

全玻璃热管真空太阳集热管 (GB/T 26975-2011)

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、阎庆喜、黄永定、程翠英、李旭光、焦青太、王相民、李春梅。

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 tub-ing)

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闷晒太阳辐照量 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T-质的体积分数volume fraction divided working fluid volume by heat pipe volume in all-glass heat pipe evacuated solarcollector tube

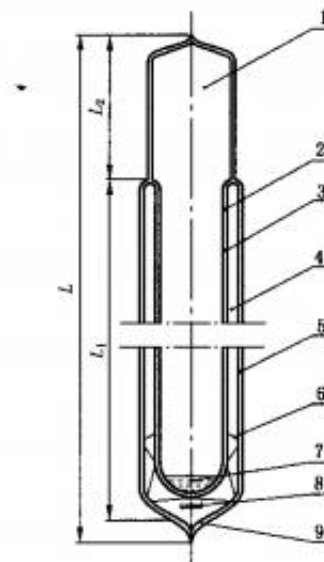
热管内的工质体积与热管容积比值, 以百分数表示。

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

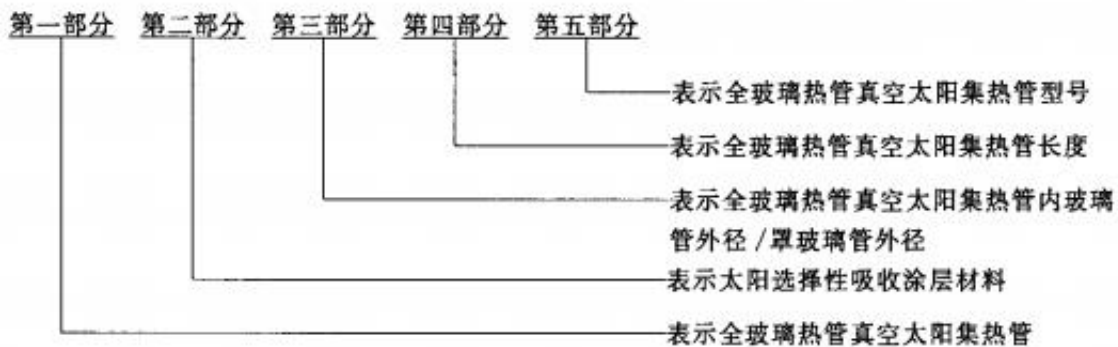
内玻璃管外径 d	罩玻璃管外径 D	真空集热管长度 ^a L_1	冷凝段长度 ^b L_2
37	47	1 200, 1 500, 1 800	80, 120, 150
47	58	1 200, 1 500, 1 800	80, 120, 150

^a 全玻璃热管真空太阳集热管的真空管长度。
^b 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 / 罩玻璃管外径，以mm为单位。

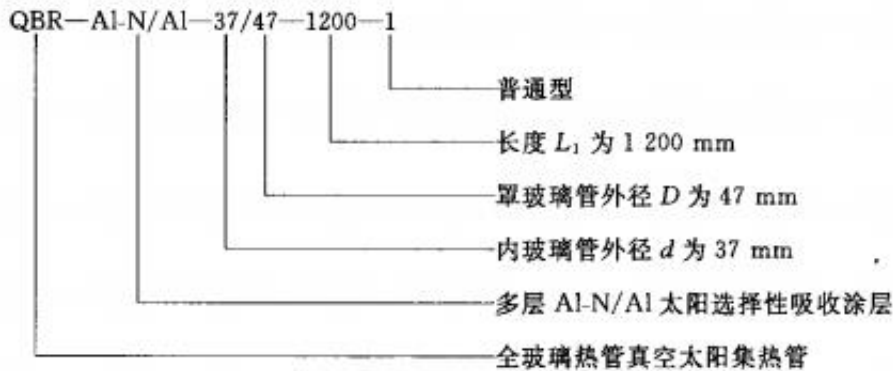
第四部分用阿拉伯数字表示全玻璃热管真空太阳集热管长度 L_1 ，以mm为单位。

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37mm，罩玻璃管外径47mm和长度为1200mm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, 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 $r = 0.89$ (大气质量1.5, 即AM1.5, 按ISO 9806-1:1994计算)。

5.1.1.2 罩玻璃管上不大于1mm的结石不得密集, 即10mm × 10mm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1mm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1.5mm的节瘤不得密集, 即10mm × 10mm范围内不得多于两个; 整支管子上, 不大于2.5mm的节瘤不得多于五个, 大于2.5mm的节瘤不允许存在。

5.1.1.5 内玻璃管壁厚不小于1.7mm

5.1.2 太阳选择性吸收涂层的太阳吸收比 $a = 0.88$ (AM1.5)。

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10%, 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 $G_0 = 800\text{W/m}^2$ (见附录C), 环境温度 $t_a = 35^\circ\text{C}$, 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 $Y = (t_s - t_a) / G$, $Y \geq 90\text{m}^2/\text{kW}$

5.3 闷晒太阳辐照量

5.3.1 罩玻璃管外径为47mm, 法向直射太阳辐照度 $G_0 = 800\text{W/m}^2$, 环境温度 $t_a = 35^\circ\text{C}$, 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°C 所需的太阳辐照量 $H \geq 6.0\text{MJ/m}^2$

5.3.2 罩玻璃管外径为58mm, 与太阳垂直的太阳辐照度 $G_0 = 80.0\text{W/m}^2$, 环境温度 $t_a = 30^\circ\text{C}$, 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°C 所需的太阳辐照量 $H \geq 5.0\text{MJ/m}^2$ 。

