

水生态监测点位设置方法研究及建议

李辈辈^{1,2}, 蔡杰¹, 丁页², 李翔宇³, 孙冰皎², 李翌²

- 生态环境部太湖流域东海海域生态环境监督管理局生态环境监测与科学研究中心, 上海 200125
- 中国环境监测总站, 国家环境保护环境监测质量控制重点实验室, 北京 100012
- 大连市生态环境事务服务中心, 辽宁 大连 116000

摘要: 随着水生态环境保护理念从单一的污染治理转向水资源、水环境、水生态综合统筹管理, 水生态监测点位设置的科学性、合理性显得尤为重要。深入分析了当前水生态监测点位设置中存在的问题, 借鉴国内外先进经验, 结合我国水生态监测工作的实际需求, 提出了水生态监测点位设置的具体方法和建议, 旨在为构建高效、精准的水生态监测网络提供理论支持和实践指导。

关键词: 水生态监测; 监测点位; 监测网络; 设置方法; 设置建议

中图分类号: X84 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-6002(2024)04-0001-07

DOI: 10.19316/j.issn.1002-6002.2024.04.01

Study and Suggestions on the Setting Method of Water Ecological Monitoring Points

LI Beibe^{1,2}, CAI Jie¹, DING Ye², LI Xiangyu³, SUN Bingjiao², LI Zhao²

- Ecological Environment Monitoring and Scientific Research Center, Taihu Basin & East China Sea Ecological Environment Supervision and Administration Bureau, Ministry of Ecology and Environment, Shanghai 200125, China
- State Environmental Protection Key Laboratory of Quality Control in Environmental Monitoring, China National Environmental Monitoring Centre, Beijing 100012, China
- Dalian Ecological and Environmental Affairs Service Center, Dalian 116000, China

Abstract: Water ecological monitoring is the foundation of water ecological environment protection. Strengthening the research on the methods of setting water ecological monitoring sites, and promoting the formation of a national and local coordinated basin water ecological monitoring network, is of great significance for achieving the transformation of water ecological environment protection from focusing on pollution control to coordinated management of water resources, water environment, and water ecology. This research deeply analyzes the problems existing in the current water ecological monitoring site setting, draws on the advanced experience both domestically and internationally. Combining the actual needs of water ecological monitoring work in China, it puts forward for the setting of water ecological monitoring sites, aiming to provide theoretical support and practical guidance for the establishment of an efficient and accurate water ecological monitoring network.

Keywords: water ecological monitoring; monitoring site; monitoring network; setting methods; setting suggestions

党的十八大以来, 以习近平同志为核心的党中央高度重视水生态环境保护工作, 将其置于生态文明建设的重要位置, 并强调要加大生态系统保护力度, 提升生态系统质量和稳定性^[1]。“十四五”时期是我国水生态环境保护事业进入新阶段的关键时期。水生态监测作为评估水体健康情况和生态系统完善程度的重要手段, 其重要性不言而喻^[2-4]。然而, 从国家层面来看, 目前我国在水生态监测方面仍面临一系列挑战, 特别是缺乏

统一的水生态监测点位设置标准和技术规定。各流域及省(区、市)现有监测点位设置方法存在诸多问题, 如监测点位密度不够、建设及运维经费不足、点位代表性不强等, 难以满足水生态监测工作的需要。为提升水生态监测数据的准确性、代表性和可追溯性, 并且确保监测人员能够安全、便捷地到达监测点位, 我国迫切需要构建一套具有代表性、科学性、延续性、针对性和可行性的监测网络。这不仅是完善水生态监管工作的当务之急,

收稿日期: 2023-02-10; 修订日期: 2023-06-21

基金项目: 生态环境部长江生态环境保护修复联合研究二期项目(2022-LHYJ-02-0102)

