



中华人民共和国国家标准

GB/T 18443.5—2010
代替 GB/T 18443.5—2001

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

Testing method of performance for vacuum insulation cryogenic equipment—
Part 5: Static evaporation rate measurement

2010-09-26 发布

2011-02-01 实施

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
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 18443.5—2010

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 17 千字
2010 年 12 月第一版 2010 年 12 月第一次印刷

*

书号: 155066·1-40881 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

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 5 部分。

本部分代替 GB/T 18443.5—2001《低温绝热压力容器试验方法 静态蒸发率测量》。

本部分与 GB/T 18443.5—2001 相比主要变化如下：

- 适用范围由低温绝热压力容器的静态蒸发率测量，扩大为真空绝热深冷压力容器、真空绝热深冷气瓶和真空绝热管及其管件等真空绝热深冷设备的静态蒸发率测量；
- 增加了术语和定义；
- 静态蒸发率的环境温度修正由统一的导热修正更改为由导热和辐射的双重的修正，提高了合理性；
- 增加了试验记录格式要求；
- 增加资料性附录 B。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 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、上海交通大学、张家港中集圣达因低温装备有限公司、山东商业职业技术学院、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：薛季爱、周伟明、汪荣顺、唐家雄、魏蔚、罗晓明、舒文华、寿比南、薛小龙、施锋萍、魏勇彪、顾福明、王为国。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 18443.5—2001。

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

1 范围

GB/T 18443 的本部分规定了真空绝热深冷设备静态蒸发率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、真空绝热深冷气瓶等真空绝热深冷设备静态蒸发率的测量,其他可参照执行。

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

3 术语和定义

GB/T 18443.1~GB/T 18443.4 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

测试蒸发率 percentage loss of product per day

深冷储运设备在额定充满率下,静置达到热平衡后,24 h 内自然蒸发损失的深冷液体质量与内容器有效容积下深冷液体质量的百分比,单位为百分比每天(%/d)。

4 试验原理与方法

4.1 试验原理

利用体积流量计或质量流量计测量单位时间内深冷液体的自然蒸发量,或利用称重法测量单位时间内的深冷液体的损失量。

4.2 试验方法

4.2.1 采用湿式气体流量计测量单位时间内被检件中液体蒸发后通过流量计的气体流量,通过测出的气体流量计算测试蒸发率和静态蒸发率,试验装置原理图见图1。

4.2.2 采用气体质量流量计测量单位时间内被检件中液体蒸发后通过质量流量计的气体质量流量,通过测出的气体质量流量计算测试蒸发率和静态蒸发率,试验装置原理图见图2。

4.2.3 当被检件有效容积不大于 5 m³ 时,允许采用称重法测量。采用称重法测量时,被检件充至额定的充装量后,将被检件置于衡器上,通过衡器测量真空绝热深冷设备中深冷液体蒸发的质量,利用称重测量的蒸发量计算测试蒸发率和静态蒸发率。

