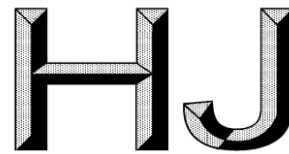


附件 2



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-20□□

河流水生态环境质量监测与评价 技术指南

**Technical Guidelines for Water Eco-environmental Quality Monitoring
and Evaluating of River and Stream**

(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 术语与定义	1
4 监测要素	2
5 水环境质量监测.....	4
6 生境调查	5
7 水生生物监测.....	7
8 质量保证与质量控制.....	19
9 河流水生态环境质量评价.....	21
附录 A（规范性附录）河流生境调查数据表.....	27
附录 B（规范性附录）河流生境评价数据表.....	29
附录 C（规范性附录）底栖动物定量采样现场记录表.....	33
附录 D（资料性附录）底栖动物定性采样现场记录表.....	34
附录 E（资料性附录）鉴定主要参考检索资料.....	35
附录 F（资料性附录）底栖动物（定性、定量）鉴定结果表.....	37
附录 G（资料性附录）着生藻类现场采样记录表.....	38
附录 H（资料性附录）着生藻类——定性样品数据统计表.....	39
附录 I（资料性附录）着生藻类——定量样品数据统计表.....	40
附录 J（资料性附录）底栖动物 BMWP 指数科级敏感值列表.....	41
附录 K（资料性附录）底栖动物耐污值列表.....	44
附录 L（资料性附录）着生硅藻的指示值和敏感值列表.....	54
附录 M（资料性附录）IBI 指数构建流程.....	58

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》（简称“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，维护流域生态系统健康，指导我国河流水生态环境质量监测和评估工作，为河流水生态环境保护 and 可持续发展提供技术支撑，制定本标准。

本标准规定了河流水生态质量监测中的监测要素、水环境质量监测、生境调查、水生生物监测、质量保证与质量控制、河流水生态环境质量评价等技术内容。

本标准的附录 A～附录 M 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、生态环境部长江流域生态环境监督管理局生态环境监测与科学研究中心、辽宁省生态环境监测中心、黑龙江省生态环境监测中心、哈尔滨师范大学、南京农业大学。

本标准由生态环境部负责解释。

河流水生态环境质量监测与评价技术指南

1 适用范围

本标准规定了河流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、河流水生态环境质量评价的相关指数和计算方法，以及河流水生态环境质量状况的评价等级。本标准适用于淡水水体中可涉水溪流和不可涉水河流的水生态环境质量监测和评价。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列标准中的内容。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 12990 水质-微型生物群落监测 PFU 法
- 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 52 水质 河流采样技术指导
- HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

河流 River

由一定区域内地表水和地下水补给，经常或间歇地沿着狭长凹地流动的水流。

3.2

生物监测 Biological Monitoring

利用生物个体、种群、群落等不同层次的状况和变化阐明环境质量状况，从生物角度为环境质量的监测和评价提供依据。

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，不同尺度水体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。

3.6

参照点位 Reference Site

能够代表监测和评价的水域内，未受人为干扰（或所受人为干扰较小）的具有最优的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、功能类群和其敏感性或耐受性而形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 监测频次与时间

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、监测目的及人力、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 确保监测结果在时间上的统一性，应同一时期内开展监测，尽量缩短不同监测位点的时间跨度。

4.1.2 监测频次

生物至少每年监测 2 次。大型底栖无脊椎动物（简称底栖动物）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。着生藻类生命周期短，季节演替明显，建议按月开展监测。

生境原则上每年调查 1 次；河岸带植被随季节变化显著的建议每次监测时同步开展调查；当发现生境受到人为干扰或特殊自然环境变化影响时要及时跟踪调查。

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，一般选择两个不同水期（丰水期、平水期、枯水期）进行，避开雨水集中的时间；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）季节间温度变化不明显的河流水体可根据历史数据变化情况，减少监测频次，但每年不少于2次；（3）若监测时间无法满足实际采样需求，如丰水期水量过大或枯水期断流难以采样，可根据河流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；如果监测目的是大范围、全面的流域水生态质量监测，点位需覆盖整个流域范围；如果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，要兼顾监测采样的可实施性，以期用最少的点位和人力、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，全面了解研究区域河流水文特征、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、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、数量及时间，掌握污染物的时空分布，以便选择适当的采样时间、区域范围和界限。
- 4.2.2.3 调查水利工程的概况，如水电站、闸坝等分布情况和规模。
- 4.2.2.4 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。
- 4.2.2.5 调查水体功能区情况，各类水功能区的分布，特别是饮用水源地分布和重点水源保护区。
- 4.2.2.6 实地调查采样点的河宽、水深、河床结构、河岸带形态、交通状况和可到达性等。

4.2.3 设置方法

4.2.3.1 溪流（可涉水河流）点位设置方法

根据 4.2.2 调查结果，将研究区域内河流水文特征、生境状况、水环境质量、生物群落

特征差异明显的区域分为不同的河段（初期监测河段长度建议小于 10 km）。按照 4.2.1 设置原则，在每个河段设置 2~5 个监测点位。以监测点位为中心，以上下游各 50 m（监测河段总长 100 m）的范围为采样区域。

4.2.3.2 大型河流（不可涉水河流）点位设置方法

根据 4.2.2 调查结果，将研究区域内河流水文特征、生境状况、水环境质量、生物群落特征差异明显的区域分为不同的河段（初期监测河段长度应小于 50 km，大江大河干流可根据河段差异情况适当放宽）。按照 4.2.1 设置原则，在每个河段设置 2~5 个监测点位。以监测点位为中心，以上下游各 500 m（监测河段总长 1 km）或上下游 20 倍河宽（监测河段总长为 40 倍河宽）范围为采样区域。

注 1：根据监测目的设置点位，建议在大型河流采样区域内等间隔设置 6~11 个生物采样断面，在每个断面左右 5 m 区域进行生物样品采集。

注 2：长期评估河段的确定应根据初期监测的结果进行放宽调整。

注 3：生物采样避开桥梁下、闸坝下方和渡口等区域。

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、栖息地和水化学特征。

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之内。

4.3.1.4 难以满足 4.3.1.1 至 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，在河流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。

4.3.2.2 水质要素：水体清澈，透明度高，无异味。

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

按照 GB 3838 中常规监测项目及对河流水环境质量有指示意义的其他特征指标。

5.2 监测方法

河流水质样品采集、保存和运输等均按照 HJ/T 91、HJ 493、HJ 494、HJ 495、HJ/T 52 等标准进行，实验室分析方法均采用国家标准方法。

6 生境调查

6.1 设备及器材

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 遥感解译卫片及解译结果

选择空间分辨率优于 2m 的高分遥感数据对河流生境开展遥感调查。

6.2 生境调查要素

6.2.1 调查点位基本信息

调查记录河流类型（冷水性、暖水性，山区型、平原型、河口型，间歇性、常年性），河流的年内或年际变化（如季节性干涸、潮汐）的时间变化性，河流的发源地（如冰川、山区、湿地或沼泽）等特征信息。

记录河流名称、调查人员、调查日期和时间、采样点编号、经纬度和海拔等信息。

6.2.2 天气条件

调查记录当天、过去 24h 和过去 7d 内的天气状况。

6.2.3 河流岸边带及水域特征

6.2.3.1 土地利用类型

调查记录调查区域及周边内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

观察记录调查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

观测并记录河岸带两侧和湖（库）岸带 50 m 的区域内植被特征、覆盖度、多样性、优势植被类型及物种，观测宽度可根据实际情况进行调整。

6.2.3.4 水域内特征

观察记录调查区域大型木质残体分布特征、大型采砂、河道内疏浚、建设闸坝和桥梁等

情况。

6.2.4 河道特征

6.2.4.1 河段：评价河段河长根据 4.2.3 内容确定，或者根据调查目的确定评价河段起始位置并获取河段长度信息。监测河段河长：一般不可涉水河流监测断面上、下游各 500 m 范围内为监测河段河长；可涉水河流监测断面上、下游各 50 m 范围内为监测河段河长。

6.2.4.2 河宽：推荐使用激光测距仪测量河段典型横断面的两岸距离，若宽度不同，则采用平均值。

6.2.4.3 流速和水量：测量或估算河流流速、流量、水量（即河水淹没区域与河道面积比例。）

6.2.4.4 水深：推荐用深度杆、探棒或声波定位仪进行深度测量，计算平均深度。

6.2.4.5 林冠盖度：注明开阔区与覆盖区的大体比例，可用密度计代替肉眼估测。

6.2.5 常规水环境特征

6.2.5.1 水体表观性状

观察记录水体颜色、气味、表面漂浮物、表层油污、水体悬浮物等特征。

6.2.5.2 基本水质参数

现场测量并记录水温、水深、透明度、电导率、pH、浑浊度、溶解氧等参数值。

6.2.6 常规沉积物和底层环境特征

6.2.6.1 沉积物表观性状

描述记录沉积物颜色、气味、油污情况。

6.2.6.2 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。

6.2.6.3 水生植物生长情况

描述记录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，在监测河段和监测湖库区域内，对 6.2 中内容进行调查，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，填写可涉水及不可涉水河流生境调查数据表（附表 A.1、附表 A.2）。可勾画调查河段简图，河流以箭头标明水流方向，必要时应附监测水体的水系图。记录和保留现场调查的照片、影像资料。

评价参数由 10 个指标构成，详见可涉水及不可涉水河流生境评分表（附表 B.1、附表 B.2）。可涉水河流包括底质、栖息地复杂性、流速-深度结合特性、河岸稳定性、河道变化、河水水量状况、河岸带植被多样性、水质状况、人类活动强度、河岸土地利用类型；不可涉

水河流包括底质、栖息地复杂性、大型木质残体分布、河岸稳定性、河道护岸变化、河水水量状况、河岸带植被覆盖率、水质状况、河道内人类活动强度、河岸土地利用类型，评分范围为0~20。评价按照附表 B.1 和附表 B.2 评分并累计计算生境总得分。

进行生境状态评价时，应注意以下问题：

- (1) 利用遥感解译结果和近距离观察相结合的方式客观评价；
- (2) 避免干扰采样栖息地；
- (3) 至少由 2 人共同完成生境评价。

7 水生生物监测

7.1 大型底栖无脊椎动物

7.1.1 设备及材料

7.1.1.1 采样器材和器具

7.1.1.1.1 D 型网（图 1A）：纱网为 40 目筛绢，用于采集处于游动状态的、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。

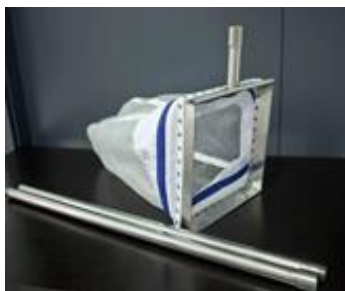
7.1.1.1.2 踢网（图 1B）：40 目筛绢，边长 1 m×1 m，主要适用于底质为卵石或砾石且水深小于 1 m 的流水区定性或半定量样品采集。

7.1.1.1.3 索伯网（图 1C）：底边 50 cm（长）×50 cm（宽）×50 cm（高）或 25 cm（长）×25 cm（宽）×25 cm（高），网兜用 40 目的筛绢缝制，前者适用于深度小于 50 cm 的溪流或浅河定量样品采集，后者适用于深度小于 25 cm 的溪流或浅河定量样品采集。

