

附件 4



中华人民共和国国家标准

GB/T □□□□□—202□

生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键

环节 第 3 部分：恢复效果评估

Technical guidelines for identification and assessment of environmental  
damage—General principles and key components  
—Part 3: Verification of restoration

(征求意见稿)

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

生态环境部  
国家市场监督管理总局 发布

## 目 次

前 言.....	ii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 工作内容与工作程序.....	3
5 前期准备.....	5
6 恢复过程评估.....	5
7 恢复达标评估.....	7
8 效果评估报告编制.....	11
附录 A（资料性附录）生态系统恢复过程监测.....	12
附录 B（资料性附录）生态系统服务功能达标监测.....	15
附录 C（资料性附录）生态环境损害恢复效果评估报告编制要求.....	18

## 前 言

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》和《生态环境损害赔偿制度改革方案》，保护生态环境，保障公众健康，规范生态环境损害恢复效果评估工作，制定本标准。

本标准规定了生态环境损害恢复效果评估的一般性原则、程序、内容和方法。

本标准为首次发布。

本标准附录 A、附录 B 和附录 C 为资料性附录。

本标准由生态环境部组织制定。

本标准主要起草单位：生态环境部环境规划院。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

# 生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节

## 第 3 部分：恢复效果评估

### 1 适用范围

本标准规定了生态环境损害恢复效果评估的一般性原则、程序、内容和方法。

本标准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效果评估，且适用于替代性恢复实施效果评估。生态环境损害恢复过程相关监测工作和恢复效果评估参照本标准执行。

污染地块土壤污染风险管控和修复效果评估参照 HJ 25.5 执行，耕地污染治理效果评价参照 NY/T 3343 执行，污染地块地下水风险管控和修复效果评估参照 HJ 25.6 执行；海洋生态修复效果评估参照《海洋生态修复技术指南（试行）》（自然资办函〔2021〕1214 号）执行；其它生态环境损害恢复效果评估参照本标准执行。

### 2 规范性引用文件

本标准引用下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB/T 14848 地下水质量标准
- 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/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 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 39791.1 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 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修复效果评估技术导则（试行）
- HJ 25.6 污染地块地下水修复和风险管控技术导则
- HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范
- HJ 91.2 地表水环境质量监测技术规范
- HJ 495 水质 采样方案设计技术指导
- 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
  - SL 44 水利水电工程设计洪水计算规范
  - 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
  - TD/T 1055 第三次全国国土调查技术规程
- 《海洋生态修复技术指南（试行）》（自然资办函〔2021〕1214号）

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

##### **替代性恢复 alternative restoration**

当基本恢复或补偿性恢复方案不可行时，基于资源或服务等量原则，采取异位或原位恢复措施和活

动，使恢复措施获得的资源或服务收益与损害的资源或服务相等的过程。

#### 3.2

##### **目标污染物 target pollutant**

生态环境损害鉴定评估阶段确定的需要进行风险管控与治理修复的污染物。

#### 3.3

##### **恢复效果评估 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，是否达到了设定目标，是否造成了二次污染或破坏。

#### 3.4

##### **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。

### 3.5

#### 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。

### 3.6

#### 二次污染 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。

### 3.7

#### 二次破坏 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或海洋利用的不利改变、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。

## 4 工作内容与工作程序

### 4.1 工作内容

生态环境损害恢复效果评估的内容包括：前期准备、恢复过程评估、恢复达标评估和效果评估报告编制。基本恢复、补偿性恢复和补充性恢复都应该开展恢复效果评估。对于突发生态环境事件，需要对应急处置效果进行评估。

### 4.2 工作程序

恢复效果评估的程序包括前期准备、恢复达标评估和效果评估报告编制，根据需要开展恢复过程评估。

前期准备包括开展资料收集、人员访谈和现场踏勘，收集应急处置、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。

恢复过程评估的程序包括基于所收集的资料，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，分析恢复过程是否造成了二次污染或破坏。结合损害鉴定评估结果、损害赔偿磋商结果、诉讼判决结果等，确定恢复效果评估指标和恢复目标。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，数据不足以开展分析时，要求开展补充监测。

