

# 中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 19—2022  
代替 HJ 19—2011

---

## 环境影响评价技术导则 生态影响

Technical guidelines for environmental impact assessment

—Ecological impact

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2022-01-15 发布

2022-07-01 实施

---

生态环境部 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 .....                   | 1  |
| 4 总则 .....                      | 2  |
| 5 生态影响识别.....                   | 3  |
| 6 评价等级和评价范围确定.....              | 4  |
| 7 生态现状调查与评价.....                | 5  |
| 8 生态影响预测与评价.....                | 7  |
| 9 生态保护对策措施.....                 | 8  |
| 10 生态影响评价结论.....                | 9  |
| 11 生态影响评价自查表.....               | 9  |
| 附录 A（资料性附录） 生态影响评价因子筛选表.....    | 10 |
| 附录 B（资料性附录） 生态现状调查方法及结果统计 ..... | 12 |
| 附录 C（资料性附录） 生态现状及影响评价方法 .....   | 17 |
| 附录 D（规范性附录） 生态影响评价图件规范与要求 ..... | 23 |
| 附录 E（资料性附录） 生态影响评价自查表 .....     | 25 |

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》，规范和指导生态影响评价工作，防止生态破坏，制定本标准。

本标准规定了生态影响评价的一般性原则、工作程序、内容、方法及技术要求。

本标准是对《环境影响评价技术导则 非污染生态影响》(HJ/T 19—1997)的第二次修订，第一次修订版本为《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19—2011)。本次修订的主要内容有：

- 调整、补充了规范性引用文件；
- 调整、补充了术语和定义；
- 调整总则内容，增加了评价基本任务、工作程序；
- 完善了工程分析，增加了评价因子筛选；
- 调整了评价等级判定依据；
- 增加了典型行业评价范围确定原则；
- 补充、细化了生态现状调查、评价以及影响预测分析的内容和要求，进一步完善了生物多样性评价的相关内容；

——明确、强化了生态保护措施要求；

——补充、细化了生态监测要求；

——修改了附录内容，并增加了新的附录。

本标准附录 A~C 和附录 E 为资料性附录，附录 D 为规范性附录。

本标准自实施之日起，《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19—2011) 废止。

本标准由生态环境部环境影响评价与排放管理司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：生态环境部环境工程评估中心、中路高科交通科技集团有限公司、水利部中国科学院水工程生态研究所。

本标准生态环境部 2022 年 1 月 15 日批准。

本标准自 2022 年 7 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

# 环境影响评价技术导则 生态影响

## 1 适用范围

本标准规定了生态影响评价的一般性原则、工作程序、内容、方法及技术要求。  
本标准适用于建设项目的生态影响评价。  
规划的生态影响评价可参照本标准执行。

## 2 规范性引用文件

本标准引用了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/T 19485 | 海洋工程环境影响评价技术导则                |
| GB/T 20257 | 国家基本比例尺地图图式                   |
| GB/T 21010 | 土地利用现状分类                      |
| HJ 2.1     | 建设项目环境影响评价技术导则 总纲             |
| HJ 2.3     | 环境影响评价技术导则 地表水环境              |
| HJ 610     | 环境影响评价技术导则 地下水环境              |
| HJ 624     | 外来物种环境风险评估技术导则                |
| HJ 710     | 生物多样性观测技术导则                   |
| HJ 964     | 环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）           |
| 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 1173    | 全国生态状况调查评估技术规范——生态系统服务功能评估    |
| SC/T 9402  | 淡水浮游生物调查技术规范                  |
| SC/T 9429  | 淡水渔业资源调查规范 河流                 |

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**生态影响** ecological impact

工程占用、施工活动干扰、环境条件改变、时间或空间累积作用等，直接或间接导致物种、种群、生物群落、生境、生态系统以及自然景观、自然遗迹等发生的变化。生态影响包括直接、间接和累积的影响。

### 3.2

**重要物种** important species

在生态影响评价中需要重点关注、具有较高保护价值或保护要求的物种，包括国家及地方重点保护野生动植物名录所列的物种，《中国生物多样性红色名录》中列为极危（Critically Endangered）、濒危

(Endangered) 和易危 (Vulnerable) 的物种, 国家和地方政府列入拯救保护的极小种群物种, 特有种以及古树名木等。

### 3.3

#### 生态敏感区 ecological sensitive region

包括法定生态保护区域、重要生境以及其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义区域。其中, 法定生态保护区域包括: 依据法律法规、政策等规范性文件划定或确认的国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等区域; 重要生境包括: 重要物种的天然集中分布区、栖息地, 重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道, 迁徙鸟类的重要繁殖地、停歇地、越冬地以及野生动物迁徙通道等。

### 3.4

#### 生态保护目标 ecological protection objects

受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等。

## 4 总则

### 4.1 基本任务

在工程分析和生态现状调查的基础上, 识别、预测和评价建设项目在施工期、运行期以及服务期满后 (可根据项目情况选择) 等不同阶段的生态影响, 提出预防或者减缓不利影响的对策和措施, 制定相应的环境管理和生态监测计划, 从生态影响角度明确建设项目是否可行。

### 4.2 基本要求

4.2.1 建设项目选址选线应尽量避让各类生态敏感区, 符合自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等管理要求以及国土空间规划、生态环境分区管控要求。

4.2.2 建设项目生态影响评价应结合行业特点、工程规模以及对生态保护目标的影响方式, 合理确定评价范围, 按相应评价等级的技术要求开展现状调查、影响分析及预测工作。

4.2.3 应按照避让、减缓、修复和补偿的次序提出生态保护对策措施, 所采取的对策措施应有利于保护生物多样性, 维持或修复生态系统功能。

### 4.3 工作程序

生态影响评价工作一般分为三个阶段, 具体工作程序见图 1。

第一阶段, 收集、分析建设项目工程技术文件以及所在区域国土空间规划、生态环境分区管控方案、生态敏感区以及生态环境状况等相关数据资料, 开展现场踏勘, 通过工程分析、筛选评价因子进行生态影响识别, 确定生态保护目标, 有必要的补充提出比选方案。确定评价等级、评价范围。

第二阶段, 在充分的资料收集、现状调查、专家咨询基础上, 根据不同评价等级的技术要求开展生态现状评价和影响预测分析。涉及有比选方案的, 应对不同方案开展同等深度的生态环境比选论证。

第三阶段, 根据生态影响预测和评价结果, 确定科学合理、可行的工程方案, 提出预防或减缓不利影响的对策和措施, 制定相应的环境管理和生态监测计划, 明确生态影响评价结论。

