



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-20□□

湖库水生态环境质量监测与评价 技术指南

**Technical guidelines for monitoring and evaluating aquatic ecological of
the lakes and the reservoirs**

(征求意见稿)

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

生态环境部 发布

目 次

前 言.....	ii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 监测要素.....	2
5 水环境监测.....	4
6 生境调查.....	5
7 水生生物监测.....	7
8 质量保证和质量控制.....	20
9 湖库水生态环境质量评价方法.....	22
附录 A（资料性附录） 底栖动物 BMWP 指数科级敏感值列表.....	29
附录 B（资料性附录） 底栖动物 BI 指数耐污值表.....	31
附录 C（资料性附录） IBI 指数构建流程.....	39
附录 D（资料性附录） 调查记录表.....	41
附录 E（资料性附录） 鉴定主要参考检索资料.....	56

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》和《水污染防治行动计划》（“水十条”），落实让江河湖泊休养生息的要求，加强流域生态环境保护，维护流域生态系统的健康，指导我国湖库水生态环境质量的监测和评估工作，为湖库水生态环境保护 and 可持续发展提供技术支撑，制定本标准。

本标准规定了湖库水生态环境质量监测中监测要素、水环境质量监测、生境调查、水生生物（大型底栖无脊椎动物、浮游植物、浮游动物和大型水生植物）监测、质量保证和质量控制、湖库水生态环境质量评价等技术内容。

本标准的附录 A～附录 E 为资料性附录。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部生态环境监测司、法规与标准司组织制订。

本标准起草单位：中国环境监测总站、中国环境科学研究院、江苏省常州环境监测中心、云南省生态环境监测中心、湖北省生态环境监测中心站、江苏省环境监测中心。

本标准由生态环境部负责解释。

湖库水生态环境质量监测与评价技术指南

1 适用范围

本标准规定了湖库水生态环境质量监测中监测要素、水环境质量监测、生境调查、水生生物监测、质量保证和质量控制、湖库水生态环境质量评价的相关指数和计算方法，以及湖库水生态环境质量状况的评价等级。本标准适用于淡水湖泊和水库水生态环境质量监测和评价。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡未注明发布年份的引用文件，其有效版本适用于本标准。

- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB/T 14581 水质 湖泊和水库采样技术指导
- HJ 493 水质采样 样品的保存和管理技术规定
- HJ 494 水质 采样技术指导
- HJ 495 水质 采样方案设计技术规定
- HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范
- HJ 91.1 污水监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

湖泊 Lake

陆地上洼地积水形成的水域宽阔、水量交换相对缓慢的水体。

3.2

水库 Reservoir

在湖道、山谷、低洼地有水源或可从另一湖道引入水源的地方修建挡水坝或堤堰，形成的蓄水场所；或在有隔水条件的地下透水层修建截水墙，形成的地下蓄水场所。

3.3

水生态环境质量 Water Eco-environment Quality

以生态学理论为基础，在特定的时间和空间范围内，水体不同尺度生态系统的组成要素总的性质及变化状态。

3.4

生境 Habitat

又称栖息地，指生物的个体、种群或群落生活地域的环境，包括必需的生存条件和其他对生物起作用的生态因素。

3.5

参照状态 Reference Condition

代表水域内未受人为干扰或所受人为干扰较小的最优生物及生境状态。

3.6

参照点位 Reference Site

能够代表水域内未受人为干扰（或所受人为干扰较小）生物及生境状态的点位。

3.7

生物指数 Biotic Index (BI)

基于特定类群的相对丰度，并与其敏感性或耐受性结合而成的单一指数或记分值。

3.8

生物完整性 Biological Integrity

是指在一个地区的天然栖息地中的群落所具有的种类组成、多样性和功能结构特征，以及该群落所具有的维持自身平衡、保持结构完整和适应环境变化的能力。

3.9

生物完整性指数 Index of Biological Integrity (IBI)

将一组与周围环境关系密切、受干扰后反应敏感、可代表目标生物群落的各种结构和功能属性的生物参数整合成单一记分值的指数，可以对水体进行生物完整性评价。

4 监测要素

4.1 监测频次和时间

4.1.1 一般原则

充分考虑水域环境条件、生物类群的时空分布特点、调查目的及人力、费用投入，确定监测频次和监测时间。

4.1.1.1 生物监测应依据生物的生命周期、生活史特征（如羽化期或繁殖期）、季节变化特征、调查目的等因素确定监测频次，避开雨水集中时期，选择合适的采样时间；针对污染性事故的监测频率必须同时考虑污染物影响的严重程度、持续时间，以及各生物类群的生命周期及恢复能力。

4.1.1.2 确保整个湖库监测结果在时间上的统一性，应对湖库各区域在同一时期内开展监测，尽量缩短各个监测点位的时间跨度。

4.1.2 监测频次

生物群落至少每年监测 2 次。大型底栖无脊椎动物（以下简称底栖动物）和大型水生植物生命周期长，属于中长期影响指标，建议根据水期或季度开展监测。浮游植物和浮游动物生命周期短，季节演替明显，建议按月或季度开展监测。

生境原则上每年调查 1 次，湖岸带植被随季节变化显著，建议每次监测时同时开展调查。

当调查中发现生境受到人为干扰或特殊自然环境变化的影响时及时开展跟踪调查。

水质理化监测可与生物采样同时进行，也可在生物采样时间附近单独进行。水质理化监测的时间频次要求按照 HJ/T 91 相关要求执行。

4.1.3 监测时间

按年度监测，一般选择 2 个以上不同水期（丰水期、平水期、枯水期）进行；按季节监测，分别在春、夏、秋、冬季进行；按月度监测，每月 1 次。

注：（1）若进行季度或月度监测，各季或各月监测的时间间隔应尽量一致；（2）季节气候温度变化不明显的湖库水体可根据历史数据变化情况，减少监测频次，但不少于每年 2 次；（3）若监测时间无法满足实际采样需求，可根据湖库水文气候条件进行调整；（4）监测频次和时间应根据人为干扰或特殊自然环境变化的影响程度和时间进行调整；（5）除各类群监测内容有单独注明监测时间，按照本节内容确定监测时间。

4.2 点位设置

4.2.1 设置原则

4.2.1.1 连续性原则：尽可能沿用历史观测点位，保持监测数据的连续性和可比性。

4.2.1.2 一致性原则：生物监测点位尽可能与水文测量、水质理化监测、生境调查点位相一致，尽可能获取足够信息，用于解释观测到的生态环境质量状况。

4.2.1.3 代表性原则：监测点位应具有足够的代表性；监测目的是评估大范围、全面的流域水生生态质量监测时，监测点位需覆盖整个流域范围；监测目的是评估人为活动（挖沙、筑坝、建设水电站等）或者污染事故的影响，则需在受影响及可能受影响区域设置点位。

4.2.1.4 可行性原则：在确保达到监测目的、保证必要的采样精度和样本量前提下，要兼顾调查采样的可实施性，以期用最少的断面和人力、物力、时间投入，获得最有效的数据。

4.2.2 前期调查

选择监测点位前，需要对研究区域进行前期调查，全面了解研究区域湖库水文特征、生境状况、水环境质量、生物群落特征等相关信息。

4.2.2.1 调查水文、气候、地质（包括沉积类型）、地貌资料，如水位、水量、换水周期、流速及流向的变化，降水量、蒸发量及历史水情变化。

4.2.2.2 调查水体周围城市和人口分布、工业布局、污染源及其排污情况、城市给排水情况、农业灌溉排水情况和农药、化肥的使用种类、数量和使用时间，掌握污染物的时空分布，以便选择适当的采样时间，采样区域范围和界限。

4.2.2.3 调查水体沿岸土地利用和水资源（包括森林、矿产、土壤、耕地、水资源）现状，特别是植被破坏和水土流失情况。

4.2.2.4 调查水体功能区情况，各类用水功能区的分布，特别是饮用水源地分布和重点水源保护区。

4.2.2.5 实地调查采样点的水深、交通状况和可到达性等。

4.2.3 设置方法

基于湖库和区域的前期调查结果，根据监测任务目标、湖库形态、湖库面积大小、湖库水文特征、水环境质量等情况，确定监测点位数量和布设位置。初期监测点位参考设置数量见表 1，大型湖泊应适当增加监测点位。长期监测点位数量可根据初期监测结果进行适当优化调整。考虑均衡原则在监测范围内设置点位，根据湖库形态和水体功能，点位布设应兼顾湖滨区、湖心区；出入河口区、滞流区、饮用水源地、鱼类产卵区、游览区、纳污区等。河道型或狭长型湖库，可参考河流的点位布设方法，以河段方式设置监测点位。如果监测区域内有众多湖库构成湖库群，当对区域湖库作整体监测时，可适当减少单个湖库的监测点位。设置湖库监测点位周边 100 m 的范围内设置为采样区域。

表 1 湖库点位参考设置数量

湖库面积 (km ²)	<50	50~500	500~1000	1000~2000	>2000
点位设置数量 (个)	3~10	10~15	15~20	20~30	30~50

4.3 参照点位的确定

4.3.1 确定原则

- 4.3.1.1 所选参照点位能反映未受干扰或干扰极小的生物群落、栖息地的水化学特征。
- 4.3.1.2 所测定的人为产生污染物浓度应处于较低水平。
- 4.3.1.3 所测定的非人为产生污染物浓度应保持在背景值水平范围。
- 4.3.1.4 难以满足 4.3.1.1~4.3.1.3 的要求，经人为干扰变化较大的区域，可借助历史数据确立参照状态，或根据调查区域中可获得的最优状态建立参照状态。

4.3.2 确定方法

采用参照点位法，在湖库水体自然环境调查基础上综合生境、水质和生物三要素定性和定量指标确定参照点位。具体指标如下：

- 4.3.2.1 生境要素：调查区域上游无点源污染；农田和城镇覆盖率低；调查点周边区域无明显人类活动干扰迹象；植被生长状态较好（如湖（库）滨岸带有自然的植被生长，浅水区有沉水植物生长等）。
- 4.3.2.2 水质要素：水体清澈，透明度高，无任何异味。
- 4.3.2.3 生物要素：生物优势种以清水种或敏感种为主。

5 水环境质量监测

5.1 监测指标

总氮、总磷、高锰酸盐指数、叶绿素 a 是湖库理化指标监测的必测项目，其他指标可根据湖库特征选择 GB 3838 中常规监测项目及对湖库水环境质量有指示意义的其他特征指标。

5.2 监测方法

湖库水质样品采集、保存和运输等按照 GB/T 14581、HJ/T 91、HJ 493、HJ 494、HJ 495 等标准进行。实验室分析方法均采用国家或行业标准。

6 生境调查

6.1 设备与器材

6.1.1 照相器具

照相机或摄像机、无人机等。

6.1.2 测量工具

记录标志（标尺）、现场水质分析仪、全球卫星定位系统设备、深度杆（探棒或声波定位仪）、激光测距仪。

6.1.3 遥感解译卫星图片及解译结果

选择空间分辨率优于 2 m 的高分辨遥感数据，并获得遥感解译卫星图片及解译结果。

6.2 生境调查要素

6.2.1 调查点位基本信息

调查记录湖库类型（高原型/平原型，淡水型/咸水型，通江型/非通江型），湖库流域总面积及湖库面积，换水周期，主要出入湖库的河流河宽、河深、流速、流量等特征信息。

记录湖库名称、调查人员、调查日期和时间、采样点位编号、经纬度和海拔等信息。

6.2.2 天气条件

调查记录当天、过去 24 h 和过去 7 d 内的天气状况。重点记录风速、风向及降雨情况。

6.2.3 湖库沿岸及水域特征

6.2.3.1 土地利用类型

调查记录调查区域周边主要的土地利用类型，以及其他可能影响水质的土地利用类型，及土地使用中产生的污染类型和特征。

6.2.3.2 沿岸侵蚀

观察记录 100 m 调查区内陆向延伸 50 m 的湖（库）岸带区域是否存在或可能存在土壤流失、沿岸侵蚀，估测沿岸的稳定程度和侵蚀比例。

6.2.3.3 沿岸生境

观测 100 m 调查区内陆向延伸 50 m 的湖（库）岸带区域，描述并记录植被特征、覆盖

度、多样性、优势植被类型及物种，区域宽度可根据实际情况酌情调整。

6.2.3.4 沿岸构成

观察记录 100 m 调查区域湖（库）滨岸带的物质组成结构。观察记录湖（库）沿岸堤岸固化、修建港口和码头等情况。

6.2.3.5 水域内特征

观察记录湖库内疏浚、建设闸坝等情况。

6.2.4 常规水体环境特征

6.2.4.1 水体表观性状

观察记录水色、气味、表面漂浮物、油污、水体悬浮物等。

6.2.4.2 基本水质参数

现场测量并记录温度、电导率、pH、浑浊度、溶解氧、水深、透明度等参数值。

6.2.5 常规沉积物和底层环境特征

6.2.5.1 沉积物表观性状

描述记录沉积物颜色、气味、油污情况。

6.2.5.2 底质类别

描述记录底质类别（淤泥、泥沙、黏土、粗砂、砾石、卵石、岩石或其他）及其出现比例。

6.2.5.3 水生植物生长情况

描述记录湖（库）滨带大型水生植物生长情况、类型、分布面积、优势物种等。

6.3 记录打分表

通过目测及无人机影像，在生物监测区域、湖（库）滨岸带及周边进行调查，现场方法难以确定生境状态时应结合遥感解译结果进行判定，填写湖库生境调查数据表（附表 D.1）和湖库生境评价数据表（附表 D.2）。

