

# 团 体 标 准

T/GDSES XXXXX

## 生态环境损害鉴定评估技术指南 非法采砂案件

Technical guideline for identification and assessment of environmental damage  
—Illegal sand mining cases

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

## 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 适用范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语与定义 .....	4
4 总体要求 .....	5
5 工作方案制定 .....	8
6 生态环境损害调查确认 .....	8
7 因果关系分析 .....	12
8 损害实物量化与恢复方案制定 .....	12
9 损害价值量化 .....	16
10 鉴定评估报告编制 .....	17
11 非法采砂案件生态环境损害恢复效果评估 .....	17
附录 A 非法采砂案件涉及的常见地表水生态服务功能损害评估方法 .....	18
附录 B 常用地表水生态环境修复和恢复技术适用条件与技术性能 .....	19

## 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。

本文件由广东省环境科学学会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件首次制定。

## 引 言

非法采砂作为破坏水生态环境的高发违法行为，近年来在我国河湖流域呈现多发态势，不仅造成砂石资源枯竭，更引发河道形态改变、水生生物灭绝、防洪能力下降等一系列连锁生态灾难。在当前实践中，非法采砂案件的生态环境损害鉴定评估缺乏明确的技术规范，严重制约了此类案件评估结果的权威性与有效性。

为贯彻《中华人民共和国民法典》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国矿产资源法》《中华人民共和国水污染防治法》和《生态环境损害赔偿管理规定》，保护地表水和沉积物生态环境，保障公众健康，规范非法采砂案件的生态环境损害鉴定评估工作，制定本文件。

# 生态环境损害鉴定评估技术指南 非法采砂案件

## 1 范围

本文件提供了非法采砂案件生态环境损害鉴定评估的总体要求、工作程序、核心技术内容及报告编制内容，明确了地表水和沉积物的特征指标和地形地貌的损害量化程序。

本文件适用于河流、湖（库）非法采砂案件的生态环境损害鉴定评估活动。

## 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 13690 化学品分类和危害性公示通则  
GB 50286 堤防工程设计规范  
GB 50707 河道整治设计规范  
GB/T 21678 渔业污染事故经济损失计算方法  
GB/T 39791.1 生态环境损害鉴定评估技术指南  
GB/T 39791.2 生态环境损害鉴定评估技术指南  
GB/T 39791.3 生态环境损害鉴定评估技术指南  
GB/T 39792.2 生态环境损害鉴定评估技术指南  
HJ 493 水质采样 样品的保存和管理技术规定  
HJ 494 水质 采样技术指导  
HJ 495 水质 采样方案设计技术规范  
HJ 710.4 生物多样性观测技术导则  
HJ 710.6 生物多样性观测技术导则  
HJ 710.7 生物多样性观测技术导则  
HJ 710.8 生物多样性观测技术导则  
HJ 710.12 生物多样性观测技术导则  
HJ 831 淡水水生生物水质基准制定技术指南  
HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范  
HJ/T 166 土壤环境监测技术规范  
HY/T 078 海洋生物质量监测技术规程  
SC/T 9402 淡水浮游生物调查技术规范  
SL 386 水利工程边坡设计规范  
DB43/T 432 淡水生物资源调查技术规范  
污染死鱼调查方法（淡水）（农渔函〔1996〕62号）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 非法采砂 illegal sand mining

在河流、湖（库）等水域管理范围内，单位或个人违反《中华人民共和国矿产资源法》《中华人民共和国水法》等相关法律、行政法规及规范性文件规定，未依法取得法定采砂许可或违反许可要求采砂的行为。

### 3.2 水生态服务功能 water ecological service function

地表水生态系统生产的物质及其所形成的自然和人为环境对人类的服务作用，包括供给服务、支持服务、调节服务和文化服务。

### 3.3 地形地貌破坏 destruction of landforms

由非法采砂行为导致的河（湖）床下切、河（湖）岸侵蚀崩塌等损害河（湖）床及河（湖）岸带稳定性，并影响河、湖自然水文情势的不利改变。

## 4 总体要求

### 4.1 鉴定评估对象

本文件的鉴定评估对象为非法采砂行为直接或间接导致的生态环境损害，具体包括：

- a) 环境质量损害：地表水透明度降低、浊度升高，沉积物粒度降低；
- b) 产品供给损害：水产品生产的种类和数量减少；
- c) 支持服务损害：生物多样性的种类和数量减少，污染致畸致死，栖息地面积减少，地形地貌破坏；
- d) 调节服务损害：洪水调蓄能力降低，土壤保持能力降低；
- e) 文化服务损害：休闲娱乐频次减少，旅游人次减少。

