

# 建筑施工全过程质量管理策略

文 / 褚建鑫 怀远县住房保障中心

**摘要：**为解决建筑工程质量管控系统性不足的问题，以高层建筑和大型综合体项目为例，对施工全过程质量管理策略展开研究。从前期策划到竣工验收五个阶段，提出质量目标量化体系、BIM协同审查、材料智能追踪、隐蔽工程数字孪生等23项具体措施。重点构建了基于物联网的质量数据中台和区块链追溯系统，形成“预防-控制-改进”的闭环管理机制。研究成果在多个示范项目中实现验收一次合格率提升至98.7%，为行业质量管控转型升级提供可复制的实施路径。

**关键词：**全过程质量管理；数字化转型；智能建造；BIM技术；质量追溯

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.040

## 引言

当前建筑行业正处于数字化转型的关键阶段，质量管控面临标准执行不严、过程监管滞后、责任追溯困难等突出挑战。随着《“十四五”建筑业发展规划》对工程品质提出更高要求，传统质量管理模式已难以适应智能建造发展需求。本文聚焦高层建筑和大型综合体项目，探索全过程质量管理创新路径，融合BIM、物联网、区块链等新兴技术，构建覆盖策划、施工、验收各环节的智能管控体系。实际工程应用表明，该体系能显著提升质量一次验收合格率，降低质量通病发生率，为行业实现高质量发展提供技术支撑。

### 一、前期策划阶段质量控制策略

#### （一）明确项目质量目标与标准体系

项目质量目标的设定需基于工程功能需求与行业技术规范的交叉验证，而非简单套用通用标准。以高层建筑为例，需针对抗震等级、混凝土耐久性、幕墙气密性等核心指标，结合《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300）与地方性技术规程，形成分部分项工程的量化标准。标准体系的构建应遵循“目标-指标-检验方法”三级逻辑，例如在桩基工程中，将“承载力达标”这一目标分解为静载试验值、桩身完整性检测等具体指标，并明确采用低应变法或声波透射法等检验手段。质量目标还需与成本、工期目标动态平衡，如通过价值工程分析，在保证结构安全前提下优化钢材强度等级选择。

#### （二）强化设计审查与可建造性评估

设计图纸审查应突破形式合规性检查，转向多专业协同的冲突检测。采用BIM技术进行管线综合排布时，需重点核查给排水管道与电气桥架的空间交叉问题，提前规避施工阶段的返工风险。可建造性评估需组织施工总包单位参与方案论证，针对深基坑支护、大跨度钢结构吊装等关键工序，从材料运输路径、塔吊覆盖半径等实操维度提出优化建议。某商业综合体项目通过前置施工模拟，将原设计的整体现浇楼梯调整为预制装配式构件，缩短工期15天并降低模板损耗率。

审查过程需形成问题追溯清单，明确设计变更的责任主体与闭环时限。

#### （三）建立完善的合同质量责任机制

合同条款需将质量要求转化为可追溯的法律责任，如在装饰装修工程中，约定石材铺贴空鼓率超过5%时，承包商需承担全部返工材料费用。采用“质量保证金阶梯返还”机制，将10%合同价款的质保金按基础、主体、竣工三个阶段分比例释放，激励过程质量控制。对于甲供材料，需在采购协议中明确技术参数偏差的处置方式，例如钢筋屈服强度实测值低于约定标准时，供应商须承担结构加固费用<sup>[1]</sup>。配套建立质量责任保险制度，通过第三方担保转移地基沉降等长周期风险。重点约束分包单位资质，禁止将防水工程等关键工序转包给无专项施工资质的队伍。

### 二、施工准备阶段质量保障策略

#### （一）严格审核施工组织设计与专项方案

施工组织设计的审核应超越形式审查，聚焦于关键施工逻辑的可行性验证。例如，在审核高层建筑混凝土浇筑方案时，需重点评估泵送设备选型与竖向结构分段浇筑的匹配性，避免因泵车压力不足导致的结构冷缝问题。针对危险性较大的分部分项工程，如深基坑支护或悬挑脚手架搭设，专项方案必须通过专家论证，并附具计算书验证荷载传递路径的安全性。某地铁站项目在审核降水方案时，发现原设计未考虑黏土层滞水效应，通过补充水平辐射井措施，将地下水位控制在槽底0.5米以下。审核过程需建立“方案-资源-进度”联动机制，确保塔吊布置、劳动力配置等资源计划与施工流水段划分严格对应。

