



见微知著 赛默飞助您洞察微观世界

微塑料检测全面解决方案（海洋、土壤、淡水、大气、动植物）

目录

contents

前言

微塑料定义	1
微塑料发现重大事件	1
微塑料现状	2

赛默飞微塑料全面解决方案综述

微塑料检测分析流程	3
-----------------	---

微塑料分析方法及产品介绍

分子光谱	4
电子显微镜	7
热裂解气质联用	8

附录 1：微塑料前处理方案

附录 2：微塑料案例介绍



前言

随着全球塑料产量的急剧增加，大量塑料制品因无法回收处理而进入土壤、湖泊和海洋等环境体系。经过一段时间后，塑料因为老化脱落变成更小的塑料碎片。

微塑料定义

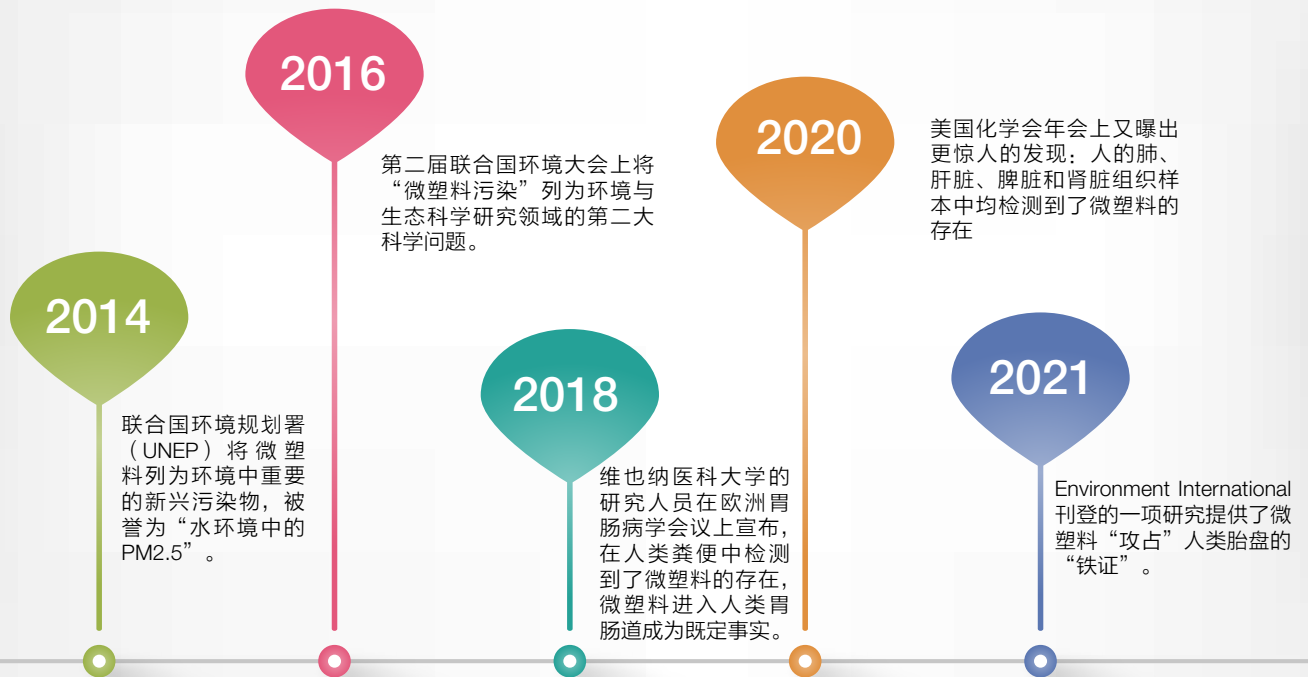
2004年，英国普利茅斯大学 Thompson 等在《Science》发表了关于海洋水体和沉积物中塑料碎片的论文，首次提出了“微塑料”的概念，把粒径 < 5 mm 的塑料颗粒，定义为“微塑料” (Microplastics)。

