



建立资源环境承载能力监测预警机制,对水土资源、环境容量和海洋资源超载区域实行限制性措施,是中央全面深化改革的一项重大任务。按照党中央、国务院部署要求,国家发展改革委同工业和信息化部、财政部、国土资源部、环境保护部、住房城乡建设部、水利部、农业部、统计局、林业局、海洋局、测绘地信局等部门和中科院等科研单位,在对京津冀地区进行试评价基础上,研究形成了《资源环境承载能力监测预警技术方法(试行)》(以下简称《技术方法(试行)》)。现印发你们,请参照执行,并就有关事项通知如下。

一、组织开展以县级行政区为单元的资源环境承载能力试评价工作,科学评价、精准识别承载能力状况,分析超载成因,开展限制性政策预研,形成资源环境承载能力监测预警报告。

二、结合试评价工作,对《技术方法(试行)》涉及的主要指标、具体参数、集成方法、成因解析等进行系统校验,研究提出修改完善的意见建议。

三、加强机制体制创新,探索构建部门间信息共享机制和共享平台,研究建立对超载地区的预警提醒、监督考核和责任追究等长效机制,推进监测预警的信息化、规范化、制度化。

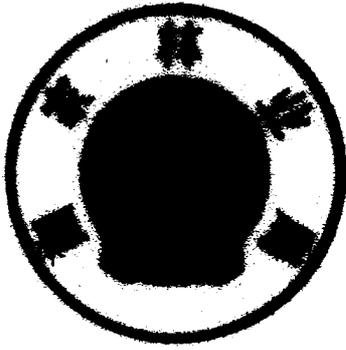
请于2017年6月底前,将资源环境承载能力监测预警报告、修改完善《技术方法(试行)》的意见建议,以及建立资源环境承载能力监测预警长效机制的总体考虑等材料报送国家发展改革委(发展规划司)。

联系人:马 宁 马 强

电话:(010)68501597 68501862

附件:资源环境承载能力监测预警技术方法(试行)





---

抄送：各省、自治区、直辖市政府

---

附件

资源环境承载能力监测预警技术方法  
(试行)

# 目 录

前 言.....	1
第一章 总则 .....	2
1.1 基本概念.....	2
1.2 监测预警原则.....	2
1.3 监测预警技术流程.....	2
第二章 陆域评价 .....	4
2.1 基础评价.....	4
2.1.1 土地资源评价.....	4
2.1.2 水资源评价.....	6
2.1.3 环境评价.....	7
2.1.4 生态评价.....	9
2.2 专项评价.....	10
2.2.1 城市化地区评价.....	10
2.2.2 农产品主产区评价.....	12
2.2.3 重点生态功能区评价.....	13
第三章 海域评价 .....	20
3.1 基础评价.....	20
3.1.1 海洋空间资源评价.....	20
3.1.2 海洋渔业资源评价.....	23
3.1.3 海洋生态环境评价.....	25
3.1.4 海岛资源环境评价.....	26
3.2 专项评价.....	28
3.2.1 重点开发用海区评价.....	28
3.2.2 海洋渔业保障区评价.....	28
3.2.3 重要海洋生态功能区评价.....	29
第四章 集成评价 .....	31
4.1 超载类型划分 .....	31
4.1.1 集成指标遴选.....	31
4.1.2 超载类型确定.....	32
4.1.3 超载类型校验.....	32
4.2 预警等级划分 .....	32
4.2.1 过程评价.....	32

4.2.2 预警等级确定.....	38
4.2.3 预警等级校验.....	38
<b>第五章 成因解析及政策预研 .....</b>	<b>39</b>
5.1 成因解析.....	39
5.1.1 陆域超载成因解析.....	39
5.1.2 海域超载成因解析.....	39
5.2 政策预研.....	39
5.2.1 资源环境整治政策预研.....	40
5.2.2 功能区建设政策预研.....	40
5.2.3 监测预警长效机制预研.....	40
<b>第六章 附则 .....</b>	<b>41</b>
6.1 基础数据获取.....	41
6.2 成果表达形式.....	41
6.2.1 报告.....	41
6.2.2 图件.....	42
6.2.3 数据表.....	42
6.2.4 技术支撑平台.....	42
6.3 适用范围.....	43

## 前 言

党的十八届三中全会通过的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》提出：“建立资源环境承载能力监测预警机制，对水土资源、环境容量和海洋资源超载区域实行限制性措施”。为确保资源环境承载能力监测预警工作的科学性、规范性和可操作性，指导各省、自治区、直辖市形成资源环境承载能力监测预警长效机制，引导各地按照资源环境承载能力谋划经济社会发展，按照党中央、国务院的战略部署，特制定本技术方法。

本技术方法重点阐述资源环境承载能力监测预警的技术流程、指标体系、指标算法与参考阈值、集成方法与类型划分等技术要点，主要内容包括总则、陆域评价、海域评价、集成评价、成因解析及政策预研、附则 6 章。

# 第一章 总则

## 1.1 基本概念

资源环境承载能力,是指在自然生态环境不受危害并维系良好生态系统前提下,一定地域空间可以承载的最大资源开发强度与环境污染物排放量以及可以提供的生态系统服务能力。资源环境承载能力评估的基础是资源最大可开发阈值、自然环境的环境容量和生态系统的生态服务功能量的确定。

资源环境承载能力监测预警,是指通过对资源环境超载状况的监测和评价,对区域可持续发展状态进行诊断和预判,为制定差异化、可操作的限制性措施奠定基础。考虑到有些资源类型、环境要素指标的阈值难以确定,可以通过监测超过阈值造成的生态环境损害来预警承载力超载程度。

资源环境承载能力监测预警技术方法,旨在明确资源环境预警类型与评价指标体系,确定预警指标的算法和超载阈值,提出资源环境承载状态解析与政策预研的分析方法,为开展以县为单元的资源环境承载能力评价提供技术指南。

## 1.2 监测预警原则

**立足区域功能,兼顾发展阶段。**结合各地主体功能定位,确立差异化的监测预警指标体系、关键阈值和技术途径;针对经济社会发展阶段和生态环境系统演变阶段的特征,修订和完善关键参数,调整和优化技术方法。

**注重区域统筹,突出过程调控。**根据不同地区之间的资源环境影响效应,调整预警参数和方法;综合比照资源利用效率和生态环境耗损的变化趋势,确定超载预警区间和监测路线图。

**服从总量约束,满足管控要求。**坚持以同一生态地理单元或开发功能单元水土资源、环境容量的总量控制为前提;同时,满足有关部门对水土资源、生态环境等要素的基本管控要求。

**预警目标引导,完善监测体系。**坚持预警需求引导监测体系建设,健全监测体系的顶层设计和统筹研究,逐步完善监测预警的数据支撑体系。

## 1.3 监测预警技术流程

以县级行政区为评价单元,开展陆域评价和海域评价,确定超载类型,划分预警等级,全面反映国土空间资源环境承载能力状况,并分析超载成因、预研对

策措施建议。具体技术路线如下：

**第一，分别开展陆域评价和海域评价。**陆域评价和海域评价均包括基础评价和专项评价两部分。基础评价采用统一指标体系，对所有县级行政单元进行全覆盖评价。专项评价分别根据《全国主体功能区规划》、《全国海洋主体功能区规划》，分别对优化开发、重点开发和限制开发区域进行评价。

**第二，分别确定陆域和海域超载类型。**根据陆域评价和海域评价结果，采取“短板效应”原理，将陆域、海域基础评价与专项评价中任意一个指标超载、两个及以上指标临界超载的组合确定为超载类型，将任意一个指标临界超载的确定为临界超载类型，其余为不超载类型。

**第三，分别确定陆域和海域预警等级。**针对超载类型开展过程评价，根据资源环境耗损加剧与趋缓程度，进一步确定陆域和海域的预警等级。其中，超载区域分为红色和橙色两个预警等级，临界超载分为黄色和蓝色两个预警等级，不超载为无警（用绿色表示）。

**第四，统筹陆域和海域超载类型和预警等级。**将海岸线开发强度、海洋环境承载状况和海洋生态承载状况 3 个指标的评价结果，分别与陆域沿海县（市、区）基础评价中的土地资源、环境和生态评价的结果进行复合，调整对应指标的评价值，实现同一行政区内陆域和海域超载类型和预警等级的衔接协调。

**第五，进行超载成因解析与政策预研。**识别和定量评价超载关键因子及其作用程度，解析不同预警等级区域资源环境超载原因。从资源环境整治、功能区建设和监测预警长效机制构建三个方面进行政策预研，为超载区域限制性政策的制定提供依据。

## 第二章 陆域评价

### 2.1 基础评价

对陆域所有县级行政单元内的土地资源、水资源、环境和生态四项基础要素进行全覆盖评价，分别采用土地资源压力指数、水资源开发利用量、污染物浓度超标指数和生态系统健康度来测定。

#### 2.1.1 土地资源评价

##### 2.1.1.1 指标内涵

土地资源评价主要表征区域土地资源条件对人口集聚、工业化和城镇化发展的支撑能力。采用土地资源压力指数作为评价指标，该指数由现状建设开发程度与适宜建设开发程度的偏离程度来反映。

##### 2.1.1.2 算法与步骤

###### (1) 要素筛选与分级

筛选永久基本农田、采空塌陷、生态保护红线、行洪通道、地形坡度、地壳稳定性、突发性地质灾害、地面沉降、蓄滞洪区等影响土地建设开发的构成要素，并根据影响程度对要素进行评价分级。

###### (2) 建设开发限制性评价

根据构成要素对土地建设开发的限制程度，确定强限制因子与较强限制因子。通常，强限制因子包括：生态保护红线、永久基本农田、行洪通道、采空塌陷区等要素，以及永久冰川、戈壁荒漠等难以利用区域。较强限制因子包括：优质耕地、园地、林地、草地、地裂缝、地震活动及地震断裂带、地形坡度、地质灾害、蓄滞洪区等要素。

###### (3) 建设开发适宜性评价

运用专家打分等方法，对区域建设开发适宜性的构成要素进行赋值。其中，对属于强限制因子的要素，采用 0 和 1 赋值；对属于较强限制因子的要素，按限制等级分类进行 0~100 赋值（表 2-1）。

采用限制系数法计算土地建设开发适宜性。计算公式如下：

$$E = \prod_{j=1}^m F_j \cdot \sum_{k=1}^n w_k f_k \quad (2.1.1.1)$$

式中， $E$  为土地建设开发适宜性得分； $j$  为强限制因子的构成要素编号， $k$  为

较强限制因子的构成要素编号； $m$  为强限制因子的构成要素个数， $n$  为较强限制因子的构成要素个数。 $F_j$  为第  $j$  个要素的适宜性赋值； $f_k$  为第  $k$  个要素的适宜性赋值， $w_k$  为第  $k$  个要素的权重。

表 2-1 建设开发适宜性评价的要素构成与分类赋值表

因子类型	要素	分类	适宜性赋值	因子类型	要素	分类	适宜性赋值	
强限制因子	永久基本农田	永久基本农田	0	较强限制因子	一般农用地	园地、林地	80	
		其他	1			其他	100	
	采空塌陷区	严重区	0		坡度		15° 以上	40
		非严重区	1				8~15°	60
	生态保护红线	生态保护红线	0				2~8°	80
		其他	1				0~2°	100
	行洪通道	行洪通道	0		突发地质灾害		高易发区	40
		其他	1				中易发区	60
	难以利用土地	永久冰川、戈壁荒漠等	0				低易发区	80
		其他	1				无地质灾害风险	100
较强限制因子	地震活跃及地震断裂	地震设防区	40	蓄滞洪区		重要蓄滞洪区	40	
		其他	100			一般蓄滞洪区	60	
	一般农用地	高于平均等耕地、人工草地	40			蓄滞洪保留区	80	
		低于平均等耕地、天然草地	60			其他	100	

根据土地建设开发适宜性得分，将区域建设开发适宜性划分为最适宜、基本适宜、不适宜和特别不适宜四种类型。通常，得分越高的区域越适宜开发建设。

#### (4) 现状建设开发程度评价

分析现状建设用地与最适宜、基本适宜建设开发土地之间的空间关系，并计算区域现状建设开发程度。计算公式如下：

$$P = S / (S \cup E) \quad (2.1.1.2)$$

式中， $P$  为区域现状建设开发程度， $S$  为区域现状建设用地面积， $E$  为土地建设开发适宜性评价中的最适宜、基本适宜区域， $S \cup E$  为二者空间的并集。

#### (5) 适宜建设开发程度阈值测算

依据建设开发适宜性评价结果，综合考虑主体功能定位、适宜建设开发空间集中连片情况等，进行适宜建设开发空间的聚集度分析，通过适宜建设开发空间聚集度指数确定离散型、一般聚集型和高度聚集型，并结合各区域主体功能定位，采用专家打分等方法确定各评价单元的适宜建设开发程度阈值。

#### (6) 土地资源压力指数评价

对比分析现状建设开发程度与适宜建设开发程度阈值，通过二者的偏离度计算确定土地资源压力指数。计算公式如下：

$$D = (P - T)/T \quad (2.1.1.3)$$

式中， $D$  为土地资源压力指数， $P$  为现状建设开发程度， $T$  为适宜建设开发程度阈值。

#### 2.1.1.3 阈值与重要参数

根据土地资源压力指数，将评价结果划分为土地资源压力大、压力中等和压力小三种类型。土地资源压力指数越小，即现状建设开发程度与适宜建设开发程度的偏离度越低，表明目前建设开发格局与土地资源条件趋于协调。通常，当  $D > 0$  时，土地资源压力大；当  $D$  介于  $-0.3 \sim 0$  时，土地资源压力中等；当  $D < -0.3$  时，土地资源压力小。土地资源压力指数的划分标准可结合各类主体功能区对国土开发强度的管控要求进行差异化设置。

### 2.1.2 水资源评价

#### 2.1.2.1 指标内涵

水资源评价主要表征水资源可支撑经济社会发展的最大负荷。采用满足水功能区水质达标要求的水资源开发利用量（包括用水总量和地下水供水量）作为评价指标，通过对比用水总量、地下水供水量和水质与实行最严格水资源管理制度确立的控制指标，并考虑地下水超采情况进行评价。

#### 2.1.2.2 算法与步骤

##### (1) 用水总量

用水总量指正常降水状况下区域内河道外各类用水户从各种水源（地表、地下、其他）取用的包括输水损失在内的水量之和，包括生活用水、工业用水、农业用水和河道外生态环境补水，不包括海水直接利用量。其中，2000年后新增的火核电直流冷却水、河湖湿地补水量按耗水量统计。采用水资源公报或省区向国

家上报的用水量数据，并根据当年降水丰枯程度对农业用水量进行转换，得到评价口径用水总量。

## (2) 地下水供水量

地下水供水量指通过地下取水工程，从地下含水层提引用于河道外各类用水户使用的水量。采用水资源公报或省区向国家上报的地下水供水量数据。

### 2.1.2.3 阈值与重要参数

根据用水总量和地下水供水量，并考虑水质达标情况，将评价结果划分为水资源超载、临界超载和不超载三种类型。通常，用水总量、地下水供水量其中一项指标大于控制指标的，或存在地下水超采的，划分为水资源超载；其中一项指标介于控制指标的 0.9 到 1 倍、另一项指标不大于控制指标且不存在地下水超采的，划分为临界超载；两项指标均小于控制指标 0.9 倍且不存在地下水超采的，划分为不超载。

## 2.1.3 环境评价

### 2.1.3.1 指标内涵

环境评价主要表征区域环境系统对经济社会活动产生的各类污染物的承受与自净能力。采用污染物浓度超标指数作为评价指标，通过主要污染物年均浓度监测值与国家现行环境质量标准的对比值反映，由大气、水主要污染物浓度超标指数集成获得。

### 2.1.3.2 算法与步骤

在主要大气污染物和水污染物浓度超标指数分项测算的基础上，集成评价形成污染物浓度超标指数的综合结果。

#### (1) 大气污染物浓度超标指数

单项大气污染物浓度超标指数。以各项污染物的标准限值表征环境系统所能承受人类各种社会经济活动的阈值（限值采用《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的各类大气污染物浓度限值二级标准），不同区域各项污染指标的超标指数计算公式如下：

$$R_{\text{气}ij} = C_{ij}/S_i - 1 \quad (2.1.3.1)$$

式中， $R_{\text{气}ij}$  为区域  $j$  内第  $i$  项大气污染物浓度超标指数， $C_{ij}$  为该污染物的年均浓度监测值（其中 CO 为 24 小时平均浓度第 95 百分位，O<sub>3</sub> 为日最大 8 小时

平均浓度第 90 百分位),  $S_i$  为该污染物浓度的二级标准限值。  $i=1,2,\dots,6$ , 分别对应  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ 。

大气污染物浓度超标指数。计算公式如下:

$$R_{\text{气}j} = \max(R_{\text{气}ij}) \quad (2.1.3.2)$$

式中,  $R_{\text{气}j}$  为区域  $j$  的大气污染物浓度超标指数, 其值为各类大气污染物浓度超标指数的最大值。

## (2) 水污染物浓度超标指数

单项水污染物浓度超标指数。以各控制断面主要污染物年均浓度与该项污染物一定水质目标下水质标准限值的差值作为水污染物超标量。标准限值采用国家 2020 年各控制单元水环境功能分区目标中确定的各类水污染物浓度的水质标准限值。计算公式如下:

当  $i=1$  时:

$$R_{\text{水}ijk} = 1/(C_{ijk}/S_{ik}) - 1 \quad (2.1.3.3)$$

当  $i=2,\dots,7$  时:

$$R_{\text{水}ijk} = C_{ijk}/S_{ik} - 1 \quad (2.1.3.4)$$

$$R_{\text{水}ij} = \sum_{k=1}^{N_j} R_{\text{水}ijk} / N_j, i = 1, 2, \dots, 7 \quad (2.1.3.5)$$

式中,  $R_{\text{水}ijk}$  为区域  $j$  第  $k$  个断面第  $i$  项水污染物浓度超标指数,  $R_{\text{水}ij}$  为区域  $j$  第  $i$  项水污染物浓度超标指数;  $C_{ijk}$  为区域  $j$  第  $k$  个断面第  $i$  项水污染物的年均浓度监测值,  $S_{ik}$  为第  $k$  个断面第  $i$  项水污染物的水质标准限值。  $i=1,2,\dots,7$ , 分别对应  $\text{DO}$ 、 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、 $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{TN}$ 、 $\text{TP}$ ;  $k$  为某一控制断面,  $k=1,2,\dots, N_j$ ,  $N_j$  表示区域  $j$  内控制断面个数。这里, 当  $k$  为河流控制断面时, 计算  $R_{\text{水}ijk}$ ,  $i=1,2,\dots,5,7$ ; 当  $k$  为湖库控制断面时, 计算  $R_{\text{水}ijk}$ ,  $i=1,2,\dots,7$ 。

水污染物浓度超标指数。计算公式如下:

$$R_{\text{水}jk} = \max_i (R_{\text{水}ijk}) \quad (2.1.3.6)$$

$$R_{\text{水}j} = \sum_{k=1}^{N_j} R_{\text{水}jk} / N_j \quad (2.1.3.7)$$

式中,  $R_{\text{水}jk}$  为区域  $j$  第  $k$  个断面的水污染物浓度超标指数,  $R_{\text{水}j}$  为区域  $j$  的水污染物浓度超标指数。

### (3) 污染物浓度综合超标指数

污染物浓度的综合超标指数可采用极大值模型进行集成。计算公式如下：

$$R_j = \max(R_{气j}, R_{水j}) \quad (2.1.3.8)$$

式中， $R_j$ 为区域 $j$ 的污染物浓度综合超标指数， $R_{气j}$ 为区域 $j$ 的大气污染物浓度超标指数， $R_{水j}$ 为区域 $j$ 的水污染物浓度超标指数。

#### 2.1.3.3 阈值与重要参数

根据污染物浓度综合超标指数，将评价结果划分为污染物浓度超标、接近超标和未超标三种类型。污染物浓度超标指数越小，表明区域环境系统对社会经济系统的支撑能力越强。通常，当 $R_j > 0$ 时，污染物浓度处于超标状态；当 $R_j$ 介于 $-0.2 \sim 0$ 时，污染物浓度处于接近超标状态；当 $R_j < -0.2$ 时，污染物浓度处于未超标状态。

### 2.1.4 生态评价

#### 2.1.4.1 指标内涵

生态评价主要表征社会经济活动压力下生态系统的健康状况。采用生态系统健康度作为评价指标，通过发生水土流失、土地沙化、盐渍化和石漠化等生态退化的土地面积比例反映。

#### 2.1.4.2 算法与步骤

通过区域内已经发生生态退化的土地面积比例及程度反映，计算公式如下：

$$H = A_d / A_t \quad (2.1.4.1)$$

式中， $A_d$ 为中度及以上退化土地面积，包括中度及以上的水土流失、土地沙化、盐渍化和土地石漠化面积； $A_t$ 为评价区的土地面积。水土流失、土地沙化、盐渍化和土地石漠化面积及等级可参考水利部、国家林业局的公布结果。

#### 2.1.4.3 阈值与重要参数

根据生态系统健康度，将评价结果划分为生态系统健康度低、健康度中等和健康度高三种类型。生态系统健康度越低，表明区域生态系统退化状况越严重，产生的生态问题越大。通常，当 $H > 10\%$ 时，生态系统健康度低；当 $H$ 介于 $5\% \sim 10\%$ 时，生态系统健康度中等；当 $H < 5\%$ 时，生态系统健康度高。由于区域间生态本底状况差异较大，生态系统抗干扰能力不同，生态系统健康度的阈值可根据区域差异进行调整。

## 2.2 专项评价

根据《全国主体功能区规划》，分别对优化开发区域、重点开发区域、农产品主产区和重点生态功能区的县级行政单元，选取有针对性的要素指标开展评价。

### 2.2.1 城市化地区评价

#### 2.2.1.1 评价指标及含义

城市化地区采用水气环境黑灰指数为特征指标，由城市黑臭水体污染程度和PM<sub>2.5</sub>超标情况集成获得，并结合优化开发区域和重点开发区域，对城市水和大气的不同要求设定差异化阈值。

#### 2.2.1.2 算法与关键参数

##### (1) 城市水环境质量（黑臭水体）

根据住房和城乡建设部发布的《城市黑臭水体整治工作指南》，城市黑臭水体是指城市建成区内，呈现令人不悦的颜色和（或）散发令人不适气味的水体的统称，城市黑臭水体污染程度的分级标准根据透明度、溶解氧等指标确定（表 2-2）。

表 2-2 城市黑臭水体污染程度分级标准

特征指标（单位）	轻度黑臭	重度黑臭
透明度（cm）	25~10*	<10*
溶解氧（mg/L）	0.2~2.0	<0.2
氧化还原电位（mV）	-200~50	-200
氨氮（mg/L）	8.0~15	>15

