

风光互补新能源系统在偏远地区的适用性及经济性分析

张全跃, 陈航

贵州金元智慧能源有限公司, 贵州 贵阳 550018

DOI:10.61369/EPTSM.2025050014

摘 要 : 现阶段处于全球能源结构向清洁能源转型的时代, 风光互补新能源系统凭借其可再生、环保且能充分利用自然资源的特点, 成为了解决偏远地区能源供应问题的重要方案。基于此, 本文结合偏远地区的地理环境、能源需求及现有能源供应状况, 深入地分析了该系统在偏远地区的适用性, 其中包括资源适配性、技术可行性和环境友好性等多个方面。接着再从初始投资、运营维护成本、能源收益及社会效益等角度, 对于其经济性进行了详细的探讨。

关 键 词 : 风光互补新能源系统; 偏远地区; 适用性; 经济性; 能源供应

Analysis of the Applicability and Economic Viability of Wind-solar Complementary New Energy Systems in Remote Areas

Zhang Quanyue, Chen Hang

Guizhou Jinyuan Smart Energy Co., Ltd., Guiyang, Guizhou 550018

Abstract : In the current stage, we are in an era of global energy structure transformation towards clean energy. Wind-solar complementary new energy systems, with their renewable, environmentally friendly, and efficient utilization of natural resources characteristics, have become an important solution for addressing energy supply issues in remote areas. Based on this, this paper combines the geographical environment, energy demand, and existing energy supply status of remote areas to deeply analyze the applicability of this system in remote areas, including resource compatibility, technical feasibility, and environmental friendliness among other aspects. Then, from the perspectives of initial investment, operation and maintenance costs, energy benefits, and social benefits, it thoroughly discusses its economic viability.

Keywords : hybrid renewable energy system combining wind and solar power; remote areas; applicability; cost-effectiveness; energy supply

引言

能源是社会经济发展的重要基础之一, 对于偏远地区而言, 能源供应更是关乎当地居民生活质量提升、产业发展及社会稳定的关键因素。然而, 由于地理位置偏远、地形复杂、交通不便等众多原因, 许多偏远地区长期都面临着能源短缺、供应不稳定且成本高昂的问题。此时, 常见的传统化石能源供应方式不但需要大量的运输成本, 还会对当地的生态环境造成破坏。因此使用风光互补新能源系统, 即将风能发电与太阳能发电相结合, 以充分地利用两种能源在时间和空间上的互补性, 达到提高能源供应稳定性和可靠性的目的。因为这种系统无需依赖传统的电网基础设施, 所以非常适合在电网难以覆盖的偏远地区应用。

一、风光互补新能源系统在偏远地区的适用性分析

(一) 资源适配性

偏远地区大多数都拥有丰富的风能和太阳能资源, 它们地处高原、山区或草原, 而这些地区地势开阔、遮挡物少, 风力资源非常丰富, 这恰好为风光互补新能源系统的应用提供了良好的自然基础。例如我国的青藏高原、内蒙古草原等地区, 年平均风速

都较高, 已然具备了大规模开发风能的潜力。同时上述这些地区大多数海拔都较高, 空气稀薄使得太阳的辐射强度较大, 因此太阳能资源也十分的充足。风光互补新能源系统则能够充分地利用起偏远地区的风能和太阳能资源, 进而实现两种能源的互补利用。从时间方面来看, 风能在夜间和冬季往往更为丰富, 而太阳能在白天和夏季表现更佳, 将两者进行结合就可以有效地弥补单一能源供应的间歇性和不稳定性^[1]。若从空间方面入手, 不同的地

