

《河流生态调查技术规范》 征求意见稿编制说明

《河流生态调查技术规范》编制组

2020年5月

目 录

1.项目背景.....	3
1.1 任务来源.....	3
1.2 工作过程.....	3
2.标准制定的必要性分析.....	5
2.1 相关法律法规需求.....	5
2.2 相关环保工作的需求.....	5
2.3 国外相关发展情况.....	6
2.4 国内河流生态调查相关标准现状.....	9
2.5 国内外相关研究情况.....	10
2.6 建立规范的必要性.....	11
2.7 现有工作基础.....	11
3.标准制定技术路线与实施方案.....	12
3.1 编制目的.....	12
3.2 编制依据.....	12
3.3 编制原则.....	12
3.4 编制方法.....	13
4.技术规范主要内容.....	14
4.1 适用范围.....	14
4.2 总体框架和主要内容.....	14
4.3 引用标准.....	14
4.4 名词术语.....	14
4.5 河流生态调查方案设计.....	15
4.6 基础信息要素调查.....	21
4.7 生境要素调查.....	22
4.8 水生生物要素调查.....	32
4.9 数据质量保证与管理.....	40
5.对实施本技术规范的建议.....	44

1. 项目背景

1.1 任务来源

《水体污染控制与治理科技重大专项》在“十三五”课题《流域水生态功能分区管理技术集成》中明确指出，在“十一五”以来水专项成果的基础上，面向全国河流水生态保护与修复管理的技术需求，开展河流生态调查技术体系整理，形成相关技术手册和技术规范；同时，围绕重点示范区开展河流生态调查，收集水生态基础数据信息，在此基础上开展河流生态健康评价，制定河流生态系统保护目标，以此进行流域综合调控与治理。

河流水生生物评价已成为了国际趋势。生物调查与评价突破了以往单纯利用理化指标表征水环境状况的局限性，强调从生态系统的角度客观地评估河流的健康状况，分析河流环境问题的形成原因，成为当前河流生态管理的基础和依据。如何获取一套科学有效的现场调查数据，是我国推行河流生态管理的关键。而且与先进国际的实践相比较，我国的河流生态调查和评价技术相对滞后，虽然在海湾、湖泊生态调查等方面都曾经出版过调查技术方法，但是至今尚未出版过一个系统的河流调查技术手册。河流具有与海洋、湖泊显著的不同特性，特别是河流栖息地环境、典型水生生物的取样方式都有所不同。因此，由于缺乏规范的河流调查技术方法，已经制约了我国河流生态评价技术的发展。

同时，《河流生态调查技术规范》的制定也将为国家重点流域监测网络体系建设、河流生态健康评价以及保护目标制定提供科学支撑。

1.2 工作过程

自“十一五”以来，在《水体污染控制与治理科技重大专项》等相关项目的支持下，对辽河、松花江、红水河、滦河等开展过多次河流生态调查工作。2008年以来，在辽河流域先后组织了5次大规模的河流生态调查活动，收集了大量的河流生态系统基础数据；2013-2014年开展4个季节的红水河生态调查工作；2015年开展了松花江生态调查工作；2017-2018年开展滦河夏季、秋季河春季的生态

调查工作。为制定河流生态调查技术规范积累了大量实际经验。

为了规范部分调查技术环节要求，还分别与澳大利亚、德国等该领域专家联合开展河流生态调查技术对比研究。2009年，规范编制组与澳大利亚格里菲斯大学 Bunn 教授联合申请了中-澳河流健康项目，将澳大利亚河流生态调查技术在我国辽宁太子河流域进行应用，对于部分水文地貌、水生生物调查技术内容要求进行完善。2016-2017年期间，规范编制组与德国慕尼黑工业大学 Geist 教授开展联合研究，在辽河凡河进行中德河流生态调查技术对比研究，对与完善可涉水河流、不可涉水河流的调查技术发挥了积极作用。

2019年9-12月，编制组开展《规范》的编制工作。9月期间，进行国内外有关河流生态调查的文献搜索工作，内容包括：收集整理有关河流生态调查技术的资料，尤其是美国 EPA 快速生物监测协议，欧盟 WFD 中的河流监测技术性指导文件，并分析了这些方法中值得借鉴的经验，整理了不同调查项目的监测内容与监测方法。在此基础上，编制组确定了《规范》的编制目的、背景与过程，分析了目前我国河流生态调查工作中存在的问题，结合国家河流生态监测、评价与保护的管理需求，提出了本《规范》编制的技术路线。10月期间，根据我国河流的特点制定河流生态调查方案设计内容，包括明确调查类型、确定调查内容、布设调查样点、设置调查断面、安排调查时间及频次等。11月期间，在分析不同调查内容的基础上，结合我国河流生态系统特点分别针对不同调查要素制定了具体的调查项目和调查方法。12月期间，完成并不断完善《河流生态调查技术规范》草案的编制工作。《规范》编制过程中，编制组确保每周2次编制组内工作进展汇报及问题沟通。

2020年1月14日，编制组开展了第一次专家咨询会，邀请了6名生态类、环境类行业的专家对《规范》编制工作进行技术指导，在此基础上对专家提出的意见进行了修改完善。2020年4月20日，编制组组织召开了第二次专家咨询会，邀请了7位生态类、环境类行业的专家对《规范》编制工作进行技术指导，在此基础上对专家提出的意见进行了修改完善。

2. 标准制定的必要性分析

2.1 相关法律法规需求

《中华人民共和国环境保护法》中规定：“国务院环境保护行政主管部门建立监测制度，制定监测规范，会同有关部门组织监测网络，加强对环境监测和管理”；国家环境保护“十二五”规划和全国环境监测“十二五”计划纲要也提出了相关要求。生态环境部 2015 年发布了《水污染防治行动计划》，第六条（十九）明确提出“提升饮用水水源水质全指标监测、水生生物监测、地下水环境监测、化学物质监测及环境风险防控技术支撑能力”。

为了健全环境监测技术规范体系，促进环境监测工作规范化、科学化，更好地为环境管理与决策提供技术支持，制定本规范对于生态环境保护部门开展河流生态监测与健康评价是十分必要的。

2.2 相关环保工作的需求

（1）标准制定复合我国水环境、水资源、水生态“三水”共治管理理念

2017 年 12 月 13 日，推动长江经济带发展领导小组办公室会议暨省际协商合作机制第二次会议在北京召开。会议指出，2018 年要重点抓好 4 方面工作：一是以持续改善长江水质为核心，加快推进水污染治理、水生态修复和水资源保护“三水共治”，切实保护和改善水环境，全面遏制、根本扭转生态环境恶化趋势。其中，水生态修复将是未来我国水生态环境管理的重要内容之一，其基础就是要开展水生态调查，在此基础上评价水生态健康状态并识别水生态存在问题，有针对性地开展保护与修复管理。

（2）科学的调查方法有力支撑我国生态环境监测网络体系建设与管理需求

生态环境监测是生态环境保护的基石。目前我国生态环境监测网络体系建设中最需解决的就是建立对水生态系统的监测技术，尤其在“十四五”期间长江流域将成为重点区域，筛选建立流域水生态环境监测网络体系。这其中，河流生态调查技术将对该体系建设发挥巨大的支撑作用，包括监测目的、监测内容、分级监测、监测方法及类群的选择、点位布设、监测频率和时间的确定、采样方法的

选择、野外采样、实验室分析及资料汇总等。对水生态环境监测网络的优化布设能够更加全面的了解水域情况，并且制定切实可行的治理方案，在协调统筹的基础上实施方案。

2.3 国外相关发展情况

2.3.1 美国《清洁水法》下的河流生态监测

从 20 世纪 30 年代开始，美国就开始针对河流的生态环境和水质定期开展监测。美国自 1972 年清洁水法出台后，明确规定了美国地表水体要从三个完整性角度出发，即化学完整性、物理完整性和生物完整性，实施水生态系统保护与管理。因此，美国的水生态评价体系也是基于清洁水法的要求，所使用的评价体系包含了化学、物理和生物三个方面的特征质量要素。

美国生物监测以水环境为主，监测技术体系框架主要包括生物种群/群落调查、毒性试验、微生物测试和鱼组织污染物分析 4 个部分。1989 年，EPA 流域评估和保护部门制定了生物快速评价方案《溪流和河流快速评估方案——大型底栖动物和鱼类》(RBPs, Rapid biological protocols)，开展大型底栖生物和鱼类的监测评价。期间 EPA 监测部门在全国开展了一系列培训和讨论工作，并针对不同溪流生态系统的实际应用，对初版进行了修订和调整。1999 年，美国环保局出版了《河流快速生物评价协议(第二版)》，优化了大型底栖生物的特定方法，增加了着生藻类调查方案，以及方法准确度和灵敏度等质控措施的内容。这是一部应用性强的河流生物评价指导文件，其中也总结了河流生物评价的优点，包括以下：

- 河流生物群落可以直接反映河流整体的生态完整性，包括化学、物理和生物方面；
- 河流生物群落能整合不同类型的干扰影响，可表征各种干扰集合的影响；
- 河流生物群落能整合一定时间尺度上的干扰影响，可表征动态的环境状况；
- 相比于对污染物检测或生物毒性测试，常规的河流生物群落监测成本更经济；

➤ 河流生物群落状况能引起最直接的公众关注；

2006年，美国环保局有提出了《不可涉水河流水生态监测与评价》，其中生物调查包括藻类、大型底栖生物和鱼类调查，着重强调生境评估和物理参数的调查分析，同时对得到的调查数据如何分析、整合和评估有更明确具体的介绍，以此指导在大型河流中如何开展水生态调查。

目前，美国已形成在法令法规、监测标准、配套监测方法和技术导则等技术文件构成的体系框架下的更为成熟完整的生物监测体系。有了技术层面的指导，联邦要求各州开始执行水生态调查与评价工作，同时在联邦层面也启动了很多大范围的河流调查项目，其中阿肯色州、缅因州、加州、北卡罗来纳州、佛蒙特州等是较早将生物基准作为水环境管理重要手段的地区。密西根湖是美国中西部地区的主要湖泊之一。2010年，伊利诺伊州环境保护局启动了“密西根湖监测项目”，通过近岸监测、港口监测和公共供水监测，更全面、更准确地评价湖水状况。近岸监测是该项目的一大要点，监测范围覆盖从湖岸开始深入陆地5公里的区域，观测点有50处。观测点的取样工作一般在5、7和9月进行。这为准确掌握湖水质量状况提供了基础。

从美国联邦层面开展的生态系统监测与评价项目（EMAP）以及全国水资源调查项（NRSA）目来看，所使用的调查内容与评价体系基本一致，都包括水生生物指标、水化学指标、物理栖息地指标和人体健康/风险指标等调查（表1）。

表 2-1 EMAP 和 NARS 项目的评价体系框架

调查内容	EMAP	NARS
水生生物	<ul style="list-style-type: none"> * 大型底栖动物 * 着生藻类 * 鱼类 	<ul style="list-style-type: none"> * 大型底栖动物 * 着生藻类（选做） * 鱼类
水化学	<ul style="list-style-type: none"> * 营养盐 * 温度 * 碱度 * 溶解氧 * 重金属 	<ul style="list-style-type: none"> * 磷 * 氮 * 盐度 * 酸度
物理栖息地	<ul style="list-style-type: none"> * 河岸带特征 * 河道倒木 * 郁闭度 * 梯度 	<ul style="list-style-type: none"> * 河道沉积物 * 鱼类栖息地 * 河岸带指标覆盖 * 河岸带干扰

人体风险	* 鱼组织污染物	* 细菌 * 鱼组织汞含量
------	----------	------------------

2.3.2 欧盟《水框架指令》下的河流生态监测

2000年，欧盟提出了水框架指令（Water Framework Directive, WFD）。WFD引入了保护与改善河流、湖泊、地下水、江河口及沿海水域的新方法。它提供了一个框架，是欧洲的自然水体能有可持续发展那的未来。WFD的目标之一就是到2015年欧盟所有类型的地表水体达到“良好”的状态，这个“良好”的状态包括水化学状态的良好（good water chemical status）及生态学状态的良好（good ecological status）。生态学状态由生物学要素、支撑生物生存的水文地貌和理化条件要素来表达。其重点在与改善那些支持动植物群体均衡发展的水生环境。

从欧盟制定的这个水体管理的思路来看，其根本是从生态系统的角度出发，以水生生物为核心，希望通过各成员国共同努力而实现水生态系统的改善，或者具体来说是水生生物的改善。这体现了欧盟不再是以当代人解决水污染问题为核心，而是更多地考虑了水生态系统完整性的维持。

水框架指令中的环境与管理监测计划在“共同实施战略指导文件7：水框架指令下的监测”进行了详细规定。可靠的信息是进行有效流域管理的关键。这包括流域的地质和地理的信息，以及物理方面、地形、流量、取水和排放的相关信息。人类利用和影响以及环境现状也非常重要。这些可表示为生物信息、物理和化学参数。了解这些因素后，结合预测模型，就可以制订计划。水框架指令概述了一项优化监测的战略，以便为决策者提供充分的信息。

