C- 的电压比 B- 低 10V 以上时，此二极管必须要加；C- 的电压比 B- 低 10V 以内，此二极管可以省略。

CHG 在正常情况下输出 VDD 电平, 5 串应用中电压较高, 故需要电阻分压来驱动充电 MOS。在 VM 端口对 GND 加一个反向的二极管, 防止 VM 端口进入负压。在过充电保护后, C- 的电压比 B- 低 10V 以上时, 此二极管必须要加; C- 的电压比 B- 低 10V 以内, 此二极管可以省略。

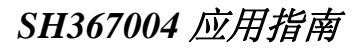


## 3.4 六串锂电池保护应用



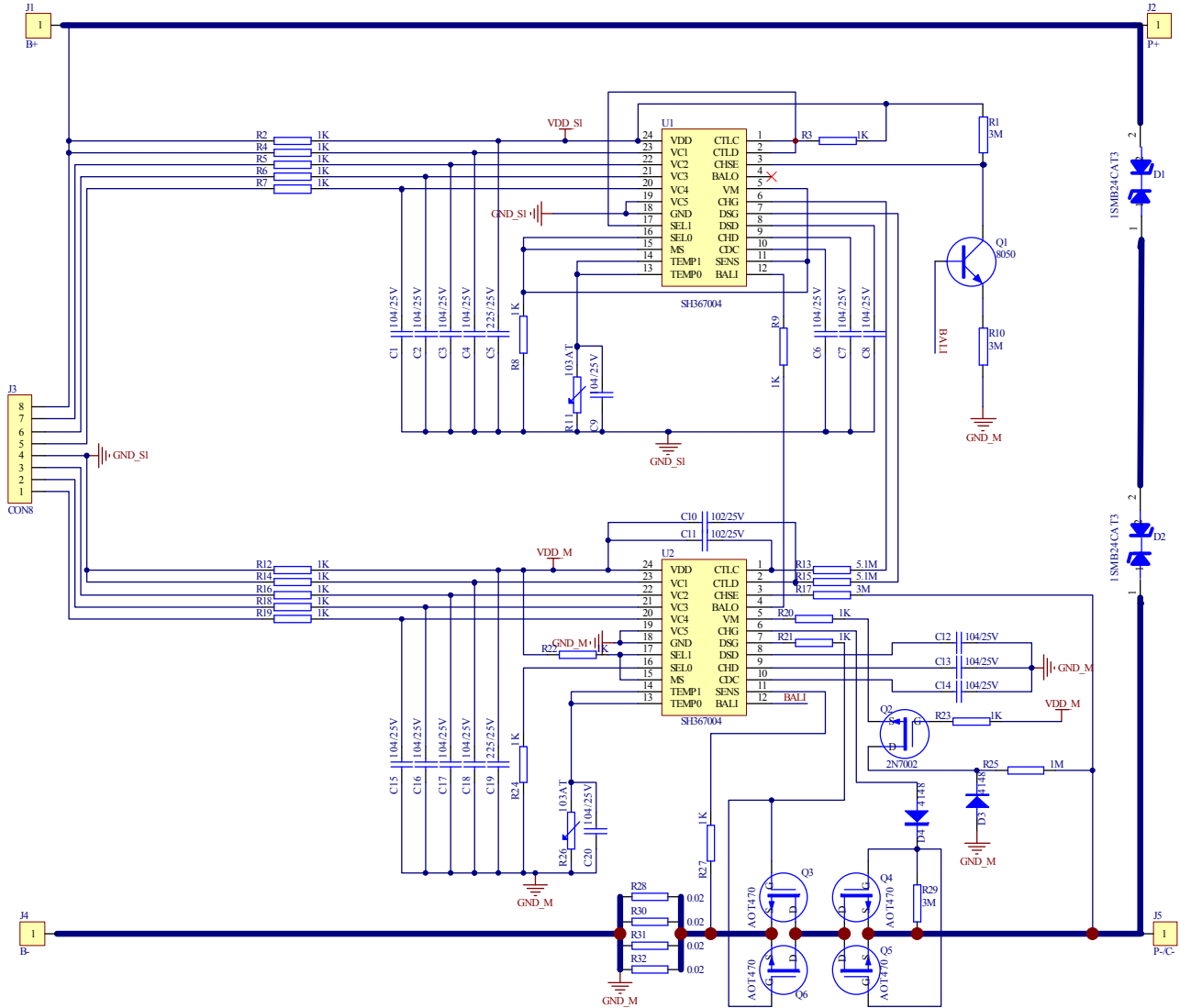
使用说明：

级联应用中用 NMOS（2N7002）来避免高压进入 VM 端口；用 1N4148 避免负压进入到 VM 端口。建议选择 GS 耐压为 30V 的 NMOS，避免主控芯片监控 5 串电芯时 GS 间电压过高。

[illegible]

