



# 规划师

## PLANNERS

ISSN 1006-0022  
CN 45-1210/TU

中文核心期刊  
中国科技核心期刊  
RCCSE中国核心学术期刊

中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊·中国学术期刊网络出版总库全文收录期刊·《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行优秀奖



本期主题  
国土空间“双评价”理论与实践(下)  
突发公共卫生事件下的规划思考与应对(下)

2020 / 06  
No.306 第36卷



期刊基本参数: CN45-1210/  
TU\*1985\*J\*A4\*120\*zh\*P\*  
¥40.00\*10000\*24\*2020-06

顾问单位: 中国城市规划协会  
主管单位: 广西师范大学  
主办单位: 广西期刊传媒集团有限公司  
出版单位: 《规划师》编辑部  
广告发行代理: 广西城衡文化传播有限公司

名誉主编: 雷翔  
名誉副主编: 徐兵 毛蒋兴

执行主编: 刘芳  
运营总监: 熊元鑫  
本期责任编辑: 邓倩  
栏目编辑: 李木子  
美术编辑: 田锟

编辑部主任: 刘芳(兼)  
经营部主任: 杨一虹  
设计部主任: 唐春意

# 目次

## 规划师论坛

- 5 青岛市国土空间“双评价”的实践与思考 于连莉, 郭晓林, 宋军
- 13 我国县域国土空间“双评价”理论与浙江嘉善县实证研究 李永浮, 蔡宇超, 唐依依, 刘曦
- 20 国土空间脆弱性评价及优化策略  
——以山东省荣成市为例 杨昔, 余亦奇, 郑玥
- 26 基于“三生”功能的柳州市国土空间适宜性评价 农宵宵, 吴彬, 陈铁中, 程力

## 专题讨论

- 33 城市规划中的风险管理与应对思考 黄建中, 马煜箫, 刘晟
- 36 “冗余空间”: 城市应急空间规划与管理思考 周建军, 桑劲
- 40 突发公共卫生事件下的城乡关系思考 沈瑶, 廖士杰, 王紫印
- 44 空间联动发展和城市“升维”规划管治研究  
——对城市突发公共卫生事件的规划思考与应对 唐源琦, 赵红红
- 50 城镇空间危机预警系统研究 倪庆梅, 王颖芳
- 56 人口输入型城市应对公共卫生事件的城市空间策略探索  
——以苏州市为例 夏杰, 刘婧, 吴德建
- 61 健康的韧性城市规划模型构建与策略 肖婧, 李松平, 梁姗
- 65 韧性城市视角下的新型冠状病毒肺炎疫情解读与响应研究 李晓宇, 朱京海

### 本刊声明

1. 本刊所发表作品均为作者观点, 并不一定反映编委会和编辑部的立场。
2. 本刊对来稿保留修改权, 有特殊要求者请事先声明。
3. 本刊对所发表作品享有中文专有出版权, 请勿一稿多投。
4. 本刊对所发论文享有电子出版权, 如有异议, 请事先声明。
5. 本刊现被《中国学术期刊网络出版总库》及CNKI系列数据库收录, 其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意文章被收录, 请在来稿时向本刊声明。
6. 本刊所载文章, 均经作者授权, 任何转载、翻译或结集出版均须事先得到本刊编辑部和作者的书面许可。
7. 限于人力和财力, 来稿一律不退, 如三个月内未见采用通知, 作者有权将稿件另行处理。

地址: 广西南宁市青秀区月湾路1号  
南国弈园6楼  
邮政编码: 530029  
电子信箱: planner@21cn.net  
网址: www.planners.com.cn  
电话: 主编室: 0771-2438005  
编辑部: 0771-2437582 2436290  
发行部: 0771-2438012 2436285  
广告部: 0771-2438011 2418728  
传真: 0771-2436269

刊号: ISSN 1006-0022  
CN 45-1210/TU  
广告经营许可证: 450106084  
账户名: 规划师杂志社  
账号: 45001604843052500696  
开户行: 中国建设银行股份有限公司南宁云景路支行  
国内总发行: 南宁市邮政局  
国内邮发代号: 48-79  
国际总发行: 中国图书贸易总公司(北京399信箱)  
国际邮发代号: 4750M  
定价: 40元(人民币)  
订购: 全国各地邮局  
邮购: 《规划师》编辑部

## 《规划师》编委会

编委会主任：雷翔  
编委会副主任：侯百镇

### 顾问编委（以姓氏笔画为序）：

马武定 王建国 王静霞 文国玮 吕斌 任致远  
闫小培 李长杰 李兵弟 吴庆洲 吴志强 余柏椿  
邹时萌 邹德慈 张兴国 张庭伟 陈秉钊 陈晓丽  
赵友华 赵宝江 柯焕章 耿毓修 唐凯 崔功豪  
戴逢 戴舜松

### 编委（以姓氏笔画为序）：

丁成日 王世福 王浩 王涌彬 王燕 毛兵  
毛蒋兴 邓兴栋 刘延松 刘焯 李异 李琪  
李越 余颖 张兵 陈韦 陈阳 陈亮  
武联 范钟铭 罗缤 周建军 郑振华 赵万民  
段进 侯百镇 袁敬诚 顾朝林 徐兵 高黄根  
唐波 黄卫东 黄建云 韩高峰 彭震伟 蒋应红  
曾九利 温春阳 疏良仁 雷翔

- 69 突发公共卫生事件下对居民健身空间的规划思考 魏晓芳
- 72 健康乡村：突发公共卫生事件背景下的乡村应对策略 丁少平，陶伦
- 76 突发公共卫生事件背景下乡村治理的应对思考 段德罡，陈炼
- 80 突发公共卫生事件下的乡村社区治理与空间管控  
——基于PPRR模型的案例解析 高银宝，谭少华，曾献君，李立峰，杨林川
- 86 新型冠状病毒肺炎疫情背景下社区防疫规划和治理体系研究 刘佳燕
- 90 面向突发公共卫生事件的健康社区治理 袁媛，何灏宇，陈玉洁
- 94 平疫结合的城市韧性社区建设与规划应对 于洋，吴茸茸，谭新，赵博
- 98 突发公共卫生事件下的城市开放社区规划反思与应对策略 戴铜，朱美霖，吕飞
- 102 健康融入15分钟社区生活圈：突发公共卫生事件下的社区应对 王兰，李潇天，杨晓明
- 107 健康城市理念下社区建成空间环境研究与治理  
——由某农贸市场突发公共卫生事件引发的规划思考 黎洋佟，黄建伟，李保璇
- 112 强化应急治理能力的韧性社区营造策略  
——新型冠状病毒肺炎疫情的启示 王世福，黎子铭
- 116 应对突发公共事件的社区建设策略  
——基于“社区”概念的辨析 栾晓帆，刘一鸣，李志刚

#### 《规划师》驻上海办事处

地址：上海市静安区海防路421号  
静工业园1号楼6楼A区  
华建集团华东建筑设计研究院  
有限公司规划建筑设计院  
邮编：200040  
主任：莫霞  
电话：021-52569588-8623

#### 《规划师》驻南京办事处

地址：南京市雨花台区软件大道119号  
丰盛商汇新5号楼4楼  
南京城理人城市规划设计有限公司  
邮编：210012  
主任：潘春燕  
电话：025-52275065

#### 《规划师》驻太原办事处

地址：太原市杏花岭区府西街9号  
王府商务大厦A座8层G室  
德圣工程有限公司  
邮编：030002  
主任：张晋平  
电话：0351-3523512

#### 《规划师》驻海口办事处

地址：海口市玉沙路19号  
雅克设计有限公司  
邮编：570125  
主任：蔡正英  
电话：0898-68546170

印刷：广西壮族自治区地质印刷厂

出版日期：2020年3月30日

读者所订杂志如有装订、印刷质量问题，  
请与《规划师》杂志社发行部联系。



# CONTENTS

CN45-1210/TU\*1985\*J\*A4\*120\*zh\*P\*40.00\*10000\*24\*2020-06

## Editorial Committee

Director: Lei Xiang

Deputy Director: Hou Baizhen

## Advisory members:

Ma Wudong	Wang Jianguo	Wang Jingxia	Wen Guowei	Lv Bin	Ren Zhiyuan
Yan Xiaopei	Li Changjie	Li Bingdi	Wu Qingzhou	Wu Zhiqiang	Yu Bochun
Zou Shimeng	Zou Deci	Zhang Xingguo	Zhang Tingwei	Chen Bingzhao	Chen Xiaoli
Zhao Youhua	Zhao Baojiang	Ke Huanzhang	Geng Yuxiu	Tang Kai	Cui Gonghao
Dai Feng	Dai Shunsong				

## Members:

Ding Chengri	Wang Shifu	Wang Hao	Wang Yongbin	Wang Yan	Mao Bing
Mao Jiangxing	Deng Xingdong	Liu Yansong	Liu Gong	Li Yi	Li Qi
Li Yue	Yu Ying	Zhang Bing	Chen Wei	Chen Yang	Chen Liang
Wu Lian	Fan Zhongming	Luo Bin	Zhou Jianjun	Zheng Zhenhua	Zhao Wanmin
Duan Jin	Hou Baizhen	Yuan Jingcheng	Gu Chaolin	Xu Bing	Gao Huanggen
Tang Bo	Huang Weidong	Huang Jianyun	Han Gaofeng	Peng Zhenwei	Jiang Yinghong
Zeng Jiuli	Wen Chunyang	Shu Liangren	Lei Xiang		

## Planners Forum

- 5 Practice and Reflection of "Dual Evaluations" of National Land, Qingdao Yu Lianli, Guo Xiaolin, Song Jun
- 13 Theory of "Dual Evaluations" in Chinese Counties and Practice of Jiashan County, Zhejiang Province  
Li Yongfu, Cai Yuchao, Tang Yiyi, Liu Xi
- 20 The Assessment and Optimization Strategy of National Land Use and Space Vulnerability Yang Xi, Yu Yiqi, Zheng Yue
- 26 Evaluation of National Land Use and Space for Functions of "Production, Life, Ecology", Liuzhou  
Nong Xiaoxiao, Wu Bin, Chen Tiezhong, Cheng Li

## Topic Discussion

- 33 Risk Management and Countermeasures in Urban Planning Huang Jianzhong, Ma Yuxiao, Liu Sheng
- 36 "Redundancy Space" : Emergency Space Planning and Administration Zhou Jianjun, Sang Jin
- 40 A Reflection on Urban Rural Relationship with Public Health Emergency Shen Yao, Liao Tujie, Wang Ziyin
- 44 Interactive Spatial Development and Escalated Planning Governance Tang Yuanqi, Zhao Honghong
- 50 Early Warning Mechanism of Urban Spatial Crisis Ni Qingmei, Wang Yingfang
- 56 Urban Spatial Strategies of Population-Imported Cities in Response to Public Health Events Xia Jie, Liu Jing, Wu Dejian
- 61 Healthy and Resilient City Planning Model Construction and Strategies Xiao Jing, Li Songping, Liang Shan
- 65 An Analysis of COVID-19 Epidemic and Its Response from the Viewpoint of Resilient City Li Xiaoyu, Zhu Jinghai
- 69 Fitness Space Planning in Response to Public Health Event Wei Xiaofang
- 72 Healthy Rural Community: Rural Planning Response in the Context of Emergent Public Health Event Ding Shaoping, Tao Lun
- 76 Rural Governance in Response to Public Health Event Duan Degang, Chen Lian
- 80 Rural Community Governance and Space Management at Epidemic Emergency  
Gao Yinbao, Tan Shaohua, Zeng Xianjun, Li Lifeng, Yang Linchuan
- 86 Community Epidemic Prevention Planning and Governance System Against COVID-19 Epidemic Liu Jiayan
- 90 Healthy Community Governance for Public Health Event Yuan Yuan, He Haoyu, Chen Yujie
- 94 Planning and Construction of Resilient Community That Integrates Normal and Epidemic Situations  
Yu Yang, Wu Rongrong, Tan Xin, Zhao Bo
- 98 Open Community Planning in Response to Emergency Public Health Event Dai Jian, Zhu Meilin, Lü Fei
- 102 Health in 15-minute Life Sphere: Community Response to Public Health Emergency Wang Lan, Li Xiaotian, Yang Xiaoming
- 107 Built Community Environment Governance with Healthy City Concept Li Yangtong, Huang Jianwei, Li Baoxuan
- 112 Creating Resilient Communities with Better Emergency Governance Abilities Wang Shifu, Li Ziming
- 116 Resilient Community Construction in Response to Public Emergencies Luan Xiaofan, Liu Yiming, Li Zhigang

Honorary Chief Editor: Lei Xiang  
Honorary Deputy Chief Editor: Xu Bing,  
Mao Jiangxing  
Executive Chief Editor: Liu Fang  
Director of Operations: Xiong Yuanxin  
Director of Editorial Dept: Liu Fang  
Director of Business Dept: Yang Yihong  
Director of Art Dept: Tang Chunyi  
Editor in Charge: Deng Qian  
Column Editor: Li Muzi  
Art Editor: Tian Kun

Advisory Committee: China Association of City Planning  
Competent Organization: Guangxi Normal University  
Sponsor: Guangxi Media Group Co.,Ltd  
Publisher: Editorial Dept of Planners  
Advertising Agency: Guangxi Chengheng Cultural  
Communication Co.,Ltd  
Ad.Licence: NO.07,GICAT  
Domestic Distributor NO. : 48-79  
International Distributor:  
China International Book Trading Corporation(P.O.B399,Beijing,China)  
International Distributor No.: 4750M  
Subscribe to: All Post Offices in China  
Mail Order: Editorial Dept of Planners

Address:  
6/F,Office Building of Nanguoyiyuan,No.1 Yuewan  
Road,Qingxiu District,Nanning, Guangxi.China  
530029  
Tel: (86-771)2438005 2436290 2436285  
Fax: (86-771)2436269  
E-mail: planner@21cn.net  
Homepage: www.planners.com.cn  
ISSN 1006-0022  
No: CN 45-1210/TU  
Price: RMB ¥ 40

本期主题：国土空间“双评价”理论与实践（下）

【编者按】2019年5月印发的《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》明确提出“在资源环境承载力和国土空间开发适宜性评价的基础上，统筹布局城乡空间，构建科学合理的国土空间规划体系”。作为国土空间规划编制的重要基础，“双评价”在摸清国土空间的基本家底、保证国土空间规划的科学性和合理性、支撑生态修复与国土空间政策制定等方面发挥了重要作用。本期“规划师论坛”栏目以“国土空间‘双评价’理论与实践”为主题，结合国土空间规划目标及要求，深入剖析“双评价”概念及内涵，优化评价路径与方法，详细介绍了一些省域、市域、县域的评价策略与实践，以供读者参考。

## 青岛市国土空间“双评价”的实践与思考

□ 于连莉，郭晓林，宋 军

【摘要】随着生态文明建设的持续推进，“双评价”工作日益受到党中央和国家的重视，《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》的出台进一步明确了“双评价”是国土空间规划编制的重要基础。文章从“双评价”工作开展宏观背景入手，总结了青岛市在参与“双评价”试评价工作阶段中的工作保障机制、评价技术方法、评价成果应用以及陆海评价协调的技术特色和实践经验，并进一步思考市级“双评价”在结果公平性、传导协同性和陆海统筹评价可操作性方面存在的问题，提出通过注重底线思维、问题导向和地方特色来进一步优化评价的技术逻辑，提高评价结果对国土空间规划编制的支撑作用。

【关键词】国土空间规划；资源环境承载能力；国土空间开发适宜性；陆海统筹；青岛市

【文章编号】1006-0022(2020)06-0005-08 【中图分类号】TU984 【文献标识码】B

【引文格式】于连莉，郭晓林，宋军. 青岛市国土空间“双评价”的实践与思考[J]. 规划师, 2020(6): 5-12.

### Practice and Reflection of “Dual Evaluations” of National Land, Qingdao/Yu Lianli, Guo Xiaolin, Song Jun

[Abstract] Evaluations of environmental carrying capacity and national land use suitability have received much attention from the central government with the ongoing ecological civilization construction. Opinions have been published highlighting the role of the “dual evaluations” as the foundation of national land use and spatial plan. The paper concludes the practice of Qingdao city in the “dual evaluations” from insurance mechanism, techniques, application of results, and the characters and experience of land-sea integrated evaluation, analyzes the problems of the “dual evaluations” at city level in fairness of results, coordination in transmission, feasibility, and puts forwards improvement suggestions in bottom line thinking, problem orientation, and local characters, so as to enhance the supporting role of evaluation results in national land use and spatial plan.

