

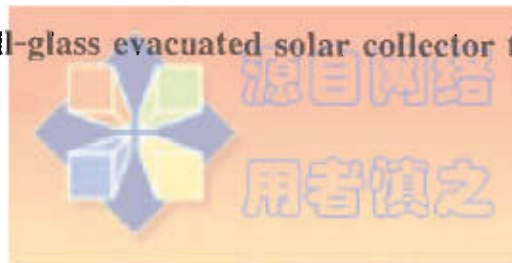


中华人民共和国国家标准

GB/T 17049—2005
代替 GB/T 17049—1997

全玻璃真空太阳集热管

All-glass 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
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 产品分类	2
5 技术要求	4
6 检测方法	5
7 检验规则	9
8 标志、包装、运输、贮存	9
附录 A(规范性附录) ISO 4803:1978 实验室玻璃制品 硼硅玻璃管(节选)	11
附录 B(规范性附录) ISO 3585:1998 硼硅玻璃 3.3 性能(节选)	12
附录 C(规范性附录) ISO 9806-1:1994 太阳集热器检测方法 第一部分: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) 太阳选择性吸收涂层分类	16
表 1 全玻璃真空太阳集热管的结构尺寸	3
图 1 全玻璃真空太阳集热管结构及组成部件	3
图 2 全玻璃真空太阳集热管热性能测试装置示意	6

前 言

本标准代替 GB/T 17049—1997《全玻璃真空太阳集热管》。

本标准与 GB/T 17049—1997 相比主要技术内容变化为：

- 提高了全玻璃真空太阳集热管及其材料的光-热性能指标(本版第 5 章)；
- 增加了罩玻璃管直径为 58 mm 的全玻璃真空太阳集热管的技术规定(本版第 4、5 章)；
- 增加了全玻璃真空太阳集热管的真空品质检测(本版 6.5.2)；
- 增加了采用钢球进行机械冲击试验(本版 6.8)。

本标准附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 为规范性附录。

本标准由中华人民共和国科学技术部、全国能源基础与管理标准化技术委员会提出。

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。

本标准由清华大学、中国标准化研究院负责起草。北京玻璃仪器厂、北京清华阳光能源开发有限责任公司、山东皇明太阳能有限公司、山东力诺新材料有限公司、北京天普太阳能工业有限公司、江苏省华扬太阳能有限公司、浙江美大太阳能工业有限公司、北京北方阳光太阳能设备有限公司参加起草。

本标准主要起草人：殷志强、薛祖庆、贾铁鹰、沈长治、严锡元、陈革、刘希杰、朱宁、黄永伟、徐建龙、马卫国。

本标准于 1997 年 11 月首次发布。



全玻璃真空太阳集热管

1 范围

本标准规定了全玻璃真空太阳集热管产品的定义、分类、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成热能的全玻璃真空太阳集热管。

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(eqv ISO 780)

GB/T 308 滚动轴承 钢球(ISO 3290,NEQ)

GB 3100 国际单位制及其应用(eqv ISO 1000)

GB/T 9505 蒸散型钎吸气剂

GB/T 12936.1 太阳能热利用术语 第一部分

GB/T 12936.2 太阳能热利用术语 第二部分

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

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

ISO 4803:1978 实验室玻璃制品 硼硅玻璃管

ISO 9806-1:1994 太阳集热器检测方法 第一部分:带压差的有玻璃盖液体集热器的热性能

ISO 9488:1999 太阳能术语

3 术语和定义

GB 3100、GB/T 12936.1、GB/T 12936.2、JJG 1032 和 ISO 9488:1999 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

玻璃管节瘤 knot of glass tube

玻璃体内存在与玻璃主体成分有差异的玻璃体。

3.2

玻璃管结石 stone of glass tube

玻璃体内含有的固态夹杂物。

3.3

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

具有高的太阳吸收比和低的发射比的涂层。

3.4

全玻璃真空太阳集热管吸热体 absorber of all-glass 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。

3.5

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

全玻璃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,气体的导热可以忽略。

3.6

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。

3.7

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

全玻璃真空太阳集热管内只有空气,于规定的太阳辐照下,在准稳态时,全玻璃真空太阳集热管内空气达到的最高温度。

3.8

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

空晒温度与环境温度之差与太阳辐照度的比值。

3.9

全玻璃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 evacuated solar collector tube under stagnation**

充满全玻璃真空太阳集热管的水的温度升高一定温度范围所需的太阳辐照量。

3.10

全玻璃真空太阳集热管平均热损系数 **average heat loss coefficient of an all-glass evacuated solar collector tube**

