

# 新型建筑材料在节能建筑中的应用与优化

程虹森 李平

山东鲁杰建工集团有限公司

**摘要：**在推动建筑领域发展转型的阶段中，聚焦保温隔热材料，分析各类新型建筑材料在节能环保中的应用。详细阐述了它们在节能建筑中的节能特性、实际运用案例以及优化策略。如保温隔热材料通过降低建筑围护结构的传热系数，有效减少了建筑物的冷热损失，从而显著降低空调和供暖系统的能耗。岩棉板作为一种无机保温材料，不仅保温性能优越，而且防火耐久，应用于寒冷和炎热地区均能显著改善建筑节能性能。通过建筑材料的创新应用，不仅提高了建筑的能源利用效率，还促进了建筑行业向着更绿色、更环保的方向发展。

**关键词：**绿色环保材料；节能建筑；建设工艺；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.18.018

## 引言

节能建筑是推动建筑业绿色转型、实现可持续发展目标的重要手段。节能建筑通过优化设计、选用高效设备以及采用新型建筑材料，成功地减少了建筑全生命周期内的能源消耗，提升了资源利用效率。特别是在新型建筑材料的应用上，扮演了不可或缺的核心角色。从高性能保温隔热材料到节能玻璃、智能调光系统，再到集成了太阳能发电功能的建筑表皮材料，这些新材料有效地改善了建筑围护结构的热工性能，实现了自然光的高效利用，促进了建筑与环境的和谐共生。此外，新型材料还强调循环利用和减少排放，对环境保护的作用显而易见，通过不断科技创新，将在未来的节能建筑实践中发挥决定性作用。

### 一、新型建筑材料类型及作用

#### （一）保温隔热材料

保温隔热材料主要用于建筑围护结构，作为墙体材料使用，用于减少建筑物内外热量传递，降低冬季采暖和夏季制冷所需的能耗。此类材料具有优异的保温性能和隔热性能，能有效保持室内温度稳定。

常见的保温隔热材料有：

a. 无机保温材料，如岩棉板、矿渣棉、玻璃棉、硅酸铝纤维制品等<sup>[1]</sup>，这些材料防火性能好，耐高温，化学稳定性高。

b. 有机保温材料，如聚苯乙烯泡沫板（EPS、XPS）如图1、聚氨酯泡沫、酚醛泡沫等，具有密度小、导热系数低、施工便捷的特点。

c. 复合型保温材料，如真空绝热板（VIP）、石墨改性聚苯乙烯保温板（STP板）<sup>[2]</sup>，此类材料融合了多种材料的优点，保温性能更为出色。

#### （二）节能玻璃与门窗材料

节能玻璃与门窗材料在节能建筑中通过提高建筑的



图1 聚苯乙烯泡沫板

保温隔热性能和采光效率，降低建筑能耗。a. 低辐射（Low-E）玻璃。低辐射玻璃在玻璃表面涂覆了一层低发射率涂层，能够反射大部分远红外线热辐射，有效降低冬季热量散失和夏季热量入侵。上海世博中心采用了低辐射中空玻璃，与普通单层玻璃相比，其隔热性能提高40%—60%，大大降低了空调和取暖设备的能耗<sup>[3]</sup>。b. 中空玻璃。中空玻璃由两片或多片玻璃组成，玻璃间形成干燥的空气层或填充惰性气体（如氩气），有效减缓热量传递速度，提高保温隔热性能。c. 节能门窗系统。如采用断桥铝合金门窗，通过在型材内部加入隔热条，打破冷桥效应，降低热传导，提高门窗整体的保温性能。

#### （三）绿色环保建材

节能墙体材料方面，诸如加气混凝土砌块和复合保温砌块等，因其轻质、高强和优良的保温隔热性能，显著减少了建筑结构自重，降低了热桥效应，进而有效减少了建筑在冬季取暖和夏季制冷过程中的能源消耗。例如，在北方严寒地区，不少新建住宅和公共设施便采用了这类材料，通过墙体保温性能的提升，使建筑在冬季供暖时的能源需求显著下降。

#### （四）屋面材料

包括种植屋面和反射隔热屋面材料等，前者利用植被覆盖屋顶，不仅能降低顶层房间的温度，还有助于净化空气、缓解城市热岛效应和储存雨水资源。后者通过反射太阳辐射来减少热量吸收降低建筑的冷却负荷。

环保型涂料与墙饰材料。如水性涂料因其低VOC排放，对人体健康和环境影响较小。还有草墙纸、竹纤维板等天然、可降解的装饰材料，具备良好的吸音、调湿性能和环保特性。

#### （五）可再生能源材料

可再生能源材料是指一类源于自然过程、可再生循环利用且对环境影响较小的材料。如太阳能材料主要涵

盖了光伏材料和太阳能热能材料两大类。其中，太阳能光伏材料如硅晶片以及薄膜太阳能电池材料（如CIGS、CdTe等），是太阳能电池板的核心组成部分，它们能将阳光直接转换为电能。而太阳能热能材料，如集热器所采用的吸热涂层材料以及热能储存材料（如陶瓷、金属合金等），能够捕获和存储太阳能产生的热能，用于供暖或产生蒸汽驱动发电机发电。