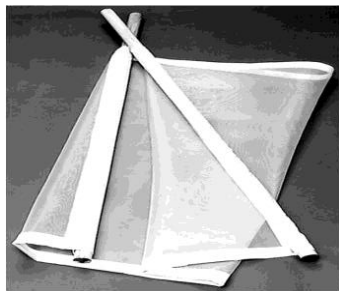
7.1.1.1.4 抓斗采泥器（图 1D）：开口面积一般为 1/16 m²、1/12 m² 和 1/10 m²，用于水深大于 50 cm 的河流定量样品采集，其仅适用于软底质河床且水流较缓的区域。

7.1.1.1.5 篮式采样器（图 1E）：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 4~6 cm²，使用时，笼底先铺一层 40 目尼龙筛绢，再放上长约 8 cm 的卵石。用于水深大于 20 cm 的河流定量样品采集。

7.1.1.1.6 十字采样器（图 1F）：属于人工基质采样器，边长 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。鹅卵石、水草下面放一层 40 目的尼龙筛绢铺底，泥、沙放入尼龙筛绢制作的网兜里，用于水深大于 20 cm 的河流定量样品采集。



(A) D形网



(B) 踢网



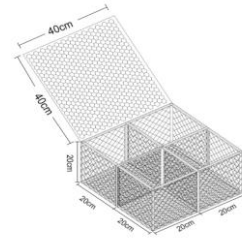
(C) 索伯网



(D) 抓斗采泥器



(E) 篮式采样器



(F) 十字采样器

图 1 常见底栖动物采样器材

7.1.1.1.7 防护工具：防水连靴裤（齐胸靴裤或防水长靴）、橡胶手套（长袖）、蚊帽、长探杆等；

7.1.1.1.8 测量工具：温度计、pH 计、溶解氧测定仪、米尺、GPS、测距仪、测深仪（或等效仪器）等；

7.1.1.1.9 样品收集及固定：铁锹、毛刷、白瓷盘、脸盆、塑料水桶、尖头镊子、40 目分样筛、标本瓶（30ml~100ml）、样品瓶标签、固定液、标准网格托盘（30 cm×36 cm，约 30 个 6 cm×6 cm 网格）等；

7.1.1.1.10 照相器具：照相机或摄像机等；

7.1.1.1.11 记录工具：记录纸、防水笔、底栖动物野外数据表等。

7.1.1.1.12 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、尖头镊子、解剖针等。

7.1.1.2 试剂：5%甲醛，70%左右乙醇。

7.1.2 样品采集

7.1.2.1 溪流（可涉水河流）

7.1.2.1.1 定量采集

推荐使用 D 型网、索伯网、采泥器、人工基质篮式采样器或十字采样器。填写采样记录表，见附录 C。

用 D 形网采定量样品时，将 D 形网放置于河底，使 D 形网的直边紧贴河流底部，逆水流方向从河流下游向上游移动一定距离（如 1 m），使样品随着搅动和流水的冲刷进入网内，根据生物密度大小确定采样面积。

用索伯网采样时，将网口正对上游，先用手刷将框内石块、树枝等基质上的样品顺水流方向刷入网中，其余部分用铁锹挖深 20 cm~30 cm，将框中的样品赶入网中。每个点位采集 4 筐，如果密度过低，应适当增加采样筐数。

用采泥器采样时，将采泥器打开，挂好提钩，将采泥器缓缓放至底部，然后抖脱提钩，轻轻上提 20 cm，待两页闭合后，将其拉出水面，置于桶或盆内，用双手打开两页，使底质倾入桶内，经 40 目分样筛筛去污泥浊水后拣出样品。同一点位一般选择 3~5 个样点，每个样点采集 2 次~3 次。如果采泥器未完全闭合，需重新采集。

用人工基质篮式采样器采样时，采样点要选择采样断面上下一定范围内生境最好的（最具代表性）点位，以便表达出水质最佳（最具代表性）的状态。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。采样器安放的位置要考虑到流速和生境的不同，放置时间为 14d。取样时，采样器提出水面后，放置到白磁盘或盆里（以免采到的样品丢失）运到岸边，为了将人为的干扰或破坏降到最低，应避开走航、观光河流的主干道。如果在样品孵育期间发生洪水或冲刷等情况，待水体平稳后，重新安置人工基质。定期了解采样器材放置情况，如果样品丢失要及时补样。如果条件允许可以雇渔民看护。

用十字采样器采样时，采样器中分别放置不同的基质，方法与人工基质篮式采样器采集方法相同。

7.1.2.1.2 定性采集

推荐使用 D 形网和踢网。填写采样记录表，见附录 D。

用 D 形网采定性样品时，迎水站立，深水可以采用“弓”字采法，采集一定面积；浅水可一手将手抄网迎水插到底质表面并握紧，用另一只手将其前面 50 cm~60 cm 见方小面积上的石块等基质捡起，在手抄网前将附着的底栖动物剥离，以水流冲入网兜，然后用脚扰动底质，使底栖动物受到扰动，冲入网兜，持续大约 30 s。提起手抄网，转移采集的样品，样点周边各种小生境均应采样。

用踢网采样时，一人将踢网正对上游展开并固定在水体底部，另一人用脚或手扰动网前 1 m 的河床底质，利用水的流速将底栖动物冲刷入网。用踢网进行采样，移动性强的一些物种会向侧方游动而不被捕获。一般采集 3~5 个样方，视样品量而定，记录采集样方个数。

注 1：不同位置的样品：采样区域在采样点位上下 50 m 范围内，每个点位需要采集至少 3 次；采样人员应下水，在不同的基质上采集；采样范围应包括左右岸。

注 2：不同生境的样品：同一个点位要尽量采集石头、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；复合生境生采样要考虑到生境、水深、流速等要素进行布点。

注 3：不同流速的样品：要设主流（可涉）、浅滩、回水湾等不同流速的样点。

注 4：采集的顺序应该从下游至上游依次采集，避免上游采集时对下游采集点造成影响。

7.1.2.2 大型河流（不可涉水河流）

不可涉河流底栖动物的样品采集应结合点位的底质、水流、水深等环境条件确定相应的采样方法。

7.1.2.2.1 定量采集

软底质区域推荐使用抓斗采泥器，采样方法同 7.1.2.1.1；还可配合使用人工基质篮式采样器或十字采样器，采样方法同 7.1.2.1.1。

若采样点位于河岸处浅水区或可涉水湿地，定量样品的采集可参考 7.1.2.1.1 溪流及可涉河流方法。

7.1.2.2.2 定性采集

除用定量采样方法采集定性样品外，还可（但不限于）用三角拖网、D形网、人工基质、徒手采样等方法采集定性样品，应尽可能在各种生境采样。

用三角拖网采样时，将拖网（带有重锤）抛入水中，在船上缓慢拖行（船速2节左右），至一定距离后提起拖网。将样品连同底质合并装入样品瓶中，贴上标签，带回实验室处理。

在一些特殊生境，如水中大型植物根部、倒木、大石块基部等采样点进行定性样品采集时，可使用D形网。在根株生境采样时，将D形网放在根株下游，用踢击的方法促使生物分离；在底质粗糙（混合砾石、卵石或大石块）生境采样时，可将D形网底部紧贴在底质上，踢击D形网上游 $0.5\text{ m}^2\sim 1\text{ m}^2$ 范围内的底质，使生物从底质上分离，多次踢击后将样品合并；或者将D形网的直边紧贴河流底部，向前拖动D形网，使样品随着搅动和流水的冲刷进入网内。

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。尽量现场挑拣样品，现场无法完成时，可加5%甲醛或70%左右乙醇保存固定，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，必须将全部样品充分混匀，分样样品与剩余样品分开，单独拣选并保存，以便进行质量控制检查。

需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样），使每份样中的较小型动物个体数量介于20~50个为宜，正常情况下拣出的生物总个体数应不少于100个。

需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个或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					36 cm 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（±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（±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。

挑拣出的样品可保存在加有少量5%甲醛或70%左右乙醇的广口瓶中。挑拣过程中发现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0~4℃冷藏保存，保存时间一般不超过24h。

7.1.4 鉴定和计数

7.1.4.1 鉴定

样品应鉴定到尽可能低的分类单元，其中昆虫纲（摇蚊除外）、甲壳纲、蛭纲、多毛纲等应尽可能鉴定到科，寡毛纲、昆虫纲摇蚊科幼虫应尽可能鉴定到属，腹足纲、双壳纲应尽可能鉴定到种。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

记录下样品中发现的种类及数量，同时标明采样点位、时间、采样器材、种类鉴定的主要特征。所有底栖动物都按头部计数；软体动物的死壳不计数。

7.1.4.2.1 定量样品

实测个体总数量除以采样总面积（或人工基质笼的总数），即可得该种类的栖息密度（ind/m²或ind/笼）或生物量（g/m²）。

7.1.4.2.2 定性样品

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

7.1.4.3 结果计算与表达

某一种（类）的个体密度（ind/m²或ind/笼）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或ind/笼；

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, m^2 。

采样点位 (断面) 大型底栖无脊椎动物总个体密度和生物量 (ind/m^2) 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/m^2 ;

B ——采样点位 (断面) 总生物量, g/m^2 ;

D_i —— i 种的个体密度, ind/m^2 ;

B_i —— i 种的生物量, g/m^2 ;

N ——总分类单元数, 个。

通过结果计算在底栖动物计数记录表 (附录 F) 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。

7.1.6 结果填报

现场定量和定性采样填写现场记录表附录 C 和附录 D。各点位的数据整理后填写在鉴定结果表格附录 F 中。

7.2 着生藻类

7.2.1 设备及材料

7.2.1.1 野外采集器材

7.2.1.1.1 采集与处理器材

不锈钢勺、牙刷、镊子、抹刀、刀片、剪刀、硅藻计、载玻片、托盘、一端带胶圈的 PVC 管、吸盘或吸管、洗瓶 (装蒸馏水用)、培养皿、带冰块冷藏箱、丙烯酸缆绳、铝箔、500 mL 样品瓶、透明胶带。

7.2.1.1.2 记录工具

记号笔、铅笔、标签纸、采集记录本。

7.2.1.1.3 实验室保存和鉴定器材

配备 10×、20×、40×、100× (油镜) 物镜及 10×、15× 目镜的相差或微分干涉显微

镜、浮游生物计数框、载玻片、盖玻片、电热平板、镊子、200 μ l 移液枪、酒精灯，恒温水浴锅，胶头滴管，1.5 ml 离心管、防酸手套、护目镜、防护服、通风橱、纱布等。

7.2.1.2 固定和前处理试剂器材

7.2.1.2.1 样品固定试剂

鲁哥氏液（60 g 碘化钾溶于少量水中，再加入 40 g 碘，待碘溶解后定容至 1000 mL）；福尔马林（市售 40% 甲醛溶液）。

7.2.1.2.2 硅藻前处理器材及试剂

酒精灯、胶头滴管、移液枪、枪头、烧杯、天平、试管、试管夹、试管架，1.5 ml 离心管、记号笔、白胶布、剪刀，镊子、防酸手套、乳胶手套，离心机、离心管及震荡器，条件具备可以用 CEM Mars 微波消解仪等。

浓盐酸（95%~98%）、浓硫酸（98%）、浓硝酸（65%~68%）、双氧水（30%）、75% 酒精及蒸馏水等。

7.2.1.2.3 藻类封片器材及试剂

载玻片、盖玻片（20×20 mm）、胶头滴管、加热板、标本盒、砖石笔、镊子、Naphrax 胶（折射率 1.703）或加拿大树胶；二甲苯或甲苯；蒸馏水等。

7.2.2 野外采样程序

7.2.2.1 采样点设置

着生藻类的采样点位应尽量与底栖动物以及常规理化监测采样点位保持一致。

7.2.2.1.1 溪流（可涉河流）

一般情况下溪流着生藻类的采样点位与底栖动物及常规理化监测采样点位应保持一致。

7.2.2.1.2 大型河流（不可涉河流）

通常在目标河段上通过 GPS 以 50 m 为间隔，设置 11 个横断面。选择低潮线附近的岸边以及 0.3 m 等深线附近的河边作为着生藻类样品采集区域。为避免受到人为活动干扰，尽量选择河段上游区域采样，远离排污口、大坝等。若采集现场无可用基质或出于安全考虑无法完成采集时，可对个别采样点位置进行修改。考虑到大型河流水体的相对稳定性、气候及着生藻类的生态特点，采样时间优先选择每年的 7 月初至 9 月底。也可根据实际要求按不同水期采集（例如，亚热带河流通常选择枯水期采样）。

