

河道大型底栖动物监测 与水质评价技术手册

陈小华 康丽娟 付融冰 孙从军 著



HEDAO DAXING DIQI DONGWU JIANCE
YU SHUIZHI PINGJIA JISHU SHOUCHE



科学出版社

上海科普教育发展基金会 资助

河道大型底栖动物监测与 水质评价技术手册

陈小华 康丽娟 付融冰 孙从军 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是为中国环保志愿者编写的一本通俗易懂、图文并茂的指导手册,旨在解决志愿者专业知识比较薄弱的问题,规范志愿者监测底栖动物的方法和流程,推广将大型底栖动物用于水环境质量评估的科学知识,提高公众环保意识。主要内容包含底栖动物监测方案制定、采样方法和流程、采样仪器和设备日常保养、生物样品处理方法、物种简单鉴定方法、数据记录与处理以及志愿者培训计划、安全保障措施等。

本书适合从事河流水质生物学评价的初学者与关注河流水环境的环保志愿者阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

河道大型底栖动物监测与水质评价技术手册 / 陈小华等著. — 北京: 科学出版社, 2016.3

ISBN 978-7-03-047606-7

I. ①河… II. ①陈… III. ①河流-底栖动物-监测-技术手册 ②河流-水质分析-技术手册 IV. ①Q958.8-62 ②X832-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第047483号

责任编辑: 许 健

责任印制: 谭宏宇 / 封面设计: 殷 靓

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

上海锦佳印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年3月第一版 开本: A5(890×1240)

2016年3月第一次印刷 印张: 3 1/4

字数: 74 000

定价: 49.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

环境问题是一个古老的话题，我们的祖先自走出茹毛饮血的穴居时代、跨进文明社会之时起，就重视自己赖以生存的环境，意识到了人类与环境之间协调关系的重要性。孟子见梁惠王曰：“数罟不入洿池，鱼鳖不可胜食也；斧斤以时入山林，材木不可胜用也。”《淮南子·主术训》提到“畋不掩群，不取糜黍；不涸泽而渔，不焚林而猎”。直到今天这些古训对我们认识人与自然的关系仍有很好的借鉴作用。数千年过去了，人类的科技飞速发展，克服自然障碍的能力越来越强，却不断面临更多的、更复杂的环境问题。改革开放以来，我国社会经济高速发展，人民生活水平日益提高，已逐步跻身于世界强国之列。然而，在快速发展过程中，我国资源浪费严重，环境污染日趋严重，并没有摆脱西方发达国家在过去工业化过程中曾面临的各类环境污染问题，雾霾、水污染、垃圾围城等一系列环境问题困扰着我们。发达国家上百年工业化过程中分阶段出现的环境问题，在我国近20多年来集中出现，呈现结构型、复合型、压缩型的特点。

近现代人类文明的发展进程证明，一个逐渐步入现代化的国家要彻底解决本国的环境问题不仅要依赖法制建设、政府投入、技术革命，更要依赖公民科学素质的提高。可以说，公民科学素质是民族振兴、社会进步的基石，是推进人的全面发展、实现社会价值的内在动力。1962年，美国生物学家和环保活动家蕾切尔·卡森

所著的《寂静的春天》试以“人与环境”为主题，叙述人类在工业进程中所付出的代价，书中强调我们对环境的漠视和破坏行为已经影响到地球的自然生态循环，从此掀起了现代环境保护运动，带动了公众持续关注 and 警惕环境污染问题，协助政府一同创造出优美、安全的生活环境。我国也意识到公众环保素养对推动全国环境质量好转的重要性，《国家中长期科技发展规划（2006—2020）》首次把科学普及工作列为规划战略研究的专题之一，各地政府也紧跟国家科普战略，制定相关规划，比如上海市于2015年7月10日发布了《进一步提升公民科学素质三年行动计划（2015—2017年）》，着眼于推动环境保护、食品安全等公共议题科普化，鼓励全社会参与科普，提高市民科学素质，提升市民参与社会公共事务以及终身学习的能力。

