



## 应用设计指导

目录:

- [1. 基本功能简介](#)
- [2. 过充、过放、过流功能逻辑原理介绍](#)
- [3. 平衡功能原理介绍](#)
- [4. 温度检测功能原理介绍](#)
- [5. 扩展应用功能及相关端子简介](#)
- [6. OCCT端 功能使用说明](#)
- [7. 关键元器件选择](#)
- [8. PCB设计](#)
- [9.典型应用PCB](#)

### [附录. 问题答疑](#)

BM345X系列产品信息:

产品 型号	过充阈值 (精度)	过放阈值 (精度)	放电过流阈值 (精度)	封装形式	基本 功能	平衡 功能	温度 检测	级联 功能	保护 串数
BM3451 系列	3.600~4.600V (±25mV)	1.600~3.000V (±80mV)	0.025~0.300V (±15mV)	TSSOP28	√	√	√	√	3/4/5 节可选
				TSSOP20	√	×	√	√	3/4/5 节可选
BM3452 系列	3.600~4.600V (±25mV)	1.600~3.000V (±80mV)	0.025~0.300V (±15mV)	SOP16	√	×	√	×	3 节专 用

## 1. 基本功能简介

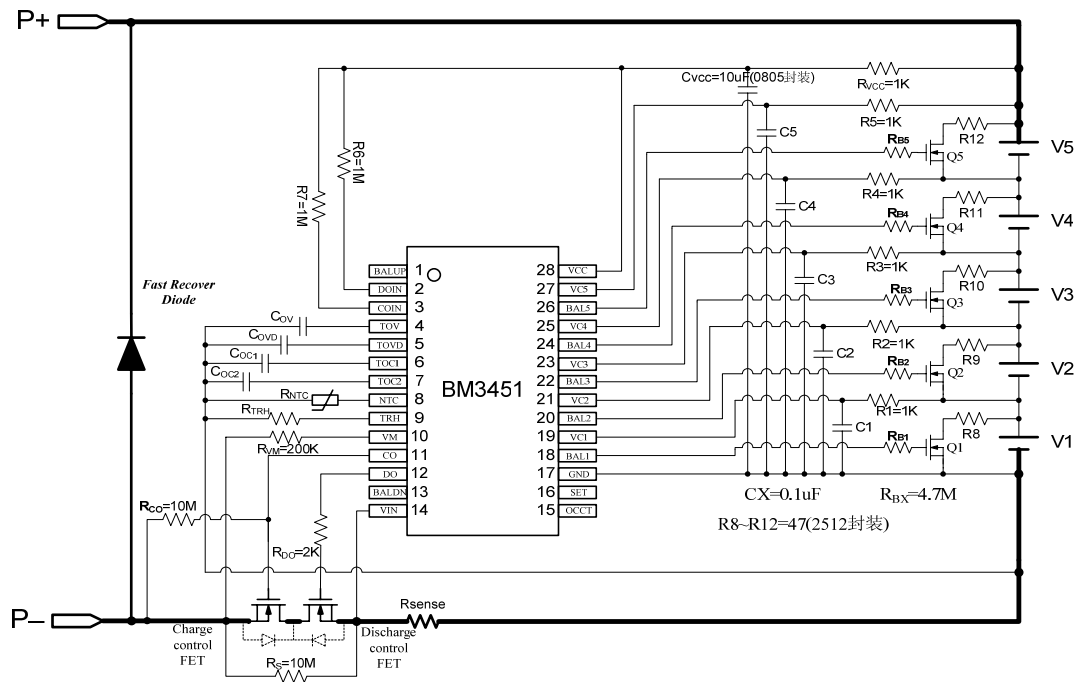


图1 5串典型应用（带温度、平衡、充放电同端口）

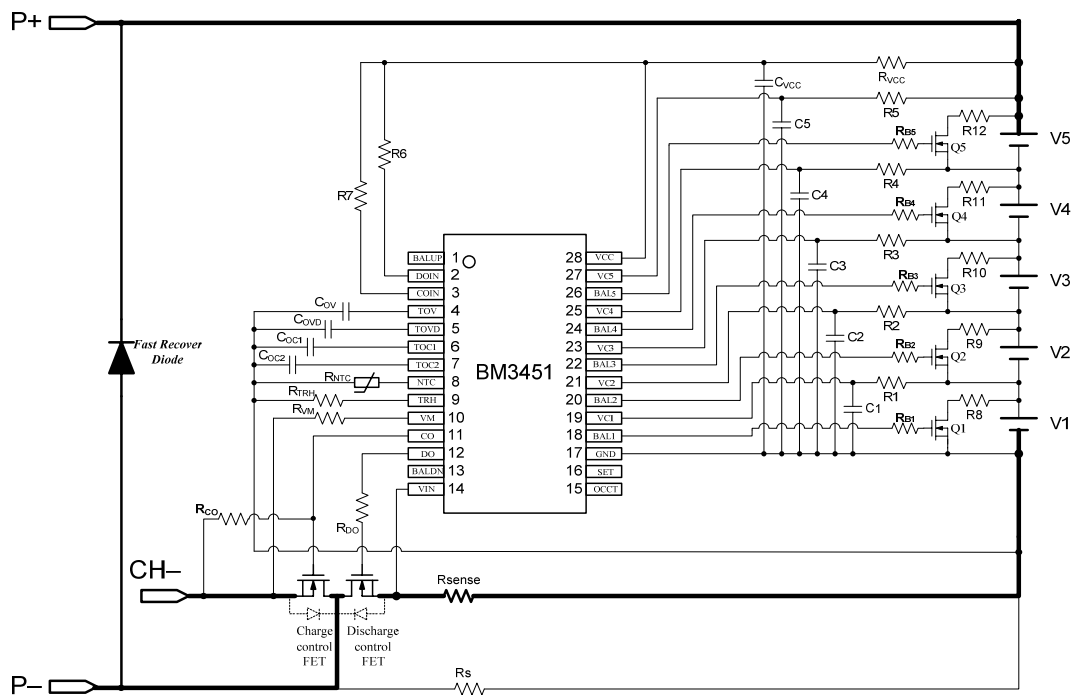


图2 5串典型应用（带温度、平衡、充放电分端口）

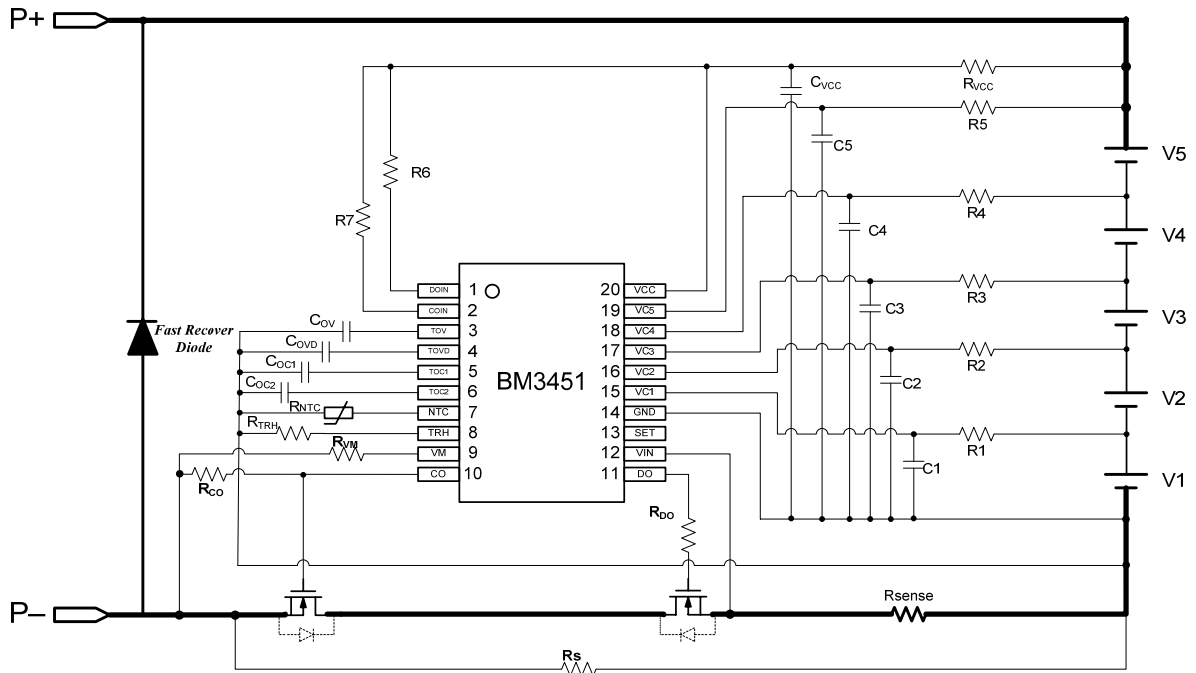


图 3 5 串典型应用（带温度、不带平衡、充放电同端口）

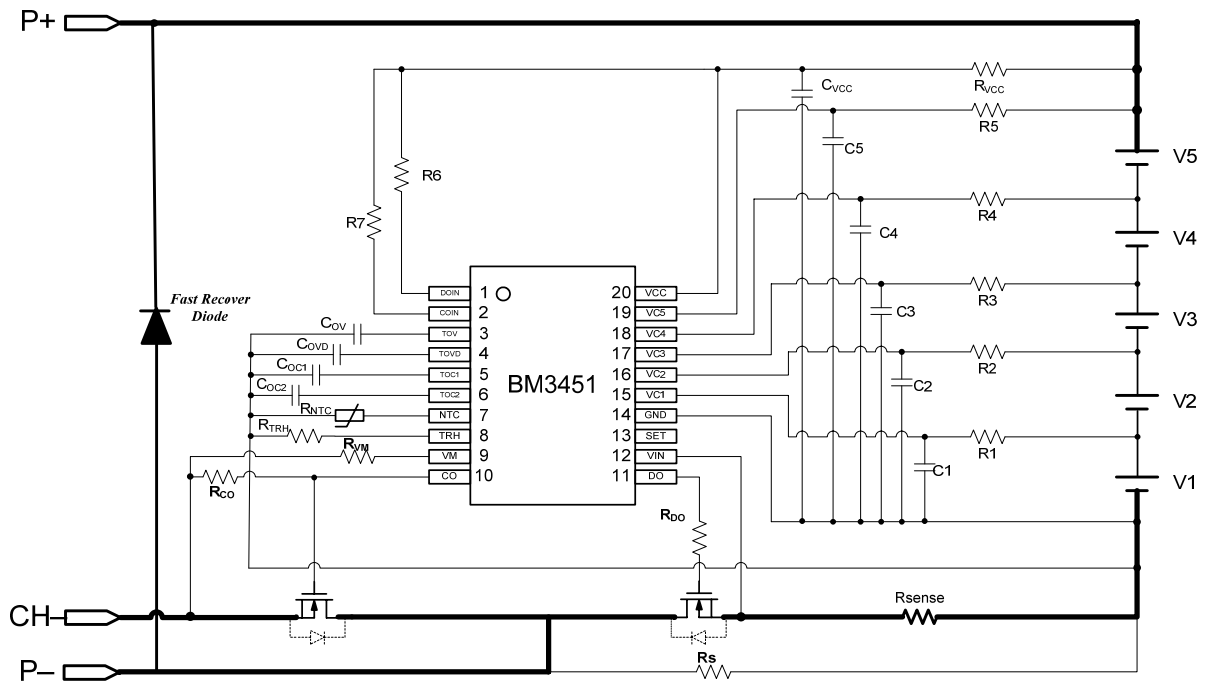


图 4 5 串典型应用（带温度、不带平衡、充放电分端口）

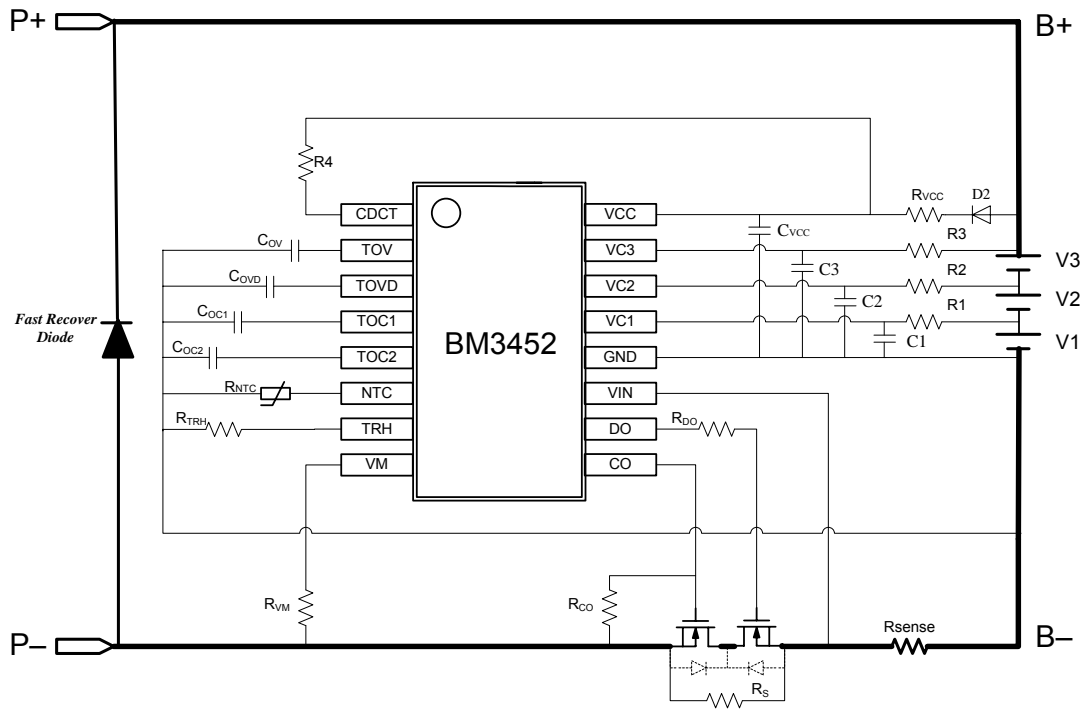


图 5 3串典型应用——充放电NMOS控制，回路共用

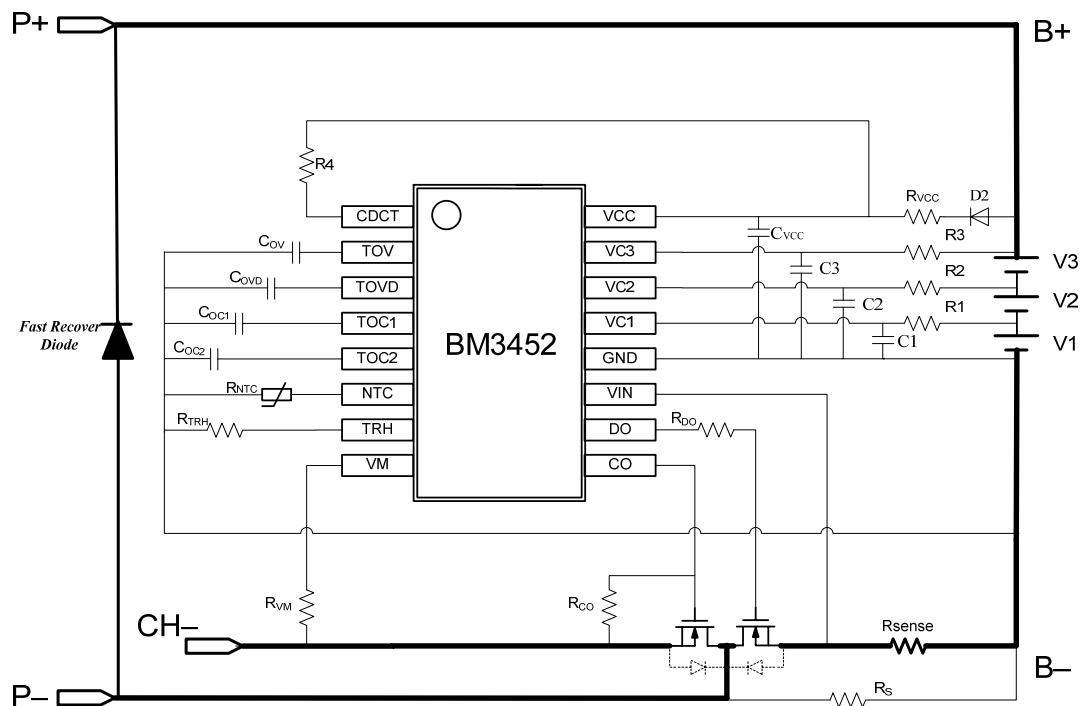


