



资源环境承载力与山区空间发展及其管控



2018-05-08 · 北京

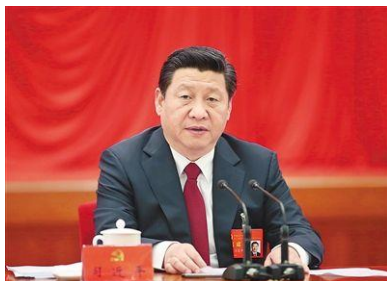


- 资源环境承载力：概念 理解 运用
- 山区国土空间特性：环境梯度 空间差异
- 生态文明建设与乡村振兴：国土空间功能重构

- 资源环境承载力：概念 理解 运用
- 山区国土空间特性：环境梯度 空间差异
- 生态文明建设与乡村振兴：国土空间功能重构

中共中央关于全面深化改革 若干重大问题的决定

人民出版社



全面阐释资源环境的整体性

(52) 划定生态保护红线

坚定不移实施主体**功能区制度**，建立国土空间开发**保护制度**，...建立**资源环境承载能力监测预警机制**，对水土环境、...**超载区域实施限制性措施**。

习近平指出：我们要认识到，山水林田湖是一个生命共同体，人的命脉在田，田的命脉在水，水的命脉在山，山的命脉在土，土的命脉在树。

概念

所谓资源环境承载力 (Resource Environmental Bear Capacity), 是指在**一定的时期和一定的区域**范围内, 在维持区域**资源结构**符合持续发展需要**区域环境**功能仍具有维持其**稳态效应能力**的条件下, 区域**资源环境系统**所能**承受人类各种社会经济活动的**能力。

资源环境承载力是一个包含了**资源、环境要素**的综合承载力概念。其中, **承载体、承载对象**和**承载率**是资源环境承载力研究的三个基本要素。资源环境承载力的提出, 和**资源承载力、环境承载力**有着密切的内在联系。

1. 承载力的提出

(1) 人口与资源（资源承载力）

意大利重商主义者**保泰罗**（城市论，1588年）提出人口规模受人口的生育力与一个国家所能提供的营养能力两个因素影响——人口增长极限。

(2) 人口与经济（经济承载力）

马尔萨斯（1766-1834年）开创了人口与经济关系的研究。消费是人口生产的必要条件；生活资料对人口增殖影响最大。

(3) 适度人口理论

英国经济学家**坎南**（1888年）提出适度人口，即一个国家最有利或最适宜的人口数量。

不足：仅是从经济学角度研究人口与经济发展的关系，没有考虑**自然资源和环境条件**的限制，难以精确计量和估计。

概念

2. 人口与资源、环境（资源环境承载力）

- (1) 美国学者**福格特**（生存之路，1949年）提出土地资源与人口之间应有一种合理的生物物理关系，大地供养人类的能力决定于它的最不利条件。
- (2) 美国麻省理工学院**福特斯特**教授（世界动力学，1971年；增长的极限，1972年）以地球为对象，对增长的人口达到多少将耗尽地球资源进行了尝试性的研究。

概念

2. 人口与资源、环境（资源环境承载力）

- (3) 联合国**粮农组织**（FAO）1977年运用农业生态区法，研究农业生态单元生产潜力，按照人对粮食及其它农产品提供的热量和蛋白质需求，计算最优种植结构及相应的农业产出，评价国家每公顷土地所能承载的人口数量。
- (4) 联合国**教科文组织**（UNESCO）1980年开展了资源环境承载容量研究。一个国家或地区利用本地能源及其它自然资源和智力技术等条件，在保证符合其社会文化准则的物质生活水平条件下，该国或地区能够持续养活的人口数量。

3. 可持续发展

概念

联合国1987年通过《我们共同的未来》；1992年在巴西里约热内卢召开环境与发展大会；1993年以来，联合国每年召开可持续发展理事会；1994年在埃及开罗召开第三次“国际人口与发展大会”。

可持续发展的基点：人类的经济和社会发展不能超过**资源环境承载容量**。

概念

4. 中国儒家的发展观

中医五行制化：盖造化之机，不可无生，亦不可无制。无生则发育无由，无制则亢而为害。

——最为朴素的可持续发展思想。

《商子·算地》：民过地，则国功寡而兵力少，地过民，则山泽财物不为用。

明确指出人口数量与土地资源对应的比例关系（朴素的人地关系思想）。

概念

5. 基本内涵

资源承载力：

一定区域、一定物质生活水平条件下，某资源持续供养人口数量的规模。

“数量”式定义：

不造成物理、生态、文化、和社会环境退化的情况下所支撑的人口数量。

“负荷”式定义：

在不导致系统退化和影响未来承载能力的情况下，某特定环境能够持续性或永久性地支撑的**最大负荷**。

概念

5. 基本内涵

“速率”式定义：

在不轻易影响相关生态系统的生产力和功能完整性的情况下，特定的环境能够无限期地支持的最大资源利用速率和废物产生速率。

“能力”式定义：

在某一时期、某种环境状态下，某一区域环境对人类社会经济活动的支持能力的阈值。

基本内涵：从资源、环境的制约方面进行供养人口能力的研究。

概念

5. 基本含义

复合含义：

是资源与环境的综合（多要素组合），互为叠加，互为放大，互为制约。

时空尺度：时间维的变化特征

——量变到质变/突变

空间维的整体性与区域、单元的差异

——对应性和分异性

承载力是一种状态函数，具有模糊的边际，用阈值数量表达，数值是指导性、方向性的参考。

6. 内容与方法

概念

(1) 土地资源承载力

——基于现实土地生产（居住）的能力极限不同情景/水平/标准，人口数量

关键问题：土地质量

(2) 水资源承载力

——基于社会组织形式、技术能力，统筹生产、生活、生态用水的水量、水质供给能力限度

关键问题：自然水循环和社会水循环协调耦合，水质持续保障

6. 内容与方法

概念

(3) 环境承载力

——各种环境介质接纳和去除污染物所具有的环境容量，不会从根本上损害各介质的基本功能

关键问题：环境基准功能维持

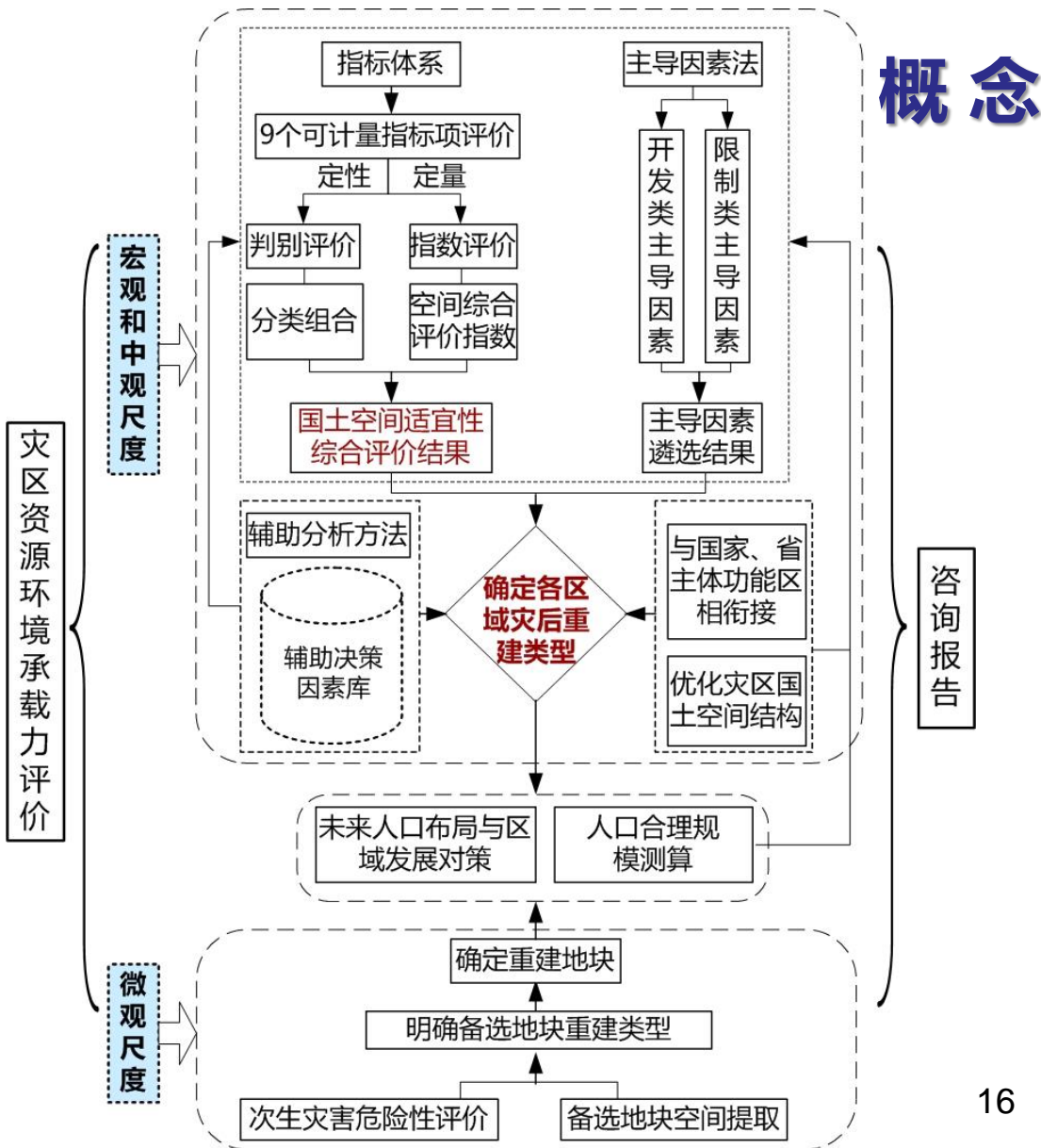
(4) 经济（技术）承载力

——依赖经济发展实力支撑社会人口规模的能力限度

关键问题：区位优势，技术先进性，产业集群度，经济总量

6. 内容与方法

- 替代指标或指标体系法
- 系统动力学法
- 多目标决策分析法
- 专家系统法
- 营养需求法
- 问卷调查和计数法
- 生态足迹法



理解

- 概念与内涵认识存在非共识
- 自然资源的复杂性决定其范围与内涵难以界定
- 人与资源、环境的量化关系，现有科学方法上难以真实刻画
- 非规范性、模糊性、不确定性，多因素条件限制
- 客观性与主观性的统一(标准/基准，政策，区域制约.....)
- 资源、环境约束与经济发展根本规律、关系认识的长期性

