

# 资源环境承载能力和国土空间开发适宜性 评价技术指南（试行）

自然资源部国土空间规划局

2019年6月

# 前 言

按照《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》要求，资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价是国土空间规划编制的前提和基础。为指导各地开展资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价工作，保证评价成果的规范性、科学性和有效性，编制本技术指南。

本技术指南起草单位：中国科学院地理科学与资源研究所、中国国土勘测规划院、中国地质调查局、国家海洋信息中心、中国科学院生态环境研究中心、生态环境部环境规划院、水利部水利水电规划设计总院、清华大学、中国城市规划设计研究院、中国自然资源经济研究院、自然资源部经济管理科学研究所、同济大学、自然资源部城乡规划管理中心、国家气候中心。

# 目 录

1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 评价目标.....	2
5 评价原则.....	3
6 技术流程.....	3
7 成果表达形式.....	8
8 成果应用.....	9
附录 A 数据收集清单.....	11
附录 B 单项评价.....	13
附录 B.1 生态评价.....	14
附录 B.2 土地资源评价.....	27
附录 B.3 水资源评价.....	29
附录 B.4 气候评价.....	32
附录 B.5 环境评价.....	34
附录 B.6 灾害评价.....	40
附录 B.7 区位评价.....	46
附录 C 集成评价.....	52
附录 C.1 适宜性评价.....	52
附录 C.2 承载规模评价.....	59
附录 D 可选评价.....	63
附录 D.1 海洋开发利用适宜性评价.....	63
附录 D.2 文化保护重要性评价.....	69
附录 D.3 矿产资源开发利用适宜性评价.....	74
附录 E 成果编制要求.....	77
附录 E.1 报告提纲.....	77
附录 E.2 图件要求.....	79
附录 E.3 主要数据表体例.....	83

## 1 适用范围

本指南适用于省级（区域）、市县级国土空间规划编制中的资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价工作。

开展其他相关工作需进行评价的，可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本指南的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本指南。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

GB 3095-2012	环境空气质量标准
GB 3097-1997	海水水质标准
GB 3838-2002	地表水环境质量标准
GB 15618-2018	土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
GB 18306-2015	中国地震动参数区划图
GB 50011-2010	建筑抗震设计规范
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/T 20481-2017	气象干旱等级
GB/T 21010-2017	土地利用现状分类
GB/T 21986	农业气候影响评价

GB/T 50095-2014	水文基本术语和符号标准
GB/T 50331-2002	城市居民生活用水量标准
DZ/T 0286-2015	地质灾害危险性评估规范
TD/T 1055-2019	第三次全国国土调查技术规程
HJ 2.3-2018	环境影响评价技术导则地表水环境
JTS 165-2013	海港总体设计规范

### 3 术语和定义

#### 3.1 资源环境承载能力

基于一定发展阶段、经济技术水平和生产生活方式，一定地域范围内资源环境要素能够支撑的农业生产、城镇建设等人类活动的最大规模。

#### 3.2 国土空间开发适宜性

在维系生态系统健康前提下，综合考虑资源环境要素和区位条件，特定国土空间进行农业生产、城镇建设等人类活动的适宜程度。

### 4 评价目标

分析区域资源环境禀赋条件，研判国土空间开发利用问题和风险，识别生态系统服务功能极重要和生态极敏感空间，明确农业生产、城镇建设的最大合理规模和适宜空间，为完善主体功能区布局，划定生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界，优

化国土空间开发保护格局，科学编制国土空间规划，实施国土空间用途管制和生态保护修复提供技术支撑，倒逼形成以生态优先、绿色发展为导向的高质量发展新路子。

## 5 评价原则

**5.1 生态优先。**以习近平生态文明思想为指导，突出生态保护功能，识别生态系统服务功能极重要、生态极敏感区域，确保生态系统完整性和连通性。在坚守生态安全底线前提下，综合分析农业生产、城镇建设的合理规模和布局。

**5.2 科学客观。**体现尊重自然、顺应自然、保护自然的理念，充分考虑陆海全域国土空间土地、水、生态、环境、灾害等资源环境要素，加强与相关专项调查评价结果的统筹衔接，定量方法为主、定性方法为辅，客观全面地评价资源环境禀赋条件、开发利用现状及潜力。

**5.3 因地制宜。**在强化资源环境底线约束的同时，充分考虑区域和尺度差异。各地特别是市县开展评价时，可结合本地实际和地域特色，因地制宜适当补充评价功能、要素与指标，优化评价方法，细化分级阈值。

**5.4 简便实用。**在保证科学性的基础上，精选最有代表性的指标。紧密结合国土空间规划编制，强化目标导向、问题导向和操作导向，确保评价成果科学、权威、好用、适用。

## 6 技术流程

### 6.1 数据准备

### 6.1.1 坐标基准和投影方式

评价统一采用 2000 国家大地坐标系 (CGCS2000), 高斯-克吕格投影, 陆域部分采用 1985 国家高程基准, 海域部分采用理论深度基准面高程基准。

### 6.1.2 评价单元与计算精度

省级 (区域) 层面, 单项评价根据要素特征确定区域、流域、栅格等评价单元。计算精度采用 50 米 × 50 米栅格, 山地丘陵或幅员较小的区域可提高到 25 米 × 25 米或 30 米 × 30 米。以县级行政区为评价单元计算可承载农业生产、城镇建设的最大规模。

市县层面, 单项评价宜在省级评价基础上进一步细分评价单元。优先使用矢量数据, 使用栅格数据的采用 25 米 × 25 米或 30 米 × 30 米计算精度。以乡 (镇) 为评价单元计算可承载农业生产、城镇建设的最大规模。

海域可根据数据获取情况, 适当降低计算精度。

### 6.1.3 数据收集

收集数据时, 应保证数据的权威性、准确性、时效性。所需数据包括基础地理、土地资源、水资源、环境、生态、灾害、气候气象等 (参见附录 A)。

## 6.2 单项评价

**6.2.1** 分别开展生态、土地资源、水资源、气候、环境、灾害、区位等单项评价 (参见附录 B)。

**6.2.2** 市县层面, 不再开展生态评价, 直接使用省级生态评

价结果，并根据更高精度数据和地方实际进行边界校核和局部修正；若缺乏优于省级精度数据的，可不进行相应要素的单项评价；可立足本地实际增加评价要素和指标；可补充海洋开发利用、文化保护利用、矿产资源开发利用等功能指向评价（参见附录 D）。

**6.2.3** 原则上按照本指南推荐的阈值进行评价。当评价结果未充分体现区域内部差异时，可结合实际细分阈值区间，但不得改变阈值划分标准。

## 6.3 集成评价

基于单项评价结果，开展集成评价，优先识别生态系统服务功能极重要和生态极敏感空间，基于一定经济技术水平和生产生活方式，确定农业生产适宜性和承载规模、城镇建设适宜性和承载规模。

### 6.3.1 适宜性评价

通过集成评价，将生态保护重要性划分为高、较高、中等、较低、低 5 级，将农业生产、城镇建设适宜性划分为适宜、较适宜、一般适宜、较不适宜、不适宜 5 级（参见附录 C.1）。

生物多样性维护、水源涵养、水土保持、防风固沙、海岸防护等生态系统服务功能越重要，或水土流失、石漠化、土地沙化、海岸侵蚀等生态敏感性越高，且生态斑块的规模和集中程度越高、生态廊道的连通性越好，生态保护重要性等级越高。

地势越平坦，水资源丰度越高，光热越充足，土壤环境容量越高，气象灾害风险越低，且地块规模和连片程度越高，农业生



产适宜性等级越高。

地势越低平，水资源越丰富，水气环境容量越高，人居环境条件越好，自然灾害风险越低，且地块规模和集中程度越高，地理及交通区位条件越好，城镇建设适宜性等级越高。

对适宜性等级划分结果进行专家校验，综合判断评价结果与实际状况的相符性。对明显不符合实际的，应开展必要的现场核查校验与优化。

### **6.3.2 承载规模评价**

在水土资源不同的约束条件下，缺水地区重点以水平衡为约束，分别评价各评价单元可承载农业生产、城镇建设的最大规模（参见附录 C.2）。

有条件地区可结合环境质量目标及污染物排放标准和总量控制等因素，补充评价环境容量约束下可承载农业生产、城镇建设的最大规模。

按照短板原理，采用各约束条件下的最小值作为可承载的最大规模。

市县层面，数据精度无法支撑以乡（镇）为评价单元的承载规模评价时，可直接采用省级评价结果。

## **6.4 综合分析**

### **6.4.1 资源环境禀赋分析**

在单项评价基础上，分析土地、水、矿产、森林、草原、湿地、海洋等自然资源的数量、质量、结构、分布等特征及变化趋

势，结合气候、生态、环境、灾害等要素特点，选取国家、省域平均情况或其他对标地区作为参考，总结资源环境比较优势和限制因素。

#### **6.4.2 问题和风险识别**

依据评价结果，综合分析资源环境开发利用现状的规模、结构、布局、质量、效率、效益及动态变化趋势，识别因生产生活利用方式不合理、资源过度开发粗放利用引起的水平衡破坏、水土流失、生物多样性下降、湿地侵占、自然岸线萎缩、地下水超采、地面沉降、水污染、土壤污染、大气污染等资源环境问题，预判未来变化趋势和存在风险。

#### **6.4.3 潜力分析**

根据农业生产适宜性评价结果，对农业生产适宜区、较适宜区、一般适宜区内且生态系统服务功能极重要和生态极敏感以外区域，分析土地利用现状结构，按照生态优先、绿色发展、经济可行的原则，结合可承载农业生产的最大规模，分析可开发为耕地的潜力规模和空间布局。

根据城镇建设适宜性评价结果，对城镇建设适宜区、较适宜区、一般适宜区内且生态系统服务功能极重要和生态极敏感以外区域，分析土地利用现状结构，结合可承载城镇建设的最大规模，综合城镇发展阶段、定位、性质、发展目标和相关管理要求，分析可用于城镇建设的潜力规模和空间布局。

### 6.4.4 情景分析

分析气候变化、技术进步、生产生活方式等对国土空间开发利用的不同影响。模拟重大工程建设、交通基础设施变化等不同情景，分别给出并比对相应的评价结果，支撑国土空间规划多方案决策。

评价技术流程参见图 1。

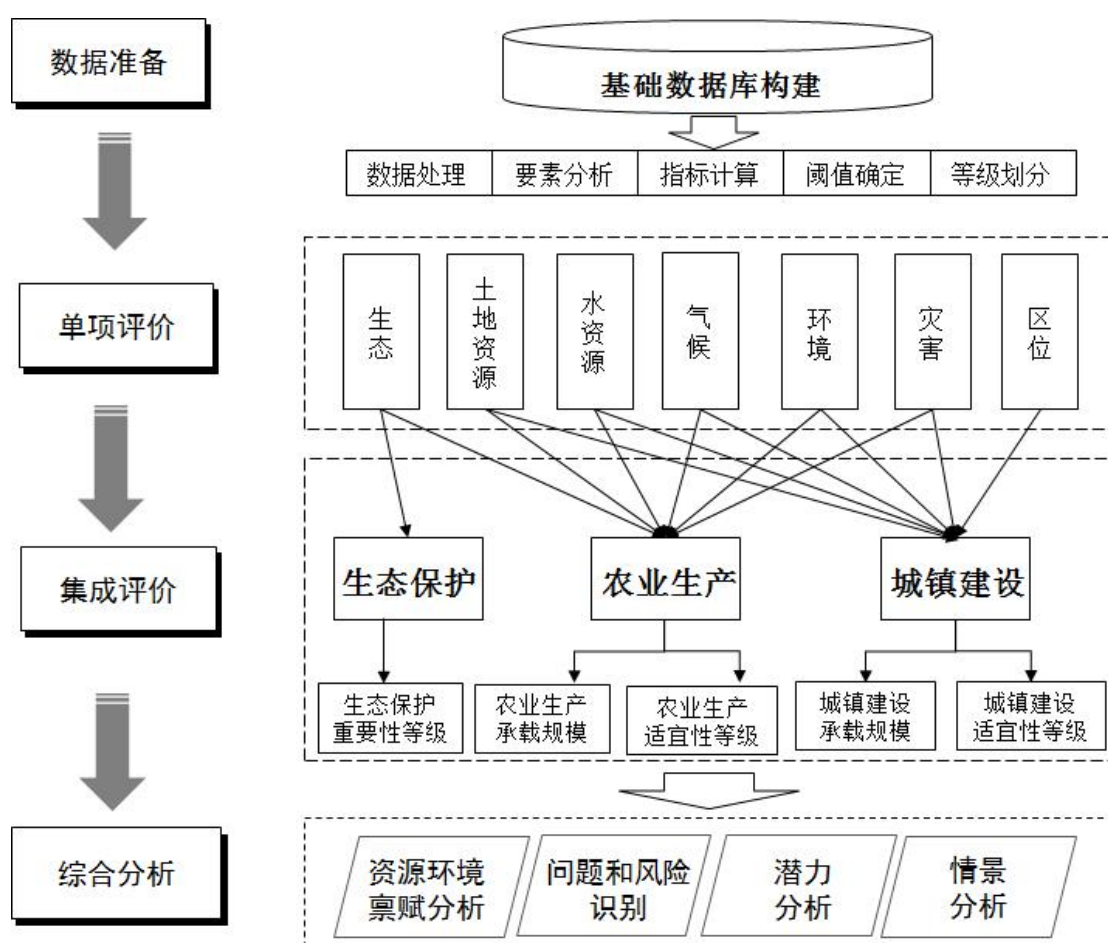


图 1 评价技术流程图

## 7 成果表达形式

### 7.1 报告

报告应简明扼要、观点鲜明、结论准确，重点说明主要评价结果，阐述基本判断与主要结论，并对国土空间规划编制提出具体建议。报告提纲参见附录 E.1。

## 7.2 图件

图件主要包括基础图、现状图、成果图等，图面内容应完整、明确、清晰、美观。基础图对行政区划、地形地貌等进行绘制；现状图对各类资源环境要素的禀赋条件和开发利用现状等进行绘制；成果图对各单项评价、集成评价结果，以及重要的综合分析结果等进行绘制。图件要求详见附录 E.2。

制图规范、精度等与同级国土空间规划要求一致。

## 7.3 数据表

数据表主要包括单项评价结果数据表、集成评价结果数据表等。集成评价结果数据表体例参见附录 E.3。

## 7.4 数据集

按照国土空间规划“一张图”实施监督信息系统数据库标准，形成评价成果数据集。

# 8 成果应用

**8.1** 编制各级国土空间规划时，应先行开展资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价，形成专题成果，随同级国土空间

规划一并论证报批入库。县级国土空间规划可直接使用所在市评价成果，有条件或有必要的，可开展有针对性的补充评价。

## 8.2 评价成果可从以下方面支撑国土空间规划编制：

支撑国土空间格局优化。通过识别资源环境比较优势和限制因素，分析生态保护、农业生产、城镇建设等功能的适宜程度，作为优化国土空间开发保护格局、确定主体功能定位的重要依据。

