建筑工程管理质量控制要素研究——关键因素及优化措施探讨

洪东昕
珠海城帆建设有限公司，广东 珠海 519000

DOI:10.61369/ETQM.2026090007

摘　　要： 建筑工程质量受人员、材料、机械、方法、环境五大要素影响。目前培训流于形式、检验缩水导致追溯难、设备重使用轻维保、方案与现场脱节、环境被动应对。优化措施包括：构建分层技能认证与持续教育体系，推行材料全流程信息化管控，实施设备精度管理与预知性维护，以可执行为导向推进工法标准化，建立分级预警与主动防控机制。系统管控五大要素，可有效破解质量顽疾。

关 键 词： 建筑工程；质量控制要素；4M1E；关键因素

Research on Quality Control Elements of Construction Project Management: Key Factors and Optimization Measures Exploration

Hong Dongxin
Zhuhai Chengfan Construction Co., Ltd., Zhuhai, Guangdong 519000

Abstract: The quality of construction projects is influenced by five major factors: personnel, materials, machinery, methods, and environment. At present, training is merely a formality, inspection shrinkage leads to difficulty in tracing, equipment is heavily used with less emphasis on maintenance, the plan is disconnected from the site, and the environment is passively responded to. Optimization measures include: establishing a hierarchical skills certification and continuing education system, promoting information technology control throughout the entire material process, implementing equipment accuracy management and predictive maintenance, promoting standardized construction methods with executable guidance, and establishing a graded warning and proactive prevention and control mechanism. The five elements of system control can effectively solve quality problems.

Keywords: construction engineering; quality control elements; 4M1E; key factor

引言

建筑工程质量受人员、材料、机械、方法、环境（4M1E）五大要素影响。当前存在人员培训流于形式、材料检验折扣、机械重使用轻维保、施工方案脱节、环境风险被动应对等问题，导致质量波动大、通病频发。基于要素分析，可从人员技能认证、材料全流程追溯、设备预知性维护、工法标准化、环境分级预警入手，推动质量控制从粗放式向精细化转变。

一、质量控制五大要素的关键问题

（一）人员要素：资质有形无实，培训流于形式

人是4M1E中唯一具有主观能动性的要素，也是质量控制的根本主体。从资质管理看，建筑行业实行经营资质管理和从业人员持证上岗制度，制度框架是有的，但执行效果参差不齐——项目经理“挂证”现象虽经多年整治有所收敛，但技术负责人和安全员等关键岗位人员到岗率不足的问题仍然存在，人证不符的情况在中小型项目中尤为突出。从培训看，安全教育和质量培训在很多项目中就是签个到、拍个照、存个档，真正有效的培训和考核少之又少。2024年从业人员5962万人、同比减少12.26%，但劳动生产率提高15.15%——人少了、人均产出高了，说明行业正在加速机械化替代，但一线工人的技能结构并没有同步升级，老龄工人干不动新技术、年轻工人缺乏传统手艺，两头都不够用。质量意识的缺失更是深层问题——很多工人认为“差不多就行”“以前也是这么干的”，缺乏对规范标准的敬畏。

（二）材料要素：进场检验打折扣，追溯链条断裂

材料是工程质量的物质基础，占工程造价的60%—70%。材料质量不合格，工程质量不可能合格——这是常识，但常识常常被突破。从监督抽检数据看，某市2024年三季度砂料抽检合格

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

率94.2%，意味着将近6%的砂料不合格却进了工地；水泥合格率93.3%，同样存在不合格品流入施工现场的情况。问题出在几个环节：一是进场检验缩水，按规定砂料应以同一产地、同一规格分批验收，每批不超过400立方米或600吨，但实际操作中赶工期时常常加大批量减少检验频次；二是见证取样走形式，监理人员不在场的情况下施工方自行取样送检，样品的代表性无法保证；三是检测报告与实际使用脱节，检测还在进行材料已经开始使用，等检测结果显示不合格时已经浇筑到结构里了。

更深层的问题是追溯链条的断裂——住建部令第57号《建设工程质量检测管理办法》自2023年3月1日起施行，要求非建设单位委托的检测机构出具的检测报告不得作为工程质量验收资料，并推行样品二维码或芯片唯一性标识管理。但2024年多地“双随机、一公开”抽查结果显示，部分检测机构仍存在样品标识管理不规范、检测数据未及时上传监管平台、不合格检测报告未及时上报等问题。检测报告是材料质量追溯的关键凭证，凭证出了问题，追溯就无从谈起。

