

储能型电动汽车充电站研究进展

朱金卫¹, 郑正仙^{1, 2}, 苏芳¹, 蒋燕萍^{1, 2}, 周斌¹

(1. 杭州大有科技发展有限公司, 杭州 310052; 2. 国网浙江省电力公司杭州供电公司, 杭州 310009)

摘要: 电动汽车作为重要的用电侧用能群体, 在智能电网研究领域有非常重要的意义。储能环节接入电力系统后, 可以通过有效的需求侧管理, 进一步降低甚至消除昼夜间峰谷差, 平衡电动汽车等大规模集群负荷对电网的冲击和影响, 同时还能降低供用电成本, 提高系统运行的稳定性。基于此, 对近年来电动汽车储能型充电站的发展进程、电动汽车储能型充电站的主要组成部分等研究进行了重点综述与展望。

关键词: 电动汽车; 充电站; 储能; 发展; 综述

Research on the Development of Electric Vehicle Charging Station with Energy Storage

ZHU Jinwei¹, ZHENG Zhengxian^{1, 2}, SU fang¹, JIANG Yanping^{1, 2}, ZHOU Bin¹

(1. Hangzhou Dayou Science and Technology Development Co., Ltd., Hangzhou 310052, China;

2. State Grid Hangzhou Power Supply Company, Hangzhou 310009, China)

Abstract: As a key energy consumption group at power consumption side, electric vehicles take a significant part in research areas of smart grid. With the integration of storage links with power system, the peak valley difference during the day and night can further be reduced by effective demand side management to balance the impact and effect of the clustered loads like electric vehicles on power grid; in the meantime, the power supply and consumption cost can both be reduced to improve operation stability. Therefore, this paper summarizes and forecasts the research on key components of electric vehicle charging station with energy storage.

Key words: electric vehicle; charging station; energy storage; development; summarize

1 国内外电动汽车储能型充电站建设现状

电动汽车及其配套基础设施的建设和发展一直受到各国能源、交通、电力、电信等部门的重视, 电动汽车储能型充电站的发展也是日新月异。

1.1 国外发展现状^[1-2]

欧美和日本等发达国家和地区对电动汽车发展高度重视, 从汽车技术变革到产业升级, 制定了一系列的优惠政策措施, 推动本国电动汽车产业和充电基础设施的发展。

在新能源汽车的技术研发和扶持政策方面, 美国一直走在世界前列。早在2013年, 美国就在圣地亚哥国际机场部署了太阳能遮阴停车场试验, 并获得成功, 这是由美国发明、设计并且制

造成成功的世界首个光伏电站。

日本电动汽车基础设施建设起步较早, 发展较快。在1992—2001年, 日本政府投入172亿美元用于电力储存技术项目的开发, 并计划到2020年建成5 000座快速充电站与200万个充电桩。

同时, 欧洲国家对充电基础设施尤其是充电站的建设也在如火如荼地进行。截至2015年底, 全球充电设施建设现状如表1所示。

表1 全球充电设施建设现状

国家/地区	充电站数量/座	充电桩数量/个
美国	8 951	22 302
日本	2 819	3 000
欧洲	21 707	60 018
合计	33 477	85 320

1.2 国内发展现状

近年来, 随着电动汽车的发展, 我国加快了

充电基础设施建设步伐。截至 2015 年底,全国已累计建成充换电站 3 600 座,交直流充电桩 4.9 万个,为超过 30 万辆电动汽车提供充换电服务。但目前电动汽车发展迅猛,充电基础设施数量仍然不能满足日益增长的充电需求,充电基础设施建设严重滞后。从 2014 年至今,国家相关部门已经陆续出台了一系列支持充电设施建设的政策和标准^[3-4],以进一步改善目前的困境^[5]。

在新能源的建设和推广方面,通过政策引导和示范效应,我国取得了一些可喜的成绩。新能源汽车产业统计数据显示,截至 2015 年,我国充放储一体化充电站投资规模达到 11.5 亿元左右,预计到 2020 年将达到 103.7 亿元。目前我国已投入运营的充放储一体化电动汽车充电站主要有:2011 年 8 月投入运行的青岛薛家岛电动汽车充换放储一体化示范电站^[6],2015 年 1 月建成投入使用的上海嘉定安亭集中充换放储一体化电站,2015 年 6 月投入运行的青海海北光储一体化电动汽车充电站。