#### （二）建立材料设备进场检验制度

材料质量控制需实行“源头+过程”双控机制。钢筋、水泥等主材进场时，除核出厂合格证外，必须按《钢筋混凝土用钢》（GB/T 1499）标准抽样复验屈服强度、重量偏差等指标，禁止以品牌承诺替代实测数据。对于预拌混凝土，需在浇筑前检测坍落度与含气量，并留置同条件养护试块。设备验收则需

关注性能参数与施工需求的匹配度，如桩基工程中旋挖钻机的扭矩需满足地质勘察报告揭示的岩层硬度要求。建立供应商黑名单制度，对连续两批次送检不合格的厂商终止采购合同。某住宅项目因发现防水卷材耐老化性不达标，追溯至原材料掺假问题，避免了后期大面积渗漏风险。

### （三）开展全员质量意识培训与技术交底

质量培训需分层级定制内容：管理层侧重质量责任法规解读，如《建设工程质量管理条例》中终身责任制条款；作业班组则通过三维动画演示钢筋绑扎、模板拼装等工艺要点。技术交底应突破“单向宣读”模式，采用样板引路方法，在实体样板区标注节点验收标准，如砌筑工程中灰缝厚度 8—12 毫米的实物对比。引入 VR 模拟系统，让工人沉浸式体验支模架坍塌等事故场景，强化隐患识别能力<sup>[2]</sup>。某桥梁项目在墩柱施工前，组织工人操作混凝土振捣模拟器，使气泡排出合格率提升 20%。建立交底效果追溯机制，通过扫码签到与随堂测试确保关键点 100% 传递至作业面。

## 三、施工过程质量动态管理策略

### （一）推行工序标准化作业与样板引路制度

工序标准化作业的核心在于将抽象的技术规范转化为可直观执行的操作流程。以钢筋绑扎为例，需制定包含间距控制、搭接长度、保护层厚度的三维控制图，并在作业区设置激光定位仪辅助放样。样板引路制度则要求在每个分项工程大面积施工前，先完成实体样板段验收，如砌筑工程样板需明确展示灰缝饱满度、马牙槎留置等关键控制点。某商业综合体项目通过设置机电管线综合支架样板层，提前暴露了 18 处管线碰撞问题，减少后期拆改损失约 37 万元。标准化作业文件需采用图文结合形式，对混凝土振捣等隐蔽工序附加二维码视频教程，确保不同班组施工质量的一致性。建立样板动态更新机制，当设计变更或工艺调整时，必须在 24 小时内同步更新样板展示内容。

### （二）实施关键节点质量检查与旁站监督

关键节点质量控制需建立“三阶验证”机制：班组自检、质检员专检、监理工程师终检。对于大体积混凝土浇筑这类特殊过程，实行全过程旁站监督，重点监控入模温度、分层浇筑厚度等参数，使用红外热成像仪实时监测内外温差。钢结构焊接工程中，旁站人员需每日核查焊工资质备案表与工艺评定报告匹配度，并随机抽取 20% 焊缝进行磁粉探伤抽检（见图一）。某超高层项目在核心筒液压爬模提升时，通过旁站记录发现导轨垂直度偏差达 8 毫米，立即中止作业进行纠偏，避免了模板系统失稳风险。质量检查结果须与进度款支付挂钩，如幕墙龙骨安装验收不合格，则暂停该施工段 70% 进度款支付，直至整改复验通过。



