



中华人民共和国国家标准

GB/T 18443.2—2010
代替 GB/T 18443.2—2001, GB/T 16876—1997

真空绝热深冷设备性能试验方法 第2部分：真空度测量

Testing method of performance for vacuum insulation
cryogenic equipment—Part 2: Vacuum degree 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 2 部分。

本部分代替 GB/T 18443.2—2001《低温绝热压力容器试验方法 真空度测量》和 GB/T 16876—1997《液氮容器夹层真空度检验方法》。

本部分与 GB/T 18443.2—2001 相比，主要变化如下：

- 适用范围由低温绝热压力容器的夹层真空度测量，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的夹层真空度测量。
- 增加了术语和定义。
- 将 GB/T 16876—1997 的内容整合进入了本部分。

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、上海交通大学、四川空分设备(集团)有限责任公司、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。

本部分主要起草人：罗晓明、周伟明、易希朗、陈光奇、舒文华、寿比南、薛季爱、顾福明、汪荣顺、薛小龙、施锋萍、魏勇彪、王为国。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 18443.2—2001；
- GB/T 16876—1997。

真空绝热深冷设备性能试验方法

第2部分：真空度测量

1 范围

GB/T 18443 的本部分规定了真空绝热深冷设备夹层真空度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夹层真空度的测量，其他设备可参照执行。

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—2010 真空绝热深冷设备性能试验方法 第1部分：基本要求

3 术语和定义

GB/T 18443.1 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

夹层真空度 interspaced vacuum degree

真空绝热深冷设备中夹层空间的气体绝对压力，单位为帕(Pa)。

3.2

静态夹层真空度 static interspace vacuum degree

真空绝热深冷设备中夹层空间在密闭状态下的真空度，单位为帕(Pa)。

3.3

动态夹层真空度 dynamic interspace vacuum degree

真空绝热深冷设备中夹层空间在抽气系统抽气状态下的真空度，单位为帕(Pa)。

3.4

常温真空度 interspace vacuum degree of normal atmospheric temperature

真空绝热深冷设备中未注入深冷液体，且内胆与外壳都处于环境温度时的静态夹层真空度，单位为帕(Pa)。

3.5

低温真空度 interspace vacuum degree after loaded

真空绝热深冷设备已注入深冷液体，且处于热平衡状态时的静态夹层真空度，单位为帕(Pa)。

3.6

封口真空度 sealing-off vacuum degree

常温下封口时的夹层真空度，单位为帕(Pa)。

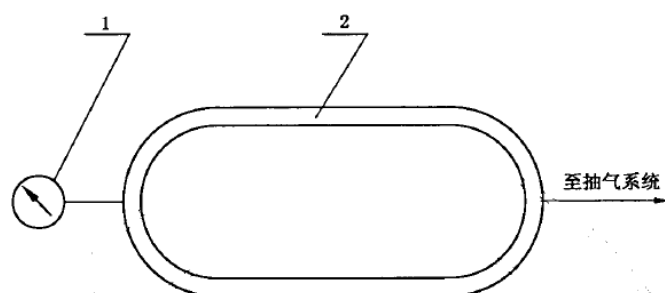
4 试验原理与方法

4.1 夹层真空度的测量分为直接测量法和间接测量法。直接测量法试验装置原理图见图1，间接测量

法试验装置原理图见图 2。

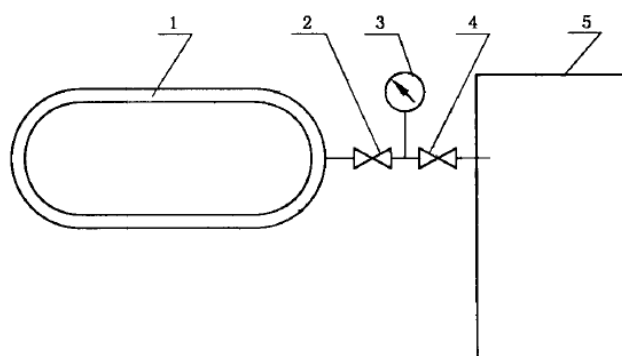
4.2 直接测量法是指利用安装在被检件上的真空规管直接测量夹层的真空度。

4.3 间接测量法是指在被检件上外接真空维持系统后测量夹层真空度。



- 1——真空规管；
2——被检件。

图 1 直接测量法试验装置原理图



- 1——被检件；
2——被检件真空阀；
3——真空规管；
4——抽气系统真空阀；
5——真空机组。

图 2 间接测量法试验装置原理图

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。

6 试验条件与试验准备

6.1 试验基本要求应符合 GB/T 18443.1 的规定。

6.2 常温真空度测量时,被检件内容器和外壳应处于环境温度下。

6.3 低温真空度测量时,被检件中试验介质的液位应大于 50%,且系统达到热平衡后进行试验。

6.4 测量管路中的真空规管应垂直安放,真空规管开口平面应平行于气流流动方向,且真空规管在试验前 15 min 内不应进行“除气”。

6.5 当采用易燃深冷液体作为试验介质时,充装前应进行安全检查。充装时应测量真空度,如真空度值上升,应立即停止充装并排液,最后用氮气置换易燃介质。

7 试验步骤

7.1 直接测量法

- 7.1.1 直接测量法按图 1 进行连接。
- 7.1.2 调整真空测量仪器,确定合适的量程,开启真空计,从较低真空起预测夹层真空度。
- 7.1.3 真空计稳定后的读数即为被检件夹层真空度。

