

红外显微镜结合颗粒分析软件可视化分析统计微塑料成分和数量

FTIR-111

摘要：环境中粒径小于 5 毫米的塑料被称为“微塑料”，因其复杂的物理化学特性及潜在的生态与健康风险，已成为全球关注的重大新兴污染问题。目前微塑料检测标准中既要求成分分析，还要求对颗粒数量进行统计。岛津 AIMsight 红外显微镜结合颗粒分析软件及高速面扫描（Mapping）软件可实现微塑料颗粒分布成像、成分分析、粒径分布统计、质量、体积、数量定量分析，并自动生成可视化图表与检测报告，显著提升分析的效率与准确性。本文通过实际案例展示该软件在微塑料表征中的综合应用能力，对微塑料分析提供了更全面的表征信息，为微塑料监测提供技术参考。

关键词：红外显微镜 显微镜颗粒分析软件 高速 Mapping 软件 微塑料 分布成像 数量统计

技术特点：

- ❖ 全自动颗粒识别与成分分析：基于红外化学图像自动识别颗粒位置，快速判定微塑料种类；
- ❖ 多维度定量统计：支持颗粒数量、面积、体积、质量、粒径分布等多参数批量统计；
- ❖ 高速 Mapping 扫描：首次扫描判定疑似区域，后续跳过非颗粒区域，兼顾检测效率与信噪比；
- ❖ 可视化结果呈现：自动生成颗粒分布图、红外谱图、成分占比图、粒径直方图等。

环境中粒径小于 5 毫米的塑料被称为“微塑料”，因其复杂的物理化学特性及潜在的生态与健康风险，已成为全球关注的重大新兴污染问题。目前，微塑料广泛存在于海洋、河流、土壤、空气乃至饮用水体中，其污染状况备受社会与科学界重视。在多种微塑料检测方法中，光谱法以其高效、准确的特点成为主流手段。其中，红外光谱技术凭借其独特的分子指纹识别能力，以及不受颗粒颜色干扰的优势，被普遍视为微塑料定性分析的理想工具。国内外现行标准通常要求对微塑料的种类、尺寸、形态及数量等参数进行系统记录与报告。

岛津 AIMsight 红外显微系统结合专用颗粒分析

软件及高速面扫描（Mapping）功能，为微塑料的快速检测与综合分析提供了完整解决方案。该系统通过自动化的光谱采集与比对，能够精准鉴定每一颗粒的化学成分，并生成包含颗粒显微图像、红外谱图、定性鉴定结果以及数量统计、百分比分布、粒径范围等定量数据的综合检测报告。

本文基于岛津红外显微镜、颗粒分析软件及高速 Mapping 技术，开展微塑料的实际检测分析，展示该系统在颗粒分布成像、红外光谱、数量统计与粒径分析等方面的综合应用效能，以期对相关领域的研究与标准化检测提供可靠的技术支持。

■ 实验部分

1.1 仪器与软件

岛津 AIMsight 红外显微镜；
显微镜颗粒分析软件；高速 Mapping 软件。



图1 岛津 AIMSight 红外显微镜

1.2 分析条件

波数范围：4000~700 cm^{-1}

分辨率：4 cm^{-1}

扫描次数：50

检测器：T2SL

Mapping 模式：范围

光阑大小：50*50 μm

1.3 微塑料前处理及分析流程



图2 微塑料前处理及分析流程示意图

■ 结果与讨论

2.1 红外化学成像结果

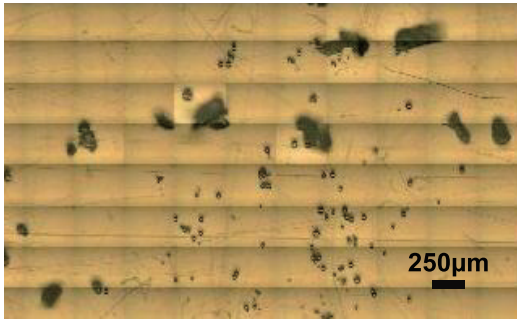


图3 微塑料显微镜下光学图

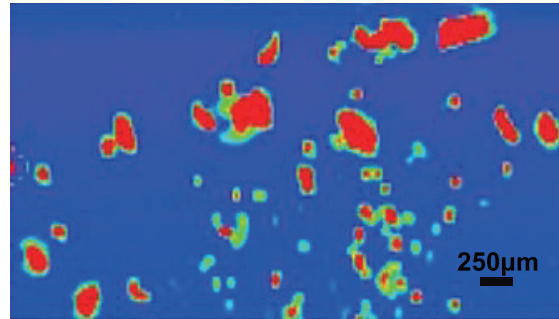


图4 微塑料化学成像图

图3是显微镜下微塑料的光学图片，在进行图像数据采集之后，借助红外显微镜AIMsight自带的AMsolution后处理功能，提取 $2800\sim 3000\text{ cm}^{-1}$ 范围内饱和C-H伸缩振动峰作为微塑料特征峰，得到图4微塑料化学成像图。

