

附件二：

HJ

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ□□□-200□

代替HJ/T 19 - 1997

环境影响评价技术导则 生态影响

Technical Guidelines For Ecological Impact Assessment

(征求意见稿)

200□-□□-□□发布

200□-□□-□□实施

环 境 保 护 部 发布

目 次

前 言	I
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 工程和规划方案调查分析	3
6 生态现状调查与评价	4
7 生态影响评价与预测	5
8 生态影响评价与预测方法	5
9 生态影响的防护、恢复及替代方案	5
10 结论	6
附录 A（规范性附录）生态敏感区分类	1
附录 B（资料性附录）生态现状调查方法	3
附录 C（资料性附录）主要生态系统类型监测方法	4
附录 D（规范性附录）生态影响评价图件规范与要求	11
附录 E（资料性附录）推荐的生态影响评价和预测方法	14

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》，保护生态环境，指导和规范生态环境影响评价工作，制定本标准。

本标准规定了环境影响评价技术导则 生态影响的评价内容、程序、方法和技术要求。

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)的修订，主要修订内容如下：

1、充实调整和规范了术语和定义，增加了生态影响，直接、间接、累积生态影响，生态影响区域。生态监测，特殊、重要、一般生态敏感区术语和定义。

2、调整了评价工作等级的划分标准；

3、明确确定评价范围的依据、步骤和基本方法；

4、规范生态系统和敏感因子的调查内容、方法；

5、增加生态影响预测内容、基本方法；

6、规范和系统化工程生态影响分析内容；

7、增补生态影响的防护与恢复内容；

8、修订和增补了附录。

自本标准实施之日起，代替《环境影响评价技术导则—非污染生态影响》(HJ/T 19—1997)。

本标准附录 A 和附录 D 为规范性附录；附录 B、附录 C、附录 E 为资料性附录。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：环境保护部环境工程评估中心、中国环境科学研究院。

本标准环境保护部 200□年□□月□□日批准。

本标准自 200□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

环境影响评价技术导则 生态影响

1 适用范围

本标准规定了生态环境影响评价的一般性原则、方法、内容和技术要求。

本标准适用于规划、区域开发和建设项目等人类经济社会活动对陆域和水域生态系统及其生物因子、非生物因子所造成影响的评价。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

HJ/T2.1 环境影响评价技术导则 总纲

HJ/T130 规划环境影响评价技术导则（试行）

HJ/T192 生态环境状况评价技术规范（试行）

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

人类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益的或有害的作用。根据影响对象可划分为物种、种群、群落、生态系统等生物因子影响和气候、土壤、地形、水文等非生物因子影响；根据影响性质可划分为有利影响和不利影响；根据影响来源可划分为直接影响、间接影响和累积影响；根据影响的后果可划分为可逆影响和不可逆影响。

3.2 直接生态影响

人类经济社会活动所导致的不可避免的、与该活动同时同地发生的生态影响。

3.3 间接生态影响

人类经济社会活动及其直接生态影响所诱发的、与该活动不在同一地点或不在同一时间发生的生态影响。

3.4 累积生态影响

人类经济社会活动各个组成部分之间或者该活动与其他相关活动（包括过去、现在、未来）之间造成生态影响相互叠加或扩大。

3.5 生态影响区域

人类经济社会活动产生的生态影响所涉及的区域。

3.6 生态监测

运用物理、化学或生物等方法对生态系统或生态系统中的生物因子、非生物因子状况及变化趋势进行的测定、观察，及其数据的汇总与分析。

3.7 特殊生态敏感区

指具有极重要的生态经济价值或生态服务功能，或生态极为脆弱，或已有较为严重的生态问题，遭到占用、损失或破坏所造成的生态影响后果严重且难以预防、生态功能难以恢复和替代的区域，见附录 A。

3.8 重要生态敏感区

具有相对重要的生态价值（功能）或生态较为脆弱，遭到占用、损失或破坏所造成的生态影响后果较严重，但可以通过一定措施加以预防、恢复和替代的区域，见附录 A。

3.9 一般生态敏感区

除特殊生态敏感区和重要生态敏感区以外的其它区域。

4 总则

4.1 评价原则

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生态系统与因子在不同时空等级尺度上的结构与功能的完整性。

4.1.1 坚持预防与恢复相结合的原则，以预防为主，恢复补偿为辅。

4.1.2 坚持定量与定性相结合的原则。生态影响评价应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。

4.2 评价工作分级

4.2.1 依据影响区域的生态敏感性和评价目标所造成的生态影响范围，将生态影响评价工作划分为一级、二级和三级，如表 1 所示。

4.2.3 凡涉及影响特殊生态敏感区，需开展一级生态影响评价；基本不会造成不可逆生态影响，或者通过人为努力可以使生态功能得以恢复，或者虽有不可逆生态影响，但由于规模小、范围有限，不会对区域主导生态功能造成破坏的评价项目，开展二级生态影响评价；本身无害于生态系统或生态影响很小的项目开展三级影响评价。

表 1 生态影响评价等级划分要求

影响范围 影响区域生态敏感性	面积>30km ² 或长度>50km	面积 10~30km ² 或长度 30-50km	面积<10km ² 或长度<30km
特殊生态敏感区 ₁	一级	一级	一级
重要生态敏感区 ₁	一级	二级	三级
一般生态敏感区	二级	三级	三级
注 1：见附录 A			

4.3 评价工作范围

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。

4.4 生态影响判别依据

4.4.1 国家、行业和地方已颁布的生态、环境、资源保护等相关法规、政策、规划、区划等确定的目标、措施与要求。

4.4.2 科学研究判定的生态效应或评价项目实际生态监测、模拟结果。

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。

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。

4.4.5 相关领域专家、管理部门及公众咨询意见。

5 工程和规划方案调查分析

5.1 调查与分析重点

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的相互关系,确定调查和分析的重点。

- a)可能产生重大生态影响的工程行为或规划措施;
- b)与特殊和重要生态敏感区有关的工程行为或规划措施;
- c)可能产生间接生态影响的工程行为或规划措施;
- d)可能造成的重大资源占用和配置的工程行为或规划措施。

5.2 工作内容

5.2.1 工程调查与分析

调查和分析内容应包括项目所处的地理位置、项目组成、工程类型、工程占地规模、工程空间布局、主要生产工艺及流程、运行方式、施工方案(包括施工方式和施工时序)、替代方案、工程总投资与环保投资,以及生态保护措施等;识别、分析项目实施过程中不同时期(勘察期、施工期、运营期和退役期)的影响性质、作用方式和影响后果,以施工期和运营期为调查分析的重点。

a) 施工期应针对影响区域生态背景特点,分析施工工艺、施工时段、施工场站规模和布局、施工人员施工活动及机械设备使用等开发建设活动对影响区域内生物因子和非生物因子的生态影响过程,分析工程施工可能对生态敏感区产生的生态影响。

b) 运营期应根据项目的运营方式、评价项目与影响区域生态的相互作用过程和主导生态影响因子的特点,分析项目运营可能造成生态影响的性质、强度、范围、方式和后果,明确由项目长期运行而可能引发的直接和间接生态影响。