目前学界的普遍共识为，微塑料的粒径范围从几毫米到几微米，甚至是几纳米，肉眼往往难以分辨。

2014 联合国环境规划署 (UNEP) 将微塑料列为环境中重要的新兴污染物，被形象的称为“水环境中的 PM2.5”。



微塑料发现重大事件



微塑料现状

2020年11月20日，据英国《新科学家》周刊报道，英国普利茅斯大学的伊莫金·纳珀团队首次在珠峰上发现微塑料。

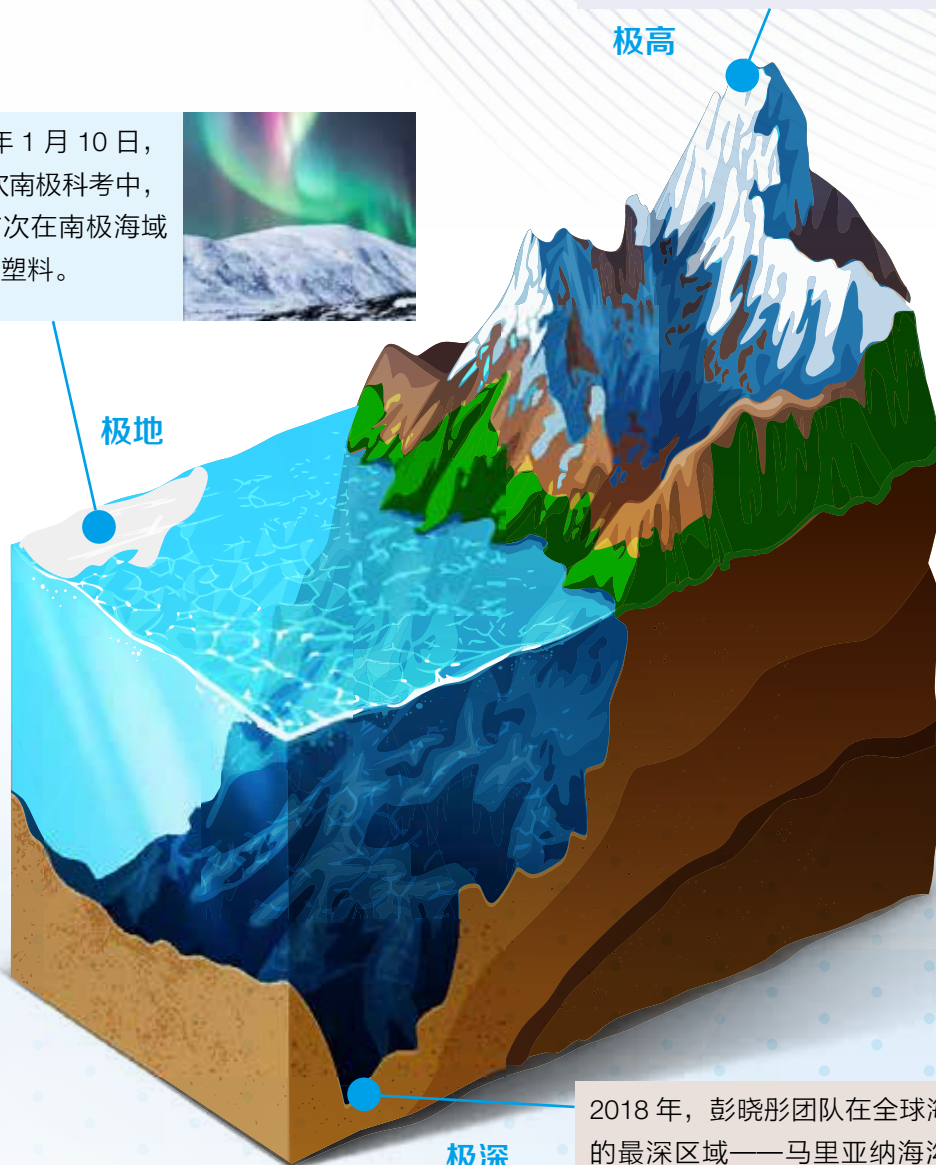


极高

2018年1月10日，第34次南极科考中，我国首次在南极海域发现微塑料。



极地



极深

2018年，彭晓彤团队在全球海洋的最深区域——马里亚纳海沟底层海水和沉积物中发现较高含量的微塑料。



赛默飞微塑料全面解决方案综述

随着各方对“新兴污染物”微塑料的广泛关注，关于微塑料的识别、粒径大小、分布及成分等信息是加深对微塑料认识所必须的基本信息。赛默飞基于应用分子光谱、质谱以及电子显微镜对微塑料的广泛研究，可为客户提供从样品采集制备至测试分析的完整解决方案。

红外 / 显微红外光谱	拉曼光谱	热解 - 气相质谱	电子显微镜
<ul style="list-style-type: none"> 成分分析 组成分布 溯源分析 	<ul style="list-style-type: none"> 成分分析 组成分布 溯源分析 	<ul style="list-style-type: none"> 成分分析 表面富集物分析 	<ul style="list-style-type: none"> 表面形貌及元素分析
			

赛默飞可以满足您对微塑料颗粒大小统计，颗粒数量统计、成分分析、表面分析、毒性分析等不同需求，真正为您做到一站式全面解决方案。

微塑料检测分析流程

整个微塑料分析，从取样到得到分析结果，需要复杂的流程，归纳如下：








备注：赛默飞可为您提供详细的全流程测试方案，包括样品制备及前处理的相关附件耗材等。详询 400-650-5118



分子光谱

在鉴别各种体系中的微塑料时，红外和拉曼光谱是非常强大且通用性最广的分子光谱分析工具。作为全球最大分子光谱生产商的赛默飞，我们可以提供从简单的所见即所得的仪器到复杂的成像系统。

分子光谱产品选型表

产品配置	常规红外		显微红外		拉曼	
	FTIR + ATR	FTIR + 小光斑 ATR	全自动 FTIR 显微镜	FTIR 成像显微镜	拉曼显微镜	
产品型号						
	Nicolet Summit FTIR 光谱仪和 Everest ATR 附件	SurveyIR 显微分光镜检查附件 + Nicolet Summit FTIR 光谱仪	Nicolet iN5 红外显微镜 + Nicolet iS20 FTIR 光谱仪	Nicolet iN10 MX 显微红外成像光谱仪	DXR3 拉曼显微镜	
可测量的颗粒尺寸	5 mm	✓				
	1 mm	✓	✓			
	500 μm	✓	✓			
	100 μm		✓	✓	✓	
	10 μm			✓	✓	✓
	1 μm					✓
自动成像分析	否	否	否	是	是	
样品免疫荧光	是	是	是	是	是	



