

附件 21

生物多样性观测技术导则 河流生态系统  
(征求意见稿) 编制说明

《生物多样性观测技术导则河流生态系统》编制组

2020 年 11 月

# 目 录

1. 项目背景.....	1
1.1 任务来源 .....	1
1.2 工作过程 .....	1
2 标准制修订的必要性分析.....	2
2.1 适应新形势下全球生物多样性保护的要求 .....	2
2.2 国家及生态环境主管部门的相关要求 .....	2
2.3 国家相关标准技术体系的要求 .....	3
2.4 现行生物多样性观测标准存在的主要问题 .....	3
3 国内外生物多样性观测及标准制订情况.....	4
3.1 国外河流生物多样性观测情况 .....	4
3.2 我国河流生物多样性观测情况 .....	6
4. 标准制订的基本原则和技术路线.....	7
4.1 标准制订的基本原则 .....	7
4.2 采用的方法 .....	8
5. 标准的主要内容.....	10
6. 标准主要条文说明.....	11
6.1 规范性引用文件 .....	11
6.2 术语和定义 .....	11
6.3 观测方法 .....	11
7. 对实施本标准的建议.....	20

# 1. 项目背景

## 1.1 任务来源

为推动环境保护事业发展，生态环境部下达了《生物多样性观测技术导则 内陆水域生态系统》国家环境保护标准制修订计划，项目统一编号为 2018-49，由中国科学院水生生物研究所和生态环境部南京环境科学研究所共同承担。

## 1.2 工作过程

2018 年 3-8 月，按照《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1 号）的有关要求，项目承担单位组织专家和相关单位成立了标准编制组。标准编制组成员查阅国内外相关资料，在前期项目研究、文献资料分析和基础调研的基础上，编制组召开了多次研讨会，讨论并确定了开展标准编制工作的原则、程序、步骤和方法，形成了标准文本初稿。

2018 年 8 月 24 日，原环境保护部科技标准司组织专家对《生物多样性观测技术导则 内陆水域生态系统》两个项目进行了开题论证，与会专家和管理部门代表充分肯定了本标准编制工作的必要性，通过了标准的开题论证，形成如下意见：（1）标准主编单位提供的材料齐全、内容完整；（2）标准定位准确，内容合理可行；（3）《生物多样性观测技术导则 内陆水域生态系统》标准分为《生物多样性观测技术导则 河流生态系统》、《生物多样性观测技术导则 湖泊生态系统》和《生物多样性观测技术导则 沼泽生态系统》，并对标准初稿提出了许多宝贵的修改意见和建议。

标准开题会后，根据专家组意见，标准编制组进一步修改完善标准初稿，并增加标准编制人员，成立了河流生态系统生物多样性观测标准编制小组，进一步完善标准初稿。

2018 年 10 月-2020 年 6 月，标准编制组根据开题论证意见，进行了深入的文献调研，并对观测场和样地设置、观测指标及方法等内容进行了进一步修改、完善。主要修改内容包括：（1）对样地、布点原则等提出原则性规定；（2）观测指标只选取需要采集原始数据的直接指标，并划分为生物指标、生境指标和干扰指标三大类；（3）选取部分重要观测指标作为核心指标，其他指标作为可选指标；（4）观测方法和频度要考虑长期性和实用性；（5）进一步规范标准的文字和术语。同时，编制组

选取了中国科学院/中国三峡集团公司三峡水库香溪河生态系统实验站进行实地调研。编制组对代表性的观测样地进行了考察，与观测一线的工作人员进行了交流，并征求专家对标准的意见和建议。在文献研究、专家咨询和实地调研的基础上，编制组对标准草案进行了进一步修改和完善，形成了标准征求意见稿和编制说明。

2020年7月27日，受生态环境部自然生态保护司委托，生态环境部环境标准研究所组织专家对《生物多样性观测技术导则 河流生态系统》征求意见稿进行了技术审查，与会专家和管理部门代表一致通过本标准审查，并提出了详细的修改意见和建议。编制组根据会议要求，对标准征求意见稿进一步修改后报标准管理部门。

## 2 标准制修订的必要性分析

### 2.1 适应新形势下全球生物多样性保护的要求

我国是《生物多样性公约》的缔约方。《生物多样性公约》第7条要求通过抽样调查和其他技术，观测生物多样性组成部分及对生物多样性产生不利影响的活动。2010年10月，《生物多样性公约》缔约方大会第十次会议通过了意义重大的2020年全球生物多样性目标（即爱知目标）。2021年5月，中国将主办《生物多样性公约》缔约方大会第十五次会议，届时将制定2030年全球生物多样性目标。实现全球生物多样性目标，并评估其进展情况，需要制定相关观测指标、方法和标准，建立观测系统，开展长期观测工作。

生物多样性和生态系统服务政府间科学-政策平台（IPBES）以及地球观测组织生物多样性观测网络（GEO BON）都提出了开展全球生物多样性状况评估的工作方向。制定生物多样性观测标准，建立全球生物多样性观测网络，是开展生物多样性评估的前提。

### 2.2 国家及生态环境主管部门的相关要求

2010年9月，经国务院常务会议第126次会议审议批准，原环境保护部发布了《中国生物多样性保护战略与行动计划》（2011-2030年）。该战略和行动计划的中期目标为到2020年生物多样性观测、评估与预警体系得到完善，战略任务为进一步加强生物多样性观测能力建设、提高生物多样性预警和管理水平。

2014年新修订的《环境保护法》第十七条规定，“国家建立、健全环境监测制

度。国务院环境保护主管部门制定监测规范，会同有关部门组织监测网络，统一规划国家环境质量监测站（点）的设置，建立监测数据共享机制，加强对环境监测的管理”。

2015年1月，国务院批准了关于启动生物多样性保护重大工程的请示。重大工程的实施被纳入《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》。构建全国生物多样性观测网络，是重大工程的七项重要任务之一，其目标是到2020年，初步形成天地一体化的生物多样性观测技术体系，建立布局合理、层次清晰、功能完善的全国生物多样性观测网络。该标准作为生物多样性保护重大工程（2015-2020年）的重要技术支撑，其制定和实施将有力地保障重大工程的有序推进。

