

# 国网单位光伏储能一体化的可行性分析

陈春梅, 章燕, 成先平

荆州三新供电服务有限公司, 湖北 荆州 434000

**摘要:** 本文对国网单位推行光伏储能一体化建设可行性进行深入探究, 通过总结光伏储能一体化技术来分析该技术对于提高电网稳定性和实现能源优化配置的需求; 同时对光伏与储能技术成熟度、成本效益及相关政策扶持等方面开展技术、经济与政策三个维度可行性研究。并且对实施中所遇到的挑战进行了剖析来给出了相应的解决措施, 研究显示国网单位光伏储能一体化发展是可行的, 但是需要面对多方面的挑战才能获得可持续发展。

**关键词:** 国网单位; 光伏储能一体化; 可行性分析; 技术; 经济; 政策

## Feasibility Analysis of Photovoltaic Energy Storage Integration in State Grid Units

Chen Chunmei, Zhang Yan, Cheng Xianping

Jingzhou Sanxin Power Supply Service Co., Ltd. Hubei, Jingzhou 434000

**Abstract:** This delves into the feasibility of implementing integrated photovoltaic energy storage in State Grid units. By summarizing the technology of photovoltaic energy storage integration, the analyzes how this technology meets the needs of improving grid stability and achieving optimal energy configuration. Meanwhile, the paper carries out a three-dimensional feasibility study from the aspects of, economy, and policy, including the maturity of photovoltaic and energy storage technologies, cost-benefit analysis, and relevant policy support. Additionally, the paper the challenges encountered during implementation and provides corresponding solutions. The research shows that the development of integrated photovoltaic energy storage in State Grid units is feasible, but various challenges is necessary to achieve sustainable development.

**Keywords:** state grid units; integrated photovoltaic energy storage; feasibility analysis; technology; economy; policy

## 引言

在全球能源需求不断增加、环境问题日益严重的今天, 开发利用可再生能源已成为当今能源领域一个重要的发展方向。光伏发电是近年来被广泛应用与开发的清洁可持续能源, 但是光伏发电存在间歇性、波动性等特性给电网稳定性和可靠性提出一定的挑战, 同时储能技术的进步给这一难题的解决带来了可能性, 光伏储能一体化系统结合光伏发电及储能技术实现对能量的储存及优化利用前景广阔。并且对国网单位来说开展光伏储能一体化可行性研究有实际意义, 可为能源转型与可持续发展提供决策支持。

## 一、国网单位实施光伏储能一体化的必要性分析

### (一) 提高电网稳定性与可靠性

光伏发电间歇性与波动性易引起电网电压、频率的波动, 从而影响电网平稳运行, 储能系统能够在光伏发电功率波动情况下适时充放电并平滑功率输出, 从而有效减轻对电网的影响, 增强电网稳定性与可靠性。同时当电网发生故障或者断电后储能系统可以快速地提供备用电源以保证重要用户用电, 增加了供电连续性与可靠性<sup>[1]</sup>。

### (二) 优化能源资源配置

国网单位覆盖范围较广, 各区域能源资源分布及电力需求也有所差别, 通过光伏储能一体化系统实现太阳能资源就地消纳与

储存来降低能源传输损耗。同时在太阳能资源充足而用电需求少的区域能够储存多余电能, 并在用电需求峰值后释放利用, 进而实现能源资源时空优化配置和能源利用效率。

## 二、国网单位实施光伏储能一体化的可行性分析

### (一) 技术可行性

#### 1. 光伏和储能技术的成熟度与可靠性评估

光伏发电技术在今天已经比较成熟, 其中晶硅太阳能电池转换效率节节攀高、成本越来越低, 它的制造工艺越来越精、设备质量越来越靠前、安装调试越来越规范、运行维护越来越有经验并能够在多种环境中稳定地产生电能<sup>[2]</sup>。同时储能技术亦有了

作者简介: 陈春梅 (1980.03-), 女, 汉族, 湖北公安人, 大学本科, 研究方向: 供电所营销。

明显的发展，锂离子电池和其他电化学储能技术的性能得到了很大的改善，不但充放电效率更高而且循环寿命更长；所有这一切为光伏储能一体化发展奠定了扎实的技术基础并保障了系统可靠性。