作者简介: 张全跃 (1971.01-), 男, 侗族, 贵州岑巩人, 学历: 大专, 从事的研究方向或工作领域: 新能源开发、建设。

理位置可能会存在着风能和太阳能资源分布的差异，但风光互补系统可以根据当地的实际资源情况进行灵活地配置，使得能源的利用效率得以增高。

（二）技术可行性

新能源技术的不断进步，使得风光互补新能源系统的技术也在日益成熟，为其在偏远地区的应用提供了可靠的技术保障。尤其是在发电技术方面，风力发电机和太阳能电池板的效率在不断地提高，成本还逐渐地降低了。目前主流的风力发电机的发电效率可达30%–40%，太阳能电池板的转换效率也能达到15%–25%，已然能够满足偏远地区的能源需求。针对于偏远地区的特殊环境，相关设备在设计上也进行了针对性的优化，比如提高了设备的抗风沙、抗严寒、抗腐蚀能力，使其能够较好的适应偏远地区恶劣的气候条件。

同时储能技术也是风光互补新能源系统的关键技术之一，在近些年也取得了显著的进展。其核心在于蓄电池性能在不断地提升，循环寿命延长的同时充放电效率得到了提高，且成本出现了持续地下降。甚至新型储能技术如锂离子电池、飞轮储能等也在逐步地进行推广和应用，以此为系统的储能提供了更多的选择。

（三）环境友好性

偏远地区往往拥有着独特的生态环境，此类环境的生态系统较为脆弱，所以对能源开发的环境要求比较高。但风光互补新能源系统作为一种清洁能源利用方式，具有显著的环境友好性。与传统的化石能源相比来看，风光互补新能源系统在发电过程中不会产生二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等污染物，也不会排放烟尘和废渣，因此有效地减少了对当地空气、水和土壤的污染，有助于保护当地的生态环境。

在能源开发的过程当中，风光互补新能源系统也不需要大规模的开采和运输，进而减少了对地表植被的破坏和对地质结构的影响。与水电站、火电站等大型能源项目进行比较发现，其占地面积小，因此对生态环境的影响范围有限，且项目在建成后非常易于恢复^[2]。

二、风光互补新能源系统在偏远地区的经济性分析

（一）初始投资成本

风光互补新能源系统的初始投资主要包括了设备采购成本、运输成本、安装调试成本等等。其中设备采购成本是初始投资的主要组成部分，涵盖了风力发电机、太阳能电池板、储能设备、控制器、逆变器等设备的费用。现阶段随着新能源产业的快速发展，相关设备的价格呈现出了下降的趋势。运输成本在偏远地区的初始投资中也占有一定的比例。由于偏远地区的交通不便，导致设备运输的难度大，加上运输距离比较远，致使运输的费用相对较高。特别是对于一些大型设备，像风力发电机的塔架、风车等，还需要特殊的运输工具和运输方案，所以进一步地增加了运输的成本。而安装调试成本主要有土建工程费用、安装人工费用和调试费用等等。对于偏远地区来说，由于地形复杂、施工条件

艰苦，因此土建工程的难度较大，成本也相对较高。同时安装和调试人员还需要前往偏远地区进行作业，其差旅费、人工费等也间接地增加了安装调试的成本^[3]。

虽然风光互补新能源系统的初始投资相对较高，但与传统的电网延伸方案相比来说，在一些地理位置极其偏远的地区，其初始投资可能更具优势。原因是传统的电网延伸需要建设大量的输电线路和变电站，如此一块不仅投资巨大，而且建设周期很长，那么对于人口稀少、分散的偏远地区来说，经济性便比较差。

（二）运营维护成本

风光互补新能源系统的运营维护成本由设备维护费用、人员工资、保险费用等组成。首先是设备维护费用，它包括了定期地检查、清洁、更换易损部件等费用。因为风力发电机需要定期地对轴承、齿轮箱等部件进行润滑和检查，太阳能电池板也需要定期地清洁以保证其发电效率，储能设备还需要进行定期维护以延长其使用寿命。但偏远地区的设备维护难度较大，导致维护人员的出行和设备的运输成本较高，所以设备维护的费用就相对较高。但随着设备可靠性的提高和维护技术的进步，相信设备的故障率也会逐渐地降低，此时维护周期便会延长，维护成本也会随之逐步下降。