### 4.2 鉴定评估内容

根据鉴定评估需要，非法采砂案件生态环境损害鉴定评估的内容包括：

- a) 非法采砂行为调查：调查确认非法采砂时间、范围、数量等；
- b) 生态环境基线确定：开展地表水和沉积物环境状况及水生态服务功能调查，确定地表水和沉积物环境质量及水生态服务功能基线，必要时开展水文水利、地形地貌调查；
- c) 生态环境损害确认：判断地表水和沉积物环境状况及水生态服务功能是否受到损害，确定损害类型；
- d) 因果关系分析：分析非法采砂行为与地表水和沉积物环境及水生生物、水生态系统、水生态服务功能损害之间是否存在因果关系；
- e) 损害量化：对比评估指标现状与基线，确定生态环境损害的范围和程度，计算损害实物量和价值量；
- f) 恢复方案制定：分析环境恢复的可行性，基于等值原则制定基本恢复方案，计算期间损害，制定补偿性恢复方案，筛选确定综合恢复方案；
- g) 恢复效果评估：定期跟踪生态环境恢复情况，评估恢复效果是否达到预期目标，决定是否需要开展补充性恢复。

## 5 总体原则

### 5.1 合法合规原则

鉴定评估工作根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国矿产资源法》《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规，遵循GB/T 39791系列、GB/T 39792系列国标要求，监测数据、模型参数可追溯，禁止伪造或篡改结果。

## 5.2 科学合理原则

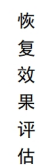
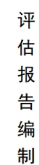
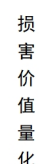
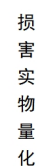
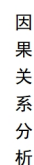
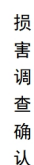
结合资料收集、现场踏勘等方式掌握的情况，制定科学、合理、可操作的工作方案，工作方案包含质量控制和质量保证措施。

## 5.3 独立客观原则

鉴定评估机构及鉴定人员运用专业知识和实践经验独立客观地开展鉴定评估，不受鉴定评估利益相关方的影响。

## 6 工作程序

非法采砂案件生态环境损害鉴定评估见图1。



7



## 7 工作方案制定

### 7.1 基本情况调查

#### 7.1.1 非法采砂行为调查

了解非法采砂的发生时间、地点等基本情况，查明非法采砂行为的开始时间、结束时间、持续时长、涉及区域、非法采砂量等情况。

#### 7.1.2 破坏生态基本情况调查

掌握水生态系统的自然环境、生物要素、服务功能受损害的时间、方式、过程和影响范围等信息。

#### 7.1.3 案件应对基本情况调查

了解实施的地表水和沉积物生态环境治理修复以及水生态恢复的相关资料 and 情况，包括实施过程、实施效果、费用等相关信息。

掌握地表水和沉积物以及水生生物监测工作开展情况及监测数据，必要时可使用现场快速检测设备。

### 7.2 自然环境与水功能信息收集

调查收集影响水域以及水域所在区域的自然环境信息，具体包括：

- a) 水域历史、现状和规划功能资料；
- b) 水域地形地貌、水文水利以及所在区域气候气象资料；
- c) 地表水和沉积物、水生生物的历史监测资料；
- d) 影响水域内饮用水源地、生态保护红线、自然保护区、重要湿地、风景名胜区及所在区域内基本农田、居民区等环境敏感区分布信息，以及浮游生物、底栖生物、大型水生植物、鱼类等游泳动物、水禽、哺乳动物及河岸植被等主要生物资源的分布状况。

### 7.3 社会经济信息收集

收集影响水域所在区域的社会经济信息，主要包括：

- a) 经济和主要产业的现状和发展状况；
- b) 地方法规、政策与标准等相关信息；
- c) 人口、交通、基础设施、能源和水资源供给、相关水产品、水资源价格等相关信息。

### 7.4 制定工作方案

根据所掌握的监测数据、损害情况以及自然环境和社会经济信息，初步判断地表水生态环境损害可能的受损范围与类型，必要时利用实际监测数据进行污染物与水生生物损害空间分布模拟。

根据案件的基本情况和鉴定评估需求，明确要开展的损害鉴定评估工作内容，设计工作程序，通过调研、专项研究、专家咨询等方式，确定鉴定评估工作的具体方法，编制工作方案。

## 8 生态环境损害调查确认

### 8.1 调查原则

按照评估工作方案的要求，参照HJ/T 91、HJ 493、HJ 494、HJ 495等相关标准，根据案件特征开展地表水和沉积物布点采样分析，确定地表水和沉积物环境状况，可对水生态服务功能、水生生物种类与

数量开展调查；收集水文地貌资料，掌握流量、流速、水位、地形及沉积物深度等关键信息。同时，通过历史数据查询、对照区调查、标准比选等方式，确定基线，通过对比确认生态环境是否受到损害。

## 8.2 水环境质量和水生态服务功能调查

对于非法采砂案件，主要通过实际调查、生物观测、模型模拟等方法调查地表水和沉积物的环境质量以及水生态服务功能。获取调查区水资源使用历史、现状和规划信息，查明地表水生态环境损害发生前、损害期间、恢复期间评估区的主导生态功能与服务类型，主要包括：

- a) 珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产卵场、仔稚幼鱼索饵场、鱼虾类越冬场和洄游通道、种质资源保护区、岸带稳定性等支持服务功能，重点调查地形地貌的破坏量；
- b) 洪水调蓄、侵蚀控制等调节服务功能；
- c) 集中式饮用水源用水、水产养殖用水、农业灌溉用水、工业生产用水、渔业捕捞等供给服务功能；
- d) 人体非直接接触景观功能用水、一般景观用水、游泳等休闲娱乐等文化服务功能。

