

建筑节能材料的热工性能测试与评价方法探讨

宋振平

中彬检测有限公司 河北 邢台 054000

摘要: 本文聚焦建筑节能材料的热工性能测试与评价方法。阐述热工性能对建筑节能的关键意义,分析常见测试方法原理、步骤及优缺点,探讨科学合理的评价方法,旨在为建筑节能材料的研究与应用提供理论支持,推动建筑行业节能发展。

关键词: 建筑节能材料; 热工性能; 测试方法; 评价方法

1 建筑节能材料热工性能的重要性

建筑节能材料的热工性能主要体现在其对热量的传递、储存和散失的控制能力上。良好的热工性能可以有效减少建筑在冬季的热量散失和夏季的热量传入,从而降低建筑采暖、空调等设备的能耗,提高能源利用效率。例如,高效保温材料能够阻止室内热量通过墙体、屋顶等围护结构向外传递,减少采暖系统的运行时间和能耗;而具有良好隔热性能的材料则可以阻挡室外高温对室内的影响,降低空调的制冷负荷。此外,合理的热工性能设计还能改善室内热环境,提高居住舒适度,减少因温度波动引起的不适感。因此,研究和应用具有优异热工性能的建筑节能材料是实现建筑节能目标的重要途径。

2 建筑节能材料热工性能测试方法

2.1 导热系数测试方法

导热系数是衡量材料导热能力的重要指标,准确测定导热系数对于评价建筑节能材料的热工性能至关重要。常见的导热系数测试方法有稳态热流法和非稳态热流法。稳态热流法基于傅里叶定律,通过在材料样品两侧建立稳定的温度差,测量通过样品的热流密度,进而计算出导热系数。该方法测试原理简单,结果准确可靠,但测试过程需要较长时间达到热稳定状态,且对测试环境要求较高。非稳态热流法则是利用材料在非稳态传热过程中的温度变化来测定导热系数,如热线法、激光闪射法等。非稳态热流法测试速度快,能够在较短时间内获得测试结果,适用于对测试时间要求较高的场合,但测试过程相对复杂,对测试设备和操作技术要求较高^[1]。

2.2 热阻测试方法

热阻是反映材料阻止热量传递能力的物理量,与导热系数密切相关。热阻测试通常采用热流计法或防护热箱法。热流计法是将热流计粘贴在材料样品表面,测量通过样品的热流密度,同时测量样品两侧的温度差,根

据热阻的定义计算出材料的热阻。该方法操作简便,适用于现场测试,但测试结果受热流计的精度和粘贴质量影响较大。防护热箱法是将材料样品放置在热箱和冷箱之间,通过控制热箱和冷箱的温度,使样品内部形成稳定的热流,测量热箱的加热功率和样品两侧的温度差,从而计算出材料的热阻。防护热箱法测试精度高,但设备复杂,测试成本较高,一般适用于实验室测试。

2.3 蓄热系数测试方法

蓄热系数是衡量材料储存和释放热量能力的指标,对于评价材料的热惰性具有重要意义。蓄热系数的测试方法主要有热波法和谐波法。热波法是通过在材料表面施加周期性变化的热流,测量材料内部的温度波动,根据热波传播理论计算出蓄热系数。该方法能够直接反映材料对热波的响应特性,但测试过程需要精确控制热流的周期和幅度,对测试设备要求较高。谐波法则是利用正弦变化的热流作用于材料,通过分析材料表面温度的正弦响应特性来计算蓄热系数。谐波法测试原理简单,易于实现,但测试结果的准确性受材料热物性参数的影响较大。

3 建筑节能材料热工性能评价方法

3.1 单一指标评价法

单一指标评价法是建筑节能材料热工性能评价中最简单直接的方法,它通常选取导热系数、热阻或蓄热系数等单一热工性能指标来评价材料的优劣。这种方法在实际应用中具有一定的便利性和实用性。例如,以导热系数作为评价指标时,导热系数越低,说明材料在传递热量方面的能力越弱,即材料的保温性能越好,越适合于建筑保温。在一些对保温要求较高的建筑项目中,如寒冷地区的住宅建筑,通常会优先选择导热系数较低的保温材料,如聚苯乙烯泡沫板、岩棉板等。通过单纯比较不同材料的导热系数,可以快速筛选出保温性能较好的材料,为建筑保温设计提供初步的参考。单一指标