基于以上调查结果，对 10 项评价参数：湖（库）岸坡度、湖（库）滨带底质、湖（库）岸稳定性、水量情况、湖（库）岸形态、湖（库）岸植被、大型水生植物、水质状况、人类活动强度、土地利用类型进行评分，评分范围为 0~20。评价按照附表 D.2 湖库生境评价数据表将各项分数累加计算总生境得分，参照 9.2 生境评价，确定栖息地评价等级。

进行生境状态评价时，应注意：（1）利用遥感解译结果和近距离观察生境特征相结合的方式，客观评价；（2）避免干扰采样生境；（3）至少由 2 人共同完成生境状态评价；（4）生境评价仅限于湖滨点位，湖心点位不作考虑。

7 水生生物监测

7.1 底栖动物

7.1.1 设备及材料

7.1.1.1 采样器材和器具

7.1.1.1.1 抓斗采泥器（图 1A）：开口面积一般为 $1/16\text{ m}^2$ 、 $1/12\text{ m}^2$ 和 $1/10\text{ m}^2$ 。主要用于深/浅湖库软底质区域定量样品采集。

7.1.1.1.2 D 型网（图 1B）：纱网为 40 目筛绢，适用于采集浅水湖库中在草丛、枯枝落叶和底泥表层的底栖动物，可用于定性或定量样品采集。

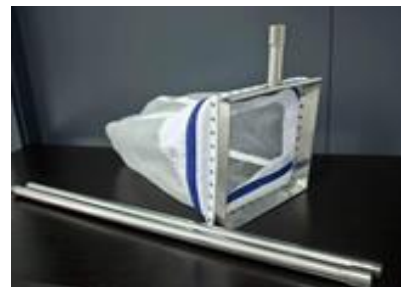
7.1.1.1.3 三角拖网（图 1C）：边长为 30 cm，纱网袋为 40 目，网衣长度为 70 cm。主要用于深水型湖库定性样品采集。

7.1.1.1.4 篮式采样器（图 1D）：属于人工基质采样器，高 20 cm、直径 18 cm 的圆柱形铁笼，用 8 号和 14 号铁丝编织，孔径面积为 $4\text{ cm}^2\sim 6\text{ cm}^2$ ，使用时，笼底先铺一层 40 目尼龙筛绢，内部放长约 8 cm 的卵石。适用于水深大于 20 cm 深/浅湖库定量样品采集。

7.1.1.1.5 十字采样器（图 1E）：属于人工基质采样器，长 40 cm，高 20 cm，中间十字分格，用铁丝编织或用塑料网包围，分别放入鹅卵石、水草、泥和沙。在鹅卵石、水草、泥、沙下面放一层 40 目的尼龙筛绢铺底。适用于水深大于 20 cm 深/浅湖库定量样品采集。



(A) 抓斗采泥器



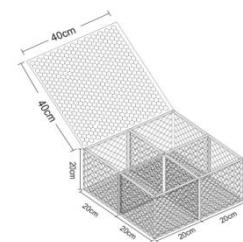
(B) D型网



(C) 三角拖网



(D) 篮式采样器



(E) 十字采样器

图 1 常见底栖动物采样器材

7.1.1.2 防护工具：防水连靴裤、长袖橡胶手套、蚊帽、探杆等。

7.1.1.3 测量工具：温度计、pH 计、溶解氧测定仪、米尺、GPS、测距仪、测深仪等。

7.1.1.4 样品收集及固定：铁锹、毛刷、白瓷盘、脸盆、塑料水桶、尖角镊子、40 目分样筛、采样瓶（塑料广口瓶为宜）、样品瓶标签、固定液、标准网格托盘（ $30\text{ cm}\times 36\text{ cm}$ ），约

30 个网格（6 cm×6 cm 网格）等。

7.1.1.5 照相器具：照相机或摄像机等。

7.1.1.6 记录工具：记录纸、防水笔、底栖动物现场采样记录表等。

7.1.1.7 鉴定设备及器材：解剖镜、光学显微镜、培养皿、载玻片及盖玻片、尖角镊子、解剖针等。

7.1.1.8 试剂：5%甲醛，70%左右乙醇。

7.1.2 样品采集

7.1.2.1 定量采集

定量采样根据水体底质类型的不同可采用抓斗采泥器、人工基质采样器或 D 型网进行。淤泥、碎屑及细沙底质时使用抓斗采泥器采集；卵石、砾石底质时，可采用 D 型网采集；深水区域或者其他手工采样器具难以实现时可用人工基质采样器采集；在草丛、枯枝落叶和底泥表层的底栖动物也可以采用 D 型网进行采集。

7.1.2.1.1 抓斗采泥器

常见抓斗采泥器有彼得森采泥器、Ekman 采泥器、Van Veen 采泥器等。湖库水体水深超过 10 m，应考虑使用机械绞车或多人协同采样。

使用抓斗采泥器时，同一点位一般采集 2~4 次，物种丰富时可增加到 5 次，以减少底栖动物在底质中分布不均造成的误差。

7.1.2.1.2 人工基质采样器

用人工基质采样器采样时，采样器要设置在点位附近最具代表性生境的位置。每个采样点至少放置两个采样器，两个采样器用 5 m~6 m 的尼龙绳连接，或用尼龙细绳固定岸边的固定物上，或用浮漂做标记。采样器安放位置要综合不同小生境的代表性，放置时间为 14 天。为了避免人为干扰或破坏，采样器设置应避开湖库内走航、观光的主干道。如果在采样器安放期间发生洪水或大风等情况，待水体平稳后，需重新安置人工基质。定期了解采样器材放置情况，采样器丢失要及时补样。

7.1.2.1.3 D 型网

将 D 型网直边紧贴湖库底部，逆水流方向移动一定距离（如 1 m），使生物从底质上分离，随着水流冲刷进入网内，根据生物密度大小确定合适的采样面积。

7.1.2.2 定性采集

使用三角拖网、D 型网、踢网采集定性样品，也可使用适宜的定量采样方法获取定性样品，应尽可能在各种生境采集定性样品。

7.1.2.2.1 三角拖网

将拖网（带有重锤）抛入水中，缓慢拖行一定距离（如 10 m~30 m）后提起拖网。

7.1.2.2.2 D型网

将D型网插到底质表面，推行采集一定距离，提起D型网，多次推行后将样品合并转移，样点周边各种小生境均应采样。

注1：不同位置的样品：至少在点位周边100 m范围内采集，建议每个点位需要采集至少2个样点。

注2：不同生境的样品：同一个样点要尽量采集石头、沉水植物、沙子、草丛、底泥等各种生境（对于生境复杂的样点，根据不同生境的比例进行采集，比如河道内石块占50%，沙子占20%，沉水植物占30%）；单一生境采样可采用梅花布点、一字布点，还可以采用S形布点，样方的大小视环境而定，一般不少于3个样方。

7.1.2.3 采样记录

在样品瓶外侧标注采样地点、点位编号、日期与样品类型（定量或定性样品）。

填写底栖动物现场采样记录表（附表D.3）中记录采样位置、水深、采样日期、采集人姓名、采样方法及相关信息。采样完成后，在底栖动物样品登记表（附表D.4）中记录样品信息。

7.1.3 样品挑拣与固定

在40目网筛中彻底冲洗样品，清除杂质和细小沉积物，直至水体澄清。冲洗大型有机物质（整片叶子、细枝、藻或大型水生植物根茎等）及杂质，肉眼检查无底栖生物后弃去。尽量在现场挑拣样品，在现场无法完成挑拣时，可加5%甲醛或70%左右乙醇保存固定样品，带回实验室进行挑拣。

一般情况下，样品中的生物个体需全部挑拣。但当某些种类生物数量极大时，可对该样品在混合均匀的情况下，采用网格法进行分样。分样前，应先随机取少量样品观察，根据该样品的生物数量预估分样量。分样时，先将全部样品充分混匀，再将分样样品与剩余样品分开并单独拣选并保存，以便进行质量控制检查。

挑拣样品量不多时按二分法逐级减少取样量（如1/2样、1/4样、1/8样、1/16等），使每份样中的较小型动物个体数量介于20个~50个为宜，拣出的生物总个体数不小于100个。

挑拣样品量极多且样品生物数量也极多则使用以下的基于200个个体的分样方案，也可使用其他分样大小（100个、300个、500个等）。

将冲洗后需分样样品放在带标记的标准网格托盘（见图2）里均匀摊开。在实验室记录表中需注明大型生物或明显较多的生物，但不要将其从托盘中移走。

	1	2	3	4	5	6
1						
2					36cm ²	
3						
4						
5						

图2 网格托盘示意图

随机选择网格托盘中的 4 个网格，移出所有材料（生物和残体），将其放入 4 个单独的白色搪瓷盘，加入少量水，便于拣选。如果大约（经粗略计数或观察）有 200 个（ $\pm 20\%$ ）个体（4 格累积），分样即可完成。压住网格线的个体，将其计入头部所在的网格。如果无法确定其头部的位置（如蠕虫），则将其计入大部分身体所在的网格。

如果生物密度足够高，4 个网格的生物体数量远远超过 200 个，再将这 4 个网格内的样品移到第 2 个网格托盘上。按第一次的做法，随机选择网格，进行二级拣选，每次拣选一个网格，直至分样达到 200 个（ $\pm 20\%$ ）。

为避免肉眼挑拣造成某些小个体物种的遗漏，用肉眼和解剖镜相结合的方式挑拣。

当分样挑拣时，逐份挑拣分样样品，当所选分样不断有形态大小各异的个体拣出时，需增加分样进行挑拣，直至没有新的形态大小各异的个体拣出，同时必须保证拣出的动物样本个数不小于 100 个，记录挑拣的分样份数。

挑拣的样品可保存在加有少量 5% 甲醛或 70% 左右乙醇广口瓶中。在挑拣过程中发现了小个体或罕见生物样本时，应单独分装保存，并予以记录。样品的挑拣以采样当天完成为最佳，当日挑拣工作出现中断时应将待挑拣样品置 $0^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$ 冷藏保存，保存时间一般不超过 24 h。

7.1.4 鉴定和计数

7.1.4.1 鉴定

昆虫纲（摇蚊除外）、甲壳纲、蛭纲、多毛纲等应至少鉴定到科；寡毛纲、昆虫纲摇蚊科幼虫应至少鉴定到属；腹足纲、双壳纲应鉴定到种。鉴定过程中保留分类特征鉴定的照片凭证及标本。底栖动物分类鉴定主要参考检索资料（建议）见附录 E。

记录下鉴定期间遇到的任何问题，填写实验室记录表，检查分样编号。

7.1.4.2 计数

每个采样点所采得的物种应按不同种类准确计个体数。在标本已有损坏的情况下，只统计头部，不统计腹部、附肢等，软体动物的死壳不计数。

每个采样点所采得的样本可用电子天平称重，待称重的样本需符合下列要求：

已固定 10 d 以上，没有附着的淤泥杂质，标本表面的水分已用吸水纸吸干，软体动物外套腔内的水分已从外面吸干，软体动物的贝壳没有去掉。

在底栖动物计数记录表（附表 D.5）记录各种类名、相应个体数、重量等信息。

7.1.4.2.1 定性样品

采集的样品中同一种类个体数在 1 个~9 个之间计“+”，表示“出现”；在 10 个~29 个之间计“++”，表示“多”；大于 30 个计“+++”，表示“很多”。

7.1.4.2.2 定量样品

实测个体总数量除以采样总面积，即可得该种类的密度（ ind/m^2 ）或生物量（ g/m^2 ）。

7.1.4.3 结果计算与表达

某一种（类）的个体密度（ind/m²）或生物量（g/m²）按照公式（1）计算：

$$D(B)_i = \frac{d(b)_i \div A_c}{A} \quad (1)$$

式中， D_i —— i 种的个体密度，ind/m²；

B_i —— i 种的生物量，g/m²；

d_i —— i 种的计数个体数，ind；

b_i —— i 种的重量，g；

A_c ——挑拣分样数（二分法为1/2等，网格法为4/30等），无单位；

A ——采样面积，m²。

采样点位（断面）底栖动物总个体密度（ind/m²）或生物量（ind/m²）按照公式（2）计算：

$$D(B) = \sum_{i=1}^N D(B)_i \quad (2)$$

式中， D ——采样点位（断面）总个体密度，ind/m²；

B ——采样点位（断面）总生物量，g/m²；

D_i —— i 种的个体密度，ind/m²；

B_i —— i 种的生物量，g/m²；

N ——总分类单元数，个。

通过结果计算在底栖动物计数记录表（附表D.5）填写该种类的个体密度、生物量。

7.1.5 样品保存

鉴定后的底栖动物样品按点位和日期归类放置在加有5%甲醛或70%左右乙醇的广口瓶中，封住瓶口。定期检查补充保护剂。在广口瓶外侧附可黏贴标签，标明样品识别码、日期以及防腐剂。将永久性标签附于标本瓶内外侧，附以下信息：水体名称、点位编号、日期、采集人姓名、防腐剂类型。原则上样品至少保留4个月，有条件的实验室可长期保存。

