

《地表水微塑料采样技术规范（征求意见稿）》
编制说明

《地表水微塑料采样技术规范》

标准编制组

二〇二五年六月

项目名称：《地表水微塑料采样技术规范》预研项目

项目统一编号：

承担单位：广东省深圳生态环境监测中心站、中国环境监测总站、南方科技大学

项目负责人：马嵩

编制组主要成员：孙文郡、覃秀姣、唐圆圆、李佳蔚、许秀艳、苏晓煜、周志彬、孙萍、薛荔栋、游顺忠、黄佳莹、刘丰羽、肖凯伦、尹圆盼、吴汶龙、郑品梅、王秀

环境标准研究所技术管理负责人：

生态环境监测司项目负责人：

目 录

1	项目背景	1
1.1	任务来源	1
1.2	工作过程	1
2	规范制订的必要性	2
2.1	环境中微塑料的危害	2
2.2	新污染物治理和监测的需要	3
2.3	生态环境保护的迫切需求	3
2.4	现行规范存在的问题	4
3	国内外相关标准及研究现状	5
3.1	国内外相关标准情况	5
3.2	标准关键信息梳理	6
3.3	本标准与现有标准及研究的对应关系	9
4	基本原则与技术路线	13
4.1	基本原则	13
4.2	技术路线	13
5	技术规范主要内容及依据	16
5.1	适用范围	16
5.2	规范性引用文件	16
5.3	术语和定义	16
5.4	点位布设	17
5.5	采样前准备	18
5.6	样品采集	31
5.7	质量控制与质量保证	34
5.8	注意事项	35
6	参考文献	37
	附录	39

《地表水微塑料采样技术规范（征求意见稿）》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

2023年12月，生态环境部印发《关于发布2023年国家生态环境监测标准预研究项目清单（第二批）的通知》（监测函（2023）44号），广东省深圳生态环境监测中心站（以下简称深圳中心站）牵头申报的《地表水微塑料采样技术规范》纳入生态环境部2023年第二批标准预研项目。根据《关于发布2023年国家生态环境监测标准预研究项目清单（第二批）的通知》（监测函（2023）44号）《国家生态环境监测标准预研究工作细则（试行）》《国家生态环境标准制修订工作规则》《国家生态环境监测标准修订工作细则（试行）》《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565-2010）等要求开展地表水微塑料采样技术规范预研究工作，针对不同研究目标、地表水类型、水文地理特征、洁净程度等情况，对水体中微塑料的采样方法和质控措施进行明确和规范，并编制标准文本和编制说明。

本项目在中国环境监测总站（以下简称“总站”）指导下，由广东省深圳生态环境监测中心站（以下简称“深圳中心站”）主要承担，联合南方科技大学共同完成编制。

1.2 工作过程

（1）成立标准编制工作组

2023年12月，深圳中心站作为项目承担单位，接到任务后，与项目参与单位联合成立标准修订编制组，编制组由中国环境监测总站、深圳中心站、南方科技大学等单位的研究人员和技术人员共计15人组成。总站负责对项目全流程进行指导、统筹和协调；深圳站主要负责项目实施、样品采集和分析以及标准编制，并负责汇报工作；南方科技大学参与文献调研、标准相关文本的编制和样品分析。

2024年3月，编制组召开项目启动会。会上，编制组拟定了标准编制的工作目标、工作内容，讨论了标准制订过程中可能遇到的问题，按照标准规范编制的工作要求，制定了详细的标准编制工作计划与任务分工。标准编制组根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1号）、《环境监测分析方法标准制修订技术导则》（HJ 168-2010）、《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565-2010）、《国家生态环境标准制修订工作规则》《国家生态环境监测标准预研究工作细则》（试行）等相关规定，查询和收集了国内外相关标准和文献资料，分析了现有标准规范的实施情况和实际应用中存在的问题，确定了标准制修订的原则和技术路线，形成具体工作方案。

（2）查询国内外相关标准和文献

查询国内外关于微塑料监测相关技术标准和文献，总结梳理现有规范和标准在适用范围、采样方法、采样流程、保存方式、质控措施等各环节的普适性内容、主要差异和不足之处，在本标准编制工作中有针对性地开展研究和论证。

（3）研讨会并制定技术路线

2024年6月，深圳中心站与合作单位共同开展项目研讨会，协作单位中国环境监测总站、南方科技大学参会，组织召开内部技术研讨会对本项目工作方案和技术路线进行讨论。根据研讨会意见，本技术规范将重点参考《地表水环境质量监测技术规范》（HJ 91.2-2022）、《Principles for the analysis of

microplastics present in environment 》（ISO 24187-2023）、《Guidance on sampling for microplastics in water》（ISO/DIS 5667-27）等相关标准和规范技术细节，对具体采样方法、采样体积、布点原则进行细化。

（4）采样、分析和文本编制

针对河流、湖库等不同地表水类型进行踏勘和筛分，挑选典型地表水断面开展采样和样品分析，总结不同采样方法的适用场景和主要流程，编写技术规范文本和编制说明。

（5）专家论证会

2025年6月，召开专家论证会，对该技术规范和编制说明进行开会论证，根据专家意见对文本内容进一步完善。

2 规范制订的必要性

2.1 环境中微塑料的危害

1972年，Carpenter 和 Smith 首次在研究中对环境中的微塑料危害提出了预警。2004年，英国普利茅斯大学的汤普森等人在《科学》杂志上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，暨直径小于5 mm的塑料碎片、颗粒和薄膜。2015年，在包括我国在内的多个国家的食品、海产品等中均检出了不同材质、不同数量、不同形状的微塑料颗粒。2017年，来自全球多个家和地区的126个饮用水样品中检出了不同材质的微塑料。

目前，根据塑料碎片的大小，可将其分为五类：1)巨型塑料 (Megaplastics; > 50 cm); 2)大塑料 (Macroplastics; 5-50 cm); 3)中塑料 (Mesoplastics; 0.5-5 cm); 4)微塑料 (Microplastics, MP; 1 μm-5 mm); 5)纳米塑料 (Nanoplastics, NP; < 1 μm)。

根据微塑料按照形成过程，可分为两类：

初级微塑料：是指被直接释放到环境中的小尺寸微塑料，主要来自于工业用途生产的小尺寸塑料，例如消费品和工业产品生产所使用的颗粒、化妆品制备所需的磨料等。

次生微塑料：指废弃塑料制品经物理、化学和生物等作用（包括机械磨损、光氧化和生物降解等方式）在环境中分解形成的微塑料。

根据联合国数据显示，从20世纪50年代开始到2022年，全球塑料产量已经累计接近100亿吨。并且，目前全球还在以每年4亿吨的速度生产塑料。每年约有800万吨塑料垃圾从陆地进入海洋，而地表水河流作为主要陆地排放通道，全球1000多条河流微塑料入海排放量占年排放量的80%。

微塑料性质稳定、难以降解，对空气、水体、土壤、海洋环境造成长期负面影响。河流、湖泊和水库等地表水作为重要水源地，其微塑料含量直接关系到生态系统稳定和人体健康。微塑料改变水的物理化学性质，影响水体生态系统的稳定性，还会被水生生物误食，影响其生长发育，甚至导致死亡，干扰食物链的正常运转。例如，海洋中的鱼类、贝类等动物可能因误食微塑料而出现营养不良等状况，进而影响整个海洋生态系统的平衡。此外，塑料的生产过程中所添加的功能性化学成分，如塑化剂（增塑剂）、抗氧化剂、染料、颜料等，加剧了微塑料对环境和人体健康的危害。根据最新的研究表明，人体的大脑、血液、胚胎中均发现了微塑料的存在，并揭示对人类在老年痴呆、血栓等方面的疾病有潜在影响。

2.2 新污染物治理和监测的需要

2022年国务院办公厅印发《新污染物治理行动方案》（国办发〔2022〕15号）明确将治理微塑料纳入工作方案。然而，由于微塑料粒径微小、来源分散，分布不均匀，迁移转化规律复杂，如何客观、科学评估水体微塑料污染状况一直是微塑料监测和调查的主要难点之一。近年来，随着微塑料污染受到越来越多的关注，包括我国在内的全球多个国家已经开展相关调查研究工作。但是，不同研究采用的采样方法和分析手段差异较大，使得各调查所获取的数据缺乏可比性，不利于全面认识微塑料的环境行为和来源归趋。我国地表水资源丰富，但目前水环境中微塑料污染底数仍不清晰，难以准确评估我国当前微塑料污染面临的严峻形势。

采样作为微塑料监测的重要前端流程，对后续的检测结果的代表性、客观性、科学性、可比性影响很大。然而，目前国内针对地表水微塑料采样技术规范仍是空白，针对不同水体、水文条件、水质状况和采样目标，所应采取的采样方法、采样流程、采样量等技术细节缺乏内容全面、细节明确的指导性技术文件。因此，制定地表水微塑料采样技术规范是非常有必要的，且意义重大。这将进一步规范微塑料监测过程，保障数据的准确性、有效性以及可比性，为全面评估微塑料在我国地表水中的分布特征和污染状况提供有效支撑，为塑料垃圾的精准治理提供明确方向，从而减少微塑料对生态系统的破坏，降低其通过食物链进入人体的风险，切实保障公众的身体健康。

2.3 生态环境保护的迫切需求

我国高度重视微塑料污染生态环境问题，陆续出台了一系列与塑料及微塑料污染治理相关的政策、规划和工作方案。

2020年1月，国家发展与改革委员会、生态环境部和水利部《国家发展改革委、生态环境部关于进一步加强塑料污染治理的意见》（发改环资〔2020〕80号）发布，指出“加强江河湖海塑料垃圾及微塑料污染机理、监测、防治技术和政策等研究，开展生态环境影响与人体健康风险评估。”

2021年9月，两部委再次联合印发《“十四五”塑料污染治理行动方案》（发改环资〔2021〕1298号），提出“开展海洋塑料垃圾和微塑料监测调查。实施海湾、河口、岸滩等区域塑料垃圾专项清理，推动沿海市县建立海洋塑料垃圾清理工作长效机制，保持重点滨海区域无明显塑料垃圾。”

2022年1月，国家发展改革委、生态环境部和水利部等发布《关于江河湖海清漂专项行动方案的通知》（发改办环资〔2022〕441号）。同年5月全面部署开展江河湖海塑料垃圾清理整治专项行动，以“严控陆源塑料垃圾入水，全面推进塑料垃圾清理，强化流域区域统筹协调，规范塑料垃圾处置，加强塑料垃圾清理能力建设”为主要任务。

2022年5月4日发布《国务院办公厅关于印发新污染物治理行动方案的通知》（国办发〔2022〕15号），通知印发《新污染物治理行动方案》，方案提到“针对列入优先控制化学品名录的化学物质以及抗生素、微塑料等其他重点新污染物，制定“一品一策”管控措施，开展管控措施的技术可行性和经济社会影响评估，识别优先控制化学品的主要环境排放源，适时制定修订相关行业排放标准……”

2024年9月19日，生态环境部发布《新污染物生态环境监测标准体系表（2024年版）》，提出针对地表水水环境制订微塑料监测标准的要求。该技术规范的制定将有力支撑微塑料监测和治理工作的开展。

2.4 现行规范存在的问题

目前，国内地表水微塑料采样技术规范尚处空白。我国针对地表水微塑料的监测规范主要以检测分析内容为重点，采样环节比较内容较为简单，指导性不强。海洋微塑料监测技术指南虽然对采样环节做了较为详细准确的规定，但标准仍在研，且适用范围未覆盖河流、渠道、水库等典型地表水体，不利于全面掌握微塑料在陆地水系中的迁移路径与汇集特征。国外相关技术规范或指南，内容所关注的侧重点不同，或采样方法的选择和参数设置等方面不够清晰，导致方法系统性、普适性不强。此外，大部分规范和指南在采样水体类型、目标粒径范围、采样体积及频次等技术参数标准不一，严重制约了微塑料监测数据的整合与污染趋势的判断。因此，亟需构建覆盖多水体类型、方法体系清晰、质量控制完善的样品采集标准体系，以支撑地表水微塑料监测工作的常态化、系统化开展。

（一）适用范围方面

现有涉及微塑料采样的标准适用范围较为狭窄，多针对特定水体类型或区域制定。例如部分标准仅适用于近海和沿海地区，对于内陆河流、湖泊等水体的微塑料采样缺乏指导意义。而河流是微塑料进入海洋的重要途径，湖（库）为微塑料的汇集区域，现有标准各类地表水的采样规范针对行不强，难以全面了解微塑料在陆地水系统中的分布及迁移转化规律，影响对微塑料整体污染状况的评估。

（二）采样方法方面

目前，众多微塑料采样方法被不同标准所涵盖，主要包括网采法、级联过滤泵采法、原位采水法等。然而，这些标准所采用的方法并不统一，导致采样方法的选择存在局限性。具体的体现在对采样条件的限制、不同水质以及所采集微塑料样本的代表性上。在现行大部分标准中，网采法被广泛使用，但其难以监测小尺寸颗粒，需要适当的场景下固定网衣进行截流，现场作业难度较大，不适用于水深较浅的小型河流。原位采水法易受风浪、水流、水质的影响，难以保证样本的代表性。而级联过滤泵采法在悬浮物浓度较高的水体具有一定优势，通过现场过滤可减少后续样品浮选和消解的工作量，但网筛孔径选择和层级设置缺乏标准指导，过高的悬浮物浓度还会造成网筛堵塞，因此不适用于水深较浅，水质状况较差的水体。

（三）操作规范方面

微塑料在水体环境中分布不均，因此，分析结果是否能够准确反应该水体的污染状况，主要取决于采样过程的规范性。现行多数标准对误差的规定存在差异，这限制了操作的规范性。实际采样过程中，多种误差源可能来自于缺乏统一的设备参数、类型和操作流程。一方面，采样工具的材质和设计可能导致微塑料的吸附或损失，例如，拖网与级联过滤滤网的网孔大小及材质会影响微塑料的捕获效率，粗糙的网面可能吸附微塑料，造成采样结果偏差；另一方面，采样人员的操作差异也会引入误差，如采样深度、采样时间、采样频率等的不同，都会对最终结果产生影响。在实际监测中，不规范操作导致的误差难以控制，大大降低了数据的准确性。

（四）数据可比性方面

由于缺乏统一的采样标准，不同地区和机构获取的微塑料数据难以进行有效比较和整体统计。从时间序列来看，由于采样方法的年际变化，数据无法连贯分析，难以准确判断微塑料污染的变化趋势；从空间维度上，不同区域采样规范和标准的差异，影响了微塑料污染区域分布特征的比较和评估。数据可比性的缺失严重阻碍了对微塑料污染状况的全面了解和常规监测的协调统筹，不利于制定针对性的污染防治策略。

3 国内外相关标准及研究现状

3.1 国内外相关标准情况

现行国外大部分针对微塑料地表水采样标准在不同地区、机构的标准内容侧重点不同，而我国针对地表水的采样标准尚未颁布，相关样品采集内容包含在相关的检测规范中。国外标准较符合我国需要的具体内容和流程规范主要来自国际标准化组织（ISO）的指南。为适应本土的地表水特征，规范我国微塑料监测的工作流程，接下来针对现行和相关的国际和国内标准、指南及技术规范进行归纳总结，并选择本规范所依据的标准进行详细阐述。