评价法具有简单易懂、便于操作的优点,它不需要复杂的计算和综合分析,能够快速对材料的热工性能进行初步判断。对于一些对热工性能要求相对单一、明确的建筑项目,如简单的仓库建筑,只需要考虑材料的保温性能,采用单一指标评价法就可以满足选材需求。然而,该方法存在明显的局限性。建筑节能材料的热工性能是一个综合的概念,它不仅包括保温性能,还涉及隔热性能、蓄热性能等多个方面。单一指标无法全面反映材料在实际建筑应用中的热工性能表现。例如,仅考虑导热系数而忽略材料的蓄热性能,可能会导致在选择材料时无法满足建筑对室内热环境稳定性的要求。在一些昼夜温差较大的地区,如果选用的保温材料蓄热性能较差,室内温度会随着室外温度的昼夜变化而剧烈波动,影响居住者的舒适度。因此,单一指标评价法只能作为一种初步的筛选方法,不能作为全面评价建筑节能材料热工性能的依据。

3.2 综合指标评价法

为了克服单一指标评价法的不足,综合指标评价法应运而生。综合指标评价法综合考虑多个热工性能指标,通过建立数学模型或评价体系,对建筑节能材料的热工性能进行全面、客观的评价。这种方法能够更准确地反映材料在实际建筑应用中的综合性能,为建筑节能材料的选择和应用提供更科学的依据。常见的综合指标评价方法有层次分析法、模糊综合评价法等。层次分析法是一种将复杂问题分解为多个层次进行分析的方法。在评价建筑节能材料热工性能时,首先将评价问题分解为目标层、准则层和指标层。目标层是评价的最终目标,即建筑节能材料热工性能的优劣;准则层是影响目标实现的各种因素,如保温性能、隔热性能、蓄热性能等;指标层则是具体的热工性能指标,如导热系数、热阻、蓄热系数等。然后,通过两两比较确定各指标的相对重要性,构建判断矩阵。判断矩阵的元素值反映了两个指标之间相对重要程度的比较结果,通常采用1-9标度法进行量化。通过对判断矩阵进行特征向量计算和一致性检验,确定各指标的权重。最后,根据各指标的测试值和权重,计算出各材料的综合得分,根据得分高低进行排序评价。模糊综合评价法则是利用模糊数学理论,将定性评价转化为定量评价。在建筑节能材料热工性能评价中,由于一些评价指标具有一定的模糊性,如“保温性能好”“隔热性能一般”等,难以用精确的数值进行描述。模糊综合评价法通过建立模糊评价集和隶属函数,将定性评价转化为隶属度,然后根据各指标的权重进行模糊合成运算,得到材料的综合评价结果^[2]。综合指

标评价法能够更全面、客观地评价建筑节能材料的热工性能,它考虑了多个热工性能指标之间的相互影响和综合作用,避免了单一指标评价法的片面性。然而,评价过程相对复杂,需要确定各指标的权重和评价标准。指标权重的确定缺乏科学依据,目前主要依靠专家的经验 and 主观判断,这可能会导致评价结果存在一定的主观性和不确定性。因此,在使用综合指标评价法时,需要结合建筑节能的实际需求,广泛征求专家意见,采用科学合理的方法确定指标权重,以提高评价结果的准确性和可靠性。

3.3 实际工程应用评价法

实际工程应用评价法是通过在实际建筑项目中应用建筑节能材料,监测建筑在实际使用过程中的能耗情况和室内热环境参数,根据监测结果评价材料的热工性能。这种方法能够直接反映材料在实际工程中的节能效果和热工性能表现,评价结果具有较高的可靠性和实用性。在实际工程应用评价中,首先需要选择具有代表性的建筑项目,在建筑设计和施工过程中应用待评价的建筑节能材料。然后,在建筑投入使用后,安装相应的监测设备,如能耗监测系统、温度传感器、湿度传感器等,对建筑的能耗情况和室内热环境参数进行长期监测。监测内容包括建筑的采暖能耗、空调能耗、室内温度、湿度、空气质量等。通过对监测数据的分析和处理,可以评估建筑节能材料在实际使用过程中的节能效果和热工性能表现。例如,通过比较采用不同保温材料的建筑的采暖能耗,可以直观地了解不同保温材料的保温性能和节能效果;通过分析室内温度的波动情况,可以评价材料的蓄热性能和对室内热环境的调节能力。然而,实际工程应用评价法需要较长的监测周期和大量的实际数据支持,实施成本较高。一个完整的监测周期可能需要数年时间,以确保能够涵盖不同季节和气候条件下的建筑运行情况。同时,监测过程中需要投入大量的人力、物力和财力,包括监测设备的购置、安装和维护,数据的采集、传输和处理等。此外,实际工程应用评价法还受到建筑使用功能、气候条件等多种因素的影响,评价结果的普遍性和可比性较差。不同使用功能的建筑(如住宅、商业建筑、工业建筑等)对热工性能的要求不同,其能耗情况和室内热环境参数也会存在差异;不同地区的气候条件(如温度、湿度、太阳辐射等)也会对建筑的能耗和室内热环境产生影响。

