ICS 71.040.40
CCS G 04

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 47101—2026/ISO 21222:2020

# 表面化学分析　扫描探针显微术 用原子力显微镜和两点JKR法测量 柔顺材料弹性模量的程序

**Surface chemical analysis—Scanning probe microscopy—Procedure for the determination of elastic moduli for compliant materials using atomic force microscope and the two-point JKR method**

（ISO 21222:2020，IDT）

2026-01-28 发布　　2026-08-01 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　符号和缩略语 …… 3
5　接触力学综述 …… 4
6　弹性模量测定程序 …… 5
附录 A（资料性）　测量示例 …… 9
附录 B（资料性）　实验室间比对结果 …… 12
参考文献 …… 14

# 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。

本文件等同采用ISO 21222:2020《表面化学分析　扫描探针显微术　用原子力显微镜和两点JKR法测量柔顺材料弹性模量的程序》。

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:中山大学、广西大学、暨南大学。

本文件主要起草人:龚力、杨慕紫、杨皓、谢伟广、谢方艳、丁喜冬、陈建。

# 引　言

原子力显微镜(Atomic Force Microscope,AFM)是扫描探针显微镜(Scanning Probe Microscope,SPM)家族的一员,它是通过探针在表面上进行机械扫描来实现表面成像。在 AFM 中,针尖位于悬臂梁自由端并与表面产生相互作用,该表面相互作用力通过监测柔顺悬臂梁的偏折位移获得。除此之外,AFM 还可以提供表面的拓扑形貌、力学和化学信息,这取决于操作模式和探针针尖的性质。各类应用都需要精确的力测量和样品形变测量,尤其是测定柔顺材料表面的弹性模量,如有机物和聚合物。对于力的定量测量,有必要选择适当的接触力学模型来计算弹性模量,并使用适当的计算程序。

本文件描述了使用 AFM 测定柔顺材料弹性模量的程序。在柔顺材料表面获得力-距离曲线,并基于 Johnson-Kendall-Roberts(JKR)两点法进行弹性模量计算。

# 表面化学分析　扫描探针显微术 用原子力显微镜和两点JKR法测量 柔顺材料弹性模量的程序

## 1　范围

本文件描述了使用原子力显微镜(AFM)测量柔顺材料弹性模量的程序。通过测量柔顺材料表面的力-距离曲线,并使用基于JKR模型理论的两点法进行分析。

本文件适用于弹性模量范围为100 kPa～1 GPa的柔顺材料。空间分辨取决于AFM探针和表面之间的接触半径,通常约为10 nm～20 nm。

## 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 11775　表面化学分析　扫描探针显微术　悬臂梁法向弹性常数的测定(Surface chemical analysis—Scanning-probe microscopy—Determination of cantilever normal spring constants)

注:GB/T 42543—2023　表面化学分析　扫描探针显微术　悬臂梁法向弹性常数的测定(ISO 11775:2015,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(Surfacechemical analysis—Vocabulary—Part 2:Terms usedinscanning-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(ISO 18115-2:2021,MOD)

## 3　术语和定义

ISO 18115-2界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**力-距离曲线　force-distance curve**

**力-位移曲线　force-displacement curve**

AFM操作模式下的力和距离数值对。该模式下探针设置在固定($x$,$y$)的位置,探针针尖在表面上向上或向下移动的同时测量探针的受力。

注:通常使用悬臂梁偏折位移监测力。

[来源:ISO 18115-2:2013,5.56]

3.2

**法向弹性常数　normal spring constant**

**弹性常数　spring constant**

**力常数　force constant**

$k_z$

AFM探针针尖施加的法向力与探针悬臂梁在针尖位置上偏折的商。

注1:法向弹性常数通常称为弹性常数。当需要将其与横向弹性常数区分时,则使用完整的术语。