

建筑施工质量控制与检测技术的研究

文 / 张 迪 盛豪建设集团有限公司

摘要：本文探讨了当前建筑施工中常见的质量问题及其成因，并详细介绍了多种先进的质量控制和检测技术，包括无损检测、实时监控系统、材料性能测试等。通过分析这些技术的应用现状和发展趋势，提出了优化施工质量管理综合策略。研究表明，科学的质量控制与检测技术不仅能提高工程质量，还能显著降低施工成本和风险。

关键词：建筑施工；质量控制；检测技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.16.020

引言

建筑施工质量直接关系到建筑物的安全性、耐久性和功能性，是工程建设过程中最为重要的环节之一。然而，在实际施工过程中，由于施工工艺复杂、环境多变以及管理不善等原因，质量问题时有发生，严重影响了建筑物的整体质量和使用寿命。为了有效解决这些问题，必须采用科学的质量控制与检测技术，确保每一个施工环节都符合设计要求和相关标准。本文将从施工质量控制的基本概念出发，结合最新的检测技术，探讨如何在实际施工中实现高效的质量管理。

一、建筑施工中的常见质量问题

（一）材料质量问题

材料质量问题主要表现为材料性能不达标、规格不符合设计要求以及存储和运输不当导致的损坏。例如，钢筋的强度、水泥的凝结时间和混凝土的配合比等指标若不符合标准，会直接影响结构的承载力和耐久性。此外，部分施工单位为降低成本，采用劣质或假冒伪劣材料，如使用低标号水泥或不合格的防水材料，导致工程存在严重安全隐患。材料的存储和运输环节也常被忽视，如钢筋锈蚀、木材受潮或混凝土骨料污染等问题，都会对施工质量产生负面影响。材料质量问题的根源在于供应链管理不严、检测手段不足以及施工方对材料质量的重视程度不够^[1]。

（二）施工工艺问题

施工工艺问题是建筑施工中常见的质量问题之一，主要表现为施工操作不规范、技术标准执行不严格以及工艺流程不合理。例如，混凝土浇筑过程中振捣不充分或养护不到位，会导致混凝土结构出现蜂窝、麻面或强度不足等问题。钢筋绑扎和焊接工艺不规范，如搭接长度不足或焊接质量不合格，会直接影响结构的整体性和抗震性能。防水施工中，基层处理不彻底或防水层厚度不均匀，会导致渗漏问题频发。此外，施工工艺的选择与工程实际需求不匹配也是常见问题，如在复杂地质条件下未采用适当的桩基施工工艺，导致基础沉降或不均匀变形。施工工艺问题的产生往往与施工人员技术水平不足、技术交底不清晰以及施工监管不到位有关。

（三）管理问题

建筑施工中的管理问题是导致质量问题的深层次原

因，涉及项目管理体系不完善、责任分工不明确以及监督机制缺失等方面。项目管理体系不完善表现为施工组织设计不合理、进度计划脱离实际以及资源配置不科学，导致施工过程中出现工序混乱、资源浪费和质量控制不到位等问题。责任分工不明确则容易造成施工过程中推诿扯皮现象，如质量检查流于形式或问题整改不及时，导致质量问题积累和扩大。监督机制缺失主要体现在监理单位履职不到位、第三方检测机构独立性不足以及施工方内部质量检查流于形式。例如，监理单位未能及时发现和纠正施工中的质量问题，第三方检测机构受利益驱动出具虚假报告，施工方内部质量检查仅注重表面形式而忽视实质性内容。

二、先进的施工质量检测技术

（一）无损检测技术

无损检测技术核心优势在于能够在不对结构造成破坏的前提下，准确评估材料的内部缺陷和性能状态。常用的无损检测方法包括超声波检测、射线检测、磁粉检测和红外热成像等。超声波检测通过发射高频声波并分析其反射信号，能够检测混凝土内部的裂缝、空洞以及钢筋的位置和直径。射线检测利用X射线或γ射线的穿透能力，能够直观显示焊接接头、铸件等金属结构的内部缺陷，如气孔、夹渣和裂纹。磁粉检测适用于铁磁性材料的表面和近表面缺陷检测，通过施加磁场并观察磁粉分布，能够发现细微的裂纹和疲劳损伤。红外热成像技术则通过捕捉物体表面的温度分布，识别建筑物的热工缺陷，如保温层脱落、渗漏点等。无损检测技术的应用不仅提高了检测的精度和效率，还减少了对结构的破坏，为施工质量的评估提供了科学依据^[2]。

（二）实时监控系统

实时监控系统是建筑施工质量管理的现代化工具，通过集成传感器、数据采集设备和信息处理平台，能够对施工过程进行全方位、多角度的实时监测。传感器网络是实时监控系统的核心，包括应变传感器、位移传感器、温度传感器和湿度传感器等，能够实时采集结构的应力、变形、温度和湿度等关键参数。数据采集设备负责将传感器数据上传至信息处理平台，通过无线传输或有线网络实现数据的远程监控和存储。信息处理平台利用大数据分析和人工智能算法，对采集的数据进行实时分析和

