



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 18443.7—2010

## 真空绝热深冷设备性能试验方法 第7部分：维持时间测量

Testing method of performance for vacuum insulation  
cryogenic equipment—Part 7: Holding time measurement

2010-09-26 发布

2011-02-01 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

## 前 言

GB/T 18443《真空绝热深冷设备性能试验方法》分为 8 个部分：

- 第 1 部分：基本要求；
- 第 2 部分：真空度测量；
- 第 3 部分：漏率测量；
- 第 4 部分：漏放气速率测量；
- 第 5 部分：静态蒸发率测量；
- 第 6 部分：漏热量测量；
- 第 7 部分：维持时间测量；
- 第 8 部分：容积测量。

本部分为 GB/T 18443 的第 7 部分。

本部分的附录 A、附录 B 和附录 C 均为资料性附录。

本部分由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)提出并归口。

本部分起草单位：上海市特种设备监督检验技术研究院、上海市气体工业协会、查特深冷工程系统(常州)有限公司、上海交通大学、国家低温容器质量监督检验中心、上海华谊集团装备工程有限公司、中国特种设备检测研究院。

本部分起草人：徐惠新、周伟明、罗晓明、舒文华、寿比南、薛季爱、陈光奇、汪荣顺、鲁雪生、薛小龙、施锋萍、魏勇彪、顾福明、王为国。

本部分为首次发布。

# 真空绝热深冷设备性能试验方法

## 第7部分：维持时间测量

### 1 范围

GB/T 18443 的本部分规定了真空绝热深冷设备维持时间测量的试验原理与方法、试验装置、设备和仪器、试验条件与试验准备、试验步骤、数据处理和试验记录与试验报告等要求。

本部分适用于除储运液氢介质以外的真空绝热深冷压力容器、真空绝热深冷焊接气瓶等真空绝热深冷设备维持时间的测量。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 18443 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分。然而，鼓励根据本部分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部分。

|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| GB/T 18443.1 | 真空绝热深冷设备性能试验方法 | 第1部分：基本要求    |
| GB/T 18443.2 | 真空绝热深冷设备性能试验方法 | 第2部分：真空度测量   |
| GB/T 18443.3 | 真空绝热深冷设备性能试验方法 | 第3部分：漏率测量    |
| GB/T 18443.4 | 真空绝热深冷设备性能试验方法 | 第4部分：漏放气速率测量 |
| GB/T 18443.5 | 真空绝热深冷设备性能试验方法 | 第5部分：静态蒸发率测量 |
| GB/T 18443.6 | 真空绝热深冷设备性能试验方法 | 第6部分：漏热量测量   |
| GB/T 18443.8 | 真空绝热深冷设备性能试验方法 | 第8部分：容积测量    |

### 3 术语和定义

GB/T 18443.1～GB/T 18443.6 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

#### 3.1

**闭式系统** closed system

在试验过程中，真空绝热深冷设备内介质的质量维持不变，既无介质输入，又无介质输出的系统。

#### 3.2

**测试维持时间** tested holding time

真空绝热深冷设备充装至本部分规定的初始充装量，从本部分规定的起始条件开始，关闭设备各条管线，并开始记时，直至压力升高达到限压装置的动作压力为止，此过程所经历时间，单位为小时(h)。

#### 3.3

**标准环境状态下维持时间** holding time of standard ambient condition

测试维持时间换算为标准环境状态下的维持时间，单位为小时(h)。

### 4 试验原理与方法

4.1 真空绝热深冷设备的维持时间宜采用闭式系统测定。

4.2 当储运介质为非易燃易爆介质时，允许通过真空绝热深冷设备的静态蒸发率计算得出其维持时间，计算方法参照附件 A。



## 5 试验装置、设备和仪器

试验装置、设备和仪器应符合 GB/T 18443.1 中 4.2 的规定,且应满足以下要求:

