



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 26975—2011

---

## 全玻璃热管真空太阳集热管

All-glass heat pipe evacuated solar collector tube

2011-09-29 发布

2012-08-01 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 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 产品分类 .....	2
5 技术要求 .....	4
6 检测方法 .....	6
7 检验规则 .....	9
8 标志、包装、运输、贮存 .....	10
附录 A (规范性附录) 太阳选择性吸收涂层分类 .....	11
附录 B (资料性附录) ISO 3585:1998 硼硅玻璃 3.3 性能(节选) .....	12
附录 C (资料性附录) ISO 9806-1:1994 太阳集热器检测方法 第 1 部分:带压差的有玻璃盖液体 集热器热性能(节选) .....	14
附录 D (规范性附录) 试验水箱 .....	16
附录 E (资料性附录) ISO 4803:1978 实验室玻璃制品 硼硅玻璃管(节选) .....	18

## 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。

本标准负责起草单位:清华大学、中国标准化研究院、中国建筑科学研究院、中国农村行业协会热利用专业委员会、北京清华阳光能源开发有限责任公司、山东光普太阳能工程有限公司、湖北华扬太阳能集团有限公司、北京天普太阳能集团有限公司、江苏太阳雨太阳能有限公司、山东力诺新材料有限公司。

本标准主要起草人:殷志强、贾铁鹰、王恒月、郑瑞澄、霍志臣、闵庆喜、黄永定、程翠英、李旭光、焦青太、王相民、李春梅。

# 全玻璃热管真空太阳集热管

## 1 范围

本标准规定了全玻璃热管真空太阳集热管产品的定义、命名、技术要求、检测方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于接收太阳辐射并转换与传输热能的全玻璃热管真空太阳集热管。

## 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 308 滚动轴承 钢球

GB 3100 国际单位制及其应用

GB/T 9505 蒸散型钼吸气剂

GB/T 12936 太阳能热利用术语

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14811 热管术语

GB/T 17049 全玻璃真空太阳集热管

QB/T 2436 全玻璃真空太阳集热管用玻璃管

JJG 1032 光学辐射计量名词及定义

ISO 3585:1998 硼硅玻璃 3.3 性能(Borosilicate glass 3.3—Properties)

ISO 4803:1978 实验室玻璃制品 硼硅玻璃管(Laboratory glassware—Borosilicate glass tubing)

ISO 9488 太阳能 术语(Solar energy—Vocabulary)

ISO 9806-1:1994 太阳集热器检测方法 第1部分:带压差的有玻璃盖液体集热器的热性能 (Test methods for solar collector—Part 1: Thermal performance of glazed liquid heating collectors including pressure drop)

## 3 术语和定义

GB 3100、GB/T 12936、GB/T 14811、JJG 1032 和 ISO 9488 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**太阳选择性吸收涂层(表面) solar selective absorbing coating (surface)**

具有高太阳吸收比和低发射比的涂层。

### 3.2

**全玻璃热管真空太阳集热管吸热体 absorber of all-glass heat-pipe evacuated solar collector tube**  
外表面具有太阳选择性吸收涂层的内玻璃管,吸收太阳辐射转换成热能。

3.3

**全玻璃热管真空太阳集热管内的真空夹层** vacuum jacket in all-glass heat-pipe evacuated solar collector tube

全玻璃热管真空太阳集热管的罩玻璃管与内玻璃管间处于低气压时的夹层,当夹层内气体压强足够低时,气体的导热可以忽略。

3.4

**全玻璃热管真空太阳集热管的冷凝段** condenser of all-glass heat-pipe evacuated solar collector tube

通过冷凝放热方式将热量传递给工质的传热部分。

3.5

**蒸散型吸气剂** flash getter

使用时需采用蒸散工艺,靠吸气材料在蒸散过程中和沉淀成膜后所具有的吸气作用而工作的吸气剂。

3.6

**全玻璃热管真空太阳集热管的空晒温度** stagnation temperature of an all-glass heat pipe evacuated solar collector tube

于规定的太阳辐照度下,在准稳态时,全玻璃热管真空太阳集热管的冷凝段端部所达到的最高温度。

3.7

**全玻璃热管真空太阳集热管的空晒性能参数** stagnation parameter of an all-glass heat pipe evacuated solar collector tube

空晒温度与环境温度之差与太阳辐照度的比值。

3.8

**全玻璃热管真空太阳集热管的网晒太阳辐照量** solar irradiation for obtaining a preset water temperature rise in an all-glass heat pipe evacuated solar collector tube under stagnation

全玻璃热管真空太阳集热管插入一个试验水箱中,箱内水的温度升高一定温度范围所需的太阳辐照量。

3.9

**全玻璃热管真空太阳集热管的工质的体积分数** volume fraction divided working fluid volume by heat pipe volume in all-glass heat pipe evacuated solar collector tube

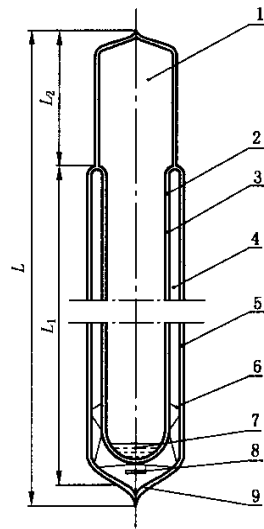
热管内的工质体积与热管容积比值,以百分数表示。

## 4 产品分类

### 4.1 产品

#### 4.1.1 产品结构

全玻璃热管真空太阳集热管由具有太阳选择性吸收涂层的内玻璃管和同轴的罩玻璃管构成,内玻璃管一端为封闭的圆顶形状,由罩玻璃管封离端内带吸气剂的支承件支承;由罩玻璃管、内玻璃管或直径在罩玻璃管和内玻璃管之间熔封一封闭段为冷凝段,在密闭空间内有热管的工作液体。整体结构及其组成部件的名称见图1。



