



中华人民共和国国家标准

GB/T 42543—2023/ISO 11775:2015

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

(ISO 11775:2015, IDT)

2023-05-23 发布

2023-09-01 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	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	2
5 基本信息	4
5.1 背景信息	4
5.2 AFM 法向弹性常数的测定方法	4
6 尺寸分析法测定 k_z	4
6.1 概述	4
6.2 利用三维几何信息使用公式计算 k_z	5
6.3 使用平面尺寸和共振频率计算无探针针尖矩形悬臂梁的 k_z	8
7 静态实验法来测定 k_z	9
7.1 概述	9
7.2 使用参考悬臂梁的静态实验法	9
7.3 使用纳米压痕仪的静态实验法	12
7.4 测量方法	14
8 动态实验法测定 k_z	15
8.1 概述	15
8.2 使用 AFM 热振动的动态实验法	15
附录 A (资料性) 实验室间和实验室内 AFM 悬臂梁测试比较	18
A.1 概述和目的	18
A.2 实验室内结果	18
A.3 实验室间结果	19
A.4 结论	20
参考文献	21

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 11775:2015《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》。

与本文件中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——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, IDT)

本文件由全国微束分析标准化技术委员会(SAC/TC 38)提出并归口。

本文件起草单位：上海交通大学、中国科学院上海应用物理研究所、上海市计量测试技术研究院、纳米技术及应用国家工程研究中心。

本文件主要起草人：孙洁林、沈轶、胡钧、李源、蔡潇雨、何丹农。

引 言

原子力显微术 (AFM) 是扫描探针显微术 (SPM) 的一种模式, 柔性悬臂梁上尖锐探针尖在样品表面机械扫描时感测到探针与表面之间的作用力, 引起悬臂梁偏折, 通过监测该偏折量来对样品表面进行成像。根据测量模式和探针性能的不同, 该方法可以获得样品表面的形貌、力学、化学、电磁学的信息数据。从测量蛋白质以及其他分子之间的解离力到测定材料弹性模量 (如: 带有有机物和聚合物的表面) 的各个应用领域都需要精准的力学测量。在这类力学测量中, AFM 悬臂梁的法向弹性常数数值 (k_z) 是必需已知的。而探针悬臂梁制造商给定的 k_z 值可能存在高达三倍的误差, 因此需要一个实用的方法标定 k_z 。

本文件描述了三类、五种最简单的方法来测定原子力显微镜悬臂梁法向弹性常数。这些方法分别隶属于尺寸法、静态实验法和动态实验法三个类别中的一种。方法的选择取决于分析的目的与便易性。也可以在文献中找到很多其他方法。

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

1 范围

本文件描述了五种原子力显微术探针悬臂梁法向弹性常数的测量方法,测量的精度误差为5%~10%。每个方法分别隶属于尺寸法、静态实验法和动态实验法三类方法中的一种。方法的选择取决于分析所要达到的目的,便易性及现有的仪器条件。

本文件不适用于高于5%~10%的测量精度,如要获得高于5%~10%的测量精度,需要使用本文件未提及的更高精度的方法进行测量。

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 18115-2:2013 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)

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

法向弹性常数 normal spring constant

弹性常数 spring constant

力常数 force constant

悬臂梁刚度 cantilever stiffness (弃用)

k_z

<AFM>在探针针尖(3.2)施加的法向力大小比上悬臂梁在探针尖位置法向的偏折量的值。

注1: 参见侧向弹性常数,扭转弹性常数。

注2: 法向弹性常数通常被称为弹性常数。在区别于侧向弹性常数时使用全称。

注3: 用来计算或测量悬臂梁法向弹性力常数 k_z 的力是法向施加在悬臂梁平面上的。在应用中,AFM悬臂梁可能与样品表面所在的平面以及探针尖向样品表面趋近方向法平面有一 θ 角度的倾斜。这个角度对于AFM研究应用法向弹性常数时是很重要的。

3.2

探针针尖 probe tip

针尖 tip

探针尖端 probe apex

探针尖部用来感测表面的尖端的结构。

注: 参见悬臂梁顶端(3.3)。