常规红外光谱

5 mm 至 100 μm 的微粒分析

该尺寸微粒肉眼可见，取样简单，镊子夹取后放于衰减全反射（ATR）附件上即可获取其成分信息。

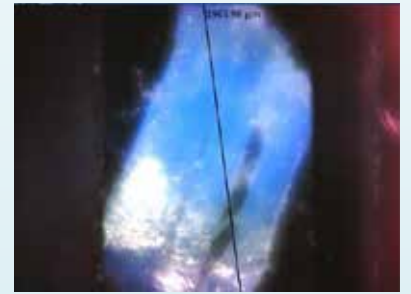
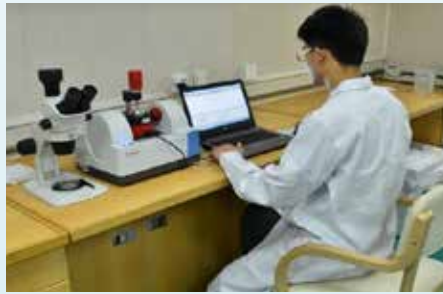
产品推荐：

Summit 便携式红外光谱仪：体积小，仪器坚固，可用于野外现场测试

关键词：便携、耐用、快速



Summit 便携式
红外光谱仪



常规红外 +ATR 附件直接分析海洋微塑料

显微红外光谱

100 μm 至 10 μm 的微粒分析

小于 100 微米的微粒取样困难，需要对样品放大后进行定位分析。

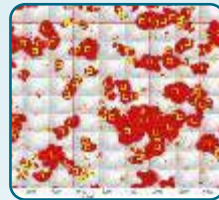
产品推荐：

iN10 MX 傅里叶变换显微红外光谱仪：

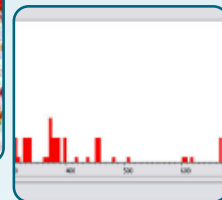
- 1. 支持单点、多点及快速成像功能
- 2. 软件标配动态预览及预览检索功能，可帮助用户快速判断测试结果
- 3. 独特的自动化颗粒物分析功能可自动定位塑料颗粒，采集光谱并提供包含颗粒物种类和数量的详细分析报告

关键词：成像快速、检测精准、操作简便

可见图像快速定位颗粒

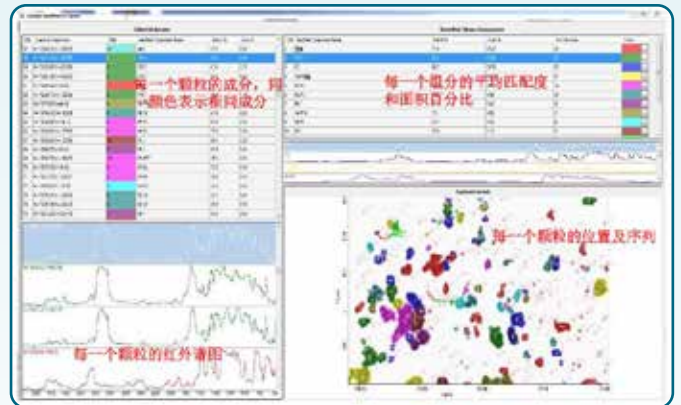


颗粒粒径统计



定性分析颗粒物光谱

Component Name	Area
polyethylene	17.2
polyethylene	27.2
undetermined	2.0
polyethylene	42.7
Polyethylene	30.2
polyethylene	37.8
undetermined	0.0
polyethylene	69.3
polyethylene	45.1
polyethylene	62.1
polyethylene	34.5



显微拉曼光谱仪

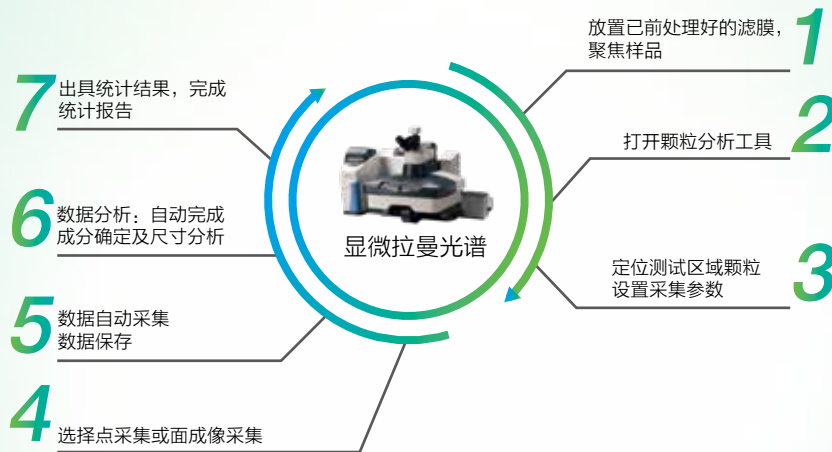
10 μm 至亚微米尺寸微塑料的分析利器

显微拉曼由于采用可见 / 近红外高亮度高相干性激光光源和出色的针孔共聚焦能力，可以轻松实现亚微米光学衍射极限的空间分辨率（300 nm），是微纳米微塑料分析的高效测试手段。

