

# 土木工程施工质量控制关键技术及其应用研究

彭国乐

中建二局第三建筑工程有限公司西南分公司，四川省成都市，610000；

**摘要：**施工质量直接决定着土木工程的使用寿命与安全性能，已成为工程管理体系中最为关键的环节之一。随着工程规模不断扩大与技术手段的多元发展，传统质量控制模式逐渐暴露出反应滞后、监管盲区与数据孤岛等问题。本文围绕土木工程施工过程中的核心技术流程，梳理其在地基处理、主体结构与材料设备管理等关键节点上的质量控制要点，并进一步探讨BIM技术、智能监测系统与信息化协同平台等新兴技术在质量管控体系中的集成应用路径。通过对典型项目的技术实践分析，总结出一套以过程控制为主线、技术融合为支撑的质量控制方法，旨在提升施工阶段的预控能力与执行效率，为推动土木工程高质量建设提供理论参考与实践依据。

**关键词：**土木工程；施工质量；控制技术；质量管理；技术应用

**DOI：**10.69979/3060-8767.25.08.061

## 引言

土木工程作为国民基础设施建设的重要组成，其质量水平直接关系到人民群众的生命财产安全与城市运行的稳定性。在实际施工过程中，质量问题频发往往并非源于单一因素，而是受限于施工管理体系不健全、关键技术执行不到位以及现场协调效率低下等多重因素的叠加影响。

伴随工程项目复杂度与精度要求的不断提升，传统以事后验收为主的质量控制模式已难以满足现代建设标准的需求。工程实践中频繁暴露出的沉降过大、结构裂缝、渗漏失效等问题，也反映出当前施工质量控制技术与方法亟需更新。近年来，BIM技术、智能感知设备与集成信息系统逐步进入施工现场，为工程质量管理提供了更实时、更全面、更精细的技术支持。

本研究聚焦施工阶段的关键节点与核心流程，从基础施工、结构搭建、材料使用到设备配置等多个维度出发，系统分析土木工程施工质量控制的主要技术路径与管理机制，并通过典型项目案例的技术验证，提炼可推广的质量控制应用策略，期望为行业在施工质量保障方面提供系统化的技术支撑与管理思路。

## 1 土木工程施工质量控制的基本要求与难点

### 1.1 施工质量管理的核心目标与技术标准

土木工程的施工质量控制不仅仅是对成品质量的检验，更重要的是全过程的动态监督与系统管理。控制工作的核心目标在于保障结构安全、功能完善与工程寿命，实现设计意图与施工实际的高度契合。为此，国家与行业层面制定了系列规范与验收标准，如《建筑工程施工质量验收统一标准》《混凝土结构工程施工质量验收规范》等，明确各阶段质量控制的技术底线与操作要

求<sup>[1]</sup>。项目在实施中必须围绕这些标准建立完整的施工质量管理体系，确保从工序安排、技术交底到现场执行的每一个环节都有据可循。

然而，仅靠标准化文本并不足以应对实际施工现场的复杂性。施工现场常伴有地质条件差异、设计变更频繁、劳动力水平不一等现实问题，这些因素对质量控制提出了更高的灵活性与适应性要求。因此，项目部需结合工程特性制定具体的质量目标、工艺规范与监督流程，强化组织执行力，以确保质量标准在具体实施中的可落地、可检验。

### 1.2 当前施工质量常见问题与形成机制

施工质量问题具有多样性与隐蔽性，轻则影响工程功能，重则造成安全隐患。在常见的质量缺陷中，混凝土浇筑不密实、钢筋绑扎偏位、防水层破损等问题较为典型。这些问题不仅降低结构性能，还可能引发后期使用中的渗漏、开裂与沉降风险<sup>[2]</sup>。从根源上看，这类问题往往源于施工管理不严格、操作人员技术水平参差不齐，以及对新材料与新工艺理解不到位。

问题形成还与监管体系的滞后性密切相关。在部分项目中，质量管理依然停留在“验收导向”模式，缺乏过程控制与即时纠偏机制。再加上工期紧张、施工资源配置不均等因素，容易导致部分环节质量把控流于形式。若项目未建立起实时反馈机制与责任联动体系，问题极易在早期被掩盖，等到完工阶段才暴露时，治理难度和代价将大大增加。因此，建设单位与施工方需从源头梳理流程漏洞，建立问题闭环处理机制。

### 1.3 不同施工阶段的质量控制关键点

土木工程的施工过程可划分为多个阶段，每一阶段都有其特定的质量控制要点。地基基础阶段重点在于地

质勘察的准确性与基础处理的稳定性,若地基沉降控制不当,将直接影响上部结构安全;主体结构阶段则需严格控制模板支撑、钢筋布置与混凝土施工工艺,任何一个环节执行不当,都可能对结构受力与持久性造成隐患<sup>[3]</sup>。进入装饰与交付阶段,细节控制与工艺精度成为质量评判的关键,例如防渗处理、接缝处理与材料环保性等。