理解

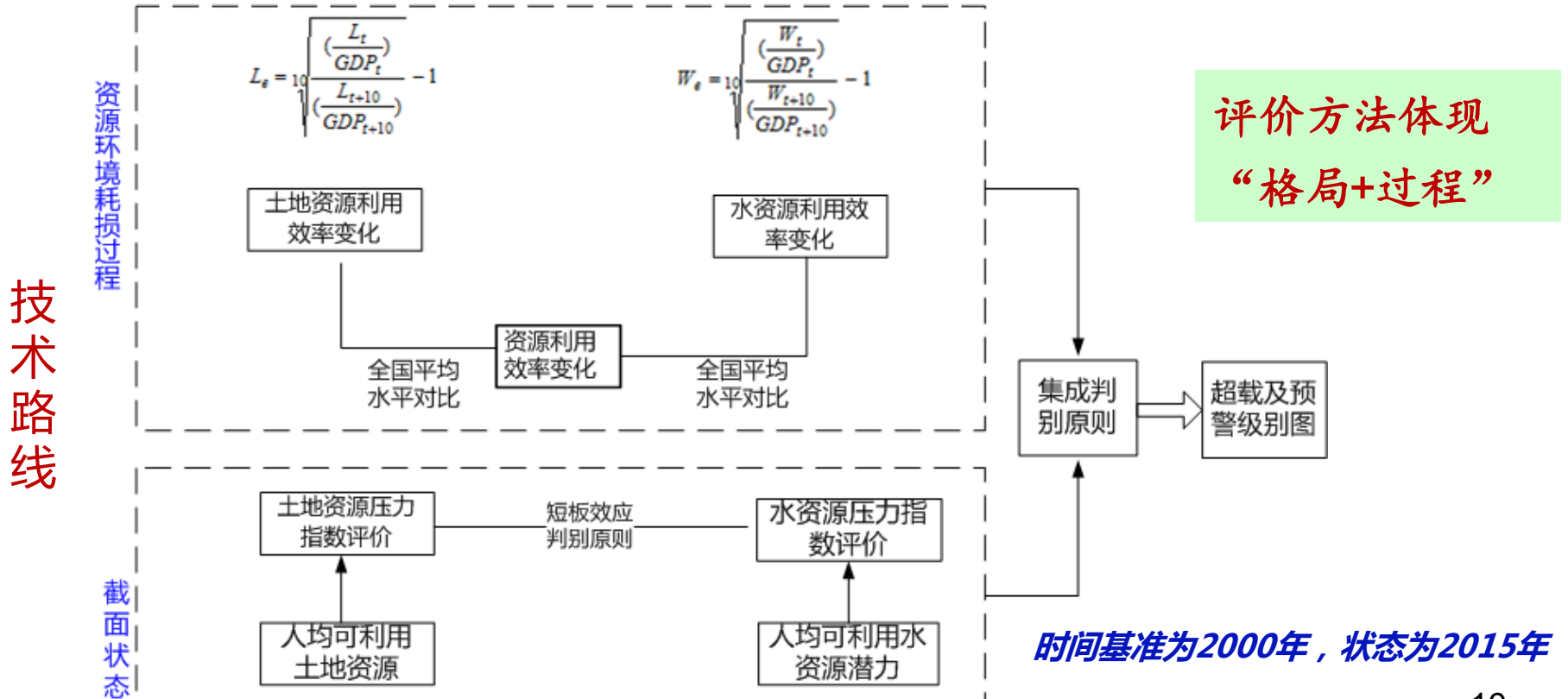
- 承载力是定性和半定量刻画单要素和多要素综合的承载能力在空间上的**差异**
- 是针对社会持续发展而言的，是人类文明的一种**境界**
- 是基于现实对未来的理性**统筹**
- 承载力是变化的，是基于不同发展水平的时空**定标或参照系**
- 是对发展风险设立的**警戒线或禁区**

资源环境承载力：概念 理解 运用



理解

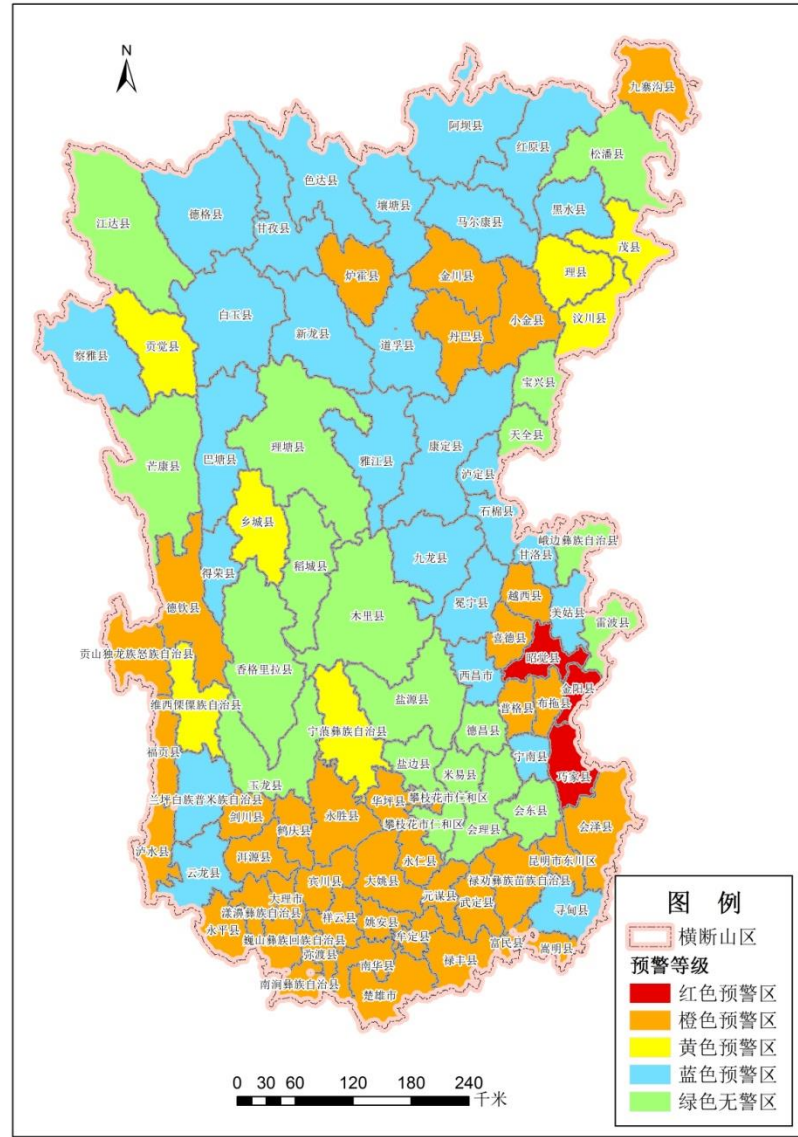
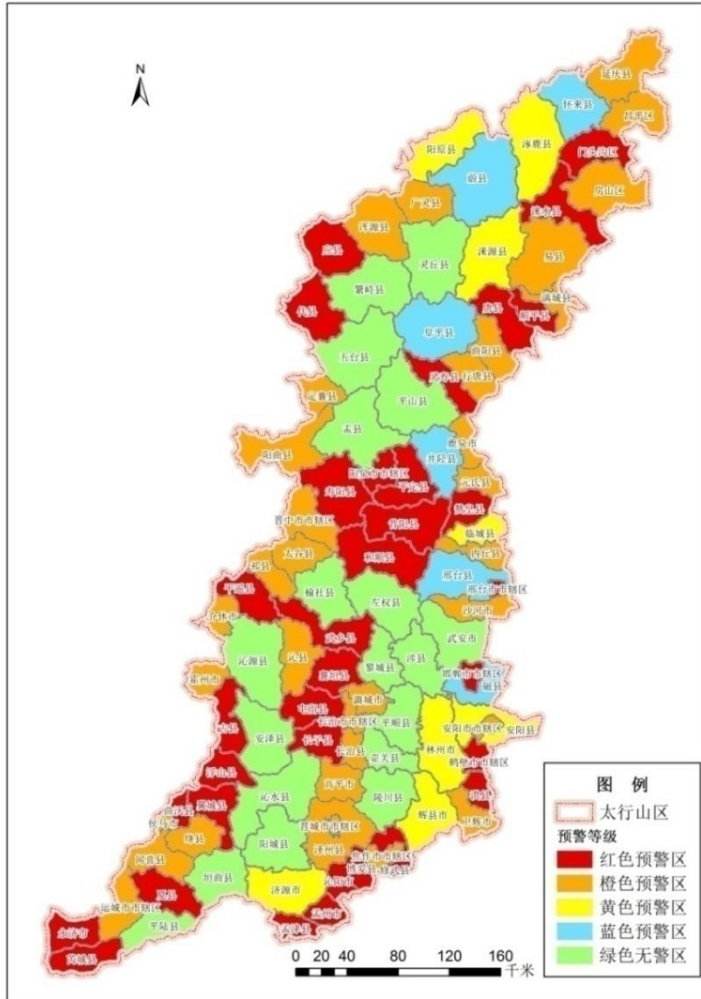
建立了以“水土资源压力+资源损耗过程”为框架的山区水土资源承载力评价及预警体系，同时体现了“态”和“势”的两维特征。