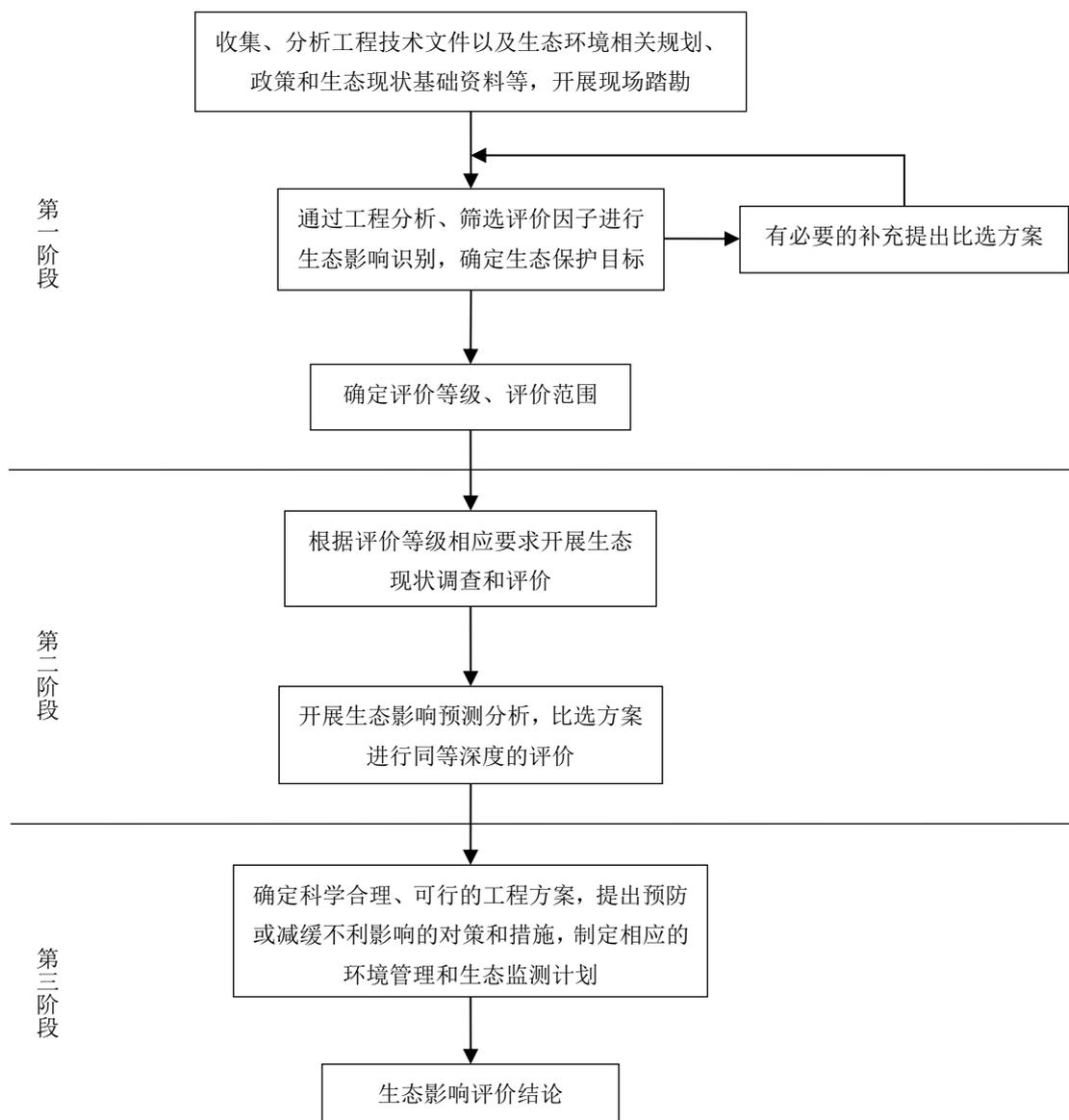


图 1 生态影响评价工作程序

## 5 生态影响识别

### 5.1 工程分析

5.1.1 按照 HJ 2.1 的要求开展工程分析，主要采用工程设计文件的数据和资料以及类比工程的资料，明确建设项目地理位置、建设规模、总平面及施工布置、施工方式、施工时序、建设周期和运行方式，各种工程行为及其发生的地点、时间、方式和持续时间，以及设计方案中的生态保护措施等。

5.1.2 结合建设项目特点和区域生态环境状况，分析项目在施工期、运行期以及服务期满后（可根据项目情况选择）可能产生生态影响的工程行为及其影响方式，判断生态影响性质和影响程度。重点关注影响强度大、范围广、历时长或涉及重要物种、生态敏感区的工程行为。

5.1.3 工程设计文件中包括工程位置、工程规模、平面布局、工程施工及工程运行等不同比选方案的，

应对不同方案进行工程分析。现有方案均占用生态敏感区，或明显可能对生态保护目标产生显著不利影响，还应补充提出基于减缓生态影响考虑的比选方案。

## 5.2 评价因子筛选

5.2.1 在工程分析基础上筛选评价因子。生态影响评价因子筛选表参见附录 A。

5.2.2 评价标准可参照国家、行业、地方或国外相关标准，无参照标准的可采用所在地区及相似区域生态背景值或本底值、生态阈值或引用具有时效性的相关权威文献数据等。

## 6 评价等级和评价范围确定

### 6.1 评价等级判定

6.1.1 依据建设项目影响区域的生态敏感性和影响程度，评价等级划分为一级、二级和三级。

6.1.2 按以下原则确定评价等级：

- a) 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；
- b) 涉及自然公园时，评价等级为二级；
- c) 涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；
- d) 根据 HJ 2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；
- e) 根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；
- f) 当工程占地规模大于 20 km<sup>2</sup> 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；
- g) 除本条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况，评价等级为三级；
- h) 当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。

6.1.3 建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时，可适当上调评价等级。

6.1.4 建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。

6.1.5 在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级。

6.1.6 线性工程可分段确定评价等级。线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。

6.1.7 涉海工程评价等级判定参照 GB/T 19485。

6.1.8 符合生态环境分区管控要求且位于原厂界（或永久用地）范围内的污染影响类改扩建项目，位于已批准规划环评的产业园区内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可不确定评价等级，直接进行生态影响简单分析。

### 6.2 评价范围确定

6.2.1 生态影响评价应能够充分体现生态完整性和生物多样性保护要求，涵盖评价项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域。评价范围应依据评价项目对生态因子的影响方式、影响程度和生态因子之间的相互影响和相互依存关系确定。可综合考虑评价项目与项目区的气候过程、水文过程、生物过程等生物地球化学循环过程的相互作用关系，以评价项目影响区域所涉及的完整气候单元、水文单元、生态单元、地理单元界限为参照边界。

6.2.2 涉及占用或穿（跨）越生态敏感区时，应考虑生态敏感区的结构、功能及主要保护对象合理确

定评价范围。

6.2.3 矿山开采项目评价范围应涵盖开采区及其影响范围、各类场地及运输系统占地以及施工临时占地范围等。

6.2.4 水利水电项目评价范围应涵盖枢纽工程建筑物、水库淹没、移民安置等永久占地、施工临时占地以及库区坝上、坝下地表地下、水文水质影响河段及区域、受水区、退水影响区、输水沿线影响区等。

6.2.5 线性工程穿越生态敏感区时，以线路穿越段向两端外延 1 km、线路中心线向两侧外延 1 km 为参考评价范围，实际确定时应结合生态敏感区主要保护对象的分布、生态学特征、项目的穿越方式、周边地形地貌等适当调整，主要保护对象为野生动物及其栖息地时，应进一步扩大评价范围，涉及迁徙、洄游物种的，其评价范围应涵盖工程影响的迁徙洄游通道范围；穿越非生态敏感区时，以线路中心线向两侧外延 300 m 为参考评价范围。

6.2.6 陆上机场项目以占地边界外延 3~5 km 为参考评价范围，实际确定时应结合机场类型、规模、占地类型、周边地形地貌等适当调整。涉及有净空处理的，应涵盖净空处理区域。航空器爬升或进近航线下方区域内有以鸟类为重点保护对象的自然保护地和鸟类重要生境的，评价范围应涵盖受影响的自然保护地和重要生境范围。

6.2.7 涉海工程的生态影响评价范围参照 GB/T 19485。

6.2.8 污染影响类建设项目评价范围应涵盖直接占用区域以及污染物排放产生的间接生态影响区域。

## 7 生态现状调查与评价

### 7.1 总体要求

7.1.1 生态现状调查应在充分收集资料的基础上开展现场工作，生态现状调查范围应不小于评价范围。调查方法参见附录 B。

7.1.2 生态现状评价应坚持定性和定量相结合、尽量采用定量方法的原则。评价方法参见附录 C。

7.1.3 生态现状调查及评价工作成果应采用文字、表格和图件相结合的表现形式，参见附录 B 列出调查结果统计表，按照附录 D 制作必要的图件。

### 7.2 生态现状调查内容

7.2.1 陆生生态现状调查内容主要包括：评价范围内的植物区系、植被类型，植物群落结构及演替规律，群落中的关键种、建群种、优势种；动物区系、物种组成及分布特征；生态系统的类型、面积及空间分布；重要物种的分布、生态学特征、种群现状，迁徙物种的主要迁徙路线、迁徙时间，重要生境的分布及现状。

7.2.2 水生生态现状调查内容主要包括：评价范围内的水生生物、水生生境和渔业现状；重要物种的分布、生态学特征、种群现状以及生境状况；鱼类等重要水生动物调查包括种类组成、种群结构、资源时空分布，产卵场、索饵场、越冬场等重要生境的分布、环境条件以及洄游路线、洄游时间等行为习性。

