

水利水电工程施工

贺正凯¹ 刘前胜² 袁 勇³ 文才学¹

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: 本文围绕水利水电工程施工展开,阐述了施工前期规划,包括项目选址、可行性分析与工程设计方案规划;介绍了施工准备工作,如技术筹备、资源调和场地布置;说明了施工实施过程,涵盖基础、主体工程施工及机电与金属结构安装;还探讨了施工后续工作,涉及质量与安全管理、工程验收与运行管理,为水利水电工程施工提供全面指导。

关键词: 水利水电工程; 施工规划; 施工准备; 施工实施; 后续管理

引言: 水利水电工程是重要的基础设施建设项目,其施工过程具有技术复杂、环境制约多、组织难度大等特点。科学的前期规划与精细的施工管理对工程质量和安全至关重要。本文从施工全过程出发,分析各阶段关键技术与组织要点,探讨施工难点与解决方案,为水利水电工程施工提供理论参考与实践指导,推动工程建设质量与效率提升。

1 水利水电工程施工前期规划

1.1 项目选址与可行性分析

项目选址是水利水电工程前期规划的首要环节,需全面考量多方面因素以确定工程建设地点。水资源分布是关键依据,优先选择水量充沛、水位落差大的区域,为水能转化提供充足动力来源。地形地貌影响工程建设难度与成本,峡谷地形便于筑坝蓄水,且可减少工程量;平坦开阔地带利于施工场地布置与交通组织。地质条件决定工程基础稳定性,需避开断层、滑坡等不良地质区域,选择基岩坚固、承载能力强的地段,防止地基沉降或滑移威胁工程安全。可行性分析从经济、环境、社会多维度展开。经济层面评估建设成本与收益,分析工程建设所需资金投入,包括材料采购、设备购置、人工费用等,同时预测建成后的发电收益、灌溉效益、航运增收等经济回报,确保项目具备经济可行性^[1]。环境评估考量工程对生态系统的影响,分析施工过程中土方开挖、植被破坏等对当地动植物生存环境的扰动,以及工程运行后对河流水文、水质的改变,制定相应生态保护措施。社会可行性聚焦工程对周边居民生产生活的影响,评估移民安置、土地征用等问题,确保工程建设得到社会支持,明确工程防洪、供水、发电等功能定位,确定合理建设目标,为后续规划设计奠定基础。

1.2 工程设计方案规划

工程设计方案规划涵盖枢纽布置、结构与施工组织设计多个方面。枢纽布置需综合协调各建筑物关系,根据地形、水流条件确定大坝、溢洪道、输水系统、发电厂房的空间布局。大坝选址于河道狭窄处,以减少坝体长度与工程量;溢洪道布置在河岸稳定地段,确保洪水顺畅宣泄;输水系统依地形走势规划,降低水头损失;发电厂房靠近大坝下游,便于水能转换与电力输送。结构设计保障建筑物安全稳定。大坝坝型选择依据地形、地质与功能需求,土石坝适用于当地材料丰富、地质条件一般的情况,混凝土坝则用于对强度和耐久性要求高的工程。通过精确计算确定大坝尺寸,分析坝体受力,进行抗滑、抗倾覆稳定性验算,确保大坝在荷载作用下安全运行。溢洪道、输水系统等同样进行结构强度与稳定性设计。施工组织设计规划工程建设全过程。依据工程规模与特点安排施工进度,制定详细计划,明确关键节点与工期目标,采用横道图、网络图优化施工顺序。根据进度需求调配人力、材料、设备,确定人员配置,规划采购运输,选择合适机械设备并安排进场时间。结合工程实际选择施工方法,采用爆破开挖、混凝土浇筑等技术,保障施工质量与效率。

2 水利水电工程施工准备工作

2.1 技术筹备

技术筹备为水利水电工程施工筑牢技术根基。组织技术交底时,将施工工艺细化拆解,针对大坝混凝土浇筑,详细说明分层分块浇筑顺序、振捣方式与养护要求;对输水隧洞开挖,明确钻爆法施工的炮孔布置、装药量控制要点。质量标准制定覆盖各施工环节,从原材料进场检验到分项工程验收,均设定严格规范。安全要

求着重强调高边坡作业防护、爆破作业安全距离等关键事项,确保施工人员明晰操作规范。编制施工图纸及技术文件需结合工程实际,将设计方案转化为可操作的施工指南。图纸绘制精确标注尺寸、高程与技术参数,对复杂结构部位提供三维示意图辅助理解。技术文件包含施工组织设计、专项施工方案等,为施工流程与技术应用提供指导。测量放线与控制点布设是施工精准实施的前提,依据设计坐标与高程,运用全站仪、GPS等设备,在施工现场确定关键点位,构建起由首级控制网与加密控制网组成的施工测量控制网,保障建筑物定位准确,为后续施工提供可靠基准。

