



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 41204—2021

---

## 纳米技术 纳米物体表征用测量技术矩阵

Nanotechnologies—Measurement technique matrix for the characterization of  
nano-objects

(ISO/TR 18196:2016, MOD)

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

---

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	IX
引言 .....	X
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
3.1 通用术语 .....	1
3.2 纳米物体参数 .....	2
4 矩阵中包含的参数 .....	3
5 矩阵中包含的测量技术 .....	4
5.1 概述 .....	4
5.2 声谱 .....	4
5.2.1 描述 .....	4
5.2.2 纳米物体参数 .....	5
5.2.3 优点 .....	5
5.2.4 局限性 .....	5
5.2.5 被测量 .....	5
5.2.6 相关标准 .....	5
5.3 离心分析(AC) .....	5
5.3.1 描述 .....	5
5.3.2 纳米物体参数 .....	5
5.3.3 优点 .....	5
5.3.4 局限性 .....	6
5.3.5 被测量 .....	6
5.3.6 相关标准 .....	6
5.4 电声谱 .....	6
5.4.1 描述 .....	6
5.4.2 纳米物体参数 .....	6
5.4.3 优点 .....	6
5.4.4 局限性 .....	6
5.4.5 被测量 .....	7
5.4.6 相关标准 .....	7
5.5 气溶胶颗粒质量分析仪(AMS) .....	7
5.5.1 描述 .....	7
5.5.2 纳米物体参数 .....	7
5.5.3 优点 .....	7
5.5.4 局限性 .....	7
5.5.5 被测量 .....	7

- 5.5.6 相关标准 ..... 7
- 5.6 俄歇电子能谱(AES) ..... 8
  - 5.6.1 描述 ..... 8
  - 5.6.2 纳米物体参数 ..... 8
  - 5.6.3 优点 ..... 8
  - 5.6.4 局限性 ..... 8
  - 5.6.5 被测量 ..... 8
  - 5.6.6 相关标准 ..... 8
- 5.7 物理吸附(BET)法测定比表面积 ..... 9
  - 5.7.1 描述 ..... 9
  - 5.7.2 纳米物体参数 ..... 9
  - 5.7.3 优点 ..... 9
  - 5.7.4 局限性 ..... 9
  - 5.7.5 被测量 ..... 9
  - 5.7.6 相关标准 ..... 9
- 5.8 凝结式颗粒计数法(CPC) ..... 10
  - 5.8.1 描述 ..... 10
  - 5.8.2 纳米物体参数 ..... 10
  - 5.8.3 优点 ..... 10
  - 5.8.4 局限性 ..... 10
  - 5.8.5 被测量 ..... 10
  - 5.8.6 相关标准 ..... 10
- 5.9 差分电迁移分析系统(DMAS) ..... 10
  - 5.9.1 描述 ..... 10
  - 5.9.2 纳米物体参数 ..... 10
  - 5.9.3 优点 ..... 11
  - 5.9.4 局限性 ..... 11
  - 5.9.5 被测量 ..... 11
  - 5.9.6 相关标准 ..... 11
- 5.10 差示扫描量热法(DSC) ..... 11
  - 5.10.1 描述 ..... 11
  - 5.10.2 纳米物体参数 ..... 11
  - 5.10.3 优点 ..... 11
  - 5.10.4 局限性 ..... 11
  - 5.10.5 被测量 ..... 11
  - 5.10.6 相关标准 ..... 12
- 5.11 动态光散射技术(DLS) ..... 12
  - 5.11.1 描述 ..... 12
  - 5.11.2 纳米物体参数 ..... 12
  - 5.11.3 优点 ..... 12
  - 5.11.4 局限性 ..... 12
  - 5.11.5 被测量 ..... 13
  - 5.11.6 相关标准 ..... 13

5.12	电子能量损失谱(透射 EELS)	13
5.12.1	描述	13
5.12.2	纳米物体参数	13
5.12.3	优点	13
5.12.4	局限性	13
5.12.5	被测量	13
5.12.6	相关标准	13
5.13	电泳/毛细管电泳	13
5.13.1	描述	13
5.13.2	纳米物体参数	14
5.13.3	优点	14
5.13.4	局限性	14
5.13.5	被测量	14
5.13.6	相关标准	14
5.14	能量色散 X 射线谱(EDS/EDX)和波长色散 X 射线谱(WDS)	14
5.14.1	描述	14
5.14.2	纳米物体参数	14
5.14.3	优点	14
5.14.4	局限性	15
5.14.5	被测量	15
5.14.6	相关标准	15
5.15	场流分级法	15
5.15.1	描述	15
5.15.2	纳米物体参数	15
5.15.3	优点	15
5.15.4	局限性	15
5.15.5	被测量	15
5.15.6	相关标准	16
5.16	荧光光谱法	16
5.16.1	描述	16
5.16.2	纳米物体参数	16
5.16.3	优点	16
5.16.4	局限性	16
5.16.5	被测量	16
5.16.6	相关标准	16
5.17	傅里叶变换红外(FT-IR)光谱法和 FT-IR 成像法	16
5.17.1	描述	16
5.17.2	纳米物体参数	17
5.17.3	优点	17
5.17.4	局限性	17
5.17.5	被测量	17
5.17.6	相关标准	17
5.18	感生光栅法(IG)	17

