



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610127366.0

[43] 公开日 2007 年 11 月 7 日

[11] 公开号 CN 101068076A

[22] 申请日 2006.9.15

[21] 申请号 200610127366.0

[71] 申请人 李 鹏

地址 100875 北京市海淀区新街口外大街 19
号

[72] 发明人 李 鹏

[74] 专利代理机构 北京中海智圣知识产权代理有限公司
代理人 曾永珠

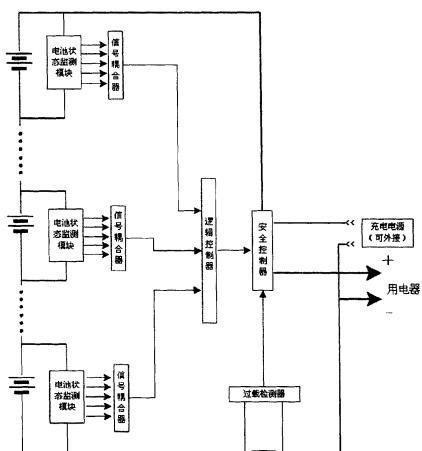
权利要求书 7 页 说明书 25 页 附图 8 页

[54] 发明名称

以单元管理实现多节串联二次电池组保护的方法及电路

[57] 摘要

本发明公开了一种以单元管理实现多节串联二次电池组充、放电保护的方法，包括如下步骤：划分电池单元；对电池的电压、温度等进行监测；当电池电压、温度、电流超过安全限值，即采取相应的措施进行保护。本发明还公开了一种以单元管理实现多节串联二次电池组保护的电路，包括电池状态监测模块、信号耦合器、逻辑控制电路、过载检测器、安全控制器。本发明以单元管理的方法对串联电池组实现保护。由于各个单元都是相互独立的，保护的效果并不会随串联电池数目的增加而显著变坏，即使是电池组内串联的电池数目较多，也能实现较好地保护。



1. 一种以单元管理实现多节串联二次电池组保护的方法，包括如下步骤：

(1) 划分电池单元；

(2) 为每个电池单元配接一个电池状态监测模块；在电池组充电阶段，电池状态监测模块对电池的电压、温度进行监测；在电池组放电阶段，电池状态监测模块对电池单元的电压、温度进行监测，产生一组与电池单元充、放电的状态相关的信号：

信号 A：电池单元内有电池电压达到或大于安全上限值，信号 A 的逻辑值为真；

信号 B：电池单元内有电池电压达到或小于安全下限值，信号 B 的逻辑值为真；

信号 C：电池单元的温度达到或大于安全上限值，信号 C 的逻辑值为真；

信号 D：电池单元的温度达到或小于安全下限值，信号 D 的逻辑值为真；

对于 m 个电池单元，m 个电池状态监测模块产生的信号分别为 A₁、A₂……A_m，B₁、B₂……B_m，C₁、C₂……C_m，D₁、D₂……D_m；

(3) 每个电池状态监控模块的输出信号通过 m 个信号耦合器传送至逻辑控制器：

信号 A₀ 的值由逻辑或运算得到，即 $A_0 = \sum_{k=1}^m A_k$ ；

信号 B₀ 的值由逻辑或运算得到，即 $B_0 = \sum_{k=1}^m B_k$ ；

信号 C₀ 的值由逻辑或运算得到，即 $C_0 = \sum_{k=1}^m C_k$ ；

信号 D₀ 的值由逻辑或运算得到，即 $D_0 = \sum_{k=1}^m D_k$ ；

(4) 过载检测器检测过载情况，信号 E、F 由过载检测器产生并

分别输出：

在充电过程中，过载检测器检测到充电过载，信号 E 的值为逻辑真；

在放电过程中，过载检测器检测到放电过载，信号 F 的值为逻辑真；

(5) 在充电过程中：当信号 A₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 A₀逻辑值为假或断开时间为 t₁ 秒，t₁ 取值范围为 0₊~+∞；

当信号 C₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 C₀逻辑值为假或断开时间为 t₂ 秒，t₂ 取值范围为 0₊~+∞；

当信号 B₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 B₀逻辑值为假；

当信号 D₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 D₀逻辑值为假；

当信号 E 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 E 逻辑值为假或断开时间为 t₄ 秒，t₄ 取值范围为 0₊~+∞；

(6) 在放电过程中：当信号 B₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P3，安全控制器断开放电电路直至信号 B₀逻辑值为假或断开时间为 t₅ 秒，t₅ 取值范围为 0₊~+∞；

当信号 C₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P3，安全控制器断开放电电路直至信号 C₀逻辑值为假或断开时间为 t₆ 秒，t₆ 取值

范围为 $0_+ \sim +\infty$;

信号 D_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P3，安全控制器
断开放电电路直至信号 D_0 逻辑值为假或断开时间为 t_7 秒， t_7 取值范
围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 F 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器
断开放电电路直至信号 F 逻辑值为假或断开时间为 t_8 秒， t_8 取值范
围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的以单元管理实现多节串联二次电池组
保护的方法，其特征在于：所述步骤 1 中，划分电池单元的方法是：
按照串连电池的数目 N_i ($i=1、2 \dots m$) 将 S 节电池经串连形成的二
次电池组划分为成 m 个电池单元，电池单元内串联的数目为 N_1 、
 $N_2 \dots N_m$ ，这种划分满足：

- a. 电池组内每节电池必须至少属于某个单元；
- b. 单元内的电池的至少有一个电极是与本单元的其它电池的电
极相联；
- c. 电池组内任意两个电池单元，各自存在至少一节电池不属于
另外一个电池单元；
- d. $0 < N_i \leq S$ ($i=1、2 \dots m$)；
- e. 单元的划分并不改变电池组的联接状态。

3. 根据权利要求 1 所述的以单元管理实现多节串联二次电池组
保护的方法，其特征在于：所述步骤 2 中，对于镍氢、镍镉、铅蓄电
池组，电压监测器监测电池单元的端电压。

4. 根据权利要求 1 所述的以单元管理实现多节串联二次电池组

保护的方法，其特征在于：所述步骤 2 中，对于锂离子电池组，电压监测器监测电池单元内每节电池的电压。

5. 根据权利要求 1 所述的以单元管理实现多节串联二次电池组保护的方法，其特征在于：所述步骤 5 中，在电池组充电过程中，电池状态监测模块除了监控电池单元的电压、温度，还监控充电电流，产生信号 G：

电池单元的充电电流小于等于 I_L 时，信号 G 逻辑值为真；

与 A_0 、 B_0 、 C_0 、 D_0 类似， G_0 信号的值由信号耦合器逻辑或运算得到，即 $G_0 = \sum_{k=1}^m G_k$ ；

充电过程中：当信号 A_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 A_0 逻辑值为假或断开时间为 t_1 秒， t_1 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 C_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路，断开时间为 t_2 秒， t_2 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 B_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 B_0 逻辑值为假；

当信号 D_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 D_0 逻辑值为假；

当信号 G_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路，断开时间为 t_3 秒， t_3 取值为 $+\infty$ ；

当信号 E 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 E 逻辑值为假或断开时间为 t_4 秒， t_4 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的以单元管理实现多节串联二次电池组

保护的方法，其特征在于：所述步骤5中，在电池组充电过程中，当信号A₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号P1，安全控制器断开充电电路直至信号A₀逻辑值为假或断开时间为t₁秒，t₁取值范围为0₊～+∞；

当信号B₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号B₀逻辑值为假；

当信号D₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号D₀逻辑值为假；

当信号C₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号P1，安全控制器断开充电电路，断开时间为t₂秒，t₂取值范围为+∞；

当信号E的逻辑值为真，向安全控制器输出信号P1，安全控制器断开充电电路直至信号E逻辑值为假或断开时间为t₄秒，t₄取值范围为0₊～+∞。

7. 根据权利要求1所述的以单元管理实现多节串联二次电池组保护的方法，其特征在于：所述步骤5中，在电池组充电过程中，电池状态监测模块除了监控电池单元的电压、温度，还监控充电电流，产生信号G：

电池单元的充电电流小于等于I_L时，信号G逻辑值为真；

与A₀、B₀、C₀、D₀类似，G₀信号的值由信号耦合器逻辑或运算得到，即G₀= $\sum_{k=1}^m G_k$ ；

充电过程中：当信号A₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号P1，安全控制器断开充电电路直至信号A₀逻辑值为假或断开时间为t₁秒，t₁取值范围为0₊～+∞；

当信号C₀的逻辑值为真，向安全控制器输出信号P1，安全控制器断开充电电路，断开时间为t₂秒，t₂取值范围为0₊～+∞；

当信号 D_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 D_0 逻辑值为假。

充电过程中，当信号 G_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P4，安全控制器选择涓流充电档。

在充电过程中，当信号 E 的逻辑值为真，向充电控制器输出信号 P1，充电控制器断开充电电路直至信号 E 逻辑值为假或断开时间为 t_4 秒， t_4 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