[Key words] National land use and spatial plan, Environmental carrying capacity, Suitability of national land use, Land-sea integration, Qingdao

生态文明是实现中华民族永续发展和伟大复兴的思想引领，关系人民福祉，关乎民族未来<sup>[1]</sup>。国土是生态文明的空间承载，面对人地矛盾日益突出、资源约束不断加剧、生态环境压力不断增大的压力<sup>[2]</sup>，国土空间规划成为国家空间治理体系中重要的政策工具<sup>[3]</sup>。基于

这一现实背景，按照人口资源环境相均衡、经济社会生态效益相统一的原则，开展符合国土空间规划要求的陆海全覆盖的“双评价”（即资源环境承载能力和国土开发适宜性评价），对健全国土空间管制制度，优化空间组织和结构布局，提高发展质量和资源利用效率，

【作者简介】于连莉，现任职于青岛市城市规划设计研究院、青岛市国土空间规划智能仿真工程研究中心。

郭晓林，现任职于青岛市城市规划设计研究院、青岛市国土空间规划智能仿真工程研究中心。

宋 军，现任职于青岛市城市规划设计研究院、青岛市国土空间规划智能仿真工程研究中心。

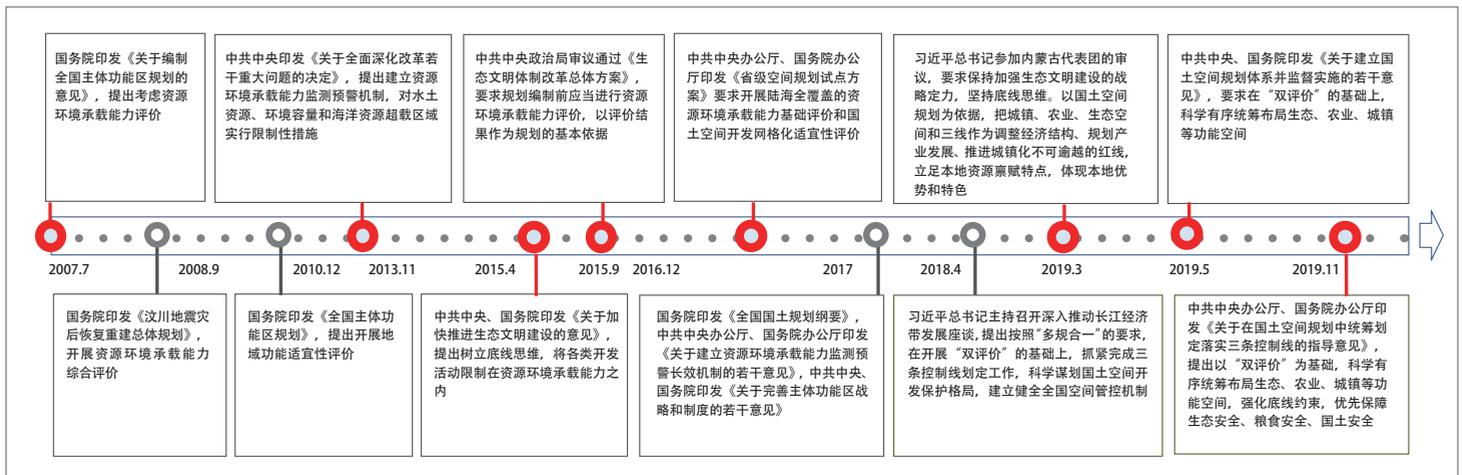


图1 “双评价”发展脉络图

形成可持续发展的美丽国土空间具有重要意义<sup>[4]</sup>。

## 1 工作基础

首先，顶层设计是要求。在应对资源约束趋紧、环境污染严重和生态系统退化等重大问题上，我国一直在探索破解难题，建设美丽中国的空间范式。从国家“十一五”规划纲要，到《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，提出以“双评价”作为刻画本底资源禀赋特点，推动高质量发展、落实生态文明建设的实施路径逐步清晰（图1）。

其次，评价实践是基础。1991年，北京大学科学定义“环境承载能力”的内涵，指在某一时期某种状态或条件下，某地区的环境所能承受人类活动作用的阈值。1995年刘殿生探讨了城市资源与环境综合承载能力的定义、概念以及计算方法<sup>[5]</sup>。2008年在汶川灾后重建方案中，将资源环境承载能力作为科学支撑进行实践应用，之后在《全国主体功能区规划》中全面应用，强调依据资源环境承载能力进行合理开发。而国土空间开发适宜性评价探索聚焦各相关领域，如市县经济社会发展总体规划通过区位、

交通干线和地形地势等十项指标，明确空间开发适宜性；城市总体规划划定已建区、适宜建设区、限制建设区和禁止建设区，并明确控制要求和建设引导内容<sup>[6]</sup>；土地利用总体规划以“三界四区”来实现对国土空间节约集约开发管控和耕地保护的要求<sup>[7]</sup>，长期多领域的实践使“双评价”的技术方法日趋成熟。

最后，国土空间规划体系的构建是契机。逐步改变空间性规划多头管理的现实情况<sup>[8]</sup>，建立健全空间规划体系，加强空间治理法规制度建设，逐步成为“十九大”后加快我国空间治理体系现代化的重大任务<sup>[9]</sup>。强化空间规划的战略引领和刚性管控作用，发挥空间规划体系在国家治理体系中的基础地位，是新一轮空间规划改革的重中之重。2019年5月，《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》提出在“双评价”的基础上，统筹生态、农业和城镇三类空间，划定各类管控边界，进一步明确了“双评价”工作是在国土空间规划中构建国土空间开发与保护格局的重要基础支撑。

青岛市属滨海丘陵城市，陆域面积为11 293 km<sup>2</sup>，海域面积为12 240 km<sup>2</sup>，现辖7区3市；其土地类型多样，山地约占全市总面积的15.5%、丘陵占25.1%、

平原占37.7%、洼地占21.7%；其沿782.3 km的大陆岸线分布着49个海湾、120个海岛；拥有国家级优化开发区、国家级农产品生产区、国家级生态功能区多种主体功能类型，具有典型评价意义。

## 2 青岛市“双评价”实践

青岛市于2018年“自下而上”启动“双评价”工作，2019年初作为自然资源部全国首个“双评价”示范城市，全程跟进“双评价”的技术实践。之后青岛市又陆续参与实施评估、城镇开发边界试划、海岸带及海域空间专项规划等部级试点工作，开展以“双评价”为基础的市级国土空间规划编制系列探索。

青岛市在前期试评价基础上，按照《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南（试行）》（以下简称《双评价指南》）对“双评价”进行完善，以服务于同步开展的国土空间总体规划。回顾青岛市试评价以来的工作，其主要在工作保障机制、评价技术方法、评价成果应用及陆海评价协调四方面形成技术特色和实践经验。

### 2.1 探索创新，完善保障机制

“双评价”作为规划决策的重要依

据,在优化国土空间开发与保护格局、促进高质量发展等方面起到重要作用,但因评价指标体系缺乏规范性和一致性<sup>[10]</sup>,故整个试评价工作是一个不断反复验证的过程。要真实反映当地资源环境本底的承载能力和开发适宜性,形成可落地、可操作、可推广的技术成果,市级层面的保障运行机制必不可少。

青岛市“双评价”工作在遵循《双评价指南》的“系统评价—综合分析—成果应用”的技术流程基础上,建立市级“双评价”工作机制(图2):根据评价的需求分析,协调国土空间总体规划编制组,形成评价报告汇总至局主管处室进行现状及规划校核,提出初步审查意见,并反馈评价技术组。其中与现状或已批规划存在较大冲突的,请水利、环保和海洋等相关领域的主管部门、专家对结果进行合理分析,启动“查因—纠错”程序,基于《双评价指南》的评价方案,并针对具体原因,改进后重新评价;选取符合现状实际、契合规划意图的最优方案,提供给国土空间总体规划编制组,在规划中予以落实。同时,通过以上查验过程,对《双评价指南》提出进一步优化完善的相关建议。

## 2.2 因地制宜,细化评价方法

在“双评价”结果反复校验的过程中,《双评价指南》中的部分评价所需的数据、指标、算法、阈值在市级应用后与青岛市现状不符。针对该问题,青岛市试评价工作在地理学、城乡规划学和生态学等多学科背景专家查验的基础上,结合地域特色,因地制宜地选取数据、指标,同时修正算法和阈值,力求科学实用的替代方案,尽可能全面反映承载能力和适宜性的科学内涵,使评价结果更符合青岛实际,具体分为三种类型。

### 2.2.1 结果修正类

结果修正类评价主要包括生态数据、土壤数据和海域数据等所参与计算的评

价。由于参与计算的调查统计数据确实难以满足评价的总体精度要求,数据的权威性与评价的准确性或时效性产生矛盾,因此在评价初步结果的基础上,按照实际情况进行边界修正。

以生态保护重要性评价修正为例,首先,按照《生态保护红线划定指南》(试行)中的模型法进行生态的单项评价,将

水源涵养、水土保持、防风固沙和生物多样性重要性这些单项评价结果叠加,取最高等级,得到青岛市生态系统服务功能重要性等级评价结果;将水土流失、土地沙化脆弱性单项结果叠加取最高等级,得到生态脆弱性等级评价结果。

其次,进行生态廊道修正。取生态系统服务功能重要性和生态脆弱性评价

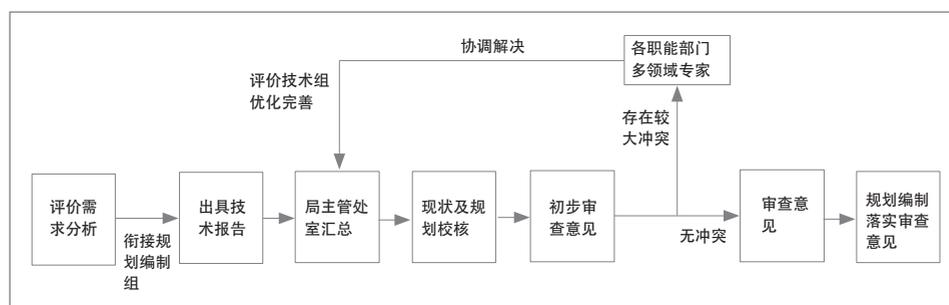


图2 市级“双评价”保障运行机制图

表1 生态保护重要性等级判别

生态系统服务功能重要性	生态脆弱性		
	极脆弱	脆弱	一般脆弱
极重要	极重要	极重要	极重要
重要	极重要	重要	重要
一般重要	极重要	重要	一般重要

表2 生态系统服务功能重要性评价结果修正举证

行政区	序号	极重要区面积	图斑情况	卫星影像	举证情况	调整情况
市南区	SN-1	0.69 km <sup>2</sup>	位于八大关、江苏路街道办,现状为城市建成区(历史文化街区),为居住、商业服务功能		 倾斜摄影校核	降至一般重要
	SN-2	1.77 km <sup>2</sup>	位于八大关街办,现状为城市建成区、中山公园		 无人机航拍校核	山体绿地部分保留,其他区域降至一般重要
	SN-3	0.49 km <sup>2</sup>	位于香港中路、珠海路街道办,现状为城市建成区(历史文化街区),为居住、商业服务功能		 现场校核	降至一般重要

注:卫星影像列中红色图斑为生态系统服务功能极重要区域。

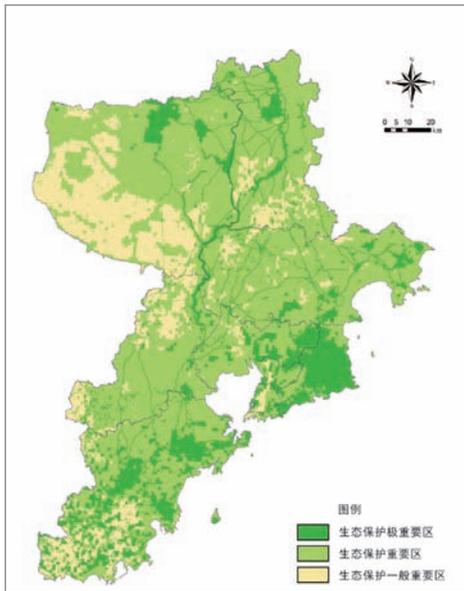


图3 青岛市生态保护重要性等级评价图

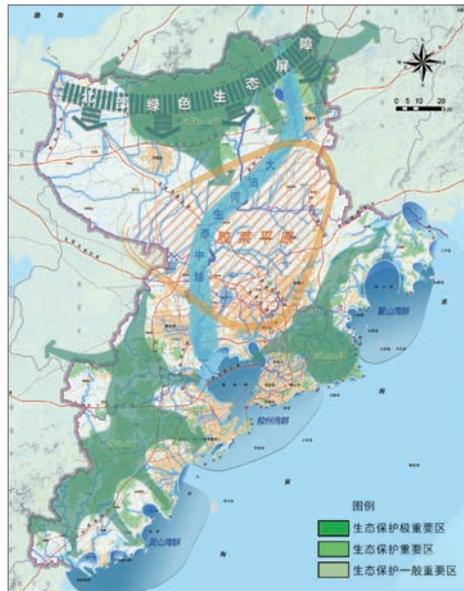


图4 青岛市生态格局图

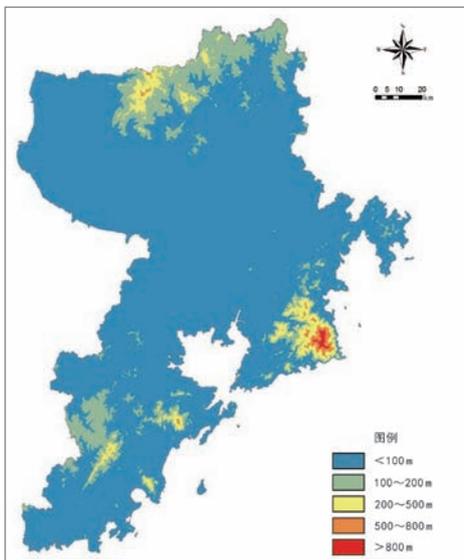


图5 青岛市高程分布图

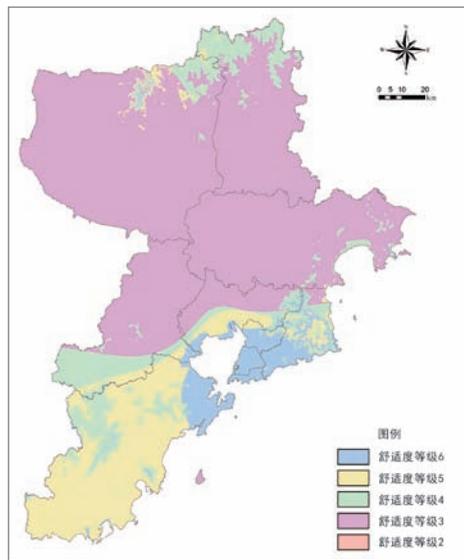


图6 青岛市气候舒适度评价图

结果的较高等级作为初判结果，划分为极重要、重要、一般重要3个等级(表1)。根据青岛市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，将其初判结果为重要等级的图斑调整为极重要等级。

最后，根据生态系统完整性和青岛实际进行修正。依据青岛市位于东部滨海地区“三山一原”的自然本底条件进一步核实分区边界；同时，根据“现场举证+专家咨询”修正部分由防风固沙因子导致的评价结果失准区域(表2)，形

成生态保护重要性等级评价结果(图3)，并进一步提炼青岛市生态保护格局(图4)。

### 2.2.2 阈值调整类

由于评价结果未能充分体现城市内部差异，导致单项评价结果全域趋同，包括高程数据、降水量数据等所参与计算的评价结果。因此，根据青岛市实际，以保证单项评价结果反映全市实际情况，为国土空间规划编制提供支撑；同时考虑衔接青岛市级评价与山东省级评价结果，在最终集成时不改变《双评价指南》给定的划分标准。

以土地资源评价为例，《双评价指南》中的土地资源评价高程参考分级为<1000m、1000~2000m、2000~3000m、3000~4000m、>4000m，然而青岛全市最大高程为1094m，且现状超过90%的建设用地和耕地分布在海拔100m以内的地区。由此可见，这一高程参考阈值难以反映青岛市土地资源优劣的实际情况，因此青岛市根据实际情况对高程单项评价阈值进行分级，分别为<100m、100~200m、200~500m、500~800m、>800m，使单项评价结果准确反映实际情况，以满足规划编制优势短板分析要求(图5)。

### 2.2.3 地域特色类

地域特色类评价主要包括气候类数据、灾害类数据等所参与计算的评价。以气候评价为例，青岛市作为气候宜人的海滨城市，其气候舒适度理应作为城镇开发适宜性较为重要的影响因子。气候评价的舒适度采用温湿指数表征，计算公式为：

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

公式(1)

其中， $THI$ 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(%)。根据青岛市各气象站点数据，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；通过空间插值得到网格尺度的月均温度和月均空气相对湿度后，再结合海拔高度每上升100m气温降低 $0.6^{\circ}\text{C}$ 的温度递减率，进行校正。根据公式(1)，计算出12个月网格尺度的温湿指数；温湿指数参照表3，结合青岛市实际情况，取12个月舒适度等级的平均值，划分全市气候舒适度(图6)。

此外，近年来青岛市海域内绿潮灾害连续性暴发，造成了较为严重的海洋环境灾害和海洋经济损失<sup>[10]</sup>，成为青岛市主要的海洋灾害，因此将绿潮灾害评价纳入海洋评价，与海浪灾害、海冰灾害进行叠加。对2018年绿潮出现期间每

天的卫星遥感影像解译成果进行叠加分析,区域出现绿潮的次数越多,危险性等级越高;根据绿潮影响范围及发生频率确定绿潮灾害危险性,将危险性等级划分为高、较高、中等、较低和低5个等级(图7)。从绿潮危险性看,绿潮主要分布在山东半岛南部海域,青岛市中部海域危险性等级最高,以此为中心,向外扩散,危险性等级逐渐降低。再与海浪、海冰灾害危险性叠加(图8),取较高等级,作为针对海水养殖功能指向的灾害危险性等级(图9)。

