

绿色建筑外墙保温材料的热工性能及其应用效果研究

常林学

(武威市凉州区物业管理服务中心, 甘肃 武威 733000)

摘要 本研究针对绿色建筑外墙保温材料的热工性能及其应用效果, 系统梳理了各类绿色建筑外墙保温材料的热工性能指标、工作原理, 详细探讨了其在不同气候区域建筑中的应用成效, 涵盖建筑能耗降低、室内热环境改善及建筑耐久性提升等方面, 深入挖掘绿色建筑外墙保温材料在实际应用中面临的难题与挑战, 并针对性地提出了优化策略与前瞻性发展建议, 旨在为提升绿色建筑的整体性能与品质提供借鉴, 进而推动建筑行业的可持续发展。

关键词 绿色建筑; 外墙保温材料; 热工性能; 应用效果; 建筑工程

中图分类号: TU5

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.25.027

0 引言

在全球积极践行可持续发展理念, 以及能源危机和环境问题日益凸显的大背景下, 绿色建筑作为实现建筑行业可持续发展的关键路径, 受到了人们的广泛关注。外墙保温系统作为绿色建筑的核心构成部分, 其性能优劣直接关系到建筑的能耗水平、室内热舒适性以及环境效益。绿色建筑外墙保温材料通过阻隔热量传递, 有效减少建筑物与外界环境间的热交换, 进而降低建筑能耗, 提升能源利用效率。同时, 良好的外墙保温还有助于营造更为舒适的室内热环境, 为居住者提供优质的生活空间。深入探究绿色建筑外墙保温材料的热工性能及其应用效果, 对于优化绿色建筑设计、提升建筑质量、推动建筑行业绿色转型具有极为重要的现实意义, 已成为建筑工程领域的研究焦点之一。

1 绿色建筑外墙保温材料的热工性能基础

绿色建筑外墙保温材料的热工性能主要由导热系数、热阻、蓄热系数等关键指标衡量。导热系数指在稳定传热状态下, 1 m 厚的材料, 当两侧表面温差为 1 °C 时, 在 1 小时内, 经由 1 m² 面积传递的热量, 单位为瓦/米·度 (W/(m·K))。该系数越低, 表明材料的保温隔热性能越出色。例如: 常规聚苯板的导热系数通常处于 0.03 ~ 0.041 W/(m·K) 区间, 岩棉板的导热系数则在 0.03 ~ 0.045 W/(m·K) 左右。热阻反映材料层对热流通过的抵抗能力, 与导热系数成反比, 热阻越大, 材料的保温性能越强。蓄热系数体现材料在周期性热作用下吸收和储存热量的能力, 对室内热

环境稳定性影响较大。材料的蓄热系数越大, 在温度波动时, 其表面温度波动越小, 越能有效维持室内温度稳定。

不同类型的绿色建筑外墙保温材料, 其热工性能实现原理各具特色。有机保温材料, 如聚苯板、聚氨酯泡沫等, 主要依靠材料内部封闭的微小气孔阻挡热量传递。这些微小气孔内的空气导热系数极低, 形成了良好的隔热层。无机保温材料, 如岩棉、玻璃棉等, 其纤维结构相互交织, 构建出大量孔隙, 热量在孔隙中不断反射、散射, 从而降低了热量传递速度。一些新型保温材料, 如气凝胶保温材料, 具备极低的导热系数, 其独特的纳米多孔结构极大地抑制了气体分子的热传导和固体骨架的热传导, 展现出卓越的保温性能。

2 绿色建筑外墙保温材料在不同气候区的应用效果

寒冷地区冬季漫长且温度低, 建筑供暖能耗巨大。绿色建筑外墙保温材料在此类地区应用效果显著。高效保温材料能够大幅削减建筑物的热量散失, 降低供暖能耗。采用保温性能优良的岩棉外墙保温系统, 可使建筑物的传热系数契合当地节能标准, 相较于未采取保温措施的建筑, 供暖能耗可降低 30% ~ 50%。同时, 良好的外墙保温能有效防止墙体表面结露, 减少霉菌滋生, 提升墙体耐久性。在室内热环境方面, 稳定的室内温度能提升居住者的舒适度, 减少因温度波动带来的不适。

夏热冬冷地区夏季炎热、冬季湿冷, 建筑需兼顾夏季隔热降温与冬季保温。绿色建筑外墙保温材料在

此区域能发挥双向调节作用。夏季，保温材料的低导热系数可有效阻挡室外热量传入室内，降低空调制冷能耗；冬季，又能减少室内热量散失，降低供暖需求^[1]。使用聚苯板外墙保温系统，可有效改善室内热环境，使室内温度在夏季保持相对较低，冬季保持相对较高，减小室内温度的昼夜波动，提升居住舒适度。并且，由于减少了空调和供暖设备的运行时长，降低了能源消耗，实现了较好的节能效果。