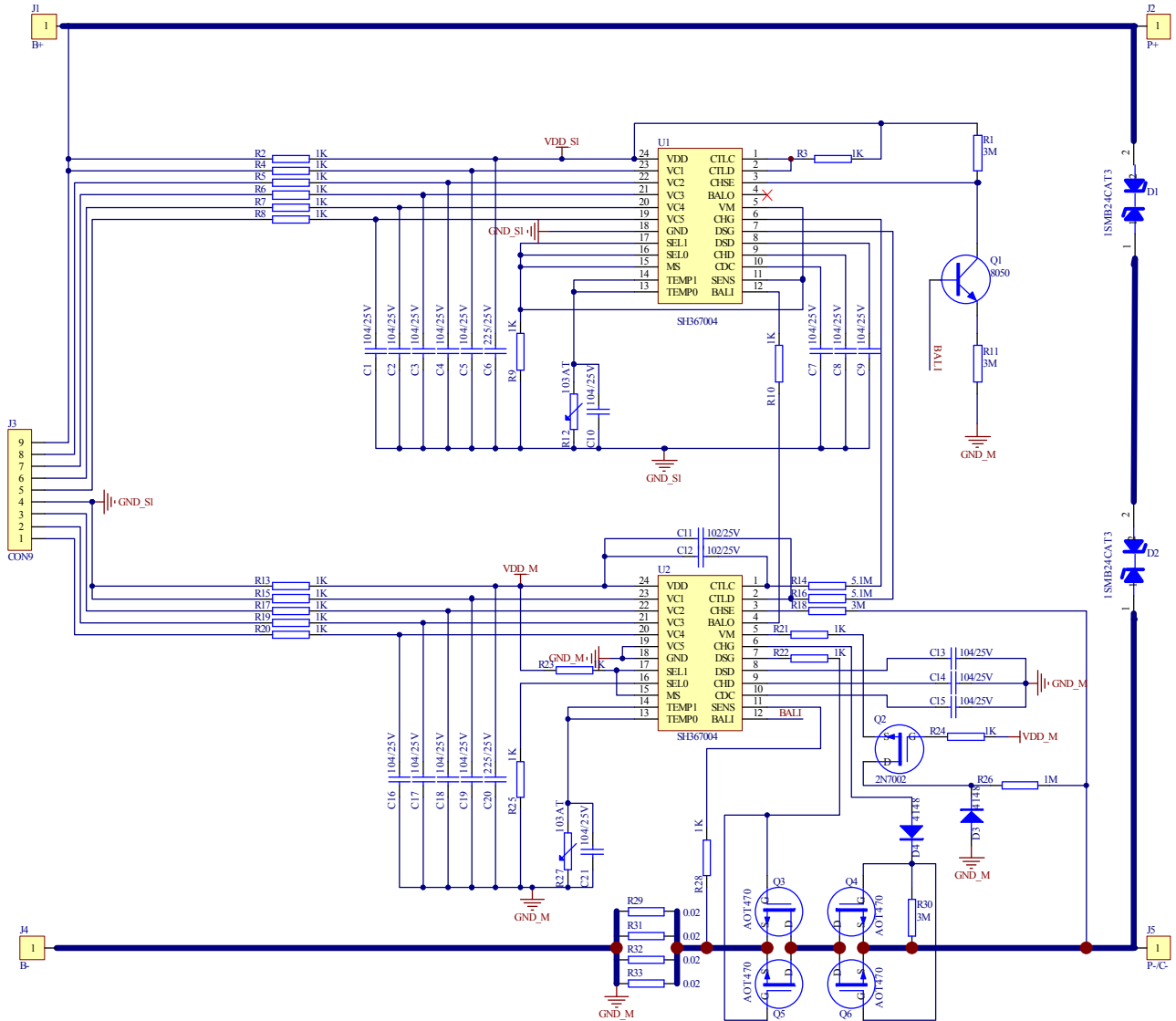


## 3.6 八串锂电池保护应用



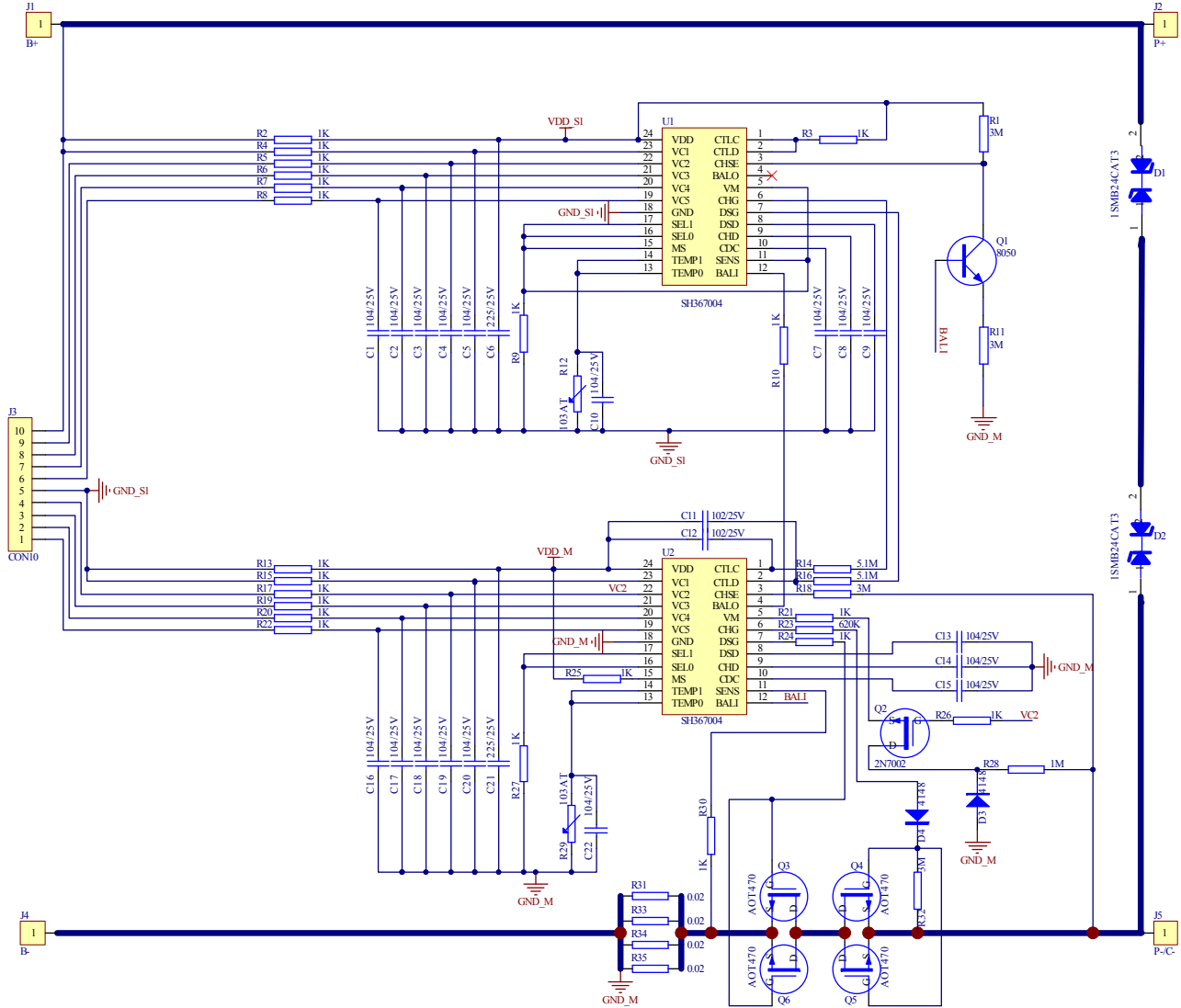


### 3.7 九串锂电池保护应用



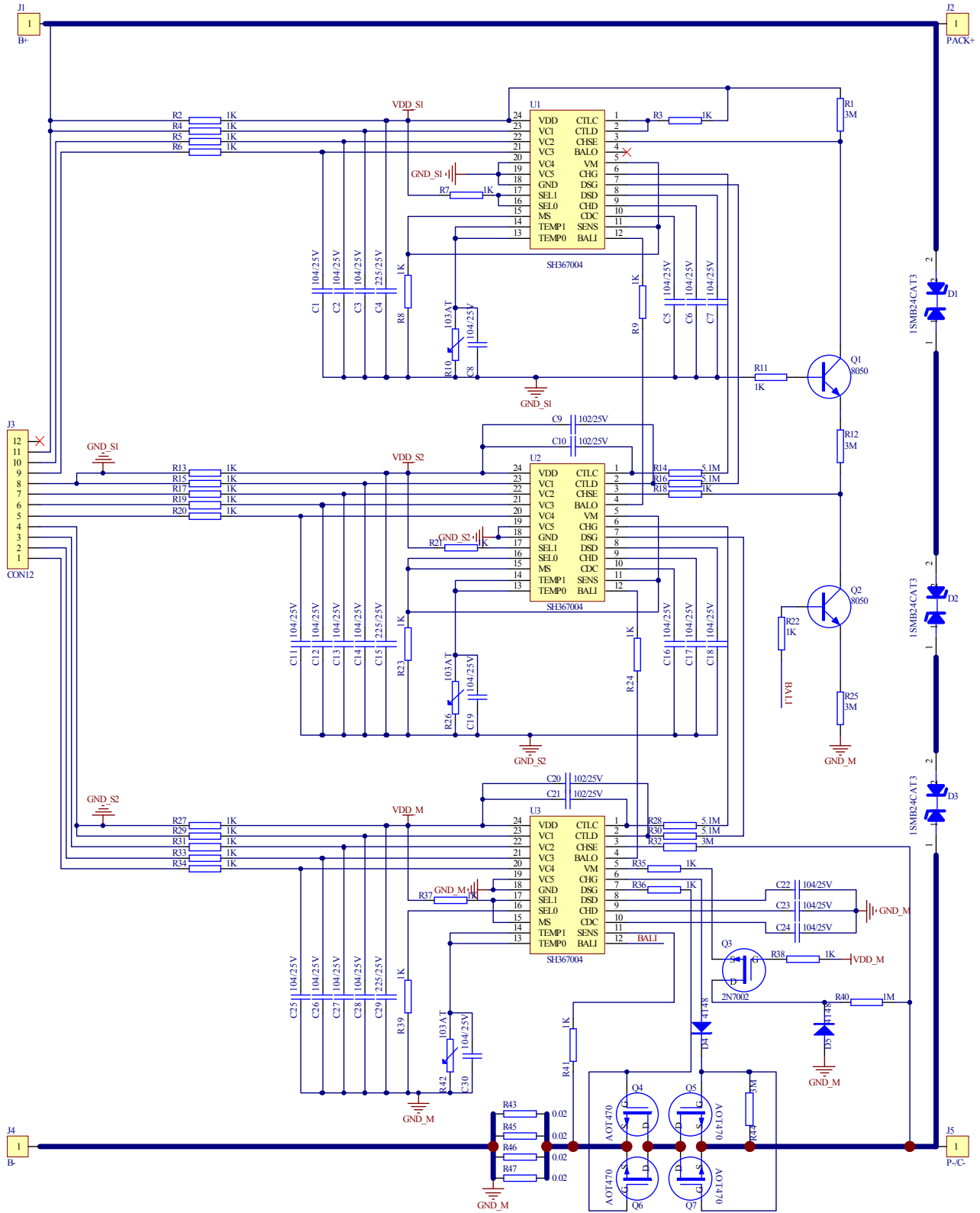


## 3.8 十串锂电池保护应用





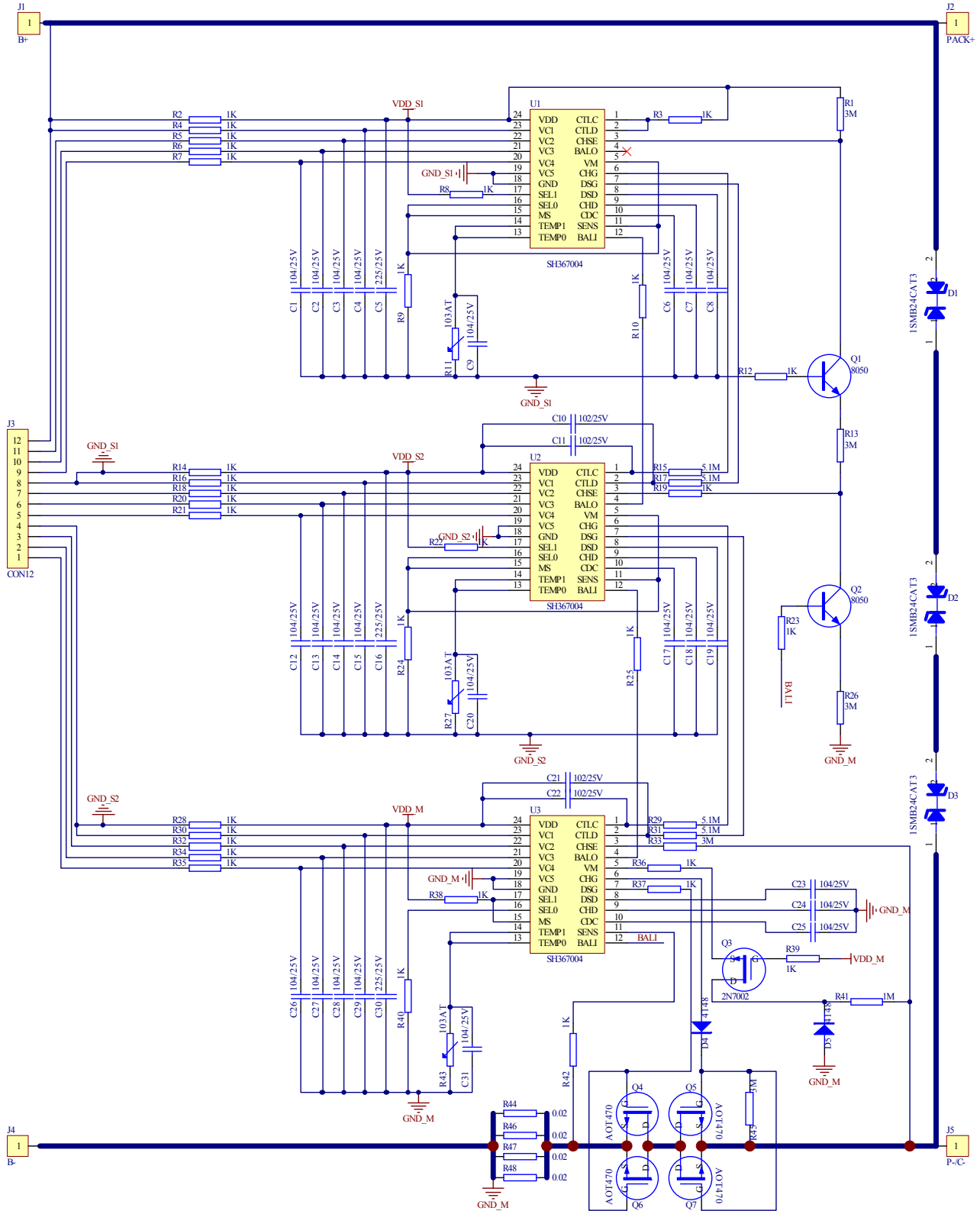
## 3.9 十一串锂电池保护应用

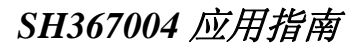






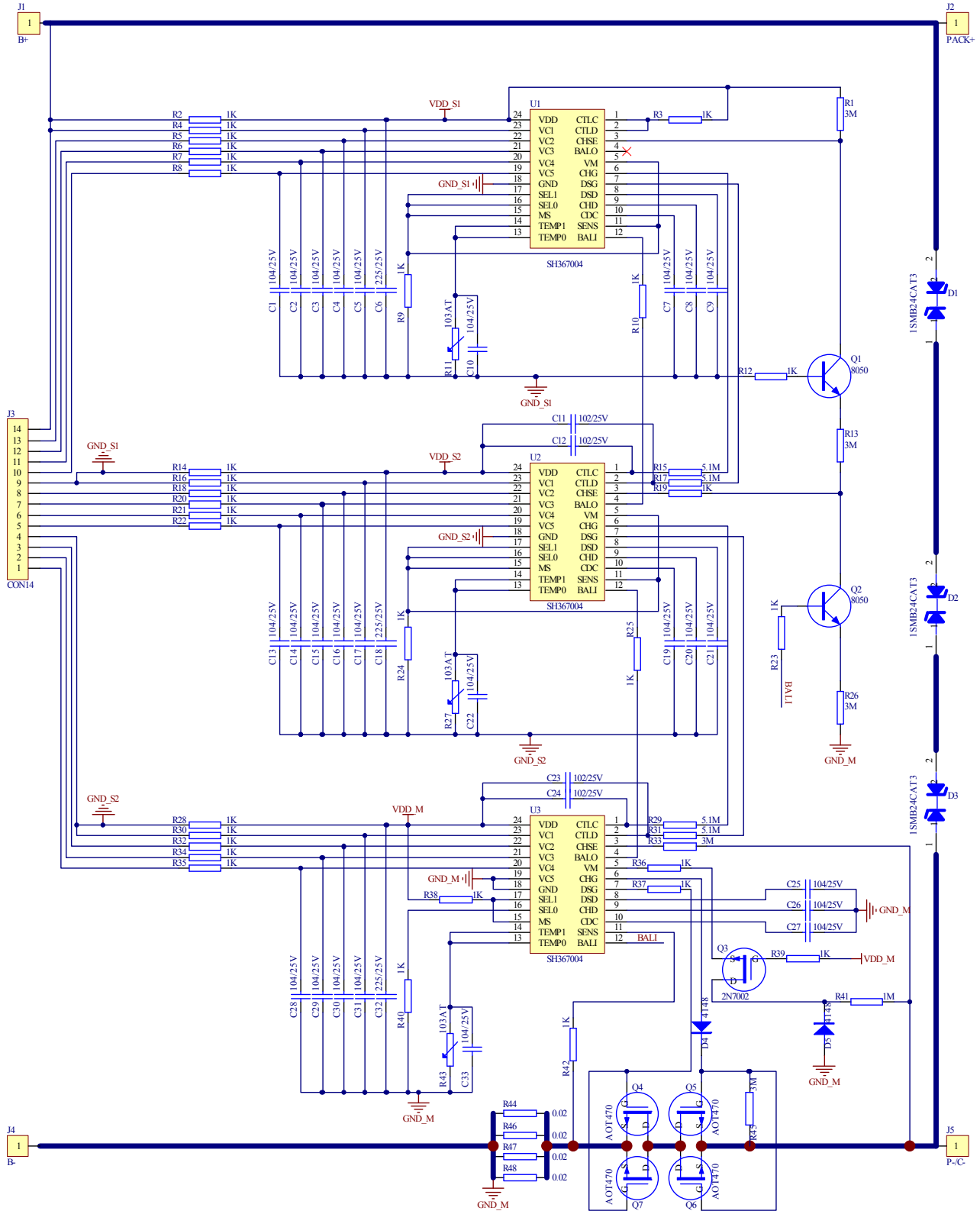
## 3.10 十二串锂电池保护应用





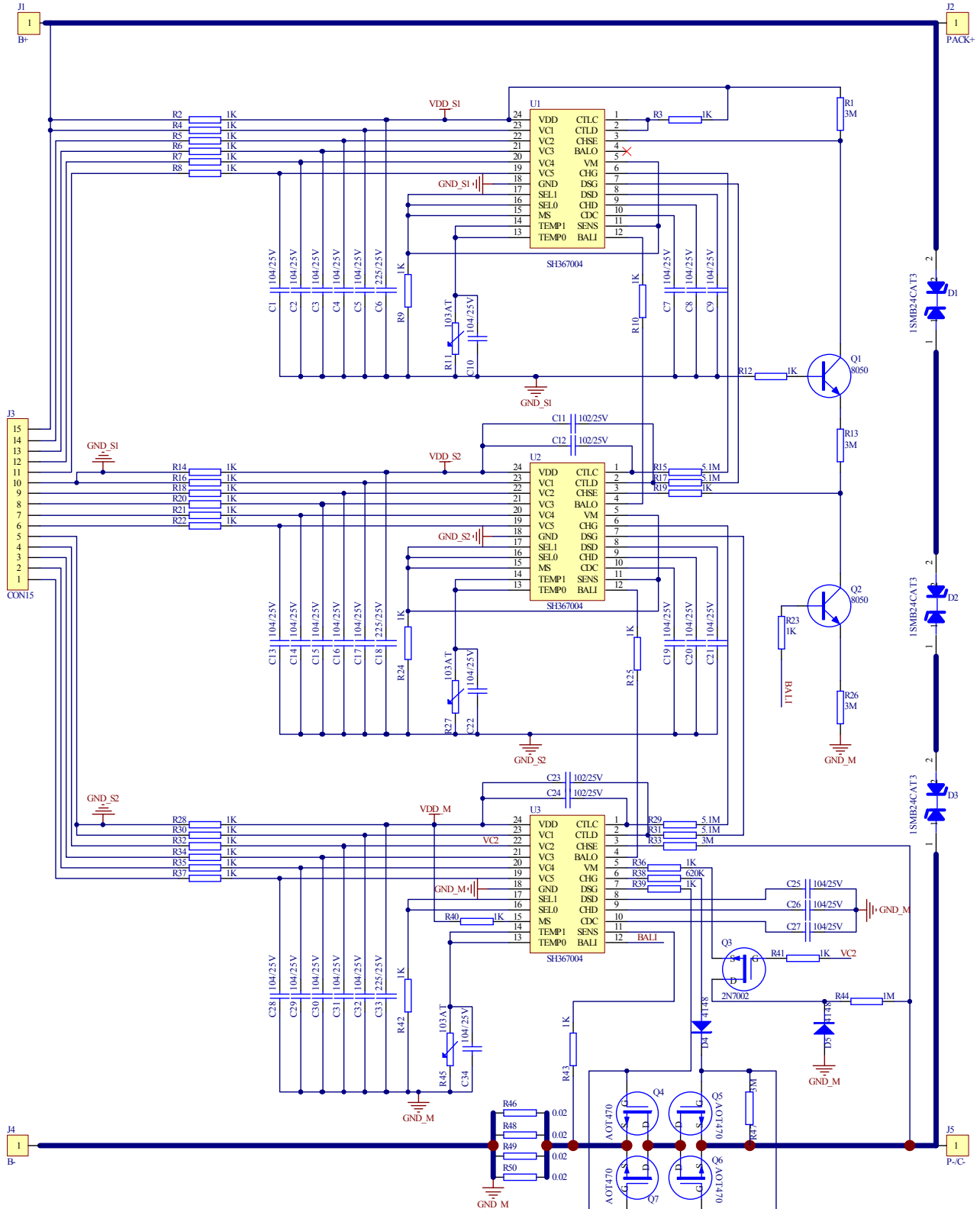