7.2 浮游植物

7.2.1 设备及材料

7.2.1.1 采样器材和器具

7.2.1.1.1 25号浮游生物网、采水器配带刻度的绳索、水桶、采样瓶（1L，100ml）、塞氏盘等。

7.2.1.1.2 记录工具：GPS、照相机、笔、标签、采样记录表等。

7.2.1.1.3 前处理器材：ø2mm~3mm虹吸管、1L沉降浓缩器等。

7.2.1.1.4 鉴定设备及器材：光学显微镜、0.1ml定量计数框、100μl~200μl定量移液器、载玻片、盖玻片、镊子、计数器、吸耳球等。

7.2.1.1.5 安全防护设备：救生衣、防晒服、高筒胶鞋、橡胶手套、急救包等。

7.2.1.1.6 试剂：鲁哥氏液、福尔马林。

7.2.2 样品采样

每一样品采集前后均须清洗采样网具。

7.2.2.1 定量采集

水深 $<5\text{ m}$ 或混合均匀的水体,不分层,在水面下 0.5 m 处采集;水深为 $5\text{ m}\sim 10\text{ m}$ 时,分别在水面下 0.5 m 处和透光层(深度以3倍透明度计)底部采集;水深 $>10\text{ m}$ 时,分别在水面下 0.5 m 处、 $1/2$ 透光层和透光层底部采集。水深 $>5\text{ m}$ 时,如果分层中各层生物种类和丰度差异较小,可以酌情减少分层数量。基于特定目的开展的调查时,建议根据调查目的增加分层数量。分层采样按照由浅到深的顺序,使用采水器于每个采样层分别采集 1 L 水样。将各层次采集的样品倒入事先准备的清洁水桶,充分混匀后,取 1 L 水样装入样品瓶。贫营养状态的水体可酌情增加采样体积。

7.2.2.2 定性采集

浮游植物定性样品的采集应在定量样品采集结束后进行。

将25号浮游生物网沉到透光层底部,至下而上拖动采集,重复2次~5次,累计拖拽距离不低于 5 m 。

水样采集完毕,将网从水中提出,待水滤去,轻轻打开浮游生物网底部样品收集杯的活栓,使水样流入样品瓶中。

7.2.2.3 固定与保存

定量和定性样品现场加入水样终体积 $1\%\sim 1.5\%$ 的鲁哥氏液进行固定。藻类水华样品可根据情况酌情增加固定剂用量。若需活体观察,需在 $4^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ 条件下避光保存,并尽快镜检。

鲁哥氏液固定的样品在 $1^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ 条件下避光保存不得超过12个月,常温保存不得超过3个月。保存时,每隔2周~3周检查固定剂(定量样品可以观察鲁哥氏液颜色是否变淡),必要时进行添加,直至完成样品分析。

7.2.2.4 采样记录

在样品瓶外侧标注采样地点、点位编号、日期与样品类型(浮游植物定量或浮游植物定性样品)。

填写浮游植物现场采样记录表(附表D.6),记录湖库名称、采样位置、点位编码、采样日期、采集人姓名、采样方法及相关的生态环境信息。采样完成后,在浮游植物样品登记表(附表D.7)中记录样品信息。

7.2.3 鉴定和计数

7.2.3.1 样品前处理

前处理方式包括超声波处理、浓缩或稀释,根据定量分析样品中浮游植物的聚集状态和浓度决定是否需要采用。

7.2.3.1.1 超声波处理

超声波处理适用于分类计数单位为细胞数的情况,如果计数个体数,则无须超声波处理。

当水样中大量存在细胞聚集成团或成束的浮游植物,显微镜下无法实现准确计数细胞数时,需对水样进行超声波震荡处理,以使浮游植物分散为可准确计数离散状态。

取混匀的定量样品约 20 ml 于样品瓶中,用超声装置在 40 KHz 下,处理 10 min 左右后在显微镜下进行观察。如仍存在影响细胞准确计数的大量未分散的细胞团、细胞束,需适当延长超声波处理时间,直至能够准确计数。超声波处理过程中需注意控制水温,防止过热造成水分蒸发和浮游植物细胞结构被破坏。

7.2.3.1.2 浓缩或稀释

取 0.1 ml 充分混匀的水样注入藻类计数框中,在物镜(40×)下镜检,根据初步镜检估算出一片计数框可计数的浮游植物个体数或细胞数,若估算计数总数明显低于 800 个,则需对水样进行浓缩处理;若明显超过 2000 个,则需做稀释处理。经浓缩或稀释处理后的水样应使计数结果在 1000 个左右为宜。

根据初步镜检结果和以往经验确定水样浓缩倍数。将水样摇匀后倒入 1000 ml 沉降浓缩器中,置于稳定试验台上,静置 24 h~36 h,用虹吸管从上至下小心吸去上层清液,为避免扰动已沉淀于底部的浮游植物,吸液口距离分液漏斗底部应大于 3 cm,摇匀剩余水样再转入样品瓶中,分 2 次~3 次用上清液润洗漏斗并将洗液转入样品瓶中。如水样中浮游植物密度极低,应适当加大采样量,并增加浓缩次数。

根据初步镜检结果确定水样稀释倍数。取摇匀后的水样少量(≥ 2 ml)于烧杯中,用蒸馏水将样品稀释到计数要求适宜的量。

在移取水样的过程中,应在转置样品瓶上注明点位、浓缩或稀释倍数等信息。

注:样品前处理前需充分摇匀。沉降过程,观察沉降浓缩器管口和管壁是否有大量浮游植物聚集,如果存在以上情况则应轻轻摇动沉降管使样本完全沉至管底,必要时沉降时间再延长 24 h。浓缩过程中,应以上清液冲洗内壁 3 次,确保管壁样本完全收集。为确保完全收集样本,首次浓缩可大于 30 ml,静置 24 h 后,再定容至 30 ml,浓缩的体积可根据浮游植物的密度进行调整。

7.2.3.2 定量样品

7.2.3.2.1 取样

样品充分摇匀后,用定量移液器取 0.1 ml 样品注入定量计数框中,用盖玻片将计数框完全盖住。计数框内应无气泡,如有气泡应重新取样。将计数框在显微镜的载物台上静置约 2 min~3 min 后开始镜检。

7.2.3.2.2 鉴定和计数

根据浮游植物的密度、形态大小,选用适当的计数方法,使单片计数量不低于 800 个。

全片计数法:在浮游植物密度较小的情况下,使用全片计数法。选取适当的放大倍数,逐一观察计数框中全部 100 个小方格,记录分类鉴定和计数结果。

行格计数法:观察计数框中第 2、5 和 8 行(共 30 格)内的所有浮游植物,记录分类鉴

定和计数结果。

对角线计数法：观察计数框对角线位置上的 10 个小方格，记录分类鉴定和计数结果。

随机视野法：随机抽取一定数量的视野，计数每个视野内所有藻细胞，并记录下每个视野的分类和计数结果。此方法可在应急监测时采用，通过显著减少计数视野数和计数数量快速估算浮游植物密度，明确优势类群。在保证取样代表性的前提下计数量不少于 300 个。当计数方法为随机视野法时，必须准确测量并计算一个视野的面积。

注：直径小于 1 μm 的微藻不计数。计数时间应尽量在 20 min 内完成，如尚未计数完的水样蒸发，需再次取样计数，可加甘油封片后计数，延长镜检时间。每一样品需平行计数 2 次（2 片），取平均值，每次计数结果与其平均值之差应不大于±15%，否则应增加计数一次，直至有两次计数结果符合这一要求为止。浮游植物种类分类要求鉴定到属。破损细胞不计数。当细胞或个体的中心点位于小方格分界线以外时，不予计数。

7.2.3.3 定性样品

在定量计数前，应在显微镜下观察定性样品，鉴定浮游植物的种类，并定性记录出现频率较高的属名录，为定量样品的分析做好准备。

根据监测目的，确定物种分类鉴定的等级。对于常规监测任务，优势种类须鉴定至种，其他种类鉴定到属。浮游植物种类鉴定参考资料见附录 E。

7.2.3.4 结果计算与表达

根据计数所得结果计算浮游植物密度（cells/L），按照公式（3）计算：

$$N = \frac{A}{A_c} \cdot \frac{V_s}{V_0 V_a} \cdot n \quad (3)$$

式中， N ——浮游植物密度，cells/L；

A ——计数框面积，mm²

A_c ——计数面积，mm²

V_0 ——水样浓缩前体积，L；

V_s ——水样浓缩后体积，ml；

V_a ——计数框容积，ml；

n ——浮游植物计数细胞数，cells。

在浮游植物计数记录表（附表 D.8）中填写样品相关信息，记录下种名、个体数量及相应的浮游植物密度。

7.3 浮游动物

7.3.1 设备及材料

7.3.1.1 采样器材和器具

7.3.1.1.1 采样工具：25 号浮游生物网、13 号浮游生物网、采水器配带刻度的绳索、水桶、采样瓶（1 L，100 ml）、塞氏盘等。

- 7.3.1.1.2 记录工具：GPS、照相机、笔、标签、采样记录表等。
- 7.3.1.1.3 前处理器材： ϕ 2 mm~3 mm 虹吸管、1L 沉降浓缩器等。
- 7.3.1.1.4 鉴定设备及器材：光学显微镜、体视显微镜、0.1 ml 定量计数框、100 μ l~200 μ l 定量移液器、载玻片、盖玻片、镊子、计数器、吸耳球等。
- 7.3.1.1.5 安全防护设备：救生衣、防晒服、高筒胶鞋、橡胶手套、急救包等。
- 7.3.1.1.6 试剂：鲁哥氏液、福尔马林。

7.3.2 样品采集

每一样品采集前后均须清洗采样网具。

7.3.2.1 定量采集

原生动物、轮虫定量样品采集方法同 7.2.2.1 浮游植物定量样品，或可采用浮游植物定量的样品。

枝角类和桡足类定量样品，用 5 L 采水器采集水样，分层要求同 7.2.2.1 浮游植物的定量样品，经 25 号浮游生物网过滤浓缩后，将浓缩样装入 100 ml 采样瓶，并使用蒸馏水冲洗网内侧 2 次~3 次，将冲洗浓缩液也加入同一采样瓶中。采水量以 10 L~50 L 为宜，具体视浮游动物密度而定，密度高，则采水量可少；密度低，采水量应适度增加。通常湖泊样品采集 10 L~20 L 水样，水库 30 L~50 L 水样。

7.3.2.2 定性采集

浮游动物定性样品的采集应在定量样品采集结束后进行。原生动物和轮虫定性样品采集用 25 号浮游生物网，枝角类和桡足类定性样品采集使用 13 号浮游生物网。方法同 7.2.2.2 浮游植物定性样品采集。

7.3.2.3 固定与保存

定性样品固定：原生动物定性样品可不加固定剂，冷藏保存，尽快开展活体观察；其他浮游动物样品每 100 ml 水样加入 1 ml 福尔马林固定。

定量样品固定：原生动物和轮虫样品按每 1 L 水样加入 10 ml~15 ml 鲁哥氏液固定；枝角类和桡足类样品按每 100 ml 水样加入 4 ml 福尔马林固定。

保存时，每隔 2 周~3 周检查固定剂（定量样品可以观察鲁哥氏液颜色是否变淡），必要时进行添加，直至完成样品分析。

7.3.2.4 采样记录

在样品瓶外侧标注采样地点、点位编号、日期与样品类型（浮游动物定量或浮游动物定性样品）。

填写浮游动物现场采样记录表（附表 D.9）中记录采样位置、水深、采样日期、采集人姓名、采样方法及相关信息。采样完成后，在浮游动物样品登记表（附表 D.10）中记录样品信息。

7.3.3 鉴定和计数

7.3.3.1 样品前处理

按以下方法对浮游动物不同类群的样品进行前处理。

沉淀法：适用于原生动物和轮虫，同 7.2.3.1 浮游植物定量样品处理。

过滤法：适用于枝角类和桡足类等个体较大、密度较低的甲壳动物。采用 25 号浮游生物网进行过滤浓缩。

注：对于藻类水华暴发、高浊度或杂质较多的样品，需要将样品适当稀释后再进行浮游动物的分析，以适宜显微镜下浮游动物观察和计数为宜。经过 25 号浮游生物网过滤的水样，不能作为计数原生动物及轮虫的定量样品。

7.3.3.2 定量样品

原生动物：将浓缩样品充分摇匀，用移液器准确吸取 0.1 ml 样品，置于 0.1 ml 浮游生物计数框内，在显微镜 20×物镜下全片计数。同一样品计数 2 片，如果误差超过 15%，则计数第 3 片，结果取平均值。

