

建筑工程结构检测技术研究

李忠刚

菏泽市建筑工程施工图审查中心 山东 菏泽 274000

摘要：在城市化进程加速与基础设施建设大规模推进的当下，建筑工程如雨后春笋般涌现。本文围绕建筑工程结构检测技术展开研究，系统分析其重要性、关键技术及发展趋势。在重要性层面，从保障工程质量、评估结构安全性、为建筑改造提供依据、促进行业技术进步四方面阐述其核心价值；关键技术部分，分别针对混凝土结构、砌体结构、钢结构的核心检测方向展开论述。最后探讨技术发展趋势，包括智能化自动化深度应用、绿色可持续技术融合、多元化场景专业化拓展及标准化国际化体系构建。研究旨在为建筑工程结构检测实践提供理论参考，推动检测技术高质量发展。

关键词：建筑工程；结构检测；技术研究

引言：随着建筑行业快速发展，建筑工程规模与复杂度不断提升，结构安全与质量问题愈发受到关注，建筑工程结构检测技术成为保障建筑全生命周期安全的关键支撑。当前，既有建筑老化、新建工程质量管控需求增加，以及建筑改造项目增多，均对结构检测技术的精准性、高效性提出更高要求。然而，传统检测技术在效率、精度及适应性上存在局限，难以完全满足现代建筑行业发展需求。基于此，并深入研究建筑工程结构检测的重要性，梳理核心检测技术要点，并预判未来发展趋势，以期优化检测流程、提升检测水平提供助力，推动建筑工程领域持续健康发展。

1 建筑工程结构检测的重要性

1.1 保障建筑工程质量

建筑工程质量是建筑项目的核心要素，结构检测在其中发挥着关键保障作用。通过专业检测，能精准掌握建筑材料性能，如混凝土强度、钢筋质量等是否达标，确保结构承载能力符合设计要求。在施工过程中，检测可及时发现施工偏差与质量问题，像混凝土浇筑不密实、钢筋绑扎错误等，以便及时整改。完工后全面检测，能验证建筑整体质量，防止存在质量隐患的建筑投入使用，为使用者提供安全可靠的建筑环境，维护建筑市场的正常秩序。

1.2 评估建筑结构安全性

建筑结构的安全性关乎人们的生命财产安全，结构检测是评估其安全性的重要手段。随着建筑使用年限增长，会受到自然环境侵蚀、荷载长期作用等因素影响，结构性能逐渐退化。定期检测可及时发现结构损伤，如裂缝、腐蚀、变形等，分析损伤原因与程度。依据检测结果，运用专业方法评估结构剩余寿命与承载能力，判

断其在未来使用过程中的安全性。对于存在安全隐患的结构，能及时采取加固或维修措施，避免发生结构倒塌等重大安全事故。

1.3 为建筑改造提供依据

在城市更新与发展过程中，建筑改造日益增多。结构检测为改造工程提供必不可少的基础依据。改造前，需全面了解建筑现有结构状况，包括结构类型、构件尺寸、材料性能等，以确定改造的可行性与方案。检测能发现结构薄弱环节，在改造设计中采取针对性加强措施，确保改造后结构安全。同时，根据检测评估结果，合理规划改造范围与程度，避免过度改造造成资源浪费或对结构安全产生不利影响，使建筑改造既满足新功能需求，又保障结构安全可靠。

1.4 促进建筑行业技术进步

建筑工程结构检测技术的不断发展，有力推动着建筑行业整体技术进步。检测需求促使科研人员研发更先进、精准的检测设备与方法，如无损检测技术、智能化检测系统等，提高检测效率与准确性。检测过程中积累的大量数据，为建筑结构理论研究提供丰富素材，推动结构设计与分析理论的完善。同时，检测技术成果在行业内的广泛应用，促使施工企业改进施工工艺，提高施工质量，提升整个建筑行业的技术水平与竞争力，推动建筑行业向更高质量、更可持续的方向发展^[1]。

2 建筑工程结构检测的关键技术

2.1 混凝土结构检测技术

2.1.1 混凝土强度检测

混凝土强度检测是评估结构承载能力的核心环节，常用方法包括回弹法、钻芯法、超声回弹综合法及拔出法等。回弹法通过回弹仪弹击混凝土表面，利用回弹值

与表面硬度的相关性推算强度,操作便捷、成本低,但精度受表面状况影响,需结合碳化深度修正。钻芯法直接钻取混凝土芯样进行抗压试验,结果直观准确,但属半破损检测,成本较高,适用于对强度有争议或回弹法无法准确判断的场景。超声回弹综合法结合超声波速与回弹值,通过多元回归建立测强公式,降低单一方法误差,精度较回弹法提高10%-20%,但操作复杂、耗时较长。拔出法通过预埋或后置锚具的拔出力推定强度,分为扩孔拔出和预埋拔出两类,检测结果准确且对构件损伤小,但操作要求严格,需专业设备和技术人员。

