

# 太阳能重力热管 (GB/T 24767-2009)

## 前言

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位: 山东力诺新材料有限公司、冶金工业信息标准研究院、国家太阳能检测中心(北京)、江苏太阳雨太阳能有限公司、山东力诺瑞特新能源有限公司、德州传茂热能科技有限公司、济南力诺嘉祥光热科技有限公司、北京市太阳能研究所有限公司、国际铜业协会(中国)。

本标准主要起草人: 李业博、王晓虎、董莉、张昕宇、徐新建、刘希杰、王西磊、马光柏、魏崎峰、周平、张召水、黄俊鹏。

## 1 范围

本标准规定了太阳能重力热管产品的术语和定义、产品分类、材料要求、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于接受并传递热量的太阳能重力热管。

## 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 包装贮运图示标志 (GB/T 191-2008, 150780: 1997, MOD)

GB/T 1527 铜及铜合金拉制管

GB 5310 高压锅炉用无缝钢管

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14811 热管术语

GB/T 17791 空调与制冷设备用无缝铜管

## 3 术语和定义

GB/T 14811 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

太阳能铜重力热管 the gravity copper heat pipe for solar application

以铜作为管壳的太阳能重力热管。

### 3.2

太阳能不锈钢重力热管 the gravity stainless steel heat pipe for solar application

以不锈钢作为管壳的太阳能用重力热管。

### 3.3

启动时间starting time

热管从开始加热至达到工作状态所需的时间。

### 3.4

启动温度starting temperature

热管工作所需的最低温度。

### 3.5

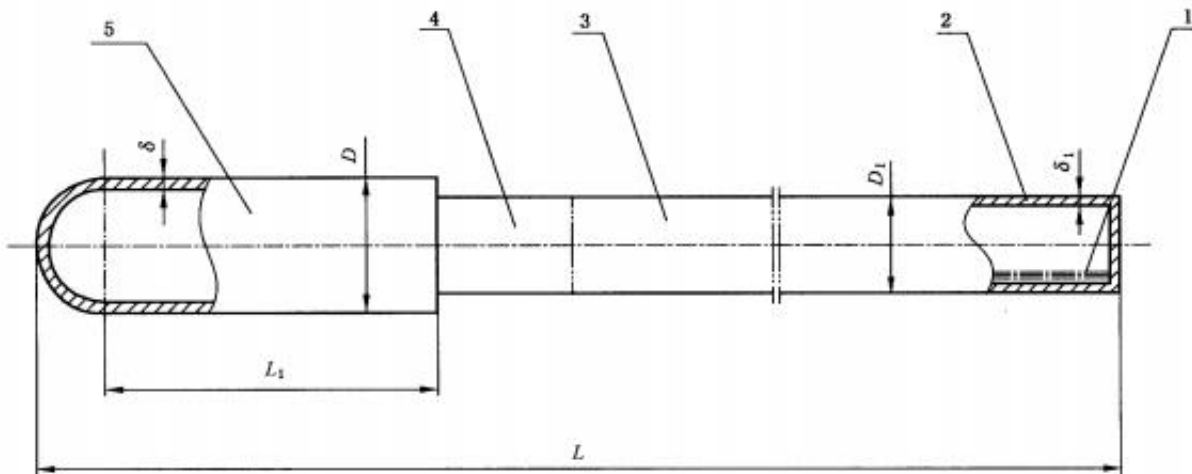
有效冷凝长度the length of the effective condenser section

冷凝段去除加工造型外的直线部分的长度。

## 4产品分类

### 4.1产品结构

太阳能重力热管是由管壳、工质等构成。其结构及组成部件见图1。



- 1—工质;
- 2—管壳;
- 3—蒸发段;
- 4—绝热段;
- 5—冷凝段;
- $D$ —冷凝段直径;
- $D_1$ —蒸发段直径;
- $\delta$ —冷凝段壁厚;
- $\delta_1$ —蒸发段壁厚;
- $L$ —热管总长度;
- $L_1$ —有效冷凝长度。

