

# 土木工程试验检测措施研究

丁 博

宁夏君正工程检测有限公司 宁夏 银川 750200

**摘 要：**土木工程试验检测对保障工程质量和安全意义重大，涉及材料、结构及环境等多方面检测内容，涵盖破坏性、无损及动态监测等多种方法。当前检测存在设备老化、环境干扰、流程不规范及人员能力差异等问题，影响检测质量与结果公信力。本文提出应用智能化检测设备、构建多技术融合检测体系、制定标准化检测流程及建设数字化管理平台等措施，以提升检测精度与效率，为工程质量监管提供可靠支撑。

**关键词：**土木工程；试验检测；优化措施

引言：土木工程作为国家基础设施建设的关键领域，其工程质量直接关乎人民生命财产安全与社会发展稳定。试验检测作为工程质量控制的核心手段，能够精准评估材料性能、结构安全与环境适应性。然而，当前检测工作中存在设备精度不足、复杂环境干扰大、检测流程不规范及人员专业能力参差不齐等问题，制约了检测结果的可靠性与工程质量的提升。因此，深入研究并优化土木工程试验检测措施具有重要的现实意义。

## 1 土木工程试验检测技术基础

### 1.1 试验检测的分类与范畴

(1) 材料检测：作为土木工程质量控制的核心环节，主要针对混凝土、钢材、沥青等关键建材开展性能验证。其中混凝土检测涵盖抗压强度、抗渗等级、配合比合理性等指标，常用标准养护试件进行28天强度测试；钢材检测聚焦抗拉强度、屈服强度、伸长率及焊接接头质量，通过万能试验机完成力学性能分析；沥青检测则包括针入度、软化点、延度等指标，保障路面材料的高温稳定性与低温抗裂性。(2) 结构检测：围绕桥梁、隧道、建筑主体等工程结构的安全性及耐久性展开。桥梁检测重点关注支座性能、主梁挠度、裂缝发展情况；隧道检测涵盖衬砌厚度、背后空洞、渗漏水现象；建筑主体检测则涉及混凝土结构强度、钢筋保护层厚度、墙体垂直度，通过系统检测及时发现结构隐患。(3) 环境检测：聚焦工程周边环境对结构的影响及地基稳定性。地基承载力检测采用静载试验、动力触探等方法，确定地基承载能力是否满足设计要求；沉降观测通过布设水准点与观测点，长期监测建筑物、路基等的沉降速率与累计沉降量，预防因不均匀沉降引发的结构破坏。

### 1.2 常用检测方法与技术原理

(1) 破坏性检测：通过破坏试件获取直接性能数据，结果精准度高但具有不可逆性。钻芯法通过钻取混

凝土芯样，检测实体结构强度；抗压试验针对建材试件施加轴向压力，确定其抗压极限强度，为工程设计提供依据。(2) 无损检测：在不损伤结构的前提下实现质量评估，广泛应用于隐蔽工程检测。超声波检测利用声波传播速度与介质密度的关系，判断混凝土内部空洞、裂缝等缺陷；红外热成像通过捕捉结构表面温度差异，识别渗漏、保温层破损等问题；雷达扫描借助电磁波反射特性，探测隧道衬砌空洞、钢筋分布等情况。(3) 动态监测：依托传感器网络与实时数据分析技术，实现工程全生命周期监控。通过布设应变计、位移传感器等设备，实时采集结构受力、变形数据；结合大数据分析平台，预警异常情况，为桥梁、高层建筑等重大工程的安全运营提供保障<sup>[1]</sup>。

### 1.3 检测标准与规范

(1) 国家标准：作为行业最低技术要求，具有强制性与普适性。例如《公路工程试验检测规程》(JTGE40)规定了公路工程建材检测方法、仪器要求等内容，确保全国公路工程质量检测结果的统一性与可比性；《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204)明确了混凝土结构检测的验收指标，是建筑工程质量评定的重要依据。

(2) 行业标准与企业内控标准的对比分析：行业标准针对特定领域细化技术要求，如交通行业的《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/TH21)、建筑行业的《混凝土结构现场检测技术标准》(GB/T50784)，其技术指标通常高于国家标准，更贴合行业实际需求；企业内控标准则是企业为提升竞争力制定的个性化标准，在检测精度、试验周期、数据溯源等方面要求更为严格，例如大型建筑企业制定的混凝土配合比内控标准，可进一步优化建材性能，保障工程质量。