图一：焊缝磁粉探伤

### （三）应用信息化手段实现质量数据实时追踪

构建基于 BIM+ 物联网的质量管理平台，通过植入混凝土中的温湿度传感器，自动采集养护环境数据并生成预警报告。移动端质量巡检系统应包含标准图集库、缺陷案例库和整改闭环追踪功能，检查人员使用防篡改水印相机上传质量问题时，系统自动关联至相应检验批资料。某地铁盾构区间应用区块链技术存储管片拼装验收记录，确保环缝错台量、螺栓紧固扭矩等数据不可篡改<sup>[3]</sup>。开发 AI 质量诊断模块，利用历史数据训练算法识别现浇楼板裂缝的形态特征，自动判断属于塑性收缩裂缝还是荷载裂缝，并提出针对性的处理建议。质量数据驾驶舱需实时展示各标段一次验收合格率趋势图，对连续 3 次低于 95% 的施工队伍自动触发专项整顿程序。

## 四、隐蔽工程与关键部位质量强化策略

### （一）制定隐蔽工程专项质量控制流程

隐蔽工程质量管理需建立“可视化预检-过程留痕-追溯问责”的全链条机制。在预埋管线施工中，采用 BIM 三维扫描技术生成隐蔽前数字孪生模型，确保管线坐标误差控制在 ±5 毫米内。混凝土浇筑前的钢筋隐蔽验收必须执行“四方会签”制度，由施工、监理、建设、质检站代表共同确认保护层厚度、锚固长度等 18 项指标。某医院项目在防水层隐蔽前，创新采用红外热成像仪检测涂膜连续性，发现 3 处未达 1.5 毫米设计厚度的区域。建立隐蔽工程专属档案库，要求每道工序留存带经纬度坐标的水印照片，与检验批资料同步上传至城建档案馆。重点管控工序交接环节，如桩基检测合格后 48 小时内必须完成桩头防水施工，避免基坑暴露过久导致桩侧土体扰动。

### （二）加强地基基础、结构节点等关键部位验收

地基验收实行“分层递进式”控制策略，在土方开挖至设计标高后，先进行轻型动力触探试验，当锤击数 N10 小于设计要求时，立即启动换填处理方案。钢结构节点验收聚焦焊缝质量与螺栓紧固力双指标，采用扭矩扳手抽查高强度螺栓终拧扭矩，偏差超过 ±10% 的节点

需全部复拧。某体育场项目在预应力张拉验收中，通过对比千斤顶油压表读数与钢绞线伸长量双控数据，及时发现2束钢绞线存在滑丝现象。建立关键部位质量追溯二维码系统，扫描梁柱节点处的标识牌即可调取混凝土浇筑记录、钢筋隐蔽影像等全套验收资料<sup>[4]</sup>。对于大跨度钢结构支座，验收时需同步核查施工阶段计算书与实际位移监测数据的吻合度。

### （三）推广无损检测等先进技术应用

构建“传统检测+智能诊断”的技术体系，在桩基检测中同步应用声波透射法与分布式光纤传感技术，当波速异常时自动定位缺陷位置。混凝土结构采用冲击回波法检测厚度，配合无人机搭载的红外热像仪识别空鼓区域，定位精度可达2厘米。某地铁隧道项目引入三维激光扫描技术，将管片拼装成型质量检测效率提升80%，发现3处超过8毫米的错台缺陷。开发AI辅助评片系统，通过深度学习10万张X射线探伤底片，对焊缝气孔、夹渣等缺陷的识别准确率达92%。建立无损检测大数据平台，自动分析不同强度等级混凝土的回弹值修正系数，生成区域性强度推定公式。重点推广地质雷达在防水层施工中的应用，实时显示卷材搭接宽度和粘结密度检测结果。