7.2.2.2 样品采集

7.2.2.2.1 定量样品的采集

着生藻类定量样品采集，一般选择硅藻计法。

采样器材的固定应避开溪流中的急流和漩涡。硅藻计可以与底栖动物的篮式采样器相

连，通过调节绳子的长短，保证硅藻计距离水面 5 cm~10 cm，也可以参照 GB/T 12990 的挂放方式放置采样器材。为避免丢失，每个采样点至少放置 2 块人工基质。要求尽量将人工基质隐藏，避开走航、观光河流的主干道。定期了解着生藻类建群情况，如采样前发生洪水或冲刷等情况，待水体平稳后，需重新安置人工基质，如样品丢失应及时补样。条件允许可以雇渔民照看，放置时间至少 14 d。取样时填写采样记录表（附录 G）。

因大型河流水流湍急无法固定采样器材时，可根据现场情况选择容易刮取和测量的天然基质，如粗砾石、鹅卵石以及树木残干等，从其表面刮取一定面积的样品进行定量分析。将采集的基质放置于漏斗中，用牙刷刷取基质表面 5 cm×5 cm 的面积，用蒸馏水或纯净水冲洗牙刷，使用样品瓶收集冲洗混合物。若基质无法从水体取出，使用刀片或镊子刮取基质表面 5 cm×5 cm 的面积，用蒸馏水或纯净水冲刷刀片或镊子，收集冲洗混合物进样品瓶。若样点内无硬基质，则使用注射器（或吸管）吸取 25 cm² 的松散基质，如：细砂、淤泥及黏土等，收集至样品瓶中。此外，也可将培养皿压入松散基质中，并在其下方滑动抹刀，将采集到的松散基质从培养皿中取出，收集至样品瓶中。将采集到的样品混合在样品瓶中，加入蒸馏水或纯净水至样品瓶 2/3 处，立即放入 4℃ 冰箱或在样品瓶周围加冰并避光保存。若样点为硬质底质或细砾石，可在采样点上下游 5 m 范围内寻找合适的基质取样或选择墩、码头等代替。出于安全考虑无法完成采集的样点，可放弃该样点的着生藻类采集，并在着生藻类现场采样记录表中做好记录。

7.2.2.2.2 定性样品的采集

定性样品采集通常使用天然基质法。采集所有生境（浅滩、急流、浅池、近岸区域）不同基质上的着生藻类样品，将所有样品混合装入样品瓶中，贴上临时标签（临时标签可以只标注样品号或一次采集的统一编号）（见表 1）。

表 1 着生藻类采集技术

基质类型	采集技术
砂砾、卵石、圆石及树木残骸	将基质从水中缓慢移出，将表面较为光滑和略带绿色、蓝绿色或棕黄色的部分用牙刷或小刀刮取到装有蒸馏水的样品瓶中
苔藓、大型藻类、维管植物及根块	刮取表面滑腻的部分放入样品瓶，加少量蒸馏水
大块岩石、河床岩石、原木及树木	将一端带有胶圈的PVC管固定在基质上，使其紧密相接。用牙刷或刮刀将基质上的藻类直接刮下，用水冲洗入PVC管，用吸管将藻类吸入样品瓶中
沙子、淤泥和黏土等松散基质	用培养皿压入松散基质中，并在其下方滑动抹刀，将培养皿中采集到的松散基质冲洗到样品瓶中。此外，也可使用勺子及吸管等采集

注：若采集地点没有可以采集的基质，建议使用 25 号浮游生物网对水体的浮游生物种类进行定性采集，以获取较为丰富的种类类群。

7.2.2.3 样品的固定与保存

7.2.2.3.1 定性样品固定：按 5% 比例加入鲁哥试液，如需长期保存需加入 3% 甲醛溶液。

7.2.2.3.2 定量样品固定：按 5% 比例加入鲁哥试液，鉴定完成后如需长期保存加入 3%

甲醛溶液。

7.2.2.3.3 样品保存：在样品瓶外贴好标签，标明采样点信息、采样日期以及样品体积等。用透明胶带粘贴于标签外层，以防止标签脱落。将样品置于样品柜中密封并避光保存。

7.2.2.4 标识与记录

7.2.2.4.1 标识：标签需标注采样地点、站位编号、日期、采集人姓名、固定液类型。

7.2.2.4.2 记录：在野外记录本或着生藻类采样记录表中记录下河流名称、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，建立电子档案保存。

7.2.3 实验室分析

7.2.3.1 定性样品

7.2.3.1.1 非硅藻样品

1) 预处理：

方法一：常规制片法

将采集到的样品根据其样品中个体密度适当沉淀、浓缩至适宜体积，观察时，将样品充分摇晃均匀后静置 5~10 s，用移液枪吸取液体中间略偏下位置的样品滴放到载玻片上，制成临时装片鉴定、计数。

注：由于着生样品中多含有大量的泥沙，泥沙的重量普遍大于藻类，需静置使其迅速沉淀至样品瓶底，以减少大量杂质对鉴定造成的干扰，静置的同时会导致藻类轻微沉降，所以吸取液体中下部的样品。

方法二：甘油制片法

甘油封片法：①配置甘油封片试剂：按照甲醛：甘油：蒸馏水的体积比为 4：10：86 配置甘油封片试剂；②按照一份（滴）样品加两份（滴）甘油封片试剂的比例置于载玻片上；③待蒸馏水挥发后（根据室温、湿度条件不同有一定的差异，一般为 24 h）补充封片试剂一次（两份/两滴）；④待蒸馏水再次挥发后盖上盖玻片置于显微镜下进行鉴定，使用时间外界条件有关，一般为 2 d~3 d。

注：由于接触生物监测时间较短的人员开展种类鉴定较为困难，而受空气、光源等因素影响，临时装片样品中的水分可能快速挥发，影响对样品的观察。因此也可以将样品制成甘油封片，减少鉴定中因外界因素产生的困难。

2) 种类鉴定

将样品装片置于 10×40 倍显微镜下观察鉴定至属或种。推荐采用的鉴定参考资料见附录 E。

7.2.3.1.2 硅藻样品

(1) 预处理

硅藻种类的形态学鉴别主要依据其纹饰和壳体形状，因此，在鉴定之前，首先要进行样品预处理去除硅藻细胞中的原生质，仅保留主要带花纹和纹饰的硅质外壳。检测人员可根据实验室情况从以下两种推荐方法中选择合适的方法进行硅藻样品的预处理。

方法一：三酸法

根据样品藻密度酌情吸取 15~20 ml 样品置于离心管内，1500 r/min 离心 8 min；弃去上清液，保留沉淀（1~2 ml）；（以下步骤需在通风橱中进行）

- ①用试管夹夹住试管在酒精灯上加热，至标本中的液体全部蒸发；
- ②加入 3~4 滴浓盐酸继续加热，至颜色变深，液体大部分蒸发；
- ③加入 2~4 滴浓硫酸加热，至试管中的液体逐渐变黑，并产生大量气泡；
- ④加热直至试管中的液体变为炭黑色，不再产生气泡并伴有白色气体冒出；
- ⑤加入 2~3 滴浓硝酸，此时反应剧烈并伴有响声，有大量棕红色气体冒出；
- ⑥继续加热直至沉淀物变为淡黄色或无色，气体变为白色。

方法二：微波硝酸消解法

①摇匀硅藻样品，吸取 10 ml 至离心管内，1500 r/min 离心 8 min，去上清液后将离心管内的沉淀物转至消解管内（如果野外采集的标本里有水草、苔藓等移液枪不能吸取的物质，首先震荡标本瓶，尽可能使附着在这些基质上的硅藻脱落，然后在吸取完 10 ml 液体以后，再用镊子镊取少许水草、苔藓等基质入消解管等待下一步处理）；

②在消解管内加入 10 ml 浓硝酸，盖好消解管的内外盖后放入消解仪内，选择 180℃ 程序消解 2 h（消解过程中应将消解仪连通的通风厨打开）；

③待消解完成后，在通风厨下打开消解管盖使其冷却，冷却后的样品转移到容量为 15 ml 的离心管内。

（2）处理后样品的洗涤

将预处理后的样品以 3000 r/min 的速度离心 5 min，用胶头滴管弃去上清液，保留沉淀物，加入蒸馏水反复冲洗后再次离心。整个过程重复 5~7 次。

（3）处理后样品的保存

最后一次离心结束后，用移液枪小心移去上清液，尽可能移取干净，然后在离心管内加入 0.5 ml 无水乙醇，用移液枪摇匀后将样品转移至 1.5 ml 的离心管中，用无水乙醇清洗几次离心管，尽可能将所有样品都转移到离心管中，贴好样品标签，放入标本盒保存。由于酒精具有挥发性，需要每隔一段时间补充酒精。永久封片制作方法如下：

方法一：加拿大树胶封片

- ①用二甲苯浸泡加拿大树胶，使其变为粘稠状的液体（大约需要两周的时间）；
- ②将载玻片和盖玻片洗净、擦干，放到一旁保持干燥；
- ③摇晃装有干净标本的微型离心管，使标本沉淀与酒精均匀混合成悬浊液；
- ④用移液枪吸取 10 μ l~20 μ l 硅藻的悬浊液，滴在盖玻片上并涂匀，放在热平板（60℃~70℃）上干燥；

⑤在载玻片中间滴一滴泡好的加拿大树胶，将盖玻片涂有标本的一面向下盖在胶上，使胶慢慢散开，接近或完全扩散到整张盖片上；

- ⑥用记号笔在载玻片上做好标记，防止混乱，室温干燥；
- ⑦封片完全干燥后（大约需要 3 d~4 d），即可观察；
- ⑧待一次样品封片全部制作完毕后统一制作、粘贴标签。

方法二：Naphrax 胶封片

- ①用甲苯浸泡 Naphrax 胶，使其达到合适的粘稠度；

- ②将载玻片和盖玻片洗净、擦干，放到一旁保持干燥；
- ③摇匀装有干净标本的微型离心管，使标本沉淀与酒精均匀混合成悬浊液；
- ④用移液枪吸取 10 μl ~20 μl 的悬浊液，滴在盖玻片上涂匀，放在热平板上干燥；
- ⑤在载玻片中间滴一滴泡好的 Naphrax 胶，将盖玻片涂有标本的一面向下盖在胶上，使胶慢慢散开，接近或完全扩散到整张盖片上；
- ⑥将载玻片放在 150 $^{\circ}\text{C}$ ~160 $^{\circ}\text{C}$ 的加热板上加热 3 min~5 min，使封片胶充分液化且气泡完全被排出（将甲苯挥发完）；
- ⑦用记号笔在载玻片做好标记，防止混乱，待封片冷却干燥后即可观察；
- ⑧待一次样品封片全部制作完毕后统一制作、粘贴标签。

(4) 种类鉴定

将藻类封片样品置于 10 \times 100 倍油镜（含 DIC 相差功能的显微镜）下观察，样品尽量鉴定至属及以下。对于光学显微镜下形态特征难以鉴定的种类，可通过扫描电子显微镜进行鉴定。

