

试验检测在建筑工程施工质量验收中的应用与实践

张静

雄铁工程检测有限公司, 雄安新区 071600

DOI:10.61369/ETQM.2025080007

摘 要： 试验检测是建筑工程质量验收的核心技术手段，通过材料性能测试、结构完整性评估和施工工艺验证等方法，为工程质量控制提供科学依据。随着《建设工程质量管理条例》（2023年修订）的实施，智能化检测技术快速发展，推动检测方式向数字化、标准化转型。本文系统分析试验检测的基本原理、关键技术及工程应用，探讨其在质量验收中的法律效力与实践价值，并对智能化检测技术的应用前景进行展望，为提升建筑工程质量管理水平提供参考。

关 键 词： 试验检测；质量验收；智能化技术

The Application and Practice of Test and Inspection in the Quality Acceptance of Building Construction

Zhang Jing

Xiongtie Engineering Testing Co., Ltd. Xiong'an New Area 071600

Abstract： Testing and inspection is the core technical means for the quality acceptance of construction projects. Through methods such as material performance testing, structural integrity assessment, and construction process verification, it provides a scientific basis for project quality control. With the implementation of the "Regulations on Quality Management of Construction Projects" (revised in 2023), intelligent detection technology has developed rapidly, promoting the transformation of detection methods towards digitalization and standardization. This paper systematically analyzes the basic principles, key technologies and engineering applications of test detection, explores its legal effect and practical value in quality acceptance, and looks forward to the application prospects of intelligent detection technology, providing a reference for improving the quality management level of construction projects.

Keywords： test and inspection; quality acceptance; intelligent technology

引言

试验检测作为建筑工程质量控制的关键环节，其科学性与规范性直接影响工程结构安全与使用性能。《建设工程质量管理条例》（2023年修订）明确要求强化施工过程质量检测，将试验检测数据作为工程验收的强制性依据。近年来，随着《“十四五”建筑业发展规划》（2021年）的深入实施，智能化检测技术快速发展，推动传统检测方式向数字化、标准化转型。试验检测通过材料性能验证、工艺质量评估和结构安全监测等技术手段，为工程质量管控提供量化依据，在防范重大质量事故、提升工程耐久性方面具有不可替代的作用。当前建筑行业高质量发展背景下，试验检测技术的创新应用与标准体系建设，已成为落实工程质量终身责任制的重要保障。

一、试验检测的基本概念与分类

（一）试验检测的定义与作用

试验检测是指通过科学方法对建筑材料的物理性能、化学性质及结构状态进行系统性测试与分析的技术手段，其核心目标在于验证工程质量是否符合设计规范及行业标准^[1]。在建筑工程施工质量验收中，试验检测是确保工程安全性与耐久性的关键环节，能够客观评价材料强度、结构稳定性及环境适应性等核心指标^[2]。通过试验检测数据，可有效识别施工过程中的潜在缺陷，如混凝土强度不足、钢筋锈蚀或地基沉降异常等问题，从而为质量验收

提供量化依据。同时，试验检测结果也是工程竣工验收的法定文件之一，直接影响项目的合规性与使用安全性。

（二）试验检测的主要分类

试验检测可根据检测对象与方法进行系统划分。按检测对象分类，主要包括材料检测（如混凝土、钢材、沥青等力学性能测试）、结构检测（如梁柱承载力、墙体抗震性能评估）及环境检测（如室内空气质量、噪声与振动监测）。按检测方法分类，无损检测（如超声波探伤、红外热成像）通过非破坏性手段评估结构完整性，破坏性检测（如混凝土钻芯取样）则通过局部破坏获取精确数据，而智能化检测（如基于AI的图像识别、传感器实时监

测)依托现代技术提升检测效率与精度^[3]。不同分类方法共同构成试验检测的技术体系,为工程质量控制提供多维度支持^[4]。

二、试验检测在建筑工程施工质量验收中的重要性

(一) 试验检测对施工质量的影响

试验检测作为建筑工程质量控制的关键环节,其重要性体现在对材料性能和施工工艺的双重验证^[5]。混凝土强度检测通过标准化的试验方法确保其抗压强度满足设计要求,钢筋力学性能测试则直接关系到建筑结构的抗震能力和承载性能^[6]。在施工过程中,土方压实度检测为地基处理质量提供量化依据,焊接质量的无损检测则保障了钢结构连接的可靠性^[7]。这些检测手段不仅能够及时发现施工中的质量缺陷,更能通过数据化的管理方式提升整体施工水平,为工程项目的顺利实施奠定坚实基础。

