

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、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总局事故统计显示，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	多元主体权责边界模糊	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	国家市场监管总局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，通过智能芯片锁死超期设备运行权限。

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.