

ICS 13.060.99  
CCS Z 16

CSTM

# 团体标准

T/CSTM 00563—2022

## 景观环境用水中微塑料的测定 傅里叶 变换显微红外光谱法

Determination of microplastics in scenic environment use water  
—Fourier transform infrared microspectroscopy

2022-02-21 发布

2022-05-21 实施

中关村材料试验技术联盟

发布

## 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 方法原理 .....	1
5 仪器设备与试剂 .....	2
6 样品制备 .....	2
7 样品测定 .....	4
8 结果分析与计算 .....	5
9 回收率 .....	5
10 报告 .....	5
附录 A（资料性）景观环境用水中微塑料测定实例 .....	7
附录 B（资料性）常见聚合物的红外谱带位置 .....	12
附录 C（资料性）测试记录表 .....	14
附录 D（资料性）起草单位和主要起草人 .....	15
参考文献 .....	16

## 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》，GB/T 20001.4《标准编写规则 第 4 部分：试验方法标准》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容有可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国材料与试验团体标准委员会基础与共性技术领域委员会（CSTM/FC00）提出。

本文件由中国材料与试验团体标准委员会基础与共性技术领域委员会（CSTM/FC00）归口。

全 国 标 准 发 布 使 用

## 引 言

微塑料是指一维尺寸小于5毫米的化工合成高分子材料（化学纤维、塑料、橡胶和涂料等）纤维、碎片和颗粒。微塑料在海洋、内陆淡水环境中广泛存在，对生物和环境的影响成为研究热点。以再生水为主的景观环境用水的质量安全目前受到普遍关注。微塑料是形状多样的非均匀塑料颗粒混合物，肉眼往往难以分辨。傅里叶变换显微红外光谱法是分析高分子材料的重要方法之一，可对微塑料的形状、颜色、尺寸、数量和聚合物种类进行测试分析。环境中微塑料的尺寸微小，形状多样，塑料聚合物种类繁多；不同环境介质中，微塑料赋存特性不同，前处理方法有所差异。在现阶段水体中微塑料的相关研究中，对于微塑料的采集、分离和鉴定分析方法、评价指标和计量统计单位等都多种多样，缺乏标准化的分析测试方案，导致不同研究结果之间缺乏可比性。本文件的制定为景观环境用水中微塑料样品的采集、保存、分离和采用傅里叶变换显微红外测试分析等环节提供规范统一的方法。

# 景观环境用水中微塑料的测定 傅里叶变换显微红外光谱法

## 1 范围

本文件规定了傅里叶变换显微红外光谱法测定景观环境用水中微塑料的术语和定义、方法原理、仪器设备与试剂、测试样品制备、测定步骤、结果分析与计算等。

本文件适用于景观环境用水中尺寸范围在50  $\mu\text{m}$ -5 mm之间的微塑料的形状、颜色、尺寸、数量和聚合物种类的测定。其他水环境中微塑料的测定可参考本方法。

## 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。

- GB 17378.2-1998 海洋监测规范 第2部分 数据处理与分析质量控制
- GB/T 18921-2019 城市污水再生利用 景观环境用水水质
- DB21/T 2751-2017 海水中微塑料的测定 傅立叶变换显微红外光谱法
- HJ/T 91-2002 地表水和污水监测技术规范

## 3 术语和定义

GB/T 18921-2019 和DB21/T 2751-2017中界定的术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**景观环境用水** scenic environment use water

满足景观需要的环境功能需要的用水，即用于营造和维持景观水体、湿地环境和各种水景构筑物的水的总称。包括观赏性景观环境用水和娱乐性景观环境用水等。

[来源：GB/T 18921-2019 ,3.1-3.7,有修改]

### 3.2

**微塑料** microplastics

一维尺寸小于5毫米的化工合成高分子材料（化学纤维、塑料、橡胶和涂料等）纤维、碎片和颗粒。

### 3.3

**微塑料丰度** abundance of microplastics

单位水体积中含有微塑料的数量，个/升。

[来源：DB21/T 2751-2017 ,3.1,有修改]

## 4 方法原理

本文件使用傅里叶变换显微红外光谱仪对景观环境用水中的微塑料进行测定。样品经分离、净化后，水中的颗粒物被抽滤至滤膜上。首先使用显微镜观察滤膜上颗粒物，观察颗粒物的颜色、大小及形状并进行记录。然后采用傅里叶变换显微红外光谱仪对滤膜上的颗粒物进行测试分析。根据不同分子结构的

