

ICS 29.060.01

CCS B 11

T



团

体

标

准

T/CSPSTC XXX—202X

滨海湿地水文连通性生态监测与评估 技术规范

Technical specifications for ecological monitoring of wetland
hydrological connectivity

（征求意见稿）

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国科技产业化促进会 发布

中国标准出版社 出版

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 监测项目与频率 2

 4.1 通则 2

 4.2 监测项目与方法 2

 4.3 监测频率 4

5 监测点位布设 4

 5.1 前期调查 4

 5.2 监测点位布设原则 4

 5.3 监测点位布设方法 5

6 样品采集处理与分析 5

 6.1 通则 5

 6.2 采样层次及类型 5

 6.3 水质样品采集 5

 6.4 浮游生物样品采集 6

 6.5 底栖生物样品采集 6

 6.6 水文物理学质量要素监测 6

7 质量保证和质量控制 6

8 滨海湿地水文连通性评价指标的数据分析方法 7

 8.1 水环境指标 7

 8.2 水文指标 7

 8.3 水生物指标 11

9 滨海湿地水文连通性评价指标推荐权重和等级划分 12

附录 A（资料性）湿地面积调查表..... 14

附录 B（资料性）野外调查监测用表..... 15

参考文献 16

前 言

本文件按照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》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由山东省水文中心提出。

本文件由中国科技产业化促进会归口。

本文件起草单位：XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX。

引 言

滨海湿地处于海陆的交错地带，位于咸淡水的交汇处，在海陆的共同作用下，生境条件复杂、物种多样性丰富，具有重要的生态服务功能。我国滨海湿地资源丰富，但随着经济的快速发展和沿海地区城市化进程的推进，湿地开发强度加大，导致滨海湿地面积不断缩减、生态退化，水文连通性受到严重影响。水文连通是滨海湿地重要的物理过程，是湿地斑块间物理、化学和生物连通的媒介，直接关系到湿地的物质交换、能量流动以及生物多样性的维持。在此背景下，确保湿地生态系统的水文连通性成为实现湿地可持续管理的重要环节。

近年来，随着国家对生态环境保护的重视，加强滨海湿地的生态监测与管理已成为迫切需求。然而，目前湿地水文连通性监测体系不够完善，缺乏系统性和规范性的技术标准，这不仅制约了湿地保护工作的科学性，也影响了生态修复的有效性。

针对这些问题，本文件编制了针对滨海湿地水文连通性的生态监测与评估技术规范，旨在为湿地监测工作提供系统化、标准化的技术指南。通过规范湿地水环境、水文要素和生物多样性的监测方法及评价指标，本文件将助力于提升监测数据的准确性和可比性，进一步推动我国滨海湿地的系统性保护和可持续发展，为全球湿地生态环境保护提供技术借鉴。

滨海湿地水文连通性生态监测与评估技术规范

1 范围

本文件规定了滨海湿地水文连通性状况的生态环境监测过程与规范性。
本文件适用于湿地水文连通性生态监测评估。

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 3097-1997 海水水质标准
GB 3838-2022 地表水环境质量标准
GB 7480 水质 硝酸盐氮的测定 酚二磺酸分光光度法
GB 7493 水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法
GB 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法
GB 12763.6 海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查
GB/T 12763.8-2007 海洋调查规范 第8部分海洋地质地球物理调查
GB 13195-1991 水质 水温的测定-温度计或颠倒温度计测定法
GB/T 14848-2017 地下水质量标准
GB/T 14914.2-2019 海滨观测规范
GB 17378.2 海洋监测规范 第2部分：数据处理与分析质量控制
GB 17378.3 海洋监测规范 第3部分：样品采集、贮存与运输
GB 17378.4 海洋监测规范 第4部分：海水分析
GB 17378.5 海洋监测规范 第5部分：沉积物分析
GB 17378.6 海洋监测规范 第6部分：生物体分析
GB 17378.7 海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测
GB/T 30989-2014 高通量基因测序技术规程
GB/T 35228-2017 地面气象观测规范 降水量
GB/T 50138 水位观测标准
GB/T 50179 河流流量测验规范
DZ/T 0190 区域环境地质勘查遥感技术规定
HJ/T 91-2002 地表水和污水监测技术规范
HJ 506-2009 水质 溶解氧的测定 电化学探头法
HJ 535 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法
HJ 636-2012 水质 总氮的测定 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法
HJ 710.8 生物多样性观测技术导则 淡水底栖大型无脊椎动物
HJ 1000-2018 水质 细菌总数的测定 平皿计数法
HJ 1147-2020 水质pH值的测定 电极法
HJ 1169 全国生态状况调查评估技术规范—湿地生态系统野外观测
HJ 1172-2021 全国生态状况调查评估技术规范—生态系统质量评估