恢复达标评估阶段需构建概念模型，为最终效果调查监测计划制定提供依据。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生态环境损害恢复方案中设定的目标。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；如果达到恢复目标，则结束评估。

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。

生态环境损害恢复效果评估程序见图 1。



## 5 前期准备

### 5.1 资料收集

在效果评估工作开展之前，从责任方、相关管理部门、参与前期工作的相关单位处收集受损区域生态环境恢复过程相关资料，具体包括调查报告、监测数据、损害鉴定评估报告、风险评估报告、风险管控与治理修复方案、工程实施方案、工程设计资料、施工组织设计资料、工程环境影响评价及其批复、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、后期管护相关记录等。

### 5.2 人员访谈

开展人员访谈，对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进行全面了解。访谈对象包括相关管理部门、责任人，以及调查、风险评估、风险管控与治理修复方案编制、生态恢复方案编制、施工、监理等单位参与人员。

### 5.3 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情况，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。可通过照片、视频、录音、文字等方式，记录现场踏勘情况。

## 6 恢复过程评估

### 6.1 恢复过程总结

基于资料收集、人员访谈、现场踏勘所获取的信息，全面梳理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。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。

分析施工方是否采取了必要的固体废弃物、废水、废气、噪声等二次污染防治措施，是否按要求采取了必要的土壤资源、生物群落、生态系统的二次破坏防控措施，如果没有，应分析是否可能产生二次污染或二次破坏、可能的二次污染或二次破坏类型以及可能产生二次污染或二次破坏的区域等。

### 6.2 过程监测数据分析

基于资料收集、人员访谈、现场踏勘所获取的监测数据，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 6.3 要求。如果监测数据充分，按照 7.3 要求初步分析是否达标或达到稳定状态。

## 6.3 过程监测要求

### 6.3.1 突发生态环境事件应急监测

突发生态环境事件应急监测应根据应急处置工程实施情况，参照 HJ 589 进行。

### 6.3.2 土壤和地下水监测

土壤和地下水监测参照 HJ 25.5、NY/T 3343 和 HJ 25.6 执行。

### 6.3.3 地表水和沉积物监测

#### a) 监测指标

根据恢复方案中确定的恢复目标，对相关指标进行监测。

#### b) 监测点位

##### 1) 地表水

优先根据水体功能区、所采用的环境修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。

优先根据湖（库）功能区、所采用的环境修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修复技术对布点没有特定要求，在环境修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，同时兼顾环境修复薄弱区。

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/T 91、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修复的，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。

##### 2) 沉积物

采用原位恢复方式对沉积物进行处理的，在恢复区域内按照均匀分布原则，结合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。同时，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。

对沉积物进行异位或原地异位处理的，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。

表 1 根据堆体大小进行布点的要求

恢复区域体积	采样点数量
体积<100m <sup>3</sup>	≥2
100 m <sup>3</sup> <体积<300 m <sup>3</sup>	≥3
300 m <sup>3</sup> <体积<500 m <sup>3</sup>	≥4
500 m <sup>3</sup> <体积<1000 m <sup>3</sup>	≥5
每增加 500 m <sup>3</sup>	增加 1 个点位

采用异位或原地异位方式进行沉积物处理的，具备条件的情况下应同时对清挖区进行系统布点采样。

#### c) 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。

### 6.3.4 生物与生态服务功能过程监测

根据恢复方案中设定的目标指标，选择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 A 和附录 B。

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。

## 7 恢复达标评估

### 7.1 概念模型构建

基于上述资料收集、人员访谈、现场踏勘等过程掌握的信息以及恢复过程总结、监测数据分析结果，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。

概念模型中包含：

a) 风险管控与治理修复、生态恢复概况：风险管控与治理修复、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；对于环境修复，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：对于环境修复案例，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：对于环境修复，主要包括目标污染物原始浓度以及环境修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。

