ICS 27.160
F 01

中华人民共和国国家标准

GB/T 29159—2012

全玻璃真空太阳集热管用玻璃管

The glass tube for all-glass evacuated solar collector tubes

2012-12-31 发布　　2013-10-01 实施

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

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　产品命名 …… 2
5　技术要求 …… 3
6　试验方法 …… 5
7　检验规则 …… 7
8　标志、包装、运输、贮存 …… 7
附录A（规范性附录）　玻璃管环切检测方法和环切等级分类方法 …… 9
参考文献 …… 16

图A.1　环切检测光路系统位置关系图 …… 10
图A.2　环切图像导读示意图 …… 10

表1　玻璃管基本化学组成 …… 3
表2　玻璃管规格尺寸及偏差 …… 4
表A.1　各种液态物质的折射率 …… 9
表A.2　玻璃环切定级标准图谱 …… 11
表A.3　按玻璃制品使用要求的环切分类表 …… 14

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国太阳能标准化技术委员会(SAC/TC 402)提出并归口。

本标准起草单位:山东力诺新材料有限公司、北京清华阳光能源开发有限责任公司、北京工业大学、中国标准化研究院、太阳雨太阳能有限公司、山东兖州市晶冠玻璃有限公司、山东曜晖太阳能有限公司、北京玻璃集团公司、北京四季沐歌太阳能技术集团有限公司、北京天普太阳能工业有限公司、桑夏太阳能股份有限公司、江苏元升太阳能集团有限责任公司、江苏省华扬太阳能有限公司、山东一诺新能源科技有限公司、夏津县瑞康太阳能有限公司。

本标准主要起草人:沈长治、殷志强、贾铁鹰、田英良、傅延龄、李德余、周小雯、刘希杰、李旭光、焦青太、薛梅、徐玉和、滕建中、王绍斌、任杰、肖红升、吴道元、黄永伟、王旭、江伟。

全玻璃真空太阳集热管用玻璃管

1 范围

本标准规定了全玻璃真空太阳集热管用玻璃管(以下简称"玻璃管")的定义、命名、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于全玻璃真空太阳集热管用的玻璃管。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 5432 玻璃密度测定 浮力法