HJ 1216 水质 浮游植物的测定0.1 mL计数框—显微镜计数法
HJ 1295-2023 水生态监测技术指南 河流水生生物监测与评价（试行）
HJ 1339-2023 湿地生态质量评价技术规范
LY/T 2898-2017 湿地生态系统定位观测技术规范
SL 58 水文测量规范
SL 219-2013 水环境监测规范
SL/Z 712-2021 河湖生态环境需水计算规范
SL/T 793-2020 河湖健康评估技术导则
NB/T 35091-2016 水电工程生态流量计算规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

滨海湿地 coastal wetland

在滨海区域由自然的滨海地貌形成的浅海、海岸、河口，包括低潮时水深不超过 6 m 的永久性浅海水域。

3.2

水文连通性 hydrological connectivity

不同湿地之间或者同一湿地内部，以水为媒介进行物质运输、能量传递、生物迁移的能力。

3.3

连通性指数 connectivity index

表征湿地地表水可能的连通状况的参数，主要适用于评估河流纵向水文连通性。

注：它反映了湿地与周围环境之间的物质和能量流动情况，也可以用来评估湿地对于保持生态系统完整性和稳定性的贡献程度。

3.4

连通路径密度 connected path density

表征湿地地表水通路分布多少的参数，根据湿地拥有的水系连通路径等参数计算得出。

注：它反映了湿地间存在的连接路径数量和密度。连通路径可以是河流、水道、溪流、沟渠等自然或人工水体。

4 监测项目与频率

4.1 通则

常规滨海湿地监测内容（监测项目和监测指标）应根据实际情况从表 1-表 3 中选取。不同区域的监测项目可根据实际情况和监测目标进行适当增减。

4.2 监测项目与方法

4.2.1. 水体物理-化学质量要素监测

水环境环境监测按照GB 50179和GB/T 50138规定执行，水质监测的采样布点原则和要求、样品保存和质量保证与质量控制按照SL 219-2013和HJ/T 91的规定执行。

表 1 水体物理-化学质量要素监测项目及方法

要素	监测项目	监测指标	监测/分析方法	引用标准
水体物理-化学 质量要素	水环境	年降水量	连续监测，通过最近（距监测点 10 km 以 内）的自动气象台站获得	GB/T 35228- 2017
		水面积率		GB/T 50179- 2015
		流速	按照 GB/T 50179 和 GB/T 50138 规定执行	GB/T 50179- 2015
		径流量		GB/T 50138- 2010
		水位		
		高程差		
	水质	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	GB 17378.7
		溶解氧	电化学探头法	GB 11913-1989
		pH	玻璃电极法	HJ 1147-2020
		水温	表层水温表法	GB 13195-1991
		水色	比色法	GB/T 14848- 2017
		透明度	目视法	
		盐度	盐度计法	
		总氮	碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	HJ 636-2012
		总磷	钼酸铵分光光度法	GB 11893
		氨氮	纳氏试剂光度法	HJ 535
		硝酸盐氮	酚二磺酸分光光度法	GB 7480
		亚硝酸盐氮	萘乙二胺分光光度法	GB 7493
		细菌总数	平皿计数法	HJ 1000-2018