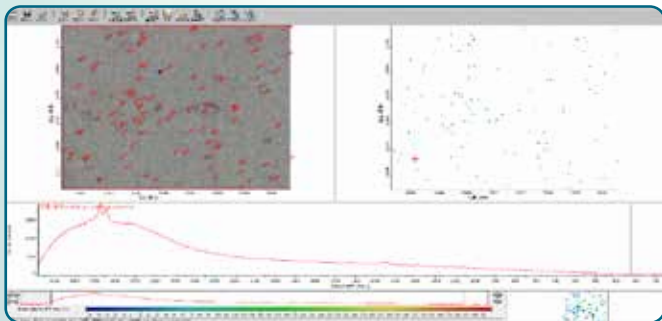
产品推荐：

- DXR3/DXR3xi 显微拉曼光谱仪 / 超快速显微拉曼成像光谱仪：
1. 支持单点，多点及面成像采集、分析与统计
 2. 高级颗粒分析功能自动定位、选择、采集和分析大区域甚至整张滤膜上的颗粒，出具详细分析与统计结果的报告
 3. “一键式”操作，快速成像功能实现待测区域内所有颗粒的种类、尺寸和分布的分析与统计
 4. 专利自动准直与校标，免人工维护

关键词：智能化、一键式采集、分析、统计



颗粒自动定位，选择和光谱采集

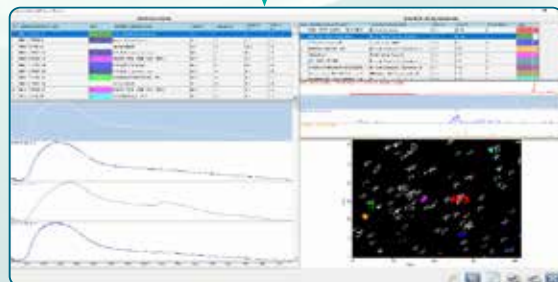


颗粒成分分析

每种成分的颗粒数统计

DXR3 显微拉曼光谱仪
高级颗粒分析功能

完整报告导出：
颗粒成分，颗粒数，颗粒尺寸，颗粒分布位置，颗粒对应光谱



电镜 - 微米至亚微米级微塑料的推荐表征方法

电子显微镜在微塑料的表征中有着独特的优势，能够从容解决微塑料表征中的挑战。

微塑料电镜表征中的挑战：

- 难以通过成分识别表征对象
- 观察区域有限，结果代表性差
- 微塑料导电性差，成像困难

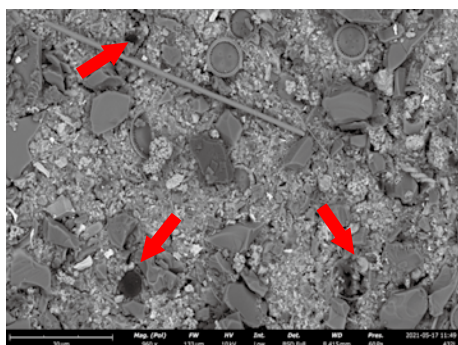
赛默飞电子显微镜如何应对这些挑战：

- 通过能谱中的 C、O 元素自动识别微塑料
- 利用电镜软件的自动扫描功能对大面积进行扫描并统计微塑料数量和分布
- 良好的低电压成像能力使微塑料无处遁形

微塑料的尺寸越小，越容易被生物体摄入，从而进入生物系统、器官、组织甚至细胞。所以观察和研究微米甚至亚微米尺寸的微塑料，对于我们了解其生物毒理非常关键，电子显微镜是表征这一尺度对象的理想手段。

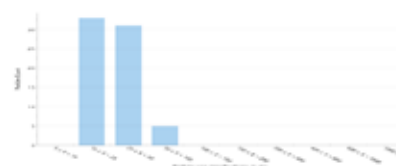
电子显微镜产品选型表

				
	飞纳 (Phenom) 台式扫描电镜	Axia ChemSEM 钨灯丝扫描电镜	Apreo 2 场发射扫描电镜	Talos 系列透射电镜
表征尺度	1000 μm-1 μm	1000 μm- 0.5 μm	1000 μm -0.1 μm	1 μm - 1 nm
适合应用	表观形貌观察 数量及形态分布统计学分析	表观形貌观察 生物摄入性分析	表观形貌观察 生物摄入性分析	组织、细胞毒理学分析
应用优势	<ul style="list-style-type: none"> • 高亮度、长寿命 CeB₆ 灯丝 • 7/24 无人值守自动分析 • 操作简便高效, 样品无需喷金, 30 秒内抽真空 • 可用于车载、船载或其他移动站 	<ul style="list-style-type: none"> • 操作简便、智能, 容易上手 • ColorSEM — 高度集成的能谱分析与彩色图像输出 • Maps — 大面积图像拼接, 多表征手段衔接 	<ul style="list-style-type: none"> • 不导电样品无需喷金, 亚纳米分辨率成像 • ColorSEM — 高度集成的能谱分析与彩色图像输出 • Maps — 大面积图像拼接, 多表征手段衔接 	<ul style="list-style-type: none"> • Cryo-box 配合低剂量技术实现电子束敏感材料的高分辨观察 • 大视野、快速、高灵敏度成像 • Maps — 大面积图像拼接, 多表征手段衔接