- 1—冷凝段；  
 2—内玻璃管；  
 3—太阳选择性吸收涂层；  
 4—真空夹层；  
 5—罩玻璃管；  
 6—支承件；  
 7—热管工质；  
 8—吸气剂；  
 9—吸气镜面。

图 1 全玻璃热管真空太阳集热管结构及组成部件

#### 4.1.2 结构尺寸

全玻璃热管真空太阳集热管的结构尺寸按表 1 选取。

表 1 全玻璃热管真空太阳集热管的结构尺寸

单位为毫米

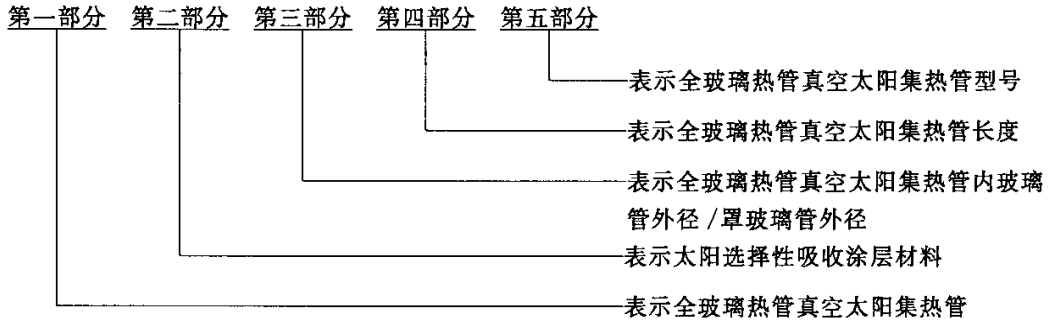
内玻璃管外径 $d$	罩玻璃管外径 $D$	真空集热管长度 <sup>a</sup> $L_1$	冷凝段长度 <sup>b</sup> $L_2$
37	47	1 200, 1 500, 1 800	80, 120, 150
47	58	1 200, 1 500, 1 800	80, 120, 150

<sup>a</sup> 全玻璃热管真空太阳集热管的真空管长度。  
<sup>b</sup> 冷凝段长度允差±5 mm。

#### 4.2 产品命名

##### 4.2.1 命名内容

全玻璃热管真空太阳集热管产品命名由如下的五部分组成：



#### 4.2.2 命名标记

第一部分用汉语拼音字母 QBR 表示全玻璃热管真空太阳集热管。

第二部分用化学元素符号或英文字母表示太阳选择性吸收涂层材料,常用太阳选择性吸收涂层及其表示方法见附录 A。

第三部分用阿拉伯数字表示全玻璃热管真空太阳集热管内玻璃管外径/单玻璃管外径,以 mm 为单位。

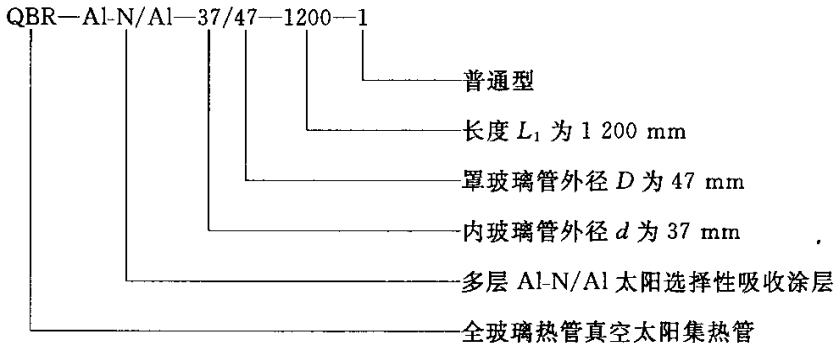
第四部分用阿拉伯数字表示全玻璃热管真空太阳集热管长度  $L_1$ ,以 mm 为单位。

第五部分用阿拉伯数字表示全玻璃热管真空太阳集热管型号。

在相邻部分之间用一字线“—”隔开。

#### 4.2.3 命名示例

采用以铝为底层、多层铝-氮复合材料为吸收层的太阳选择性吸收涂层,内玻璃管外径 37 mm、单玻璃管外径 47 mm 和长度为 1 200 mm 的普通型全玻璃热管真空太阳集热管的标记为:



### 5 技术要求

#### 5.1 材料

5.1.1 玻璃管材料应采用硼硅玻璃 3.3(见附录 B),并应符合 ISO 3585:1998。

5.1.1.1 其性能符合 QB/T 2436 要求,以及玻璃管太阳透射比  $\tau \geq 0.89$ (大气质量 1.5,即 AM 1.5,按 ISO 9806-1:1994 计算)。

5.1.1.2 单玻璃管上不大于 1 mm 的结石不得密集,即 10 mm×10 mm 范围内不得多于一个,整支管子上不得多于五个,结石周围不得有裂纹,大于 1 mm 的结石不允许存在。