### 2.3 国家相关标准技术体系的要求

《国家环境保护标准“十三五”发展规划》要求继续完善生物多样性调查、观测和评估技术规范。2013年7月22日，原环境保护部科技标准司组织专家在北京对《生物物种监测技术指南》项目进行了开题论证，专家组认为该技术指南（即后来发布的生物多样性观测技术导则）为系列标准，即应针对不同生物类群和生态系统，分别制定专门的标准规范。研究制定河流生态系统的生物多样性观测要求和规范，是《生物多样性观测技术导则》系列标准的重要组成部分，对于提高河流生态系统观测的科学化、标准化和信息化水平有着重要的意义。

### 2.4 现行生物多样性观测标准存在的主要问题

近年来，我国相关部门和各地开展了一些生物多样性观测项目，积累了生物多样性观测技术和经验，生物多样性观测工作处于快速发展阶段。就观测标准而言，我国制定了60多项有关生物多样性调查和观测的国家、行业标准，这些标准对生物多样性调查和观测工作起到了一定的推动作用。但是，我国生物多样性观测标准体系建设与国家生物多样性保护需求仍有较大差距。针对物种多样性观测，生态环境部发布了维管植物、鱼类、淡水底栖大型无脊椎动物、两栖动物、爬行动物、鸟类、陆生哺乳动物等13项针对不同生物类群的生物多样性观测技术导则，但尚缺少生态系统层次生物多样性观测标准规范。

河流生态系统属于流水型生态系统的一种，具有鲜明的组成特征和独特的结构

特征。河流生态系统是流动、开放和连续的生态系统，河源、上中下游和河口的气象、水文、地貌和地质条件的差异造就了极其多样的流域生境，生境条件异质性高。河流生态系统有机物质主要来源于陆地和临近静水水体，水流的持续流动性使得层次变化不明显、自净能力较强。流速、水量和底质是决定河流生物群落结构和分布的主要因素。急流生物群落是河流生态系统中生物的典型代表。

目前尚未建立河流生态系统生物多样性观测标准，无法满足对河流生物多样性规范化观测和管理的需求。因此，亟需制定河流生态系统生物多样性观测指标体系，明确生物、生境、干扰等要素观测的技术要求，以提高我国内陆水域生态系统观测的科学化、标准化和信息化水平，实现对现有《生物多样性观测技术导则》的有力补充。

### 3 国内外生物多样性观测及标准制订情况

#### 3.1 国外河流生物多样性观测情况

澳大利亚昆士兰州初级产业和渔业部（The Department of Primary Industries and Fisheries, DPI&F）负责管理该州的鱼类、软体动物和甲壳类动物及其栖息地。为了更准确地评估昆士兰州的渔业资源状况，DPI&F 于 1999 年起在全州范围内开展了渔业资源长期期观测计划。该计划调查的资源包括多种多样的淡水和海水鱼类。自 2000 年以来，DPI&F 一直在调查昆士兰州 10 个河流生态系统的淡水鱼类多样性。该计划采用电鱼技术收集重要的休闲和经济鱼类种群信息。同时收集有关水质和栖息地等辅助信息，以便了解鱼类群落结构的变化原因。收集的数据用于提供有关种群数量下降或增加的早期预警。基于观测工作，分析鱼类丰富度变化趋势与栖息地变化、流量调控，鱼道建设或渔业调控的关系。长期观测也密切关注有害鱼类，以便为有害鱼类种群控制管理策略提供依据。年度观测数据被用于指导优化渔业管理策略。

美国生态学家于 2000 年正式提出建设国家生态观测网络（The National Ecological Observatory Network, NEON）的设想。2011 年，美国国家科学委员会和国会批准建立 NEON 的资金。随后，NEON 进入建设阶段。NEON 将在全美 34 个水域（24 条溪流，3 条大河和 7 个湖泊）中收集数据，这些地点涵盖了不同植被、

地貌、气候和生态系统功能区域。在每个水域观测点，对 200 多项物理、化学和生物数据进行观测。主要观测指标包括：1) 物理参数：流量、河/湖形态、沉积物大小、透明度、水体冰冻/开封日期等；2) 化学参数：水体主要离子含量、营养物、稳定性同位素、溶解性气体、大气沉降、沉积物等；3) 生物参数：微生物、着生/浮游藻类、水生植物、苔藓、地衣、大型无脊椎动物、浮游动物、鱼类、河岸植被带等。数据收集采用标准化方法，包括自动仪器测量和机载遥感调查。专业人员定期收集观测数据，以补充自动原位水生传感器收集的数据。在条件允许的区域，NEON 同步配置水、陆观测样点，以便更好地了解水-陆生态系统间的联系。除了国家级长期定位观测台站外，美国还通过科学研究项目设立一些中期湿地野外观测站。如美国环境保护署、美国工程兵团等分别在北美五大湖区及俄亥俄州北部湿地建立实验站，进行相关的湿地观测。

2008 年，DIVERSITAS 和国际地球观测组织 (GEO) 宣布成立了收集、管理、共享及分析世界生物多样性现状和趋势的新机构——地球观测组织生物多样性观测网 (GEO BON)。GEO BON 主要致力于在全球、区域和国家尺度推动生物多样性观测资料的收集、整理和分析，以更好地为保护全球生物多样性提供技术支撑。GEO BON 设有秘书处、管理委员会、执行委员会、咨询委员会，以及遗传组成工作组、物种种群工作组、物种特征工作组、群落组成工作组、生态系统结构工作组、生态系统功能工作组、生态系统服务工作组、生物多样性观测网络发展工作组、淡水生物多样性观测网络工作组等若干工作组。GEO BON 还建立了区域或国家联络点，负责组织开展本区域的生物多样性观测数据收集与分析等有关工作。

