



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 42624—2023/ISO/TS 20177:2018

真空技术 真空计 放气率的测试和报告程序

Vacuum technology—Vacuum gauges—
Procedures to measure and report outgassing rates

(ISO/TS 20177:2018, IDT)

2023-05-23 发布

2023-05-23 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 符号和缩略语	3
5 测试系统	3
5.1 一般要求	3
5.2 应用流量法的测试系统	5
5.3 累积系统	10
6 测试方法	11
6.1 概述	11
6.2 推荐的样品制备方式	12
6.3 测试的流程和时间	12
6.4 测试程序	13
7 测量不确定度	17
7.1 概述	17
7.2 用作流量比较装置的连续膨胀系统(5.2.2)	18
7.3 带有可计算流导元件的流量系统(5.2.3)	18
7.4 带有可测有效抽速的流量系统(5.2.4)	18
7.5 带有可调流导元件的流量系统(5.2.5)	19
7.6 基本累积系统(5.3.2)	19
7.7 带有气体分析系统的累积系统(5.3.3)	19
8 测试报告	22
附录 A (资料性) 各种测试系统的原理图	23
附录 B (资料性) 不同测试系统的特征和适用性	28
附录 C (资料性) 不同测量系统对 SI 的可追溯性	29
参考文献	30

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件等同采用 ISO/TS 20177:2018《真空技术 真空计 放气率的测试和报告程序》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国真空技术标准化技术委员会(SAC/TC 18)归口。

本文件起草单位：北京卫星环境工程研究所、中国航天科技集团有限公司第五研究院第五一〇研究所、上海精密计量测试研究所、重庆云海机械制造有限公司、沈阳汇真真空技术有限公司、湖南维格磁流体股份有限公司、合肥工业大学、沈阳真空技术研究所有限公司。

本文件主要起草人：孙立臣、赵月帅、綦磊、袁翠平、成永军、赵澜、孙雯君、肖寅枫、翁俊、倪博、唐俊聪、何万飞、言继春、言文静、毕海林、孙立志、潘颖、史纪军、孟冬辉、刘兴悦、钟亮、齐嘉东、郭琦、汪力、喻新发、董猛、张瑞芳、宋青竹、乔忠路、王玲玲。

引 言

真空室内壁及其内部组件的放气限制了真空系统的极限压力及其清洁度。对于科研设备(如加速器)、需确保表面清洁的设备(如分子束外延设备)或在长时间无泵条件下需保持高真空的设备(如含发射器或 X 射线管的设备、医疗仪器、表面分析仪器或者绝热板等)而言,可实现的极限压力是一项重要的技术指标。在很多工业应用中,如镀膜、极紫外光刻、催化、制药或食品工业中的干燥过程,以及加速器、聚变反应器等,真空清洁度(即完全不含某种特殊气体或蒸气,或者它们的分压足够低)也是一个重要的技术指标。因此,在真空技术中,放气率的测试是一个重要的质量保证措施。本文件详细规定了放气率的测试程序,使得放气率的测量结果具有可追溯性。

附录 A 列出了各种测试系统的原理图。

真空技术 真空计

放气率的测试和报告程序

1 范围

本文件规定了真空室整体及其组件的放气率测试程序。本文件适用的放气率由应用于高真空或超高真空的设备产生,在 23 °C 时小于 $1 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($1 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$),放气产生的各种气体或蒸气的分子量均小于 300 u。

总放气率的上限 $1 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 与放气材料的尺寸、总表面积、材质或者状态无关。如果标称放气率(单位面积放气率)已测定,则该面积采用名义几何表面积,而非包括表面粗糙度的比表面积。当难以测定样品(如粉末、多孔材料、非常粗糙的表面或者复杂的设备等)的名义几何表面积时,采用单位质量放气率(如每克放气率)。

在许多实际应用中,只需确定总放气率。如果使用了灵敏度与气体种类有关的测试仪器,则总放气率以等效氮气放气率的形式给出。如果总放气率很高,为了改进样品材料,存在需要辨别干扰气体的种类和测定其放气率的情况。本文件涵盖上述两种情况。

放气产生的一些分子能够被表面吸附且滞留时间远长于总测试时间。这些分子不在直接路径上时,也不能被测试仪器检测到。这可认为是一种表面效应,采用表面分析研究远比这里考虑的常规放气率测量更加行之有效。同时,受紫外光或 X 射线照射从表面释放的分子,也不适用于本文件。

制定本文件是为了使放气率的测试方法标准化,使得在不同实验室和采用不同方法获得的测试值具有可比性。为此,对于本文件中规定的任一种方法,每种方法中最重要的参数可依据计量水平溯源到国际基本单位(SI)。

质量损失法是一种与气体种类无关的放气率测试方法,主要用于航天器及卫星材料的放气率测试。在可接受的测试时长范围内,质量损失法可测试的放气率($>1 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)明显高于常规高真空和超高真空组件的放气率。而且,由于天平不适于在真空环境下应用,考虑到真空室的重量,无法原位测试样品。因此,本文件未考虑质量损失法。

本文件适用于熟悉高真空和超高真空技术以及相应的测试仪器(例如,电离真空计和四极质谱仪等)使用的人员。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 3529(所有部分) 真空技术 术语(Vacuum technology—Vocabulary)

注: GB/T 3163—2007 真空技术 术语(ISO 3529:1981,MOD)

ISO 14291 真空计 四极质谱仪的定义与规范

注: GB/T 40333—2021 真空计 四极质谱仪的定义与规范(ISO 14291:2012,IDT)

ISO/IEC 17025 检测和校准实验室能力的通用要求

注: GB/T 27025—2019 检测和校准实验室能力的通用要求(ISO/IEC 17025:2017,IDT)

ISO/TS 20175 真空技术 真空计 用于分压力测量的四极质谱仪特性