

ICS 13.060.20  
Z 10

# 团 体 标 准

T/CWEC 26-2021  
T/CAQI 179-2021

---

## 粤港澳大湾区重要河流型水源地生态健康监测与 评价技术导则

Technical guidelines of ecological-health monitoring and assessment for important  
river-type water sources in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

2021-02-08 发布

2021-04-01 实施

---

中国水利企业协会  
中国质量检验协会

发 布

## 目 次

目 次.....	II
前 言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 原则要求.....	3
4.1 科学性原则.....	3
4.2 规范化原则.....	3
4.3 可操作性原则.....	3
4.4 连续性原则.....	3
5 工作流程.....	3
5.1 一般规定.....	3
5.2 制定监测方案.....	3
5.3 基础信息收集.....	4
5.4 野外调查与监测.....	4
5.5 建立评价指标体系.....	4
5.6 监测指标赋分与等级评价.....	5
5.7 监测评价及成果提交.....	5
6 评价内容与指标体系.....	5
6.1 评价内容及要素.....	5
6.2 评价指标.....	7
6.3 基本要求与数据获得方法.....	8
6.4 调查时间及频次.....	9
6.4 评估方法及赋分.....	9
7 水生态健康等级.....	9
8 主要问题与应对策略.....	10

9 数据质量控制 .....	11
9.1 技术培训和专家指导 .....	11
9.2 调查前准备 .....	11
9.3 调查过程要求 .....	11
9.4 调查后样品管理 .....	11
10 水生态健康报告编制 .....	11
附录 A（规范性） 河流型水源地生态健康评估工作流程图 .....	13
附录 B（资料性） 调查评价表 .....	14
表 B.1 河流型水源地环境调查数据表 .....	14
表 B.1 河流型水源地环境调查数据表（续） .....	15
表 B.2 河流型水源地生境质量评价表 .....	15
表 B.2 河流型水源地生境质量评价表（续） .....	16
附录 C（规范性） 鱼类生物完整性指数（F-IBI） .....	17
C.1 参照点和受损点 .....	17
C.2 候选指标体系 .....	17
C.3 评估参数选择 .....	18
C.4 评估参数分值计算 .....	18
附录 D（规范性） 评价指标计算方法与赋分 .....	19
D.1 指标赋分权重方法 .....	19
D.3 水文水资源 .....	23
D.4 河流生境结构 .....	25
D.5 水生生物群落结构 .....	29
D.6 生态系统服务功能 .....	32
附录 E（规范性） 报告编制提纲 .....	34
E.1 主体部分 .....	34
E.2 专题图应包括以下部分或全部 .....	34
E.3 附表 .....	35

## 前 言

本文件按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》编写。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国水利企业协会、中国质量检验协会提出并归口。

本文件起草单位：珠江水利委员会珠江水利科学研究院、水利部珠江水利委员会、中国水利水电科学研究院、中交一航局生态工程有限公司、北控水务（广东）投资有限公司、青岛中质脱盐质量检测有限公司、中国环境科学研究院、重庆市生态环境科学研究院、生态环境部海河流域北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、中国科学院水生生物研究所、深圳市水务工程检测有限公司、中国科学院西安光学精密机械研究所、广东水利电力职业技术学院、广东安纳检测技术有限公司、湖南垚恒环境科技有限公司、深圳市衡伟环境技术有限公司、深圳市中科云驰环境科技有限公司、广东智环创新环境科技有限公司、深圳市集益创新信息技术有限公司、北京中质国研环境科技研究有限公司。

本文件主要起草人：董延军、王建国、梁志宏、唐红亮、赵颖、郑宁、赵进勇、叶建州、郭跃华、白献宇、苑萍、陈艳卿、秦孝辉、罗阳、虞功亮、于会来、黄海燕、于涛、柏杨、易静、陈锡辉、蔡红春、张惠东、谭志吾、郭静翔、郑博文。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国水利企业协会技术标准部、中国质量检验协会标准化办公室。

本文件为首次发布。

# 粤港澳大湾区重要河流型水源地生态健康监测与评价技术导则

## 1 范围

本文件规定了粤港澳大湾区重要河流型水源地生态健康评价原则要求、工作流程、评价内容与质量保障体系、水生态健康等级、主要问题与应对策略、数据质量控制等内容。

本文件适用于粤港澳大湾区的水源地规划或水源地保护区区划中的河流型饮用水水源地保护区目录，包括一级水源地保护区、二级水源地保护区以及准保护区。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- SL 167 水库渔业资源调查规范
- SL 219 水环境监测规范
- SL 395 地表水资源质量评价技术规程
- SL 733 内陆水域浮游植物监测技术规程
- SL/T 793 河湖健康评估技术导则
- HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范
- HJ 338 饮用水水源保护区划分技术规范
- HJ/T 433 饮用水水源保护区标志技术要求
- HJ 596.3 水质 词汇 第三部分
- HJ 710 生物多样性观测技术导则
- HJ 773 集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**河流型水源地** river-type water sources

提供居民生活及公共服务用水取水工程的以地表水河流作为水源的地域。

#### 3.2

**水体整洁程度** water cleanliness

水质优良程度，包括水质达标情况、水环境整洁度、水质污染状况等内容。

#### 3.3

**水文情势** hydrological regime

河流、湖泊、水库等水体各水文要素随时间、空间的变化情况，其中水文要素包括了降水、径流、蒸发、含沙量、水位、水质等要素。

#### 3.4

**生境** habitat

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。  
又称：栖息地。

#### 3.5

**水生态环境质量** water eco-environment quality

以生态学理论为基础，在特定的时间和空间范围内，水体不同尺度生态系统的组成要素总的性质及变化状态。

#### 3.6

**水生生态系统** aquatic ecosystem

水域系统中生物与生物、生物与非生物成分之间相互作用的统一体。又称：水域生态系统。

#### 3.7

**生态系统服务功能** ecosystem service function

生态系统在能流、物流的生态过程中，对外部显示的重要作用。如改善环境，提供产品等等。

#### 3.8

**生物多样性指数** species diversity index

表示生物群落内种类多样性的程度可量纲的数值，是用来判断生物群落结构变化或生态系统稳定性的指标。又称：物种多样性指数。

### 3.9

#### 生物完整性指数 index of biological integrity (IBI)

可定量描述人类干扰与生物特性之间的关系，且对干扰反应敏感的一组生物指数。

## 4 原则要求

### 4.1 科学性原则

4.1.1 以服务粤港澳大湾区水资源保护与水生态健康为需要，调查对象、调查内容和布设监测站位应具有代表性、覆盖度，能全面反映调查河流水生生境和水生生物的整体状况。

4.1.2 应采用统一、标准化的方法，客观评估生物多样性和生态系统服务功能的动态变化。

### 4.2 规范化原则

应采用程序化、系统化方式，规范水生态健康评价的野外样品采集、室内化验检测、数据处理分析、质量管控等相关过程，保障水源地生态健康评价过程、评价结果的科学性和客观性。

### 4.3 可操作性原则

应根据粤港澳大湾区重要河流型水源地的实际情况，考虑所拥有的人员、资金和后勤保障等条件，充分利用现有资料和成果，并相应的增加评价要素和评价指标，满足粤港澳大湾区不同河流型水源地生态健康的差异化评价。

### 4.4 连续性原则

4.4.1 调查评估工作应满足河流水生态保护和管理的需要，并对水源地监管、水资源管理、水源保护区划定和水生态保护修复工作起到指导及预警作用。

4.4.2 调查对象、方法、时间和频次一经确定，不应随意调整，以保持连续观测、数据可对比。

## 5 工作流程

### 5.1 一般规定

5.1.1 河流型水源地生态健康评估工作包括制定监测方案、资料收集与调查分析、调查评价与成果提交。

5.1.2 工作流程应符合附录 A 的规定。

### 5.2 制定监测方案

5.2.1 监测方案的制定应结合河流型水源地监管、水资源管理、水源保护区划定和水生态保护修复需求，

体现普适性与区域差异性、流域整体性的特点。

5.2.2 监测方案应包括调查对象、调查任务、调查范围、监测站位布设、监测内容与指标筛选、监测时段、监测频次、监测与评估方法、质量过程控制及注意事项等。

### 5.3 基础信息收集

5.3.1 基础信息应收集自然状况、生态环境概况和社会经济状况三个方面的内容。

5.3.2 自然概况应包括调查河段及周边区域的自然地理、气象特征、河流水系、水文地质、台风及风暴潮等基础资料。还应收集调查范围内水土流失状况，包括侵蚀类型、侵蚀程度特征及相应范围，掌握流域“盆”的本底状况。

5.3.3 生态环境概况应包括下列内容：

a) 调查范围及周边区域的河流形态、水资源量、生态流量、水环境、岸带植物、水生动物（尤其是鱼类）及藻类等基本信息；

b) 10年以上成序列水文资料（如无，考虑附近河流相关水文站作为参考站）；

c) 历史生态调查与监测资料。

5.3.4 社会经济状况应包括调查区域人口及国内经济生产总值（GDP）、三大产业结构及占比、社会经济发展状况和相关批复规划等基本情况。还应收集国土空间规划、主体功能区划、水功能区划、蓄滞洪区等相关资料。

