



中华人民共和国国家标准

GB/T 21649.2—2025/ISO 13322-2:2021

代替 GB/T 21649.2—2017

粒度分析 图像分析法 第2部分：动态图像分析法

Particle size analysis—Image analysis methods—
Part 2: Dynamic image analysis methods

(ISO 13322-2:2021, IDT)

2025-06-30 发布

2026-01-01 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、定义和符号	2
3.1 术语和定义	2
3.2 符号	4
4 原理	5
4.1 动态图像分析仪的关键组件	5
4.2 照明	7
4.3 颗粒运动	8
4.4 颗粒定位	8
4.5 光学系统	10
4.6 图像采集设备	10
4.7 图像分析方法	11
4.8 重要颗粒描述符转换	13
4.9 颗粒描述符的统计表述	13
4.10 颗粒分散技术	13
4.11 涉及设置特性的系统校正	13
5 操作程序	14
5.1 概述	14
5.2 仪器设置和校准	14
5.3 分散系统	16
5.4 操作确认	17
5.5 图像增强算法	17
5.6 测量	18
6 样品制备	18
6.1 样品分样和缩分	18
6.2 粘连颗粒	18
6.3 待测颗粒数量	19
7 准确度和仪器确认	19
7.1 通则	19
7.2 正确度	19

7.3 重复性 20

7.4 期间精密度 20

8 试验报告 21

8.1 通则 21

8.2 样品 21

8.3 分散 21

8.4 图像分析仪器 22

8.5 分析员的识别信息 22

附录 A (资料性) 理论背景 23

附录 B (资料性) 基于数量和体积的粒度分布之间的比较 26

附录 C (资料性) 推荐的颗粒速度和曝光时间 27

附录 D (资料性) 粒径对阈值选择的依赖性 30

附录 E (规范性) 标准样品要求 33

附录 F (资料性) 图像分析方法的可靠性和耐用性 36

附录 G (资料性) 可选择的方法 38

附录 H (资料性) 进样和图像采集系统的典型示例 39

附录 NA (资料性) 动态图像法应用实例 46

参考文献 47

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。

本文件是 GB/T 21649《粒度分析 图像分析法》的第2部分。GB/T 21649 已经发布了以下部分：

——第1部分：静态图像分析法；

——第2部分：动态图像分析法。

本文件代替 GB/T 21649.2—2017《粒度分析 图像分析法 第2部分：动态图像分析法》，与 GB/T 21649.2—2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围(见第1章)；
- b) 增加了部分术语，删除了术语“景深”(见第3章,2017年版的3.1.6)；
- c) 增加了部分符号(见3.2)；
- d) 增加了关键部件的说明，增加了反射光模式的说明(见4.1)；
- e) 增加了设备的控制要求(见4.2~4.11)；
- f) 增加了操作程序的控制要求(见第5章)；
- g) 增加了样品制备的控制要求(见第6章)；
- h) 增加了关于使用颗粒标准样品的精度和设备鉴定的要求(见第7章)；
- i) 增加了试验报告的要求(见第8章)。

本文件等同采用 ISO 13322-2:2021《粒度分析 图像分析法 第2部分：动态图像分析法》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- a) 更改了“图5 图像分析流程”的表达方式；
- b) 增加了资料性附录 NA“动态图像法应用实例”。

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。

本文件由全国颗粒表征与分检及筛网标准化技术委员会(SAC/TC 168)提出并归口。

本文件起草单位：中石化石油化工科学研究院有限公司、中机研标准技术研究院(北京)有限公司、弗尔德(上海)仪器设备有限公司、温岭市螺钢机械有限公司、湖南大学、山东耐克特分析仪器有限公司、辽宁中科力勒检测技术服务有限公司、上海致新生物科技有限公司、中国计量科学研究院、珠海真理光学仪器有限公司、中国计量大学、浙江瑞堂塑料科技有限公司、丹东百特仪器有限公司、理化联科(北京)仪器科技有限公司、济南微纳颗粒仪器股份有限公司。

