

**《环境影响评价技术导则 生态影响》
修订编制说明
(征求意见稿)**

《环境影响评价技术导则 生态影响》编制组

二〇一九年九月

目 录

1 项目背景.....	- 1 -
1.1 任务来源.....	- 1 -
1.2 工作过程.....	- 1 -
2 前期研究工作成果.....	- 2 -
2.1 现行生态导则实施情况评估.....	- 2 -
2.2 生态影响评价技术方法的应用评估.....	- 7 -
3 标准修订的必要性分析.....	- 15 -
3.1 适应“十三五”生态保护的新形势、新要求.....	- 15 -
3.2 支撑“十三五”环评改革的顺利实施.....	- 16 -
3.3 发挥环境要素导则对行业生态影响评价工作的总体指导和规范作用.....	- 16 -
3.4 解决导则体系重构过程中与其他要素导则的衔接问题.....	- 18 -
4 国内外相关标准情况.....	- 19 -
4.1 美国.....	- 19 -
4.2 英国.....	- 20 -
4.3 爱尔兰.....	- 20 -
4.4 新西兰.....	- 20 -
4.5 澳大利亚.....	- 20 -
4.6 国内情况.....	- 21 -
5 标准修订的依据与原则.....	- 21 -
5.1 标准修订的依据.....	- 21 -
5.2 标准修订的原则.....	- 22 -
5.3 标准修订的技术路线.....	- 22 -
5.4 标准修订的预期效果.....	- 24 -
5.5 主要修订方案.....	- 24 -
5.6 主要修订框架.....	- 25 -
6 标准修订主要内容说明.....	- 25 -
6.1 适用范围.....	- 25 -
6.2 规范性引用文件.....	- 26 -
6.3 术语和定义.....	- 26 -
6.4 总则.....	- 27 -
6.5 生态影响识别.....	- 27 -
6.6 评价工作分级及评价范围确定.....	- 30 -
6.7 生态现状调查与评价.....	- 32 -
6.8 生态影响预测与评价.....	- 33 -
6.9 生态影响缓解对策与措施.....	- 35 -
6.10 生态影响评价结论.....	- 36 -
6.11 附录.....	- 36 -
7 主要修订内容对比.....	- 40 -
8 对实施本标准的建议.....	- 53 -
9 主要参考文献.....	- 54 -

1 项目背景

1.1 任务来源

(1) 2018 年,《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)修订工作列入了生态环境部工作计划,由生态环境部环境影响评价与排放管理司负责归口管理。

(2) 导则修订的承担单位为生态环境部环境工程评估中心,协作单位为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。

1.2 工作过程

2016 年至 2017 年,环境工程评估中心组织开展了关于《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)修订的前期研究工作:2016 年 2 月,评估中心组织成立生态导则修订前期研究课题组,5 月 10 至 11 日,课题组在北京组织召开了研讨会,针对采掘类、水利水电、交通等行业生态导则使用存在问题和导则修订建议进行了研讨,5 月至 11 月,课题组梳理了导则发布实施以来环保部审批的采掘类、水利水电、交通等重点行业共计 512 个项目,从中筛选了 168 个项目,用于分析、评估生态导则在重点行业中的具体实施情况,结合专家咨询和调研,编写了水利水电、采掘类、交通行业生态导则实施情况评估报告。2016 年 11 月,课题组完成了《生态环境影响评价技术方法研究—生态导则修订前期研究》(2016 年度)研究报告并通过了专家验收。2017 年 5 月至 10 月,课题组重点开展了建设项目环评中陆生、水生生态现状调查以及影响评价方法和内容的研究,基于前期研究成果,于 12 月完成了《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2011)修订及编制说明初稿。

2018 年,《环境影响评价技术导则 生态影响》列入了环境保护标准制修订工作计划,1 月至 3 月,导则编制组完成了开题论证报告和修订草案的编制工作,4 月由归口管理部门环评司组织召开了开题论证会,会后编制组按照审查意见进行了相应修改。5 月,针对术语、定义、评价工作等级、评价工作范围以及生态现状调查、影响预测和评价技术方法、内容分别召开了专题讨论会,编制组在此基础上进行修改完善,形成了《环境影响评价技术导则 生态影响(征求意见稿)》及编制说明。11 月,环评司组织召开了征求意见稿技术审查会,会后编制组按照审查意见进行了相应修改。2019 年 1 月、4 月,环评司生态环评处听取了征求意见稿修改情况汇报,编制组根据管理部门意见修改完善后分别于 6 月、7 月提交司专会和司务会审议。

2 前期研究工作成果

2.1 现行生态导则实施情况评估

《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）已发布实施超过 5 年，对建设项目环评中的生态影响评价给予了较好的指导和引领，但在长期实践中也发现一些适用性的问题。修订前期研究工作主要通过梳理环境影响评价文件、典型行业案例剖析、调研、专家咨询等方式，对现行生态导则在指导重点行业（以采掘类、水利水电、交通运输等行业为主）开展生态影响评价工作中存在的问题进行了剖析，提出了导则修订的必要性。

2.1.1 现行生态导则的特点

现行生态导则原《环境影响评价技术导则—非污染生态影响》的基础上，做了非常具体和可行的内容增加和修正，主要有以下特点：

（1）评价等级的判定大为简化。与 97 版的《环境影响评价技术导则—非污染生态影响》相比，现行生态导则判定评价等级的依据为工程占地（包括永久占地和临时占地，其数据可以从项目可研报告中获取）和是否涉及敏感区（有文件规定）判定，相对简单明确。

（2）评价要求更为专业。现行生态导则体现了对专业性的要求，例如，现状调查更强调实测，推荐了一些新的评价方法（如生物多样性评价），评价结果（现状和预测）要求尽可能用图的方式体现（较详细地规定了成图比例）等。

（3）措施要求更具体。现行生态导则给出了“替代方案”的具体内容（选线、选址替代方案，项目的组成和内容替代方案，工艺和生产技术的替代方案，施工和运营方案的替代方案、生态保护措施的替代方案）和要求（应对替代方案进行生态可行性论证，优先选择生态影响最小的替代方案，最终选定的方案至少应该是生态保护可行的方案），并对生态保护措施的内容予以了明确。

2.1.2 现行生态导则实施过程中存在的主要问题

（1）评价工作分级在不同行业中的适用性问题。根据现行生态导则，评价工作分级“依据影响区域的生态敏感性和评价项目的工程占地（含水域）范围，包括永久占地和临时占地”，将生态影响评价工作等级划分为一级、二级和三级。当项目影响区域涉及特殊敏感区时，评价等级均为一级，当项目影响区域涉及重要生态敏感区时，评价等级为一级~三级，当项目影响区域为一般区域时，评价等级为二级~三级。当工程占地（含水域）范围的面积或长度分属于两个不同评价工作等级时，原则上应按其中较高的评价工作等级进行评价。在导则实施过程中，不同行业在评价等级判定中的常见问题有：

1) 全线（线性工程）以及陆生、水生生态采用统一的评价等级，可能导致对非敏感路段（区域）的过度评价。例如，在公路、铁路、管线等线性工程中，可能因某一路段涉及特殊生态敏感区，将全线的生态影响评价等级确定为一级，需要对全线开展样方调查、获取遥感数据（购置卫片、解译）和制作植被类型图等必要图件，工作量和成本较高。在水利水电、水运项目中，由于陆生和水生生态影响程度不同，个别项目陆生生态和水生生态的评价等级出现差异化。根据抽查项目的统计结果，约 10%的水利水电、水运项目结合实际情况对水生生态、陆生生态分别确定了评价等级，陆生生态评价等级一般均低于水生生态（降一个或两个等级）。

2) 以占用面积或长度作为评价等级的划分依据存有一定的局限性。在采掘类项目中，工程“永久占地”指标取自项目设计文件，设计文件中的永久占地指标单指工程建设永久占地，这一数据往往不含井工矿的井田（或露天矿的矿田）面积，导致评价工作等级确定依据的“永久占地”指标将无法体现采掘行业对生态影响最大的露天采掘场、开采沉陷区对生态影响问题。在水运项目中，不同货种（港口）、不同施工方式产生的环境影响程度存在明显差异，评价等级仅以长度和面积论，局限性较大。例如，就码头而言，很少有单个面积 $\geq 2\text{km}^2$ 或长度 $\geq 50\text{km}$ 的码头，按照现行导则评价等级的划分原则，除了涉及特殊生态敏感区的项目生态影响评价等级为一级，其他均为三级，而实际上，根据项目统计，抽取的 17 个港口项目，三级评价的项目仅 2 个，二级、一级评价的项目数量分别为 8 个、7 个，超过半数的项目评价等级高于依据生态导则确定的等级，评价等级的确定同时参考了《海洋工程环境影响评价技术导则》或《港口建设项目环境影响评价规范》。

(2) 现状调查以及影响预测评价的内容和要求对环评的指导性不足。现行生态导则提出，生态现状调查内容包括生态背景调查和主要生态问题调查，评价内容应涵盖生态系统和受影响物种 2 个层面，生态影响预测内容应包括生态系统及其主要生态因子的影响评价、敏感生态保护目标的影响评价以及对区域现存主要生态问题的影响趋势。可见，现行导则对现状调查、评价和影响预测分析内容提出了较为概括性的要求，但由于具体评价指标、评价内容不尽明确，造成在环评实际工作中指导性不足。主要表现在：

1) 未明确现状调查中调查方法、调查频次、调查数据的代表性和引用资料的时效性等基本要求；

2) 未针对植物、动物（陆生、水生）、栖息地、生态系统等分别明确应调查和评价的具体内容及相应指标；

3) 未结合现状调查获取的资料和数据，对生态影响预测和评价提出不同深度的评价要

求，评价工作量、工作深度未能体现差异性；

4) 未对评价相关图件的规范性予以细化。同时，建设项目生态影响评价更加侧重于对生态系统的各单一组分，如动物、植物、土地利用、水土流失等方面的评价，而对于导则要求的生态系统结构和功能的评价比较欠缺或深度较浅。

(3) 生态监测的内容和要求需进一步明确和强化。生态影响具有时滞性、累积性和长期性等特点，因此，生态监测是掌握项目建设的实际影响和评估措施有效性的基础。根据现行生态导则，关于生态监测仅提出了原则性要求，“对可能具有重大、敏感生态影响的建设项目，区域、流域开发项目，应提出长期的生态监测计划、科技支撑方案，明确监测因子、方法、频次等”，缺乏生态监测内容和方法的具体要求，在环评文件中往往缺失生态监测方案，或提出的监测方案可操作性较差。

表 1 建设项目环评审查中生态影响评价常见问题汇总表

行业类型	现状调查和评价	影响预测和评价	保护措施、生态监测	其他
采掘类	要求补充现有工程生态环境现状回顾性评价；要求明确样方的布设方法、原则；补充完善临近的特殊或重要生态敏感区的环境现状调查内容；补充完善植被类型、植物资源调查情况；补充完善重点野生保护动物分布、数量、习性及其迁徙情况调查。	要求完善生态影响分析，如“生产力”损失的计算；对生态系统组成和服务功能变化趋势的影响分析；地表沉陷预测参数选取、预测阶段划分；地表沉陷对敏感保护目标的影响预测；进场道路、取土场、尾矿库等的生态影响分析。	要求完善开采区、尾矿库（废石场、排土场、排矸场）等固废堆场的生态环境治理目标、治理措施、累计影响监控管理；土地复垦方案；矸石综合利用；闭矿期生态恢复措施；生态环境监测、地表沉降观测系统等。	
水利水电	要求补充区域已建涉水工程（或梯级开发）的水生生态影响回顾性分析评价内容；要求补充调查样地、样方的设置原则（代表性说明）和依据；核实物种分布情况，尤其是重点保护物种栖息地分布、重要水生生物的“三场一通”分布情况等。	要求补充完善项目建设造成水文条件改变而对鱼类等敏感生态保护对象的影响分析内容（重点针对大坝阻隔、库区和坝下水环境改变对水生生态及鱼类种群、繁殖特性、三场分布、洄游通道以及重要经济鱼类和渔业资源的影响等），以及项目建设对陆生生态的影响分析内容（如对植被类型、分布及演替趋势的影响，对珍稀保护和狭域物种的影响，对陆生动物分布与栖息地的影响等）。对生态系统的影响提出了定量分析的要求，如要求采用景观生态学等定量化的方法，评价工程对生态系统完整性变化或生态系统服务功能的影响。	要求对栖息地保护、生态流量泄放、过鱼设施、增殖放流等保护措施进行充分论证，尤其是栖息地保护、过鱼设施，要求从选址、设计方案等进行比选论证，提出可行、有效的方案；要求完善水生生态监测计划，应包括增殖放流效果、过鱼设施效果的监测评价内容。	要求完善和补充的图件主要有：生态景观和植被类型影响预测（变化）图、水生生物调查监测点位图、典型生态保护措施平面布置示意图、鱼道设计方案图件等。
港口	要求明确调查方法、调查站位布设情况以及说明采样代表性；要求补充底栖生物、鱼卵仔鱼和渔业资源调查数据以及重点保护物种的栖息地分布、重要水生生物的“三场一通”分布情况等。	要求核实生物资源损失计算结果；补充施工、疏浚等对某些敏感目标的影响分析等。	要求调整生态补偿费用、增殖放流方案等。	

航道	要求明确调查方法未和说明采样代表性；要求补充底栖生物、鱼卵仔鱼和渔业资源调查数据、补充施工水域鱼类生境调查以及重点保护物种的栖息地分布、重要水生生物的“三场一通”分布情况等。	要求补充不同施工工艺对江豚活动、行为和分布的具体影响分析，补充水文情势及水动力条件变化对水生生物栖息、繁殖、抚幼的水域生境需求的影响等。	要求从栖息地保护、食物资源恢复等角度提出针对性、有效的措施，包括工程建设内容、施工方案的优化调整，水生生态修复和补偿措施等；要求完善水生生态监测计划。	
公路、铁路	要求补充野生动物现状调查内容（如分布区域、种群现状、觅食场、饮水点、季节性迁移路线、日常活动路径等，鱼类“三场”和洄游通道）；要求明确野生动植物现状调查时间、频次和方法，说明样方布设的原则和代表性，资料的来源及其时效性等。	要求完善生态影响分析内容，如道路全封闭造成动物交流的阻隔以及栖息地的切割影响，交通噪声对保护动物栖息和繁殖的影响，外来物种入侵问题等。	要求对野生动物通道、植被保护和恢复等措施进行充分论证。	涉及自然保护区等生态敏感区路段线路方案比选论证不足（尤其是从生态影响角度的比选分析不足）。
管线	要求说明植被样方布设的代表性；补充重点保护野生动植物、生态公益林等调查内容。	要求完善生物量损失计算，完善项目建设对生态敏感区、野生动植物以及土壤和微生物影响分析等。	要求对保护植物移栽、植被保护和恢复措施进行充分论证；补充完善微生物和土壤监测计划等。	涉及生态敏感区路段路由方案、施工方案比选论证不足。
机场	要求明确鸟类调查的时间、方法；补充植物样方调查方法；核实生态基础数据和资料来源；补充机场附近地区鸟类迁徙、栖息的相关资料。	要求补充飞机起飞（降落）0-1000m 高度航迹及此范围内鸟类活动情况，在此基础上分析项目对鸟类的影响。	要求从跑道位置、飞行程序调整以及驱鸟、防鸟等方面提出可行、有效的措施；完善净空处理区、场区高边坡的具体措施和要求。	要求补充飞行航迹与鸟类重要栖息地（如自然保护区、湿地等）或活动范围的关系图等图件。

2.2 生态影响评价技术方法的应用评估

2.2.1 环评中的生态影响评价方法及评价指标概述

环评中的生态影响预测与评价是以所在区域生态现状调查结果为基础，采用定性、定量或二者相结合的方法，预测项目建成后的生态环境变化趋势。不同的方法适用的项目不同。现行生态导则附录 C 推荐了列表清单法、图形叠置法、生态机理分析法、景观生态学法、指数法与综合指数法、类比分析法、系统分析法、生物多样性评价方法、海洋及水生生物资源影响评价方法、土壤侵蚀预测方法。其中，海洋及水生生物资源影响评价方法参见《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），以及其他推荐的生态影响评价和预测适用方法；水生生物资源影响评价技术方法，可适当参照该技术规程及其他推荐的适用方法进行。《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）发布实施以来，涉海项目的生态影响评价工作更为规范。土壤侵蚀预测方法参见《开发建设项目水土保持技术规范》（GB 50433-2008），该规范是建设项目水土流失预测评价常用的技术方法。