## 8.3 确定调查指标

根据非法采砂案件的特点，其主要调查指标见表1。

表1 非法采砂案件调查推荐指标表

类型	功能		对象	指标
环境质量	指标浓度		地表水	透明度、浊度
			沉积物	粒度
水生态服务功能	产品供给	水产品生产	种类	经济性水生生物、水资源量
			数量	产量
	支持服务	生物多样性维护	种类	鱼类、浮游生物、底栖生物、水生植物
			污染致畸致死数量	个数
			破坏数量	个数
			栖息地面积	面积
		地形地貌	破坏量	高程、坡度、水域面积、岸线长度
	调节服务	洪水调蓄	调蓄量	面积、水位变化量
		土壤保持	保持量	面积、土壤侵蚀模数
	文化服务	休闲娱乐	休闲娱乐频次	总旅游人数、人口总数
		景观科研	旅游人次	旅游人数

## 8.4 地形地貌调查

### 8.4.1 调查目的

地形地貌调查的目的在于掌握非法采砂行为对地形地貌的改变情况，为非法采砂案件造成的损害状况调查分析提供技术参数，为水生态服务功能受损情况的量化提供依据。

### 8.4.2 调查指标

非法采砂案件主要导致水生态支持服务功能改变，重点关注地形地貌的破坏量，确认河流断面（湖泊）形状、河（湖）床高程、河（湖）床糙率、河（湖）底比降、河（湖）床沉积结构、岸坡坡度变化、岸线长度变化率、水流流场变异系数、岸坡稳定系数、地貌多样性指数等指标。

### 8.4.3 调查原则

- a) 充分利用现有资料。根据现有资料对调查区相关信息进行初步提取，重点关注已有水文站、监测站建档资料，以初步识别调查区内的地形地貌变化情况。现有资料不足时，开展进一步调查；
- b) 开展评估区地形地貌参数调查。以评估水域为重点调查区，获得评估水域地形地貌资料，根据区域资料初步分析判断上述资料的可用性，对于区域资料不能满足评估精度要求的，开展相应的水文测验、地形测量、水力学试验、水文地质试验等工作获取相关参数。

#### 8.4.4 调查方法

- a) 资料收集与分析：收集调查区域附近已有水文测站、监测站等历年相关资料，对比分析近年与历史变化情况，初步识别调查区内的地形地貌变化情况；
- b) 现场调研：通过实地调研，结合历史与现状遥感影像资料，初步分析非法采砂区域岸坡坡度变化、岸线长度变化等情况；
- c) 地形测量：对非法采砂区域进行地形测量，与历史地形进行对比分析，结合区域地形演变趋势，获得地形地貌破坏量，确认河流断面（湖泊）形状、河（湖）床高程及下切深度、河槽位置、河（湖）床糙率、河（湖）底比降、岸坡坡度变化、岸线长度变化等基本参数；
- d) 必要时开展水文测验、水力学试验、水文地质试验等工作，获取水流流场变异、岸坡稳定系数、地貌多样性指数等相关参数。

### 8.5 布点采样

#### 8.5.1 布点采样要求

以掌握地表水生态环境损害发生流域（水系）状况、反映发生区域的污染状况或生态影响的程度和范围为目的，根据水系流向、流量、流速等水文特征、地形特征和污染物性质等，结合相关规范和指南的要求，合理设置监测断面或采样点位。依据水生态服务功能和事件发生地的实际情况，以最少的监测断面（点）和采样频次获取足够有代表性的信息，同时考虑采样的可行性，结合初步调查采样结果，判断非法采砂的影响区域，重点关注非法采砂区域及其下游1公里范围的环境质量和水生态服务功能是否存在不利改变。对于感潮水域，根据事件实际情况选择涨平潮、退平潮等不同时段开展监测。

地表水和沉积物的布点采样参考GB/T 39791.1、GB/T 39791.2、GB/T 39792.2、HJ 494、HJ/T 91，水生生物的布点采样参考GB/T 39791.1、GB/T 39791.2、GB/T 39792.2、HJ 710.4、HJ 710.6、HJ 710.7、HJ 710.8、HJ 710.12、SC/T 9402。

#### 8.5.2 调查采样准备

开展非法采砂案件的现场调查，可准备记录工具、定位工具、采样工具、现场便携检测设备、样品保存装置以及安全防护用品。采样前，现场确定采样点的具体位置和地面标高，并在图中标出。

#### 8.5.3 初步调查采样

初步调查采样的目的是通过现场定点监测和动态监测，进行定性、半定量及定量分析，初步判断特征指标和浓度、影响范围、水生态服务功能变化和水生生物受损情况，为研判影响趋势、进一步优化布点、精确监测奠定基础。

初步调查阶段，以感官判断现场快速检测为主，实验室分析为辅，可根据实际情况选择现场或实验室分析方法，或两者同时开展。进行样品快速检测的，根据相关规范保存部分样品，以备实验室复检。

