

水利工程施工现场质量检测管控路径探析

何 凯 薛傲奇 刘 锐 刘 兵
苏源检测有限公司 江苏 淮安 223001

摘 要: 水利工程隐蔽部位多、质量要求高, 施工现场质量检测是保障工程实体质量的关键手段。本文阐述全面质量管理、过程控制与风险管理理论, 分析当前检测管控中标准执行不严、过程监控薄弱、技术手段落后、信息化水平偏低等问题, 构建“事前策划→事中控制→事后追溯”的全流程检测管控体系, 从检测计划管理、过程监督控制、数据分析应用及人员设备保障四个层面提出实施路径。研究表明, 系统化检测管控可有效提升检测工作规范性与工程质量可靠性。

关键词: 水利工程; 施工现场; 质量检测; 管控路径

引言: 水利工程关系防洪安全与供水安全, 质量要求极为严格。施工现场是质量控制的第一线, 质量检测直接反映实体质量状况。当前, 水利工程现场检测存在标准执行不严格、过程监控薄弱、技术手段落后、信息化水平偏低等问题, 检测与施工脱节现象时有发生。检测结果不能及时指导施工, 质量隐患难以及时发现。因此, 构建系统化的施工现场质量检测管控路径, 对于提升检测工作规范性和工程质量可靠性具有重要意义。

1 水利工程施工现场质量检测管控的理论基础

1.1 全面质量管理理论

全面质量管理理论强调质量管理应贯穿产品实现全过程, 需要全员参与和全方位控制。在水利工程施工现场质量检测中, 全面质量管理要求检测工作不是独立环节, 而是与施工过程深度融合。检测人员、施工人员、监理人员需共同参与质量管控, 形成协同工作机制。全面质量管理还强调持续改进, 检测数据应反馈至施工环节, 指导工艺优化。该理论为现场检测管控提供了“全过程、全员、全方位”的基本理念, 要求检测计划覆盖所有质量关键点, 检测实施接受多方监督, 检测结果应用于质量改进。将全面质量管理引入水利工程检测, 有助于改变“重施工轻检测”的传统观念, 树立检测也是创造价值的理念。

1.2 过程控制理论

过程控制理论认为, 输出质量由过程质量决定, 控制过程是保证结果的有效方法。水利工程施工现场质量检测本身就是一个过程, 包括取样、制样、送检、试验、报告等环节, 任一环节失控都可能导致检测结果失真。过程控制理论要求对检测活动进行分解, 识别关键控制点, 设定控制标准, 实施实时监控并采取纠正措施。例如, 取样环节的随机性和代表性是关键控制点,

需通过见证取样制度加以保障; 送检环节的样品完好性是关键控制点, 需通过唯一标识和流转记录加以控制^[1]。过程控制理论还强调预防为主, 而非事后检验。将过程控制应用于检测管控, 要求管理人员从关注检测报告转向关注检测过程, 从源头保障检测质量。

1.3 风险管理理论

风险管理理论关注不确定性对目标的影响, 通过风险识别、评估、应对和监控降低负面效应。水利工程施工现场质量检测面临多种风险: 取样代表性不足可能导致误判; 检测设备未校准可能导致数据偏差; 检测人员操作不规范可能导致结果失真; 检测报告滞后可能导致质量问题被覆盖。风险管理理论指导检测管控工作从事后补救转向事前预防。具体应用包括: 识别检测活动的风险点, 评估其发生概率和影响程度, 制定应对措施(如双人取样、设备定期校准、平行检测), 并持续监控风险变化。对于高风险的检测项目(如地基承载力、防渗墙完整性), 应加密检测频次并采用多种方法相互验证。风险管理为检测管控提供了系统化的隐患识别与控制方法。

1.4 水利工程质量检测的特殊性

水利工程质量检测具有区别于其他行业的显著特点。隐蔽工程占比高, 地基处理、坝体填筑、混凝土浇筑等工序完成后即被覆盖, 检测必须在覆盖前完成, 对检测时效性要求极为严格。检测环境复杂, 施工现场多位于偏远地区, 交通不便, 野外作业受气候、水位、地形等条件制约, 检测条件艰苦。检测专业覆盖面广, 涉及岩土、混凝土、金属结构、机电安装等多个领域, 对检测人员综合能力要求高。质量责任重大, 水利工程失效可能导致重大人员伤亡和财产损失, 检测数据的真实性和准确性直接关系工程安全运行。此外, 水利工程工