(二) 试验检测对工程验收的法律依据作用

我国现行建筑工程质量验收规范体系将试验检测作为强制性要求,GB 50204《混凝土结构工程施工质量验收规范》、GB 50300《建筑工程施工质量验收统一标准》等国家标准,对检测项目、方法和合格标准作出详细规定,构建了覆盖全链条的检测标准体系;具有资质的检测机构出具的经多级签字确认并加盖专用章的检测报告,是工程竣工验收的必备文件,在质量纠纷中具有法律效力,可作为质量责任认定和事故调查的客观依据,为工程建设各方提供明确的质量责任划分标准,有效维护建筑市场的规范运行。

三、试验检测的关键技术与方法

(一) 材料试验检测技术

1. 混凝土强度检测

混凝土强度检测是评估结构安全性的重要手段,常用方法包括回弹法、钻芯法和超声回弹综合法^[8]。回弹法通过测定混凝土表面硬度推算抗压强度,具有操作简便、效率高的特点,适用于大面积快速检测。钻芯法则通过现场钻取混凝土芯样进行实验室抗压试验,数据精确可靠,但属于局部破损检测^[9]。超声回弹综合法结合超声波传播速度与回弹值双重指标,能够更全面地反映混凝土强度和质量均匀性,有效弥补单一检测方法的局限性^[10]。这些方法的合理选用取决于检测目的、结构部位及精度要求,共同构成混凝土强度评定的完整技术体系。

2. 钢筋性能检测

钢筋性能检测主要包括力学性能测试和化学成分分析。拉伸试验测定钢筋的屈服强度、抗拉强度和延伸率等关键力学指标,直接反映其承载能力和变形性能。弯曲试验通过冷弯变形评估钢筋的塑性变形能力和加工性能,确保其在实际施工中的适用性。化学成分分析则采用光谱检测等技术,精确测定钢筋中碳、硫、磷等元素的含量,从材料本质上控制其力学性能和耐久性。这些检测项目相互补充,为钢筋材料的质量控制和工程应用提供全面的技术保障。

(二) 结构检测技术

1. 无损检测技术(超声波检测、红外热成像、雷达探测等)

无损检测技术在建筑结构评估中具有重要应用价值,主要包括超声波检测、红外热成像和雷达探测等方法。超声波检测通过高频声波在混凝土中的传播特性,有效识别内部缺陷如裂缝、空洞等结构损伤。红外热成像技术利用物体表面温度场分布特征,可快速检测建筑围护结构热工缺陷及隐蔽工程异常。雷达探测则通过电磁波反射原理,精准定位钢筋分布、保护层厚度及结构内部缺陷。这些技术具有非破坏性、高效率等特点,为建筑结构质量评估和病害诊断提供了可靠的技术支持。

2. 荷载试验与抗震性能检测(静载试验、动载试验等)

荷载试验是评估结构实际承载能力的关键手段,包括静载试验和动载试验两种主要形式。静载试验通过分级施加恒载测定结构变形和内力分布,验证设计荷载下的结构安全性。动载试验则模拟地震、风振等动力作用,测试结构在动态荷载下的响应特性。抗震性能检测通过振动台试验或拟静力试验,系统评估结构的延性、耗能能力等抗震性能指标。这些检测方法为建筑结构的可靠性评定和抗震加固提供了重要的实验依据。

四、试验检测的实践应用与案例分析

(一) 试验检测在住宅建筑工程中的应用

1. 混凝土强度检测案例分析

某高层住宅项目在主体结构验收阶段,对混凝土强度进行严格检测,发现部分楼层混凝土试块强度离散性较大,存在潜在质量隐患。为确保结构安全,项目组采用回弹法与钻芯法相结合的综合检测方法进行验证。回弹法检测结果表明,3层和7层剪力墙的强度推定值显著低于设计要求的C30等级,存在强度不足的风险。为进一步确认问题,项目组对疑似问题区域进行钻芯取样,并送实验室进行抗压强度试验,结果证实部分混凝土实际强度未达到设计标准。经深入调查发现,该批次商品混凝土在生产过程中因配合比控制不当,导致水泥用量不足、砂石级配不合理,进而造成局部区域混凝土强度不达标。针对检测结果,项目组制定了科学的整改方案,对强度不足的剪力墙区域采取了加固补强措施,包括增设钢筋网片和外包钢板等技术手段,有效提升了结构承载能力,确保了工程整体安全。

2. 砌体结构质量检测案例分析

某砖混结构住宅工程竣工验收时,红外热成像检测发现部分外墙存在空鼓现象,经敲击法验证空鼓面积占比超规范限值。进一步采用砂浆贯入法检测显示,空鼓区域砂浆饱满度不足60%,远低于规范要求的80%。追溯施工记录发现,该部位砌筑时未严格执行“三一”砌筑法,且砂浆使用时间超过初凝时间。根据检测结果,对空鼓区域采取拆除重砌处理,消除质量隐患。该案例证明多种检测方法联合应用可全面评估砌体施工质量。

