

水利水电建筑工程施工技术

王凯生

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 水利水电建筑工程施工技术是保障工程安全与质量的核心, 涵盖基础处理、主体结构建造、材料设备应用及质量安全控制等关键环节。本文系统分析地基处理、基坑工程、挡水建筑物、泄水设施等专项施工技术要点, 并探讨混凝土配合比、机械操作、质量控制等具体方法。通过整合传统工艺与现代技术, 提升施工效率与工程可靠性, 为类似项目提供技术参考。

关键词: 水利水电建筑工程; 基础工程; 主体结构; 施工材料; 施工安全

引言: 水利水电建筑工程关乎国计民生, 在防洪、灌溉、发电等方面作用重大。其施工涉及多领域技术, 复杂且关键。从基础工程到主体结构, 从材料设备到质量安全, 每个环节都影响工程整体效能。深入探讨这些施工技术, 有助于提升工程建设水平, 保障工程安全稳定运行, 推动水利水电事业持续发展。

1 基础工程施工技术

1.1 地基处理技术

在水利水电建筑工程领域, 地基处理技术是保障工程稳固的基石。不同地质状况需针对性采用不同处理手段。软土地基承载力弱、压缩性大, 换填技术是常用方法之一。将软弱土层挖除, 换入强度高、压缩性低的材料, 像砂石、灰土, 能显著提升地基承载能力。夯实技术借助重锤自由下落产生的冲击力, 压实地基土, 增强土体密度^[1]。挤密技术则是用成孔设备在土中成孔, 往孔内填入材料并夯实, 形成桩体, 与周围土体构成复合地基, 改善地基性能。岩质地基开挖与修整也极为关键。开挖时, 依据岩石硬度、节理裂隙发育程度, 选择合适开挖机械与爆破参数。坚硬岩石可采用钻孔爆破法, 较软岩石机械开挖更合适。开挖完成后, 对地基进行修整, 保证表面平整, 契合设计要求。特殊地基如湿陷性黄土、膨胀土, 工程性质独特。湿陷性黄土遇水会产生显著附加下沉, 处理时多采用强夯法、灰土挤密桩法, 消除湿陷性。膨胀土遇水膨胀、失水收缩, 易致建筑物开裂, 处理可换填非膨胀性土、设置保湿层, 减小土体胀缩变形对工程的影响。

1.2 基坑工程施工技术

基坑工程施工是基础工程重要环节。基坑开挖采用分层分段施工方法, 依据地质条件、基坑深度, 将基坑分成若干层段, 每层开挖深度控制在1-3米, 每段长度控制在10-30米, 逐层逐段开挖, 有效控制基坑变形, 避免

安全事故。基坑支护技术保障基坑稳定。排桩支护在基坑周边设置桩列, 桩间距一般在1-3米, 阻挡土体侧向位移; 钢板桩支护利用钢板桩强度刚度, 形成连续挡土结构, 钢板桩长度可达6-15米; 土钉墙支护将土钉打入土体, 土钉长度一般在3-12米, 与喷射混凝土面层共同作用, 增强土体稳定性。基坑排水与降水技术不可或缺。明排适用于地下水位较低、渗水量较小情况, 通过设置排水沟、集水井, 将地下水排出基坑, 排水沟宽度一般为0.3-0.8米, 深度为0.4-1米。井点降水则适用于地下水位较高、渗水量较大情况, 能有效降低地下水位, 井点管间距一般在0.8-2米。

1.3 基础浇筑与成型技术

混凝土基础浇筑顺序与振捣技术影响基础质量。浇筑前需对模板进行全面检查, 确保支撑体系稳固、拼缝严密, 必要时采用密封胶封堵缝隙防止漏浆, 同时清理基层杂物与积水。浇筑顺序要合理, 避免出现施工冷缝, 一般按照从低到高、从一端向另一端的顺序浇筑, 大体积基础可结合分层推移方式施工。振捣要密实, 确保混凝土均匀性, 振捣时间每点控制在20-30秒, 至表面泛浆无气泡逸出为宜。钢筋绑扎与连接技术关乎结构安全, 绑扎要牢固, 绑扎点间距一般控制在50-100厘米, 连接可采用焊接或机械连接, 保证接头强度。基础养护技术能保证混凝土强度增长, 养护期间要保持适宜温度湿度, 养护时间一般不少于14天。质量控制要点涵盖原材料复检、试块制作、外观检测等, 确保基础质量达标。

2 主体结构施工技术

2.1 挡水建筑物施工技术

在水利水电工程中, 挡水建筑物是抵御水流、保障工程安全的核心部分。混凝土坝施工技术涵盖重力坝与拱坝等多种类型。重力坝依靠自身重量维持稳定, 施工时需严格控制混凝土浇筑质量, 确保坝体强度与耐久