列表清单法是一种定性分析方法，具有生态影响识别的功能，该方法的特点是简单明了，针对性强，较适合规模较小、工程简单的项目。图形叠置法是将两个以上的生态信息叠加到一张图上，如植被覆盖、动物分布、河流水系、土地利用等，比较直观、形象。生态机理分析法是根据建设项目的特点和受其影响的动植物的生物学特征，依照生态学原理分析、预测工程生态影响的方法，多以定性分析为主，广泛应用于各个行业。景观生态学法、指数法与综合指数法、生物多样性评价方法可进行定量评价，对实地调查或生态监测数据要求较高，其难点在于表征各生态因子特性的指标体系及评价标准的确定。类比分析法是常用的定性和半定量结合的方法，要求类比对象的数据资料较为详实（已建成运营且生态影响已基本显现），在生态背景、项目性质、规模等方面相似或相当。系统分析法主要在进行区域开发或解决优化方案选择问题时表现出一定的优势。目前，各行业基本选择上述方法中的一种或几种，以定性描述和定量分析相结合的方式进行生态影响评价，总体以定性为主。由于影响因子和评价目的不同，评价的内容和侧重点不同，所采用方法的复杂程度也不尽相同。

对于评价指标，现行生态导则提出了“依据区域生态保护的需要和受影响生态系统的主导生态功能选择评价预测指标”的原则性要求，未明确或推荐具体的评价指标。通过梳理环境影响报告书和专家咨询，我们对常用的评价指标进行了总结，详见表 2。

表 2 重点行业的常用评价指标

行业类别	常用评价指标
采掘类	<p>地表沉陷引起的土地利用类型及面积变化；</p> <p>植被类型变化；</p> <p>土壤沙化、盐渍化敏感性指数；</p> <p>土壤侵蚀（即水土流失量）；</p> <p>生态系统的完整性（包括生产力和稳定性）；</p> <p>景观格局（主要斑块类型、数目和面积、各斑块优势度值）等。</p>
水利水电	<p>库区及坝下水文情势变化（水位、水面面积、溶解氧含量、流速、流量、水温等）引起的水生生境变化；</p> <p>浮游及底栖动物种类、生物量、多样性、丰富度变化；</p> <p>鱼类资源变化；</p> <p>区域生态完整性（各植被类型生产量损失）；</p> <p>景观生态质量（如水库蓄水后各类斑块优势度值）、景观生态稳定性（以景观多样性程度反映景观稳定性）；</p> <p>植被类型变化；</p> <p>对陆生动物的评价多从栖息地、分布等方面做定性分析。</p>
公路、铁路、管线	<p>土地利用类型及面积变化；</p> <p>植被类型变化；</p> <p>生物量损失；</p> <p>生物多样性指数；</p> <p>景观综合评价指数；</p> <p>土壤侵蚀（即水土流失量）；</p> <p>生态系统稳定性；</p> <p>对野生动物的影响（栖息地、干扰、阻隔等）基本上为定性分析。</p>
机场	<p>土地利用类型及面积变化；</p> <p>植被类型变化；</p> <p>生物量损失；</p> <p>景观生态格局（主要斑块类型、数目、面积、优势度等）；</p> <p>水土流失量；</p> <p>对野生动物尤其是对鸟类迁徙的影响结合飞行航迹分析。</p>
港口、航道	<p>水动力条件变化引起的水生生境变化；</p> <p>初级生产力及叶绿素 a 含量，主要浮游植物、动物、底栖生物及其优势种、个体密度、生物量、生物多样性指数；</p> <p>游泳动物、渔业资源变化；</p> <p>水土流失量。</p>

2.2.2 生态影响评价技术的发展

生态影响评价关注的是确定和量化各种特定活动对生态系统组分或参数的影响，并评估它们的后果。如果清楚背景状况，我们就能预测由于某一直接或间接的计划活动导致的背景

状况发生改变的程度。尽管在生态影响评价中预测是核心，但也经常是最薄弱的部分。生态影响评价中的预测，要求不只是简单的识别可能的影响（如生境可能丧失），而是应估计一定大小、持续时间和范围的事件或后果发生的概率或可能性。例如，就生境丧失而言，应估计某一特定大小生境丧失的可能性，发生的时间、地点以及预计持续的时间等。但是，生态学中最困难的分析挑战之一，就是在大量的数据中确认或预测变化的格局，这就意味着预测通常具有较高的不确定性，几乎难以验证。因此，为了提高生态预测的可信度，一方面要有准确的背景状况，另一方面预测应建立在专业判断、试验和数量模拟等方法的基础上。目前，国内外常用的生态影响评价方法总结如下：

（1）描述法和相关法

简单的描述和相关的方法在预测中起着重要作用。例如，观测的物种分布、丰富度和物理生态因子之间（包括温度、水文、土壤的 pH 值、矿物质元素的成分）相关关系，当详细确定了区域内所有的物理条件后，就可能预测该区域植物群落结构。当然，这种方法建立在广泛研究的基础上。以公路交通噪声对繁殖期鸟类的影响预测为例，需要通过比较在公路附近和远离公路的繁殖鸟类的密度，来获得交通噪声和鸟类繁殖生境质量间的相关关系，以及鸟类可以忍受的噪声阈值。

（2）生境评价方法

生境指动植物个体或种群的天然栖息场所，又称栖息地，是生物生存空间和一切影响到生物生存的环境因子的总和。国外的生态影响评价，大多是以物种或生境为基础进行的。由于每个物种与其生境密不可分，因此生境评价方法在生态影响评价中更具重要性。美国是较早开展生态影响评价的国家，从 70 年代开始，为了建立生态影响预测和评价中的结构化方法，发展了一批生境评价方法，特别是生境评价系统（HES）和生境评价程序（HEP），是两种最常用的生境评价方法。生境评价系统具体包括 6 个步骤：①确定项目地区各种类型水生和陆生生境的面积；②计算各土地利用类型和生境类型的生境质量指数值；③计算生境单位价值；④预测未来有/无项目时的生境单位价值；⑤采用生境单位价值评价影响。一个方案在所有生境类型上的增量或减量之和，就是该方案对整个环境的影响。用总生境单位价值或年均生境单位价值来表示影响，可以对各替代方案进行权衡和比较；⑥确定应采取的减缓措施。在 HES 中，减缓措施是指将有项目情况下的环境质量恢复到无项目情况下的环境质量的任何措施。

HEP 于 1976 年由美国鱼类和野生动物局正式颁布，用于评价大型联合水上项目，提出了经典的、广泛应用的定量评价方法——生境适宜度指数法（HSI）。HEP 具体包括 4 个步骤：

①确定研究区域、描述地表类型、选择指示物种；②计算生境单位（HU）。HEP 分析是围绕研究区域中指示物种的 HU 计算展开的。HU 是生境适宜度指数（研究区域生境状况/最优生境状况）和可利用生境总面积的乘积；③预测影响。拟建项目的净影响用未来有项目和无项目条件下的年均生境单位之差来表示；④制定补偿(减缓)计划。HEP 的难点和关键点是生境状况和 HSI 的确定。由于生境状况与地形地貌、气候、水文条件、植被类型和覆盖率等均有一定的相关性，不同指示物种的最优生境也有明显差异，因此难以确定最优生境状况，同时，HSI 模型并不具有普适性，需要基于特定区域、特定物种进行建模，其验证往往需要收集大量野外数据，从而影响了 HEP 在环评工作中的应用。张益民等（2010）对 HEP 在程序和方法上进行了改进和简化，以指示物种在生境单位中的密度表征生境适宜度，用项目实施前后指示物种数量变化值替代年均生境单位之差来表示拟建项目的净影响，并以丹东港大东港区规划为例，应用改进的 HEP，定量分析了大东港区规划对指示物种觅食生境的影响，制定了生境弥补计划和生态减缓措施。但是，这种简化方法是否能科学反映项目的实际影响，以及是否具有普遍适用性，值得进一步研究和探讨。

国外已开发出大量的野生动物 HSI 模型，随着 3S 技术的发展，利用机理模型、回归模型和生态位模型对目标物种进行生境适宜性评价也越来越成熟。国内针对多种濒危、保护物种如大熊猫、金丝猴、普氏原羚、羚牛、藏羚羊、鹅喉羚、马鹿、东北虎、亚洲象、海南长臂猿、丹顶鹤、大天鹅等开展了生境适宜性评价的研究，为生境评价在环评中的应用提供了一定的基础。

（3）河道内流量增量法

河道内流量增加法(IFIM)是生境模拟法中应用最早也较广泛的方法，通过水力生态模型建立鱼类适宜栖息地的数量、质量与流量之间的关系，评价流量变化对鱼类栖息地的影响，并通过调节流量以改善生态环境。在 IFIM 的基础上，Bovee 提出了一维栖息地模拟模型 PHABSIM，模拟流量与适宜栖息地面积的定量关系。随着计算机功能的不断增强，更精准、更复杂的二维和三维栖息地模拟模型逐步被应用于河段生态流量计算，其中深度平均的二维有限元栖息地模型 River2D 被广泛应用。在长达半个世纪的河流生态机理研究和生态修复工作的尝试中，西方国家已开发出一系列河流健康评价的标准和程序。如美国的《快速生物评估草案》(Rapid Bio-assessment Protocols)、澳大利亚的《河流状况指数》(Index of Stream Condition)、英国的《河流栖息地调查方法》(River Habitat Survey)、瑞典的《河道环境细则》(Riparian Channel and Environmental Inventory)、南非的《河流地貌指数法》(Index of Stream Geomorphology)等。我国对于河流生态学相关领域的研究起步较晚，现多集中于对前人研究

结果的总结和应用，尚未形成完善的规范体系和操作范本，加之生态系统监测机制不完善、生物资料严重缺乏等客观因素，发展空间较大。李若男等(2010)针对水库运行对鱼类栖息地的影响，利用模糊数学方法建立栖息地模型，并与水环境模型耦合，分析不同水文情势下鱼类在不同生长期的栖息地变化情况；孙嘉宁等(2013)基于 IFIM 原理，采用 River2D 对白鹤滩水库回水支流黑水河进行水动力模拟和鱼类栖息地模拟，分析蓄水前后鱼类适宜栖息地的数量和质量变化情况；孙莹等(2015)通过 IFIM，采用 River2D 模型对水电站坝下齐口裂腹鱼产卵场进行模拟，根据对修复前后适宜产卵场面积的加权计算，分析修复前后栖息地的变化情况，为产卵场修复工程设计提供依据。傅菁菁等(2016)同样基于 IFIM 原理，以黑水河苏家湾坝址至公德房坝址河段为例，进行了栖息地模拟，分析了各流量工况时适宜栖息地的数量、质量和空间分布情况。根据模拟结果，提出了减水河段可采取治理为主，结合优化生态流量的措施，提高河道水深，改善河道内水流条件，以增强河段内鱼类栖息地的适宜性。

可见，基于 IFIM 方法开发的 River2D 模型，在预测项目建设前后（或修复工程前后）鱼类适宜栖息地的数量和质量变化情况方面具有较好的应用前景，其难点在于如何进一步提高模型的准确性和精度，如增加河床底质数据以完善物理栖息地模型，进行详细的鱼类种群、资源量和产卵场分布调查以提高鱼类适宜性指数曲线的准确性等。

（4）生物学上的完整性或生态系统健康评估方法

生物完整性指数（Index of biological integrity, IBI）是目前水生态系统健康评价中应用最广泛的指标之一，最早由 Karr 等于 1981 年提出，它是根据鱼类群落对水质变化的反应来确定的。鱼类的 IBI 在测量中使用物种组成和丰富度、食性组成、状态等指标来描述水域，通过比较受影响水域和未受影响水域的标准值来评估水生生态系统的健康程度。随后 IBI 的应用扩展到底栖无脊椎动物、周丛生物、着生藻类、浮游生物以及高等维管束植物。现阶段 IBI 的构建方法基本一致，基本步骤为：研究区现状分析、参照点选择、参数筛选、分值计算以及评价标准选取。

目前 IBI 的应用不仅是为了对水生态系统健康状况进行评价，它已经成为学者们研究生态系统与人为因素、环境因素之间关系的重要工具。学者们通过分析 IBI 与土地利用、气候变化、工程建设等各种因素之间的关系，探究水生生态环境退化的主要原因。例如，傅小城(2007)利用基于河流底栖动物的生物完整性指数分析了小水电站对河流生态系统健康的影响；翟红娟(2009)在研究水电工程对河流生态完整性驱动途径和机理的基础上，预测了水电梯级开发后澜沧江各关键指标变化和生态完整性变化，并基于此进一步构建了水电工程胁迫下河流生态完整性的预测模型。李卫明等(2016)以雅砻江下游水电梯级开发为例，构建河

流健康评价指标体系，选择无人为干扰和干扰较小的河流为参照，以指标变化率衡量水电梯级开发前后河流受扰动程度，分别采用综合评价法和赋值评分法进行了定量评价。

近年来，鱼类完整性指数、底栖无脊椎动物完整性指数、浮游生物完整性指数的构建及应用较为成熟。

（5）种群生存力分析方法

种群生存力分析（population viability analysis, PVA）可以看成是一种风险评估。它是用数学和统计学的方法预测在未来某个时间点目标种群或目标物种灭绝的可能性。PVA 对生态影响评价用处很大，因为濒危物种总会有可能受到一些建设项目的影 响。PVA 在实际运用中有助于制定物种保护的管理决策。现有的计算机模拟软件如 VORTEX 和 RAMAS 都可以运行种群生存力分析模型，但模型的应用需要十分谨慎，有研究表明，通常需要至少 10 年的数据进行种群生存力分析才能得到比较好的预测结果。应用不同的模型假设以及很小的参数改变都可能改变模型的预测结果，适用于具有长期的种群动态监测数据的物种。

（6）建立生境连接廊道或野生动物通道的方法

近年来，借助于图论和地理信息系统的原理和技术，研究者建立了最低代价路径模型、回路理论、景观阻力 kernel 模型、经验模型、UNICOR 模型等用于预测功能性连接廊道的位置，在路网规划和道路工程建设中主要应用于野生动物通道位置的预判。通过实际监测，部分连接廊道（如野生动物通道）在缓解生境破碎化和道路阻隔影响中的有效性得到了验证。然而，多数模型的可靠性还有待进一步论证。随着科学研究的不断深入，更多定量的有关物种生态学的信息，特别是物种扩散行为数据的获得，有助于使模型得到及时更新。

2.2.3 其他标准规范中的评价指标研究

（1）生态环境状况评价技术规范（HJ 192-2015）

该标准规定了生态环境状况评价指标体系和各指标计算方法，适用于县域、省域和生态区的生态环境状况及变化趋势分析，生态区包括生态功能区、城市/城市群和自然保护区。

该标准分别针对县域/省域/国家生态状况、专题生态区状况制定了相应指标体系。专题生态区状况评价指标体系又分为生态功能区生态功能、城市生态环境质量、自然保护区保护状况评价指标体系，见表 3。根据生态环境状况指数，将生态环境状况及其变化进行了分级。

表 3 生态环境状况评价指标体系

适用区域	指标体系		具体指标
县域/省域/ 国家生态 环境状况	生态环境状况评价指 标体系	综合指数	生态环境状况指数
		分指数	生物丰度指数
			植被覆盖指数
			水网密度指数
			土地胁迫指数
			污染负荷指数
环境限制指数	生态破坏和环境污染事项等		
专题生态 区生态环 境状况	生态功能区生态功能 评价指标体系	综合指数	生态功能区功能状况指数
		生态状况指标	生态功能指数
			生态结构指数
			生态胁迫指数
		环境状况指标	污染负荷指数
			环境质量指数
	生态功能调节指标	重要生态类型变化调节指标	
		人为因素引发突发环境事件调节指标	
	城市生态环境质量评 价指标体系	综合指数	城市生态环境状况指数
		环境质量指数	空气质量达标率、水质达标率等 6 个指标
污染负荷指数		化学需氧量、氨氮排放强度等 7 个指标	
生态建设指数		生态用地比例、绿地覆盖率等 5 个指标	
自然保护区生态保护 状况评价指标体系	综合指数	自然保护区生态保护状况指数	
	分指数	面积适宜指数	
		外来物种入侵指数	
		生境质量指数	
		开发干扰指数	

(2) 自然保护区建设项目生物多样性影响评价技术规范 (LY/T 2242-2014)

该标准规定了在自然保护区实验区内从事各类建设项目对自然保护区生物多样性影响评价的基本要求、指标体系及权重、方法和报告编写的要求。适用于森林生态系统、荒漠生态系统、内陆湿地生态系统、野生动物和野生植物类型自然保护区实验区开展建设项目的生物多样性影响评价。其他类型自然保护区和其他保护地的生物多样性影响评价可参照执行。

评价指标由一级指标和二级指标构成，其中一级指标 6 个、二级指标 26 个。见表 4。针对每个指标给出了评价标准、影响程度等级和分值，并按照湿地生态系统自然保护区、野生生物类自然保护区和其他生态系统类自然保护区分别给出了权重值。由专家对指标逐一评分，计算生物多样性影响指数，判断影响程度。