支撑生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界划定。生态系统服务功能极重要和生态极敏感区域，作为划定生态保护红线的空间基础。农业生产适宜区和较适宜区，作为永久基本农田的优选区域；退耕还林、退耕还草等应优先选择农业生产较不适宜区和不适宜区内的耕地。城镇开发边界划定应优先选择城镇建设适宜区和较适宜区，并尽量避让城镇建设不适宜区，无法避让的需进行专门论证并采取相应措施。

支撑规划目标指标确定和分解。耕地保有量、建设用地规模、开发强度等目标指标不应突破可承载农业生产、城镇建设的最大规模。

支撑重大决策和重大工程安排。国土空间整治修复重点区域和重大工程的确定和时序安排，应与评价识别的生态极敏感、灾害危险性高、环境污染严重等区域相匹配。

支撑海岸带、自然保护地、生态保护修复、文物保护利用等专项规划编制。

## 附录 A 数据收集清单

表 A-1 数据收集清单

类型	名称	精度要求	来源
基础地理类	省/市/县行政区划	—	自然资源部门
	省/市/县海域勘界数据（滨海地区）	—	
	地理国情监测数据（包括地表覆盖数据和地理国情要素）	优于或等于 1:1 万	
	数字高程模型（DEM）	优于或等于 1:25 万	
	遥感影像	优于 2m	
土地资源类	第三次全国国土调查成果及年度变更数据（三调成果形成之前使用全国第二次土地利用调查 2018 年年度变更成果）	优于或等于 1:1 万	自然资源部门
	农用地质量分等	1:1 万	
	海岸线利用现状调查数据	1:5000	
	省/市土壤数据库（含不同土壤粒径百分比，土壤有机质含量百分比）	优于等于 1:100 万	农业部门
水资源类	第二、三次全国水资源调查评价成果	—	水利部门
	省/市近五年水资源公报	—	
	省/市水资源综合规划	—	
	四级或五级水资源流域分区图及多年平均水资源量	—	
	省/市/县用水总量控制指标	—	
	地下水超采区分布、多年平均地下水超采量（分深层和浅层超采量）	—	自然资源部门、水利部门
	地下水水位和水质（含矿化度）	—	
环境类	大气环境容量标准数据及其分级结果	5km×5km	生态环境部门
	各控制单元或流域分区水质目标	与控制单元或流域分区一致	
	省/市水（环境）功能区划	—	
	省/市/县历年环境污染物统计数据	—	
	省/市/县历年大气、水环境质量监测数据	—	
	土壤污染状况详细调查数据	—	
	省/市近五年环境质量报告书	—	
生态类	植被覆盖度	30m	自然资源部门
	全国森林资源清查及年度变更数据	—	林草部门

类型	名称	精度要求	来源
生态类	森林、灌丛、草地（草甸、草原、草丛）、园地（乔木、灌木）、湿地、冰川及永久积雪等陆地生态系统，以及红树林、珊瑚礁、海草床、河口、滩涂、浅海湿地、海岛等海洋生态系统（滨海地区）空间分布	—	自然资源部门、林草部门
	水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化、海岸侵蚀（滨海地区）等生态退化区域和强度分级	—	自然资源部门、水利部门、林草部门
	一级、二级饮用水水源保护区分布	—	水利部门
	国家公园、自然保护区、自然公园、森林公园、风景名胜区、湿地公园、地质公园、海洋特别保护区等自然保护地分布	—	林草部门
	国家重点保护物种、中国生物多样性红色名录及分布（含水生生物）	—	生态环境部门、林草部门
	渔业种质资源保护区、重要鱼类产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道（滨海地区）	—	农业部门
灾害类	地震动峰值加速度	—	应急管理部门
	活动断层分布图	—	自然资源部门
	地质灾害易发区数据（包括崩塌、滑坡、泥石流和地面沉降、矿山地面塌陷和岩溶塌陷等）	不低于 1:10 万	
	风暴潮灾害危险性（滨海地区）	—	
气候气象类	评价区及其周边气象台站站点坐标	—	气象部门
	多年平均风速、大风日数	涉及空间插值的数据精度，应与所使用的 DEM 一致	
	多年平均静风日数		
	多年平均降水量		
	多年日平均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 活动积温		
	蒸散发		
	干燥度指数		
	多年月均气温（华氏温度）		
	多年月均空气相对湿度（%）		
	逐日平均风速		
	气象灾害数据（干旱、洪涝、低温寒潮等）		

注：

1. 数据时间与同级国土空间规划要求的基年保持一致，若缺乏应采用最接近年份的数据。
2. 表中数据精度要求主要适用于省级评价，市县级评价时应采用优于省级精度的数据。
3. 市县层面根据所确定的评价内容、指标、方法，补充收集相应数据。

## 附录 B 单项评价

表 B-1 资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指标体系表

要素 功能	生态	土地资源	水资源	气候	环境	灾害	区位
生态保护	生态系统服务功能重要性、生态敏感性	—	—	—	—	—	—
农业生产	盐渍化敏感性	农业耕作条件：坡度、土壤质地	农业供水条件：降水量	农业生产气候条件：光热条件	农业生产环境条件：土壤环境容量	气象灾害风险：干旱、洪涝、寒潮等	—
城镇建设	—	城镇建设条件：坡度、高程、地形起伏度	城镇供水条件：水资源总量模数	城镇建设气候条件：舒适度	城镇建设环境条件：大气环境容量、水环境容量	灾害危险性：地震危险性、地质灾害易发性、风暴潮灾害危险性	区位优势度（省级）：距中心城市的交通距离 区位优势度（市县）：区位条件、交通网络密度

注：

1. 针对区域特征与问题确定相应指标，如内陆地区不涉及海洋相关指标，平原地区不涉及地形起伏度等。
2. 市县级评价时，可立足本地实际增加评价要素和指标。



## 附录 B.1 生态评价

省级尺度，在生态保护单项评价结果基础上，要衔接相应的全国评价结果。全国评价结果中生态系统服务功能重要性与生态敏感性高等级的区域在省级尺度评价中等级保持为高等级。

市县尺度，不再开展生态评价，直接使用省级生态评价结果，并根据更高精度数据和地方实际进行边界校核和局部修正。同时，在生态系统服务功能极重要和生态极敏感以外区域，可根据市县对高品质生态空间的需求，开展适当的补充评价。

### B.1.1 评价方法

#### (1) 生态系统服务功能重要性

生态系统服务功能是指人类直接或间接从生态系统中获取的利益，可分为产品提供功能、调节功能、文化功能和支持功能四大类，其中关系全国与区域生态安全的功能包括生物多样性维护、水源涵养、水土保持、防风固沙和海岸防护等调节功能。在分析生态系统结构、过程与生态系统服务功能关系的基础上，分析生态系统服务功能特征，按其对全国和区域生态安全的重要性程度划分重要性等级。评价指标主要包括生物多样性维护、水源涵养、水土保持、防风固沙和海岸防护等生态系统服务功能的重要性。

[生态系统服务功能重要性]= $Max$ ([生物多样性维护重要性],[水源涵养重要性],[水土保持重要性],[防风固沙重要性],[海岸防护重要性])

(B-1)

### ①生物多样性维护功能重要性

生物多样性维护功能是生态系统在维持物种、基因多样性中发挥的作用，通过该项指标的评价，识别现状和未来可以承担区域生物多样性(包括生态系统多样性、物种多样性和遗传多样性)维护功能的重点区域。该指标可在物种与生态系统两个层次进行评价。

在物种层次，陆生生物推荐采用物种分布模型进行评价。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确定重点区域。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。在单个物种分布范围的基础上，叠加得到多个物种的空间分布图，根据物种的保护价值和集中程度确定生物多样性维护功能的重要性。

水生生物以国家一、二级保护动物、珍稀濒危物种及其他具有重要保护价值的物种为保护目标，全面收集区域物种分布范围、种群数量等数据，确定单个物种集中分布区域。在单个物种分布范围基础上，叠加得到多个物种的空间分布图，根据物种保护价值和集中分布程度确定生物多样性维护功能的重要性。

在生态系统层次，可以按照如下评价准则明确优先保护生态系统类型，进而补充生物多样性维护功能重要区域。将原真性、

完整性高的优先保护生态系统划入高与较高等级，其他优先保护生态系统划入中等等级。

(i) 优势生态系统类型：生态区的优势生态系统往往是该地区气候、地理与土壤特征的综合反映，体现了植被与动植物物种地带性分布特点。对能满足该准则的生态系统的保护能有效保护其生态过程与构成生态系统的物种组成。

(ii) 反映了特殊的气候地理与土壤特征的特殊生态系统类型：一定地区生态系统类型是在该地区的气候、地理与土壤等多种自然条件的长期综合影响下形成的。相应地，特定生态系统类型通常能反映地区的非地带性气候地理特征。体现非地带性植被分布与动植物的分布，为动植物提供栖息地。

(iii) 只在中国分布的特有生态系统类型：由于特殊的气候地理环境与地质过程，以及生态演替，中国发育与保存了一些特有的生态系统类型，在全球生物多样性的保护中具有特殊的价值。

(iv) 物种丰富度高的生态系统类型：指生态系统构成复杂，物种丰富度高的生态系统，这类生态系统在物种多样性的保护中具有特殊的意义。

(v) 优先保护的典型海洋生态系统类型：红树林、海草床、珊瑚礁、河口、滩涂、浅海湿地、海岛等是海洋生物完成生长、繁殖、迁徙等所需的关键栖息地，具有典型性、物种珍稀性和多样性等特征。

## ②水源涵养功能重要性

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。通过该项指标评价，识别现状和未来可以承担水源涵养功能的重点区域。以水源涵养能力或水源涵养量作为衡量指标，主要考虑河流源区、气候、地表覆盖、地形等因子，具体计算公式如下：

$$\text{水源涵养量}(TQ) = \sum_i^j (P_i - R_i - ET_i) \times A_i \times 10^3 \quad (\text{B-2})$$

$P_i$ 为降雨量 (mm)， $R_i$ 为地表径流量 (mm)， $ET_i$ 为蒸散发量 (mm)， $A_i$ 为  $i$  类生态系统面积 ( $\text{km}^2$ )， $i$  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。

降雨量 ( $P_i$ ) 和蒸散发量 ( $ET_i$ ) 根据实测数据通过空间插值求得，地表径流量 ( $R_i$ ) 通过公式计算求得：

$$\text{地表径流量}(R_i) = P_i \times \alpha \quad (\text{B-3})$$

式中， $\alpha$  为平均地表径流系数，按地表生态系统类型计算，各生态系统类型平均地表径流系数如表 B-2：

表 B-2 各类型生态系统地表径流系数均值

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

生态系统类型 1	生态系统类型 2	平均地表径流系数 (%)
	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
农田	乔木园地	9.57
	灌木园地	7.90
	水田	34.70
	旱地	49.69
其他	建设用地	100.00
	裸地	100.00

此外,可将保障饮用水源安全的重要水源地作为高等级区纳入水源涵养功能重要性评价中。

### ③水土保持功能重要性

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,通过该项指标评价,识别现状和未来承担水土保持功能的重点区域。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(潜在土壤侵蚀量与实际土壤侵蚀量的差值)作为评价指标,采用修正的水土流失方程(RUSLE)进行计算,具体公式如下:

$$A = R \times K \times L \times S \times (1 - C) \quad (\text{B-4})$$

式中,  $A$  为水土保持量 ( $\text{t}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ ),  $R$  为降雨侵蚀力因子 ( $\text{MJ} \cdot \text{mm}/\text{hm}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{a}$ ),  $K$  为土壤可蚀性因子 ( $\text{t} \cdot \text{hm}^2 \cdot \text{h}/\text{hm}^2 \cdot \text{MJ} \cdot \text{mm}$ ),  $L$  表示坡长因子,  $S$  表示坡度因子,  $C$  为植被因子。

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：

$$R = \sum_{k=1}^{24} \bar{R}_{\text{半月}k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^m \alpha P_{i,j,k}^{1.7265} \quad (\text{B-5})$$

$\bar{R}_{\text{半月}k}$  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 ( $\text{mm}$ )， $\alpha$  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：

$$K = [-0.01383 + 0.51575K_{\text{epic}}] \times 0.1317$$

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

$$\times \{1 - 0.25\text{orgC}/[\text{orgC} + \exp(3.72 - 2.95\text{orgC})]\} \times \{1 - 0.7(1 - m_s/100)/\{(1 - m_s/100) + \exp[-5.51 + 22.9(1 - m_s/100)]\}\} \quad (\text{B-6})$$

式中， $m_c$ 、 $m_{\text{silt}}$ 、 $m_s$ 、 $\text{orgC}$  分别为粘粒、粉粒、砂粒和有机碳的百分比含量。

地形因子  $L \times S$ ：反映地形对土壤侵蚀影响的两个因子。在评价中，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价的地形指标。

植被因子  $C$ ：反映生态系统对土壤侵蚀的影响，土壤侵蚀的控制因素。水田、湿地、建设用地和荒漠参照 N-SPECT 的

参数分别赋值为 0、0、0.01 和 0.7，旱地按以下公式换算：

$$C_{旱} = 0.221 - 0.595 \log c_1 \quad (B-7)$$

式中， $C_{旱}$  为旱地的植被因子， $c_1$  为小数形式的植被覆盖度。

其他生态系统类型按下表赋值：

表 B-3 林、草、灌生态系统植被覆盖因子赋值

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

#### ④防风固沙功能重要性

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，通过该项指标评价，识别现状和未来承担防风固沙功能的重点区域。以防风固沙量（潜在风蚀量与实际风蚀量的差值）作为主要评价指标，采用修正的风蚀方程来进行计算，主要考虑因素有风速、湿度、土壤、地形和植被等，具体公式如下：

$$\text{防风固沙量 (SR)} = \text{潜在风蚀量 (S}_l\text{)} - \text{实际风蚀量 (S}_p\text{)}$$

$$S_l = \frac{2z}{Q_l^2} Q_{lmax} e^{-(z/Q_l)^2}$$

$$Q_l = 150.71(WF \times EF \times SCF \times RS)^{-0.3711}$$

$$Q_{lmax} = 109.8(WF \times EF \times SCF \times RS)$$

$$S_p = \frac{2z}{Q_p^2} Q_{pmax} e^{-(z/Q_p)^2}$$

$$Q_p = 150.71(WF \times EF \times SCF \times RS \times Vc)^{-0.3711}$$

$$Q_{pmax} = 109.8(WF \times EF \times SCF \times RS \times Vc)$$

(B-8)