对于地表水来说，进行监测的目的是提供一个关于生态和化学质量的连贯而全面的概览。监测分为三种类型，即监督监测、运行监测和调查监测。最后还需要开展一种与保护区有关的监测；在这种情况下，现有的监测要求必须结合到监测计划中。监测的重点是指示水体质量的生物质量要素，和那些对水体质量有影响的物质，包括已知的流域或子流域内存在的污染物。成员国应确保制定水状况监测计划以便对每个流域区的水状况形成一致、综合的看法。对于地表水，上述计划应包括：①与生态状况、化学状况和生态潜力相关的水量、水位或流速情况；②生态状况、化学状况和生态潜力。

河流生态调查要素包括生物质量要素、水文质量要素、理化质量要素。其中，

河流生物质量要素包括：浮生植物的组成与数量；底栖无脊椎动物的组成与数量；鱼类的构成、数量与年龄结构。支持生物质量要素的水文形态质量要素包括：1) 水文状况：水量与动力学特征；与地下水体的联系。2) 河流的连续性。3) 形态情况：河流的深度与宽度的变化；河床结构与底层；河岸地带的结构。支持生物质量要素的化学与物理化学质量要素，包括：1) 总体情况：热状况；氧化状况；盐度；酸化状况；营养状态。2) 特定污染物：由排入水体中的所有重点物质造成的污染；由大量排入水体中的其他物质造成的污染。

WFD 规定了评价水体环境质量时不同生物群落的监测频次（表 2）。这个监测频次只适用于周期性水体评价时使用，例如在前期构建生物参照状态时，就需要开展连续性大量监测，才能保证获得反映生物时空变化特征的数据。

表 2-2 WFD 规定的生物监测频次

	河流	湖泊	河口	沿海
浮游植物	6 个月	6 个月	6 个月	6 个月
其他水生植物	3 年	3 年	3 年	3 年
大型底栖动物	3 年	3 年	3 年	3 年
鱼类	3 年	3 年	3 年	3 年

2.4 国内河流生态调查相关标准现状

国内在水生态调查相关标准方面，针对湖泊、水库等水体类型的生态调查规范相对比较成熟，例如水利部发布的《水库渔业资源调查（SL-167）》、环保部组织制订了《全国重点湖泊生态安全调查技术规程》等。《全国重点湖泊生态安全调查技术规程》规定了浮游植物、浮游动物、着生生物、微型生物、底栖动物、大型水生维管束植物、细菌、鱼类、初级生产力等主要调查内容及相应调查方法。这些内容适用于湖泊水体类型的生态调查，很多调查方法难以在河流生态调查中使用，例如鱼类调查规定采用被动性调查和走访调查相结合，但在小型河流生态调查中几乎无法实现。

另外，生态环境部发布了《生物多样性观测技术导则——内陆水域鱼类（HJ710.7-2014）》、《生物多样性观测技术导则——淡水底栖大型无脊椎动物

(HJ710.8-2014)》和《生物多样性观测技术导则——水生维管植物(HJ710.12-2014)》等相关涉及水生态调查的技术指导性文件。这些技术文件普遍存在着河流适用性不强的问题,一是更多地从多样性观测的角度来要求,而不是从水生态环境管理的角度来规定;二是没有具体针对河流生态系统特征进行技术环节的要求,而是从一些大的原则上进行规定,在具体操作中不惧很好的实用指导作用。

此外,还有一些地方性或行业性技术指导文件,例如淡水浮游生物调查技术规范(SC/T 9402-2010)、淡水生物调查技术规范(DB42/T 432-2009)、内陆水域鱼类资源调查规范(DB32/T 2305-2013)等。这些文件普遍都是调查方法的规定,也没有结合河流生态调查的自身特点来规定。

2.5 国内外相关研究情况

近年来,河流生态调查技术受到了国内外研究学者的广泛关注。特别是栖息地质量和水生生物的调查方面。

在栖息地质量调查方面, Thorne 等(1994)建立了一种基于勘测的栖息地分析方法,可以对栖息地环境观察值的类型进行标准化,为河流栖息地特征的恢复提供信息。Downs 等(1994)利用流域特征(如河漫滩土地利用)、河道特征(如河岸及底质条件)以及河道动力机制(如地形、河流结构)建立了一种评价河流栖息地状况的方法。Maddock(1995)提出了生境制图法,将定性评估和物理测量方法相结合,在流域特征观测的基础上对河流形式进行记录。美国鱼类和野生生物保护服务部创立了一种物理生境模拟系统(Bovee,1996),可以对生境与流量关系进行定性和定量化模拟,并根据设定水力方案得出“虚拟生境”(Stalnaker, 1994)。Rabeni(2000)建立了基于生态区的河流栖息地评价指标,分析了栖息地环境与底栖生物的相关关系,发现不同生态区的栖息地环境差异对生态系统的影响显著。基于不同的研究目的和研究人员的主观认识,栖息地评价指标的选取和使用也有差别,例如佛罗里达环境保护部门使用沉树、水生植被、树叶堆、树叶团、裸露岩石、树根、砂砾/岩石/鹅卵石、下切河岸、细沙和软泥/淤泥等指标(Barbour, 1996)。对于澳大利亚河流,Parsons 等(1996)则采用浅滩、河岸、池塘岩石和大型植物等指标进行评价。Barbour(1996)等从底质、河岸稳定性、流量状况、形态改变、植

被保护等几个方面对河流栖息地进行评价，该法成为美国环保局推荐的河道栖息地快速评价方法，并在世界范围内得到广泛应用(Barbour, 1998)。

我国学者基于美国 RBP 栖息地评价方法，建立了适用于我国河流栖息地质量调查评价方法，明确了由底质、栖息地复杂性、速度-深度结合特性、堤岸稳定性、河道变化、河水水量状况、植被多样性、水质状况、人类活动强度和河岸土地利用类型所构成的河流栖息地调查内容。根据质量状况优劣程度，将指标分成 4 个级别，分值是通过现场调查，目测评分的方法获取。每个指标 20 分，4 个级别的分值范围为：20-16(好)、15-11(较好)、10-6(一般)、5-1(差)。

水生生物调查方面，研究重点是在大河底栖动物、鱼类的监测技术方面，不同的监测方法和工具对于监测效率的影响分析、监测点位与距离对于水生生物空间分布自相关的影响分析等。我国相关的研究开展的并不多，也是造成我国河流生态调查中方法适用混乱、不统一的主要原因。

2.6 建立规范的必要性

相对于河流生态系统保护管理需求，我国缺少系统完善的河流生态调查技术规范。以往的规范性指导文件大多关注湖泊、水库等水体类型，很多技术方法在河流调查中并不适用，使得河流生态调查存在不足：一是河流生态调查方案设计没有明确规定，缺少科学的体系框架要求；二是相关技术方法要求不适用与河流水体类型，不能满足河流生态调查工作中的实际应用需求；三是河流生态调查内容不全面，不利于全面评价诊断河流生态系统健康状态与压力问题，指导河流生态修复与保护。因此，有必要研究并制定河流生态调查技术规范。

2.7 现有工作基础

目前，编制组开展了大量河流生态调查工作，积累了大量野外调查工作经验，对于规范的合理可操作性提供了很好的保障。同时，整理收集了国外河流成功的经验案例，也为规范的编制提供了很好基础支撑。

3. 标准制定技术路线与实施方案

3.1 编制目的

明确河流生态调查技术内容与要求，支撑长江、黄河等重点流域水生态监测工作开展，科学收集流域水生态基础数据，建立全国水生态基础数据库，开展重点流域水生态健康评价与问题诊断，在此基础上制定水生态保护目标，支撑未来我国重点流域水生态保护与修复管理工作。

3.2 编制依据

下列标准和规范中的条文通过在本规范中引用而成为本规范的条文，与本规范同效。

GB 3838-2002 地表水环境质量标准

GB 50179-2015 河流流量测验规范

HJ 493-2009 水质采样 样品的保存和管理技术规定

HJ 495-2009 水质采样 采样方案设计技术规定

HJ 710.8-2014 生物多样性观测技术导则 大型底栖动物

HJ 91.1-2019 污水监测技术规范

SL 219-2018 水环境监测规范

SL 58-2014 水文测量规范

JJG 20-2001 标准玻璃量器检定规程

ISO 10260-1992 水质 生化参数测量 叶绿素 a 浓度的光谱测定

当上述标准和规范被修订时，应使用其最新版本。

3.3 编制原则

(1) 科学性与实用性相结合原则

部分调查要素的调查点位布设、调查内容和调查方法等，一方面参考了国内外科学研究的基础和成果，保证河流生态调查的科学实施；另一方面参考了实际

调查工作经验，对各个调查技术环节的实际操作进行考虑，尽量规范野外调查中可使用的技术方法。

（2）管理导向原则

对于调查内容规定以鼓励生态修复与保护管理为导向，尽量选择通过治理和修复能有效提升河流生态健康的对象进行调查。

（3）技术偏重性原则

本规范提出的调查技术，主要是从不同调查要素的调查要求进行规定，而对于以往较为成熟的工具使用方法没有作为重点进行规定。

3.4 编制方法

本技术规范编制主要采取政策分析、文献调研、案例分析和咨询论证等方法。首先进行资源分析，包括政策制度分析、文献调研等，研究技术规范制定的必要性、制定要求、制定的主要内容等等。通过资料分析，得出技术规范的重点，并制定规范草案。其次，结合已有实际河流野外生态调查工作，进行案例分析，对一些应用环节进行考虑完善。然后，在草案的基础上，起草规范文本，并依据情况，开展专家咨询论文，听取重点行业、环保单位、建设单位、管理部分等的意见，修改和完善技术规范。

（1）政策分析：分析法律法规、部分规章和文件，以及相关标准导则对技术规范修订的要求，梳理出编制本规范的重点和难点。

（2）文献调研：搜集有关国内外河流生态调查、生态健康评价的相关著作和文献，调研出最新的评价发展及应用现状。

（3）案例分析：通过对辽河流域、滦河流域、红水河流域等区域开展野外调查工作，从应用的角度对规范进行了完善。

（4）咨询论证：通过召开专家咨询会和访谈等方式，听取重点行业、环保单位、建设单位、管理部分等的意见。

4. 技术规范主要内容

4.1 适用范围

河流是指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。本规范建议调查对象涉及可涉水型的小型河流与溪流(深泓水深小于1.2米)、不可涉水的河流与江河(深泓水深大于1.2米)。

本规范以河流生态健康评价、流域可持续性管理为目标,规定了河流生态调查的技术要求,适用于以河流生态环境保护科学研究、管理与突发污染应急评估为目的的水生生物及其生境调查等工作。

4.2 总体框架和主要内容

- (1) 范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 河流生态调查方案设计
- (5) 基础信息要素调查
- (6) 生境要素调查
- (7) 水生生物要素调查
- (8) 数据的质量保证
- (9) 数据整理与汇编

4.3 引用标准

本规范所引用不标准和规范被修订时,其有效版本适用于本规范,并按照GB、GB/T、HJ/T、公告、通知的顺序分类列出。

4.4 名词术语

本规范中术语和定义一般采用标准和规范方式定义,现有标准中已有的不纳

入本规范的术语和定义；其他标准可引用的，按照规范化定义方式定义，并纳入术语和定义。

(1) 河流生态系统 river ecosystem

指河流内生物群落与其周围环境相互作用所形成的统一体。

(2) 不可涉水河流 non-wadeable river

指人不能从一岸涉水走到另一岸的河流，即深泓水深大于 1.2 m。

(3) 可涉水河流 wadeable river

指人能从一岸涉水走到另一岸的河流，即深泓水深小于 1.2 m。

(4) 河段 river reach

指河流上两限定断面之间的区段。

(5) 断面 transection

指在调查区域内所设置的进行测量或样品采集的整个剖面。

(6) 河流水面宽度 water width of river

指在河流断面上水面达到两侧堤岸位置间的直线距离。

(7) 生境 habitat

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。

(8) 河岸带 riparian zone

指河流高低水位之间的河床或高水位之上直至河水影响完全消失的地带。

4.5 河流生态调查方案设计

河流生态调查方案是开展实际调查活动的纲领，对具体的河流生态调查工作具有指导性意义。任何一个河流生态调查都有其目的性，那么围绕不同的目的所调查的内容、开展的方式也就各不相同。因此，河流生态调查方案设计是在一切调查工作之初就需要定好的，是河流生态调查工作的重要基础。河流生态调查方案的内容包括明确调查类型、确定调查内容、布设调查样点、设置调查断面、安排调查时间及频次。

(1) 调查类型

河流生态调查有不同的执行目的和执行主体。根据执行目的和执行主体可分

为不同调查类型，主要包括业务管理型调查、科学研究型调查和突发污染事件型调查等类型。三种类型河流生态调查涉及的调查内容不同，开展的调查频次要求也有差异。

业务管理型调查属于管理部门负责的以区域河流生态环境保护管理为目的的调查。业务管理型调查以河流生态系统健康状态管理为重点，河流基础性的自然地理特征信息无需调查，因为这些基础信息被地方管理部门所掌握，关注的重点应是以水生生物群落结构变化。此外，业务管理型调查的频次根据实际管理要求开展执行。