轮虫：将浓缩样品充分摇匀，用移液器准确吸取 1 ml 样品，置于 1 ml 浮游生物计数框内，在显微镜 10×或 20×物镜下全片计数。同一样品计数 2 片，如果误差超过 15%，则计数第 3 片，结果取平均值。

枝角类和桡足类：用移液器准确吸取 5 ml 样品，置于 5 ml 浮游生物计数框内，在显微镜 4×或 10×物镜下计数。一般情况下，枝角类和桡足类样品需要全样计数，但当密度过高时，建议适当稀释后再进行计数。

注：残体以头部或尾部计数，同一种类（或同一态）的残体只能按其中一种方法计数，以数量较多者为准。完成分析后，需要长期保存的样品，按每 100 ml 水样加入 2 ml~3 ml 甲醛溶液。

7.3.3.3 定性样品

定性样品取样前不需要摇匀。原生动物的定性样品分析同 7.2.3.3 浮游植物定性样品分析。用吸管从轮虫定性样品瓶底吸取约 1 ml 样品放于 1 ml 计数框中，从枝角类和桡足类样品瓶底吸取约 5 ml 样品放于 5 ml 计数框中，在显微镜下观察鉴定。对于密度较高或杂质较多的样品，需要稀释后再进行物种鉴定。枝角类和桡足类优势种鉴定到种，其他类群鉴定到属。浮游动物物种鉴定主要参考资料见附录 E。

注：枝角类和桡足类的鉴定需要借助于解剖镜进行，利用解剖针解剖枝角类和桡足类特征部位，其中枝角类解剖后腹部，桡足类中的哲水蚤解剖雄性第五胸足，剑水蚤解剖雌性第五胸足和第四胸足。将解剖的特征部位放在载玻片上，盖上盖玻片，在显微镜 20×或 40×物镜下观察鉴定。

7.3.3.4 结果计算与表达

浮游动物密度按照公式（4）计算：

$$N = \frac{V_s n}{V_a V} \quad (4)$$

式中, N ——浮游动物密度, ind./L 或个/L;

V ——采样体积, L;

V_s ——浓缩体积, ml;

V_a ——计数体积, ml;

n ——计数所得个体数, ind。

在浮游动物计数记录表(附表 D.11)上方部分填写样品相关信息,记录下种名、个体数量及相应的浮游动物密度。

7.4 大型水生植物

7.4.1 设备与材料

7.4.1.1 水草采集耙:宽 35 cm, 含 12~14 齿, 耙柄处配 2 kg~2.5 kg 配重块, 连接 10 m 以上绳子(逐米进行标记), 采样工具见图 3A。

7.4.1.2 水草采样夹: 开口面积 0.25 m², 网袋长 90 cm, 网孔 1 cm×1 cm 左右(见图 3B)。

7.4.1.3 带柄手抄网、长柄镰刀或枝剪。

7.4.1.4 采样方框:(边长为 0.5 m、1 m 或 2 m)。

7.4.1.5 样品袋(纱布或塑料自封袋):(30~40) cm × (20~25) cm。

7.4.1.6 水深测定设备。

7.4.1.7 电子秤。

7.4.1.8 烘箱。



(A) 水草采样耙



(B) 水草采样夹

图 3 大型水生植物采样工具

7.4.2 样品采集

7.4.2.1 定量采集

挺水植物宜用 2 m×2 m 采样方框采集。植株稀疏群落(<100 株/m²)可采用 10 m×10 m 或 5 m×5 m 样方, 植株密度大(>100 株/m²)可采用 1 m×1 m 或 0.5 m×0.5 m 样方。采集时, 应将方框内的全部植物用镰刀从基部割取, 采集的样品应除去淤泥等杂质, 装入样品袋内。

沉水植物、浮叶植物和漂浮植物宜用水草采样夹采集。采集时, 将水草夹张开, 待其沉入水底后关闭上拉, 倒出网内植物, 冲洗去淤泥, 去除枯死的枝、叶及杂质, 洗净装入样品

袋中，带回实验室内进行处理。当沉水植物和浮叶植物密度过大，采样夹已盛不下水草时，可用 0.25 m² 采样方框数株采集。

每个监测点位应采集至少 2 个平行样品。

7.4.2.2 半定量采集

7.4.2.2.1 大型水生植物中的挺水植物、浮叶植物和漂浮植物的覆盖度和分布范围可以通过遥感（航空或卫星成像获取）或沿岸带调查获取。

7.4.2.2.2 大型水生植物（浮叶植物和沉水植物）的快速评估主要使用水草采集耙采样，沿采样点位到沿岸最近点连线前后各 100 m（共 200 m，也可将该连线作为这一监测点位的背景样线来分析）的范围内作为样线进行半定量采样，等间距或按不同深度设置 3 个~6 个样点。随着连线航行到水生植物采样点，将带着绳子的水草采集耙放入水中，直至沉在水底，看到绳子松下来的时候，记录采样点深度（±0.2 m）。将采样耙少许拖拽并以平稳连续的动作垂直拉出水面，中间不要停顿以防止植物脱落。

如果出现下列情况，采样可能偏离样线：

（1）如果点位由于障碍物（如游泳区、码头、船只等）而无法到达，则将点位横向移到该深度范围内最近的可以到达的区域。如果已绕过障碍区，则尽快恢复到原设定样线取样。

（2）如果样线与一个岛屿相交，则绕着这个岛航行，然后在岛另一边继续取样，沿着原来的样线航行，直至到达下一个采样点为止。

7.4.2.3 定性采集

挺水植物可直接用带柄镰刀采集；浮叶植物和沉水植物可用水草采集耙或枝剪采集；漂浮植物可用手抄网采集。定性样品应尽量在开花和（或）果实发育的生长高峰季节采集，采集的样品应完整（包括根、茎、叶、花、果）。

7.4.2.4 标识与记录

采样点需记录采样深度、采样耙上的植物密度、采样耙上的丝状藻类密度、植物生长情况等。

采样耙上的植物密度估算，在估算中还应包括任何被采样耙碰断的、可能从耙上脱落的，在采样耙周边水面漂浮的大型植物。

采样耙上的植物密度按图 3 分等级进行记录，记录耙子上的植物种类（大型维管束植物、轮藻、苔藓植物等）并估算密度；如果丝状藻类存在明显（几乎所有耙式采样中都可能见到少量的丝状藻类，只有当有足够多的丝状藻类滚成一个大约五分镍币大小的球体时，才将丝状藻类记录为存在明显），则同样按图 4 记录丝状藻类的密度。

A 几乎没有任何大型水生植物



B 大型水生植物只占满耙的 25%以下



C 大型水生植物占满耙的 25%到 100%之间



D 大型水生植物满耙（看不到耙齿）

图 4 植物密度估算示意图

在大型水生植物现场采样记录表中记录下水体名称、采样位置、点位编码、采样日期、采集人姓名、采样方法及相关的生态信息。

现场记录大型水生植物生态类型，即挺水植物、浮叶植物、漂浮植物和沉水植物（可进一步细分为具囊型、簇丛型、窄叶型、宽叶型）。在调查结束时，还可以记录湖岸附近不同植物的数量和生长状态。

定性样品可以用下列符号表示各种植物的丰度：少（-）、普通（+）、多（++）、优势种（+++）；对于在水面成片又不易用水草采样耙收集的漂浮水生植物（如浮萍类）还需要进行特别关注并取样。记录格见附表 D.12 及附表 D.13。

如果具备将水生植物带回实验室的条件时，可以将植物放入装有水的桶（夏季可以放冰袋）中带回实验室；如果是新发现的大型植物，则需要进行现场拍照，并带回实验室开展进一步鉴别，也可以制成标本保存；如果种类中有外来入侵物种，在记录中需要备注标明。

7.4.3 鉴定和计数

7.4.3.1 种类鉴别

大型水生植物一般要鉴定到种，鉴定主要参考资料见附录 E。

7.4.3.2 生物量

在条件许可而水生植物密度较大情况下，可以对采集完的水生植物进行生物量的统计。一般应按种类称重，称重前应除去根枯死的枝叶及其他杂质，并用吸水纸抹去体表多余的水分。一般用台秤称重。称重应在采样当天进行完毕。称得的数值代表该种植物在采样面积内的重量。

各断面上采样点都经过定量处理后，列表计算出每种植物在全部采样点上的平均值，没有采到该种水生植物的采样点也需参加平均。生物量统计按照附表 D.13 进行记录。

以上所得的生物量皆为鲜重，由于鲜重误差大，在条件许可下，可选择部分点位做干重处理，干燥后的植株还可作为污染物残留分析样品。称取子样品（不得少于样品量的 10%），置于 105℃鼓风干燥箱中干燥 48 h 或直到恒重，然后取出子样品称其干重。

大型水生植物生物量 M (kg/m^2) 按照公式 (5) 计算：

$$M = \frac{M_1 \cdot M_2}{M_3} \quad (5)$$

式中， M ——样品干重， kg/m^2 ；

M_1 ——样品鲜重， kg/m^2 ；

M_2 ——子样品干重， kg/m^2 ；

M_3 ——子样品鲜重， kg/m^2 。

8 质量保证和质量控制

8.1 野外质量保证与控制

8.1.1 样品采集

8.1.1.1 制定合理的采样计划，用符合质量要求的统一设备采样，采样地点以 GPS 定位为准，保证采集样品的代表性和可比性。

8.1.1.2 采集现场要设负责人，对采样点位、采样实施、采集效果进行评估。

8.1.1.3 野外设备应处于良好状态，野外监测、记录数据必须完整、规范、清晰。

8.1.1.4 合理安排现场监测与样品采集顺序，一般顺序为物理生境记录、水样采集、浮游植物和浮游动物采集、底栖动物采集、大型水生植物采集，同时尽量避免生物类群在采集前受到较大扰动。定量采样应在定性采样前进行。

8.1.1.5 生物样品采集过程中，要由指定人员检查样品采集过程是否符合采集要求，保存方法是否符合规范。

8.1.1.6 生境调查至少应有 2 人同时完成记录和评价；不同时间周期下同一湖库的生境调查建议由同批人员完成。

8.1.1.7 正确填写现场采样记录表及样品标签，包括样品编号、日期、水体名称、采样位置、采样量以及采样人姓名等。如果某个点位某个项目的样品瓶超过一个，还应当标明样品的总瓶数及编号。样品记录表包含的信息必须与样品瓶标签一致。

8.1.1.8 及时清洗所有接触过样品的采样设备，并仔细检查，防止采样污染。

8.1.2 样品保存

及时现场处理及保存样品。水质样品按相关标准及规定保存，不同的生物样品需要按照本标准各类群生物保存要求进行，单独分装，按规定冷藏或固定，同时按规定时间完成后续操作。

8.1.3 样品运输

8.1.3.1 运输前根据采样记录或登记表核对清点样品，以免有误或丢失。

8.1.3.2 样品运输中贮存温度应根据各自项目规定执行，不得超过采样时的温度，必要时需冷藏。

8.1.3.3 运输中应仔细保管样品，应避免强光照射及强烈震动，以确保样品无破损、无污染。

8.1.4 记录

确保野外采样全过程记录完整、清晰，除样品的相关信息，还应详细记录采样时间、地点、经纬度、水温、气温、水文、植被等。

现场样品运输交接过程中需仔细核对实际样品信息和记录信息的一致性，防止丢失、混淆等。

8.2 实验室质量保证与控制

8.2.1 样品交接

8.2.1.1 样品交接时，应办理正式交接手续，检查采样记录表信息与样品是否一致，由接收样品的工作人员记录其状态，检查是否异常或是否与方法中标准状态有所偏离。同一任务的样品应保存在相对独立、集中的区域，并放置明显的标识。

8.2.1.2 实验室应建立送检样品的唯一识别系统，以保证样品不会发生混淆。

8.2.2 物种鉴定和计数

8.2.2.1 样品鉴定应基于统一的分类资料进行，命名需要与生态环境监测部门发布的物种名录或物种多样性数据库名称相吻合，必要时应请专家对命名进行核定。

8.2.2.2 有疑问不确定的物种，需要请分类学专家对物种进行确认。

8.2.2.3 新种、新记录种必须留出典型、完好的样品制作标本，永久保存，并请分类学专家进行确认。

8.2.2.4 无特殊监测要求时，硅藻通常不进行烧片处理。

8.2.2.5 抽取一定比例的样品（如 10%），分别由 2 名工作人员重复计数，以评估分类和计数的精确性及偏差。

8.2.2.6 定期聘请相关专业人员对样品进行抽检，抽检比例为 10%，以评估该实验室分类鉴定和计数结果的准确性，并记录偏差情况。

8.2.2.7 有条件的监测机构可建立物种数据库，利用人工智能图像比对辅助鉴定样品，定期请专业分类学者对物种库予以检查，更正错误。

8.2.3 数据记录

详细记录样品信息（名称、属性、固定剂情况等）、方法依据及关键技术参数（包括样品体积、浓缩或稀释情况、取样体积、镜检范围等）、物种名录（中文名和拉丁名）、数量和生物量以及结果计算方法等信息，同时对抽检、比对情况以及存疑的物种分类结果予以标记。另外，数据记录表须有记录人、校对人对人签字。

