

高层建筑外墙保温隔热施工技术的创新与应用

文 / 张 勇 铜陵有色铜冠房地产集团有限公司

摘要: 在高层建筑中, 外墙保温隔热性能的优劣直接影响着建筑的能源消耗和室内舒适度。高层建筑良好的保温隔热性能有助于维持室内舒适的温度环境。在寒冷的冬季, 能有效阻止室内热量向外散失, 保持室内温暖, 减少采暖能耗。在炎热的夏季, 能阻挡外界热量传入室内, 降低空调的使用频率, 节省能源并减轻电网负担。本文通过对高层建筑外墙保温隔热创新技术的研究, 可以为建筑行业的可持续发展提供有力的技术支持。同时, 对于改善城市环境质量、减少温室气体排放具有重要意义。

关键词: 高层建筑; 外墙保温隔热; 施工技术; 技术创新; 保温材料

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.04.038

前言

在以往建筑工程施工中, 外墙保温技术是通过加厚墙体的方式, 达到保温效果, 但该种施工方式会增加整体的建筑施工成本, 并且保温效果具有局限性。在现如今建筑行业快速发展背景下, 施工技术得到进步, 同时对于建筑的节能要求也不断提升。基于此, 外墙保温节能技术在建筑施工中得到广泛应用, 该项施工技术的应用, 不仅节能环保, 而且能够起到良好的保温效果, 提升建筑舒适性。

一、建筑外墙保温的作用

在建筑行业中, 外墙保温也被称之为外墙保温系统, 能够起到一定保温效果, 是建筑物实现冬暖夏凉的基本要求。在建筑外墙建设过程中, 都会设置保温层, 这也是建筑行业发展的必然趋势。建筑物的保温系统主要包括保温层、固定材料、保护层。在具体施工过程中, 保温系统需要与建筑外墙一同建设, 这样能够将保温功能发挥出来。需要注意, 虽然在建筑外墙上建造保温系统, 但保温系统自身并不具备承重能力, 只是属于建筑保温层。外墙保温工程施工主要是组合、组装保温系统, 开展一系列施工、安装工作, 这样能够合理建造外墙保温系统, 强化建筑物保温功能^[1]。在保温系统施工过程中, 施工技术会对施工质量、施工效果产生直接影响。施工技术的应用时, 不仅能够提升建筑物的保温能力, 而且还能创造一定的生态效益、经济效益。外墙保温技术不仅能够起到保温作用, 而且能够发挥防水、防潮作用, 可以为建筑使用者创造良好室内环境, 满足其对建筑的需求。外墙保温层通常分为两种模式, 一种是外墙外保温, 另一种是外墙内保温, 具体建造方式要围绕建筑物设计要求、应用方向选择。外墙保温技术的应用, 能够实现对建筑外观的调整, 起到良好装饰作用。此外, 外墙保温能够抵御雨水侵蚀, 拥有很强保温能力, 不会占用室内空间。

二、常见建筑外墙保温材料

(一) 有机类保温材料

用于建筑保温外墙的有机类材料主要包含聚苯乙烯泡沫(EPS)、挤塑聚苯乙烯泡沫(XPS)、聚氨酯泡沫

(PUR/PIR)、酚醛泡沫(PF)等。有机材料内部分布着大量密闭的微孔隙。当热量在材料内部传导时, 需要克服气体分子在孔隙中传递的阻力, 而闭孔结构则有效阻隔了热量的传导流动, 从而减缓了热传导速度。这种闭孔结构可以视为热量的“障碍”, 有效地减少了热量的损失, 提高了保温效果。孔隙间各自保持相对独立, 形成了连续的温度绝缘层。而有机材料本身的热导率较低, 使得有机材料对热量的传导速度较慢, 热量在材料中传递时损失较小, 有效地减少建筑物的能源消耗。有机材料的反射性能使得室内热源散发的大部分热辐射被反射回室内, 减少了室内热量的损失, 有助于保持建筑物内部的温度稳定, 进一步提高了保温效果。此外, 水分是热传导的重要媒介之一, 一些有机材料如聚氨酯泡沫板具有一定的吸湿性能, 这种吸湿性能使得材料能够吸收部分空气中的水分, 从而减少了水分对热传导的促进作用, 进一步提高了保温效果。有机类材料通常比无机材料轻, 在减轻建筑物自重, 降低地基负荷的同时, 具备了可观的保温性能, 这使得建筑物的能源消耗可有效减少^[2]。

