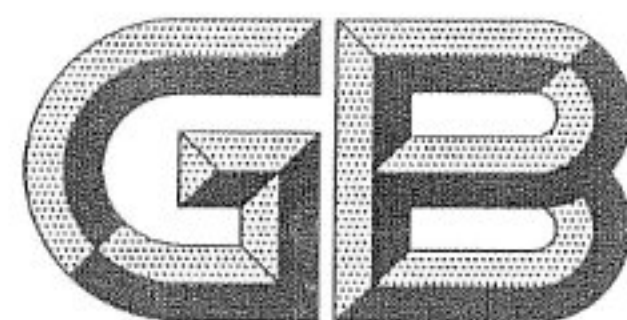




中华人民共和国国家标准

GB/T 18443.4—2010
代替 GB/T 18443.4—2001

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

Testing method of performance for vacuum insulation
cryogenic equipment—Part 4: Leak-outgassing rate 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 4 部分。

本部分代替 GB/T 18443.4—2001《低温绝热压力容器试验方法 漏放气速率测量》。

本部分与 GB/T 18443.4—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的漏放气速率测量；
- 增加、修改了一些术语和定义；
- 增加了试验持续时间的要求；
- 增加了间接测量法 2；
- 增加了试验记录和试验报告的格式。

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、航天晨光股份有限公司、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。

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

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 18443.4—2001。

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

1 范围

GB/T 18443 的本部分规定了真空绝热深冷设备夹层漏放气速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、真空绝热深冷焊接气瓶、真空绝热管及其管件等真空绝热深冷设备夹层漏放气速率的测量，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

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

3 术语和定义

GB/T 18443.1—2010、GB/T 18443.2 和 GB/T 18443.3 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

3.1

解吸 desorption

被材料吸附的气体或蒸气的释放现象。释放可以是自然的，也可采用物理方法加速。

3.2

放气 outgassing

气体从材料中自然的解吸。

3.3

放气速率 outgassing rate

常温状态下，单位时间内真空夹层中各种材料所有表面解吸的气体量，单位为帕立方米每秒($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$)。

3.4

漏放气速率 leak-outgassing rate

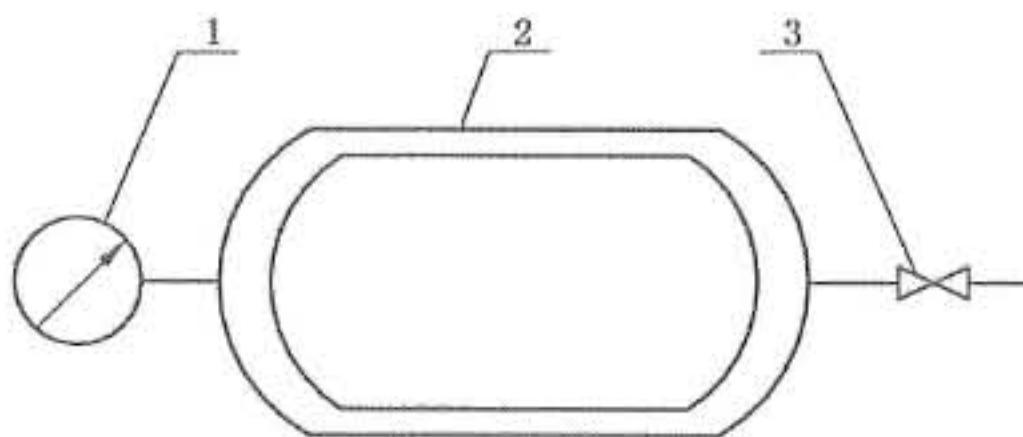
真空夹层内总的漏率和放气速率之和，单位为帕立方米每秒($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$)。