5.2.2 规划方案调查与分析

规划调查内容包括规划的编制背景、规划目标、规划对象、实施方案、规划的空间布局、

规模与结构、土地利用、生态保护措施、相关图件及其与相关法律、法规和其他规划的关系；应分析规划涉及的区域/行业领域存在的主要生态问题及其历史演变，进行规划的生态可行性初步分析，分析可能对规划发展目标形成制约的生态敏感区域或生态敏感问题。

6 生态现状调查与评价

6.1 生态现状调查

6.1.1 生态现状调查要求

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生态影响区域的生态背景特征和存在主要生态问题。在有敏感生态保护目标或有特别保护要求的对象时，应做专题调查。

生态现状调查应在收集资料基础上开展现场工作，调查范围应不小于评价工作范围，生态现状调查方法参见附录 B；主要生态系统类型监测方法参见附录 C，图件收集和编制要求参见附录 D。

6.1.2 调查内容

6.1.2.1 区域生态背景调查

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生物、珍稀濒危生物和地方特有物种时，应逐个或逐类说明其类型、分布、保护级别、保护状况等。

6.1.2.2 区域主要生态问题调查

调查影响区域内已经存在的制约开发建设活动或本区域可持续发展的主要生态问题和自然灾害问题，如水土流失、沙漠化、石漠化、盐渍化、自然灾害和污染危害等，指出其类型、成因、空间分布、发生特点、历史发展过程和发展趋势。

6.1.3 生态现状评价

6.1.3.1 评价要求

在区域生态基本特征现状调查的基础上，对评价区的生态质量现状进行定量或定性的分析评估，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 D 的规定，评价方法参见附录 E。

一级评价原则上应出示采用样地样方实测或遥感方法估测的生物量数据、物种多样性数据，出示主要生物物种名录、受保护的野生动植物物种调查报告；二、三级评价的生物量和物种多样性调查可以依据已有资料推断，或实测一定数量的、具有代表性的样方予以验证，但需对主要生物物种名录、受保护的野生动植物物种进行实际调查。

6.1.3.2 评价内容

a)在阐明生态系统现状的基础上，分析影响区域内生态质量的主要原因。从生态系统完整性的角度，评价生态系统的结构与功能状况、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。

b)分析和评价影响区域内动、植物等生物因子的现状组成、分布、发展趋势和承受干扰的能力；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境、生态习性，并从物种或群落的水平上评价其生态质量状况。

c)识别和筛选影响区域内的土壤、地质、水文等因子存在的主要生态问题，分析其对评价项目的约束关系；评价项目应能通过保护和补偿等措施，减缓和改善已有的生态问题，至少应不加剧已有生态问题的恶化。

7 生态影响评价与预测

生态影响评价与预测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。

a)评价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，重点关注造成影响中的不利、不可逆影响。

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。

c)预测评价项目对区域已有主要生态问题的影响趋势。

8 生态影响评价与预测方法

生态影响评价和预测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，分别采用定性分析与定量分析相结合的方法。常用评价与预测方法参见附录 E。

9 生态影响的防护、恢复及替代方案

9.1 生态影响的防护与恢复

9.1.1 生态影响的防护与恢复原则

按照避让、减缓和补偿的次序编制生态影响防护与恢复的方案。

a)凡涉及不可替代、极具价值、极敏感、被破坏后很难恢复的重要生态目标（如特殊生态敏感区、珍稀濒危物种）时，必须提出可靠的避让和工程设计优化措施；

b)涉及采取措施后可恢复或修复的生态目标时，应制定恢复和修复方案；

c)对影响基本农田、生态林等的项目，应进行生态补偿。生态补偿措施应按项目实施阶段分别提出，对补偿措施的效应要进行评估论证，并估算经费和时限。涉及不同行政区的亦可分行政区提出。

9.2 替代方案

9.2.1 替代方案主要指项目中的选线、选址替代，项目的组成和内容替代，工艺和生产技术的替代，施工和运营方案替代、生态保护措施的替代以及规划的不同选择方案。

9.2.2 评价应对替代方案进行生态合理性论证，选择最小生态影响的替代方案。但最终选定方案至少应该是生态保护可行选择。

9.3 生态保护措施

9.3.1 应针对工程或规划造成不利影响的对象、范围、时段和程度，提出预防、减免、恢复、补偿、科研和监测等对策措施；生态保护措施应包括保护对象、目标，措施的内容设施的规模及工艺、实施的空间时序，实施保障措施、预期效果分析等，并提出施工期和运营期的管理规章制度，与主体工程配套实施；生态保护工程措施应落实到图上，包括环保措施平面布置图、环保措施基本工艺要求图等。

9.3.2 对重要生态保护项目和可能具有较大生态风险的建设项目、区域、流域开发项目及规划，应提出长期的生态监测计划，明确监测因子、方法、频次、经费来源、工作组织结构等，并开展阶段性的回顾评价。

9.3.3 生态影响管理应包括管理计划的编制，分阶段提出生态保护措施的实施管理措施，进行生态质量分析与评价及生态保护科研和技术管理等；管理人员的编制，建议纳入项目的环境管理机构，并落实生态管理人员的职能。

