

沉积物质量

调查评估手册

姜 霞 王书航 等 编著



科学出版社

沉积物质量调查评估手册

姜 霞 王书航 等 编著

科 学 出 版 社

北 京

本书编委会

主 编：姜 霞 王书航

委 员：王雯雯 曹翠玲 王秋娟
宋倩文 张 博 王 岩
胡佳晨 马秀巧 刘科峰

前言

沉积物作为湖泊、水库生态与环境系统最重要的组成部分，是水生植物生长所需营养的主要来源，也是湖泊生物群落栖息和繁衍的重要场所。以往对湖泊水资源与水环境的管理主要集中在水量和水质方面，但仅考虑水量和水质往往无法满足人们对维护和保障水生生态系统健康和安全的需要，其主要原因是沉积物能够吸附水体中的营养物质（氮、磷等）、有毒有害重金属和疏水性有机化学物质（多环芳烃、多氯联苯、氯酚和有机氯杀虫剂等），对底栖生物的健康及其生长、繁殖产生直接影响，进而对食物网中的水生生物、野生动物和人类的健康构成潜在威胁和损害；此外，在上覆水体理化条件发生改变时，沉积物又成为维持上覆水体营养状态或者污染水平的重要物质来源。

本书是在“十一五”规划“国家水体污染控制与治理科技专项”太湖项目第10课题“有毒有害与高氮磷污染底泥环保疏浚与处理处置技术及工程示范”和国家自然科学基金项目“水华暴发过程中沉积物甲基汞的迁移转化机制”的研究成果基础上撰写而成的。课题组在以沉积物质量评估方法作为沉积物污染等级分类的依据时发现，我国还没有建立行之有效且系统完善的沉积物质量评估的技术方法和适应我国水环境特点的湖库沉积物质量标准。这直接影响了污染沉积物的控制与治理工程中对沉积物污染范围和污染程度的科学评估，以及相应处理处置工程措施的科学制定，也使得政府相关决策部门难以科学地制定相应的管理政策、法规和制度。

课题组深感沉积物质量评估对沉积物质量管理和工程项目实施的重要性。在开展某一区域的沉积物质量评估时，不仅要了解沉积物中的化学物质含量，而且要对其所属流域的地理条件和社会经济状况，区域水环境质量状况和主要环境问题，沉积物污染类型、特征和污染程度，以及浮游植物和底栖生物群落结构与组成等进行全面了解和掌握；同时，统一、规范的分析测试方法和数理统计方法是沉积物质量评估结果科学、有效且具有可比性的重要保障。因此，本书紧密围绕沉积物质量评估方法的建立，在收集、整理和总结国内外沉积物调查与评估相关研究成果的基础上，建立了一整套“调查采样→分析测试→数据统计分析→质量评估”技术方法体系，希望能够为湖泊沉积物质量调查评估提供理论指导，为污染沉积物控制及其治理方案编制提供科学依据。

本书所引用的分析测试方法可以满足一般沉积物质量评估中对数据质量的要求，其他分析测试方法也可能会提供类似结果，因此分析程序的最终选择应根据评价指标的需求确定。通常，优先选用我国环境保护部推荐的方法，如果没有相应推荐方法及标准（如重金属形态的测定），可采用EPA（美国环境保护局）和当前应用广泛的、较为成熟的方法。本书对一些样品分析程序稍作修改以适应沉积物质量评估的需要，同时对一些非标准的、但文献中经常使用的样品测定方法进行了详细叙述。另外，本书为沉积物质量评估中所涉及的物理指标选择提供了指导，同时系统阐述了评估指标所涉及相应参数的分析测试方法，其主要参考资料为《湖泊富营养化调查规范》、《海洋监测规范》和《水和废水监测分析方法》（第四版）。

