

三种常见微塑料的显微观察与分析

周千雅

(武汉康礼高级中学, 武汉市黄陂区盘龙城经济开发区天宇路 9 号, 430300; 1038277893@qq.com)

摘 要: 微塑料通常指微粒直径小于 5 mm 的塑料纤维、颗粒, 薄膜等, 具有全球性, 因其造成全球性环境问题, 逐步成为环境和生态科学的研究热点。本文通过对三种常见微塑料(聚乙烯、聚丙烯酸酯和丁腈)的显微观察和分析, 讨论不同微塑料的微结构和表面特性。研究表明, 丁腈塑料表面展现出多重坑洼结构, 有明显的堆积区形貌, 结构富有弹性, 适合于制造手套和橡胶管; 聚乙烯塑料表面则相对平滑, 结构不均呈分散状, 韧性较强, 适合制造袋子、瓶子; 而聚丙烯酸酯塑料结构紧密且规则, 呈现均匀有序的层状结构, 适合制备保温和防冻材料。

关键词: 微塑料; 聚乙烯; 聚丙烯酸酯; 丁腈; 显微镜

引言

塑料产品的使用给人类生活带来了极大的便利, 同时也带来了日趋严峻的环境污染问题。2014 年首届联合国环境大会将海洋塑料垃圾污染列入“十大紧迫环境问题”, 2018 年联合国环境规划署将“塑战塑决”作为当年世界环境日主题[1-3]。环境中的塑料垃圾在物理、化学、生物降解的共同作用下, 可降解为直径小于 5mm 的塑料纤维、碎片或颗粒, 称之为微塑料[4,5]。微塑料作为一种新型的污染物, 具有分布广、降解慢、毒理复杂等特点, 且易被浮游生物、鱼类及低等生物误食, 在食物链之间发生转移和富集, 对生物安全存在潜在风险, 已成为全球环境科学的研究热点[6-8]。

近年来, 微塑料作为一类新型环境污染物, 其对环境污染的研究刚刚起步, 微塑料的环境行为、生态影响以及微塑料污染的控制手段还需深入研究。微塑料的尺寸、表面特性等特性表征的准确性鉴别是研究中最为基础和关键的环节, 本文通过对三种常见微塑料(聚乙烯、聚丙烯酸酯和丁腈)的显微观察和分析, 讨论不同微塑料的微结构和表面特性, 为深入定性鉴别和分析常见微塑料的组成、结构和环境分布特征提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 微塑料样品的收集与分离

首先, 通过收集常见的的几种塑料制品, 包括丁腈(NBR)手套、聚乙烯(PE)手套和聚丙烯酸酯(PAA)冰袋材料, 然后再依据材料的物理特性以合适的方法将塑料磨碎。

丁腈手套主要由丁腈橡胶加工而成, 主要性能耐穿刺、耐油和耐溶剂, 广泛使用在医疗、美容、食品加工等行业中。PE 手套又称一次性 PE 手套, 采用聚聚乙烯压制而成, 具有防水、防油污、防细菌和耐酸耐碱的功能。聚丙烯酸酯冰袋主要是由聚丙烯酸酯组成, 其内部晶莹透明、无腐蚀和富有弹性, 具有较好的耐用性, 可重复使用。

分离时将各个塑料材料分别处理成小碎片, 用剪刀将手套小心地处理成便于研磨地更细的碎片, 再将碎片倒入研钵, 并尝试用钵杵进行手工研磨。对于直接研磨不能被更好地研磨成粉末的材料, 可以先将液氮倒入装有各塑料材料的研钵, 再将碎片捣成粉末后装入带盖的小离心管。

1.2 光学显微镜观察与分析

本实验中所用光学显微镜为 Olympus（日本）生产的光学显微镜（IX70）（图 1，在观察过程中，调节眼距（两眼中心距离）和焦距（眼镜到眼睛的距离），使得观察到的像是清晰的。采用的目镜倍数为 10 倍率，物镜亦为 10 倍率。记录数据和图片。



图 1 Olympus 光学显微镜观察样本

1.3 扫描电子显微镜（SEM）观察与分析

本实验中所用扫描电子显微镜为 CARL ZEISS 的场发射扫描电镜（Sigma）（图 2）。该扫描电镜具有电子束扫描成像，EDS（能谱）测试，EBSD（电子背散射衍射）测试，EBIC（电子束诱导电流成像）测试等功能等。配有微机械臂，可实现微观操作，拓宽了电镜的功能。