### 7.2 恢复达标评估调查与监测

#### 7.2.1 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。

#### 7.2.2 土壤和地下水环境修复达标评估调查与监测

土壤和地下水环境修复效果调查与监测参照 HJ 25.5、NY/T 3343 和 HJ 25.6 执行。

#### 7.2.3 地表水和沉积物环境修复达标评估调查与监测

##### a) 评估内容和区域

评估主要针对原位、原地异位或异位环境修复后的地表水、沉积物环境质量状况，以及环境修复过程中可能产生的二次污染。如果涉及沉积物清挖，还应对清挖效果进行评估。如果涉及阻隔等风险管控措施，还应对风险管控措施的性能进行评估。具体区域见表 2。

表 2 环境修复效果调查与监测区域

受损介质	风险管控与治理修复模式	效果评估	二次污染评价
地表水	原位环境修复	环境修复区域	周边地表水、沉积物 化学生物试剂堆放区 环境修复过程中试剂可能影响的其它区域 环境修复过程中污染物迁移扩散可能影响的其它区域
	原地异位环境修复	处理后水质	水体和沉积物暂存区 环境修复区或临时处置区 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
	异位环境修复	处理后水质	运输车辆临时道路（运输待处理水体）
沉积物	原位环境修复	环境修复区域	周边地表水、沉积物 化学生物试剂堆放区 环境修复过程中试剂可能影响的其它区域 环境修复过程中污染物迁移扩散可能影响的其它区域
	原地异位环境修复	清挖区 环境修复区域	水体和沉积物暂存区 环境修复区或临时处置区 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
	异位环境修复	清挖区 环境修复区域	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

## b) 指标

根据恢复方案中确定的恢复目标，对相关指标进行监测。如恢复目标中未考虑二次污染，应在效果评估时对二次污染相关指标进行监测评估，具体见表 3。

表 3 二次污染区调查监测指标

序号	二次污染区	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、环境修复区、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、环境修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	环境修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

## c) 点位布设

地表水和沉积物效果评估布点数量和位置同 6.3.3。

## d) 采样频次和时间

地表水和沉积物恢复效果通常采用 1 次评估。通常在环境修复完成且环境修复介质的物理、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修复的，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，每次间隔不少于 1 个月，确保稳定达标。

#### 7.2.4 生态恢复达标评估调查与监测

##### a) 调查内容和区域

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 生态恢复效果调查与监测区域

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）	——

##### b) 指标

根据恢复方案中设定的目标，参照附录 B 选取适当的指标开展生态恢复效果调查与监测，其中，核心指标至少选择一项，参考指标根据需要选择。二次破坏的调查与监测指标见表 5。

表 5 二次破坏调查与监测指标

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	恢复施工过程中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

##### c) 样方、样线、样点布设

样方、样线、样点布设方法见附录 A 和附录 B。

##### d) 监测频次和时间

在生态恢复工程竣工后 1~3 年左右开展初步效果评估，并在竣工后 3~5 年或更长时间开展最终效果评估。

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

##### e) 调查监测方法

调查监测方法参照附录 A 和附录 B。

#### 7.3 达标分析

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，应按照 GB/T 39791.1 采取补充恢复措施或者进行生态环境损失量化；若只有部分区域未达到恢复目标，对未达到恢复目标的区域进行补充恢复或生态环境损失量化。

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修复地下水的情形，根据监测数据数量，从 a) 和 b) 中选择相应的方法进行达标分析；对于采取原位环境修复措施修复地下水的情形，选择方法 c) 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，按照方法 d) 进行，对于其它类型生态恢复工程实施后 1-3 年开展的初步效果评估，按照方法 c) 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，按照方法 e) 进行。

#### a) 逐一对比法

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  $\geq 4$  时，可参照 HJ 25.5，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。

#### b) 统计分析法

当样品数量  $\geq 8$  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：

1) 对于目标为降低指标数值的情况，数据均值的 95% 置信上限  $\leq$  恢复目标值；对于目标为提高指标数值的情况，数据均值的 95% 置信下限  $\geq$  恢复目标值；

2) 对于目标为降低指标数值的情况，数据最大值不超过恢复目标值的 2 倍；对于目标为提高指标数值的情况，数据最大值不低于恢复目标值的 2 倍。

低于报告限的数据，用报告限值数值进行统计分析。

#### c) 趋势分析法

对于地下水环境修复工程，利用至少 8 期（每期间隔时间 > 3 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  $\geq 1$  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。

