

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与安全意义重大，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与耐久性展开。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^[1]。

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，老化压力机的压力值传递不稳定，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^[2]。

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^[3]。(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 $25^{\circ}\text{C}\pm0.1^{\circ}\text{C}$ ，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^[4]。

(2) 数字化管理平台建设：搭建集检测数据采集、存储、分析、追溯于一体的数据化管理平台，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^[5]。

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,司廷召.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.