

# 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 浙江宁波 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。

## 一、光伏发电储能充电一体化技术特点

### 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。

### 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。

## 二、光伏发电储能充电一体化技术优势

### 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. 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。

## 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。

### 三、光伏发电储能充电一体化技术的实践

#### 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1000m<sup>2</sup>,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<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。

#### 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,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. 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.