

水利工程检测中常见质量隐患的识别与精细化控制策略

马晓楠

广东珠基工程技术有限公司 广东 广州 510000

摘 要：本研究针对水利工程检测区别于常规建筑工程检测的全域性、特殊性、复杂性作业特性，系统梳理了原材料构配件、结构实体、隐蔽工程与功能性三类常见质量隐患，明确了各类隐患的识别难点与漏检诱因。从检测流程管控、技术手段适配、管理体系完善三个维度，分析了隐患易遗漏、难识别的核心成因，提出全流程全域覆盖检测、专项检测技术升级、闭环精细化管理的针对性控制策略。研究成果可为水利工程检测现场作业提供标准化技术参考，有效提升深层隐蔽隐患的识别准确率，从检测环节筑牢水利工程长期服役的质量安全防线。

关键词：水利工程；工程检测；质量隐患；隐患识别；精细化控制

引言：水利工程是支撑流域防洪、水资源调配、水生态治理的核心基础设施，其施工质量直接决定工程全生命周期的运行安全与服役效能。相较于普通建筑工程检测，水利工程检测受全域覆盖要求、特殊服役指标、复杂临水作业环境、深层隐蔽隐患等多重因素制约，传统粗放式检测模式已无法适配当前高质量建设的管控需求。当前大量水利工程质量隐患集中于隐蔽区域，常规检测手段难以精准识别，极易在长期水环境侵蚀下逐步发育为结构性安全风险。在此背景下，系统梳理水利工程检测的独特作业特性，厘清常见质量隐患的类型与识别难点，构建适配水利场景的精细化检测控制体系，对提升水利工程建设质量管控水平具备重要的工程实践价值。

1 水利工程检测工作基本特性

水利工程检测区别于普通建筑工程检测，具备独特的工作属性与技术难点，也是质量隐患易遗漏、难识别的核心原因。（1）检测覆盖范围具备全域性，检测内容涵盖进场原材料物理力学性能、预制构配件加工质量、现场施工工艺执行参数、结构实体强度与密实度、防渗体系整体性能、构筑物几何尺寸偏差、隐蔽工程内部施工质量等多个维度，不同检测项目对应的技术标准、试验方法、合格判定阈值差异较大，检测过程中需同步适配多套规范体系，对检测方案的系统性设计提出较高要求。（2）检测对象具备特殊性，水利工程主体结构多长期与水体直接接触，防渗性、抗冲刷性、抗渗抗压耐久性、抗冻融循环性能是核心检测指标，区别于常规土建结构以承载力为主的质量检测重点，检测数据需同时满足静态结构安全与长期水环境服役双重要求。检测环境具备复杂性，多数现场检测作业处于露天、临水、高湿

度环境，环境温湿度大幅波动、水体介质干扰、临边作业场地受限等因素，易影响检测设备传感器精度与检测数据稳定性，现场检测前需额外完成设备环境适应性校验，排除外部工况对检测结果的干扰。（3）水利工程大量隐患存在于大体积混凝土内部、防渗帷幕深层等隐蔽工程区域，结构成型后无法通过直观观测识别，常规表层抽样检测难以捕捉深层缺陷，对检测技术精度、检测流程覆盖度、人员专业研判能力提出了极高要求，也决定了精细化管理是水利工程质量检测的核心刚需^[1]。

2 水利工程检测中常见质量隐患及识别难点

2.1 原材料与构配件质量隐患

原材料与构配件是水利工程质量的基础载体，其性能不达标会直接引发工程结构性隐患，也是检测工作中最基础、最高发的质量问题。水利工程常用的混凝土骨料、水泥、钢筋、止水材料、防渗卷材、预制构件等材料，易出现性能指标不匹配、批次质量波动、存放变质等问题。核心隐患主要包含材料力学性能不达标，如钢筋抗拉强度、韧性不足，混凝土骨料级配不合理、含泥量超标，导致成型结构强度、稳定性无法满足使用要求；防水材料、止水构件耐腐蚀性、抗老化性能不足，后期易出现老化开裂、失效渗漏；构配件几何尺寸偏差、成型缺陷，造成现场安装贴合度不足、衔接缝隙过大。此类隐患的识别难点主要体现在批次差异性大，部分材料表层外观无明显缺陷，常规目测检测无法甄别内部性能缺陷，仅依靠抽样检测难以完全覆盖全部批次材料，易出现漏检问题，细微性能偏差会在施工成型后持续放大，形成结构性质量隐患^[2]。