科学研究型调查属于科研机构负责的以河流生态环境质量评估等科研为目的的调查。这类调查有着明确的研究目的，或以河流生态系统基础状态摸底为目的、或以观测河流生态系统变化过程为目的、或以评价河流生态系统健康状态为目的。该类型调查需要全面收集河流生态系统相关的信息，因此比较业务管理型调查所涉及的内容和要求更高。

突发污染事件型调查属于以突发污染型事件对河流生态系统影响评价为目的的调查。这类调查仅在发生突发性事件之后才进行，例如突发性污染，需要了解河流生态系统受到的影响才开展，调查内容主要涉及受突发事件影响的一些内容，包括水化学、底质、水生生物等。

(2) 调查内容

河流生态调查包括基础信息、河流生境和水生生物等 3 种要素（表 4-1）。

表 4-1 河流生态调查的内容

调查要素	调查内容	业务管理型调查	科学研究型调查	突发事件型调查
基础信息要素	基础地理信息	选做	必做	必做
	现场状况信息	必做	必做	必做
河流生境要素	河道几何特征	选做	选做	选做
	堤岸形态	选做	选做	选做
	人造工程	选做	必做	选做
	水质	必做	必做	必做
	底质沉积物	选做	必做	必做
	水文水动力	选做	必做	选做

	河岸带状况	选做	必做	选做
水生生物要素	浮游生物	不可涉水河流必做	不可涉水河流必做	不可涉水河流必做
	着生藻类	可涉水河流必做	可涉水河流必做	可涉水河流必做
	大型底栖动物	必做	必做	必做
	鱼类	选做	选做	必做
	水生维管束植物	选做	选做	选做

基础信息是河流生态调查中重要的内容，是了解河流基本自然、地理、气候等基本内容。基础信息有利于管理者和研究人员对调查河流的自然背景有大体掌握和判断，对于一些管理措施的制定和研究结论的获得提供可靠性依据。尽管国外相关河流生态调查技术规范中没有对基础信息要素做出明确规定，但在实际调查过程中实用的调查纪录表中都含有河流基础信息的内容，这些内容几乎已经变成了约定俗成的调查内容。

生境要素是河流生态调查中十分必要的内容。生境要素内容基本反映了河流客观的物理、化学质量信息，一方面这些信息有助于了解水生生物生存的环境质量状况，构成河流生态系统健康评价的重要组成部分。另一方面也作为河流生态系统修复的管理内容，对改善提升河流生态系统健康状态提供管理对象和抓手。因此生境要素内容，在河流生态调查中十分重要的内容之一。

水生生物要素是河流生态调查中的核心内容。水生生物要素是河流生态系统中最重要组成，可以提供比水质等化学指标更为准确的生态质量状态信息。水生生物根据自身的生活史长短和生境需求，可以体现更长期、更综合的河流环境质量变化信息。例如藻类与水体中营养元素密切相关，其生活史周期大概为几天至数周之间，故其可以反映短时期内河流水体温度、营养状态的变化信息。大型底栖动物有多种生命周期，既有短寿命的也有长寿命的类群，具有整合不同时间尺度上影响因子的能力；其对环境的耐受程度差异大，敏感物种可以指示短期的、低剂量的环境污染，同时大型底栖动物具有多种的营养结构等级，可以指示环境干扰的累积效应。鱼类是河流生态系统中的高级消费者，其运动能力更强、

运动范围更大，寿命通常较长，因此能整合更长时间尺度和更大空间尺度上的环境干扰。河流管理中的水质基准与标准、相关动物多样性保护法律法规以及公众关注度都与鱼类密切相关，故鱼类也是河流生物监测评价中常用的生物类群。

（3）调查样点

基于调查类型的差异，调查样点的设置原则各自有所偏重。

业务管理型调查的样点设置主要从管理需求的角度出发，将河流生态调查与现行水环境管理单元、水质监测断面进行衔接，在可以满足现行管理需求的基础上融合河流生态调查监测的管理要素。同时，业务管理型调查还应在社会关注度较高的河流或河段开展调查，以解决一些社会关注的问题或民生问题。最后，业务管理型调查还要结合不同地方的实际管理能力，在点位数量设定上尽量少，能满足管理的最低需求即可。

科学研究型调查有着明确的科学目的。一般来说以调查河流水生生物多样性结构、评价河流生态系统健康状态、设置河流生态系统保护目标等为主要目的，从科学的角度出发，调查点位应该能够反映调查区域内不同的河流生态系统特征，包括水生生物群落组成与结构方面的特征，同时也包括水文地貌等自然要素的特征以及人类活动压力类型及强度变化的特征。因此，调查点位要全面、具有典型性，同时减少河流生态系统空间的自相关性，以及降低调查所消耗的人力与物理成本，做到以最低的付出换取最多的信息。

突发污染事件型调查只针对发生了突发污染事情后，带有强烈的目的性开展河流生态调查。一般根据突发污染事件估计影响的区域范围，针对性设置样点，并设置未受影响区域作为参照对比。如果突发污染事件涉及自然保护区、水产种质资源保护区、高生物多样性区域等高价值水域，可以增加监测样点，开展加密监测。

（4）调查断面

调查断面的设置是在河段上完成的，先要在调查样点上明确一个调查区域范围，规定一个适合的调查长度河段。从国际文献调研情况来看，调查河段长度一般都根据河道与河岸带异质性程度来确定，对于小型河流来说，河道生境异质性很高，激流、缓流、浅滩、深潭等不同类型生境交错出现，而同时河岸带上乔木、灌木、草本植物交替出现，总体表现出复杂的变化规律。在调查中，实际调查的

河段应该能够完全覆盖所出现的不同类型生境条件。因此，选择 30~50 倍河宽长度的河段开展调查，基本可以包含不同的生境类型。美国早期规定适用 20 倍河流水面宽度作为调查河段，而后 EMAP 项目中则规定使用 100 倍河流水面宽度作为调查河段，而美国 EPA 发布的 RBPs 中则规定使用 40 倍的河流水面宽度作为调查河段，这在之后的很多研究都得到证实，认为 40 倍河流水面宽度可以保证监测到河流中 80% 以上的物种信息。对于河流等级很低的溪流，由于其河宽可能仅 1~3 米，会造成调查河段长度过短，这样也难以保证能够覆盖不同类型的生境条件。综合上述，要求调查河段不短于 150 米较为合理。对于大型河流来讲，其河道与河岸带的异质性程度变化较小，但也不乏其中存在着支流汇入、人造工程等出现，使得整体生境类型发生变化。同时，大型河流的河宽较宽，一般来说在 100~500 米范围，甚至更宽。如果按照河流宽度倍数进行调查河段长度的设置，那么调查长度会过大，难以开展调查工作。鉴于此，除了考虑河宽倍数的要求之外，还对最长河段长度规定为 1 公里，以确保河流生态调查工作能正常开展，不需投入过多不必要的人力、物力和时间成本。最后还要考虑调查的危险性，河段长度覆盖的范围应该排除一些潜在危险区域，例如包括堤岸过于陡峭、潜在塌方风险、树木密集难以进入等难以操作或威胁调查人员人身安全的区域。

调查断面的设置与调查内容密切相关。

①地理形态调查：是针对河道与河岸带形态特征与类型的调查。考虑到河道与河岸带范围内微生境类型较多、变化较大，要设置保证足够多数量的调查断面，因此规定设置 10 个调查断面以反映河流地理形态类型调查的完整性。

②水动力学调查：是针对水流特征的调查。水动力学特征在河段尺度范围的变异程度较小，考虑到测量误差的影响，可以增加平行测量次数有效降低或取平均值作为整体特征，因此规定设置 3 个调查断面以反映水动力学特征。

③水质调查：是针对水化学指标的调查。水质调查断面设置在 HJ495-2009 中已有关于调查方法的明确要求，故本规范仅建议参考 HJ495-2009 的相关要求进行即可。

④底质调查：是针对河床组成的调查。底质组成与河道内微生境类型密切相关，例如大尺寸石块和卵石、小粒径碎石、泥沙混合、淤泥等不同底质类型反映的是不同的微生境类型，其形成过程主要受到区域自然环境条件、土壤条件、水

动力条件等影响，与水动力一样，在河段尺度范围内的变异程度较小，考虑到测量误差的影响，可以增加平行测量次数有效降低或取平均值作为整体特征，因此规定设置 3 个调查断面以反映底质组成特征。

⑤沉积物调查：是针对河道底部沉积物理化性质的调查。沉积物调查一般都在受影响河段进行，根据实际情况选取典型断面代表河段沉积物质量情况即可。

⑥河岸带植被调查：是针对河岸带陆生乔木、灌木、草本等天然或人工植被的调查。在陆域生态学中，植被一般以样方、样带、样线为单位进行调查。河岸带植被受自然气候、水文节律以及人类活动的影响，其组成与结构在河段尺度范围内变化较大，因此规定在河岸带选择不少于 3 条的样线或 3-5 个样方进行植被覆盖调查。

⑦水生生物调查：是针对河流中浮游生物、大型底栖动物、着生藻类、水生维管束植物等的调查。我国湖泊、水库等水体中对于水生生物的调查一般随机选择 3 个断面收集平行样品，以减少采样的误差。考虑到很多大型河流中在河段尺度范围内水生生物的空间变异程度可以忽略，因此本规范仅从降低采样误差的角度进行规定，随机设置 3~5 个代表性生境断面进行调查。

此外，针对小型河流与溪流，河段尺度范围内生境类型变异较大，多样性极高，尤其表现在底质组成与类型特征方面，因此针对小型河流与溪流大型底栖动物调查，专门制定了规范性断面设置方法（图 4-1），通过增加断面数量以保证调查河段内采集到绝大部分的底栖动物种类。在此方面，欧盟 WFD 则规定要求设置 20 个监测断面，但不同成员国在执行过程中，主要还是以本国成熟公认的监测技术要求来执行，例如瑞典只设置 5 个断面；丹麦设置 3 个断面，但每个断面要采集 4 个平行，相当于设置了 12 个断面；法国则没有具体数量要求，只规定要根据水文地貌特征类型进行断面设置。英国则根据上世纪开展的监测计划中 Rivpacs 模型要求进行断面数量的设置。因此，本规范根据国外实际采用的断面设置要求，同时结合实际监测的工作量和工作投入，制定了规划性监测方案，一方面尽可能降低了监测断面数量，监测断面可以覆盖河道两岸及中央区域。另一方面也确保了监测的科学性，可以充分体现大型底栖动物的组成信息完整。

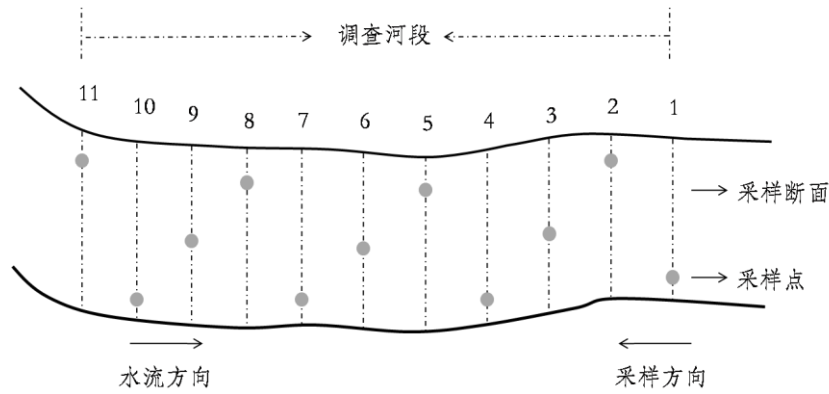


图 4-1 规划性断面设置示意图

(5) 调查时间与频次

河流生态调查时间和频次根据调查类型的不同而有所差异。

业务管理性调查从管理可操作等角度出发，通过调查能够获得反映河流生态系统质量状况的数据即可，为排除降水、洪水、冰封等自然天气影响，调查时间适宜安排在春末夏初的非汛期开展。

科学研究性调查从研究的目的出发，根据研究需求进行调查时间和频次的设置，一般都会覆盖不同季节、汛期与非汛期等时间尺度变化，以体现河流生态系统的自然波动变化。因此，调查频次规定至少 2 次，调查时间安排在不受降水影响的季节。

突发事件型调查从解决问题的角度出发，一般调查要包括影响之后和修复管理改善之后两个不同时间点，因此在调查频次上仅规定不要于 2 次，调查时间上无限制要求。

4.6 基础信息要素调查

(1) 调查项目

包括基础地理信息和现场状况信息调查。基础地理信息调查项目包括经纬度和海拔。现场状况信息调查项目包括调查时间、气温和天气情况。

基础信息调查涉及的内容简单，主要是以地理位置、气候等自然环境背景为主，同时包括调查时的天气情况等。经纬度主要用于后期标定调查点位的空间位置，或分析地理空间尺度对水生态格局的影响时使用。海拔信息主要用于河流分类判定。时间和气温主要用于辅助确定采样季节，也是数据分类的标准之一。天