### 5.4 野外调查与监测

5.4.1 应依据 SL 219、SL/T 793 或 HJ 338 的相关规定，结合调查对象及范围，划分调查与监测河段，布设监测站位，编制野外调查专项方案，制定采样路线，确定调研成员安排与分组，准备调查仪器、设备、用车、用船，制定调查时间计划，启动调查与监测工作。

5.4.2 应依据 SL 219、HJ/T 91、HJ 596.3、HJ 710、SL 167、SL 733 等开展现场调查、野外样品采集和实验室内业检测、鉴别。

5.4.3 应依据 HJ/T 433、HJ 773 的规定开展现场调查记录。现场调查应记录内容包括但不限于：水源标志设置状况、主要存在问题、管理与维护状况等。

5.4.4 开展野外调查与监测时，可同步开展河流型水源地环境调查数据、河流型水源地生境评价基础信息，调查数据和评价信息应符合附录 B 的规定。

### 5.5 建立评价指标体系

5.5.1 应根据评价重要河流型水源地的基础信息评价结果，筛选合适的评价要素和评价指标，建立适用

的调查与评价指标体系。

5.5.2 应根据各评价要素和评价指标的相对重要性，分别确定每个要素和指标所占权重，最终建立综合评价体系。

## 5.6 监测指标赋分与等级评价

应根据重要河流型水源地基础现状与评价指标体系，确定与赋分分值相适应的、反映河流生态健康等级的分级评价标准。

## 5.7 监测评价及成果提交

5.7.1 应根据数据资料查询、现场监测结果、室内检验结果、水生生物鉴定结果，科学评价指标体系进行赋分和等级，得出水源地生态健康评价量化结果。

5.7.2 提交成果应包括生态健康评价报告、监测数据表、数据分析报告、水生生物图片及影像资料、水生生物物种名录等。

5.7.3 成果提交格式可括：.jpg、.mp4、.avi、.doc、.docx、.xsl、.xlsx、.pdf 等。

## 6 评价内容与指标体系

### 6.1 评价内容及要素

#### 6.1.1 一般规定

评价内容应包括水环境、水文水资源、河流生境结构、生物群落结构、生态系统服务功能等。

#### 6.1.2 水环境

6.1.2.1 水环境评价应包括下列内容，可结合调查对象，采用与其相适应的指标或指数：

- a)水质达标情况：包括水源地水质达标率、地表水水质优良比例；
- b)水环境整洁度：包括城镇生活污水处理率、农村生活污水处理率；
- c)水质污染状况：包括内梅罗综合污染指数、咸度超标指数。

6.1.2.2 水质理化指标应包括：水温、溶解氧、咸度、生化需氧量、总磷、高锰酸盐指数、氨氮、叶绿素 a、总氮、重金属、藻毒素等。如条件许可或发生水污染事件，可增加检测持久性污染有机物、农药残留物含量等指标。

#### 6.1.3 水文水资源

应包括河流径流量、水资源开发利用率、生态流量保障程度、流量过程变异程度、水位/潮位变化

幅度、水量平衡计算等。

#### 6.1.4 河流生境结构

6.1.4.1 河流生境结构应包括河岸带状况、河道底质状况、岸线及河道管理。

6.1.4.2 河岸带状况应包括河岸稳定性、河岸带植被、阻隔情况、河岸带整洁程度等内容，评价指标包括河岸稳定指标、植被覆盖度、河流纵向连通性等指标。

6.1.4.3 河道底质状况评价应满足下列要求：

a) 应包括评价河流型水源地是否具有内源污染以及内源污染的风险，评价指标包括机械组成、粒径分级、含水率、氧化还原电位、总碳、总氮、总磷等；

b) 条件允许的前提下，可增加监测重金属污染状况，包括：砷、汞、镉、铬（六价）、铅 5 项评估指标；

c) 底质污染物浓度标准值参考 GB 15618。

6.1.4.4 岸线及河道管理应包括范围内水源地及上下游附近河段河湖划界、河道采砂、水土流失、岸线管理情况，审核河湖岸线开发利用管理的合法性，评价指标包括生物栖息地管理情况、河道“清四乱”情况、退渔还河/退田还岸情况、水土流失治理程度等。

6.1.4.5 可增加城镇生活垃圾无害化处理率、农村垃圾无害化处理率评价指标。

#### 6.1.5 生物群落结构

6.1.5.1 生物群落结构宜包括浮游植物、着生藻类、浮游动物、大型底栖无脊椎动物和鱼类等。其中，浮游植物、着生藻类、浮游动物、大型底栖无脊椎动物可采用种群优势度、生物多样性指数、生物完整性指数、生物功能群结构；鱼类可采用鱼类保有指数、生物多样性指数或生物完整性指数。鱼类生物完整性指数应符合附录 C 的规定。

6.1.5.2 针对粤港澳大湾区面临较为严峻的外来物种入侵问题，应考虑外来入侵水生植物（如凤眼莲 *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms）、水生动物（如罗非鱼 *Oreochromis Peters*, 1852、豹纹脂身鲇（俗名清道夫）*Hypostomus Plecostomus*）等。

6.1.5.3 针对历史上存在化工或印染业等重污染工厂或企业常年污染的河流型水源地附近，应增加调查河段生物畸变情况。

#### 6.1.6 生态系统服务功能

应包括淡水供应、物质生产、生物多样性维持、生态支持、环境净化功能、休闲娱乐功能等内容，指标设置包括供水保证率、纳污能力、抗侵蚀能力、景观舒适度等。

## 6.2 评价指标

### 6.2.1 评价指标体系

6.2.1.1 应包括评价目标、评价要素和评价指标，结合粤港澳大湾区河流型水源地特色与实际状况，开展水生态健康调查与评价工作。

6.2.1.2 评价目标应包括水源地的水环境、水文水资源、河流生境结构、生物群落结构和生态系统服务功能 5 个一级目标。

6.2.1.3 评价要素应包括水质达标情况、水环境整洁度、水质污染状况，水资源开发利用率、生态流量保障程度、流量过程变异程度，岸带稳定性、岸带植被覆盖度、河流纵向连通性、河道底质组成、栖息地保护与管理、河岸带整洁程度，浮游植物、着生藻类、浮游动物、大型底栖无脊椎动物、鱼类、外来物种入侵指数、生物畸变情况，淡水供应、物质生产、水功能区达标。具体评价要素及评价指标的选择，可以结合实际情况，有所增减，如河道“清四乱”情况、河湖长制实施情况。

### 6.2.2 指标属性的界定

6.2.2.1 评价指标体系如表 1 所示。指标的选择还应符合下列规定。

a) 基础指标为重要指标，指标主要内涵相同或相近者，可考虑删除。如指标有增减，则其权重结合指标重要性进行调整。

b) 可选指标可结合实际选择。如遇特殊情况（如突发水污染事件），可针对性增加指标。

表 1 粤港澳大湾区河流型水源地生态健康评价指标体系

评价目标	目标权重	评价要素	要素权重	评价指标	指标权重	指标属性
水环境	0.2	水质达标情况	0.3	水源地水质达标率	0.5	基础指标
				地表水水质优良比例	0.5	基础指标
		水环境整洁度	0.3	城镇生活污水处理率	0.6	基础指标
				农村生活污水处理率	0.4	可选指标
		水质污染状况	0.4	内梅罗综合污染指数	0.4	基础指标
				咸度超标指数	0.6	基础指标
水文水资源	0.2	水资源开发利用率	0.3	水资源开发利用率	1	基础指标
		生态流量保障程度	0.3	生态流量保障程度	1	基础指标
		流量过程变异程度	0.2	流量过程变异程度	1	基础指标
		水位/潮位变化幅度大小	0.2	水位/潮位变化幅度大小	1	可选指标
河流生境结构	0.2	河岸带状况	0.4	河岸稳定性	0.3	基础指标
				岸带植被覆盖度	0.3	基础指标
				河流纵向连通性	0.4	基础指标
		河道底质	0.25	河道底质组成	1	基础指标

表 2 粤港澳大湾区河流型水源地生态健康评价指标体系（续）

评价目标	目标权重	评价要素	要素权重	评价指标	指标权重	指标属性
河流生境结构	0.2	栖息地保护与管理	0.1	栖息地保护与管理	1	可选指标
		河岸带整洁程度	0.25	城镇生活垃圾无害化处理率	0.6	基础指标
				农村垃圾无害化处理率	0.4	基础指标
生物群落结构	0.25	浮游植物	0.10	多样性指数 ( $H'$ ) / 典型功能群结构	1	可选指标
		着生藻类	0.10		1	基础指标
		浮游动物	0.10	多样性指数 ( $H'$ )	1	可选指标
		大型底栖无脊椎动物	0.2	多样性指数( $H'$ )/完整性指数	1	基础指标
		鱼类	0.2	鱼类保有指数/完整性指数	1	基础指标
		外来入侵物种	0.2	外来物种入侵指数	1	基础指标
		生物畸变情况	0.1	生物畸变情况	1	可选指标
生态系统服务功能	0.15	淡水供应	0.5	供水保证率	1	基础指标
		物质生产	0.2	生产力	1	可选指标
		水功能区达标	0.3	水功能区达标率	1	基础指标