GB/T 6579—2007 实验室玻璃仪器 热冲击和热冲击强度试验方法

GB/T 6580—1997 玻璃耐沸腾混合碱水溶液浸蚀性的试验方法和分级

GB/T 6581—2007 玻璃在100 ℃耐盐酸浸蚀性的火焰发射或原子吸收光谱测定方法

GB/T 12416.2—1990 玻璃颗粒在121 ℃耐水性的试验方法和分级

GB/T 16920 玻璃 平均线热膨胀系数的测定

GB/T 17049 全玻璃真空太阳集热管

GB/T 25968 分光光度计测量材料的太阳透射比和太阳吸收比试验方法

QB/T 2298 双线法测线热膨胀系数

QB/T 3572 硼硅酸盐玻璃化学分析方法

3 术语和定义

GB/T 17049界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

玻璃管节瘤 knot of glass tube

玻璃管上存在与玻璃主体成分有差异的透明瘤状玻璃体。

3.2

析晶 devitrification of glass

玻璃在成型或热加工过程中产生的结晶体。

3.3

玻璃管结石 stone of glass tube

玻璃管内含有的不透明固态夹杂物。

3.4

环切等级 grade of ring cutting;grade of circum-erential stress

利用正交偏振光透过端面平行的玻璃试样,观测玻璃试样内所存在热应力和结构应力的严重程度

及所处位置，以不同级别/档别来评价玻璃内部化学成分均匀性的重要指标。

3.5

撞击破损能量　impact damage energy

在撞击作用下，制品或材料破损所需的最低能量。

3.6

气线　airline

在玻璃内被拉成线状的气泡。

3.7

划伤　abrade

因摩擦作用在玻璃表面上形成宽而深的犁痕式破坏。

3.8

擦伤　scratch

不深入玻璃内部的表面磨损。

3.9

偏壁度　wall siding

同一断面上壁厚最大值和最小值之差与公称厚度之比。

3.10

不圆度　out of round

同一断面上直径最大值和最小值之差与公称直径之比。

3.11

直线度　straightness accuracy

玻璃管支撑在间距 1 000 mm 的水平托轮上，玻璃管中央部位径向最大值和最小值之差的一半与玻璃管测量支点间距的比值。

3.12

应力　stress

在玻璃的制造过程中，使玻璃内部发生应变的力。

3.13

黑化　blackness

玻璃材料中某些金属氧化物在还原性火焰作用下金属离子由高价态向低价态转换，致使玻璃发黑的现象。

3.14

结构应力　structure stress of glass

由于玻璃内部的化学组成不均匀而导致结构不均匀所产生的应力。

3.15

热应力　thermal stress of glass

在玻璃成型、退火和热加工过程因温度差而产生的永久应力。

3.16

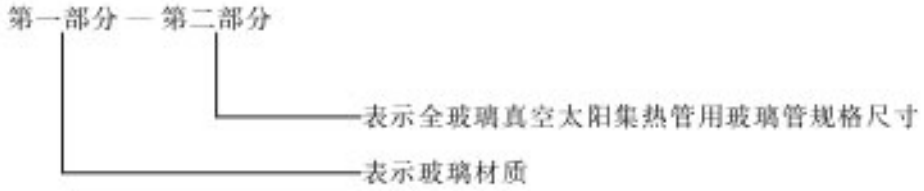
环切检测　ring cutting test of glass；circum-erential stress test of glass

利用正交偏振光对端面平行的环状玻璃试样内的热应力和结构应力进行检测的方法。

4　产品命名

4.1　命名内容

全玻璃真空太阳集热管用玻璃管产品命名由如下的两部分组成：



4.2 命名标记

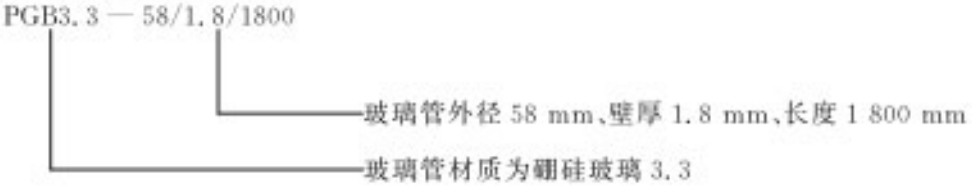
第一部分用汉语拼音字母 PGB3.3 表示玻璃管材质为硼硅玻璃 3.3。

第二部分用阿拉伯数字表示全玻璃真空太阳集热管用玻璃管外径/壁厚/长度，以毫米(mm)为单位。

在相邻部分之间用一字线"—"分隔。

4.3 命名示例

采用硼硅玻璃 3.3，应用在太阳能领域，玻璃管外径 58 mm、壁厚 1.8 mm、长度 1 800 mm 的全玻璃真空太阳集热管用玻璃管的标识为：



5 技术要求

5.1 材质

5.1.1 玻璃管应采用平均线热膨胀系数为 $\alpha_{(20\,℃\sim300\,℃)}=(3.3\pm0.1)\times10^{-6}\ K^{-1}$ 的硼硅玻璃，其化学组成应满足表 1 的要求。

表 1 玻璃管基本化学组成

化学组成	SiO_2	Al_2O_3	B_2O_3	R_2O	Fe_2O_3
质量分数/%	80.2±0.3	2.3±0.2	12.7±0.3	4.0±0.2	≤0.05
注：R_2O 为一价金属氧化物。					

5.1.2 硼硅玻璃 3.3 的玻璃管口经精切与烤口。

5.1.3 灯工加工部位不允许有黑化现象。

5.1.4 玻璃管抗受紫外曝晒能力要求其太阳透射比下降≤0.03。

5.1.5 玻璃管耐热冲击温差≥230 ℃。

5.2 玻璃管的规格尺寸及偏差

玻璃管的规格尺寸及偏差见表 2。

表 2　玻璃管规格尺寸及偏差

编号	外径/mm		壁厚/mm		长度/mm		直线度/%	偏壁度/%	不圆度/%
	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差			
1	37.00	±0.50	1.60	±0.10	1 200.0～2 000.0	±5.0	≤0.1	≤10.0	≤1.0
2	47.00	±0.70	1.75	±0.10	1 200.0～2 300.0	±5.0			
3	58.00	±0.80	1.80	±0.10	1 500.0～2 300.0	±5.0			

