

浅析水利水电建筑工程施工技术

文才学¹ 贺正凯¹ 刘前胜² 袁 勇³

1. 黔西南州水资源开发投资（集团）有限公司 贵州 黔西南州 562400

2. 贵州鹏昇（集团）纸业有限责任公司 贵州黔西南州 562400

3. 贵州瀚海建设工程有限公司 贵州黔西南州 562400

摘 要：水利水电建筑工程作为基础设施建设核心领域，其施工技术直接关乎工程质量与效益。基础工程施工需确保地基稳固，混凝土工程强调配比与浇筑工艺，土石坝施工注重材料压实，金属结构安装要求精准对接。随着科技进步，智能化、绿色化成为主流趋势，新型材料与多学科融合为行业发展注入新动能。这些技术要点与趋势的研究，对推动水利水电工程高质量建设、实现可持续发展具有重要意义。

关键词：水利水电；建筑工程；施工技术

引言

水利水电工程在水资源调配、防洪减灾及清洁能源供应中占据关键地位。其施工过程复杂，涉及多领域技术协同，施工技术的优劣直接影响工程全生命周期效益。当前，行业面临资源环境约束与技术革新双重挑战，亟需深入剖析施工技术要点，把握发展趋势。本文从基础工程、混凝土工程等核心施工技术入手，结合智能化、绿色化等前沿方向，系统分析水利水电建筑工程施工技术，以期为行业实践提供理论参考。

1 水利水电建筑工程概述

水利水电建筑工程是以水的自然特性为基础，通过工程技术手段对水资源进行科学开发与综合利用的系统性工程，涉及防洪、发电、灌溉、供水等多个领域。该工程通过建设拦河坝、溢洪道、水闸、输水管道、水电站厂房等建筑物，实现对水资源的时空调节，以满足人类社会生产生活需求。拦河坝作为水利水电工程的核心建筑物，通常采用混凝土重力坝、土石坝、拱坝等结构形式，其设计需综合考虑地形地貌、地质条件、水文特性。重力坝依靠自身重量维持稳定，通过合理设计坝体断面，确保在水压力、扬压力、地震力等荷载作用下的安全性；土石坝则利用当地材料填筑而成，具有适应地基变形能力强、造价相对较低的特点，但需严格控制防渗排水措施，防止坝体渗漏与渗透破坏。溢洪道与水闸承担着工程泄洪与水量调节功能。溢洪道通过控制堰顶高程和断面尺寸，确保洪水期间多余水量安全下泄，避免洪水漫顶对坝体造成毁灭性破坏；水闸则通过闸门启闭操作，灵活调节河道水位与流量，保障灌溉、航运等功能的正常运行。输水系统中的隧洞与管道，需根据工程需求选择合适的水力坡度与断面形式，以减少水头损

失，确保水资源高效输送。水电站厂房是将水能转换为电能的关键场所，其内部安装水轮发电机组、电气设备、辅助系统。水轮机将水流能量转换为机械能，带动发电机转子旋转产生电能，整个发电过程需通过调速系统、励磁系统等进行精确控制，确保电能质量与电网稳定。水利水电建筑工程通过各建筑物的有机结合与协同运行，实现水资源的优化配置与高效利用，在能源供应、防洪减灾、生态保护等方面发挥着不可替代的重要作用。

2 水利水电工程施工技术要点分析

2.1 基础工程施工技术

水利水电工程基础施工工程量大且技术复杂，因其占地面积广，常需运用高科技现代化技术。对施工环境与气候要求严苛，场地大小、地质条件及气候灾害等，均会影响施工及地基稳定性。在软土地基处理中，换填施工技术较为常用，即利用大型设备挖除不符合要求的软土，选用鹅卵石、粗砂等强度高、稳定性高的材料换填，并分层填筑夯实。如先铺矿渣或碎石垫层提升透水性，再用灰土稳定桩体、平衡荷载，最后铺砂垫层排除水分气体、加速固结。针对液化地基，需清除可能液化土层，填入防渗高强度材料，分层振捣夯实，并用混凝土封闭周边，设置砂井和砂桩。粉喷桩施工时，要确保场地整洁平整，依据施工图纸精确测量确定桩位，合理设置桩顶与桩底高程，保证桩身垂直度偏差，并科学添加外加剂，如常用的石膏粉与水泥均匀混合，以此提升基础施工质量与稳定性^[1]。