4.2.2 水文要素监测

地表水水文定位观测按照LY/T 2898-2017规定执行。在湿地中布设潜水观测井，按SL 58规定测量地下水位。

表 2 水文要素监测项目及方法

要素	监测项目	监测指标	监测/分析方法	引用标准
水文要素	生态空间分布	湿地面积指数	遥感监测	HJ 1339-2023
		生态用地占比	遥感监测与地面核查	HJ 1172-2021
		破碎度指数	遥感监测和模型运算	HJ 1339-2023
		纵向连通度	遥感监测和模型运算	HJ 1339-2023
		湿地植被覆盖度	遥感监测与地面核查	HJ 1169
	结构连通	可能性连通指数	遥感监测与公式计算	HJ 1339-2023
		连通性指数		
		连通路径密度		
	水动力连通	河流水文连通性	遥感监测与公式计算	HJ 1339-2023
		地表地下水交互量	遥感监测与水力学法	/

4.2.3 生物质量要素监测

根据湿地水文状况特征，采用断面或样线法监测。

表 3 生物质量要素监测项目及方法

要素	监测项目	监测指标	监测/分析方法	引用标准
生物质量要素	湿地动物	鱼类种类、数量及分布	网补法	DB 15/T 2526-2022
		浮游植物种类、数量及分布	分层采样，采用 1 L 水样进行定量统计	HJ 1216
		浮游动物种类、数量及分布		HJ 1216
		大型底栖动物种类、数量及分布		HJ 710.8
		潮间带生物种类、数量及分布		GB 17378.7
	湿地微生物	微生物群落结构	样方法并进行高通量测序分析	GB/T 30989-2014
		微生物生物量		

4.3 监测频率

4.3.1 生态环境监测

水环境与水质监测原则上每年丰水期、平水期和枯水期各开展1次，并与生物要素监测同步开展。

4.3.2 水文状况和连通状态监测

生态空间分布指标监测原则上在春季、夏季、秋季和冬季各监测1次。湿地面积监测记录填写表 A.1。在汛期或者监测要素动态出现异常变化时，可提高监测频率或增加监测点密度。地表水和地下水水文监测原则上每年丰水期、平水期和枯水期各开展1次，有条件的地区可结合实际增加监测频次。

4.3.3 生物要素监测

本文件规定的生物要素监测频率如下：

- a) 鱼类监测：每年夏季监测 1 次。根据湿地水文条件设置监测断面，采用网捕法监测。监测记录填写表 B.1。
- b) 浮游动物、浮游植物、潮间带生物：在春季、夏季、秋季和冬季各监测 1 次。监测记录填写表 B.2。
- c) 大型底栖动物：在春季、夏季、秋季和冬季各开展一次。监测记录填写表 B.2。

4.3.4 其他规定

监测频率和时间一经确定，应保持长期不变，不应轻易更改，以利年际间数据比较。若在规定的监测时间段内滨海湿地水文气象条件（如降水集中期、冰冻期）不适宜采样，可根据实际情况调整采样时间。

5 监测点位布设

5.1 前期调查

本文件规定的前期调查如下：

- a) 调查收集水文、气候、地质（包括沉积类型）等历史状态变化资料；
- b) 调查地表和地下水系统、水利设施和土地利用现状，特别是植被破坏和水土流失情况；
- c) 调查采样点的交通状况和可达性等。

5.2 监测点位布设原则

本文件规定的监测站位布设原则如下：

- a) 监测站位应覆盖整个监测区域，均匀布设，能充分反映监测期相应监测参数的变化情况；

在重点区域（如河口、污染源、栖息地等）应加密布设监测站位。

- b) 监测点位不宜变动，以确保不同监测时段数据的一致性。
- c) 综合考虑当前科技发展和监测技术水平等因素，考虑实际采样的可行性，使生态监测点布设切实可行。
- d) 水文监测段应设立水文监测保护标志牌，并宜在保护区界转折点设立带编号的界桩。保护标志牌信息宜包括站名、保护范围、测站管理机构、确认保护范围的政府机构名称等，保护范围可采用图文并茂方式。

