

A Storage and Charging System Based on the Cascade Utilization of Retired Batteries

Wei Luo

Guangdong Yingtong Zhilian Digital Technology Co., Ltd., Foshan, Guangdong, 528000, China

Abstract

This paper expounds a method of echelon utilization and the system can be compatible with different types, different brands and different capacity configuration of retired battery packs, and all battery packs can be connected to the unified energy storage system to accept unified scheduling, but also can realize the mixing of old and new battery packs. The system can also solve the problem of low pile utilization rate due to insufficient distribution capacity of charging piles in the existing technology. The system adopts the common DC bus scheme, the photovoltaic system, energy storage system and charging system common DC bus, all the power supply conversion from the original two-stage conversion to unipolar conversion, the energy conversion efficiency is higher, the whole station system cost is lower, and the electrical loss is smaller.

Keywords

energy storage, BMS, light storage and charging; echelon utilization

一种基于退役电池梯次利用的储充系统

罗伟

广东盈通智联数字技术有限公司, 中国·广东 佛山 528000

摘要

论文阐述了一种退役电池整包梯次利用的方法及储充系统, 该系统可以兼容不同种类、不同品牌、不同容量配置的退役电池包, 并且所有电池包都可以接入到统一的储能系统里接受统一调度, 还可以实现新旧电池包混用。该系统还可以解决现有技术中充电桩因配电容量不足而导致桩利用率较低的问题。该系统采用共直流母线方案, 光伏系统、储能系统和充电系统共直流母线, 所有功率电源变换由原来的两级变换变为单极变换, 能量转换效率更高, 整站系统成本更低, 电损更小。

关键词

储能; BMS; 光储充; 梯次利用

1 背景

可再生能源及电化学储能市场规模不断扩大, 储能电池的退役潮即将来临。如何延长储能电池使用寿命, 降低退役电池回收成本并提高回收残值成为亟须解决的关键问题。储能电池的全生命周期再生技术包括服役阶段的修复再生延寿技术和退役电池回收再生技术, 对于储能电池的全生命周期成本降低和可持续利用至关重要^[1]。

为贯彻落实可持续发展战略、绿色发展理念, 促使社会主义生态文明与依法治国的有机结合, 必须完善电动汽车动力电池回收法律法规, 明确在整个动力电池生命周期内的各主体的回收义务, 以促进废旧动力电池的回收利用^[2]。

目前, 中国新能源汽车动力蓄电池回收机制立法基本形成、回收体系也初步建立, 但存在生产者责任延伸制度的

追责机制欠缺、消费者回收意识薄弱、回收强制技术标准阙如、回收网络不健全、回收市场混乱等问题。因此, 中国应当进一步完善生产者责任延伸制度的追责机制的建立, 构建激励消费者参与回收的制度, 出台强制回收技术标准, 创新回收模式, 加强市场监管, 从而建立健全新能源汽车动力蓄电池的回收闭环^[3]。

2 目前存在的问题

目前, 退役电池梯次利用的主要技术路线有两条: 一是全包利用; 二是拆卸、筛选和重组。这两种方法各有优缺点, 全包利用是欧盟梯次利用项目的核心技术。直接整包利用优点: 不需要考虑不同制造商的各种电池的一致性。这是一项轻资产投资, 甚至不需要特殊设备和存储区域。缺点: 需要了解原 BMS 的通信接口协议。出于竞争或知识产权的考虑, 许多电池制造商不想向第三方开放接口, 导致开发难度增加。

由于动力电池的寿命一般是 5~8 年左右, 根据国家规

【作者简介】罗伟(1988-), 男, 中国湖南人, 硕士, 工程师, 从事新能源设备、充电储能研究。

定，动力电池容量衰减至额定容量的 80% 以下，就要面临退役、被强制回收。（不再符合汽车使用标准）有些电池退役时还具有充放电能力，该能力越强，卖的价钱就越高，这部分退役电池被企业应用到储能系统，充分利用其价值。目前市面上的退役电池梯次利用方案更偏向统一的电池型号与品牌。