2.2 混凝土工程施工技术

混凝土施工前，需依据工程实际对配合比进行试验计算，确保其各项性能与强度满足要求，在保证质量前

前提下,尽量采用水泥用量少、水灰比小的配合比,以降低水泥水化热,减少温度裂缝。水泥作为主要成分,水化热会引发温度裂缝,应选用低热水泥并严格把控进场质量。骨料分粗细,细骨料常用中粗砂以减少水泥用量,粗骨料以连续级配和卵石为佳,控制碎石粒径,且骨料均需具备稳定物理化学性能与较高强度。外加剂的正确使用可减水并增强混凝土凝结能力。搅拌时严格按实验室配比操作,控制原材料比例,将砂、石置于阴凉处,可通过加冰块、送冷风降低混凝土出机温度。运输采用专用车辆,保证均匀性,防止离析、塌落度变化等问题,且浇筑需在混凝土初凝前完成。浇筑有人工和泵送两种方式,倾倒时避免集中冲击模板与钢筋,超两米高度借助辅助设备。5小时内完成浇筑,两次浇筑间隔控制在1.5小时内,持续振捣,振捣器均匀分布,避免漏振、过振,浇筑后拉毛、抹压,用塑料薄膜覆盖养护,根据混凝土性能与气候条件合理控制养护时间,保持湿润。

2.3 土石坝施工技术

土石坝施工前,需对料场进行科学规划,合理利用场地空间,做好位置选择与高程布置,对建筑材料分类储存,合理调配施工机械设备与人员,并全面勘察地质情况,以此确定建筑规模、投入人力设备及资金等。土料加工时,选取颗粒均匀、亲水性强的土料,检测其最优含水率(一般为 $\pm 2\%$),根据土质与含砂量,采用先筛除、过滤后加工的技术分类加水处理。土石料开采有立采和平采,立面开采适用于厚土层且土质差异大的料场,平面开采适用于薄土层,需划分料场区域。土料加工要调整含水量、进行掺合与超径料处理。开挖运输方案多样,正向铲配合自卸汽车通用性强、机动灵活;胶带机爬坡能力大、费用低、运输能力高,合理运距 $< 10\text{km}$,可与其他设备配合;料场储量大而集中时,可采用斗轮式挖掘机搭配胶带机运输,简化施工工艺;料场集中且运距远($> 10\text{km}$)时,采砂船开挖后可用有轨机车水平运输,但有轨机车不能直接上坝。坝体填筑压实需按规定与现场实际,依据设计图纸做好土石料拌合与维护,采用流水作业,考虑作业面狭窄,保证各专业队伍有序施工,提升施工进度与质量,减少施工时间与机械干扰^[2]。

2.4 金属结构安装技术

金属结构安装前,对构件进行全面质量检查,包括尺寸偏差、外观缺陷、材质性能等,确保符合设计与相关标准要求。安装过程中,依据精确测量放线确定安装基准,保证各构件位置准确。对于大型金属结构,合理选择吊装设备,制定科学吊装方案,控制吊装过程中的

变形与应力。如闸门安装,精确调整门槽垂直度与水平度,保证闸门与门槽间隙均匀,确保运行平稳。压力钢管安装时,控制好管节的对接质量,保证焊缝强度与密封性,对焊缝进行探伤检测。安装完成后,对金属结构进行调试与试运行,检查各部件运行情况,如闸门的启闭灵活性、止水效果,压力钢管的耐压能力等。对金属结构进行防腐处理,根据使用环境与设计的要求,选择合适的防腐涂料或工艺,如热镀锌、喷涂防腐漆等,在涂装前对金属表面进行预处理,去除油污、铁锈等杂质,保证涂层附着力,延长金属结构使用寿命,确保水利水电工程金属结构安全稳定运行,发挥其应有的功能作用。

3 水利水电建筑工程施工技术的发展趋势

3.1 智能化与信息化施工

(1)智能化与信息化施工借助物联网、大数据、云计算及人工智能等技术,构建起全方位、立体化的施工管理体系。在水利水电工程施工现场,通过部署各类传感器,可实时采集施工设备运行参数、混凝土浇筑温度、坝体位移等关键数据,这些数据经网络传输至数据中心进行深度分析与处理,实现对施工过程的精准监控与预警。(2)BIM技术在水利水电工程施工中的应用日益广泛,其能够整合工程全生命周期的信息,建立三维可视化模型,对施工进度、资源调配、施工工艺进行模拟与优化。施工人员可通过BIM模型直观了解施工流程与细节,提前发现潜在问题并制定解决方案,有效避免施工冲突与返工,显著提升施工效率与质量。(3)无人机、无人船等智能设备在水利水电工程施工中的应用,大幅提升了工程勘测与施工的效率与精度。无人机可快速获取大面积地形地貌信息,为工程设计与施工提供准确的数据支持;无人船能够在复杂水域环境下进行水文测量与水下地形探测,为水下基础施工提供可靠依据,推动水利水电工程施工向智能化、无人化方向发展。