图 6 3串典型应用——充放电NMOS控制，回路分开

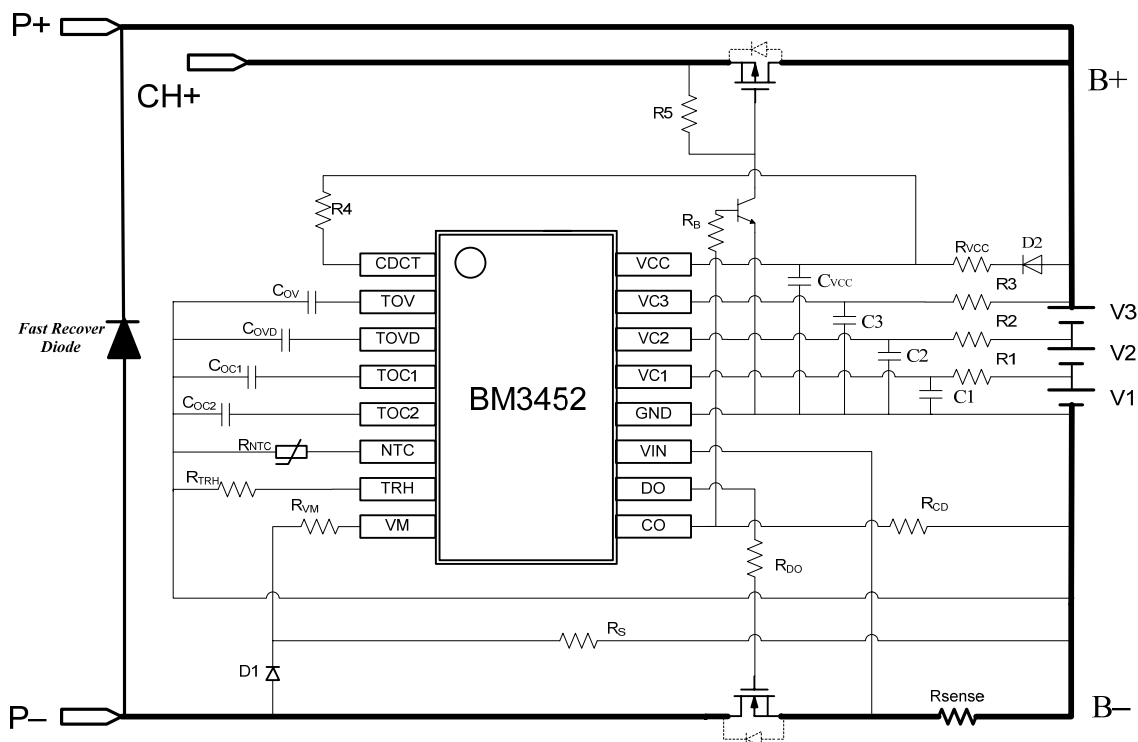


图 7 3串应用——充电PMOS，放电NMOS控制

备注：充电PMOS控制，放电NMOS控制应用电路中，VM端增加二极管D1，充放电过温保护为同一个温度。同时建议NTC与GND间、TRH与GND间添加一个0.1uF电容，使应用更加稳定。

器件名称	器件作用
C1、C2、C3、C4、C5 R1、R2、R3、R4、R5	RC 低通滤波，抑制电源波动
Q1、Q2、Q3、Q4、Q5 R8、R9、R10、R11、R12	均衡放电回路，功率消耗在对应的均衡电阻上。
C <sub>OV</sub> 、C <sub>OVD</sub> 、C <sub>OC1</sub> 、C <sub>OC2</sub>	分别为过充、过放、过流 1、过流 2 延时调节设定电容
R <sub>NTC</sub> 、R <sub>TRH</sub>	温度检测设定电阻，R <sub>TRH</sub> 为基准
R <sub>VM</sub>	端子保护用电阻
R <sub>CO</sub>	过充保护后，CO 端的下拉电阻
R <sub>DO</sub>	端子保护用电阻
R <sub>sense</sub>	过电流大小检测用电阻
R <sub>B1</sub> 、R <sub>B2</sub> 、R <sub>B3</sub> 、R <sub>B4</sub> 、R <sub>B5</sub>	端子保护用电阻
R6、R7	限流电阻，IC级联时，此电阻可将电压信号变换为电流信号
Charge control FET	充电电流截断用MOSFET
Discharge control FET	放电电流截断用MOSFET
Fast Recover Diode	防止过放用MOS突然关断，感性负载在P-端产生高电位损坏过充用MOS

表1 元器件说明



- 1) **过充/过放保护功能**：采用实时采样检测方式，检测每一节电池状态，实现过充、过放保护。过充保护延时、过放保护延时外置可调。