第一作者简介: 李辈辈(1988-), 女, 山东滨州人, 博士, 高级工程师。

通讯作者: 李翌

也是推动水生态环境保护事业持续健康发展的关键所在。本研究总结分析了当前水生态监测点位设置存在的问题,广泛借鉴国内外先进经验,并结合我国各流域实际情况和监测需求,提出了水生态监测点位设置的原则性、方法性和管理性建议,旨在为确保监测点位设置的科学化、规范化和系统化提供坚实的理论基础,进一步推动我国水生态监测工作的全面发展。

1 国内水生态监测点位设置问题及难点

1.1 水生态监测“一张网”尚未形成

在国家层面,根据工作需要,结合当地实际监测能力,各流域在监测水体的选择以及监测目的的设定等方面存在差异。在地方层面,各地区水生态监测工作基础不平衡,部分地区甚至存在空白。在国家 and 地方水生态监测任务分工上,当前尚存在一些不明确的地方。各种问题的存在导致监测点位缺乏有机统筹,监测数据未能实现有效共享,尚未形成水生态监测“一张网”,不仅造成了有限监测资源的浪费,也影响了水生态监测工作的整体效率和效果^[5-6]。

1.2 监测点位设置技术规范尚未统一

水生态监测点位设置方法的研究基础相对薄弱,当前尚未形成统一的水生态监测点位设置技术规范。这种缺乏统一指导的情况使得不同流域和地方在监测点位设置原则、方法和技术路线上存在显著差异,不仅增加了监测工作的复杂性和难度,还直接影响了监测结果的代表性和可比性^[7-8],从而降低了水生态监测数据的有效性和可靠性。

1.3 监测点位密度亟待提高

水生态监测经费严重不足,导致监测水体覆盖面不全,监测点位数量严重偏少,监测结果无法科学、客观地反映水体水生态状况。以桂江为例,前期开展的河流健康评价项目在长度为426 km的桂江干流共设置了12个监测点位,以反映沿程生物变化规律,而现阶段开展的水生态监测工作仅设置了3个监测点位。水生态监测点位覆盖度不足,监测结果数据量小,无法充分反映自然条件的不同和人类活动强度的差异等因素导致的水生生物变化规律^[9]。

1.4 监测点位代表性有待加强

根据相关部门印发实施的水生态监测技术要

求^[10-13],水生态监测与水环境监测在目标上存在明显区别。水生态监测旨在全面揭示和反映水体所承受的综合压力,侧重于反映生态系统整体健康状态;水环境监测更关注于评估污染因素对水质的直接影响。然而,当前多数地区在水生态监测点位设置上存在代表性不足问题。此外,监测点位的布局未充分考虑生境类型、生物多样性等关键生态因素,而这些因素对于水生态状况具有重要影响。综上,现有监测点位难以全面、有效地反映水环境、水资源等多维度因素对水生生态系统的综合影响^[14]。

2 国内外水生态监测点位设置方法概况

2.1 国外监测点位设置方法

2.1.1 随机抽样法(以美国为代表)

在河流和溪流监测点位设置方面,根据美国国家环境保护局公布的《2013—2014年国家河流和溪流评估报告》^[15],其监测点位的确定主要分为以下3个步骤:第一步,选择监测水体。监测调查团队利用美国地质调查局国家水文数据集(NHD-Plus),根据水体特征,筛选出所有可能纳入监测范围的河流和溪流。第二步,选择监测点位。在进行抽样时,保证每条河流具有与之相匹配的采样概率,以确保调查结果能够全面反映各地流动水体的特征和变化情况。同时,确保监测点位在空间上覆盖48个邻接州的所有地区。第三步,确认监测点位的有效性和可用性。在选定监测点位后,对其进行现场评估和勘查,剔除间歇性流动河流及无法到达的河流。2013—2014年,美国从4566个潜在点位中抽取1853个点位(每个点位按照40倍河宽设置11个采样断面)开展了监测,其监测结果覆盖了48个邻接州约193万km长度河流的水生态状况。