## 6.3 基本要求与数据获得方法

### 6.3.1 基本要求

6.3.1.1 评价指标所需基础数据，应遵循“可获取、可量化、可赋分”的要求。

6.3.1.2 评价指标选择，应符合下列原则：

- a) 系统性：应兼顾物理特性、生态性、经济性，有所区分；
- b) 目的性：诊断应能对生态系统健康进行评估，满足期望方向，并应表达指标体系的导向性；
- c) 代表性：兼顾自然属性、生态系统的属性；
- d) 可操作性：指标应规范化，具有通用性、长期性，权重应有层次。

### 6.3.2 数据获得方法

6.3.2.1 数据可通过资料收集整理法、补充监测法和遥感航拍与解译法等方法获得。

6.3.2.2 资料收集整理法应包括统计年鉴、水资源公报、统计报表、多年长序列逐日逐月水文资料等官方相关部门或权威科研机构发布的数据。针对流经城镇建成区，或兼具航运、休闲及娱乐等功能水源地，应收集城市发展、航运、休闲及娱乐等相关规划或工程情况。

6.3.2.3 补充监测法应在合理的时间和经费允许范围内，开展现场调查与实测，获取基础数据。

6.3.2.4 遥感航拍与解译应根据卫星遥感数据，经过数据选择、几何校正、空间裁剪、辐射定标、大气校正等环节处理，整理导出水体叶绿素 a 浓度、水华面积、水温、盐度、河岸带植被覆盖度等数据。缺少近期遥感影像资料的，可采用具有航拍功能的无人机实地拍摄，然后参照上述步骤进行解译。

#### 6.4 调查时间及频次

调查时间及频次应满足下列要求：

- a) 粤港澳大湾区调查时间全年均可，可重点关注春季、秋季、冬季，即丰、平、枯水期。
- b) 每年观测不应少于 3 次，即可在平水期、丰水期和枯水期各观测 1 次。调查时间和频次一经确定，应保持长期不变。
- c) 可因调查目的及科学研究的需要，在原有调查频次的基础上适当增加调查次数，如针对已发现问题或有特殊需要（如水源地保护工程、水源地变更登记等）。

#### 6.4 评估方法及赋分

6.4.1 应根据水环境、水文水资源、河流生境结构、生物群落结构和生态系统服务功能的差异性，按照评价要素的不同赋分权重，对评价水域的水生态健康状况进行综合赋分。

6.4.2 具体评估方法及赋分计算过程应符合附录 D 的规定。

### 7 水生态健康等级

7.1 水源地生态健康赋分采用百分制赋分，结果应划分成优、良、中、差、劣 5 个等级，分别对应 SL/T793 的理想状况、健康、亚健康、不健康、病态 5 级。各个级别满足下列规定：

- a) 优，即理想状况（90~100 分，含 90 分）：水资源优质、生态流量保障充足、水环境优良、水生态健康、水生生境天然；
- b) 良，即健康状态（80~90 分，含 80 分）：水资源较优质、生态流量保障较充足、水环境较优良、水生态较健康、水生生境相对天然；
- c) 中，即亚健康状态（60~80 分，含 60 分）：水资源一般、生态流量保障一般、水环境一般、水生态一般、水生生境遭受中等干扰；
- d) 差，即不健康状态（40~60 分，含 40 分）：水资源明显不足、生态流量保障明显不足、水环境明显恶化、水生态明显损害、水生生境受到干扰；
- e) 劣，即病态（0~40 分）：水资源严重不足、生态流量保障严重不足、水环境严重恶化、水生态严重损害、水生生境遭受严重干扰；

7.2 在水生态健康等级评估基础上，结合河流型水源地生态健康需要，可结合主要指标要素绘制雷达

图，可参考 SL/T 793 建议样式示意图绘制，如图 2 所示。

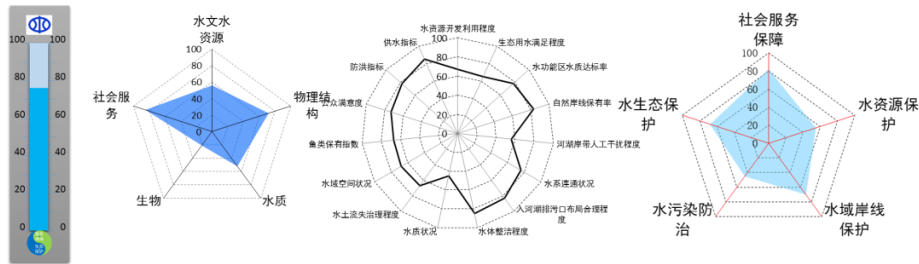


图 2 河流型水源地生态健康评估与溯源探因雷达图样式 (SL/T 793 建议样式示意图)

7.3 采用百分制，水源地生态健康等级、颜色分级和说明满足表 2 的规定。

表 2 河流型水源地生态健康评估分级表

评价分值	健康等级及对应颜色		典型问题
0~40 分	劣	红	评价要素所得分值最低或最突出问题
40~60 分	差	橙	
60~80 分	中	黄	
80~90 分	良	绿	
90~100 分	优	蓝	

## 8 主要问题与应对策略

8.1 应根据生态健康评价结果，构建以饮用水源地水生态修复和生态功能保护为目标的治理措施，明确不健康或亚健康水源地各自的优先保护和治理重点及主要对象。

8.2 针对河流型水源地生态健康保护存在的主要问题和风险，应针对性地提出相应的保护措施与建议。如有可能，提出治理项目清单。

## 9 数据质量控制

### 9.1 技术培训和专家指导

应对调查人员进行技术培训，熟练掌握河流型水源地生态健康的要求、方法，水质样品采集、保存、检测与分析，生物标本处理、保存、物种鉴别，以及数据统计和分析等技术。必要时，应有相关分类学专家对生物物种鉴定予以指导和协助。

### 9.2 调查前准备

采样前，应全面了解调查对象概况，可采用高清遥感影像图或数码相机拍摄采样区域，在图中标出采样点，使用 GPS 仪确定采样区域或采样点的经纬度。结合现有地图，采样点位可细化现场实际位置。

### 9.3 调查过程要求

9.3.1 调查过程中，应严格按照标准要求进行填写各项观测数据。记录表格宜编页装订成册，应内容齐全，填写详实，字迹工整、清晰。

9.3.2 所有原始数据记录表、影像、样品和分类凭证标本应及时保存归档，并及时填写和归档电子数据（包括数据记录表、原生照片和视频、采样航迹等）。

### 9.4 调查后样品管理

9.4.1 采样完成后，应将所有样品运回实验室，及时与实验室样品管理员交接，并填写实验室样品交接记录表。

9.4.2 交接过程中，应将样品瓶上的所有信息抄写在实验室样品登记表上，按照采样区域或样点对样品登记表进行统一编号。

9.4.3 生物样品及生物标本，应在完成实验室内显微镜检、物种鉴别、特征拍照与数据分析等任务后，交回实验室样品及标本资源管理员统一保存。

## 10 水生态健康报告编制

10.1 河流型水源地生态健康报告应包括下列内容：

- a) 河流水系特征；
- b) 水资源及开发利用状况、水环境、水生态等方面的主要特点及存在的主要问题；
- c) 生态健康调查与监测和评估方案；
- d) 现场调查、评估与诊断分析；