现行国际标准中，国际标准化组织（ISO）于2023年9月20日发布的《环境中存在的微塑料分析原则》（Principles for the analysis of microplastics present in the environment, ISO 24187: 2023）被公认为是全球最具系统性的技术基准。该标准内容涵盖空气、水、土壤等环境介质中微塑料从采样到分析的全流程，明确了调查研究的基本工作步骤与方法选择依据，但是该规范多为概述性描述，实操性稍显不足。2023年9月25日，国际标准化组织发布征求意见稿《水质 采样 水中微塑料采样指南》（Water quality Sampling Part27: Guidance on sampling for microplastic in water, ISO/DIS 5667-27），2025年3月3日正式发布，该标准进一步深入聚焦不同水环境（包括地表水、海水、污水等）中微塑料采样技术规范，较为详细的规定了采样方法选择、采样体积、操作步骤、试剂工具和质量控制等内容，构建了适应多种水环境的标准化采样体系。此标准梳理了目前微塑料采样常用的三种方法（原位采水法、级联过滤法和网采法），并对比了其优势和限制性因素，对在不同场景下选择合适的采样方法提供了重要依据。此外，该标准方法也首次对不同采样方法需采集的体积范围进行了量化，相较于以往技术文本里定性的描述更为直观。

在区域标准方面，各国基于环境特征已展开本土化探索。美国材料与试验协会（ASTM）率先于2017年启动标准研发，2020年正式推出《采集高、中或低悬浮固体水样以鉴定和定量微塑料颗粒和纤维的标准实施规程》（Standard Practice for Collection of Water Samples with High, Medium, or Low Suspended Solids for Identification and Quantification of Microplastic Particles and Fibers, ASTM D8332-20），该规范针对高、中、低悬浮物浓度下水中微塑料的收集和鉴定步骤进行了描述，明确了根据悬浮物浓度动态采样程序及样品保存方案。但其对采样点位布设、水体动态变化、以及低浓度样品的增强检测策略尚未给出具体方案，需结合实际环境特点进一步细化和本土化。日本环境署2021年7月发布的《河流微塑料监测指南》（Ministry of the Environment, Japan, Guidelines for River Microplastic Monitoring 2021）聚焦地表水微塑料网采法的标准化应用，特别针对不同水文条件，明确河流湍流、涡旋等复杂水动力条件下的采样作业细则，进一步完善了采样标准化操作流程，明确了实验室检测的关键质控指标，如防止背景污染的操作细节、污染样品识别与处理，背景误差计算步骤等，为亚洲水域微塑料污染研究提供了科学可靠的方法论支撑。

除国际上的通用和团体标准外，我国也相继出台了多个地表水微塑料相关的地方或行业标准。标准涵盖了城市河道、河口、景观水体、污水和排水口水体中微塑料检测方法。例如，2021年11月24日颁布的团体标准《污水中微塑料的测定 傅里叶显微变换红外光谱法》（T/CSUS 32-2021），2023年9月27日发布的团体标准《城市河道中微塑料的测定 傅里叶变换红外光谱法》（T/LNEMA 002-2023）重点对检测分析方法进行了规定，针对采样环节的大体积采样和拖网设备参数的大致采集流程进行了规范：《海水和沉积物中微塑料测定》（T/FJEMIA 92023）和环保系统目前正在使用的《海

洋微塑料监测技术规范（试行）》对海洋中微塑料的采样和检测分析流程进行了规定，对地表水场景具有重要的参考意义。即便上述标准正在陆续投入专项行动和监测工作中，但专用于地表水微塑料采样的技术规范仍未正式起草和发布。包含采样环节的相关团体标准仍在陆续起草或审查阶段，说明我国地表水微塑料的采样工作在有序进行，但同时也凸显了我国对地表水采样技术规范的需求。

本标准是针对我国地表水微塑料污染状况监测的技术规范，与国内外标准及文献之间形成了密切对应关系，主要转化 ISO 5667-27:2025 中的主体内容，融合 ISO 24187:2023、ASTM D8332-20 等国际标准以及我国近年来发布的团体标准和技术报告的优势，对所引用转化的相关内容进行优化和编制。优化内容主要体现在结合国内地表水类型和环境特点，收集各类型水体的环境和水体特征等信息，综合归纳了微塑料采样常见的三种采样方法（原位采水法、级联过滤泵采法和网采法）和适用情况，明确不同水体类型、水质状况以及采样目标所对应的采样方法、采样量和详细操作流程，为我国及国际微塑料监测提供更加科学、标准化的支撑。

3.2 标准关键信息梳理

3.2.1 适应水体类型方面

标准 1 — 《Principles for the analysis of microplastics present in the environment》（ISO 24187:2023）

此标准的采样涵盖水体类型较为宽泛，包括地表水、生活污水、地下水和海水。淡水体系类型包括如湖泊、河流等，涵盖上述不同水体类型微塑料采样到分析全流程，为水环境中微塑料监测提供了重要的理论依据。但该标准属于原则性指导文件，对地表水水文地形、水质状况和点位布设条件等未提供具体明确的流程，也缺乏对应的设备参数。

标准 2 — 《Water quality—Sampling—Guidance on sampling for microplastics in water》（ISO/DIS 5667-27:2025）

该标准水体范围包括生活用水、淡水、海水、经处理废水与未处理废水，对上述水体微塑料采样的基础方法和选择依据进行了介绍，相较于 ISO 24187: 2023 的概述内容，更有针对性地对悬浮物浓度梯度、水文动态特征、区域人类活动特征、土地利用类型及水功能区属性等关键参数进行了详细规定，建立了多维度技术流程和方法选择框架，重点完善了不同水体类型适应性采样方法流程及采样约束条件。

该标准在水体微塑料采样技术方面提供了较为完整的指导，但是给出采样体积与适用水体范围较大，设备参数也未明确。

标准 3 — 《Standard Practice for Collection of Water Samples with High, Medium, or Low Suspended Solids for Identification and Quantification of Microplastic Particles and Fibers》（ASTM D8332-20:2020）

该标准涵盖河流、湖泊和溪流水体，尤其规范了上述水体中高、中或低悬浮固体浓度水样的采集，系统规定了不同悬浮固体浓度条件下，微塑料颗粒与纤维的采集、过滤、样品保存及后续分析流程。然而，其对采样点位布设、水文参数变化时的应对方法调整，以及低浓度样品的强化检测方案尚未给出具体指导。此标准需结合实地踏勘的点位特征进一步细化，以适应不同水体的采样条件，实现本土化应用。

标准 4 — 《河流微塑料监测指南》（日本环境署，2021）

该指南涉及的水体类型主要为河流，针对监测点位布设、采样时间选择、拖网采样流程、样品检测、数据分析等全流程作出了明确规定，并配了详细的演示图片说明，为河流微塑料（ ≥ 0.3 mm）监

测提供了详细的指导。此标准也明确提出了采样位置的选择要考虑流速、水深、悬浮物、BOD 浓度等水文水质特征对微塑料分布模式的影响。

3.2.2 采集粒径范围和体积

标准 1 — ISO 24187:2023.

此标准指出，水体采样体积需依据目标微塑料粒径范围和检测方法进行调整，以确保监测数据的准确性和代表性。标准所划定的粒径分级见表 1。例如：若采样目标覆盖整个粒径范围或超出标准规定范围 (<10 μm)，可适当减少采样量，以减少数据冗余。若目标粒径较大 (>100 μm)，需过滤更大的水量，以保证足够的微塑料颗粒被捕获。对于固体悬浮物含量较少的水体（低浊度、低悬浮物浓度），可以进一步增加采样体积，以确保可检出微塑料。

表 1 粒径分级

粒径分级		微塑料粒径范围						大微塑料
分级	μm	1~< 5	5~< 10	10~< 50	50~< 100	100~< 500	500~< 1000	1000 ~5000
均值	μm	3	7.5	30	75	300	750	3000
质量*	mg	1.4×10^{-8}	2.2×10^{-7}	1.4×10^{-5}	2.2×10^{-4}	0.014	0.22	14
质量为 14.13 mg 的颗粒计数	个	1.0×10^9	6.4×10^7	1.0×10^6	6.4×10^4	1000	64	1

注：*根据平均粒径（3000 μm ）估计的，假设球形粒子的密度为 1。

标准 2 — ISO/DIS 5667-27

此标准明确指出不同的目标粒径范围需对应不同的采样方法。全尺寸的目标粒径范围（1~5000 μm ）建议使用原位采水法，原位采水水量相较于级联过滤和网采法水量较少。为了提高所采集微塑料样品的数据代表性，可酌情增加采集样品体积，级联过滤泵采法采集样品不超过 1000 L，网采法不超过 500 m^3 。网采法和级联过滤泵采法采集的微塑料粒径受到网筛和拖网的孔径限制。当目标粒径范围较大时，使用网筛目数小，层级少的级联过滤泵采法将出现网筛阻塞，从而影响采集样品代表性。网采法所用拖网大多为 50 - 500 μm ，330 μm 最为常用，容易遗漏小尺寸颗粒，从而低估了微塑料在取样水中的总丰度。

标准 3 — ASTM D8332-20

该标准主要适用于 0.45-5000 μm 目标粒径范围的微塑料采样工作，采集方法侧重于原位采水法和级联过滤的使用。内容中提及的级联过滤设置的采集网筛孔径为 20 μm 、50 μm 、150 μm 、300 μm 、500 μm 、1000 μm 和 5000 μm 。为保证样品数据代表性，所采集样品体积最少为 1500 L。

标准 4 — 《河流微塑料监测指南》

该指南明确指出目标粒径范围在 0.3 mm 至 5 mm 之间，使用网采法过滤水体体积在 10 m^3 至 20 m^3 以保证样品代表性。

标准 5 — 《城市河道中微塑料测定 傅里叶变换红外光谱法》（T/LNEMA 002-2023）

标准采样相关内容中推荐使用大体积采样（原位采水法）30L 与网采法。因检测仪器最低检测要求，微塑料粒径范围控制在 20 - 5000 μm 。

标准 6 — 《污水中微塑料的测定 傅里叶显微变换红外光谱法》（T/CSUS 32-2022）

因此标准主要测定污水中的微塑料污染，水质状况较差，悬浮物浓度较高，采样使用原位采水法，体积控制在 2-10 L。目标测量微塑料粒径范围受到仪器测量限制，测量范围介于 50 μm 至 5 mm 之间。

现有微塑料研究在采样方法上积累了不同场景的技术经验。网采法适合宽阔水域，可高效捕获 330–5000 μm 中大粒径颗粒^[1-3,6,12]；原位采水法和泵采法通过控制采样体积（20 L 至 1.2 m^3 ）实现 45–5000 μm 包含小粒径微塑料的精细化监测^[4,11,13,15]。然而，现有研究中采样方法存在显著局限：拖网法对 <300 μm 颗粒捕获不足且体积难量化^[6,9]；原位采水法和泵采法面临网筛孔径不统一、滤膜堵塞等问题^[13,14]。不同研究在粒径定义（如是否含 <100 μm 颗粒）和计量单位（个/ m^3 、 mg/m^3 等）的差异加剧了数据不可比性，亟需建立标准化采样体系。

3.2.3 不同水质状况对采样的影响

标准 1 — ISO/DIS 5667-27

此标准明确提出，原位采水法适用于污染程度高的水体采样。因为悬浮物的浓度较高，意味着微塑料的丰度相对较高，采样时可能会堵塞级联过滤泵采法和网采法使用的网孔，造成采集样品不具有代表性，且由于仪器和操作不规范而造成的样品污染的风险较高。

标准 2 — ASTM D8332-20

该标准指出，在低悬浮物浓度水体，微塑料浓度通常较低，需增加采样体积以提高检出率。在中、高悬浮物浓度的水体，由于泥沙等悬浮物的干扰，级联过滤的滤网可能受到堵塞，因此要加多不同网孔尺寸的层级，防止堵塞，以保证数据代表性。

标准 3 — 《河流微塑料监测指南》

该指南在采样点位布设时明确指出需要在悬浮物较高的常规监测点位设点。但在拖网过程中要防止采样设备被堵塞或者交叉污染采集样品。同时，标准明确了在有机污染严重的水体中，采样后的实验室分析阶段需进行 H_2O_2 加热氧化消解等预处理。

标准 4 — T/CSUS 32-2021

标准主要适用污染水体，因水质状况相较于其他类型水体较差，采集样品使用原位采水法。

相关研究表明，在地表水水体中需关注水质状况，特别是水体悬浮物浓度和浊度。在悬浮物浓度 >50 mg/L 的水体，选择级联过滤泵采或网采法时滤网或滤膜易堵塞，影响采样效率和微塑料检出率^[5,8]。因此，实际环境中可联用原位采水法和级联过滤泵采法，以减少杂质干扰。低污染水体（如远离人类活动的湖泊、水库），微塑料浓度通常较低，需增加采样体积以提高检出率。污染较重的水体（如污水处理厂出水口、城市河道），由于有机物和油脂的干扰，微塑料检测可能受到阻碍，故研究均对所采集的样品进行了酶或者芬顿试剂的有机物消解。

3.2.4 质控措施

标准 1 — ISO 24187:2023

该标准提到尽可能避免用塑料制品器具，避免穿塑料制品衣服，若条件允许，在洁净室中分析测试。在以上标准基础上，需计算加标回收率（标准微塑料通常是自己制备）。另建议在非采样（样品运输和分析测试环节）流程阶段均进行空白实验，以在分析计数时扣除背景污染。

标准 2 — ISO/DIS 5667-27

在 ISO 24187 的基础上，此标准细化了空白样品的设置流程和方法，明确了误差分析方法及数据修正标准，以减少监测污染误差，提高数据准确性和可靠性。

标准 3 — T/LNEMA 002-2023

该标准的质控措施除了在采集时进行同点位 2 个平行样采集外，全流程制作程序空白。在之后实验室分析中进行了加标验证，回收率为 88.9±0.3%，区间为 80%-94%。

标准 4 — T/CSUS 32-2021

此标准在全流程采样过程中制作了程序空白，可用于空白样品制作和背景污染半定量参考。

除已发布标准外，国内外各研究均强调在采样过程中必须设立现场空白、过滤空白及实验室平行样，对操作过程中的二次污染、滤膜堵塞和设备污染进行严格监控。研究中普遍使用的具体措施包括：使用非塑料材质的采样器具、预先清洗并密封所有采样容器、在现场设立对照样品以及对各采样设备定期进行校正^[4-5]。然而，质量控制措施需按照其他关键条件，如采样方法、适用水体类型和水质状况等条件确定。

3.3 本标准与现有标准及研究的对应关系

当前，国内外地表水微塑料污染状况监测的标准尚不统一，未能全面且详尽的涵盖地表水微塑料监测所涉及的不同适用水体的采样方法选择、操作流程等技术内容，如表 2 和 3 所示。本标准在转化 ISO 5667-27:2025 的基础上，归纳总结现行已有规范文件的优势，参考国内外研究的相关采样内容细节，如表 4 所示，结合我国实际情况，针对地表水微塑料污染状况监测的采样方法进行了详细阐述。本标准在国内外相关标准的通用方法原则基础上，进一步明确了不同水体类型、水质状况、目标微塑料粒径范围的采样方法、点位布设、采样体积、操作流程以及质控措施。在适用水体类型方面，本标准充分考虑了我国地表水的多样性和复杂性，包括河流、湖泊、水库、渠道、入海河口等不同类型的水体，涉及不同的水文条件、潮汐和水质状况。在采样方法选择方面，本标准明确了三种常见采样方式的适用范围，结合不同的水文环境、水质状况和采样目标，详细阐述了所应采用的采样方法、布点原则及操作流程，明确了不同方法、不同粒径目标下所需的采样体积和计算公式。同时，本标准还强调了采样过程中的质控措施，以防止微塑料样品因长时间暴露而发生污染，从而影响监测结果的准确性。

