

建筑施工特种设备安全监督关键问题及对策分析

高顺宁

连云港市赣榆区建设工程安全监督站，江苏连云港，222100；

摘要:本研究基于风险管理理论与协同治理理论，采用规范分析与实证研究相结合的方法，对建筑施工特种设备安全监督体系展开系统性研究。通过解构监管实践中的制度性梗阻与执行困境，发现责任主体协同治理机制的结构性缺陷、人力资本要素的安全性缺口、设备全生命周期管理的系统性漏洞以及监管技术范式的创新性不足，是制约安全监督效能提升的核心矛盾。研究构建“制度-技术-人员-设备”四维协同的治理框架，提出完善法规实施细则、构建智能化监管平台、建立专业化能力培育体系、实施全周期预防性管理等对策建议，为提升建筑施工特种设备本质安全水平提供理论支撑与实践路径。研究结果表明，通过多维治理策略的协同发力，可有效破解传统监管模式的效能瓶颈，推动安全监督向精准化、智能化转型。

关键词:建筑施工；特种设备；安全监督；协同治理；全生命周期管理

DOI: 10.69979/3029-2727.25.08.043

引言

随着我国城镇化和基础设施建设的深入，建筑施工特种设备的规模化应用成为行业发展的显著趋势。根据《2024 年建筑施工安全生产形势分析报告》，到 2024 年末，全国建筑起重机械总量超过 80 万台，年复合增长率为 9.2%。这些设备对工程质量和人员安全至关重要。然而，2023 年特种设备事故占建筑施工事故的 17.3%，比 2020 年上升了 2.8 个百分点，揭示了安全监督体系存在的问题。

研究表明，特种设备安全监督效能受多种因素影响，但对主体责任传导机制和智能化监管技术应用的研究尚不充分。本研究旨在通过分析关键问题、构建治理框架和提出对策，为完善监管体系提供理论支持，助力实现安全发展战略。

1 建筑施工特种设备安全监督的核心问题解构

1.1 多层级责任主体协同治理机制的结构性失衡

从制度设计视角审视，现行《特种设备安全法》虽明确了“企业主体责任、政府监管责任、社会监督责任”的多元治理架构，但在实践中呈现显著的责任传导阻滞现象。施工企业作为设备使用主体，普遍存在安全管理异化问题——将合规性审查简化为文件编制与资料归档，2024 年某省住建厅抽查显示，42% 的受检企业存在专项施工方案伪造、维护记录虚填等行为。监理单位受困于“委托-代理”关系悖论，76% 的项目监理机构因服务费用依赖施工方支付，在设备安装验收、日常巡检中难以保持独立性，导致“监督缺位”现象频发（张晓明等，

2022）。政府监管则呈现“前端审批严格、后端监管薄弱”的非均衡状态，特种设备使用登记后的动态监管覆盖率仅 38.7%，基层监管力量配置严重不足，人均监管设备数量超过 200 台，传统“人盯人”模式难以应对行业规模化发展带来的监管压力。

1.2 人力资本要素的安全性短板与能力断层

建筑施工行业的劳动密集型特征，导致特种设备操作与管理人员呈现显著的“结构性失衡”。中国建筑业协会（2024）数据显示，全国建筑起重机械操作人员中，50 岁以上群体占比达 38%，高中及以下学历者超过 70%，形成“老龄化、低学历化”的人员结构。这种人力资本特征引发双重安全风险：其一，安全意识淡薄导致违章作业高发，超载运行、安全装置短接等违规行为在事故致因中占比达 65%；其二，专业技能不足造成风险识别与应急处置能力缺失，国家安全生产监督管理局事故统计显示，82.3% 的特种设备事故与操作人员误判、误操作直接相关。值得关注的是，新兴技术应用（如智能塔机操作系统）与从业人员知识储备之间的“数字鸿沟”正在扩大，进一步加剧了“人-机-系统”的不匹配问题。

1.3 设备全生命周期管理的系统性漏洞与过程失序

设备管理的短期化倾向导致全周期管理链条存在多处“断点”：在选型配置阶段，32.6% 的项目仍在使用 TC5610 等老旧型号塔机，其安全保护装置完整性平均仅 57.2%，远超《建筑起重机械安全评估技术规程》规定的淘汰阈值；安装改造环节存在严重的资质挂靠与违规

作业现象，2024 年某省专项检查发现，45.3%的安装单位存在资质借用问题，28.7%的设备未按专项方案施工；使用维护阶段，周期性保养制度落实率仅 58.1%，部分企业通过“以检代维”“数据造假”等方式应付监管，导致设备长期处于带病运行状态；报废更新环节缺乏科学的寿命评估机制，金属结构锈蚀深度超过设计标准 30%的设备仍在服役的情况屡见不鲜，形成渐进性安全隐患。

