

Research on the development path of charge storage integration and multi-energy complementary development of power source network under the background of “dual carbon”

Huaqiang Wang Huanlin Wei

State Power Investment Corporation Guangxi Electric Power Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract

In the context of the global active response to climate change, China's full efforts to promote the “double carbon” goal, the power industry as a key area of carbon emissions, to achieve green low-carbon transformation is imminent. The development model of the integration of charge and storage of the source network and multi-energy complementarity provides an effective way to improve the flexibility and reliability of the power system and promote the consumption of clean energy by integrating the resources of all aspects of the power system and coordinating various forms of energy. This paper analyzes the development significance and challenges of this model in the context of “dual-carbon”, and comprehensively discusses its development path in combination with actual cases, in order to promote the low-carbon transformation of the power industry.

Keywords

“dual carbon” target; Source network load storage integration; Multi-energy complementary; Electric power system; Development path

“双碳”背景下电力源网荷储一体化和多能互补发展的路径研究

王华强 韦焕林

国家电投集团广西电力有限公司, 中国 · 广西 南宁 530000

摘 要

在全球积极应对气候变化、我国全力推进“双碳”目标的大背景下, 电力行业作为碳排放的重点领域, 实现绿色低碳转型迫在眉睫。源网荷储一体化和多能互补发展模式, 通过整合电力系统各环节资源、协同多种能源形式, 为提升电力系统灵活性、可靠性, 促进清洁能源消纳提供了有效途径。本文剖析该模式在“双碳”背景下的发展意义、面临挑战, 并结合实际案例, 全面探讨其发展路径, 以期推动电力行业低碳转型。

关键词

“双碳”目标; 源网荷储一体化; 多能互补; 电力系统; 发展路径

1 引言

随着全球气候变暖问题日益严峻, 二氧化碳等温室气体减排成为国际社会共识。我国提出“二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值, 努力争取 2060 年前实现碳中和”的目标, 彰显了应对气候变化的坚定决心。电力行业作为碳排放大户, 其碳排放占全国总排放量的 40% 左右, 推动电力行业绿色低碳转型是实现“双碳”目标的关键。传统电力系统以化石能源为主, 灵活性不足, 难以适应大规模清洁能源接入的需求。源网荷储一体化和多能互补发展模式, 强调电力

系统中电源、电网、负荷、储能的协同互动, 以及多种能源形式的互补利用, 有效提升电力系统调节能力, 促进清洁能源消纳, 是电力行业实现“双碳”目标的重要发展方向。

2 “双碳”背景下电力源网荷储一体化和多能互补发展的意义

2.1 促进清洁能源消纳

我国风能、太阳能等清洁能源资源丰富, 但分布不均, 且具有间歇性、波动性特点。大规模清洁能源接入电网后, 易造成电力供需失衡, 弃风、弃光现象时有发生。源网荷储一体化通过整合发电、输电、用电和储能资源, 实现电力实时平衡, 可有效提高清洁能源消纳能力^[1]。例如, 在风电、光伏大发时段, 借助储能系统存储多余电能, 在电力供应不

【作者简介】王华强 (1972-), 男, 中国河南商水人, 本科, 高级工程师, 从事专注企业发展经营研究。

足时释放,保障电力稳定供应。多能互补则采取不同能源形式的协同,如“风光水火储”一体化,利用火电、水电等传

统能源的调节能力,弥补清洁能源的不稳定,进一步提升清洁能源消纳水平(图1)。

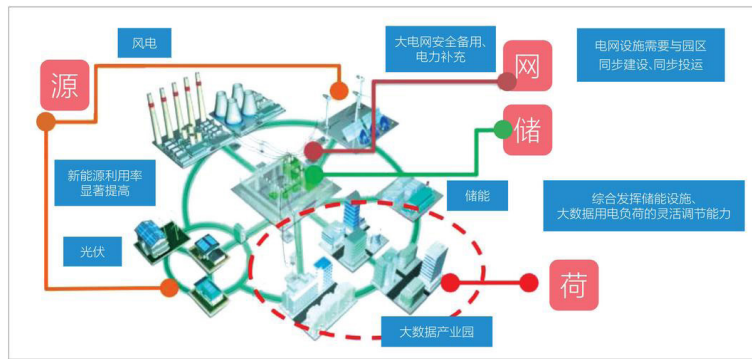


图1 电力源网荷储一体化

2.2 提升电力系统灵活性与可靠性

传统电力系统调节手段有限,难以快速响应负荷变化和新能源出力波动。源网荷储一体化模式下,负荷侧可利用需求响应技术,根据电力供应情况调整用电行为,实现削峰填谷;储能系统可快速充放电,调节电力供需。多能互补通过不同能源的优势互补,如天然气发电启停迅速,可在新能源出力低谷时快速补充电力,增强电力系统应对突发情况的能力,提升系统灵活性与可靠性^[2]。