## 2. 系统集成与兼容性技术

光伏储能一体化系统在集成技术方面已经比较成熟，本实用新型可针对不同的场景与需求有机集成光伏发电、储能、能量转换与控制单元。通过标准化的接口与通信协议实现了设备之间无缝连接与协同工作，比如在将大型光伏电站融入储能系统时能够实现功率与容量的精准匹配以及系统配置的最优化。同时兼容性技术要确保不同品牌和机型设备互联互通，以便于系统扩展与升级，在减少运维难度的同时增强整体系统稳定性与可靠性<sup>[3]</sup>。

## (二) 经济可行性

### 1. 投资成本分析

国网各单位开展光伏储能一体化工程的投资费用涉及到诸多方面，光伏发电设备的成本受到技术和规模的影响，虽然整体上有降低的趋势但是仍然占有相当大的比例。其中储能设备的造价特别是高性能电池的造价昂贵，而且各种电池的价格相差很大；并且安装调试需要专业的团队来完成，其费用也不容忽视。与此同时土建工程及其配套设施的造价随工程的位置和大小而变化，规模较大的工程也需要考虑土地租赁和接入电网的成本，对各种费用进行全面评价需要精细测算才能保证项目投资合理、经济。

### 2. 运营成本与收益分析

运营成本主要由设备维护、能源消耗、人工构成，其中光伏发电设备的保养比较简单，以定期的清洗与巡检为主；储能设备的维修复杂且费用昂贵，对电池的检测、维修及更换的费用也大。而能源消耗成本关系到系统的效率，人工成本主要由运营模式及规模决定；从收益来看电力销售为主要的收入来源，电价政策会对收益水平产生影响。与此同时参加电网的辅助服务可以得到补偿，例如调峰调频等；在此基础上节能减排的回报也是不容低估的，可以获得相应的补助，这种成本和收益的全面分析需要对市场的变化进行准确的预测和运营策略的优化<sup>[4]</sup>。

## (三) 政策可行性

### 1. 国家能源政策与发展规划支持

我国正在积极推进可再生能源的开发，国家能源政策及发展规划都明确提出要扶持光伏发电及储能，国家能源战略重视太阳能发电的发展并推出补贴政策等多项鼓励政策以促进光伏发电的扩张，对技术研发的扶持则有利于效率的提高与成本的下降。与此同时储能技术被列入科技创新规划、鼓励研发示范等政策氛围的形成，为国网各单位光伏储能一体化项目的开展提供政策导向与发展契机，有利于能源结构转型与可持续发展。

### 2. 地方政府配套政策与激励机制

地方政府在推动当地可再生能源开发方面制定了大量配套政策及激励机制，许多地区都给予光伏发电项目补贴资金以鼓励其投资兴建。同时对于储能，通过投资补贴和税收优惠的扶持促进储能项目的落地，有的地方也启动了示范工程的建设来重点确保工程并网接入等等。另外国网各单位可以充分利用上述政策并根

据本地实际积极布局光伏储能一体化工程，以提升工程经济性与可行性，推动本地能源结构优化与经济发展。

## 三、国网单位实施光伏储能一体化面临的挑战与对策

### (一) 技术挑战与解决方案

#### 1. 光伏储能系统性能优化难题

光伏电池转换效率会受到光照强度和温度等诸多因素的影响而出现衰减问题，储能电池充放电效率、循环寿命等性能指标还需要进一步提升；与此同时光伏储能一体化系统各个部件之间的匹配及协同工作受到了挑战，例如光伏发电功率和储能容量之间的匹配问题以及能量转换单元效率优化问题。针对上述问题需要增加研发投入并探索新的光伏电池材料与结构以提升光电转换效率与稳定性，并且针对储能电池研究开发高性能的电极材料及电解液并对电池管理系统进行优化，促进电池充放电效率及循环寿命的提高。另外采用智能控制算法对系统中各个部件进行动态优化配置并依据实时工况对运行参数进行调节，以改善整体性能<sup>[5]</sup>。