夏热冬暖地区，漫长炎热的夏季使得建筑制冷需求极为突出。该地区冬季相对温暖，建筑能耗主要聚焦于夏季制冷环节，这让绿色建筑外墙保温材料的隔热功能成为关键。以聚氨酯泡沫保温板为例，其独特的闭孔结构形成了高效的隔热屏障。当炽热的太阳辐射袭来，保温板能够有效反射和吸收大部分热量，极大地阻止热量传入室内。室内温度得以维持在相对较低水平，空调的运行时长大幅减少，从而显著降低了制冷能耗。良好的外墙保温效果不仅体现在能耗降低上，对建筑结构本身也有诸多益处。因保温材料阻隔热量，室内外温差缩小，墙体不再经受剧烈的温度变化冲击。这有效避免了因温差过大致使墙体材料热胀冷缩不均，进而产生开裂等损害结构稳定性的问题，延长了建筑的使用寿命，提升了建筑耐久性。从居住体验角度出发，稳定的室内温度让居民在炎炎夏日能尽享凉爽舒适的居住环境，无需频繁依赖空调调节室温，室内空气湿度和流通性得以更好保持，避免了因长时间使用空调导致的空气干燥、污浊等问题，为居住者营造出更健康、惬意的生活空间，切实提升了居民的生活品质。

3 绿色建筑外墙保温材料对建筑能耗与室内热环境的影响

绿色建筑外墙保温材料通过减少建筑物与外界环境间的热交换，显著降低建筑能耗。冬季，保温材料阻止室内热量向室外散失，降低供暖能耗；夏季，阻挡室外热量传入室内，降低制冷能耗。相关研究表明，合理选用外墙保温材料并进行科学设计，可使建筑能耗降低20%~60%。不同热工性能的保温材料对建筑能耗的影响程度各异，导热系数越低、热阻越大的材料，节能效果越显著。此外，保温材料的厚度与建筑能耗紧密相关，增加厚度可进一步降低能耗，但需综合考量成本和空间利用等因素^[2]。

在绿色建筑体系中，外墙保温材料对室内热环境的改善效果影响深远。在昼夜温差大的区域，温度的剧烈起伏常给居住者带来困扰。夏日白昼，室外骄阳

似火，温度飙升，而夜晚又迅速降温。若无优质外墙保温材料，室内温度便会随外界大幅波动，如同置身温度“过山车”。有了保温材料的防护，情况则大不相同。它如同给建筑穿上一层恒温铠甲，高效阻隔外界热量的侵袭与散失。白天，外界高温难以大量传入，室内温度不会过度攀升；夜晚，室内热量也不会快速逸出，始终将温度波动范围控制在一个适宜的小区间内。居住者无需在短时间内频繁增减衣物，也不必时刻依赖空调等设备调节室温，舒适度大幅提升，真正实现四季如春的居住体验。

室内结露现象也是影响居住环境的一大难题。当室内温暖潮湿的空气接触到冰冷的未保温墙体表面时，水汽极易凝结成水珠，形成结露。这不仅会导致墙面发霉、脱落，滋生大量霉菌，释放孢子污染室内空气，还会降低室内空气质量，威胁居住者的呼吸道健康。而外墙保温材料的介入巧妙化解了这一问题。它提升了墙体表面温度，使墙面温度高于露点温度，从根本上杜绝了结露现象的产生。室内环境始终保持干爽清洁，墙面历久弥新，居住者能安心享受健康舒适的生活空间。蓄热性能突出的保温材料在调节室内温度方面也发挥着关键作用。白天，在阳光的照耀下，这类材料凭借高蓄热系数，积极吸收并储存热量，如同一个个小型能量储蓄站^[3]。当夜幕降临，外界温度降低，材料又将储存的热量缓慢释放到室内，有效弥补室内热量的散失。室内温度因此得到平稳调节，避免了夜间温度过低带来的寒冷不适，为居住者营造出一个昼夜温差小、稳定且舒适的室内热环境，全方位提升居住品质。

4 绿色建筑外墙保温材料在实际应用中面临的问题与挑战

部分绿色建筑外墙保温材料在实际应用中存在性能不稳定状况。一些有机保温材料在长期使用过程中，受紫外线照射、温度变化等因素影响，可能出现老化，导致导热系数升高，保温性能下降。同时，市场上保温材料质量良莠不齐，部分产品以次充好，实际热工性能与标称值不符，影响建筑保温效果和工程质量。

绿色建筑外墙保温系统施工工艺繁杂，对施工人员技术水平要求高。在施工过程中，保温板粘贴不牢、拼缝处理不当、锚固件设置不合理等问题，都可能致使保温系统出现空鼓、开裂甚至脱落等质量问题，严重影响保温效果和建筑安全。而且，当前保温工程施工质量监管体系尚不完善，部分工程施工质量验收不严格，难以保障保温工程质量。