有效控制每一阶段质量的前提在于明确分阶段的目标体系与管理节点。项目管理团队需提前制定详尽的质量控制计划,将不同阶段的技术要求分解至作业班组与具体岗位。同时结合专项技术交底、样板引路与节点验收制度,确保各环节标准统一、执行有序。管理层还应加强阶段评估与动态调整机制,根据现场实际情况适时优化工序与资源配置,实现全过程质量协同。

## 2 关键施工技术在质量控制中的应用分析

### 2.1 地基与基础工程的质量控制技术

地基与基础作为整个结构的承载基础,其施工质量直接决定工程稳定性与后续结构响应。控制关键在于地质勘察的精确性、基础类型的合理选择与施工过程的严密管理。就施工工艺而言,常见的预制桩、灌注桩或筏板基础等形式各有不同的技术控制要点。例如灌注桩施工中,成孔质量、混凝土灌注连续性 & 钢筋笼定位等步骤,任何环节疏漏都可能导致桩体断裂或承载力不足。为避免地基隐患,施工现场应配备专业检测手段,如静载试验、地基承载力检测与声波检测仪等,实施全过程技术监控。

地基工程受制于地下复杂环境,其质量控制更需强化预警机制与应变能力。雨季施工时的排水系统设计、地下水位变化的监测、防止基坑坍塌的支护加固等,都是现场质量管控的重要部分。控制难点不仅在于技术标准的落实,还包括施工组织协调能力与现场应急响应效率。因此,在工程实施前,项目部需根据勘察报告制定个性化施工方案与应对策略,并设置质量控制责任分层,确保每一道工序可追溯、可监控、可纠偏。

### 2.2 主体结构施工的关键技术与工艺控制

主体结构是决定土木工程承载功能的核心部分,其质量关系到结构强度、安全性与使用年限。在现浇混凝土框架结构中,模板安装平整度、钢筋绑扎精度与混凝土浇筑质量是控制重点<sup>[4]</sup>。为保证构件尺寸与结构稳定,模板施工需进行严格的工前验收与实时校正;钢筋布置过程中,必须符合图纸规定的间距、锚固长度与保护层厚度,并设置钢筋卡具以防移位;混凝土施工环节则需关注搅拌质量、浇筑时间控制与振捣工艺,防止出现蜂窝、麻面或夹渣等缺陷。

不同结构类型对施工工艺也提出差异化要求。例如钢结构施工则更注重焊缝质量与节点连接的可靠性,往往需采用超声波探伤等无损检测手段进行质量校验。在高层结构施工中,垂直运输组织、混凝土泵送系统与分层浇筑管理等也对整体质量起到决定作用。为此,项目应建立系统化的工序质量验收制度与样板引路机制,通过先行示范构件设立标准模板,规范后续工艺执行,进而保障整体结构质量一致性。

### 2.3 材料、工艺与设备管理中的质量保障机制

材料质量是决定施工成败的源头控制要素,无论是钢筋、水泥、砂石还是保温材料,均需通过原材料进场验收与复检机制。施工单位应建立与项目匹配的材料管理台账,涵盖生产厂家、批次编号、出厂合格证、现场检验报告等信息,实现从源头到现场的全流程可控<sup>[5]</sup>。在材料使用过程中,应实施规范化的领用与余料回收制度,防止混用、错用、超期使用等问题对施工质量造成影响。

除了材料本身,施工工艺与设备管理也对工程质量起到重要保障作用。现代施工现场常配备大批混凝土搅拌机、塔吊、升降设备与钢筋加工设备,其运行状态直接影响工艺稳定性与施工效率。因此,项目需设专人负责设备运行维护,制定定期巡检与故障应急方案。同时,为减少人为操作误差,越来越多项目引入自动喷浆、激光找平等智能设备,以提升工艺一致性。在高质量要求下,传统靠经验控制的方式已难以满足精细化需求,必须借助标准化工艺管理与机械化施工手段共同发力,才能有效防控质量波动。

## 3 施工信息化与质量监测技术的集成运用

### 3.1 BIM 技术在质量控制中的应用优势

建筑信息模型(BIM)技术作为数字化施工管理的核心工具,不仅具备三维可视化能力,更集成了时间、成本、资源等多维数据,有效支撑施工质量管理的全过程控制。通过BIM平台,施工单位可在施工前进行建模仿真,精准识别图纸中潜在的碰撞与冲突点,从源头降低施工误差。特别是在管线综合布设、复杂节点连接与结构细节还原方面,BIM的建模能力可替代传统纸质图纸对施工的模糊指导,实现更精准的质量前控。

