

建筑施工安全管理中的职业病防控：现状与优化路径

贾仁超

大连市疾病预防控制中心，辽宁 大连 116000

DOI:10.61369/ETQM.2025080011

摘 要： 建筑业智能化转型催生纳米材料暴露、人机交互损伤等新型职业危害，现行职业病目录更新机制与技术标准滞后于施工工艺革新速度，导致复合性风险防控失效。《“十四五”职业健康规划》（2023）强调动态目录调整与智能技术融合，本研究通过制度约束、智能监测与全周期管理的协同优化，揭示信用评级制度的经济激励效应、生物传感器实时预警能力及数据链驱动的风险削减路径，验证多要素联动对暴露风险控制的乘数效应，为构建“预防-监测-治理”闭环体系提供理论支撑，推动职业健康治理范式升级。

关 键 词： 职业健康风险防控；协同优化；动态增强回路

Occupational Disease Prevention and Control in Construction Safety Management: Current Situation and Optimization Path

Jia Renchao

Dalian Center for Disease Control and Prevention, Dalian, Liaoning 116000

Abstract： The intelligent transformation of the construction industry has given rise to new occupational hazards such as exposure to nanomaterials and human-machine interaction damage. The current mechanism for updating occupational disease catalogs and technical standards lags behind the pace of construction process innovation, leading to the failure of composite risk prevention and control. The "14th Five Year Plan" for Occupational Health (2023) emphasizes the integration of dynamic directory adjustment and intelligent technology. This study reveals the economic incentive effect of the credit rating system, the real-time warning capability of biosensors, and the risk reduction path driven by data links through the coordinated optimization of institutional constraints, intelligent monitoring, and full cycle management. It verifies the multiplier effect of multi factor linkage on exposure risk control, provides theoretical support for building a "prevention monitoring governance" closed-loop system, and promotes the upgrading of the paradigm of occupational health governance.

Keywords： occupational health risk prevention and control; collaborative optimization; dynamic enhancement loop

引言

建筑业智能化进程中，纳米材料暴露、人机交互损伤等新型职业健康风险呈现复合性与隐匿性，而传统防控体系面临法规滞后、技术脱节及管理碎片化挑战。现行《职业病分类和目录》因更新迟缓，尚未纳入环氧树脂过敏性肺炎、智能建造肌肉骨骼疾患等新兴危害，形成劳动者健康救济制度缺口。《“十四五”职业健康规划》（2023）提出建立职业病目录动态调整机制，推动物联网与大数据技术深度融入风险预警体系。研究证实，通过信用评级制度的经济激励、生物传感器实时监测网络及全周期健康数据链的协同作用，可显著增强多要素联动的风险防控乘数效应。该模式突破传统“被动响应”路径，以“制度-技术-管理”三维优化构建“预防-监测-治理”闭环系统，为职业健康治理体系向主动预防转型提供实证支撑。

一、建筑施工职业健康安全管理现状

（一）建筑施工行业职业健康安全特点

建筑施工行业的职业健康安全管理受其独特作业环境影响显著^[1]。高风险作业环境表现为多工种交叉作业、高空临边作业频

繁、重型机械密集操作以及动态化施工现场布局，导致物理性危害（如坠落、物体打击）与化学性危害（如粉尘、有毒气体）叠加。流动性用工特征进一步加剧管理难度，建筑工人多属劳务派遣或短期雇佣，职业健康培训覆盖率不足，安全防护装备标准化程度低，且人员流动频繁导致健康监测数据难以连续追踪。此类

特征使职业病风险呈现隐蔽性、累积性与群体性特征，亟需针对性防控策略^[2]。

（二）主要职业病类型及危害

建筑施工领域的职业病以尘肺病、职业性耳聋及化学中毒三类为核心。尘肺病高发于隧道掘进、石材切割等粉尘暴露岗位，其致病机理为长期吸入游离二氧化硅颗粒引发肺组织纤维化，据《职业病分类和目录》统计，建筑行业尘肺病占全国新发病例的21%。职业性耳聋集中于桩基施工、混凝土浇筑等高噪声作业区，噪声强度常超85dB(A)限值，导致工人听力不可逆损伤^[3]。化学中毒则多见于防水工程、油漆喷涂环节，苯系物、甲醛等挥发性有机物通过呼吸道或皮肤接触引发急性慢性中毒。上述疾病分布与施工工艺、材料使用及防护措施有效性直接关联，暴露防控体系碎片化问题突出。