5.18.1	描述	17
5.18.2	纳米物体参数	17
5.18.3	优点	17
5.18.4	局限性	17
5.18.5	被测量	18
5.18.6	相关标准	18
5.19	电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)和单颗粒电感耦合等离子体质谱(SP-ICP-MS)	18
5.19.1	描述	18
5.19.2	纳米物体参数	18
5.19.3	优点	18
5.19.4	局限性	18
5.19.5	被测量	18
5.19.6	相关标准	19
5.19.7	纳米联用 ICP-MS 技术	19
5.20	激光衍射技术	19
5.20.1	描述	19
5.20.2	纳米物体参数	19
5.20.3	优点	19
5.20.4	局限性	19
5.20.5	被测量	20
5.20.6	相关标准	20
5.21	液相色谱-质谱联用法(LC-MS)	20
5.21.1	描述	20
5.21.2	纳米物体参数	20
5.21.3	优点	20
5.21.4	局限性	20
5.21.5	被测量	20
5.21.6	相关标准	20
5.22	颗粒跟踪分析	20
5.22.1	描述	20
5.22.2	纳米物体参数	21
5.22.3	优点	21
5.22.4	局限性	21
5.22.5	被测量	21
5.22.6	相关标准	21
5.23	光学吸收光谱(UV/Vis/NIR)	21
5.23.1	描述	21
5.23.2	纳米物体参数	22
5.23.3	优点	22
5.23.4	局限性	22
5.23.5	被测量	22
5.23.6	相关标准	22
5.24	石英晶体微天平(QCM)	22

5.24.1	描述	22
5.24.2	纳米物体参数	22
5.24.3	优点	22
5.24.4	局限性	23
5.24.5	被测量	23
5.24.6	相关标准	23
5.25	拉曼光谱/拉曼成像	23
5.25.1	描述	23
5.25.2	纳米物体参数	23
5.25.3	优点	23
5.25.4	局限性	23
5.25.5	被测量	23
5.25.6	相关标准	23
5.26	共振质量测量(RMM)	24
5.26.1	描述	24
5.26.2	纳米物体参数	24
5.26.3	优点	24
5.26.4	局限性	24
5.26.5	被测量	24
5.26.6	相关标准	24
5.27	扫描电子显微术(SEM)	24
5.27.1	描述	24
5.27.2	纳米物体参数	24
5.27.3	优点	25
5.27.4	局限性	25
5.27.5	被测量	25
5.27.6	相关标准	25
5.28	扫描探针显微术(SPM)	26
5.28.1	描述	26
5.28.2	纳米物体参数	26
5.28.3	优点	26
5.28.4	局限性	26
5.28.5	被测量	26
5.28.6	相关标准	27
5.29	二次离子质谱(SIMS)和飞行时间二次离子质谱(TOF-SIMS)	27
5.29.1	描述	27
5.29.2	纳米物体参数	27
5.29.3	优点	27
5.29.4	局限性	27
5.29.5	被测量	28
5.29.6	相关标准	28
5.30	X射线小角散射法(SAXS)	28
5.30.1	描述	28

5.30.2	纳米物体参数	28
5.30.3	优点	28
5.30.4	局限性	28
5.30.5	被测量	28
5.30.6	相关标准	29
5.31	静态光散射(SLS)和静态多重光散射(SMLS)	29
5.31.1	描述	29
5.31.2	纳米物体参数	29
5.31.3	优点	29
5.31.4	局限性	29
5.31.5	被测量(SLS)	30
5.31.6	被测量(SMLS)	30
5.31.7	相关标准	30
5.32	单粒子光干涉法	30
5.32.1	描述	30
5.32.2	纳米物体参数	30
5.32.3	优点	30
5.32.4	局限性	30
5.32.5	被测量	31
5.32.6	相关标准	31
5.33	热重分析法(TGA)	31
5.33.1	描述	31
5.33.2	纳米物体参数	31
5.33.3	优点	31
5.33.4	局限性	31
5.33.5	被测量	31
5.33.6	相关标准	31
5.33.7	TGA 联用技术	31
5.34	透射电子显微术(TEM)	31
5.34.1	描述	31
5.34.2	纳米物体参数	32
5.34.3	优点	32
5.34.4	局限性	32
5.34.5	被测量	32
5.34.6	相关标准	32
5.35	X射线衍射(XRD)	33
5.35.1	描述	33
5.35.2	纳米物体参数	33
5.35.3	优点	33
5.35.4	局限性	33
5.35.5	被测量	33
5.35.6	相关标准	33
5.36	X射线光电子能谱(XPS)	33

