

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101504444 B

(45) 授权公告日 2012. 06. 06

(21) 申请号 200910097119. 4

US 6150795 A, 2000. 11. 21, 全文.

(22) 申请日 2009. 03. 18

US 2003/0210016 A1, 2003. 11. 13, 全文.

US 2005/0052155 A1, 2005. 03. 10, 全文.

(73) 专利权人 浙江绿源电动车有限公司

地址 321016 浙江省金华市工业园区石城街  
168 号

审查员 李彦琴

(72) 发明人 倪捷 陈文胜

(74) 专利代理机构 金华科源专利事务所有限公  
司 33103

代理人 黄飞

(51) Int. Cl.

G01R 31/36(2006. 01)

(56) 对比文件

US 3872457 , 1975. 03. 18, 全文.

US 2005/0275369 A1, 2005. 12. 15, 全文.

CN 101232193 A, 2008. 07. 30, 全文.

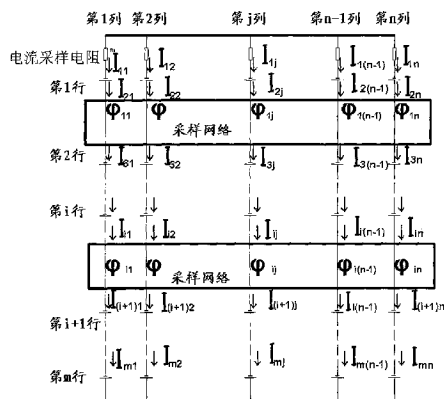
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

电动汽车矩阵电池组的电池容量检测方法

(57) 摘要

本发明涉及电动汽车电池类,具体是一种电动汽车矩阵电池组的电池容量检测方法,其特征是:采用串并联的蓄电池矩阵电池组,在矩阵电池组中每节蓄电池的节点间都用一个相同电阻相连,形成平衡电阻网络;采样平衡电阻网络内每列蓄电池组串联的电流信号,采样每行内的其他各列节点相对于第一列节点处的电压信号;通过运算得到流经每一节电池的所有电流大小和方向;通过积分得到矩阵网络中所有电池的电量状况;通过充电或者放电过程蓄电池平衡电阻网络中电池的电量数据分析,得到平衡电阻网络中电池的各容量衰退表,从而检测判断出矩阵中电池容量衰退状况,替换矩阵中电池容量衰退快的电池,即可提高矩阵蓄电池组的电池容量,降低蓄电池的更换成本。



1. 一种电动汽车矩阵电池组的电池容量检测方法,其特征是:采用串并联的蓄电池矩阵电池组,在矩阵电池组的电池行与行之间接通一个平衡电阻网络,使得同一行的  $n$  个节点中任意两个节点间的电阻相等;采样平衡电阻网络内每列蓄电池组串联的电流信号,采样每行内的其他各列节点相对于第一列节点处的电压信号;通过运算得到流经每一节电池的所有电流大小和方向;通过积分得到矩阵网络中所有电池的电量状况;通过充电或者放电过程蓄电池平衡电阻网络中电池的电量数据分析,得到平衡电阻网络中电池的各容量衰退表,从而检测判断出矩阵中电池容量衰退状况。

2. 根据权利要求 1 所述的电动汽车矩阵电池组的电池容量检测方法,其特征是:在每一列电池的负极串联一个电流传感器,检测每一列的串联蓄电池组的电流值。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的电动汽车矩阵电池组的电池容量检测方法,其特征是:利用每一列每个蓄电池的节点的电压值和各列的电流值,计算出每一节蓄电池流过的电流值,并求出各蓄电池的容量,通过数据采样、A/D 转换、数据处理计算并作出判定。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的电动汽车矩阵电池组的电池容量检测方法,其特征是:设一电池保护电路,通过实验测定一个电池容量安全常数,若平衡电阻网络中电池的容量衰退数据低于该安全常数时,电池保护电路向用户给出报警信号。

## 电动汽车矩阵电池组的电池容量检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电动汽车电池类,具体是一种电动汽车矩阵电池组的电池容量检测方法。

### 背景技术

[0002] 针对现有电动汽车蓄电池一次性投入成本高,电池使用寿命短,蓄电池更换费用高等问题,本公司改变传统观念,提出了采用串并联的蓄电池矩阵联接,申请了申请号为“200910096144.0”、名称为“一种电动汽车的电池接线布置方法”的发明专利,提出了电动汽车电池组的矩阵形布置,同时对各单个电池进行采样检测和管理。但根据目前方法对各电池进行容量检测时,较为繁琐,电池管理、更换、检修还是不够灵活方便。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是针对上述技术的不足,提供一种能简单实时监控出各单节蓄电池容量、便于电池检测及更换、检修的电动汽车矩阵电池组的电池容量检测方法。