聚合物吸收不同的能量而产生相应的红外吸收光谱的原理，将颗粒物的红外光谱图与标准谱图对比，结合颗粒物特征谱带的特征吸收峰位置、数目、相对强度和形状（峰宽）等参数，推断颗粒物中存在的基团和官能团，确定其分子结构，从而确定颗粒物聚合物种类。最后统计微塑料的数量，计算丰度。

## 5 仪器设备与试剂

### 5.1 傅里叶变换显微红外光谱仪

波数范围  $4000\text{ cm}^{-1} \sim 600\text{ cm}^{-1}$ ，光谱分辨率不低于  $1\text{ cm}^{-1}$ ，配有 MCT（碲镉汞）检测器以及聚合物的标准谱图库。

### 5.2 显微镜

光学放大倍数：10-200

### 5.3 样品制备设备

不锈钢滤膜，孔径： $5\text{ }\mu\text{m}$  和  $10\text{ }\mu\text{m}$ ；  
 玻璃纤维滤膜，孔径： $0.45\text{ }\mu\text{m}$ ；  
 采水器：玻璃材质或铁桶；  
 玻璃瓶：1000 mL，2000 mL；  
 抽滤装置：包括滤器、支架、抽滤瓶和真空泵；  
 容量瓶：1000mL；  
 量筒：500 mL、1000 mL；  
 烧杯：500 mL、1000 mL；  
 电炉；  
 加热磁力搅拌器；  
 玻璃培养皿；  
 不锈钢刮片；  
 无齿不锈钢镊子；  
 铝箔纸；  
 电热鼓风干燥箱，温度： $\leq 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.4 试剂及配制方法

超纯水：电阻率应达到  $18.2\text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ ；  
 七水硫酸亚铁：分析纯 AR， $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ；  
 双氧水：优级纯 GR，30%  $\text{H}_2\text{O}_2$ ；  
 氯化锌：优级纯 GR， $\text{ZnCl}_2$ ；  
 浓硫酸：优级纯 GR， $\text{H}_2\text{SO}_4$ ；  
 石油醚：优级纯 GR， $30\text{ }^{\circ}\text{C} - 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

氯化锌 ( $\text{ZnCl}_2$ ) 溶液 ( $\rho=1.50\text{ g/cm}^3$ )：称取 1500 g  $\text{ZnCl}_2$  固体加入 1.0 L 容量瓶中，加超纯水溶解后定容，充分搅拌溶解，经玻璃纤维滤膜 ( $0.45\text{ }\mu\text{m}$ ) 过滤，收集过滤后的溶液，保存待用；

二价铁溶液 ( $\text{Fe}^{2+}$  溶液)：将 3 mL 浓硫酸沿搅拌棒缓慢的加入到 500 mL 超纯水中，将 7.5 g  $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ( $278.02\text{ g mol}^{-1}$ ) 加入硫酸溶液中，搅匀，经玻璃纤维滤膜 ( $0.45\text{ }\mu\text{m}$ ) 过滤，收集过滤后的溶液，保存在棕色试剂瓶中，需现用现配。

## 6 样品制备

## 6.1 样品采集

使用采水器在设置的采样点处依据样点设置的原则采集水样，置于玻璃瓶中。采样点布设及采样点数应符合 HJ/T 91-2002 的规定，见表 1 和表 2。每个水样采集 2 L-10 L。每批次水样应采集现场平行样品，且样品数量不少于待测水样的 10%。样品数量较少时，每批次水样至少做一个现场平行样品。

采样的同时填写样品标签、采样记录，制作标签，贴于瓶上。标签上标注采样时间、地点、样品编号、采样深度等信息。

表 1 采样垂线数的设置

水面宽	垂线数	说明
≤50 m	一条（中泓）	1.垂线布设应避开污染带，要测污染带应另加垂线； 2.确能证明该断面水质均匀时，可仅设置中泓垂线； 3.凡在该断面要计算污染物通量时，必须按本表设置垂线。
50 m~100 m	二条（近左、右岸有明显水流出）	
>100 m	三条（左、中、右）	

表 2 采样垂线上的采样点数的设置

水深	采样点数	说明
≤5 m	上层一点	1.上层指水面至 0.5 m 处，水深不到 0.5 m 时，在水深 1/2 处； 2.下层指水底以上 0.5 m 处； 3.中层指 1/2 水深处； 4.凡在该断面要计算污染物通量时，必须按本表设置采样点。
5 m~10 m	上下层两点	
>10 m	上、中、下三层三点	