注：\*水深不足 25 cm 时，该指标按水深的 40%取值。

以城市河流黑臭水体污染程度及实测长度为基础数据，与建设用地中的城市和建制镇面积进行比较，计算城市黑臭水体密度、重度黑臭比例 2 项指标，并对优化开发区域和重点开发区域按照不同的阈值处理，划分的参照阈值见表 2-3。

表 2-3 城市黑臭水体单项指标分级参照阈值

功能区	黑臭水体密度（米/平方公里）			重度黑臭比例（%）		
	轻度	中度	重度	轻度	中度	重度
优化开发区域	<100	100~500	≥500	<25	25~50	≥50
重点开发区域	<300	300~800	≥800	<33	33~66	≥66

按照重度黑臭比例指标权重较高的原则，划分城市水环境质量（黑臭水体）评估等级，方法如表 2-4 所示：

表 2-4 城市水环境质量（黑臭水体）等级划分

黑臭水体等级 黑臭水体密度	重度黑臭比例			
		轻度	中度	重度
轻度		轻度	中度	中度
中度		轻度	中度	重度
重度		中度	重度	重度

(2) 城市环境空气质量 (PM<sub>2.5</sub>)

根据国家关于环境空气质量的标准定义 (GB3095-2012), PM<sub>2.5</sub> 指环境空气中空气动力学当量直径小于等于 2.5 微米的颗粒物, 也称细颗粒物。国家规定的 PM<sub>2.5</sub> 测度以空气中的浓度值为主要标准 (表 2-5), 年均浓度值和 24 小时平均浓度值分别以超过 35 微克/立方米和 75 微克/立方米为识别空气污染的标准下限。

表 2-5 PM<sub>2.5</sub> 浓度限值

平均时间	一级浓度限值 (微克/立方米)	二级浓度限值 (微克/立方米)
年平均	15	35
24 小时平均	35	75

注: 一级浓度限值适用于一类区, 包括自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域, 二级浓度限值适用于二类区, 包括居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区。

PM<sub>2.5</sub> 以年超标天数为评价指标, 评价数据为环境监测站点提供的区县 PM<sub>2.5</sub> 年均浓度和城市的超标天数, 数据缺失区县可采用普通克里金法等插值方法进行推算。PM<sub>2.5</sub> 超标天数等级划分的参照阈值见表 2-6。

表 2-6 城市环境空气质量 (PM<sub>2.5</sub>) 等级划分参照阈值

功能区	轻度	中度	重度	严重
优化开发区域	<60	60~120	120~210	≥210
其中: 核心城市主城区	<30	30~90	90~180	≥180
重点开发区域	<120	120~180	180~240	≥240
其中: 核心城市主城区	<60	60~120	120~210	≥210

注: 核心城市主要指直辖市、省会或城市人口规模超过 500 万以上的特大和超大城市, 主城区是指城市人口集中分布的中心城区。

(3) 水气环境黑灰指数

根据城市黑臭水体污染程度和 PM<sub>2.5</sub> 超标情况, 结合优化和重点开发区域对城市水气环境的差异化等级划分, 集成得到水气环境黑灰指数评价结果。将二者均为重度污染、或 PM<sub>2.5</sub> 严重污染的划为超载, 将二者中任意一项为重度污染、

或二者均为中度污染的划为临界超载，其余为不超载。

## 2.2.2 农产品主产区评价

### 2.2.2.1 评价指标及含义

按照种植业地区和牧业地区分别开展评价。种植业地区采用耕地质量变化指数为特征指标，通过有机质、全氮、有效磷、速效钾、缓效钾和 pH 值 6 项指标的等级变化反映。牧业地区采用草原草畜平衡指数为特征指标，通过草原实际载畜量与合理载畜量的差值比率反映。

#### 2.2.2.2 算法与关键参数

##### (1) 种植业地区

根据国家耕地质量监测点数据，分别确定期初年、期末年有机质、全氮、有效磷、速效钾、缓效钾、土壤 pH 所处等级，土壤养分和土壤 pH 值等级划分标准见表 2-7、表 2-8。

表 2-7 土壤养分含量分级标准

项目	单位	级别					
		1 丰富	2 较丰富	3 中等	4 较缺乏	5 缺乏	6 极缺乏
有机质	g/kg	>30	20~30	15~20	10~15	6~10	<6
全氮	g/kg	>1.5	1.25~1.5	1~1.25	0.75~1	0.5~0.75	<0.5
有效磷	mg/kg	>40	25~40	20~25	15~20	10~15	<10
速效钾	mg/kg	>150	120~150	100~120	80~100	50~80	<50
缓效钾	mg/kg	>1500	1200~1500	900~1200	750~900	500~750	<500

表 2-8 土壤 pH 分级标准

级别	4 极酸性	3 强酸性	2 中弱酸性	1 中性	2 中等碱性	3 强碱性	4 极碱性
pH 值	<4.5	4.5~5.5	5.5~6.5	6.5~7.5	7.5~8.5	8.5~9	>9

由此测算各指标等级变化情况。计算公式如下：

$$\Delta CG_i = CG_{ij} - CG_{i0} \quad (2.2.2.1)$$

式中， $\Delta CG_i$ 为单项指标的等级变化量， $CG_{ij}$ 、 $CG_{i0}$ 分别为期末年和期初年第  $i$  个指标所处的等级。 $i=1,2,\dots,6$ ，分别为有机质、全氮、有效磷、速效钾、缓效钾、土壤 pH 值指标。耕地质量变化指数 ( $\Delta CG$ ) 取各单项指标等级变化量的最大值。

通常，当 $\Delta CG > 1$ 时，耕地质量呈恶化态势；当 $\Delta CG = 1$ ，耕地质量呈相对稳定态势；当 $\Delta CG \leq 0$ 时，耕地质量呈趋良态势。

## (2) 牧业地区

基于产草量、实际载畜量和合理载畜量的单项指标评价确定草原草畜平衡指数。以地面样方数据和卫星遥感数据为基础，通过遥感建模计算草地干草产量；按统计部门的牲畜饲养量，综合考虑补饲饲草料、禁牧休牧、舍饲、羊单位折算系数等因素计算实际载畜量；综合考虑草地合理利用率、标准干草系数、羊单位折算系数等因素计算合理载畜量。对不同牲畜需统一折算为标准羊单位，折算系数根据《天然草地合理载畜量的计算》(NY/635-2002)确定(表 2-9)。

表 2-9 各类草食动物折算为标准羊单位的系数

牲畜类型	绵羊	山羊	牛	马	骆驼	驴	骡
折算系数	1	0.8	5	6	8	3	6

草原草畜平衡指数通过当年实际载畜量与当年合理载畜量的对比进行计算。鉴于半牧区县(旗)的实际载畜量包括草场食草和农作物秸秆、饲料所饲养的实际牲畜数量，在半牧区县(旗)草原草畜平衡指数测算时，实际载畜量应只测算草场食草部分。计算公式如下：

$$BGLI = (A - R) / R \times 100\% \quad (2.2.2.2)$$

式中， $BGLI$ 为牧业地区草原草畜平衡指数， $A$ 为实际载畜量， $R$ 为合理载畜量。

通常，当 $BGLI > 15\%$ 时，牧业地区草原草畜超载；当 $10\% < BGLI \leq 15\%$ 时，草畜临界超载；当 $BGLI \leq 10\%$ 时，草原草畜不超载。

## 2.2.3 重点生态功能区评价

### 2.2.3.1 评价指标及含义

按照水源涵养、水土保持、防风固沙和生物多样性维护等不同重点生态功能区类型，分别采用水源涵养指数、水土流失指数、土地沙化指数、栖息地质量指数为特征指标，评价生态系统功能等级。

### 2.2.3.2 算法与关键参数

#### (1) 水土流失指数

针对水土保持生态功能区，采用水土流失指数进行评价。计算单位面积土壤

侵蚀量，与该区域的容许土壤流失量相比较，根据值的大小进行分级，进而确定生态系统功能等级。

### ① 单位面积土壤侵蚀量

以水文监测站点有关泥沙含量的监测数据为基础，采用通用水土流失方程估算土壤侵蚀模数。

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \quad (2.2.3.1)$$

式中， $A$  为土壤侵蚀量 ( $t/hm^2 \cdot a$ )； $R$  为降雨侵蚀力因子 ( $MJ \cdot mm/hm^2 \cdot h \cdot a$ )； $K$  为土壤可蚀性因子 ( $t \cdot hm^2 \cdot h/hm^2 \cdot MJ \cdot mm$ )； $LS$  为地形因子； $C$  为植被覆盖因子。

其中，降雨侵蚀力因子 ( $R$ ) 是指降雨引发土壤侵蚀的潜在能力，通过多年平均年降雨侵蚀力 ( $\bar{R}$ ) 反映，计算公式如下：

$$\bar{R} = \sum_{k=1}^{24} \bar{R}_{\text{半月}k}$$

$$\bar{R}_{\text{半月}k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^m (\alpha \cdot P_{i,j,k}^{1.7265}) \quad (2.2.3.2)$$

式中， $\bar{R}$  为多年平均年降雨侵蚀力 ( $MJ \cdot mm/hm^2 \cdot h \cdot a$ )； $\bar{R}_{\text{半月}k}$  为第  $k$  个半月的降雨侵蚀力 ( $MJ \cdot mm/hm^2 \cdot h \cdot a$ )； $k$  为一年的 24 个半月， $k=1,2,\dots,24$ ； $i$  为所用降雨资料的年份， $i=1,2,\dots,n$ ； $j$  为第  $i$  年第  $k$  个半月侵蚀性降雨日的天数， $j=1,2,\dots,m$ ； $P_{i,j,k}$  为第  $i$  年第  $k$  个半月第  $j$  个侵蚀性日降雨量 ( $mm$ )，可以根据全国范围内气象站点多年的逐日降雨量资料，通过插值获得； $\alpha$  为参数，暖季时  $\alpha = 0.3937$ ，冷季时  $\alpha = 0.3101$ 。

土壤可蚀性因子 ( $K$ ) 是指土壤颗粒被水力分离和搬运的难易程度，主要与土壤质地、有机质含量、土体结构、渗透性等土壤理化性质有关，计算公式如下：

$$K_{EPIC} = \{0.2 + 0.3 \exp[-0.0256m_s(1 - m_{silt}/100)]\} \times [m_{silt} / (m_c + m_{silt})]^{0.3}$$

$$\times \{1 - 0.25orgC / [orgC + \exp(3.72 - 2.95orgC)]\}$$

$$\times \{1 - 0.7(1 - m_s/100) / \{(1 - m_s/100) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - m_s/100)]\}\}$$

$$K = (-0.01383 + 0.51575K_{EPIC}) \times 0.1317 \quad (2.2.3.3)$$

式中， $K$  为土壤可蚀性因子 ( $t \cdot hm^2 \cdot h/hm^2 \cdot MJ \cdot mm$ )， $m_c$ 、 $m_{silt}$ 、 $m_s$  和  $orgC$  分别为粘粒 ( $<0.002 \text{ mm}$ )、粉粒 ( $0.002 \text{ mm} \sim 0.05 \text{ mm}$ )、砂粒 ( $0.05 \text{ mm} \sim 2 \text{ mm}$ ) 和有机碳的百分含量 (%)，可采用寒区旱区科学数据中心的数据 (土壤机械组

成、土壤有机质含量)。

地形因子 ( $LS$ ) 是指坡长、坡度等对土壤侵蚀的影响, 计算公式如下:

$$L = \left( \frac{\lambda}{22.13} \right)^m$$

$$m = \beta / (1 + \beta)$$

$$\beta = (\sin \theta / 0.089) / [3.0 \times (\sin \theta)^{0.8} + 0.56]$$

$$S = \begin{cases} 10.8\sin\theta + 0.03 & \theta < 5.14^\circ \\ 16.8\sin\theta - 0.5 & 5.14^\circ \leq \theta < 10.20^\circ \\ 21.91\sin\theta - 0.96 & 10.20^\circ \leq \theta < 28.81^\circ \\ 9.5988 & \theta \geq 28.81^\circ \end{cases}$$

(2.2.3.4)

式中,  $L$  为坡长因子,  $S$  为坡度因子,  $m$  为坡长指数;  $\theta$  为坡度 ( $^\circ$ ),  $\lambda$  为坡长 (m), 二者均来源于 DEM 数据。

植被覆盖因子 ( $C$ ) 反映了生态系统对土壤侵蚀的影响, 是控制土壤侵蚀的积极因素。水田、湿地、城镇和荒漠参照 N-SPECT 中的参数分别赋值为 0、0、0.01 和 0.7, 其余生态系统类型按不同植被覆盖度进行赋值, 如表 2-10 所示。

表 2-10 不同生态系统类型植被覆盖赋值

生态系统类型	植被覆盖度 (%)					
	<10	10~30	30~50	50~70	70~90	>90
森林	0.10	0.08	0.06	0.02	0.004	0.001
灌丛	0.40	0.22	0.14	0.085	0.040	0.011
草地	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011
乔木园地	0.42	0.23	0.14	0.089	0.042	0.011
灌木园地	0.40	0.22	0.14	0.087	0.042	0.011

② 水土流失指数

$$S_i = A/A_r \quad (2.2.3.5)$$

式中,  $S_i$  为水土流失指数;  $A$  为土壤侵蚀量 ( $t/km^2 \cdot a$ ),  $A_r$  为容许土壤流失量 ( $t/km^2 \cdot a$ ), 根据《中华人民共和国水利行业标准 (SL 190-2007)》, 不同侵蚀类型区容许土壤流失量如表 2-11 所示 (注意将  $hm^2$  换算成  $km^2$ )。

表 2-11 各侵蚀类型区容许土壤流失量

类型区	容许土壤流失量单位: $t/(km^2 \cdot a)$
西北黄土高原区	1000
南方红壤丘陵区	500

类型区	容许土壤流失量单位: t/(km <sup>2</sup> ·a)
西南土石山区	500
东北黑土区	200
北方土石山区	200

通常,按照水土流失指数<1、介于1~12.5之间,>12.5的区域,将水土保持功能评价结果分别划分为高、中和低三个等级。

## (2) 土地沙化指数

针对防风固沙生态功能区,采用土地沙化指数进行评价。计算单位面积土壤侵蚀量(风蚀),与该区域的容许土壤流失量相比较,根据值的大小进行分级,进而确定生态系统功能的大小。

### ① 单位面积土壤侵蚀量(风蚀)

采用修正风蚀方程估算防风固沙生态功能区的土壤侵蚀模数,计算公式如下:

$$S_L = \frac{2 \cdot z}{S^2} Q_{MAX} \cdot e^{-(z/s)^2}$$

$$S = 150.71 \cdot (WF \times EF \times SCF \times K' \times C)^{-0.3711}$$

$$Q_{max} = 109.8 [WF \times EF \times SCF \times K' \times C] \quad (2.2.3.6)$$

式中,  $S_L$  为实际土壤侵蚀量 (t/km<sup>2</sup>·a);  $Q_{MAX}$  为最大转移量 (kg/m);  $z$  为最大风蚀出现距离 (m);  $WF$  为气候侵蚀因子 (kg/m);  $EF$  为土壤侵蚀因子;  $SCF$  为土壤结皮因子;  $K'$  为地表糙度因子;  $C$  为植被覆盖因子。

其中,气候侵蚀因子 ( $WF$ ) 的计算公式如下:

$$WF = Wf \times \frac{\rho}{g} \times SW \times SD \quad (2.2.3.7)$$

式中,  $WF$  为气象因子,12个月  $WF$  总和得到多年平均  $WF$ ;  $Wf$  为各月多年平均风力因子 [(m/s)<sup>3</sup>];  $\rho$  为空气密度 (kg/m<sup>3</sup>);  $g$  为重力加速度 (m/s<sup>2</sup>);  $SW$  为各月多年平均土壤湿度因子,  $SD$  为雪盖因子。

土壤可蚀因子 ( $EF$ ) 的计算公式如下:

$$EF = \frac{29.09 + 0.31sa + 0.17si + 0.33(sa/cl) - 2.59OM - 0.95CaCO_3}{100} \quad (2.2.3.8)$$

式中,  $sa$  为土壤粗砂含量 (%);  $si$  为土壤粉砂含量 (%);  $cl$  为土壤粘粒含量 (%);  $OM$  为土壤有机质含量 (%);  $CaCO_3$  为碳酸钙含量 (%), 可以取 0 值。

土壤结皮因子 (SCF) 的计算公式如下:

$$SCF = \frac{1}{1+0.0066(cl)^2+0.021(OM)^2} \quad (2.2.3.9)$$

式中,  $cl$  为土壤粘粒含量 (%),  $OM$  为土壤有机质含量 (%)。

地表糙度因子 ( $K'$ ) 的计算公式如下:

$$K' = e^{(1.86K_r-2.41K_r^{0.934}-0.127C_{rr})} \quad (2.2.3.10)$$

式中,  $C_{rr}$  为随机糙度因子 (cm);  $K_r$  为土垄糙度 (cm), 通过 smith-carson 方程计算, 计算公式如下。

$$K_r = 0.2 \cdot \frac{(\Delta H)^2}{L} \quad (2.2.3.11)$$

式中,  $L$  为地势起伏参数;  $\Delta H$  为距离  $L$  范围内的海拔高程差, 在 GIS 软件中使用 Neighborhood statistics 工具计算 DEM 数据相邻单元格地形起伏差值获得。

植被覆盖因子 ( $C$ ) 的取值由于不同植被类型的防风固沙效果不同, 分为林地、灌丛、草地、农田、裸地和沙漠六个植被类型, 根据不同的系数计算各植被覆盖因子值, 计算公式如下:

$$C = e^{a_i(SC)} \quad (2.2.3.12)$$

式中,  $SC$  为植被覆盖度 (%), 由每年 36 期植被覆盖数据的最大值平均计算得出年均植被覆盖度;  $a_i$  为不同植被类型的系数, 分别为: 林地-0.1535, 草地-0.1151, 灌丛-0.0921, 裸地-0.0768, 沙地-0.0658, 农田-0.0438。

## ② 土地沙化指数

$$S_i = A/A_r \quad (2.2.3.13)$$

式中,  $S_i$  为土地沙化指数;  $A$  为土壤侵蚀量 ( $t/km^2 \cdot a$ ),  $A_r$  为容许土壤流失量 ( $t/km^2 \cdot a$ ), 根据《中华人民共和国水利行业标准 (SL 190-2007)》, 确定风力侵蚀区容许土壤流失量为  $200 t/km^2 \cdot a$ 。

通常, 按照土地沙化指数  $<1$ 、介于  $1 \sim 2$  之间、 $>2$  的区域, 将防风固沙功能评价结果分别划分为高、中和低三个等级。

## (3) 水源涵养功能指数

针对水源涵养生态功能区，采用水源涵养功能指数进行评价。计算生态系统单位面积的水源涵养量，与单位面积降雨量进行比较，根据值的大小进行分级，进而明确生态系统功能等级。

① 水源涵养量

采用水量平衡方程来计算水源涵养量，主要与降水量、蒸散发、地表径流量和植被覆盖类型等因素密切相关。

$$TQ = \sum_{i=1}^j (P_i - R_i - ET_i \cdot A_i) \quad (2.2.3.14)$$

式中， $TQ$  为总水源涵养量( $m^3$ )； $P_i$  为降雨量( $mm$ )； $R_i$  为地表径流量( $mm$ )； $ET_i$  为蒸散发( $mm$ )； $A_i$  为  $i$  类生态系统的面积； $i$  为研究区第  $i$  类生态系统类型； $j$  为研究区生态系统类型数。

其中，地表径流量 ( $R_i$ ) 由降雨量乘以地表径流系数获得，计算公式如下：

$$R = P * a \quad (2.2.3.15)$$

式中， $R$  为地表径流量 ( $mm$ )； $P$  为年降雨量 ( $mm$ )； $a$  为平均地表径流系数，如表 2-12 所示。

表 2-12 各类型生态系统地表径流系数均值表

一级生态系统类型	二级生态系统类型	平均径流系数 (%)
森林	常绿阔叶林	2.67
	常绿针叶林	3.02
	针阔混交林	2.29
	落叶阔叶林	1.33
	落叶针叶林	0.88
	稀疏林	19.20
灌丛	常绿阔叶灌丛	4.26
	落叶阔叶灌丛	4.17
	针叶灌丛	4.17
	稀疏灌丛	19.20
草地	草甸	8.20
	草原	4.78
	草丛	9.37
	稀疏草地	18.27
湿地	湿地	0.00

② 水源涵养功能指数

水源涵养功能指数为单位面积水源涵养量与单位面积降雨量的比值。通常，按照水源涵养功能指数  $>10\%$ 、介于  $3\% \sim 10\%$  之间、以及  $<3\%$  的区域，将水源涵

养功能评价结果分别划分为高、中和低三个等级。

#### (4) 自然栖息地质量指数

针对生物多样性维护生态功能区，采用自然栖息地质量指数进行评价。计算自然栖息地的质量状况，根据值的大小进行分级，进而评估生态系统功能等级。

##### ① 自然栖息地面积比例

计算包括森林、灌丛、草地和湿地等自然生态系统的面积占评价区总面积的比例，计算公式如下：

$$P_{nh} = \sum_{i=1}^n P_i \quad (2.2.3.16)$$

式中， $P_{nh}$  为自然生态系统面积比例， $P_i$  为  $i$  类自然生态系统的面积比例，包括森林（扣除人工林）、灌丛、草地与湿地面积。

##### ② 自然栖息地面积比例分级

通常，按照自然栖息地面积比例  $>75\%$ 、介于  $50\% \sim 75\%$  之间、以及  $<50\%$  的区域，将生物多样性维护功能评价结果分别划分为高、中和低三个等级。

## 第三章 海域评价

### 3.1 基础评价

基础评价采用统一指标体系对所辖海域进行全覆盖评价,包括海洋空间资源、海洋渔业资源、海洋生态环境和海岛资源环境四项基础要素。

#### 3.1.1 海洋空间资源评价

##### 3.1.1.1 指标内涵

海洋空间资源评价主要表征海岸线和近岸海域空间资源承载状况,采用岸线开发强度、海域开发强度评价指标,分别反映海岸线和近岸海域空间开发状况。

##### 3.1.1.2 算法与步骤

###### (1) 岸线开发强度 ( $S_1$ )

选取围塘坝(围海养殖、渔港等)、防护堤坝、工业与城镇、港口码头岸线等四类主要岸线开发利用类型,根据各类海岸开发活动对海洋资源环境影响程度的差异,计算岸线人工化指数。计算公式如下:

$$P_A = \frac{l_{mB} \times q_B + l_{mT} \times q_T + l_{mG} \times q_G + l_{mH} \times q_H}{l_{\text{总}}} \quad (3.1.1.1)$$