4 试验原理与方法

4.1 通过测量常温下一定时间间隔内静态夹层真空度的变化值，计算漏放气速率值。

4.2 真空夹层的漏放气速率测量分为直接测量法和间接测量法。

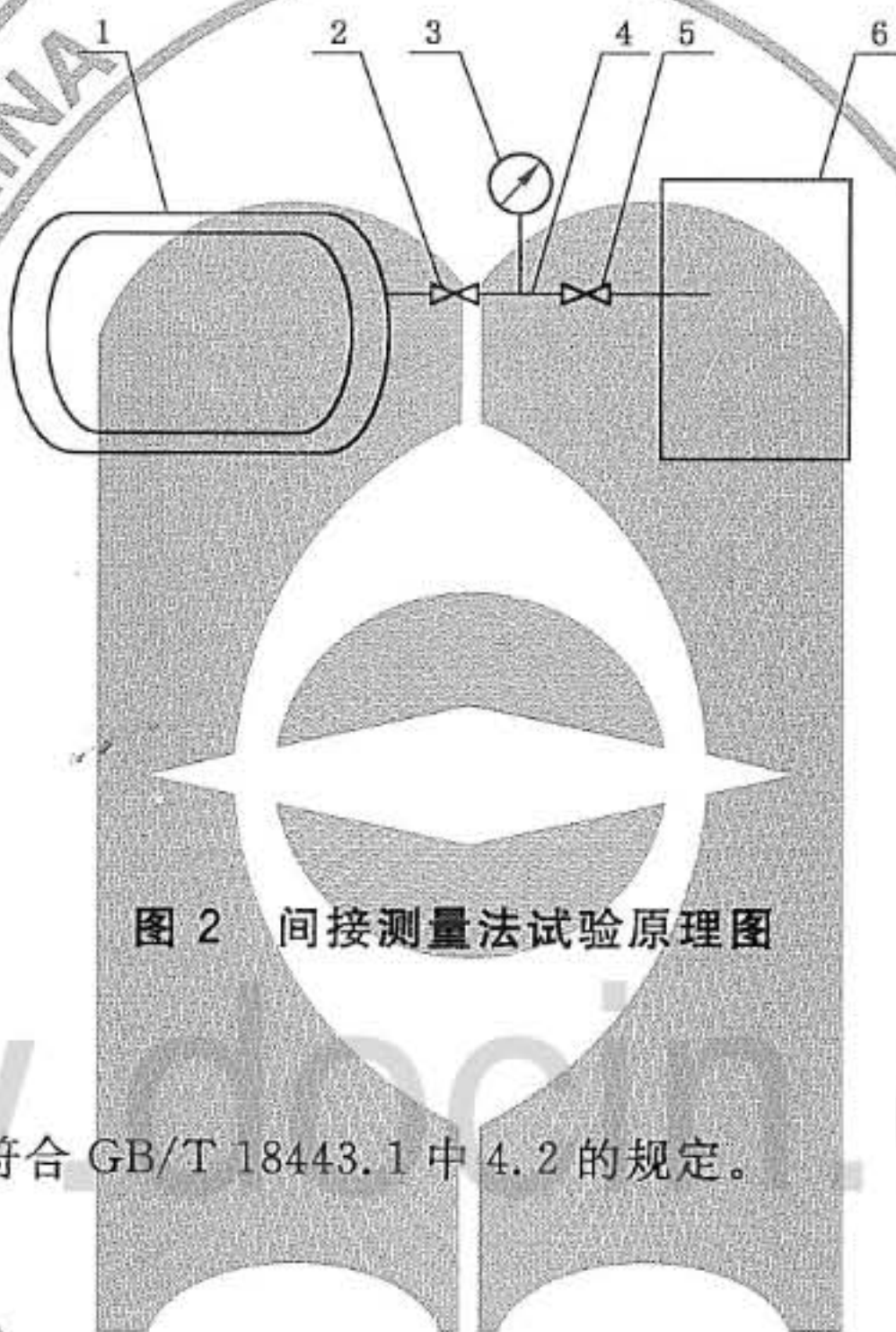
4.3 当被检件夹层上安装有真空规管，可采用直接测量法，其试验装置原理图见图1。



