

不同材质外门窗气密性能的现场检测与对比研究

李 帅

上海建科深水港检验有限公司, 上海 201306

[摘要]随着全球节能减排目标的不断推进,建筑行业作为主要能源消耗领域之一,面临着日益严格的能效标准。外门窗作为建筑物的“透气口”,气密性对建筑节能效果具有至关重要的影响,气密性不佳的门窗会导致空气渗透,从而引起热能流失,增加供暖与制冷所需的能耗,进而加重环境负担。因此,选择合适材质的门窗,并采用有效的检测方法来评估其气密性能,已成为提升建筑能效及推动绿色建筑实现的核心要素。目前,市场上普遍采用的门窗材质,包括铝合金、塑钢与木质门窗,各自在气密性、耐候性与环境适应性等方面的表现存在显著差异。通过现场检测,旨在分析不同材质门窗的气密性能差异,从而为建筑节能技术的优化提供数据支持与理论依据。

[关键词]建筑外窗;气密性;门窗材质;现场检测

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15104

中图分类号: TU111

文献标识码: A

On-site Testing and Comparative Study on the Airtightness Performance of External Doors and Windows Made of Different Materials

LI Shuai

Shanghai Jianke Deepwater Port Inspection Co., Ltd., Shanghai, 201306, China

Abstract: With the continuous advancement of global energy conservation and emission reduction targets, the construction industry, as one of the main energy consuming sectors, is facing increasingly strict energy efficiency standards. As the "air vents" of buildings, the airtightness of external doors and windows has a crucial impact on the energy-saving effect of buildings. Doors and windows with poor airtightness can cause air infiltration, resulting in heat loss, increasing the energy consumption required for heating and cooling, and thus increasing the environmental burden. Therefore, selecting appropriate materials for doors and windows, and using effective testing methods to evaluate their air tightness performance, has become a core element in improving building energy efficiency and promoting the realization of green buildings. At present, the commonly used door and window materials in the market, including aluminum alloy, plastic steel, and wooden doors and windows, have significant differences in their performance in terms of air tightness, weather resistance, and environmental adaptability. Through on-site testing, the aim is to analyze the differences in air tightness performance of doors and windows made of different materials, in order to provide data support and theoretical basis for optimizing building energy-saving technologies.

Keywords: building exterior windows; airtightness; door and window materials; on-site testing

引言

随着建筑节能要求的不断提升,外门窗作为建筑外围结构的重要组成部分,其气密性对建筑的能源消耗、室内舒适度及环境保护具有显著影响。具有良好气密性的门窗能够有效减少空气渗透,从而提升室内温度的稳定性,降低能源消耗。因此,对门窗气密性能的评估,特别是在实际环境中的表现,已成为建筑设计与施工中的重要环节。不同材质的门窗在气密性方面表现各异,通过现场检测与对比研究,重要参考资料得以提供,这对优化门窗设计至关重要,从而推动建筑节能目标的实现。

1 气密性能的基本理论与评估标准

气密性能指门窗在气压差作用下,阻止空气渗透进出室内的能力。具备良好气密性的门窗能够有效隔绝外界的冷风、噪音及污染物,从而保持室内环境的稳定与舒适,这一性能直接影响建筑的能源消耗及室内空气质量,尤其

在节能设计与绿色建筑的实践中,气密性已成为评估门窗性能的关键指标之一。气密性评估通常通过渗透风量来量化,这一过程是在一定气压差下测量通过门窗缝隙渗透的空气量。根据不同地区与国家的标准,门窗气密性被分为多个等级,评估则主要依据检测过程中总风量的大小。常见的评估标准包括欧洲的 EN 12207 标准与中国的 GB/T 7106—2008 标准,这些标准为气密性能的测试方法、实验条件及分级依据提供了详细的规范。气密性能受到诸多因素的影响,如门窗材质、密封条质量、安装工艺及外部环境条件(例如风速与温差)。在评估气密性时,除了参考检测标准外,必须考虑这些因素对实际表现的影响,以确保在不同气候条件下,所选门窗仍能保持良好的气密性。

