



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101917038 A

(43) 申请公布日 2010.12.15

(21) 申请号 201010247999.1

(22) 申请日 2010.08.05

(71) 申请人 惠州市亿能电子有限公司

地址 516008 广东省惠州市惠环古塘坳白云  
前东风村厂房 B 栋

(72) 发明人 冯大明 刘飞 阮旭松 文锋

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限  
公司 44102

代理人 任海燕

(51) Int. Cl.

H02J 7/00 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页

### (54) 发明名称

动力电池组充电均衡控制方法

### (57) 摘要

本发明涉及动力电池组领域,具体涉及对动力电池组的均衡控制方法。所述方法通过估算组内各电池单体的最大可用容量和 SOC,确定容量最小的电池单体;再计算各电池单体的可充电容量和可放电容量,在满足最小容量电池单体满充满放条件下计算出各单体所需的均衡容量;充电或放电时根据均衡容量对各电池单体进行均衡。所述均衡控制方法是基于均衡容量大小实现均衡控制的,这种方法使电池组整个工作过程中一致性评价体系具有一定的稳定性,不会随着电池单体电压的波动性导致均衡对象的改变。本发明所述均衡控制方法能有效提高电池组的功率特性,增加电池组的能量利用率,大大延长了电池组的使用寿命。

1. 动力电池组充电均衡控制方法,其步骤为:
  - (1) 估算电池组内各电池单体的最大可用容量,确定容量最小的电池单体;
  - (2) 监测电池充放电过程,在线估算电池荷电状态 SOC;
  - (3) 在电池组充电过程的末段,计算各电池单体的可充电容量和可放电容量,在满足最小容量电池单体满充满放条件下,根据各电池单体的 SOC 计算出各电池单体所需的均衡容量;
  - (4) 若计算出的需要均衡容量大于一定阈值则执行步骤 (5),反之则执行步骤 (1);
  - (5) 根据计算出的均衡容量,在设定的充电或放电阶段对各电池单体进行均衡。
2. 根据权利要求 1 所述的动力电池组充电均衡控制方法,其特征在于:所述步骤 (5) 采用充电方式对各电池单体进行均衡。
3. 根据权利要求 2 所述的动力电池组充电均衡控制方法,其特征在于:步骤 (3) 所述充电过程末段为进入恒压小电流充电阶段至充电结束阶段。

## 动力电池组充电均衡控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及动力电池组均衡控制领域,具体涉及一种基于能量计算的充电均衡控制方法。

### 背景技术

[0002] 动力电池组的不一致性是导致整组电池性能下降的重要因素,为了提高串联电池组使用过程中的一致性,行业内提出了多种均衡器方法,但这些均衡方法均有不足。例如目前市场上比较常见的电阻分流均衡法,该方法对串联成组工作的电池中先达到设定基准电压的电池开通分流支路,充电过程中分流部分充电电流或者放电过程中增加均衡电池放电电流,将化学能转化为热能耗散,该方法不利于能源节约,缺点显而易见。又如:能量搬迁式均衡法,其通过电感或者电容等储能元件将电压高的单体的能量搬迁到电压低的单体上,其控制电路相对复杂,而且目前仍没有研究表明能量搬迁式均衡法对电池寿命的影响情况。还有采用独立电源充电方法的,该方法利用变压器多个副边绕组分别给多个串联电池充电,电路的成本和可靠性大大影响了这种方法的推广和使用。而上述三种方法中,衡量电池是否需要均衡的标准均是电池单体电压的不同。众所周知,电池的电压并不能完全反应出电池的不一致性,动力电池组的不一致性在整个工作过程中受电池内阻、极化和容量差异影响都很大。

[0003] 通过对动力电池组不一致性原因的综合分析,我们发现电池组的均衡条件不能单纯的从电池外电压分析,对电池组一致性进行判断必须真实有效地描述电池之间的性能差异。影响性能评价的主要出发点应该是电池的功率特性的一致性和能量利用率的一致性。虽然成组应用的电池组在出厂前都经过严格的检测和筛选,但它们之间的相对一致性随着电池组的使用不一致性逐渐表现出来,并随着内阻增加、容量差异、老化衰退轨迹不同而越来越严重。为了防止这种情况,本发明提出了一种针对电池组的基于能量计算的在线实时充电均衡方法。