图 2 ZEISS 扫描电子显微镜观察样本

2 实验结果与讨论

2.1 三种微塑料的光学显微结构观察与比较

光学显微镜下放大 400 倍的丁腈塑料，可以通过图像看出丁腈的结构分布不均匀（图 3A）；聚乙烯塑料透明度不足，表面纹理不清晰（图 3B）；而聚丙烯酸酯塑料由于是颗粒状，因此在光镜下轮廓清晰，可以看到每一颗粒的边缘形态（图 3C）。

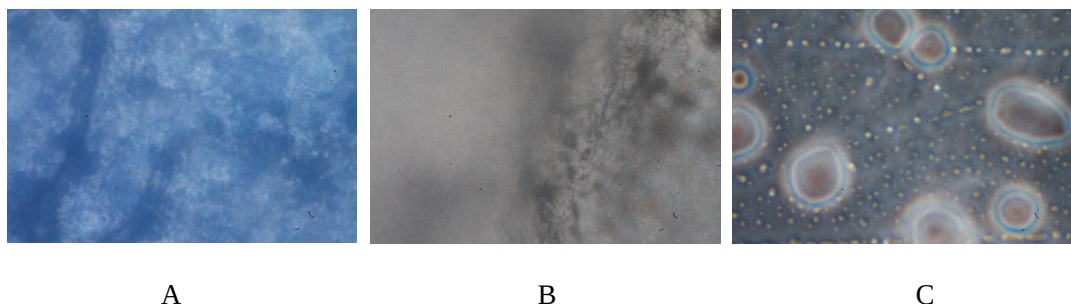


图3 丁腈（A）、聚乙烯（B）和聚丙烯酸酯（C）三种塑料的光学显微观察

2.2 三种微塑料的扫描电镜结构观察与比较

从三种塑料的扫描电镜照片（图 4-6）可以看出，丁腈塑料的表面层次感最丰富，展现出多重坑洼结构，放大后有明显的堆积区形貌；聚乙烯塑料表面则相对平滑，放大后结构不均呈分散状；而聚丙烯酸酯塑料结构既紧密又规则，放大后呈现均匀的层状结构，排列有序。