2.3 助力降低碳排放

源网荷储一体化和多能互补发展模式以清洁能源为主体,减少了对化石能源的依赖。优化能源配置,提高能源利用效率,降低电力生产过程中的碳排放。在工业园区实施源网荷储一体化项目,整合分布式光伏、储能和用户负荷,实现能源就地消纳,减少输电损耗和碳排放。多能互补中,清洁能源替代部分高碳能源,从源头上降低碳排放,有力推动电力行业低碳转型^[3]。

3 电力源网荷储一体化和多能互补发展现状与面临挑战

3.1 发展现状

近年来,我国源网荷储一体化和多能互补项目蓬勃发展。在源网荷储一体化方面,多个省份开展了试点项目,涵盖工业园区、数据中心、居民小区等不同应用场景。在多能互补方面,“风光水火储”一体化项目在西部地区稳步推进,整合多种能源资源,提高能源利用效率和电力供应稳定性。同时,能源企业积极探索创新商业模式,如虚拟电厂的发展,将分布式能源、储能和负荷聚合起来,参与电力市场交易,有利于提升资源配置效率^[4]。

3.2 面临挑战

3.2.1 技术层面

储能技术成本高、寿命短、能量密度低,限制了其大规模应用。目前,锂离子电池是主流储能技术,但成本仍较高,且循环充放电次数有限。此外,不同能源系统之间的协同控制技术尚不完善,难以实现多种能源的高效互补和电力系统的精准调度。在“风光水火储”一体化项目中,风电、

光伏与火电、水电之间的协调控制复杂,易出现能源转换效率低、系统稳定性差等问题。

3.2.2 市场机制层面

电力市场体系尚不完善,缺乏有效的价格信号和激励机制,难以充分调动各方参与源网荷储一体化和多能互补发展的积极性。在需求响应市场中,用户参与需求响应的补偿机制不健全,导致用户参与度低。储能参与电力市场交易的规则也不明确,影响储能投资的经济性。同时,不同能源品种之间的价格联动机制缺失,制约多能互补的发展^[5]。

3.2.3 政策法规层面

相关政策法规有待完善,缺乏统一的规划和标准。在源网荷储一体化项目建设中,涉及多个部门和领域,存在政策衔接不畅、审批流程繁琐等问题。分布式能源并网政策不够细化,导致项目并网困难。在多能互补项目中,不同能源行业的管理政策存在差异,不利于项目的统筹推进。此外,碳市场建设尚处于起步阶段,碳定价机制不完善,难以有效发挥碳市场对源网荷储一体化和多能互补发展的促进作用。

4 “双碳”背景下电力源网荷储一体化和多能互补发展路径

4.1 技术创新驱动

一方面,促进储能技术突破。加大对储能技术研发的投入,重点攻克长寿命、高能量密度、低成本的储能技术。研发新型电池材料,如固态电池、钠离子电池等,提高电池性能和安全性。同时,发展储能系统集成技术,优化储能系统的设计和管理,提高储能系统的可靠性和运行效率。利用智能控制算法,实现储能系统的精准充放电控制,延长储能设备使用寿命;另一方面,促进能源协同控制技术提升。加强能源互联网、大数据、人工智能等技术在电力系统中的应用,开发先进的能源协同控制平台。利用大数据分析技术,对电力系统中源、网、荷、储的运行数据进行实时监测和分析,预测新能源出力和负荷变化趋势。结合人工智能算法,实现电力系统的优化调度和多种能源的协同互补。基于机器学习算法的电力调度模型,根据实时运行情况,自动调整电源出力和储能充放电策略,提高电力系统运行效率。

4.2 市场机制完善

首先,建立健全电力辅助服务市场,明确储能、需求响应等参与电力辅助服务的市场规则和补偿机制。储能可提供调峰、调频、备用等辅助服务获取收益,提高储能投资的经济性。鼓励用户参与需求响应,根据用户削减或转移负荷的程度给予相应补偿,调动用户参与电力系统调节的积极性。在峰荷时段,用户减少非必要用电,获得电力辅助服务费用,实现用户与电力系统的双赢;其次,建立不同能源品种之间的价格联动机制,反映能源的真实成本和市场供需关系。在天然气与电力价格联动方面,根据天然气价格变化,合理调整天然气发电上网电价,引导天然气发电与其他能源形式的合理互补。同时,完善新能源补贴政策,逐步推动新能源平价上网,通过市场机制促进新能源发展。

4.3 政策法规保障

政府部门应制定源网荷储一体化和多能互补发展的统一规划,明确发展目标、重点任务和实施步骤。加强不同部门之间的协调配合,简化项目审批流程,提高项目建设效率。制定统一的技术标准和规范,保障项目建设质量和运行安全。制定源网荷储一体化项目的设计、施工、验收标准,确保项目的规范性和可靠性;此外,加快推进碳市场建设,扩大碳市场覆盖范围,将电力行业全部纳入碳市场交易。完善碳定价机制,合理确定碳配额分配方案,通过市场手段引导电力企业降低碳排放。鼓励源网荷储一体化和多能互补项目通过碳减排获得额外收益,如通过提高清洁能源利用比例、优化能源配置实现碳减排,可将减排量在碳市场出售。同时,加强碳市场监管,确保碳交易的公平、公正、公开。

