

中华人民共和国国家标准

中空玻璃

Insulating glass unit

GB/T 11944-2012

发布部门：中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

中国国家标准化管理委员会

发布日期：2012年12月31日

实施日期：2013年09月01日

前言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准与 GB/T 11944-2002 相比，除编辑性修改外主要技术差异为：

- 删除了中空玻璃规格的规定(见 2002 年版 4)；
- 增加了对叠差的要求(见 6.1.4)；
- 将胶层厚度改为胶层宽度，并修改了要求(见 6.1.5，2002 年版 5.2.4)；
- 修改了中空玻璃外观要求(见 6.2，2002 年版 5.3)；
- 删除了密封性能要求(见 2002 年版 5.4)；
- 删除了气候循环耐久性(见 2002 年版 5.7)；

- 删除了高温高湿耐久性要求(见 2002 年版 5 . 8) ;
- 增加了水气密封耐久性要求(见 6 . 5) ;
- 增加了充气中空玻璃初始气体含量的要求(见 6 . 6) ;
- 增加了充气中空玻璃气体密封耐久性的要求(见 6 . 7) ;
- 增加了 U 值的要求(见 6 . 8) ;
- 修改了露点的试验方法(见 7 . 3 , 2002 年版的 6 . 4) ;
- 增加了对中空玻璃失效原因及使用寿命的说明(见附录 A) ;
- 增加了边部密封粘结性能的测试方法(见附录 B) ;
- 增加了边部密封材料水气渗透率测试方法(见附录 C) ;
- 增加了干燥剂水分含量测定方法(见附录 D) ;
- 增加了中空玻璃光学现象及目视质量的说明(见附录 E) ;

本标准使用重新起草法参考 EN 1279 : 2002 《建筑用中空玻璃》编制, 与该标准的一致性程度为非等效。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国建筑用玻璃标准化技术委员会(SAC/TC 255)归口。

本标准负责起草单位：秦皇岛玻璃工业研究设计院

国家玻璃质量监督检验中心

中国建筑材料检验认证中心

本标准参加起草单位：上海耀华皮尔金顿玻璃股份有限公司

道康宁(中国)投资有限公司

中国南玻集团股份有限公司

杭州之江有机硅化工有限公司

信义玻璃集团有限公司

郑州中原应用技术研究开发有限公司

郑州富龙新材料科技有限公司

无锡赛利分子筛有限公司

成都硅宝科技股份有限公司

广州市白云化工实业有限公司

创奇公司

东营胜明玻璃有限公司

本标准主要起草人 嵇书伟 刘志付 李勇 王立祥 董凤龙 李晓杰 石新勇 王铁华 王文开 刘明 孙大海 许武毅 李步春 李新达

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB 7020-1986；

——GB 11944-1989；

——GB/T 11944-2002。

1 范围

本标准规定了中空玻璃的术语和定义、分类、要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存。

本标准适用于建筑及建筑以外的冷藏、装饰和交通用中空玻璃，其他用途的中空玻璃可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1216 外径千分尺

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 22476 中空玻璃稳态 U 值(传热系数)的计算及测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

中空玻璃 insulating glass unit

两片或多片玻璃以有效支撑均匀隔开并周边粘接密封,使玻璃层间形成有干燥气体空间的玻璃制品。

注:制作中空玻璃的各种材料的质量与中空玻璃使用寿命密切相关,使用符合标准规范的材料生产的中空玻璃,其使用寿命一般不少于 15 年,参见附录 A。

4 分类

4.1 按形状分类

平面中空玻璃;

曲面中空玻璃。

4.2 按中空腔内气体分类

普通中空玻璃：中空腔内为空气的中空玻璃；

充气中空玻璃：中空腔内充入氩气、氪气等气体的中空玻璃。

5 材料

5.1 玻璃

可采用平板玻璃、镀膜玻璃、夹层玻璃、钢化玻璃、防火玻璃、半钢化玻璃和压花玻璃等。所用玻璃应符合相应标准要求。

5.2 边部密封材料

中空玻璃边部密封材料应符合相应标准要求，应能够满足中空玻璃的水气和气体密封性能并能保持中空玻璃的结构稳定。密封胶的粘结性能、边部密封材料水气渗透率参见附录 B、附录 C。

5.3 间隔材料

间隔材料可为铝间隔条、不锈钢间隔条、复合材料间隔条、复合胶条等，并应符合相关标准和技术文件的要求。

5.4 干燥剂

干燥剂应符合相关标准要求。

6 要求

中空玻璃的性能及试验方法应符合表 1 中相应条款的规定。

表 1 中空玻璃性能要求

项 目	要 求		试 验 方 法
	普通中空玻璃	充气中空玻璃	
尺寸偏差	6.1	6.1	7.1
外观质量	6.2	6.2	7.2
露点	6.3	6.3	7.3
耐紫外线辐照性能	6.4	6.4	7.4
水气密封耐久性能	6.5	6.5	7.5
初始气体含量	—	6.6	7.6
气体密封耐久性能	—	6.7	7.7
U 值	6.8	6.8	7.8

6.1 尺寸偏差

6.1.1 中空玻璃的长度及宽度允许偏差见表 2。

表 2 长(宽)度允许偏差

单位为毫米

长(宽)度 L	允许偏差
$L < 1\ 000$	± 2
$1\ 000 \leq L < 2\ 000$	+2、-3
$L \geq 2\ 000$	± 3

6.1.2 中空玻璃的厚度允许偏差见表 3。

表 3 厚度允许偏差

单位为毫米

公称厚度 D	允许偏差
$D < 17$	± 1.0
$17 \leq D < 22$	± 1.5
$D \geq 22$	± 2.0

注：中空玻璃的公称厚度为玻璃原片公称厚度与中空腔厚度之和。

6.1.3 中空玻璃对角线差

矩形平面中空玻璃对角线差应不大于对角线平均长度的0.2%。曲面和异形中空玻璃对角线差由供需双方商定。

6.1.4 叠差

平面中空玻璃的最大叠差应符合表4的规定。

表4 允许叠差

单位为毫米

长(宽)度 L	允许叠差
$L < 1\ 000$	2
$1\ 000 \leq L < 2\ 000$	3
$L \geq 2\ 000$	4

注：曲面和有特殊要求的中空玻璃的叠差由供需双方商定。

6.1.5 中空玻璃的胶层厚度

中空玻璃外道密封胶宽度应 $\geq 5\text{mm}$ ；复合密封胶条的胶层宽度为 $8\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ；内道丁基胶层宽度应 $\geq 3\text{mm}$ ，特殊规格或有特殊要求的产品由供需双方商定。