其次为人员工资，主要是指系统管理人员和维护人员的薪酬。就小型的风光互补新能源系统来说，通常可以由当地居民经过培训后兼任维护工作，此举可以降低人员工资的成本。而对于大型系统，依然需要专业的维护人员进行管理和维护，因此人员工资的成本相对较高。此外便是保险费用，该项费用是为了应对系统可能发生的意外损坏而支付的费用，像自然灾害、设备故障等等。一般情况下，保险费用的高低与系统的规模、价值以及当地的风险状况有关。

（三）能源收益

能源供应的成本节约和能源销售收益两个部分统称为风光互补新能源系统的能源收益。从成本节约方面入手而言，如果偏远地区的居民和企业使用风光互补新能源系统，就可以减少对于传统化石能源的购买，以此便节约了能源方面的支出^[4]。甚至在一些有条件的偏远地区，多余的电能还可以通过微型电网或者是储能设备进行储存，然后再出售给周边地区或接入国家电网，进而获得能源销售收益，即能源供应的能源销售收益。

（四）社会效益

实践当中，风光互补新能源系统在偏远地区的应用不仅仅具有经济效益，还具有非常显著的社会效益，具体阐述如下。因为充足的电力可以保障居民的照明、取暖、制冷等基本生活需求，进而促进了家用电器的普及，也就提高居民的生活质量。同时稳定的能源供应还可以为当地的学校、医院等公共服务设施提供电力支持，直接地改善了当地的教育和医疗条件。不仅如此，许多偏远地区都拥有丰富的特色农产品和旅游资源，只是由于能源短缺，才导致相关产业的发展受到了限制。可充足的电力可以为农产品加工、旅游设施建设等提供能源方面的保障，使得当地产业得到升级和发展，以此能够增加当地的经济收入。

另外该系统的应用还有助于减少偏远地区对传统化石能源的

依赖，进而降低能源供应的风险。因为传统的化石能源供应受到了国际市场价格波动、运输条件等因素的影响较大，而风光互补新能源系统利用的是当地的可再生能源，所以能源供应具有较强的自主性和稳定性，为当地的能源安全提供了保障。

三、案例分析——以威宁县迤那镇分布式光伏发电项目为例

威宁县迤那镇地处偏远，该地以往能源供应比较依赖于传统电网延伸与少量化石能源，此方式成本高且稳定性差。为了改善能源现状，在当地引入了分布式光伏发电项目，因而成为了风光互补新能源系统在偏远地区应用的典型案例。

（一）项目背景与目标

迤那镇拥有充足的太阳能资源，它年日照时数较长且太阳辐射的强度大，具备了发展光伏发电的天然优势。同时当地居民生活用电及小型产业用电需求的增长，传统的能源供已经难以满足，能源成本也居高不下，进而制约了当地经济发展。在此背景之下，分布式光伏发电项目旨在利用本地太阳能资源，实现能源的自给自足，在降低能源成本的同时可以提升能源供应稳定性，最终促进当地可持续发展。

（二）系统设计详情

结合当地的环境与市场情况，该项目最终选用了单面型540Wp 单晶硅电池组件。此类组件的效率稳定，市场占有率比较高，证明能有效地满足项目发电需求。哪怕当地的气候多变，时有风沙天气，可单晶硅组件抗风沙、抗腐蚀能力强，能够保障其长期稳定的运行。而在光伏阵列运行方式上，考虑到了系统的可靠性及场址区实际条件，在项目当中全部采用了固定式的安装方式。虽然自动跟踪式发电量更高，但该装置的初始投资大、维护复杂。加之当地的地形复杂且交通不便，所以还是选择了初始投资低、维护简单的固定式安装。逆变器选型则采用了组串式逆变器，即根据屋顶面积的差异，选用了25kW、17kW、8kW 三种规格，共计210台。原因是组串式逆变器适合分布式光伏电站，其中多路MPPT 跟踪可以减少组件差异与遮挡影响，以此提高发

