

水利工程土方开挖施工技术要点与质量管控研究

朱鹏伟

新疆华瑞工程管理咨询有限公司 新疆 北屯 836099

摘要: 水利工程土方开挖是工程建设的关键环节,其施工质量直接影响工程结构稳定性与安全性。研究聚焦施工技术要点与质量管控,涵盖施工前准备、开挖工艺与设备选择、过程控制、安全环保技术等施工要点,构建质量管控体系,明确目标原则与管控要点,提出质量检测方法及通病防治措施,并从技术与管理层面提出优化策略,旨在提升水利工程土方开挖施工水平,保障工程质量。

关键词: 水利工程;土方开挖;施工技术

引言:水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,对保障水资源合理利用、防洪减灾等意义重大。土方开挖作为水利工程的首道工序,其施工质量不仅关乎后续工程能否顺利推进,更直接影响整个水利工程的结构安全与耐久性。然而,水利工程土方开挖受地质条件、施工环境等多种因素影响,施工难度大、质量管控要求高。因此,深入研究其施工技术要点与质量管控策略具有重要的现实意义。

1 水利工程土方开挖施工技术要点

1.1 施工前准备

水利工程土方开挖施工前准备工作是保障施工顺利开展的基础,需从多维度系统推进。首先,要完成详尽的现场勘察,全面核查施工区域的地形地貌、地质构造、地下水位及周边水文环境,精准掌握土层分布、承载力等核心数据,为开挖方案制定提供科学依据。其次,开展细致的设计交底与方案评审,结合工程主体功能需求,明确开挖边界、深度、坡度等关键参数,优化开挖顺序与分层分段方案,同时编制专项安全、防汛及应急预案。再者,落实场地平整与临时设施搭建,清理施工区域内的植被、障碍物,修建临时排水系统、施工道路及材料堆场,确保排水畅通、通行便捷^[1]。最后,完成施工设备调试与材料进场检验,对挖掘机、装载机、运输车辆等设备进行全面检修与试运行,核查排水管材、支护材料等质量证明文件,保障设备性能稳定、材料符合标准,为后续施工筑牢基础。

1.2 开挖工艺与设备选择

水利工程土方开挖工艺与设备选择需结合工程规模、地质条件及施工环境综合判定,核心是实现开挖效率与施工安全的平衡。开挖工艺方面,平地或缓坡区域优先采用分层分段开挖工艺,按自上而下的顺序推进,每层开挖厚度控制在2-3米,避免超挖或欠挖;基坑、沟

槽开挖需结合支护方案同步实施,软弱土层采用跳槽开挖方式,减少对周边土体的扰动;高边坡开挖需分段跳槽、分级放坡,配套设置截排水设施防止雨水冲刷。设备选择需遵循适配性原则,大型平原水库开挖优先选用大型履带式挖掘机配自卸汽车,实现规模化作业;狭窄区域或小型渠道开挖可采用小型挖掘机配合人工开挖,提升作业精准度;地下水位较高区域需同步配备井点降水设备,如轻型井点、深井泵等,降低地下水位保障开挖面干燥。

1.3 施工过程控制

水利工程土方开挖施工过程控制是保障施工质量与安全的关键环节,需聚焦关键节点实施动态管控。开挖过程中需严格遵循分层分段开挖原则,实时核查开挖边线、高程及坡度,采用全站仪、水准仪等设备定期监测,每开挖一层及时复核,避免出现超挖、欠挖现象,若发现偏差需立即整改。对于基坑、高边坡等危险区域,需同步推进支护施工,如喷射混凝土、打设土钉或钢板桩等,支护作业需紧跟开挖进度,间隔时间不得超过设计要求,防止土体坍塌。排水管控需贯穿施工全程,设置临时排水沟、集水井,及时排出开挖面积水,地下水位较高时需持续降水,确保开挖面含水量符合施工要求。另外,需加强施工工序衔接管理,开挖、运输、支护等工序协同推进,合理规划运输路线,避免车辆拥堵影响施工效率;同时做好开挖土体的分类堆放,可利用土体就近堆放至指定区域,便于后续回填利用,多余弃土及时外运至弃土场,防止占用施工场地或污染周边环境。

1.4 安全与环保技术

水利工程土方开挖施工需严格落实安全与环保技术措施,筑牢施工安全防线,降低环境影响。安全技术方面,需在施工区域设置标准化安全防护设施,如警示

标志、防护栏杆、照明设备等,高边坡、基坑周边设置监测点,实时监测土体沉降、位移数据,一旦超过预警值立即启动应急措施。加强施工人员安全防护,配备安全帽、安全带、防滑鞋等防护用品,定期开展安全技术交底与应急演练,提升人员安全意识与应急处置能力。针对汛期施工,需提前加固临时设施,完善防汛物资储备,制定汛期施工方案,避免雨水引发滑坡、泥石流等灾害。环保技术方面,需对施工扬尘进行严格管控,对开挖面、运输道路定期洒水降尘,运输车辆加盖篷布并冲洗轮胎,防止扬尘污染;妥善处理施工废水,经沉淀池处理达标后再排放,避免污染周边水体;合理安排施工时间,避开夜间施工减少噪声污染,对弃土场进行平整压实并植被恢复,降低对生态环境的破坏。