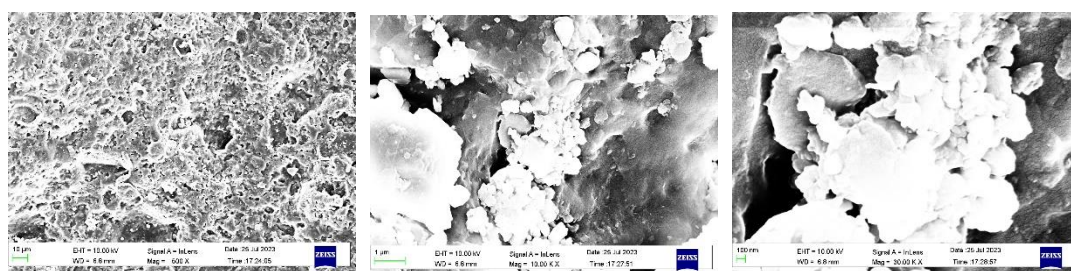


图4 丁腈塑料的扫描电镜观察（从左到右，600 倍、10K 倍和 30K 倍）

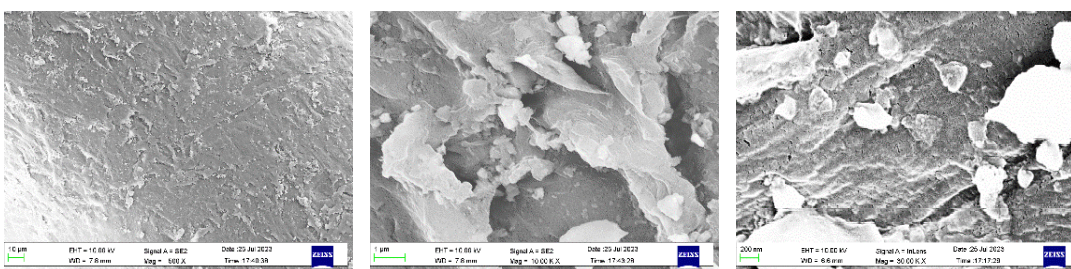


图5 聚乙烯塑料的扫描电镜观察（从左到右，500 倍、10K 倍和 30K 倍）

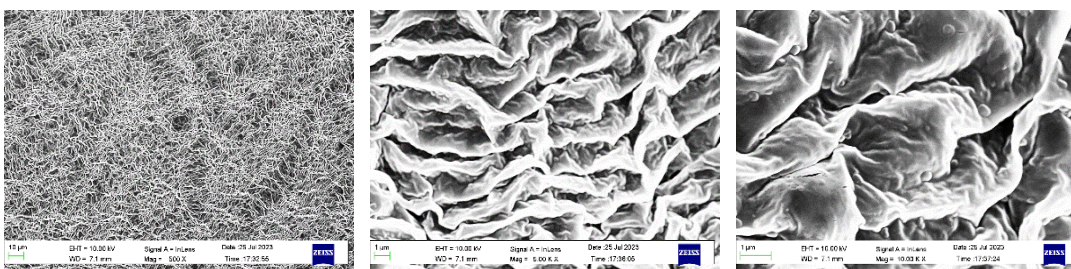


图6 聚丙烯酸酯塑料的扫描电镜观察（从左到右，500 倍、5K 倍和 10K 倍）

3 结论

微塑料通常指微粒直径小于 5mm 的塑料纤维、颗粒或者薄膜[9], 主要成分含聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚酯类、聚苯乙烯及聚酰胺[10,11]。微塑料主要来源于工业生产的原料、生活中的塑料废物如护肤品、洗涤剂[12], 很多随河流以及地表径流进入海洋, 被形象地称之为海洋中的 PM2.5。我国作为主要的塑料生产和消费国之一, 每年报道排放海洋塑料垃圾约为 240 万吨, 约占全球总量的 30%[13]。

常见的微塑料有很多种, 本文选取材料的主要是实验室中常用的塑料产品可能带来的微塑料污染。通过实验观察, 发现丁晴塑料耐磨粘接力好, 结构稳定而耐热耐寒; 而聚乙烯具有耐低温耐酸碱的特性; 聚丙烯酸酯则拥有粘和性, 且质感柔软的特征。从上述观察可看出, 聚丙烯酸酯塑料结构最致密, 可用于制备保温和防冻材料, 而丁腈塑料结构上富有弹性, 适合于制造手套和橡胶管; 聚乙烯塑料则韧性较强, 适合于袋子、瓶子等的制造。

在本文研究过程中, 将各种塑料捣碎成碎末花费了一定的时间, 未来考虑可先用高热或强极性有机溶剂处理塑料样品, 从而达到快速制备样品和提升整体实验效率之目的。

参考文献

- [1] Liu G, Zhu Z, Yang Y, et al. Sorption behavior and mechanism of hydrophilic organic chemicals to virgin and aged microplastics in freshwater and seawater[J]. *Environmental pollution*, 2019(246): 26-33.
- [2] 王昆,林坤德,袁东星,等. 环境样品中微塑料的分析方法研究进展[J].*环境化学*, 2017,36(1):27-36.
- [3] 马乃龙,程勇,张利兰,等. 微塑料的生态毒理效应研究进展及展望[J].*环境保护科学*, 2018, 44(6):117-123.
- [4] 蒲生彦, 张颖, 吕雪. 微塑料在土壤-地下水中的环境行为及其生态毒性研究进展[J]. *生态毒理学报*, 2020, 15(1): 44-55.
- [5] Peng G, Xu P, Zhu B, et al. Microplastics in freshwater river sediments in Shanghai, China: A case study of risk assessment in mega-cities [J]. *Environmental Pollution*, 2018, 234: 448-456.
- [6] Rillig MC. Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil? [J]. *Environmental Science & Technology*, 2012, 46(12): 6453-6454.
- [7] Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS, et al. Plastic pollution in the world's oceans: More than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea [J]. *PLoS ONE*, 2014, 9(12): e11913
- [8] Barnes DK, Galgani F, Thompson RC, et al. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments [J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2009, 364(1526): 1985-1998.
- [9] Frias J.P.G.L., Otero V., Sobral P. Evidence of microplastics in samples of zooplankton from Portuguese coastal waters. *Marine Environmental Research*, 2014, 95: 89-95.
- [10] Vandermeersch G., Cauwenberghe LV, Janssen CR, et al. A critical view on microplastic quantification in aquatic organisms. *Environmental Research*, 2015, 143: 46-55.
- [11] Vianello A, Boldrin A, Guerriero P, et al. Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: First observations on occurrence, spatial patterns and identification. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2013, 130: 54-61.
- [12] Fendall LS, Sewell MA. Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. *Marine Pollution Bulletin*, 2009, 58(8): 1225-1228.
- [13] 刘强,徐旭丹,黄伟,等.海洋微塑料污染的生态效应研究进展.生态学报,2017, 37(22):7397-7409.