自 GEO BON 框架建议提出以来，得到了世界各国政府和非政府组织的响应，成立了多个地区性的观测网络，如欧洲观测网络 (EBONE)、亚太观测网络 (Asia-Pacific BON, AP BON)；以及多个国家的观测网络，例如日本 J-BON、法国 French BON 等。此外，也成立了多个针对不同生态系统的观测网络，其中淡水生物多样性观测网络 (Freshwater Biodiversity Observation Network, FWBON) 是其重要组成部分。

GEO BON 率先提出了重要生物多样性变量 (Essential Biodiversity Variables, EBVs)。政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 建立了气候变化领域的重要气候变化

观测变量（ECVs），且在气候变化观测与评估中收到了良好的效果。受 IPCC ECVs 的启发，GEO BON 通过分析已有的生物多样性观测指标，提出了包括基因水平、物种种群、物种生活史、群落构成、生态系统结构和生态系统功能等几个方面的重要生物多样性变量，为在全球尺度制定一套系统规范、操作性强的生物多样性观测指标体系提供参考。GEO BON 还编制了生物多样性观测网络手册。

### 3.2 我国河流生物多样性观测情况

1996 年，国务院三峡工程建设委员会组建了跨地区、跨部门、跨学科的“长江三峡工程生态与环境监测系统”（以下简称监测系统）。该系统围绕三峡工程建设和今后的运行，对三峡工程可能引起的生态环境问题进行全过程的跟踪监测，及时预警预报，为长江三峡工程建设过程中环境与资源管理以及领导部门决策提供科学依据，为三峡工程建成后进行环境影响回顾性评价积累完整数据。三峡工程生态与环境监测系统以库区为重点，延及长江中下游与河口相关地区。系统由 11 个监测子系统（15 个监测重点站、4 个监测实验站和其它专项监测站）组成。监测系统按照国家或行业部门的规范、规程，结合三峡工程实际情况，对重要的生态环境因子进行定期与不定期的观测和调查。其中，水文水质同步监测重点站、渔业资源与环境监测重点站、水生动物流动监测重点站等子系统监测内容都涵盖了长江不同江段水体主要物理、化学指标；以及以鱼类多样性、渔业资源量为重点，包括浮游植物、浮游动物、底栖动物、固着藻类、水生维管植物等在内及水生生物指标。经过十几年的运行，监测系统取得了大量生态与环境数据与资料，及时预警预报，为三峡工程建设及运行过程中环境与资源管理以及领导部门决策提供科学依据和技术支撑，为三峡工程生态环境管理发挥了重要作用，对三峡工程的可持续利用意义深远。

从 1985 年开始，农业部渔业行政主管部门在我国主要海区、流域和省（市）相继建立了全国渔业环境监测网，形成了以国家渔业环境监测中心为枢纽，覆盖全国的渔业环境监测网络。2001 年以来，全渔网逐步加强了生态指标的监测，包括叶绿素 a、浮游植物和浮游动物等指标，“全国渔业环境监测网”也改名为“全国渔业生态环境监测网”。目前该网络常规监测工作已形成相对成熟的监测指标体系。监测指标体系设置两类两级。两类指海水和淡水环境，每类环境包括两级监测指标：一级

指标为分类指标，主要包括水质、生物环境、沉积物(底质)和生物体四大类要素；二级指标为每级分类指标的具体的监测指标。该网络对中国渤海、黄海、东海、南海、黑龙江、黄河、长江、珠江及其他区域的 167 个重要渔业水域进行监测，2015 年监测站位 2039 个，监测总面积 1051.9 万公顷。30 多年来，该网络通过常规监测和专项监测，积累了大量的第一手监测数据，基本掌握了中国渔业生态环境状况。此外，参与制定了多项部门规章和技术规范，包括 2007 年农业部发布了 SC/T9102-2007《渔业生态环境监测规范》，为我国渔业生态环境监测建立了行业监测标准。

2014 年，中国生物多样性监测与研究网络(Biodiversity Observation Network of China, Sino BON)成立。Sino BON 包含 10 个专项网和 1 个综合监测管理中心，其中包括了内陆水体鱼类多样性监测网(Sino Bon - Inland Water Fish)。中国内陆水体鱼类多样性监测网将在长江、黄河、黑龙江、珠江、澜沧江、怒江、塔里木河及青海湖等 8 大流域选取 25 个重要地区，建立鱼类监测和研究平台。运用渔获物调查、水环境监测等方法，结合水下机器人视频追踪、鱼探仪探测、声学信标监测等技术，获取各流域重点物种(类群)鱼类生物多样性总体概况的基本数据，分析种群数量、年龄结构、个体大小、繁殖时间、繁殖群体组成、早期资源量(即繁殖的后代数量)等特征。内陆水体鱼类多样性监测网的创建，为我国淡水鱼类多样性监测和保护创造了重要条件。

## 4. 标准制订的基本原则和技术路线

### 4.1 标准制订的基本原则

#### 4.1.1 科学性原则

在开展观测前，必须明确四个与生物多样性观测相关的技术问题：即(1)为什么要观测？(2)在哪里观测？(3)观测什么？(4)如何观测？因此，选择观测样地，明确观测目标、观测指标和观测方法，并对此进行相应的验证，是获取区域内生物多样性有效观测数据的关键环节。事实上，关于生物多样性的观测，不论是长期观测还是短期观测，都要制定涵义清晰、内容明确、简便实用、数据可获得性强的观测指标。首先，生物多样性的观测指标应具有科学性，并能及时反映生物多样

性的动态变化。其次，观测方法应具有先进性，应运用现代生物多样性观测的仪器设备，采用统一、标准化的观测方法，能检测到生物多样性相应的变化规律，以确保观测数据的可比性和长期性。第三，所选择的观测样地要有典型性和代表性，能真实反映区域生物多样性水平；此外，还应充分考虑观测样地空间变异性和可探测率的变化，尽量降低抽样误差和探测误差，应能在有限的观测面积中较好地反映目标区域内生态系统结构、过程和功能以及群落种类组成与数量特征。

