

动态颗粒图像分析系统 iSpect DIA-10 测试 3D 打印材料颗粒的粒度、粒形和颗粒圆度

DIA-003

摘要： 本文使用岛津动态颗粒图像分析系统 iSpect DIA-10 建立了测试 3D 打印材料颗粒粒度、粒形和圆度的方法。实验结果表明，使用 iSpect DIA-10 在获取 3D 打印材料中颗粒粒度的同时，还可直接观察颗粒的形状及圆度特征，仪器操作简便，数据稳定，可快速测定 3D 打印材料的颗粒信息。

关键词： 3D 打印材料 动态图像 粒度 粒形 颗粒数量

3D 打印是快速成型技术的一种，也被称为增材制造，它是一种以数字模型文件为基础，运用粉末状金属或塑料等可粘合材料，通过逐层打印的方式来构造物体的技术。由于打印硬件设备的不断完善、成型材料的增多和耗材价格降低等因素，近些年 3D 打印技术在珠宝、鞋类、工业设计、建筑、航空航天、牙科和医疗产业等领域都有广泛应用。

3D 打印材料对原料的粒形和粒度分布也有严格的要求。常见的颗粒的形状有球形、近球形、片状、针状及其他不规则形状等。不规则的颗粒具有更大的表

面积，有利于增加烧结驱动。但球形度高的粉体颗粒流动性好，铺粉均匀，有利于提升制件的致密度及均匀度。在烧结过程中，粒子小则表面积大，直接吸收能量多，更易升温，越有利于烧结。此外，粉体粒度小，粒子之间间隙小，松装密度高及成形后零件致密度高，有利于提高产品的强度和表面质量。因此，有必要对 3D 打印材料的粒形和粒度分布进行分析。

本文采用岛津动态颗粒图像分析系统 iSpect DIA-10 测试 3D 打印材料颗粒物的粒度、粒形和颗粒数量，样品消耗量少，仪器简单易用，结果直观可靠。

■ 实验部分

1.1 仪器

岛津动态颗粒图像分析系统 iSpect DIA-10



图 1 动态颗粒图像分析系统 iSpect DIA-10

1.2 实验器皿及试剂

1 mL 移液枪及枪头，50 mL 容量瓶，10 mL 容量瓶，无水乙醇。

■ 样品的前处理

取市售某品牌聚丙烯（PP）材质的 3D 打印材料粉末，称取 50 mg 样品于 50 mL 容量瓶中，加无水乙醇定容至刻度线，摇匀。再取 1 mL 于 10 mL 容量瓶中，用无水乙醇定容至刻线，摇匀，待测。

■ 样品测试

使用移液枪直接吸取样品，插入仪器进样口后自动测试，测定条件如下：

表 1 iSpect DIA-10 分析条件

参数	参数设定
帧速率	10 fps
进样体积	500 μ L
成像阈值	110
泵速	0.1 mL/min

■ 结果与讨论

4.1 粒径大小和分布

iSpect DIA-10 软件数据处理可按照多种条件进行筛选排列颗粒测定结果，如面积等效直径、费雷德（Feret）直径、周长、长宽比、圆度、最大长度等。此处，我们选择按面积等效直径从小到大对颗粒进行筛选排列，聚丙烯（PP）材质 3D 打印材料的部分粒形特征如图 2~ 图 7 所示，图 6 和图 7 为部分颗粒放大后的粒形图可以更加直观清晰的展示出粒径的形貌和尺寸。



图 2 聚丙烯材质 3D 打印材料粒形图 (a)



图 3 聚丙烯材质 3D 打印材料粒形图 (b)



图 4 聚丙烯材质 3D 打印材料粒形图 (c)



图 5 聚丙烯材质 3D 打印材料粒形图 (d)

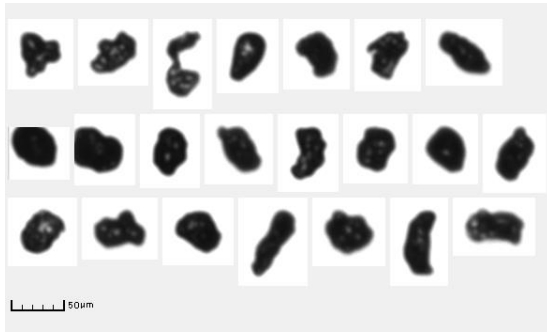


图 6 聚丙烯材质 3D 打印材料粒形图 (e)



图 7 聚丙烯材质 3D 打印材料粒形图 (f)

实验结果显示，聚丙烯材质 3D 打印材料中的颗粒形状各异，同时存在少量粒径较大颗粒，可以使用软件的计算功能统计离群颗粒的比例，也可以选择目标粒径范围进行统一，不同粒径范围群颗粒数据统计如表 2 所示。