6.2 外观质量

中空玻璃的外观质量应符合表5的规定。

表5 中空玻璃外观质量

项 目	要 求
边部密封	内道密封胶应均匀连续，外道密封胶应均匀整齐，与玻璃充分粘结，且不超出玻璃边缘
玻璃	宽度 $\leq 0.2\text{mm}$ 、长度 $\leq 30\text{mm}$ 的划伤允许4条/ m^2 ， $0.2\text{mm} < \text{宽度} \leq 1\text{mm}$ 、长度 $\leq 50\text{mm}$ 划伤允许1条/ m^2 ；其他缺陷应符合相应玻璃标准要求
间隔材料	无扭曲，表面平整光洁；表面无污痕、斑点及片状氧化现象
中空腔	无异物
玻璃内表面	无妨碍透视的污迹和密封胶流淌

6.3 露点

中空玻璃的露点应 $< -40^{\circ}\text{C}$ 。

6.4 耐紫外线辐照性能

试验后，试样内表面应无结雾、水气凝结或污染的痕迹且密封胶无明显变形。

6.5 水气密封耐久性能

水分渗透指数 $I \leq 0.25$ ，平均值 $I_{av} \leq 0.20$ 。

6.6 初始气体含量

充气中空玻璃的初始气体含量应 $\geq 85\%(\text{V/V})$ 。

6.7 气体密封耐久性能

充气中空玻璃经气体密封耐久性能试验后的气体含量应 $\geq 80\%(\text{V/V})$ 。

6.8 U 值

由供需双方商定是否有必要进行本项试验。

7 试验方法

7.1 尺寸偏差

7.1.1 中空玻璃长、宽偏差，对角线差用精度为 1.0mm 的钢卷尺或钢直尺测量；

胶层宽度和叠差用精度为 0.5mm 的钢卷尺或钢直尺测量。

7.1.2 中空玻璃厚度用符合 GB/T 1216 规定的精度为 0.01mm 的外径千分尺或精度为 0.02mm 的游标卡尺，在距玻璃边缘 15mm 内的四边中点测量。测量结果的算术平均值即为厚度值。

7.1.3 使用最小刻度为 0.5mm 的钢直尺沿玻璃周边测量，读取叠差最大值，如图 1 所示。

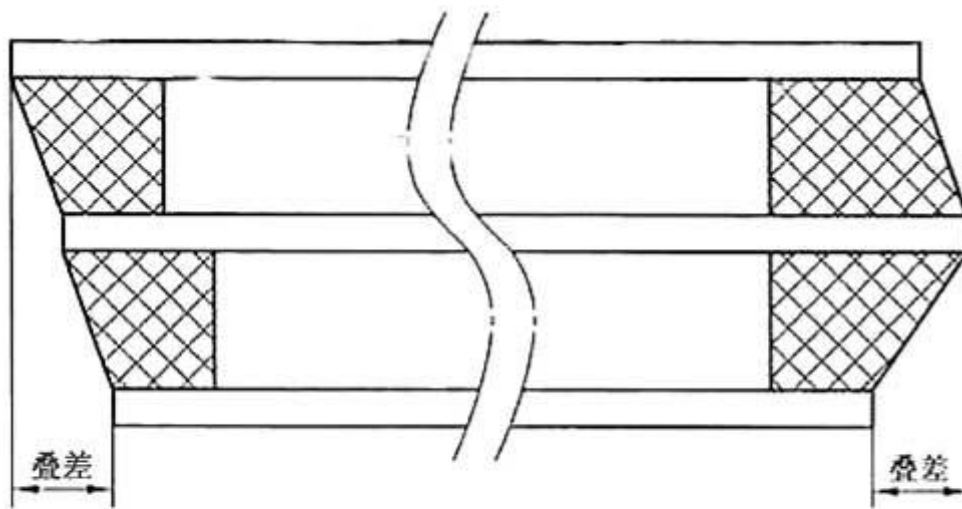
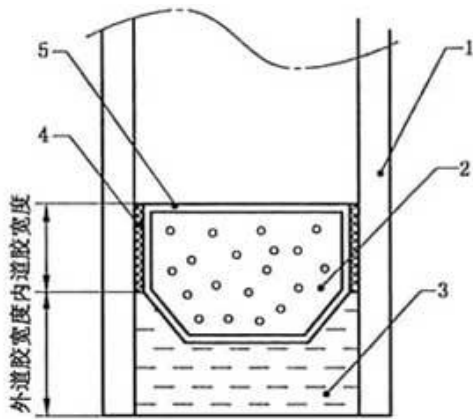


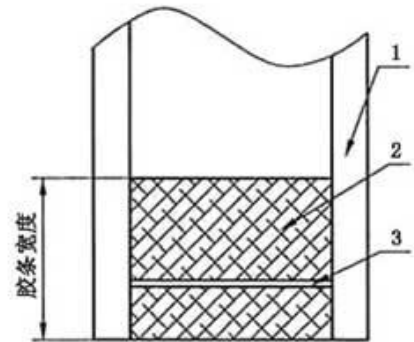
图 1 叠差示意图

7.1.4 内道密封胶的宽度在丁基胶最窄处测量，外道密封胶的宽度在内道密封胶与外道密封胶交界处至外道密封胶外边缘最窄处测量，如图 2 所示。复合密封胶条的宽度如图 3 所示。



说明：
 1——玻璃；
 2——干燥剂；
 3——外道密封胶；
 4——内道密封胶；
 5——间隔框。

图 2 胶层宽度示意



说明：
 1——玻璃；
 2——胶条；
 3——支撑带。

图 3 胶条宽度示意

7.2 外观

用制品或试样进行检测，在较好的自然光或散射光背景光照条件下，距中空玻璃正面 600mm 处，用肉眼进行观测。划伤宽度用放大 10 倍，精度为 0.1mm 的读数显微镜测量；划伤的长度用精度为 0.5mm 的钢直尺测量。

7.3 露点试验

7.3.1 试样

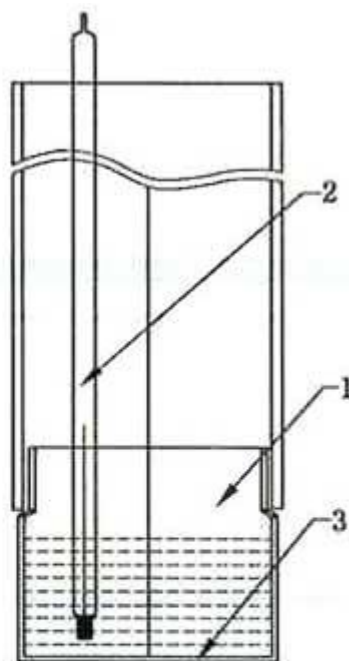
试样为制品或与制品相同材料、在同一工艺条件下制作的尺寸为 510mm×360mm 的试样，数量为 15 块。

