



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 19775—2005

---

## 玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管

Glass-metal sealed heat-pipe evacuated solar collector tubes

2005-05-25 发布

2005-11-01 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

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会和中国农村能源行业协会提出。

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会新能源和可再生能源分技术委员会归口。

本标准主要起草单位：北京市太阳能研究所、中国农村能源行业协会太阳能热利用专用委员会、中国标准化研究院、北京桑达太阳能技术有限公司、山东力诺新材料有限公司、无锡光芒集团、天津奇信太阳能公司。

本标准主要起草人：周平、霍志臣、赵跃进、田巍然、刘希杰、谢光明、齐心、陈道宏。

本标准首次制定。

# 玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管

## 1 范围

本标准规定了玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管的术语和定义、分类与命名、技术要求、检测方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存。

本标准仅适用于玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管。

## 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。

GB/T 191 包装储运图示标志(GB/T 191—2000, eqv ISO 780:1997)

GB/T 1527 铜及铜合金控制管

GB/T 2680 建筑玻璃 可见光透射比、太阳光直接透射比、太阳能总透射比、紫外线透射比及有关窗玻璃参数的测定(GB/T 2680—1994, neq ISO 9050:1990)

GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分(GB/T 3190—1996, neq ISO 209-1)

GB/T 5231 加工铜及铜合金化学成分和产品形状

GB/T 5248 铜及铜合金无缝管涡流探伤方法

GB/T 12936 太阳能热利用术语

GB/T 14811 热管术语

GB/T 17683.1 太阳能 在地面不同接收条件下的太阳光谱辐照度标准 第1部分:大气质量1.5的法向直接日射辐照度和半球向日射辐照度(GB/T 17683.1—1999, eqv ISO 9845-1:1992)

GB/T 18033 无缝铜水管和铜气管

ISO 3585 3.3 硼硅酸盐玻璃 特性

## 3 术语和定义

GB/T 12936 和 GB/T 14811 确定的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管** Glass-metal sealed heat-pipe evacuated solar collector tubes  
利用玻璃-金属封接在真空状态下的热管,并通过热管传递热量的管状太阳能集热器件。

### 3.2

**热管** heat-pipe

利用气化潜热高效传递热量的强化传热元件。

### 3.3

**热管冷凝段** heat-pipe condenser

通过冷凝放热的方式将热量传递给受热介质的导热部分。

### 3.4

**太阳选择性吸收涂层** solar selective absorbing coating

具有高的太阳吸收比和低的红外发射率的涂层。

## 3.5

**太阳吸热板 solar absorbing strip**

外表面具有太阳选择性吸收涂层,吸收太阳能并转化为热能的金属薄板。

## 3.6

**蒸散型吸气剂 flash getter**

需采用蒸散工艺,靠吸气材料在蒸散过程中和沉积成膜后才能具有吸气作用的吸气剂。

## 3.7

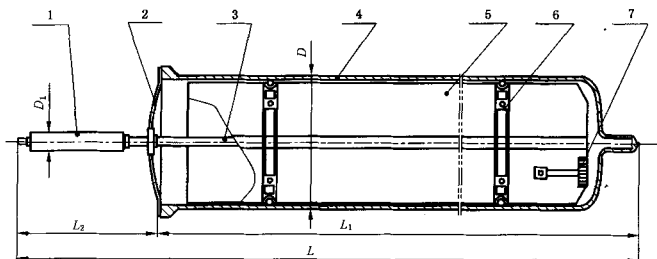
**玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管空晒温度 stagnation temperature of a heat-pipe evacuated solar collector tube**

玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管在规定的太阳辐照度、环境温度和风速条件下晒至规定时间时保温状态下热管冷凝段的温度。

## 4 结构与命名

## 4.1 产品结构

玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管由热管、涂有太阳选择性吸收涂层(以下简称涂层)的吸热板(以下简称吸热板)、蒸散型吸气剂和玻璃管等构成。热管与吸热板紧密连接,并通过金属连接部件与玻璃管封接。支架保持着吸热板在玻璃管中的相对位置。其结构及组成部件见图1。



1—热管冷凝段;

2—金属连接部件;

3—热管蒸发段;

4—玻璃管;

5—吸热板;

6—支架;

7—蒸散型吸气剂;