表 2 3D 打印材料颗粒粒径统计表

统计条件	颗粒数 (个)	百分比 (%)
$5 \mu\text{m} \leq X \leq 10 \mu\text{m}$	210	25.0
$10 \mu\text{m} < X \leq 20 \mu\text{m}$	213	25.3
$20 \mu\text{m} < X \leq 30 \mu\text{m}$	124	14.8
$30 \mu\text{m} < X \leq 40 \mu\text{m}$	57	6.8
$X > 40 \mu\text{m}$	47	5.6

注：X 代表面积等效直径

4.2 颗粒圆度分析

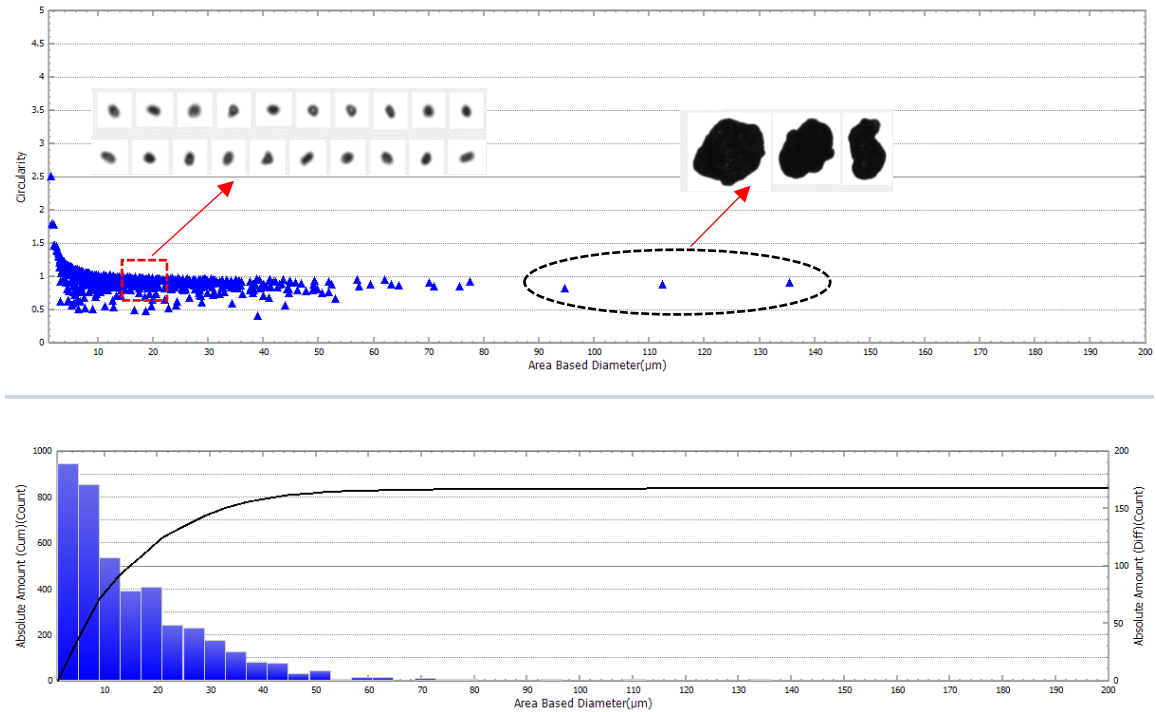


图 8 聚丙烯材质 3D 打印材料颗粒圆度 - 面积等效直径分布图 (上图) 和粒径分布图 (下图)

图 8 为聚丙烯 (PP) 材质 3D 打印材料中颗粒的圆度 - 面积等效直径分布图粒径分布图。圆度 - 面积等效直径分布图中纵坐标圆度 (Circularity) 表示颗粒圆形的程度, 越接近 1 表示颗粒越圆, 横坐标为颗粒的面积等效直径。上图黑色椭圆框中的点表示材料中存在少量直径较大的颗粒, 经软件统计分析, 可以一一对应找到具体的颗粒并进行粒形观察。测试软件可以实现对指定条件对离群颗粒个数、比例和圆度等进行自动统计分析。这里举例如下圆度在 0.8~1.0 以外 (即形状不够圆) 的颗粒设置为离群颗粒, 通过软件自动计算, 其比例如下表 3 所示。

表 3 3D 打印材料颗粒圆度统计表

统计条件	颗粒数 (个)	百分比 (%)
$0.8 \leq Y \leq 1.0$	462	55.0
$Y > 1.0$	302	35.9
$Y < 0.8$	76	9.1

注: Y 代表圆度

■ 结论

本文使用岛津动态颗粒图像分析系统 iSpect DIA-10 对 3D 打印材料进行分析, 同时获知了 3D 打印材料颗粒的粒度、粒形和颗粒圆度等信息。实验结果表明, 实验所用聚丙烯材质 3D 打印材料中的颗粒形状各异, 同时存在少量粒径较大颗粒, 样品颗粒圆度分布在 0.8~1.0 之间的颗粒百分比为 55.0%。使用动态颗粒图像分析系统 iSpect DIA-10 对可获得样品颗粒粒度、粒形和圆度等更加全面的信息, 可为 3D 打印企业原料生产和工艺改进提供参考和依据。

岛津应用云

