

# 材料检验检测技术在水利工程中的应用

王 哲

江华浩坤新能源有限公司 山东 济南 250100

**摘 要：**材料检验检测是水利工程质量管控的核心手段，直接影响工程结构稳定性与服役寿命。本文概述水利工程常用建材种类与检测基本原则、行业规范，分类介绍物理、化学、无损及智能化检测技术的应用要点。结合当前工程实际，剖析检测流程不规范、技术更新滞后、人员能力不足、管控体系不完善等问题，提出流程优化、技术升级、队伍建设等改进策略，为提升水利工程施工质量与安全运维水平提供参考。

**关键词：**材料检验检测技术在；水利工程；应用

**引言：**水利工程关乎防洪减灾、水资源利用与生态保护，工程质量是保障其长期安全运行的关键。建筑材料作为工程建设的基础，性能优劣直接决定构筑物的防渗、抗冻、抗冲刷能力。材料检验检测是从源头把控工程质量、规避施工隐患的重要举措。为适配现代水利工程精细化建设要求，规范质检工作流程、升级检测技术尤为重要。本文结合行业标准，探究各类检测技术应用现状与优化路径，助力工程质量管控提质增效。

## 1 水利工程常用材料及检验检测基础理论

### 1.1 水利工程核心常用材料类型

(1) 胶凝材料：主要包含水泥、粉煤灰、矿粉等，是水利混凝土工程的核心基础原料。该类材料具备水化固结特性，可将骨料紧密粘结成型，其质量优劣直接决定混凝土的整体强度、抗冻性、抗腐蚀能力，是保障水利结构稳定性和长期耐久性的关键材料。(2) 骨料材料：涵盖碎石、卵石、天然砂、机制砂等，为混凝土的主要骨架材料。骨料的粒径、级配、含泥量等指标，直接影响混凝土的密实度、抗渗性和稳定性，能够有效控制混凝土收缩变形，提升水利构筑物的整体抗冲刷能力。(3) 防渗与加固材料：以土工膜、止水带、灌浆材料、防腐涂料为核心，是水利防渗、加固修复的专用材料。广泛应用于堤坝、渠道、水闸等工程，可有效阻断水体渗透、填补结构缝隙、修复工程破损病害，提升水利工程的防渗性能和结构稳固性<sup>[1]</sup>。(4) 金属材料：主要为钢筋、各类钢构件等，具备强度高、韧性好、承载力强的特点。多用于水利枢纽、闸门、泵站、输水管道等承重及受力结构，能够大幅提升工程结构的抗拉、抗压性能，保障大型水利设施安全运行。

### 1.2 材料检验检测的核心原则

(1) 规范性原则：严格依照国家及水利行业现行标准、规范流程开展取样、试验、检测全流程工作，统一

操作标准、规避违规作业，确保检测工作合规有序。

(2) 精准性原则：定期校准检测设备，规范取样方式，保证样品具备代表性，严格把控试验流程，杜绝人为误差，保障所有检测数据真实、精准、有效。(3) 全面性原则：覆盖材料进场抽检、施工过程复检、工程竣工验收终检全阶段，实现材料质量全过程、全方位管控，杜绝质量隐患。(4) 时效性原则：结合不同材料的理化特性，在规定周期内完成检测试验，及时判定材料质量，避免长期存放导致材料变质、性能衰减，影响工程整体质量。

### 1.3 水利工程材料检测相关标准规范

(1) 国家通用标准：以《建设工程材料检测技术规范》《混凝土结构工程施工质量验收规范》等为核心，统一全国建设工程材料检测基础要求，适配水利工程通用检测场景。(2) 水利行业专项标准：包含《水利水电工程材料试验规程》《水利工程质量检测管理规定》等专属规范，针对性适配水利工程特殊工况与材料检测需求。(3) 地方补充标准：各地区结合本地水文条件、气候环境、工程特点制定补充细则，适配区域水利工程材料检测的个性化、差异化质量管控需求。

## 2 材料检验检测技术在水利工程中的具体应用

### 2.1 常规物理性能检测技术及应用

(1) 原材料物理指标检测：作为水利工程质量管控的第一道关卡，该检测主要针对各类基础原材料的核心物理参数开展试验核验。重点检测水泥的抗压、抗折强度及体积安定性，排查水泥开裂、变形等质量隐患；检测砂石骨料的粒径级配、含泥量、针片状含量等关键指标，避免杂质过多、级配不合理影响混凝土品质；同时对土工膜、止水带等土工材料的厚度、拉伸强度、断裂伸长率进行检测，从源头严格把控原材料基础质量，杜绝不合格材料进场。(2) 混凝土物理性能检测：混凝

