



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG XXX-XXX

静态膨胀法真空标准装置

Static Expansion Standard Vacuum Apparatus

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局发布

JJG XXX-XXXX

静态膨胀法真空标准装置 检定规程

Verification Regulation of Static

Expansion Standard Vacuum Apparatus

JJGXXX -XXX

归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

本规程委托全国压力计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

目 录

1	范围	1
2	引用文件	1
3	术语和计量单位	1
3.1	术语	1
3.2	计量单位	1
4	概述	1
4.1	工作原理	1
4.2	结构	2
5	计量性能要求	2
5.1	压力测量	2
5.2	静态本底压力	2
5.3	体积比测量	2
5.4	装置的测量范围	2
5.5	装置的不确定度	2
6	通用技术要求	3
7	计量器具控制	3
7.1	检定条件	3
7.2	检定项目	3
7.3	检定方法	3
7.4	检定结果处理	6
7.5	检定周期	6
附录 A	检定记录格式	7
附录 B	检定证书检定结果页格式	8

引 言

JJF 1002-2010《国家计量检定规程编写规则》和 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》共同构成本规程制订的基础性系列规范。

本规程的修订主要参考了 JJG728-1991《一等标准膨胀法真空装置》国家检定规程。

静态膨胀法真空标准装置检定规程

1 范围

本规程适用于压力范围($1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^2$)Pa 的静态膨胀法真空标准装置（以下简称装置）的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

JJF 1001 通用计量术语及定义

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 真空标准装置[standard vacuum apparatus]

用来复现真空量值的真空装置。

3.1.2 静态膨胀法[static expansion method]

在等温条件下，将已知体积和压力的小容器中的非可凝性气体膨胀到已知体积的高真空大容器中，根据波义耳定律得到膨胀后的气体压力的方法。

3.2 计量单位

压力计量单位为帕斯卡(单位符号：Pa)。

4 概述

4.1 工作原理

静态膨胀法是基于波义耳定律，即在等温条件下，气体的 pV 量保持不变。当装置已知体积 V_0 的小传递室取已知压力 p_0 的气体，向已知大体积 V 被抽空的校准室内膨胀时，可在校准室内建立起标准压力 p ，以此对在校准室上的被测真空计进行检定/校准。

