

# 电动汽车动力电池均衡控制策略

孟少华 申彩英  
(辽宁工业大学)

**摘要:**在电动汽车的发展过程中,动力电池组的各单体电池之间存在差异性。通过对动力电池产生不一致性原因的分析,得出了主动均衡和被动均衡2种策略。对这2种均衡策略的原理和电路图进行分析比较,得出了更贴近实际、更具有实用性的动力电池均衡策略。指出了动力电池管理系统中电池均衡策略的发展方向,以及对电池均衡策略和电池管理系统进行研究的重要性。

**关键词:**电动汽车;动力电池;不一致性;电池均衡

## Research on Balanced Control Strategy of Electric Vehicle Power Battery

**Abstract:** In the development of electric vehicle, the difference between every single cell of power battery pack was found. By analyzing the causes of the inconsistency of power battery, two strategies of active equalization and passive equalization are obtained. The principle and circuit diagram of these two equalization strategies are analyzed and compared. Finally, a more practical power battery equalization strategy is obtained. It also points out the development direction of battery balance in power battery management system and the importance of the research on battery equalization strategy.

**Key words:** Electric vehicle; Power battery; Inconsistency; Battery equalization

在电动汽车中,动力电池组由单体电池串并联组成,以保证电动汽车对电压和容量的使用需求<sup>[1]</sup>。由于单体电池在制作过程当中存在不一致性,并且其工作环境(如各单体电池实际工作时的温度)也不尽相同。在动力电池的使用过程中会存在不同程度的过充和过

放现象,影响电池使用寿命,使动力电池存在安全隐患。在制定均衡策略时,需要对动力电池的不一致性原因进行分析,以保证均衡策略的实用性<sup>[2][3]</sup>。文章在对动力电池不一致性原因及均衡技术进行分析的同时,说明了被动均衡策略的优势和均衡策略研究对电动汽车

将磷酸铁锂电池退役后梯次利用和拆解回收结合起来看,不难发现,磷酸铁锂电池退役后的再循环利用也处于盈利状态。随着我国新能源汽车行业的快速发展,未来将有大量动力电池退役和报废,若将这些电池充分循环利用,动力电池回收市场将具有更广阔的经济前景。

### 参考文献

- [1] 朱国才,何向明.废旧锂离子动力电池的拆解及梯次利用[J].新材料产业,2017(9):43-46.
- [2] 杨见青,关杰,梁波,等.我国废弃磷酸铁锂电池的资源化研究[J].环境工程,2017,35(2):127-132.
- [3] 黎宇科.动力电池回收利用政策解读及发展趋势[J].汽车与配件,

2016(3):49.

- [4] 李怡霞.动力电池全生命周期研究[D].北京:北京工业大学,2012.
- [5] 刘颖琦,李苏秀,张雷,等.梯次利用动力电池储能的特点及应用展望[J].科技管理研究,2017,37(1):59-65.
- [6] 卢强.电动汽车动力电池全生命周期分析与评价[D].长春:吉林大学,2014.
- [7] 靳起浩.基于产品生命周期的电动汽车动力电池回收模式研究[D].武汉:华中科技大学,2016.
- [8] 彭结林.报废动力电池回收预处理方案及技术研究[D].合肥:合肥工业大学,2017.
- [9] 乔菲.基于博弈论纯电动电动汽车废旧动力电池回收模式的选择[D].北京:北京交通大学,2015.

(收稿日期:2018-05-28)

发展的重要性。

## 1 不一致性分析

在由多个单体电池组成的电池组中, 单体电池之间的不一致性原因主要为电池工艺和电池老化<sup>[23]</sup>。在动力电池制作过程中, 电压、内阻、容量及自放电率等参数不能做到完全相同, 这些差异在动力电池的循环使用过程中会不断放大, 影响电池使用寿命, 导致电池能量利用率降低。因此需要通过对各单体电池的信息进行监测, 判断其荷电状态(SOC), 再以此为依据设定控制策略<sup>[3]</sup>。

## 2 均衡策略分析

电池均衡技术主要有主动均衡和被动均衡 2 种<sup>[4]</sup>。通过均衡策略判断电池的不一致性, 再通过均衡技术, 释放能量较高的电池能量或补充能量较低的电池能量, 缓解动力电池在使用过程中的不一致性。

### 2.1 主动均衡

主动均衡也叫做非能耗均衡。主动均衡中能量能够直接在单体电池间转移, 具有效率高、散热少及能量浪费低的特点。主动均衡主要采用电容(电感)和变压器等元件。

#### 2.1.1 电容(电感)均衡

开关电容(电感)均衡方式采用无源器件电感或电容作为储能元件, 用于单体电池之间的能量传递。通过切换电容开关, 实现对电容的充电过程和对欠压电池的放电过程, 能量通过无源器件再次分布, 从而保证电池组中单体电池的电压趋于相同。开关电容均衡方式的特点是不消耗能量, 主要是转移能量来实现电池的均衡。电容均衡原理图, 如图 1 所示<sup>[5]</sup>。