扫描电子显微镜观察标本的准备方法如下：

在铜制样品台上贴上导电胶，在胶上贴上圆形盖玻片，滴上 5 μl ~10 μl 处理后的标本，自然干燥。标本干燥后，在真空条件下喷金 3 min，即可观察鉴定。

种类鉴定推荐鉴定参考资料见附录 E。

7.2.3.1.3 结果记录

鉴定、计算后填写定性鉴定记录表（见附录 H）。

7.2.3.2 定量样品（沉降计数法）

7.2.3.2.1 藻类预处理

选用合适的器皿，尽量减少样品转移的次数，将着生藻类样品浓缩、沉淀后，定容至 20 ml~50 ml（根据不同样品中生物个体的密度调整定容的体积）。将浓缩样品充分摇晃均匀后，取 0.1 ml 置于浮游生物计数框中（图 3）鉴定计数。

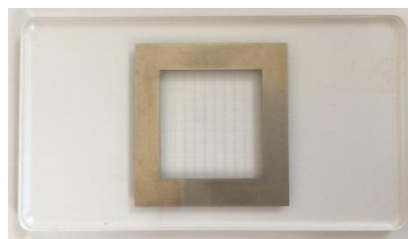


图 3 浮游生物计数框

7.2.3.2.2 藻类鉴定

在 10 \times 40 显微镜下，将藻类鉴定至属或种级分类水平，其中优势种要求鉴定到种。如

有大量硅藻出现，建议按照定性样品中对硅藻的处理方法进行封片，在 10×100 的显微镜下进行鉴定，用此结果对 10×40 倍镜的鉴定结果进行校正。

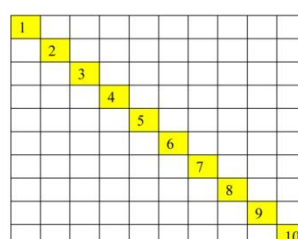
7.2.3.2.3 藻类计数

(1) 长条计数法

选取两相邻刻度从计数框的左边一直计数到计数框的右边称为一个长条。与下沿刻度相交的个体，应计数在内，与上沿刻度相交的个体，不计数在内，与上、下沿刻度都相交的个体，以生物体的中心位置作为判断的标准，也可在低倍镜下，按上述原则单独计数，最后加入总数之中。一般计数三条，即第 2、5、8 条（如图 4A 所示），若藻体数量太少，则应全片计数。



(A) 长条计数法



(B) 对角线计数法

图 4 计数方法示意图

(2) 对角线计数法

对于刚开始从事生物监测工作的人员，在长期鉴定计数中，推荐对计数框中的样品按照对角线进行计数（如图 4B 所示），每 0.1 ml 样品计数 5 或 10 个小格，重复计数多次，共计数 30 个小格。

对丝状体和一些较小的群体，可以先计算个体数，然后求出该种类个体的平均细胞数，对于群体，可通过加热、超声波振荡等方法使其散开成为单个细胞或少数细胞的群体，进而完成计数。

(3) 硅藻的计数

若需要对硅藻群落进行精细分析，可在硅藻封片中计数 400~600 个硅藻壳面（羽纹纲硅藻一个完整的藻体由两个壳面组成，中心纲硅藻链状由两个壳面组成），计算每个种类的相对丰度，以此分析群落组成情况。

注：当硅藻细胞严重损坏（损坏超过 3/4），上下壳面完全分离以及空无纹饰时不计数。

7.2.3.2.4 结果计算

样品中单位面积藻类的个体数量 n (cell/cm²) 按照公式 (3) 计算：

$$n = \frac{n_i V_i}{VS} \quad (3)$$

式中， n ——单位面积藻类个体数量，cell/cm²；

n_i ——抽样的总个体数量, cell;

V ——抽样体积, ml;

V_i ——定容总体积, ml;

S ——采样总面积, cm^2 。

7.2.3.2.5 结果记录

鉴定、计算后填写定量鉴定记录表(见附录 I)。

8 质量保证与质量控制

8.1 野外质量保证与控制

8.1.1 样品的采集

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、着生藻类采集、底栖动物采集,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;不同调查周期下同一河段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 1 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 样品的保存

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 样品的运输

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不超过采样时的温度,必要时准备冷藏设备。

8.1.3.3 运输中应避免强光照射及强烈震动,确保样品无破损、无污染。

8.1.4 记录

详细记录采样时间、地点、水温、气温、水文、植被等相关信息，确保现场数据的完整性。

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 样品交接与记录

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，检查是否异常或与方法中标准状态是否有所偏离。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 有疑问或不确定的物种，需要请分类学专家对该物种进行确认。

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 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。

8.2.2.5 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。

8.2.2.6 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,取得培训证书后方可开展相关工作。

9 河流水生态环境质量评价

9.1 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)中河流断面水质评价方法,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

9.2 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“河流生境评价数据表”(附录 B)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。每个监测点位的生境总分(H)由 10 项参数分值累加计算,分级评价标准见表 3。

表 3 河流栖息地生境质量的分级评价标准

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

9.3 生物评价

按照“7.1 底栖动物”和“7.2 着生藻类”要求进行监测区域样品中底栖动物和着生藻类定性、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河流进行评价。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

本指南所筛选的评价方法适用性分述见表 4。

表 4 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，依据不同类群底栖动物对污染物的耐受性差异对水生态环境质量进行评价	底栖动物
Hilsenhoff 指数 (BI 生物指数)	利用大型底栖的定量监测数据和各分类单元耐污值数据，依据不同类群底栖动物对污染物的耐受性差异对水生态环境质量进行评价	底栖动物
生物学污染指数 (BPI)	利用大型底栖的定量监测数据，从指示类群分布特征的角度对水生态环境质量进行评价	底栖动物
Shannon-Wiener 多样性指数	利用藻类或大型底栖的定量监测数据，从物种多样性角度对水生态环境质量进行评价	底栖动物、藻类
硅藻指数 (CDI)	利用硅藻的定量监测数据和各个硅藻种类对环境的指示值及污染指示值对水生态环境质量进行评价	着生硅藻
生物完整性指数 (IBI)	利用底栖动物、藻类监测数据，从生物完整性角度在流域、水系尺度开展水生态环境质量评价	底栖动物、藻类

9.3.2 评价方法

9.3.2.1 BMWP 指数

BMWP 指数结果按照公式 (4) 计算：

$$BMWP = \sum F_i \quad (4)$$

式中， F_i —科 i 的敏感值，建议值见附录 J。

BMWP 的评价标准参考表 5。

表 5 BMWP 指数分值评价标准

BMWP 指数 (不可涉水大型河流)	BMWP 指数 (可涉水溪流)	等级
>42	>180	优秀
32~42	136~180	良好
22~31	91~135	中等
11~21	45~90	较差
0~10	0~44	很差

9.3.2.2 Hilsenhoff 指数 (BI 生物指数)

Hilsenhoff 指数 (BI 生物指数) 结果按照公式 (5) 计算：

$$HBI(BI) = \sum_{i=1}^n n_i t_i / N \quad (5)$$

式中： n_i —第 i 个分类单元（通常为属级或种级）的个体数；

N —样本个体总数；

t_i —第 i 个分类单元的耐污值。（无法鉴定到属以下时，可采用科级耐污值计算，建议值见附录 K）

BI 生物指数的评价标准见表 6。

表 6 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	$8.5 \leq BI$	$7.0 \leq BI < 8.5$	$5.4 \leq BI < 7.0$	$3.9 \leq BI < 5.4$	$BI < 3.9$

9.3.2.3 生物学污染指数 (BPI)

生物学污染指数 (BPI) 的结果按照公式 (6) 计算：

$$BPI = \lg(N_1 + 2) / (\lg(N_2 + 2) + \lg(N_3 + 2)) \quad (6)$$

式中： N_1 ——寡毛类、蛭类和摇蚊幼虫个体数；

N_2 ——多毛类、甲壳类、除摇蚊幼虫以外的其他水生昆虫的个体；

N_3 ——软体类个体数。

BPI 指数的评价标准参考表 7。

表 7 BPI 指数评价标准

BPI 指数值	评价等级
$BPI < 0.1$	优秀
$0.1 \leq BPI < 0.5$	良好
$0.5 \leq BPI < 1.5$	中等
$1.5 \leq BPI < 5$	较差
$BPI \geq 5$	很差

9.3.2.4 Shannon-Wiener 多样性指数

Shannon-Wiener 多样性指数结果按照公式 (7) 计算：

$$H = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{n} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{n} \right) \quad (7)$$

式中： H —Shannon-Wiener 多样性指数；

n —底栖动物（藻类）总个体数；

S —底栖动物（藻类）种类数；

n_i —第 i 种底栖动物（藻类）个体数。

表 8 Shannon-Wiener 多样性指数评价标准

指数	很差	较差	中等	良好	优秀
H	H=0	0<H<1.0	1.0≤H<2.0	2.0≤H<3.0	H≥3

9.3.2.5 硅藻指数 (CDI)

硅藻指数的结果按照公式 (8)、(9) 计算:

$$CDI = (WMS \times 25) - 25 \quad (8)$$

$$WMS = \frac{\sum a_k s_k v_k}{\sum a_k s_k} \quad (9)$$

式中: CDI——硅藻指数;

WMS ——硅藻基于环境因子的加权平均值 (1-5);

a_k ——硅藻物种 k 的相对丰度;

s_k ——硅藻物种 k 对环境的敏感值 (1-4), 建议值见附录 L;

v_k ——硅藻物种 k 对环境的指示值 (1-5), 建议值见附录 L。

评价标准为: CDI≤30 为优秀; 30<CDI≤50 为良好; 50<CDI≤65 为中等; 65<CDI≤80 为较差; CDI>80 为很差。

9.3.2.6 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 M。

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 指数 (不可涉水大型河流)	BMWP 指数 (可涉水溪流)	BI 生物指数	生物学污染指数	Shannon-Wiener 多样性指数	硅藻指数 (CDI)	IBI	水质状况	赋分
43≤BMWP	181≤BMWP	BI<3.9	BPI<0.1	H≥3.0	CDI≤30	优秀	优秀	5
32≤BMWP<43	136≤BMWP<180	3.9≤BI<5.4	0.1≤BPI<0.5	2.0≤H<3.0	30<CDI≤50	良好	良好	4
22≤BMWP<32	91≤BMWP<	5.4≤	0.5≤BPI<	1.0≤H<2.0	50<CDI≤	中	中	3

	135	BI < 7.0	1.5		65	等	等	
11 ≤ BMWP < 22	45 ≤ BMWP < 90	7.0 ≤ BI < 8.5	1.5 ≤ BPI < 5	0 < H < 1.0	65 < CDI ≤ 80	较差	较差	2
BMWP ≤ 10	BMWP ≤ 44	BI ≥ 8.5	BPI ≥ 5	H = 0	CDI > 80	很差	很差	1

9.4 水生态环境质量的综合评价

9.4.1 综合评价方法

本指南利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、水生生物指标和生境指标加权求和，构建河流水生态环境质量综合评价指数 (Water eco-environment quality index, WEQI_{river})，以该指数表示各评估单元和水环境整体的质量状况。河流水生态环境质量综合评价指数按照公式 (7) 计算：

$$WEQI_{river} = \sum_{i=1}^n x_i w_i \quad (10)$$

式中：WEQI_{river}——河流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。

本技术指南在综合评价时暂时考虑水化学指标、底栖动物指标、着生藻类指标，其分值范围及建议权重见表10。

表 10 水生态环境质量综合评价公式说明表

指标	分值范围	建议权重
水化学指标	1~5	0.4
水生生物指标 ^a	1~5	0.4
生境指标	1~5	0.2

注：^a水生生物指标若单独用底栖动物或着生藻类评价，建议权重为 0.4；若同时使用底栖动物和着生藻类评价，建议采用最差评价结果代表水生生物评价结果。

9.4.2 标准与分级

根据水生态环境质量综合评价指数 (WEQI_{river}) 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、中等、较差和很差，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 _{river})	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 5 方法选择技术路线及适用的生物评价方法。