在建筑领域,有机保温材料以其出色的保温性能,在绿色建筑外墙保温中占据重要地位,然而其防火短板不容忽视。一旦遭遇火灾,有机保温材料中的有机成分会迅速与氧气发生剧烈反应,燃起熊熊大火。燃烧过程中,材料内部的化学键断裂,释放出诸如一氧化碳、氢氰酸等有毒有害气体。一氧化碳会与人体血红蛋白结合,阻碍氧气运输,导致人体缺氧中毒;氢氰酸则具有强烈的毒性,严重威胁人员生命安全。即便部分有机保温材料通过添加阻燃剂,在一定程度上提高了防火性能,但在实际复杂的建筑环境中仍存在诸多隐患。例如:在高层建筑中,火灾发生时热对流强烈,火焰容易顺着外墙向上蔓延,普通阻燃措施可能难以抵挡火势的迅猛发展。且在长期的使用过程中,阻燃剂可能因环境因素逐渐失效,降低材料的防火效果^[4]。因此,为确保建筑消防安全,不仅要持续研发更高效、持久的阻燃技术,还需在建筑设计阶段,合理规划防火分区,设置防火隔离带,配备完善的消防设施,从多方面构建严密的防火安全体系,最大程度降低火灾风险。绿色建筑外墙保温材料成本相对较高,特别是一些高性能、环保型保温材料。较高的材料成本增加了建筑工程造价,在一定程度上限制了其应用推广。此外,保温系统的施工成本、维护成本等也相对较高,需要综合权衡成本效益,探寻降低成本的有效途径。

5 绿色建筑外墙保温材料的优化策略与发展趋势

加大对绿色建筑外墙保温材料的研发投入,研发具有更高热工性能、更稳定质量和更优耐久性的新型保温材料。进一步优化气凝胶保温材料生产工艺,降低成本,提高其在建筑中的应用可行性;研发新型复合保温材料,将不同性能材料组合,发挥各自优势,提升保温材料综合性能。同时,加强对保温材料性能的研究,构建完善的材料性能评价体系,确保材料质量稳定可靠。

强化对绿色建筑外墙保温系统施工工艺的研究与培训,提升施工人员技术水平和质量意识。推广先进施工技术和工艺,如采用机械化施工设备,提高施工效率和质量。建立健全保温工程施工质量监管体系,加强施工过程质量控制和验收管理,确保保温工程质量符合相关标准。加强对绿色建筑外墙保温材料防火安全技术的研究,提高保温材料防火性能。研发新型阻燃剂和防火技术,使保温材料在满足保温性能要求的同时,具备良好的防火安全性。在建筑设计和施工中,合理划分防火分区,采取有效防火隔离措施,确保火

灾发生时,保温系统能有效阻止火势蔓延,保障人员生命安全和建筑结构安全。

通过技术创新和规模化生产,降低绿色建筑外墙保温材料成本。优化保温系统设计,合理选择保温材料和施工方案,在保证保温效果的前提下,降低工程总造价。同时,综合考虑保温材料使用寿命、维护成本等因素,提高保温系统长期效益。此外,政府可出台相关政策,对采用绿色建筑外墙保温材料的建筑项目给予补贴或优惠,促进其推广应用。绿色建筑外墙保温材料的发展将更注重可持续性。一方面,材料生产将更关注资源节约和环境保护,采用可再生原材料和环保型生产工艺,减少能源消耗和污染物排放^[5]。另一方面,保温材料设计和应用将更注重与建筑整体环境协调,实现建筑与自然环境和谐共生。随着智能化建筑发展,保温材料将与智能控制系统结合,实现对建筑能耗的智能调控,进一步提升建筑能源利用效率和舒适度。

6 结束语

绿色建筑外墙保温材料的热工性能及其应用效果对绿色建筑发展起着关键作用。通过深入研究各类保温材料的热工性能基础,分析其在不同气候区的应用效果,以及对建筑能耗和室内热环境的影响,明确了绿色建筑外墙保温材料在实际应用中面临的问题与挑战。针对这些问题,提出了涵盖材料研发与性能优化、施工工艺改进与质量控制、防火安全技术提升、成本控制与效益提升以及可持续发展等方面的一系列优化策略和发展建议。在未来建筑工程实践中,应持续关注绿色建筑外墙保温材料发展动态,加强技术创新和应用推广,不断提升绿色建筑性能与品质,推动建筑行业向更绿色、更可持续方向发展。

参考文献:

- [1] 王峰,李华.绿色建筑外墙保温材料热工性能的量化分析[J].建筑材料学报,2020,23(03):456-463.
- [2] 陈刚,赵强.新型有机保温材料在绿色建筑中的应用与性能研究[J].新型建筑材料,2019,46(05):112-116.
- [3] 张宇,刘悦.无机纤维类外墙保温材料的特性及应用效果[J].建筑节能,2021,49(04):87-92.
- [4] 周洋,吴昊.绿色建筑外墙保温系统对室内热环境及能耗的影响研究[J].暖通空调,2022,52(07):105-111.
- [5] 郑辉,孙明.绿色建筑外墙保温材料的质量问题与控制策略[J].工程质量,2023,41(06):67-72.