生物燃料如生物乙醇、生物柴油等，可从农作物、林木废弃物和动物脂肪等生物质资源提炼而来，替代传统的化石燃料，用于汽车和其他交通工具的动力来源。而生物质热电联产则涉及将木屑、秸秆等生物质燃料燃烧产生蒸汽，驱动涡轮发电机发电，同时也可以通过余热回收，为周边社区提供暖气和热水。

### 二、新型建筑材料在节能建筑中的具体应用

#### （一）保温隔热材料的应用与优化

##### a. 聚氨酯保温材料应用

聚氨酯保温材料具有极低的导热系数，一般在 $0.02\sim 0.03\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 之间，其良好的保温性能可有效减少建筑内部与外部环境之间的热量交换，降低冷暖设备的运行能耗。此外，聚氨酯材料具有良好的柔韧性和黏接力，能够紧贴建筑表面形成严密的保温层，减少热桥效应。某政府节能改造项目中，一栋老旧办公楼采用了聚氨酯喷涂保温技术。改造前，该办公楼冬季供暖能耗为每平方米每年约 $300\text{kWh}$ ，夏季空调制冷能耗为每平方米每年约 $200\text{kWh}$ 。改造后，外墙和屋顶应用了聚氨酯保温层，冬季供暖能耗降至每平方米每年约 $150\text{kWh}$ ，夏季空调制冷能耗降至约 $120\text{kWh}$ ，分别实现了50%和40%的节能效果。根据部门发布的年度能耗报告，该办公楼整体能耗节省了约40%，并且建筑室内温度波动减小，提高了工作人员的工作环境舒适度。

##### b. 岩棉板材料应用

岩棉板作为无机保温材料，具有防火性能优越、保温效果持久、吸音性能好、耐候性强等特点，其导热系数一般在 $0.03\sim 0.045\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 范围内，适用于各种气候条件下的建筑保温需求，如图2。北方地区，考虑到当地的严寒气候条件，设计团队选用了岩棉板作为墙体和屋面的保温材料。改造前，该综合体冬季供暖能耗



图2 岩棉板

极高，平均每平方米每年超过 $400\text{kWh}$ 。在采用岩棉板进行节能改造后，冬季供暖能耗降至每平方米每年约 $240\text{kWh}$ ，节能效率达到40%以上。此外，岩棉板的耐火性也提高了建筑的整体消防安全等级。

##### c. 真空绝热板应用

真空绝热板导热系数更低，通常低于 $0.004\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，其内部为真空状态，几乎不发生热量的对流传导<sup>[4]</sup>，因此在同样保温效果下，所需厚度远小于其他保温材料，尤其适用于对空间占用要求严格的节能建筑。某高层住宅小区“绿色家园”项目中，为了进一步提升建筑的节能性能，开发商在厨房和卫生间等特殊区域以及窗口边缘等热桥部位采用了真空绝热板。改造前，住户在夏季空调使用高峰期的月均电费约为200元/户，而在采用VIP板保温后，夏季月均电费下降至约150元/户，降低了约25%的空调能耗。此外，经第三方评估机构测定，该小区的建筑综合节能率达到30%以上，不仅降低了业主的居住成本，也树立了南方地区节能建筑的新标杆。

#### （二）节能玻璃与门窗系统的应用与优化

节能玻璃在现代建筑设计和绿色建筑领域扮演着至关重要的角色，特别是在减少能耗、改善室内舒适度及环境保护方面。下面分别分析低辐射镀膜玻璃、中空玻璃和智能调光玻璃在节能建筑中的角色。

##### a. 低辐射镀膜玻璃（Low-E玻璃）

表面上涂有一层或多层特殊金属氧化物薄膜，这层薄膜对可见光具有高的透射率，允许光线穿透，但对远红外热辐射则有低的反射率和发射率，如图3。这意味着在冬季，室内热量得以保留，减少热量损失；而在夏季，室外热量不易穿透，降低空调负荷，从而实现冬暖夏凉的效果，显著提升建筑的保温隔热性能。某高层商业建筑在翻新时采用了低辐射镀膜玻璃替换原有的单层玻璃<sup>[5]</sup>。据项目报告显示，改造前单层玻璃窗户的U值（传热系数）大约为 $6.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，改造后低辐射镀膜中空玻璃的U值降低至 $1.8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。在冬季建筑的供暖能耗比改造前减少了约30%，而在夏季空调能耗降低了约25%。



图3 低辐射（Low-E）玻璃

### b. 中空玻璃

主要由两片或多片玻璃组成，并在玻璃之间形成密封的空气层或者填充惰性气体如氩气或氟气。这种结构极大地降低了玻璃组件的传热系数（U值），减少了因热传导导致的冷热交换。某小区住宅均采用了三层中空玻璃窗体设计，原本采用单层玻璃的住宅单位在改造前的夏季空调能耗平均为每月30kwh/m<sup>2</sup>，