(二) 无机类保温材料

用于建筑保温外墙的无机类材料主要包括: 岩棉、玻璃棉、硅酸盐、珍珠岩和泡沫玻璃等。无机类保温材料通常由矿物质或玻璃等无机材料制成, 其微观结构复杂, 呈多孔或细纤维状分布。无机类材料的阻热原理类似于有机类材料, 但无机类保温材料的气孔更加细小密集, 其气孔的孔径介于纳米到微米尺度之间, 而有机类保温材料的气孔直径分布于数毫米到厘米之间。而由于气孔结构尺寸的差异, 使得无机类保温材料可以在单位体积内可以容纳更多气体, 从而具有较高的热容量, 能够更好地吸收和存储热量^[3]。

(三) 复合类保温材料

复合类保温材料是由不同种类的材料通过复合工艺结合而成的保温材料。传统两类墙体保温材料存在不同程度的短板, 而复合材料的出现使得两类材料可以进行优势的互补。复合类保温材料通常具有多层结构, 每一层材料都发挥着特定的作用, 从而使整体保温性能得

到优化^[4]。常见的复合类保温材料有聚氨酯泡沫复合材料、岩棉与聚氨酯复合材料、玻璃棉与铝箔复合材料和聚苯乙烯与硅酸盐水泥复合材料等。

复合类保温外墙材料的优势在于其综合性能较好，提高建筑物保温性能的同时，还具有一定的耐用性和强度。此外，复合类保温外墙材料的安装相对便捷，能够有效节省施工时间和人力成本。然而复合类保温外墙材料成本较高、挥发性有机化合物的释放风险较大，且部分材料的耐久性较差，容易受到外界环境影响等。

三、建筑外墙保温性能的影响因素

（一）保温材料对建筑外墙保温性能的影响

为探索保温材料层厚度对墙板保温性能的影响，有研究人员通过对比预制两层和预制三层夹心保温墙板的保温性能，采用有限元分析软件进行模拟分析，结果显示后者的保温性能优于前者，这是因为三层夹心保温墙板延长了热量的传递路径，保温材料层的厚度是影响墙板热阻的关键因素，而混凝土厚度对墙板热阻的影响较小^[4]。此外，有研究人员研发了一种挤出成型水泥纤维墙板，利用硅质材料、水泥、纤维等作为主要原料，通过真空高压挤塑成型技术得到一种中空型板材，采用高温高压进行蒸汽养护，最后得到比普通板材强度更高、表面吸水率低、隔声效果更好的新型建筑板材，经检测该墙板的平均传热系数和平均导热系数分别为 $2.22\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 和 $0.48\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

（二）连接件对建筑外墙保温性能的影响

连接件在墙体中会引发热桥效应，影响墙体的保温性能，为此，有研究人员开展了连接件对墙体保温性能的影响研究。Kim等^[5]通过对比发现W型、Z型及J型三种金属连接件中W型连接件的传热率最低，墙体保温性能最佳。张帅帅探索了连接件对增强岩棉条外墙外保温系统热工性能的影响，结果显示连接件对墙体保温性能具有不利影响，钢锚栓的不利影响比钢丝更加显著，并且墙体保温性能的影响随着保温材料的厚度、连接件的尺寸和数量呈规律性变化。

四、高层建筑外墙保温隔热施工技术应用

（一）基层处理

基层处理是外墙保温施工的关键环节，对保温系统的整体性能和耐久性起着决定性作用。基层表面需具备足够的平整度和牢固性，以确保保温层能紧密黏结。新建建筑在施工前需彻底清除基层表面的灰尘、油污、脱模剂等杂质，确保基层干燥洁净；旧建筑则需修补裂缝、空鼓和松动部位，并进行打磨或涂刷界面剂，以增强黏结强度。基层的含水率需严格控制，过高的含水率会影响保温层的黏结效果，导致脱落和开裂。复杂墙面，如异形墙和凹凸墙，需进行特殊处理，确保保温材料无缝铺设，防止冷热桥现象。施工过程中还需注意天气条件，避免在不利天气下施工，以免影响施工质量。