表 4 建设项目对自然保护区生物多样性影响评价指标体系

一级指标		二级指标	
名称	代码	名称	代码
景观/生态系统	A	景观/生态系统类型及其特有程度	A1
		景观类型面积	A2
		景观片断化程度	A3
		景观美学价值	A4
		土壤侵蚀及地质灾害	A5
		自然植被覆盖	A6
生物群落	B	生物群落类型及其特有性	B1
		生物群落面积	B2
		栖息地连通性	B3
		生物群落的重要类群（建群种、优势种和关键种）	B4
		生物群落结构	B5
种群/物种	C	特有物种	C1
		保护物种	C2
		特有物种、保护物种的食物网/食物链结构	C3
		特有物种、保护物种的迁移、散布和繁衍	C4
主要保护对象	D	主要保护对象种群数量或面积	D1
		主要保护对象生境面积	D2
生物安全	E	病虫害爆发	E1
		外来物种或有害生物入侵	E2
		自然保护区重要遗传资源流失	E3
		发生火灾、化学品泄漏等突发事件	E4
社会因素	F	当地政府支持程度	F1
		当地社区群众支持程度	F2
		对自然保护区管理的直接投入	F3
		对改善周边社区社会经济贡献	F4
		对当地群众生产生活环境的危害及程度	F5

(3) 近岸海域海洋生物多样性评价技术指南(HY/T 215-2017)

该标准规定了海洋生物多样性的调查、评价指标与权重、评价指标赋值标准、评价指标赋值方法、综合指数计算、变化幅度计算、评价与分级等技术要求。适用于近岸海域海洋生物多样性评价。

评价指标由一级指标和二级指标构成，其中一级指标 5 个、二级指标 18 个。见表 5。每个二级指标划分为 5 个等级，给出了分级标准。通过对 5 个等级进行赋值，计算海洋生物多样性综合指数（MBI）。按照海洋生物多样性指数的数值变化幅度（ Δ MBI），将海洋生物多样性变化趋势划分为无明显变化、略有变化（提高或下降）、显著变化（提高或下降）3 个等级。

表 5 海洋生物多样性评价指标

一级指标	二级指标	单位
海洋营养级	海洋营养级指数	无量纲
浮游植物物种多样性	浮游植物总物种数、浮游植物平均单站物种数	种
	浮游植物种类多样性指数	无量纲
浮游动物物种多样性	浮游动物总物种数、浮游动物平均单站物种数	种
	浮游动物丰度	ind/m ³
	浮游动物生物量	mg/ m ³
	浮游动物种类丰富度指数	无量纲
	浮游动物种类多样性指数	无量纲
潮间带生物物种多样性	潮间带生物总物种数、潮间带生物平均单条断面物种数	种
	潮间带生物栖息密度	×10 ² ind/m ²
	潮间带生物生物量	g/ m ²
	潮间带生物种类丰富度指数	无量纲
	潮间带生物种类多样性指数	无量纲
浅海大型底栖生物物种多样性	浅海大型底栖生物总物种数、浅海大型底栖生物平均单站物种数	种
	浅海大型底栖生物栖息密度	ind/m ²
	浅海大型底栖生物生物量	g/ m ²
	浅海大型底栖生物种类丰富度指数	无量纲
	浅海大型底栖生物种类多样性指数	无量纲

3 标准修订的必要性分析

3.1 适应“十三五”生态保护的新形势、新要求

“十二五”期间，在党中央、国务院一系列重大决策部署下，我国的生态保护力度进一步加大，在系统保护、综合监管等方面取得了积极进展。但是，总体上，我国生态恶化趋势尚未得到根本扭转，生态保护与开发建设活动的矛盾依然突出，生态安全形势依然严峻。交通基础设施建设、河流水电开发和矿产资源开采使生态空间破碎化加剧，对物种生存和生物多样性造成严重威胁。

“十三五”期间，生态文明体制改革各项任务 and 措施陆续出台并加快推进，我国生态保护面临重大机遇和挑战。根据《中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见》《生态文明体制改革总体方案》等文件的要求，“十三五”将进一步加大自然生态系统和环境保护力度，改善生态环境质量，有效遏制生态系统退化的趋势。《全国生态保护“十三五”规划纲要》明确提出要“加强开发建设活动生态保护监管”，包括“合理确定和布局大坝建设，加强调度监管，有效保障最低生态需水量；加强生态设施建设，科学合理开展水生生物增殖放流。合理布局旅游基础设施建设，基于生态承载力确定游客数量。推动交通设施建设合理避让生态

环境敏感区域，加强生物廊道建设，减少生态阻隔；加强交通设施建成后的生态恢复和运营期的管理”等内容。同时，《环境保护法》《海洋环境保护法》《野生动物保护法》等环境保护相关法律修订后，全面强化了生态保护红线、野生动物及其栖息地保护的要求。上述各项新法规、新政策的出台对开发建设活动的生态保护工作提出了更为明确的要求。

因此，为了适应“十三五”生态保护的新形势、新要求，充分发挥环境影响评价从源头预防生态破坏的作用，有效指导建设项目全过程的生态保护工作，需要对现行导则进行修订，重点以维持生态系统服务功能、生境的连通性和完整性以及种群生存为目标建立生态影响评价方法和评价指标，提高方法的科学性和影响预测的可靠性，强化生态保护措施、生态监测和后评价要求。

3.2 支撑“十三五”环评改革的顺利实施

现行生态导则自 2011 年发布实施以来，在环境影响评价实践中发挥了至关重要的作用。特别是我国近些年来的流域水电开发、水利工程、长江航道整治、沿海及内河港口、机场、高速公路、铁路、矿产资源开采等项目，在现行导则的指导下，对工程建设和运行中可能产生的生态影响进行了准确识别，并从选址选线、工程方案设计、施工作业、运营期环境管理、生态恢复等各方面有针对性地提出了保护对策。

为了推动实现“十三五”绿色发展和改善生态环境质量总体目标，原环境保护部制定了《“十三五”环境影响评价改革实施方案》。对于建设项目环评，改革的重点和目标是提高环评效能，一方面是要剥离非环评应承载的职能，另一方面是突出环评重点，重点把握选址选线环境论证、环境影响预测和环境风险防控等方面。同时，要求建立技术导则实施效果评估与反馈机制，定期对现行技术导则的适用性、有效性、可操作性进行跟踪评估，并开展滚动修订。按照《“十三五”环境影响评价改革实施方案》的要求，课题组对现行生态导则的实施情况进行了评估，以提高环评效能为目标导向，指出了现行导则存在的问题，为环评改革的顺利实施提供了重要支撑。

3.3 发挥环境要素导则对行业生态影响评价工作的总体指导和规范作用

目前，我国建设项目环境影响评价技术导则体系主要由总纲、环境要素导则（包括大气、地表水、地下水、声环境、生态、土壤环境等）、建设项目行业导则（包括水利水电、民用机场、输变电、城市轨道交通、陆地石油天然气开发、煤炭采选、制药、农药、钢铁、石油化工等）以及专题导则（环境风险等）组成（图 1）。

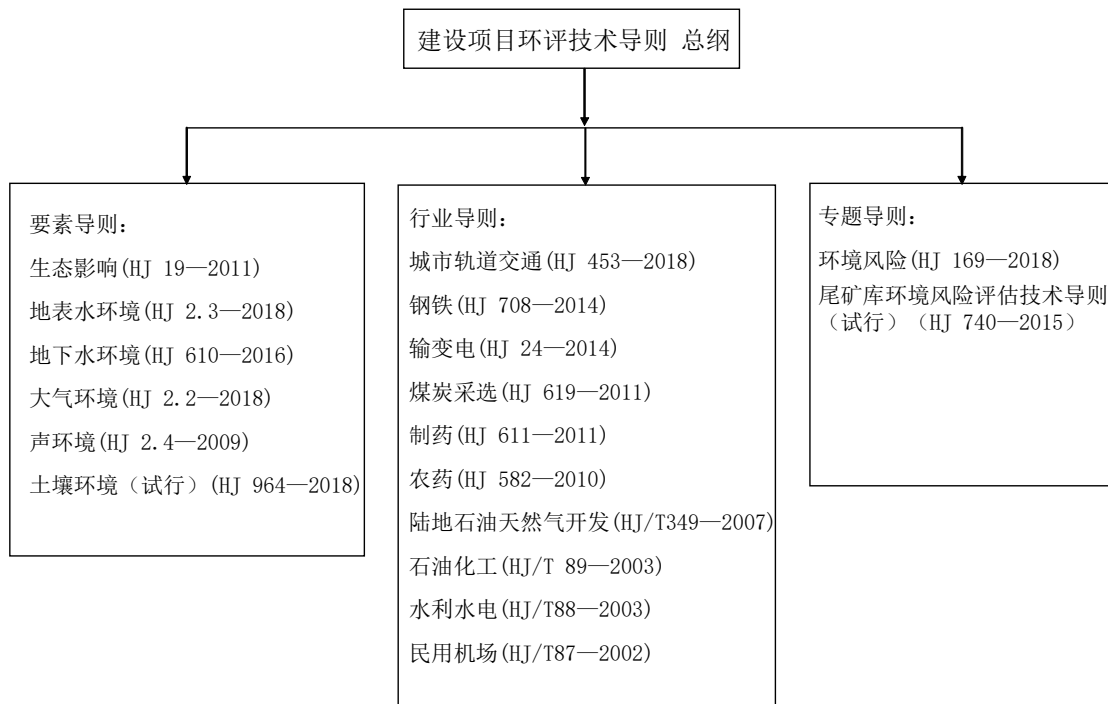


图 1 我国建设项目环境影响评价技术导则体系现状

从对现有建设项目环境影响评价技术导则的梳理情况来看（表 6），不同行业的生态影响评价工作总体上参照生态导则规定的原则、方法、内容和技术要求执行，部分行业如水利水电、机场、煤炭采选、陆地石油天然气开发、城市轨道交通等结合工程特点提出了更为具体、针对性的要求，以提高行业导则的可操作性和指导性。对于公路、港口、内河航运等建设项目，交通运输部组织制定了相关规范，包括《公路建设项目环境影响评价规范》（JTGB03-2006）、《内河航运建设项目环境影响评价规范》（JTJ227-2001）、《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-1-2011）等，上述规范对评价等级、评价范围以及生态现状调查与评价、影响预测分析、减缓影响措施等提出了具体要求。但是，部分行业导则或规范的实施时间已超过 10 年，其内容和要求可能也面临着进一步的修订、完善。

根据环境要素导则在导则体系中的定位，应充分发挥生态导则对各个行业建设项目生态影响评价工作的总体指导和规范作用，定期对现行导则存在问题进行修订、提高导则的适用性、可操作性。需要说明的是，以生态影响为主要影响的行业类型多样，不同行业生态影响特点包括对象、范围、程度等有较大差别，生态导则不可能完全涵盖所有行业、所有项目的特点。因此，对于已发布实施的行业导则，可根据修订后的生态导则内容以及行业生态影响特点，在后续修订过程中酌情参考。

表 6 现有行业导则对生态影响评价要求

行业导则	对生态影响评价的要求
《环境影响评价技术导则 钢铁建设项目》 (HJ 708-2014)	无具体针对要求，参照生态导则。
《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ 24-2014)	评价等级、生态现状调查和评价以及影响评价均参照生态导则；结合输变电工程影响特点提出了具体的评价范围要求。
《环境影响评价技术导则 煤炭采选工程》 (HJ 619-2011)	评价等级的确定参照生态导则；按照生态导则的要求初步确定评价范围，井工开采项目根据地面沉陷影响范围进一步合理确定生态评价范围；露天开采项目一般以采掘场、外排土场边界外扩 1000-2000 米；生态现状调查原则上参照生态导则，从行业特点出发，提出了需要突出的重点内容；结合行业特点，提出了生态影响评价方法（推荐）和评价内容。
《环境影响评价技术导则 制药建设项目》 (HJ 611-2011)	无生态影响评价的相关内容
《环境影响评价技术导则 农药建设项目》 (HJ 582-2010)	结合农药建设项目的环境影响特点，提出了生态影响评价的要求，主要侧重于从环境毒理角度，分析特征污染物对周围生态的影响。
《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》 (HJ 453-2018)	评价等级、评价范围、现状调查均参照生态导则，结合轨道交通建设项目的特点，重点对植被、绿地、古树名木以及生态敏感区提出了评价要求。
《环境影响评价技术导则 陆地石油天然气开发建设项目》(HJ/T 349-2007)	规定了评价等级划分、评价范围确定以及生态现状调查、影响预测与评价、生态保护措施的具体要求和内容。预测方法参照生态导则附录。
《环境影响评价技术导则 石油化工建设项目》(HJ/T 89-2003)	无具体针对要求，评价等级、范围的确定以及生态现状调查和评价均参照生态导则。
《环境影响评价技术导则 水利水电工程》 (HJ/T 88-2003)	评价等级参照生态导则；结合水利水电项目的生态影响特征，分别给出了生态完整性、陆生植物、陆生动物、水生生物、湿地、自然保护区以及水土流失影响分析和预测的要求，并提出了具体的、针对不同影响的生态保护措施要求。
《环境影响评价技术导则 民用机场建设工程》(HJ/T 87-2002)	评价等级、现状调查和预测评价方法参照生态导则；提出了评价范围、现状调查和评价、影响预测和评价的具体要求和内容。

3.4 解决导则体系重构过程中与其他要素导则的衔接问题

现行生态导则定义的生态影响，是指“经济社会活动对生态系统及其生物因子、非生物因子所产生的任何有害的或有益的作用”，其中，非生物因子涉及水、土壤等环境要素。构成生态系统的生物因子和非生物因子之间的相互作用极为复杂，例如，地下水位变化可能会对植被组成和相关动物群组成造成影响，甚至会导致湿地的退化和丧失，土壤理化特性变化或污染可能对植物群和动物群造成影响，水文情势变化可能对水生生态系统造成影响。因此，为了更好地协调与其他相关要素导则的关系，在生态影响评价中，重点关注非生物因子变化

引起的生物因子受影响的程度和范围等间接影响和累积影响，各环境要素的现状调查、预测和分析可为生态影响评价提供重要的支撑。

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（试行）（HJ 964-2018），土壤环境影响评价主要针对土壤本身环境质量降低或恶化以及盐化、酸化、碱化趋势进行调查、预测和分析，本导则重点关注因土壤理化性质变化及土壤盐化、酸化、碱化对植物、动物等生物因子和生态系统结构、功能等造成的影响，可与土壤导则的内容有效衔接。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），地表水环境影响评价主要针对地表水环境质量、水文要素（如水温、水位、水深、流速、水面宽、冲淤变化等）开展调查和分析，核算允许排污量和确定生态流量，本导则重点关注因水质、水文情势变化等对水生生态系统造成的影响，可与地表水导则的内容有效衔接。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），建设项目地下水环境敏感程度分级的依据主要是水资源保护的相关区域，实际上，一些生态敏感区如湿地等，其动态变化与地下水补径排条件、水位变化等密切相关。以公路、铁路等线性工程为例，按照现行地下水导则的评价要求，线性工程根据所涉地下水环境敏感程度和主要站场位置（如输油站、泵站、加油站、机务段、服务站等）进行分段判定评价等级，主要针对地下水的污染进行评价。建议在地下水导则修订中充分考虑因地下水水位变化引起的生态影响问题，视情况增加地下水水位的预测和评价。

本导则暂不考虑生物入侵以及具有不确定性的事故或灾害对生态系统及其组分可能产生的影响评估，建议由相关专题导则实现。

4 国内外相关标准情况

4.1 美国

1993年美国环境质量署（Council on Environment Quality, CEQ）颁布了《Guidelines for Incorporating Biodiversity into the EIA Process Using a Cumulative Effects Approach》用于指导生态影响评价工作，并确定了评价步骤，主要包括识别拟建项目或活动的生态影响，运用物种清单定性描述，运用结构化资料定性、定量描述，运用生境评价系统、生境评价程序等生境评价方法描述，以及运用能量系统图描述。在生态保护措施方面，针对野生动物通道的设计和管理，美国公路合作研究计划（National Cooperation Highway Research Program, NCHRP）展开了系统研究，对野生动物通道的使用效率进行了评价，于2007年建立了一个在线指南服务系统（www.wildlifeandroads.org）。该系统构建了从规划到决策以及通道设计、管理的

工作框架，对美国佛罗里达州等制定野生动物通道设计指南起到了指导作用。2011年，美国交通部联邦公路管理局发布了《北美公路野生动物通道设计和评价指南》。

4.2 英国

在2006年第一版生态影响评价指南的基础上，英国生态和环境管理特许研究所（Chartered Institute of Ecology and Environmental Management, CIEEM）于2016年发布了《Guidelines for Ecological Impact Assessment in the UK and Ireland, Terrestrial, Freshwater and Coastal》。这份指南涵盖了陆生、淡水和海洋生态系统，提供了生态影响因素识别、影响范围确定、生态背景值调查、重要生态因子筛选、影响分析和减缓措施等方面的具体指导（原则、方法、内容等），还包括了1个案例（公路扩建对宽尾树莺种群的影响分析）、生态影响评价报告模板和相关资料清单等3个附录。英国环境评价研究所制定了背景值生态评价指南，包括了确定何时要对研究地点进行详尽调查的标准。例如，在该指南中，给出了在英国对两栖类、爬行类进行初步实地调查后，需要进一步开展深入调查的标准，这些标准对用来评估生境适宜度的物种分布信息的可靠性提出了更高的要求。