- a) 真空绝热深冷设备进行维持时间测量时,应以安全阀作为系统的压力限制装置,爆破片、背压调节阀或其他限压装置应暂时拆除或隔离;
- b) 安全阀的开启压力为维持时间测量的结束压力;
- c) 压力表的精度不低于 2.5 级,表盘直径不小于 100 mm,量程宜为最大测试压力的 2 倍,也可采用相同的精度等级和量程的压力传感器。

## 6 试验条件与试验准备

6.1 试验条件与试验准备应符合 GB/T 18443.1 的规定。

6.2 被检件的内胆压力的测试起始条件应符合下列要求:

- a) 液态二氧化碳和氮氧化物介质,取 1.5 MPa 的表压;
- b) 对于其他介质,取标准大气压(101.325 kPa),即内容器表压应在 20 Pa 以下。

6.3 除专门设计用来储存特殊深冷液体的真空绝热深冷设备外,被检件的试验介质应符合 GB/T 18443.1 中 4.3 的规定。

6.4 确定维持时间开始试验时的初始充装质量。

6.4.1 当被检件储存介质的临界压力高于该被检件限压装置设定的压力值时,介质在操作温度下的充装量应不低于该设备的设计充装量,且不高于 98%,充装后关闭溢流阀。

6.4.2 当介质的临界压力小于限压装置的开启压力时,充装量应根据需测量维持时间的要求确定。

## 7 试验步骤

7.1 被检件内胆的全容积测定可按 GB/T 18443.8 进行,或采用该真空绝热深冷设备技术文件中注明的内胆全容积。

7.2 初始充装量应符合 6.4 的规定。

7.3 待测系统放空静置不少于 48 h,被检件内胆的内压力达到 6.2 的规定后,打开溢流阀,排出多余的液体,然后关闭被检件管路上通大气的阀门,开始以时间间隔不大于 6 h 采集或记录设备内压力、环境压力与环境温度随时间的过程,记录格式按附录 B。

7.4 当内胆压力升高到安全阀开启压力,安全阀开始动作时,停止计时。

7.5 从关闭所有阀门开始计时,直到安全阀开始动作,全过程经历的时间,以小时及分钟数进行记录,作为“测试维持时间”。

## 8 数据处理

8.1 标态(标准环境状态)下高真空多层绝热维持时间  $H_{20}$

$$H_{20} = H_0 \left( 0.7 \times \frac{T_1 - T_2}{293.15 - T_s} + 0.3 \times \frac{T_1^4 - T_2^4}{293.15^4 - T_s^4} \right) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$H_{20}$ ——标态下维持时间,单位为小时(h);

$H_0$ ——测试维持时间,单位为小时(h);

$T_1$ ——试验时平均环境温度,单位为开尔文(K);

$T_2$ ——试验时被检件内平均压力对应的深冷液体的饱和温度,单位为开尔文(K);

$T_s$ ——标准大气压(101.325 kPa)下深冷液体的饱和温度,单位为开尔文(K)。

8.2 标态下粉末或纤维真空绝热维持时间  $H_{20}$ 

$$H_{20} = H_0 \frac{T_1 - T_2}{293.15 - T_s} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$H_{20}$ ——标态下维持时间,单位为小时(h);

$H_0$ ——测试维持时间,单位为小时(h);

$T_1$ ——试验时平均环境温度,单位为开尔文(K);

$T_2$ ——试验时被检件内平均压力对应的深冷液体的饱和温度,单位为开尔文(K);

$T_s$ ——标准大气压(101.325 kPa)下深冷液体的饱和温度,单位为开尔文(K)。

8.3 标态下高真空绝热维持时间  $H_{20}$ 

$$H_{20} = H_0 \frac{T_1^4 - T_2^4}{293.15^4 - T_s^4} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$H_{20}$ ——标态下维持时间,单位为小时(h);

$H_0$ ——测试维持时间,单位为小时(h);

$T_1$ ——试验时平均环境温度,单位为开尔文(K);

$T_2$ ——试验时被检件内平均压力对应的深冷液体的饱和温度,单位为开尔文(K);