[0004] 本发明的技术方案如下:

[0005] 一种电动汽车矩阵电池组的电池容量检测方法,其特征是:采用串并联的蓄电池矩阵电池组,在矩阵电池组中每节蓄电池的节点间都用一个相同电阻相连,形成平衡电阻网络,以达到各蓄电池间矩阵联接的效果,并利用这个电阻将各蓄电池达成平衡作用;采样平衡电阻网络内每列蓄电池组串联的电流信号,采样每行内的其他各列节点相对于第一列节点处的电压信号;通过运算得到流经每一节电池的所有电流大小和方向;通过积分得到矩阵网络中所有电池的电量状况;通过充电或者放电过程蓄电池平衡电阻网络中电池的电量数据分析,得到平衡电阻网络中电池的各容量衰退表,从而检测判断出矩阵中电池容量衰退状况;替换矩阵中电池容量衰退快的电池,即可提高矩阵蓄电池组的电池容量,降低蓄电池的更换成本。

[0006] 本发明由于平衡电阻网络还能够有效的促进电池之间电量的自由搬迁,保证容量高的电池能够最大程度的把自身的电量放出来,同时容量低的电池也能够有效的在矩阵电池网络中得到保护,规避了串联电池组中因为单节落后导致整组电池性能急剧恶化的现象。进而最大程度的发挥矩阵电池网络的最大经济效益。

[0007] 本发明在每一列电池的负极串联一个电流传感器,检测每一列的串联蓄电池组的电流值。

[0008] 本发明对矩阵电池组中的第一列的每个蓄电池的节点测量其电压值;利用每一列每个蓄电池的节点的电压值和各列的电流值,计算出每一节蓄电池流过的电流值,并求出各蓄电池的容量,通过数据采样、A/D转换、数据处理计算并作出判定。

[0009] 本发明设计了一种低成本单节蓄电池充放电数据采集、计算和管理方法,能实现单个电池容量的实时检测,监控整组矩阵蓄电池和单个蓄电池的运行状况,可以及时准确判定出矩阵电池组中的不良蓄电池,并适时更换该节蓄电池,以保证矩阵蓄电池组各节

电池的一致性,实现蓄电池间有效的电荷搬迁,延长蓄电池使用寿命,降低电动车使用成本。本发明可应用于电动汽车及混合动力电动汽车等领域。

### 附图说明

- [0010] 图 1 为本发明 m 行、n 列的矩阵电池组检测原理图。  
 [0011] 图 2 为图 1 的第 ij 蓄电池节点电流网络运算原理图。  
 [0012] 图 3 为本发明 4 行、4 列的矩阵电池组实施例检测原理图。

### 具体实施方式

[0013] 如图 1 所示,本发明是针对 m 行、n 列的矩阵电池组每个蓄电池的节点间进行电阻网络化连接,每个蓄电池节点之间都用一个电阻  $R_0$  进行连接。为了表述矩阵电池组检测的工作原理先做下述说明:

[0014] (1) 电池所在位置编号:第 1 个数字为该电池所在行的序号,第 2 个数字为电池所在列的列号。例如 ij 表示的是第 i 行,第 j 列的电池。在每一节电池的正极处取一个节点,节点号为该电池序号。

[0015] (2) 电流正方向规定:对于第 ij 块电池,对于列方向上电流,向下为正,即电池放出电流为正。对于列方向电流,以流入当前节点电流方向为正方向。

[0016] (3) 电流采样:在第一行电池上方,通过 n 个电流采样电阻,获取流入第一行中各列电池的电流大小,也即为电池 11, 21, 31……, n1 的放电电流  $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ 。

[0017] (4) 电池行与行之间接通一个电阻平衡网络,使得同一行的 n 个节点中任意两个节点间的电阻相等,令该电阻为 R。节点 ij 处的电动势为  $\phi_{ij}$ 。

[0018] 如图 2,任取 i 行 j 列处的节点 ij 进行分析,该点的电动势为  $\phi_{ij}$ ;

[0019] 在 t 时刻,对 ij 点处运用基尔霍夫电流定律可得式 1:

[0020]

$$\bar{I}_{ij} + \sum_{s=1, s \neq j}^n (\bar{\phi}_{is} - \bar{\phi}_{ij}) / R = \bar{I}_{(i+1)j}$$