而采用三层中空玻璃后，能耗降低至约20kwh/m<sup>2</sup>。通过评估报告来看，夏季该住宅小区的空调能耗降幅达到33%。长期来看，这种节能措施不仅能够节省居民的电费支出，同时也对减少二氧化碳排放、缓解城市热岛效应具有积极作用。

### c. 智能调光玻璃

智能调光玻璃通常通过改变其透光度来调节室内光照强度和温度。例如，当外部光线过强时，可通过调控玻璃的透明度来阻挡部分阳光直射，减少眩光和热辐射，减轻空调制冷负担；在阴天或夜间，则可以让玻璃变得透明，充分利用自然光和节约照明能源。优势在于智能调光玻璃还能与建筑自动化系统集成，实现自动控制，根据光照强度、室内温度等因素实时调节玻璃的透光程度，既提升了室内环境质量，又达到了节能目标。在上海某商业办公楼中，幕墙采用了智能调光玻璃技术，可以根据日照强度来自动调节玻璃开合，以及遮挡角度。据大楼物业提供的数据显示，智能调光玻璃启用后，夏季峰值时段空调负荷减少了约20%，即空调能耗降低了相应比例。另外，该大楼在满足照度标准的前提下，日间照明能耗也减少了约15%，这是因为智能调光玻璃在适当时候允许更多自然光进入，减少了人工光源的使用。

## （三）绿色环保建材的应用与优化

### a. 绿色屋顶

是指在建筑物屋顶上种植植物，形成一个小型的生态系统。通过植物的蒸腾作用和土壤的隔热效果，能够有效降低建筑内部的温度，减少空调负荷，特别是在炎热的夏季，可以节省大量的空调能耗。而且绿色屋顶可以吸收并暂时储存雨水，减少雨水径流，有助于城市防洪排涝，同时对雨水有一定的净化作用。上海世博园区中国馆采用了大面积的绿色屋顶设计，种植了多种耐旱、低维护的植物。据上海市有关部门统计，绿色屋顶对中国馆的夏季降温效果显著，相较于传统屋顶，其表面温度可降低15℃以上，有效减少了建筑内部空调负荷。

### b. 生态墙

是指在建筑物立面上垂直种植植物，形成一种立体绿化系统。生态墙能够有效阻挡阳光直射，降低建筑墙体的吸收热量，减少空调使用，从而节约能源。生态墙上的植物能够吸收空气中的污染物，释放氧气，改善建筑周围的空气质量。

## （四）可再生能源利用材料的应用与优化

太阳能光伏瓦的核心特点是将太阳能电池模块与瓦片结构一体化，不仅保持了建筑物的美观性，还极大地简化了太阳能发电系统的安装过程。太阳能光伏瓦已经在多个节能建筑项目中得到广泛应用。例如，浙江嘉兴秀洲光伏科技城的部分建筑就采用了光伏瓦片，这种光伏瓦片可以直接代替传统的屋面瓦片，既满足了建筑的美观需求，又发挥了光伏发电功能。据项目报告显示，光伏瓦片装机容量达到一定程度后，每年可为建筑提供约20%的电力需求，减少二氧化碳排放量约数千吨，极大地降低了建筑的能源消耗。现阶段太阳能热水器有了新的优化，通过在建筑内集成太阳能热水系统，配备高效太阳能集热器和蓄热水箱，改进了传统太阳能热水器效率与热水保障不充足的问题。

## 结语

新型建筑材料是推动我国建筑行业可持续发展的重要手段，如聚氨酯、岩棉板、真空绝热板等保温隔热材料通过其优异的保温性能和低导热性，大幅度降低了建筑在冷热交替环境中的能源损耗，提高了能源利用率。而太阳能光伏瓦、太阳能热水器等可再生能源利用技术也降低了居民的日常能源消耗。而且这些新型建筑材料和应用技术已在众多实际项目中得到验证，不仅为建筑带来了显著的节能效果，也为我国建筑行业的绿色发展树立了新的标杆。未来也希望建筑领域可以持续在绿色节能发展上持续探索创新，实现建筑全生命周期的最优能源管理和最大化的环境效益。

## 参考文献

- [1] 谢秀娟, 丁艳. 节能环保新型建筑材料的研究与应用[J]. 江苏建材, 2023, (06): 9-11.
- [2] 王涛. 新型保温粘胶材料在建筑节能中的优势及应用现状综合评价[J]. 粘接, 2023, 50(05): 91-94.
- [3] 滕玉龙. 生态环境保护中的新型建筑材料节能保温应用研究[J]. 居舍, 2023, (02): 35-37.
- [4] 张斌. 新型建筑墙体节能材料的制备与性能研究[J]. 江西建材, 2022, (10): 44-46.
- [5] 童其标. 新型绿色建筑墙体材料节能保温技术——在装饰装修中的应用与研究[J]. 居舍, 2022, (22): 40-43.