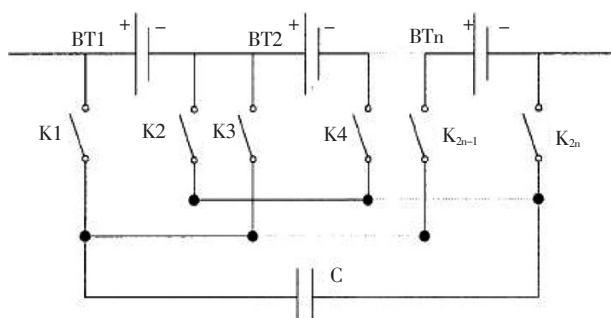


图 1 电容均衡原理图

电感均衡电路结构, 如图 2 所示<sup>[6]</sup>。电路中均衡电路的开启与关闭通过 MOS1 和 MOS2 2 个 MOSFET 管来控制; 放电回路的放电通道由续流二极管 D1 和 D2

提供。L 为均衡电路功率电感, 用以转移能量; R 是 L 的消磁电阻, 释放均衡过程中产生的多余能量; 以 B1 和 B2 模拟需要均衡的 2 块单体电池。在电池组工作过程中, 检测 B1 和 B2 两端的电压是否满足均衡条件。当两者间压差大于预设阈值电压时, 开启均衡模式。例如:  $U_{B2} > U_{B1}$ , 在均衡开启后, 则整个过程依次为 B2 放电、B1 充电、L 消磁 3 个阶段。

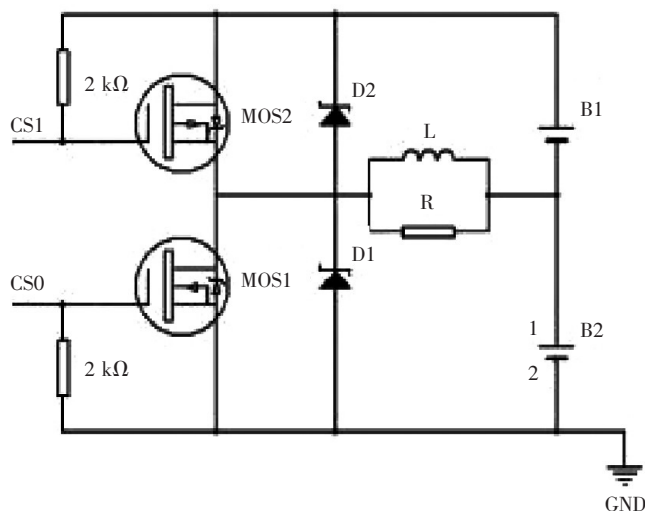


图 2 电感均衡原理图

放电过程: 通过软件控制 MOS1 闭合, MOS1、L、B2 形成放电回路, B2 开始放电, 部分电能存储在 L 中<sup>[7]</sup>。

充电过程: 通过软件控制 MOS2 闭合, MOS1 断开, MOS2、L、B1 形成充电回路, L 则对 B1 进行充电。充电电流随着充电时间的增加而减小, 当 L 两端电压低于 B1 和 MOS2 的导通电压时, 充电过程结束。随着充电过程的结束, 虽然 L 两端存在电压差, 但并不能达到对 B1 充电的要求, 因此加有 R 以消耗 L 中的剩磁, 保证电路参数的稳定。

#### 2.1.2 变压器均衡

在大电流电池均衡中, 通常在电池两端使用隔离的 DC/DC 变换器<sup>[8]</sup>。多绕组变压器均衡方式分为单向 DC/DC 均衡和双向 DC/DC 均衡 2 种。变压器均衡方式中每个电池两端都有一个 DC/DC 变换器, 而随着电池组均衡系统的增大以及相应元器件数目的增多, 多绕组变压器 DC/DC 均衡就形成了。均衡过程采用能量转移的方式, 多余的能量向能量最少的电池中转移。变压器均衡原理图, 如图 3 所示, 多绕组变压器的原边与电池组两端相连, 副边与单体电池相连, 以采集到的单体电池电压值控制原边的闭合, 通过能量转移实现电池均衡<sup>[9]</sup>。