- 2) **过流保护功能**：分为过流1、过流2和短路保护，其保护的电路实现原理一样。过流1保护延时、过流2保护延时外置可调，短路保护延时时内置约300us。
- 3) **平衡功能（可选）**：采用电阻放电的能耗式平衡，平衡电流大小结合电芯特性及耗散功率综合考虑。
- 4) **异常充电保护功能（充电过流）**：检测到VIN端电压低于-0.05V时（对B-），异常充电信号作用，关断CO，停止充电。断开充电器且VIN端电位高于-0.05V方可解除。（另在过充状态下，无需断开充电器，若电池电压因某种原因均下降至过充回复电压以下，且保持过充恢复延时后，即可解除过充状态，继续对电池充电）。
- 5) **禁止零伏充电**：禁止对总电压为0V的电池包充电。
- 6) **温度检测**：本产品通过选择外部的NTC 及基准电阻来决定其具体的过热保护阈值。
- 7) **断线检测**：检测到VC1、VC2、VC3、VC4、VC5中任意一根或多根与电芯的连线断开时，禁止充放电。
- 8) **自适应功能**：通过选择SET端的连接实现3/4/5节保护的选择。

3 cells	SET=GND	短接GND、V1、V2
4 cells	SET=VCC	短接GND、V1
5 cells	SET悬空	-

- 9) **负载检测功能、充电器检测**：IC通过VM端的电位判断负载或充电器的接入情况。

**负载检测**：过充状态下，接上负载，当检测到所有电芯电压均低于过充值时，即将过充用FET开启。

**充电器检测**：过放状态下，接上充电器，当检测到所有电芯电压均高于过放值时，即将过放用FET开启。

- 10) **扩展功能**：能将多颗IC相互级联，用来保护有更多节电芯的电池包。

- 11) **休眠功能**：当芯片进入过放态后，将会进入休眠，功耗由正常功耗15uA左右降低为5uA左右。

## 2. 过充、过放、过流功能逻辑原理介绍

芯片过充、过放、平衡原理较为简单，采用类似5个单节电池串联的处理方式，将每节电池的电压进行电阻分压衰减后，与本节电池自身产生的一个基准进行比较判断，最后经逻辑处理得到整体的过充、过放、平衡信号，关断CO、DO或启动平衡。

