



中华人民共和国国家标准

GB/T 45528—2025

纳米技术 纳米多孔材料孔径及孔径分布测试 荧光探针法

Nanotechnology—Measurement of pore size and pore size distribution of
nanoporous materials—Fluorescence probe method

2025-04-25 发布

2025-11-01 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 方法原理 2

5 仪器设备 4

6 试剂和材料 4

 6.1 荧光探针 4

 6.2 其他试剂材料 5

7 试样和测试液 5

 7.1 试样 5

 7.2 测试液 5

 7.3 荧光探针质量浓度标准曲线 5

8 测试 6

9 数据处理 6

 9.1 相对荧光强度 6

 9.2 截留率 7

 9.3 孔径分布图 7

10 不确定度的影响因素 7

11 测试报告 7

附录 A（资料性） 样品池示例 9

附录 B（资料性） 荧光染料标记蛋白制备方法示例 11

 B.1 试剂和材料 11

 B.2 制备方法 11

附录 C（资料性） 纳米多孔材料孔径测试示例一 13

 C.1 荧光探针 13

 C.2 测试 14

附录 D（资料性） 纳米多孔材料孔径测试示例二 16

 D.1 荧光探针 16

 D.2 测试 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。

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：上海工程技术大学、纳米技术及应用国家工程研究中心、北京市计量检测科学研究院、山东赛利科膜科技有限公司、常州大学、广州墨羲科技有限公司、浙江中凯瑞普环境工程股份有限公司、浙江膜通汇海科技发展有限公司、浙江国千环境技术发展有限公司、东华大学。

本文件主要起草人：李光辉、王金杰、刘睿、朱君、赵晓宁、饶品华、马文中、郝奕舟、郭健、王金果、张君伟、朱佳颖、钟慧、黄满红、胡立江、李毓亮。

引 言

纳米多孔材料是一类具有纳米孔的固体材料,在吸附、分离、催化等领域得到广泛应用。在纳米多孔材料中,有一类具有过滤分离特性的材料,因其过滤精度高,过滤能耗低,作为绿色低碳分离产品,被普遍用于各种物料分离和水处理过程。在纳米多孔材料中,孔道结构包括贯通孔、半通孔、闭合孔以及非标准圆柱形孔道。其中,材料的分离和过滤性能主要取决于贯通孔狭窄处的孔径以及孔径分布。因此,测试纳米多孔材料的贯通孔狭窄处的孔径及孔径分布是表征其过滤性能的关键指标。

本测试方法以荧光探针作为测试物质,基于截留法测试原理,通过测试纳米多孔材料对不同尺寸荧光探针的截留率,推算其孔径及孔径分布。荧光探针具有高灵敏度和多通道信号同时检测的优势,因此可以采用低浓度混合测试溶液以死端过滤方式进行孔径和孔径分布测试,检测速度快且成本低。本测试方法中的测试过程与纳米多孔材料的实际过滤应用过程相似,测试结果与其实际应用中的表现相吻合。此外,低浓度测试溶液可以有效克服过滤截留物对孔径测试的影响,保证了结果的准确性。

本测试方法具有较强实用性,为相关行业用户提供了一种准确、快速、低成本的纳米多孔材料孔径和孔径分布测试方法。本方法的实施,有助于补充我国纳米材料领域相关标准。

纳米技术
纳米多孔材料孔径及孔径分布测试
荧光探针法

1 范围

本文件描述了使用荧光探针法测量纳米多孔材料贯通孔孔径及孔径分布的测试方法。

本文件适用于具有纳米尺度的过滤材料贯通孔孔径及孔径分布的测量。其他尺度的多孔材料参考本文件。

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 4774—2013 过滤与分离 名称术语
- GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 14799—2024 土工合成材料 有效孔径的测定 干筛法
- GB/T 20103—2006 膜分离技术 术语
- GB/T 30544.4—2019 纳米科技 术语 第4部分：纳米结构材料
- GB/T 30544.6—2016 纳米科技 术语 第6部分：纳米物体表征
- GB/T 38949—2020 多孔膜孔径的测定 标准粒子法
- JY/T 0571—2020 荧光光谱分析方法通则

3 术语和定义

GB/T 4774—2013、GB/T 14799—2024、GB/T 20103—2006、GB/T 30544.4—2019、GB/T 30544.6—2016、GB/T 38949—2020 和 JY/T 0571—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

纳米孔 nanopore

至少一个维度处于纳米尺度(1 nm~100 nm)，其中可能包含气体或液体的孔洞。

[来源：GB/T 30544.4—2019，2.13]

3.2

纳米多孔材料 nanoporous materials

存在纳米孔的固体材料。

[来源：GB/T 30544.4—2019，3.4]

3.3

有效孔径 effective opening size

d_e

能有效通过试样的近似最大颗粒直径。

注：例如 d_{90} 表示在该值直径下的标准颗粒材料经过滤后有 90% 的标准颗粒材料不能通过试样，通过率为 10%。