本书编著团队一直从事水环境保护领域的科研工作，参与了很多水污染治理方面的课题研究和工程项目，也接触过很多地方的生态环境问题，有个基本共识就是环境问题不能完全依靠技术来解决，光靠政府的投入也不够，最终还是要依靠公众的广泛参与，依靠每个人环保意识的提高。作为环保工作者，我们会利用业余时间，开办一些环保科普讲座，指导学生或志愿者正确开展河湖生态环境考察活动，引导他们观察和了解周边的自然环境，关注环境问题，获取人与环境相关的一些基本常识，从而激起他们保护美的环境、创造美的环境的热情，并通过他们影响周边更多的人。在承担的科研工作和参与的科普活动中，我们发现公众的环保意识越来越强，参与环境质量讨论的热情也是日益高涨，很多热衷于环保工作的志愿者（在校学生、社区居民、企事业单位职员等）很渴望多了解身边的水环境问题，也希望自己能通过简单的方法观测河湖水质变化，但由于缺乏足够的环保知识和专业的水质测定仪器，通常不能简单、有效地评估河湖水环境质量，他们急需一些通俗易懂的参考资料。鉴于此，我们通过调研与总结国外环保志愿

者开展河湖水质监测的经验,决定编撰此部指导环保志愿者通过监测大型底栖动物来评估河湖水环境的技术手册,以简单通俗的文字和生动清晰的图像来详解河湖大型底栖动物监测和评价流程与方法,从而解决环保志愿者专业知识薄弱的问题,规范他们参与河道水环境调查的程序,确保水环境质量评估的准确度,提高他们积极参与水环境保护的积极性。志愿者们通过亲身参与河道大型底栖动物监测,能切身了解水环境质量状况,有利于全面提升公众的科学素养和生态文明意识。志愿者监测大型底栖动物的成果,还可供相关环保管理部门采用,实现多方的资源共享与知识交流,有利于推动我国河湖生态环境保护工作。

本书的出版得到上海科普教育发展基金会的资助,也得到上海市科委、上海市环境保护局、上海市环境科学研究院的大力支持。在大型底栖动物监测的现场培训和河流水环境状况调查的实践活动中,得到复旦大学、华东师范大学、东华大学、上海应用技术学院、上海市延安中学、上海市七宝中学、南洋模范中学、上海市第三女子中学等学校的部分师生的支持,他们的积极参与和无私帮助促成了本书的面世,在此一并致谢。

编 者

2015年12月

目 录

前 言

第一章	绪论	/ 1

	一、水环境污染现状	/ 1
	二、水环境质量改善目标与方向	/ 2
	三、河流生态系统健康评价	/ 2
第二章	为什么要监测大型底栖无脊椎动物	/ 5

	一、何为大型底栖无脊椎动物	/ 5
	二、为什么要对底栖动物采样	/ 7
	三、底栖动物用于河流生态系统健康评价的优势	/ 8
第三章	为什么需要志愿者加入底栖动物监测工作	/ 9

	一、志愿者加入底栖动物监测的实际意义	/ 9
	二、国外志愿者监测队伍发展进程	/ 10
	三、国内志愿者监测队伍的发展空间	/ 13

第四章	如何准备完善的监测方案	/ 14

一、	确定实施目标	/ 14
二、	制定实施方案	/ 14
三、	人员如何安排	/ 16
四、	什么时候采样	/ 16
五、	在哪里采样	/ 16
六、	要监测哪些内容	/ 17
七、	要准备哪些器具装备	/ 17
八、	资金筹措	/ 19
第五章	底栖动物采样、鉴定及评价	/ 20

一、	周边环境特征和生境条件调查	/ 20
二、	底栖动物采集	/ 30
三、	如何分拣生物样品	/ 32
四、	底栖动物分类与鉴定	/ 35
五、	如何处理和保存生物样品	/ 35
六、	水质生物学评价方法	/ 36
第六章	如何做好监测的质量控制	/ 41

一、	现场采样质量保证	/ 41
二、	实验室质量保证	/ 43
三、	评价体系	/ 44
第七章	如何确保安全	/ 45

一、	务必团队协作	/ 45

二、正确着装	/ 45
三、合理选择采样区域	/ 46
四、规范操作	/ 46
五、准备充分	/ 46
六、良好习惯	/ 47
七、定期培训	/ 47
第八章 哪些生态伦理需要遵守	/ 48