4.3 爱尔兰

爱尔兰国家公路局于2004年发布了国家公路规划生态影响评价指南。作为重要补充，国家公路局又针对国家公路规划中保护动植物的生态调查技术制定了《Ecological Surveying Techniques for Protected Flora and Fauna during the Planning of National Road Schemes》。这份指南详尽列举了保护动植物调查的技术方法（每个物种给出一个“信息卡片”，包括物种的形态描述、生态习性、生境选择、调查方法、适宜时间以及减缓影响的关键方法等），以指导公路规划中的生态影响评价工作。

4.4 新西兰

澳大利亚和新西兰环境研究所（The Environment Institute of Australia and New Zealand Inc., EIANZ）于2015年发布了一份适用于新西兰的生态影响评价指南。这份指南由一些生态学家编写完成，详尽地提供了生态影响识别、现状调查、影响分析、减缓措施和管理等常用技术方法的说明，以及可用数据、地图、方法的资料链接。指南还包括了相关立法清单、关键的生态数据库链接、确定评价范围和影响识别所需要的现场调查内容清单、受威胁的自然、稀有生态系统清单、评价因子和标准（案例）、受胁物种相关信息来源、可参考的潜在影响、生态补偿（biodiversity offsets）的原则等9个资料性附录。

4.5 澳大利亚

西澳大利亚环境保护部（Environmental Protection Authority, EPA）于2010年针对环境

影响评价中的陆生脊椎动物调查技术制定了《Technical Guide -Terrestrial Vertebrate Fauna Surveys for Environmental Impact Assessment》，这份指南结合西澳大利亚不同区域的特点给出了动物调查的具体技术方法，以及数据分析和报告要求。

4.6 国内情况

台湾环保署于 2003 年发布了《动物生态评估技术规范》，并于 2011 年进行了修订，用于指导环境影响评价中的动物生态评估工作，同时以附件形式分别对生态背景调查、开发行为对动物生态的影响评估及减缓对策、动物生态监测计划进行了详细规定。

为规范涉及国家级自然保护区建设项目的生态影响评价工作，2014 年原环境保护部编制实施了《涉及国家级自然保护区建设项目生态影响专题报告编制指南（试行）》，规定了涉及国家级自然保护区建设项目生态影响专题报告编制的范围、总则、工作程序、主要内容和技术要求。2015 对《生态环境状况评价技术规范》进行了修订，规定了生态环境状况评价指标体系和各指标计算方法，主要适用于县域、省域和生态区的生态环境状况及变化趋势评价，生态区包括生态功能区、城市/城市群和自然保护区。2016 年发布的《生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲》和《生态环境损害鉴定评估技术指南 损害调查》（环办政法〔2016〕67 号），规定了生态环境损害鉴定评估以及生态环境损害鉴定评估中损害调查的一般性原则、程序、内容和方法，主要适用于因污染环境或破坏生态导致生态环境损害的鉴定评估和生态环境损害调查。2014 年至 2016 年，陆续发布的陆生维管植物、陆生哺乳动物、内陆水域鱼类等 13 项生物多样性观测技术导则，规定了多样性观测的主要内容、技术要求和方法。

总结来看，国外发布的有关生态影响评价的指南并不是约束性、强制性文件，它为生态影响评价提供了一些可适用技术方法、参考案例以及基础生态数据的来源。在评价上，更加关注生态系统、物种和生境之间的关联以及多样性、丰富度等方面的影响评价。在评价范围的确定上，并没有给出明确的或推荐的值，只是列举了需要考虑的因素。

5 标准修订的依据与原则

5.1 标准修订的依据

5.1.1 主要法律法规

《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国海洋环境保护法》

《中华人民共和国环境影响评价法》

《中华人民共和国草原法》

《中华人民共和国森林法》
《中华人民共和国水法》
《中华人民共和国野生动物保护法》
《中华人民共和国渔业法》
《中华人民共和国水土保持法》
《中华人民共和国防沙治沙法》
《建设项目环境保护管理条例》
《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》
《中华人民共和国自然保护区条例》
《基本农田保护条例》
《风景名胜区条例》
《国家环境保护标准制修订工作管理办法》

5.1.2 主要技术依据

HJ 2.1 建设项目环境影响评价技术导则 总纲

5.2 标准修订的原则

(1) 延续性原则。修订后的导则应在现行导则的基础上进行修订、完善，在章节安排上尽量考虑现行导则的框架结构，体现其指导作用的连贯性。修订后的导则应符合《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》的要求，与即将出台的相关导则、技术规范相协调。

(2) 适用性、可操作性原则。导则修订应采用成熟、实用并经实践检验具有可操作性的评价方法。

(3) 定性与定量相结合原则。导则修订应考虑不同评价工作等级的要求，重视定性与定量相结合。

(4) 广泛征求意见的原则。应广泛吸收不同行业专家、环境影响评价单位及生态环境主管部门的意见，确保修订后的导则对生态影响评价工作具有普遍的指导意义。

5.3 标准修订的技术路线

通过各行业环境影响评价文件梳理、典型行业案例剖析、调研以及专家研讨、咨询等方式，系统评估现行生态导则的实施效果和技术方法的应用现状，结合我国生态保护和环境管理新要求，完成生态导则修订工作。技术路线如图 2 所示。

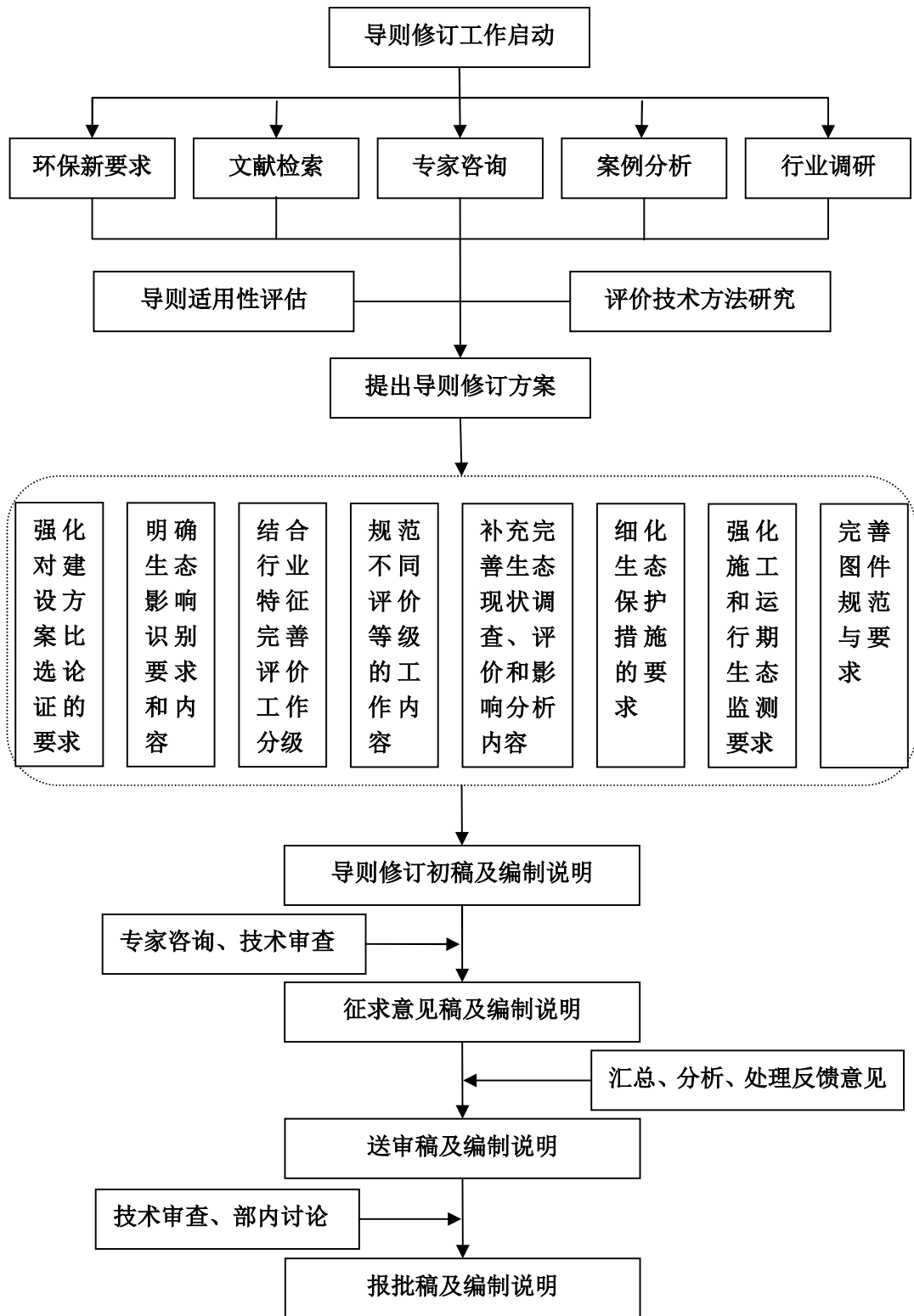


图2 生态影响评价技术导则修订技术路线图

5.4 标准修订的预期效果

(1) 突出评价重点,提高评价效能。一方面强化生态敏感区域建设项目评价工作要求,尤其是定量化评价内容;另一方面简化非敏感区域的评价工作量。

(2) 进一步明确生态现状调查、预测评价、生态监测、图件等方面的基本要求,全面提高生态影响评价工作的规范性。

5.5 主要修订方案

5.5.1 强化对建设方案比选论证的要求

结合其他要素导则的基本框架,在“总则”中增加评价工作任务、评价工作程序,总体指导生态影响评价工作。

在评价工作程序中,提出建设项目占用或穿(跨)越自然保护地、生态保护红线、重要生境或产生显著不利生态影响时,应提出替代方案并进行环境比选论证的要求。

5.5.2 明确生态影响识别基本要求和内容

生态影响识别是生态影响评价工作的基础,但较为复杂、专业性较强。本次修订增加生态影响识别的基本要求和内容,为生态影响识别提供指导。

5.5.3 结合行业特征完善评价工作分级和评价范围

调整评价工作等级划分依据,完善公路、铁路、管道等线性工程和涉水工程的评价工作分级。结合行业特征,增加评价范围确定的基本原则。

5.5.4 规范不同评价等级的工作内容

为体现不同评价工作等级在工作量、工作深度上的差异性,细化一级、二级、三级生态影响评价内容要求。

5.5.5 补充完善生态现状调查、评价和影响分析的内容及方法

补充细化植物、动物(陆生、水生)、生境、生态系统等调查和评价的具体内容及相应指标,增补定量评价方法。

5.5.6 细化生态保护措施的要求

根据不同生态影响情形,细化相应的生态保护措施要求,进一步提高建设项目生态保护措施的针对性、有效性。

5.5.7 强化施工期和运行期生态监测要求

对于生态监测,明确生态监测的基本要求和主要内容,并强调可能具有重大、敏感生态

影响的建设项目，区域、流域开发项目，其制定的生态监测计划应在 5 年以上。

5.5.8 完善图件规范与要求

根据生态现状调查和影响预测评价的内容和要求，增加相关图件，明确基本图件内容、工作底图比例尺要求。

5.6 主要修订框架

修订后的导则基本保持现行导则的结构和框架，一级目录略作调整。导则修订前、后框架设置对比见表 7。

表 7 现行导则与修订后导则章节设置对比表

章节设置	现行导则	章节设置	修订后导则
1	适用范围	1	适用范围
2	规范性引用文件	2	规范性引用文件
3	术语和定义	3	术语和定义
4	总则	4	总则
5	工程分析	5	生态影响识别
		6	评价工作等级和评价范围确定
6	生态现状调查与评价	7	生态现状调查与评价
7	生态影响预测与评价	8	生态影响预测与评价
8	生态影响的防护、恢复、补偿及替代方案	9	生态影响缓解对策与措施
9	结论与建议	10	生态影响评价结论
附录	附录 A（资料性附录）生态现状调查方法 附录 B（规范性附录）生态影响评价图件规范与要求 附录 C（资料性附录）推荐的生态影响评价和预测方法	附录	附录 A（资料性附录）生态现状调查方法 附录 B（资料性附录）生态影响识别内容 附录 C（规范性附录）生态影响评价图件规范与要求 附录 D（资料性附录）生态现状及影响评价方法

6 标准修订主要内容说明

6.1 适用范围

（1）将“本标准规定了生态影响评价的一般性原则、方法、内容及技术要求”修改为“本标准规定了生态影响评价的一般性原则、工作程序、方法、内容及技术要求”。

修订说明：遵循《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》以及地下水、地表水、大气、土壤等要素导则的基本框架要求，在“总则”中增加生态影响评价工作程序的相关内容。

（2）将“本标准适用于建设项目对生态系统及其组成因子所造成的影响的评价。区域和规划的生态影响评价可参照使用”修改为“本标准适用于建设项目环境影响评价。规划的生态

影响评价可参照使用”。

修订说明：根据《中华人民共和国环境影响评价法》第二条“本法所称环境影响评价，是指对规划和建设项目实施后可能造成的环境影响进行分析、预测和评估，提出预防或者减轻不良环境影响的对策和措施，进行跟踪监测的方法与制度”，以及“第二章 规划的环境影响评价”所界定的内容，环境影响评价包括规划环境影响评价和建设项目环境影响评价两类，本次修订对适用范围进行规范。

(3) 提出“海洋工程生态影响评价可参照海洋工程环境影响评价技术导则”的要求

修订说明：根据生态环境部的职能配置，增加了对海洋工程建设项目环境影响评价文件的审批或审查。鉴于《海洋工程环境影响评价技术导则》已发布实施，其中也明确、详细规定了海洋生态环境影响评价的内容和技术要求，本次修订建议可参照使用。

6.2 规范性引用文件

规范性引用文件增加：

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 192 生态环境状况评价技术规范

HJ 710 生物多样性观测技术导则

SC/T 9402 淡水浮游生物调查技术规范

删除：GB50433-2008 开发建设项目水土保持技术规范

修订说明：对规范性引用文件进行梳理，修订后的导则主要给出导则中直接引用的规范性引用文件。

6.3 术语和定义

(1) 新增部分术语和定义。

修订说明：根据导则中涉及的相关术语，给出其科学定义。新增了生态背景状况、生态阈值等名词。

(2) 删除了“特殊生态敏感区”、“重要生态敏感区”、“一般区域”的定义。

修订说明：现行导则中“特殊生态敏感区”、“重要生态敏感区”、“一般区域”是作为划分评价工作等级的主要依据而进行定义的，本次修订调整了评价工作等级的划分依据，未再使用“特殊生态敏感区”、“重要生态敏感区”、“一般区域”的概念。

(3) 调整了“生态影响”、“生态监测”的定义。

修订说明：进一步明确了生态影响评价对象为“物种（种群）及其生境、群落、生态系统”，避免与其他环境要素评价内容重叠。“生态监测”更加强调对生态背景状况及其变化趋势的测定或观测，并在表述中增加了遥感的方法。

6.4 总则

修订后导则总则共有 2 条，与现行导则相比，增加了评价工作任务、评价工作程序，删除了评价原则、生态影响判定依据，将评价工作分级和评价工作范围调整为单列章节。

修订说明：

结合其他要素导则的基本框架，在“总则”中增加评价工作任务、评价工作程序，总体指导生态影响评价工作。整合生态影响判定依据和工程分析章节的内容，在新增章节生态影响识别中体现。

在评价工作程序中，突出了对建设方案比选论证的要求。在很多国家，替代方案是环境影响评价文件的重要组成部分，通常做法是将替代方案分为第一可替代方案、第二可替代方案和不实施的延迟方案，目的是通过环评，为拟建项目和规划选择对环境不利影响最小的方案。根据《建设项目环境保护管理条例》，依法应当编制环境影响报告书、环境影响报告表的建设项目，建设单位应当在开工建设前将环境影响报告书、环境影响报告表报有审批权的环境保护行政主管部门审批。因此，为了落实《“十三五”环境影响评价改革实施方案》中关于“重点把握选址选线环境论证”的要求，充分发挥生态影响评价从源头预防生态破坏的作用，应在设计阶段实现环评介入，同步开展方案的比选和论证，包括项目选线和选址、项目组成和内容、工艺和生产技术、施工和运营方案等方面，优先选择生态影响最小的方案。

6.5 生态影响识别

新增“生态影响识别”章节。

修订说明：

生态影响识别是生态影响评价工作的基础，较为复杂且专业性较强，主要任务是在初步工程分析和生态现状调查的基础上，识别主要影响源、影响方式或途径和影响范围。生态影响识别应涵盖施工期、运行期和退役期（可根据项目情况选择）等不同阶段。常用的方法有列表清单法、矩阵法、网络法、地理信息系统支持下的叠加图法等。