本书内容较为丰富，注重实用性。全书共分为 7 章，由姜霞、王书航负责全书的大纲设计、组织和定稿工作。姜霞、王书航、王雯雯负责第 1 章、第 6 章和第 7 章的编写，曹翠玲、王秋娟和宋倩文负责第 2 章与第 3 章的编写，马秀巧、张博、刘科峰、胡佳晨和王岩等人负责第 4 章和第 5 章的编写，全书由姜霞统稿。本书涉及内容主要受助于国家水专项湖泊主题太湖项目第 10 课题（2008ZX07101—010）和国家自然科学基金项目“水华暴发过程中沉积物甲基汞的迁移转化机制”（21077097）的资助，并主要依托中国环境科学研究院湖泊基地、环境基准与风险评估国家重点实验室的实验条件，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在疏漏之处，敬请专家和读者不吝赐教，批评指正。

目 录

前言

第 1 章 样品采集方案	1
1.1 概述	1
1.2 研究区域背景资料和现有资料的收集	1
1.3 采样点的布置	3
1.4 样品量大小、样本数量和平行样的数量	5
1.5 沉积物样品的命名	7
1.6 样品的采集方法	7
1.7 沉积物样品的采集频率	12
1.8 现场记录和测量	12
1.9 样品的保存	12
1.10 样品的运输	17
1.11 后勤保障和安全防范	17
第 2 章 沉积物物理分析方法	19
2.1 pH	19
2.2 氧化还原电位	20
2.3 容重	22
2.4 含水率	22
2.5 粒度	23
第 3 章 沉积物化学分析方法	27
3.1 总氮	27
3.2 氮形态	30
3.3 总磷	33
3.4 磷形态	35
3.5 有机碳	37
3.6 酸性可挥发性硫化物	39
3.7 重金属	45
3.8 总汞	49
3.9 铜、铅、镉	54
3.10 锌	58
3.11 铬	60
3.12 砷	62
3.13 镍	66
3.14 六六六、DDT	69

3.15 多氯联苯	74
3.16 多环芳烃	77
第4章 水体物理化学分析测试方法	83
4.1 温度	83
4.2 pH	85
4.3 氧化还原电位	87
4.4 总氮、溶解性总氮	90
4.5 氨氮	92
4.6 亚硝酸盐氮	95
4.7 硝酸盐氮	99
4.8 总磷	101
4.9 溶解性磷酸盐	104
4.10 总有机碳	106
4.11 硫化物	109
4.12 叶绿素	112
4.13 重金属	113
4.14 总汞	115
4.15 镍	123
4.16 铜、锌、铅、镉	125
4.17 铜	131
4.18 六价铬	134
4.19 总铬	137
4.20 总砷	140
4.21 多环芳烃	143
4.22 六六六、DDT	145
4.23 多氯联苯	148
4.24 附录	157
第5章 生物组织化学累积测试方法	164
5.1 总汞	164
5.2 铜	168
5.3 铅	172
5.4 镉	174
5.5 锌	176
5.6 铬	178
5.7 砷	180
5.8 六六六、DDT	187
5.9 多氯联苯	191
第6章 实验数据的统计分析	194
6.1 实验数据的记录	194

6.2	检验误差及其参数	197
6.3	正态分布检验	204
6.4	异常值检验及处理	209
6.5	实验数据统计分析	218
第7章	沉积物质量评估	252
7.1	背景	252
7.2	沉积物质量评估框架	255
7.3	沉积物质量问题的初步诊断	257
7.4	沉积物质量调查评估的目标	259
7.5	沉积物质量评估指标体系	259
7.6	现有沉积物监测数据的评估	264
7.7	沉积物质量初步调查评估	264
7.8	沉积物质量详细调查评估	267
参考文献		288
本书符号对照表		294

第 1 章 样品采集方案

1.1 概 述

水、沉积物和生物样品的采集、分析是沉积物质量调查评估的基本手段之一。一般来说，在流域社会经济的影响和水文水动力学的作用下，湖泊、水库沉积物中污染化合物含量在水平和垂直空间分布上都存在很大差异。尤其在污染较为严重的区域，其差异性更大，这时的采样误差可能比分析误差大若干倍。因此，样品采集方案编制的科学性与否，很大程度上决定了沉积物质量评估结果的可靠性。