初步调查的对象以评估区域内及其上下游区域的地表水和沉积物为主，各区域采样次数为1次，或根据实际情况进行调整，采样检测方法参考HJ/T 91、HJ/T 166。对于地形地貌明显改变的区域，结合遥感影像图进行辅助判断。

#### 8.5.4 系统调查采样

##### 8.5.4.1 调查目的

系统调查阶段的目的是通过开展系统的布点采样和定量分析，确定污染物类型和浓度、污染范围、水生生物受损程度，为损害确认提供依据。

#### 8.5.4.2 地表水布点采样

河流、湖（库）布点采样与保存的具体要求参照HJ/T 91、HJ 493、HJ 495等相关技术规范执行。

#### 8.5.4.3 沉积物布点采样

沉积物布点采样和保存参照HJ/T 91、HJ/T 166执行。河流、湖（库）沉积物采样布点位置和数量可以参考地表水体布点方案确定，同时，结合沉积物中污染物空间范围模拟的需求确定采样深度和点位。

#### 8.5.4.4 生物布点采样

考虑水体面积、水功能区、水生生物空间和时间分布特点和调查目的，采用空间平衡随机布点法布置采样点或沿生物、水生态受损害梯度布置采样点。采样时间考虑生物节律，包括植物的季节变化以及动物的季节变化和日变化。采样方法具体参照HJ 710.4、HJ 710.6、HJ 710.7、HJ 710.8、HJ 710.12、SC/T 9402、DB43/T 432 以及《污染死鱼调查方法（淡水）》等相关标准执行，缺少规定的，可以参考HY/T 078等相关标准和技术文件执行。

### 8.6 样品检测分析与质量控制

可采用现有国家或行业标准分析方法进行水、沉积物等样品的测定。生物样品参照食品安全国家标准等相关标准技术规范执行。

对于无国家或行业标准分析方法的，可采用转化的国外标准分析方法或业界认可的分析方法，但需通过资质认定并经过委托方签字认可。

地表水、沉积物样品采集、保存、运输、实验室分析过程质量控制参照HJ/T 91和HJ/T 166。

### 8.7 基线调查与确认

#### 8.7.1 基线水平确定

基线水平确定原则参照GB/T 39791.1中基线确认的相关内容。

#### 8.7.2 基线确认的工作程序

##### 8.7.2.1 基线信息调查收集

基线信息调查收集主要包括：

- a) 针对调查区的专项调查、学术研究以及其他自然地理、生态环境状况等相关历史数据；
- b) 针对与调查区的地理位置、气候条件、水文地貌、水功能区类型、水生生物区系等类似的未受影响的对照区，搜集水环境与水生态状况的相关数据；
- c) 特征指标的水环境基准和标准；
- d) 特征指标的水生态毒理学效应、调查区生物多样性分布等文献调研和实验获取数据。

##### 8.7.2.2 基线确定方法筛选

优先采用历史数据和对照区调查数据，其次采用环境质量标准或通过专项研究推导确定基线。

##### 8.7.2.3 基线水平的确定

按照基线选取的优先顺序，对基线水平的科学性和合理性进行评价，确定评估区的生态环境基线水平。

## 8.8 损害确认

非法采砂案件生态环境损害的确认原则包括：

- a) 地表水和沉积物中特征指标与基线相比存在不利改变和差异；
- b) 评估区指示性水生生物种群特征（如密度、性别比例、年龄组成等）、群落特征（如多度、密度、盖度、丰度等）或生态系统特征（如生物多样性）发生不利改变，超过基线；
- c) 水生生物个体出现死亡、疾病、行为异常、肿瘤、遗传突变、生理功能失常、畸形；
- d) 水生生物中的特征指标浓度超过相关食品安全国家标准或影响水生生物的食用功能；
- e) 损害区域不再具备基线状态下的服务功能，包括支持服务功能（如生物多样性、岸带稳定性维持等）的退化或丧失、供给服务（如水产品养殖）的退化或丧失、调节服务（如涵养水源、气候调节等）的退化或丧失、文化服务（如休闲娱乐、景观观赏等）的退化或丧失。

## 9 因果关系分析

通过文献查阅、现场调查、资料分析、专家咨询等方法，分析非法采砂行为导致水生生物资源和水生态服务功能以及地表水环境质量受到损害的作用机理，建立破坏生态行为导致水生生物和水生态服务功能以及地表水环境质量受到损害的因果关系链条。同时满足以下条件，可以确定非法采砂行为与水生生物资源、水生态服务功能损害或水环境质量下降之间存在因果关系：

- a) 存在明确的非法采砂行为；
- b) 水生生物、水生态服务功能受到损害或水环境质量下降；
- c) 破坏生态行为先于损害的发生；
- d) 根据水生态学和水环境学理论，结合生态系统过程及水动力过程分析等，确认非法采砂行为与水生生物资源、水生态服务功能损害或水环境质量下降具有关联性。

