

## 内陆周丛藻类多样性调查与评估技术规定

### 1 适用范围

本规定规范了内陆水体周丛藻类调查与评估主要内容、技术要求和方法。

本规定适用于中华人民共和国范围内内陆水体周丛藻类调查与评估。

### 2 规范性引用文件

《地表水环境质量标准》(2002)

《中华人民共和国行政区划代码》(2016)

《土地利用现状分类》(2007)

《中国河流代码》(2012)

《水文测量规范》(2014)

《水质分析方法》(1994)

《全国淡水生物物种资源调查技术规定(试行)》(2010)

《重点流域水污染防治规划(2016-2020年)》(2017)

### 3 定义和术语

#### 3.1 内陆水体

指内陆江河、湖泊、水库和湿地等淡水或咸水水体。

### **3.2 周丛藻类**

指水体中附着在基质上的藻类。

### **3.3 天然基质法**

指从水体中的砾石、沙土、植物、树木残骸等天然基质表面收集周丛藻类并统计种类和生物量的调查方法。

### **3.4 人工基质法**

指将硅藻计或其他适用人工基质固定于调查水体中，经过一定时间（不低于 2 个月）后从基质上收集周丛藻类进行种类调查和统计的方法。

### **3.5 生物完整性指数**

指利用对环境变化敏感的多个生物参数，通过与参照的健康生态系统进行对比得到的综合指数，用于对受到人类活动或者自然灾害干扰后的生态系统进行健康评价。

## **4 调查与评估原则**

### **4.1 科学性原则**

生物多样性评估应坚持严谨的科学态度，采用科学的技术方法评估调查水域周丛藻类多样性现状和水环境状况。

### **4.2 全面性原则**

应尽量涵盖调查评估范围内的全部周丛藻类种类和周丛藻类可能利用的全部典型生境类型。

### **4.3 重点性原则**

有针对性地对珍稀濒危物种的栖息地进行调查与评估。

## **5 调查与评估内容**

### **5.1 调查内容**

周丛藻类物种组成、分布和生境现状。

### **5.2 评估内容**

(1) 评估调查水域周丛藻类物种多样性状况；

(2) 评估调查水域生态环境状况。

## **6 工作流程**

### **6.1 调查准备**

#### **6.1.1 技术准备**

根据调查目的、任务以及调查对象，确立调查工作所涉及的区域或范围，收集、分析与调查评估任务有关的文献和相关资料，制定工作方案，初步设置调查采样区和采样点，初步确定范围内的物种名单。

