

水利水电泵站基础施工技术研究

沙 星

宁夏回族自治区盐环定扬水管理处 宁夏 吴忠 751100

摘 要: 水利水电泵站基础施工质量直接关乎工程整体安全性与运行稳定性。地基处理需依地质条件精准施策,模板、钢筋、混凝土工程各环节技术要点均影响施工成效。当前,地质勘察误差、工艺把控松散、管理缺位等问题突出,制约施工质量提升。通过强化勘察精度、规范工艺流程、完善管理体系等策略,可有效提升施工质量,保障泵站长期稳定运行,对水利水电工程建设具有重要的理论与实践指导意义。

关键词: 水利水电泵站; 基础施工; 技术

引言

在国家水利水电工程建设快速发展的背景下,水利水电泵站作为水资源调配与能源转换的关键设施,其基础施工质量直接影响工程全生命周期的安全性与可靠性。然而,复杂地质条件、多样化施工需求及管理机制缺陷,给基础施工带来诸多挑战。本文围绕地基处理、模板工程、钢筋工程及混凝土工程等核心施工技术展开研究,深入剖析施工中存在的问题,针对性提出优化策略,旨在为提升水利水电泵站基础施工水平提供理论参考与实践指导。

1 水利水电泵站概述

水利水电泵站作为水资源调配与能源转换的核心枢纽,通过机电设备系统实现水体势能与机械能、电能的相互转化,在防洪排涝、农田灌溉、跨流域调水及水能开发领域发挥关键作用。其运行原理基于水力学与流体机械理论,利用水泵叶轮高速旋转产生的离心力或轴推力,改变水体运动状态,配合管路系统实现水体定向、定量输送。泵站工程通常由进水建筑物、水泵机组、出水建筑物及配套电气控制设施构成。进水建筑物包含前池、进水池等结构,通过合理的流道设计保障水流平稳入泵,减少水力损失与涡流影响;水泵机组作为核心设备,涵盖离心泵、轴流泵、混流泵等多种类型,需依据工程扬程、流量需求进行选型匹配;出水建筑物则将水泵提升的水体安全输送至目标区域,其中压力管道、出水池等结构需满足强度、抗渗及水锤防护要求。电气控制系统通过自动化装置与监控系统,实现机组启停、流量调节及故障诊断,确保泵站高效稳定运行。现代水利水电泵站在技术发展中融合智能监测、变频调速、优化调度等创新成果。高精度传感器实时采集水位、流量、振动等运行参数,借助物联网技术传输至中央控制系统,经数据分析实现机组工况动态调整;变频调速技术

可根据实际需水量灵活调节水泵转速,降低能耗并延长设备寿命;基于数学模型的优化调度方案,则能统筹考虑来水规律、用水需求及设备性能,提升泵站整体运行效率。这些技术进步推动水利水电泵站从传统人力操控向智能化、节能化方向转型升级,为水资源可持续利用与能源高效开发提供坚实保障。

2 水利水电泵站基础施工技术要点

2.1 地基处理技术

(1) 针对软弱地基,常采用换填垫层法,通过挖除浅层软弱土或不良土,换填强度较高的砂、碎石、灰土等材料,并分层夯实,以此提高地基承载力、减少沉降。换填材料需严格控制级配与含水量,每层铺设厚度、压实遍数依据试验参数确定,确保密实度满足设计要求,同时注重不同材料交接处的过渡处理,防止应力集中。(2) 强夯法适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土等,利用重锤从高处自由落下产生的夯击能,加固地基土,使其表面形成一层较为均匀的硬层来承受上部荷载。施工前需进行试夯,确定夯击次数、夯击遍数、两遍夯击间隔时间等参数,施工过程中精确控制夯点位置与夯沉量,避免漏夯或夯击不足。(3) 桩基础是在地基条件复杂或对基础承载能力要求较高时的常用方法,包含灌注桩与预制桩。灌注桩通过机械或人工成孔,放入钢筋笼后浇筑混凝土成桩;预制桩则在工厂或现场预制后,采用锤击、静压等方式沉入地基。桩的长度、直径、间距等严格按设计执行,施工时控制成孔垂直度、桩身完整性与承载力,保证桩基质量可靠^[1]。

2.2 模板工程施工技术

(1) 模板选型根据结构形状、尺寸、施工条件及周转次数综合确定,常用的有木模板、钢模板、铝模板等。木模板具有灵活性高、易加工的特点,适用于形状复杂的部位;钢模板与铝模板则强度高、周转次数多、

