

论水利水电水利水电建筑工程施工技术

刘前胜¹ 袁 勇² 文才学³ 贺正凯³

1. 贵州鹏昇（集团）纸业有限责任公司 贵州 黔西南州 562400

2. 贵州瀚海建设工程有限公司 贵州 黔西南州 562400

3. 黔西南州水资源开发投资（集团）有限公司 贵州 黔西南州 562400

摘 要：水利水电建筑工程作为关系国计民生的重要基础设施，其施工技术的科学性与先进性直接影响工程质量与效益。本文围绕水利水电建筑工程施工展开研究，分析其施工特点，探讨预应力锚固、混凝土施工、基础灌浆及施工导流与围堰等关键技术，并从材料质量控制、人员管理及过程监督等方面提出质量控制措施。同时，结合行业发展趋势，展望了施工技术在智能化、绿色化、集成化等方向的发展路径，为提升水利水电工程施工水平提供理论参考。

关键词：水利水电；建筑工程；施工技术

引言：水利水电工程是水资源开发与利用的核心载体，在防洪、发电、灌溉等领域发挥着不可替代的作用。随着我国基础设施建设的深入推进，水利水电建筑工程的规模与技术难度不断提升，对施工技术的要求也愈发严苛。当前，施工技术的创新与应用不仅关乎工程的安全性及耐久性，更直接影响着工程的经济效益与社会效益。然而，水利水电建筑工程施工面临地质条件复杂、施工环境多变等挑战，如何优化施工技术、强化质量控制成为行业关注的重点。本文基于工程实践，系统分析施工技术要点与发展趋势，为推动水利水电工程建设的高质量发展提供思路。

1 水利水电建筑工程施工的特点

水利水电建筑工程施工具有鲜明且独特的特点，这些特点深刻影响着工程建设的全过程。首先是施工环境复杂。水利水电工程多建于江河、峡谷等自然环境中，受地形、地质、水文等自然条件制约大。复杂的地形地貌可能导致施工场地狭小、交通不便，增加材料运输和设备布置难度；不良地质条件如断层、软土地基等，容易引发地基沉降、边坡失稳等问题；水文条件的不确定性，如季节性洪水、水位变化等，对施工进度和安全构成威胁。其次，工程规模庞大且系统性强。水利水电工程通常包含大坝、发电厂房、输水系统等多个子项目，涉及土石方工程、混凝土工程、金属结构安装等多种施工工艺，各环节相互关联、相互制约，需要不同专业的协同配合，施工组织与管理难度高。再者，施工周期长且受季节影响显著。从前期规划到工程竣工，往往需要数年时间。漫长的施工周期中，不同季节的气候条件会对施工产生不同影响。例如，冬季低温会影响混凝土的浇筑质量和凝结速度；夏季高温多雨可能导致施工中

断、材料受损，合理安排施工进度和采取季节性施工措施至关重要。此外，水利水电工程关乎国计民生，对工程质量和安全要求极高，一旦出现质量或安全问题，将造成巨大的经济损失和严重的社会影响，这就要求施工过程中必须严格把控质量与安全，不容丝毫懈怠^[1]。

2 水利水电建筑工程关键施工技术

2.1 预应力锚固技术

预应力锚固技术是水利水电工程中提升结构稳定性与承载能力的核心技术。其原理是通过在混凝土结构或岩土体中预先施加应力，改善结构受力状态，控制变形。施工时，先在目标位置钻孔，将预应力锚束（钢绞线或钢筋）置入孔内，采用高强度灌浆材料进行锚固，再利用张拉设备对锚束施加预应力，最后通过锚具锁定应力。该技术具有显著优势，一方面，可有效增强大坝坝肩、边坡等部位的抗滑与抗倾覆能力，减少地质灾害风险；另一方面，能优化混凝土结构受力分布，降低裂缝产生概率，延长工程使用寿命。在高坝、大型地下洞室等复杂工程中，预应力锚固技术的精准性和适应性，为工程安全提供了可靠保障。

2.2 混凝土施工技术

混凝土施工技术贯穿水利水电工程建设的多个环节。在原材料选择上，需根据工程需求严格筛选水泥、骨料、外加剂等，确保其性能符合设计标准。混凝土配合比设计至关重要，通过合理调配材料比例，可实现高强度、耐久性和工作性的平衡。施工过程中，搅拌环节需控制好时间、转速与温度，保证混凝土均匀性；运输阶段要防止离析和坍落度损失；浇筑时采用分层分块、振捣密实等工艺，避免蜂窝、麻面等缺陷。针对大体积混凝土易出现的温度裂缝问题，常采用预埋冷却水管、