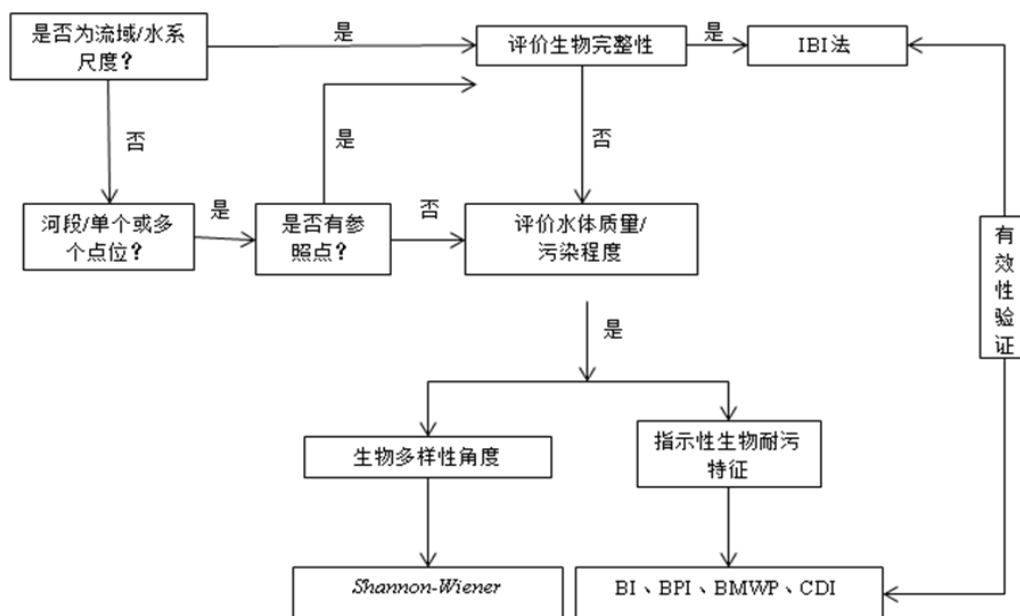


图 5 生物评价方法选择技术路线

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 9.3.2.6 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
(规范性附录)
河流生境调查数据表

表 A.1 可涉河流生境调查数据表

日期:		地点: 省 市 县 村		
河流名称:		河流所属水系:		
点位#		河流类型: <input type="checkbox"/> 暖水 <input type="checkbox"/> 冷水		
经纬度: E _____ N _____		海拔高度 _____米		
源头:		河流时间变化性: <input type="checkbox"/> 潮汐 <input type="checkbox"/> 季节性 <input type="checkbox"/> 常流		
调查人:				
天气 情况		当前	过去 24 小时	过去 7 天有无大雨?
	暴雨 (大雨)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	小雨 (中雨)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	阵雨	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	气温 _____ °C
	多云	<input type="checkbox"/> _____%	<input type="checkbox"/> _____%	
	晴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	其他 _____
岸边带 及水域 特征	周围土地利用优势类型 <input type="checkbox"/> 森林 <input type="checkbox"/> 牧场/草原 <input type="checkbox"/> 农业 <input type="checkbox"/> 居民区 <input type="checkbox"/> 商业 <input type="checkbox"/> 工业 <input type="checkbox"/> 其他 _____		当地水域 NPS 污染 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 某些可能污染源 <input type="checkbox"/> 明显污染源 河段侵蚀比例: _____%	
岸边带 植被	岸边带植被覆盖率: _____% 优势类型 <input type="checkbox"/> 乔木 <input type="checkbox"/> 灌木 <input type="checkbox"/> 草 <input type="checkbox"/> 藤蔓 优势物种 _____			
河道 特征	评价河段长度 _____ km 监测河段长度 _____ m 河段宽度 _____ m, 河流深度 _____ m 表面流速 _____ m/s, 水 量 _____%	上方覆盖度 <input type="checkbox"/> 半开阔 <input type="checkbox"/> 半荫 <input type="checkbox"/> 全荫 河段代表性流速-深度结合特性: 慢-深 _____% 慢-浅 _____% 快-深 _____% 快-浅 _____% 是否渠道化 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 是否有水坝 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
水生 植物	植被类型 <input type="checkbox"/> 挺水型 <input type="checkbox"/> 沉水型 <input type="checkbox"/> 浮叶型 <input type="checkbox"/> 漂浮型 <input type="checkbox"/> 浮游藻类 <input type="checkbox"/> 着生藻类 优势物种 _____ 水生植物覆盖河段百分比 _____%			
表观 水质	温度 _____ °C	水体气味: <input type="checkbox"/> 正常/无 <input type="checkbox"/> 污物 <input type="checkbox"/> 石油 <input type="checkbox"/> 化学药品 <input type="checkbox"/> 腥臭 <input type="checkbox"/> 其他 _____ 水表油污: <input type="checkbox"/> 平滑 <input type="checkbox"/> 闪光 <input type="checkbox"/> 油珠 <input type="checkbox"/> 斑块 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 其他 _____ 浊度: <input type="checkbox"/> 清澈 <input type="checkbox"/> 轻微浑浊 <input type="checkbox"/> 浑浊 <input type="checkbox"/> 不透明 <input type="checkbox"/> 着色 <input type="checkbox"/> 其他 _____		
沉积物/底 质	气味 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 污物 <input type="checkbox"/> 石油 <input type="checkbox"/> 化学药品 <input type="checkbox"/> 厌氧 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 其他 _____ 油污 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 严重		沉积物 <input type="checkbox"/> 淤泥 <input type="checkbox"/> 木屑 <input type="checkbox"/> 造纸纤维 <input type="checkbox"/> 沙 <input type="checkbox"/> 贝壳残骸 <input type="checkbox"/> 其他 底质构成比例 碎石 _____% 卵石 _____% 大石 _____% 陷入河床的石块, 其底部是否为黑色? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
其他情况	(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。			

表 A.2 不可涉河流生境调查数据表

日期:		地点: 省 市 县 村		
河流名称:		河流所属水系:		
点位#		河流类型: <input type="checkbox"/> 暖水 <input type="checkbox"/> 冷水		
经纬度: E _____ N _____		海拔高度 _____ 米		
源头:		河流时间变化性: <input type="checkbox"/> 潮汐 <input type="checkbox"/> 季节性 <input type="checkbox"/> 常流		
调查人:				
天气情况		当前	过去 24 小时	过去 7 天有无大雨?
	暴雨 (大雨)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	小雨 (中雨)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	阵雨	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	气温 _____ °C
	多云	<input type="checkbox"/> _____ %	<input type="checkbox"/> _____ %	
	晴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	其他 _____
岸边带及水域特征	周围土地利用优势类型 <input type="checkbox"/> 森林 <input type="checkbox"/> 牧场/草原 <input type="checkbox"/> 农业 <input type="checkbox"/> 居民区 <input type="checkbox"/> 商业 <input type="checkbox"/> 工业 <input type="checkbox"/> 其他 _____		水域 NPS 污染 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 某些可能污染源 <input type="checkbox"/> 明显污染源 河段侵蚀比例: _____ % 人工采砂 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 少量 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 严重	
岸边带植被	岸边带植被覆盖率: _____ % 优势类型 <input type="checkbox"/> 乔木 <input type="checkbox"/> 灌木 <input type="checkbox"/> 草 <input type="checkbox"/> 藤蔓 优势物种 _____			
河道特征	评价河段长度 _____ km 监测河段长度 _____ m 河段宽度 _____ m, 河流深度 _____ m 表面流速 _____ m/s, 水 量 _____ %		大型木质残体分布特征: <input type="checkbox"/> 较多 <input type="checkbox"/> 部分局部 <input type="checkbox"/> 很少 <input type="checkbox"/> 几乎未出现 河道护岸类型: 自然土坡 _____ %生态护岸 _____ %亲水 平台护岸 _____ % 台式护岸或直立式护岸 _____ % 是否有水坝 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
水生植物	植被类型 <input type="checkbox"/> 挺水型 <input type="checkbox"/> 沉水型 <input type="checkbox"/> 浮叶型 <input type="checkbox"/> 漂浮型 <input type="checkbox"/> 浮游藻类 <input type="checkbox"/> 着生藻类 优势物种 _____ 水生植物覆盖河段百分比 _____ %			
表观水质	温度 _____ °C	水体气味: <input type="checkbox"/> 正常/无 <input type="checkbox"/> 污物 <input type="checkbox"/> 石油 <input type="checkbox"/> 化学药品 <input type="checkbox"/> 腥臭 <input type="checkbox"/> 其他 _____ 水表油污: <input type="checkbox"/> 平滑 <input type="checkbox"/> 闪光 <input type="checkbox"/> 油珠 <input type="checkbox"/> 斑块 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 其他 _____ 浊度: <input type="checkbox"/> 清澈 <input type="checkbox"/> 轻微浑浊 <input type="checkbox"/> 浑浊 <input type="checkbox"/> 不透明 <input type="checkbox"/> 着色 <input type="checkbox"/> 其他 _____		
沉积物/底质	气味 <input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 污物 <input type="checkbox"/> 石油 <input type="checkbox"/> 化学药品 <input type="checkbox"/> 厌氧 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 其他 _____ 油污 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 严重		沉积物 <input type="checkbox"/> 淤泥 <input type="checkbox"/> 木屑 <input type="checkbox"/> 造纸纤维 <input type="checkbox"/> 沙 <input type="checkbox"/> 贝壳残骸 <input type="checkbox"/> 其他 底质构成比例 碎石 _____ % 卵石 _____ % 大石 _____ % 陷入河床的石块, 其底部是否为黑色? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
其他情况	(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。			

附录 B
(规范性附录)
河流生境评价数据表

表 B.1 可涉河流生境评价数据表

评价点名称	记分人					记分时间														
评价指标	好					较好					一般					差				
1.底质	75%以上是碎石、卵石、大石，余为细沙等沉积物					50%~75%是碎石、鹅卵石、大石，余为细沙等沉积物					25%~50%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 25%，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
2.栖境复杂性	有水生植被、枯枝落叶、倒木、倒凹河岸和巨石等各种小栖境					有水生植被、枯枝落叶和倒凹河岸等小栖境					以 1 种或 2 种小栖境为主					以 1 种小栖境为主，底质多以淤泥或细沙为主				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
3.V/D 结合特性	慢-深、慢-浅、快-深和快-浅 4 种类型均有，近乎平均分布					只有 3 种情况（如快-浅未出现，分值较低）					只有 2 种情况出现（如快-浅和慢-浅未出现，分值较低）					只有 1 种类型出现				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
4.河岸稳定性	河岸稳定，调查范围内小于 5%河岸受到损害					比较稳定，调查范围内有 5%~30%的面积出现侵蚀现象					调查范围内 30%~60%面积发生侵蚀，且洪水期可能会有较大隐患					调查范围内 60%以上的河岸发生侵蚀				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
5.河道变化	渠道化没有或很少，河道维持正常模式					渠道化较少，通常出现于桥墩周围，对水生生物影响较小					渠道化较广泛，出现于两岸有筑堤或桥梁支柱的情况下，对水生生物有一定影响					河岸由铁丝和水泥固定，对水生生物影响严重，使其栖境完全改变				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
6.河水水量状况	水量较大，河水淹到河岸两侧，或仅有少量的河道暴露					水量比较大，河水淹没 75%左右的河道					水量一般，河水淹没 25% - 75%的河道					水量很小，河道干涸				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
7.河岸带植被多样性	河岸周围植被种类很多，面积大，河岸植被覆盖 50%以上					河岸周围植被种类比较多，面积一般，河岸植被覆盖 50%-25%					河岸周围植被种类比较少，面积较小，河岸植被覆盖少于 25%					河岸周围几乎没有任何植被，河岸无植被覆盖				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
8.水质状况	很清澈，无任何异味，河水静置后无沉淀物质					较清澈，轻微异味，河水静置后有少量的沉淀物质					较浑浊，有异味，河水静置后有沉淀物质					很浑浊，有大量的刺激性气体溢出，河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
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，有少量的步行者或自行车通过					调查区域及周边人类干扰较大，少量机动车通过					调查区域及周边人类干扰很大，交通必经之路，有机动车通过				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
10.河岸土地利用类型	调查区域及周边河岸两侧无耕作土壤，营养丰富					调查区域及周边河岸一侧无耕作土壤，另一侧为耕作土壤					调查区域及周边河岸两侧耕作土壤，需要施加化肥和农药					调查区域及周边河岸两侧为耕作废弃的裸露的风化土壤层，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				

