

光伏发电储能充电一体化技术的实践探讨

喻文鑫 张辉瑞

浙江华业电力工程股份有限公司 浙江省宁波市 315800

摘要：随着新能源产业的快速发展，光伏发电作为清洁低碳能源的重要形式，其间歇性与波动性特征对能源利用效率和电网稳定性提出挑战。光伏发电储能充电一体化技术通过将光伏发电系统、储能系统与充电设施有机融合，实现了能源生产、存储与消费的协同运作。本文从技术特点与优势入手，系统分析该技术在能量调度、资源整合及应用场景适配等方面的核心特性，结合不同领域的实践案例，探讨技术落地过程中的系统设计、运行管理及优化方向，为推动该技术的规模化应用与产业升级提供参考。

关键词：光伏发电；储能系统；充电设施；一体化技术；能源协同；实践应用

前言：

传统模式下，光伏发电系统、储能系统、充电设施各自独立运行，光伏发电多余电能若不能及时消纳会造成浪费，充电设施需要电网供电，在用电高峰期则会加重电网负荷。在这种情况下，光伏发电储能充电一体化技术应运而生。该技术依靠创建发电、储能、充电的闭环体系，把光伏发电形成的电能优先用在充电，多余的电能存入储能装置，在光照缺乏时放出储能电能补充供电，达成能源的高效调配和供需平衡。目前该技术已应用于分布式充电场站、园区能源系统、交通枢纽等场所，但还存在系统集成优化、成本控制、运行稳定性等问题。本文对技术特点及优势进行梳理，结合实际应用案例进行分析，探究技术实践过程中的关键问题以及解决方法，为光伏发电储能充电一体化技术的成熟和发展提供理论支持。

1 光伏发电储能充电一体化技术特点

1.1 协同性和闭环性

首先，该技术具有能量流的协同性和闭环性。在传统的能源利用方式下，光伏发电、储能、充电环节各自独立，能量传输以单向流动为主，无法做到供需实时匹配。而一体化技术利用中央控制系统对各个环节实施统一调度，及时对光伏发电输出功率，储能装置充放电状况以及充电设施用电需求进行监测，形成“发电—存储—消费”的闭环能量流。光照充足时，光伏发电系统产生的电能优先供给充电设施，满足即时充电需求；发电功率大于充电负荷时，多余电能将储存在储能系统里，避免能源浪费；光照减弱、光伏发电功

率下降或者充电需求突然增加时，储能系统可以迅速响应，释放储存的电能来补充供电，保证充电服务的连续性^[1]。这样可形成协同调度，能量在系统内部流动，减少向外部电网取电，提高能源利用的自主性。

1.2 模块化和灵活性

其次，该技术具有系统架构的模块化、灵活性。一体化系统中的光伏组件、储能电池、充电桩和控制系统等各个部分都是模块化设计，可以根据实际需要自由组合、任意调整规模。分布式充电场站场景根据场地面积以及充电桩位数量，配置相应容量的光伏阵列及储能装置，达到局部能源自给的目的。大型园区或者交通枢纽场景，增加模块数量扩大系统规模，满足大体的充电需求和能源供给。模块化设计有利于系统后期维护和升级，当某个模块出现故障时可以单独更换或维修，不影响整体系统运行，降低运维成本和风险。系统可以按照用户的需求接入电网，在特殊情况下，能够与外网进行互补供电，使系统运行更加灵活、可靠。

2 光伏发电储能充电一体化技术优势

2.1 提升能源利用效率，解决供需矛盾

从能源利用效率来说，一体化技术处理了光伏发电间歇性同充电需求连续性之间的矛盾，可提升能源利用率。传统模式下，光伏发电受自然条件的限制，输出功率不稳定，当发电功率大于充电需求时，多余的电能如果不能及时并网或者储存，会造成能源浪费；而当发电功率小于充电需求时，则需要从电网取电，增加电网负荷。一体化技术利用储能系统达到削峰填谷的目的，把不稳定的能源输出变成稳定的能

源供应，使光伏发电产生的电能尽可能在系统内被消耗掉，减少能源传输过程中损失，降低对外部电网的依赖，提高能源使用的自主性和效率^[2]。另外系统智能化调度根据实时供需情况改变能量分配，提高能源利用效率，保证每一度电都能得到合理地利用。