(二) 试验检测在桥梁与隧道工程中的应用

1. 桥梁桩基完整性检测

桥梁桩基检测通常采用低应变法和声波透射法相结合的方法

式。低应变法通过应力波反射原理快速评估桩身完整性，某跨江大桥工程应用该方法发现3根桩存在明显缺陷反射信号，经钻孔验证确认局部混凝土离析。声波透射法则通过预埋管发射接收超声波，某立交桥项目采用该方法准确判定桩底沉渣厚度超限，指导后续清孔处理。两种方法优势互补，低应变法适合大面积普查，声波透射法则提供更精确的缺陷定位，共同保障桩基施工质量。

2. 隧道衬砌质量检测

地质雷达和激光扫描技术是隧道衬砌检测的主要手段。某山岭隧道采用地质雷达检测发现拱顶存在多处脱空区，最大脱空高度达15cm，经钻孔验证后实施注浆加固。激光扫描技术在某城市隧道应用中，通过三维点云数据比对设计模型，精确量化衬砌厚度偏差和变形情况，检测效率较传统方法提升5倍以上。两种技术分别从内部缺陷和几何形态两个维度全面把控衬砌质量，为隧道工程安全运营提供可靠保障。

（三）试验检测中的常见问题与优化措施

1. 检测数据误差与质量控制

试验检测过程中常出现数据误差问题，主要源于仪器精度不足、操作不规范或环境干扰等因素。某高速公路桥梁检测项目发现回弹法测得的混凝土强度数据离散性较大，经核查为仪器未定期校准所致。建立严格的质量控制体系可有效降低误差，包括检测设备定期检定、操作人员持证上岗、检测环境标准化控制等措施。实施平行试验和第三方复核机制能进一步确保数据可靠性，某大型水利枢纽工程通过设立数据复核小组，将检测结果误差率

控制在3%以内。

2. 智能化检测技术的应用前景

人工智能和大数据分析技术正逐步改变传统试验检测模式。基于深度学习的图像识别技术可自动分析混凝土裂缝特征，较人工判断效率提升80%以上。大数据平台通过整合历史检测数据，建立材料性能预测模型，某地铁建设项目应用该技术实现混凝土强度发展规律的精准预测。未来随着5G和物联网技术的发展，实时在线监测系统将实现工程质量的动态管控，推动试验检测向智能化、数字化方向转型。

五、总结

试验检测作为建筑施工质量验收的核心技术手段，贯穿于工程建设的全过程，在材料性能验证、工艺质量控制和结构安全评估等方面发挥着不可替代的作用。通过混凝土强度检测、钢筋性能分析、无损检测技术等方法，能够系统性地识别施工质量缺陷，为工程验收提供客观依据。当前，智能化检测技术的发展为试验检测领域带来新的机遇，AI算法和大数据分析的应用显著提升了检测效率和精度。然而，检测数据质量控制、标准化操作流程建立等问题仍需持续优化。未来，随着物联网、5G等新技术的深度融合，试验检测将朝着自动化、智能化和实时化的方向发展，为建筑工程质量管控提供更加强有力的技术支撑，推动行业质量水平的整体提升。

参考文献

[1]王艳田. 建筑工程材料试验检测技术的重要性[J]. 城市建设理论研究：电子版，2012(23).
[2]黄永斌. 简析建筑工程材料试验检测技术的运用[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A，2023(4):3.
[3]樊远领. 水利水电工程施工现场试验检测的相关问题探究[J]. 世界家苑，2022(7):156-158.
[4]于舰. 建筑工程材料检测试验常见的问题及应对分析[J]. 建材发展导向(下)，2021(1):68-69.
[5]刘贞. 谈建筑工程的试验检测对工程质量的重要性[J]. 四川水泥，2019(4):1.
[6]蒋方兵. 公路工程试验检测管理工作在施工中的重要性分析[J]. 四川水泥，2016(1):1.
[7]卢晓娟. 公路工程试验检测在公路工程中的重要性剖析[J]. 经营管理者，2015(22):1.
[8]薛伟. 浅谈建筑工程材料试验检测技术[J]. 中小企业管理与科技，2012(33):1.
[9]徐传伟, 张永华, 厉建波. 浅谈建筑工程材料试验检测技术[J]. 商品与质量·建筑与发展，2015, 000(003):1326-1326.
[10]王凤莲. 建筑工程材料试验检测技术[J]. 中国周刊：英文版，2021(8):3-4.