$SR$ 、 $S_l$ 、 $S_p$ 的量纲单位为  $t/km^2 \cdot a$ 。 $Q_l$ 、 $Q_{lmax}$ 分别为潜在风沙转移量和最大转移量， $Q_p$ 、 $Q_{pmax}$ 分别为实际风沙转移量和最大转移量，量纲单位为  $kg/m$ ； $z$ 为最大风蚀出现距离（m）； $WF$ 、 $EF$ 、 $SCF$ 、 $RS$ 、 $Vc$ 分别为气候因子、土壤可蚀因子、土壤结皮因子、地表糙度因子和植被覆盖因子，计算方法如下：

$$WF = Wf \times \frac{\rho}{g} \times SW \times SD \quad (B-9)$$

$Wf$ 为各月多年平均风力因子， $\rho$ 为空气密度， $g$ 为重力加速度， $SW$ 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。

$$EF = [29.09 + 0.31sa + 0.17si + 0.33(sa/cl) - 2.59OM - 0.95CaCO_3] / 100$$

$$SCF = 1 / (1 + 0.0066cl^2 + 0.021OM^2) \quad (B-10)$$

$sa$ 为土壤粗砂含量（0.2mm~2mm）（%）； $si$ 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。

$$RS = e^{1.86k_r - 2.41k_r^{0.934} - 0.127c_{rr}}$$

$$k_r = 0.2(\Delta H)^2 / L \quad (B-11)$$

式中， $k_r$ 为土垄糙度，以 Smith-Carson 方程计算，单位  $cm$ ； $C_{rr}$ 为随机糙度因子，单位  $cm$ ，可取 0； $L$ 为地势起伏参数； $\Delta H$ 为距离  $L$  范围内的海拔高程差。

$$Vc = e^{a_i c} \quad (B-12)$$



$a_i$ 为不同植被类型的系数,按以下植被类型取值:林地 0.1535,草地 0.1151,灌丛 0.0921,裸地 0.0768,沙地 0.0658,农田 0.0438; $c$ 为植被覆盖度。

### ⑤海岸防护功能重要性

海岸防护是沿海防护林带(木麻黄、刺槐、黑松和杨树等)与滨海生态系统(红树林、盐沼、海滩、珊瑚礁等)通过其结构与过程减少海浪、水流的侵袭与淘刷,防止风暴潮的泛滥淹没,保护沿海城镇、农田、岸滩等,是滨海生态系统提供的重要调节服务之一。该指标评价目的是识别承担海岸防护功能的重点区域,主要考虑因素有植被覆盖度、植被高度、潮间带宽度及坡度等。

### ⑥生态系统服务功能重要性级别划分方法

以生态系统服务功能量(或物种数)为基础确定各生态系统服务功能重要性级别,按栅格单元服务功能量(或物种数)评价价值大小进行降序排列,分别将累积服务功能量占前30%、30%~50%、50%~70%、70%~85%、85%~100%的像元划分为高、较高、中等、较低、低五个等级,形成各服务功能重要性等级评价结果。

在此基础上,可对重要性等级结果进行完善,将重要饮用水源地补充纳入高等级水源涵养功能区,将极小种群分布区等其他生物多样性保护关键区补充作为高等级生物多样性保护功能区。

## (2) 生态敏感性

生态敏感性是指生态系统对人类活动反应的敏感程度,用来表征生态失衡与生态环境问题的可能性大小。主要包括水土流失

敏感性、沙化敏感性、石漠化敏感性、海岸侵蚀敏感性。

$$[\text{生态敏感性}] = \text{Max}([\text{水土流失敏感性}], [\text{沙化敏感性}], [\text{石漠化敏感性}], [\text{海岸侵蚀敏感性}]) \quad (\text{B-13})$$

### ①水土流失敏感性

$$[\text{水土流失敏感性}] = \sqrt[4]{R \times K \times LS \times C} \quad (\text{B-14})$$

式中， $R$ 、 $K$ 、 $LS$ 和 $C$ 分别为降雨侵蚀力因子、土壤可蚀性因子、地形起伏度因子和植被覆盖因子的敏感性分级值，各因子的赋值方法见下表。

表 B-4 水土流失敏感性评价因子分级赋值

评价因子	高敏感	较高敏感	中等敏感	较低敏感	低敏感
降雨侵蚀力 (R)	>600	400-600	100-400	25-100	<25
土壤可蚀性 (K)	砂粉土/粉土	砂壤/粉粘土/壤粘土	面砂土/壤土	粗砂土/细砂土/粘土	石砾/沙
地形起伏度 (LS)	>300	100-300	50-100	20-50	0-20
植被覆盖 (C)	≤ 0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	≥ 0.8
分级赋值	9	7	5	3	1

将最终的敏感性分值划为 5 级，高 (>7.0)，较高 (6.1-7.0)，中等 (5.1-6.0)，较低 (3.1-5.0) 和低 (1.0-3.0)。

### ②石漠化敏感性

$$[\text{石漠化敏感性}] = \sqrt[3]{D \times P \times C} \quad (\text{B-15})$$

式中， $D$ 、 $P$ 和 $C$ 分别为生态系统类型、地形坡度和植被覆盖的敏感性分级值，各因子的赋值见下表。

表 B-5 石漠化敏感性评价因子分级赋值

评价因子	高敏感	较高敏感	中等敏感	较低敏感	低敏感
生态系统类型	裸地、旱地、	草地	灌丛	森林	湿地、建

	园地				设用地、水田
地形坡度	≥25°	15° -25°	8° -15°	5° -8°	≤5°
植被覆盖度	≤0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	>0.8
分级赋值	9	7	5	3	1

将最终的敏感性分值划为 5 级，高 (>8.0)，较高 (7.1-8.0)，中等 (5.1-7.0)，较低 (3.1-5.0) 和低 (1.0-3.0)。

### ③沙化敏感性

$$[\text{沙化敏感性}] = \sqrt[4]{I \times W \times K \times C} \quad (\text{B-16})$$

$I$ 、 $W$ 、 $K$ 、 $C$  分别为干燥度指数、冬春季节大于 6m/s 的起风沙天数、土壤质地和植被盖度因子的敏感性分级值，各因子的赋值见下表。

表 B-6 沙化敏感性评价因子分级赋值

评价因子	高敏感	较高敏感	中等敏感	较低敏感	低敏感
干燥度指数	≥16.0	4.0-16.0	1.5-4.0	1.0-1.5	<1.0
起风沙天数 (天)	≥30	20-30	10-20	5-10	<5
土壤质地	砂质	壤质	砾质	粘质	基岩
植被覆盖 (%)	<0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	≥0.8
分级赋值	9	7	5	3	1

将最终的敏感性值分为 5 级，高 (>7.0)，较高 (6.1-7.0)，中等 (5.1-6.0)，较低 (3.1-5.0) 和低 (1.0-3.0)。

### ④海岸侵蚀敏感性

海岸侵蚀敏感性评价基于海岸地貌类型及利用现状、风暴潮最大增水、平均波高等自然因素指标以及海岸侵蚀速率等动态因素指标。

$$[\text{海岸侵蚀敏感性}] = (N+M) / 2 \quad (\text{B-17})$$

式中， $N$ 为海岸自然因素敏感性分级， $M$ 为海岸侵蚀动态因素敏感性分级，其中， $N = a_1 \times g + a_2 \times h + a_3 \times Hw$ ， $g$ 为海岸地貌类型， $h$ 为风暴潮最大增水， $Hw$ 为平均波高， $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 为权重，根据区域海岸侵蚀主要影响因子确定，各因子赋值见下表。

表 B-7 海岸侵蚀敏感性评价因子分级赋值

评价因子		高敏感	较高敏感	中等敏感	较低敏感	低敏感
海岸地貌类型		砂质海岸	淤泥质海岸	具有自然形态和生态功能岸线	不稳定人工护岸	人工护岸/基岩海岸
风暴潮最大增水 m		≥ 3.0		1.5-3.0		<1.5
平均波高 m		≥ 1.0		0.4-1.0		<0.4
海岸侵蚀速率 m/a	粉砂淤泥质海岸	≥ 15	10-15	5-10	1-5	<1
	砂质海岸	≥ 3.0	2-3	1-2	0.5-1	<0.5
分级赋值		5	4	3	2	1

将最终的敏感性分值划为 5 级，高(4.1-5.0)，较高(3.1-4.0)，中等(2.1-3.0)，较低(1.1-2.0)和低(0.1-1.0)。

### B.1.2 评价步骤

第一步：因子评价与分级。根据评价区域主要生态系统服务功能与主要生态问题，选择评价因子，评价生物多样性维护、水源涵养、水土保持、防风固沙、海岸防护等生态系统服务功能重要性，以及水土流失、土地沙化、石漠化、海岸侵蚀等生态敏感性，评价结果由高到低划分为高、较高、中等、较低和低 5 个等级。

第二步：生态系统服务功能重要性评价。取生物多样性维护、

水源涵养、水土保持、防风固沙、海岸防护重要性 5 项功能中重要性最高的等级,作为生态系统服务功能重要性等级,划分为高、较高、中等、较低和低 5 个等级。

第三步:生态敏感性评价。取水土流失敏感性、沙化敏感性、石漠化敏感性、海岸侵蚀敏感性中敏感性最高的等级,作为生态敏感性等级,划分为高、较高、中等、较低和低 5 个等级。

### B.1.3 农业生产功能指向下的生态评价

#### (1) 盐渍化敏感性评价

土壤盐渍化敏感性是指旱地灌溉土壤发生盐渍化的可能性。可根据地下水位来划分敏感区域,再采用蒸发量、降雨量、地下水矿化度与地形等因素划分敏感性等级。

$$[\text{盐渍化敏感性}] = \sqrt[4]{I \times M \times D \times K} \quad (\text{B-18})$$

式中,  $I$ 、 $M$ 、 $D$ 、 $K$  分别为评价区域蒸发量/降雨量、地下水矿化度、地下水埋深和土壤质地因子的敏感性分级值,各因子的赋值见下表。

表 B-8 盐渍化敏感性评价因子分级赋值

评价因子	高敏感	较高敏感	中等敏感	较低敏感	低敏感
蒸发量/降雨量	≥ 15	10-15	3-10	1-3	< 1
地下水矿化度 (g/l)	≥ 25	10-25	5-10	1-5	< 1
地下水埋深 (m)	≤ 1	1-5	5	5-10	> 10
土壤质地	砂壤土	壤土	粘壤土	黏土	沙土
分级赋值	9	7	5	3	1

将最终的敏感性分值划为 5 级,高 (>7.0),较高 (6.1-7.0),中等 (5.1-6.0),较低 (3.1-5.0) 和低 (1.0-3.0)。

## 附录 B.2 土地资源评价

### B.2.1 农业生产功能指向的土地资源评价

#### (1) 评价方法

$$[\text{农业耕作条件}] = f([\text{坡度}], [\text{土壤质地}]) \quad (\text{B-19})$$

[农业耕作条件]是指土地资源用于农业生产的适宜开发利用程度,需满足一定的坡度、土壤质地等条件。评价时需扣除河流、湖泊及水库水面区域。

#### (2) 评价步骤

第一步:空间数据标准化。以 2000 国家大地坐标系 (CGCS2000) 为基础,统一各类空间数据投影坐标体系,形成区域无缝连接,边界一致的空间数据系列。

第二步:坡度要素分析。利用 DEM,计算地形坡度,按 $\leq 2^\circ$ 、 $2\sim 6^\circ$ 、 $6\sim 15^\circ$ 、 $15\sim 25^\circ$ 、 $>25^\circ$ 划分为平地、平坡地、缓坡地、缓陡坡地、陡坡地 5 个等级,生成坡度分级图。

第三步:土地资源评价与分级。以坡度分级结果为基础,结合土壤质地,划分农业耕作条件高、较高、中等、较低、低 5 级。将土壤的粉砂含量 $\geq 80\%$ 区域,农业土地资源直接取最低等; $60\% \leq$ 粉砂土含量 $< 80\%$ 的区域,将坡度分级降 1 级作为农业土地资源等级。

### B.2.2 城镇建设功能指向的土地资源评价

#### (1) 评价方法

$$[\text{城镇建设条件}] = f([\text{坡度}], [\text{高程}], [\text{地形起伏度}]) \quad (\text{B-20})$$

[城镇建设条件]是指城镇建设的土地资源适宜建设程度，需满足一定的坡度、高程条件。对于地形起伏剧烈的地区（如西南地区），还应考虑地形起伏度指标。

## （2）评价步骤

第一步：空间数据标准化。以 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）为基础，统一各类空间数据投影坐标体系，形成区域无缝连接，边界一致的空间数据系列。

第二步：坡度要素分析。利用 DEM，计算地形坡度，一般按 $\leq 3^\circ$ 、 $3\sim 8^\circ$ 、 $8\sim 15^\circ$ 、 $15\sim 25^\circ$ 、 $>25^\circ$ 生成坡度分级图。

第三步：土地资源评价与分级。以坡度分级结果为基础，结合高程，划分城镇建设条件高、较高、中等、较低、低 5 级。将高程 $\geq 5000\text{m}$ 区域，城镇土地资源等级直接取最低等级；高程在 $3500\sim 5000\text{m}$ 之间的，将坡度分级降 1 级作为城镇土地资源等级。

第四步：地形复杂地区评价结果修正。在地形起伏剧烈的地区，进一步通过地形起伏度指标对城镇土地资源等级进行修正。利用 DEM 邻域分析功能计算地形起伏度，邻域范围通常采用 20 公顷左右（如  $50\text{m} \times 50\text{m}$  栅格建议采用  $9 \times 9$  邻域， $30\text{m} \times 30\text{m}$  栅格建议采用  $15 \times 15$  邻域），对于地形起伏度 $>200\text{m}$ 的区域，将评价结果降 2 级作为城镇土地资源等级，地形起伏度在 $100\sim 200\text{m}$ 之间的，将评价结果降 1 级作为城镇土地资源等级。各地可根据地形地貌特点进行调整。

## 附录 B.3 水资源评价

### B.3.1 农业生产功能指向的水资源评价

#### (1) 评价方法

$$[\text{农业供水条件}] = f([\text{降水量}]) \quad (\text{B-21})$$

[农业供水条件] 是指区域水资源对农业生产的保障能力, 通常通过降水量表征, 对于降水量难以全面反映区域农业供水条件的, 可采用干旱指数或用水总量控制指标模数反映。

#### (2) 评价步骤

基于区域内及邻近地区气象站点长时间序列降水观测资料, 通过空间插值得到多年平均降水量分布图层, 降水量按照  $\geq 1200\text{mm}$ 、 $800\sim 1200\text{mm}$ 、 $400\sim 800\text{mm}$ 、 $200\sim 400\text{mm}$ 、 $< 200\text{mm}$  分为很湿润、湿润、半湿润、半干旱、干旱 5 个等级。

对于云贵高原等蒸发能力较强, 仅通过降水难以全面反映农业供水条件的区域, 可采用干旱指数计算。干旱指数为年蒸发能力和年降水量的比值, 按照  $\leq 0.5$ 、 $0.5\sim 1.0$ 、 $1.0\sim 3.0$ 、 $3.0\sim 7.0$ 、 $> 7.0$  分为很湿润、湿润、半湿润、半干旱、干旱 5 个等级。