河水样品的 SEM 图像，箭头标注出的为微塑料颗粒。
仪器：Phenom Particle X, 10 kV, BSD 探头，低真空 60 Pa

Size Class Based On: DMAX		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Size Range (μm)	Total	0.00 - 0.10	0.10 - 0.20	0.20 - 0.50	0.50 - 1.00	1.00 - 2.00	2.00 - 4.00	4.00 - 8.00	8.00 - 16.00	16.00 - 32.00	32.00 - 63.00
plastic	63	33	31	5	0	0	0	0	0	0	0
Total Counts	63	33	31	5	0	0	0	0	0	0	0



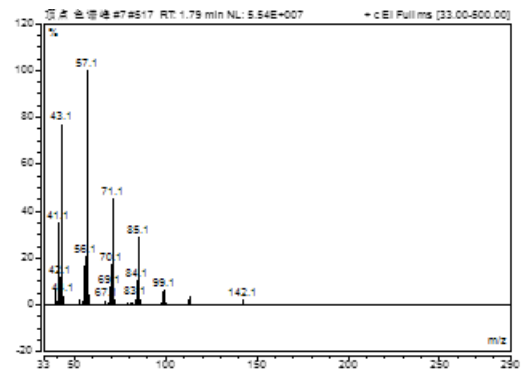
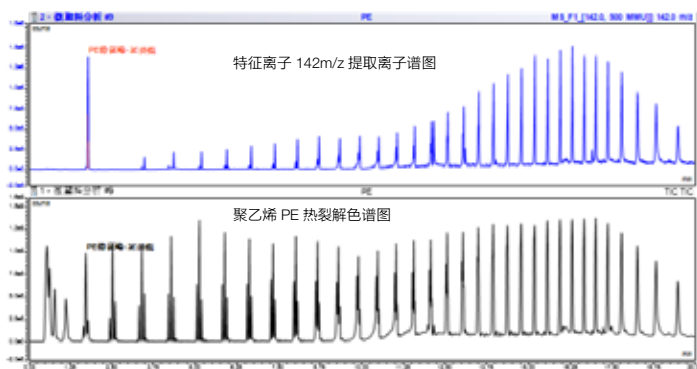
利用仪器的自动颗粒分析功能对微塑料颗粒自动进行统计分析，获得的数据表（上表）和直方图（下图）

热裂解 - 气质联用技术法

热裂解气质联用技术是鉴别微塑料种类、添加剂甚至污染物成分的一种良好测试方式。方法稳定性好，聚合物识别速度快，易于标准化。F-search 自动谱图检索工具可在几秒内自动检索微塑料的成分，大大提高了分析效率。同时，基于不同塑料成分的特征碎片离子或目标添加物 / 污染物特征离子，可进一步进行准确的定量分析。相对于传统的光谱技术，热裂解气质联用方法受到的限制更低，灵敏度更佳。

微塑料定性分析

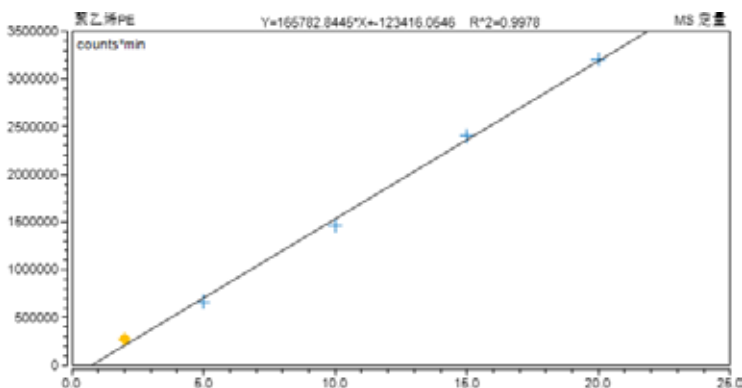
将浓缩后的微塑料溶液转移至热裂解样品杯中，低温烘干有机溶剂，然后上机测试。得到不同微塑料热裂解气质联用谱图。通过查找微塑料样品的热裂解气质联用谱图中是否含有 PE、PP、PS、PET 等微塑料的特征热裂解产物，即可对微塑料样品中的成分进行定性。也可以采用 F-search 软件进行全自动数据分析，可对每个聚合物的特征热裂解碎片进行识别分析，确认微塑料的成分。