5.1.1.3 内玻璃管上不得有结石。

5.1.1.4 玻璃管上不大于 1.5 mm 的节瘤不得密集,即 10 mm×10 mm 范围内不得多于两个;整支管

子上,不大于 2.5 mm 的节瘤不得多于五个,大于 2.5 mm 的结瘤不允许存在。

5.1.1.5 内玻璃管壁厚不小于 1.7 mm。

5.1.2 太阳选择性吸收涂层的太阳吸收比  $\alpha \geq 0.88$ (AM 1.5)。

5.1.3 全玻璃热管真空太阳集热管的热管内工质的体积不大于热管容积的 15%,工质应不含对人体有害的元素。

5.1.4 吸气剂应符合 GB/T 9505。

## 5.2 空晒性能参数

法向直射太阳辐照度  $G_0 \geq 800 \text{ W/m}^2$ (见附录 C),环境温度  $8 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_a \leq 35 \text{ }^\circ\text{C}$ ,全玻璃热管真空太阳集热管垂直放置,插入一个试验水箱中(见附录 D),以空气为传热工质,空晒温度  $t_s$ ,环境温度  $t_a$ ,与被测全玻璃热管真空太阳集热管平面平行的太阳辐照度  $G$ ,空晒性能参数  $Y = (t_s - t_a)/G$ , $Y \geq 90 \text{ m}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C/kW}$ 。

## 5.3 闷晒太阳辐照量

5.3.1 罩玻璃管外径为 47 mm,法向直射太阳辐照度  $G_0 \geq 800 \text{ W/m}^2$ ,环境温度  $8 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_a \leq 35 \text{ }^\circ\text{C}$ ,全玻璃热管真空太阳集热管垂直放置,插入一个试验水箱,以水为传热工质,水的初始温度不低于环境温度,闷晒至水温升高  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  所需的太阳辐照量  $H \leq 6.0 \text{ MJ/m}^2$ 。

5.3.2 罩玻璃管外径为 58 mm,与太阳垂直的太阳辐照度  $G_0 \geq 800 \text{ W/m}^2$ ,环境温度  $8 \text{ }^\circ\text{C} \leq t_a \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ,全玻璃热管真空太阳集热管垂直放置,插入一个试验水箱中,以水为传热工质,水的初始温度不低于环境温度,闷晒至水温升高  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  所需的太阳辐照量  $H \leq 5.0 \text{ MJ/m}^2$ 。

## 5.4 真空性能

全玻璃热管真空太阳集热管真空夹层内的气体压强  $p \leq 5.0 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 。

## 5.5 安全性

全玻璃热管真空太阳集热管应能承受在  $350 \text{ }^\circ\text{C}$  烘箱内保温 2 h 而不损坏。

## 5.6 真空品质

全玻璃热管真空太阳集热管于  $350 \text{ }^\circ\text{C}$ 、48 h,蒸发吸气剂钡膜消失率不大于 50%。

## 5.7 耐热冲击

全玻璃热管真空太阳集热管冷凝段部分应能承受不高于  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  的冰水混合物与不低于  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  热水交替反复冲击三次而不损坏。

## 5.8 抗机械冲击

钢球试验:全玻璃热管真空太阳集热管应能承受直径为 30 mm 的钢球,于高度 450 mm 处自由落下,垂直撞击集热管中部而无损坏。

## 5.9 外观与尺寸

5.9.1 全玻璃热管真空太阳集热管罩玻璃管表面轻微划伤累计长度不大于管长的 1/4。

5.9.2 全玻璃热管真空太阳集热管的选择性吸收涂层不得有污渍、起皮或脱落。

5.9.3 距离全玻璃热管真空太阳集热管环封处的选择性吸收涂层颜色明显变浅区应不大于 50 mm。

5.9.4 支承内玻璃管自由端或其他部位的支承件应不得明显变色,放置端正,不松动。

5.9.5 全玻璃热管真空太阳集热管环封处内、罩管过渡圆滑,无粘连,无玻璃堆积,端面和内、罩管表面



应平整,厚度均匀,无喇叭状和明显变形。

5.9.6 全玻璃热管真空太阳集热管的长度是从内玻璃管与罩玻璃管环封处至另一端罩玻璃管直径 $\phi 15\text{ mm}$ 处的距离,其长度允差应不大于长度标称尺寸 $L_1$ 的 $\pm 0.5\%$ 。罩玻璃管直径允差应符合ISO 4803:1978的要求(见附录E)。

5.9.7 全玻璃热管真空太阳集热管的弯曲度不大于 $0.2\%$ 。

5.9.8 全玻璃热管真空太阳集热管环封处在距端口 $10\text{ mm}\sim 30\text{ mm}$ 处玻璃管的横断面呈圆管形,罩玻璃管的径向最大尺寸与最小尺寸之比不大于 $1.02$ 。

5.9.9 排气管的封离部分长度 $s=L-L_1-L_2\leq 15\text{ mm}$ 。

## 5.10 耐冻性

全玻璃热管真空太阳集热管应能承受 $-20\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $12\text{ h}$ 而不破裂。

## 6 检测方法

### 6.1 材料检查

6.1.1 玻璃管的太阳透射比(AM 1.5)是切割全玻璃热管真空太阳集热管罩玻璃管的样品,采用波长范围不小于 $0.3\text{ }\mu\text{m}\sim 2.5\text{ }\mu\text{m}$ 的分光光度计,使用积分球装置在入射光与呈凸、凹的玻璃样品两次测量的太阳透射比数据取平均值。