2 不同材质外门窗的特点

2.1 铝合金门窗

铝合金门窗因其优越的强度、耐候性及轻质特性,已

广泛应用于现代建筑。具有坚固结构的铝合金，能够有效承受外界风压与冲击力，尤其在高层建筑与大型商业设施中，常被选作理想材料。经过阳极氧化或粉末涂装处理后，铝合金门窗表现出强大的抗腐蚀性，有效抵御酸雨、紫外线及其他化学物质的侵蚀，从而延长其使用寿命。在气密性方面，铝合金门窗表现较为稳定，由于铝合金材料具备优良的可加工性，窗框设计可实现较高的密封效果，并搭配高品质的密封条，从而显著减少空气渗透。然而，由于铝合金具有较强的热传导性，在缺乏合适隔热设计时，门窗可能在冬季或夏季产生较大的温差，进而影响能效表现。为解决这一问题，现代铝合金门窗普遍采用断桥铝技术，在铝合金框架中加入隔热条，有效减少热传导，提升门窗的保温性能。

2.2 塑钢门窗

塑钢门窗通常由聚氯乙烯（PVC）材料与增强型钢材共同构成，具有良好的耐腐蚀性、绝缘性以及隔音性能，广泛应用于住宅建筑中。与铝合金门窗相比，塑钢门窗最突出的特点是其优异的隔热性能。由于PVC材料的低导热性，塑钢门窗能够有效减少室内外温差的传导，从而提升保温效果，尤其适合寒冷气候或节能要求较高的建筑。在气密性方面，塑钢门窗表现尤为出色，由于PVC材料具有优良的可塑性，能够精细加工制造出紧密的框架与缝隙设计，加之高质量密封条的配合，气密性得到了显著提升。相较于传统金属窗，塑钢门窗在气密性方面的表现更加卓越，无论在大多数环境条件下，还是在高风压的条件下，塑钢门窗的密封性能都能保持稳定，有效防止空气及水分的渗透，显著提高室内的舒适度。另外，塑钢门窗还具备较强的抗风压能力，特别适用于中低层建筑。其材质不易受到潮湿或腐蚀的影响，且维护成本较低，清洁也十分便捷。尽管如此，塑钢门窗在抗老化性能方面相对较弱，长期暴露于强紫外线下可能导致材料褪色或老化。为此，通常需要对表面进行防紫外线处理，以延长其使用寿命。

2.3 木质门窗

木质门窗因其自然美观及温暖的质感，一直是高端住宅与古典建筑中的常见选择。与金属或塑料门窗相比，木质门窗独特的视觉魅力，能够为室内空间增添温馨且高贵的氛围。木材本身的优越性能，尤其在保温与隔音方面提供了显著的优势，由于木材的导热性远低于金属，其在隔热效果上的表现尤为突出，能够有效降低热量流失，从而提升建筑的能效。在气密性方面，木质门窗的密封效果得到了良好的实现。木材的天然弹性与可调节性使得窗框能适应环境的变化，减少开关时产生的缝隙，从而提升气密性能。同时，窗框与玻璃之间精心设计的密封条，有效防止了空气与水分的渗透。木质门窗的主要不足在于容易受到湿气与气候变化的影响。未经处理的木材容易吸水膨胀，导致门窗变形或开裂，从而影响其结构强度与气密性。因此，木质门窗通常需要进行防腐、防潮及防虫处理，尤其