式中,  $P_A$  为岸线人工化指数,  $l_{\text{总}}$  为海岸线总长度,  $l_{mB}$ 、 $l_{mT}$ 、 $l_{mG}$ 、 $l_{mH}$  分别为围塘堤坝岸线、防护堤坝岸线、工业与城镇岸线、港口码头岸线长度,  $q_B$ 、 $q_T$ 、 $q_G$ 、 $q_H$  分别为四种人工海岸类型对海洋资源环境的影响程度赋值,如表 3-1 所示。

表 3-1 人工海岸分类及其海洋资源环境影响

	分类	海洋资源环境影响描述	影响因子
人工 海岸	围塘堤坝岸线	对海岸生态功能有一定影响,部分影响可恢复	$q_B=0.40$
	防护堤坝岸线	对海岸生态功能有一定影响,部分影响不可恢复	$q_T=0.60$
	工业与城镇岸线	对海岸生态功能影响较大,部分影响不可恢复	$q_G=0.80$
	港口码头岸线	对海岸线生态功能影响很大,影响不可恢复	$q_H=1.0$

以海洋功能区划和海洋主体功能区规划为基础,测算岸线开发利用标准。计算公式如下:

$$P_{C0} = \frac{\sum_{i=1}^8 w_i l_i}{l_{\text{总}}} \quad (3.1.1.2)$$

式中,  $P_{C0}$  为海岸线开发利用标准,  $l_i$  为第  $i$  类海洋功能区毗邻海岸线长度,

$w_i$  为第  $i$  类海洋功能区允许的海岸线开发程度，并遵循海洋主体功能区规划的管控要求，赋值方法如表 3-2 所示。

表 3-2 主要海洋功能区海洋开发对海岸线的影响

海洋功能区类型	影响因子
港口航运区	$w_i=0.80$
工业与城镇区	$w_i=0.60$
矿产与能源区	$w_i=0.40$
农渔业区	$w_i=0.40$
旅游休闲娱乐区	$w_i=0.30$
特殊利用区	$w_i=0.20$
海洋保护区	$w_i=0$
保留区	$w_i=0$

根据岸线人工化指数与海岸线开发利用标准之比，得到岸线开发强度 ( $S_1$ )。

(2) 海域开发强度 ( $S_2$ )

选取渔业、交通运输、工业、旅游娱乐、海底工程、排污倾倒、造地工程用海等海域使用类型，根据各种使用类型对海域资源的耗用程度和对其他用海的排他性强度差异，计算海域开发资源效应指数。计算公式如下：

$$P_E = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i \times l_i)}{S} \quad (3.1.1.3)$$

式中， $P_E$  为海域开发资源效应指数， $n$  为海域使用类型数， $S_i$  为第  $i$  种用海类型的面积， $S$  为省级海洋功能区划的海域总面积， $l_i$  为第  $i$  种用海类型的资源耗用系数，如表 3-3 所示。

表 3-3 海域使用类型资源耗用指数

海域使用一级类	海域使用二级类	$l_i$
渔业用海	渔业基础设施用海	1.0
	围海养殖用海	0.6
	开放式养殖用海和人工鱼礁	0.2
交通运输用海	港口码头用海	1.0
	航道	0.4
	锚地	0.3
	路桥用海	0.4
工业用海	盐业用海	0.6
	临海工业用海	1.0
	固体矿产开采用海	0.2
	油气开采用海	0.3
旅游娱乐用海	旅游基础设施用海	1.0

海域使用一级类	海域使用二级类	$l_i$
	海水浴场	0.2
	海上娱乐用海	0.2
海底工程用海	电缆管道用海	0.2
	海底隧道用海	0.2
	海底场馆用海	0.2
排污倾倒用海	倾倒区用海	1.0
	污水达标排放用海	0.6
造地工程用海	城镇建设填海造地用海	1.0
	农业填海造地用海	0.8
	废弃物处置填海造地用海	1.0
特殊用海	科研教学用海与军事用海	0.2
	海洋保护区用海	0
	海岸防护工程用海	0.1

以海洋功能区划和海洋主体功能区规划为基础，测算海域空间开发利用标准。

计算公式如下：

$$P_{M0} = \frac{\sum_{i=1}^8 h_i a_i}{S} \quad (3.1.1.4)$$

式中， $P_{M0}$ 为海域空间开发利用标准， $a_i$ 为第*i*类海洋功能区面积， $h_i$ 为第*i*类海洋功能区允许的海洋开发程度，并遵循海洋主体功能区规划的管控要求，赋值方法如表 3-4 所示。

根据海域开发资源效应指数与海域空间开发利用标准之比，得到海域开发强度 ( $S_2$ )。

表 3-4 主要海洋功能区海洋开发对海域资源环境的影响

海洋功能区类型	允许开发因子
工业与城镇区	$h_i=0.60$
港口航运区	$h_i=0.70$
矿产与能源区	$h_i=0.60$
农渔业区	$h_i=0.60$
旅游休闲娱乐区	$h_i=0.60$
特殊利用区	$h_i=0.40$
海洋保护区	$h_i=0.20$
保留区	$h_i=0.10$

### 3.1.1.3 阈值与重要参数

根据岸线和海域开发强度指数，将评价结果划分为适宜、临界和较高三种类型。通常，当  $S_1 \geq 1.1$  时，或区域自然岸线保有率低于海洋生态保护红线等管控

要求时,岸线开发强度较高;当  $S_1$  介于 0.9~1.1 时,岸线开发强度临界;当  $S_1 \leq 0.9$  时,岸线开发强度适宜。当  $S_2 \geq 0.3$  时,海域开发强度较高;当  $S_2$  介于 0.15~0.3 时,海域开发强度临界;当  $S_2 \leq 0.15$  时,海域开发强度适宜。

此外,也可根据全国海洋主体功能区划和海洋功能区划,以及国家、地方省市海洋生态保护红线管控要求,对区域海洋空间资源开发利用强度实行差异化标准设置。

### 3.1.2 海洋渔业资源评价

#### 3.1.2.1 指标内涵

海洋渔业资源评价主要表征近岸海洋渔业资源的承载状况,采用渔业资源综合承载指数评价指标,通过游泳动物指数和鱼卵仔稚鱼指数加权平均得到。

#### 3.1.2.2 算法与步骤

##### (1) 游泳动物指数 ( $F_1$ )

##### ① 渔获物经济种类比例 ( $ES$ )

根据近海渔业资源监测调查获取的渔获物中经济渔业种类所占比例与近三年的平均值的差值,得到经济种类比例的变化幅度 ( $\Delta ES$ )。通常,当  $\Delta ES$  与近三年平均值之比  $> 10\%$  时,渔获物经济种类比例显著下降, $ES$  赋值为 1;当  $\Delta ES$  与近三年平均值之比介于  $5\% \sim 10\%$  时,渔获物经济种类比例下降, $ES$  赋值为 2;当  $\Delta ES$  与近三年平均值之比  $\leq 5\%$  时,渔获物经济种类比例呈基本稳定, $ES$  赋值为 3。

##### ② 渔获物营养级状况 ( $TL$ )

通过近海渔获物平均营养级指数的变化情况,表征区域海洋生态系统结构和功能的稳定性,以及对海洋生物资源开发利用的承载能力。计算方法如下:

$$TL = \frac{\sum_{i=1}^n (TL_i)(Y_i)}{\sum_{i=1}^n (Y_i)} \quad (3.1.2.1)$$

式中, $TL$  为近海平均营养级指数, $Y_i$  为海域捕捞的第  $i$  种鱼类渔获量, $TL_i$  为第  $i$  种鱼类的营养级。根据评价单元内近海渔获物的平均营养级指数与区域标准值的差值,得到变化幅度 ( $\Delta TL$ )。通常,当  $\Delta TL$  与标准值之比  $> 5\%$  时,近海渔获物营养级显著下降, $TL$  赋值为 1;当  $\Delta TL$  与标准值之比介于  $3\% \sim 5\%$  时,近

海渔获物营养级下降,  $TL$  赋值为 2; 当  $\Delta TL$  与标准值之比  $\leq 3\%$  时, 近海渔获物营养级基本稳定,  $TL$  赋值为 3。

### ③ 游泳动物指数 ( $F_1$ )

游泳动物指数 ( $F_1$ ) 的计算公式如下:

$$F_1 = \frac{ES+TL}{2} \quad (3.1.2.2)$$

式中,  $F_1$  为游泳动物指数,  $ES$  为渔获物经济种类比例,  $TL$  为近海平均营养级指数。通常, 当  $F_1 \geq 2.5$  时, 游泳动物指数基本稳定; 当  $F_1$  介于 1.5~2.5 时, 游泳动物指数呈下降趋势; 当  $F_1 < 1.5$  时, 游泳动物指数显著下降。

## (2) 鱼卵仔稚鱼指数 ( $F_2$ )

### ① 鱼卵密度 ( $F_E$ )

根据近海渔业资源监测调查值与近三年的平均值的差值, 得到鱼卵密度变化幅度 ( $\Delta F_E$ )。通常, 当  $\Delta F_E$  与近三年平均值之比  $> 30\%$  时, 鱼卵密度显著下降,  $F_E$  赋值为 1; 当  $\Delta F_E$  与近三年平均值之比介于  $10\% \sim 30\%$  时, 鱼卵密度下降,  $F_E$  赋值为 2; 当  $\Delta F_E$  与近三年平均值之比  $\leq 10\%$  时, 鱼卵密度基本稳定,  $F_E$  赋值为 3。

### ② 仔稚鱼密度 ( $F_L$ )

根据近海渔业资源监测调查值与近三年的平均值的差值, 得到仔稚鱼密度变化幅度 ( $\Delta F_L$ )。通常, 当  $\Delta F_L$  与近三年平均值之比  $> 30\%$  时, 仔稚鱼密度显著下降,  $F_L$  赋值为 1; 当  $\Delta F_L$  与近三年平均值之比介于  $10\% \sim 30\%$  时, 仔稚鱼密度下降,  $F_L$  赋值为 2; 当  $\Delta F_L$  与近三年平均值之比  $\leq 10\%$  时, 仔稚鱼密度基本稳定,  $F_L$  赋值为 3。

### ③ 鱼卵仔稚鱼指数 ( $F_2$ )

鱼卵仔稚鱼指数 ( $F_2$ ) 的计算公式如下:

$$F_2 = F_E \times 0.2 + F_L \times 0.8 \quad (3.1.2.3)$$

式中,  $F_2$  为鱼卵仔稚鱼指数,  $F_E$  为鱼卵密度,  $F_L$  为仔稚鱼密度。通常, 当  $F_2 \geq 2.5$  时, 鱼卵仔稚鱼指数基本稳定;  $F_2$  介于 1.5~2.5 时, 鱼卵仔稚鱼指数呈下降趋势;  $F_2 < 1.5$  时, 鱼卵仔稚鱼指数显著下降。

## (3) 综合评估 ( $F$ )

对游泳动物指数 ( $F_1$ )、鱼卵仔稚鱼指数 ( $F_2$ ) 的单指标评估结果加权平均

得出海洋渔业资源综合承载指数 ( $F$ )。计算公式如下:

$$F = F_1 \times 0.6 + F_2 \times 0.4 \quad (3.1.2.4)$$

### 3.1.2.3 阈值与重要参数

根据海洋渔业资源综合承载指数,将评价结果划分为超载、临界和可载三种类型。通常,当  $F < 1.5$  时,海洋渔业资源超载;当  $F$  介于  $1.5 \sim 2.5$  时,海洋渔业资源临界超载;当  $F \geq 2.5$  时,海洋渔业资源可载。

## 3.1.3 海洋生态环境评价

### 3.1.3.1 指标内涵

海洋生态环境评价主要表征海洋生态环境承载状况,包括海洋环境承载状况和海洋生态承载状况两个方面。其中,海洋环境承载状况通过海洋功能区水质达标率反映,海洋生态承载状况通过浮游动物和大型底栖动物的生物量、生物密度的变化反映。

### 3.1.3.2 算法与步骤

#### (1) 海洋环境承载状况 ( $E_1$ )

根据近岸海域水质监测与调查结果,依据《海水水质标准》(GB3097-1997)采用无机氮(DIN)、活性磷酸盐( $PO_4-P$ )、化学需氧量(COD)、石油类等指标,计算各类海水水质等级的海域面积;通过统计评估符合海洋功能区水质要求的面积占海域总面积的比重( $E_1$ ),反映海洋环境承载状况。其中,海水水质要求按照《海水水质标准》(GB3097-1997)确定(表3-5)。

表 3-5 一级海洋功能区水质达标率的评价标准

功能区类型	农渔业区	港口航运区	工业与城镇用海区	矿产与能源区
水质要求	不劣于二类	不劣于四类	不劣于三类	不劣于四类
功能区类型	旅游休闲娱乐区	海洋保护区	特殊利用区	保留区
水质要求	不劣于二类	不劣于一类	不劣于现状	不劣于现状

注:由于特殊利用区和保留区的功能特性,《全国海洋功能区划》中对其水质要求为“不劣于现状”。但考虑两类功能区的需求,目前,在实际评价中这两项是按照不劣于四类的标准进行评价的,未来可根据主体功能区划的具体类型确定更为细化的要求。

#### (2) 海洋生态承载状况 ( $E_2$ )

##### ① 浮游动物变化状况 ( $E_{2-F}$ )

运用海洋生物多样性监测的浮游动物 I 型网监测数据,借鉴《近岸海洋生态

健康评价指南》(HY/T 087-2005) 相关评价方法进行计算。计算公式如下:

$$E_{2-F} = \frac{|\Delta D_F| + |\Delta N_F|}{2} \quad (3.1.3.1)$$

式中,  $E_{2-F}$  为浮游动物变化状况,  $D_F$ 、 $N_F$  分别为近三年浮游动物密度、生物量的平均值,  $\Delta D_F$ 、 $\Delta N_F$  分别为浮游动物密度、生物量现状值与平均值的变化情况。当  $E_{2-F} \geq 50\%$  时, 浮游动物呈明显变化, 赋值为 1; 当  $E_{2-F}$  介于 25%~50% 时, 浮游动物出现波动, 赋值为 2; 当  $E_{2-F} < 25\%$  时, 浮游动物基本稳定, 赋值为 3。

### ② 大型底栖动物变化状况 ( $E_{2-B}$ )

运用海洋生物多样性监测的大型底栖动物定量监测数据, 借鉴《近岸海洋生态健康评价指南》(HY/T 087-2005) 相关评价方法进行计算。计算公式如下:

$$E_{2-B} = \frac{|\Delta D_B| + |\Delta N_B|}{2} \quad (3.1.3.2)$$

式中,  $E_{2-B}$  为大型底栖动物变化状况,  $D_B$ 、 $N_B$  分别为近三年大型底栖动物密度、生物量的平均值,  $\Delta D_B$ 、 $\Delta N_B$  分别为大型底栖动物密度、生物量现状值与平均值的变化情况。当  $E_{2-B} \geq 50\%$  时, 大型底栖动物呈明显变化, 赋值为 1; 当  $E_{2-B}$  介于 25%~50% 时, 大型底栖动物出现波动, 赋值为 2; 当  $E_{2-B} < 25\%$  时, 大型底栖动物基本稳定, 赋值为 3。

### ③ 海洋生态综合承载指数 ( $E_2$ )

对浮游动物指数 ( $E_{2-F}$ ) 和大型底栖动物指数 ( $E_{2-B}$ ) 的单指标评估结果加权平均, 得出海洋生态综合承载指数 ( $E_2$ ), 计算公式如下:

$$E_2 = \frac{E_{2-F} + E_{2-B}}{2} \quad (3.1.3.3)$$

#### 3.1.3.3 阈值与重要参数

通常, 当  $E_1 \leq 80\%$  时, 海洋环境超载; 当  $E_1$  介于 80%~90% 之间时, 海洋环境临界超载; 当  $E_1 > 90\%$  时, 海洋环境可载。当  $E_2 < 1.5$  时, 海洋生态超载;  $E_2$  介于 1.5~2.5 之间时, 海洋生态临界超载;  $E_2 \geq 2.5$  时, 海洋生态可载。

#### 3.1.4 海岛资源环境评价

##### 3.1.4.1 指标内涵

海岛资源环境评价主要表征无居民海岛资源环境的承载状况, 包括无居民海岛开发强度和无居民海岛生态状况两个方面。其中, 无居民海岛开发强度通过海

岛人工岸线比例、海岛开发用岛规模指数的组合关系反映，无居民海岛生态状况通过近十年来海岛植被覆盖率的变化情况反映。海岛资源环境评价对象为面积500m<sup>2</sup>以上的无居民海岛；对于无居民海岛数量较多、分布较为集中的评价单元，选择适当比例的具有代表性的无居民海岛进行评估。

#### 3.1.4.2 算法与步骤

##### (1) 无居民海岛开发强度 ( $I_1$ )

采用无居民海岛人工岸线比例、无居民海岛开发用岛规模指数两项评价结果的组合关系反映。

##### ① 无居民海岛人工岸线比例 ( $I_{11}$ )

根据无居民海岛人工岸线长度占海岛总岸线长度之比，得到无居民海岛人工岸线比例 ( $I_{11}$ )。

##### ② 无居民海岛开发用岛规模指数 ( $I_{12}$ )

根据无居民海岛已开发利用面积占海岛总面积之比，得到无居民海岛开发用岛规模指数 ( $I_{12}$ )。其中，无居民海岛已开发利用面积 ( $I_{12C}$ ) 计算公式如下：

$$I_{12C} = \sum_{i=1}^4 IA_i \times IF_i \quad (3.1.4.1)$$

式中， $i=1, \dots, 4$ ，分别代表工矿仓储及交通、水利设施及坑塘养殖、住宅及公共服务、耕地和园地及经济林四类海岛利用类型， $IA_i$ 为第*i*类海岛利用类型的面积， $IF_i$ 为第*i*类海岛利用类型对资源环境的影响系数 ( $IF_1=1$ ,  $IF_2=0.8$ ,  $IF_3=0.6$ ,  $IF_4=0.2$ )。

##### (2) 无居民海岛生态状况 ( $I_2$ )

根据近十年来无居民海岛植被覆盖率的变化情况反映。计算公式如下：

$$I_2 = 1 - \frac{I_{2P}}{I_{20}} \quad (3.1.4.2)$$

式中， $I_2$ 为无居民海岛植被覆盖度变化率， $I_{2P}$ 为评价现状年植被覆盖度， $I_{20}$ 为评价现状年十年前植被覆盖度。

#### 3.1.4.3 阈值与重要参数

通常，当  $I_{11} > 30\%$  时，无居民海岛岸线开发强度较高；当  $I_{11}$  介于  $20\% \sim 30\%$  时，开发强度临界；当  $I_{11} \leq 20\%$  时，开发强度适宜。当  $I_{12} > 40\%$  时，开发用岛规模较高；当  $I_{12}$  介于  $30\% \sim 40\%$  时，开发用岛规模临界；当  $I_{12} \leq 30\%$  时，开发用岛规模适宜。再将海岛人工岸线比例和海岛开发用岛规模指数两项指标中，任意一

项为较高的划分为海岛开发强度较高,任意一项为临界的划分为海岛开发强度临界,其余的划分为海岛开发强度适宜。当 $I_2 > 5\%$ 时,无居民海岛生态状况显著退化;当 $I_2$ 介于 $2\% \sim 5\%$ 时,无居民海岛生态状况退化;当 $I_2 \leq 2\%$ 时,无居民海岛生态状况基本稳定。

## 3.2 专项评价

根据《全国海洋主体功能区规划》划定的重点开发、限制开发和禁止开发的海域,选取有针对性的要素指标开展评价。鉴于现阶段省级海洋主体功能区规划尚未编制完成,暂时采用海洋功能区划确定的海洋功能区域作为评价对象。

### 3.2.1 重点开发用海区评价

#### 3.2.1.1 评价指标及含义

重点开发用海区评价主要表征海洋功能区内重点开发建设用海区的围填海规模和强度,采用围填海强度指数为特征指标,通过围填海面积比例反映。

#### 3.2.1.2 算法与关键参数

围填海强度指数为某一海洋基本功能区内围填海的面积比例,计算公式如下:

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{S_0} \quad (3.2.1.1)$$

式中, $Q$ 为围填海强度指数, $S_0$ 为某一海洋功能区总面积( $\text{hm}^2$ ), $a_i$ 为该海洋基本功能区内第 $i$ 宗围填海项目的围填海域面积( $\text{hm}^2$ )。

通常,按照围填海强度指数 $\geq 0.4$ 、 $0.3 \sim 0.4$ 之间、 $< 0.3$ 的取值范围,将重点开发用海区划分为围填海强度较大、中等和较小三种类型。

### 3.2.2 海洋渔业保障区评价

#### 3.2.2.1 评价指标及含义

海洋渔业保障区评价主要表征以提供海洋水产品为主要功能的海洋渔业保障区,包括传统渔场、海水养殖区和水产种质资源保护区的渔业资源状况。采用渔业资源密度指数为特征指标,通过传统渔场主要捕捞对象或水产种质资源保护区保护对象资源量近5年与近10年平均值的变化率来反映。

#### 3.2.2.2 算法与关键参数

选择传统渔场主捕对象或水产种质资源保护区保护对象的资源量近5年与

近 10 年平均值变化率作为渔业资源密度指数 ( $\Delta R_F$ ), 计算公式如下:

$$\Delta R_F = 1 - \frac{\overline{R_{F5}}}{\overline{R_{F10}}} \quad (3.2.2.1)$$

式中,  $\Delta R_F$  为渔业资源密度指数;  $\overline{R_{F5}}$  为近 5 年区域主捕对象或水产种质资源保护区保护对象的资源量平均值;  $\overline{R_{F10}}$  为近 10 年区域主捕对象或水产种质资源保护区保护对象的资源量平均值。

通常, 若  $\Delta R_F \geq 10\%$ , 表明资源量严重衰退, 海洋渔业保障区功能严重受损; 若  $\Delta R_F < 5\%$ , 表明资源量较为稳定, 海洋渔业保障区功能趋于稳定; 若  $5\% \leq \Delta R_F < 10\%$ , 表明资源量存在衰退, 海洋渔业保障区功能受损。

### 3.2.3 重要海洋生态功能区评价

#### 3.2.3.1 评价指标及含义

重要海洋生态功能区评价主要表征海洋主体功能区规划中对维护海洋生物多样性、保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域的生态系统变化情况, 采用生态系统变化指数为特征指标, 通过典型生境植被覆盖度的变化率和保护对象变化率集成反映。

