|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 13.020.40 |
| CCS  | Z 05 |

|  |
| --- |
| DB42 |

湖北省地方标准

DB42/T 2111.5—2024

生态环境损害鉴定技术指南

第5部分:恢复评估

Technical guidelines for identification of eco-environmental damage

——Part 5：Verification of restoration

2024 - XX - XX发布

2024 - XX - XX实施

湖北省生态环境厅

湖北省市场监督管理局

联合发布

目次

[前言 II](#_Toc157932571)

[1 范围 1](#_Toc157932572)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc157932573)

[3 术语和定义 2](#_Toc157932574)

[4 总则 3](#_Toc157932575)

[5 恢复评估程序 4](#_Toc157932576)

[6 前期准备 5](#_Toc157932577)

[7 恢复前评估 6](#_Toc157932578)

[8 恢复过程评估 6](#_Toc157932579)

[9 恢复达标评估 8](#_Toc157932580)

[10 公众满意度调查 11](#_Toc157932581)

[附录A（资料性） 生态环境损害恢复评估报告编制要求 13](#_Toc157932582)

[附录B（资料性） 生态系统恢复过程监测 16](#_Toc157932583)

[附录C（资料性） 生态系统服务功能达标监测 19](#_Toc157932584)

附录D[（资料性） 达标分析方法 22](#_Toc157932585)

参考文[献 24](#_Toc157932586)

1. 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。

本文件是DB42/T 2111《生态环境损害鉴定技术指南》的第5部分。

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。

本文件由湖北省生态环境科学研究院生态环境损害司法鉴定中心（污染损害评估与环境健康风险防控湖北省重点实验室）提出。

本文件由湖北省生态环境厅归口。

本文件起草单位：湖北省生态环境科学研究院生态环境损害司法鉴定中心（污染损害评估与环境健康风险防控湖北省重点实验室）、华中科技大学环境科学与工程学院。

本文件主要起草人：张强、包美玲、\*\*\*

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省生态环境厅，电话：027-87167182，邮箱：waterresearch@163.com，对本文件的有关修改意见建议请反馈至湖北省生态环境科学研究院生态环境损害司法鉴定中心，电话：027-87863566，邮箱：d.ang@163.com。

生态环境损害鉴定技术指南

第5部分:恢复评估

* 1. 范围

本文件规定了生态环境损害恢复评估的原则、程序、内容和方法。

本文件适用于生态环境受到损害后的污染清除、环境修复、生态服务功能恢复等不同阶段的损害恢复评估，以及替代性恢复评估。海洋生态恢复效果评估参照《海洋生态恢复技术指南（试行）》（自然资办函〔2021〕1214号）执行。

* 1. 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/T 39791.1-2020 生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第 1 部分：总纲

GB 3838 地表水环境质量标准

GB/T 15776 造林技术规程

GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB/T 27618 植物有害生物调查监测指南

GB/T 27648 重要湿地监测指标体系

GB/T 30363 森林植被状况监测技术规范

GB 50026 工程测量规范

GB 50179 河流流量测验规范

GB 50286 堤防工程设计规范

GB 50330 建筑边坡工程技术规范

HJ 25.5 污染地块风险管控与土壤恢复效果评估技术导则（试行）

HJ 25.6 污染地块地下水恢复和风险管控技术导则

HJ 91.2 地表水环境质量监测技术规范

HJ 495 水质 采样方案设计技术规定

HJ 589 突发环境事件应急监测技术规范

HJ 710.1 生物多样性观测技术导则 陆生维管植物

HJ 710.3 生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物

HJ 710.4 生物多样性观测技术导则 鸟类

HJ 710.5 生物多样性观测技术导则 爬行动物

HJ 710.6 生物多样性观测技术导则 两栖动物

HJ 710.7 生物多样性观测技术导则 内陆水域鱼类

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 710.9 生物多样性观测技术导则 蝴蝶

HJ 710.10 生物多样性观测技术导则 大中型土壤动物

HJ 710.12 生物多样性观测技术导则 水生维管植物

HJ 710.13 生物多样性观测技术导则 蜜蜂类

HJ 1166 全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查

HJ 1167 全国生态状况调查评估技术规范——森林生态系统野外观测

HJ 1168 全国生态状况调查评估技术规范——草地生态系统野外观测

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

CH/T 1026 数字高程模型质量检验技术规程

LY/T 1678 食用林产品产地环境通用要求

NY/T 87 土壤全钾测定法

NY/T 88 土壤全磷测定法

NY/T 1121.3 土壤机械组成的测定

NY/T 1121.4 土壤容量的测定

NY/T 1121.6 土壤有机质的测定

NY/T 1121.16 土壤水溶性盐总量

NY/T 1121.24 土壤全氮的测定

NY/T 1377 土壤 pH 的测定

NY/T 3343 耕地污染治理效果评价准则

NY/T 4154 农产品产地环境污染应急监测技术规范

SL 44 水利水电工程设计洪水计算规范

TD/T 1055 第三次全国国土调查技术规程

DB42/T 1905-2022 湖北省生态环境损害鉴定通用规范

* 1. 术语和定义

GB/T 39791.1、DB42/T 1905界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

生态环境恢复 ecological restoration

采取必要、合理的措施将受损生态环境及其服务功能恢复至基线并补偿期间损害的过程，包括环境修复和生态服务功能的恢复。按照恢复目标和阶段不同，生态环境恢复可分为基本恢复、补偿性恢复和补充性恢复。