2 水利工程土方开挖质量管控体系

2.1 质量管控目标与原则

水利工程土方开挖质量管控目标是确保开挖工程符合设计及规范要求,保障工程结构稳定性、安全性与耐久性,为后续工序施工奠定坚实基础,具体目标包括开挖边线偏差控制在规范允许范围内,高程误差不超过 $\pm 5\text{cm}$,坡度符合设计要求,土体扰动程度控制在最小范围,无超挖、欠挖等质量缺陷^[2]。质量管控需遵循四大核心原则:一是预防为主原则,通过前期勘察、方案优化、技术交底等前置措施,提前规避质量风险;二是全过程管控原则,覆盖施工前准备、施工过程、竣工验收全阶段,实现各环节质量闭环管理;三是标准统一原则,严格遵循《水利水电工程施工质量检验与评定规程》等现行规范,统一质量检验标准与评定方法;四是责任追溯原则,建立健全质量责任体系,明确建设、施工、监理等各方责任,确保质量问题可追溯、可整改。通过明确目标与坚守原则,构建科学高效的质量管控框架。

2.2 质量管控要点

水利工程土方开挖质量管控要点需聚焦关键环节,实现精准管控。首先是开挖参数管控,严格核查开挖边线、高程、坡度等核心参数,每层开挖后及时复核,确保符合设计要求,对于基坑、沟槽等关键部位,需加密监测频次,避免出现尺寸偏差影响后续结构施工。其次是土体扰动管控,控制开挖设备作业强度,避免重型设备在开挖面过度碾压,软弱土层开挖需控制开挖速度与分层厚度,减少土体结构破坏,若发现土体扰动严重需及时采取换填、夯实等处理措施。再者是支护质量管控,同步核查支护材料质量与施工工艺,确保支护结构尺寸、强度符合设计要求,支护与开挖工序衔接紧密,避免出现支护滞后引发质量安全隐患。最后是排水质量

管控,保障临时排水系统畅通,开挖面无积水,地下水位控制在设计要求范围内,防止积水导致土体软化、承载力下降,影响工程质量。

2.3 质量检测方法与工具

水利工程土方开挖质量检测需采用科学的方法与精准的工具,确保检测结果真实可靠。开挖边线与高程检测采用全站仪、水准仪等精密仪器,全站仪用于定位开挖边界线,确保平面位置偏差符合规范要求,水准仪用于监测开挖高程,每层开挖后逐点复核,避免高程误差超标;对于坡度检测,可采用坡度尺配合全站仪,直观核查坡度是否符合设计要求。土体密实度与扰动程度检测常用环刀法、灌砂法,环刀法适用于黏性土,通过取样检测土体密实度,灌砂法适用于砂性土,精准测定土体孔隙比,判断土体扰动程度;同时可采用轻型动力触探仪检测土体承载力,评估开挖面土体质量。支护结构质量检测需结合支护类型,喷射混凝土采用回弹仪检测强度,钢板桩、土钉采用拉力试验检测锚固力。检测过程中需做好记录,建立检测台账,对检测数据进行统计分析,确保检测结果可追溯,为质量评定提供依据。

2.4 质量通病与防治措施

水利工程土方开挖常见质量通病主要包括超挖、欠挖、土体扰动过大、边坡坍塌、开挖面积水等,需针对性制定防治措施。超挖防治:施工前精准放线,设置高程控制桩,每层开挖预留10-20cm保护层,采用人工修整,避免机械过度开挖;若出现超挖,严禁用虚土回填,需采用级配砂石或混凝土回填夯实。欠挖防治:加强施工人员技术交底,明确开挖边界,采用全站仪实时定位监测,开挖过程中逐段复核,确保无遗漏区域;对欠挖部位及时组织人工开挖整改。土体扰动过大防治:控制开挖速度与分层厚度,避免重型设备在开挖面长时间停留或碾压,软弱土层采用小型设备开挖,开挖后及时覆盖保护^[3]。边坡坍塌防治:严格按设计坡度放坡,设置截排水设施,避免雨水冲刷边坡;高边坡或软弱土层采用支护先行工艺,定期监测边坡沉降位移,发现异常立即加固。开挖面积水防治:提前规划排水系统,设置排水沟与集水井,配备充足排水设备,及时排出雨水与地下水,确保开挖面干燥。