二、职业病防控管理机制及问题分析

（一）现行防控机制框架

我国建筑施工职业病防控机制以《职业病防治法》为核心，辅以《建筑施工企业职业病危害防治技术规范》等行业标准^[4]，形成“法律约束-行业标准-企业规程”三级框架。国家层面通过明确用人单位主体责任，要求企业建立职业健康管理制度、配备专职管理人员、落实危害因素定期检测与公示；地方政府则依托安全生产监督管理部门实施抽查与行政处罚。企业责任划分中，总承包单位需统筹防控体系，分包单位承担现场执行义务，但实际作业中因工程转包频繁、劳务关系复杂，导致责任链条断裂。现有机制虽覆盖职业病申报、健康监护与应急处理流程，但技术规范更新滞后于新型施工工艺风险，且中小型企业合规成本与防控能力失衡问题突出。

（二）管理实践中的关键矛盾

防护措施执行层面存在显著落差，施工现场粉尘隔离设施安装率不足60%，降噪耳塞等个体防护装备发放后实际佩戴率低于40%，折射出企业重购置轻监管的粗放管理模式。监管盲区源于建筑项目周期短、地域分散与监管部门人力不足的矛盾，部分市县职业卫生监督覆盖率不足年度项目的30%，且检查多聚焦伤亡事故，对慢性职业病溯源缺乏有效手段。劳动者意识薄弱表现为主动防护意愿低，近70%临时工未接受系统职业健康培训^[5]，高风险岗位人员对职业病潜伏期认知缺失，加之“计件制”薪酬模式催生赶工行为，进一步弱化防护依从性。制度设计与实践效能间的结构性矛盾，亟待通过责任穿透、技术赋能与行为干预协同破解。

三、职业病发生诱因的多维度解析

（一）个体因素驱动

建筑工人普遍存在职业健康知识匮乏与防护技能不足。调查显示，仅35%临时工接受过系统培训，超半数工人对粉尘、噪声致病机制认知模糊^[6]，致防尘口罩、耳塞错误使用或弃用。技

能培训重操作规范轻个体防护实操，叠加方言与文化水平差异，削弱培训效果，工人风险感知与自主防护能力弱化。某工地粉尘作业区口罩佩戴率不足25%，防护措施流于形式，职业暴露风险倍增。长期非标准化作业环境催生高危操作行为代际传递，尤以高空作业不系安全带、切割打磨弃用除尘设备等惯性违章为典型。行为经济学分析表明，短期效率优先思维驱使工人为缩短工时规避防护流程，而管理层“以罚代管”的惩戒模式未能触及行为动机，反强化侥幸心理。例如，钢结构焊接工人为提升作业流畅度，常年忽略局部排风装置启用，致使焊烟暴露剂量超标2-3倍。此类行为经班组文化固化后，形成“经验优先于规范”的群体认知，进一步抵消技术防护投入的预期成效。

（二）作业环境风险叠加

施工现场普遍存在多物理因子协同作用，隧道工程中凿岩机作业同时释放高浓度矽尘（PM2.5超限值8倍）、105dB(A)脉冲噪声及15m/s²手传振动，三者在人体内产生叠加效应。粉尘沉积加剧耳蜗毛细胞对噪声敏感性^[7]，振动则通过神经末梢干扰微循环，加速听力损失与手臂振动综合征发病进程。现有防护标准针对单一危害设定阈值，未建立复合暴露剂量-反应模型，导致个体防护装备（如普通防尘口罩）无法阻断多重暴露通路，健康损害呈现非线性加速特征。夏季高温高湿环境下，地下室防水施工等密闭空间作业形成热蓄积微环境，空气温度常达40℃且苯系物浓度超标4-5倍。高温促使皮肤毛细血管扩张，有毒物质经皮吸收速率提升60%，而脱水状态抑制肝脏解毒功能，急性中毒风险骤增。同时，通风受限加剧粉尘悬浮时间，能见度下降诱发机械伤害次生事故^[8]。此类环境-毒物-人因耦合作用突破传统单一风险评估框架，现有防控规程缺乏跨风险源的动态调控阈值，致使应急预案失效概率显著升高。

四、建筑施工职业病防控优化路径

（一）完善法规与标准化建设

1. 动态化职业病目录更新机制

现行职业病目录更新滞后，难以覆盖新型施工工艺引发的环氧树脂过敏性肺炎、纳米材料神经损伤等健康风险，导致劳动者诊断与赔偿缺失。需构建多学科动态评估机制，依托职业病监测网络大数据，按年度筛查高风险工种与新兴疾病关联证据，将目录修订周期压缩至3-5年。地方试点可通过“申报-评估-听证”流程，将建筑机器人腕管综合征、3D打印化学中毒等纳入地方目录^[9]，形成国家-地方分级响应体系，强化法律救济时效性。