#### **6.1.2 组建队伍**

结合调查地区的实际情况，组织调查队伍。在开展现场踏查和野外采样前，必须对参加野外工作人员开展必要的培训，培训内容应包括调查采集相关技术、野外安全等。

#### **6.1.3 准备工具与用品**

准备野外作业需要的工具，包括样品采集用具、标本保存处理用具、固定剂、照相设备、信息记录用具、工具书等。

准备外业工作中需使用的个人防护用品及装备，包括防护装备、衣物、雨具、通讯设备、医药品等。

## **6.2 外业调查**

### **6.2.1 踏勘并确定采样点**

针对调查准备阶段初步设置的采样区和采样点，开展实地踏勘，确定调查采样区、采样点、调查路线和调查方法。

### **6.2.2 野外调查采样**

选择合适的调查时间实施调查，采集标本，做好相应的调查记录，并拍摄生境照片。

## **6.3 内业工作**

### **6.3.1 标本处理与鉴定**

对采集的标本进行处理和鉴定，对鉴定后的标本进行妥善保存。

### **6.3.2 材料整理**

整理调查记录表格、照片、访谈信息；编制调查区域物种名录。

### **6.3.3 数据分析与评估**

根据调查结果计算相关评估指标，针对评估要求开展评估；绘制相关图件。

### **6.3.4 编写报告**

根据调查和评估结果编写报告，评估调查区域周丛藻类多样性状况。

### **6.3.5 提交成果**

提交调查评估工作成果，包括调查评估报告、调查采样过程中的原始记录和整理后的基础数据、绘制的图件、拍摄的工作照、标本照和环境照片，以及需提交至环境保护部的标本等。

## 7 调查技术方法及要求

### 7.1 调查指标与要求

#### 7.1.1 物种种类

##### 7.1.1.1 物种名称

调查记录每个物种的中文名和拉丁名。无中文正名的，只记录拉丁名。

##### 7.1.1.2 数量

以最低分类单元计数，不能鉴定到种的，以属为单位计数，单位为 ind/cm<sup>2</sup>。

##### 7.1.1.3 生物量

统计样点周丛藻类总生物量和所有鉴定种类的生物量。

总生物量用叶绿素 a 浓度，单位为 μg/L。

种类生物量以最低分类单元（属或种）计数，不能鉴定到种的，以属为单位计数。单位为 mg/cm<sup>2</sup>。

#### 7.1.2 采样点信息

采样点环境信息应当在野外采样点环境记录表中记录，见附录 A。

##### 7.1.2.1 所在水域

根据民政部门发布的行政区地图，记录采样点所在河流、湖泊、水库名称。

##### 7.1.2.2 小地名

根据民政部门发布的行政区地图，记录采样点所在村、屯、队名称，或标志性地物名称。

### 7.1.2.3 经纬度

用 GPS 或北斗定位仪定位采样点的地理位置信息。以“度、分、秒”格式记录，精确到 0.1 秒。

### 7.1.2.4 海拔

用 GPS 或北斗定位仪定位采样点的海拔高度信息，单位为 m，精确到 1m。

## 7.1.3 生境状况

### 7.1.3.1 生境类型

描述采样点生境类型。生境类型见附录 D。

### 7.1.3.2 着生基质

记录采样点周丛藻类的着生基质类型。

### 7.1.3.3 水文

参照《水文测量规范》(SL58-2014)，记录采样点的河宽、水深和流速。河宽、水深单位为 m；流速单位为 m/s。

### 7.1.3.4 水质

参照《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)，记录采样点的水温、pH 值和透明度。

### 7.1.3.5 植被

记录采样点岸带水位线沿岸带 50m 可视范围内或山脊线内土地利用类型和比例。

土地利用类型参照《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2007)中的二级类型名称。各类型土地比例可结合遥感图像进行统计。

记录采样点水生植被类型和覆盖度，主要记录沉水植物种类和覆盖度。

#### **7.1.4 影响因素**

记录调查采样点及周边有无工矿业（包括挖沙）、水污染、岸线固化、水利工程、外来物种入侵、捕捞等威胁因素。

### **7.2 调查时间与频次**

至少要保证春季和秋季 2 次调查，条件允许的情况下每季度 1 次调查。每条河流、湖泊和水库的调查与评估工作为期 1-2 年。

### **7.3 调查选点要求**

（1）样点设置应充分考虑水环境控制单元，在各控制单元的控制断面附近至少设置一个采样点。

（2）河流上、中、下游分别采样，湖、库中心处、水流进出口处分别采样。

（3）河流交汇处、湖湾、库湾、急流、浅滩、深潭、河口以及河漫滩等不同生境应当采样；重要经济鱼类或珍稀种类的索饵、洄游及产卵场，省级以上自然保护区、风景名胜区、自然遗产地等重要栖息地应当采样；岸线固化、挖沙等发生地点应增设采样点。

### **7.4 调查方法**

#### **7.4.1 天然基质法**

根据生境类型和河流底质的区别，采用对应的收集方法，要求收集采样河段中全部类型基质上的周丛藻类，不同基质上的样品分开收集保存。

采样时，需记录采样点的地理信息、生境状况和影响因素，以及采集样品的基质类型、使用的工具等。

#### **7.4.2 人工基质法**

需要时，可酌情采用人工基质法作为天然基质法的补充。放置人工基质时，每个取样点位应保证放置多个基质个体，保证回收至少 3 个，2 个月后采集基质取样。

### **7.5 样品采集**

每个采样点采集 3 个平行样，采集到的样品合为 1 份，作为标本提交。

野外采样信息应当在采样记录表中记录，见附录 C。

## **8 标本鉴定与编号**

### **8.1 标本鉴定**

尽量鉴定到种，难以鉴定到种的，尽量鉴定到属。标本鉴定主要依据已出版的《中国淡水藻志》《中国常见淡水浮游藻类图谱》及当地藻类图谱志书等，结合各标本馆馆藏标本进行鉴定。对于不能准确鉴定的物种，邀请有关专家协助鉴定。

### **8.2 标本编号**

标本编号由“河流代码”+“调查工作代码”+“采样区代码”+“采样点序号”+“采样时间”+“物种序号”组成。

河流代码参照《中国河流代码》(SL 249-2012)。

调查工作代码为“周丛藻类”的汉语拼音缩写“Z”。

采样区代码参考《中华人民共和国行政区划代码》(GB/T2260)。



调查评估范围在单个县域内时，采用县级行政区 6 位代码；跨行政区域时，采用共同的上一级行政区代码。

采样点编序号为调查团队自行编制的序号，采用 2 位数字编码，从 01 至 99。

采样时间为采集到该样本时的时间，采用年月日连写形式 (YYYYMMDD)。

样本序号为调查团队自行编制的序号，采用 3 位数字编码，从 001 至 999。

## 9 物种命名

记录物种的中文名、学名。物种名称及其分类系统参照《中国生物物种名录》(<http://www.sp2000.cn>)。

## 10 照片拍摄

### 10.1 拍摄内容

- (1) 拍摄采样水域外貌 1 张；
- (2) 以生境为背景，GPS 定位仪屏幕为前景的照片 1 张，GPS 定位屏幕上显示内容为调查点的地理位置信息；
- (3) 小生境照片 2 张以上；
- (4) 反映物种特征的显微照片至少 1 张。

