

风电场道路设计及施工管理探析

吕瑞晗

中国电建集团北京勘测设计院有限公司 北京 100000

摘要：在“双碳”目标驱动下，风力发电作为清洁能源的重要组成部分，迎来快速发展期。本文聚焦风电场道路设计及施工管理展开探析。先阐述其相关概述，接着深入探讨道路设计要点，包括设计规范标准解读、规划原则、路线设计要素、路基路面及桥涵隧道设计等。在施工管理方面，详细介绍安全管理、质量管理、进度管理和成本管理等方法。旨在为风电场道路的科学设计与高效施工管理提供参考，提升风电场道路建设质量与效益。

关键词：风电场；道路设计；施工管理；探析

引言：随着风能作为清洁能源的广泛应用，风电场建设蓬勃发展。风电场道路作为风电场的重要基础设施，不仅关系到设备运输、机组维护的顺利进行，还对风电场的整体建设成本和运营效率有着重要影响。然而，目前风电场道路在设计与施工管理方面仍存在一些問題，如设计不规范、施工安全隐患、质量控制不足等。因此，深入探析风电场道路的设计及施工管理要点，优化设计方案，加强施工管理，对保障风电场的安全稳定运行具有重要意义。

1 风电场道路设计及施工管理的概述

风电场道路作为连接风电场各设施的“生命线”，在整个风电场建设与运营体系中占据关键地位。其设计与施工管理质量，直接影响风电场建设进度、运营维护效率及经济效益。风电场道路设计及施工管理，涵盖从前期规划设计到施工过程管控的全流程工作。设计阶段，需依据风电场整体布局、设备运输需求、地形地貌及地质条件等，结合国家相关规范标准，科学规划道路路线、确定路基路面结构、设计桥涵隧道等构造物，在满足功能性需求的同时，兼顾环保与生态保护。施工管理阶段，则围绕安全、质量、进度和成本四大核心要素展开，通过制定完善的管理制度与方案，加强施工过程监督与控制，确保道路工程安全、高效、高质量建成^[1]。

2 风电场道路设计要点

2.1 设计规范与标准解读

风电场道路设计的规范与标准是保障工程质量与安全的基石。在国家标准体系中，《公路工程技术标准》明确了道路等级划分、线形指标、路面结构等基础要求，《风电工程建设用地和环境保护管理暂行办法》则对用地规划与环保措施作出规定。行业标准如《风电场工程道路设计规范》进一步细化风电场道路设计参数，贴合风电设备运输与工程运营需求。设计过程中，需严

格依据这些规范，对道路平面线形、纵坡坡度、荷载标准等进行精准设计，确保道路既符合通用建设标准，又能满足风电场特殊的运输与运维需求，为工程建设提供科学依据。

2.2 道路规划原则

2.2.1 满足运输与运维需求

风电场道路规划需以保障设备运输和运维为核心。根据塔筒、叶片等大型设备尺寸与重量，合理规划路面宽度、转弯半径及坡度，确保运输车辆安全通行。同时，优化道路布局，缩短风机与主干道距离，便于维护车辆快速抵达，减少运输与运维时间成本，提升风电场整体运行效率。

2.2.2 节约用地与成本控制

规划时注重土地资源高效利用与成本控制。优先利用既有道路或地形，减少新建道路长度，降低征地成本。科学确定道路建设标准，不过度提高设计参数，合理控制材料用量与施工工艺复杂度，避免资源浪费，通过精细化规划实现经济效益最大化。

2.2.3 保护环境与生态

鉴于风电场多位于生态敏感区，道路规划需强化生态保护。路线选择避开自然保护区、水源地等区域，减少对原生生态的破坏。施工中落实水土保持措施，规范取弃土场管理，施工后及时进行植被恢复，推动风电场建设与生态保护协调发展。

2.3 路线设计要素

2.3.1 平面设计

风电场道路平面设计需兼顾功能性与安全性。在设计过程中，应根据风机分布、地形地貌以及运输车辆的通行需求，合理确定道路的平面线形。直线段长度要确保运输车辆能够平稳快速行驶，同时合理设置曲线段，保证曲线半径满足风电设备运输车辆转弯要求，避免因

转弯半径过小导致车辆刚蹭设备或发生侧翻事故。

2.3.2 纵断面设计

纵断面设计对风电场道路的通行能力和安全性至关重要。由于风电设备重量大,道路纵坡设计需严格控制坡度和坡长。对于重载运输路段,应尽量降低坡度,避免设置连续陡坡,防止车辆爬坡困难或制动失灵;在无法避免陡坡的情况下,需设置爬坡车道,辅助车辆安全通行。