3 解决方案

论文提出了一种退役电池整包梯次利用的方法及储充系统，具体拓扑图见图 1。

整个系统由 AC/DC 双向变换模块、DC/DC 双向变换模块、退役电池包、光伏组件、DC/DC 充电桩以及 EMS 等组成。

AC/DC 双向变换模块将三相交流电转换为输出电压为 1000V 的直流母线，通过直流母线将电能传输给 DC/DC 充电桩。DC/DC 充电桩将 1000V 直流电转换为 200V~1000V 输出的直流电，宽范围电压输出，满足不同充电车的电压等级需求。当市电配电容量不够的情况下，退役电池包通过 DC/DC 模块进行放电，将不同等级的直流电压转换为 1000V 的直流电传输给直流母线，从而满足 DC/DC 充电桩的充电需求。此处的 DC/DC 模块也为双向模块，同 DC/DC 充电桩的充电模块一样，输入电压 200VDC~1000VDC，输出电压 1000VDC，双向变换，模块颗粒度为 30kW，可并联输出不同功率等级的 PCS 或者 V2G 充电桩。因为每个电池包是单独配置的 DC/DC 模块，互不干扰，因此电池包的种类、品牌、容量大小都不受限制。当晚上谷期电价时，可以通过 DC/DC 模块将电池包充满电。若其中有电池包有故障，可以直接退出，不影响其他电池包工作。同样白天光伏组件发电后通过 DC/DC 模块将直流电压转换为 1000V 的直

流电传输给直流母线，从而满足 DC/DC 充电桩的充电需求。

本方案可以实现能量双向传输，DC/DC 充电桩可以轻松实现 V2G 功能。在白天用电高峰期的时候，退役电池包可以进入放电模式，将放出的电上传到直流母线上，通过 AC/DC 双向变换模块将直流电逆变成三相交流电传输到电网中，另外充电车辆也可以通过 V2G DC/DC 充电桩将充电车辆的电能上传到直流母线上然后通过 AC/DC 双向变换模块将直流电逆变成三相交流电传输到电网中。同样白天光伏组件发电后通过 DC/DC 模块将直流电压转换为 1000V 的直流电传输给直流母线，通过 AC/DC 双向变换模块将直流电逆变成三相交流电传输到电网中，这样可以保证电网高峰期间的稳定性。

图 2 为交流母线方案与直流母线方案的对比，通过拓扑图发现直流母线在共直流母线的光储充一体化系统中，光伏系统、储能系统和充电系统的功率电源变换由原来的两级变换变为单极变换，能量转换效率更高。

本方案用于在用电需求低的时候储存电力，然后在需求增加的时候提供，提高能源效率。在接入光伏系统或者风电系统时，该方案可以增加可再生能源的消纳，有助于平衡太阳能和风能等可再生能源的间接性波动。

该系统采用直流输入充电桩，充电桩效率高达 98%，充电站系统效率提升 1.5% 以上。PFC 整流和 DC/DC 充电模块分离，可以实现非等容量配置，充电站利用率不高时，PFC 整流与 DC/DC 充电模块可按需配比，容易实现高效的光储充一体化共直流母线方案。充电、储能与光伏发电可以共用并网双向变流器，减少了投资成本。

整个系统的充放策略由 EMS 来控制，EMS 由主控板、人机交互、云平台、热管理系统、计量计费、BMS 等组成，拓扑图见图 3。

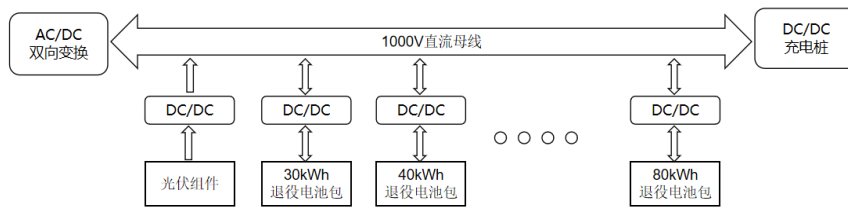


图 1 退役电池整包梯次利用的方法及储充系统拓扑图

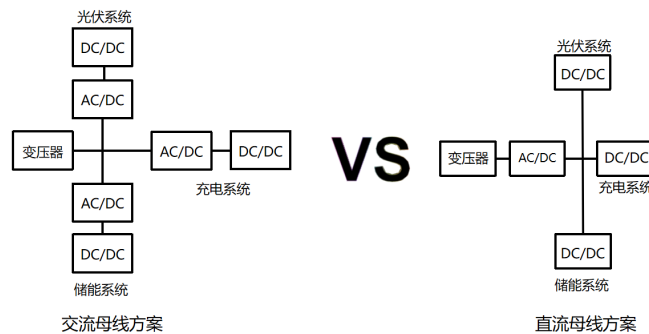


图 2 交流母线方案与直流母线方案的对比

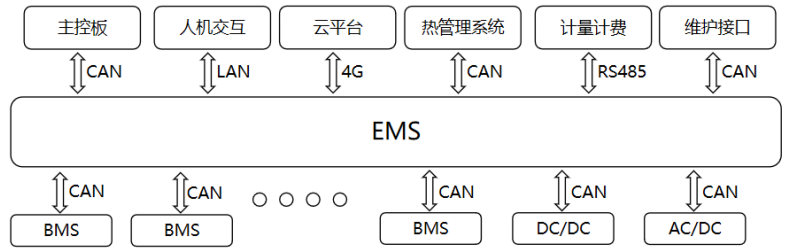


图3 EMS 拓扑图

主控板：为DC/DC充电桩的控制系统，实现控制充放电过程的同时，可以将数据（实时电流，电压，电度等）发送到云端，实现预约，寻桩，缴费，远程管理等等。它与EMS通过CAN通讯，通过EMS实现V2G功能。

