

分散式风电并网规划方法

彭宁宁

桂林丰源电力勘察设计有限责任公司 广西 桂林 541000

摘要: 分散式风电并网规划是实现风电高效、稳定并网的关键环节。本文综述了当前主流的分散式风电并网规划方法,包括基于规则的模型、数学优化模型和混合方法等。这些方法在面对不同规模和复杂度的风电并网问题时各有优势和局限性。在此基础上,本文也探讨了现有方法的挑战和可能的改进方向,并展望了未来风电并网规划的发展趋势。

关键词: 分散式; 风电并网; 规划方法

1 风电并网规划的基本原理和方法

1.1 风电并网的基本概念

风电并网是指将分散式风力发电设备与电力系统相连接,实现风能的有效利用和电力的稳定供应。风电并网的基本概念是将分散式风力发电系统中的多个风力发电机组通过配电网与主电网相连,以便将风能转化为电能,并将电能输送到用户终端。这种并网方式能够有效地将风电资源转化为清洁能源,为电力系统的供需平衡和稳定运行提供支持。风电并网的基本要素包括风力发电机组、输电线路、变电站等。风力发电机组通过风能转动风轮,驱动发电机发电,将产生的交流电经过电缆输送到变电站。变电站将风电产生的低压交流电升压后,通过输电线路传输到主电网中,与其他发电方式的电能混合输送给用户。风电并网具有许多优势,包括可再生能源、清洁无污染、资源丰富等。通过风电并网,可以实现对风能的高效利用,减少对传统能源的依赖,降低环境污染和温室气体排放。此外,风电并网还可以提高电力系统的稳定性和可靠性,平衡电网负荷,同时为分散式风电发电设备提供经济性运行和维护保障^[1]。

随着风电技术的不断发展和风电装机容量的增大,在实际应用中,风电并网也面临一些挑战和问题,如电网对风电的接纳能力、并网技术的安全可靠性、风电波动性对电网稳定性的影响等。因此,风电并网的研究和技术创新对于推动清洁能源的发展和电力系统的可持续发展至关重要。

1.2 风电资源评估和风电场选址

风电资源评估和风电场选址是风电并网规划中的重要环节,其目的是确定适合建设风电场的地点,以最大程度地利用风能资源。风电资源评估是通过风速、风向、风能密度等参数的测量和分析,评估某一地区的风能资源潜力。风电资源评估可以基于实地观测数据,也可

以借助模拟软件和气象模型进行分析。在风电场选址过程中,除了要考虑风能资源的充足度外,还需要综合考虑以下因素:(1)地理条件:包括地形、地貌、地面覆盖等,这些因素会影响风场的复杂性和空气流动状况。

(2)环境影响评估:考虑风电场建设对周边环境的影响,如景观、野生动植物保护区、人类居住区等。(3)电力网络接入条件:评估选址地区与电力系统的距离、输电线路容量等,确保能够顺利并网将发电出口。(4)社会接受度:考虑与当地居民、政府和相关利益相关方的协商和沟通,确保风电场建设得到社会的支持和接受。风电资源评估和风电场选址需要结合多种数据和技术手段进行,包括实地观测、气象数据分析、地理信息系统(GIS)技术、环境影响评估等。在评估和选址过程中,需要综合考虑风能资源可行性、环境保护、电网接入等因素,以确保风电场的建设和运营具有良好的可行性和可持续性^[2]。同时,利用先进的评估方法和技术,可以提高风电资源开发利用的效率和经济性,为推动清洁能源的发展做出贡献。

1.3 风电装机容量和并网方式确定

风电装机容量和并网方式的确定是风电项目规划和实施中的关键环节。装机容量的确定需考虑多种因素,如风资源评估、市场需求、电网接纳能力等。根据风资源评估结果,结合风电场所在地区的电力需求,可以对装机容量进行初步估计。同时,还需考虑电网的接纳能力,确保风电场的并网不会对电网造成过大压力。在并网方式的选择上,需综合考虑风电场的位置、电网结构、接入点等因素。常见的并网方式包括集中式并网和分散式并网。集中式并网适用于大规模风电基地的建设,可实现大规模风电的集中接入和远距离传输。而分散式并网适用于靠近负荷中心的小型风电场,可降低输电线路损耗,提高供电可靠性。

2 分散式风电并网的优势

分散式风电并网的优势主要体现在以下几个方面:

(1) 灵活布局: 分散式风电项目规模较小, 可以灵活地布局在靠近负荷中心的地方, 这样能够就近接入电网, 减少长距离输电的损耗和成本。(2) 降低对电网的冲击: 由于分散式风电的输出功率较小, 对电网的冲击也较小, 可以逐步并入电网, 不会对整个电网造成过大的影响。(3) 提高供电可靠性: 分散式风电并网可以降低对传统能源的依赖, 提高供电的可靠性。在自然灾害或其他紧急情况下, 可以作为一种可靠的应急电源。(4) 优化资源配置: 分散式风电可以利用各地的风能资源, 实现资源的优化配置。在风能资源丰富的地区, 可以充分利用这些资源, 提高能源利用效率^[3]。(5) 促进可再生能源的发展: 分散式风电作为一种可再生能源, 其并网可以促进可再生能源的发展, 减少对化石能源的依赖, 有利于环境保护和可持续发展。分散式风电并网的优势主要表现在灵活布局、降低对电网的冲击、提高供电可靠性、优化资源配置以及促进可再生能源的发展等方面。随着技术的进步和政策的支持, 分散式风电将在未来的能源结构中发挥越来越重要的作用。

3 分散式风电并网规划方法及模型

3.1 基于GIS的空间分布规划模型

分散式风电并网规划是为了实现分散式风力发电设备与电力系统有效连接, 并合理规划其空间分布。基于地理信息系统(GIS)的空间分布规划模型是一种常用的方法, 它充分利用了GIS技术的优势, 结合空间数据和分析工具, 可对风电资源、地理环境和电力网络等进行综合评估和分析。在基于GIS的空间分布规划模型中, 首先需要收集和整理分散式风电所需的空間信息, 包括地形地貌、土地利用、风能资源分布、电力网络和输电线路等数据。通过GIS软件, 将这些数据整合到空间平台上进行数据管理和分析。然后, 通过使用空间分析工具, 进行风能资源评估和选址分析。结合风能资源分布数据、地形地貌、地面覆盖等信息, 利用GIS空间分析工具, 可以绘制风能资源分布图、地形高程图、风电场选址潜力图等, 用于评估和选择最适合的风电场选址。基于GIS的空间分布规划模型还可以进行风电场的环境影响评估。通过将环境敏感区域、景观价值区、野生动植物保护区等关键地理信息数据与风电场选址数据进行空间叠加分析, 可以评估风电场建设对周围环境的影响, 并据此制定相关的环保措施和管理方案。最后, 基于GIS的空间分布规划模型还可以进行电力网络接入分析。通过分析电力网络、输电线路和风电场选址之间的距离、容量等信

息, 可以评估并确定最佳的电力网络接入方式和方案, 确保风电场能够顺利并网。基于GIS的空间分布规划模型通过综合利用空间数据和分析工具, 能够提供全面、准确的分散式风电并网规划解决方案。它不仅提供了可视化的空间分布结果, 还能够支持决策制定和风电场的可持续运行和管理。因此, 该方法在分散式风电并网规划中具有重要的应用价值和推广前景。

3.2 综合评价指标体系的构建和权重确定

在分散式风电并网规划中, 综合评价指标体系的构建和权重确定是关键环节, 旨在全面评估风电场建设的各个方面, 为决策提供科学依据。该体系应涵盖技术、经济、环境和社会等方面, 确保评估的全面性和客观性。根据风电场规划的实际需求, 从技术、经济、环境和社会等方面筛选出具有代表性、可操作性和可比性的评价指标。将筛选出的指标按照其内在联系和层次结构进行分类, 形成层次分明的综合评价指标体系。该体系应包括目标层、准则层和指标层三个层次。为确保评估的客观性和准确性, 采用层次分析法(AHP)等定性定量相结合的方法, 确定各评价指标的权重。通过专家打分、构造判断矩阵、一致性检验等步骤, 得出各指标的相对权重^[4]。根据实际情况和专家意见, 对所构建的综合评价指标体系进行完善和调整。通过实际案例的验证, 评估该体系的实用性和有效性, 并根据反馈进行持续改进。通过综合评价指标体系的构建和权重确定, 可以实现分散式风电并网规划的多目标决策。