图 1 太阳能重力热管结构及组成部件

#### 4.2 结构尺寸

表 1 太阳能重力热管结构尺寸

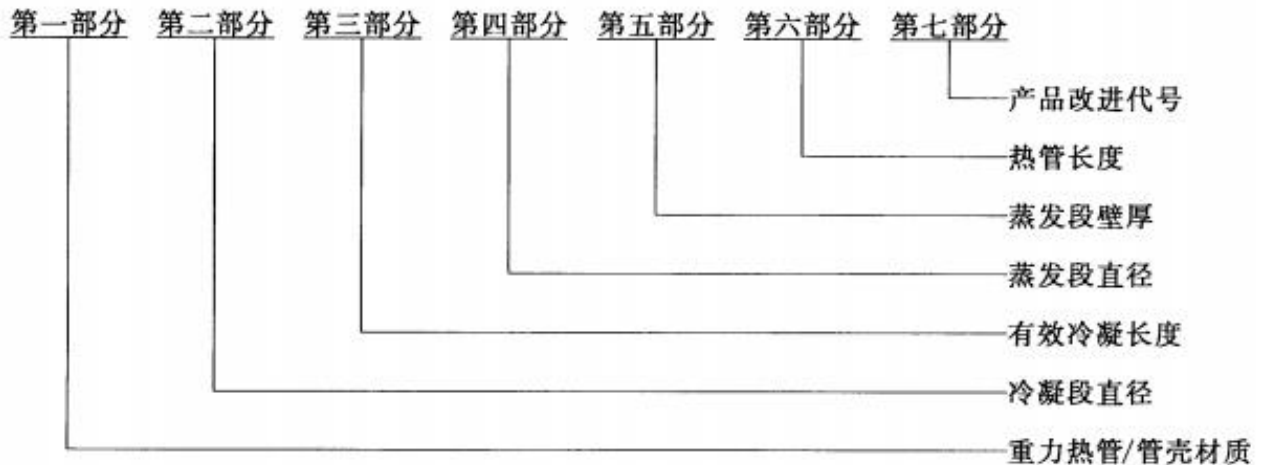
单位为毫米

材质	蒸发段直径 $D_1$	蒸发段壁厚 $\delta_1$	热管总长度 $L$	冷凝段直径 $D$	冷凝段壁厚 $\delta$	有效冷凝长度 $L_1$
紫铜	8	$\geq 0.65$	800~2 100	8、10、12、14、16	$\geq 0.80$	40~150
				18、20、22、24	$\geq 1.0$	
紫铜	10	$\geq 0.65$	1 200~2 100	10、12、14、16	$\geq 0.80$	
				18、20、22、24	$\geq 1.0$	
紫铜	12	$\geq 0.80$	1 500~2 100	12、14、16	$\geq 0.80$	
				18、20、22、24	$\geq 1.0$	
不锈钢	8	$\geq 0.70$	800~2 100	8	$\geq 0.70$	
不锈钢	10	$\geq 1.0$	1 200~2 100	10	$\geq 1.0$	
不锈钢	12	$\geq 1.0$	1 500~2 100	12	$\geq 1.0$	

#### 4.3 产品命名

##### 4.3.1 命名内容

铜、不锈钢重力热管产品标记由如下7部分组成:



#### 4.3.2命名标记

第一部分用大写汉语拼音字母ZT、ZB分别表示太阳能铜重力热管、太阳能不锈钢重力热管。

第二部分用阿拉伯数字表示冷凝段直径,单位为毫米(mm)。

第三部分用阿拉伯数字表示冷凝段有效长度,单位为毫米(mm)。如热管冷凝段与蒸发段过渡不明显时采用大写汉语拼音字母A表示。

第四部分用阿拉伯数字表示蒸发段直径,单位为毫米(mm)。

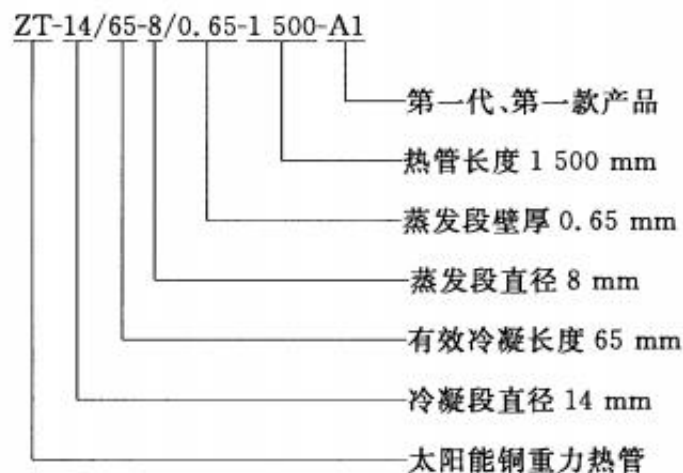
第五部分用阿拉伯数字表示蒸发段壁厚,单位为毫米(mm)。

第六部分用阿拉伯数字表示热管长度,单位为毫米(mm)。

第七部分用大写汉语拼音字母和阿拉伯数字表示产品改进代号。

#### 4.3.3标记示例

以长度为1500mm的铜重力热管产品为例:



#### 5材料要求

## 5.1 铜材

管壳宜采用无缝紫铜管, 其性能应符合GB/T 17791或GB/T 1527要求。

## 5.2 不锈钢

管壳宜采用无缝不锈钢管, 其性能应符合GB5310要求。

## 6 技术要求

### 6.1 外观与尺寸

#### 6.1.1 外观

热管表面不得有砂眼、裂纹、凹陷、锈蚀等影响使用的缺陷。

#### 6.1.2 长度公差

热管长度公差带不大于其公称尺寸的0.5%。

#### 6.1.3 直径公差

热管直径公差带不大于其公称尺寸的1.5%。

### 6.2 性能要求

#### 6.2.1 启动温度

热管启动温度应不大于30 。

#### 6.2.2 老化

热管在(180 ± 5) 温度下连续工作Zh后, 应能满足6.1的要求。

#### 6.2.3 抗冻

热管在温度为-25 的环境中无冻损现象, 应能满足6.1.1要求。

#### 6.2.4 温差

将热管置于温度为(90 ± 0.5) 的恒温水浴中, 所测得冷凝段的温度与水浴温度的温差应不大于12 。

#### 6.2.5 最大传热热流.

太阳能重力热管最大传热热流量应符合表2要求。

表 2 太阳能重力热管最大传热热流量

热管蒸发段直径 $D_1$ /mm	最大传热热流量/W
8	≥120
10	≥180
12	≥260

#### 6.2.6 安全性能

热管在 (250 ± 5) 试验环境下, 应无开裂、破损、明显变形或其他损坏。

## 7 试验方法

下列试验方法的试验结果及分析判断可参照附录A。

### 7.1 试验顺序

太阳能重力热管产品的全性能检测或两项以上性能检测应按表3中的顺序进行。

在各方均同意或实验室认为必要的情况下而不按表3中的顺序时, 试验顺序的改变应该在检测结果中给出。

**表 3 太阳能重力热管试验项目试验顺序**

试验顺序	试验项目	试验方法
1	外观	7.2
2	长度公差	7.3
3	直径公差	7.4
4	启动温度	7.5
5	老化	7.6
6	外观	7.2
7	长度公差	7.3
8	直径公差	7.4

**表 3 (续)**

试验顺序	试验项目	试验方法
9	抗冻	7.7
10	外观	7.2
11	温差	7.8
12	最大传热热流量	7.9
13	安全性能	7.10

### 7.2 外观检查

#### 7.2.1 试验条件

在常温下进行。

#### 7.2.2 试验方法

由专业技术人员目视产品外观情况进行判定。

### 7.3 长度公差检测

#### 7.3.1 试验条件

在常温下进行。

#### 7.3.2 试验方法

采用精度为1mm的钢卷尺或直尺测量热管长度。

#### 7.4直径公差检测

##### 7.4.1试验条件

在常温下进行。

##### 7.4.2试验方法

采用精度为0.02mm的游标卡尺或外径千分尺测量热管直径。

#### 7.5启动温度试验

##### 7.5.1试验装置和仪器

启动温度试验装置主要由恒温水浴及测温系统组成。温度测量宜采用数字温度计, 温度测量准确度应为 $\pm 0.2$ 。计时器宜采用数字计时器, 误差应不大于1min/d。

##### 7.5.2试验条件

- a) 试验环境: 室内;
- b) 环境温度:  $20 \pm 1$  ;
- c) 恒温水浴温度:  $30 \pm 1$  。

##### 7.5.3试验方法

将热管总长度的1/6竖直放入恒温水浴中。测量冷凝段顶端向下18mm-22mm处的温度。在20min内, 所测得热管冷凝段温度应不小于23 。

##### 7.5.4试验结果

将试验温度记入试验报告。

#### 7.6老化试验

##### 7.6.1试验装置和仪器

老化试验装置主要由加热舱和测温系统组成。温度测量宜采用数字温度计, 温度测量准确度应为 $\pm 0.5$ 。计时器宜采用数字计时器, 误差应不大于1min/d。