土是水利工程的主体用材,其物理性能直接决定构筑物使用寿命。常规检测包含施工现场坍落度检测,把控混凝土和易性与施工性能;通过标准试块试验检测混凝土抗压强度,验证结构承载能力;同时针对性检测混凝土抗渗等级、抗冻性能、抗冲刷性能,适配大坝、输水渠道、河道护坡、闸室基础等不同水利场景的施工需求,保障构筑物在水压、低温、水流冲刷环境下的稳定性<sup>[2]</sup>。

(3)金属材料物理检测:金属材料多用于水利承重核心结构,检测工作至关重要。主要对工程所用钢筋、型钢进行物理性能试验,检测其抗拉强度、屈服强度、延展性、冷弯性能等核心指标,确保钢材力学性能达标。同时常态化排查钢闸门、钢支架、泵站钢构件的锈蚀、变形、磨损等外观及物理缺陷,及时发现结构安全隐患,保障水利承重、受力结构的运行安全。

## 2.2 无损检测技术及应用

(1)超声波检测技术:该技术属于水利工程核心无损检测手段,无需破坏原有工程结构,适用性极强。主要利用超声波穿透性,检测混凝土结构内部的空洞、深层裂缝、密实度不足等缺陷,精准定位结构内部质量问题;同时可用于钢结构焊缝检测,排查焊缝夹渣、气孔、未焊透等隐蔽缺陷,广泛应用于已完工大坝、闸室、泵站结构的质量排查与隐患复核。(2)回弹检测技术:这是施工现场最常用的快速无损检测技术,操作简单、检测效率高、无场地限制。通过回弹仪检测混凝土表面硬度,换算得出混凝土实际强度,主要用于施工现场常态化快速质检、混凝土浇筑后的强度抽检,以及工程竣工验收阶段的抽样检测,能够快速判定表层混凝土施工质量,为现场施工调整和质量验收提供快速依据。

(3)雷达探测检测技术:该技术依托电磁探测原理,专注于隐蔽工程内部隐患排查。可精准探测堤坝、渠道路基、围堰等大体积土方与混凝土结构内部,有效识别土体空洞、隐蔽渗漏通道、结构分层脱空、土体疏松等隐患问题,精准定位病害位置与范围,为堤坝除险加固、渗漏治理、隐患修复提供精准的数据支撑,提升水利工程隐患治理的精准度。

## 2.3 化学性能检测技术及应用

(1)原材料化学成分检测:针对水泥、混凝土外加剂、灌浆材料、修补材料等核心建材开展化学成分检测,核查材料组分是否符合行业标准,杜绝成分不合格、配比失衡的材料投入使用。有效避免材料进场后发生异常化学反应,防止出现混凝土凝结异常、强度不达标、灌浆固结失效等问题,从化学层面保障工程结构整体稳定性。(2)耐腐蚀性能检测:水利工程长期处于水

环境、潮湿环境,材料易受水体、酸碱物质侵蚀。该检测主要针对金属构件防腐涂层、防渗土工材料、混凝土防腐面层等,模拟水利工况检测材料耐酸碱腐蚀、耐水流冲刷腐蚀、耐水溶破坏的性能,筛选适配水环境长期侵蚀场景的优质材料,提升工程防腐防渗耐久能力<sup>[3]</sup>。

(3)抗老化性能检测:通过模拟自然环境中的温差变化、湿度交替、紫外线照射、长期水流冲刷等恶劣工况,对土工膜、密封止水材料、防腐涂料等柔性材料开展加速老化试验。检测材料老化后的性能衰减情况,掌握材料长期使用的性能变化规律,精准预判工程长期服役性能,为工程后期运维、材料更换、病害预防提供参考。

## 2.4 智能化检测技术及应用

(1)自动化取样与检测技术:依托智能取样设备、全自动压力试验机、养护监测设备等智能化仪器,替代传统人工操作模式,实现原材料取样、试样养护、性能试验、数据记录全流程自动化。有效规避人工操作带来的误差,大幅提升检测数据的精准度,同时缩短检测周期,显著提升水利工程材料质检的整体工作效率<sup>[4]</sup>。

(2)大数据监测分析技术:搭建水利工程材料检测大数据管理平台,整合原材料检测、施工过程检测、竣工验收检测的各类数据,实现检测数据统一存储、分析、溯源。可实时监测施工质量波动情况,快速定位质量问题成因,实现工程施工质量动态管控,同时为后续工程施工优化、质量标准完善提供数据支撑。(3)无人机+遥感检测技术:适用于大型水利枢纽、长距离河道、堤坝、灌区工程的大范围质量巡检。通过无人机搭载遥感设备、高清拍摄设备,快速排查工程表层混凝土破损、涂层脱落、结构裂缝、局部渗漏等隐患,弥补人工巡检范围有限、效率低、高危区域无法作业的短板,实现水利工程全覆盖、高效化质量巡检。