5.3　理化性能

5.3.1　平均线热膨胀系数

$\alpha_{(50\,℃\sim200\,℃)}=(3.3\pm0.1)\times10^{-6}\ K^{-1}$

5.3.2　密度

$\rho_{20\,℃}=(2.23\pm0.02)g/cm^3$

5.3.3　太阳透射比

$\tau_{(AM\,1.5)}\geqslant0.89$

5.3.4　环切等级

玻璃管环切等级不大于 HQ-8。

5.3.5　耐碱性能

耐碱性能应达到 GB/T 6580—1997 中的 A2 级。

5.3.6　耐酸性能

应达到 GB/T 6581—2007 中的耐酸 1 级。

5.3.7　耐水性能

应达到 GB/T 12416.2—1990 中的耐水 1 级。

5.3.8　撞击破损能量

玻璃管的撞击破损能量应不小于 2.5 J，通过率不低于 95%。

5.4　外观

5.4.1　玻璃管上不得有石棉印、铁锈、铁屑、泥土和油污，不得有目测可见的光学变形，不得有裂纹、划伤。

5.4.2　气线：气线宽度不得超过 0.5 mm；在玻璃管上长度大于 40 mm 的气线不允许存在；长度在 20 mm～40 mm 范围内的气线不允许超过 2 条；管长方向 150 mm 范围内，5 mm～20 mm 的小气线不允许超过 2 条，5 mm 以下的气线不得超过 5 条；距管口端 200 mm 范围内不允许有气线存在。

5.4.3 节瘤：玻璃管上大于 2.0 mm 的节瘤不允许存在；1.5 mm～2.0 mm 的节瘤不得多于 5 个；管长 150 mm 范围内：不大于 1.0 mm 的节瘤不得密集，即 10 mm×10 mm 范围内节瘤不得多于 2 个。

5.4.4 结石：玻璃管上大于 1.0 mm 的结石不允许存在；不大于 1.0 mm 的结石不得密集，即 10 mm×10 mm 范围内结石不得多于 1 个；整支管子上结石不得多于 5 个；结石周围不得有裂纹。

5.4.5 目视玻璃管不得有可见析晶物。

5.4.6 目视玻璃管表面不得有明显的直楞线。

5.4.7 擦伤：单支轻微擦伤长度不超过 100 mm，累计长度不超过 200 mm。

6 试验方法

6.1 材质

6.1.1 化学成分

按 QB/T 3572 测定其氧化物质量分数。

6.1.2 精切与烤口

玻璃管经精切与烤口，手摸管口光滑。

6.1.3 黑化

玻璃管采用还原性火焰熔融时，检查玻璃表面或内部是否有不可擦去的灰黑色。

6.1.4 抗紫外曝晒性

随机选取玻璃管 1 支，沿玻璃管纵向截取 2 片 20 mm×50 mm(宽×长)的玻璃片，表面进行清洁处理。其中一片作为比较基准，不进行辐照，另一片置于功率为 40 W 的、波长为 253.7 nm 的紫外光源下，玻璃片表面距离紫外光源 20 cm，辐照 100 h，然后按照 6.3.3 测试透射比，比较辐照前后的透射比。

6.1.5 耐热冲击

使用符合表 2 规格要求的玻璃管，截成长度为 110 mm±2 mm 的一段，玻璃管两端使用火焰进行烤口加工，经退火消除应力，按 GB/T 6579—2007 中的方法 B 进行耐热冲击试验。

6.2 规格尺寸及偏差

6.2.1 外径

用精度为 0.02 mm 的游标卡尺在距玻璃管两端 100 mm 处、垂直于玻璃管轴线方向测量，结果的平均值即为外径。

6.2.2 不圆度

用精度为 0.02 mm 的游标卡尺在距玻璃管两端 100 mm 处，在同一截面上旋转测定外径最大值 D_M 和外径最小值 D_m，两者之差与公称直径 D_N 之比即为不圆度 O_R，见式(1)：

$$O_R = \frac{D_M - D_m}{D_N} \times 100\% \qquad \cdots\cdots(1)$$

6.2.3 壁厚

用精度为 0.01 mm 的测厚仪在同一截面测量 4 个点(各点相隔 90°)，测量结果的平均值即为玻璃

管的壁厚 WT。

6.2.4 偏壁度

用精度为 0.01 mm 的测厚仪在同一截面上旋转测定的壁厚最大值 WT_M 和壁厚最小值 WT_m，两者之差与公称壁厚 WT_N 之比即为偏壁度 W_S，见式(2)：