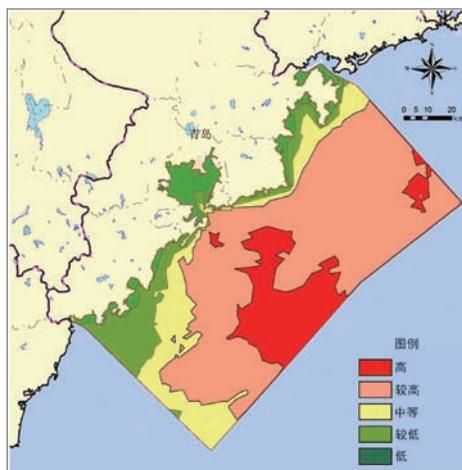


图7 青岛市绿潮危险性等级分布图

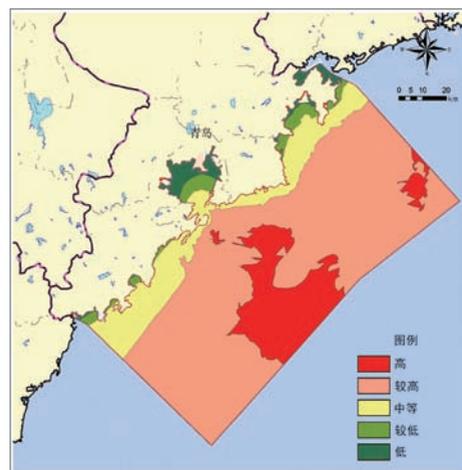


图9 青岛市海水养殖海洋灾害评价等级分布图

### 2.3 面向规划应用, 提供决策支撑

国土空间规划对“双评价”的内在要求也被广泛讨论,但需要摒弃“一刀切”的简单评价模式,为空间规划提供更加丰富的决策支撑<sup>[11]</sup>。

当下,青岛市“双评价”工作聚焦市级国土空间规划,探索市级“双评价”与国土空间规划编制体系互通机制,坚持“资源环境承载能力与国土空间开发相匹配”的原则,除完成承载规模、资源环境禀赋分析、问题和风险识别、潜力分析等《双评价指南》规定动作,还针对青岛市开发适宜性为农业生产和城镇建设的呈现双适宜性且重叠面积占陆域面积一半的特征,设定不同的国土空间开发保护情景,初步划定不同情景下生态、农业、城镇三类空间的数量规模与空间分布范围(图10)。

在情景设定中,落实中共中央、国务院在《山东新旧动能转换综合试验区建设总体方案》《国务院关于印发6个新设自由贸易试验区总体方案的通知》《国务院关于中国—上海合作组织地方经贸合作示范区建设总体方案的批复》等文件中明确青岛城市发展的定位;根据定位要求对土地资源、水资源、生态系统、自然灾害、陆海环境等进行变化趋势研判和重大风险预估,确定合理开发适宜性方案。在此基础上,进行初步方

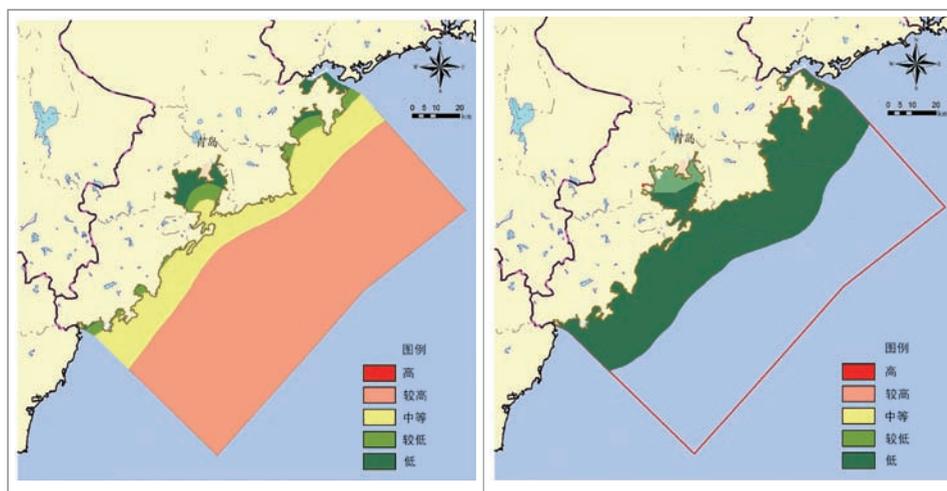


图8 青岛市海浪(左)、海冰(右)危险性等级分布图

表3 舒适度分级参考阈值

分级标准	舒适度等级
60 ~ 65	7(很舒适)
56 ~ 60 或 65 ~ 70	6
50 ~ 56 或 70 ~ 75	5
45 ~ 50 或 75 ~ 80	4
40 ~ 45 或 80 ~ 85	3
32 ~ 40 或 85 ~ 90	2
< 32 或 > 90	1(很不舒适)

案与管理部门用途管制边界校核,包括永久基本农田、水资源配置工程网规划、生态保护红线、自然保护地边界和岸线控制线等,确保基于客观评价结果和上位政策定位划定的分区与实际管理要求衔接,落实“在开展资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价的基础上,

科学谋划国土空间开发保护格局”的要求(图11)。

### 2.4 探索海域评价, 实现陆海协同

由于陆地与海洋国土空间在开发内涵、开发方式上存在较大差异<sup>[12]</sup>,《双评价指南》中关于海域评价,从陆海分

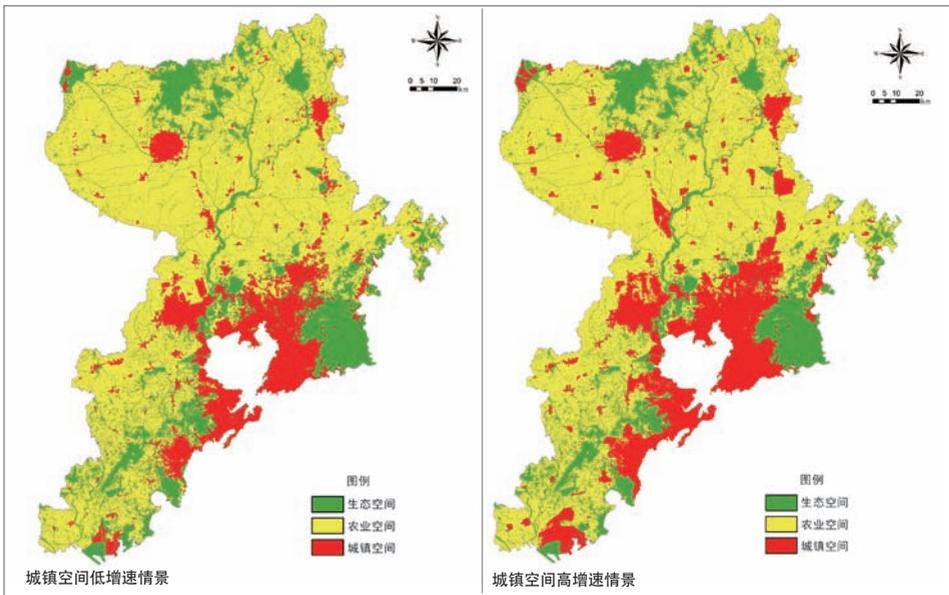


图 10 不同情景下三类空间试划方案

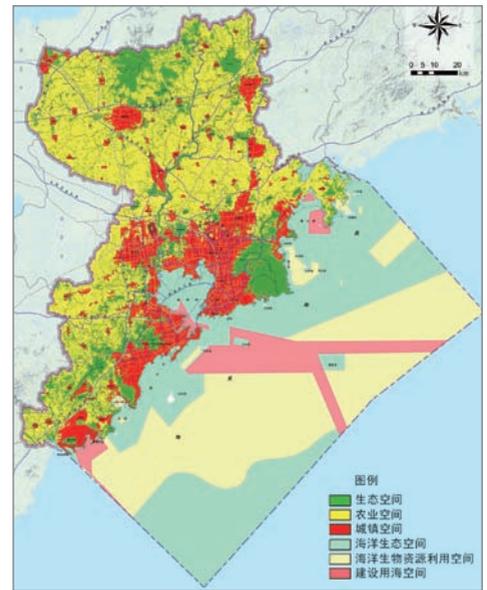


图 11 国土空间开发保护格局图

别评价，到海洋作为资源进行单项评价，再到各地根据实际情况作为可选评价项，内容持续变动，且国内目前缺乏海陆统筹交互评价的实践案例<sup>[13]</sup>。

青岛市由于海洋开发利用情况突出，从“双评价”工作伊始就一直探索海域评价，以陆海统筹为原则，研究生态保护的重要性以及海水养殖、港口建设的适宜性(表4)，并与青岛市海域利用现状、养殖确权数据和青岛港总体规划进行叠加分析，明确海域空间存在的问题、风险与潜力。同时，在评价工作开展前期形成工作岸线，按照自然属性合理确定陆海评价分界线，后期实现与山东省海洋局海岸线修测调查成果的衔接。

### 3 市级“双评价”应用思考

青岛市“双评价”试评价工作由自然资源部国土空间规划局全程指导，经并行研究、集中攻关、实践支撑和推广应用，自上而下开展试点。尽管评价对象复杂、地域跨度大、方法改进多，但其目标还是追求整个评价技术工作的优化与统一，以满足未来全国不同的服务对象、不同的管理部门和不同的实践路

径的需求，同时契合“山水林田湖草”作为一个生命共同体的理念的新一轮深化改革要求。然而在试评价过程中，仍存在以下几点需要思考的问题。

#### 3.1 评价结果的公平性

人类活动不同于任何其他自然资源的活动方式，其复杂性、主动性和开放性导致难以准确认知其规律，忽视技术进步、要素流动和规划引领等对于资源、环境、生态的良性干预或者直接影响，而单纯强调自然本底的限制和约束作用显得过于机械，而精准解决这样一个复杂系统的定量化、定位化课题，无论从学术理论还是技术层面都难以在短期内实现突破。

目前“双评价”技术流程在集成资源环境承载力评价优点，合理研判城镇建设、农业生产的适宜程度，注重在符合客观规律和逻辑的前提下，为国土空间规划编制提供方向和引导。判断承载力等级时需要功能指向有预判，两者势必存在嵌套关系，《双评价指南》也逐渐使用“系统评价”替代“串联式”或“并联式”的技术流程。因此，相对于评价本身提供的承载强弱、等级高低

和规模大小而言，如何减少结论导向，让“双评价”的潜在“使用者”都能平等使用“双评价”提供的服务，在同一技术体系“语境”下得到评价结果显得尤为重要。

#### 3.2 上下传导的协同性

市级层面的“双评价”在上下级传导方面仍有完善的空间。由于部分关键数据市级层面并不掌握，多与省级评价使用同一套数据，两级评价数据来源基本一致，往往因评价精度要求或选取技术方法不同，导致评价结果存在差异。此外，“双评价”重要的应用之一是通过定量分析得出定性的结论确定县级及以上行政单元主体功能，而在市级国土空间规划编制中，如何将在省域乃至全国层面“双评价”结论的比较优劣或适宜性特征转换为较为精准的空间定位，仍需与主体功能区优化思路相结合，设置具体的判读流程。

#### 3.3 陆海统筹的可操作性

在我国过去的发展中，由于对海陆关系和海洋的认知仍有缺位，加上经济发展压力导致的国土空间粗放利用，致

使海陆发展水平之间存在差距<sup>[14]</sup>。陆地功能区以行政区为单元管理，而海洋功能区则为人工划定的特定区域，尺度不协调；陆地优化开发区与海上生态保护区、陆地生态保护区与海上港口航运区相近相邻，功能不协调；海岸带部分区域管理权责不明确，部门管理仍然存在冲突，海陆管理不协调。同时，由于对海洋认知的不确定性，《双评价指南》对海洋评价的关注度一直在减弱，对涉海城市编制陆海统筹的国土空间总体规划支撑不足，以海域权威性、准确性和时效性的可获取数据为基础，以协调陆海关系为原则的海域评价理应是下一步研究工作的重点。

#### 4 建议

总体来看，在构建全国统一、相互衔接、分级管理、责权清晰、依法规范和高效运行的国土空间规划体系并监督实施的总体要求下，国土空间规划的编制需要第三次全国国土调查、“双评价”、“双评估”（国土空间开发保护现状评估和风险识别评估）等若干基础专题研究共同支撑，“双评价”侧重于对资源环境等本底要素的认知，其成果应用应有合理边界，对规划编制的支撑作用也应客观看待（图 12）。研究结合青岛市试评价实践与思考，提出以下建议。

#### 4.1 底线思维，优化空间格局

在生态文明的大背景下，“双评价”的核心作用在于识别和划定生态环境安全的底线，消除人类活动安全隐患。从评价的逻辑来看，首先识别生态空间，明确生态保护极重要区，通过对卫星影像、地理国情普查数据和土地变更调查数据等进行对比，并经实地踏勘后，按照自然地理地貌单元进行核实，对评价不准确的区域进行修正，从而夯实生态保护极重要区。其次在生态保护极重要

区以外区域，着重识别不适宜城镇建设的区域，作为新增城镇建设避让、优先搬迁整治区域；同步考虑坡度、土壤质地和灌溉水约束等耕作条件，开展农业生产适宜性评价，识别农业生产适宜区和不适宜区，农业生产的适宜区作为补

充耕地潜力区域，不适宜区域逐步退耕还林还草还水（图 13）。

#### 4.2 问题导向，合理利用资源

利用“双评价”对全市域开发保护存在的问题、短板进行系统梳理，从而

表 4 海域“双评价”指标体系

功能指向	评价因子	一级评价指标
生态保护重要性评价	物种层次生物多样性维护功能重要性	海洋经济鱼类集中分布区 海洋物种多样性丰富区
	生态系统层次海洋生物多样性维护功能重要性	滩涂生态系统 浅海湿地生态系统 海岛生态系统
海水养殖适宜性评价	资源评价	初级生产力
	海洋环境评价	海水水质 富营养化
	海洋灾害	灾害危险性
港口建设适宜性评价	岸线资源利用条件	岸线类型 水深条件
	港口建设条件	城镇建设条件
	海洋灾害评价	风暴潮灾害危险性 海啸灾害危险性

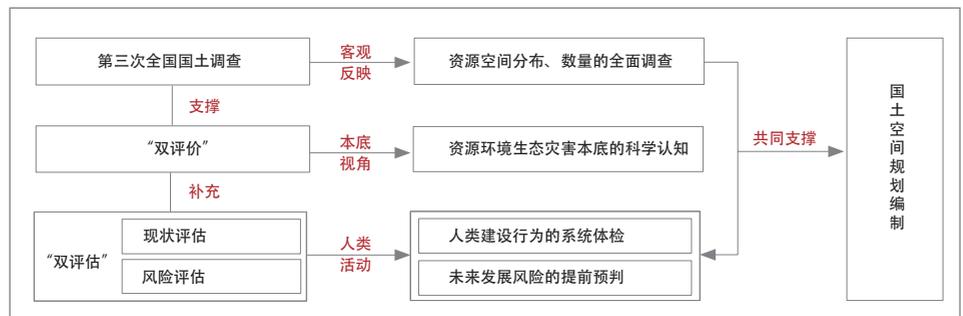


图 12 各项基础工作对国土空间规划支撑作用框架图

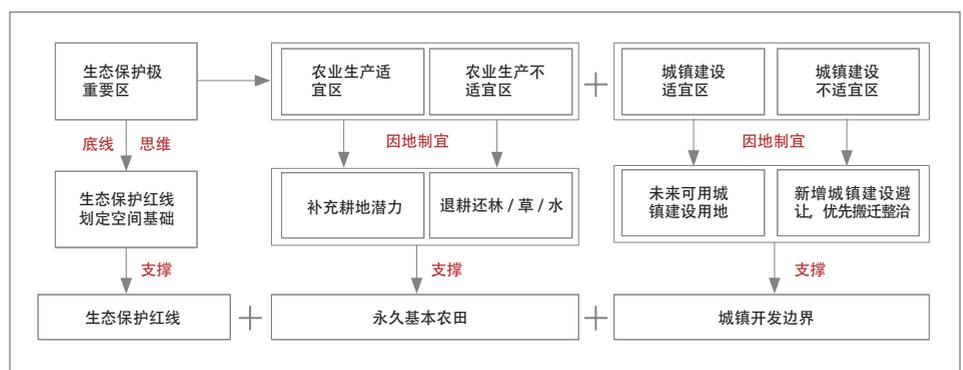


图 13 “双评价”与三线划定关系图

明确国土空间开发利用限制条件,即以科学方法和权威数据,从自然资源上限、环境容量和生态系统承载极限、灾害发生点面、地理区位等方面研究城市层面资源环境禀赋的优劣势,并充分利用好各单项评价的分析过程与分析结论,摸清国土空间的基本家底,根据生态、农业、城镇不同功能指向和承载对象,识别城市发展的约束性条件,明确耕地、林地、草原、河流、湖泊、湿地、海域和无居民海岛等所有自然资源的发展容量与调控方向。