性,重力坝高度可达50-300米^[2]。拱坝则借助拱的作用将水压力传递至两岸山体,施工中对拱座地质条件要求较高,且拱坝体型复杂,施工精度把控至关重要,拱坝厚度一般在10-50米。土石坝施工技术注重填料选择与压实工艺。填料需具备良好的压实性能与抗剪强度,不同部位对填料要求各异。压实工艺直接影响坝体密实度,需根据填料特性与施工条件,选择合适的压实机械与压实参数,保证坝体稳定性。砌石坝施工技术关键在于砌筑工艺与砂浆配置。砌筑要保证石块间紧密咬合,形成稳定结构。砂浆配置需严格按照设计比例,确保砂浆强度与粘结力,为砌石坝提供可靠连接。

2.2 泄水建筑物施工技术

泄水建筑物承担着宣泄多余水量的重任。溢洪道施工技术包括开挖、衬砌与闸门安装基础施工。开挖要保证溢洪道断面尺寸准确,断面尺寸误差控制在 ± 5 厘米以内,衬砌能增强溢洪道抗冲刷能力,闸门安装基础施工需确保基础稳固,为闸门正常运行提供保障,基础承载力一般要求不低于200千帕。泄洪洞施工技术涵盖洞挖、支护与混凝土浇筑。洞挖要控制开挖精度,避免超挖或欠挖,超挖、欠挖值一般控制在 ± 10 厘米以内。支护能保障洞室稳定,防止围岩坍塌。混凝土浇筑要保证混凝土均匀性与密实性,提高泄洪洞整体性能,混凝土强度等级一般不低于C30。消能设施施工技术涉及消力池、挑流鼻坎等。消力池能消减水流能量,减少对下游河床冲刷,消力池深度一般在3-10米。挑流鼻坎可将水流挑向空中,使水流在空中扩散消能,施工时要保证挑流鼻坎体型准确,确保消能效果,挑流鼻坎挑角一般在 20° - 45° 。

2.3 引水与发电建筑物施工技术

引水渠道施工技术包括开挖、衬砌与防渗处理。开挖要保证渠道纵坡与横断面尺寸符合设计要求。衬砌能减少水流对渠道侵蚀,提高渠道输水能力。防渗处理可降低渠道渗漏损失,提高水资源利用率。压力管道施工技术涉及预制、安装、焊接与防腐。预制要保证管道尺寸精度与质量。安装需确保管道位置准确、连接牢固。焊接要保证焊缝质量,防止出现焊接缺陷。防腐处理能延长管道使用寿命,保障管道安全运行。厂房结构施工技术涵盖混凝土浇筑与钢结构安装。混凝土浇筑要保证厂房结构强度与整体性。钢结构安装需确保构件安装精度,为发电设备正常运行提供稳定空间。

2.4 通航建筑物施工技术

通航建筑物作为航运枢纽的核心设施,其施工质量直接决定船舶通行的安全性与效率。通航建筑物为船舶通行提供便利,尤其在高等级航道中,对施工精度与结

构耐久性要求极高。船闸施工技术包括闸室、闸首与输水系统施工。闸室是船舶停泊与升降场所,施工要保证闸室结构稳固,闸室长度一般根据船舶长度确定,可达到50-300米,底板需采用C30以上混凝土浇筑。闸首连接闸室与上下游引航道,施工需确保闸首密封性与启闭机安装质量,闸首水密性要求在规定水压下不渗漏^[3]。输水系统能调节闸室水位,施工要保证输水流畅、控制精准,输水时间一般控制在10-30分钟。升船机施工技术涵盖主体结构与提升系统基础施工。主体结构施工要保证升船机整体稳定性,升船机提升高度可达50-150米,钢结构需进行防腐与抗风蚀处理。提升系统基础施工需确保基础承载能力,为升船机安全运行提供可靠支撑,基础承载力一般要求不低于300千帕,采用微膨胀混凝土浇筑增强整体性。

3 施工材料与设备技术

3.1 核心施工材料应用技术

核心施工材料的应用技术对工程质量至关重要。混凝土作为常用材料,其配合比设计需依据工程要求和原材料性能,精确计算各成分比例,确保强度与耐久性达标。搅拌过程应控制时间与投料顺序,保证均匀性,搅拌时间通常为90至120秒。运输中需防止离析,选择合适工具与路线,运输时间不宜超过90分钟。浇筑时需分层分段进行,振捣密实,避免蜂窝麻面等缺陷,分层厚度一般控制在30至50厘米。钢筋选材应根据设计要求选择强度与韧性适宜的品种,强度等级通常不低于400MPa。加工环节需按规范切割、弯曲,保证尺寸准确,长度误差控制在 ± 10 毫米内。连接可采用焊接或机械连接等方式,依据钢筋规格与施工条件选择,确保连接牢固,焊接接头拉伸强度应不低于钢筋母材。防水材料选型需结合工程防水等级及使用环境。铺设前应保证基层平整洁净,按规定方向与顺序施工,避免褶皱空鼓,基层平整度误差在 ± 3 毫米以内。粘结需确保材料与基层牢固结合,防止渗漏,粘结强度一般要求不低于1.5兆帕。土石填料筛选需去除杂质与过大颗粒,填料最大粒径一般不超过15厘米。压实工艺应根据填料类型与密实度要求,选用合适机械与参数,确保压实质量。级配控制能优化颗粒组成,从而提升填料整体稳定性。