$$W_S=\frac{WT_M-WT_m}{WT_N}\times 100\% \qquad \cdots\cdots(2)$$

6.2.5 长度

用精度为 1 mm、长度为 3 m 的钢卷尺测量。

6.2.6 直线度

玻璃管支撑在水平托轮上，托轮间距 $L=1\,000$ mm，将玻璃管旋转 360°，使用精度为 0.02 mm 的千分表读取数值，在托轮中间部位显示的玻璃管外表面径向最大值 H_M 和最小值 H_m 之差的一半与玻璃管测量支点间距 L 的比值即为直线度 S，见式(3)：

$$S=\frac{(H_M-H_m)}{2L}\times 100\% \qquad \cdots\cdots(3)$$

6.3 理化性能

6.3.1 平均线热膨胀系数

按 GB/T 16920 和 QB/T 2298 测定。

6.3.2 密度

按 GB/T 5432 测定。

6.3.3 太阳透射比

按 GB/T 25968，采用波长范围不小于 0.3 μm～2.5 μm 的分光光度计，使用积分球装置，光线分别与玻管上截取的玻璃试样的凸面、凹面垂直入射，两次测量的太阳透射比数据取平均值。

6.3.4 环切等级

按附录 A 所规定的要求进行测定。

6.3.5 耐碱性能

按 GB/T 6580 测定。

6.3.6 耐酸性能

按 GB/T 6581 测定。

6.3.7 耐水性能

在 121 ℃时的耐水性能，按 GB/T 12416.2 测定。

6.3.8 撞击破损能量

利用具有初始势能 E_k 为 15 J～20 J 的钳口形摆锤，对承放于间距为 1 000 mm 的金属支架上的玻

璃管进行垂直正交撞击，玻璃管表面与金属支架为点接触，摆锤撞击部位为楔形圆弧面，圆弧面半径为$R=(3\pm1)$mm。撞击破损能量等于其破碎时所吸收的能量即所承受的最大临界能量E_d，剩余能量转化成摆锤上升能量E_r，其表达式见式(4)：

$$E_d = E_b - E_r \quad \cdots\cdots(4)$$

6.4 外观

6.4.1 外观检测方法用目测裸视及带刻度长尺，并使用10倍的放大镜。

6.4.2 直楞线，用标准封样进行对比。

6.4.3 光学变形，用标准封样进行对比。

7 检验规则

7.1 检验类别

检验分出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 玻璃管必须经制造厂质量检验部门检验合格并出具检验合格证方可出厂。

7.2.2 抽样按GB/T 2828.1规定进行抽样。

7.2.3 采用一次抽样方案。

7.2.4 检查水平为Ⅱ。

7.2.5 合格质量水平(AQL=产品质量接受限)为2.5，包括尺寸、公差及外观。

7.2.6 在每批中理化性能检测按相关试验方法规定要求进行抽样。

7.2.7 在灯箱上对玻璃管外观进行逐支检测。玻璃管包装前，用定尺卡板逐支检测距玻管两端100 mm左右处的玻璃管外径。

7.3 型式检验

7.3.1 正常情况下每半年应至少进行一次型式检验。

7.3.2 产品有以下情况之一时，应随时进行型式检验：

a) 改变产品工艺而影响产品性能时；

b) 停产超过半年，恢复生产时；

c) 国家技术监督检验管理部门提出进行型式检验要求时。

7.3.3 型式检验样品在出厂检验合格的产品中随机抽取，抽取的样品基数不少于50支。

7.3.4 型式检验应按照第5章各项要求进行，结果应符合本标准要求。

7.4 判定规则

材质和理化性能不合格时，判整批产品为不合格。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

按GB/T 191，每单位包装应有合格证，写明生产厂名、生产日期、规格、采用标准号、生产者及检查者。

8.2 包装

全部使用托盘包装，玻璃管两端用包装材料罩住，机械搬运，避免玻璃管互相摩擦造成擦伤。

8.3 运输

产品运输过程中应轻装轻卸，避免剧烈震动及撞击。

8.4 贮存

玻璃管应存放在干燥、无腐蚀气体的室内。在室外存放时，不得淋雨雪。

附 录 A
（规范性附录）
玻璃管环切检测方法和环切等级分类方法

A.1 测量原理

当一束平面偏振光入射到具有应力或结构不均匀的玻璃时，将会被分解为振动方向相互垂直的两束光，分别为 x 方向和 y 方向，其传播速度为 C_x 和 C_y，由于两束光在玻璃中的传播速度的不同，因此会产生光程差 δ，光程差为两束光折射率的差值（即 $\delta=|n_x-n_y|=\Delta n$），$\Delta n$ 与玻璃中应力 F 成正比，即 $\delta=(C_x-C_y)F=BF$（B 为光弹性常数）。如果在光路中插入一个全波片（其光程差 λ 为 565 nm），其视场背景颜色为紫红色，具有应力或结构不均匀的玻璃制品在视场中会产生干涉色和干涉条纹，通过干涉色和干涉条纹的颜色变化以及干涉条纹形态和粗细程度，可对玻璃制品环切等级进行综合评价和判定。