气情况主要用于辅助判定调查数据出现异常时所造成的原因。

(2) 调查方法

经纬度、海报现场由 GPS 测量；调查时间由计时工具获取；天气情况由调查人员观测后记录；气温由温度计测量。这些调查方法相对比较简单，也广泛使用和认可。

4.7 生境要素调查

(1) 调查项目

包括地理形态、水文水动力学、水质、底质沉积物和河岸带状况调查。

①地理形态调查项目包括河流几何特征、堤岸形态和人造工程。

描述河流形态特征有两个目的：一是对潜在的有价值的鱼类栖息地进行评价；二是对受外界干扰敏感的生境进行评价

②水文水动力学调查项目包括河流水面宽度、水深和流速。

河流水面宽度是指当时水流横截面上沿的宽度，是一个动态变化的宽度，单位是 m。河流水面宽度一方面是确定野外调查河段长度的基本依据，同时也是体现河流水文变化特征的指标之一，可以侧面反映水量变化情况，这对与水生生物尤其是鱼类非常重要，水面宽度增加可以为生物提供更多的栖息环境，增加生物多样性。

水深是指水面到河底的垂直距离，单位 m。水深是河流水文基本参数，包括平均水深、最大水深等。水深大小是由水量和河道地形决定，洪水期和枯水期的河流水深差异明显，平缓的河道断面各处水深差异不大，陡坡形河道中心水深是岸边水深的数倍或数十倍。水深与多项水质指标有一定的关系，如透明度、溶解氧等，也影响河床渗透率、水生生物的分布等。

流速是指液体流质点在单位时间内所通过的距离，单位 m/s。常用的流速包括平均流速、最大流速、表层流速、底层流速和岸边流速。河道里各点水流的流速是不同的，靠近河底、岸边处的流速较小，河中心近水面处的流速最大。为了计算简便，通常用横断面平均流速来表示该断面水流的速度。流速的大小也决定水生生物的结构。有些鱼类和底栖动物喜欢在急流中生活，有些则喜欢生活在静水中，大型水生植物一般在静水中生长。测量流速时，可配合生物监测点位，定

点测量平均流速。

③水质调查项目包括必测项目和选测项目，必测项目包括水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、COD、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、总氮和总磷。水质参数是用以表示水环境（水体）质量优劣程度和变化趋势的水中各种物质的特征指标。

水温：是太阳辐射、长波有效辐射、水面与大气的热量交换、水面蒸发、水体的水力因素及水体地质地貌特征、补给水源等因素综合作用的热效应。水温决定着水生生物的基础代谢活动和繁殖行为，对于藻类水华爆发、鱼类繁殖等具有影响作用。

pH：是指溶液中氢离子的总数和总物质的量的比。pH 受到人类活动包括污水排放、矿山开发等影响，同时又影响了水生生物分布，不同物种对于 pH 有着不同的适宜范围，这也是进行生物指示分析的重要内容。

电导率：用来描述水体中电荷流动难易程度的参数，以数字表示的溶液传导电流的能力。农业面源污染、矿山开发、融雪剂使用等等都会影响河流电导率的改变，进而引起的藻类、底栖动物、鱼类等水生生物群落结构改变，又通过上行-下行效应在不同水生生物类群间相互作用，并将该影响延伸至生态系统过程与功能水平。

浊度：为水样光学性质的一种表达语，用以表示水的清澈和浑浊的程度，是衡量水质良好程度的最重要指标之一，也是考核水处理设备净化效率和评价水处理技术状态的重要依据。浑浊度的降低就意味着水体中的有机物、细菌、病毒等微生物含量减少，这不仅可提高消毒杀菌效果，又利于降低卤化有机物的生成量。

化学需氧量（COD）：是指化学氧化剂氧化水中有机污染物时所需氧量。化学耗氧量越高，表示水中有机污染物越多。水中有机污染物主要来源于生活污水或工业废水的排放、动植物腐烂分解后流入水体产生的。

氨氮：指水中以非离子氨（ NH_3 ）和铵离子（ NH_4^+ ）形式存在的氮。非离子氨是引起水生生物毒害的主要因子，而铵离子相对基本无毒。

亚硝酸盐氮和硝酸盐氮：亚硝酸盐氮指的是水体中含氮有机物进一步氧化，在变成硝酸盐过程中的中间产物。水中存在亚硝酸盐时表明有机物的分解过程还在继续进行，亚硝酸盐的含量如太高，即说明水中有机物的无机化过程进行的相

当强烈，表示污染的危险性仍然存在。

总氮和总磷：是水中各种形态无机和有机氮的总量。包括 NO_3^- 、 NO_2^- 和 NH_4^+ 等无机氮和蛋白质、氨基酸和有机胺等有机氮，以每升水含氮毫克数计算。总磷是水样经消解后将各种形态的磷转变成正磷酸盐后测定的结果，以每升水样含磷毫克数计量。总氮和总磷测定有助于评价水体被污染和自净状况。地表水中氮、磷物质超标时，微生物大量繁殖，浮游生物生长旺盛，出现富营养化状态。

④底质沉积物调查项目包括底质组成和沉积物理化性质。

河流底质是河流栖息地调查时常用的指标。在任何类型的栖息地调查中都要测量底质构成，主要原因包括：底质的成分决定河床的粗糙程度，而河床的粗糙程度对水力特征（包括水深，水面宽度和流速）影响很大；底质给许多鱼类提供必需的微环境。例如，许多鱼类需要特定的底质才能产卵，卵需要附着在底质上，同时水流流过底质间隙时，为掩埋的鱼卵提供充足的溶氧（Chapman, 1988）；底质变化可以指示河流生境质量受流域活动的影响状况。林业和农业活动引起的地表景观格局变化往往改变地表水流速和沉积率，这些过程的变化可以在底质基质成分变化中反映出来。

河流水体及底部沉积物作为河流生态系统重要组成部分，其环境质量的好坏严重影响着生态系统中浮游生物、底栖生物、鱼类等的生存。为了调查河流环境状况及生态系统完整性，需要对河流水质及底部沉积物的环境状况进行调查，例如水质参数水温、溶解氧（DO）、pH、氧化还原电位（Eh）、总悬浮颗粒物、颜色、气味等；影响水体及沉积物营养状况的氮、磷营养盐；水体中各种溶解性气体、可溶性有机物、重金属等；沉积物的有机质、及铅、铬、镉、砷等重金属和有机污染物（如多环芳烃、有机氯农药等）。

⑤河岸带状况调查项目包括河岸带质量状况和河岸带植被。

河岸带是河流高低水位之间的河床或高水位之上直至河水影响完全消失为止的地带（Gregory et al., 1991）。由于介于水体和陆地两种不同环境之间，河岸带生态系统兼具陆地生态系统和水生态系统的特征，表现出两种类型相互过渡的变化趋势，常被称为河岸缓冲带。作为一种生态交错带，有着较高的生物多样性和明显的边缘效应。河岸带生态系统功能的发挥与植被和土壤的状况直接相关，植被和土壤的质量在很大程度上决定了河岸带系统的健康状况。

(2) 地理形态调查项目调查方法

① 河流几何特征

进行河流几何特征的调查，只需记录每个断面上调查者所在位置的河道几何特征类别，并测量 5 个河道几何特征参数：堤岸顶部宽度、河道深度（从堤岸顶部到谷底线的距离）、堤岸倾角（从堤岸顶部到堤岸底部的角度）、堤岸高度（从堤岸顶部到堤岸底部的距离）、漫滩宽度（如图 4-2；图 4-3）。如漫滩宽度不能野外测量（可见距离过小或过大），可标记后在地图上完成测量。堤岸几何特征参数的测量应在河道一侧进行。测量可使用激光测距仪、倾角罗盘及反射镜。如遇集水区太深难以涉水，可使用手提深度探测器完成测量，将所测得深度加上从岸顶到水面的深度得到总深度。

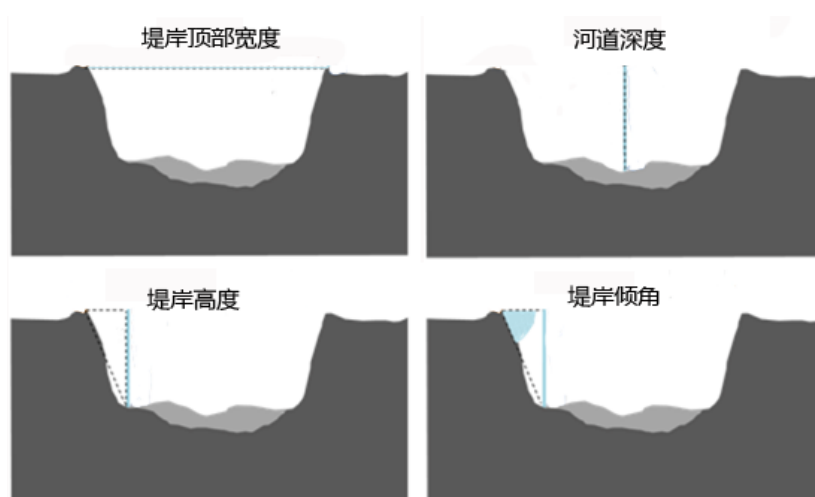


图 4-2 河道横截面几何特征参数的描述

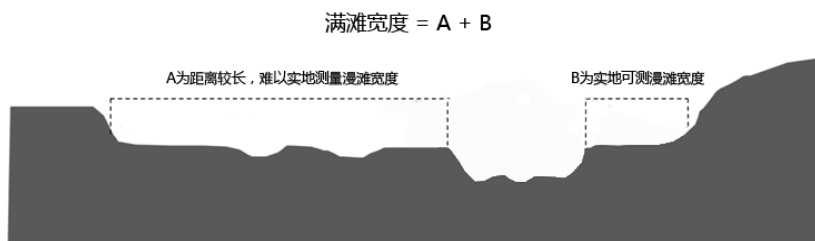


图 4-3 实地难以测量的漫滩宽度

② 堤岸形态

堤岸形态特征调查包括对堤岸顶部形态特征和堤岸表面特征的投资。堤岸顶部所涉及到的就是堤岸的上层，即满岸位置。进行堤岸顶部形态特征的描述，应包括远离河道的区域，因为这需要有足够的距离才能完成。距离的选择主要依据河流大小和堤岸形状。堤岸顶部的形态特征分为 7 个类别，如图 4-4。

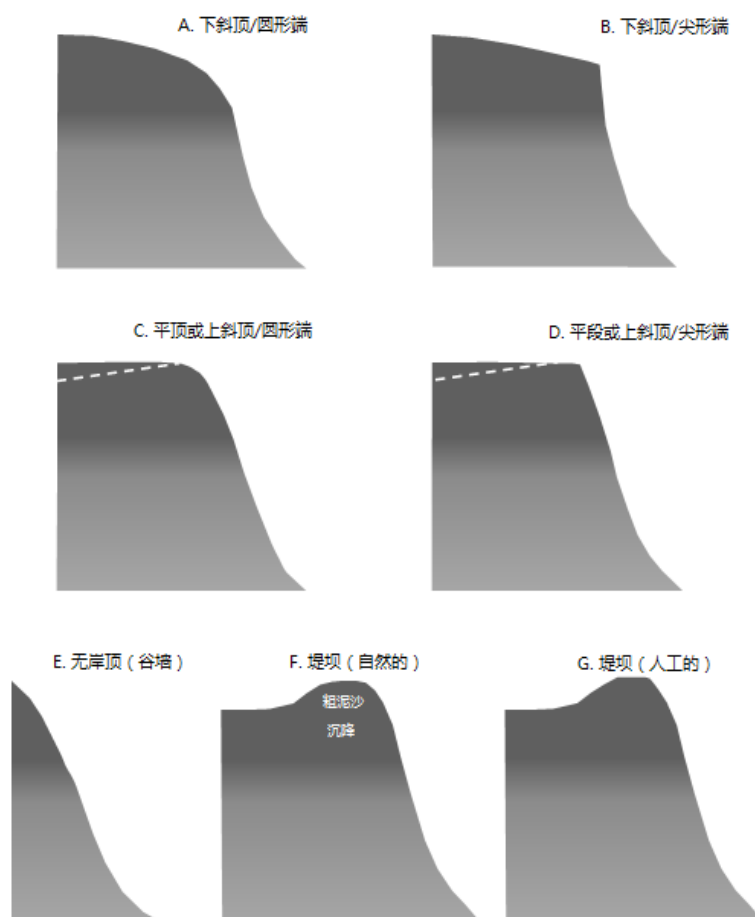


图 4-4 堤岸顶部形态特征类别

堤岸表面形态特征涉及从堤岸顶部到底部的堤岸坡面。图 4-5 对 12 个类别的堤岸表面形态特征进行了描述。野外调查中堤岸表面形态特征也许不会完全符合下列任何一种类型，应尽量选择最为匹配的。H 类型“嵌入岸”只适用于堤岸物质粘着性较强的河流，这些物质会随长时间的夏季冲刷而被逐渐带走。