5.3 监测点位布设方法

5.3.1 水体物理-化学质量要素监测点位布设

水环境监测点的布设参照 HJ 25.2-2014 中第 6 章的规定执行。

5.3.2 水文监测站位布设

在历史资料的基础上，结合现场调研，在具有不同水文连通特征的区域，按照代表性、均匀性、采样可达性等原则，设置采样站位进行样品采集。每50-100 km² 设置1-2个水文监测点位，确保能够准确反映区域水文连通状况。生态空间分布不需要布设监测点，监测数据通过高分遥感影像获得，需根据监测频次适时向有关遥感信息管理部门获取，数据精度满足DZ/T 0190的要求，并切实做好保密工作。

5.3.3 生物监测点位布设

生物多样性监测点（监测样地）的布设参照LY/T 2241-2014中第4章的规定执行

6 样品采集处理与分析

6.1 通则

水样、生物和生物质量样品的采集、处理和分析方法、数据处理和分析的质量控制应严格遵照 GB 12763.6、GB/T 13909-1992、GB/T 14914、GB 17378.2、GB 17378.3、GB 17378.4、GB 17378.5、GB 17378.6、GB 17378.7 等相关国家标准执行。

6.2 采样层次及类型

本文件规定的采样层次及类型如下：

- a) 采集表层水样；
- b) 采集表层沉积物样；
- c) 采集浮游生物、底栖生物样本；
- d) 采集植物标本。

6.3 水质样品采集

6.3.1 测量参数

化学需氧量、溶解氧、pH、水温、水色、透明度、盐度、总氮、总磷、氨、硝酸盐、亚硝酸盐、无机磷。

6.3.2 采样设备及材料

便携式冰箱、GPS、多功能水质分析仪、采水器、塑料水桶和水瓢、温度计、救生衣、胶鞋等。

6.3.3 采集方法

水样采集后自然沉降 30 min，取上层非沉降部分按规定方法进行。水温、pH、溶解氧等易受环境变化影响的指标应在采集现场进行测定；而色度、化学需氧量、总氮、总磷等指标则可以将水样带回实验室测定。选择 GB 3838-2022 中水环境质量标准基本项目和其他有关的特定项目和分析方法开展监测，参照 HJ/T 52、HJ/T 91-2002、HJ 493-2009、HJ 494-2009、HJ 495-2009 中相应要求开展样品采集、保存和运输工作。

6.4 浮游生物样品采集

6.4.1 采样设备

浮游生物网、采水器、便携式冰箱，GPS、广口塑料瓶、细口塑料瓶、卷尺、塑料水桶等。

6.4.2 采集方法

根据湿地水文条件在水面下 0.5 m 左右采样，并在实验室内分类统计。浮游植物样品的采集通常需取 2 L 水样，加入 1.5% 体积比例的鲁哥氏液进行固定；浮游动物样品则需采集 50 L 至 100 L 水样，通过 25 μ m 浮游生物网过滤后，加入 5% 体积比例的甲醛溶液以固定样品，防止样品在保存及运输过程中发生变化，具体监测方法参照 HJ 1215-2021、HJ 1216-2021、HJ 1296-2023 中相关要求执行。

6.5 底栖生物样品采集

6.5.1 采样设备

索伯网或 Hess 网、采泥器、带网夹泥器、GPS、便携式冰箱、流速仪、照相机等。

6.5.2 采集方法

根据湿地水文状况、基质类型及水生植物分布特征，设置若干有代表性的断面或样线，在每个断面上设置若干个样点，然后利用采泥器进行采集，采集面积宜为 1/16 m²~1/20 m²。在样品采集完成后，应在封口瓶中加入 70% 的酒精进行密封保存，并将其放置于整理箱中，确保样品在运输过程中不因外力作用而受到损坏，具体操作方法参照 HJ 710.8-2014 中相关要求执行。