一、降低干扰	/ 48
二、避免伤害	/ 49
第九章 志愿者培训计划	/ 51

一、对志愿者原始能力的要求	/ 51
二、培训目标	/ 52
三、培训原则	/ 52
四、培训方法	/ 52
五、培训内容	/ 53
六、培训效果评估	/ 53
七、培训后的支持	/ 53
参考资料	/ 56
附录1 底栖动物监测项目流程	/ 59
附录2 底栖动物监测点位选取原则与方法	/ 61
附录3 采样点环境要素描述	/ 63
附录4 现场水质理化指标记录表	/ 64
附录5 底栖动物采样与分类记录表	/ 65

附录6	底栖动物监测的主要器具名录及图片	/ 68
附录7	最常用的底栖动物采集方法	/ 71
附录8	底栖动物样品的处理与保存方法	/ 74
附录9	基于外部形态的大型底栖动物简明分类方法	/ 76
附录10	未采集到底栖动物活体的情况说明	/ 77
附录11	长三角常见底栖动物	/ 79
附录12	长三角地区大型底栖动物常见物种(图像)	/ 88
附录13	常见底栖动物的科级耐污指数	/ 91
附录14	质量控制单	/ 93
附录15	自主评估表	/ 94

第一章 绪 论

一、水环境污染现状

城市化是社会发展的的大趋势,改革开放以来,全国各地城市正以空前的速度扩展,伴随着城市化过程的人口聚集和土地利用变化必然对生态环境产生一系列的影响,包括水质恶化、自然生境破坏、生态系统功能丧失等。河流生态系统是地球上受城市化影响最集中的生态系统,科学家甚至将全球的城市河流生态系统出现类似的生态退化情形统一描述成“城市河流综合症”。近年来,我国环保治理力度不断加大,污水处理设施逐渐完善,但水污染严重的状况未得到根本性遏制。据《2014年中国环境状况公报》,长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河等七大流域和浙闽片河流、西北诸河、西南诸河的国控断面中:Ⅰ类水质断面占2.8%;Ⅱ类占36.9%;Ⅲ类占31.5%;Ⅳ类占15.0%;Ⅴ类占4.8%;劣Ⅴ类(基本丧失生态功能)占9.0%。主要污染指标为化学需氧量、五日生化需氧量和总磷。在长江流域(国控断面)中:Ⅰ类水质断面占4.4%;Ⅱ类占51.0%;Ⅲ类占32.7%;Ⅳ类占6.9%;Ⅴ类占1.9%;劣Ⅴ类占3.1%。东部发达地区水环境污染尤为严重,据《2014上海市环境状况公报》显示,上海市全境地表水环境氮、磷污染问题突出。2014年上海市主要河流断面水质达到Ⅲ类的占24.7%,Ⅳ类占16.9%,Ⅴ类占9.1%,劣Ⅴ类占49.3%,主要污染指

标为氨氮和总磷。水环境氮、磷污染问题日益突出,已成为限制城市水环境质量进一步改善的关键因素之一。

二、水环境质量改善目标与方向

为彻底扭转我国水质恶化的趋势,2015年4月国家正式颁布《水污染防治行动计划》(国发〔2015〕17号)(简称“水十条”),提出“安全、清洁、健康”和以改善水环境质量为核心的水污染防治策略,目标导向从以管控污染物总量为主,向以改善环境质量为主转变。“水十条”不再停留在减排量、排放标准等旧手段上,而直接将河流等水体的改善程度作为考核标准,标志着以环境质量和环境效果为核心的环保时代已经到来。“水十条”提出“于2020年底前完成黑臭水体治理目标;到2030年,力争全国水环境质量总体改善,水生态系统功能初步恢复。到21世纪中叶,生态环境质量全面改善,生态系统实现良性循环”的总体目标。在该目标的指引下,我国的水环境管理将逐渐从水质管理向水生态环境管理演变。

为更好地落实国家“水十条”,各级地方政府必须编制地区性的“水十条”。上海市“水十条”提出“到2030年,饮用水水质持续提升,水环境质量明显改善,水生态系统功能全面恢复。到2040年,实现生态环境质量全面改善,生态系统功能全面提升,实现安全、清洁、健康的水环境目标”。2015年8月发布的浙江省“水十条”专门提到“研究建立生态用水及河流健康指标体系,定期组织开展重要河湖的健康评价,分期分批确定生态流量(水位),作为流域水量调度的重要参考。”可知,健康的河流生态系统是未来我国水环境质量改善的终极目标。