### 4.3 地方特色,因地制宜施策

全国统一的评价体现了国家层面对国土空间保护的决心和力度,确保了国土空间格局的一致、协调和稳定;市县的评价则应在总体框架下更为精准地分析地方短板,加强单项要素评价的成果应用,为优化市县国土空间保护与开发打好基础。在研究市县主体功能定位和保护、开发、监测指标体系构建的基础上,基于《双评价指南》制定单项要素评价的导则指引,充分发挥相关专业领域学者作用,明确单项要素指标评价技术成果应用和改善措施,从而进一步调整和完善《双评价指南》要求的评价结果。

## 5 结语

《双评价指南》的正式公布是“双评价”工作重要的阶段成果,对于规范全国及各地的“双评价”工作具有重要指导意义,同时也是新一轮“双评价”工作实践与应用的开端。

总体而言,明确“双评价”工作适用、应用范围与合理确定其指标、算法、阈值等关键技术非常重要。以科学、权威、好用、适用为目标,“双评价”工作仍需要进一步实践、反馈和优化。在进一步关注评价结果的公平性、上下传导的协同性及陆海统筹的可操作性的基

础上,既要按照人口资源环境相均衡、经济社会生态效益相统一的原则,满足底线思维;也要识别国土空间开发利用现状中的问题和风险,突出问题导向;还要考虑不同区域自然地理、社会经济条件差异的影响和数据、资料的相对有限性和可获取性,做到有的放矢。“双评价”以实践为基、应用为本,通过对国土空间格局调整、主体功能定位优化、三线划定和关键指标分解等工作提出明确建议,满足新时期各级国土空间规划所需要的技术逻辑。提高评价结果对规划编制的支撑作用,仍是今后“双评价”工作极其重要的一个方向。■

### [参考文献]

- [1] 中共中央文献研究室. 习近平关于社会主义生态文明建设论述摘编[M]. 北京: 中央文献出版社, 2017.
- [2] 黄震方, 陆林, 苏勤, 等. 新型城镇化背景下的乡村旅游发展: 理论反思与困境突破[J]. 地理研究, 2015(8): 1409-1421.
- [3] 林坚, 赵晔. 国家治理、国土空间规划与“央地”协同——兼论国土空间规划体系演变中的央地关系发展及趋向[J]. 城市规划, 2019(9): 20-23.
- [4] 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 省级空间规划试点方案[Z]. 2016.
- [5] 刘殿生. 资源与环境综合承载力分析[J]. 环境科学研究, 1995(5): 7-12.
- [6] 郭晓林, 于连莉, 周琳, 等. 新时期市域空间管控体系研究——基于青岛市“多规合一”工作的若干思考[J]. 小城镇建设, 2019(10): 27-33.
- [7] 杨玲. 基于空间管制的“多规合一”控制线系统初探——关于县(市)域城乡全覆盖的空间管制分区的再思考[J]. 城市发展研究, 2016(2): 8-15.
- [8] 罗彦, 蒋国翔, 邱凯付. 机构改革背景下我国空间规划的改革趋势与行业应对[J]. 规划师, 2019(1): 11-18.
- [9] 樊杰. 我国空间治理体系现代化在“十九大”后的新态势[J]. 中国科学院院刊, 2017(4): 396-404.
- [10] 刘佳, 刘宁. 浒苔绿潮影响下滨海旅游环境价值损失及影响因素——以青岛市

海水浴场为例[J]. 资源科学, 2018(2): 392-403.

- [11] 岳文泽, 王田雨. 资源环境承载力评价与国土空间规划的逻辑问题[J]. 中国土地科学, 2019(3): 1-8.
- [12] 纪学朋, 黄贤金, 陈逸, 等. 基于陆海统筹视角的国土空间开发建设适宜性评价——以辽宁省为例[J]. 自然资源学报, 2019(3): 451-463.
- [13] 于连莉, 罗研, 刘晓东, 等. 基于生态文明视角下的空间规划基础评价——以青岛市“多规合一”空间规划为例[J]. 小城镇建设, 2019(10): 17-26.
- [14] 曹忠祥, 高国力. 我国陆海统筹发展的战略内涵、思路与对策[J]. 中国软科学, 2015(2): 1-12.

[收稿日期]2020-02-10;

[修回日期]2020-02-25

# 我国县域国土空间“双评价”理论与浙江嘉善县实证研究

□ 李永浮, 蔡宇超, 唐依依, 刘曦

[摘要] “双评价”包括资源环境承载能力评价和国土空间开发适宜性评价。当前研究表明, 其尚存在理论应用与现实需求差距大、适宜性评价与承载力评价割裂、现状评价与未来研判明显脱离等问题。《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南(试行)》正式出台后, 在“双评价”的理论、方法、流程、层次上显示出回归理论实质、确保简便易行、贯穿动态理念和重视上下传导等明显优势。文章顺应《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南(试行)》要求, 提出适合于县域国土空间单元的“空间传导—空间划定—空间测算”评价技术框架, 并开展沿海发达地区典型县域实证研究。

[关键词] 县域; 双评价; 适宜性; 承载力

[文章编号] 1006-0022(2020)06-0013-07 [中图分类号] TU984 [文献标识码] B

[引文格式] 李永浮, 蔡宇超, 唐依依, 等. 我国县域国土空间“双评价”理论与浙江嘉善县实证研究[J]. 规划师, 2020(6): 13-19.

Theory of “Dual Evaluations” in Chinese Counties and Practice of Jiashan County, Zhejiang Province/Li Yongfu, Cai Yuchao, Tang Yiyi, Liu Xi

[Abstract] “Dual evaluations” refer to environmental carrying capacity evaluation and national land use suitability evaluation. There are disintegration problems between theory and practice, status quo analysis and prediction, land use suitability evaluation and environmental carrying capacity evaluation etc. The enactment of Guidance of Environmental Carrying Capacity Evaluation and Land Use Suitability Evaluation has advantages in theoretical regression, feasible in operation, dynamic concept, and connection of different levels. The paper proposes a technical framework including spatial transmission, spatial delimitation, and spatial

## 1 文献综述

学术上的“资源环境承载能力”和“国土空间开发适宜性”是两个相对独立的概念。就“承载力”而言, 研究起源于马尔萨斯人口问题假说。1921年, 帕克和伯吉斯正式提出了“承载力”的概念<sup>[1]</sup>。20世纪中叶, 全球人地矛盾不断加剧, 推动承载力研究向纵深发展。20世纪80年代初, 联合国教科文组织提出“资源承载

力”概念并被广泛接纳<sup>[2]</sup>。20世纪90年代, 国内学者的研究逐步扩展到包括土地、水和能源在内的各类自然资源和环 境承载能力研究<sup>[3]</sup>。2000年以来, 资源环境承载能力的综合研究得到学界重视。从内涵上来讲, 资源环境承载能力是指一定时期内, 不同尺度区域在确保资源合理开发利用和环境良性循环的条件下, 区域资源环境能够承载的人口数量及相应经济与社会总量的能力。它是包含资源和环境要素的综合概念<sup>[4]</sup>。

[基金项目] 国家重点研发计划项目(2018YFD1100105)

[作者简介] 李永浮, 博士, 上海大学上海美术学院建筑系副教授、硕士生导师。

蔡宇超, 工程师, 注册城乡规划师, 上海大学上海美术学院建筑系硕士研究生。

唐依依, 工程师, 德国SBA公司项目主管。

刘曦, 通讯作者, 硕士, 工程师, 注册城乡规划师, 现任职于上海市地质调查研究院。

就“适宜性”而言,一般是指土地适宜性,是指土地在一定条件下对不同用途、功能的适宜程度<sup>[5]</sup>。国土空间开发适宜性是指国土空间对农业生产、城镇开发建设等不同开发利用方式的适宜程度,其基本理念最早产生于土地适宜性评价<sup>[6]</sup>,主要包括农业生产适宜性评价与城镇生产适宜性评价。随着我国国土开发建设格局的剧烈变化,生态、生产及生活空间矛盾难以协调,国土空间开发适宜性评价的重要性逐渐突显<sup>[7]</sup>,已成为编制国土空间规划、保护国土生态空间、合理布局建设空间和优化国土空间开发格局的依据<sup>[8-9]</sup>。

相较于学术研究,相关政策更为强调资源环境承载能力评价和国土空间开发适宜性评价,即“双评价”的有机整体联系。2019年5月,《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》明确指出,“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,科学有序统筹布局功能空间,划定空间边界,强化底线约束,为可持续发展预留空间。”2020年1月,《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南(试行)》(以下简称《双评价指南》)正式出台,指导全国市县及以上国土空间规划编制中的“双评价”技术工作。在此之前,自然资源部陆续制定过若干版本的评价指南征求意见稿,并选择典型地区开展试评价工作,旨在确保“双评价”技术方法的科学性、合理性和适用性<sup>[10]</sup>。“双评价”的技术规程也逐渐从以往的各部门专业评价到由发展改革委等十三部委发布的并联交错式评价,进一步演变为当前的串联递进关系<sup>[11]</sup>。当前,“双评价”研究侧重于实证层面,针对城市单元的主要涉及基于“双评价”的城镇开发边界划定<sup>[12-13]</sup>、“三区三线”划定<sup>[14]</sup>、试评价工作<sup>[5]</sup>的分析与总结;针对县级单元的主要涉及自然资源综合调查与“双评价”思路探讨<sup>[15]</sup>、基于“双评价”的应急避护场所评估与布局<sup>[16]</sup>等内容;另外还有学者探讨了“双

评价”软件设计及其与国土空间规划关系<sup>[17]</sup>。本文选取沿海发达地区典型县域空间——浙江嘉善县为实证案例,结合最新《双评价指南》开展“双评价”研究,总结评价技术框架,具有重要意义。

## 2 当前研究存在的不足

### 2.1 问题一:理论应用与现实需求存在差距

承载力的理论应用存在一定争议,Buckley和Lindberg等学者认为它具有固有的模糊性和不确定性而建议废弃之<sup>[18]</sup>。我国学者李铁也指出承载力“可能是一个伪命题”。目前,承载力研究主要是针对不同区域对象展开评价。2005年原建设部首次提出“城市综合承载力”概念后,关于城市及城市群的承载力评价成果不断涌现。但从文献综述看,技术思路基本依照“构建指标体系—赋予指标权重—计算承载力水平—比较承载力高低”进行。虽然评价指标体系的构成因研究视角和理论选取不同,形成了“二元”指标体系<sup>[4, 19-21]</sup>、“三元”指标体系<sup>[22-24]</sup>、“四元”<sup>[9, 25-26]</sup>指标体系乃至“多元”指标体系,但是本质上仍旧延续了类似于20世纪八九十年代的可持续发展水平评价的思路,即侧重于不同地理区域、不同时间阶段的承载力水平比较,导致评价结果只能说明一个城市整体发展水平的高低,只可作为确定城市综合承载能力的参考,并不能准确说明一个城市综合承载力的大小<sup>[27]</sup>。因此,当前承载力研究结果的指向性不强,对于具体地区的真实承载力缺乏解释能力,难以回应现实需求问题,表现出“软指标”的特性。虽然理论研究阶段可以应用“软指标”,但是现实应用阶段必须要“硬指标”来增强说服力和执行力。实际上,《双评价指南》的变化也印证了这一点,在山东、广州等地的实践反映出原有讨论稿的执行力不强等问题,最新的试版本从原有的多指标比较回归到了具体空间规模的测算,即承载力的本质问题上。

### 2.2 问题二:适宜性评价与承载力评价割裂

当前承载力评价研究多与适宜性评价关联度不高,虽原本就是两个不同的理论课题,也与《双评价指南》刚推出不久有一定联系,但也客观反映出两类评价间存在的割裂问题。当前文献对于承载力影响要素的理解不仅存在“重自然生态、轻社会经济”<sup>[2]</sup>和“重硬件要素、轻软件要素”<sup>[28]</sup>等偏颇性,还反映出要素的各类数据是一种“悬挂”在空间之上的数字指标,与实际空间的关联性弱。在大量评价工作中,承载力分析对象是一个笼统的范围,如行政区域,或是一个单一要素的概念(如水土矿产资源),评价内容缺少对于空间必要的分类与梳理,评价主体对于空间缺乏全面的认知,即到底哪些地区需要考虑承载力,又有哪些地区可暂不考虑承载力。因此,只有当某一区域的功能指向明确时,其承载力才更具可操作性和应用能力,也才有适宜性可言<sup>[29]</sup>。这实际上也反映出“逆向规划”的思路,强调通过优先进行不建设区域的控制,来进行城市空间规划的方法论,是对当前城市快速扩张的一种应对。自然资源部组织编制的《双评价指南》正是为满足当前需要,重新构建了两个评价的指标体系、模型方法和集成方式,使以往“双评价”的分割式评价演变为递进式的评价<sup>[5]</sup>。无论是“资源环境承载能力”,还是“国土空间开发适宜性”,均是由自然环境与人类社会系统相互作用形成的概念<sup>[29]</sup>。国土空间开发适宜性是资源环境承载能力的约束前提,资源环境承载能力是国土空间开发适宜性的规模指向,两者具有密切的内在联系,是一个有机互动的评价系统。

### 2.3 问题三:现状评价与未来研判明显脱离

从当前评价方法来看,承载力研究更多的是运用因子分析方法<sup>[19-20, 30-31]</sup>、综合指数计算方法<sup>[32-34]</sup>、主观赋权法<sup>[4, 9, 19, 35]</sup>、客观赋权法<sup>[32, 36-40]</sup>等围绕现状指标的

析与赋权方法,对于远景测算<sup>[1]</sup>、成因预测<sup>[20, 36, 41]</sup>、情境分析<sup>[42-43]</sup>、空间探索性分析<sup>[20, 23, 44]</sup>等未来研判的方法应用还较少。从当前评价对象特点来看,主要是对现状城市<sup>[45]</sup>或城市群<sup>[46]</sup>某一个时间点或回溯一定时间阶段的承载情况进行分析评价。事实上,对于现状的评价具有积极意义,如此既能够充分掌握现状承载力的实际限制性因素和超载问题,也可以为未来承载力的改进方向判别夯实基础。但是,止步于对现状的研究是不够的。一方面,承载力理论与可持续发展思想是一脉相承的,其评价结果不能忽视承载力系统的动态性和发展性,即承载力分析要与未来时间与空间上的变化相结合,能够适应气候变化、技术进步、重大基础设施建设和生产生活方式转变等特定的情境。另一方面,要对真实的现实承载力与可持续的潜在承载力进行区分研究,同时还要立足长远,加强承载状态的“预警”研究。2020年初《双评价指南》的正式出台,为解决当前承载力与适宜性评价中存在的实用性不强、关联度不高和预测力不够等问题,提供了一个解决现状问题、引入正确思路的有效切入点。《双评价指南》在评价理论、评价目标、评价原则和评价方法上较现有研究更具应用优势。

### 3 《双评价指南》的应用优势

#### 3.1 概念——回归理论实质

在《双评价指南》中,资源环境承载力是指基于特定发展阶段、经济技术水平、生产生活方式和生态保护目标,一定地域范围内资源环境要素能够支撑农业生产、城镇建设等人类活动的最大合理规模。首先,这一概念重点关注了最为主要的两类人类活动,即农业生产与城镇建设活动,与学术研究中的资源环境承载力相比,评价分析内容更为具体,评价目的也更为明确。其次,“双评价”所指明的“最大合理规模”是指绝对量,并非评价单元的相互比较,也

不限于适度容量的基本测算。与讨论版指南文件相比,新概念实现了从强调人口总量调控向强调空间约束与指引的转变<sup>[11]</sup>。最后,“双评价”以资源、环境和生态为主要要素,对于经济社会类要素的考虑则主要反映在其对资源、环境和生态指标选取的影响上。这些与“资源环境承载力”的最初概念内涵是相通的,两者都着重关注“承载物”的最大合理规模,即明确农业生产、城镇建设的最大合理规模和适宜空间,是一个能够量化、“言之有物”的具体指标,都反映出生态系统所提供的资源和环境对人类系统良性发展的一种支持能力<sup>[28]</sup>。

#### 3.2 技术——确保简便易行

现有评价方法的技术流程较为复杂,且沿用了可持续发展的评价手法,对于实际指导意义不强,尤其需要大量技术指标参与运算与比较。对于独立性较强的城市地区而言,各项统计资料相对齐全、集中,尚能满足评价需求。但对于受外部力量影响较强的县、乡镇、村庄地区而言,各项资料统计匮乏、分散,评价面临现实困难。对此,《双评价指南》明确从讨论版本中的多指标评价方法回归到了承载力绝对量计算方法上,较大程度上避免使用开发利用现状数据和经济社会指标,更加侧重于资源环境本底挖掘、资源环境承载力原值的评价测算<sup>[11]</sup>。另外,《双评价指南》强调在本底评价中要将资源环境承载能力和国土空间开发适宜性作为有机整体,改变只做承载力评价的不合理现状。同时,以多元综合评价<sup>[47]</sup>为基本思路,抓住解决实际问题的本质和关键,围绕生态、资源和环境等核心要素,开展本底评价,紧密结合国土空间规划编制,为摸清国土空间本底条件指明了方向。