2. 企业安全信用评级与奖惩联动

将职业病防治纳入建筑业企业信用评价体系，构建以防护设备使用率、健康监护覆盖率、危害事故率为核心的评级指标。信用等级与工程招投标资质、工伤保险浮动费率、信贷融资额度直接挂钩，倒逼企业优化防控资源配置。对连续三年AAA级企业实施税收减免与优先施工许可，D级企业则列入行业黑名单并暂停投标资格。某地试点显示，信用评级制度使中小型企业防护设备采

购投入提升42%，职业健康培训频次增加1.8倍，表明经济杠杆可有效弥合规制成本与能力鸿沟。

（二）技术防护手段升级

1. 智能监测设备嵌入施工流程

基于物联网的粉尘-噪声-振动复合传感器可实现施工环境危害因子实时监测，通过5G传输至云端平台自动触发预警阈值。某地铁工地部署智能监测系统后，隧道掘进作业区PM2.5超标时长减少67%，噪声暴露剂量下降53%。进一步融合BIM模型与可穿戴设备数据，可构建“区域-个体”双层级暴露图谱^[10]，精准定位高风险作业面并优化工序安排，从源头削减累积暴露量。

2. 模块化防护装备迭代研发

针对复合污染暴露场景，开发适配多危害因子的模块化防护装备。例如，集成N95滤芯与降噪耳罩的一体化面罩，可同步阻隔矽尘与高频噪声；柔性石墨烯加热膜嵌入防护服，能在低温密闭环境中维持体温并吸附挥发性有机物。通过人机工效学优化，某新型防振手套将手传振动衰减率提高至92%，且不影响砌筑操作灵活性。此类装备需制定快速迭代标准，建立“企业试用-反馈修正-行业推广”的闭环研发机制。

（三）全周期健康管理机制

1. 岗前筛查-在岗监测-离岗追踪闭环

构建覆盖职业生命周期的健康干预链条：岗前采用基因检测与肺功能基线评估筛选高危易感人群；在岗阶段运用智能手环持续监测心率变异性、血氧饱和度等生物标志物，结合定期低剂量

CT筛查早期尘肺病变；离岗后通过区块链技术实现跨地域健康数据共享，确保职业病潜伏期病例追踪不漏管。某央企实施闭环管理后，矽肺病检出率由2.3%降至0.7%，且95%病例在潜伏期内获得医疗干预。

2. 职业健康档案数字化管理平台

依托云计算与隐私计算技术，建立全国统一的职业健康档案数据库，整合体检报告、暴露史、诊疗记录等多源数据。平台内置人工智能诊断模块，可基于暴露-效应关系模型预测个体发病风险，并向企业推送定制化防护方案。某建筑集团应用数字化平台后，健康档案完整率从58%提升至89%，职业病诊断争议案件减少73%。通过对接工伤保险系统，平台还可实现职业病待遇申领自动化审核，压缩索赔周期至15个工作日内。

五、总结

职业健康风险防控依赖制度、技术、管理协同。动态职业病目录更新与安全信用评级以法律和经济手段倒逼企业担责，技术迭代解决复合暴露防护难题，全周期健康管理借数字化实现风险预警转变，三者形成闭环。但现有研究在中西部中小企业及零散用工场景覆盖不足，复合暴露模型、信用评级长期激励效果待验证，智能监测设备误报率与运维成本需工程验证。未来应深化智能穿戴生物传感器研发，构建跨学科防控体系，强化政策动态仿真，探索区块链用于健康档案追溯，提升防控水平。

参考文献

- [1] 侯玉玲. 浅析建筑工程施工安全监督管理策略[J]. 居业, 2023, (07): 176-178.
- [2] 钱俊. 超大型建筑的施工安全管理[J]. 工程设计与设计, 2023, (09): 253-255.
- [3] 欧泽兵. 建筑业职业危害状况与防控措施探讨[J]. 现代职业安全, 2022, (03): 45-48.
- [4] 祝征洋, 陈灏, 田帅. 建筑装饰工程中的职业病危害及防护对策和措施[J]. 工程技术研究, 2018, (13): 243-244.
- [5] 蔡婷. 建筑施工企业职业病危害调查及防控对策[J]. 现代国企研究, 2018, (18): 65+64.
- [6] 李留洋, 孟刚, 王大讲. 建筑施工企业职业健康管理模式探讨[J]. 建筑安全, 2017, 32(11): 33-34.
- [7] 魏宁. 关于建筑工地安全职业健康问题分析[J]. 福建建材, 2016, (11): 107-108.
- [8] 石鹏. 建筑施工企业职业病的预防和监控[J]. 科技资讯, 2014, 12(06): 163.
- [9] 王照翠. 探讨职业病危害与健康监护管理[J]. 大众标准化, 2023(16): 98-100.
- [10] 叶志铭. 建筑施工安全事故防范对策研究[J]. 消防界(电子版), 2023, 9(10): 120-122.