恢复评估 verification of restoration

通过资料回顾与现场踏勘、布点采样与实验室检测、样方样带调查、测量测绘等手段，评估是否按照恢复方案实施了恢复工程，是否造成二次污染或破坏，是否达到了设定恢复目标。

恢复过程评估 evaluation of the restoration process

对恢复过程进行评估，分析是否按照恢复方案实施了所有工程，分析恢复过程是否造成了二次污染或破坏，初步判断相关指标是否达到恢复目标或是否达到了稳定状态。

注：恢复过程评估根据需要开展。

恢复达标评估 compliance assessment

通过调查监测和数据分析，评估是否达到了生态环境损害恢复方案中设定的恢复目标。

概念模型 conceptual model

用文字、图、表等方式综合描述风险管控与治理修复、生态恢复概况、自然环境条件及其变化、目标指标恢复过程变化等。

目标污染物 target pollutant

需要进行风险管控与治理修复的污染物。

潜在二次污染 potential secondary pollution

受损生态环境恢复过程中因污染物迁移扩散、废水废气排放、固体废弃物排放堆存等导致恢复区域外的其它区域污染物超标或导致其它介质中污染物超标的现象。

潜在二次破坏 potential secondary destruction

受损生态环境恢复过程中因污染物引流、土地侵占、施工碾压、养护不当等原因导致土地利用的不利改变、生境条件恶化、植被破坏、有害生物发生、外来物种入侵、生物多样性降低等情况的现象。

* 1. 总则
		1. 恢复评估原则
			1. 客观公正

评估机构应遵守相关法律、法规和标准，公平、公正、客观、规范地开展生态环境损害恢复效果评估工作。

* + - 1. 科学合理

评估工作应制定科学、合理、可操作的工作方案，采取严格的质量控制和质量保证措施，科学、正确地评估受损区域的恢复效果。

* + - 1. 全过程监督

评估工作应对生态环境损害恢复方案制定、实施、恢复效果及恢复过程期间可能存在的二次污染或破坏情况进行全过程、全方面评估。

* + 1. 恢复评估工作内容

生态环境损害恢复评估的内容包括：前期准备、工程前的恢复前评估、工程中的恢复过程评估和工程后的恢复达标评估。基本恢复、补偿性恢复和补充性恢复都应该开展恢复评估。对于突发生态环境事件，需要对应急处置效果进行评估。

评估人员可以采用环境监测、生物监测、生态调查、问卷调查等方法，跟踪生态环境损害恢复方案的执行情况，对恢复过程、期间二次污染或破坏情况、恢复完成效果以及公众满意度等进行全过程评估。评估实践中，应根据评估委托事项开展相应的工作，对损害事实简单、责任认定无争议、损害较小的案件，可根据评估委托事项适当简化工作程序。

* 1. 恢复评估程序
		1. 评估的委托与受理

生态环境损害恢复评估属于生态环境损害鉴定工作程序内容，其委托与受理工作包含：核对委托方身份、审核评估委托、审核委托送评材料、商议委托评估事宜、决定受理的和决定不予受理的等环节，相关具体工作参照DB42/T 1905中鉴定委托与受理执行。

评估机构应为司法部登记许可的环境损害司法鉴定机构或生态环境、自然资源、住房和城乡建设、水利、农业农村、林业和草原等国务院相关主管部门的推荐机构，并且机构的业务范围应包含恢复评估所涉鉴定事项类别。鉴定事项类别按照《环境损害司法鉴定执业分类规定》（司发通〔2019〕56号）中明确的土壤与地下水、地表水与沉积物、生态系统环境损害鉴定等规定界定。

* + 1. 评估的实施
			1. 指定评估人员

评估人员要求和确定参照DB42/T 1905中鉴定人员执行。

* + - 1. 实施评估
				1. 前期准备

通过资料收集、人员访谈和现场踏勘等方式，收集环境损害调查和鉴定评估、恢复方案、应急处置、污染清除、环境修复、生态恢复工程实施、监理监测相关方案、数据、报告、图件等资料，确定恢复前、恢复过程、恢复达标评估等环节的内容和方法，制定恢复评估工作方案。人员访谈和现场踏勘等现场调查过程要求参照DB42/T 1905中现场勘查执行。

* + - * 1. 恢复前评估

基于生态环境损害鉴定报告、专家意见等资料，了解受损区域环境损害事实、损害时间和空间范围、环境损害特征和程度等，评估总结生态环境损害恢复工作要点，评估生态环境损害恢复方案实施的技术和操作可行性、环境安全性、经济社会效益等，并结合恢复方案、损害鉴定结果、损害赔偿磋商结果、诉讼判决结果等，确定恢复目标和恢复评估指标。

* + - * 1. 恢复过程评估

基于所收集的资料，梳理受损生态环境恢复过程，分析是否按照恢复方案实施了所有工程，分析期间是否造成了二次污染或破坏。开展数据分析，初步判断相关指标是否达到恢复目标或是否达到了稳定状态，判断是否具备启动达标评估的条件，数据不足以开展分析时，要求开展补充监测。

* + - * 1. 恢复达标评估

基于构建概念模型方法，制定恢复达标评估调查监测计划，明确恢复达标评估阶段的调查对象、时间、点位、数量以及分析指标等。开展现场调查监测，对调查所获取的数据进行必要的分析，判断相关指标是否达到了设定确定的目标。如果未达到恢复目标，则继续开展补充性恢复或实施货币化赔偿评估；如果达到恢复目标，则结束评估。

* + - * 1. 公众满意度调查

针对生态环境恢复措施和目标公众特点，设计恢复效果公众满意度调查表，开展公众满意度度问卷调查评价。

注：根据影响程度实际确定开展的必要性。

* + - * 1. 评估意见

评估意见应明确给出是否达到恢复目标的结论，如果未达到设定的恢复目标，应提出进一步恢复建议。

* + - * 1. 其他事项

评估的实施中技术咨询和保密等工作参照DB42/T 1905鉴定的实施执行。

* + - 1. 编制生态环境损害恢复评估报告

经达标评估达到恢复目标后，编制生态环境损害恢复效果评估报告。恢复评估报包括恢复前评估、恢复过程评估、恢复达标评估及恢复评估结论等内容。恢复评估报告的格式和内容要求参见附录A。

* + - 1. 评估复核
				1. 专业复核

评估人员编制完成评估报告后由评估机构指定具有相应资质或职称的机构专业人员进行内部复核。对于涉及疑难、复杂、特殊技术问题或者有重大社会影响的鉴定事项，可组织三名以上的专家进行复核。复核人员完成复核后，出具复核意见并签字。