#### 3.3 系统——贯穿动态理念

以往研究往往将城市某一硬件承载力系统作为一个孤立、封闭的系统,强调其空间限制性而忽视其开放性,如区

际贸易与人口流动的影响<sup>[3, 28, 48]</sup>,使得评价结果与真实情况有较大出入甚至矛盾。这一点在县域空间单元评价中显得尤为突出。从县域角度出发,乡镇和村之间都不是一个封闭的系统,而是一个相互联系、动态开放的系统。以水资源为例,受乡镇辖区单元面积小、行政主导力弱的影响,乡镇、村层面的水资源并非完全独立供给,极易受到外部影响,在各乡镇、村之间调控调配。因此,城市的封闭系统对于县域“双评价”缺乏效用,只有强调县域内各乡镇承载力(水、土地、生态、环境等)是有机联系的,县域系统是开放而不是孤立的,才能呈现贴近现实的评价结果。因此,《双评价指南》所构建的评价系统,不仅注重对照评价县域内外先进水平,对比全国及区域平均情况,还充分关注组织管理、技术进步和生产生活方式转变等外部因素影响,还鼓励在评价中开展潜力分析与情景分析,对未来县域国土空间利用的多种可能性提供动态分析基础。

#### 3.4 对象——重视上下传导

《双评价指南》根据省级和市县国土空间规划编制需要不同精度的要求,建立了针对“省、市县”的两级评价体系和围绕“生态、农业、城镇”的三类评价体系,既满足了省级层面评价对区域安全和开发建设要求的总体需求,也满足了市县层面区域布局与选址的实践需求<sup>[47]</sup>。一方面,《双评价指南》强调省级评价对市县评价的指导性。《双评价指南》明确指出,就农业生产适宜性评价而言,省级评价内容和精度已满足市县国土空间规划编制需要的,可直接在省级评价结果的基础上进行综合分析。就县域单元而言,其各类国土空间评价工作均应以市级和省级上位空间规划评价内容与成果为依据及基础。另一方面,《双评价指南》强调市县评价对省级评价的延伸性。在省级评价结果的基础上,市县评价应当进一步提高评价精度,根据更高精度数据和实地调

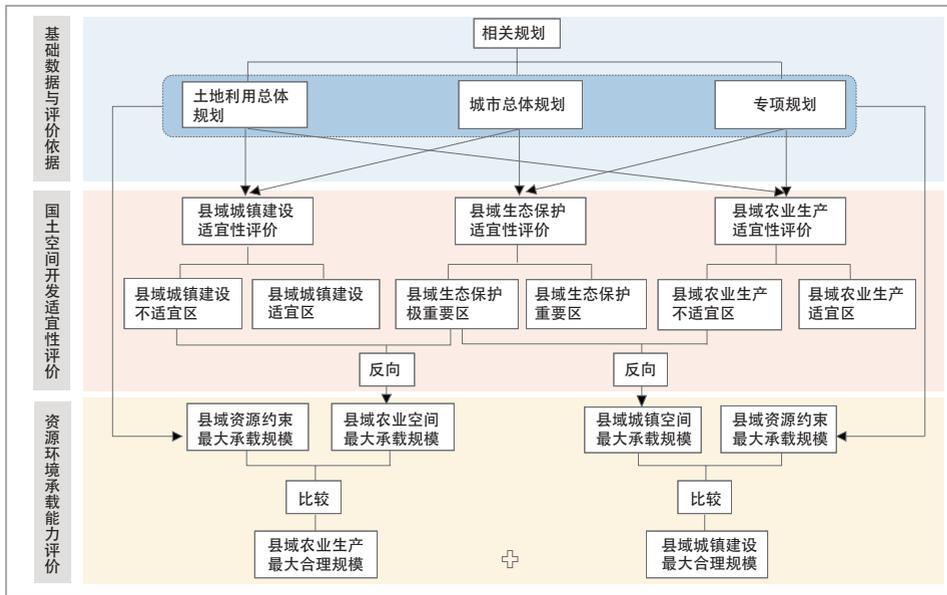


图1 县域“双评价”技术路线

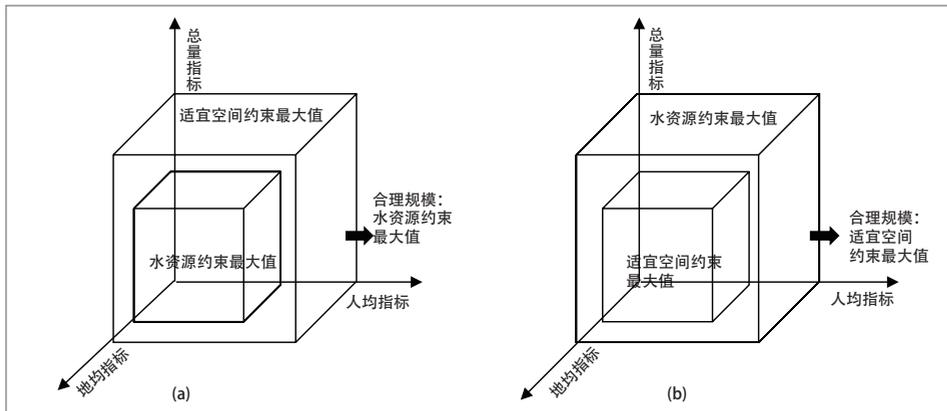


图2 最大合理规模确定思路

查进行边界校核，细化评价单元，补充评价内容，做好评价修正和校核工作。

#### 4 评价框架

此次评价框架以《双评价指南》中的评价流程为主要依据，由“基础数据与评价依据”“县域国土空间开发适宜性评价”“县域资源环境承载能力评价”三部分构成，构建了“空间传导—空间划定—空间测算”的县域“双评价”技术思路（图1）。“基础数据与评价依据”是指基于现有县域土地利用总体规划、城市总体规划以及各类专项规划，提取基础性的评价数据，明确后续评价的规划依据。“县域国土空间开发适宜性评价”依据县域城镇建设、生态保护和农业生

产三类适宜性评价结果，划定县域城镇建设不适宜区、城镇建设适宜区、生态保护极重要区、生态保护重要区、农业生产不适宜区和农业生产适宜区六类空间。“县域环境承载能力评价”在县域城镇建设不适宜区、生态保护极重要区和农业生产不适宜区三类国土空间划定的基础上，分别将县域城镇建设不适宜区、生态保护极重要区以外的空间和县域生态保护极重要区、农业生产不适宜区以外的空间，作为县域农业空间和城镇空间最大承载规模。另外，以反映农业与城镇资源供给与需求的总量、地均、人均指标为计算依据，测算县域资源约束下的农业生产与城镇建设最大承载规模。基于此进行数值比较，依据“短板理论”选择各约束条件下的最小值作为

可承载的最大合理规模（图2）。

## 5 浙江省嘉善县案例研究

### 5.1 案例概况

嘉善县是浙江省嘉兴市下辖县，位于嘉兴市东北部、江浙沪两省一市交汇处，北靠江苏省吴江区和上海市青浦区。其地处长三角核心区域，是浙江省全面接轨上海的示范区和桥头堡。嘉善县是全国综合实力百强县之一，更是全国唯一以国家命名的“县域科学发展示范点”，2019年还入选国家城乡融合发展试验区。随着杭州湾跨海大桥及北接线和（南）通苏（州）嘉（兴）城际轨道交通的建设，加之已经建成的申嘉（兴）湖（州）高速公路，将极大地带动嘉善县中西部地区的经济发展和县域国土空间演进。特别是国务院在2019年10月29日批复了《长三角生态绿色一体化发展示范区总体方案》重大战略，作为示范区“两区一县”组成部分的嘉善县，在一体化示范区高质量发展的政策制度与方式创新推动下，迎来前所未有的发展机遇，未来可望飞速发展。

### 5.2 全县域生态环境保护评价

在构建评价指标体系之前，无疑需要仔细审视嘉善县生态环境特征和面临的主要问题，找出产生问题的原因和解决办法。

#### 5.2.1 生态环境特征和主要问题

①嘉善县地处太湖流域杭嘉湖平原水网地区，县域内河港纵横交错，湖荡星罗棋布，数百条支流曲港迂回曲折，将全县分割成千个圩垈，形成“水乡泽国”。嘉善全县水域面积为73.71 km<sup>2</sup>，水面率14.5%，因此河湖水环境是生态环境保护工作的重点。②嘉善县地势平坦，系长三角冲积平原，平均高程为367m（吴淞标高），由河、湖、浅海沉积构成。大地构造单元完整，地震活动微弱，属地段较稳定地区。河流流速平缓，水位季节变化显著，夏秋季节的台风暴雨常引

起河水骤涨。③伴随工业化发展和城镇化的推进,水污染面广、点多、量大,水环境质量形势十分严峻。饮用水源地沿岸农业用地分布比重较高,水源地保护与农业面源污染防治压力较大。而且,地下水无序、过度、过量开采,造成地下水位下降,地面发生严重沉降。④嘉善县属于南方红壤丘陵区,水土流失类型主要为水力侵蚀,全境侵蚀强度均属于微度。水土流失主要来源于降雨、风浪和船行波冲刷,河岸边坡和堤顶面极易产生水土流失。另外,嘉善县地处潮水河段,加上行船引起的波浪冲击远比潮流强大,河道被冲刷得比较严重。⑤嘉善县生物资源集中分布在河流、湿地内。据调查,全县有珍稀濒危植物3种,省级重点保护动物8种,还有小天鹅、鸳鸯等国家Ⅱ级保护动物。

### 5.2.2 生态保护规划评价体系

生态保护规划评价基于《双评价指南》的要求,并结合嘉善县生态环境实际问题,以及土地资源、生态保护和世界文化遗产保护三个准则,根据饮用水源地保护、水土保持、湿地保护、生物多样性保护和古镇保护五个要素,最终确定评价指标,如表1所示。采用多因素等权叠加方法,在ArcGIS中进行计算,最终结果如图3所示。其中,生态保护极重要区面积为17.12 km<sup>2</sup>,重要区面积为55.19 km<sup>2</sup>,次重要区面积为215.47 km<sup>2</sup>。

占绝大部分。在《嘉善县土地利用总体规划(2006—2020年)》(2019年修订)中,把2020年全县耕地的规划目标调整为258.4 km<sup>2</sup>,这次修订是在嘉善县经济快速发展的背景下完成的,因此包括耕地在内的规划地类更接近现实。据此规划地类,把全县划分为种植业适宜区和种植业不适宜区,如图4所示。二是畜牧业适宜区。嘉善县的畜牧业受到自然的约束很小,农业生产区内种植业适宜区都适合畜牧业发展,但根据《嘉善县畜牧业发展专项规划(2013—2020年)》要求,“把县城出境断面半径1公里范围、沿河特别是黑臭河两侧、主要道路沿线可视范围全部纳入禁养区”。三是全县的渔业适宜区,包括池塘养殖区、

湖泊养殖区和稻田综合种养区。根据全县养殖水域的功能区划,其中限制养殖区规划面积为18.59 km<sup>2</sup>,养殖区规划面积为55.43 km<sup>2</sup>,故全县渔业适宜区面积为74.02 km<sup>2</sup>。

### 5.3.2 农业生产区承载规模测算

#### (1) 耕地承载规模。

根据嘉善县第三次农业普查主要数据公报,2016年末,在全县灌溉用水的主要水源中,使用地表水的农户和农业生产单位占99.8%,可知地表水全县种植业的根本水源。嘉善县过境客水丰富,种植业发展所受水资源约束不显著。近年嘉善县已在大力推进农业节水灌溉工程,计划建成省级节水型灌区3个,农业灌溉用水计量率超过68%。其农业

表1 嘉善县生态环境保护评价指标体系

评价准则	评价要素	评价指标	指标说明
水资源	饮用水源地保护	饮用水源保护区	太浦河—长白荡饮用水源保护区
土地资源	水土保持	水土流失防护区(含重点防护区和易发区)	①重点预防区:申嘉湖高速公路以北至县界范围为水土流失的区域;②易发区:G320国道、城西大道、世纪大道、善江公路、G60沪昆高速公路及县界的围合地区
		河湖岸线防护	水土流失易发区:芦墟塘、茜泾塘等河道及两侧各200m范围
生态保护	生物多样性维护	生物多样性维护区	汾湖生物多样性维护
	湿地保护	湿地保护区	以西塘祥符荡、邗上荡、北夏墓荡、陶庄汾湖、姚庄长白荡、天凝蒋家漾为核心的湖荡公园保护区
世界文化遗产保护	古镇保护	西塘古镇保护区	西塘古镇世界遗产保护区

## 5.3 嘉善县农业生产区“双评价”

### 5.3.1 农业生产适宜性评价

根据《双评价指南》要求,农业生产区和城镇建设区是在生态保护极重要区以外的区域。通过调查嘉善县农业发展情况可知,全县以种植业为主,兼营渔业养殖业和畜牧养殖业。因此,从种植业生产适宜性、渔业生产适宜性和畜牧业生产适宜性三个方面开展农业生产适宜性评价。

一是种植业适宜区。嘉善县地势平坦,土壤肥沃,水热资源充足,现有的农业用地都是适宜种植业生产区,耕地

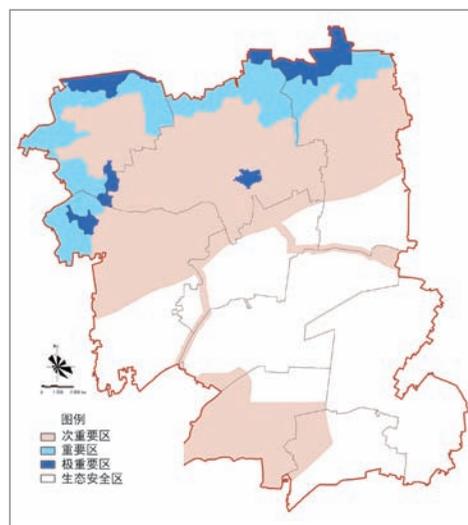


图3 嘉善县生态环境保护评价

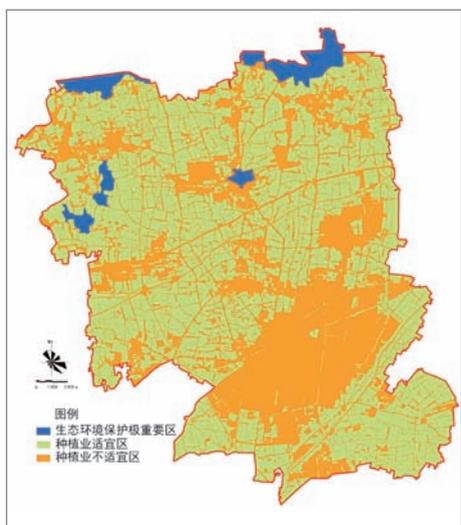


图4 嘉善县种植业适宜区划分

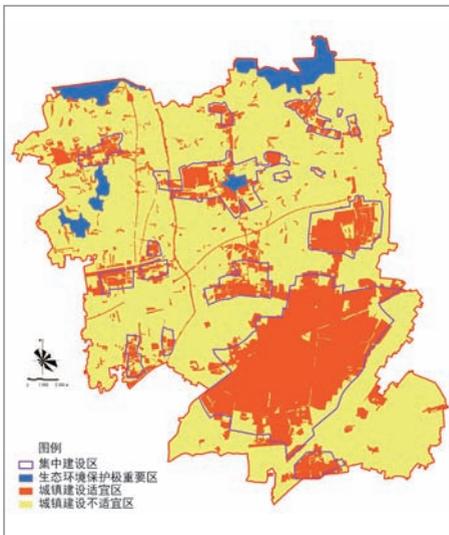


图5 嘉善县城镇建设适宜性评价

节水行动收效显著，2018年全县亩均灌溉用水量为428.84立方米/亩，比2015年下降了2.16立方米/亩。因此，暂且认为全县耕地未受水资源条件约束。从空间约束的角度来看，除去生态保护极重要区和种植业生产不适宜区，嘉善县空间约束下耕地的最大承载规模为258.4 km<sup>2</sup>。因此，综合两方面分析，嘉善县耕地承载的最大合理规模为258.4 km<sup>2</sup>。

#### (2) 畜牧养殖承载规模。

自2014年初，嘉善县大力推进“五水共治”，切实加大畜禽养殖污染治理力度，实现生猪养殖总量和污染排放双削减，生猪存栏数由2013年末的36.73万头削减至2014年9月底的18.73万头。同时，编制《嘉善县畜牧业发展专项规划(2013—2020年)》，明确全县生猪存栏要控制在20万头以内，年出栏量约36万头；围绕2个省级现代农业综合区和9.28万亩的粮食生产功能区进行布局，计划培育建设42个家庭农场，场均存栏生猪5000头。因此，可把生猪存栏20万头，年出栏量36万头作为全县的畜牧养殖承载规模。

#### (3) 渔业养殖承载规模。

根据《嘉善县养殖水域滩涂规划2017—2030年》进行分析，主要需从养殖尾水排放和水质污染方面，采用环境容纳量法估算嘉善县天然水域养殖容量。

根据水质分析，认为磷是限制水域生产力的最重要因素。故采用Beveridge研究的结果和Dillon-Rigler模型进行计算，并综合考虑近年来天然水域的增殖放流对水体污染物的净化作用等。综合估算，得出嘉善县水产养殖容量约为3.18万吨。因此，嘉善县渔业养殖的合理承载规模为3.18万吨。