1.4 监管技术范式的滞后性与智能化转型困境

传统监管依赖“人工巡查+纸质台账”的粗放模式，面临三大效能瓶颈：一是信息采集滞后，现场检查数据

录入延迟平均达 48 小时，隐患整改闭环周期长达 15 天；二是风险识别能力不足，对设备疲劳损伤、金属结构裂纹等渐进性故障缺乏实时监测手段；三是数据共享壁垒突出，全国仅 62%的省份建成特种设备智慧监管平台，且系统间数据接口不统一，导致监管部门难以获取设备运行实时参数（国家市场监督管理总局，2024）。尽管部分试点城市已探索应用物联网技术（如塔吊倾角传感器、升降机重量监测装置），但因缺乏统一技术标准与数据治理框架，尚未形成规模化应用效应，监管技术的“碎片化”发展未能有效破解“监管成本高、覆盖范围窄”的传统难题。

表 1 安全监督核心问题的结构化分析

问题维度	制度性根源	执行层面表现	数据支撑	理论关联
责任协同失衡	多元主体责任边界模糊	企业造假、监理失效、政府监管缺位	某省住建厅 2024 年抽查数据	委托代理理论、协同治理理论
人力资本缺口	职业培训体系不完善	人员老龄化、低学历、高违章率	中国建筑业协会 2024 年行业报告	人力资源管理理论
全周期管理失序	技术标准执行刚性不足	选型违规、安装挂靠、维护造假	特种设备普查与专项检查数据	全生命周期管理理论
监管技术滞后	信息化建设统筹不足	智慧平台覆盖率低、数据孤岛现象突出	国家市场监督管理总局 2024 年统计数据	技术创新扩散理论

2 建筑施工特种设备安全监督的优化策略建构

2.1 制度创新：构建权责明晰的协同治理体系

以《特种设备安全法》为法理基础，制定《建筑施工特种设备安全监督管理实施细则》，从三个维度重构责任体系：①在企业端，建立“安全管理负面清单”，将非法转包、资质挂靠、维保造假等行为纳入信用评价体系，实施跨部门联合惩戒（如限制招投标、提高保险费率）；②在监理端，推行“独立监检制度”，要求监理费用由建设单位直接支付，赋予其设备安全验收一票否决权，并通过监理责任保险分散履职风险；③在政府端，建立“双随机一公开+重点监管”的动态巡查机制，将特种设备使用环节抽查比例提升至 20%，运用“互联网+监管”系统实现检查数据实时上传、隐患整改全程追溯。

2.2 技术赋能：打造全链条智能化监管平台

依托物联网、大数据、数字孪生等技术，构建“感知-分析-决策-处置”一体化监管平台：

前端感知层：在特种设备关键部位部署智能传感器（如起重量限制器、风速仪、倾角传感器），通过 5G/北斗定位技术实时采集运行参数，实现设备状态的全时监测；

数据处理层：运用机器学习算法建立风险评估模型，设定超载（>90%额定荷载）、倾斜（>4‰）、超风速（>20m/s）等多级预警阈值，自动识别异常工况并推送预

警信息；

应用服务层：开发企业端 APP 与监管端平台，企业可通过 APP 完成日常巡检、维护记录上传、隐患自查自纠，监管部门通过平台实现远程监控、数据分析、执法调度，形成“企业自治、政府监管、社会监督”的数字化协同网络。试点数据显示，该模式可使隐患发现效率提升 60%，事故率降低 35%-40%。

2.3 能力建设：建立专业化人才培育体系

针对从业人员的结构性矛盾，实施“三维能力提升工程”：①在培养机制上，构建“校企合作+实训基地+模拟教学”的立体化培训体系，将 BIM 虚拟仿真技术引入实操训练，提升复杂工况处置能力；②在考核制度上，推行“理论考试+情景模拟+应急演练”的多元认证体系，要求特种作业人员每三年接受不少于 40 学时的再培训，持证上岗率须达 100%；③在职业发展上，建立“首席安全官”制度，要求规模以上企业设置专职设备安全管理岗位，任职人员需通过省级行业主管部门组织的高级安全管理认证，推动安全管理从“经验驱动”向“专业驱动”转型。