T/CWEC 26-2021  
T/CAQI 179-2021

e) 河湖健康问题分析与保护对策建议等。

10.2 报告编写格式应满足附录 E 的要求。

附录 A  
(规范性)  
河流型水源地生态健康评估工作流程图

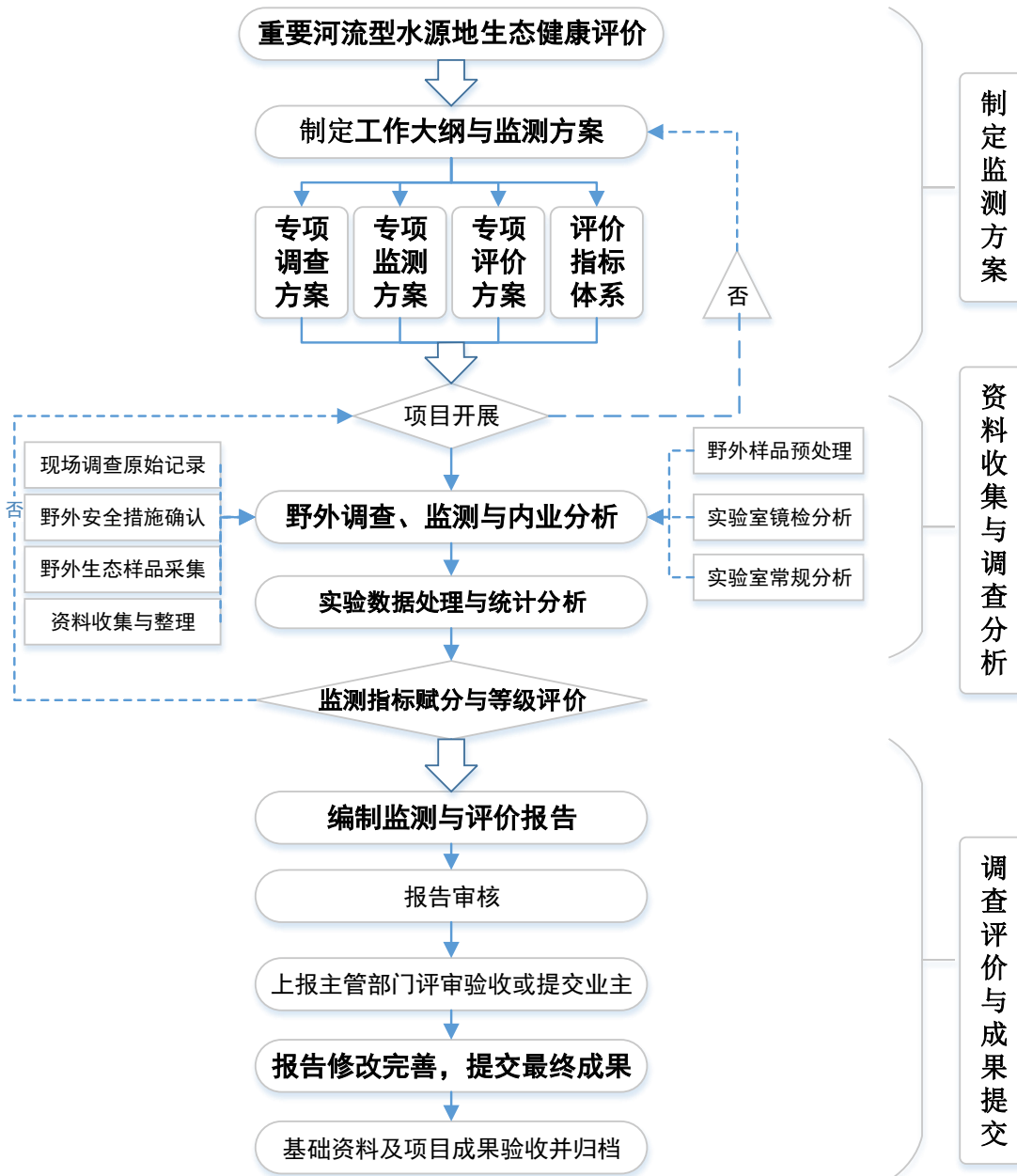


图 A.1 河流型水源地生态健康评估工作流程

附录 B  
(资料性)  
调查评价表

表 B.1 河流型水源地环境调查数据表

日期:		时间:		
地点: 省(自治区、直辖市、特区) 市 县 村				
站位#		河流类型:		
经纬度: E N		海拔高度 米		
河流所属水系:		河流名称:		
起始时间:		终止时间:		
调查人:				
天气情况	天气	当前	过去 24 小时	过去 7 天有无大雨?
	暴雨(大雨)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 雨是 雨)否
	小雨(中雨)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	阵雨	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	气温℃
	多云	<input type="checkbox"/> 云 %	<input type="checkbox"/> 云 %	
	晴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	其他
水域特征	周围土地利用优势类型 <input type="checkbox"/> 森林 <input type="checkbox"/> 土牧场/草原 <input type="checkbox"/> 土农业 <input type="checkbox"/> 土居民区 <input type="checkbox"/> 商业 <input type="checkbox"/> 区工业 <input type="checkbox"/> 区其他			当地水域 NPS 污染 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> S 可能污染源 能明显污染源 当地水域侵蚀 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 轻度 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 严重
河岸植被	优势类型 类型乔木 型侵灌木 型侵草 型侵藤蔓 优势物种: _____ (一般最少三种)			
河流特征	河段长度: _____m 河段宽度: _____m 河段面积: _____m <sup>2</sup> (km <sup>2</sup> ) 河流深度: _____m 表面流速: _____m/s		上方覆盖度 方半开阔 阔半荫 阔全荫 高水位线: _____m 河段代表性形态类型比例 <input type="checkbox"/> 浅滩__% <input type="checkbox"/> 急流__% <input type="checkbox"/> 深潭__% 渠道化: 化: 是, _____m; <input type="checkbox"/> 否 水坝等: 等: 是, _____座; <input type="checkbox"/> 否	
水生植物	优势类型: <input type="checkbox"/> 挺水型 型沉水型 型浮叶型 型漂浮型 型浮游藻类 <input type="checkbox"/> 着生藻类 优势物种: _____ (一般最少三种) 水生植物覆盖河段百分比: _____%			

表 B.1 河流型水源地环境调查数据表（续）

水质	温度：_____℃ 盐度：_____ 电导率：_____ 溶解氧：_____ pH 值：_____ ORP：_____ 浊度：_____	水体气味 <input type="checkbox"/> 正常/无 污物 石油类 化学药品 腥臭 其他_____ 水面油污 <input type="checkbox"/> 平滑 闪光 油珠 斑块 无 其他_____ 浊度（如未测量） <input type="checkbox"/> 清澈 轻微浑浊 浑浊 不透明 着色 其他_____
	沉积物/底质 气味 <input type="checkbox"/> 正常 物污物 物石油 油化学药品 <input type="checkbox"/> 厌氧 药无 药其他 油污： <input type="checkbox"/> 无 ：轻微 ：中等 ：严重	沉积物 <input type="checkbox"/> 淤泥 物木屑 物造纸纤维 纤沙 <input type="checkbox"/> 贝壳残骸 残其他 陷入河床的石块底部颜色：_____色。

表 B.2 河流型水源地生境质量评价表

评价指标	好	较好	一般	差
1 底质组成	75%以上是碎石、卵石、大石，余为细沙等沉积物	50%-75%是碎石、鹅卵石、大石，余为细沙等沉积物	25%-50%是碎石、鹅卵石、大石，余为细沙等沉积物	碎石、鹅卵石、大石少于25%，余为细沙等沉积物
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
2 栖息生境复杂性	有水生植被、枯枝落叶、倒木、倒凹河岸和巨石等各种小栖境	有水生植被、枯枝落叶和倒凹河岸等小栖境	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
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
3 流速深度多样性	慢-深、慢-浅、快-深和快-浅4种类型均有，近乎平均分布	只有3种情况（如快-浅未出现，分值较低）	只有2种情况出现（如快-浅和慢-浅未出现，分值较低）	只有1种类型出现
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
4 河岸稳定性	河岸稳定，无侵蚀痕迹，观察范围内（100m）小于5%河岸受到损害	比较稳定，观察范围内（100m）有5%-30%的面积出现侵蚀现象	观察范围30%-60%面积发生侵蚀，且洪水期可能会有较大隐患	观察范围内60%以上的河岸发生侵蚀
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
5 河道改造程度	渠道化没有或很少，河道基本维持天然模式	渠道化较少，通常出现于桥墩周围，对水生生物影响较小	渠道化较广泛，出现于两岸有筑堤或桥梁情况下，对水生生物有一定影响	河岸由铁丝和水泥固定，对水生生物影响严重，使其栖境完全改变
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
6 河水水量状况	水量较大，河水淹没到河岸两侧，或仅有少量的河道暴露	水量比较大，河水淹没75%左右的河道	水量一般，河水淹没25%-75%的河道	水量很小，河道干涸
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0

表 B.2 河流型水源地生境质量评价表（续）

7 植被多样性	河岸周围植被种类很多，面积大，河岸植被覆盖50%以上	河岸周围植被种类比较多，面积一般，河岸植被覆盖50%-25%	河岸周围植被种类比较少，面积较小，河岸植被覆盖少于25%	河岸周围几乎没有任何植被，河岸无植被覆盖
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
8 水质状况	很清澈，无任何异味，河水静置后无沉淀物质	较清澈，轻微异味，河水静置后有少量的沉淀物质	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
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
9 人类活动强度	无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，少量机动车通过	人类干扰很大，交通必经之路，有机动车通过
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
10 河岸土地利用类型	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
	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
合计				
总分				

注：1) Barbour M T, Gerritsen J, Snyder B D, Stribling J B. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish, 2nd edition. 1999. 2)结合各指标对应分级的特征表述及对应赋分分值，以现状优良者或高值赋分高、相对较差或低值；以“底质组成”的“较好”级别为例，“50%-75%是碎石、鹅卵石、大石，余为细沙等沉积物”如50%为碎石、鹅卵石、大石，则赋分为11分。

附 录 C  
(规范性)  
鱼类生物完整性指数 (F-IBI)

C.1 参照点和受损点

根据评估河流在水生态分区, 编制水生态分区鱼类调查与监测方案, 取样点包括不同人类活动干扰影响的区域, 分为参照点和受损点两类。关于参照点的选择, 若调查河段人类活动干扰影响较大或受干扰相对较少的河流难以确定, 则尽可能以历史数据为参照点确定期望值。

C.2 候选指标体系

C.2.1 候选参数应能够充分反映鱼类种类组成及多样性、外来入侵物种、耐受性、营养结构、繁殖共位群。此外, 应对调查河段的生境质量信息兼顾采集。

C.2.2 构建鱼类生物完整性指数的常见参数如表 C.1。

表 C.1 鱼类生物完整性指数评估候选指标

项目层	指标属性	代码
物种组成及丰度	1.鱼类总种类数	M1
	2.鲤形目鱼类种数	M2
	3.鲇形目鱼类种数	M3
	4.鲈形目鱼类种数	M4
	5.鳢科鱼类种数	M5
	6.鳅科鱼类种数	M6
	7.鲤科鱼类种数	M7
	8.雅罗鱼亚科鱼类种数	M8
	9.鲮亚科鱼类种数	M9
	10.鲃亚科鱼类种数	M10
	11.上层鱼类种类数比例/%	M11
	12.下层鱼类种类数比例/%	M12
	13.单位捕捞努力量 (CPUE)	M13
	14.多样性指数( $H'$ )	M14
外来入侵物种	15.外来物种数	M15
	16.外来物种相对重要性指数	M16
耐受性	17.敏感型鱼类占总类数的百分比/%	M17
	18.耐受型鱼类占总类数的百分比/%	M18
营养结构	19.植食性鱼类占总类数的百分比/%	M19
	20.动物食性鱼类占总类数的百分比/%	M20
	21.杂食性鱼类占总类数的百分比/%	M21
繁殖共位群	22.产粘性卵鱼类占总类数的百分比/%	M22
	23.产漂流性卵鱼类占总类数的百分比/%	M23