资源环境承载力：概念 理解 运用



理解



运用

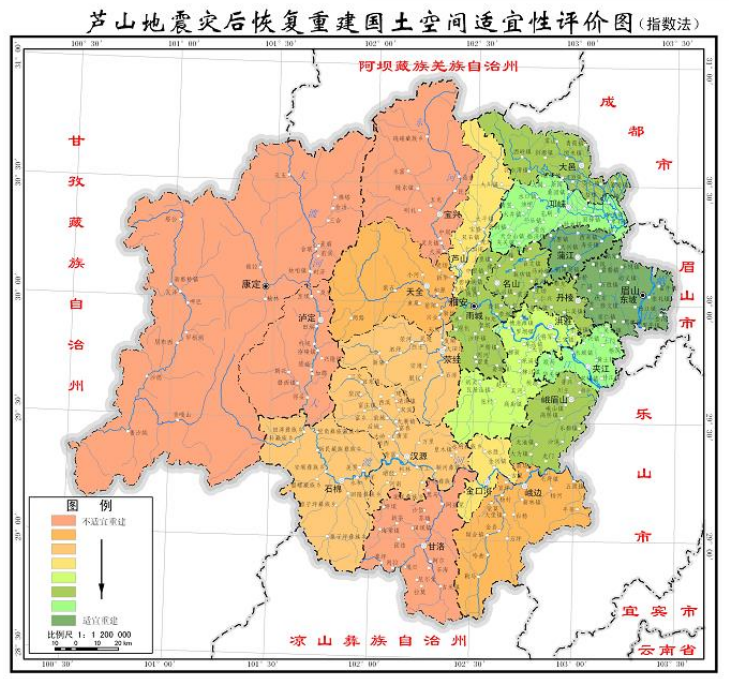
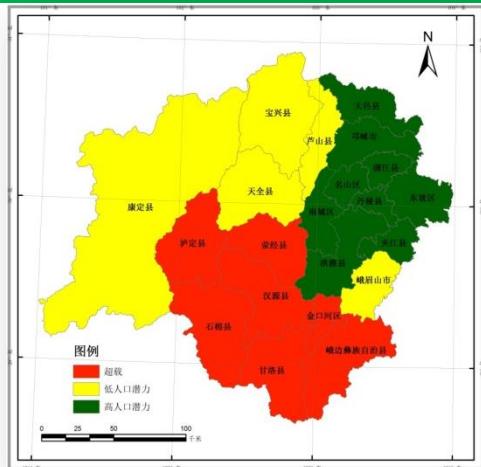
- 总体发展规划制定的基础依据或前提
- 人口、产业、城市、乡镇布局与规模的参照系
- 灾后重建规划之国土开发适宜性评价的基础
- 国土空间开发管控的重要依据

资源环境承载力：概念 理解 运用

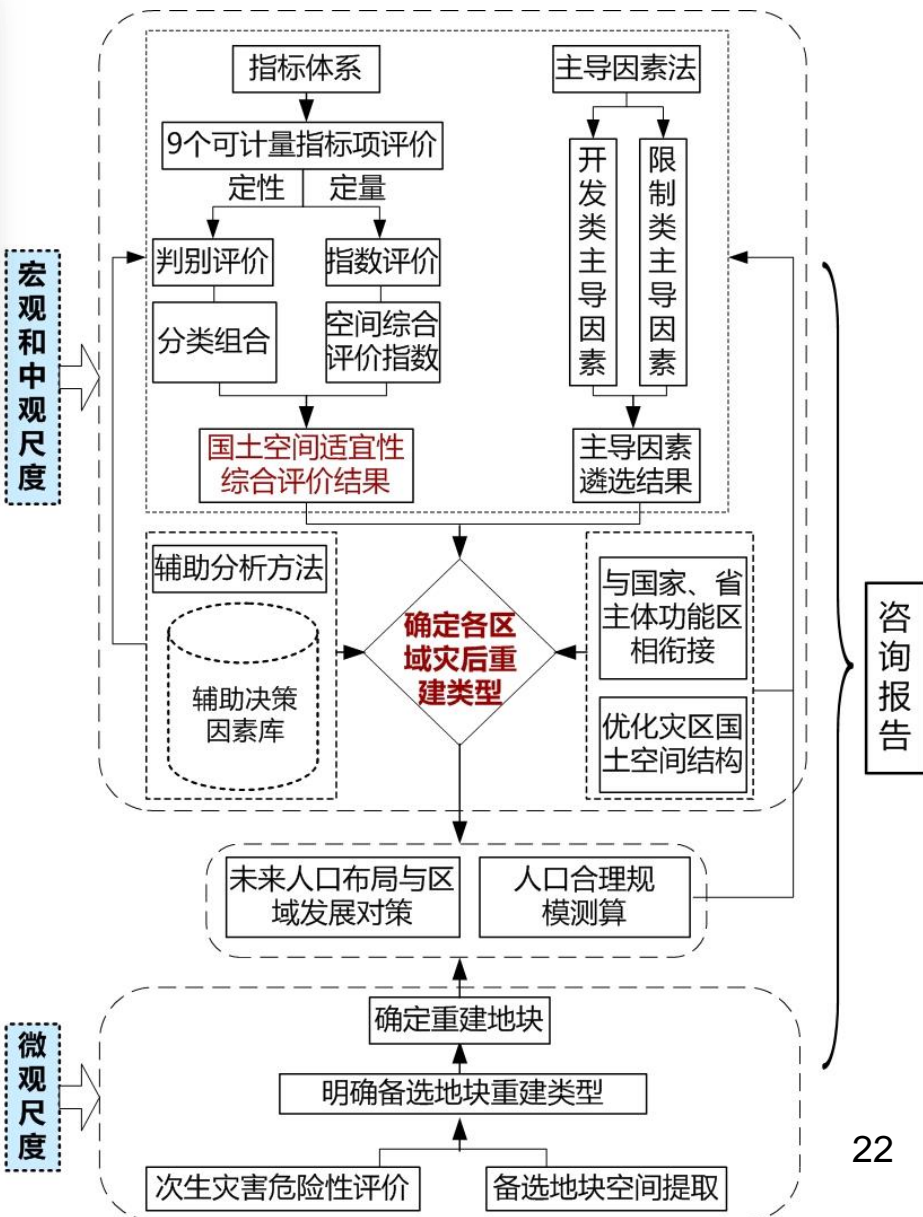


运用

案例：
地震灾后重建规划的资源环境承载力评价



灾区资源环境承载力评价



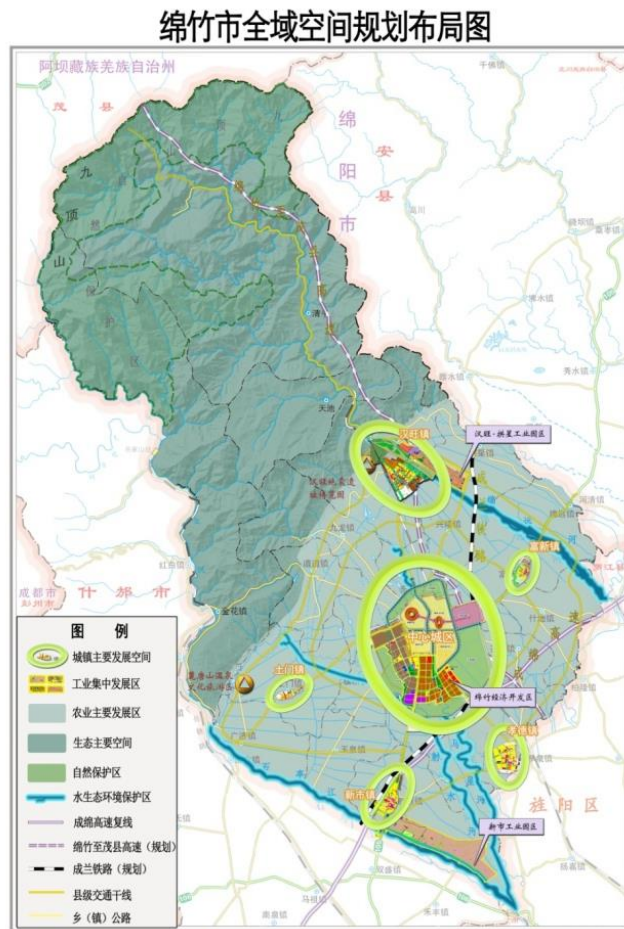
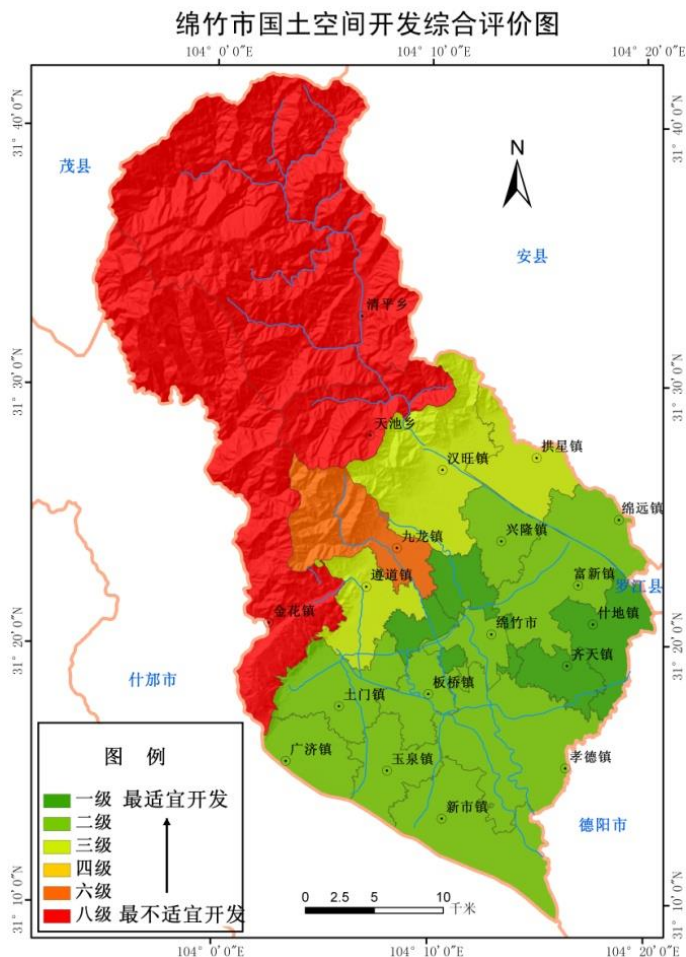
资源环境承载力：概念 理解 运用