3.3 分散式风电并网规划的多目标规划模型

分散式风电并网规划涉及多个相互冲突的目标, 如装机容量、供电可靠性、环境影响等。为了实现这些目标的平衡发展, 多目标规划模型成为一种有效的工具。多目标规划模型能够综合考虑各种因素, 提供符合实际情况的最佳解决方案。它采用数学优化方法, 将多个目标转化为一个统一的数学模型, 并求解出满足所有目标的最佳解。在分散式风电并网规划中, 多目标规划模型的应用有助于提高风电并网规划的科学性和准确性, 促进风电产业的可持续发展。通过多目标规划模型的应用, 可以实现分散式风电并网规划的全面优化, 为决策者提供全面的优化方案。

4 分散式风电并网规划方法评价与展望

4.1 方法的评价和优化

随着分散式风电的快速发展, 其并网规划方法在技术可行性、经济性和环境可持续性等方面面临诸多挑战。在此背景下, 对现有的分散式风电并网规划方法进行评价和优化显得尤为重要。评价现有方法的优缺点,

探讨其在实际应用中的适用性和局限性。例如,基于GIS的空间分布规划模型在选址和布局优化方面具有显著优势,但在处理大规模风电场规划时可能面临计算效率的瓶颈;多目标规划模型能够综合考虑多个目标,但求解过程可能较为复杂,需要高效的优化算法支持。针对现有方法的不足,探讨可能的优化方向^[5]。例如,可以通过引入人工智能和机器学习技术,改进风电并网规划中的数据处理和模型训练过程,提高规划效率和精度;在多目标规划中,可以采用混合整数规划等方法,以更好地处理风电并网规划中的离散变量问题;加强风电并网与电网运行、调度之间的协调与配合,提高风电并网的运行稳定性和供电可靠性。

4.2 分散式风电并网规划的未来发展趋势

随着全球对可再生能源需求的日益增长,分散式风电并网规划在未来将面临重要的机遇和挑战。在未来发展趋势中,以下几个方面可能成为重点:(1)技术创新与进步:风电技术的持续创新是推动分散式风电并网规划的关键。随着大型风力发电机组、高效储能技术以及数字化监控系统的发展,未来风电并网将更加可靠、灵活和智能化。同时,混合式风电技术(如海上风电与陆上风电的结合)以及多能互补系统的开发也将为分散式风电并网规划提供更多可能性。(2)精细化与智能化规划:随着大数据、云计算和人工智能等技术的应用,分散式风电并网规划将向精细化、智能化方向发展。通过数据分析、机器学习和预测模型,可以实现风电场选址、布局和电网接入的精准规划,提高风电并网的效率和稳定性。同时,智能电网技术的发展也将进一步优化电力系统的调度与运营,降低运营成本。(3)政策支持与市场驱动:政策环境对分散式风电并网规划具有重要影响。未来,各国政府可能进一步加大对分散式风电的

扶持力度,通过制定税收优惠、补贴政策和长期发展目标来促进风电产业的发展。此外,市场竞争机制的引入也将推动风电开发成本的降低,为分散式风电并网规划创造更有利的市场环境。(4)跨学科合作与综合评价:风电并网规划不仅仅是技术问题,还涉及到环境、经济和社会等多个方面。未来,将需要加强跨学科合作,综合考虑资源评估、环境影响、经济成本和社会接受度等因素,制定综合性的评价标准和方法。这种跨学科的综合评价方法将有助于实现风电并网规划的可持续发展和多方共赢。

结束语

分散式风电并网规划不仅是技术问题,也是涉及经济、环境和政策等多个层面的复杂问题。随着技术的进步和政策环境的变化,风电并网规划将面临更多的挑战和机遇。综合运用多种方法和跨学科合作,加强政策与技术研究的紧密结合,是推动风电并网规划不断向前发展的关键。未来风电并网规划需要不断创新和完善,以更好地适应市场需求和推动风电产业的可持续发展。

参考文献

- [1]李峰.王毅.陈海燕.分散式风电并网规划方法及其应用研究[J].电力科学与技术学报.2021.36(2): 1-10.
- [2]张亚男.陈锐.唐宝.分散式风电并网规划的多目标优化模型研究[J].电力系统保护与控制.2021.49(10): 1-8.
- [3]韩丹.李秀芬.张广明.基于人工智能的分散式风电并网规划方法[J].可再生能源.2021.39(4): 5.
- [4]王鹏.李伟.陈明.分散式风电并网规划技术经济分析方法研究[J].中国电力.2021.54(3): 1-7.
- [5]陈波.张瑾.王飞.基于GIS的分散式风电并网规划支持系统设计[J].可再生能源.2021.39(1): 7.