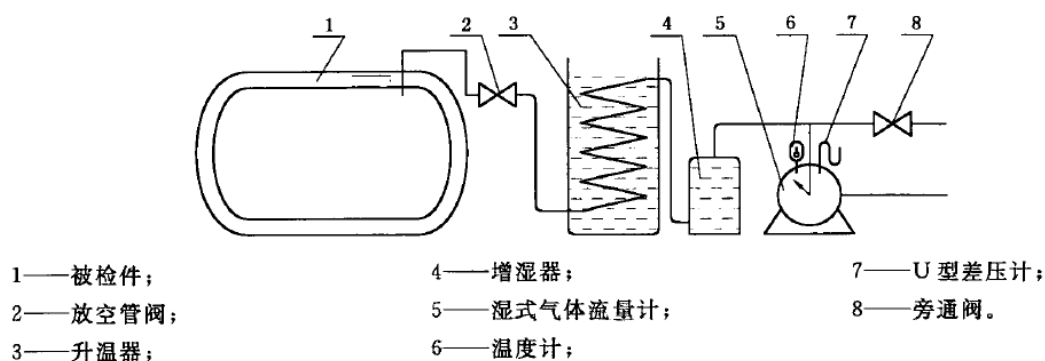


图1 湿式气体流量计法试验装置原理图

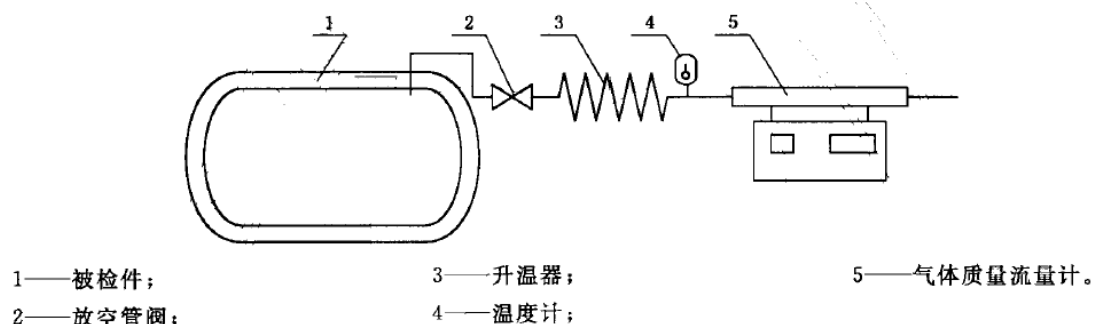


图2 气体质量流量计法试验装置原理图

5 试验装置、设备和仪器

5.1 试验装置、设备和仪器要求应符合 GB/T 18443.1 中 4.2 的规定，且还应满足以下要求：

- 当流量计的量程小于等于 5 L/min 时，精度需达到 0.5%；当量程大于 5 L/min 时，精度需达到 1.0%；
- 流量计的额定流量应与被检件蒸发的气体流量相适应；
- 应有环境温度、环境压力及流量计进口温度和压力测量装置；
- 称重法使用的衡器最大称量应在被检件满载质量的 1.2~2.0 倍之间，其精度应满足下列要求：
 - 衡器最大称量为 $5T \leq t < 10T$ 时，其允许偏差不超过 1 kg；
 - 衡器最大称量为 $3T \leq t < 5T$ 时，其允许偏差不超过 0.5 kg；
 - 衡器最大称量为 $1T \leq t < 3T$ 时，其允许偏差不超过 0.2 kg；
 - 衡器最大称量为 $t < 1T$ 时，其允许偏差不超过 0.1 kg。

6 试验条件与试验准备

试验条件与试验准备应符合 GB/T 18443.1 的规定。

7 试验步骤

7.1 流量计法

- 一般采用液氮作为试验介质。
- 测量时深冷液体充满率应为额定充满率。
- 充液结束后应至少静置 48 h。静置期间应打开真空绝热深冷设备的放空阀。
- 当内胆表压力接近为零时放空管路中接入流量计。流量计接入后除了放空阀打开外，其他被检

件的阀门均处于关闭状态。

7.1.5 蒸发气体的流量稳定后,且应不大于1 h的时间间隔采集、记录流量计示值、环境温度、大气压力、流量计入口温度和压力,且记录数据的时间应为24 h。

7.1.6 计算被检件静态蒸发率,并应与此前24 h的静态蒸发率对比。当静态蒸发率的变化范围小于5%时,则记录的数据有效;当静态蒸发率的变化范围大于5%时,允许重新记录数据一次,重新记录时间应不少于为24 h,且该数据为最终记录数据。

7.2 称重法

7.2.1 除特殊要求外,测试介质应为液氮。

7.2.2 测量时深冷液体充满率应为额定充满率。

7.2.3 充液结束后应静置48 h开始记录数据。静置期间应打开真空绝热深冷设备的放空阀。

7.2.4 当内胆表压力接近为零时,除了放空阀打开外,其他被检件的阀门均处于关闭状态,同时记录称量衡器上的初始数据。

7.2.5 记录时间间隔为24 h和48 h时的称量衡器上的数据。

8 数据处理

8.1 测试蒸发率 α_0

8.1.1 采用湿式气体流量计测量时,测试蒸发率 α_0 按式(1)计算:

$$\alpha_0 = \frac{q_v \psi \rho_g}{\rho_l V} \times \frac{273.15}{T} \times \frac{P}{0.101325} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

α_0 ——测试蒸发率,单位为百分比每天(%/d);

q_v ——蒸发气体体积流量日平均值,单位为立方米每天(m^3/d);

ψ ——流量计的校正系数,标定时的给定值;

ρ_g ——标准大气压(101.325 kPa)、273.15 K下气体密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

ρ_l ——标准大气压(101.325 kPa)下饱和液体的密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

V ——被检件的有效容积,单位为立方米(m^3);

T ——流量计入口日平均温度,单位为开尔文(K);

P ——流量计入口日平均压力,单位为兆帕(MPa)。

8.1.2 采用气体质量流量计测量时,测试蒸发率 α_0 按式(2)计算:

$$\alpha_0 = \frac{q_m \psi}{\rho_l V} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

α_0 ——测试蒸发率,单位为百分比每天(%/d);

q_m ——蒸发气体质量流量日平均值,单位为千克每天(kg/d);

ψ ——流量计的校正系数,标定时的给定值;

ρ_l ——标准大气压(101.325 kPa)下饱和液体的密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

V ——被检件的有效容积,单位为立方米(m^3)。

8.1.3 采用称重法测量时,测试蒸发率 α_0 按式(3)计算:

$$\alpha_0 = \frac{q_g}{\rho_l V} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

α_0 ——测试蒸发率,单位为百分比每天(%/d);

q_g ——24 h内蒸发的气体质量,单位为千克每天(kg/d);

ρ_1 ——标准大气压(101.325 kPa)下饱和液体的密度,单位为千克每立方米(kg/m³);

