

风电技术发展现状与未来趋势研究

陶凌玥 赵倍晨 范仲昊 李玫润 张桓瑞
华能(甘肃)新能源有限公司 甘肃 兰州 730000

摘要: 随着全球能源转型的加速推进,风电作为可再生能源的重要组成部分,其技术发展现状与未来趋势备受关注。本文旨在从技术层面出发,对风电技术的发展现状进行深入剖析,并对其未来趋势进行展望,以期风电行业的可持续发展提供参考。

关键词: 风电技术;发展现状;未来趋势

引言

风能作为一种清洁、可再生的能源,具有广阔的开发前景。近年来,随着技术的不断进步和政策的持续支持,风电行业取得了显著的发展成果。然而,面对全球能源需求的不断增长和环境保护的迫切要求,风电技术仍需不断创新和提升。

1 全球风电市场概况

全球风电市场概况呈现出蓬勃发展的态势。根据全球风能理事会(GWEC)最新发布的数据,截至2023年底,全球风电累计装机容量已经成功突破1000GW的里程碑,达到了惊人的1021GW。这一数据不仅彰显了全球范围内对风能这一清洁能源的广泛认可和积极应用,也预示着风电行业在未来能源结构中的重要地位。中国作为全球风电市场的领头羊,其累计装机容量已经超过了440GW,占据了全球总量的40%以上,这一份额充分体现了中国在推动风能发展方面的坚定决心和显著成效。同时,2023年全球新增风电装机规模达到了116.60GW,与上一年度相比,增长幅度高达50.26%,这一增长速度不仅创下了历史新高,也为全球风电市场的持续发展注入了强劲动力。

2 风电技术发展现状

风电技术,作为新能源科技领域的一颗璀璨明珠,正以其独特的魅力和无限的潜力,引领着全球能源结构的转型与升级。风力发电机组作为风电技术的核心设备,其技术的革新与升级直接推动了整个风电行业的蓬勃发展。同时,海上风电技术和风电运维技术也在不断创新,为风电行业的可持续发展注入了新的活力。

2.1 风力发电机组技术

风力发电机组,作为风电场的核心,其性能的优劣直接影响到风电场的发电效率和经济效益。目前,风力发电机组技术正朝着大型化、智能化和高效化的方向稳步前进,为风电行业的快速发展提供了有力支撑。

2.1.1 大型化

随着科技的飞速进步和制造工艺的日益精湛,风力发电机组的单机容量不断攀升。大型化不仅可以显著提高发电效率,降低单位千瓦的原材料用量和制造成本,还能有效减少风电场的占地面积,提高土地资源的利用率。近年来,陆上风力发电机组的单机容量持续增大,2023年陆风平均单机容量已达到5.4MW,较之前有了显著提升。而展望未来,8-10MW陆风机型的渗透率预计将显著提升,逐渐成为陆上风电市场的主流机型。这些大型机组通过采用更长的叶片、更高的塔架和更先进的传动系统,能够捕捉更多的风能,提高发电效率。

2.1.2 智能化

智能化技术的应用为风力发电机组带来了革命性的变革。通过物联网、大数据和人工智能等前沿技术,可以实现对风力发电机组的远程监控和智能调度,大大提高运维效率和发电质量。智能化风力发电机组具备自我诊断、自我修复和优化运行的能力。它们能够实时监测机组的运行状态,如转速、温度、振动等关键参数,及时发现并处理故障,确保机组安全稳定运行^[1]。同时,智能化技术还可以根据风速、风向等气象条件,自动调整机组的运行参数,如桨距角、功率输出等,以最大化风能利用率和发电效率。此外,智能化技术还可以实现机组的远程启动、停机和维护等操作,降低了人工干预的成本和风险。

2.1.3 高效化

提高风力发电机组的发电效率是风电技术发展的重要方向之一。为了实现这一目标,科研人员不断优化叶片设计、提升传动系统效率和改进发电机性能。高效叶片设计采用先进的空气动力学原理和材料科学成果,使得叶片在更低的风速下就能启动发电,从而提高了风能的利用率。同时,叶片的轻量化设计也降低了机组的整体重量和成本。传动系统的优化则通过采用更高效的齿

轮箱、轴承和润滑系统等措施,减少了传动过程中的能量损失。而发电机的改进则提高了机组的转换效率和稳定性,使得更多的风能能够转化为电能。

2.2 海上风电技术

海上风电作为风电领域的新兴分支,具有资源丰富、发电效率高和占地面积小等优势,是未来风电发展的重要方向。目前,海上风电技术正朝着深远海、大型化和智能化的方向发展,为海上风电的规模化开发提供了有力保障。

