

论环保节能型墙体保温材料在绿色建筑中的应用

殷元菊¹ 杨茂永² 李蒙³ 穆振展⁴

1. 青岛世纪美涂建设工程有限公司; 2. 天元建设集团有限公司
3. 青岛市胶州筑友智造科技有限公司; 4. 中启胶建集团有限公司

摘要: 本文全面探讨环保节能型墙体保温材料在绿色建筑中的应用, 重点分析这些材料的性能特征、环境影响、节能效果及其在绿色建筑中的实际应用。此外, 还提出保温材料的选用原则、应用技术, 以及未来的发展趋势, 如创新材料研发、智能化技术融合, 和系统集成与多功能化。这些分析旨在为绿色建筑的设计和施工提供指导, 推动实现更高效、更环保的建筑实践。

关键词: 环保节能; 墙体保温材料; 绿色建筑

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.03.034

引言: 随着全球对可持续发展和环境保护意识的提升, 绿色建筑作为一种减少环境影响的建筑实践, 受到了日益广泛的关注。在绿色建筑中, 墙体保温材料的选择和应用是实现能源效率和环境友好性目标的关键。环保节能型墙体保温材料不仅能有效降低建筑的能耗, 而且对提升居住舒适度、减少环境污染具有重要作用。本文从多个维度分析了环保节能型墙体保温材料在绿色建筑中的应用, 包括材料的种类和性能, 其在绿色建筑中的实际应用, 以及未来发展趋势, 旨在为绿色建筑的设计和施工提供科学、全面的指导。

一、环保节能型墙体保温材料分析

(一) 材料类型与性能特征

环保节能型墙体保温材料主要包括以下几类:

挤塑聚苯乙烯 (XPS): XPS材料具有较低的吸水率和高抗压强度, 导热系数在 $0.028-0.03 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 之间, 表现出良好的保温性能和防潮性。

聚氨酯泡沫 (PU): PU材料的导热系数极低 (约为 $0.02-0.025 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), 提供优异的保温隔热性能, 但成本较高, 耐火性能一般。

STP真空绝热板: STP板是一种新型环保节能材料 (如图1), 是目前已知保温材料市场公认性能优越, 其导热系数可达 $0.0025 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, 跟传统的保温材料相比, 其性能是传统保温材料的10-20倍, 很薄的厚度就能实现极好的保温效果。其导热系数低, 单位质量轻, 防火不易燃, 吸水率小, 不仅提高了建筑的节能效果, 也增强了建筑的安全性。不足之处是施工过程中无法现场裁切, 会导致失去保温效果。

矿物棉: 矿物棉: 代表材料为岩棉和玻璃棉, 这类材料不仅提供良好的保温隔热性能 (导热系数一般在 $0.035-0.045 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 之间), 而且具有出色的防火性能, 适用于对防火要求较高的场合^[1], 如图2。



图1: STP真空绝热板



图2: 矿物棉

(二) 环境影响与可持续性

环保节能型墙体保温材料在生产和使用过程中对环境的影响较小。例如:

EPS和XPS材料虽然以石油为原料, 但它们的长寿命和回收利用能力降低了对环境的负面影响; 聚氨酯泡沫中含有一定量的有机化合物, 可能对室内空气质量产生影响, 但其卓越的保温性能可以显著降低能耗; STP真空绝热板, 无机纤维芯材与高强度复合阻气膜通过抽真空封装技术制成, 具有无毒、无污染、绿色环保、使用寿命可与建筑同长; 矿物棉是一种可持续的保温材料, 其原料主要来自天然矿物, 可回收性强, 对环境友好。

(三) 节能效果分析

保温材料的节能效果通常通过其减少的能耗来衡量。例如, 使用EPS保温板的墙体可以降低建筑的能耗

约20%–30%，而使用PU材料则可以进一步提高这一比例。此外，STP真空绝热板和矿物棉由于其良好的保温性能和防火特性，也在绿色建筑中得到广泛应用^[2]。例如，上合峰会青岛场馆采用STP板保温；淄博方正和悦府，响应山东省2023年新规定，节能率达到83%以上，采用STP板+岩棉板保温，做被动式超低能耗建筑，符合国家“碳达峰、碳中和”的目标发展。

（四）成本与施工考量

环保节能型墙体保温材料在成本和施工方面的考量是实现绿色建筑目标的关键因素。首先，在成本方面，材料的选择受预算和应用目的直接影响。例如，矿物棉作为一种中等成本的选择，由于其良好的防火和隔热性能，常被用于特定要求的建筑中。

在施工方面，不同材料的物理特性对施工方法和难度有显著影响。EPS和XPS板材由于重量轻、易于切割和搬运，因此在施工过程中相对容易安装。聚氨酯泡沫通常需要通过专业的喷涂设备施工，这要求施工人员具备相应的技术能力和经验。此外，矿物棉的安装相对简单，但其纤维性质要求施工人员在安装过程中采取防护措施，以避免吸入微小纤维。