整理来讲，本标准聚焦地表水中微塑料采样过程的技术细节进行了详细全面的总结和归纳，能够为微塑料监测工作的具体实施提供详尽且可靠的技术指导。

表 2 国内外标准及对应内容

标准编号/名称	水体类型		采样方法的选择	点位布设及操作步骤	不同目标粒径所需采样量	水质状况	质控
	多种	单种					
ISO 24187-2023	√	×	×	×	√	×	√
ISO 5667-27:2025	√	×	√	√	√	√	√
ASTM D8332-20	×	√	×	×	√	√	√
《河流微塑料监测指南》	×	√	×	√	√	√	√
T/CSUS 32-2021	×	√	×	×	√	×	√
T/LNEMA 002-2023	×	√	√	×	√	×	√
T/CSTM 008840-2022	×	√	×	×	×	×	√
T/CSTM 00563-2022	×	√	×	×	×	×	√

表 3 国内外微塑料调查采样技术相关标准和规范汇总

标准来源	标准规范名称	定义（粒径）	适用水体	采样方法	采样体积	采样层次	样品保存条件	质量控制
国际标准化组织（ISO）	Principles for the analysis of microplastics present in the environment (ISO 24187:2023)	大微塑料（1mm~5mm） 微塑料（1 μm~1 mm）	水、各种环境介质及饮用水、污水、洗衣机出水等	原位采水法；网采法；级联过滤法	—	—	<4 °C	1. 避免塑料制品器具和衣物 2. 加标回收 3. 空白
国际标准化组织（ISO）	Guidance on sampling for microplastics in water (ISO 5667-27:2025:2025)	1 μm~5 mm	生活用水、淡水、海水，处理、未处理废水	原位采水法；级联过滤泵采样法；网采法	生活用水：原位采样法：1-2 L，级联过滤法：1000 L，已处理废水 10-100 L 河流、湖泊、海洋：200-500 m ³ ，（较清洁水体可增加采样量）	表层、近表层、深层水	3±2 °C 避光	1. 避免塑料制品器具和衣物 2. 加标回收 3. 空白
美国材料与试验协会（ASTM）	Standard Practice for Collection of Water Samples with High, Medium, or Low Suspended Solids for Identification and Quantification of Microplastic Particles and Fibers (D8332-20 2020)	长度≤5 mm 的塑料颗粒，纤维长度≤15 mm 长宽比最小为 30:1,宽度≤500 μm	含高、中、低固体悬浮物的水体	级联过滤法（原位采水+泵采）	高、中、低固体悬浮物水体过滤 5450 L、1500 L、1500 L	—	1-4 °C	现场空白
日本环境署	河流微塑料监测指南	尺寸≤5 mm 的塑料	河流	网采法	10-20 m ³	水体表层 50 cm 以下	冰箱冷藏	—
中国团体标准	城市河道中微塑料的测定傅里叶变换微红外光谱法 (T/LNEMA 002-2023)	颗粒尺寸 ≤5mm 的塑料制品或塑料碎屑	城市河道	原位采水法；网采法	原位采水 30 L	—	密封带回实验室并及时测定，不能及时测定的 4°C 冷藏保存，14 天内分析	全程序空白
中国地方标准	海水增养殖区环境微塑料监测技术规范 (DB37/T 4323-2021)	长度或等容粒径 ≤5 mm 的塑料颗粒	海水增养殖区环境水体	原位采水法；网采法	—	表层水	—	1、全程序空白 2、加标回收 3、空白对照

标准来源	标准规范名称	定义（粒径）	适用水体	采样方法	采样体积	采样层次	样品保存条件	质量控制
中国团体标准	海水和沉积物中微塑料测定 (T/FJEMIA 9-2023)	长度或等效粒径 ≤ 5 mm 的塑料颗粒	海水	原位采水法；网采法	—	—	48 h 内分析，或于 4°C 冷藏保存，7 d 内测定	全程序空白
中国团体标准	污水中微塑料的测定 傅里叶变换显微红外光谱法 (T/CSTM 008840-2022)	适用范围为 50 μm ~5 mm	生活污水和工业废水	原位采水法	2 L-10 L	—	4°C 冷藏、避光保存，7 d 内测定	全程序空白
中国团体标准	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 (T/CSTM 00563-2022)	适用范围为 50 μm ~5 mm	景观用水	原位采水法	2 L-10 L	表、中、底层水	密封后送至实验室，室温保存	现场空白
中国团体标准	地下水中微塑料的测试 傅里叶变换显微红外光谱法 (TCSTM 00886—2024)	尺寸小于 5 mm 的合成高分子材料纤维、碎片和颗粒	地下水	通过水泵抽水，用样品瓶接取水样	—	—	采样瓶用铝箔纸封口，4°C 以下冷藏保存，7 天内完成分析	中国团体标准

表 4 国内外主要研究内容

文献	水体名称	水体类型	采样方法	采集粒径/网筛孔径尺寸	单位	采样时间	采样深度/距离	采样体积
[1]	Los Angeles & San Gabriel Rivers, 美国	河流	网采法	333 μm (孔径)	个/ m^3	15 min	表层水下 15 cm	—
[2]	Laurentian Great Lakes, 美国	湖泊	网采法	0.355~0.999 mm; 1.00~4.749mm; >4.75 mm	个/ km^2	60 min	表层 0-16 cm	—
[3]	Lake Hovsgol, 美国	湖泊	网采法	61x16 cm (网口尺寸), 333 μm 孔径; 0.355~0.999 mm; 1.00~4.749 mm and >4.75 mm (粒径)。	个/ km^2	60 min	表层 0-16 cm	—
[4]	长江, 中国	河流	原位采水 (泵采) 法	32~5000 μm	个/ m^3	—	表层水下 1 m	12~20 L
[5]	Rhine, Dalälven, Danube & Po, 欧洲	河流	1、网采法; 2、泵采法; 3、原位采水法	60x10 cm (网口尺寸) 330 μm (孔径); 3.2 mm (网筛)	个/ km^2 ; g/ km^2 ; 个/ m^3 ; g/ m^3	1、30 min; 2、未涉及; 3、未涉及	1、表层水下 10 cm; 2、表层水下 30 cm; 3、表层水下 5 cm, 表层水下 20-70 cm	1、未涉及; 2、5000 L; 3、未涉及
[6]	River Seine, 法国	河流	网采法	100~5000 μm	个/ m^3	—	表层水下 0.1 - 0.35 m	450 - 2000 L
[7]	太湖, 中国	河流	网采法; 原位采水法	0.65 m 直径, 1.55 m 长, 333 μm (孔径)	个/L	2 km/h, 1-30 min	25 - 120 m	1、浓缩水样 250 mL; 2、1 L
[8]	五大湖区, 美国	湖泊	网采法	100 cm 宽 \times 40 cm 高 \times 1.5m 长, 333 μm (孔径)	个/ m^3	5 -82 min (平均 15 min)	101 to 16400 km^2	—
[9]	香溪河, 中国	河流	网采法	50 \times 100 \times 150 cm, 112 μm (孔径)	个/ km^2	~5 km/h	190 - 480 m	浓缩水样 1 L
[10]	Dutch river delta and Amsterdam canals, 荷兰	河流	原位采水法	10~5000 μm	个/L	—	表层水	1~2 L
[11]	River Irwell, 英国	河流	原位采水法	$\geq 63 \mu\text{m}$	个/L	未涉及	表层水	20 L
[12]	青海湖, 中国	湖泊	网采法	50 cm \times 100 cm \times 150 cm, 112 μm 网筛孔径	个/ km^2	~5 km/h, 2km	表层水样	浓缩水样 1 L
[13]	Antuã River, 葡萄牙	河流	原位采水 (泵采) 法	$\geq 0.055 \text{ mm}$	mg/ m^3 ; 个/ m^3	2 m/s	表层/底层水样	1.2 m^3 ; 浓缩水样 0.001 m^3
[14]	城市污水水处理池, 捷克	污水; 水库	原位采水法	5~5000 μm	个/L	未涉及	未涉及	9L、27 L 处理前后排水
[15]	布曲河 (长江源头); 那曲河 (怒江支流); 拉萨河 (雅鲁藏布江支流)	河流	原位采水法	0.045 - 5 mm	个/L	未涉及	表层水样	30 L

4 基本原则与技术路线

4.1 基本原则

(1) 科学实用原则

结合地表水的实际环境和状况，科学布点和采样，确保微塑料的监测结果客观反映水体中微塑料的污染状况，为环境综合评价和管理提供科学依据。

(2) 因地制宜原则

根据地表水类型、地理特征、水文、气候、水质以及监测目标等因素，选择相应的采样方法、采样量、采样频次。

(3) 循序渐进原则

本标准规范遵从难易并举的原则，既能够指导基础薄弱的人员开展微塑料采样和监测工作，也可以指导有一定生物经验的人员根据不同的监测目标开展长期规范性监测。

4.2 技术路线

目前，国内尚无针对地表水微塑料采样的技术规范，而采样技术作为微塑料监测体系中的关键环节，其标准化程度直接关系到监测数据的科学性、可操作性和可比性。为填补这一空白，本研究以 ISO 5667-27:2025 为技术主线，系统转化其框架与核心要求，同时融合 ISO 24187、ASTM 8332-20、《河流微塑料监测指南》等国际标准以及 T/CSUS 32-2021、T/LNEMA 002-2023 等国内相关规范的技术优势，构建了具有本土适应性的地表水微塑料采样标准体系。研究通过实地采样试验与实验室分析相结合的方式，系统评估原位采水、泵采、网采等采样方法的适用性与性能表现，并围绕采样方法选择、点位布设原则、采样流程与步骤、样品存储与运输、质量控制等关键环节开展全面优化。在此基础上，设计并实施了现场验证工作，针对现行国内规范中未涉及的核心技术参数与指标（如采样方法选择、采样体积、粒径覆盖范围、空白样设置等）进行优化和确认，确保标准文本在实践中的准确性、可行性与代表性。最终，形成了一套面向河流、湖泊、水库、渠道以及类似水体的，具有通用性、系统性和操作指导性的微塑料采样技术规范，为我国微塑料污染监测提供基础性技术支撑与标准化路径。

(1) 采样方法的评估和优化

为确保微塑料监测的代表性和适用性，本研究将针对不同水体类型（江河、湖泊、水库、潮汐河流），结合水文水质特征（水深、水面宽度、流速、悬浮物浓度、污染程度等），综合应用原位采水法、级联过滤泵采法和网采法三种采样方式，并对各方法的适用性、数据代表性、采样成本、操作便捷性及实验室预处理要求进行全面评估。

在研究过程中，将在不同水体中开展实地试验，对比分析不同采样方法的捕获效率和数据一致性。同时，针对微塑料的不同粒径范围（1-100 μm 、100-1000 μm 、1000-5000 μm ），评估各方法的适用性，优化采样策略，提高不同粒径微塑料的检出率。此外，还将结合水流速、悬浮物浓度及污染负荷等环境因子，分析其对采样结果的影响，优化采样参数（如采样体积、拖网速度、泵采流速等），确保不同环境下的采样方案均能稳定获取高质量数据。

(2) 采样流程优化

在确定适用的采样方法后，研究将进一步优化采样流程，确保标准化操作和数据可比性。首先，在点位布设方面，依据水文特征合理分布采样点，覆盖不同水层、流速区及污染梯度区域，确保采样

的空间代表性。在采样参数设定上，优化网采法、原位采水法和级联过滤泵采法的采样体积、时间和频次，以保证数据的可重复性和代表性。此外，针对不同水质条件（如高悬浮物水体、低浓度微塑料水体等），制定样品存储和运输方案，避免样品降解或污染，提高实验室分析的可靠性。

（3）质控体系构建

为了保证采样和检测数据的准确性和可靠性，本研究将依据 ISO 24187:2023、ISO5667-27 等国际标准及指南，建立全过程质量控制体系。在采样过程中，设置现场空白、运输空白、过滤空白和实验室空白，以排除环境污染和交叉污染的影响。同时，通过重复采样和平行分析，评估不同采样方法的稳定性和数据一致性。

在高悬浮物水体中，由于微塑料可能受到沉积物和有机颗粒的干扰，研究将优化过滤和前处理流程，采用适当的预过滤技术，避免滤膜堵塞，并提高微塑料的分离和检测效率。对于低浓度微塑料水体，将增加采样体积，并结合多级过滤方法，以确保足够的样品浓度，便于实验室分析。

（4）实验室分析方法选择

采样后，所有样品将送至实验室进行预处理和微塑料分析。研究将优化样品前处理流程，根据水体类型和污染状况，采用湿法氧化、密度分离或酶解等方法去除有机污染物，提高微塑料的分离效率。

在微塑料检测分析阶段，将根据目标颗粒的形貌、粒径和成分，结合显微分析（光学显微镜、电子显微镜）和光谱分析（拉曼光谱、傅里叶变换红外光谱）等技术，确保检测结果的准确性和可重复性。同时，建立数据分析体系，计算微塑料丰度（个/m³）、粒径分布、形态特征和化学组成，形成标准化的数据报告格式，为水体微塑料污染的全面评估提供可靠数据支持。

（5）形成标准化技术规范

在综合实地试验和实验室分析的基础上，研究将总结不同采样方法的适用场景及优化方案，提出基于水体特征的推荐采样方法。为确保方法的标准化和可推广性，将制定完整的采样技术规范，明确各采样方法的具体实施细则，包括采样设备、参数设置、操作步骤、样品保存与分析要求，确保采样方法在全国范围内具有较高的可重复性和可操作性。

本研究预计周期为 18 个月，研究成果将为地表水微塑料监测提供科学、标准化、可操作的采样方法，填补国内技术规范空白，并推动微塑料污染监测和管理的标准化进程。未来，该标准可广泛应用于全国范围的微塑料污染调查，为水体环境健康评估、政策制定及污染防控提供重要的科学依据。