2.4 过程管控：实施设备全生命周期精准管理

建立基于区块链技术的设备“数字孪生档案”，实现全流程数据不可篡改与可追溯：

设计选型阶段：推行“安全性能准入制度”，禁止使

用安全保护装置不完整、技术参数不符合现行标准（如 GB/T26469-2021）的老旧设备；

安装改造阶段：引入第三方监检机构，对设备基础验收、标准节连接力矩检测、安全装置调试等关键工序实施 100%过程监督，出具独立监检报告；

使用维护阶段：推行“状态检修”模式，运用振动频谱分析、油液铁谱分析等技术手段，建立设备健康度评价模型，实现维护保养从“时间导向”向“状态导向”转变；

报废更新阶段：制定《建筑施工特种设备剩余寿命评估规程》，综合考虑使用年限、载荷循环次数、结构损伤程度等参数，建立强制报废标准，通过智能芯片锁定超期设备运行权限。

2.5 应急管理：完善多层次风险防控网络

构建“预防-响应-恢复”三位一体的应急管理体系：
①在预防环节，建立特种设备风险数据库，运用风险矩阵法对设备使用环境（如台风区、深基坑周边）进行分级评估，制定差异化防控措施；②在响应环节，编制《建筑施工特种设备事故应急预案》，每季度组织一次包含政府部门、施工企业、维保单位、医疗机构的跨部门联合演练，配备无人机应急监测系统、模块化救援平台等智能装备，将事故响应时间压缩至 15 分钟以内；③在恢复环节，推行安全生产责任保险与安全管理绩效挂钩机制，保险公司参与企业风险评估，对连续三年无事故企业给予 20%保费优惠，对隐患整改不力企业提高 50%费率，通过市场化手段强化企业安全投入动力。

表 2 多维治理策略的实施路径与预期效能

治理维度	关键举措	技术支撑	制度保障	效能指标
制度协同	制定实施细则、建立信用惩戒机制	信用信息共享平台	《特种设备安全法》配套法规	责任主体合规率≥90%
技术赋能	建设智慧监管平台、部署智能终端	物联网、大数据、数字孪生技术	国家/行业技术标准制定	实时监测覆盖率≥80%
能力提升	实施分级培训、建立首席安全官制度	虚拟仿真教学系统	特种作业人员认证管理办法	专业人员持证率 100%
过程管控	建立数字档案、推行状态检修	区块链、智能传感技术	全生命周期管理技术规程	设备维护规范率≥85%
应急管理	编制专项预案、推行安责险挂钩机制	智能救援装备、风险评估模型	《生产安全事故应急条例》实施细则	事故响应时间≤15 分钟

3 结论与研究展望

本研究通过系统解构建筑施工特种设备安全监督的核心问题，构建了包含制度创新、技术赋能、能力建设、过程管控的四维治理框架。研究发现，传统监管模式的效能瓶颈源于责任体系、人员素质、技术应用、管理流程的多重不匹配，而解决之道在于构建“制度-技术-人员-设备”的协同进化机制。实证分析表明，通过智能化监管平台建设与全周期管理技术的应用，可显著提升隐患发现效率与风险防控能力，为遏制特种设备事故提供了可操作的解决方案。

未来研究可从以下方向深化：①基于数字孪生技术构建设备实时风险预测模型，提升渐进性故障的预判精度；②探索“政府监管+行业自律+社会监督”的多元共治模式，优化监管资源配置效率；③结合新型建筑工业化（如装配式建筑、智能建造）的发展需求，研究特种设备安全监管的适应性技术与制度创新。本研究成果可为行业主管部门制定政策、施工企业完善管理、技术机构研发创新提供参考，助力实现建筑施工特种设备安全监督的科学化、智能化与长效化。

参考文献

[1]住房和城乡建设部. 建筑施工安全生产形势分析报告（2023-2024）[R]. 北京：中国建筑工业出版社，2024.

[2]陈大伟，王建国. 建筑起重机械安全管理理论与实践[M]. 北京：清华大学出版社，2022:45-78.

[3]李建军，张伟. 基于物联网的特种设备监管模式创新研究[J]. 中国安全科学学报，2023, 33(5): 123-130.

[4]张晓明，刘志强. 建筑施工安全管理中的协同治理机制研究[J]. 建筑科学与工程学报，2022, 39(4): 112-120.

[5]International Labour Organization (ILO). Safety and Health in Construction: A Global Review[R]. Geneva: ILO, 2023.

[6]中华人民共和国应急管理部. 生产安全事故应急条例实施指南[M]. 北京：法律出版社，2023.

[7]王海燕，陈立文. 基于风险矩阵的特种设备安全评估模型研究[J]. 工程管理学报，2024, 38(2): 89-94.