5.36.1	描述 .....	33
5.36.2	纳米物体参数 .....	33
5.36.3	优点 .....	33
5.36.4	局限性 .....	34
5.36.5	被测量 .....	34
5.36.6	相关标准 .....	34
附录 A (资料性)	样品分离/制备 .....	35
参考文献	.....	37



## 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。

本文件修改采用 ISO/TR 18196:2016《纳米技术 纳米物体表征用测量技术矩阵》。文件类型由 ISO 的技术报告调整为我国的国家标准。

本文件与 ISO/TR 18196:2016 相比做了下列结构调整：

——删除了 5.25.5.2；

——5.29.3.7.1~5.29.3.7.5、A.2.2.2.1~A.2.2.2 改为列项。

本文件与 ISO/TR 18196:2016 的技术差异及其原因如下：

——第 1 章增加了标准适用范围的叙述，以符合我国的具体情况；

——第 3 章中规范性引用的 ISO/TS 80004-1 和 ISO/TS 80006-6 替换为相应的我国标准，并纳入第 2 章规范性引用文件，以适应我国具体情况；

——5.24.2 中的“尺寸”改为“物体质量”，以保证其科学性；

——删去 5.25.5.2 的内容，该技术内容不适用；

——将 5.29.3.7 中的“9 nm”修改为“50 nm~100 nm”，以符合我国技术现状；

——5.36.2 增加“结合能”，以适应我国具体情况。

本文件做了下列编辑性改动：

——第 3 章删除了 IEC 在线浏览平台及网址和 ISO 在线浏览平台及网址；

——5.22.4.3 为避免重复，删除最后一句“粒度的检测上限由液体中的沉降限定，约为几微米”；

——5.28.1 第一句修改为“利用探针扫描被测表面，测量检测器伴随响应的表面分析法”；

——5.29.1 的注中增加了“可以获得关于样品表面信息的谱图”。

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：国家纳米科学中心、华测检测认证集团股份有限公司、北京中教金源科技有限公司、北京粉体技术协会、北京市理化分析测试中心、深圳市祥根生物医药有限公司、内蒙古新雨稀土功能材料有限公司。

本文件主要起草人：张东慧、葛广路、申屠献忠、蔡春水、周素红、郭延军、刘伟丽、蔡金、王新伟、常怀秋、徐鹏、朱晓阳、高峡、高原、田国兰、黄生宏、冀代雨、高洁。

## 引 言

本文件将经常测量的纳米物体参数与相应的测量技术相关联,是纳米技术利益相关方快速确定纳米物体测量信息的有用工具。常见纳米物体的被测量列于快速查询表的第1行(见表1)。如果列于矩阵第一列的测量技术适用,就在表格中相应行列交叉处做标记。如果需要了解某个测量技术,可在第5章找到相应测量技术的描述及其优缺点、相关标准、被测量及每种技术可测的纳米物体参数。随着科技的发展,会有更多的测量技术出现,本文件将会定期审查并更新以保持其适用性。

本文件中列出的测量技术有些未经过比对实验或其他测量方法的证实。本文件旨在作为相关测量技术的信息库,但并非最终或原始信息库。读者确定某一测量技术后可参考相关的标准,并针对相应的应用进行文献调研。其他可参考的文献资料包括仪器使用说明和技术文献。

# 纳米技术 纳米物体表征用测量技术矩阵

## 1 范围

本文件提供了表征纳米物体常见理化参数的测量技术矩阵。有些测量技术也适用于纳米结构材料。

本文件适用于纳米科技领域常见理化参数的测量,其他领域的理化参数的测量可参考执行。

注:附录 A 给出了关于样品分离和制备指南。

## 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 30544.1 纳米科技 术语 第 1 部分:核心术语(GB/T 30544.1—2014,ISO/TS 80004-1:2010,IDT)

GB/T 30544.6 纳米科技 术语 第 6 部分:纳米物体表征(GB/T 30544.6—2016,ISO/TS 80004-6:2013,MOD)

## 3 术语和定义

GB/T 30544.1 和 GB/T 30544.6 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 通用术语

#### 3.1.1

**分散体系 dispersion**

微细材料分散在另一种物质中形成的非均相体系。

[来源:ISO 472:2013,2.288]

#### 3.1.2

**被测量 measurand**

被测的量。

[来源:ISO Guide 99:2007,2.3]

#### 3.1.3

**纳米物体 nano-object**

一维、二维或三维外部尺寸处于纳米尺度的离散材料。

注:第二和第三个维度垂直于第一个维度且互相垂直。

[来源:ISO/TS 80004-2:2015,2.2]

#### 3.1.4

**纳米结构材料 nanostructured material**

内部或表面结构处于纳米尺度的材料。