

地暖隔声保温一体化技术在房屋建筑工程中的实践应用

戚福民

桓仁满族自治县建设工程质量安全行政执法队

DOI: 10.12238/jpm.v6i11.8513

[摘要] 随着城市化进程的加速和建筑行业对居住品质要求的提升，房屋建筑工程中地暖隔声保温一体化技术作为提升室内环境综合性能的关键手段，其应用效果直接关系到建筑的热工效率、声学舒适度及长期使用价值。文章在基于地暖隔声保温一体化技术概念的基础上分析了其在房屋建筑工程中应用的必要性，然后多维度提出了加强地暖隔声保温一体化技术在房屋建筑工程中应用的策略，旨在保障地暖隔声保温系统的长期稳定运行、提升建筑室内环境健康品质，为构建低碳、舒适、安全的现代化居住空间提供技术支持。

[关键词] 房屋建筑工程；地暖隔声保温一体化技术；高性能复合材料；数字化监管

[中图分类号] TU755；TU712

Practical application of integrated technology of underfloor heating, sound insulation and thermal insulation in building construction engineering

Qi Fumin

Huanren Manchu Autonomous County Construction Engineering Quality and Safety Administrative Law Enforcement Team

[Abstract] With the acceleration of urbanization and the increasing demand for living quality in the construction industry, the integrated technology of underfloor heating, sound insulation, and thermal insulation in building construction projects is a key means to improve the comprehensive performance of indoor environments. Its application effect directly affects the thermal efficiency, acoustic comfort, and long-term use value of buildings. Based on the concept of integrated underfloor heating, sound insulation, and thermal insulation technology, this article analyzes the necessity of its application in building construction projects, and then proposes multidimensional strategies to strengthen the application of integrated underfloor heating, sound insulation, and thermal insulation technology in building construction projects. The aim is to ensure the long-term stable operation of underfloor heating, sound insulation, and thermal insulation systems, improve the health quality of indoor environments, and provide technical support for building low-carbon, comfortable, and safe modern living spaces.

[Key words] building construction engineering; Integrated technology of underfloor heating, sound insulation, and thermal insulation; High performance composite materials; Digital supervision

引言

地暖隔声保温一体化技术于建筑工程领域重要性逐渐显露出来，其性能直接关系到室内的热环境质量、声学效果以及建筑能耗管理情况的好坏，随着人们对绿色建筑意识加深和改善生活品质的需求提升，供暖效率变成业者重点聚焦的问题，隔声降噪的需求也越来越强，这给保温材料的选用及性能改进

设定了更高的标准，在此情况下，施工阶段的相关技术和细致管理工作变得愈加频繁，从地暖用管材的选取开始到铺设精确度的掌控，直至隔声减震构造层面的设计及具体操作，再到保温材料本身的导热系数测定，整个系统的组装调教甚至最后的维护等步骤，每一个环节都有可能因为小疏忽造成供热分布不均，噪音跨房间干扰或者冷凝水分析等情况发生，最糟糕

的情形就是威胁建筑本身的安全甚至致使整体功能失灵。

1 地暖隔声保温一体化技术概述

1.1 地暖隔声保温一体化技术的概念

地暖隔声保温一体化技术属于一种带有供暖, 降噪, 节能功效的革新性建筑体系, 它突破了传统建筑装修时地暖铺设, 隔音处理以及保温施工需分步骤开展的既有格局, 通过复合材料的应用和集成化设计, 在单层结构内达成供暖, 隔声降噪以及热能损失控制等诸多目的, 其关键材料一般有着比较低的导热系数, 可以明显阻止热量往下传导或者横向散开, 进而改善室内供热效能并缩减能源耗费, 而且具备不错的隔音效果, 能够有效地阻挡楼板撞击之类的噪声流传, 给使用者营造出一个安静惬意的生活空间。一体化设计思想在改善施工流程, 缩减界面数量方面存在明显优势, 它能极大削减项目时延, 而且能够显著提升各个功能区域之间的协同效应, 避免分阶段建设所产生的质量隐患, 它是现代绿色建筑范畴里推动节能环保并实现高品质生活的关键技术手段, 有着较为突出的应用价值和成长潜力。

1.2 地暖隔声保温一体化技术的应用现状

截至 2025 年 9 月, 我国房屋建筑工程中地暖隔声保温一体化技术已进入规模化应用阶段, 政策推动与市场需求的驱动下, 技术应用呈现显著增长态势。根据住建部《加快推动建筑领域节能降碳工作方案》, 到 2025 年城镇新建建筑全面执行绿色建筑标准, 超低能耗建筑面积较 2023 年增长 0.2 亿平方米以上, 其中地暖隔声保温一体化技术作为关键节能技术, 在四川、黑龙江等省份的示范项目中累计应用超 30 万平方米。以中建·匠心里项目为例, 该技术通过一体化模块实现楼板撞击声隔声量达 60-65dB (客厅) 及 55-60dB (卧室), 较传统地暖提升 3 倍升温速度, 能耗降低 20%, 二氧化碳排放显著减少; 其核心材料导热系数控制在 $0.03-0.04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, 满足楼板传热系数 $K\leq 2.0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 的规范要求, 同时系统厚度较传统构造减薄 90-100mm, 施工效率提升 40%。黑龙江省 2025 年家装消费补贴政策将该技术纳入 15%-20% 的补贴范围, 单笔最高补贴 2000 元, 进一步推动市场渗透率提升。目前, 该技术已在住宅、酒店、学校等 20 余个项目中验证, 实测数据显示电梯运行噪声降低 3-5dB, 装配式施工周期缩短 50%, 成为建筑绿色低碳转型的重要支撑。