2.2 资源调配

资源调配关乎施工顺利推进。施工设备选型与配置依据工程特点与施工方法确定,大坝基础开挖选用大型挖掘机、推土机提高效率;混凝土浇筑配置混凝土搅拌车、泵车确保浇筑连续性。设备数量根据工程量与工期计算,避免设备闲置或不足。建筑材料采购计划综合考虑施工进度与库存情况制定,对水泥、钢材等主要材料,选择信誉良好供应商,严格把控质量,在合同中明确材质标准、检验方式与供货周期。砂石等地方材料,考察产地质量与运输条件,建立稳定供应渠道,保障材料及时、足量进场。施工队伍组建需综合考量工种需求与人员技能,依据施工流程,配备土建、机电安装等专业班组。人员分工明确各岗位职责,班组长负责现场协调与质量监督,技术工人专注关键工序操作。开展技能培训提升队伍能力,针对新采用的施工技术,如碾压混凝土施工工艺,组织专项培训,通过理论讲解与实操演练,使施工人员熟练掌握技术要点,确保施工质量与效率。

2.3 场地布置

场地布置合理规划施工空间。依据施工流程与功能需求,科学划分施工场地功能分区。办公区布置在相对安静、交通便利位置,配备必要办公设备,满足施工管理与技术研讨需求;生活区注重居住舒适性与安全性,设置宿舍、食堂、卫生间等设施。材料堆放区靠近加工区与运输道路,便于材料装卸与转运;加工区根据施工需求,安排钢筋加工、木材加工等区域,各区域保持安全距离,防止相互干扰。临时道路建设依据施工运输需求规划线路,主干道满足重型设备通行,支线连接各施工点,形成畅通运输网络^[2]。水电供应设施建设保障施工需求,临时变电站根据用电负荷配置变压器与配电设备,供水系统铺设管网,设置蓄水池调节水量。排水设施通过修建排水沟、集水井,确保场地内雨水、施工废水及时排出,避免积水影响施工。合理的场地布置为施

工有序开展创造良好条件,提升施工效率与安全性。

3 水利水电工程施工实施过程

3.1 基础工程施工

基础工程施工是水利水电工程稳定运行的根基。地基处理依地质条件选择适配方法,软土地基采用换填技术,挖除软弱土层后回填砂石、灰土等强度高的材料,提升地基承载能力;对松散砂土或回填土地基,运用强夯法,借助重锤下落产生的冲击力压实土层。灌注桩施工时,先成孔后灌注混凝土,适用于复杂地质条件下深层地基加固。大坝基础开挖遵循自上而下分层分段原则,利用爆破与机械开挖结合方式,精准控制开挖尺寸与高程,完成后进行地基清理与验收,确保基础岩面满足设计要求。防渗工程是基础施工关键环节。帷幕灌浆通过钻孔向岩基注入水泥浆或化学浆液,形成连续防渗帷幕,阻隔地下水渗透路径。施工时严格控制钻孔深度、间距与灌浆压力,保障帷幕完整性。混凝土防渗墙施工采用成槽机械开挖槽段,在泥浆护壁条件下,逐段浇筑混凝土形成墙体,有效截断透水层,常用于深厚覆盖层地基防渗。两种防渗技术依据工程需求灵活选用,保障基础防渗效果,防止渗水影响工程安全与效益。

3.2 主体工程施工

大坝施工依坝型差异采用不同工艺。土石坝填筑遵循分层碾压原则,每层铺土厚度、含水量、碾压遍数均按设计标准严格控制,采用振动碾等设备压实土体,确保坝体密实度。混凝土坝浇筑实施分缝分块,减少混凝土因温度变化产生裂缝风险,运用冷却水管通水降温、覆盖保温材料等温控措施,控制混凝土内外温差。同时做好层间结合处理,保证坝体整体性。溢洪道施工先进行土石方开挖,利用爆破与机械开挖形成设计断面,后进行衬砌施工,采用混凝土或浆砌石加固边墙与底板,增强结构抗冲刷能力。消能设施建造根据泄洪流量与落差,设计挑流鼻坎、消力池等结构,将下泄水流能量有效消散,防止冲刷下游河床。输水系统隧洞开挖采用钻爆法或掘进机施工,同步进行锚杆、喷混凝土等支护作业,保障洞室稳定;管道安装时,精确控制管道轴线与高程,做好接口连接与防腐处理。发电厂房施工先完成基础浇筑,后进行上部框架结构施工,严格把控梁柱节点质量,为机电设备安装创造条件。