2.2 结构实体施工质量隐患

结构实体质量隐患是水利工程主体安全的核心影响因素,多由施工工艺管控不到位引发,在成型结构内部普遍存在。主要包含混凝土结构质量缺陷,如混凝土浇筑振捣不密实引发的蜂窝、麻面、空洞、缝隙,结构内部密实度不足,降低结构整体强度与抗渗性能;混凝土养护不到位引发的收缩裂缝、温度裂缝、干缩变形,裂缝会逐步延伸扩展,破坏结构整体性,成为水体渗透、结构侵蚀的主要通道。同时,砌体结构、土石方填筑结构易出现压实度不足、分层填筑厚度超标、结合面处理不到位等缺陷,导致结构沉降不均、整体性差、抗冲刷能力不足。此外,结构几何尺寸偏差、表层平整度超标、构件衔接错位等表观及形体缺陷,会影响工程整体受力状态与防渗体系完整性。此类隐患部分存在于结构表层,易被常规检测发现,但深层密实度缺陷、内部微裂缝、局部空洞等隐蔽缺陷识别难度极高,常规检测手段难以精准定位与量化。

2.3 隐蔽工程与功能性质量隐患

隐蔽工程质量隐患是水利工程检测中隐蔽性最强、危害最大、最易漏检的隐患类型,主要涵盖基础基坑、地下防渗层、止水接缝、预埋管线、填筑层内部、结构衔接节点等隐蔽部位的质量缺陷。隐蔽工程施工完成后会被后续工序覆盖,成型后无法直观核查,极易留存质量隐患,常见问题包含基础处理不彻底、基底平整度不足、基底杂物残留,导致后期结构不均匀沉降;防渗层铺设搭接宽度不足、粘结不密实、局部破损,形成隐性渗漏通道;结构止水接缝安装错位、密封不严、填充不饱满,水体易沿接缝渗透侵蚀结构内部。同时,工程功能性隐患主要体现为结构抗渗性能、排水性能、冲刷防护性能不达标,无明显表观缺陷,但工程服役后会出现渗漏、积水、冲刷破损等问题。此类隐患的核心识别难点在于隐蔽性极强、无直观表象,常规检测手段无法穿透覆盖层核查内部质量,隐患在施工阶段难以发现,仅能依托专项检测技术完成排查,漏检后会对工程长期运行安全造成持续性威胁^[3]。

3 水利工程质量检测隐患产生的核心成因

3.1 检测流程管控粗放,覆盖度不足

传统水利工程质量检测普遍存在流程粗放、环节缺失、覆盖不全的问题,是隐患漏检、误检的主要原因。在检测前期准备阶段,未结合工程结构特点、施工工序、隐蔽部位分布情况制定针对性检测方案,检测点位布设随意、检测项目缺失、抽样比例不足,无法实现全域覆盖检测。施工

过程检测多以阶段性抽检为主,忽视全过程跟踪检测,对工序衔接、隐蔽施工、特殊工况施工的动态检测缺失,导致施工过程中产生的瞬时质量缺陷无法被及时捕捉。成型后检测多侧重表观质量与常规指标检测,忽视结构内部性能、隐蔽部位、功能性指标的专项检测,检测维度单一、深度不足,大量深层次、隐蔽性质量隐患处于检测盲区,长期留存于工程结构内部。

3.2 检测技术手段单一,精准度有限

检测技术与设备的适配性、精准度,直接决定隐患识别能力。当前部分水利工程检测仍依赖传统目测、尺量、常规抽样检测等粗放式手段,技术手段单一、精度偏低,无法适配精细化检测需求。传统检测仅能识别表层、明显的表观缺陷,对结构内部微裂缝、深层空洞、密实度偏差、隐性渗漏通道等细微隐蔽隐患无法有效识别。同时,部分专项检测设备运维不到位、校准不及时,设备精度衰减,导致检测数据偏差、失真,无法真实反映工程实际质量状态。此外,检测技术应用针对性不足,未根据不同结构部位、不同检测项目匹配适配的检测技术,通用化检测模式无法精准甄别差异化质量隐患,大幅降低隐患识别的准确率与完整度^[4]。

3.3 检测管理体系不完善,细节管控缺失

检测工作的精细化管控不足、管理体系不完善,是质量隐患持续存在的重要人为与管理因素。部分检测作业缺乏标准化作业规范,检测人员操作流程不统一、作业随意性大,不同人员、不同时间段的检测标准不一致,导致检测数据重复性差、误差偏大。同时,检测人员专业能力参差不齐,对隐蔽隐患特征、检测技术要点、缺陷判定标准掌握不充分,面对复杂工况易出现判定失误、漏检误判问题。此外,检测数据台账管理不规范,数据记录不完整、追溯性差,隐患排查、登记、复核、整改闭环机制不完善,部分已识别的微小隐患未得到持续跟踪处置,逐步发展为重大质量缺陷,形成检测与管控脱节的问题。