2 储能型电动汽车充电站的研究

储能型电动汽车充电站主要包括:充电桩、储能装置、监控系统、系统控制策略等。储能型充电站作为一个系统性工程,许多学者在此方面开展了很多卓有成效的工作。贾龙等^[7]通过对储能系统、电动汽车充电站与配电网扩展的联合规划的研究,分析了储能系统对配电网规划的影响因素,建立相应的联合规划模型。研究结果表明:在一定范围内,电动汽车充电站和分布式储能系统接入可以延缓配电网的投资,降低配电网规划的成本。刘宝其^[8]通过对充放储一体化电站内 PCS(功率调节系统)并网运行控制策略、孤岛运行控制策略、并联式 PCS 的功率分配策略及环流抑制方法、并联式 PCS 的孤岛检测技术的研究,解决了充放储一体化电站内功率的能量变换和控制中存在的问题。

目前,国内外电动汽车充电站领域开展了诸多研究,但储能型电动汽车充电站整体处于初步发展阶段,还要加强在线监测分析系统、充放电安全预警系统等建设,为充电站规划、管理、数据、安全等提供全方位支持。此外,深入研究充电站储能的不同实现方式,充电站、储能装置与

可再生能源集成等都是今后研究的重点。

2.1 充电桩

目前储能型充电站以直流充电桩为主。直流充电桩作为充电站给电动汽车能量输出的重要载体,安装在电动汽车车体外,采用传导方式,为电动汽车提供电源。直流充电桩一般采用三相四线制或三相三线制供电,输出的电压和电流可调范围大,充电时间从 10 min 到 1 h 不等,满足紧急续航的需求。

在充电桩研究方面,段明亮等^[9]设计了一种储能式电动汽车充电桩,在充放电控制上实现了自动化,并且提高了能量转换效率。张商州等^[10]设计了一套基于 DSP 的储能式电动汽车充电桩模拟装置,通过储能式充电桩的总体结构、软/硬件系统合理优化设计,在保证传统充电桩的功能下,可以有效降低对电网的功率要求。

直流充电桩未来将围绕用户需求,进一步提高充电桩的可靠性和便利性,进行功能优化,提升直流充电桩品质。缩小充电桩的尺寸和体积,实现模块化的设计和安装,降低对安装地点的场地要求。

2.2 储能装置

储能装置是储能型充电站的关键组成部分。随着大容量储能系统技术的发展,尤其是近几年电动汽车的快速发展,该技术逐渐被应用到电力系统中,建设相应储能装置和系统可以显著缓冲对电网的冲击负荷,减轻输配电网系统阻塞,实现低储高发获利。

储能装置已经在电力系统频率调节、热备用和分布式发电等领域得到应用。赵泉泉^[11]分析将电动汽车作为移动储能单元微电网的结构和特征,搭建充电站微电网仿真模型,制定了相应的继电保护方案。张颖达等^[12]综合考虑了风光系统、充放电机和动力电池的影响,对电动汽车充电站的风光互补系统容量优化进行配置。黄腾^[13]分析了储能电站接入对配电网可靠性、电压及调峰、电能质量等方面的影响,研究了储能电站对配电网潮流和调压的作用。

储能装置未来将有针对性地对即将退役的动力电池,通过筛选、分装、重组等方式,组建不同能量等级的储能单元,实现动力电池的梯次利用。

2.3 监控系统

对于储能型充电站的安全运营,监控系统必不可少。电动汽车充电站监控系统主要通过对充电桩的数据采集和运行状态监测,充电站配电设备状态、电动汽车充电过程中参数和状态的监测,以及将监测数据上传至充电站监控中心进行实时分析和处理,实现对整个充电过程的全过程监控和管理。