人机交互：触摸屏，本装置中作为储能系统的状态、故障信息显示和操作的界面，控制电池包能量输出，SOC等信息。同时管理员可通过管理员密码进入管理员界面进行装置参数的设置等。

云平台：EMS通过4G网络与云平台进行连接，接收云平台后台信息，发送装置信息至云平台。

热管理系统：本系统中热管理系统为电池包和功率转换模块进行温度管控。通过CAN通信与EMS进行实时数据交互。实时温度监控，自动进行制冷、加热和自循环模式的切换。为功率模块和储能电池包提供最佳的工作温度环境。

计量计费：通过RS485与EMS通讯，将直流母线上电池包逆变到电网的电能进行计量与计费，同时将充电桩逆变到电网的电能数据上传给充电桩主控板，然后再进行计量计费。

维护接口：调试人员可通过连接该接口对装置进行软件调试故障诊断等。

LAN：局域网通信。

EMS：能量管理系统。

BMS：退役电池包电池管理系统，实时监测电芯温度、电压等数据。

DC/DC：功率模块、充电模块，是本装置中重要的功率和电源转换模块，在本方案中用于储能变流器（PCS）用和充电桩充电模块用。功率颗粒度为30kW，根据不同需求可组合成不同功率输出。

AC/DC：功率模块，是本装置中重要的功率和电源转换模块，用于给储能电池包充电，也用于电动汽车充电，还可以逆变成三相交流电供电网使用。功率颗粒度为60kW，双向变换。

EMS通过集成各种传感器、控制器和软件，实现对能源数据的实时采集、分析和处理。根据采集的数据，EMS能够预测能源需求，优化能源分配，并自动调整设备运行状态。旨在提高能源效率、降低能源消耗和减少环境污染。

本方案采用的30kW DC/DC双向变流器作为储能变换单元，非常便于退役电池的梯次利用。电动汽车上退役下来

的不同容量配置的电池包通过合适的DC/DC双向变流器直接接入直流母线，不同的DC/DC双向变流器进行独立控制，不同种类、不同品牌、不同容量配置的退役电池包都可以接入统一储能系统，还可以实现新旧电池包混用，这大大提高了退役梯次电池直接利用的方便性，大大提高了退役梯次电池利用的经济性。

4 结论

通过以上对退役电池梯次利用方案的剖析与描述，总结出以下三点优势：

本方案兼容性好：可以兼容不同种类、不同品牌、不同容量配置的退役电池包都可以接入统一储能系统，还可以实现新旧电池包混用，这大大提高了退役梯次电池直接利用的方便性，也大大提高了退役梯次电池利用的经济性。

本方案配置灵活性：直流母线式方案，可以配置风光储充，且功率变换由原来的两级变换转为一级变换，电源转换效率高。

本方案应用场景广：很多老旧小区因为配电容量原因，导致配置的充电桩数量有限，本方案对配电容量的要求低，且更具经济性。

近年来，随着世界各国致力于发展低碳经济，新能源汽车作为降低能源消耗以及环境污染的有效手段得以迅猛发展^[4]，政府要鼓励动力蓄电池制造企业、第三方企业等建立回收服务中心，为其提供技术支持和技术性人才培养方案^[5]，深入分析了梯次利用目前在成本控制、技术研发应用以及商业模式探索等方面存在的问题、产生原因，并提出对策^[6]。

参考文献

- [1] 姜景栋,陈永翀,刘昊,等.储能电池全生命周期再生技术研究进展[J].电源技术,2023(3).
- [2] 尹晓鹏.电动汽车动力电池回收义务主体研究[D].海口:海南大学,2022.
- [3] 闫海,李洪锐.新能源汽车动力电池回收机制的问题及建议[J].交通运输部管理干部学院学报,2021(2).
- [4] 林凤莹.退役动力电池的回收与再制造策略研究[D].福州:福州大学,2021.
- [5] 侯治国.新能源汽车废旧动力电池回收利用企业利润和效益优化研究[D].北京:中国矿业大学,2020.
- [6] 吴蒙.退役动力电池梯次利用现状、问题及对策[J].资源再生,2019(10).