6.6 水文物理学质量要素监测

湿地面积、植被以及生态用地的监测在充分考虑湿地近期变化的基础上，利用监测站点遥感影像或地形图，综合应用 3S 技术（遥感、地理信息系统和全球定位系统），结合地面勘察，综合量测统计获得，具体监测方法参照 SL/T 247-2020 中相关要求执行。

7 质量保证和质量控制

本文件规定的质量保证和质量控制如下：

- 采样前明确野外采样负责人，并制定采样计划。野外采集负责人评估采样计划完整性、采样点位准确性、采样方案可实施性和样品采集效果。
- 采样前宜避免扰动生物类群，采样过程中接触过生物样品的采样器具应及时清洗，避免样品沾污，必要时更换采样器具。
- 若优势种鉴定结果存疑，可请分类学专家确认。
- 新物种、新记录种宜留存完整的样品标本，请分类学专家确认后，永久保存。
- 样品鉴定和计数中宜抽取一定比例的样品（如 10%），由 2 名人员分别完成，评估结果的一致性。

8 滨海湿地水文连通性评价指标的数据分析方法

8.1 水环境指标

8.1.1 水环境质量

根据《地表水环境质量评价方法》（环办〔2011〕22号）和GB 3097-1997相关水质标准，赋分标准见表4。

表4 滨海湿地水环境质量赋分标准表

地表水环境质量等级	I类、II类	III类	IV类	V类	劣V类
海水环境质量等级	第一类	第二类	第三类	第四类	劣于第四类
赋分	100	80	60	40	0

8.1.2 生态流量

生态流量是指在维持河流、湿地等生态系统健康和功能所需的最小水流量。生态流量作为动态指标，可反映湿地对降水量、河流径流变化的响应能力，帮助评估湿地水文连通性及生态健康。该指标依据水务部门确定的生态流量目标及流量数据，按照SL/Z 712-2021和NB/T 35091-2016执行。赋分标准见表5。

表5 生态流量满足程度赋分标准表

生态流量满足程度	赋分
断面全年各月份流量均大于等于2倍生态流量	100
断面全年各月份流量均大于等于生态流量，且个别月份流量大于等于2倍生态流量	90
断面全年各月份流量均大于等于生态流量	80
断面汛期（5月-11月）各月份流量均大于等于生态流量， 但非汛期（11月-翌年4月）个别月份流量小于生态流量； 或断面非汛期（11月-翌年4月）各月份流量均大于等于生态流量， 但汛期（5月-11月）个别月份流量小于生态流量	55
断面汛期（5月-11月）和非汛期（11月-翌年4月）均有个别月份流量小于生态流量	30
断面年内各月流量均小于生态流量	0

8.2 水文指标

8.2.1 湿地面积指数

湿地面积指数指征评价年的湿地面积与历史参考年相比的萎缩情况。历史参考年宜选择与评价年水文频率相近年份，可采用式（1）计算：

$$ASI = \left(1 - \frac{AC}{AR}\right) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：
ASI —— 湿地面积指数；

AC —— 年湿地面积；
AR —— 基准年湿地面积，推荐选择 20 世纪 80 年代与评价年水文频率相近年份。

赋分标准见表 6。

表 6 滨海湿地面积指数赋分标准表

滨海湿地面积指数	≤ 5	(5, 15]	(15, 30]	(30, 40]	> 40
赋分	100	80	60	40	20

8.2.2 生态用地占比

在滨海湿地范围内，林地、草地等具有自然生态属性的生态系统用地所占比例，可采用式（2）计算：

$$RNR = \frac{RN}{S} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：
RNR —— 滨海湿地生态用地占比；
RN —— 自然生态用地总面积；
S —— 滨海湿地面积，推荐选择 20 世纪 80 年代与评价年水文频率相近年份。