A.2 测量步骤

A.2.1 试样制作

首先，选取被测玻璃制品，在距离待测玻璃制品端部 50 mm～80 mm 处，利用机械切割或划痕热震装置制备玻璃环，玻璃环高度要求为 10.0 mm±0.2 mm，玻璃环的断面应为新鲜断面或机械抛光面；其次，在玻璃环侧面切开大于 1 mm 的缝隙，用于释放玻璃环内残余的应力，对于长度大于 1 m 的玻璃管，应在长度方向上均分为 3 段，在每段上各截取玻璃环 1 个，用于测量使用。

A.2.2 浸液配制

首先采用阿贝折射仪对待测玻璃制品的折射率进行测量，利用液体物质的折射率加和原理来配制与玻璃制品折射率相近的浸液，目的是为了克服测量过程中空气和承托盘（如培养皿）对玻璃断面的干涉色和干涉条纹颜色的影响。加和原理为：$N_1V_1+N_2V_2=N(V_1+V_2)$，N 为液体折射率；V 为液体体积。其次，在配制时，应选取两种折射率高低不同的液体，通过两者不同体积的混合形成浸液，使其折射率与玻璃制品相同，所配制的液体即为测试浸液。表 A.1 为各种常用液体折射率，供调配浸液时使用。

表 A.1 各种液态物质的折射率

物质	折射率	物质	折射率
四氯化碳	1.460 7	松节油	1.472 1
花生油	1.471 2	玉米油	1.466 2
甘油	1.473 0	橄榄油	1.476 3
液体石蜡	1.466 6	溴代奈	1.621 8

A.2.3 环切检测

采用具有图像采集和带有标尺功能的正交三目偏光显微镜，将全波片、起偏片、检偏片按图 A.1 所示位置关系置于光路中，此时视场的背景干涉色为紫红色。将玻璃环放入无应力透明承托盘（如培养皿）中，注入配制好的浸液（如果测量要求不高时，亦可使用洁净水代替浸液），使浸液超出玻璃环上部高度 1 mm～2 mm 即可。根据干涉色的颜色，可以推断张应力/压应力，张应力颜色表现为蓝/绿色调，压

应力颜色表现为黄/橙色调。如果玻璃内部结构存在不均匀情况时，就会形成干涉条纹/干涉条纹带，将视场的图像调整清晰后，即可进行图像采集/拍照。根据所采集图像与环切分级标准图谱进行比对，然后进行环切定级。

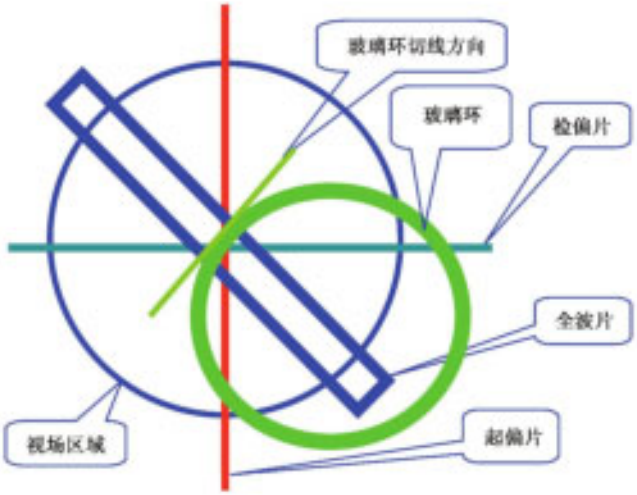


图 A.1　环切检测光路系统位置关系图

A.2.4　环切图像导读

环切图像导读示意图(见图 A.2)是玻璃环切定级的基础，观察者应以玻璃环断面的干涉色与视场背景色的差别来判定其内部存在热应力的严重程度；以玻璃环断面中干涉条纹所处位置、粗细程度、颜色及深浅等判定结构应力大小，综合考虑干涉色和干涉条纹情况，最终根据环切标准图谱来判定环切等级。

