

共享储能模式下电动汽车充电站双层优化运行策略

俞君勇¹ 王丽芝¹ 俞陈倩¹ 朱新同¹ 邱峰² 戴映¹ 方钟¹ 黄燕²

1.杭州超翔科技有限公司 浙江杭州 310000; 2.浙江超翔新能源有限公司 浙江湖州 313000

【摘要】近年来新能源技术的发展催生了电动汽车这一新型产品,并且在社会各界受到了广泛欢迎,与此同时,建设电动汽车充电站也称为至关重要的一项任务。为了提高充电站运行的质量以及经济性,进一步优化电动汽车充电站的运行模式,可以采用共享储能模式的电动汽车充电站优化调度方法,保障用户的充电体验,提高电动汽车的充电效率,进一步保护电动汽车充电站的电力系统。通过分析共享储能模式下电动汽车充电站的运行框架,构建双层优化运行模型,并对不同运行模式下的储能模型进行分析,得出优化结果,从而利用合理的储能模式降低充电站的运行成本。

【关键词】共享储能;电动汽车充电站;双层优化

Dual-layer optimization operation strategy of electric vehicle charging station under shared energy storage mode

Yu Junyong¹ Wang Lizhi¹ Yu Chenqian¹ Zhu Xintong¹ Qiu Feng² Dai Ying¹ Fang Zhong¹ Huang Yan²

1.Hangzhou Chaoshang Technology Co., LTD. Hangzhou, Zhejiang 310000;

2.Zhejiang Chaoshang New Energy Co., LTD. Huzhou, Zhejiang 313000

【Abstract】In recent years, the development of new energy technologies has given rise to electric vehicles as a new product, which have been widely welcomed by all sectors of society. At the same time, building electric vehicle charging stations is also considered a crucial task. To improve the quality and economy of charging station operations, further optimizing the operation mode of electric vehicle charging stations can be achieved through shared energy storage models for optimized scheduling. This ensures a better charging experience for users, enhances the charging efficiency of electric vehicles, and further protects the power system of electric vehicle charging stations. By analyzing the operational framework of electric vehicle charging stations under shared energy storage models, a two-level optimization operation model is constructed, and the energy storage models under different operating modes are analyzed to derive optimal results. Thus, reasonable energy storage models can be utilized to reduce the operating costs of charging stations.

【Key words】shared energy storage; electric vehicle charging station; double layer optimization

随着社会的进步,生态环境的保护成为全球各国越来越重视的问题,如何实现低碳发展成为各行各业的共同目标,为了推动新能源电动汽车的长远稳定发展,国内企业除了增加新能源汽车产量以外,还应优化电动汽车的充电方式,当前大部分电动汽车的充电模式存在明显的无序性,不仅影响了充电站的经济效益,还会危害区域电网的安全可靠运行。现有的储能相关文献主要关注具体模式下的充放电分析,并没有侧重于不同储能模式的对比,仅仅适用于相对封闭,负载变化固定的工业园区等,但电动汽车的充放电较为灵活,并不能与现有研究相结合。

一、共享储能模式下电动汽车充电站概况

电动汽车的充电模式包括交流充电,直流充电和无线充电等,不同的充电模式适用场景不同,所以在充电站的运营阶段要综合考虑不同充电模式的特点和适用场景,比如交流充电这一模式的充电速度较慢,可以适用于小区内充电桩这种充电需求不紧迫的场景。直流充电的充电速度较快,适用于高速公路服务区等充电需求较为紧迫的场合,无线充电能够提供更好的用户体验,也应考虑其适用场合。在设计电动汽车充电站时,还需针对不同的充电模式制定优化策略,比

如交流充电模式中应当尽可能避免用电高峰期进行充电,从而降低用户充电成本,选择电价较低时进行充电。而直流充电模式更要保证电源供应的稳定性和质量,为用户提供更加快速的充电时间,在此基础上还应加装过保护和过热保护等保险措施来保证充电站以及电动汽车的安全。采用无线充电模式时还应尽可能减少电磁辐射以及能量损失。双层优化策略可以有效解决充电站有序充电的问题。一层优化主要考虑充电站的负荷平衡问题,对充电时间以及充电速度进行合理安排来保证充电需求与充电功率之间的平衡,确保充电站能够稳定运行。二层优化则考虑用户的成本以及综合体验,通过灵活的定价策略,避免用户在高峰期进行充电。