### 5.4 嘉善县城镇建设区“双评价”

#### 5.4.1 城镇建设区适宜性评价

根据《双评价指南》要求，一般把水资源短缺、地形坡度大于25度、海拔过高，以及地质灾害、海洋灾害危险性极高的区域，确定为城镇建设不适宜区。另外，还需结合《嘉善县土地利用总体规划(2006—2020年)》(2019年修订)的建设用地管制分区成果，把禁止建设区和限制建设区划为城镇建设不适宜区。其中，禁止建设区的面积为127.46 km<sup>2</sup>，区内土地主要用于生态保护及示范区永久基本农田保护。重点保护太浦河—长白荡饮用水源保护地、汾湖生态湿地，以及已建高标准基本农田区、现代农业园区、千万亩标准农田质量提升工程实施区、富硒土壤区和嘉善锦绣桃园区等。限制建设区的面积为239.78 km<sup>2</sup>，区内土地主要用于生态保护和永久基本农田建设，限制城、镇、村建设，严格控制道路等线性基础设施和独立建设项目用地。另外，嘉善县划定了城镇集中建设区，面积为136.15 km<sup>2</sup>，主要包含中心城区、城市副中心、新城、镇中心区以及部分城市功能组团等规划集中连片建设的地区。城镇集中建设区是在一定规划期限内城市集中连片开发建设的地区，是城市各类建设项目集中布局的地区。从图5可知，城镇建设适宜区绝大部分分布在城镇集中建设区范围内。

综上所述，嘉善县城镇建设不适宜区面积为367.24 km<sup>2</sup>，占全县土地面积的72.44%；城镇建设适宜区面积为139.73 km<sup>2</sup>，占全县土地面积的27.56%。

#### 5.4.2 城镇建设区承载规模测算

根据《双评价指南》要求，城镇建设承载规模的重要约束条件是可用水量资源。根据区域城镇可用水量除以人均需水量的结果，确定可承载的城镇人口规模；可承载的城镇人口规模乘以人均城镇建设用地面积，确定可承载的建设用地规模。

根据《嘉善水利志》，嘉善全县多年平均水资源总量为2.358亿立方米。由于全县过境客水资源丰富，所需水量都能得到满足。因此，未来城镇建设区的承载规模应该从城镇供水能力和行业供水结构来计算。根据《嘉善城乡供水专项规划(2018—2035年)》预测，2025年全县供水规模为2.18亿立方米，可以承载人口为92万；2035年全县供水规模为3.0222亿立方米，可以承载人口为115万。根据《嘉善县域总体规划(2017—2035年)》初步成果，2035年全县人均城镇建设用地为135.65 m<sup>2</sup>，由此可知水资源约束下的全县城镇建设区的用地规模为155.99 km<sup>2</sup>。另外，从空间约束的角度来看，全县除去生态保护极重要区和城镇建设不适宜区后的地区，即城镇建设适宜区的用地规模为139.73 km<sup>2</sup>。

综上所述，按照短板原理，取水资源约束条件和空间约束条件的最小值，作为全县城镇建设区可承载的最大合理规模，即城镇建设区承载规模为139.73 km<sup>2</sup>。

### 6 结语

“双评价”是实现国土空间高质量发展的重要技术手段，其与各级各类国土空间规划衔接配合，能够深度契合主体功能分区、“三区三线”划定的各项要求，有利于推动国土开发利用格局不断优化，为落实各项国土空间策略提供技术支撑。

基于现有县域“双评价”研究成果，思考未来可能的研究领域：一是推动研究向宏观、微观两个层次纵向拓展。宏观上，可将研究视野从“县域”扩展到

更高层面的地域单元,分析各层次评价指标的确定与分解思路,思考“双评价”与“三区三线”、“主体功能区”、“五级三类”国土空间规划之间的技术关联。微观上,深入分析县域单元内部的乡镇、村庄,选取具有代表性的案例展开实证研究,探索适应于乡村地区承载力的评价分析方法。二是促进研究向内部、外部两个维度横向延伸。一方面,加强对单个县域“双评价”研究成果的综合分析方法与内容的研究,借助前沿情境分析技术手段,支撑县域国土空间规划多方案比选。另一方面,开展针对多类型县域行政单元的评价方法差异化研究,深入研判不同地区国土空间开发利用问题和风险,探索国土空间可持续发展潜力。■

#### [参考文献]

- [1] 李秀霞,刘春艳.基于综合承载力的区域适度人口研究[J].干旱区资源与环境,2008(5):6-10.
- [2] 傅鸿源,胡焱.城市综合承载力研究综述[J].城市问题,2009(5):27-31.
- [3] 王书华,毛汉英,赵明华.略论土地综合承载力评价指标体系的设计思路——我国沿海地区案例分析[J].人文地理,2001(4):57-61.
- [4] 孙燕英,李元杰,康艾,等.鄂尔多斯盆地(内蒙古地区)资源环境综合承载力评价研究[J].干旱区资源与环境,2017(2):56-62.
- [5] 罗道.长沙市“双评价”实践探索[C]//活力城乡美好人居——2019中国城市规划年会论文集(11总体规划),2019.
- [6] 杜海斌,李正,郑煜.资源环境承载力评价和国土空间开发适宜性评价研究进展[J].中国矿业,2019(增刊2):159-165.
- [7] 黄梦佳,齐鲁,李淑杰,等.基于三生空间的汪清县城市国土空间开发建设适宜性分析[J].江西农业学报,2019(8):119-125.
- [8] 迪力沙提·亚库甫,严金明,李强.基于生态导向与自然条件约束的青海省国土空间开发适宜性评价研究[J].地理与地理信息科学,2019(3):94-98,111.
- [9] 张伶俐,张文选.基于城镇开发功能导向的国土空间开发适宜性评价——以张家口崇礼区为例[J].小城镇建设,2019(11):46-52.
- [10] 规划中国.“双评价”试点回顾与展望[EB/OL].[https://mp.weixin.qq.com/s?\\_biz=MjM5Nzc3MjYwMQ==&mid=2650657704&idx=2&sn=795e7ef8126458419efad5eaa702f7f3&chksm=bedd9ffe89aa16e83f6731af73f01cc525d64b95f4a3601683b9c5c84c0c5-e32727689841935&scene=27#wechat\\_redirect](https://mp.weixin.qq.com/s?_biz=MjM5Nzc3MjYwMQ==&mid=2650657704&idx=2&sn=795e7ef8126458419efad5eaa702f7f3&chksm=bedd9ffe89aa16e83f6731af73f01cc525d64b95f4a3601683b9c5c84c0c5-e32727689841935&scene=27#wechat_redirect),2019-04-26.
- [11] 中国城市规划学会.双评价:新时期国土空间规划的前提与基础[EB/OL].<http://dy.163.com/v2/article/detail/EDNDE6T505346KFL.html>,2019-04-26.
- [12] 罗伟玲,吴欣欣,刘小平,等.基于“双评价”的城镇开发边界划定实证研究——以中山市为例[J].城市与区域规划研究,2019(1):65-78.
- [13] 张韶月,刘小平,闫士忠,等.基于“双评价”与FLUS-UGB的城镇开发边界划定——以长春市为例[J].热带地理,2019(3):377-386.
- [14] 魏旭红,开欣,王颖,等.基于“双评价”的市县级国土空间“三区三线”技术方法探讨[J].城市规划,2019(7):10-20.
- [15] 张茂省,岳东霞,孙萍萍,等.面向县级国土空间规划的自然资源综合调查与双评价——以延安市延川县为例[J].兰州大学学报:自然科学版,2019(3):281-289.
- [16] 冯智勇.基于“双评价”策略的应急避难场所评估探索——以广州市番禺区为例[C]//活力城乡美好人居——2019中国城市规划年会论文集(01城市安全与防灾规划),2019.
- [17] 高湛.“双评价”软件设计及其与国土空间规划关系探索[C]//2019城市发展与规划论文集,2019.
- [18] 石忆邵,尹昌应,王贺封,等.城市综合承载力的研究进展及展望[J].地理研究,2013(1):133-145.
- [19] 陈修谦,夏飞.中部六省资源环境综合承载力动态评价与比较[J].湖南社会科学,2011(1):106-109.
- [20] 刘惠敏.长江三角洲城市群综合承载力的时空分异研究[J].中国软科学,2011(10):114-122.
- [21] 孙钰,李新刚.山东省土地综合承载力协调发展度分析[J].中国人口·资源与环境,2013(11):123-129.
- [22] 支小军,李宗阳,张雪唱,等.三生空间视角下宁夏——内蒙古干旱区城市综合承载力研究[J].地域研究与开发,2019(1):65-70.
- [23] 穆学英,刘凯,任建兰.新景下中国地级以上城市综合承载力空间格局研究[J].干旱区地,671-679.
- [24] 付金存,常昕辉,陈静.PSR框架下西部地区城市综合承载力时空演变研究——以新疆为例[J].现代城市研究,2014(8):56-62.
- [25] 鹿勤,张娟.北京新城控规综合承载力研究[J].北京规划建设,2009(增刊1):188-192.
- [26] 黄晓英,郝晋珉,张文选,等.资源型城市的城市综合承载力与可持续发展研究——以大同市为例[J].安徽农业科学,2014(4):1123-1127.
- [27] 凡文,刘亚臣,常春光.城市综合承载力的内涵及测算思路[J].城市问题,2012(1):26-29.
- [28] 李东序,赵富强.城市综合承载力结构模型与耦合机制研究[J].城市发展研究,2008(6):37-42.
- [29] 王亚飞,樊杰,周侃.基于“双评价”集成的国土空间地域功能优化分区[J].地理研究,2019(10):2415-2429.
- [30] 李春光,徐元国,屈时雨.河南承接产业转移城市综合承载力的时空演变[J].经济地理,2017(1):134-141.
- [31] 詹长根,邢玉玲,杨如军.广西城市土地综合承载力时空差异分析[J].江苏农业科学,2017(6):281-285.
- [32] 卢必慧,许红卫.临安市土地综合承载力评价[J].安徽农业科学,2016(23):178-182.
- [33] 王宗记.城市综合承载力导向下的城市增长边界划定——以常州城市承载力规划研究为例[J].江苏城市规划,2011(5):14-17.
- [34] 陈珏,雷国平,王元辉.黑龙江省土地综合承载力空间差异研究[J].中国人口·资源与环境,2011(增刊):267-270.
- [35] 张红,张毅,张洋,等.基于修正层次分析法模型的海岛城市土地综合承载力水平评价:以舟山市为例[J].中国软科学,2017(1):150-160.
- [36] 岳大鹏,董群方.西安市土地综合承载力动态变化研究[J].资源开发与市场,2010(6):513-516.
- [37] 权泉,朱佳玲,刘云强,等.四川省城市群综合承载力、驱动[下转第32页]

# 国土空间脆弱性评价及优化策略

——以山东省荣成市为例

□ 杨 昔, 余亦奇, 郑 玥

[摘要] 脆弱性研究是全球环境变化及可持续发展研究领域一个新的研究范式。文章以国土空间为研究对象, 构建了“生态保护—农业生产—城镇建设”三种功能导向、“压力—敏感性—应对能力”三个层面的国土空间脆弱性研究框架, 加强了综合集成方法在脆弱性评价中的应用。随后, 以山东省荣成市为实证案例, 通过识别不同功能导向下国土空间脆弱性高和较高的区域, 分析导致脆弱性的原因, 从减缓压力、降低敏感性和提升应对能力三个角度提出应对策略, 以促进国土空间治理能力的提升。

[关键词] 国土空间; 脆弱性; 压力; 敏感性; 应对能力; 荣成市

[文章编号] 1006-0022(2020)06-0020-06 [中图分类号] TU984 [文献标识码] B

[引文格式] 杨昔, 余亦奇, 郑玥. 国土空间脆弱性评价及优化策略——以山东省荣成市为例 [J]. 规划师, 2020(6): 20-25.

The Assessment and Optimization Strategy of National Land Use and Space Vulnerability: Rongcheng City, Shandong Province Example/Yang Xi, Yu Yiqi, Zheng Yue

[Abstract] In the context of global environmental change and sustainable development, vulnerability study emerges as a new research paradigm. The core of vulnerability is the system's sensitivity to pressure and its deficiency in adaptive capacity. Accordingly, this paper has constructed a research framework of vulnerability analysis from the different perspectives of ecological preservation, agricultural production and urban constructions. Consisting of pressure-sensitivity-adaptive capacity analysis, this framework innovatively promotes the application of comprehensive integration method in constructing the indicator system. To verify the rationality and practicability of this framework, the case study of Rongcheng city, Shandong province is introduced. The areas with high levels of national land use and space vulnerability is identified and the causes are studied. The proposals are proposed to alleviate the pressure, lower the sensibility and improve the adaptive capacity through which the local governance capacity could be greatly promoted.

[Key words] National land use and space, Vulnerability, Pressure, Sensitivity, Adaptive capacity, Rongcheng city

## 0 引言

近百年来, 人类活动引起的全球环境快速变化, 造成了极端天气事件频发、海平面上升、生物多样性丧失和环境退化等多种问题。同时, 伴随着城镇化的发展趋势, 大量的人口和经济活动在空间上不断集聚扩张, 水资源、土地资源和生态环境问题已成为城镇化进程中的突出问题。面对这种现象, 核心问题是如何通过降低脆弱性以减轻全球环境变化和城镇化带来的不利影响。自20世纪70年代自然灾害领域引入脆弱性概念以来, 与之相关的研究开始涌现, 并呈快速增长的趋势<sup>[1]</sup>。脆弱性研究已成为全球环境变化及可持续性科学领域关注的热点问题和重要的分析工具<sup>[2-6]</sup>, 并在多个学科得到应

用<sup>[7-9]</sup>。总体而言, 脆弱性的内涵经历了由一元到多元、由简单到复杂的变化过程。目前, 脆弱性已经演变为包含自然环境、经济社会和规划管理等多要素的概念集合, 脆弱性研究已经成为分析人地关系、区域可持续发展的基础性科学知识体系。

## 1 国土空间脆弱性的研究框架

### 1.1 脆弱性的内涵与构成

脆弱性通常被定义为系统在受到外部扰动时被损害的可能性、程度或状态<sup>[10-12]</sup>。在此基础上, 一些学者<sup>[13-14]</sup>从外部扰动和内部属性的角度构建了脆弱性二元结构体系。其后又有学者将脆弱性的二元分析发展

[作者简介] 杨 昔, 高级工程师, 武汉市规划研究院土地利用规划所所长。

余亦奇, 规划师, 现任职于武汉市规划研究院。

郑 玥, 规划师, 现任职于武汉市规划研究院。

到多元分析<sup>[15-17]</sup>,认为脆弱性分析不仅应该包括内部和外部因素,还应该包括系统自身应对能力和外部扰动之间的相互作用等方面。本文认为,脆弱性是指系统在遭受压力时,因系统敏感性及其缺乏应对能力而导致系统功能和结构发生改变的一种属性。系统的敏感性及其应对能力是脆弱性产生的直接原因,而压力与系统之间的相互作用是脆弱性发生的驱动因素,压力通过影响系统内部特征而使脆弱性发生改变。综上所述,本文认为脆弱性的构成要素包括压力、敏感性和应对能力三个层面。

### 1.2 脆弱性研究的进展及问题

在资源环境保护和城镇建设领域,国内外学者开展了多方面、多层次的研究,在理论和方法上都取得了一定成果<sup>[18]</sup>。其中,国外学者对脆弱性的研究内容大多集中在全球环境变化背景下的水资源脆弱性、地表水脆弱性、生态环境脆弱性、洪水和地质灾害脆弱性研究等方面<sup>[19]</sup>。在我国,脆弱性研究起步较晚,主要集中在生态环境脆弱性和灾害脆弱性领域,研究成果以生态系统脆弱性评估<sup>[20]</sup>和自然灾害脆弱性评估<sup>[21]</sup>等为主;部分学者针对农业生产的干旱脆弱性和脆弱性分区进行了研究<sup>[22]</sup>;近年来学者开始关注城市复合系统的脆弱性研究,如人地系统脆弱性<sup>[23]</sup>、城市脆弱性与可持续发展<sup>[24]</sup>等。然而,由于这些研究大多聚焦于某一特定领域,对整个人与自然系统脆弱性的全方位研究略显不足。因此,有必要将人与自然系统作为研究对象,在整合现有脆弱性相关研究的基础上,从生态环境、农业和城镇发展等多个角度,进一步深入开展脆弱性的综合研究。

### 1.3 国土空间脆弱性研究框架的构建

国土空间是自然资源和人类活动的载体,是资源—环境—经济—社会耦合系统<sup>[25]</sup>。将国土空间作为脆弱性的研究对象,有利于整体研究人类活动带来的外部扰动对自然资源和环境巨系统的影响