### 3.12 十四串锂电池保护应用





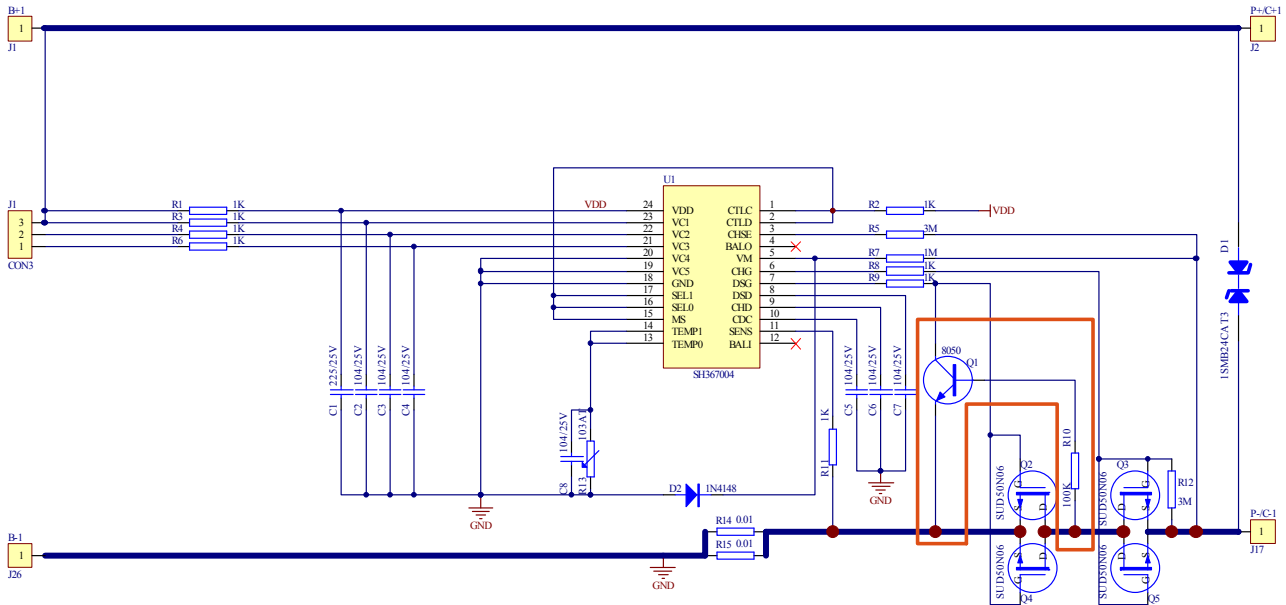
### 3.13 十五串锂电池保护应用





## 4 应用扩展

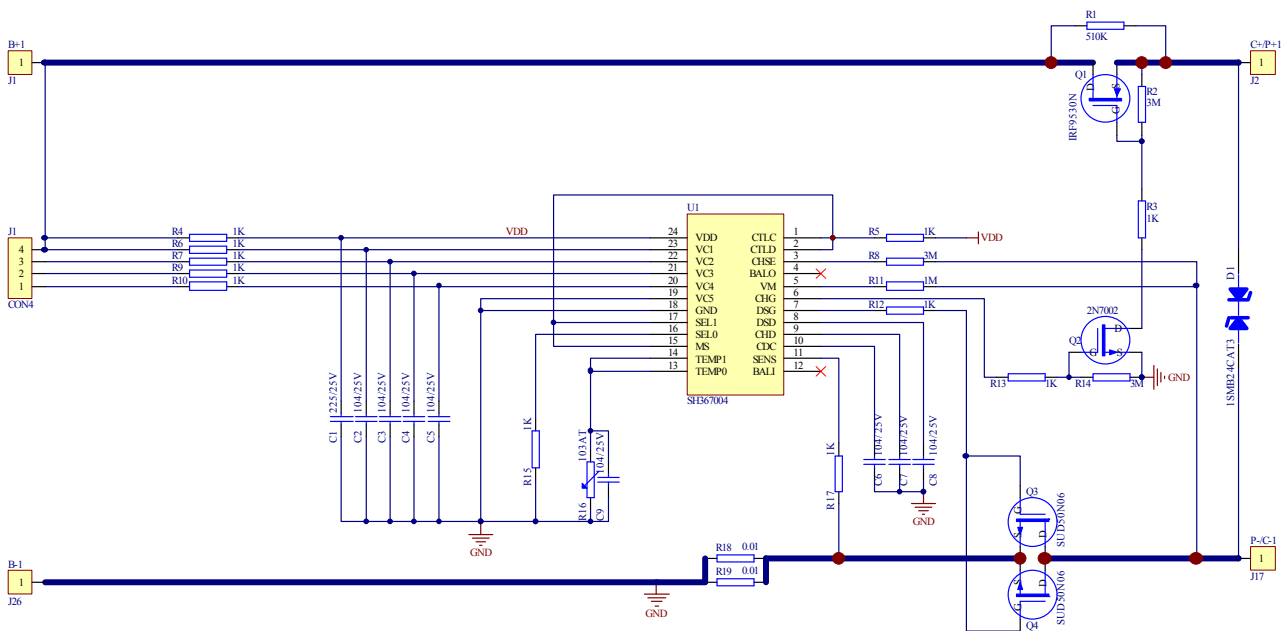
### 4.1 三串锂电池保护负载锁定电路



使用说明：

负载锁定电路主要用在电动工具中，防止放电 MOS 频繁开关。

### 4.2 四串锂电池 P 充 N 放电路

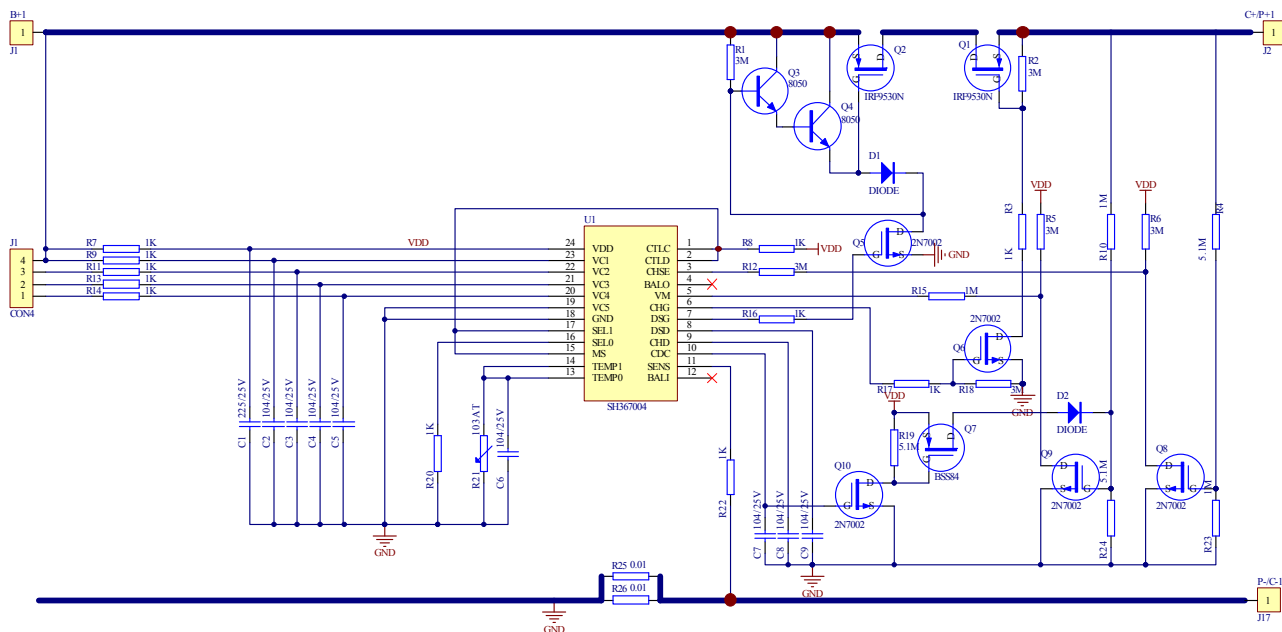




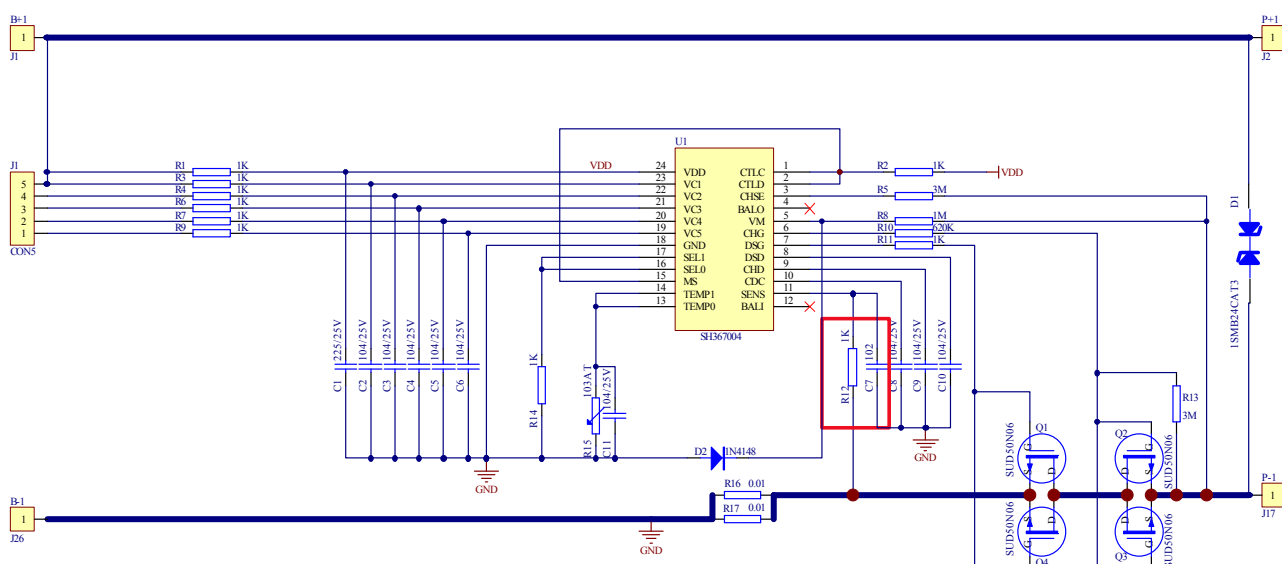
使用说明：

由此方案可衍生出三口电路，即：放电电流流经充电 MOS；充电电流流经放电 MOS。PMOS 方案中无 0V 充电功能。