#### 4.1.2 可操作性原则

在制定观测标准时，应充分考虑所拥有的人力、资金和后勤保障等条件，使观测标准切实可行。首先，观测标准要满足生物多样性保护和管理的需要，并能对生物多样性保护和管理的指导作用。其次，观测指标必需具有可操作性，并能够量化测度，而且数据的采集成本要相对低廉、可行。在现实科研实践中，筛选高效率、低成本的观测方法是提高生物多样性观测有效性的重要因素之一。应定期对观测标准和观测结果进行评估，向相关部门报告观测结果及在观测工作中发现的问题，使观测标准与保护政策和行动紧密联系起来；同时还应对观测技术和方法进行评估，必要时可完善相关观测方法。

#### 4.1.3 持续性原则

生物多样性容易受区域气候、植被、水文及其人为活动的影响。生物多样性的区域差异、生境变化对生物多样性的影响以及生物多样性对环境变化的响应等，这些问题必须用长期连续数据才能得到科学的答案，因此生物多样性的长期观测显得十分重要。同时，生物多样性观测是实施生物多样性保护的基础，是一项长期而艰巨的任务，因此标准的制定必需满足长期观测的需要。为保持观测工作的持续性，观测标准的编制应尽量考虑现有观测工作基础，并利用现有观测力量。

### 4.2 采用的方法

将从标准适用范围、规范性引用文件、术语和定义、观测原则、观测目标、观测准备、布点原则与样地设置、观测指标及方法、数据处理和分析、质量控制和观测报告编制等方面作出规定。

标准制订时，将通过咨询河流生态系统管理和保护的相关部门以及开展观测活

动的相关机构，明晰河流生态系统观测的具体需求。通过开展国内外关于河流生态系统观测的相关文献调研，掌握相关技术动态，构建河流生态系统观测指标及其方法库，建立观测指标初步框架。组织生物、生态、水文、土壤等领域的专家，在遵循科学性原则的基础上对观测指标进行进一步凝练，建立河流生态系统的观测指标体系，以提高观测指标的代表性、有效性和实用性。观测指标体系确立后，分析国内外河流生态系统观测所采用的方法，比较各种技术和方法的优缺点，以便捷、实用和经济为前提确定相关指标的观测方法，起草观测标准草案。组织多学科、多部门的研讨会开展咨询论证，不断完善标准文本。选择中国科学院/中国三峡集团公司三峡水库香溪河生态系统实验站，对标准指标、方法、时间和频次等关键内容进行验证。在进一步修改完善后，形成适应我国河流生态系统观测工作要求的标准（图 1）。

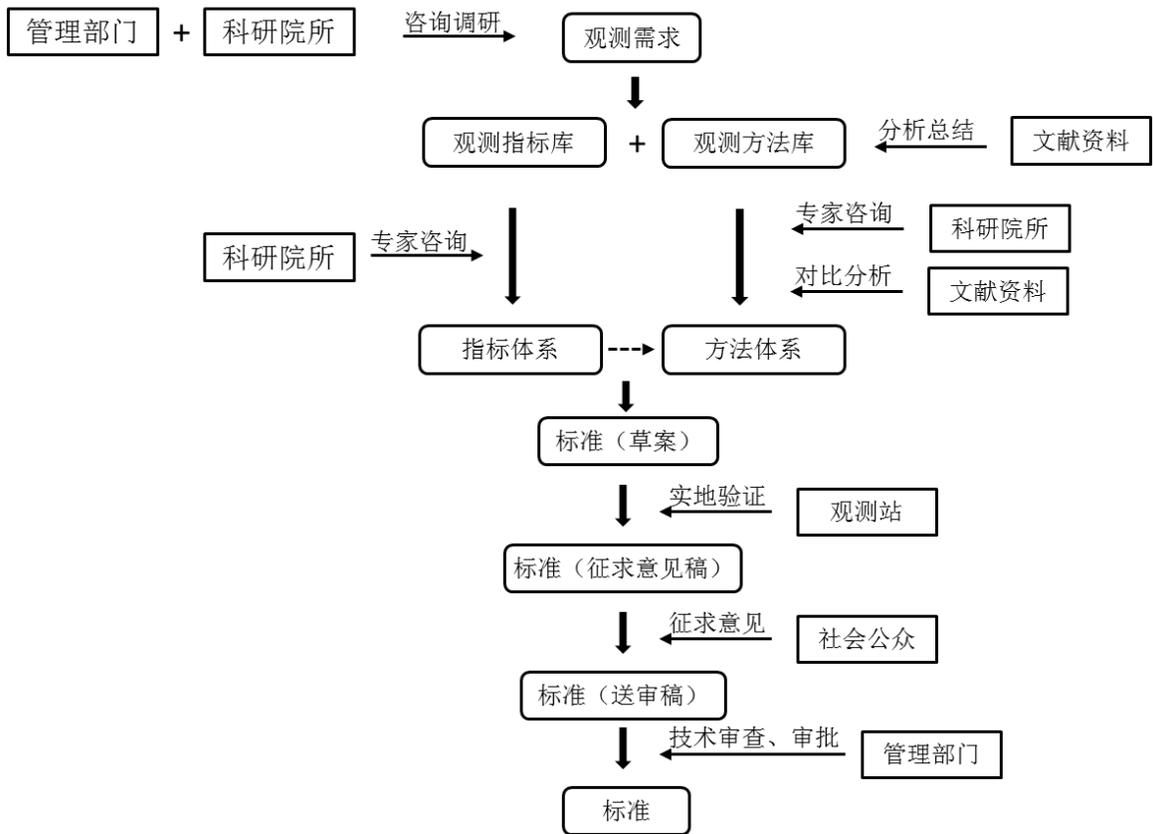


图 1 标准制订流程

在建立河流生态系统的观测指标体系时，主要从“状态”和“压力”两个维度筛选出能反映该生态系统现状及其变化趋势的重要指标开展观测活动。“状态”主要指生态系统生物组成及环境背景的现状。从河流生态系统的水（水文和水环境）、气（气象和大气环境）、土（土壤和沉积物）三大环境要素入手筛选能表征生境现状的关键指标，从生物个体、种群、群落三个层次筛选出能表征生物生存现状的关键指标。“压力”主要指生态系统所面临的主要威胁。从生物及其生境所面临的人为干扰（如基础设施建设、旅游开发、围湖垦殖等）筛选出影响生物多样性并能够表征生物多样性可能变化趋势的观测指标。