对于现状农业供水结构中过境水源占比较大且仅通过降水、干旱指数评价难以全面反映农业供水条件的区域, 可采用县级行政区用水总量控制指标模数计算。用水总量控制指标模数按  $\geq 25$  万  $\text{m}^3/\text{km}^2$ 、 $13\sim 25$  万  $\text{m}^3/\text{km}^2$ 、 $8\sim 13$  万  $\text{m}^3/\text{km}^2$ 、 $3\sim 8$  万  $\text{m}^3/\text{km}^2$ 、 $< 3$  万  $\text{m}^3/\text{km}^2$  分为好、较好、一般、较差、差 5 个等级。



## B.3.2 城镇建设功能指向的水资源评价

### (1) 评价方法

$$[\text{城镇供水条件}] = f([\text{水资源总量模数}]) \quad (\text{B-22})$$

[城镇供水条件] 是指区域水资源对城镇建设的保障能力, 通常通过水资源总量模数表征, 对于水资源总量模数难以全面反映区域城镇供水条件的, 可采用用水总量控制指标模数反映。

### (2) 评价步骤

水资源总量是指流域或区域内地表水资源量、地下水资源量扣除两者重复计算量后剩余量的代数和。其中, 地表水资源量是指河流、湖泊、冰川等地表水体逐年更新的动态水量, 即天然河川径流量; 地下水资源量是指地下饱和含水层逐年更新的动态水量, 即降水和地表水入渗地下水的补给量。

省级层面宜选用四级/五级水资源分区或县级行政区为评价单元, 按照水资源总量模数  $\geq 50$  万  $\text{m}^3/\text{km}^2$ 、 $20\sim 50$  万  $\text{m}^3/\text{km}^2$ 、 $10\sim 20$  万  $\text{m}^3/\text{km}^2$ 、 $5\sim 10$  万  $\text{m}^3/\text{km}^2$ 、 $< 5$  万  $\text{m}^3/\text{km}^2$  划分为好、较好、一般、较差、差 5 个等级。市县层面可结合区域国土面积、地形地貌、流域水系及行政边界等因素, 确定小流域为评价单元, 以充分反映本地水资源流域属性和空间变化差异。确定小流域水资源总量时, 应充分利用已有调查评价成果, 没有相关成果的可通过水文模型等方法进行计算。

对于现状供水结构中过境水源占比较大且仅通过本地水资源总量难以全面反映城镇供水条件的区域, 可采用县级行政区用水总量控制指标模数计算。用水总量控制指标模数按  $\geq 25$  万

$\text{m}^3/\text{km}^2$ 、13~25 万  $\text{m}^3/\text{km}^2$ 、8~13 万  $\text{m}^3/\text{km}^2$ 、3~8 万  $\text{m}^3/\text{km}^2$ 、<3 万  $\text{m}^3/\text{km}^2$  分为好、较好、一般、较差、差 5 个等级。

## 附录 B.4 气候评价

### B.4.1 农业生产功能指向的气候评价

#### (1) 评价方法

$$[\text{农业生产气候条件}] = f([\text{光热条件}]) \quad (\text{B-23})$$

[光热条件] 主要通过日平均气温  $\geq 0^{\circ}\text{C}$  活动积温反映光照、热量等自然气候条件对农业生产的支撑水平, 市县层面可进一步结合多年平均日照时数等自然气候条件衡量气候条件对农业生产的支撑水平。

#### (2) 评价步骤

统计各气象台站多年日平均气温  $\geq 0^{\circ}\text{C}$  活动积温, 进行空间插值, 并结合海拔校正后 (以海拔高度每上升 100m 气温降低  $0.6^{\circ}\text{C}$  的温度递减率为依据) 得到活动积温图层, 按  $\geq 7600^{\circ}$ 、 $5800\sim 7600^{\circ}$ 、 $4000\sim 5800^{\circ}$ 、 $1500\sim 4000^{\circ}$ 、 $< 1500^{\circ}$ 、划分为好 (一年三熟有余)、较好 (一年三熟)、一般 (一年两熟或两年三熟)、较差 (一年一熟)、差 (一年一熟不足) 5 级, 生成活动积温分级图。

市县层面, 可增加多年平均日照时数等评价指标, 参见《农业气候影响评价(GB/T 21986)》, 对光热条件等级结果进行修正。

### B.4.2 城镇建设功能指向的气候评价

#### (1) 评价方法

$$[\text{城镇建设气候条件}] = f([\text{舒适度}]) \quad (\text{B-24})$$

[舒适度]是指人类对人居环境气候的舒适感, 用于反映温度、

湿度等自然气候条件对城镇建设的适宜水平。

## (2) 评价步骤

采用温湿指数表征，计算公式为：

$$THI=T-0.55\times(1-f)\times(T-58) \quad (B-25)$$

式中： $THI$ 为温湿指数， $T$ 为月均温度(华氏温度)， $f$ 是月均空气相对湿度(%)。计算步骤如下：

第一步：根据气象站点数据，分别计算各站点 12 个月多年平均的月均温度和月均空气相对湿度；

第二步：分别通过空间插值得到格网尺度的月均温度和月均空气相对湿度。根据上式，计算出 12 个月格网尺度的温湿指数；

第三步：温湿指数按照下表，划分舒适度等级，取 12 个月舒适度等级的众数作为该区舒适度。

表 B-9 舒适度分级参考阈值

等级	分级标准	说明
1	50~70	好
2	45~50 或 70~75	较好
3	40~45 或 75~80	一般
4	35~40 或 80~85	较差
5	<35 或 ≥85	差

## 附录 B.5 环境评价

### B.5.1 农业生产功能指向的环境评价

#### (1) 评价方法

$$[\text{农业生产环境条件}] = f([\text{土壤环境容量}]) \quad (\text{B-26})$$

[土壤环境容量] 通过土壤污染风险等级高低反映土壤环境容纳重金属等主要污染物的能力。

#### (2) 评价步骤

整理区域内及周边地区土壤污染状况详细调查等成果, 进行各点位主要污染物含量分析, 通过空间插值得到土壤污染物含量分布图层, 依据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018), 当土壤中污染物含量低于或等于风险筛选值、大于风险筛选值但小于等于风险管制值、大于风险管制值时, 将土壤环境容量相应划分为高、中、低 3 个等级, 生成土壤环境容量分级图。

### B.5.2 城镇建设功能指向的环境评价

#### (1) 评价方法

$$[\text{城镇建设环境条件}] = f([\text{大气环境容量}], [\text{水环境容量}]) \quad (\text{B-27})$$

[大气环境容量]通过大气环境容量指数反映在能够维持生态平衡并且不超过人体健康要求的阈值条件下, 大气环境容纳主要污染物的相对能力; [水环境容量]是指在能够维持生态平衡并且不超过人体健康要求的阈值条件下, 水环境容纳主要污染物的相

对能力。

### ①大气环境容量指数计算方法

大气环境容量可采用以下两种方法进行计算，优先采用方法一，条件不具备的可采用方法二。

方法一：

考虑大气环境对污染物的输送、沉降、转化等物理化学过程，采用中尺度气象模型 MM5/WRF，空气质量模型 Models-3/CMAQ、NAQPMS、CUACE、CAMx、WRF-Chem，空间分辨率不低于 5km×5 km 网格，模拟计算各网格 PM<sub>2.5</sub> 年均浓度达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）规定的二级浓度限值条件下，每个网格可以容纳大气污染物的量。相关设置要求见表 B-10。根据模拟结果，将大气环境容量归一化为 0~1 之间的大气环境容量指数，采用相等间隔法，将大气环境容量按指数由高到低划分为高、较高、一般、较低、低 5 级。

表 B-10 大气环境容量计算相关设置要求

类别	要素	设置要求
模拟参数设置	模拟区域	省级及以上行政单元（不包括直辖市）：网格分辨率不低于 5km，模拟区域以目标省为中心，覆盖周边相邻省份；
		市级行政单元（包括直辖市）：网格分辨率不低于 3km，模拟区域以目标城市为中心，覆盖所在省份及周边相邻城市；
		区县行政单元：网格分辨率不低于 1km，模拟区域以目标区县为中心，覆盖所在城市及周边相邻区县；如果市级模拟结果分辨率支持区县评价工作，也可直接使用市级模拟结果；
	气象模式	垂直方向边界层内分层不少于 10 层； 需使用气象观测资料同化；
排放源	包含多化学组份，如 SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、CO、NH <sub>3</sub> 、EC、OC、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、VOCs 等； 需反映本地及周边模拟区域排放变化趋势； 需反映各类排放源季、月、日、小时变化规律；	

类别	要素	设置要求
	空气质量模式	运算初始条件和边界条件为全球模式或区域模式模拟结果、大气污染物环境背景值或实际监测资料； 污染物浓度模拟结果需包含 PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 等常规污染物； 模拟结果为污染物浓度日均值；
模拟结果检验	检验参量	气象要素包括近地面风场、温度、大气压强、相对湿度、降水等； 污染物包括 PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 等常规污染物；
	统计参数	包括相关系数（R）、标准平均偏差（NMB）等；
	检验标准	县级行政区月均值 R 大于 0.7，NMB 小于 15%；
容量计算设置		以 PM <sub>2.5</sub> 年均浓度达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）规定的二级浓度限值为约束； 包括 PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 等； 距地垂直高度取边界层高度； 计算网格化年容量结果。

方法二：

$$[\text{大气环境容量指数}] = f([\text{静风日数}], [\text{平均风速}]) \quad (\text{B-28})$$

根据评价区域内及周边地区气象台站长时间序列观测资料，统计各气象台站多年静风日数（日最大风速低于 3m/s 的日数）以及多年平均风速，通过空间插值分别得到 1km×1km 的静风日数和平均风速图层，按静风日数占比 ≤5%、5~10%、10~20%、20~30%、>30% 生成静风日数分级图，按平均风速 >5 m/s、3~5 m/s、2~3 m/s、1~2 m/s、≤1m/s 生成平均风速分级图。取静风日数、平均风速两项指标中相对较低的结果，将大气环境容量指数划分为高、较高、一般、较低、低 5 级。

## ②水环境容量计算方法

[水环境容量]可采用以下两种方法进行计算。优先采用方法一，条件不具备的可采用方法二。

方法一：

根据不同的水文水动力与水质特征，利用表达水体净化机制的水质模型模拟计算水环境容量。计算过程为：以控制断面（节点）为基点，采用图形叠加和融合等方法勾划出汇水区范围；以汇水区为基础，结合行政区划进一步细化控制单元，建立“关键控制节点—控制河段—对应陆域”的水陆响应关系；根据污染源、水文水质特征以及资料、技术条件，选择成熟简便并满足精度要求的模型方法，建立污染排放与水体水质之间的定量响应关系，以水质目标为约束条件，测算化学需氧量、氨氮等主要污染物以及存在超标风险的污染因子的环境容量。重点湖库汇水区、总磷超标的控制单元和沿海地区应对总氮、总磷的环境容量进行测算。可根据需求增加对其他特征污染物的容量估算。根据数据分布特征，将水环境容量各项评价指标划分为高、较高、一般、较低、低5个等级，取各项评价指标中相对较低的结果，作为评价单元水环境容量等级划分结果。

按照水域类型不同，可以分为河流、河口、湖泊（水库）、近岸海域水质模型。具体模型的控制方程可参考《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ 2.3-2018）、《全国水环境容量核定技术指南》（环发〔2003〕141号）、《水体达标方案编制技术指南》（环办污防函〔2016〕563号）、《“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”编制技术指南（试行）》（环办环评〔2017〕99号）等技术文件。



方法二：

$$[\text{水环境容量}] = [\text{评价单元年均水质目标浓度}] \times [\text{地表水资源量}] + [\text{过境水环境容量}] \quad (\text{B-29})$$

其中，[过境水环境容量]按下式计算：

$$W = 100 \times C_s \times Q \times \exp\left(K \frac{l}{86400u}\right) - 100 \times C_0 \times Q \quad (\text{B-30})$$

式中， $W$  为过境水环境容量，t/a； $C_s$  为水质目标浓度值，mg/l； $Q$  为过境水资源量，亿  $\text{m}^3$ ； $K$  为污染物综合降解系数，1/d； $l$  为过境河长，m； $u$  为流速，m/s； $C_0$  为上游水质目标浓度值，mg/l。降解系数可根据已有相关研究成果进行确定，在一般情况下， $\text{COD}_{\text{cr}}$  降解系数的取值应不大于 0.2 (1/d)，氨氮降解系数的取值应不大于 0.1 (1/d)。地方在计算时可根据本地实际情况确定。

当无法满足公式 (B-29)、(B-30) 计算数据要求时，可简化为以下公式进行计算：

$$[\text{水环境容量}] = [\text{评价单元年均水质目标浓度}] \times ([\text{地表水资源量}] + [\text{可利用的过境水资源量}]) \quad (\text{B-31})$$

其中，可利用的过境水资源量是指过境水量分配方案中确定的允许利用的水资源量。

当无法满足公式 (B-29) ~ (B-31) 计算数据要求时，可进一步简化为以下公式进行计算：

$$[\text{水环境容量}] = [\text{评价单元年均水质目标浓度}] \times [\text{地表水资源量}] \quad (\text{B-32})$$

其中，评价单元年均水质目标浓度可结合实际，根据现有水功能区划或控制单元水质目标取均值进行确定。水质标准参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）执行。

## （2）评价步骤

第一步：大气和水环境容量计算。以行政单元或流域分区划定基础评价单元，按照上述方法进行大气和水环境容量计算。充分借鉴环境容量相关研究经验，并根据数据分布特征，将大气、水环境容量各指标按照单位面积强度划分为高、较高、一般、较低、低 5 个等级，并按各项指标评价结果的较低等级分别确定大气、水环境容量等级。最后，通过等级分布图空间叠加，生成大气、水环境容量分级图。

第二步：城镇建设环境条件等级划分。取大气环境容量、水环境容量两项评价指标中相对较低的结果，作为评价单元城镇建设环境条件等级划分结果，相应将城镇建设环境条件划分为好、较好、中等、较差、差 5 个等级。

## 附录 B.6 灾害评价

### B.6.1 农业生产功能指向的灾害评价

#### (1) 评价方法

$$[\text{气象灾害风险}] = f([\text{干旱灾害危险性}], [\text{洪涝灾害危险性}], [\text{低温冷害灾害危险性}]) \quad (\text{B-33})$$

[气象灾害风险]是指农业生产受到干旱、洪涝和低温冷害等与气象因子有关的灾害的影响程度、强度及其发生的频(概)率。

#### (2) 评价步骤

第一步：气象灾害灾种选择。各地应选择对农业生产有重要影响的气候要素和气象灾种，包括降水量反映干旱和雨涝，气温反映高温热害和低温冷害，风速反映大风灾害等。可根据评价区域气候特点增加台风、雷电、冰雹、沙尘暴、大雾、霾、雪灾等其它气象灾种。