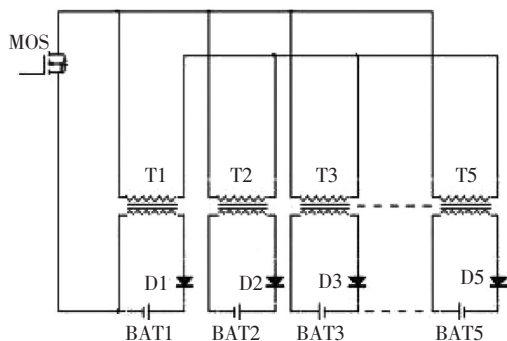


图3 变压器均衡原理图

## 2.2 被动均衡

被动均衡又被称为能耗均衡。被动均衡采用能耗的方式消耗掉能量高的电池中的能量。被动均衡方式采用的电路结构简单而且易于实现。电阻放电均衡是一种常见的被动均衡方式,当电池满足均衡调节时,开关闭合,形成放电回路<sup>[10]</sup>。这种均衡方式的优点是结构简单和成本低,但是其缺点也是显而易见的,电池放电会产生大量能耗及热量,均衡效率低。其电路原理,如图4所示<sup>[11]</sup>。

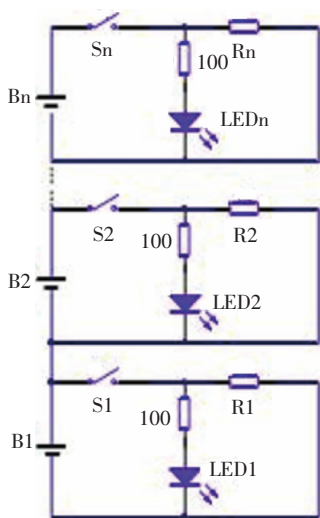


图4 被动均衡原理图

## 3 结论

由于主动均衡系统的成本相对较高,同时电路过于复杂,而被动均衡具有实现简单和成本低的特点,因此被动均衡依然是均衡策略的主流方式。与国外相比,目前我国对动力电池关键技术的研究水平依然存在较大差距。电池管理系统仍然是电动汽车发展的短板,其中电池均衡策略的研究对提高动力电池寿命和性能有着重要意义。研究出具有能量损耗小、均衡效率高的均衡策略对电池管理系统的研究起着促进作用,电动汽车的研究也将因此而有了新的进展。

### 参考文献

- [1] 刘红锐,夏超英.一种新型的电动车用电池均衡方法探讨[J].汽车工程,2013,35(10):934-938.
- [2] 裴莹,王友仁,刘泽元,等.电池组均衡技术研究现状[J].电子测量技术,2015,38(8).
- [3] 唐国鹏,赵光金,吴文龙.动力电池均衡控制技术研究进展[J].电源技术,2015,39(10):2312-2315.
- [4] 谢莉,蒋伟.电压控制 Buck-Boost 电池充电均衡器[J].蓄电池,2015(1):10-13.
- [5] 窦汝振,翟世欢,赵钢.动力电池组电压采集及均衡控制策略研究[J].电测与仪表,2015,52(2):90-94.
- [6] 戴海峰,魏学哲,孙泽昌,等.电动汽车用锂离子动力电池电感主动均衡系统[J].同济大学学报(自然科学版),2013,41(10):1547-1553.
- [7] 张小荣,冯国胜,谷枫,等.混合动力汽车电池管理系统的均衡策略研究[J].石家庄铁道大学学报(自然科学版),2017,30(4):68-72.
- [8] 张彦会,孟祥虎,肖婷,等.串联锂电池组分层均衡设计[J].河南科技大学学报(自然科学版),2015,36(6):35-39.
- [9] 邱斌斌,刘和平,杨金林,等.一种磷酸铁锂动力电池组主动均衡充电系统[J].电子电能新技术,2014,33(1):71-75.
- [10] 姚京,詹昌辉,韩廷,等.车载动力锂电池组主动均衡系统设计[J].电子技术应用,2015,41(1):129-131.
- [11] 吕航,刘承志.电动汽车磷酸铁锂电池组均衡电路设计[J].电源学报,2016,14(1):95-101.

(收稿日期 2018-04-08)

## 2018 年 1—5 月汽车工业产销情况

1—5 月,汽车产销 1 176.80 万辆和 1 179.24 万辆,同比增长 3.84% 和 5.71%,增速比 1—4 月提升 2.06 个百分点和 0.93 百分点。其中乘用车产销 992.29 万辆和 990.08 万辆,同比增长 2.96% 和 5.09%;商用车产销 184.51 万辆和 189.17 万辆,同比增长 8.89% 和 9.10%。产销增速均比 1—4 月有所提升。

1—5 月,基本型乘用车(轿车)产销 468.57 万辆和 473.06 万辆,同比增长 1.89% 和 4.75%;运动型多用途乘用车(SUV)产销 432.52 万辆和 422.67 万辆,同比增长 10.02% 和 11.66%;多功能乘用车(MPV)产销 73.23 万辆和 75.27 万辆,同比下降 15.49% 和 11.12%;交叉型乘用车产销 17.98 万辆和 19.08 万辆,同比下降 25.40% 和 30.11%。