7.3.2 试验条件

试验在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 30% ~ 75% 的环境中进行。试验前全部试样在该环境中放置至少 24h。

7.3.3 试验设备

露点仪应满足：测量面为铜质材料， $\varphi(50\text{mm} \pm 1\text{mm})$ 、厚度 0.5mm；温度测量范围可以达到 -60°C ，精度 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ (见图 4)。



说明：

1——铜槽；

2——温度计；

3——测量面。

图 4 露点仪示意图

7.3.4 试验步骤

向露点仪内注入深约 25mm 的乙醇或丙酮，再加入干冰，使其温度降低到等于或低于 -60°C 开始露点测试，并在试验中保持该温度。

将试样水平放置，在上表面涂一层乙醇或丙酮，使露点仪与该表面紧密接触，停留时间按表 6 的规定。

表 6 露点测试时间

原片玻璃厚度/mm	接触时间/min
≤4	3
5	4
6	5
8	7
≥10	10

移开露点仪，立刻观察玻璃试样的内表面有无结露或结霜。

如无结霜或结露，露点温度记为-60℃。

如结露或结霜，将试样放置到完全无结霜或结露后，提高露点仪温度继续测量，每次提高 5℃，直至测量到-40℃，记录试样最高的结露温度，该温度为试样的露点温度。

对于两腔中空玻璃露点测试应分别测试中空玻璃的两个表面。

7.4 耐紫外线辐照试验

7.4.1 试样

试样为与制品相同材料、在同一工艺条件下制作的尺寸为 510mm×360mm 的平面中空玻璃试样，数量为 2 块。

两腔中空玻璃的试样为 4 块。

7.4.2 试验设备

紫外线试验箱箱体尺寸为 560mm×560mm×560mm，内装由紫铜板制成的φ150mm 的冷却盘两个，如图 5 所示。光源为功率 300W、在 315nm~380nm 波长范

围内辐照强度 $\geq 40\text{W}/\text{m}^2$ 的紫外灯。试验箱内温度控制在 $50^\circ\text{C}\pm 3^\circ\text{C}$ 。辐照强度达不到时应更换紫外灯。

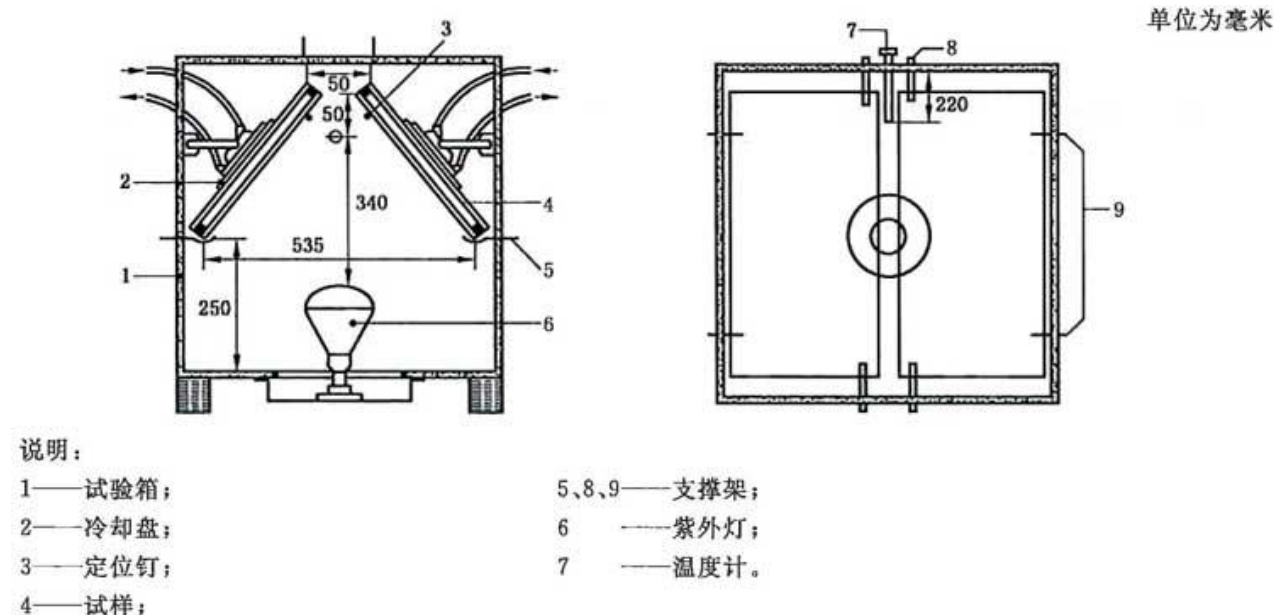
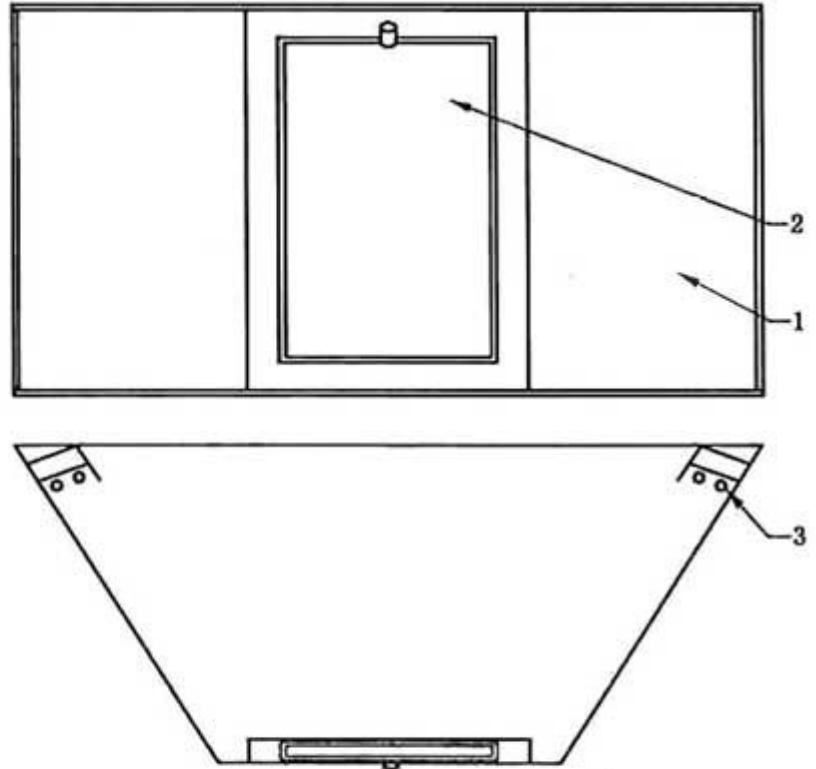