10 结论

a)生态影响评价最终结果，应得出项目实施的生态可行性分析、结论。

b)结论的内容包括生态现状概要、现状评价、生态影响预测和评价的结果，以及生态恢复和保护措施的评述和建议等。

c)应说明施工期与营运期采取的生态影响防护、恢复措施及其投资估算。

d)在评价过程中确定项目方案比选时，应从生态保护角度提出推荐方案。在结论中要就生态影响监测制度、生态管理提出有针对性的建议。

附录 A
(规范性附录)
生态敏感区分类

生态敏感区分类见表 A.1。

表 A.1 生态敏感区分类

生态系统类型	特殊生态敏感区	重要生态敏感区
森林生态系统	① (a) 国际公约、议定书、协定保护目标； (b) 国家法律、法规、行政规章及规划保护的或监督管理的,如珍稀动植物栖息地或特殊生态系统、国际生物圈保护区、国家级自然保护区核心区和缓冲区、江河源头水源保护区等；(c) 列入珍稀动植物保护名录的物种的生境,及其它特有种的生境； ② 重要的天然林和热带雨林； ③ 极具生态价值区,如生物廊道、洪泛区； ④ 沙化、荒漠化、石漠化土地封禁保护区； ⑤ 其他已经科学判明的区域。	① 国家级自然保护区的实验区、省级自然保护区/风景名胜区/森林公园、一、二级水源涵养区、河流源头区、蓄滞洪区、防洪保护区； ② 生态脆弱区,如 25 度以上陡坡地、水土流失重点治理区、重点预防保护区、重点监督区； ③ 面积超过 1hm ² 的天然、次生林地或热带雨林地区； ④ 防护林、护路林、实验林、母树林、退耕还林地。
草地生态系统	同上“森林生态系统”。	① 面积超过 1hm ² 的典型草原/草山/草坡； ② 重要放牧场、割草地、用于畜牧业生产的人工草地、退耕还草以及改良草地、草种基地、科研/教学试验草地。
荒漠生态系统	① 同上“森林生态系统”的第①条； ② 极具生态价值区,如胡杨林； ③ 沙尘暴源区、荒漠中的绿洲 ④ 沙化、荒漠化、石漠化土地封禁保护区。	
湿地、河流、湖泊生态系统	① 同上“森林生态系统”的第①条； ② 极具生态价值区,如生物廊道、洪泛区； ③ 重要湿地、鱼虾产卵场、天然渔场等。	① 面积超过 0.5hm ² 潮间带滩涂、面积超过 0.5hm ² 淡水或赶潮沼泽、面积超过 1hm ² 湿地、长度超过 100 米的天然溪流或河道、退田还湖区

生态系统类型	特殊生态敏感区	重要生态敏感区
海洋生态系统	① 同上“森林生态系统”的第①条； ② 鱼虾产卵场、天然渔场、鱼类洄游通道； ③ 典型海洋生态系统（如珊瑚礁、红树林）等。	① 省级自然保护区/风景名胜区 ② 人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区等 ③ 面积超过 1hm ² 的滨海湿地或长度>500m 受干扰的天然海岸。
农田生态系统	—	基本农田、鱼塘
<p>注 a: 国际公约、议定书、协定：《生物多样性公约》、《野生动植物保护公约》、《海洋公约》、《防止荒漠化公约》、《濒危野生动植物物种国际贸易公约》、《湿地公约》、《保护世界文化和遗产公约》、《东南亚及太平洋区植物保护协定》、《国际热带木材协定》、《中日保护候鸟及其栖息环境的协定》、《中美自然保护议定书》、《中蒙关于保护自然环境的协定》、《中朝环境保护合作协定》、《关于建立中、俄、蒙共同自然保护区的协定》等。</p> <p>注 b: 国家法律、法规、行政法规及规划：《中华人民共和国自然保护区条例》、《风景名胜区条例》、《中华人民共和国饮用水水源保护区污染防治管理规定》、《中华人民共和国渔业法》、《中华人民共和国野生动物保护法》、《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国草原法》、《中华人民共和国水土保持条例》、《中华人民共和国文物保护法》、《中华人民共和国防沙治沙法》等。</p> <p>注 c: 珍稀动植物：指列入《国家重点保护野生动物名录》、《国家重点保护野生植物名录（第一批）》、《中国濒危物种红色名录》等受重点保护的物种。</p>		

附录 B
（资料性附录）
生态现状调查方法

B.1 资料收集法

即收集现有的能反映生态现状或生态本底的资料，从表现形式上分为文字和图形资料，从时间上可分为历史资料和现状资料，从收集行业类别上可分为农、林、牧、渔和环境保护部门，从资料性质上可分为环境影响报告书、有关污染源调查、生态保护规划、规定、生态功能区划、生态敏感目标的基本情况以及其他生态调查材料等。使用资料收集法时，应保证资料的现时性，引用资料必须建立在现场校验的基础上。

B.2 现场勘查法

现场勘查应遵循整体与重点相结合的原则，在综合考虑主导生态因子结构与功能的完整性的同时，突出重点区域和关键时段的调查，并通过对影响区域的实际踏勘，核实收集资料的准确性，获取实际资料和数据。

B.3 公众咨询法

公众咨询是对现场勘查的有益补充，应收集影响区域的公众、社会团体和相关管理部门对项目影响的意见，发现现场踏勘中遗漏的生态问题。公众咨询应与资料收集和现场勘查同步开展。

B.4 生态监测法

当资料收集、现场踏勘和公众咨询提供数据无法满足评价的定量需要，或项目可能产生潜在的或慢性的效应时，可考虑选用生态监测法。生态监测应根据监测因子的生态特点和干扰活动的特点确定监测位置、频次，有代表性布点。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，参见附录 D；对于生态系统生产力的调查，必要时需要现场采样、实验室测定。

B.5 遥感调查法

遥感调查适用于涉及区域范围较大或主导生态影响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的评价项目。当以上手段不能满足现状调查需要时，可采用遥感调查法，但遥感调查过程中必须辅助必要的现场勘察工作。

附录 C

(资料性附录)

主要生态系统类型监测方法

C.1 森林生态系统类型监测方法见表 C.1。

表 C.1 森林生态系统监测方法

指标类型	监测指标	监测方法	布点要求	监测制度
土壤	土壤物理、化学性质、生物学性质	物理、化学分析	典型性和代表性	参照具体规范?
植被	植物与植被组成、分布、面积、覆盖率和生物量	统计和样地调查 收割法	森林选用 1000m ² 、疏林及灌木选用 500m ² 、草本群落选用 100m ² 地点随机设置	
野生动物和土壤生物	①鸟类 ②大型兽类 ③啮齿动物 ④昆虫 ⑤土壤动物 ⑥土壤微生物	①统计法 ②路线统计法 ③夹日法 ④直接和间接方法(扫网法) ⑤手捡法、漏斗法和市内培养 ⑥实验室分析	①100m × 100m 样方 ②样线长 5000 米左右 ③5-10 米放捕获器 ④典型区取样 ⑤随机采样	①每一类生境设置 3-4 个样方 ②5000 米样线用计数器计数 ③连捕 3 天 ④10 米内取样 20 次 ⑤离地面 5cm、10cm、15cm 和 30cm 分别取样
人类社会活动指标	①林业经济 ②污染物监测 ③生物毒性 ④生态评价	调查	评价范围内	
生物多样性指标	①动植物多样性 ②生境 ③种群特征 ④保护物种	调查	评价范围内	
功能指标	①涵养水源 ②保持土壤 ③净化环境 ④栖息地 ⑤防灾减灾 ⑥景观与文化 ⑦重要生态功能区	调查	评价范围内	