赋分标准见表 7。

表 7 滨海湿地生态用地占比赋分标准表

滨海湿地生态用地占比	≥ 80	[70, 80)	[60, 70)	[50, 60)	< 50
赋分	100	80	60	40	20

8.2.3 纵向连通度

反映滨海湿地系统内生态元素在空间结构上的纵向联系，单位：个/100 km。计算方法：采用每 100 km 河长上的障碍物（如闸、坝等）数量来考量，其中不足 100 km 的河流按 100 km 计算。具备有效过鱼设施的闸坝可不计入。有效过鱼设施指能够帮助洄游鱼类繁殖时顺流或逆流通过河道中的水利枢纽或天然河坝而设置的建筑物及设施的总称。赋分标准见表 8。

表 8 滨海湿地纵向连通度赋分标准表

滨海湿地纵向连通度	≤ 0.25	(0.25, 0.5]	(0.5, 1]	(1, 1.2]	> 1.2
赋分	100	80	60	40	20

8.2.4 湿地植被覆盖度

生长季湿地植被（包括挺水植物、浮叶植物、浮水植物、沉水植物的叶、茎、枝）在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比。赋分标准见表 9。

表 9 滨海湿地植被覆盖度赋分标准表

滨海湿地植被覆盖度	≥ 60	$[50, 60)$	$[30, 50)$	$[10, 30)$	< 10
赋分	100	80	60	40	20

8.2.5 可能性连通指数

可能性连通指数是一种用于衡量网络中节点之间连接的紧密程度的指标，可以反映网络中节点之间信息传递的效率和速度。可能性连通指数可采用式（3）计算：

$$E_{ij} = \frac{1}{\sigma_i \cdot \sigma_j} \cdot \sigma_{ij} \dots\dots\dots (3)$$

式中：
E_{ij} —— 可能性连通指数；
σ_i —— 节点 i 到到其他所有节点的最短路径长度之和；
σ_j —— 节点 j 到到其他所有节点的最短路径长度之和；
σ_{ij} —— 节点 i 到节点 j 的最短路径长度之和。

8.2.6 连通路径密度

连通路径密度是衡量网络中节点之间连接紧密程度的指标，表示网络中节点之间直接相连的可能性。

- a) 对于一个包含 N 个节点的网络，假设网络中存在 E 条边；
- b) 计算网络中可能的最大边数。对于水文网络，将其视为有向图，最大边数使用如下公式计算得出；
- c) 连通路径密度 D 可采用式（4）计算：

$$D = \frac{E}{E_{max}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：
D —— 联通路径密度；
E —— 网络中的边数；
E_{max} —— 网络中可能的最大边数，是水文网络的有向图。可采用式（5）计算：

$$E_{max} = N(N - 1) \dots\dots\dots (5)$$

式中：
N —— 网络中的节点总数量。

8.2.7 整体连通性指数

整体连通性指数是衡量网络整体连接紧密程度的指标，可以反映整个网络的连通性和稳定性。整体连通性指数可采用式（6）计算：

$$L = \frac{1}{N(N-1)} \cdot D \dots\dots\dots (6)$$

式中：
L —— 整体连通性指数；

- N —— 网络中的节点总数量；
- D —— 网络中所有节点对之间的最短路径长度之和。

8.2.8 破碎度指数

破碎度指数是指反映湿地景观中斑块破碎程度的指标，通常用于量化表征景观分离程度，指数越高，适合动植物生长存活的空间会逐渐降低，从而影响到物种的生存、扩散、繁殖、迁移等生态过程。破碎度指数可采用式（7）计算：

$$FN = \frac{Np-1}{N_c} \dots\dots\dots (7)$$

- 式中：
- FN —— 破碎度指数；
 - N_p —— 景观斑块之和；
 - N_c —— 景观总大小和最小斑块大小之比。

8.2.9 湿地生态水文连通度综合指数

在进行湿地水文连通性评价时，应结合具体研究区域的实际情况，建立湿地生态水文连通度综合指数定量评价湿地水文连通性，构建如下计算式（8）：

$$FRA = w1 * L + w2 * FN \dots\dots\dots (8)$$

- 式中：
- FRA —— 湿地生态水文连通度综合指数；
 - L —— 整体连通性指数；
 - FN —— 湿地破碎度指数；
 - W —— 权重。

赋分标准见表 10：

表 10 滨海湿地水文连通性综合状况指数赋分标准表

水文连通性综合状况指数	≥ 9	[8.8, 9)	[8.7, 8.8)	[8.6, 8.7)	[8.5, 8.6)	<8.5
赋分	100	80	60	40	20	0

