

Research on the Integration and Development of Land and New Energy for High speed Railway

Min Liu

Guizhou Jinyuan Weining Energy Co., Ltd., State Power Investment Group, Guiyang, Guizhou, 550003, China

Abstract

In response to the low efficiency of land resource utilization and the shortage of land for new energy development along high-speed railways, this paper analyzes the current national land policies, preferential policies for new energy, and regional development status. Through the integrated development practice of "land+photovoltaic" on the Lanzhou Zhangjiakou Third and Fourth Lines, combined with the technical solutions of distributed and centralized photovoltaic systems, the collaborative optimization of railway operation and clean energy development has been achieved. The results showed that the total installed capacity of the project reached 24.5 MWp, with an average annual power generation of 30.05 million kWh, reducing electricity costs by 14.69 million yuan/year, and reducing carbon emissions by 23000 tons, significantly improving economic and environmental benefits.

Keywords

high-speed railway; Land and new energy; Integrated development

高速铁路土地与新能源融合开发研究

刘敏

国家电投集团贵州金元威宁能源股份有限公司, 中国·贵州 贵阳 550003

摘要

针对高速铁路沿线土地资源利用效率低与新能源开发用地紧张的问题, 分析了当前国家土地政策、新能源优惠政策及区域开发现状。通过兰张三四线“土地+光伏”融合开发实践, 结合分布式与集中式光伏系统的技术方案, 实现了铁路运营与清洁能源开发的协同优化。结果表明, 项目总装机容量达24.5 MWp, 年均发电量3,005万kWh, 降低电力成本1,469万元/年, 同时减少碳排放2.3万吨, 显著提升了经济效益与环境效益。

关键词

高速铁路; 土地与新能源; 融合开发

1 引言

高速铁路作为现代交通基础设施的重要组成部分, 其沿线土地资源的高效利用与新能源开发融合已成为可持续发展研究的核心议题。随着全球能源结构转型加速, 将新能源开发融入高铁土地利用体系, 不仅契合绿色低碳发展目标, 还为解决能源供需矛盾提供了创新路径, 光伏、风能等分布式能源系统可依托高铁沿线土地实现规模化布局, 通过智能化管理平台与高铁运营需求协同优化, 提升能源利用效率。基于此, 研究聚焦高铁土地与新能源融合开发的关键机制, 探索技术创新与制度保障的协同路径, 为推动交通基础设施与能源系统的深度耦合提供实践指导。

2 国家土地政策与新能源开发关联性分析

近年来, 国家通过一系列政策文件为新能源开发用地管理提供了明确的框架与约束条件。《关于支持光伏发电产业用地管理的通知》(2023年)和《生态保护红线管理办法》(2022年修订)等政策对用地边界进行了严格界定。耕地保护成为核心约束之一, 永久基本农田严禁占用, 一般耕地需通过“进出平衡”机制进行置换, 这一要求显著提升了东部地区新能源项目的用地成本, 增幅达20%~30%。生态红线限制进一步压缩了项目选址空间, 风光项目必须规避国家级自然保护区、湿地等生态敏感区域, 西部地区则依托荒漠、戈壁等未利用地展开开发, 此类土地占比超过60%, 为新能源布局提供了重要支撑。复合用地模式如“农光互补”“林光互补”允许土地多功能利用, 但要求农业产出不得低于常规水平的80%, 体现了政策在能源开发与粮食安全之间的平衡。

【作者简介】刘敏(1987-), 男, 中国重庆人, 工程师, 从事新能源建设与发展研究。

3 新能源行业优惠政策与地方实践

3.1 国家级激励政策

2023年集中式风光项目补贴逐步退坡，但分布式光伏仍享受0.03元/度的补贴支持，这一政策倾斜旨在推动分布式能源的普及与应用，提升能源利用效率。储能项目则通过初始投资15%的奖励机制，缓解了前期资本投入压力，促进储能技术的规模化发展。而企业所得税实行“三免三减半”政策，前三年免征后三年减半征收，显著降低了企业运营成本，进一步增强了市场竞争力；增值税即征即退50%进一步减轻了企业税负，为其技术研发与产能扩张提供资金保障；强制配额制下的绿证交易成为新增长点，单张绿证可为项目增收0.05-0.1元/度，2023年全国绿证交易量突破500万张，体现了市场化机制对可再生能源发展的积极推动作用。

