

水利工程施工质量通病防治技术与管理措施

刘小龙

沛县水利局排灌队 江苏 徐州 221000

摘要:水利工程施工易出现混凝土裂缝、防渗渗漏、土石方沉降、基础施工偏差等质量通病,受人员、管理、环境及设备等多重因素影响,直接制约工程安全与使用寿命。本文系统梳理各类质量通病的表现形式与核心成因,针对性提出专项施工防治新技术,构建前期预控、过程管控、后期运维的全流程管理体系,为水利工程施工质量管控、通病综合治理提供科学可行的技术与管理参考。

关键词:水利工程;施工质量通病;防治技术;管理措施

引言:水利工程是保障水资源调配、防洪排涝、民生发展的核心基础设施,施工质量直接决定工程运行安全与综合效益。当前水利施工工序繁杂、工况复杂,各类质量通病频发,不仅影响工程外观与耐久性,更易引发安全隐患,制约水利工程高质量发展。为有效破解施工质量管控难题,精准防控各类质量缺陷,本文结合施工实际,系统探究通病成因、防治技术与管理策略,助力提升水利工程施工整体质量。

1 水利工程施工质量通病类型及成因分析

1.1 混凝土工程质量通病及成因

(1) 常见通病:混凝土工程表面蜂窝麻面、裂缝、渗漏、强度不足及保护层厚度不达标等问题较为普遍。蜂窝麻面影响结构外观与耐久性,裂缝及渗漏削弱工程安全性,强度不足和保护层偏差则直接危及结构承载能力。(2) 核心成因:原材料质量不合格,如水泥受潮、骨料含泥量超标等直接影响拌合物性能;配合比设计不合理,水灰比失控导致强度离散;浇筑过程中振捣工艺不规范,欠振或过振均会引起密实度不足;养护不到位致使早期失水干缩,温度应力影响则易引发温度裂缝。

1.2 防渗及土石方工程质量通病及成因

(1) 防渗工程通病:土工膜破损、焊缝渗漏、防渗层开裂及伸缩缝漏水是防渗工程的主要质量缺陷,降低结构防渗能力,增加运行期渗漏风险。(2) 土石方工程通病:回填压实度不足、边坡坍塌、基坑积水、土体沉降变形等问题突出,影响坝体稳定性和地基承载力。(3) 主要成因:基底处理不彻底,软弱层未清除或置换;施工工艺粗放,分层厚度及碾压遍数控制随意;防渗材料铺设不规范,搭接宽度不足或焊缝温度不当;压实参数把控不严,含水量偏离最优值^[1]。

1.3 基础及附属工程质量通病及成因

(1) 常见通病:桩基偏位、灌浆不密实、管线安装

偏差、护坡破损及排水不畅等,直接影响结构安全与使用功能。(2) 主要成因:地质勘察精度不足,未能准确揭示地下障碍物及软弱夹层;施工放线误差导致定位偏移;工序衔接不合理,交叉作业扰动已成桩体;质量巡检缺失,隐蔽工程隐患未能及时发现。

1.4 质量通病共性影响因素

(1) 人为因素:一线作业人员专业技能水平参差不齐,质量责任意识淡薄,凭经验盲目操作,技术交底未能入脑入心。(2) 管理因素:项目质量管控体系不健全,工序“三检制”落实不到位,质量验收走过场,对质量隐患缺乏闭环整改机制。(3) 环境与设备因素:工程地处复杂水文地质条件,地下水侵蚀、暴雨冲刷等不利环境影响施工质量;施工及检测设备陈旧老化,振捣设备功率不足、测量仪器精度下降,难以保证工艺执行精度。

2 水利工程施工质量通病专项防治技术

2.1 混凝土工程质量通病防治技术

(1) 原材料质量管控技术:建立全过程检测体系,水泥、砂石骨料及外加剂进场后核验出厂合格证与质量检验报告,并按批次见证取样复检。重点控制骨料含泥量、泥块含量、细度模数及外加剂减水率等关键指标,严禁使用受潮结块水泥或级配不合格骨料。严格按施工配合比计量,定期校核拌合计量系统,每盘材料用量误差控制在规范允许范围内。(2) 浇筑与振捣优化技术:推行分层分段连续浇筑,分层厚度控制在30~50cm,确保上下层衔接及时,避免冷缝。制定标准化振捣工艺规程,明确振捣棒直径、插入间距、振捣时间及拔出速度等参数,以表面泛浆、不再显著下沉且无气泡逸出为密实标准。采用插入式振捣为主、附着式振捣为辅,杜绝蜂窝麻面及内部空洞^[2]。(3) 裂缝防控与养护技术:综合防控温度裂缝与干缩裂缝。浇筑前控制入仓温度,高