### C.3 评估参数选择

C.3.1 对候选指标进行判别能力分析、正态分布检验和 Pearson 相关性分析，检验其是否适用于构建 F-IBI 体系，筛选和淘汰不能充分反映水生态系统受损情况的参数。

C.3.2 判别能力分析是比较参考点和受损点在 25%~75% 分位值范围内的重叠情况，利用箱线图法进行判别。分别比较参照系和受损系各个备选参数箱体 IQ（25%分位值至 75%分位值之间）的重叠程度，各自中位数都在对方箱体范围之外的参数才有较强的判别能力，保留并作进一步分析使用。

C.3.3 正态检验及相关性分析是指检验各指标是否符合正态分布，选取正态分布的指标。Pearson 相关分析以  $|r| > 0.9$  表示 2 个参数间高度相关，应保留其中一个，其余淘汰，最大限度地保证各参数反映信息的独立性。

### C.4 评估参数分值计算

C.4.1 采用比值法来统一各入选参数的量纲。比值法计算方法为：

- a) 对于外界压力响应下降或减少的参数，以所有样点由高到低排序的 5%的分位值作为最佳期望值，该类参数的分值等于参数实际值除以最佳期望值；
- b) 参照 Karr 等提出的“1、3、5 赋值法”对筛选出的指标进行赋值。将各指标实测值从低到高三等分，分别用 1 分、3 分、5 分 3 个层次表示。5 分表示采样点实测值与期望值十分接近，3 分表示中等，1 分表示实测值与期望值相差大。将三等分后的所有指标的实测值依次相加得到该指标的 IBI 总分。
- c) 将所有采样点 IBI 值分布的 25%分位数作为健康评价的标准，如果各采样点的 IBI 分值大于 25% 分位数值，则表示该站点受到的干扰很小，是健康的；对小于 25% 分位数的值进行 4 等分，分别代表 4 种不同的健康程度，即确定极好、好、一般、差、极差 5 个等级标准，评价河流鱼类生物完整性状况。

附录 D  
(规范性)  
评价指标计算方法与赋分

D.1 指标赋分权重方法

D.1.1 德尔菲法

将评估指标做成调查表，邀请专家进行打分，满分为 10 分，分值越高表示越重要。通过对咨询结果进行整理后的判断矩阵，计算指标的权重系数。

D.1.2 熵值法

熵值法的计算步骤如下：

a) 按照公式 (C.1) 构建 n 个样本 m 个评估指标的判断矩阵 Z

$$Z = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nm} \end{bmatrix} \quad (D.1)$$

b) 将数据进行无量纲化处理，得到新的判断矩阵，其中元素的表达式为公式 (D.2)：

$$R = (r_{ij} \ n \times m) \quad (D.2)$$

c) 根据熵的定义，n 个样本 m 个评估指标，可根据公式 (D.3) (D.4) 确定评估指标的熵为：

$$H_i = \frac{1}{\ln} \left[ \sum_{i=1}^n f_{ij} \ln f_{ij} \right] \quad (D.3)$$

$$f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \quad (D.4)$$

式中， $0 \leq H_i \leq 1$ ，为使  $\ln f_{ij}$  有意义，假定  $f_{ij} = 0$ ， $f_{ij} \ln f_{ij} = 0$ ， $i=1,2,\dots,m$ ； $j=1,2,\dots,n$ 。

d) 评估指标的熵权 ( $W_i$ ) 的计算按照公式 (D.5)：

$$W_i = \frac{1-H_i}{m-\sum_{i=1}^m H_i} \quad (D.5)$$

式中， $W_i$  为评估指标的权重系数，且满足  $\sum W_i = 1$ 。

D.1.3 权重核定

两种方法结合后，核定权重值并取整，具体权重值见表 D.1。如因实际需要，缺少某个评价指标，则将其权重相应平均值分配到其他评价指标中；如缺少某个评价要素，则将其权重相应平均值分配到其他评价要素中。

#### D.1.4 权重确定方法

确定权重的方法主要有主观赋权法和客观赋权法。主观赋权法宜采用专家打分法，应寻求一定数量的有深厚经验的专家给予打分；客观赋权法是由评估指标值构成的判断矩阵来确定指标权重,最常用的熵值法。

表 D.1 粤港澳大湾区河流型水源地生态健康评价指标体系

评价目标	目标权重	评价要素	要素权重	评价指标	指标权重
水环境	0.2	水质达标情况	0.3	水源地水质达标率	0.5
				地表水水质优良比例	0.5
		水环境整洁度	0.3	城镇生活污水处理率	0.6
				农村生活污水处理率	0.4
		水质污染状况	0.4	内梅罗综合污染指数	0.4
				咸度超标指数	0.6
水文水资源	0.2	水资源开发利用率	0.3	水资源开发利用率	1
		生态流量保障程度	0.3	生态流量保障程度	1
		流量过程变异程度	0.2	流量过程变异程度	1
		水位/潮位变化幅度大小	0.2	水位/潮位变化幅度大小	1
河流生境结构	0.2	河岸带状况	0.4	河岸稳定性	0.3
				岸带植被覆盖度	0.3
				河流纵向连通性	0.4
		河道底质	0.15	河道底质组成	1
		栖息地保护与管理	0.1	栖息地保护与管理	1
		河岸带整洁程度	0.1	城镇生活垃圾无害化处理率	0.7
农村垃圾无害化处理率	0.3				
生物群落结构	0.25	浮游植物	0.10	多样性指数 ( $H'$ )	1
		着生藻类	0.10	多样性指数 ( $H'$ )	1
		浮游动物	0.10	多样性指数 ( $H'$ )	1
		大型底栖无脊椎动物	0.2	多样性指数( $H'$ )/完整性指数	1
		鱼类	0.2	鱼类保有指数/完整性指数	1
		外来入侵物种	0.2	外来物种入侵指数	1
		生物畸变情况	0.1	生物畸变情况	1
生态系统服务功能	0.15	淡水供应	0.5	供水保证率	1
		物质生产	0.2	生产力	1
		水功能区达标	0.3	水功能区达标率	1

### D.2 水环境

#### D.2.1 水质达标情况

水质达标情况的指标体系及其赋分应满足下列要求：

a) 水源地水质达标率：河流型水源地水体水质达到Ⅲ类水以上（包括Ⅰ~Ⅲ类水）个数占评价区域水源地总数的比例。具体赋分标准见表 D.2。

表 D.2 水源地水质达标率评估赋分标准表

水源地水质达标率	100%-90%	90%-75%	75%-60%	60%-50%	<50%
赋分	100	80	40	10	0

注：水源地水质达标率范围值不同分级均包含低限值，如“水源地水质 90%”包含 90%，以下类推。

b) 地表水水质优良比例：河流型水源地水体水质达到Ⅲ类水以上（包括Ⅰ~Ⅲ类水）个数占评价区域水源地总数的比例。具体赋分标准见表 D.3。

表 D.3 地表水水质优良比例评估赋分标准表

地表水水质优良比例	100%-90%	90%-75%	75%-60%	60%-50%	<50%
赋分	100	80	40	10	0

注：地表水质优良比例范围值不同分级均包含低限值，如“地表水质优 90%”包含 90%，以下类推。

#### D.2.2 水环境整洁度

水环境整洁度的评估赋分应满足下列要求：

a) 城镇生活污水处理率：

1) 城市市区经过城市集中污水处理厂二级或二级以上处理且达到排放标准的生活污水量与城市生活污水排放总量的百分比。

2) 计算公式为：城市生活污水集中处理率=城市生活污水处理量（万吨）/城市生活污水排放总量(万吨) ×100%

3) 赋分标准：具体赋分标准见表 D.4。

表 D.4 城镇生活污水处理率评估赋分标准表

城镇生活污水处理率	100%-90%	90%-75%	75%-60%	60%-50%	<50%
赋分	100	80	40	10	0

注：城镇生活污水处理率范围值不同分级均包含低限值，如“不同分级均 90%”包含 90%，以下类推。

b) 农村生活污水处理率：

1) 农村经过集中式、分散式污水处理厂二级或二级以上处理且达到排放标准的生活污水量与农村生活污水排放总量的百分比。

2) 计算公式为：农村生活污水处理率=农村生活污水处理量（万吨）/农村生活污水排放总量(万吨) ×100%

3) 赋分标准：具体赋分标准见表 D.5。

表 D.5 农村生活污水处理率评估赋分标准表

农村生活污水处理率	100%-90%	90%-75%	75%-60%	60%-50%	<50%
赋分	100	80	40	10	0

注：农村生活污水处理率范围值不同分级均包含低限值，如“不同分级均 90%”包含 90%，以下类推。

### D.2.3 水质污染状况

水质污染状况指标的计算与评估应满足下列要求：

a) 内梅罗综合污染指数：

1) 应按照公式 (D.6) (D.7) 计算：

$$P = \sqrt{(F_{\text{最大}}^2 + F_{\text{平均}}^2)/2} \quad (\text{D.6})$$

$$F_i = C_i/S_{ij} \quad (\text{D.7})$$

式中，

$C_i$ ——第  $i$  类评价因子的实测浓度；

$S_{ij}$ ——第  $i$  类评价因子的第  $j$  类标准浓度；

$F_{\text{最大}}$ —— $F_i$  的最大值；

$F_{\text{平均}}$ —— $F_i$  的平均值，

$P$ ——内梅罗污染指数。

公式选用化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮五项指标的平均浓度，指标对照国家地表水质量标准 GB3838。