2.2 微塑料颗粒分析图像



图5 微塑料颗粒分析图像

进行高速 Mapping 扫描后，颗粒分析软件根据红外显微镜获得的红外化学图像（红外测试谱图），自动识别颗粒位置，结合常见塑料谱库比对，判定微塑料种类，并对相同成分的微塑料使用同一颜色表示。

2.3 已识别微塑料的红外谱图

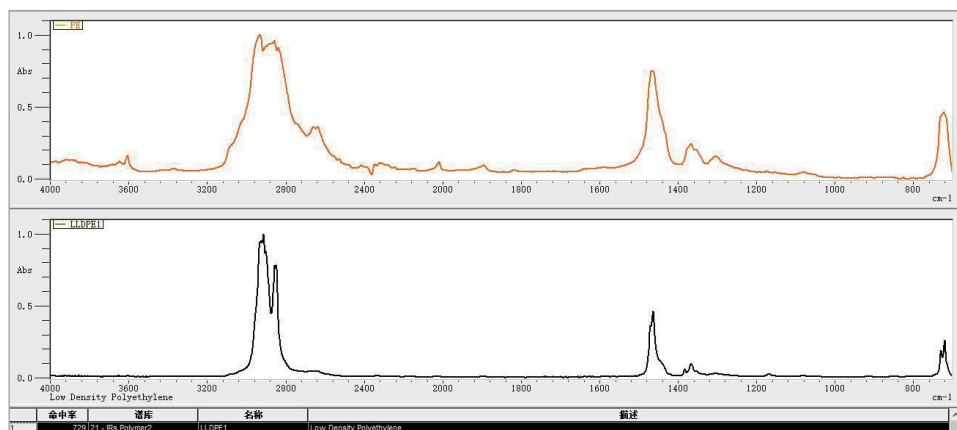


图6 红色部分颗粒红外谱图

红外谱图检索结果显示图像中红色部分微塑料的主要成分为聚乙烯（PE）。

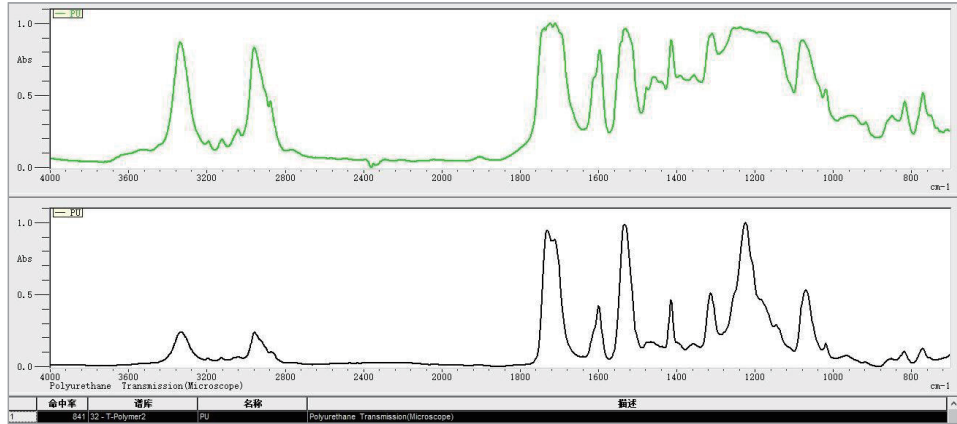


图 7 绿色部分颗粒红外谱图

红外谱图检索结果显示图像中绿色部分微塑料的主要成分为聚氨酯（PU）。

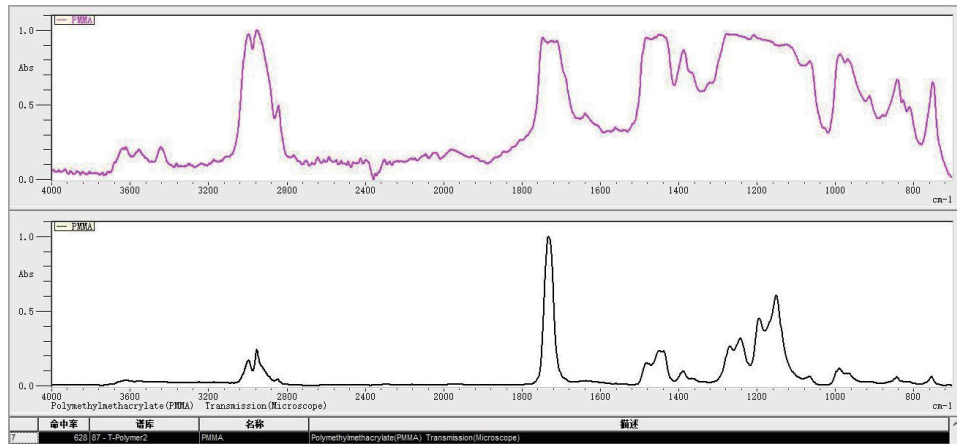


图 8 紫色部分颗粒红外谱图

红外谱图检索结果显示图像中紫色部分微塑料的主要成分为聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）。

2.4 微塑料统计结果

表 1 微塑料颗粒统计数据

成分	数量 (个)	百分比 (%)
聚乙烯 (PE)	11	21.15
聚氨酯 (PU)	6	11.54
聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)	35	67.31

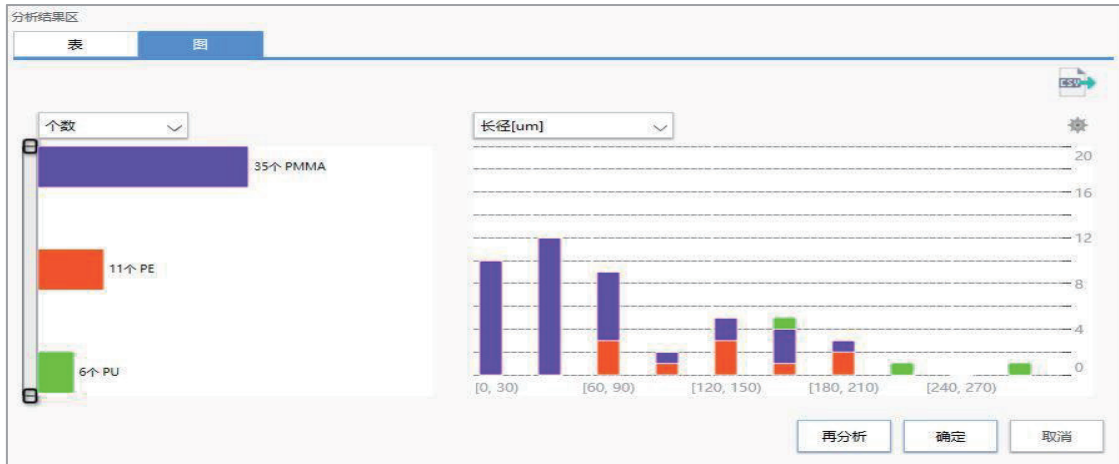


图 9 微塑料颗粒统计图

ID	成分	相似度	短径[um]	长径[um]	最小费雷特直径[um]	最大费雷特直径[um]	面积[um ²]	体积[um ³]	质量[ug]
6	PE	682	61	136	61	141	5781	213160	0.213160
7	PE	736	74	124	74	126	6563	246297	0.246297
