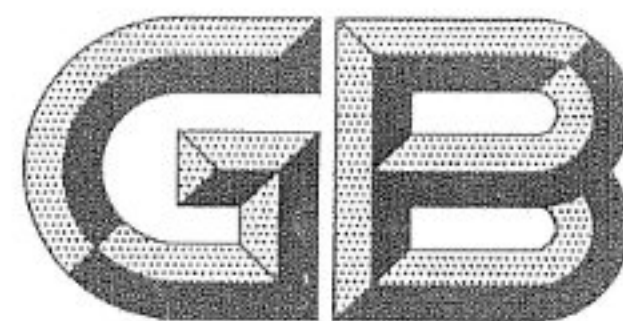




中华人民共和国国家标准

GB/T 18443.8—2010
代替 GB/T 18443.1—2001

真空绝热深冷设备性能试验方法 第 8 部分：容积测量

Testing method of performance for vacuum insulation
cryogenic equipment—Part 8: Volume 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 发布
中国国家标准化管理委员会



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 8 部分。

本部分代替 GB/T 18443.1—2001《低温绝热压力容器试验方法 容积测量》。

本部分与 GB/T 18443.1—2001 相比主要变化如下：

- 适用范围由低温绝热压力容器扩大为真空绝热深冷压力容器、真空绝热深冷焊接气瓶和真空绝热管及其管件等真空绝热深冷设备；
- 增加了第 3 章术语和定义、第 6 章试验条件与试验准备，并对其他章节进行了修改补充和调整；
- 封头引用标准修改为 JB/T 4746《钢制压力容器用封头》；
- 夹层容积计算中增加了夹层组件体积的计算；
- 增加了标准椭圆封头的容积计算式。

本部分的附录 A 和附录 B 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、宁波明欣化工机械有限责任公司、上海交通大学、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：闻庆、周伟明、汪荣顺、魏蔚、舒文华、罗晓明、寿比南、薛季爱、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 18443.1—2001。

真空绝热深冷设备性能试验方法

第 8 部分：容积测量

1 范围

GB/T 18443 的本部分规定了真空绝热深冷设备容积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、真空绝热管及其管件等真空绝热深冷设备容积的测量。

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—2010 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 18443.7 真空绝热深冷设备性能试验方法 第 7 部分：维持时间测量
- JB/T 4746 钢制压力容器用封头

3 术语和定义

GB/T 18443.1～GB/T 18443.7 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

内容器 inner containment vessel

储存深冷液体，并能承受工作压力的内胆。

3.2

外壳 outer shell

形成和保护真空绝热空间的封闭容器。

3.3

几何容积 geometric volume

按设计的几何尺寸确定的内容器内部的体积（扣除内件的体积），单位为立方米（m³）。

3.4

有效容积 effective volume

在使用状态下，内容器允许的最大盛液容积，单位为立方米（m³）。

3.5

夹层容积 interspace volume

外壳和内容器之间的计算容积，单位为立方米（m³）。

4 试验原理与方法

4.1 几何尺寸测量法

利用长度计量器具通过测量各被检件规则几何构形的长度参数,计算其在整体容积中应含的容积值,将各被检件容积累加,得到整体容积。用于对几何容积及夹层容积等的测量。

4.2 称重测量法

将已知密度的液体注满被检件,通过称量液体质量,计算被检件的容积。用于对容器容积或组件容积等的测量。

4.3 流量计测量法

利用流量计累积测量注入或流出被检件的液体量,计算被检件的容积。

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—2010 中 4.2 的规定,且应满足以下要求:

- a) 长度测量器具应符合下列要求:
 - 钢直尺:精度 0.05 级,分度值 1 mm;
 - 钢卷尺:精度 II 级,示值误差不超过 $\pm(0.3+0.2L)$ mm。
- b) 厚度测量器具的精度为 0.1 mm。
- c) 称重测量器具应符合下列要求:
 - 最大称量为实际称量的 1.5~3 倍;
 - 地秤:称量范围 30 t,精度 1/1 000;
 - 轨道衡:称量范围大于 30 t,精度 1/1 000。
- d) 流量计的精度为 1.5 级。

