

济南兰光机电技术有限公司

中国济南无影山路 144 号 (250031)

总机: (86) 0531 85068566

传真: (86) 0531 85062108

E-mail: marketing@labthink.cn

网址: <http://www.labthink.cn>

密封胶水蒸气渗透性对中空玻璃节能效果的影响分析及测试方法概述

济南兰光机电技术有限公司

摘要: 中空玻璃因其独特的结构而具有优异的节能效果, 现已成为主要的外围护结构和外装饰材料。本文通过分析水蒸气渗透原理以及渗透的途径, 发现密封胶水蒸气透过率参数与中空玻璃的失效关系密切, 因此结合 JC/T914-2003 要求介绍了丁基热熔密封胶水蒸气透过率的测试方法, 以期对相关企业中空玻璃密封胶的质量控制提供一定的指导。

关键词: 中空玻璃、密封胶、水蒸气

Impact of Water Vapor Permeability of Sealant on the Energy Efficiency of Insulating Glass & Testing Method of Water Vapor Permeability of Sealant

Labthink Instruments Co., Ltd

Abstract

Because of its unique structure, the insulating glass is featured with excellent energy efficiency and it has become the main material that is used to construct the building envelope and exterior decoration. This article aims to discuss the correlation between the water vapor transmission rate (WVTR) of the sealant and the performance of insulating glass through the analysis on the water vapor permeation theory. Additionally the testing method of WVTR of butyl hot-melt sealant (conforming to the requirements specified in JC/T914-2003 standard) is introduced in this article, which may provide related enterprises with certain guidance to the quality control of insulating glass.

Keywords

Insulating Glass, Moisture Condensation, Sealant, Water Vapor Transmission Rate (WVTR)

作为建筑的外围护结构材料之一,玻璃隔热性能最差,是能量流转的重要通道。据数据统计,冬季采暖条件下经单层玻璃散失的热量约占总供热能量的 30%-50%,夏季空调制冷条件下太阳辐射热量透过单层玻璃而消耗的冷量约占总制冷能量的 20%-30%。GB50189《公共建筑节能设计标准》中提出新建建筑的外围护结构应分担建筑节能的 25%-13%,单层玻璃的节能效果相差较远,亟需寻找新的替代材料。

中空玻璃的节能原理

通常,能量的传递有三种方式: 1、辐射传递,即能量通过射线以辐射的形式进行的传递; 2、对流传递,依靠流体微团的宏观运动来传递热量,如玻璃两侧具有温度差,冷空气下降热空气上升,产生空气的对流,而造成能量的流失; 3、热传导传递,依靠物质分子或原子的移动传递热量。在玻璃的能量传递过程中,热传导传递和辐射传递所占比例最大,约为总能量的 97%,因此,减少能量传递的最佳办法是增强玻璃的辐射阻隔能力或者降低玻璃整体系统的传热系数(传热系数K是指在稳定传热条件下,玻璃两侧空气温度差为 1℃时,单位时间内通过 1 平方米玻璃的传热量,单位为 $W/(m^2 \cdot K)$)。

中空玻璃是指两块或多块玻璃板之间,由间隔体、密封胶、干燥剂分隔为一个密闭、充斥空气的单元,具体结构如图 1 所示。这种结构最大的优势在于气体间隔层的隔热作用。玻璃自身的导热系数为 $0.77 W/(m \cdot K)$,空气的导热系数是 $0.024W/(m \cdot K)^{[1]}$,仅为玻璃的 3.12%,由此构成的中空玻璃整体传热系数约为 $2.7 W/(m^2 \cdot K)$,较单层玻璃 $5.4 \sim 5.8 W/(m^2 \cdot K)$ 降低了 53.45%,热阻增加,从而降低了热传导速率。