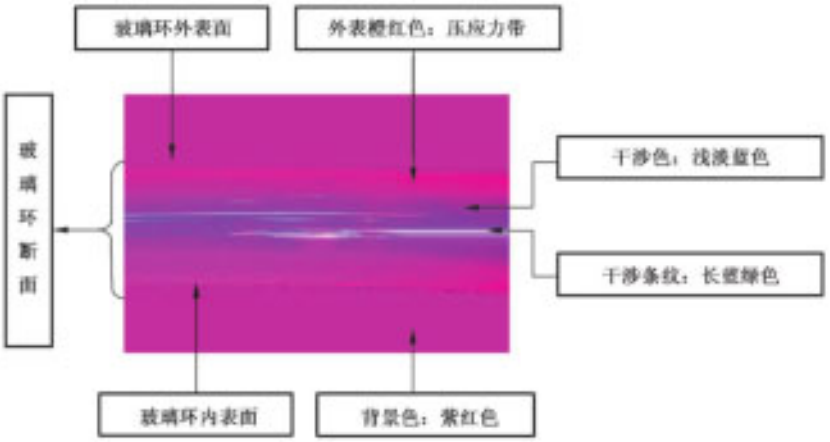


图 A.2　环切图像导读示意图

A.2.5　环切定级

环切定级结合干涉色和干涉条纹颜色、宽度、位置来确定，如表 A.2 和表 A.3 所示。玻璃环切定级标准图谱包括图谱和评价要点，按制品使用性能要求分为 5 级 12 档，包括 A 级、B 级、C 级、D 级、E 级(A 级包括：HQ-1、HQ-2；B 级包括：HQ-3、HQ-4、HQ-5；C 级包括：HQ-6、HQ-7、HQ-8；D 级包括：HQ-9、HQ-10、HQ-11；E 级包括：HQ-12)。

表 A.2　玻璃环切定级标准图谱

环切档别	标准图谱	
HQ-1		
评价要点	干涉色与背景紫红色相同，无干涉条纹，无张应力和压应力	干涉色与背景紫红色相同，无干涉条纹，无张应力和压应力
HQ-2		
评价要点	干涉色与背景紫红色基本相同，断面中心有淡蓝色干涉色，无干涉条纹，外表无张应力	干涉色与背景紫红色基本相同，无干涉条纹，内、外表无明显张应力
HQ-3		
评价要点	干涉色：断面外侧为紫红色，中心为淡蓝色； 干涉条纹：断面中心有少许平行淡蓝色或淡黄色干涉条纹； 玻璃环外表无张应力	干涉色：断面外侧为紫红色，中心有明显的淡蓝色； 干涉条纹：断面中有一根长度不大的干涉条纹； 玻璃环外表无张应力
HQ-4		

表 A.2（续）

环切档别	标准图谱	
评价要点	干涉色：断面外侧为紫红色，中心为很淡的蓝色； 干涉条纹：玻璃断面中心有多条长短不均的蓝绿色干涉条纹； 玻璃环外表无张应力	干涉色：断面外侧为橙黄色，中心为淡蓝色； 干涉条纹：玻璃断面有较少的淡蓝绿色长条纹； 玻璃环外表无张应力
HQ-5		
评价要点	干涉色：外表为橙红色，中心有较宽蓝色干涉色； 干涉条纹：中心靠近外侧有明显多条长蓝色干涉条纹； 玻璃环外表无张应力	干涉色：外表为淡橙黄色，中心有较宽蓝色干涉色； 干涉条纹：中心靠近外侧有多条连续淡蓝色干涉条纹； 玻璃环外表无张应力
HQ-6		
评价要点	干涉色：外表为橙红色，中心为较窄浅蓝色； 干涉条纹：断面中有明显的多条连续的蓝绿色条纹； 玻璃环外表无张应力	干涉色：外表为橙红色，中心有淡淡的浅蓝色； 干涉条纹：断面靠外侧有明显连续的粗蓝绿色条纹； 玻璃环外表无张应力
HQ-7		
评价要点	干涉色：外表为橙红色，中心为较宽蓝色； 干涉条纹：断面中有明显多条连续长和短蓝绿色条纹； 玻璃环外表无张应力	干涉色：外表为橙黄色，中心为淡蓝紫色； 干涉条纹：断面靠外侧有宽细密的蓝色平行 V 形条纹； 玻璃环外表无张应力