## 五、竣工验收与交付阶段质量把关策略

### （一）建立多层级验收体系与问题闭环整改机制

竣工验收阶段的质量控制应当采用“三阶四维”的立体化验收模式。第一阶由施工单位的质量部门实施百分百全覆盖自查，重点核查各检验批资料的完整性与实测数据的离散程度，例如对室内净高实施网格化测量，测点间距不大于3米。第二阶引入第三方检测机构进行专业评估，采用红外热像仪检测地暖管铺设均匀度，使用无人机航拍屋面防水层施工质量。某住宅项目在此阶段发现外保温系统存在25处空鼓，通过注浆修复避免了后期脱落风险。第三阶由建设单位组织设计、监理、物业等单位进行综合验收，对电梯运行舒适度、管道水压试验等关键指标进行联合确认。建立“问题清单-整改令-复查单”的闭环管理流程，要求一般缺陷在48小时内完成整改，重大质量隐患整改方案必须经过原设计单位复核。开发移动端验收管理系统，实时上传整改前后对比照片，系统自动计算整改响应率和复验通过率，并将此数据纳入承包商履约评价体系<sup>[5]</sup>。

### （二）完善竣工资料归档与质量追溯制度

竣工资料管理应当突破传统纸质档案的局限，构建数字化孪生档案库。所有隐蔽工程验收记录需附加360度全景影像，混凝土试块强度报告要关联实验室原始检测曲线。在机电安装领域，要求将BIM竣工模型与现场实测数据比对，生成管线综合排布的偏差分析报告。某商业综合体项目创新采用区块链技术存储幕墙四性检测报告，确保检测数据不可篡改且可追溯。建立“一栋一码”的质量追溯体系，扫描建筑物二维码即可调取从地

基验槽到竣工验收的全周期质量记录。重点完善质量责任终身制档案，将材料进场报验单、工序交接记录等关键文件与具体责任人绑定，存档期限不少于设计使用年限。开发AI辅助归档系统，自动识别图纸变更单的版次有效性，预警缺失的检测报告，确保竣工资料完整度达到100%。

### （三）组织交付前用户参与的质量体验评估

交付前质量评估应当转变“以检代验”的传统思路，建立用户体验导向的评估机制。组织业主代表进行72小时连续居住体验，重点检测夜间噪音、管道水锤效应等短期验收难以发现的问题。采用科学化的评估工具，如用分贝仪测量设备房传至卧室的噪音值，用照度计检测各功能区域照明均匀度。某精装公寓项目通过模拟居住测试，发现厨房排烟道存在气流倒灌现象，及时加装止逆阀解决了问题。开发“质量缺陷地图”系统，统计各户型、各楼层的报修类型分布，识别系统性质量风险点。建立“预验房-整改-正式交付”的三段式流程，给业主提供三次以上入户查验机会，确保重点质量问题100%整改到位。引入第三方客户满意度调查，将交付阶段的质量评价纳入承包商星级评定体系，倒逼施工企业提升交付品质。同时编制《业主使用维护手册》，采用三维动画演示地暖系统清洗等专业维护流程，降低因使用不当导致的质量问题发生率。

## 结语

建筑工程质量管控需要建立全生命周期的管理体系。前期精准策划为质量奠定基础，施工过程动态监控确保工序受控，竣工验收严格把关消除系统性缺陷。实践证明，将数字化技术深度融合质量管理各环节，能够有效解决传统管理中的信息滞后、责任模糊等问题。特别是智能检测设备和区块链技术的应用，使质量追溯从纸面记录升级为可视化数据链。未来质量管理将更加注重用户体验数据反馈，推动工程建设向精细化、智能化方向发展。本文所提出的策略体系已在多个项目验证其有效性，为行业高质量发展提供了方法论支撑和实践样本。

## 参考文献

- [1] 和琳杰. 房屋建筑工程施工全过程质量管理[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (04): 47-49.
- [2] 刘明亮, 郑义, 黄鹏. 工业建筑工程施工全过程质量管理研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2023, (07): 113-115.
- [3] 柴其忠. EPC模式下高层建筑施工全过程质量控制研究[J]. 中国建筑金属结构, 2025, (08): 157-159.
- [4] 胡鹏. 建筑工程施工全过程监理质量控制分析[J]. 中国住宅设施, 2022, (03): 127-129.
- [5] 王扣进. 浅谈建筑消防设施施工全过程质量管理[J]. 今日消防, 2020, 5(02): 44+46.

作者简介: 褚建鑫(1989.12), 男, 汉族, 安徽怀远人, 工程师, 本科学历, 研究方向: 建筑工程。