在湖泊监测点位设置方面,根据美国国家环境保护局公布的《2012年国家湖泊评估报告》^[16],其同样采用分区随机抽样的方法确定了1038个湖泊的采样点位。具体来说,纳入监测的湖泊必须是天然或人工淡水湖、池塘、水库,面积大于1hm²,水深至少1m,且至少有0.1hm²的开放水域。此外,所选湖泊的大小和空间分布能够反映美国各地湖泊之间的特征差异和变化情况,确保样本具有代表性。同时,监测团队还根据湖泊周边地形、面积、流量、位置等属性,对监测点

位进行了进一步筛选,确保所选湖泊具有良好的可达性。对于被纳入监测范围的湖泊,在每个湖泊设置1个湖心点位和10个湖滨点位。其中,湖心点位(湖中最深处或水深 ≥ 50 m处)用来采集样品,湖滨点位用来进行岸线观测。总的来说,该湖泊监测方法充分考虑了湖泊的代表性和可达性,采用了科学的抽样方法,确保了监测结果的全面性和可靠性。

2.1.2 代表点位法(以欧盟为代表)

根据欧盟公布的《欧洲水域2018年状态和压力评估报告》^[17],2012—2018年,欧盟成员国在130 000多个点位开展了地表水和地下水监测,其中地表水生态状况监测点位数量达到了92 243个,覆盖了51 762个水体。这些广泛覆盖的地表水生态监测点位为欧盟成员国水环境管理提供了重要的基础数据支撑。

在选择监测区域时,欧盟成员国主要从以下几个方面进行考虑:①河流水流量在流域内的占比是否较高。例如,对流域内水量贡献较大的主干河流,其监测结果具有更强的代表性。②集水区面积是否较大。例如,集水区面积超过2 500 km²的大型河流,其监测结果通常可反映流域尺度的整体水环境状况。③是否属于跨界重要水体。跨界水体监测对于协调不同国家的水环境管理策略具有重要意义。④是否位于跨界水体的陆海交界处。对此类区域开展监测,有助于掌握污染物在陆海界面的迁移转化过程。

在选择监测点位时,主要考虑以下几个方面:监测点位应能够反映所调查地区的整体生境组成,具有代表性;应避免将监测点位设置在水流量波动较大的区域,除非该区域更具典型性;应对浅滩和深潭区域适当抽样,如果两者都具有代表性,则对其均进行监测;应避免靠近桥梁、堰、坝等人工设施的上下游,除非该区域更具代表性;如果调查区域内存在点源污染,如污水外溢点,则应将监测点位设置在污水混入河流后的一定距离外,而非靠近污水排放口;在监测大型无脊椎动物时,应避免监测点位受到其他监测指标的干扰。

2.2 国内监测点位设置方法

2.2.1 长江流域水生态考核监测

2022年,我国启动了长江流域水生态考核试点工作。在设置长江流域水生态考核监测点位时,点位密度参照了美国河流水生态评估工作,同时与国家水环境监测点位密度保持一致,即每

100 km设置1个监测点位。每个地级行政区域内均应至少设置1个监测点位^[18],且当区域内河段长度超过100 km时,原则上,每增加100 km河段,增设1个监测点位。跨区域共有河段应至少设置1个监测点位,且当共有河段长度超过100 km时,每增加100 km,增设1个监测点位。单个地级行政区域内仅设有1个监测点位时,应设在城市建成区下游,以反映城市对水生态系统的胁迫作用;超过1个点位时,应兼顾城市建成区上下游,从而更好地评估城市面源污染和生境破坏对水生态系统的影响。此外,不应将监测点位设在省份、地市交界处。应综合考虑水环境功能区划和人类活动强度,重点覆盖重要水环境功能区 and 人类活动集中区,适当减少受人类活动影响较小的源头区和上游区的点位数量,其中未受干扰或受干扰程度较轻区域的点位数量可控制在总数的10%左右。同时,应避免港口码头、排污口等区域,优先选择国控、省控地表水监测点位以及历史水生态监测点位。在同等条件下,优先选择建有水质自动监测站的点位。