8. 一种以单元管理实现多节串联二次电池组保护的电路，其特征在于：包括电池状态监控模块、信号耦合器、逻辑控制器、过载检测器、安全控制器，其中所述电池状态监控模块包括电压监测器和温度监测器，电压监测器检测对应电池单元的电压，温度监测器检测对应电池单元的温度；电池状态监控模块连接信号耦合器，输出检测信号至信号耦合器；信号耦合器连接逻辑控制器，并输出信号至逻辑控制器；过载检测器连接逻辑控制器或安全控制器，输出过载信号；逻辑控制器连接安全控制器；安全控制器连接充电电源和用电器，根据输入的控制信号，控制与充电电源或用电器连接的通断。

9. 根据权利要求 8 所述的以单元管理实现多节串联二次电池组保护的电路，其特征在于：电池状态监测模块包括限压测流器，限压测流器连接电池单元两端，并连接电压监控器，接收电压监控器的大于的上限电压信号，对充电电流进行分流，并当输出电池单元的充电电流小于等于 I_L 时，输出信号到信号耦合器。

10. 根据权利要求 8 所述的以单元管理实现多节串联二次电池组保护的电路，其特征在于：所述电池状态监测模块还包括放电状态判别器，放电状态判别器连接电压监测器和温度监测器和信号耦合器，

接收电压监测器和温度监测器的输出信号，据此进行判断并输出判断
信号至信号耦合器。

以单元管理实现多节串联二次电池组保护的方法及电路

技术领域

本发明涉及一种二次电池组保护的方法及电路，特别涉及一种以单元管理实现多节串联二次电池组保护的方法及电路。

背景技术

以电池单体为供电源的电源管理技术已经比较完善，但电池组有区别于二次电池单体的额外特性。鉴于目前设计与制造技术水平，二次电池单体之间的性能差异总是客观的存在。在电池组的整个使用期中，二次电池组中的个体在电压、容量、内阻等方面差异不但不会趋于消失，反而会趋向变大。以二次电池容量为例，在串联电池组中，一样大小的充、放电电流，容量较大的电池个体总是处于较小倍率电流充电或放电，其容量衰减较缓慢，寿命较长。而容量相对小者的个体总是处于较大倍率电流充电或放电，容量衰减较快、寿命较短，经过多个充、放电周期后，电池组中的各电池在性能参数上差异越来越大，形成正反馈特性。这些差异的加剧容易导致电池组中个别电池过充和过放，一旦个别电池发生过充和过放，该节电池将很快报废。而小容量的电池个体提前失效直接导致电池组寿命缩短。根据木桶原理，通常认为电池组的寿命是各单体电池寿命的最小者。

为了解决电池组过充、过放的问题，一般都是通过保护电池组中的单体电池以达到保护电池组的目的。

公开号为CN1655416A，名称为《多节锂电池串联电池组保护方

法及其电路》的发明专利申请，公开了一种在锂离子电池组中为每节电池配接一个电压检测模块和保护电路。这种方法源自于单节锂离子电池（简称锂电）保护方法，这在一定程度上解决了电池组过充过放的问题，但这种方法有很大的局限性：

采用这种方法的保护电路，一般都采用被保护的电池单体自供电的方法。目前仅锂电池单体的端电压超过 3.3V。而单节镍氢、镍镉电压只有 1.2V 左右，铅蓄电池也只有 2V。即便是锂离子电池，电池单体在其放电终结时，电压会低于 3V，如果要使电压检测模块和保护电路能正常工作，就必须采用能在低电压下工作的微功耗元器件，这样以来电压检测模块和保护电路的成本就很高。

目前能在低电压下工作的元器件的工作电压也高出 1.2V 很多，所以对于镍系列的二次电池，电路实现相对较困难，就不仅是成本问题了。

对于铅蓄电池组，电压检测模块和保护电路成本太高将失去实用意义。目前很多铅蓄电池多节串联做成整体，没有单节的形式，为每节电池配接压检测模块和保护电路不能应用到这些铅蓄电池组上。

以这种保护方法的电池组，当电池组的电压越高，串联的电池也越多，保护电路的成本也迅速增加，而保护的效果却急剧下降。

单节电池的保护电路通常是串接在电路中，多个保护电路串接增加了电池组输出阻抗。由于保护电路是串联在一起，只要个别电路失效，就会影响到整体的使用。串联的数目较多时，保护电路也相应地增加，电路出故障的可能性也在增加。正是因为这样，以现有的技术

要对电池组实现较好保护，电池组内串联的电池数目不能太多。

对于可充锂电池而言，充电管理电路中仅有电压检测模块是不够的。实验表明：单节锂电池在充电至安全电压上限时，只充入了70%左右的电能。在充电末期，采取恒压充电，在充满之后如果不将充电回路断开，即使是充电电流很小也会造成锂电池过充，损害锂电池的使用寿命。如果要将锂电池组充满并防止过充，除了检测、控制充电电压外，必须能检测、控制充电电流。

因此为每一节电池配接一个电压检测模块和保护电路有很大局限性。

对于由几十只、上百只二次电池单体经串连构成的电池组，由于二次电池个体的差异总是客观存在，以目前现有的技术在一定的成本内很难有效地防止其过充与过放，这就限制了二次电池组的应用。

发明内容

为了解决在一定的成本内很难有效地防止电池组过充与过放，使电池组寿命很快降低的问题，本发明提出一种以单元管理的方法对串联电池组实现保护，由于各个单元都是相互独立的，保护的效果并不会随串联电池数目的增加而显著变坏，即使是电池组内串联的电池数目较多（数百节，甚至上千节），也能较好的实现保护。

本发明通过以下方案实现：一种以单元管理实现多节串联二次电池组保护的方法，包括如下步骤：

(1) 划分电池单元；

(2) 为每个电池单元配接一个电池状态监控模块；在电池组充电阶段，电池状态监控模块对电池单元的电压、温度、电流进行监测；

在电池组放电阶段，电池状态监测模块对电池单元的电压、温度、电流进行监测，产生一组与电池单元充、放电的状态相关的信号：

信号 A：电池单元内有电池电压大于安全上限值，信号 A 的逻辑值为真；对于锂离子电池而言，安全电压的上限值一般为 4.2V，对于镍氢电池而言一般为 1.5V，镍镉电池为 1.6V，铅蓄电池的因电解液浓度、化成工艺等因素，电压差异较大，安全电压上限值要根据电池厂家的说明确定。

信号 B：电池单元内有电池电压小于安全下限值，信号 B 的逻辑值为真；对于锂离子电池而言，安全电压的上限值一般为 3V，对于镍氢电池而言一般为 1.0V，镍镉电池为 1.0V，铅蓄电池的因电解液浓度、化成工艺等因素，电压差异较大，安全电压下限值要根据厂家说明确定。

信号 C：电池单元的温度大于安全上限值，信号 C 的逻辑值为真；

信号 D：电池单元的温度小于安全下限值，信号 D 的逻辑值为真；

信号的逻辑值不必与电平、电流有确定的关系，可以用高电平表示逻辑真，也可用低电平表示逻辑真，或者以电流等一切可实现的形式表示；

对于 m 个电池单元，m 个电池状态监测模块产生的信号分别为 A₁、A₂……A_m，B₁、B₂……B_m，C₁、C₂……C_m，D₁、D₂……D_m；

(3) 每个电池状态监测模块的输出信号通过 m 个信号耦合器传送至逻辑控制器：

信号 A₀ 的值由逻辑或运算得到，即 $A_0 = \sum_{k=1}^m A_k$ ；

信号 B₀ 的值由逻辑或运算得到，即 $B_0 = \sum_{k=1}^m B_k$ ；

信号 C₀ 的值由逻辑或运算得到，即 $C_0 = \sum_{k=1}^m C_k$ ；

信号 D_0 的值由逻辑或运算得到，即 $D_0 = \sum_{k=1}^m D_k$ ；

(4) 过载检测器检测过载情况，信号 E、F 由过载检测器产生并分别输出：

在充电过程中，过载检测器检测到充电过载，信号 E 的值为逻辑真；

在放电过程中，过载检测器检测到放电过载，信号 F 的值为逻辑真；

(5) 在充电过程中：当信号 A_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 A_0 逻辑值为假或断开时间为 t_1 秒， t_1 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 C_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 C_0 逻辑值为假或断开时间为 t_2 秒， t_2 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 B_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 B_0 逻辑值为假；

当信号 D_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 D_0 逻辑值为假；

当信号 E 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 E 逻辑值为假或断开时间为 t_4 秒， t_4 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

(6) 在放电过程中：当信号 B_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P3，安全控制器断开放电电路直至信号 B_0 逻辑值为假或断开时间为 t_5 秒， t_5 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 C_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P3，安全控制器断开放电电路直至信号 C_0 逻辑值为假或断开时间为 t_6 秒， t_6 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

信号 D_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P3，安全控制器断开放电电路直至信号 D_0 逻辑值为假或断开时间为 t_7 秒， t_7 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 F 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开放电电路直至信号 F 逻辑值为假或断开时间为 t_8 秒， t_8 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