运用

案例：

基于资源环境承载力进行空间布局



- 资源环境承载力：概念 理解 运用
- 山区国土空间特性：环境梯度 空间差异
- 生态文明建设与乡村振兴：国土空间功能重构

Mountains of the World

More than twenty percent (**1.3 billion**) of the world's population lives in mountainous regions. **Half of all humankind** directly depends on **mountain resources** (notably **water**).

While **7%** of the land area of Earth is above 2,500 meters, **less than 150 million people** live above that altitude and only **20-30 million people** above 3,000 meters elevation.

Mountains support 25% of world's terrestrial **biodiversity** and include nearly half of the world's biodiversity "**hotspots**"

In general, both **poverty** and **ethnic diversity** are higher in mountain regions, and people are often more **vulnerable** than people elsewhere.

In humid parts of the world, mountains provide **30-60 %** of the fresh water downstream. In semi-arid and arid environments, they provide **70 to 95 %**

Mountain ecosystems are exceptionally fragile, and are subject to both natural and anthropogenic drivers of change.

Of the 20 plant species that supply 80 % of the world's food, **six (maize, potatoes, barley, sorghum, tomatoes, and apples)** originated in mountains

Mountains often represent political borders, restrict transport to narrow corridors, and are refuges for minorities and political opposition. As such they are often focal areas of armed conflicts.

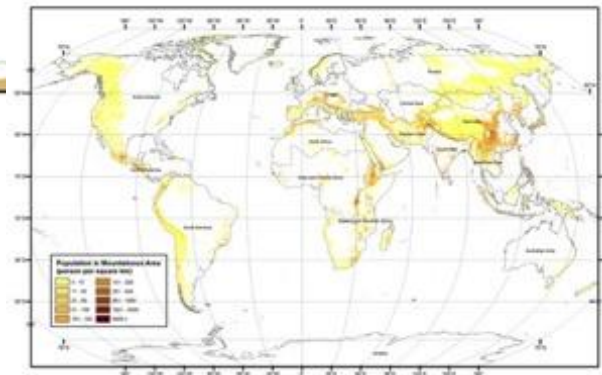
Approx. **27%** of the world's land surface can be classified as a mountainous

Mountain Criteria

1. ≥ 4500 m asl
2. < 4500 & ≥ 3500
3. < 3500 & ≥ 2500
4. < 2500 & ≥ 1500 & > 2 deg
5. < 1500 & ≥ 1000 & ≥ 5 deg OR < 1500 & ≥ 1000 & local (7 km radius) elevation range > 300 m
6. < 1000 & ≥ 300 & local (7 km radius) elevation range > 300 m \neq
7. Inner isolated areas (≤ 25 sq.km in size) that do not meet criteria but surrounded with mountains

Mountain forests stretch over 9 million km², or 28% of the world's closed forest area. Nearly 4 million square kilometers of mountain forests are found above 1,000 meters

As of 2003, there were 9,345 mountain protected areas covering 1.7 million km². There are 88 natural World Heritage Sites and 16 mixed (natural and cultural) sites in mountainous areas; 57 of those are in the "High Mountains". There are at least 190 Biosphere Reserves found in mountainous regions



Region	Mountainous Area	
	km ²	%
Global	39,241,015	26.7
Antarctic	6,025,157	49.1
Australian Area	614,898	7.2
Central America	265,965	35.5
Central Asia	1,249,977	22.5
East Asia	5,534,895	55.3
Eastern and Southern Africa	2,693,517	26.1
Europe	2,369,089	29.3
North Africa	646,343	9.5
North America	5,579,410	26.2
Russia	4,687,123	27.8
South America	3,411,688	19.2
South Asia	775,961	21.8
Southeast Asia	1,562,603	34.9
West and Central Africa	860,022	6.7
Western Asia	2,950,280	36.7

山区国土空间特性：环境梯度 空间差异

- 山区是由一系列独特的山地景观要素组成的复杂系统

中国山地构成了独特的地域空间和地理格局

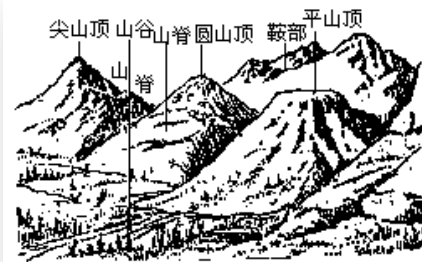
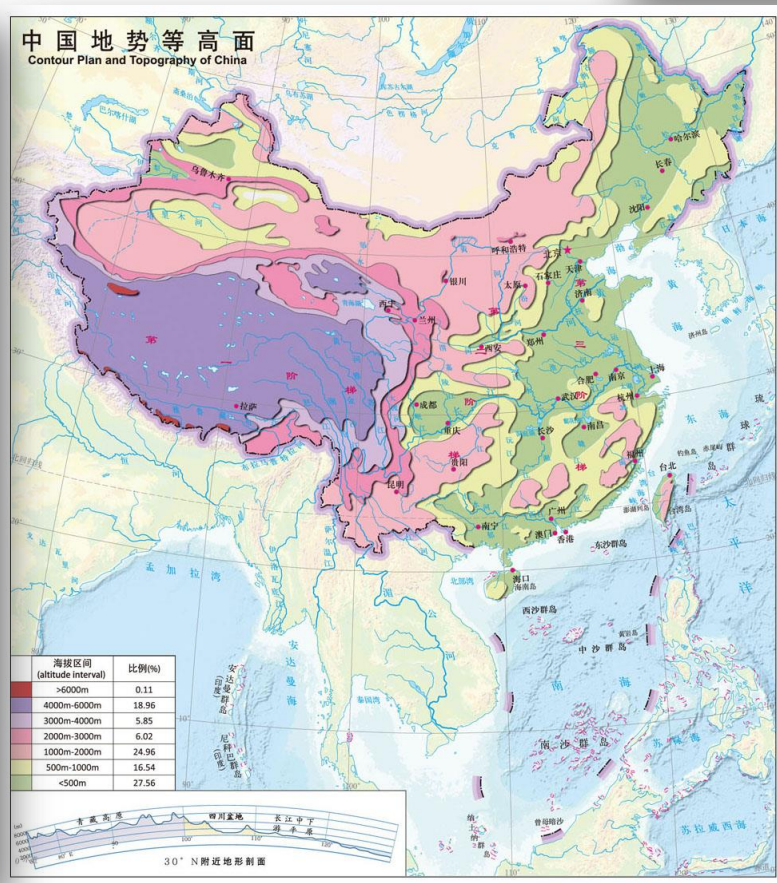
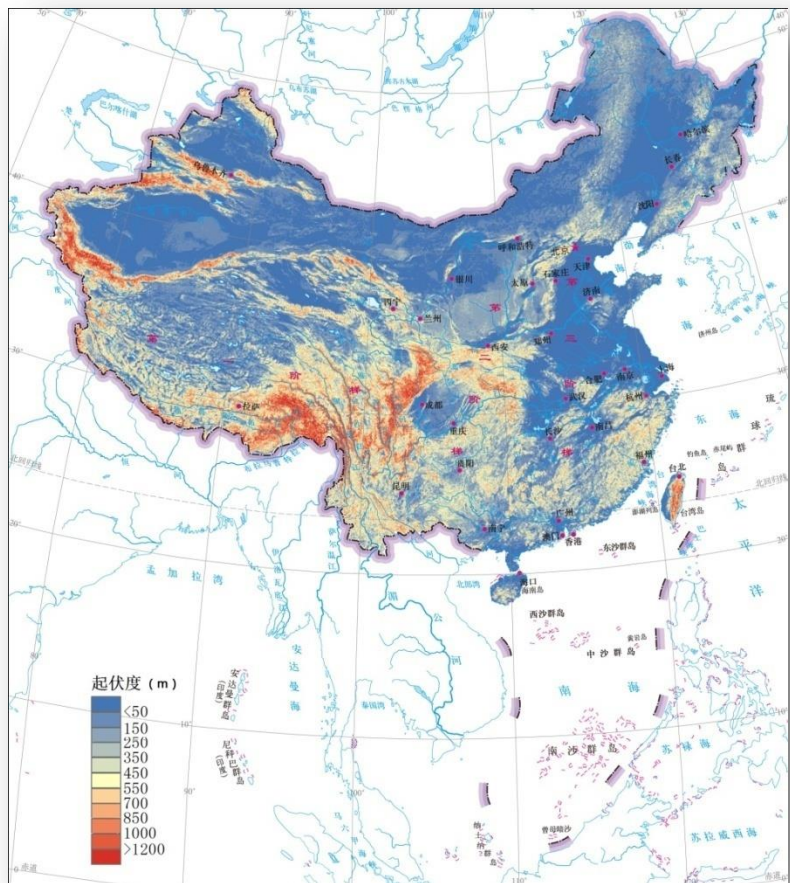