电效率。

（三）发电量计算结果

以当地多年的平均太阳辐射数据及光伏组件光电转换特性为根据，经计算明确本次项目的理论发电量可观。但由于考虑到了组件衰减、环境因素等方面的影响，最终项目首年的上网发电量为580.34万kW·h，利用小时数为1223.46h。而在运行期25年内，年平均发电量是541.25万kW·h，总发电量达到了13531.34万kW·h。与预期对比来看，发电量与预期基本相符，仅在部分月份因天气异常略有波动，可通过优化组件布局、加强设备维护，发电量的稳定性有了逐步地提升。

（四）项目优势与效益

该项目有效地提升了能源供应稳定性，并减少了对于外部能源的依赖。即以往旱季水电供应不足时用电非常紧张，可现有光伏发电用于补充电力，使居民与产业用电得到了保障。在此基础上，还降低了能源成本，直接地减少了居民电费方面的支出。同时因为光伏发电清洁无污染，所以减少了二氧化碳等污染物的排放，保护了当地的生态环境，进而促进了该地的可持续发展。

（五）案例总结与启示

威宁县迤那镇分布式光伏发电项目的成功应用，直接为偏远地区提供了借鉴价值。此项目因地制宜选择了系统方案，以此充分地发挥出了风光互补新能源系统优势。可提醒相关人员在实践当中要更加重视技术创新、资金筹集与政策支持，如此才可以确保项目顺利地实施与长期稳定地运行，最终才能为偏远地区能源转型与经济发展注入新的动力。

四、结语

虽然目前已有部分偏远地区开始尝试应用风光互补新能源系统，但对于该系统在不同偏远地区的具体适用性以及经济性的全面评估仍有待更为深入的研究。本文就对于风光互补新能源系统在偏远地区的适用性和经济性进行了系统地分析，并且结合威宁县迤那镇分布式光伏发电项目进行了论述，相信可以推动该系统在偏远地区进行广泛地应用。

参考文献

- [1] 李亮, 胡伟, 侯诗文, 等. 远程控制风光互补提水系统的应用[J]. 水电能源科学, 2022, 40(11): 189–192.DOI: 10.20040/j.cnki.1000-7709.2022.20212492.
- [2] 卢化滨, 付振常. 风光互补发电系统在工程中的应用的可行性分析[J]. 山西建筑, 2011, 37(10): 126–127.
- [3] 周开平. 风光互补新能源项目在偏远地区的应用实践[J]. 城市地理, 2024, (18): 220–222.
- [4] 杨卫华, 宋旭飞, 蒋康乐, 等. 风光互补联合制氢系统在河北省不同地区的适用性分析[J]. 节能, 2018, 37(08): 64–68.DOI: 10.3969/j.issn.1004/7948.2018.08.019.
- [5] 李睿. 温室太阳能供暖系统构建与性能评价[D]. 西北农林科技大学, 2024.DOI: 10.27409/d.cnki.gxbnu.2024.003037.
- [6] 马旭. 资源与需求耦合下分布式能源共生价值优化模型研究[D]. 华北电力大学(北京), 2022.DOI: 10.27140/d.cnki.ghbbu.2022.001666.
- [7] 李争, 张蕊, 孙鹤旭, 等. 可再生能源多能互补制-储-运氢关键技术综述[J]. 电工技术学报, 2021, 36(03): 446–462.DOI: 10.19595/j.cnki.1000-6753.tces.200332.
- [8] 杨洪朝. 考虑多能互补技术特征的综合能源服务商投资及定价决策方法[D]. 长沙理工大学, 2019.DOI: 10.26985/d.cnki.gcsjc.2019.000766.
- [9] 耿磊. 太阳能—地源热泵供热空调系统的建筑适用性研究[D]. 河北工业大学, 2016.
- [10] 邹雪梅. 太阳能热水系统能效测评方法研究[D]. 山东建筑大学, 2015.