图 5 紫外线试验箱

7.4.3 试验步骤

在试验箱内放 2 块试样，试样中心与光源相距 300mm，在每块试样表面各放置冷却盘，然后连续通水冷却，进口水温保持在 $16^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ ，冷却板进出口水温相差不得超过 2°C 。连续照射 168h 后，将试样移出，散射光背景光照条件下(如图 6 所示)距试样 600mm 观察。如果观察到玻璃内表面出现冷凝现象，将试样放到 $23^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ 温度下存放一周，擦净表面观察。



说明：

1——箱体；

2——试样；

3——日光灯。

图 6 观察箱示意图

对于两腔中空玻璃，如果两个腔的结构和材料相同，应先将试样分别拆成两个单腔中空玻璃，然后进行试验；如果结构或材料不同，应先将试样拆成不同的两组试样，然后分别进行试验。

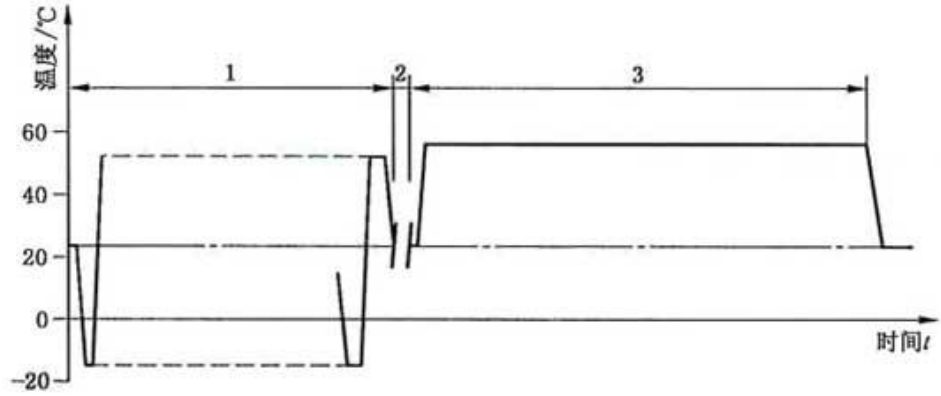
7.5 水气密封耐久性试验

7.5.1 试样

经 7.3 检测合格的试样，数量为 15 块(11 块试验、4 块备用)。

7.5.2 试验设备

能够提供下述两个阶段试验的试验箱。第1阶段：56个循环，每12h为一个温度循环，温度从 $-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ~ $53^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，升降温速度为 $14^{\circ}\text{C}/\text{h}\pm 2^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ；第2阶段：温度在 $58^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度大于95%的环境温度保持7周。温度曲线如图7、图8所示。



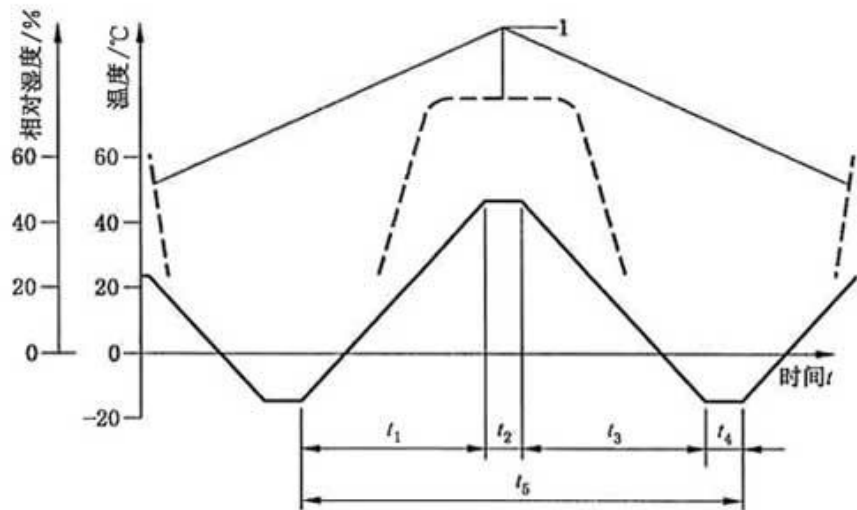
说明：

1——第 1 阶段高低温循环试验；

2——使用两个试验箱时，将试样从第一阶段试验箱移到第二阶段试验箱的最大时间间隔为 4 h；

3——第 2 阶段恒温恒湿试验。

图 7 水气密封耐久性试验温度曲线



说明：

t_1 ——加热阶段(5 h±1 min)；

t_2 ——保温阶段(1 h±1 min)；

t_3 ——制冷阶段(5 h±1 min)；

t_4 ——保温阶段(1 h±1 min)；

t_5 ——一个循环周期(12 h)；

1——试验箱温度大于 23 °C 时(虚线范围内)相对湿度应 $\geq 95\%$ 。

图 8 高低温循环阶段温度随时间以及湿度随时间的变化曲线

7.5.3 试验程序

试验试样按露点温度由高到低的顺序编号，露点温度等于或低于 -60°C 时随机编号，

对于两腔中空玻璃任取一面的露点温度排序，按表 7 的规定选择试样进行试验。

表 7 加速耐久性试验的试样分配

试样编号	试验内容
7、8、9、10	干燥剂初始水分含量的测定
4、5、6、11、12	水气密封耐久性试验和干燥剂最终水分含量测定
2、3、13、14	备用试样
1、15	干燥剂标准水分含量的测定

按附录 D 分别测定 4 块试样的干燥剂初始水分含量 T_i ，取其平均值为干燥剂初始水分含量。

按附录 D 分别测定 1、15 号试样的干燥剂标准水分含量 T_c ，取其平均值为干燥剂标准水分含量。

将 5 块水气密封耐久性试样垂直放入试验箱，试样间距离应不小于 15mm。试验过程中允许 1 块试样破坏，取 1 块备用试样重新试验。

水气密封耐久性试验后，按附录 D 测定干燥剂最终水分含量 T_f 。

水分渗透指数按式 $I = (T_f - T_i) / (T_c - T_i)$ 计算 5 块试样的 I 值和 5 块试样 I 值的平均值 I_{av} ，计算结果修约至小数点后 3 位。