4 水利工程检测精细化质量控制策略

4.1 优化检测方案,实现全流程全域覆盖检测

依托水利工程结构特点与施工工序,制定精细化、定制化的专项检测方案,彻底消除检测盲区。方案编制前需完成工程设计文件、施工组织设计的全量梳理,结合工程主体结构、附属结构、隐蔽工程、关键受力节点的分布特征,细化明确各区域对应的检测项目、检测点位布设规则、最低检测频次、抽样占比标准,构建全方位、全工序、全周期的检测体系,杜绝无依据随机抽

检、局部片面检测的粗放模式。强化施工全过程动态检测,将检测工作前置至原材料进场报验、首件工序施工核验、隐蔽工程覆盖前验收等关键节点,实现事前筛查不合格材料、事中管控工序偏差、事后核验实体质量的全流程闭环检测。针对坝基、防渗帷幕层、止水节点、土石方填筑层等高危隐蔽部位,在常规检测要求基础上增设专项检测频次与加密点位,采用针对性检测技术核查内部施工质量,确保所有关键部位、关键工序全部纳入检测范围。同时,细化检测分类标准,按照材料性能、实体结构、隐蔽工程、服役功能性能四大类别开展专项检测,实现隐患精准分类、靶向识别,从流程层面系统性规避漏检问题。

4.2 升级检测技术,提升隐患识别精准度

依托水利工程结构特点与施工工序,制定精细化、定制化的专项检测方案,彻底消除检测盲区。方案编制前需完成工程设计文件、施工组织设计及对应现行水利检测规范的全量梳理,同步完成现场工况踏勘,结合工程主体结构、附属结构、隐蔽工程、关键受力节点的分布特征与长期服役要求,细化明确各区域对应的检测项目、检测点位布设规则、最低检测频次、抽样占比标准,所有管控参数形成正式书面文件留档,构建全方位、全工序、全周期的检测体系,杜绝无依据随机抽检、局部片面检测的粗放模式。强化施工全过程动态检测,将检测工作前置至原材料进场报验、首件工序施工核验、隐蔽工程覆盖前验收等关键节点,配套对应节点的检测验收台账,实现事前筛查不合格材料、事中管控工序偏差、事后核验实体质量的全流程闭环检测。针对坝基、防渗帷幕层、止水节点、土石方填筑层等高危隐蔽部位,在常规检测要求基础上增设专项检测频次与加密点位,采用适配性检测技术核查内部施工质量,确保所有关键部位、关键工序全部纳入检测范围。同时,细化检测分类标准,按照材料性能、实体结构、隐蔽工程、服役功能性能四大类别开展专项检测,配套对应类别的隐患分级判定规则,实现隐患精准分类、靶向识别,从流程层面系统性规避漏检问题。

4.3 完善精细化管控体系,落实隐患闭环治理

构建标准化、规范化、精细化的检测管理体系,从制度与管理层面把控检测质量。统一检测作业标准化流

程,明确各检测项目的操作规范、数据读取标准、缺陷判定依据,规范检测人员作业行为,规避人为操作误差与判定偏差。强化检测人员专业技能管控,夯实检测技术、隐患识别、缺陷判定专业能力,提升复杂工况下的检测作业水平。建立完整的检测数据台账与追溯体系,精准记录检测点位、检测数据、缺陷类型、隐患等级,实现检测数据全程可追溯。搭建隐患识别、登记、复核、整改、复检、销号的闭环管控机制,对排查出的各类质量隐患分级分类管控,微小隐患及时整改,重大隐患持续跟踪复核,确保所有隐患全部整改到位,彻底杜绝隐患留存、累积发育。通过全过程精细化管控,实现水利工程质量隐患的精准识别、有效治理,全面提升工程整体质量水平^[5]。

结束语

水利工程质量检测是把控工程实体质量、防范长期运行风险的核心技术环节,其管控精度直接决定水利基础设施的服役安全边界。本研究通过梳理检测全流程的作业特性、隐患类型与核心成因,提出的全流程全域覆盖检测方案、专项检测技术升级路径、隐患闭环治理体系,可系统性破解传统粗放检测模式下的漏检、误检痛点。后续工程实践中,还需结合不同类型水利工程的结构特征、服役环境差异,进一步细化检测技术选型与管控细则,持续完善适配不同场景的精细化检测标准体系,为水利工程高质量建设与长期安全运行提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1] 陈焕. 水利工程检测中常见质量隐患的识别与精细化控制策略[J/OL]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2026,(5):033-036
- [2] 邓可. 水利水电工程运行维护管理体系优化路径探讨[J]. 葡萄酒,2022,(10):0075-0076.
- [3] 陈焕. 水利工程检测中常见质量隐患的识别与精细化控制策略[J/OL]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2026,(5):033-036
- [4] 国晓宁,依茹罕,高扬. 水利工程质量监督中质量检测工作开展方法[J]. 内蒙古水利,2026,(4):106-108.
- [5] 康旭. 中小型水利工程施工中常见的质量问题分析与控制措施[J]. 区域治理,2026,(13):0133-0135.