

风力发电基础土建施工的技术与管理探讨

陈小伟

西北水利水电工程有限责任公司 陕西 西安 710100

摘要: 风力发电作为清洁能源领域的重要组成部分,其基础土建施工质量直接影响整个发电系统的效能与安全性。本文首先强调了风力发电基础土建施工的重要性,其质量关乎机组安全稳定运行。接着阐述了技术要点阐述,涵盖基础选型、基坑开挖、钢筋工程、模板工程、混凝土工程等方面。最后从管理要点展开,包括进度管理、质量管理、安全管理、成本管理,指出通过科学合理编制计划、建立体系、评估风险、编制预算等措施,并加强各环节监控调整,可保障施工顺利进行,实现工程按时、优质、安全、低成本完成。

关键词: 风力发电;基础土建;施工技术;管理

引言: 风力发电是清洁能源领域关键部分,其基础土建施工意义重大。基础作为支撑风力发电机组的关键结构,其质量关乎机组安全稳定运行。若施工质量不佳,会引发不均匀沉降、裂缝等问题,甚至导致机组倒塌,造成巨大损失。本文聚焦风力发电基础土建施工,从技术要点与管理要点两方面展开探讨,涵盖基础选型、基坑开挖、进度管理、质量管理等内容,为保障施工质量和工程顺利推进提供参考。

1 风力发电基础土建施工的重要性

风力发电基础作为支撑风力发电机组的关键结构,需承受机组自身巨大的重量以及风荷载等各类作用力。在风力发电场运行过程中,基础要始终保持稳定,为机组提供可靠支撑。基础土建施工质量与机组安全稳定运行紧密相连,若施工质量不佳基础可能出现不均匀沉降情况,这会使机组所处平面发生倾斜,影响机组正常受力与运转;还可能产生裂缝,裂缝的存在会削弱基础结构的整体性和强度,导致机组振动加剧,长期振动会进一步加速机组部件的磨损和损坏^[1]。更为严重的是,不均匀沉降和裂缝等问题若得不到及时有效处理,可能引发机组倒塌事故,机组倒塌不仅会造成发电机组等设备严重损坏,带来巨大的直接经济损失,还可能对周边人员生命安全构成威胁,造成人员伤亡。所以,在风力发电场建设过程中,必须高度重视基础土建施工质量,将其作为建设的重中之重,严格把控施工各个环节,确保基础质量符合要求。

2 风力发电基础土建施工技术要点

2.1 基础选型技术

常见基础类型有扩展基础、桩基础和岩石锚杆基础。扩展基础适用于地质佳、承载力高地区,施工简便,成本低且经济性好;桩基础用于地质差、承载力低区域,如软

土、淤泥质土地基,能将上部荷载传至深层土体,增强稳定性与承载能力;岩石锚杆基础针对岩石地基,通过钻孔、安装锚杆、灌注水泥砂浆使基础与岩石相连成稳固整体。基础选型要综合多方面因素,风力发电机组型号不同,重量、尺寸和荷载分布有差异,对基础要求不同;荷载大小影响基础强度与稳定性需求;地质条件是关键,不同地质结构对应不同基础类型;地形地貌影响施工难度与成本;施工条件如设备、技术、工期等也制约选型。进行基础选型时,要开展详细地质勘察,掌握地下情况,精确荷载计算,以此科学合理选型,保障风力发电基础安全可靠。

2.2 基坑开挖技术

常见的开挖方法主要有手工开挖和机械开挖两种。当地质条件良好,土质坚硬、稳定,且基坑深度较浅时,人工开挖是可行之选,其操作灵活,能适应复杂地形,但效率相对较低。若地质条件不佳,如土质松软、含水量高,或者基坑深度较深,则应采用机械开挖,借助挖掘机、装载机等设备,可快速完成土方作业,提高施工效率。在基坑开挖过程中,有诸多注意事项。要严格控制开挖深度和坡度,严格依照设计要求施工,防止超挖破坏基底土体结构,避免扰动基底土体导致其承载力下降^[2]。及时设置排水沟和集水井,将基坑内的积水迅速排出,防止基坑浸泡,否则会使土体软化,降低基坑稳定性,甚至引发坍塌事故。对于软土地基,由于其承载力弱,必须采取加固措施,通过打桩增强土体侧向约束,铺砂石改善土体物理性质,提高基底土体承载力,确保基坑稳定,为后续基础施工提供可靠条件。