[0021]  $i \in (1, m) \quad j \in (1, n) \quad (\text{式 1})$

[0022] 从式 1 可以看出  $\bar{I}_{(i+1)j}$  可由  $\bar{I}_{ij}$  推出。先通过矩阵第一行上的电流采样电阻可以得到流出第一行上的 n 个电池的电流见式 2。现在通过第 i 行上的采样网络,可以测得第 i1 节点和任意节点 ij 之间的电压  $U_{ji1}$ 。因为电阻 R 已知,可得到任意两节点  $U_{is}$  和  $U_{ij}$  间的电压见式 3。

[0023]  $I_{j1} = I_j \quad j \in (1, n) \quad (\text{式 2})$

[0024]

$$\bar{U}_{sij} = \bar{\phi}_{is} - \bar{\phi}_{ij}$$

[0025]

$$= (\bar{\phi}_{is} - \bar{\phi}_{i1}) - (\bar{\phi}_{ij} - \bar{\phi}_{i1})$$

[0026]  $= U_{sil} - U_{jil}$  (式 3)

[0027] 由式 1、式 2、式 3 可以得到任意时刻任意节点处电池的瞬时放电电流  $\bar{I}_{ij}$  对  $t_0-t$  时间段内的电流进行积分可以得到该时间段内电池  $ij$  放电电量  $Q_{ij}$ ，见式 4。

[0028]  $Q_{ij}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{ij} t)$  (式 4)

[0029] 由电池从  $t_0$  时刻到  $t$  时刻，电池  $ij$  放电电量  $Q_{ij}$  构成电量矩阵见式 5。

[0030]  $Q = \begin{bmatrix} Q_{11}(t_0, t) & Q_{12}(t_0, t) & Q_{13}(t_0, t) & \dots & Q_{1n}(t_0, t) \\ Q_{21}(t_0, t) & Q_{22}(t_0, t) & Q_{23}(t_0, t) & \dots & Q_{2n}(t_0, t) \\ Q_{31}(t_0, t) & Q_{32}(t_0, t) & Q_{34}(t_0, t) & \dots & Q_{3n}(t_0, t) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ Q_{m1}(t_0, t) & Q_{m1}(t_0, t) & Q_{m1}(t_0, t) & \dots & Q_{mn}(t_0, t) \end{bmatrix}$

[0031] (式 5)

[0032] 巡检电量矩阵中各点节处电量  $Q_{ij}$ ，并且计算出当前电量矩阵平均值  $E(Q(t_0, t))$ ，推算出  $\Delta Q_{ij}(t_0, t) = Q_{ij} - E(Q(t_0, t))$ 。

[0033]

$$\Delta Q(t_0, t) = \begin{bmatrix} \frac{\Delta Q_{12}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \frac{\Delta Q_{12}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \frac{\Delta Q_{13}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \dots & \frac{\Delta Q_{1n}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} \\ \frac{\Delta Q_{21}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \frac{\Delta Q_{22}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \frac{\Delta Q_{23}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \dots & \frac{\Delta Q_{2n}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} \\ \frac{\Delta Q_{31}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \frac{\Delta Q_{32}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \frac{\Delta Q_{34}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \dots & \frac{\Delta Q_{3n}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \frac{\Delta Q_{m1}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \frac{\Delta Q_{m1}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \frac{\Delta Q_{m1}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} & \dots & \frac{\Delta Q_{mn}(t_0, t)}{E(Q(t_0, t))} \end{bmatrix}$$

[0034] (式 6)

[0035] 本发明设一电池保护电路,通过实验测定一个电池容量安全常数,若平衡电阻网络中电池的容量衰退数据低于该安全常数时,电池保护电路向用户给出报警信号。

[0036] 若通过实验测定一个安全常数 p, p 是一个小于  $\frac{1}{mn}$  的安全系数。在理想状态下,矩阵电池的电量判据 t 为 0。t 的最大值越小电池的一致性就越好。

[0037]  $t = \Delta Q_{ij}(t_0, t) / E(Q(t_0, t)) \leq p$  (报警)

[0038]  $> p$  (安全)(式 7)

[0039] 以蓄电池为 12V12AH,组成 4\*4 蓄电池矩阵组为实施例(如图 3 所示)对实施方式作一个描述:通过平衡电阻网络,各节点之间的等效电阻为 R,在 t 时刻对每一节点的电路分析如表 1 所示:

[0040]