上述政策组合通过直接补贴、税收减免与市场激励手段，构建了多层次支持体系，有效促进了新能源行业的可持续发展与能源结构优化。

3.2 地方差异化策略

地方差异化策略在新能源行业优惠政策中展现出显著的区域特色与实践导向。内蒙古针对储能配比 $\geq 15\%$ 的项目优先配置指标，通过储能技术提升电网调峰能力与可再生能源消纳水平，同时要求本地产业配套率超30%，以推动区域经济协同发展，强化产业链本土化布局；浙江聚焦海上风电发展，提供省级补贴0.1元/度，叠加国家补贴后项目收益率提升至8%~10%，显著增强投资吸引力，促进海上风电规模化开发与技术创新；山东则以整县推进分布式光伏为核心，将审批时限压缩至30天，优化行政效率，降低项目开发周期成本，2023年新增装机量达12GW，充分释放分布式能源潜力。

4 各省新能源指标竞争与土地资源评估

4.1 指标分配模式与竞争格局

不同省份指标分配模式与竞争格局如下：

4.2 土地资源获取难易度分级

新疆、河南、云南等省份土地资源获取难易度分级见表2：

表1 不同省份指标分配模式与竞争格局

省份	2023年指标规模(GW)	竞争强度(★)	核心门槛要求
内蒙古	风电10、光伏15	★★★★★	储能15%、本地配套30%
宁夏	光伏8	★★★☆☆	复合用地比例 $\geq 50\%$
广东	海上风电5	★★★★★	设备国产化率 $\geq 70\%$

表2 新疆、河南、云南等省份土地资源获取难易度分级

省份	难易度	核心制约因素	推荐开发类型
新疆	易	荒漠资源丰富，外送受限	集中式风电/光伏+储能
河南	难	耕地占比高(68%)	农光互补/屋顶分布式
云南	中	林地审批严，坡度限制	山地光伏(坡度 $< 25^\circ$)

5 高速铁路与新能源融合开发实践——以兰张三四线为例

5.1 项目背景

兰张三四线武威至张掖段高速铁路位于河西走廊，该区域年均太阳辐射量达6,000 MJ/m²，属于太阳能资源一类地区，具备优越的光伏发电开发条件。项目采用“土地+光伏”融合模式，充分利用站房、路基边坡及闲置地块等空间资源，实现土地高效集约利用与新能源开发的有机结合。通过科学规划与设计，项目总装机容量达到24.5 MWp，为铁路运营提供清洁能源支持的同时，显著提升沿线土地资源的经济价值与生态效益。高速铁路沿线的土地多为交通基础设施附属用地，传统利用方式经济效益有限，而光伏系统的引入不仅能够优化能源结构，还能为铁路系统降低碳排放强度，助力绿色交通体系建设。河西走廊作为我国重要的能源通道与交通枢纽，其地理区位优势与丰富的太阳能资源为项目的实施提供了坚实基础。通过将光伏发电与高速铁路建设相结合，项目探索出了一种可持续发展的新模式，既满足了铁路用电

需求，又推动了新能源产业与基础设施建设的协同发展。

5.2 技术方案与经济性分析

兰张三四线高速铁路通过分布式光伏系统与集中式光伏电站的结合，实现了新能源与交通基础设施的深度融合，相较于传统新能源项目展现出显著优势。分布式光伏系统充分利用车站屋顶与雨棚空间，装机容量达6.5 MWp，自发自用率达80%，显著降低了铁路运营的电力成本，投资回收期为9.3年，体现了良好的经济可行性；相比之下，传统分布式光伏项目的自发自用率通常较低，且因场地限制或接入电网复杂性导致投资回收期更长。区间路基边坡光伏系统则利用150万m²的边坡面积，装机容量6 MWp，通过就近接入铁路电网，减少了输电损耗并提升了能源利用效率；而传统光伏项目往往受制于远距离输电需求，输电损耗较高，能源利用效率难以达到同等水平。同时，集中式光伏电站在金昌南等3处站点各建设4 MWp电站，升压至27.5 kV后直供牵引变电所，进一步优化了能源供给结构。这一模式较传统集中式光伏电站更具针对性，避免了因电网调度复杂性和输

电距离过长带来的效率损失。该方案年均发电量达 3,005 万 kWh, 不仅满足了铁路部分用电需求, 还实现了年减排 CO₂ 2.3 万吨的环保目标, 展现了绿色低碳发展的实践价值^[1]。