湖库考核点位根据水域面积进行设置,并在湖库范围内均匀布设。湖库监测点位设置应综合考虑水环境功能区划和人类活动强度的影响。在同一考核水体,应覆盖不同人类活动强度区域,并能代表重要水环境功能区。在重要水环境功能区、水质或富营养化程度变化较大区域、人类活动影响集中区,可适当增加点位数量。在受人类活动影响较小的湖库,可适当减少点位数量。应避免港口码头、排污口等受人类活动影响大的区域,适当涵盖未受干扰或受干扰程度较轻的点位,如沉水植被多样性高、覆盖度大,以及水体透明度高的水域等。其中,未受干扰或受干扰程度较轻的区域的点位数量可控制在考核点位总数的10%左右。应优先选择国控、省控地表水监测点位以及开展过水生生物监测的历史点位。在同等条件下,优先选择建有水质自动监测站的点位。

2.2.2 水利部门河湖健康评价

水利部门对河流、湖泊健康评估监测点位的设置多借鉴美国相关方法。

在河流监测点位设置方面,水利部门将所评估河流分成若干个评价河段,并确保每条评估河流的评价河段数量不低于3个,每个评价河段的长度小于50 km。对于长度小于50 km且上下游差异性不明显的河流,可只设置1个评价河

段^[19]。评价河段的划分应考虑河型(顺直型、弯曲型、分汊型、游荡型)、地形地貌(山区、平原)、水文分区(上游、中游、下游)、水文及水力学状况变异点(闸坝、大的支流汇入断面、大的支流分汊点)、河岸邻近陆域土地利用状况差异分区点(城市、乡村)等因素。在每个评价河段内,根据各个评估指标的特点确定监测河段。监测河段长度根据深泓水深或河道水面宽度确定,最大长度不宜超过1 km。每个监测河段可设置多个监测断面,监测点位优先选择现有常规水文站及水质监测断面。

在湖泊监测点位设置方面,根据湖泊的水文水质、水动力学、生物区系及水功能区划等特征进行分区。在各分区的水域中心及代表性点位设置水质、浮游动植物等监测点位,优先选择现有常规水文站及水质监测点。湖泊岸带监测点位设置采用随机取样方法,在湖泊周边随机选择第一个点位,然后将湖泊岸线十等分,依次设置监测点位。对于水面面积大于500 km²的湖泊,按湖泊岸线距离不大于30 km的要求增加监测点位。

2.2.3 农业农村部门渔业资源调查监测

农业农村部门为规范开展淡水渔业资源调查,设置了水产行业标准^[20]。在调查点位设置方面,根据河流的环境空间梯度或功能特征,一般在目标河流或河段的上游、中游、下游设置采样点。同时,在产卵场、河流汇口、保护区增设采样点。对于建有水坝的河流,在水坝上游和下游增设采样点。

在长江十年禁渔新形势下,陈大庆等^[21]编制了《长江水生生物资源监测手册》,总结了国内外淡水水生生物监测成果,介绍了长江水生生物资源监测运行管理等内容。其中,在渔业资源监测点位布设方面,对江河和湖泊分别进行了说明。对于江河,根据水文环境特点和水生生物空间分布,重点在长江干流汇合区、干流与湖泊汇合区、重要通江湖泊汉湾区和通江水道等位置设置监测点位。对于湖泊,则根据湖体面积、形态和生境特征等因素确定监测点位数量和位置。一般情况下,湖体水面面积大于2 km²时,样点数量不少于3个,并确保主要入湖支流、主湖区和通湖水道都有采样点。