杨新华等^[14]对光伏储能电动汽车充电站的监控系统进行研究,建立了基于 ZigBee 和 4G 移动网络的电动汽车光伏储能充电站的在线监控系统。胡勇等^[15]以 IEC 61970/61850 系列标准为技术前提,建立了汽车充电站监控系统及相关模型,并实现了站内智能电子设备信息集成以及系统方案的应用。

通信软件是电动汽车储能型充电站监控系统的重要部分,唐明等^[16]使用 UML 和面向对象技术,设计了一款电动汽车充电站系统通信软件。

硬件设计方面,朱帅^[17]根据用户反馈的电动汽车充电站充电时间过长的问题,设计了一种基于 CAN 总线的分布式电动汽车充电站控制系统。通过系统总体方案优化合理设计,达到了快速充电的目的。

国内外学者在充电站监控管理系统的功能及关键技术、架构设计、软硬件实现等方面做了深入研究,但在电动汽车通信协议和通信接口的标准化等方面还处在初步研究阶段,有的甚至还是空白,这将是未来研究的重点。

2.4 系统控制策略

作为储能型充电站的核心之一,系统控制在快充站中起着关键作用。国内外对电池储能系统控制策略的研究工作主要集中在储能系统的电网层控制策略、电池储能系统的控制结构、储能变流器的电流层控制策略、储能机组的能量层控制、储能机组的功率层控制策略等方面^[18]。

周念成等^[19]研究了含储能缓冲系统的电动汽车快速充电站结构,结合电动汽车快速充电功率特性、快充站的脉冲功率充电对配电网产生的不利影响,有针对性地提出了充电站中储能缓冲系统的控制策略,解决了储能缓冲系统自动电流补偿和低功率慢速充电切换的问题。程启明等^[20]介绍了混合光储式充电站直流微网系统协调控制技术,在维持直流微网母线电压的稳定和提高微网

系统的经济效益方面的意义。通过混合储能系统协调控制、直流母线电压分层控制,实现新能源的入网和就地消纳,以及电动汽车和电网之间的互动。

此外,储能系统在改善充换电站负荷稳定性上有非常明显的作用。黄梅等^[21]提出了考虑负荷平抑和用电经济性双重目标下的储能系统出力优化策略,充分发挥储能系统的作用。

未来的储能型充电站在系统控制策略方面需要具备较强的功率调节能力,以及能自动实现电流补偿和低功率慢速充电的切换,并实现单向或双向车辆到电网的技术。此外,针对储能装置容量和规模的大型化需求,建立和完善与之适应的充放电控制策略,同时深入研究储能装置、配电网之间的协调控制策略。

3 储能型电动汽车充电站展望

纵观国内外储能型电动汽车充电站的发展,结合我国的国情,储能型电动汽车充电站今后有可能在以下两方面有新的发展:

(1)综合利用退役动力电池,实现梯次利用。

随着动力电池在车辆上的长期使用,电池性能呈现规律性的衰减,此时的电池已不适应在车辆上继续使用,电池残存 80%左右的容量,经过更换、整修、重组的方式可以在其他领域使用,实现二次利用。通过动力电池的梯次利用,能够有效缓解大量电池进入回收阶段所产生大量压力的问题。进一步发挥锂电池的容量价值,分摊电动汽车消费者的使用成本,更好地培养和推广电动汽车市场。

(2)采用直流母线式拓扑结构设计。

针对目前公共充电站的供电系统母线结构,以及现有储能快充站存在设备利用率低、体积大、建站成本高、对电网存在冲击等问题,可以研究基于公共直流母线的储能快充站典型主电路拓扑结构,建立系统仿真模型,从系统运行效率、经济性、可靠性等多个方面进行评估分析,提出建设大容量、宽范围、高效能的适合于公共充电站的通用型直流快充设备的主电路方案。

4 结语

目前,电动汽车充电基础设施建设进入快速

发展期,储能型电动汽车充电站作为重要的能源补给形式之一,未来将发挥日益显著的作用。此文通过对国内外储能型电动汽车充电站现状的介绍,以及对监控系统、储能装置、控制策略、充电桩的分析,提出储能型电动汽车充电站未来可能发展的方向,为将来电动汽车充电体系的建设提供思路。

参考文献:

- [1] 汪晓茜,黄越.当前国际新能源汽车产业和充电设施规划发展综述及启示[J].现代城市研究,2015(1):107-116.
- [2] 周佳,邵毅明.国外纯电动汽车发展现状及前景[J].科学时代,2014(1):339-340.
- [3] 冯俊洪,解大,房新雨,等.电动汽车充放储一体化站多用途变流装置工作特性分析[J].现代电子技术,2012,35(21):135-138.
- [4] 乐文海,何春林,郑正仙,等.国内电动汽车充换电设施标准体系[J].浙江电力,2017,36(3):5-8.
- [5] 王森,冯耀轩,邓文雄,等.考虑时空特性分布的电动汽车充电负荷预测[J].浙江电力,2016,35(12):15-20.
- [6] 陈学靖.电动汽车充电基础设施发展指南出炉[N].中国电力报,2015-11-19(001).
- [7] 贾龙,胡泽春,宋永华,等.储能和电动汽车充电站与配电网的联合规划研究[J].中国电机工程学报,2017,37(1):73-83.
- [8] 刘宝其.充放储一体化电站并联式功率调节系统的控制技术[D].武汉:华中科技大学,2012.
- [9] 段明亮,刘青,种马刚,等.储能式电动汽车充电桩[J].电源技术应用,2016(7):1-4.
- [10] 张商州,刘宝盈,种马刚,等.储能式电动汽车充电桩系统的设计[J].电子产品世界,2016,23(4):42-45.
- [11] 赵泉泉.含移动储能单元的微电网继电保护方案的研究[D].北京:北京交通大学,2011.
- [12] 张颖达,刘念,张建华,等.含电动汽车充电站的风光互补系统容量优化配置[J].电力系统保护与控制,2013,41(15):126-134.
- [13] 黄腾.集中充电站电池储能系统并网影响研究[D].北京:华北电力大学,2015.
- [14] 杨新华,王彦龙,薛健.光伏储能电动汽车充电站的监控系统研究[J].单片机与嵌入式系统应用,2015(9):65-67.
- [15] 胡勇,郭子健,刘奇峰,等.基于 IEC 61970/61850 的电动汽车充电站监控系统建模方案[J].电力系统自动化,2013,37(2):91-96.
- [16] 唐明,郭伟,蒋渊,等.基于组件的电动汽车充电站监控系统通信软件[J].计算机应用与软件,2015(2):330-333.
- [17] 朱帅.基于 CAN 总线分布式电动汽车充电站控制系统研究[D].南昌:江西理工大学,2012.
- [18] 李凯.电池储能系统的分层控制策略研究[D].成都:电子科技大学,2014.
- [19] 周念成,蒲松林,王强钢,等.电动汽车快速充电站的储能缓冲系统控制策略[J].电力系统保护与控制,2013,41(17):127-134.
- [20] 程启明,徐聪,程尹曼,等.基于混合储能技术的光储式充电站直流微网系统协调控制[J].电高压技术,2016,42(7):2073-2083.
- [21] 黄梅,王一依,张彩萍,等.充换电站储能系统模糊双目标优化调度方法[J].北京交通大学学报,2014,38(5):97-102.
- [22] 顾羽洁.电动汽车充放储一体化电站对电网影响的研究[D].上海:上海交通大学,2012.

收稿日期:2017-07-30

作者简介:朱金卫(1983),男,工程师,主要从事动力电池研究工作。

(本文编辑:徐 晗)

下 期 要 目

- 电缆为主的 10 kV 配电网中性点经小电抗接地的可行性研究
- 电平数对模块化多电平换流器运行特性的影响
- 一起电流二次回路非典型相间短路故障分析
- 农村地区分布式光伏接入消纳能力研究
- 特高压 GIS 特高频内置传感器有效监测范围现场测试与评估技术研究
- ASME PTC4-2013 与 GB 10184-88 的主要差异及各因素对热效率的影响分析
- 旋风分离器内流场特征的数值模拟
- 钙基脱硫剂固硫特性的试验研究
- 倾斜摄影技术在配电网优化设计中的应用研究
- 基于测风数据的经验尾流模型适用性分析研究