在湿润或极端气候条件下保养显得尤为重要。与金属或塑料材质相比，木质门窗的耐久性稍逊，长期使用可能出现褪色或老化现象，因此需定期涂漆或重新处理。

3 不同材质门窗气密性能的现场检测工序

3.1 检测前的准备工序

在进行不同材质门窗的气密性检测之前，充分的准备工作至关重要，它是确保检测结果准确性与可靠性的前提。首先，检测人员应从门窗的安装质量着手，检查门窗框架与墙体的结合情况，确保没有松动或变形的现象，安装不当对气密性测试可能产生不利影响，因此，必须确认所有密封条完好无损，门窗开启关闭自如，且窗框与玻璃的接缝处紧密无松动。接下来，检测环境的评估同样不容忽视，气密性测试通常在特定气压差下进行，这要求室内外具备稳定的风压差，或通过专用设备模拟出相应的风压条件。检测人员需检查室外风速及室内气压是否符合规定标准，若风速过大或气候条件不稳定，检测时间应适当调整，或借助调节设备创造理想的测试环境。此外，检测设备的状态检查也不可忽略，常见的检测工具，如风压差计、渗透风量测量仪等均需进行预校准，以确保设备正常工作，数据测量准确。在正式测试前，检测人员应确保门窗周围区域清洁且无任何障碍物，以免外部因素干扰测试结果。为了确保整个检测过程的顺利进行，所有参与检测的人员应明确操作规范与测试流程，测试前对设备、方法及具体要求的讨论与确认极为必要，这有助于保证每一环节按标准执行，从而确保数据的可追溯性与可验证性。

3.2 总渗透风量检查

总渗透风量检查是评估门窗气密性的重要步骤，通过测量在一定气压差下门窗的空气渗透量，能够直观地反映其密封性能。在实际检测过程中，需建立一个稳定的气压差，通常专门的风机或气压差设备被用来模拟实际使用环境中的风压，以确保测试条件与实际情况一致。在此过程中，所有门窗的开启部分，如窗扇和门框必须保持完全关闭，以避免外部风源干扰测量结果。在测试过程中，渗透风量计会在门窗表面产生均匀的气压差，通过测量在这个压力差下，门窗周围渗透进来的空气量，气密性得以判断。风量计精确测量这些数据，并结合门窗的尺寸、类型等参数，计算出单位面积上的渗透量，从而评估门窗的整体气密性。为了确保测试结果的准确性，外部环境因素，如风速或气温变化必须避免影响测量，通过设置多个测量点，数据的一致性与可靠性得以进一步验证。如果不同位置的渗透风量差异较大，这表明门窗的某些部分存在明显的密封问题，需进一步分析并进行调整。总渗透风量检查不仅提供了门窗气密性的量化数据，还能评估其在不同环境条件下的表现，从而为优化设计和改善密封方案提供参考。

3.3 室外环境风速及附加渗透风量测量

在气密性检测过程中，准确测量室外环境的风速对测

试精度至关重要。风速的变化会显著影响门窗的气密性表现，因此，必须使用风速计进行实时监测，确保测试时风速处于适当范围。理想的检测环境应选择风速稳定的天气，若风速较大则需通过调节室内外的气压差来降低风速对测试的干扰。附加的渗透风量测量可用来评估风速对门窗气密性产生的影响。在风速较大的情况下，门窗周围的空气渗透量通常会增加，通过模拟不同风速条件，并逐步测量渗透风量的变化，风速对气密性的附加影响能够被定量评估。这一测量过程有助于分析门窗在不同风速条件下的稳定性，为门窗设计的优化提供数据支持，确保其在多变环境下的可靠性。

4 不同材质外门窗气密性能的对比分析

4.1 气密性能差异分析

在对不同材质外门窗的气密性进行对比分析时，必须明确不同材质的门窗在密封结构、材料弹性及耐候性等方面存在显著差异。铝合金门窗具备较高的强度与刚性，但由于铝合金表面容易受到温度变化的影响，气密性通常不如塑钢或木质门窗稳定。特别是在极端气候条件下，铝合金门窗的密封条可能因温差变化而发生收缩或松弛，从而导致气密性下降。相比之下，塑钢门窗的热膨胀特性较好，材料弹性较强，能够较好地适应温差波动^[1]。因此，塑钢门窗的气密性在长期使用过程中通常能够保持较为稳定。然而塑钢门窗的结构较为复杂，气密性的表现往往直接受到密封条和连接部位质量的影响。若安装不当，接缝可能不够严密，从而导致空气渗透现象。木质门窗在天然材料的密封性方面具有一定的优势，但气密性常受到木材湿度变化的影响，木质门窗在吸湿或干燥过程中容易发生变形，进而影响密封效果。特别是在潮湿环境中，木质门窗的稳定性较差，气密性可能显著下降。因此，木材的处理及防潮性能直接关系到木质门窗气密性的稳定性。