7.2 间接测量法

- 7.2.1 被检件与真空测量系统按图 2 进行连接。
- 7.2.2 在被检件真空阀和抽气系统真空阀处于关闭的状态下,启动真空机组。
- 7.2.3 打开抽气系统真空阀,由低真空泵将测量管路压力抽到 3 Pa 以下,再由高真空泵抽气。测量管路抽气时允许加热除气。
- 7.2.4 不同绝热结构和深冷介质的被检件,其测量管路真空度应符合表 1 的要求。
- 7.2.5 封口真空度和低温真空度测量时,其测量管路的漏放气速率应符合表 2 的要求。
- 7.2.6 测量管路漏放气速率达到要求后,应继续抽气 10 min,记下管路本底真空度 P_0 ,立即关闭抽气系统真空阀、打开被检件真空阀,观察测量管路真空度的变化。
- 7.2.7 观察 2 min 后,待夹层空间与测量管路空间压力平衡,记下稳定后连通空间的真空度 P_1 。

表 1 测量管路真空度 单位为帕

深冷介质	真空多层绝热	真空粉末绝热
液氮	1×10^{-3}	1×10^{-1}
液氮、液氢、液氧、液化天然气	5×10^{-3}	5×10^{-1}

表 2 测量管路漏放气速率

被检件有效容积 $V/$ m^3	常温真空度测量 $Pa \cdot m^3/s$	低温真空度测量 $Pa \cdot m^3/s$
$V \leq 10$	$\leq 1 \times 10^{-5}$	$\leq 1 \times 10^{-7}$
$10 < V \leq 100$	$\leq 5 \times 10^{-5}$	$\leq 5 \times 10^{-7}$
$100 < V \leq 1\,000$	$\leq 1 \times 10^{-4}$	$\leq 1 \times 10^{-6}$

8 数据处理

8.1 间接测量法测常温真空度时,按式(1)计算:

$$P = P_1 + (P_1 - P_0) \frac{V_1}{V} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- P ——被检件夹层真空度,单位为帕(Pa);
- P_1 ——试验时连通空间的真空度,单位为帕(Pa);
- P_0 ——试验前测量管路的本底真空度,单位为帕(Pa);
- V_1 ——被检件真空阀至抽气系统真空阀间测量管路(包括真空规管)的容积,单位为立方米(m^3);
- V ——被检件夹层空间的有效容积,单位为立方米(m^3)。

8.2 间接测量法测低温真空度时,按如下公式计算:

- a) 当连通空间真空度 P_1 高于 1×10^{-2} Pa 时,按式(1)计算。
- b) 当连通空间真空度 P_1 低于 1×10^{-2} Pa 时,按式(2)计算:

$$P = \sqrt{\frac{T}{T_0}} \left[P_1 + (P_1 - P_0) \frac{V_1}{V} \right] \dots\dots\dots(2)$$

式中:

P ——被检件夹层真空度,单位为帕(Pa);

T ——(深冷液体温度+环境温度)/2,单位为开尔文(K);

T_0 ——环境温度,单位为开尔文(K);

P_1 ——试验时连通空间的真空度,单位为帕(Pa);

P_0 ——测量管路的本底真空度,单位为帕(Pa);

V_1 ——被检件真空阀至抽气系统真空阀间测量管路(包括真空规管)的容积,单位为立方米(m^3);

V ——被检件夹层空间的有效容积,单位为立方米(m^3)。

9 试验记录与试验报告

9.1 试验记录格式参照附录 A。

9.2 试验报告格式参照附录 B。

附 录 A
(资料性附录)
常温或低温真空度检测记录

常温或低温真空度检测记录格式可参照表 A.1。

表 A.1 常温或低温真空度检测记录

直接测量法							
试验日期		试验时间		环境温度 ℃		大气压 kPa	
真空夹层几何容积 m^3				常温/低温真空度 Pa			
间接测量法							
试验日期				试验起止时间			
环境温度 ℃				大气压 kPa			
真空夹层几何容积 m^3				测量管路几何容积 m^3			
计算测量管路 漏放气速率 $Pa \cdot m^3/s$		开始时间	开始时测量管路的 本底真空度 P_0' Pa		结束时间	结束时测量管 路真空度 P_1' Pa	
测量管路的本底真空度 P_0 Pa				连通夹层后连通空间真空度 P_1 Pa			

记录: _____

核对: _____

附 录 B
(资料性附录)

常温或低温真空度检测报告

常温或低温真空度检测报告格式可参照表 B.1。

表 B.1 常温或低温真空度检测报告

报告编号：

常温真空度检测()		低温真空度检测()	
日期		真空夹层几何容积 m ³	
环境温度 ℃		大气压 kPa	
试验前仪器情况			
内容器温度是否在环境温度下		外壳温度是否在环境温度下	
真空度 Pa			
试验后仪器情况			
备注			

编制：_____

核对：_____

审核：_____

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 2 部分:真空度测量

GB/T 18443.2—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 14 千字

2010 年 11 月第一版 2010 年 11 月第一次印刷

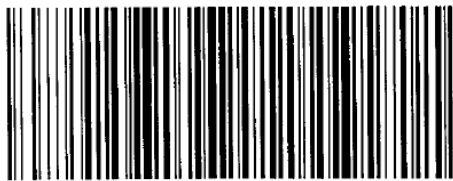
*

书号: 155066 · 1-40844 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



GB/T 18443.2-2010