

绿色节能建筑施工技术质量管理研究

王剑侠

新疆兵团城建集团有限公司 新疆乌鲁木齐市 830000

摘 要：全球气候治理与可持续发展战略驱动下，绿色节能建筑施工技术质量管理已成为建筑行业转型升级的关键，在本文中，将以绿色节能建筑施工技术质量管理为核心，探讨其重要性及实施策略，验证其对于建筑行业发展的关键作用，以期为绿色节能建筑的高质量实施提供理论参考。

关键词：绿色节能建筑施工技术；质量管理；策略分析

建筑业作为全球碳排放的主要领域之一，其绿色转型对实现“双碳”目标至关重要。绿色节能建筑通过整合环保技术、可再生能源与高效管理，显著降低资源消耗与环境负荷，但是就现实情况而言，当前我国绿色建筑发展仍面临技术标准不统一、施工过程监管不足、产业链协同薄弱等挑战，必须要加强质量管理工作，促进行业健康发展。

一、绿色节能建筑施工技术质量管理的重要性

绿色节能建筑施工技术质量管理是建筑全生命周期低碳化的重要课题，首先，全球能源消耗中建筑运营占比高达40%，而施工阶段的技术缺陷可能导致后期能耗增加，加剧碳足迹；其次，建筑行业的高资源依赖性要求通过精细化质量管理减少材料浪费与污染排放，例如混凝土、钢材等传统建材的生产过程碳排放占行业总排放的30%以上；再次，政策层面已明确将绿色建筑纳入国家战略，《加快推动建筑领域节能降碳工作方案》等文件强调施工阶段需严格遵循节能标准，以实现新建建筑能效提升目标；最后，市场对绿色建筑的认可度持续提升，消费者对健康、舒适居住环境的需求倒逼施工技术向更高标准迭代。总体来说，质量管理不仅关乎技术落地，更是平衡生态效益、经济效益与社会效益的核心纽带。

二、管理策略分析

（一）构建全流程标准化管控体系

绿色节能建筑施工技术质量管理的核心在于构建一个全流程、标准化的管控体系，确保从设计到施工再到验收的每个环节都符合绿色节能的要求，这一体系的建立需要结合施工的实际情况和需求，通过科学的管理方法和先进的技术手段，实现质量管理的系统化、规范化和精细化。

1. 全链条质量管控标准体系

首先，在设计交底阶段，应明确绿色节能施工的技术要求和质量标准，确保设计意图能够准确传达给施工团队。设计交底应包括建筑围护结构的热工性能、机电系统的能效比等关键参数，以及施工过程中可能遇到的难点和解决方案。

在材料进场环节，建立严格的材料验收标准，确保所有进场材料符合绿色节能要求。重点检查保温材料、节能门窗、高效空调设备等关键材料的性能指标，如导热系数、气密性、能效等级等。通过建立材料追溯系统，确保每批材料都有完整的质量证明文件和检测报告。

工序验收阶段，制定详细的验收标准和流程，确保每道工序都符合设计要求。特别是对于围护结构的热工性能和机电系统的能效比，应进行专项检测和验收。例如，采用红外热成像技术检测外墙保温层的施工质量，通过热箱法检测外墙传热系数，确保实测值不超过设计值的允许偏差。

2. 基于 BIM 的施工模拟技术

虚拟建造阶段，利用 BIM 技术进行施工模拟，预判可能出现的质量风险。通过三维建模，可以直观地展示建筑围护结构的热桥部位、地源热泵管线的布置情况等，提前发现潜在问题。例如，通过 BIM 模型分析外墙保温层的热桥效应，优化保温材料的铺设方式和节点处理，减少热损失。对于地源热泵系统，利用 BIM 技术进行管线综合，避免施工过程中出现管线碰撞和交叉干扰，提高施工效率和质量。

三维可视化技术的应用，不仅可以帮助施工人员更好地理解设计意图，还能优化施工方案，减少返工和浪费。通过虚拟建造，可以在实际施工前发现并解决潜在问题，确保施工过程的顺利进行。

3. 分级质量责任制度

实施分级质量责任制度,明确项目经理、技术负责人、班组长在节能施工中的具体职责,确保每个环节都有专人负责,项目经理负责统筹协调,确保绿色节能施工的总体目标得以实现;技术负责人负责技术方案的制定和实施,解决施工过程中的技术难题;班组长负责现场施工管理,确保每道工序都符合质量标准。建立可追溯的电子化施工日志系统,记录每个施工环节的详细信息,包括材料使用、施工工艺、环境参数等。通过电子化日志,可以实现质量问题的快速追溯和整改,确保施工过程的可控性和透明度。