同时,上述手册还介绍了在长江十年禁渔背景下,监测模式发生转变后的新监测方法、监测技

术和管理模式。其中,水声学调查方法包括走航调查和样方抽样两种,对于江河和湖泊需采取不同的调查方案。对于江河,根据河宽确定走航调查航线数量,并选用沿河岸平行定线方式。如河宽为0~1 000 m,则上行、下行各设1条航线;如河宽为1 000~2 000 m,则上行、下行各设2条航线;如河宽为2 000~3 000 m,则上行、下行各设3条航线。在通航安全能够得到充分保障的情况下,针对长江中下游江面较宽江段,在各调查点位上、下游共10 km江段内(以调查点位为中心,上、下游各5 km),采用锯齿形线路进行探测取样。对于深水湖泊和水库,采用探头垂直向下的走航调查方式。深水湖泊和水库水域面积较大时,将湖泊/水库划分为样方,在选定的样方内开展走航调查,定线方式为平行定线。当不能进行平行定线时,可选择锯齿形定线。水域面积较小时,对全水域覆盖走航,定线方式采用平行定线,航线间距为500 m。对于浅水湖泊和水库,采用探头水平的走航调查方式。浅水湖泊和水库水域面积较大时,将湖泊/水库划分为样方,在选定的样方内开展走航调查,定线方式为平行定线。当不能进行平行定线时,可选择锯齿形定线。水域面积较小时,对全水域覆盖走航,定线方式采用平行定线,航线间距为500 m。

3 国内水生态监测点位设置建议

通过对国内外水生态监测点位设置原则、方法等开展全面调研,借鉴美国、欧盟等地的成熟做法,并结合我国当前水生态监测点位设置情况,围绕水生态环境保护管理需求,提出以下河流、湖库水生态监测点位设置建议。

3.1 设置原则

1) 代表性原则。水生态监测点位设置应紧扣管理需求,突出重点水体,涵盖流域水系的干流、主要支流和重点湖库;应优先考虑国家级自然保护区、重大水利工程、人为活动密集区等重点区域;应覆盖流域内主要生境类型,可捕捉和体现人为活动的影响,全面反映监测区域水生态环境整体状况。

2) 科学性原则。点位设置应遵循水生态系统特点,综合考虑地理条件、水体类型、生物群落、流域开发利用等因素,充分考虑流域上中下游、左右岸、干支流和江河湖库水生态功能分区特点,以

获得可真实反映流域水生态状况的第一手监测数据。

3) 延续性原则。在国家重点流域水生态监测调查的基础上,尽可能延续历史及现有水生态监测点位,保持监测结果的连续性和可比性;应尽量选择现有国控、省控水环境监测点位作为新增点位,从而保障流域水质监测数据的持续性^[22-23]。

4) 针对性原则。结合重点流域“十四五”水生态环境保护规划中的工作重点,围绕群众关注及中央环保督察发现的重要水生态问题,结合流域内各省(区、市)水生态监测工作安排,选择典型水体开展加密监测,并在试点监测范围内设置质量控制点位,提高流域水生态监测结果的代表性和有效性。

5) 可行性原则。综合考虑人力、资金、后勤、安全等条件,充分利用现有资源,优化监测点位布设,确保监测点位具备良好的监测条件,保证监测人员人身安全。

3.2 设置方法

3.2.1 水体筛选

在选择监测水体时,建议优先选择区域内具有重要生态功能或社会关注度高的代表性水体开展监测工作。对于6—9月无稳定地表径流的水体,建议不纳入监测范围。

评估对象为河流时,建议主要选取符合以下条件的水体:七大流域、三大片区的干流、主要一级支流(流域面积在1 000 km²以上的河流)、主要二级支流(流域面积在500 km²以上)及独流入海河流(流域面积在1 000 km²以上);纳入重点流域水生态环境保护规划、开展水生态保护和修复的河流;地级及以上有关部门实施水生态保护修复的河流;设有国家级自然保护区、湿地公园、水产种质资源保护区的河流;三峡工程、南水北调工程等大型水利工程所在河流或对其水质影响较大的重要支流;社会各界高度关注或生态环境问题突出的河流;“新三湖”和“老三湖”等的主要入湖、出湖、环湖河流;年径流量超过地级及以上城市来水总径流量80%的主要河流。