采样区域、采样频率、采样点布设方式、采样方法的选择，以及样品的预处理、保存和储藏方法的确定，对水、沉积物分析测试数据的可比性及准确把握湖泊和水库水环境质量状况都具有重要意义。因此，样品采集方案的编制，应充分考虑沉积物质量调查的目的和所要达到的目标，掌握研究区域的历史和现有数据，按照调查程序进行全面分析和筛选，最终确定一套正确、清晰、简单易行的样品采集和保存方案。本章主要从以下几个方面进行阐述：

- (1) 研究区域背景资料和现有资料的收集。
- (2) 采样点的布置。
- (3) 样品量大小、样本数量和平行样的数量。
- (4) 沉积物样品的命名。
- (5) 样品的采集方法。
- (6) 沉积物样品的采集频率。
- (7) 现场记录和测量。
- (8) 样品的保存。
- (9) 样品的运输。
- (10) 后勤保障和安全防范。

1.2 研究区域背景资料和现有资料的收集

研究区域背景资料和现有资料的收集对水环境质量的调查和评估意义重大：一方面它影响样品采集的数量和采样点的布置；另一方面也直接影响后续的分析测定和质量评估的结果。如果现有数据符合并能够满足沉积物质量评估所需的数据要求，可直接进行沉积物质量评估。但是，如果发现现有沉积物相关数据与其他历史数据不符合，或者不足以代表当地的污染状况，则需要补充调查，以获得足够的信息支持研究区域沉积物质量评估。

1.2.1 流域污染源信息

对某一区域沉积物质量进行评估,需要收集和整理目标区域相关的历史和现状信息。首先,需要了解流域内“三产”(工业、农业和服务业)比例、重点行业的排污状况、污水处理厂的位置、流域土地利用方式、入湖河流的污染负荷,以及该流域内其他相关历史、现状和未来可能进行的活动,通过这些信息确定该地区可能存在的污染源。其次,还要了解沉积物中污染物质的化学成分、形态、降解转化途径及其理化性质[如辛醇-水分配系数(K_{ow})、有机碳分配系数(K_{oc})、溶解度],初步编制研究区域内的潜在污染化合物(chemical of potential contamination, COPC, 为可能对生态受体或人类健康构成威胁或造成危害的物质)清单,并对这些 COPC 可能发生的迁移转化进行评估,从而最终拟定一份研究区域潜在污染化合物清单。

1.2.2 水体功能区划和生态系统目标

除收集有关流域污染源的信息外,还需要收集与湖泊、水库水质功能区划及生态系统保护目标相关的资料。我国的很多湖泊和水库都有明确的水环境功能区划目标,目前国家水体污染控制与治理科技重大专项正在开展以流域为单位的生态功能区划研究。自 2007 年以来,由环境保护部牵头,中国环境科学研究院提供技术支持,建立了全国重点湖库生态安全调查、评估和生态安全保障方案编制的技术方法,并开展了相应的实践工作。这些都为沉积物质量调查评估中水体功能区划和生态系统保护目标的制定提供了依据和有价值的参考。

1.2.3 沉积物质量调查评估指标相关信息

收集、整理与沉积物质量调查评估相关的指标信息,包括沉积物的物理与化学性质、沉积物毒性、底栖无脊椎动物群落结构、鱼类群落结构及其健康等。由于收集到的数据信息来源于不同项目,因此必须对这些数据进行全方位的评估,确定它们是否适用于本项目的沉积物质量调查评估。评估内容应包括数据集的整体质量(是否达到项目数据质量目标的要求),以及数据对研究区域当前状况的反映程度。

1.2.4 沉积物调查具体目标

沉积物质量评估的具体目标决定了调查方案的设计思路。例如,一些调查是为了评估环境质量状况的发展趋势,而另一些调查则是为了评估沉积物质量的现状。在采样和分析方案中,采样设计需要体现出不同目标之间的区别。

1.3 采样点的布置

1.3.1 采样点布置原则

- (1) 目标可达性，即采样点的布置要充分满足沉积物质量评估目标的要求。
- (2) 代表性，即样品的采集要对整个调查区域沉积物的某项指标或多项指标有较好的代表性。
- (3) 经济性，在既保证达到必要的精度又满足统计学样品数的前提下，采样点应尽量减少，兼顾技术指标和投资费用。