C.2 草地生态系统类型监测方法见表 C.2。

表 C.2 草地生态系统类型监测方法

指标类型	监测指标	监测方法	布点要求	监测制度
小气候监测	①表征辐射的各种特征量 ②表征热的各种特征量 ③表征气体成分的各种特征量 ④表征水气的各种特征量 ⑤表征空气运动的各种特征量	仪器法	典型性和代表性	每天至少 4 次，而且要将日变化中的最高值和最低值或接近值包括进去
土壤	土壤物理、化学与农业化学性质、生物学性质	化学分析	典型性和代表性	1 次
植被	植物与植被 灌木与小树	样方调查	1m ² 样方地点随机设置	
野生动物和土壤生物	①鸟类 ②大型兽类 ③齧齿动物 ④昆虫 ⑤土壤动物 ⑥土壤微生物	①统计法 ②路线统计法 ③夹日法 ④直接和间接样方法（扫网法） ⑤手捡法、漏斗法和市内培养 ⑥实验室分析	①100m × 100m 样方 ②样线长 5000 米左右 ③5-10 米放捕获器 ④典型区取样 ⑤随机采样	①每一类生境设置 3-4 个样方 ②5000 米样线用计数器计数 ③连捕 3 天 ④10 米内取样 20 次 ⑤离地面 5cm、10cm、15cm 和 30cm 分别取样
生物多样性指标	①植物多样性 ②动物多样性 ③分布密度 ④保护物种	调查	评价范围内	
功能指标	①保持土壤 ②防灾减灾 ③景观与文化	调查	评价范围内	
系统指标	①三化问题（退化、沙化、碱化） ②生态平衡 ③气候恶化 ④自然灾害	调查	评价范围内	

C.3 荒漠生态系统类型监测方法见表 C.3。

表 C.3 荒漠生态系统类型监测方法

指标类型	监测指标	监测方法	布点要求	监测制度
土壤指标	①有效土壤深度 ②土壤有机质 ③土壤结皮 ④灰尘、尘暴和沙暴 ⑤盐化作用和碱化作用	①调查 ②化学分析 ③监测 ④空气密度测量 ⑤化学分析	①流域内 ②土壤类型 ③土壤类型 ④评价区范围内 ⑤土壤类型	① 每月 ② 每月 ③ 每月 ④ 每天 ⑤ 每月
水指标	①地下水埋深和质量 ②现存水面 ③排水系统状况	①水质许化学分析 ②监测 ③监测	①区域和局地 ②局地 ③流域	每月
植被	①盖度 ②地上生物量 ③关键物种	①监测和遥感 ②样方和样带取样、实验室分析 ③地面样带监测和访问专家	①生态单元 ②生态单元 ③流域	① 干旱季节和雨季 ② 每月 ③ 6个月到1年
动物	①关键野生动物 ②驯养动物种群 ③牧群组成 ④生产 ⑤产量	①监测、公众调查 ②调查 ③调查 ④调查 ⑤专业人员测量	①生态单位或流域 ②生态单位或流域 ③生态单位或流域 ④市场区域或民族语言区域	季或年统计
生物多样性指标	①动植物多样性 ②地域分异形或生境多样性 ③种群特征 ④保护物种	调查	评价范围内	
社会指标	①草地资源等级 ②限制因素	调查	评价范围内	

C.4 湿地生态系统类型监测方法见表 C.4。

表 C.4 湿地生态系统监测方法

指标类型	监测指标	监测方法	布点要求	监测制度
气候要素	①降水量 ②相对湿度 ③蒸发量 ④日照时数	仪器法	调查范围内	①4次/d ②4次/d ③1次/d ④1次/d
湿地生物要素	①湿地植被 ②湿地植物群落特征 ③湿地植物群落生物量 ④湿地植物群落第一性生产力 ⑤水禽种类和数量 ⑥爬行类、两栖类种类和数量 ⑦土壤动物种类和数量 ⑧鱼类种类和数量 ⑨浮游动物 ⑩水中底栖动物种类和数量 ⑪昆虫种类和数量	①利用卫星影像、航空相片、地形图等资料,结合野外勘察 ②样方法和叶面积仪法 ③野外和室内进行监测、直接收获样方法、平均标准木法、框架采集法、叶绿素测定法或黑白瓶测氧法 ④收获法或光合作用测定仪法;叶绿素测定法或黑白瓶法 ⑤样线统计法或样点统计法 ⑥样线统计法 ⑦采集框法、镜检法、漏斗法 ⑧捕获,或者利用渔场或渔民所提供的渔获物 ⑨显微镜计数、测量法 ⑩采泥器法 ⑪样方法	典型植被类型、典型生态单元	①1次/5a ②③1次/3a,在植物生长期调查,每月1次 ④⑤1次/5a,在植物生长期调查,每月1次 ⑥⑦1次/5a,在植物生长期调查,每月1次 ⑧3次/a,春季、繁殖期以及秋季进行监测 ⑨⑩1次/5a,春、夏、秋季进行监测 ⑪1次/5a
湿地土壤要素	①土粒密度 ②湿地土壤有机质	①比重瓶法 ②化学方法:重铬酸钾氧化-外加热法 ③物理方法:大小分组和密度分组	典型生态单元	①1次/10a ②1次/3a
湿地水要素	①地表水位 ②径流量 ③地下水位 ④水温	①自记水位计和水尺 ②三角形量水堰测流法 ③自记水位计测量或人工测量 ④水温计	调查范围内	①1次/d ②1次/d ③1次/d ④4次/d
湿地面积	①湿地地表水面积变化 ②湿地景观类型面积变化 ③湿地景观结构变化 ④湿地景观破碎化程度	①遥感图像解译 ②遥感图像解译 ③野外调查和遥感解译 ④遥感图像解译、分析	调查范围内	①1次/5a ②1次/5a ③1次/5a ④1次/5a

C.5 河流生态系统类型监测方法见表 C.5

表 C.5 河流生态系统监测方法

指标类型	监测指标	监测方法	布点要求	监测制度
自然地理及水文指标	① 水域形态特征 ② 流测流计 ③ 洪枯比 ④ 生活污水 ⑤ 水系分布 ⑥ 极端水情	调查	评价范围内	
理化要素	① 物理要素 ② 化学要素	按地表水监测方法	按地表水采样布点方法	按地表水监测布点原则
生物要素监测	① 大型植物 ② 浮游植物 ③ 浮游动物 ④ 底栖动物 ⑤ 游泳动物 ⑥ 细菌	① 带网钢夹法 ② 浮游生物网、沉淀法 ③ 浮游生物网、沉淀法 ④ 菜泥器法 ⑤ 网具法 ⑥ 平板法、直接计数法	调查范围内	① 每年 1-2 次 ② 每年 4 次 ③ 每年 4 次 ④ 每年 2-4 次 ⑤ 每年 1 次 ⑥ 每年 2 次
生物生产力	① 浮游植物初级生产力 ② 叶绿素	① ¹⁴ C、黑白瓶测氧法 ② 分光光度法	调查范围内	每年 4-12 次
水域及周边社会经济	渔业经济、土地利用、植被和人口	调查	评价范围内	
生物多样性指标	① 水生植物 ② 浮游植物 ③ 浮游动物 ④ 游泳动物 ⑤ 底栖动物 ⑥ 鱼类和保护物种	调查和利用生物要素监测结果	评价范围内	
河流整体性指标	① 河道通畅性 ② 河道河岸自然性 ③ 流量流态稳定性	调查和遥感图像解译	评价范围内	