（二）保温材料的选择

在外墙保温施工中，保温材料的选择直接影响保温系统的性能和耐久性。常见的保温材料包括EPS（聚苯乙烯泡沫板）、XPS（挤塑聚苯乙烯泡沫板）、PU（硬质聚氨酯泡沫板）及矿棉板等。EPS具有良好的保温性能和较高的性价比，但耐火性能较差，适用于防火要求不高的建筑；XPS在保温性能、抗压强度和防水性能方面表现优异，适合高强度和有防潮要求的场合；PU材料成本虽高，但其凭借卓越的保温和防水性能，广泛应用于高要求的建筑保温工程；矿棉板以其优异的防火性能和较好的保温性能，适用于防火要求高的建筑。选择保温材料时需综合评估其保温性能、防火性能、耐久性、环保性及施工便捷性。EPS和XPS虽保温性能优异，但防火性能较差，在防火要求高的场合应优先选择矿棉板。材料环保性亦是重要考量，低挥发性有机化合物（VOC）和可再生材料正逐渐成为趋势^[6]。

（三）保温层施工

保温层施工直接决定保温效果和系统耐久性。在施工前，确保基层已达标，表面平整、干燥、清洁。保温材料安装应严格按设计图纸进行，通常采用粘贴和机械固定相结合的方法。粘贴时使用专用黏结剂，确保涂抹均匀、覆盖面积达标，以避免空鼓；机械固定则采用专用锚固件，按一定间距固定，确保保温材料稳定、抗风压能力强。板材拼缝处理是施工关键，拼缝需严密平整，防止冷桥。拼缝处可用专用密封材料或发泡聚氨酯填充，增强密封性和保温效果。复杂结构和节点部位，如门窗洞口、阳角等，需细致处理，确保保温层连续、完整。保温层施工完成后需进行表面保护处理，通常涂刷界面剂或铺设防护网格布，提高耐候性和抗冲击能力。施工过程中要严格控制环境和条件，避免在恶劣天气下施工，确保材料性能不受影响。

（四）饰面层施工

保温层施工完成后进行饰面层的施工，以保护保温层和提供建筑物的外观。饰面层选择不同的材料，如砂浆、涂料、石材、瓷砖等。饰面层施工时先进行表面处理，如清洁和涂刷底漆，提供良好的黏合条件。然后，根据设计要求和建筑风格，选择合适的饰面材料进行安装。施工过程中注意粘接牢固、平整美观，保证饰面层的质量和防水性能。

（五）注意事项

外墙保温施工过程中要注意一些关键细节，以确保施工质量和保温效果。在外墙保温施工中，防火处理是非常重要的一项注意事项，是确保建筑安全的关键。在外墙保温系统的施工中，在保温材料与其他建筑构件之间设置防火隔离带。防火隔离带是一种阻隔火焰传播的带状材料，在保温层与窗户、门窗框架、管道穿越等部位之间进行封闭。防火隔离带能够有效阻止火势的蔓延，防止火焰从一层向其他层传播。在外墙保温系统的

安装过程中,会产生一些孔洞和缝隙,如保温板之间的缝隙、墙面与窗框之间的缝隙等。这些缝隙成为火势传播的通道,因此要采取措施进行封闭。一种常见的封闭方式是使用防火胶带,将胶带贴合在缝隙上,起到阻止火焰传播的作用。对于高层建筑来说,防火安全尤为重要。在外墙保温施工中,遵循相关的防火设计规范和要 求,确保外墙保温系统满足防火要求。包括选择防火性能良好的保温材料和建筑构件,进行严密的防火隔离设计,采取防火封堵措施等。

五、高层建筑外墙保温隔热施工技术创新应用措施

某高层写字楼建筑总高度为180m,地上40层,地下4层,总建筑面积为100000m²。建筑位于气候四季分明的地区,夏季炎热、冬季寒冷,对于保温隔热性能要求较高。该建筑施工效果如图1所示。该工程保温层施工要点如下。