7.2.3 收集生态敏感区的相关规划资料、图件、数据，调查评价范围内生态敏感区主要保护对象、功能区划、保护要求等。

7.2.4 调查区域存在的主要生态问题，如水土流失、沙漠化、石漠化、盐渍化、生物入侵和污染危害等。调查已经存在的对生态保护目标产生不利影响的干扰因素。

7.2.5 对于改扩建、分期实施的建设项目，调查既有工程、前期已实施工程的实际生态影响以及采取的生态保护措施。

### 7.3 生态现状调查要求

7.3.1 引用的生态现状资料其调查时间宜在 5 年以内，用于回顾性评价或变化趋势分析的资料可不受调查时间限制。

7.3.2 当已有调查资料不能满足评价要求时，应通过现场调查获取现状资料，现场调查遵循全面性、代表性和典型性原则。项目涉及生态敏感区时，应开展专题调查。

7.3.3 工程永久占用或施工临时占用区域应在收集资料基础上开展详细调查，查明占用区域是否分布有重要物种及重要生境。

7.3.4 陆生生态一级、二级评价应结合调查范围、调查对象、地形地貌和实际情况选择合适的调查方法。开展样线、样方调查的，应合理确定样线、样方的数量、长度或面积，涵盖评价范围内不同的植被类型及生境类型，山地区域还应结合海拔段、坡位、坡向进行布设。根据植物群落类型（宜以群系及以下分类单位为调查单元）设置调查样地，一级评价每种群落类型设置的样方数量不少于 5 个，二级评价不少于 3 个，调查时间宜选择植物生长旺盛季节；一级评价每种生境类型设置的野生动物调查样线数量不少于 5 条，二级评价不少于 3 条，除了收集历史资料外，一级评价还应获得近 1~2 个完整年度不同季节的现状资料，二级评价尽量获得野生动物繁殖期、越冬期、迁徙期等关键活动期的现状资料。

7.3.5 水生生态一级、二级评价的调查点位、断面等应涵盖评价范围内的干流、支流、河口、湖库等不同水域类型。一级评价应至少开展丰水期、枯水期（河流、湖库）或春季、秋季（入海河口、海域）两期（季）调查，二级评价至少获得一期（季）调查资料，涉及显著改变水文情势的项目应增加调查强度。鱼类调查时间应包括主要繁殖期，水生生境调查内容应包括水域形态结构、水文情势、水体理化性状和底质等。

7.3.6 三级评价现状调查以收集有效资料为主，可开展必要的遥感调查或现场校核。

7.3.7 生态现状调查中还应充分考虑生物多样性保护的要求。

7.3.8 涉海工程生态现状调查要求参照 GB/T 19485。

### 7.4 生态现状评价内容及要求

7.4.1 一级、二级评价应根据现状调查结果选择以下全部或部分内容开展评价：

- a) 根据植被和植物群落调查结果，编制植被类型图，统计评价范围内的植被类型及面积，可采用植被覆盖度等指标分析植被现状，图示植被覆盖度空间分布特点；
- b) 根据土地利用调查结果，编制土地利用现状图，统计评价范围内的土地利用类型及面积；
- c) 根据物种及生境调查结果，分析评价范围内的物种分布特点、重要物种的种群现状以及生境的质量、连通性、破碎化程度等，编制重要物种、重要生境分布图，迁徙、洄游物种的迁徙、洄游路线图；涉及国家重点保护野生动植物、极危、濒危物种的，可通过模型模拟物种适宜生境分布，图示工程与物种生境分布的空间关系；
- d) 根据生态系统调查结果，编制生态系统类型分布图，统计评价范围内的生态系统类型及面积；结合区域生态问题调查结果，分析评价范围内的生态系统结构与功能状况以及总体变化趋势；涉及陆地生态系统的，可采用生物量、生产力、生态系统服务功能等指标开展评价；涉及河流、湖泊、湿地生态系统的，可采用生物完整性指数等指标开展评价；
- e) 涉及生态敏感区的，分析其生态现状、保护现状和存在的问题；明确并图示生态敏感区及其主要保护对象、功能分区与工程的位置关系；
- f) 可采用物种丰富度、香农-威纳多样性指数、Pielou 均匀度指数、Simpson 优势度指数等对评价范围内的物种多样性进行评价。

7.4.2 三级评价可采用定性描述或面积、比例等定量指标，重点对评价范围内的土地利用现状、植被现状、野生动植物现状等进行分析，编制土地利用现状图、植被类型图、生态保护目标分布图等图件。

7.4.3 对于改扩建、分期实施的建设项目，应对既有工程、前期已实施工程的实际生态影响、已采取的生态保护措施的有效性和存在问题进行评价。

7.4.4 海洋生态现状评价还应符合 GB/T 19485 的要求。

## 8 生态影响预测与评价

### 8.1 总体要求

8.1.1 生态影响预测与评价内容应与现状评价内容相对应，根据建设项目特点、区域生物多样性保护要求以及生态系统功能等选择评价预测指标。

8.1.2 生态影响预测与评价尽量采用定量方法进行描述和分析，生态影响预测与评价方法参见附录 C。

### 8.2 生态影响预测与评价内容及要求

8.2.1 一级、二级评价应根据现状评价内容选择以下全部或部分内容开展预测评价：

- a) 采用图形叠置法分析工程占用的植被类型、面积及比例；通过引起地表沉陷或改变地表径流、地下水水位、土壤理化性质等方式对植被产生影响的，采用生态机理分析法、类比分析法等方法分析植物群落的物种组成、群落结构等变化情况；
- b) 结合工程的影响方式预测分析重要物种的分布、种群数量、生境状况等变化情况；分析施工活动和运行产生的噪声、灯光等对重要物种的影响；涉及迁徙、洄游物种的，分析工程施工和运行对迁徙、洄游行为的阻隔影响；涉及国家重点保护野生动植物、极危、濒危物种的，可采用生境评价方法预测分析物种适宜生境的分布及面积变化、生境破碎化程度等，图示建设项目实施后的物种适宜生境分布情况；
- c) 结合水文情势、水动力和冲淤、水质（包括水温）等影响预测结果，预测分析水生生境质量、连通性以及产卵场、索饵场、越冬场等重要生境的变化情况，图示建设项目实施后的重要水生生境分布情况；结合生境变化预测分析鱼类等重要水生生物的种类组成、种群结构、资源时空分布等变化情况；
- d) 采用图形叠置法分析工程占用的生态系统类型、面积及比例；结合生物量、生产力、生态系统功能等变化情况预测分析建设项目对生态系统的影响；
- e) 结合工程施工和运行引入外来物种的主要途径、物种生物学特性以及区域生态环境特点，参考 HJ 624 分析建设项目实施可能导致外来物种造成生态危害的风险；
- f) 结合物种、生境以及生态系统变化情况，分析建设项目对所在区域生物多样性的影响；分析建设项目通过时间或空间的累积作用方式产生的生态影响，如生境丧失、退化及破碎化、生态系统退化、生物多样性下降等；
- g) 涉及生态敏感区的，结合主要保护对象开展预测评价；涉及以自然景观、自然遗迹为主要保护对象的生态敏感区时，分析工程施工对景观、遗迹完整性的影响，结合工程建筑物、构筑物或其他设施的布局及设计，分析与景观、遗迹的协调性。

8.2.2 三级评价可采用图形叠置法、生态机理分析法、类比分析法等预测分析工程对土地利用、植被、野生动植物等的影响。

8.2.3 不同行业应结合项目规模、影响方式、影响对象等确定评价重点：

- a) 矿产资源开发项目应对开采造成的植物群落及植被覆盖度变化、重要物种的活动、分布及重要生境变化以及生态系统结构和功能变化、生物多样性变化等开展重点预测与评价；
- b) 水利水电项目应对河流、湖泊等水体天然状态改变引起的水生生境变化、鱼类等重要水生生物的分布及种类组成、种群结构变化，水库淹没、工程占地引起的植物群落、重要物种的活动、