2) 赋分标准：具体赋分标准见表 D.6。

表 D.6 内梅罗综合污染指数评估赋分标准表

内梅罗综合污染指数 ( $P$ )	<0.8	0.8~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0
赋分	75~100	50~75	25~50	0~25

注：内梅罗综合污染指数范围值不同分级均包含低限值，如“0.8~1.0”包含 0.8 但不含 1.0，以下类推；范围值内采用插值法计算赋分。

b) 咸度超标指数：

1) 饮用水源地咸度超标全年占比。采用对应的自来水厂测定的年度内咸度超标天数来计算。

2) 赋分标准：参考珠海市现有蓄水工程的供水能力大致能满足珠海、澳门 1 个月的供水需求，连续超标 30 天将对市民生活饮水产生严重影响，以此作为咸度指数等级极差(E)的划分标准。将连续超标在 5 天以内作为等级优(A)的赋分标准。并在此基础上确定等级良(B)、中(C)、差(D)的划分标准。具体赋分标准见表 D.7。

表 D.7 咸度超标指数评估赋分标准表

连续超标天数	0~5	6~10	11~15	16~30	>30
赋分	100	80	60	30	0

c) 重金属指数

- 1) 宜采用室内检验方法，监测结果按照相关标准进行评价，采用沉积物污染程度进行赋分。其中，重金属地积累指数按照公式 (D.8) 计算：

$$I_{geo} = \log_2[C_i/(1.5B_i)] \quad (D.8)$$

式中，

$C_i$ ——重金属质量分数；

$B_i$ ——普通页岩中重金属元素的地球化学平均背景值。

- 2) 底泥综合污染赋分应为底泥有机指数对应赋分和重金属地积累指数对应赋分的最小值。

- 3) 赋分标准：相应赋分标准见表 D.8。

表 D.8 重金属指数评估赋分标准表

重金属指数	0~1	1~2	2~3	>3
污染程度分级	轻度污染	中度污染	重度污染	极强污染
赋分	100~75	75~50	50~25	25~0

注：重金属指数范围值不同分级均包含低限值，如“1~2”包含 1 但不含 2，以下类推；范围值内采用插值法计算赋分。

### D.3 水文水资源

#### D.3.1 一般规定

水文过程相关指标应主要参考评估河段上下游较近的水文站、水位站、潮位站等的监测数据。

#### D.3.2 水资源开发利用率

水资源开发利用率指标的计算与评估应满足下列要求：

- a) 应为水源地为当地供水量与其水资源总量（考虑过境水）之比，计算按照公式 (D.9) 进行：

$$WRU = WU / WR \quad (D.9)$$

式中，

$WRU$  ——水资源开发利用率；

$WU$  ——河湖流域地表水取水量；

$WR$  ——河湖流域地表水资源总量。

- b) 赋分标准：水资源开发利用率赋分标准见表 D.8。

表 D.8 水资源开发利用率评估赋分标准表

水资源开发利用率	≤20%	30%	40%	50%	≥60%
赋分	100	80	50	20	0

注：不同分级范围值内采用插值法计算赋分。

#### D.3.3 生态流量保障程度

生态流量保障程度指标的计算与评估应满足下列要求：

a) 指在控制断面径流系列中，达到维持河流水生生物生存环境和河流型水源地生态所需流量的系列长度占系列总长度的比例。其计算公式为：

$$\text{生态流量保障程度}(\%) = \text{控制断面流量达到生态流量的系列长度(天)} / \text{系列总长度(天)} \times 100\%$$

b) 赋分标准：分别计算4-9月及10月至次年3月最小日均流量占多年平均流量的百分比，取二者的最低赋分为河流生态流量保障程度赋分。赋分标准见表D.9。

表 D.9 河流生态用水满足程度评估赋分标准表

时间	最小日均流量占比	赋分
10月至次年3月	≥至次年	100
	20%	80
	10%	40
	<10%	0
4-9月	≥-9%	100
	40%	80
	30%	40
	10%	20
	<10%	0

注：不同分级范围值内采用插值法计算赋分。

#### D.3.4 水文过程变异程度

水文过程变异程度指标的计算与评估应满足下列要求：

a) 河流水文过程变异程度评估现状开发状态下评估基准年实测月径流过程与天然月径流过程的差异，由基准年逐月实测径流量与天然月径流量的平均偏离程度表达，按公式(D.10) (D.11) 计算。

$$FD = \left\{ \sum_{m=1}^{12} \left( (q_m - Q_m) / \bar{Q}_m \right)^2 \right\}^{1/2} \quad (\text{D.10})$$

$$\bar{Q}_m = \frac{1}{12} \sum_{m=1}^{12} Q_m \quad (\text{D.11})$$

式中，

$FD$  ——流量过程变异程度；

$q_m$  ——评估基准年实测月径流量；

$Q_m$  ——评估基准年天然月径流量；

$\bar{Q}_m$  ——评估基准年天然月径流量年均值。

b) 赋分标准：水文过程变异程度赋分标准见表D.10。

表 D.10 水文过程变异程度指标评估赋分标准表

水文过程变异程度	0.05	0.1	0.3	1.5	3.5	5
赋分	100	75	50	25	10	0

## D.4 河流生境结构

### D.4.1 河岸带状况

河岸带状况程度指标的计算与评估应满足下列要求：

#### a) 河岸稳定指标：

- 1) 根据河岸坡侵蚀现状（包括已经发生的或潜在发生的河岸侵蚀）进行评估，评估要素包括：岸坡倾角、河岸高度、基质特征、岸坡植被覆盖度和坡脚冲刷强度，采用公式 (D.12) 计算。

$$BKS_r = (SA_r + SC_r + SH_r + SM_r + ST_r) / 5 \quad (D.12)$$

式中，

$BKS_r$ ——岸坡稳定性指标赋分；

$SA_r$ ——岸坡倾角分值；

$SC_r$ ——岸坡覆盖度分值；

$SH_r$ ——岸坡高度分值；

$SM_r$ ——河岸基质分值；

$ST_r$ ——坡脚冲刷强度分值。

- 2) 赋分标准：河岸稳定性评估赋分见表 D.11。

表 D.11 河岸稳定性评估分指标评估赋分标准表

岸坡特征	稳定	基本稳定	次不稳定	不稳定
分值	100	75	25	0
斜坡倾角（度）(<)	15	30	45	60
植被覆盖率（%）(>)	75%	50%	25%	0%
斜坡高度（米）(<)	1	2	3	5
基质（类别）	基岩	岩土河岸	黏土河岸	非黏土河岸
河岸冲刷状况	无冲刷迹象	轻度冲刷	中度冲刷	重度冲刷
总体特征描述	近期内河岸不会发生变形破坏，无水土流失现象	河岸结构有松动发育迹象，有水土流失迹象，但近期不会发生变形和破坏	河岸松动裂痕发育趋势明显，一定条件下可导致河岸变形和破坏，中度水土流失。	河岸水土流失严重，随时可能发生大的变形和破坏，或已经发生破坏。

b) 岸带植被覆盖度:

- 1) 根据所在生态分区参考点系调查数据,确定评估河岸带乔木(6m 以上)、灌木(6m 以下)和草本植物覆盖状况。采用现场调查法,计算河岸带植被(包括自然和人工)总植被覆盖度。
- 2) 赋分标准:采用直接评判赋分法,赋分标准见表 D.12。

表 D.12 岸带植被覆盖度指标直接评估赋分标准表

河湖岸带植被覆盖度	相应说明	赋分
0	无植被	0
0-10%	植被稀疏	25
10%-40%	中度覆盖	50
40%-75%	重度覆盖	75
>75%	极重度覆盖	100

注:岸带植被覆盖度范围值不同分级均包含低限值,如“10%~40%”包含 10%但不含 40%,以下类推;范围值内采用插值法计算赋分。

c) 河流纵向连通性:

- 1) 指对单位河段内影响河流连通性的建筑物或设施数量进行统计、评估,有过鱼设施的不在统计范围之列。
- 2) 赋分标准:河流纵向连通性指数赋分标准见表 D.13。