#### 4.3 四串锂电池 P 充 P 放电电路



#### 4.4 五串锂电池短路延时调节电路



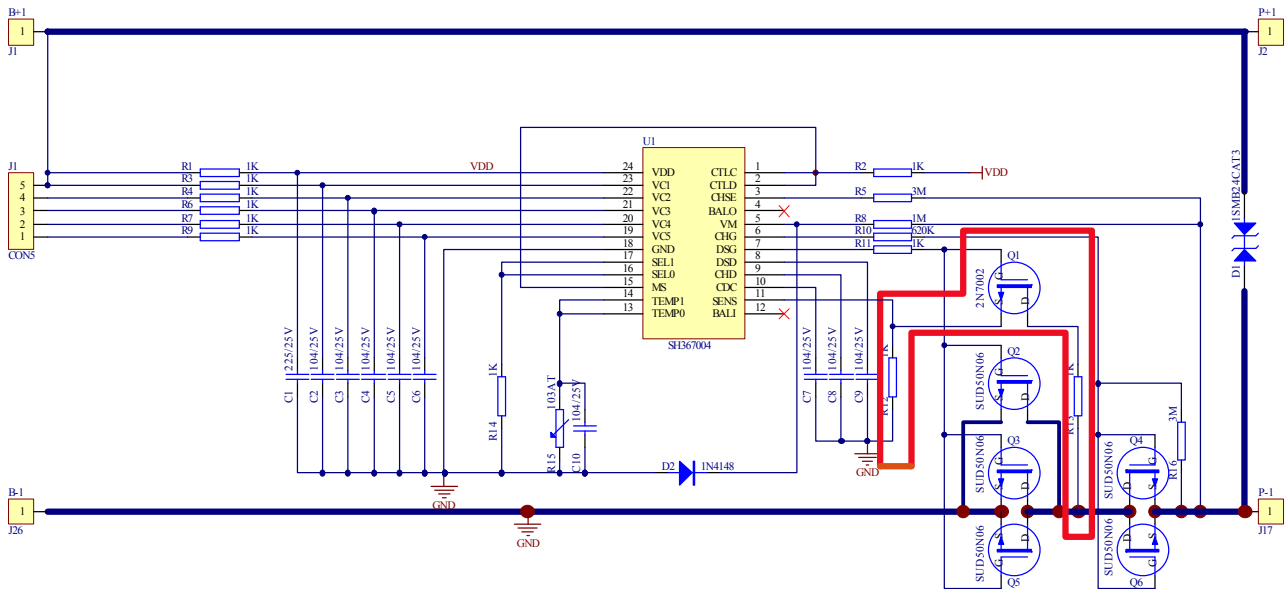
使用说明：

上图所示为添加短路保护延时调整电路的 SH367004 5 串保护板，SH367004 短路保护延时内部固定为 200uS (Max250uS; Min150uS)。图中 C7 与 R14 组成 RC 滤波电路可依据实际应用将 SH367004 短路保护延时适当



增大。

#### 4.5 五串锂电池采 MOS 内阻电路

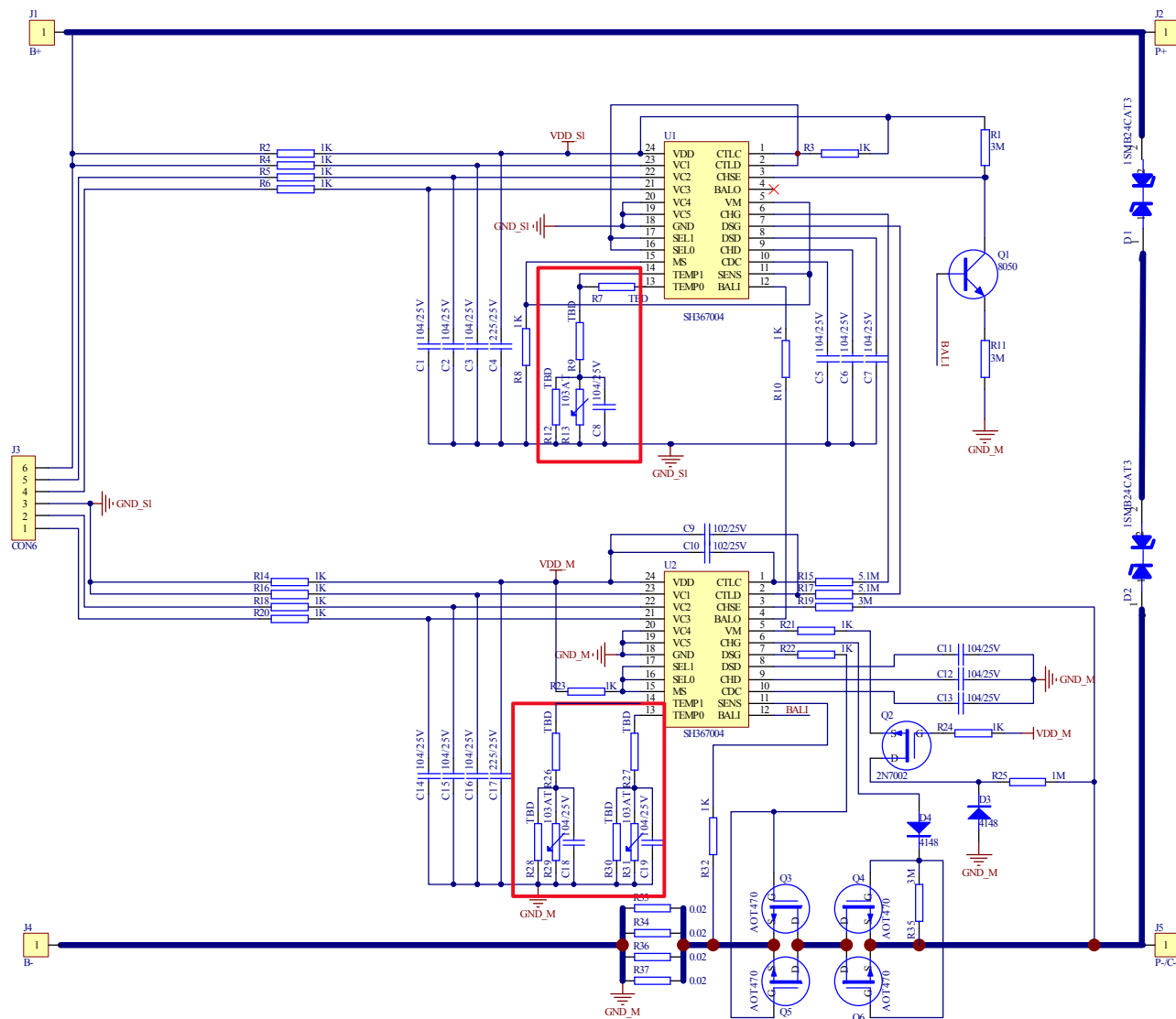


使用说明：

此电路采样 MOS 内阻，调节放电 MOS 的个数和 R12、R13 的阻值匹配来调节充放电电流保护阈值。



## 4.6 六串锂电池温度调节电路



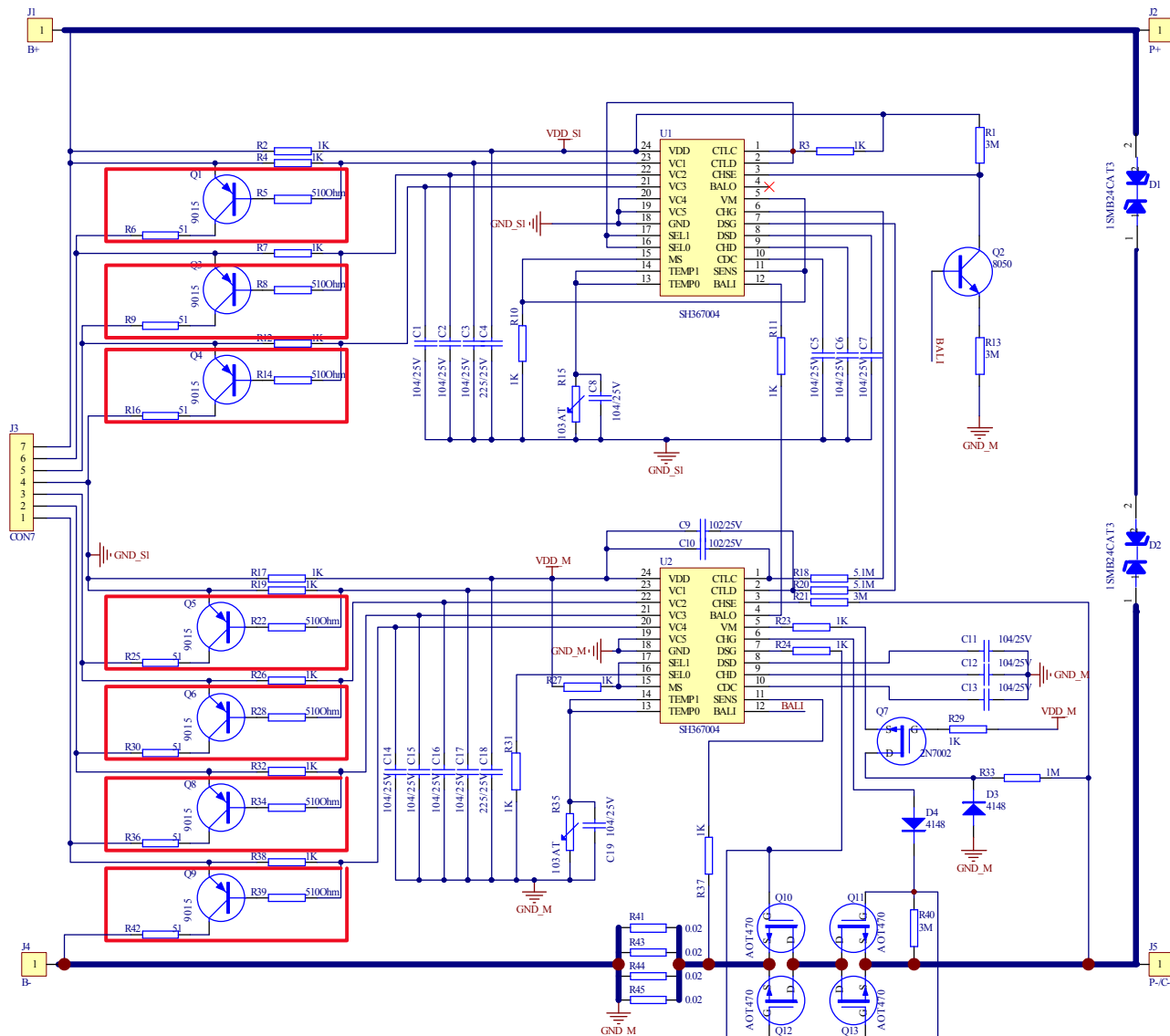
使用说明:

上图所示为 SH367004 6 串保护板参考电路, U1 使用一个温度保护点, 此电路限制在于充放电低温保护阈值无法分开。如果同时需要四个温度点, 建议采用两个热敏电阻, 采用 U2 的温度连接方式。





## 4.7 七串锂电池 BJT 均衡电路

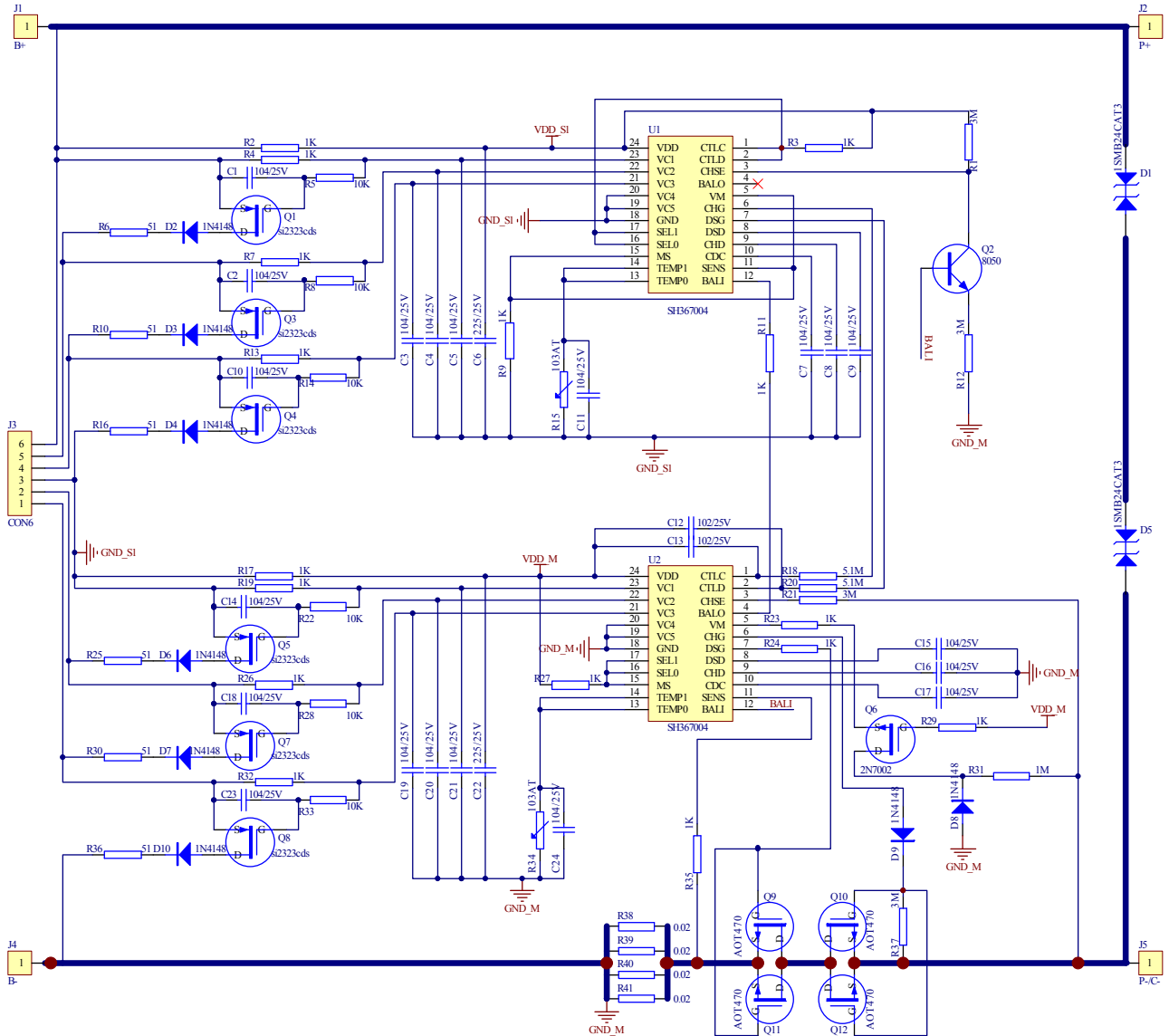


使用说明:

上图为 SH367004 添加外部平衡电路后的 7 串保护板参考电路, SH367004 内部带有平衡开关, 当电芯电压满足平衡条件以后, 内部平衡开关将闭合, 此时滤波电阻上将产生压降。滤波电阻上的压降将驱动 PNP 三极管开启, 从而实现外部平衡。由于滤波电阻的限制, 上述平衡电路能够给 PNP 三极管基极电流在 2mA 左右, 从而限制平衡电路的最大平衡电流, 若需要大电流平衡回路, 请选用 MOSFET 或者达灵顿三极管。



## 4.8 六串锂电池 PMOS 均衡电路

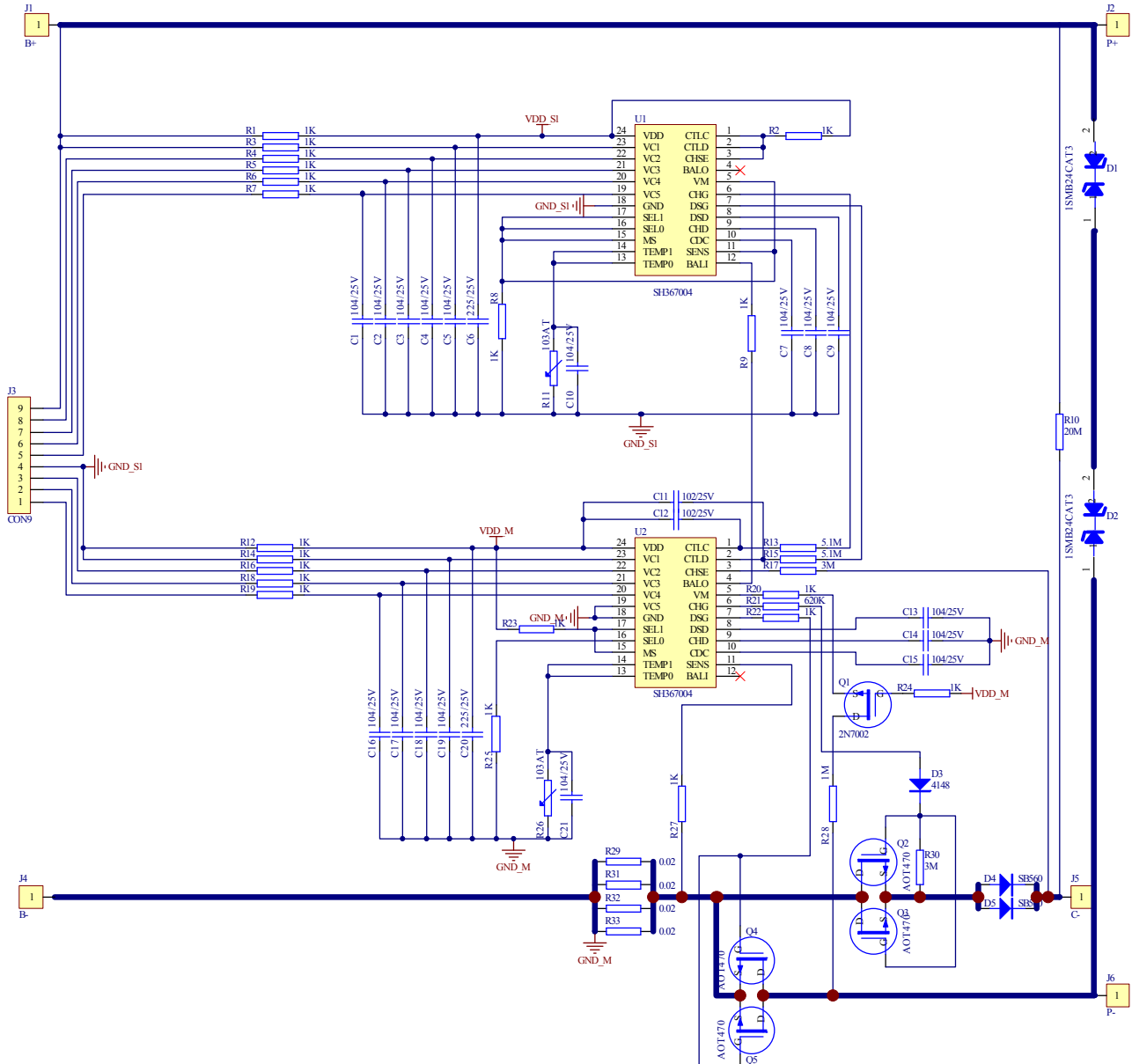


使用说明：

PMOS 平衡方案优点是能够有较大的平衡电流；缺点就是对 PMOS 的选型要求较高，平衡开启时，滤波电阻上的压降须能够打开 PMOS。



## 4.9 九串锂电池全分口电路

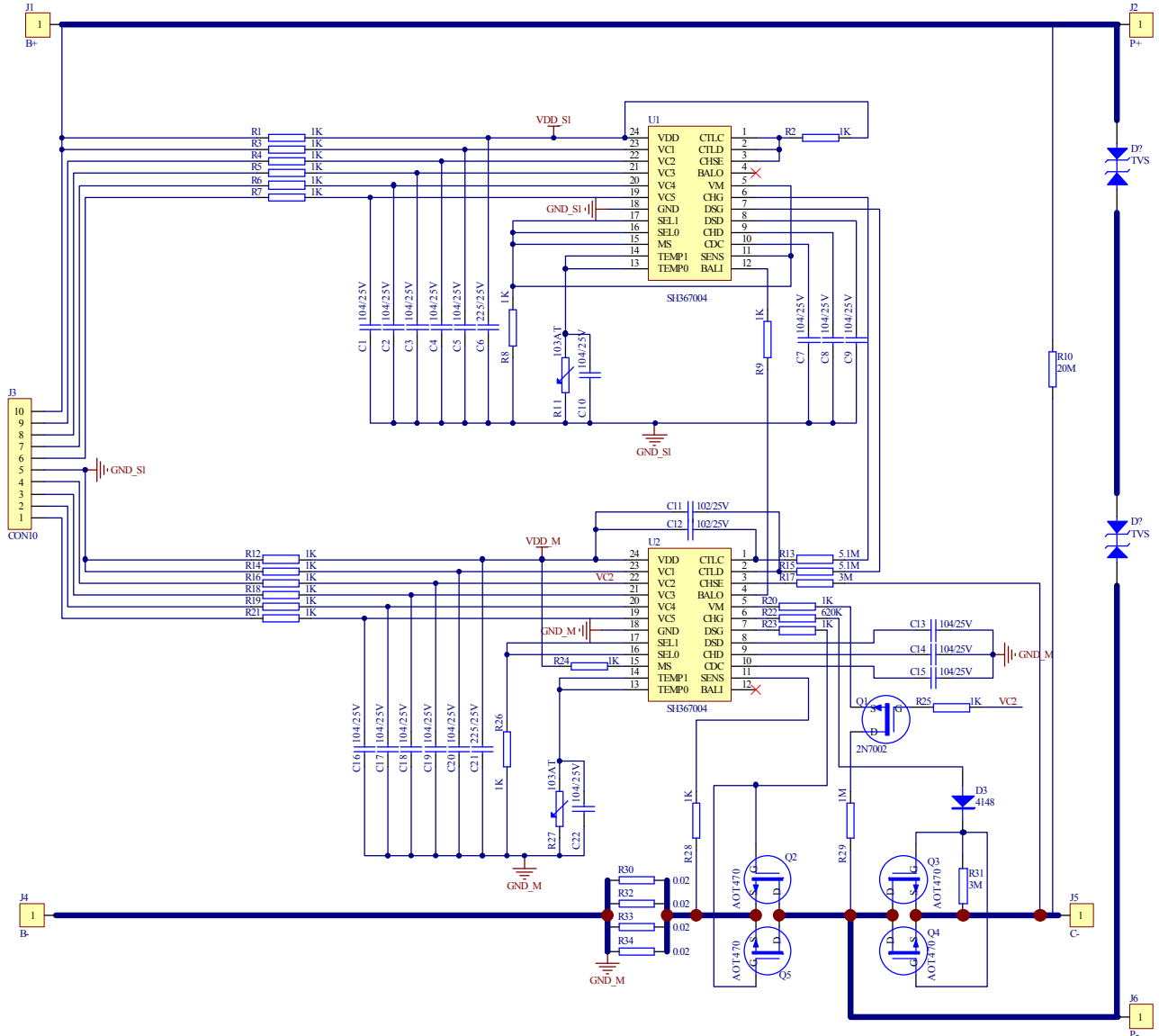


使用说明:

D4、D5 的主要作用是可使主控 IC 进入低功耗。还可以防止 B+ 的电压通过 20M 电阻和充电 MOS 的体二极管到 GND，构成回路。



## 4.10 十串锂电池半分口电路

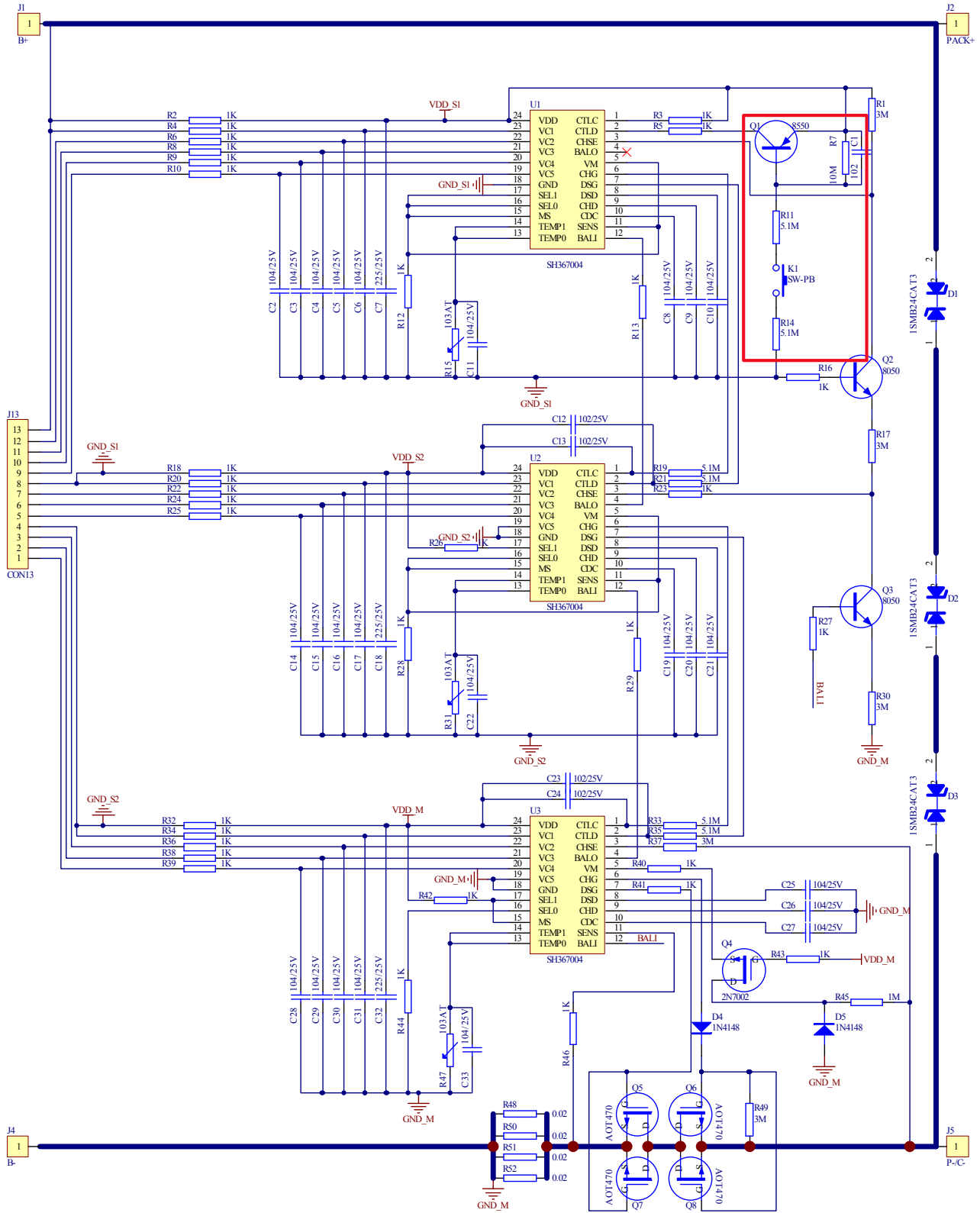


使用说明：

同口电路改成半分口电路时，需在 P+与 C-间串联 20M 电阻，用来释放充放电过流。若使用三颗 IC 级联时，建议采用两个 20M 的电阻串联。半分口电路和全分口电路不需要退过充电迟滞。

