

# 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<sup>[1]</sup>。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车位数量,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<sup>[2]</sup>。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<sup>[3]</sup>。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<sup>[4]</sup>。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 m<sup>2</sup>,共设置 20 个直流充电桩,配套

建设 50kW<sub>p</sub> 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<sup>[5]</sup>。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<sup>[6]</sup>。某制造型工业园区一体化项目中,园区建设了 500kW<sub>p</sub> 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<sup>[7]</sup>。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 200kW<sub>p</sub> 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.