

# Research on the Influence of Sealing Type on the Test Results of Air-tight Performance of Doors

Lingjun Zi

Qinhuangdao Institute of Quality and Technical Supervision and Inspection, Qinhuangdao, Hebei, 066004, China

## Abstract

In this paper, the tape method and plastic film method are taken as examples to study the influence of different sealing forms on the results of air-tightness of plastic steel windows and aluminum alloy windows, in order to obtain the law of air-tightness test data of doors and windows, and provide some reference for the air-tightness test personnel of doors and windows.

## Keywords

air-tightness; tape; plastic film

# 密封形式对门窗气密性能试验结果影响的研究

訾凌君

秦皇岛市质量技术监督检验所, 中国·河北 秦皇岛 066004

## 摘要

论文以贴胶带法和塑料膜法为例, 研究不同密封形式对塑钢窗和铝合金窗气密性能结果的影响, 以期获得门窗气密性能检测数据规律, 为门窗气密性能检测人员提供一定的参考。

## 关键词

气密性; 贴胶带; 塑料膜

## 1 引言

气密性能是指门窗可开启部分在正常锁闭状态时, 阻止空气渗透的能力。在风压和热压作用下, 气密性是保证建筑外窗保温性能稳定的重要控制指标<sup>[1]</sup>, 同时气密性能也是屋内防潮和隔音的重要影响因素之一。国家标准 GB/T 7106-2019《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法》中明确规定了气密性能的检测方法。气密性能检测需测定门窗附加空气渗透量及总空气渗透量, 两者之差为试件空气渗透量, 以试件单位开启缝长空气渗透量和单位面积空气渗透量作为最终分级指标依据。

附加空气渗透量检测前, 需要在压力箱一侧, 采取密封措施充分密封试件上的可开启部分缝隙和镶嵌缝隙。目前, 大部分实验室采用两种密封形式对可开启部分缝隙和镶嵌缝

隙进行密封, 即黏贴胶带和敷塑料薄膜<sup>[2]</sup>。黏贴胶带法是在门窗固定在试验设备之前对其可开启部分缝隙和镶嵌缝隙进行密封; 敷密封薄膜是在门窗固定在试验设备之前在门窗和上挡板之间加入一层塑料薄膜。论文以上述两种密封方法, 对门窗气密性能试验结果进行研究, 以期对进行气密性能检测的人员提供一定的参考。

## 2 试验概况

### 2.1 试验原理

气密性能检测采用模拟静压箱法<sup>[3]</sup>, 检测门窗在稳定压力差状态下通过空气收集箱测量试件的空气渗透量, 试件安装好后进行预备加压, 定级检测时压力差绝对值为 500Pa, 加载速度约为 100Pa/S, 压力稳定作用时间为 3S; 先进行附加渗透量检测, 按照 10Pa、30Pa、50Pa、70Pa、100Pa、150Pa 的检测加压顺序进行加压, 每级压力作用时间约为 10S, 记录各级压力下的附加渗透量; 去除试件上采取的密封措施,

【作者简介】訾凌君 (1989-), 女, 中国山东齐河人, 硕士, 工程师, 现任职秦皇岛市质量技术监督检验所检验员。

进行总空气渗透量的检测。根据检测数据，拟合出压力差与空气渗透量曲线，最终以 10Pa 压力差下单位开启缝长空气渗透量  $q_1$  和 10Pa 压力差下单位面积空气渗透量  $q_2$  作为分级指标依据。

### 2.2 试验设备

试验设备采用沈阳微特通用技术有限公司开发的 MJ3-C5-2020 型建筑外窗综合物理性能试验机，试验温度为 22℃，试验大气压力为 103.5kPa。试验用密封膜厚度为 0.16mm，密封膜完好无破损。

### 2.3 试件

试验用试件为宽度 1160mm，高度 1460mm，厚度 60mm 的铝合金窗和塑钢窗各一樘。共进行 4 次气密性能试验，试验序号见表 1。其中，试件安装如图 1 所示。