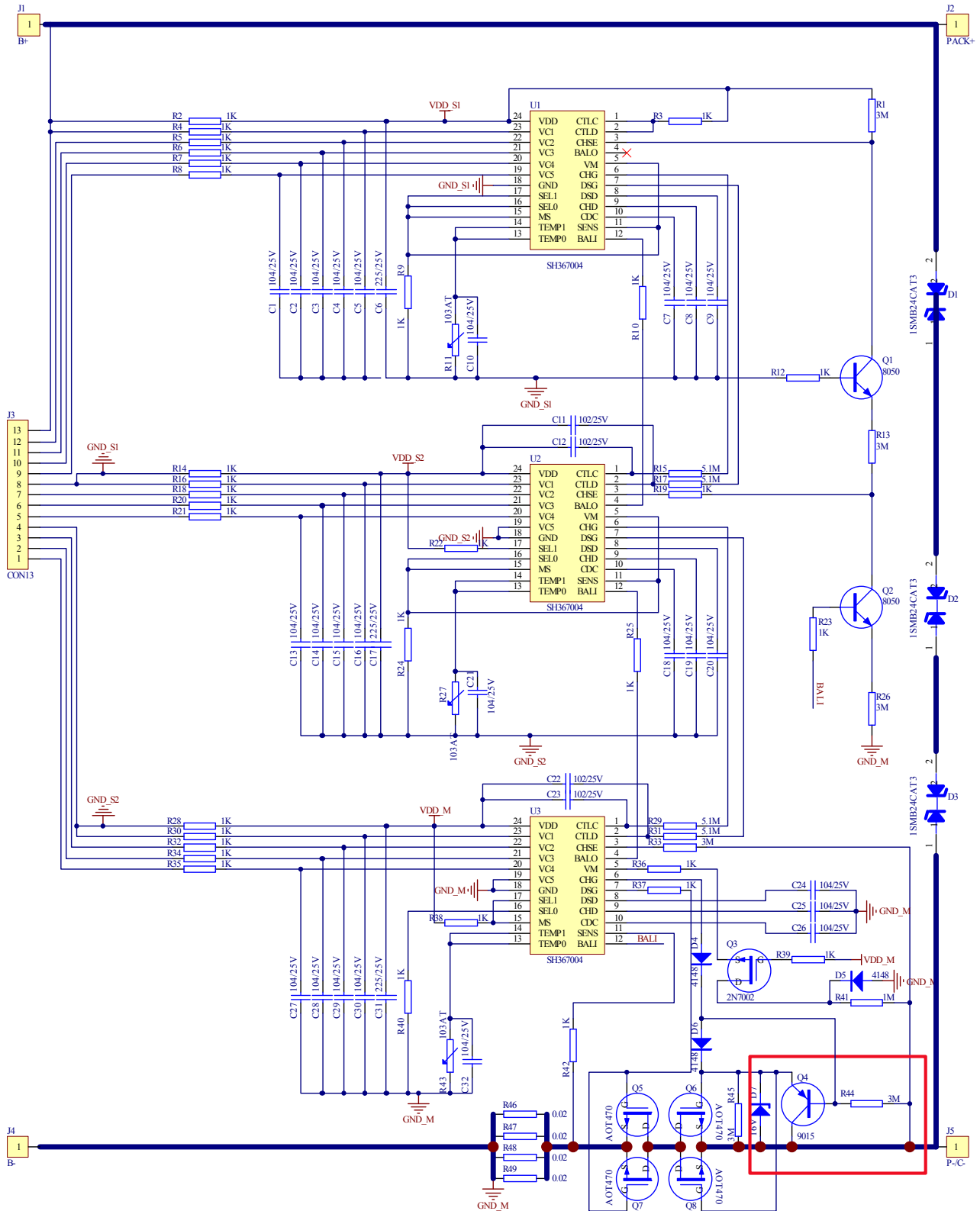


#### 4.11 十三串锂电池弱电开关电路



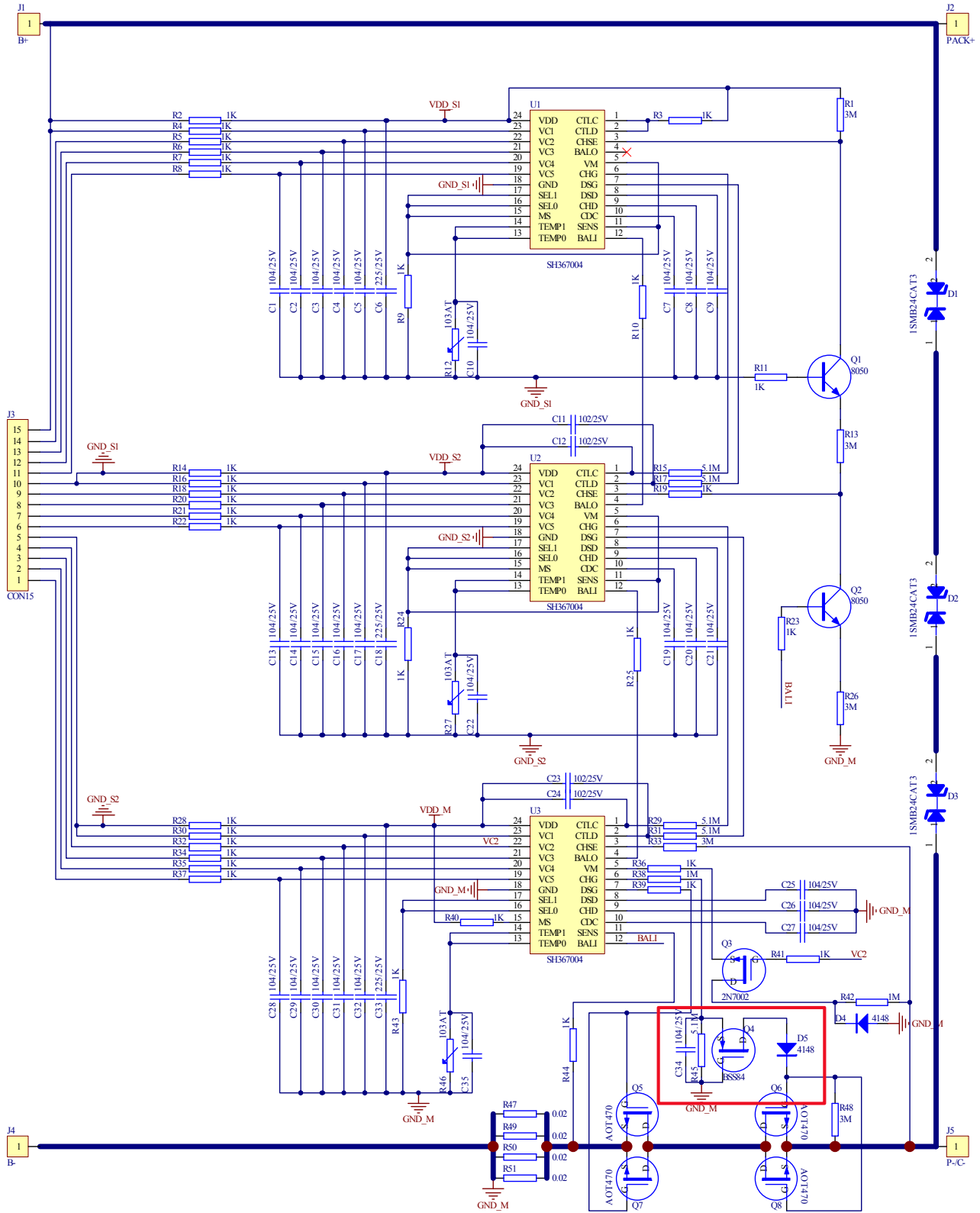


#### 4.12 十三串 CHG 加速关闭锂电池保护电路





## 4.13 十五串锂电池高压充电电路

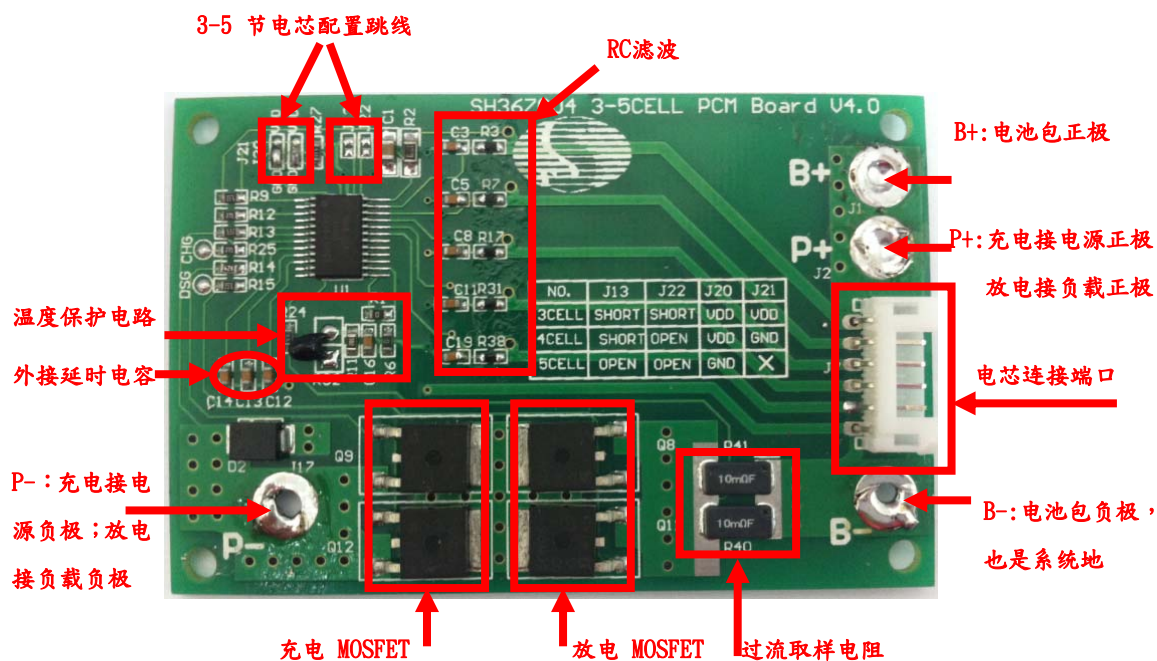




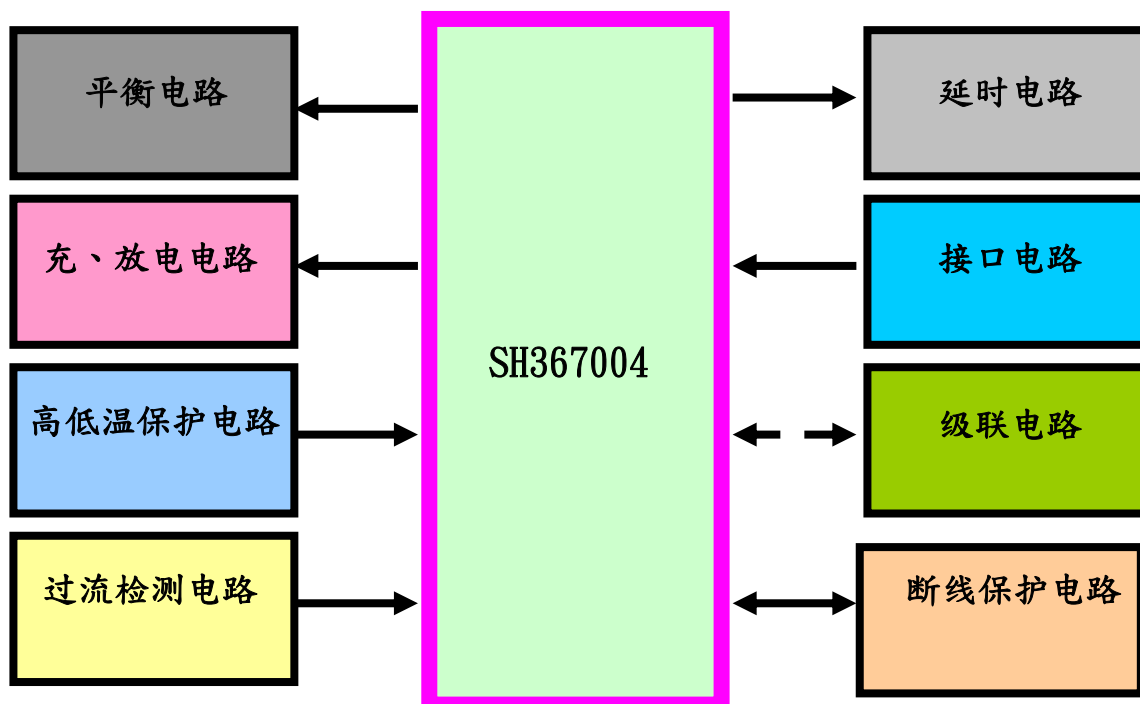
## 5 SH367004 3-5 串电池包保护板用户指南

### 5.1 硬件及功能框图

1、下图 SH367004 3-5 串电池包保护板为充、放电同口。硬件布局及接线如下：



2、SH367004 10 串电池包保护板包含了 SH367004 全部功能，框图如下：







## 5.2 接线端口

本评估板连接非常方便，对外连线最少只需 8 根（5 节电芯）。表 1：

J1	B+：接电池包正极
J26	B-：接电池包负极
J7	电芯连接器（6 芯）
J17	P-：放电时接负载负极；充电时接充电电源负极
J2	P+：放电时接负载正极；充电时接充电电源正极

6 芯电芯连接器，第一节电芯位于电池包电压最低端，以此类推。表二：

0	第一节电芯负极，也是电池包负极，建议不接
1	第一节电芯正极，第二节电芯负极（如果配成 3、4 节电芯，不需连接）
2	第二节电芯正极，第三节电芯负极（如果配成 3 节电芯，不需连接）
3	第三节电芯正极，第四节电芯负极
4	第四节电芯正极，第五节电芯负极
5	第五节电芯正极，也是电池包正极，建议不接

跳线配置。表三：

	J13	J22	J20	J21
3 Cell	Short	Short	VDD	VDD
4 Cell	Short	Open	VDD	GND
5 Cell	Open	Open	GND	GND

注意：B-、B+ 连线的粗细取决于实际应用中最大电流和持续时间。

## 5.3 功能测试

根据实际情况，对照表三配置好电路；再按表一和表二准备好连线，然后按下列顺序依次连接到保护板就可以开始各功能测试：

- 首先将 B- 与电池包负极用粗线相连，
- 将 6 芯排线与 6 芯接头相连，
- 将 B+ 与电池包正极用粗线相连。

第一次上电，系统有可能处于低功耗状态，此时需要进行充电激活。具体方法为：在 P+，P- 直接连接充电器（充电器电压一定要高于电芯自身总电压）。当充、放电 MOSFET 均处于开启状态，且无平衡发生，此时系统处于正常工作模式。

## 5.4 正常工作模式和低功耗模式电流测试

将万用表设置为测电流模式，并串接在 B- 和电池包负极之间。让保护板分别处在正常工作模式、低功耗模式；测得相应的电流。正常情况：

- a. 正常状态：  $I < 35 \mu A$  ( $V1=V2=V3=V4=V5=3.6V$ )



b. 低功耗状态:  $I < 5.5 \mu A$  ( $V1=V2=V3=V4=V5=1.5V$ )

### 5.5 过充电保护测试

在 P+ 和 P- 间接入直流电源给电池包充电, 用示波器观察充电 MOSFET, 当充电 MOSFET 关闭时, 此时电压最高的电芯电压值, 即为过充电保护电压 (此时 CHD 管脚外接电容电压为 5V); 移去充电器, 当充电 MOSFET 再次开启时, 此时电压最高的电芯电压值, 即为过充电恢复电压。

### 5.6 过放电保护测试

在 P+ 和 P- 之间连接负载放电, 用示波器观察放电 MOSFET, 直到其关闭, 此时电压最低的电芯电压, 即为过放电保护电压 (此时 DSD 管脚外接电容电压为 5V); 然后移去负载, 等待放电 MOSFET 重新开启, 此时电压最低的电芯电压即为过放电恢复电压。注意: 如果过放电时间过长, 系统将进入低功耗状态, 则需要接充电器才能激活。

### 5.7 充电过流 1 保护测试

在 P+ 和 P- 间连接能提供大电流充电器, 使其充电电流大于、等于充电过流 1 保护阈值 (充电过流 1 保护阈值电压/取样电阻), 此时充、放电 MOSFET 都关闭 (此时 CDC 管脚外接电容电压为 5V)。拔掉充电器, 充放电 MOSFET 重新打开。

### 5.8 放电过流 1 保护测试

在放电过程中使放电电流大于、等于放电过流 1 阈值 (放电过流 1 保护阈值电压/取样电阻), 此时充、放电 MOSFET 都关闭 (此时 CDC 管脚外接电容电压为 5V)。拔掉负载, 充、放电 MOSFET 重新打开。

### 5.9 充电过流 2 保护测试

在充电中使充电电流大于、等于充电过流 2 保护阈值 (充电过流 2 保护阈值电压/取样电阻), 此时充、放电 MOSFET 都关闭 (可通过示波器观察)。拔掉充电器, 充、放电 MOSFET 重新打开。

### 5.10 短路保护测试

将 P+ 与 P- 进行短接, 系统响应放电过流 2 保护, 充、放电 MOSFET 关闭。断开 P+ 与 P-, 充、放电 MOSFET 重新打开。电芯无异常情况。

### 5.11 高温保护测试

将测试板放入温度箱内, 逐渐增加温度箱的温度, 直到充、放电 MOSFET 关闭, 记录此时的温度值, 即为高温保护阈值。然后逐渐降低温度箱的温度, 直到充、放电 MOSFET 重新打开, 记录此时的温度值, 即为高温保护恢复阈值。

### 5.12 低温保护测试

将测试板放入温度箱内, 使保护板处于充电状态, 逐渐降低温度箱的温度, 直到充电 MOSFET 关闭, 记录此时的温度值, 即为低温保护阈值。然后逐渐升高温度箱的温度, 直到充电 MOSFET 重新打开, 记录此时的温度值, 即为低温保护恢复阈值。