#### 3.2.3.2 算法与关键参数

##### (1) 典型生境植被覆盖度变化率 ( $F_c$ )

植被覆盖度一般定义为观测区域内植被垂直投影面积占地表面积的百分比, 是指示生态环境变化的重要指标之一。

利用基于遥感的像元二分模型法评估典型生境植被 (红树、怪柳、芦苇、碱蓬等) 覆盖度的变化趋势。像元二分模型估算植被覆盖度时多采用归一化植被指数  $NDVI$  数据计算, 计算公式如下:

$$F_c = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}} \times 100\% \quad (3.2.3.1)$$

式中,  $F_c$  为植被覆盖度,  $NDVI$  为影像中各像元的  $NDVI$  值;  $NDVI_{soil}$  为全裸土或无植被覆盖区域  $NDVI$  值;  $NDVI_{veg}$  为纯植被覆盖像元的  $NDVI$  值。  $F_c$  的值介于 [0,1] 之间, 采用等间距重分类可分为四个等级, 当  $0 \leq F_c \leq 25\%$  时, 为低覆被;  $25\% < F_c \leq 50\%$  时, 为较低覆被; 当  $50\% < F_c \leq 75\%$  时, 为较高覆被;  $75\% < F_c \leq 100\%$  时, 为高覆被。

根据不同海域典型生境特点, 利用植被覆盖变化率, 表征评价区域海洋资源

生态承载能力的状态趋势。计算公式如下：

$$E_v = 1 - \frac{F_{cp}}{F_{c0}} \quad (3.2.3.2)$$

式中， $E_v$ 为植被覆盖变化率， $F_{cp}$ 为评价现状年植被覆盖度； $F_{c0}$ 为评价现状年十年前植被覆盖度。通常，当 $E_v > 20\%$ 时，典型生境生态质量状况显著退化；当 $E_v$ 介于 $10\% \sim 20\%$ 时，典型生境生态质量状况退化； $E_v < 10\%$ 时，典型生境生态质量状况基本稳定，其中，当 $E_v \leq 0$ 时，典型生境生态质量状况改善。

#### (2) 海洋生态保护对象变化率 ( $E_h$ )

采用海洋保护区监测数据，借鉴《近岸海洋生态健康评价指南》(HY/T 087-2005)相关评价方法，对典型生境、珍稀濒危生物、特殊自然景观等重点保护对象进行评价。其中，对珊瑚礁分布区，计算评价年度活珊瑚盖度与评价年度十年前的变化率；对海草床分布区，计算评价年度海草床盖度与评价年度十年前的变化率；对于其他珍稀濒危海洋生物物种，计算评价年度保护物种种群规模与评价年度十年前的变化率。

通常，当保护对象变化率 $E_h > 10\%$ 时，保护对象显著退化；当 $E_h$ 介于 $5\% \sim 10\%$ 时，保护对象呈退化趋势；当 $E_h < 5\%$ 时，保护对象基本稳定。

#### (3) 生态系统变化指数 ( $E_e$ )

重要海洋生态功能区的生态系统变化指数 ( $E_e$ ) 采用极大值模型进行集成，计算公式如下：

$$E_e = \max(E_v, E_h) \quad (3.2.3.3)$$

将典型生境植被覆盖度变化率和海洋生态保护对象变化率两项中，任意一项评价结果为显著退化的划分为显著退化，任意一项评价结果为退化的划分为退化，其余的划分为基本稳定。

## 第四章 集成评价

### 4.1 超载类型划分

在陆域、海域基础评价与专项评价的基础上，遴选集成指标，采用“短板效应”原理确定超载、临界超载、不超载 3 种超载类型，并复合陆域和海域评价结果，校验超载类型，最终形成超载类型划分方案。

#### 4.1.1 集成指标遴选

集成指标是资源环境超载类型划分的基本依据，包括 8 个陆域评价指标和 10 个海域评价指标。指标项具体见表 4-1。

表 4-1 超载类型划分中的集成指标及分级

指标来源		指标名称	指标分级					
陆域评价	基础评价	土地资源	土地资源压力指数	压力大	压力中等	压力小		
		水资源	水资源开发利用量	超载	临界超载	不超载		
		环境	污染物浓度超标指数	超标	接近超标	未超标		
		生态	生态系统健康度	健康度低	健康度中等	健康度高		
	专项评价	城市化地区		水气环境黑灰指数	超载	临界超载	不超载	
		农产品主产区	种植业地区	耕地质量变化指数	恶化	相对稳定	趋良	
			牧业地区	草原草畜平衡指数	超载	临界超载	不超载	
		重点生态功能区		生态系统功能指数	低等	中等	高等	
		海域评价	基础评价	海洋空间资源	岸线开发强度	较高	临界	适宜
					海域开发强度	较高	临界	适宜
海洋渔业资源	海洋渔业资源		渔业资源综合承载指数	超载	临界超载	可载		
			海洋生态环境	海洋环境承载状况	超载	临界超载	可载	
	海洋生态环境		海洋生态承载状况	超载	临界超载	可载		
			海岛资源环境	无居民海岛开发强度	较高	临界	适宜	
无居民海岛生态状况	显著退化			退化	基本稳定			
专项评价	重点开发用海区		围填海强度指数	较大	中等	较小		
	海洋渔业保障区		渔业资源密度指数	严重受损	受损	稳定		
	重要海洋生态功能区		生态系统变化指数	显著退化	退化	基本稳定		

#### 4.1.2 超载类型确定

在陆域和海域开展基础评价、专项评价的基础上，采取“短板效应”进行综合集成。集成指标中任意 1 个超载或 2 个以上临界超载，确定为超载类型；任意 1 个临界超载，确定为临界超载类型；其余为不超载类型。

#### 4.1.3 超载类型校验

在海域评价基础上，将海岸线开发强度、海洋环境承载状况和海洋生态承载状况三个指标的评价结果，分别与对应的陆域沿海区县基础评价中的土地资源、环境和生态评价的结果进行复合，调整沿海区县对应指标的评价值，统筹陆域和海域超载类型。

——基于海洋空间资源评价，选取岸线开发强度指标，同所属陆域沿海区县的土地资源压力指数进行复合，将该县实际土地资源压力等级取值为陆域评价的土地资源压力与海域评价的岸线开发强度之间的最高级。

——基于海洋环境评价，选取海洋环境承载状况指标，通过对不符合水质要求的海洋功能区主要陆源污染物进行核算与分解，对入海污染物贡献程度高的区县，同陆域环境污染物浓度超标指数进行复合，将该县陆域评价的污染物超标指数等级上调一级。

——基于海洋生态评价，选取海洋生态承载状况指标，同所属陆域沿海区县的生态系统健康度进行复合，将该县实际生态评价等级取值为陆域评价的生态系统健康度与海域评价的海洋生态承载状况之间的最高级。

### 4.2 预警等级划分

针对超载类型划分结果，分别开展陆域、海域的过程评价，根据资源环境耗损的加剧与趋缓态势，划分红色预警、橙色预警、黄色预警、蓝色预警、绿色无警 5 级警区，并复合陆域和海域过程评价结果，校验预警等级，最终形成预警等级划分方案。

#### 4.2.1 过程评价

##### 4.2.1.1 陆域过程评价

陆域过程评价通过资源环境耗损指数反映，该指数由资源利用效率变化、污染物排放强度变化和生态质量变化 3 项指标集合而成。

(1) 指标内涵和作用

陆域资源环境耗损指数是人类生产生活过程中的资源利用效率、污染排放强度以及生态质量等变化过程特征的集合,是反映陆域资源环境承载状态变化及可持续性的重要指标。

表 4-2 陆域资源环境耗损指数测度指标集

概念层	类别层	指标层(关键指标)	数据层
资源环境耗损指数	资源利用效率变化	土地资源利用效率变化(建设用地)	10 年年均增速
		水资源利用效率变化(用水量)	10 年年均增速
	污染物排放强度变化	水污染物排放强度变化(化学需氧量、氨氮)	10 年年均增速
		大气污染物排放强度变化(二氧化硫、氮氧化物)	10 年年均增速
	生态质量变化	林草覆盖率变化	10 年年均增速

(2) 指标构成与算法

陆域资源环境耗损指数由资源利用效率变化、污染物排放强度变化和生态质量变化三类指标构成(表 4-2)。其中,资源利用效率变化包含土地资源和水资源利用效率变化,污染物排放强度变化包含水污染和大气污染物排放强度变化,生态质量变化包含林草覆盖面积变化。

① 土地资源利用效率变化。计算公式如下:

$$L_e = \sqrt[10]{\frac{\left(\frac{L_t}{GDP_t}\right)}{\left(\frac{L_{t+10}}{GDP_{t+10}}\right)}} - 1 \quad (4.2.1.1)$$

式中,  $L_e$  为年均土地资源利用效率增速,  $t$  为基准年,  $L_t$  为基准年行政区域内建设用地面积,  $GDP_t$  为基准年 GDP,  $L_{t+10}$  为基准年后第十年行政区域内建设用地面积,  $GDP_{t+10}$  为基准年后第十年 GDP。

② 水资源利用效率变化。计算公式如下:

$$W_e = \sqrt[10]{\frac{\left(\frac{W_t}{GDP_t}\right)}{\left(\frac{W_{t+10}}{GDP_{t+10}}\right)}} - 1 \quad (4.2.1.2)$$

式中,  $W_e$ 为年均水资源利用效率增速,  $t$ 为基准年,  $W_t$ 为基准年行政区域内用水量,  $GDP_t$ 为基准年 GDP,  $W_{t+10}$ 为基准年后第十年行政区域内用水量,  $GDP_{t+10}$ 为基准年后第十年 GDP。

③ 水污染物（化学需氧量）排放强度变化。计算公式如下：

$$C_e = \sqrt[10]{\frac{\left(\frac{C_{t+10}}{GDP_{t+10}}\right)}{\left(\frac{C_t}{GDP_t}\right)}} - 1 \quad (4.2.1.3)$$

式中,  $C_e$ 为年均化学需氧量排放强度增速,  $t$ 为基准年,  $C_t$ 为基准年行政区域内化学需氧量排放量,  $GDP_t$ 为基准年 GDP,  $C_{t+10}$ 为基准年后第十年行政区域内化学需氧量排放量,  $GDP_{t+10}$ 为基准年后第十年 GDP。

④ 水污染物（氨氮）排放强度变化。计算公式如下：

$$A_e = \sqrt[10]{\frac{\left(\frac{A_{t+10}}{GDP_{t+10}}\right)}{\left(\frac{A_t}{GDP_t}\right)}} - 1 \quad (4.2.1.4)$$

式中,  $A_e$ 指年均氨氮排放强度增速,  $t$ 指基准年,  $A_t$ 指基准年行政区域内氨氮排放量,  $GDP_t$ 指基准年 GDP,  $A_{t+10}$ 指基准年后第十年行政区域内氨氮排放量,  $GDP_{t+10}$ 指基准年后第十年 GDP。

⑤ 大气污染物（二氧化硫）排放强度变化。计算公式如下：

$$S_e = \sqrt[10]{\frac{\left(\frac{S_{t+10}}{GDP_{t+10}}\right)}{\left(\frac{S_t}{GDP_t}\right)}} - 1 \quad (4.2.1.5)$$

式中,  $S_e$ 为年均二氧化硫排放强度增速,  $t$ 为基准年,  $S_t$ 为基准年行政区域内二氧化硫排放量,  $GDP_t$ 为基准年 GDP,  $S_{t+10}$ 为基准年后第十年行政区域内二氧化硫排放量,  $GDP_{t+10}$ 为基准年后第十年 GDP。

⑥ 大气污染物（氮氧化物）排放强度变化。计算公式如下：

$$D_e = \sqrt[10]{\frac{\left(\frac{D_{t+10}}{GDP_{t+10}}\right)}{\left(\frac{D_t}{GDP_t}\right)}} - 1 \quad (4.2.1.6)$$

式中,  $D_e$ 指年均氮氧化物排放强度增速,  $t$ 指基准年,  $D_t$ 指基准年行政区域内氮氧化物排放量,  $GDP_t$ 指基准年 GDP,  $D_{t+10}$ 指基准年后第十年行政区域内氮氧化物排放量,  $GDP_{t+10}$ 指基准年后第十年 GDP。

⑦ 林草覆盖率变化。计算公式如下：

$$E_e = \sqrt[10]{\frac{E_{t+10}}{E_t}} - 1 \quad (4.2.1.7)$$

式中， $E_e$ 为林草覆盖率年均增速， $t$ 指基准年， $E_t$ 为基准年行政区域内林草覆盖率， $E_{t+10}$ 为自基准年后第十年林草覆盖率。

### (3) 类型划分

根据上述 7 项指标值的正负及与对应的全国平均值的关系将各区域的各指标值进行分类，再将各项指标依据表 4-3 集成为资源利用效率变化、污染物排放强度变化、生态质量变化三个类别。

表 4-3 陆域资源消耗指数和环境污染指数类别划分标准

名称	类别	指向	分类标准
资源利用效率变化	低效率类	变化趋差	两类速度指标均低于全国平均水平
	高效率类	变化趋良	除上述情况外的其他情况
污染物排放强度变化	高强度类	变化趋差	至少三类强度指标均高于全国平均水平
	低强度类	变化趋良	除上述情况外的其他情况
生态质量变化	低质量类	变化趋差	林草覆盖率年均增速低于全国平均水平
	高质量类	变化趋良	林草覆盖率年均增速不低于全国平均水平

根据陆域资源利用效率变化、污染物排放强度变化、生态质量变化三个类别的匹配关系，得到不同类型的资源环境耗损指数。其中，三项指标中两项或三项均变差的区域，为资源环境耗损加剧型，两项或三项均有所好转的区域，为资源环境耗损趋缓型。

#### 4.2.1.2 海域过程评价

海域过程评价通过海洋资源环境耗损指数反映，该指数由海域或海岛开发强度变化、环境污染程度变化和生态灾害风险变化 3 项指标集合而成。

##### (1) 指标内涵和作用

海洋资源环境耗损指数是人类生产生活过程中海洋资源消耗、环境损害及生态质量变化过程特征的集合，是反映海洋资源环境承载状态变化及可持续性的重要指标。

##### (2) 指标构成与算法

海洋资源环境耗损指数由海域/海岛开发强度变化（海域开发效率变化，或无居民海岛开发强度变化）、环境污染程度变化（优良水质比例变化）、生态灾害

风险变化（赤潮灾害频次变化）三类指标构成，如表 4-4 所示。

表 4-4 海洋资源环境耗损指数测度指标集

概念层	类别层	指标层	数据层
海洋资源环境耗损指数	海域/海岛开发效率变化	海域开发效率变化；无居民海岛开发强度变化	10 年变化趋势
	环境污染程度变化	优良水质比例变化	10 年变化趋势
	生态灾害风险变化	赤潮灾害频次变化	10 年变化趋势

① 海域/海岛开发效率变化

a. 海域开发效率变化

计算近十年沿海县级行政单元的海域开发资源效应指数 ( $P_E$ )。进一步评估近十年海域开发资源效应指数相对于沿海县级区 GDP 的变化趋势 ( $L$ )，以表征海域开发效率的变化。 $L$  的计算公式如下：

$$L = \sqrt[10]{\frac{\frac{P_E(t+10)}{GDP(t+10)}}{\frac{P_E(t)}{GDP(t)}}} - 1 \quad (4.2.1.8)$$

通常，当  $L > 10\%$ ，则海域开发效率变化趋差； $L \leq 10\%$ ，则海域开发效率变化不大或趋良。

b. 无居民海岛开发强度变化

通过近十年无居民海岛开发强度 ( $I_I$ ) 的增长率与所在省级行政区建设用地面积 ( $C$ ) 增长率和海域开发资源效应指数 ( $P_E$ ) 增长率对比分析，得出无居民海岛开发强度变化率。鉴于海岛数据资料的难获取性，若缺少评估年或基准年的数据资料，可选择邻近年份的数据资料来替代，但应在报告中明确说明。具体计算方法如下：

$$I_{A1} = \frac{1}{2} \left( \sqrt[10]{\frac{\frac{I_{11}(t+10)}{I_{11}(t)}}{\frac{C(t+10)}{C(t)}}} + \sqrt[10]{\frac{\frac{I_{11}(t+10)}{I_{11}(t)}}{\frac{P_E(t+10)}{P_E(t)}}} \right) - 1 \quad (4.2.1.9)$$

$$I_{A2} = \frac{1}{2} \left( \sqrt[10]{\frac{I_{12}(t+10)}{I_{12}(t)}}{\frac{C(t+10)}{C(t)}} + \sqrt[10]{\frac{I_{12}(t+10)}{I_{12}(t)}}{\frac{PE(t+10)}{PE(t)}} \right) - 1 \quad (4.2.1.10)$$

$$I_A = \max(I_{A1}, I_{A2}) \quad (4.2.1.11)$$

通常，当  $I_A > 10\%$ ，则无居民海岛开发强度变化趋高； $I_A \leq 10\%$ ，则无居民海岛开发强度变化不大或趋低。

### c. 海域/海岛开发效率变化

根据“短板效应”，当海域开发效率或无居民海岛开发适宜度有一项或一项以上变化趋高，则海域/海岛开发效率变化趋差；否则，海域/海岛开发效率变化不大或趋良。

#### ② 优良水质比例变化

计算沿海县级行政区所辖海域优良水质比例（一、二类海水水质面积比例， $B_r$ ），计算公式如下：

$$B_r = \frac{S_1 + S_2}{S_x} \times 100\% \quad (4.2.1.12)$$

式中， $S_1$  为符合第一类海水水质标准的海域面积， $S_2$  为符合第二类海水水质标准的海域面积， $S_x$  为评价单元海域总面积。

进一步根据近十年沿海县级行政区海域优良水质比例，采用 Mann-Kendall 检验法计算时间序列趋势统计量 S 值和显著性水平 P 值，依据表 4-5 判断海域优良水质比例的年际变化趋势（B），以表征海域环境污染程度的变化：趋差、变化不大或趋良。

表 4-5 海域优良水质比例变化趋势的 Mann-Kendall 检验法

检验结果		优良水质比例变化趋势	海域环境污染程度
P ≤ 0.1	S > 0	上升趋势	趋良
	S < 0	降低趋势	趋差
P > 0.1		无显著变化趋势	变化不大

#### ③ 生态灾害风险变化

根据近十年沿海县级行政区海域赤潮发生频次，采用 Mann-Kendall 检验法计算时间序列趋势统计量 S 值和显著性水平 P 值，依据表 4-6 判断海域赤潮发生频次的年际变化趋势（D），以表征海域生态灾害风险的变化：趋高、变化不大或趋低。

表 4-6 海域赤潮发生频次变化趋势的 Mann-Kendall 检验法

检验结果		赤潮发生频次变化趋势	海域生态灾害风险
P≤0.1	S>0	上升趋势	趋高
	S<0	降低趋势	趋低
P>0.1		无显著变化趋势	变化不大

(3) 类型划分

根据海域/海岛开发效率变化、环境污染程度变化、生态灾害风险变化三项指标的匹配关系，得到不同类型的海洋资源环境耗损指数。其中，三项指标中两项或三项均变差的区域，为海洋资源环境耗损加剧型，两项或三项变化不大或趋良的区域，为海洋资源环境耗损趋缓型。

4.2.2 预警等级确定

按照陆域、海域资源环境耗损过程评价结果，对超载类型进行预警等级划分。将资源环境耗损加剧的超载区域定为红色预警区（极重警），资源环境耗损趋缓的超载区域定为橙色预警区（重警），资源环境耗损加剧的临界超载区域定为黄色预警区（中警），资源环境耗损趋缓的临界超载区域定为蓝色预警区（轻重警）。不超载的区域为绿色无警区（无警）。

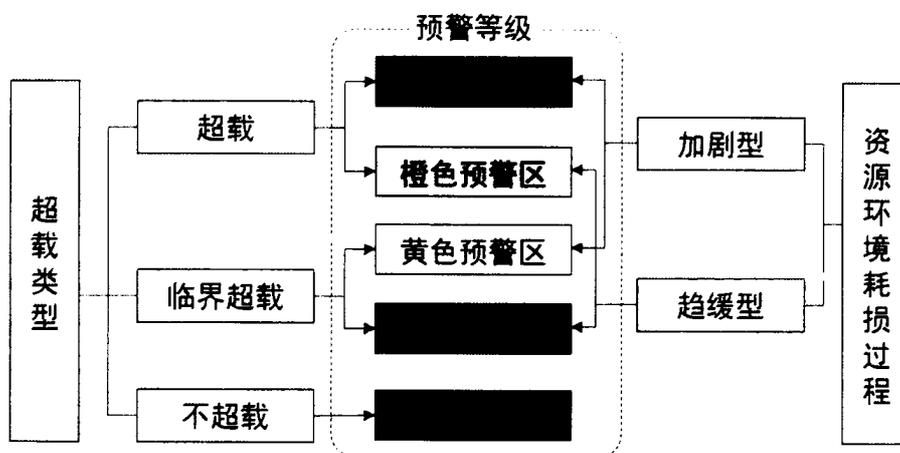


图 4-1 超载类型与预警等级关系

4.2.3 预警等级校验

对于沿海的县（市、区），将陆域和海域过程评价结果进行复合，对陆域和海域的预警等级进行校验。将资源环境耗损等级取值为陆域资源环境耗损指数与海洋资源环境耗损指数之间的最高级，并以此调整沿海县（市、区）的预警等级，实现同一行政区内陆域和海域预警等级的衔接协调。

## 第五章 成因解析及政策预研

### 5.1 成因解析

结合基础评价、专项评价及过程评价的不同要素状况,针对不同地域的特点,解析不同预警等级资源环境超载原因。

#### 5.1.1 陆域超载成因解析

采取因子分析、层次分析、主成分分析等方法,重点分析土地资源压力、水资源开发利用、环境污染物浓度超标、生态系统健康等方面的状态以及变化趋势,识别和定量评价超载关键因素及其作用程度,并从自然禀赋条件、经济社会发展、资源环境管理等维度阐释不同功能区超载成因。

通过陆域超载区域与基础评价、专项评价结果的叠加分析,筛选超载和临界超载类型中导致陆域资源环境耗损状态发生变化的关键因子,采用多因素叠加分析法,刻画陆域水土资源组合超载、水资源与环境组合超载等若干不同要素的组合超载特征,并采用过程追因剖析造成陆域不同预警等级的原因。

#### 5.1.2 海域超载成因解析

采用因果链分析原理,重点分析海洋资源利用方式、规模及强度对海洋资源产生的压力,沿海地区发展方式、规模、结构及水平对海域生态环境的影响,并从海域自然条件、海洋和岸线资源开发利用、陆海关系以及政策管理等维度阐释不同海洋功能区超载成因。

