

山地（险要地形）风电场进场道路及平台施工研究

王儒梁

中国安能集团第二工程局有限公司厦门分公司 江西 新余 338000

摘要：山地险要地段风电场施工条件差，建设管控标准严苛，依托整体规划和现场管理保障施工及工程质量。本文针对山地风电场进场道路与机组平台施工开展研究，道路施工分为路基、路面、附属结构施工，工序包含地表清理压实、土石方开挖回填、路面分层施工。平台施工包含场地整平、地基处置、防排水施工，依次完成放样勘测、地质调研、排水设施布设。从安全、质量、环保三个层面完善管理制度，落实全流程管控，保障项目正常施工，满足工程建设规范。

关键词：山地（险要地形）；风电场；进场道路；平台施工

引言

能源消耗持续上涨，绿色能源政策落地促使山地风电场项目逐年增多。山地地势险峻，地质构造多变，进场道路与机组平台施工阻力突出。路基修筑、路面铺装、场地整平及地基加固各道工序，均需要统筹规划与常态化管控。施工阶段同步需要落实安全管控、质量核验、生态防护相关工作。本文梳理山地风电场道路与平台施工关键工艺，明确配套管理方案，为同类山地风电场项目施工提供参考依据。

1 山地（险要地形）风电场进场道路施工

1.1 路基施工

一是清表与填前压实作业，施工人员全面清理路基施工范围内的表土、杂草、树根等杂物，完成场地清理后对原有地面实施填前压实作业，确保路基基底压实度符合标准，遇软土地基路段，同步开展场地排水、土质换填等加固作业，有效提高地基整体承载性能，为后续路基施工筑牢基础。二是填方路基施工，施工选用符合规范标准的路基填料，严格把控填料粒径和含水量两项核心指标，施工全程采用分层填筑、分层压实的作业方式，单层填筑厚度统一控制在三十厘米以内，通过现场试验明确压实参数标准，保障压实质量达标，高填方路基路段按要求布设沉降观测点，定期采集、记录沉降数据，及时排查和处理施工及后期沉降问题。三是挖方路基施工，结合施工现场地形、地质实际情况，确定开挖方案与边坡坡度，采用机械为主、人工为辅的开挖方式施工，在作业过程中精准控制开挖尺寸，杜绝超挖、欠挖情况，保持路基边坡整体稳定性，针对风化、破碎岩石边坡及时开展防护施工，消除边坡坍塌安全隐患。四是特殊路基处理，针对山地路段常见的软土、膨胀土、岩溶等特殊路基，结合不同路基的病害特征和地质问

题，采用对应的专项处理工艺，落实针对性的土质改良、结构加固及病害处置措施，全面保障路基结构整体稳定性。

1.2 路面施工

（1）路面基层施工。工程选用水泥稳定碎石、二灰稳定碎石作为基层主材，施工过程中对混合料配合比、含水量、压实度等核心参数进行全程管控。混合料统一采用厂拌法拌和，保证物料拌和均匀，依据现行规范控制摊铺厚度与路面平整度，摊铺完成后采用压路机压实，确保整体压实度满足项目设计要求。（2）路面面层施工。结合项目所在地气候条件及道路通行流量，选用沥青混凝土、水泥混凝土两种材料开展面层施工。沥青混凝土面层施工，严格管控沥青加热、混合料拌和及摊铺各环节温度，由摊铺机完成统一摊铺作业，保证路面厚度均匀、表面平整，碾压作业按照初压、复压、终压固定工序开展，严控路面压实度和平整度指标。水泥混凝土面层施工，精准调控混凝土配合比与坍落度，按标准流程完成浇筑作业，通过振捣器夯实密实，同步落实抹面、拉毛工序，保障路面平整度及路面抗滑通行能力。（3）路面排水施工。严格参照工程规范布设边沟、截水沟、排水管等排水设施，及时疏导路面雨水，避免路面积水造成路面结构破损^[1]。施工全过程落实各类型排水设施质量管控工作，确保整套路面排水系统排水顺畅、运行稳定。

1.3 道路附属设施施工

第一，安全设施施工，施工期间需在整条施工道路范围内布置配套交通安全设施，所有设施施工严格执行现行施工规范，保证设施各项性能指标合格、设备状态正常，为施工车辆通行和现场人员作业提供安全保障，确保设施外观、功能均符合规范要求，满足施工期间的