1.3.2 采样点布置方法

采样点布置有多种方式，基本分为两大类：随机性采样和针对性采样。常用的采样方法包括简单随机采样、分层随机采样、系统采样、系统随机采样和聚集采样等，如图 1.1 所示。其中，最常用的采样方法是简单随机采样和分层随机采样。

在简单随机采样中，所有采样单元被选中的概率是相等的。在进行简单随机采样时，必须首先确定所有可能的采样地点，然后随机选择各个采样地点。一般来说，简单随机采样具有较好的统计特性，且适合基于误差矩阵的精度分析，但当样本量比较小时，部分面积较小的类别可能没有采样点。增加采样点可解决这一问题，但样本量增大不但会增加成本，而且会加大样本获取的难度。

分层随机采样是指将目标种群分为互不重叠的部分或亚区，这些部分或亚区的术语称为“层”，这样就能对整个区域样本量的平均值做出更准确的估计。在采样前，需要知道如何划分各层的边界，如何估计采样频率。上述信息主要通过查阅历史数据或者现场勘查获得。采样位置是在每个层内随机选择。在分层随机采样设计中，各层的选择概率可能各不相同。理论上，分层随机采样可以解决小面积类别中没有样本点的问题；但在实际应用过程中，可能无法事先知道各类别的具体位置。

系统采样布点通常按一定规则划分网格、设置采样点。网格大小的设置应根据沉积物差异情况及分析的目的而定，然后把研究区域划分成若干采样区，呈长×宽网格状。单位网格面积愈小，样品所具有的代表性愈可靠，但样品采集所需经费及其分析工作量也将成倍增加。因此，要选择在样品代表性和经费上都较合理的采样布点方案。

聚集采样是最主要的偏倚（针对性）采样方法之一，多用于预先知道的特定污染源的采样设计，如特定河流入湖口区域的沉积物质量评估。此外，该布点方法主要应用于下列情况：①调查规模相对较小，如可用于评估的样本少于 20 个；②有关的历史资料比较可靠；③调查的目的是找出污染浓度超标的地区；④由于时间或资金的限制，无法进行系统设计。