节点号	流入电流	流出电流
11	$I_{11} + (U_{211} + U_{311} + U_{411}) / R$	$I_{21} = I_{11} + (U_{211} + U_{311} + U_{411}) / R$
21	$I_{21} + (U_{121} + U_{321} + U_{421}) / R$	$I_{31} = I_{21} + (U_{121} + U_{321} + U_{421}) / R$
31	$I_{31} + (U_{231} + U_{331} + U_{431}) / R$	$I_{41} = I_{31} + (U_{231} + U_{331} + U_{431}) / R$
41	$I_{41}$	

12	$I_{12} + (U_{112} + U_{312} + U_{412}) / R$	$I_{22} = I_{12} + (U_{112} + U_{312} + U_{412}) / R$
22	$I_{22} + (U_{122} + U_{322} + U_{422}) / R$	$I_{32} = I_{22} + (U_{122} + U_{322} + U_{422}) / R$
32	$I_{32} + (U_{132} + U_{332} + U_{432}) / R$	$I_{42} = I_{32} + (U_{132} + U_{332} + U_{432}) / R$
42	$I_{42}$	
13	$I_{13} + (U_{113} + U_{213} + U_{413}) / R$	$I_{23} = I_{13} + (U_{113} + U_{213} + U_{413}) / R$
23	$I_{23} + (U_{123} + U_{223} + U_{423}) / R$	$I_{33} = I_{23} + (U_{123} + U_{223} + U_{423}) / R$
33	$I_{33} + (U_{133} + U_{233} + U_{433}) / R$	$I_{43} = I_{33} + (U_{133} + U_{233} + U_{433}) / R$
43	$I_{43}$	
14	$I_{14} + (U_{114} + U_{214} + U_{314}) / R$	$I_{21} = I_{14} + (U_{114} + U_{214} + U_{314}) / R$
24	$I_{24} + (U_{124} + U_{224} + U_{324}) / R$	$I_{31} = I_{24} + (U_{124} + U_{224} + U_{324}) / R$
34	$I_{34} + (U_{134} + U_{234} + U_{334}) / R$	$I_{41} = I_{34} + (U_{134} + U_{234} + U_{334}) / R$
44	$I_{44}$	

[0042] 表 1

[0043] 从  $t_0$  到  $t$  时刻时间段内, 流出每一节电池的电量如表 2 所示:

[0044]

$Q_{11}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{11} t)$	$Q_{12}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{12} t)$	$Q_{13}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{13} t)$	$Q_{14}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{14} t)$
$Q_{21}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{21} t)$	$Q_{22}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{22} t)$	$Q_{23}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{23} t)$	$Q_{24}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{24} t)$
$Q_{31}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{31} t)$	$Q_{32}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{32} t)$	$Q_{33}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{33} t)$	$Q_{34}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{34} t)$
$Q_{41}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{41} t)$	$Q_{42}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{42} t)$	$Q_{43}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{43} t)$	$Q_{44}(t_0, t) = \int_{t_0}^t (I_{44} t)$

[0045] 表 2

[0046] 通过对平衡电阻网络的解算, 可以得到矩阵电池组中单节电池的在  $t_0$  到  $t$  时刻电池容量变化。通过  $\Delta Q_{ij}(t_0, t) = Q_{ij} - E(Q(t_0, t))$  参考式 7 解算出电池网络里单节电池容量衰退判据矩阵  $t$  如式 8 所示:

$$[0047] \quad t = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & t_{14} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & t_{24} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} & t_{34} \\ t_{41} & t_{42} & t_{43} & t_{44} \end{bmatrix}$$

[0048] 式 8

[0049] 假设在第 2 行第 3 列处的电池已经出现明显的衰退情况,那么该处的电池容量判据  $t_{23} < p$ 。若该衰退判据连续出现 3 次低于  $p$  时,电池保护电路就会向用户给出报警信号。