预警，及时发现施工中的质量问题。例如，通过分析混凝土浇筑过程中的温度变化，能够预测早期裂缝的产生；通过监测钢结构的应力分布，能够评估其承载能力和稳定性。实时监控系统的應用不仅提高了施工质量的可控性，还为工程管理提供了数据支持，有助于优化施工工艺和资源配置。

（三）材料性能测试

材料性能测试是确保建筑施工质量的基础环节，通过对建筑材料的物理、化学和力学性能进行检测，能够全面评估其适用性和可靠性。常用的材料性能测试方法包括抗压强度测试、抗拉强度测试、耐久性测试和化学成分分析等。抗压强度测试主要用于评估混凝土、砖石等材料的承载能力，通过压力试验机测定其在受压状态下的最大承载力和变形特性。抗拉强度测试则适用于钢筋、钢丝等金属材料，通过拉伸试验机测定其在受拉状态下的断裂强度和延伸率。耐久性测试包括冻融循环试验、碳化试验和氯离子渗透试验等，用于评估材料在长期使用环境下的性能变化。化学成分分析通过光谱分析、色谱分析等技术，测定材料中各种

元素的含量和分布，确保其符合设计要求和规范标准。材料性能测试的实施需严格按照相关标准和规范进行，确保测试结果的准确性和可比性。通过科学的材料性能测试，能够为建筑施工提供高质量的材料保障，减少工程质量问题的发生^[3]。

三、基于寿命周期的施工质量控制措施

（一）设计阶段的质量控制

在设计阶段，确保工程质量的关键在于制定详细且科学的设计方案。设计文件应包含全面的技术规范和标准，涵盖结构、材料、工艺等方面的要求。设计人员需对项目的功能需求、环境条件以及潜在风险进行全面评估，以确保设计方案的合理性和可行性。此外，设计过程中应充分考虑施工过程中的可操作性，避免因设计不合理导致施工难度增加或质量问题频发。通过与各专业团队密切合作，如结构工程师、电气工程师等，确保设计方案的一致性和协调性。同时，采用先进的设计工具和技术手段，如BIM（建筑信息模型）技术，可以实现三维可视化设计，提升设计精度和效率。下表展示了设计阶段质量控制关键要素：

表 1 设计阶段质量控制关键要素

控制要素	描述
技术规范和标准	设计文件需包括结构、材料、工艺等方面的具体要求，确保工程符合相关行业标准和规定。
功能需求分析	对项目功能需求进行详尽分析，确保设计方案满足实际使用需求。
环境条件评估	评估项目所在地的地理、气候等环境因素，确定其对设计的影响。
风险评估	分析可能影响项目成功的各种风险，并采取措施减轻这些风险。
施工可操作性	在设计时考虑到施工过程的实操性，减少不必要的复杂性，降低施工难度。
跨专业协作	结构工程师、电气工程师等多个专业领域的专家共同参与，确保设计的一致性和协调性。

（二）施工准备阶段的质量控制

施工准备阶段的质量控制主要集中在资源配备和施工计划的制定上。施工单位需根据设计方案和项目要求，合理安排人力、物力和财力资源，确保各项准备工作到位。施工人员的专业技能和经验直接影响到施工质量，因此，必须加强对施工人员的培训和考核，提高其技术水平和质量意识。此外，施工设备的选择和调试也是关键环节，确保设备性能良好、运行稳定，能够满足施工需求。施工前还需对现场进行详细的勘察和测量，制定详细的施工计划，并明确各个工序的时间节点和责任人。通过编制详尽的施工组织设计，包括进度计划、质量保证措施、安全防护措施等内容，确保施工过程有条不紊地进行^[4]。

（三）施工过程的质量控制

施工过程中的质量控制是整个寿命周期中最关键的环节之一。在此阶段，需要建立完善的质量管理体系，确保每个施工环节都符合设计要求和相关标准。施工现场应设置专门的质量监督小组，负责日常的质量检查和验收工作。通过定期和不定期的巡查，及时发现并纠正施工中存在的问题，防止质量问题进一步扩大。此外，采用先进的检测技术和设备，如无损检测、实时监控系统等，可以对施工过程进行动态监测，确保施工质量始终处于可控状态。例如，利用智能传感器可以实时监测混凝土的凝固情况，确保其达到最佳强度。为了更好地展示施工过程中的质量控制措施，下表展示了施工过程质量控制明细：

表 2 施工过程质量控制明细

阶段	关键活动	质量控制措施
材料进场	检查材料质量	抽样检测，核对合格证
工序交接	确认前道工序合格	中间验收，记录签字
关键工序	实施重点监控	专人监督，实时数据采集
成品保护	采取防护措施	设置警示标志，覆盖保护膜