2.3 钢筋工程技术

钢筋加工须严格依据设计要求开展调直、切断、弯曲等工序,过程中要精准把控钢筋尺寸与形状,尺寸偏

差会影响钢筋与混凝土协同受力,形状不符则无法正确安装,均会降低基础结构性能,必须确保加工质量符合规范。钢筋绑扎要按设计图纸与施工规范操作,保证钢筋位置、间距和数量准确,位置偏差会改变结构受力体系,间距不当影响混凝土对钢筋握裹力,数量不足降低结构承载能力。绑扎采用八字扣、顺扣等合适方法,将钢筋牢固连接成整体,同时重视保护层厚度,保护层过薄钢筋易锈蚀,过厚会削弱混凝土对钢筋约束,导致结构强度降低。钢筋连接有绑扎连接、焊接连接和机械连接等方式,选择时要综合钢筋直径、使用部位和施工条件等因素,直径小的钢筋在受力不大部位可用绑扎连接,直径较大钢筋在重要受力部位优先选择焊接连接或机械连接,焊接连接强度高但受环境与焊工技术影响,机械连接施工快捷、质量稳定,能提高钢筋连接强度和可靠性。

2.4 模板工程技术

模板选型需综合基础形式、尺寸及施工要求,常见类型有木模板、钢模板和组合模板。木模板制作简便、成本低,但重复使用次数有限;钢模板强度高、可多次使用,不过成本偏高;组合模板兼具两者优点,通用性强且安装方便。模板安装要严格遵循设计图纸与施工规范,保证位置、尺寸和垂直度精准,位置偏差影响基础结构受力,尺寸不准改变基础外形,垂直度不够会使基础倾斜^[3]。安装时采用对拉螺栓、钢管支撑等合适固定方法,将模板牢固固定于基础上,同时留意拼接缝,防止漏浆导致混凝土表面蜂窝麻面。模板拆除须在混凝土强度达到设计要求后进行,遵循先支后拆、后支先拆顺序,避免损坏混凝土表面和棱角,影响基础外观和质量。拆除后注重模板保管和维护,及时清理表面混凝土残渣,检查变形损坏情况并修复,分类存放于干燥通风处,防止模板锈蚀、变形,确保下次使用时能保持良好的性能和精度,为风力发电基础施工提供可靠保障。

2.5 混凝土工程技术

混凝土配合比设计要依据设计要求及原材料性能开展,强度关乎基础承载能力,耐久性决定基础使用寿命,工作性影响施工操作,只有三者均符合要求,才能保证基础质量。设计时需进行试配试验,通过调整水泥、水、砂石等材料比例,确定最佳配合比参数。混凝土浇筑采用分层分段法,每层厚度依据振捣设备和施工条件确定,过厚振捣不实,过薄效率低下。浇筑要连续进行,避免施工缝,施工缝会削弱基础整体性,降低结构强度。同时注重振捣质量,根据混凝土特性选择合适振捣设备与方法,确保混凝土密实,消除内部孔隙。混凝土养护在浇筑完成后及时开展,养护时间依据强度等级和气候条件

确定,高温干燥时需延长养护时间。常见养护方法有自然养护和蒸汽养护,自然养护靠洒水保湿,蒸汽养护通过蒸汽加速混凝土硬化。养护时保持混凝土表面湿润,防止表面干裂,干裂会使钢筋锈蚀,降低基础耐久性,只有做好各环节,才能保障风力发电基础混凝土质量。

3 风力发电基础土建施工管理要点

3.1 进度管理

进度管理要求编制施工进度计划并实施控制,具体为根据工程合同要求与施工实际情况编制详细施工进度计划,明确各阶段施工任务、开始及完成时间,采用网络图或横道图直观反映施工进度情况;在施工进度计划实施中需加强监控与调整,通过定期召开进度协调会及时解决施工过程中出现的问题,保障施工进度按计划推进,当发现实际进度与计划进度存在偏差时,要分析偏差产生原因并采取有效措施调整,如增加资源投入,通过调配更多的人力、物力或财力资源,为施工提供更充足的条件,加快施工速度,或者优化施工方案,对原有的施工流程、技术方法等进行改进,提高施工效率减少不必要的环节和时间浪费,以此确保施工进度能够符合预期要求,避免因进度滞后影响整个工程的交付和使用,在调整过程中要综合考虑各种因素,确保调整措施的可行性和有效性,既要解决当前的进度偏差问题,又不能对工程质量、安全等方面造成不利影响,并且要持续对施工进度进行跟踪和监控,及时掌握调整后的进度情况,根据实际情况进行进一步的微调,形成一个动态的管理过程,以保证施工进度始终处于可控状态,最终实现工程按时完成的目标。