6.1.2 玻璃管上的结石按5.1.1.2和5.1.1.3要求,目测检查。

6.1.3 玻璃管上的节瘤按5.1.1.4要求,目测检查。

6.1.4 选择性吸收涂层的太阳吸收比(AM 1.5)是在 $8^\circ/\text{d}$ 的几何条件下,对全玻璃热管真空太阳集热管的太阳选择性吸收涂层,使用具有积分球的分光光度计在波长范围 $0.3\text{ }\mu\text{m}\sim 2.5\text{ }\mu\text{m}$ 内分别测量离全玻璃热管真空太阳集热管环封处 $150\text{ mm}$ 和集热管的管长 $1/2$ 处的太阳选择性吸收涂层的反射比,再分别对AM 1.5计算确定它们的太阳吸收比,取两处的平均值表示全玻璃热管真空太阳集热管内太阳选择性吸收涂层的太阳吸收比。

6.1.5 打开全玻璃热管真空太阳集热管的冷凝段,将工质倒入小量筒内,测量热管内的工质体积,工质体积不大于热管容积的 $0.15\%$ 。

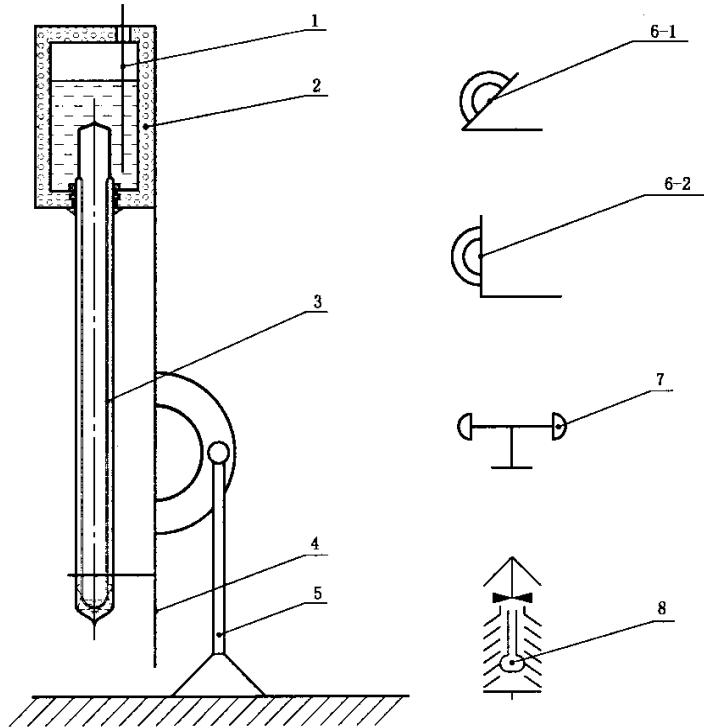
### 6.2 空晒性能参数测定

6.2.1 测试条件:在室外进行测量,一个总日射表跟踪太阳,法向直射太阳辐照度 $G_0\geq 800\text{ W/m}^2$ ,环境温度 $8\text{ }^\circ\text{C}\leq t_a\leq 35\text{ }^\circ\text{C}$ ,风速 $\leq 4\text{ m/s}$ 。另一个总日射表与被测全玻璃热管真空太阳集热管平面平行放置,测试太阳辐照度 $G$ 。

6.2.2 测试装置:全玻璃热管真空太阳集热管南北向平行放置三支,中间为被测全玻璃热管真空太阳集热管,两旁为测试陪管,其中心间距为内管直径的5倍,其中心与漫反射平板的间距为 $70\text{ mm}$ 。漫反射平板为漫反射比不小于 $0.60$ 的轧花铝平板。全玻璃热管真空太阳集热管插入一个试验水箱中,集热管的环封管口处插入水箱内阻 $2\text{ cm}$ ,测温点置于全玻璃热管真空太阳集热管冷凝段中部,测温元件与玻璃管壁应紧密接触。按ISO 9806-1:1994的要求:全玻璃热管真空太阳集热管垂直放置。测试装置见图2。

6.2.3 测试步骤:法向直射太阳辐照度 $G_0\geq 800\text{ W/m}^2$ ,并在 $15\text{ min}$ 内太阳辐照度变化不大于 $\pm 30\text{ W/m}^2$ 的条件下,每隔 $5\text{ min}$ 分别记录一次与被测全玻璃热管真空太阳集热管平面平行的太阳辐照度 $G$ 、冷凝段温度和环境温度,共记录四次。四次平均值为测试期间的法向直射太阳辐照度 $G_0$ 、太阳辐照度 $G$ 、全玻璃热管真空太阳集热管空晒温度 $t_s$ 和环境温度 $t_a$ 。

- 6.2.4 测试仪表:两个总日射表,一级;  
 铂电阻温度计,误差应不大于±0.2℃;  
 水银温度计,误差应不大于±0.5℃;  
 风速仪,误差应不大于±0.5 m/s。



- 1——铂电阻温度计;  
 2——试验水箱;  
 3——全玻璃热管真空太阳集热管;  
 4——漫反射平板;  
 5——测试支承架;  
 6-1——总日射表:跟踪太阳,记录法向直射太阳辐照度;  
 6-2——与被测全玻璃热管真空太阳集热管平行放置的总日射表;  
 7——风速仪;  
 8——百叶箱。

图2 全玻璃热管真空太阳集热管热性能测试装置示意

6.2.5 按照式(1)计算全玻璃热管真空太阳集热管的空晒性能参数  $Y$ :

$$Y = \frac{t_s - t_a}{G} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- $Y$ ——空晒性能参数,单位为平方米摄氏度每千瓦( $m^2 \cdot \text{℃} / \text{kW}$ );  
 $G$ ——与被测全玻璃热管真空太阳集热管平面平行放置总日射表测量的太阳辐照度。