基础安全防护条件。第二,防护设施施工,针对道路路基边坡、桥梁墩台等重点结构部位开展防护施工,严格按照工程设计方案落实各道施工工序,严控各环节施工质量,保障防护结构整体稳定、耐用,有效预防路基边坡坍塌、场地水土流失等常见工程病害。第三,照明设施施工,结合道路功能定位、通行标准及夜间通行实际需求,合理规划照明设施的安装位置与数量,选用适配的照明设备与光源功率,保障道路照明亮度均匀、覆盖无死角,符合夜间行车通行标准,同时兼顾节能与环保要求,在保障照明使用效果的前提下控制能耗,落实绿色施工要求,完善道路配套服务功能。

2 山地(险要地形)风电场平台施工

2.1 平台场地平整

一是测量放线,施工中严格依照设计规范,对风电场平台定位、外形尺寸、施工标高开展精准测量放线作业,明确平台施工边界及实际开挖深度,全程采用专业测量设备,落实标准化操作流程,保证所有测量数据准确有效,为后续土方开挖、回填等各项施工工序提供可靠数据支撑^[2]。二是土方开挖,现场采用机械开挖为主、人工修整为辅的施工方式,结合施工现场实际地形、地质情况确定开挖顺序与施工工艺,施工过程严格管控开挖深度和边坡坡度,杜绝超挖、欠挖问题,保护基底原状土层结构完整性。针对岩石类施工平台,可采用爆破开挖工艺,施工期间严格管控爆破各项参数,落实各项安全管控措施,规范爆破作业流程,降低爆破施工对周边地形、环境及原有地貌的影响。三是土方回填与场地平整度控制,平台回填施工选用符合规范要求的回填材料,严格检测并控制回填物料含水量,把控施工压实质量,落实分层回填、分层压实的施工标准,单层回填厚度控制在30厘米以内,确保各层压实度满足设计指标。施工全过程采用水准仪持续监测场地标高,根据监测数据动态调整施工参数,及时修整场地高低差,将平台场地平整度偏差严格控制在 ± 50 毫米设计标准内。

2.2 平台基础处理

(1)地质勘察和基础设计。平台开工前,必须完成现场全方位地质勘察工作,查清施工区域地层岩土性质、地下水位、地基承载力等核心地质参数,依据勘察得出的实际数据,匹配风机设备实际荷载参数,开展平台基础专项设计工作,确定基础结构类型、实际尺寸以及埋设深度等关键施工参数。(2)基础施工方法选择。施工单位结合现场实际地质状况,对照基础设计相关规范标准,选用适配的基础施工工艺。现阶段平台基础主要分为扩展基础和桩基础两种类型,地质状况良好、

地基承载力符合设计标准的施工区域,采用扩展基础施工,软土地层及地质结构复杂的施工区域,采用桩基础施工。(3)基础施工质量控制。基础整个施工流程均落实质量管控工作,扩展基础施工阶段,严格把控混凝土配比、浇筑施工、后期养护等各环节,保证基础结构强度和使用年限达标。桩基础施工过程中,重点管控桩体垂直度、桩位偏差、桩身完好度等关键指标,保障桩体实际承载力符合设计规定。(4)基础检测和验收。基础施工全部工序结束后,统一开展专项检测与验收工作,采用静载试验、动测法等检测方式,核验基础承载力与结构完整性,确保所有检测指标满足设计要求,同步规整全套施工档案资料,完成平台基础专项验收工作。

2.3 平台防排水施工

第一为排水系统设计,施工前结合平台现场地形条件与区域降雨特征,统筹规划整体排水体系,布设排水沟、集水井等核心排水构造,保障平台区域雨水可快速、顺畅排出,杜绝雨水长期淤积,避免积水浸泡、侵蚀平台基础,从源头规避积水引发的结构破损、基础沉降等各类质量问题。第二为排水设施施工,严格依照既定施工方案及规范标准开展作业,排水沟采用混凝土、浆砌石等硬质材料砌筑施工,全程把控施工工序与施工质量,确保成型后的排水沟结构完整、强度达标、整体稳固,可长期满足排水运行需求,同时将集水井布设于平台低洼积水区域,同步完成井体防水施工,有效阻隔地下水渗透,规避地下水倒灌、渗流带来的施工隐患^[3]。第三为防水层施工,针对有防水设计要求的平台,在基础基面处理达标后统一铺设防水层,严格遵循标准化施工工艺开展各工序作业,把控基面处理、材料铺设、养护成型等关键环节,保证防水层整体密闭性与完整性,稳定发挥防水防渗作用。