根据需要，分析其他原因对水生生物资源、水生态服务功能损害或水环境质量下降的贡献。

## 10 损害实物量化与恢复方案制定

### 10.1 损害范围与损害程度

#### 10.1.1 损害程度

基于地表水和沉积物中特征污染物浓度与基线水平，确定超过基线点位地表水和沉积物的受损害程度，计算方法见式（1）：

$$K_i = |T_i - B_i|/B_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$K_i$ —某评估点位地表水和沉积物中特征污染物或相关理化指标的受损害程度；

$T_i$ —某评估点位地表水和沉积物中特征污染物的浓度或相关理化指标；

$B_i$ —地表水和沉积物中特征污染物浓度或相关理化指标的基线水平。

基于地表水、沉积物中特征污染物浓度或相关理化指标超过基线水平的区域面积或体积占评估区面积或体积的比例，确定评估区地表水和沉积物的受损害程度，计算方法见式（2）：

$$K = N_o/N \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$K$ —超基线率，即评估区地表水、沉积物中特征污染物浓度或相关理化指标超过基线水平的区域面积或体积占评估区面积或体积的比例；

$N_o$ —评估区地表水、沉积物中特征污染物浓度或相关理化指标超过基线水平的区域面积或体积；

$N$ —评估区面积或体积。

### 10.1.2 水生生物量

根据区域水环境条件和对照点水生生物状况，选择具有重要社会经济价值的水生生物和指示生物，参照GB/T 21678，计算方法见式（3）：

$$Y_i = \sum D_i \times R_i \times A_p \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$Y_i$ —生物资源（包括鱼、虾、贝等水产品）损失量，kg或尾；

$D_i$ —近3年内同期第  $i$  种生物资源密度，kg/km<sup>2</sup>或尾/km<sup>2</sup>；

$R_i$ —第  $i$  种生物资源损失率，%；

$A_p$ —受损害面积，km<sup>2</sup>。

生物资源损失率计算方法见式（4）：

$$R = \frac{D-D_p}{D} \times 100\% - E \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$R$ —生物资源损失率，%；

$D$ —近3年内同期水生生物资源密度，kg/km<sup>2</sup>或尾/km<sup>2</sup>；

$D_p$ —损害后水生生物资源密度，kg/km<sup>2</sup>或尾/km<sup>2</sup>；

$E$ —回避逃逸率，%，取值参考GB/T 21678。

### 10.1.3 水生生物多样性

从重点保护物种减少量、生物多样性变化量两方面进行评价。

a) 重点保护物种减少量（ $\Delta S$ ）计算方法见式（5）：

$$\Delta S = NB - NP \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$NB$ —基线水平下的重点保护物种数；

$NP$ —损害影响范围下的重点保护物种数。

b) 生物多样性变化计算方法见式（6）：

$$\Delta BD_i = BD_{i0} - BD_i \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$\Delta BD_i$ —第  $i$  类生物多样性指数变化量；

$BD_{i0}$ —基线水平下第  $i$  类生物多样性指数；

$BD_i$ —损害发生后的第  $i$  类生物多样性指数。

生物多样性指数可以采用香农-威纳指数，计算方法见式（7）：

$$H = -\sum (P_i)(\ln P_i) \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$H$ —群落物种多样性指数；

$P_i$ —第  $i$  种物种的个体数占总个体数的比例。如总个体数为  $N$ ，第  $i$  种个体数为  $n_i$ ，则  $P_i = n_i/N$ 。

### 10.1.4 水生态服务功能

常见地表水生态服务功能量化方法参见GB/T 39792.2以及资料性附录A，可根据水生态服务功能的类型特点和评估水域实际情况，选择适合的评估指标，确定水生态服务功能的受损害程度或损害量。计算方法见式（8）和式（9）：

$$K = |S - B|/B \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$K$ —水生态服务功能的受损害程度；

$B$ —水生态服务功能的基线水平；

$S$ —损害发生后水生态服务功能的水平。

$$K' = |S' - B'|K' \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$K'$ —水生态服务功能的受损量；

$B'$ —水生态服务功能量的基线水平；

$S'$ —损害发生后水生态服务功能量。

### 10.1.5 地形地貌

从河道断面宽深比变化和河道冲淤变化量进行评价，选择合适的评估指标，确定地形地貌的变化程度。

a) 断面宽深比变化计算方法见式（10）：

$$\Delta D = DB - DP \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$\Delta D$ —断面宽深比变化程度；

$DB$ —自然演变下河道断面宽深比；

$DP$ —损害发生后河道断面宽深比。

b) 河道冲淤变化量计算方法见式（11）：

$$\Delta V = VB - VP \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$\Delta V$ —河道冲淤变化量；

$VB$ —自然演变下河道冲淤量；

$VP$ —损害发生后河道冲淤量。

### 10.1.6 损害空间范围

根据各采样点位地表水和沉积物、水生生物、水生态损害确认和损害程度量化的结果，分析地表水和沉积物环境质量、水生生物、水生态服务功能、地形地貌变化强度等不同类型的损害的空间范围。