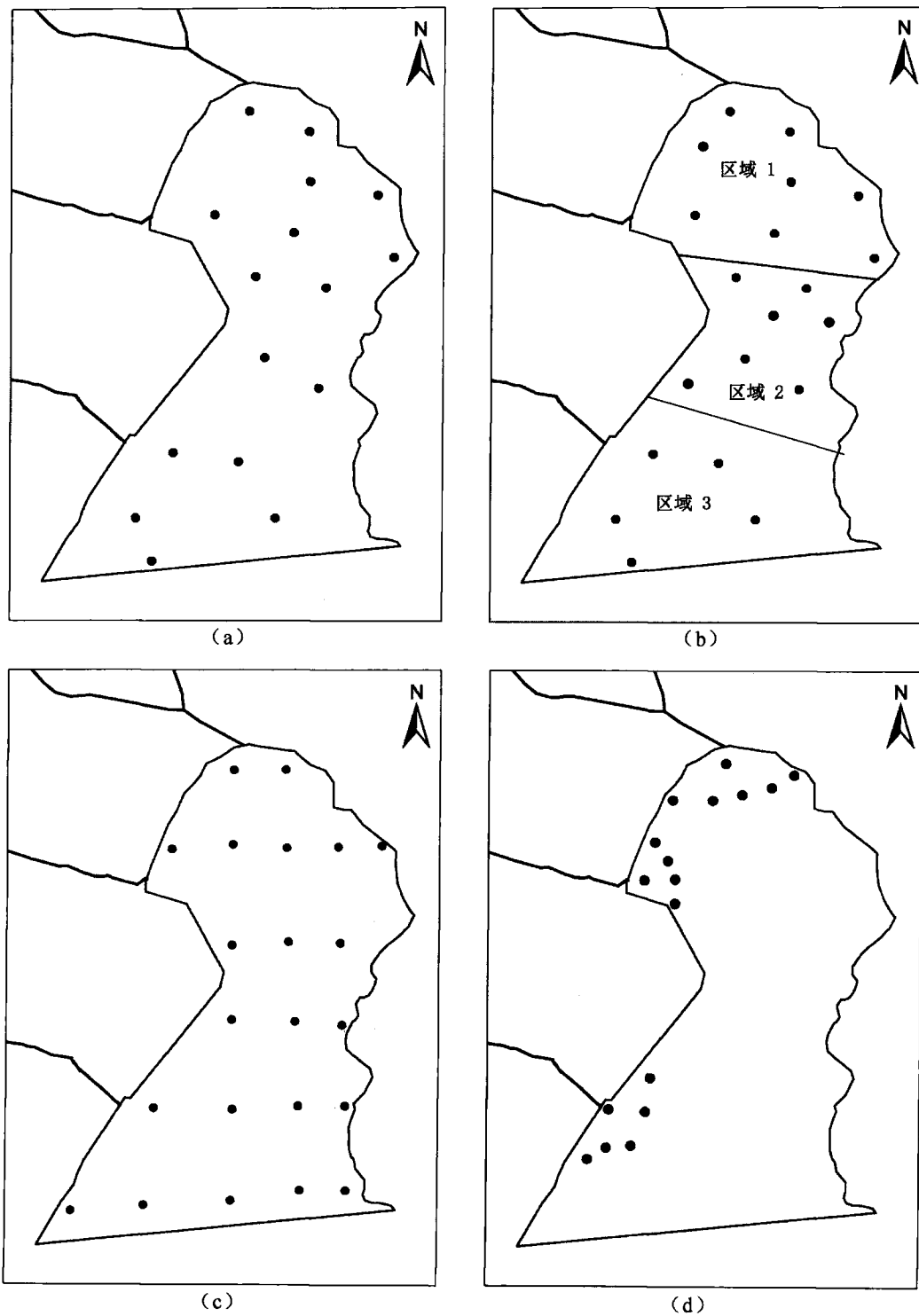


图 1.1 常用的采样方法示意图

(a) 简单随机采样；(b) 分层随机采样；(c) 系统采样；(d) 聚集采样

1.3.3 采样点布置需考虑的其他因素

- (1) 应充分考虑主要入湖河流和点源入湖口外区域。
- (2) 应尽量顾及现有数据的采样点的位置。
- (3) 如果项目是为了评估某特定水源或支流的沉积物污染程度，建议选择具有针对性的聚集采样方式。
- (4) 如果项目是为了在时间或空间维度上确定有毒或污染沉积物的区域或范围，建议选择系统随机采样方式。
- (5) 如果已有过去的沉积物图绘资料，并且不同沉积物类型或邻近土地使用的区域界定得非常明确，那么建议选择分层随机方式。
- (6) 如果是流域或区域性评估项目，建议选择随机采样设计。

1.3.4 对照（背景）沉积物采样点布置

沉积物的理化性质、底栖生物群落结构和沉积物的毒性等数据对于沉积物质量评估非常重要。但在有些情况中，即使没有点源和面源污染物的输入，测得的沉积物相关污染物浓度可能仍然较高，这就需要对照（背景）沉积物的理化数据、底栖生物群落结构和沉积物的毒性等数据。对照沉积物是指基本上不含有污染物的沉积物，一般用于评估试验的合格性，其不一定要在目标场地附近采集。例如，毒性试验的对照沉积物可从未受污染的区域获取，然后将试验沉积物与对照沉积物进行比较，这样检测试验沉积物的毒性时，就可排除背景污染和生物健康的影响。此方法还可用于检测试验合格性，证明试验生物是否健康，并为解读试验沉积物结果数据提供依据。

方法一：从几个未受污染的参考区域采集并分析表层沉积物，确定该区域内的金属和其他物质的浓度。这种情况下，可采用置信概率为95%的置信区间划定该区域污染物浓度的正常范围。正常浓度的上限，可利用该分布直接得出（95%置信上限）。