表 1 气密性能试验序号

序号	窗型	密封形式
1	塑钢窗	胶带
2	塑钢窗	塑料膜
3	铝合金窗	胶带
4	铝合金窗	塑料膜



图 1 门窗气密性能安装示意图

### 3 试验结果分析

图 2 为塑钢窗贴胶带法和塑料膜法气密性能试验结果，正压贴胶带法单位开启缝长空气渗透量  $q_1$  为 1.41m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)、单位面积空气渗透量  $q_2$  为 2.52m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)。正压塑料膜法单位开启缝长空气渗透量  $q_1$  为 1.51m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)、单位面积空气渗透量  $q_2$  为 2.72m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)。负压贴胶带法单位开启缝长空气渗透量  $q_1$  为 1.69m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)、单位面积空气渗透量  $q_2$  为 3.01m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)。负压塑料膜法单位开启缝长空气渗透量

$q_1$  为 1.70m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)、单位面积空气渗透量  $q_2$  为 3.04m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)。

表 2: 气密性能		样品编号: 1													
大气压力 kPa		103.5		绝对温度 K		295.0		开启缝长 mm		3018		试件面积 m <sup>2</sup>		1.69	
参数	单位	正压数据					负压数据								
		10	30	50	70	100	150	-10	-30	-50	-70	-100	-150		
附加渗透	n/h	4.68	9.38	12.17	14.56	17.35	19.40	0.00	6.12	8.14	10.68	13.03	17.36		
$q_1$	n/h	4.69	8.49	11.82	12.77	16.76	19.40	0.00	5.29	7.58	9.98	12.47	17.36		
总渗透	n/h	8.83	16.05	20.50	23.59	28.48	32.58	6.30	10.96	16.25	20.44	25.56	33.00		
$q_2$	n/h	8.81	16.02	19.56	24.49	29.51	32.58	5.13	12.01	16.67	20.46	27.12	33.00		
$q_1$	n/h	8.82	16.03	20.03	24.04	28.99	32.58	5.72	11.49	16.46	20.45	26.34	33.00		
$q_2$	n/h	4.13	7.10	8.03	10.37	11.93	13.18	5.72	5.78	8.60	10.12	13.59	15.84		
$q_{1a}$	n/h	4.25	7.31	8.26	10.67	12.28	13.56	5.89	5.95	8.85	10.42	13.99	16.10		
$lg(\Delta p)$		1.00	1.48	1.70	1.85	2.00	2.18	1.00	1.48	1.70	1.85	2.00	2.18		
$lg(q_{1a})$		0.63	0.86	0.92	1.03	1.09	1.13	0.77	0.77	0.95	1.02	1.15	1.21		
回归公式		$q_{1a} = 1.491 \Delta p^{0.487}$					$q_{1a} = 2.159 \Delta p^{0.777}$								
$q'$	n/h	4.26					5.09								
$q_{1m}/(m \cdot h)$		1.41					1.69								
$q_{2m}/(m^2 \cdot h)$		2.52					3.01								

(a) 贴胶带法

表 2: 气密性能		样品编号: 2													
大气压力 kPa		103.5		绝对温度 K		295.0		开启缝长 mm		3018		试件面积 m <sup>2</sup>		1.69	
参数	单位	正压数据					负压数据								
		10	30	50	70	100	150	-10	-30	-50	-70	-100	-150		
附加渗透	n/h	2.86	3.46	4.23	6.02	7.25	8.53	0.00	0.00	0.00	3.65	4.90	6.23		
$q_1$	n/h	2.93	3.58	4.70	6.14	7.08	8.53	0.00	0.00	0.00	3.48	5.21	6.23		
总渗透	n/h	2.90	3.52	4.47	6.08	7.17	8.53	0.00	0.00	0.00	3.97	5.06	6.23		
$q_2$	n/h	7.23	15.03	21.05	24.32	31.28	40.38	4.36	13.23	17.06	20.36	26.34	36.52		
$q_1$	n/h	6.88	15.42	21.18	24.36	30.67	40.38	4.32	13.54	16.25	21.84	27.05	36.52		
$q_2$	n/h	7.06	15.23	21.12	24.34	30.98	40.38	4.44	13.39	16.66	21.10	26.70	36.52		
$q_1$	n/h	4.16	11.71	16.65	18.26	23.81	31.85	4.44	13.39	16.66	17.53	21.64	30.29		
$q_2$	n/h	4.20	11.83	16.81	18.44	24.05	32.16	4.48	13.52	16.82	17.70	21.85	30.59		
$lg(\Delta p)$		1.00	1.48	1.70	1.85	2.00	2.18	1.00	1.48	1.70	1.85	2.00	2.18		
$lg(q_{1a})$		0.62	1.07	1.23	1.27	1.38	1.51	0.65	1.13	1.23	1.25	1.34	1.49		
回归公式		$q_{1a} = 0.810 \Delta p^{0.787}$					$q_{1a} = 1.083 \Delta p^{0.777}$								
$q'$	n/h	4.57					5.14								
$q_{1m}/(m \cdot h)$		1.51					1.70								
$q_{2m}/(m^2 \cdot h)$		2.70					3.04								