温季节骨料预冷或加冰拌和,低温季节做好保温。大体积混凝土埋设冷却水管循环降温,合理设置后浇带释放温度应力。规范拆模:侧模拆除时强度须达设计值50%以上,底模须达100%。拆模后立即覆盖土工布或塑料薄膜,专人常态化洒水保湿养护,普通混凝土不少于7天,抗渗混凝土不少于14天,保持表面湿润。

2.2 防渗与土石方工程防治技术

(1) 防渗工程专项技术:防渗层施工前对基底进行彻底整平与清理,清除石块、树根等尖锐杂物,采用平板振动夯对软弱基底进行压实处理,确保基层平整密实。土工膜铺设时精准控制搭接宽度,一般不小于10cm,采用双焊缝热合焊接工艺,焊接温度与行进速度严格按试验参数执行。每道焊缝完成后随即进行气压检测或真空检测,发现漏焊及时补焊,保证焊缝密闭合格率达100%。铺设验收合格后及时施工砂垫层或混凝土保护层,防止后续施工机械碾压损伤防渗层。(2) 土石方压实加固技术:实施分层摊铺、分层碾压作业,每层松铺厚度根据碾压机械类型通过现场试验确定,一般不超过30cm。采用灌砂法或核子密度湿度仪进行压实度实时检测,每层每单元检测点数不少于6个,压实度合格标准按设计指标执行,不合格区域立即补碾。边坡部位采用土工格栅加筋、锚杆喷锚或混凝土框格梁等支护加固技术,增强边坡抗滑稳定性。(3) 基坑防护技术:基坑开挖前根据地下水位及渗流量布设明沟排水或井点降水系统,确保开挖面干地施工。针对不良地质段采取钢板桩支护、水泥土搅拌桩或高压旋喷桩等加固措施,预防边坡失稳坍塌。沿基坑周边布设沉降位移观测点,定期监测土体水平位移与竖向变形,施工过程中根据监测数据动态调整开挖速率及支护参数,确保基坑施工安全^[3]。

2.3 基础及附属工程防治技术

(1) 桩基与灌浆施工优化技术:采用高精度全站仪进行钻孔定位,钻机就位后再次复核桩位偏差,确保偏差值不大于规范要求。灌浆作业严格按设计水灰比配制浆液,采用高压灌浆泵连续注浆,注浆压力逐级提升至设计值并稳压不少于30分钟。成桩后采用低应变反射波法或声波透射法对每根桩进行完整性检测,桩身缺陷明显部位通过钻芯取样进一步验证,发现III类及以上缺陷桩及时补桩或高压注浆补强,确保桩基承载安全。(2) 附属设施施工质控技术:护坡、排水及管线安装全面推行标准化施工。护坡砌筑前确保垫层密实平整,块石或预制块咬合紧密、砂浆饱满。排水盲沟铺设控制纵坡坡度不小于设计要求,反滤层按级配分层填筑,管涵接头采用橡胶圈密封严密。管线预埋定位精确,平面误差控

制在 $\pm 10\text{mm}$ 以内,高程误差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内,安装完毕后进行通水试验或打压试验,合格后方可隐蔽覆盖。

2.4 新型防治技术与工艺应用

(1) 无损检测技术:广泛应用超声波对测法检测混凝土内部密实度及裂缝深度,回弹法检测混凝土表面强度,地质雷达探测地下隐蔽空洞及埋设物分布,红外热成像技术排查防渗膜焊缝虚焊区域。各类无损检测手段组合运用,在不破坏工程结构的前提下精准排查隐蔽质量缺陷,为缺陷处理提供科学依据。(2) 样板引路工艺:各分项工程在正式大面积施工前,先行制作200~300m长度的样板试验段或标准示范单元,经建设、监理、设计及施工四方联合验收确认,固化形成标准化工序流程与质量控制参数。后续施工以样板为标准进行可视化技术交底和日常质量检查,统一各班组操作工艺标准,有效减少人为偏差带来的质量波动,实现工序质量的稳定可控。

3 水利工程施工质量通病全过程管理措施

3.1 施工前期质量预控管理

(1) 完善施工方案编审:施工前深入勘察工程地质条件与水文工况,针对不同施工部位和工序编制专项施工方案,细化质量控制标准与验收要求。方案经技术负责人审核、监理批准后方可实施,重大变更须重新履行审批程序,确保施工方案的科学性与指导性。(2) 原材料与设备管控:建立严格的材料准入制度,所有进场材料须提供合格证及型式检验报告,按批次进行见证取样复检,复检不合格材料一律退场。施工设备进场后全面校验运转状态与计量精度,拌合站称量系统、灌浆泵压力表等关键计量器具定期标定维保,确保设备性能满足施工精度要求^[4]。(3) 人员岗前管控:落实岗前培训制度,对施工、技术及质检人员进行专项技术交底与操作培训,重点强化质量通病识别与防治技能。建立岗位质量责任清单,逐级签订质量责任书,将质量目标分解到岗、落实到人,形成全员参与的质量责任体系。