三、河流生态系统健康评价

如果把地表上的自然景观比作人的身体,那么地面上的河流

就等同于人体的血管,地面上蜿蜒、纵横的大小河川,也就象征着地球血液系统的流畅和贯通。健康的河流都是相似的,无论是携泥裹沙奔流而去的大江、潺潺细流的山涧小溪,还是蜿蜒静谧的乡村小河,扑面而来的无一不是灵动与纯净。无论远眺还是近观,整体还是局部,处处充满生机。河滩上欢唱的青蛙、时而飞上时而飞下的水鸟、迎风而立的芦花、水草间穿行的鱼群、水底孤傲的河蚌和水面繁忙的蝌蚪,构成稳定、健康的生态系统。健康的河流是动态的、开放的、连续的,多维度的。流域内有大量的、迅速和丰富的物质生产和能量交换,提供淡水和水能,维持生物多样性,具有生态支持、环境净化、灾害调节、休闲娱乐和文化孕育等多方面生态服务功能。而人类在享受自然恩赐的同时,为了预防水患,在河床两边高筑堤坝,使河水封闭在固定的河床上,河流失去了开放性;大肆砍伐森林、破坏植被,导致严重的水土流失,大量泥沙进入河床并在河道内淤积;林立的“江景房”、“河景房”,不仅污染了河流,也把河流两岸开发得千疮百孔;更有些河道纳污口遍布,河水黑臭,生物几近绝迹。河水不干净了,则意味着大自然的整体健康状况就差,会把污染物传输到大自然的每个角落。

河流健康评价是对于在自然力与人类活动双重作用下的河流生态系统状况进行动态监测与评估的河流管理方法。要确定河流健康与否,首先要有一个健康的标准,制定科学合理的河流健康标准是一个难点,但是断流、污染、水华、黑臭等“病态”指标是可以被度量的。河流生态系统健康评价是以生态系统为主体的河流健康评价方法,该方法可分为指示物种法与指标体系法,指标体系法有助于描述生态—社会过程的复杂特征,指示物种法简便易行,两种方法混合使用有益于降低评价结果的不确定性或提升评价结果的综合性。

在河流健康评价中,生物评价指标可以分为四大类:①基于

鱼类的多指标评价体系；② 基于硅藻的多指标评价体系；③ 基于大型无脊椎动物的多指标评价体系；④ 同时基于多种生物的多指标评价体系。大型无脊椎动物作为指示生物的评价方法是目前河流健康评价的主流，应用多种指示生物的多指标评价体系近年来也受到了许多学者的关注。

第二章

为什么要监测大型底栖 无脊椎动物

一、何为大型底栖无脊椎动物

大型底栖无脊椎动物(通常被称为“底栖动物”)一般指个体大于0.5毫米,生活史的全部或大部分时间在水体底部或沉积物中的无脊椎动物,最常见的有水栖寡毛纲动物、软体动物以及水生昆虫的幼虫(图2-1)。大型底栖动物是河流中分布最广泛的类群之一,对河流生态系统的物质循环和能量流动起重要的作用。它们对外界胁迫的响应比较敏感,是观测水生态系统健康状况的重要“听诊器”。

1. 生态类群

底栖动物是一个庞杂的生态类群,常见的底栖动物有软体动物门腹足纲的螺和瓣鳃纲的蚌、河蚬等;环节动物门寡毛纲的水丝蚓、尾鳃蚓等,蛭纲的舌蛭、泽蛭等,多毛纲的沙蚕;节肢动物门昆虫纲的摇蚊幼虫、蜻蜓幼虫、蜉蝣目稚虫等,甲壳纲的虾、蟹等;扁形动物门涡虫纲等。

2. 栖息方式

除定居和活动生活的以外,底栖动物的栖息形式多为固着于岩石等坚硬的基体上或埋没于泥沙等松软的基底中。此外还有附着于植物或其他底栖动物的体表以及栖息在滩地淤泥的底栖种类。