在具体观测方法上，可采用野外调查、遥感调查、激光雷达、无人机、地面传感器等。由于生态系统结构复杂、生物资源的异质性，需要采用多种观测方法综合获取观测数据。其中，常见动植物、气象、水文、物候和群落结构信息通常采取野外调查方法；流域面积、河道形态、河岸带状况等重要参数利用高光谱遥感影像技术观测。

## 5. 标准的主要内容

本标准规定河流生态系统中生物多样性观测的主要内容、技术要求和方法，主要包括：

- (1) 适用范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 观测原则
- (5) 观测目标
- (6) 观测准备
- (7) 样地和样点设置
- (8) 观测指标及方法
- (9) 数据处理和分析
- (10) 质量控制
- (11) 观测报告编制

## 6. 标准主要条文说明

### 6.1 规范性引用文件

本标准引用了《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》(HJ 710.7)、《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》(HJ 710.8)、《生物多样性观测技术导则 水生维管植物》(HJ 710.12)、《生物多样性观测技术导则 两栖动物》(HJ 710.6)、《内陆水域浮游植物监测技术规程》(SL733)、《淡水浮游生物调查技术规范》(SC/T 9402)中生物多样性的调查方法;《地面气象观测规范 天气现象》(GB/T 35224)、《地面气象观测规范 气压》(GB/T 35225)、《地面气象观测规范 空气温度和湿度》(GB/T 35226)、《地面气象观测规范 风向和风速》(GB/T 35227)、《地面气象观测规范 降水量》(GB/T 35228)、《地面气象观测规范 蒸发》(GB/T 35230)、《地面气象观测规范 辐射》(GB/T 35231)、《地面气象观测规范 日照》(GB/T 35232)中相关气象参数的测量方法;以及水、土、气等生境质量测量方法。

### 6.2 术语和定义

定义了河流生态系统、流域、水系、河岸带、底栖大型无脊椎动物、着生藻类等主要概念,描述了生物多样性度量指标。

### 6.3 观测方法

#### 6.3.1 观测准备

开展观测前,应根据观测目标明确观测对象,制定观测计划,组建观测队伍、开展人员培训,准备观测工具、材料。本标准对此作了相应规定。

(1) 选择观测对象。根据具体观测目标,确定观测对象。一般应从具有不同生态习性和生活史特征的类群中选择生物观测对象,应重点考虑:1)受威胁物种、保护物种和特有种;2)具有重要社会或经济价值的物种;3)对维持生态系统结构和过程具有重要作用的物种;4)对环境变化反应敏感的物种。选择对生态系统生物多样性有重要影响的物理生境、水质、气象、沉积物等指标。这些非生物指标应具有易于定量监测、且能反映区域尺度主要理化特征等特点。选取能反映调查区域人类活动特征、且对典型生态系统生物多样性具有显著影响的干扰指标。

(2) 制定观测计划。在制定观测计划时,应收集观测区域自然和社会经济状况

的资料，了解观测对象的生态学及种群特征，必要时可开展一次预调查。观测计划应包括：观测内容、要素和指标，观测时间和频次，样本量和取样方法，观测方法，数据分析和报告，质量控制和安全管理等。

(3) 组建观测队伍。根据调查指标，挑选相关专业人员组建观测队伍。需事先对野外观测人员做好观测方法和野外操作规范的培训工作，确保观测人员能够熟练掌握各种仪器以及野外操作规范。同时做好安全培训，强调野外采样中应注意的事项，杜绝危险事件发生，加强安全意识。

(4) 准备观测工具和材料。准备典型生态系统中生物多样性观测所需的仪器、工具，检查并调试相关仪器设备，确保设备完好，对长期放置的仪器进行精度校正。根据调查样点数量准备足量现场记录表格、标本采集、保存用具等辅助材料。

### 6.3.2 观测样地设置

依据观测目标和观测对象，在目标河流设立调查样点。样点的选取应具有代表性、系统性、科学性，并兼顾上下游、干支流关系。一般情况下，以样点可达性为前提，采用随机均匀布点法，在全水系范围内选择调查样点。采用GPS定位仪对调查样点精确定位，并在地形图上标注样点的位置。一般而言，根据河流形态、河床底质、水位、水流、水质特征等因素，在河流上、中、下游，干、支流，以及干支流汇合点处下游均应设置样点；同时，在人类活动较少和较普遍的区域也应分别设置样点。同一干/支流上任意两个相邻样点间的地理距离应大于5 km。布设样点时还应兼顾已有水质、水文常规观测点位，以便利用相关观测数据。

针对河流生态系统空间异质性较强的特点，现场调查时，每个样点应由一定长度河段上的若干个重复断面组成。具体而言，到达预先设定（或现场选好）的位置后，应先测量该位置所在断面的水面宽度，随后以该位置为中点，在长度等于10倍样点水面宽度的上下游河段上开展调查。对于可涉水样点，调查区域应包括左—中—右岸在内的完整断面。对于不可涉水样点，如果有采样船只，调查区域可以涵盖完整的河流断面；如果没有行船条件，可以仅沿河道一侧展开调查。调查时，依次从上游到下游，在5~10个断面内随机选取若干个典型生境（包括浅滩、深潭、激流区、湍流区、缓流区、回水区、过渡区等），采集样品。