期长,检测工作需持续数年,考验管控体系的稳定性。这些特殊性决定了水利工程施工现场质量检测管控不能简单套用一般建筑工程模式,必须针对水利特点制定专门管控路径。

2 水利工程施工现场质量检测管控现状与问题分析

2.1 质量检测管控现状

当前水利工程施工现场质量检测管控已形成基本框架。制度层面,水利部《水利工程质量检测管理规定》明确了检测单位资质、人员资格、检测行为等要求,施工单位建立了“三检制”(自检、互检、交接检),监理单位实施平行检测。人员层面,检测人员需持有水利工程质量检测员资格证书,部分大型工程要求关键岗位人员具备高级职称。设备层面,检测仪器设备需按期检定校准,现场配备基本检测设备。技术层面,土工试验、混凝土试验、钢筋检测等常规项目覆盖较全,部分工程开始引入探地雷达、超声回弹等无损检测技术。然而,这些管控措施在实际执行中存在差异,大型重点工程执行较好,中小型工程执行不到位现象较为普遍,检测管控的系统性和规范性仍有较大提升空间^[2]。

2.2 存在的主要问题

2.2.1 检测标准执行不严格

检测标准执行不严格是当前水利工程施工现场最突出的问题之一。部分施工单位为追赶工期进度,擅自简化检测程序,将应全检的项目改为抽检,将应连续检测的项目改为间歇检测。抽样方案执行不规范,存在选择性送检现象,即将质量较好的样品送检而隐瞒问题样品。个别施工自检单位甚至出现检测数据造假行为,编造检测报告以应付监理检查。此外,检测标准与现场实际脱节的问题也较为普遍,部分规范条款操作性不强,施工人员难以准确理解和执行。标准执行不严直接导致检测结果失真,为工程质量埋下安全隐患。

2.2.2 过程监控薄弱

过程监控薄弱是制约水利工程施工质量提升的关键瓶颈。当前质量管控呈现明显的重结果轻过程倾向,大量质量管控资源集中在事后验收环节,而对施工过程的实时监控投入不足。关键工序旁站监理执行不到位,部分旁站人员仅在场不履职,未能发挥应有的监督作用。隐蔽工程覆盖前的验收流于形式,三检制中的自检和互检环节缺失严重,上下工序之间的质量责任不清晰。工序交接检未严格执行,前道工序的质量缺陷直接传递至后道工序。过程监控的薄弱使得大量质量问题在隐蔽后才被发现,处理成本大幅增加。

2.2.3 检测技术手段落后

检测技术手段落后严重制约了水利工程施工现场质量检测的效率和精度。当前施工现场仍以传统检测方法为主,如环刀法测压实度、回弹法测混凝土强度等,这些方法虽成熟但效率低、精度有限。无损检测技术如超声波、探地雷达、红外热成像等在水利工程中的应用比例仍然偏低,多数检测企业尚未配备相关设备。现场快速检测设备配备不足,常规检测仍需送实验室完成,检测周期长达数天甚至数周,严重影响施工进度。此外,检测数据未能得到有效利用,缺乏统计分析和趋势预判,大量有价值的检测信息被闲置浪费。

2.2.4 信息化水平偏低

信息化水平偏低是当前水利工程施工现场质量检测管控的普遍短板。质量检测数据仍以纸质表格为主要记录载体,传递效率低、易丢失、难查询。各参建方之间信息不共享,监理单位与施工单位的检测数据相互独立,无法进行交叉验证和综合分析。缺乏质量检测数据的实时采集手段,检测结果往往滞后数小时甚至数天才能反馈至管理层,失去了过程控制的时效性。移动端巡检、物联网监测、大数据分析等信息化技术在水利工程中的应用仍处于起步阶段,距离实现智能化质量管控还有较大差距。

3 水利工程施工现场质量检测管控路径构建

3.1 总体框架:全流程检测管控体系

全流程检测管控体系以“事前策划、事中控制、事后追溯”为核心理念。事前策划阶段,编制《现场检测实施方案》,明确检测项目、频次、方法、取样部位、责任人与时间节点,方案需经监理审核、建设单位备案。事中控制阶段,实施取样双人制、样品唯一标识、过程影像留存、检测台账跟踪等控制措施,监理平行检测和旁站监督同步跟进。事后追溯阶段,检测报告三级审核,不合格数据启动标识、隔离、评审、处置、复检的闭环流程,检测资料电子化归档,实现按部位、按时间快速检索。全流程管控体系需要制度规范、流程标准化、信息化平台、人员能力四大支柱支撑。制度规范明确各方职责与工作标准;流程标准化确保检测活动统一规范;信息化平台实现数据实时采集与传递;人员能力保障各项措施有效执行。四大支柱共同支撑全流程管控体系运行。

3.2 策划阶段:检测计划与准备管控

策划阶段是检测管控的起点。检测计划编制需依据合同约定、施工组织设计、相关技术标准及工程特点,明确检测项目清单、检测频次、取样方法、判定标准。计划应细化至每个单元工程、每道工序,标注取样位