（四）竣工验收阶段的质量控制

竣工验收阶段是确保工程质量的最后一道防线，在此阶段，建设单位需组织专业人员对工程进行全面检查和验收，确保所有施工内容均符合设计要求和相关标准。验收过程中，应对建筑物的各项性能指标进行测试，如结构强度、防水性能、电气系统等，确保其达到使用要求。结构强度的检测包括对混凝土强度、钢筋配置和连接节点的检查，确保其满足设计承载力和抗震性能；防水性能的测试则通过蓄水试验或淋水试验，验证屋面、卫生间等关键部位的防水效果；电气系统的验收需对配电线路、开关设备和接地装置进行检测，确保其安全可靠运行。此外，还需对施工资料进行审核，包括施工图纸、变更记录、质量检验报告等，确保资料完整、真实、准确。验收过程中发现的问题应及时整改，直至全部合格方可交付使用。通过严格的竣工验收，不仅可以确保工程质量，还能为后续运营维护提供可靠的保障。同时，验收结果应形成书面报告，作为工程质量的重要依据存档备查。竣工验收阶段的严谨性和全面性，能够有效避免工程质量隐患，提升工程的整体可靠性和使用寿命。

（五）运营维护阶段的质量控制

运营维护阶段的质量控制主要集中在建筑物的正常使用和长期维护上，建筑物投入使用后，需建立完善的运营维护管理制度，定期对设施设备进行巡检和维护，确保其正常运行。对于易损部件和关键设备，应制定详细的维护计划，提前进行预防性维修，避免突发故障影响正常使用。例如，空调系统、电梯设备和

消防设施等关键设备需定期检查润滑、清洁和性能测试，确保其处于良好状态。此外，还需建立健全的应急响应机制，针对突发事件制定应急预案，确保能够迅速有效地处理各类紧急情况。应急预案需涵盖火灾、停电、设备故障等多种场景，明确责任分工和处置流程，并通过定期演练提高应急响应能力。通过引入智能化管理系统，如楼宇自动化系统（BAS），可以实现对建筑物内各种设备的集中管理和远程控制，提高运营效率和服务水平。BAS系统能够实时监测设备的运行状态，自动调节照明、空调和通风等系统，优化能源消耗并提升使用舒适度。运营维护阶段的质量控制还需注重数据记录和分析，通过积累和分析运营数据，优化维护策略和提高维护效率^[5]。

（六）全寿命周期的质量管理体系

全寿命周期的质量管理体系涵盖了从项目规划、设计、施工到运营维护的全过程，该体系强调在每个阶段都实施严格的质量控制措施，确保工程质量始终处于最佳状态。通过建立统一的质量管理标准和流程，可以实现各阶段之间的无缝衔接，避免因管理脱节导致的质量问题。例如，在设计阶段明确施工工艺要求，在施工阶段严格执行设计标准，在运营阶段定期检查维护，确保各阶段的质量目标一致。此外，还需引入信息化管理手段，如ERP（企业资源计划）系统，实现对项目全过程的数据化管理和跟踪。ERP系统能够整合设计、施工和运营各阶段的数据，实现信息的实时共享和动态更新，提高质量管理的效率和透明度。为了更好地展示全寿命周期的质量管理体系，下表展示了其核心构成要素：

表 3 寿命周期的质量管理体系核心要素

阶段	核心活动	管理措施
规划阶段	需求分析与方案设计	多方论证，优化设计方案
设计阶段	方案细化与技术交底	BIM 建模，多专业协同设计
施工阶段	过程监控与质量检测	实时监控，定期检查
验收阶段	综合验收与资料归档	严格验收，档案管理
运维阶段	日常巡检与维护保养	定期巡检，预防性维护

结语

综上所述，通过采用先进的无损检测、实时监控、材料性能测试等技术，可以有效预防和控制施工过程中的质量问题，提高工程的整体质量水平。未来，随着新技术的不断发展和应用，施工质量控制将更加智能化和精细化，进一步提升城市基础设施建设的质量和可靠性。建筑行业的从业者应积极关注这些技术的发展趋势，充分利用先进技术和方法，打造更加安全、高效的建筑工程。

参考文献

[1] 高宇蓂. 装配式建筑工程质量控制及现场检

测 [J]. 住宅与房地产, 2025, (05): 24-26.

[2] 袁鹏顺. 建筑桩基施工质量检测及质量控制研究 [J]. 工程技术研究, 2024, 9(22): 164-166.

[3] 占伟祥. 浅谈建筑工程混凝土质量控制与检测 [J]. 四川水泥, 2023, (04): 127-129.

[4] 朱存兵. 建筑桩基检测工作质量控制研究 [J]. 房地产世界, 2022, (07): 155-157.

[5] 张春水. 高层建筑工程施工中桩基检测技术的运用 [J]. 砖瓦, 2021, (09): 200-201.