### 发明内容

[0004] 本发明需要解决的问题是提供一种电池组使用过程中基于能量计算的在线充电均衡方法。

[0005] 为解决上述问题,本发明所采取的技术方案为:一种动力电池组充电均衡控制方法,其步骤为:

[0006] (1) 估算电池组内各电池单体的最大可用容量,确定容量最小的电池单体;

[0007] (2) 监测电池充放电过程,在线估算电池荷电状态 SOC;

[0008] (3) 在电池组充电过程的末段,计算各电池单体的可充电容量和可放电容量,在满足最小容量电池单体满充满放条件下,根据各电池单体的 SOC 计算出各电池单体所需的均衡容量;

[0009] (4) 若计算出的需要均衡容量大于一定阈值则执行步骤 (5),反之则执行步骤

(1) ;

[0010] (5) 根据计算出的均衡容量,在设定的充电或放电阶段对各电池单体进行均衡。

[0011] 具体的,所述步骤(5)中采用充电方式对各电池单体进行均衡;所述步骤(3)所述充电过程末段为进入恒压小电流充电阶段至充电结束阶段。

[0012] 本发明所述均衡控制方法,是基于均衡容量大小实现均衡控制的,这种方法使电池组在整个工作过程中一致性评价体系具有一定的稳定性,不会随着电池单体电压的波动性导致均衡对象的改变。本发明所述均衡控制方法能有效提高电池组的功率特性,增加电池组的能量利用率,大大延长了电池组的使用寿命。

### 具体实施方式

[0013] 为了便于本领域的技术人员理解,下面结合实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0014] n只最大可用容量分别为 $Q_{\max}[1], \dots, Q_{\max}[n]$ ,当前的荷电状态分别为 $SOC[1], \dots, SOC[n]$ 的电池串联成组后,电池组的基本参数如下:

[0015] (1) 最大放电容量 $Q_{dch\_max}^B = \min\{Q_{\max}[i] \times SOC[i]\}$ ,其中 $i = 1, \dots, n$ ;

[0016] (2) 最大充电容量 $Q_{ch\_max}^B = \min\{Q_{\max}[j] \times (1 - SOC[j])\}$ ,其中 $j = 1, \dots, n$ 。

[0017] (3) 最大可用容量 $Q_{max}^B = Q_{dch\_max}^B + Q_{ch\_max}^B = \min\{Q_{\max}[i] \times SOC[i]\} +$

[0018]  $\min\{Q_{\max}[j] \times (1 - SOC[j])\}$ ,  $i, j = 1, \dots, n$ 。

[0019] 可见,当 $i = j$ 时, $Q_{max}^B$ 等于电池组中最大可用容量最小的电池i的最大可用容量,所以该电池组并不需要均衡,因为这并不能增加电池组的最大可用容量;当 $i \neq j$ 时, $Q_{max}^B$ 比组内容量最小的电池的最大可用容量还要小,通过均衡可以增加电池组的容量,电池组的均衡也才有意义。

[0020] 因此,从容量利用的角度而言,电池组是否需要均衡的判断依据就是:在充放电过程中,容量最小的电池能否首先达到充满电和放完电,是否实现了容量的充分利用。

[0021] 为了实现电池组容量充分利用,就需要容量最小的电池在充放电的过程中实现全充全放。因此本发明采用基于容量分析的均衡策略,因为原始电池组存在不一致性,需要分析整组电池的充电情况,首先均衡先放完电但充电却未充满的电池单体,得出容量最小的电池并使其全充全放。

[0022] 另外,均衡条件的判断还需要在充电初期,对极化电压快速识别、电池最大可用容量修正和SOC状态分析,通过在充电的初期记录电池组内所有电池的SOC和最大可用容量,可判断出该电池组是否需要均衡并计算出各只电池需要均衡的容量。

[0023] 因此,本发明所述动力电池组充电均衡控制方法的前3个步骤为:

[0024] (1) 估算各电池单体的最大可用容量,确定容量最小的电池单体;

[0025] (2) 监测电池充放电过程,在线估算各电池单体的荷电状态SOC;