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℃ 供箱内保温2h而不损坏。

5.6 真空品质

全玻璃热管真空太阳集热管于350℃ , 48h, 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℃ 的冰水混合物与不低于90℃ 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30mm的钢球, 于高度450mm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50mm。

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15mm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10mm-30mm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℃ , 12h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 (AM1.5)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 $0.3 \mu\text{m}$ - $2.5 \mu\text{m}$ 的分光光度计, 使用积分球装置在人射光与呈凸、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(AM1.5)是在 $8^\circ/d$ 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 $0.3\mu\text{m}$ - $2.5\mu\text{m}$ 内分别测量离全玻璃热管真空太阳集热管环封处150mm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AM1.5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 $G_0 = 800\text{W}/\text{m}^2$,环境温度 $t_a = 35^\circ\text{C}$,风速 $4\text{m}/\text{s}$ 。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70mm。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2cm,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。

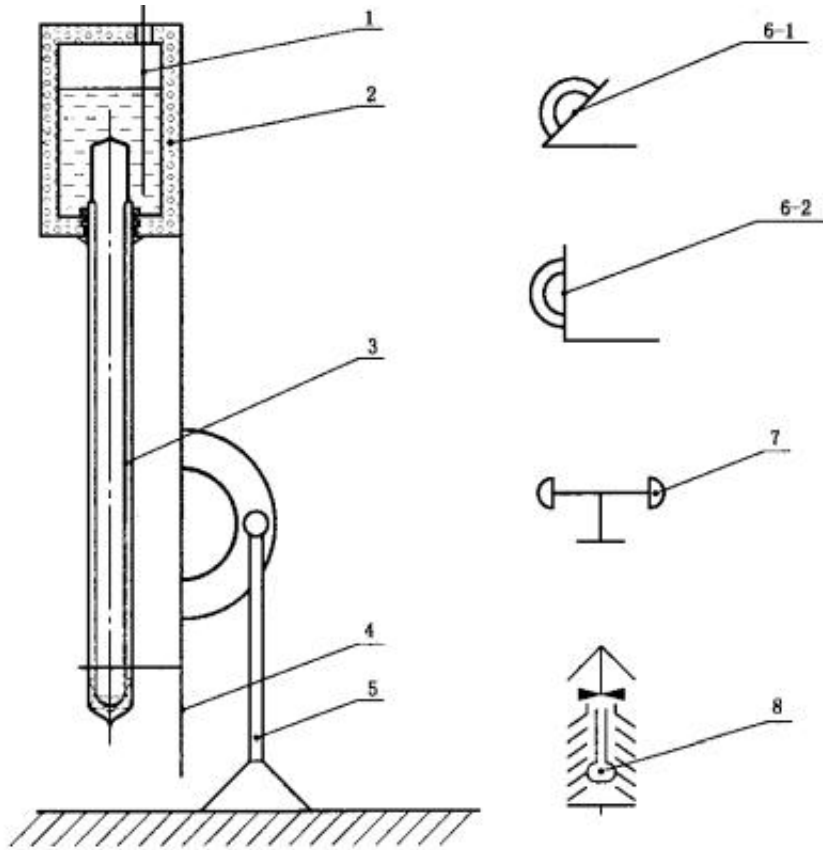
6.2.3测试步骤:法向直射太阳辐照度 $G_0 = 800\text{W}/\text{m}^2$,并在15min内太阳辐照度变化不大于 $\pm 30\text{W}/\text{m}^2$ 的条件下,每隔5min分别记录一次与被测全玻璃热管真空太阳集热管平面平行的太阳辐照度 G 、冷凝段温度和环境温度,共记录四次。四次平均值为测试期间的法向直射太阳辐照度 G_0 、太阳辐照度 G 、全玻璃热管真空太阳集热管空晒温度 t_0 和环境温度 t_9 。

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 $\pm 0.2^\circ\text{C}$;

水银温度计,误差应不大于 $\pm 0.5^\circ\text{C}$;

风速仪,误差应不大于 $\pm 0.5\text{m}/\text{s}$,



- 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:

$$Y = \frac{t_2 - t_1}{G} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

Y——空晒性能参数,单位为平方米摄氏度每千瓦(m²℃/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70mm。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2cm,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_0 800 W/m², 并在5min内太阳辐照度变化不大于 ± 30 W/m²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 °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 ± 5 °C下保温2h, 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100mm (该段不加热), 在 350 ± 5 °C下保温48h, 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 °C的冰水混合物中, 埋入深度为冷凝段加上度不小于100mm, 停留1min后, 立即从冰水混合物中取出并插入90 °C以上的热水, 插入深度为比冷凝段长度不小于100mm, 停留1min后, 再立即取出并插入不高于0 °C的冰水混合物中, 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500mm的两个带有厚5mm聚氨酯衬垫的V型槽支撑, 选用符合GB/T 308的直径30mm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450mm, 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1mm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50mm。

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1mm的钢卷尺测量环封处至玻璃管外径为15mm间的长度。对1200mm长的全玻璃热管真空太阳集热管, 其实际长度偏差不大于 ± 6.0 mm; 对1500mm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1800mm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0.02mm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10mm-30mm处的罩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1mm的钢板尺测量,封离部分的长度: 15mm

6.10耐冻性试验

将全玻璃热管真空太阳集热管置于一20 环境下,经12h,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X宽x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。

原文地址 : <http://www.china-nengyuan.com/tech/69935.html>