2.2 创造多重经济价值，降低成本风险

从经济收益角度来讲，一体化技术经由多环节协同运作给投资者和用户带来诸多经济价值。一方面对系统运营方来说，光伏发电产生的电能可以直接给充电服务使用，减少从电网购电的费用，降低运营成本。在电价峰谷差异较大的地方，储能系统可以在电价低谷时储存电能，在电价高峰时释放电能给充电设施使用，通过“峰谷套利”获得额外收益^[3]。另一方面，一体化系统可以减少电网基础设施的依赖和改造，如在偏远地区或者电网负荷紧张的地方，不需要大规模扩建电网就可以保证充电设施正常工作，从而降低前期建设成本。另外，技术成熟、规模化后，光伏组件、储能电池等设备的成本不断降低，也提高了光伏和储能一体化技术的经济性，给投资者带来长期稳定的收益回报。

2.3 推动清洁低碳转型，减少环境影响

从环境效益来讲，光伏发电储能充电一体化技术属于能源清洁低碳转型的有效手段，有利于削减碳排放、改善生态环境状况。光伏发电属于可再生能源，其发电过程不会产生温室气体排放和污染物，相比于传统的燃煤发电，可以大幅减少碳排放强度。一体化技术把光伏发电和充电设施直接结合起来，代替了充电设施对传统电网电能的依赖，间接减少了火力发电造成的环境影响。同时储能系统可以减少光伏发电的弃光现象，提高可再生能源的利用率，从而提高清洁能源在能源消费中的比例^[4]。在交通方面，随着电动汽车的普及，一体化充电设施可以给电动汽车提供清洁能源，形成“清洁能源—电动汽车”的低碳循环，助力交通领域的碳减排目标。一体化系统推广应用可以削减化石能源消耗，缓解能源资源紧缺状况，助力创建绿色、低碳、可持续的能源体系。

3 光伏发电储能充电一体化技术的实践

3.1 城市分布式电动汽车充电场站实践

在城市区域，分布式电动汽车充电场站是一体化技术应用的典型场景。以某一线城市的社区分布式充电场站为例，该场站占地面积约 1000 m²，共设置 20 个直流充电桩，配套

建设 50kWp 光伏发电系统与 100kWh 储能系统，采用光伏发电储能充电的一体化架构。

在系统设计阶段，由于城市社区空间较为狭小，所以光伏组件采取屋顶加停车场遮阳棚的一体化安装，在利用空闲空间的同时为车辆提供遮阳功能。储能系统采用磷酸铁锂电池，安全性能较高，循环使用寿命较长，能够满足频繁充放电的需求。中央控制部分使用边缘计算的智能调度中心，可以随时获取各个部分的数据并及时调整。系统在运行过程中遵循光伏优先、储能补充、电网备用的原则，光照充足时光伏系统输出的电能优先供给充电桩，满足社区居民电动汽车的充电需求，多余的电能存入储能系统。傍晚或者光照不足时，储能系统释放电能，保证充电桩正常工作^[5]。遇到极端天气或者充电需求突然增加，光伏和储能电能不足的时候，系统自动切换到电网供电模式，保证充电服务不断。

该实践案例通过一体化技术的使用实现了能源的就地生产，就地消费，日均光伏发电量约为 200kWh，其中 80% 以上直接用于充电服务，储能系统日均充放电量约为 80kWh，有效减少了电网购电量，降低了场站的运营成本。系统智能化调度可以避免用电负荷集中给电网带来的冲击，得到当地电网公司的认可。在实践过程中也发现了一些优化方向，随着电动汽车数量的增加，充电需求越来越大，现有的储能容量已经不能满足高峰时段的补充供电需求，后续需要考虑增大储能系统的规模；光伏组件的清洁维护频率要根据城市空气质量进行调整，以保证光伏发电效率。

3.2 工业园区综合能源服务实践

工业园区属于能源消耗的集中区域，对能源供应的稳定性以及经济性有着较高要求，光伏发电储能充电一体化技术在园区电动汽车充电、园区生产用电等方面提供服务，实现综合能源服务^[6]。某制造型工业园区一体化项目中，园区建设了 500kWp 屋顶光伏系统，配备储能系统 500kWh，设置 30 个充电桩，接入园区内部配电网络，为园区内电动汽车、叉车以及部分生产设备供电。

系统设计时考虑到园区的能源消费特性，通过数据分析找出园区用电负荷的高峰和低谷时间，从而优化光伏和储能的协同调度策略。工作日白天，园区生产用电和充电需求均处于高峰期，光伏系统处于满负荷状态，产生的电能首先供给生产设备和充电桩，如果存在缺口，则由储能系统和电网补充。午休或者夜间生产负荷低时，光伏系统产生的多余