* + - * 1. 机构复核

专业复核通过后将评估报告书、复核意见书送评估机构的机构负责人或质量负责人审核，出具机构审核意见并签名。

* + 1. 评估报告的签发与归档

评估报告签发程序包括报告签发、报告送达与评估材料退还、报告补正、评估档案归档等内容，具体要求参照DB42/T 1905中鉴定报告的签发执行。

生态环境损害恢复评估工作程序见图1。

|  |
| --- |
| 图1 恢复评估工作程序 |

* 1. 前期准备
		1. 资料收集

受损区域生态环境损害事实情况及恢复过程佐证相关资料主要从责任方、相关管理部门、参与前期工作的相关单位处收集。根据需要，收集的资料可包括：

1. 生态环境损害事实情况资料：损害调查报告、监测数据、损害鉴定评估报告和风险评估报告等。
2. 生态环境损害恢复设计佐证资料：风险管控与治理恢复方案、工程实施方案、工程设计资料、施工组织设计资料和工程环境影响评价及其批复等。
3. 生态环境损害恢复实施佐证资料：施工与运行过程中监测数据、监理报告和相关资料、工程竣工报告、实施方案变更协议、运输与接收的协议和记录、施工管理文件、后期管护相关记录、恢复项目资金使用情况说明等。
	* 1. 现场踏勘

开展现场踏勘，了解受损区域生态环境恢复工程实施和环境保护措施落实情况，包括工程进度，处理设施运行情况，污染源清理情况，污染土壤、水体、沉积物暂存、外运或处置情况，植被种植养护、动物孵化保育措施实施情况，施工管理情况，恢复效果等。

注：记录方式包括照片、视频、录音、文字等。

* + 1. 人员访谈

开展人员访谈工作，全面了解掌握受损区域调查评估情况，生态环境恢复的工程方案编制和实施情况，环境保护措施落实情况，恢复系统运行维护情况等。访谈对象包括相关管理部门、责任人以及损害调查、风险评估、风险管控与治理恢复方案编制、生态恢复方案编制、施工、监理等单位参与人员。

* + 1. 评估工作方案编制

根据资料收集、人员访谈和现场踏勘结果，制定生态环境损害恢复评估工作方案，明确本次恢复评估工作目标、评估依据、评估内容和标准、评估范围以及技术路线和方法等。

* 1. 恢复前评估
		1. 生态环境损害恢复方案评估

基于生态环境损害鉴定评估、生态环境损害恢复方案等资料，了解掌握受损区域基线水平，环境质量、生物和生态服务功能损害事实及实物量化范围，生态环境恢复方案编制过程，总结恢复方案目标、恢复模式、恢复技术、恢复实施方式、完成时限、经费预算等内容，评估生态环境损害恢复方案实施的技术和操作可行性、恢复可持续性以及经济、社会和生态效益等。

* + 1. 恢复目标和恢复评估指标确定

恢复目标和恢复评估指标可根据恢复方案、损害鉴定结果、损害赔偿磋商结果、诉讼判决结果等综合确定。恢复目标原则上应确定为恢复至基线水平，当不具备经济、技术和操作可行性时，环境空气、地表水、沉积物、土壤、地下水等环境要素应恢复至维持其基线功能的可接受风险水平。恢复评估指标应根据受损区域环境损害事实和类型，选择能够反映生态环境损害关键特征、易于定量测量评价的指标，包括环境质量指标、生态服务功能指标。是否开展补偿性恢复、替代性恢复可参考GB/T39791.1中确定恢复目标执行。

* 1. 恢复过程评估
		1. 恢复过程总结

基于前期准备阶段所获取的信息，全面梳理恢复工程实施过程，掌握生态环境环境损害恢复过程完成实际和期间环境影响情况。恢复过程总结内容应包括：

a） 恢复方案实施总结：分析是否按照恢复方案实施了所有工程，核查内容包括恢复内容或对象、恢复工程量、恢复范围等主要方面，以及相关技术指标等。

如果存在恢复工程未覆盖恢复方案确定的建设内容或对象、恢复工程量不满足方案设计要求、恢复的范围与设计文件不一致等情况，且未经过合理的设计变更，应及时要求相关责任单位开展补充恢复；如果存在药剂类型、注入流量、种植养护方式、灌溉方式、孵化保育方式等技术指标与技术方案不一致的情况，应要求施工方提供合理的变更说明。

b） 期间不利影响总结：分析恢复过程是否采取了必要的不利影响防治措施，包括固体废弃物、废水、废气、噪声等的二次污染防治措施，土壤资源、生物群落、生态系统等的二次破坏防控措施。分析是否可能产生二次污染或破坏、可能的二次污染或破坏类型以及区域范围等。

* + 1. 过程监测数据分析

基于前期准备阶段所获取的监测数据，分析施工单位和相关管理部门是否按照恢复方案和相关标准规范要求开展了必要的监测。如果监测数据不足，要求相关责任单位开展补充监测，监测应满足8.3要求。如果监测数据充分，按照9.4要求初步分析是否达标或达到稳定状态。

* + 1. 过程监测要求
			1. 突发生态环境事件应急监测

突发生态环境事件应急监测及相关质量控制应根据应急处置工程实施情况，参照HJ589、NY/T 4154进行。

* + - 1. 土壤和地下水监测

土壤和地下水监测及相关质量控制要求参照HJ 25.5、NY/T 3343和HJ 25.6执行。

* + - 1. 地表水和沉积物监测
				1. 监测指标

根据7.2确定的恢复目标，对相关指标进行监测。

* + - * 1. 监测点位

a）地表水

1）对于河流监测点位布设：优先根据水体功能区、所采用的环境恢复技术特点等布设河流恢复过程监测断面。如没有特定要求，应在恢复工程涉及的监测断面选择代表性断面进行监测，同一水体功能区至少设置1个监测断面。如果存在死水区、回水区、排污口等薄弱区，应综合考虑恢复工程的实施效果布设代表性的采样点。

2）对于湖库监测点位布设：优先根据湖（库）功能区、所采用的环境恢复技术特点等布设湖（库）恢复过程监测垂线。湖（库）区的不同水域，如进水区、出水区、深水区、浅水区、湖心区、岸边区，分别设置代表性监测垂线。如无明显功能区别或环境恢复技术对布点没有特定要求，在环境恢复区域内按照网格均匀布设原则，选择代表性垂线进行监测，同时兼顾环境恢复薄弱区。

