

水利水电泵站基础施工技术研究

李小松

武汉盘龙水务建设投资发展有限公司 湖北 武汉 430300

摘要: 水利水电工程建设中, 泵站基础施工质量对泵站长期稳定运行与功能发挥至关重要。本文剖析水利水电泵站基础类型特性、地质条件影响及荷载要求, 阐述基础开挖支护、地基处理加固、混凝土浇筑养护及沉降变形监测等关键施工技术, 探讨材料设备选择要点、质量安全管控措施及复杂工况适配方案, 构建系统的泵站基础施工技术体系, 为提升泵站基础施工质量、保障水利水电工程安全高效运行提供参考。

关键词: 水利水电泵站; 基础施工技术; 质量控制; 安全管理

引言: 水利水电泵站作为水利系统关键设施, 其基础施工质量直接关乎泵站稳定运行与整体效益。当前, 泵站建设面临地质条件复杂、施工难度大、荷载要求高等挑战。基础类型多样, 不同地质与荷载条件需适配不同基础形式。施工过程中的材料选择、设备配置、质量控制与安全管理均影响最终工程质量。深入研究泵站基础施工技术, 提升施工水平, 具有重要的现实意义。

1 水利水电泵站基础类型与特点分析

1.1 泵站基础类型概述

水利水电泵站常见基础类型需结合工程需求选择^[1]。刚性基础多采用混凝土浇筑, 结构坚固且承载能力强, 适用于荷载较大、地质条件稳定的泵站场景, 但对地基平整度要求较高, 施工时需严格控制混凝土浇筑质量, 避免因结构不均匀导致开裂; 柔性基础以筏板基础、箱型基础为代表, 整体刚度较好, 能有效分散荷载, 适配地基条件稍差的区域, 不过施工工序相对复杂, 需注重钢筋绑扎与模板搭设的精度; 桩基础通过钻孔灌注桩或预制桩将荷载传递至深层稳定土层, 适合软土地基或荷载集中的泵站, 但施工周期较长, 需做好成孔后的质量检测, 防止出现断桩、缩颈等问题。不同基础类型各有优劣, 需根据泵站规模、地质条件与荷载需求综合选用。

1.2 基础地质条件对施工的影响

地质条件是泵站基础施工的关键制约因素。土壤类型直接影响施工工艺, 黏性土含水量高易导致基坑坍塌, 需采取支护措施; 砂性土渗透性强, 施工时需做好降水处理, 防止基坑积水影响施工。土壤承载力决定基础选型, 承载力不足时需进行地基加固, 若直接施工易导致基础沉降超标。地下水位过高会增加施工难度, 不仅可能淹没基坑, 还会降低土壤稳定性, 需提前规划排水方案。地质勘察能为施工提供精准依据, 通过分析地层结构、土壤力学性质与水文条件, 帮助确定基础类

型、施工工艺与防护措施, 若勘察不到位, 可能导致施工方案不合理, 引发基础开裂、沉降等问题, 影响泵站安全。

1.3 泵站运行荷载对基础的要求

泵站运行荷载需通过基础设计合理承载。静载主要来自泵站主体结构重量与设备自重, 基础需具备足够强度, 避免长期受压导致结构损坏; 动载由水泵、电机运行产生, 会引发基础振动, 设计时需增强基础刚度, 减少振动对周边结构的影响, 防止振动导致基础螺栓松动、混凝土剥落。温度应力也是重要荷载类型, 泵站运行中水温变化与环境温差会使基础产生热胀冷缩, 基础需具备一定抗裂性能, 避免温度应力引发裂缝。因此, 基础设计需综合满足强度、刚度与稳定性要求, 确保在各类荷载作用下, 基础不发生超过允许范围的变形、沉降或损坏, 为泵站长期稳定运行提供支撑。

2 泵站基础施工关键技术

2.1 基础开挖与支护技术

泵站基础开挖需根据地质条件选择合适方法。软土地基多采用分层开挖, 每层开挖深度控制在合理范围, 避免基坑边坡失稳, 开挖后需及时铺设防扰动垫层, 垫层材料可选用级配砂石并压实平整; 岩石地基可采用机械破碎或静态爆破, 减少对周边岩层的扰动, 爆破后需清理松动岩块, 必要时对岩壁进行喷锚支护防止二次坍塌^[2]。开挖过程中需注意控制开挖速度, 同步清理基坑内积水与浮土, 积水可通过集水井与抽水泵排出, 浮土需及时运离基坑避免堆积荷载。支护结构选择需结合基坑深度与地质情况, 浅基坑可采用钢板桩支护, 施工便捷且成本较低, 钢板桩需逐根检查锁口密封性; 深基坑适合土钉墙或排桩支护, 能提供更强的抗侧移能力, 施工时需确保支护结构与地基结合紧密, 避免出现缝隙。开挖期间需开展安全监测, 实时跟踪基坑边坡位移与沉