控制浇筑温度、覆盖保温材料等温控措施。此外，滑模、碾压混凝土等新技术的应用，提高了施工效率与质量，如碾压混凝土施工可实现快速薄层连续浇筑，有效缩短工期。

2.3 基础灌浆技术

基础灌浆技术是处理水利水电工程地基问题的重要手段。其通过钻孔将浆液注入岩土体孔隙、裂隙中，达到加固地基、防渗堵漏的目的。根据不同需求，可采用水泥灌浆、化学灌浆等多种类型。水泥灌浆适用于粗粒土和岩石地基，通过填充和胶结作用增强地基强度；化学灌浆则针对细微裂隙和特殊地质条件，利用高分子材料的高渗透性实现精准加固。施工时，需先勘察地质情况，确定灌浆孔位、深度与间距，采用自上而下分段灌浆或自下而上一次性灌浆等方法。基础灌浆技术能有效改善地基承载能力，减少沉降变形，在堤坝防渗、隧洞加固等场景中广泛应用，显著提升工程的稳定性和安全性。

2.4 施工导流与围堰技术

施工导流与围堰技术是保障水利水电工程在施工工期顺利开展的关键技术。施工导流是通过修建临时或永久泄水建筑物，将河道水流导向预定通道，为主体工程施工创造干地条件。常见导流方式有分段围堰法、全段围堰法等，需根据河流流量、地形地质、施工进度等因素综合选择。围堰作为临时性挡水建筑物，起到围护基坑、保证施工安全的作用。其类型包括土石围堰、混凝土围堰等，土石围堰具有取材方便、造价低的特点，适用于一般工程；混凝土围堰则耐久性强、抗冲刷能力高，常用于深水或高流速河道。在施工过程中，围堰的设计与施工需满足防渗、抗滑、抗冲等要求，同时要做好导流与围堰的衔接，确保施工期河道行洪安全，为工程建设的有序推进奠定基础。

2.5 金属结构安装技术

金属结构安装技术是水利水电工程实现蓄水、泄洪、发电等功能的核心环节，主要涉及闸门、启闭机、压力钢管等关键设备的安装。在设备制造阶段，需严格把控钢材质量与加工精度，通过超声波探伤、力学性能测试等手段确保构件强度与焊接质量，例如大型弧形闸门的制造需精确控制面板弧度与止水装置精度，避免运行时漏水。运输过程中，针对超长、超重构件采用专用运输设备，并做好防变形、防腐蚀保护措施。

安装过程中，需根据工程特点制定专项方案。闸门安装时，通过精确测量定位埋件，控制轨道垂直度与间距误差，采用起重设备进行吊装，确保闸门启闭灵活；压力钢管安装需注重管节对接精度，通过焊接、螺栓连

接等方式实现稳固拼接，并进行压力试验，验证其密封性与承压能力。启闭机安装则需确保机械传动系统、电气控制系统的精准调试，实现启闭操作的安全可靠^[2]。

3 水利水电建筑工程施工质量控制措施

3.1 材料质量控制

材料是水利水电工程建设的物质基础，其质量直接决定工程的耐久性与安全性。在材料质量控制上，需建立全流程管理体系。采购环节，严格审核供应商资质，优先选择信誉良好、质量认证齐全的企业，确保材料来源可靠；对水泥、钢材、砂石骨料等关键材料，签订质量保证协议，明确质量标准与验收要求。进场验收时，采用抽样检测与全数检验相结合的方式，利用专业设备对材料的物理性能、化学成分等指标进行检测，例如通过抗压强度试验检测水泥质量，通过拉伸试验验证钢材性能，杜绝不合格材料进入施工现场。材料存储过程中，根据材料特性分类存放，如水泥防潮、钢材防锈，定期检查存储条件，避免材料因环境因素变质。此外，建立材料质量追溯机制，对每批次材料的使用部位、用量等信息进行详细记录，确保质量问题可及时溯源与处理。

3.2 施工人员管理

施工人员是工程建设的直接实施者，其专业水平与责任意识对工程质量影响深远。首先，需加强人员资质管理，要求特殊工种（如焊工、爆破工）必须持证上岗，定期审查证件有效性，确保人员具备相应作业能力；针对新入职或转岗人员，开展岗前培训，通过理论授课与实操演练，使其熟悉施工工艺与质量标准。其次，建立健全绩效考核制度，将质量指标纳入考核体系，对施工质量达标、表现优异的人员给予奖励，对违规操作、导致质量问题的人员进行惩戒，以此激发人员积极性与责任感。同时，注重施工团队的质量教育，定期组织质量安全培训与案例分析会，强化全员质量意识，引导施工人员树立“质量第一”的理念。此外，优化人员配置，根据工程特点与施工需求，合理调配技术人员、管理人员与作业人员，确保各岗位人员能力与任务相匹配，为工程质量提供人力保障。