- 1——真空规管；
2——被检件；
3——被检件真空阀。

图1 直接测量法试验原理图

4.4 当被检件夹层上未安装真空规管,可采用间接测量法,其试验装置原理图见图2。



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

图2 间接测量法试验原理图

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 中 4.2 的规定。

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。当采用间接测量法还应符合以下要求：

- 应对测量管路进行除气、抽空处理；
- 真空机组应对测量管路进行抽空,其本底真空度应优于 1×10^{-2} Pa,且优于被检件夹层真空度一个数量级；
- 采用间接测量法时,应先对测量管路进行漏放气速率测量,测量管路的漏放气速率值应小于 1×10^{-8} Pa · m³/s；
- 真空规管在试验开始前 15 min 内不应进行“除气”。

7 试验步骤

7.1 直接测量法

7.1.1 被检件真空阀处于关闭状态,内胆和外壳接近环境温度,且夹层压力相对稳定后,测量夹层初始真空度,同时开始记录数据。

7.1.2 试验持续时间不小于 2 h 且不超过 72 h,测量静置后的真空度。

7.1.3 记录真空度 $P_1(t)$ 的时间间隔应不大于 2 h。

7.2 间接测量法

7.2.1 间接测量法 1

7.2.1.1 关闭被检件真空阀和抽气系统真空阀,记录测量管路的本底真空度,然后打开被检件真空阀,观察测量管路真空度的变化,压力平衡后,记录稳定后的连通空间初始真空度和时间。

7.2.1.2 试验持续时间不小于 2 h 且不超过 72 h,以时间间隔不大于 10 min 记录连通空间真空度 $P_2(t)$ 随时间的变化过程。

7.2.1.3 关闭被检件真空阀和抽气系统真空阀,用直接测量法测定测量管路的漏放气速率,以时间间隔不大于 10 min 记录测量管路真空度 $P_3(t)$ 随时间的变化过程。

7.2.1.4 测量完成后打开被检件真空阀和抽气系统真空阀,重新对被检件抽空至原真空度。

7.2.2 间接测量法 2

7.2.2.1 关闭被检件真空阀和抽气系统真空阀,记录测量管路的本底真空度,然后打开被检件真空阀,观察测量管路真空度的变化,待压力平衡后,记录稳定后的连通空间初始真空度 P_1 , P_1 即被检件夹层空间初始真空度 P_1' ;关闭被检件真空阀,同时记录时间。

7.2.2.2 试验持续时间应不小于 2 h 且不超过 72 h,关闭抽气系统真空阀,记录管路本底真空度 P_0 ,打开被检件真空阀,观察测量管路真空度的变化。观察 2 min 后,待夹层空间与测量管路空间压力平衡,记录稳定后连通空间的真空度 P_2 。

7.2.2.3 测量完成后打开被检件真空阀和抽气系统真空阀,重新对被检件抽空至原真空度。

8 数据处理

8.1 直接测量法测漏放气速率时,按式(1)计算:

$$Q = \frac{\Delta P_1(t)}{\Delta t} VK \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

Q ——被检件真空夹层的漏放气速率,单位为帕立方米每秒($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$);

$\frac{\Delta P_1(t)}{\Delta t}$ ——夹层空间真空度变化率,单位为帕每秒(Pa/s);即夹层空间真空度变化量 $\Delta P_1(t)$ 与产生该变化所需时间 Δt 的比值, $\Delta P_1(t)$ 取测试记录时间内的后 1/3 时间段内的变化量;

V ——被检件真空夹层几何容积,单位为立方米(m^3);

K ——夹层容积的修正系数,真空绝热 $K=1$,真空多层绝热 $K=0.9$,真空粉末绝热 $K=0.6$ 。

8.2 间接测量法 1 测漏放气速率时,按式(2)计算:

$$Q = \frac{\Delta P_2(t)}{\Delta t} (V_0 + KV) - \frac{\Delta P_3(t)}{\Delta t} V_0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Q ——被检件真空夹层的漏放气速率,单位为帕立方米每秒($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$);

$\frac{\Delta P_2(t)}{\Delta t}$ ——连通空间真空度变化率,单位为帕每秒(Pa/s);即连通空间真空度变化量 $\Delta P_2(t)$ 与产生该变化所需时间 Δt 的比值, $\Delta P_2(t)$ 取测试记录时间内的后 1/3 时间段内的变化量。