## 6.2 空白样品

采样前在实验室将超纯水放入玻璃瓶中密封，将其带到采样现场，与采样的玻璃瓶同时开盖和密封，之后随待测水样一起运回实验室，按与待测样品相同的操作步骤进行实验，用于检查待测样品从采集到分析全过程是否受到污染。每批次至少测定一个空白样品。

## 6.3 样品保存

样品密封后送至实验室，室温保存。

## 6.4 微塑料的分离和净化

### 6.4.1 初次过滤

将待测水样摇匀，量取适量水样，准确记录样品体积。用不锈钢滤膜（10 μm）过滤，抽滤负压不得超过 40 kPa。用超纯水反复冲洗量筒及淋洗滤器内壁 6 次，冲洗液一并过滤。

### 6.4.2 消解处理

用无齿不锈钢镊子将滤膜转移至 500 mL 烧杯中，加入 20 mL 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液和 10 mL FeSO<sub>4</sub> 溶液，FeSO<sub>4</sub> 为催化剂，H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 为氧化剂，让其反应 5 min，用铝箔遮盖，防止样品受到实验环境的污染，室温条件下反应 12 h。如有必要，可增加双氧水的用量，并将烧杯置于电炉上加热至 50℃，约 30 min，以加快对有机杂质的分解去除。

### 6.4.3 浮选

将滤膜及消解后的液体全部转移到如图 1 所示的浮选装置中，用 ZnCl<sub>2</sub> 溶液（ρ=1.50 g/cm<sup>3</sup>）反复

冲洗烧杯内壁，将冲洗液转移到浮选装置中，超声处理 10 min。然后加入  $\text{ZnCl}_2$  溶液 ( $\rho=1.50 \text{ g/cm}^3$ ) 到指定液面高度，静置 12 h，密度较小的微塑料颗粒就会漂浮于溶液表面。在上部圆筒状过滤器中加入液体，并通过导气管往里通气，在压力作用下液体通过导流管从液面以下涌出，把漂浮在溶液表面的微塑料顶出，收集流出液，进行下一步处理。

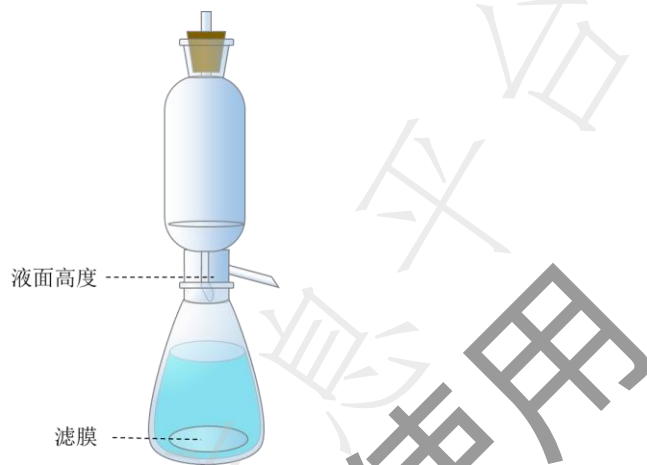


图 1 浮选装置

#### 6.4.4 二次过滤

6.4.3 中收集的流出液用不锈钢滤膜（孔径  $5 \mu\text{m}$ ）进行第二次过滤，在过滤过程中，需用超纯水反复冲洗，尽可能的去除微塑料颗粒表面的  $\text{ZnCl}_2$  盐分。如样品中含油脂，用 10 mL 石油醚分两次淋洗残渣。

用无齿不锈钢镊子将滤膜取下放入培养皿中，盖上玻盖，自然风干备用。

#### 6.4.5 质量控制

6.4.1~6.4.4 的实验中应特别注意实验室环境污染对实验结果的影响，实验过程中应确保：

- 1) 实验过程宜在洁净实验室中进行，并要严格按照操作规范开展实验，若中途停止实验，需将容器用铝箔封口；
- 2) 操作实验过程中应全程穿棉质实验服，避免穿聚酯类实验服；
- 3) 实验中所使用的设备和耗材不宜选用塑料制品，并且确保烧杯、量筒及浮选装置等在使用前的清洁；
- 4) 由于微塑料样品质轻，操作实验过程中应全程关闭空调等送风设备，避免人员随意走动，佩戴口罩，样品要轻拿轻放。

## 7 样品测定

### 7.1 微塑料的分拣识别

分离浮选得到的滤膜上粒径  $> 1 \text{ mm}$  的微塑料颗粒用肉眼识别，人工分拣，待测； $< 1 \text{ mm}$  的微塑料颗粒借助显微镜进行识别和分拣。观察各类微塑料外观及形态等特征，确保颗粒单分散，并对颗粒的尺寸、颜色和形状进行记录，以每个颗粒最长边的长度确定粒径尺寸。