## 2 土木工程试验检测现存问题

### 2.1 技术层面问题

(1) 检测设备精度不足与老化问题: 部分工程单位仍在使用超服役年限的检测设备, 如老旧的万能试验机、超声波检测仪等, 设备核心部件磨损严重, 导致检测数据偏差较大。例如在混凝土抗压强度检测中, 老化压力机的力值传递不稳定, 可能使检测结果比实际强度偏高10%-15%, 误导工程质量判断; 同时, 部分中小型企业为控制成本, 未及时更新高精度检测设备, 如缺乏全自动钢筋保护层厚度检测仪, 仍依赖人工读数的设备, 进一步降低检测数据的准确性, 难以满足现代土木工程对检测精度的严苛要求。(2) 复杂环境下的干扰因素: 土木工程现场检测常面临多变的自然环境, 温度与湿度波动会严重影响检测结果。在路基压实度检测中, 高温环境会导致土壤水分快速蒸发, 使检测的压实度值高于实际值, 掩盖路基压实不足的隐患; 而在超声波检测混凝土结构时, 高湿度环境会改变声波在混凝土中的传播速度, 干扰对内部裂缝深度与位置的判断。此外, 极端天气如暴雨、大风等, 还可能导致检测设备临时故障, 中断检测流程, 影响检测工作的连续性与数据完整性<sup>[2]</sup>。

## 2.2 管理层面问题

(1) 检测流程不规范, 人为操作误差: 部分检测机构未严格执行标准化检测流程, 存在简化操作步骤的现象。例如在沥青延度检测中, 未按规范要求控制试验温度恒定在25℃, 或拉伸速度偏离标准值(5cm/min±0.5cm/min), 导致延度检测结果偏差; 同时, 检测人员操作习惯差异也会引入误差, 如在钻芯法检测混凝土强度时, 钻芯机转速控制不当、芯样切割平整度不足, 都会影响后续抗压试验的准确性, 无法真实反映结构实体质量。

(2) 数据记录与追溯机制缺失: 多数中小型检测单位仍采用人工纸质记录检测数据, 易出现数据填写错误、漏记关键信息(如检测时间、设备编号)等问题, 且纸质记录难以长期保存, 后续追溯时无法快速查询原始数据。部分单位虽引入电子记录系统, 但未建立数据备份与权限管理机制, 存在数据丢失、被篡改的风险。例如在桥梁沉降观测中, 若缺失某时间段的原始观测数据, 将无法准确分析沉降趋势, 难以对桥梁结构安全做出科学评估。

## 2.3 人员与资源问题

(1) 检测人员专业能力参差不齐: 行业内部分检测人员缺乏系统的专业培训, 对检测标准、仪器原理的理解不深入。例如新手检测人员在使用红外热成像仪检测建筑渗漏时, 无法准确区分温度差异是由渗漏导致还是环境干扰引起, 误判率较高; 同时, 部分人员缺乏持续学习意识, 对新型检测技术(如无人机巡检、BIM+检

测)的掌握不足, 难以适应智能化检测发展需求, 制约检测工作效率与质量提升。(2) 第三方检测机构公信力不足: 部分第三方检测机构为争夺业务, 存在迎合委托方需求、篡改检测数据的违规行为。例如在建筑主体结构检测中, 隐瞒混凝土强度不足的问题, 出具虚假合格报告; 此外, 部分机构内部质量控制体系不完善, 未建立严格的检测复核机制, 检测报告审核流于形式, 进一步降低公众对第三方检测结果的信任度。这种公信力缺失不仅影响工程质量监管效果, 还可能为工程安全埋下重大隐患。

## 3 土木工程试验检测优化措施

### 3.1 技术优化措施

(1) 智能化检测设备应用: 推动检测设备向智能化、自动化升级, 以提升检测精度与效率。在裂缝检测领域, 引入搭载AI图像识别技术的检测设备, 通过高清摄像头采集结构表面图像, 结合深度学习算法自动识别裂缝的长度、宽度、深度等参数, 相比人工目视检测, 不仅可将检测效率提升3-5倍, 还能避免人为主观判断误差, 尤其适用于桥梁、隧道等大型结构的大面积检测。例如某高速公路桥梁检测项目中, 采用AI裂缝识别机器人, 沿桥梁主梁自动巡航采集图像, 24小时内完成5公里桥梁的裂缝检测, 且数据准确率达98%以上; 同时, 推广使用全自动混凝土压力试验机、智能钢筋扫描仪等设备, 实现检测过程无人化操作, 减少人为干预, 确保检测数据的客观性与稳定性<sup>[3]</sup>。(2) 多技术融合检测方案: 打破单一检测技术的局限性, 构建多技术协同的检测体系。将无损检测技术与有限元模拟相结合, 通过无损检测(如超声波、雷达扫描)获取结构内部实际缺陷数据(如空洞位置、裂缝分布), 将数据导入有限元分析软件, 建立结构力学模型, 模拟不同荷载工况下结构的受力状态, 精准评估缺陷对结构安全性的影响。例如在隧道衬砌检测中, 先采用地质雷达探测衬砌背后空洞大小与位置, 再通过有限元模拟分析空洞导致的衬砌应力集中区域, 为病害整治提供精准依据; 此外, 还可融合无人机巡检与红外热成像技术, 利用无人机搭载红外热像仪对高层建筑外墙、大型储罐进行全方位扫描, 快速定位渗漏、保温层破损等问题, 同时结合GIS系统实现检测数据的可视化呈现, 提升检测结果的应用价值。