4.2 材质对气密性能的影响

材质在外门窗气密性中的影响具有重要意义，因其不仅决定了门窗的结构强度，也直接影响了密封性能与耐久性。铝合金门窗具备较高的强度与刚性，能够承受较大的外力，但气密性可能存在一定不足，这主要是由于铝合金的热膨胀系数较大，当温度发生变化时，密封条容易发生松动或变形，从而导致密封不严，进而增加空气渗透的风险^[2]。相比之下，塑钢门窗在气密性方面表现较为优越，主要源于其较强的弹性与较低的热膨胀系数。塑钢材质能够较好地适应温度波动，从而确保门窗在各种气候条件下保持稳定的气密性。此外，塑钢门窗的设计通常更注重细节，采用的多道密封结构有助于增强密封性，从而减少空气的渗透。木质门窗在天然材料方面具备一定优势，尤其在干燥环境中，木材表现出良好的气密性。木质门窗的这一优势常常受到湿度与温度变化的影响，在湿度波动较大的环境中，木质门窗容易发生膨胀或收缩，从而导致密封性下降，尤其是在潮湿或高温环境下，气密性能往往面临较

大挑战。为了保证其气密性，木质门窗通常需要额外的防潮处理，其质量亦依赖于优质木材的选材与精湛工艺的应用。

4.3 各种材质气密性能的优势与不足

在对不同材质外门窗的气密性能进行对比时，各种材质的优缺点逐一显现。凭借卓越的强度与耐用性，铝合金门窗能够承受较大外力，尤其适合对安全性要求较高的建筑。此外，铝合金的外观现代，维护便捷，因而在现代建筑设计中常被应用，但铝合金门窗的气密性相对较差，特别是在温差较大的环境下，密封性能容易受到影响，密封条老化或变形现象较为普遍，从而导致气体渗透问题。在气密性能方面，塑钢门窗则占据显著优势，塑钢材质具备较低的热膨胀系数与较强的弹性，这使得其能够有效适应环境温度变化，从而在长时间使用过程中保持较为稳定的密封效果^[3]。通过多道密封设计，塑钢门窗的气密性得以进一步增强，在寒冷或温差较大的地区表现尤为突出。尽管如此，塑钢门窗的结构较为复杂，且安装精度要求较高。如果在施工过程中出现问题，密封条接缝可能不够严密，进而影响整体气密性。木质门窗则在天然美观及环境适应性方面具有独特的优势。天然木材本身具备一定的隔热性，有助于维持室内温度，木质门窗的密封性通常较好。但木材的气密性能容易受到湿度和温度变化的影响，在湿度过大时，木门窗会膨胀变形，从而影响密封效果；而在干燥环境中，木材则可能收缩，导致密封性降低。因此，木质门窗的气密性相对不稳定，尤其在潮湿或高温环境下，其性能会受到一定的影响。

5 结语

通过对不同材质外门窗气密性进行检测与对比，揭示了铝合金、塑钢与木质门窗在气密性表现上的显著差异。铝合金门窗在密封性及适应性方面展现了较强的优势，而塑钢门窗则在气密性上保持了较为稳定的表现。与之相比，木质门窗在气密性方面的表现较为薄弱，尤其是在潮湿或大风天气条件下，其气密性易受到较大影响。在气密性检测过程中，环境风速及渗透风量的测量被广泛应用，从而能更精确地评估门窗在实际使用中的表现。基于此，研究为建筑节能及门窗选材提供了有力的数据支持，同时也为未来门窗设计的优化提供了实践依据。长期性能变化在不同环境下的探讨，将有助于推动门窗设计的进一步完善。

[参考文献]

- [1]付相球,张喜臣,王晓军,等.建筑外门窗气密性能研究综述[J].建筑科学,2024,40(12):107-115.
- [2]郭翰卿.建筑外窗窗口气密性能现场检测方法探讨[J].居舍,2022(8):54-56.
- [3]王红霞.新旧建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法的对比分析[J].中国建筑装饰装修,2024(15):128-130.

作者简介:李帅,当前就职单位名称:上海建科深水港检验有限公司,当前职称级别:中级职称。