### 7.2 傅里叶变换显微红外光谱测试

#### 7.2.1 反射模式显微红外测试

将滤膜上的颗粒转移到金镜上或适合反射的窗片上。将滤膜或窗片移至样品台上，滤膜上的颗粒聚焦至可以观察到清晰的颗粒，捕获图像；在反射模式下扫描滤膜上的颗粒，获得该颗粒的红外光谱图。

### 7.2.2 透射模式显微红外测试

将滤膜上的颗粒转移到溴化钾窗片或其它适合透射的窗片上。移动样品台将窗片移至透镜下，使得透射光束通过透孔透过滤膜上的颗粒；对聚光器进行对焦至可以观察到清晰的颗粒时，捕获图像。在透射模式下扫描该颗粒，获得该颗粒的红外光谱图。

### 7.2.3 ATR 模式显微红外测试

将滤膜放到样品台上，定义测量点。降低晶体进入测量位置，测量背景光谱；然后从控制板选择红外测量钮。使用遥控杆把样品移至光路中对焦至可以在目镜和显示器上清晰地看到滤膜上的颗粒，在可见光图像上选取检测点，附件晶体与该颗粒接触，进行红外光谱采集，获得该颗粒的红外光谱图。

景观环境用水中微塑料测定实例见附录 A。

## 8 结果分析与计算

### 8.1 聚合物种类的判定

将滤膜上颗粒的红外光谱图与标准谱图联机检索对照，根据匹配度和红外光谱解析结果进行判定分析。若匹配度 $\geq 80\%$ ，则认为颗粒物与匹配结果一致。若匹配度 $< 80\%$ 且 $> 50\%$ ，则需进一步分析红外光谱图中特征峰的位置、数量、形状及其相对强度，与不同种类聚合物的红外光谱特征谱带（见附录 B）进行比对，对聚合物进行鉴定，若鉴定结果与匹配结果一致，则匹配结果可信；若不一致，匹配结果无效，以鉴定结果为准。若匹配度 $\leq 50\%$ ，对滤膜上的颗粒红外谱图进行解析，以鉴定结果为准。

### 8.2 微塑料数量分析

统计经聚合物种类判定后确认为塑料成分的颗粒数量，将微塑料颜色、大小、形状、聚合物种类和数量结果记录于测试记录表内（见附录 C）。

### 8.3 微塑料丰度计算

按公式（1）计算采水样品微塑料丰度：

$$A = \frac{N}{V} \times 1000 \quad (1)$$

式中：

A——景观环境水体中微塑料的丰度，单位为个每升（个 $\cdot L^{-1}$ ）；

N——微塑料的个数，单位为个；

V——过滤景观环境用水的总体积，单位为毫升（mL）。

## 9 回收率

根据 GB 17378.2 实验室加标空白法进行测定。加标空白样品的制备方法是已知聚合物种类和数量的微塑料颗粒（粒径范围 50  $\mu m$  - 5 mm）加至与测试样品相同体积的超纯水中，按与测试样品相同的操作步骤进行实验。计算回收率，应在 80% ~ 120% 之间。

## 10 报告

报告包含但不限于以下内容：

- a) 实验环境条件；
- b) 测定试样：样品名称、来源；
- c) 仪器设备：
  - 1) 设备型号；
  - 2) 图像处理软件及处理方法。
- d) 检测结果：大小、形状、颜色、成分、丰度；
- e) 其他信息：
  - 1) 使用方法标准；
  - 2) 检测日期；
  - 3) 检测单位及检测人等。

全图标准发布使用

## 附录 A (资料性)

### 景观环境用水中微塑料测定实例

#### A.1 实验内容

景观环境用水中微塑料的测定。

#### A.2 实验分析方法

傅里叶变换显微红外光谱法。

#### A.3 实验步骤

##### A.3.1 仪器设备

傅里叶变换显微红外光谱仪，波数范围： $4000\text{ cm}^{-1} \sim 600\text{ cm}^{-1}$ ，光谱分辨率： $4\text{ cm}^{-1}$ ，配有 MCT（碲镉汞）检测器以及聚合物的标准谱图库。

##### A.3.2 样品制备

###### A.3.2.1 采样

采样点河道水面宽 $\leq 50\text{ m}$ ，水深 $\leq 5\text{ m}$ 。在河道中间上层，使用采水器采集水样置于 1 L 玻璃样品瓶中，每个采样点水样采集 8 L。