(b) 塑料膜法

图 2 塑钢窗气密性能结果图

图 3 为铝合金窗贴胶带法和塑料膜法气密性能试验结果，正压贴胶带法单位开启缝长空气渗透量  $q_1$  为 1.77m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)、单位面积空气渗透量  $q_2$  为 3.17m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)。正压塑料膜法单位开启缝长空气渗透量  $q_1$  为 1.80m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)、单位面积空气渗透量  $q_2$  为 3.21m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)。负压贴胶带法单位开启缝长空气渗透量  $q_1$  为 1.26m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)、单位面积空气渗透量  $q_2$  为 2.25m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)。负压塑料膜法单位开启缝长空气渗透量  $q_1$  为 1.53m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)、单位面积空气渗透量  $q_2$  为 2.73m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)。

表 2: 气密性能		样品编号: 3													
大气压力 kPa		103.5		绝对温度 K		295.0		开启缝长 mm		3018		试件面积 m <sup>2</sup>		1.69	
参数	单位	正压数据					负压数据								
		10	30	50	70	100	150	-10	-30	-50	-70	-100	-150		
附加渗透	n/h	5.00	9.22	12.15	13.60	14.61	19.58	0.00	9.10	10.18	12.15	15.42	18.58		
$q_1$	n/h	5.29	8.98	11.98	14.38	16.42	19.58	3.07	6.11	8.34	11.39	14.80	18.58		
$q_2$	n/h	5.14	9.10	12.06	13.99	15.51	19.58	1.53	7.60	9.26	11.77	15.11	18.58		
总渗透	n/h	11.42	17.18	19.72	25.34	30.22	36.48	6.93	11.56	15.42	18.82	24.66	32.06		
$q_1$	n/h	9.78	16.86	20.55	24.89	28.80	36.48	4.98	11.50	14.89	19.59	24.52	32.06		
$q_2$	n/h	10.60	17.02	20.13	25.11	29.51	36.48	5.96	11.53	15.16	19.21	24.59	32.06		
$q_1$	n/h	5.46	7.92	8.07	11.12	14.00	16.90	4.43	3.93	5.90	7.44	9.48	13.48		
$q_{1a}$	n/h	5.62	8.15	8.31	11.44	14.41	17.39	4.56	4.04	6.07	7.66	9.76	13.87		
$lg(\Delta p)$		1.00	1.48	1.70	1.85	2.00	2.18	1.00	1.48	1.70	1.85	2.00	2.18		
$lg(q_{1a})$		0.75	0.91	0.92	1.06	1.16	1.24	0.66	0.61	0.78	0.88	0.99	1.14		
回归公式		$q_{1a} = 2.220 \Delta p^{0.787}$					$q_{1a} = 1.752 \Delta p^{0.777}$								
$q'$	n/h	5.36					3.81								
$q_{1m}/(m \cdot h)$		1.77					1.26								
$q_{2m}/(m^2 \cdot h)$		3.17					2.25								