分布及重要生境变化，调水引起的生物入侵风险，以及生态系统结构和功能变化、生物多样性变化等开展重点预测与评价；

- c) 公路、铁路、管线等线性工程应对植物群落及植被覆盖度变化、重要物种的活动、分布及重要生境变化、生境连通性及破碎化程度变化、生物多样性变化等开展重点预测与评价；
- d) 农业、林业、渔业等建设项目应对土地利用类型或功能改变引起的重要物种的活动、分布及重要生境变化、生态系统结构和功能变化、生物多样性变化以及生物入侵风险等开展重点预测与评价；
- e) 涉海工程海洋生态影响评价应符合 GB/T 19485 的要求，对重要物种的活动、分布及重要生境变化、海洋生物资源变化、生物入侵风险以及典型海洋生态系统的结构和功能变化、生物多样性变化等开展重点预测与评价。

## 9 生态保护对策措施

### 9.1 总体要求

9.1.1 应针对生态影响的对象、范围、时段、程度，提出避让、减缓、修复、补偿、管理、监测、科研等对策措施，分析措施的技术可行性、经济合理性、运行稳定性、生态保护和修复效果的可达性，选择技术先进、经济合理、便于实施、运行稳定、长期有效的措施，明确措施的内容、设施的规模及工艺、实施位置和时间、责任主体、实施保障、实施效果等，编制生态保护措施平面布置图、生态保护措施设计图，并估算（概算）生态保护投资。

9.1.2 优先采取避让方案，源头防止生态破坏，包括通过选址选线调整或局部方案优化避让生态敏感区，施工作业避让重要物种的繁殖期、越冬期、迁徙洄游期等关键活动期和特别保护期，取消或调整产生显著不利影响的工程内容和施工方式等。优先采用生态友好的工程建设技术、工艺及材料等。

9.1.3 坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理的思路，提出生态保护对策措施。必要时开展专题研究和设计，确保生态保护措施有效。坚持尊重自然、顺应自然、保护自然的理念，采取自然的恢复措施或绿色修复工艺，避免生态保护措施自身的不利影响。不应采取违背自然规律的措施，切实保护生物多样性。

### 9.2 生态保护措施

9.2.1 项目施工前应对工程占用区域可利用的表土进行剥离，单独堆存，加强表土堆存防护及管理，确保有效回用。施工过程中，采取绿色施工工艺，减少地表开挖，合理设计高陡边坡支挡、加固措施，减少对脆弱生态的扰动。

9.2.2 项目建设造成地表植被破坏的，应提出生态修复措施，充分考虑自然生态条件，因地制宜，制定生态修复方案，优先使用原生表土和选用乡土物种，防止外来生物入侵，构建与周边生态环境相协调的植物群落，最终形成可自我维持的生态系统。生态修复的目标主要包括：恢复植被和土壤，保证一定的植被覆盖度和土壤肥力；维持物种种类和组成，保护生物多样性；实现生物群落的恢复，提高生态系统的生产力和自我维持力；维持生境的连通性等。生态修复应综合考虑物理（非生物）方法、生物方法和管理措施，结合项目施工工期、扰动范围，有条件的可提出“边施工、边修复”的措施要求。

9.2.3 尽量减少对动植物的伤害和生境占用。项目建设对重点保护野生植物、特有植物、古树名木等造成不利影响的，应提出优化工程布置或设计、就地或迁地保护、加强观测等措施，具备移栽条件、长势较好的尽量全部移栽。项目建设对重点保护野生动物、特有动物及其生境造成不利影响的，应提出优化工程施工方案、运行方式，实施物种救护，划定生境保护区域，开展生境保护和修复，构建活动廊道或建设食源地等措施。采取增殖放流、人工繁育等措施恢复受损的重要生物资源。项目建设产生阻隔影

响的，应提出减缓阻隔、恢复生境连通的措施，如野生动物通道、过鱼设施等。项目建设和运行噪声、灯光等对动物造成不利影响的，应提出优化工程施工方案、设计方案或降噪遮光等防护措施。

9.2.4 矿山开采项目还应采取保护性开采技术或其他措施控制沉陷深度和保护地下水的生态功能。水利水电项目还应结合工程实施前后的水文情势变化情况、已批复的所在河流生态流量（水量）管理与调度方案等相关要求，确定合适的生态流量，具备调蓄能力且有生态需求的，应提出生态调度方案。涉及河流、湖泊或海域治理的，应尽量塑造近自然水域形态、底质、亲水岸线，尽量避免采取完全硬化措施。

### 9.3 生态监测和环境管理

9.3.1 结合项目规模、生态影响特点及所在区域的生态敏感性，针对性地提出全生命周期、长期跟踪或常规的生态监测计划，提出必要的科技支撑方案。大中型水利水电项目、采掘类项目、新建 100 km 以上的高速公路及铁路项目、大型海上机场项目等应开展全生命周期生态监测；新建 50~100 km 的高速公路及铁路项目、新建码头项目、高等级航道项目、围填海项目以及占用或穿（跨）越生态敏感区的其他项目应开展长期跟踪生态监测（施工期并延续至正式投运后 5~10 年），其他项目可根据情况开展常规生态监测。

9.3.2 生态监测计划应明确监测因子、方法、频次、点位等。开展全生命周期和长期跟踪生态监测的项目，其监测点位以代表性为原则，在生态敏感区可适当增加调查密度、频次。

9.3.3 施工期重点监测施工活动干扰下生态保护目标的受影响状况，如植物群落变化、重要物种的活动、分布变化、生境质量变化等，运行期重点监测对生态保护目标的实际影响、生态保护对策措施的有效性以及生态修复效果等。有条件或有必要的，可开展生物多样性监测。

9.3.4 明确施工期和运行期环境管理原则与技术要求。可提出开展施工期工程环境监理、环境影响后评价等环境管理和技术要求。

## 10 生态影响评价结论

对生态现状、生态影响预测与评价结果、生态保护对策措施等内容进行概括总结，从生态影响角度明确建设项目是否可行。

## 11 生态影响评价自查表

生态影响评价完成后，应对生态影响评价主要内容与结论进行自查。生态影响评价自查表内容与格式参见附录 E。

附 录 A  
(资料性附录)  
生态影响评价因子筛选表

生态影响评价因子筛选表参见表 A.1。

表 A.1 生态影响评价因子筛选表

| 受影响对象  | 评价因子                  | 工程内容及影响方式 | 影响性质  | 影响程度  |
|--|-----------------------|-----------|-------|-------|
| 物种   | 分布范围、种群数量、种群结构、行为等    |           |       |       |
| 生境   | 生境面积、质量、连通性等          |           |       |       |
| 生物群落   | 物种组成、群落结构等            |           |       |       |
| 生态系统   | 植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等 |           |       |       |
| 生物多样性  | 物种丰富度、均匀度、优势度等        |           |       |       |
| 生态敏感区  | 主要保护对象、生态功能等          |           |       |       |
| 自然景观   | 景观多样性、完整性等            |           |       |       |
| 自然遗迹   | 遗迹多样性、完整性等            |           |       |       |
| .....  | .....                 | .....     | ..... | ..... |
| 注 1：应按施工期、运行期以及服务期满后（可根据项目情况选择）等不同阶段进行工程分析和评价因子筛选。 |                       |           |       |       |
| 注 2：影响性质主要包括长期与短期、可逆与不可逆生态影响。                      |                       |           |       |       |

注 3: 影响方式可分为直接、间接、累积生态影响, 可依据以下内容进行判断:

- a) 直接生态影响: 临时、永久占地导致生境直接破坏或丧失; 工程施工、运行导致个体直接死亡; 物种迁徙(或洄游)、扩散、种群交流受到阻隔; 施工活动以及运行期噪声、振动、灯光等对野生动物行为产生干扰; 工程建设改变河流、湖泊等水体天然状态等;
- b) 间接生态影响: 水文情势变化导致生境条件、水生生态系统发生变化; 地下水水位、土壤理化特性变化导致动植物群落发生变化; 生境面积和质量下降导致个体死亡、种群数量下降或种群生存能力降低; 资源减少及分布变化导致种群结构或种群动态发生变化; 因阻隔影响造成种群间基因交流减少, 导致小种群灭绝风险增加; 滞后效应(例如, 由于关键种的消失使捕食者和被捕食者的关系发生变化)等;
- c) 累积生态影响: 整个区域生境的逐渐丧失和破碎化; 在景观尺度上生境的多样性减少; 不可逆转的生物多样性下降; 生态系统持续退化等。

注 4: 影响程度可分为强、中、弱、无四个等级, 可依据以下原则进行初步判断:

- a) 强: 生境受到严重破坏, 水系开放连通性受到显著影响; 野生动植物难以栖息繁衍(或生长繁殖), 物种种类明显减少, 种群数量显著下降, 种群结构明显改变; 生物多样性显著下降, 生态系统结构和功能受到严重损害, 生态系统稳定性难以维持; 自然景观、自然遗迹受到永久性破坏; 生态修复难度较大;
- b) 中: 生境受到一定程度破坏, 水系开放连通性受到一定程度影响; 野生动植物栖息繁衍(或生长繁殖)受到一定程度干扰, 物种种类减少, 种群数量下降, 种群结构改变; 生物多样性有所下降, 生态系统结构和功能受到一定程度破坏, 生态系统稳定性受到一定程度干扰; 自然景观、自然遗迹受到暂时性影响; 通过采取一定措施上述不利影响可以得到减缓和控制, 生态修复难度一般;
- c) 弱: 生境受到暂时性破坏, 水系开放连通性变化不大; 野生动植物栖息繁衍(或生长繁殖)受到暂时性干扰, 物种种类、种群数量、种群结构变化不大; 生物多样性、生态系统结构、功能以及生态系统稳定性基本维持现状; 自然景观、自然遗迹基本未受到破坏; 在干扰消失后可以修复或自然恢复;
- d) 无: 生境未受到破坏, 水系开放连通性未受到影响; 野生动植物栖息繁衍(或生长繁殖)未受到影响; 生物多样性、生态系统结构、功能以及生态系统稳定性维持现状; 自然景观、自然遗迹未受到破坏。

**附 录 B**  
**(资料性附录)**  
**生态现状调查方法及结果统计**

**B.1 资料收集法**

收集现有的可以反映生态现状或生态背景的资料，分为现状资料和历史资料，包括相关文字、图件和影像等。引用资料应进行必要的现场校核。

**B.2 现场调查法**

现场调查应遵循整体与重点相结合的原则，整体上兼顾项目所涉及的各个生态保护目标，突出重点区域和关键时段的调查，并通过实地踏勘，核实收集资料的准确性，以获取实际资料和数据。

**B.3 专家和公众咨询法**

通过咨询有关专家，收集公众、社会团体和相关管理部门对项目的意见，发现现场踏勘中遗漏的相关信息。专家和公众咨询应与资料收集和现场调查同步开展。

**B.4 生态监测法**

当资料收集、现场调查、专家和公众咨询获取的数据无法满足评价工作需要，或项目可能产生潜在的或长期累积影响时，可选用生态监测法。生态监测应根据监测因子的生态学特点和干扰活动的特点确定监测位置和频次，有代表性地布点。生态监测方法与技术要求须符合国家现行的有关生态监测规范和监测标准分析方法；对于生态系统生产力的调查，必要时需现场采样、实验室测定。

**B.5 遥感调查法**

包括卫星遥感、航空遥感等方法。遥感调查应辅以必要的实地调查工作。

**B.6 陆生、水生动植物调查方法**

陆生、水生动植物野外调查所需要的仪器、工具和常用的技术方法见 HJ 710.1~13。

**B.7 海洋生态调查方法**

海洋生态调查方法见 GB/T 19485。

B.8 淡水渔业资源调查方法

淡水渔业资源调查方法见 SC/T 9429。

B.9 淡水浮游生物调查方法

淡水浮游生物调查方法见 SC/T 9402。

B.10 生态调查统计表格

B.10.1 植物群落调查

表 B.1 植物群落调查结果统计表

| 植被型组   | 植被型   | 植被亚型   | 群系       | 分布区域 | 工程占用情况                  |          |
|--------|-------|--------|----------|------|-------------------------|----------|
|        |       |        |          |      | 占用面积 (hm <sup>2</sup> ) | 占用比例 (%) |
| I. XX  | 一、XX  | (一) XX | 1. XX 群系 |      |                         |          |
|        |       |        | 2. XX 群系 |      |                         |          |
|        |       |        | .....    |      |                         |          |
|        |       | (二) XX | 1. XX 群系 |      |                         |          |
|        |       |        | 2. XX 群系 |      |                         |          |
|        |       |        | .....    |      |                         |          |
|        | 二、XX  | (一) XX | 1. XX 群系 |      |                         |          |
|        |       | .....  | .....    |      |                         |          |
|        |       | .....  | .....    |      |                         |          |
|        |       | .....  | .....    |      |                         |          |
| II. XX | 一、XX  | (一) XX | 1. XX 群系 |      |                         |          |
|        |       | .....  | .....    |      |                         |          |
|        | 二、XX  | (一) XX | 1. XX 群系 |      |                         |          |
|        |       | .....  | .....    |      |                         |          |
| .....  | ..... | .....  |          |      |                         |          |

## B.10.2 重要物种调查

表 B.2 重要野生植物调查结果统计表

| 序号  | 物种名称（中文名/拉丁名） | 保护级别 | 濒危等级 | 特有种（是/否） | 极小种群野生植物（是/否） | 分布区域 | 资料来源 | 工程占用情况（是/否） |
|-----|---------------|------|------|----------|---------------|------|------|-------------|
| 1   |               |      |      |          |               |      |      |             |
| 2   |               |      |      |          |               |      |      |             |
| ... |               |      |      |          |               |      |      |             |

注 1：保护级别根据国家及地方正式发布的重点保护野生植物名录确定。  
注 2：濒危等级、特有种根据《中国生物多样性红色名录》确定。  
注 3：资料来源包括环评现场调查、文献记录、历史调查资料及科考报告等。  
注 4：涉及占用的应说明具体工程内容和占用情况（如株数等），不直接占用的应说明与工程的位置关系。

表 B.3 重要野生动物调查结果统计表

| 序号  | 物种名称（中文名/拉丁名） | 保护级别 | 濒危等级 | 特有种（是/否） | 分布区域 | 资料来源 | 工程占用情况（是/否） |
|-----|---------------|------|------|----------|------|------|-------------|
| 1   |               |      |      |          |      |      |             |
| 2   |               |      |      |          |      |      |             |
| ... |               |      |      |          |      |      |             |

注 1：保护级别根据国家及地方正式发布的重点保护野生动物名录确定。  
注 2：濒危等级、特有种根据《中国生物多样性红色名录》确定。  
注 3：分布区域应说明物种分布情况以及生境类型。  
注 4：资料来源包括环评现场调查、文献记录、历史调查资料及科考报告等。  
注 5：说明工程占用生境情况。涉及占用的应说明具体工程内容和占用面积，不直接占用的应说明生境分布与工程的位置关系。

表 B.4 古树名木调查结果统计表

| 序号  | 树种名称（中文名/拉丁名） | 生长状况 | 树龄 | 经纬度和海拔 | 工程占用情况（是/否） |
|-----|---------------|------|----|--------|-------------|
| 1   |               |      |    |        |             |
| 2   |               |      |    |        |             |
| ... |               |      |    |        |             |