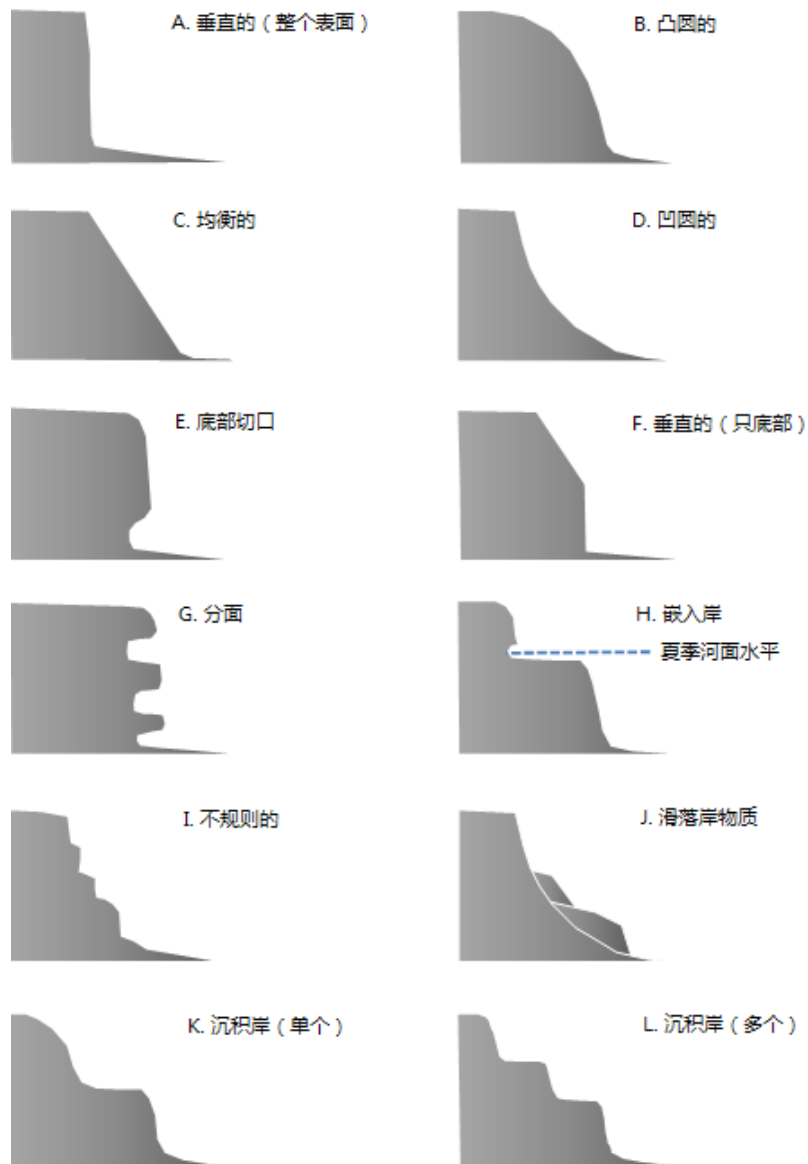


图 4-5 堤岸表面形态特征

③人造工程

河流人造工程所包括的几种形态有：岩石搁浅、防波堤、河床铺设（包括岩石陡坡道）、集堆等形式。调查应选在受到人造工程保护或影响的区域，其长度范围应不低于 10 m（断面每侧 5 m），只在河流一侧进行调查即可。

（3）水文水动力学调查

河流水面宽度采用卷尺或激光测距仪测量，卷尺适用于小型河流、水面宽度不大于 50m 的，这种测量方式实际操作性较强，对测量仪器要求较低；但中大型河流，水面宽度较大的河流需要使用激光测距仪测量，卷尺的误差太大。

水深和流速在水利部发布的相关标准中已有规定，包括 SL-58-2014 和 GB-50179-2015。因此本规范规定直接使用已发布相关文件中对水深和流速的测定技术要求。

(4) 水质调查

水质调查项目所涉及的指标基本都在 GB3838-2002 中已有规定，因此本规范规定直接使用已发布相关文件中对水质参数的调查与分析测定技术要求。

(5) 底质沉积物调查

①底质调查

底质类型是按照几何尺寸大小归类的，参见温特瓦分级表(Wentworth, 1922)。表中每个级别的尺寸是前一级别的两倍。温特瓦分级逐渐成为常用的底质类型工具(Cummins, 1962)，目前一般使用的是修正后的温特瓦分级标准(表 3.1)。实地调查中这种分类有助于描述平均底质大小并测定优势底质，目前在鱼类栖息地研究中经常使用。

表 4-1 修改后的温特瓦底质类型分级标准 (Mark and Nathalie, 1999)

底质类型	粒径大小范围 (mm)	样品级别
巨砾	>256	9
中巨砾	128-256	8
中砾	64-128	7
大卵石	32-64	6
中卵石	16-32	5
卵石	8-16	4
砾石	4-8	3
砂砾	2-4	2
沙子	0.06-2	1
黏土与细泥	<0.06	0

底质颗粒大小通常用肉眼判别，混合状态的细泥和黏土则较难区分。沙子和更小的物质可用手鉴别。比沙子粗糙的物质 (>2 mm) 可判定为砂砾这一级别。自然条件下的基岩(不随河流改变位置)有单独一个级别。如果河床主要底质比沙子粗糙，那么需要进行卵石计数，以确定物质颗粒大小的分布。

河床底质颗粒大小分布存在着空间变化。在扰动不频繁的河流中，颗粒分布随河床的深度而变化。浅滩很容易在低流速下涉水鉴别，一般代表了较粗糙的颗粒分布。集水区表面水流放缓，沙子大小的悬浮物会在此沉降。洪流的活动可以推动很大比例的粗糙物质，可以改变浅滩的总体形态特征，因此浅滩脊表面是重要的取样位置。

②沉积物调查

应根据采样要求和监测分析方法，选用不同的采样工具和贮存容器，并对采样工具和贮存容器进行必要的预处理，以减少对样品的污染。

采样容器的类型也应根据待测组分确定。分析地表水中微量化学时，选取的容器应不对水样引起新的干扰和污染。玻璃容器在贮存水样时会溶解出钠、钙、镁、硅、硼等元素，在测定这些项目时应避免使用。玻璃容器易吸附金属，聚乙烯等塑料容器易吸附有机物质、磷酸盐和油类，在选择容器材质时应予以考虑。在测定氟时，由于玻璃与氟化物发生反应，应避免使用。为降低光敏作用对水样的影响，可选取深色容器。采样容器的材料在化学和生物学方面应具有惰性，使水样与容器之间的反应减小到最低。同时，水样在采样容器中贮存的时间应尽量缩短，并快速移入样品保存容器中。

沉积物理化指标的测试分析方法参照《土壤和固体废弃物监测分析技术》。

(6) 河岸带质量状况调查

①河岸带生境质量

河岸带生境质量调查是河流生态快速调查技术中很重要的部分内容。河岸带生境质量调查目前我国学者基于国外的调查经验，提出了一套改进的适用我国河流河岸带生境调查的赋分体系，并在国内重要研究工作中得到了广泛推广和使用。因此，本规范仅规定了河岸带生境质量调查使用已成熟的现场打分法，并在附录中提供了相应现场打分使用的表格（表 4-2）。

表 4-2 河流栖息地环境质量调查记录表

时间： 年 月 日		采样断面名称：		
经度： 纬度：		海拔：		
栖息质量参数	好	较好	一般	差
1.底质	75%以上是碎石、鹅卵石、大石，余为细沙等	50%-75%是碎石、鹅卵石、大石，余为细	25%-50%是碎石、鹅卵石、大石，余为细沙等	碎石、鹅卵石、大石少于 25%，余为细沙

分值:	沉积物。	沙等沉积物。	沉积物。	等沉积物。
2.栖境复杂性 分值:	有水生植被, 枯枝落叶, 倒木、倒凹堤岸和巨石等各种小栖境。	有水生植被, 枯枝落叶, 和倒凹堤岸等小栖境。	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。
3.速度和深度结合 分值:	慢-深、慢-浅、快-深和快-浅 4 种类型都出现, 且几乎是平均分布。	只有 3 种情况出现 (如果是快-浅没有出现, 分值比缺少其他的情况分值低)。	只有 2 种情况出现 (如果快-浅和慢-浅没有出现, 分值低)。	只有一种类型出现。
4.堤岸稳定性 分值:	堤岸很稳定, 无侵蚀痕迹, <5%的堤岸受到了损害。	比较稳定, 偶发的小侵蚀地区已恢复好, 观察范围内 (100m) 有 5-30%的面积出现了侵蚀现象。	观察范围内 30-60%的面积发生了侵蚀, 且有可能在洪水期间发生大的隐患。	观察范围内 60%以上的堤岸发生了侵蚀。
5.河道变化 分值:	渠道化没有出现或很少出现, 河道维持正常模式。	渠道化出现较少, 通常在桥墩周围处出现渠道化。对水生生物影响较小。	渠道化比较广泛, 在两岸有筑堤或桥梁支柱出现。对水生生物有一定影响	河岸由铁丝和水泥固定, 对水生生物的影响很严重, 使其生活环境完全改变。
6.河水水量状况 分值:	水量较大, 河水淹没到河岸两侧, 或由及少量的河道暴露。	水量比较大, 河水淹没 75%左右的河道。	水量一般, 河水淹没 25%到 75%的河道。	水量很小, 河道干涸。
7.植被多样性 分值:	河岸周围植被种类很多, 面积大。50%以上的堤岸覆盖有植被。	河岸周围植被种类比较多, 面积一般。50-25%堤岸覆盖有植被。	河岸周围植被种类比较少, 面积较小。25-0%堤岸覆盖有植被。	河岸周围几乎没有任何植被。无堤岸覆盖, 无植被。
8.水质状况 分值:	很清澈, 无任何异味, 河水静置后无沉淀物质。	比较清澈, 有少量的异味, 河水静置后有少量的沉淀物质。	比较浑浊, 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。
9.人类活动 分值:	无人人类活动干扰或少有人类活动。	人类干扰较小, 有少量的步行者或自行车通过。	人类干扰较大, 并有少量的机动车通过。	人类干扰很大, 交通要道必经之路, 经常有机动车通过。
10.河岸土地利用类型 分值:	河岸两侧无耕作土壤, 营养丰富。	河岸一侧无耕作土壤, 另一侧为耕作土壤。	河岸两侧耕作土壤, 需要施加化肥和农药。	河岸两侧为耕作废弃的裸露的风化土壤层, 营养物质很少。
满分为 200	20,19,18,17,16,	15,14,13,12,11,	10,9,8,7,6,	5,4,3,2,1,0
总分值				

②河岸带植被

河岸带植被调查选用的方法由研究的目的确定。如研究的目的是了解河岸带植被的概况或进行植被健康评估,则可选用踏查的方法;而如果研究的目的是了解植被类型的群落结构和功能特征,则应采用样方调查的方法。

踏查法是沿河岸带行走,记录所看到的河岸带宽度、植被类型、优势物种、物种分布以及高度、盖度等生长和简单群落结构特征的调查方法。由于河岸带长度长,全河流的河岸带调查费时费力,花费巨大,且没有必要,因此踏查时主要选择样区进行。踏查采用样带法或样线法进行,每样区可根据情况选择 50 m,或更长距离的样带(线),每个区域做 3 个重复调查,调查记录每样带内的树种、灌木、草本物种分布等特征。调查人员需要具有植被物种识别基础,否则应采集标本或拍照记录物种信息。踏查速度相对较快,调查时至少保证有 3 个重复,以保证数据有统计学意义。

样方法或样带法是了解河岸带植被的结构和功能特征的基本调查手段,取样方法的选择取决于植被的分布方式。其中样方法被较广泛的采用。如果植被的分布呈带状,河岸带地质基底呈带状分布,或植被的宽度很窄,采样时选用样带法则更合理。河岸带植被生物多样性高,因此调查时要考虑河岸带的这一特性以尽可能的包含采样点的图特征。样方选择的原则是其能反映植被结构和功能特征。样方的面积和取样的数量是由物种多样性、空间组合和空间分异性决定,例如草本植物群落相对简单,取样面积通常 1×1 m 就足够反应其特征,我国北方河岸带多以草本植物为主,采样时通常采用 2×2 m 或 3×3 m 的样方;灌木群落比草本复杂些,取样面积可扩大至 4×4 m,甚至更大,样带则可采用 2×4 m 或 2×5 m;乔木个体的面积大,群落取样面积通常要达到 10×10 m, 20×20 m,甚至更大,样带面积则可根据实际情况确定。

河岸带植被调查内容包括株数、覆盖度和生物量,反映的是河岸带植被生长情况、质量等级以及生态服务功能大小等多方面特征。

株数是样线或样方内不同植物种类的植株数量,现场统计记录即可获得。覆盖度根据植物在样线或样方内覆盖比例现场进行估测,一般可借助于卷尺完成。生物量直接采用收割法进行,包括植物地上部分和地下部分,草本植物易于收割,可现场测量的湿重,同时方便带回研究室测量干重;灌木需要分根、茎和叶分别

测量其干湿重；乔木需要根据胸径等指标建立方程，计算生物量。

4.8 水生生物要素调查

(1) 调查项目

包括浮游植物、浮游动物、着生藻类、大型底栖动物、鱼类和水生维管束植物等生物类群的物种组成、密度（数量）、生物量（体长和体重/生长高度）。

①物种组成

群落的物种组成是决定群落性质最重要的因素，也是鉴别不同群落类型的基本特征。群落学研究一般从分析物种组成开始，以了解群落是由哪些物种构成的，它们在群落中的地位与作用如何。不同的群落有着不同的物种组成，例如长江流域鱼类群落，全长 2300 km 的金沙江为冷水性鱼类和冷温性鱼类交替地带；1000 余 km 的宜昌至湖口江段湖泊密集，平原型鱼类为主，江湖半洄游鱼类居重要地位；湖口至江阴江段近 700 km，除江河平原型鱼类，洄游性鱼类在渔业中占据重要地位；江阴以下为河口水域 200 km，淡水、半咸水鱼类交汇分布区。