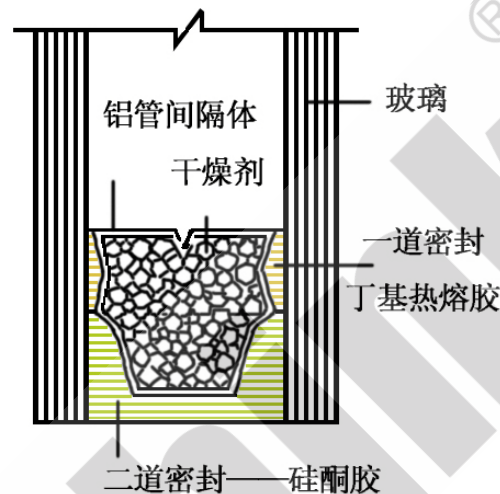


图 1 中空玻璃结构图

中空玻璃的失效的原因

根据对使用过程中失效的中空玻璃调查发现,失效原因基本分为两类:一是中空玻璃层间结露导致,占总体失效数量的 63%;二是中空玻璃发生炸裂,约占 26%^[2]。前者原因相对集中,因此下文将重点对结露产生的原因进行分析。露点是指空气湿度达到饱和和状态的温度,其与空气湿度和含水量呈一一对应关系。当中空玻璃空气层中的水蒸气含量增加,相应的露点上升,中空玻璃表面的温度更容易达到或低于空气层的露点温度,此时空气层中的水蒸气便会凝结为液态水附着在玻璃内表面,使玻璃的透明度降低。由于水的导热系数为 $0.6265 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,与空气混合后加速了中空玻璃整体的热传导效果,进而造成中空玻璃的失效。因此降低水蒸气的渗透是减少中空玻璃失效的根本问题。

水蒸气的渗透原理和途径

水蒸气的渗透是一个吸附、溶解、扩散、解吸的过程,在材料的一侧——水蒸气高浓度侧,水蒸气大量吸附在材料表面,经过溶解进入材料内部,逐渐扩散从材料另一侧解吸而出,融入水蒸气低浓度侧,如图 2 所示。纵观整个过程可以看出,影响水蒸气渗透的因素主要是材料的厚度、材料两侧的水蒸气压差以及材料自身的水蒸气透过率。