同一监测断面设置的采样垂线与各垂线上的采样点数参照HJ 91.2和HJ 495中要求执行。

采用异位或原地异位方式进行环境恢复的，应根据批次处理水量进行采样监测，原则上每批次至少采集1个样品。

**b）沉积物**

采用原位恢复方式对沉积物进行处理的，水平方向上在恢复区域内按照均匀分布原则，兼顾地表水点位进行布设，通常布设在水质采样垂线正下方，当正下方无法采样时，可在附近区域采样，点位布设应具有代表性。原则上，对于河流长度、湖库半径≤1 km 的情况，分别按照50 m的间距或者50 m×50 m的网格布设点位，至少布设2个点位；对于河流长度、湖库半径＞l km的情况，根据实际河流长度、湖库半径与1 km的比值倍数，等比例放大点位布设间距。垂直方向上按照均匀分布原则，结合沉积物垂向分层特征进行分层采样，原则上每个层位采集1个样品，深度大于1m时垂直方向至少采集2个样品。原位修复后的沉积物垂直方向上监测深度应不小于调查评估确定的污染深度以及修复可能造成污染物迁移的深度。

采用异位或原地异位方式对沉积物进行处理的，优先按照堆体大小设置采样点数量，见表1。按批次处理的，每批次至少采集1个样品。

采用异位或原地异位方式对沉积物进行处理的，具备条件的情况下应同时对清挖区进行系统布点采样，具体参照HJ25.5中基坑清理效果评估布点。

表1 按照堆体大小进行布点的最低要求

|  |  |
| --- | --- |
| 恢复区域体积/m3 | 最低采样点数量/个 |
| ＜100 | 2 |
| 100～300 | 3 |
| 300～500 | 4 |
| 500～1000 | 5 |
| 每增加500 | 增加1个 |

* + - * 1. 监测频次和时间

根据监测指标类型、介质类型和恢复技术类型等，确定监测频次，采样频次应有足够的代表性。对于连续式处置过程的监测，可根据污染物转化降解速率开展定期监测。

* + - 1. 生态系统监测

根据恢复方案中设定的目标指标，选择生态系统中生物与物理环境、生态服务功能相应指标开展过程监测，具体监测指标、监测方法、监测频次、监测时间和参照标准见附录B和附录C。

对于具有迁徙性或周期性特点的动物，应根据观测目标和观测区域野生动物的繁殖、迁徙及其出现的季节规律等确定调查时间。对于植物，应当根据各类型植物物候特征确定调查时间。

* 1. 恢复达标评估
		1. 概念模型构建

基于上述评估准备掌握的信息、恢复过程总结以及监测数据分析结果，采用文字、图、表等形式构建概念模型，为恢复达标评估阶段调查监测计划的制定提供依据。根据需要，概念模型内容可包含：

a）风险管控与治理恢复、生态恢复概况：风险管控与治理恢复、生态恢复起始时间、范围、目标、主要技术和工艺参数及其变化情况，废气废水固废产生和排放情况；对于环境恢复，涉及药剂添加时包括药剂添加量等情况；对于生态恢复，涉及植被种植时包括覆土量、植被类型、覆盖度、养护等情况，涉及动物恢复时包括动物类型、数量、活动范围等情况。

b）自然环境条件：对于环境恢复案例，主要包括地质和水文地质条件及其变化情况，水体和沉积物理化性质及其变化情况，周边敏感受体及相关暴露途径等；对于湿地生态恢复，主要包括水体相关物理、化学、生物条件及其变化情况；对于林地、草地、农田等生态恢复，主要包括气候、地形地貌、土壤等条件及其变化情况。

c）目标指标情况：对于环境恢复，主要包括目标污染物原始浓度以及环境恢复过程中浓度的时空变化，二次污染物产生及其浓度和分布情况；对于生态恢复，主要关注原始以及恢复过程中的地形地貌、土壤、水文、植被、生物变化，二次破坏情况。

* + 1. 制定恢复达标评估调查与监测计划

基于概念模型中有关损害恢复过程和受损评估区现状的相关信息，结合损害恢复目标，制定恢复达标评估调查与监测计划，明确恢复达标评估阶段的调查与监测内容、区域、指标、点位布设、频次和时间等，指导后续调查与监测过程。

* + 1. 恢复达标评估调查与监测
			1. 土壤和地下水环境恢复达标评估调查与监测

土壤和地下水环境恢复达标评估调查与监测参照HJ 25.5、NY/T 3343和HJ 25.6执行。

* + - 1. 地表水和沉积物环境恢复达标评估调查与监测
				1. 调查监测内容和区域

针对采用原位、原地异位或异位环境恢复后的地表水、沉积物环境质量状况，以及环境恢复过程中可能产生的二次污染。涉及沉积物清挖，应对清挖区进行效果评估；涉及阻隔等风险管控措施，应对风险管控措施的性能进行评估。具体调查内容和区域见表2。

表2 环境恢复达标评估调查与监测区域

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 受损介质 | 风险管控与治理恢复模式 | 效果评估 | 二次污染评价 |
| 地表水 | 原位环境恢复 | 环境恢复区域 | 周边地表水、沉积物化学生物试剂堆放区环境恢复过程中试剂可能影响的其它区域环境恢复过程中污染物迁移扩散可能影响的其它区域 |
| 原地异位环境恢复 | 处理后水质 | 水体和沉积物暂存区环境恢复区或临时处置区待检区化学生物试剂堆放区运输车辆临时道路（运输试剂、待处理水体）固体废物或危险废物堆存区、废水暂存处理区 |
| 异位环境恢复 | 处理后水质 | 运输车辆临时道路（运输待处理水体） |
| 沉积物 | 原位环境恢复 | 环境恢复区域 | 周边地表水、沉积物化学生物试剂堆放区环境恢复过程中试剂可能影响的其它区域环境恢复过程中污染物迁移扩散可能影响的其它区域 |
| 原地异位环境恢复 | 环境恢复区域清挖区 | 水体和沉积物暂存区环境恢复区或临时处置区待检区化学生物试剂堆放区运输车辆临时道路（运输试剂、待处理沉积物）固体废物或危险废物堆存区、废水暂存处理区 |
| 异位环境恢复 | 环境恢复区域清挖区 | 运输车辆临时道路（运输待处理沉积物） |
| 风险管控 | 风险管控措施性能 | 周边地表水、沉积物 |