$D_1$ —热管冷凝段外径;

$D$ —玻璃管外径;

$L$ —玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管长度;

$L_1$ —玻璃管长度;

$L_2$ —热管冷凝段探出长度。

图1 玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管结构及组成部件

## 4.2 结构尺寸

玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管的结构尺寸按表1选取。

表 1 玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管的结构尺寸

单位为毫米

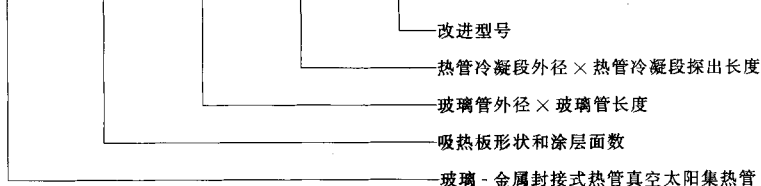
玻璃管外径 $D$	玻璃管长度 $L_1$	热管冷凝段外径 $D_1$
102	2 000, 1 700	14, 24
70	1 750, 1 600	14, 24

### 4.3 产品命名

#### 4.3.1 命名内容

玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管产品命名由四部分组成:

第一部分—第二部分—第三部分—第四部分—第五部分



#### 4.3.2 命名标记

第一部分用汉语拼音字母 RG 表示玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管。

第二部分用汉语拼音 H 和 P 分别表示玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管的吸热板形状为弧形和平形,用汉语拼音 D 和 S 分别表示玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管的吸热板涂层面数为单面和双面。

第三部分用阿拉伯数字表示玻璃管的外径和长度,以毫米(mm)为单位。

第四部分用阿拉伯数字表示热管冷凝段的外径和探出长度,以毫米(mm)为单位。

第五部分用阿拉伯数字表示产品的改进型号。

#### 4.3.3 命名示例

RG—PS102×2000—14×120—1,表示吸热板为平形、吸热板涂层面数为双面、玻璃管外径为 102 mm、玻璃管长度为 2 000 mm、热管冷凝段外径为 14 mm、热管冷凝段探出长度为 120 mm、普通型的玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管。

## 5 材料要求

5.1 玻璃管材料采用硼硅玻璃 3.3,其性能符合 ISO 3585 要求,玻璃管太阳透射比( $\tau$ )应不小于 0.89。(大气质量 1.5,即 AM1.5,按 GB/T 2680 和 GB/T 17683.1 计算)。

5.2 热管材料化学成分符合 GB/T 5231 要求;其性能符合 GB/T 1527 和 GB/T 18033 要求;涡流探伤符合 GB/T 5248 要求。

5.3 吸热板条带材料符合 GB/T 3190 和(或)GB/T 5231 要求。

## 6 技术要求

### 6.1 玻璃管

6.1.1 太阳透射比( $\tau$ )应不小于 0.89。

6.1.2 应力:双折射光程差( $\delta$ )应不大于 120 nm/cm。

6.1.3 玻璃管上 1 mm 以上的结石不允许存在,不大于 1 mm 的结石不得密集,即 10 mm×10 mm 范围内不得多于 1 个;整根玻璃管上,结石不得多于 5 个。

6.1.4 玻璃管上节瘤大于 2.5 mm 不允许存在,1 mm 以下的节瘤不得密集,即 10 mm×10 mm 范围

内不得多于 2 个;整根玻璃管上,1 mm~2.5 mm 节瘤不得多于 7 个。

6.1.5 玻璃管上气线长度大于 100 mm 的不允许存在;小气线不得密集,即 10 mm×10 mm 范围内不得多于 2 条;整根玻璃管上宽度不大于 0.5 mm、长度在 20 mm~100 mm 范围内的气线不允许超过 2 条。

6.2 热管

6.2.1 热管启动温度

热管启动温度应不大于 30℃。在热源温度为 30℃±0.5℃ 的状况下,热管冷凝段温度( $T_c$ )应不小于 23℃。

6.2.2 热管抗冻温度

热管在温度为-25℃ 的环境中无冻损现象。

6.3 吸热板

6.3.1 涂层的太阳吸收比( $\alpha$ )应不小于 0.86(AM1.5)。

6.3.2 涂层的红外发射率( $\epsilon$ )应不大于 0.10。

6.4 金属与玻璃管封接漏率

金属与玻璃管封接漏率( $Q$ )应小于  $1.0 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

6.5 玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管内的气体压强

玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管玻璃管内的气体压强( $P$ )应不大于  $5 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 。