C.6 湖泊生态系统类型监测方法见表 C.6。

表 C.6 湖泊生态系统监测方法

指标类型	监测指标	监测方法	布点要求	监测制度
气象常规	云、气压、风、空气湿度、降雨、雪、蒸发量、地表温度、辐射、日照时数和地温	参照气象台站标准方法	调查范围内	按气象台要求
自然地理及水文指标	①水域形态特征 ②流测流计 ③交换率 ④生活污水 ⑤地表径流	调查	评价范围内	
理化要素	①物理要素 ②化学要素	按地表水监测方法	按地表水采样布点方法	按地表水监测布点原则
生物要素监测	①大型植物 ②浮游植物 ③浮游动物 ④底栖动物 ⑤游泳动物 ⑥细菌	①带网钢夹法 ②浮游生物网、沉淀法 ③浮游生物网、沉淀法 ④菜泥器法 ⑤网具法 ⑥平板法、直接计数法	调查范围内	①每年 1-2 次 ②每年 4 次 ③每年 4 次 ④每年 2-4 次 ⑤每年 1 次 ⑥每年 2 次
生物生产力	①浮游植物初级生产力 ②叶绿素	① ⁴ C、黑白瓶测氧法 ②分光光度法	调查范围内	每年 4-12 次
水域及周边社会经济	渔业经济、土地利用、植被和人口	调查	评价范围内	
生物多样性指标	①水生植物 ②浮游植物 ③浮游动物 ④游泳动物 ⑤底栖动物 ⑥鱼类和保护物种	调查和利用生物要素监测结果	评价范围内	

C.7 海洋生态系统类型监测方法见表 C.7。

表 C.7 海洋生态系统监测方法

指标类型	监测指标	监测方法	布点要求	监测制度
气象指标	云、能见度、气压、风、空气湿度、降水、蒸发量、地表温度、辐射、日照时数	监测方法见 GB12763.3-91《海洋调查规范 海洋气象监测》	调查范围内	按气象台要求
自然地理指标	① 面积 ② 深度 ③ 海岸线类型 ④ 海岸线长度	测量		
水文指标	① 水文 ② 水深 ③ 水色 ④ 透明度 ⑤ 浊度 ⑥ 水下辐射	监测方法见 GB12763.2-91《海洋调查规范 海洋水文监测》	按海洋采样布点方法	按海洋监测布点原则
生物指标	① 生物生物量和种群组成 ② 生物生产力	① 叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、游泳生物、底栖生物、微生物 ② 初级生产力、细菌生产力	调查范围内	每年 4-12 次
化学指标	① 水体指标 ② 底质分析	① 见 GB17378.4-1998《海洋监测规范 海水分析》 ② PH、Eh、底质类型、粒度、有机碳、有机质、总氮、总磷	① 按地表水布点方法 ② 底质采样布点方法	① 按地表水监测布点原则 ② 底质采样布点方法
人类社会活动指标	① 渔业养殖和捕捞 ② 污染物监测 ③ 生物毒性 ④ 生态评价	调查	调查范围内	
生物多样性指标	① 水生植物 ② 浮游植物 ③ 浮游动物 ④ 游泳动物 ⑤ 底栖动物 ⑥ 保护物种	调查和生物要素监测结果	评价范围内	

附录 D

(规范性附录)

生态影响评价图件规范与要求

D.1 一般原则

D.1.1 生态影响评价图件是生态影响评价报告的必要组成内容或评价分析的主要依据，是指以图形、图像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。

D.1.2 本附录主要适用于生态影响评价工作中表达地理空间信息的地图，应遵循有效、实用、规范的原则，根据评价等级和成图范围以及所表达的主题内容选择适当的图件构成和成图精度，充分反映出评价项目、生态因子构成、空间分布以及评价项目与影响区域生态的空间作用关系、途径或规模。

D.2 图件构成

D.2.1 根据评价项目自身性质特点、评价工作等级以及区域生态敏感性不同，生态影响评价图件由基础图件和推荐图件构成，如表 D.1 所示。

D.2.2 基础图件是指根据生态影响评价工作等级不同，各级生态影响评价工作所必需制作提供的必要图件：评价项目区域地理位置图、评价范围概况图、工程或规划总平面图、环保措施平面布置图和环保措施基本工艺要求图。当评价项目涉及特殊生态敏感区域时必需提供能反映生态敏感特征的空间专题图，如保护物种空间分布图、水土流失分布图；当开展生态监测工作时必需提供相应的生态监测点位图。

D.2.3 推荐图件是在现有技术条件下可以图形图像形式表达的、有助于阐明生态影响评价结果的选作图件。

表 D.1 生态影响评价图件构成要求

评价等级	基础图件	推荐图件
一级	(1) 项目区域地理位置图 (2) 工程平面图或规划总平面图 (3) 土地（或水域）利用 (4) 植被类型图 (5) 土壤类型分布图 (6) 生态敏感区空间分布图* (7) 主要评价因子的评价成果和预测图（原则要求） (8) 生态监测布点图（如开展生态监测） (9) 环保措施平面布置图 (10) 环保措施基本工艺要求图	(1) 当评价范围内涉及山岭重丘区时，应提供地形地貌图、土壤图和土壤侵蚀分布图。 (2) 当评价范围内涉及河流、湖泊等地表水时，应提供地表水系图和水环境功能区划图；当涉及地下水时，应提供潜水等水位线图和水文地质剖面图等，选做水平衡图。 (3) 当评价范围涉及海洋和海岸带时，应提供岸线图、海洋功能区划图，根据评价需要选做海洋渔业资源分布图、主要经济鱼类产卵场分布图、滩涂分布现状图。 (4) 当评价范围内已有土地利用规划时，应提供已有土地利用规划图和生态功能分区图。 (5) 当评价范围内涉及地表塌陷时，应提供塌陷等值线图。 (6) 此外，还应根据评价范围内涉及生态系统类型