3.3 机电与金属结构安装

机电设备安装是实现水利水电工程发电功能的核心。水轮发电机组安装遵循严格流程,先进行座环、蜗壳安装定位,确保中心高程与水平度达标,再吊装水轮机转轮、发电机转子等核心部件,精确调整各部件间隙

与同心度。电气设备安装涵盖变压器、断路器、配电柜等,做好设备基础预埋、电缆敷设与接线工作,完成后进行系统调试,确保设备运行参数符合设计要求。金属结构安装着重闸门与启闭机施工。闸门制作在工厂完成下料、焊接、防腐处理,运输至现场后进行拼装与调试,保证闸门止水严密、运行灵活^[3]。启闭机安装根据闸门类型与操作要求,安装螺杆式、卷扬式或液压式启闭设备,精确调试启闭力与行程控制装置,确保闸门启闭顺畅。机电与金属结构安装完成后,进行联合试运行,检验设备运行可靠性,为工程投产发电奠定坚实基础。

4 水利水电工程施工后续工作

4.1 质量与安全

质量与安全管理贯穿水利水电工程施工后续阶段。质量保证体系构建覆盖全员、全过程,设立质量管控部门,明确各层级质量责任,从材料进场检验到分项工程施工,再到整体工程验收,均制定标准化操作流程。施工过程中质量检测采用多种手段,对混凝土强度、土石坝压实度等关键指标,运用现场试验与实验室检测相结合的方式,确保数据准确可靠。针对混凝土裂缝、土石坝渗漏等质量通病,制定专项防治措施,如优化混凝土配合比、加强土石坝分层碾压控制等,从源头上提升工程质量。安全管理以制度建设为核心,制定涵盖高空作业、爆破施工、机械操作等各环节的安全管理制度,明确操作规范与禁止行为。编制应急预案,针对洪水、滑坡、设备故障等突发情况,设计应急响应流程与处置方案。加强安全防护设施建设,在危险区域设置防护栏杆、安全网,为施工人员配备安全帽、安全带等防护装备。定期开展安全教育培训,通过理论讲解与实操演练,提升人员安全意识与应急能力。建立常态化隐患排查机制,组织专业人员对施工现场进行定期巡查,重点检查临时用电、起重设备等关键部位,发现隐患立即整改,消除安全风险。

4.2 工程验收与运行管理

工程验收是把控工程质量的关键环节。阶段验收在工程建设重要节点开展,如大坝基础完工、主体工程封

顶等,对已完工程质量与进度进行评估。专项验收针对环保、消防、水土保持等特定领域,确保工程符合相关要求。竣工验收是工程建设的全面总结,组织建设、设计、施工、监理等多方单位,对工程实体质量、资料完整性进行综合检查。验收过程中严格执行验收标准,对存在问题的部位要求限期整改,验收合格后整理工程资料,完成移交工作,为工程运行管理提供依据。运行管理保障工程长期稳定发挥效益。制定详细运行维护方案,明确水工建筑物、机电设备的日常维护内容与周期,对大坝、溢洪道等定期进行外观检查与结构检测,对水轮发电机组、电气设备开展预防性维护。建立工程监测系统,布设位移、渗流、应力等监测仪器,实时采集数据并分析,及时掌握工程运行状态^[4]。制定科学的调度运行规则,根据水文气象条件、用水用电需求,合理安排水库蓄水、泄洪及发电计划,在保障防洪安全的前提下,实现水资源优化配置与工程效益最大化,确保水利水电工程持续稳定运行。

结束语

水利水电工程施工涵盖多方面内容,从前期的科学规划、充分的准备工作,到施工过程中的精准实施,再到后续严格的质量与安全管理以及规范的验收与运行管理,各环节紧密相连、缺一不可。只有确保每个环节都达到标准,才能保障水利水电工程安全、稳定运行,充分发挥其防洪、发电、灌溉等综合效益,为社会经济发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]张帅.水利水电工程施工安全管理研究[J].水上安全,2025(7):157-159.
- [2]臧盛阁.水利水电工程施工中的灌浆施工技术[J].全面腐蚀控制,2025,39(1):90-92.
- [3]庞婧婧.水利水电工程施工中帷幕灌浆施工技术的探讨[J].中国住宅设施,2025(3):146-148.
- [4]任曙光.水利水电工程施工造价管理与控制[J].中国招标,2024(5):111-113.