8.2.10 地表水与地下水交换量

地表水与地下水交换量可衡量地表水（如河流、湖泊、湿地）与地下含水层之间的水流交互，反映了湿地对周围环境的水文响应能力，可采用式（9）计算：

$$Q = K'A (\Delta h/L) \dots\dots\dots (9)$$

- 式中：
- Q —— 河道单侧交换量；
 - K' —— 河床沉积物及潜水含水层综合渗透系数；
 - A —— 过水断面面积；
 - Δh —— 地下水水位与河水水位差；
 - L —— 渗流路径长度。

赋分标准见表 11。

表 11 地表水与地下水交换量赋分标准表

地表水与地下水交换量	≥ 0.9	$[0.8, 0.9)$	$[0.7, 0.8)$	$[0.6, 0.7)$	< 0.6
赋分	100	80	60	40	0

8.3 水生物指标

8.3.1 鱼类保有指数

根据 SL/T 793-2020 中推荐的方法，选取鱼类保有指数评估现状鱼类物种数与历史参考点鱼类物种数的差异状况，可采用式（10）计算：

$$FOEI = \frac{FO}{FE} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中：
FOEI—— 鱼类保有指数；
FO —— 为评估河湖调查获得的鱼类种类数量（剔除外来物种）；
FE —— 历史评估河湖的鱼类种类数量。

赋分标准见表 12：

表 12 滨海湿地鱼类保有指数赋分标准表

鱼类保有指数	≤ 40	200	500	1000	≥ 5000
赋分	100	80	60	30	0

8.3.2 浮游植物密度

采用浮游植物密度表征滨海湿地水生态系统中浮游植物生长状况，赋分标准见表 13。

表 13 滨海湿地浮游植物密度赋分标准表

浮游植物密度（万个/L）	≤ 40	200	500	1000	≥ 5000
赋分	100	60	40	30	0

8.3.3 浮游生物均匀度指数

根据 HJ 1296-2023，浮游生物均匀度指数可采用式（11）和式（12）计算：

$$J = \frac{H}{\log_2 S} \dots\dots\dots (11)$$

式中：
J —— 均匀度指数；

H —— 香农-维纳多样性指数；
S —— 物种数。

$$H = - \sum_{i=1}^{N_s} \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N} \dots\dots\dots (12)$$

式中：
H —— 香农-维纳多样性指数；
N_s —— 物种数；
I —— 第 i 个物种；
n —— 物种 i 的个体数；
N —— 生物个体总数；
赋分标准见表 14：

表 14 浮游生物均匀度指数赋分标准表

浮游生物均匀度指数	(0.8, 1]	(0.5, 0.8]	(0.3, 0.5]	(0, 0.2]	0
赋分	100	80	60	40	0

8.3.4 大型底栖动物 BI 生物指数

根据 HJ 1295-2023 中推荐适用的大型底栖动物 BI 生物指数可采用式（13）计算：

$$\sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} t_i \dots\dots\dots (13)$$

式中：
BI —— 生物指数；
S —— 物种数；
N_i —— 样本中单位面积的第 i 种生物的个体数；
N —— 生物总体个数；
T_i —— 种 i 的耐污值。