（三）机械要素：重使用轻维保，配置凭经验

施工设备与检测仪器的状态直接影响工程质量。施工机具的稳定性和作业精度决定每一道工序的完成效果，检测设备的准确性与可靠性则为质量判定提供依据。以施工机具为例，混凝土振捣器的振动频率和振幅、钢筋弯曲机的弯心直径、抹灰机的平整度控制能力，这些技术参数一旦偏离标准要求，对应的工序就会产生质量缺陷。然而，许多项目的设备管理停留在“能够运转就行”的层次。振捣器频率下降后仍然继续使用，弯心直径出现磨损也不更新替换，设备精度长期无人校验。这种管理方式埋下大量质量隐患[1]。

检测设备的状况同样不容乐观。有关抽查通报指出，部分检测机构的设备检定与校准证书已经过期，却没有停止使用；设备所处的环境条件不符合规范要求；维护保养制度存在明显漏洞。检测设备不准，检测结果自然不可靠，质量控制就失去判断基准。此外，设备选型常常依赖管理人员的主观经验，缺少基于工程特点的定量分析。有些项目为了节约成本而选用性能偏低的设备，有些项目则盲目追求高配置，造成资源浪费。设备进场之后，使用人员往往只关注操作，忽视日常清洁、润滑和紧固等保养工作。遇到故障时，项目方通常采取事后维修的方式，而非提前排查和预防。这种“重使用、轻维保”的做法加剧了设备老化，缩短了使用寿命，也提高了突发故障导致停工的风险。要实现质量的精细化管理，项目方需要建立设备全寿命周期的管理制度，从选型、进场、使用、保养到报废形成闭环，逐步从被动维修转向预知性维护。

（四）方法要素：方案“两张皮”，工法更新慢

方法要素涵盖施工方案、工艺流程、操作规程和质量控制措施，是连接设计意图和工程实体的技术路径。这个要素的问题集中在两个层面：一是施工方案与现场执行“两张皮”——方案编制照搬通用模板，缺乏针对具体项目条件的细化，方案审批走流程但内容与实际脱节；到了现场，方案就变成了“应付检查的文件”，实际施工按经验操作，工艺参数、工序顺序和质量控制点与方案规定不符。特别是危大工程的专项施工方案，住建部2024年发布的重大事故隐患判定标准已将“未按专项方案施工”列为重大隐患，但这个问题的根源是方案本身的可执行性差，不结合现场实际的方案写了也白写[2]。

二是工法更新缓慢，新技术新工艺推广不足。BIM技术在设计阶段的应用已有一定普及，但在施工阶段做4D进度模拟、5D成本管控的深度应用还很少；装配式建筑虽然在政策推动下有所增长，但占新建建筑面积的比例仍然偏低；铝模体系比木模板成型质量好、周转次数多，但前期投入高导致推广受阻。2024年房屋建筑施工面积136.83亿平方米、竣工面积34.37亿平方米，同比下降10.62%和12.63%，施工量在减少但体量仍然巨大，传统工法的效率瓶颈和质量波动问题在缩减的市场中更加突出。

（五）环境要素：被动应对多，主动防控少

环境要素包括技术环境（地质、水文、气象）、作业环境（施工面大小、防护设施、通风照明）、管理环境（合同关系、组织体制、管理制度）和周边环境（地下管线、邻近建筑）四个维度。当前最突出的问题是“被动应对多、主动防控少”——极端天气来了才停工，居民投诉了才整改，管线挖断了才停下手来处理，没有一个系统性的环境风险识别和预警机制。以气候环境影响为例，高温天气混凝土坍落度损失加快、初凝时间缩短，如果浇筑方案不做针对性调整，容易出现冷缝；寒潮期间混凝土内外温差过大，若保温养护措施不到位，裂缝几乎不可避免。这些问题在施工组织设计中本应有预案，但很多项目的气候应对措施就是一句话“遇恶劣天气停工”，至于什么算恶劣、停工后怎么恢复、停工期间半成品怎么保护，都没写。

二、基于要素分析的优化措施

（一）人员要素：构建分层技能认证与持续教育体系

人员管理的核心是用制度把“差不多”变成“必须达标”。第一，落实关键岗位人员到岗核查制度，项目经理、技术负责人、质量员、安全员等关键岗位实行人脸识别考勤，与项目监管平台联网，到岗率不达标的纳入企业信用评价。第二，建立分层技能认证体系——管理层侧重项目管理和技术决策能力认证，操作层侧重工种技能等级认证（初级、中级、高级），不同等级对应不同的作业范围和薪酬标准，用薪酬杠杆引导工人主动提升技能。第三，培训必须考核、考核必须挂钩——培训后进行实操考核，考核结果与岗位任职和绩效工资挂钩，杜绝“签个到就算培训”的形式主义。第四，针对行业老龄化问题，鼓励企业与职业院校合作开展“订单式”培养，提前储备年轻技术工人[3]。