二、电动汽车充电站运行框架

(一) 系统结构

电动汽车充电结构通常包括光伏电池阵列,风力发电系统,储能电池组,电流模块,交流电源等。一般为小型私家车提供快速充电的直流充电桩电压等级为400V。电动汽车充电站,清洁能源发电要满足充电站以及电动汽车的复合需求,要求储能设备能够在大于需求时充电,如果发电量小于需求,则需要储能设备基于核电状态的实际情况进行供电,与电网以及电动汽车的放电调度相配合进行供电。

(二) 储能运行模式

集体共享储能模式中由运营商对储能进行统一的运维管理,运营商为同一配电网区域中的多个充电站提供服务,用户则共用集中式的储能。在这种模式下用户不需要单独建设储能设备,只需要缴纳服务费,享有共享储能权,为用户节省了一部分投资建设的成本,这种模式不仅可以保证电力供应的稳定性,还可以有效提高电能利用率。分布式储能模式则需要每一个充电站具有独立的储能装置,分布式储能模式包括两种运营模式,即分布式储能和互联式储能,其中分布式储能是指每个充电站均的日常电力需求均依赖于自身储能设备,互联式储能则是指充电站之间可以互相交换电能,从而满足充电需求。分布式储能模式都的储能建设资金均由充电站承担,这一模式具有更高的灵活性和可调度性布局较为分散。

三、共享储能模式下电动汽车充电站双层优化运行模型要优化电动汽车充电站的运行,就应当加强电动汽车充

电站的配置优化,构建共享储能双层优化模型,本文的双层优化模型中上层规划模型致力于降低充电站的年投资成本和年运行成本,下层运行模型则致力于降低充电站典型日运行成本,制定最佳运行方案。在上层优化中需要考虑到储能容量和功率优化,基于储能的相关初始数据得出储能最优容量以及最好的功率配置。在下层优化中要综合考虑功率的平衡以及共享储能和电动汽车等方面的因素,基于负荷数据,风光数据和储能参数得出充电站的最优运行方案。为了得出储能最优的相关配置,需要以最低的系统年投资成本和年运行成本为目标函数进行计算,公式如下:

$$\min C_a = D(\sum_{i=1} C_i^{rep} + C_i^{Op} + C_i^{cap})$$

四、优化结果分析

(一) 不同模式电动汽车充电站的经济性

本文对两种不同模式的电动汽车充电站进行了对比分析。第一种模式采用分布式储能系统,但电动汽车采用无序充电的方式。在该模式下,当风光发电量低于负荷需求时,系统需要依靠储能装置和电动汽车放电来补充缺口同时向电网购电以满足剩余需求,当风光发电量超过负荷需求时储能系统则负责消纳多余电能,避免了资源浪费。第二种模式同样采用分布式储能系统,但对电动汽车实施有序充电管理。通过对比研究发现,虽然无序充电模式能够提升储能系统的规划容量和功率,但会加剧充电站负荷高峰期的压力。此外,由于高峰时段电网电价较高,无序充电模式不仅削弱了储能规划带来的经济效益,反而可能增加充电站的总体运营成本。采用有序充电的方式使电动汽车参与调度可以实现负荷转移,缓解无序充电所导致的问题,进一步降低储能建设的投资成本,提高运行的经济效益。第三,充电站内部接入了互联式储能,可以根据自身的垫付和需求与可再生能源发电实现富余电能的能量交互,保证电动汽车充电站的经济效益,降低运行成本。采用互联式储能清洁能源处理可以被全部消纳。并且进一步降低购电量和总运行成本,但这一功能所节省的成本较为有限。第四,充电站接入共享储能,可以完全消纳可再生能源的处理,并降低充电站的总运行成本,利用电动汽车有序充放电调度的互补性来减少储能配置所需要的规模,降低投资成本和运行成本。