#### 2. 系统安全与可靠性保障

光伏储能系统主要存在电气安全和电池安全隐患，其中电气设备会因为过载或短路而导致火灾或者触电事故的发生。当储能电池处于过充、过放和过热状态时会出现热失控甚至爆炸的现象，所以为了保证系统安全可靠地运行就必须制定严格的安全标准与规范，对设备选型、安装调试直至运行维护等整个过程严格把关。同时要使用先进的电池管理系统来实时监控电池的各种状态，如电压、电流和温度等，一旦检测到任何异常就要立即采取相应的应对措施。在此基础上还要配备健全的消防系统及应急处理机制来强化人员安全培训，以便能够增强突发事件的处置能力。

### (二) 经济挑战与应对策略

#### 1. 初始投资成本高

国网单位开展光伏储能一体化工程所需经费投入巨大，其中光伏发电设备、储能设备及配套设施建设和安装调试所需经费较大，其中储能设备费用比重较大，而现有储能技术费用还比较昂贵导致工程初期投资费用偏高。另外项目的建设规模和地理位置也影响投资成本，针对初始投资成本过高的现状可以采取如下策略：首先是大规模采购以集中购置设备来降低采购成本；同时与设备供应商进行长期的合作，以获得更加优惠的价格及服务。其次是对项目设计与施工方案进行优化来使设备配置与工程建设成本得到合理减少并且达到技术要求，比如利用高效光伏组件及储能系统来提高能量转换效率、减少器件数量等。在此基础上要积极寻求国家及地方政府补贴资金、税收优惠及其他政策支持，政府支持可再生能源及储能项目政策能有效减轻项目资金压力并降低投资成本<sup>[6]</sup>。除此之外还要探索多元化的融资渠道，如银行贷款、债券融资、股权融资等方式来合理地安排融资结构，以便能够降低融资成本并给项目以足够资金保障。

#### 2. 储能成本占比较大

在光伏储能一体化工程中储能成本是经济性最主要的因素。当前储能技术虽有所进步但其成本依然居高不下，特别是电池成

本,其储能电池在寿命、能量密度、充放电效率等性能指标上也会显着影响其成本。同时储能系统运行和维护成本不可忽略,为了降低储能成本可以从如下几方面着手:第一,促进储能技术不断创新与进步,开发新型储能技术与材料以改善储能电池性能并降低成本,如新一代锂离子电池的开发与新型液流电池的研制等,在降低制造成本的前提下增加了能量密度并且延长了循环寿命<sup>[7]</sup>。第二,对储能电池梯次利用进行研究,利用退役电动汽车电池等为储能领域提供能源使其充分利用剩余电能来减少储能成本;并且通过构建完整的电池评估与筛选体系保证梯次利用电池安全可靠。第三、对储能系统运行策略进行优化,针对电力市场价格波动及用户需求合理分配储能系统充放电时间以提高储能系统使用效率并降低运营成本,应强化储能产业链协同来推动上下游企业间协作,以规模效应与技术创新来降低成本。

### (三) 政策与市场挑战及解决措施

#### 1. 政策支持力度有待加强

尽管国家及地方政府相继推出多项扶持光伏储能一体化的相关政策,但是在具体实施过程中还需要进一步强化政策扶持,其部分政策执行力度不够、补贴资金不能及时拨付,税收优惠政策难以落实都会影响企业投资积极性及项目进度<sup>[8]</sup>。另外政策稳定性与持续性有待进一步提升,企业长期政策预期不确定不利于工程规划与建设;而针对政策支持不到位的情况,国网各单位要主动与政府部门进行沟通协调来及时反映工程实施中存在的难点问题,获得更大政策支持及资金补贴。在此基础上还要建立政策跟踪与反馈机制及时掌握政策实施情况并评价其实施效果,以期为政府部门政策调整与优化提供参考依据,政府部门要加大政策执行力度、明确责任部门、工作流程等来保证补贴资金按时足额到位、税收优惠政策得到平稳实施。除此之外还应提升政策稳定性与持续性,确立长远发展规划与政策目标,给企业一个稳定的政策环境以提升其投资信心<sup>[9]</sup>。

