



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 42625—2023/ISO/TS 20175:2018

真空技术 真空计 用于分压力测量的四极质谱仪特性

Vacuum technology—Vacuum gauges—Characterization of
quadrupole mass spectrometers for partial pressure measurement

(ISO/TS 20175:2018, 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	III
引言	IV
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 不同应用状况下要求或推荐的特征参数	4
5.1 一般要求	4
5.2 QMS 的一般特性	4
5.3 漏率测量与监测(氦气泄漏)	4
5.4 漏率监测(空气泄漏)	5
5.5 漏率监测(水泄漏)	5
5.6 残余气体分析	5
5.7 放气率测试	6
6 表征 QMS 的真空系统	6
6.1 一般要求	6
6.2 用于表征的单一气体真空系统	6
6.3 用于表征的混合气体真空系统	8
7 表征与校准程序	9
7.1 一般要求	9
7.2 质量分辨率	9
7.3 最小可检分压力(p_{MDPP})	10
7.4 最小可检浓度(C_{MDC})	10
7.5 动态范围	11
7.6 灵敏度与干扰效应比	11
7.7 线性响应范围	12
7.8 相对灵敏度系数	12
7.9 图形模式(裂解模式)	13
7.10 QMS 的放气率	13
7.11 QMS 的抽速	13
8 测量不确定度	14
8.1 一般要求	14
8.2 质量分辨率的不确定度	14

8.3	p_{MDPP} 的不确定度	14
8.4	最小可检浓度的不确定度(C_{MDC})	14
8.5	动态范围的不确定度	14
8.6	灵敏度的不确定度	14
8.7	线性响应范围的不确定度	15
8.8	相对灵敏度系数的不确定度	15
8.9	图形系数的不确定度	15
8.10	放气率和抽速的不确定度	15
8.11	QMS 特性参数的长期稳定性	15
9	报告结果	16
附录 A (资料性)	不同流动状态下,由泄漏元件前置存储容器内的已知气体混合物,估算测量室内的气体成分	17
参考文献		19

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 20175:2018《真空技术 真空计 用于分压力测量的四极质谱仪特性》。文件类型由 ISO 的技术规范调整为我国的国家标准化指导性文件。

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、沈阳真空技术研究有限公司。

本文件主要起草人：孙立臣、任国华、崔寓淞、周雪茜、成永军、孙雯君、赵澜、肖寅枫、翁俊、倪博、唐俊聪、王帆、言继春、王功发、王莉娜、闫荣鑫、李唯丹、郭崇武、韩琰、刘恩均、窦仁超、张子罡、李征、陈联、管保国、宋青竹、苏玉萍、王玲玲。

引 言

四极质谱仪(QMS)现在不仅用于真空技术中的泄漏监测和残余气体分析,而且作为工业过程中的一种仪器,用以提供例如物理、化学气相沉积和腐蚀等过程中的定量分析和工业过程控制。在 EUV 光刻、半导体和医疗行业,放气率是真空元器件的重要特性,这些放气率的定量测试也采用四极质谱仪。

全压力、混合气体的组成、QMS 的设置和以往使用情况等,均会对 QMS 的测量信号、不确定度和应用产生显著的影响。因此,对所有可能应用场景下的 QMS 进行校准是不现实的,而要根据 QMS 使用时的特殊条件或者标准条件进行校准。本文件就是用以确定这些校准条件。

为了确保使用者能够比较不同品牌的 QMS 制造商,并正确使用 QMS,也需要对这些条件进行标准化。

本文件为 QMS 的一些重要应用,提供了标准化的校准程序。这些程序节选自 2013 年开展的国际项目 EMRP(欧洲计量研究项目)IND12 的研究成果。该项目在研发过程中,调研范围涉及了四极质谱仪的制造商、经销商以及用户。

真空技术 真空计

用于分压力测量的四极质谱仪特性

1 范围

本文件规定了四极质谱仪的特性,该质谱仪的离子源为电子轰击型,原子的质荷比(m/z)小于 300。

本文件不适用于配有其他类型离子源的四极质谱仪,比如化学电离型离子源、光电离型离子源或场电离型离子源,也不适用于分析测量较大质荷比(m/z)的四极质谱仪,它们主要用于检测有机材料。

根据已出版的文献可知,四极质谱仪的计量特性依赖于仪器的设置、总压力和混合气体成分,因此,对所有应用状况下的四极质谱仪进行校准是不现实的。本文件中规定的特性方法包括真空系统的连续泄漏监测、采用示踪气体的漏率测量、残余气体分析和材料放气率测试。使用者能选择适合自身需求的特性方法,其他应用情况也能参照本文件的特性方法。

已知四极质谱仪部分参数的稳定性较差,尤其是灵敏度。因此,已校准参数,当需要精度更高时,仍需反复再校准。实际工况下,只能现场校准。因此,本文件不仅描述了校准实验室或者国家计量机构能如何校准四极质谱仪,并直接溯源到国际单位制(SI),而且描述了如何能在现场检查和维护已校准参数。

根据其物理原理,四极质谱仪需要高真空环境。通过减小进气尺寸或通过特殊离子源与分流泵相结合,四极质谱仪的操作范围能扩大到更高的压力,直至大气压力。但是,本文件不适用于采用分流泵技术的四极质谱仪。因此,本文件中四极质谱仪入口处的压力范围不超过 1 Pa。

本文件未规定制造商或者经销商宜如何调整四极质谱仪的初始参数,这些初始参数主要用来提供一个准确的 m/z 、恒定的质量分辨本领或恒定的传输概率,这是设备的基本参数。反之,本文件默认有一个制造商提供的参数重调程序,使用者能在现场重新调整参数。该程序旨在确保四极质谱仪的特性参数均处于最优状态。

本文件旨在让使用者通过其四极质谱仪获得最佳的计量效果。调查得知,多数情况下,能在“扫描模式”下获得这种效果。柱状图也可表现出足以满足要求的计量特性,这取决于所用软件,该软件用于评定四极质谱仪采集的数据。然而,在质量刻度上,峰值位置的偏移导致离子流变化,这会在质谱图上引入额外的不确定度。因此,扫描模式更优于本文件中的大多数测量程序。

本文件的目的是不是确定每个四极质谱仪的全部参数。然而,如需给定或要测量本文件中的参数值(例如,用于检验测试),则有必要按本文件规定的程序执行。

本文件假定用户熟悉四极质谱仪的操作,以及高真空、超高真空技术。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过本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。

GB/T 34873—2017 真空计 与标准真空计直接比较校准(ISO 3567:2011, IDT)

ISO 14291 真空计 四极质谱仪的定义与规范(Vacuum gauges — Definitions and specifications for quadrupole mass spectrometers)