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 试验步骤要求

7.1 几何尺寸测量法

7.1.1 根据被检件的大小,用钢卷尺测量被检件的外圆周长 D ,并用测厚仪测量壁厚 S ,计算其平均内半径 R 。

7.1.2 用钢直尺和钢卷尺测量被检件的高度,至少测量 3 处,计算平均高度 H 。

7.2 称重测量法

7.2.1 将被检件置于选定的衡器上,称出未装液体时容器或组件的质量 m_0 。

7.2.2 当被检件为组件时,向组件内注满液体,称出此时的质量 m 。

7.2.3 当被检件为容器时,将液体注满被检容器。达到平衡后,再向容器内补充加满液体。

7.2.4 关闭被检件的气、液体进出口阀,称出总质量 m 。

7.3 流量计测量法

7.3.1 将被检件与流量计相连接,记录流量计初始值 Q_0 ,注入液体。

7.3.2 观察注入液体到溢出管出液体时,记录流量计累积值 Q_1 。

7.3.3 在试验过程中,记录每一个试验数据。

8 数据处理

8.1 几何尺寸测量法

8.1.1 圆筒几何容积应按式(1)计算:

$$V_1 = \pi R^2 H \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

V_1 ——圆筒的几何容积,单位为立方米(m^3);

R ——圆筒的平均内半径,单位为米(m);

H ——圆筒的平均高度,单位为米(m)。

8.1.2 封头几何容积计算应符合下列要求:

a) 标准封头几何容积 V_2 的计算可参照 JB/T 4746;

b) 当非标准封头容积采用称重测量法测量时,其计算应符合 8.2 的规定。

8.1.3 球形几何容积应按式(2)计算:

$$V_{\text{球}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{球}}^3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$V_{\text{球}}$ ——球形的几何容积,单位为立方米(m^3);

$R_{\text{球}}$ ——球形平均内半径,单位为米(m)。

8.1.4 任意高度球缺几何容积按式(3)计算:

$$V'_{\text{球}} = \frac{1}{3} \pi H'^2 (3R'_{\text{球}} - H') \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$V'_{\text{球}}$ ——任意高度球缺的几何容积,单位为立方米(m^3);

H' ——任意高度球缺内球缺高度,单位为米(m);

$R'_{\text{球}}$ ——任意高度球缺平均内半径,单位为米(m)。

8.1.5 内容器组件容积按式(4)计算:

$$V_3 = \sum_{i=1}^n V_{3i} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

V_3 ——内容器组件的容积,单位为立方米(m^3);

n ——组件的数量;

V_{3i} ——第 i 个被测内容器组件的容积,单位为立方米(m^3)。

8.1.6 夹层组件体积按式(5)计算:

$$V'_3 = \sum_{i=1}^n V'_{3i} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

V'_3 ——真空绝热夹层组件的体积,单位为立方米(m^3);

n ——组件的数量;

V'_{3i} ——第 i 个被测真空绝热夹层组件的体积,单位为立方米(m^3)。

8.1.7 内容积几何总容积计算

当内容器几何容积采用尺寸测量法测量时,其几何容积应按式(6)计算:

$$V_{\text{内}} = V_1 + 2V_2 - V_3 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$V_{\text{内}}$ ——内容器的几何容积,单位为立方米(m^3);

V_1 ——内容器圆筒的几何容积,单位为立方米(m^3);

V_2 ——内容器封头的几何容积,单位为立方米(m^3);

V_3 ——内容器组件的几何容积,单位为立方米(m^3)。

8.1.8 夹层几何总容积计算

夹层几何总容积计算应按式(7)计算:

$$V_{\text{夹}} = V_{\text{外}} - V'_{\text{内}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$V_{\text{夹}}$ ——夹层容积,单位为立方米(m^3);

$V_{\text{外}}$ ——外壳的几何容积,单位为立方米(m^3),按式(8)计算:

$$V_{\text{外}} = V'_1 + 2V'_2 - V'_3 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$V_{\text{外}}$ ——外壳的几何容积,单位为立方米(m^3);

