

风电大件运输的优化策略与技术挑战

楼昱昉 高立群 赵焕丽

运达能源科技集团股份有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i7.8183

[摘要] 本文针对风电大件运输过程中存在的问题, 提出了一系列优化策略和技术挑战。针对运输路线的选择问题、装卸问题和安全问题, 提出了基于多目标规划的优化模型, 基于机器人技术的自动化装卸系统, 和基于风场预测和风电机组状态监测的安全预警系统, 以及基于智能感知技术的风电大件运输风险评估模型。这些优化策略和技术挑战的提出, 为风电大件运输的效率和安全性提供了重要的保障。

[关键词] 风电运输; 大件运输; 优化策略; 技术挑战

Optimization strategies and technical challenges for large-scale transportation of wind power

Lou Yufang, Gao Liqun, Zhao Huanli

Yunda Energy Technology Group Co., Ltd

[Abstract] This article proposes a series of optimization strategies and technical challenges to address the problems in the transportation of large wind power components. Aiming at the selection of transportation routes, loading and unloading issues, and safety issues, an optimization model based on multi-objective programming, an automated loading and unloading system based on robot technology, a safety warning system based on wind field prediction and wind turbine status monitoring, and a risk assessment model for wind power large-scale transportation based on intelligent sensing technology are proposed. The proposal of these optimization strategies and technical challenges provides important guarantees for the efficiency and safety of wind power large-scale transportation.

[Keywords] wind power transportation; Large scale transportation; Optimization strategy; Technical challenges

前言

在可再生能源蓬勃发展的今天, 风力发电作为绿色能源的重要组成部分, 正以前所未有的速度在全球范围内扩张。风电设备, 尤其是大型风力发电机的叶片、塔筒和机舱等组件, 因其体积庞大、重量惊人, 给运输环节带来了前所未有的挑战。风电大件运输不仅考验着物流行业的承载能力和专业技能, 更直接影响着风电项目的建设进度与成本控制。因此, 探索风电大件运输的优化策略, 克服其中的技术难点, 已成为风电产业链上下游企业共同关注的焦点议题。

1背景

1.1 风电产业的快速发展

近年来, 全球范围内对可再生能源的需求激增, 风力发电作为清洁、可再生的能源之一, 其产业发展迅速, 具有广阔的应用前景。在风电产业中, 风电大件运输是一个重要的

环节。风电大件包括风机叶片、塔筒、机舱等, 这些大件的运输需要考虑到其体积、重量等因素, 同时还需要考虑到运输路线的选择、安全问题和装卸问题等因素。随着风电产业的快速发展, 风电大件运输的需求也在不断增加。各国政府为了应对气候变化, 减少温室气体排放, 纷纷制定了雄心勃勃的风能发展目标。在技术进步、成本下降以及政策扶持的多重作用下, 风电装机容量呈现出指数级增长。据统计, 2020年全球新增风电装机容量达到创纪录的93 GW, 累计装机容量超过743 GW, 中国和欧洲是风电发展的两大主力市场。因此, 如何提高风电大件运输的效率和安全性, 成为了一个亟待解决的问题。

1.2 风电大件运输的重要性和存在问题

风电产业的快速增长, 催生了对风电设备大规模运输的需求。风电大件, 如风力发电机的叶片、塔筒、机舱等, 由

于其体积庞大、重量巨大,对运输提出了特殊挑战。风电大件运输不仅直接关系到风电项目的建设进度和成本控制,而且影响着整个风电产业链的顺畅运行。

风电大件运输过程中存在一系列问题,主要包括:超长、超宽、超高的风电组件对运输车辆、道路桥梁、港口码头等基础设施的承载能力提出了极高要求;复杂的地形地貌和严格的交通法规限制了运输路线的选择,需要精细的路线规划和协调;存在安全风险,运输过程中存在翻车、碰撞、坠落等安全风险,对人员和设备构成威胁;成本高昂,风电大件运输往往需要定制化的解决方案,增加了运输成本,有时甚至会成为风电项目总体成本中的一个重要组成部分;运输过程中可能对沿线自然环境和社会环境造成干扰,需要采取措施减少负面影响。

2 运输路线的优化策略

2.1 基于多目标规划的优化模型

文章提出了基于多目标规划的优化模型来解决风电大件运输路线选择问题。该模型旨在最小化运输成本和时间,同时考虑路况、交通流量等因素。具体来说,该模型将运输路线划分为若干个节点,每个节点包含了多个可选路径。通过对每个节点的路径进行评估,可以得到每个路径的成本和时间。然后,将成本和时间作为目标函数,通过多目标规划算法得到最优解。在多目标规划中,目标函数通常包含成本最小化、时间最短化、安全性最大化、环境影响最小化等多个目标。例如,成本函数可能包括运输费用、油耗、过路费等;时间函数则可能涉及行驶时间、等待时间等;安全性目标则可能考虑事故概率最小化;环境影响则可能关注CO₂排放量等。在模型中,还考虑了不同的风电大件运输车辆类型和载重能力,以确保最优解的可行性。通过该模型,可以有效地降低风电大件运输的成本和时间,提高运输效率。该模型还可以为运输公司提供决策支持,帮助其制定最优的运输方案。