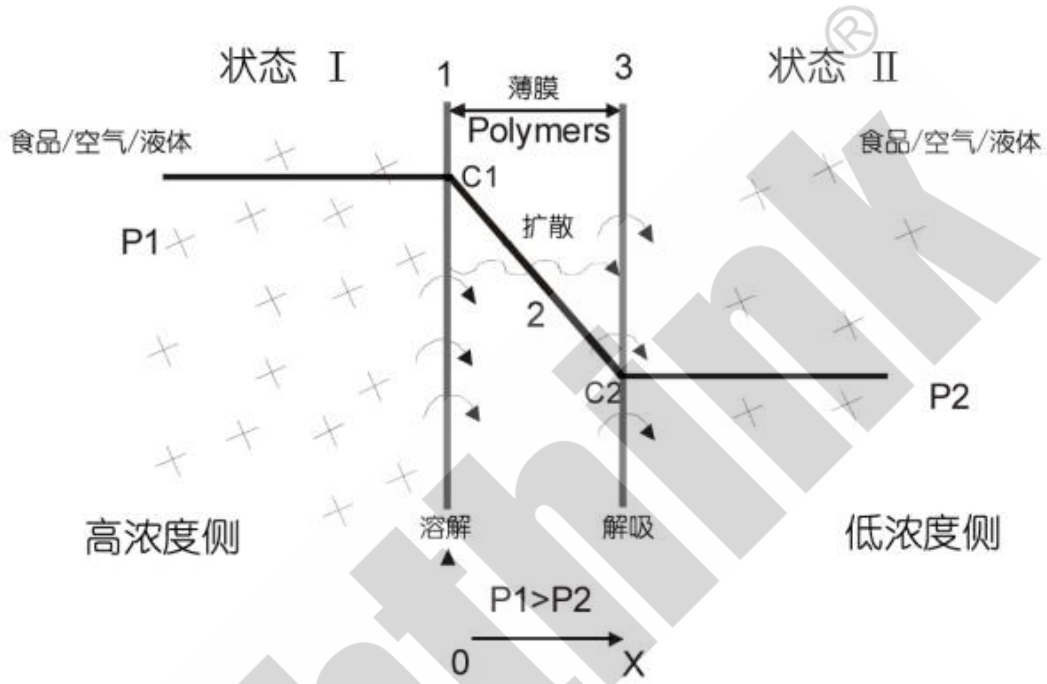


图 2 水蒸气渗透原理

观察图 1 中空玻璃结构图发现, 玻璃、铝管间隔体、干燥剂和密封胶共同形成空气密封层, 由于玻璃和铝管自身的水蒸气渗透率非常低, 而干燥剂又起着吸收水蒸气的作用, 因此造成空气层大量的水蒸气渗透极有可能是密封胶出了问题。密封胶是组成中空玻璃的一种重要材料, 一方面发挥着粘结作用, 保持玻璃层间的稳定结构, 另一方面利用自身较低的水蒸气透过率阻隔水蒸气的渗透, 从而利于中空玻璃长期节能效果的保持。然而密封胶属高分子聚合物, 种类不同其性能也有差异, 比如丁基热熔胶的水蒸气透过率最小但粘结性较差^[3], 而硅酮密封胶则与之相反。如何从众多胶材中选择具有“合适”水蒸气透过率的密封胶是现今生产者非常关注的问题。另外, 由于国内优质胶材和技术工艺的限制, 部分规模较小的生产企业为降低成本, 或多或少在原料中加入其他替代材料, 使得密封胶的水蒸气透过率大大增加, 缩短了中空玻璃的使用寿命。对于以上两点, 现代中空玻璃制造企业在选用密封胶的时候需要更加重视对胶材水蒸气透过率的严格检测, 接下来笔者将以丁基热熔密封胶为例, 介绍胶材的水蒸气透过率测试方法。

丁基热熔密封胶水蒸气透过率测试

JC/T914-2003 《中空玻璃用丁基热熔密封胶》是关于丁基热熔胶的要求、试验方法、检验规则等各方面的建材行业标准,其中第四条规定了丁基热熔密封胶的水蒸气透过率需参照 GB/T 1037 采用杯式法(称重法)进行测试。杯式法(称重法)要求在规定的温度条件下,放置在透湿杯中的试样两侧保持一定的水蒸气压差,然后利用称重传感器或分析天平把透湿杯的重量变化“称”出来,再根据试样的面积、厚度、称量间隔时间以及试样两侧的湿度差计算出材料的透湿性能参数。由于其特征测试元件是透湿杯,所以又叫杯式法(Cup Method)。

从上述原理可以看出,它只要求在试样两侧保持一定的相对湿度差作为测试条件,但是并没有规定试样哪一侧为高湿区和低湿区,因此根据两区位置不同,该方法又分为增重测试和减重测试。增重测试所用透湿杯中放有干燥剂来保持试样一侧为 0%RH,另一侧暴露在 90%RH 的恒湿箱中,随着水蒸气在恒定压差作用下透过试样进入低湿测被干燥剂吸收,导致透湿杯重量变化。然而,在干燥剂不断吸收水蒸气的过程中,是否能始终保证低湿侧为 0%RH、保持两侧压力恒定,是测试者非常难以把握的,而这对试验结果也会产生较大的影响。相比之下,减重法透湿杯内盛有蒸馏水或是饱和盐溶液,可认为透湿杯内部为 100%RH,试样另一侧采用干燥的气流持续吹扫,使两侧压力恒定。这种干燥控制便于在不破坏试验过程的前提下稳定的进行,因而测试结果的稳定性更佳。

于是笔者参考标准的要求,借助 W3/060 水蒸气透过率测试仪器对丁基热熔胶进行了减重法水蒸气透过率测试,过程如下:

取 3 个厚度为 $2\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$,圆形直径 74mm,同材质、细腻、无可见颗粒的均质丁基热熔胶在温度 $23\pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $50\pm 5\%\text{RH}$ 的环境条件下,至少放置 12h,以保证试样达到温湿度的平衡,如图 3。往透湿杯中加水至杯槽高度的 2/3,如图 4,将 3 个试样分别装夹在相应透湿杯中,密封后平稳的移放至仪器内部圆形托盘的三个工位上,如图 5。仪器自动控制试样两侧的湿度差在 90%RH,水蒸气侧透过试样进入低湿度一侧,通过测定透湿杯的重量随时间的变化从而求出试样的水蒸气透过率,最终取 3 项数据的平均值,相关结果见表 1。经与 JC/T914-2003 中标准指标的对比,本测试结果符合要求,

济南兰光机电技术有限公司

中国济南无影山路 144 号 (250031)

总机: (86) 0531 85068566

传真: (86) 0531 85062108

E-mail: marketing@labthink.cn

网址: <http://www.labthink.cn>

在实际应用中该丁基热熔胶可以为中空玻璃整体提供良好的水蒸气阻隔作用。



图 3 丁基热熔胶试样

济南兰光机电技术有限公司

中国济南无影山路 144 号 (250031)

总机: (86) 0531 85068566

传真: (86) 0531 85062108

E-mail: marketing@labthink.cn

网址: <http://www.labthink.cn>



图 4 透湿杯注水

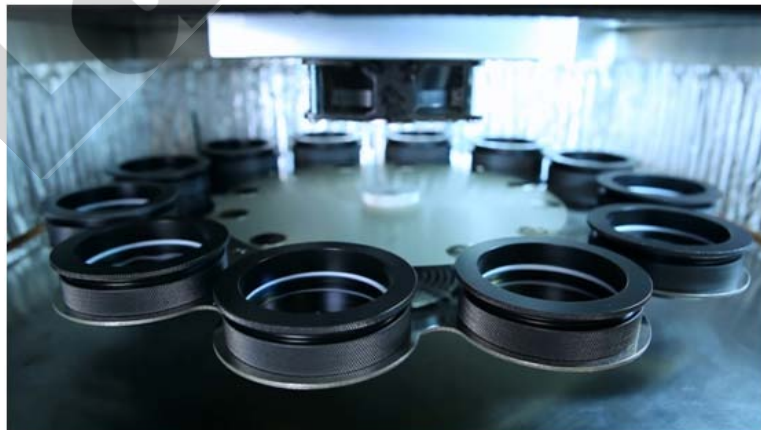


图 5 置入仪器中进行测试

试样	测试-水蒸气透过率g/ (m ² · 24h)	标准-水蒸气透过率g/ (m ² · 24h)
丁基热熔胶	0.0609	1.1

表 1 水蒸气透过率测试结果与标准要求对比

总结

中空玻璃因其独特的结构而具有优异的节能效果,现已成为主要的外围护结构和外装饰材料。日常使用中,中空玻璃暴露在多种环境因素下,如水蒸气、温度、大气压力、风压等等,这些都会导致中空玻璃节能失效,其中,水蒸气渗透密封胶进入密封空气层破坏整体的隔热性发生的最为频繁。本文通过分析水蒸气渗透原理以及渗透的途径,发现密封胶水蒸气透过率参数与中空玻璃的失效关系密切,建议充分利用现代化测试仪器对胶材的水蒸气透过性能进行数字化评估,以减少中空玻璃因密封胶水蒸气渗透导致的企业与消费者损失。

参考文献:

- [1]郝曼.中空玻璃节能性能影响因素分析.门窗,2010,(6):22-24.
- [2]林颖哲.玻璃幕墙中空玻璃密封单元的性能及其失效控制.福建建设科技,2003,(2):51-53.
- [3]徐余伟.中空玻璃的密封于密封胶选择.门窗,2008,(11):16-20.