

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

(不确定度评定)

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

静态膨胀法真空标准装置不确定度评定

本文规定了采用绝对法产生压力值的静态膨胀法真空标准装置进行不确定度评定的方法。

1 概述

1.1 测量依据：JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》

1.2 评定对象：静态膨胀法真空标准装置，测量范围($1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^2$)Pa。

1.3 评定方法：复测膨胀装置基本参数，对其建立的压力值进行不确定度评定。

2 测量模型

$$p = fp_0 \times k_T + p_b \quad (1)$$

式中：

p_0 ——前级压力，由压力计测量得到，Pa；

f ——体积比；

k_T ——温度修正系数，通常取 $k_T = 1$ ；

p_b ——静态本底压力，Pa。

3 不确定度来源

3.1 前级压力的相对标准不确定度 $u_r(p_0)$ 。

3.2 体积比的相对标准不确定度 $u_r(f)$ 。

3.3 温度修正系数的相对标准不确定度 $u_r(k_T)$ 。

3.4 本底压力的相对标准不确定度 $u_r(p_b)$ 。

4 合成标准不确定度计算公式

由公式(1)可得：

$$u_{cr}^2(p) = [c(p_0)u_r(p_0)]^2 + [c(f)u_r(f)]^2 + [c(k_T)u_r(k_T)]^2 + [c(p_b)u_r(p_b)]^2 \quad (2)$$

其中相对灵敏系数：

$$c(p_0) = \frac{p_0}{p} \times \frac{\partial p}{\partial p_0} = 1$$

$$c(f) = \frac{f}{p} \times \frac{\partial p}{\partial f} = 1$$

$$c(k_T) = \frac{k_T}{p} \times \frac{\partial p}{\partial k_T} = 1$$

$$c(p_0) = \frac{p_b}{p} \times \frac{\partial p}{\partial p_b} = \frac{p_b}{p}$$

5 输入量的标准不确定度评定

5.1 前级压力的相对标准不确定度 $u_r(p_0)$

采用压力计测量前级压力,包括液体压力计、数字压力计或电容薄膜真空计。两种压力计通常年稳定性较好,但测量下限的不确定度较差,而电容薄膜真空计通常全量程不确定度较好,但年稳定性较差。因此规程要求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%, 此处 $u_r(p_0)=1\%$ 估计。

5.2 体积比的相对标准不确定度 $u_r(f)$

采用压力比的方法测量校准室和传递室的体积比。膨胀前压力取(0.1~100)kPa,以气源室的压力计测量,其不确定度参照 5.1 节估计为 1%。膨胀后压力以校准室上外接真空计测量,其不确定度修正值的不确定度和年稳定性,估计为 1.5%。膨胀过程中,如不进行温度修正,则温度差异按照 1℃,即 0.3%估计。因此,体积比的相对标准不确定度为 1.9%。

注:如进行温度修正,应采用多只铂电阻温度计分别测量校准室和传递室温度,应至少包含校准室最高点、最低点、朝向窗或门的方向以及其背面 4 个点。

5.3 温度修正系数的相对标准不确定度 $u_r(k_T)$

通常不进行温度修正,令 $k_T=1$,其不确定度按照 1℃温差估计为 0.33%。

5.4 本底压力的相对标准不确定度 $u_r(p_b)$

规程要求本底压力应不大于测量下限的 1%,按照 50%估计其不确定度。

6 合成标准不确定度

静态膨胀法真空标准装置的测量不确定度来源及数值汇总于表 1 中。

表 1 不确定度分量一览表

分量	灵敏系数	分量	灵敏系数	标准不确定度
$u_r(p_0)$	1	1.0%	1	1.0%
$u_r(f)$	1	1.9%	1	1.9%
$u_r(k_T)$	1	0.33%	1	0.33%
$u_r(p_b)$	p_b/p	50%	0.01~0	0.5%~0

合成标准不确定度	2.3%~2.2%
----------	-----------

7 相对扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，相对扩展不确定度为

$$U_r(p)=2 \times u_{cr}(p)=4.6\%$$