3.2 绿色施工技术应用

(1)绿色施工技术聚焦于在水利水电工程施工过程中降低资源消耗与环境影响。在水资源利用方面,采用雨水收集与循环利用系统,将收集的雨水经处理后用于混凝土养护、降尘等施工环节,减少对市政供水的依赖,提高水资源利用率;通过优化施工工艺,降低施工过程中的用水量,实现水资源的高效利用。(2)在能源利用上,推广太阳能、风能等可再生能源在施工现场的应用。安装太阳能光伏发电系统为施工现场的照明、小型设备供电,利用风力发电机满足部分施工用电需求,降低对传统化石能源的消耗,减少碳排放,实现节能减排的目标。采用节能型施工设备,优化设备运行参数,

提高能源利用效率。(3)在生态保护方面,采用生态护坡技术替代传统硬质护坡,利用植被、生态袋等材料构建具有生态功能的护坡结构,既能满足边坡稳定的要求,又能为动植物提供栖息环境,促进生态系统的恢复与平衡;在施工过程中,采取有效的水土保持措施,如设置截水沟、沉淀池等,防止水土流失,保护周边环境^[3]。

3.3 新型材料与工艺创新

(1)新型建筑材料的研发与应用为水利水电工程施工带来新的变革。高性能混凝土具有高强度、高耐久性、高抗渗性等优异性能,能够满足水利水电工程结构在复杂环境下长期稳定运行的要求。其通过优化原材料配比、添加高效外加剂等方式,提高混凝土的各项性能指标,延长工程使用寿命,降低维护成本。(2)新型土工合成材料在水利水电工程中发挥着重要作用。土工膜具有良好的防渗性能,广泛应用于水库、渠道等防渗工程;土工格栅可增强土体的稳定性与承载能力,在堤坝加固、地基处理等工程中效果显著。这些材料具有质量轻、施工便捷、性能稳定等优点,能够有效提高工程施工效率与质量。(3)施工工艺的创新不断推动水利水电工程施工技术的进步。例如,水下不分散混凝土浇筑工艺攻克了水下混凝土浇筑易离析、强度难保证的难题,让水下结构施工更简便高效;预应力锚固技术通过给岩体或土体施加预应力来提升其稳定性,在边坡支护、坝基加固等工程中广泛应用,为水利水电工程施工提供了更可靠的技术手段。

3.4 多学科交叉融合

(1)水利水电建筑工程施工技术与计算机科学、电子技术、材料科学等多学科的交叉融合日益深入。计算机科学为施工过程的模拟与优化提供了强大的技术支持,借助数值模拟软件,可对水流运动、结构受力等复杂物理现象进行仿真分析,为工程设计与施工方案的制

定提供科学依据;电子技术的发展推动了施工监测设备的智能化与自动化,提高了数据采集与处理的精度和效率。(2)材料科学的进步为水利水电工程提供了性能优异的新型材料,而工程实践又对材料性能提出更高要求,促进材料科学的进一步发展。机械工程与水利水电工程施工的融合,催生了新型施工机械设备,如大型高效的混凝土搅拌运输设备、智能化的挖掘与吊装设备等,显著提升了施工机械化水平与施工效率。(3)环境科学与水利水电工程施工的交叉融合,促使施工技术更加注重环境保护与生态修复。通过引入环境科学的理论与方法,在工程规划、设计与施工阶段充分考虑对生态环境的影响,采取相应的保护与修复措施;生物学、生态学等学科知识的应用,有助于构建生态友好型水利水电工程,实现工程建设与生态环境的协调发展^[4]。

结语

综上所述,水利水电建筑工程施工技术涵盖基础、混凝土、土石坝及金属结构安装等多个关键领域,各技术要点相互关联,共同保障工程质量与安全。随着时代发展,智能化、绿色化施工技术逐步成为主流,新型材料与多学科交叉融合不断拓展行业边界。未来,需持续深化技术创新,强化实践应用,推动水利水电建筑工程施工技术向更高效、环保、智能的方向迈进,助力水利水电事业高质量发展。

参考文献

- [1]卢雪鹏.水利水电工程建筑施工技术浅析[J].模型世界,2022(7):160-162.
- [2]陈广鑫.浅析水利水电工程建筑施工技术要点[J].现代装饰,2022(28):175-177.
- [3]章三平,肖存亮,洪亮,等.水利水电工程建筑施工技术浅析[J].互动软件,2021(8):5232.
- [4]龙利军.水利水电工程建筑施工技术浅析[J].电脑校园,2020(2):181-182.