**1) 过充逻辑原理:** 通过采取实时采样方式进行监测。当检测到任意一节电芯电压 $V_x$ 超过基准电压时, 过充信号作用于延时电路, 给外置延时电容进行充电, 当电容上电压达到  $V_{tov}$  后, 过充延时比较器翻转, 将CO端关断, 此时 IC 处于过充保护状态。

当各节电芯电压均下降到过充回复阈值以下, 且保持过充回复延时后, 即可解除过充状态, 继续对电芯充电。异常充电解除需断开充电器, 解除过充则不需要。

**2) 过放逻辑原理:** 过放检测方式同过充。当检测到任意一节电芯电压 $V_x$ 低于基准电压时, 过放信号作用于延时电路, 给外置延时电容进行充电, 当电容上电压达到  $V_{tovd}$  后, 过放延时比较器翻转, 将DO端关断, 此时 IC 处于过放保护状态, 同时IC进入休眠态。

过放保护后, 若负载一直接入, 芯片VM端会被负载上拉至很高电位(5节应用接近VCC), 即使电芯电压均上升至过放回复阈值之上, 芯片仍会被锁定在过放休眠态。只有当负载断开后将VM端下拉至小于1.0V的电位且电芯电压均上升至过放回复阈值, 或接入充电器且电芯电压均在过放值以上, 芯片方可解除过放休眠, 回到正常可放电态。

**3) 过流逻辑原理:** 通过VIN端子检测Rsense两端电压大小判断是否进入过流态。当检测到VIN电压大于过流1阈值, 过流1信号作用于延时电路, 给外置延时电容充电, 当电容上电压达到 $V_{toc1}$ 时, 过流延时比较器翻转, 将DO关断, 此时 IC 处于过流保护状态。过流2原理、短路原理均与过流1相同, 不同的是过流2延时外置, 短路延内置。

过流保护后若负载一直接入, 则维持过流态并锁定, 其锁定原理与过放锁定一样。但过流保护后, 芯片VM端内部会对VSS接入一个下拉电阻 $R_{vms}$ 。

#### 4) VM端电阻网络:

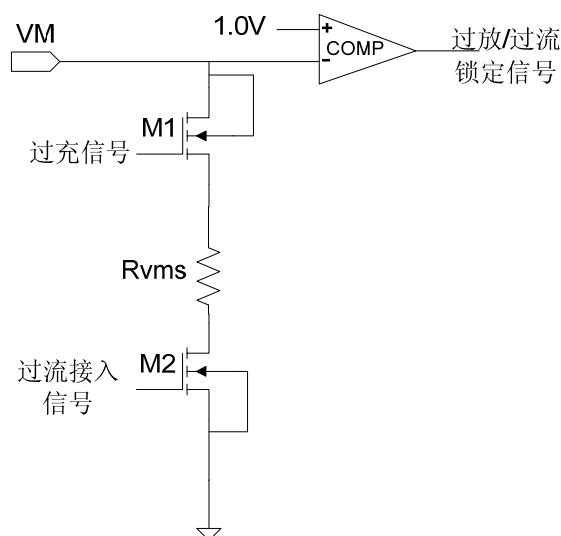


图8 VM端子内部电路结构

**M1:** NMOS，只有在过充后会关断，防止对电芯的涓流充电；

**M2:** NMOS，正常状态为关断状态；只有在过流保护后会打开，将 $R_{vms}$ 接入，若外部负载存在，VM端下拉电阻与负载形成一个分压，即 $VM > 1V$ 时，芯片维持过流态。同时，当外部负载等效阻值增大到一定程度，使 $VM < 1V$ ，并维持过流解除延时后，过流状态将解除（负载断开相当于无穷大， $VM = GND$ ，过流自动解除）。

**需要注意：**VM端外接电阻 $R_{vm}$ 与内部下拉 $R_{vms}$ 的分压关系。若接着负载发生过流保护后， $R_{vms}$ 上的分压小于1V，过流将会震荡。

#### 5) 关于过放自恢复说明：

正常应用时，发生过放保护后，DO关断，当电芯电压恢复到过放回复值之上，断开负载，过放是否能恢复取决于VM端电压。若 $R_s = 10M$ ，断开负载后，因CO输出正常为12V左右， $R_s$ 与 $R_{co}$ 电阻进行分压，VM电位为6V左右，大于内部锁定电压POWER（4V左右），过放始终锁定不解除，DO始终关断；若 $R_s \leq 3M$ ，断开负载后， $R_s$ 与 $R_{co}$ 电阻分压使VM电位约为3V，小于内部锁定电压POWER（4V左右），过放锁定解除，DO打开。

### 3. 平衡功能原理介绍

**1) 单颗芯片应用：**当IC采集到的各节电芯电压没有全部超过平衡阈值时，IC会将超过平衡阈值电压的电芯对应的平衡端子电位抬高，驱动平衡MOS管开启，使它们能通过均衡电阻放电，直到电芯电压低于平衡阈值或者所有电芯电压均超过平衡阈值时，平衡关闭；否则保持开启状态。

**2) 级联应用：**只有当所有IC采集到的所有电芯电压均在平衡阈值以上时，平衡关闭；否则高于平衡阈值电压的电芯，对应的平衡开启。

IC平衡是否开启，与BALUP和BALDN的状态也有关。正常状态下，BALUP和BALDN分别为强上拉、强下拉，且BALUP与BALDN相互影响。假设某颗IC1管理的平衡均开启时，BALUP和BALDN应变成弱下拉、弱上拉；级联后，其电位受相邻IC的影响，若相邻IC的BALUP与BALDN没有变化，则IC1的BALUP与BALDN亦不会产生变化，IC1的平衡可以保持为全部开启状态。

#### 3) 加大均衡电流注意事项：

- 均衡电阻功率满足要求的基础上，减小均衡电阻阻值。
- 均衡MOS选3V可驱动的N管，过电流能力满足要求。
- 散热环境要好。



#### 4. 温度检测功能原理介绍

BM345X系列保护IC外置2个端子NTC、TRH用于温度保护设置。NTC端子连接热敏电阻用于感应环境温度，TRH接普通电阻用于设置保护基准。内置精确匹配的电流源和比较器，通过调节NTC和TRH端电阻来选择具体的保护温度阈值，见图6。

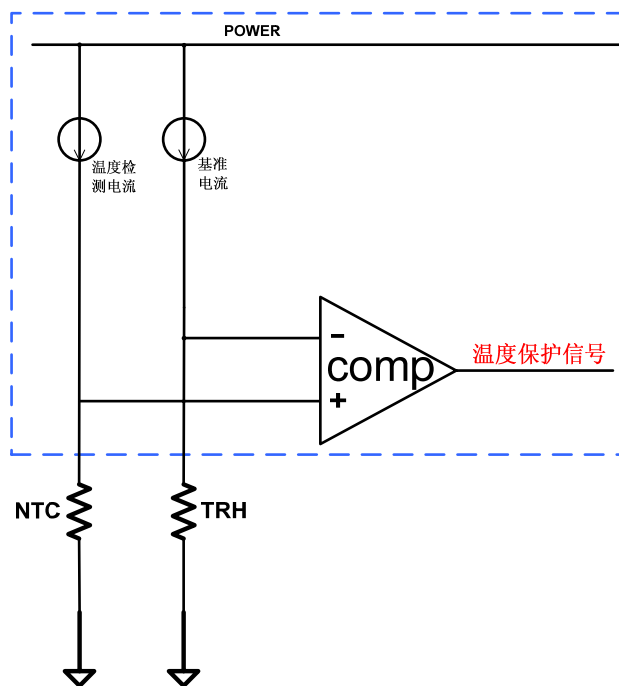


图9 温度检测原理图

在VM电位高于-100mV的条件下，芯片检测默认判断为放电状态。当温度达到设定的保护温度阈值TDCHG时，温度保护比较器翻转，DO关断，同时也将CO关断，禁止电池继续放电和充电，称之为放电过温保护。放电过温保护后，只有当温度逐渐下降至放电过温回复温度时，DO、CO同时打开，电池恢复可充放电状态。