二、环保节能型墙体保温材料的价值

（一）提高能源效率

环保节能型墙体保温材料通过减少热量的流失，显著提高建筑物的能源效率。这种提升不仅降低了建筑物的能源消耗，还减少了对供暖和冷却系统的依赖，进而降低了运营成本。例如，使用有效的保温材料可以减少建筑物总能耗的20%–30%，这对于实现长期的节能目标至关重要。

（二）环境保护与可持续发展

这类保温材料的使用直接关联到环境保护和可持续发展。首先，它们通过降低能源需求，减少了碳排放和其他温室气体的排放，从而对抗全球气候变化。其次，许多这类材料是可回收的，减少了对原材料的需求和废物的产生。例如，某些聚苯乙烯和矿物棉产品可以在其使用寿命结束后被回收利用，减少了环境压力^[3]。

三、环保节能型墙体保温材料的应用

（一）环保节能型墙体保温材料的选用原则

在应用环保节能型墙体保温材料时，需要遵循一些基本原则，以确保材料的有效性和环保性能得到充分发挥。

（1）性能与需求匹配

选择保温材料时，首先应考虑其性能是否符合建筑的具体需求。例如，以岩棉为例，其出色的防火性能使其成为需要高度防火保护的建筑，如工业设施、高层建筑和公共安全建筑的理想选择。岩棉不仅提供优良的保温隔热效果，还因其不燃性和耐高温特性而被广泛应用于防火要求严格的环境。除此之外，岩棉的耐久性和耐候性也使其适用于各种气候条件，保障了长期的性能稳定性和效果持久性。

（2）环境影响考量

应选择对环境影响最小的材料。这包括考虑材料的生产过程是否环保、是否可回收以及在使用过程中是否会释放有害物质。选择低碳足迹的材料不仅有助于保护环境，也符合绿色建筑的理念。

（3）经济性与成本效益

经济性是选择保温材料时不可忽视的因素。应考虑材料的初始投资成本和长期运行成本。选择成本效益高的材料可以在满足环保节能要求的同时，保证项目的经济可行性。遵循这些原则可以确保所选用的墙体保温材料不仅在技术上符合要求，而且在环保和经济性方面达到最佳平衡。通过合理的材料选择，可以提高建筑的能源效率，减少环境影响，并确保项目的经济可持续性^[4]。

（二）环保节能型墙体保温材料的性能分析

（1）导热系数与保温性能

在绿色建筑设计中，保温材料的导热系数是一个核心参数，直接影响着建筑的能源效率。导热系数越低，材料的保温性能越优越，从而在冬季减少供暖需求，在夏季降低冷却负荷。例如，岩棉作为保温材料，以其优良的防火和保温性能著称。岩棉的导热系数，虽然略高于聚氨酯泡沫（PU），但其在高温下的稳定性和不燃性能使其成为追求高防火标准的建筑项目的理想选择。此外，岩棉在吸音和隔热方面的性能也十分出色，适合于需要良好声学环境的建筑。同时，防火窗作为建筑的重要组成部分，也是实现高防火标准的关键。因此，结合使用岩棉和防火窗可以为绿色建筑项目提供全面的保护，确保建筑既符合能效要求又满足高防火标准。这种综合考虑各种性能参数的方法，可以为不同类型的绿色建筑选择最合适的保温和安全解决方案，实现最佳的综合效果。

（2）抗压强度与耐久性

抗压强度是衡量保温材料在实际应用中性能的关键因素之一。在绿色建筑中，材料不仅要保持良好的保温性能，还要能够承受结构和使用过程中的各种压力。同时，保温材料的耐久性也是一个重要考虑因素。在选择保温材料时，需要确保所选材料能够在其预期使用寿命内保持性能稳定，抵抗环境因素如湿度、温度变化和化学腐蚀。绿色建筑追求的是长期的可持续性和低维护成本，因此选择耐久性强的保温材料对于确保建筑长期性能至关重要。

（3）环境适应性与综合性能

在绿色建筑的背景下，环保节能型墙体保温材料的环境适应性和综合性能成为重要的评价标准。这包括材料的环境影响、健康性能以及与建筑整体设计的协调性。例如，考虑到室内空气质量，应选择不释放有害气体的材料，如无甲醛添加的矿物棉。通过对环保节能型墙体保温材料的性能进行全面分析，可以明确其在绿色建筑中的应用价值和重要性。合理的选择和应用这些材

料有助于实现建筑能效最大化，同时确保建筑项目的环境友好性和持久耐用性^[5]。

（三）环保节能型墙体保温材料的应用技术

（1）集成墙体系统的应用

在绿色建筑中，环保节能型墙体保温材料通常不是单独应用，而是作为集成墙体系统的一部分。这种系统将保温材料与其他建筑材料结合起来，以优化整体的热性能和机械强度。例如，外墙保温系统，主要是结合水泥或石膏基黏结层和抗裂网格布，形成一个具有高保温效率和良好耐候性的外墙系统。这种集成方式不仅提升了墙体的保温性能，还增强了结构的耐久性和抗裂性，同时也满足了绿色建筑对外观美观和环境适应性的要求。在应用这些集成系统时，工程师和建筑师需要综合考虑建筑的整体设计、气候条件和能源效率目标，以确保系统的最佳性能和可持续性。