在施工过程中,BIM还能与现场施工任务协同系统对接,生成按日、按周的施工计划与质量检查点,使管理人员对工程进度与质量动态了然于胸。例如,在混凝土结构施工中,BIM模型可标注每一浇筑区域的养护周期、钢筋布置与节点施工要求,便于施工人员精准操作。同时,现场问题如钢筋锚固错误或模具变形等,也可实时反馈至模型中,通过图形化方式迅速定位问题构件,

提升修正效率。

BIM技术还能作为质量验收档案的数字载体，将施工过程中的检测报告、施工影像、技术交底等信息以构件为单位归集至模型中，形成“图模一体”的数字化质量档案体系。项目竣工后，该模型还能延伸为运维阶段的设施管理平台，实现建设-施工-运营全过程的数据闭环。这种技术赋能，不仅提升了质量可控性，更推动了施工质量管理的标准化与智能化演进。

### 3.2 智能监测系统对施工质量的实时保障

智能监测系统在土木工程质量管理中的应用，改变了传统依赖人工巡查、滞后响应的问题，以感知数据为基础，实现施工过程的实时质量控制。在深基坑工程中，通过布设倾斜计、沉降计、土压力计等传感设备，能够24小时连续监测基坑结构受力与土体位移状况，当监测值逼近安全阈值时系统自动报警，提醒施工单位立即调整施工工序或强化支护结构，有效规避地基失稳与结构滑移等质量风险。

在主体结构施工中，混凝土的浇筑与养护质量对最终成型至关重要。通过在构件内部嵌入无线温度与湿度传感器，可对混凝土内部温升过程与干燥速度进行监控，避免因水化热集中导致的开裂或强度不足。此外，一些施工项目引入激光扫描设备，用于对关键节点尺寸与平整度进行实时测量，通过与BIM模型进行比对，判断实际施工偏差，及时修复偏差构件，提升质量控制精度。

值得一提的是，这些智能设备与监控平台还可集成AI算法，通过对大量施工数据的积累与分析，构建质量风险预测模型，实现从“事后控制”向“事中预警”与“事前判断”的管理模式转变。例如系统通过监测振动频率与应力响应，结合模型学习判断模板支撑是否存在松动风险，从而提前发出整改指令。由此构建出的智慧工地，不仅提升了施工质量的响应速度，更构建了数据驱动的质量管控体系。

### 3.3 信息协同平台与质量管理系统融合建设

施工项目参与主体众多，信息流转的效率与准确性直接影响质量管理的执行力。信息协同平台的建设，使施工质量管理实现从传统“线下沟通+纸质记录”向“在线共享+数字归档”的转变，打破了数据壁垒，提升管理精度。平台通过设定标准化流程与权限机制，将任务分派、巡检记录、隐患整改与验收流程以模块化方式集

成，项目各方均可通过平台查看施工质量动态，确保信息同步、问题可控。

平台建设还支持数据联动与业务协同。例如质量问题一经发现，责任人可在系统中拍照上传并生成任务工单，监理人员在线审批后，整改结果自动归入相关构件信息中，形成完整闭环。这种方式不仅提高了问题处理效率，也为后期审计与问责提供可溯源依据。同时，平台可根据质量数据进行趋势分析，如某类缺陷在不同施工队伍中频繁出现，可反向提示技术交底或施工工艺是否存在薄弱环节，实现从数据中发现管理问题。

系统可拓展连接进度、材料、劳务等子系统，实现“工期进度+物资消耗+质量保障”三维一体的综合调度管理。施工企业还可将此类平台接入监管部门，推动建筑市场监管信息化转型。未来，随着数字孪生、区块链等新技术的发展，信息协同平台将进一步延伸为智能决策与质量溯源平台，为土木工程质量管理构建更加坚实的数字基础设施。

## 4 结语

土木工程施工质量的提升，依赖于科学的控制手段与系统化的管理机制。在传统质量管理面临挑战的背景下，信息化与智能化技术的引入为质量保障提供了新的解决思路。从BIM模型到智能监测系统，再到协同管理平台，质量控制正逐步走向全过程、全要素的数字化管理。未来，随着技术融合不断深化，土木工程质量管理将更加精准、高效。持续优化关键工艺、强化制度执行力，并借助先进技术构建透明可控的质量体系，是实现高质量工程建设的关键路径。

### 参考文献

- [1] 柴玉娇. 土木工程施工质量控制与安全管理分析[J]. 产品可靠性报告, 2024, (12): 37-38.
- [2] 谭文龙. 关于土木工程施工质量控制与安全管理的探讨[J]. 陶瓷, 2024, (04): 165-168.
- [3] 王建军. 关于土木工程施工质量控制与安全管理的探讨[J]. 中国住宅设施, 2023, (04): 190-192.
- [4] 付克军. 土木工程施工质量控制与安全管理的分析[J]. 房地产世界, 2022, (04): 93-95.
- [5] 冯志权. 土木工程施工质量控制中存在的问题及解决措施研究[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S1): 376-377.