降,若发现监测数据异常,立即启动应急措施,如增设临时支撑或放缓开挖速度,保障施工安全。

2.2 基础处理与加固技术

地基处理需针对不同地质问题选用对应方法。土壤承载力不足时可采用换填法,将软弱土层替换为砂石、灰土等强度较高的材料,换填范围需超出基础边缘一定宽度,换填过程中需分层压实,每层压实度需抽样检测,确保密实度达标;对于渗透性强的土层,可通过注浆法注入水泥浆或化学浆液,注浆孔布置需均匀且覆盖需处理区域,注浆压力需根据土层特性调整,避免压力过大导致土层扰动。加固技术选择需匹配基础受力需求,预应力锚杆适用于需增强抗拔能力的基础,施工时需精准控制锚杆张拉力度,张拉后需进行锁定与防护;土钉墙加固适合边坡或基坑侧壁,通过土钉与土体的协同作用提升稳定性,土钉间距与长度需根据边坡高度计算确定。处理与加固效果的质量控制需贯穿全程,施工前检测原材料性能,施工中检查关键参数,施工后通过载荷试验或钻孔取样验证效果,确保地基处理与加固达到设计要求。

2.3 基础混凝土浇筑与养护技术

混凝土配合比设计需兼顾强度与施工性能,根据基础受力情况确定水泥、砂石、外加剂的比例,确保混凝土抗压强度满足设计标准,同时具备良好的流动性与和易性,便于浇筑施工。浇筑工艺需遵循分层浇筑、连续作业的原则,每层浇筑厚度控制在规范范围内,采用振捣设备充分振捣,排出混凝土内部气泡,防止出现蜂窝、麻面等缺陷。浇筑过程中需做好温度控制,夏季可采取遮阳、洒水降温,冬季需覆盖保温材料,避免混凝土内外温差过大引发裂缝。养护方法与周期直接影响混凝土性能,浇筑完成后及时覆盖保湿材料,定期洒水保持湿润,养护周期需根据混凝土强度等级确定,通常不少于14天,确保混凝土充分水化,提升强度与耐久性。

2.4 基础沉降与变形监测技术

基础沉降与变形监测需依托专业原理与方法,常用的水准测量法可精准测量基础沉降量,通过设置多个监测点,监测点需避开振动源与积水区域,采用强制对中基座确保测量精度,定期观测并记录数据,观测频率需根据施工进度调整;位移监测可采用全站仪或测斜仪,测斜仪需埋入专用测斜管,跟踪基础水平位移与边坡变形情况。监测数据处理需采用专业软件进行分析,对比不同时段的数据变化,绘制沉降与变形曲线,计算沉降速率与累计变形量,判断基础沉降与变形趋势,若发现数据超出允许范围,及时分析原因并采取调整措施,如

调整施工顺序或增设加固结构。监测在基础施工与运行过程中至关重要,施工阶段可通过监测优化施工方案,避免因施工不当导致基础变形;运行阶段能实时掌握基础状态,提前预警潜在风险,监测数据可作为基础维护与改造的重要依据,为泵站基础维护与安全运行提供数据支撑。

3 泵站基础施工材料与设备选择

3.1 施工材料选择原则

泵站基础施工材料选择需综合多方面因素。强度是核心指标,材料需满足基础承载需求,如混凝土强度等级需匹配泵站荷载,避免长期受力导致结构破损;耐久性需适配水利环境,材料需抵抗地下水侵蚀、温度变化等影响,减少后期维修成本,水下基础还需选用抗渗性更强的混凝土,防止水分渗透引发内部损伤;经济性则需在保证质量的前提下,平衡材料采购与使用成本,避免过度追求高性能导致成本浪费^[3]。常用基础施工材料各有特性,水泥需选用强度稳定、水化热适中的类型,适配不同浇筑场景;砂石需控制颗粒级配与含泥量,确保混凝土密实度;钢筋需具备良好的抗拉性能与焊接性,适配基础结构受力需求;注浆材料需根据地基情况选择,水泥浆适用于常规加固,化学浆液则适合细微孔隙填充,确保材料性能与施工需求精准匹配。