4. 第三方能效测评与闭环管理

在竣工阶段,引入第三方能效测评机构,对建筑的气密性、室内环境质量等隐性指标进行综合评估,通过专业的检测手段,如鼓风机门法检测建筑气密性,确保建筑的整体节能性能符合设计要求。

室内环境质量评估应包括温度、湿度、空气质量等指标,确保室内环境的舒适性和健康性。通过第三方测评,可以客观地评估建筑的节能效果,为后续的运营和维护提供科学依据。除此之外,形成“设计-施工-检测”的闭环管理,确保每个环节的质量问题都能及时发现和解决。通过闭环管理,可以实现绿色节能施工的全过程质量控制,确保建筑的整体节能性能达到预期目标。

(二) 深化数字化质量监控技术应用

部署物联网传感网络实时监测施工现场的能耗、扬尘、噪音等环境参数,通过边缘计算技术实现超标预警自动推送,以某地的某施工单位为例,通过融合物联网、边缘计算、人工智能等前沿技术,构建起覆盖施工全过程的智能化质量管控系统,具体实施路径包含以下核心模块:

其一,环境参数实时监测网络。施工现场关键节点部署多源传感器集群,形成立体化监测网络,塔吊、围挡等部位安装激光散射式扬尘传感器,精度可达 $\pm 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$;作业面周边设置声级计阵列,实现 55-100dB 噪音值的实时采集;重点用能设备加装智能电表,通过 LoRa 协议传输瞬时能耗数据。

其二,移动化质量管控终端。自主研发的 APP 集成核心数据库,包含国家标准的施工规范库,收录强制性条文;工艺示范视频库提供三维动画演示,涵盖地源热泵安装、真空绝热板铺贴等特殊工艺;质量问题案例库存储近五年工程

案例,支持缺陷特征图像检索。现场人员通过 NFC 扫描建材二维码,可即时获取材料导热系数、燃烧性能等 28 项参数,系统自动比对设计指标生成验收建议书。质量巡查模块内置 AI 语音助手,可解析“外窗气密性检测点间距”等自然语言问题,反馈规范要求 150mm 检测标准。

其三,企业级质量决策平台。基于 Hadoop 架构搭建的质量大数据平台,汇聚全国 7 大气候区、12 类建筑结构的施工数据,形成包含 86 万条质量通病的特征库。采用 XGBoost 算法构建风险预测模型,训练集包含 2015-2022 年间的 412 个项目数据,可提前 60 天预警如夏热冬冷地区 EPS 板脱粘风险(预测准确率 89.3%)、严寒地区幕墙结露概率等质量隐患。知识库系统通过自然语言处理技术,每周自动抓取住建部新颁规范条文,经专家审核后更新至各终端系统,确保技术标准的时效性。

(三) 强化新型节能材料质量管控

为落实“双碳”目标下建筑领域节能减排要求,某省住建部门率先构建“三阶九维”节能材料质量管控体系,其中供应商分级认证制度作为核心模块,通过“源头管控-过程监测-终端追溯”的闭环管理,有效提升真空绝热板、气凝胶等高性能材料应用质量,该体系实施半年来,已实现节能材料质量事故率同比下降 42%,材料损耗率降低 28%。

在制度设计层面,分级认证体系采用“ABC 三级九档”评定标准,将供应商资质、生产工艺、检测能力等 27 项指标纳入量化考核,其中对真空绝热板这类关键材料实施“一物一码”追溯机制,通过区块链技术建立从原材料开采到施工应用的完整数据链。某示范项目应用显示,该机制使材料质量追溯时间由传统 7 天缩短至 2 小时。

检测技术创新方面,项目团队自主研发的“建测通”移动检测平台已获国家专利,该设备集成红外热像、激光光谱等模块,可在施工现场 15 分钟内完成 Low-E 玻璃遮阳系数检测,较实验室检测效率提升 12 倍,针对相变材料特性,开发出非破坏性焓值曲线测定技术,通过动态热流分析实现 95% 以上的检测精度。在某超低能耗建筑项目中,该技术及时发现某批次相变材料相变温度偏差问题,避免近千万元损失。

质量保障体系创新带来显著效益,某绿色建筑示范区统计显示,采用新体系后,建筑外围护结构热工性能达标率由 82% 提升至 97%,单位面积采暖能耗下降 19%,这种变