（2）绿色建筑中的高效安装技术

在绿色建筑项目中，保温材料的安装方法同样重要。为了最大化节能效果并减少施工过程中的环境影响，采用高效、环保的安装技术至关重要。例如，采用岩棉作为保温材料时，可以通过其灵活的铺设方式迅速覆盖大面积建筑表面。岩棉板或卷材的安装保证了建筑表面的连续保温层，从而有效地减少了热桥效应。此外，采用预制保温板材的安装方式可以减少现场施工产生的废物和噪音，符合绿色建筑对施工环境友好性的要求。

（3）整合建筑设计与自然环境

在绿色建筑的实践中，环保节能型墙体保温材料的应用不仅限于其基本的保温功能，而是扩展到与整体建筑设计和自然环境的和谐融合。这种整合方式考虑了建筑的地理位置、气候特点、使用功能以及对自然景观的尊重和利用。例如，在阳光充足的地区，可以通过设计考虑保温材料的布局和厚度，以最大限度地利用自然光照和热能，同时避免过度加热和冷却需求。在多雨或多风的地区，保温材料的选择和应用则需要更多地考虑到防水和抗风特性。

此外，绿色建筑还强调建筑与周围环境的视觉和功能整合。这意味着保温材料不仅要在性能上达标，还要在外观设计上与建筑的整体美学相协调。通过使用具有不同纹理、颜色和形状的保温材料，可以创造出既节能又美观的立面设计。例如，某些保温板可在外表面加工不同的纹理和颜色，以适应建筑的外观设计要求，同时提供高效的保温效果。

四、环保节能型墙体保温材料的未来发展

（一）创新材料的研发

未来的研发焦点将集中在创造出更加高效、环保的新型保温材料。纳米技术的引入正开辟着这一领域的新篇章。例如，利用纳米绝热材料能够显著提高热效率，通过减小材料的热导率来达到更好的保温效果。纳米孔隙结构能够降低热桥效应，从而减少热能的传递。这

种技术不仅提高了材料的绝热性能，而且由于其轻质性质，也大大减轻了建筑物的负担。

同时，生物基保温材料的研发也是未来的一个重要方向。这类材料通常由可再生资源制成，如竹子、稻草和各种植物纤维。这些天然材料不仅在生产过程中减少了环境影响，而且在使用结束后更易于生物降解，从而减少废物。生物基保温材料还可以通过特殊的加工技术来提高其防火和防水性能，使其在绿色建筑中的应用更加广泛和安全。

（二）系统集成与多功能化

在环保节能型墙体保温材料的未来发展中，系统集成与多功能化将成为关键趋势，这不仅涉及技术的创新，而且包含了对建筑整体能效和功能性的综合优化。

智能调控系统：将保温材料与智能调控系统相结合，例如利用IoT技术和传感器网络，可以实现室内环境的实时监测和自动调节。通过收集数据（如室内外温差、湿度、光照强度等），智能系统能够自动调整保温材料的性能，以保持室内温度在最佳范围内（通常在20℃至24℃之间），同时确保能源使用的效率提升至少10%至15%。

声学 and 热学性能优化：在多功能化发展的趋势下，未来保温材料不仅要考虑热效率，还要考虑声学性能。通过优化材料的密度和结构，比如将密度控制在每立方米约50至100千克，并配合特定的孔隙结构设计，可以实现优异的隔音效果，同时保持良好的热保温性能。

结束语：总结而言，环保节能型墙体保温材料在绿色建筑中的应用展现了其在提高能效、降低环境影响和提升居住舒适度方面的显著优势。随着新材料的研发、智能技术的集成以及系统的多功能化发展，这些保温材料将在未来的建筑设计和施工中发挥更加重要的作用。为了实现更加可持续和环境友好的建筑实践，建筑行业的专业人士需不断探索和应用这些先进的材料和技术。通过这样的努力，可以期待未来绿色建筑将更加高效、舒适，且与自然环境和谐共存。

参考文献

- [1] 李季. 新型节能复合墙体材料在建筑环保设计中的应用[J]. 粘接, 2022, 49(10): 65-68.
- [2] 张海昆, 李杨红. 节能环保建筑材料与传统建筑材料的对比及应用[J]. 粘接, 2022, 49(10): 101-104.
- [3] 罗小平. 建筑工程中绝热节能环保材料的应用[J]. 陶瓷, 2022(10): 161-163.
- [4] 刘华辉. 新型建筑材料的节能保温及环保分析[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(18): 182-184.
- [5] 苏开拓, 朱勇, 叶超. 绝热节能环保材料在建筑工程中的应用[J]. 粘接, 2022, 49(2): 60-64.

作者简介：殷元菊（1982.10-），女，汉族，山东日照，大学本科，工程师，研究方向：土木工程。