一方面，识别主要影响源可通过工程分析实现。在不同阶段分别有哪些工程行为，这些工程行为发生的地点、时间、方式和持续时间是什么。例如，疏浚等涉水施工过程中造成悬浮物浓度增加，这一过程发生的区域、时间、持续时间以及悬浮物的发生量是影响源识别的主要内容。

另一方面，生态影响识别需要了解受体环境中可能受到影响的生态系统及其组成成分的背景知识，包括生态系统类型、物种/生境/生态系统的关系，物种的分布与现状等。需要说明的是，建设项目生态影响评价不可能对受影响环境中的所有生态系统及其组成成分进行详细调查和研究，进行恰当的“聚焦”非常重要。在生态影响识别过程中，通过初步调查，选择重要的生态系统及其组成成分作为评价的焦点，也就是生态保护目标，是一项关键的工作。首先，依法设立的各类各级保护区域是生态影响评价应重点考虑的生态保护目标之一，包括国家公园、自然保护区、世界自然遗产、风景名胜区、森林公园、地质公园、湿地公园、重要湿地、沙漠公园、水产种质资源保护区、海洋特别保护区等。第二，以物种（包括支持物种生存的生境）为核心确定生态保护目标，主要考虑其濒危性、特有性、保护等级、经济价值、公众关注度、对特定影响的敏感性或响应性、维持生态系统功能的作用等方面，包括重点保护野生动植物，受威胁物种（列入国际和中国最新和权威物种红色名录中的极危、濒危和易危物种），极小种群野生植物、特有种以及群落中的关键种。重要生境是指维持上述重要物种生存、繁衍、迁徙（或洄游）、扩散、种群交流等的空间范围与环境条件，包括重点保护野生动植物、受威胁物种、极小种群野生植物以及特有种的集中分布区、适宜生境，重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道，迁徙鸟类的重要繁殖地、越冬地、停歇地，以及关键种分布区域等。第三，以生态系统（包括群落）为核心确定生态保护目标，主要考虑在某一生物地理区具有代表性、稀有性或独特性的典型生态系统，物种丰富度较高、具有重要的生态系统服务功能的生态系统等。

《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》和《生态保护红线划定指南》中，“生态保护红线”的定义为“在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线”，包括“具有重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域”。保护地体系是生态保护红线划定的基础，因此在空间上两者存在相当大的重叠。值得注意的是，目前的保护地体系仍存在一定的生态保护的空缺，应关注尚未划入自然保护区和生态保护红线范围内的重要区域。

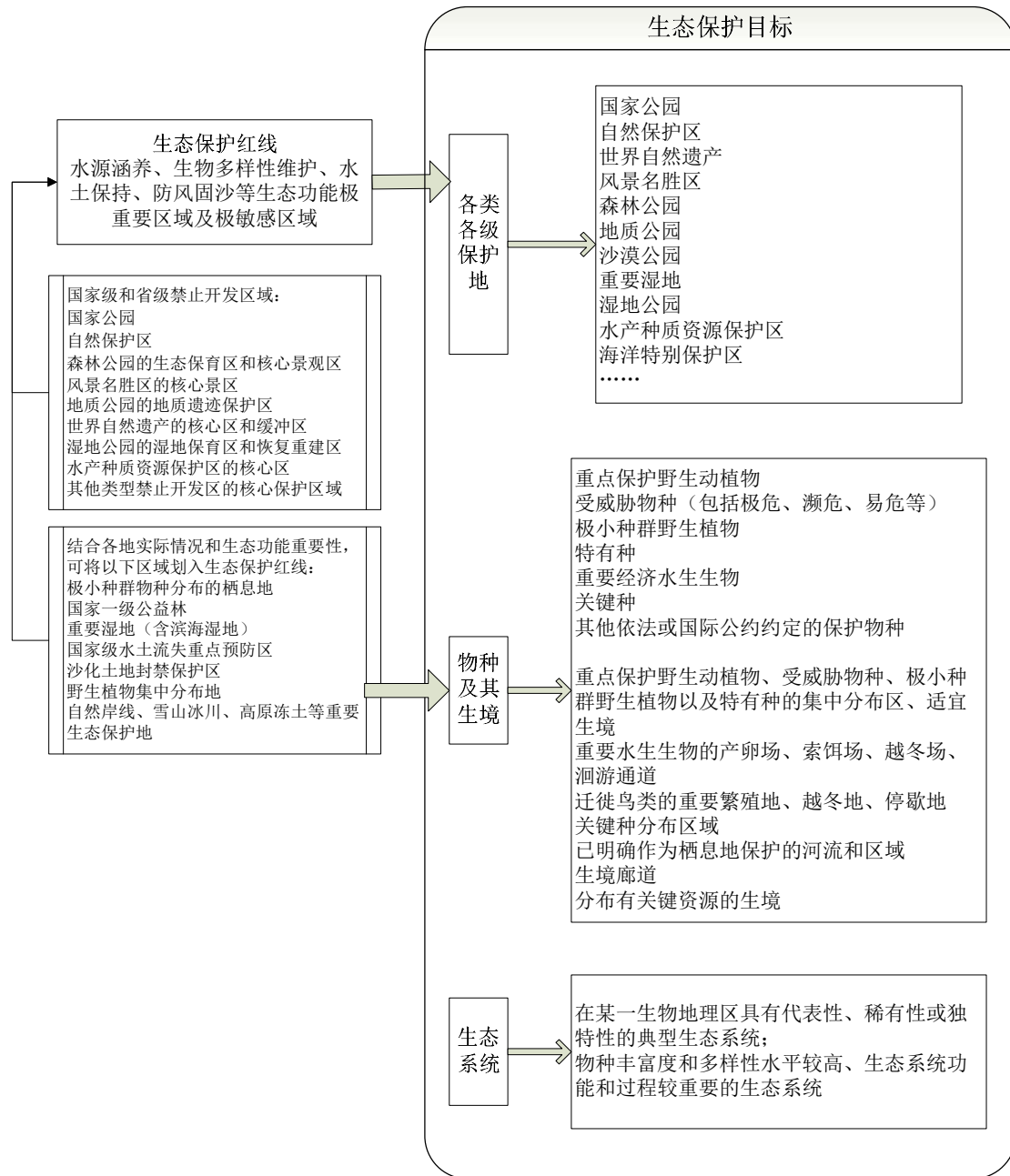


图 3 生态保护目标示意图

第三，生态影响范围的判断应考虑不同类型的生态影响。关于生态影响的不同类型及其举例详见表 8。

表 8 生态影响的主要类型

生态影响类型	例子
直接影响	工程永久和临时占地、水库淹没、地面沉陷、污染物排放、化学品泄漏等导致生境直接破坏或丧失以及个体直接死亡; 工程施工(如隧道爆破、炸礁、疏浚等)和运行(如交通事故碰撞、船舶螺旋桨击伤等)导致个体受伤或死亡;

生态影响类型	例子
	工程建（构）筑物导致物种迁徙（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； 生境破碎化等
间接影响	因工程建设和运行间接改变了生境条件或影响生态系统结构和功能（如矿山开采项目通过对地下水的影响造成植被破坏、水源涵养等生态功能降低，水利水电、码头及航道建设项目通过对水文情势的影响造成水生生境发生变化等）； 因工程建设和运行直接造成生境条件、食物资源等变化进而导致种群分布、结构或种群动态发生变化； 因工程建设和运行直接造成生境破坏、丧失或破碎化进而导致种群数量下降或种群灭绝风险增加，甚至生物多样性降低； 因工程建（构）筑物阻隔影响进而造成种群间基因交流减少，最终导致小种群灭绝风险增加等。
累积影响	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的丢失； 生态系统稳定性的破坏等

6.6 评价工作分级及评价范围确定

将评价工作分级及评价范围确定整合为一章。

6.6.1 评价工作分级

（1）调整了评价工作等级划分依据，以项目影响区域的生态敏感程度以及项目的影响方式作为主要的划分依据，删除了“工程占地（含水域）范围”的依据；

（2）删除了“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，评价工作等级应上调一级”，调整为“项目影响区域为其他区域，但可能导致所在区域生态系统结构、过程以及重要生态功能明显改变的情况下，评价等级为二级”的要求。

（3）完善了线性工程和涉水工程的评价工作分级。

修订说明：

现行生态导则关于“工程占地（含水域）范围”的划分对于大多数非线性工程不完全适用，如单个矿山开采、港口、机场（除大型国际枢纽机场）等工程的永久占地和临时占地面积基本不会超过 20km²，甚至是 2km²，使以占地面积划分评价等级失去了意义。本次修订调整了评价工作分级的依据，以影响方式和影响区域的生态敏感性作为主要依据。

项目建设的影响方式主要有施工临时占用（含水域）、工程构筑物或建筑物永久占用（含水域）、水库淹没占用，线路穿（跨）越，矿山开采引起的地表沉陷，以及通过改变土壤、

地下水、地表水等环境条件间接作用于生态保护目标等。在判断间接影响区域时，可结合土壤、地下水、地表水等环境要素的影响范围进行判断。

结合生态影响评价的关注重点和等级划分的可操作性，项目影响区域主要考虑具有相对明确的边界范围各类保护区域以及可根据相关目录和资料确定重要性级别的物种及其生境，主要包括各类自然保护地、生态保护红线、重要生境以及一般区域。根据 2019 年 6 月中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》，将按照自然生态系统原真性、整体性、系统性及其内在规律，依据管理目标与效能并借鉴国际经验，把自然保护地按生态价值和保护强度高低依次分为国家公园、自然保护区和自然公园 3 类，自然公园包括森林公园、地质公园、海洋公园、湿地公园等。因此，本次修订关于影响区域生态敏感性的划分参考《指导意见》。

项目通过直接占用、破坏等方式影响生态保护红线、国家公园、自然保护区、世界自然遗产和物种的重要生境时，评价工作等级为一级；项目通过直接占用、破坏等方式影响不同类型的自然保护地（不包括国家公园、自然保护区、世界自然遗产），或通过改变土壤、地下水、地表水等环境条件间接影响生态保护红线、国家公园、自然保护区、世界自然遗产和物种的重要生境时，评价工作等级为二级；涉及其他一般区域的，评价工作等级为三级，但可能导致所在区域生态系统结构、过程以及重要生态功能明显改变的情况下，评价工作等级可上调至二级。线路以隧道下穿或以桥梁一跨而过的形式通过自然保护地、生态保护红线、重要生境等生态敏感区域，并在影响区域内无永久和临时工程的情况下，评价等级可由一级下调至二级。

为避免非敏感路段（区域）的过度评价，本次修订提出了线性工程可结合工程特点、影响区域的生态敏感性按照不同评价等级的技术要求进行分段评价，涉水工程可针对陆生生态、水生生态分别确定评价工作等级。

删除了“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，评价工作等级应上调一级”。在实际工作中，该要求较偏重主观判断，容易造成评价工作量的不合理增加。

（4）案例测算

编制组选取了近 100 个建设项目验证评价等级变化情况，包括公路、铁路、机场、码头、航道、煤炭和水利水电等。从绝对数量上来看，修订前后一级、二级、三级评价数量变化总体不大（图 4）。但具体到行业中，由于存在分段评价和分区域评价，公路、铁路等线性工程以及港口等涉水工程的实际评价工作深度和工作量会有相应变化。

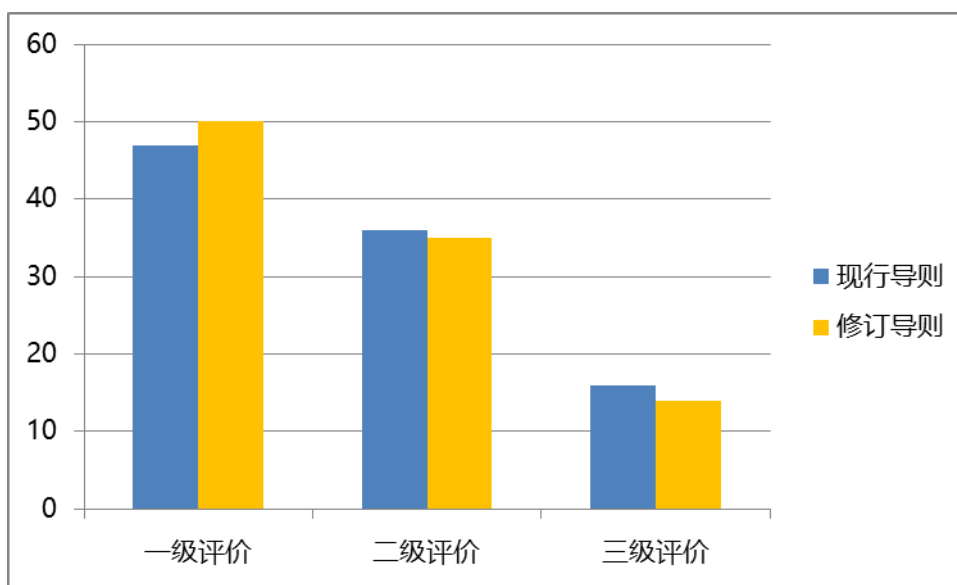


图 4 生态影响类项目测算情况对比图

6.6.2 评价工作范围

增加了评价工作范围确定的基本原则。

修订说明：

不同行业环境影响差异较大，应结合所在区域的环境特点在具体评价中视情况确定评价范围。其基本原则应遵循：（1）不小于工程占用范围；（2）项目涉及通过土壤、地下水、地表水等环境要素间接影响生态保护目标的，其评价范围不小于土壤、地下水、地表水等环境要素的评价范围；（3）项目涉及具有迁徙（或洄游）习性物种的，其评价范围应涵盖工程影响范围内的迁徙路线或洄游通道；（4）对于公路、铁路等线性工程，一级评价中针对陆生野生动物的评价范围不小于线路两侧各 2 公里范围；（5）对于机场项目，评价范围不小于占地范围向外延伸 3~5 公里。

6.7 生态现状调查与评价

细化了不同评价等级生态现状调查与评价的方法和内容。

修订说明：

现行生态导则对现状调查、评价和影响预测分析内容提出了较为概括性的要求，但由于具体评价指标、评价内容不尽明确，造成对实际工作的指导性不足，因此本次修订对生态现状调查和评价内容进行了细化。

一是对引用资料的时效性、调查方法的规范性、调查时间和调查频次的代表性以及植物调查样地、样方和野生动物调查样点、样线、水生生物调查断面和站位布设的原则提出了基本要求。

二是对改扩建、分期实施、属于流域规划中的拟建项目，位于原厂界（或永久用地）范围内的工业类改扩建项目，结合项目生态影响特点和环境管理要求提出了调查和评价的基本要求。

三是明确了不同评价等级的调查和评价内容要求。现状调查和评价一般包括基本生态背景状况、重要物种及生境、群落及生态系统、自然遗迹或重要的自然景观以及主要生态问题等内容。一级、二级评价需要针对保护目标开展详细调查和评价。由于影响区域的生态敏感性和影响程度存在差异，一级、二级评价在调查的工作量（包括调查内容、范围和频次等）上一般会有明显差别。三级评价的影响区域生态背景现状一般较为简单或单一，基本不涉及保护区域、重要生境以及重点保护野生动植物、受威胁物种、特有种、群落中的关键物种等，可基于已有资料（包括遥感数据）说明影响区域内的生态现状，包括生态系统类型，植被类型、分布及覆盖度，野生动物主要种类及分布区域、土地利用现状等。

四是给出了现状评价中常用的定量指标。包括种群数量（或规模）、种群密度、物种丰富度、生物多样性指数、植被覆盖指数、生物量、生产力、景观指数、生态系统服务功能相关评价指标等。对于一级评价，当项目影响区域涉及国家重点保护动植物、极危、濒危物种主要分布区的，可采用生境适宜度指数模型或其他生境评价模型对物种生境现状进行评价。涉及河流生态系统的，可采用生物完整性指数对评价范围内的水生生态系统状况进行评价。

6.8 生态影响预测与评价

细化了不同评价等级生态影响预测与评价内容，界定了生态影响程度，给出了关键的评价指标及其评价标准。

修订说明：

生态影响预测与评价内容应与现状评价内容相对应，根据区域生态保护的需要、物种及其生境保护要求、受影响生态系统的主导生态功能等选择评价预测指标。尽量采用定量方法进行描述和分析，对于尚无标准的评价指标，可用生态背景值、阈值、目标值进行评价。

生态影响预测与评价的主要内容包括基本生态状况变化趋势分析、重要物种及生境影响分析、群落及生态系统影响分析、自然遗迹或重要的自然景观影响分析以及累积影响分析等。不同评价等级可根据现状调查情况开展相应评价，表 9 总结了针对物种、群落、生态系统以及生境评价可采用的评价指标及影响程度的判断依据。三级评价可主要分析生态系统功能、自然植被类型及覆盖度、野生动物分布、土地利用类型等变化情况。