评价等级	基础图件	推荐图件
		不同，选作动植物资源分布图、农田分布图、绿化布置图、荒漠化等。
二级	(1) 项目区域地理位置图 (2) 工程平面图或规划总平面图 (3) 土地利用或水体利用现状图 (4) 植被类型图 (5) 生态敏感区空间分布图 (6) 主要评价因子的评价成果和预测图 (7) 环保措施平面布置图 (8) 环保措施基本工艺要求图	(1) 当评价范围内涉及山岭重丘区时，应提供地形地貌图和土壤侵蚀分布图。 (2) 当评价范围内涉及河流、湖泊等地表水时，应提供地表水系图；当涉及地下水时，应提供潜水等水位线图。 (3) 当评价范围内涉及海域时，应提供海域岸线图和海洋功能区划图。 (4) 当评价范围内已有土地利用规划时，应提供已有土地利用规划图和生态功能分区图。
三级	(1) 项目区域地理位置图 (2) 工程平面图或规划总平面图 (3) 土地利用或水体利用现状图 (4) 关键评价因子的评价成果图 (5) 环保措施平面布置图	(1) 评价范围内，陆域应根据评价需要选做植被类型图或绿化布置图。 (2) 当评价范围内涉及山岭重丘区时，还应提供地形地貌图。 (3) 当评价范围内涉及河流、湖泊等地表水时，应提供地表水系图。 (4) 当评价范围内涉及海域时，应提供海洋功能区划图。

注*：“生态敏感目标区”指术语中“特殊生态敏感区”和“重要生态敏感区”所述区域。

D.3 图件制作规范与要求

D.3.1 数据来源与要求

a)生态影响评价图件制作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。

b)图件基础数据来源应满足生态影响评价所需的时效要求，选择与评价基准时段最近的数据源。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。如自身无力监测或现阶段无法获取数据，可选取国家最新测绘数据。

D.3.2 制图与成图精度要求

生态影响评价制图的工作精度应与工程可行性研究保持一致；制图比例应与评价因子和生态影响的空间尺度相对应。

生态影响评价成图应能准确、清晰的反映评价主题内容，成图比例不应低于表 D.2 的规范要求。当成图范围过大而不能准确清晰的反映评价主题内容，可采用点线面相结合的方式，分幅成图；当涉及敏感生态目标时，应分幅单独成图，提高成图精度。

表 D.2 生态影响评价图件成图比例规范要求

评价范围		成图比例尺		
		一级评价	二级评价	三级评价
面积	>1000km ²	≥1: 10 万	≥1: 25 万	≥1: 25 万
	100~1000km ²	≥1: 5 万	≥1: 10 万	≥1: 10 万
	50~100km ²	≥1: 5 万	≥1: 5 万	≥1: 10 万
	10~50km ²	≥1: 1 万	≥1: 1 万	≥1: 5 万
	<10km ²	≥1: 5000	≥1: 5000	≥1: 1 万
长度	>500km	≥1: 50 万	≥1: 100 万	≥1: 100 万
	100~500km	≥1: 25 万	≥1: 50 万	≥1: 100 万
	50~100km	≥1: 10 万	≥1: 25 万	≥1: 50 万
	10~50km	≥1: 5 万	≥1: 10 万	≥1: 25 万
	<10km	≥1: 1 万	≥1: 1 万	≥1: 5 万

D. 3. 3 图形整饬规范

生态影响评价图件应符合地图学的整饬规范要求，成图应包括图名、比例尺、方向标（比例尺小于 1: 50 万的成图应采用经纬网）、图例、注记、制图数据源（调查数据、实验数据、遥感信息源或其它）、成图时间等要素；如采用经纬网表示方向，还应注明坐标参数。

附录 E

(资料性附录)

推荐的生态影响评价和预测方法

E.1 列表清单或描述法

列表清单法是 little 等人于 1971 年提出的一种定性分析方法。该法的特点是简单明了，针对性强。

a)列表方法

列表清单法的基本做法是，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)列表清单法应用

- 1)用于生态影响识别和评价因子筛选；
- 2)进行开发建设活动对生态因子的影响分析，
- 3)进行生态保护措施的筛选；
- 4)进行物种或栖息地重要性或优先度比选。

E.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。本法的特点是直观、形象，简单明了，但不能作精确的定量评价。

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)确定评价区域范围；
- 2)进行生态调查，收集评价范围与周边地区自然的和生态的信息，同时收集社会经济和环境污染及环境质量信息；
- 3)进行影响识别和筛选拟评价因子，其中包括识别和分析主要生态问题；
- 4)研究拟评价生态系统或生态因子的地域分异特点与规律，对拟评价的生态系统、生态因子或生态问题建立表征其特性的指标体系。并通过定性分析或定量方法对指标赋值或分级，再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)选用适当的遥感影像作为工作底图，底图范围应略大于评价范围；
- 2)在底图上描绘生态主要因子信息，如植被覆盖度、动物分布、河流水系、土地利用和特别保护目标等等；
- 3)进行影响识别与筛选评价因子；
- 4)运用 3S 技术，分析评价因子的不同影响性质、类型和程度；
- 5)将影响因子图和底图叠加，得到生态影响评价图。

c)图形叠置法应用

- 1)生态图主要用于区域生态质量评价和影响评价；
- 2)用于具有区域性影响的特大型建设项目评价中如大型水利枢纽工程，新能源基地建设、矿业开发项目等；
- 3)用于土地利用规划和农业开发规划中。

E.3 生态机理分析法

动物或植物与其生长环境构成有机整体，当开发项目影响植物生长环境时，对动物或植物的个体、种群和群落也产生影响。按照生态学原理进行影响预测的步骤如下：

- a) 调查环境背景现状和搜集有关资料；
- b) 调查植物和动物分布，动物栖息地和迁徙路线；
- c) 根据调查结果分别对植物或动物按种群、群落和生态系统进行划分，描述其分布特点、结构特征和演化等级；
- d) 识别有无珍稀濒危物种及重要经济、历史、景观和科研价值的物种；
- e) 监测项目建成后该地区动物、植物生长环境的变化；
- f) 根据兴建项目后的环境（水、气、土和生命组分）变化，对照无开发项目条件下动物、植物或生态系统演替趋势，预测动物和植物个体、种群和群落的影响，并预测生态系统演替方向。

评价过程中有时要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。

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

E.4 景观生态学法

景观生态学对生态质量状况的评判是通过两个方面进行的，一是空间结构分析，二是功能与稳定性分析。这是因为景观生态学认为，景观的结构与功能是相当匹配的，且增加景观异质性和共生性也是生态学和社会学整体论的基本原则。