通过海域超载区域与基础评价、专项评价结果的叠加分析,筛选超载和临界超载类型中导致海域资源环境耗损状态发生变化的关键因子,采用多因素叠加分析法,刻画海域生态环境组合超载、空间资源与环境组合超载等若干不同要素的组合超载特征,并采用过程追因剖析造成海域不同预警等级的原因。

### 5.2 政策预研

针对超载成因,从财政、投融资、产业、土地、人口、环境等方面,预研政策措施,并按照预警等级探索不同管控强度的差异化限制性措施,引导和约束各地严格按照资源环境承载能力谋划发展。

### 5.2.1 资源环境整治政策预研

在陆域超载地区，从土地资源、水资源、环境、生态等基础要素，制定严格限制建设用地增长、实行最严格的水资源管理制度、严控共治水和大气环境污染、系统修复治理自然生态等方面的整治政策措施。

在海域超载地区，从空间资源、渔业资源、生态环境等基础要素，制定严控围填海规模、缩减海洋捕捞强度、控制海洋排污总量、划定生态保护红线等方面的整治政策措施，探索海洋综合管理和海陆污染联防联控举措。

### 5.2.2 功能区建设政策预研

在优化开发区域和重点开发区域中的超载地区，从切实转变发展方式出发，充分发挥资源环境约束和倒逼功能，预研控制开发强度、优化产业结构、提升生态环境质量、调节人口集疏过程等方面的政策措施。

在农产品主产区和重点生态功能区两类限制开发区域中的超载地区，严控因非主体功能开发活动而产生的资源环境超载，预研产业准入负面清单管理、生态保护红线管控、生态补偿机制等方面的具体举措。

### 5.2.3 监测预警长效机制预研

制定资源环境监测体系完善方案，明确资源环境超载地区限制性政策的实施范围与实施力度、绩效评估机制、各相关部门的职责分工，预研资源环境超载预警提醒和追责制度，并将部门定期和不定期督查、公众参与和监督作为长效机制的重要组成部分。

## 第六章 附则

### 6.1 基础数据获取

基础数据是开展资源环境承载能力监测预警的重要保障,涉及的数据内容按属性包括资源类、环境类、生态类、社会经济类以及基础底图类数据。具体如下:

①资源类数据包括土地利用现状调查、地震断裂带与地质灾害分布、水资源量、地下水开发利用量、土壤养分与 pH 值、干草产量与实际载畜量、海域利用现状、海洋渔业资源等数据;

②环境类数据包括不同来源的主要大气和水污染物排放量与浓度达标情况、河流湖库断面水质监测、城市黑臭水体污染程度、海域环境监测与水质等级等数据;

③生态类数据包括自然保护区功能区划、森林资源清查、湿地资源调查、生态退化(含水土流失、土地沙化、盐渍化和石漠化)土地面积、气候与气象观测、海洋生物多样性监测、海岛典型生境植被覆盖等数据;

④社会经济类数据包括常住人口、城镇人口、地区生产总值、工业增加值、城镇居民人均可支配收入、农村居民人均纯收入等数据;

⑤基础底图类数据包括县级行政区划和海域勘界、全要素数字地形图、主体功能区规划、海洋主体功能区规划、海洋功能区划等数据。

基础数据获取时,应确保数据的权威性、准确性、时效性以及可获得性。根据评价需要与要素属性确定数据精度,应采用权威部门生产的遥感监测、普查调查统计、地面监测以及科学计算数据。数据时间一般为调查基准年和年度更新数据,过程评价采用的数据项应回溯 10 年。图形数据一般应为 GIS 软件支持的 shapefile 格式矢量数据或 grid 格式栅格数据。统计数据一般应以县级行政区为基本单元,为 Access 或 Excel 软件支持的表格数据。

### 6.2 成果表达形式

资源环境承载能力监测预警成果主要包括监测预警报告、图件、数据表以及技术支撑平台, 四者共同构成成果表达的统一整体。

#### 6.2.1 报告

监测预警报告是对资源环境承载能力监测预警的技术路线、评价过程、评价

结果的系统表述。监测预警报告应扼要说明评价的主要步骤和关键技术问题，重点阐述基础评价、专项评价以及集成评价形成的核心结论与基本判断，解析资源环境超载成因，并预研超载地区限制性政策措施，同时，还应对评价中遇到的技术疑难问题以及解决办法进行特别说明。评价报告要表述清晰、概括全面、观点鲜明、结论准确。

### 6.2.2 图件

监测预警图件是用图纸形式表达资源环境承载能力监测预警评价内容。图件一般包括概貌与基础图、基础评价图、专项评价图、集成评价图等系列。概貌与基础图对区位、行政区划、地形地貌等内容进行绘制；基础评价图对陆域和海域各项基础要素的评价结果进行绘制；专项评价图对陆域和海域各类主体功能区的评价结果进行绘制；集成评价图对陆域和海域的超载类型和预警等级结果进行绘制，应按照预警颜色等级绘制资源环境承载能力综合预警图。图面内容应完整、明确、清晰、美观。

监测预警图件采用自然地理单元与行政区划单元相结合的方式进行表达，一般采用行政界限和地形图作为底图。根据评价范围确定制图精度，一般省（自治区、直辖市）采用 1:10 万~1:25 万比例尺；新疆、内蒙古、西藏等幅员较广的省份可采用 1:50 万比例尺；北京、天津、上海、海南、宁夏等幅员较狭窄的省份可采用 1:10 万~1:5 万比例尺。

### 6.2.3 数据表

监测预警数据表是用表格形式表达资源环境承载能力监测预警评价内容，对重要参数、阈值等在功能分区和行政区划单元下进行分解细化。评价数据表主要包括现状数据集、单项评价数据集、集成评价数据集等系列。数据表汇编内容应层次鲜明、简洁明了、清晰美观。

### 6.2.4 技术支撑平台

监测预警技术支撑平台将监测预警评价过程中大量多源、异构的时空数据集成到统一平台进行管理，对评价方案进行分析模拟、情景演示与综合比选，对监测预警成果进行可视化表达，并逐步满足规范化、制度化、常态化的资源环境承载能力监测预警需要。在 GIS 数据库软件的支持下，监测预警技术支撑平台一般

可包括时空数据库管理系统、方案比选与可视化演示系统、遥感辅助分析与校验系统、超载因素追踪与政策实施评估系统等。

### 6.3 适用范围

本技术方法主要用于指导各省（自治区、直辖市）开展资源环境承载能力监测预警评价工作。



附件

# 生态保护红线划定指南

环境保护部 国家发展改革委

2017年5月

# 目 录

1 适用范围.....	6
2 编制依据.....	6
3 术语和定义.....	8
4 划定原则.....	9
4.1 科学性原则.....	9
4.2 整体性原则.....	9
4.3 协调性原则.....	10
4.4 动态性原则.....	10
5 管控要求.....	10
6 划定工作程序.....	11
6.1 制定工作方案和技术方案.....	11
6.2 开展划定工作.....	11
6.3 各省（区、市）方案上报与审核.....	11
6.4 方案批准与发布.....	12
7 划定技术流程.....	12
7.1 开展科学评估.....	12
7.2 校验划定范围.....	14
7.3 确定红线边界.....	15
7.4 形成划定成果.....	16

7.5 开展勘界定标.....	16
<b>8 命名与编码.....</b>	<b>18</b>
8.1 命名.....	18
8.2 编码.....	18
<b>9 成果要求.....</b>	<b>19</b>
9.1 文本.....	19
9.2 图件.....	19
9.3 登记表.....	20
9.4 台账数据库.....	20
9.5 技术报告.....	20
<b>10 附则.....</b>	<b>20</b>
附录 A 生态系统服务功能重要性评估方法.....	21
附录 B 生态环境敏感性评估方法.....	42
附录 C 生态保护红线综合制图.....	51
附录 D 生态保护红线汇总表.....	54
附录 E 生态保护红线登记表.....	55
附录 F 生态保护红线划定技术报告编写大纲.....	56

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》，落实《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（以下简称《若干意见》），指导全国生态保护红线划定工作，保障国家生态安全，制定本指南。

## 1 适用范围

本指南适用于中华人民共和国陆地国土空间生态保护红线的划定。

## 2 编制依据

《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国国家安全法》

《中华人民共和国水土保持法》

《中华人民共和国土地管理法》

《中华人民共和国水法》

《中华人民共和国草原法》

《中华人民共和国防沙治沙法》

《中华人民共和国森林法》

《中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（中发〔2015〕12号）

《生态文明体制改革总体方案》（中发〔2015〕25号）

《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（厅字〔2017〕2号）

《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发〔2010〕46号）

《国务院关于印发全国国土规划纲要（2016—2030年）的通知》（国发〔2017〕3号）

《国务院办公厅关于印发湿地保护修复制度方案的通知》  
(国办〔2016〕89号)

《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》(国发〔2016〕65号)

《国务院关于全国水土保持规划(2015—2030年)的批复》(国函〔2015〕160号)

《国务院关于全国重要江河湖泊水功能区划(2011—2030年)的批复》(国函〔2011〕167号)

《国务院关于全国林地保护利用规划纲要(2010—2020年)的批复》(国函〔2010〕69号)

《国务院关于印发全国土地利用总体规划纲要(2006-2020年)的通知》(国发〔2008〕33号)

《关于印发全国土地利用总体规划纲要(2006-2020年)调整方案的通知》(国土资发〔2016〕67号)

《水利部关于印发全国重要饮用水水源地名录(2016年)的通知》(水资源函〔2016〕383号)

《农业部关于印发全国草原保护建设利用总体规划的通知》(农计发〔2007〕11号)

《关于印发全国生态功能区划(修编版)的公告》(环境保护部 中国科学院公告 2015年第61号)

GB/T 2260	中华人民共和国行政区划代码
GB/T 12343	国家基本比例尺地图编绘规范
GB/T 13923	基础地理信息要素分类与代码
GB/T21010-2007	土地利用现状分类
HJ/T 338	饮用水水源保护区划分技术规范
SL 190	土壤侵蚀分类分级标准
CH/T 9005	基础地理信息数据库基本规定

### 3 术语和定义

**生态保护红线：**指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，通常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。

**国土空间：**指国家主权与主权权利管辖下的地域空间，是国民生存的场所和环境，包括陆地、陆上水域、内水、领海、领空等。

**生态空间：**指具有自然属性、以提供生态服务或生态产品为主体功能的国土空间，包括森林、草原、湿地、河流、湖泊、滩涂、岸线、海洋、荒地、荒漠、戈壁、冰川、高山冻原、无居民海岛等。

**重点生态功能区：**指生态系统十分重要，关系全国或区域生态安全，需要在国土空间开发中限制进行大规模高强度工业化城镇化开发，以保持并提高生态产品供给能力的区域，主要类型包括水源涵养区、水土保持区、防风固沙区和生物多样性维护区。

**生态环境敏感脆弱区：**指生态系统稳定性差，容易受到外界活动影响而产生生态退化且难以自我修复的区域。

**禁止开发区域：**指依法设立的各级各类自然文化资源保护区域，以及其他禁止进行工业化城镇化开发、需要特殊保护的重点生态功能区。

**生态安全：**指在国家或区域尺度上，生态系统结构合理、功能完善、格局稳定，并能够为人类生存和经济社会发展持续提供生态服务的状态，是国家安全的重要组成部分。

**生态安全格局：**指由事关国家和区域生态安全的关键性保护地构成的结构完整、功能完备、分布连续的生态空间布局。

**勘界定标：**指对已划定的生态保护红线边界进行实地勘查、测绘，核准拐点坐标，勘定精确界线，设立统一规范的界碑界桩和标识牌的行为。

## **4 划定原则**

### **4.1 科学性原则**

以构建国家生态安全格局为目标，采取定量评估与定性判定相结合的方法划定生态保护红线。在资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价的基础上，按生态系统服务功能（以下简称生态功能）重要性、生态环境敏感性识别生态保护红线范围，并落实到国土空间，确保生态保护红线布局合理、落地准确、边界清晰。

### **4.2 整体性原则**

统筹考虑自然生态整体性和系统性，结合山脉、河流、地貌单元、植被等自然边界以及生态廊道的连通性，合理划定生态保护红线，应划尽划，避免生境破碎化，加强跨区域间生态保护红线的有序衔接。

### 4.3 协调性原则

建立协调有序的生态保护红线划定工作机制，强化部门联动，上下结合，充分与主体功能区规划、生态功能区划、水功能区划及土地利用现状、城乡发展布局、国家应对气候变化规划等相衔接，与永久基本农田保护红线和城镇开发边界相协调，与经济社会发展需求和当前监管能力相适应，统筹划定生态保护红线。

### 4.4 动态性原则

根据构建国家和区域生态安全格局，提升生态保护能力和生态系统完整性的需要，生态保护红线布局应不断优化和完善，面积只增不减。

## 5 管控要求

生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理。严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途，确保生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。因国家重大基础设施、重大民生保障项目建设等需要调整的，由省级政府组织论证，提出调整方案，经环境保护部、国家发展改革委会同有关部门提出审核意见后，报国务院批准。

——功能不降低。生态保护红线内的自然生态系统结构保持相对稳定，退化生态系统功能不断改善，质量不断提升。

——面积不减少。生态保护红线边界保持相对固定，生态保护红线面积只能增加，不能减少。

——性质不改变。严格实施生态保护红线国土空间用途管制，严禁随意改变用地性质。

## **6 划定工作程序**

采取自上而下和自下而上相结合的方式划定全国和各省（区、市）生态保护红线。

### **6.1 制定工作方案和技术方案**

各省（区、市）依照本指南和生态保护红线划定的总体要求，建立划定工作责任制和协调机制，制定各省（区、市）工作方案和技术方案，明确职责分工，组织专门队伍，有序推进划定工作。

### **6.2 开展划定工作**

环境保护部、国家发展改革委会同有关部门开展国家生态保护红线顶层设计，提出各省（区、市）生态保护红线空间格局和分布建议方案，明确需要保护的湿地、草原、森林等生态系统分布范围，指导各地生态保护红线划定，并做好跨省域生态保护红线的衔接与协调。

各省（区、市）依据工作方案和技术方案组织开展划定工作，参照国家生态保护红线空间格局和分布建议方案，结合本地实际情况，形成本行政区生态保护红线划定初步方案（含文本、图件、登记表），征求相关部门和地方政府意见，开展专家论证。经修改完善报省（区、市）人民政府审议同意后，形成生态保护红线划定方案（送审稿）。

### **6.3 各省（区、市）方案上报与审核**

各省（区、市）人民政府将生态保护红线划定方案（送审稿）报送环境保护部、国家发展改革委，环境保护部、国家发展改革委会同有关部门组织对各省（区、市）生态保护红线开展技术审核并

提出意见，各省（区、市）人民政府根据意见修改完善后，形成生态保护红线划定方案（报批稿）。

#### **6.4 方案批准与发布**

环境保护部、国家发展改革委会同有关部门将各省（区、市）生态保护红线划定方案报国务院审批后，由各省（区、市）人民政府发布实施。环境保护部、国家发展改革委会同有关部门在各省（区、市）生态保护红线划定方案基础上进行汇总，形成全国生态保护红线划定方案，报国务院同意后，向社会发布。

已初步完成或发布实施生态保护红线划定方案的有关省（区、市）按照《若干意见》和本指南要求，进一步优化调整划定方案，按程序上报审批。

### **7 划定技术流程**

按照定量与定性相结合的原则，通过科学评估，识别生态保护的重点类型和重要区域，合理划定生态保护红线。

#### **7.1 开展科学评估**

在国土空间范围内，按照资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价技术方法，开展生态功能重要性评估和生态环境敏感性评估，确定水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙等生态功能极重要区域及极敏感区域，纳入生态保护红线。

科学评估的主要步骤包括：确定基本评估单元、选择评估类型与方法、数据准备、模型运算、评估分级和现场校验。

##### **（1）确定基本评估单元**

根据生态评估参数的数据可获取性，统一评估工作精度要求。

原则上评估的基本空间单元应为 250m×250m 网格，有条件的地区可进一步提高精度。评估工作运行环境采用地理信息系统软件。

## **(2) 选择评估类型与方法**

根据本地区生态环境特征和主要生态问题，确定生态功能和生态环境敏感性类型，并结合数据条件，选取适宜的评估方法（参见附录 A 和附录 B）。

## **(3) 数据准备**

根据评估方法，搜集评估所需的各类数据，如基础地理信息数据、土地利用现状及年度调查监测数据、气象观测数据、遥感影像、地表参量、生态系统类型与分布数据等。评估的基础数据类型为栅格数据，非栅格数据应进行预处理，统一转换为便于空间计算的网格化栅格数据。

## **(4) 模型运算**

根据评估公式，在地理信息系统软件中输入评估所需的各项参数，计算生态系统服务功能重要性和生态环境敏感性指数。

## **(5) 评估分级**

根据评估结果，将生态功能重要性依次划分为一般重要、重要和极重要 3 个等级，将生态环境敏感性依次划分为一般敏感、敏感和极敏感 3 个等级。

## **(6) 现场校核**

根据相关规划、区划中重要生态区域空间分布，结合专家知识，综合判断评估结果与实际生态状况的相符性。针对不符合实际情况的评估结果开展现场核查校验与调整，使评估结果趋于合理。

## 7.2 校验划定范围

根据科学评估结果，将评估得到的生态功能极重要区和生态环境极敏感区进行叠加合并，并与以下保护地进行校验，形成生态保护红线空间叠加图，确保划定范围涵盖国家级和省级禁止开发区域，以及其他有必要严格保护的各类保护地。

### (1) 国家级和省级禁止开发区域

- 国家公园；
- 自然保护区；
- 森林公园的生态保育区和核心景观区；
- 风景名胜区的核心景区；
- 地质公园的地质遗迹保护区；
- 世界自然遗产的核心区和缓冲区；
- 湿地公园的湿地保育区和恢复重建区；
- 饮用水水源地的一级保护区；
- 水产种质资源保护区的核心区；
- 其他类型禁止开发区域的核心保护区域。

对于上述禁止开发区域内的不同功能分区，应根据生态评估结果最终确定纳入生态保护红线的具体范围。位于生态空间以外或人文景观类的禁止开发区域，不纳入生态保护红线。

### (2) 其他各类保护地

除上述禁止开发区域以外，各地可结合实际情况，根据生态功能重要性，将有必要实施严格保护的各类保护地纳入生态保护红线范围。主要涵盖：极小种群物种分布的栖息地、国家一级公益林、

重要湿地（含滨海湿地）、国家级水土流失重点预防区、沙化土地封禁保护区、野生植物集中分布地、自然岸线、雪山冰川、高原冻土等重要生态保护地。

### 7.3 确定红线边界

将 7.2 确定的生态保护红线叠加图，通过边界处理、现状与规划衔接、跨区域协调、上下对接等步骤，确定生态保护红线边界。

#### (1) 边界处理

采用地理信息系统软件，对叠加图层进行图斑聚合处理，合理扣除独立细小斑块和建设用地、基本农田（综合制图方法参见附录 C）。边界调整的底图建议采用第一次全国地理普查数据库或土地利用现状及年度调查监测成果，按照保护需要和开发利用现状，结合以下几类界线勾绘调整生态保护红线边界：

——自然边界，主要是依据地形地貌或生态系统完整性确定的边界，如林线、雪线、流域分界线，以及生态系统分布界线等；

——自然保护区、风景名胜区等各类保护地边界；

——江河、湖库，以及海岸等向陆域（或向海）延伸一定距离的边界；

——地理国情普查、全国土地调查、森林草原湿地荒漠等自然资源调查等明确的地块边界。

#### (2) 现状与规划衔接

将生态保护红线边界与各类规划、区划空间边界及土地利用现状相衔接，综合分析开发建设与生态保护的关系，结合经济社会发展实际，合理确定开发与保护边界，提高生态保护红线划定

合理性和可行性。

### **(3) 跨区域协调**

根据生态安全格局构建需要，综合考虑区域或流域生态系统完整性，以地形、地貌、植被、河流水系等自然界线为依据，充分与相邻行政区域生态保护红线划定结果进行衔接与协调，开展跨区域技术对接，确保生态保护红线空间连续，实现跨区域生态系统整体保护。

### **(4) 上下对接**

采取上下结合的方式开展技术对接，广泛征求各市县各级政府意见，修改完善后达成一致意见，确定生态保护红线边界。

## **7.4 形成划定成果**

在上述工作基础上，编制生态保护红线划定文本、图件、登记表及技术报告，建立台账数据库，形成生态保护红线划定方案。

## **7.5 开展勘界定标**

根据划定方案确定的生态保护红线分布图，搜集红线附近原有平面控制点坐标成果、控制点网图，以高清正射影像图、地形图和地籍图等相关资料为辅助，调查生态保护红线各类基础信息，明确红线区块边界走向和实地拐点坐标，详细勘定红线边界。选定界桩位置，完成界桩埋设，测定界桩精确空间坐标，建立界桩数据库，形成生态保护红线勘测定界图。