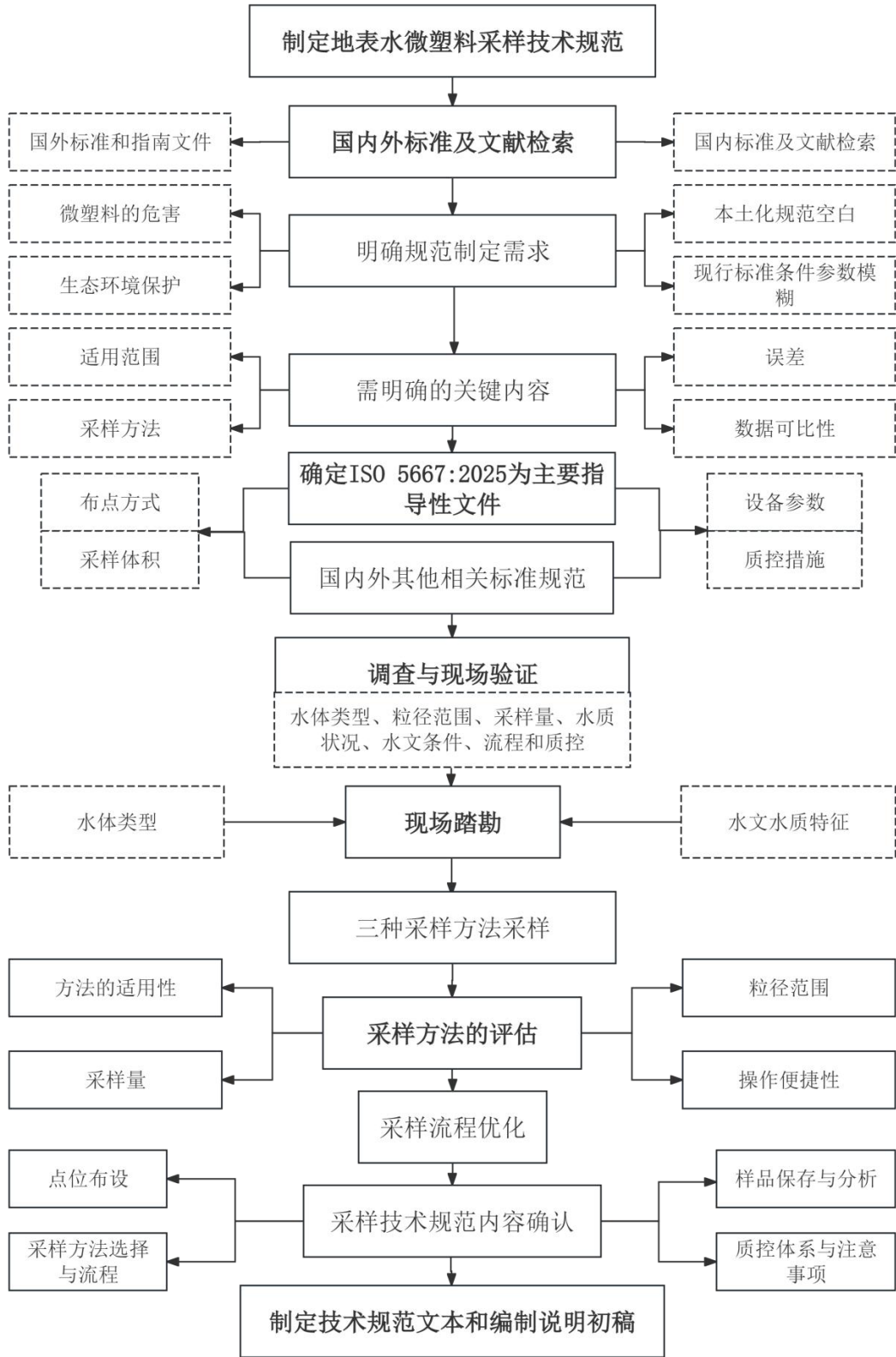


图 1 地表水微塑料采样技术规范技术路线图

5 技术规范主要内容及依据

本技术规范的标准内容包括不同地表水采样技术的适应范围、内容引用的规范性标准文件、采样点位布设与采样流程，质量控制与质量保证几大部分内容。

5.1 适用范围

本标准规定了地表水微塑料监测的点位布设、采样方法、采样流程、采样频次、质量保证与质量控制、采样记录等内容。

本标准适用于入海口、江河、湖泊、水库和渠道等地表水以及其他类似水体中的微塑料采样技术规范。

5.2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 15445.6 粒度分析结果的表述

HJ 91.2 地表水环境质量监测技术规范

HJ 493 水质 采样样品的保存和管理技术规定

HJ 91.1 污水监测技术规范

5.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

本标准与 DB37/T 4323-2021、T/CSUS 32-2021、T/LNEMA 002-2023、T/FJEMIA 9-2023 同属微塑料相关技术标准。DB37/T4323-2021 中包含 2 个术语,分别为:微塑料、微塑料丰度。T/CSUS 中包含 1 个术语:全程序空白。T/LNEMA 002-2023 中包含 2 个术语,分别为:微塑料、微塑料丰度。T/FJEMIA 9-2023 中包含 2 个术语,分别为微塑料、微塑料丰度。GB/T 1844.1-2022 中包含一个定义,即:微塑料的材质。

5.3.1

微塑料 microplastics

长度或等容粒径 $1\mu\text{m}$ 与 5mm 之间的塑料固体或合成聚合物颗粒。粒径测算参照GB/T 15445.6。

该术语在 DB37/T 4323-2021、T/CSUS 32-2021、T/LNEMA 002-2023、T/FJEMIA 9-2023 中均有定义,定义均为:“长度或等容粒径 $\leq 5\text{mm}$ 的塑料颗粒”。ISO 5667-27:2025:2025 中的定义有所不同,原文件中定义为:“固体塑料或合成聚合物颗粒不溶于水,最大尺寸在 $1\mu\text{m}$ - 5mm 之间。”ISO 24187:2023 的定义将微塑料分为大微塑料和微塑料,其中,微塑料定义为尺寸在 $1\mu\text{m}$ 至 $5000\mu\text{m}$ ($=5$

mm)之间的固体塑料颗粒。美国 ASTM 8223-20 中的定义为：“任何可能添加化学添加剂或其他物质的固体合成有机聚合物材料，即颗粒的最大尺寸为<5 mm；纤维长度不超过 15 mm，高宽比至少为 30:1，最小尺寸为<500 μm。”

5.3.2

原位采水法 grab sampling

在特定时间、点位（必要时含深度）直接从水体中采集的单次离散样品。

5.3.3

级联过滤泵采法 pumped cascade filtration sampling

采用潜水泵抽取一定深度的水样至以梯度孔径排布的不锈钢网筛组，截留不同粒径尺寸的颗粒样品转移至对应的非塑料采样瓶中。

5.3.4

网采法 net sampling

网采法分为动态网采法（拖网法）与静态网采法。动态网采法利用船只航行等方式提供动力拖动网具在水体中移动，截留并富集水体中的微塑料；静态网采法通过将网具固定于岸边，借助水体自然流动通过网具来富集微塑料。

三种采样方法的定义均出现于 ISO 5667-27:2025:2025，本标准主要定义参考原文件中对于原位采水法、级联过滤法和网采法（动态网采法和静态网采法）的内容。

5.4 点位布设

5.4.1 布点原则

5.4.1.1 代表性原则：监测点位宜具有空间代表性，反映流域（水系）或所在区域的微塑料污染状况。微塑料作为一种纯人类活动产生的污染物，其监测点位应考虑人类活动的影响，应在受人类活动影响区域设点。监测点位尽量设置在河段顺直、河床稳定、水流平稳、水面宽阔处，应避开死水区、回水区、排污口、河床经人工硬化处等特殊区域。

基于 ISO 5667-27:2025 技术规范中 4.5.1 条款关于采样点布设的核心要求——“样本应具环境或区域代表性”，本标准确立“代表性原则”作为基本指导准则。

结合 HJ 91.2 与 HJ 495 标准中关于水质监测断面布设的共性要求，包括宏观反映流域水质状况、表征污染特征、规避水流异常区域等核心要素，本标准进一步拓展该原则内涵，将微塑料污染物的空间分布特征、时间变化规律及来源解析需求融入断面布设标准，形成具有环境微塑料监测专属性的代表性原则体系。

5.4.1.2 可行性原则：宜以最少的点位获取具有代表性的监测信息，同时兼顾采样的可行性和方便性。

本标准确立的可行性原则综合集成 HJ 91.2 与 HJ 495 两个技术规范的核心要求。在 HJ 91.2 4.1.1.3

章节中，明确要求监测断面布设应确保采样活动的可实施性和操作便利性，同时强调通过科学优化监测网络配置，以最小化监测断面的方式获取具有时空代表性的污染物迁移转化数据。该原则还深度融合了 HJ 495 5.2.1 地表水监测断面布设标准中“可行性”的双重内涵：既要求构建最具信息密度的监测断面体系，又强调现场采样的实践可操作性和技术经济性。在系统整合两项标准的技术要求后，本标准通过多维度论证和工程实践验证，最终科学凝练形成具有创新性的“可行性原则”实施框架。

5.4.1.3 一致性原则：微塑料监测点位尽可能与水质监测点位一致，尽可能获取足够信息，以便于分析微塑料与水质理化指标的相关性及其源汇过程。

本标准一致性原则遵循 HJ 91.2 4.1.1.5 和 HJ 495 5.2.1 中重复提及的布设原则，即“监测断面的布设应考虑水文测流断面，以便利用其水文参数，实现水质监测与水量监测的结合。”规范内容。HJ 91.2 4.2.1 确定采样频次的原则，即“依据不同的水体功能、水文要素和污染源、污染物排放等实际情况，力求以最低的采样频次，取得最具有时间代表性的样品……”通过将以上内容提炼后，本标准凝练出了“一致性原则”。

5.4.1.4 延续性原则：宜沿用历史采样点位，保持数据的连续性和可比性。

本标准延续性原则遵循 HJ 495 5.2.1 中提及的延续性内容，即“要使各监测断面能反映一个水系或一个行政区域的水环境质量。断面的确定应在详细收集有关资料和监测数据基础上……”。ISO 5667-27:2025 4.5 Sampling plan 中建议“使用污染源的历史信息，以确保结果尽可能准确”。结合以上标准内容，本规范凝练出了“延续性原则”。

5.4.2 点位布设

河流、渠道、水库、湖泊监测断面和监测垂线布设按照 HJ91.2 要求执行。

地表水中微塑料通常采集表层样品。当根据不同监测目的需采集不同水深的样品时，若无特别要求规定，垂线上采样点的设置按照 HJ 91.2 执行。

目前大部分水质微塑料监测相关技术规范和研究文献聚焦于表层水样的监测和研究（表3、表4），这是因为大部分塑料的密度小于水的密度，微塑料在水中垂直方向上的分布情况为大部分的微塑料漂浮于水体表面。但是也有少数塑料的密度大于水的密度，且微塑料表面可能会吸附泥沙、微生物及各种化学物质，这些因素可能会使微塑料的密度增加，同时由于水动力等因素的影响，可能会使微塑料向下层水体迁移。因此微塑料监测通常采集表层样品。当需要研究微塑料在水中垂直方向上的分布情况，考虑分层采样，若无特别要求规定，垂线上采样点的设置参照 HJ 91.2 执行。

5.5 采样前准备

5.5.1 确定采样负责人

主要负责制定采样计划并组织实施。

5.5.2 制定采样计划

制定采样计划前，采样负责人应明确监测任务、目的和要求，确定调查区域并了解监测断面周围情况，熟悉并确认采样方法、设备准备工作、样品运输和保存技术。尤其对于选定的微塑料采样方法，还应掌握有关应对现场误差和空白样品制备的相关技术。

采样计划应包括：监测断面（采样垂线和采样点）、目标粒径、采样方法、质量保证措施、采样时间和路线、采样人员和分工、采样器具和交通工具以及现场测定项目和安全保证等。

遇到地震、台风、洪水等自然灾害情况，可不采样或延期采样，并加以说明。

5.5.3 采样方法的选择

遵循ISO5667-27:2025的指导原则，地表水微塑料的采样方法包括原位采水法、级联过滤泵采法和网采法。采样方法需根据监测目标（如目标粒径范围）、水体类型与现场条件（水深、水面宽度、有无船只或固定构筑物、流速）、水质状况（尤其是悬浮物浓度）、需采集的样品体积与代表性等方面的适用性进行选择。

为确定适合我国地表水的微塑料采样方法和采样量范围，点位适应性与采样方法验证验证流程如图 2 所示，主要验证过程和结果如下：

编制组筛选深圳市及深圳周边区域 95 条河流和 37 座湖库，进行了详细的前期调查。依据 ISO 5667-27:2025 对于点位选择的要求，收集了历史水文、点位周边环境、水域结构、监测频次和监测网络分级等相关指标信息，涵盖了河流、湖库，包括感潮河段、不同水质类别和不同悬浮物浓度等主要因素。按照指标覆盖范围全面、点位安全可达、重点断面优先的原则，最终筛选出 37 个代表性点位进行现场踏勘，进行采样方法（原位采水法、级联过滤泵采法与网采法）适应性分析，分析结果如图 3 所示。

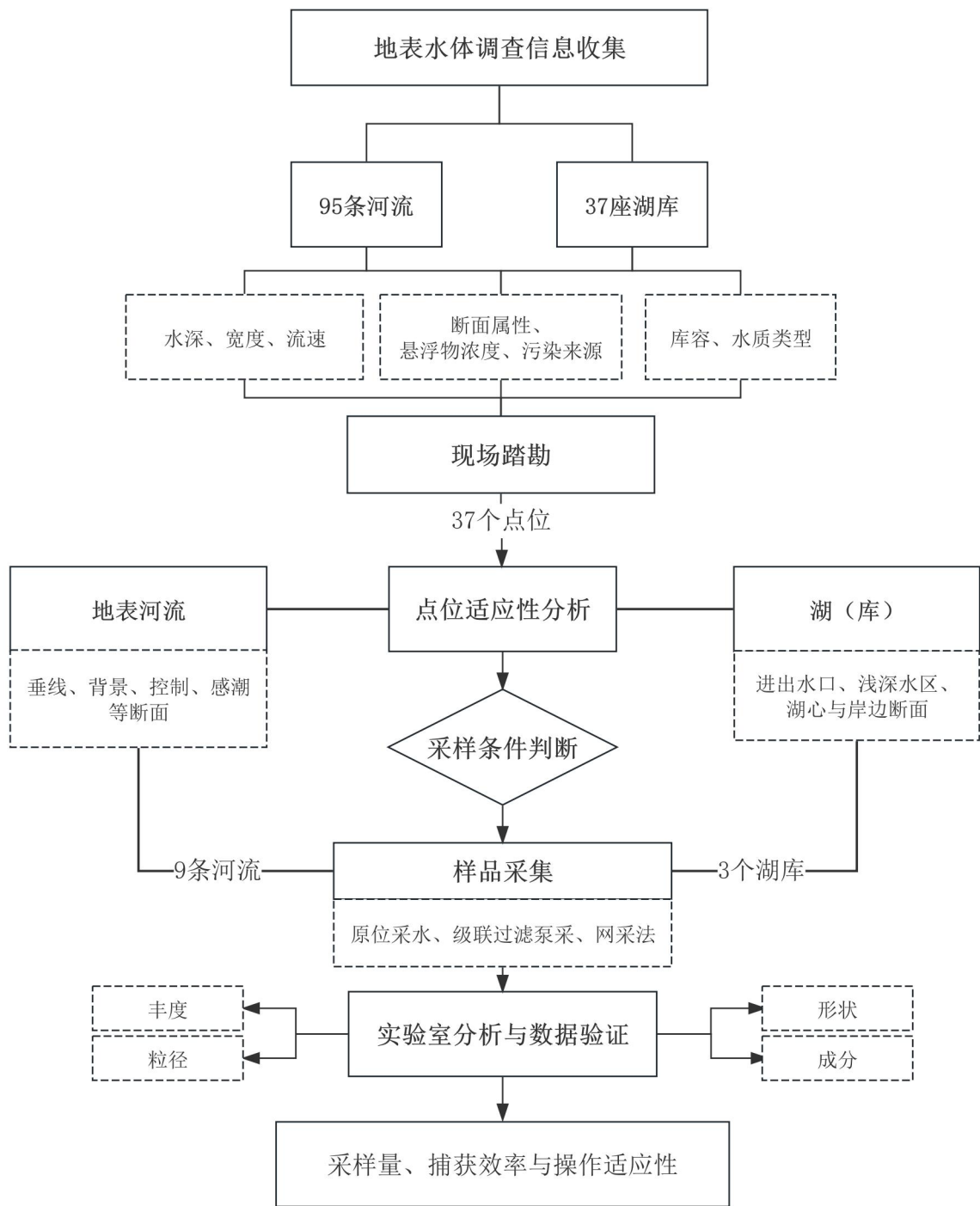


图 2 点位适应性与采样方法验证工作流程图

根据图 3 的图示统计结果，最终选择的 37 个点位在采样方法适用性方面呈现出明显规律。图 3a 显示，适宜原位采水法、级联过滤泵采法和网采法联合使用的点位集中在水面较宽的河流干流和一级支流和水库；仅可采用原位采水法的点位多分布于浅水、窄幅、支流断面。图 3b 表明，存在废水或工业源的点位对采样方式有更高限制性，其中多数仅适用原位采水法，说明污染源附近更需稳定、低干扰的取样方式，如原位采水法。图 3c 显示，少数点位可适应现场施行不同的采样方式，多数点位均适用于原位采水法。级联过滤泵采法或三种方法均适用的点位，其水深与河宽均同时进行三种采样方法的验证取样工作。图 3d 揭示，悬浮物浓度越高的点位，更倾向适用于原位采水法与泵采法，尤其在靠近污染源条件下，仅适用原位采水法的点位具备更高适应性。