第二步：单项灾种危险性评价。收集整理各类气候要素和气象灾害历史资料，根据灾害发生频率与强度，分析水文气象、土壤植被等自然条件，以及降水量、气温、风速等触发灾害条件的相关程度，赋予各指标权重并评价单项灾种危险性。单项灾种危险性指标可参考《中国灾害性天气气候图集》。

根据单项气象灾害指标每年发生情况，统计发生频率，然后进行危险性分级，一般按照气象灾害的发生频率 $\leq 20\%$ 、 $20\% \sim 40\%$ 、 $40\% \sim 60\%$ 、 $60\% \sim 80\%$ 、 $> 80\%$ ，将气象灾害危险性划分为低、较低、中等、较高和高5级。

①雨涝：某地(站)10天降水量达到或超过250mm(东北

200mm, 华南 300mm) 或 20 天降水量达到或超过 350mm (东北 300mm, 华南 400mm) 统计为一次雨涝过程, 一年中出现一次或以上雨涝过程为一个雨涝年。

②干旱: 干旱统计指标依据国家标准《气象干旱等级》(GB/T20481-2017)。某地(站)一年中, 出现累计干旱持续时间达 3 个月以上干旱过程为一个干旱年。

③高温热害: 某地(站)日最高气温连续出现 3 天以上  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  或连续 2 天  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  并有一天  $\geq 38^{\circ}\text{C}$  为一次高温过程。一年中出现 3 次以上高温过程或 30 天以上高温日为一个高温年。

④低温冷害: 当地农作物的发育时段气温低于其生长发育所需的环境温度, 冷害发生, 为一个低温冷害年, 如: 南方水稻春季低温冷害, 南方水稻秋季寒露风, 东北夏季低温冷害等。

⑤大风灾害: 某日出现瞬时风速达到或超过 17.0m/s 为大风日, 瞬时风速达到或超过 24.5m/s 为狂风日。当一年中出现 30 天大风日或一个狂风日为一个风灾年。

第三步: 气象灾害风险评价。根据单项灾种的评价结果, 采用区域综合方法、最大因子方法、专家评分法等确定综合气象灾害风险, 将气象灾害风险划分为低、较低、中等、较高和高 5 级。

## B.6.2 城镇建设功能指向的灾害评价

### (1) 评价方法

[灾害危险性] =  $Max([地震危险性], [地质灾害易发性], [风暴潮灾害危险性])$  (B-34)

[灾害危险性]是指城镇建设受到地震、地质灾害、海洋灾害

等影响程度和可能性。地震危险性通过活动断层距离及地震动峰值加速度综合反映；地质灾害易发性主要通过崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降等地质灾害的易发程度反映；风暴潮灾害危险性主要通过风暴增水和风暴潮超警戒指标反映。

## (2) 评价步骤

### ①地震危险性

第一步：活动断层距离分析。活动断层一般是指距今 12 万年以来有充分位移证据证明曾活动过，或现今正在活动，并在未来一定时期内仍有可能活动的断层；全新活动断层是指距今 1.17 万年以来有过地震活动或近期正在活动，在今后 100 年可能继续活动的断层。根据活动断层分布图，按照活动断层距离划分为低、中、较高、高 4 级。其中，省级层次评价活动断层，市县级评价全新活动断层。

表 B-11 活动断层或地裂缝安全距离分级表

等级	稳定	次稳定	次不稳定	不稳定
距断裂距离	单侧 400 米以外	单侧 200 ~ 400 米	单侧 200 ~ 100 米	单侧 100 米以内
危险性等级	低	中	较高	高

第二步：地震动峰值加速度评价。依据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)和《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，确定地震动峰值加速度，分为低、中、较高和高 4 个等级。在西南、西北、华北等高地震烈度区市县级评价应根据区域差异性开展评价。

表 B-12 地震动峰值加速度分级表

抗震设防烈度	6	7	8	9
地震动峰值加速度 (g)	0.05g	0.10 (0.15) g	0.20 (0.30) g	0.40g
危险性等级	低	中	较高	高

第三步：地震危险性评价。取活动断层距离及地震动峰值加速度中的最高等级，作为地震危险性等级，将地震危险性划分为低、中、较高和高 4 个等级。

### ②地质灾害易发性

第一步：崩塌滑坡泥石流易发性评价。采用坡度、起伏度、地貌类型、工程地质岩组、斜坡结构类型、历史地质灾害发育程度等主要指标计算确定。可采用综合信息量模型方法，将易发性分为不易发、低、中、高 4 个等级。

综合信息模型是一定区域内所获取的与崩塌滑坡泥石流相关的信息的数量和质量，表示为：

$$I_{A_j \rightarrow B} = \ln \frac{N_j / N}{S_j / S} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (\text{B-35})$$

$I_{A_j \rightarrow B}$  表示标志 A 在 j 状态显示崩塌滑坡泥石流 (B) 发生的信息量； $N_j$  为具有标志  $A_j$  出现崩塌滑坡泥石流的单元数； $N$  为内已知崩塌滑坡泥石流所分布单元的总数； $S_j$  为标志  $A_j$  的单元数； $S$  为单元总数。

当  $I_{A_j \rightarrow B} > 0$  时，说明标志 A 状态 j 存在条件下，可以提供崩塌滑坡泥石流发生的信息，信息量越大，崩塌滑坡泥石流可能发生的概率越大；当  $I_{A_j \rightarrow B} < 0$  时，表明标志 A 状态 j 存在条件下不

利于崩塌滑坡泥石流的发生；当  $I_{A_j \rightarrow B} = 0$  时，表明标志 A 状态 j 不提供有关崩塌滑坡泥石流发生与否的信息，即标志 A 状态 j 可以筛选掉，排除其作为崩塌滑坡泥石流预测因子。

由于每个评价单元受多因素综合影响，各状态因素组合条件下崩塌滑坡泥石流产生的总信息量可按下式确定：

$$I = \sum_{i=1}^n \ln \frac{N_i / N}{S_i / S} \quad (B-36)$$

I 值直接指示该单元产生崩塌滑坡泥石流的可能性，是崩塌滑坡泥石流易发性划分的关键性指标。

第二步：地面沉降易发性评价。利用地面沉降累计沉降量或年沉降速率确定易发性等级，按照就高不就低原则，满足一项即可划入对应的等级。

表 B-13 地面沉降分级表

等级	不易发	低易发	中易发	高易发
累计沉降量 (mm)	<200	200 ~ 800	800 ~ 1600	>1600
沉降速率(mm/a)	<10	10 ~ 30	30 ~ 50	>50

第三步：地面塌陷易发性评价。充分利用矿山地质环境、城市地质、岩溶塌陷等调查监测和评价成果，将地面塌陷易发性划分不易发、低易发、中易发、高易发 4 个等级。

第四步：地质灾害易发性评价。取崩塌滑坡泥石流、地面沉降及地面塌陷中的最高等级，作为地质灾害易发性等级，划分为不易发、低易发、中易发、高易发 4 个等级。

### ③ 风暴潮灾害危险性

依据《风暴潮灾害风险评估和区划技术导则》，综合考虑风

暴增水和风暴潮超警戒指标，计算各潮（水）位站风暴潮灾害年均危险性指数，将风暴潮灾害危险性划分为低、较低、较高、高4个等级。

表 B-14 风暴潮灾害危险性等级划分

风暴潮年均危险性指数	$\leq 2.0$	2.0~3.5	3.5~7.0	$> 7.0$
风险等级	低	较低	较高	高



## 附录 B.7 区位评价

### B.7.1 省级层面

$$[\text{区位优势度}] = f([\text{距中心城市的交通距离}]) \quad (\text{B-37})$$

区位优势度主要指由各评价单元与中心城市间的交通距离所反映的区位条件和优劣程度，其计算应根据各评价单元与最近中心城市的交通距离远近进行分级。其中，交通距离可采用时间里程反映，中心城市原则上选择地级及以上城市，还应考虑区域中邻近并确实对相关区域有影响的国家中心城市、副省级城市、省会城市等。在实际操作中可根据需要考虑人口、经济、新城市或其他重要城市。此外，还应当考虑重要航空港和海港布局、与国外主要城市来往便捷程度、对外开放格局等战略区位条件，对区位优势度评价结果进行修正。

表 B-15 区位优势度分级参考阈值

评价指标	分级参考阈值	赋值	说明
区位优势度	车程 ≤ 1 小时	5	好
	1 小时 < 车程 ≤ 2 小时	4	较好
	2 小时 < 车程 ≤ 3.5 小时	3	一般
	3.5 小时 < 车程 ≤ 5 小时	2	较差
	车程 > 5 小时	1	差

### B.7.2 市县层面

$$[\text{区位优势度}] = f([\text{区位条件}], [\text{交通网络密度}]) \quad (\text{B-38})$$

$$[\text{区位条件}] = f([\text{交通干线可达性}], [\text{中心城区可达性}], [\text{交通枢纽可达性}], [\text{周边中心城市可达性}]) \quad (\text{B-39})$$

$$[\text{交通网络密度}] = [\text{公路通车里程}] / [\text{区域土地面积}] \quad (\text{B-40})$$

## (1) 区位条件

市县层面区位条件需综合考虑与交通干线、中心城区、主要交通枢纽、周边中心城市等要素的空间联系便利程度。

### ①交通干线可达性

交通干线可达性是指在考虑不同交通干线（不含高速公路）的技术等级后，格网单元到各级交通干线的距离。按照格网单元距离不同技术等级交通干线的距离远近，从1到5打分，分级参考阈值如表B-16所示，可结合区域特点适当调整。对各类指标进行加权求和集成，计算交通干线可达性，原则上各指标权重相同，但在实际操作中可根据本地情况予以调整。可在地理信息系统（GIS）软件中采用相等间隔法将交通干线可达性由高到低分为5、4、3、2、1五个等级。

表 B-16 交通干线可达性评价分级参考阈值

评价指标	分级参考阈值	赋值
一级公路	距离一级公路 ≤ 3km	5
	3km < 距离一级公路 ≤ 6km	4
	距离一级公路 > 6km	1
二级公路	距离二级公路 ≤ 3km	4
	3km < 距离二级公路 ≤ 6km	3
	距离二级公路 > 6km	1
三级公路	距离三级公路 ≤ 3km	3
	3km < 距离三级公路 ≤ 6km	2
	距离三级公路 > 6km	1
四级公路	距离四级公路 ≤ 3km	2
	距离四级公路 > 3km	1

### ②中心城区可达性

$$\text{中心城区可达性} = f([\text{中心城区交通时间距离}]) \quad (\text{B-41})$$

中心城区可达性反映格网单元与中心城区空间联系成本的高低,由中心城区交通时间距离得出,评价结果等间距分为五级。

中心城区交通时间距离是指格网单元到现状中心城区范围的几何中心的时间距离。按照格网单元到现状中心城区的时间距离远近,从1到5打分。分级参考阈值如下表所示,各级道路时速可结合地方实际情况而定,阈值可结合区域特点适当调整。具体计算方法:在确定各级道路的车速后,以中心城区几何中心点为源,可运用GIS软件中的网络分析工具,沿现状路网形成等时圈,根据等时圈覆盖情况给评价格网单元赋值。

表 B-17 中心城区可达性评价分级参考阈值

评价指标	分级参考阈值	赋值
中心城区可达性	车程≤30分钟	5
	30分钟<车程≤60分钟	4
	60分钟<车程≤90分钟	3
	90分钟<车程≤120分钟	2
	车程>120分钟	1

### ③交通枢纽可达性

交通枢纽可达性,反映网络化发展趋势下城镇沿枢纽团块状发展的潜力,是指格网单元到区域内航空、铁路、港口、公路、市域轨道交通等交通枢纽的交通距离。按照格网单元距离不同类型交通枢纽的交通时间距离远近,从0到5打分。计算方法可运用GIS软件中的网络分析工具,以各交通枢纽为源形成等时圈。分级参考阈值可结合区域特点适当调整。对各类指标进行加权求和集成,计算交通枢纽可达性,原则上各指标权重相同,但在实

际操作中可根据本地情况予以调整。可在 GIS 软件中采用相等间隔法将交通枢纽可达性由高到低分为 5、4、3、2、1 五个等级。

表 B-18 交通枢纽可达性评价分级参考阈值

评价指标		分级参考阈值	赋值
机场	干线机场	车程 ≤ 60 分钟	5
		60 分钟 < 车程 ≤ 90 分钟	4
		90 分钟 < 车程 ≤ 120 分钟	3
		车程 > 120 分钟	0
	支线机场	车程 ≤ 30 分钟	4
		30 分钟 < 车程 ≤ 60 分钟	3
车程 > 60 分钟		0	
铁路站点		车程 ≤ 30 分钟	5
		30 分钟 < 车程 ≤ 60 分钟	4
		车程 > 60 分钟	0
港口	主要港口	车程 ≤ 60 分钟	3
		60 分钟 < 车程 ≤ 90 分钟	2
		车程 > 90 分钟	0
	一般港口	车程 ≤ 60 分钟	2
		车程 > 60 分钟	0
公路枢纽		车程 ≤ 30 分钟	3
		30 分钟 < 车程 ≤ 60 分钟	2
		车程 > 60 分钟	0
高速公路出入口		车程 ≤ 30 分钟	4
		30 分钟 < 车程 ≤ 60 分钟	3
		车程 > 60 分钟	0
市域轨道交通站点		车程 ≤ 30 分钟	5
		30 分钟 < 车程 ≤ 45 分钟	4
		45 分钟 < 车程 ≤ 60 分钟	3
		车程 > 60 分钟	0

注：主要港口指特大型港口（年吞吐量 > 3000 万吨）和大型港口（年吞吐量 1000~3000 万吨），一般港口指中型港口（年吞吐量 100~1000 万吨）和小型港口（年吞吐量 < 100 万吨）。公路枢纽指两条或两条以上公路线的交汇、衔接处形成的具有运输组织、中转、装卸、仓储等服务功能的综合性设施，包括公路客运枢纽、公路货运枢纽等。

#### ④周边中心城市可达性

临接中心城市的市县，要开展到中心城市的可达性评价，中心城市主要是指国家中心城市、副省级城市、省会城市以及其他具有较强辐射能力的地级市。可运用 GIS 软件中的网络分析工具，以中心城市的主城区中心为源做等时圈分析，确定各评价单元距离中心城市的可达性。

区位条件为交通干线可达性、中心城区可达性、交通枢纽可达性、周边中心城市可达性四个指标项的加权求和集成，原则上各指标权重相同，但在实际操作中可根据本地情况予以调整。在 GIS 软件中采用相等间隔法将综合优势度由高到低分为 5、4、3、2、1 五个等级。

#### (2) 交通网络密度

将公路网作为交通网络密度评价主体，采用线密度分析方法，其计算公式为：

$$D = L / A \quad (\text{B-42})$$

$D$  为交通网络密度 ( $\text{km}/\text{km}^2$ )； $L$  为栅格单元领域范围内的公路通车里程总长度 ( $\text{km}$ )，主要考虑高速公路、国道、省道和县道，县道以下交通线路可酌情计入分析范围，并在具体操作中根据评价单元等级和需要予以考虑； $A$  为栅格单元邻域面积 ( $\text{km}^2$ )，邻域面积根据不同地区的实际情况进行确定。