在无太阳辐照的条件下,全玻璃真空太阳集热管充满的热水平均温度与平均环境温度每相差 1℃ 时,经吸热体单位表面积散失的热流量。

3.11

真空品质 **vacuum quality**

全玻璃真空集热管内加热后,集热管内吸气镜面轴向长度消失率表示全玻璃真空集热管内的真空性能。

3.12

漫反射平板 **diffuse flat plate reflector**

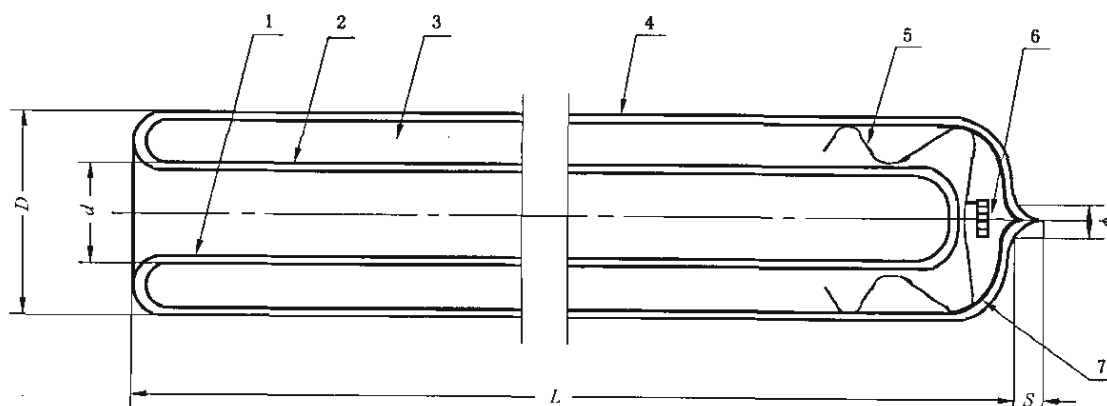
以漫反射为主的平板,安装在与全玻璃真空太阳集热管相隔一定距离的下部,用来增加全玻璃真空太阳集热管采集的太阳辐射。

4 产品分类

4.1 产品

4.1.1 产品结构

全玻璃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;另一端与罩玻璃管另一端熔封成为环状的开口端。其结构及组成部件的名称见图 1。



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

图 1 全玻璃真空太阳集热管结构及组成部件

4.1.2 结构尺寸

全玻璃真空太阳集热管的结构尺寸按表 1 选取。

表 1 全玻璃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	长度 L	封离部分长度 S
37	47	1 200, 1 500, 1 800	≤ 15
47	58	1 500, 1 800, 2 100	≤ 15

4.2 产品命名

4.2.1 命名内容

全玻璃真空太阳集热管产品命名由如下的五部分组成：

第一部分 第二部分 第三部分 第四部分 第五部分

表示全玻璃真空太阳集热管型号

表示全玻璃真空太阳集热管长度

表示全玻璃真空太阳集热管内玻璃管外径 / 罩玻璃管外径

表示太阳选择性吸收涂层材料

表示全玻璃真空太阳集热管

4.2.2 命名标记

第一部分用汉语拼音字母 QB 表示全玻璃真空太阳集热管。

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 D。

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

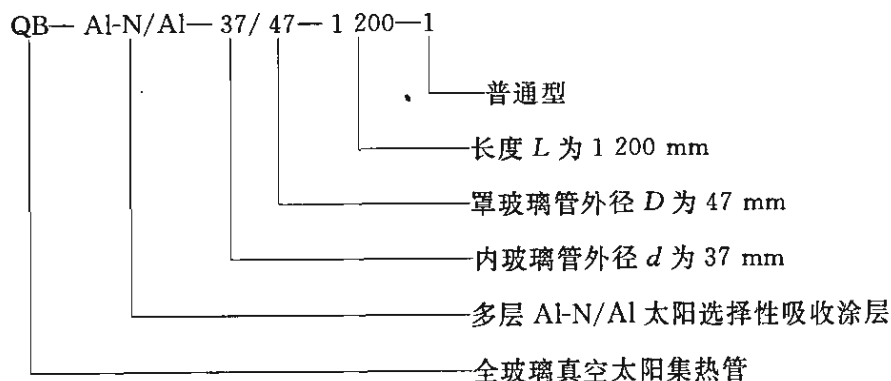
第四部分用阿拉伯数字表示全玻璃真空太阳集热管长度 L ，以 mm 为单位。

第五部分用阿拉伯数字表示全玻璃真空太阳集热管改进型号。

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、罩玻璃管外径 47 mm 和长度为 1 200 mm 的普通型全玻璃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。