图 3-1 山地的基本形态

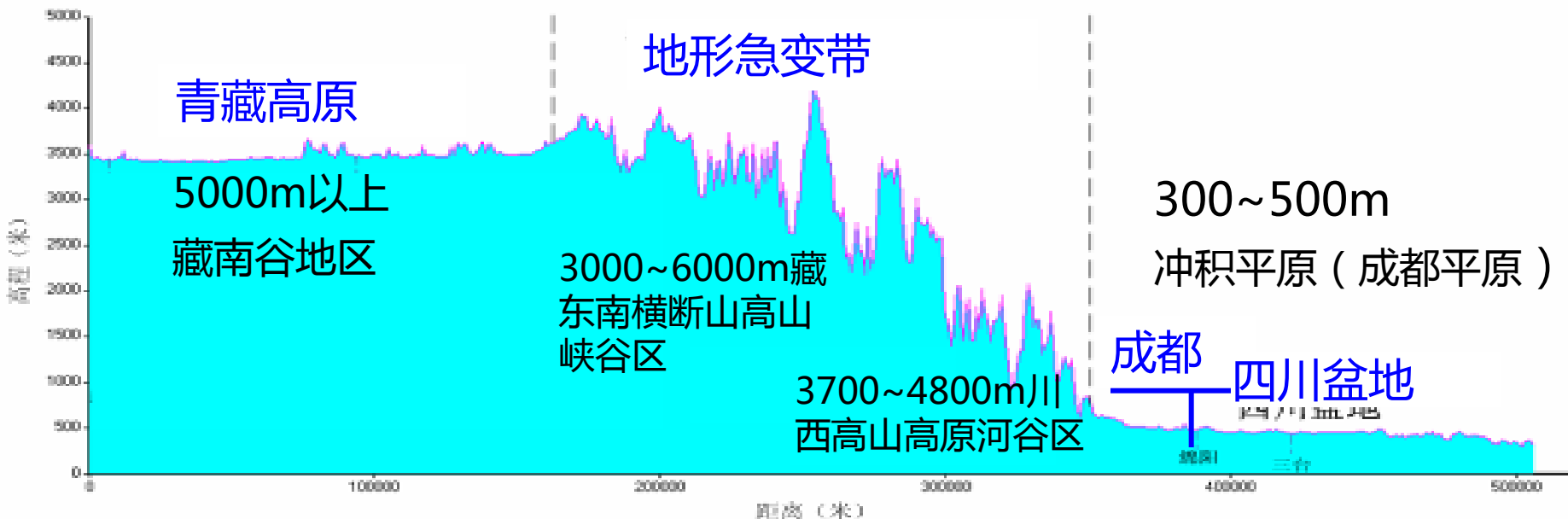
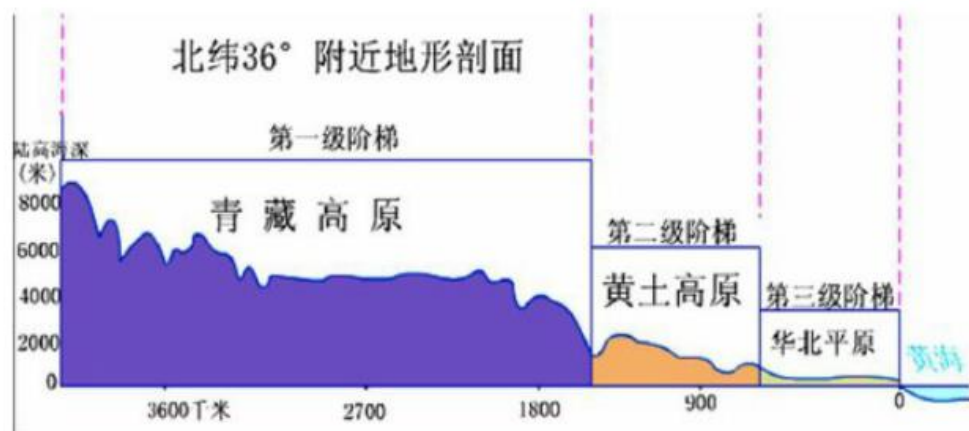


山区国土空间特性：环境梯度 空间差异

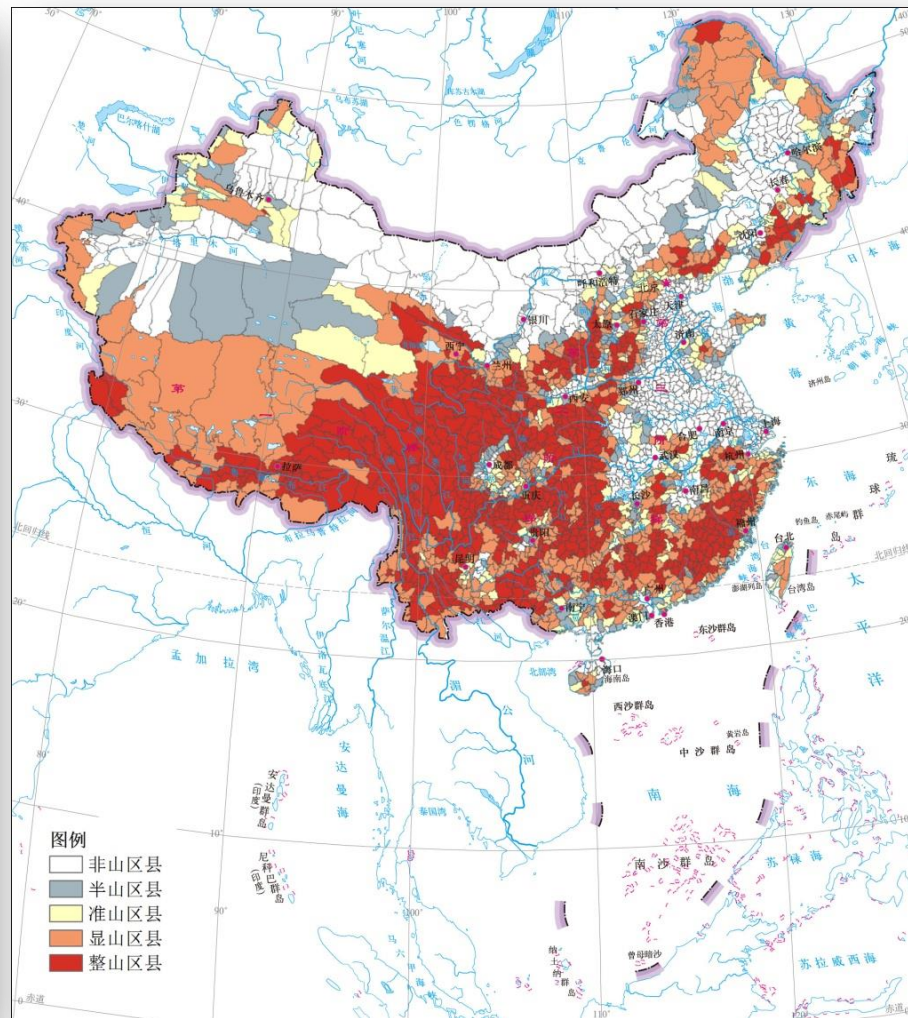
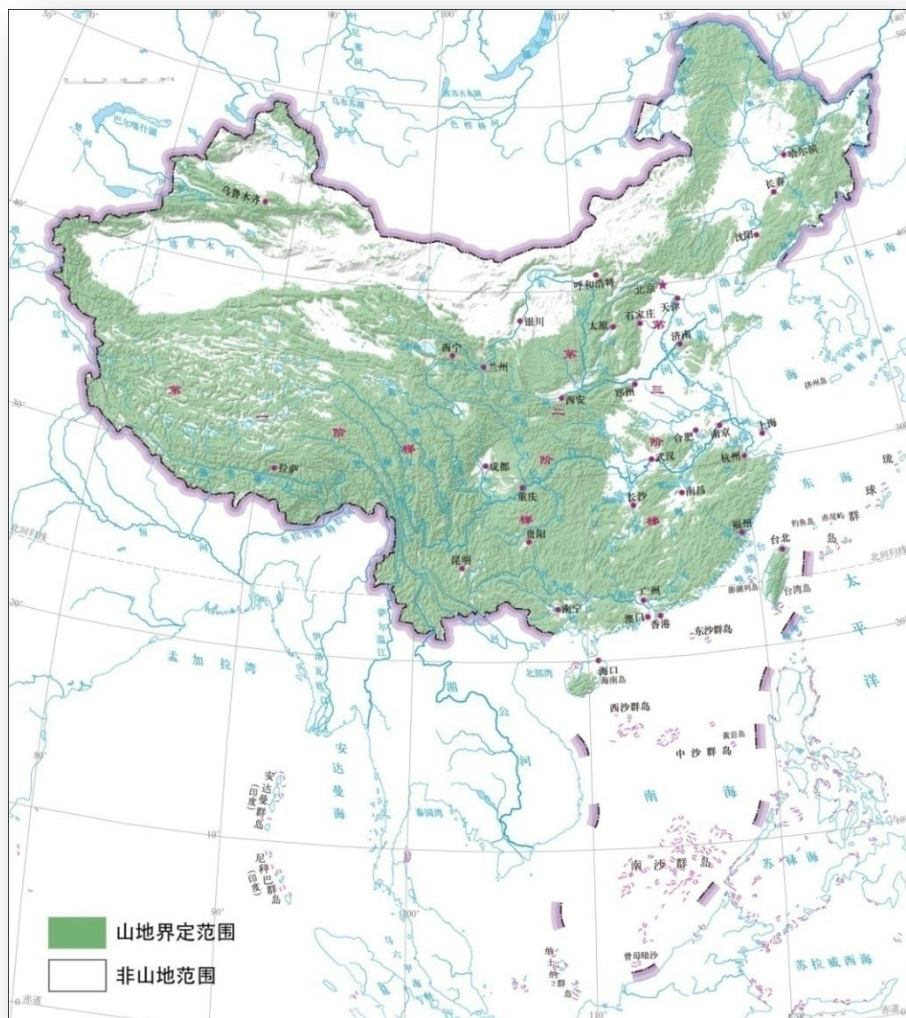