两腔中空玻璃分别计算两腔的水分渗透指数。

7.6 初始气体含量

7.6.1 试样

3 块充气中空玻璃制品或 3 块未经水气密封耐久性试验的与制品相同材料、在同一工艺条件下制作的规格为 510mm×360mm 的试样。

7.6.2 试验条件

试验在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 30% ~ 75% 的环境中进行。试验前全部试样在该环境放置至少 24h。

7.6.3 试验设备

顺磁性氧分析仪，仪器分辨率在 0.1%，精度应 $\leq \pm 1.0\%$ (V/V)。其他符合要求的仪器也可使用。

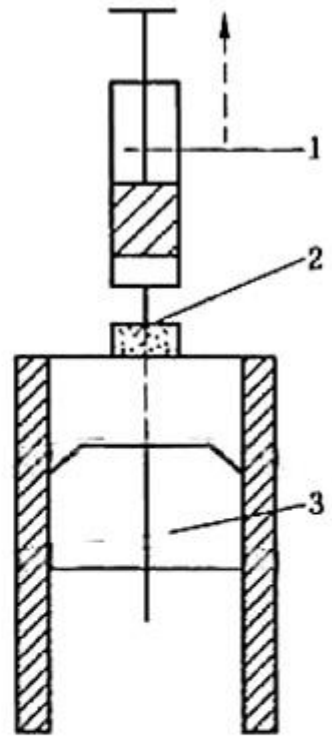
7.6.4 试验过程

7.6.4.1 仪器校准

试验前应对氧分析仪进行校准，校准分别使用已经确定氧气浓度的干燥空气和纯度为 99.99% 以上的氩气或氮气。其他仪器在试验前也应进行校准。

7.6.4.2 取气

试样竖直放置，用尖锥在试样中部将间隔框穿透，立即将排空气体的气密注射器穿过胶垫插入中空玻璃中，如图 9 所示，将中空腔中的气体抽入注射器，然后再把注射器里的气体推入中空腔，如此反复进行两次后，将 20mL 气体试样抽入注射器。



说明：

1——气密注射器；

2——胶垫；

3——中空玻璃间隔框。

图 9 取气示意图

7.6.4.3 测量

将取好气体试样的注射器 9 插入仪器进气口，然后将气体缓慢注入分析仪，显示器数值稳定后即为测量结果。

两腔中空玻璃分别测量。

7.7 气体密封耐久性能

7.7.1 试样

4 块与制品相同材料在同一工艺条件下制作的规格为 510mm×360mm 的充气中空玻璃试样(3 块试验、1 块备用)。

7.7.2 试验设备

符合 7.5.2 温度变化要求的试验箱、顺磁性氧分析仪。

7.7.3 试验过程

将 3 块试样垂直放入试验箱，试样间的距离应不小于 15mm。试验过程中允许 1 块试样破坏，更换备份试样重新试验。试验首先按 7.5.2 第一阶段的试验方法，进行 28 个高低温循环试验，然后按第二阶段的试验方法进行 4 周的恒温恒湿试验。试验后将试样在温度 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 30%~75%的环境中放置至少 24h，按 7.6 测量气体含量。

两腔中空玻璃分别测量。

7.8 U 值

中空玻璃 U 值按 GB/T 22476 方法计算或测定。

8 检验规则

8.1 检验分类

8.1.1 型式检验

型式检验包括技术要求中的全部检验项目。

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 生产过程中，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- b) 正常生产时，定期或积累一定产量后，应周期性进行一次检验；
- c) 产品长期停产后，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出型式检验时。

8.1.2 出厂检验

出厂检验包括外观质量、尺寸偏差、露点、充气中空玻璃的初始气体含量。若要求增加其他检验项目由供需双方商定。

8.2 组批与抽样

8.2.1 组批：采用相同材料、在同一工艺条件下生产的中空玻璃 500 块为一批。

8.2.2 抽样：产品的外观质量、尺寸偏差按表 8 从交货批中随机抽样进行检验。

表 8 抽样方案表

单位为块

批量范围	抽 样 数	合格判定数	不合格判定数
2~8	2	0	1
9~15	3	0	1
16~25	5	1	2
26~50	8	1	2
51~90	13	2	3
91~150	20	3	4
151~280	32	5	6
281~500	50	7	8

产品的露点和充气中空玻璃初始气体含量在交货批中，随机抽取性能要求的数量进行检验。

对于产品所要求的其他技术性能，若用制品检验时，根据检验项目所要求的数量从该

批产品中随机抽取。若用试样进行检验时，应采用相同材料、在同一工艺条件下制作的试样。当检验项目为非破坏性试验时可继续进行其他项目的检测。

8.3 判定规则

8.3.1 外观质量、尺寸偏差

若不合格品数等于或大于表 8 的不合格判定数，则认为该批产品的外观质量、尺寸偏差不合格。

8.3.2 露点

取 15 块试样进行露点检测，全部合格该项性能合格。

8.3.3 耐紫外线辐照

取 2 块试样进行耐紫外线辐照试验，2 块试样均合格该项性能合格。

8.3.4 水气密封耐久性能

取 5 块试样进行水气密封耐久性试验，水分渗透指数均合格该项性能合格。

8.3.5 初始气体含量

取 3 块试样进行初始气体含量试验，3 块试样均合格该项性能合格。

8.3.6 气体密封耐久性能

取 3 块试样进行气体密封耐久性试验，3 块试样均合格该项性能合格。

8.3.7 批次合格判定

型式检验时，若上述各项有一项不合格，则认为该批产品不合格。

出厂检验时，若出厂检验项目有一项不合格，则认为该批产品不合格。

9 包装、标志、运输和贮存

9.1 包装

中空玻璃可采用木箱、集装箱或集装架包装，包装箱应符合国家有关标准规定。玻璃之间以及玻璃与包装箱之间应用不易划伤玻璃的间隔材料隔开。

9.2 标志

标志应符合国家有关标准的规定，应包括产品名称、厂名、厂址、商标、规格、数量、生产日期、执行标准。且应标明“朝上、轻搬正放、防雨、防潮、小心破碎”等字样。

9.3 运输

产品运输应符合国家有关规定。

运输时，不得平放，长度方向应与运输车辆运动方向一致，应有防雨措施。

9.4 贮存

产品应垂直放置，贮存于干燥的室内。

附录 A

(资料性附录)

中空玻璃失效原因及使用寿命

在中空玻璃构件中，间隔条、干燥剂、密封胶(或复合型材料)与玻璃形成了中空玻璃的边部密封系统。边部密封系统的质量决定了中空玻璃的使用寿命。

中空玻璃腔体内有目视可见的水气产生，即为中空玻璃失效。

由于环境中的水气会不断从中空玻璃的边部向中空腔内渗透，边部密封系统中的干燥剂会因不断吸附水分子而最终丧失水气吸附能力，导致中空玻璃中空腔内水气含量升高而失效。

由于环境温度的变化，中空玻璃中空腔内气体始终处于热胀或冷缩状态，使密封胶长期处于受力状态，同时环境中的紫外线、水和潮气的作用都会加速密封胶的老化，从而加快水气进入中空腔内的速度，最终使中空玻璃失效。