##### 7.6.2试验条件

- a) 实验环境: 室内;
- b) 环境温度:  $15 - 35$  ;
- c) 加热舱内部温度:  $180 \pm 5$  。

##### 7.6.3试验方法

将热管整体放入加热舱中, 然后由加热系统缓慢增温至试验温度, 维持试验温度, 持续时间2h。

试验后热管应能满足6.1的要求。

## 7.7抗冻试验

### 7.7.1试验装置和仪器

抗冻性能试验装置由冷冻舱及测温系统组成。温度测量宜采用数字温度计, 温度测量准确度应为 $\pm 0.5$ 。

### 7.7.2试验条件

- a) 实验环境: 室内;
- b) 环境温度:  $15 \sim -35$  ;
- c) 恒温水浴温度:  $60 \pm 1$  ,
- d) 冷冻温度不高于 $-25$  。

### 7.7.3试验方法

将热管以倾角大于 $300^\circ$ 放入不高于 $-25$  的冷冻设备内1h, 而后将其取出并放置在温度不低于 $60$  、深度不小于 $200$  mm的水中, 待热管启动5min后, 再将其放入不大于 $-25$  的冷冻设备内, 如此反复10次, 热管应无冻损现象且应能满足6.1.1的要求。

### 7.7.4试验结果

检查热管外观是否满足要求, 并记录试验温度及持续时间。

## 7.8温差试验

### 7.8.1试验装置和仪器

采用启动温度试验装置。

### 7.8.2试验条件

- a) 实验环境: 室内;
- b) 环境温度:  $15 \sim -35$  ;
- c) 恒温水浴温度:  $90 \pm 0.5$  。

### 7.8.3试验方法

将热管总长度的 $2/3 \sim 3/5$ 置于恒温水浴中, 热管的放置角度为 $600 \sim 900$ 。测量冷凝段顶端以下 $18\text{mm} \sim 22\text{mm}$ 处的温度。在60s内, 所测得温度与水浴温度的温差应不大于 $12$  。

## 7.9最大传热热流.试验

### 7.9.1试验装置和仪器

最大传热热流量试验装置主要由热管安装支架、恒温恒压水源、水套(或喷淋管、冷板)、流量计、电源调控器及测温系统等组成。冷却水进口温度波动应不大于 $1$  /h。热管安装支架可以具备倾斜角度的功能, 调节精度应满足测试要求。



7.9.1.1侧量加热电功率的仪表可用电流表、电压表或功率表,精度等级应不低于0.5级。

7.9.1.2温度测量宜采用数字温度计。温度测量分辨力一般优于0.1,准确度应为 $\pm 0.2$ 。

7.9.1.3水或其他冷却介质流量的测量可用流量计或用称量法,流量测量精度一般应优于 $\pm 5\%$ 。

7.9.1.4计时器采用数字计时器,误差应不大于1min/d。

#### 7.9.2试验条件

- a) 实验环境:室内;
- b) 环境温度:25 ~ 35 ;
- c) 相对湿度:不大于80%;
- d) 压力为当地大气压。

#### 7.9.3试验方法

##### 7.9.3.1试验状态

试验过程中,热管应处于竖直或倾斜状态,热管蒸发段在下,冷凝段在上;当处于倾斜状态时,热管倾斜角度根据产品特点及使用要求确定。

##### 7.9.3.2蒸发段加热方法

试验时,蒸发段一般用电加热的方法加热,要求加热均匀。

##### 7.9.3.3冷凝段冷却方法

冷凝段采用水冷方法,要求冷凝段均匀冷却。

##### 7.9.3.4调节工作温度

7.9.3.4.1根据产品的技术条件,确定热管的试验工作温度。

7.9.3.4.2通过改变冷却介质流量及温度的方法调节热管的试验工作温度。

##### 7.9.3.5确定最大传热热流里

在设定的试验状态下,逐步增加加热功率,如蒸发段出现局部温度明显上升或温度出现明显震荡和不稳定现象时,即视此热管已达到该试验状态及工作温度下的传热极限,出现上述现象前的冷却介质得到的热流量,即为此热管在对应试验状态及工作温度下的最大传热热流量。