装置工作原理如图 1 所示。

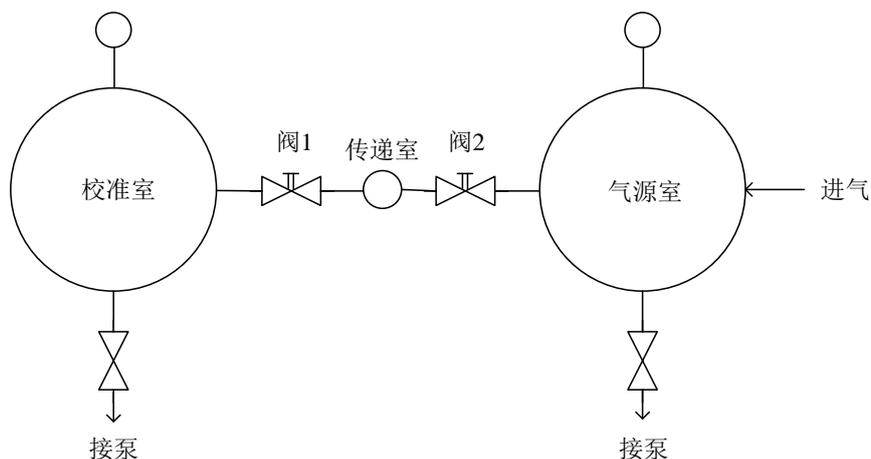


图1 静态膨胀法真空标准装置原理图

4.2 结构

装置主要由校准室、气源室、传递室、真空泵、阀门、压力计、温度计、氮气源等组成。

5 计量性能要求

5.1 压力测量

压力测量可采用液体压力计、数字压力计或电容薄膜真空计，测量范围与体积比的乘积应可涵盖装置全范围，修正后压力值的标准不确定度与年稳定性之和应不大于 1%。

5.2 静态本底压力

若采用电离真空计测量装置静态本底压力，校准室 1min 的静态本底压力，应不大于装置压力测量下限值的 1%。

若采用磁悬浮转子真空计测量装置静态本底压力，校准室 2.5 分钟的静态升压量应不大于装置压力测量下限值的 1%。

5.3 体积比测量

测量装置校准室和传递室体积比，其标准不确定度应不大于 1.5%。

5.4 装置的测量范围

装置的测量范围应在 $(1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^2)$ Pa 范围内。

5.5 装置的不确定度

装置的不确定度是指装置建立压力值的不确定度，不确定度应不大于 5% ($k=2$)。

6 通用技术要求

- 6.1 装置校准室应有多个被测规安装接口,对于开展磁悬浮转子真空计项目的装置,还应有垂直向松套 CF 法兰接口。
- 6.2 装置应有烘烤加热系统。
- 6.3 装置供气气源应采用氮气,氮气纯度应不低于 99.99%。
- 6.4 装置校准室体积应不小于 30L。

7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检查。

7.1 检定条件

7.1.1 测量静态本底压力的规管应提前安装于装置校准室上,装置需要至少提前 4h 开启,必要时,可提前进行烘烤。

7.1.2 实验用仪表需提前预热,电容薄膜真空计需预热 12h 以上。

7.1.3 环境条件

- a) 环境温度: $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- b) 相对湿度: 不大于 80%
- c) 装置应放置于室内温度比较均为稳定之处,应避免日光直射,并远离热源。
- d) 应满足所使用的相关仪器对环境条件的要求。

7.2 检定项目

首次检定、后续检定和使用中检查的检定项目见表 1。

表 1 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
静态本底压力	+	+	-
体积比	+	+	+
注:“+”表示应检项目;“-”表示可不检项目。			

7.3 检定方法

7.3.1 静态本底压力

开展电离真空计校准的装置,静态本底压力需要用电离真空计进行实验;开展

磁悬浮转子真空计校准的装置，静态本底压力需要用磁悬浮转子真空计进行实验；二者均为装置开展项目的，任选其一进行实验。

7.3.1.1 用电离真空计测量静态本底压力

a) 按照装置操作规范开启真空系统，待真空系统运行正常后，开启电离真空计。必要时，可对装置校准室进行烘烤去气，可对电离规管进行除气。

b) 待装置的残余压力达到预期值后，关闭校准室与分子泵之间的阀门，并开始计时。1min 后，读取电离真空计的压力值。

7.3.1.2 用磁悬浮转子真空计测量静态本底压力

a) 按照装置操作规范开启真空系统，待真空系统运行正常后，启动磁悬浮转子真空计。必要时，可对装置校准室进行烘烤去气，若烘烤造成转子磁化强度过低，可对转子进行磁化处理。

b) 待装置可进行实验后，设置磁悬浮转子真空计采样间隔为 30s，offset 参数设置为 0，记录 5min，取平均值作为磁悬浮转子真空计的残余阻尼。

c) 关闭校准室与分子泵之间的阀门，并用计算机持续记录磁悬浮真空计示值（1~4）h，按照其线性拟合结果计算得到装置校准室升压率，并以 150s 的压力升高值作为装置静态本底压力。

7.3.2 体积比

采用压力比的方法复测体积比。膨胀前压力取（0.1~100）kPa，以气源室的压力计测量，膨胀后压力以校准室上外接真空计测量。

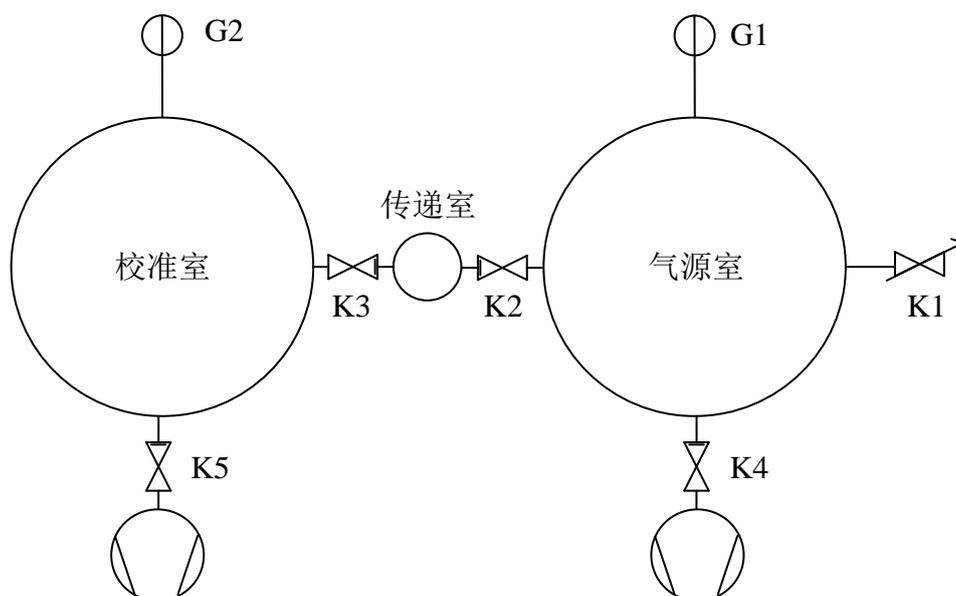
a) 按照装置操作规范对装置充气，安装外接真空计。对装置抽气至真空计工作压力后，开启真空计。