表 9 关键的评价指标及其评价标准

评价对象/指标	评价标准	影响程度			
		生态影响不可接受	显著不利影响	一般不利影响	不利影响较小或基本无影响
物种/种群规模	最小可存活种群(阈值)	工程建设导致重点保护野生动植物、极危、濒危和易危物种、极小种群野生植物、特有种种群规模严重减小, 低于最小可存活种群规模	工程建设导致重点保护野生动植物、极危、濒危和易危物种、极小种群野生植物、特有种种群规模有所减小, 但基本可维持种群生存	工程建设将会对周边活动或分布的重点保护野生动植物、极危、濒危和易危物种、极小种群野生植物、特有种产生一定不利影响, 但不会影响种群规模和种群生存	重点保护野生动植物、极危、濒危和易危物种、极小种群野生植物、特有种种群规模基本维持现状
群落/群落组成、空间格局和群落演替	区域现状背景状况	与区域现状背景状况相比, 工程建成后群落组成、空间格局和演替规律发生显著变化, 群落中的关键种消失	与区域现状背景状况相比, 工程建成后局部群落组成、空间格局和演替规律发生变化, 群落中的关键种生存受到一定威胁	群落变化发生在工程直接占用区域, 工程建成后区域群落组成、空间格局和演替规律总体变化不大, 关键种群基本维持现状	与区域现状背景状况相比, 群落组成、空间格局和群落演替规律未发生变化, 关键种群基本维持现状
生态系统/生产力、物种丰富度、生物多样性指数、生物完整性指数、生态系统服务功能	区域现状背景状况或目标值	工程建设造成某种典型生态系统遭到严重破坏, 生产力、物种丰富度、生物多样性水平显著下降, 生态系统服务功能显著下降甚至消失, 生态系统的完整性、稳定性难以恢复至现状水平或达到目标值	工程建设导致某种典型生态系统的结构和功能受到一定程度的损害, 生产力、物种丰富度、生物多样性水平以及生态系统服务功能下降。采取有效的措施后生态系统的完整性、稳定性可以恢复。	工程施工和运行对生态系统的结构和功能产生暂时性不利影响, 生产力受到一定损失, 物种丰富度、生物多样性水平以及生态系统服务功能总体变化不大, 生态系统的完整性和稳定性基本维持现状	生态系统的结构和功能、完整性和稳定性基本维持现状
生境破碎化程度	最小可存活生境(阈值)	工程建设导致生境破碎化程度加剧, 生境连通性彻底破坏且难以恢复, 生境斑块不能满足物种存活的需求	工程建设导致生境破碎化程度加剧, 生境连通性受到一定程度的破坏, 生境斑块面积的减小可能对物种存活产生威胁	工程建设导致局部生境损失, 但仍能满足物种存活的需求, 生境连通性未受到破坏	生境分布格局基本维持现状, 生境连通性未受到破坏
生境适宜度	根据物种的生态学特征和需求确定	工程建设导致国家重点保护动植物、极危、濒危物种的适宜生境完全消失且难以恢复	工程建设导致超过一定比例的适宜生境转变为不适宜生境	工程不直接占用适宜生境, 但受施工活动干扰、运行期污染物排放等影响, 生境适宜度将会暂时性下降, 采取有效的措施后可以恢复	物种适宜生境的分布、面积和质量基本维持现状

6.9 生态影响缓解对策与措施

6.9.1 生态影响缓解对策与措施原则

(1) 增加了“维持物种种群生存和发展”作为所采取对策措施应达到的重要目标之一。

(2) 进一步明确了避让方案的要求和内容。

修订说明:

(1) 除了以恢复和增强区域生态功能作为目标,从生物多样性保护的层面上维持物种种群生存和发展也应得到重点关注。

(2) 原则上应优先采取避让方案,包括通过选线、选址调整或局部方案优化避让关键区域,施工作业避让关键时期,取消/改变产生显著不利影响的施工方式等。

6.9.2 生态保护措施

细化了生态保护措施的要求。

修订说明:

结合对以生态影响为重点行业生态保护措施的系统总结,在本次修订中列出了以下重要的生态保护措施:(1)对重点保护野生植物、极危、濒危和易危植物、极小种群野生植物和古树名木造成不利影响的,应提出避让、工程防护、移栽或种质库保存等措施。工程施工破坏植被的,应提出植被恢复与生态修复等措施。(2)对重点保护野生动物、极危、濒危和易危动物、特有种及其生境造成影响的,应提出生境保护、合理安排工期、救护、构建活动廊道或食源地建设等措施。造成动物迁徙(包括水生生物洄游)受阻的,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;造成生物资源损失的,应提出促进资源恢复的措施,如生境修复、增殖放流等。(3)工程建设和运行噪声、灯光等对动物造成影响的,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。

例如,在线性工程中,沿道路设置供野生动物迁徙、扩散和连接生境的通道是应对道路干扰最有效的措施。野生动物通道应优先考虑目标物种的种群生态、生境需求、取食要求、行为及与其它物种的相互关系,结合地形及周围环境特点确定通道位置、型式、净高以及通道内外小生境的布设、围栏等辅助设施设计等。从减缓交通致死以及噪声、振动、灯光影响的角度,可提出防撞网、隔离栅、遮光板、声屏障、限速警示标志牌、交通运营管理等措施。水生生态保护措施包括工程设计和施工方案优化、施工爆破噪声控制、施工期监测、驱赶、救助、栖息地保护、生态护坡(滩)、水生生物通道、鱼类增殖放流等措施。其中,栖息地保护措施包括干(支)流生境保留、生态恢复(或重建)等,水生生物通道措施包括鱼道、升鱼机和集运鱼系统等。

6.9.3 生态监测和环境管理

对于生态监测，强调了可能具有重大、敏感生态影响的建设项目，区域、流域开发项目，其制定的生态监测计划应在 5 年以上。监测调查位置、频次以及采用的技术方法应根据监测目标合理确定，并尽量与背景状况调查一致，使不同阶段的数据具有可比性。施工期重点监测施工活动扰动下保护目标的受影响状况，如植物群落变化、物种分布和迁移、觅食、繁殖等行为变化、生境质量变化等，运行期重点监测生态恢复情况、生态保护措施的有效性以及实际影响状况。

6.10 生态影响评价结论

增加提出“生态影响不可接受”结论的情形说明。

修订说明：参照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》，提出生态影响不可接受结论的原则。本次修订建议，对严重威胁重点保护野生动植物、极危、濒危和易危物种、极小种群野生植物、特有种以及群落中的关键种等种群生存，造成重要生境丧失或不可恢复，或严重损害生态系统结构和功能的建设项目，应提出生态影响不可接受的结论。

6.11 附录

6.11.1 附录 A

- (1) 在“遥感调查法”中明确包括无人机遥感、卫星遥感等多种手段。
- (2) 增加陆生、水生动植物调查方法、淡水浮游生物调查方法的说明。

修订说明：

遥感调查法是利用遥感数据获取生态相关信息的重要手段，也是制作生态图件如植被类型图、土地利用现状图等的基础。随着遥感技术和生态学理论的不断进步，无人机遥感技术正凭借其机动灵活、高时效、高分辨率、云下作业的特性在生态影响评价中发挥着越来越大的作用。无人机搭载高清可见光相机、红外相机、多光谱相机、高光谱成像仪等，以及雷达等遥感设备，采集图像等信息，经过后期软件处理，来进行植被覆盖度、动物和植被群落主要物种组成和分布等分析和统计。因此，考虑到无人机遥感在生态现状调查中的应用潜力，本次修订在“遥感调查法”中对无人机遥感予以突出强化。

在环评生态调查中，陆生动物的调查往往缺乏规范性，尽管目前尚未出台针对环评的野生动物调查规范或指南，但实际上，国内外已形成较为成熟、广泛应用的野外调查方法。例如，常用的实地调查方法有样线法（或截线抽样法）、样点法、集群地计数法、红外自动数码照相等。调查方案可根据目标物种的生物学特性制定，包括具体的调查方法、调查时间、频率、调查范围。其规范性的调查方法可见《生物多样性观测技术导则》。

淡水浮游生物调查可参见《淡水浮游生物调查技术规范》。

6.11.2 附录 B

本次修订新增资料性附录 B，说明生态影响识别内容，详见 6.5 章节。

6.11.3 附录 C

(1) 一级、二级评价基本图件要求中将“特殊生态敏感区和重要生态敏感区空间分布图”调整为“生态保护目标空间分布图”，增加了动物迁徙（或洄游）路线图（涉及迁徙或洄游物种），调查样方（或样线）、调查断面和站位布设图；二级评价基本图件还增加了生态监测布点图。

(2) 删除“表 B.2 生态影响评价图件成图比例规范要求”，增加了“表 C.2 基本图件内容与比例尺要求”。

(3) 提出了“当基本图件底图的工作精度不满足评价要求时，应开展针对性的测绘工作”的要求。

修订说明：根据生态现状调查和影响预测评价的内容和要求，以及生态制图的发展和应用情况，增加了相关图件。对于生态影响评价图件成图比，以需要获取的生态信息作为确定成图比例的主要依据，而不是以长度、面积作为主要依据之一，因此删除了表 B.2，相应增加了表 C.2，以说明不同图件的底图、内容要求和参考比例尺。同时，进一步强化了对基本图件底图工作精度的要求。

6.11.4 附录 D

删除了列表清单法、图形叠置法、生态机理分析法、指数法与综合指数法、类比分析法、系统分析法，增加了相关分析法、生态系统评价法、生境适宜度评价法，补充了生物多样性评价法的相关指标，完善了景观生态学法。

修订说明：

有关生态影响评价不同方法的有效性和正确性一直存在较多争论，由于生态系统本身的复杂性，评价结果的可靠性往往受到质疑。而充足的本底数据、长期的生态监测以及不断修正地生态模型是提高评价结果准确性的重要手段。通过对目前在生态学领域广泛应用的评价技术方法（生态系统评价、生物多样性评价、生境评价等）的梳理，结合其在环评中的适用性，列出了以定量评价为主的生态现状及影响评价方法。

(1) 相关分析法

相关分析法是指通过观测物种对某一特定干扰的反应，建立相关关系，预测建设项目可能产生的影响。除了利用已有的研究成果，相关关系的建立也可以通过对已有类似建设项目

的影响分析获得，进而用于拟建项目的生态影响预测与评价。选取的用于建立相关关系的项目在工程性质、工艺和规模等方面应与拟建项目基本相当，所在区域的环境背景、生态因子相似，且项目建成已有一定时间，所产生的影响已基本全部显现。工作步骤如下：1) 根据现状调查和工程分析确定目标物种和拟建项目施工和运行产生的干扰因素；2) 结合拟建项目特点选择已有类似项目；3) 观测已有类似项目施工和运行过程中，目标物种对某一特定干扰因素的反应，建立相关关系；4) 基于相关关系分析，预测拟建项目对目标物种的影响。

(2) 生物多样性评价方法

生物多样性内涵丰富，包括物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性三个层次。建设项目生态影响评价中的生物多样性评价是通过收集生物多样性状态、压力、驱动力、影响与响应等方面的信息，定量或定性分析建设项目实施后的生物多样性的变化和状态，常用的评价指标有 Margalef 物种丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数、Simpson 优势度指数等。

(3) 生态系统评价方法

生态系统评价涉及生态系统格局、生态系统质量、生态服务功能、生态环境问题、生态环境胁迫等各个方面，也建立了相应的指标体系。在建设项目生态影响评价中，较为关注的是对生态系统结构、质量和功能的影响，可选用相应的评价方法和指标进行评价。如生产力评价方法、生物完整性指数评价方法以及生态系统服务功能评价方法等。

1) 生产力评价方法

初级生产力是生态系统功能最重要的参数之一。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)是从固定的总能量和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，也是判定生态系统碳循环和生态过程的主要因子。NPP 测算方法主要包括站点实测法、实验法和模型法（如统计模型、参数模型和过程模型）。在区域以上的大尺度水平，基于遥感数据反演植被 NPP 是发展较快、应用较广的重要分析手段。在建设项目可能导致区域生态系统结构和质量发生变化时，可采用生产力评价方法。估算 NPP 的模型研究成果丰硕，通过不断地改进、完善，近年来估算模型的应用能力得到了大大的提高。具体方法和模型的计算过程可查阅相关文献资料，选择适用的模型开展预测和评价工作，必要时应对模型模拟结果进行验证。

2) 生物完整性指数评价法

生态系统完整性是建立在生物完整和生态健康相关概念的基础之上，是生态系统评价中

的一个重要概念。生物完整性指数（Index of biological integrity, IBI）是目前水生态系统健康评价中应用最广泛的指标之一。最早由 Karr 等于 1981 年提出，由多个生物状况参数组成，通过比较参数值与参考系统的标准值得出该水生态系统的健康程度。生物完整性指数中每个生物状况参数都对一类或几类干扰反应敏感，因此可定量描述人类干扰与生物特性之间的关系，间接反映水生态系统健康受到的影响程度。最初 IBI 是以鱼类为研究对象建立的，随后扩展到底栖无脊椎动物、周丛生物、着生藻类、浮游生物以及高等维管束植物。生物完整性指数评价工作步骤如下：①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；②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；③选择参考点（未受干扰的样点或受干扰极小的样点，能够反映生物完整性的背景状况）和干扰点（已受各种干扰如点源和非点源污染、森林覆盖率的降低、城镇化、大坝建设等的样点，可作为类比分析的依据），并采集参数指标数据，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；④确定每种参数指标值以及 IBI 指数的计算方法，分别计算参考点和干扰点的 IBI 指数值；⑤建立生物完整性指数的评分标准；⑥评价工程建设前所在区域水生态系统健康程度，预测工程建设后水生态系统健康状态和变化趋势。

3) 生态系统服务功能评价方法

生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与作用，主要包括供给服务、调节服务和文化服务三大类。其中，调节服务包括水源涵养、土壤保持、洪水调蓄、防风固沙、碳固定、生物多样性保护等功能。评价指标与方法参见《中国生态系统格局、质量、服务与演变》（2017 年，科学出版社）。

（4）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，其主要原因是由于生境丧失和破碎化。

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分析法。目前较常用的方法是景观动态的定量分析法，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指标，分为三个级别，代表三种不同的研究尺度，即斑块级别指数、斑块类型级别指数和景观级别指数，常采用 FRAGSTATS 等景观格

局分析软件进行计算分析。景观要素的多样性通过景观多样性指数与景观均匀度指数进行测度，景观破碎化程度通过斑块破碎度指数测度。

(5) 生境适宜度评价方法

生境 (Habitat) 指动植物个体或种群的天然栖息场所，是生物生存空间和一切影响到生物生存的环境因子的总和。生境适宜度评价是通过分析野生动物的需求与研究区的环境因子的相互关系来明确物种潜在的分布区域，从而可以为野生动物有效保护和管理工作提供必要的条件和依据。目前，利用 3S (GIS、RS、GPS) 技术结合生态位模型对生境适宜度进行分析已经越来越多的运用到野生动物生境评价之中，已对大熊猫、黑熊、东北虎、普氏原羚、蒙古野驴、鹅喉羚、林麝、黑叶猴、白头叶猴、川金丝猴、海南长臂猿、亚洲象、丹顶鹤、大天鹅等多种国家重点野生保护动物开展了相关研究。

生境适宜度评价是通过分析目标物种的生境要求及其与当地自然环境的匹配关系，建立适合的生境评价模型，对某一区域的物种生境进行适宜度分析。生境适宜度评价的工作步骤如下：①明确目标物种，即受工程影响的珍稀濒危野生动物等；②分析物种的生境条件，明确影响种群分布及行为的限制因素或主导因素；③根据评价要素收集、准备相应的地理数据，建立各项影响因素的评价准则，借助 GIS 技术完成数据的空间分析处理，进行各单项因素的适宜度评价；④根据一定的评价准则借助 GIS 技术进行各单因素叠加分析；⑤根据模型模拟结果，综合评价工程所在区域的生境现状；⑥叠加拟建工程，对生境适宜度变化情况进行预测；⑦提出优化选址选线方案以及生态保护措施。

其中，影响物种潜在分布的环境因子一般可以细分为：物理环境因子（温度、光照、水分、海拔、坡度坡向等）、生物环境因子（食物、植被类型、种内和种间竞争等）和人类活动干扰（施工、交通、放牧、采伐等）。在评价模型的选择上，生态位模型是一种比较重要的模型，其基本原理是根据目标物种已知分布区出发，利用数学模型归纳或模拟其生态位需求，将其投射到目标地区即可得到目标物种的适生区分布。