全国尺度水平方向的地域差异突出，环境梯度极大，空间差异极其显著。

这是国土情势的本底。



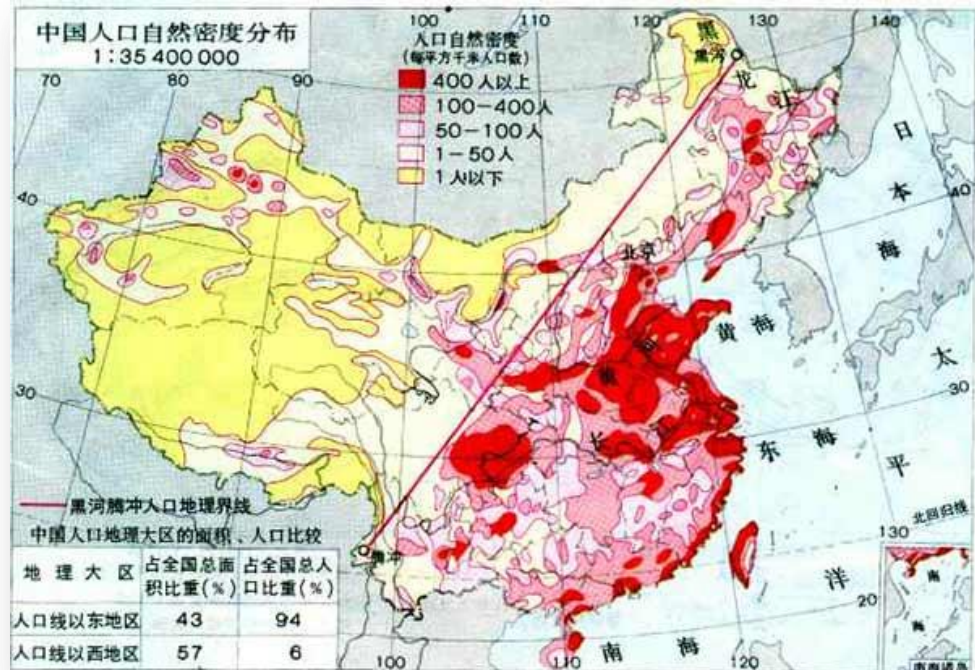
山区国土空间特性：环境梯度 空间差异



山区国土面积70%

山区国土空间特性：环境梯度 空间差异

- 降水差异：200mm—5000mm
- 气候差异：高寒荒漠—亚热带
- 文化差异：多民族性
- 经济社会差异：人口分布、GDP、城镇化率、人均纯收入、公共服务.....
-



山地的自然属性：

——能量梯度大、地表物质易迁移性、空间异质性、地表形态分割破碎性和自相似性、垂直分异性、脆弱性……

山地的人文属性：

——边际性、难达性、封闭性与冲突性、文化多样性……

- 显著的物理过程、化学过程、生态过程
- 陆地表层过程的复杂性缘于山地

关于山地与山区

- 山地更多地强调地貌形态和（土地）资源性区域，边界是以山的自然轮廓为界限
- 山区更多强调地貌空间和人文空间的区域，边界是具有较强人文意义的地域系统
- 中国的全面发展关键在山区（最大的难点区）

- 资源环境承载力：概念 理解 运用
- 山区国土空间特性：环境梯度 空间差异
- 生态文明建设与乡村振兴：国土空间功能重构

- 九、加快生态文明体制改革，建设美丽中国
- 人与自然是命运共同体



指引

国土综合治理



完成生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线划定工作。

- 五、（三）实施乡村振兴战略
- （四）实施区域协调发展战略

- 推进绿色发展
- 着力解决突出环境问题
- 加大生态系统保护力度

构建国土空间开发保护制度，完善主体功能区配套政策，建立以国家公园为主体的自然保护地体系。

- 基于 FUTUER EARTH 的启示与引领：

为应对全球环境变化给各**区域、国家和社会**带来的**挑战**，加强自然科学与社会科学的**沟通与合作**，为全球可持续发展提供必要的**理论知识、研究手段和方法**，由国际科学理事会（ICSU）和国际社会科学理事会（ISSC）发起、联合国教科文组织（UNESCO）、联合国环境署（UNEP）、联合国大学（UNU）、Belmont Forum和国际全球变化研究资助机构（IGFA）等组织共同牵头，组建了为期十年的大型科学计划“未来地球计划（Future Earth）”（2014-2023）。

设置了3个研究方向：1）**动态地球**（Dynamic Planet）；2）**全球发展**（Global Development）；3）**向可持续发展的转变**（Transition to Sustainability）。

- 生态文明建设首先强调：**优化国土空间开发格局。**
- 乡村振兴强调：**必须重塑城乡关系**，走城乡融合发展之路；必须坚持人与自然和谐共生，**走乡村绿色发展之路。**

要深刻领会和践行“**绿水青山就是金山银山**”的现代发展理念



➤ **几个关键词：空间规划、空间开发格局、功能优化**

德国的空间规划：国家空间结构现状（城市群地区、城郊化地区、农村地区、居住和交通走廊；阐述其空间交互关系）诊断与优化

日本的国土规划：《日本国土综合开发法》（1950），是国家法律层面上都府县**不同层级土地规划的法规**

荷兰：国家的“红色职能”（城乡空间合理用地）、省的“绿色职能”（优化农村土地利用与保护区、风景区、生态环境的协调）和市的“黑色职能”（基础设施建设）

➤ 国家主体功能区划：

根据资源环境承载能力、现有开发密度和发展潜力，统筹考虑未来我国人口分布、经济布局、国土利用和城镇化格局，将国土空间划分为不同类型的空间单元。主体功能区划是一个包含划分原则、标准、层级、单元、方案等多方面内容的理论和方法体系，主体功能区通过主体功能区划得以形成和落实，主体功能区划依靠主体功能区来支撑和体现。

它不同于单一的行政区划、自然区划或者经济区划。

山地巨大的自然差异导致山区空间的差异，使山区的空间发展形成巨大差别。

➤ 生态保护红线：

为维护国家或区域生态安全和可持续发展，据生态系统完整性和连通性的保护需求，划定的需实施特殊保护的区域。

《国家生态保护红线—生态功能基线划定技术指南（试行）》规定，2014年，中国要完成“国家生态保护红线”划定工作。生态保护红线是指在自然生态服务功能、环境质量安全、自然资源利用等方面，需要实行严格保护的**空间边界与管理限值**，以维护国家和区域**生态安全**及经济社会可持续发展，保障人民群众健康。

➤ 绿色发展：

绿色发展是以**效率、和谐、持续**为目标的经济增长和社会发展方式。

内涵看，绿色发展是在传统发展基础上的一种模式创新，是建立在**生态环境容量**和**资源承载力**的约束条件下，将环境保护作为实现可持续发展重要支柱的一种新型发展模式。

包括以下几个要点：一是要将环境资源作为社会经济发展的内在要素；二是要把实现经济、社会和环境的可持续发展作为绿色发展的目标；三是要把**经济活动**过程和结果的“绿色化”、“生态化”作为绿色发展的主要内容和途径。

- 空间规划国家及区域意义：

- (1) 确立国土空间功能
- (2) 是国土空间管控的度量器
- (3) 建立国土开发层级与秩序

- 必要性：

- (1) 落实科学发展观，构建有序空间开发格局
- (2) 真正体现均衡、协调发展，控制在承载力阈限内
- (3) 在决策层面做到统筹发展（三生空间协调）
- (4) 在国家安全方面实现可持续发展

- 空间规划应有：

- (1) 战略性
- (2) 综合性
- (3) 政策性
- (4) 均衡性

- 重要性：

- (1) 解决空间开发秩序问题
- (2) 化解突出的空间结构矛盾
- (3) 促进形成协调、持续的空间格局
- (4) 建立效率、和谐、持续的社会整体性机制

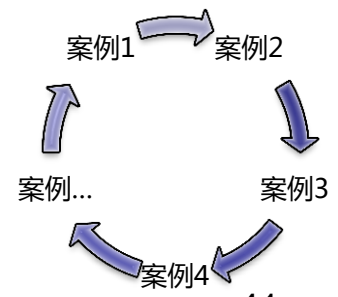
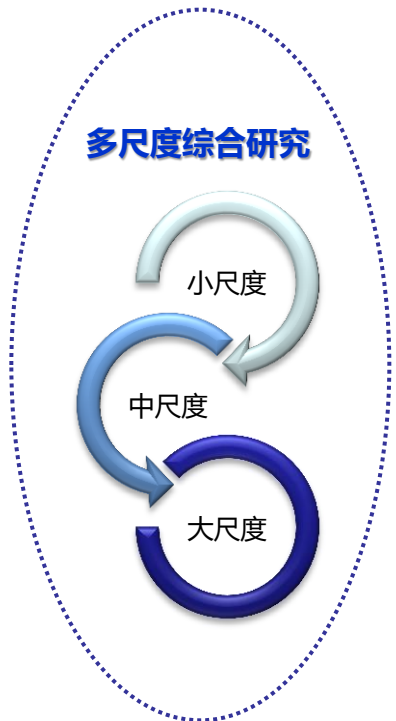
国土空间功能多尺度性