构成群落的各个物种对群落的贡献是有差别的，通常根据各个物种在群落中的作用来划分群落成员型。对群落的结构和群落环境的形成起主要作用的种称为优势种，它们通常是那些个体数量多、生物量高、生命力强的种，即优势度较大的种。亚优势种指个体数量与作用都次于优势种，但在决定群落性质和控制群落环境方面仍起着一定作用的物种。伴生种为群落的常见物种，它与优势种相伴存在，但不起主要作用。偶见种是那些在群落中出现频率很低的物种，多半数量稀少。偶见种也可能偶然地由人们带入或随着某种条件的改变而侵入群落中，也可能是衰退的残遗种。有些偶见种的出现具有生态指示意义，有的还可以作为地方性特征种来看待。

②密度（数量）

指的是在一定空间范围内同种生物单位面积或体积中的个体数量。密度或个体数量是反映物种种群规模的指标，也是分析物种相对丰度、优势度和多样性的基础。尤其在水生生物耐污特征定量分析中，密度或个体数量一般用于作为权重分配的重要依据，在很多生物评价指标计算过程中有所应用。

③生物量（体长和体重/生长高度）

是指某一时刻单位面积内实存生活的有机物质（干重）（包括生物体内所存食物的重量）总量。在浮游生物、底栖动物、维管束植物中都称为生物量，而在鱼类中称为生物量或渔获量。测定群落的生物量，可以反映群落利用自然潜力的能力，衡量群落生产力的高低，也是研究河流生态系统物质循环的基础。此外，体长/生长高度是从另外一个角度来反映群落物质循环与生产力水平，同时群落体长频度也是衡量或评价生态系统健康状态的工具。

（2）调查方法

①浮游植物

本规范仅对浮游植物样品的采集方法的规定，浮游植物物种鉴定要求、密度和生物量计算要求在 SC/T 9402-2010 中已有明确要求，规定参照已有技术文件执行。

采样量应根据浮游生物密度而定，一般原则是：浮游生物密度高，采水量可少量；密度低则需增加采水量。流速较快的河流中浮游生物密度偏低，需要加大采水量。对于浮游植物而言，一般要采集 2 L 水（Angradi, 2006），加入 1.5% 体积比例的鲁哥氏液进行固定（全国重点湖泊水库生态安全调查技术规程）。河流上游（可涉水河流）流速较快，上下层混合较快，直接取水 2 L 保持在样本瓶中。河流下游（不可涉水河流）水较深，水体混合较好的河段，在水深 0.5~1 m 处采混合样即可，若是河水流速变化较大，浮游植物分布有空间差异性，则在水体不同地点和水层采样混合，然后取 2 L 混合水样（Angradi, 2006）。

浮游植物样品采集方法包括定量样品和定性样品的采用，本规范规定定性样品使用 25#（100 孔/cm）浮游生物网采集，定量样品使用采水器采集 2L 水。除此之外，本规定针对河流类型差异，规定可涉水河流仅表层 0.5 米处采集 2L 水，不可涉水河流定量样品表层 0.5 米和底层 0.5 米处采集等体积水混合后取 2L，同时水深超过 5 米时还需要增加中间水层样品采集。这样基本可以表征河流水体浮游植物的全部群落组成信息。

②浮游动物

本规范仅对浮游动物样品的采集方法的规定，浮游动物物种鉴定要求、密度和生物量计算要求在 SC/T 9402-2010 中已有明确要求，规定参照已有技术文件执行。

采样量应根据浮游生物密度而定，一般原则是：浮游生物密度高，采水量可少量；密度低则需增加采水量。流速较快的河流中浮游生物密度偏低，需要加大采水量。对于浮游动物而言，一般需要采集 50~100 L 水，通过 25#浮游生物网过滤，然后加 5% 体积比例的甲醛溶液固定（全国重点湖泊水库生态安全调查技术规程）。河流上游流速较快，上下层混合较快，根据流速将 25#浮游生物网放在水中（网口垂直插入水中，流速大时可将半个网口插入水中），单位时间的流量即为滤水体积，或舀水经浮游生物网过滤后，所收集到的样本移入 100 ml 塑料瓶中。河流下游水较深，水体混合较好的河段，在水深 0.5~1 m 处采混合样即可，若是河水流速变化较大，浮游动物分布有空间差异性，则在水体不同地点和水层采样混合成一个样品（Angradi, 2006）。

浮游动物样品采集方法包括定量样品和定性样品的采用，本规范规定定性样品使用 13#（64 孔/cm）浮游生物网采集，定量样品使用采水器采集 10L 水。除此之外，本规定针对河流类型差异，规定可涉水河流仅表层 0.5 米处采集 10L 水，不可涉水河流定量样品表层 0.5 米和底层 0.5 米处采集等体积水混合后取 10L，同时水深超过 5 米时还需要增加中间水层样品采集。这样基本可以表征河流水体浮游动物的全部群落组成信息。

③着生藻类

i 样品采集

着生藻类的分布极其广泛，无论河流上游或下游，只要阳光能照射到的底质上均有分布。它是溪流中主要的生产者和河流食物网组成基础部分之一，能够有效降低流量并稳定其所在的底质环境，为其它类群生物提供稳定的生境（Stevenson, 1996; Dodds and Biggs, 2002）。按照其生长的底质类型分类，分为石面藻类（附着于石头表面），砂质藻类（附着于砂砾表面），木质藻类（附着于乔木表面），附泥藻类（附着于底泥表面）与附植物藻类（附着于其它植物表面）。其中附着于底泥和砂砾表面的着生藻类通常成丝状或垫状，受到流量的影响较大（Allan and Castillo, 2007）。

着生藻类对水文条件最为敏感，采样最好在水文条件相对稳定时期进行。Peterson 和 Stevenson（1990）建议采样应在洪水期结束三周后进行，此时着生藻类能够重建一个成熟的着生生物群落。着生藻类受流量干扰后，短期内群落结构

就能恢复到干扰前水平，洪水期后如再没有流量扰动，着生藻类 7 天就能恢复到顶级群落的状态（Stevenson, 1990）。

由于着生藻类固着生长的特性，本规范规定着生藻类采集使用天然基质法或人工基质法。定量样品需要计算单位面积上着生藻类密度，需要对采样面积使用进行规定。同时考虑着生藻类群落生长更替的周期，本规范对人工基准法中培养时间周期进行规定。为减小随机取样的误差，每次取出的基质数应不少于 3 片（块）。

ii 物种鉴定要求

硅藻样品的预处理可参见胡鸿钧和魏印心（2006）的方法。具体步骤如下：
（1）用吸管吸取 5 ml 样本放入小玻璃试管中；（2）加入与标本等量的浓硫酸；
（3）然后慢慢滴入与标本等量的浓硝酸，此时即产生褐色气体；（4）在酒精灯上微微加热直至标本变白，液体变无色透明为止；（5）等待样本冷却后，离心得到沉淀，吸出上清液；（6）加入几滴重铬酸钾饱和溶液，待样本沉淀后，吸出上清液；（7）用蒸馏水冲洗样本，沉淀后吸出上清液，重复洗 4~5 次；（8）加入几滴 95%乙醇；（9）将处理好的样品用微量移液管取 0.1 ml 样品滴于洁净的盖玻片上，待自然干燥后，滴一滴硅胶(Naphrax)封片，稍稍烘干即可；（10）待硅藻胶完全干燥凝固后即完成硅藻永久载片，然后放于标本盒中用于显微镜观察。每个样品制片 2 张。标本标签信息与样品瓶标签信息相同。

硅藻永久载片置于油镜（1000×）下，进行硅藻计数和鉴定。一般要求至少计数 300 个硅藻细胞（或 600 个壳），并至少观察到 10 个物种，并鉴定到最低分类单元。当某一或两个种类占绝对优势的时，“至少观察 10 个物种的规则”可以确保估测优势种的相对丰富度。在记录表中做好分类记录，并对重要种类进行绘图或拍照（Barbour et al., 1999）。

着生藻类鉴定技术流程可参见胡鸿钧和魏印心（2006）的方法，本规范对着生藻类鉴定个体数量和分类阶元水平进行规定，要求在鉴定过程中数据量分析明确了要求。

iii 生物量计算

叶绿素 a 是整个光合作用过程中的能量传递中心，各种藻类都含有叶绿素 a。水体中的叶绿素 a 含量可以反映浮游植物的丰度。过去叶绿素的测定采用三色分

光光度法，这个方法除测定叶绿素 a 外，还可以同时测定叶绿素 b、c 等其它色素的含量。此种方法计算的结果比较粗，误差大，现已很少使用。目前大多采用 Lorenzen (1967) 提出的单色分光光度法。此法虽只测定了叶绿素 a 的含量，但对脱镁叶绿素 a 的干扰进行了校正。由于叶绿素测定法比计数法更能客观地反映水体中的着生藻类和浮游植物的现存量，且简便快捷。同时叶绿素 a 含量通过换算，还可以指示初级生产力的大小。

着生藻类生物量测量可参见 ISO 10260-1992。

④大型底栖动物

i 样品采集

大型底栖动物采集方法已有很多发布标准和著作中进行介绍，包括：生物多样性观测技术导则--大型底栖动物(HJ710.8-2014)、《底栖动物与河流生态评价》等。本规范仅规定样品采集使用工具，定性样品采用 D-型网采集；定量样品采用索伯网（可涉水河流）或彼得逊采泥器采集（不可涉水河流）。具体采集技术流程参见已有技术性指导文件。

ii 物种鉴定要求

底栖动物包含了几个庞大的无脊椎动物类群，因而鉴定难度大。在进行底栖动物鉴定过程中，同一批样品，应当保持一致的鉴定标准。通常而言，鉴定的分类单元越小，数据的可使用性越高，但错分的机率会相对增加，鉴定的准确性也会下降。绝大多数的物种应鉴定到属或种。摇蚊幼虫应尽量鉴定到属或者亚科，其它类群可依据现有分类文献与分类者的具体能力而定。由于部分科的分类目前尚存在较大难度，表 4-3 仅为参考。对于蜉蝣目、毛翅目、蜻蜓目、襁翅目和双翅目等河流中主要昆虫类群，基本要求是至少分类到属。对于寡毛类和摇蚊科的分类，由于大多数研究单位存在鉴定能力的制约，且耗时耗力，可酌情考虑。

表 4-3 大型底栖动物（主要常见水生昆虫）分类鉴定基本要求

纲目	基本分类要求	推荐分类要求
蜻蜓目	属	属或种
襁翅目	属	属或种
毛翅目	属	属或种
蜉蝣目	属	属或种

鞘翅目	属	属
半翅目	属	属
广翅目	属	属
脉翅目	科	属
鳞翅目	科	属
膜翅目	科	属
双翅目（未包括摇蚊科）	属或者科	属或种
摇蚊科	亚科	属或种
寡毛类	纲	属或种
软体动物	属	属或种
虾、蟹	科	属

iii 密度与生物量计算

目前大型底栖动物参数已被广泛应用于评价河流健康和监测各类人为活动对河流生态系统的干扰。例如群落指数（Community Index, ICI）（Deshon, 1995）、快速生物监测因子（RBPs）（Shackleford, 1988; Plafkin et al., 1989; Barbour et al., 1992; 1995; 1996; Hayslip, 1993; Smith & Voshell, 1997）、B-IBI 因子（Kerans & Karr, 1994; Fore et al., 1996）等。各类参数都是通过对部分或全部底栖动物进行分类与计算而得到的，其通用性已经得到越来越多学者的认可（Barbour et al., 1995）。

密度和生物量是计算上述生物评价指标的基础，因此本规范对密度和生物量统计计算做出规定。密度通过种类计数，根据采样面积计算不同种类密度。生物量采用天平测量，根据采样面积计算不同种类生物量。

⑤ 鱼类

i 样品采集

鱼类采集方法很多，国内使用的渔具种类也有很多类型，例如绝户网、鱼笼、刺网、兜网等网具，具体使用哪种采样方法应根据采样点的实际特点而定，尽量避免或减少采样的误差，使所得样品有充分的代表性。遇到生境复杂的河流，例如同时包括浅滩和深水区，则可以考虑多种方法的综合使用（Hauer and Lamberti, 2007）。

可涉水区域通常位于河流上游地区，生境栖息地复杂程度较高，以鹅卵石为主的浅滩和水生高等植物密集的河岸是此区域的主要特征。国外鱼类调查经常使用电鱼器电鱼法，采样时一个人双肩背 20 管超声电鱼器电鱼，另一个人负责用抄网收集样品，并及时记录生境因子等自然状况。采集时间大约在 30~60 min 之间 (Barbour et al., 1999)。不可涉水区域通常位于河流中下游地区，生境栖息地复杂程度较低，河流底质以泥沙为主。其中河岸浅水区 (水深<1 m) 可采用电鱼法。中央深水区则主要雇船进行拖网捕鱼，每个采样点行进距离不超过 100 m。另外，有渔民的地方，还需从渔民渔获物中获取相应的样品 (Barbour et al., 1999)。