### 6.3.3 观测内容和指标

## **(1) 生物指标**

**1) 鱼类。**观测内容包括鱼类种类组成、繁殖时间、种群数量等。观测指标包括种名、数量、生物量和生物学特征等。

**2) 底栖大型无脊椎动物。**观测内容包括底栖大型无脊椎动物的种类及其数量特征、群落特征等。观测指标包括物种组成、物种丰富度、频度、生物量等。

**3) 着生藻类。**观测内容包括着生藻类种类及数量特征、群落结构等。观测指标包括种类组成，物种丰富度、频度、生物量等。

**4) 浮游植物。**观测内容包括浮游植物种类及数量特征、群落结构等。观测指标包括种类组成，物种丰富度、频度、生物量等。

**5) 浮游动物。**观测内容包括浮游动物种类及数量特征、群落结构等。观测指标包括种类组成，物种丰富度、频度、生物量等。

**6) 水生维管植物。**观测内容包括水生维管植物种类及数量特征、群落结构等。观测指标包括种类组成，物种丰富度、频度、盖度、生物量等。

**7) 两栖动物。**观测内容主要包括种类组成、空间分布、种群动态等。观测指标包括两栖动物的种类、数量、等。

## **(2) 生境指标**

**1) 气象指标。**从调查区域内气象在线监测系统获取区域性气温、辐射量、降雨量等信息，记录采样期间的天气现象。必要时可测定气压、风速/风向、空气湿度、日照时数、水面蒸发量等指标。

**2) 水文指标。**测定每个采样位置的流速、水深；测量采样断面的水面宽度、平均水深、断面平均流速等。还可根据流速—面积关系估算断面流量。在较深河段，可以测定水位高度。

**3) 水质指标。**对生物多样性进行调查时，应同步测量 pH、水温、溶解氧、电导率、浊度、总氮、总磷等对水生生物有重要影响的主要水质指标。针对特定研究目的，还可适当增加水体其它营养盐（如氨氮、硝酸盐、磷酸盐、硫酸盐等）、主要重金属（铜、锌、镉、汞、铅、铬、铁、锰、硒、砷等）、主要化合物（氯化物、氟化物、氰化物、硫化物等），以及挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群等指标。

**4) 沉积物指标。**测定对生物多样性有直接影响的沉积物类型、沉积物厚度、容重、粒度等物理性质指标，以及 pH、氧化还原电位、阳离子交换量、有机碳、总氮、总磷等化学指标。针对特定调查目标，还可测量沉积物温度、含水量、主要重金属含量、含盐量等指标。

### **(3) 干扰指标**

记录调查区域内各类干扰出现与否、距离观测样地情况、在调查区域内出现的频度或面积、出现/持续时间、干扰强度等信息。

## **6.3.4 生物指标采样方法**

### **(1) 样方法**

样方法是一种常用的观测方法。对于不同生物类群，样方的大小、数量及采样要求均有所不同。

**1) 鱼类。**参照《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》(HJ 710.7) 进行。通过以下三种方法调查渔获物，获得鱼类种类组成和分布的资料：1) 统计所调查水体的小区各类渔船所捕捞的渔获物中的所有种类；2) 观测人员自主采集；3) 访问渔民、水产品收购和批发市场、当地渔业管理部门的工作人员。渔获物的取样数量要求能反应渔获物的现实状况。渔船数量较多时，可根据各种渔具的渔船数量按比例进行取样；当渔船数量较少时，应对所有渔船的渔获物进行统计分析。将采集到的每一尾鱼样本当场鉴定种类，并逐尾进行各种形态学指标的测量和记录。对于不能当场识别、识别尚存疑问或者以前没有采集到的种类，应在采集记录上做备注，并取鳍条、肌肉等组织材料用酒精固定以备进行分子鉴定，整体标本用福尔马林溶液固定并作标记。

**2) 底栖大型无脊椎动物。**参照《生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物》(HJ 710.8) 进行。在可涉水河段（或水深小于 1 m 河段），可用踢网、索伯网、D 形拖网或手抄网等进行采集。在浅水区可用定量框法进行采集，将定量框（50 cm × 50 cm 或 25 cm × 25 cm）置于河床上，取出框内的底质和底栖生物，同时在定量框后方置一手网，以防挖取框中底质时底栖动物漂走。在深水河流（或水深超过 1 m 的河段），采用彼得生采泥器或带网夹泥器进行采集。一般情况下，每个采样点累计采样面积约 0.5~1 m<sup>2</sup>；也可根据底栖动物密度情况适当调整采样面积。

**3) 着生藻类。**参照《微型生物监测新技术》和美国环保署《全美河流调查野外操作手册》相关规范进行。着生藻类采样点位置尽量与底栖大型无脊椎动物保持一致。在可涉水河流（或水深小于 1 m 河段），在每个样点，选取 10 个主要着生基质（石块、倒木、泥沙等），在每个基质上采集固定面积（约 16 cm<sup>2</sup>）的着生藻类。如果藻类多样性较低，可适当增加重复样方数。采集面积可以用瓶盖、金属框等确定。对于硬基质（如石块、树枝等），先在基质上确定（标记）采样区域，然后用刷子用力刷洗采集区域数次，收集刷液并记录其体积后，转入标本瓶。对于泥沙等软基质，则用注射器吸取采样区域内水面以下 1 cm 厚的基质，转入标本瓶。对于不可涉水样点（或水深超过 1 m 的河段），仅在河流一侧（左或右岸）沿岸带采集着生藻类标本，具体采集方法与可涉水样点相同。