2.1.2 钢筋配置情况检测

钢筋配置检测主要包括钢筋位置、数量、直径及保护层厚度等参数,常用方法包括电磁感应法、雷达法及剔凿法等。电磁感应法利用钢筋探测仪,通过磁场中钢筋产生的感应电压变化,估测钢筋位置、分布及保护层厚度,操作简便且无损,但易受邻近钢筋干扰,检测误差较大时需结合剔凿法验证。雷达法通过发射和接收毫微秒级电磁波,检测混凝土中钢筋间距、保护层厚度及内部缺陷,适用于大面积快速扫描,但对钢筋直径的检测精度有限,仍需剔凿法实测。剔凿法直接剔除混凝土保护层,使用游标卡尺等工具测量钢筋直径,结果直观准确,但属破损检测,需控制剔凿范围以避免损伤结构。实际检测中,通常将同类型构件分组抽检,结合非破损方法与剔凿验证,确保检测结果的科学性与可靠性。

2.2 砌体结构检测技术

2.2.1 砌体强度检测

砌体强度检测是评估砌体结构承载能力的关键,常用方法包括原位轴压法、扁顶法及原位单剪法等。原位轴压法通过在砌体上设置专用测试装置,施加压力至破坏,直接测定砌体抗压强度,结果准确且能反映实际受力状态,但测试过程对砌体有一定损伤,适用于重要结构或争议部位的检测。扁顶法利用扁式液压千斤顶对砌体施加水平推力,结合位移测量推算抗压强度,操作相对简便,但受测试设备尺寸限制,仅适用于特定尺寸的砌体构件。原位单剪法在砌体中切割出试件,施加垂直荷载至剪切破坏,测定砌体抗剪强度,适用于评估砌体结构的抗震性能,但测试过程复杂且对砌体损伤较大。实际检测中,需根据砌体类型、结构状况及检测目的选择合适方法,并结合抽样检测与统计分析,确保检测结果的科学性与代表性。

2.2.2 砂浆强度检测

砂浆强度直接影响砌体结构的整体性能,常用检测方法包括推出法、筒压法及砂浆回弹法等。推出法通过

推出砌体中的砖块,测定砂浆与砖块的粘结强度,间接推算砂浆抗压强度,操作简便且对砌体损伤较小,但结果受砖块与砂浆粘结状态影响较大。筒压法将取样的砂浆碎块筛分后,装入特制圆筒施加压力,根据破碎程度计算砂浆强度,适用于砂浆强度较低或现场取样困难的场景,但测试过程需专业设备且结果离散性较大。砂浆回弹法利用回弹仪弹击砂浆表面,通过回弹值与砂浆强度的相关性推算强度,操作快速且无损,但精度受砂浆表面状况、碳化深度等因素影响,需结合其他方法修正。实际检测中,通常采用多种方法综合评估,以提高检测结果的准确性与可靠性。

2.3 钢结构检测技术

2.3.1 钢材性能检测

钢材性能检测是评估钢结构材料质量的核心环节,主要包括化学成分分析、力学性能试验及金相组织检验。化学成分分析通过光谱仪或直读光谱仪测定钢材中碳、硫、磷等元素的含量,确保其符合设计要求,避免因成分偏差导致材料性能劣化。力学性能试验包括拉伸试验、冲击试验及硬度试验,分别测定钢材的屈服强度、抗拉强度、断后伸长率及韧性指标,评估其承载能力与抗脆断性能。金相组织检验利用显微镜观察钢材的晶粒度、夹杂物分布及相组成,判断其热处理工艺是否合理,预防因组织缺陷引发的脆性断裂或疲劳破坏。实际检测中,需结合抽样检测与无损筛查,对关键部位或疑似缺陷钢材进行重点分析,确保材料性能满足结构安全需求。

2.3.2 钢结构连接检测

钢结构连接检测是保障结构整体稳定性的关键,主要包括焊接连接、螺栓连接及铆钉连接的检测。焊接连接检测通过超声波探伤、磁粉探伤或射线探伤等方法,检测焊缝内部缺陷(如气孔、夹渣、裂纹)及表面裂纹,确保焊接质量符合规范要求。螺栓连接检测重点检查螺栓的规格、数量、预紧力及松动情况,利用扭矩扳手或超声波测力仪验证预紧力是否达标,预防因连接松动导致的结构失稳。铆钉连接检测则通过目视检查铆钉头是否松动、铆钉杆是否断裂,并结合锤击法或超声波检测评估铆接质量。实际检测中,需对高应力区域或动载作用下的连接节点进行重点排查,确保连接可靠性。

2.3.3 钢结构变形检测

钢结构变形检测是评估结构安全状态的重要手段,主要包括整体垂直度、平面弯曲及局部变形的测量。整体垂直度检测利用全站仪或激光垂准仪,测量结构轴线与设计轴线的偏差,判断其是否超出规范限值,预防因

