



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 124.1—2025/ISO/TS 21356-1:2021

纳米技术 石墨烯结构表征 第 1 部分：石墨烯粉末及分散系

Nanotechnologies—Structural characterization of graphene—
Part 1: Graphene from powders and dispersions

(ISO/TS 21356-1:2021, IDT)

2025-12-03 发布

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 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 缩略语 3

5 测量方法流程 3

6 拉曼光谱快速检测 5

7 制备液体分散系 6

8 测试方法选择 7

9 利用光学显微镜、SEM、AFM 和拉曼光谱进行结构表征 7

10 TEM 结构表征 8

11 BET 法测定比表面积 8

12 石墨烯横向尺寸及数量占比计算..... 8

附录 A（资料性） 拉曼光谱快速检测石墨烯和(或)石墨化材料 9

附录 B（资料性） 使用 SEM,AFM 和拉曼光谱的结构表征方案 11

附录 C（资料性） 使用 TEM 进行结构表征使用 TEM 进行结构表征 22

附录 D（资料性） 横向尺寸和数量分布计算 28

附录 E（资料性） BET 法..... 34

附录 F（资料性） 其他样品制备方案——硅片上二氧化硅的制备和清洗 37

参考文献 38

前 言

本文件为规范类指导性技术文件。

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。

本文件是 GB/Z 124《纳米技术 石墨烯结构表征》的第1部分。GB/Z 124 已经发布以下部分：

——第1部分：石墨烯粉末及分散系。

本文件等同采用 ISO/TS 21356-1:2021《纳米技术 石墨烯结构表征 第1部分：石墨烯粉末及分散系》，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技术文件。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——在范围里增加了注。

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纳米材料分技术委员会(SAC/TC 279/SC 1)归口。

本文件起草单位：泰州巨纳新能源有限公司、东南大学、南京师范大学、厦门凯纳石墨烯技术股份有限公司、海安南京大学高新技术研究院、泰州飞荣达新材料科技有限公司、河南省科学院新型显示技术研究所、国家纳米科学中心、冶金工业信息标准研究院、深圳市标准技术研究院、泰州学院、南京大学、泰州石墨烯研究检测平台有限公司、上海巨纳科技有限公司、江苏省特种设备安全监督检验研究院、深圳市黑金工业制造有限公司、深圳市三利达电器科技有限公司。

本文件主要起草人：丁荣、刘宏微、吕俊鹏、赵伟玮、洪江彬、唐少春、姚飞、贾思琪、高洁、李倩、田子健、樊阳波、贾永鹏、万浩、缪峰、邵悦、严春伟、陈谷一、方崇卿、杨永强、贾涛、李闯。

引言

由于石墨烯和相关二维材料具有许多优异的性能,这些材料在柔性电子、纳米复合材料、传感、过滤膜和储能等领域,可能具有开创性的应用。

石墨烯产品的商业化进程受到了一些阻碍,这些阻碍需要被克服。其中一个关键的阻碍是回答“这是什么材料”。石墨烯产品的终端用户应该能够信赖全球市场上宣传的商业石墨烯的特性,获取信任并允许全球贸易。为了应对这一挑战,需要可靠和可重复的测试规范。

本文件提供了一套流程图,供分析人员遵循,以便确定粉末和分散系(悬浮液)中石墨烯的结构特性。首先,应进行快速检查,以确定是否存在石墨烯或石墨材料。如果是,则需要进一步详细分析,以确定样品是否含有单层石墨烯、双层石墨烯、少层石墨烯、石墨烯纳米片和石墨薄片的混合物。根据所使用的方法,通常将样品沉积在衬底后再进行分析。该文件描述了如何根据样品的类型评估需要进行的测量,并包括决策树和流程图来帮助用户。本文件描述了一套选定的被测量的物理量,即:

- a) 薄片的层数/厚度;
- b) 薄片的横向尺寸;
- c) 层堆垛方式;
- d) 无序度;
- e) 石墨烯或少层石墨烯的数量占比;
- f) 含石墨烯的粉末的比表面积。

材料的上述物理性能在加工过程和使用寿命中会发生变化,例如样品会变得更加团聚,获得不同的表面功能。上述初始材料的测量列表定义了它们的内在特性,这些特性以及所选择的制造工艺,将决定现实中产品的性能。一般来说,不同的材料性能在不同的应用领域可能很重要,这取决于材料的功能角色。

该文件提供了从粉末和(或)液体分散体中分离出的单层石墨烯、双层石墨烯、少层石墨烯、石墨烯纳米片和石墨薄片的结构表征方法。它没有提供方法来确定粉末和(或)分散系是否仅仅由这些材料组成。没有提供关于何时或多久测量样品的建议,尽管预计不会对同一材料的每一批进行测量。由用户决定何时、多久和采用本文件中描述的表征路线。与所有的显微测量一样,在根据有代表性的抽样得出统计结论时需要谨慎。

本文件附录提供了关于准备和分析样品、不确定度来源和如何分析数据的示例方案。使用的方法包括拉曼光谱法、扫描电子显微镜法(SEM)、原子力显微镜法(AFM)、透射电子显微镜法(TEM)和BET比表面积测试法(Brunauer-Emmett-Teller)。

GB/Z 124《纳米技术 石墨烯结构表征》拟由两个部分构成。

- 第1部分:石墨烯粉末及分散系。旨在规定石墨烯粉末及分散系的结构表征方法和测量规范。
- 第2部分:化学气相沉积法制备的石墨烯。旨在规定化学气相沉积法制备的石墨烯的结构表征方法和测量规范。

纳米技术 石墨烯结构表征

第 1 部分:石墨烯粉末及分散系

1 范围

本文件描述了表征粉末和分散系中石墨烯、双层石墨烯和石墨烯纳米片结构特性的方法,该方法使用的一系列测量技术,通常是在基底上分离出单个薄片之后使用。测试的指标包括薄片的层数/厚度、薄片的横向尺寸、无序度、堆垛方式和比表面积。本文件给出了石墨烯粉末和分散系表征的测量规范、样品制备程序 and 数据分析。

注:石墨烯粉末也称为石墨烯粉体,分散系也称为分散液。

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 30544.13—2018 纳米科技 术语 第 13 部分:石墨烯及相关二维材料 [ISO/TS 80004-13:2017, IDT]

ISO/TS 80004-1:2023 纳米科技 术语 第 1 部分:核心术语(Nanotechnologies—Vocabulary—Part 1: Core terms)

注:ISO/TS 80004-1:2023 代替了 ISO/TS 80004-1:2015、ISO/TS 80004-2:2015,技术内容没有变化。

ISO/TS 80004-6:2021 纳米科技 术语 第 6 部分:纳米物体表征

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

3 术语和定义

ISO/TS 80004-1:2023、ISO/TS 80004-6:2021、GB/T 30544.13—2018 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)维护用于标准化的术语数据库,地址如下:ISO 在线浏览平台:<https://www.iso.org/obp>, IEC Electropedia:<http://www.electropedia.org/>。

3.1

石墨烯 **grapheme**

石墨烯层 **graphene layer**

单层石墨烯 **single-layer graphene; monolayer graphene**

由一个碳原子与周围三个近邻碳原子结合形成蜂窝状结构的碳原子单层。

注 1:它是许多碳纳米物体重要构建单元。

注 2:由于石墨烯仅有一层,因此通常被称为单层石墨烯。石墨烯缩写为 1LG,以便区别于缩写为 2LG 的双层石墨烯(3.3)和缩写为 FLG 的少层石墨烯(3.4)。

注 3:石墨烯有边界,并且在碳-碳键遭到破坏的地方有缺陷和晶界。

[来源:GB/T 30544.13—2018, 3.1.2.1]