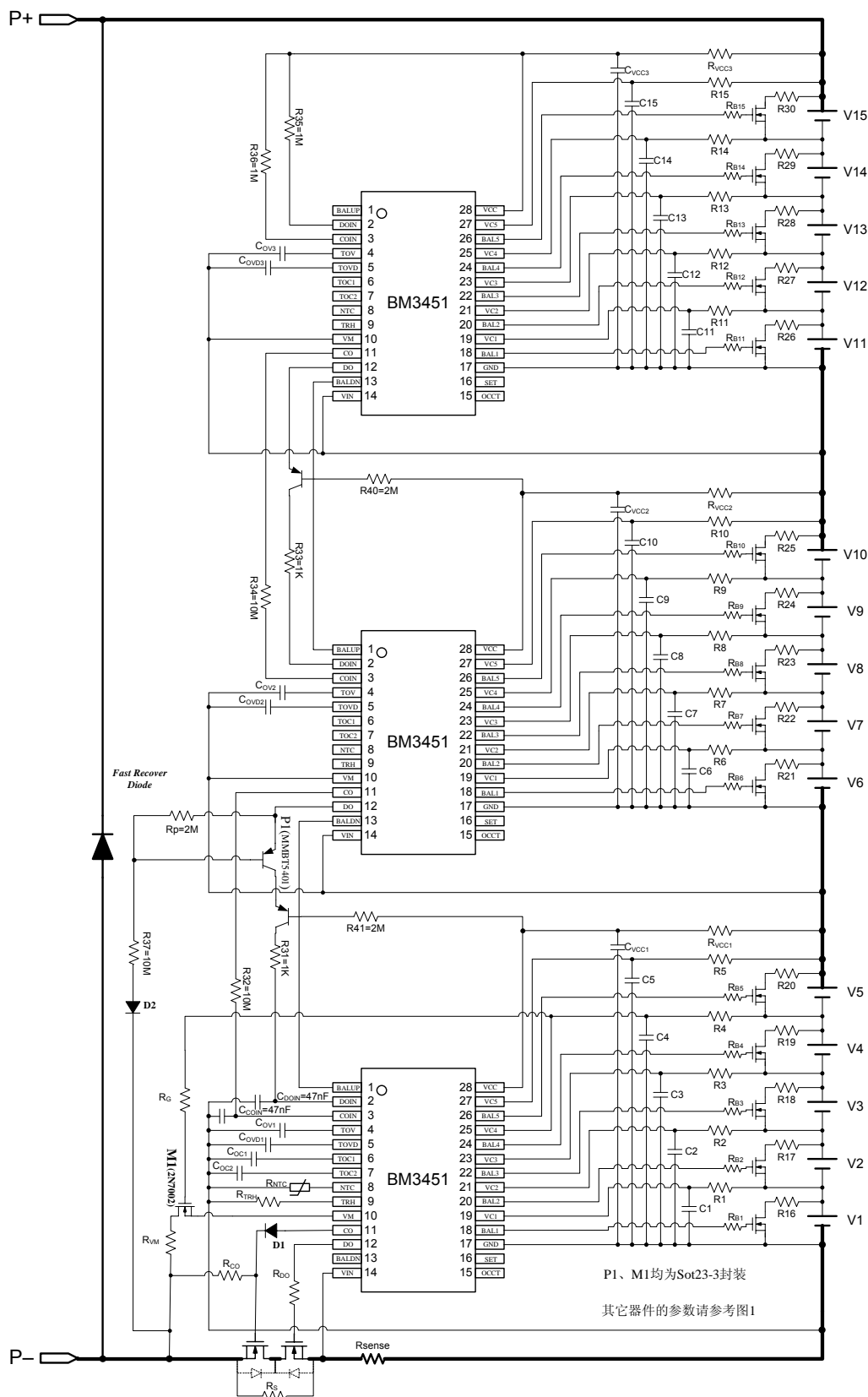
注意：在级联应用时，放电过温保护状态需断开负载方能解除。

在VM电位低于-100mV的条件下，芯片检测为充电状态。当温度达到设定的充电保护温度阈值T<sub>CHG</sub>时，温度保护比较器翻转，CO关断，DO正常，禁止电池继续充电，称之为充电过温保护。充电过温保护后，只有当温度逐渐下降至充电过温回复温度时，CO才会打开，电池恢复为可充电状态。

示例，以型号103AT-4的NTC电阻为参考说明，并以充电过温保护温度为参考设置放电过温保护的溫度。设置好充电过温保护温度后，放电过温保护温度则为固定。若设置充电过热保护的溫度为55℃，R<sub>TRH</sub>值设为NTC在55℃下的阻值3.5K的2倍即7.0K，其回复温度为50℃（充电过温回复温度比充电保护温度低5℃）。则放电过温保护温度为75℃，放电过温回复温度为60℃（放电过温回复温度比放电保护温度低15℃）。