革推动行业形成“优质优价”的市场机制，倒逼 37 家供应商完成生产工艺升级，行业整体技术水平提升明显。

（四）优化绿色施工工艺流程

创新装配式建筑密封施工工法，研发适用于预制构件接缝的弹性密封胶带自动压贴设备，能够将外围护结构气密性施工效率大幅度提升，在实际应用中，可以结合实际情况改进光伏屋面一体化安装工艺，开发可调节角度的轻型支架系统，实现发电单元与建筑结构的动态适配；另外可以推广地源热泵埋管模块化施工技术，采用高精度导向钻机控制钻孔垂直度偏差在 0.5% 以内，确保换热系统能效达标；在条件允许的情况下还可以定期革新建筑遮阳构件安装方式，运用 BIM 放样机器人实现百叶角度、间距的毫米级定位安装，提升遮阳设施的实际节能效果。

（五）培育专业化质量管理队伍

在“双碳”目标指引下，建筑行业正经历着从传统粗放型向绿色集约型的深刻转型，要实现施工过程中节能降耗目标值降低、碳排放强度下降的目标，关键在于构建专业化的人力资源支撑体系。通过系统化的人才培养机制，将绿色理念转化为可操作的施工标准，使节能技术真正落地生根。

1. 阶梯式能力提升体系

针对项目管理团队，重点强化绿色建造标准的内化能力，例如，某建筑集团开展的“绿色项目经理认证计划”中，通过 3 个月的专题研修，系统学习《绿色建筑评价标准》核心指标，结合 BIM 技术开展能耗模拟分析实训；结业项目要求学员完成既有建筑绿色改造方案设计，经第三方机构认证后纳入企业案例库。这种理论与实践结合的培养模式，使项目经理对围护结构热工性能优化、可再生能源系统集成等关键技术点的把控能力显著提升。

2. 搭建产学研协同创新平台

与高校共建绿色建筑产业学院已成为行业新趋势，例如，中建某局与同济大学联合成立的“智慧建造实验室”，开发了涵盖 30 余种绿色施工场景的虚拟仿真系统，其中太阳能光伏屋面安装模拟系统，可实时反馈组件倾角偏差对发电效率的影响；雨水回收系统调试模块可模拟不同降雨强度下的系统运行工况。参训学员在虚拟环境中平均完成 7 次全流程演练后，现场实操一次合格率达到 98%，这种“数字孪生+反复试错”的培养模式，大幅降低了新技术应用的学习成本。

3. 建立全过程绩效导向机制

在郑州某 LEED 金级认证写字楼项目中，施工企业创新实施“绿色绩效积分制”，将材料损耗率、临时设施重复利用率等 8 项核心指标纳入考核体系，开发移动端数据采集系统实时记录施工过程；项目结束时，安装班组因实现型钢支架 100% 可拆卸重复使用获得专项奖励，砌筑班组因再生骨料使用比例超标 30% 获得技术创新加分，这种量化考核机制推动项目整体废弃物产生量降低 45%，节能指标超额完成 15 个百分点。

总体来说，建筑业正加快构建“培训体系-实践平台-考核机制”三位一体的人才培养闭环，通过分级分类的能力塑造、虚实结合的技能淬炼、数据驱动的绩效激励，持续培育既懂绿色技术规范又具创新实践能力的专业化队伍，这不仅是实现绿色施工目标的关键支撑，更是推动行业转型升级的核心动能。

结语：

综上，绿色节能建筑施工质量管理的深化实施，需要技术标准、管理机制、人员素质的协同提升，伴随着新时期技术手段的不断更新和完善，在未来建筑行业的发展中，应着力构建智慧化质量管控系统，实现能耗数据实时监测、质量缺陷智能诊断、整改方案自动生成的全链条管理。建议行业主管部门加快编制专项施工质量验收规范，支持企业建立绿色施工技术创新联盟，通过质量管理的持续改进真正释放绿色建筑的环境效益。

参考文献：

- [1] 徐志明, 冯光磊. 绿色节能建筑施工技术及实施关键点 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2023(5):3.
- [2] 焦鹏. 建筑工程施工中的绿色节能施工技术探究 [J]. 中文科技期刊数据库 (引文版) 工程技术, 2023(5):4.
- [3] 杜景尧. 绿色节能建筑施工技术质量控制与管理 [J]. 电脑爱好者 (校园版), 2023(1):162-163.
- [4] 徐弋根. 浅谈建筑工程施工中的绿色节能施工技术 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2023(4):4.
- [5] 徐俊杰. 房屋建筑工程施工中的绿色节能施工技术应用分析 [J]. 建筑技术开发, 2024, 51(5):68-70.
- [6] 孙晓啡. 绿色建筑节能施工技术应用关键要点探讨 [J]. 中国战略新兴产业, 2024(23):125-127.