设立统一规范的标识标牌，主要内容包括生态保护红线区块的范围、面积、具体拐点坐标、保护对象、主导生态功能、主要管控措施、责任人、监督管理电话等。

生态保护红线划定技术流程参见图 1。

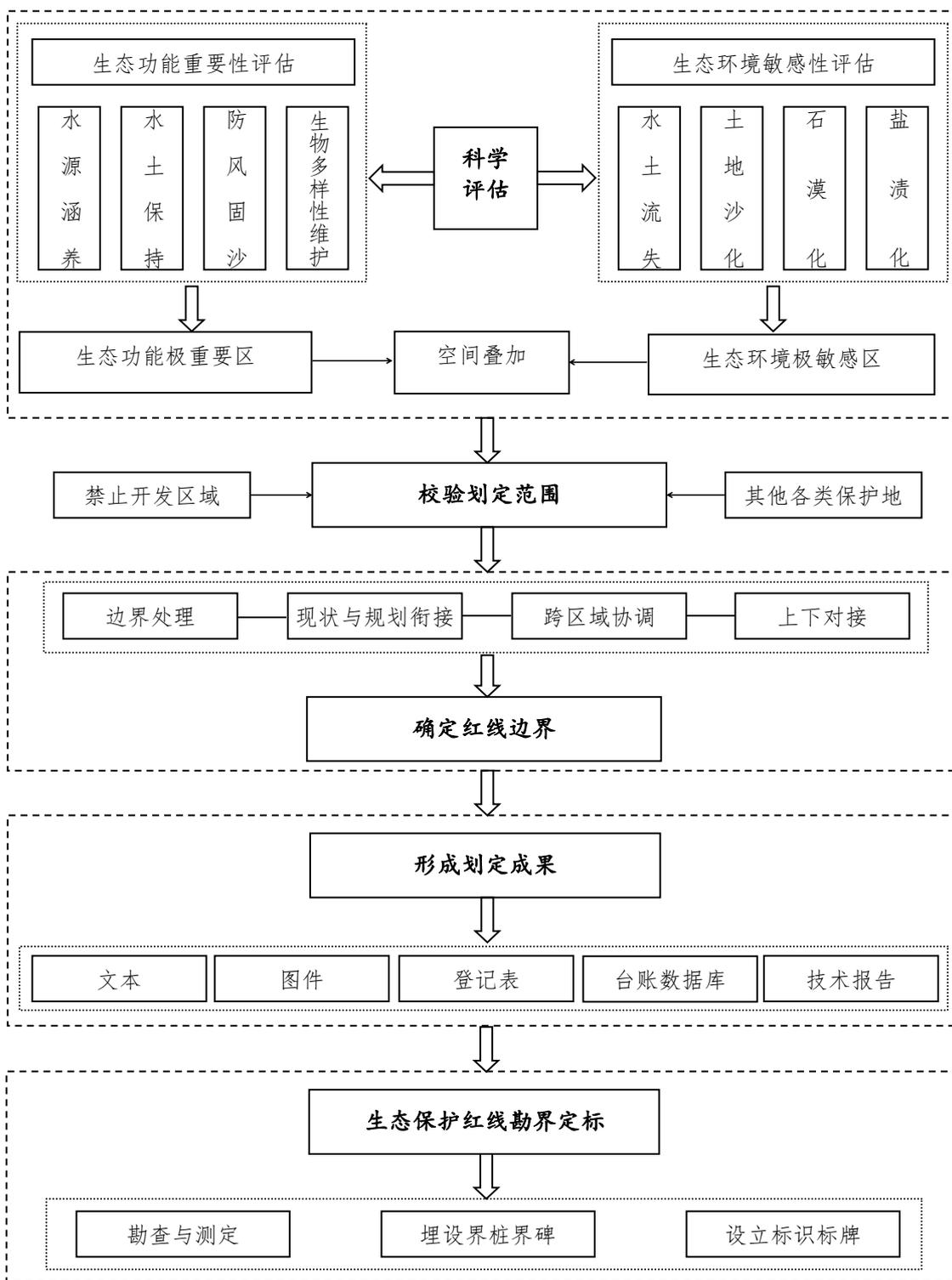


图 1 生态保护红线划定技术流程

## 8 命名与编码

### 8.1 命名

生态保护红线命名采取“自然地理单元+主导生态功能+生态保护红线”的命名方式，如“燕山水源涵养生态保护红线”。

落到具体地块，增加生态保护红线所属县级行政区，即“县级行政区+自然地理单元+主导生态功能（或生态环境敏感性）+生态保护红线”的命名方式，如“密云区密云水库水源涵养生态保护红线”，以便以县域为基本单元建立生态保护红线台账系统。

### 8.2 编码

为加强生态保护红线信息化管理，对生态保护红线实行统一编码，采用“行政代码-类型代码-数量代码”的三级编码方式(见表1)。

(1) 行政代码以县级行政区为单位，由6位阿拉伯数字组成。

(2) 类型代码由2位数字组成，第1位表示类型特征，其中，1表示生态功能，2表示生态环境敏感性。后1位表示属性分类，其中，生态功能包括：1-水源涵养，2-生物多样性维护，3-水土保持，4-防风固沙，5-其他生态功能。生态环境敏感性包括：1-水土流失，2-土地沙化，3-石漠化，4-盐渍化，5-其他敏感性。

(3) 数量代码表示某一类型生态保护红线的地块序号，从001开始编号。

表 1 生态保护红线编码方式

行政代码	类型代码				数量代码
××××××	一级编码	名称	二级编码	名称	001 002 .....
	1	生态功能	1	水源涵养	
			2	生物多样性维护	
			3	水土保持	
			4	防风固沙	
			5	其他生态功能	
	2	生态环境敏感性	1	水土流失	
			2	土地沙化	
			3	石漠化	
			4	盐渍化	
5			其他敏感性		

## 9 成果要求

生态保护红线划定成果包括文本、图件、登记表、台账数据库、技术报告等。

### 9.1 文本

生态保护红线划定文本内容主要包括：划定生态保护红线的重要性和必要性，指导思想、基本原则和目标，生态保护红线类型与概述，管控措施，生态保护红线汇总表（格式参见附录 D）。

### 9.2 图件

生态保护红线图件数据采用 2000 国家大地坐标系统，高斯-克吕格投影，1985 国家高程基准；省级层面基本比例尺为 1:5 万，县级层面基本比例尺原则上不小于 1:1 万，基础数据不满足要求的可采用 1:5 万。

生态保护红线图件应包括但不限于：

- (1) 生态保护红线分布图
- (2) 生态功能重要性评估系列图
- (3) 生态环境敏感性评估系列图
- (4) 禁止开发区域分布图
- (5) 其他保护地分布图

### **9.3 登记表**

以县级行政区为基本单元，编制生态保护红线登记表。登记表内容主要包括红线区块代码、名称、类型、地理位置、面积、人口数量、生态功能、主要生态环境问题、主要人类活动、管控措施等基本信息（登记表格式参见附录 E）。

### **9.4 台账数据库**

以县级行政区为基本单元，构建生态保护红线台账数据库。台账信息主要包括红线区块登记表信息、基础地理信息、气象观测要素、社会经济要素、地面监测要素、遥感影像、地表生态参数、土地权属等。

### **9.5 技术报告**

以文字报告形式表述生态保护红线划定的主要内容（格式参见附录 F）。

## **10 附则**

本指南由环境保护部、国家发展改革委负责解释。

本指南自发布之日起实施，《生态保护红线划定技术指南》（环发〔2015〕56号）同时废止。

## 附录 A

# 生态系统服务功能重要性评估方法

目前，生态系统服务功能采用的评估方法主要有模型评估法和净初级生产力（NPP）定量指标评估法。其中，模型评估法所需参数较多，对数据需求量较大，准确度较高；定量指标法以 NPP 数据为主，参数较少，操作较为简单，但其适用范围具有地域性。为提高评估结论的准确性以及与实地的相符性，评估方法的参数选取可在评估过程进行适当调整和细化，尽可能采用国内权威的、分辨率更高的基础数据。评估结果还需根据实地观测、调查结果进一步校验。

对于全国和各省生态保护红线划定，可使用 NPP 定量指标法、模型法及其他常用评估方法。鉴于国家发展改革委在资源环境承载力评估中使用的方法为模型法，为保持评估结果的一致性，建议各地优先使用模型法。

### A.1 模型评估法

#### A.1.1 水源涵养功能重要性评估

水源涵养是生态系统（如森林、草地等）通过其特有的结构与水相互作用，对降水进行截留、渗透、蓄积，并通过蒸散发实现对水流、水循环的调控，主要表现在缓和地表径流、补充地下水、减缓河流流量的季节波动、滞洪补枯、保证水质等方面。以水源涵养量作为生态系统水源涵养功能的评估指标。

##### A.1.1.1 评估模型

采用水量平衡方程来计算水源涵养量，计算公式为：

$$TQ = \sum_{i=1}^j (P_i - R_i - ET_i) \times A_i \times 10^3$$

式中： $TQ$ 为总水源涵养量（ $m^3$ ）， $P_i$ 为降雨量（mm）， $R_i$ 为地表径流量（mm）， $ET_i$ 为蒸散发（mm）， $A_i$ 为*i*类生态系统面积（ $km^2$ ），*i*为研究区第*i*类生态系统类型，*j*为研究区生态系统类型数。

### A. 1. 1. 2 数据准备

#### (1) 数据来源与获取

根据上述模型，水源涵养功能重要性评估需收集生态系统类型数据集、气象数据集和蒸散发数据集等，具体信息见表A1。

表A1 水源涵养功能重要性评估数据表

名称	类型	分辨率	数据来源
生态系统类型数据集	矢量	--	全国生态状况遥感调查与评估成果
气象数据集	文本	--	中国气象科学数据共享服务网
蒸散发数据集	栅格	1km	国家生态系统观测研究网络科技资源服务系统网站

#### (2) 数据预处理

**降雨量因子：**根据气象数据集处理得到。在Excel中计算出区域所有气象站点的多年平均降水量，将这些值根据相同的站点名与ArcGIS中的站点（点图层）数据相连接（Join）。在Spatial Analyst工具中选择Interpolate to Raster选项，选择相应的插值方法得到降水量因子栅格图。

**地表径流因子：**降雨量乘以地表径流系数获得，计算公式如下：

$$R = P \times \alpha$$

式中： $R$ 为地表径流量（mm）， $P$ 为多年平均降雨量（mm）， $\alpha$ 为平均地表径流系数，如表A2所示。

表 A2 各类型生态系统地表径流系数均值表

生态系统类型 1	生态系统类型 2	平均地表径流系数 (%)
森林	常绿阔叶林	2.67
	常绿针叶林	3.02
	针阔混交林	2.29
	落叶阔叶林	1.33
	落叶针叶林	0.88
	稀疏林	19.20
灌丛	常绿阔叶灌丛	4.26
	落叶阔叶灌丛	4.17
	针叶灌丛	4.17
	稀疏灌丛	19.20
草地	草甸	8.20
	草原	4.78
	草丛	9.37
	稀疏草地	18.27
湿地	湿地	0.00

**蒸散发因子：**根据国家生态系统观测研究网络科技资源服务系统网站提供的产品数据。原始数据空间分辨率为 1km，通过 ArcGIS 软件重采样为 250m 空间分辨率，得到蒸散发因子栅格图。

**生态系统面积因子：**根据全国生态状况遥感调查与评估成果中的生态系统类型数据集得到。原始数据为矢量数据，通过 ArcGIS 软件转为 250m 空间分辨率的栅格图。

#### A.1.1.3 模型运算

将各因子统一成 250m 分辨率的栅格数据，在 ArcGIS 栅格计算器 (Spatial Analyst→Raster Calculator) 中，根据公式计算得到生态系统水源涵养量。

## A.1.2 水土保持功能重要性评估

水土保持是生态系统（如森林、草地等）通过其结构与过程减少由于水蚀所导致的土壤侵蚀的作用，是生态系统提供的重要调节服务之一。水土保持功能主要与气候、土壤、地形和植被有关。以水土保持量，即潜在土壤侵蚀量与实际土壤侵蚀量的差值，作为生态系统水土保持功能的评估指标。

### A.1.2.1 评估模型

采用修正通用水土流失方程（RUSLE）的水土保持服务模型开展评价，公式如下：

$$A_c = A_p - A_r = R \times K \times L \times S \times (1 - C)$$

式中， $A_c$ 为水土保持量（ $t/hm^2 \cdot a$ ）； $A_p$ 为潜在土壤侵蚀量； $A_r$ 为实际土壤侵蚀量； $R$ 为降雨侵蚀力因子（ $MJ \cdot mm/hm^2 \cdot h \cdot a$ ）； $K$ 为土壤可蚀性因子（ $t \cdot hm^2 \cdot h/hm^2 \cdot MJ \cdot mm$ ）； $L$ 、 $S$ 为地形因子， $L$ 表示坡长因子， $S$ 表示坡度因子； $C$ 为植被覆盖因子。

### A.1.2.2 数据准备

#### (1) 数据来源与获取

根据上述模型，水土保持功能重要性评估需收集高程数据集、气象数据集和土壤数据集等数据，具体信息见表 A3。

表 A3 水土保持功能重要性评估数据表

名称	类型	分辨率	数据来源
高程数据集	栅格	30m	地理空间数据云网站
气象数据集	文本	—	中国气象科学数据共享服务网
土壤数据集	矢量/Excel	—	全国生态环境调查数据库 中国 1: 100 万土壤数据库

## (2) 数据预处理

**降雨侵蚀力因子  $R$** : 是指降雨引发土壤侵蚀的潜在能力, 通过多年平均年降雨侵蚀力因子反映, 计算公式如下:

$$R = \sum_{k=1}^{24} \bar{R}_{\text{半月}k}$$

$$\bar{R}_{\text{半月}k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^m (\alpha \cdot P_{i,j,k}^{1.7265})$$

式中,  $R$  为多年平均年降雨侵蚀力 ( $\text{MJ}\cdot\text{mm}/\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a}$ );  $\bar{R}_{\text{半月}k}$  为第  $k$  个半月的降雨侵蚀力 ( $\text{MJ}\cdot\text{mm}/\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a}$ );  $k$  为一年的 24 个半月,  $k=1, 2, \dots, 24$ ;  $i$  为所用降雨资料的年份,  $i=1, 2, \dots, n$ ;  $j$  为第  $i$  年第  $k$  个半月侵蚀性降雨日的天数,  $j=1, 2, \dots, m$ ;  $P_{i,j,k}$  为第  $i$  年第  $k$  个半月第  $j$  个侵蚀性日降雨量 ( $\text{mm}$ ), 可以根据全国范围内气象站点多年的逐日降雨量资料, 通过插值获得; 或者直接采用国家气象局的逐日降雨量数据产品。  $\alpha$  为参数, 暖季时  $\alpha=0.3937$ , 冷季时  $\alpha=0.3101$ 。

**土壤可蚀性因子  $K$** : 指土壤颗粒被水力分离和搬运的难易程度, 主要与土壤质地、有机质含量、土体结构、渗透性等土壤理化性质有关, 计算公式如下:

$$K = (-0.01383 + 0.51575K_{EPIC}) \times 0.1317$$

$$K_{EPIC} = \{0.2 + 0.3 \exp[-0.0256m_s(1 - m_{silt}/100)]\} \times [m_{silt} / (m_c + m_{silt})]^{0.3} \\ \times \{1 - 0.25 \text{orgC} / [\text{orgC} + \exp(3.72 - 2.95 \text{orgC})]\} \\ \times \{1 - 0.7(1 - m_s/100) / \{(1 - m_s/100) + \exp[-5.51 + 2.2.9(1 - m_s/100)]\}\}$$

式中， $K_{EPIC}$ 表示修正前的土壤可蚀性因子， $K$ 表示修正后的土壤可蚀性因子， $m_c$ 、 $m_{silt}$ 、 $m_s$ 和  $orgC$ 分别为粘粒 (<0.002 mm)、粉粒 (0.002 mm~0.05 mm)、砂粒 (0.05 mm~2 mm) 和有机碳的百分比含量 (%)，数据来源于中国 1:100 万土壤数据库。在 Excel 表格中，利用上述公式计算  $K$  值，然后以土壤类型图为工作底图，在 ArcGIS 中将  $K$  值连接 (Join) 到底图上。利用 Conversion Tools 中矢量转栅格工具，转换成空间分辨率为 250m 的土壤可蚀性因子栅格图。

**地形因子  $L$ 、 $S$ :**  $L$  表示坡长因子， $S$  表示坡度因子，是反映地形对土壤侵蚀影响的两个因子。在评估中，可以应用地形起伏度，即地面一定距离范围内最大高差，作为区域土壤侵蚀评估的地形指标。选择高程数据集，在 Spatial Analyst 下使用 Neighborhood Statistics，设置 Statistic Type 为最大值和最小值，即得到高程数据集的最大值和最小值，然后在 Spatial Analyst 下使用栅格计算器 Raster Calculator，公式为 [最大值-最小值]，获取地形起伏度，即地形因子栅格图。

**植被覆盖因子  $C$ :** 反映了生态系统对土壤侵蚀的影响，是控制土壤侵蚀的积极因素。水田、湿地、城镇和荒漠参照 N-SPECT 的参数分别赋值为 0、0、0.01 和 0.7，旱地按植被覆盖度换算，计算公式如下：

$$C_{旱} = 0.221 - 0.595 \log c_1$$

式中， $C_{旱}$ 为旱地的植被覆盖因子， $c_1$ 为小数形式的植被覆盖度。其余生态系统类型按不同植被覆盖度进行赋值，如表 A4 所示。

表 A4 不同生态系统类型植被覆盖因子赋值

生态系统类型	植被覆盖度					
	<10	10-30	30-50	50-70	70-90	>90
森林	0.1	0.08	0.06	0.02	0.004	0.001
灌丛	0.4	0.22	0.14	0.085	0.04	0.011
草地	0.45	0.24	0.15	0.09	0.043	0.011
乔木园地	0.42	0.23	0.14	0.089	0.042	0.011
灌木园地	0.4	0.22	0.14	0.087	0.042	0.011

### A. 1. 2. 3 模型运算

将各因子统一成 250m 分辨率的栅格数据，在 ArcGIS 栅格计算器（Spatial Analyst→Raster Calculator）中，根据公式计算得到生态系统水土保持量。

### A. 1. 3 防风固沙功能重要性评估

防风固沙是生态系统（如森林、草地等）通过其结构与过程减少由于风蚀所导致的土壤侵蚀的作用，是生态系统提供的重要调节服务之一。防风固沙功能主要与风速、降雨、温度、土壤、地形和植被等因素密切相关。以防风固沙量（潜在风蚀量与实际风蚀量的差值）作为生态系统防风固沙功能的评估指标。

#### A. 1. 3. 1 评估模型

采用修正风蚀方程来计算防风固沙量，公式如下：

$$SR = S_{L潜} - S_L$$

$$S_L = \frac{2 \cdot z}{S^2} Q_{MAX} \cdot e^{-(z/s)^2}$$

$$S = 150.71 \cdot (WF \times EF \times SCF \times K' \times C)^{-0.3711}$$

$$Q_{max} = 109.8 [WF \times EF \times SCF \times K' \times C]$$

$$S_{L潜} = \frac{2 \cdot z}{S_{潜}^2} Q_{MAX潜} \cdot e^{-(z/s_{潜})^2}$$

$$Q_{MAX潜} = 109.8 [WF \times EF \times SCF \times K']$$

$$S_{潜} = 150.71 (WF \times EF \times SCF \times K')^{-0.3711}$$

式中， $S_L$ 为固沙量 ( $t \text{ km}^{-2} \text{ a}^{-1}$ )； $S_{L潜}$ 为潜在风力侵蚀量 ( $t \text{ km}^{-2} \text{ a}^{-1}$ )； $S_L$ 为实际风力侵蚀量 ( $t \text{ km}^{-2} \text{ a}^{-1}$ )； $Q_{MAX}$ 为最大转移量 ( $kg/m$ )； $Z$ 为最大风蚀出现距离 ( $m$ )； $WF$ 为气候因子 ( $kg/m$ )； $K'$ 为地表糙度因子； $EF$ 为土壤可蚀因子； $SCF$ 为土壤结皮因子； $C$ 为植被覆盖因子。

### A. 1. 3. 2 数据准备

#### (1) 数据来源与获取

根据上述评估模型，防风固沙功能重要性评估需用到遥感数据集、高程数据集、气象数据集和土壤数据集等数据，具体信息见表A5。

表 A5 防风固沙功能重要性评估数据表

名称	类型	分辨率	数据来源
遥感数据集	栅格	250m	美国国家航空航天局 (NASA) 网站或地理空间数据云网站
高程数据集	栅格	30m	地理空间数据云网站
气象数据集	文本	—	中国气象科学数据共享服务网
土壤数据集	矢量/Excel	—	全国生态环境调查数据库 中国 1: 100 万土壤数据库
中国地区 Modis 雪盖产品数据集	栅格	0.05 度	寒区旱区科学数据中心

## (2) 数据预处理

### 气候因子 $WF$

$$WF = Wf \times \frac{\rho}{g} \times SW \times SD$$

式中， $WF$ 为气候因子，单位为  $\text{kg/m}$ ，12个月  $WF$ 总和得到多年年均  $WF$ ； $Wf$ 为各月多年平均风力因子， $\rho$ 为空气密度， $g$ 为重力加速度；在 Excel 中计算出区域所有气象站点的多年平均风力，将这些值根据相同的站点名与 ArcGIS 中的站点（点图层）数据相连接（Join）。在 Spatial Analyst 工具中选择 Interpolate to Raster 选项，选择相应的插值方法得到各月多年平均风力因子栅格图。 $SW$ 为各月多年平均土壤湿度因子，无量纲； $SD$ 为雪盖因子，无量纲。雪盖数据来源于寒区旱区科学数据中心的 中国地区 Modis 雪盖产品数据集。

### 土壤可蚀因子 $EF$

$$EF = \frac{29.09 + 0.31sa + 0.17si + 0.33(sa/cl) - 2.59OM - 0.95Caco_3}{100}$$

式中， $sa$ 为土壤粗砂含量（0.2 mm~2 mm）（%）； $si$ 为土壤粉砂含量（%）； $cl$ 为土壤粘粒含量（%）； $OM$ 为土壤有机质含量（%）； $Caco_3$ 为碳酸钙含量（%），可不予考虑。

### 土壤结皮因子 $SCF$

$$SCF = \frac{1}{1 + 0.0066(cl)^2 + 0.021(OM)^2}$$

式中， $cl$ 为土壤粘粒含量（%）； $OM$ 为土壤有机质含量（%）。

### 植被覆盖因子 $C$

不同植被类型的防风固沙效果不同，研究将植被分为林地、灌丛、草地、农田、裸地和沙漠六个植被类型，根据不同的系数计算各植被覆盖因子  $C$  值：

$$C = e^{a_i(SC)}$$

式中， $SC$  为植被覆盖度，计算公式见 A. 1. 2. 2； $a_i$  为不同植被类型的系数，分别为：林地 0.1535，草地 0.1151，灌丛 0.0921，裸地 0.0768，沙地 0.0658，农田 0.0438。

### 地表糙度因子 $K'$

$$K' = e^{(1.86 K_r - 2.41 K_r^{0.934} - 0.127 C_{rr})}$$

$$K_r = 0.2 \cdot \frac{(\Delta H)^2}{L}$$

式中， $K_r$  为土垄糙度，以 Smith-Carson 方程加以计算，单位 cm； $C_{rr}$  为随机糙度因子，取 0，单位 cm； $L$  为地势起伏参数； $\Delta H$  为距离  $L$  范围内的海拔高程差，在 GIS 软件中使用 Neighborhood statistics 工具计算 DEM 数据相邻单元格地形起伏差值获得。

### A. 1. 3. 3 模型运算

将各因子统一成 250m 分辨率的栅格数据，在 ArcGIS 栅格计算器 (Spatial Analyst→Raster Calculator) 中，根据公式计算得到生态系统防风固沙量。

### A. 1. 4 生物多样性维护功能重要性评估

生物多样性维护功能是生态系统在维持基因、物种、生态系统多样性发挥的作用，是生态系统提供的最主要功能之一。生物多样性维护功能与珍稀濒危和特有动植物的分布丰富程度密切相关，主