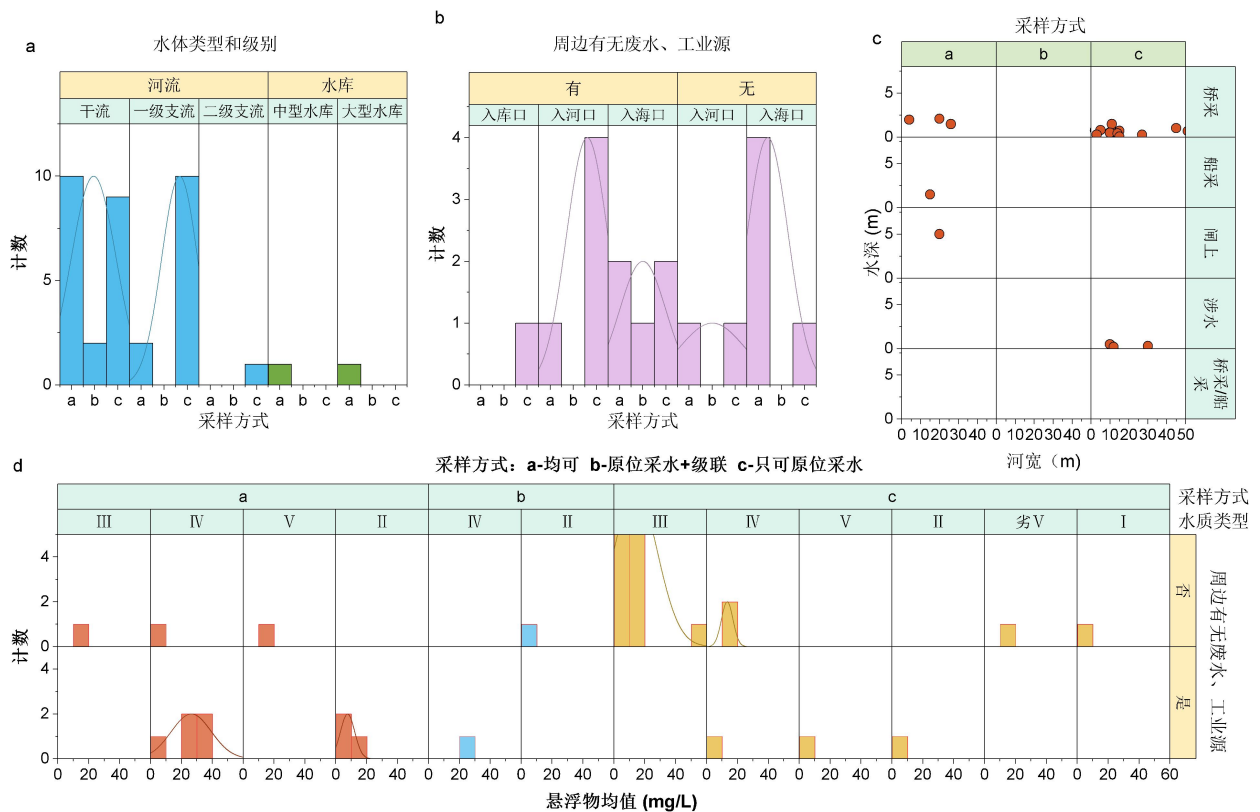


图 3 37 个实际踏勘点位采样方法选择

5.5.3.1 采样方法适用性评估

编制组通过对 37 个地表水断面进行实际踏勘并针对代表性断面实施采样、样品分析，从水文条件（水深、水面宽度、水体流速）、采集微塑料的粒径范围、微塑料成分分析鉴定效率、监测结果丰度、适用采样深度、采样过程实际操作难度、采样过程受污染风险高低以及监测目的等多方面因素进行评估，对三种采样方法的适用性进行了评估和总结，详细内容见表 5。

1) 无特别要求时可优先选用原位采水法

小型河流，其水深、水面宽度或水体流速无法满足网采法和级联过滤泵采法的要求，加上动态网采法还需满足可通航或有桥梁给采样人员提供拖网场地，静态网采法还需要有合适的桥墩或树桩等构筑物来固定网具，导致可采用网采法的断面极少。例如，在深圳市 95 个河流监测断面中；适用网采法占比仅

13.8%；适用用级联过滤泵采法的断面比例为45.7%；适用原位采水法的的断面比例为100%，即全部点位均可使用原位采水法。另外从采样层次来说，也是原位采水法适用性更广。但原位采水法针对广阔水域、污染程度较低的情况，受采样量的限制，大颗粒微塑料采集的代表性不及其他两种方法。

相较于网采法和级联过滤泵采法，原位采水法操作难度小、采集的微塑料颗粒的成分分析鉴定更适合于采用全自动或半自动化方法、采样过程受污染风险大小，考虑人力物力成本以及采样方法的推广普及，原位采水法的可操作性更强。

2) 陆海联动监测，或为了跟海洋微塑料监测进行比对，且点位的水文条件满足要求时，采用网采法。

目前航洋微塑料监测采用网采法，在陆海联动监测或跟海洋微塑料监测比对时，为了监测结果可比性，采用跟海洋监测相同的网采法。

3) 有其他特别要求需要用级联过滤泵采法的，且点位的水文条件满足要求时，也可以用级联过滤泵采法。

4) 在不同采样断面开展联动分析时，如同一条河流的上下游断面，入海口与海域等情况，应采用同一种采样方法，使样品结果具有可比性。三种采样方法的微塑料粒径范围和丰度不具备可比性，为保证监测结果可比性，在同一个监测任务中应采用同一种采样方法，原位采水法因操作性较强，对环境要求不高，一般选用该方法。

表 5 地表水微塑料采样方法适用情况表

适用方法	目标采集粒径	水文条件	辅助设施	水质状况	样品体积
原位采水法	全粒径	适宜不同水深、河宽、流速等水文条件。	适用于各类水体。当采样断面位于大型河流、湖泊或水库的中泓等不易直接抵达的区域时，应借助船只、桥梁或坝体等构筑物进行采样。	适宜多种水质状况，但洁净水体需增大样品量或组合点样采样以提升样品代表性。	采集、运输样品量不小于 20 L~30 L。
级联过滤泵采法	表征不小于网筛孔径（如 20 μm ）的微塑料。	水深不宜小于 1 m，水面宽阔且水流平稳，以避免吸水过程中扰动底泥。	适用于不同水深、悬浮物含量的水体。对位于大型河流、湖泊或水库中央的采样断面，需借助船只等平台实施采样。	适宜多种水质状况，但在悬浮物浓度过高（如 > 500 mg/L）的水体中，泥沙等颗粒物易造成滤网或管道堵塞，需要及时更换滤网避免堵塞。	原位过滤水量 100 L~1000 L，富集后保存、运输。
网采法	表征不小于网衣孔径（如 330 μm ）的微塑料。	水深不宜小于 1 m，水面宽阔且水流平稳，以避免拖网过程中扰动底泥。	网采法分为动态采样（拖网）与静态采样。动态采样需借助船只提供拖曳动力；静态采样则需利用桥梁、岸桩等固定构筑物来锚定网具。	适宜悬浮物浓度相对较低的清洁水体。在高悬浮物浓度水体中，杂质易堵塞网衣孔目，不仅降低过滤效率，还可能造成网具堵塞，增加样品处理难度。	原位过滤水量 10 至 500 立方米，富集后保存、运输。

5.5.3.2 采样量的确定

本标准结合我国实际地表水情况，为验证不同微塑料采样方法在地表河流、湖泊和水库中的适用性及采样量范围，采样方法选择在实地踏勘点位和 ISO 5667-27: 2025 的基础上，为验证实际采样工作的采样量范围、粒径范围、代表性和质控，本研究完整采集了 9 个河流断面、2 个湖库的微塑料数据，并同时使用原位采水法、级联过滤泵采法和网采法三种采样方式进行比较验证。实际样品采集点位信息如表 6 所示，验证结果详见图 6。

表 6 采样点位信息

编号	水体类型	水体级别	水宽 (m)	水深 (m)	悬浮物浓度均值 (mg/L)	周边有无污染源
1	河流	干流	26	1.5	7.7	无
2	河流	干流	83	1.2	16	有
3	河流	干流	4.0	2.0	2.8	无
4	河流	干流	52	0.8	8.3	无
5	河流	干流	100	3.0	21.4	有
6	河流	干流	3.0	0.3	2.2	无
7	水库	大型水库	6154000	28.7	-	无
8	水库	中型水库	1262	9.8	-	无
9	河流	一级支流	45	1.03	5.9	生活区
10	河流	一级支流	13	0.5	4.6	生活区
11	河流	一级支流	11	0.3	8.6	工业源

原位采水法：如图 4 所示，原位采水法在多类型水体中展现出广泛适应性与稳定性能。在点位 1、2、4、5、7 和 8（图 4a-4f）等基础信息和采样条件差异较大的典型断面中，原位采样体积为 25 L~30 L 时，微塑料丰度表现稳定。污染程度较低的河流，如点位 1 在 30 L~45 L 之间丰度维持在 0.45 个/L~0.69 个/L，点位 2 在 20 L~50 L 之间丰度为 0.75 个/L~0.96 个/L，显示出较强的结果一致性与操作灵敏性。相较于以上采样结果，点位 3、6、10 和 11（图 4g、4h、4j 和 4k），水面宽度小于 15 米，采样体积与丰度无较强对应关系，无法判断丰度稳定区间，点位只适宜原位采水法采样。与此同时，针对悬浮物浓度均值较低的水体（点位 3、6、9、10，见图 4g-i），微塑料丰度在采样体积小于 20 L 时，仍较为波动。综合以上实际采样结果，点位依据 ISO 5667-27:2025 中 4.1.2 原位采样相关规定，本规范推荐采样体积范围为 20 L~30 L，适用于绝大多数流动性或静水型水体，具备良好的现场操作性与定量分析基础。若水体洁净度较高，或有其它监测目标，可根据实际情况增加样品采集量以提高样品代表性。

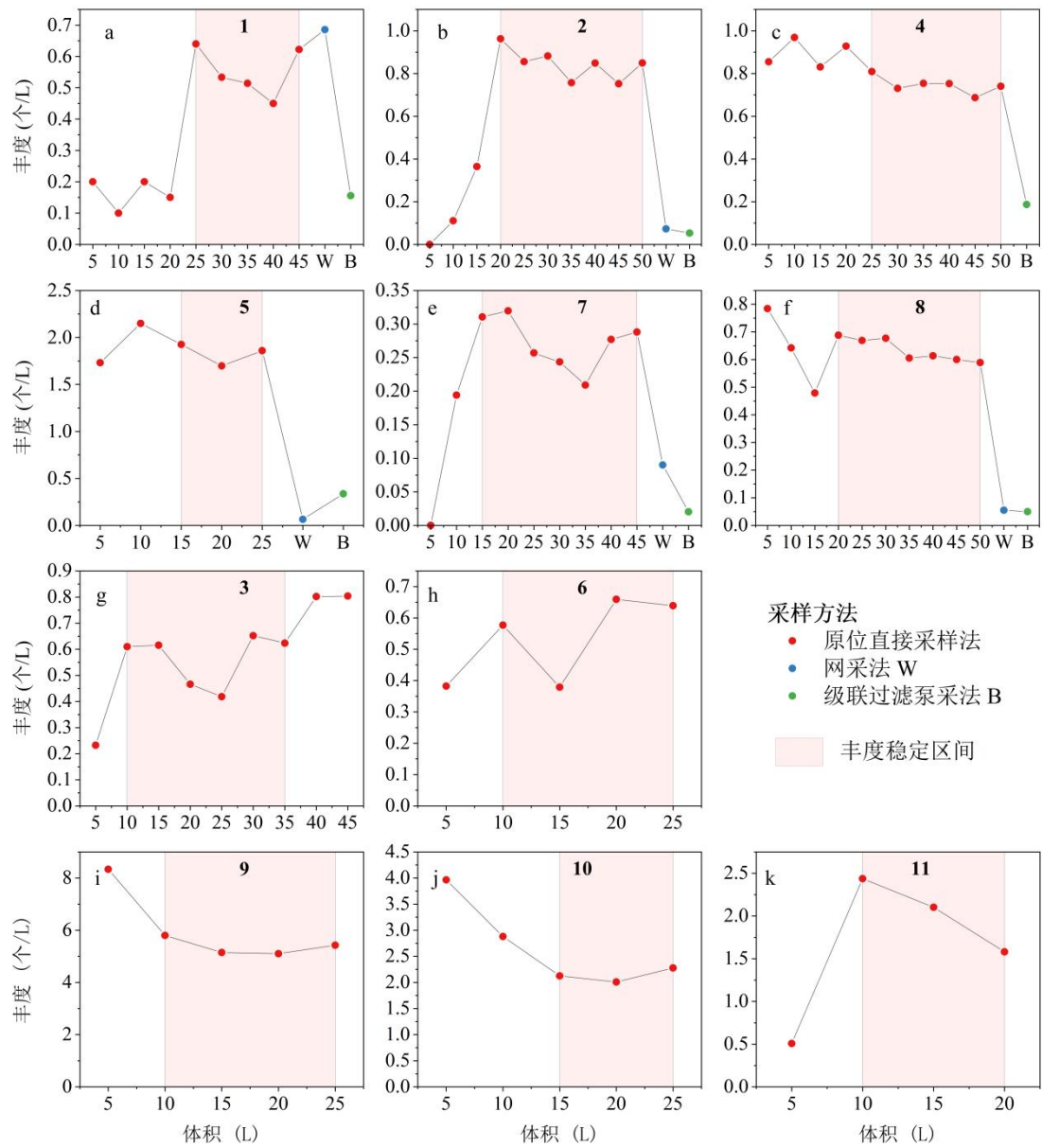


图 4 采样方法在各点位的体积与丰度变化

级联过滤泵采法：ISO 5667-27:2025 4.3 Sampling volume 对级联过滤清洁水体的最大样品体积要求不超过 1000 L，对于清洁度较低的水体建议采集 10 L~100 L。本技术规范对采样量也进行了实地验证。编制组使用了孔径为 20 μm、100μm、330 μm、5000 μm 的筛网组，并将孔径 20 μm、100μm 两个筛网上的微塑料混合成一个组（理论粒径范围 20 μm~330 μm 组），330 μm 孔径筛网上的微塑料作为另外一个组（理论粒径范围 330 μm~5000 μm 组）分别进行粒径和丰度统计分析。实测数据显示（图 5），20 μm~330 μm 孔径组在中等体积（300~500 L）时丰度最高，适于稳定高效捕获中小粒径微塑料；而 330 μm~5000 μm 孔径组需要较大的采样体积（800 L 以上）才能达到有效捕获丰度，体现出对大粒径微塑料的特定适用性。结合标准编制组研究结果和 ISO 5667-27:2025、ASTM 8332-20 等标准，建议级联过滤泵采法采样量为 100~1000 L。