6.6 空晒性能参数

太阳辐照度( $G$ ) $\geq 800 \text{ W/m}^2$ ,环境温度( $T_a$ )在 0℃~30℃ 范围内,风速不大于 4 m/s。空晒性能参数( $Y$ )应满足式(1)的要求。

$$Y = (T_s - T_a)/G \geq 0.195 \text{ m}^2\text{C/W} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$T_s$ ——玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管空晒温度,单位为摄氏度(℃);

$T_a$ ——环境温度,单位为摄氏度(℃);

$G$ ——太阳辐照度,单位为瓦每平方米( $\text{W/m}^2$ )。

6.7 抗机械冲击

玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管应能承受直径为 30 mm 实心钢球从不低于 0.5 m 高度的冲击。

6.8 外观与尺寸

6.8.1 吸热板无明显变形。

6.8.2 吸热板涂层颜色均匀,无明显划伤。

6.8.3 吸热板涂层无明显起皮或脱落。

6.8.4 吸热板支撑可靠,不松动。

6.8.5 玻璃管的直线度应不大于玻璃管长度的 0.3%。

6.8.6 玻璃管外径公差带不大于其公称尺寸的 5%。

6.8.7 玻璃管长度公差带不大于其公称尺寸的 0.6%。

6.8.8 玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管长度公差带不大于其公称尺寸的 0.8%。

6.8.9 热管冷凝段外径公差带不大于其公称尺寸的 1%。

6.8.10 热管冷凝段探出长度公差带不大于其公称尺寸的 7%。

7 检测方法

7.1 玻璃管检测

### 7.1.1 太阳透射比检测

按分光光度计所要求的样品尺寸取玻璃样品。采用波长范围不小于 250 nm~2 500 nm 配有积分球装置的分光光度计,测量玻璃透射比。

### 7.1.2 应力检测

采用偏光仪测量检偏镜旋转角度差,按式(2)计算玻璃管的光程差( $\delta$ )。

$$\delta = \frac{3 \times \phi}{d} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$\delta$ —玻璃管的光程差,单位为纳米每厘米(nm/cm);

$\phi$ —检偏镜旋转角度差,单位为度( $^{\circ}$ );

$d$ —光线通过处的玻璃厚度,单位为厘米(cm)。

7.1.3 玻璃管上的结石按本标准 6.1.3 要求,目测检查。

7.1.4 玻璃管上的节瘤按本标准 6.1.4 要求,目测检查。

7.1.5 玻璃管上的气线按本标准 6.1.5 要求,目测检查。

### 7.2 热管检测

#### 7.2.1 热管启动温度检测

7.2.1.1 检测条件:在室内进行测量,室内环境温度控制在  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

7.2.1.2 检测装置:热管垂直放入恒温水浴中,热管入水深度为热管长度的六分之一,恒温水浴温度为  $30^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

7.2.1.3 测试步骤:热管放入恒温水浴 20 min 后,开始测量热管冷凝段的温度  $T_c$ 。

7.2.1.4 测试仪表:

- 水银温度计,误差应不大于  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ;
- 铂电阻温度指示控制仪,误差应不大于  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。
- 数字式表面温度计,误差应不大于  $\pm (1\% + 1)^{\circ}\text{C}$ 。
- 数字式时钟,误差应不大于  $\pm 1 \text{ min/d}$ 。

#### 7.2.2 热管抗冻温度试验

将热管以倾角大于  $30^{\circ}$  放入不高于  $-25^{\circ}\text{C}$  的冰柜内冷冻 1 h,而后将其取出并放置在温度不低于  $60^{\circ}\text{C}$ 、深度不小于 200 mm 的水中,待热管启动工作 5 min 后,再将其放入不高于  $-25^{\circ}\text{C}$  冰柜中,如此反复 10 次,热管应无损坏。

### 7.3 吸热板检测

#### 7.3.1 涂层的太阳吸收比检测

在吸热板中部和距吸热板上、下端 250 mm 处各取样品一片,样品符合分光光度计所要求。采用波长范围不小于 250 nm~2 500 nm 配有积分球装置的分光光度计,分别测量三个样品涂层的光谱反射比,再以 AM1.5 计算确定它们的太阳吸收比,取三个样品的平均值表示玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管吸热板涂层的太阳吸收比。