$T_s$ ——标准大气压(101.325 kPa)下深冷液体的饱和温度,单位为开尔文(K)。

## 9 试验记录与试验报告

9.1 试验记录格式可参照附录 B。

9.2 试验报告格式可参照附录 C。



## 附录 A

### (资料性附录)

#### 由静态蒸发率测试结果计算标态维持时间

A.1 由静态蒸发率求得被测试液体的平均损失率,静态蒸发率测试按 GB/T 18443.5 规定测得,

$$Q_{at} = \frac{V \times \alpha}{24 \times 3\,600 \times \nu_{lt} \times 100} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$Q_{at}$ ——被测试液体测得的平均损失率,单位为千克每秒(kg/s);

$V$ ——内容器的有效容积,单位为立方米( $m^3$ );

$\alpha$ ——静态蒸发率,单位为百分率每年( $\%/d$ );

$\nu_{lt}$ ——试验压力下被测试液体液相的比容,单位为立方米每千克( $m^3/kg$ )。

A.2 计算装运液体的传热率

$$q_s = Q_{at} \frac{(h_{igt})(\nu_{gt})}{(\nu_{gt} - \nu_{lt})} \times \frac{(293 - T_{cs})}{(293 - T_{ct})} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$q_s$ ——装运液体的计算传热率,单位为瓦(W);

$Q_{at}$ ——被测试液体测得的平均损失率,单位为千克每秒(kg/s);

$h_{igt}$ ——试验压力下被测试液体的蒸发潜热,单位为焦耳每千克(J/kg);

$T_{cs}$ ——在 1 个大气压下装运液体的饱和温度,单位为开尔文(K);

$T_{ct}$ ——在 1 个大气压下被测试液体的饱和温度,单位为开尔文(K);

$\nu_{gt}$ ——试验压力下被测试液体蒸汽的比容,单位为立方米每千克( $m^3/kg$ );

$\nu_{lt}$ ——试验压力下被测试液体液相的比容,单位为立方米每千克( $m^3/kg$ )。

A.3 计算标态维持时间(SHT)

$$SHT = [(u_2 - u_1)W] / 3\,600q_s \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

SHT——标态维持时间,单位为小时(h);

$q_s$ ——装运液体的计算传热率,单位为瓦(W);

$u_1$  和  $u_2$ ——在初始装载压力下和在压力控制阀或泄压阀的整定压力下液体和气体的单位内能,单位为焦耳每千克(J/kg);

$W$ ——罐体中液体和气体的总质量,单位为千克(kg)。

附录 B  
(资料性附录)  
维持时间检测记录

维持时间检测记录表格可参照表 B.1。

表 B.1 维持时间检测记录

| 日期 | 时间 | 被检件内压力<br>Pa  | 环境压力<br>Pa | 环境温度<br>℃ |
|----|----|---------------|------------|-----------|
|    |    |               |            |           |
|    |    |               |            |           |
|    |    |               |            |           |
|    |    |               |            |           |
|    |    |               |            |           |
|    |    | 安全阀起跳压力<br>Pa |            |           |

记录：\_\_\_\_\_ 核对：\_\_\_\_\_

附 录 C  
(资料性附录)  
维持时间检测报告

维持时间检测报告表格可参照表 C.1。

表 C.1 维持时间检测报告

报告编号：

|                          |  |              |  |
|--------------------------|--|--------------|--|
| 试验前仪器情况                  |  | 试验介质         |  |
| 充液结束时间                   |  | 初始充装质量<br>kg |  |
| 试验开始时间                   |  | 试验结束时间       |  |
| 平均环境温度<br>℃              |  | 平均大气压<br>kPa |  |
| 内胆有效容积<br>m <sup>3</sup> |  | 试验后仪器情况      |  |
| 标态维持时间<br>h              |  |              |  |
| 备注                       |  |              |  |

编制：\_\_\_\_\_ 核对：\_\_\_\_\_ 审核：\_\_\_\_\_