

自由树脂颗粒强度的测定

方案编号：HM-KD-005

适用仪器：HM-KD 颗粒强度测定仪

发布日期：2026 年 7 月 13 日

1 前言

颗粒强度是评价高分子颗粒材料物理机械性能的重要指标之一。自由树脂是一类具有良好可塑性和成型性能的高分子材料，广泛应用于 3D 打印耗材、精密铸造用模料、工艺品制作、医疗模型、工业原型制造等领域。自由树脂通常以颗粒或粒料形式供应，在运输、储存、加工成型过程中，颗粒的抗压碎能力直接影响材料的利用率、加工稳定性及最终产品的质量。若自由树脂颗粒强度不足，在运输及储存过程中容易破碎粉化，产生大量细小颗粒和粉尘，造成材料损耗，影响后续注塑、挤出或熔融成型工艺的稳定性；若颗粒强度过高，则可能影响熔融效率和加工能耗。

自由树脂属于典型的塑性颗粒。与脆性颗粒受压后直接破碎不同，塑性颗粒在受力过程中先发生显著形变，随着压力持续增加，颗粒逐渐被压扁、变形，最终可能破裂，但其力学响应行为以形变为主导。因此，自由树脂的颗粒强度测定需要采用塑性颗粒检测模式，该模式能够记录颗粒在压缩过程中的最大压力值及形变特征，全面反映材料的抗压性能。

本方案基于 HM-KD 颗粒强度测定仪构建标准化检测体系，依据 GB/T 44750-2024 通用颗粒强度检测标准，结合自由树脂的塑性颗粒特性，详细规定了样品选取、测定步骤及结果计算方法，确保检测结果准确可靠，满足产品质量控制与合规性评价需求。本方法适用于各类热塑性树脂颗粒、热固性树脂颗粒、3D 打印耗材颗粒、精密铸造模料颗粒等自由树脂及相关高分子颗粒材料的强度检测，满足材料生产企业质量控制、加工企业来料检验、研发机构材料性能评价等应用场景。

2 仪器与试剂

2.1 仪器

HM-KD 颗粒强度测定仪；标准分样筛（根据树脂颗粒粒径配备相应规格）；镊子等。

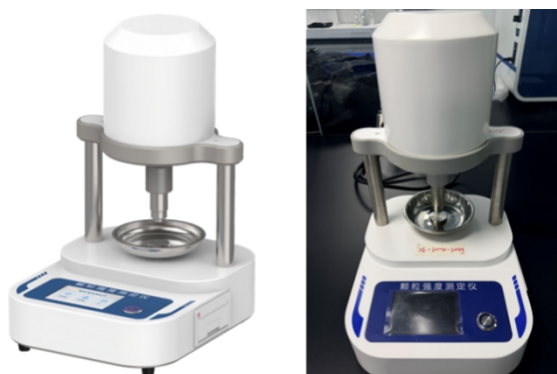


图 1：HM-KD 颗粒强度测定仪外观图

2.2 样品与辅助用品

自由树脂颗粒；无水乙醇（分析纯）；无尘软毛刷。

3 实验方法

3.1 样品准备

取样：按照 GB/T 41948《颗粒表征 样品准备》的规定进行取样。从批量产品中随机采集具有代表性的自由树脂样品，取样量应足够完成全部测试。

筛分等级：

根据产品标准规定的粒度范围，使用对应规格的标准筛对样品进行筛分。常见的自由树脂颗粒粒度分级如下：

- 细颗粒树脂：粒径 $d < 2.00 \text{ mm}$
- 中颗粒树脂： $2.00 \text{ mm} \leq d < 5.00 \text{ mm}$
- 粗颗粒树脂： $d \geq 5.00 \text{ mm}$

筛分后选取目标粒度区间的完整颗粒备用。

样品挑选：用镊子从筛分后的样品中随机选取 30 粒完整、表面无明显缺陷的自由树脂颗粒。

注：同一类型的样品应选择 20 ~ 60 个颗粒进行测量。建议每批次检测选取 30 粒，以兼顾检测效率与统计代表性。对于尺寸较大的树脂颗粒，可适当减少测试粒数，但不少于 20 粒。

3.2 样品测试步骤

开机自检：开启仪器电源，选择颗粒类型（自由树脂属于塑性颗粒），仪器自动完成整机自检。压杆自动升降归零，自检完成后，界面显示“待检测”。

模式选择：根据自由树脂颗粒的形状选择对应的检测界面（球形颗粒或柱形颗粒），清空历史测试数据。

样品放置：用镊子夹取 1 颗自由树脂颗粒平稳放置于样品托盘中心区域，保证颗粒居中无倾斜。

启动测试：点击“开始”进行测试。对于塑性颗粒，压杆匀速向下运动，接触样品后将继续向下运动对样品进行一定压缩，记录压缩过程中的最大压力值。

数据采集：仪器持续实时采集压力数值，自由树脂颗粒在受压过程中先发生形变，随着压杆继续下压，压力逐渐增大。当达到设定的压缩条件或颗粒发生破裂时，设备自动记录压缩过程中的最大压力值，压杆自动回升至初始位置，单次测试数据自动存入系统。