8.2.4 样品保存及处置

按照要求保存样品，每隔几周定期检查固定液，必要时进行添加。现场分析剩余样品不保存；实验室分析剩余的生物样品至少保留 4 个月以上，有条件的实验室可长期保存。新种、新记录、典型物种等珍贵标本要长期保存，准确记录、标记完整。

8.2.5 鉴定资料

根据标准推荐和鉴定需求配置参考书籍，参考生态环境监测部门推荐或者认可的水生生物名录或水生生物数据库资料，必要时应定期聘请专家核准鉴定结果。

8.3 人员资质

国家及省级生态环境部门应定期开展水生态环境质量监测与评价培训、考核及发证工作，所有从事该项工作的专业技术人员均应接受相关培训，取得培训证书后可开展相关工作。

9 湖库水生态环境质量评价方法

9.1 水环境评价

9.1.1 水质评价

水质指标的评价参照《地表水环境质量标准》（GB 3838），根据不同功能分区水质类别的标准限值，进行单因子评价（其中水温和 pH 不作为评价指标）。水质类别等级的划分参照《地表水环境质量评价办法》（环办〔2011〕22 号）中湖泊、水库水质评价方法，并根据水质类别等级进行赋分，赋分标准参见表 2。

表 2 水质理化指标评价等级及赋分

水质类别	I~II类	III类	IV类	V类	劣V类
水质状况	优	良好	轻度污染	中度污染	重度污染
赋分	5	4	3	2	1

9.1.2 营养状态评价

湖库营养状态评价以综合营养状态指数（TLI）进行评价。评价指标有叶绿素 a（chl_a）、总磷（TP）、总氮（TN）、透明度（SD）和高锰酸盐指数（COD_{Mn}）。

综合营养状态指数 TLI 按照公式（6）计算：

$$TLI(\Sigma) = \sum W_j \cdot TLI(j) \quad (6)$$

式中， $TLI(\Sigma)$ ——综合营养状态指数；

W_j ——第 j 种参数的权重；

$TLI(j)$ ——第 j 种参数的营养状态分指数。

W_j 的结果按照公式 (7) 计算：

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2} \quad (7)$$

式中： r_{ij} ——第 j 种参数与基准参数 chla 的相关系数；

m ——评价参数的个数。

湖泊（水库）的 chla 与其他参数之间的相关关系 r_{ij} 及 r_{ij}^2 见表 3。

表 3 湖库叶绿素 a 与其他指标的相关性

参数	chla	TP	TN	SD	COD _{Mn}
r_{ij}	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r_{ij}^2	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

$TLI(j)$ 的计算如下：

(1) $TLI(\text{chla}) = 10(2.5 + 1.086 \ln \text{chl})$

(2) $TLI(\text{TP}) = 10(9.436 + 1.624 \ln \text{TP})$

(3) $TLI(\text{TN}) = 10(5.453 + 1.694 \ln \text{TN})$

(4) $TLI(\text{SD}) = 10(5.118 - 1.94 \ln \text{SD})$

(5) $TLI(\text{COD}_{Mn}) = 10(0.109 + 2.661 \ln \text{COD}_{Mn})$

式中，chla 单位为 mg/m^3 ，SD 单位为 m；其他指标单位均为 mg/L 。

湖库营养状态分级标准及赋分见表 4。

表 4 湖库营养状态分级标准及赋分表

营养状态	贫营养	中营养	轻度富营养	中度富营养	重度富营养
评价标准	$TLI(\Sigma) < 30$	$30 \leq TLI(\Sigma) \leq 50$	$50 < TLI(\Sigma) \leq 60$	$60 < TLI(\Sigma) \leq 70$	$TLI(\Sigma) > 70$
赋分	5	4	3	2	1

9.2 生境评价

按照“6 生境调查”中生境调查方法获得生境监测数据，对“生境评价数据表”（附表 D.2）10 项参数分别进行评分，每项参数分值范围为 0~20，划分为五个评价等级。每个点位的生境总分（H）由 10 项参数分值累加计算，分级评价标准见表 5。生境评价仅适用在湖滨点位，湖心点位暂不纳入评价。

表 5 生境评价等级及赋分表

生境等级	优秀	良好	一般	较差	很差
评价标准	H>150	120<H≤150	90<H≤120	60<H≤90	H≤60
赋分	5	4	3	2	1

9.3 生物评价

按照“7.1 底栖动物”“7.2 浮游植物”和“7.3 浮游动物”要求进行监测区域样品中底栖动物、浮游植物和浮游动物定性、定量采集和鉴定分析，并记录分析数据。以下推荐的生物评价方法在我国生物监测中经常用到，建议选择其中一种或几种评价方法对监测湖库进行评价。如在监测实践中已有比较成熟的方法，可参考指南中评价方法选择路线要求，满足要求可继续沿用。

9.3.1 水生生物评价方法适用性

以下是我国生物评价常用的几种方法，其方法适用性见表 6。

表 6 常见水生生物指数评价法适用性

方法	适用性	适用生物类群
BMWP 指数	利用底栖动物的定性监测数据，从不同类群底栖动物对有机污染的耐受性对进行水环境质量进行评价。评价标准适用于浅水湖泊、湖滨带、库滨带。	底栖动物
BI 生物指数	利用底栖的定量监测数据和各分类单元耐污值数据，从不同类群底栖动物对有机污染的耐受性对水环境质量进行评价。评价标准适用于浅水湖泊、湖滨带、库滨带。	底栖动物
Shannon-Wiener 香农-维纳多样性指数	利用水生生物定量监测数据，从物种多样性角度对水环境质量进行评价。	底栖动物、浮游植物和浮游动物、大型水生植物
Evenness 均匀度指数	利用水生生物定量监测数据，从物种多样性角度对水环境质量进行评价。	底栖动物、浮游植物和浮游动物、大型水生植物
生物完整性指数 (IBI)	利用水生生物定量监测数据，从生物完整性角度在全湖库区域开展水生态环境质量评价。	底栖动物、浮游植物和浮游动物

9.3.2 评价方法

9.3.2.1 多样性指数

9.3.2.1.1 香农-维纳多样性指数 (Shannon-Wiener)

香农-维纳多样性指数结果按照公式 (8) 计算：

$$H = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right) \quad (8)$$

式中， H ——香农-维纳多样性指数；

n_i ——种 i 的个体数；

N ——生物总体个数；

S ——物种数。

9.3.2.1.2 均匀度指数 (Evenness)

均匀度指数结果按照公式 (9) 计算：

$$J = \frac{H}{\ln S} \quad (9)$$

式中， J ——均匀度指数；

H ——香农-维纳多样性指数；

S ——物种数。

多样性指数评价按照表 7 进行。

表 7 多样性指数评价分级

指数	很差	较差	中等	良好	优秀
香农-维纳多样性指数	$H = 0$	$0 < H \leq 1$	$1 < H \leq 2$	$2 < H \leq 3$	$H > 3$
均匀度指数	$J = 0$	$0 < J \leq 0.3$	$0.3 < J \leq 0.5$	$0.5 < J \leq 0.8$	$0.8 < J \leq 1$

9.3.2.2 耐污指数

9.3.2.2.1 BI 生物指数

BI 生物指数结果按照公式 (10) 计算：

$$BI = \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \times t_i \quad (10)$$

式中， t_i ——种 i 的耐污值，建议值见附表 B.1；

n_i ——种 i 的个体数；

N ——生物总体个数；

S ——物种数。

9.3.2.2.2 BMWP 指数

BMWP 指数结果按照公式 (11) 计算：

$$BMWP = \sum F_i \quad (11)$$

式中， F_i ——科 i 的敏感值，推荐值见附表 A.1。

BI 生物指数和 BMWP 指数的评价标准见表 8 所示。

表 8 耐污指数评价分级

指数	很差	较差	中等	良好	优秀
BI 生物指数	8.8<BI	7.7<BI ≤8.8	6.6<BI ≤7.7	5.5<BI ≤6.6	BI ≤5.5
BMWP 指数	BMWP ≤10	11 ≤ BMWP <22	22 ≤ BMWP <32	32 ≤ BMWP <43	43 ≤ BMWP

9.3.2.3 生物完整性指数 (IBI)

IBI 的构建包括参照状态的确定、建立候选参数清单、核心参数的筛选、指数计算、评价及验证等一般性流程，具体步骤见附录 C。

9.3.3 水生生物指标赋分标准

按照不同生物评价指数的计算结果，将生物评价结果划分为五个评价等级，赋分标准参照表 9。

表 9 水生生物指标评价等级及赋分

BMWP 记分值	BI 生物指数	香农-维纳多样性指数	均匀度指数	IBI	水质状况	赋分
43 ≤ BMWP	5.5 ≤ BI	H > 3.0	0.8 < J ≤ 1	优秀	优秀	5
32 ≤ BMWP < 43	5.5 < BI ≤ 6.6	2 < H ≤ 3	0.5 < J ≤ 0.8	良好	良好	4
22 ≤ BMWP < 32	6.6 < BI ≤ 7.7	1 < H ≤ 2	0.3 < J ≤ 0.5	中等	中等	3
11 ≤ BMWP < 22	7.7 < BI ≤ 8.8	0 < H ≤ 1	0 < J ≤ 0.3	较差	较差	2
BMWP ≤ 10	8.8 < BI	H = 0	J = 0	很差	很差	1

9.4 水生态环境质量综合评价

9.4.1 评价方法

采用综合指数法进行水生态环境质量综合评估，通过水化学指标、物理生境指标和水生生物指标加权求和，构建湖库水生态环境质量综合评价指数 $WEQI_{lake}$ ，以该指数表示各评估单元和水环境整体的质量状况。

湖库水生态环境质量综合评价指数 $WEQI_{lake}$ 按照公式 (13) 计算：

$$WEQI_{lake} = \sum_{i=1}^n x_i w_i \quad (13)$$

式中， $WEQI_{lake}$ ——湖库水生态环境质量综合评价指数；

x_i ——评价指标分值；

w_i ——评价指标权重。

综合评价时暂时考虑水化学指标、底栖动物指标、浮游植物和浮游动物指标，其分值范围及建议权重见表 10 所示。

表 10 湖库水生态环境质量综合评价公式说明表

指标	分值范围	湖泊建议权重	水库建议权重
水化学指标 ^a	1~5	0.4	0.6
水生生物指标 ^b	1~5	0.4	0.4
生境指标 ^c	1~5	0.2	/

注：a 水化学指标赋分取水质评价和营养状态评价中赋分最低的一项作为赋分结果。b 水生生物指标若单独用底栖动物、浮游植物或浮游动物评价，建议权重为 0.4；若同时使用 2 种及以上生物类群评价，建议采用最差评价结果代表水生生物评价结果，深水湖泊和水库建议优先选择浮游植物和浮游动物评价结果。c 湖心点位因其不作生境评价，进行水生态环境质量综合评价时只考虑水化学指标和水生生物指标即可，这两项指标建议权重分别为 0.5。

9.4.2 评价标准

根据湖库水生态环境质量综合评价指数（WEQI_{lake}）分值大小，将水生态环境质量状况等级分为五级，分别为优秀、良好、一般、较差和很差等，具体指数分值和质量状况分级详见表 11。

表 11 水生态环境质量状况分级标准

水生态环境质量状况	优秀	良好	中等	较差	很差
综合指数（WEQI _{lake} ）	WEQI>4	4≥WEQI>3	3≥WEQI>2	2≥WEQI>1	WEQI≤1
表征颜色	蓝色	绿色	黄色	橙色	红色

9.4.3 生物评价方法的选择和校验

确定了监测评价计划后，根据研究区域尺度和具备的条件，参照图 6 方法选择技术路线及适用的生物评价方法。

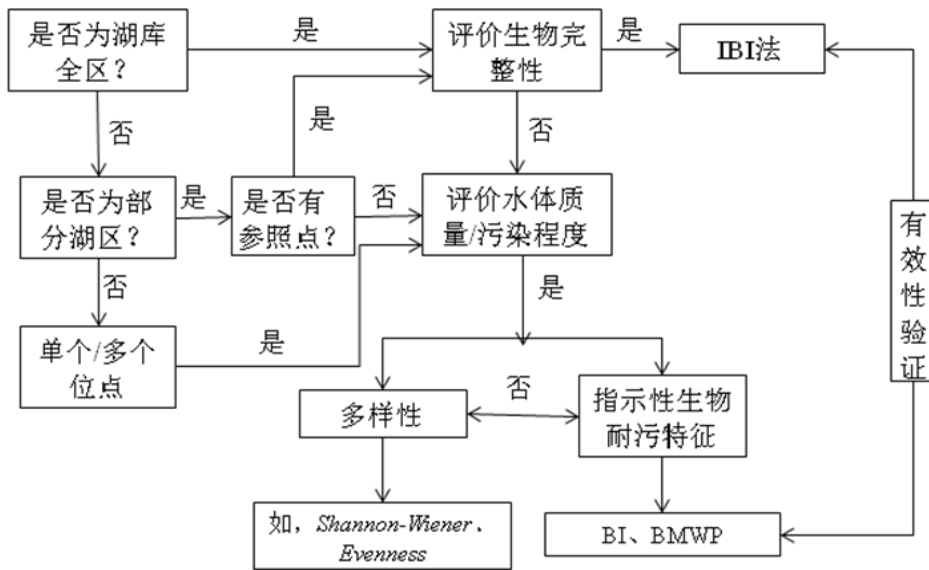


图 6 生物评价方法选择技术路线

注：生物指数在选择应用时，应对选择的评价方法的适用性进行有效性验证，IBI 评价方法按照本指南附录 C IBI 评价方法相关验证内容进行；其他生物指数的验证方法参照如下方法，即对监测区域水质和生境相对较好的对照位点和其他相对较差位点的生物指数结果做箱线图分析，若 IQ 值 ≥ 2 ，则选择评价的方法有效，否则应尽可能选择其他满足条件的生物指数。