#### 7.9.4试验结果

热管的最大传热热流量按式(1)计算:

$$Q_{\max} = Q_1 - Q_2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$Q_{\max}$ ——最大传热热流量,单位为瓦特(W);

$Q_1$ ——冷却介质得到的热流量,单位为瓦特(W);

$Q_2$ ——环境向冷却水套或装置的漏热热流量,单位为瓦特(W);一般情况下可以忽略不计。

冷却介质得到的热流量按式(2)计算:

$$Q_1 = G \times c_p (t_2 - t_1) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$G$ ——冷却介质的质量流量,单位为千克每秒(kg/s);

$c_p$ ——冷却介质的比热,单位为焦耳每千克摄氏度[J/(kg·℃)];

$t_1$ ——冷却介质进口温度,单位为摄氏度(℃);

$t_2$ ——冷却介质出口温度,单位为摄氏度(℃);

将热管的最大传热热流量记入试验报告。

## 7.10安全性能试验

### 7.10.1实验装置和仪器

采用老化试验装置。

### 7.10.2试验条件

a) 环境温度: 15 — 35 ,

b) 加热舱内部温度: ( 250 ± 5 ) 。

### 7.10.3试验方法

将热管放入加热舱中, 然后由加热系统缓慢增温至试验温度。维持试验温度, 持续时间20h。

### 7.10.4试验结果

检查热管破损和变形情况。将检查结果和试验温度、持续时间记入试验报告。

## 8检验规则

太阳能重力热管分出厂检验和型式检验。

### 8.1出厂检验

8.1.1重力热管出厂前应逐支进行检验。

8.1.2出厂检验包括以下内容:

a) 外观, 按6.1.1检验;

b) 长度公差, 按6.1.2检验;

c) 直径公差, 按6.1.3检验;

d) 老化, 按6.2.2检验;

e) 温差, 按6.2.4检验。

### 8.1.3出厂检验判定规则

出厂检验中凡各项全部合格者, 判为合格品。出厂检验凡有一项不合格者, 即为不合格产品。

### 8.2型式检验

8.2.1在正常情况下, 每年至少进行一次型式检验。

8.2.2在产品有下列情况之一时, 应随时进行型式检验:

- a) 新产品定型时,
- 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) 国家质量监督检查机构提出进行型式检验要求时。

8.2.3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2支。

8.2.4型式检验项目按第6章各项进行, 结果应符合本标准要求。

### 8.2.5型式检验判定规则

型式检验中各项检验全部合格者, 判为合格产品。有一项不合格者即为不合格品。

## 9标志、包装、运输和贮存

### 9.1标志

包装箱上应设有安全方面警示标志, 其符号应符合GB/T 191的规定, 内容至少应包括“禁止翻滚”、“向上”、“怕雨”、“堆码层数极限”等标志。

### 9.2包装

9.2.1重力热管产品全部采用箱装, 包装箱应符合GB/T 13384的规定。

9.2.2包装箱应保证产品在一般运输和保管条件下不被损坏。

9.2.3包装箱内应附有检验合格证。

9.2.4包装箱上还应包括以下内容:

- a) 制造厂的名称和地址;
- b) 产品名称、生产批号和商标;
- c) 产品的型号、规格;
- d) 制造日期;
- e) 包装箱外型尺寸;

f) 整箱重量。

### 9.3运输

产品在装卸和运输过程中,不得使产品遭受强烈颠簸、震动,不得受潮、雨淋、机械损坏。

### 9.4贮存

9.4.1产品应存放在通风、干燥的的仓库内。

9.4.2产品不得和易燃物品及化学腐蚀物品混放。

## 附录A

(资料性附录)

### 检测记录格式

表 A.1 检测记录表

序号	检测项目	技术要求	检测结果	分析判断
1	外观	不得有砂眼、裂纹、锈蚀		
2	长度公差	长度公差带不大于其公称尺寸的 0.5%		
3	直径公差	直径公差带不大于其公称尺寸的 1.5%		
4	启动温度	不小于 23 ℃		
5	老化	应无明显变形且能满足 6.1 的要求		
6	抗冻性能	应无冻损现象且能满足 6.1.1 的要求		
7	温差	不大于 12 ℃		
8	最大传热热流量	应能满足 6.2.5 的要求		
9	安全性能	应无开裂、破损、无明显变形或其他损坏		

原文地址: <http://www.china-nengyuan.com/tech/70672.html>