聚乙烯 PE 热裂解色谱图、特征离子 142m/z 提取离子谱图

微塑料定量分析

微塑料进行定性分析后，也可进行定量分析。根据 PE、PP、PS、PET 等微塑料的特征裂解碎片的峰面积建立标准曲线，进行定量测定，可得到微塑料中不同成分的含量。



聚乙烯校正曲线



附录 1：前处理方案

以地表水为例，其具体前处理步骤：

采样

• 采水器采样法

采用大体积采水器采集目标水体 30 L，过 0.048 mm 不锈钢标准筛，将筛网上的固体颗粒物用去离子水反冲入 1000 ml 广口玻璃样品瓶中。

• 拖网采样法

使用拖网采样，拖网置于船体的侧边，拖行距离和滤水量可通过流量计上的读数计算获得。拖网以 2 节船速拖行 10-15min。每次拖行完毕之后，用当地的水清洗拖网，并将清洗液与网底管的样品一并装进 1000 ml 的玻璃样品瓶。

• 保存

样品采集后密封带回实验室，及时进行分析测定。若不能及时分析测定的样品，应置于 4℃ 的冰箱中，冷藏保存。

处理

1、样品过滤

取样 1 L，经 5 mm 不锈钢网筛过滤，剔除尺寸大于 5 mm 的固体颗粒物；滤液持续过不同孔径大小的筛网；采用超纯水反复冲洗不锈钢筛网上的颗粒物，冲洗至 250 ml 烧杯中，盖好铝箔纸。

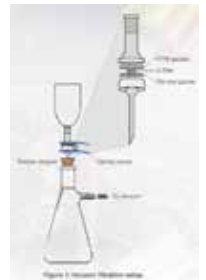
2、有机物消解

- 向烧杯中加入 20 ml、30% 过氧化氢；在通风橱中，将烧杯转移至电热板上，温度控制在 50℃，加热
- 待样品烧杯中不再产生气泡后，再次向烧杯中加入 20 ml、30% 过氧化氢，重复此步骤，直至无肉眼可见天然有机物
- 向样品烧杯中加入氯化钠 (NaCl) 粉末，每 20 ml 溶液中 6g NaCl 粉末，用玻璃棒搅拌至 NaCl 溶解
- 将液体转移至夹好止水夹的漏斗中，用适量超纯水冲洗之后，铝箔纸将漏斗封口，静置 24 h

3、微塑料提取

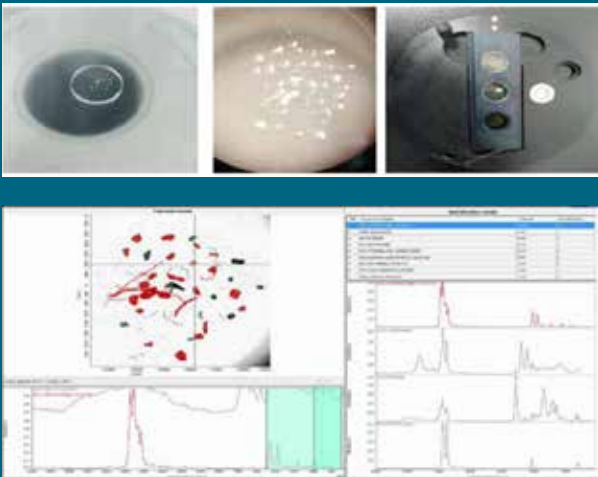
- 将漏斗中上层溶液转移至 500 ml 烧杯中，并用超纯水反复冲洗 3 遍，一并转移至 250 ml 烧杯中
- 上层溶液过不同目标孔径的不锈钢筛网，分级微塑料，并用超纯水反冲筛网，至 250 ml 烧杯中
- 采用 0.45 μm 的滤膜（更小尺寸的也可采用 0.2 μm 滤膜），真空抽滤分级出的溶液，然后将滤膜取下，放置于 50℃ 烘箱烘干，保存待测

其中，前处理过滤是非常重要的一个环节，赛默飞可提供微塑料分析前处理制备和耗材套件，为用户提供微塑料提取和后续光谱分析所需的一切。这种分离装置可以帮助用户快速鉴别和测量样品中的物质，非常适合于分析多种样品类型（如：环境水土、饮用水、医用液体制剂等）。其中使用硅材质滤膜，能有效获得微塑料样品，并可配合赛默飞 Nicolet™iN10 系列进行透射、反射类单点或成像分布分析，以及赛默飞 DXR3 显微拉曼光谱仪进行拉曼成分分析，配合分子光谱专用颗粒分析软件配合使用时，可快速获得微塑料样品的成分及分布信息。