* + - * 1. 调查监测指标

根据7.2确定的恢复目标，对相关指标进行监测。如恢复目标中未考虑二次污染，应在达标评估时对潜在二次污染相关指标进行监测评估，具体见表3。

表3 潜在二次污染区调查监测指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 二次污染区 | 监测指标 | 备注 |
| 1 | 周边地表水、沉积物 | 目标污染物和反应过程中的二次产物 | / |
| 2 | 污染水体和沉积物暂存区、环境恢复区、临时处置区、待检区 | 目标污染物和反应过程中的二次产物 | 如有机物氧化还原产物、硝酸盐、氨氮转化产物等 |
| 3 | 化学生物试剂堆放区、环境恢复过程中试剂可能影响的其它区域 | 试剂中可能涉及的污染物 | 如过硫酸盐氧化引入的硫酸根离子、酸碱调节剂导致的pH变化等 |
| 4 | 固体废物或危险废物堆存区、废水暂存处理区 | 固废、危废、废水中可能涉及的污染物 | 分析原辅材料、生产工艺进行判断 |
| 5 | 运输车辆临时道路 | 运输材料可能涉及的污染物 | 污染物或者药剂中可能存在的污染物 |
| 6 | 环境恢复过程中污染物迁移扩散可能影响的其它区域 | 目标污染物和反应过程中的二次产物 | 开挖、药剂投加等过程可能导致的污染物扩散 |

* + - * 1. 调查监测点位

地表水和沉积物恢复达标评估调查监测点位布点位置和数量同8.3.3。

* + - * 1. 调查监测频次和时间

地表水和沉积物恢复效果通常采用1次评估。通常在环境恢复完成且环境恢复介质的物理、化学、生物学状态及生态服务功能达到稳定后以及受到其它扰动前进行。

对于采用序批式方式进行环境恢复的，通常在每批次处置完成后开展评估。

如果涉及沉积物清挖，应在清挖之后、回填之前对清挖区域进行采样。

对于采用覆盖等风险管控方式控制沉积物污染风险的，应在风险管控措施实施完成后，至少对上覆水中的目标污染物监测4次，采样持续时间至少1年，**每次间隔不少于1个月，**确保稳定达标。

* + - 1. 生态恢复达标评估调查与监测
				1. 调查监测内容和区域

针对恢复区的生态系统恢复情况进行调查监测，包含恢复区域（流域）、周边区域（流域），并对恢复过程中可能产生的二次破坏进行调查评价，见表4。

表4 生态恢复达标评估调查与监测区域

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 恢复模式 | 效果评估 | 二次破坏评价 |
| 人工恢复 | 恢复区域（流域） | 周边区域（流域） |
| 自然恢复（监测） | 恢复区域（流域） | / |

* + - * 1. 调查监测指标

根据7.2确定的目标，参照附录C选取适当的指标开展生态恢复达标调查与监测，其中，核心指标至少选择一项，参考指标根据需要选择。潜在二次破坏的调查与监测指标见表5。

表5 潜在二次破坏调查监测指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 二次破坏情形 | 调查监测指标 |
| 1 | 污染物引流占用土地 | 土壤污染物含量、土壤理化性质 |
| 2 | 恢复施工过程碾压导致土地植被破坏 | 植被面积、覆盖度 |
| 3 | 河流、水体恢复措施，如清淤、药剂使用等，对水生生物的影响 | 生物体污染物残留浓度、物种数量及其密度 |
| 4 | 恢复区域植被由于较高的土壤水分、养分等需求导致当地生境条件恶化 | 地下水位、土壤含水率、土壤养分含量等 |
| 5 | 恢复过程可能导致恢复区域有害生物发生 | 有害生物物种数量及其密度 |
| 6 | 引入的物种扩张侵占周边植被群落、导致有害生物发生或生物多样性降低 | 物种数量及其密度、多样性 |

* + - * 1. 调查监测方法

样方、样线、样点布设方法及调查监测方法见附录B和附录C。

* + - * 1. 调查监测频次和时间

在生态恢复工程竣工后根据实际恢复情况开展初步效果评估和最终效果评估。

不同生态要素的监测频次和时间要求参照附录B，生态服务功能的监测频次和时间要求参照附录C。

* + 1. 达标分析
			1. 主要分析内容

根据恢复工程特点和监测数据的情况，选择适用方法进行达标评估，达到恢复目标，即可停止恢复；未达到恢复目标，应进一步量化损害，采取补充恢复措施；当补充性恢复不可行或无法达到预期恢复目标的，进行生态环境损失量化。

* + - 1. 分析方法确定

对于恢复目标为降低土壤、地表水、沉积物中污染物浓度的情形，以及采取原地异位或异位方式恢复地下水的情形，根据监测数据数量，可采用逐一比对法或统计分析法进行达标分析；对于采取原位环境恢复措施恢复地下水情形，可采用趋势分析法进行达标分析；对于林地恢复工程实施后1-3年开展的初步效果评估，可按照造林质量评估法进行，对于其他类型生态恢复工程实施后1-3年开展的初步效果评估，可按照方法趋势分析法进行；对于生态恢复工程实施后3-5年或更长时间开展的最终效果评估，可按照综合指数评估法进行。生态环境损害恢复达标分析方法见附录D。

* 1. 公众满意度调查
		1. 调查对象与方式

原则上，对于损害事实复杂、损害较大及社会关注度较高的损害恢复工程措施，其恢复评估工作应开展满意度调查。公众满意度调查主要针对损害受害人及受损区域周围一定范围内活动的公众。调查对象的年龄、性别、文化程度以及收入等应具有典型性。调查方式可采取问卷调查、亲自访谈、电话访谈和网上公开征集等。