**4) 浮游植物。**参照《内陆水域浮游植物监测技术规程》（SL733）进行。浮游植物在不可涉水河段中生物多样性较高，因此采集区域主要集中在中下游河段。用 64 μm（25 号）浮游生物网采集浮游植物定性样品。用一定容量（2.5 L 或 5 L）的采水器采集特定体积水样（根据河流中浮游植物密度确定采样体积），沉淀、浓缩后得到浮游植物定量样品。将水样倒入分液漏斗，加入鲁哥氏液，静置 48 小时后，用虹吸管吸去上层清液，最后留下约 20 ml，转入标本瓶，作为浮游植物定量样品。浮游植物采集样点设置与着生藻类类似，每个样点内设置 10 个纵向重复样，尽量涵盖断面不同位置。如果水深小于 3 m，且混合良好的河段，可只采集表层水样；对于水深超过 3m 的河段，应采集表层（0.5 m）和底层（离底 0.5 m）两处混合样。

**5) 浮游动物。**参照《淡水浮游生物调查技术规范》（SC/T 9402）进行。类似于浮游植物，在中下游河段中，浮游动物有较高的生物多样性。浮游动物采样方法与浮游植物类似，但采样后应立即用鲁哥氏液固定，以杀死水样中的浮游动物。定量采集步骤也包括采水器采集水样、沉淀浓缩等步骤。

## **(2) 样线法**

样线是指观测者在观测样地内选定的一条观测路线。观测者记录沿该路线一定空间范围内出现的物种。

**1) 水生维管植物。**参照《生物多样性观测技术导则 水生维管植物》（HJ 710.12）进行。对于挺水植物，根据不同水体状况、干扰程度等设置样线。优势种相同或相

近的挺水植被类型，可以沿着水体边缘设置3~5条样线；样线长度视水体面积、生境异质化程度而定，一般为800~1000 m。样线的布置、条数和长度应根据水体实际大小进行适当调整。对于群落（或生境）类型较为复杂的水体，可适当增加样线的数量，一般为5~7条，同时缩短样线的长度。样线之间的间隔一般不小于250 m，可根据实际情况作一定调整。在每条样线上，每隔50 m设置1个样方。样方的面积为2 m × 2 m。从样方的中心将样方划分为4个1 m × 1 m的小样方，对每个小样方采用样点截取法中的点频度框架开展调查。频度框架的宽度为100 cm，采用1个金属针。

**2) 两栖动物。**在湿地生态系统，可采用长样线，长度500~1000 m之间。每个观测样地的样线应在7条以上，短样线可适当增加数量。样线的宽度根据视野情况而定，一般为2~6 m。在水边观测两栖动物可以在水陆交汇处行走。观测时行进速度应保持在2 km/h左右，行进期间记录物种和个体数量，不宜拍照和采集。根据两栖动物的活动节律，一般在晚上开展观测。每条样线在不同天开展3次重复观测，应保持观测时气候条件相似。

### **(3) 标记重捕法**

标记重捕法是指在一个边界明确的区域内，捕捉一定数量的动物个体进行标记，标记完后及时放回，经过一个适当时期（标记个体与未标记个体充分混合分布）后，再进行重捕并计算其种群数量的方法。该法适用于两栖爬行动物、鱼类等的观测。

**1) 鱼类。**参照《生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类》（HJ 710.7）进行。标记重捕法分五个主要的步骤：确定放流种类、选择标记方法、选择放流对象、存活和脱标实验、标记和放流、回捕和检测。一般采用挂牌标记、线码标记、荧光标记、切鳍标记等方法进行标记。最好选用个体较大、健壮的野生鱼类作为放流对象，并在池塘或者人工圈养的水体内暂养。对于标记的鱼类个体，还需要进行存活和脱标实验。选择一定数量成功标记的个体进行暂养，3日后逐尾检测标记的存留状况及鱼类的存活和生活状况，根据不同标记部位的留存率和不同标记方法对鱼类生活行为的影响程度，选择标记留存率较大且对鱼类生活影响较小的标记部位。标记鱼的回捕，主要有四种途径：一是发布消息，有偿回收；二是渔获物调查；三是在放流水域周边乡镇的集市上进行访问调查；四是自主采样。

#### **(4) 声呐水声学调查**

该法适用于鱼类物种资源观测，包括走航式和固定式两种。走航式是运用回声探测仪观测鱼类数量与分布。将声呐探测设备的数字换能器（探头）固定在船体的一侧，探头发射声波面垂直向下，探头放于水面以下一定深度，避免船体波动探头露出水面，同时也减少水面反射的影响。航线的走向以尽量垂直于鱼类密度梯度线为设计原则，力求每条走航路线均可覆盖各种密度类型的鱼类分布区，以保证数据的代表性和资源评估结果的准确性。固定式用于观测鱼类通过某一断面的数量和活动规律。根据观测要求和水域形状，选择断面，探头完全放于水下一定的深度，探头发射声波面与水面平行。换能器进行连续（一般 1 秒一次）脉冲探测和声学数据采集。由于本方法对设备要求较高，可根据监测能力条件选择实施。

### **6.3.5 生境指标采集方法**

#### **(1) 物理生境指标**

通过实地调查，结合相关文献资料、遥感数据解译等手段，定性评估物理形态、土地利用等特征，并对各个特征进行详细记录。

#### **(2) 气象指标**

气象特征有助于解释大尺度的生物多样性分布格局，因此，在区域或国家尺度的生物多样性调查中，有必要考虑气候指标。气候指标参照《地面气象观测规范》相关系列标准方法测量，应尽量使用调查区域内建成的气象监测系统数据。

#### **(3) 水流指标**

参照《河流流量测验规范》（GB 50179-2015）测量各调查位置、断面的水流特征。可通过流速—面积法计算调查河段的流量。

#### **(4) 水质指标**

在每个调查样点采集水样，采集位置与生物样位置尽量保持一致。在水深小于 3m，且混合良好的河段，可只采集表层水样。为防止河道中的漂浮物混入水样，可将采样瓶置于 0.2m 水深处采集。对于水深超过 3m 的河段，用采水器采集表层（0.5m）和底层（离底 0.5m）两处形成混合样。采样瓶应事先清洗干净，采样时用河水先润洗 2~3 遍，再将水样装入瓶中。水样体积根据监测指标的多少确定。对于易于变化的指标，应现场测定；对于需要带回实验室测量的指标，可通过加酸、冷藏等手段