本文件主要起草人：李明哲、张永汾、侯长革、王瑞青、刘亚群、徐灵、于代君、勾洋洋、骆正哲、张福根、朱培武、温原、王春明、周勇、郭瑶庆、王子健、王杰广、蔡晓阳、杨正红、刘俊杰、任飞。

本文件于2017年首次发布，本次为第一次修订。

引 言

GB/T 21649《粒度分析 图像分析法》给出了几种典型的图像采集方法,适用于确定粒径分布的图像分析,由以下 2 个部分构成。

- 第 1 部分:静态图像分析法。规定了待测颗粒速度相对于成像设备光学系统的轴速度为零时的,以测定颗粒粒度分布为目的的图像分析方法。方法仅规定通过完整像素计数法分析图像的方法。
- 第 2 部分:动态图像分析法。规定了将图像从具有相对运动的颗粒传输到实际系统中的二进制图像的方法,其中图像中的颗粒被单独分离。

GB/T 21649.1 表征对象为静止颗粒,图像精度高,但颗粒对象相对较少;本文件表征对象为运动颗粒,可以测量更多数量的颗粒,但颗粒运动会造成图像模糊,影响分析精度。

本文件用图形分析法测量和描述运动颗粒的粒径分布提供指导。本文件需要利用技术手段将液体或气体中颗粒有效分散、对焦,采集运动颗粒的静态图像,并对图像进行分析。

粒度分析 图像分析法

第2部分：动态图像分析法

1 范围

本文件描述了一种在实际系统中将具有相对运动的颗粒转换为二值化图像的方法,其中图像中的颗粒被分离成独立个体。运动颗粒的图像由光学图像采集设备创建。颗粒运动对图像的影响可以通过仪器最小化或通过软件程序进行校正。本文件适用于与背景有明显区别的运动颗粒图像。后续分析中,这些二值图像可视为静态图像,其表征方法见 GB/T 21649.1—2024。与静态图像分析系统相比,动态图像分析系统能够测量更多的颗粒。本文件为使用颗粒标准样品进行粒度分布测量仪器鉴定提供指导。本文件详细讨论了颗粒的相对运动、颗粒运动对图像的影响(运动模糊)、颗粒沿光轴上的移动与位置(景深)以及颗粒与相机的相对运动方向。

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 9276-1 粒度分析结果的表述 第1部分:图形表征(Representation of results of particle size analysis—Part 1: Graphical representation)

注: GB/T 15445.1—2008 粒度分析结果的表述 第1部分:图形表征(ISO 9276-1:1998, IDT)

ISO 9276-2 粒径分析结果的表述 第2部分:由粒度分布计算平均粒径/直径和各次矩(Representation of results of particle size analysis—Part 2: Calculation of average particle sizes/diameters and moments from particle size distributions)

注: GB/T 15445.2—2006 粒度分析结果的表述 第2部分:由粒度分布计算平均粒径/直径和各次矩(ISO 9276-2:2001, IDT)

ISO 9276-6 粒度分析结果的表述 第6部分:颗粒形状和形态的定性及定量表述(Representation of results of particle size analysis—Part 6: Descriptive and quantitative representation of particle shape and morphology)

注: GB/T 15445.6—2014 粒度分析结果的表述 第6部分:颗粒形状和形态的定性及定量表述(ISO 9276-6:2008, IDT)

ISO 13322-1 粒度分析 图像分析方法 第1部分:静态图像分析方法(Particle size analysis—Image analysis method—Part 1: Static image analysis methods)

注: GB/T 21649.1—2024 粒度分析 图像分析法 第1部分:静态图像分析法(ISO 13322-1:2014, IDT)

ISO 14488 颗粒材料 颗粒特性测定中的抽样和样本拆分(Particulate materials—Sampling and sample splitting for the determination of particulate properties)

ISO/IEC 17025 实验室管理体系检测和校准实验室能力的一般要求(General requirements for the competence of testing and calibration laboratories)

注: GB/T 27025—2019 检测和校准实验室能力的通用要求(ISO/IEC 17025:2017, IDT)