



中华人民共和国国家标准

GB/T 18144—2008
代替 GB/T 18144—2000

玻璃应力测试方法

Test method for measurement of stress in glass

2008-10-15 发布

2009-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准与美国材料试验协会标准 ASTM C1279-05《退火玻璃、半钢化玻璃、钢化玻璃的表面应力和边缘应力无损光弹测量试验方法》、ASTM C1048-04《热处理平板玻璃-HS类、FT类涂层和非涂层玻璃》和日本工业技术标准 JIS R3222-2003《半钢化玻璃》的一致性程度为非等效。

本标准代替 GB/T 18144—2000《玻璃应力测试方法》。

本标准与 GB/T 18144—2000 相比主要变化如下：

- 范围中增加汽车前风窗用夹层玻璃、热弯玻璃，删减了退火玻璃；
- 增加了含涂层的玻璃边缘应力测试的无损检测方法；
- 将表面应力仪和边缘应力仪的仪器常数具体值不体现在标准文本中。

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归口。

本标准起草单位：中国建筑材料检验认证中心。

本标准主要起草人：肖鹏军、王精精、陆凡。

本标准所代替标准的历次版本情况为：

- GB/T 18144—2000。

玻璃应力测试方法

1 范围

本标准规定了玻璃表面应力、玻璃边缘应力测试的有关定义和测试方法。本标准中表面应力测试方法适用于浮法玻璃制造的钢化玻璃、半钢化玻璃；边缘应力测试方法适用于钢化玻璃、半钢化玻璃、汽车前风窗用夹层玻璃、热弯玻璃。

化学钢化玻璃可参照使用本标准中表面应力测试方法。

本测试方法为无损测量的测试方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

JC/T 632 汽车安全玻璃术语

3 术语和定义

JC/T 632 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

起偏振片 polarizer

一种光学装置，自然光通过它以后，变成为有一定振动方向的平面偏振光，通常被放置于光源与被测试样之间。

3.2

检偏振片 analyzer

一种光学装置，自然光通过它以后，变成为有一定振动方向的平面偏振光，通常被放置于观察者与被测试样之间，也称分析镜。

4 测试方法

4.1 表面应力测试

4.1.1 测试原理

表面应力仪的测试原理是利用浮法玻璃表面锡扩散层的光波导效应来进行测量。从光源（白炽灯）发出的发散光经过狭缝，由高折射率柱面棱镜汇聚后变成平行光，通过调节光源位置，使一束平行光以临界角入射至玻璃与棱镜的交界面，由于玻璃表面存在应力，光线分解成为两个振动面相互垂直的矢量光，即O光和E光，O光和E光在浮法玻璃的锡扩散层中传播速度不同，因此以不同的全反射角折射到棱镜。从棱镜射出的光经反光镜反射进入干涉滤光片，由望远物镜系统聚焦，再经过分析镜后在分划板成像而形成清晰的明暗台阶图像。通过测微目镜可以精确测量台阶的高度。

4.1.2 测试用试剂

折射油：折射率应高于玻璃的折射率，但不大于仪器棱镜的折射率。折射油不对仪器有腐蚀作用。

4.1.3 测试装置

表面应力仪：由光源、柱面棱镜、望远物镜系统、测微目镜等构成，仪器的构造如图1所示。

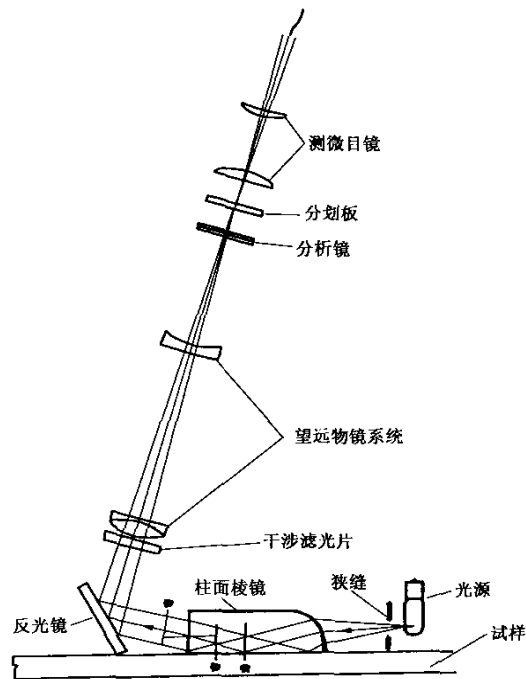


图 1 表面应力仪的光学系统

4.1.4 试样的制备和保存

以制品为试样。如果试样锡扩散层的表面有涂层（如幕墙玻璃、汽车后挡玻璃的釉面涂层），应先用氢氟酸或砂布除去涂层，在除去涂层的部位作为试样的应力检测点。为了避免热应力的产生，试样的内、外温度应一致并与周围的环境温度相同。