[0050] 用户在看到矩阵电池报警信号后,可以及时到专业的矩阵电池维修店用专用的检测仪器对该组矩阵电池进行检测,找出容量衰退的电池并更换之。



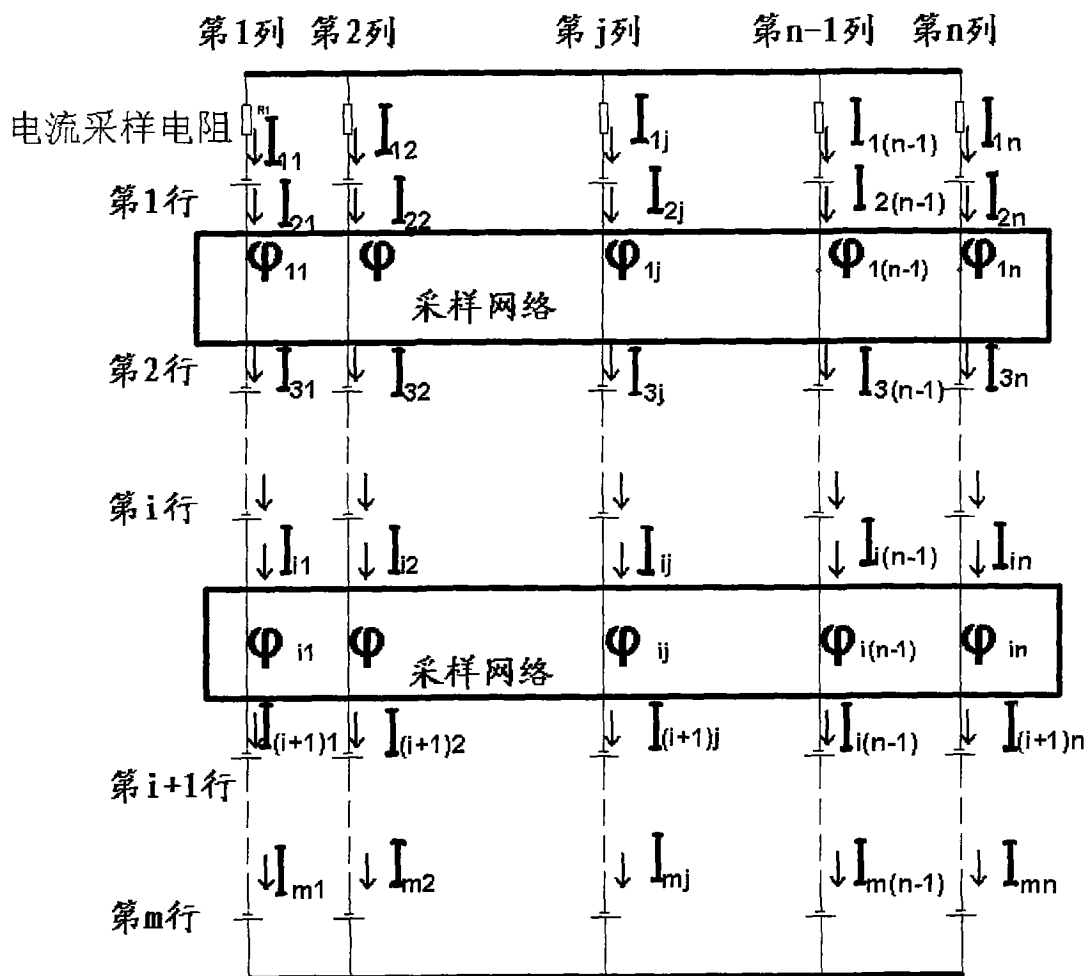