采样的同时由专人填写样品标签、采样记录；并制作标签，贴在瓶子上，标签上标注采样时间、地点、样品编号、采样深度等信息。部分水样如图 A.1 所示。采样结束，逐项检查采样记录、玻璃样品瓶标签和水样，及时补齐缺项并更正错误。



图 A.1 采集的部分水样

###### A.3.2.2 空白样品

本次实验设置一个空白样品。采样前在实验室将 2 L 超纯水放入玻璃瓶中密封，将其带到采样现场，与采样的玻璃瓶同时开盖和密封，之后随待测水样运回实验室，按与待测水样相同的操作步骤进行实验，用于检查样品从采集到分析全部过程是否受到污染。

### A.3.2.3 样品保存

样品密封送至实验室，室温保存。

### A.3.2.4 微塑料的分离和净化

#### A.3.2.4.1 初次过滤

取 2 L 待测水样，摇匀，准确记录样品体积。用不锈钢滤膜（10  $\mu\text{m}$ ）过滤，过滤负压不得超过 40 kPa，抽滤装置如图 A.2 所示。用超纯水反复冲洗量筒及淋洗滤器内壁 6 次，冲洗液一并过滤。

将空白样品按照标准中步骤 6.3 进行与样品相同的分离和净化操作步骤。

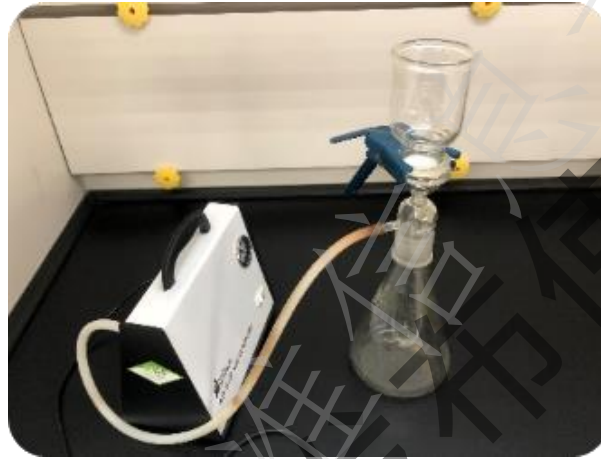


图 A.2 抽滤装置

#### A.3.2.4.2 消解处理

用无齿不锈钢镊子将滤膜转移至 500 mL 烧杯中，加入 20 mL 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液和 10 mL  $\text{FeSO}_4$  溶液，用铝箔遮盖，观察反应状态 5 min，以防剧烈反应溢出，然后置于室温条件下反应 12 h。

#### A.3.2.4.3 浮选

将滤膜及消解后的液体全部转移到如图 1 所示的浮选装置中，用  $\text{ZnCl}_2$  溶液（ $\rho=1.50 \text{ g/cm}^3$ ）反复冲洗烧杯内壁，将冲洗液转移到浮选装置中，超声处理 10 min。然后加入  $\text{ZnCl}_2$  溶液（ $\rho=1.50 \text{ g/cm}^3$ ）到指定液面高度，静置 12 h，使微塑料颗粒漂浮于溶液表面。在上部圆筒状过滤器中加入  $\text{ZnCl}_2$  溶液，并通过导气管往里通气，在压力作用下液体通过导流管从液面以下涌出，把漂浮在溶液表面的微塑料顶出，收集流出液，进行下一步处理。

#### A.3.2.4.4 二次过滤

上一步收集的流出液用不锈钢滤膜（孔径 5  $\mu\text{m}$ ）进行第二次过滤分离，在过滤过程中，需用超纯水反复冲洗 10 次。

用无齿不锈钢镊子将滤膜取下放入培养皿中，盖上玻盖，自然风干备用。

### A.3.3 样品的测定

观察不锈钢滤膜上颗粒物，无粒径  $> 1 \text{ mm}$  的颗粒。将不锈钢滤膜置于傅里叶变换显微红外光谱仪样品台上，首先使用低倍显微镜，观察各类微塑料外观及形态等特征，确保颗粒单分散，并对颗粒的尺寸、颜色和形状进行记录，以每个颗粒最长边的长度确定粒径尺寸。

然后，使用傅里叶变换显微红外光谱仪的 ATR 模式进行测试。将滤膜放到样品台上，定义测量点。降低晶体进入测量位置，测量背景光谱；然后从控制板选择红外测量钮。使用遥控杆把样品移至光路中，对焦至可以在目镜和显示器上清晰地看到目标样品，在可见光图像上选取检测点，附件晶体与样品接触，进行红外光谱采集。