清理托盘：单次测试完成后，用毛刷清扫托盘内树脂碎屑及残余物，再进行下一粒测试。

平行测试：每组连续有效测试 15 粒，中途若颗粒打滑或出现异常，点击“停止”舍弃本次数据，重新检测。

测试原理说明：塑性颗粒在抗压强度测量过程中，颗粒所受的最大压力值需结合颗粒在测量过程中受力的大小和颗粒的相对形变量判断。仪器自动识别并记录压缩全过程中的最大压力值作为该颗粒的强度指标。

3.3 仪器操作说明

- 颗粒类型选择：开机主界面选择“塑性颗粒”（自由树脂属于塑性颗粒）。
- 形状选择：根据颗粒实际形状选择球形或柱形检测界面
- 清零：如仪器不显示“0”，点击“清零”按键。
- 查看数据：点击“查看”进入查看界面，可存储 15 次测试数据，保存平均值及变异系数。
- 打印：点击“打印”打印本轮测试数据。
- 清空：点击“清空”清空本轮测试数据粒。

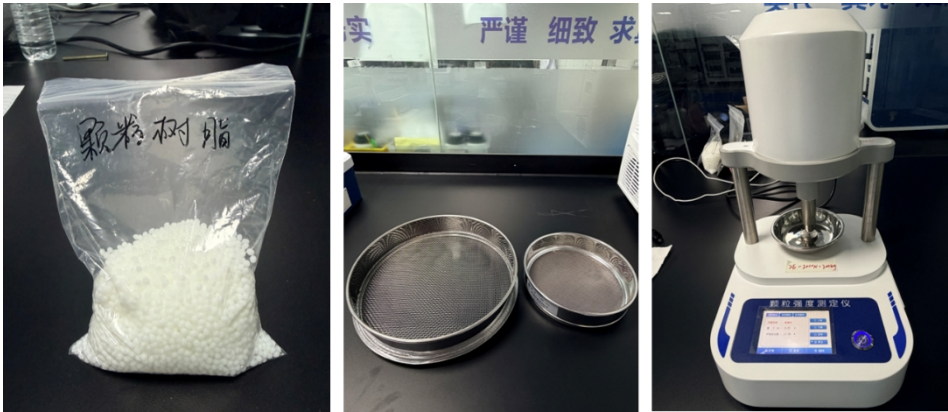


图 2：样品筛分与测试过程

4 结果与讨论

4.1 结果统计

- 仪器自动存储 15 组单粒颗粒破碎压力值，自动计算：
- 单粒颗粒强度：破碎瞬间最大压力，单位 N；
- 批次平均颗粒强度：15 组数据算术平均值，单位 N；
- 变异系数 C_v ：反应自由树脂颗粒强度均匀性，用于评价造粒工艺稳定性。
- 无需额外换算公式，直接以仪器输出平均压力作为最终检测结果。

4.2 测试结果

样品编号	粒径规格（mm）	测试粒数	平均抗压强度（N）	变异系数（ C_v ）
自由树脂-1	3.0 ~ 5.0	15	169.61	0.08
自由树脂-2	3.0 ~ 5.0	15	171.31	0.05



图 3：颗粒强度测试数据图

4.3 精密度

变异系数越小，说明颗粒均匀性越好。颗粒的形状、大小及制备工艺的一致性会影响颗粒的颗粒强度结果。

5 方案特点与优势

5.1 HM-KD 颗粒强度测定仪优势

操作简便：触摸交互界面，参数一键设定，自动计算并支持打印。

自动化程度高：设有自动超压保护装置，防止超大硬度颗粒损伤传感器。

高分辨率：0.01N 高分辨率，精准区分不同造粒工艺氮磷钾肥强度微小差异，便于工艺优化。

5.2 方案适用性

样品类型：热塑性树脂颗粒、热固性树脂颗粒、环氧树脂颗粒、聚氨酯树脂颗粒等各类自由树脂及相关高分子颗粒材料。

检测范围：颗粒直径 0.2 ~ 25 mm、0.5 ~ 25 mm。

高效稳定：单个样品检测时间短，重复性好，满足批量检测需求。

5.3 质量控制要点

环境要求：工作环境温度 10 ~ 30℃，相对湿度≤70%的条件下使用。

样品代表性：确保选取的颗粒具有代表性，能真实反映该批次样品的整体质量状况。

筛分规范：根据产品标准规定的粒度范围进行筛分，确保测试颗粒的粒径符合要求。

操作规范：测试过程中应保持仪器清洁干燥，检测完成后使用毛刷清理碎屑。

定期校准：定期使用砝码校准力值，保证数据准确度。

6 结论

本方案依据《GB/T 44750-2024 颗粒 抗压强度的测量》国家标准，结合 HM-KD 系列颗粒强度测定仪的塑性颗粒检测模式，提供了标准化的自由树脂颗粒强度测定方法。该方法针对自由树脂的塑性变形特性，采用塑性颗粒专用测试模式，能够准确记录颗粒在压缩全过程中的最大压力值，操作简便、自动化程度高、结果准确可靠。本方法可有效评价自由树脂颗粒在运输、储存和加工过程中的抗压能力及形变特性，适用于材料生产企业质量控制、加工企业来料检验、研发机构材料性能评价等应用场景。

7 参考文献

[1] GB/T 44750-2024 颗粒 抗压强度的测量[S].

[2] GB/T 1041-2008 塑料 压缩性能的测定[S].

[3] GB/T 41948 颗粒表征 样品准备[S].