鉴于不同河流类型中鱼类网具的适用特点不同，同时电鱼器采集方法在国内已明确禁止使用，本规范仅对鱼类调查中方法的选择使用做出规定，可涉水河流采用主动收集法 (围网)；不可涉水河流采用主动收集法 (拖网、挂网) 和被动收集法 (地笼、渔获物调查) 相结合。

每种网具的使用方法一般要根据实际生境环境特点进行调整，具体操作过程受环境和人员操作能力原因影响很大，难以统一规范，因此本规范仅对各网具使用原则进行规定。具体包括：围网法在采样区域上下游设置拦网，自下游至上游方向围网捕鱼；拖网法在中央深水区驾船拖网捕鱼，拖网距离不超过 100 米；挂网法在典型生境区设置 3~5 片挂网，网目选择满足采集鱼类种类全面，12 小时后提网收集鱼类样品；地笼法在典型生境区投放地笼并固定，12 h 后提起收集鱼类样品；渔获物调查从渔民渔获物中收集鱼类样品。

ii 物种鉴定要求

各省或流域地区鱼类学调查与研究最为充分，对鱼类的鉴定能力也相对完备，同时有的区域可以参照彩色鱼类图谱进行鉴定，故鱼类物种鉴定工作本身难度不大。本规范对于物种鉴定的要求是尽量到种水平。

采样过程中，难以鉴定的鱼类种类需要制作标本，珍稀、稀有鱼类以及当地特殊物种，可适当少取，其余的应全部放归自然。同时我国现阶段已提出全面禁渔的管理要求，因此本规范规定难以鉴定种类选择 3~5 尾制成标本带回实验室鉴定，其余放生。

iii 体长和体重测量

体长和体重是估测鱼类种群结构特征、计算个体功能形态特征的基础资料。

本规范对鱼类体长和体重的测量方法作出规定。体长(或全长)采用量鱼板测量,单位 mm。体重采用天平测量,单位 g。

⑥水生维管束植物

i 样品采集

水生维管束植物包括种子植物、蕨类植物、苔藓植物中的水生类群以及藻类植物中可以假根着生的大型藻类,是不同分类群植物长期适应水环境而形成的趋同适应的表现型。由于河流水位变动较大,因而大型水生植物不仅包括生活在河流河道中的植物,还包括在河岸带长期适应湿生生境的植物。绝大多数的大型水生植物生长于缓流生境,只有少数种类生存于激流生境,如苔藓类植物、川苔草科与水穗草科等。大型水生植物对河流生态系统具有重要的影响作用,可为大型底栖动物和鱼类提供重要的生境(Humphries, 1996; Bowden, 1999); 能通过改变流速增加了河道的生境异质性; 可有效降低和吸附水体中悬浮物浓度(Schulz et al., 2003) 并固定有机质颗粒物(Horvath, 2004)。因此,在河流生态系统保护与恢复的研究中具有重要意义。

在进行大型水生植物群落研究时,样方或样带具有信息量大,可以反映不同尺度上植物群落的特征及与环境变化的相互关系,而且数据的可比性较强,因此样方法是最常用的方法之一。样方法尽管费时费工,但准确度高,不同采样区域的数据也便于统计和比较。通过大型水生植物的生长形态,一般可将其分为挺水植物、漂浮植物、浮叶植物和沉水植物(Hauer and Lamberti, 2007)。挺水植物常分布于 0~1.5 m 的浅水区域,根、根茎在水面之下,茎、叶和生殖器官挺出水面。常见的有:芦、蒲草、莲、水芹、茭白等。漂浮植物又称完全漂浮植物,根不着生于底质,整个植物体漂浮在水面上。这类植物具有发达的通气组织,或膨大的叶柄(气囊),常见的有:槐叶萍、浮萍、凤眼莲等。浮叶植物生长于浅水的缓流河岸带,其根生长于淹水的土壤中,其叶和生殖器官漂浮或生长于水面,常见的有:菱、睡莲、眼子菜属等。沉水植物固着于底质上,植物体全部位于水面下。叶子大多为带状或丝状,常见的有:苦草、金鱼藻、狐尾藻、黑藻等。

在进行大型水生植物群落研究时,样方或样带具有信息量大,可以反映不同尺度上植物群落的特征及与环境变化的相互关系,而且数据的可比性较强,因此样方法是最常用的方法之一。样方法尽管费时费工,但准确度高,不同采样区域

的数据也便于统计和比较。

因此本规范对水生维管束植物样方设置及采用工具进行规定：漂浮植物和低矮小型沉水植物采用 0.5×0.5 m 样方采集，大型浮叶植物和沉水植物采用 1×1 m 样方采集，高大挺水草本植物采用 1×1 m 或 2×2 m 样方采集，严重退化水体和植被稀疏生境的水生维管束植物采用 10×10 m 样方采集。可涉水河流直接收集，不可涉水河流中根系不深的植物采用带网铁铲采集，地下匍匐茎或根茎发达的植物采用潜水采集，漂浮植物捞取收集。

ii 物种鉴定要求

与陆生高等植物一样，水生植物的鉴定也需要提供植物的花、果与植株整体。因此采样应尽量选择秋季，此时大多数植株已进入成熟期，进行鉴定相对较为容易。鉴定能力较强的专家可根据非成熟个体的形态进行鉴定，而不受采样时期的限制。如果采样面积较广，则应合理安排采样规划，因为水生大型植物在水中较易腐烂，尤其是秋季突然的气温下降会加速植株的凋落和腐烂。某些特殊的实验设计也可根据自己的采样安排进行实验的安排。

由于水生维管束植物采集后会逐渐变形、变质腐烂，因此现场可以鉴定的物种尽量在调查现场完成物种鉴定工作。对于难以鉴定的，现场应拍照片进行记录，然后制作成腊叶标本，带回实验室进行鉴定。

iii 干重和生长高度测量

水生维管束植物干重和生长高度是反映群落生产力的参数，本规范对水生维管束植物干重和生长高度测量方法的规定，干重通过将每一种类在 60~80 °C 下烘干至恒重后称重获得，测量植株高度时，应当以植株的自然高度为准，不要人为撑直而影响植株高度。不同季节植被表现出不同的生长特性，种群高度应指该植物物种个体成熟时的平均高度。

4.9 数据质量保证与管理

(1) 数据的质量保证

① 监测过程

流域水体调查、观测和分析所获得的监测数据是生态系统结构、功能的基本资料，是实施流域可持续发展对策及优化管理的主要依据。因此，数据的可靠程

度直接影响着研究工作的质量和优化管理的成效。

质量保证和控制贯穿在整个调查研究工作的全过程。它包括采样点的布设、采样方法、采样时间、频率、样品的贮存运输、样品的实验室分析测试，数据处理、总结评价等一系列的调查研究过程，即全过程的质量控制和保证。

i 现场数据获取

在河流生态调查分析中，对某一特定环境，不同单位和人员取样分析往往会得到完全不同的分析结果，这会导致不同的判断和评价，采取不同的对策。在大规模的区域性环境调查研究中，各协作单位测得的数据之间，也往往因缺乏可比性而难以进行统一的归纳和总结。为了保证协作单位间数据准确可比，必须采取切实有效的质量保证措施，以保证得到的数据具有代表性、准确性、完整性、可比性和可溯源性，从而使整个调查研究工作高质量、高水平地完成。

为了保证检测数据能准确反映河流生态环境的现状，要保证得到的数据具有五个特征：数据的代表性、准确性、完整性、可比性和可溯源性。

数据的代表性：取决于采集样品的代表性。

数据的准确性：为了保证数据的准确性，尽量选择国际、国内公认的准确调查和观测方法；制定统一的技术要求（针对试剂、蒸馏水、仪器等）和质量控制措施（实验室内、间的）；对主要分析项目，使用统一的质量控制样品；规定严格的数据处理方法等。

数据的完整性：为了保证采集的样品能全面反映河流生态环境的状况，确保设计的采样点都能采集完全，不能缺漏，避免因样点的不完整而得出片面的结论。

数据的可比性：是上述数据特征的综合体现。必须保证一个水域内不同区域间的数据可比，不同水域间的数据可比，以及更大范围内的数据也可比。

数据的可溯源性：样品的野外采集和室内分析必须要有完整的记录和统一的上报表格。

本规范对现场数据获取过程中仪器使用、现场指标测试、指标人工赋分等内容进行规定，监测仪器使用前校准，现场测定指标重复 3 次取平均值；现场河岸带质量状况保持同一调查人员打分，减少主观误差；所有调查内容现场填写完整的调查记录表。

ii 现场样品采集

样品采集过程的质量保证包括采样方法、样品采集、运输和保存。

样品采集：必须在确定的采样时间、采样点用统一的采样器和采样方法进行采样。

样品运输：装有样品的容器必须妥善保护和密封，以防在运输过程中破损。在运输过程中还需防震、避免日光照射和低温运输。确保样品不丢失、不破碎，不受污染。在样品运输过程中，每个样品都要附有一张标签，根据采样记录或登记表对样品进行清点核对，以免有误或丢失。样品送至实验室时，要核对样品，验明标签，确认无误后签字验收。如不能立即进行分析，应尽快采取保存措施，防止样品污染。

样品保存：采集的样品中，从采集到分析的这段时间，样品的某些理化性质、水生生物等会发生不同程度的变化，必须立即加入固定剂对样品加以保护。

本技术规范对现场样品采集工具、方法、保存和运输环节进行规定，要求样品需使用统一的采样工具和采样方法进行采样，现场采集样品需保证 3 个重复，减少系统误差。同时样品保存与运输环节严格按照相关技术要求操作。

②分析过程

i 理化指标分析

理化指标的数据质量控制包括：分析方法、分析过程和基本操作。

分析方法：从河流调查的实际需要出发，尽可能选用国际上推荐的或在国内已经初步确定的标准分析方法或统一的分析方法。在水体化学分析方面，国内、外的标准分析方法或统一分析方法经过多部门统一协作验证，在实际中应用时间较长，方法准确可靠，适应面广，为广大环境分析人员所熟悉。如：国际标准化组织(ISO)推荐的方法和我国国家环保局组织编写的《水和废水监测分析方法》，以及其他全国性业务归口部门组织编写的方法等。也可以参考美国 EPA 规定的方法及美国《水和废水标准检验方法》等（全国重点湖库水库生态安全调查技术规程，2007）。采用这些方法，得到的分析结果在国际、国内均有可比性。在水生生物鉴定方法方面，目前尚缺乏全国统一的技术规范，需要结合专业书籍进行分类和鉴定。

分析过程：主要分析仪器；玻璃量器选用符合质量标准的容量仪器，新购的滴定管、移液管、容量瓶使用前必须送计量部门或按《标准玻璃量器检定规程 JJG

20-2001》检定，合格者使用；精密、大型仪器设备使用前必须对仪器设备状态进行检查，定期由计量部门进行检定，凡检定不合格或超过检定期均不得用于检测工作；化学试剂根据实验方法要求，选择和配制适当级别的试剂，试剂空白试验应使用与分析样品时相同批号的试剂，试剂或试液的保存应确保其不被玷污及不失效；纯水的质量很大程度上取决于原水的水质、所用的设备材质和操作；实验室环境是指实验室内温度、湿度、气压、空气中的悬浮微粒含量及气体污染成分等。

操作过程：实验室内常用的测量仪器及分析仪器应按照说明书的有关规定进行检查和使用。

本规范对分析方法、分析过程、基本实验操作进行了规定，包括选用国际标准化组织（ISO）推荐方法、我国生态环境部组织编写的《水和废水监测分析方法》（第四版），以及其他全国性业务归口部门组织编写的方法；计量工具使用参考 JJG 20-2001；按分析方法给出的试剂规格准备试剂；按洗涤仪器、配置试剂及分析操作等要求选用蒸馏水或去离子水；保证实验室内温度、湿度、气压、悬浮微粒含量及气体污染成分等环境条件不会影响仪器的性能和测定结果；进行空白实验以消除实验过程中产生的干扰。

ii 水生生物鉴定

对水生生物物种的分类鉴定。根据分类鉴定结果分析实验室分类鉴定能力。

（2）数据整理与汇编

①资料的整理

原始资料规范化要求：进行系统、规范化的理分析，对原始结果进行核查，发现问题应及时处理，以确保检测成果质量；原始资料检查内容包括样品采集、保存、运送过程、分析方法的选用以及检测过程、自控结果和各种原始记录（如试剂、基准、标准溶液、试剂配制与标定记录、样品测试记录、校正曲线等），并对资料合理化进行检查。

原始资料的整编：采样记录、送样单至最终检测报告及有关说明等原始记录，经检查审核后，应装订成册，以便于保管备查。

成果资料：资料汇编以区域为单位进行汇编并进行复审，原始测试分析的报表或者电子数据分类整理，并按照统一资料记录格式整编成电子文档。

②资料保存与要求

资料主要包括纸质文字资料及磁盘、计算机等其它介质记录的资料。

主要保存内容：各种原始记录；整汇编的果图表；整汇编情况说明书。

资料保存应符合以下要求：按管理规定对资料进行系统归档保存，注意安全；磁介质资料保存需有防潮、防磁措施，并按载体保存期限及时转录；除原始资料外，整、汇编成果资料应存有备份并存在于不同的地点。

原始资料保存期限为 10 年；整、汇编成果资料长期保存。

5. 对实施本技术规范的建议

本规范现阶段为河流生态调查技术的指导性技术规范。规范中很多技术环节或要求都是从实际管理需求和科学研究中凝练出来的，对于面向河流生态系统健康为目标的管理和科研工作具有很好的支撑作用。同时，本规范积极响应水环境、水资源、水生态“三水”共治的管理理念，突出河流水生生物要素的调查技术要求。随着目前水生生物监测技术的快速发展，例如环境 DNA 监测技术的发展，未来河流水生态监测技术必然有所提高和改进。因此，建议规范发布实施后，用于指导我国重点流域河流生态调查工作；同时建议本规范随着生态环境监测技术的发展，适时进行修订。

参考文献

Allen JD, MM Castillo, 2007. Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters.