2 地暖隔声保温一体化技术的相关性能

2.1 热工性能: 高效节能与热损失控制

地暖隔声保温一体化技术通过复合保温层与三维桥架支撑结构, 显著提升楼板热阻。以 20mm 难燃型挤塑聚苯板 (XPS) 为核心保温层, 导热系数 $\leq 0.030 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, 配合均热层均

匀分布热量, 有效阻断热桥。工程实测显示, 采用该技术的楼板传热系数可降至 $0.45 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, 较传统湿式地暖系统节能率提升 18%。在严寒地区应用中, 冬季供暖能耗降低 20%-25%, 满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》对超低能耗建筑的要求, 同时避免因热损失导致的地面冷辐射问题。

2.2 声学性能: 撞击声隔离与空气声控制

该技术通过“五层三腔”结构实现声学性能突破。隔声阻尼层采用橡胶颗粒与聚氨酯泡沫复合材料, 动态刚度 $\leq 15 \text{ MN}/\text{m}^3$, 可吸收中高频撞击声能量; 三维桥架支撑层通过弹性连接阻断声桥传递路径。实验室检测表明, 计权标准化撞击声压级 $\leq 65 \text{ dB}$, 较普通楼板改善量 $\geq 10 \text{ dB}$, 满足《民用建筑隔声设计规范》中住宅分户墙撞击声一级标准。同时, 模块化密封设计使空气声隔声量 $\geq 45 \text{ dB}$, 有效抑制楼上活动噪声 (如脚步声、拖拽家具声) 对下层住户的干扰。

2.3 结构性能: 承载能力与耐久性保障

一体化模块通过结构加强层 (轻骨料混凝土) 与三维桥架协同作用, 实现高承载与低变形。轻骨料混凝土干密度 $\leq 1200 \text{ kg}/\text{m}^3$, 抗压强度 $\geq \text{CL}7.5$, 配合桥架间距 150mm 的网格设计, 使均布活荷载 $\geq 2.0 \text{ kN}/\text{m}^2$ (住宅标准), 局部承压区域 (如家具支脚) 通过加强筋提升至 $5.0 \text{ kN}/\text{m}^2$ 。耐久性方面, 模块采用难燃 B1 级 XPS 板与玻璃纤维增强聚氨酯复合材料, 抗老化性能优异, 经 500 次冻融循环后无开裂、变形, 使用寿命达 50 年以上, 远超传统分项施工系统的 25 年维护周期。

2.4 环保性能: 低碳材料与全生命周期减排

一体化模块采用环保型复合材料, XPS 板生产过程无 CFC 排放, 玻璃纤维增强聚氨酯型材碳足迹仅为铝型材的 1/8。施工阶段减少水泥使用量 80%, 降低二氧化碳排放约 $12 \text{ kg}/\text{m}^2$ 。运营阶段, 因供暖能耗降低 18%, 年节约标准煤 $120 \text{ t}/\text{万 m}^2$ (以成都地区为例), 全生命周期 (50 年) 碳减排量达 $6000 \text{ t}/\text{万 m}^2$ 。此外, 模块可拆卸回收, 保温层与桥架部件重复利用率达 90%, 符合绿色建筑“四节一环保”发展理念, 助力“双碳”目标实现。

3 加强地暖隔声保温一体化技术在房屋建筑工程中应用的策略

3.1 完善技术标准与规范体系, 强化全流程质量管控

当下, 地暖隔声保温一体化技术缺乏系统化的国家规范体系, 造成设计, 施工, 验收等环节存在不同程度的执行偏差, 针对这种情况, 建议由行业协会牵头, 联合科研院所, 企业等多方力量, 制定包含材料性能参数, 比如导热系数, 隔声量, 施工工艺标准, 譬如管材间距误差控制在正负 5 毫米以内, 成品检测指标, 比如系统传热系数要低于 0.35 瓦每平方米开尔

文等的技术规程,在此基础上,推行“设计-施工-运维”的全生命周期管理方式,设计阶段利用BIM技术展开热工模拟和声学分析,施工期间采用红外热成像设备监督保温层的完好性,竣工验收时引入第三方专业机构对声学环境和能耗实施评判,保证技术应用符合绿色建筑评价标准,从而规避由于缺少标准而产生的质量隐患问题。