方法二：利用沉积物取芯方法，采集不同深度的沉积物样品。选择未受物理混合或生物扰动等干扰的细颗粒沉积物作为背景或对照样品，通过化学分析并使用放射性测定年代法（ ^{137}Cs 、 ^{210}Pb 或 ^{228}Th 测定年代），可以确定每种物质的浓度是如何随着时间发生变化的，这样就能确定在流域发展过程中相关年代的金属浓度和其他物质的含量。但是，如果沉积物的沉积速率较高或者物理扰动（如风浪）较大，则可能难以确定工业化前的污染物含量。此时则需要对研究区域进行大规模采样，利用不同柱状样品中得到的数据，使用统计学方法，确定目标场地背景含量的正常范围，然后从这些整理好的统计数据中直接得出背景含量上限。

1.4 样品量大小、样本数量和平行样的数量

在样品采集之前，首先要分析研究区域潜在污染物清单、采集目的与样本数量，以及每个样品所需的沉积物质量。了解沉积物的基本特征对确定实验需要的样品量大小有很大帮助。例如，如果要进行间隙水分析，沉积物的含水率将影响需要提取的间隙水量，在大致估

计沉积物含水率的情况下,就可以知道需要采集的沉积物的质量。

如果不能准确确定沉积物质量评估所需的样品最小量,则建议在对每个采样点采样时,多采集一些沉积物,即超过化学分析和毒性试验所需要的样品最小量,并在实验室对其进行适当的保存。如果试验结果出现异常,便可以对样品进行再次测试;或者如果在运输途中样品遗失或损坏,则仍然能够开展相应的化学分析和毒性试验。沉积物物理/化学分析和毒性试验要求的沉积物样品最小量如表 1.1 所示。

表 1.1 沉积物物理/化学分析和毒性试验要求的沉积物样品最小量

样品用途	指标	样品最小量 ^①	容器类型 ^②
物理/化学分析	含水率	50 g	P, G
	粒径	100~150 g	P, G
	总氮及生物可利用性氮	50 g	P, G
	总磷及生物可利用性磷	50 g	P, G
	氮磷吸附/解吸平衡点	200 g	P, G
	有机碳总量	25 g	P, G
	硫化物总量	50 g	P, G ^③
	油和油脂	100 g	G
	重金属	50 g	P, G
	汞	1 g	P, G
	挥发性有机化合物	50 g	G, T ^③
	半挥发性有机化合物	50~100 g	G
	杀虫剂和 PCB	50~100 g	G, T
毒性试验	端足动物 (<i>Hyalella azteca</i>)	每个样 0.1 L (每样点 0.8 L)	G
	蜉蝣 (<i>Hexagenia limbat</i>)	每个样 0.2 L (每样点 1.0 L)	G
	摇蚊 (<i>Chironomus tentans</i>)	每个样 0.1 L (每样点 0.8 L)	G
	蛙胚 (<i>Xenopus laevis</i>)	每样点 45 g (干重)	G
	Microtox [®] (固相或去离子水)	每样点 200 g (干重)	G
释放通量	氨氮	10cm 原状沉积物	P, G
	无机磷	10cm 原状沉积物	P, G

① 一个实验室分析时推荐现场样品量 (湿重)。如果需要更多的实验室分析 (如实验室复制样, 考虑到需要重复分析), 那么现场样品量要相应增加。对部分化学分析, 如果通过调整仪器、提取体积或者调整其他分析因子可以获得类似的灵敏度, 那么也可以采用更小的样品量。

② P 为线性聚乙烯容器; G 为硼硅玻璃容器; T 为聚四氟乙烯容器 (PTFE)。

③ 不得有顶部空间或者残存空气。如果这类样品在玻璃容器内发生冻结, 容器可能会破裂。

采样点规模, 潜在污染化合物 (COPC) 类型、含量、分布, 沉积物异质性, 样本数量和统计水平的要求决定了样本采集的数量和要求, 并最终由项目的具体目标决定。例如, 当项目目标是评估某处点源排放、入湖河流或土地利用的影响时, 就可以在较小范围内采集很多样本, 并进行分析。但如果是为了确定“危险区”, 即某个流域或大型水体的高污染区, 则需要采样点数量较大。考虑到样品采集及分析的成本, 通常采集的样本数量都难以达到理想效果, 而是综合考虑各种因素的结果。对沉积物异质性样品布设采样点数目的合理性进行