表 D.13 河流纵向连通性指数评估赋分标准表

河流纵向连通性指数(单位:个/100km)	≥1.2	1	0.5	0.25	0.2	0
赋分	0	20	40	60	80	100

注:不同数值区间采用插值法计算赋分。

#### D.4.2 河道底质组成

河道底质组成指标的计算与评估应满足下列要求:

a) 河道底质组成根据现场采集测量河道底质粒径大小、颗粒物组成、有机质组成等情况,进行赋分。河道底质组成  $I = \text{有机碳}(\%) \times \text{有机氮}(\%)$ , 有机碳 = 有机质(OM%) / 1.724、有机氮 = 总氮(TN%)  $\times \times \% \text{氮}^2$

b) 赋分标准:河道底质组成赋分标准见表 D.14。

表 D.14 河道底质组成评估赋分标准表

河道底质组成(I)	<0.3	0.3~0.5	0.5~1.0	>1.0
污染程度	清洁状态	尚清洁状态	中度污染状态	重度污染状态
赋分	100~75	75~50	50~25	25~0

注:河道底质组成范围值不同分级均包含低限值,如“0.3~0.5”包含 0.3 但不含 0.5,以下类推;范围值内采用插值法计算赋分。

#### D.4.3 重要栖息地保护与管理

重要栖息地保护与管理指标的计算与评估应满足下列要求：

a) 收集、汇总评价水源地的栖息地管理与保护相关的规划编制、政策制定、采取措施等相关文件；结合卫星遥感影像，并进行现场踏勘，调研、复核栖息地现状。根据管理政策制定、实施以及现场调研结果进行赋分。

b) 相应赋分标准见表 D.15。

表 D.15 重要栖息地保护与管理评估赋分标准表

重要栖息地保护与管理	100%-90%	90%-75%	75%-60%	60%-50%	<50%
保护与管理定性分级	全部纳入管理	有效管理	中等水平	较差水平	无明确管理责任单位
赋分	100	80	60	40	0

注：栖息地保护与管理范围值不同分级均包含低限值，如“90%~75%”包含 75%但不含 90%，以下类推；范围值内采用插值法计算赋分。

#### D.4.4 河道“清四乱”情况

河道“清四乱”情况指标的计算与评估应满足下列要求：

a) 收集、汇总评价水源地范围内乱占、乱采、乱堆、乱建等突出问题开展清理整治行动情况，并进行现场踏勘、复核。根据管理政策制定、实施以及现场调研结果进行赋分。

b) 相应赋分标准应符合表 D.16 的规定。

表 D.16 河道“清四乱”情况评估赋分标准表

河道“清四乱”情况	说明	赋分
100%-80%	开展整治，有效推进	100
80%-75%	开展整治，推进一般	80
75%-50%	纳入整治，尚未推进	50
50%-30%	已巡查，尚未纳入整治，且未见实际行动	10
<30%		0

注：河道“清四乱”情况范围值不同分级均包含低限值，如“80%~75%”包含 75%但不含 80%，以下类推；范围值内采用插值法计算赋分。

#### D.4.5 退渔还河情况

退渔还河情况指标的计算与评估应满足下列要求：

a) 收集、汇总评价水源地的退渔还河等相关的规划编制、政策制定、采取措施等相关文件；结合卫星遥感影像，并进行现场踏勘，调研禁渔休渔、退渔还河等。根据管理政策制定、实施以及现场调研结果进行赋分。

b) 相应赋分标准应符合表 D.17 的规定。

表 D.17 退渔还河情况评估赋分标准表

退渔还河情况	100%-90%	90%-75%	75%-60%	60%-50%	<50%
赋分	100	80	40	10	0

注：退渔还河情况范围值不同分级均包含低限值，如“90%~75%”包含75%但不含90%，以下类推；范围值内采用插值法计算赋分。

#### D.4.6 河岸带整洁程度

河岸带整洁程度主要包括城镇生活垃圾无害化处理率、农村垃圾无害化处理率，主要查阅环保部门等相关资料，指标的计算与评估应满足下列要求：

##### a) 城镇生活垃圾无害化处理率

- 1) 指城镇化地区无害化处理的垃圾量占总处理垃圾量的比率。
- 2) 相应赋分标准应符合表 D.18 的规定。

表 D.18 城镇生活垃圾无害化处理率评估赋分标准表

城镇生活垃圾无害化处理率	100%-90%	90%-75%	75%-60%	60%-50%	<50%
赋分	100	80	40	10	0

注：城镇生活垃圾无害化处理率范围值不同分级均包含低限值，如“90%~75%”包含75%但不含90%，以下类推；范围值内采用插值法计算赋分。

##### b) 农村垃圾无害化处理率

- 1) 指农村地区无害化处理的垃圾量占总处理垃圾量的比率。
- 2) 相应赋分标准应满足表 D.19 的要求。

表 D.19 农村生活垃圾无害化处理率评估赋分标准表

农村生活垃圾无害化处理率	100%-90%	90%-75%	75%-60%	60%-50%	<50%
赋分	100	80	40	10	0

注：农村生活垃圾无害化处理率范围值不同分级均包含低限值，如“90%~75%”包含75%但不含90%，以下类推；范围值内采用插值法计算赋分。

#### D.4.7 水土流失治理程度

水土流失治理程度指标的计算与评估应满足下列要求：

- a) 指评估水源地集水区范围内水土流失治理面积占总水土流失面积的比例。
- b) 相应赋分标准应符合表 D.21 的规定。

表 D.21 水土流失治理程度评估赋分标准表

水土流失治理程度	100%-90%	90%-75%	75%-60%	60%-50%	<50%
赋分	100	80	40	10	0

注：水土流失治理程度范围值不同分级均包含低限值，如“90%~75%”包含75%但不含90%，以下类推；范围值内

采用插值法计算赋分。

## D.5 水生生物群落结构

### D.5.1 浮游植物

浮游植物指标的计算与评估应满足下列要求：

a) 香农-威纳指数  $H'$  (Shannon-Wiener index) 是最常用的多样性指数，表征群落的多样性水平，其计算应按照公式 (D.13) (D.14) 执行：

$$H' = -\sum (P_i \times \ln P_i) \quad (D.13)$$

$$P_i = n_i/N \quad (D.14)$$

式中，

$H'$ ——样品的信息含量，即群落的多样性指数；

$P_i$ ——群落中属于第  $i$  种个体的比例；

$N$ ——为总个体数为  $N$ ；

$n_i$ ——第  $i$  种个体数为  $n_i$ 。

b) 浮游植物生物多样性指数赋分标准应按照表 D.22 的规定执行。

表 D.22 浮游植物生物多样性指数评估赋分标准表

浮游植物生物多样性指数	水质等级分类 Water quality				
	清洁	一般	轻度污染	中度污染	严重污染
Shannon-Wiener指数	$H > 3.5$	$3.5 > H > 2.5$	$2.5 \geq H > 1.5$	$1.5 \geq H > 0.5$	0
赋分	100	100~80	80~60	60~40	0

注：浮游植物生物多样性指数赋分范围值不同分级均包含低限值，如“100~80”包含 80 但不含 100%，以下类推；范围值内采用插值法计算赋分。

### D.5.2 着生藻类

着生藻类指标的计算与评估应采用 Shannon-Wiener 指数或生物功能群结构评价。计算方法和赋分标准应按照 D.5.1 浮游植物执行。

### D.5.3 浮游动物

浮游动物指标的计算与评估应满足下列要求：

a) 计算公式应按照 D.5.1 执行。

b) 浮游动物生物多样性指数赋分标准应按照表 D.23 执行。

表 D.23 浮游动物生物多样性指数评估赋分标准表

生物多样性指数	水质等级分类 Water quality				
	清洁	一般	轻度污染	中度污染	严重污染
Shannon-Wiener指数	$H > 3$	$3 \geq H > 2$	$2 \geq H > 1$	$1 \geq H > 0.5$	0
赋分	100	100~80	80~60	60~40	0

注：浮游动物生物多样性指数赋分范围值不同分级均包含低限值，如“100~80”包含 80 但不含 100%，以下类推；范围值内采用插值法计算赋分。

#### D.5.4 大型底栖无脊椎动物

大型底栖无脊椎动物指标的计算与评估应满足下列要求：

a) 大型无脊椎动物生物完整性指数（BIBI）通过对比参照点和受损点大型无脊椎动物状况进行评估，BIBI 计算过程详见 SL/T 793 附录 A。

b) 基于候选指标库选取核心评估指标，对评估河湖底栖生物调查数据按照评估参数分值计算方法，计算 BIBI 指数监测值，根据河湖所在水生生态分区 BIBI 最佳期望值，按照公式（D.15）计算 BIBI 指标赋分。