注：涉及占用的应说明具体工程内容和占用情况，不直接占用的应说明与工程的位置关系。

附 录 C  
(资料性附录)  
生态现状及影响评价方法

### C.1 列表清单法

列表清单法是一种定性分析方法。该方法的特点是简单明了、针对性强。

#### a) 方法

将拟实施的开发建设活动的影响因素与可能受影响的环境因子分别列在同一张表格的行与列内,逐点进行分析,并逐条阐明影响的性质、强度等,由此分析开发建设活动的生态影响。

#### b) 应用

- 1) 进行开发建设活动对生态因子的影响分析;
- 2) 进行生态保护措施的筛选;
- 3) 进行物种或栖息地重要性或优先度比选。

### C.2 图形叠置法

图形叠置法是把两个以上的生态信息叠合到一张图上,构成复合图,用以表示生态变化的方向和程度。该方法的特点是直观、形象,简单明了。

图形叠置法有两种基本制作手段:指标法和3S叠图法。

#### a) 指标法

- 1) 确定评价范围;
- 2) 开展生态调查,收集评价范围及周边地区自然环境、动植物等信息;
- 3) 识别影响并筛选评价因子,包括识别和分析主要生态问题;
- 4) 建立表征评价因子特性的指标体系,通过定性分析或定量方法对指标赋值或分级,依据指标值进行区域划分;
- 5) 将上述区划信息绘制在生态图上。

#### b) 3S叠图法

- 1) 选用符合要求的工作底图,底图范围应大于评价范围;
- 2) 在底图上描绘主要生态因子信息,如植被覆盖、动植物分布、河流水系、土地利用、生态敏感区等;
- 3) 进行影响识别与筛选评价因子;
- 4) 运用3S技术,分析影响性质、方式和程度;
- 5) 将影响因子图和底图叠加,得到生态影响评价图。

### C.3 生态机理分析法

生态机理分析法是根据建设项目的特点和受影响物种的生物学特征，依照生态学原理分析、预测建设项目生态影响的方法。生态机理分析法的工作步骤如下：

- a) 调查环境背景现状，收集工程组成、建设、运行等有关资料；
- b) 调查植物和动物分布，动物栖息地和迁徙、洄游路线；
- c) 根据调查结果分别对植物或动物种群、群落和生态系统进行分析，描述其分布特点、结构特征和演化特征；
- d) 识别有无珍稀濒危物种、特有种等需要特别保护的物种；
- e) 预测项目建成后该地区动物、植物生长环境的变化；
- f) 根据项目建成后的环境变化，对照无开发项目条件下动物、植物或生态系统演替或变化趋势，预测建设项目对个体、种群和群落的影响，并预测生态系统演替方向。

评价过程中可根据实际情况进行相应的生物模拟试验，如环境条件、生物习性模拟试验、生物毒理学试验、实地种植或放养试验等；或进行数学模拟，如种群增长模型的应用。

该方法需要与生物学、地理学、水文学、数学及其他多学科合作评价，才能得出较为客观的结果。

#### C.4 指数法与综合指数法

指数法是利用同度量因素的相对值来表明因素变化状况的方法。指数法的难点在于需要建立表征生态环境质量的标准体系并进行赋权和准确定量。综合指数法是从确定同度量因素出发，把不能直接对比的事物变成能够同度量的方法。

##### a) 单因子指数法

选定合适的评价标准，可进行生态因子现状或预测评价。例如，以同类型立地条件的森林植被覆盖率为标准，可评价项目建设区的植被覆盖现状情况；以评价区现状植被盖度为标准，可评价项目建成后植被盖度的变化率。

##### b) 综合指数法

- 1) 分析各生态因子的性质及变化规律；
- 2) 建立表征各生态因子特性的指标体系；
- 3) 确定评价标准；
- 4) 建立评价函数曲线，将生态因子的现状值（开发建设活动前）与预测值（开发建设活动后）转换为统一的无量纲的生态环境质量指标，用1~0表示优劣（“1”表示最佳的、顶极的、原始或人类干预甚少的生态状况，“0”表示最差的、极度破坏的、几乎无生物性的生态状况），计算开发建设活动前后各因子质量的变化值；
- 5) 根据各因子的相对重要性赋予权重；
- 6) 将各因子的变化值综合，提出综合影响评价价值。

$$\Delta E = \sum (E_{hi} - E_{qi}) \times W_i \quad (C.1)$$

式中： $\Delta E$ ——开发建设活动前后生态质量变化值；

$E_{hi}$ ——开发建设活动后*i*因子的质量指标；

$E_{qi}$ ——开发建设活动前*i*因子的质量指标；

$W_i$ ——*i*因子的权值。

##### c) 指数法应用

- 1) 可用于生态因子单因子质量评价；
- 2) 可用于生态多因子综合质量评价；
- 3) 可用于生态系统功能评价。

## d) 说明

建立评价函数曲线需要根据标准规定的指标值确定曲线的上、下限。对于大气、水环境等已有明确质量标准的因子，可直接采用不同级别的标准值作为上、下限；对于无明确标准的生态因子，可根据评价目的、评价要求和环境特点等选择相应的指标值，再确定上、下限。

## C.5 类比分析法

类比分析法是一种比较常用的定性和半定量评价方法，一般有生态整体类比、生态因子类比和生态问题类比等。

## a) 方法

根据已有的建设项目的生态影响，分析或预测拟建项目可能产生的影响。选择好类比对象（类比项目）是进行类比分析或预测评价的基础，也是该方法成败的关键。

类比对象的选择条件是：工程性质、工艺和规模与拟建项目基本相当，生态因子（地理、地质、气候、生物因素等）相似，项目建成已有一定时间，所产生的影响已基本全部显现。

类比对象确定后，需选择和确定类比因子及指标，并对类比对象开展调查与评价，再分析拟建项目与类比对象的差异。根据类比对象与拟建项目的比较，做出类比分析结论。

## b) 应用

- 1) 进行生态影响识别（包括评价因子筛选）；
- 2) 以原始生态系统作为参照，可评价目标生态系统的质量；
- 3) 进行生态影响的定性分析与评价；
- 4) 进行某一个或几个生态因子的影响评价；
- 5) 预测生态问题的发生与发展趋势及其危害；
- 6) 确定环保目标和寻求最有效、可行的生态保护措施。

## C.6 系统分析法

系统分析法是指把要解决的问题作为一个系统，对系统要素进行综合分析，找出解决问题的可行方案的咨询方法。具体步骤包括：限定问题、确定目标、调查研究、收集数据、提出备选方案和评价标准、备选方案评估和提出最可行方案。

系统分析法因其能妥善解决一些多目标动态性问题，已广泛应用于各行各业，尤其在区域开发或解决优化方案选择问题时，系统分析法显示出其他方法所不能达到的效果。

在生态系统质量评价中使用系统分析的具体方法有专家咨询法、层次分析法、模糊综合评判法、综合排序法、系统动力学、灰色关联等方法。

## C.7 生物多样性评价方法

生物多样性是生物（动物、植物、微生物）与环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和，包括生态系统、物种和基因三个层次。

生态系统多样性指生态系统的多样化程度，包括生态系统的类型、结构、组成、功能和生态过程的多样性等。物种多样性指物种水平的多样化程度，包括物种丰富度和物种多度。基因多样性（或遗传多样性）指一个物种的基因组成中遗传特征的多样性，包括种内不同种群之间或同一种群内不同个体的遗传变异性。

物种多样性常用的评价指标包括物种丰富度、香农-威纳多样性指数、Pielou 均匀度指数、Simpson

优势度指数等。

物种丰富度 (species richness): 调查区域内物种种数之和。

香农-威纳多样性指数 (Shannon-Wiener diversity index) 计算公式为:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (\text{C.2})$$

式中:  $H$ ——香农-威纳多样性指数;

$S$ ——调查区域内物种种类总数;

$P_i$ ——调查区域内属于第  $i$  种的个体比例, 如总个体数为  $N$ , 第  $i$  种个体数为  $n_i$ , 则  $P_i = n_i/N$ 。

Pielou 均匀度指数是反映调查区域各物种个体数目分配均匀程度的指数, 计算公式为:

$$J = (- \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i) / \ln S \quad (\text{C.3})$$

式中:  $J$ ——Pielou 均匀度指数;

$S$ ——调查区域内物种种类总数;

$P_i$ ——调查区域内属于第  $i$  种的个体比例。

Simpson 优势度指数与均匀度指数相对应, 计算公式为:

$$D = 1 / \sum_{i=1}^S P_i^2 \quad (\text{C.4})$$

式中:  $D$ ——Simpson 优势度指数;