检验的常用公式为

$$N = \frac{S^2 \cdot t^2}{b^2} \quad (1.1)$$

式中, N 为采样点布设的合理数量的平均值; S^2 为样本方差; t 为置信概率, 正态分布曲线下的横坐标, 通常取置信概率为 95% 时的 x 值, 即 2; b 为该指标分析时所允许的绝对误差。

对每个采样点采集平行样的目的是为了在同一采样点内或者不同采样点之间进行定量统计学比较。取自同一抓斗或者柱状样品的不同子样本, 可用来测定同一样本的不同样品之间的变异。对同一采样点不同样本的采集, 可为该区域污染物的空间分布和该采样点的沉积物均质性提供极有价值的信息。当然, 同一采样点平行样的采集, 将显著地增加评估所需的化学分析成本。通常, 合格的变异系数为 10%~35%。

从取样点收集的平行样可以单独存放并作为重复平行样, 也可以将它们合并为复合样本。如果由于资源所限无法进行详细的空间表征鉴定, 取样的地区很大, 或者进行的是拆分取样 (如沉积物毒性、生物积累和沉积物化学性质的比较), 那么可能就需要对一个地区的沉积物样本进行复合。

1.5 沉积物样品的命名

沉积物样品的命名应充分反映出沉积物的采样位置及样品用途, 合理的沉积物样品命名系统可以为样品的采集、记录、保存及转送带来极大的方便。每个样品标签应反映出样品的采集地点、类型、序号和平行样的序号。沉积物样品命名可以采用如下方法:

第一部分应标明采样地点。如太湖可以标明为 T, 梅梁湾可以标明为 ML。

第二部分应标明样品获得所用采样器类型。如彼得森抓泥斗标明为 B, Eijkkelkamp 柱状分层采样器标明为 E。

第三部分应标明不同采样点序号。如 02-1, 表明是第二个采样点的第一个分层样品。

第四部分应标明沉积物采样的用途。如 C 为沉积物化学样品, B 为生物积累评价样品, I 为底栖生物样品。

1.6 样品的采集方法

1.6.1 沉积物样品的采集

1. 采样类型

沉积物 (底泥) 的采集需依其采样目的、污染物质类型和现场周围环境等特性而定, 同时还需考虑水体的深度。由于沉积物的不均匀性, 可根据需要采集表层样品、表层混合样品或柱状样品。对于沉积物污染现状的评估, 一般采集表层样品; 对于沉积物中污染物的迁移转化 (年代分析) 研究, 一般采集柱状样品。