8	PE	715	74	74	71	88	4219	148837	0.148837
9	PE	691	129	183	126	196	15625	662148	0.662148
10	PE	709	74	86	69	106	4844	174224	0.174224
11	PE	715	136	136	113	176	13438	557549	0.557549
12	PMMA	678	78	104	78	114	5625	206604	0.206604
13	PMMA	708	76	185	76	186	8281	321092	0.321092
14	PMMA	706	49	61	49	71	2813	93749	0.093749
15	PMMA	715	74	86	65	99	4375	155137	0.155137

图 10 各微粒成分列表（部分）

软件中可给出所检测到的各种微塑料的成分、相似度、粒径、体积、质量、个数、个数比、面积比例等信息。统计结果中逐个统计所得到的微塑料颗粒信息，得到统计图表。

■ 结论

本文使用岛津红外显微镜、颗粒分析软件及高速 Mapping 技术，开展微塑料的实际检测分析，检测出该样品含有聚乙烯 (PE)、聚氨酯 (PU)、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 三种微塑料，颗粒数量分别为 11 个、6 个、35 个，颗粒数量占比分别为 21.15%、11.54% 和 67.31%。岛津 AIMsight 红外显微镜结合“颗粒分析软件 + 高速 Mapping”一体化平台，可同时完成微塑料的成分鉴定、数量统计、粒径分布与可视化呈现，满足现行标准对“定性 + 定量”的全部要求，并可移植于环境、食品、药品、工业质控以及科研老化研究等全场景微塑料监测，实现高效、准确、可视化的全流程解决方案。

岛津应用云