V_0 ——测量管路的几何容积,单位为立方米(m^3);

K ——夹层容积的修正系数,真空绝热 $K=1$,真空多层绝热 $K=0.9$,真空粉末绝热 $K=0.6$;

V ——被检件真空夹层几何容积,单位为立方米(m^3);

$\frac{\Delta P_3(t)}{\Delta t}$ ——测量管路真空度变化率,单位为帕每秒(Pa/s);即测量管路真空度变化量 $\Delta P_3(t)$ 与产生该变化所需时间 Δt 的比值, $\Delta P_3(t)$ 取测试记录时间内的后 1/3 时间段内的变化量。

8.3 间接测量法 2 测漏放气速率时,按如下公式计算

8.3.1 静置时间间隔 t 后的夹层真空度值按式(3)计算:

$$P_2' = P_2 + (P_2 - P_0) \frac{V_0}{V} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

P_2' ——静置时间间隔 t 后的夹层真空度,单位为帕(Pa);

P_2 ——静置时间间隔 t 后,连通空间的真空度,单位为帕(Pa);

P_0 ——静置时间间隔 t 后,管路本底真空度,单位为帕(Pa);

V_0 ——测量管路的几何容积,单位为立方米(m^3);

V ——被检件真空夹层几何容积,单位为立方米(m^3)。

8.3.2 被检件真空夹层的漏放气速率按式(4)计算。

$$Q = \frac{P_2' - P_1'}{t} VK \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

Q ——被检件真空夹层的漏放气速率,单位为帕立方米每秒($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$);

P_1' ——夹层空间初始真空度,单位为帕(Pa);

P_2' ——静置时间间隔 t 后夹层真空度,单位为帕(Pa);

V ——被检件真空夹层几何容积,单位为立方米(m^3);

K ——夹层容积的修正系数,真空绝热 $K=1$,真空多层绝热 $K=0.9$,真空粉末绝热 $K=0.6$;

t ——静置时间,单位为秒(s)。

9 试验记录与试验报告

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)

漏放气速率检测记录(直接法)

直接法测量漏放气速率检测记录表格可参照表 A.1。

表 A.1 漏放气速率检测记录(直接法)

产品编号		产品型号		产品名称	
真空计型号		真空计编号		真空机组编号	
真空夹层几何容积 m^3		绝热方式			
序号	时间	真空计度数 P_1 Pa		环境温度 $^{\circ}\text{C}$	记录人
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
备注					

记录: _____

核对: _____

间接法 1 测量漏放气速率检测记录表格可参照表 A.2。

表 A.2 漏放气速率检测记录(间接法 1)

产品编号		产品型号		产品名称	
真空计型号		真空计编号		真空机组编号	
真空夹层几何容积 m^3		测量管路几何容积 m^3		绝热方式	
序号	时间	连通空间真空度 P_2 Pa	管路真空度 P_3 Pa	环境温度 $^{\circ}\text{C}$	记录人
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
备注					

记录: _____

核对: _____

间接法 2 测量漏放气速率检测记录表格可参照表 A.3。

表 A.3 漏放气速率检测记录(间接法 2)

产品编号		产品型号		产品名称	
真空计型号		真空计编号		真空机组编号	
真空夹层几何容积 m^3		测量管路几何容积 m^3		绝热方式	
序号	时间	真空计度数 Pa	环境温度 $^{\circ}\text{C}$	记录人	
1		连通空间初始真空度 P_1 Pa			
2		管路本底真空度 P_0 Pa			
3		连通空间的真空度 P_2 Pa			
备注					

记录: _____

核对: _____

附录 B
(资料性附录)
漏放气速率检测报告

漏放气速率检测报告格式可参照表 B.1。

表 B.1 漏放气速率检测报告

报告编号：

试验日期		环境温度 ℃	
起止时间		大气压 kPa	
真空夹层几何容积 m ³		试验前仪器情况	
开始时真空夹层真空度 Pa		结束时真空夹层真空度 Pa	
内容器温度 ℃		试验后仪器情况	
真空夹层漏放气速率 Pa·m ³ /s			
备注			

编制：_____ 核对：_____ 审核：_____