（二）优化结果分析

未来电动汽车规模会进一步扩大,储能将会成为电力系统中的重要调节手段,并且这一手段灵活性更高,可以更好的环节能源未接,促进低碳经济的发展。充电站的建设目前已经成为各个国家重点患者的问题,储能技术在电动汽车充电站中的应用能够提高电能供应的稳定,降低充电站运营成本。首先,与分布式储能和互联式储能相比,共享储能的方式能以最低的投资成本和运营成本实现更稳定的供电和最低的电网购电量,具有突出优势。其次,在共享储能的应用中要考虑到服务费对购电量、投资成本及运行成本的影响,通常服务费单价与运行总承包成正比,要合理控制服务费保持稳定的投资成本,尽可能降低运营成本,合理控制购电量。最后,在接入共享储能时要充分考虑电动车放电损耗的成本,避免放电功率大幅下降,保证充电站的经济效益,维护用户与供应商的双方利益。利用双层优化调度模型可以计算出最佳运行配置,提高充电站的整体效益,保证供电稳定性。

五、共享储能模式下电动汽车充电站运行未来发展

除了双层优化模型的优化配置以外,在共享储能模式下,未来电动汽车充电站的发展会有以下三个趋势。

第一,电动汽车充电站会向着多储能系统协同运行的方向发展,并且未来可能实现充换电一体化管理,这样的运行模式和管理方式可以有效提高运营效率,对储能资源配置进一步优化,节省用户在有充电需求时排队等待的时间,从而降低用户等待期间所产生的运营成本。同时采用多储能系统协同运行的方式可以配置不同类型的储能装置可以满足不同功率的充电要求,为用户提供更多样化的选择,使充电方式更加灵活,通过不同的充电方式。提供快充,慢充,换电等多种模式来提高用户体验感。

参考文献

- [1]伍仰金,郭茜婷,郑传良,等.考虑储能共享的风光储集群联合优化运行及竞标策略[J].电气工程学报,2023(1).
- [2]李金,刘科孟,许丹莉,等.基于共享储能站的多能互补微能源网外行响应双层优化[J].中国电力,2025(2):43-56.
- [3]卞海红,李灿,童宇轩.共享储能模式下电动汽车充电站双层优化运行策略[J].电力工程技术,2024(5):170-180.
- [4]王峰.居民区电动汽车充电运营模式、运行策略及典型设计[J].科技管理研究,2018(23).

作者简介:俞君勇,1983.09,男,汉族,浙江丽水,本科,企业全面管理。

第二,在未来电动汽车充电站会向着多站协同能量调度的方向发展,进一步优化充电站的管理模式,当前我国现有的研究缺少对充电网络以及配电网络系统深度融合的探讨,未来应当关注充电网络与配电网络的协同发展。实现充电网络与配电网络的协同运行,构建以共享储能充电站为核心,传统充电站为补充的充电网络体系,使关键节点能够带动整体充电网络发展。有效提高充电站的服务品质,使电动汽车充电站运营管理效能进一步上升,推动电动汽车充电站的规模化发展,也为电动汽车的进一步应用提供支持。

第三,未来电动汽车充电站会向着智能化进一步发展,实现快速充电站中的随机充电功率调节,并与光伏发电,风力发电等可再生发电技术相融合,使共享储能式快速充电站的发展更加绿色环保,发挥多能互补的协同效应。这一发展趋势不仅可以降低电动汽车充电站对于电网的依赖,节省电网运营成本,还可以提高系统的整体效率,缓解用电高峰时期的用电压力。智能化发展进程中利用智能调度算法对储能系统的充放电策略进行优化,可以实现各方经济效益的提升,同时建设更加环境友好型的电动汽车充电站,提高可再生资源的利用,减少对传统电网的依赖。

总结

总而言之,储能是电动汽车充电工程中的重要灵活调节手段,近年来电动汽车规模逐渐扩大。电动汽车的充放电调度策略对充电站接入共享储能系统的经济效益具有显著影响。充电站运营商需要在满足自身运营需求的同时,兼顾电动汽车用户的利益诉求。后续研究可以聚焦于充电站运营商与电动汽车用户这两个存在利益冲突的主体,通过博弈论分析框架结合用户行为心理学理论,深入探讨不同充放电策略对共享储能模式下充电站运营调度的影响机制。