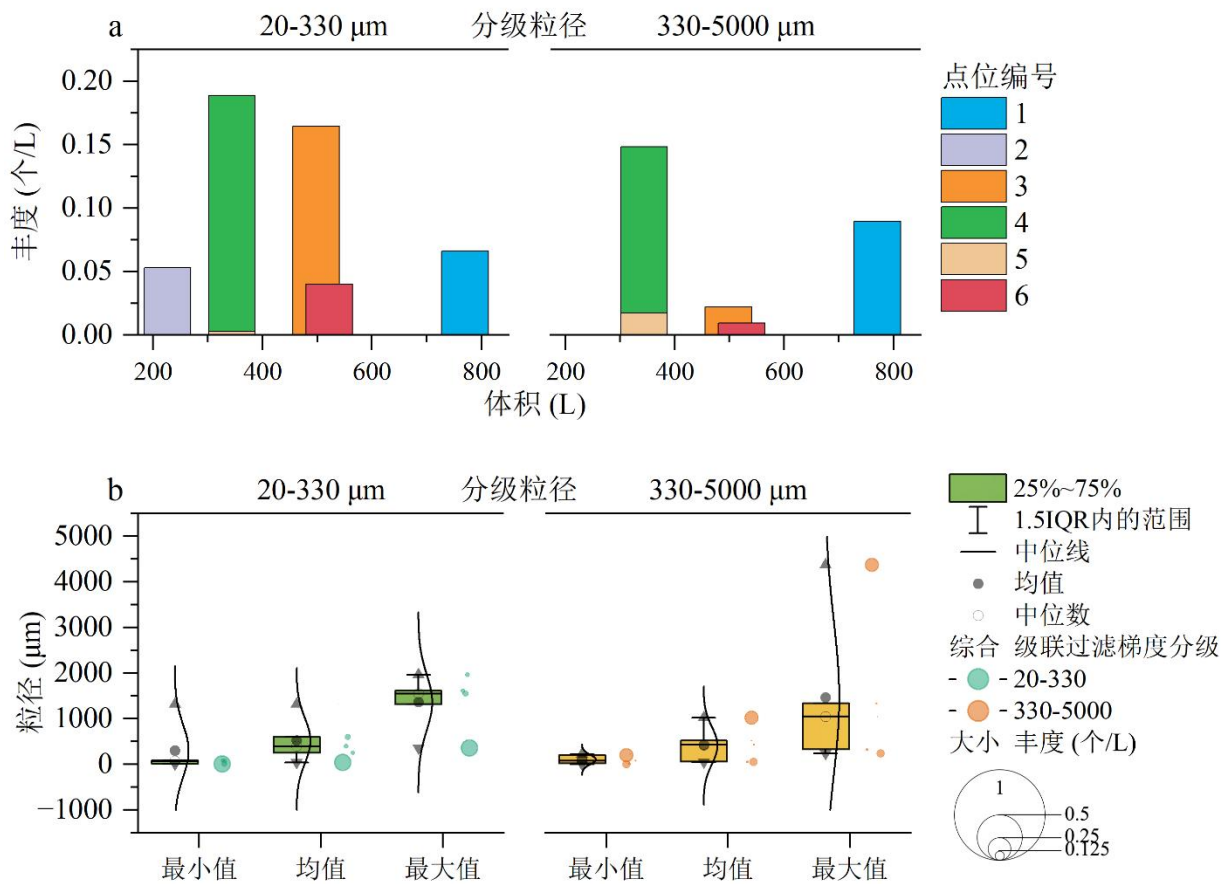


图 5 级联过滤泵采法所采集体积与微塑料丰度和粒径关系

网采法：此方法的采样体积跟实际采样时长呈正相关关系。标准编制组采集的动态网采样品中，样品体积范围为 1584 L~53676L，采样时长 9 min~25 min。其中最小体积 1584 L 的是新丰江水库采，采样时长 20 min，检测出 140 个微塑料和面积分别为 0.33 mm² 和 0.02 mm² 的两个 PET 纤维团，成分包含 PE、PET、PP-PE、PP、PS 等常见微塑料种类。除去 PET 纤维团，新丰江水库的微塑料丰度为 0.09 个/L。根据河源市环境质量公报，新丰江水库水质常年为地表水 I 类水质。证明在洁净度很高的水体中，1584 L 的样品具备较好的代表性。采样体积最高值为茅洲河燕川的 53676 L，采样时长 25 min.，共采集到 3900 个微塑料，此样品成分分析鉴定耗时长达 10 多天，样品中含有大量有机物等杂质，前处理时长是其它网采样品的 2-4 倍，因此拖网时间过长、采样量过大会增加样品前处理和分析的时间

和人力成本。日本环境署发布的《河流微塑料监测指南》建议网采法采样量 $10\text{ m}^3\sim 20\text{ m}^3$ 。ISO 5667-27:2025 推荐动态网采法采样时长为 $10\text{ min}\sim 30\text{ min}$ 。标准编制组根据实际实验结果，考虑当前微塑料监测前处理的分析鉴定效率，建议网采法采样量 $2000\text{ L}\sim 20000\text{ L}$ 为宜，动态网采法采样时长 $10\sim 20\text{ min}$ 。静态网采法采样时长跟水流速度有关，水流速度越快，则采样时间越短，反之亦然。按照本次研究的结果，推荐的采样量在 10 m^3 量级为宜，ISO 5667-27:2025 中对微塑料浓度较低的水域建议采样体积为 $200\text{ m}^3\sim 500\text{ m}^3$ ，综合考虑，网采法应根据实际情况采集 $10\text{ m}^3\sim 500\text{ m}^3$ 体积样品。

网采法体积建议如图 6 所示，主要适用于中大粒径 ($330\text{ }\mu\text{m}\sim 5000\text{ }\mu\text{m}$) 微塑料的采集，实测结果表明，在适中体积 ($2000\text{ L}\sim 5000\text{ L}$) 采样条件下，其丰度相对稳定且集中，尤其适合用于污染源附近区域的采集任务。然而，小体积网采受网孔尺寸和流速条件限制，易出现丰度偏低的问题，在静稳水库和低流速区域表现尤为明显。

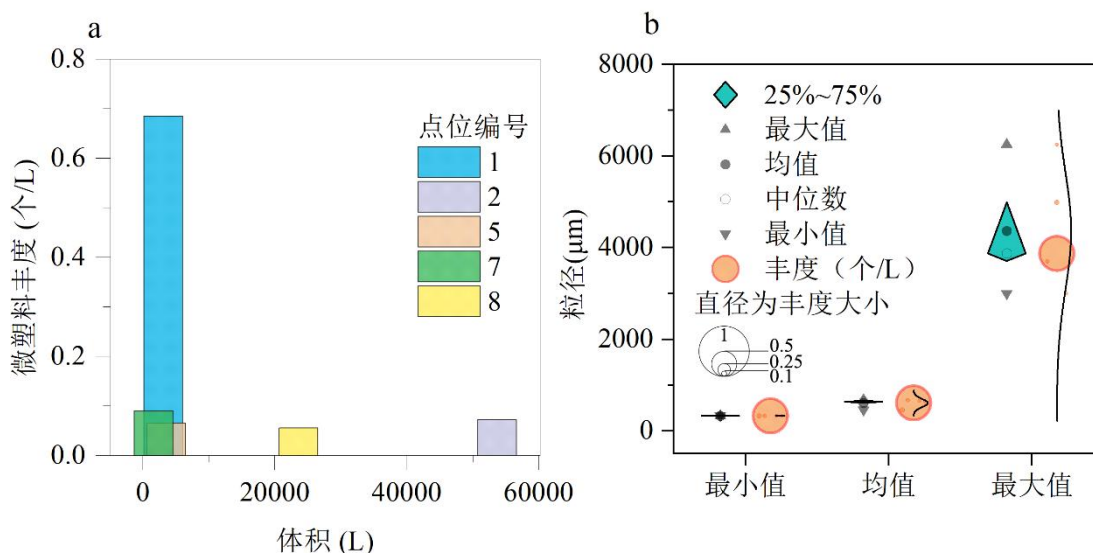


图 6 网采法所采集体积与微塑料丰度和粒径关系

综上分析，本技术规范推荐原位采水法、网采法和级联过滤泵采法三种采样方法的采样量如表 7 所示。本技术规范所给出的采样体积均为建议体积，具体采样体积可根据水体洁净度和研究目标微塑料粒径范围适当调整，水体洁净度越高，目标微塑料粒径越大则采样体积可适当增加，反之则采样体积可适当减小。

表 7 地表水采样方法与建议采样量

采样方法	原位采水法	网采法	级联过滤泵采法
建议采样体积	20 L~ 30 L	$10\text{ m}^3\sim 500\text{ m}^3$	100 L ~ 1000 L

5.5.4 采样器材

5.5.4.1 原位采样法

5.5.4.1.1 5 L具磨口塞的广口玻璃瓶若干个。

5.5.4.1.2 不锈钢采水器（5 L）（图 7）。

5.5.4.1.3 不锈钢水杯或水桶。

5.5.4.1.4 采样记录表。

5.5.4.1.5 金属浮球、铅锤。

5.5.4.1.6 密封袋、铝箔纸或锡箔纸等。

原位采水法取样设备主要为 ISO 5667-27:2025 6.1 For grab sampling method 规定的“使用非塑料采样设备”，类型包含采水器、样品瓶、量杯、铅锤等直接接触水体的设备。

DB37/T 4323 中也规定：“如需获取小粒径微塑料样品时，可使用击开式不锈钢采水器进行。”采水器示意图 7。

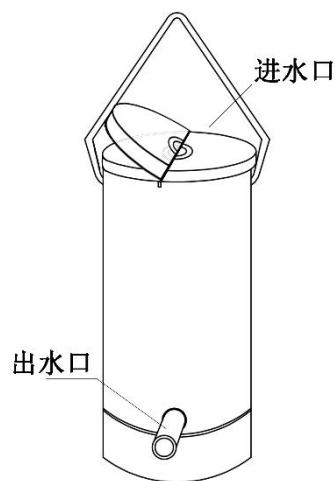


图 7 常用击开式不锈钢采水器示意图

5.5.4.2 级联过滤泵采法

5.5.4.2.1 具磨口塞的广口玻璃瓶若干个。

5.5.4.2.2 潜水泵：进水口滤网孔径不小于采样目标粒径（图 8）。

5.5.4.2.3 移动电源。

5.5.4.2.4 不锈钢网筛组：孔径（5000 μm 、500 μm 或 330 μm 、100 μm 、20 μm ）（图 8）。

5.5.4.2.5 不锈钢镊子、勺子。

5.5.4.2.6 采样记录表。

5.5.4.2.7 密封袋、锡箔纸或铝箔纸等。

级联过滤泵采法的采样设备参考 ISO 5667-27:2025 6.1.4 内容，即“潜水泵应优先选用磁力驱动结构设计，通过非接触式动力传输有效阻断润滑油或冷却油自潜水电机向叶轮腔体的渗漏风险。作为替代方案，蠕动泵因其无需浸没式安装特性，其优势在于能显著降低污染物外泄可能性。当选用蠕动泵时，应严格遵循取样前更换全新未磨损蠕动管的技术规程。具体泵送作业参数建议参照 ISO 5667-17

技术规范（条款编号 6.6）中的详细技术指引。”本研究采用潜水泵实施地表水样采集，泵采水样经管道输送至串联的多梯度网筛装置实现多梯度分级过滤。图 10 展示了当前主流的潜水泵设备构型。网筛孔径梯度设计严格遵循 ISO 24187 第 5 章“分析步骤通用要求”的微塑料粒径分级规范，其中 ISO 5667-27:2025 第 6.2.1 条款明确定义了分级梯度参数：1 μm 、5 μm 、10 μm 、20 μm 、50 μm 、100 μm 、250 μm 、330 μm 、500 μm 、1 mm、5 mm。该标准第 8.3.1 条款进一步规定：“网筛孔径建议设置在 20 μm 至 5 mm 区间，具体参数可根据样品悬浮物浓度及粒径分布特征进行适应性调整。”

同时参考 ASTM 6.5.2 标准关于级联过滤系统的网筛层级设置规范：“推荐采用 20 μm 、50 μm 、150 μm 、300 μm 、500 μm 、1000 μm 及 5000 μm 的网状尺寸分级配置”。

基于我国现行技术规范 T/FJEMIA 9-2023、DB37/T 4323 等技术规范对海洋微塑料监测的粒径限定要求，本研究在网筛系统中设置 330 μm 中间孔径选项。该参数设计既符合陆海监测网络标准化建设需求，又充分兼容当前主流微塑料检测标准的粒径覆盖范围，确保采样数据在跨区域、跨平台应用时具有科学可比性。常见不锈钢潜水泵和网筛示意图见图 8。

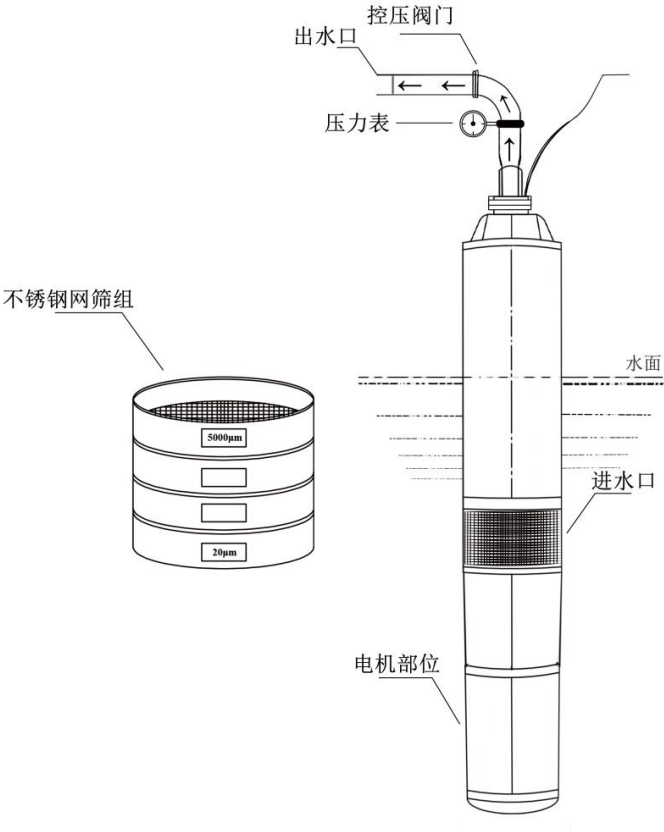


图 8 级联过滤泵采法主要设备

5.5.4.3 网采法

5.5.4.3.1 具磨口塞的广口玻璃瓶若干个。

5.5.4.3.2 不锈钢水桶。

5.5.4.3.3 微塑料采样网：包含网衣、金属框网口、网底管，由蚕丝等非塑料材质制成，孔径 $330\ \mu\text{m}$ （根据采集目标，可选择其他孔径）（图9）。