## 10.2 恢复方案的制定与期间损害

### 10.2.1 恢复方案的确定原则

通过文献调研、专家咨询、专项研究、现场实验等方法，评价受损地表水生态环境及其服务功能恢复至基线的经济、技术和操作的可行性。

自生态环境损害发生到恢复至基线的持续时间大于一年的，计算期间损害，制定基本恢复方案和补偿性恢复方案；小于等于一年的，仅制定基本恢复方案。需要实施补偿性恢复的，同时需要评价补偿性恢复的可行性。

当不具备经济、技术和操作可行性时，地表水和沉积物及其生态服务功能可恢复至维持其基线功能的可接受风险水平；可接受风险水平与基线之间不可恢复的部分，可以采取适合的替代性恢复方案，或采用环境价值评估方法进行价值量化。

基本恢复方案和补偿性恢复方案的实施时间与成本相互影响，考虑损害的程度与范围、不同恢复技术和方案的难易程度、恢复时间和成本等因素，确定备选基本和补偿性恢复方案。参照GB/T 39791.1中恢复方案制定的相关内容，统筹考虑地表水和沉积物环境质量、水生生物资源以及其他水生态服务功能的恢复，根据不同方案的社会效益、经济效益和公众满意度等因素对备选综合恢复方案进行筛选，确定最佳综合恢复方案。

### 10.2.2 基本恢复方案

#### 10.2.2.1 基本恢复目标的确定

基本恢复的目标是将受损的地表水生态环境恢复至基线水平。对于受现场条件或技术可达性等原因限制的，地表水和沉积物生态环境不能完全恢复至基线水平，根据水功能规划，结合经济、技术可行性，确定基本恢复目标。

对于非法采砂案件，优先选择被破坏的地形地貌作为作为恢复目标，对于没有破坏地形地貌的非法采砂案件，选择具有代表性的水生生物相关指标表征水生态损害。

10.2.2.2 制定原则

对于非法采砂案件，分析受损水生态服务功能自然恢复至基线的可能性，并估计“无行动自然恢复”的时间，对于不能自然恢复的，制定水生态恢复基本方案。

10.2.3 地形地貌的恢复方案制定

10.2.3.1 地形地貌恢复依据

按照评估工作方案的要求，依据《中华人民共和国水法》《中华人民共和国河道管理条例》等法规，对非法采砂行为，应纠正违法行为、并采取补救措施。

10.2.3.2 恢复方法

对非法采砂案件中不能自然恢复区域，采取人工措施进行地形地貌恢复，主要包括地形重塑和地貌与生态结合两种技术，其技术适用条件和技术性能见表2：

表2 地形地貌恢复技术适用条件和技术性能表

方法	技术功能	适用性	成熟度	可靠性	成本	二次污染和破坏
地形重塑法	地形重塑技术通过抛石、抛沙等方法来调整河床高程、重塑岸坡形态（如采用缓坡或阶梯式结构）、构建浅滩、深潭等微地貌单元。	适用于水流较急或局部冲淤变化较大河段区域。	该技术成熟度高，国内外已得到工程应用。	能有效改善河床结构，进而改变水动力条件，使河道恢复至稳定状态，但设计方案需要结合实际情况开展并邀请专家论证。	操作较简单，成本较低。	二次污染和破坏：有产生二次污染和破坏的风险。
地貌与生态结合法	地貌与生态结合技术在恢复过程中需结合当地水文地质条件，利用本土植被（如耐水湿的乔灌木）加固岸坡或浅水河段，同时通过水系连通工程整合周边湿地或小型水体，形成连续的生态廊道，恢复河道地形。	适用于水流较缓河段或护岸、护坡地段。	该技术成熟度高，国内外已得到工程应用。	能有效改善水体生物和微生物生长环境改善河床结构，进而改变水动力条件，但设计方案需要结合实际情况开展并邀请专家论证。	操作较简单，成本较大。	不会有产生二次污染和破坏的风险。



### 10.2.3.3 恢复内容

修复工作以自然恢复为主、人工干预为辅，要考虑生态修复的实际效果和可操作性，具体措施包括河床形态重塑、植被恢复、生态缓冲带建设及水生态系统重构等。

- a) 对堤防等有影响区域，恢复堤防并采用生态护堤；
- b) 对水流较缓河段，可采用种植植被缓慢促淤或细沙回填方式修复受损河床；
- c) 对水流较急或局部冲淤变化较大河段，可根据河道冲淤特性、抗冲能力等采用抛石、抛泥、填砂等措施。

### 10.2.4 损害时间范围确定

基本恢复方案达到预期恢复目标的持续时间为地表水生态环境损害持续时间。涉及水产品生产等产品供给服务、地形地貌等支持服务、洪水调蓄等调节服务、休闲旅游等文化服务功能的，分析环境治理方案等生态服务功能影响的持续时间，确定损害时间范围。

没有适合的基本恢复方案时，为永久性生态环境损害。

### 10.2.5 期间损害计算

利用等值分析法对地表水生态环境损害开始发生到恢复到基线水平的期间损害进行量化，计算补偿性恢复的规模。期间损害的计算一般选择基本恢复方案中表征损害范围或损害程度时间最长的指标，根据非法采砂案件的特点，可以选择采砂量等资源类指标或者地形地貌破坏量等服务类指标计算期间损害；如果实物量指标不可得或没有适合的补偿性恢复方案，可以选择损害价值量作为量化指标（如旅游收入等）计算期间损害。