按照交通网络密度由高到低分为 5、4、3、2、1 五个等级，由于不同市县所在的区域城镇化程度很大，分级参考阈值结合本地实际情况，采取专家打分方式进行分级。

表 B-19 交通网络密度评价分级参考阈值

评价指标	分级参考阈值	赋值
交通网络密度	高	5
	较高	4
	中	3
	较低	2
	低	1

### (3) 区位优势度

基于区位条件和交通网络密度评价结果，确定区位优势度评价结果，参考判别矩阵见下表。

表 B-20 区位优势度参考判别矩阵

区位优势度 \ 交通网络密度	好	较好	一般	较差	差
高	高	高	较高	中	低
较高	高	高	较高	较低	低
一般	高	较高	中	较低	低
较低	较高	较高	中	低	低
低	中	中	较低	低	低

## 附录 C 集成评价

### 附录 C.1 适宜性评价

#### C.1.1 生态保护重要性

生态保护重要性划分为高、较高、中等、较低、低 5 级。生态保护重要性高和较高等级区，即为生态系统服务功能极重要和生态极敏感区域。

##### (1) 初判生态保护重要性等级

取生态系统服务功能重要性和生态敏感性评价结果的较高等级，作为生态保护重要性等级的初判结果。公式如下：

$$[\text{生态保护重要性初判等级}] = \text{Max}([\text{生态系统服务功能重要性}], [\text{生态敏感性}]) \quad (\text{C-1})$$

##### (2) 修正生态保护重要性等级

第一步：基于斑块集中度进行修正。对相应等级的邻近图斑进行聚合操作（矢量数据可采用聚合面工具，栅格数据可采用扩张和收缩的组合操作，下同），根据聚合地块的规模确定斑块集中度等级（表 C-1）。对初判结果为高和较高等级图斑进行聚合操作，作为高、较高等级的集中度评价结果；对初判结果为中等及以上等级图斑进行聚合操作，作为中等等级的集中度评价结果；对初判结果为较低和低等级图斑，不进行该项修正。

聚合距离建议采用栅格单元的整数倍，建议采用 50~150m，不同区域可根据地域特征进行适当调整。

表 C-1 生态斑块集中度评价分级参考阈值

斑块面积 (km <sup>2</sup> )	<0.25	0.25~0.5	0.5~1.0	1~2	≥2
斑块集中度	低	较低	一般	较高	高

按照判别矩阵 (表 C-2), 对生态保护重要性等级初判结果进行修正。

表 C-2 生态保护重要性等级判别矩阵

生态保护重要性初判等级	生态斑块集中度				
	高	较高	一般	较低	低
高	高	高	高	高	较高
较高	高	较高	较高	中等	中等
中等	较高	中等	中等	较低	较低

第二步：基于生态廊道进行修正。基于野生动物活动监测结果和专家经验，对于野生动物迁徙、洄游十分重要的生态廊道，将初判结果为较高等级的图斑调整为高等级、一般等级的图斑调整为较高等级。

第三步：修边。考虑自然边界，依据自然地理地形地貌或生态系统完整性确定的边界，如林线、雪线、岸线、分水岭，以及生态系统分布界线，对生态保护重要性高、较高等级的区域进行边界修正。

### C.1.2 农业生产适宜性

农业生产适宜性评价结果划分为适宜、较适宜、一般适宜、较不适宜和不适宜 5 级。评价应考虑现状农业发展状况，对于粮食安全保障十分重要的区域，农业空间适宜程度可给予一定弹性，但不宜突破耕地应在坡度 25° 以下等刚性约束。



## (1) 初判农业生产适宜性等级

按照如下公式初步判定农业生产适宜性等级。

$$[\text{农业生产适宜性等级初判结果}] = f([\text{水土资源基础}], [\text{光热条件}], [\text{土壤环境容量}]) \quad (\text{C-2})$$

$$[\text{水土资源基础}] = f([\text{农业耕作条件}], [\text{农业供水条件}]) \quad (\text{C-3})$$

第一步：水土资源基础判别。基于农业耕作条件和农业供水条件两项指标，确定农业生产功能指向的水土资源基础(表 C-3)。

表 C-3 农业功能指向的水土资源基础判别矩阵

农业耕作条件 农业供水条件	高	较高	中等	较低	低
好	好	好	较好	一般	差
较好	好	好	较好	较差	差
一般	好	较好	一般	较差	差
较差	较好	一般	较差	差	差
差	差	差	差	差	差

第二步：农业生产适宜性等级初步结果。在上步结果基础上，结合光热条件得到农业生产适宜性等级的初步结果(表 C-4)。

表 C-4 农业生产功能指向的初步适宜等级

水土资源基础 光热条件	好	较好	一般	较差	差
好	适宜	适宜	较适宜	一般适宜	不适宜
较好	适宜	较适宜	较适宜	较不适宜	不适宜
一般	适宜	较适宜	一般适宜	较不适宜	不适宜
较差	较适宜	一般适宜	较不适宜	不适宜	不适宜
差	不适宜	不适宜	不适宜	不适宜	不适宜

## (2) 修正农业生产适宜性等级

第一步：基于盐渍化、土壤污染和气象灾害的修正。进一步纳入盐渍化敏感性、土壤污染和气象灾害风险指标，对初步评价结果进行调整。对于盐渍化敏感性高的区域，将初步评价结果下

降一个级别；对于土壤环境容量评价结果为最低值的，将初步评价结果下降两个级别；对于气象灾害风险性高的区域，将初步评价结果为适宜的调整为较适宜等级。

第二步：基于地块连片度进行修正。将上步修正后结果为适宜和较适宜等级的图斑进行聚合操作，作为适宜和较适宜等级的连片度评价结果；对初判结果为一般适宜及以上等级图斑进行聚合操作，作为一般适宜级的连片度评价结果；对初判结果为较不适宜和不适宜等级的图斑，不进行该项修正。

地块连片度等级确定参照表 C-5，平原地区聚合距离建议采用 50~100m，山地丘陵区建议采用 20~50m。进一步对聚合结果进行修边处理，识别地块中宽度在 200m 内的细长部分，并进行降级处理。

表 C-5 地块连片度评价分级参考阈值

地块连片度	低	较低	一般	较高	高
平原田块面积 (mu)	< 150	150-400	400-600	600-900	≥ 900
山地丘陵田块面积 (mu)	< 80	80-150	150-250	250-400	≥ 400

对修边后保留的部分进一步计算连片田块形状指数。计算公式如下：

$$[\text{地块形状指数}] = 0.25 \times [\text{地块周长}] / [\text{地块面积}]^{0.5} \quad (\text{C-4})$$

对形状指数大于 2 的地块，应按照离心距离逐步降低其外围区域的连片度等级。离心距离是连片地块内格网到其几何中心的距离。计算连片地块内离心距离对平均离心距离的倍数。采用几何断点法对离心距离倍数由低到高分为 5 级，离心倍数为 5 级的外围区域地块连片度降两级，离心倍数为 4 级的外围区域地块连

片度降一级。修边需降级部分原则上取其邻接地块离心距离降级要求高的等级降级，至少降一级。各地可根据地形地貌特点进行调整。

根据农业生产适宜性初判等级和地块连片度评价结果，按照农业生产适宜性等级分区参考判别矩阵（表 C-6），确定农业生产适宜性等级。

表 C-6 农业生产适宜性分区参考判别矩阵

农业适宜性初判等级	地块连片度				
	高	较高	一般	较低	低
适宜	适宜区	较适宜区	较适宜区	较适宜区	较适宜区
较适宜	较适宜区	较适宜区	一般适宜区	一般适宜区	一般适宜区
一般适宜	一般适宜区	一般适宜区	一般适宜区	较不适宜区	较不适宜区

### （3）结合其他农业活动调整农业生产适宜性等级

结合牧业、渔业等农业生产活动需求，对重要草场、水域的农业生产适宜性等级进行适当调整。

#### C.1.3 城镇建设适宜性

城镇建设适宜性评价结果一般划分为适宜、较适宜、一般适宜、较不适宜和不适宜 5 级。

##### （1）初判城镇建设适宜性等级

城镇建设功能指向的适宜性按如下公式进行集成：

$$[\text{城镇建设适宜性等级}] = f([\text{水土资源基础}], [\text{水、气环境容量}], [\text{舒适度}], [\text{区位优势度}]) \quad (\text{C-5})$$

$$[\text{水土资源基础}] = f([\text{城镇建设条件}], [\text{城镇供水条件}]) \quad (\text{C-6})$$

$$[\text{水、气环境容量}] = f([\text{水环境容量}], [\text{大气环境容量}]) \quad (\text{C-7})$$

第一步：水土资源基础判别。基于城镇建设条件和城镇供水条件，确定[水土资源基础]指标评价结果，参考判别矩阵见表 C-7。

表 C-7 城镇建设功能指向的水土资源基础参考判别矩阵

城镇建设条件 城镇供水条件	好	较好	一般	较差	差
好	适宜	适宜	较适宜	一般适宜	不适宜
较好	适宜	适宜	较适宜	较不适宜	不适宜
一般	适宜	较适宜	一般适宜	较不适宜	不适宜
较差	较适宜	较适宜	一般适宜	不适宜	不适宜
差	一般适宜	一般适宜	较不适宜	不适宜	不适宜

第二步：城镇建设适宜性等级初步结果。以水土资源基础分级结果为基础，结合城镇建设环境条件确定城镇建设适宜性初步等级。对于[大气环境容量]和[水环境容量]均为最低值的，将[水土资源基础]分级结果下降两个级别作为城镇建设适宜性等级；将[大气环境容量]或[水环境容量]为最低值的，将[水土资源基础]分级结果下降一个级别作为城镇建设适宜性等级。

## (2) 修正城镇建设适宜性等级

第一步：基于舒适度和灾害危险性指标的修正。对于舒适度指标等级为最低值的，城镇适宜性初步评价结果下降一个级别；对于城镇适宜性初步评价结果为适宜和较适宜的，但灾害危险性高的国土空间，将其调整为一般适宜；对于初步评价结果为适宜的，但灾害危险性较高的国土空间，将其调整为较适宜。

第二步：基于区位优势度指标的修正。将区位优势度评价结果为最低值的，将城镇建设适宜性等级直接确定为不适宜；对结

果为较差的，将初划结果下调一个级别；对结果为好的，将初划结果中较不适宜、一般适宜和较适宜的档分别上调一级。

第三步：基于地块集中度的修正。将修正后结果为适宜和较适宜等级的图斑进行聚合操作，作为适宜和较适宜等级的连片度评价结果；对修正后结果为一般适宜及以上等级图斑进行聚合操作，作为一般适宜等级的连片度评价结果；对修正后结果为较不适宜和不适宜的图斑，不进行该项修正。

地块集中度等级确定参照表 C-8，平原地区聚合距离建议采用 50~100m，山地丘陵区建议采用 20~50m。

表 C-8 地块集中度评价分级参考阈表

地块面积 (km <sup>2</sup> )	< 0.25	0.25 - 0.5	0.5 - 1.0	1 - 2	≥ 2
地块集中度	低	较低	一般	较高	高

根据城镇建设适宜性初判等级和地块集中度评价结果，按照城镇建设适宜性分区参考判别矩阵（表 C-9），确定城镇建设适宜性等级。

表 C-9 城镇建设适宜性分区参考判别矩阵

城镇适宜性 初判等级	地块集中度				
	高	较高	一般	较低	低
适宜	适宜区	较适宜区	较适宜区	较适宜区	较适宜区
较适宜	较适宜区	较适宜区	一般适宜	一般适宜	一般适宜
一般适宜	一般适宜	一般适宜	一般适宜	较不适宜	较不适宜

## 附录 C.2 承载规模评价

### C.2.1 农业生产承载规模

#### (1) 土地资源约束下农业生产承载规模

从土地资源是否可作为耕地耕作的角度,选取单项评价中农业耕作条件高至较低四级、高程 < 5000m 及土壤环境容量高和中两级区域,三者重叠区域作为可耕作土地,按照县(省级评价)/乡(市县级评价)单元统计其面积,作为土地资源约束下农业生产的最大规模。

#### (2) 水资源约束下农业生产承载规模

##### ① 灌溉可用水量

在不同区域供用水结构、粮食生产任务、三产结构等情景下,结合水资源配置相关成果,设定农业用水合理占比( $k_{农}$ ),乘以评价区域用水总量控制指标( $W_{总}$ ),得到不同情景下灌溉可用水量( $W_{农}$ )。

$$W_{农} = W_{总} \times k_{农} \quad (C-8)$$

##### ② 农田灌溉定额

根据当地农业生产实际情况,以代表性作物(水稻、小麦、玉米等)灌溉定额为基础,在不同种植结构、复种情况、灌溉方式(漫灌、管灌、滴灌、喷灌等)、农田灌溉水有效利用系数等情景下,分别确定农田综合灌溉定额( $N_{综合}$ )。代表性农作物灌溉定额( $N_{水稻}$ 、 $N_{小麦}$ 、 $N_{玉米}$ )应采用评价区域水利或农业部门发布的最新版行业用水定额或农作物灌溉定额标准。有关部门或研

究单位通过大量灌溉试验所取得的有关成果，也可作为确定灌溉定额的依据。

$$N_{\text{综合}} = \alpha_{\text{水稻}} \times \beta_{\text{水稻}} \times N_{\text{水稻}} + \alpha_{\text{小麦}} \times \beta_{\text{小麦}} \times N_{\text{小麦}} + \alpha_{\text{玉米}} \times \beta_{\text{玉米}} \times N_{\text{玉米}} + \alpha_{\text{其他}} \times \beta_{\text{其他}} \times N_{\text{其他}} \quad (\text{C-9})$$

式中： $\alpha$ 、 $\beta$ 分别表示水稻、小麦、玉米等代表性作物的单季种植面积权重（单种代表性作物种植面积与所有代表性作物种植总面积的比值）、复种指数。

### ③可承载的灌溉面积

不同情景下，灌溉可用水量（ $W_{\text{农}}$ ）和农田综合灌溉定额（ $N_{\text{定额}}$ ）的比值，即为相应条件下可承载的灌溉面积规模（ $M_{\text{灌面}}$ ）。

$$M_{\text{灌面}} = W_{\text{农}} \div N_{\text{定额}} \quad (\text{C-10})$$

### ④可承载耕地规模

可承载的耕地规模（ $M_{\text{耕地规模}}$ ）包括水资源可承载的灌溉面积（ $M_{\text{灌面}}$ ）和单纯以天然降水为水源的农业面积（ $M_{\text{雨养}}$ ，简称雨养农业面积）。

$$M_{\text{雨养}} = \sum M_{\text{雨养适宜地块}} \quad (\text{C-11})$$

雨养农业需要适应当地降水规律，雨养农业面积取决于作物生长期内降水量以及降水过程与作物需水过程的一致程度。可采用彭曼公式计算作物蒸腾蒸发量，参考联合国粮农组织推荐的作物系数，计算主要作物生长期耗水量（ $H_{\text{耗水}}$ ）；采用 SCS 模型等方法确定实际补充到作物根系层的有效降水量（ $P_{\text{有效}}$ ）。对于有效降水能够满足主要作物耗水量的地块面积为雨养适宜地块面积（ $M_{\text{雨养适宜地块}}$ ）。

$$M_{\text{雨养适宜地块}} \in (M_{\text{耕地}} | P_{\text{有效}} \geq H_{\text{耗水}}) \quad (\text{C-12})$$