所述步骤 1 中，划分电池单元的方法是：按照串连电池的数目 N_i ($i=1、2 \dots m$) 将 S 节电池经串连形成的二次电池组划分为成 m 个电池单元，电池单元内串联的数目为 $N_1、N_2 \dots N_m$ ，这种划分满足：

- a. 电池组内每节电池必须至少属于某个单元；
- b. 单元内的电池的至少有一个电极是与本单元的其它电池的电极相联；
- c. 电池组内任意两个电池单元，各自存在至少一节电池不属于另外一个电池单元；
- d. $0 < N_i \leq S$ ($i=1、2 \dots m$)；
- e. 单元的划分并不改变电池组的联接状态。

所述步骤 5 中，在充电过程中，为配合充电电路使充电达到更好的效果，可根据构成电池组的二次电池类型、以及充电方式的不同，逻辑控制器的逻辑可以有所不同：

A. 对于恒流限压充电(恒流限压充电常用来对锂离子电池充电)，

在电池组充电过程中，电池状态监测模块除了监控电池单元的电压、温度，还监控充电电流，产生信号 G：

电池单元的充电电流小于等于 I_L 时，信号 G 逻辑值为真；（对于一些限压充电法，在充电末期，当充电电流小于 I_L 值时，即认为充满）。

与 A_0 、 B_0 、 C_0 、 D_0 类似， G_0 信号的值由信号耦合器逻辑或运算得到，即 $G_0 = \sum_{k=1}^m G_k$ ；

充电过程中：当信号 A_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 A_0 逻辑值为假或断开时间为 t_1 秒， t_1 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 C_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路，断开时间为 t_2 秒， t_2 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 B_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 B_0 逻辑值为假；

当信号 D_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 D_0 逻辑值为假；

当信号 G_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路，断开时间为 t_3 秒， t_3 取值为 $+\infty$ ；

当信号 E 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 E 逻辑值为假或断开时间为 t_4 秒， t_4 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

B. 对于恒流充电（恒流充电法常用于对镍氢、镍镉电池、铅蓄电池的充电），在充电过程中：

当信号 A_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 A_0 逻辑值为假或断开时间为 t_1 秒， t_1 取值

范围为 $0_+ \sim +\infty$;

当信号 B_0 的逻辑值为真, 向安全控制器输出信号 P2, 安全控制器选择小电流充电档, 以小电流充电直至信号 B_0 逻辑值为假;

当信号 D_0 的逻辑值为真, 向安全控制器输出信号 P2, 安全控制器选择小电流充电档, 以小电流充电直至信号 D_0 逻辑值为假;

当信号 C_0 的逻辑值为真, 向安全控制器输出信号 P1, 安全控制器断开充电电路, 断开时间为 t_2 秒, t_2 的值为 $+\infty$;

当信号 E 的逻辑值为真, 向安全控制器输出信号 P1, 安全控制器断开充电电路直至信号 E 逻辑值为假或断开时间为 t_4 秒, t_4 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

C. 对于恒流恒压三阶段充电（恒流恒压三阶段充电常用于对铅蓄电池的充电）在电池组充电过程中，电池状态监测模块除了监控电池单元的电压、温度，还监控充电电流，产生信号 G:

电池单元的充电电流小于等于 I_L 时，信号 G 逻辑值为真；

与 A_0 、 B_0 、 C_0 、 D_0 类似， G_0 信号的值由信号耦合器逻辑或运算得到，即 $G_0 = \sum_{k=1}^m G_k$;

充电过程中：当信号 A_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 A_0 逻辑值为假或断开时间为 t_1 秒， t_1 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 C_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路，断开时间为 t_2 秒， t_2 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 D_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 D_0 逻辑值为假。

充电过程中，当信号 G_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号

P4，安全控制器选择涓流充电档。

在充电过程中，当信号 E 的逻辑值为真，向充电控制器输出信号 P1，充电控制器断开充电电路直至信号 E 逻辑值为假或断开时间为 t4 秒，t4 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

一种以单元管理实现多节串联二次电池组保护的电路，包括电池状态监测模块、信号耦合器、逻辑控制电路、过载检测器、安全控制器，其中所述电池状态监测模块包括电压监测器和温度监测器，电压监测器检测对应电池单元的电压，温度监测器检测对应电池单元的温度；电池状态监测模块连接信号耦合器，将检测信号输出给信号耦合器；信号耦合器连接逻辑控制器，将信号发送给逻辑控制器；过载检测器连接逻辑控制器或安全控制器，输出过载信号；逻辑控制器连接安全控制器；安全控制器连接充电电源（可外接）或用电器，根据输入的控制信号，控制与充电电源或用电器连接的通断，完成保护电池组的任务。

电池状态监测模块还可以包括限压测流器，限压测流器连接电池单元两端，并连接电压监控器，接收电压监控器的大于的上限电压信号，对充电电流进行分流，并当输出电池单元的充电电流小于等于 I_L 时，输出信号到信号耦合器。在充电过程中，当电池单元的电压达到上限电压时，电压监测器对限压测流器输出电压信号，限压测流器对流经电池单元的充电电流分流以减小流过电池单元的充电电流，控制电池单元的电压不再升高；此时限压测流器也起到充电均衡的作用。当流过限压测流器的电流达到临界值则对充电状态判别器输出电压信号。

过载检测器可以包括充电过载检测器与放电过载监测器。

充电电源可外接，可根据实际需要选择恒流、多档恒流、恒压、恒流限压电源。

本发明实现了以单元管理的方法对串联电池组实现保护，由于各个单元都是相互独立的，保护的效果并不会随串联电池数目的增加而显著变坏，即使是电池组内串联的电池数目较多（数百节，甚至上千节），也能实现较好的保护。对以镍氢电池、镍镉电池、铅蓄电池、锂电池构成的电池组均有较好的保护效果。某规格单节镍氢电池在充、放电测试中，电池容量衰减至标称容量的 75% 时，充放次数超过 1000 次。以此规格镍氢电池 30 节串联构成的电池组电池，在实验条件下，电池组充放电过程均无异常情况出现。当充放次数达到 550 次的情况下，电池组容量仍在标称容量的 85% 以上。当电池组容量降到标称值 80% 的时候，充放电次数已超过 750 次，且无电池损毁的情况，电池组仍能使用。同比情况下，远远超过现有技术条件下一、两百次的充、放电寿命。

附图说明

图 1~图 6 是本发明的电池单元划分示意图；

图 7 是本发明的结构框图；

图 8 是本发明的另一种结构框图；

图 9、10 是本发明的电压监测器的构成示意图；

图 11 是本发明的 N 为 2 的锂电池单元引出端点示意图；

图 12~14 是本发明用于 N 为 2 的锂电池单元的电压监测器示意

图；

图 15、16 是本发明的温度监测器示意图；

图 17 是本发明的信号耦合器示意图；

图 18 是本发明的过载检测器示意图；

图 19 是本发明的另一种结构框图；

图 20 是本发明的限压测流器示意图。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明进行更详细的描述。

本发明以单元管理实现多节串联二次电池组保护的方法，其步骤为：

一、按照串连电池的数目 N_i ($i=1, 2 \dots m$) 将 S 节电池经串连形成的二次电池组划分为成 m 个电池单元，电池单元内串联的数目为 N_1, N_2, \dots, N_m 。

这种划分满足如下特征：

- a、 电池组内每节电池必须至少属于某个单元；
- b、 单元内的电池的至少有一个电极是与本单元的其它电池的电极相联；
- c、 电池组内任意两个电池单元，各自存在至少一节电池不属于另外一个电池单元。
- d、 $0 < N_i \leq S$ ($i=1, 2 \dots m$)
- e、 单元的划分并不改变电池组的联接状态。

未为方便起见，通常可取 $N=N_1=N_2=\dots=N_m$ 。如图 1 所示。

设 I 为 S 除以 m 得到商， J 为余数。当 J 为 0 时，即 S 能被 m 整除，整个电池组被均分成 m 个串联的电池单元。图 1 就是 N 为 4， J 为 0 的情形。

当 S 不能被 m 整除， J 不为 0 情形下，可采取以下几种方法：

- a、 维持 m 与 N 都不改变，可将电池单元进行叠加处理，即个

别电池单体可同时属于相邻的两个电池单元。

- b、调整 m 使之能整除 S ，也即调整 N 。
- c、维持 m 不变，调整 N_1 、 N_2 、……、 N_m 的值，即采用不均单元。

图 2~6 是当 J 分别为 1、2、3， N 均为 4 的情况下，电池单元的划分情况。在实际应用中，可以有更多的实现方案。

二、为每个电池单元配接一个电池管理模块。在电池组充电阶段，电池管理模块对电池单元的电压、温度和充电电流进行监测。在电池组放电阶段，电池管理模块对电池单元的电压、温度进行监测。产生一组与电池单元充、放电的状态相关的信号。