要以国家一、二级保护物种和其他具有重要保护价值的物种（含旗舰物种）作为生物多样性保护功能的评估指标。

#### **A. 1. 4. 1 评估模型**

以国家一、二级保护物种和其他具有重要保护价值的物种为保护目标，全面收集区域动植物多样性和环境资源数据，建立物种分布数据库。根据关键物种分布点的环境信息和背景信息，应用物种分布模型（Species Distribution Models, SDMs）量化物种对环境的依赖关系，从而预测任何一点某物种分布的概率，结合关键物种的实际分布范围最终划定确保物种长期存活的保护红线。

#### **A. 1. 4. 2 数据准备**

##### **(1) 物种分布数据库**

物种分布数据库是以物种名、经纬度和调查时间为核心信息的数据库。物种名分为中文名和拉丁名两个字段；经纬度字段以度为单位，保留小数点后 5 位数字，并记录数据精度，野外调查中通过 GPS 记录的数据精度一般在十几米，根据地名信息（县名、乡镇名、河流、山脉等）匹配的经纬度精度一般在几公里至几十公里；时间字段为年（如 1998，2005 等），记录日期与时间、调查的时间阶段等信息。此外，可增加备注字段（memo），记录任何相关信息（该字段不限长度）。各数据来源（调查人、文献等）应记录在数据库中。数据库软件可采用 MS Access。

##### **(2) 利用物种分布模型预测物种的分布**

建立物种分布的数据库后，配合环境变量，即可应用物种分布模型预测物种的分布。

### ①环境变量

每个环境变量以 GIS 图层的形式储存和管理，范围覆盖整个中国。对于空间范围超过 1000 万平方公里的分析，精度为 1 平方公里的栅格数据是最常用的。

常用的环境变量有：

地形地貌变量：海拔、坡度、坡向；

地表类型变量：土地覆被类型、植被类型、土壤类型；

气候变量：年均温、年均降水量的季节变异、1 月最低温、1 月均温、1 月降水量、7 月最高温、7 月均温、7 月降水量、年均温度变化范围、干燥度、辐射强度；

生态指标：植被净初级生产力、NDVI、土层厚度、土壤氮含量、土壤碳含量等；

人文指标：GDP、人口密度、道路密度、乡镇密度、河流密度等。

### ②物种分布模型

常用的物种分布模型主要包括回归模型、分类树和混合大量简单模型的神经网络、随机森林等。其中逻辑斯蒂回归是最为简单、应用最广的模型。机器学习类复杂模型（如随机森林、神经网络、Maxent 等）的预测精度较高，近年来应用较多。

逻辑斯蒂回归是广义线性模型（Generalized Linear Models）的一种形式。广义线性模型是一般线性模型的扩展，允许因变量为二项分布、泊松分布等离散型的分布；而一般线性模型要求因变量为连续变量，而且其残差为正态分布。大多数统计软件在运行广义线性模型时，都可以应用逐步回归，依据模型拟合优度的统计量

Akaike Information Criterion (AIC) 或 Bayesian Information Criteria (BIC) 去除冗余变量，减少共线性。

随机森林 (Random Forest) 应用 Breiman 的随机森林算法，通过对大量的分类树的计算来进行分类和回归。随机森林把一组解释变量的值 (一个向量) 输入森林中的每棵分类树中，每棵树都给出这个向量的分类结果 (例如物种存在还是不存在)。随机森林对所有的树的分类结果进行打分，并选择得分最高的分类树。整个算法包括树的生长阶段和投票选择阶段。随机森林在树的构建过程中，随机地从源数据集获取训练集，随机地选择训练集的变量，因此和其他树分类器的工作原理完全不同。随机森林构建的组合树的误差率更加小且稳定。

### ③ 预测分布范围

物种的每个分布点都对应着环境变量的信息，如海拔 1500 米，植被类型为灌丛，人口密度为 5 人/平方公里等。根据物种分布点的环境信息和背景信息 (整个区域)，物种分布模型可以量化物种对环境的依赖关系，从而预测任何一点 (该点必须有环境变量的信息) 物种分布的概率。

一般可随机选择地点预测物种分布的概率，也可以按照 0.2 度的间隔在全国选择预测点 (如动物红线划分中选择 23953 个)，预测物种在这些预测点的分布概率。有两种物种分布模型 (即 Maxent 和 GARP) 直接调用环境变量的 GIS 图层，并生成预测图层，所以不需要选择预测点。在生成 23953 点表示物种分布的概率后，可以通过几个途径划出等值线。例如，GIS 的空间插值法可以生成等值线图，

等值线取值范围在 0-1 之间，代表了物种分布的概率，或者生境适宜度。

## A. 2 NPP 定量指标评估方法

### A. 2. 1 水源涵养功能重要性评估

#### A. 2. 1. 1 评估模型

以生态系统水源涵养服务能力指数作为评估指标，计算公式为：

$$WR = NPP_{mean} \times F_{sic} \times F_{pre} \times (1 - F_{slo})$$

式中， $WR$  为生态系统水源涵养服务能力指数， $NPP_{mean}$  为多年植被净初级生产力平均值， $F_{sic}$  为土壤渗流因子， $F_{pre}$  为多年平均降水量因子， $F_{slo}$  为坡度因子。

#### A. 2. 1. 2 数据准备

##### (1) 数据来源与获取

根据上述评估模型，水源涵养服务功能评估所需数据包括 NPP 数据集、土壤数据集、气象数据集、高程数据集等，具体信息见表 A6。

表 A6 水源涵养服务功能评估数据表

名称	类型	分辨率	数据来源
NPP 数据集	栅格	250m	全国生态状况遥感调查与评估成果
土壤数据集	栅格	1km	寒区旱区科学数据中心
气象数据集	文本	—	中国气象科学数据共享服务网
高程数据集	栅格	30m	地理空间数据云网站

##### (2) 数据预处理

**土壤渗流因子  $F_{sic}$ ：**采用 ArcGIS 软件打开土壤数据集中的栅格图 HWSO\_China\_Albers.img，将该栅格图属性中的 value 字段与

HWSD.mdb (土壤属性表) 的字段 MU\_GLOBAL 连接, 将字段 T\_USDA\_TEX 的属性值除以 13, 得到土壤渗流因子栅格图。

**多年平均降水量因子  $F_{pre}$ :** 在 Excel 中计算出区域所有气象站点的多年平均降水量, 将这些值根据相同的站点名与 ArcGIS 中的站点 (点图层) 数据相连接 (Join)。在 Spatial Analyst 工具中选择 Interpolate to Raster 选项, 选择相应的插值方法得到多年平均降水量栅格图。

**坡度因子  $F_{slo}$ :** 根据评估区域高程数据集, 采用 ArcGIS 软件中 Spatial Analyst 工具条下的 Surface Analysis→Slope 选项计算得到坡度栅格图。

### A. 2. 1. 3 模型运算

将各因子数据统一成 250m 分辨率的栅格数据, 在 ArcGIS 栅格计算器 (Spatial Analyst→Raster Calculator) 中, 采用最大最小值法将数据归一化到 0-1 之间, 根据公式计算得到生态系统水源涵养服务能力指数。

## A. 2. 2 水土保持功能重要性评估

### A. 2. 2. 1 评估模型

以生态系统水土保持服务能力指数作为评估指标, 计算公式为:

$$S_{pro} = NPP_{mean} \times (1 - K) \times (1 - F_{slo})$$

式中:  $S_{pro}$  为水土保持服务能力指数,  $NPP_{mean}$  为多年植被净初级生产力平均值,  $F_{slo}$  为坡度因子,  $K$  为土壤可蚀性因子。

### A. 2. 2. 2 数据准备

#### (1) 数据来源与获取

根据上述评估模型，水土保持服务功能评估所需数据包括 NPP 数据集、土壤数据集、高程数据集等，具体信息见表 A7。

表 A7 水土保持服务功能评估数据表

名称	类型	分辨率	数据来源
NPP 数据集	栅格	250m	全国生态状况遥感调查与评估成果
土壤数据集	栅格	1km	寒区旱区科学数据中心
高程数据集	栅格	30m	地理空间数据云网站

## (2) 数据预处理

坡度因子  $F_{slo}$ : 计算方法同 A. 2. 1. 2。

土壤可蚀性因子  $K$ : 计算方法同 A. 1. 2. 2。

### A. 2. 2. 3 模型运算

将  $K$  值数据重采样至 250m 栅格，采用最大最小值法将重采样数据归一化到 0-1 之间，根据公式计算得到生态系统水土保持服务能力指数。

## A. 2. 3 防风固沙功能重要性评估

### A. 2. 3. 1 评估模型

以生态系统防风固沙服务能力指数作为评估指标，计算公式为：

$$S_{ws} = NPP_{mean} \times K \times F_q \times D$$

$$F_q = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{12} u^3 \left\{ \frac{ETP_i - P_i}{ETP_i} \right\} \times d$$

$$ETP_i = 0.19(20 + T_i)^2 \times (1 - r_i)$$

$$u_2 = u_1(z_2/z_1)^{1/7}$$

$$D = 1 / \cos(\theta)$$

式中： $S_{ws}$ 为防风固沙服务能力指数， $NPP_{mean}$ 为多年植被净初级生产力平均值， $K$ 为土壤可蚀性因子， $F_q$ 为多年平均气候侵蚀力， $u$ 为2m高处的月平均风速， $u_1$ 、 $u_2$ 分别表示在 $z_1$ 、 $z_2$ 高度处的风速， $ETP_i$ 为月潜在蒸发量(mm)， $P_i$ 为月降水量(mm)， $d$ 为当月天数， $T_i$ 为月平均气温， $r_i$ 为月平均相对湿度(%)， $D$ 为地表粗糙度因子， $\theta$ 为坡度(弧度)。

### A. 2. 3. 2 数据准备

#### (1) 数据来源与获取

根据上述评估模型，防风固沙服务功能评估所需数据包括NPP数据集、气象数据集、DEM数据集等，具体信息见表A8。

表A8 防风固沙服务功能评估数据表

名称	类型	分辨率	数据来源
NPP数据集	栅格	250m	全国生态状况遥感调查与评估成果
气象数据集	文本	—	中国气象科学数据共享服务网
DEM数据集	栅格	30m	地理空间数据云网站

#### (2) 数据预处理

**土壤可蚀性因子  $K$ ：**计算方法同A. 1. 2. 2。

**月潜在蒸发量因子  $ETP_i$ ：**在Excel中计算出区域所有气象站点的月潜在蒸发量，在ArcGIS软件中Spatial Analyst工具条下选择Interpolate to Raster选项，选择相应的插值方法得到多年潜在蒸发量栅格图。

**多年平均气候侵蚀力因子  $F_q$ ：**根据公式将2m高处的月平均风速换算成10m高处的月平均风速；根据公式在Excel中计算出区域所有气象站点的多年平均气候侵蚀力，在ArcGIS软件中Spatial Analyst

工具条下选择 Interpolate to Raster 选项，选择相应的插值方法得到多年平均气候侵蚀力栅格图。

**地表粗糙度因子  $D$** ：在 ArcGIS 栅格计算器（Spatial Analyst→Raster Calculator）中计算  $1/\cos(\text{坡度}(\text{°}) \times 3.1415926/180)$ 。

### A. 2. 3. 3 模型运算

将各因子数据重采样至 250m 栅格，在 ArcGIS 栅格计算器（Spatial Analyst→Raster Calculator）中，采用最大最小值法将重采样数据归一化到 0-1 之间，根据公式计算得到生态系统防风固沙服务能力指数。

### A. 2. 4 生物多样性维护功能重要性评估

#### A. 2. 4. 1 评估模型

以生物多样性维护服务能力指数作为评估指标，计算公式为：

$$S_{bio} = NPP_{mean} \times F_{pre} \times F_{tem} \times (1 - F_{alt})$$

式中： $S_{bio}$  为生物多样性维护服务能力指数， $NPP_{mean}$  为多年植被净初级生产力平均值， $F_{pre}$  为多年平均降水量， $F_{tem}$  为多年平均气温， $F_{alt}$  为海拔因子。

#### A. 2. 4. 2 数据准备

##### (1) 数据来源与获取

根据上述评估模型，生物多样性维护功能评估所需数据包括 NPP 数据集、气象数据集、高程数据集等，具体信息见表 A9。

表 A9 生物多样性维护功能评估数据表

名称	类型	分辨率	数据来源
NPP 数据集	栅格	250m	全国生态状况遥感调查与评估成果
气象数据集	文本	—	中国气象科学数据共享服务网

高程数据集	栅格	30m	地理空间数据云网站
-------	----	-----	-----------

## (2) 数据预处理

**多年平均降水量因子  $F_{pre}$** : 计算方法同 A.2.1.2。

**多年平均气温因子  $F_{tem}$** : 在 Excel 中计算出区域所有气象站点的多年平均气温, 将这些值根据相同的站点名与 ArcGIS 中的站点 (点图层) 数据相连接 (Join)。在 Spatial Analyst 工具中选择 Interpolate to Raster 选项, 选择相应的插值方法得到多年平均气温栅格图。

### A.2.4.3 模型运算

将各因子数据重采样至 250m 栅格, 在 ArcGIS 栅格计算器 (Spatial Analyst→Raster Calculator) 中, 采用最大最小值法将重采样数据归一化到 0-1 之间, 根据公式计算得到生物多样性维护服务能力指数。

## A.3 评估分级

通过模型计算, 得到不同类型生态系统服务值 (如水源涵养量) 栅格图。在地理信息系统软件中, 运用栅格计算器, 输入公式 “ $\text{Int}([\text{某一功能的栅格数据}]/[\text{某一功能栅格数据的最大值}] \times 100)$ ”, 得到归一化后的生态系统服务值栅格图。导出栅格数据属性表, 属性表记录了每一个栅格像元的生态系统服务值, 将服务值按从高到低的顺序排列, 计算累加服务值。将累加服务值占生态系统服务总值比例的 50% 与 80% 所对应的栅格值, 作为生态系统服务功能评估分级的分界点, 利用地理信息系统软件的重分类工具, 将生态系统服务功能重要性分为 3 级, 即极重要、重要和一般重要。

表 A10 生态系统服务功能评估分级

重要性等级	极重要	重要	一般重要
累积服务值占服务总值比例 (%)	50	30	20

## 附录 B

# 生态环境敏感性评估方法

陆地生态环境敏感性评估主要包括水土流失敏感性、土地沙化敏感性、石漠化敏感性、盐渍化敏感性评估，具体评估方法如下。各地可根据区域生态环境实际，开展其他类型敏感性评估，如地质灾害敏感性评估。为提高评估结论的准确性以及与实地的相符性，评估方法的参数选取可在评估过程进行适当调整和细化，尽可能采用国内权威的、分辨率更高的基础数据。

### B.1 水土流失敏感性评估

#### B.1.1 评估模型

根据土壤侵蚀发生的动力条件，水土流失类型主要有水力侵蚀和风力侵蚀。以风力侵蚀为主带来的水土流失敏感性将在土地沙化敏感性中进行评估，本节主要对水动力为主的水土流失敏感性进行评估。参照原国家环保总局发布的《生态功能区划暂行规程》，根据通用水土流失方程的基本原理，选取降水侵蚀力、土壤可蚀性、坡度坡长和地表植被覆盖等指标。将反映各因素对水土流失敏感性的单因子评估数据，用地理信息系统技术进行乘积运算，公式如下：

$$SS_i = \sqrt[4]{R_i \times K_i \times LS_i \times C_i}$$

式中： $SS_i$ 为*i*空间单元水土流失敏感性指数，评估因子包括降雨侵蚀力（ $R_i$ ）、土壤可蚀性（ $K_i$ ）、坡长坡度（ $LS_i$ ）、地表植被覆盖（ $C_i$ ）。

## B.1.2 数据准备

### (1) 数据来源与获取

根据上述评估模型，水土流失敏感性评估所需数据包括气象数据集、土壤数据集、高程数据集、遥感数据集等，具体信息见表 B1。

表 B1 水土流失敏感性评估数据表

名称	类型	分辨率	数据来源
气象数据集	文本	—	文献
土壤数据集	矢量/Excel	—	全国生态环境调查数据库 中国 1: 100 万土壤数据库
高程数据集	栅格	30m	地理空间数据云
遥感数据集	栅格	250m	美国国家航空航天局 (NASA) 网站 地理空间数据云网站

### (2) 数据预处理

**降雨侵蚀力因子  $R_i$ :** 可根据西北农林科技大学王万忠教授等利用降水资料计算的中国 100 多个城市的  $R$  值，用 ArcGIS 软件，在 Spatial Analyst 工具中选择 Interpolate to Raster 选项，采用相应的插值方法绘制  $R$  值栅格分布图。

**坡度坡长因子  $LS_i$ :** 计算方法同 A.1.2.2。

**土壤可蚀性因子  $K_i$ :** 计算方法同 A.1.2.2。

**植被覆盖度因子  $C_i$ :** 植被覆盖度信息提取是在对光谱信号进行分析的基础上，通过建立归一化植被指数与植被覆盖度的转换信息，直接提取植被覆盖度信息。

$$C_i = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil})$$

式中： $NDVI_{veg}$  为完全植被覆盖地表所贡献的信息， $NDVI_{soil}$  为无植被覆盖地表所贡献的信息。

覆盖全国的 MODIS NDVI 数据，来源于美国国家航空航天局 (NASA) 的 EOS/MODIS 数据产品 (<http://e4ft101.cr.usgs.gov>)，空间分辨率为 250 m×250 m，时间分辨率为 16d。运用地理信息系统软件进行图像处理，获取植被 NDVI 影像图。由于大部分植被覆盖类型是不同植被类型的混合体，所以不能采用固定的  $NDVI_{soil}$  和  $NDVI_{veg}$  值，通常根据 NDVI 的频率统计表，计算 NDVI 的频率累积值，累积频率为 2% 的 NDVI 值为  $NDVI_{soil}$ ，累积频率为 98% 的 NDVI 值为  $NDVI_{veg}$ 。然后在 Spatial Analyst 下使用栅格计算器 Raster Calculator，进而计算植被覆盖度。

各项指标综合采用自然分界法与专家知识确定分级赋值标准，不同评估指标对应的敏感性等级值见表 B2。

表 B2 水土流失敏感性的评估指标及分级

指标	降雨侵蚀力	土壤可蚀性	地形起伏度	植被覆盖度	分级赋值
一般敏感	<100	石砾、沙、粗砂土、细砂土、粘土	0-50	$\geq 0.6$	1
敏感	100-600	面砂土、壤土、砂壤土、粉粘土、壤粘土	50-300	0.2~0.6	3
极敏感	>600	砂粉土、粉土	>300	$\leq 0.2$	5

### B.1.3 模型运算

将各因子统一成 250m 分辨率的栅格数据，在 ArcGIS 栅格计算器 (Spatial Analyst→Raster Calculator) 中，根据评估模型计算得到水土流失敏感性指数。

## B.2 土地沙化敏感性评估

### B.2.1 评估模型

参照《生态功能区划暂行规程》，选取干燥度指数、起沙风天数、

土壤质地、植被覆盖度等指标。利用地理信息系统的空间分析功能，将各单因子敏感性影响分布图进行乘积运算，得到评估区的土地沙化敏感性等级分布图，公式如下：

$$D_i = \sqrt{I_i \times W_i \times K_i \times C_i}$$

式中： $D_i$ 为*i*评估区域土地沙化敏感性指数； $I_i$ 、 $W_i$ 、 $K_i$ 、 $C_i$ 分别为评估区域干燥度指数、起沙风天数、土壤质地和植被覆盖的敏感性等级值。

### B.2.2 数据准备

#### (1) 数据来源与获取

根据上述评估模型，土地沙化敏感性评估所需数据包括气象数据、土壤数据、遥感数据等，具体信息见表 B3。

表 B3 土地沙化敏感性评估数据表

名称	类型	分辨率	数据来源
气象数据集	文本	—	中国气象科学数据共享服务网
土壤数据集	矢量/Excel	—	全国生态环境调查数据库 中国 1: 100 万土壤数据库
遥感数据集	栅格	250m	美国国家航空航天局 (NASA) 网站 地理空间数据云网站

#### (2) 数据预处理

**干燥度指数因子  $I_i$ ：**表征一个地区干湿程度，反映了某地、某时水分的收入和支出状况。采用修正的谢良尼诺夫公式计算干燥度指数。在 Excel 中计算出区域所有气象站点全年 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温和全年 $\geq 10^\circ\text{C}$ 期间的降雨量，然后利用下述干燥度指数公式计算干燥度指数，将这些值根据相同的站点名与 ArcGIS 中的站点（点图层）数据相连接（Join）。在 Spatial Analyst 工具中选择 Interpolate to Raster

选项,采用Kriging插值方法得到干燥度指数栅格图。然后在Spatial Analyst→Reclassify 中进行分级赋值。

$$I_i = 0.16 \frac{\text{全年} \geq 10^{\circ}\text{C 的积温}}{\text{全年} \geq 10^{\circ}\text{C 期间的降水量}}$$

**起沙风天数因子  $W_i$ :** 风力强度是影响风对土壤颗粒搬运的重要因素。已有研究资料表明,砂质壤土、壤质砂土和固定风砂土的起沙风速分别为 6.0、6.6 和 5.1m/s,建议选用冬春季节大于 6m/s 起沙风天数指标评估土地沙化敏感性。根据研究区各气象站点的气象数据以及经纬度信息,将这些值根据相同的站点名与 ArcGIS 中的站点(点图层)数据相连接(Join)。在 Spatial Analyst→Interpolate to Raster 工具中,选择相应的插值方法得到起沙风天数栅格图。

**土壤质地因子  $K_i$ :** 不同粒度的土壤颗粒具有不同的抗蚀力,粘质土壤易形成团粒结构,抗蚀力增强;在粒径相同的条件下,沙质土壤的起沙速率大于壤质土壤的起沙速率;砾质结构的土壤和戈壁土壤的风蚀速率小于沙地土壤;基岩质土壤供沙率极低,受风蚀的影响不大。以土壤质地图为底图,在 ArcGIS 中利用 Spatial Analyst 中的 Reclassify 进行分级赋值,得出土壤质地对土地沙化敏感性的单因素评估图。

**植被覆盖度因子  $C_i$ :** 数据来源和处理方法参照水土流失敏感性评估。

各项指标综合采用自然分界法与专家知识确定分级赋值标准,不同评估指标对应的敏感性等级值见表 B4。

表 B4 土地沙化敏感性评估指标及分级

指标	干燥度指数	≥6m/s 起沙风天数	土壤质地	植被覆盖度	分级赋值 (S)
一般敏感	≤1.5	≤10	基岩、粘质	≥0.6	1
敏感	1.5~16.0	10~30	砾质、壤质	0.2~0.6	3
极敏感	≥16.0	≥30	沙质	≤0.2	5

### B.2.3 模型运算

将各因子统一成 250m 分辨率的栅格数据，在 ArcGIS 栅格计算器 (Spatial Analyst→Raster Calculator) 中，根据评估模型计算得到土地沙化敏感性指数。