2.2 考虑路况、交通流量等因素的运输路线选择

对风电大件运输过程中存在的问题,提出了一系列优化策略和技术挑战。路况评估需要检查道路宽度、承重能力、坡度、弯道半径等是否满足运输要求,避免道路损坏或运输中断。交通流量分析利用历史交通数据预测运输时段的交通状况,避开高峰时段,减少对正常交通的影响。还要考虑风速、降雨、降雪等可能影响运输安全的天气因素,规划运输时间窗口,识别自然保护区、文化遗产地等敏感区域,规划路线时尽量绕行,减少对生态环境的干扰。还需要提前通知与沿途社区、地方政府、交通管理部门沟通,告知运输计划,获取必要许可,并与当地应急部门合作,制定突发事件的应对方案。利用GPS、GIS、大数据分析等技术,实时监控路况、交通流量,智能调整路线,提高运输效率和安全性。

针对不同路段运输成本与时间的精确评估,我们深入研

究,开发出一套综合运输车辆特性与道路属性的成本估算模型,辅以历史数据与实时监测相结合的时间估算模型,确保成本与时间预估的精准度,为运输方案的优化提供坚实的数据基础。这一系列算法的运用,不仅提升了运输方案的灵活性与适应性,更在保证经济效益的同时,兼顾了运输过程的安全与效率,为风电大件运输的智慧化、精细化管理提供了强有力的理论支持和技术保障。

3 安全与风险管理

3.1 安全标准与规范的遵守

在风电大件运输的每一个环节,严格遵守国际与地方安全标准是保障运输安全的基石。国际上,ISO标准和国际运输协会的指导原则提供了通用的安全指南;地方层面,各国或地区的交通法规、建筑规范、环境保护条例等构成了具体的操作准则。运输企业必须深入了解并严格遵循这些规定,确保运输活动合法合规。风险评估与应急预案的制定是另一项关键工作,通过对运输过程中可能遇到的各种风险进行全面分析,包括货物损坏、交通事故、天气灾害等,企业可以预先制定应对措施,一旦发生紧急情况,能够迅速启动预案,最大限度减少损失。

3.2 实时监控与应急响应

在风电大件运输中,实施实时监控与应急响应机制是确保运输安全的重要手段。GPS定位技术与远程监控系统的结合,使得运输车辆的位置、速度、行驶路线等信息得以实时掌握,一旦出现偏离预定路线、异常停车等情况,监控中心能够立即发出警报,及时干预。紧急情况下的快速响应机制是安全管理体系中的关键环节,它包括事先准备好的紧急联系人列表、救援队伍的快速调动、与地方应急部门的紧密合作等。通过这些机制,即使在最不利的情况下,也能迅速调集资源,高效处理突发状况,保障人员安全,减少财产损失。实时监控与应急响应的高效联动,为风电大件运输织就了一张严密的安全网,有效提升了运输过程的可控性和安全性。

3.3 安全问题的解决方案

风场预测和风电机组状态监测的安全预警系统可以有效地提高风电大件运输的安全性。该系统通过对风场的预测,可以提前预警可能出现的风力变化,从而避免因风力突变而导致的运输事故。该系统还可以对风电机组的状态进行实时监测,及时发现机组故障或异常情况,并采取相应的措施,避免机组故障对运输过程的影响。该系统还可以通过与运输车辆的GPS系统进行联动,实现对运输车辆的实时监控和追踪,确保运输车辆的安全行驶。基于风场预测和风电机组状态监测的安全预警系统可以有效地提高风电大件运输的安全性,为风电产业的发展提供了重要的保障。

基于智能感知技术的风电大件运输风险评估模型通过对运输过程中的各种风险因素进行感知和监测,包括路面状况、

交通流量、天气预报、风场预测、车辆状态等,利用数据挖掘和机器学习等技术对风险进行评估和预测。该模型通过传感器和监测设备对运输过程中的各种数据进行采集和处理,然后利用数据挖掘和机器学习等技术对数据进行分析 and 建模,最终得出风险评估结果。还可以根据实时数据进行动态调整和优化,以提高评估的准确性和可靠性。