* + 1. 调查内容与运用

主要调查公众对受损区域采取的生态环境损害恢复措施方案、恢复实施以及恢复最终效果的满意度，征求公众对损害恢复工作及恢复评估工作的意见与建议等。

调查结果收回后，应开展公众满意度统计学分析，撰写满意度调查报告。公众意见可作为恢复评估结论的参考依据。

1.
2. （资料性）
生态环境损害恢复评估报告编制要求
	1. 声明
		1. 评估机构和评估人员根据法律、法规和规章的规定，按照评估的科学规律和技术操作规范，依法独立、客观、公正进行评估并出具评估报告，不受任何个人或者组织的不合理干预。
		2. 评估报告是否作为定案或者认定事实的根据，取决于办案机关的审查判断，评估机构和评估人员无权干涉。
		3. 使用评估报告，应当保持其完整性和严肃性。
		4. 评估报告属于评估人的专业意见。当事人对评估报告有异议，应当通过庭审质证或者申请重新鉴定、补充鉴定等方式解决。
	2. 基本情况

写明生态环境损害恢复评估的委托方、委托评估事项、受理日期、评估对象、评估材料等。

* 1. 基本案情

写明生态环境损害恢复的背景，包括损害发生地、损害原因、调查评估及恢复的时间节点与过程概况等基本信息；写明环境损害鉴定单位（如有）、恢复设计单位（如有）、恢复施工单位（如有）、恢复工程监理单位（如有）；简要说明受损区域所在地的社会经济背景、环境功能规划现状、环境敏感点等信息。

* 1. 评估工作方案
		1. 评估依据

写明开展本次恢复效果评估工作所依据的法律法规、标准和技术规范等。

* + 1. 评估原则

写明开展生态环境损害恢复评估所遵循的基本原则等。

* + 1. 评估范围

写明本次恢复评估工作的空间范围，以及确定该范围的依据。

* + 1. 评估内容

写明本次恢复评估工作针对的对象和评估的主要内容，包括恢复前评估、恢复过程评估、恢复达标评估等，并明确每项评估内容的标准。

* + 1. 评估方法

详细阐明开展本次生恢复评估工作的技术路线及每一项评估工作所使用的技术方法。

* 1. 评估过程与分析
		1. 恢复前评估
			1. 生态环境损害恢复方案评估

汇总前期准备阶段所获取的环境损害鉴定、恢复设计等相关信息，明确受损区域生态环境损害实物范围和恢复前生态环境质量现状，总结编制的恢复方案目标、恢复模式、恢复技术、恢复实施方式等恢复设计内容，分析恢复设计是否科学、合理，写明分析过程和结果。

* + - 1. 恢复目标和恢复评估指标确定

写明恢复目标和恢复评估指标的确定过程和结果。

* + 1. 恢复过程评估
			1. 恢复过程总结

汇总前期准备阶段所获取的恢复过程相关信息，写明生态环境损害调查评估、恢复方案制定、恢复工程实施等过程，分析是否按照恢复方案实施了恢复工程，变更是否合理，是否采取了必要的二次污染防治或二次破坏防控措施，识别可能产生二次污染或二次破坏的类型和区域，写明分析过程和结果。

* + - 1. 过程监测数据分析

详细阐述过程监测数据获取过程，包括监测指标、点位分布、深度、监测时间等，选取符合条件的数据开展分析，判断是否具备启动达标评估的条件，写明分析和判断结果。

* + 1. 恢复达标评估
			1. 概念模型

以文字、图、表等形式给出概念模型，包括环境修复或生态恢复概况、影响环境修复或生态恢复的自然环境条件、目标指标随时间的变化情况等。

* + - 1. 恢复达标评估调查与监测

详细阐述恢复达标评估监测数据获取过程，包括监测内容、监测指标、点位分布、监测时间，涉及采样的情况，写明样品采集过程、质量保证和质量控制方法，对于现场监测的情况，写明监测方法、内容和数据等。

* + - 1. 达标分析

写明达标分析的方法、标准和结果。

* + 1. 公众满意度调查

写明满意度调查对象、方式、内容、过程和结果。

* 1. 评估结论
		1. 针对生态环境损害恢复评估委托事项，写明每类评估对象的恢复评估结论。
		2. 以条目形式详细列出评估报告中引用的重要附件名称，包括环境损害调查和鉴定报告、生态环境恢复范围图、恢复工程实施方案和过程资料、现场调查监测报告、采样监测记录和检测分析报告等。
		3. 生态环境损害恢复评估报告应当由评估人员签名，并加盖评估单位公章。
	2. 附件