### 10.2 照片要求

照片分辨率不低于 1000 万像素，要求清晰、自然，能准确反映采样河段或湖库环境状况，物种类形特征。每张照片上显示由相机内置的拍摄日期与时间（显微照片除外）。提交照片格式为 .jpg。

### 10.3 照片命名

生境照片命名以“河流（湖库）名称-采样点编号-照片序号（从01号起编，以2位数字表示）”的形式命名。

物种照片以“采样点-物种学名-照片序号（从0001号起编，以4位数字表示）”的形式命名。

## 11 评估指标及要求

### 11.1 评估指标

#### 11.1.1 物种现状

##### 11.1.1.1 物种丰富度

以物种丰富度指数为评估参数，评估全部采样点及整个调查评估区域的物种丰富度，绘制物种丰富度分布图。

##### 11.1.1.2 物种多样性

以香农-威纳（Shannon-Wiener）多样性指数为评估参数，评估全部采样点及整个调查评估区域的物种多样性。

##### 11.1.1.3 优势物种

以相对优势度指数为参数评估全部采样点及整个调查评估区域的优势种类。

##### 11.1.1.4 丰度

以单位面积藻类数量为参数评估全部采样点及整个调查评估区域周丛藻类的丰度。

##### 11.1.1.5 生物量

以单位面积藻类干重为参数评估全部采样点及整个调查评估区

域周丛藻类的生物量。

### **11.1.2 影响因素**

#### 11.1.2.1 工矿业

以工矿业作业点密度评估工矿业的影响状况。

#### 11.1.2.2 水体污染

以严重污染河流（湖库）比例为参数评估评估水污染的干扰状况。统计调查区域内水质质量为 V 类或劣 V 类河段的比例。

#### 11.1.2.3 水利工程

以河流连通度为参数评估水利工程的干扰状况。

#### 11.1.2.4 其他干扰因素

对上述未列出的干扰因素进行评估。

### **11.2 指标处理与分析**

基于调查结果进行指标分析与评估。指标处理与分析方法参见附录 E。

## **12 质量控制与安全管理**

（1）严格按照本规定要求设计样地调查方案、开展调查记录、采集制作标本与分析评估。

（2）规范填写调查数据，并在调查表中填写调查者姓名。保存记录表完整，原始数据记录随项目报告一起归档保存。

（3）由藻类专业技术人员完成标本鉴定，并在标本鉴定签上填写鉴定人和鉴定日期。

（4）及时进行数据上传和备份。将所有调查数据的电子文档上

传至数据库，并进行备份。定期检查备份数据，防止由于存储介质问题引起数据丢失。

(5) 建立调查数据审核程序，邀请专家对上报数据与信息的确性和完整性进行审查，发现错误与遗漏应及时更正与补充。

(6) 做好安全防护工作，野外工作应避免单人作业，注意自然灾害，防止蛇虫伤害，在确保人身安全的前提下开展野外调查工作。

### **13 调查评估报告与名录编制**

#### **13.1 调查与评估报告编写格式**

调查与评估报告分工作报告和技术报告。

技术报告报告由封面、目录、正文、致谢、参考文献、附录等组成。

#### **13.2 物种名录编制**

在调查准备阶段，收集调查区域原有周丛藻类物种名录，作为附表附于项目实施方案后。野外调查完成后，基于野外调查结果，编制新的周丛藻类物种名录。名录附上凭证，包括照片、标本或者DNA序列等信息编号。周丛藻类物种名录格式见附录F。

附录 A

野外采样点环境记录表

日期	年 月 日	采集地	县 乡 村			记录人	
参加人员					野外采集号		
天气				备注			
GPS 数据 (度/分/秒)							
北纬	° ' "	东经	° ' "	海拔 (m)			
生境信息							
生境类型							
干扰类型							
干扰强度							
水体长度(m)		水体宽度(m)		水深(m)		透明度(cm)	
水温 (°C)				水体 pH 值			
水体气味	无 /酸 /腥臭 /恶臭 /其他						
水体颜色	透明 /浑浊 /乳白色 /绿色 /其他						
水面漂浮物							
底质							
流速(m/s)		描述					
植被信息							
水生植被盖度(%)	水生植被			陆生植被		标本采集编号	
	沉水植物	漂浮植物	挺水植物	遮蔽植物			
其他							