2.2.1 深远海

随着海上风电技术的不断进步和成本的降低,深远海风电开发逐渐成为可能。深远海风电项目需要解决长距离输电、海洋环境适应性和运维成本高等问题。为此,科研人员正在积极研发柔性直流长距离输电技术和漂浮式风电技术等新技术。柔性直流输电技术具有输电距离长、损耗小、稳定性好等优点,是解决深远海风电输电难题的有效途径。它采用先进的电力电子技术和控制策略,实现了电能的高效传输和灵活调度^[2]。而漂浮式风电技术则可以使风电机组在深海区域稳定运行,充分利用深海丰富的风能资源。这种技术通过采用先进的浮体设计和锚固系统,确保了机组在恶劣海洋环境下的安全性和稳定性。

2.2.2 大型化

海上风电机组的单机容量和叶片长度不断增大,这是提高发电效率和降低成本的重要途径。大型化不仅可以提高机组的发电能力,还可以减少风电场的机组数量,降低运维成本和维护难度。目前,最大的海上风电叶片长度已经超过100米,未来还有望继续增大。为了实现大型化目标,科研人员正在不断研发新材料、新工艺和新技术。例如,采用碳纤维等轻质高强度材料制作叶片和塔架,可以降低机组的整体重量和成本;采用先进的制造工艺和装配技术,可以提高机组的制造精度和可靠性。

2.2.3 智能化

智能化技术在海上风电领域同样具有广阔的应用前景。通过物联网、大数据和人工智能等技术,可以实现对海上风电场的远程监控和智能调度,提高运维效率和发电质量。智能化海上风电场可以实时监测机组运行状态、海洋环境条件和气象条件等信息,及时发现并处理故障和异常情况。同时,还可以根据实时数据优化机组的运行参数和发电计划,提高风能利用率和经济效益。此外,智能化技术还可以实现机组的远程故障诊断和维修指导,为运维人员提供及时、准确的技术支持和决策

依据。这大大降低了运维人员的工作强度和风险,提高了运维效率和安全性。

2.3 风电运维技术

风电运维技术是保障风力发电机组安全稳定运行的重要手段。随着风电装机容量的不断增大和风电场的日益增多,风电运维服务逐渐成为一个独立的产业,并朝着专业化、规模化和智能化的方向发展。

2.3.1 专业化

风电运维服务的专业化是提高运维效率和质量的重要途径。专业化的运维服务团队具备丰富的运维经验和专业知识,能够针对不同类型和规格的风力发电机组提供全面、专业的运维服务。他们通过定期巡检、故障排查、维修保养等措施,确保机组的正常运行和延长使用寿命。在巡检过程中,运维人员会仔细检查机组的各个部件和系统,及时发现并处理潜在的安全隐患。在故障排查方面,他们运用先进的检测技术和手段,准确定位故障原因,并迅速采取措施进行修复。同时,专业化的运维服务团队还可以为风电场提供技术支持和咨询服务,帮助风电场解决运维过程中的技术难题和疑问。他们可以根据风电场的实际情况和需求,制定个性化的运维方案和计划,确保风电场的稳定运行和最大化发电效益。

2.3.2 规模化

随着风电装机容量的不断增大,风电运维服务逐渐呈现出规模化的趋势。规模化的运维服务可以降低运维成本,提高运维效率和服务质量。通过集中采购、统一管理等措施,可以降低备件采购成本和维修费用。集中采购可以使得运维服务团队以更优惠的价格购买到高质量的备件和材料,从而降低运维成本。统一管理则可以实现资源的优化配置和高效利用,提高运维效率和服务质量^[3]。此外,规模化的运维服务还可以实现资源共享和优势互补,提高运维服务的整体水平和竞争力。不同运维服务团队之间可以相互学习、交流和合作,共同提高运维技能和服务水平,为风电行业提供更好的服务。

2.3.3 智能化

智能化技术的应用为风电运维服务带来了革命性的变革。通过物联网、大数据和人工智能等技术,可以实现对风力发电机组的远程监控和智能运维。智能化运维系统可以实时监测机组的运行状态和性能指标,如转速、温度、振动等关键参数,及时发现并处理故障和异常情况。同时,还可以根据实时数据优化机组的运行参数和维修计划,提高运维效率和发电质量。此外,智能化运维系统还可以实现远程故障诊断和维修指导功能。当机组出现故障时,系统可以自动分析故障原因并提供