6.3 闷晒太阳辐照量测定

6.3.1 测试条件:与6.2.1相同。

6.3.2 测试装置:全玻璃热管真空太阳集热管南北向平行放置三支,中间为被测全玻璃热管真空太阳集热管,两旁为测试陪管,其中心间距为内管直径的5倍,其中心与漫反射平板的间距为70 mm。漫反射平板为漫反射比不小于0.60的轧花铝平板。全玻璃热管真空太阳集热管插入一个试验水箱中,集热管的环封管口处插入水箱内胆2 cm,水箱内注入1.8 kg水,测温点置于试验水箱内水体积的中部,且不与水箱壁及热管真空集热管接触。

6.3.3 测试步骤:全玻璃热管真空太阳集热管的试验水箱内水的温度低于环境温度,当法向直射太阳辐照度 $G_0 \geq 800 \text{ W/m}^2$ ,并在15 min内太阳辐照度变化不大于 $\pm 30 \text{ W/m}^2$ 的条件下,当水温等于环境温度时,记录全玻璃热管真空太阳集热管内水温升高 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 时所需的太阳辐照量 $H$ 。

#### 6.4 真空性能试验

用火花检漏器在暗环境下探测全玻璃热管真空太阳集热管的无选择性吸收涂层环封处部分的真空夹层,根据放电颜色对真空状况作定性判断,在玻璃壁上呈现微弱荧光为合格品。出现辉光放电、火花穿透玻璃壁或火花发散而玻璃壁上无荧光均为不合格品。

#### 6.5 安全性试验

将全玻璃热管真空太阳集热管整管水平放入电烘箱中,试验须有防爆设施,在 $350 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ 下保温2 h,全玻璃热管真空太阳集热管应无损坏。

#### 6.6 真空品质性能试验

将全玻璃热管真空太阳集热管水平放入电烘箱中,有吸气镜面的一端露出电烘箱100 mm(该段不加热),在 $350 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ 下保温48 h,按GB/T 17049测试蒸发吸气剂钡膜消失率不大于50%。

#### 6.7 耐热冲击性能试验

将全玻璃热管真空太阳集热管冷凝段插入不高于 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 的冰水混合体中,埋入深度为冷凝段加上长度不小于100 mm,停留1 min后,立即从冰水混合体中取出并插入 $90 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上的热水,插入深度为比冷凝段长度不小于100 mm,停留1 min后,再立即取出并插入不高于 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 的冰水混合体中,如此反复三遍,全玻璃热管真空太阳集热管应无损坏。

#### 6.8 抗机械冲击试验

全玻璃热管真空太阳集热管水平固定安装在试验架上,由间距500 mm的两个带有厚5 mm聚氨酯衬垫的V型槽支撑,选用符合GB/T 308的直径30 mm的钢球对准集热管中部与两支点中部,钢球底部至玻璃管撞击处450 mm,自由落下,垂直撞击在集热管上,集热管不应破损。

#### 6.9 外观与尺寸检查

6.9.1 按5.9.1的要求,用测量与手感检查。

6.9.2 选择性吸收涂层外观按5.9.2的要求,目测检查。

6.9.3 选择性吸收涂层的颜色变浅区按5.9.3要求,用精度为1 mm的钢板尺测量,距离全玻璃热管真空太阳集热管环封处选择性吸收涂层的颜色明显变浅区不大于50 mm。

6.9.4 全玻璃热管真空太阳集热管内的支承件按5.9.4检查。

6.9.5 按5.9.5的要求,用目测或手感检查

6.9.6 按5.9.6检查,全玻璃热管真空太阳集热管两端置于一个水平支架上,用精度为1 mm的钢卷尺测量环封处至玻璃管外径为15 mm间的长度。对1200 mm长的全玻璃热管真空太阳集热管,其实际长度偏差不大于 $\pm 6.0 \text{ mm}$ ;对1500 mm长的全玻璃热管真空太阳集热管,其实际长度偏差不大于

±7.5 mm。对 1 800 mm 长的全玻璃热管真空太阳集热管,其实际长度偏差不大于±9.0 mm。

6.9.7 按 5.9.7 检查,全玻璃热管真空太阳集热管两端置于一个水平支架上,用百分表测量全玻璃热管真空太阳集热管中部最大径向与最小径向尺寸,其弯曲度不大于 0.2%。

6.9.8 按 5.9.8 检查,用精度为 0.02 mm 的游标卡尺或专用工具,测量全玻璃热管真空太阳集热管距端口 10 mm~30 mm 处的单玻璃管径向最大尺寸与最小尺寸,其比值应不大于 1.02。

6.9.9 按 5.9.9 检查,用精度为 1 mm 的钢板尺测量,封离部分的长度  $s \leq 15$  mm。

## 6.10 耐冻性试验

将全玻璃热管真空太阳集热管置于 -20 °C 环境下,经 12 h,全玻璃热管真空太阳集热管不破裂。

## 7 检验规则

### 7.1 概述

全玻璃热管真空太阳集热管检验分为出厂检验和型式检验。

### 7.2 出厂检验

7.2.1 全玻璃热管真空太阳集热管出厂前必须逐支进行出厂检验。

7.2.2 出厂检验包括以下内容:

- a) 按 5.9.1 检验;
- b) 按 5.9.2 检验;
- c) 按 5.9.3 检验;
- d) 按 5.9.4 检验;
- e) 按 5.9.5 检验;
- f) 按 5.9.6 检验;
- g) 按 5.9.7 检验;
- h) 按 5.9.8 检验;
- i) 按 5.9.9 检验;
- j) 全玻璃热管真空太阳集热管存放 12 h 以后,按 5.4 的要求检验。

### 7.3 型式检验

7.3.1 在正常情况下,每年应至少进行一次型式检验。

7.3.2 产品有下列情况之一时,应随时进行型式检验:

- a) 新产品试制定型时;
- b) 改变产品结构、材料、工艺而影响产品性能时;
- c) 停产超过半年,恢复生产时;
- d) 国家技术监督机构提出进行型式检验要求时。

7.3.3 型式检验样品是在出厂检验合格的产品中随机抽取,抽取的样品不少于三支。

7.3.4 型式检验项目按第 5 章各项进行,结果应符合本标准要求。

### 7.4 判定规则

型式检验中,凡各项检验全部合格者,判为合格产品。凡全玻璃热管真空太阳集热管内工质体积与

热管容积的比值、空晒性能参数、闷晒太阳辐照量、真空性能、真空品质、安全性、耐热冲击、抗机械冲击、耐冻性中有一项不合格者即为不合格产品。太阳透射比、太阳吸收比、结石、结瘤、开口端选择性吸收涂层的明显变浅区、真空集热管的长度偏差、真空集热管的弯曲度、距开口端的罩玻璃管径向最大尺寸与最小尺寸的比值与真空集热管的封离长度等指标中有两项不合格者为不合格产品。

## 8 标志、包装、运输、贮存

### 8.1 产品标志

产品上应有商标。

### 8.2 包装

8.2.1 包装方法应采用箱装,包装箱应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.2 包装箱的标志图样应符合 GB/T 191 的规定。

8.2.3 包装箱上还应包括以下内容:

- a) 制造厂名;
- b) 产品名称;
- c) 商标;
- d) 产品型号;
- e) 产品数量;
- f) 允许垂直堆码层数;
- g) 外形尺寸(长×宽×高);
- h) 整箱的重量;
- i) 制造日期或生产批号。

8.2.4 包装箱内应附有检验合格证。

### 8.3 运输

产品在装卸和运输过程中,不得遭受强烈颠簸、震动,不得受潮、雨淋。

### 8.4 贮存

8.4.1 产品应存放在通风、干燥的仓库内。

8.4.2 产品不得和易燃物品及化学腐蚀物品混放。

附 录 A  
(规范性附录)  
太阳选择性吸收涂层分类

表 A.1 为太阳选择性吸收涂层材料及其表示方法。

表 A.1 太阳选择性吸收涂层材料及其表示方法

序号	选择性吸收涂层		表示方法
	吸收层	红外高反射层或块材料	
1	铝-氮复合材料	铝	Al-N/Al
2	不锈钢-碳复合材料	铜	SS-C/Cu
3	铬-氧复合材料	铝	Cr-O/Al
4	铬-氧复合材料	铜	Cr-O/Cu
5	锌、镍-硫复合材料	铜	Zn-Ni-S/Cu
6	镍-氧化铝复合材料	铝	Ni-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Al
7	不锈钢-氮化铝复合材料	铜	SS-AlN <sub>x</sub> /Cu

注 1: 出现其他选择性吸收涂层可以类似表述。  
注 2: 对于有减反层的选择性涂层,由厂商确定是否表示出减反层材料,例如具有 MgF<sub>2</sub> 介质减反层的 Cr-O/Al 可表示为 Mg-F/Cr-O/Al、MgF<sub>2</sub>/Cr-O/Al 或 Cr-O/Al。

附录 B  
(资料性附录)

ISO 3585:1998 硼硅玻璃 3.3 性能(节选)

B.1 适用范围

本国际标准规定了一种名为“硼硅玻璃 3.3”的性能。该玻璃用于制作实验室玻璃制品、玻璃仪器、管道和连接件。

B.2 总体要求

玻璃应按用户可接受的质量进行退火,而且应足够均匀,不含有能影响玻璃机械强度的夹杂物(例如:耐火材料夹杂物)。

B.3 化学稳定性

B.3.1 在 98 °C 时的耐水性

耐水性颗粒分级 ISO 719-HGB 1;  
检测方法:ISO 719。

B.3.2 在 121 °C 时的耐水性

耐水性颗粒分级 ISO 720-HGA1;  
检测方法:ISO 720。

B.3.3 耐酸性

该玻璃作为“一种材料”被测试时,每平方米玻璃所含  $\text{Na}_2\text{O} \leq 100 \mu\text{g}$ (包括原始酸处理)。  
检测方法:ISO 1776。

B.3.4 耐沸腾混合碱水溶液侵蚀性

耐碱等级:ISO 695-A2 或更好;  
检测方法:ISO 695。

B.4 物理性质

注 1:对 B.4.3、B.4.4 和 B.4.10~B.4.12,物理性质数据没有给出偏差限制,未给出专门供硼硅玻璃 3.3 的检测方法。

B.4.1 平均线热膨胀系数

$\alpha(20\text{ °C} \sim 300\text{ °C}) = (3.3 \pm 0.1) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ 。  
检测方法:ISO 7991。

**B.4.2 在 20 ℃ 时的密度**

$$\rho = (2.23 \pm 0.02) \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}.$$

**B.4.3 平均导热系数(20 ℃ ~ 100 ℃)**

$$\lambda = 1.2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}.$$

**B.4.4 在恒压下(20 ℃ ~ 100 ℃)的平均比热容量**

$$c_p = 0.98 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}.$$

**B.4.5 工作点温度**

$$\theta_{11} = 1\,260 \text{ }^\circ\text{C} \pm 20 \text{ }^\circ\text{C}.$$

检测方法:ISO 7884-2 和 ISO 7884-5。

工作点温度相对应的平衡黏度为  $\eta_{11} = 10^4 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 。