5.1.1.1 其理化性能应符合 ISO 3585:1998(见附录 B)与 QB/T 2436 的要求,以及玻璃管太阳透射比 $\tau \geq 0.89$ (大气质量 1.5,即 AM1.5,按 ISO 9806-1:1994 计算)。

5.1.1.2 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 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 的节瘤不允许存在。

5.1.2 太阳选择性吸收涂层的太阳吸收比 $\alpha \geq 0.86$ (AM1.5)。

5.1.3 太阳选择性吸收涂层的半球发射比 $\epsilon_b \leq 0.080$ (80℃±5℃)。

5.1.4 吸气剂应符合 GB/T 9505 的规定。

5.2 空晒性能参数

太阳辐照度 $G \geq 800 \text{ W/m}^2$,环境温度 $8^\circ\text{C} \leq t_a \leq 30^\circ\text{C}$,全玻璃真空太阳集热管以空气为传热工质,空晒温度 t_s ,空晒性能参数 $Y = (t_s - t_a)/G, Y \geq 190 \text{ m}^2\text{C/kW}$ 。

5.3 闷晒太阳辐照量

5.3.1 罩玻璃管外径为 47 mm,太阳辐照度 $G \geq 800 \text{ W/m}^2$,环境温度 $8^\circ\text{C} \leq t_a \leq 30^\circ\text{C}$,全玻璃真空太阳集热管以水为传热工质,初始温度不低于环境温度,闷晒至水温升高 35℃所需的太阳辐照量 $H \leq 3.7 \text{ MJ/m}^2$ 。

5.3.2 罩玻璃管外径为 58 mm,太阳辐照度 $G \geq 800 \text{ W/m}^2$,环境温度 $8^\circ\text{C} \leq t_a \leq 30^\circ\text{C}$,全玻璃真空太阳集热管以水为传热工质,初始温度不低于环境温度,闷晒至水温升高 35℃所需的太阳辐照量 $H \leq 4.7 \text{ MJ/m}^2$ 。

5.4 平均热损系数

全玻璃真空太阳集热管的平均热损系数 $U_{LT} \leq 0.85 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ 。

5.5 真空性能

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

5.5.2 真空品质

全玻璃真空太阳集热管的内玻璃管于 350℃下,保持 48 h,吸气镜面轴向长度消失率不大于 50%。

5.6 耐热冲击

全玻璃真空太阳集热管应能承受不高于 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。

5.7 耐压

全玻璃真空太阳集热管内应能承受 0.6 MPa 的压强。

5.8 抗机械冲击

钢球试验:全玻璃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 1/3。

5.9.2 全玻璃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 距离全玻璃真空太阳集热管开口端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 全玻璃真空太阳集热管开口端内、罩管过渡圆滑,无黏连,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 全玻璃真空太阳集热管的长度是从环状开口端至另一端玻璃管直径 $\phi 15$ mm 处的距离,其长度允差应不大于长度标称尺寸 L 的 $\pm 0.5\%$ 。罩玻璃管直径允差应符合 ISO 4803:1978 的要求。

5.9.7 全玻璃真空太阳集热管的弯曲度不大于 0.2%。

5.9.8 全玻璃真空太阳集热管开口端正距端口 10 mm~30 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 $S \leq 15$ mm。

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 $0.3 \mu\text{m} \sim 2.5 \mu\text{m}$ 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 玻璃管上的结石按本标准的 5.1.1.2 要求,目测检查。

6.1.3 玻璃管上的节瘤按本标准的 5.1.1.3 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 $0.3 \mu\text{m} \sim 2.5 \mu\text{m}$ 内分别测量离全玻璃真空太阳集热管开口端 150 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 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 将全玻璃真空太阳集热管成品管置于密封的水冷套内,内管中插入由中心主加热器与两侧补偿加热器组成的加热棒,配置相应的加热装置和测温系统,构成了半球发射比测量装置。在准稳态下,直接测定全玻璃真空太阳集热管吸热体的选择性吸收涂层在温度为 $80^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 时的半球发射比。

6.2 空晒性能参数测定

6.2.1 测试条件:在室外进行测量,总日射表放置的平面应与漫反射平板平行,太阳辐照度 $G \geq 800 \text{ W/m}^2$,环境温度 $8^\circ\text{C} \leq t_a \leq 30^\circ\text{C}$,风速 $\leq 4 \text{ m/s}$ 。

6.2.2 测试装置:全玻璃真空太阳集热管南北向平行放置三支,中间为被测全玻璃真空太阳集热管,两旁为测试陪管,其中心间距为内管直径的 2 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。全玻璃真空太阳集热管内以空气为传热工质,测温点置于全玻璃