期间损害的计算方法参照GB/T 39791.1中等值分析法的相关内容。

### 10.2.6 补偿性恢复方案

#### 10.2.6.1 补偿性恢复目标明确

补偿性恢复的目标是补偿受损地表水和沉积物生态环境恢复至基线水平期间的损害。当采用资源类指标表征期间损害时，原则上补偿性恢复目标与基本恢复目标采用相同的表征指标；当采用服务类指标表征期间损害时，利用服务指标表征补偿性恢复规模，并根据实际需要选择其他资源类指标表征服务水平。

#### 10.2.6.2 制定原则

补偿性恢复方案可以与基本恢复方案在不同或相同区域实施，包括恢复具有与评估水域类似水生生物资源或服务功能水平的异位恢复，或使受损水域具有更多资源或更高服务功能水平的原位恢复。比如，对于受污染沉积物经风险评估无需修复，可以异位修复另外一条工程量相同的被污染河流沉积物，或通过原位修建孵化场培育较基线种群数量更多的水生生物，或通过修建公共污水处理设施替代受污染的地表水自然恢复损失等资源对等或服务对等、因地制宜的水环境、水生生物或水生态恢复方案。

### 10.3 恢复技术筛选

非法采砂案件生态环境损害鉴定评估恢复技术的筛选参见GB/T 39792.2中的要求。

## 11 损害价值量化

非法采砂案件生态环境损害鉴定评估损害价值量化参见GB/T 39792.2中的要求。

## 12 鉴定评估报告编制

非法采砂案件生态环境损害鉴定评估报告的格式和内容参见GB/T 39791.1中生态环境损害鉴定评估报告书的编制要求。

## 13 非法采砂案件生态环境损害恢复效果评估

非法采砂案件生态环境损害恢复效果评估参见GB/T 39792.2中的要求。

## 附录 A

## (资料性)

## 非法采砂案件涉及的常见地表水生态服务功能损害评估方法

## A.1 水源涵养

地表水生态系统产品供给服务价值是指地表水生态系统通过初级生产、次级生产为人类提供淡水产品、水资源供给等的经济价值。

非法采砂案件造成水源涵养的损失，可通过水源涵养减少量进行评估，计算方法见式（A.1）：

$$M_{\text{水损}} = V_{\text{体损}} \times \rho_{\text{水砂}} \times P_g \dots\dots\dots (A.1)$$

式中： $M_{\text{水损}}$ ——水源涵养减少量，吨；

$V_{\text{体损}}$ ——河床结构受损程度，立方米；

$\rho_{\text{水砂}}$ ——水中松散砂土的密度，吨/立方米；

$P_g$ ——水中松散砂土的含水比例，%。

## A.2 河（湖）床结构破坏与土壤流失

非法采砂案件中河（湖）床结构破坏比较常见，造成河（湖）床沉积结构、地形地貌与支撑功能的改变，改变了河流泥沙与输送能力之间的平衡状态，会造成河（湖）床下切，河岸侵蚀，损害河（湖）床及河岸带的稳定性，并影响河流的自然水文情势。

河（湖）床结构破坏通常还带来土壤流失，因河岸带、湖岸带等区域的植被、沉积结构破坏导致岸边土壤、砂层等环境介质失去固着力后随降雨、水流的冲刷而流失，进而造成河岸生态环境和堤防工程等的破坏。土壤流失造成流失区及周边植被生长环境破坏，也易造成堤防工程受损，流失的土壤顺流而下淤积河（湖）床及下游涉水构筑物，造成河流等水体水文情势的变化。

计算河（湖）床结构变化与土壤流失的价值量时，以实际恢复工程法进行核算，即通过实测工程建设、采砂活动及土壤流失等情况造成的损失量或破坏量，进行恢复方案设计。

设计河道、河岸等恢复方案时，按 GB 50286 和 SL 386 等技术规范中关于河道边坡设计的要求开展；在评估工程恢复效果时，充分考虑非法采砂发生后对河流水动力条件的改变，计算河道冲淤强度、泥沙恢复饱和系数等，进行河道冲刷、河道演变等分析，如采用三维 ASM 模型研究河（湖）床的稳定与变形，采用一维数学模型和动力学模型模拟多级河道水位变化情况，并为二维计算成果提供边界条件，采用二维水流熟悉模型模拟非法采砂区域及附近水域水流流速、流态等水动力变化情况，采用二维或三维泥沙模型开展泥沙输移计算等，评估恢复工程实施前后河道、河岸的变化及恢复率。