图 1

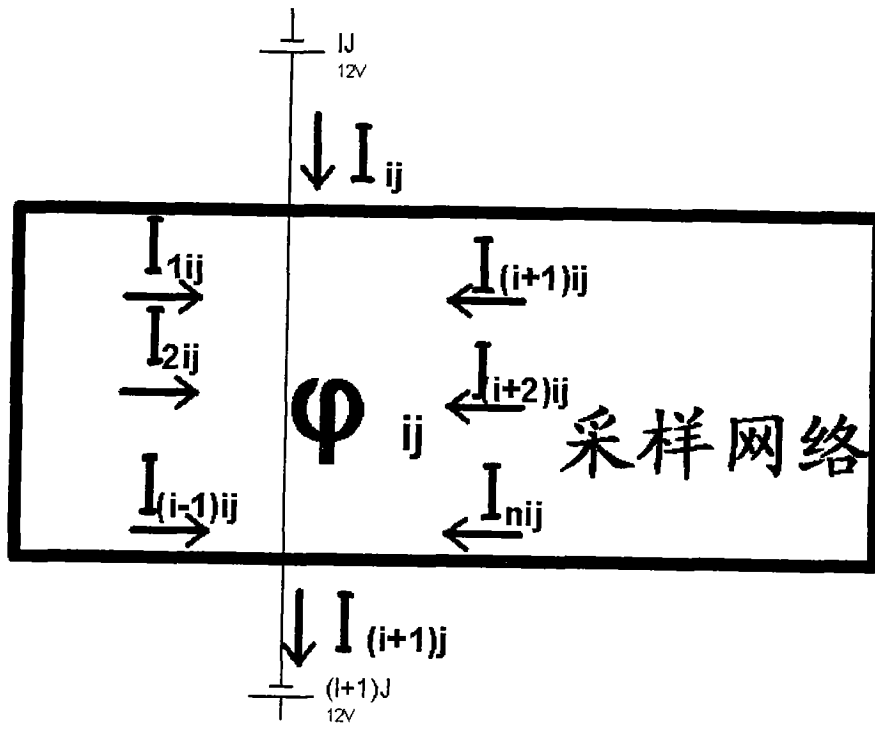


图 2

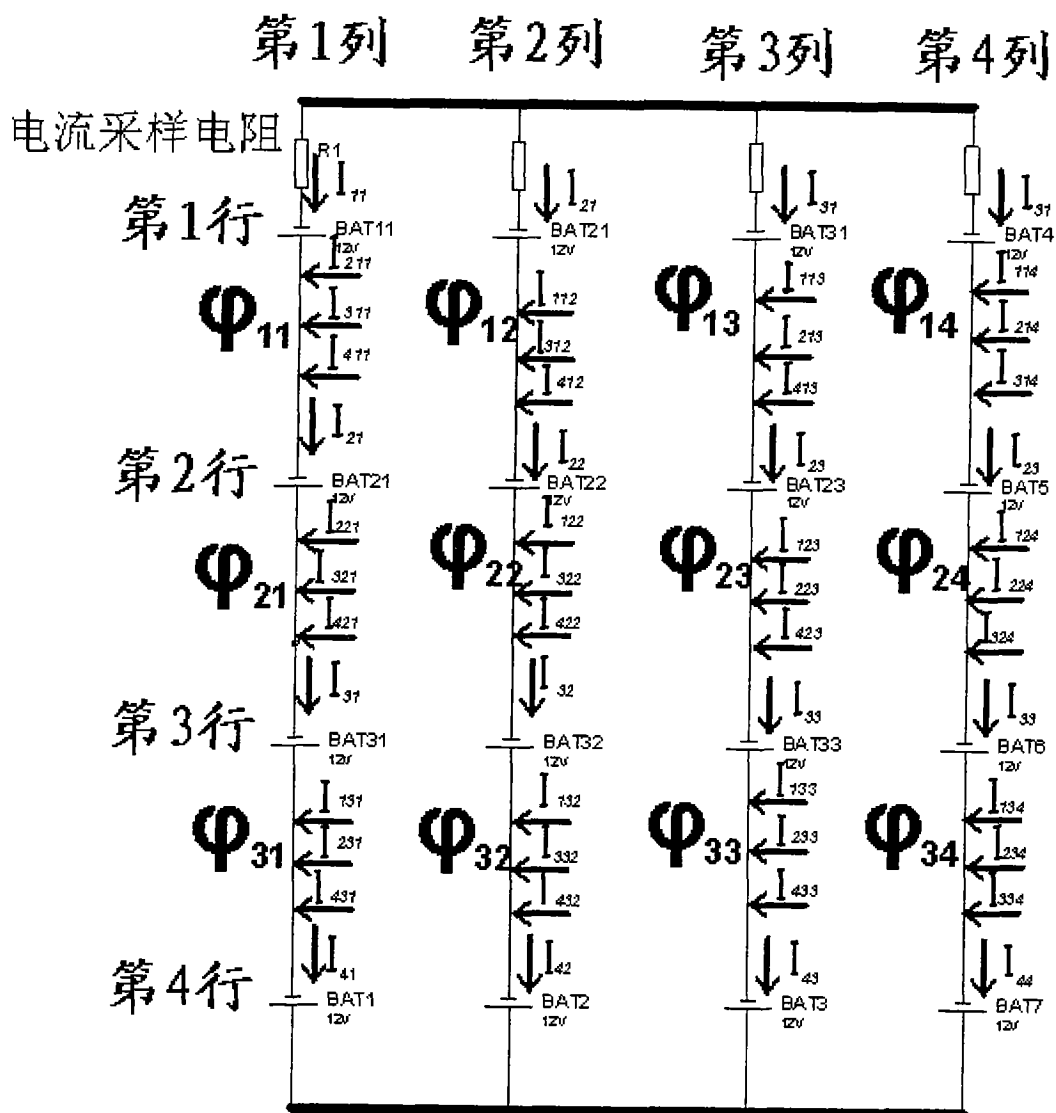


图 3