空间结构分析基于景观是高于生态系统的自然系统，是一个清晰的和可度量的单位。景观由拼块、模地和廊道组成，其中模地是景观的背景地块，是景观中一种可以控制环境质量的组分。因此，模地的判定是空间结构分析的重要内容。判定模地有三个标准，即相对面积大、连通程度高、有动态控制功能。模地的判定多借用传统生态学中计算植被重要值的方法。决定某一拼块类型在景观中的优势，也称优势度值（Do）。优势度值由密度（Rd）、频率（Rf）和景观比例（Lp）三个参数计算得出。其数学表达式如下：

$$Rd = (\text{拼块 } i \text{ 的数目} / \text{拼块总数}) \times 100\%$$

$$Rf = (\text{拼块 } i \text{ 出现的样方数} / \text{总样方数}) \times 100\%$$

$$Lp = (\text{拼块 } i \text{ 的面积} / \text{样地总面积}) \times 100\%$$

$$Do = 0.5 * [0.5 * (Rd + Rf) + Lp] * 100\%$$

上述分析同时反映自然组分在区域生态中的数量和分布，因此能较准确地表示生态的整体性。

景观的功能和稳定性分析包括如下四方面内容：

- a) 生物恢复力分析：分析景观基本元素的再生能力或高亚稳定性元素能否占主导地位。
- b) 异质性分析：模地为绿地时，由于异质化程度高的模地很容易维护它的模地地位，从而达到增强景观稳定性的作用。
- c) 种群源的持久性和可达性分析：分析动、植物物种能否持久保持能量流、养分流，分析物种流可否顺利地从一个景观元素迁移到另一种元素，从而增强共生性。
- d) 景观组织的开放性分析：析景观组织与周边生境的交流渠道是否畅通。开放性强的景观组织可以增强抵抗力和恢复力。景观生态学方法既可以用于生态现状评价也可以用于生境变化预测，目前是国内外生态影响评价学术领域中较先进的方法。

E.5 指数法与综合指数法

指数法是建设项目环境影响评价中规定的评价方法。同样可将其拓展而用于生态影响评

价中。指数法简明扼要，且符合人们所熟悉的环境污染影响评价思路，但困难之点在于需明确建立表征生态质量的标准体系，而且难以赋权和准确定量。

a)单因子指数法

选定合适的评价标准，采集拟评价项目区的现状资料，可进行生态因子现状评价，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。亦可进行生态因子的预测评价，如以评价区现状植被盖度为评价标准，可评价建设项目建成后植被盖度的变化率。

b)综合指数法

1) 分析研究评价的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，将评价的环境因子的现状值(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，如沙漠。这一划分实际上是确定了生态质量标准。)由此计算出开发建设活动前后环境因子质量的变化值；

5) 根据各评价因子的相对重要性赋与权重；

6) 将各因子的变化值综合，提出综合影响评价价值，即：

$$\Delta E = \sum (E_{h_i} - E_{q_i}) \times W_i$$

式中：

ΔE ——开发建设活动日前后生态质量变化值；

E_{h_i} ——开发建设活动后*i*因子的质量指标；

E_{q_i} ——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(见示例)。

d)说明与举例

建立评价函数曲线须根据标准规定的指标值确定曲线的上、下限。对于空气和水这些已有明确质量标准的因子，可直接用不同级别的标准值作上、下限；对于无明确标准的生态因子，须根据评价目的、评价要求和环境特点选择相应的环境质量标准值，再确定上、下限。

E.6 类比分析法

类比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、生态问题类比等。

a) 类比方法

类比分析是根据已有的开发建设活动（项目、工程）对生态产生的影响来分析或预测拟进行的开发建设活动（项目、工程）可能产生的生态影响。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，生态条件（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，则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) 类比法应用

- 1) 进行生态影响识别和评价因子筛选；
- 2) 以原始（生）生态系统作类比对象，可评价生态的质量；
- 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。

E.7 系统分析法

系统分析法因其能妥善地解决一些多目标动态性问题，目前已广泛应用于各行各业，尤其在区域规划或解决优化方案选择问题时，系统分析法显示出其它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，这些方法原则上都适用于生态影响评价。这些方法的具体操作过程可查阅有关书刊。

E.8 生物多样性定量计算方法

生物多样性一般由多样性指数、均匀度和优势度三个指标表征。

a) 香农-威纳指数法（Shannon-Wiener index）。

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\log_2 P_i)$$

式中：

H—采样的信息含量（彼特/个体）=物种的多样性指数

S—物种数

P_i—属于第 i 物种在全部采样中的比例

在香农—威纳信息论多样性指数中包含两个组成：种类数目和种类中个体分配上的平均性（equitability）或均匀性（evenness）。种类数目大，也就越增加种类的多样性，由于用香农—威纳指数测量物种多样性，使种类间个体分配的均匀性分布也会增加。均匀性可用几种方法测出。最简单的方法是：如果所有 S 物种在丰盛度上相等，那么样品的物种多样性为：

$$H_{\max} = -S \left(\frac{1}{S} \log_2 \frac{1}{S} \right) = \log_2 S$$

式中：

H_{max}—在最大的均匀性条件下种的多样性

S—群落中的种数。

示例：在一群落中仅有两个种：

$$H_{\max} = \log_2 2 = 1.00 \text{ 比特/个体}$$

如上所观察，均匀性可限定为一种比。示例：

$$E = \frac{H}{H_{\max}}$$

式中：

E—均匀性（阈为 0-1）

H—观察的种类的多样性

H_{\max} —最大的种类多样性 = $\log_2 S$

b) 均匀度

均匀度指数： $E = H / H_{\max}$

式中：

E—均匀度；

H_{\max} —最大多样性。设群落中物种总数为 T, 当所有种都以相同比例(1 / T)存在时, 将有最大的多样性, 即 $H_{\max} = \log_2 T$

样方中各个种多度的均匀程度, 即是每个种个体数量间的差异。种的多样性与种间个体分布的均匀度有关。

c) 优势度

优势度表明群落中占统治地位的物种及其分布。优势度指数计算公式：

$$D = \log_2 T + \sum P_i \log_2 P_i,$$

式中：

D—优势度；

T—总丰富度, 即群落中物种总数；

P_i —属于第 i 物种在全部采样中的比例。

E.9 生态质量评价 (EQI) 法

EQI 法适用于生态质量及其变化幅度评价。EQI 法以植被区划理论为指导, 根据我国植被分布的八大区域分别提出相应的指标体系, 打破了区域行政界限, 充分考虑了不同地理、气候条件影响下的原生态状况, EQI 法主要包括三大部分: 采用层次分析法建立生态指标体系递阶模型; 利用 Matlab 计算权重; 利用 EQI 计算公式评价生态状况。

a) 层次分析法建模

层次分析法适用于难于完全定量分析的问题。它的特点是在对复杂的决策问题的本质、影响因素及其内在关系等进行深入分析的基础上, 利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化, 从而为多目标、多准则或无结构特性的复杂决策问题提供简便的决策方法, 并可利用此方法建立数学模型。

b) Matlab 计算权重

利用 Matlab 计算权重，并编制计算程序，减少了确定权重时矩阵计算的工作量，使其成为一种方便的工具。

c) EQI 评价

1) EQI 指数

$EQI = (n_1 \text{ 针叶林} + n_2 \text{ 阔叶林} + n_3 \text{ 灌丛和萌生矮林} + n_4 \text{ 荒漠和旱生灌丛} + n_5 \text{ 针草原} + n_6 \text{ 草甸} + n_7 \text{ 草本沼泽}) / \text{总面积}$