$S$ ——调查区域内物种种类总数;

$P_i$ ——调查区域内属于第  $i$  种的个体比例。

## C.8 生态系统评价方法

### C.8.1 植被覆盖度

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状。

基于遥感估算植被覆盖度可根据区域特点和数据基础采用不同的方法, 如植被指数法、回归模型、机器学习法等。

植被指数法主要是通过对各像元中植被类型及分布特征的分析, 建立植被指数与植被覆盖度的转换关系。采用归一化植被指数 (NDVI) 估算植被覆盖度的方法如下:

$$FVC = (NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s) \quad (\text{C.5})$$

式中:  $FVC$ ——所计算像元的植被覆盖度;

$NDVI$ ——所计算像元的 NDVI 值;

$NDVI_v$ ——纯植物像元的 NDVI 值;

$NDVI_s$ ——完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

### C.8.2 生物量

生物量是指一定地段面积内某个时期生存着的活有机体的重量。不同生态系统的生物量测定方法不同, 可采用实测与估算相结合的方法。

地上生物量估算可采用植被指数法、异速生长方程法等方法进行计算。基于植被指数的生物量统计法是通过实地测量的生物量数据和遥感植被指数建立统计模型，在遥感数据的基础上反演得到评价区域的生物量。

### C.8.3 生产力

生产力是生态系统的生物生产能力，反映生产有机质或积累能量的速率。群落（或生态系统）初级生产力是单位面积、单位时间群落（或生态系统）中植物利用太阳能固定的能量或生产的有机质的量。净初级生产力（NPP）是从固定的总能量或产生的有机质总量中减去植物呼吸所消耗的量，直接反映了植被群落在自然环境条件下的生产能力，表征陆地生态系统的质量状况。

NPP 可利用统计模型（如 Miami 模型）、过程模型（如 BIOME-BGC 模型、BEPS 模型）和光能利用率模型（如 CASA 模型）进行计算。根据区域植被特点和数据基础确定具体方法。

通过 CASA 模型计算净初级生产力的公式如下：

$$NPP(x,t) = APAR(x,t) \times \varepsilon(x,t) \quad (C.6)$$

式中：NPP——净初级生产力；

APAR——植被所吸收的光合有效辐射；

$\varepsilon$ ——光能转化率；

$t$ ——时间；

$x$ ——空间位置。

### C.8.4 生物完整性指数

生物完整性指数（Index of Biotic Integrity, IBI）已被广泛应用于河流、湖泊、沼泽、海岸滩涂、水库等生态系统健康状况评价，指示生物类群也由最初的鱼类扩展到底栖动物、着生藻类、维管植物、两栖动物和鸟类等。生物完整性指数评价的工作步骤如下：

- a) 结合工程影响特点和所在区域水生态系统特征，选择指示物种；
- b) 根据指示物种种群特征，在指标库中确定指示物种状况参数指标；
- c) 选择参考点（未开发建设、未受干扰的点或受干扰极小的点）和干扰点（已开发建设、受干扰的点），采集参数指标数据，通过对参数指标值的分布范围分析、判别能力分析（敏感性分析）和相关关系分析，建立评价指标体系；
- d) 确定每种参数指标值以及生物完整性指数的计算方法，分别计算参考点和干扰点的指数值；
- e) 建立生物完整性指数的评分标准；
- f) 评价项目建设前所在区域水生态系统状况，预测分析项目建设后水生态系统变化情况。

### C.8.5 生态系统功能评价

陆域生态系统服务功能评价方法可参考 HJ 1173，根据生态系统类型选择适用指标。

## C.9 景观生态学评价方法

景观生态学主要研究宏观尺度上景观类型的空间格局和生态过程的相互作用及其动态变化特征。景观格局是指大小和形状不一的景观斑块在空间上的排列，是各种生态过程在不同尺度上综合作用的结果。景观格局变化对生物多样性产生直接而强烈影响，其主要原因是生境丧失和破碎化。

景观变化的分析方法主要有三种：定性描述法、景观生态图叠置法和景观动态的定量化分析法。目前较常用的方法是景观动态的定量化分析法，主要是对收集的景观数据进行解译或数字化处理，建立景

景观类型图，通过计算景观格局指数或建立动态模型对景观面积变化和景观类型转化等进行分析，揭示景观的空间配置以及格局动态变化趋势。

景观指数是能够反映景观格局特征的定量化指标，分为三个级别，代表三种不同的应用尺度，即斑块级别指数、斑块类型级别指数和景观级别指数，可根据需要选取相应的指标，采用 FRAGSTATS 等景观格局分析软件进行计算分析。涉及显著改变土地利用类型的矿山开采、大规模的农林业开发以及大中型水利水电建设项目等可采用该方法对景观格局的现状及变化进行评价，公路、铁路等线性工程造成的生境破碎化等累积生态影响也可采用该方法进行评价。常用的景观指数及其含义见表 C.1。

表 C.1 常用的景观指数及其含义

| 名称   | 含义  |
|--|---|
| 斑块类型面积 (CA)<br>Class area                          | 斑块类型面积是度量其他指标的基础，其值的大小影响以此斑块类型作为生境的物种数量及丰度                  |
| 斑块所占景观面积比例 (PLAND)<br>Percent of landscape         | 某一斑块类型占整个景观面积的百分比，是确定优势景观元素重要依据，也是决定景观中优势种和数量等生态系统指标的重要因素   |
| 最大斑块指数 (LPI)<br>Largest patch index                | 某一斑块类型中最大斑块占整个景观的百分比，用于确定景观中的优势斑块，可间接反映景观变化受人类活动的干扰程度       |
| 香农多样性指数 (SHDI)<br>Shannon's diversity index        | 反映景观类型的多样性和异质性，对景观中各斑块类型非均衡分布状况较敏感，值增大表明斑块类型增加或各斑块类型呈均衡趋势分布 |
| 蔓延度指数 (CONTAG)<br>Contagion index                  | 高蔓延度值表明景观中的某种优势斑块类型形成了良好的连接性，反之则表明景观具有多种要素的密集格局，破碎化程度较高     |
| 散布与并列指数 (IJI)<br>Interspersion juxtaposition index | 反映斑块类型的隔离分布情况，值越小表明斑块与相同类型斑块相邻越多，而与其他类型斑块相邻的越少              |
| 聚集度指数 (AI)<br>Aggregation index                    | 基于栅格数量测度景观或者某种斑块类型的聚集程度                                     |

### C.10 生境评价方法

物种分布模型 (species distribution models, SDMs) 是基于物种分布信息和对应的环境变量数据对物种潜在分布区进行预测的模型，广泛应用于濒危物种保护、保护区规划、入侵物种控制及气候变化对生物分布区影响预测等领域。目前已发展了多种多样的预测模型，每种模型因其原理、算法不同而各有优势和局限，预测表现也存在差异。其中，基于最大熵理论建立的最大熵模型 (maximum entropy model, MaxEnt)，可以在分布点相对较少的情况下获得较好的预测结果，是目前使用频率最多的物种分布模型之一。基于 MaxEnt 模型开展生境评价的工作步骤如下：

- a) 通过近年文献记录、现场调查收集物种分布点数据，并进行数据筛选；将分布点的经纬度数据在 Excel 表格中汇总，统一为十进制度的格式，保存用于 MaxEnt 模型计算；
- b) 选取环境变量数据以表现栖息生境的生物气候特征、地形特征、植被特征和人为影响程度，在 ArcGIS 软件中将环境变量统一边界和坐标系，并重采样为同一分辨率；
- c) 使用 MaxEnt 软件建立物种分布模型，以受试者工作特征曲线下面积 (area under the receiving operator curve, AUC) 评价模型优劣；采用刀切法 (Jackknife test) 检验各个环境变量的相对贡献。根据模型标准及图层栅格出现概率重分类，确定生境适宜性分级指数范围；
- d) 将结果文件导入 ArcGIS，获得物种适宜生境分布图，叠加建设项目，分析对物种分布的影响。