### 3.2 管理优化措施

(1) 检测流程标准化: 制定覆盖全检测环节的标准化作业流程(SOP), 明确各步骤的操作规范、技术要求与质量控制点。针对不同检测项目(如混凝土抗压、路基压实度)编制专项SOP手册, 详细说明设备校准方

法、样品制备流程、检测参数设定、数据记录要求等内容,确保检测人员操作统一。例如在沥青针入度检测SOP中,明确规定试验温度需控制在 $25^{\circ}\text{C}\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ,针入时间为5秒,且样品需在恒温环境中放置不少于1小时;同时,将SOP手册纳入检测人员培训与考核内容,定期开展流程合规性检查,对违规操作行为进行整改,从制度层面减少人为操作误差,保障检测流程的规范性与一致性<sup>[4]</sup>。

(2) 数字化管理平台建设:搭建集检测数据采集、存储、分析、追溯于一体的数字化管理平台,提升数据管理效率与安全性。采用区块链技术实现检测数据存证,将检测过程中的关键信息(如样品编号、检测时间、设备参数、数据结果)实时上链,形成不可篡改的分布式账本,确保数据真实性与可追溯性,有效防范数据篡改风险;同时,利用云存储技术构建海量数据存储中心,实现检测报告、原始记录、设备校准证书等资料的数字化归档,支持多终端随时调取查询,解决传统纸质记录保存难、检索慢的问题。此外,平台还可集成数据分析功能,通过大数据算法对历史检测数据进行统计分析,识别质量风险趋势,为工程质量管控提供数据支持,例如通过分析某区域混凝土强度检测数据,预判该地区建材质量波动情况,提前制定管控措施。

### 3.3 人员与资源优化

(1) 检测人员资质认证与定期培训:建立严格的检测人员资质准入机制,要求从业人员必须取得国家认可的检测职业资格证书(如公路工程试验检测师、建设工程质量检测人员证书),并通过企业岗前考核方可上岗。同时,构建常态化培训体系,定期组织专业技能培训与标准规范学习,内容涵盖新型检测技术(如AI检测、无人机巡检)、最新行业标准(如更新后的《混凝土结构现场检测技术标准》)、设备操作维护等,培训后通过理论考试与实操考核检验学习效果,确保检测人员专业能力与行业发展同步。此外,鼓励检测人员参与行业技术交流活动,如学术研讨会、技能竞赛等,促进经验分享与技术创新,打造高素质、专业化的检测人才

队伍。(2) 第三方检测机构监管机制完善:构建“政府监管+行业自律+社会监督”的多层次第三方检测机构监管体系。政府监管部门需加强对第三方机构的资质审核与动态核查,定期开展检测质量抽查,对存在数据造假、出具虚假报告等违规行为的机构,依法吊销资质证书并纳入行业黑名单,实施联合惩戒;同时,推动行业协会制定自律公约,明确机构服务标准与职业道德规范,开展信用评级工作,将信用等级与业务承接、政府项目准入挂钩,引导机构规范经营。此外,畅通社会监督渠道,建立检测结果公示制度,鼓励公众对第三方机构的违规行为进行举报,对举报属实者给予奖励,形成全社会共同监督的良好氛围,提升第三方检测机构的公信力,保障检测市场的健康有序发展<sup>[5]</sup>。

### 结束语

土木工程试验检测是确保工程质量与安全的基石。本文针对当前检测工作中存在的设备、技术、管理及人员等方面的问题,系统提出了智能化检测设备应用、多技术融合检测、标准化流程管理以及人员资质认证与第三方机构监管等优化措施。未来,随着科技的不断进步和行业规范的完善,土木工程试验检测将朝着更加精准、高效、智能的方向发展,为推动我国基础设施建设高质量发展提供坚实保障。

### 参考文献

- [1]黄晓敏.土木工程试验检测中存在的问题及解决策略研究[J].四川水泥,2020,(08):253-255.
- [2]谢仕淑.土木工程试验检测常见问题及解决方法[J].四川水泥,2020,(07):32-33.
- [3]康玉芳.土木工程热拌沥青混合料试验检测及质量管理[J].交通世界,2020,(19):25-26.
- [4]魏东,秦登千,司延召.土木工程试验检测设备计量工作现状及对策分析[J].江西建材,2020,(06):40-42.
- [5]曾明松.土木工程沥青路面施工现场试验检测技术研究[J].黑龙江交通科技,2020,(06):231-232.