## B.3 石漠化敏感性评估

### B.3.1 评估模型

石漠化敏感性评估是为了识别容易产生石漠化的区域，评估石漠化对人类活动的敏感程度。根据石漠化形成机理，选取碳酸岩出露面积百分比、地形坡度、植被覆盖度因子构建石漠化敏感性评估指标体系。利用地理信息系统的空间叠加功能，将各单因子敏感性影响分布图进行乘积计算，得到石漠化敏感性等级分布图，公式如下：

$$S_i = \sqrt[3]{D_i \times P_i \times C_i}$$

式中： $S_i$  为  $i$  评估区域石漠化敏感性指数； $D_i$ 、 $P_i$ 、 $C_i$  分别为  $i$  评估区域碳酸岩出露面积百分比、地形坡度和植被覆盖度。

### B.3.2 数据准备

#### (1) 数据来源与获取

根据上述评估模型，石漠化敏感性评估所需数据包括土壤数据集、高程数据集、遥感数据集等，具体信息见表 B5。

表 B5 石漠化敏感性评估数据表

名称	类型	分辨率	数据来源
高程数据集	栅格	30m	地理空间数据云
土壤数据集	矢量/Excel	—	全国生态环境调查数据库 中国 1: 100 万土壤数据库
遥感数据集	栅格	250m	美国国家航空航天局 (NASA) 网站 地理空间数据云网站

## (2) 数据预处理

$D_i$  根据已有研究资料, 利用 ArcGIS 中的空间分析工具进行运算处理;  $P_i$  根据评估区数字高程, 利用 Spatial Analyst→Slope 工具提取坡度;  $C_i$  的数据来源和处理方法参照土地沙化敏感性。

各项指标综合采用自然分界法与专家知识确定分级赋值标准, 不同评估指标对应的敏感性等级值见表 B6。

表 B6 石漠化敏感性评估指标及分级

指标	碳酸岩出露面积百分比 (%)	地形坡度	植被覆盖度	分级赋值
一般敏感	≤30	≤8°	≥0.6	1
敏感	30~70	8° ~25°	0.2~0.6	3
极敏感	≥70	≥25°	≤0.2	5

### B.3.3 模型运算

将各因子统一成 250m 分辨率的栅格数据, 在 ArcGIS 栅格计算器 (Spatial Analyst→Raster Calculator) 中, 根据评估模型计算得到石漠化敏感性指数。

## B.4 盐渍化敏感性评估

### B.4.1 评估模型

盐渍化敏感性主要取决于蒸发量/降雨量、地下水矿化度、地下水埋深、土壤质地等因子。利用地理信息系统的空间叠加功能, 将

各单因子敏感性影响分布图进行乘积运算，得到盐渍化敏感性等级分布图，公式如下：

$$S_i = \sqrt[4]{I_i \times M_i \times D_i \times K_i}$$

式中： $S_i$ 为*i*评估区域盐渍化敏感性指数； $I_i$ 、 $M_i$ 、 $D_i$ 、 $K_i$ 分别为*i*评估区域蒸发量/降雨量、地下水矿化度、地下水埋深和土壤质地的敏感性等级值，各地区可根据实际对分级评估标准作相应的调整。

### B.4.2 数据准备

#### (1) 数据来源与获取

根据上述评估模型，盐渍化敏感性评估所需数据包括气象数据、土壤数据、地下水矿化度数据、地下水埋深数据等，具体信息见表B7。

表 B7 盐渍化敏感性评估数据表

名称	类型	分辨率	数据来源
气象数据集	文本	—	中国气象科学数据共享服务网
土壤数据集	矢量/Excel	—	全国生态环境调查数据库 中国 1: 100 万土壤数据库
地下水矿化度	文本	—	地方水文局
地下水埋深	文本	—	地方水文局

#### (2) 数据预处理

**蒸发量/降雨量因子  $I_i$ :** 利用 ArcGIS 栅格计算工具进行运算处理。

**地下水矿化度因子  $M_i$ :** 采用 ArcGIS 软件，在 Spatial Analyst 工具中选择 Interpolate to Raster 选项，选用相应的插值方法绘制地下水矿化度栅格分布图。

**地下水埋深因子  $D_i$ :** 采用 ArcGIS 软件，在 Spatial Analyst 工

具中选择 Interpolate to Raster 选项，选用相应的插值方法绘制地下水埋深栅格分布图。

**土壤质地  $K_i$ :** 以土壤质地图为底图，在 ArcGIS 中利用 Spatial Analyst 中的 Reclassify 进行分级赋值，得出土壤质地对盐渍化敏感性的单因素评估图。

各项指标综合采用自然分界法与专家知识确定分级赋值标准，不同评估指标对应的敏感性等级值见表 B8。

表 B8 盐渍化敏感性评估指标及分级

指 标	蒸发量/降雨量	地下水矿化度	地下水埋深	土壤质地	分级赋值
一般敏感	$\leq 3$	$\leq 5$	$\geq 5$	砂土、粘土	1
敏感	3~15	5~25	1~5	粘壤土、壤土	3
极敏感	$\geq 15$	$\geq 25$	$\leq 1$	砂壤土	5

### B.4.3 模型运算

将各因子统一成 250m 分辨率的栅格数据，在 ArcGIS 栅格计算器 (Spatial Analyst→Raster Calculator) 中，根据评估模型计算得到盐渍化敏感性指数。

### B.5 评估分级

利用 ArcGIS 的重分类模块，结合专家知识，将生态环境敏感性评估结果分为 3 级，即一般敏感、敏感和极敏感，具体分级赋值及标准见表 B9。

表 B9 生态环境敏感性评估分级

敏感性等级	一般敏感	敏感	极敏感
分级赋值	1	3	5
分级标准	1.0-2.0	2.1-4.0	>4.0

## 附录 C

# 生态保护红线综合制图

生态保护红线综合制图是开展边界核定的基本前提和依据。以最新的高精度遥感影像和土地利用数据为底图，将评估结果图与底图进行叠合，采用地理信息系统软件进行图斑聚合处理，扣除独立细小图斑。为保证生态保护红线的生态完整性和连续性，红线斑块最小上图面积原则为  $1\text{km}^2$ 。根据实际土地利用类型和影像地物分布进行遥感判读与补充勾绘，调整生态保护红线界线，形成边界清晰、切合实际、生态完整性好的生态保护红线图。

### C.1 数据准备与资料收集

#### C.1.1 专题图件

专题图件包括：1:1 万（或 1:5 万）国家基本比例尺地形图、土地调查及变更数据、地理国情普查和监测数据、永久基本农田划定成果数据、林地变更调查数据、国家基础地理信息数据库；有明确边界的保护地分布矢量图（自然保护区、风景名胜区、森林公园、生态公益林、饮用水水源保护区等）。

#### C.1.2 遥感影像

遥感影像一般包括：高分辨率卫星遥感（如资源 3 号、高分 1 号、高分 2 号（GF-1、GF-2）等）或航片，国外高分辨率遥感影像进行补充，影像空间分辨率优于  $2.5\text{m}$ 。

#### C.1.3 相关规划和区划

相关规划和区划主要包括：主体功能区规划、城乡规划、土地利用规划、生态功能区划、环境功能区划、环境保护专项规划、自然保护区发展规划、资源开发规划、旅游发展规划等。

## **C.2 数据预处理**

### **C.2.1 数据聚合**

利用地理信息系统软件将生态系统服务功能重要性和生态环境敏感性评估数据转换为 Shape 格式，通过聚合工具将相对聚集或邻近的图斑聚合为相对完整连片图斑，聚合距离为 250m，最小孔洞大小为 1km<sup>2</sup>。各行政区可根据图斑的破碎化程度和行政区面积适当调整聚合的距离。

### **C.2.2 破碎斑块扣除**

为减少红线的破碎化程度，一般应将面积小于 1km<sup>2</sup> 的独立图斑扣除（若细小斑块为重要物种栖息地或其他重要生态保护地须予以保留）。独立图斑扣除的面积阈值可根据评估结果和行政区面积大小进行适当调整。

### **C.2.3 建设用地和基本农田剔除**

根据土地利用现状与规划等资料，结合实地情况，扣除聚合后不适宜纳入生态保护红线的建设用地或基本农田。

## **C.3 补充勾绘**

对于经过上述处理后，仍较为破碎的红线，可根据高分辨率影像、地理国情普查和土地调查数据，采用人机交互方式，补充勾绘出红线。对于一些暂时无法确定的未知类型，先进行标记，再通过实地调查进行确认，并根据调查结果确定红线地块的边界。

#### **C.4 专题图件制作**

生态保护红线图件制作要求在地理信息系统软件下数字化成图，采用地图学规范方法表示，层次清晰，图式、图例、注记齐全。底图应包括行政区域界线、地表主要水系、水库、湖泊、交通线路、重要城镇等要素。

附录 D

## 生态保护红线汇总表

表 D1 XX 省（区、市）生态保护红线汇总表

地市名称	序号	县级行政区名称	行政区划代码	行政区国土面积 (km <sup>2</sup> )	行政区人口 (万人)	生态保护红线面积 (km <sup>2</sup> )	生态保护红线面积比例 (%)	主导生态系统 服务功能
合计								

## 附录 E

# 生态保护红线登记表

表 E1 XX 省（区、市）生态保护红线登记表

所在行政区域		编码*	名称	人口数量 (人)	类型	生态系统服务功能与 保护目标	地理位置（四至描述，拐点 坐标）	区域面积 (km <sup>2</sup> )	生态系统与 植被类型	主要人为活 动类型	生态环境问题	管控措施
市级	县级											
合计（去重叠）												

说明：编码\*采用三级编码方式，详见 8.2 编码部分；人口数量指红线区块内的常住人口数；生态系统服务功能与保护目标包括水源涵养、水土保持、防风固沙、生物多样性维护、重要生态系统或保护物种等；地理位置应注明红线边界各拐点经纬度坐标，清晰描述所处的具体位置；主要人为活动类型包括种养殖、放牧、旅游等。

## 附录 F

# 生态保护红线划定技术报告编写大纲

## XX省（区、市）生态保护红线划定技术报告

### 前言

介绍工作背景、目的意义、任务来源、工作原则等。

### 1 区域概况

#### 1.1 自然环境状况

#### 1.2 经济社会概况

#### 1.3 生态环境保护状况

### 2 主要生态问题

明确本行政区主要生态问题，并分析原因。

### 3 总则

#### 3.1 指导思想

#### 3.2 划定目标

#### 3.3 划定原则

#### 3.4 划定依据

#### 3.5 技术路线

### 4 生态保护红线划定方法

参照本指南要求，阐述生态保护红线划定的方法和具体步骤。

### 5 生态保护红线划定范围识别

### **5.1 生态系统服务功能极重要区**

### **5.2 生态极敏感区**

### **5.3 禁止开发区域**

### **5.4 其他生态保护地**

## **6 生态保护红线方案确定**

### **6.1 生态保护红线叠加分析**

综合叠加不同类型生态保护红线，扣除破碎斑块，结合遥感影像、土地利用数据调整边界，形成本行政区生态保护红线初步方案。

### **6.2 生态保护红线协调性分析**

分析初步方案与主体功能区规划、生态功能区划、土地利用规划、城乡规划、环境保护规划以及相关规划的协调性，提出初步方案的优化调整建议。

### **6.3 生态保护红线划定方案确定**

根据协调分析结果，开展生态保护红线边界落图，结合管理实际最终确定本行政区生态保护红线划定方案。

### **6.4 生态保护红线成效分析**

分析红线方案在保护生态系统服务功能、保障人居环境安全、保护生物多样性、促进经济社会发展等方面所产生的保护成效。

## **7 生态保护红线管控措施**

依据生态保护红线类型与特征，结合本地管理要求，制定本行政区生态保护红线管控措施。

## **8 附件**

包括与生态保护红线划定相关的技术资料、管理文件等。

## 附件 1：城镇开发边界划定指南（试行）

### （一）总体目标

通过划定城镇开发边界，防止城镇盲目扩张和无序蔓延，促进城镇发展由外延扩张向内涵提升转变，优化城镇布局形态和功能结构，提升城镇人居环境品质，推动形成边界内城镇集约高效、宜居适度，边界外山清水秀、开敞舒朗的国土空间格局。

### （二）基本概念

城镇开发边界。城镇开发边界是在国土空间规划中划定的，在一定时期内因城镇发展需要，可以进行城镇开发和城镇集中建设，重点完善城镇功能的区域边界。城镇开发边界内可分为城镇集中建设区、城镇有条件建设区和特别用途区。（附图 A）

附图 A：城镇开发边界空间关系示意图



城镇集中建设区。根据规划城镇建设用地规模，为满足城镇居民生产生活需要，划定的一定时期内允许开展城镇开发和集中建设的地域空间。

城镇有条件建设区。为应对城镇发展的不确定性，在城镇集中建设区外划定的，在满足特定条件下方可进行城镇开发和集中建设的地域空间。

特别用途区。为完善城镇功能、提升环境品质，保持城镇开发边界的完整性，需加强规划管控的地区。可以包括与城镇关联密切的生态涵养、休闲游憩、防护隔离、自然和历史文化保护等地域空间。

### （三）划定原则

坚持节约优先、保护优先。落实全市国土空间总体规划确定的主体功能区定位，在资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价的基础上，优先划定不能进行开发建设的范围，落实全市国土空间总体规划相关指标，统筹划定生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界。严控增量、盘活存量、优化结构、提升效率，提高城镇建设用地集约化程度。

顺应城镇发展需求。在综合考虑城镇定位、发展方向和综合承载能力的基础上，科学研判城镇发展需求，优化城镇形态和布局，促进城镇有序、适度、紧凑发展，实现多中心、网络化、组团式、集约型的城乡国土空间格局。

提升人居环境品质。坚持以人为本，统筹安排城镇生产

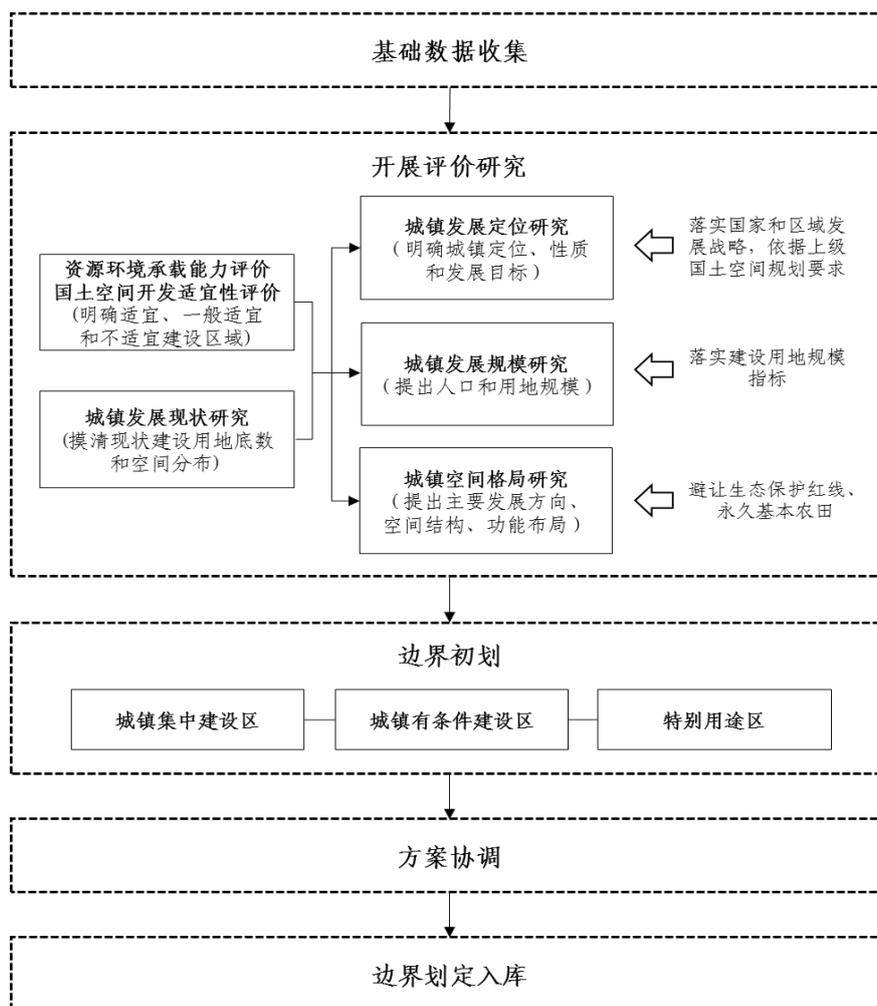
生活生态，突出当地自然与人文特色，塑造高品质人居环境，把城市放在大自然中，让居民望得见山、看得见水、记得住乡愁。

做好发展留白。严格实行建设用地总量与强度双控，强化城镇开发边界对开发建设行为的刚性约束作用，同时也要考虑城镇未来发展的不确定性，科学预留功能留白区。

#### （四）技术路线

建立“基础数据收集——评价分析——边界初划——方案协调——划定入库”的技术路线。（附图 B）

附图 B：城镇开发边界划定技术路线图



## 1、基础数据收集

依托区县总规专题研究工作，有针对性地开展经济社会发展、国土空间利用、生态环境保护、城乡建设等方面调研，收集相关资料数据，梳理城镇发展需求和趋势，分析确定采用的基础数据，编绘相关现状基础图件。

## 2、评价分析

城镇发展定位研究。紧紧围绕“两个一百年”奋斗目标，落实国家和区域发展战略，依据上级国土空间规划要求，明确城镇定位、性质和发展目标。

资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价。对自然资源和生态环境本底条件开展综合评价，识别城镇发展的限制因素和突出问题；对国土空间开发保护适宜程度进行综合评价，明确适宜、一般适宜和不适宜城镇开发的地域空间。

城镇发展现状研究。摸清现状建设用地底数和空间分布，分析存在问题，提出优化方案。

城镇发展规模研究。分析城镇人口发展趋势和结构特征、经济发展水平和产业结构、城镇发展阶段和城镇化水平，落实上级国土空间规划规模指标要求，提出行政辖区内不同城镇的人口和用地规模。

城镇空间格局研究。综合研判城镇主要发展方向，平衡全域和局部、近期和长远、供给和需求，可以运用城市设计、大数据等方法，提出城镇空间结构和功能布局。

### 3、边界初划

城镇集中建设区初划。结合城镇发展定位和空间格局，依据国土空间规划中确定的规划城镇建设用地规模，将规划集中连片、规模较大、形态规整的地域确定为城镇集中建设区。现状建成区，规划集中连片的城镇建设区和城中村、城边村，依法合规设立的各类开发区，国家、市确定的重大建设项目用地等应划入城镇集中建设区。城镇集中建设区内，为应对城镇发展的不确定性，满足未来重大事件和重大建设项目的需要，可根据地方实际，划定一定比例的功能留白区。

城镇有条件建设区初划。在与城镇集中建设区充分衔接、关联的基础上，在适宜进行城镇开发的地域空间合理划定城镇有条件建设区，做到规模适度、设施支撑可行。城镇有条件建设区面积原则上不得超过城镇集中建设区面积的 50%。

特别用途区初划。根据地方实际，特别用途区可以包括对城镇功能和空间格局有重要影响、与城镇空间联系密切的山体、河湖水系、生态湿地、风景游憩空间、防护隔离空间、农业景观、古迹遗址等地域空间。要做好与城镇集中建设区的蓝绿空间衔接，形成完整的城镇生态网络。

### 4、方案协调

区县（自治县）自然资源主管部门在开展城镇开发边界具体划定工作时，应征求相关部门和镇（乡）人民政府意见。

### 5、划定入库

明晰边界。尽量利用国家有关基础调查明确的边界、各类地理边界线、行政管辖边界、保护地界、权属边界、交通线等界线，将城镇开发边界落到实地，做到清晰可辨、便于管理。城镇开发边界由一条或多条连续闭合线组成，范围应尽量规整、少“开天窗”，单一闭合线围合面积原则上不小于 30 公顷。

三线协调。城镇开发边界原则上不应与生态保护红线、永久基本农田交叉冲突。零散分布、确实难以避让的生态保护红线和永久基本农田，可以“开天窗”形式不计入城镇开发边界面积，并按照生态保护红线、永久基本农田的保护要求进行管理。

上图入库。划定成果矢量数据采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000），在第三次全国国土调查成果基础上，结合高分辨率卫星遥感影像图、地形图等基础地理信息数据，和国土空间规划成果一同上图入库，并纳入到自然资源部国土空间规划“一张图”。

## （五）管理要求

### 1、边界内管理

在城镇开发边界内建设，实行“详细规划+规划许可”的管制方式，并加强与水体保护线、绿地系统线、基础设施建设控制线、历史文化保护线等控制线的协同管控。

在不突破规划城镇建设用地规模的前提下，城镇建设用

地布局可在城镇有条件建设区范围内进行调整，同时相应核减城镇集中建设区用地规模。调整方案由市规划自然资源局同意后，及时纳入自然资源部国土空间规划监测评估预警管理系统实施动态监管，调整原则上一年不超过一次。

特别用途区原则上禁止任何城镇集中建设行为，实施建设用地总量控制，不得新增城镇建设用地。根据实际功能分区，在规划中明确用途管制方式。

## 2、边界外管理

城镇开发边界外空间主导用途为农业和生态，是开展农业生产、实施乡村振兴和加强生态保护的主要区域。

城镇开发边界外不得进行城镇集中建设，不得设立各类开发区。允许交通、基础设施及其他线性工程，军事及安全保密、宗教、殡葬、综合防灾减灾、战略储备等特殊建设项目，郊野公园、风景游览设施的配套服务设施，直接为乡村振兴战略服务的建设项目，以及其它必要的服务设施和城镇民生保障项目。

城镇开发边界外的村庄建设、独立选址的点状和线性工程项目，应符合有关国土空间规划和用途管制要求。

## 3、边界调整和勘误

城镇开发边界以及特别用途区原则上不得调整。因国家重大战略调整、国家重大项目建设、行政区划调整等确需调整的，按国土空间规划的调整程序进行。调整内容要及时纳

入自然资源部国土空间规划监测评估预警管理系统实施动态监管。

规划实施中因地形差异、用地勘界、产权范围界定、比例尺衔接等情况需要局部勘误的，不视为边界调整。局部勘误由市规划自然资源局认定，并实时纳入自然资源部国土空间规划监测评估预警管理系统实施动态监管。

#### 4、实施监督

市规划自然资源局将加强对区县（自治县）在国土空间规划中城镇开发边界划定工作的指导和监督，应用卫星遥感等技术手段，对城镇开发边界实施情况进行监管，并纳入国土空间规划监测评估和国家自然资源督察。