### C.11 海洋生物资源影响评价方法

海洋生物资源影响评价技术方法参见 GB/T 19485 相关要求。

**附录 D**  
**(规范性附录)**  
**生态影响评价图件规范与要求**

生态影响评价图件是指以图形、图像的形式，对生态影响评价有关空间内容的描述、表达或定量分析。生态影响评价图件是生态影响评价报告的必要组成内容，是评价的主要依据和成果的重要表现形式，是指导生态保护措施设计的重要依据。

### D.1 数据来源与要求

生态影响评价图件的基础数据来源包括已有图件资料、采样、实验、地面勘测和遥感信息等。图件基础数据应满足生态影响评价的时效性要求，选择与评价基准时段相匹配的数据源。当图件主题内容无显著变化时，制图数据源的时效性要求可在无显著变化期内适当放宽，但必须经过现场勘验校核。

### D.2 制图与成图精度要求

生态影响评价制图应采用标准地形图作为工作底图，精度不低于工程设计的制图精度，比例尺一般在 1:50000 以上。调查样方、样线、点位、断面等布设图、生态监测布点图、生态保护措施平面布置图、生态保护措施设计图等应结合实际情况选择适宜的比例尺，一般为 1:10000~1:2000。当工作底图的精度不满足评价要求时，应开展针对性的测绘工作。

生态影响评价成图应能准确、清晰地反映评价主题内容，满足生态影响判别和生态保护措施的实施。当成图范围过大时，可采用点线面相结合的方式，分幅成图；涉及生态敏感区时，应分幅单独成图。

图件内容要求见表 D.1。

**表 D.1 图件内容要求**

| 图件名称            | 图件内容要求   |
|-----------------|--|
| 项目地理位置图         | 项目位于区域或流域的相对位置   |
| 地表水系图           | 项目涉及的地表水系分布情况，标明干流及主要支流  |
| 项目总平面布置图及施工总布置图 | 各工程内容的平面布置及施工布置情况  |
| 线性工程平纵断面图       | 线路走向、工程形式等   |
| 土地利用现状图         | 评价范围内的土地利用类型及分布情况，采用 GB/T 21010 土地利用分类体系，以二级类型作为基础制图单位   |
| 植被类型图           | 评价范围内的植被类型及分布情况，以植物群落调查成果作为基础制图单位。植被遥感制图应结合工作底图精度选择适宜分辨率的遥感数据，必要时应采用高分辨率遥感数据。山地植被还应完成典型剖面植被示意图 |
| 植被覆盖度空间分布图      | 评价范围内的植被状况，基于遥感数据并采用归一化植被指数（NDVI）估算得到的植被覆盖度空间分布情况  |
| 生态系统类型图         | 评价范围内的生态系统类型分布情况，采用 HJ 1166 生态系统分类体系，以Ⅱ级类型作为基础制图单位   |

| 图件名称              | 图件内容要求   |
|-------------------|--|
| 生态保护目标空间分布图       | 项目与生态保护目标的空间位置关系。针对重要物种、生态敏感区等不同的生态保护目标应分别成图，生态敏感区分布图应在行政主管部门公布的功能分区图上叠加工程要素，当不同生态敏感区重叠时，应通过不同边界线型加以区分 |
| 物种迁徙、洄游路线图        | 物种迁徙、洄游的路线、方向以及时间  |
| 物种适宜生境分布图         | 通过模型预测得到的物种分布图，以不同色彩表示不同适宜性等级的生境空间分布范围   |
| 调查样方、样线、点位、断面等布设图 | 调查样方、样线、点位、断面等布设位置，在不同海拔高度布设的样方、样线等，应说明其海拔高度   |
| 生态监测布点图           | 生态监测点位布置情况   |
| 生态保护措施平面布置图       | 主要生态保护措施的空间位置  |
| 生态保护措施设计图         | 典型生态保护措施的设计方案及主要设计参数等信息  |

### D.3 图件编制规范要求

生态影响评价图件应符合专题地图制图的规范要求，图面内容包括主图以及图名、图例、比例尺、方向标、注记、制图数据源（调查数据、实验数据、遥感信息数据、预测数据或其他）、成图时间等辅助要素。图式应符合 GB/T 20257。图面配置应在科学性、美观性、清晰性等方面相互协调。良好的图面配置总体效果包括：符号及图形的清晰与易读；整体图面的视觉对比度强；图形突出于背景；图形的视觉平衡效果好；图面设计的层次结构合理。

附 录 E  
(资料性附录)  
生态影响评价自查表

生态影响评价自查表参见表 E.1。

表 E.1 生态影响评价自查表

| 工作内容   |           | 自查项目  |
|--|-----------|---|
| 生态影响识别   | 生态保护目标    | 重要物种 <input type="checkbox"/> ；国家公园 <input type="checkbox"/> ；自然保护区 <input type="checkbox"/> ；自然公园 <input type="checkbox"/> ；世界自然遗产 <input type="checkbox"/> ；生态保护红线 <input type="checkbox"/> ；重要生境 <input type="checkbox"/> ；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>                      |
|  | 影响方式      | 工程占用 <input type="checkbox"/> ；施工活动干扰 <input type="checkbox"/> ；改变环境条件 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>  |
|  | 评价因子      | 物种 <input type="checkbox"/> ( )<br>生境 <input type="checkbox"/> ( )<br>生物群落 <input type="checkbox"/> ( )<br>生态系统 <input type="checkbox"/> ( )<br>生物多样性 <input type="checkbox"/> ( )<br>生态敏感区 <input type="checkbox"/> ( )<br>自然景观 <input type="checkbox"/> ( )<br>自然遗迹 <input type="checkbox"/> ( )<br>其他 <input type="checkbox"/> ( ) |
| 评价等级   |           | 一级 <input type="checkbox"/> 二级 <input type="checkbox"/> 三级 <input type="checkbox"/> 生态影响简单分析 <input type="checkbox"/>   |
| 评价范围   |           | 陆域面积：( ) km <sup>2</sup> ；水域面积：( ) km <sup>2</sup>  |
| 生态现状调查与评价  | 调查方法      | 资料收集 <input type="checkbox"/> ；遥感调查 <input type="checkbox"/> ；调查样方、样线 <input type="checkbox"/> ；调查点位、断面 <input type="checkbox"/> ；专家和公众咨询法 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>  |
|  | 调查时间      | 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/><br>丰水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/>  |
|  | 所在区域的生态问题 | 水土流失 <input type="checkbox"/> ；沙漠化 <input type="checkbox"/> ；石漠化 <input type="checkbox"/> ；盐渍化 <input type="checkbox"/> ；生物入侵 <input type="checkbox"/> ；污染危害 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>  |
|  | 评价内容      | 植被/植物群落 <input type="checkbox"/> ；土地利用 <input type="checkbox"/> ；生态系统 <input type="checkbox"/> ；生物多样性 <input type="checkbox"/> ；重要物种 <input type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>  |
| 生态影响预测与评价  | 评价方法      | 定性 <input type="checkbox"/> ；定性和定量 <input type="checkbox"/>   |
|  | 评价内容      | 植被/植物群落 <input type="checkbox"/> ；土地利用 <input type="checkbox"/> ；生态系统 <input type="checkbox"/> ；生物多样性 <input type="checkbox"/> ；重要物种 <input type="checkbox"/> ；生态敏感区 <input type="checkbox"/> ；生物入侵风险 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>   |
| 生态保护对策措施   | 对策措施      | 避让 <input type="checkbox"/> ；减缓 <input type="checkbox"/> ；生态修复 <input type="checkbox"/> ；生态补偿 <input type="checkbox"/> ；科研 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>  |
|  | 生态监测计划    | 全生命周期 <input type="checkbox"/> ；长期跟踪 <input type="checkbox"/> ；常规 <input type="checkbox"/> ；无 <input type="checkbox"/>  |
|  | 环境管理      | 环境监理 <input type="checkbox"/> ；环境影响后评价 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>  |
| 评价结论   | 生态影响      | 可行 <input type="checkbox"/> ；不可行 <input type="checkbox"/>   |
| 注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“( )”为内容填写项。 |           |   |