❖ 伴随空间尺度的升降，国土空间功能的主导性、复合性及差异性呈现不同的结构与特征

❖ “大”是“小”的“聚合”或“小”是“大”的“解聚”

❖ 尺度升降具有空间的关联与特性表征

全球尺度		5 000 km	全球模型
区域尺度		500 km	区域模型
地方尺度		100 km	多尺度流域模型
景观尺度		10 km	
生态系统尺度		0.1 km	地表过程/机理模型
个体尺度		0.001 km	



研判和认定国土空间功能：生产 生活 生态



省、市、流域

县级、支流

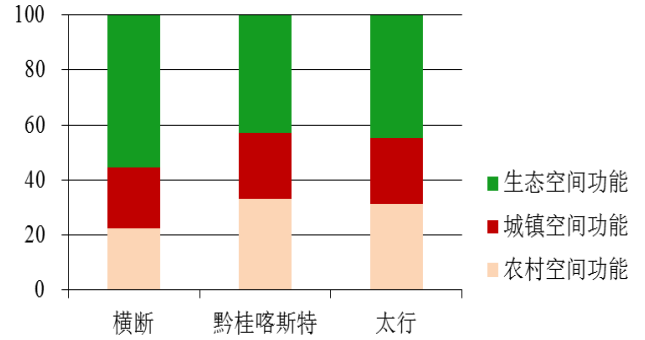
山地的特殊性

县级、支流

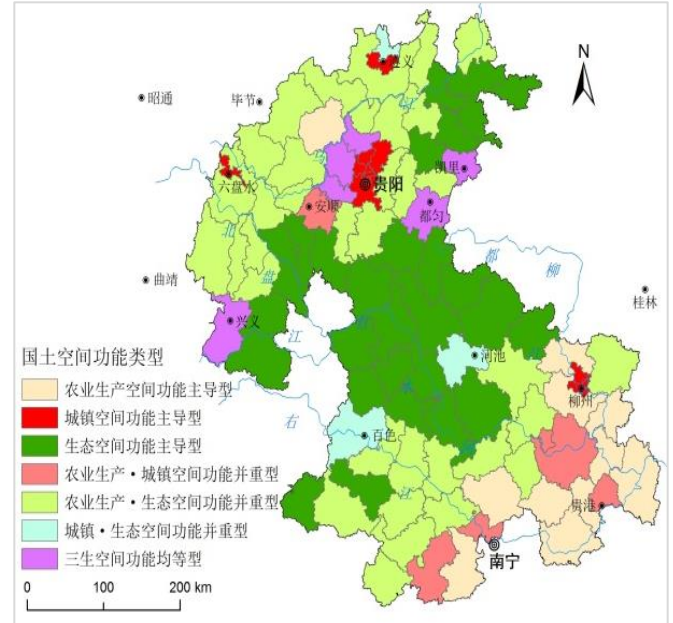
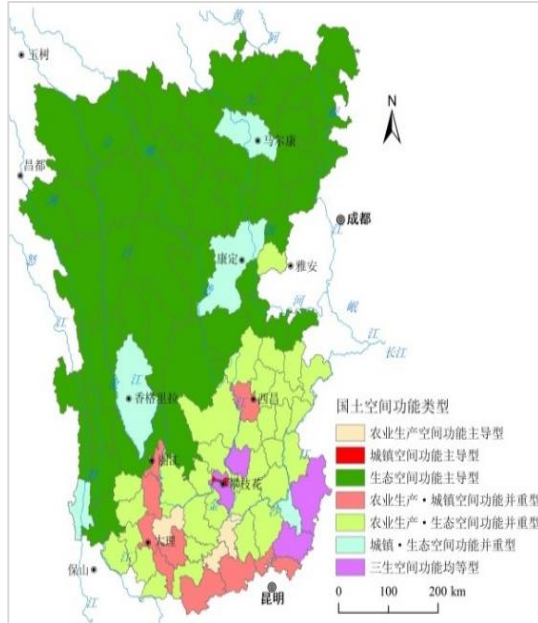
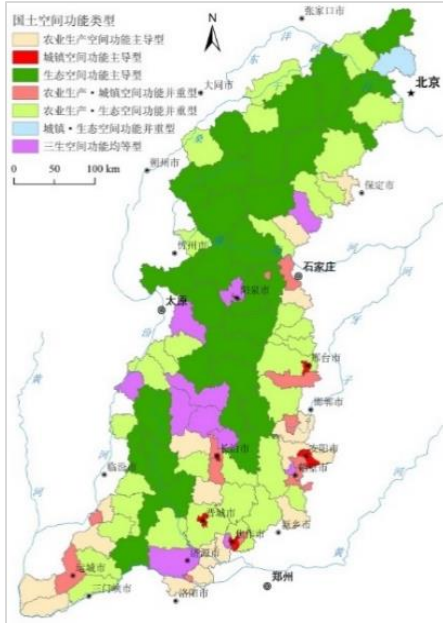
生态文明建设与乡村振兴：国土空间功能重构



太行山区、横断山区、黔桂喀斯特山区的生态空间功能组分指数都在40%以上，其中**横断山区**生态空间功能比重高达56%。

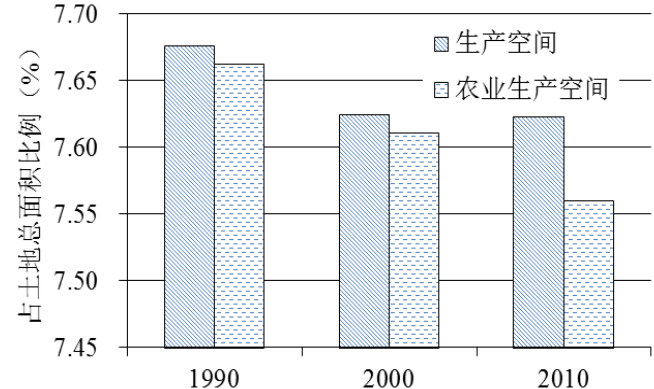


三大山区国土空间功能组分比重 (2010)

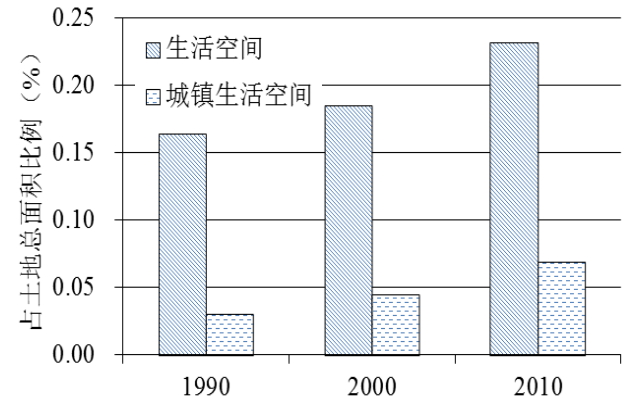


三大山区国土空间功能类型图

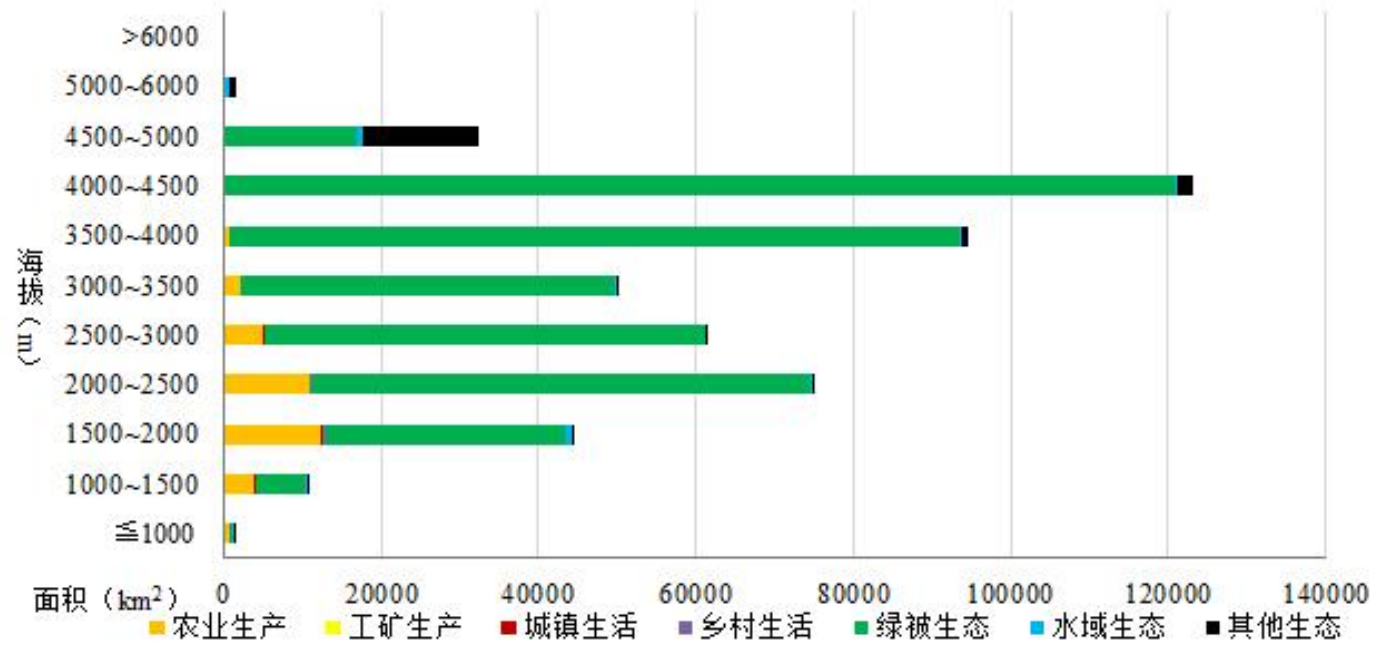
生态文明建设与乡村振兴：国土空间功能重构



(a) 横断山区生产空间变化



(b) 横断山区生活空间变化



通过空间规划，明确空间功能定位、发展方向、空间规模

例证：研判山区水土资源冲突的框架

山区水资源冲突分析从**时空**、**目标**、**风险**三个维度展开。

分析框架



维度	水资源冲突分析	典型案例
时空维度	区际尺度：上游发展与下游资源保障	太行山区保护与京津冀用水保障
	区域尺度：山区土高水低	横断山区土高水低
	时间尺度：年内、年际水资源变化与需求的冲突	喀斯特洼地旱涝转换快
目标维度	水量调控与水环境保护	
风险维度	水能资源开发与河流生态系统保护的冲突	乌江梯级开发生态效应
	山区水沙调控能力与下游安全发展的冲突	太行山区水土保持功能提升
	山区污染物迁移与水安全的冲突	喀斯特山区煤炭、有色金属开发
	高效农林业发展与流域环境保护的冲突	广西喀斯特山区桉树种植