1) 表层沉积物样品采集

表层沉积物提供了底泥最新污染源信息，可用于研究沉积物理化性质的水平变化和污染物空间分布情况。

2) 柱状沉积物样品采集

柱状沉积物样品采集主要指深度大于 15 cm 的沉积物样品，主要用于研究沉积物理化性质和污染物垂向变化。

2. 采样设备

根据沉积物采样的需求，沉积物采样器主要分为表层沉积物采样器和柱状沉积物采样器。其主要性能和优缺点见表 1.2 和表 1.3。

表 1.2 表层沉积物采样器类型及其优缺点

采样器名称	采样深度/cm	优点	缺点
Van Veen 底泥采样器	0~10	可用于深水大多数基层。Van Veen 抓斗采泥器由不锈钢制造，表面抛光，可手动操作	取样过程中，可能损失细小的表层沉积物，破坏沉积物的完整性。咬合可能不密闭
Shipek 抓斗	0~10	适用于大多数基层	取样体积小。取样过程中，可能损失细小的表层沉积物，破坏沉积物的完整性，使样品受压
小型波纳抓泥器	0~10	设计与波纳抓泥器类似，但更小，更易在小船上操作。在浅水区，可手动施展，无需卷扬机	取样体积小。取样过程中，可能损失细小的表层沉积物，破坏沉积物的完整性。咬合偶尔不密闭。在深水区，可能需要卷扬机
波纳抓泥器	0~10	常用。可获得大量的沉积物。适用于大多数基层。因质量因素，可用于深水域中。具有良好的沉积物穿透性能	取样过程中，可能损失细小的表层沉积物，破坏沉积物的完整性。咬合偶尔不密闭。较重，需要卷扬机
箱式挖泥机	0~10	可以获得相对大容量的沉积物。可通过盖子采集子样。相比许多挖泥机，其盖子构造减少了表层沉积物的丢失。可用于采集中等密实度的不同粒径沉积物	取样过程中，可能损失细小的表层沉积物。遇到粗粒沉积物或有大瓦砾时，咬合关闭不严密。破坏了沉积物的完整性
多瓣板抓斗	0~30	可从大多数基层采集大量的沉积物。有效闭合	损失表面沉积物，破坏沉积物的完整性。需要卷扬机
彼得森抓泥器	0~30	可从深水区的大多数基层中采集大量的沉积物	损失表面沉积物，破坏沉积物的完整性。咬合可能不严密。较浅水域不能达到有效深度

表 1.3 柱状沉积物采样器类型及其优缺点

采样器名称	采样深度	优点	缺点
手持和重力式采样器	0~30 cm	保持了内部芯的沉积物层次。手持式取芯器保留了细小的表层沉积物。可有效地获取复制样品。衬里可拆卸。可使用惰性衬里。可实现定量采集	取样体积小。重力式取芯器可能引起细小表面沉积物的损失。重复取样时, 需要更换衬里。不适用于粗粒径或固结的沉积物
Becker 型原状采样器	可达 100 cm	采集柱状、原状底泥样品, 置于透明 PVC 管中, 分层状况一目了然, 密封性能良好, 不会丢失样品。可以避免对样品产生压缩的问题	取样体积小, 需要较多人力
振动采样器	可达 200 cm 以上	采集深层的沉积物, 供历史性分析。采集固结的沉积物	昂贵, 需要卷扬机和 A 型架。外层芯的完整性被轻微破坏
冲击采样器	可达 200 cm 以上	采集深层的沉积物, 供历史性分析。采集固结的沉积物	大型冲击取芯器可能较贵, 需要专门的取样船。外层芯的完整性被轻微破坏
活塞式采样器	可达 20 m	采集深层的沉积物, 供历史性分析。采集固结的沉积物	昂贵, 需要卷扬机和 A 型架。外层芯的完整性被轻微破坏

3. 采样注意事项

对沉积物样品进行采集时应详细记录采样时间(年-月-日)、采样点位置(坐标)及采样方法(采样器的型号、采样使用的方法), 现场测定并记录温度、pH 和 Eh(氧化还原电位)等理化指标, 并对沉积物样品进行现场描述, 如质地、颜色、气味等。

1.6.2 间隙水样品的采集

间隙水的采集方法大致分为离心分离法、加压过滤法、透析膜法和吸气引液法 4 种方法。吸气引液法仅适用于潮滩地带, 没有上覆水体的地方, 其他方法则不论是否有上覆水均可适用。间隙水中物质浓度的测定取决于间隙水样品制备的方法, 在结果相似时应优先考虑重现性和方法的简易性。

1. 离心分离法

取样以柱状或者抓斗采样为前提, 如果是柱状沉积物样品, 则对上覆水采取虹吸/移液管吸取, 并迅速进行必要的分层处理, 对采集的样品应使用密封容器进行保存, 保存时间应尽量短, 并尽快进行离心分离和抽提处理。

制备沉积物间隙水的离心试管, 一般使用可以密封的容器(不锈钢、聚碳酸酯或玻璃容器), 以保证样品在分析时不会受到污染, 在现场泥温下, 以 3000~5000 r/min 的转速, 离心分离 20 min 左右(直到上清液透明)。使用玻璃离心试管时, 旋转速度最高 3000 r/min, 如果转速超过这个速度, 则建议采用不锈钢、聚丙烯等材质的试管。离心分离后, 将上清水迅速移至可以密封的容器内, 并尽快进行分析。如果上清液浑浊, 可通过加有适当滤膜的玻璃注射筒对其进行过滤, 用于制备间隙水。