



中华人民共和国国家标准

GB/T 47477—2026

纳米技术 宽温域纳米颗粒测量 凝结核粒子计数法

Nanotechnology—Measurement of nanoparticles over a wide temperature range—
Condensation particle counting method

2026-04-30 发布

2026-11-01 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	1
4 原理	2
5 测量系统	3
5.1 测量系统布局	3
5.2 测量部分	4
5.3 采样部分	4
5.4 输运部分	4
6 环境条件	4
7 测量程序	4
7.1 测量前检查	4
7.2 测量实施	6
7.3 测量后检查	7
8 测量不确定度	8
8.1 采样管损失引入的不确定度	8
8.2 采样流量引入的不确定度	8
8.3 凝结核粒子计数器计数效率引入的不确定度	8
8.4 测量重复性引入的不确定度	8
8.5 测量结果的合成相对标准不确定度及相对扩展不确定度	8
9 测量报告	8
附录 A (规范性) 采样及输运部分的仪器设备	10
A.1 采样部分	10
A.2 输运部分	10
附录 B (资料性) 宽温域纳米颗粒数测量方法示例	12
B.1 试验样品	12
B.2 试验目的	12
B.3 试验方法	12
B.4 试验仪器	12
B.5 试验步骤	12

B.6 试验结果	13
附录 C (资料性) 测量记录表格式	14
参考文献	16
图 1 WTCPC 测量原理	2
图 2 测量系统布局示意图	3
图 3 样气采集与气相管路部分渗漏检查	6
图 4 样气采集部分反冲洗	7
图 B.1 航空涡轴发动机排放不同尺度颗粒物数量浓度分布随时间变化趋势	13
表 B.1 仪器主要参数	12
表 C.1 纳米颗粒数量测量记录表	14
表 C.2 宽温域纳米颗粒数量浓度测量方法的测量结果	15

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。

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。

本文件由中国科学院提出。

本文件由全国纳米技术标准化技术委员会(SAC/TC 279)归口。

本文件起草单位：北京航空航天大学、杭州市北京航空航天大学国际创新研究院(北京航空航天大学国际创新学院)、国家纳米科学中心、中国计量科学研究院、北京市科学技术研究院分析测试研究所(北京市理化分析测试中心)、北京雪迪龙科技股份有限公司、浙江浙大鸣泉科技有限公司、杭州津杭航科科技有限公司、北京九州鹏跃科技有限公司、中国合格评定国家认可中心、中国颗粒学会、深圳市哈深智材科技有限公司、深圳市优宝新材料科技有限公司、住井科技(深圳)有限公司。

本文件主要起草人：陈龙飞、常刘勇、李光泽、朱晓阳、常怀秋、朱美印、徐征、钟生辉、胡雪欢、刘俊杰、高原、张倩暄、朱坚磊、康野、赵一蔚、武海泉、周文刚、傅华栋、徐彦、文吉、黄巧、赵维巍、杨斌、尹勇、高翔。

引 言

汽车尾气、航空排放、轨道交通工业生产等释放的纳米颗粒对人类生命健康和环境气候影响巨大。在人类健康方面,纳米颗粒粒径越小,越容易被人体吸入,且越容易深入肺部;在环境气候方面,纳米颗粒的二次演化物会吸收可见光,降低大气的能见度,甚至影响全球的辐射力和气候变化。由于纳米颗粒尺寸过小,传统基于颗粒质量的测量方法难以精准检测纳米级超细颗粒,因此越来越多的行业都从测量颗粒质量(Particulate Matter, PM)值和大颗粒物转向测量颗粒数量(Particle Number, PN)和纳米级超细颗粒物。然而,在尾气排放以及环境监测等领域的颗粒检测过程中,检测样气存在较大的温度范围($-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$),如:发动机排气温度可达 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$,冬季环境温度可达 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在上述宽温域条件下,使用同一种测量方法对纳米颗粒进行测量的准确性和可靠性难以保证,并且不同测量设备和方法之间存在较大差异,导致数据难以对比和共享,严重制约了相关领域的研究和监管工作的有效开展。因此,规范宽温域纳米颗粒测量方法可为推动相关行业的可持续发展提供坚实的技术支撑。

宽温域纳米颗粒凝结核粒子计数法是通过将过饱和蒸汽在待测宽温颗粒表面凝结生长至可检测粒径,然后测量颗粒散射光信号计算得到颗粒数量浓度的方法。激光汇聚区域和气流流通区域交界处形成光敏区,当光学可检测颗粒通过光敏区时会获得脉冲信号,通过计量脉冲信号的数量,并结合待测气流流量可获得待测颗粒物数量浓度。它可实现对宽温域、宽粒径分布的颗粒数量浓度的测量,具有测量范围广、分辨能力强、自动化程度高、测试速度快、测量重复性好的优点,满足纳米颗粒来源广泛、样气温度范围宽的要求,可广泛应用于航空排放、汽车尾气、工业排放、室内空气等多领域宽范围颗粒数量浓度的实时监测和预报。

本文件为帮助用户选择宽温域环境下纳米颗粒数量浓度测量技术提供指导。

纳米技术 宽温域纳米颗粒测量

凝结核粒子计数法

1 范围

本文件描述了宽温域纳米颗粒测量的凝结核粒子计数方法,包括方法原理、仪器设备、测量程序、测量不确定度以及测量报告内容。

本文件适用于使用凝结核颗粒计数原理测量宽温域($-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$)环境中粒径范围 $1\text{ nm}\sim 1\ 000\text{ nm}$ 的纳米及亚微米颗粒数量浓度的测量,其他尺寸的颗粒参照使用。

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。

GB/T 16418 颗粒系统术语

GB/T 30544.6 纳米科技 术语 第6部分:纳米物体表征

GB/T 32269 纳米科技 纳米物体的术语和定义 纳米颗粒、纳米纤维和纳米片

3 术语和定义

GB/T 16418、GB/T 30544.6、GB/T 32269 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

气溶胶 aerosol

液体和/或固体微粒在大气中形成的相对稳定的悬浮体系。

[来源:GB/T 44552—2024,3.1]

3.2

细颗粒物 fine particulate matter; PM_{2.5}

悬浮在空气中,粒径(空气动力学当量直径)小于或等于 $2.5\ \mu\text{m}$ 的颗粒物。

[来源:GB/T 18883—2022,3.3]

3.3

颗粒数量浓度 particle number concentration

单位载气体积中气溶胶的颗粒数量。

注:为获得准确的颗粒数量浓度,需提供有关气体条件(温度和压力)或标准体积示值参考信息。

[来源:GB/T 42660—2023,3.25]

3.4

计数效率 counting efficiency

仪器采样口所吸入的采样气体中,仪器显示的颗粒数量浓度与参考仪器获得的颗粒数量浓度之比。