## 5. 扩展应用功能及相关端子简介

### 1) 15串典型应用:



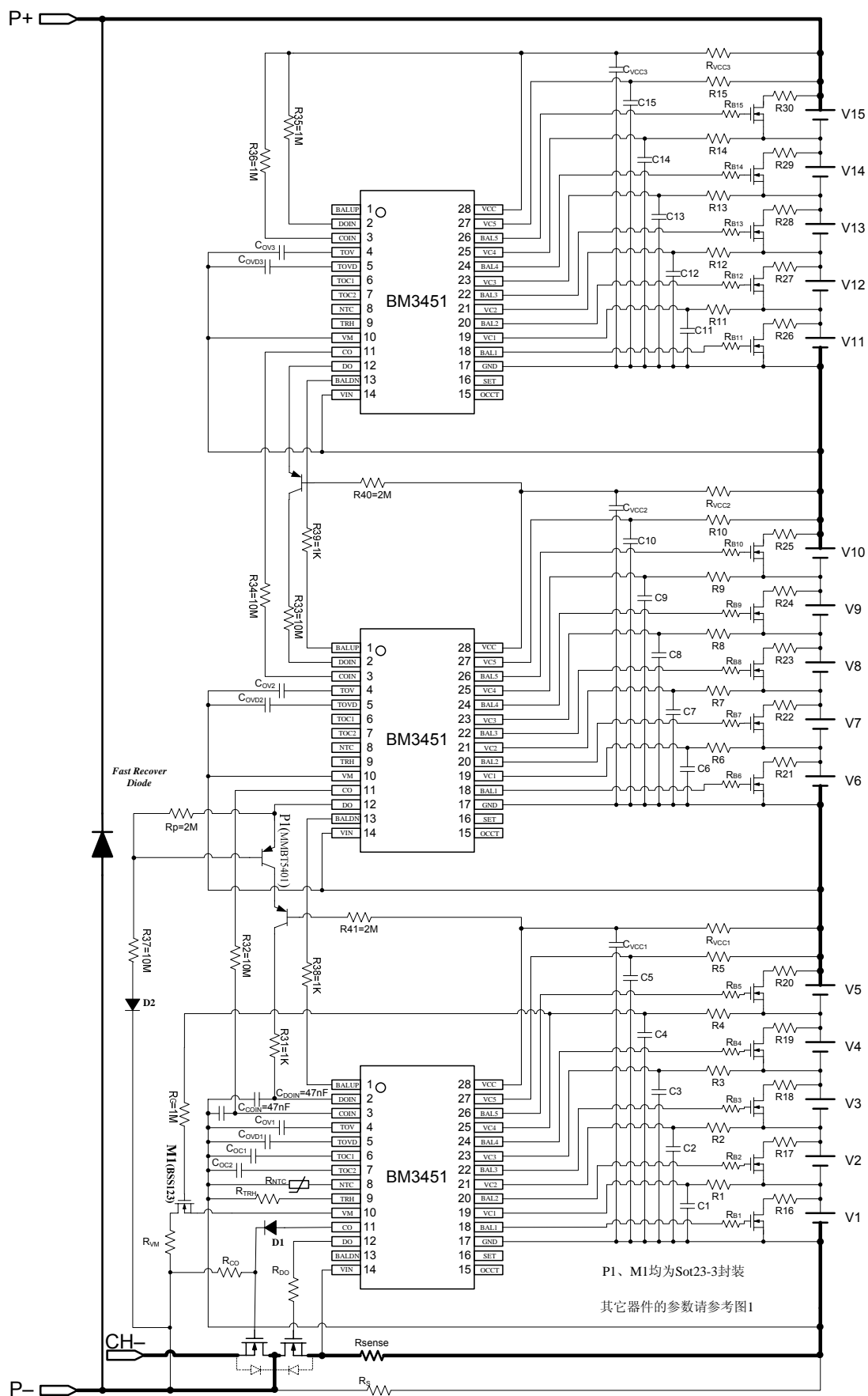


图11 15串典型应用（带温度、平衡、充放电分端口）

## 2) 10串典型应用:

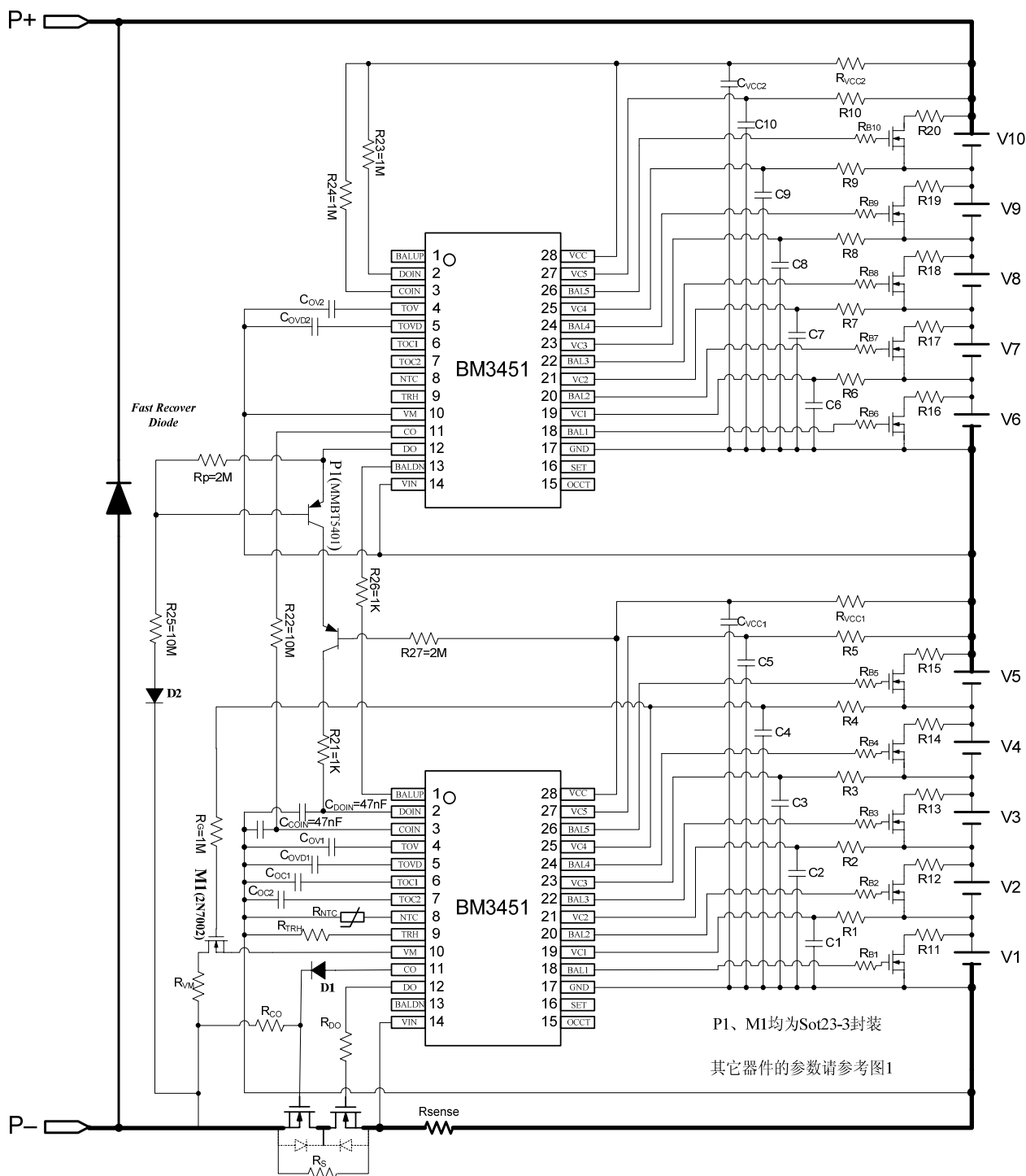


图12 10串典型应用（带温度、平衡、充放电同端口）

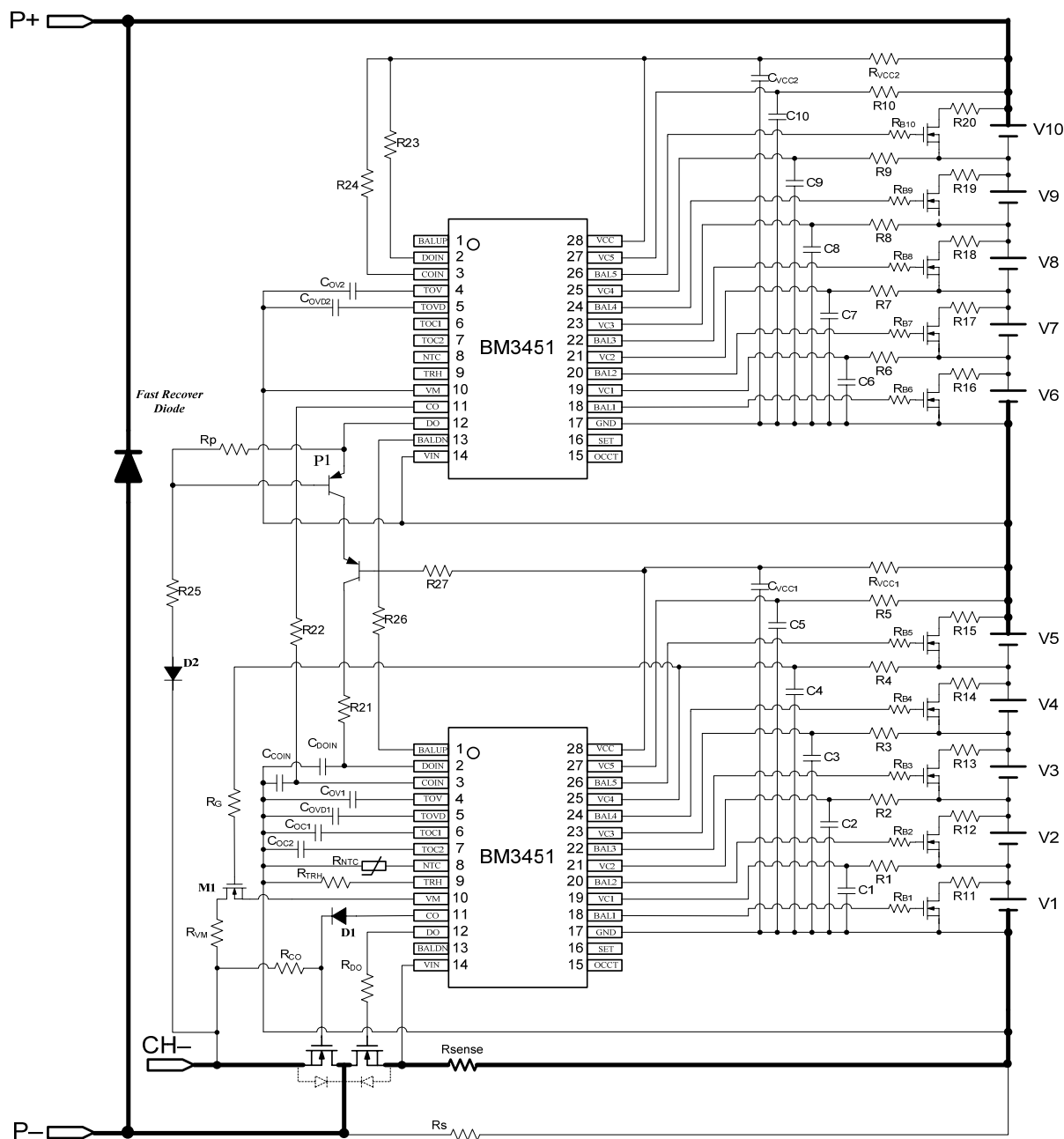


图13 10串典型应用（带温度、平衡、充放电分端口）

### 1) 扩展应用后，过充、过放保护的实现

●上面IC2的过充、过放信号影响下面IC1的COIN、DOIN，IC1通过判断它们的电位来决定是否关闭主控MOS，实现整个系统的过充、过放保护。芯片的COIN、DOIN可直接控制本身CO、DO的开关，控制优先权高于内部保护功能。正常应用时，COIN、DOIN通过1M电阻接VCC，流入芯片的电流为500nA左右，CO、DO输出正常。当COIN、DOIN悬空时，或COIN、DOIN接固定电位但流入COIN、DOIN的电流小于200nA，CO、DO保护关断。

●由于芯片发生过充保护后，CO为高阻态，导致在级联使用时，与其相连的COIN端子容易受到外界的干扰。在COIN与GND间加一电容 $C_{COIN}$ （47nF）即可提高COIN端的稳定性，同时DOIN与GND加一电容，使整个系统更加稳定。

## 2) 扩展应用后，过流保护的实现

整个系统过电流的大小由下面IC1的VIN端检测，并由其做出相关的保护动作。

## 3) 扩展应用后，平衡功能的实现

通过BALUP与BALDN信号的传输，每颗IC都知道其它所有IC的平衡信息并决定自身的组平衡是否打开。

## 4) 扩展应用后，外围电路的特殊处理与分析

●考虑到级联后，当接上负载发生过流或者过放时，P-的电位会被抬到接近电池包的总电压。若不对VM端进行特殊处理（如5节应用），那么VM端会和P-一样承受一个很高的电压，这样易将IC损坏。

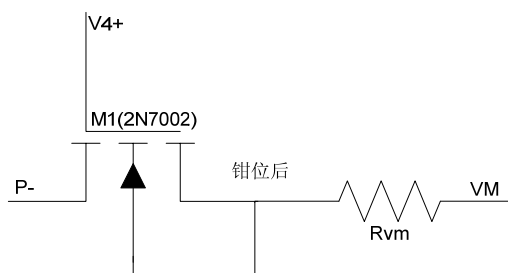


图14 级联后，VM端处理示意图