3 水利工程土方开挖施工优化策略

3.1 技术优化方向

水利工程土方开挖施工技术优化需聚焦效率提升、成本节约与安全保障,核心方向包括开挖工艺革新、智能化设备应用与绿色施工技术融合。开挖工艺方面,推广分层分段均衡开挖技术,结合工程地质条件优化开挖

顺序,采用“开挖-支护-排水”一体化施工工艺,减少工序间隔,提升施工效率;对于复杂地形区域,引入精准爆破技术(若适用)或静态破碎技术,降低对周边土体的扰动。智能化设备应用方面,推广无人挖掘机、智能运输车辆等设备,利用GPS定位、BIM技术构建三维施工模型,实现开挖过程的精准定位与动态监测,减少人为误差;通过智能化监测系统实时采集土体沉降、位移、地下水位等数据,实现风险预警与精准管控。绿色施工技术融合方面,优化扬尘治理技术,采用雾炮机、喷淋系统等智能降尘设备,替代传统洒水降尘;推广弃土资源化利用技术,将符合要求的弃土加工成回填材料或建筑骨料,减少资源浪费;采用生态型排水技术,避免施工废水污染周边水体,实现绿色施工目标。

3.2 管理优化建议

3.2.1 完善质量管控标准与流程

完善质量管控标准与流程是提升水利工程土方开挖管理水平核心举措。需结合现行规范与工程实际,制定精细化的质量管控标准,明确各工序的质量要求、检验指标与合格标准,细化开挖边线、高程、坡度、土体密实度等关键参数的管控阈值,确保质量管控有章可循。优化质量管控流程,构建“施工准备-过程检验-竣工验收”全阶段闭环管理体系,施工前严格审核施工方案与技术交底记录,施工过程中落实“三检制”(自检、互检、专检),每道工序检验合格后方可进入下一道工序,竣工验收阶段全面核查质量检测资料与实体质量。建立质量问题整改机制,对检测发现的质量缺陷,明确整改责任人、整改措施与整改时限,跟踪整改效果并组织复核,确保质量问题全部清零。

3.2.2 加强施工人员培训与考核

加强施工人员培训与考核是保障水利工程土方开挖质量与安全的关键抓手。需制定系统化的培训计划,涵盖技术规范、施工工艺、质量标准、安全防护、应急处置等核心内容,采用理论授课与现场实操相结合的方式开展培训,邀请行业专家、技术骨干讲解难点问题,组织施工人员观摩优秀工程案例,提升其技术水平与质量安全意识。针对不同岗位人员开展专项培训,挖掘机司机、测量人员、质量检测人员等关键岗位需进行针对性技能培训,确保其熟练掌握岗位所需技能与管控要求。建立严格的考核机制,培训后组织理论考试与实操考

核,考核合格后方可上岗作业;日常开展常态化考核,结合施工质量、安全表现、作业效率等指标进行综合评价,考核结果与绩效挂钩。

3.2.3 引入第三方监测与信息化管理平台

引入第三方监测与信息化管理平台是提升水利工程土方开挖管理智能化水平的重要途径。第三方监测机构具备专业的技术团队与检测设备,能够客观、公正地开展质量与安全监测工作,重点监测开挖面沉降、边坡位移、地下水位等关键指标,定期出具监测报告,为施工决策提供科学依据,弥补施工单位自检的局限性。信息化管理平台构建需整合BIM技术、GPS定位、大数据分析等先进技术,实现施工全过程的数字化管控,平台功能涵盖施工方案管理、进度跟踪、质量检测数据录入与分析、安全风险预警等,施工人员可通过平台实时上传施工数据,管理人员可远程监控施工进度与质量情况,及时发现并解决问题^[4]。同时,平台可实现质量检测数据的自动统计与分析,生成质量报表与趋势图,为质量评估与改进提供数据支撑;通过信息化手段实现各参建方的数据共享与协同工作,提升施工管理效率,保障工程质量与安全。

结束语

水利工程土方开挖施工技术的优化与质量管控体系的完善,是保障水利工程建设质量的关键所在。通过明确施工技术要点,加强施工过程控制,落实安全与环保措施,构建科学的质量管控体系,并从技术与管理层面不断优化,能够有效提升土方开挖施工效率与质量,降低施工风险与环境影响。未来,随着技术的不断进步,水利工程土方开挖施工将朝着更加高效、智能、绿色的方向发展。

参考文献

- [1]林强,胡义杰.水利工程基坑开挖施工技术研究[J].建材与装饰,2025,21(1):160-162.
- [2]周珣.水利工程施工中边坡开挖支护技术研究[J].工程建设与设计,2024(12):150-152.
- [3]陈科杰,陈建.水利工程施工中的土方开挖技术与质量控制[J].数字化用户,2025(18):67-69.
- [4]张璐.水利工程施工中高边坡开挖爆破与支护技术的应用[J].石材,2023(8):28-29.