

Exploring the Pathways and Practices of Integrated Development of Distributed Wind and Photovoltaic Power in the Context of Rural Revitalization

Tao Zhang

Guizhou Zhijin Pingyuan Clean Energy Co., Ltd., Bijie, Guizhou, 552100, China

Abstract

Under the joint promotion of the “dual carbon” strategy and rural revitalization, the integrated development of distributed wind and photovoltaic power is an important entry point for achieving energy transformation and economic development in rural areas. This paper systematically analyzes the current status of the integrated development of distributed wind and photovoltaic power, explores its favorable conditions and opportunities in terms of resource utilization and industrial driving, and identifies issues at multiple levels such as technology, land use, market, and operation. It then conducts in-depth research from various aspects including technological innovation, land use coordination, market mechanism optimization, and operational management, summarizing replicable experiences through typical cases to promote the development of distributed energy in rural China and support the implementation of the rural revitalization strategy and green low-carbon transformation.

Keywords

rural revitalization; distributed wind power; distributed photovoltaics; integrated development; development path

乡村振兴背景下分布式风电光伏融合发展路径与实践探索

张涛

贵州织金平远清洁能源有限责任公司, 中国·贵州毕节 552100

摘要

在“双碳”和乡村振兴战略的共同推动下,分布式风电光伏融合发展是实现农村能源转型和经济发展的重要切入点。本文在对分布式风电光伏融合发展现状进行系统分析的基础上,发掘其在资源利用、产业带动等方面的有利条件和机会,并提出在技术、土地、市场和运营等多个层次上存在的问题。由此从技术创新、用地协同、市场机制优化、运营管理等多个层面,对其进行深入研究,并通过典型案例进行总结,总结出可复制的经验,以期为我国农村分布式能源的发展,促进我国乡村振兴战略的实施和绿色低碳转型。

关键词

乡村振兴; 分布式风电; 分布式光伏; 融合发展; 发展路径

1 引言

“乡村振兴”是我国新时期“三农”工作的总括,它包含了“产业振兴”“生态振兴”和“文化振兴”三个方面,而能源是农村经济发展的重要支撑,其清洁、低碳化转型意义重大。分布式风力发电因其建造灵活、离负荷中心近等优势,可高效地利用农村丰富的风光与太阳能,在为农村地区提供绿色电能的同时,也可带动相关产业的发展,带动农民增收。两者相结合,可以达到两种不同类型能源之间的优势互补和协同,进而提高能源使用效率和农村用能结构的优化。但是我国农村地区的分布式风电光伏融合发展开发尚处

在摸索阶段,尚有许多问题需要解决。为此,本文对其一体化发展的途径和实践进行深入的研究,对推动乡村振兴和能源革命具有重要的现实意义。

2 分布式风电光伏融合发展现状剖析

2.1 分布式风电发展现状

截至2024年,我国风力发电系统总装机规模将达到2150万千瓦,比2023年增加28.7%。在科技创新方面,低速风机的研发有了较大的突破,单机能力得到了进一步提高,叶片的材质和设计方法也得到进一步的改善。比如金风公司研制的GW191-6.7MW低速风力机,其叶轮直径191m,在低速3~8m/s时,年发电量比常规风力发电机高20%,大幅提升了风力发电效率,为我国农村特别是中东部、南部低风区的风力发电提供了有力的技术支持。

【作者简介】张涛(1995-),男,中国贵州清镇人,助理工程师,从事电力发电企业风电/光伏研究。

在空间方面,江苏、浙江、安徽、山东等中、西部及南部风力较小的地区,具有较强的地域性。例如江苏省,由于地处沿海和广袤的平原,其风力发电装机容量在国内处于领先地位,截至2024年,总装机将超过380万千瓦。尽管该区域的平均风速只有4~6m/s,但由于人口密度大、工商业发达,对电能的需求较大,因此该区域的分布式风力发电可以在很大程度上降低输电损失,提高能量使用效率。

但是风力发电技术的发展还存在着许多的“瓶颈”,目前我国风电项目多为单机或小规模风电场,无法形成规模效应,造成风电机组每千瓦造价偏高,比集中风电机组高15%~20%。同时农村电网的薄弱也是农村面临的一个突出问题。部分乡村配电网络由于线路老化和变压器容量不足,很难承受大规模的风力发电,在高功率运行下,极易发生电压波动和频偏等现象,严重限制其发展^[1]。

2.2 分布式光伏发展现状

2024年,山东、河北、河南等大型农业省份的新能源装机都超过500万千瓦,例如山东德州,一年平均每户有3500千瓦左右的电力,除去自己的销售费用,每年可获得2000~3000元的利润,部分县市采取“整县推进”的方式,已提高了30%的农户收入。再如河北邯郸的某项目,农户以屋顶资源入股,企业负责投资建设,双方按发电量比例分成,二十年的时间里,农民可以获得4万~6万元的收入。由此采用“上可发电,下可种地”的立体种植模式,江苏盐城的“光电+食用菌”项目,利用2.5米高的太阳能电池板,为蘑菇提供了一个漫射光环境,每年可获得3万元的收入,加上发电收入,是传统农业的3倍以上。另外,采用柔性支撑技术,可将太阳能电池板从地面提高到4~6m,以适应机械化栽培的需要。例如安徽蚌埠的“光电+小麦”工程利用这一新技术,达到每亩小麦产量400kg、发电量较上年同期增加12%的效果。