## 3 材料检验检测技术在水利工程应用现存问题及优化对策

### 3.1 材料检验检测技术应用现存主要问题

(1)检测流程规范性不足:部分水利施工现场质检管理松散,存在随机取样、取样点位不规范、送检拖延滞后等问题。同时试验操作流程不标准、数据记录随意,导致检测样品代表性不足,检测数据存在偏差,无法真实反映工程材料实际质量。(2)技术应用适配性不足:多数基层施工单位仍沿用传统检测技术与设备,智能化、无损检测等新型技术推广力度不足。面对大型堤坝、复杂水工结构等特殊工程场景,传统检测方式精度有限、局限性突出,难以满足精细化质量检测需求。

(3)检测人员专业能力参差不齐:基层检测岗位人员流

动性大,部分从业人员缺乏系统专业培训,对新型检测设备操作、最新行业规范掌握不熟练,实操能力不足,极易出现操作失误,直接影响检测结果的准确性与专业性。(4)质量管控体系不完善:现有质检管理制度存在漏洞,检测数据监管、溯源机制不够健全。工程管理普遍存在重检测、轻整改,重结果、轻过程的问题,检测发现的质量隐患无法及时闭环,全过程质量管控流于形式。

### 3.2 优化材料检测流程,规范检测标准

(1)建立全过程检测管控机制,严格落实三级检测制度。全面落实材料进场复检、施工过程抽检、工程竣工全检的管控模式,对水泥、钢筋、土工材料等核心建材层层核验,覆盖工程施工全周期,从源头杜绝不合格材料投入施工,筑牢工程质量基础。(2)统一检测全流程标准规范。严格按照国家及水利行业规范,统一现场取样、试样养护、试验操作、数据记录、报告出具全流程标准。明确各岗位操作职责,杜绝随意取样、违规试验、数据篡改等问题,实现检测工作标准化、规范化开展。(3)强化检测样品溯源管理。为所有检测样品建立专属电子档案,详细记录样品来源、取样时间、检测项目、试验数据等信息,搭建完整的样品溯源体系,实现检测全流程可追溯、可核查,保障检测工作的真实性与严谨性<sup>[5]</sup>。

### 3.3 推广新型检测技术,提升检测智能化水平

(1)普及现代化检测设备与技术。加大无损检测、自动化检测设备的资金投入,逐步替代传统粗放式检测手段。依托高精度检测设备,减少人工操作误差,有效提升材料检测的精准度、稳定性与工作效率,适配现代化水利工程质检需求。(2)推行场景化联合检测模式。结合堤坝、渠道、泵站等不同水利工程的结构特点和施工难点,针对性匹配检测技术。针对复杂重难点工程,采用多种检测技术联合作业,互补单一技术的检测短板,全面精准排查工程质量隐患。(3)搭建数字化智能检测平台。整合各类检测数据,搭建一体化数字化管理平台,实现检测数据实时上传、智能统计、自动分析、隐患动态预警。依托大数据技术实现质量动态管控,推

动水利工程材料检测工作智能化、数字化转型。

### 3.4 强化人员队伍建设,完善质量管控体系

(1)开展常态化专项技能培训。定期组织检测人员开展新型检测技术、行业新标准、设备实操、质量管控等专项培训,针对性提升从业人员专业素养和实操能力,熟练掌握智能化设备操作及规范应用技巧。(2)落实持证上岗与考核制度。建立完善的人员考核机制,严格执行检测人员持证上岗制度,定期开展技能考核与绩效评级,严禁无证上岗、违规操作,规范岗位工作标准,夯实人员岗位基础。(3)健全全程监督管控机制。完善工程质量检测管理制度,引入第三方专业监督机构,对取样、试验、出报告全流程进行监督审核。明确各岗位质量责任,压实管控职责,实现检测工作全程可控、质量隐患闭环整改。

### 结束语

材料检验检测贯穿水利工程施工全流程,是筑牢工程质量防线的关键环节。当前水利材料检测工作仍存在技术适配性弱、操作不规范、管理体系不健全等诸多问题,影响质检工作精准度与实效性。今后工程建设需持续规范检测标准,大力推广智能化、无损化新型检测技术,强化专业人才培养,完善全过程质量管控机制,全面提升材料检测水平,为水利工程长效、安全、稳定运行提供坚实保障。

### 参考文献

- [1]杨梦晨.水利工程质量检测技术及应用研究[J].工程技术发展,2025,6(6):87-90.
- [2]贾森伟.水利工程材料检测技术管理与性能分析研究[J].工程技术与管理,2025,9(7):99-102.
- [3]宋术伟,李翠.水利工程建筑材料质量检测与控制技术探析[J].水上安全,2024,24(10):112-114.
- [4]赵鹏飞.无损检测技术在水利工程质量检测中的应用研究[J].低碳世界,2022,13(18):56-58.
- [5]陈宇.水利工程原材料检验检测关键技术及精度提升策略[J].水利科技与经济,2024,30(8):82-85.