信号 A：电池单元内有电池电压大于安全上限值，信号 A 的逻辑值为真。

信号 B：电池单元内有电池电压小于安全下限值，信号 B 的逻辑值为真。

信号 C：电池单元的温度大于安全上限值，信号 C 的逻辑值为真。

信号 D：电池单元的温度小于安全下限值，信号 D 的逻辑值为真。

注明：信号的逻辑值不必与电平、电流有确定的关系。可以用高电平表示逻辑真，也可用低电平表示逻辑真，或者以电流等一切可实现的形式表示。

对于 m 个电池单元， m 个电池管理模块产生的信号分别为 A_1 、 A_2 …… A_m ， B_1 、 B_2 …… B_m ， C_1 、 C_2 …… C_m ， D_1 、 D_2 …… D_m 。

三、每个电池管理模块的输出信号通过 m 个信号耦合器传送至逻辑控制器。

信号 A_0 的值由逻辑或运算得到，即 $A_0 = \sum_{k=1}^m A_k$ ；

信号 B_0 的值由逻辑或运算得到，即 $B_0 = \sum_{k=1}^m B_k$ ；

信号 C_0 的值由逻辑或运算得到，即 $C_0 = \sum_{k=1}^m C_k$ ；

信号 D_0 的值由逻辑或运算得到，即 $D_0 = \sum_{k=1}^m D_k$ 。

四、信号 E、F 由过载检测器产生并分别输出。

在充电过程中，过载检测器检测到过载情况，信号 E 的值为逻辑真。

在放电过程中，过载检测器检测到过载情况，信号 F 的值为逻辑真。

五、在本方法中，当出现以下情形就判定电池组处在不正常的状态。

- a、 在充、放电过程中， A_0 、 B_0 、 C_0 、 D_0 经逻辑或运算的结果为逻辑真；
- b、 在充电过程中，过载检测器产生，充电过载信号 E，逻辑值为真；
- c、 在放电过程中过载检测器产生放电过载信号 F，逻辑值为真；

六、当电池组的状态处于不正常状态，相应的保护措施被逻辑信号启动。

本方法的判断方法为：

- 1、 充电过程中，当信号 A_0 的逻辑值为真，向充电控制器输出信号 P1，充电控制器断开充电电路直至信号 A_0 逻辑值为假或断开时间为 t_1 秒， t_1 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。
- 2、 充电过程中，当信号 C_0 的逻辑值为真，向充电控制器输出信号 P1，充电控制器断开充电电路直至信号 C_0 逻辑值为

假或断开时间为 t_2 秒, t_2 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

- 3、充电过程中, 当信号 B_0 的逻辑值为真, 向充电控制器输出信号 P_2 , 充电控制器选择小电流充电档, 以小电流充电直至信号 B_0 逻辑值为假。
- 4、充电过程中, 当信号 D_0 的逻辑值为真, 向充电控制器输出信号 P_2 , 充电控制器选择小电流充电档, 以小电流充电直至信号 D_0 逻辑值为假。
- 5、在充电过程中, 当信号 E 的逻辑值为真, 向充电控制器输出信号 P_1 , 充电控制器断开充电电路直至信号 E 逻辑值为假或断开时间为 t_4 秒, t_4 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。
- 6、放电过程中, 当信号 B_0 的逻辑值为真, 向放电控制器输出信号 P_3 , 放电控制器断开放电电路直至信号 B_0 逻辑值为假或断开时间为 t_5 秒, t_5 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。
- 7、放电过程中, 当信号 C_0 的逻辑值为真, 向放电控制器输出信号 P_3 , 放电控制器断开放电电路直至信号 C_0 逻辑值为假或断开时间为 t_6 秒, t_6 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。
- 8、放电过程中, 信号 D_0 的逻辑值为真, 向放电控制器输出信号 P_3 , 放电控制器断开放电电路直至信号 D_0 逻辑值为假或断开时间为 t_7 秒, t_7 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。
- 9、放电过程中过载检测器产生放电过载信号 F , 向放电控制器输出信号 P_1 , 放电控制器断开放电电路直至信号 F 逻辑值为假或断开时间为 t_8 秒, t_8 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

由于本发明的保护方法是根据电流、电压、温度来判断电池组中的电池是否处在正常、安全的状态，以防止电池组中的个别电池过度充电与放电。这种保护并不依赖具体的充、放电方法，而是独立于充、放电电路之外，故原则上已有的、应用于电池组的充、放电方式，本方法均可实现保护。

本保护方法通过充电控制器控制充电回路，通过放电控制器控制放电回路。充电控制器与放电控制器相互独立，电池组在充电时充电电流不必流经放电控制器。电池组在放电时放电电流不必流经充电控制器。

如图 7 所示，本发明的一种以单元管理实现多节串联二次电池组保护电路，包括电池状态监测模块、信号耦合器、逻辑控制电路、过载检测器、安全控制器，其中所述电池状态监测模块包括电压监测器和温度监测器，电压监测器检测对应电池单元的电压，温度监测器检测对应电池单元的温度；电池状态监测模块连接信号耦合器，将检测信号输出给信号耦合器；信号耦合器连接逻辑控制器，将信号发送给逻辑控制器；过载检测器连接逻辑控制器或安全控制器，输出过载信号；逻辑控制器连接安全控制器；安全控制器连接充电电源（可外接）或用电器，根据输入的控制信号，控制与充电电源或用电器连接的通断，完成保护电池组的任务。

在实际应用中，具体情况有所不同，实现的形式可以有多种变化，但保护的方法与原理在本质上是一样的。图 8 为另一种实现形式。

如图 9 所述，为电压监测器的示意图，电压监测器可由一组电压比较器构成，用于检测电池单元的电压。在充电和放电过程中，当电

池单元的电压达到预先设定的临界值时，输出电压信号。由于单节镍氢电池、镍镉电池、铅蓄电池电压差异较大，在实际应用中不必监测每节电压的安全电压上、下限。只需监测电池单元的电压即可。将单节平均安全电压上、下限值乘以单元内串联数就得到电池单元安全电压上、下限值。A 端和 B 端分别连接到电池单元的正、负极。A 端接电阻 R1、R4，B 端接电阻 R3 和基准电压 D1，电阻 R1 和 R3 之间接电阻 R2；电压比较器 A1 的正向输入端接在电阻 R1 和 R2 之间，反相输入端接电阻 R4 与基准电压 U1 之间，并且接在电压比较器 A2 的正向输入端，电压比较器 A2 的反相输入端接在电阻 R2 和 R3 之间。电压比较器 A1 用来监测电池单元的电压的上限电压；当电池单元的电压达到安全电压上限时，高电平信号从 C 端输出。电压比较器 A2 用来监测电池单元的电压的下限电压；当电池单元的电压达到安全电压下限时，高电平信号从 D 端输出。

电压监测器可有不同的构成形式，只要达到当电池单元的电压达到安全电压上限时，输出信号；当电池单元的电压达到安全电压下限时，输出信号即可。如图 10 所示，为另一种电压监测器的构成形式。A 端和 B 端分别连接到电池单元的正、负极。A 端接电阻 R5、R6、R7，B 端接电阻 R8、基准电压 D2、基准电压 D3；电压比较器 A3 的正向输入端接在电阻 R5 和基准电压 D2 之间，反相输入端接电阻 R7 和 R8 之间，并且接在电压比较器 A4 的正向输入端，电压比较器 A2 的反相输入端接在电阻 R6 和基准电压 D3 之间。电压比较器 A3 用来监测电池单元的电压的上限电压；当电池单元的电压达到安全电

压上限时，高电平信号从 C 端输出。电压比较器 A4 用来监测电池单元的电压的下限电压；当电池单元的电压达到安全电压下限时，高电平信号从 D 端输出。

对于锂电池组，电压监测器电压监测的精度相对要求较高，为实现精确的监测 N 不宜过大。对于为 N 为 2 的锂电池单元，如图 11，不但监测电池单元两端 A、B 电压，还监测中间点 M 的电压。

图 12~14 为可用于 N 为 2 的锂电单元的电压监测器。电压监测器 A、M、B 分别与锂电单元的 A、M、B 联接。在充电过程中，A、M 端电压达到安全电压上限时候，C 端输出高电平信号，当 M、B 端电压达到安全电压上限时候，C'端输出高电平信号。在放电过程中，A、M 端电压达到安全电压下限时候，D 端输出高电平信号，当 M、B 端电压达到安全电压下限时候，D'端输出高电平信号。在这种情形下，可以实现对单元中串联的每一节锂离子电实现电压监测，是整个电池单元对监测单元供电，即使是在电池组在放电末期，电池单元的端电压 V_{AB} 电压大于 5V，即使普通比较器电路也可正常工作。而此时，单节锂电的端电压 V_{AM} 、 V_{MB} 可能已小于 2.7V。

如图 12 所示，电阻 R10、R11、R12、R13、R14、R15 串接，两个基准电压 D4 中间串接电阻 R16；A 端接电阻 R10 和基准电压 D4，M 端接在电阻 R12 和 R13 之间，B 端接电阻 R15 和基准电压 D4；电压比较器 A5 的正向输入端接基准电压 D4 和电阻 R16 之间，反向输入端接电阻 R10 和 R11 之间，输出为 C 端；电压比较器 A6 的正向输入端接电阻 R11 和电阻 R12 之间，反向输入端接基准电压 D4 和电