赋分标准见表 15：

表 15 滨海湿地大型底栖动物多样性指数赋分标准表

大型底栖动物 BI 生物指数	≥ 8.5	[7.0, 8.5)	[5.4, 7.0)	[3.9, 5.4)	< 3.9
赋分	100	80	60	40	20

9 滨海湿地水文连通性评价指标推荐权重和等级划分

滨海湿地水文连通性生态监测与评估的一级指标权重参考生态环境部近海与海岸湿地考核权重计算的思路，采取专家咨询法确定。二级指标的权重确定根是在生态环境部湿地生态质量评价技术规范和中国科学院东北地理与农业生态研究所湿地水文连通程度综合评价指标体系的构建方法研究结果的基础上，结合专家咨询的方式确定。滨海湿地水文连通性生态监测综合评价指标推荐权重见表 16。

根据各监测指标的赋值和权重，把湿地生态质量等级划分为 5 级，即优（保持自然状态）、良（需要采取保护措施）、低（需要采取防护措施）、差（需要重点治理），对应湿地水文连通性综合指数分别为[80，100)、[60，80)、[40，60)、< 40，具体见表 17。

表 16 滨海湿地地水文连通性生态监测综合评价指标推荐权重

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重
水环境指标	0.2	生态流量	0.6
		水环境质量	0.4
水文指标	0.5	湿地面积指数	0.1
		生态用地占比	0.2
		纵向连通度	0.1
		湿地植被覆盖度	0.2
		水文连通性综合状况指数	0.2
		地表地下水交换量	0.2
水生物指标	0.3	鱼类保有指数	0.2
		浮游生物	0.2
		浮游植物	0.2
		大型底栖动物	0.2
		微生物群落	0.2

表 17 滨海湿地地水文连通性分级

湿地水文连通性 级别	湿地水文连通性 综合指数	等级描述
优	[80，100)	水文连通性好，生态结构与功能完善，生态系统物种多样
良	[60，80)	水文连通性较好，生态结构与功能较完善，生态系统物种 较为多样
中	[40，60)	水文连通性一般，生态结构与功能一般，生态系统物种多 样性一般
差	< 40	水文连通性较差，生态结构与功能较差，生态系统物种多 样较低

附 录 A
(资料性)
湿地面积调查表

湿地面积变化调查表见表 A. 1。

表 A. 1 湿地面积调查表

湿地名称						调查日期					
调查地点						地理坐标					
湿地面积											
校对者						审核者					
湿地区 名称	斑块编 号	类型		面积	中心坐 标	所属流域	地貌 类型	保护 等级	地域 分布	平均 海拔	监测 方法
		类	型								
注：监测方法可选填：卫星遥感、无人机、地面湿地观测。											

附 录 B
(资料性)
野外调查监测用表

生物监测记录用表见表 B. 1～表 B. 2。

表 B. 1 鱼类监测记录表

调查日期				调查地点			
填表者				地理坐标			
校对者				审核者			
序号	中文名	拉丁名	种群数量	保护等级	留居型	微生境	备注
注：微生境是某种野生动物取食、活动、营巢、隐蔽的具体地点，应以一定的地物特征加以说明，如河滩、林下、溪岸、沟边、湖岸、草丛、灌丛和林地等。							

表 B. 2 浮游生物种（属）、底栖动物类监测记录表

调查日期				调查地点			
透明度（cm）				地理坐标			
水深（m）				流速（m/s）			
填表者				校对者			
样点号				审核者			
种（属）名称	采样点编号					生物密度 （个/L）	备注

参 考 文 献

- [1] HJ 25.2-2014 场地环境监测技术导则
- [2] HJ/T 52 水质 河流采样技术指导
- [3] HJ 493-2009 水质采样 样品的保存和管理技术规定
- [4] HJ 494-2009 水质 采样技术指导
- [5] HJ 495-2009 水质 采样方案设计技术指导
- [6] HJ 1215-2021 水质 浮游植物的测定 滤膜—显微镜计数法
- [7] HJ 1296-2023 水生态监测技术指南 湖泊和水库水生生物监测与评价（试行）
- [8] LY/T 2241-2014 森林生态系统生物多样性监测与评估规范
- [9] SL/T 247-2020 水文资料整编规范