## 附录 B

# 干扰类型及干扰强度划分方法

干扰类型分类参见表 B.1。

表 B.1 干扰类型分类表

干扰来源		具体类型	干扰来源		具体类型
人为干扰	农林牧渔活动	围湖造田\造林	自然干扰	气象灾害	洪涝
		捕捞			干旱
		其他（具体说明）			其他（具体说明）
	开发建设	挖沙		地质灾害	地震
		河岸固化			滑坡
		旅游开发			泥石流
		水坝建设			崩塌
		其他（具体说明）			其他（具体说明）
	环境污染	排污口		生物灾害	病害
		水体污染			外来物种入侵
		其他（具体说明）			其他（具体说明）
	其他	（具体说明）		其他	（具体说明）

影响强度分级参见表 B.2。

表 B.2 干扰强度分级表

影响强度等级	状况描述
强	生境受到严重干扰；周丛藻类难以生存繁衍。
中	生境受到干扰；周丛藻类种类和数量发生明显变化。
弱	生境受到一定干扰；对周丛藻类种类和数量影响不大。
无	生境没有受到干扰。

附录 C

周丛藻类野外采样记录表

采集时间	年 月 日 时			记录人	
采集人				采集人数	
采集地				鉴定人	
采集地编号		经纬度			海拔
开始时间		结束时间		持续时间	
采样网次或距离					
采集方法/工具				野外采集号	
采样总数:			样品总数:		
采样点 编号	周丛藻类总量		着生基质		
	数量 (ind/cm <sup>2</sup> )	生物量 (mg/cm <sup>2</sup> )			
1					
2					
3					
...					
平均					

附录 D

周丛藻类栖息地生境类型

序号	层次 1	层次 2	层次 3
1	河流	可涉水河流 (Wadable river)	跌水潭 Cascade
			瀑布 Fall
			浅滩 Riffle
			流水 Run or glide
			深潭 Pool
		不可涉水河流 (Non-wadable river)	主河道 Main channel
			次河道 Side channel
			河湾 Embayment
			洄水湾 Backwater
			牛轭湖 Oxbow-lake
2	湖泊	深水湖 (deep lake)	沿岸带 Littoral water
			湖沼带 Limnetic water
			深底带 Profound water
		浅水湖 (shallow lake)	沿岸带 Littoral water
			敞水带 Pelagic water



## 附录 E

# 评估指标处理与分析方法

### 1 物种丰富度指数

物种丰富度指数等于调查到的周丛藻类物种数。

### 2 多样性指数

以香农-威纳 (Shannon-Wiener) 多样性指数 ( $H'$ ) 来评估调查水域鱼类群落的多样性。计算公式:

$$H' = -\sum D_i \ln D_i$$

式中:  $D_i$  —— 第  $i$  个物种在群落中的相对密度,  $D_i =$

$$\frac{\text{该物种个体数}(n_i)}{\text{所有物种个体总数}(n)}$$

### 3 相对优势度

以物种相对优势度指数 ( $DI_i$ ) 评估各调查鱼类物种在群落中的地位与作用。相对优势度指数由相对密度 ( $D_i$ )、相对频度 ( $P_i$ ) 和相对显著度 ( $R_i$ ) 三个参数组成, 计算公式:

$$DI_i = D_i + P_i + R_i$$

式中: 相对密度  $D_i = \frac{\text{该物种个体数}(n_i)}{\text{所有物种个体总数}(n)}$

相对频度  $P_i = \frac{\text{该物种出现的样点(或河段)数}(n_{pi})}{\text{调查河流所有样点(或河段)总数}(n_p)}$

相对显著度  $R_i = \frac{\text{该物种生物量}(m_i)}{\text{所有物种生物量}(m)}$

### 4 单位面积藻类数量

以单位面积藻类数量评估周丛藻类的丰度。计算公式：

$$n = \frac{n_i V}{V_i S}$$

式中： $n$ ——单位面积藻类数量，ind/cm<sup>2</sup>；

$n_i$ ——抽样的总细胞数量，ind；

$V$ ——抽样体积，ml；

$V_i$ ——定容总体积，ml；

$S$ ——采样总面积，cm<sup>2</sup>。

## 5 工矿业作业点密度

根据遥感图像和实地调查，统计河岸挖沙、工矿业作业点数量和挖沙船数量，计算工矿业（包括挖沙）作业点密度。计算公式：

$$d_m = \frac{n_m + n_s}{L} \times 100$$

式中： $d_m$ ——工矿业作业点密度，即百公里河流工矿业（包括挖沙）作业点数量；

$n_m$ ——挖沙、工矿业也作业点数量，个；

$n_s$ ——挖沙船数量，条；

$L$ ——调查评估区域内河道总长度，km。

## 6 严重污染河流比例

通过水样水质分析，统计水质质量为 V 类或劣 V 类河道长度与调查区域整体河流长度的比例。计算公式：

$$P_p = \frac{L_p}{L} \times 100\%$$

式中： $P_p$ ——严重污染河流比例；

$L_p$ ——水质质量为 V 类或劣 V 类河道长度，km；

$L$  ——调查评估区域内河道总长度，km。

## 7 河流连通度指数

通过统计调查评估范围内的挡水性建筑物数量和位置进行计算。

计算公式：

$$R_c = \frac{N_d}{L} \times 100$$

式中： $R_c$ ——河流连通度指数；

$N_d$ ——查评估范围内的挡水性建筑物数量，个；

$L$ ——调查评估区域内河道总长度，km。

## 8 其他威胁因素

基于野外调查与资料数据分析，识别影响调查区域周丛藻类物种多样性的其他主要威胁，并利用定量与定性相结合的方式，分析其影响程度。

## 9 生物完整性指数

通过下列步骤对调查水域的生物完整性指数进行计算和评价。

(1) 确定候选生物状况参数指标。参数指标应包括物种丰富度、香农-威纳指数、前三优势种类数量比例、生物量、硅藻类数量百分比，以及其他反映调查水域水生生物多样性的指标。

(2) 建立评价指标体系。将未受干扰、干扰极小的采样点设置为参考点，已受各种干扰（包括污染、工矿作业、城镇化、水利工程建设等）的采样点设置为干扰点。采集参数指标数据，对参数指标值进行分布范围分析、判别能力分析和相关关系分析，剔除不符

合评价需求的参数指标，形成评价指标体系。

参照点与干扰点的参数指标数值范围应满足：①无重叠，或②部分重叠，但中位数值不在另外一组的参数指标数值范围内，否则视为判别能力不足，不能用于建立指标体系；

具有显著相关性的参数指标，至多选择其中一项指标。

(3) 建立生物完整性指数的评分标准。统计参照点的各项参数指标，将所有参照点的单项参数指标数值按大小排列，取 25%分位数值 ( $X'_j$ ) 或 75%分位数值 ( $X''_j$ ) 作为计算该指标分值的标准，对各采样点进行赋值评价。

对于受干扰因素影响而降低的指标，得分值 ( $P_{ij}$ ) 通过以下公式计算：

$$P_{ij} = \begin{cases} 1, & X_{ij} < X'_j / 2 \\ 3, & X'_j / 2 < X_{ij} < X'_j, \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \\ 5, & X_{ij} > X'_j \end{cases}$$

对于受干扰因素影响而上升的指标，得分值 ( $P_{ij}$ ) 通过以下公式计算：

$$P_{ij} = \begin{cases} 1, & X_{ij} > 2 X''_j \\ 3, & X''_j < X_{ij} < 2X''_j, \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \\ 5, & X_{ij} < X''_j \end{cases}$$

式中， $P_{ij}$ ——第  $i$  个采样点第  $j$  项指标参数得分值；

$X_{ij}$ ——第  $i$  个采样点第  $j$  项指标参数值；

$X'_j$ ——参照点第  $j$  项指标的 25%分位数值；

$X_j''$ ——参照点第  $j$  项指标的 25%分位数值。

(4) 建立基于生物完整性指数的生态系统健康评价标准。计算所有采样点各项参数指标总分值 ( $T_i$ )，将所有参照点总分值按大小排列，取 25%分位数值 ( $T'$ ) 作为评价标准。各采样点按表 E.1 进行级别评价。

表 E.1 基于生物完整性指数的生态系统健康评价

健康级别	健康	亚健康	一般	较差	极差
分值范围	$T_i > T'$	$3T'/4 < T_i < T'$	$3T'/4 < T_i < T'/2$	$T'/4 < T_i < T'/2$	$T_i < T'/4$

(5) 验证评价的有效性。通过与其他评价方法或独立数据进行比较，对生物完整性评价方法进行验证与修订，确定评价结果的有效性。

附录 F

周丛藻类物种名录格式

序号	种名	拉丁名	标本号	照片号	其他凭证号
1					
2					
3					
.....					