#### 7.3.2 涂层的红外发射率检测

在吸热板中部和距吸热板上、下端 250 mm 处各取样品一片,样品符合发射率测定仪红外探头所要求。用发射率测定仪分别测量三个样品的发射率,取三个样品的平均值表示玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管吸热板涂层的红外发射率。

### 7.4 金属与玻璃管封接处漏率检测

将氦质谱检漏仪的检测接口与玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管的玻璃管排气嘴对接,氦质谱检漏仪对玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管玻璃管内腔进行抽气工作,当仪器显示玻璃管内的可检漏率小于  $1.0 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  时,用充满氦气的气包将封接处全部包住,并持续 30 s。仪器显示的漏

率应无提高。

7.5 真空体内的气体压强检测

用火花检漏仪在暗环境下检测玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管真空体内的气体压强。火花检漏仪的火花棒与玻璃管接触,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,出现辉光放电或火花穿过玻璃壁打向玻璃管内的金属件均为不合格品。

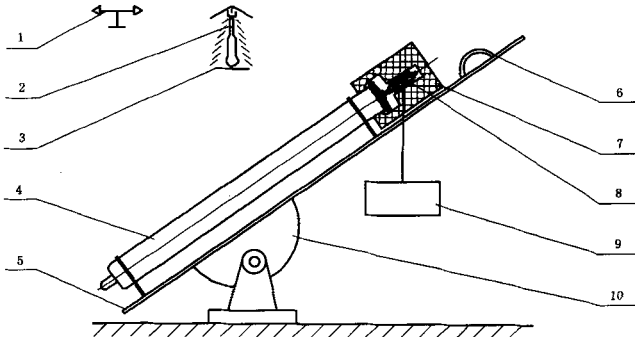
7.6 空晒性能参数检测

7.6.1 检测条件

在室外进行检测,太阳辐照度( $G$ )不小于  $800 \text{ W/m}^2$ ,环境温度在  $0^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$  范围内,风速不大于  $4 \text{ m/s}$ 。

7.6.2 检测装置

3根玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管南北向放置在倾角范围为  $30^\circ \sim 60^\circ$  的支架上,中间为被测玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管,两旁为测试陪管,其中心间距为玻璃管外径的2倍,其中心与漫反射平板的距离为玻璃管外径的1倍。漫反射平板为漫反射比不小于0.60的扎花铝平板。太阳辐射表的采光面与吸热板涂层面(正面)平行。测温元件放置在热管冷凝段的中部且与其接触良好,玻璃管以外(包括热管冷凝段、金属连接部件和铜管)作良好保温,保温材料为聚氨酯,保温层厚度不小于  $50 \text{ mm}$ 。检测装置见图2。



- 1——风速仪;
- 2——水银温度计;
- 3——百叶窗;
- 4——玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管;
- 5——漫反射平板;
- 6——太阳辐射表;
- 7——保温帽;
- 8——热电偶;
- 9——温度测量仪;
- 10——检测支架。

图2 空晒性能参数检测装置

7.6.3 检测步骤

在太阳辐照度( $G$ )不小于  $800 \text{ W/m}^2$ ,且趋于稳定,15 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 min同时记录一次热管冷凝段上的空晒温度、太阳辐照度和环境温度,共记录四次。四



次空晒温度的平均值为玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管的空晒温度( $T_s$ )。四次太阳辐照度的平均值为检测时的太阳辐照度( $G$ )。四次环境温度的平均值为检测时的环境温度( $T_a$ )。

#### 7.6.4 检测仪表

检测仪表应符合以下要求:

- 太阳辐射表,工作级;
- 铂电阻温度计或热电偶,误差应不大于 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ;
- 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 $\pm 0.5\text{ m/s}$ 。

#### 7.6.5 空晒性能参数的计算

按照式(3)计算玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管的空晒性能参数。

$$Y = \frac{T_s - T_a}{G} \dots\dots\dots (3)$$

#### 7.7 抗机械冲击试验

将玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管水平固定放置在带有软垫的两个V形试验支架上,两支点间距为500 mm,直径为30 mm实心钢球在两支架中部上方0.5 m高处对准玻璃管的中心自由落下,垂直撞击在玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管的玻璃管上,玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管不应破损。