3.2 关键施工设备操作与应用技术

关键施工设备的操作与应用直接影响效率与质量。挖掘机用于土方开挖,需结合土质调整铲斗力度与角度,铲斗容量通常为0.5至5立方米。装载机负责物料装载及短距离运输,应控制装载量防止超载,额定载重量为2至10吨。推土机适用于场地平整,需掌握推土刀升降

与倾斜,其宽度一般为2至5米。混凝土搅拌站实现集中搅拌,需严格把握材料投放量与搅拌时间,生产能力在30至200立方米每小时。泵车可输送混凝土至较高较远位置,操作应确保管道畅通并控制泵送速度,最大泵送高度达100至500米。振捣设备用于混凝土密实,根据浇筑部位选择振捣方式与时间,振捣棒直径普遍为2至8厘米^[4]。塔吊常见于高层建筑,操作须遵循安全规程,协调起升、变幅与回转,最大起重量为10至100吨。履带吊机动性强,用于大型构件吊装,需按构件重量与形状选用吊具,最大起重重量达200至2000吨。门机多用于港口码头,操作应保持运行平稳确保安全,跨度一般在10至50米。盾构机与TBM用于隧道掘进,需精准控制掘进参数保持方向准确,掘进速度约为5至30毫米每分钟。灌浆机应用于岩土体加固,应控制灌浆压力与灌浆量保证效果,压力一般为0.5至5兆帕。

4 施工质量与安全保障技术

4.1 施工质量控制技术

施工工序质量控制技术强调全过程闭环管理,从材料进场检验到工序作业实施,再到成品验收,建立层层校验机制。通过明确各工序操作标准,采用样板引路制度规范作业行为,实时监测工序衔接节点,及时纠正偏差,确保工序成果符合设计要求。混凝土强度与耐久性控制技术聚焦配合比优化与施工过程管控。根据工程环境选用适配材料,精准控制水胶比与外加剂掺量,浇筑阶段严格执行振捣规范,养护环节落实温度与湿度双重保障,有效提升混凝土结构长期稳定性。结构尺寸与位置精度控制技术依托数字化测量设备,建立三维坐标监测体系。施工前完成基准线布设,作业中动态跟踪结构定位数据,通过实时比对调整施工参数,保障构件安装与结构成型的精度偏差控制在允许范围。隐蔽工程质量检测技术采用无损检测与原位检测相结合的方式。针对钢筋布设、管线预埋等隐蔽部位,运用超声探伤、雷达探测等技术手段,全面核查施工质量,留存完整检测数据,为工程质量追溯提供依据。

4.2 施工安全保障技术

高处作业安全防护技术以分级防护为核心,搭设标准化防护设施,设置连续稳固的安全防护栏杆与安全平网,防护栏杆高度一般不低于1.2米。作业人员配备防坠装备,建立作业面安全巡查制度,强化恶劣天气下的作业管控,降低高处坠落风险。临时用电安全技术推行三级配电、二级保护系统,规范电缆敷设与电器设备接线。定期开展用电设备绝缘检测,安装漏电保护装置,明确用电管理责任,杜绝私拉乱接现象,保障用电系统安全稳定,漏电保护器动作电流一般不大于30毫安。机械作业安全防护技术注重设备全生命周期管理。作业前核查设备性能状态,安装机械限位与防护装置,操作人员需经专业培训上岗,作业中严格遵循操作规程,避免机械伤害事故^[5]。地质灾害与突发情况防控技术建立监测预警机制,提前排查施工区域地质风险。制定针对性应急预案,配备应急救援物资,定期开展应急演练,提升突发情况处置能力,保障施工人员与工程安全,应急演练每年不少于2次。

结束语

水利水电建筑工程施工技术涵盖多方面内容,各环节紧密相连。基础工程为工程稳固奠定根基,主体结构施工确保功能实现,施工材料与设备技术提供物质与动力支持,质量与安全保障技术守护工程生命线。只有全面掌握并精准应用这些技术,才能打造优质水利水电工程,更好地服务社会经济发展与人民生活需求。

参考文献

- [1]杨少康.水利水电建筑工程施工技术研究[J].水上安全,2025(6):73-75.
- [2]王福军.水利水电建筑工程施工技术应用探讨[J].智能建筑与工程机械,2024,6(11):22-24.
- [3]陈小明.关于水利水电建筑工程施工技术的探讨[J].水上安全,2023(6):166-168.
- [4]马学斌.水利水电建筑工程施工技术研究[J].电脑采购,2025(10):137-139.
- [5]刘志全.水利水电建筑工程施工技术管理的方法分析[J].百科论坛电子杂志,2022(1):97-99.