表 B.2 不可涉河流生境评价数据表

点位名称	记分人					记分时间														
评价指标	好					较好					一般					差				
1.底质	50%以上是碎石、卵石、大石或水生植物,余为细沙等沉积物					50%~25%是碎石、鹅卵石、大石或水生植物,余为细沙等沉积物					25%以下是碎石、鹅卵石、大石或水生植物,主要为细沙、泥等沉积物					主要为淤泥、粘土、有机碎屑等沉积物或人造材料(如建筑材料、金属、塑料、玻璃等)				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2.栖境复杂性	有水生植被、枯枝落叶、倒木、倒凹河岸和大石、碎石等各种小栖境					有水生植被、枯枝落叶和倒凹河岸、大石或碎石等3种小栖境					以1种或2种小栖境为主					以1种小栖境为主,底质多以淤泥或细沙为主				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
3.大型木质残体分布	河道及岸边有分布较多的大型倒木和枝干类残体					河道及岸边部分区域有大型倒木和枝干类残体。					河道及岸边只有少量倒木或枝干类残体。					河道及岸边几乎未出现枝干类残体。				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
4.河岸稳定性	河岸稳定,无侵蚀痕迹,调查范围内小于5%河岸受到损害					比较稳定,调查范围内有5%~30%的面积出现侵蚀现象					调查范围内30%~60%面积发生侵蚀,且洪水期可能会有较大隐患					调查范围内60%以上的河岸发生侵蚀				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
5.河道护岸变化	自然土质坡岸,台式或直立式护岸没有或很少,河道维持正常模式					自然或斜坡式生态护岸为主,台阶式或直立式护岸较少,少于30%。					台阶式护岸或直立式护岸较广泛,30~60%					渠道化广泛,台阶式护岸或直立式护岸为主,大于60%。				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
6.河水水量状况	水量较大,河水淹到河岸两侧,或仅有少量的河道暴露					水量比较大,河水淹没75%左右的河道					水量一般,河水淹没25%~75%的河道					水量很小,河道干涸				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
7.河岸带植被覆盖率	河岸带植被覆盖50%以上					河岸带植被覆盖25%~50%					河岸带植被覆盖少于25%					河岸周围几乎没有任何植被				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
8.水质状况	很清澈,无任何异味,河水静置后无沉淀物质					较清澈,无异味,河水静置后有少量的沉淀物质					较浑浊,有异味,河水静置后有沉淀物质					很浑浊,有大量的刺激性气体溢出,河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
9.河道内人类活动强度	调查区域及周边无人类活动干扰(闸坝、采砂等)或少有人类活动					调查区域及周边人类干扰较小(少量采砂、小型桥梁等小型活动)					调查区域及周边人类干扰较大(闸坝、大型采砂、桥梁、港口、河道的裁弯取直等其一改变河流自然状况的人工活动)					调查区域及周边人类干扰很大(闸坝、大型采砂、河道疏浚、河床完全硬化、桥梁、港口、河道的裁弯取直等2项以上改变河流自然状况的人工活动)				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
10.河岸土地利用类型	调查区域及周边河岸两侧无耕作土壤,保持原生态,森林、沼					调查区域及周边河岸一侧无耕作土壤,另一侧为耕作土壤,或					调查区域及周边河岸两侧耕作土壤,需要施加化肥和农药,或					调查区域及周边河岸两侧为耕作废弃的裸露的风化土壤层				

	泽、灌木、草地等	小城镇	者大城市	
	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				

附录 C
(规范性附录)
底栖动物定量采样现场记录表

表 C.1 底栖动物定量采样现场记录表

水域： 采样时间： 年 月 日— 月 日
 监测单位： 采样人员：

项目		点位 1	点位 2	点位 3	点位 4
土地利用情况					
底质 淤泥、泥沙、粘土、粗砂、岩石、卵石、砾石、其他					
经纬度	东经				
	北纬				
水草繁茂概况 - (无) + (出现) ++ (普遍) +++ (多)					
天气状况					
水温/℃					
流速/(m/s)					
采样器材					
采样深度/m					
采样器材数量					
备注					

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]. 浙江: 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.

藻类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] 齐雨藻, 李家英, 魏印心等. 中国淡水藻志[M]. 北京: 科学出版社, 2003-2014.
- [3] Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae (欧洲硅藻鉴定系统) [M]. 刘威, 朱远生, 黄迎艳译. 广州: 中山大学出版社, 2012.

- [4] 水利部水文局. 中国内陆水域常见藻类图谱[M]. 武汉: 长江出版社, 2012.
- [5] 翁建中, 徐恒省. 中国常见浮游藻类图谱[M]. 上海: 上海科技出版社, 2010.
- [6] 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.
- [7] 王全喜等. 上海九段沙湿地自然保护区及其附近水域藻类图集[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [8] 王全喜, 邓贵平等. 九寨沟常见藻类图集[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [9] 朱惠忠, 陈嘉佑. 中国西藏硅藻[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [10] 范亚文, 刘妍. 兴凯湖的硅藻[M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- [11] 韩茂森, 束蕴芳. 中国淡水生物图谱[M]. 北京: 海洋出版社, 1995.

附录 G
(资料性附录)
着生藻类现场采样记录表

表 G.1 着生藻类现场采样记录表

河流名称:	地点:	
站位#	河段长度	水深:
经纬度: E ____ N ____	河道:	
采集日期:	时间:	
调查人:	批次编号:	
制表人:	调查目的:	
栖息地类型	<input type="checkbox"/> 卵石____% <input type="checkbox"/> 树木残干____% <input type="checkbox"/> 河岸____% <input type="checkbox"/> 砂砾____% <input type="checkbox"/> 大型沉水植物____% <input type="checkbox"/> 其他 () ____%	
样品采集	采样设备 _____ 采样方式 <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"/> 复合栖息地采样法 <input type="checkbox"/> 单一栖息地采样法) <input type="checkbox"/> 人工基质法 如果采用天然基质法-复合栖息地采样法, 则每种栖息地采集样本数量: <input type="checkbox"/> 卵石____% <input type="checkbox"/> 树木残干____% <input type="checkbox"/> 河岸____% <input type="checkbox"/> 砂砾____% <input type="checkbox"/> 大型沉水植物____% <input type="checkbox"/> 其他 () ____% 如果采用天然基质法-单一栖息地采样法/人工基质法, 则采样面积为: _____cm ²	
备注		

附录 H
 (资料性附录)
 着生藻类——定性样品数据统计表

表 H.1 着生藻类——定性样品数据统计表

河流名称_____断面名称_____样品编号_____采集时间_____

基质类型_____

序号	门	纲	目	科	属	种			无：(空) 有：+(出现) ++ (出现较多) +++ (大量出现/优势种)					
						中文名	拉丁名	确定性	+++ (大量出现/优势种)					
									断面1	断面2	断面3	断面4	断面5	断面6
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
15														

鉴定人：

复核人：

审核人：

附录 I
 (资料性附录)
 着生藻类——定量样品数据统计表

表 I.1 着生藻类——定量样品数据统计表

河流名称_____断面名称_____样品编号_____采集时间_____

基质类型_____定容体积_____鉴定人员_____

序号	门	纲	目	科	属	种			单位: 10 ⁴ cell/cm ²					
						中文名	拉丁名	确定性	断面1	断面2	断面3	断面4	断面5	断面6
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														

鉴定人:

复核人:

审核人:

附录 J
(资料性附录)

底栖动物 BMWP 指数科级敏感值列表

表 J.1 底栖动物 BMWP 指数科级敏感值列表

类群	科	记分值	
蜉蝣目 Ephemeroptera	蜉蝣科 Ephemeridae, 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, 多脉蜉科 Polymitarcyidae, 蜚蜉科 Prosopistomatidae, 寡脉蜉科 Oligoneuriidae, 等蜉科 Isonychiidae, 越南蜉科 Vietnamellidae, 晚蜉科 Teloganodidae	10	
襁翅目 Plecoptera	襁科 Perlidae, 大襁科 Pteronarcyidae, 绿襁科 Chloroperlidae, 卷襁科 Leuctridae, 网襁科 Perlodidae, 黑襁科 Capniidae, 扁襁科 Peltoperlidae, 刺襁科 Styloperlidae, 带襁科 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, 舌石蛾科 Glososomatidae, 鳞石蛾科 Lepidostomatidae, 细翅石蛾科 Molannidae, 拟石蛾科 Phryganopsychidae, 毛石蛾科 Sericostomatidae, 剑石蛾科 Xiphocentronidae, 齿角石蛾科 Odontoceridae, 乌石蛾科 Uenoidae, 准石蛾科 Limnocentropodidae, 钩翅石蛾科 Helicopsychidae, 短石蛾科 Brachycentridae, 贝石蛾科 Beraeidae, 螯石蛾科 Hydrobiosidae		
双翅目 Diptera	幽蚊科 Chaoboridae		
鞘翅目 Coleoptera	扁泥甲科 Psephenidae		
脉翅目 Neuroptera	水蛉科 Sisyridae		
帘蛤目 Veneroida	球蚬科 Sphaeriidae		
蜉蝣目 Ephemeroptera	小蜉科 Ephemereidae		8
襁翅目 Plecoptera	叉襁科 Nemouridae		
毛翅目 Trichoptera	角石蛾科 Stenopsychidae, 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	溪泥甲科 Elmidae, 泥甲科 Dryopidae, 沼甲科 Scirtidae, 毛泥甲科 Ptilodactylidae		
广翅目 Megaloptera	齿蛉科 Corydalidae		
鳞翅目 Lepidoptera	螟蛾科 Pyralidae		
蜻蜓目 Odonata	色螳科 Calopterygidae, 丝螳科 Lestidae, 丽螳科 Amphipterygidae, 溪螳科 Euphaeidae, 综螳科 Synlestidae, 蜓科 Aeshnidae, 春蜓科 Gomphidae, 大蜓科 Cordulegastridae, 伪蜻科 Corduliidae, 大蜻科 Macromiidae, 蜻科 Libellulidae		
十足目 Decapoda	溪蟹科 Potamidae		
中腹足目 Mesogastropoda	肋螯科 Pleuroceridae	7	

tropoda		
贻贝目 Mytiloida	贻贝科 Mytilidae	
蜉蝣目 Ephemeroptera	细蜉科 Caenidae, 四节蜉科 Baetidae, 新蜉科 Neophemeridae	
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 Deuterophlebiidae	
蜻蜓目 Odonata	隼螳科 Chlorocyphidae, 原螳科 Protoneuridae, 扁螳科 Platystictidae, 山螳科 Megapodagrionidae	
蜚蠊目 Blattaria	蜚蠊科 Blattidae	
等足目 Isopoda	花尾水虱科 Anthuridae, 浪漂水虱科 Cirolanidae, 团水虱科 Sphaeromidae	
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	盘卷科 Ancyliidae	
蚌目 Unionoida	蚌科 Unionidae	
帘蛤目 Veneroida	蚬科 Corbiculidae, 截蛭科 Solecurtidae	
毛翅目 Trichoptera	纹石蛾科 Hydropsychidae	6
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	
双翅目 Diptera	网蚊科 Blepharoceridae, 蚋科 Simuliidae, 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, 鼓甲科 Gyrimidae, 拟步甲科 Tenebrionidae	5
半翅目 Hemiptera	水黽科 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	
蛭纲 Hirudinea	鱼蛭科 Piscicolidae	
中腹足目 Mesogastropoda	盘螺科 Valvatidae	4
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	
中腹足目 Mesogastropoda	觿螺科 Hydrobiidae	3