#### 7.8 外观与尺寸检测

- 7.8.1 按本标准6.8.1要求,以目测方法检查吸热板的变形状况。
- 7.8.2 按本标准6.8.2要求,以目测方法检查吸热板涂层颜色。
- 7.8.3 按本标准6.8.3要求,以目测方法检查吸热板涂层外观。
- 7.8.4 按本标准6.8.4要求,以目测方法检查吸热板支架。
- 7.8.5 按本标准6.8.5要求,用偏摆仪测量或用平板和塞尺测量玻璃管的直线度。偏摆仪测量方法是:将玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管的玻璃管两端放置在两个V形架上,在被测管回转一周过程中,用精度为0.01 mm的百分表测量玻璃管中部的径向跳动,径向跳动除以2所得的数值为直线度偏差值。平板和塞尺测量方法是:将玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管的玻璃管放置在平板上,在被测管回转一周过程中,用塞尺沿平板塞入玻璃管中部,其最大塞尺塞入值为直线度偏差值。
- 7.8.6 按本标准6.8.6要求,用精度为0.02 mm的游标卡尺测量玻璃管外径。
- 7.8.7 按本标准6.8.7要求,用精度为1 mm的盒尺或直尺测量玻璃管长度。
- 7.8.8 按本标准6.8.8要求,用精度为1 mm的盒尺或直尺测量玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管长度。
- 7.8.9 按本标准6.8.9要求,用精度为0.01 mm的外径千分尺测量热管冷凝段外径。
- 7.8.10 按本标准6.8.10要求,用精度为0.02 mm的游标卡尺或精度为0.5 mm的直尺测量热管冷凝段探出长度。

#### 8 检验规则

- 8.1 玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管检验分出厂检验和型式检验。
- 8.2 出厂检验
  - 8.2.1 玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管出厂前必须逐根进行出厂检验。
  - 8.2.2 出厂检验包括以下内容:
    - a) 按本标准6.1.3检验;
    - b) 按本标准6.1.4检验;
    - c) 按本标准6.1.5检验;

- d) 按本标准 6.8.1 检验;
- e) 按本标准 6.8.2 检验;
- f) 按本标准 6.8.3 检验;
- g) 按本标准 6.8.4 检验;
- h) 按本标准 6.8.5 检验;
- i) 按本标准 6.8.6 检验;
- j) 按本标准 6.8.7 检验;
- k) 按本标准 6.8.8 检验;
- l) 按本标准 6.8.9 检验;
- m) 按本标准 6.8.10 检验;
- n) 玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管存放 72 h 后,按本标准 6.5 检验。

### 8.2.3 出厂检验判定规则

出厂检验是逐根进行检验,凡各项检验全部合格者,判为合格产品。凡玻璃管内的气体压强、热管冷凝段外径和吸热板涂层明显起皮或脱落中有一项不合格者,判为不合格产品。其他指标有两项不合格者,判为不合格产品。

### 8.3 型式检验

8.3.1 在正常情况下,每年应至少进行一次型式检验。

8.3.2 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) 国家质量监督机构或国家认证机构提出进行型式检验要求时。

8.3.3 型式检验样品是从出厂检验合格的产品中随机抽取,抽取的样品数量不少于三根。

8.3.4 型式检验按本标准第 6 章各项检验。

8.3.5 型式检验判定规则

凡各项检验全部合格者,判为合格产品。凡空晒性能参数、热管启动温度、玻璃管内的气体压强、热管冷凝段外径和吸热板涂层明显起皮或脱落中有一项不合格者,判为不合格产品。其他指标一项不合格者,判为合格品。其他指标有两项不合格者,判为不合格产品。

## 9 标志、包装、运输、贮存

### 9.1 产品标志

产品上应有标志。

### 9.2 包装

9.2.1 包装方法应采用箱装,包装箱的标志图样应符合 GB/T 191 的规定。

9.2.2 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。

9.2.3 包装箱内应附有检验合格证。

### 9.3 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。

### 9.4 贮存

9.4.1 产品应放在干燥的仓库内。

9.4.2 产品不得和易燃物品及化学腐蚀品混放。

---