

Application of integrated wind-solar-storage-charging system in near-zero carbon retrofit of existing buildings

Jun You Wei Li Shuping Cao

State Grid Anhui Electric Power Co., Ltd. Qingyang County Power Supply Company, Chizhou, Anhui, 242800, China

Abstract

This study examines the benefits of integrated wind-solar-storage-charging systems through real-world projects, demonstrating their effectiveness in near-zero carbon retrofitting of existing buildings. The micro-wind power generation system, with its low-starting wind speed and round-the-clock operation, complements photovoltaic systems. When combined with energy storage and EV reverse charging technologies under smart microgrid management, it maximizes local renewable energy utilization while enabling grid interaction. This approach significantly reduces direct and indirect carbon emissions during building operation, establishing it as a crucial pathway for near-zero and zero-carbon retrofitting of existing structures.

Keywords

wind-solar-storage-integrated; retrofitting of existing buildings; near-zero carbon

风光储充一体化系统在既有建筑近零碳改造中的应用研究

游骏 李伟 曹树平

国网安徽省电力有限公司青阳县供电公司, 中国·安徽 池州 242800

摘要

本研究以实际项目为例,探讨了风光储充一体化系统的优势以及在既有建筑近零碳改造过程中的效果。微风发电系统具有启动风速低、昼夜不停发电的优势,可与光伏发电形成互补,配合储能系统以及电动车反向充电技术,在智能微电网的调控下,可以最大程度地实现可再生能源发电就地消纳,同时具备与新型电网互动调节的能力,能够大幅降低建筑运行阶段的直接和间接碳排放,是既有建筑实现近零碳、零碳改造的重要途径。

关键词

风光储充一体化; 既有建筑改造; 近零碳

1 引言

我国建筑运行阶段的二氧化碳排放量高达 23.1 亿吨/年,占全国碳排放总量的 21.7%。降低建筑运行阶段碳排放量,实现近零甚至零排放,是确保“双碳”战略顺利落实的重要途径。目前,光伏发电是降低建筑碳排放的主要手段,但光伏存在稳定性差的缺点,随着新型电力系统的发展,对于建筑用电负荷的灵活性提出了更高的要求。

微风发电技术的发展,为建筑构建“风光互补发电”系统提供了新的可能,可以实现昼夜不间断发电,极大地拓展了建筑周边自然资源的利用效率。同时,搭配电化学储能

及电动车反向充电(V2G)技术,通过智能微电网的联结,形成“风光储充一体化”系统,可以极大地提高可再生能源发电本地消纳效率,利用有限的空间,实现最大程度的碳减排。

2 项目概况

本项目为某公司办公园区,位于安徽省池州市青阳县。项目用地面积 12107.8 m²,总建筑面积 9950 m²,分为生产综合用房和生产配套用房,总占地面积 2250 m²。地面机动车停车位 105 个,非机动车停车位 112 个。项目绿地率 40%,全年用电量 112.50 万 kWh。

3 风光储充一体化系统设计

3.1 微风发电系统

微风发电系统可以利用较低的风速(3-5m/s)发电,并且可以通过垂直轴叶片捕捉 360 度方向的风能,实现昼夜不停发电。本项目充分利用公司园区内空间,规划设置 6 座 7kW 垂直轴微风发电装置,总装机容量 42kW。按照

【基金项目】国网安徽省电力有限公司青阳县供电公司《国网青阳县供电公司 2025 年生产用房近“零碳”化改造示范工程研究》(项目编号: B312R325Z000)。

【作者简介】游骏(1986-),男,中国湖北黄冈人,本科,副高级工程师,从事新型电力系统建设研究。

年均满发电小时数 800h，微风发电系统年总发电量可达 33600kWh。

3.2 太阳能光伏系统

本项目充分利用生产综合用房、生产配套用房屋顶和车棚顶面积，设置分布式太阳能光伏系统，具体装机容量如表 1 所示。

表 1 光伏装机容量

建设区域	装机容量 (kWp)
生产配套用房	90.17
生产综合用房	146.26
车棚	145.2
合计	381.63

光伏采用单晶硅 710Wp 组件，表 2 为光伏发电量测算表。预计 25 年总发电量为 992.41 万 kWh，平均年发电量为 39.69 万 kWh；其中屋顶光伏系统 25 年总发电量为 614.82 万 kWh，平均年发电量为 24.59 万 kWh；车棚光伏 25 年总发电量为 377.59 万 kWh，年平均发电量为 15.10 万 kWh。

表 2 光伏发电量测算表

年份	发电量 / 万 Kwh	年份	发电量 / 万 Kwh
1	42.37	15	39.23
2	42.15	16	39.01
3	41.92	17	38.8
4	41.68	18	38.59
5	41.45	19	38.37
6	41.23	20	38.16
7	41	21	37.95
8	40.77	22	37.74
9	40.55	23	37.53
10	40.32	24	37.33
11	40.11	25	37.13
12	39.88	总量	992.41
13	39.66	年平均	39.69
14	39.45	年利用小时数	39.23