附录 A
(资料性附录)

底栖动物 BMWP 指数科级敏感值列表

附表 A.1 底栖动物 BMWP 指数科级敏感值列表

类群	科	敏感值
蜉蝣目 Ephemeroptera	蜉蝣科 Ephemeriidae, 河花蜉科 Potamanthidae, 细裳蜉科 Leptophlebiidae, 扁蜉科 Heptageniidae, 短丝蜉科 Siphonuridae, 拟短丝蜉科 Siphuriscidae, 长附蜉科 Metretopodidae, 褶缘蜉科 Palingeniidae, 寡脉蜉科 Oligoneuriidae, 越南蜉科 Vietnamellidae	10
襉翅目 Plecoptera	襉科 Perlidae, 绿襉科 Chloroperlidae, 黑襉科 Capniidae, 刺襉科 Styloperlidae, 带襉科 Taeniopterygidae	
半翅目 Hemiptera	盖蝽科 Aphelocheiridae	
毛翅目 Trichoptera	原石蛾科 Rhyacophilidae, 石蛾科 Phryganeidae, 瘤石蛾科 Goeridae, 长角石蛾科 Leptoceridae, 沼石蛾科 Limnephilidae, 鳞石蛾科 Lepidostomatidae, 细翅石蛾科 Molannidae, 拟石蛾科 Phryganopsychidae, 准石蛾科 Limnocentropodidae, 短石蛾科 Brachycentridae, 螯石蛾科 Hydrobiosidae	
双翅目 Diptera	幽蚊科 Chaoboridae	
脉翅目 Neuroptera	水蛉科 Sisyridae	
帘蛤目 Veneroidea	球蚬科 Sphaeriidae	8
蜉蝣目 Ephemeroptera	小蜉科 Ephemerellidae	
襉翅目 Plecoptera	叉襉科 Nemouridae	
毛翅目 Trichoptera	等翅石蛾科 Philopotamidae, 畸距石蛾科 Dipseudopsidae, 弓石蛾科 Arctopsychidae, 枝石蛾科 Calamoceratidae	
双翅目 Diptera	大蚊科 Tipulidae	
鞘翅目 Coleoptera	泥甲科 Dryopidae, 沼甲科 Scirtidae	
鳞翅目 Lepidoptera	螟蛾科 Pyralidae	7
蜻蜓目 Odonata	色蟌科 Calopterygidae, 丝蟌科 Lestidae, 丽蟌科 Amphipterygidae, 溪蟌科 Euphaeidae, 综蟌科 Synlestidae, 蜓科 Aeshnidae, 春蜓科 Gomphidae, 大蜓科 Cordulegastridae, 伪蜻科 Corduliidae, 大蜻科 Macromiidae, 蜻科 Libellulidae	
中腹足目 Mesogastropoda	肋螯科 Pleuroceridae	
贻贝目 Mytiloidea	贻贝科 Mytilidae	
蜉蝣目 Ephemeroptera	细蜉科 Caenidae, 四节蜉科 Baetidae, 新蜉科 Neoephemeridae	
毛翅目 Trichoptera	小石蛾科 Hydroptilidae, 径石蛾科 Ecnomidae, 多距石蛾科 Polycentropodidae, 蝶石蛾科 Psychomyiidae	
双翅目 Diptera	拟网蚊科 Deuterothlebiidae	7
蜻蜓目 Odonata	隼蟌科 Chlorocyphidae, 原蟌科 Protoneuridae, 扁蟌科 Platystictidae, 山蟌科 Megapodagrionidae	

等足目 Isopoda	花尾水虱科 Anthuridae, 浪漂水虱科 Cirolanidae, 团水虱科 Sphaeromidae	6
端足目 Amphipoda	钩虾科 Gammaridae	
游走目 Errantia	沙蚕科 Nereidae	
中腹足目 Mesogastropoda	瓶螺科 Aillpullaridae, 豆螺科 Bithyniidae, 田螺科 Viviparidae, 狭口螺科 Stenothyridae	
基眼目 Basommatophora	盘蝽科 Ancyliidae	
蚌目 Unionoida	蚌科 Unionidae	
帘蛤目 Veneroida	蜆科 Corbiculidae, 截蛭科 Solecurtidae	
双翅目 Diptera	细蚊科 Dixidae	
鞘翅目 Coleoptera	小粒龙虱科 Noteridae, 长泥甲科 Heteroceridae, 萤科 Lampyridae	
广翅目 Megaloptera	泥蛉科 Sialidae	
蜻蜓目 Odonata	螳科 Coenagrionidae, 扇螳科 Platycnemididae	
端足目 Amphipoda	螺赢蜚科 Corophiidae,	
十足目 Decapoda	螯虾科 Cambaridae, 方蟹科 Grapsidae	
涡虫类 Turbellaria	涡虫纲 Turbellaria	5
双翅目 Diptera	网蚊科 Blepharoceridae, 虻科 Tabanidae	
鞘翅目 Coleoptera	龙虱科 Dytiscidae, 沼梭甲科 Haliplidae, 水甲科 Hygrobiidae, 牙甲科 Hydrophilidae, 象甲科 Curculionidae, 叶甲科 Chrysomelidae, 平唇水龟虫科 Hydraenidae, 豉甲科 Gyrinidae, 拟步甲科 Tenebrionidae	
半翅目 Hemiptera	水龟科 Gerridae, 水蝽科 Mesovelidae, 跳蝽科 Saldidae, 潜蝽科 Naucoridae, 蝽科 Nepidae, 划蝽科 Corixidae, 尺蝽科 Hydrometridae, 仰蝽科 Notonectidae, 固蝽科 Pleidae	
等足目 Isopoda	栉水虱科 Asellidae, 潮虫科 Oniscidae, 鼠妇科 Porcellionidae	4
蛭纲 Hirudinea Rhynchobdellida	鱼蛭科 Piscicolidae	
中腹足目 Mesogastropoda	盘螺科 Valvatidae	
双翅目 Diptera	水虻科 Stratiomyidae	
半翅目 Hemiptera	负子蝽科 Belostomatidae	
蛭纲 Hirudinea	舌蛭科 Glossiphoniidae, 医蛭科 Hirudinidae, 石蛭科 Herpodellidae	3
中腹足目 Mesogastropoda	觿螺科 Hydrobiidae	
基眼目 Basommatophora	椎实螺科 Lymnaeidae, 扁卷螺科 Planorbidae, 膀胱螺科 Physidae	
双翅目 Diptera	摇蚊科 Chironomidae, 长足虻科 Dolichopodidae, 舞虻科 Empididae	
蛭纲 Hirudinea	沙蛭科 Salifidae	2
双翅目 Diptera	伪鹬虻科 Athericidae, 鹬虻科 Rhagionidae	
寡毛纲 Oligochaeta	寡毛纲 Oligochaeta	1
双翅目 Diptera	食蚜蝇科 Syrphidae, 水蝇科 Ephydriidae, 毛蠓科 Psychodidae, 蠓科 Ceratopogonidae, 蝇科 Muscidae	

附录 B

(资料性附录)

底栖动物 BI 指数耐污值表

附表 B.1 底栖动物 BI 指数耐污值表

分类单元								耐污值
扁形动物门	Platyhelminthes		Planarians		<i>Planaria</i>	涡虫		3.6
腹足纲	Gastropoda	豆螺科	Bithyniidae					5.8
					<i>Alocinma</i>	长角涵螺	<i>Alocinma longicornis</i>	6
					<i>Bithynia</i>	赤豆螺	<i>Bithynia fuchsiana</i>	5.2
				沼螺属	<i>Parafossarulus</i>			5.6
						纹沼螺	<i>Parafossarulus striatulus</i>	6.1
		椎实螺科	Lymnaeidae					6.5
				萝卜罗属	<i>Radix</i>			6.3
						椭圆萝卜螺	<i>Radix swinhoei</i>	5.6
		膀胱螺科	Physidae					4.4
		扁卷螺科	Planorbidae					6
				旋螺属	<i>Gyraulus</i>			5
				圆扁螺属	<i>Hippeutis</i>			5.2
		肋蝓科	Planorbidae	短沟蝓属	<i>Semisulcospira</i>			5
						方格短沟蝓	<i>Semisulcospira cancellata</i>	5
						放逸短沟蝓	<i>Semisulcospira libertina</i>	3.1
		狭口螺科	Stenothyridae		<i>Stenothyra</i>	光滑狭口螺		7.1
		田螺科	Viviparidae					5.4
				环棱螺属	<i>Bellamya</i>			5.4

瓣鳃纲	Lamellibranchia	蚶科	Corbiculidae					5.3
				蚶属	<i>Corbicula</i>			5.4
		球蚶科	Sphaeriidae					5
		蚌科	Unionidae					5
		贻贝科	Mytilidae		<i>Limnoperna</i>	湖沼股蛤	<i>Limnoperna lacustris</i>	5
蛭纲	Hirudinea	舌蛭科	Glossiphonidae					6.2
				舌蛭属	<i>Glossiphonia</i>			6.2
				泽蛭属	<i>Helobdella</i>			6.2
		石蛭科	Herpobdellidae					5
				石蛭属	<i>Erpobdella</i>			4.7
		沙蛭科	Salifidae					5.8
寡毛纲	Oligochaeta							8.5
		仙女虫科	Naididae					5.6
				仙女虫属	<i>Nais</i>			5.7
		颤蚓科	Tubificidae					9.3
					<i>Aulodrilus</i>	管水蚓	<i>Aulodrilus pluriseta</i>	7.5
					<i>Branchiura</i>	苏氏尾鳃蚓	<i>Branchiura sowerbyi</i>	8.8
				水丝蚓属	<i>Limnodrilus</i>			9.5
						霍甫水丝蚓	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	9.5
多毛纲	Polychaeta				<i>Nephtys</i>	齿吻沙蚕		5
					<i>Tylorrhynchus</i>	疣吻沙蚕	<i>Tylorrhynchus heterochaeta</i>	6.1
等足目	Isopoda		Anthuridae		<i>Cythura</i>	杯尾水虱		6.2
			Asellidae		<i>Asellus(s.str)</i>	栉水虱	<i>Asellus(s.str) aquaticus</i>	6.7
十足目	Decapoda	匙指虾科	Atyidae					5.3
				米虾属	<i>Caridina</i>			5.3

			Cambarus	克氏螯虾	<i>Cambarusclakii</i>			8.5
鞘翅目	Coleoptera	叶甲科	Chrysomelidae					6.5
		龙虱科	Dytiscidae					5.2
		豉甲科	Gyrinidae					4.9
		沼梭甲科	Haliplidae					8.1
		水龟虫科	Hydrophilidae					5.6
		萤科	Lampyridae					2.6
		小粒龙虱科	Noteridae					6.5
		沼甲科	Scirtidae		<i>Scrites</i>			1.3
双翅目	Diptera							7
		伪鹬虻科	Athericidae					9.8
		网蚊科	Blephariceridae					0.3
		蠓科	Ceratopogonidae					3.2
		摇蚊科	Chironomidae					5.8
				摇蚊亚科	Chironominae			5.7
						摇蚊属	<i>Chironomus</i>	10
						雕翅摇蚊属	<i>Glyptotendipes</i>	5.7
				直突摇蚊亚科	Orthoclaadiinae			6.3
						环足摇蚊属	<i>Cricotopus</i>	8.3
						真开氏摇蚊属	<i>Eukiefferiella</i>	4
						直突摇蚊属	<i>Orthocladius</i>	6.2
				长足摇蚊亚科	Tanypodinae			3.6
						长足摇蚊属	<i>Tanypus</i>	4.6
		细纹科	Dixidae		<i>Dixella</i>			2.4
		舞蝇科	Empididae					6

		水蝇科	Ephydriidae				9.6
		蝇科	Muscidae				10
		毛蠓科	Psychodidae				8
		水虻科	Stratiomyia				5.3
		食蚜蝇科	Syrphidae				10
		虻科	Tabanidae				5.5
		大蚊科	Tipulidae				4.9
				朝大蚊属	<i>Antocha</i>		4
					<i>Baeoura</i>		2.2
					<i>Dicramomyia</i>		2.3
					<i>Dicranota</i>		4.1
					<i>Hexatoma</i>		2.2
					<i>Nippontipula</i>		2
					<i>Pedicia</i>		1
					<i>Pilaria</i>		2.5
					<i>Pseudolimnophila</i>		7.3
					<i>Tipula</i>		2.7
蜉蝣目	Ephemeroptera	四节蜉科	Baetidae				3.5
				四节蜉属	<i>Baetis</i>		3.5
				花翅蜉属	<i>Baetiella</i>		2.5
				假二翅蜉属	<i>Pseudocloeon</i>		3.4
		细蜉科	Caenidae				5.8
		小蜉科	Ephemerellidae				3
				带肋蜉属	<i>Cincticostella</i>		1.7
				弯握蜉属	<i>Drunella</i>		0.5