评估对象为湖库时,建议主要选取符合以下条件的水体:覆盖面积大于100 km²的大型湖泊或库容大于10亿 m³的大型水库;纳入重点流域水生态环境保护规划、开展水生态保护和修复的

湖库;地级及以上有关部门实施水生态保护修复的湖库;设有国家级自然保护区、湿地公园、水产种质资源保护区的湖库;三峡工程、南水北调工程等大型水利工程所在水库;社会各界高度关注或生态环境问题突出的湖库。

3.2.2 点位设置

在设置河流监测点位时,建议按照以下几个原则进行设置:

1) 分段设置监测点位。对于河流,可根据所在区域生态功能区划、水文特点、人类活动影响强度、省市级行政区划等要素,对河流进行分段,形成监测单元。每个监测单元的长度应尽量不要超过50 km,并至少设置1个监测点位。对于同一河流,监测单元长度在50~100 km之间时,增设1个监测点位。当导致水生态系统失衡的原因不明时,可阶段性增加监测点位数量,以更好地支撑对压力因素和治理效果的评估。

2) 优先选择既有监测点位。应优先选择国控、省控地表水监测点位以及历史水生生物监测点位。在同等条件下,应优先选择建有水质自动监测站的点位。对于不具备采样条件或代表性不足的点位,不将其作为水生态监测点位。

3) 充分考虑人类活动干扰程度。应避开桥梁、码头、支流汇入口、排污口、闸坝等人类活动干扰明显的区域。当水生态监测点位周边有上述情形时,在其下游1 km以外的位置采样。对于水生态严重受损或生境变化剧烈的河段,应加密布设监测点位;对于源头区或上游区等受干扰较小的区域,可适当减少点位布设。

4) 一般不在行政区域边界设置监测点位(左右岸共界河段除外)。对于流经地级及以上城市建成区的河流,监测点位设置应兼顾城市上下游。在省级行政区域范围内,监测点位设置应适当涵盖未受干扰或受干扰程度较轻的点位,如河流源头区,自然形态完整、水文条件稳定、基本无污染汇入的河道等区域。

在设置湖库监测点位时,建议按照以下几个原则进行设置:

1) 根据湖库面积合理设置监测点位。每个湖库的监测点位数量不低于5个。当导致水生态系统失衡的原因不明时,可阶段性增设监测点位,以支撑压力因素和治理效果评估。湖库监测点位数量设置建议如表1所示。

表1 湖库监测点位参考数量

Table 1 Reference quantity of lake and reservoir monitoring points

湖库面积/km ²	湖(库)滨带点位数量/个	湖(库)心点位数量/个
0~100	4	1
100~500	4~10	1~2
500~1 000	10~15	2~3
1 000~2 000	15~20	3~4
>2 000	>20	4~5

注:点位数量可根据实际情况适当调整。

2) 均匀布设湖滨带及湖心监测点位。应均匀布设湖滨带监测点位,兼顾主要出入湖河口区域;应均匀布设湖心监测点位,其中对于有明显分区的湖体,应覆盖各主要分区。此外,应重点关注大型水生植被集中分布区域。

3) 优先选择既有监测点位。优先选择国控、省控地表水监测点位,以及历史水生生物监测点位。在同等条件下,优先选择建有水质自动监测站的点位。对于不具备采样条件或代表性不足的点位,不将其作为水生态监测点位。

4) 充分考虑人类活动干扰程度。点位布设应覆盖不同人类活动强度区域。对于水生态严重受损区域及生境变化剧烈区域,应加密布设监测点位;对于人类活动影响较小的区域,可适当减少点位布设。应避开桥梁、码头、支流汇入口、排污口、闸坝等干扰明显的区域。当水生态监测点位周边有上述情形时,在1 km 范围外采样。在同一湖库内,未受干扰或受干扰程度较轻的区域也应布设点位,如沉水植被丰富、水体透明度高的区域。