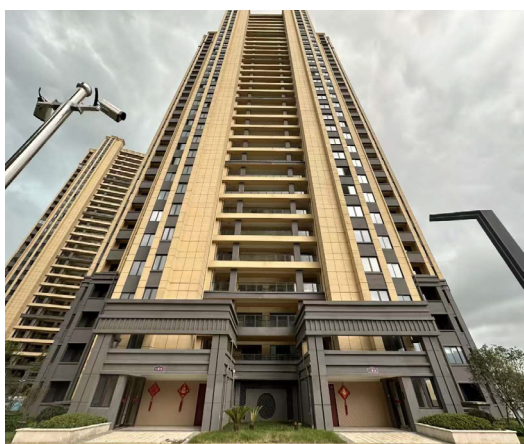


图1 施工效果

(一) 采用的创新技术及原因

项目采用了气凝胶保温隔热技术。选择这一创新技术主要基于以下原因。1) 出色的保温隔热性能。气凝胶的导热系数极低,仅为0.013~0.018W/(m·K),能够有效阻止热量的传递。2) 防火性能优异。具有A1级防火等级,在高温下不燃烧,大大提高了建筑的防火安全性。3) 轻质高强。密度小,减轻了建筑外墙的负荷,同时具备较高的强度,能够承受一定的外力。

(二) 绿色环保材料的应用

传统的保温隔热材料在生产和使用过程中可能会对环境造成一定的污染,而新型的绿色环保材料具有更低的环境负荷。例如,以植物纤维为原料制成的保温材料,不仅具有良好的保温性能,而且在生产过程中能耗低、污染少,废弃后还可自然降解。此外,一些新型的纳米材料也展现出巨大的潜力,具有优异的保温隔热性能,同时对环境友好。这些材料的使用将有助于减少建筑行业对自然资源的消耗,降低对环境的压力。

(三) 智能化施工与监控

智能化施工将成为高层建筑外墙保温隔热施工技术

的重要发展方向。通过引入机器人、无人机等先进设备,可以实现高效、精准的施工操作。例如,机器人可以完成保温材料的涂抹、铺贴等工作,施工精度和效率远远高于人工操作。同时,利用智能化监控系统,实时监测施工过程中的各项参数,如温度、湿度、黏结强度等,可以及时发现问题并进行调整,确保施工质量。此外,智能化施工还可以实现远程控制和管理,提高施工的安全性和便利性。

(四) 与可再生能源的结合

高层建筑外墙保温隔热施工技术将与可再生能源更加紧密地结合。太阳能作为一种清洁、可再生的能源,将更多地被应用于高层建筑外墙保温隔热系统中。例如,光伏一体化技术可以将太阳能电池板与保温隔热材料相结合,在实现保温隔热的同时,还能将太阳能转化为电能,为建筑提供部分能源供应。此外,地热能、风能等可再生能源也有望与外墙保温隔热技术相结合,形成综合的能源利用系统,进一步提高建筑的能源自给能力^[7]。

(五) 效果评估与节能数据对比

通过应用新技术后的节能数据发现,采用新型保温隔热技术后,建筑的保温隔热性能得到显著提升。夏季室内平均温度降低2~3℃,冬季室内平均温度提高2~4℃,有效改善了室内舒适度。在能耗方面,夏季空调能耗每月降低4000kW·h,降幅约33.3%;冬季采暖能耗每月降低3000kW·h,降幅约30%,这不仅降低建筑的运营成本,还为节能减排作出重要贡献。

结束语

将建筑外墙保温节能技术应用在建筑工程施工中,能够节约更多施工成本、改善居住环境。因此,相关人员对于建筑外墙保温节能技术的重要性要有正确认识,通过把控施工细节、合理设计防火分隔等不同方式,发挥出技术优势,提升整体施工质量。

参考文献

- [1] 魏亚萍. 建筑外墙外保温系统节能技术及施工工艺研究[J]. 陶瓷, 2023, (07): 132-135.
- [2] 祝元. 建筑外墙外保温材料热解及火蔓延特性研究[J]. 工程机械与维修, 2023, (04): 232-234.
- [3] 李文乔. 建筑外墙节能保温材料及其检测技术[J]. 江苏建材, 2023, (03): 37-39.
- [4] 王鹏. 房屋建筑外墙保温材料和施工技术分析[J]. 大众标准化, 2023, (12): 49-51.
- [5] 刘辉阳. 建筑外墙保温节能技术在建筑施工中的应用研究[J]. 房地产世界, 2023, (12): 133-135.
- [6] 杨叶青. 建筑外墙保温材料燃烧性能研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (18): 94-96.
- [7] 郑磊. 房屋建筑工程外墙保温施工技术分析[J]. 中国设备工程, 2023, (12): 209-211.