阻 R16 之间，输出为 D 端；电压比较器 A7 的正向输入端接电阻 R13 和电阻 R14 之间，反向输入端接电阻 R16 和基准电压 D4 之间，输出为 C' 端；电压比较器 A8 的正向输入端接电阻 R16 和基准电压 D4 之间，反向输入端接电阻 R14 和 R15 之间，输出为 D' 端。

如图 13 所示的另一种实现方式，电阻 R16、R17、R18、R19、R20、R21 串接，两个基准电压 D4 中间串接电阻 R22 和 R23；A 端接电阻 R16 和基准电压 D4，M 端接在电阻 R22 和 R23 之间，B 端接电阻 R21 和基准电压 D4；电压比较器 A9 的正向输入端接基准电压 D4 和电阻 R22 之间，反向输入端接电阻 R16 和 R17 之间，输出为 C 端；电压比较器 A10 的正向输入端接电阻 R17 和电阻 R18 之间，反向输入端接基准电压 D4 和电阻 R22 之间，输出为 D 端；电压比较器 A11 的正向输入端接电阻 R19 和电阻 R20 之间，反向输入端接电阻 R23 和基准电压 D4 之间，输出为 C' 端；电压比较器 A12 的正向输入端接电阻 R23 和基准电压 D4 之间，反向输入端接电阻 R20 和 R21 之间，输出为 D' 端。

如图 14 所示的再一种实现方式，电阻 R25、R26、R27、R28、R29、R30 串接，该电路与电阻 R31、基准电压 D4、电阻 R32、基准电压 D4 串接电路并接；A 端接电阻 R25 和电阻 R31，M 端接在基准电压 D4 和 R32 之间，B 端接电阻 R30 和基准电压 D4；电压比较器 A13 的正向输入端接电阻 R25 和 R26 之间，反向输入端接电阻 R31 和基准电压 D4 之间，输出为 C 端；电压比较器 A14 的正向输入端接电阻 R31 和基准电压 D4 之间，反向输入端接电阻 R26 和电阻 R27

之间，输出为 D 端；电压比较器 A15 的正向输入端接电阻 R28 和电阻 R29 之间，反向输入端接电阻 R32 和基准电压 D4 之间，输出为 C' 端；电压比较器 A16 的正向输入端接电阻 R32 和基准电压 D4 之间，反向输入端接电阻 R29 和 R30 之间，输出为 D' 端。

温度监测器由温敏元件做测温探头与测温电路构成，用于检测电池表面温度。在充电和放电过程中，当该单元的电池的表面温度达到预先设定的临界值时，输出高电平信号。如图 15 所示，电阻 R35 和基准电压 D5 串接后与电阻 R36、温敏电阻 R37、电阻 R38 的串接电路并联；A 端和 B 端分别连接到电池单元的正、负极，A 端接电阻 R35 和电阻 R36，B 端接基准电压 D5 和电阻 R38；电压比较器 A20 的正向输入端接电阻 R36 和温敏电阻 R37 之间，反向输入端接电压比较器 A21 的正向输入端，即电阻 R35 和基准电压 D5 之间，输出为 E 端；电压比较器 A21 的正向输入端接电阻 R35 和基准电压 D5 之间，反向输入端接温敏电阻 R37 和电阻 R38 之间，输出为 F 端。

如图 16 所示，给出了温度监测器一种简单的实现方式，只能监测单元电池温度上限或下限，用于要求不高的场合。可以根据实际情况增加或减少温度监测器的数目。

由于电池单元管理模块由各电池单元供电，各模块的输出信号由于基准电位不同，信号之间的电压有压差，特别是在电池串联数目较大的时候，信号之间的电压差会超过逻辑控制器输入电平容许的最大值，直接输出会损坏逻辑控制器，故需要经过隔离和转化才能对逻辑控制器输出。

在具体应用中，可根据实际需要选择通用型、达林顿型、施密特型、光敏晶闸管型、光敏场效应管型等光耦器件。

如图 17 所示，使用通过光耦器件转换信号。图 17 是一个两路信号耦合器，可以根据实际需要，增减光耦器件的个数来增减信号通道。

所述逻辑控制器为一组逻辑电路。由可编程逻辑器件或单片机实现，也可以用分立元件实现。需根据二次电池的类型，充电方案与电池的使用方式设定。在充电和放电过程中，根据各单元的不同的状态，对安全控制器发出控制信号。对于最基本的实现，主要的逻辑运算是或运算，可用多个多输入或门实现。当串联的电池数目较多时也可以用多个或门组成多级或电路实现。

所述过载检测器包括充电过载检测器与放电过载检测器，其作用在放电过程中，为了防止电流过大损害电池与电路。由电流检测电路构成，当放电过程中，放电电流大于设定电流时候，输出逻辑真信号，如图 18 所示，电阻 R51 和基准电压 D6 串接后与电阻 R52 和基准电压 D7 串接电路并联；G、H 端中有一端与电池组正极或负极相连，K 端则与电池组另一电极相连；在充电过程中一旦出现过载，I 端输出逻辑真信号。在放电过程中一旦出现过载，J 端输出逻辑真信号。

所述安全控制器包括充电控制器与放电控制器，用于控制电路的开合，为一组开关电路，充电控制器与放电控制器并联而成。

充电控制器为受控开关电路，可由功率器件或是继电器及相关电路组成。在充电过程中，接受逻辑控制器的控制信号，控制充电电流与电压。对于锂离子电池组，充电控制器必须可以阻断充电电流，以

避免锂离子电池组过充。

放电控制器为受控开关电路，可由功率器件或是继电器及相关电路组成。在放电过程中，依据控制信号，在放电过程中防止过载，并在放电终点时减小放电电流以防止过放。

理论上仅用逻辑控制器就能实现充、放电状态判别器的功能。但在实际应用中，在串联的电池数目较多的情况下，信号数目也较多，逻辑控制器的成本增长较快，不利于成本的降低。通过对逻辑功能的分级实现可降低成本。如使用图 19 所示结构框图。电池状态监测模块由电压监测器、限压测流器、温度监测器、充电状态判别器、放电状态判别器组成。

所述电压监测器、温度监测器如前所述。

所述限压测流器在充电过程中，当电池单元的端电压达到上限电压时，电压监测器对限压测流器输出电压信号，限压测流器开始工作。它对流经单元电池的充电电流分流以减小流过电池单元的充电电流，控制电池单元的电压不再升高。此时限压测流器也起到充电均衡的作用。当流过限压测流器的电流达到临界值则对充电状态判别器输出电压信号。

图20给出了一种实现形式，A、B为电池单元两端，限压测流器C端接受电压监测器的信号， I_2 为分流电流。由于充电电源电流为恒流I，电池单元的实际充电电流 $I_1=I-I_2$ ，在充电初期，由于单元电池电压较低，输入信号为低电平，开关器件不导通，此阶段中 I_2 为0， $I_1=I$ 。在充电末期，当 I_1 小于某个值 (I_L) 时，也即当 I_2 大于某个值，S端输出高电平信号。在实际应用中开关器件可以选择适宜的场效应管或晶

体管。

充电状态判别器为一组逻辑电路。在充电过程中，为了防止电池单元被过充，必须能检测该电池单元的充电状态，并且准确地判断电池单元是否充满。此部分的电路主要根据二次电池单元的电压、表面温度判别电池单元所处的充电阶段，并输出充电状态信号用于控制。

根据铅蓄电池组、镍氢电池组、镍镉电池组、锂离子电池的不同，充电状态判别器设定的判别逻辑有所不同。

对于铅蓄电池组，主要以电压作为判断的依据，辅助以温度判断。对于最基本的要求，可用一个两输入或门实现，其中一端信号来自电压监测器，一端信号来自温度监测器，输出信号至信号耦合器。

对锂离子电池组，主要以电压与电流作为判断的依据，辅助以温度判断。对于最基本的要求，可用一个三输入或门实现，其中一端信号来自电压监测器，一端信号来自温度监测器，一端信号来自限压测流器。输出信号至信号耦合器。

对于镍氢电池组、镍镉电池组，有多种判别方式可以采用。对于最基本的要求，可用一个两输入或门实现，其中一端信号来自电压监测器，一端信号来自温度监测器，一端输出信号至信号耦合器。

所述放电状态判别器为一组逻辑电路。在放电过程中，该电路主要根据二次电池单元的电压、表面温度判别电池单元所处的放电状态。对于最基本的要求，可用一个两输入或门实现，其中一端信号来自电压监测器，一端信号来自温度监测器，输出信号至信号耦合器。