雨养农业面积 ( $M_{\text{雨养}}$ ) 等于区域内雨养适宜地块面积之和。

$$M_{\text{雨养}} = \sum M_{\text{雨养适宜地块}} \quad (\text{C-13})$$

### ⑤ 现状不合理灌溉耕地面积

针对存在地下水超采、河道生态流量(水量)不足以及超过用水总量控制指标等问题的区域,通过不合理农业灌溉水量( $W_{\text{农-超用}}$ )除以现状条件下农田综合灌溉定额( $N_{\text{定额}}$ ),计算现状不合理灌溉耕地面积。

$$M_{\text{不合理灌面}} = W_{\text{农-超用}} \div N_{\text{定额}} \quad (\text{C-14})$$

## C.2.2 城镇建设承载规模

### (1) 土地资源约束下城镇建设承载规模

从土地资源是否可作为城镇建设的角度,选取单项评价中城镇建设条件高至较低四级,按照县(省级评价)/乡(市县级评价)单元统计其面积,作为土地资源约束下城镇建设的最大规模。

### (2) 水资源约束下农城镇建设承载规模

#### ① 城镇人均需水量

根据城市居民生活用水量标准(GB/T 50331-2002)合理确定不同地区城镇居民生活用水量;可按照国际人均工业用水量标准和地区经验值综合确定人均工业用水量。在不同发展阶段、经济技术水平和生产生活方式等情景下,设定生活和工业用水合理占比( $\beta_{\text{生活+工业}}$ ),综合确定城镇人均需水量。

$$W_{\text{城镇人均}} = \beta_{\text{生活+工业}} (W_{\text{人均生活用水}} + W_{\text{人均工业用水}}) \quad (\text{C-15})$$



## ②城镇可用水量

在不同区域供用水结构、工艺技术、工业生产任务、三产结构等情景下，结合水资源配置相关成果，设定生活和工业用水合理占比 ( $k_{\text{生活+工业}}$ )，乘以评价区域用水总量控制指标 ( $W_{\text{总}}$ )，得到不同情景下城镇可用水量 ( $W_{\text{城镇}}$ )。

$$W_{\text{城镇}} = W_{\text{总}} \times k_{\text{生活+工业}} \quad (\text{C-16})$$

## ③可承载城镇建设用地最大规模

采用评价区域城镇可用水量 ( $W_{\text{城镇}}$ ) 除以城镇人均需水量 ( $W_{\text{城镇人均}}$ )，得出评价区域内人口规模 ( $W_{\text{人口规模}}$ )。

$$W_{\text{人口规模}} = W_{\text{城镇}} \div W_{\text{城镇人均}} \quad (\text{C-17})$$

以集约高效利用国土空间为基本原则，基于现状和节约集约发展要求，在不同发展阶段、经济技术水平和生产生活方式情景下，合理设定人均城镇建设用地 ( $W_{\text{人均城镇建设用地}}$ )，乘以评价区域内人口规模 ( $W_{\text{人口规模}}$ )，得出水资源约束条件下城镇建设用地规模 ( $S_{\text{城镇建设用地规模}}$ )。

$$S_{\text{城镇建设用地规模}} = W_{\text{人口规模}} \times W_{\text{人均城镇建设用地}} \quad (\text{C-18})$$

## 附录 D 可选评价

### 附录 D.1 海洋开发利用适宜性评价

滨海地区根据国土空间规划的需要,可开展海洋开发利用功能指向的评价,结合区域实际情况,选择海水养殖、港口建设、海上风电开发等主要利用方式,补充收集相关数据,参照以下评价方法和指标体系,确定海洋开发利用适宜性等级。

#### D.1.1 数据收集清单

表 D-1 海洋开发利用数据收集清单

类型	名称	精度要求	来源
资源类	海岸线利用现状调查数据	1:5000	自然资源部门
	海域利用现状数据	—	
	等深线(包括0m、2m、5m、10m、20m、50m、100m、200m)	优于或等于1:25万	
	近岸沉积物类型数据	优于或等于1:10万	
	100米高空海上风功率密度数据	优于或等于 $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$	
环境类	近岸海域海水质量监测数据	—	生态环境部门
灾害类	风暴潮灾害危险性数据	优于或等于县级行政区	自然资源部门
	海浪灾害危险性数据	优于或等于 $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$	
	历年海冰、赤潮灾害发生区域	—	

#### D.1.2 海水养殖适宜性等级

##### (1) 单项评价

##### ① 环境评价

$$[\text{海水养殖环境条件}] = f([\text{海水水质}]) \quad (\text{D-1})$$

采用海水水质指标反映海水环境对海水养殖的限制作用。基于区域海水水质监测资料，根据区域污染问题，选取 pH、化学需氧量、溶解氧、石油类及重金属等要素（无机氮、磷酸盐、硅酸盐等营养盐除外），依据《海水水质标准》(GB3097-1997)、《海水质量状况评价技术规程》（试行）（海环字〔2015〕25号）得到海水水质图层，按第一类、第二类、第三类、第四类和劣四类海水水质等级，将海水养殖环境条件相应划分为好、较好、一般、较差、差 5 个等级。

## ② 灾害评价

$$[\text{海洋灾害危险性}] = \text{Max}([\text{海浪灾害危险性}], [\text{海冰灾害危险性}], [\text{赤潮灾害危险性}]) \quad (\text{D-2})$$

采用海浪、海冰、赤潮灾害危险性指标表征海洋灾害对海水养殖活动的影响。具体评价步骤为：

第一步：海浪灾害危险性评价。依据《海浪灾害风险评估和区划技术导则》，基于海浪历史数据，通过典型重现期内有效波高计算海浪灾害危险指数，按危险指数 <0.1、0.1~0.25、0.25~0.5、0.5~0.75、≥0.75、划分为低、较低、中等、较高和高 5 级。

第二步：海冰灾害危险性评价。依据《海冰灾害风险评估和区划技术导则》以及历史海冰覆盖范围、发生频率，将海冰灾害危险性划分为低、较低、中等、较高和高 5 级。

第三步：赤潮灾害危险性评价。利用历史赤潮影响范围及发生频率确定赤潮灾害危险性，将危险性划分为低、较低、中等、

较高和高 5 级。

第四步：海洋灾害危险性集成。取海浪灾害、海冰灾害及赤潮灾害中的最高等级，作为海洋灾害危险性等级，划分为低、较低、中等、较高和高 5 级。

## (2) 集成评价

以海洋灾害危险性分级结果为基础，结合海水养殖环境条件确定海水养殖适宜性等级。按海洋灾害危险性低、较低、中等、较高、高，将适宜性对应划分为高、较高、中等、较低和低 5 个等级；再针对海水养殖环境条件劣于第二类海水水质标准的区域，将适宜性等级调整为低。

### D.1.3 港口建设适宜性等级

#### (1) 单项评价

##### ① 资源评价

$$[\text{港口建设条件}] = f([\text{岸线资源利用条件}], [\text{城镇建设条件}]) \quad (\text{D-3})$$

$$[\text{岸线资源利用条件}] = f([\text{岸线底质类型}], [\text{水深条件}]) \quad (\text{D-4})$$

$$[\text{城镇建设条件}] = f([\text{坡度}], [\text{高程}], [\text{地形起伏度}]) \quad (\text{D-5})$$

采用岸线资源利用条件及城镇建设条件指标表征海岸线对港口建设的支撑能力。具体评价步骤如下：

第一步：岸线底质类型评价。根据港口工程建设对海岸影响程度，按砂质海岸、淤泥质海岸、基岩海岸类型划分为高、中、低 3 个等级。

第二步：水深条件评价。根据交通部港口深水岸线标准，按

岸线距 10m 等深线的最短距离  $\leq 1.5\text{km}$ 、1.5~3km、3~4.5km、4.5~6km、 $>6\text{km}$  划分为好、较好、一般、较差、差 5 个等级。

第三步：岸线资源利用条件分级。基于岸线底质类型与水深条件评价结果，参考以下判别矩阵将岸线资源利用条件划分为高、较高、中等、较低、低 5 个等级。

表 D-2 岸线资源利用条件参考判别矩阵

水深条件	岸线底质类型		
	高	中	低
好	高	较高	中等
较好	较高	中等	较低
一般	中等	较低	低
较差	较低	低	低
差	低	低	低

第四步：城镇建设条件评价。参考附录 B.2.2 城镇建设条件评价方法，评价岸线向陆一侧 2 公里范围内的城镇建设条件。再利用邻域分析工具，计算岸线栅格 2 公里邻域内城镇建设条件评价结果的平均值，按  $\geq 5$ 、4~5、3~4、2~3、 $<2$  划分为高、较高、中等、较低、低 5 个等级。

第五步：港口建设条件评价与分级。以岸线资源利用条件分级结果为基础，结合城镇建设条件，划分港口建设条件等级。对于城镇建设条件为低的区域，将岸线资源利用条件降两级作为港口建设条件等级；对于城镇建设条件为较低的区域，将岸线资源利用条件降一级作为港口建设条件等级。

## ② 灾害评价

$$[\text{海洋灾害危险性}] = f([\text{风暴潮灾害危险性}]) \quad (\text{D-6})$$

采用风暴潮灾害危险性表征海洋灾害对港口建设的影响。依

据《风暴潮灾害风险评估和区划技术导则》，综合考虑风暴增水和风暴潮超警戒指标，计算各潮（水）位站风暴潮灾害年均危险性指数，划分风暴潮灾害危险性低、较低、较高和高 4 个等级。

表 D-3 风暴潮灾害危险性等级划分

风暴潮年均危险性指数	≤ 2.0	2.0~3.5	3.5~7.0	> 7.0
风险等级	低	较低	较高	高

## (2) 集成评价

第一步：以港口建设条件分级结果为基础，结合海洋灾害危险性初判港口建设适宜性等级。对于港口建设条件为高和较高等级、但海洋灾害危险性高的区域，将适宜性等级调整为中等；对于港口建设条件为高、海洋灾害危险性较高的区域，将适宜性等级调整为较高。

第二步：根据区位优势度修正港口建设适宜性等级。按照附录 B.7.2 市县层面方法计算区位优势度，对于区位优势度评价结果为低的区域，将初划适宜性等级调整为低；对结果为较低的区域，将初划适宜性等级下调一级。

### D.1.4 海上风电开发适宜性等级

#### (1) 单项评价

$$[\text{海上风能资源利用条件}] = f([\text{风功率密度}]) \quad (\text{D-7})$$

可采用 100 米高度风功率密度指标表征海上风能资源利用条件，按风功率密度  $\geq 450 \text{ W/m}^2$ 、 $400\text{-}450 \text{ W/m}^2$ 、 $350\text{-}400 \text{ W/m}^2$ 、 $300\text{-}350 \text{ W/m}^2$ 、 $< 300 \text{ W/m}^2$  划分为高、较高、中等、较低、和低 5 个等级。

## (2) 集成评价

第一步：初判海上风电开发适宜性等级。按海上风能资源利用条件高、较高、中等、较低、低，将适宜性对应划分为高、较高、中等、较低和低 5 个等级。

第二步：基于离岸距离与水深条件修正海上风电开发适宜性等级。依据《海上风电开发建设管理办法》（国能新能〔2016〕394 号），对于离岸距离<10km 的区域，将适宜性等级调整为最低级。此外，对于水深>50m 的区域，现有技术条件较难开展海上风电开发，将适宜性等级下调一级。

## 附录 D.2 文化保护重要性评价

### D.2.1 数据收集清单

表 D-4 文化保护重要性评价数据收集清单

名称	来源
不可移动文物的文物普查数据与保护区划、保护规划等技术文件	文物部门
世界文化遗产及预备名录遗产的保护区划、保护规划等技术文件	
考古遗址公园的保护区划、保护规划等技术文件	
地下文物埋藏区边界等技术文件	
文化线路资料	
历史建筑数据	住房城乡建设部门
历史文化名城的历史城区、历史文化街区以及名镇、名村、传统村落的保护区划	
50 年前遥感影像数据、航拍数据或历史地图	自然资源部门
农业文化遗产的保护区划、保护规划等技术文件	农业部门
工业遗产的保护区划、保护规划等技术文件	工信部门
风景名胜区的保护区划、保护规划等技术文件	林草部门

### D.2.2 评价方法

文化保护重要性评价包括文化保护空间的识别与文化保护重要性等级确定两部分。需要识别的文化保护空间包括法定文化保护空间、潜在文化保护空间、文化资源聚集区与文化保护联系空间。对识别出的文化保护空间，依据文化保护要素的保护级别和保护区划的等级确定其重要性等级。

#### (1) 文化保护空间的识别方法

##### ① 法定文化保护空间的识别

法定文化保护空间的识别是将具有法定身份的文化保护要素的本身与保护区划（包括保护范围及其建设控制地带等区划）



进行空间准确落位。未划定保护区划的要素，可按照相应保护级别来确定保护区划的临时替代方案，以文化保护要素的本体边界为基准，国家级外扩 250 米、省级 150 米、市县级 75 米，其他 40 米的范围为保护范围，再外扩相同距离为建设控制地带。

## ②潜在文化保护空间的识别

潜在文化保护空间主要是指建成历史在 50 年以上的人工构筑片区或者历史交通线路，也包括与其密切相关的人工与自然环境。包括潜在历史片区与历史交通线路。潜在文化保护空间的识别是将上述空间进行准确落位。

### (i) 潜在历史片区

潜在历史片区是历史上人类建设集中成片，具有成为文化遗产潜力的片状区域。进行潜在历史片区识别时，通过对历史遥感影像图或航拍图与现状遥感影像图进行对比，识别建成区肌理未大规模改变的区域即为潜在历史片区。若无历史遥感影像图或航拍图，可选取上世纪六、七十年代比例等于或小于 1:10000 的历史测绘图，与现状遥感影像图进行对比，识别出无大规模拆除新建或街巷拓宽的区域作为潜在历史片区。

### (ii) 历史交通线路

从历史地图、志书等历史文献或研究中，择取具有五十年以上历史的交通线路，即古驿道、河道、近代公路和铁路等。历史交通线路的识别范围为线路外扩 500 米至 1000 米，某些区段以限制交通线路走向的具体地理空间（如山谷）为识别范围。