（二）材料要素：推行全流程信息化管控

材料管控的信息化要覆盖从采购到使用的全流程。采购环节，在合格供应商名录基础上建立供应商动态评价机制，将材料质量合格率、交货及时性和售后服务纳入评价指标，连续两个批次不合格的供应商自动清出名录。进场检验环节，严格执行见证取样和送检制度，取样过程录像存档，检测报告未出具之前该批次材料冻结使用。储存环节，按材料特性分类存放、标识清晰，

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

水泥入库防潮、钢筋离地垫高覆盖、外加剂标注有效期先进先出。使用环节，实行限额领料制度，班组按定额领用、节约有奖超耗受罚。追溯环节，落实住建部令第57号要求，推行材料样品二维码或芯片唯一性标识，实现从进场到使用的全过程可追溯——哪个批次的材料用在了哪个部位，一键可查。

（三）机械要素：实施设备精度管理与预知性维护

施工机具的精度管理和检测设备的计量管理必须同等重视。施工机具方面，对影响工序质量的关键设备——振捣器、钢筋加工设备、测量仪器等——建立精度校验台账，每季度校验一次，精度不达标的设备维修或更换后才允许使用。大型设备安装物联网传感器，实时采集运行参数，建立设备健康管理档案，从“坏了再修”转向“预知性维护”，在设备性能下降但尚未故障时就安排保养。检测设备方面，严格执行检定和校准制度，检定证书到期前一个月自动提醒，超期未检的设备系统自动锁定、禁止使用；检定和校准结果录入信息化系统，与检测报告关联，确保每份检测报告背后的设备状态可查可证。

（四）方法要素：以可执行为导向推进工法标准化

施工方案的编制必须以“可执行”为第一原则。方案编制前由技术负责人带队勘察现场，充分了解地质条件、周边环境、施工限制等实际情况，方案中的工艺参数、工序顺序和质量控制点必须针对项目特点细化，不能留“按规范执行”这种万能条款。方案审批实行分级审批制，危大工程的专项方案必须组织专家论证。方案执行的关键控制点纳入质量验收流程——每道关键工序完成后由技术负责人和监理验收签认，验收时对照方案的控制要点逐项核查，方案执行情况与验收深度绑定[4]。

工法升级方面，三个方向值得重点推进：一是 BIM 技术的施工阶段深度应用——4D 进度模拟优化工序衔接、5D 成本管控实现动态算量、竣工模型数字化交付为运维提供数据支撑；二是装配式建筑从政策驱动转向市场驱动，重点解决连接节点质量和现场灌浆作业的可控性问题；三是铝模体系在住宅项目中推广，虽然前期投入高于木模板，但300次以上的周转次数和稳定的混凝土成型质量使其全生命周期成本远低于木模板。

（五）环境要素：建立分级预警与主动防控机制

环境风险的防控要从“事后应对”转向“事前预警”。技术环境方面，在施工组织设计中编制气候风险专项预案——明确高温、寒潮、暴雨、大风等不同等级预警下的施工调整措施和停工标准，高温天气调整浇筑时间避开午间高温、寒潮期间落实保温养护措施、暴雨前后排查基坑和脚手架。管理环境方面，开工前完成合同风险评审和周边环境影响评估，主动与周边社区沟通施工计划和可能的影响，建立投诉快速响应机制。周边环境方面，施工前必须调取城市地下管线综合资料并现场核实，无法确定的位置采用人工探挖确认，严禁盲目机械开挖。将环境风险按严重程度和发生概率分为红、橙、黄三级，红色风险（如深基坑、临近地铁）每日巡查并实时监测数据上传，橙色风险（如临近管线、高层临边）每周巡查，黄色风险（如常规气象影响）按预警响应。分级管理把有限的精力用在最需要关注的地方[5]。

结束语：建筑工程质量控制须回归要素本源。人员、材料、机械、方法、环境五大要素缺一不可。资质不实、检验缩水、维保缺位、方案脱节、被动应对，任一失控危及整体质量。优化措施围绕人机料法环发力：技能认证与信息化追溯夯实人员与材料根基，预知性维护与可执行工法补强机械与方法短板，分级预警提升环境防控能力。唯有将要素管控落到实处，形成常态化闭环管理，工程质量才能实现从被动整改到主动预防的转变。

参考文献

[1] 闫书铭 . 建筑工程管理质量控制要素研究 [J]. 智能建筑与工程机械 ,2024,6(5):60-62.

[2] 黄国玮 . 建筑工程管理质量控制要素研究 [J]. 工程技术创新与发展 ,2026,4(2).

[3] 范杰 . 建筑工程管理质量控制要素研究 [J]. 现代交通与路桥建设 ,2025,4(23).

[4] 吕海涛 . 建筑工程管理的质量控制要素研究 [J]. 建筑工程技术与设计 ,2021(16):1478.

[5] 马楠 . 建筑工程管理中质量控制的关键要素 [J]. 建筑设计与研究 ,2025,6(5).

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.