### A、接负载过放

过放后，P-电位被抬高，VM端悬空，M1将VM端钳在比V4+稍低电位。

### B、接负载过流

过流后，P-电位被抬高，内部下拉电阻 $R_{vms}$ 接入，VM端电位为钳位后的电压在 $R_{vms}$ 上的分压（此分压若大于1V，可以将IC锁定在过流状态）。

●当P-的电位被抬高后，若D1不存在，P-会经过电阻向Co端子灌输电流。二极管D1阻止了这种现象。当电阻 $R_{Co}$ 足够大（建议10M）时，并能接受微安培级别的漏电，可以略去D1。

●级联应用后，当IC2发生过放时，由于其VM与GND直接相连，所以并不存在过放锁定，因此，当其管理的电芯均回到过放值恢复值之上时，DO会重新打开，如果其连接方式与CO、COIN的连接相同，那么过放回复信号下传到IC1将使其DO端控制的MOS开启，继续放电。这样则存在大电流放电会震荡的风险。

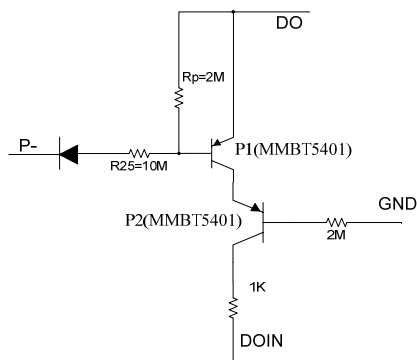


图15 级联后，DOIN端特殊处理示意图

加进电路后，初始时，P-为低电位，DO为高电平，P1导通，P2导通。IC2的DO与IC1的DOIN经过1K电阻相连，整个系统正常工作。接上负载正常放电，当IC2发生过放后，IC2的DO变为低电平（IC2的GND电位），而P-被抬高，因此P1截止，即IC1的DOIN悬空，IC1将其DO控制的MOS关闭，禁止放电。当负载一直存在时，将保持禁止放电的状态。

## 6. OCCT端 功能使用说明

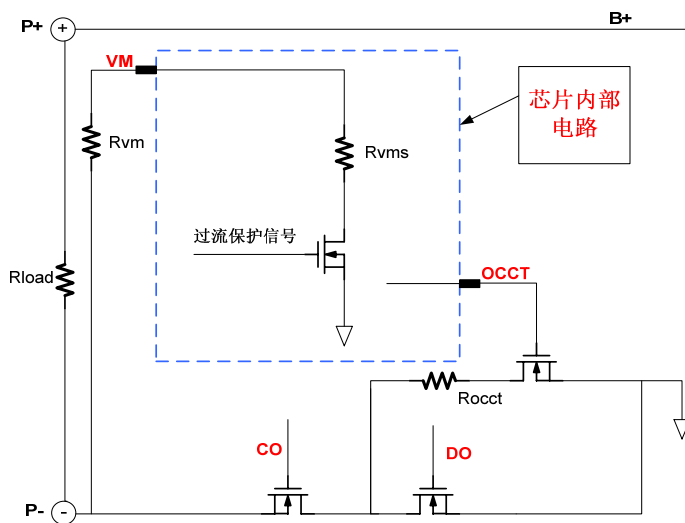


图 16 OCCT 端的电阻网络

OCCT端为芯片过流带载自恢复控制端子，用于过流保护后检测负载大小，判断并控制DO是否再开启继续放电。如图，虚线框内为芯片内部电路示意图，正常工作状态下，OCCT端子与所示过流保护信号状态相同，均为低电平。当芯片发生过流保护后，DO关断，CO始终开启，所示过流保护信号与OCCT信号均变为高电平，即内部下拉电阻Rvms接入，外部Rocct电阻也接入，这样 $Rocct/(Rvms+Rvm)$ 与实际负载Rload进行分压，当负载电阻很小时，VM端分压大于1.0V时，过流保护锁定。当负载变化使VM端分压小于1.0V时，过流保护锁定解除，电芯可继续放电。