中空玻璃失效，即为中空玻璃使用寿命的终止。

中空玻璃的使用寿命与边部材料(如间隔条、干燥剂、密封胶)的质量和中空玻璃的制作工艺有直接关系。中空玻璃使用寿命的长短，也受安装状况、使用环境的影响。

中空玻璃的预期使用寿命至少应为 15 年。

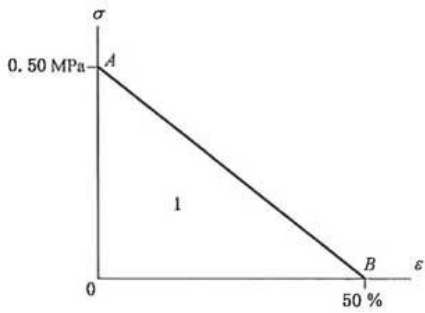
附录 B

(资料性附录)

边部密封粘结性能

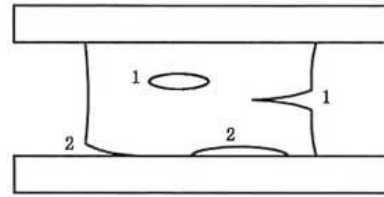
B.1 要求

中空玻璃用外道密封材料应有足够的内聚力和粘结力，试样的拉伸试验在图 B.1 所示的 OAB 测试区域内，应无玻璃与密封胶的粘接破坏且无密封胶内聚破坏，见图 B.2。



说明：
 σ ——拉伸强度；
 ε ——密封胶的应变。

图 B.1 评价区域



说明：
 1——内聚破坏；
 2——粘接破坏。

图 B.2 内聚力和粘结力破坏示意图

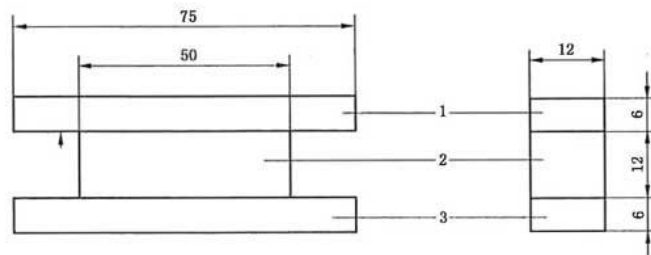
B.2 试验方法

B.2.1 试样

测试试样由玻璃-密封材料-玻璃构成，如图 B.3 所示。

分别用两块尺寸为 75mm×12mm×6mm 的玻璃，制成如图 B.3 所示的试样 4 组，每组数量为 7 个。试样在温度 23℃±2℃，相对湿度 50%±5%的环境下放置 21 天，之后按 B.2.2 老化试验分别处理 4 组试样。

单位为毫米



说明：
 1、3——玻璃；
 2——密封胶。

图 B.3 粘结性能试样示意图

B.2.2 试样老化试验过程

B.2.2.1 标准条件

将一组试样在温度 23℃±2℃、湿度 50%±5%的环境下放置至少 168h。

B . 2 . 2 . 2 水浸

将一组试样在 $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的去离子水中浸泡 168h 后，在 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境下放置 24h。

B . 2 . 2 . 3 紫外线辐照

将一组试样放置在波长 315nm ~ 380nm 辐照强度为 $(40\pm 5)\text{W}/\text{m}^2$ 紫外线灯下暴露 96h，紫外线灯光应垂直于玻璃表面，光源与试样的距离为 300mm。之后将试样在 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境下放置 24h。

B . 2 . 2 . 4 热暴露

将一组试样放置在 $60^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中保温 168h 后，在 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境下放置 24h。

B . 2 . 3 试验设备

电子万能材料试验机。

B . 2 . 4 试验程序

在进行拉伸试验前，记录试样粘接面积和拉伸前的初始长度。以 $(5\pm 0.25)\text{mm}/\text{min}$ 的速度进行拉伸试验，记录最大拉伸负荷及密封胶变形量，计算最大应力值。试验环境温度为 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

记录应力/应变曲线与图 B . 1 中的 AB 线相交时应力和应变值，忽略 7 个结果中的最大值和最小值，计算剩余 5 个应力和应变测量值的算术平均值。

如果应力/应变曲线与图 B . 1 中的 AB 线相交时应力值小于最大应力值，试样无内聚力和粘结力的破坏。

B.2.5 应用

在更换密封胶时，应进行边部密封粘结性能试验，对应于每一个相应的测试条件，新密封材料应力曲线在与 AB 线上的交点与原密封材料测试时交点的应力值在 20% 的变化范围或相差不应超过 0.02MPa，且试样无内聚力和粘结力的破坏。

否则，更换密封胶后应进行中空玻璃水气密封耐久性和气体密封耐久性检测。

附录 C

(资料性附录)

边部密封材料水气渗透率

C.1 术语和定义

水气渗透率

一定厚度的材料在特定的温度和湿度条件下，单位面积试样 24h 透过水分的量。

C.2 试验方法

C.2.1 试验设备

C.2.1.1 测试盘

测试盘应选用非腐蚀性轻质材料，盘口面积约为 100cm^2 。如图 C.1 所示。

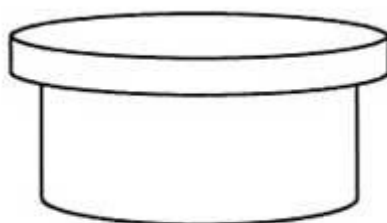


图 C.1 测试盘示意图

C.2.1.2 天平

精度为 1×10^{-4} g 的电子天平。

C.2.2 试验程序

将需要测试的密封材料制成厚度为 $2\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ 薄片、直径与盘口尺寸一致的试样，在测试盘中装入水分含量 $< 5\%$ 的分子筛，分子筛的表面到试样的距离 $\leq 6\text{mm}$ ，将试样安装到测试盘上，立即称量其质量，然后将测试盘放到 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $\geq 90\%$ 的测试箱。定期对测试盘称量，两次连续称量之间的时间差不能超过 1%。每次称量后均需摇动干燥剂，以使吸附均匀。记录称量的间隔时间和增加的质量，直到前后两次质量增量相差 $\leq 5\%$ 时，认为是吸附平衡。