2.3.3 线形组合设计

线形组合设计强调道路平面与纵断面线形的有机结合,以提升行车舒适性和安全性。合理的线形组合能够使车辆在行驶过程中保持平稳,减少频繁变速和转向带来的安全隐患。在设计时,应避免长直线与陡坡的组合,防止驾驶员因视觉疲劳和速度失控引发事故;曲线与竖曲线的组合需相互协调,确保车辆在转弯和上下坡过程中行驶平稳。

2.4 路基与路面设计

2.4.1 路基设计

风电场道路路基设计以稳定性为核心。依据地质勘察结果,对软弱地基进行换填、强夯等处理,提升地基承载力;填方路段严格控制分层填筑厚度与压实度,防止不均匀沉降。完善路基排水系统,设置边沟、截水沟拦截地表水,避免雨水渗透软化路基。同时,根据边坡高度与土质条件,采用挡土墙、植被防护等措施,增强边坡稳定性,为路面提供坚实基础。

2.4.2 路面设计

路面设计需兼顾强度与耐久性。根据设备运输荷载,合理选择沥青混凝土或水泥混凝土路面结构。沥青路面平整舒适、便于修复,适合常规路段;水泥路面强度高、耐重载,适用于运输频繁区域。科学确定各结构层厚度与材料配比,基层选用高强度稳定材料,面层采用耐磨抗滑材质。

2.5 桥涵与隧道设计

2.5.1 桥涵设计

风电场桥涵设计需充分考虑风电设备运输的重载特性。设计时,精确计算桥梁荷载,确保其承载能力满足塔筒、机舱等大型设备运输需求。在结构选型上,优先采用施工便捷、造价合理且跨度适宜的梁式桥、拱桥等形式。涵洞设计则注重排水能力,根据汇水面积和流量,合理确定涵洞孔径与结构形式,保证排水畅通,避免积水影响道路通行,同时加强桥涵基础处理,提升其抗冲刷与抗震能力,保障桥涵长期稳定运行。

2.5.2 隧道设计

风电场隧道设计关键在于科学选址与合理支护。选址时,避开断层、溶洞等不良地质区域,优先选择岩性稳定、地质条件良好的地段,减少施工风险与后期维护成本。隧道断面设计依据设备运输尺寸确定,确保运输车辆安全通行。支护结构根据围岩等级,采用喷锚支护、复合式衬砌等形式,保证隧道结构稳定^[2]。

3 风电场道路施工管理方法

3.1 安全管理

3.1.1 安全管理方案制定

安全管理方案是施工安全的纲领性文件。需结合风电场道路施工特点,明确施工安全目标、管理职责与工作流程。针对爆破、高边坡作业、深基坑开挖等危险工序,制定专项安全技术措施;细化临时用电、机械设备操作等安全规定。同时,根据工程进度动态调整方案,确保安全管理覆盖施工全过程,为现场安全管控提供清晰指引。

3.1.2 安全教育与培训

安全教育与培训是提升施工人员安全意识的关键。施工前,对全体人员开展三级安全教育,普及安全法规、施工安全常识及岗位操作规程。针对特殊工种,如电工、爆破工等,进行专业技能培训与考核,确保持证上岗。定期组织安全知识讲座与案例分析会,强化人员风险防范意识,使安全理念深入人心,从源头减少人为安全隐患。

3.1.3 施工现场安全管理

施工现场安全管理需强化过程管控。设置明显的安全警示标识,规范材料堆放与设备停放,确保施工通道畅通。加强对高风险作业区域的巡查,如边坡支护、桥梁施工等,实时监测安全状况。严格落实安全防护措施,要求施工人员正确佩戴安全帽、安全带等防护用具,及时整改违规操作与安全隐患,保障现场施工安全。

3.1.4 交通安全管理

风电场道路施工期间,交通安全管理不容忽视。合理规划施工车辆行驶路线,设置临时交通标志与警示设施,疏导现场交通。对运输风电设备的大型车辆,制定专项运输方案,安排专人引导指挥。加强对驾驶员的安全教育,严禁超速、超载、疲劳驾驶,确保施工运输车辆安全运行,避免交通事故发生。

3.1.5 应急预案制定与演练

应急预案是应对突发安全事件的重要保障。结合施工实际,制定坍塌、火灾、触电等事故应急预案,明确应急响应流程与责任分工。储备充足的应急物资,如灭火器、急救设备等。定期组织应急演练,检验预案的可