成型质量好,适合标准化构件。模板设计需进行刚度、强度与稳定性计算,确保在混凝土浇筑过程中不发生变形、位移与漏浆。(2)模板安装前,清理基层表面杂物,弹好模板安装控制线,保证位置准确。安装过程中,严格控制垂直度、平整度与拼接缝宽度,采用对拉螺栓、支撑体系固定模板,支撑体系的立杆间距、横杆步距依据设计方案设置,确保模板稳固。模板拼接处采用海绵条、胶带等密封,防止漏浆影响混凝土外观质量。(3)模板拆除需依据混凝土强度增长情况确定,侧模在混凝土强度能保证其表面及棱角不因拆除模板而受损时方可拆除;底模拆除时间依据设计要求或同条件养护试块强度达到规定标准执行。拆除时按先支后拆、后支先拆的顺序进行,严禁暴力拆除,避免损伤混凝土结构,拆除后的模板及时清理、修复、保养,以备周转使用。

2.3 钢筋工程施工技术

(1)钢筋进场时,严格检查质量证明文件,按规范要求抽样复验,检测力学性能、重量偏差等指标,不合格钢筋严禁用于工程。钢筋储存场地需硬化、排水良好,钢筋分类堆放并垫高,防止锈蚀与污染,表面有颗粒状或片状老锈的钢筋不得使用。(2)钢筋加工在专业加工场地进行,依据设计图纸与规范要求,准确控制钢筋的下料长度、弯曲角度与形状尺寸。钢筋调直采用机械调直,调直后的钢筋表面不得有明显擦伤;钢筋弯曲成型时,不同直径与级别钢筋按规定的弯曲半径操作,保证加工精度。加工好的钢筋分类挂牌标识,便于取用。(3)钢筋连接方式有绑扎连接、焊接连接与机械连接,根据钢筋直径、使用部位及设计要求合理选择。绑扎连接时,控制搭接长度、绑扎间距与接头位置;焊接连接需保证焊接质量,控制焊接电流、电压与焊接时间,焊后检查焊缝外观质量;机械连接严格按照操作规程进行,确保连接套筒与钢筋匹配,接头拧紧力矩符合要求。钢筋安装过程中,保证钢筋位置、间距、保护层厚度准确,采用垫块、马凳筋等措施固定钢筋,防止浇筑混凝土时移位^[2]。

2.4 混凝土工程施工技术

(1)混凝土配合比设计依据工程特点、强度等级、耐久性要求及原材料性能,通过计算、试配、调整确定。选用质量合格的水泥、粗细骨料、外加剂与掺合料,严格控制原材料质量波动对混凝土性能的影响,确保混凝土的和易性、强度、耐久性满足设计标准。施工过程中,依据砂石含水率及时调整施工配合比。(2)混凝土搅拌采用强制式搅拌机,控制搅拌时间与投料顺序,保证混凝土搅拌均匀。运输过程中,采用搅拌车或

泵送设备,防止混凝土离析、泌水与坍落度损失,运输时间与距离符合规范要求。混凝土浇筑前,检查模板、钢筋、预埋件等,清理仓内杂物,湿润基层表面但不得有积水。浇筑时,采用分层浇筑、振捣密实的方法,控制浇筑速度与高度,避免产生冷缝,振捣棒插入深度、振捣时间适宜,防止漏振、过振。(3)混凝土浇筑完成后,及时进行养护,养护方法有洒水养护、覆盖养护、喷涂养护剂等。洒水养护时,保持混凝土表面湿润,养护时间依据混凝土强度等级、水泥品种及环境条件确定,一般不少于7天,对于有抗渗要求或大体积混凝土,养护时间不少于14天。养护期间,定期检查混凝土表面状况,发现裂缝等缺陷及时处理,同时做好养护记录,确保混凝土强度正常增长,达到设计使用要求。

3 水利水电泵站基础施工技术中存在的问题与应对策略

3.1 存在的问题

3.1.1 地质勘察不准确

水利水电泵站基础施工的地质条件复杂多变,不同区域的岩土性质、地下水位、地质构造差异显著。在实际勘察过程中,因勘察设备精度有限、勘察布点密度不足,无法全面捕捉地基土的物理力学特性及潜在地质缺陷。例如,钻孔间距过大时,易遗漏局部软弱夹层或岩溶发育区,致使设计人员对地基承载能力误判。受勘察周期与成本限制,勘察工作仅停留在表层地质调查,未对深层地质条件进行深入探测,对地震液化土层、膨胀土等特殊地质问题缺乏准确评估,为基础施工埋下安全隐患。勘察数据处理与分析存在误差,未能结合泵站运行工况对地质条件进行动态模拟,导致设计方案与实际地质情况脱节,基础施工时出现沉降不均、地基失稳等问题。