4.1.5 表面应力测量点的确定

表面应力测量点由产品标准确定。

4.1.6 测试程序

- 将被测试样的锡扩散层朝上水平平稳放置；
- 将玻璃表面擦拭干净，在被测点滴上 1 滴~2 滴折射油；
- 将仪器棱镜部位与被测点处可靠接触；
- 调整光源的位置、狭缝位置以及反光镜角度，使视场内出现清晰的明暗台阶图像；
- 由测微目镜读出台阶的高度 d ，精确到 0.01 mm；
- 压应力和拉应力由图 2 确定。

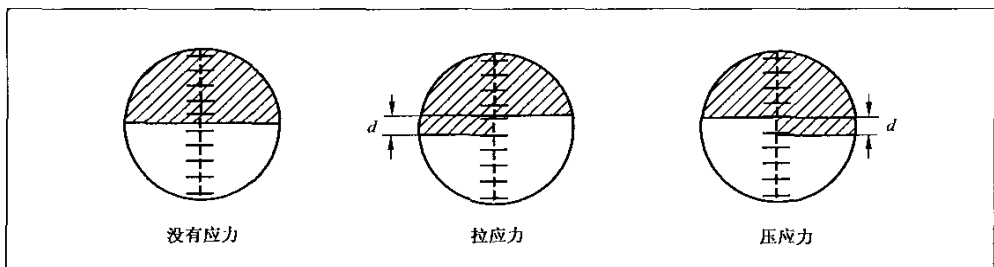


图 2 表面应力仪的视场中不同应力状态示意图

4.1.7 测试结果计算

表面应力的计算公式如式(1):

$$\sigma = Kd \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- σ ——表面应力,MPa;
- K ——仪器常数,MPa/mm;
- d ——台阶高度,mm。

仪器常数的计算公式如式(2):

$$K = \frac{1}{L} \cdot \cos(\sin^{-1} \frac{n}{N}) \cdot \frac{1}{C} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- L ——仪器望远镜系统焦距,mm;
- n ——被测玻璃折射率;
- N ——仪器棱镜折射率;
- C ——玻璃的应力光学常数,MPa⁻¹。钠钙硅玻璃的应力光学常数取 2.6×10^{-6} MPa⁻¹。

4.1.8 测试报告

报告应包括如下内容:

- a) 试样名称、规格、种类、厚度和编号;
- b) 测量点的位置或编号;
- c) 每个测量位置的台阶高度值和计算的应力值;
- d) 测试单位、测试日期及测试人员、审核人员签字;
- e) 仪器的型号及编号。

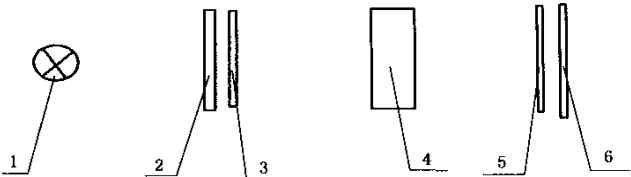
4.2 不含涂层的玻璃边缘应力测试

4.2.1 测试原理

将试样置入平面偏振光场中,旋转起偏振片及检偏振片,使两偏振轴保持正交并与试样主应力方向成 45°角,试样的主应力方向与试样边部平行或垂直。将一块 1/4 波片置入靠近检偏振片左端光路中,并使其快、慢轴与偏振轴平行。通过转动检偏镜进行补偿,得到补偿角度。