垂直度超差导致的附加应力集中。平面弯曲检测通过水准仪或经纬仪测量结构跨中挠度,结合有限元分析评估其刚度退化程度,避免因过度变形引发结构失稳。局部变形检测针对节点板、加劲肋等构件,利用游标卡尺或三维激光扫描仪测量其平面外翘曲或局部凹陷,预防因应力集中导致的疲劳破坏。实际检测中,需结合荷载试验与长期监测数据,动态评估结构变形发展趋势,为加固维修提供科学依据^[2]。

3 建筑工程结构检测技术发展趋势

3.1 智能化与自动化检测技术的深度应用

智能化与自动化检测技术正重塑建筑检测行业格局。基于物联网的智能监测系统通过部署传感器网络,实时采集建筑结构振动、温度、应力等数据,结合云计算与AI算法实现动态风险预警。例如,中建研科技搭建的建筑检测数字孪生平台,利用BIM技术构建三维模型,结合实时监测数据实现结构健康状态的精准评估,故障预警准确率达98%。自动化检测设备的应用亦显著提升效率,如无人机搭载高精度摄像头与红外热成像仪,可快速完成高层建筑外观裂缝、渗漏等缺陷的识别,检测效率较传统人工提升5倍以上。此外,机器人巡检系统在桥梁、隧道等复杂场景中逐步普及,通过自主导航与多传感器融合技术,实现全天候、无死角检测。

3.2 绿色与可持续发展技术的融合创新

绿色建筑与可持续发展需求驱动检测技术向低碳化、环保化演进。建筑节能检测成为核心领域,通过红外热成像、能耗监测系统等非侵入式技术,量化评估建筑围护结构热工性能及设备能效,为LEED、绿色建筑三星等认证提供数据支撑。例如,万科物业应用AI算法分析空调、照明等设备运行数据,实现能耗优化,年节电量达15%。材料检测方面,纳米传感器技术可实时监测混凝土碳化深度、钢筋锈蚀速率等微观指标,延长建筑寿命的同时减少资源消耗。此外,碳积分交易模式的兴起促使检测技术向碳足迹核算延伸,苏州工业园试点项目通过检测数据碳资产化,年交易额突破1.2亿元,推动行业从“质量检测”向“价值创造”升级。

3.3 多元化检测场景与细分市场的专业化拓展

建筑检测场景日益多元化,催生细分领域专业化服务需求。老旧建筑改造领域,基于无人机与3D激光扫描的快速检测技术,可高效完成建筑结构安全性评估,支

撑全国5.2万个老旧小区改造项目。钢结构检测市场随高层建筑、桥梁等项目增长,高精度超声波探伤、相控阵成像等技术实现焊缝缺陷的毫米级识别。室内环境检测聚焦健康居住需求,VOCs、甲醛等污染物实时监测设备普及率提升,配合大数据分析提供个性化改善方案。此外,电力工程、轨道交通等特种场景检测需求激增,如电力设备局部放电检测、地铁隧道收敛监测等专业化技术成为市场新增长点。

3.4 标准化与国际化协同发展的技术体系构建

标准化与国际化是建筑检测技术全球竞争的关键。国内方面,政策驱动标准体系完善,住建部强制要求新建公共建筑碳排放检测覆盖率达100%,同时推动检测机构甲级资质通过率降至23%,倒逼行业技术升级。例如,中检集团主导制定的《建筑结构监测技术规范》等87项国家标准,成为市场准入的核心依据。国际层面,中国检测企业加速对接ISO、LEED等国际标准,SGS中国区业务增长41%,主攻高溢价认证服务。2024年国际标准化组织(ISO)建筑技术委员会全体会议在中国举办,推动装配式建筑、智能检测等领域中国标准国际化,签署6项技术合作协议^[3]。

结束语

建筑工程结构检测技术作为保障工程安全与质量的关键环节,其研究意义重大且深远。通过不断探索与创新,我们在检测方法、设备精度及数据分析等方面取得了显著进步,为准确评估结构性能、及时发现潜在隐患提供了有力支撑。然而,随着建筑形式的日益复杂和新型材料的广泛应用,检测技术仍面临诸多挑战。未来,我们需持续加大研发投入,融合多学科前沿技术,推动检测技术向智能化、精准化、高效化方向发展,为建筑工程的长期安全稳定运行筑牢坚实防线,助力建筑行业高质量发展。

参考文献

- [1]朱灿杰.房屋建筑混凝土施工裂缝的预防技术[J].城市建设理论研究(电子版),2017(18):31-32.
- [2]李玉飞.浅谈土木工程建筑中混凝土结构的施工技术要点[J].门窗,2021(3):125-126
- [3]孙浩然.土木工程建筑中混凝土结构的施工技术应用研究[J].现代装饰(理论),2022(2):179-180