5.5.4.3.4 流量计；

5.5.4.3.5 不锈钢镊子、勺子。

5.5.4.3.6 采样记录表。

5.5.4.3.7 金属浮球、铅锤。

5.5.4.3.8 密封袋、锡箔纸或铝箔纸等。

ISO 5667-27:2025 6.3 For net sampling 对网采法使用拖网的设备要求为：“Neuston 网边长在 45 至 100 cm 之间，或 Manta 网宽在 60 至 100 cm 之间，高度在 15 至 40 cm 之间。约 $330\ \mu\text{m}$ 的网孔孔径是最常用的，可过滤大量水体。浮游生物网的网格尺寸最小（ $50\ \mu\text{m}\sim 100\ \mu\text{m}$ ）。”；“网格尺寸在 $50\ \mu\text{m}\sim 100\ \mu\text{m}$ 更常用于河流中的固定采样。也可使用孔径为 $200\ \mu\text{m}$ 或 $100\ \mu\text{m}$ 的拖网。”

依据 T/FJEMIA 6.5 技术规范，双船体采样装置技术参数如下：网口水平展开宽度 $0.5\ \text{m}\sim 1.0\ \text{m}$ ，垂直高度 $0.5\ \text{m}$ ，蚕丝/尼龙复合网衣总长 $3\ \text{m}\sim 4\ \text{m}$ ，织物孔径 $0.33\ \text{mm}$ 。核心组件包含终端网底管（外径 $9\ \text{cm}$ ，内置同孔径筛绢套）及中央定位式网口流量计系统。需特别说明：尼龙网材质因含聚氨酯（PA）成分（参见 GB/T 1844.1），应避免在常规微塑料采样作业中使用，作业时应按水文条件配置压载装置。

《河流微塑料监测指南》3.2.1 条款明确拖网设备标准：采用短锥型浮游生物网作为采样主体，网口部位需加装流量监测装置，底管材质限定为橡胶或金属材质。该规范要求拖网系统需满足开口直径 $30\ \text{cm}$ 、过滤孔径 $0.3\ \text{mm}$ 的精密参数要求。常见拖网网具样式见图 9。

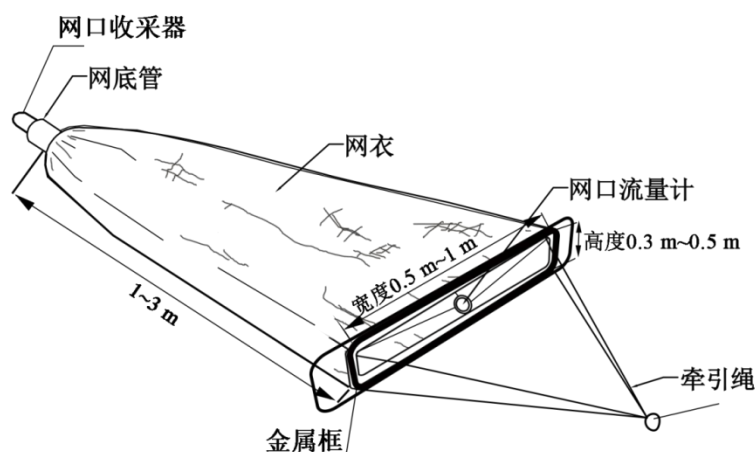


图9 网采法主要设备示意图

5.6 样品采集

5.6.1 采样频次

5.6.1.1 采样频次确定原则

水体中微塑料丰度在时间尺度上受季节和水期影响，可根据不同的水体功能、水文要素和污染来源等实际情况，力求以最低的采样频次，取得最具有时间代表性的样品。

5.6.1.2 采样频次和时间

根据监测任务，确定采样频次和时间。监测频次应结合环境状况（如降雨、潮汐）动态调整，涵盖不同环境条件下的样品。优先选择连续两天无降雨后进行采样。若计划采集受降雨影响的断面，在确保安全的前提下，原则上应避免有明显雨水汇入的区域，转而选择水质充分混匀的区域或汇入点上游区域采集水样，并记录现场情况。若现场出现大量藻类或浮游生物，调整采样时间，若无法避开，缩短采样时间。

对于水域开阔且水质较为稳定的水体，可采用每季度一次、每年两次（丰水期、枯水期）的采样频次；对于重点关注且水质波动较大的水体，可采用每月或每周一次的采样频次。

潮汐影响的监测断面，可分别采集涨潮和退潮水样。涨潮水样应在水面涨平时采样，退潮水样应在水面退平时采样。仅评价地表水环境质量时，可只采集退潮水样。

5.5.6.2 采样

依据 HJ 91.2 中 4.2.4.2 条款规定和编制组现场采样经验，地表水微塑料采样作如下规定：采样时不可扰动水底的沉积物和岸边物质，远离植被和水生生物活动较频繁的区域。一般情况下，不允许采集岸边水样，确因特殊情况，需要在岸边采集水样时，记录现场情况。船上采样时，采样船应位于采样点下游，需采集不受船尾螺旋桨搅动或船体排水口影响区域的水样。涉水采样时，采样人员应从下游接近调查地点，注意不要踢起河床上的砾石或底部沉积物。当河流条件稳定后，方可开始采样。ISO 5667-27:2025 7.4.1 中也提到网采法建议在水体平静的条件下进行采样。

5.6.2.1 原位采水法

HJ 494 4.3 条款中提出“在可以直接汲水的场合，可用适当的容器采样，如水桶。从桥上等地方采样时，可将系着绳子的聚乙烯桶或带有坠子的采样瓶投于水中汲水。……在采集一定深度的水时，可用直立式或有机玻璃采水器。”ISO 5667-27:2025 第 8.1.1 规定原位采水法可通过将采样设备（采水器或采样瓶）沉降至目标深度后打开采样设备，水样进入采样设备后再关闭采样设备从而采集水样。

为对比水桶（杯）和采水器对表层地表水微塑料的采集效果，编制组在 6 个点位开展了水桶和采水器所采集样品的丰度比对分析。结果显示，除小沙河河口点位外，其余 5 各点位两种采样方式采集到的微塑料丰度结果相近（图 10）。基于现有技术规范的整合分析和实际操作经验，本技术规范规定表层地表水样品采集的采样器为水桶或水杯，深层地表水样品采集的采样器为采水器，并提炼出如下“原位采水法”核心步骤。

5.6.2.1.1 表层地表水样品采集

用不锈钢水桶或水杯汲取水样。将水桶（杯）缓慢下降至水面后继续缓慢下放，当桶（杯）口没入水面约 2/3 高度时，提起水桶（杯），将水样转移至样品瓶中，用锡箔纸或铝箔纸包好样品瓶。微塑料主要分布于水体表面，若采样水桶（杯）完全没入水体，则无法保证能采集到水体表面的微塑料，导致检测到的微塑料丰度偏低。因此切勿让水桶（杯）口完全没入水体，若水桶（杯）不小心完全没入水体，需倒掉水桶（杯）中全部水样后再重新采样。可在桶（杯）口系上浮球和铅锤来避免桶（杯）口完全没入水体。

5.6.2.1.2 深层地表水样品采集

用不锈钢采水器汲取水样。依据采样层次深度，将不锈钢采水器缓慢沉入水体预定的深度后缓慢提出水面，采集的水样按层次转移至相应采样瓶，用锡箔纸或铝箔纸包好样品瓶。水体波动较大时，可在采水器下加上铅锤，以保证采水器能够稳定保持在预定的深度汲取水样。

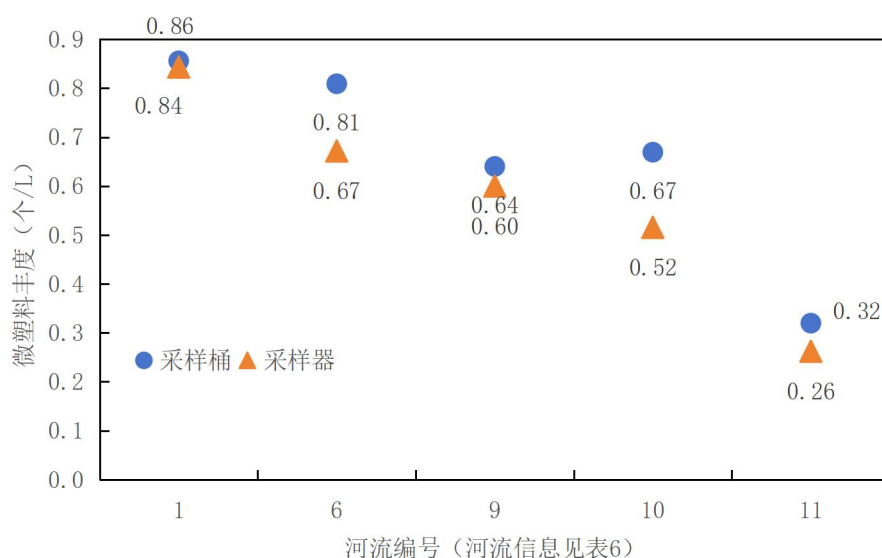


图 10 原位采水法桶采和采水器采微塑料丰度比对

5.6.2.2 级联过滤泵采法

ISO 5667-27:2025 标准第 8.2 与 8.3 条款针对不同洁净度水体的级联采样需求，分别规范了对应的操作方法。其中 8.2 条款规定的标准采样流程如下：

对于洁净度较高的水体样本，建议采用 2~4 级级联筛网系统。生活用水的筛网孔径宜控制在 1 μm 至 250 μm 范围内；已处理废水的连续过滤装置则建议采用 1 μm 至 5 mm 规格的滤网。正式取样前，应使用取样水体对潜水泵及采样设施内壁实施不少于 5 分钟的系统冲洗。

在压力输送系统中，建议配置螺杆调节阀或球型流量控制阀进行流量调节。

采样全程应采用与过滤装置直接连接的在线式流量计实施流量监测。所选流量计需具备 $\pm 5\%$ 量程精度，且需持有有效期内的校准证书。

达到预定采样时长后，应立即终止样品流动，同步记录总样本体积、采样持续时间及平均流量等关键参数。

同时，ISO 5667-27:2025 8.3 对低清洁度水体采样流程作出如下规范：

(1) 首先确定 20 μm 至 5 mm 区间的滤网孔径规格，该参数可根据悬浮物粒径分布特征及浓度水平进行动态调节。

(2) 通过调节水泵输送量及螺杆/球形阀开度，确保系统维持 ≥ 1 L/min 的恒定水流量。

(3) 采样过程中须采用与过滤装置后端容器直联的流量计实施实时监测，所选仪表需具备 $\pm 5\%$ 量程精度，确保流量数据采集的计量溯源性。

(4) 同时建议配置压力监测系统，通过压力表持续追踪过滤单元压差变化，当压升超过阈值时，应立即中断采样或更换全新过滤模组。为此需配备若干预组装过滤单元，构建快速更换的冗余系统。

(5) 达到预定采样时长后，终止样品水流并记录有效采样体积，需注意剔除流程中断时段的数据记录。

基于现有技术规范的整合分析，系统提炼出本标准中“级联过滤泵采法”核心现场采样步骤。

5.6.2.3 网采法

动态采样流程参照ISO 5667-27:2025 第6.3章节网采法规范要求。标准指出：“动态采样时需将采样网固定于船舷外侧，通过延伸管件使网具与船体保持安全距离。建议采用专用夹具配合加固缆绳对延伸管进行双重固定，优先选择船舶护柱等承重结构作为锚固点，同时采用末端牵引索实现管件抗拉伸稳定，以此优化网具安装位置，有效规避船体湍流水体对微塑料样本的裹挟干扰，确保数据准确性并降低污染风险。实际操作中拖网通过船载牵引系统控制，借助导流杆将网口精准定位在船行波扰动区域之外，保障目标颗粒物的完整捕获”。根据该标准第8.4.3条款规定：“网具浸没深度应控制在10~100 cm区间。其中Manta网以网口高度直接标定浸深，Neuston网则需调节至网口高度的1/2~3/4范围。通过双侧浮力调节装置可实现浸深微调。建议拖曳时长为10~30 min，具体需根据水体中浮游生物量及悬浮物浓度动态调整，但单样品拖曳面积不低于1000 m^2 （相当于过滤200~500 m^3 水体）。操作时应通过流量计实时监测实际过滤体积，确保样本代表性”。

桥上采样和静态网采法采样操作参照 ISO 5667-27:2025 标准第 6.3 条款的技术规范，建议依托具备绳索固定装置的桥梁或人工建筑物进行采样定位。鉴于采样属于固定式网具作业模式，其操作流程应参照源文件 8.4.5 章节要求：浮网需采用经专业设计的绳索或抗流缆索系统进行两岸锚固，确保网口上端始终保持莫过水面。网具开口方向应与水流方向相反，通过配重系统维持网具在恒定深度稳定浸没，其余流程参数设置标准与船舶采样保持技术一致性。同时参考《河流微塑料监测指南》“3.4.4 杂质去除”的内容：“当拉起的网包含水生植物、枯叶和其他杂质时，在清除这些杂质之前，用通过网孔为 0.1 mm 的过滤网过滤的河水冲洗这些杂质的表面（以下称为“清洗”）。”在网采法的后续注意事项中进行附注。

5.6.3 采样信息记录

现场采样过程中，记录天气、采样点位、采样时间、采样人、经纬度、采样器具规格、采样目标、采样体积等信息，依据不同采样方法填写现场采样记录表，可参照附录 B 自行设计表格。

5.6.4 样品保存与运输

作为稳定的高分子聚合物，塑料在自然环境中降解速度极为缓慢，其降解过程主要受光照、热辐射、生物分解的影响。在微塑料监测分析的样品前处理阶段，样品中的细菌、藻类等生物可能会在样品抽滤阶段堵塞滤膜，在有机物消解阶段增加消解难度。为保证实验室监测分析顺利进行，防止水中

细菌、藻类等生物增殖，国内外标准在样品保存上大多选择避光冷藏保存，并在几日内完成样品分析工作（表3）。ISO 5667-27:2025：2025 要求将微塑料样品置于 $3\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的容器中避光保存或向样品中加入福尔马林。级联过滤泵采法现场不分装样品，将过滤器组件及任何额外的样本收集容器（如使用）置于在维持 $5\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度冷却装置中运送至实验室。需记录从采样到开始运输的时间间隔及运输全程耗时。

