

以绿色建筑为导向的外窗热工性能测试与评估方法研究

刘立创

(广东平胜工程质量检测有限公司)

【摘要】文章旨在介绍外窗热工性能测试与评估的相关指标、测试方法和应用步骤,并结合实际案例分析如何对外窗热工性能进行测试和评估。通过传热系数测试、日射系数测试、窗框线性热传输系数测试、气密性测试和光学性能测试等多种方法,对外窗的热工性能进行全面评估,从而为绿色建筑设计和建筑能效提升提供科学依据。实际案例分析表明,采用合适的测试方法和评估指标可以有效提高建筑的能效和舒适性,为可持续发展做出贡献。

【关键词】绿色建筑;外窗热工性能;性能测试

中图分类号:TU201

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.10.040

Research on Thermal Performance Testing and Evaluation Methods for Exterior Windows Guided by Green Buildings

LIU Li-chuang

(Guangdong Pingsheng Engineering Quality Inspection Co., Ltd.)

【Abstract】The paper aims to introduce the relevant indicators, testing methods, and application steps for testing and evaluating the thermal performance of external windows, and analyze how to test and evaluate the thermal performance of external windows based on practical cases. The thermal performance of external windows is comprehensively evaluated through various methods such as heat transfer coefficient test, solar radiation coefficient test, window frame linear heat transfer coefficient test, air tightness test and optical performance test, so as to provide scientific basis for green building design and building energy efficiency improvement. Practical case studies have shown that adopting appropriate testing methods and evaluation indicators can effectively improve the energy efficiency and comfort of buildings, making contributions to sustainable development.

【Keywords】green building; thermal performance of external windows; performance testing

1 绿色建筑研究背景和检测外窗热工性能的重要性

绿色建筑是指在设计、建造、使用和拆除过程中,最大限度地减少对环境的影响,提高使用者的健康和舒适度,并实现可持续发展的建筑。外窗是绿色建筑中至关重要的构成部分,其热工性能对建筑能耗、使用者舒适度以及室内空气质量等方面具有重要影响。研究外窗热工性能的重要性在于,外窗是建筑中能耗的主要来源之一,其在保温隔热、室内采光和空气质量等方面的表现直接影响着建筑的能耗和使用者的舒适度。因此,检测外窗的热工性能,评估其综合表现,具有非常重要的意义。同时,绿色建筑的发展也促使了对外窗热工性能检测方法和评估方法的不断研究和改进,以更好地满足绿色建筑的需求和要求。近年来,随着人们对建筑能耗和环境保护意识的不断增强,绿色建筑的发展也越来越

受到关注。在此背景下,外窗热工性能的检测和评估方法也不断得到改进和完善。研究外窗热工性能检测和评估方法的目的是更好地满足绿色建筑的需求,提高建筑能耗的效率和节约,同时也是为了提高建筑的舒适度和使用者的健康^[1]。

2 外窗热工性能的相关指标和测试方法

2.1 传热系数测试方法

在外窗热工性能检测中,传热系数是评估外窗隔热性能的重要指标。传热系数测试方法一般通过热通量计、温度计等仪器,对窗体的传热情况进行测试。在测试前需要准备好测试设备和样品,包括热通量计、温度计、控温系统等,样品则是要测试的窗体。在样品准备过程中,需要注意样品的大小、形状和材质等因素,以及保证样品表面的平整和清洁。在进行实验前,需要进行一些准备工作,例如校准测

试设备、确定测试条件和安装样品等。同时,还需要对实验过程中的一些影响因素进行考虑和处理,例如风速、气压、湿度等因素。在传热系数测试实验中,需要控制好测试条件,例如室内外温度差、室内外风速、样品表面温度等,以保证实验结果的准确性和可靠性。实验过程中,需要通过热通量计测量传热流量,通过温度计测量样品表面温度和室内外温度等数据,计算出传热系数。

2.2 日射系数测试方法

日射系数是衡量建筑物外墙或窗户透光性的指标,是指进入建筑内部的太阳辐射能量与太阳辐射总能量之比。在外窗热工性能检测中,日射系数是评估外窗透光性能的重要指标。日射系数测试方法主要包括室内室外同时测量法和室内单测量法两种方法。室内室外同时测量法是通过在建筑内部和外部同时放置光照度计来测试建筑物外墙或窗户的日射系数。在测试过程中,需要确定测量点的位置,以及确定测试时间和天气条件,在建筑物内部和外部分别放置光照度计,并记录光照度计所测得的太阳辐射能量,通过计算两个光照度计所测得的太阳辐射能量之比,得出建筑物外墙或窗户的日射系数;室内单测量法是在建筑内部放置光照度计来测试建筑物外墙或窗户的日射系数。