3.1.2 施工工艺控制不严格

水利水电泵站基础施工涉及土方开挖、混凝土浇筑、地基处理等多道复杂工艺,各环节衔接紧密,对施工精度要求极高。土方开挖阶段,若未严格按设计坡度放坡,或超挖、欠挖现象严重,将直接影响基础稳定性;基坑支护施工中,锚杆长度、注浆压力控制不当,易引发基坑坍塌事故。混凝土浇筑过程里,配合比不准确、振捣不密实、养护不到位,会产生蜂窝、麻面、裂缝等质量缺陷,降低结构耐久性。地基处理时,无论是强夯法、换填法还是桩基法,若施工参数与设计不符,如强夯能级不足、换填材料压实度不达标、桩基持力层选择错误,均无法达到预期加固效果。各施工工艺缺乏标准化操作流程与精细化质量管控,导致基础施工质量

参差不齐^[3]。

3.1.3 施工管理不到位

水利水电泵站基础施工是多工种协同作业的复杂系统工程,施工管理的有效性直接影响工程质量与进度。施工现场资源调配不合理,设备配置与施工强度不匹配,导致机械闲置或施工效率低下;材料进场检验把关不严,钢筋、水泥等主材存在质量瑕疵,影响基础结构强度。施工过程缺乏动态监测与实时反馈机制,无法及时发现基础沉降、位移等异常变化,错过最佳处理时机。人员组织协调不力,各工种交叉作业时缺乏统一指挥,工序衔接混乱,增加施工安全风险。对新技术、新工艺的应用缺乏充分论证与技术交底,施工人员操作不熟练,难以保证施工质量,使基础施工无法满足设计要求与工程实际需求。

3.2 应对策略

3.2.1 加强地质勘察工作

提升地质勘察工作质量是保障水利水电泵站基础施工安全的关键。采用多种勘察手段相结合的方式,综合运用钻探、物探、原位测试等技术,全面获取地基岩土参数。加密勘察布点,尤其是在地形地貌复杂、地质条件变化大的区域,增加钻孔数量与深度,确保地质剖面的完整性与准确性。引入三维地质建模技术,基于勘察数据构建可视化地质模型,直观呈现地层分布、地质构造特征,辅助设计人员进行方案优化。对特殊地质区域,开展专项勘察与试验研究,如针对软土地基进行三轴压缩试验,测定土体抗剪强度指标;对岩溶地区进行地质雷达探测,查明溶洞分布范围与规模。通过深化地质勘察工作,为基础设计与施工提供可靠依据。

3.2.2 严格控制施工工艺

建立严格的施工工艺控制体系,确保水利水电泵站基础施工质量达标。在土方开挖前,依据设计图纸与地质勘察报告制定详细施工方案,精确计算放坡坡度与开挖深度,采用先进测量仪器实时监测开挖边界与高程,避免超挖、欠挖。混凝土浇筑过程严格执行配合比设计,采用自动计量搅拌设备保证材料配比精准,规范振捣工艺,控制振捣时间与间距,确保混凝土密实度;加强养护管理,根据环境温度与湿度采用覆盖保温、洒水保湿等养护措施,防止混凝土开裂。地基处理施工中,

严格按照设计参数操作,对强夯施工记录每一击的夯沉量,及时调整夯击次数与能级;桩基施工时,利用超声波检测技术实时监测成桩质量,确保桩身完整性与承载力满足要求。通过细化各施工工艺标准,加强过程质量控制,提升基础施工质量。

3.2.3 强化施工管理

优化施工管理模式,提高水利水电泵站基础施工效率与质量。科学规划施工现场,根据施工进度与工艺要求合理配置机械设备与人力资源,避免资源浪费与窝工现象。建立严格的材料进场验收制度,对钢筋、水泥等主材进行抽样检测,核查质量证明文件,杜绝不合格材料进入施工现场。构建施工全过程监测体系,利用传感器、全站仪等设备实时监测基础沉降、位移、应力变化等参数,结合大数据分析技术及时预测施工风险,采取针对性处理措施。加强施工现场组织协调,制定详细的施工进度计划与交叉作业方案,明确各工种职责与作业顺序,确保施工有序推进。加大新技术、新工艺的培训力度,组织施工人员开展实操演练,使其熟练掌握施工要点与操作规范,保障基础施工技术有效落实^[4]。

结束语

综上所述,水利水电泵站基础施工技术涵盖多环节、多工艺,各技术要点的精准把控是保障工程质量的关键。针对地质勘察、施工工艺及管理层面现存问题,需从强化勘察精度、严格工艺标准、健全管理体系等方面系统施策。未来,随着新材料、新技术的不断涌现,水利水电泵站基础施工技术将持续创新发展,通过深化研究与实践应用,推动水利水电工程建设迈向更高质量发展阶段。

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]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.
- [3]高焕涛.水利水电泵站基础施工技术应用[J].河南水利与南水北调,2020,49(2):29-30.
- [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.