式中：

n_i ——特定植被区域中植被类型的权重 ($i=1,2,\dots,7$,根据实际情况可以缺失)

2) 生态状况分级

根据生态状况指数，将生态分为五级：优、良、一般、较差、差。

3) 生态状况变化幅度分级

生态状况变化幅度分为 4 级：无明显变化、略有变化（好或差）、明显变化（好或差）和显著变化（好或差）。

E.10 生态环境状况指数 (EI) 法

生态环境状况指数 (Ecological Index, EI) 法制定的生态环境状况评价的指标体系和计算方法，适用于我国县级以上区域生态环境现状及动态趋势的年度综合评价。

a) 评价指标及计算方法

1) 生物丰度指数的权重及计算方法

生物丰度指数分权重见表 E.1。

表 E.1 生物丰度指数分权重

	林地			草地			水域湿地			耕地		建筑用地			未利用地			
权重	0.35			0.21			0.28			0.11		0.04			0.01			
结构类型	有林地	灌木林地	疏林地和其它林地	高覆盖度草地	中覆盖度草地	低覆盖度草地	河流	湖泊(库)	滩涂湿地	水田	旱地	城镇建设用地	农村居民点	其它建设用地	沙地	盐碱地	裸土地	裸岩石砾地
分权重	0.6	0.25	0.15	0.6	0.3	0.1	0.1	0.3	0.6	0.6	0.4	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2

生物丰度指数 = $A_{bio} \times (0.35 \times \text{林地} + 0.21 \times \text{草地} + 0.28 \times \text{水域湿地} + 0.11 \times \text{耕地} + 0.04 \times \text{建设用地} + 0.01 \times \text{未利用地}) / \text{区域面积}$ 。

式中：

A_{bio} ——生物丰度指数的归一化系数。

2) 植被覆盖指数的权重及计算方法

植被覆盖指数的分权重见表 E.2。

表E.2 植被覆盖指数分权重

	林地			草地			农田		建设用地			未利用地			
权重	0.38			0.34			0.19		0.07			0.02			
结构类型	有林地	灌木林地	疏林地和其它林地	高覆盖度草地	中覆盖度草地	低覆盖度草地	水田	旱田	城镇建设用地	农村居民点	其它建设	沙地	盐碱地	裸土	裸岩石砾
分权重	0.6	0.25	0.15	0.6	0.3	0.1	0.7	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2

植被覆盖指数 = $A_{veg} \times (0.38 \times \text{林地面积} + 0.34 \times \text{草地面积} + 0.19 \times \text{耕地面积} + 0.07 \times \text{建设用地} + 0.02 \times \text{未利用地}) / \text{区域面积}$ 。

式中： A_{veg} ——植被覆盖指数的归一化系数。

3) 水网密度指数计算方法

水网密度指数 = $A_{riv} \times \text{河流长度} / \text{区域面积} + A_{lak} \times \text{湖库（近海）面积} / \text{区域面积} + A_{res} \times \text{水资源量} / \text{区域面积}$ 。

式中： A_{riv} ——河流长度的归一化系数；

A_{lak} ——湖库面积的归一化系数；

A_{res} ——水资源量的归一化系数。

4) 土地退化指数的权重及计算方法

土地退化指数分权重见表 E.3。

表E.3 土地退化指数分权重

土地退化类型	轻度侵蚀	中度侵蚀	重度侵蚀
权重	0.05	0.25	0.7

土地退化指数 = $A_{ero} \times (0.05 \times \text{轻度侵蚀面积} + 0.25 \times \text{中度侵蚀面积} + 0.7 \times \text{重度侵蚀面积}) / \text{区域面积}$ 。

式中：

A_{ero} ——土地退化指数的归一化系数。

5) 环境质量指数的权重及计算方法

环境质量指数的分权重见表 E.4。

表E.4 环境质量指数分权重

类型	二氧化硫 (SO ₂)	化学需氧量 (COD)	固体废物
权重	0.4	0.4	0.2

环境质量指数 = $0.4 \times (100 - A_{SO_2} \times SO_2 \text{ 排放量} / \text{区域面积}) + 0.4 \times (100 - A_{COD} \times COD \text{ 排放量} / \text{区域年均降雨量}) + 0.2 \times (100 - A_{sol} \times \text{固体废物排放量} / \text{区域面积})$

式中：

A_{SO_2} ——SO₂ 的归一化系数；

A_{COD} ——COD 的归一化系数；

A_{sol} ——固体废物的归一化系数。

b) 生态环境状况指数计算方法

各项评价指标权重，见表 E.5。

表E.5 各项评价指标权重

指标	生物丰度指数	植被覆盖指数	水网密度指数	土地退化指数	环境质量指数
权重	0.25	0.2	0.2	0.2	0.15

$EI = 0.25 \times \text{生物丰度指数} + 0.2 \times \text{植被覆盖指数} + 0.2 \times \text{水网密度指数} + 0.2 \times \text{土地退化指数} + 0.15 \times \text{环境质量指数}$ 。

c) 生态环境状况分级

根据生态环境状况指数，将生态环境分为五级，即优、良、一般、较差和差，见表 E.6。

表E.6 生态环境状况分级

级别	优	良	一般	较差	差
指数	$EI \geq 75$	$55 \leq EI < 75$	$35 \leq EI < 55$	$20 \leq EI < 35$	$EI < 20$
状态	植被覆盖度高，生物多样性丰富，生态系统稳定，最适合人类生存。	植被覆盖度较高，生物多样性较丰富，基本适合人类生存。	植被覆盖度中等，生物多样性一般水平，较适合人类生存，但有不适合人类生存的制约性因子出现。	植被覆盖较差，严重干旱少雨，物种较少，存在着明显限制人类生存的因素。	条件较恶劣，人类生存环境恶劣。

d) 生态环境状况变化幅度分级

生态环境状况变化幅度分为 4 级，即无明显变化、略有变化（好或差）、明显变化（好或差）、显著变化（好或差），见表 E.7。

表E.7 生态环境状况变化度分级

级别	无明显变化	略有变化	明显变化	显著变化
变化值	$ \Delta EI \leq 2$	$2 < \Delta EI \leq 5$	$5 < \Delta EI \leq 10$	$ \Delta EI > 10$
描述	生态环境状况无明显变化。	如果 $2 < \Delta EI \leq 5$ ，则生态环境状况略微变好；如果 $-2 > \Delta EI \geq -5$ ，则生态环境状况略微变差。	如果 $5 < \Delta EI \leq 10$ ，则生态环境状况明显变好；如果 $-5 > \Delta EI \geq -10$ ，则生态环境状况明显变差。	如果 $\Delta EI > 10$ ，则生态环境状况显著变好；如果 $\Delta EI < -10$ ，则生态环境状况显著变差。