#### A.4 结果分析与计算

##### A.4.1 聚合物种类的判定

将滤膜上颗粒的红外光谱图与标准谱图联机检索对照，根据匹配度和红外光谱解析结果进行颗粒聚合物种类的判定。

图 A.3 所示为测试颗粒的显微镜照片 a) 和红外谱图 b)，将颗粒物的红外光谱图在 OMINIC 数据库中进行检索，匹配结果为聚丙烯，匹配度为 96.53%，匹配度 > 80%，判定此颗粒为聚丙烯微塑料。

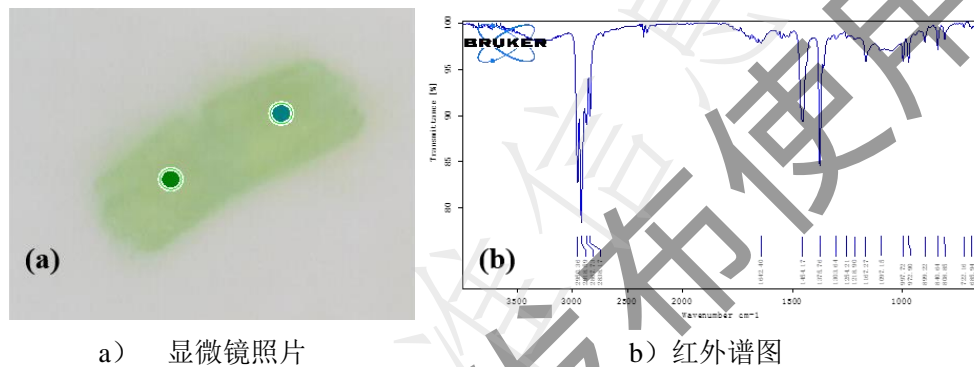


图 A.3 聚丙烯微塑料显微镜照片和红外谱图

图 A.4 所示为测试颗粒的显微镜照片 a) 和红外谱图 b)，将颗粒物的红外光谱图在 OMINIC 数据库中进行检索，匹配为低密度聚乙烯，匹配度为 66.1%。匹配度 < 80% 且 > 50%，进一步分析红外谱图中特征峰的位置、数量、形状及其相对强度，与不同种类聚合物的红外光谱特征谱带（见附录 B）进行比对，在 1467、725 $\text{cm}^{-1}$  处具有聚乙烯的特征峰，说明此颗粒为低密度聚乙烯微塑料。