在充电过程中，为配合充电电路使充电达到更好的效果，可根据

构成电池组的二次电池类型、以及充电方式的不同，逻辑控制器的逻辑可以有所不同：

A. 对于恒流限压充电（恒流限压充电常用来对锂离子电池组充电），在电池组充电过程中，电池状态监测模块除了监控电池单元的端电压、温度，还监控充电电流，产生信号 G：

电池单元的充电电流小于等于 I_L 时，信号 G 逻辑值为真；

与 A_0 、 B_0 、 C_0 、 D_0 类似， G_0 信号的值由信号耦合器逻辑或运算得到，即 $G_0 = \sum_{k=1}^m G_k$ ；

充电过程中：当信号 A_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 A_0 逻辑值为假或断开时间为 t_1 秒， t_1 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 C_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路，断开时间为 t_2 秒， t_2 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 B_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 B_0 逻辑值为假；

当信号 D_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 D_0 逻辑值为假；

当信号 G_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路，断开时间为 t_3 秒， t_3 取值为 $+\infty$ ；

当信号 E 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 E 逻辑值为假或断开时间为 t_4 秒， t_4 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

B. 对于恒流充电（恒流充电法常用于对镍氢、镍镉电池组、铅蓄电池组的充电），在充电过程中：

当信号 A_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 A_0 逻辑值为假或断开时间为 t_1 秒， t_1 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 B_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 B_0 逻辑值为假；

当信号 D_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 D_0 逻辑值为假；

当信号 C_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路，断开时间为 t_2 秒， t_2 取值范围为 $+ \infty$ ；

当信号 E 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 E 逻辑值为假或断开时间为 t_4 秒， t_4 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

C. 对于恒流恒压三阶段充电（恒流恒压三阶段充电常用于对铅蓄电池组的充电）在电池组充电过程中，电池状态监测模块除了监控电池单元的端电压、温度，还监控充电电流，产生信号 G：

电池单元的充电电流小于等于 I_L 时，信号 G 逻辑值为真；

与 A_0 、 B_0 、 C_0 、 D_0 类似， G_0 信号的值由信号耦合器逻辑或运算得到，即 $G_0 = \sum_{k=1}^m G_k$ ；

充电过程中：当信号 A_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路直至信号 A_0 逻辑值为假或断开时间为 t_1 秒， t_1 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 C_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P1，安全控制器断开充电电路，断开时间为 t_2 秒， t_2 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ ；

当信号 D_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P2，安全控制

器选择小电流充电档，以小电流充电直至信号 D_0 逻辑值为假。

充电过程中，当信号 G_0 的逻辑值为真，向安全控制器输出信号 P4，安全控制器选择涓流充电档。

在充电过程中，当信号 E 的逻辑值为真，向充电控制器输出信号 P1，充电控制器断开充电电路直至信号 E 逻辑值为假或断开时间为 t_4 秒， t_4 取值范围为 $0_+ \sim +\infty$ 。

以上对本发明所提供的以单元管理实现多节串联二次电池组保护的方法及电路，进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其实现思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。