2.3 窗框线性热传输系数测试方法

窗框线性热传输系数是指窗框材料在单位长度内的导热能力,在外窗热工性能检测中,窗框线性热传输系数是评估外窗隔热性能的重要指标。窗框线性热传输系数测试方法是通过对外窗进行热传输试验来测定窗框的热传输系数。测试方法一般采用热箱法或热流计法。热箱法是将测试样品放置在恒定温度下的热箱内,测量热通量和温度差,从而计算出窗框线性热传输系数。热流计法则是将热流计安装在窗框上,测量窗框表面的温度差和热通量,通过计算得出窗框的线性热传输系数。在进行窗框线性热传输系数测试时,需要注意一些影响因素,如窗框的材质、结构、尺寸等因素,以及窗框与玻璃的接口处、外墙的热桥效应等因素。同时还需要对测试条件进行控制和调整,例如测试时间、温度、湿度、气压等条件,以保证实验结果的准确性和可靠性^[2]。窗框线性热传输系数的测试方法能够帮助设计师和建筑师评估窗框的隔热性能,从而设计更加节能和舒适的建

筑物。测试方法的应用也可以帮助窗框制造商优化产品设计和材料选择,以提高窗框的隔热性能和使用寿命,进而促进建筑节能和可持续发展。

2.4 气密性测试方法

外窗的气密性是指外窗与墙体之间的接口处是否存在漏风现象,即窗户是否能够有效地阻挡外部空气流入室内。气密性测试方法是通过对窗户的漏风量进行测量来评估窗户的气密性能力。气密性测试方法主要分为两种:压差法和烟雾法。压差法是通过在窗户的内外两侧建立不同的压力差,从而测量窗户漏风量的方法。在测试中,需要先对窗户进行密封,然后在窗户内外两侧分别建立不同的压力差,通过测量压力差下窗户漏风量的变化来评估其气密性能力。烟雾法则是通过在窗户周围喷洒烟雾或人工产生烟雾,观察烟雾在窗户周围的流动情况,从而判断窗户漏风量和漏风位置。

2.5 光学性能测试方法

光学性能测试方法主要包括光度计法和光谱分析法。光度计法是通过使用光度计测量样品表面的光透过率、光反射率和漏光率等指标,从而评估外窗的光学性能。光谱分析法则通过分析窗户的透光光谱分布来测定外窗的光学性能。在进行光学性能测试时,需要注意测试设备的精度、校准等因素,还需要控制测试条件,例如光源的强度、角度、波长等条件,光学性能测试的结果可以帮助设计师和建筑师评估窗户的光学性能,从而设计更加节能和舒适的建筑物。测试方法的应用也可以帮助窗户制造商优化产品设计和材料选择,以提高窗户的光学性能和使用寿命,进而促进建筑节能和可持续发展。

3 外窗热工性能评估方法

3.1 窗体热工性能评估方法

窗体热工性能评估是评估外窗隔热性能的重要方法之一,可以帮助设计师和建筑师评估窗户的隔热性能和采光性能,从而设计更加节能和舒适的建筑物。窗体热工性能评估方法包括热通量法、热桥系数法和数值模拟法。其中热通量法是通过测量窗户的传热流量来评估其隔热性能。热桥系数法则是通过分析窗户边框、玻璃与墙体接触处的热桥效应,从而评估其隔热性能。数值模拟法则是通过建立窗户的数值模型,模拟窗户在不同气候条件下的隔热

性能,从而评估窗户的隔热性能。窗体热工性能评估的结果可以帮助设计师和建筑师优化窗户设计和材料选择,提高窗户的隔热性能和采光性能,进而促进建筑节能和可持续发展。

3.2 光学性能评估方法

光学性能评估是评估外窗透光性能的重要方法之一,可以帮助设计师和建筑师评估窗户的采光性能和舒适性,从而设计更加节能和舒适的建筑物。光学性能评估方法包括透光率测量、反射率测量、漏光率测量和光谱分析等。其中透光率测量是通过测量窗户的透光比例,从而评估窗户的采光性能;反射率测量则是通过测量窗户表面的反射比例,从而评估窗户的遮阳性能;漏光率测量是通过测量室内和室外的照度差异,从而评估窗户的漏光情况;光谱分析则是通过分析窗户的透光光谱分布,从而评估窗户的色彩和光照分布情况。