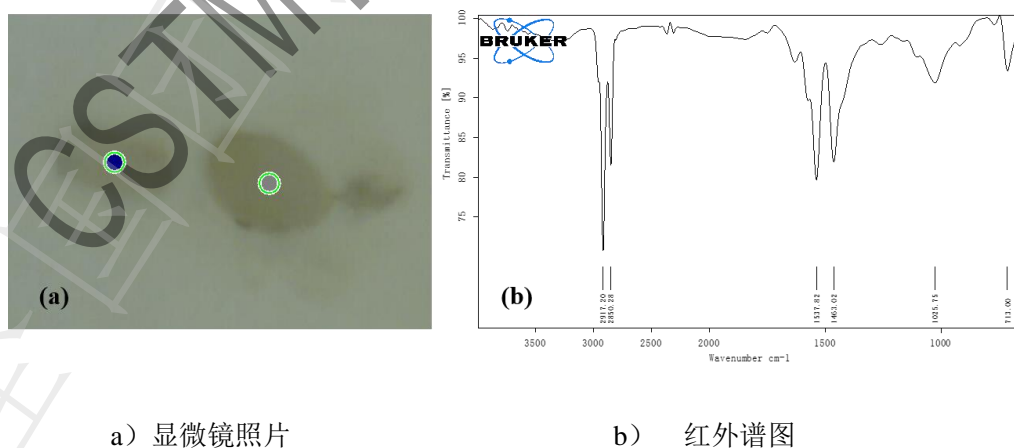


图 A.4 聚乙烯微塑料显微镜照片和红外谱图

图 A.5 所示为测试颗粒的显微镜照片 a) 和红外谱图 b)，将颗粒物的红外光谱图在 OMINIC 数

数据库中检索，匹配度<50%，对颗粒红外谱图进行解析，判定其为无机物，不是微塑料颗粒。参照以上方法对滤膜上所有颗粒进行判定。

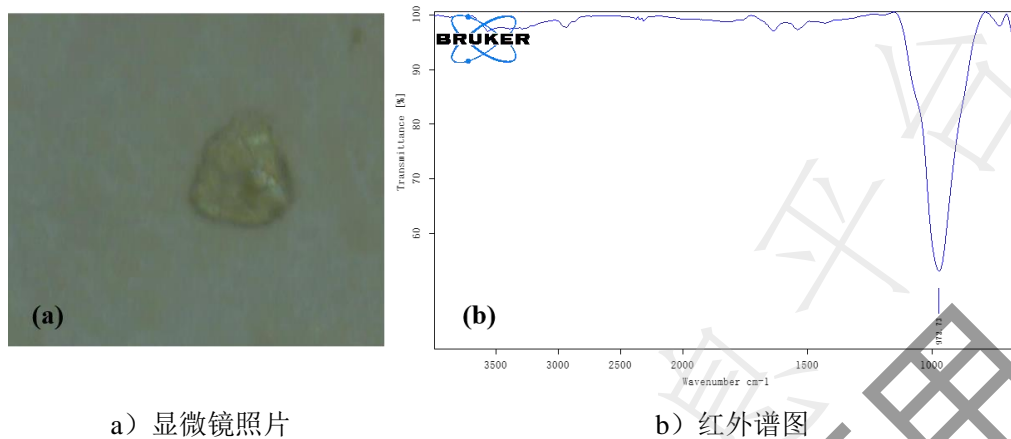


图 A.5 非微塑料颗粒的显微镜照片和红外谱图

#### A. 4. 2 微塑料数量分析

在空白样品中未检测到微塑料。

统计水样中确认为塑料成分的颗粒的数量，将微塑料颜色、大小、形状、聚合物种类和数量结果记录于表 A.1 中。

#### A. 4. 3 微塑料丰度计算

按公式 (A.1) 计算采水样品微塑料丰度，将结果记录于表 A.1 中：

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{N}{V} \times 1000 & (A.1) \\
 &= 8 \div 2000 \times 1000 \\
 &= 4 \text{ 个} \cdot \text{L}^{-1}
 \end{aligned}$$

式中：

A——景观环境水体中微塑料的丰度，单位为个每升（个·L<sup>-1</sup>）；

N——微塑料的个数，单位为个；

V——过滤景观环境用水的总体积，单位为毫升（mL）。

水样经测定后，测得微塑料颗粒 8 个，经计算得水样中微塑料的丰度为 4 个·L<sup>-1</sup>。其中，微塑料的颜色包括透明（2 个）、褐色（2 个）、黑色（2 个）和绿色（2 个）；微塑料的尺寸范围为 80 μm~470 μm；微塑料形态包括纤维状、颗粒状和条状等多种形态；聚合物种类有聚苯乙烯（PS）、聚乙烯（PE）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚丙烯（PP）。

表 A.1 测试记录表

采样日期：202×年×月×日； 分析日期：202×年×月×日；  
 采样位置：河道中间上层； 测试环境（温/湿度）：20℃；  
 仪器型号：Bruker VERTEX 70v； 测试模式：ATR 模式；  
 测试标准号：T/CSTM 00XXX-202X； 瓶号：1； 样品体积  $V_1$ ：2000 mL；  
 分析者：×××； 审核者：×××。

样品编号	序号	滤膜上的颗粒			
		颜色	大小	形状	聚合物种类
1	1	透明	200 $\mu\text{m}$	纤维	PS
1	2	褐色	60 $\mu\text{m}$	颗粒	PE
1	3	绿色	210 $\mu\text{m}$	颗粒	PE
1	4	黑色	470 $\mu\text{m}$	纤维	PET
1	5	褐色	90 $\mu\text{m}$	颗粒	PE
1	6	透明	300 $\mu\text{m}$	纤维	PP
1	7	黑色	150 $\mu\text{m}$	条状	PE
1	8	绿色	80 $\mu\text{m}$	条状	PP
微塑料数量合计 N (个)		8			
微塑料丰度 A (个·L <sup>-1</sup> )		4			
备注		空白样品中未检出微塑料			

附录 B  
(资料性)  
常见聚合物的红外谱带位置

B.1 不同种类聚合物最强谱带分区见表 B.1。

表 B.1 不同种类聚合物最强谱带分区

序号	分类	最强谱带区域/cm <sup>-1</sup>					
		I 区	II 区	III 区	IV 区	V 区	VI 区
1	聚酯类、聚羧酸类、 聚酰亚胺	1800-1700	—	—	—	—	—
2	聚酰胺类、聚脲	—	1700-1500	—	—	—	—
3	饱和聚烃类、有极性 基团取代的聚烃类	—	—	1500-1300	—	—	—
4	芳香族聚醚类、聚砜 类和一些含氯的聚合 物	—	—	—	1300-1200	—	—
5	脂肪族聚醚类、醇类 和含硅、含氟的聚合 物	—	—	—	—	1200-1000	—
6	含有取代苯、不饱和 双键和一些含氯的聚 合物	—	—	—	—	—	1000-600