T/LNEMA 002-2023 要求样品密封带回实验室并及时测定，不能及时测定的 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏保存，14 天内分析。T/FJEMIA 9-2023 要求 48 h 内分析，若不能及时测定，于 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷藏保存，7 天内测定。结合现有标准规范的样品运输保存条件和实际操作可行性，本技术规范对微塑料样品的运输与保存做出如下规定：样品采集后在 $3\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下避光保存，避免微藻和细菌的生长。若无冷藏条件，应向样品中加入中性缓冲福尔马林，用量为样品体积的 4%，以防止浮游生物、细菌等微生物的繁殖。

5.7 质量控制与质量保证

5.7.1 空白样品采集

空白样品的核心功能在于监控采样过程中环境因素对样品的潜在污染。

在微塑料监测的样品采集、运输、前处理、分析整个流程中，仪器设备、试剂、操作过程和环境因素都可能引入微塑料污染。如塑料器皿磨损、实验人员服装纤维脱落、大气悬浮微塑料沉降及仪器设备污染等污染源尤为突出。国内外现行标准体系，如 ISO 5667-27:2025、ASTM 8332-20、《河流微塑料监测指南》、T/FJEMIA 9-2023、DB37/T 4323、在样品采集章节均明确规定了现场空白、运输空白、全程序空白样品的标准制备流程及质量控制要点。

本技术规范中关于空白样品采集的技术框架以 ISO 5667-27:2025：2025 的相关条款为核心构建，该标准第 4.4.3 条款系统规范了不同采样方法空白样品的具体制备规程。

5.7.1.1 原位采水法空白样品采集

ISO 5667-27:2025：2025 规定“原位采水法现空白样品需采用与真实样品完全一致的制备过程，使用原装取样设备及专用容器系统。样品转移环节须完整复现真实采样工序，最大限度维持原始取样容器的材质规格匹配性。涉及过滤装置时，须配置等效精度的过滤模块与适配容器组件，全过程操作参数均须与真实样品处理体系保持技术同源性。”

HJ 91.1 对全程序空白样品的定义为“将实验用水代替实际样品，置于样品容器中并按照与实际样品一致的程序进行测定。一致的程序包括运至采样现场、暴露于现场环境、装入采样瓶中、保存、运输以及所有的分析步骤等。”

本技术规范依据及 ISO 5667-27:2025：2025 及 HJ91.1 中关于空白样品的定义和采样过程要求，规定微塑料原位采水法全程序空白样品的采样程序如下：将通过孔径 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 的滤膜过滤后纯水 20 L 带至采样现场，通入采样器后再转移至样品瓶中作为全程序空白样，空白样采集数量不少于样品总数的 10%。

5.7.1.2 级联过滤泵采样法采样器具空白样品采集

ISO 5667-27:2025 4.4.3 要求：“级联过滤泵采法采样系统的需在正式采样前完成空白验证，即使用相当于样品体积的通过孔径 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 的滤膜过滤后的纯水重复采样过程至少三次并测定其结果，以确

保采样证采样系统的洁净、避免样品受到来此采样器具的污染”级联过滤泵采法采样体积100-1000 L，将如此大体积的实验用水带至现场操作可实操性不强，无法采集全程序空白样品。因此本技术规范将 ISO 5667-27:2025 中的系统空白验证样品作为器具空白样品，并规定其采样流程如下：在正式采样前，在实验室用相当于样品体积纯水，按照实际样品采集过程用潜水泵抽取使其经过采样系统并收集样品，重复此过程至少三次，测定其结果，若检出微塑料，重复上述过程直至在无法检出微塑料。

5.7.1.3 网采法现场空白样品采集

网采法现场空白样品采集所需的纯水用量大，操作难度大，为提高可操作性，本技术规范参考 ISO 5667-27:2025 以及《海洋微塑料监测技术规范》（征求意见稿）中内容，用潜水泵抽取样品水从网衣外侧由上及下冲洗网衣，收集后作为空白样品，具体操作步骤是：

打开网底管活门，用潜水泵抽取样品水从网衣外侧由上及下冲洗网衣（操作过程中注意切勿使水样进入网口），冲洗 2~3 min 后，回收网具。关闭网底管活门，重复上述冲洗操作后，回收网具，开启网底管活门，将空白样品从网底管转移至玻璃样品瓶。空白样采集数量不少于样品总数的 10%。

5.7.2 设备、试剂、着装要求

ISO 5667-27:2025 系统规范了仪器清洁、人员着装规范及其他背景污染防治要点。重点引述内容包含：“在采样、运输及处理全流程中，应优先选用天然纤维织物（如棉、亚麻、羊毛）制作实验服，以最大限度降低污染风险。推荐采用深色织物材质，便于及时发现并消除潜在污染物。”同文件对质控的要求另有尽量减少空气粉尘的污染，建议在层流柜或在洁净室 ISO 等级 ≥ 5 （根据 ISO 14644-1）中准备所有设备。在文件 ISO 5667-27:2025 7.2.1 中另规定设备即材料不使用时，应仔细清洁并直接用铝箔覆盖。ISO 5667-27:2025 7.2.2 中建议过滤取样装置应尽可能在层流柜或洁净室内进行组装和拆卸，以减少空气或粉尘造成的污染。ISO 5667-27:2025 7.2.3 中建议所有玻璃器皿、过滤器和设备在使用前应彻底清洗，首先先用稀释的适当清洗溶液和天然鬃毛刷，然后用超纯水清洗三次。样品和玻璃器皿应用铝箔覆盖。ISO 5667-27:2025 8.3.3 在样品采集过程中，使用连接于装有过滤器或筛网的容器后的流量计记录流速。该流量计应能精确测量水流量，最大误差为 $\pm 5\%$ 。

依据 ISO 5667-27:2025 和 HJ 493 相关条款，本技术规范对设备、试剂、着装的质量控制要求作如下规定。

样品瓶、筛网、镊子、勺子等采样设备应提前彻底清洗并使用纯水冲洗三次，按照 HJ 493 执行。洗干净的设备用铝箔或锡箔覆盖保存。

采样过程中尽量选用不锈钢、玻璃材质的器具，尽量避免使用塑料器具。

采样装置中的流量计需经过计量校准认证，能准确测量水流量，最大误差为 $\pm 5\%$ 。

采样人员应穿着棉质衣服，避免穿戴含合成纤维材质的衣物。

5.8 注意事项

ISO 5667-27:2025 中注意事项（主要对于误差）原文为：

采样误差的来源包括以下方面：

a) 样本间交叉污染导致的污染；

b) 储存不当：采样容器、储存器具的选择以及保存方式可能影响微塑料的完整性，特别是未经处理的废水等样本。采样容器本身可能成为污染源。保存剂的选择主要取决于研究目的；需谨慎选择保

存剂（及其使用浓度），因其可能损坏某些聚合物；

c) 采样操作不当：偏离标准采样程序可能导致误差；

d) 因采样或分装技术应用不当造成的物料损失，例如抽吸泵使用错误转移方法不当多次转移操作样本湍流式灌注；

e) 使用不适宜或未充分净化的设备（如烧瓶、过滤装置、导管、滤网）可能引发采样误差和污染；

f) 采样时穿着不合规服装（含合成纤维）；

g) 采样点记录混乱（如文档记录不全），故规范文档应包含位置坐标现场照片（必要时需拍摄不同季节状态），且实践证明 GPS 导航设备具有本作业时的实用价值；

h) 因标签标识不全或采样报告填写不完整/错误导致的样本混淆。

本标准从操作、仪器设备、人员和环境等方面对注意事项进行归纳和要求。

5.8.1 采样操作

a) 在调查地点，应提前检查确保调查不会受到附近施工或其他因素的影响。

b) 为了确保安全，采样时应多人协作。研究人员必须穿戴救生衣和安全带。在有跌落风险的区域还必须佩戴头盔。

c) 若在采样过程中有物体（如漂木或大型浮物）进入网中，导致水流通过网或损坏网和流量计，暂停采样并移除这些物体。临时停止及具体情况必须记录。

5.8.2 设备仪器维护

a) 拖网为天然纤维材质，如蚕丝，在器具储存时需避光、干燥储存，定期检查是否有虫害啃食或牵丝。

b) 每次采样后，潜水泵及网筛等器具在清洁水体中反复抽洗内部，放置与干燥避光处，以铝箔盖住保存，防止受到污染或表面产生锈斑影响抽水、过滤效果或采样时堵塞网孔。

5.8.2 人员和环境安全

不得破坏周围环境、保护植被和动物，保障周围人员、设备和财务安全。

6 参考文献

- [1] MOORE C J, LATTIN G L, ZELLERS A F. Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California[J]. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 2011, 11(1): 65–73.
- [2] ERIKSEN M, MASON S, WILSON S, BOX C, ZELLERS A, EDWARDS W, FARLEY H, AMATO S. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2013, 77(1–2): 177–182.
- [3] FREE C M, JENSEN O P, MASON S A, ERIKSEN M, WILLIAMSON N J, BOLDGIV B. High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2014, 85(1): 156–163.
- [4] ZHAO S, ZHU L, WANG T, LI D. Suspended microplastics in the surface water of the Yangtze Estuary System, China: First observations on occurrence, distribution[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2014, 86(1–2): 562–568.
- [5] VAN DER WAL M, VAN DER MEULEN M, TWEEHUYSEN G, PETERLIN M, PALATINUS A, KOVAČ VIRŠEK M, COSCIA L, KRŽAN A. Identification and Assessment of Riverine Input of (Marine) Litter[R/OL]. 2015[2025-06-01]. <http://ec.europa.eu/environment/marine/goodenvironmental-status/descriptor-10/pdf/iasFinal%20Report.pdf>.
- [6] DRIS R, GASPERI J, ROCHER V, SAAD M, RENAULT N, TASSIN B. Microplastic contamination in an urban area: a case study in Greater Paris[J]. *Environmental Chemistry*, 2015, 12(5): 592–599.
- [7] SU L, XUE Y, LI L, YANG D, KOLANDHASAMY P, LI D, SHI H. Microplastics in Taihu Lake, China[J]. *Environmental Pollution*, 2016, 216: 711–719.
- [8] BALDWIN A K, CORSI S R, MASON S A. Plastic debris in 29 Great Lakes tributaries: relations to watershed attributes and hydrology[J]. *Environmental Science & Technology*, 2016, 50(19): 10377–10385.
- [9] ZHANG K, XIONG X, HU H, WU C, BI Y, WU Y, ZHOU B, LAM P, LIU J. Occurrence and characteristics of microplastic pollution in Xiangxi Bay of Three Gorges Reservoir, China[J]. *Environmental Science & Technology*, 2017, 51(7): 3794–3801.
- [10] LESLIE H A, BRANDSMA S H, VAN VELZEN M J M, VETHAAK A D. Microplastics en route: Field measurements in the Dutch river delta and Amsterdam canals, wastewater treatment plants, North Sea sediments and biota[J]. *Environment International*, 2017, 101: 133–142.
- [11] HURLEY R R, WOODWARD J C, ROTHWELL J J. Ingestion of microplastics by freshwater tubifex worms[J]. *Environmental Science & Technology*, 2017, 51(21): 12844–12851.

- [12] XIONG X, ZHANG K, CHEN X, SHI H, LUO Z, WU C. Sources and distribution of microplastics in China's largest inland lake–Qinghai Lake[J]. *Environmental Pollution*, 2018, 235: 899–906.
- [13] RODRIGUES M O, ABRANTES N, GONÇALVES F J M, NOGUEIRA H, MARQUES J C, GONÇALVES A M M. Spatial and temporal distribution of microplastics in water and sediments of a freshwater system (Antuã River, Portugal)[J]. *Science of the Total Environment*, 2018, 633: 1549–1559.
- [14] PIVOKONSKY M, CERMAKOVA L, NOVOTNA K, PEER P, CAJTHAML T, JANDA V. Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water[J]. *Science of the Total Environment*, 2018, 643: 1644–1651.
- [15] JIANG C, YIN L, LI Z, WEN X, LUO X, HU S, YANG H, LONG Y, DENG B, LIU Y, LIU Y. Microplastic pollution in the rivers of the Tibet Plateau[J]. *Environmental Pollution*, 2019, 249: 91–98.

附录

(资料性附录)

地表水微塑料采样记录表

附表1 地表水微塑料（原位采水法）采样记录表

监测机构名称：

采样目的：

采样日期：

仪器名称型号及编号：

水体类型	断面名称	经度	纬度	水体宽度 (m)	水体深度 (m)	盐度(‰)	天气状况
断面周边情况	排污口	死水区	回水区	居民区	工业区	农业区	其他
	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	
水体表观	颜色	气味	漂浮物	水面油膜	浑浊情况	其他	
样品编号	采样位置		采样时间	采样体积(L)	备注		
	垂线	深度 (m)					
注 1：水体类型：按照河流、潮汐河流、湖泊、水库和渠道等类型填写。 注 2：天气状况：晴、雨、雪等。							

采样人：

复核人：

审核人：

年 月 日

附表 2 地表水微塑料（级联过滤泵采法）采样记录表

监测机构名称：

采样目的：

采样日期：

仪器名称型号及编号：

水体类型	断面名称	经度	纬度	水体宽度 (m)	水体深度 (m)	盐度(%)	天气状况	
断面周边情况	排污口	死水区	回水区	居民区	工业区	农业区	其他	
	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无		
水体外观	颜色	气味	漂浮物	水面油膜	浑浊情况	其他		
样品编号	采样位置		采样时分		潜水泵设定流量 Q(L/s)	采样体积 V (L)	备注:采样体积计算公式 $v=(t_2-t_1)\times Q$	
	垂线	深度 (m)	开始时间 t_1	结束时间 t_2				
注 1：水体类型：按照河流、潮汐河流、湖泊、水库和渠道等类型填写。 注 2：天气状况：晴、雨、雪等。								

采样人：

复核人：

审核人：

年

月

日

附表3 地表水微塑料（网采法）采样记录表

监测机构名称：

采样目的：

采样日期：

仪器名称型号及编号：

水体类型	断面名称	经度		纬度		水体宽度(m)	水体深度(m)	盐度(‰)	天气状况	
		初始	结束	初始	结束					
断面周边情况	排污口	死水区		回水区		居民区	工业区	农业区	其他	
	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无		
水体外观	颜色	气味		漂浮物		水面油膜	浑浊情况	其他		
样品编号	采样时分		流量计信息			采样网信息			采样体积 (m ³)	采样体积计算公式： $v = (b - a) \times w \times h \times Rc$ V—采样体积，m ³ ； b—流量计结束示值，r； a—流量计初始示值，r； w—网口宽度，m； h—网口浸没高度，m； Rc—转子常数，m/r。
	开始	结束	初始示值(r)	结束示值(r)	转子常数 (m/r)	网口宽度 (m)	网口浸没高 度(m)	网衣孔径 (m)		
样品现场处理情况	1、网衣材质：		2、拖网方式： <input type="checkbox"/> 动态 <input type="checkbox"/> 静态			3、样品保存方式：				
注 1：水体类型：按照河流、潮汐河流、湖泊、水库和渠道等类型填写。 注 2：天气状况：晴、雨、雪，风力等级：风向：气温等。 注 3：样品保存方式：写收集容器类型，有无加固定剂，样品保存温度等。										

采样人：

复核人：

审核人：

年

月

日