				锐利蜉属	<i>Ephacerella</i>			4.8
				小蜉属	<i>Ephemerella</i>			1.4
				锯形蜉属	<i>Serratella</i>			3.8
				天角蜉属	<i>Uracanthella</i>			3.8
		蜉蝣科	Ephemeridae					2.4
				蜉蝣属	<i>Ephemera</i>			2.6
						绢蜉	<i>Ephemera.serica</i>	3.2
						梧州蜉	<i>Ephemera.wuchowensis</i>	5.9
						生米蜉	<i>Ephemera.shengmi</i>	2.3
		扁蜉科	Heptageniidae					2.9
				似动蜉属	<i>Cinygmina</i>			4.2
							<i>Cinygmina.obliquistrita</i>	2
							<i>Cinygmina.rubromaculata</i>	4.7
				高翔蜉属	<i>Epeorus</i>			0.9
				扁蚰蜉属	<i>Ecdyonurus</i>			5.8
				扁蜉属	<i>Heptagenia</i>			0.9
				假蜉属	<i>Iron</i>			3.6
				尼克斯蜉属	<i>Nixe</i>			1.6
				赞蜉属	<i>Paegniodes</i>			1
		细裳蜉科	Leptophlebiidae					3
				宽基蜉属	<i>Choroerpes</i>			3.3
				柔裳蜉属	<i>Habrophlebiodes</i>			1.2
				思罗蜉属	<i>Thraulius</i>			3.8
		新蜉科	Neoephemeridae					3
		河花蜉科	Potamanthidae					4.1

		短丝蜉科	Siphonuridae				1.5
		越南蜉科	Vietnamellidae				2.1
鳞翅目	Lepidoptera	螟蛾科	Pyralidae				1.8
					<i>Eoophyla</i>		2.3
					<i>Neoschoenobia</i>		2.8
					<i>Parapoynx</i>		0.3
					<i>Potamomusca</i>		0.4
蜻蜓目	Odonata	蜓科	Aeshnidae				3.5
		丽螳科	Amphipterygidae				2.5
		色螳科	Calopterygidae				4.9
		隼螳科	Chlorocyphidae				3.2
		螳科	Coenagrionidae				7.3
		大蜓科	Cordulegasteridae				3.5
					<i>Chlorogomphus</i>		2.7
					<i>Cordulegaster</i>		5
		伪蜻科	Corduliidae				5.2
		幽螳科	Euphaeidae				1.3
		春蜓科	Gomphidae				4.4
					<i>Lamelligomphus</i>		4.2
		丝螳科	Lestidae				3.1
			Leuctuidae				3.8
		蜻科	Libellulidae				6.5
		大蜻科	Macromiidae				4.2
		扁螳科	Platycnemididae				7.1
襁翅目	Plecoptera	绿襁科	Chloroperlidae				0.2

		卷襁科	Leuctridae				1.1
		叉襁科	Nemouridae				0.5
					<i>Amphinemura</i>		0.2
					<i>Nemoura</i>		2.1
		襁科	Perlidae				1.8
					<i>Kamimuria</i>		1.1
					<i>Kiotina</i>		3.4
					<i>Neoperla</i>		3.3
					<i>Paragnetina</i>		1.9
					<i>Togoperla</i>		2.2
		刺襁科	Styloperlidae				1.8
毛翅目	Trichoptera	短石蛾科	Brachycentridae				0
		枝石蛾科	Calamoceratidae				0.1
		畸距石蛾科	Dipseudopsidae				1.7
		径石蛾科	Ecnomidae				3.1
		瘤石蛾科	Goeridae				3.9
		螯石蛾科	Hydrobiosidae				5.8
		小石蛾科	Hydroptilidae				4.5
		鳞石蛾科	Lepidostomatidae				2.3
		长角石蛾科	Leptoceridae				2.3
					<i>Oecetis</i>		3.2
					<i>Parasetodes</i>		2.9
					<i>Setodes</i>		2.2
		沼石蛾科	Limnephilidae				3.8
		细翅石蛾科	Molannidae				0.3

		齿角石蛾科	Odontoceridae					0
		等翅石蛾科	Philopotamidae					3.7
		石蛾科	Phryganeidae					0.4
		拟石蛾科	Phryganopsychidae					2
		多距石蛾科	Polycentropodidae					3.5
					<i>Polycentropus</i>			4.8
					<i>Neureclipsis</i>			1.9
		蝶石蛾科	Psychomyiidae					6.1
		原石蛾科	Rhyacophilidae					2.3
		毛石蛾科	Sericostomatidae					0.5

附录 C
(资料性附录)
IBI 指数构建流程

生物完整性指数 (IBI) 的一般性流程包括如下内容:

C.1 参照状态的确定

根据指南 4.3 中的原则要求确定评价区域的参照状态。为便于对比,除参照状态以外的监测样本统称为“受损状态”。

C.2 建立候选参数清单

参考相应资料,选择国内外常用生物指数并结合研究区域实际情况,建立候选参数清单,并设定这些参数的预期胁迫响应趋势,即随着环境胁迫的升高,参数值是正响应(上升)或负响应(下降)。通常情况下,候选参数包括物种丰富度、物种多度组成、耐污能力、摄食类群和习性等 5 类生物指数。

C.3 核心参数筛选

将候选参数依次开展分布范围分析、判别能力分析和冗余度分析,筛选核心参数。

C.3.1 参数值分布范围分析

分析候选参数值的分布范围,剔除以下两类参数:①分布范围较小,对环境胁迫的响应区间较小,敏感度不足;②在参照状态样本中,参数自身变化性过高。

C.3.2 判别能力分析

采用箱线图法分析进入判别能力分析的各参数在参照状态和受损状态之间的分布情况。比较参照状态和受损状态 25th~75th分位数范围即箱线图箱体重叠情况 (IQ),分别赋予不同的值。箱体无重叠 (图 C.1 A),则 IQ 取为 3;箱体部分重叠 (图 C.1 B),但各自中位数都在对方箱体范围以外,则 IQ 取为 2;只有 1 个中位数在对方箱体范围之内 (图 C.1 C、D),则 IQ 取为 1;各自中位数均在对方箱体范围之内 (图 C.1 E),则 IQ 取为 0。只有 IQ \geq 2 的参数才作进一步分析,其余指数对区域环境梯度的区分度不足,故予以剔除。

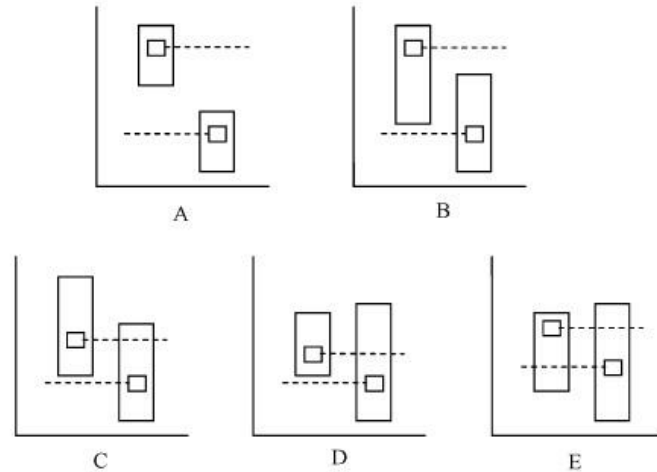


图 C.1 参数 IQ 值记分法

C.3.3 冗余度分析

对以上 C.3.1、C.3.2 筛选的参数进行相关性分析，相关系数 $|r| > 0.75$ 的参数根据其携带的信息量和重要性，进行多余指标的剔除。

C.4 生物完整性指数构建

C.4.1 指数计算

为统一量纲，采用比值法计算各候选参数的分值。对与环境胁迫呈反比的参数，以参照状态 95th 为期望值，按“指数值/期望值”计算参数分值；对与环境胁迫呈正比的参数，以参照状态 5th 为期望值，以“(最大值-指数值)/(最大值-期望值)”计算参数分值。若分值大于 1，则按 1 计。经 C.3 筛选后获得的核心参数分值之和即为生物完整性指数值。

C.4.2 评价标准

生物完整性指数的评价标准，可以采用以下两种方法：参照位点指数值分布的 25th 法，如果位点的指数值大于 25th，则表示该位点受到的干扰很小，小于 25th 的分布范围，根据需要 4 等分，分别代表不同的环境状态。所有位点指数值分布的 95th 法——以 95th 为最佳值，低于该值的分布范围进行 5 等分，靠近 95th 值的一等分代表位点所受干扰较小。一般 IBI 常用评价标准划分等级为 5 级，由高到低分别定义为：优、良好、中等、较差、很差。

C.5 指数验证

建立参照位点和受损位点 IBI 分值的箱线图，检验评价方法可否对两类位点进行有效区分。如果 IQ 值 ≥ 2 ，则可认为该生物完整性指数有效。

附录 D
(资料性附录)
调查记录表

附表 D.1 湖库生境调查记录表

调查日期 _____		调查时间 _____	
点位编号 _____		点位名称 _____	
经纬度 _____		海拔 _____	
湖库类型: 高原型/平原型 淡水型/咸水型 通江型/非通江型			
天气情况	当前 <input type="checkbox"/> 暴雨 (大雨) <input type="checkbox"/> 小雨 (中雨) <input type="checkbox"/> 阵雨 <input type="checkbox"/> 多云 <input type="checkbox"/> 晴	过去 24h <input type="checkbox"/> 暴雨 (大雨) <input type="checkbox"/> 小雨 (中雨) <input type="checkbox"/> 阵雨 <input type="checkbox"/> 多云 <input type="checkbox"/> 晴	过去 7d 有无大雨 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 气温 _____ °C 其他 _____
	湖(库)岸漫滩 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 深度 _____ m 距离 _____ m		
湖(库)水下降 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 高度 _____ m 距离 _____ m			
湖(库)岸坡度 <input type="checkbox"/> 平坡 (<5°) <input type="checkbox"/> 缓坡 (5~30°) <input type="checkbox"/> 陡峭 (30~75°) <input type="checkbox"/> 接近垂直 (>75°)			
湖(库)岸侵蚀	(0~4, 0 为无, 4 为严重侵蚀) 0 1 2 3 4		
湖(库)滨带	水面表层类型: <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 泡沫 <input type="checkbox"/> 藻团 <input type="checkbox"/> 油 <input type="checkbox"/> 其他 _____ 气味: <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> H ₂ S <input type="checkbox"/> 厌氧性 <input type="checkbox"/> 油 <input type="checkbox"/> 化学品 <input type="checkbox"/> 其他 _____ 颜色: <input type="checkbox"/> 黑色 <input type="checkbox"/> 灰色 <input type="checkbox"/> 棕色 <input type="checkbox"/> 红色 <input type="checkbox"/> 其他 _____		
水质	水温 _____ °C 水深 _____ 赛氏盘深度 _____	DO _____ pH _____ TDS _____ 电导率 _____	
底质	0=无 (0%), 1=少量 (<10%), 2=中等 (10%~40%), 3=大量 (40%~75%), 4=极大量 (>75%)		
底质		底质	
岩床 (>4000mm)	0 1 2 3 4	泥沙、粘土、污泥 (<0.06mm)	0 1 2 3 4
巨砾 (250~4000mm)	0 1 2 3 4	树木残骸	0 1 2 3 4
卵石 (64~250mm)	0 1 2 3 4	有机质 (腐叶、有机碎屑)	0 1 2 3 4
沙砾 (2~64mm)	0 1 2 3 4	植被或其他	0 1 2 3 4

沙 (0.06~2mm)	0	1	2	3	4		
大型水生植物	湖 (库) 滨带, 大型水生植物是否向湖中延伸? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否						
沉水植物	0	1	2	3	4	挺水植物	0 1 2 3 4
浮水植物	0	1	2	3	4	总盖度	0 1 2 3 4
植被	0=无 (0%), 1=少量 (<10%), 2=中等 (10~40%), 3=大量 (40~75%), 4=极大 (>75%)						
	湖岸带						
林冠 (>5m)	<input type="checkbox"/> 落叶 <input type="checkbox"/> 常绿阔叶 <input type="checkbox"/> 针叶 <input type="checkbox"/> 混交林						
	0 1 2 3 4						
林下层 (0.5~5m)	<input type="checkbox"/> 落叶 <input type="checkbox"/> 常绿阔叶 <input type="checkbox"/> 针叶 <input type="checkbox"/> 混交林						
	0 1 2 3 4						
地被植物 (<0.5m)	0 1 2 3 4						
人类影响	0=无, P=采样区域外出现, C=采样区域内出现						
人类影响	湖 (库) 滨岸带		人类影响		湖 (库) 滨岸带		
建筑	0	P	C	电力线	0	P	C
商业活动	0	P	C	耕作物	0	P	C
公园设施/人造湖岸	0	P	C	牧场/放牧区	0	P	C
码头/船	0	P	C	果园	0	P	C
墙、堤坝或护坡	0	P	C	草坪	0	P	C
垃圾/填埋场	0	P	C	其他	0	P	C
道路或铁路	0	P	C				
补充描述和说明: (湖库流域总面积及湖库面积, 换水周期, 主要出入湖库的河流河宽、河深、流速、流量等生境调查相关其他信息及表格填写的备注说明需记录于此处) 应记录和保留现场调查的照片、影像资料。							