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	

注：BMWP 中各科的记分值，可参考当地研究区物种对污染物耐受性的研究文献进行调整。

附录 K
(资料性附录)
底栖动物耐污值列表

表 K.1 底栖动物耐污值列表

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

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

分类单元							耐污值
				<i>Caridina</i>	米虾属		5.3
		Cambarus		<i>Cambarusclakii</i>	克氏螯虾		8.5
		Sinopotamidae	华溪蟹科				3.9
Coleoptera	鞘翅目	Chrysomelidae	叶甲科				6.5
		Dytiscidae	龙虱科				5.2
		Elmidae	长角泥甲科				5.0
				<i>Ancyronyx</i>			5.5
				<i>Gonielous</i>			2.4
				<i>Neocylloepus</i>			2.2
				<i>Ordobreria</i>			1.4
				<i>Oulimnius</i>			2.9
				<i>Stenelmis</i>			3
				<i>zatzetia</i>			1.8
		Gyrinidae	豉甲科				4.9
		Haliplidae	沼梭甲科				8.1
		Hydrophilidae	水龟虫科				5.6
		Lampyridae	萤科				2.6
		Noteridae	小粒龙虱科				6.5
		Psephenidae	扁泥甲科				2.3
				<i>Eubrianax</i>			1.4
				<i>Psephenoides</i>			3.4
				<i>Psephenus</i>			3
		Ptilodactylidae	毛泥甲科				1.9
		Scirtidae	沼甲科	<i>Scrites</i>			1.3

分类单元							耐污值	
Diptera	双翅目						7	
		Athericidae	伪鹬虻科				9.8	
		Blephariceridae	网蚊科				0.3	
		Ceratopogonidae	蠓科				3.2	
		Chironomidae	摇蚊科				5.8	
				Chironominae	摇蚊亚科		5.7	
						<i>Chironomus</i>	摇蚊属	10
						<i>Glyptotendipes</i>	雕翅摇蚊属	5.7
				Orthoclaadiinae	直突摇蚊亚科			6.3
						<i>Cricotopus</i>	环足摇蚊属	8.3
						<i>Eukiefferiella</i>	真开氏摇蚊属	4
						<i>Orthocladius</i>	直突摇蚊属	6.2
				Tanypodinae	长足摇蚊亚科			3.6
						<i>Tanypus</i>	长足摇蚊属	4.6
		Dixidae	细纹科	<i>Dixella</i>				2.4
		Empididae	舞蝇科					6
		Ephydriidae	水蝇科					9.6
		Muscidae	蝇科					10
		Psychodidae	毛蠓科					8
		Simuliidae	蚋科					5
		Stratiomyia	水虻科					5.3
		Syrphidae	蚜蝇科					10
		Tabanidae	虻科					5.5
		Tipulidae	大蚊科					4.9

分类单元							耐污值
				<i>Antocha</i>	朝大蚊属		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>Pseudolimmophila</i>			7.3
				<i>Tipula</i>			2.7
Ephemeroptera	蜉蝣目	Baetidae	四节蜉科				3.5
				<i>Baetis</i>	四节蜉属		3.5
				<i>Baetiella</i>	花翅蜉属		2.5
				<i>Pseudocloeon</i>	假二翅蜉属		3.4
		Caenidae	细蜉科				5.8
		Ephemerellidae	小蜉科				3
				<i>Cincticostella</i>	带肋蜉属		1.7
				<i>Drunella</i>	弯握蜉属		0.5
				<i>Ephacerella</i>	锐利蜉属		4.8
				<i>Ephemerella</i>	小蜉属		1.4
				<i>Serratella</i>	锯形蜉属		3.8
				<i>Uracanthella</i>	天角蜉属		3.8
		Ephemeridae	蜉蝣科				2.4
				<i>Ephemera</i>	蜉蝣属		2.6

分类单元								耐污值
						<i>Ephemera.serica</i>	绢蜉	3.2
						<i>Ephemera.wuchowensis</i>	梧州蜉	5.9
						<i>Ephemera.shengmi</i>	生米蜉	2.3
		Heptageniidae	扁蜉科					2.9
				<i>Cinygmina</i>	似动蜉属			4.2
						<i>Cinygmina.obliquistrita</i>		2
						<i>Cinygmina.rubromaculata</i>		4.7
				<i>Epeorus</i>	高翔蜉属			0.9
				<i>Ecdyonurus</i>	扁蚰蜉属			5.8
				<i>Heptagenia</i>	扁蜉属			0.9
				<i>Iron</i>	假蜉属			3.6
				<i>Nixe</i>	尼克斯蜉属			1.6
				<i>Paegniodes</i>	赞蜉属			1
		Isonychiidae	等蜉科					4.4
		Leptophlebiidae	细裳蜉科					3
				<i>Choroterpes</i>	宽基蜉属			3.3
				<i>Habrophlebiodes</i>	柔裳蜉属			1.2
				<i>Thraulius</i>	思罗蜉属			3.8
		Neophemeridae	新蜉科					3
		Potamanthidae	河花蜉科					4.1
		Siphonuridae	短丝蜉科					1.5
		Vietnamellidae	越南蜉科					2.1
Lepidoptera	鳞翅目	Pyralidae	螟蛾科					1.8
				<i>Eoophyla</i>				2.3

分类单元							耐污值
				<i>Neoschoenobia</i>			2.8
				<i>Parapoynx</i>			0.3
				<i>Potamomusca</i>			0.4
Megaloptera	广翅目	Corydalidae	齿蛉科				3.3
				<i>Neochauliodes</i>			2.2
				<i>Parachauliodes</i>			3.4
				<i>Protohermes</i>			3.9
Odonata	蜻蜓目	Aeshnidae	蜓科				3.5
		Amphipterygidae	丽螳科				2.5
		Calopterygidae	色螳科				4.9
		Chlorocyphidae	隼螳科				3.2
		Coenagrionidae	螳科				7.3
		Cordulegasteridae	大蜓科				3.5
				<i>Chlorogomphus</i>			2.7
				<i>Cordulegaster</i>			5
		Corduliidae	伪蜻科				5.2
		Euphaeidae	幽螳科				1.3
		Gomphidae	春蜓科				4.4
				<i>Lamelligomphus</i>			4.2
		Lestidae	丝螳科				3.1
		Leuctuidae					3.8
		Libellulidae	蜻科				6.5
		Macromiidae	大蜻科				4.2
		Platycnemididae	扁螳科				7.1

分类单元							耐污值
Plecoptera	襁翅目	Chloroperlidae	绿襁科				0.2
		Leuctridae	卷襁科				1.1
		Nemouridae	叉襁科				0.5
				<i>Amphinemura</i>			0.2
				<i>Nemoura</i>			2.1
		Peltoperlidae	扁襁科				0.2
		Perlidae	襁科				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
		Styloperlidae	刺襁科				1.8
Trichoptera	毛翅目	Beraeidae	贝石蛾科				0.1
		Brachycentridae	短石蛾科				0
		Calamoceratidae	枝石蛾科				0.1
		Dipseudopsidae	畸距石蛾科				1.7
		Ecnomidae	径石蛾科				3.1
		Glossosomatidae	舌石蛾科				1.9
		Goeridae	瘤石蛾科				3.9
		Helicopsychidae	钩翅石蛾科				1.9
		Hydrobiosidae	螯石蛾科				5.8
		Hydropsychidae	纹石蛾科				3.5
				<i>Arctopsyche</i>			4.9

分类单元							耐污值
				<i>Ceratopsyche</i>			5
				<i>Cheumatopsyche</i>			3
				<i>Diplectrona</i>			0.8
				<i>Hydropsyche</i>			0.4
				<i>Macronematinae</i>			4.9
		Hydroptilidae	小石蛾科				4.5
		Lepidostomatidae	鳞石蛾科				2.3
		Leptoceridae	长角石蛾科				2.3
				<i>Oecetis</i>			3.2
				<i>Parasetodes</i>			2.9
				<i>Setodes</i>			2.2
		Limnephilidae	沼石蛾科				3.8
		Molannidae	细翅石蛾科				0.3
		Odontoceridae	齿角石蛾科				0
		Philopotamidae	等翅石蛾科				3.7
		Phryganeidae	石蛾科				0.4
		Phryganopsychidae	拟石蛾科				2
		Polycentropodidae	多距石蛾科				3.5
				<i>Polycentropus</i>			4.8
				<i>Neureclipsis</i>			1.9
		Psychomyiidae	蝶石蛾科				6.1
		Rhyacophilidae	原石蛾科				2.3
		Sericostomatidae	毛石蛾科				0.5
		Stenopsychidae	角石蛾科				3.1