表 A.2（续）

环切档别	标准图谱	
HQ-8		
评价要点	干涉色：外表为橙红色，中心为较宽蓝绿色； 干涉条纹：断面中有明显较宽的多条连续平行长条纹； 玻璃环外表无张应力	干涉色：外表为橙红色，中心偏外为蓝绿色； 干涉条纹：断面中心偏外有较宽的蓝绿色连续平行条纹； 玻璃环外表无张应力
HQ-9		
评价要点	干涉色：外表为较窄的明显蓝绿色，中心为较淡蓝色； 干涉条纹：断面内基本没有平行细小条纹； 玻璃环外表有张应力	干涉色：外表为橙黄色，中心为较窄浅蓝色； 干涉条纹：断面内有多条亮黄、淡蓝平行细密宽条纹带； 玻璃环外表有张应力
HQ-10		
评价要点	干涉色：外表为橙红色，中心为浅蓝色； 干涉条纹：V 形条纹较小，但密集，短条纹亮线较多； 玻璃环外表有张应力	干涉色：外表为橙黄色，中心为淡蓝色； 干涉条纹：断面内有连续平行条纹，亮线较多，有层叠 V 形条纹； 玻璃环外表有张应力

表 A.2（续）

环切档别	标准图谱	
HQ-11		
评价要点	干涉色：外表为橙黄色，中心为蓝绿色； 干涉条纹：外表为连续粗蓝绿色条纹或内有严重平行或 V 形亮线条纹； 玻璃环外表有张应力	干涉色：外表为黄绿色，内部为紫蓝色； 干涉条纹：外表有黄绿色细长条纹，内部条纹细小； 玻璃环外表有张应力
HQ-12		
评价要点	干涉色：外表为灰蓝色和金黄色； 干涉条纹：有“套色”效应，有明显 V 形尖锐蓝绿色重/亮条纹； 玻璃环外表有张应力	干涉色：外表为亮白色，中心有紫红色过渡，内部为亮蓝绿色； 干涉条纹：有“外层”效应，应力条纹组合成为明亮干涉带； 玻璃环外表有张应力

表 A.3　按玻璃制品使用要求的环切分类表

环切档别	显微结构分析	显微图像	环切级别
HQ-1 HQ-2	干涉色为紫红色，无明显热应力，干涉条纹带很少很淡，无可见应力条纹，外表无张应力		A 级
HQ-3 HQ-4 HQ-5	干涉色为红色或橙红色，干涉条纹带需仔细才能看出平行细条纹，分布均匀，有少量淡黄、橙黄色压应力条纹及少量细小蓝色张应力条纹，外表无张应力		B 级

表 A.3（续）

环切档别	显微结构分析	显微图像	环切级别
HQ-6 HQ-7 HQ-8	干涉色为淡黄色和蓝绿色，局部有较宽界限不清的应力干涉色带，局部平行细条纹清晰，允许有不严重的V形条纹，良好分布的细小及中等蓝-绿色张应力和明亮的黄-白压应力条纹		C级
HQ-9 HQ-10 HQ-11	干涉色为黄灰色和灰绿色，平行条纹粗而严重，V形条纹多，局部的尖锐条纹区非常不规则，亮线较多，外边缘有张应力，有明显的蓝-绿色及淡绿-黄色应力条纹，外表有张应力		D级
HQ-12	干涉色为灰色和灰蓝色，有"外层"或"套色"效应，局部尖锐条纹多，有明显的蓝-绿色及黄-绿色应力重条纹，外表有张应力		E级

参 考 文 献

[1] 田英良，孙诗兵，张磊. 环切检测技术在医药玻璃管生产质量控制方面的应用[J]. 医药与包装，2010，9(1)：16-19.

[2] 田英良，孙诗兵，张磊. 环切检测技术在瓶罐玻璃质量控制方面的应用[J]. 玻璃与搪瓷，2009，37(6)：33-38.

[3] 田英良，孙诗兵. 新编玻璃工艺学[M]. 北京：中国轻工业出版社，2009.

GB/T 29159—2012

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
全玻璃真空太阳集热管用玻璃管
GB/T 29159—2012
*
中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址:www.gb168.cn
服务热线:010-68522006
2013年4月第一版
*
书号:155066·1-46882

版权专有 侵权必究

GB/T 29159-2012