3.3 储能系统

储能系统是电力系统中的“蓄水池”，通过动态吸收和释放能量，平抑风电、光伏的波动性，解决电力供需在时间、空间上的错配问题，提高可再生能源电力的利用率。

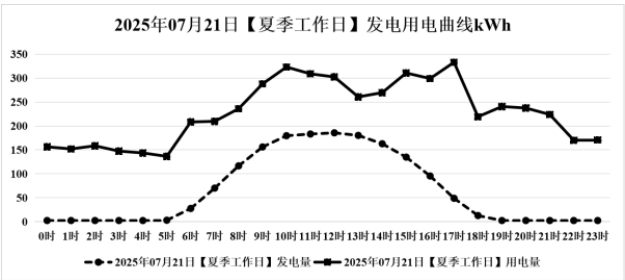


图 1 夏季工作日光伏发电与综合楼用电量

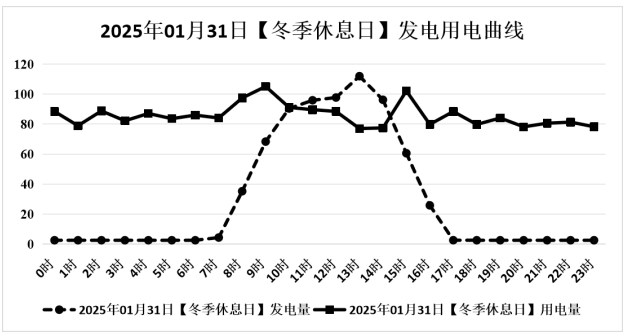


图 2 冬季休息日光伏发电与综合楼用电量

选取四个典型日，分别为：夏季工作日，夏季休息日，冬季工作日，冬季休息日。图 1 和图 2 分别为夏季工作日和冬季休息日光伏发电量与生产综合大楼用电量的逐时曲线。经分析，对于生产综合大楼，上述四个典型日的光伏未实时消纳电量分别为 0kWh、47kWh、28kWh 和 69kWh，电量缺口分别为：3922kWh、2407kWh、1927kWh 和 1404kWh，无法实现整栋大楼全绿电供应（因风电装机较小，分析中暂不考虑）。根据业主需求，可优先保证部分楼层实现全绿电供应。

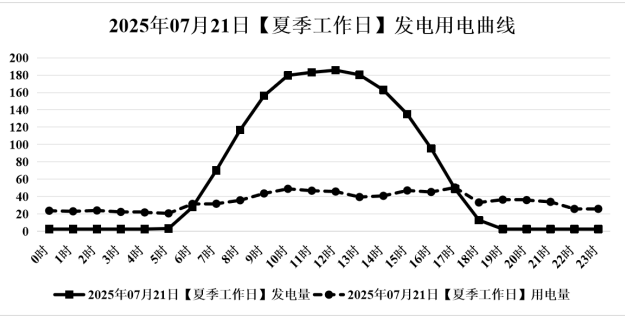


图 3 夏季工作日光伏发电与二三层用电量

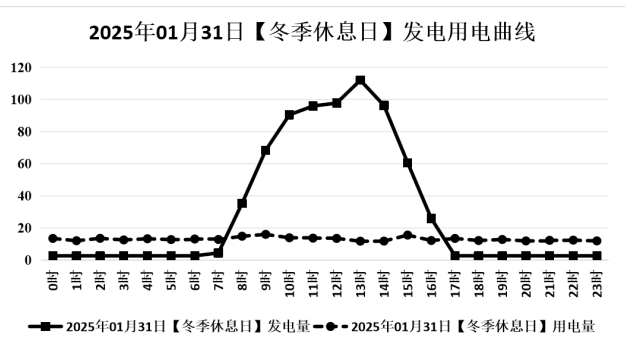


图 4 冬季休息日光伏发电与二三层用电量

图 3 和图 4 为综合大楼二层和三层用电量与光伏发电量的曲线，经分析，配置 2 台 125kW/261kWh 的储能设备，可以实现综合大楼二三层全绿电供应，并可实现风光发电 100% 本地消纳。

3.4 充电桩系统

本项目规划建设一台 40kW 的 V2G 充电桩，将电动汽

车转化为分布式储能单元，电网用电高峰时可反向送电参与电网调峰。

据测算，单次充电量可达 50kWh，高峰时段年调峰贡献电量约为 1.82 万 kWh，有效缓解区域电网压力。

3.5 智能微电网系统

智能微电网系统是实现风光储充及用电负荷的高效协同运行的重要手段。该能够实时采集风力、光伏发电数据，储能设备运行状态，用电负荷信息等各类数据，并通过先进的算法进行分析和优化。例如，系统可以根据未来一段时间的天气预报，预测光伏的发电量，提前制定储能充放电策略；同时，它还能对用电负荷进行精准监控和调度，引导用户错峰用电，实现能源的优化配置，降低能源消耗成本。

4 效益分析

4.1 环境效益

应用风光储充一体化系统之后，项目每年可减少外购火电 43.05 万 kWh，占总用电量的 38.3%，每年二氧化碳排放量减少 258.3 吨，二氧化硫排放量减少 861kg，氮氧化物排放量减少 645.75kg，环境效益显著。

4.2 经济效益

按照电费 0.6 元/kWh 计算，每年可节省电费 25.83 万元。未来随着碳交易市场的逐步完善，每年减排的 258.3 吨二氧化碳可参与碳交易，以平均碳价 70 元/吨计算，年碳交易收入可达 1.81 万元。

5 结语

风光储充一体化系统可以有效的弥补传统光伏夜间无法发电的缺点，形成风光互补，在用电低谷时仍可提供稳定的绿电供应，同时利用储能和 V2G 技术，极大地提升了建筑自身的可再生能源利用比例，并且形成了柔性负荷，具备了参与新型电网需求侧调节响应能力，是未来建设低碳建筑、零碳建筑的重要途径。

参考文献

[1] 白玉石,林方,陈达非,李海旭,贺璠逸.既有建筑零碳改造光储直柔关键技术研究与应用[J].建筑技术,2025,55(11):1360-1363.
[2] 章哲玮.风光储充微电网系统设计与优化分析[J].光源与照明,2025,8:129-131.
[3] 马千里,张伟光.浅谈分布式微风发电的设计及应用[J].现代建筑电气,2025,4(16):35-38.