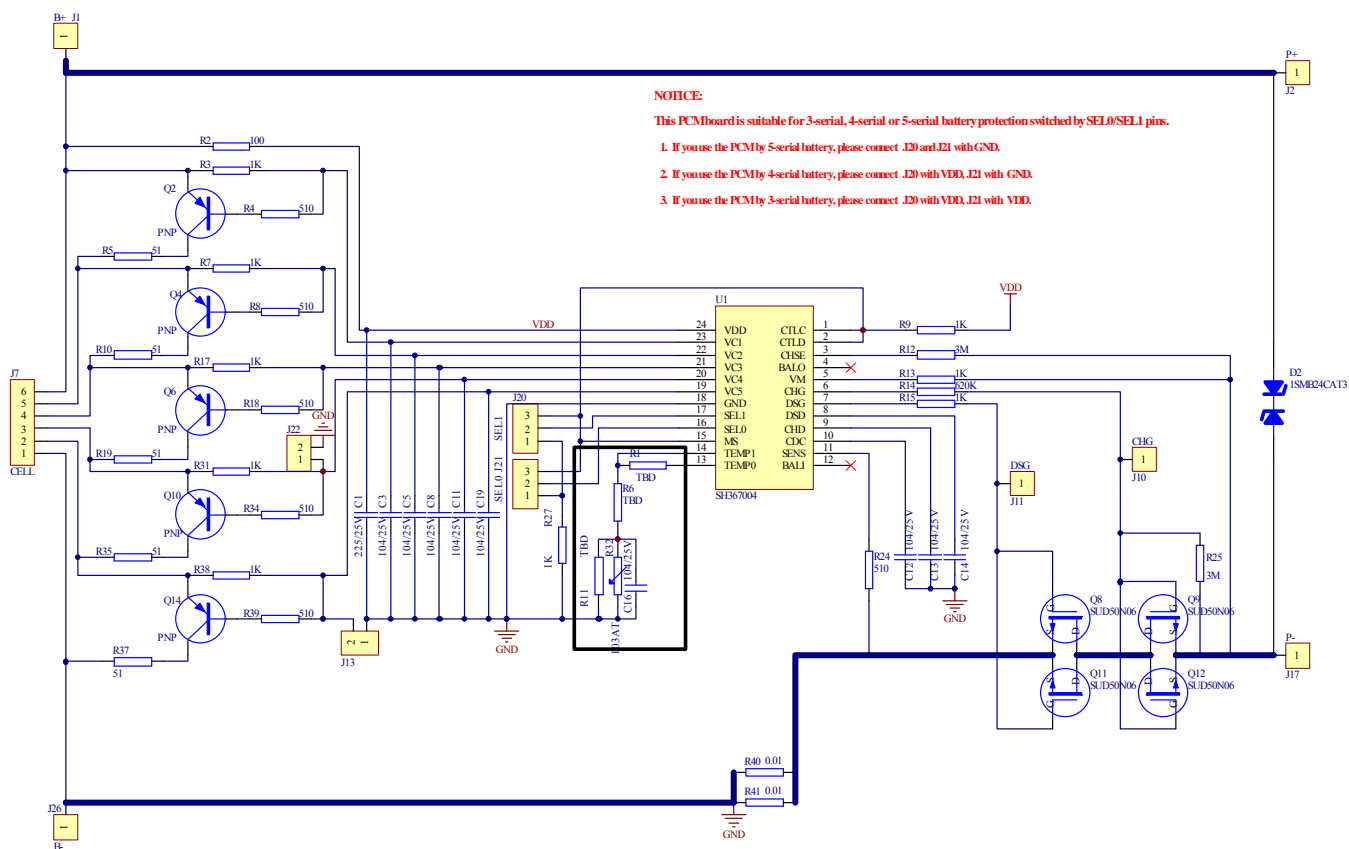
### 5.13 平衡功能测试

当某一节电芯电压高于平衡开启电压，且持续时间超过平衡开启延时  $t_{BL}$  时，此节电芯对应的平衡电路打开（可用示波器观察平衡电阻上的波形）；当多节电芯满足平衡条件时，将进行奇偶平衡，即相邻两节电芯不能同时进行平衡；当不满足平衡条件时，会自动退出平衡功能。

### 5.14 断线保护测试

在正常状态下，任意电芯连线断线时（包括 B+ 和 B- 断线），充、放电 MOSFET 关闭。恢复断线连接时，充、放电 MOSFET 重新开启。

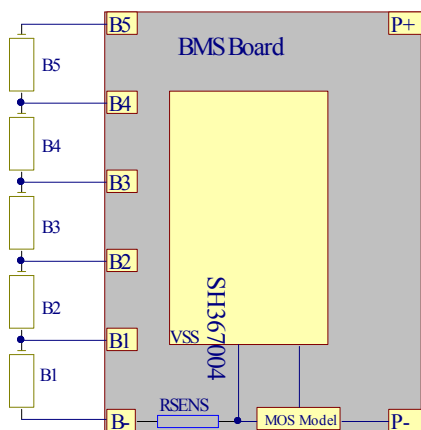
### 5.15 3-5 串保护板原理图



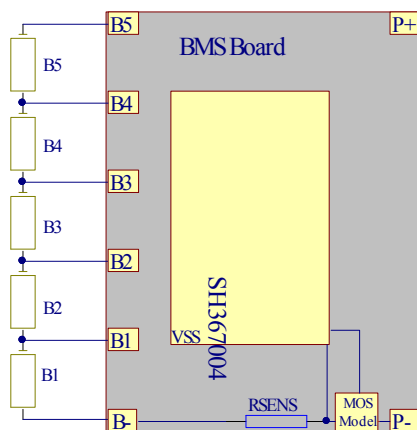


## 6 PCB LAYOUT 注意事项

- 1) 采样电阻尽量靠近 B-端，减小走线阻值对电流保护值的影响。



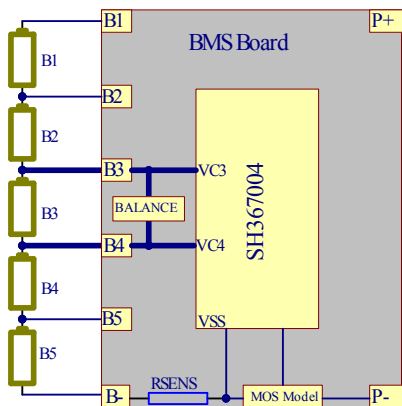
YES



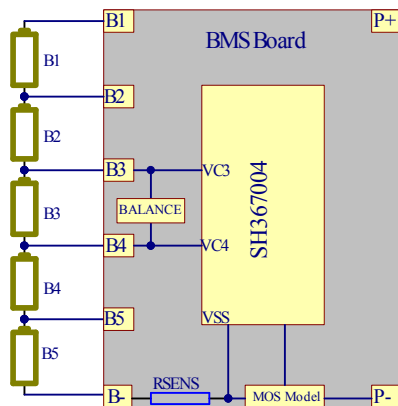
NO

- 2) 芯片 VDD, VC1 连接线直接从 B+端子引出，不要从功率电流的地方连接，防止在大电流放电时，功率走线的震荡引起芯片的采样不准确。
- 3) 若保护板有均衡功能，电压采集的走线需要足够粗。防止均衡启动时，走线的压降太大，导致电压采样有误差。

也可以采用双走线方式，即均衡电路采用较粗的走线，电压采集通过另外的走线连接至芯片。

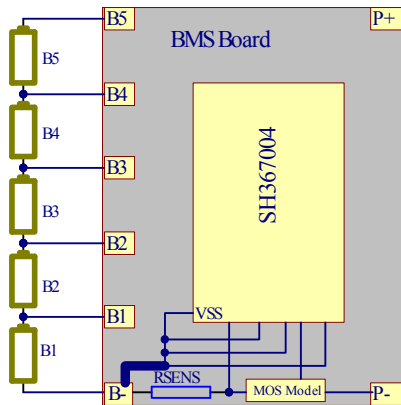


YES

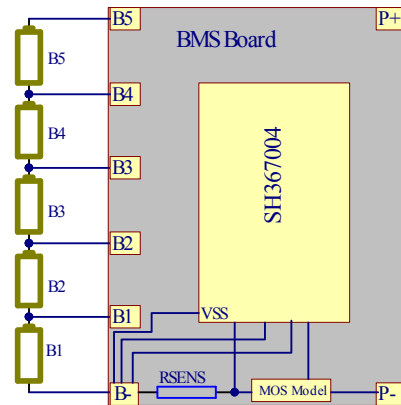


NO

- 4) 芯片采用一点接地，芯片所有的地线通过一点连接至 B-端，防止 B-端抖动对芯片造成干扰。



YES



NO

- 5) 对外的接口 B+, B-, P+, P-和芯片管脚之间可以通过片外电阻电容隔离一下，防 ESD 对芯片的冲击。
- 6) 如果可以，建议电压采样端 RC 滤波的接地，每一路单独连接至地。
- 7) 大电流回路的线宽和散热要有足够的余量。
- 8) VDD 处的 RC 滤波电路尽量选择 0805 封装的电阻，因为在有尖峰电压的情况下，0603 封装的电阻容易损坏从而导致整个芯片可能工作不稳定。



7 规格书更改记录

SH367004 Application Notice 更新记录		
版本	内容	日期
V3.0	1、修改原理图中 VDD 电阻由 100 欧姆修改为 1K； 2、修改原理图中 VDD 滤波电容由 4.7uF 修改为 2.2uF； 3、修改四串典型应用原理图中的笔误（P10）；	2015.04.07
V2.0	1、更新产品造型表（P2）； 2、修改 4/5 串应用原理图（P10）； 3、修改 P 充 P 放电路原理图（P22）； 4、删除大电压充电电路； 5、增加 CHG 加速关闭电路；（P30） 6、增加采 MOS 内阻电路（P23）； 7、修改大电压充电电路原理图（P31）	2015.03.12
V1.0	1、更新产品造型表（P2）； 2、更新温度调节电路原理图（P23）； 3、增加 MOS 均衡电路（P25）； 4、删除无低功耗功能电路； 5、删除无温度保护电路； 6、修改过放电关充电 MOS 定义（P5）； 7、更新各应用原理图（P11~P15，P25）； 8、修改 CHSE/CTL/SEL 高低电平定义（P17）；	2014.04.25
V0.0	初始版本	2014.03.17



## 目录

SH367004 应用指南 .....	1
1 概述.....	1
1.1 封装.....	3
1.2 管脚图.....	3
2 功能设定.....	4
2.1 主控芯片/辅控芯片的选择 .....	4
2.2 CTLC/CTLD 管脚设定 .....	4
2.3 SEL0/SEL1 管脚设定 .....	4
2.4 级联设定.....	4
2.5 延时时间设定.....	6
2.6 电芯均衡功能.....	7
2.7 断线保护.....	7
3 3~15 锂电芯典型应用 .....	8
3.1 三串锂电池保护应用.....	8
3.2 四串锂电池保护应用.....	10
3.3 五串锂电池保护应用.....	10
3.4 六串锂电池保护应用.....	11
3.5 七串锂电池保护应用.....	12
3.6 八串锂电池保护应用.....	13
3.7 九串锂电池保护应用.....	14
3.8 十串锂电池保护应用.....	15
3.9 十一串锂电池保护应用.....	16
3.10 十二串锂电池保护应用.....	17
3.11 十三串锂电池保护应用.....	18
3.12 十四串锂电池保护应用.....	19
3.13 十五串锂电池保护应用.....	20
4 应用扩展.....	21
4.1 三串锂电池保护负载锁定电路.....	21
4.2 四串锂电池 P 充 N 放电路 .....	錯誤! 尚未定義書籤。
4.3 四串锂电池 P 充 P 放电路 .....	22
4.4 五串锂电池短路延时调节电路.....	22
4.5 五串锂电池采 MOS 内阻电路 .....	23
4.6 六串锂电池温度调节电路.....	24
4.7 七串锂电池 BJT 均衡电路.....	25
4.8 六串锂电池 PMOS 均衡电路.....	26



4.9	九串锂电池全分口电路.....	27
4.10	十串锂电池半分口电路.....	28
4.11	十三串锂电池弱电开关电路.....	29
4.12	十三串 CHG 加速关闭锂电池保护电路 .....	30
4.13	十五串锂电池高压充电电路.....	31
5	SH367004 3-5 串电池包保护板用户指南 .....	32
5.1	硬件及功能框图.....	32
5.2	接线端口.....	33
5.3	功能测试.....	33
5.4	正常工作模式和低功耗模式电流测试.....	33
5.5	过充电保护测试.....	34
5.6	过放电保护测试.....	34
5.7	充电过流 1 保护测试.....	34
5.8	放电过流 1 保护测试.....	34
5.9	充电过流 2 保护测试.....	34
5.10	短路保护测试.....	34
5.11	高温保护测试.....	34
5.12	低温保护测试.....	34
5.13	平衡功能测试.....	35
5.14	断线保护测试.....	35
5.15	3-5 串保护板原理图 .....	35
6	PCB LAYOUT 注意事项 .....	36
7	规格书更改记录.....	38