C.3 结果的计算和分析

C.3.1 结果计算

C.3.1.1 图解

用质量与时间的坐标图分析测量结果。当坐标中至少 6 个测量点可以连成一直线时，可以认为测量达到了稳定状态，这条直线的斜率就是水气渗透率。

C.3.1.2 计算

水气渗透率 $MVTR = G/t \cdot A$ ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)

t——平衡后连续两次测量的间隔时间，单位为天(d)；

G——t 时间内的质量增加量，单位为克(g)；

A——测试盘口面积，单位为平方米(m^2)。

C.3.2 应用

当更换密封胶时，应进行密封胶水气渗透率测试。

对于水分渗透指数I值 <0.1 的中空玻璃，在其他生产条件都不变的情况下，密封胶的水气渗透率与原密封胶相比，应 $\leq 20\%$ 。

对于水分渗透指数I值介于 $0.1\sim 0.2$ 之间的中空玻璃，在其他生产条件都不变的情况下，密封胶的水气渗透率应不大于原密封胶。

否则，更换密封胶后应进行中空玻璃水气密封耐久性检测。

当密封胶的水气渗透率 $> 15\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ，外道密封胶的宽度应 $\geq 7\text{mm}$ ；当密封胶的水气渗透率 $\leq 15\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ，外道密封胶的宽度应 $\geq 5\text{mm}$ 。

附录 D

(规范性附录)

干燥剂水分含量测定

D.1 高温干燥法测定水分含量

D.1.1 适用范围

本方法适用于灌装在中空玻璃金属槽型间隔框内的块状、颗粒状干燥剂。

D.1.2 试验设备

能加热到 950°C 的电阻炉、精度为 $1\times 10^{-4}\text{g}$ 的电子天平、干燥器、洁净干燥的坩埚若干个。

D.1.3 试验环境条件

试验在 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $30\%\sim 75\%$ 的环境中进行。

D.1.4 试验程序

D.1.4.1 干燥剂初始水分含量测定

D.1.4.1.1 干燥剂的取出

方法一：将玻璃与密封材料割开，去除第一层玻璃，使间隔框暴露，必要时可用同样方法去除第二层玻璃。在距充装干燥剂的间隔框角部约 60mm 处锯开，将最初的 3g~5g 干燥剂弃掉后，取出 20g~30g 干燥剂。操作过程应在 5min 内完成。

方法二：在距充装干燥剂的间隔框角部约 60mm 处，除去密封胶约 10mm，暴露间隔框，用电钻在间隔框外壁上打一直径 $\geq 6\text{mm}$ 的孔(孔不要穿透间隔框内壁)，将最初的 3g~5g 干燥剂弃掉后，取出 20g~30g 干燥剂。操作过程应在 5min 内完成。

D.1.4.1.2 测定

将从中空玻璃中取出的干燥剂装入已恒重的坩埚(质量为 m_0)中，2min 之内称量其总质量 m_i 。之后将该坩埚放入电阻炉中，在 $60\text{min}\pm 20\text{min}$ 内，A 类干燥剂升温至 $950^\circ\text{C}\pm 20^\circ\text{C}$ ，B 类干燥剂升温至 $350^\circ\text{C}\pm 10^\circ\text{C}$ ，并在相应温度下保持 $120\text{min}\pm 5\text{min}$ ，取出后在干燥器中冷却到室温，然后称量其总质量 m_r 。干燥剂初始水分含量按下式计算：

$$\text{干燥剂初始水分含量 } T_i = (m_i - m_r)/(m_r - m_0)$$

计算结果修约至小数点后 4 位。

中空玻璃干燥剂初始水分含量为 4 块中空玻璃试样的算术平均值。

D.1.4.2 干燥剂最终水分含量测定

将经过水气密封耐久性试验的 5 块中空玻璃试样按 D.1.4.1.1 将干燥剂取出，再按 D.1.4.1.2 的方法分别测量坩埚质量 m_0 、焙烧前质量 m_f 和焙烧后质量 m_r 。干燥剂最终水分含量按下式计算：

$$\text{干燥剂最终水分含量 } T_f = (m_f - m_r)/(m_r - m_0)$$

计算结果修约至小数点后 4 位。

分别计算 5 块试样的最终水分含量。

D . 1 . 4 . 3 干燥剂标准水分含量测定

D . 1 . 4 . 3 . 1 配置饱和溶液

在干燥器中加入适量去离子水，不断加入氯化钙晶体，并搅拌，直至出现未能溶解的氯化钙晶体为止。

在整个测试过程中，要保证溶液中持续有未溶解的氯化钙晶体。

将配置好的饱和溶液在干燥器中放置 24h 后使用。

D . 1 . 4 . 3 . 2 测定

按 D . 1 . 4 . 1 . 1 方法将 2 块中空玻璃的干燥剂取出，装入已恒重的坩埚(质量为 m_0)中，将该坩埚放入盛有饱和氯化钙溶液的干燥器中，置于溶液上方约 20mm 处。放置 4 周后称量其质量，再放置 1 周后再称量，如果两次的质量差不超过 0 . 005g，则达到恒定质量，后者质量记为 m_c ，如果质量差超过 0 . 005g，再继续放置一周，直至质量恒定。

按 D . 1 . 4 . 1 . 2 的方法测量焙烧后质量 m_r 。干燥剂标准水分含量按下式计算：

$$\text{干燥剂标准水分含量 } T_c = (m_c - m_r) / (m_r - m_0)$$

计算结果修约至小数点后 4 位。

中空玻璃干燥剂标准水分含量为 2 块中空玻璃试样的算术平均值。

D . 2 卡尔费休法测定水分含量

D.2.1 适用范围

适用于干燥剂混合在有机材料中的复合间隔条、U型条的干燥材料，TPS、超级间隔条等。

D.2.2 试验设备

卡尔费休干燥炉、容积法微量水分测定仪、氮气(N_2+Ar 含量 $> 99.995\%$ ， $H_2O < 5 \times 10^{-6}V/V$)和精度为 $1 \times 10^{-4}g$ 的电子天平。

