ICS 71.040.40
CCS G 04

中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 129—2026/ISO/TR 23173:2021

表面化学分析　电子能谱　纳米颗粒包覆层厚度和组成的测量

Surface chemical analysis—Electron spectroscopies—Measurement of the thickness and composition of nanoparticle coatings

（ISO/TR 23173:2021,IDT）

2026-01-28 发布

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　符号和缩略语 …… 1
5　概述 …… 2
6　XPS …… 3
6.1　概述 …… 3
6.2　包覆层厚度测量 …… 4
6.3　纳米颗粒包覆层厚度 …… 4
6.4　数值方法 …… 5
6.5　描述性公式 …… 7
6.6　建模与模拟软件 …… 9
6.7　方法比较 …… 9
6.8　非弹性本底分析 …… 12
6.9　元素组成 …… 13
6.10　可变激发能量的 XPS …… 15
6.11　近常压 XPS(NAP-XPS) …… 19
7　AES …… 22
7.1　概述 …… 22
7.2　覆盖层厚度测量 …… 22
8　补充技术 …… 25
9　与理想情况的偏差 …… 27
9.1　概述 …… 27
9.2　多层包覆 …… 28
9.3　其他非理想情况 …… 29
附录 A（资料性）　纳米颗粒 XPS 数据建模示例脚本 …… 33
参考文献 …… 35

前　言

本文件为报告类指导性技术文件。

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/TR 23173:2021《表面化学分析　电子能谱　纳米颗粒包覆层厚度和组成的测量》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动:

a)　更改了“描述性公式”中应用方法步骤d)所引用公式的编号(见6.5);

b)　删除了“参考文献”中与第[25]条重复的第[35]条,并对正文中的相关引用也做了更改。

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。

本文件由全国表面化学分析标准化技术委员会(SAC/TC 608)提出并归口。

本文件起草单位:中国科学院化学研究所、清华大学、中石化石油化工科学研究院有限公司、国家纳米科学中心。

本文件主要起草人:赵志娟、姚文清、邱丽美、徐鹏、章小余、刘芬。

引　言

近年来，纳米颗粒在催化、医药、能源、光电器件和化妆品等广泛的应用领域得到了越来越多的开发和使用[1]~[7]。特别是具有某种形式包覆层的纳米颗粒，其包覆层无论是通过设计还是由于非预期的污染或氧化等过程而存在，是最常见的研究和应用对象[8]~[11]。由于这种材料的大部分原子位于表面或界面，因此纳米颗粒表征的一个重要部分是表面性质的测量。对于包覆的纳米颗粒，包覆层的厚度和组成具有决定其功能特性的重要作用，并界定颗粒与环境的相互作用。为了实现所需的性能，许多应用要求纳米颗粒具有特殊设计的包覆层。纳米颗粒表面组成与包覆层厚度的测量充满挑战，由于电子能谱具有高的表面灵敏度、成熟的物理学原理且方便易得，因此是非常合适的选择。此类测量对样品类型和条件有很大的依赖性，关于表面化学分析中纳米颗粒的样品处理和来源见参考文献[12]。有关纳米结构材料表面化学分析所面临的挑战在参考文献[13]中进行了概述。

表面化学分析　电子能谱　纳米颗粒包覆层厚度和组成的测量

1　范围

本文件描述了使用电子能谱技术确定“核-壳”纳米颗粒(包括一些变体和非理想形态)包覆层厚度和化学组成的方法。明确了每种方法的假设、挑战和不确定性。本文件还描述了电子能谱用于纳米颗粒样品常规分析的规程和问题,特别是它们对包覆层厚度测量的重要性。

本文件重点介绍了电子能谱技术的使用,特别是X射线光电子能谱(XPS)、俄歇电子能谱(AES)和基于同步辐射的方法。这些方法不能提供准确分析所需的所有信息,因此,本文件概述了一些附加的分析方法,在一定程度上有助于解释电子能谱数据。

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 18115-1　表面化学分析　词汇　第1部分:通用术语及谱学术语(Surface chemical analysis—Vocabulary—Part 1:General terms and terms used in spectroscopy)

注:GB/T 22461.1—2023　表面化学分析　词汇　第1部分:通用术语及谱学术语(ISO 18115-1:2013,IDT)

ISO 18115-2　表面化学分析　词汇　第2部分:扫描探针显微术术语(Surface chemical analysis—Vocabulary—Part 2:Terms used in scanning-probe microscopy)

注:GB/T 22461.2—2023　表面化学分析　词汇　第2部分:扫描探针显微术术语(ISO 18115-2:2013,MOD)

3　术语和定义

ISO 18115-1和ISO 18115-2界定的术语和定义适用于本文件。

4　符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

X:作为下标,表示覆盖层材料。

Y:作为下标,表示内核材料。

x:作为下标,表示来自材料X的特定光电子峰。

y:作为下标,表示来自材料Y的特定光电子峰。

I_i:来自峰i的电子强度。

$I_{i,I}$:来自纯材料I的峰i的电子强度。

a:给定位置处覆盖层材料的纵向厚度。

b:给定位置处内核材料的纵向厚度。

$L_{i,J}$:来自峰i的电子穿过材料J的有效衰减长度。