分类单元							耐污值
		Uenoidae	乌石蛾科				0.8
		Xiphocentronidae	剑石蛾科				0

附录 L
(资料性附录)
着生硅藻的指示值和敏感值列表

表 L.1 着生硅藻的指示值和敏感值列表

种名	种的代 码	指示 值	敏感 值
链状曲丝藻 <i>Achnanthydium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	ADCT	1.00	1.00
杜氏曲丝藻 <i>Achnanthydium duthii</i> (Sreen.) Edlund	ADDU	3.33	2.67
短小曲丝藻 <i>Achnanthydium exiguum</i> (Grunow) Czarneck	ADEG	3.33	2.00
杜拉尔曲丝藻 <i>Achnanthydium druartii</i> Rimet & Couté	ADRU	1.00	1.00
亚哈德逊曲丝藻 <i>Achnanthydium subhudsonis</i> (Hustedt) Kobayasi	ADSK	1.67	1.33
恩内迪曲丝藻 <i>Achnanthydium enmediense</i> (Compere) Compere & Van De Vijver	AENN	1.67	1.67
富营养曲丝藻 <i>Achnanthydium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	ADEU	1.00	1.33
瘦曲丝藻 <i>Achnanthydium exile</i> (Kützing) Heiberg	ADEX	1.33	1.33
极小曲丝藻 <i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ADMI	2.33	1.67
庇里牛斯曲丝藻 <i>Achnanthydium pyrenaicum</i> (Hust.) Kobayas	ADPY	1.33	1.33
溪生曲丝藻 <i>Achnanthydium rivulare</i> Potapova and Ponader	ADRI	2.67	2.67
近原子曲丝藻 <i>Achnanthydium subatomus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	ADSU	1.33	1.33
蒙诺玛细小藻 <i>Adlafia multinomahii</i> Morales & Le	AMUL	4.00	2.00
诺氏辐环藻 <i>Actinocyclus normanii</i> (Greg.) Hustedt	ANMN	5.00	4.00
模糊沟链藻 <i>Aulacoseira ambigua</i> Meister	AUAJ	2.33	1.33
颗粒沟链藻极狭变种 <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Müll.) Simonsen	AUGA	3.00	2.67
矮小沟链藻 <i>Aulacoseira pusilla</i> (Mesister) Tuji & Houki	AUPU	3.33	2.67
颗粒沟链藻 <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen	AUGR	4.33	2.67
奇异杆状藻 <i>Bacillaria paradoxa</i> (Müller) Hendey	BPAR	3.00	1.67
杆状美壁藻 <i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	CBAC	2.00	1.33
镰形美壁藻 <i>Caloneis falcifera</i> Lange-Bertalot, Genkal & Vekhov	CFAF	2.67	1.33
柄卵形藻 <i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	CPED	3.33	1.67
扁圆卵形藻 <i>Cocconeis placentula</i> (Ehrenberg) Grunow	CPLA	4.00	2.00
适中格形藻 <i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) Mann	CRAC	3.00	2.00
梅尼小环藻 <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CMEN	3.67	3.33
近缘桥弯藻 <i>Cymbella affinis</i> Kützing	CAFF	1.67	1.67
溧阳桥弯藻 <i>Cymbella liyangensis</i> Zhang, Jüttner & Cox	CLiy	2.00	1.33
新细角桥弯藻 <i>Cymbella neoleptoceros</i> Krammer	CNLP	2.33	1.33
近细角桥弯藻 <i>Cymbella subleptoceros</i> Krammer	CSLP	2.33	1.67
热带桥弯藻 <i>Cymbella tropica</i> Krammer	CTRO	2.67	1.33
膨胀桥弯藻 <i>Cymbella tumida</i> (Brebisson) Van Heurck	CTUM	2.33	2.00
膨大桥弯藻 <i>Cymbella turgidula</i> Grunow	CTGL	3.67	2.33
优美藻 <i>Delicata delicatula</i> (Kützing) Krammer	DDEL	2.00	1.00

种名	种的代 码	指示 值	敏感 值
丝状全链藻 <i>Diademsis confervacea</i> Kützing	DCOF	1.67	1.00
假具星碟星藻 <i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk & Klee	DPST	3.67	2.00
具星碟星藻 <i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee	DSTE	2.00	1.67
长贝尔塔内丝藻 <i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer	ENLB	3.33	1.67
微小内丝藻 <i>Encyonema minutum</i> (Hilse) Mann	ENMI	2.33	1.67
西里西亚内丝藻 <i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) Mann	ELSE	3.00	2.33
膨胀内丝藻 <i>Encyonema ventricosum</i> (Agardh) Grunow	ENVE	3.00	1.67
普通内丝藻 <i>Encyonema vulgare</i> Krammer	EVUL	2.00	1.00
小头拟新月藻 <i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	ENCM	1.33	1.00
微小塘生藻 <i>Eolimna minima</i> (Gruow) Lange-Bertalot	EOMI	3.67	3.00
小塘生藻 <i>Eolimna subminuscula</i> (Manguin) Gerd Moser	ESBM	4.00	3.00
克罗顿脆杆藻 <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	FCRO	2.00	1.00
克罗顿脆杆藻俄勒冈变种 <i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>oregona</i> Sovereign	FCOR	3.33	2.00
内华达脆杆藻 <i>Fragilaria nevadensis</i> Linare	FNEV	4.00	2.67
帕拉姆脆杆藻 <i>Fragilaria pararumpens</i> Lange-Bertalot, Hofm & Werum	FPRU	3.00	2.67
柔嫩脆杆藻 <i>Fragilaria tenera</i> (Smith) Lange-Bertalot	FTEN	2.33	1.33
沃切里脆杆藻 <i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	FVAU	5.00	4.00
十字形盖斯勒藻 <i>Geissleria decussis</i> (Østrup) Lange-Bertalot & Metzeltin	GDEC	2.00	1.33
嗜酸异极藻 <i>Gomphonema acidoclinatum</i> Lange-Bertalot & Reichardt	GADC	2.33	1.00
美洲异极藻 <i>Gomphonema americobtusatum</i> Reichardt	GAMC	2.00	1.33
顶尖异极藻 <i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	GAUG	2.33	1.67
极细异极藻 <i>Gomphonema exilissimum</i> (Grunow) Lange-Bertalot	GEXL	2.00	1.00
纤细异极藻 <i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	GGRA	4.00	2.67
赫布里底群岛异极藻 <i>Gomphonema hebridense</i> Gregory	GHEB	3.33	2.33
岛屿异极藻 <i>Gomphonema insularum</i> Kociolek, Woodward & Graeff	GILR	1.33	1.33
缠结异极藻 <i>Gomphonema intricatum</i> Kützing	GINT	2.00	1.67
具领导极藻 <i>Gomphonema lagenula</i> Kützing	GLGN	3.67	2.67
微小异极藻 <i>Gomphonema minutum</i> (Agardh) Agardh	GMIN	2.33	1.67
小型异极藻 <i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	GPAR	5.00	3.67
拟球状异极藻 <i>Gomphonema pseudosphaerophorum</i> Kobayasi	GPHO	2.33	1.33
塔形异极藻 <i>Gomphonema turris</i> Ehrenberg	GPTN	2.33	1.00
圆锥异极藻 <i>Gomphonema turgidum</i> Ehrenberg	GTRG	1.33	1.67
琵琶湖楔异极藻 <i>Gomphosphenia biwaensis</i> Taisuke Ohtsuka	GOPP	3.00	2.00
刀形布纹藻 <i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve	GSCA	3.67	2.00
尖布纹藻 <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	GYAC	3.33	1.67
头端蹄形藻 <i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	HCIB	3.33	2.33

种名	种的代 码	指示 值	敏感 值
山地海双眉藻 <i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov	HLMO	2.67	1.67
孔塘喜湿藻 <i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe, Kociolek	HUCO	2.67	1.67
桥佩蒂泥栖藻 <i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) Mann	LGOP	2.00	1.00
近菱形泥栖藻 <i>Luticola pitranensis</i> Levkov Metzeltin & Pavlov	LPIT	1.67	1.33
变异直链藻 <i>Melosira varians</i> Agardh	MVAR	3.67	3.67
加泰罗尼亚舟形藻 <i>Navicula catalanogermanica</i> Lange-Bertalot & Hofmann	NCAT	4.33	2.67
管舟形藻 <i>Navicula canalis</i> Patrick	NCNL	3.67	2.00
辐头舟形藻 <i>Navicula capitatoradiata</i> Germain & Gasse	NCPR	1.67	1.33
隐柔弱舟形藻 <i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	NCTE	3.00	1.67
艾瑞菲格舟形藻 <i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot	NERI	3.67	3.33
隆德舟形藻 <i>Navicula lundii</i> Reichardt	NLUN	2.33	2.67
合缝舟形藻 <i>Navicula notha</i> Wallace	NNOT	1.33	1.33
放射舟形藻 <i>Navicula radiosa</i> Kützing	NRAD	1.33	1.67
短喙舟形藻 <i>Navicula rostellata</i> Schmidt	NROS	3.67	1.33
对称舟形藻 <i>Navicula symmetrica</i> Patrick	NSIA	3.67	1.67
针形菱形藻 <i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) Smith	NACI	4.00	2.33
两栖菱形藻 <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	NAMP	2.67	2.33
华丽菱形藻 <i>Nitzschia elegantula</i> Grunow	NELE	2.33	1.67
丝状菱形藻 <i>Nitzschia filiformis</i> (Smith) Van Heurck	NFIL	5.00	3.00
平庸菱形藻 <i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	NINC	2.67	1.33
中型菱形藻 <i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch & Grunow	NINT	3.00	2.33
利贝鲁斯菱形藻 <i>Nitzschia liebetruthii</i> Rabenhorst	NILM	4.00	2.33
洛伦菱形藻 <i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow	NLOR	3.67	2.33
谷皮菱形藻 <i>Nitzschia palea</i> (Kützing) Smith	NPAL	5.00	4.00
细微菱形藻 <i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) Peragallo	NIPM	2.67	2.00
辐射菱形藻 <i>Nitzschia radicularis</i> Hustedt	NZRA	2.00	1.33
整齐菱形藻 <i>Nitzschia regula</i> Hustedt	NIRE	3.67	2.67
索拉塔菱形藻 <i>Nitzschia soratensis</i> Morales & Vis	NSTS	4.67	2.67
弯曲菱形藻 <i>Nitzschia sinuata</i> (Thwaites) Grunow	NSIT	1.33	1.33
近针形菱形藻 <i>Nitzschia subacicularis</i> Hustedt	NISS	3.33	2.00
近粘连菱形藻 <i>Nitzschia subcohaerens</i> Grunow	NZSH	2.33	1.33
沿岸菱形藻 <i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot	NZSU	3.67	2.00
模糊羽纹藻 <i>Pinnularia obscura</i> Krasske	POBS	2.00	1.33
普生平面藻 <i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	PFQS	2.33	1.33
披针形平面藻 <i>Planothidium lanceolatum</i> (Brebisson & Kützing) Lange-Bertalot	PTLC	1.67	1.33
波状瑞氏藻 <i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	RSIN	2.00	1.33
显纹半舟藻 <i>Seminavis strigosa</i> (Hustedt) Danieledis & Economou-Amilli	SMST	4.00	3.67

种名	种的代 码	指示 值	敏感 值
尼格里鞍形藻 <i>Sellaphora nigri</i> (De Notaris) Wetzel & Ector	SNIG	2.67	2.00
亚头状鞍形藻 <i>Sellaphora perobesa</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & Nergui	SPEO	3.33	2.00
极小冠盘藻 <i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kützing) Round	STMI	2.67	1.67
细小冠盘藻 <i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer and Håk.	SPAV	4.00	3.00
簇生平片藻 <i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams & Round	TFAS	3.67	2.67
尖针肘形藻 <i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	UACU	2.00	1.33
肘状肘形藻 <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compere	UULN	2.67	2.33
肘状肘形藻丹麦变种 <i>Ulnaria ulna</i> var. <i>danica</i> (Kützing) Liu	UUDA	3.00	2.00

附录 M
(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:

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”。

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。

3. 核心参数筛选

对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。

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。

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 M.1 A),则 IQ 取为 3;箱体部分重叠 (图 M.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 M.1 C、D),则 IQ 取为 1;各自中位数均在对方箱体范围之内 (图 M.1 E),则 IQ 取为 0。只有 IQ ≥ 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。

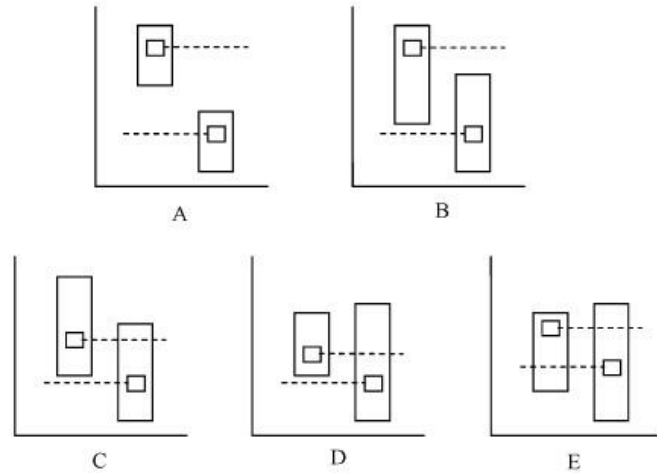


图 M.1 参数 IQ 值记分法

3.3 冗余度分析

对以上 M.3.1、M.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。

4. 生物完整性指数构建

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 M.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。

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：优秀、良好、中等、较差、很差。

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。