#### d) 造林质量评估法

对于林地，参照 GB/T 15776，如果达到造林合格标准，也可判定其达到恢复目标。

#### e) 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。

##### 1) 评价指标归一化处理

$$R_i = \frac{R_{ii}}{R_{ick}} \quad (1)$$

式中： $R_i$ ——第  $i$  个指标的归一化值， $R_i \in [0, 1]$ ，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。

##### 2) 恢复效果综合指数计算方法

$$E = \sum_{i=1}^n R_i \times W_i \quad (2)$$

$$W_1 + W_2 + \dots + W_n = 1 \quad (3)$$

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 6。

表 6 各指标的相对权重

类型	相对权重 <sup>a</sup>	评价指标	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	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	单一物种数量	0.4
		丰富度	0.3
		栖息地面积	0.3
水体	0.2	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。

### 3) 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：优、良、中、差，具体划分方法见表 7。

表 7 生态恢复效果评估等级划分

生态恢复效果综合指数	等级
$E \geq 0.75$	优
$0.5 \leq E < 0.75$	良
$0.25 \leq E < 0.5$	中
$E < 0.25$	差

当评估等级为优时，可认为达到恢复目标；当评估等级为良时，应继续恢复；当评估等级为中及以下时，应分析是否需要实施补充恢复措施或者调整恢复策略。

## 8 效果评估报告编制

完成效果评估后，编制效果评估报告，格式和内容要求参见附录 C。

附 录 A  
(资料性附录)  
生态系统恢复过程监测

表 A.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
		植物种类	样方法	一年一次		HJ 710.1
		种群密度	样方法	一年一次		HJ 710.1
		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
	土壤	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	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	GB/T 27618	

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
	物				期或数量最大、危害最重、最易发现的时间	
		动物种类	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
		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
		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
		密度	样方法	一年一次		HJ 710.1、HJ 710.12
		植被覆盖度	样方法或遥感监测	一年一次		HJ 710.1、HJ 710.12
		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
	动 物	湿地动物种类	样方法或样线法	一年一次	根据动物习性确定，具体参照相关标准	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
		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	/

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	
	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	

附 录 B  
(资料性附录)  
生态系统服务功能达标监测

表 B.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
		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	1-12月	/
参考	调	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

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	
指标	节	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、HJ 1166
			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

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
	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	/	/

附录 C  
(资料性附录)

生态环境损害恢复效果评估报告编制要求

C.1 项目背景

写明项目名称、效果评估委托方、损害鉴定评估单位(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)、效果评估单位、评估事项和目的;写明项目基本信息,包括项目场地所在位置,损害原因、调查评估及恢复的时间节点与概况。

C.2 评估工作方案

C.2.1 评估目标

写明本次恢复效果评估工作的目标。

C.2.2 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、技术规范以及项目相关文件等。

C.2.3 评估内容和标准

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

C.2.4 评估范围

写明本次恢复效果评估工作的空间范围,以及确定该范围的依据。

C.2.5 技术路线和方法

阐明开展本次恢复效果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。

C.3 恢复过程评估

C.3.1 恢复过程总结

汇总资料收集、人员访谈、现场踏勘所获取的信息,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。

C.3.2 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。

C.4 恢复达标评估

C.4.1 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。

C.4.2 恢复达标评估调查与检测

详细阐述恢复达标评估监测数据获取过程,包括监测指标、点位分布、深度、监测时间,对于涉及采样的情况,还应给出样品采集、保存、流转、检测以及相关的质控方法,对于现场监测的情况,还应给出监测方法。

C.4.3 达标分析

写明达标分析的方法、标准和结果。

C.5 结论

针对每类评估对象,写明恢复效果评估结论。

C.6 附件

对于环境修复效果评估项目,附件应包含环境修复范围图、监测样点分布图、环境修复

区域平面布置图、采样记录、检测报告等，如果涉及水文地质调查，还应包含柱状图、剖面图、地下水流向图等图件，如果涉及地下水监测，还应包含建井结构图、洗井记录单等；

对于生态恢复效果评估项目，附件应包含生态恢复范围图、调查样方分布图、恢复区域平面布置图、样方调查记录、生物调查报告等。