(a) 贴胶带法

图 3 铝合金窗气密性能结果图

参数	样品编号: 4											
	大气压力 kPa		绝对温度 K		开启缝长 mm		试件面积 m <sup>2</sup>		1.69			
	10	30	50	70	100	150	-10	-30	-50	-70	-100	-150
附加渗透 n/h	2.92	4.29	5.49	6.98	7.96	9.98	0.00	0.00	0.00	4.02	5.70	6.89
q <sub>1</sub> m <sup>3</sup> /h	2.99	4.32	5.76	6.89	8.02	9.98	0.00	0.00	0.00	4.13	5.09	6.89
总渗透 n/h	2.96	4.31	5.63	6.94	7.99	9.98	0.00	0.00	0.00	4.08	5.40	6.89
q <sub>2</sub> m <sup>3</sup> /h	8.10	16.32	21.00	26.39	32.34	42.14	3.91	13.07	18.53	22.45	28.63	39.21
q <sub>1</sub> m <sup>3</sup> /h	8.16	16.15	22.36	26.59	31.88	42.14	3.94	13.22	18.26	22.67	28.73	39.21
q <sub>2</sub> m <sup>3</sup> /h	8.13	16.24	21.68	25.99	32.11	42.14	3.93	13.15	18.40	22.56	28.68	39.21
q <sub>1</sub> m <sup>3</sup> /h	5.17	11.93	16.05	19.05	24.12	32.16	3.93	13.15	18.40	18.48	23.28	32.32
q <sub>2</sub> m <sup>3</sup> /h	5.22	12.05	16.21	19.24	24.36	32.48	3.97	13.28	18.58	18.66	23.51	32.64
lg(Δp)	1.00	1.48	1.70	1.85	2.00	2.18	1.00	1.48	1.70	1.85	2.00	2.18
lg(q <sub>1</sub> )	0.72	1.08	1.21	1.28	1.39	1.51	0.60	1.12	1.27	1.27	1.37	1.51
回归公式	q <sub>1</sub> = 1.177 · Δp <sup>0.5487</sup>						q <sub>2</sub> = 0.788 · Δp <sup>0.7170</sup>					
q <sup>*</sup> m <sup>3</sup> /h	5.43						4.61					
q m <sup>3</sup> /(m · h)	1.80						1.53					
q m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> · h)	3.21						2.73					

(b) 塑料膜法

续图 3 铝合金窗气密性能结果图

通过铝合金窗和塑钢窗贴胶带法和塑料膜法的试验对比,可以看出:塑料膜法正压 q<sub>1</sub> 值大于贴胶带法的正压 q<sub>1</sub> 值,塑料膜法正压 q<sub>2</sub> 值大于贴胶带法的正压 q<sub>2</sub> 值;塑料膜法负压 q<sub>1</sub> 值大于贴胶带法的负压 q<sub>1</sub> 值,塑料膜法负压 q<sub>2</sub> 值大于贴胶带法的负压 q<sub>2</sub> 值。这是因为塑料膜法对窗户开启缝和镶嵌缝的密封效果好于贴胶带法,贴胶带法附加渗透量变大,致使 q<sub>1</sub> 和 q<sub>2</sub> 值降低。

通过铝合金窗和塑钢窗贴胶带法和塑料膜法的试验对

比,可以看出:同种密封形式相比,塑钢窗和铝合金窗均出现正压附加渗透量高于负压附加渗透量,正压总渗透量高于负压总渗透量,这是因为负压条件下,箱体以及窗户之间连接更为紧密,附加渗透量减小,同时负压条件下,铝合金窗和塑钢窗的密封条密封效果更好,总渗透量减小。

## 4 结语

第一,塑料膜法对窗户开启缝和镶嵌缝的密封效果好于贴胶带法,贴胶带法附加渗透量变大,致使 q<sub>1</sub> 和 q<sub>2</sub> 值降低。

第二,同种密封形式相比,塑钢窗和铝合金窗均出现正压附加渗透量高于负压附加渗透量,正压总渗透量高于负压总渗透量。

## 参考文献

- [1] 王波,孙文迁.气密性对建筑门窗保温性能的影响[J].新型建筑材料,2012(3):83-84.
- [2] 梁伟申.探讨建筑门窗气密性能检测技术[J].中国新技术新产品,2017(4):75-76.
- [3] GB/T 7106-2019 建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法[S].