行性与有效性,提高施工人员应急处置能力,确保在事故发生时能够迅速响应、科学救援,最大限度降低损失。

3.2 质量管理

3.2.1 质量管理制度建立

质量管理制度是保障风电场道路施工质量的基础。需构建完善的质量责任体系,明确项目负责人、技术人员、施工班组等各方质量职责,形成层层落实的责任链条。制定材料进场检验、工序交接、隐蔽工程验收等制度,规范施工流程。建立质量奖惩机制,对质量达标、表现突出的单位和个人给予奖励,对违规操作、质量不达标行为严肃追责,通过制度约束确保施工质量可控。

3.2.2 施工过程质量控制

施工过程质量控制是保证工程质量的核心。严格把控原材料质量,对水泥、砂石、沥青等材料进行进场抽检,杜绝不合格材料用于施工。加强各工序质量管控,如路基填筑时控制压实度,路面摊铺时保证平整度与厚度。建立质量巡查与旁站监督机制,技术人员对关键工序全程监督,及时发现并纠正质量问题,将隐患消除在施工过程中,确保每道工序符合质量标准。

3.2.3 质量检验与验收

质量检验与验收是工程质量的最后把关。施工中按工序进行自检、互检与专检,合格后方可进入下一道工序。完工后,组织建设、设计、施工、监理等单位开展联合验收,依据设计文件和相关规范,对路基压实度、路面强度、桥涵结构尺寸等指标进行全面检测。对验收中发现的问题建立整改台账,明确整改责任人和期限,整改完成后复查,确保工程质量达到设计要求,为风电场道路长期稳定运行提供保障。

3.3 进度管理

3.3.1 进度计划制定

进度计划制定需以工程目标为导向,结合风电场道路施工特点与资源条件。采用横道图、网络图等工具,将施工任务细化到月、周、日,明确各工序的起止时间与逻辑关系。优先保障关键线路施工,如路基填筑、路面铺设等核心工序。同时,综合考虑气候条件、设备供应等因素,预留合理缓冲时间。此外,通过与设计、物资供应等部门协同沟通,确保进度计划具备可行性与科学性,为施工进度管控提供清晰指引。

3.3.2 进度跟踪与调整

进度跟踪与调整是保障施工按期完成的关键。建立进度监测机制,定期收集实际施工进度数据,对比计划

进度,分析偏差原因。若因天气、设备故障等因素导致进度滞后,及时采取增加人力设备投入、优化施工工艺等措施进行调整;若发现原计划存在不合理之处,需重新评估并修订进度计划。同时,加强各施工环节的协调配合,通过召开进度协调会等方式,解决交叉作业中的矛盾,确保施工进度始终处于可控状态,实现工程按期交付。

3.4 成本管理

3.4.1 成本预算编制

成本预算编制是成本管理的首要环节。需依据施工图纸、工程定额及市场价格信息,对人工、材料、机械等费用进行精准测算。细分路基工程、路面工程、桥涵工程等分项成本,考虑运输距离、地质条件对成本的影响。针对风电场道路施工特点,预留不可预见费用以应对突发情况。同时,结合进度计划,制定各阶段成本预算,明确成本控制目标,形成详细的成本预算方案,为成本管控奠定基础。

3.4.2 成本控制措施

成本控制需贯穿施工全过程。在材料管理上,优化采购方案,批量采购降低单价,合理规划运输路线减少成本;严格材料领用制度,避免浪费。施工中,通过优化施工组织设计,提高机械使用效率,减少设备闲置时间;加强人员调配,避免窝工。定期进行成本核算与分析,对比实际成本与预算,及时发现超支环节并采取措施纠偏,如调整施工工艺、优化资源配置等,确保工程成本始终处于可控范围^[3]。

结束语

风电场道路设计与施工管理是一项系统性工程,其质量优劣直接关乎风电场全生命周期的运营效益与安全。从设计阶段规范遵循、要素把控,到施工管理中安全、质量、进度与成本的协同管控,每个环节都需精准落实。随着风电行业向深远海、复杂地形拓展,风电场道路面临更高挑战。

参考文献

- [1]丁飞飞.风电场道路设计控制因素及应对措施研究[J].建筑工程技术与设计,2020,(5):767-768
- [2]王维.风电场道路设计控制因素及应对措施[J].科技风,2021,(21):189-190
- [3]廖大荣,李杰,舒东.风电场道路设计控制因素及应对措施[J].交通世界(上旬刊),2022,(1):24-25,35.