此功能需根据客户实际应用需要选择使用，如有特殊需求，可咨询我们。

## 7. 关键元器件选择

**1) 充放电MOS管：**选择过充、过放用MOS管时需考虑耐压值、过电流能力（瞬间和长时间）、导通内阻等参数。设计时要有一定的冗余量。

过电流能力：通过正常工作电流和估算短路时产生的电流来选择。可以适当地并联以提升过电流能力。

**2) 检流电阻：**检流电阻的选型需根据实际工作电流确定。除其功率应满足正常使用外，短路时其压降应能到达短路保护阈值0.8V。

**3) 小功率MOS管（三极管）：**这些MOS管（三极管）在方案中做开关用，选型时主要考虑MOS管的耐压即可，建议选择带ESD保护的MOS管。

**4) 均衡MOS管：**功率满足要求，平衡开启时，启动电压为4V左右，选择3V以下即可完全导通的NMOS。建议选择带ESD保护的MOS管。

## 8. PCB设计

1) 为了让IC能获得较精确的采样电压，IC的供电端子由电源处经采样电阻直接供电（不应从平衡回路上，避免平衡开启时，有一定线降，而导致采样电压不准）。

2) 平衡回路走线需加粗，具体可根据实际平衡电流大小来确定。另外平衡开启时，平衡回路的温度会相对较高，应尽量让其处于散热良好的环境。

3) 信号传输线应尽可能短。

4) 回路中工作电流较大时会引起检流电阻发热，为保证IC可靠性，检流电阻应尽量远离保护IC。为了获得相对比较准确的电流保护值，在进行LAYOUT时，电流检测连接线尽量靠近检流电阻Rsense的一端，IC的GND端子则应尽量靠近Rsense电阻的另一端，使VIN端的检测值更准确。

5) 回路线铜箔的厚度应足够，若大电流走线需由正面经过孔至背面，则过孔径不能太小，否则可能会出现过孔损坏现象，导致回路电阻发生较大变化。



## 9. 典型应用PCB

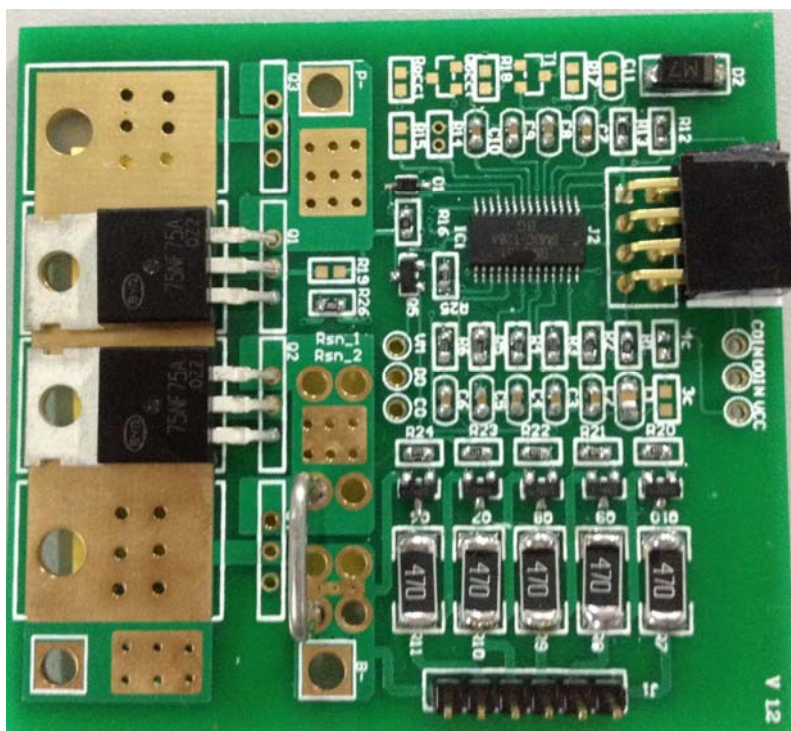


图17 5串典型应用PCB板

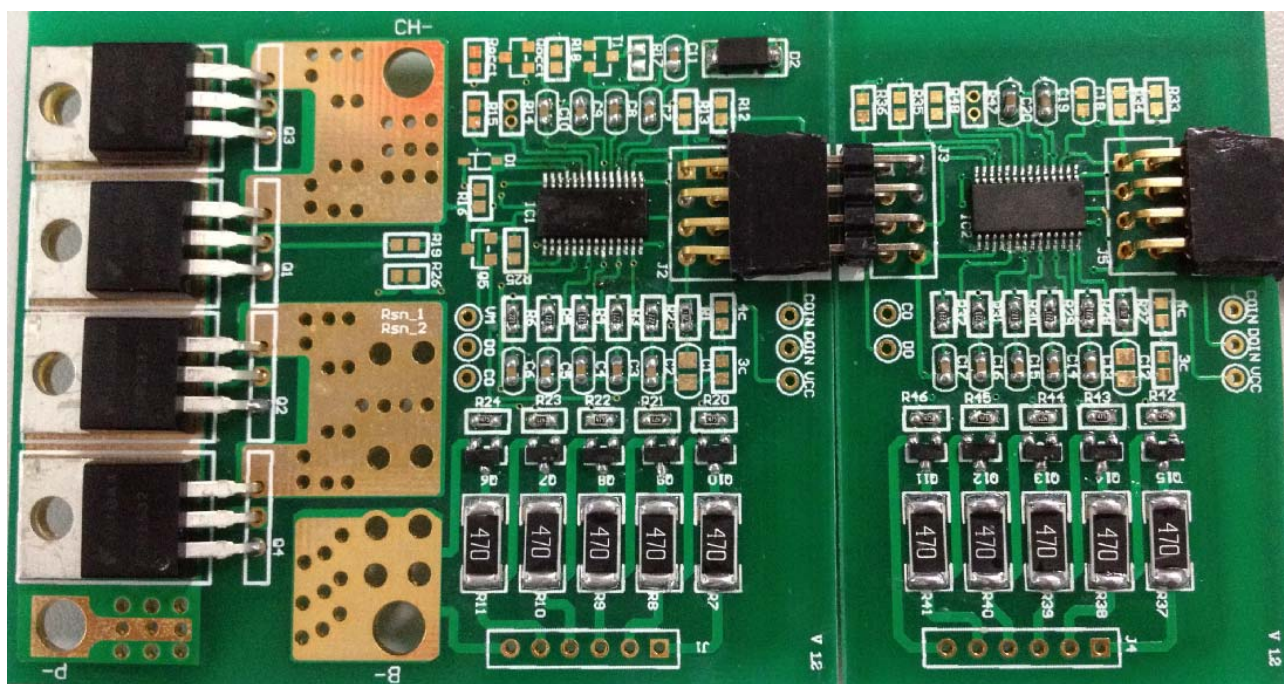


图18 10串典型应用PCB板



## 附录：问题答疑

### 1) 负载有大电容的应用

答：电容不宜太大，若给电容充电的持续大电流的时间超过短路保护延时，系统将进入短路保护状态。

### 2) 正常安装后不能进行放电

答：正常安装后，由于加电的不一致性，可能在初始上电的过程中，系统板检测到过放信号，进入过放保护休眠状态，此时要解除休眠状态，需将VM端电位拉至0V或低于0V。所以，将VM与GND短接或接上充电器，均能恢复到正常可放电状态。（**特别注意：上电时务必先将地线接上**）

### 3) 短路时MOS损坏

答：检流电阻太小或是应用板与电池内阻太大，在短路的时候，回路产生的电流没有到达设定的短路保护值，短路保护功能失效。

### 4) 电芯不能均充到过充值

答：在电池包中，当电池的一致性很差时，或者是出现了某一节电池性能较差，在这种情况下，很容易出现某节电池的电压先达到过充保护阈值而关断过充用FET，此时平衡开启会将此节电池电压放到过充回复值以下，过充用FET打开，继续充电。如此反复，直至所有的电池电压均会落在平衡阈值与过充值之间。