**B.4.6 软化点温度**

$$\theta_{12} = 820 \text{ }^\circ\text{C} \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}.$$

检测方法:ISO 7884-2 和 ISO 7884-6。

对硼硅玻璃 3.3 来讲,与其软化点温度相对应的平衡黏度为  $\eta_{12} = 10^{7.5} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 。

**B.4.7 退火点温度**

$$\theta_{13} = 560 \text{ }^\circ\text{C} \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}.$$

检测方法:ISO 7884-7。

注 2:按 ISO 7884-7 中的弯柱法,  $\eta_{13} = 10^{13.2} \text{ dPa} \cdot \text{s}$  的非平衡黏度定为退火点。

**B.4.8 应变点**

$$\theta_{14} = 510 \text{ }^\circ\text{C} \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}.$$

检测方法:ISO 7884-7。

注 3:按 ISO 7884-7 中的弯柱法,  $\eta_{14} = 10^{14.7} \text{ dPa} \cdot \text{s}$  的非平衡黏度定为该玻璃的应变点。

**B.4.9 转变温度**

$$t_g = 525 \text{ }^\circ\text{C} \pm 15 \text{ }^\circ\text{C}.$$

检测方法:ISO 7884-8。

**B.4.10 弹性模量**

$$E = 64 \text{ kN} \cdot \text{mm}^{-2} = 64 \times 10^3 \text{ MPa}.$$

**B.4.11 泊松比**

$$\mu = 0.20.$$

**B.4.12 抗张强度**

$$R_m = 35 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \sim 100 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} = 35 \text{ MPa} \sim 100 \text{ MPa}.$$

在使用研磨、压制、拉制或火抛光的商业玻璃检测样品进行抗张强度测试时,检测的结果很分散。表面损伤会降低破裂强度。给出的数值不宜用于强度设计。



附 录 C  
(资料性附录)

ISO 9806-1:1994 太阳集热器检测方法  
第 1 部分:带压差的有玻璃盖液体集热器热性能(节选)

### C.1 倾角

为了便于国际上对检测结果的比较,从水平面至集热器采光面的倾角是:  
当地纬度 $\pm 5^\circ$ ,但不小于 $30^\circ$ 。

### C.2 仪器/数据记录仪

仪器的最小分格不超过 2 倍准确度。例如,如果准确度是 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ,最小分格不超过 $0.2^\circ\text{C}$ 。

### C.3 室外稳态效率检测

C.3.1 检测时,集热器采光面上的太阳辐照度应不小于 $700\text{ W/m}^2$ 。

C.3.2 检测周期(稳态)

表 C.1 为测量时间内允许测量参数的偏差。

表 C.1 测量时间内允许测量参数的偏差

参 数	允许离平均值的偏差
太阳辐照度	$\pm 50\text{ W/m}^2$
环境空气温度	$\pm 1^\circ\text{C}$
流量	$\pm 1\%$
集热器入口流体温度	$\pm 0.1^\circ\text{C}$

### C.3.3 集热器效率计算

#### C.3.3.1 瞬时效率曲线

当散射辐照度占总辐照度的 20% 以上时,不可以测试集热器的入射角修正系数,需用 ISO 9806-1:1994 标准附录 B 校正成当量法向辐照条件;当散射辐照度占总辐照度不到 20% 时,这个影响可以忽略。

表 C.2 为半球太阳光谱辐射的 100 个等能量间的相应波长。

表 C.2 半球太阳光谱辐射的 100 个等能量间隔的相应波长

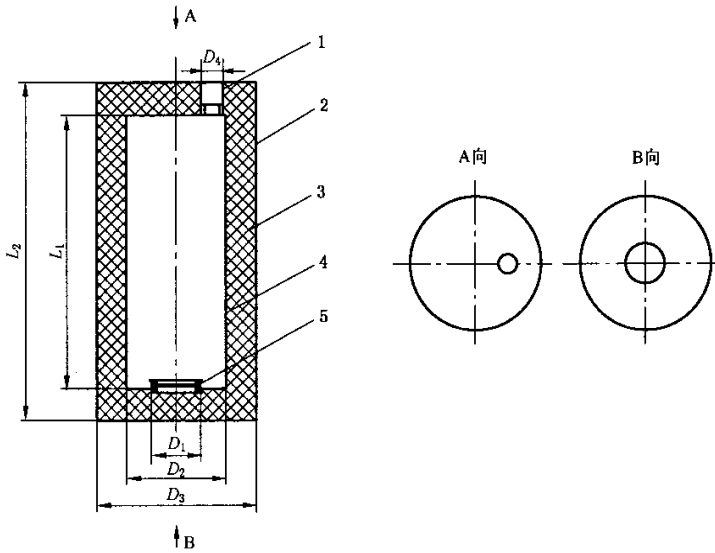
%	$\lambda_k$ $\mu\text{m}$	%	$\lambda_k$ $\mu\text{m}$	%	$\lambda_k$ $\mu\text{m}$	%	$\lambda_k$ $\mu\text{m}$
0.50	0.332 6	25.50	0.545 3	50.50	0.726 9	75.50	1.030 5
1.50	0.355 0	26.50	0.551 7	51.50	0.735 7	76.50	1.044 0
2.50	0.372 3	27.50	0.558 2	52.50	0.744 3	77.50	1.059 8
3.50	0.386 5	28.50	0.564 8	53.50	0.752 6	78.50	1.076 2
4.50	0.398 7	29.50	0.571 4	54.50	0.762 2	79.50	1.095 2
5.50	0.408 1	30.50	0.578 3	55.50	0.772 6	80.50	1.135 0
6.50	0.416 8	31.50	0.585 2	56.50	0.781 8	81.50	1.171 1
7.50	0.425 6	32.50	0.592 1	57.50	0.790 9	82.50	1.194 6
8.50	0.434 2	33.50	0.599 0	58.50	0.799 9	83.50	1.216 8
9.50	0.442 2	34.50	0.606 0	59.50	0.810 2	84.50	1.239 0
10.50	0.449 3	35.50	0.612 9	60.50	0.821 4	85.50	1.261 4
11.50	0.455 7	36.50	0.619 7	61.50	0.833 1	86.50	1.283 7
12.50	0.462 1	37.50	0.626 6	62.50	0.843 6	87.50	1.311 7
13.50	0.468 4	38.50	0.633 5	63.50	0.854 0	88.50	1.453 5
14.50	0.474 6	39.50	0.640 5	64.50	0.864 3	89.50	1.518 9
15.50	0.480 9	40.50	0.647 5	65.50	0.874 8	90.50	1.556 0
16.50	0.487 2	41.50	0.654 6	66.50	0.886 0	91.50	1.565 4
17.50	0.493 6	42.50	0.661 7	67.50	0.897 9	92.50	1.637 5
18.50	0.500 1	43.50	0.668 8	68.50	0.910 7	93.50	1.681 4
19.50	0.506 5	44.50	0.676 6	69.50	0.925 2	94.50	1.732 4
20.50	0.512 9	45.50	0.684 6	70.50	0.952 6	95.50	1.976 4
21.50	0.519 4	46.50	0.692 6	71.50	0.973 2	96.50	2.116 7
22.50	0.525 9	47.50	0.700 7	72.50	0.988 6	97.50	2.247 1
23.50	0.532 4	48.50	0.708 9	73.50	1.002 7	98.50	2.418 2
24.50	0.538 8	49.50	0.717 5	74.50	1.016 6	99.50	3.637 1