3 融合发展的优势与机遇

3.1 资源利用优势

我国农村土地辽阔、风光秀丽,具有丰富的风力、太阳能等资源,分布式风力发电与光伏发电的融合开发,可有效挖掘农村闲置土地、屋面等空间资源,达到立体、综合利用的目的。比如在部分农村开放的地方,可以在风力发电工程的基础上,在风机周围的开阔地设置光电模块,将太阳能电池板布置在温室顶部,并在温室周围适当的地方装设一台小型风力发电机。该融合模型可避免单一能量利用带来的土地资源浪费,提高单位面积内的能量输出效率,实现分布式风电光伏融合发展,增强总能量供给的稳定性与可靠性。

3.2 助力乡村振兴的机遇

从能源供给角度看,分布式风电光伏融合发展可为农村地区提供稳定的绿色电能,缓解一些边远地区农村用电紧张的矛盾,提高农村居民用电环境。另外,还可以将多出的

电能送入电网,提高农村集体经济的收益。从行业发展来看,通过建设和运行能源项目,可以带动当地的设备制造、安装维修、物流运输等相关行业的发展,为农民提供更多的工作岗位,并吸引更多的农民工返乡。同时通过发展绿色能源,可以带动乡村旅游和生态农业等新兴产业,为乡村工业的发展提供新的途径。

从增加农民收入的角度来看,农民可以通过出租土地和屋顶获得租金收入,参与项目建设和运营获得劳务收入,以及分享项目的发电收益,从而实现多渠道增收,助力乡村共同富裕目标的实现。

3.3 政策支持与产业发展机遇

近年来,我国各地对新能源的发展给予极大的关注,并相继出台多项政策,以促进分布式风电光伏融合的发展,例如《关于推进风电、光伏发电开发建设的若干意见》《乡村振兴促进法》等办法,还有多个部门都对农村分布式新能源项目进行明确规定,并在项目审批、用地、补贴等方面给予一定的扶持。上述政策将为我国农村分布式风电光伏融合发展提供有力的政策环境与制度保证。与此同时,随着新能源科技的发展,以及产业规模的不断扩张,分布式风力发电装置的成本在不断降低,其技术水平也在逐步提升,而产业链的上下游也在逐步加强。由此减少建造和操作分散在农村的能源工程的费用,提高经济效益,带来技术创新和市场拓展的机遇,推动产业向规模化、高质量方向发展。

4 融合发展面临的挑战

4.1 技术难题

风力发电与光伏发电是两种截然不同的发电方式,风力发电受到风速、风向等因素的影响,产生的能量波动较大;而光电技术则是依靠光线,不能在晚上产生电能。当两者相结合时,如何准确预测并稳定出力是一个很大的技术挑战。这就需要在并网技术方面,考虑风力发电系统的并网对系统的电压稳定、调频、供电品质等带来的冲击,进而保障电网的安全稳定运行,研究新型的并网技术与控制方法。另外,能量存储技术也是限制其进一步发展的重要因素,当前,储能装置成本高、寿命短,在能量密度和充放电效率等方面都有待提高,难以满足分布式风电光伏融合项目对储能的需求,导致部分时段的电能无法有效储存和利用^[2]。

4.2 土地资源与规划协调问题

我国农村土地利用形式比较复杂,涉及耕地、林地、草地和建设用地等多个方面,而土地权属的分布也较为分散。分布式风力发电项目往往会占用一定的耕地,这与农业生产和生态保护等方面存在矛盾。在规划实施的时候,要将农村土地利用总体规划、生态保护红线、基本农田保护等规划衔接好,保证项目建设能够满足国家的土地利用政策及生态保护需要。但是当前我国土地规划审批流程和指标配置中仍存在诸多问题,造成了项目实施难度大、工期长的问题。

另外,在一些农村地区,由于没有统一的用能规划,所以在建设分布式风力发电和光伏发电方面,可能造成资源浪费和生态破坏。

4.3 市场机制与商业模式问题

分布式风电光伏融合发展发电项目具有投入大、工期长、投资回收期长等特点,给其融资带来了一定的困难。当前,我国金融机构对农村分布式能源项目的扶持力度不够、存在融资渠道单一、融资成本高等问题。从交易机制上看,目前中国还处在体制创新阶段,存在着新能源交易制度不完善、消纳电价制度不完善等问题。另外,由于分布式光伏发电带来的电能电网消纳、余电接入、电量结算等环节都面临着巨大的阻碍,严重制约了该工程的经济效益与市场竞争力。同时现存的经营模式比较单一,缺少创新性,难以充分调动社会资本参与乡村分布式能源项目建设和运营的积极性^[1]。