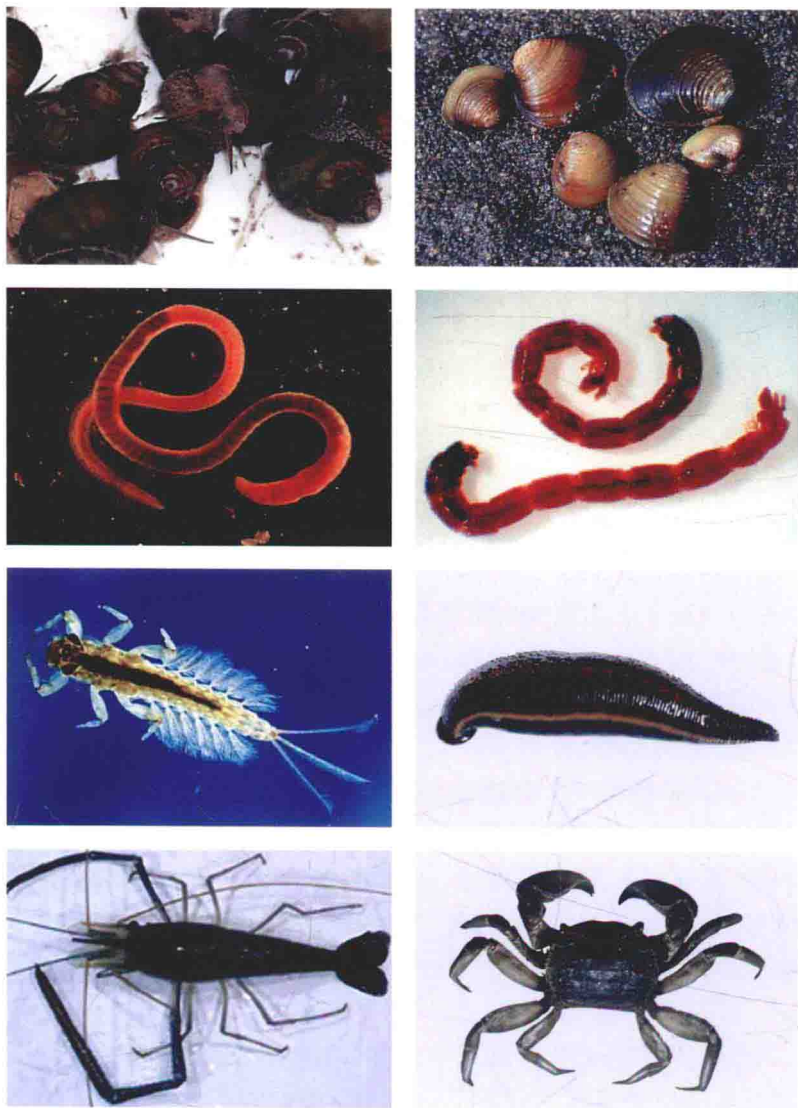


图2-1 河湖中常见的大型底栖动物(螺、贝、虫、虾、蟹)

3. 功能摄食类群

底栖动物以悬浮物摄食和沉积物摄食居多。功能摄食类群对研究生物群落结构和功能组成有着重要的作用。底栖动物主要分为5个功能摄食类群：撕食者，主要以各种凋落物和粗有机颗粒为食；收集者，主要取食河底的各种有机颗粒物；滤食者，以水流中的细有机颗粒物为食；刮食者，主要以各种营固着生活的生物类群为食，比如着生藻类等；捕食者，以捕食其他水生动物为食。

4. 耐污能力

底栖动物按对河流污染物的敏感度来划分，一般分成耐污类群和敏感类群。前者一般分布在污染物相对较重的水体，而后者一般分布在水质较好（比如溶解氧浓度很高）的水体。环节动物的寡毛纲动物大多属于耐污类群，而一些水生昆虫、软体动物属于敏感类群。

二、为什么要对底栖动物采样

底栖动物是河流生态系统的一个重要组成部分，是生态系统内极其重要的中间营养级（二级生产者）。

底栖动物作为生态系统食物网中的重要一环；不仅是一些体型较大的动物（如鱼类、鸟类）的食物来源，人类也会直接食用一些底栖动物（如螺、贝），因此其不仅可以反映生态系统污染物的长期累积效应，更直接与人体健康有关。

河流中的底栖动物会响应物理或化学环境从而发生改变，其丰度和多样性可代表整体河流的质量。底栖动物的丰富度、群落物种的组成、耐污类群和敏感类群的比例以及不同功能摄食类群的结构特征等都可从不同侧面反应水质的好坏，从而可以有效地指示水生态系统的健康状况。比如软体动物分布较多的河道断面水质较好、溶解氧浓度偏高，而寡毛纲动物占优势的河道断面往往有机污染严重、溶解氧浓度偏低。