#### 2. 电力市场机制不完善

目前我国电力市场机制还不够健全,对光伏储能一体化系统

接入、运行及交易都有一定的制约与阻碍作用,同时电力市场交易规则不清晰、价格形成机制不尽合理等问题使得光伏储能一体化项目参与市场竞争面临着不公正的对待,很难实现自身应有的经济价值。另外我国电力辅助服务市场建设尚处在初级阶段,其市场机制不够完善、补偿标准不够清晰等问题影响着光伏储能一体化系统在辅助服务方面的参与热情,所以要完善电力市场机制就需要加快电力市场改革的步伐并且建立和健全电力市场交易规则与价格形成机制。在此基础上要明确光伏储能一体化系统进入电力市场的定位及准入条件并规范接入及运行管理,健全电力市场价格体系并充分考虑光伏发电间歇性、储能调节作用等因素,建立合理电价政策激励储能系统在用户侧进行配置<sup>[10]</sup>。除此之外要强化电力辅助服务市场来确定辅助服务类型、标准及补偿机制等以增强辅助服务市场透明度与公平性;建立辅助服务市场考核评价机制来监督管理辅助服务相关企业,在保障服务质量的同时维护市场秩序,从而推动了该系统的健康成长。

## 四、结语

国网单位推行光伏储能一体化有利于提升电网稳定性和可靠性,在优化能源资源配置的同时迎接电力市场改革的诸多需求。在技术可行性方面,光伏及储能技术成熟度越来越高且系统集成及智能控制技术日臻完善,对工程实施起到技术支持作用。从经济可行性上看尽管初期投资成本较大,但是在技术进步与政策支持下预计运营成本将会下降其收益前景也会相当广阔;并且从经济效益评估指标与方法的合理分析来看该项目在经济上是可行的。另外在政策可行性方面,政府及地方政府推出多项支持政策为该项目的开展营造有利的政策环境,但在执行中还面临着来自技术、经济、政策及市场方面的诸多挑战,必须从强化技术研发来优化成本控制,寻求政策支持及健全市场机制等方面进行应对,才能实现可持续发展并对我国能源转型与电力事业的发展起到积极的推动作用。

## 参考文献

- [1] 吴建春. 光伏发电系统建设实用技术 [M]. 重庆大学出版社:2015.04.196.
- [2] 杨彩梅, 辛星志, 石福浩. 基于光伏/储能的油田机采电气系统的仿真分析 [J]. 石油石化节能, 2021, 11(10): 19-23+10004.DOI: 10.3969/j.issn.2095-1493.2021.10.006.
- [3] 宿小明. 光伏与储能一体化系统控制技术研究 [D]. 黑龙江省: 哈尔滨工程大学, 2018.
- [4] 游广增, 陈宇, 陈孝元, 等. 考虑短时负荷调峰-长时光伏消纳的液化空气储能系统建模及经济性评估 [J]. 南方电网技术, 2023, 17(12): 90-100+118.DOI: 10.13648/j.cnki.issn1674-0629.2023.12.011.
- [5] 李嘉, 骆凯波, 郭宏磊, 等. 光储一体化微电网及其系统控制策略 [J]. 电力电子技术, 2022, 56(11): 101-105.
- [6] 史明明, 张宸宇, 陈杰, 等. 光储并一体化变换器的多模态控制与分析 [J]. 电力电子技术, 2021, 55(07): 88-92.
- [7] 田路遥. 光伏储能系统在零能耗建筑的应用 [J]. 智能建筑电气技术, 2024, 18(01): 93-99.
- [8] 谢方静, 李慧娟. 基于光伏储能的低碳校园技术研究 [J]. 广东化工, 2023, 50(21): 63-65.
- [9] 闫林, 郭海东, 卢耀峰. 光伏储能一体化自动发电控制研究 [J]. 中国高科技, 2023, (17): 108-109+146.DOI: 10.13535/j.cnki.10-1507/n.2023.17.33.
- [10] 张宇翔, 何海艳, 黄骏飞, 等. 基于平准化度电净现值模型的轨道交通光伏发电储能一体化项目的经济效益分析 [J]. 城市轨道交通研究, 2023, 26(10): 103-108+115.