3.2 质量管理

质量管理涵盖建立质量管理体系、施工过程质量控制及质量检验与验收三方面内容,建立质量管理体系需构建完善体系,清晰界定各部门与人员质量职责,制定质量管理制度及质量检验计划,同时强化对施工人员质量教育与培训,提升其质量意识与操作技能,为质量管理奠定基础^[4]。施工过程质量控制要着重加强对各环节把控,从原材料采购环节确保材料质量合格,到施工工艺控制环节保证工艺符合标准,再到成品保护环节防止成品受损,尤其对关键工序与隐蔽工程,需实施旁站监理并严格验收,保障施工质量契合设计要求与规范标准。质量检验与验收要依据设计要求及规范标准开展,对施工质量进行全面检验与验收,一旦发现不合格工程,必须坚决返工整改直至达标,杜绝质量隐患,同时要做好质量检验记录与验收资料整理工作,详细记录检验过程中的各项数据、发现的问题及处理情况,以及验收时各项指标

的达标情况等,这些资料不仅是施工过程质量控制的真实反映,也是工程竣工验收的重要依据,能为工程顺利通过竣工验收提供有力支撑,确保整个工程质量管理工

3.3 安全管理

建立安全管理体系方面,要构建完善体系,清晰明确各部门和人员的安全职责,制定完备的安全管理制度与安全操作规程,同时强化对施工人员的安全教育与培训,通过系统培训提升其安全意识与自我保护能力,为安全管理筑牢基础。安全风险评估与防范工作中,需对施工过程中潜在的安全风险进行全面评估,依据评估结果制定针对性防范措施,针对高处作业要设置防护栏杆和安全网,针对触电危险需加强电气设备维护管理并采用漏电保护装置等,以此降低事故发生概率。安全检查与监督环节,要定期开展安全检查,检查内容涵盖施工现场各个方面,及时发现并消除安全隐患,防止隐患扩大引发事故,同时加大对施工现场的安全监督力度,对违反安全规定的行为严肃处理,起到警示作用,此外,还应建立安全事故应急预案,预案需明确应急组织架构、响应流程、救援措施等内容,通过定期演练等方式提高应对突发事件的能力,确保在事故发生时能够迅速、有序、有效地开展救援工作,最大限度减少事故造成的损失,保障施工人员生命安全和工程顺利进行。

3.4 成本管理

成本预算编制需依据工程合同要求与施工图纸,细致编制详细成本预算,清晰明确各项费用支出计划与成本控制目标,成本预算涵盖直接成本与间接成本,直接成本含人工费、材料费、机械费等,是施工过程中直接用于工程实体建设的费用,间接成本如管理费等,是为组织和管理施工活动而产生的费用^[5]。成本控制措施在施工过程中至关重要,要采取有效手段降低施工成本,优化施工方案合理安排施工顺序,避免工序交叉与重复,提

高施工效率减少时间与资源浪费;加强材料管理可严格把控材料采购、运输、储存、使用等环节,降低材料损耗,节约材料成本;控制机械费用则要合理调配机械,提高机械利用率,避免机械闲置。成本核算与分析要定期开展,通过准确核算实际成本,与预算成本进行对比,找出两者差异,深入分析成本偏差产生原因,可能是市场价格波动导致材料成本增加,或是施工方案不合理造成效率低下等,依据成本分析结果,及时调整成本控制措施,如针对材料价格波动,可寻找更优质低价供应商或调整采购计划;针对施工效率问题,可进一步优化施工方案或加强人员培训,确保施工成本始终控制在预算范围内,实现成本管理的目标。

结束语

综上所述,风力发电基础土建施工的技术与管理紧密相连、相辅相成。技术要点涵盖基础选型、基坑开挖、钢筋、模板、混凝土工程等,是保障施工质量的基础。管理要点涉及进度、质量、安全、成本等方面,通过科学规划与有效控制,确保施工顺利进行。只有将技术与管理有机结合,严格把控每个环节,才能实现风力发电基础土建工程按时、优质、安全、低成本完成,推动风力发电行业持续发展。

参考文献:

- [1]辛清军,刘丹丹.高层住宅土建施工质量管理与关键技术研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(6):154-156.
- [2]王星军.建筑工程土建施工中桩基础施工技术的应用探究[J].建材发展导向,2025,23(5):55-57.
- [3]毛维东.土建施工技术的质量管理措施[J].门窗,2025(5):190-192.
- [4]李娜,林吉德,严金桂,马映瑕.送变电土建施工中基础施工技术[J].大众标准化,2025(3):67-69.
- [5]张大龙.建筑工程施工中桩基础技术管理分析[J].门窗,2026(3):58-60.