2nd edition. Kluwer Academic Publishers, Boston.

Angradi TR, 2006. Environmental Monitoring and Assessment Program: Great River Ecosystems. Field Operations Manual. EPA 620-R-06-002. U. S. Environmental Protection Agency, Washington, D. C.

Barbour MT, J Gerritsen, BD Snyder, et al., 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. 2nd edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

Barbour MT, JB Stribling, JR Karr, 1995. Multimetric approach for establishing biocriteria

and measuring biological condition. Davis WS, TP Simon. (eds) Biological assessment and criteria. Tools for water resource planning and decision making. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida. pp 63-77.

Barbour MT, JM Diamond, CO Yoder, 1996. Biological assessment strategies: Applications and Limitations. Grothe DR, KL Dickson, DK Reed-Judkins (eds). Whole effluent toxicity testing: An evaluation of methods and prediction of receiving system impacts, SETAC Press, Pensacola, Florida, pp 245-270.

Bevenger GS, RM King, 1995. A pebble count procedure for assessing watershed cumulative effects. TM-RP-319. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. pp 17.

Biggs BJF, 1996. Patterns of benthic algae in streams. In Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems. Stevenson RJ, M Bothwell, RL Lowe. (eds) Academic Press, San Diego, pp. 31-55.

Biggs BJF, C Kilroy, 2000. Stream Periphyton Monitoring Manual. NTWA, P. O. Box 8602, Christchurch, New Zealand, pp 85-88.

Bisson PA, JL Nielsen, RA Palmason, LE Grove, 1982. A system of naming habitat types in small streams with example of habitat utilization by salmonids during low streamflow. In: Acquisition and Utilization of Aquatic Habitat Inventory Information (Eds. Armantrout NB), pp. 62-73. American Fishery Society, Western Division, Bethesda, MD, USA.

Boon PJ, NTH Holmes, PS Maitland, et al., 1997. A system for evaluating rivers for conservation (SERCON): development, structure and function. In: Freshwater Quality: Defining the Indefinable? Boon PJ, DL Howell (eds). The Stationery Office: Edinburgh, pp 299-326.

Bovee KD, 1982. A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology. Instream Flow Information Paper No. 12, U.S. Fish and Wildlife Service, FWS/OBS-82/26, Washington D.C., pp 248.

Cummins KW, 1962. An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic water. American Midland Naturalist, 67: 477-504.

DeShon JE, 1995. Development and application of the invertebrate community index (ICI).

- Davis WS, TP Simon. (eds) Biological assessment and criteria: Tools for water resource planning and decision making. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, pp 217-243.
- Frissell CA, WJ Liss, 1986. Classification of stream habitat and watershed system in south coastal Oregon. Progress Report. Oak Creek Laboratory of Biology, Department of Fisheries and Wildlife, Oregon State University Corwallis.
- Gregory KJ, DE Walling, 1973. Drainage Basin Form and Process: a Geomorphological Approach. Edward Arnold, London.
- Harrelson CC, CL Rawlins, JP Potyondy, 1994. Stream channel reference sites: an illustrated guide to field technique. U.S. Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report TM-245, Fort Collins, Colorado.
- Hauer FR, GA Lamberti, 2007. Methods in Stream Ecology. 2nd edition. Academic Press Limited, London.
- Hayslip GA, 1993. EPA Region 10 in-stream biological monitoring handbook (for wadable streams in the Pacific Northwest). U. S. Environmental Protection Agency-Region 10, Environmental Services Division, Seattle, Washington. EPA-910-9-92-013.
- Homles NTH, 1998a. A review of river rehabilitation in the UK, 1990-1996. Technical Report W175. Environment Agency, Bristol, UK.
- Karr JR, 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6(6): 21–27.
- Karr JR, KD Fausch, PL Angermeier, et al., 1986. Assessing biological integrity in running waters: A method and its rationale. Special publication 5. Illinois Natural History Survey.
- Kondolf GM, S Li, 1992. The pebble count technique for quantifying surface bed material size in instream flow studies. *Rivers*, 3(2): 80-87.
- Ladson AR, LJ White, 1999. An index of stream condition: Reference manual (second edition), Department of Natural Resources and Environment, Melbourne.
- Mark BB, JS Nathalie, 1999. Aquatic habitat assessment. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- National Rivers Authority, 1992. River Corridor Surveys: Methods and Procedures, Bristol.
- Plafkin JL, MT Barbour, KD Porter, et al., 1989. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish. EPA 440-4-89-001. Office of water regulations and standards, US EPA, Washington D.C.

- Platts WS, WF Megahan, GW Minshall, 1983. Methods for evaluating stream, riparian, and biotic conditions. INT-138. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experimental Station. pp 70.
- Rosenberg DM, VH Resh, 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York. pp 488.
- Rosgen DL, 1996. Applied river morphology. Wildland Hydrology, Colorado.
- Shackleford B, 1988. Rapid Bioassessments of Lotic Macroinvertebrate Communities: Biocriteria Development. Arkansas Department of Pollution Control and Ecology, Little Rock, Arkansas.
- Stevenson RJ, Y Pan, 1999. Assessing ecological conditions in rivers and streams with diatoms. In: Stoermer EF, JP Smol. (eds) The Diatoms: Applications to the Environmental and Earth Sciences. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 11-40.
- Weber CI, 1973. Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents. EPA-670/4-73-001. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati. OH.
- 蔡庆华, 2007. 水域生态系统观测规范. 北京: 中国环境科学出版社.
- 陈吉泉, 1996. 河岸植被特征及其在生态系统和景观中的作用. 应用生态学报 7: 439-448.
- 陈伟民, 黄祥飞, 周万平, 等, 2005. 湖泊生态系统观测方法——野外试验站(台)观测方法丛书. 北京: 中国环境科学出版社.
- 邓红兵, 王青春, 王庆礼, 等, 2001. 邵国凡河岸植被缓冲带与河岸带管理. 应用生态学报, 12(6): 951-954.
- 董哲仁, 孙东亚, 彭静, 2009. 河流生态修复理论技术及其应用. 水利水电技术, 40: 4-10.
- 国家环境保护总局水和废水监测分析方法编委会编, 2002. 水和废水监测分析方法. 北京: 中国环境科学出版社.
- 韩兴国, 李凌浩, 黄建辉, 1999. 生物地球化学概论. 北京: 高等教育出版社.
- 胡鸿钧, 魏印心, 2006. 中国淡水藻类——系统、分类及生态. 北京: 科学出版社.
- 蒋燮治, 堵南山, 1979. 中国动物志-节肢动物门-甲壳纲-淡水枝角类. 北京: 科学出版社.
- 李思忠, 1981. 中国淡水鱼类的分布区划. 北京: 科学出版社.

- 刘凤枝, 刘潇威, 2007. 土壤和固体废弃物监测分析技术. 北京: 化学工业出版社.
- 美国公共卫生协会编, 1985. 水和废水标准检验法. 张曾等(译). 北京: 中国建筑工业出版社.
- 齐雨藻, 1995. 中国淡水藻志-第四卷-硅藻门-中心纲. 北京: 科学出版社.
- 全国重点湖泊水库生态安全调查技术规程项目组, 2007. 全国重点湖泊水库生态安全调查技术规程.
- 尚宗波, 高琼, 2001. 流域生态学--生态学研究的一个新领域. 生态学报, 21 (3): 468-472.
- 沈韞芬. 1999. 原生动物学. 北京: 科学出版社.
- 伍光和, 2000. 自然地理学(第三版). 北京: 高等教育出版社.
- 王备新, 2003. 大型底栖无脊椎动物水质生物评价研究. 南京: 南京农业大学博士学位论文, pp 7-8.
- 王家楫, 1961. 中国淡水轮虫志. 北京: 科学出版社.
- 詹道江, 叶守泽, 2000. 工程水文学(第三版). 北京: 中国水利水电出版社.
- 章宗涉, 黄祥飞, 1995. 淡水浮游生物研究方法. 北京: 科学出版社.
- 赵文, 2005. 水生生物学. 北京: 中国农业出版社.
- 中国科学院动物研究所甲壳动物研究组, 1979. 中国动物志-节肢动物门-甲壳纲-淡水桡足类. 北京: 科学出版社.
- 中国科学院中国植物志编辑委员会编. 中国植物志. 北京: 科学出版社.

附录 A

《河流生态调查技术规范》修改说明

2020年1月14日在中国环境科学研究院组织《河流生态调查技术规范》第一次研讨会议, 整合专家组对该规范的意见, 主要包括6个方面问题, 涉及规范内容、技术文件有效版本、规范格式等。基于此, 详细修改方案如下:

- 一、规范中不按尺度(流域、河流、河段、断面)进行河流生态调查内容的设置。

修改: 删除了河流尺度以及各尺度所对应的调查项目等内容。通过调研

国外河流监测内容设置，了解到河流生态调查内容都是依据不同的目的而有所偏重。因此在本规范修改过程中，充分考虑到这个问题，总结提出了管理型、科研型和应急型等 3 类调查，并按此规定了相应的调查内容、断面设置、调查时间与频次等相关内容。

二、河流生态调查内容不要落项，水生植物中增加沉水植物。

修改：根据专家的意见，在大型水生植物调查部分，增加了沉水植物的内容，按照大型水生植物的类型特征，按照沉水植物、挺水植物和漂浮植物进行了调查方法的规定。

三、尽量简化生物采集操作的介绍，已有水利部、生态环境部相关标准规范可供参考。

修改：通过查阅《生物多样性观测技术导则 大型底栖动物》（HJ 710.8-2014）等相关部位颁布的标准规范，发现对于水生生物采集操作已有非常详细的规定，因此本规范大幅度删除了关于浮游生物、底栖动物、鱼类等采集操作的技术方法规定，并对可参考的标准规范进行了明确。

四、进一步规范格式（前置段、符号、版本号、附录名称等），凝练语言（术语定义等）。

修改：针对专家提出的文本中有大量无用的前置段、语言不精炼等问题，删除了多处前置段落，重点对术语和定义部分的语言表述进行了精炼，同时也对其他部分的语言表述进行了精炼。此外，重新核定修改了相关标准规范版本号与名称，修改了资料性附录等内容。

五、水质、沉积物分析等已有标准，参照相关标准进行规定即可。

修改：该部分涉及水质、沉积物理化样品的采集、保存、运输和实验室分析方法，这与水生生物野外采集操作相类似，已有相关标准规范进行了规定，因此对涉及的水质、沉积物理化、水动力等调查内容进行了简化，相关要求直接引用了已发布的标准和规范等。

六、进一步明确本规范的关键点，解决的当前什么薄弱环节？

修改：本次修改主要面向当前河流生态系统健康评价与管理需求，提出了 3 中常见河流调查类型，针对每一河流调查类型规定了调查内容等一

系列内容，重点针对各项调查内容，从河流类型（可涉水河流、不可涉水河流）的差异角度，进一步明确了每类河流调查内容的具体技术要求。

2020年4月23日在中国环境科学研究院组织《河流生态调查技术规范》第二次研讨会议，整合专家组对该规范的意见，主要包括4个方面问题，涉及规范内容、技术文件有效版本、规范格式等。基于此，详细修改方案如下：

一、补充完善调查指标，例如河岸带植被调查增加株数等指标、水文增加河面宽等指标。

修改：针对专家的意见，进一步完善了河流生态调查指标体系，在河岸带植被调查中增加了株数、覆盖度2项指标，在水文调查中增加了河流水面宽度1项指标。

二、文中部分地方用词需准确，例如注意“植物”与“植被”的区别、附录的调查表中“对岸”改为“左右岸”。

修改：基于专家的意见，明确了植被具有群落的意义，通过对全文核对，将具有表示植物群落意义的地方，全部改为植物；在调查表中，将本岸和对岸修改为左岸与右岸。

三、进一步明确规范的适用范围和调查类型的目的，适用范围要与调查类型要对应。

修改：进一步明确了3种调查类型的目的，同时在规范适用范围部分也进行了相应修改，进一步明确了适用的范围即围绕3中调查类型的目的与要求进行挂钩。

四、8.2.2节，10次抽样鉴定建议用比例进行规定。

修改：已将10次抽样修改为比例规定，已改为“抽取至少3%的水生生物样品对鉴定结果进行随机复检，确保准确率不低于90%”。