3.2 施工设备选型与配置

施工设备选型需结合工程实际条件。工程量决定设备规格,大规模基础开挖需选用大功率挖掘机,小范围精细作业则适合小型挖机;工期要求影响设备数量,紧张工期需增加设备投入以提升效率;现场条件制约设备类型,狭窄场地需选用灵活的小型设备,软土地基需配备履带式设备以避免陷车。常用施工设备性能各有侧重,挖掘机适用于基础开挖,可根据开挖深度选择不同斗容型号;混凝土搅拌运输车与泵车适配混凝土浇筑,确保混凝土连续供应与精准输送,两者需协同调度,避免混凝土初凝或供应中断;压实设备中,压路机适合大面积地基压实,小型夯实机则适用于边角区域;监测设备需选用精度高、稳定性强的型号,保障数据准确。设备配置需兼顾合理性与经济性,避免设备闲置或能力不足,通过优化设备组合提升施工效率,同时控制设备租赁与维护成本,确保施工顺利推进。

4 泵站基础施工质量控制与安全管理

4.1 施工质量控制体系建立

泵站基础施工质量控制体系需构建完整的运行框架,核心由组织架构、制度流程与技术标准三部分构成。组织架构明确各岗位质量职责,从项目负责人到施

工班组,形成层层监督的责任链条,确保每个环节都有专人负责质量把控;制度流程规范质量管控环节,涵盖材料进场验收、工序交接检验等全流程,避免因流程缺失导致质量漏洞;技术标准则明确各施工环节的质量要求,如混凝土强度标准、地基处理效果指标^[4]。质量计划需结合工程特点制定,明确各阶段质量目标与实施路径;质量控制点需聚焦关键环节,如基础钢筋绑扎、混凝土浇筑等,设置专人专项管控;质量检验需贯穿施工全程,通过抽样检测、现场实测等方式验证质量,确保每道工序均符合标准,为基础施工质量筑牢防线。

4.2 施工过程质量监控

施工过程质量监控需采用多元方法与手段。现场巡检需安排专业人员定期巡查,重点检查基础开挖尺寸、钢筋间距、混凝土振捣密实度等,及时发现表面质量问题,巡检记录需详细存档便于追溯;试验检测需依托专业设备,对混凝土试块进行强度试验、对地基土进行承载力检测,获取精准质量数据,检测结果需与设计标准比对;远程监测可通过安装传感器,实时跟踪基础沉降、混凝土温度变化等指标。监控数据需分类整理分析,对比设计标准判断质量状态,若发现数据异常,需追溯问题根源,如混凝土强度不足需核查配合比或养护情况。质量问题处理需遵循“及时整改、预防复发”原则,对已出现的问题制定专项整改方案,同时总结经验优化后续施工,避免同类问题重复发生。

4.3 施工安全管理措施

泵站基础施工安全管理需遵循“预防为主、防治结合”的原则,核心目标是杜绝安全事故、保障人员安全与设备完好。安全管理制度需覆盖全施工环节,包括施工现场安全巡查、设备安全操作、临时用电管理等,制度执行需严格落实,如设备使用前需进行安全检查,临时用电需符合规范要求,违规操作需及时制止并整改。安全教育培训需针对不同岗位开展,对施工人员普及基坑坍塌、机械伤害等风险防范知识,对特种作业人员进

行专项培训,确保其掌握安全操作技能。应急演练需定期组织,针对基坑边坡失稳、触电等常见事故场景,模拟应急处置流程,让施工人员熟悉救援步骤与设备使用方法,提升突发情况应对能力,为泵站基础施工营造安全环境。

4.4 施工安全应急处理

施工安全应急处理需明确突发事件的响应流程与实操措施。接到事故报告后,需第一时间启动对应等级应急预案,同步调配现场应急物资如急救箱、加固钢材等,优先保障人员安全,如基坑边坡局部坍塌时,立即组织危险区域人员撤离,设置警戒标识防止无关人员进入;随后采取针对性控险措施,如用沙袋堆砌临时挡墙、架设支撑加固边坡,或对触电事故现场切断电源、开展急救。需同时联络专业救援力量,提供事故现场详细信息,协助开展后续处理工作,确保在最短时间控制险情扩大,最大限度减少事故造成的人员伤亡与财产损失,保障施工安全秩序尽快恢复。

结束语

水利水电泵站基础施工技术研究对保障泵站质量与安全意义重大。通过合理选择基础类型、应用关键施工技术、严格控制材料设备、建立质量控制体系与安全管理制度,可有效提升施工水平。未来,需持续创新施工技术,适应不同地质与工程需求,推动泵站建设向更高效、安全、环保方向发展,为水利事业发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]王潘潘.水利水电泵站基础施工技术研究[J].车时代,2024(10):100-102.
- [2]马鲸清.水利水电泵站基础施工技术[J].智能建筑与工程机械,2025,7(5):122-124.
- [3]卢有霖.水利水电泵站基础施工技术探讨[J].水上安全,2024(3):166-168.
- [4]左燕.水利水电泵站基础施工技术应用[J].世界家苑,2023(19):177-179.