

# GRLM

## 国家太阳能光热产业技术创新战略联盟标准

T/GRLM 14-2019

---

### 中温太阳能真空集热管用玻璃管

Glass tubes for medium temperature solar vacuum collector tubes

2019-10-14 发布

2020-03-14 实施

---

国家太阳能光热产业技术创新战略联盟 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.....	2
6 测试方法.....	5
7 检验规则.....	7
8 标志、包装、运输和贮存.....	7

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由山东力诺瑞特新能源有限公司提出。

本标准由国家太阳能光热产业技术创新战略联盟归口。

本标准参加起草单位：山东力诺瑞特新能源有限公司、中国科学院电工研究所、北京天瑞星光热技术有限公司、北京工业大学、山东东方伟民新热力科技有限公司、常州龙腾光热科技股份有限公司、中国葛洲坝集团装备工业有限公司。

本标准主要起草人：孟令旺、雷东强、张磊、田英良、赵成信、郑树祥、夏飞、陈勇。

本标准首次发布。

# 中温太阳能真空集热管用玻璃管

## 1 范围

本标准规定了100℃~400℃中温太阳能真空集热管用玻璃管(以下简称“玻璃管”)的术语与定义、产品命名、技术要求、测试方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于以导热油等为传热工质的中温太阳能真空集热管用玻璃管,不适用于以熔盐为传热工质的高温太阳能真空集热管用玻璃管。

## 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,仅所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 实验室玻璃仪器 热冲击和热冲击强度试验方法
- GB/T 6580 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 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 12416.2 玻璃颗粒在121℃耐水性的试验方法和分级
- GB/T 15726 玻璃仪器内应力检验方法
- GB/T 16920 玻璃平均线热膨胀系数的测定
- 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
- GB/T 28195 玻璃软化点测试方法
- GB/T 28209 硼硅酸盐玻璃化学分析方法
- GB/T 29159 全玻璃真空太阳集热管用玻璃管
- T/GRLM 06 中温太阳能热利用术语

## 3 术语和定义

GB/T 29159、T/GRLM 06 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

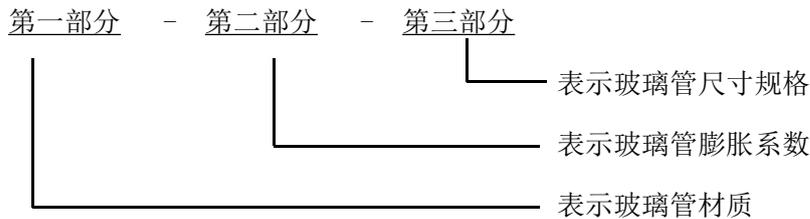
中温太阳能真空集热管 medium temperature solar vacuum collector

可用于 100℃~400℃工作温度范围且内管为金属管的太阳能真空集热管。

## 4 产品命名

### 4.1 命名内容

中温太阳能真空集热管用玻璃管产品命名由如下的两部分组成：



### 4.2 命名规则

第一部分用汉语拼音字母来表示，PGB 代表硼硅酸盐玻璃。

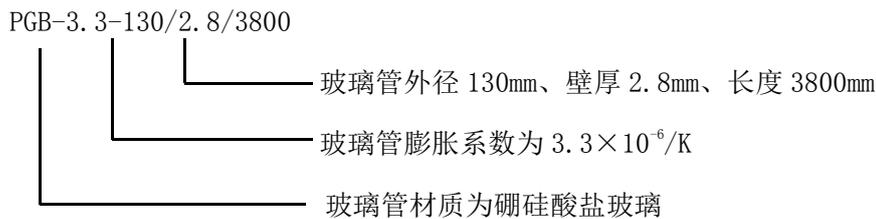
第二部分用数字表示，3.3 代表膨胀系数  $3.3 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ；5.0 代表膨胀系数  $5.0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 。

第三部分用阿拉伯数字表示，尺寸规格为外径/壁厚/长度，以 mm 为单位。

在相邻部分之间用短横线“-”分隔。

### 4.3 命名示例

采用硼硅玻璃 3.3，应用于中温太阳能集热管领域，玻璃管外径 130mm、壁厚 2.8mm、长度 3800mm 的中温太阳能真空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 20℃~400℃ 范围平均线热膨胀系数为  $[(3.3 \sim 5.5) \pm 0.1] \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$  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 <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO	R <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
重量百分比/wt%	68-82	2-7	6-13	1-6	4-9	<0.05

注：R<sub>2</sub>O为一价金属氧化物，如Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O等；RO为二价金属氧化物，如CaO、MgO、BaO等。

- 5.1.2 玻璃管端部应精切与烤口。
- 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 $\leq 0.03$ 。
- 5.1.5 玻璃管耐热冲击温差 $\geq 180^{\circ}\text{C}$ ，且试样耐热冲击1次不炸裂。
- 5.2 玻璃管的规格尺寸及偏差，见表2所示。