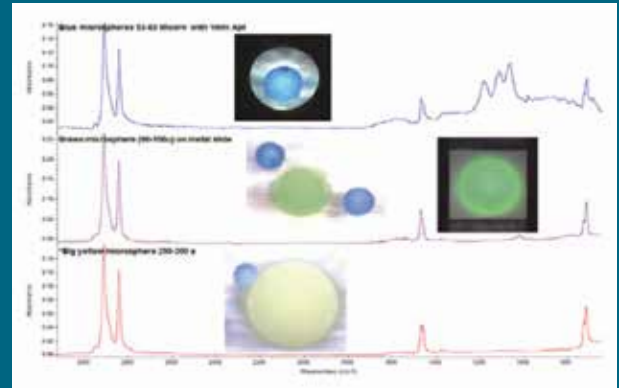


附录 2：微塑料案例介绍

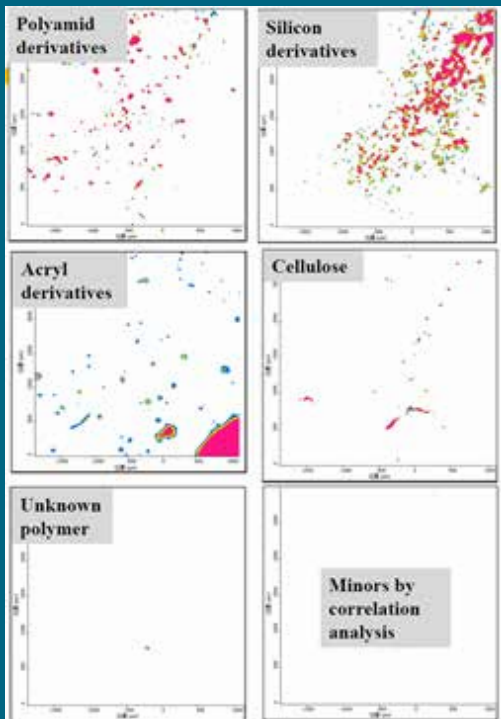
海洋微塑料



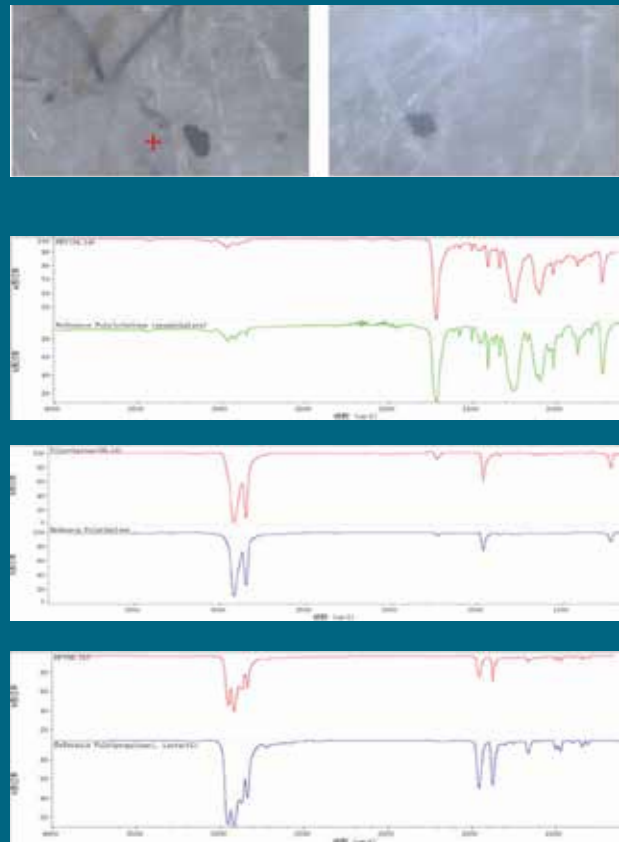
日化产品微珠分析



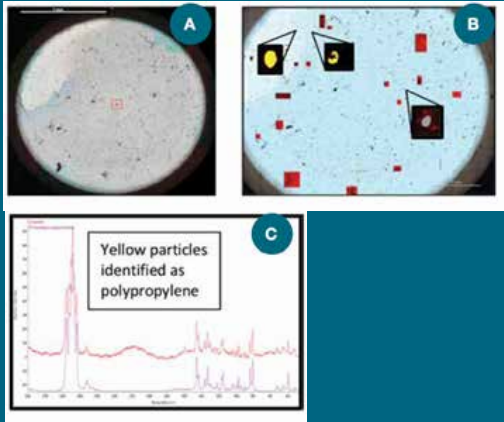
污水厂微塑料检测



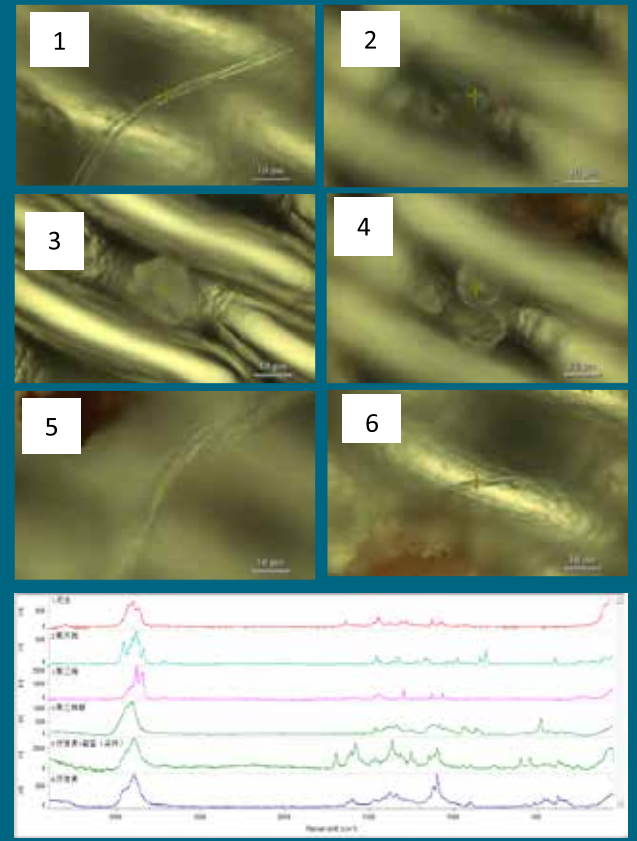
大气沉降物



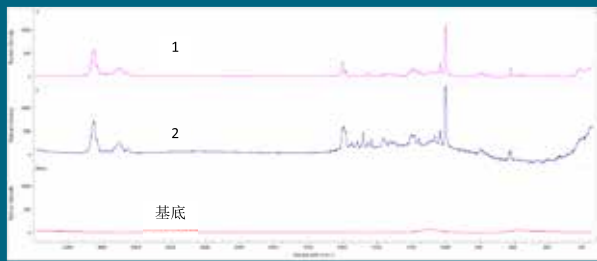
饮用水中微塑料：瓶装水



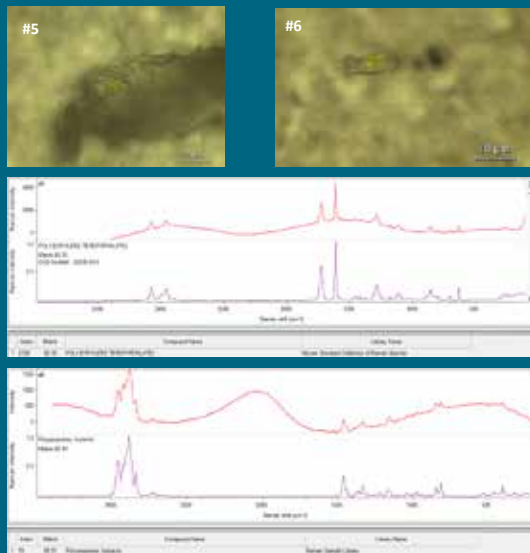
饮用水中微塑料：自来水



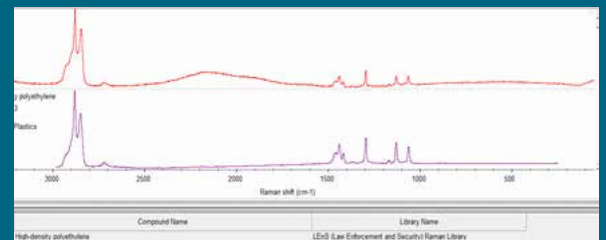
两种不同的 PS 微塑料颗粒



地表水中微塑料



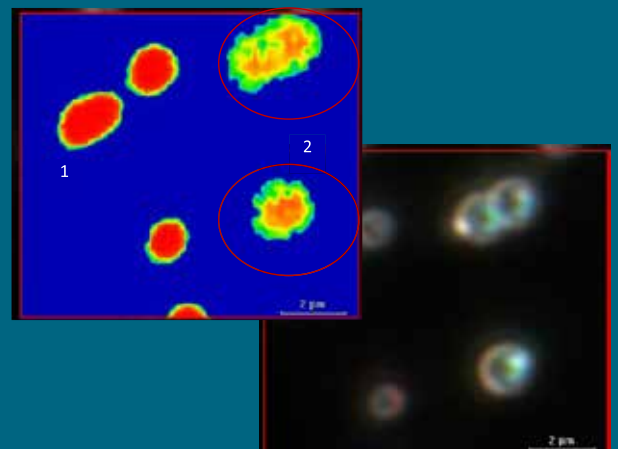
鱼腹中微塑料



海洋生物体中微塑料



高空间分辨实现小于 1μm 的微塑料颗粒测试



赛默飞世尔科技

上海 上海市浦东新区新金桥路27号3,6,7号楼 邮编 201206 电话 021-68654588*2570	北京 北京市东城区北三环东路36号环球贸易中心C座7层/8层 邮编 100000 电话 010-87946888	广州 广州国际生物岛寰宇三路36、38号合景星辉广场北塔204-206单元 邮编 510000 电话 020-82401600
成都 成都市临江西路1号锦江国际大厦1406室 邮编 610041 电话 028-65545388*5300	沈阳 沈阳市沈河区惠工街10号卓越大厦3109室 邮编 110013 电话 024-31096388*3901	西安 西安市高新区科技路38号林凯国际大厦 1006-08单元 邮编 710075 电话 029-84500588*3801
南京 南京市中央路201号南京国际广场南楼1103室 邮编 210000 电话 021-68654588*2901	武汉 武汉市东湖高新技术开发区高新大道生物园路 生物医药园C8栋5楼 邮编 430075 电话 027-59744988*5401	昆明 云南省昆明市五华区三市街6号柏联广场写字楼908单元 邮编 650021 电话 0871-63118338*7001

欲了解更多信息，请扫描二维码关注我们的微信公众账号

赛默飞世尔科技在全国有共21个办事处。本资料中的信息，说明和技术指标如有变更，恕不另行通知。



赛默飞
官方微信



赛默飞材料与
结构分析官方微信

服务热线: 800 810 5118/400 650 5118
中文网站: www.thermofisher.com
E-mail 地址: sales.msd@thermofisher.com

ThermoFisher
SCIENTIFIC