4.2.2 测试装置

边缘应力仪:主要由光源、起偏振片、检偏振片、1/4 波片等四部分构成。仪器的构造如图 3 所示。



- 1——光源;
- 2——磨砂玻璃;
- 3——起偏振片;
- 4——被测玻璃;
- 5——1/4 波片;
- 6——检偏振片。

图 3 边缘应力仪的光学系统

4.2.3 试样

以制品为试样。为了避免热应力的产生,试样的内、外温度应一致并与周围的环境温度相同。

4.2.4 边缘应力测量点的确定

边缘应力测量点取每条边的中心位置。

4.2.5 测试程序

- a) 接通仪器光源,使起偏振片和检偏振片相互垂直并处于初始位置,此时视场为均匀黑暗。
- b) 在起偏振片和 1/4 波片之间放入被测试样。使试样主应力方向与偏振轴方向成 45°角。此时在视场中可以看到试样边缘由于应力而产生的光干涉图,见图 4a)。距边缘一定距离处有一条与边缘相平行的粗黑条纹,这是应力为零的区域。黑条纹下方区域的综合应力为压应力,黑条纹上方区域的综合应力为拉应力。拉应力或压应力方向也可由检偏振片补偿时的旋转方向来确定。检偏振片往“+”号方向旋转表示所测应力为拉应力,反之,往“-”方向旋转表示所测应力为压应力。
- c) 向“-”方向旋转检偏振片,使黑色零级条纹的中心线移动到试样的边缘,见图 4b)。此时得到最大边缘压应力对应的转角 θ 。如果试样的边部经过磨边或倒角处理,无法直接得到 θ ,可以采取距离试样边部等间距处测量,得到转角,通过延长线的方法得到 θ 。(例如,磨边厚度距边部 0.4 mm,则可以在距边部 0.5 mm,1.0 mm,1.5 mm,2.0 mm,2.5 mm 处测量,得到相应的角度,通过光滑曲线将各点连接并延长与 θ 轴相交于 θ ,见图 5。)
- d) 向“+”方向旋转检偏振片,使黑色零级条纹远离边部,直至黑色零级条纹的上方狭长区域变为最暗为止,见图 4c)。此时得到最大边缘张应力对转角 θ 。
- e) 当试样边部出现多级条纹时,零级条纹为黑色,以后条纹颜色变化由红到紫,再变为黑,其颜色会重复出现,依次出现的紫色条纹级数依次为 1 级,2 级,3 级……。移动靠近测量点的高级紫色条纹到所需的测量点,得到转角 θ' 。如果彩色条纹有两条,紫色条纹的整级数应为 2,见图 4d)。此时角度 θ 的计算公式如式(3):

$$\theta = n \times 180^{\circ} + \theta'$$

.....(3)

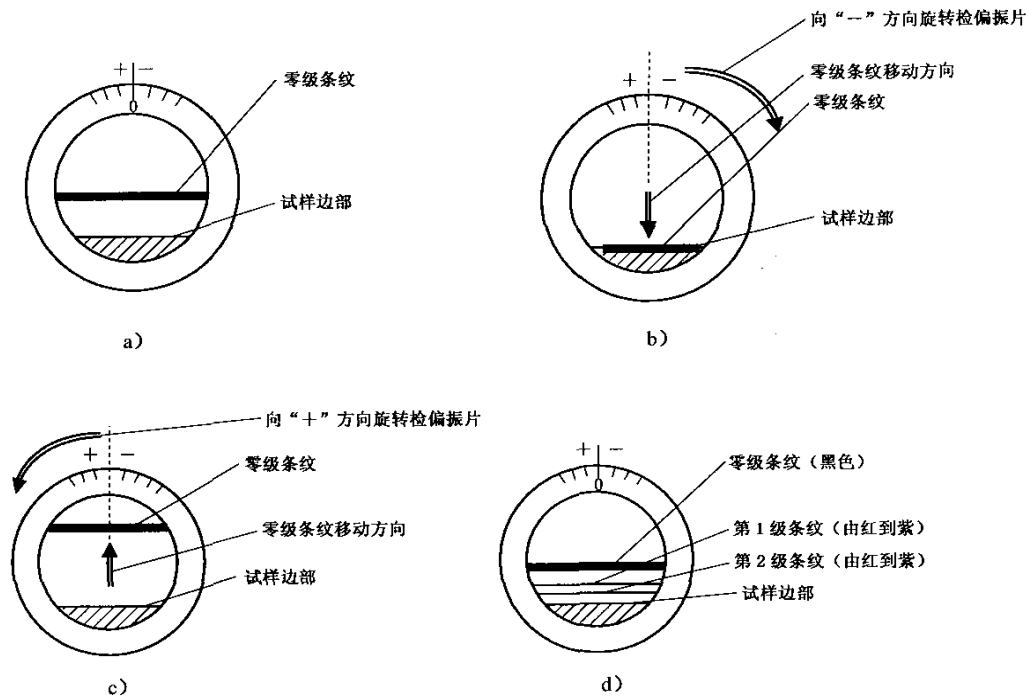


图 4 边缘应力仪的视场中应力干涉图像

式中:

n ——条纹整级数;

θ' ——试样边部出现多级条纹时,测量点处对应的转角。

注:如条纹级数超过二级以上时,可增加干涉滤光片以便观察。

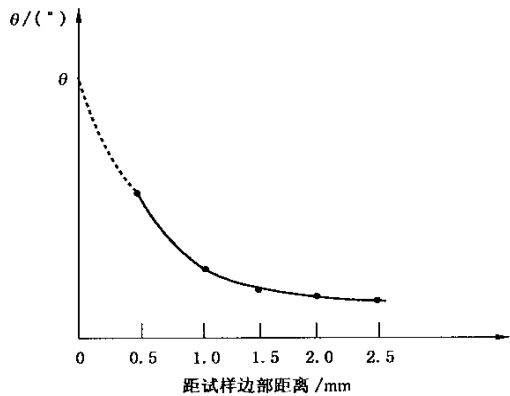


图 5 延长线法求最大边缘压应力转角

4.2.6 测试结果计算

边缘应力的计算公式如式(4):

$$\sigma = K\theta/t \dots\dots\dots (4)$$

式中:

σ ——试样测量点处的边缘应力,MPa;

K ——仪器常数,MPa·mm/(°);

θ ——试样测量点处对应的转角,(°);

t ——试样测量点处的厚度,mm。

注:夹层玻璃测量点处的厚度应为试样总厚度减去胶片厚度。

仪器常数的计算公式如式(5):

$$K = \frac{\lambda}{180^\circ C} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

λ ——光源的波长,nm;

C ——被测玻璃光学应力常数,MPa⁻¹。

4.2.7 测试报告

报告应包括如下内容:

- a) 试样名称、种类、厚度和编号;
- b) 测量点的位置;
- c) 每个测量位置的转角和被测点的厚度;
- d) 计算的应力值;
- e) 测试单位、测试日期及测试人员签字。

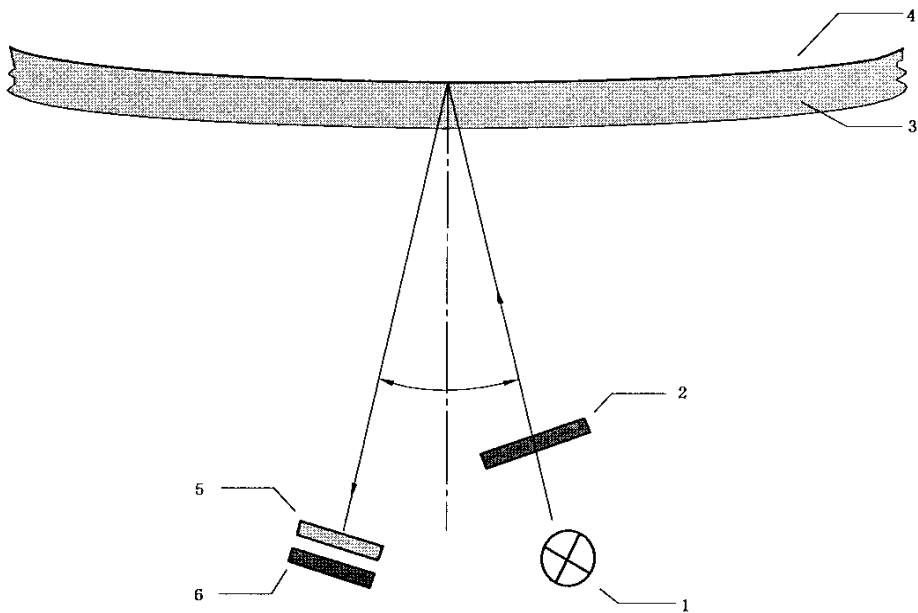
4.3 含涂层的玻璃边缘应力测试

4.3.1 测试原理

利用反射式光路,将聚光系统、起偏振片及接受反射光的检偏振片置于试样的同侧,使偏振光线射入玻璃后被其背面的涂层反射回来,再次通过被测玻璃试样。本试验方法的测试原理与 4.2.1 相同,不同之处仅在于偏振光线在玻璃的厚度方向上两次通过被测玻璃试样。

4.3.2 测试装置

反射式边缘应力仪：主要由聚光系统、起偏振片、检偏振片、1/4 波片等四部份构成，仪器的构造如图 6 所示。



- 1——聚光系统；
- 2——起偏振片；
- 3——被测玻璃试样；
- 4——反射涂层；
- 5——1/4 波片；
- 6——检偏振片。

图 6 反射式边缘应力仪的光学系统

4.3.3 试样

以制品为试样，试样一侧的边部应含有涂层（如幕墙玻璃、汽车用安全玻璃的釉面）。为了避免热应力的产生，试样的内、外温度应一致并与周围的环境温度相同。

4.3.4 边缘应力测量点的确定

与 4.2.4 相同。

4.3.5 测试程序

测试程序如下：

- a) 接通仪器电源，调整起偏振片与检偏振片的相对位置，使玻璃试样的入射光线与反射光线有适当的夹角，并将玻璃试样表面的光照直径调节到约 100 mm。
- b) 调整起偏振片和检偏振片的光轴，使其相互垂直并与试样的主应力方向成 45°。
- c) 同 4.2.5 c)～f)。

4.3.6 测试结果计算

边缘应力的计算依据式(5)和(6)：

$$\sigma = K\theta/2t$$

.....(6)

式中：
 K, θ, t 的含义与式(4)和式(5)中的参数意义相同。

4.3.7 测试报告
同 4.2.7。