电能以及电网低谷电价时段的电能储存到储能系统中，为第二天的高峰期做准备。另外系统还有应急供电功能，当电网出现故障时，储能系统可以作为备用电源，给园区内重要的设备以及充电桩提供短时间的供电，减少停电造成的损失。

项目自运行一年以来累计发电量约 60 万 kWh，其中 40% 用于园区生产用电，35% 用于充电服务，25% 储存在储能系统后再使用，园区从电网购电的比例下降，能源成本明显降低。同时一体化系统的使用减少了园区的碳排放量，每年可减少二氧化碳排放约 400 吨，符合园区绿色发展要求。在实践当中，园区组建起专门的运维队伍，定时对光伏组件、储能电池以及充电桩展开检测和维修，保证系统稳定工作，而且借助数字化平台来剖析系统运行数据，持续改良调度策略，按照季节改变调节储能充放电时间，依照生产计划调整能源分配比例，从而进一步加强系统运行效率。

3.3 高速公路服务区充电网络实践

高速公路服务区是电动汽车长途出行的补给站，充电需求具有集中、突发的特点，传统依赖电网供电的充电桩易在高峰时段出现供电不足或跳闸问题，光伏发电储能充电一体化技术的应用可有效解决这一难题^[7]。某跨省高速公路服务区一体化项目，该服务区单侧装有 16 个大功率直流充电桩，配套建设 200kWp 光伏系统和 300kWh 储能系统，采用光伏、储能、电网三者混合供电模式。

从系统设计角度看，高速公路服务区多处于开阔地带，光照条件好，光伏组件使用地面支架进行安装，最大限度地利用场地空间；储能系统采用高倍率放电电池来满足充电需求的突然增加，确保在短时间内提供足够的电能；控制系统接入高速公路交通流量数据，通过分析过往车辆数据预测充电高峰期，提前调整储能系统的充放电计划。运行时，充电车辆少，光伏系统发电量先存入储能系统；充电高峰来临时，光伏和储能系统一起给充电桩供电，如果不够用，再接电网补电，防止因为只用一条路供电造成负荷过大。除此之外，系统还具有远程监控功能，运维人员可以利用云端平台随时了解各个充电桩、储能系统的运行状况，及时对设备故障进行处理，保证充电服务不断档。

项目投入使用后，有效缓解了高速公路服务区的充电

压力，在节假日高峰时段光伏和储能系统可以满足 60% 以上的充电需求，减轻电网供电压力，避免跳闸。一体化技术降低服务区的运营成本，光伏发电产生的电能代替部分电网电能，每年节约电费约 10 万元。实践中也发现了一些需要改进的地方，冬季光照时间短、光伏发电量下降、储能系统的续航能力受到影响，可以考虑与风电等其他可再生能源形式结合，形成多能互补的一体化系统；对光伏组件加强防风、防雪保护，适应高速公路服务区的复杂气候条件。

结束语：总之，光伏发电储能充电一体化技术属于新能源领域的重要革新方向，其把光伏发电、储能以及充电环节融合起来，达成能源生产，存储和消费的协同优化，在改进能源利用效率，削减经济成本，减少碳排放等方面体现出明显价值。本文通过技术特点与优势分析，结合城市分布式充电场站、工业园区、高速公路服务区等场景的实践案例，整理出该技术在实际应用中系统设计、运行模式和优化路径，也发现了技术规模化应用中存在的一些问题，如储能容量不足、运维成本高、多能源协同难度大等。随着新能源技术的不断发展以及政策持续支持，光伏发电储能充电一体化技术还需要在系统集成优化、成本控制、智能化水平提升等方面做更多的研究和实践。

参考文献：

- [1] 赵伟豪 . 光伏发电储能充电一体化技术的应用研究 [J]. 光源与照明 ,2025,(03):139–141.
- [2] 李振华 . 光伏发电储能充电一体化技术应用研究 [J]. 工程技术研究 ,2025,(07):204–206.
- [3] 李智 . 光伏发电储能充电一体化技术的应用 [J]. 中国战略新兴产业 ,2025,(26):78–80.
- [4] 张元军, 李亚君, 张正修, 等 . 光储充一体化技术的发展现状与未来趋势 [J]. 新能源科技 ,2024,(05):43–48.
- [5] 戴森 . 光伏发电储能充电一体化技术的应用分析 [J]. 光源与照明 ,2024,(07):117–119.
- [6] 唐文浩 . “光储直柔”园区能源共享与优化运行研究 [D]. 广东工业大学 ,2025.
- [7] 陈德伟, 于永会, 廖巍, 等 . 基于光储充一体化技术的充电站电气设计研究 [J]. 通讯世界 ,2025,(09):118–120.