3.3 施工过程监督

施工过程监督是保障工程质量的关键防线，需从制度、技术、检查等多方面入手。在制度层面，建立完善的质量监督管理体系，明确各部门、各岗位的质量监督职责，制定施工质量验收标准与流程，确保监督工作有章可循。技术监督方面，利用BIM技术、物联网等信息化手段，对施工进度、工艺参数等进行实时监测，例如通过传感器监测混凝土浇筑温度、预应力张拉应力，

及时发现并纠正偏差;针对关键工序(如基础灌浆、大体积混凝土浇筑),编制专项施工方案,严格按照方案执行,并留存影像资料,便于质量追溯。日常检查中,采取自检、互检、专检相结合的方式,施工班组完成工序后先进行自检,再由相邻班组互检,最后由专职质检员进行专检,对检查中发现的质量问题,下达整改通知书,明确整改要求与期限,并跟踪复查,形成闭环管理。同时,定期组织质量大检查,邀请专家对工程质量进行评估,总结经验教训,持续改进施工质量^[3]。

4 水利水电建筑工程施工技术的发展趋势

4.1 智能化与自动化

智能化与自动化技术正在重塑水利水电工程施工模式。通过引入物联网、大数据、人工智能等技术,实现施工过程的智能感知与精准控制。例如,利用无人机与三维激光扫描技术进行地形测绘和施工进度监测,能快速获取高精度数据,辅助施工方案优化;在混凝土浇筑环节,自动化设备可根据预设参数自动调节浇筑速度、振捣频率,有效避免人为操作误差,提升施工质量。智能监测系统还可实时采集大坝应力、渗流等数据,结合AI算法预测安全隐患,实现风险预警。此外,自动化机械设备如智能碾压机、无人驾驶运输车辆的应用,不仅提高了施工效率,还降低了人工成本与安全风险。未来,随着5G通信技术的普及,远程操控与无人化施工将进一步发展,推动水利水电工程向更高效、安全的方向升级。

4.2 绿色化与环保化

在“双碳”目标与生态保护要求下,绿色化与环保化成为水利水电施工技术的重要发展方向。施工过程中,采用节能环保材料和工艺,减少资源消耗与环境污染。例如,推广使用工业固废(如粉煤灰、矿渣)制备绿色混凝土,既能降低水泥用量,又能实现废弃物资源化利用;在土石方开挖中,采用低噪声、低振动的液压破碎锤技术,减少对周边生态环境的影响。同时,加强

施工废水、废渣、废气处理,通过建立废水净化系统、废渣分类回收利用机制,实现污染物达标排放。此外,生态友好型施工技术不断涌现,如生态围堰设计可减少对河道生态的干扰,鱼类增殖放流技术有助于维持水域生物多样性。

4.3 集成化与协同化

水利水电工程施工涉及多专业、多环节,集成化与协同化成为提升施工效率和管理水平的必然趋势。通过建筑信息模型(BIM)技术,整合设计、施工、运维等阶段的数据,实现全生命周期的信息共享与协同管理。在施工阶段,BIM模型可模拟施工流程,提前发现设计冲突与施工难题,优化施工方案;同时,借助云计算与协同平台,实现不同参建单位(设计方、施工方、监理方)之间的实时沟通与数据交互,提高决策效率。此外,装配式施工技术的应用将工程构件在工厂预制后运输至现场装配,减少现场湿作业,缩短工期并降低质量隐患^[4]。

结束语

水利水电建筑工程施工技术的创新与应用,是推动工程高质量发展的核心动力。从预应力锚固、混凝土施工等关键技术的优化,到智能化、绿色化趋势的探索,再到金属结构安装等新兴技术的完善,每一次突破都为工程建设注入新活力。未来,随着科技与行业深度融合,水利水电施工技术将持续朝着高效、安全、环保的方向迈进。

参考文献

- [1]胡利军.智能化技术在机电工程管理中的应用探究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(07):94-96.
- [2]张亭亭,赵瑞强,尹晨,等.建筑施工机电安装工程质量管理的研究[J].陶瓷,2023,(09):127-129.
- [3]郑文杰.全装修住宅机电工程的管控要点探究[J].中国建筑金属结构,2022,(10):88-90.
- [4]王彪.房地产机电工程质量管控措施探究[J].房地产世界,2022,(13):136-138.