注：%是太阳辐照从波长  $0 \sim \lambda_k$  的部分， $\lambda_k$  值是等能量间隔的中点。该值相对于太阳辐射(AM 1.5)到一个平面，其倾角为  $37^\circ$ ，面向赤道并有一个  $5.8^\circ$  的视场角(地面反射比 0.2)。

附录 D  
(规范性附录)  
试验水箱

D.1 试验水箱结构图

图 D.1 为全玻璃热管真空太阳集热管热性能测试装置示意。



- 1——测温口；
- 2——水箱外壳；
- 3——材料；
- 4——水箱内胆；
- 5——密封圈。

图 D.1 全玻璃热管真空太阳集热管热性能测试装置示意

表 D.1 为试验水箱尺寸。

表 D.1 试验水箱尺寸

单位为毫米

罩玻璃管外径 $D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$L_1$	$L_2$
47	54	110	180	25	350	420
58	66	110	180	25	350	420

D.2 试验水箱材料

D.2.1 试验水箱内胆材料采用 0.5 mm 厚的 304 不锈钢板。

D.2.2 试验水箱外壳材料采用 0.5 mm 厚的轧花铝板。

D.2.3 隔热材料采用 35 mm 厚聚氨酯作为隔热材料,其物理性能要求见表 D.2。

表 D.2 聚氨酯隔热材料物理性能要求

项 目	指 标
密度	$28 \text{ kg/m}^3 \sim 35 \text{ kg/m}^3$
导热系数	$\leq 0.022 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})(21 \text{ }^\circ\text{C})$
压缩强度	$\geq 100 \text{ kPa}$
吸水率(体积分数)	$\leq 3\%$
闭孔率	$\geq 90\%$
低温线性稳定性	$\leq 1\% (-20 \text{ }^\circ\text{C}, 24 \text{ h})$
高温线性稳定性	$\leq 1.5\% (100 \text{ }^\circ\text{C}, 24 \text{ h})$

附录 E  
(资料性附录)

ISO 4803:1978 实验室玻璃制品 硼硅玻璃管(节选)

表 E.1 为硼硅玻璃管外径与壁厚。

表 E.1 外径与壁厚(外径 36 mm~70 mm)

单位为毫米

外 径	薄壁管厚度	中壁管厚度	厚壁管厚度
36.0±0.8	1.4±0.2	2.0±0.2	2.8±0.3
38.0±0.8	1.4±0.2	2.0±0.2	2.8±0.3
40.0±1.0	1.6±0.2	2.3±0.3	3.2±0.4
42.0±1.0	1.6±0.2	2.3±0.3	3.2±0.4
44.0±1.0	1.6±0.2	2.3±0.3	3.2±0.4
46.0±1.0	1.6±0.2	2.3±0.3	3.2±0.4
48.0±1.0	1.6±0.2	2.3±0.3	3.2±0.4
50.0±1.0	1.8±0.2	2.5±0.3	3.5±0.4
52.0±1.0	1.8±0.2	2.5±0.3	3.5±0.4
54.0±1.0	1.8±0.2	2.5±0.3	3.5±0.4
56.0±1.0	1.8±0.2	2.5±0.3	3.5±0.4
58.0±1.0	1.8±0.2	2.5±0.3	3.5±0.4
60.0±1.5	2.2±0.3	3.2±0.4	3.5±0.4
65.0±1.5	2.2±0.3	3.2±0.4	3.5±0.4
70.0±1.5	2.2±0.3	3.2±0.4	3.5±0.4

表 E.2 为硼硅玻璃管弯曲度的限值。

表 E.2 弯曲度的限值

单位为毫米

外 径	标称长度的弯曲度限值
<6	0.9%
7~10	0.7%
>10	0.5%