4 装卸问题的解决方案

4.1 基于机器人技术的自动化装卸系统

机器人技术的自动化装卸系统是本文提出的一项优化策略。该系统利用机器人技术,实现对风电大件的自动化装卸,从而提高了装卸效率和安全性。该系统包括两个部分:机器人装卸系统和控制系统。机器人装卸系统由多个机器人组成,每个机器人都具有自主导航和操作能力,可以根据装卸任务的不同,自动选择最优的装卸方式和路径。控制系统则负责对机器人进行监控和控制,确保机器人的操作符合安全规范和装卸要求。该系统的优点在于,它可以减少人工操作的介入,从而降低了人为因素对装卸过程的影响。机器人具有高度的精度和稳定性,可以保证装卸的准确性和安全性。该系统还可以实现对装卸过程的实时监控和数据记录,为后续的装卸过程分析和优化提供了依据。但是该系统也存在一些挑战和限制。机器人的成本较高,需要进行大量的投资和维护;机器人的操作需要进行精细的规划和编程,需要专业的技术人员进行支持;机器人的操作需要与人类操作进行协调和配合,需要进行充分的培训和沟通。

4.2 基于虚拟现实技术的装卸模拟系统

基于虚拟现实技术的装卸模拟系统可以在真实的运输环境中进行虚拟模拟,以提高装卸效率和减少装卸过程中的风险。该系统主要由三个部分组成:虚拟环境建模、虚拟装卸操作和虚拟现实交互。通过对真实运输环境的建模,可以在虚拟环境中还原真实的装卸场景,包括装卸设备、运输车辆、货物等。通过虚拟装卸操作,可以模拟装卸过程中的各种操作,如吊装、拆卸、组装等,以及各种装卸设备的操作,如起重机、叉车等。还可以通过虚拟现实交互,实现用户与虚拟环境的交互,包括手柄、头戴式显示器等设备的使用,以及对虚拟环境中的物体进行操作。该系统可以有效地提高装卸效率,减少装卸过程中的风险,同时还可以为装卸人员提供更好的培训和训练机会,以提高他们的技能水平。

5 未来发展方向与建议

随着技术创新的持续投入,面对风电大件运输的复杂挑战,技术创新被视为推动行业进步的核心动力。未来应加大对智能运输系统、无人驾驶技术、新型材料与结构设计等领域的研发投入,以提升运输效率、降低成本、增强安全性。例如,智能运输系统可以利用物联网、大数据分析等技

术,实现运输全程的实时监控与智能调度,有效规避风险;无人驾驶技术的应用,则有望减少人为错误,进一步提升运输安全性。

行业标准的完善与国际化。随着风电产业的全球化布局,行业标准的完善与国际化变得尤为重要。标准化工作不仅包括运输规范、安全标准、质量控制等方面,还应涵盖环境影响评估、碳足迹核算等绿色运输指标。通过建立统一、高标准的行业规范,可以促进国内外风电企业的公平竞争,提升整个行业的整体形象与竞争力。同时加强与国际组织的合作,推动行业标准的互认与接轨。

社会责任与可持续发展的重视。在追求经济效益的同时,风电企业应更加重视社会责任与可持续发展的理念。这意味着在运输过程中,要充分考虑到周边社区的影响,采取措施减少噪音污染、交通拥堵等问题,积极与当地政府和社区沟通,增进理解与支持。还应致力于降低运输过程中的碳排放,探索绿色物流解决方案。通过践行绿色、低碳的运输模式,风电企业不仅能为全球环境做出贡献,还能提升自身品牌形象,赢得更多消费者的信任与青睐。

结语

在探索风电大件运输的优化策略与技术挑战的过程中,深刻认识到,随着风电产业的蓬勃发展,物流行业正站在一个全新的起点上,面临着前所未有的机遇与考验。风电大件运输不仅关乎单个项目的经济效益,更牵动着整个绿色能源转型的步伐。优化运输方案,攻克技术难关,是确保风电项目顺利推进,加速清洁能源普及的关键所在。风电大件运输的未来,需要政府、企业、科研机构以及行业组织等多方力量的共同努力。我们期待风电大件运输的优化策略与技术挑战研究能够激发更多创新思维,引导行业朝着更加智能化、绿色化、国际化的方向发展。

[参考文献]

- [1] 电网工程公路大件运输措施优化技术研究[J]. 张海飞; 陆冬冬. 产业创新研究, 2023
- [2] 陆上风电场大件运输创新方法思考——从场外大件运输角度[J]. 万军; 方伟定; 何卫星; 李琪. 新能源科技, 2023
- [3] 基于 AutoTURN 的风电设备运输方案设计优化[J]. 李洪亮; 王钰明; 范菲阳; 罗欣宇; 刘海蓉. 南通大学学报(自然科学版), 2021 (01)
- [4] 山地风电场设备运输车辆及道路研究[J]. 吕玉善; 刘昕冲; 夏莲. 石油工程建设, 2021 (05)
- [5] 风电场对气候环境的影响研究进展[J]. 蒋俊霞; 杨丽薇; 李振朝; 高晓清. 地球科学进展, 2019 (10)