4 测试与评价方法存在的问题及改进措施

4.1 存在的问题

目前,建筑节能材料热工性能测试与评价方法存在

一些问题。在测试方法方面,不同测试方法之间存在差异,导致测试结果的可比性较差;部分测试方法对测试环境和设备要求较高,难以在现场广泛应用;测试过程中的误差来源较多,如样品制备、温度测量、热流测量等,影响了测试结果的准确性。在评价方法方面,单一指标评价法过于片面,综合指标评价法的指标权重确定缺乏科学依据,实际工程应用评价法的实施难度较大。此外,目前缺乏统一的建筑节能材料热工性能测试与评价标准,导致市场上产品质量参差不齐,给建筑节能工作的开展带来了一定的困难。

4.2 改进措施

针对上述问题,可以采取以下改进措施来提高建筑节能材料热工性能测试与评价的准确性和可靠性。在测试方法方面,加强不同测试方法之间的对比研究,建立统一的测试标准和规范。通过开展大量的对比实验,分析不同测试方法之间的差异和影响因素,确定各种测试方法的适用范围和精度等级。在此基础上,制定统一的测试标准和规范,明确测试方法的选择、测试设备的要求、样品制备的规范、测试过程的操作步骤以及测试结果的处理方法等,提高测试结果的可比性。研发适用于现场测试的便携式测试设备,降低测试成本和难度。结合现代传感器技术、电子技术和计算机技术,开发小型化、便携式、操作简便的测试设备,如便携式导热系数测试仪、便携式热流计等。这些设备应具有较高的精度和稳定性,能够在施工现场快速、准确地测量建筑节能材料的热工性能参数,为施工过程中的质量控制和材料选择提供及时、有效的依据。加强对测试过程的质量控制,减少误差来源,提高测试结果的准确性。建立完善的样品制备流程和质量控制体系,确保样品的尺寸、形状、表面平整度等符合测试要求;定期对测试设备进行校准和维护,保证设备的精度和稳定性;加强对测试人员的培训,提高测试人员的操作技能和责任意识,严格按照测试标准和规范进行测试操作。在评价方法方面,结合建筑节能的实际需求,建立科学合理的综合评价指标体系。综合考虑建筑节能材料的保温性能、隔热性能、蓄热性能、耐久性等多个方面的因素,确定各指标的权重和评价标准^[3]。可以采用层次分析法、熵权法等客观赋权方法,结合专家的经验判断,确定各指标的权

重,提高指标权重确定的科学性和合理性。加强实际工程应用评价方法的研究,建立长期监测数据库。通过在实际建筑项目中应用建筑节能材料,开展长期的能耗监测和室内热环境参数监测,积累大量的实际数据^[4]。利用这些数据建立长期监测数据库,对不同地区、不同类型建筑、不同气候条件下建筑节能材料的热工性能表现进行分析和研究,为评价方法的改进提供数据支持。同时,通过对实际工程数据的分析,总结出建筑节能材料热工性能与建筑能耗、室内热环境之间的关系,为建筑节能设计和材料选型提供更科学的依据。同时,加快制定统一的建筑节能材料热工性能测试与评价标准,规范市场秩序。政府相关部门应组织科研机构、企业和专家学者等共同参与标准的制定工作,充分考虑国内外先进标准和技术发展趋势,结合我国建筑节能的实际情况,制定出科学合理、具有可操作性的测试与评价标准。通过标准的实施,加强对建筑节能材料市场的监管,规范企业的生产和经营行为,促进建筑节能材料的健康发展,推动建筑节能工作的深入开展。

结束语

本文介绍了常见的建筑节能材料热工性能测试方法,包括导热系数测试、热阻测试和蓄热系数测试等,分析了各种测试方法的原理、步骤和优缺点。同时,探讨了单一指标评价法、综合指标评价法和实际工程应用评价法等评价方法的特点和适用范围。针对目前测试与评价方法存在的问题,提出了相应的改进措施。未来,应进一步加强建筑节能材料热工性能测试与评价方法的研究,不断完善测试与评价体系,为建筑节能事业的发展提供有力的技术支持。

参考文献

- [1]郭娟利.严寒地区保障房建筑工业化围护部品集成性能研究[D].天津大学,2014.
- [2]何协欢.拉萨公共建筑设计参数与建筑节能关系研究[D].重庆大学,2014.
- [3]王丽沙.新型节能夹芯自保温墙体砌块力学及热工性能研究[D].延边大学,2014.
- [4]盛雪.公共建筑空调系统节能检测评估方法研究[D].西南交通大学,2014.