置和预计取样时间。检测方案审批实行三级审核：施工单位技术负责人审核，监理工程师审批，建设单位备案。对于大坝基础处理、防渗墙、隧洞衬砌等重要隐蔽工程，检测方案需组织专家论证。检测资源准备包括人员资质核对、仪器设备检定状态确认、检测环境条件检查。取样人员、见证人员需持证上岗，人员信息在监理单位备案。仪器设备检定证书在有效期内，现场设备使用前进行功能性检查。检测环境（如养护室温度湿度）满足规范要求。检测方案应向所有检测、施工、监理人员交底，明确各自职责和工作流程，确保各方对检测要求理解一致^[3]。

3.3 实施阶段：检测过程与监督管控

实施阶段是检测管控的核心环节。取样与制样控制实行“取样员+见证员”双人制，取样位置由见证员随机指定，取样过程拍照或视频留存，样品封样后粘贴唯一性标识。现场试验如压实度、坍落度检测，由双人操作、互相复核，原始记录不得涂改，修改需划改并签名。送检样品由取样员和见证员共同送至检测机构，或由检测机构派人现场接收，样品流转记录完整。检测进程跟踪建立检测台账，登记取样日期、送检日期、报告日期，超期系统自动预警。检测异常如出现不合格，立即启动复检或扩大检测程序，检测机构应在24小时内通知委托方。监理旁站与平行检测方面，地基承载力、重要隐蔽工程等关键工序旁站率百分之百，平行检测比例不低于规范要求（混凝土试样应不少于承包人检测数量的3%），平行检测取样与施工单位取样分开进行，确保独立性。

3.4 应用阶段：检测数据分析与追溯管控

应用阶段聚焦检测数据价值释放。数据审核与异常处理实行检测报告三级审核制度（检测员自审、审核人复核、批准人终审），不合格数据处置遵循标识、隔离、评审、处置、复检五步流程。不合格品由监理组织施工、设计单位共同评审，判定返工、加固或降级使用，处置后复检合格方可进入下道工序。检测数据统计分析定期汇总合格率、不合格分布，绘制质量趋势图，识别系统性质量问题。如某批次水泥强度波动超出正常范围，追溯原材料供应商或进场验收环节。检测资料归档建立“一检一档”，包含委托单、原始记录、检测报告、处置记录，电子化归档实现按部位、按时间、按批

次的快速检索。检测报告与施工日志关联，确保检测活动与施工进度对应。检测数据统计分析报告定期提交项目管理机构，为质量决策提供依据。

3.5 保障层面：人员与设备管控

人员与设备管控是检测体系运行的基础保障。人员管理建立检测人员资格台账，持证上岗率百分之百。定期组织比对试验，同一试样由不同人员或不同设备检测，评价人员操作一致性。建立失信行为记录，对弄虚作假人员实行退出机制并上报行业主管部门。检测人员应参加继续教育和技能培训，掌握新方法新技术。设备管理建立仪器设备清单和检定校准周期表，临近到期自动提醒送检。现场设备使用前进行功能性检查，核子密度仪使用标准块校验示值误差，压力机检查活塞是否漏油。设备使用、维修、报废记录完整，设备故障后立即停用并送修。对于现场养护设施如养护室，定期检查温湿度自动记录仪是否正常工作^[4]。人员与设备管控形成动态管理闭环，定期评估人员能力和设备状态，及时调整优化，确保检测活动始终在受控状态下进行。

结束语

水利工程施工现场质量检测工作涉及面广、专业性强，管控难度较大。本文梳理了全面质量管理、过程控制与风险管理等基础理论，结合水利工程隐蔽工程多、检测环境复杂、专业覆盖面广等特殊特性，系统剖析了当前检测管控中暴露的关键短板。在此基础上，围绕策划、实施、应用、保障四个环节构建了全流程检测管控体系，形成了覆盖检测工作全过程的路径方案。在实际工程中，需根据工程规模、类型及现场条件灵活调整管控力度，坚持持续改进，方能实现检测工作对施工质量的有效支撑。

参考文献

- [1]张永校. 水利工程施工现场材料质量检测与控制研究[J]. 建材发展导向,2024,22(15):4-6.
- [2]李联河,刘利. 水利工程施工现场的干硬混凝土检测技术分析[J]. 水上安全,2024(18):74-76.
- [3]李金丽. 水利工程施工现场的干硬混凝土检测技术研究[J]. 水利科技与经济,2023,29(5):126-132.
- [4]张建,胡明,孙丹丹. 水利工程施工现场材料质量检测与控制研究[J]. 建筑工程技术与设计,2025,13(24):160-162.