相应的维修方案和建议。这大大降低了运维人员的工作难度和风险,提高了运维效率和安全性。同时,智能化运维系统还可以实现数据的实时传输和共享功能,使得运维人员可以随时随地掌握机组的运行状态和性能指标,为决策提供有力支持。

3 风电技术未来趋势

3.1 风机大型化与智能化并进

未来,风机大型化与智能化将成为风电技术发展的核心趋势。在大型化方面,随着材料科学、制造工艺和控制系统技术的不断进步,风电机组的单机容量将持续增大。目前,陆上风电机组的单机容量已经突破10MW大关,而海上风电机组更是朝着20MW甚至更大的方向发展。大型化不仅可以提高风机的发电效率,降低单位千瓦的造价,还能减少风电场的机组数量,降低运维成本。与此同时,智能化技术的应用将进一步提升风电场的运行效率和管理水平。通过集成物联网、大数据、云计算和人工智能等先进技术,风电机组将实现自我感知、自我决策和自我优化。智能化风机能够实时监测运行状态,预测故障并提前进行维护,从而大大提高机组的可靠性和可用性。此外,智能化技术还可以优化风机的控制策略,根据风速、风向等实时数据调整机组的运行参数,进一步提高发电效率。

3.2 海上风电规模化发展

海上风电因其资源丰富、发电效率高、占地面积小等优势,被视为未来风电发展的重要方向。随着技术的不断进步和成本的持续下降,海上风电将迎来规模化发展时期。漂浮式风电技术作为海上风电的新兴领域,将取得更大突破。漂浮式风机可以在深海区域部署,利用更深海域的风能资源,同时减少对近海生态环境的影响。此外,长距离输电技术也将为海上风电的规模化发展提供有力支持。目前,柔性直流输电技术因其输电距离长、损耗小、稳定性好等优点,被广泛应用于海上风电场的电能传输。未来,随着技术的不断成熟和成本的进一步降低,柔性直流输电技术将成为海上风电输电的主流方案。

3.3 风电与其他能源融合发展

未来,风电将与其他能源形式实现更紧密地融合发展。风电与光伏的结合应用将形成风光互补系统,实现

能源的互补和优化配置。在白天光照充足时,光伏系统发电;在夜间或阴天时,风电机组发电。这种互补性可以提高能源系统的整体效率和可靠性。同时,风电与储能技术的结合也将成为未来发展的重要方向。储能系统可以在风电机组发电过剩时储存电能,在风力不足时释放电能,从而平抑风电的波动性,提高电网的稳定性^[4]。此外,风电与氢能、电动汽车等领域的融合发展也将为风电行业带来新的发展机遇。例如,通过电解水制氢技术,可以将风电转化为氢能进行储存和运输;而电动汽车的普及也将为风电提供更大的消费市场。

3.4 国际市场拓展与竞争加剧

随着全球风电市场的不断扩大和竞争的日益激烈,风电企业将面临更加广阔的国际市场机遇和更加激烈的竞争挑战。中国作为全球最大的风电市场之一,其风电企业已经具备了较强的国际竞争力。未来,中国风电企业将加快国际化步伐,积极拓展海外市场,提升国际市场份额。同时,国内风电企业之间的竞争也将更加激烈。随着技术的不断进步和成本的持续下降,风电项目的利润空间将逐渐缩小。为了在市场中保持竞争优势,国内风电企业需要不断加大研发投入,推动技术创新和产业升级。此外,国内风电企业还需要加强与国际同行的交流与合作,共同推动全球风电技术的进步和发展。

结语

风电技术作为可再生能源领域的重要组成部分,其发展现状与未来趋势备受关注。目前,风电技术正朝着大型化、智能化和高效化的方向发展,海上风电成为未来风电发展的主流方向。未来,随着技术的不断创新和成本的降低,风电技术将在多个领域取得新的突破,为全球能源转型和可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]司俊龙,艾琳,邱辰.2023年中国风电发展现状与展望[J].水力发电,2024,50(12):1-4+17.
- [2]曹刚.关于风电技术现状及其发展趋势的探讨[J].科技创新与生产力,2023,44(12):86-88+91.
- [3]张琛,邓伟.中国风电产业发展现状及趋势研究[J].机电产品开发与创新,2023,36(03):206-208.
- [4]赵靓,武彩霞.2024年上半年我国风电技术发展趋势[J].风能,2024,(07):38-41.