以附件形式具体列出A.6.2中所述文件。

1. （资料性）
生态系统恢复过程监测

表B.1 生态系统恢复过程监测

| 生态系统类型 | 监测指标 | 监测方法 | 监测频次 | 监测时间 | 参照标准 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 林地、草地、农田（旱地） | 植物 | 植被覆盖度 | 样方法或遥感监测 | 一年一次 | 植物生长旺盛期，一般为7-9月 | HJ 710.1、GB/T 30363 |
| 植物种类 | 样方法 | 一年一次 | HJ 710.1、GB/T 30363 |
| 种群密度 | 样方法 | 一年一次 | HJ 710.1、GB/T 30363 |
| 生物量 | 遥感监测或收获法 | 林地五年一次、灌丛三年一次、草地（旱地）一年一次 | HJ 710.1、GB/T 30363 |
| 土壤pH | 电位法 | 一年一次 | NY/T 1377 |
| 有机质 | 重铬酸钾氧化法 | 一年一次 | NY/T 1121.6 |
| 含水率 | 烘干法 | 一年一次 | HJ 1168 |
| 容重 | 环刀法 | 五年一次 | NY/T 1121.4 |
| 渗透性 | 环刀法 | 一年一次 | HJ 1169 |
| 含盐量 | 重量法 | 一年一次 | NY/T 1121.16 |
| 全氮 | 半微量凯氏法 | 一年一次 | NY/T 1121.24 |
| 全磷 | 高氯酸-硫酸法 | 一年一次 | NY/T 88 |
| 全钾 | 碱熔法 | 一年一次 | NY/T 87 |
| 污染物浓度 | / | 一年一次 | GB 15618、GB 36600 |
| 动物 | 有害生物种类 | 地面监测或遥感监测 | 一年一次 | 根据有害生物生活周期，在其发生高峰期或数量最大、危害最重、最易发现的时间 | GB/T 27618 |
| 动物种类 | 样方法或样线法等 | 一年一次 | 根据野生动物（哺乳动物、鸟类等)的习性确定，一般在其活动高峰期进行，具体参照生物多样性观测技术导则等相关标准 | HJ 710.3、HJ 710.4、HJ 710.5、HJ 710.13、HJ 710.9、HJ 710.10 |
| 种群数量 | 样方法或样线法等 | 一年一次 | HJ 710.3、HJ 710.4、HJ 710.5、HJ 710.13、HJ 710.9、HJ 710.10 |
| 栖息地面积 | 地面监测或遥感监测 | 一年一次 | HJ 710.3、HJ 710.4、HJ 710.5、HJ 710.13、HJ 710.9、HJ 710.10 |
| 湿地/农田（水田） | 植被 | 植被类型 | 目测法 | 一年一次 | 植物生长旺盛期，一般为7-9月 | HJ 1169、GB/T 27648、TD/T 1055 |
| 面积 | 遥感监测或测绘法 | 一年一次 | / |
| 植物种类 | 样方法 | 一年一次 | HJ 710.1、HJ 710.12、GB/T 27648、TD/T 1055 |
| 密度 | 样方法 | 一年一次 | HJ 710.1 |
| 植被覆盖度 | 样方法或遥感监测 | 一年一次 | HJ 710.1、HJ 710.12、GB/T 30363、GB/T 27648、TD/T 1055 |
| 生物量 | 遥感监测或收获法 | 林地五年一次、灌丛三年一次、草地（旱地）一年一次 | HJ 710.1、HJ 710.12、GB/T 30363、GB/T 27648、TD/T 1055 |
| 动物 | 湿地动物种类 | 样方法或样线法 | 一年一次 | 根据野生动物（哺乳动物、鸟类等)的习性确定，一般在其活动高峰期进行，具体参照生物多样性观测技术导则等相关标准 | HJ 710.4、HJ 710.7、HJ 710.6、HJ 710.8 |
| 湿地动物数量 | 样方法或样线法 | 一年一次 | HJ 710.4、HJ 710.7、HJ 710.6、HJ 710.8、GB/T 27648、TD/T 1055 |
| 物种入侵及其扩散状况 | 遥感监测或样线法 | 一年一次 | 根据入侵物种生活周期，在其发生高峰期或数量最大、危害最重、最易发现的时间 | / |
| 水文 | 水量、水位、水深 | 流速仪、测深杆、测深锤 | 连续一周/平水期 | 1-12月 | / |
| 径流量 | 自动观测仪器设备 | 根据恢复方案确定 | HJ 1169 |
| 积水水深 | 水位自动监测系统 | 根据恢复方案确定 | HJ 1169 |
| 水质 | pH | 玻璃电极法 | 根据恢复方案确定 | GB 3838 |
| 溶解氧 | 碘量法/电化学探头法 | 根据恢复方案确定 | GB 3838 |
| 水体污染物含量 | / | 一年一次 | GB 3838 |
| 土壤或沉积物 | 土壤有机碳密度 | 重铬酸钾氧化-分光光度法 | 一年一次 | HJ 1169 |
| 土壤湿度 | 水分传感器 | 一年一次 | HJ 1169 |
| 底泥的理化性质 | 样方法 | 一年一次 | HJ 1169 |
| 土壤的渗透性 | 环刀法 | 一年一次 | HJ 1169 |
| 土壤或沉积物污染物含量 | / | 一年一次 | GB 15618或GB 36600 |

1. （资料性）
生态系统服务功能达标监测

表C.1 生态系统服务功能达标监测

| 指标类型 | 生态系统服务功能 | 监测指标 | 监测方法  | 监测频次 | 监测时间 | 参照标准 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 核心指标 | 支持 | 生物多样性维持 | 动物种类和数量 | 样方法或样线法等  | 一年一次 | 根据动物习性确定，具体参照相关标准 | HJ 710.3、HJ 710.4、HJ 710.5、HJ 710.13、HJ 710.9、HJ 710.10 |
| 植物种类和数量 | 样方法  | 一年一次  | 植物生长旺季，一般7-9月 | HJ 710.1、HJ 710.12 |
| 土壤保持 | 土壤机械组成 | 环刀法  | 一年一次 | 1-12月 | NY/T 1121.3 |
| 数字高程 | 地形测绘或雷达遥感 | 一年一次 | GB 50026、CH/T 1026、 |
| 植被覆盖度 | 样方法或遥感监测  | 一年一次 | 植物生长旺季，一般7-9月 | HJ 710.1、HJ 710.12 |
| 地质稳定维持 | 坡岸及水工构筑物稳定性 | 调查计算  | 一年一次 | 1-12月 | GB 50286、GB 50330 |
| 航运支持 | 航道里程、客运量、货运量 | 统计调查  | 一年一次 | / |
| 供给 | 产品供给 | 农业产品、林业产品、畜牧业产品、渔业产品、供水量、生态能源、其他产品 | 统计调查 | 一年一次 | / |
| 参考指标 | 调节 | 生态固碳  | 植被生物量  | 样方法或遥感监测  | 一年一次 | 植物生长旺季，一般7-9月 | HJ 710.1、HJ 710.12 |
| 土壤碳密度  | 样方法  | 一年一次  | HJ 1167、HJ 1168、HJ 1169 |
| 气候调节 | 夏季连续 72 小时植被区内外温度差 | 监测调查  | 一年一次  | 一般温度大于26摄氏度  | / |
| 空气净化 | 植被生物量  | 样方法或遥感监测  | 一年一次 | 植物生长旺季，一般7-9月 | HJ 710.1、HJ 710.12 |
| 植被面积 | 实地测量或遥感监测 | 一年一次 | TD/T 1055、HJ 1166 |
| 水质净化 | 净流量 | 统计调查或自动观测仪器设备 | 年均值 | 1-12月 | GB 50179 |
| 库容量 | 统计调查或自动观测仪器设备 | 年均值 | SL 44 |
| 水源涵养 | 植被类型 | 目测法 | 一年一次 | HJ 710.1、HJ 710.12 |
| 植被面积 | 实地测量或遥感监测 | 一年一次 | TD/T 1055、HJ 1166 |
| 洪水调蓄 | 湿地面积 | 实地测量或遥感监测 | 一年一次  | 丰水期 | TD/T 1055 |
| 土壤厚度、土壤非毛细孔隙度、最大滞水高度 | 样方法或遥感监测 | 一年一次 | 1-12月 | GB/T 27648、HJ 1169 |
| 防风固沙 | 数字高程 | 地形测绘或雷达遥感 | 一年一次 | GB 50026、CH/T 1026 |
| 植被覆盖率 | 样方法或遥感监测  | 一年一次  | 植物生长旺季，一般7-9月 | HJ 710.1、HJ 710.12 |
| 土壤机械组成 | 环刀法  | 一年一次  | 1-12月 | NY/T 1121.3 |
| 文化 | 休闲旅游 | 自然景点旅游人次、自然景点旅游收入 | 统计调查 | 一年一次  | / | / |