附 录 B

（资料性）

常用地表水生态环境修复和恢复技术适用条件与技术性能

基本恢复方案和补偿性恢复方案可以是一种或多种地表水和沉积物恢复技术的组合。地表水和沉积物损害的恢复技术包括地表水治理技术、沉积物修复技术、水生生物恢复技术、水生态服务功能修复与恢复技术。在掌握不同恢复技术的原理、适用条件、费用、成熟度、可靠性、恢复时间、二次污染和破坏、技术功能、恢复的可持续性等因素的基础上，参照类似案例经验，结合地表水和沉积物污染特征、水生生物和水生态服务功能的损害程度、范围和特征，从主要技术指标、经济指标、环境指标等方面对各项恢复技术进行全面分析比较，确定备选技术；或采用专家评分的方法，通过设置评价指标体系和权重，对不同恢复技术进行评分，确定备选技术。提出一种或多种备选恢复技术，通过实验室小试、现场中试、应用案例分析等方式对备选恢复技术进行可行性评估。基于恢复技术比选和可行性评估结果，选择和确定恢复技术。

表 B.1 常用地表水生态环境修复和恢复技术适用条件与技术性能表

修复恢复技术	技术功能	适用性	成本	成熟度	可靠性	二次污染和破坏
河床生态构建技术	通过埋石法、抛石法、固床工法、粗柴沉床法或巨石固定法等方式将石头或柴等材料置于河床上，营造水生生物和微生物生长的河床，改善水体生态系统。	埋石法一般用于水流湍急且河床基础坚固的地区。	投资费用低，运行过程能耗低。	成熟度高，国内外已得到工程应用。	能有效改善水体生物和微生物生长环境。	重构水生态系统，对水生态不产生二次污染和破坏。
增殖放流技术	增加水生生物数量。	地表水体中鱼虾类等水生生物数量因受到损害而降低，可采用增殖放流的措施进行恢复。具体方法参考SC/T 9401。	对水域条件、苗种来源、亲体来源、苗种培育等有严格要求，技术要求较高，成本较大。	该技术在国内外应用成熟，具有相关技术规程。	适合鱼虾类等水生生物数量严重受损，且适合进行恢复的情况。	对水生态不产生二次污染和破坏。

修复恢复技术	技术功能	适用性	成本	成熟度	可靠性	二次污染和破坏
河道整治	按照河道演变规律，恢复河道稳定结构，改善河道边界条件、水流流态和生态环境的治理活动。	因非法采砂等生态破坏行为造成河岸、河床、河滩地等结构受损，威胁水文情势安全及水生生物栖息与生存环境，具体方法参考 GB 50707。	操作较简单，成本较高。	该技术在国内外应用成熟，具有相关技术规程。	适合河道结构遭受破坏，需要通过工程措施，如回填等恢复到河道稳定结构状态。	有产生二次污染和破坏的风险。
物种孵化技术	采用人工孵化技术，对受损水生生物物种进行恢复，增加物种数量。	适合于受损物种的数量恢复，孵化技术措施包括饲养场选择、布局、笼舍、孵化室、育雏室、饲养等。	需要一定的场地空间，并进行笼舍建设等，成本较高。技术水平及环境条件要求较高。	该技术在国内外应用成熟，具有相关技术规程。	非常适合动物物种数量及种群的恢复。	无产生二次污染和破坏的风险。
营建人工繁殖岛（栖息地建设）	针对部分水生生物、集群营巢的鸟类（如鸥、燕鸥和一些水禽）、水生哺乳动物等可以通过岸滩修复、修建岛屿、渔业资源增殖放流等来帮助创造营巢地、栖息地，改善水域生态状况，创造适宜动物栖息的空间。	适用于水生生物、水禽栖息地受到破坏导致物种和种群数量减少的情况。通过营建人工繁殖岛，促进物种种群数量增长与恢复。	需要一定的场地空间，并建立适宜的栖息环境，且需要适当的监测维护措施，成本较高。	针对不同物种栖息地建设，国内外均有一定数量的成功案例。但针对不同物种栖息地建设的成熟度及发展水平不一。部分鸟类物种栖息地建设发展较为成熟，而针对地表水体的水生生物栖息地建设缺少成熟的技术规范。	适合水禽和水生哺乳动物等物种数量和种群的恢复。	无产生二次污染和破坏的风险。

## 参 考 文 献

- [1] 高耶, 谢永宏, 邹冬生. 采砂对河道生态环境的影响及对策综述[J]. 泥沙研究, 2017, 42(02):74-80. DOI:10.16239/j.cnki.0468-155x.2017.02.012.
- [2] 江丰, 齐述华, 廖富强, 等. 2001-2010 年鄱阳湖采砂规模及其水文泥沙效应[J]. 地理学报, 2015, 70(05):837-845.
- [3] 胡巍巍. 韩江中下游河道采砂对河流水文与生态环境的影响[J]. 湿地科学, 2016, 14(02):157-162. DOI:10.13248/j.cnki.wetlandsci.2016.02.003.
- [4] 郑小康, 崔长勇, 崔振华. 黄河干流河道采砂对生态环境的影响及对策[J]. 人民黄河, 2016, 38(01):42-44.
- [5] 田文丰, 林锐, 陈彬, 等. 无序采砂区勘察方法综合运用及地基处理方案[J]. 矿产勘查, 2024, 15(10):1896-1904. DOI:10.20008/j.kckc.202410014.