B.2 常见聚合物红外谱带位置见表 B.2。未列入的聚合物红外谱图分析见参考文献。

表 B.2 常见聚合物红外谱带位置

序号	聚合物名称	谱带位置/cm <sup>-1</sup>	
		最强谱带	特征谱带
1	聚乙烯	1470	731 720
2	聚丙烯	1376	1304 1166 998 841
3	聚苯乙烯	760 700	3100 3080 3060 3022 3000
4	聚对-甲基苯乙烯	815	720
5	聚甲基丙烯酸甲(乙)酯	1730 (1725)	1268 1240 1180 (1190) 1150
6	聚氯乙烯	1250	1420 1330 600-700
7	氯化聚乙烯	670	1266 790 760
8	聚四氟乙烯	1250~1100	770 638 554

9	聚三氟氯乙烯	1198 1130	1285 970 657
10	聚乙烯醇	3500~3000	3000~2800 1440 1100
11	聚乙酸乙烯酯	1740	1375 1240 1020
12	聚 1,2-丁二烯	909	1650 993 700
13	天然橡胶	1450	835
14	氯丁橡胶	1440	1670 1100 820
15	聚酰胺	1640	3300 3090 1550
16	聚甲醛	935 900	1240 1100
17	聚酯型聚氨酯	1735	1540
18	酚醛树脂	1240	3300 1610 1590 1510 815
19	双酚-A 型环氧树脂	1250	2980 1604 1510 1300 1188 830
20	脲醛树脂	1640	1530 1270 1040 655
21	聚酰亚胺	1725	1780
22	聚对苯二甲酸乙二醇酯	1730	1265 1100 1020 730
23	聚碳酸酯	1240	1780 1190 1165 830
24	硝化纤维素	1285	1660 1075 845
25	聚醚型聚氨酯	1100	1730 1690 1540

B.3 定性判别方法见表 B.3。

表 B.3 定性判别方法

匹配度/%	红外光谱解析		定性结果
≥ 80	—		匹配结果可信
> 50, < 80	出现匹配结果中聚合物部分特征谱带, 对红外谱图进行解析, 对聚合物进行鉴定后确认的聚合物种类	与匹配结果一致	匹配结果可信
		与匹配结果不一致	匹配结果无效, 以滤膜上的颗粒谱图特征峰鉴定结果为准
< 50	对红外谱图进行解析, 对聚合物进行鉴定后确认聚合物种类		以滤膜上的颗粒谱图特征峰鉴定结果为准



附录 D  
(资料性)

起草单位和主要起草人

本文件起草单位：北京市科学技术研究院分析测试研究所（北京市理化分析测试中心）、中国计量科学研究院、中国环境科学研究院、北京化工大学、中国疾病预防控制中心、国家纳米科学中心、北京市产品质量监督检验院、上海交通大学、国家环境分析测试中心、南方科技大学、北控水务集团有限责任公司、国家食品安全风险评估中心、中国检验检疫科学研究院、南方医科大学、海南大学、北京市环境监测中心。

本文件主要起草人：高峡、汤庆峰、李琴梅、王佳敏、张裕祥、邵鹏、杨明、魏炜、任玲玲、贾志立、安立会、伍海闻、康羽、邢方潇、陈永艳、葛广路、刘忍肖、田国兰、王朝晖、何琳、王瑞斌、周志广、唐圆圆、张丽丽、隋海霞、席广成、黄振烈、冯玉红、刘保献

国家标准发布使用

## 参考文献

- [1] GB/T 8322 分子吸收光谱法 术语
- [2] GB 17378.3 海洋监测规范 第3部分：样品采集、贮存与运输
- [3] GB/T 32198 红外光谱定量分析技术通则
- [4] 朱善农. 高分子材料的剖析[M]. 北京：科学出版社, 1988.
- [5] 沈德言. 红外光谱法在分子研究中的应用[M]. 北京：科学出版社, 1982.
- [6] 薛奇. 高分子结构研究中的光谱方法[M]. 北京：高等教育出版社, 1995.
- [7] 冯计民. 红外光谱在微量物证分析中的应用[M]. 北京：化学工业出版社, 2010.
- [8] 吴瑾光. 近代傅里叶变换红外光谱技术及应用[M]. 北京：科学技术文献出版社, 1996.
-