4.4 运维管理挑战

分布式风力发电工程分布广、数量多、设备类型多、运行和管理困难,当前农村能源运营管理专业人才匮乏,运营队伍整体素质不高,不利于有效地开展设备运营与维修工作。同时工程建设中的设备检修、维护、备件更换等运行成本也很高,对工程的正常运行造成很大的压力。另外,由于缺少统一的运行管理平台及信息管理方法,不能对工程进行实时监测与数据分析,很难及早发现隐患,影响运营管理的效率和设备的可靠性。

5 融合发展路径探索

5.1 技术创新路径

分布式风电光伏融合发展需要结合气象、地形地貌等多源信息,构建风光联合电源预报模型,精确预测风、光等电源出力,设计合理的电源调度方案,使之能更好地协同工作。例如开展智能逆变器、柔性直流输电等新型接入技术研究,以提升DG接入系统的适应能力,增强电网的稳定运行能力。在此基础上,进一步研究和开发液流电池、固态电池等新能源存储技术,提升其能量密度、充放电效率及使用寿命,减少能量存储成本。同时大力推进多能互补微网的建设,将分布式风电、光伏、储能与生物质能、氢能等新能源的融合,构建一个自我平衡、自我调节的能源系统,实现能源的协同优化和高效利用。

5.2 土地利用与规划协同路径

优化农村土地使用规划,在国土、村庄等规划中,要对分布式风力发电项目的用地要求进行合理安排,并保留适当的发展空间,还需要明确各类用地的用途、审批程序,优化建设用地程序,提高审批效率,通过土地租赁、入股等形式,将零散土地资源进行整合,形成规模经营。同时加强能源、自然资源、农业、生态等部门的沟通和配合,保证分布式风电和光伏发电项目符合农村发展规划和生态保护需要。由此进行农村能源规划的制定,对风力和光伏发电项目进行

科学的规划,避免重复建设和资源浪费。

5.3 市场机制与商业模式创新路径

完善电力市场交易机制,需要构建适用于分布式发电的电力市场交易制度及电价形成机制,探索新的交易方式,如直接电力交易和辅助服务市场、扩大电力消纳路由以及提升项目收入。加强金融支持,鼓励金融机构研发绿色信贷、绿色债券、融资租赁等适用于农村分布式能源项目的金融产品与服务,以降低项目融资成本。要创新经营模式,大力推行“能源托管”“共享能源”等多种经营方式,积极引导社会资本投资、建设、运营^[4]。比如通过与企业 and 居民签订能源管理合同,为他们提供能源供给、运行管理等方面的“一站式”服务,开展分布式能源的共享交易,实现能源的优化配置和价值最大化。

5.4 运维管理优化路径

建立智能化运维管理体系,采用物联网、大数据、人工智能等技术,对分布式风力发电工程中的设备运行状况进行实时监测,并对其故障预警、远程诊断与智能调度。通过对工程运行数据、维护记录等信息的集成,实现对维护管理的信息化,以及对维护管理的支持。在此基础上,加强运营管理人员的培训,以专业培训和校企合作为手段,培育一批既懂技术又懂经营管理的复合型运营管理人才。同时,通过组建运营服务市场,引进专业运营服务公司,使运营管理服务专业化、社会化,减少运营费用,提升设备运行的可靠性和生命周期。

6 结语

总之在乡村振兴的大背景下,分布式风电光伏融合发展是一项极具战略意义的新兴产业,在技术、土地、市场、运营等方面,通过技术创新、土地利用与规划协同、市场机制与业务模式创新、运营管理优化,可有效促进两者的融合发展。今后,还需要政府、企业、研究机构等各方面的通力合作,进一步健全政策制度,增加科技研发投入,创新发展模式并且强化人才培养,为农村地区的分布式风电与光伏产业的融合发展营造一个有利的环境,从而促进我国乡村振兴与“双碳”目标的实施。

参考文献

- [1] 花蕊,朝乐门.乡村振兴背景下牧区文化与旅游产业深度融合发展的路径探索——基于内蒙古正蓝旗的实地调查[J].安徽农业科学,2024,52(12):128-130.
- [2] 张毓强.乡村振兴背景下巩固拓展脱贫攻坚成果产业发展路径分析——基于山西省汾阳市的探索与实践[J].山西农经,2022(05):121-123.
- [3] 刘娟.产教融合背景下云南乡村振兴路径创新探索与实践[J/OL].中文科技期刊数据库(文摘版)社会科学,2025(2)[2025-03-07].
- [4] 李刚.国土空间规划背景下矿产资源型城市城乡融合发展路径探索:以吕梁市交口县为例[J].中国矿业,2025,34(03):43-50.