3.2 施工过程动态质量管理

(1) 工序全过程监管:全面落实班组自检、工序交接检、专职质检员专检的三检制度,每道工序未经检验合格不得转入下道工序。对混凝土浇筑、土工膜焊接、灌浆作业等关键工序实行监理旁站监督,全过程留存影像与检测记录,及时制止并纠正违规施工行为。(2) 质量风险预警管控:建立施工全过程质量风险识别、监测与预警机制,针对可能出现的混凝土裂缝、防渗层破损、压实度不足等通病隐患,提前制定控制措施。施工中实时采集检测数据进行趋势分析,发现质量指标异常

波动立即启动预警处置程序,将质量问题消灭在萌芽状态。(3)现场标准化管理:规范施工现场总体布局,明确材料堆放区、加工区及施工作业区界限,保持施工通道畅通有序。合理安排各工种工序衔接顺序,避免交叉干扰造成的质量损伤。统一各类施工标识标牌,推行可视化看板管理,有效减少人为操作失误引发的质量缺陷。

3.3 竣工验收与后期运维管理

(1)精细化竣工验收:依据工程特点制定科学完善的验收检测计划,综合采取抽样检测与全面外观核查相结合的方式,对工程实体强度、几何尺寸、外观质量及使用功能等指标进行逐项核验。严格执行国家及行业施工质量验收统一标准,隐蔽工程须在覆盖前完成验收签认,杜绝事后补签或遗漏,确保验收结果客观准确、全面覆盖。(2)问题闭环整改:对竣工验收中发现的各类质量缺陷与偏差逐项登记造册,建立问题台账。组织技术人员深入分析问题成因,制定针对性专项整改方案,明确整改责任人、具体技术措施及完成时限。整改实施期间由监理单位全程跟踪监督,完成后组织专项复检验收,形成问题发现、成因分析、整改落实、复查确认的完整闭环管理链条^[5]。(3)质量档案与追溯管理:系统收集整理施工原始记录、各类检测试验报告、验收签证单及整改复查资料等全过程质量文件,按单位工程、分部工程分类编号归档。同步建立电子化质量信息数据库,实现原材料来源批次、施工过程控制参数及检测评定结果的全链条可追溯查询,为工程运行维护、质量评定与后续类似工程借鉴提供可靠数据支撑。

3.4 质量管理体系优化

(1)健全质量考核机制:将质量通病防治成效纳入项目部各级岗位绩效考核指标体系,实行月度检查、季度评比、年度总评的动态考核模式,考核结果与岗位绩效薪酬、评优评先资格直接挂钩。坚持正向激励为主的导向,充分调动施工人员主动落实防治措施、自觉防控质量通病的积极性,全面强化全员质量责任意识与履约

担当精神。(2)完善监督奖惩机制:构建监理单位独立专业监督、施工单位自我主动管控、建设单位统筹总体协调的多方联动监督格局。对质量管理体系运转规范、通病控制成效显著的班组与个人给予表彰奖励;对重复出现同类质量通病或整改逾期不力的责任方实施经济处罚与通报批评,做到奖惩分明、措施有力,倒逼质量管理水平持续提升。(3)常态化技术复盘:建立月度或季度质量专题会议制度,系统梳理本阶段发生的各类质量通病及其处理应对措施,深入剖析深层管理缺陷与技术短板弱项。及时总结提炼成功防治经验与先进工艺做法,固化形成企业内部工法或标准化作业指导书,持续优化施工工艺与管理流程,推动质量管理体系在动态改进中不断完善与提升。

结束语

综上,水利工程施工质量通病治理需坚持技术赋能与管理提质双向发力,精准把控混凝土、防渗、土石方、基础工程等关键施工环节,落实各类专项防治技术。同时通过完善全流程质量管控体系,压实岗位责任、规范施工工序、强化全过程监管与闭环整改,持续优化施工工艺与管理模式,可有效规避质量隐患,全面提升水利工程施工质量,保障工程长期安全稳定运行。

参考文献

- [1]郭三旺,斯琴.新形势下基层水利工程质量监督管理存在问题及对策[J].内蒙古水利,2024,18(07):111-115.
- [2]王昕.水利工程施工中混凝土裂缝质量通病防治技术[J].城市建设理论研究(电子版),2025,20(33):96-98.
- [3]刘军.水利水电工程施工质量通病成因及全过程防控技术研究[J].水利技术监督,2024,17(03):189-192.
- [4]陈龙,周明宇.水利土石方工程施工质量通病及精细化治理措施[J].四川水利,2023,44(04):102-105.
- [5]张磊.水利工程混凝土施工质量缺陷通病防治与养护管理[J].黄河水利职业技术学院学报,2023,35(02):223-226.