(6) 其他

县域、省域和生态区的生态环境状况及变化趋势评价方法参见《生态环境状况评价技术规范》(HJ 192)。

7 主要修订内容对比

修订后导则与现行导则内容对比见表 10。

表 10 修订后导则与现行导则主要修改内容对比

章节	现行导则	修订后
1 适用范围	<p>本标准规定了生态影响评价的一般性原则、方法、内容及技术要求。</p> <p>本标准适用于建设项目对生态系统及其组成因子所造成的影响的评价。区域和规划的生态影响评价可参照使用。</p>	<p>本标准规定了生态影响评价的一般性原则、工作程序、方法、内容及技术要求。</p> <p>本标准适用于建设项目环境影响评价。规划的生态影响评价可参照使用。</p> <p>海洋工程生态影响评价可参照海洋工程环境影响评价技术导则。</p>
2 规范性引用文件	<p>GB50433-2008 开发建设项目水土保持技术规范</p> <p>GB/T12763.9-2007 海洋调查规范第 9 部分：海洋生态调查指南</p> <p>SC/T9110-2007 建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程</p> <p>SL 167-96 水库渔业资源调查方法</p>	<p>增加：</p> <p>GB/T 19485 海洋工程环境影响评价技术导则</p> <p>GB/T 20257 国家基本比例尺地图图式</p> <p>GB/T 21010 土地利用现状分类</p> <p>HJ 192 生态环境状况评价技术规范</p> <p>HJ 710 生物多样性观测技术导则</p> <p>SC/T 9402 淡水浮游生物调查技术规范</p> <p>删除：</p> <p>GB50433-2008 开发建设项目水土保持技术规范</p>
3 术语和定义	<p>3.1 生态影响；3.2 直接生态影响；3.3 间接生态影响；3.4 累积生态影响；3.5 生态监测；3.6 特殊生态敏感区；3.7 重要生态敏感区；3.8 一般区域</p>	<p>新增了“生态背景状况”、“生态阈值”等术语和定义，删除了“特殊生态敏感区”、“重要生态敏感区”、“一般区域”。调整了“生态影响”、“生态监测”定义。</p>
4 总则	<p>4.1 评价原则</p> <p>4.1.1 坚持重点与全面相结合的原则。既要突出评价项目所涉及的重点区域、关键时段和主导生态因子，又要从整体上兼顾评价项目所涉及的生态系统和生态因子在不同时空等级尺度上结构与功能的完整性。</p> <p>4.1.2 坚持预防与恢复相结合的原则。预防优先，恢复补偿为辅。恢复、补偿等措施必须与项目所在地的生态功能区划的要求相适应。</p> <p>4.1.3 坚持定量与定性相结合的原则。生态影响评价应尽量采用定量方法进行描述和分析，当现有科学方法不能满足定量需要或因其他原因无法实现定量测定时，生态影响评价可通过定性或类比的方法进行描述和分析。</p>	<p>4 总则</p> <p>4.1 评价工作任务</p> <p>识别、预测和评价建设项目在施工期、运行期和退役期（可根据项目情况选择）等不同阶段对物种（种群）及其生境、生物群落、生态系统可能造成的影响，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，明确给出建设项目生态影响是否可接受的结论。</p> <p>4.2 评价工作程序</p> <p>生态影响评价工作一般分为三个阶段，即生态影响识别阶段，生态现状评价和影响分析阶段，生态保护对策与措施制定阶段。</p> <p>4.2.1 生态影响识别阶段</p>

章节	现行导则	修订后
		<p>a) 收集、整理建设项目工程技术文件、区域生态环境状况、周边分布的各类自然保护区、生态保护红线、重要生境等相关资料，开展初步的工程方案分析和野外调查，识别主要的生态影响，筛选生态保护目标，确定评价等级和评价范围。</p> <p>b) 建设项目占用或穿（跨）越自然保护区、生态保护红线、重要生境或产生显著不利生态影响时，应提出替代方案并进行环境比选论证。替代方案主要指项目选线、选址替代方案，项目的组成、内容和平面布局替代方案，工艺和生产技术的替代方案，施工和运营方案的替代方案等。</p> <p>4.2.2 生态现状评价和影响分析阶段</p> <p>a) 在进行充分的资料收集、专家和公众咨询基础上，综合利用遥感、野外调查等方法，对生态保护目标开展详细调查，评价生态现状。</p> <p>b) 结合建设项目特征，选择合适的评价方法和指标，预测和评价工程建设和运行对生态保护目标的影响。</p> <p>4.2.3 生态影响缓解对策与措施制定阶段</p> <p>根据生态影响预测和评价结果，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。</p>
		<p>5 生态影响识别</p> <p>生态影响识别应涵盖施工期、运行期和退役期（可根据项目情况选择）等不同阶段。结合建设项目特点和环境特征，识别主要影响源、影响方式或途径和影响范围。具体识别内容可参见附录 B。</p>
	<p>4.2 评价工作分级</p> <p>4.2.1 依据影响区域的生态敏感性和评价项目的工程占地（含水域）范围，包括永久占地和临时占地，将生态影响评价工作等级划分为一级、二级和三级，如表 1 所示（略）。位于原厂界（或永久用地）范围内的工业类改扩建项目，可做生态影响分析。</p> <p>4.2.2 当工程占地（含水域）范围的面积或长度分别属于两个不同评价工作</p>	<p>6 评价工作等级和评价范围确定</p> <p>6.1 评价工作分级</p> <p>6.1.1 依据项目影响方式和影响区域的生态敏感性，将生态影响评价工作等级划分为一级、二级和三级，如表 1 所示（略）。</p> <p>6.1.2 项目影响区域为一般区域，但可能导致所在区域生态系统结构、过程以及重要生态功能明显改变的情况下，评价等级为二级。</p>

章节	现行导则	修订后
	<p>等级时，原则上应按其中较高的评价工作等级进行评价。改扩建工程的工程占地范围以新增占地（含水域）面积或长度计算。</p> <p>4.2.3 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，评价工作等级应上调一级。</p>	<p>6.1.3 线路以隧道或桥梁一跨而过的形式通过自然保护地、生态保护红线、重要生境等生态敏感区域，并在影响区域内无永久和临时工程的情况下，评价等级可由一级下调至二级。</p> <p>6.1.4 公路、铁路、管道等线性工程可结合工程特点、影响区域的生态敏感性按照不同评价等级的技术要求进行分段评价。</p> <p>6.1.5 涉水工程可针对陆生生态、水生生态分别确定评价工作等级。</p>
	<p>4.3 评价工作范围</p> <p>生态影响评价应能够充分体现生态完整性，涵盖评价项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域。评价工作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。</p>	<p>6.2 评价工作范围</p> <p>6.2.1 生态影响评价应能够充分体现生态完整性，涵盖评价项目全部活动的直接影响区域和间接影响区域。</p> <p>6.2.2 不同行业生态影响评价应结合行业特征和所在区域的环境特点，在具体评价中视情况确定评价范围。其基本原则应遵循：</p> <p>a) 不小于工程占用范围；</p> <p>b) 项目涉及通过土壤、地下水、地表水等环境要素间接影响生态保护目标的，其评价范围不小于土壤、地下水、地表水等环境要素的评价范围；</p> <p>c) 项目涉及具有迁徙（或洄游）习性物种的，其评价范围应涵盖工程影响范围内的迁徙路线或洄游通道；</p> <p>d) 对于公路、铁路等线性工程，一级评价中针对陆生野生动物的评价范围不小于线路两侧各 2 公里范围；</p> <p>e) 对于机场项目，评价范围不小于占地范围向外延伸 3~5 公里。</p>
	<p>4.4 生态影响判定依据</p> <p>4.4.1 国家、行业和地方已颁布的资源环境保护等相关法规、政策、标准、规划和区划等确定的目标、措施与要求。</p> <p>4.4.2 科学研究判定的生态效应或评价项目实际的生态监测、模拟结果。</p> <p>4.4.3 评价项目所在地区及相似区域生态背景值或本底值。</p> <p>4.4.4 已有性质、规模以及区域生态敏感性相似项目的实际生态影响类比。</p>	<p>整合或删除</p>

章节	现行导则	修订后
	4.4.5 相关领域专家、管理部门及公众的咨询意见。	
5 工程分析	<p>5.1 工程分析内容</p> <p>工程分析内容应包括：项目所处的地理位置、工程的规划依据和规划环评依据、工程类型、项目组成、占地规模、总平面及现场布置、施工方式、施工时序、运行方式、替代方案、工程总投资与环保投资、设计方案中的生态保护措施等；</p> <p>工程分析时段应涵盖勘察期、施工期、运营期和退役期，以施工期和运营期为调查分析的重点。</p> <p>5.2 工程分析重点</p> <p>根据评价项目自身特点、区域的生态特点以及评价项目与影响区域生态系统的相互关系，确定工程分析的重点，分析生态影响的源，及其强度。主要内容应包括：</p> <p>a) 可能产生重大生态影响的工程行为；</p> <p>b) 与特殊生态敏感区和重要生态敏感区有关的工程行为；</p> <p>c) 可能产生间接、累积生态影响的工程行为；</p> <p>d) 可能造成重大资源占用和配置的工程行为。</p>	整合或删除

章节	现行导则	修订后
6 生态现状调查与评价	<p>6.1 生态现状调查</p> <p>6.1.1 生态现状调查要求</p> <p>生态现状调查是生态现状评价、影响预测的基础和依据，调查的内容和指标应能反映评价工作范围内的生态背景特征和现存的主要生态问题。在有敏感生态保护目标（包括特殊生态敏感区和重要生态敏感区）或其他特别保护要求对象时，应做专题调查。</p> <p>生态现状调查应在收集资料基础上开展现场工作，生态现状调查的范围应不小于评价工作的范围。</p> <p>一级评价应给出采样地样方实测、遥感等方法测定的生物量、物种多样性等数据，给出主要生物物种名录、受保护的野生动植物物种等调查资料；</p> <p>二级评价的生物量和物种多样性调查可依据已有资料推断，或实测一定数量的、具有代表性的样方予以验证；</p> <p>三级评价可充分借鉴已有资料进行说明。</p> <p>生态现状调查方法可参见附录 A；图件收集和编制要求应遵照附录 B。</p> <p>6.1.2 调查内容</p> <p>6.1.2.1 生态背景调查</p> <p>根据生态影响的空间和时间尺度特点，调查影响区域内涉及的生态系统类型、结构、功能和过程，以及相关的非生物因子特征（如气候、土壤、地形地貌、水文及水文地质等），重点调查受保护的珍稀濒危物种、关键种、土著种、建群种和特有种，天然的重要经济物种等。如涉及国家级和省级保护物种、珍稀濒危物种和地方特有物种时，应逐个或逐类说明其类型、分布、保护级别、保护状况等；如涉及特殊生态敏感区和重要生态敏感区时，应逐个说明其类型、等级、分布、保护对象、功能区划、保护要求等。</p> <p>6.1.2.2 主要生态问题调查</p> <p>调查影响区域内已经存在的制约本区域可持续发展的主要生态问题，如水土</p>	<p>7 生态现状调查与评价</p> <p>7.1 基本要求</p> <p>7.1.1 生态现状调查应遵循资料收集、专家和公众咨询与野外调查相结合的原则。生态现状调查引用资料应能真实反映生态现状背景情况，明确引用资料的来源、时间及其有效性。</p> <p>7.1.2 实地调查应依据国家正式发布的生物多样性调查与观测相关标准、技术规范，针对生态保护目标制定具体的调查方案。基础数据缺乏时适当增加调查频次。</p> <p>7.1.3 应选择不同的植被类型（或生境类型）布设调查样方或样线，调查结果应能代表影响区域内的物种多样性水平和空间分布特征。水生生物调查断面和站位布设应遵循控制性、代表性原则，在涉水施工活动强度较大的区域，应增加调查断面和站位的布设密度。</p> <p>7.1.4 对于改扩建、分期实施、属于流域规划中的建设项目，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。</p> <p>7.1.5 位于原厂界（或永久用地）范围内的工业类改扩建项目，可主要调查和评价现状污染物排放对生态保护目标的影响。</p> <p>7.1.6 生态现状调查方法可参考附录 A，生态现状评价方法可参考附录 D，图件编制要求应遵照附录 C。</p> <p>7.2 一级评价</p> <p>7.2.1 项目通过直接占用、破坏等方式对生态保护红线、国家公园、自然保护区、世界自然遗产和物种的重要生境产生不利影响时，应结合保护对象和功能定位，开展相应现状调查和评价，包括基本生态背景状况、重要物种及生境、群落及生态系统、自然遗迹或重要的自然景观以及主要生态问题等。</p> <p>7.2.2 基本生态背景状况。调查评价范围内的陆生生态系统类型、土地利用类型、植被类型、陆生野生动物的种类组成和主要分布区域。调查评价范围内的水生哺乳类、鱼类、浮游植物、着生藻、浮游动物、底栖动物、水生维管束植物、潮间带生</p>

章节	现行导则	修订后
	<p>流失、沙漠化、石漠化、盐渍化、自然灾害、生物入侵和污染危害等，指出其类型、成因、空间分布、发生特点等。</p> <p>6.2 生态现状评价</p> <p>6.2.1 评价要求</p> <p>在区域生态基本特征现状调查的基础上，对评价区的生态现状进行定量或定性的分析评价，评价应采用文字和图件相结合的表现形式，图件制作应遵照附录 B 的规定，评价方法可参见附录 C。</p> <p>6.2.2 评价内容</p> <p>a) 在阐明生态系统现状的基础上，分析影响区域内生态系统状况的主要原因。评价生态系统的结构与功能状况（如水源涵养、防风固沙、生物多样性保护等主导生态功能）、生态系统面临的压力和存在的问题、生态系统的总体变化趋势等。</p> <p>b) 分析和评价受影响区域内动、植物等生态因子的现状组成、分布；当评价区域涉及受保护的敏感物种时，应重点分析该敏感物种的生态学特征；当评价区域涉及特殊生态敏感区或重要生态敏感区时，应分析其生态现状、保护现状和存在的问题等。</p>	<p>物以及渔业资源等数量（或密度）及分布。可采用植被覆盖指数、物种丰富度及多样性指数等对生态背景状况进行定量评价。</p> <p>7.2.3 重要物种及生境。在充分收集已有资料的基础上，选择有代表性的季节和月份开展野外调查，兼顾主要保护动物的繁殖期、越冬期、迁徙（或洄游）期等关键活动期以及主要保护植物的生长、繁殖期。对于重点保护野生动植物、极危、濒危和易危物种、极小种群野生植物、特有种以及群落中的关键种，调查其种群规模及生境状况，保护级别或濒危等级、保护状况、受胁因素等。涉及具有迁徙（或洄游）习性物种的项目，调查其迁徙（或洄游）路线与工程的位置关系。生境状况的调查包括生境分布、面积和质量。涉及国家重点保护动植物、极危、濒危物种的项目，可采用生境适宜度指数模型或其他生境评价模型对物种生境现状进行评价。</p> <p>7.2.4 群落及生态系统。调查评价范围内群落组成、空间格局和群落演替的基本规律，调查群落中的关键种、建群种、优势种、指示种的分布和种群现状。调查生态系统的质量、结构、功能。可采用多样性指数、景观指数、生物量、生产力、生态系统服务功能相关评价指标对评价范围内的生物多样性水平、景观格局以及生态系统的质量、功能进行评价。涉及河流生态系统的，可采用生物完整性指数对评价范围内的水生生态系统状况进行评价。</p> <p>7.2.5 自然遗迹或重要的自然景观。涉及有自然遗迹或重要的自然景观分布的保护目标，调查其类型、保护要求以及与工程的位置关系。</p> <p>7.2.6 主要生态问题。调查已经存在的制约工程所在区域可持续发展的主要生态问题，如水土流失、沙漠化、石漠化、盐渍化、自然灾害、生物入侵和污染危害等；调查已经存在的对工程评价范围内的生态保护目标产生不利影响的干扰因素。</p> <p>7.3 二级评价</p> <p>7.3.1 项目通过直接占用、破坏等方式对自然保护地（不包括国家公园、自然保护区、世界自然遗产）产生不利影响时，可结合自然保护地的类型、保护对象和保护要求，有选择性地开展对重要物种及生境、自然生态系统、自然遗迹和自然景观的</p>

章节	现行导则	修订后
		<p>调查与评价。</p> <p>7.3.2 项目通过改变土壤、地下水、地表水等环境条件间接影响生态保护红线、国家公园、自然保护区、世界自然遗产和物种的重要生境时，可结合土壤、地下水、地表水现状调查与评价结论，有选择性地开展对重要物种及生境、群落及生态系统、自然遗迹或重要的自然景观以及主要生态问题的调查与评价。</p> <p>7.3.3 项目建设可能导致所在区域生态系统结构、过程以及重要生态功能明显改变时，应重点开展对项目所在区域生态系统完整性、稳定性以及主要生态问题的调查与评价。</p> <p>7.4 三级评价</p> <p>三级评价可尽量利用已有资料说明影响区域内的生态现状。给出评价范围内的生态系统类型、土地利用类型、植被类型、野生动物种类组成及分布区域。可采用面积、比例、覆盖度等指标对生态背景状况进行定量评价。</p>