[0026] (3) 在电池组充电过程的末段,计算各电池单体的可充电容量和可放电容量,在满足最小容量电池单体满充满放条件下,根据各电池单体的SOC计算出各电池单体所需的均衡容量。

[0027] 步骤(1)中通过监控电池组的充放电过程,测量充放电电流,采用安时积分法估算各电池单体的最大可用容量,比较得出容量最小的电池单体。

[0028] 步骤(2)中,由于电池的外电压可以实时测量得到,从而可以对电池单体进行SOC估算。本发明中通过充分静置后的开路电压OCV来判断电池的荷电状态。首先,建立OCV-SOC(电池开路电压与剩余容量)曲线,再通过实验对电池的OCV-SOC特性曲线进行有序间隔点测量,并依据测量点对整个OCV-SOC曲线进行分段线性化处理,可得:

$$[0029] \quad U_{ocv} = f(SOC) = \begin{cases} H(0) \times soc + B(0); & 0 < soc \leq 5 \\ H(1) \times soc + B(1); & 5 < soc \leq 10 \\ \dots & \dots \\ H(18) \times soc + B(18); & 90 < soc \leq 95 \\ H(19) \times soc + B(19); & 95 < soc \leq 100 \end{cases}$$

[0030] 上式为SOC的分段函数,其能够对电池开路电压曲线进行分段线性描述,简化曲线的复杂性。其中H(i), B(i),  $i = 0, 1, 2, \dots, 19$ 分别为各段曲线的斜率和在Y轴上的截距,最终通过充分静置后测得的开路电压,计算出各电池单体的SOC。

[0031] 单体电池的最大可用容量就是该单体电池当前的剩余容量,步骤3的作用是得到容量最小的可以在整个充放电过程中满充满放的电池单体的容量,即整个电池组的最大可用容量。步骤(3),在充电曲线末段,当最小容量电池充满后,根据各个电池的OCV-SOC曲线,得到单体电池的SOC状态,则各个电池单体的充电均衡容量即是1-SOC。

[0032] 剩余容量、最大可用容量在充放电电流足够小的情况下才能得到,而实际使用时,电池的工作电流不可能一直维持在足够小的状态下,这样由于电池内阻和极化电压的影响,使测得电池单体外电压在充电时高于实际的开路电压,放电则反之。当采用恒流-恒压充电方法充电时,恒压阶段的欧姆压降和极化电压可以维持在较小范围,因此,步骤(3)所述充电过程末段为进入恒压小电流充电阶段至充电结束阶段。放电阶段不存在很小电流的阶段,导致电池的实际放电容量少于最大可用容量,或者说单体电池在某一时刻实际放电容量少于剩余容量。

[0033] 电池的荷电状态SOC的定义为剩余容量( $Q_{rem}$ )和最大可用容量( $Q_{max}$ )之比,即 $SOC = Q_{rem}/Q_{max}$ 。在动态情况下,SOC的变化

$$[0034] \quad \square SOC = SOC_2 - SOC_1 = \square Q_{rem}/Q_{max}, \text{ 其中 } \square Q_{rem} = \int_{t_0}^{t_1} i dt,$$

的最大可用容量。

[0035] 本发明所述均衡方法还包括对计算出的均衡容量进行判断的步骤和执行均衡的步骤,若均衡容量大于一定阈值则执行均衡,反之则不必均衡,继续执行步骤(1)对电池组使用过程进行监控。

[0036] 该阈值可根据实际情况确定,举例来说,20mv的电压差别在充电末段的时候如果对应的容量是0.02AH的话,0.02AH即可设为阈值,对于计算出来的各电池容量值,只有超过0.02AH才给予均衡操作,小于该阈值的容量不予均衡。

[0037] 最后本发明采用恒流充电方式对电池组进行均衡,具体实现时,可在电池组中各电池单体两端由控制器控制分时连通恒流源,选通后控制器启动恒流源开始均衡,均衡时间根据该连通单体电池的均衡容量值进行计算。

[0038] 需要说明的是,上述仅为本发明的优选实施方式,在未脱离本发明构思前提下对其所做的任何微小变化及等同替换,均应属于本发明的保护范围。