图 1

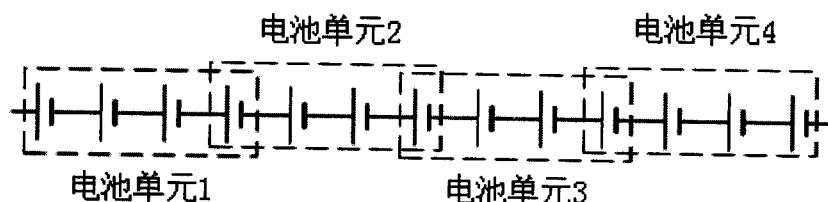


图 2

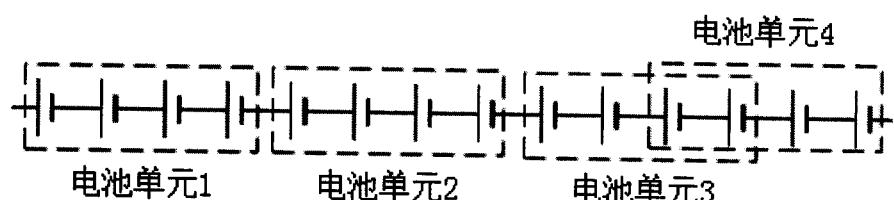


图 3

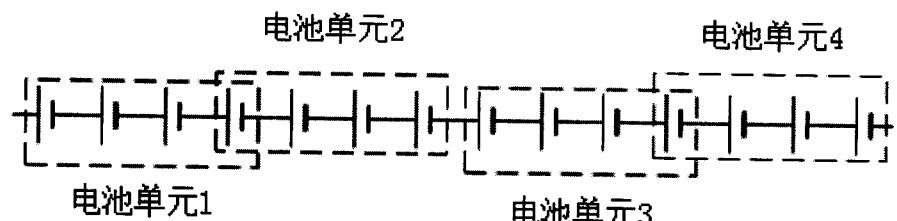


图 4

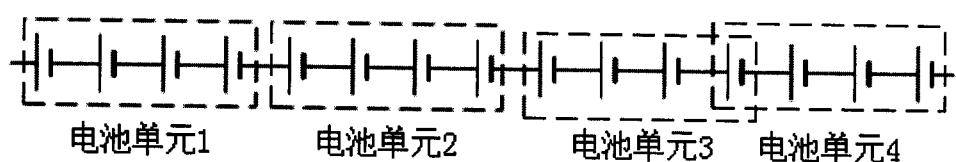


图 5



图 6

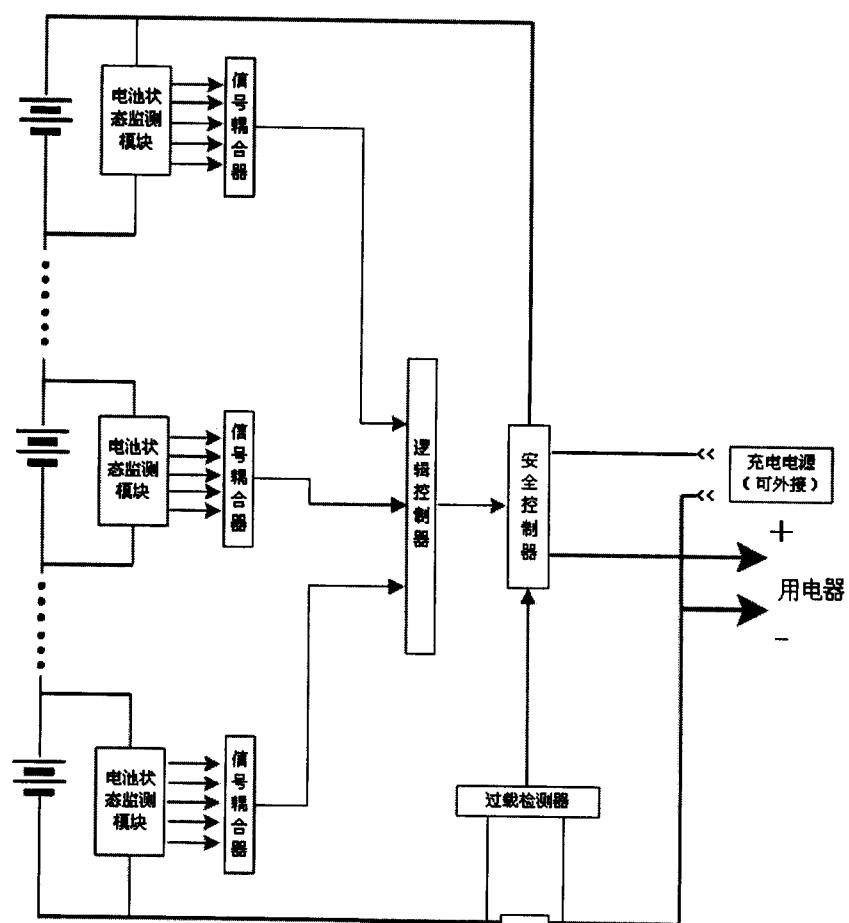


图 7

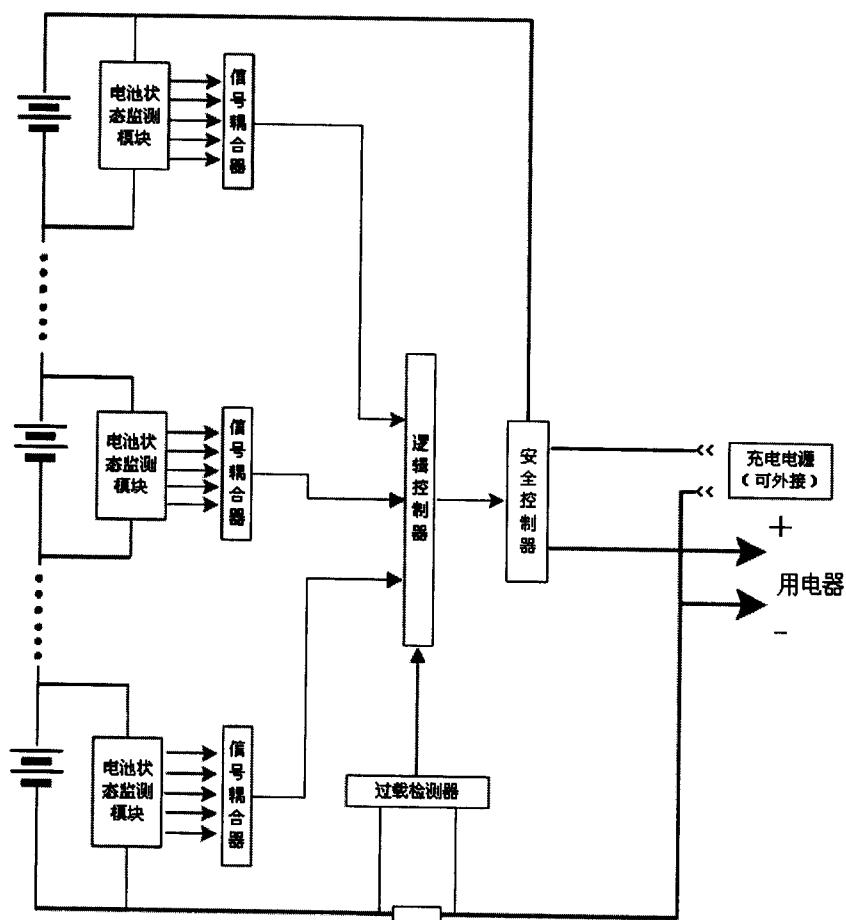


图 8

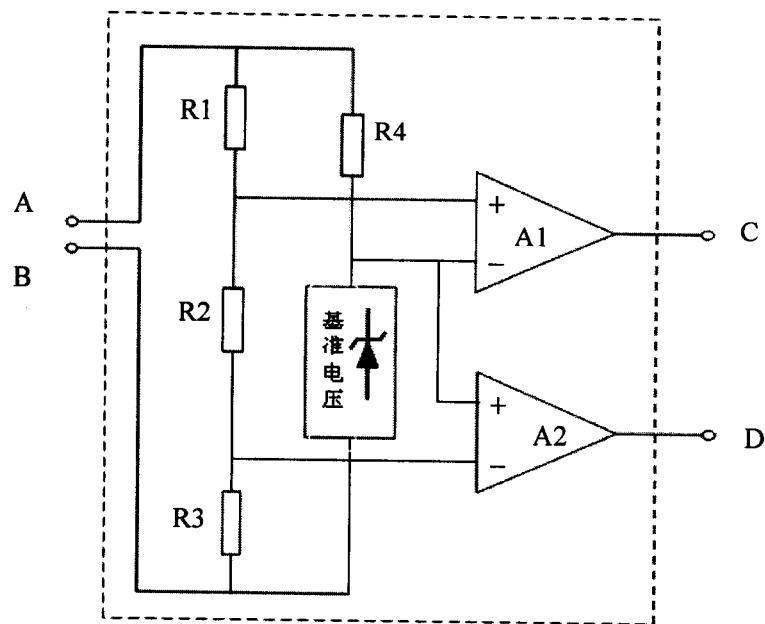


图 9

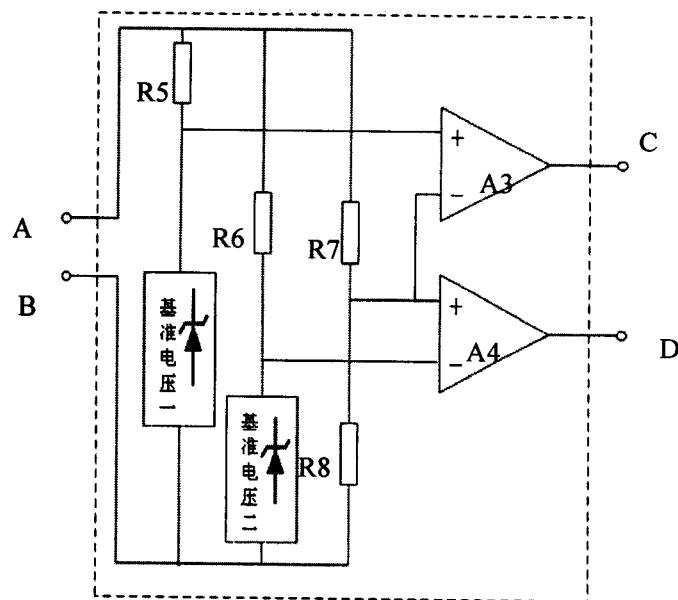


图 10

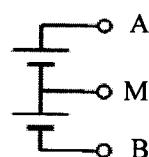