4.4 典型应用场景拓展

4.4.1 工业园区

在工业园区推广源网荷储一体化项目,建设分布式光伏、风电、储能系统和智能微电网。利用园区内工业负荷的可调节性,通过需求响应技术,实现电力的就地平衡和优化调度。园区内的高耗能企业,在电力供应紧张时,通过调整生产计划,降低用电负荷,配合储能系统的充放电,保障园区电力稳定供应,提高能源利用效率,降低碳排放。

4.4.2 数据中心

数据中心作为高耗能用户,具有负荷稳定、可调节性强的特点。实施源网荷储一体化项目,在数据中心建设屋顶光伏、储能系统,利用数据中心的备用电源系统作为储能资源,参与电力系统调节。同时,借助智能控制系统,根据电力价格和供应情况,优化数据中心的用电策略,降低用电成本。在电价低谷时段,数据中心增加储能充电量,在电价高峰时段,利用储能供电,减少电网购电,实现经济效益与社会效益的统一。

4.4.3 新能源基地

在风电、光伏等新能源基地,推进多能互补项目建设。结合当地水资源、煤炭资源等,建设“风光水火储”一体化项目。利用火电、水电的调节能力,弥补风电、光伏的间歇性和波动性,提高新能源基地电力输出的稳定性。如在西北某新能源基地,建设大型风电、光伏电站的同时,配套建设

水电调峰电站和储能系统,通过优化调度,实现多种能源的协同互补,提高清洁能源消纳能力,减少弃风、弃光现象。

5 某工业园区源网荷储一体化项目分析

某工业园区名称占地面积达5平方公里,园区内入驻企业多达200余家,其中制造业企业占比超80%,是用电需求大户,日平均用电负荷高达10万千瓦。该园区积极响应“双碳”号召,全力推进源网荷储一体化项目建设。

在电源端,分布式光伏电站装机容量为5MW,利用园区内超60%的企业厂房屋顶铺设光伏板。经测算,年光伏发电量可达600万千瓦时,能满足园区约12%的年度用电需求。储能系统方面,配置了2MWh的锂离子电池储能设施,其充放电效率超90%,响应时间在10秒以内,可快速调节电力供需。园区精心搭建智能微电网管理系统,通过部署超100个传感器,对光伏、储能和负荷进行24小时实时监测与精准控制。

在项目建成投运后,成效显著。园区电力供应稳定性大幅提升,停电次数从原本每年的10次降至不足3次。光伏发电就地消纳比例高达85%,远超预期,极大减少了对大电网的依赖,每年可降低购电成本约300万元。在峰荷时段,储能系统全力放电,结合园区内超30%的高耗能企业积极响应需求侧管理,调整生产计划,降低用电负荷,有效缓解了电力供应紧张局面。据统计,项目实施后,园区年用电量减少800万千瓦时,碳排放降低约6400吨,按当地碳市场价格计算,碳减排收益达30余万元,实现良好的经济效益与环境效益双赢。

6 结论

在“双碳”背景下,源网荷储一体化和多能互补发展模式,是电力行业实现绿色低碳转型的必然选择。通过技术创新、市场机制完善、政策法规保障和典型应用场景拓展,能有效解决当前发展面临的技术、市场和政策等方面的挑战,促进清洁能源消纳,提升电力系统灵活性与可靠性,助力降低碳排放。未来,随着各项措施的深入实施和技术的不断进步,源网荷储一体化和多能互补发展模式将在电力行业广泛应用,为我国“双碳”目标的实现提供有力支撑。同时,应加强跨学科研究和国际合作,借鉴国外先进经验,不断完善发展路径,推动我国能源革命和可持续发展。

参考文献

- [1] 叶徐静,何明锋,鲍伟宏,等.“双碳”背景下电力源网荷储一体化和多能互补发展的路径探索[J].电气技术与经济,2024(5):266-268.
- [2] 魏瑶,徐乾杰.互联网发展下的电力源网荷储一体化项目建设研究[J].电工技术,2024(21):46-48.
- [3] 刘伟.互联网发展下的电力源网荷储一体化项目建设分析[J].中国设备工程,2023(17):249-251.
- [4] 宋秀芳,张国瑞,周予聪,等.源网荷储一体化在新型电力系统中的应用与性能评估[J].光源与照明,2024(8):210-212.
- [5] 赵振兴.全域绿电赋能新型电力系统的源网荷储一体化管理[J].电气技术与经济,2024(6):225-227.