3.3 管理措施

根据国内外水生态监测网络设置方法汇总结果,结合我国水生态监测点位设置现状及存在的有关问题,从点位设置的管理角度提出以下建议:

① 建议在全国层面形成水生态监测“一张网”,建立监测点位设置备案和数据共享制度,加强国家和地方水生态监测工作统筹协调。② 建议统一水生态监测点位设置技术要求,制定全国性的水生态监测点位设置技术规定或标准,统一各流域和地方水生态监测点位设置原则、方法和技术路线,组织地方按照统一的技术要求布设监测点位。③ 建议适当增大水生态监测点位设置密度,以保障重点水体监测需求。在有限经费安排下,国家层面应将问题突出或社会关注度高的水体作为监测重点,适当增加监测点位密度,以更好地满足水生态问题诊断和分析的需要;地方层面应在此基础上,选择区域性重点水体开展监测。

总之,对于确保我国水生态监测工作的科学性和有效性而言,建立健全水生态监测网络、统一并明确监测点位设置技术标准、合理确定监测点位密度均至关重要。这些举措不仅有助于提升监测数据的准确性和可靠性,还能为水生态保护和修复提供强有力的技术支撑和科学化的决策依据。

参考文献(References):

- [1] 生态环境部. 全国水生态环境保护工作会议召开 [EB/OL]. (2022-07-09) [2023-01-01]. https://www.mee.gov.cn/ywdt/hjywnews/202207/t20220709_988157.shtml.
- [2] 陈善荣,陈传忠. 科学谋划“十四五”国家生态环境监测网络建设[J]. 中国环境监测, 2019, 35(6): 1-5.
CHEN Shanrong, CHEN Chuazhong. Scientific Planning for the Construction of the National Ecological Environmental Monitoring Network in the 14th Five-Year Plan Period [J]. Environmental Monitoring in China, 2019, 35(6): 1-5.
- [3] 陈善荣,董贵华,于洋,等. 面向生态监管的国家生态质量监测网络构建框架[J]. 中国环境监测, 2020, 36(5): 1-7.
CHEN Shanrong, DONG Guihua, YU Yang, et al. The Framework of Ecological Quality Monitoring Network for Ecological Supervision [J]. Environmental Monitoring in China, 2020, 36(5): 1-7.
- [4] 董贵华,王业耀,于洋,等. “十三五”以来我国生态质量状况时空变化分析[J]. 中国环境监测, 2023, 39(1): 1-9.
DONG Guihua, WANG Yeyao, YU Yang, et al. Analysis on Spatio-Temporal Changes of Ecological Quality Status in China Since the 13th Five Year Plan Period [J]. Environmental Monitoring in China, 2023, 39(1): 1-9.
- [5] 李德旺,王春芳,袁玉洁. 水生态监测国内外发展及在长江流域的应用思考[J]. 水生态学杂志, 2021, 42(5): 1-9.