V'_1 ——外壳圆筒的几何容积,单位为立方米(m^3);

V'_2 ——外壳封头的几何容积,单位为立方米(m^3);

V'_3 ——真空绝热夹层组件的体积,单位为立方米(m^3)。

$V'_{\text{内}}$ ——内容器的总体积,单位为立方米(m^3),按式(9)计算:

$$V'_{\text{内}} = V''_1 + 2V''_2 \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

V''_1 ——内容器圆筒体积,单位为立方米(m^3),按式(10)计算:

$$V''_1 = \frac{\pi}{4} d_{\text{内o}}^2 L_i \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$d_{\text{内o}}$ ——内容器外径,单位为米(m);

L_i ——内容器直段长度,包括封头直边长度,单位为米(m)。

V''_2 ——内容器封头的体积,单位为立方米(m^3),球形封头的体积分别按式(11)计算,标准椭圆形封头的体积按式(12)计算:

$$V''_2 = \frac{1}{3} \pi H'^2 (3R'_{\text{球}} - H') \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

H' ——球形封头的外球缺高度(用于体积计算),单位为米(m);

$R'_{\text{球}}$ ——球形封头的外半径,单位为米(m)。

$$V''_2 = \frac{\pi}{24} d_{\text{内o}}^2 (2d_{\text{内o}} - d_{\text{内i}}) \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

$d_{\text{内o}}$ ——内容器外径,单位为米(m);

$d_{\text{内i}}$ ——内容器内径,单位为米(m)。

8.2 称重测量法

采用称重测量法时,被检件的容积按式(13)计算:

$$V = \frac{m - m_0}{\rho} \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

V ——被检件的容积,单位为立方米(m^3);

m ——被检件与注满液体的质量之和,单位为千克(kg);

m_0 ——未装液体时被检件的质量,单位为千克(kg);

ρ ——液体密度,单位为千克每立方米(kg/m^3)。

8.3 流量计测量法

采用流量计测量法时,被检件的有效容积按式(14)计算:

$$V_{\text{有}} = Q_1 - Q_0 \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

$V_{\text{有}}$ ——被检件的有效容积,单位为立方米(m^3);

Q_1 ——从溢流口流出液体时流量计累计值,单位为立方米(m^3);

Q_0 ——流量计初始值,单位为立方米(m^3)。

8.4 内容器有效容积的测量

内容器有效容积的测量应符合下列要求:

- a) 几何尺寸测量法:试验步骤应符合 7.1 的规定,按 8.1 计算得出几何容积后再乘以额定充满率;
- b) 称重测量法:试验步骤应符合 7.2 的规定,按 8.2 计算得出容积后再乘以额定充满率;
- c) 流量计测量法:试验步骤应符合 7.3 的规定,其计算应按 8.3 的要求。

9 试验记录和试验报告

9.1 试验记录格式可参照附录 A。

9.2 试验报告格式可参照附录 B。

附录 A

(资料性附录)

容积检测记录(几何尺寸测量法)

几何尺寸测量法测量容积的记录表格可参照表 A.1。

表 A.1 容积检测记录(几何尺寸测量法)

真空绝热深冷设备编号				
试验日期				
试验地点				
内容器试验数据记录				
试验次数	1	2	3	平均值
内径 $d_{\text{内i}}$ m				
外径 $d_{\text{内o}}$ m				
圆筒直段长度 L_i m				
溢出口高度 h m				
外壳试验数据记录				
内径 $d_{\text{外i}}$ m				
圆筒直段长度 L_o m				

记录: _____

核对: _____

附录 B

(资料性附录)

容积检测报告(几何尺寸测量法)

几何尺寸测量法测量容积的记录表格可参照表 B.1。

表 B.1 容积检测记录(几何尺寸测量法)

报告编号:

试验日期		环境温度 ℃	
试验前仪器情况		大气压 kPa	
绝热方式		内容器几何容积 m ³	
内容器有效容积 m ³		真空夹层几何容积 m ³	
备注			

编制:_____ 核对:_____ 审核:_____