3 山地(险要地形)风电场进场道路及平台施工管理

3.1 施工安全管理

健全施工现场安全管理体系,落实配套管理制度,明确项目各级管理人员、一线作业人员的岗位安全责任,统一各施工工序安全作业标准,执行安全考核与奖惩制度,实现现场安全管理标准化、制度化运行。项目部需常态化开展全员安全教育培训,组织所有进场人员参与安全学习,宣讲施工安全法规制度与岗位操作规范,结合山地施工条件排查梳理现场安全风险,落实对应的防控措施,提升全体人员安全意识和规范作业水平。施工现场需常态化开展安全自查和隐患整改工作,重点排查安全防护设施、施工机械设备、临时用电线路等关键部位,对排查出的安全问题建立专项台账,明确

整改要求、整改时限,全程跟进整改落实情况,核验整改成效,彻底清零现场安全隐患。同时做好应急管理工作,依据山地施工特点编制专项应急预案,组建应急救援队伍,配齐各类应急物资与设备,定期开展应急实战演练,提升人员应急处置、自救互救能力,确保突发安全事件能够快速处置。

3.2 施工质量控制

一是建立完善项目质量管理体系,明确项目整体质量目标,划分各岗位质量工作职责,执行标准化施工质量控制流程及检验标准,将质量管控工作贯穿原材料采购、现场施工、成品验收全部施工环节,确保工程整体质量符合设计文件及国家现行施工规范标准^[4]。二是严格落实原材料与构配件质量管控,所有进场施工材料、构配件必须核验质量证明文件及相关试验资料,严格按照规范标准开展抽样检测作业,所有检测项目合格后方可投入施工现场使用,严禁各类不合格材料、构配件进场施工,从源头把控工程施工质量。三是规范现场施工过程管理,所有施工操作严格遵循既定施工工艺和行业操作规范,对项目关键工序、隐蔽工程落实旁站监管措施,同步做好各工序施工记录与质量检验工作,保证每道施工工序质量达标。四是落实工程验收及后期质保工作,施工全部完成后,对照设计要求及现行规范开展成品验收工作,验收合格后整理完善全套工程资料,办结工程交付手续,同时按照施工合同条款履行质量保修责任,及时处理保修期内出现的各类工程质量问题。

3.3 施工环境保护

施工前需完成全面的环境影响评估工作,全面排查施工阶段各类环境影响隐患,针对性制定配套环境保护实施方案。施工期间落实常态化水土保持工作,布设专项排水、挡护设施规范场地水系疏导与土体防护,统一收纳、处置施工产生的弃土弃渣,规范堆放及清运流程,杜绝土体流失与次生环境问题。严格落实生态保护

管控要求,严控施工作业范围,最大限度缩减场地植被损毁范围,施工完工后及时开展场地植被复原与绿化施工,落实野生动物栖息环境保护要求,规避施工活动对区域生态系统及生物生存繁衍的干扰^[5]。全面落实各类施工污染防控工作,规范施工噪声、粉尘及废水的排放管控,通过优选低噪设备、优化施工时段的方式管控噪声影响,依托场地洒水、全覆盖防尘等手段抑制粉尘扩散,对施工废水实施沉淀、过滤等净化处理,水质达标后方可排放,切实保障施工区域周边生态环境质量稳定。

结语

综上所述,山地(险要地形)风电场进场道路及平台施工,涵盖道路与平台施工及管理多方面。从施工环节看,涉及路基、路面、附属设施、场地平整、基础处理等众多细致工作;管理上,安全、质量、环保缺一不可。只有严格把控各环节,落实各项管理举措,才能保障施工顺利推进,打造出安全、优质、环保的工程,为山地风电场稳定运行筑牢根基,推动清洁能源事业持续发展。

参考文献

- [1]张洪斌,陈红贤,赵维军.山地风电场道路平台施工监理动态控制[J].建设监理,2025(11):46-50.
- [2]高睿.浅谈山地风电场进场道路施工的影响因素及控制要点[J].低碳世界,2022,12(5):148-150.
- [3]沈嘉铖,孟家玮,刘勇,李树征.降雨工况下山地风电场道路高陡回填边坡稳定性分析[J].黑龙江科学,2025,16(2):92-95.
- [4]张荣,陈正洪,孙朋杰.山地风电场开发过程中水土流失相关问题研究进展[J].气象科技进展,2020,10(1):47-53.
- [5]孟家玮,沈嘉铖,刘勇,赵政.山地风电场路堑边坡稳定性影响因素分析[J].中阿科技论坛(中英文),2024(11):93-97.