- LI Dewang, WANG Chunfang, YUAN Yujie. Development of Water Ecological Monitoring at Home and Abroad and the Thinking of Its Application in the Yangtze River Basin [J]. *Journal of Hydroecology*, 2021, 42(5):1-9.
- [6] 杨增丽, 商书芹, 郭伟. 国内外水生态监测发展概况及建议[J]. *山东水利*, 2016(8):61-62.
YANG Zengli, SHANG Shuqin, GUO Wei. Overview and Suggestions on the Development of Water Ecological Monitoring at Home and Abroad [J]. *Shandong Water Resources*, 2016(8):61-62.
- [7] 陈水松, 袁琳, 叶丹, 等. 长江流域水生生物监测现状与展望[J]. *人民长江*, 2011, 42(2):79-82.
CHEN Shuisong, YUAN Lin, YE Dan, et al. Status Quo and Prospects of Aquatic Biological Monitoring in Yangtze River Basin [J]. *Yangtze River*, 2011, 42(2):79-82.
- [8] 张增光. 水生生物在水质监测中的应用[J]. *科技情报开发与经济*, 2004, 14(7):150-151.
ZHANG Zengguang. The Application of Aquatic Organism in the Water Quality Monitoring [J]. *Sci-Tech Information Development & Economy*, 2004, 14(7):150-151.
- [9] 郑琳琳, 李海滨, 薛飞, 等. 浅析水生生物监测在环境监测管理中的发展与作用[C]//中国环境科学学会. 中国环境科学学会 2021 年科学技术年会论文集. 天津:中国环境科学学会, 2021:2 093-2 095.
- [10] 中国环境监测总站. 关于印发《水生态监测技术要求 淡水大型底栖无脊椎动物(试行)》的通知:总站水字[2021]629号[A]. 2021-12-31.
- [11] 中国环境监测总站. 关于印发《水生态监测技术要求 淡水浮游植物(试行)》的通知:总站水字[2022]41号[A]. 2022-01-18.
- [12] 中国环境监测总站. 关于印发《水生态监测技术要求 淡水着生藻类(试行)》的通知:总站水字[2022]33号[A]. 2022-01-11.
- [13] 中国环境监测总站. 关于印发《水生态监测技术要求 淡水浮游动物(试行)》的通知:总站水字[2022]47号[A]. 2022-01-26.
- [14] 王国祥. 浅谈我国水生生物监测技术规范的修订[J]. *环境监测管理与技术*, 1998, 10(3):21-25.
- WANG Guoxiang. Discussion on Revision of China Technical Regulation of Aquatic Biomonitoring [J]. *The Administration and Technique of Environmental Monitoring*, 1998, 10(3):21-25.
- [15] U.S. EPA. National Rivers and Streams Assessment 2013-2014: A Collaborative Survey; EPA 841-R-19-001 [R]. Washington:U.S. EPA, 2020.
- [16] U.S. EPA. National Lakes Assessment 2012: A Collaborative Survey of Lakes in the United States; EPA 841-R-16-113 [R]. Washington:U.S. EPA, 2016.
- [17] European Environment Agency. European Waters: Assessment of Status and Pressures 2018 [R]. Denmark:European Environment Agency, 2018.
- [18] 生态环境部办公厅. 长江流域水生态监测方案(试行):环办监测函[2022]169号[A]. 2022.
- [19] 水利部水资源司. 河湖健康评估技术导则:SL/T 793—2020 [S]. 北京:中国水利水电出版社, 2020.
- [20] 农业农村部渔业渔政管理局. 淡水渔业资源调查规范 河流:SC/T 9429—2019[S]. 北京:中国农业出版社, 2019.
- [21] 陈大庆, 赵依民, 林祥明, 等. 长江水生生物资源监测手册[M]. 北京:中国农业出版社, 2021.
- [22] 金小伟, 王业耀, 王备新, 等. 我国流域水生态完整性评价方法构建[J]. *中国环境监测*, 2017, 33(1):75-81.
JIN Xiaowei, WANG Yeyao, WANG Beixin, et al. Methods Development for Monitoring and Assessment of Ecological Integrity of Surface Waters in China [J]. *Environmental Monitoring in China*, 2017, 33(1):75-81.
- [23] 彭定华, 刘哲, 张彦峥, 等. 水生态环境质量评价方法及在黄河流域的应用进展[J]. *中国环境监测*, 2023, 39(2):41-54.
PENG Dinghua, LIU Zhe, ZHANG Yanzheng, et al. Evaluation Methods of Aquatic Ecological Environment Quality and Their Application Progress in the Yellow River Basin [J]. *Environmental Monitoring in China*, 2023, 39(2):41-54.