$$BIBI_r = (BIBI_0 / BIBI_E) \times 100 \quad (D.15)$$

式中，

$BIBI_r$ ——评估河湖大型无脊椎动物完整性指标赋分；

$BIBI_0$ ——评估河湖大型无脊椎动物完整性指标监测值；

$BIBI_E$ ——河湖所在水生生态分区大型无脊椎动物完整性指标最佳期望值。

#### D.5.5 鱼类

鱼类的计算与评估应满足下列要求：

a) 鱼类保有指数：

1) 鱼类保有指数评估鱼类种数现状与历史参照系鱼类种数的差异状况，调查鱼类种数不包括外来鱼种（详见 SL/T793）。应按照公式（D.16）计算鱼类保有指数：

$$FOE = FO / FE \quad (D.16)$$

式中，

$FOE$ ——鱼类保有指数；

$FO$ ——为评估河湖调查获得的鱼类种类数量；

$FE$ ——1980s 以前或历史调查数据评估河湖的鱼类种类数量。

2) 鱼类保有指数赋分见表 D.24。

表 D.24 鱼类保有指数评估赋分标准表

鱼类保有指数	100%	85%	75%	60%	50%	25%	0%
赋分	100	80	60	40	30	10	0

注：不同指数值在范围内采用插值法计算。

b) 鱼类完整性指数：

- 1) 根据调查水域鱼类组成特征、生态系统特点、数据可获得性以及人类活动和环境对其干扰程度等因素，从种类组成和丰度、繁殖共位群、耐受性、营养结构 4 类中，筛选评价指标构建 F-IBI 指标体系，具体指标包括鱼类总种类数、冷温性鱼类比例、中上层鱼类比例、平均单位网次渔获量、多样性指数、产浮性卵鱼类比例、产粘着性卵鱼类比例、低耐污鱼类比例等。
- 2) 基于参照点为未受损点或受损极小样点的原则，根据历史调查以及部分相关文献数据为参照点，对应的评价指标的历史结果选作期望值，然后采用 1 分、3 分、5 分赋值法，确定评价标准的 3 个区间，对每个指标分别赋值 5 分、3 分或 1 分，5 分表示指标数据与期望值十分接近，1 分表示指标的数据严重偏离期望值，若处于两者之间则赋值为 3，所有评价指标赋值的总和为 F-IBI 得分。F-IBI 得分与期望值总分比较，确定实测数据和期望鱼类群落数据的偏离程度。即确定健康、良、一般、较差、极差 5 个等级标准
- 3) 根据评价结果，将 F-IBI 可划分为 5 个健康等级：极好、好、一般、差、极差，分别对应 SL/T 793 的理想状况、健康、亚健康、不健康、病态 5 级。
- 4) 赋分标准：F-IBI 指数赋分及等级划分示例，按照表 D.25 的规定执行。

表 D.25 鱼类生物完整性等级划分及特征

F-IBI 值	特征描述	鱼类生物完整性等级
58~60	期望出现的种类，包括耐受性极差的种类都存在，鱼类种类丰富，多样性指数高，底层鱼类种类数高，广食性和浮游动物食性鱼类比例较高。	极好
48~52	种类丰度低于期望值，耐受性极差的种类小时，某些种类的数量和大小分布低于期望值，多样性指数较高，底层鱼类种类数较高，杂食性鱼类比例高于期望值。	好
40~44	种类丰度降低，耐受性差的种类消失，底层鱼类种类数量下降，杂食性鱼类和耐受力强的种类频度增加。	一般
28~34	种类丰度降低，中上层鱼类种类数量增加，杂食性种类、耐受性强的种类占据优势。	差
12~22	种类丰度低，除耐受性极强的杂食性种类外，鱼类种类数较少。	极差
<12	重复采样，没有发现鱼。	没有鱼

#### D.5.6 外来物种入侵情况

外来物种入侵情况的计算与评估应满足下列要求：

a) 以外来物种入侵种数或优势种作为评估指标。考虑外来物种入侵的全球性趋势以及针对我国南方江河湖库流域水生动植物入侵情势严峻，采用占据优势地位的前 10 的进行赋分。Berger-Parker 优势度指数公式见公式 (D.17)，当  $Y > 0.02$  时，定为优势种。

$$Y = N_{max} / N_T \quad (D.17)$$

式中，

$Y$ ——优势度指数；

$N_{max}$ ——优势种群数量；

$N_T$ ——全部种的种群数量；

b) 外来物种入侵情况赋分应参照表 D.26 执行。

表 D.26 外来物种入侵情况评估赋分标准表

外来物种入侵优势度排名	<10	8	6	4	3	1
赋分	100	80	60	40	30	10

### D.5.7 生物畸变情况

生物畸变情况的计算与评估应满足下列要求：

a) 指受外来污染物持续、严重影响而导致物种变异或畸形。该种情况的出现往往表征水体遭受高强度污染，对人体安全存在极大威胁。采用调查到的发生生物畸变的种数作为考核指标，按照“一票否决”执行。

b) 生物畸变情况赋分标准应参照表 D.27 执行。

表 D.27 生物畸变评估赋分标准表

生物畸变情况（种）	0	$\geq 1$
赋分	100	0

### D.6 生态系统服务功能

#### D.6.1 供水保证率

供水保证率的计算与评估应满足下列要求：

a) 采用供水保证率评估，根据公式 (D.18) 计算水源地所有供水工程的供水保证率。

$$WS = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i \times p_i)}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (D.18)$$

式中，

$WS$ ——供水保证率；

$W_i$ ——第  $i$  个供水工程的平均日供水量 ( $m^3/d$ )；

$P_i$ ——第  $i$  个供水工程的供水保证率；

$i$ ——供水工程的序号；

$n$ ——河湖供水工程的总个数。

b) 供水保证率赋分标准应符合表 D.27 的规定。

表 D.27 供水保证率评估赋分标准表

综合供水保证率	98%	95%	85%	60%	50%	30%
赋分	100	80	60	40	20	0

### D.6.2 生产力

生产力的计算与评估应满足下列要求：

a) 以渔获量为主要评估指标。参考鱼类种类调查，以 1980S 调查河段历史渔获量为基准，计算现状渔获量占历史渔获量的比率。如缺少 1980S 调查河段历史渔获量数据，则可以调查期间 10 年以前的调查数据或研究文献作为基准。如历史上无相关数据或研究文献，则以现状调查时对周边渔民走访调查或渔业主管部门相关数据为准。现状渔获量占比 (%) = 现状渔获量 (t 或 kg/船次) / 历史渔获量 (t 或 kg/船次)

b) 渔获量水平赋分标准应符合表 D.28 的规定。

表 D.28 渔获量水平评估赋分标准表

渔获量水平	100%	85%	75%	60%	50%	25%	0%
赋分	100	80	60	40	30	10	0

### D.6.3 水功能区达标率

水功能区达标率的计算与评估应满足下列要求：

a) 评估达标水功能区个数占评估水功能区个数比例，水质达标率按全因子评估。评估标准与方法遵循 SL 395 相关规定。

b) 水功能区达标率赋分按照公式 (D.19) 计算：

$$WFZ_r = WFZ_p \times 100 \quad (D.19)$$

式中，

$WFZ_r$ ——水功能区达标率指标赋分；

$WFZ_p$ ——水功能区达标率。

附录 E  
(规范性)  
报告编制提纲

## E.1 主体部分

### E.1.1 基本情况

应概要说明自然地理、河流水系及历史演变、水文气象及经济社会状况，概要分析水资源及开发利用状况、水环境、水生态等方面的主要特点及存在的主要问题；概要说明河湖健康评估工作过程；

### E.1.2 生态健康调查与监测

应制定生态健康调查与监测实施方案，明确各评估指标数据来源；宜以图表结合方式，应采用 GIS 或 CAD 制图明确监测点位、监测断面布置，并说明监测点位的代表性；应明确监测频次与监测时间；应明确专项监测采用的设备与方法；宜以表格方式给出专项监测指标的监测成果。

开展生态健康调查与监测任务，可参照 SL/T793 的“9 河湖健康调查监测”执行。

### E.1.3 生态健康评估方案

应说明选用的评估指标体系、评估方法与评估标准；重点针对新增加的自选指标，说明其内涵及选用的必要性与依据、与其它指标的关系，论述新增指标评估标准的制定依据与合理性；说明评估河流型水源地范围，制定评估方案；说明各评估河段地形地貌、水文地质、河湖物理形态、水环境及水生态的分区（段）特点，以图表结合方式，说明各评估河段的空间位置与物理参数（河流包括起始与终止断面经纬度、河长、河宽、多年平均径流量等）。

### E.1.4 生态健康评估与诊断

按照规定的评估方法与标准，逐一说明各指标的计算过程与赋分结果，形成评估河段或评估湖区为单元的健康状况及准则层赋分结果；评估报告编制过程中，应分析各评估指标数据的代表性、准确性、可靠性与客观性；最终给出河湖健康状况赋分，给出健康评估结论。

### E.1.5 河湖健康问题分析与保护对策

根据各指标、准则层及综合赋分情况，说明河流型水源地健康整体特征、不健康的主要表征；开展定期评估的河流型水源地，结合前期评估结果，说明变化趋势；分析河流型水源地不健康的主要压力，给出持续改进意见，给出河流型水源地生态保护及修复目标建议方案。

## E.2 专题图应包括以下部分或全部

### E.2.1 河流水系图

包括水资源分区、水功能区区划、行政区划、重要水工程布置等信息；

#### E.2.2 遥感影像图

包括河流域 DEM 图、土壤类型图、植被类型图、土地利用图等信息；

#### E.2.3 河流健康调查监测方案专题图

包括评估河段及评估断面位置图，常规水文、水质站位置图，监测点位、监测断面及样方分布图等内容。

### E.3 附表

应包括以下部分或全部：评估河段、调查样线、监测点位、样方布设与信息、现场调查表、生境质量评价表、生物物种名录及其生态影像资料（原生图片、现场视频）等。

T/CWEC 26-2021  
T/CAQI 179-2021