1. （资料性）
达标分析方法
	1. 逐一比对法

当样品数量＜8个（不含平行样）时，将调查监测数据与恢复目标值逐个对比，判断是否达标。当平行样数量≥4时，可参照HJ25.5，结合t检验确定数据与恢复目标值的差异，差异不显著，表明达到恢复目标；差异显著，表明未达到恢复目标。

* 1. 统计分析法

当样品数量≥8个时，将数据均值的95%置信上限（或下限）与恢复目标值进行比较，符合以下条件时，可认为达到恢复目标：

a）对于目标为降低指标数值的情况：数据均值的95%置信上限≤恢复目标值，数据最大值不超过恢复目标值的2倍。

b）对于目标为提高指标数值的情况：数据均值的95%置信下限≥恢复目标值，数据最大值不低于恢复目标值的2倍。

低于报告限的数据，用报告限数值进行统计分析。

* 1. 趋势分析法

对于地下水环境恢复工程，利用至少8期（采样持续时间至少1年,原则上采样频次为每季度一次，两个批次之间间隔不得少于1个月）监测数据，采用趋势分析法判断是否达到恢复目标。在95%置信水平下，趋势线斜率显著小于0或与0没有显著差异，且目标指标的95%置信上限低于恢复目标值，说明达到恢复目标；在95%置信水平下，趋势线斜率显著小于0，但目标指标的95%置信上限高于恢复目标值，需继续恢复；趋势线斜率显著大于0或与0没有显著差异，且目标指标的95%置信上限高于恢复目标值，说明可能继续采取目前的恢复措施难以达到恢复目标，需要判断是否需调整恢复策略。

对于生态恢复工程，利用至少3期（每期间隔时间≥1年）监测数据，采用趋势分析法判断是否达到初步恢复目标。在95%置信水平下，趋势线斜率显著大于0，说明达到初步恢复目标；在95%置信水平下，趋势线斜率显著大于0或与0没有显著差异，说明未达到初步恢复目标。

* 1. 造林质量评估法

林地恢复工程达标分析参照GB/T 15776执行。如果达到造林合格标准，也可判定其达到恢复目标。

* 1. 综合指数评估法

如果生态恢复目标中涉及多个指标，其它指标可采用综合指数评估法判断是否达标。

a）评价指标归一化处理

 $R\_{i}=\frac{R\_{ii}}{R\_{ick}}$ (D.1)

式中：$R\_{i}$——第i个指标的归一化值，$R\_{i}$∈[0，1]，若$R\_{i}$＞1，统一取$R\_{i}$=1；

$R\_{ii}$——评估指标；

$R\_{ick}$——评估指标对应的目标值。

b）恢复效果综合指数计算方法

 $E=\sum\_{i=1}^{n}R\_{i}×W\_{i}$ （D.2）

 $W\_{1}+W\_{2}+…+W\_{n}=1$ （D.3）

式中：E——恢复效果指数测算值；

n——计算综合指数的指标数量；

$W\_{i}$——各指标相对权重，具体确定方法见表D.1。

表D.1 评级指标相对权重

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 类型权重 | 评价指标 | 指标权重 |
| 植物 | 0.3 | 覆盖度 | 0.4 |
| 丰富度 | 0.3 |
| 生物量 | 0.2 |
| 其他 | 0.1 |
| 土壤 | 0.2～0.3 | 土壤养分 | 0.3 |
| 有机质 | 0.3 |
| 孔隙度 | 0.3 |
| 其他 | 0.1 |
| 野生动物 | 0.2～0.3 | 主要物种数量 | 0.4 |
| 物种丰富度 | 0.3 |
| 栖息地面积 | 0.3 |
| 水体 | 0.2～0.3 | 水文 | 0.4 |
| 水质 | 0.4 |
| 沉积物质量 | 0.2 |

注：计算时类型指标的相对权重可以根据实际情况等比例调整，使参与计算的几个类型指标相对权重的和为1。

c）生态恢复状况分级

根据恢复效果指数（E），将生态恢复效果划分为四个等级，即：一级、二级、三级、四级，具体划分方法见表D.2。

表D.2 生态恢复效果评估等级划分

|  |  |
| --- | --- |
| 生态恢复效果综合指数 | 等级 |
| E≥0.75 | 一级 |
| 0.5≤E＜0.75 | 二级 |
| 0.25≤E＜0.5 | 三级 |
| E＜0.25 | 四级 |

当评估等级为一级时，可认为达到恢复目标；当评估等级为二级时，应继续恢复；当评估等级为三级及以下时，应分析是否需要实施补充恢复或者调整恢复策略。

参考文献

[1] 《海洋生态恢复技术指南（试行）》（自然资办函〔2021〕1214号）

[2] 《司法鉴定程序通则》（司法部令第107号）

[3] 《生态环境损害赔偿管理规定》（环法规〔2022〕31号）

[4] 《湖北省生态环境损害恢复管理办法》（鄂生改组办〔2019〕3号）