3.2 研发高性能复合材料,突破技术兼容性瓶颈

传统地暖系统里,保温板和隔声垫材料不相容,会引发分层或者空鼓状况,这会影响到整体性能,必须加大新型复合材料的开发力度,着重研制具备高弹性模量($\geq 50\text{MPa}$)和低导热系数($\leq 0.024\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)的聚氨酯/石墨烯复合保温板,还要开发以橡胶颗粒为基材并混入纳米二氧化硅的隔声减振垫,从而把它们的界面粘结强度做到 $\geq 0.5\text{MPa}$,可以推行“模块化集成地暖板”技术,就是把保温层,隔声层和反射膜事先组合成标准组件,用卡扣连接取代传统的胶粘工艺,这样既能缩减施工误差,又能做到“即铺即用”,从而把工程周期缩减大概30%。

3.3 构建数字化施工监管平台,实现动态质量追溯

就地暖系统隐蔽工程复杂性以及质量检测难度而言,可以创建起依靠物联网技术的数字化监督平台,把RFID芯片植入到保温板当中,随时记载材料批次,生产日期以及安装地点等关键数据,用智能传感装置来观察混凝土浇筑时的震动频率和密实度参数,从而避免因振捣不够充分而引发的保温层空洞现象,依靠AI图像识别算法对地暖管道布置执行自动比较分析,保证弯曲半径符合标准(至少6倍管径),全部数据都会及时传送到云端存储系统里,变成可追踪的电子档案,供创建方,监理方以及业主一同查阅,如果出现毛病,就可以立刻找到责任人,改善施工透明度,优化工程质量把控效能。

3.4 加强专业培训与产学研合作,提升从业人员技术水平

地暖隔声保温一体化技术包含热工学、声学以及材料科学等诸多学科交叉范畴,当下的施工人员大多缺少这方面的专业知识和操作能力,造成工程执行效果欠佳,可以由住房城乡建设主管部门来主导,联合高等院校和行业龙头企业展开定向人才培养计划,在专门的培训课程当中添加地暖系统规划理论,隔声构造工艺以及保温材料性能检测等内容,而且要强制要求关键岗位人员获取资格证书,促使产学研紧密结合,扶持企事业单位同高校联手创建联合实验室,针对“地暖与建筑结构协同承载特性”以及“湿热环境里材料老化机理”等关键问题展开协同攻关,把科研成果转化为工程应用指南或者技术标准,再通过技术研讨会和示范项目等形式向一线技术人员推广,从而真正解决技术转化过程中的实际难题。

3.5 建立全生命周期成本优化机制,推动技术经济性提升
地暖隔声保温一体化技术的推广需平衡初期投资与长期收益,当前部分项目因成本过高导致应用受限。建议构建“设计-施工-运维”全周期成本模型,通过精细化测算优化技术方案:在设计阶段采用能耗模拟软件分析不同材料组合的长期节能效益,优先选择全生命周期成本最低的保温隔声体系;施工阶段推行“标准化构件预制+现场装配”模式,减少人工误差和返工率,降低施工损耗成本;运维阶段引入智能监测系统,实时追踪系统传热效率与隔声性能衰减情况,制定预防性维护计划以延长使用寿命。同时,鼓励金融机构开发绿色信贷产品,对采用该技术的项目提供低息贷款或碳减排补贴;政府可通过税收减免、容积率奖励等政策激励开发商主动应用高效技术。通过多维度成本管控,实现技术性能与经济性的双重提升,加速地暖隔声保温一体化技术的规模化普及。

4 总结

房屋建筑工程中地暖隔声保温一体化技术作为提升居住品质的关键技术,其应用效果直接关乎室内环境舒适度、建筑能耗水平及长期使用价值。文章首先梳理了地暖隔声保温一体化技术的实践应用概况,重点阐释了该技术在优化室内声环境、降低建筑能耗、提升空间利用率以及促进建筑节能与居住健康协同发展方面的综合效益。为推动该技术的规范化应用,提出了构建全生命周期技术管理体系、强化材料性能与施工工艺协同控制、研发智能化监测与评估技术以及完善从业人员资质认证与质量追溯等实施路径。通过上述措施的系统推进,可显著提升地暖隔声保温系统的综合性能稳定性,保障建筑室内环境的热工与声学品质,推动建筑节能技术向集成化、智能化方向升级,助力建筑行业实现绿色低碳转型目标。

【参考文献】

- [1]魏俊明.石膏回填型保温隔声地暖技术在城市节能规划中的应用与推广[J].中华建设,2023(24).
- [2]陈志惠,王和祥.保温隔声地暖模块的设计和施工技术研究[J].建筑技术研究,2023,6(5):38-41.D01:10.12238/btr.v6i5.4180.
- [3]焦扬,郑寒英,李安亮.装配式干法地暖一体板楼地面施工技术[J].重庆建筑,2024,23(5):55-57.
- [4]周洁,熊少波,高娴,等.一种隔声型干式地暖模块及地暖系统:CN202120021699.5[P].
- [5]王睿.关于隔音涂料性能要求,行业品牌调研及采购方式建议的分析报告[J].2025(3):49-66.

作者简介:戚福民(1973.07.22-),男,辽宁省本溪市人,满族,本科,研究方向:工程质量监督。