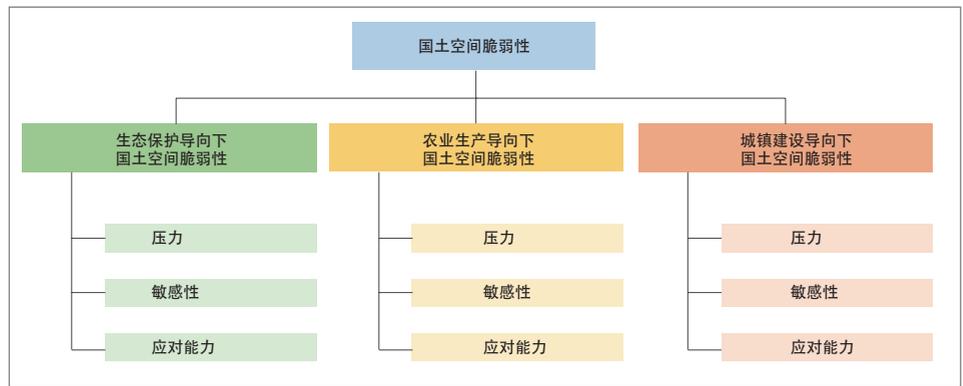


图1 国土空间脆弱性研究框架

与改变,提高脆弱性研究结果作为决策依据的科学性和系统性。李鹤等人认为脆弱性总是与施加在系统上的特定目标密切相关<sup>[26]</sup>,基于不同的功能导向,国土空间面对不同的扰动会表现出不同的脆弱性。通常而言,国土空间的人类活动可分为开发、利用和保护三大类,其中开发主要是以城镇居民生产生活为目标,对耕地、林地等自然资源的种植和开采活动;利用主要是以农业生产为目标,对耕地、林地等自然资源的种植和开采活动;保护主要是以提供生态服务或生态产品为目标,对各类自然资源的维护和保育活动。综上所述,本文认为国土空间脆弱性应基于生态保护、农业生产和城镇建设三种功能导向进行评价。针对不同的功能导向,国土空间脆弱性面临的外界压力、决定脆弱性格局的因素和降低脆弱性手段均存在差异。因此,国土空间脆弱性应构建包括“生态保护—农业生产—城镇建设”三种功能导向、“压力—敏感性—应对能力”三个层面的研究框架(图1)。

## 2 国土空间脆弱性的评价指标体系

在国土空间脆弱性研究框架指导下,国土空间脆弱性评价指标体系由指标体系和指标权重两部分构成,主要难点在于选择合适的国土空间脆弱性评价指标,本文尝试提供一些思路。

### 2.1 指标选取

根据脆弱性内涵,指标体系设计包

括压力、敏感性和应对能力三个层面。压力主要来源于人类活动及经济社会发展给国土空间承载力带来的消极影响。压力指标要反映人类活动及经济社会发展的强度和规模。敏感性是指国土空间系统在受到外部扰动或自身变化的影响下表现出的稳定性,敏感性指标要反映国土空间的底底条件。应对能力是指国土空间从较弱状况调整到较强状况所表现出的能力,包括系统自身的恢复适应能力和人们维护系统采取的措施。

#### 2.1.1 生态保护

生态保护导向下的国土空间脆弱性是指各类自然生态要素在受到外界干扰的情况下,恢复到生态安全、功能完整等初始状态的能力,本质上是生态系统的脆弱性。针对生态保护,国土空间脆弱性具有两个方面特征:一是脆弱性与生态系统环境的组成和结构等密切相关,不是说没有外界干扰,脆弱性就不会存在;二是脆弱性是多方面的综合表现,生态环境本身的结构特征只是导致国土空间脆弱的潜在条件,而将这些潜在条件激化为现实则是人类活动的干扰。

生态保护导向下的国土空间脆弱性指标体系构建应从生态系统本底特征和人类活动两个方面入手。生态保护的脆弱性可通过人口密度和GDP规模来表征;敏感性指标可用水土流失、沙漠化和盐渍化等常见生态问题的程度及可能性来体现;应对能力可通过生物多样性维护能力、水源涵养能力和水土保持能力等能够发挥产品调节及支持功能的因素来

表征。其中, 敏感性指标评价模型采用欧阳志云等人<sup>[27]</sup>提出的评价方法, 应对能力指标评价模型采用黄麟等人<sup>[28]</sup>提出的评价方法。

### 2.1.2 农业生产

广义上的农业生产包含了种植业、林业、畜牧业、渔业和副业等。在我国, 农业生产以种植业为主体。农业作为一种半自然、半人工的生态系统, 其国土空间脆弱性主要具有两方面特征: 一是自然因素对农业生产的影响显著, 直接决定了耕作的适宜程度和脆弱性; 二是同人类经济社会领域密不可分, 农业生产水平和脆弱性直接由耕作利用能力与生产力经营水平决定。

农业生产导向下的国土空间脆弱性

指标体系应针对种植活动, 围绕自然环境和配套条件进行构建。压力指标可用耕地密度和园地密度来表征种植强度; 敏感性指标综合考虑资源环境和气候两个因素, 其中资源环境可选取坡度、土壤质地、水资源和土壤环境容量等因子, 气候可考虑选取降雨、气温和光热条件等因子; 应对能力可通过农业设施密度、道路密度来反映。

### 2.1.3 城镇建设

城镇发展过程就是人类对自然进行利用和改造的过程, 城镇建设导向下的国土空间脆弱性体现在城镇发展过程中面临的自然环境约束和人类不合理的活动。其中, 自然环境约束会直接决定城镇建设的基础条件, 城镇规模、建设强

度和经济社会发展水平体现了人类活动的强度, 而基础设施和公共服务设施可以保障城镇面对外部扰动的应对能力。

城镇建设导向下的国土空间脆弱性评价指标体系构建应围绕影响城镇建设安全以及稳定的自然、社会、经济因子展开, 采用开发强度、人口密度、GDP规模来反映建设活动和经济发展方式对国土空间的压力; 敏感性指标可用地形起伏度、高程、水资源总量和地质灾害等因素来表征; 城镇经济社会和基础设施对突发事件的应对能力, 通过教育用地密度、公园绿地密度、道路密度和医院密度来表征。

## 2.2 指标体系构建

层次分析法(AHP)是一种定性定量分析相结合的赋权法, 具有系统化、层次化的特征, 在多目标决策过程中可以发挥重要作用, 是较为常用的一种权重求解方法。国土空间脆弱性评价体系是一个包含多目标、多层次的结构, 本文采用层次分析法确定指标权重, 在一定程度上避免了主观因素带来的偏差, 达到主客观相统一。

综上所述, 本文针对“三种功能—三个层面”, 最终确定包括8个生态保护子系统指标、9个农业生产子系统指标、11个城镇建设子系统指标在内的28个国土空间脆弱性评价指标体系(表1)。

## 2.3 评价模型

为揭示研究区域内具有更高脆弱性的地区, 识别构成其脆弱性的压力、敏感性和应对能力属性, 本文采用以下公式综合评价国土空间脆弱性的空间分布:

$$V=(P+S)-A \quad \text{公式(1)}$$

式中,  $V$  代表脆弱性(Vulnerability);  $P$  代表压力(Pressure);  $S$  代表敏感性(Sensitivity);  $A$  代表应对能力(Adaptive Capacity)。

空间单元的压力、敏感性和应对能力得分由以下公式得出(以敏感性为例):

表1 国土空间脆弱性评价指标体系

功能导向	目标层	权重	指标层	权重
生态保护	压力	0.213 3	人口密度	0.106 6
			GDP 总量	0.106 6
	敏感性	0.701 4	水土流失敏感性	0.318 8
			石漠化敏感性	0.318 8
			海岸侵蚀敏感性	0.063 8
			生物多样性	0.028 4
	应对能力	0.085 3	水源涵养能力	0.028 4
			水土保持能力	0.028 4
			耕地密度	0.186 6
			园地密度	0.026 7
农业生产	压力	0.213 3	土壤质地	0.194 1
			坡度	0.250 6
	敏感性	0.701 4	降雨	0.102 7
			气温	0.074 3
			光热条件	0.074 8
			农业设施密度	0.028 4
	应对能力	0.085 3	道路密度	0.056 9
			开发强度	0.152 3
			人口密度	0.030 5
			GDP 总量	0.030 5
城镇建设	压力	0.213 3	地形起伏度	0.205 0
			高程	0.102 2
	敏感性	0.701 4	水资源总量	0.096 3
			地质灾害易发程度	0.297 8
			教育用地密度	0.007 3
			公园绿地密度	0.012 0
	应对能力	0.085 3	道路密度	0.024 7
			医院密度	0.041 4

$$S = \sum_{i=1}^n w_i a_i \quad \text{公式 (2)}$$

式中,  $S$  是空间单元敏感性因子的加权总和;  $w_i$  为敏感性指标  $i$  对应的指标权重;  $a_i$  为敏感性指标  $i$  标准化之后的值;  $n$  为敏感性目标层所包含的指标层指标个数。

通过分析评价, 根据自然间断点分级法, 可以将国土空间脆弱性评价结果分为五级, 分别为高脆弱性、较高脆弱性、一般脆弱性、较低脆弱性和低脆弱性, 并将高脆弱性和较高脆弱性区域识别为国土空间的脆弱性空间。

### 3 国土空间脆弱性的实证分析

#### 3.1 研究区概况

山东省荣成市地处山东半岛最东端, 北、东、南三面濒临黄海, 与韩国、日本隔海相望, 是沿海经济开放城市。截至 2017 年, 荣成市常住人口为 71 万, 其中城镇常住人口为 42 万。根据第三次国土调查数据, 荣成市土地总面积为 1527 km<sup>2</sup>。其中, 湿地 61 km<sup>2</sup>、耕地 615 km<sup>2</sup>、种植园地 109 km<sup>2</sup>、林地 268 km<sup>2</sup>、草地 24 km<sup>2</sup>、水域及水利设施用地 143 km<sup>2</sup>、建设用地 307 km<sup>2</sup>。荣成市地处胶东半岛低山丘陵区的东端, 海拔虽不高, 但地形复杂, 群山连绵、丘陵起伏、沟壑纵横。境内水系属沿海边缘水系, 很不发达, 多为季节性间歇河流, 源高、流短、涨快、退速, 容易造成水土流失。因三面环海, 受海洋调节显著,

荣成市的海洋性气候特点表现突出, 四季变化和季风进退都较明显。

#### 3.2 数据来源与处理

本文研究的基础数据包括空间数据和统计数据两大类。空间数据包括第三次国土调查数据、DEM 数据、地质灾害易发区数据、活动断层分布数据、土壤数据库、植被覆盖度数据和净初级生产力等。统计数据包括荣成市 2014~2018 年统计年鉴、水资源公报和气象站点数据等。

在国土空间脆弱性评价中, 为消除数据量纲及大小悬殊不同对计算结果的影响, 需对原始数据进行标准化处理。本文采用 30m×30m 的栅格作为基本评价单元, 所有基础数据均在 ArcGIS 中进行栅格处理, 并采用自然间断点分级法将 29 个指标划分为五级, 对原始数据完成标准化处理。其中, 压力和敏感性指标值与脆弱性呈正相关, 应对能力指标值与脆弱性呈负相关。

#### 3.3 评价结果

结合源数据, 运用国土空间脆弱性评价指标体系, 分别得到荣成市生态保护、农业生产和城镇建设功能导向下的脆弱性评价结果, 本文将评价结果为高和较高脆弱性的区域识别为脆弱性空间。

##### 3.3.1 生态保护导向下的国土空间脆弱性

通过评价分析, 研究对荣成市生

态保护功能导向下的国土空间脆弱性进行识别, 其中高脆弱性、较高脆弱性、一般脆弱性、较低脆弱性和低脆弱性的区域分别占市域总面积的 1%、11%、48%、24%和 16%。总体而言, 生态保护导向下的荣成市国土空间脆弱性较为稳定, 脆弱性空间占比约 12%, 空间分布呈现出一定的集聚性, 主要位于中心城区。进一步分析造成其脆弱性的原因, 可以将脆弱性空间分为两类: 一类是位于城镇地区的脆弱空间, 占全部脆弱性空间的 73%, 造成其脆弱性的主要原因是经济社会活动带来的压力和缺少完整生态系统导致的应对能力不足; 另一类是位于乡村地区山体周边的空间, 占全部脆弱性空间的 27%, 这类区域虽然不受人类活动的影响, 但是由于植被覆盖度较低、地形坡度较陡, 造成区域石漠化和水土流失风险较高, 生物多样性和水源涵养功能较低, 导致区域整体脆弱性较低 (图 2)。

##### 3.3.2 农业生产导向下的国土空间脆弱性

农业生产导向下的脆弱性空间识别首先应排除现状是城镇和河流湖泊水面的地区。这些区域并没有承担农业生产功能, 也不适宜进行农业生产, 就不存在脆弱性空间。剔除上述区域, 研究对荣成市农业生产功能导向下的国土空间脆弱性进行识别, 其中高脆弱性、较高脆弱性、一般脆弱性、较低脆弱性和低脆弱性的区域分别占市域总面积的 1%、

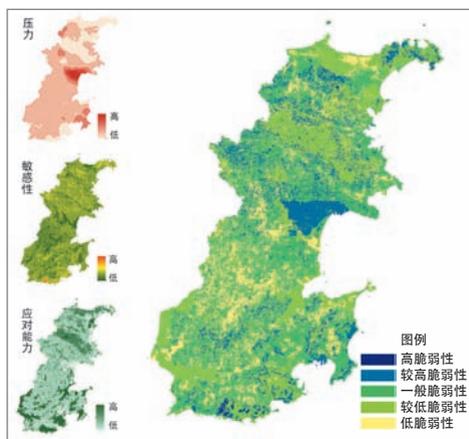


图 2 生态保护导向下国土空间脆弱性

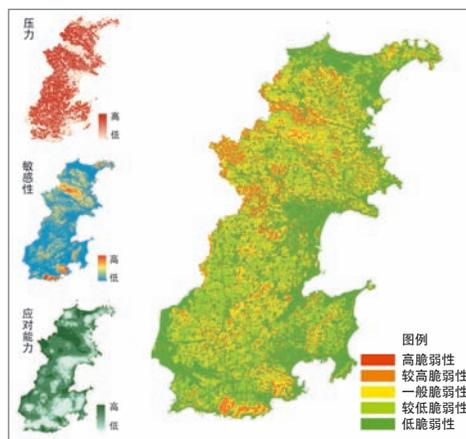


图 3 农业生产导向下国土空间脆弱性

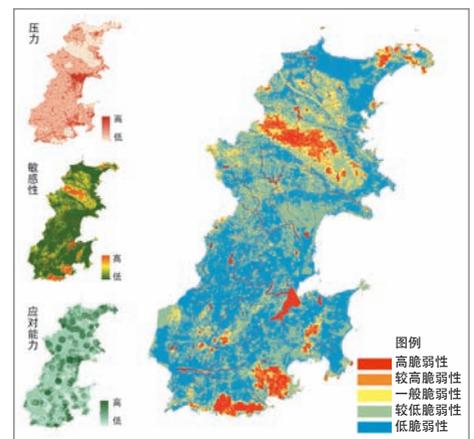


图 4 城镇建设导向下国土空间脆弱性

8%、22%、29%和40%。总体而言，农业生产导向下的荣成市国土空间脆弱性较为稳定，脆弱性空间占比约9%，布局上存在明显的空间规律：山坡与丘陵地区存在一定的耕作活动，但由于地形坡度较陡、道路交通不畅，形成了压力大、敏感性高及应对能力低的脆弱空间，不利于农业生产（图3）。

### 3.3.3 城镇建设导向下的国土空间脆弱性

通过评价分析，研究对荣成市城镇建设功能导向下的国土空间脆弱性进行识别，其中高脆弱性、较高脆弱性、一般脆弱性、较低脆弱性和低脆弱性的区域分别占市域总面积的7%、3%、8%、36%和46%。总体而言，城镇建设导向下的荣成市国土空间脆弱性较为稳定，脆弱性空间占比约10%，集中分布于山地和河流湖泊水面等区域，具有明显的空间规律：山区地形起伏大、坡度陡，存在滑坡等地质灾害，道路及公共服务设施普及率低，导致区域城镇建设敏感性高而应对能力弱；水面则是因难以支撑城镇建设而成为脆弱性区域。对于中心城区，虽然开发强度高、人口经济活动密集，但是区域地势平坦、地质条件稳定、路网密度高、公共服务设施集中，因此较低的敏感性和较强的应对能力抵消了压力带来的负面影响，总体呈现出低脆弱性特征（图4）。

## 3.4 应对策略

### 3.4.1 生态保护导向下的国土空间脆弱性应对策略

由于城镇地区和乡村地区造成国土空间脆弱性的原因存在差异，应分区域制定应对策略。

(1) 城镇地区脆弱性空间：一是促进集约发展，将国土空间的压力降到最低。建议优化产业、人口和空间结构，提升空间资源配置效率，转变城镇增长模式，促进城镇高效集约发展，减少对自然资源的侵占。二是修复城镇生态系统和构建城镇绿色基础设施，降低敏感性并提

高应对能力。建议对城市中受到污染和破坏的山体、水体、森林及草地等自然资源要素进行生态修复，提高生态环境水平；结合城市公园，依托城市山水格局、湿地系统和绿地廊道，构建绿色基础设施，重塑人工环境与自然环境之间的平衡。