## ③文化资源聚集区与文化保护联系空间的识别

文化资源聚集区是文化保护要素聚集程度高的区域。文化资源聚集区中的法定文化保护空间、文化保护潜力空间和文化保护联系空间共同构成了完整的文化资源聚集区，其中文化保护联系空间是指用于联系法定文化保护空间、文化保护潜力空间的空间斑块。识别文化资源聚集区和文化保护联系空间时，对法定文化保护空间和文化保护潜力空间进行聚合操作，聚合距离在建成区内为 400 米，在建成区外为 1000 米，然后将规模大于 400 公顷的聚集斑块确定为文化资源聚集区，文化资源聚集区中除去法定文化保护空间和文化保护潜力空间的区域即为文化保护联系空间。聚合操作的距离和文化资源聚集区选取的规模阈值具体可参照地方实际情况进行调整。

## (2) 文化保护重要性等级

文化保护重要性评价包括文化保护重要性等级初步评价与文化保护保护重要性等级修正两个部分。文化保护重要性初步评价是依据文化保护要素的保护级别和保护区划的等级进行重要性赋值，具体赋值标准参照表 D-5。

表 D-5 文化保护空间要素重要性等级参考阈值

要素大类	要素小类	保护级别	保护边界	重要性分值
法定文化保护空间	不可移动文物	国家级	保护范围	5
			建设控制地带	4
		省级	保护范围	5
			建设控制地带	4
		市县(区)级	保护范围	4
			建设控制地带	3
	未核定级别	保护范围	3	
	历史建筑	—	核心保护范围	3
建设控制区/ 风貌协调区			2	

要素大类	要素小类	保护级别	保护边界	重要性分值
	世界文化遗产	名录	遗产区	5
			缓冲区	4
		预备名录	遗产区	5
			缓冲区	4
	农业文化遗产	世界级	核心保护区	5
			整体范围	4
		国家级	核心保护区	5
			整体范围	4
	工业遗产	国家级	核心保护区	5
			控制区	4
		省级	核心保护区	4
			控制区	3
	考古遗址公园	国家级	保护范围	5
			建设控制地带	4
			环境控制区	2
		省级	保护范围	4
			建设控制地带	3
			环境控制区	2
	历史文化名城	国家级	历史城区范围	4
		省级	历史城区范围	3
	历史文化街区	—	核心保护范围	5
			建设控制地带	4
			环境协调区	3
	历史文化名镇	国家级	核心保护范围	5
			建设控制地带	4
		省级	核心保护范围	4
			建设控制地带	3
	历史文化名村	国家级	核心保护范围	5
			建设控制地带	4
		省级	核心保护范围	4
			建设控制地带	3
	传统村落	国家级	保护范围	5
控制区			4	
省级		保护范围	4	
		控制区	3	
地下文物埋藏区	—	分布范围	3	
风景名胜区	国家级	核心景区范围	5	
		风景名胜区范围	4	
	省级	核心景区范围	4	
		风景名胜区范围	3	
潜在文化保护空	潜在历史片区	—	—	2

要素大类	要素小类	保护级别	保护边界	重要性分值
间	历史交通线路	—	—	2
文化保护联系空间	—	—	—	1

### D.2.3 评价步骤

第一步：文化保护空间的识别。依据上述文化保护空间识别方法，对各类型文化保护空间进行分级分类识别。

第二步：文化保护重要性初步评价。按照表 D-5 中的分值，对文化保护空间包含的各级各类文化要素进行评分赋值。对所有文化要素评分结果中的重叠区域取最大值。

第三步：文化保护重要性等级修正。将文化资源聚集区中所有法定文化保护空间和潜在文化保护空间的重要性提升 1 分（原来为 5 分的不变）。最终将分值为 5 至 1 分的空间对应确定为重要性等级为高、较高、中等、较低、低等级区域。

## 附录 D.3 矿产资源开发利用适宜性评价

省级矿产资源评价以县级行政区为评价单元，市县级按矿区作为评价单元，反映区域矿产资源禀赋和开发利用适宜性程度。

### D.3.1 数据收集清单

表 D-6 矿产资源开发数据收集清单

类型	名称	精度要求	来源
矿产资源类	矿产资源开发利用统计年报	—	自然资源部门
	矿产资源总体规划、绿色矿业发展规划	—	
	年度矿产储量报表、地方经济与社会发展相关报表	—	
	整装勘查区、矿产资源调查数据	优于或等于 1:5 万	
	重点矿区分布图	优于或等于 1:5 万	
	矿山环境调查数据	优于或等于 1:5 万	

### D.3.2 单项评价

#### (1) 矿产资源评价类型确定

将区域内战略性矿产资源作为评价对象。

表 D-7 战略性矿产和关键矿产类型

类型	矿种
能源矿产	石油、天然气、页岩气、煤炭、煤层气、铀
金属矿产	铁、铬、铜、铝、金、镍、钨、锡、钼、锑、钴、锂、稀土、锆
非金属矿产	磷、钾盐、晶质石墨、萤石

#### (2) 矿产资源禀赋评价

##### ① 评价方法

$$[\text{矿产资源禀赋}] = f([\text{矿产资源储量价值}]) \quad (\text{D-8})$$

[矿产资源禀赋] 指一定时期和区域内矿产资源丰富程度，衡量区域不同矿产资源的赋存水平，主要以矿产资源储量价值表征。

## ②评价步骤

第一步：确定保有资源储量。用探明储量减去动用储量所剩余的储量，即探明的矿产储量，扣除出矿量和损失矿量的实际储量。

第二步：矿产资源储量价值评价，采用下式计算：

$$f = \sum_{i=1}^{24} R_i \times P_i \quad (D-9)$$

其中， $R_i$ 为*i*矿种保有资源储量； $P_i$ 为*i*矿种的计算价值。

### D.3.3 矿产资源开发利用适宜性等级

第一步：矿产资源保障年限评价。按不同矿产资源类型实际开发利用状况，综合确定评价区内矿产资源开发保障年限，初步划分适宜、较适宜、一般适宜、较不适宜和不适宜5级。

[保障年限]为保有资源储量按行业经验数据折算为矿产资源储量价值后与最近一年产量价值的比值。其计算公式为：

$$Y = \frac{f \times t}{P} \quad (D-10)$$

其中， $Y$ 为保障年限， $f$ 为矿产资源储量价值， $t$ 为行业经验的回采率， $P$ 为最近一年的产量价值。

表 D-8 矿产资源开发利用适宜性评价

保障年限 建议参数	适宜性	涵义
≥ 50	适宜	矿产资源开发保障程度好，承载能力高，开发条件好，适宜开发。
50 ~ 20	较适宜	矿产资源开发保障程度较好，承载能力较高，开发条件较好，较适宜开发。
20 ~ 10	一般适宜	矿产资源的开发和消耗程度大致相同，承载能力中等，开发适宜性一般。

保障年限 建议参数	适宜性	涵义
10~5	较不适宜	矿产资源的消耗速度大于开发速度，承载能力较低，开发条件较差，不适宜开发。
<5	不适宜	矿产资源的消耗速度明显大于开发速度，承载能力低，开发条件差，不适宜开发。

第二步：在水资源严重短缺、地震和地质灾害危险性大的地区，应控制矿产资源开发活动，采用水资源总量模数、地震危险性与地质灾害易发性指标对矿产资源开发利用适宜性进行降级处理。

水资源总量模数评价方法参照附录 B.3.2。在矿产资源开发利用适宜性分级基础上，对水资源总量模数为差区域，将评价结果降两级，较差的区域降一级作为适宜性分级。

灾害危险性评价方法参照附录 B.6.2，对灾害危险性为高和较高的区域，将评价结果降一级作为适宜性分级。

## 附录 E 成果编制要求

### 附录 E.1 报告提纲

#### 一、前言

简要介绍区域基本情况、评价工作情况。

#### 二、资源环境禀赋特征

分析土地、水、矿产、森林、草原、湿地、海洋等自然资源的数量、质量、结构、空间分布、变化规律等特征，剖析气候、生态、环境、灾害等要素特点，总结比较优势和限制因素。

#### 三、问题风险识别

在评价基础上，综合分析资源环境开发利用的规模、结构、布局、质量、效率、效益及动态变化趋势，识别因生产生活利用方式不合理、自然资源过度开发粗放利用引起的问题和风险。

#### 四、生态保护重要性评价

以表格、图片形式分别展示生态保护重要性评价结果，并简要概括区域生态保护重点方向及空间格局特征。并将评价结果与土地利用现状进行对比分析，识别生态保护中的空间冲突。

#### 五、农业生产功能指向评价

以县域（市县评价可细化至乡镇）为单元明确不同情景条件下农业生产承载规模。以表格、图片形式分别展示农业生产适宜性评价结果。简要概括区域农业生产空间格局特征，并将评价结果与土地利用现状进行对比分析，识别现状农业生产中的空间冲突及问题。分析未来可开发为耕地的国土空间规模和布局。

#### 六、城镇建设功能指向评价



以县域（市县评价可细化至乡镇）为单元明确不同情景条件下城镇建设承载规模。以表格、图片形式分别展示城镇建设适宜性评价结果。简要概括区域城镇建设空间格局特征，并将评价结果与土地利用现状进行对比分析，识别现状城镇建设中的空间冲突及问题。分析未来可用于城镇建设的国土空间规模和布局。

## 七、情景分析

分析气候变化、技术进步、生产生活方式等对国土空间开发利用的不同影响。模拟重大工程建设、交通基础设施变化等不同情景，分别给出并比对相应的评价结果，支撑国土空间规划多方案决策。

## 八、相关建议

基于评价结果对主体功能区优化、空间布局优化、三线划定、生产生活方式和产业结构转变，以及相应的空间政策和措施提出建议。重点针对国土空间开发保护中的资源环境突出问题和风险，分析提升资源环境承载能力的路径及具体措施。

附件：

1. 主要评价结果图
2. 主要评价结果表
3. 主要评价过程及结果

## 附录 E.2 图件要求

### E.2.1 图件清单

图件包括基础图、现状图、单项评价图和集成评价图，按照评价工作要求，又可分为必备图件和可选图件。具体图件清单详见表 E-1。

表 E-1 评价图件清单




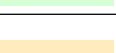




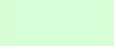


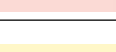
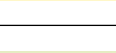
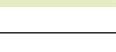

类型	图件名称	备注
基础图	地形地貌图	必备
	行政区划图	必备
现状图	土地利用现状图	必备
	综合交通现状图	可选
	海域、海岛开发利用现状图	必备
	海岸线开发利用现状图	必备
	海岸带产业分布图	可选
单项评价图	高程分级图	必备
	坡度分级图	必备
	土壤类型图	可选
	地形起伏度分级图	可选
	农业生产功能指向土地资源评价结果分级图	必备
	城镇建设功能指向土地资源评价结果分级图	必备
	降水量等值线图	必备
	水资源总量模数分级图	必备
	干旱指数分级图	可选
	用水总量控制指标分级图	可选
	降水量变化趋势图	可选
	水资源总量变化趋势图	可选
	用水总量及结构变化趋势图	可选
农业生产功能指向水资源评价结果分级图	必备	

单项 评价图	城镇建设功能指向水资源评价结果分级图	必备
	活动积温分级图	必备
	舒适度指数分级图	必备
	土壤环境容量分级图	必备
	水环境容量分级图	必备
	大气环境容量分级图	必备
	生态系统服务功能重要性评价结果分级图	必备
	生态敏感性评价结果分级图	必备
	农业生产功能指向灾害评价结果分级图	必备
	城镇建设功能指向灾害评价结果分级图	必备
	单项气象灾种分级图	可选
	地震危险性分级图	可选
	地质灾害易发性分级图	可选
	风暴潮灾害危险性分级图	可选
	区位优势度分级图	必备
	矿产资源分布图	可选
	海洋等深线图	可选
	岸线底质类型分级图	可选
	水深条件分级图	可选
	岸线资源利用条件分级图	可选
	城镇建设条件分级图	可选
	港口建设条件分级图	可选
	海上风能资源利用条件分级图	可选
	海水养殖环境条件分级图	可选
	海浪灾害危险性分级图	可选
	海冰灾害危险性分级图	可选
	赤潮灾害危险性分级图	可选
	海水养殖功能海洋灾害危险性分级图	可选
	风暴潮灾害危险性分级图	可选

单项 评价图	海岸线区位优势度分级图	可选
	法定文化空间分布图	可选
	潜在文化空间分布图	可选
	文化聚集空间分布图	可选
	生态保护重要性分级图	必备
集成 评价图	农业生产适宜性分级图	必备
	城镇建设适宜性分级图	必备
	农业生产可承载规模等级空间分布图	必备
	城镇建设可承载规模等级空间分布图	必备
	矿产资源开发利用适宜性分级图	可选
	海水养殖适宜性分级图	可选
	港口建设适宜性分级图	可选
	海上风电开发适宜性分级图	可选
	文化保护空间重要性分级图	可选

## E.2.2 主要图件制图图例、颜色与色值

表 E-2 主要图件制图图例、颜色与色值说明

内容	图例样式	CMYK 值	RGB 值	
生态保护 重要性等级	高		78,0,100,0	28,179,2
	较高		58,0,87,0	105,211,89
	中等		30,0,38,0	170,255,190
	较低		15,0,22,0	214,255,213
	低		1,6,29,0	255,235,190
农业生产 适宜等级	适宜		34,84,100,46	109,42,15
	较适宜		5,71,100,1	231,107,35
	一般适宜		3,29,88,0	247,186,61
	较不适宜		1,6,56,0	255,232,138
	不适宜		15,0,22,0	214,255,213
城镇建设 适宜等级	适宜		0,100,100,0	189,4,38
	较适宜		0,50,30,0	235,157,147
	一般适宜		0,20,10,0	251,218,213
	较不适宜		0,0,30,0	255,250,194
	不适宜		15,0,30,0	218,235,193

### 附录 E.3 主要数据表体例

省级以区县行政单元进行统计，市县级以乡镇（街道）行政单元进行统计。

表 E-3 XX 省（区、市）生态保护重要性等级评价结果汇总表

单位：面积，平方千米；比重，%

区域			高		较高		中等		较低		低	
			面积	比重	面积	比重	面积	比重	面积	比重	面积	比重
陆域	X X 市	XX 区										
		XX 县										
		.....										
		.....										
海域	X X 市	XX 区										
		XX 县										
		.....										
		.....										

表 E-4 XX 省（区、市）农业生产适宜性等级评价结果汇总表

单位：面积，平方千米；比重，%

区域		适宜		较适宜		一般适宜		较不适宜		不适宜	
		面积	比重	面积	比重	面积	比重	面积	比重	面积	比重
X X 市	XX 区										
	XX 县										
	.....										
	.....										

表 E-5 XX 省（区、市）城镇建设适宜性等级评价结果汇总表

单位：面积，平方千米；比重，%

区域		适宜		较适宜		一般适宜		较不适宜		不适宜	
		面积	比重	面积	比重	面积	比重	面积	比重	面积	比重
X X 市	XX 区										
	XX 县										
	.....										
	.....										