注：应按照装置初始体积比计算膨胀后的压力值，并选择相关量程的真空计。若采用电容薄膜真空计测量，膨胀后的压力值应在电容薄膜真空计的（0.2~1.0）F.S. 范围内；若采用磁悬浮转子真空计测量，膨胀后的压力值应在（ $1 \times 10^{-3} \sim 9 \times 10^{-2}$ ）Pa 范围内。

b) 预热。电容薄膜真空计预热 12h，磁悬浮转子真空计预热 4h。

c) 装置上的阀门 K1 和 K3 关闭，阀门 K2、K4 和 K5 开启，对真空计 G1 和 G2 进行调零。关闭 K4，缓慢开启 K1，将气源室内压力调整到目标压力点，稳定 2min 后，记录 G1 示值 p_{ind1} 。按照真空计证书对该值进行修正，得到 G1 校准值 p_{cal1} 。

d) 关闭 K2、K5，开启 K3，稳定 1min 后，记录 G2 示值 p_{ind2} 。按照真空计证书对该值进行修正，得到 G2 校准值 p_{cal2} 。



e) 对装置抽气。

f) 循环步骤 c) ~e) 六遍。

体积比计算公式如下：

$$f = \frac{v}{v+V} = \frac{p_{cal2}}{p_{cal1}} \quad (1)$$

式中：

f ——体积比；

v ——传递室体积，m³；

V ——校准室体积，m³；

p_{cal1} ——膨胀前压力，Pa；

p_{cal2} ——膨胀后压力，Pa。

7.3.3 装置的测量范围

装置的测量范围应取下面两者的交集，其一是通过前级压力和体积比计算的压力范围，其二是满足静态本底压力要求的范围。

7.3.4 装置的测量不确定度

装置建立压力值的计算公式为：

$$p = fp_0 \times k_T + p_b \quad (2)$$

装置的合成相对标准不确定度 u_r 为:

$$u_r = \sqrt{u_f^2 + u_{p_0}^2 + u_{k_T}^2 + u_{p_b}^2} \quad (3)$$

式中:

u_f ——体积比的相对标准不确定度;

u_{p_0} ——前级压力的相对标准不确定度;

u_{k_T} ——温度系数的相对标准不确定度;

u_{p_b} ——本底压力的相对标准不确定度。

装置的扩展不确定度 U_r 为:

$$U_r = k u_r \quad (4)$$

7.4 检定结果处理

检定合格的装置, 出具检定证书; 检定不合格的装置, 出具检定结果通知书, 并注明不合格项目和内容。

7.5 检定周期

装置检定周期为 5 年。

附录 A

检定记录格式

膨胀法真空标准装置原始记录

客户名称:

客户地址:

器具名称:

生产厂商:

型号规格:

出厂编号:

检定日期:

环境温度: °C

检定地点:

环境湿度: %RH

证书编号:

标准器信息:

实验数据:

1、静态本底压力

起始	结束	1 分钟静态本底压力/Pa

2、体积比

序号	p_{cal1}	p_{cal1}	f
1			
2			
3			
4			
5			
6			
平均值	/	/	

3、装置测量范围

4、装置不确定度

检定员_____

核验员_____

附录 B

检定证书检定结果页格式

证书编号××××××

检 定 结 果

- 1、静态本底压力
- 2、体积比
- 3、装置测量范围
- 4、装置不确定度

以下空白