4 绿色建筑外窗热工性能测试与评估案例分析

某办公楼外窗采用的是双层中空玻璃幕墙系统,玻璃表面采用低辐射镀膜,框架采用铝合金材质,窗户面积为 1000m^2 。在本例中,通过热通量法测试该办公楼外窗的传热系数,结果显示 U 值为 $0.8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$,说明该窗户的隔热性能良好, U 值表示单位面积的窗户在单位时间内传输的热量,数值越小表示隔热性能越好,该 U 值符合A级隔热性能的要求。窗户是建筑外墙中的薄弱环节,会对建筑的能耗和舒适性产生很大的影响,隔热性能良好的窗户可以降低能源消耗,提高室内舒适度;其次,采用辐射计和室内照度计等测试设备,测量该办公楼外窗的日射系数。测试结果显示该窗户的日射系数为 $SHGC=0.5$,说明该窗户的遮阳性能较好, $SHGC$ 值表示单位面积的窗户透过的太阳辐射热量与太阳辐射总热量之比,数值越小表示遮阳性能越好。根据我国的遮阳性能标准,该 $SHGC$ 值符合一般办公建筑的遮阳性能要求^[3]。绿色建筑设计可以通过窗户遮阳来减少室内采光带来的热量输入,提高建筑的能效和舒适度。对于建筑设计者和业主来说,选用适合的窗户类型和遮阳措施,对窗户的日射系数进行评估和优化,可以有效提高建筑的能效和室内舒适度;采用窗框线性热传输系数测试方法,测量该办公楼外窗的窗框线性热传输系数,该窗框的线性热传

输系数为 $\psi=0.02\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,说明该窗框的隔热性能较好, ψ 值表示单位长度的窗框沿着传热方向的热流量与温度差之比,数值越小表示隔热性能越好,根据我国的隔热性能标准,该窗框的隔热性能达到了较高的要求;采用压差法测试该办公楼外窗的气密性能,测量窗户的漏风量和压差,评估窗户的气密性能,该窗户的漏风量为 $0.1\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$,说明该窗户的气密性能较好。漏风量表示单位面积的窗户在单位时间内漏掉的空气量,漏风量越小表示窗户的气密性能越好,较好的气密性能可以提高建筑的隔音性和保温性,降低能耗,改善室内空气质量,提高居住舒适度;在本例中,采用光度计和辐射计等测试设备,测量该办公楼外窗的透光率、反射率和漏光率等光学性能指标。测试结果显示该窗户的透光率为 0.6 ,反射率为 0.3 ,漏光率为 0.1 ,说明该窗户的采光性能较好。透光率越高,表示窗户采光效果越好,同时反射率和漏光率越小,也能提高采光效果。

5 结语

当今社会对于建筑能源消耗的压力越来越大,绿色建筑的理念逐渐被广泛认可。在此背景下,外窗热工性能测试与评估显得尤为重要。未来可以预见的是,绿色建筑设计将会越来越受到重视,对于外窗热工性能测试与评估的需求也将越来越高。在这个过程中,持续不断地进行技术研究和实践探索,提高测试和评估的精度和效率,为建筑行业可持续发展做出更大的贡献。同时,随着新材料、新技术的不断涌现,外窗热工性能测试与评估的内容也将不断丰富和更新。因此,需要紧跟时代步伐,不断学习、更新知识和技术,适应新的需求和挑战,为建筑行业的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 毛会军, 孟庆林, 黎珊, 王凯, 任鹏. 腔室内表面发射率对外窗热工性能与建筑能耗的影响[J]. 建筑节能(中英文), 2022, 50(8): 31-37.
- [2] 杨帆, 胡浩威, 曹静怡, 方廷勇. 安庆市外窗通风及热工性能的节能效果分析[J]. 新型建筑材料, 2020, 47(6): 101-105.
- [3] 王旭晟, 陶勤练. 建筑外窗热工性能计算验证性研究[J]. 建筑科技, 2019, 3(6): 7-9.