抑制监测指标的变化。水样的保存应和水质指标分析方法要求一致,且应尽快测定。

#### **(5) 沉积物指标**

对以基岩、石块为河道主要基质的河流而言,一般情况下,沉积物含量较少,与河流水生生物多样性的关系部密切,可以不予监测。而以泥质河床为主的河流,沉积物是河流着生底栖生物的主要栖息场所,沉积物特征对这些生物的多样性有显著影响。因此,在开展泥质基质河流生物多样性调查时,沉积物应作为栖息地生境的一部分特征加以观测。沉积物的指标按照相关标准测定。

#### **(6) 干扰指标采集方法**

干扰指标主要通过现场观测、走访调查、历史资料收集、遥感影像解译等手段获取。干扰指标测定方法既可以定性记录特定干扰类型出现的有无情况,也可以在定性基础上,对重要干扰类型面积、强度等进行定量化测量。

### **6.3.6 观测时间和频次**

尽量对所有调查指标进行同步观测。观测时间、观测频度一经确定,应保持长期不变,以利于对比年际间数据。

#### **(1) 生物指标**

根据不同生物类群的生长习性和生活史周期等,观测时间和频次略有差异。

**1) 鱼类。**鱼类早期资源调查,通常每年进行一次,从繁殖季节开始持续到繁殖季节结束。鱼类物种资源调查的时间没有强制性规定,主要根据观测目标和观测对象确定观测时间和频次,尽量保持不同观测样点时间和条件的同步性;一般每年春、秋两季各进行1次观测;或者根据鱼类生物学特点及水文条件的变化规律每年进行4次观测,分别在四个季节开展;或者逐月开展调查。

**2) 底栖大型无脊椎动物。**观测时间可视观测目标和地域而定,一般以春末至秋末为宜,在秦岭—淮河一线以南地区,观测时间可延至11月。每年观测不低于2次(枯水期、丰水期各一次),经费允许条件下可开展季度性或逐月调查。

**3) 着生藻类。**观测时间可视观测目标和地域而定,一般以春末至秋末为宜,在秦岭—淮河一线以南地区,观测时间可延至11月。每年观测不低于2次(枯水期、丰水期各一次),尽量在春、夏、秋、冬季各开展一次调查,经费允许条件下可开展逐月调查。

4) **浮游植物**。观测时间可视观测目标和地域而定，一般以春末至秋末为宜，在秦岭—淮河一线以南地区，观测时间可延至 11 月。每年观测不低于 2 次(枯水期、丰水期各一次)，尽量在春、夏、秋、冬季各开展一次调查，经费允许条件下可开展逐月调查。

5) **浮游动物**。观测时间可视观测目标和地域而定，一般以春末至秋末为宜，在秦岭—淮河一线以南地区，观测时间可延至 11 月。每年观测不低于 2 次(枯水期、丰水期各一次)，尽量在春、夏、秋、冬季各开展一次调查，经费允许条件下可开展逐月调查。

6) **水生维管植物**。应根据植物的生长状况和季节变化，选择合适的时间进行观测。可选择水生维管植物生长旺盛期（如花果期）进行观测，或在生长旺盛期和成熟期分别进行观测。条件允许时可进行季度观测。

7) **两栖动物**。两栖动物的观测每年进行 2~4 次，每次以 6~10 天为宜。每次观测至少间隔一个月。

需要注意的是，观测时间一经确定，应保持长期不变，以利于对比年际间数据。因为观测目的及科学研究的需要，可在原有观测频率的基础上增加观测次数。

## (2) 生境指标

生态系统概况和物理生境指标一般情况下相对稳定，观测一次即可。

1) **气象指标**。气象指标应连续观测。

2) **水文指标**。生物标本采集点的流速、水深监测频度与生物指标保持一致。断面水宽、水深、流速、流量、水位等指标应连续观测。

3) **水质指标**。观测时间、观测频度与生物指标保持一致。条件允许时，可以对常规水质指标进行月度或在线连续监测。

4) **沉积物指标**。沉积物类型、厚度、容重、粒径等物理性质指标相对稳定，可每年观测 1 次或每年 2-4 次。沉积物其他理化性质指标与河流生物观测同步进行，频度保持一致。

## (3) 干扰指标

每次生物多样性状况调查时都应详细记录干扰状况。干扰指标调查频度与生物指标观测频度保持一致。

### 6.3.7 数据处理和分析

本标准推荐了生态系统生物多样性测算方法。这些分析方法均来自权威的专业教科书。

### 6.3.8 质量控制和安全管理

本标准从设计调查方案、保证设备运行、野外观测与采样、数据记录整理与归档、人身安全防护等角度，提出了质量控制和安全管理要求。

### 6.3.9 观测报告编制

本标准规定了观测报告的编写格式、主要内容和编写提纲。

## 7. 对实施本标准的建议

本标准适用于各级政府环境管理、监测机构、科研院所、高等院校、民间团体组织开展的河流生态系统生物多样性观测项目。标准的实施无需制定相关配套管理措施。在开展河流生态系统生物多样性观测项目时，各单位应根据本标准的规定，制定具体实施方案，做到观测时间、地点和方法的相对统一，并经常开展观测技术培训，使观测人员熟练掌握相关观测要求，适当保持观测队伍的稳定。

目前，河流地生态系统生物多样性观测指标、方法和时间均不统一，标准化工作十分缺乏。因此，建议尽快发布这一系列技术导则，并开展导则的宣贯工作，规范全国生态系统生物多样性观测工作。

应把河流生态系统生物多样性观测工作纳入相关地区各级政府环境监测、管理部门的日常工作范畴，并提供长期稳定的经费支持。同时，要对观测工作中遇到的科学问题，设立相关科研项目，组织攻关研究，提高观测工作的科学性和准确性。