图 11

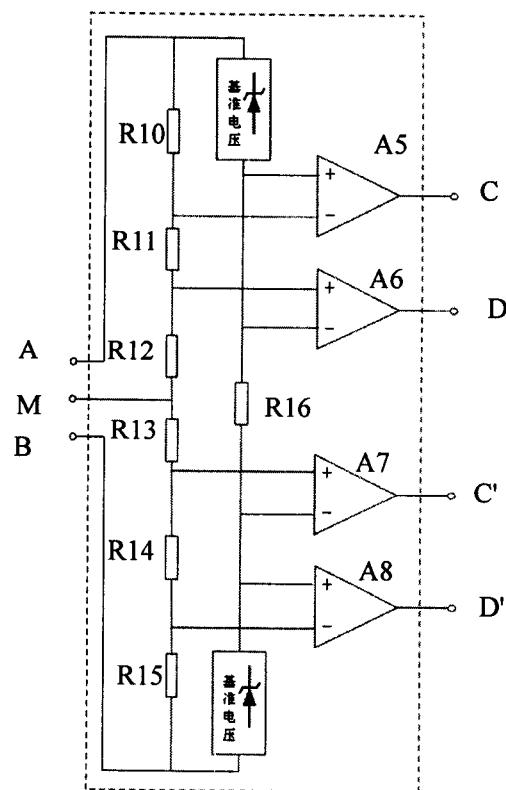


图 12

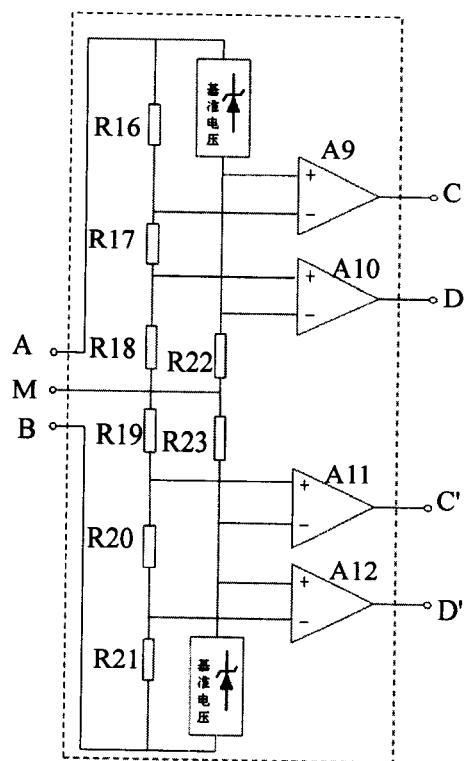


图 13

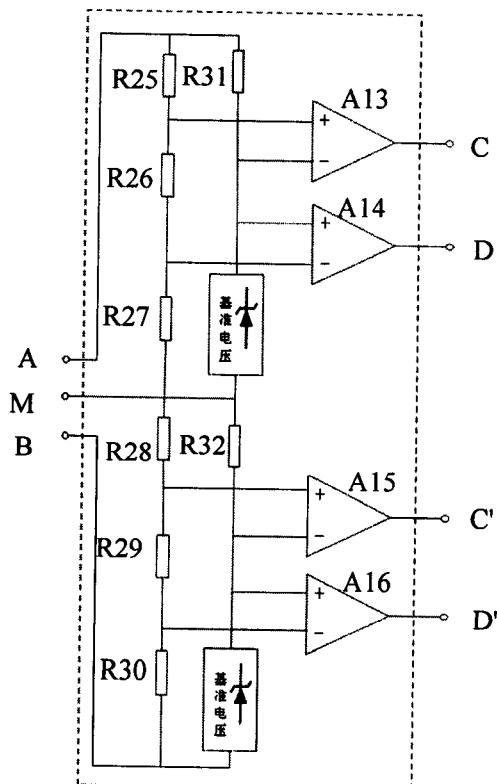
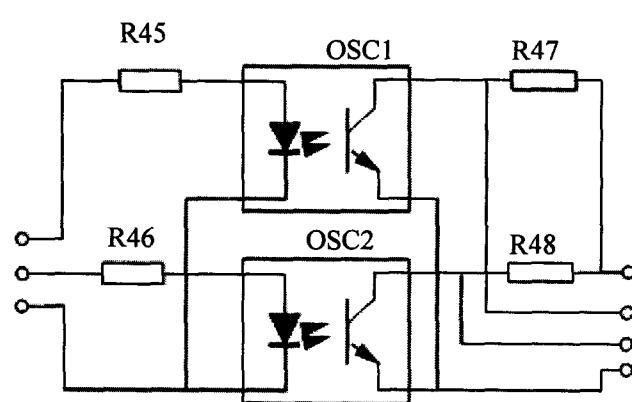
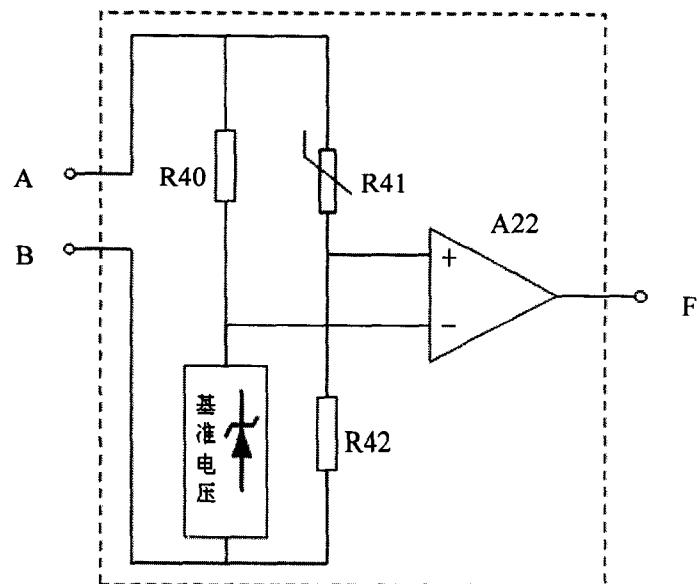
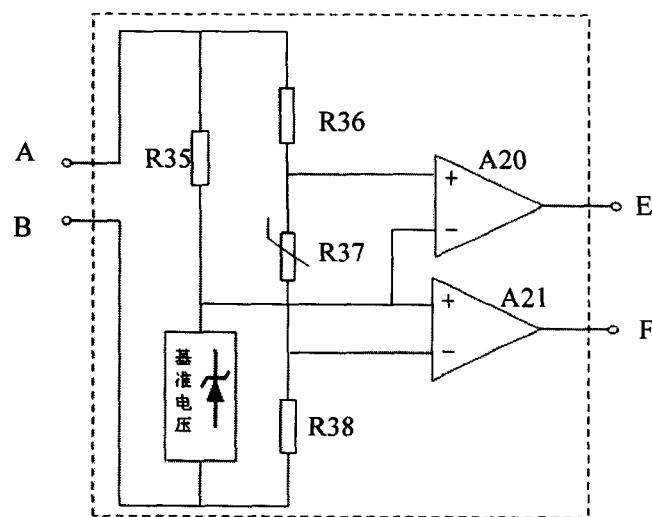


图 14



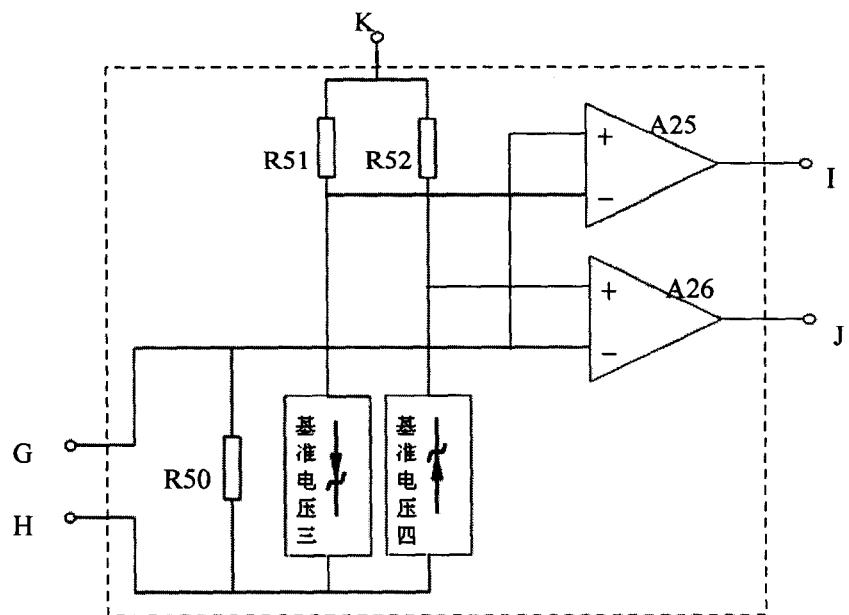


图 18

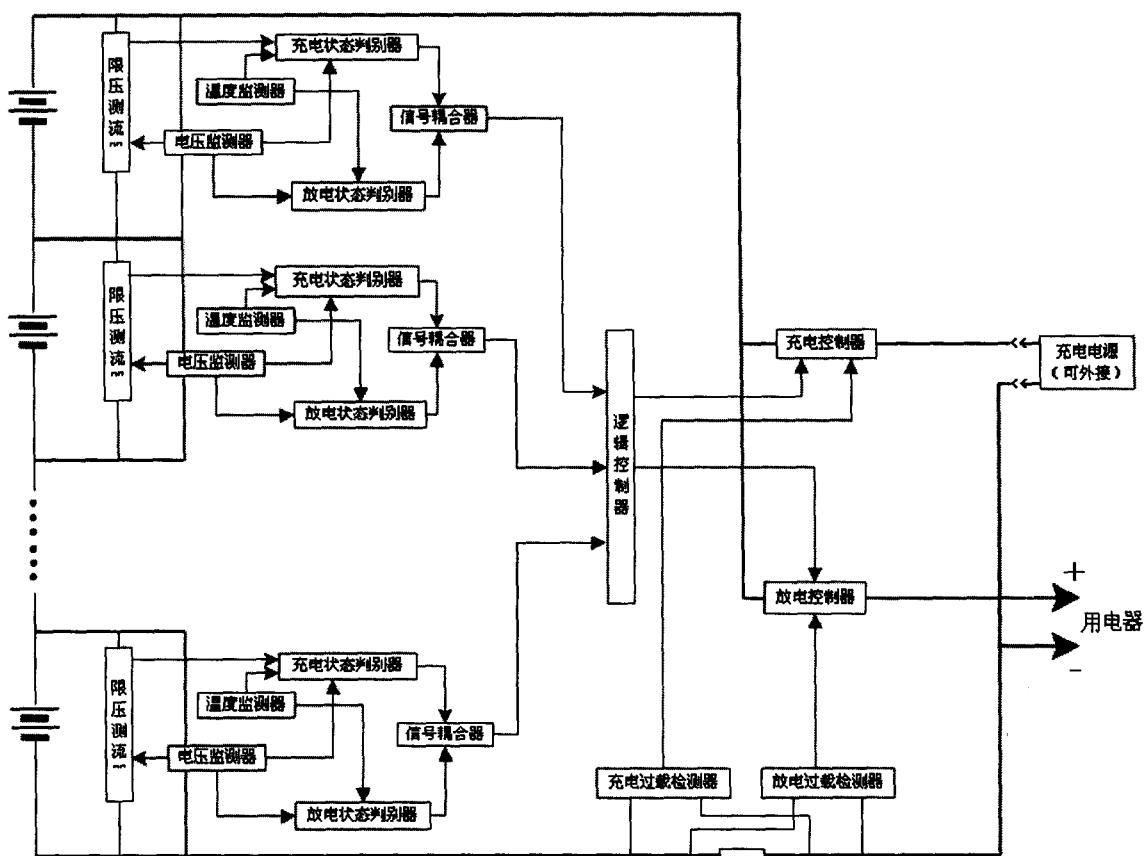


图 19

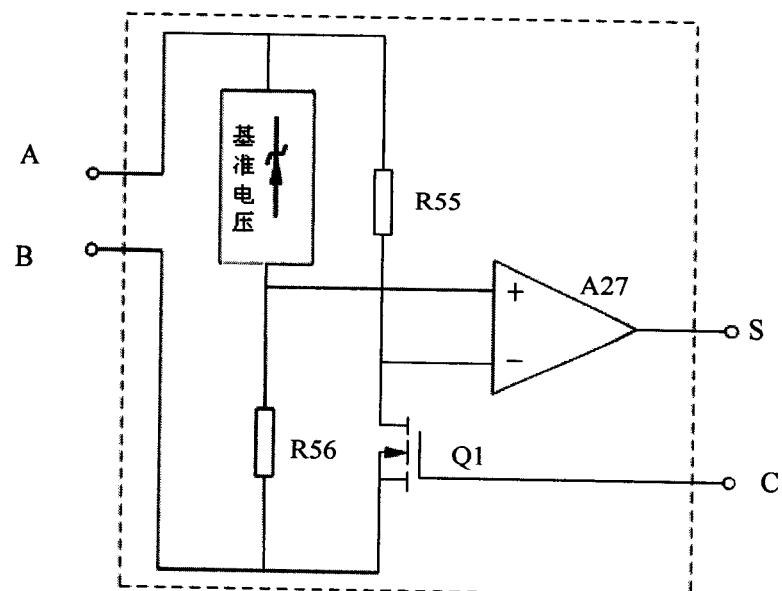


图 20