基于生产-生活-生态的
山区国土空间功能**冲突表现形式**

生产-生活-生态
空间冲突

建设侵占耕地、耕地侵占生态空间

城镇建设过载与公共空间不足

聚落分散与公共服务效率低下冲突

乡村固废管理粗放与土地生态保护

典型山区建设开发强度指数测度

空间类型冲突指数（ STC ）用于反映各空间类型的结构比例失调程度，主要通过测算建设空间规模邻近或超出其上限约束的程度以及农业-生态空间规模邻近或低于其下限约束的程度来度量。主要用开发强度指数（ DI ）与农业保留指数（ AR ）来表征，即 $STC=F(DI, AR)$ 。具体计算公式如下：

$$DI = SC/S/I$$

式中： SC 为建设空间面积， S 为空间总面积， I 为最高开发强度警戒值。

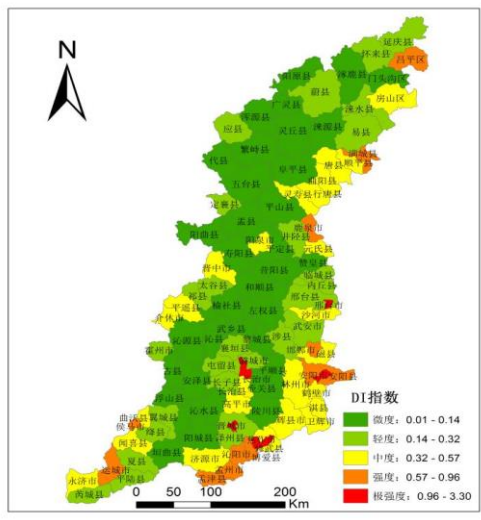
$$AR = Sa/G \times 100\%$$

式中： Sa 为农业空间面积， G 为最低农业控制标准值。

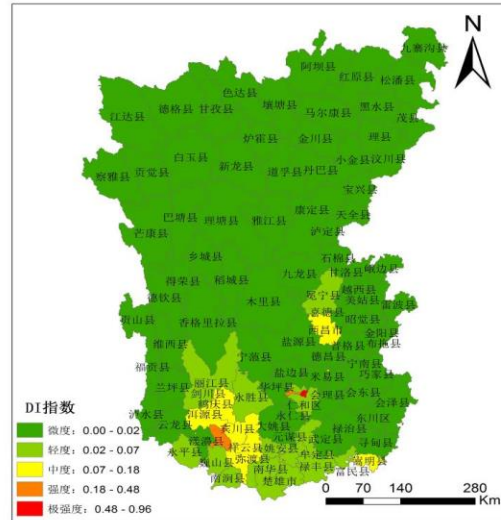
若开发强度指数（ DI ）越大，则建设空间比例越大，其规模也越接近或更超出最高开发强度警戒值（ $DI > 1$ ），引发空间冲突的可能性越大。

典型山区建设开发强度指数测度

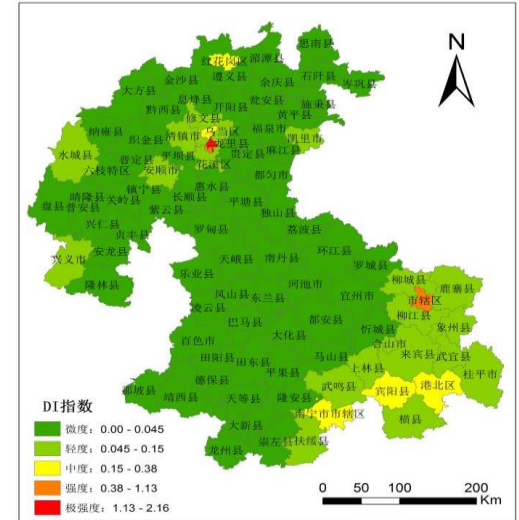
- 2010年三大山区全局开发强度指数 (DI) 均**远低于1**，三大山区生活空间开发强度较小，整体土地利用冲突尚在可控范围。
- 从区域差异看，**太行山区**邢台市、安阳市、晋城市、长治市、焦作市、**黔桂喀斯特山区**贵阳市等**中心城市区域开发强度指数 (DI) 大于1**，土地利用功能冲突超警戒水平。



2010年太行山区开发强度指数分布图



2010年横断山区开发强度指数



2010年黔桂喀斯特山区开发强度指数

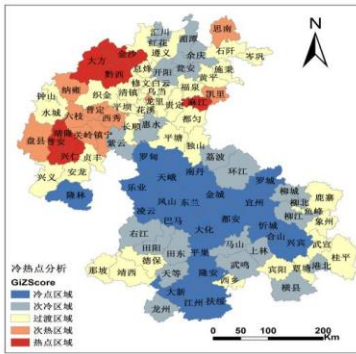
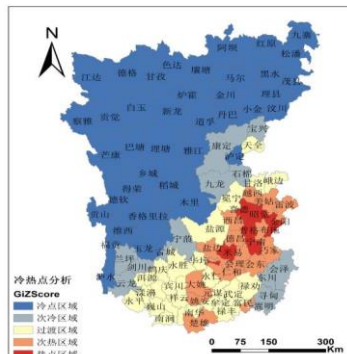
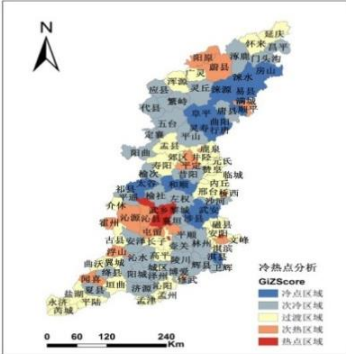
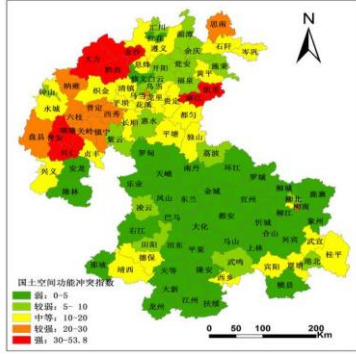
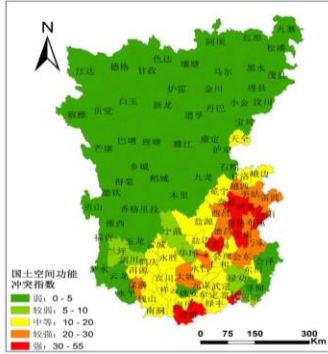
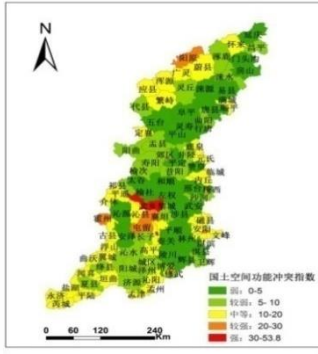
生态文明建设与乡村振兴：国土空间功能重构



典型山区国土空间功能冲突指数测度

根据国土空间适宜性评价与利用现状分析，得到三大山区国土空间功能冲突强度，并运用GIS热点技术分析了功能冲突热点区：**太行山区**冲突热点分布在中段及太岳山北部；**黔桂喀斯特山区**功能冲突区分布在黔西北、北盘江流域等；**横断山区**功能冲突主要分布在**大小凉山地区**。

冲突指数



热点分析

国家发展的基准：新思想、新时代、新征程

●直面改革开放发展40年来的问题：国土空间功能失衡

资源过度消耗 生态退化 环境污染 城市过度扩张

城乡差距 社会治理 区域均衡 公共服务效率与公平正义

●直面全球变化挑战：应对气候变化，降低人类活动影响，促进可持续发展

政治 经济 生态 外交（跨境） 大国责任担当

通过空间治理构建国土空间新格局，管控国土空间未来发展过程



国土空间功能重构关乎国家长治久安与可持续发展，是支撑实现中华民族伟大复兴的中国梦的关键保障条件，是势在必行。

重构必须坚持：

- 城乡统筹一体化
- 三生空间协调协同化
- 空间组分功能有机化
- 人地关系和谐化

重构必须正确处理：

- 国土空间功能确立与资源环境承载力匹配关系
- 人口分布与区位、经济总量及环境的协调关系
- 城镇规模、产业布局与流域上中下游的空间合理关系
- 发展速度与质量和可持续性关系
- 支撑政策的差别化关系

空间治理与管控：

- 规划统领，科技支撑，体制保障
- 构建严格的治理与管控法规体系
- 设立禁区，建立负面清单
- 全方位监测监管（格局+过程）