章节	现行导则	修订后
7 生态影响预测与评价	<p>7.1 生态影响预测与评价内容</p> <p>生态影响预测与评价内容应与现状评价内容相对应，依据区域生态保护的需 要和受影响生态系统的主导生态功能选择评价预测指标。</p> <p>a) 评价工作范围内涉及的生态系统及其主要生态因子的影响评价。通过分析影响作用的方式、范围、强度和持续时间来判别生态系统受影响的范围、强度和持续时间；预测生态系统组成和服务功能的变化趋势，重点关注其中的不利影响、不可逆影响和累积生态影响。</p> <p>b) 敏感生态保护目标的影响评价应在明确保护目标的性质、特点、法律地位和保护要求的情况下，分析评价项目的影响途径、影响方式和影响程度，预测潜在的后果。</p> <p>c) 预测评价项目对区域现存主要生态问题的影响趋势。</p> <p>7.2 生态影响预测与评价方法</p> <p>生态影响预测与评价方法应根据评价对象的生态学特性，在调查、判定该区主要的、辅助的生态功能以及完成功能必须的生态过程的基础上，分别采用定量分析与定性分析相结合的方法进行预测与评价。常用的方法包括列表清单法、图形叠置法、生态机理分析法、景观生态学法、指数法与综合指数法、类比分析法、系统分析法和生物多样性评价等，可参见附录 C。</p>	<p>8 生态影响预测与评价</p> <p>8.1 预测与评价方法和要求</p> <p>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，根据区域生态保护的需 要、物种及其生境保护要求、受影响生态系统的主导生态功能等选择评价预测指标。</p> <p>8.1.2 生态影响预测与评价应尽量采用定量方法进行描述和分析，对于尚无标准的 评价指标，可用生态背景状况、阈值、目标值进行评价。</p> <p>8.1.3 生态影响预测与评价方法可参考附录 D。</p> <p>8.2 预测与评价内容</p> <p>8.2.1 生态影响预测与评价的主要内容包括基本生态状况变化趋势分析、重要物种 及生境影响分析、群落及生态系统影响分析、自然保护地影响分析和累积影响分析 等。不同评价等级可根据现状调查情况开展相应评价，三级评价可主要分析生态系 统功能、自然植被类型及覆盖度、野生动物分布、土地利用类型等变化情况。</p> <p>a) 基本生态状况变化趋势：陆生生态影响分析应给出项目施工及建成后评价范围内 的土地利用类型、植被类型、陆生野生动物的种类组成和分布区域的总体变化趋势。 水生生态影响分析应给出项目施工及建成后影响区域内水生生物种类组成、数量（或 密度）、空间分布的总体变化趋势，预测生物资源损失量。</p> <p>b) 重要物种及生境：对于重点保护野生动植物，极危、濒危和易危物种，极小种群 野生植物，特有种和群落中的关键种，应分析其种群规模、分布及生境状况的变化 趋势，分析施工活动和运行产生的噪声、灯光等对动物行为的干扰影响。涉及具有 迁徙（或洄游）习性物种的项目，应分析项目建设对物种迁徙、扩散、种群交流等 产生的阻隔影响，预测种群分布或迁徙路线的变化。分析项目建设对生境的占用情 况和造成的破碎化程度，分析施工活动以及运行期污染物排放对生境质量的影响， 预测项目建成后生境面积、质量和空间变化。涉及国家重点保护野生动植物、极危、 濒危物种的项目，可采用生境适宜度指数模型或其他生境评价模型预测项目建成后 生境适宜度的空间变化。</p>

章节	现行导则	修订后
		<p>c) 群落及生态系统：分析群落组成、空间格局和群落演替的变化趋势，预测群落中的关键种、建群种、优势种变化，可利用指示种反映群落或生境的变化情况。分析生态系统类型、面积、质量、结构、功能以及景观格局的变化趋势，分析影响区域生产力、物种丰富度、生物多样性水平的变化趋势。涉及河流生态系统的，可采用生物完整性指数预测项目建成后水生生态系统状况。</p> <p>d) 自然遗迹或重要的自然景观：分析项目施工和运行对自然遗迹或重要的自然景观的影响程度。</p> <p>e) 结合已存在的生态问题和干扰因素，分析项目建设的累积生态影响</p> <p>8.2.2 关键的评价指标及其评价标准如表 2 所示（略）。</p>
8 生态影响的防护、恢复、补偿及替代方案	<p>8.1 生态影响的防护、恢复与补偿原则</p> <p>8.1.1 应按照避让、减缓、补偿和重建的次序提出生态影响防护与恢复的措施；所采取措施的效果应有利修复和增强区域生态功能。</p> <p>8.1.2 凡涉及不可替代、极具价值、极敏感、被破坏后很难恢复的敏感生态保护目标（如特殊生态敏感区、珍稀濒危物种）时，必须提出可靠的避让措施或生境替代方案。</p> <p>8.1.3 涉及采取措施后可恢复或修复的生态目标时，也应尽可能提出避让措施；否则，应制定恢复、修复和补偿措施。各项生态保护措施应按项目实施阶段分别提出，并提出实施时限和估算经费。</p> <p>8.2 替代方案</p> <p>8.2.1 替代方案主要指项目中的选线、选址替代方案，项目的组成和内容替代方案，工艺和生产技术的替代方案，施工和运营方案的替代方案、生态保护措施的替代方案。</p> <p>8.2.2 评价应对替代方案进行生态可行性论证，优先选择生态影响最小的替代方案，最终选定的方案至少应该是生态保护可行的方案。</p>	<p>9 生态影响缓解对策与措施</p> <p>9.1 生态影响缓解对策与措施原则</p> <p>9.1.1 应按照避让、减缓、补偿和重建的次序提出生态影响防护与恢复的对策和措施，所采取对策和措施的效果应有利修复和增强区域生态功能、维持物种种群生存和发展。</p> <p>9.1.2 优先采取避让方案，包括通过选线、选址调整或局部方案优化避让关键区域，施工作业避让关键时期，取消或改变产生显著不利影响的施工方式等。</p>

章节	现行导则	修订后
	<p>8.3 生态保护措施</p> <p>8.3.1 生态保护措施应包括保护对象和目标，内容、规模及工艺，实施空间和时序，保障措施和预期效果分析，绘制生态保护措施平面布置示意图和典型措施施工工艺图。估算或概算环境保护投资。</p> <p>8.3.2 对可能具有重大、敏感生态影响的建设项目，区域、流域开发项目，应提出长期的生态监测计划、科技支撑方案，明确监测因子、方法、频次等。</p> <p>8.3.3 明确施工期和运营期管理原则与技术要求。可提出环境保护工程分标与招投标原则，施工期工程环境监理，环境保护阶段验收和总体验收、环境影响后评价等环保管理技术方案。</p>	<p>9.2 生态保护措施</p> <p>9.2.1 应根据生态影响特点和保护对象的要求，有针对性地提出生态保护措施，绘制生态保护措施平面布置示意图和典型措施施工工艺图。</p> <p>a) 对重点保护野生植物、极危、濒危和易危植物、极小种群野生植物和古树名木造成不利影响的，应提出避让、工程防护、移栽或种质库保存等措施。工程施工破坏植被的，应提出植被恢复与生态修复等措施。</p> <p>b) 对重点保护野生动物、极危、濒危和易危动物、特有种及其生境造成影响的，应提出生境保护、合理安排工期、救护、构建活动廊道或食源地建设等措施。造成动物迁徙（包括水生生物洄游）受阻的，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；造成生物资源损失的，应提出促进资源恢复的措施，如生境修复、增殖放流等。</p> <p>c) 工程建设和运行噪声、灯光等对动物造成影响的，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。</p> <p>9.2.2 根据生态保护措施的具体内容，估算（概算）环境保护投资，给出预期效果、实施地点、时间和责任主体。</p> <p>9.3 生态监测和环境管理</p> <p>9.3.1 应针对生态保护目标，分别制定施工期、运行期生态监测计划，明确监测因子、方法、频次、点位等。</p> <p>a) 对可能具有重大、敏感生态影响的建设项目，区域、流域开发项目，应提出长期的生态监测计划（5年以上）和科技支撑方案。</p> <p>b) 监测调查位置、频次以及采用的技术方法应根据监测目标合理确定，并尽量与现状背景状况调查一致，使不同阶段的数据具有可比性。</p> <p>c) 施工期重点监测施工活动扰动下保护目标的受影响状况，如植物群落变化、动物迁徙、觅食、繁殖等行为变化、生境质量变化等，运行期重点监测实际影响状况、生态保护措施的有效性以及生态恢复情况等。</p>

章节	现行导则	修订后
		9.3.2 明确施工期和运行期管理原则与技术要求。可根据相关规定提出开展提出施工期工程环境监测、环境影响后评价等环保管理技术方案。
9 结论与建议	从生态影响及生态恢复、补偿等方面,对项目建设的可行性提出结论与建议。	10 生态影响评价结论 对生态现状调查、生态影响预测和评价结果、生态保护措施等内容进行概括总结,明确给出建设项目生态影响是否可以接受的结论。 对严重威胁重点保护野生动植物,极危、濒危和易危物种,极小种群野生植物,特有种以及群落中的关键种等种群生存,造成重要生境丧失或不可恢复,或严重损害生态系统结构和功能的建设项目,应提出生态影响不可接受的结论。
附录	附录 A (资料性附录) 生态现状调查方法	A.1~ A.4 基本无变化 A.5 遥感调查法 包括卫星遥感、无人机遥感等方法。当涉及区域范围较大或主导生态因子的空间等级尺度较大,通过人力踏勘较为困难或难以完成评价时,可采用遥感调查法。遥感调查过程中必须辅助必要的现场勘察工作。 A.8 陆生、水生动植物调查方法 陆生、水生动植物调查方法见 HJ 710。 A.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。
	无	附录 B (资料性附录) 生态影响识别内容
	附录 B (规范性附录) 生态影响评价图件规范与要求	附录 C (规范性附录) 生态影响评价图件规范与要求 一级、二级评价基本图件要求中将“特殊生态敏感区和重要生态敏感区空间分布图”调整为“生态保护目标空间分布图”,增加了动物迁徙(或洄游)路线图(涉及迁徙或洄游物种),调查样方(或样线)、调查断面和站位布设图;二级评价基本图件还增加了生态监测布点图。 删除“表 B.2 生态影响评价图件成图比例规范要求”,增加“表 C.2 基本图件内容与比例尺要求”。

章节	现行导则	修订后
		提出了“当基本图件底图的工作精度不满足评价要求时，应开展针对性的测绘工作”的要求。
	附录 C（资料性附录）推荐的生态影响评价和预测方法	附录 D（资料性附录）生态现状及影响评价方法 删除了列表清单法、图形叠置法、生态机理分析法、指数法与综合指数法、类比分析法、系统分析法，增加了相关分析法、生态系统评价法、生境适宜度评价法，补充了生物多样性评价法的相关指标，完善了景观生态学法。

8 对实施本标准的建议

(1) 各级环境影响评价管理部门和技术评估机构在本标准颁布实施后，应严格按照导则要求，对生态影响评价进行把关，规范和加强生态影响评价工作，及时组织有关单位研究本标准实施后存在的问题。

(2) 环评单位在本标准颁布实施后，应严格按照导则要求，开展生态影响评价工作，为建设项目和规划的科学决策提供依据。在本标准使用过程中，发现问题应及时向生态环境部反馈，以利于本标准的修改完善。

(3) 本标准颁布实施后，应及时对技术评估机构和环评单位开展技术培训，使其能够准确掌握和应用本标准解决实际问题。同时，修改现有各种培训教材，便于新导则的实施。

(4) 在国家相关法律、法规及技术标准进行重大调整，以及生态影响评价技术方法有重大突破性进展时，应及时组织修编本导则，以适应不断深化的环境管理要求及技术的发展。

(5) 积极推进生态影响评价技术方法研究，促进评价结果准确性和可靠性的不断提高。

9 主要参考文献

- [1]欧阳志云, 徐卫华, 肖焱, 等著.(2017), 中国生态系统格局、质量、服务与演变. 科学出版社, 龙门书局.
- [2]陈利顶等著.(2016), 线性建设工程生态环境影响评价: 理论、方法与实践. 科学出版社.
- [3]环境保护部, 中国科学院编著.(2014), 全国生态环境十年变化(2000~2010年)遥感调查与评估. 科学出版社.
- [4](美) Richard B. Primack, (中) 马克平, 蒋志刚主编.(2014), 保护生物学. 科学出版社.
- [5]李俊生, 李果, 吴晓蕾, 王伟主编.(2012), 陆地生态系统生物多样性评价技术研究. 中国环境科学出版社.
- [6]刘雪华主编.(2011), 3S技术与中国野生动物生境评价. 中国林业出版社.
- [7]郭庆华, 胡天宇, 姜媛茜, 金时超, 王瑞, 关宏灿, 杨秋丽, 李玉美, 吴芳芳, 翟秋萍, 刘瑾, 苏艳军.(2018), 遥感在生物多样性研究中的应用进展. 生物多样性, 26(8): 789-806.
- [8]胡健波, 张健.(2018), 无人机遥感在生态学中的应用进展. 生态学报, 38, 20-30.
- [9]蒋志刚.(2018), 论保护地分类与以国家公园为主体的中国保护地建设. 生物多样性, 26(7): 775-779.
- [10]刘方正, 杜金鸿, 周越, 黄志旁, 李延鹏, 王伟, 肖文.(2018), 无人机和地面相结合的自然保护地生物多样性监测技术与实践. 生物多样性, 26(8): 905-917.
- [11]刘雪华, 武鹏峰, 何祥博, 赵翔宇.(2018), 红外相机技术在物种监测中的应用及数据挖掘. 生物多样性, 26(8): 850-861.
- [12]彭杨靖, 樊简, 邢韶华, 崔国发.(2018), 中国大陆自然保护地概况及分类体系构想. 生物多样性, 26(3): 315-325.
- [13]苏岫, 索安宁, 宋德瑞, 王祥, 杨正先, 张志锋. 基于遥感的长江经济带邻近海域滩涂生态承载力评估. 海洋环境科学, 2018, 37(4): 528-536.
- [14]张宇, 李丽, 李迪强, 吴巩胜.(2018), 基于斑块尺度的神农架川金丝猴生境适宜性评价. 生态学报, 38(11):1-8.
- [15]郭子良, 邢韶华, 崔国发.(2017), 自然保护区物种多样性保护价值评价方法. 生物多样性, 25(3): 312-324.
- [16]闵庆文, & 马楠.(2017). 生态保护红线与自然保护地体系的区别与联系. 环境保护(23), 26-30.

- [17]傅菁菁, 黄滨, 芮建良, 谭升魁, 赵爽. (2016), 生境模拟法在黑水河鱼类栖息地保护中的应用. 水生态学杂志, 37(3):70-75.
- [18]李卫明, 艾志强, 刘德富, 周晓明. (2016), 基于水电梯级开发的河流生态健康研究. 长江流域资源与环境, 25(6):957-964.
- [19]Zhang, L., Luo, Z., Mallon, D., Li, C., & Jiang, Z. (2016), Biodiversity conservation status in china's growing protected areas. *Biological Conservation*,
- [20]孙莹, 牛天祥, 王玉蓉, 王锐, 郭晓华. (2015), 基于地形重塑的鱼类栖息地模拟修复设计. 环境影响评价, 37(3):29-32.
- [21]诸葛海锦, 林丹琪, 李晓文. (2015), 青藏高原高寒荒漠区藏羚生态廊道识别及其保护状况评估. 应用生态学报, 26(8):2504-2510.
- [22]侯宁, 戴强, 冉江洪, 焦迎迎, 程勇, 赵成. (2014), 大相岭山系泥巴山大熊猫生境廊道设计. 应用与环境生物学报, 20(6):1039-1045.
- [23]McClure CJW, Ware HE, Carlisle J, Kaltenecker G, Barber JR. (2013), An experimental investigation into the effects of traffic noise on distributions of birds: avoiding the phantom road. *Proc R Soc B* 280: 20132290.
- [24]孙嘉宁, 张土乔, DavidZ.Zhu, 傅菁菁. (2013), 白鹤滩水库回水支流的鱼类栖息地模拟评估. 水利水电技术, 44(10): 17-22.
- [25]李若男, 陈求稳, 吴世勇, 蔡德所, 王洪梅. (2010), 模糊数学方法模拟水库运行影响下鱼类栖息地的变化. 生态学报, 30(1):128-137.
- [26]张益民, 钱谊. (2010), 生境评价程序在规划环境影响评价中的应用—以大东港区规划为例. 生态与农村环境学报, 26(3):205-209.
- [27]翟红娟. (2009), 纵向岭谷区水电工程胁迫对河流生态完整性影响的研究[D]. 北京师范大学.
- [28]傅小城. (2007), 小水电站对香溪河底栖动物的影响[D]. 中国科学院水生生物研究所.