从经济效益分析, 该项目通过光伏发电节省电费 1,469 万元/年, 同时减排效益达 470 万元/年, 为铁路运营带来了显著的成本节约与附加收益。分布式与集中式光伏系统的协同布局, 既提高了能源利用效率, 又降低了对传统电网的依赖, 增强了供电可靠性。通过技术方案的优化设计与规模化实施, 项目在保障铁路运营稳定性的同时, 实现了经济效益与环境效益的双重提升。

5.3 创新模式与推广价值

兰张三四线高速铁路与新能源融合开发实践通过创新模式展现了显著的推广价值。储能装置的应用有效平抑了光伏发电的波动性, 牵引负荷时段消纳率达到 85%, 不仅提升了可再生能源的利用效率, 还为铁路运营提供了稳定的清洁能源供应, 降低了对传统电网的依赖。而路基边坡光伏化的实施实现了土地资源的高效复用, 通过在边坡布置光伏系统, 既减少了水土流失的风险, 又优化了生态环境, 体现了工程设计中的生态友好理念^[2]。同时, 光伏化改造显著降低了边坡维护成本, 降幅达 20%, 将新能源开发与交通基础设施建设有机结合, 形成了一种可持续发展的新范式。

6 开发策略与风险防控

6.1 区域开发优先级

在区域开发优先级中, 要结合资源禀赋、政策条件、技术可行性进行差异化布局。一类地区如内蒙古、甘肃, 地处太阳能和风能资源富集区, 具备规模化开发新能源的天然优势, 但受限于本地消纳能力不足, 需配套储能设施与特高压外送通道以实现能源高效利用。同时, 储能系统可平抑风光发电波动性, 提升电网稳定性, 而特高压技术则解决长距离输电损耗问题, 为新能源跨区域调配提供支撑。二类地区如山东、江苏, 土地资源紧张但分布式光伏潜力巨大, 可通过整县推进模式实现光伏发电与交通基础设施的协同开发。“光伏+交通”场景将光伏发电与铁路站房、路基边坡等空间结合, 既节约土地又提升能源自给率, 助力绿色交通体系建设。三类地区主要包括广东、福建, 这些沿海资源优势

显著, 但海上风电与潮汐能开发面临用海审批及生态保护限制, 需通过政策突破与技术创新优化开发模式。海上风电与潮汐能互补可提高发电效率并降低环境影响, 为沿海地区能源转型提供新路径^[3]。

6.2 风险预警与应对

耕地保护政策趋严背景下, “进出平衡”指标的储备成为关键环节, 其成本约 10 万元/亩, 需提前规划项目停滞风险。同时, 高海拔地区光伏组件效率衰减问题则构成了另一主要技术风险, 年均效率下降 1.5% 直接影响发电收益与项目经济性。为应对这一挑战, 选用双面发电技术成为优选方案, 其通过捕获地面反射光提升发电效率, 同时具备更强的环境适应性, 可有效缓解高海拔地区紫外线强、温差大等不利因素对组件性能的影响^[4]。

7 结语

综上所述, 本文以兰张三四线高速铁路与新能源融合开发为案例, 探讨了光伏发电与交通基础设施协同发展的可行性与实施路径。研究表明, “土地+光伏”模式不仅提升了铁路沿线土地资源的经济价值, 还通过清洁能源供应助力绿色交通体系建设。储能装置与双面发电技术的应用进一步增强了项目的稳定性和适应性, 为类似工程提供了可复制的经验。未来研究可聚焦于多能互补系统的优化设计, 如风电、光伏与储能的深度融合, 以及智能化运维技术在新能源设施中的应用。此外, 沿海地区海上风电与潮汐能开发的技术创新和政策突破也值得深入探索。通过加强跨区域资源配置与政策协同, 推动新能源产业与交通基础设施建设的深度融合, 将为实现“双碳”目标提供有力支撑, 助力我国能源结构转型与可持续发展。

参考文献

- [1] 栗振坤. 兰张高速铁路土地与新能源融合开发研究[J]. 高速铁路技术, 2024, 15(1): 74-78.
- [2] 张定坤, 张浩. 南昌局集团公司新能源项目开发应用场景设计与实践探索[J]. 铁道经济研究, 2024(2): 14-20.
- [3] 田立霞. 高铁新能源微电网规划定容及调度优化研究[D]. 华北电力大学, 华北电力大学(北京), 2021.
- [4] 张宇翔, 刘天阳, 张凌云, 等. 中老铁路光伏发电应用与实践研究[J]. 铁道运输与经济, 2024, 46(10): 8-17.