调查人_____ 校对入_____

附表 D.2 生境评价数据表

点位名称_____

评价指标	好	较好	一般	差
1 湖(库)岸坡度	平缓, 坡度小于 5°	较为平缓, 坡度在 5%~30%	比较陡, 坡度在 30%~75%	非常陡, 近乎垂直, 坡度大于 75%
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
2 湖(库)滨带底质	75%以上是碎石、卵石、大石, 余为细沙等沉积物	40%~75%是碎石、鹅卵石、大石, 余为细沙等沉积物	10%~40%是碎石、鹅卵石、大石, 余为细沙等沉积物	碎石、鹅卵石、大石少于 10%, 余为细沙等沉积物
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
3 湖(库)岸稳定性	湖岸稳定, 无侵蚀痕迹, 调查区域内小于 5%湖(库)岸受到损害	比较稳定, 调查区域内 5%~30%湖(库)岸出现侵蚀现象	调查区域内 30%~60%湖(库)岸发生侵蚀	调查区域内 60%以上湖(库)岸发生侵蚀
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
4 水量情况	水量很大, 湖(库)水淹没湖岸, 或无湖岸暴露	水量比较大, 湖(库)水下降高度或面积小于 25%	水量一般, 湖(库)水下降高度或面积约 25%~75%	水量很小, 湖(库)水下降高度或面积超过 75%
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
5 湖(库)岸形态	维持正常模式, 人工湖岸、堤坝、护坡等长度小于 10%	调查区域内人工湖岸、堤坝、护坡小于湖岸长度 10%~40%, 对水生生物影响较小	调查区域内人工湖岸、堤坝、护坡占湖岸长度 40%~75%, 对水生生物有一定影响	调查区域内人工湖岸、堤坝、护坡占湖岸长度 75%以上, 对水生生物影响严重
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
6 湖(库)岸植被	湖(库)岸周围植被种类很多, 覆盖面积达 75%以上	湖(库)岸周围植被种类比较多, 覆盖面积 40%~75%	湖(库)岸周围植被种类比较少, 覆盖面积 10%~40%	湖(库)岸周围植被种类很少, 覆盖面积小于 10%
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
7 大型水生植物	大型水生植物种类很多, 面积大, 覆盖 50%以上	大型水生植物种类比较多, 面积一般, 覆盖 50%~25%	大型水生植物种类比较少, 面积较小, 覆盖少于 25%	几乎没有任何大型水生植物
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
8 水质状况	很清澈, 无任何异味, 水静置后无沉淀物质	较清澈, 轻微异味, 水静置后有少量的沉淀物质	较浑浊, 有异味, 水静置后有沉淀物质	很浑浊, 有大量的刺激性气体溢出, 水静置后沉淀物很多
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
9 人类活动强度	调查区域及周边无人人类活动干扰或少有人类活动	调查区域及周边人类干扰较小, 有少量的道路、通行和人类活动	调查区域及周边人类干扰较大, 有机动车通过, 出现建筑、公园、堤坝或护坡	调查区域及周边人类干扰很大, 交通必经之路, 大量机动车通过, 各种人类活动干扰的集中区域
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
10 土地利用情况	调查区域及周边湖(库)岸无耕作土壤, 营养丰富	调查区域及周边湖(库)岸耕作土壤占 50%以下, 需要施加一定量化肥和农药	调查区域及周边湖(库)岸耕作土壤占 50%以上, 需要施加大量化肥和农药	调查区域及周边湖(库)岸为耕作废弃的裸露的风化土层, 营养物质很少
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
合计				
总分				

调查人_____ 校对入_____ 调查日期_____

附表 D.3 底栖动物现场采样记录表

点位:		水深:	
经纬度: E _____ N _____			
采集日期:		时间:	
调查人:		批次编号:	
制表人:		调查目的:	
样品采集	采样设备 _____ 如何采样? <input type="checkbox"/> 涉水 <input type="checkbox"/> 岸边 <input type="checkbox"/> 船上 采样方法 <input type="checkbox"/> 天然基质法 <input type="checkbox"/> 人工基质法		
备注			

附表 D.4 底栖动物样品登记表

采样日期	点位	采集人	样品瓶编号	固定剂	分析日期

制表人_____校对_____

附表 D.5 底栖动物计数记录表

点位_____ 样品编号_____ 水深_____ m 采样面积_____ m²

采样日期_____ 计数日期_____

样品采集类型（定性/定量）

种名	数量	密度 (ind/m ²)或(个 /笼)	重量 (g)	生物量 (g/m ²)或(克 /笼)	备注
总计					

计数_____ 计算_____ 校对_____

附表 D.6 浮游植物现场采样记录表

点位:		水深:	
经纬度: E _____ N _____			
采集日期:		时间:	
调查人:		批次编号:	
制表人:		调查目的:	
样品采集		采样设备 _____ 如何采样? <input type="checkbox"/> 涉水 <input type="checkbox"/> 岸边 <input type="checkbox"/> 船上 采样方法 <input type="checkbox"/> 定性采集 <input type="checkbox"/> 定量采集 如果采用定量采集方法, 附以下信息: <input type="checkbox"/> 采水量 _____L <input type="checkbox"/> 采水层次	
		备注	

附表 D.7 浮游植物样品登记表

采样日期	点位	采集人	样品瓶编号	固定剂	分析日期

制表人_____ 校对_____

附表 D.8 浮游植物计数记录表

点位_____ 样品编号_____ 水深_____m 计数体积_____mL
 采样日期_____ 计数日期_____ 样品采集类型（定性/定量）

种名	数量	小计 (个)	密度 (ind/L)	备注
总计				

计数_____ 计算_____ 校对_____

附表 D.9 浮游动物现场采样记录表

点位: _____ 水深: _____	
经纬度: E _____ N _____	
采集日期: _____	时间: _____
调查人: _____	批次编号: _____
制表人: _____	调查目的: _____
样品采集	采样设备 _____ 如何采样? <input type="checkbox"/> 涉水 <input type="checkbox"/> 岸边 <input type="checkbox"/> 船上 采样方法 <input type="checkbox"/> 定性采集 <input type="checkbox"/> 定量采集 如果采用定量采集方法, 附以下信息: <input type="checkbox"/> 采水量 _____L <input type="checkbox"/> 采水层次
备注	_____

附表 D.10 浮游动物样品登记表

采样日期	点位	采集人	样品瓶编号	固定剂	分析日期

制表人_____校对_____

附表 D.11 浮游动物计数记录表

点位_____ 样品编号_____ 水深_____ m 计数体积_____ mL
 采样日期_____ 计数日期_____ 样品采集类型（定性/定量）

种名	数量	密度 (ind/L)	备注
总计			

计数_____ 计算_____ 校对_____

附表 D.12 大型水生植物半定量样品采集记录表

水体名称 _____ 采样日期 _____ 采样人 _____

监测点名称	取样序号	深度 (m)	大型植物密度	丝状藻类密度	植物类型							是否达到最大植物生长深度	备注	
					E	FL	FF	SB	SC	SF	SW			
	1		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	2		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	3		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	4		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	5		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	6		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	7		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	8		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	9		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	10		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	1		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	2		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	3		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	4		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	5		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	6		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	7		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	8		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	9		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	10		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	1		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	2		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	3		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	4		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	5		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	6		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	7		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	8		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	9		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	10		① ① ② ③	① ① ② ③	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

<p>最大植物生长深度 (MDC) 湖库最深处: _____ m 是否观测到大型植物: <input type="radio"/> YES <input type="radio"/> NO 如果发现大型水生植物, 则此深度即为 MDC, 不用再继续开展 MDC 断面评估。</p>	<p>观察到植物的深度 方位</p> <p>MDC 1 _____</p> <p>MDC 2 _____</p> <p>MDC 3 _____</p> <p>MDC 4 _____</p> <p>MDC 5 _____</p>	<p>植物类型填写说明: E (EMERGENT): 挺水植物 FL (FREE FLOATING): 漂浮植物 FF (FLOATING LEAF): 浮叶植物 SB (SUBMERSED-BLADDERWORT): 沉水植物-具囊型 SC (SUBMERSED-COMPACT): 沉水植物-簇丛型 SF (SUBMERSED-FINE): 沉水植物-窄叶型 SW (SUBMERSED-WIDE): 沉水植物-宽叶型</p>
---	---	---

附表 D.13 大型水生植物定量样品采集记录表

水体名称_____ 采样日期_____ 采样人_____

断面名称_____ 每一定点采集次数_____ 共计采样面积_____m ² .																		
种类	采样点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	实测平均值 (g)		每平方米生物量 (g)		占总重量的百分比	
													湿重	干重	湿重	干重	湿重	干重
总计																		
备注	水深 (m)																采集工具及其面积	
	透明度 (cm)																	
	底质																	

附录 E
(资料性附录)
鉴定主要参考检索资料

底栖动物分类鉴定主要参考检索资料:

- [1] 国家环保局. 水生生物监测手册[M]. 南京: 东南大学出版社, 1993.
- [2] 中国科学院. 中国经济昆虫志[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [3] 齐钟彦等. 中国动物图谱[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [4] 杨潼. 中国动物志 环节动物门蛭纲[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [5] 梁象秋. 中国动物志 无脊椎动物 甲壳动物亚门十足目匙指虾科[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [6] 李新正. 中国动物志 无脊椎动物 甲壳动物亚门十足目长臂虾总科[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [7] 戴爱云. 中国动物志 无脊椎动物 软甲纲十足目束腹蟹科溪蟹科[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [8] 任先秋. 中国动物志 无脊椎动物 甲壳动物亚门端足目钩虾亚目[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [9] 大连水产学院. 淡水生物学[M]. 北京: 农业出版社, 1982
- [10] 刘月英, 张文珍等. 中国经济动物志[M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [11] 蔡如星. 浙江动物志 软体动物[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1991.
- [12] Morse J C, Lianfang Y, Lixin T. Aquatic Insects of China Useful for Monitoring Water Quality[M]. Hohai University Press, 1994.
- [13] 王洪铸. 中国小蠅类研究[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [14] 王俊才, 王新华. 中国北方摇蚊幼虫[M]. 北京: 中国言实出版社, 2011.
- [15] 周长发. 中国大陆蜉蝣目分类研究[D]. 天津: 南开大学, 2002.
- [16] Philippe R.等著, 王旭涛, 黄少峰译. 淡水无脊椎动物系统分类、生物及生态学[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2015.
- [17] 宋大祥, 冯钟琪编著. 蚂蟥. 北京: 科学出版社[M], 1978.
- [18] 张浩淼. 中国蜻蜓大图鉴. 重庆: 重庆大学出版社 [M], 2018.
- [19] Brinkhurst, R O & Jamieson, B G M. Aquatic oligochaeta of the world[M]. University of Toronto Press, Toronto, Buffalo, 1971.
- [20] Merritt, R W & Cummins, K.W. An introduction to the aquatic insects of North America[M]. Kendall Hunt, 1996.

浮游植物分类鉴定主要参考检索资料:

- [1] 胡鸿钧, 魏印心. 中国淡水藻类—系统、分类及生态[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [2] 中国孢子植物志编辑委员会. 中国淡水藻志, 1-22 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1998-2016.
- [3] 胡鸿钧, 李尧英, 魏印心等. 中国淡水藻类[M]. 北京: 科学技术出版社, 1980.

- [4] 胡鸿钧. 水华蓝藻生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [5] 刘威, 朱远生, 黄迎艳译. 欧洲硅藻鉴定系统[M]. 广州: 中山大学出版社, 2012.
- [6] 章宗涉, 黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京: 科学出版社, 1991.

浮游动物分类鉴定主要参考检索资料:

- [1] 王家楫. 中国淡水轮虫志[M]. 北京: 科学出版社, 1961.
- [2] 蒋燮治, 堵南山. 中国动物志(节肢动物门 甲壳纲 淡水枝角类)[M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [3] 沈嘉瑞等. 中国动物志(节肢动物门 甲壳纲 淡水桡足类)[M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [4] 沈韞芬等. 微型生物监测新技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990.
- [5] 章宗涉, 黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京: 科学出版社, 1991.

大型水生植被分类鉴定主要参考检索资料:

- [1] 王宁珠, 张树藩等. 中国水生维管束植物图谱[M]. 武汉: 湖北人民出版社, 1980.
- [2] 赵家荣, 刘艳玲等. 水生植物图鉴[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2009.