表 2 玻璃管规格尺寸及偏差

编号	外径		壁厚		长度 (mm)		直线度 (%)	偏壁度 (%)	不圆度 (%)
	基本尺寸 (mm)	极限偏差 (%)	基本尺寸 (mm)	极限偏差 (mm)	基本尺寸	极限偏差			
1	70	$\pm 2$	$\geq 2.0$	$\pm 0.20$	2000 ~ 5000	$\pm 10.0$	$\leq 0.15$	$\leq 10.0$	$\leq 2\%$
2	90	$\pm 2$	$\geq 2.0$	$\pm 0.20$	2000 ~ 5000	$\pm 10.0$			
3	95	$\pm 2$	$\geq 2.0$	$\pm 0.20$	2000 ~ 5000	$\pm 10.0$			
4	105	$\pm 2$	$\geq 2.5$	$\pm 0.25$	2000 ~ 5000	$\pm 10.0$			
5	120	$\pm 2$	$\geq 3.0$	$\pm 0.30$	2000 ~ 5000	$\pm 10.0$			
6	125	$\pm 2$	$\geq 3.0$	$\pm 0.30$	2000 ~ 5000	$\pm 10.0$			

					5000				
7	130	±2	≥3.0	±0.30	2000 ~ 5000	± 10.0			
8	150	±2	≥3.0	±0.30	2000 ~ 5000	± 10.0			

注：其它非表格内尺寸规格玻璃管可参照相近规格玻璃的尺寸和偏差。

### 5.3 理化性能

#### 5.3.1 平均线热膨胀系数

$$\alpha_{(20^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C})}=[(3.3\sim 5.5)\pm 0.1]\times 10^{-6}\text{K}^{-1}。$$

#### 5.3.2 密度

$$\rho_{20^{\circ}\text{C}}=(2.23\sim 2.34)\pm 0.02\text{g}/\text{cm}^3。$$

#### 5.3.3 太阳透射比

$$\tau(\text{AM } 1.5, \text{ 波长范围 } 300\text{nm}\sim 2500\text{nm})\geq 0.89。$$

#### 5.3.4 环切等级

玻璃管环切等级≤HQ-8。

#### 5.3.5 耐碱性能

耐碱性能应达到A2级。

#### 5.3.6 耐酸性能

耐酸性能应达到1级。

#### 5.3.7耐酸性能

耐酸性能应达到耐水1级。

#### 5.3.8 抗机械冲击

玻璃管应能承受直径为 30mm 实心钢球从不低于 0.5m 高度的冲击。

#### 5.3.9 玻璃软化点温度

玻璃软化点温度在750℃~840℃之间。

#### 5.3.10 内应力

内应力双折射光程差 $\leq 180\text{nm/cm}$ 。

#### 5.4 外观

应符合 GB/T 29159-2012 的要求。

### 6 测试方法

#### 6.1 材质

##### 6.1.1 化学成分

按QB/T 3572测定玻璃管氧化物质量百分含量。

##### 6.1.2 精切与烤口

玻璃经精切与烤口，管口光滑。

##### 6.1.3 黑化

玻璃管采用还原性灯工火焰熔融时，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，沿玻璃管纵向截取两片 $20\text{mm}\times 50\text{mm}$ （宽度 $\times$ 长度）的玻璃片，表面进行清洁处理，将其中一片作为比较基准，不进行辐照；将另一片置于功率为40W且波长为253.7nm的紫外光源下，玻璃片表面距离紫外光源20cm，辐照100h，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 $(260\pm 5)\text{mm}$ 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测定。

#### 6.2 规格尺寸及偏差

##### 6.2.1 外径

采用最小分度值0.02mm游标卡尺在距玻璃管两端100mm处，沿玻璃管圆周每间隔 $120^\circ$ 分别测量，总计测量3次，取平均值即为外径。

##### 6.2.2 不圆度

用最小分度值为0.02mm的游标卡尺在距玻璃管两端100mm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 $Q_R$ ，见式（1）：

$$Q_R = \frac{D_M - D_m}{D_N} \times 100\% \quad (1)$$

##### 6.2.3 壁厚

用最小分度值 0.01mm 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

用最小分度值 0.01mm 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  $WT_N$  之比即为壁厚偏差  $W_s$ ，见式（2）：

$$W_s = \frac{WT_M - WT_m}{WT_N} \times 100\% \quad (2)$$

#### 6.2.5 长度

用最小分度值为 1mm、长度为 5m 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  $L=1000\text{mm}$ ，将玻璃管旋转 360°，使用最小分度值 0.02mm 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）：

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

### 6.3 理化性能

#### 6.3.1 平均线热膨胀系数

按 GB/T 16920 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 测定。

#### 6.3.4 环切等级

按 GB/T 29159 附录 A 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 12416.2 测定。

#### 6.3.8 抗机械冲击

将玻璃管水平固定放置在带有软垫的两个 V 形试验支架上，两支点间距适当设置，直径为 30mm 实心钢球在两支架中部上方 500mm 处自由落下，垂直撞击在玻璃管上，玻璃管不应破损。

#### 6.3.9 玻璃软化点

按GB/T 28195测定。

#### 6.3.10 内应力

按GB/T 15726测定。

### 6.4 外观

6.4.1 外观检测方法用目测和最小分度值为1mm的钢直尺测量，并辅助10倍手持放大镜。

6.4.2 直楞线，目视或手感没有明显的直楞线，必要时可封样比对。

6.4.3 光学变形，目视没有明显的光学变形，必要时可封样比对。

6.4.4 玻璃管包装前，应在检测灯箱照明条件下对玻璃管外观进行逐支检测。

## 7 检验规则

### 7.1 出厂检验

按GB/T 29159执行。

### 7.2 型式检验

按GB/T 29159执行。

## 8 标志、包装、运输和贮存

按GB/T 29159执行。

---