V ——被检件的有效容积,单位为立方米(m³)。

8.2 静态蒸发率计算

8.2.1 高真空多层绝热静态蒸发率 α_{20} 按式(4)计算:

$$\alpha_{20} = \alpha_0 \frac{h}{h_{ig}} \left(0.7 \times \frac{293.15 - T_s}{T_1 - T_2} + 0.3 \times \frac{293.15^4 - T_s^4}{T_1^4 - T_2^4} \right) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

α_{20} ——静态蒸发率,单位为百分比每天(%/d);

α_0 ——测试蒸发率,单位为百分比每天(%/d);

h ——试验环境压力下饱和液体的汽化潜热,单位为千焦耳每千克(kJ/kg);

h_{ig} ——标准大气压(101.325 kPa)下饱和液体的汽化潜热,单位为千焦耳每千克(kJ/kg);

T_s ——标准大气压(101.325 kPa)下饱和液体的温度,单位为开尔文(K);

T_1 ——试验时日平均环境温度,单位为开尔文(K);

T_2 ——试验时被检件内日平均压力对应的深冷液体饱和温度,单位为开尔文(K)。

8.2.2 粉末或纤维真空绝热静态蒸发率 α_{20} 按式(5)计算:

$$\alpha_{20} = \alpha_0 \frac{h}{h_{ig}} \times \frac{293.15 - T_s}{T_1 - T_2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

α_{20} ——静态蒸发率,单位为百分比每天(%/d);

α_0 ——测试蒸发率,单位为百分比每天(%/d);

h ——试验环境压力下饱和液体的汽化潜热,单位为千焦耳每千克(kJ/kg);

h_{ig} ——标准大气压(101.325 kPa)下饱和液体的汽化潜热,单位为千焦耳每千克(kJ/kg);

T_s ——标准大气压(101.325 kPa)下饱和液体的温度,单位为开尔文(K);

T_1 ——试验时日平均环境温度,单位为开尔文(K);

T_2 ——试验时被检件内日平均压力对应的深冷液体饱和温度,单位为开尔文(K)。

8.2.3 高真空绝热静态蒸发率 α_{20} 按式(6)计算:

$$\alpha_{20} = \alpha_0 \frac{h}{h_{ig}} \times \frac{293.15^4 - T_s^4}{T_1^4 - T_2^4} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

α_{20} ——静态蒸发率,单位为百分比每天(%/d);

α_0 ——测试蒸发率,单位为百分比每天(%/d);

h ——试验环境压力下饱和液体的汽化潜热,单位为千焦耳每千克(kJ/kg);

h_{ig} ——标准大气压(101.325 kPa)下饱和液体的汽化潜热,单位为千焦耳每千克(kJ/kg);

T_s ——标准大气压(101.325 kPa)下饱和液体的温度,单位为开尔文(K);

T_1 ——试验时日平均环境温度,单位为开尔文(K);

T_2 ——试验时被检件内日平均压力对应的深冷液体饱和温度,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 A 和附录 B,物性数据参照附录 C。

9.2 试验报告格式可参照附录 D。

附录 A

(资料性附录)

静态蒸发率检测记录(流量计法)

流量法测静态蒸发率的检测记录格式可参照表 A.1。

表 A.1 静态蒸发率检测记录(流量计法)

[illegible]

记录: _____ 核对: _____

附 录 B

(资料性附录)

静态蒸发率检测记录(称重法)

称重法测静态蒸发率的检测记录格式可参照表 B.1。

表 B.1 静态蒸发率检测记录(称重法)

真空绝热深冷设备编号			衡器型号与编号	
检测日期			环境温度计型号与编号	
检测地点			大气压计型号与编号	
时 间	衡器读数		大气压 MPa	环境温度 ℃
充液结束时间				
静置 48 h				
测量 24 h				
测量 48 h				

记录: _____ 核对: _____

附 录 C
(资料性附录)
氮的物性数据

氮的物性数据可参照表 C.1。

表 C.1 氮的物性数据

介 质	标准大气压力(101.325 kPa)			
	饱和液体密度 ρ_l kg/m ³	饱和液体气化潜热 h kJ/kg	273.15 K 下气体密度 ρ_g kg/m ³	饱和温度 K
氮	807.3	199.3	1.255 5	77.36

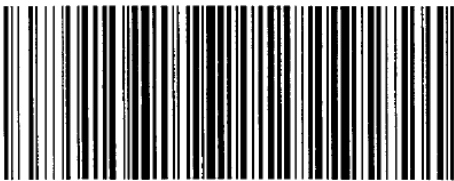
附录 D
(资料性附录)
静态蒸发率检测报告

静态蒸发率检测报告格式可参照表 D.1。

表 D.1 静态蒸发率检测报告 报告编号：

试验起止日期和时间		试验前仪器情况	
试验介质		充液结束日期和时间	
充满率			
试验计算开始时间		试验结束时间	
平均环境温度 ℃		平均大气压 kPa	
内容器有效容积 m ³		试验后仪器情况	
平均蒸发量 kg/d 或 m ³ /d		静态蒸发率 %/d	
备 注			

编制：_____ 核对：_____ 审核：_____



GB/T 18443.5-2010

版权专有 侵权必究

*

书号：155066 · 1-40881

定价：16.00 元