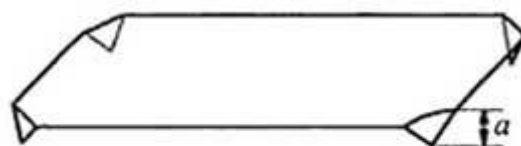
D.2.3 试验程序

D.2.3.1 初始和最终水分含量测定

D.2.3.1.1 将卡尔费休干燥炉与容积法微量水分测试仪连接，连接长度不大于 200mm，检查有无漏气。

D.2.3.1.2 取 0.01mL 蒸馏水，对卡尔费休试剂进行标定，并记录标定结果。

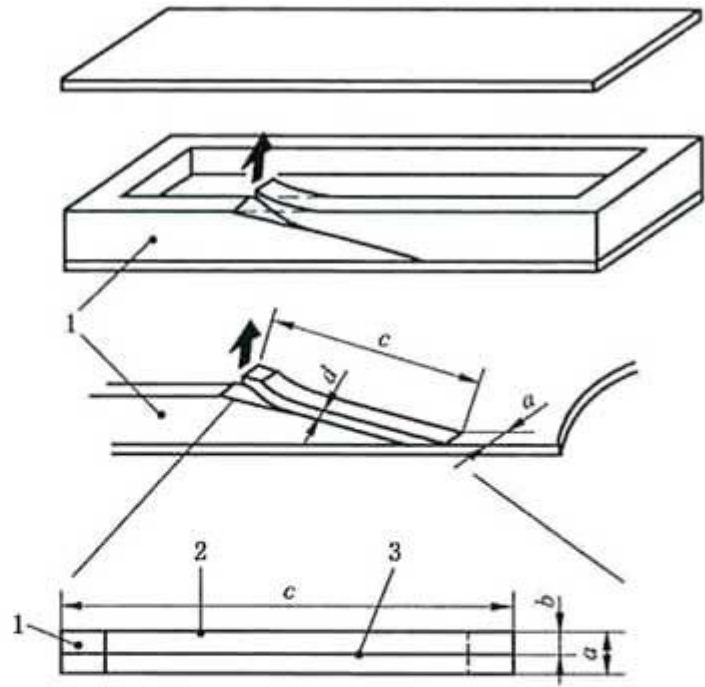
D.2.3.1.3 准备一张折角的网架，如图 D.1 所示，称量其质量，记为 m_0 。



a 约为 3 mm

图 D.1 试样放置网架

D.2.3.1.4 打开中空玻璃，按图 D.2 所示，从边部的中心取面向中空玻璃腔内部大约 0.5g 含有干燥剂的密封胶。



说明：

- 1——含有干燥剂的密封材料；
- 2——面向中空玻璃腔的密封材料；
- 3——将密封胶从中部分开。

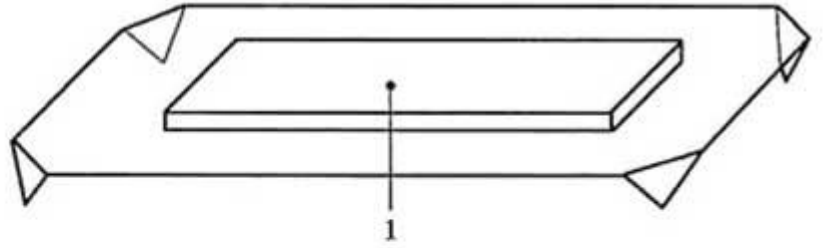
图 D.2 干燥剂与有机密封材料混合时的取样方法示意图

D.2.3.1.5 对于带有防水气渗透材料的取样，应先将有机材料与水分渗透阻隔材料分开。取样方法同 D.2.3.1.2。

D.2.3.1.6 将取好的试样放到网架上，如图 D.3 所示，称量总质量。当进行初始水分测量时，把这一质量记为 m_i ，当进行最终水分测量时，把这一质量记为 m_f 。

取样过程应在 15min 内完成。

D.2.3.1.7



说明：

1——取好的试样。

图 D.3 试样放置图

D.2.3.1.8 将取好的试样连同网架一起放入卡尔费休干燥炉中，炉温控制在 $200^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，保持氮气流速 $(200 \pm 20)\text{mL}/\text{min}$ 。

D.2.3.1.9 根据试样质量 $m_i - m_0$ 、 $m_f - m_0$ 分别计算水分含量 T_i 和 T_f 。结果修约至小数点后 4 位。

D.2.3.1.10 初始水分含量为 4 块中空玻璃试样的算术平均值，最终水分含量分别测定 5 块中空玻璃试样。

D.2.3.2 标准水分含量测定

D.2.3.2.1 按 D.2.3.1.4 方法从 2 块中空玻璃试样上各取一条约 2g 的试样，放到已知质量 m_0 的网架上。

D.2.3.2.2 试样连同网架放在氯化镁饱和溶液干燥器中，置于溶液上方约 20mm 处，再将干燥器放入温度 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 试验箱内。每 3 周称量一次试样连同网架的质量，当两次称量值差不超过 $2 \times 10^{-4}\text{g}$ 时，认为吸附饱和，该质量记为 m_c 。

D.2.3.2.3 将试样连同网架一起放入卡尔费休干燥炉中，按 D.2.3.1.8 试验，根据饱和后的试样质量 $m_c - m_0$ 计算水分含量 T_c 。结果修约至小数点后 4 位。

D.2.3.2.4 标准水分含量为 2 块中空玻璃试样的算术平均值。

附录 E

(资料性附录)

中空玻璃光学现象及目视质量的说明

E.1 布鲁斯特阴影

在中空玻璃表面几乎完全平行且玻璃表面质量高时,中空玻璃表面由于光的干涉和衍射会出现布鲁斯特阴影。这些阴影是直线,颜色不同,是由于光谱的分解产生。如果光源来自太阳,颜色由红到蓝。这种现象不是缺陷,是中空玻璃结构所固有的。选用不同厚度的两片玻璃制成的中空玻璃能够减轻这一现象。

E.2 牛顿环

中空玻璃由于制造或环境条件等原因,其两块玻璃在中心部相接触或接近相接触时,会出现一系列由于光干涉产生的彩色同心圆环,这种光学效应称作牛顿环。其中心是在两块玻璃的接触点或接近的点。这些环基本上都是圆形的或椭圆形的。

E.3 由温度和大气压力变化引起的玻璃挠曲

由于温度、环境或海拔高度的变化,会使中空玻璃中空腔内的气体产生收缩或膨胀,从而引起玻璃的挠曲变形,导致反射影像变形。这种挠曲变形是不能避免的,随时间和环境的变化会有所变化。挠曲变形的程度既取决于玻璃的刚度和尺寸,也取决于间隙的宽度。当中空玻璃尺寸小、中空腔薄、单片玻璃厚度大时,挠曲变形可以明显减小。

E.4 外部冷凝

中空玻璃的外部冷凝在室内外均可发生。如果在室内,主要原因是室外温度过低,室内湿度过大。如果是在室外发生冷凝,主要是由于夜间通过红外线辐射使玻璃外表面上

的热量散发到室外，使外片玻璃温度低于环境温度，加之外部环境湿度较大造成的。这些现象不是中空玻璃缺陷，而是由于气候条件和中空玻璃结构造成的。