(2) 乡村地区脆弱性空间：一是促进脆弱性空间内人类活动的有序退出，以达到降低压力的目的。脆弱性空间内的人类活动会对生态环境造成一定干扰，应强化对这类区域人类活动的管控，划定集中集约的生产生活区，建立生态补偿机制，有序清退对脆弱性空间产生负面影响的生产生活活动。二是加强脆弱性空间的综合整治与生态修复，降低敏感性并提高应对能力。针对造成国土空间脆弱性的问题，如水土流失、物种减少、土壤沙化和生态廊道破碎等，采取系统性的生态修复措施，将治地、治水、治山、治草和治林相结合，提升资源环境承载能力，优化改善区域生态环境。

### 3.4.2 农业生产导向下的国土空间脆弱性应对策略

一是优化农业生产布局，降低压力。农业生产活动应布局在敏感性低而应对能力强的区域。对于土壤质地差、地形坡度陡和气象条件恶劣的区域而言，通过农业设施建设等手段来提升应对能力的方式并不经济，应对这些区域的农业生产活动进行调整，优化农业生产布局，以减少农业生产压力给国土空间脆弱性带来的负面影响。二是加强农地综合整治，降低敏感性。对于土壤质地好、地势平缓的脆弱性空间，需要系统开展农地综合整治，消除农业生产中的限制因素，多途径提高农用地质量。三是完善农业生产配套设施，提升应对能力。建议加强农业基础设施和农田水利设施建设，完善农田泵站和沟渠、土地平整、机耕道路工程建设，提高区域灌溉、排水和降泽能力，增强农业生产活动应对外部干扰的能力，促进农用地的高效利用。

### 3.4.3 城镇建设导向下的国土空间脆弱性应对策略

一是优化城镇建设布局，降低压力。对于因地质灾害易发、地形坡度较陡等因素造成的脆弱性区域，应有序清退城镇建设活动，调整区域城镇建设用地布局及用地性质，降低人口经济活动密度及建设用地开发强度，减缓国土空间城镇建设的压力。二是开展城镇空间综合整治，降低敏感性。对于现状城镇建设成熟，但存在一定地质灾害风险的区域，一方面应通过城市更新等手段，提高建筑质量，降低开发密度，增强建设安全系数；另一方面通过山体护坡建设、河道疏浚工程和堤防工程等手段，加强地质工程安全性。三是完善基础设施体系，提升应对能力。建议加强防火、抗震、防范地质灾害等综合体系建设，提升防范公共安全风险的能力；增加绿地避险空间和医疗资源的供给，不断改善公共服务质量，提高城镇对意外灾害的救济能力。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

本文构建了“三种功能—三个层面”的国土空间脆弱性研究框架，以荣成市为例进行国土空间脆弱性评价。结果显示，荣成市生态保护、农业生产和城镇建设功能导向下的国土空间脆弱性均较为稳定，脆弱性空间占比分别为12%、9%和10%。其中，生态保护脆弱性主要源于人类经济社会活动带来的压力和自然生态环境条件的约束；农业生产脆弱性主要是由耕作条件较差和农业配套设施缺乏造成的；城镇建设脆弱性主要是由自然条件和地质条件的约束造成的。基于上述分析，本文提出了相应的脆弱性应对策略，为国土空间规划编制和管理提供了重要依据。

本文可能的创新点包括：一是将国土空间的主导功能分为生态保护、农业生产和城镇建设，从全域、全要素的视角

研究人与自然系统的脆弱性,提高了脆弱性研究结果作为决策依据的科学性和系统性;二是从压力、敏感性和应对能力三个层面来解构国土空间脆弱性,分析导致脆弱性的主要原因,增强对策制定的针对性;三是从布局优化、空间修补和生态修复、设施配套等角度出发,分功能、分区域地提出国土空间脆弱性的应对策略,促进国土空间治理能力的提升。

## 4.2 讨论

### 4.2.1 逐步完善国土空间脆弱性研究的概念框架和评价指标体系

目前,国土空间的概念随着国土空间规划体系的确立逐渐引起学界的关注,但其内涵与特征尚未形成共识。未来,应逐步建立统一的国土空间概念框架,明晰国土空间脆弱性的构成要素和影响因素,明确研究对象与研究内容,根据综合性、可操作性等原则,逐步完善脆弱性评价指标体系。国土空间脆弱性评价应兼顾定性与定量方法的综合集成,发挥其在处理复杂系统问题方面的优势,逐步增强国土空间脆弱性研究的科学性、系统性与实用性。

### 4.2.2 注重典型区域的国土空间脆弱性评估研究

自20世纪70年代脆弱性的概念诞生以来,国内外学者已经在多个领域开展了脆弱性的实证研究,取得了一定成果。我国幅员辽阔,不同区域由于在资源环境和经济社会发展水平方面存在差异,面临的国土空间脆弱性问题与造成这些脆弱性的原因各有不同。在下一步的研究工作中,需要选取一些典型区域,有针对性地开展国土空间脆弱性研究,提出切实可行的应对措施,促进可持续发展。

### 4.2.3 应用于国土空间规划

2019年5月,中共中央、国务院印发了《关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》,文件明确要求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编制国土空间规划。国

土空间脆弱性作为衡量资源安全、生态安全和国土安全的重要标准,应成为国土空间规划编制依据和基础。未来,需要将国土空间脆弱性研究纳入资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价研究框架中,对“双评价”的理论和指标体系进行完善。■

#### [参考文献]

[1] 李鹤,张平宇. 全球变化背景下脆弱性研究进展与应用展望[J]. 地理科学进展, 2011(7): 920-929.

[2] 方创琳,王岩. 中国城市脆弱性的综合测度与空间分异特征[J]. 地理学报, 2015(2): 234-247.

[3] 方修琦,殷培红. 弹性、脆弱性和适应——IHDP三个核心概念综述[J]. 地理科学进展, 2007(5): 11-20.

[4] 王黎明,关庆锋,冯仁国,等. 全球变化视角下人地系统研究面临的几个问题探讨[J]. 地理科学, 2003(4): 391-397.

[5] 赵跃龙,张玲娟. 脆弱生态环境定量评价方法的研究[J]. 地理科学, 1998(1): 78-84.

[6] 李博,韩增林. 沿海城市人地关系地域系统脆弱性研究——以大连市为例[J]. 经济地理, 2010(10): 1722-1728.

[7] 於琰,曹明奎,李克让. 全球气候变化背景下生态系统的脆弱性评价[J]. 地理科学进展, 2005(1): 61-69.

[8] Martha G Roberts, 杨国安. 可持续发展研究方法国际进展——脆弱性分析方法与可持续生计方法比较[J]. 地理科学进展, 2003(1): 11-21.

[9] 史培军,王静爱,陈婧,等. 当代地理学之人地相互作用研究的趋向——全球变化人类行为计划(IHDP)第六届开放会议透视[J]. 地理学报, 2006(2): 115-126.

[10] 黄建毅,刘毅,马丽,等. 国外脆弱性理论模型与评估框架研究评述[J]. 地域研究与开发, 2012(5): 1-5.

[11] 李彤玥. 基于“暴露—敏感—适应”的城市脆弱性空间研究——以兰州市为例[J]. 经济地理, 2017(3): 86-95.

[12] 程林. 大城市脆弱性分析及其规划学意义[D]. 长春:东北师范大学, 2010.

[13] Chambers R. Editorial Introduction: Vulnerability, Coping and Policy[J]. IDS Bulletin, 1989(2): 1-8.

[14] 陈萍,陈晓玲. 全球环境变化下人—环境耦合系统的脆弱性研究综述[J]. 地理科学进展, 2010(4): 454-462.

[15] 刘小茜,王仰麟,彭建. 人地耦合系统脆弱性研究进展[J]. 地球科学进展, 2009(8): 77-87.

[16] 李克让,曹明奎,於琰,等. 中国自然生态系统对气候变化的脆弱性评估[J]. 地理研究, 2005(5): 3-13.

[17] 崔胜辉,李方一,黄静,等. 全球变化背景下的敏感性研究综述[J]. 地球科学进展, 2009(9): 83-91.

[18] 王岩,方创琳,张蕾. 城市脆弱性研究评述与展望[J]. 地理科学进展, 2013(5): 77-90.

[19] 徐君,李贵芳,王育红. 国内外资源型城市脆弱性研究综述与展望[J]. 资源科学, 2015(6): 1266-1278.

[20] 徐广才,康慕谊,贺丽娜,等. 生态脆弱性及其研究进展[J]. 生态学报, 2009(5): 404-414.

[21] 石勇,石纯,孙蕾,等. 沿海城市自然灾害脆弱性评价研究——以上海浦东新区为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2008(4): 30-33.

[22] 蔡运龙. 全球气候变化下中国农业的脆弱性与适应对策[J]. 地理学报, 1996(3): 202-212.

[23] 韩瑞玲,佟连军,佟伟铭,等. 基于集对分析的鞍山市人地系统脆弱性评估[J]. 地理科学进展, 2012(3): 82-90.

[24] 赵林,王维,张宇硕,等. 东北振兴以来东北地区城市脆弱性时空格局演变[J]. 经济地理, 2014(12): 69-77.

[25] 林坚,宋萌,张安琪. 国土空间规划功能定位与实施分析[J]. 中国土地, 2018(1): 15-17.

[26] 李鹤,张平宇,程叶青. 脆弱性的概念及其评价方法[J]. 地理科学进展, 2008(2): 18-25.

[27] 欧阳志云,王效科,苗鸿. 中国生态环境敏感性及其区域差异规律研究[J]. 生态学报, 1999(1): 9-12.

[28] 黄麟,曹巍,吴丹,等. 2000—2010年我国重点生态功能区生态系统变化状况[J]. 应用生态学报, 2015(9): 171-179.

[收稿日期] 2019-12-26

# 基于“三生”功能的柳州市国土空间适宜性评价

□ 农宵宵, 吴彬, 陈铁中, 程力

[摘要] 国土空间适宜性评价是空间规划的前提和基础。文章以国土资源现状为本底, 从土地资源、水资源、生态、环境、气候、灾害和区位等资源环境要素角度构建评价指标体系, 从资源本底和土地利用现状两方面分别对柳州市开展生态保护、农业生产及城镇建设适宜性评价, 并将生态、农业和城镇综合评价结果在空间上进行叠加分析, 逐块分析每个网格单元需要的生态保护、利于农业生产与适宜城镇开发建设的功能等级, 确定各图斑单元的功能属性, 划分形成以生态保护、农业发展和城镇开发为主导功能的三类国土空间格局。

[关键词] 国土空间; “三生”功能; 适宜性评价; 柳州市

[文章编号] 1006-0022(2020)06-0026-07 [中图分类号] TU981 [文献标识码] A

[引文格式] 农宵宵, 吴彬, 陈铁中, 等. 基于“三生”功能的柳州市国土空间适宜性评价 [J]. 规划师, 2020(6): 26-32.

Evaluation of National Land Use and Space for Functions of “Production, Life, Ecology”, Liuzhou/Nong Xiaoxiao, Wu Bin, Chen Tiezhong, Cheng Li

[Abstract] Evaluation of national land use and space is the premise of planning. The paper establishes an evaluation system from land, water, ecology, environment, climate, and location, makes evaluations of suitability in ecological preservation, agricultural production, urban construction based on resources and land uses. The evaluation results are overlapped and analyzed by each grid unit with different functional levels, and a national land use and spatial layout is formulated with ecological, agricultural, urban construction functions.

[Key words] National land use and space, Functions of “production, life, ecology”, Suitability evaluation, Liuzhou

国土空间规划是为实现资源优化配置与可持续发展, 依据社会经济发展需要和土地禀赋条件等, 对一定区域未来土地利用的结构、布局进行安排以及制定相应措施的过程。国土空间开发适宜性是国土空间对生态保护、农业生产和城镇建设等不同开发保护利用方式的适宜程度。国土空间开发适宜性评价是在资源环境承载能力评价的基础上, 对国土空间生态保护的重要性, 以及农业生产、城镇建设的适宜程度进行评价。以资源禀赋和承载力大小来进行国土空间规划是

遵循客观规律的、科学的规划方式, 是实现保护资源、保障发展的有效途径, 也是国土空间规划编制的基本原则。

国内外学者对国土空间开发适宜性进行了研究。樊杰在主体功能区规划中提出“生产空间、生活空间、生态空间”, 并拓展到生产、生活、生态“三生”空间比例关系及其空间结构<sup>[1]</sup>。纪学朋等人综合运用特尔斐法、木桶原理法则、线性加权法和多要素空间叠置分析等方法, 从自然环境、经济社会和海洋功

[基金项目] 广西科技基地和人才专项项目 (AD19245041)、南宁师范大学博士科研启动项目 (0819-2019L07)

[作者简介] 农宵宵, 正高级经济师, 广西壮族自治区国土资源规划院副总工程师。

吴彬, 通讯作者, 博士, 现任职于南宁师范大学自然资源与测绘学院。

陈铁中, 高级工程师, 现任职于广西壮族自治区国土资源规划院规划一分院。

程力, 高级工程师, 广西壮族自治区国土资源规划院规划一分院院长。

表 1 国土空间适宜性评价指标体系

国土空间	准则层	指标层	评价方法	
生态保护	生态系统服务	生物多样性	从物种与生态系统两个层次按照各项因子特征差异对生物多样性不同的重要程度，综合确定生物多样性维护功能的重要性等级	
		水源涵养	$Q_w = \sum_i^j (P_i - R_i - ET_i) \times A_i \times 10^3$ ，其中 $Q_w$ 是水源涵养量， $P_i$ 是降雨量， $R_i$ 是地表径流量， $ET_i$ 是蒸散发量	
		水土保持	$A = R \times K \times L \times S(1 - C)$ ，其中 $A$ 是水土保持量， $R$ 是降雨侵蚀力因子， $K$ 是土壤可蚀性因子， $L$ 是坡长因子， $S$ 是坡度因子， $C$ 是植被因子	
		生态敏感性	水土流失	$S_e = \sqrt[4]{R \times K \times L \times S \times C}$ ，其中 $S_e$ 是水土流失敏感性指数， $R$ 是降雨侵蚀力因子， $K$ 是土壤可蚀性因子， $L$ 是地形起伏度因子， $C$ 是植被覆盖因子
			石漠化	$S_j = \sum_{i=1}^4 C_{ij} W_i$ ，其中 $S_j$ 是石漠化敏感性指数， $C_{ij}$ 是 $i$ 因素在 $j$ 空间单元的敏感性等级值， $W_i$ 是影响石漠化因子的权重
农业生产	资源环境本底	农业耕作条件	按照粘质土、壤土、砂壤土、沙土和砾质土生成土壤质地等级，以坡度分级结果为基础，加入土壤质地等级进行修正	
		农业供水条件	按年平均降水量 $\geq 1500$ mm、 $1000 \sim 1500$ mm、 $500 \sim 1000$ mm、 $200 \sim 500$ mm、 $<200$ mm，分为很好、较好、一般、较差、差 5 个等级	
		光热条件	根据多年日平均气温 $\geq 0^\circ\text{C}$ 活动积温，按 $\geq 7600^\circ\text{C}$ 、 $5800^\circ\text{C} \sim 7600^\circ\text{C}$ 、 $4000^\circ\text{C} \sim 5800^\circ\text{C}$ 、 $1500^\circ\text{C} \sim 4000^\circ\text{C}$ 、 $<1500^\circ\text{C}$ ，划分为好、较好、一般、较差、差 5 级	
	土地利用现状	质量等别	根据农用地质量等级 (1 ~ 15 等)，耕地利用等级按高至低划分为 4 ~ 6 等、7 ~ 9 等、10 ~ 12 等和 12 等 4 个级别	
		集中连片度	根据区域耕地集中连片度 $\geq 13.32$ $\text{hm}^2$ 、 $6.66 \sim 13.32$ $\text{hm}^2$ 、 $3.33 \sim 6.66$ $\text{hm}^2$ 和 $<3.33$ $\text{hm}^2$ ，划分 4 个级别	
		地类现状	分成 4 级，分别为水田和水浇地、旱地和果园、茶园和其他园地，其他可调整地类和耕地后备资源等	
		地形坡度	设置 $\leq 6^\circ$ 、 $6^\circ \sim 15^\circ$ 、 $15^\circ \sim 25^\circ$ 和 $\geq 25^\circ$ 4 个级别	
开发建设	资源环境本底	坡度和地形起伏	地形起伏度 $\geq 200$ m 的区域，地形坡度等级下降 2 级；地形起伏度在 $100 \sim 200$ m 的区域，地形坡度等级下降 1 级；其他区域不变	
		水资源总量	按照 $\geq 50$ 万立方米 / 平方千米、 $20$ 万 ~ $50$ 万立方米 / 平方千米、 $10$ 万 ~ $20$ 万立方米 / 平方千米、 $5$ 万 ~ $10$ 万立方米 / 平方千米和 $<5$ 万立方米 / 平方千米，分为好、较好、一般、较差、差 5 个等级	
		地震危险性	根据地震数据，按照 $0.05 \sim 0.10\text{g}$ 、 $0.10 \sim 0.20\text{g}$ 、 $0.20 \sim 0.30\text{g}$ 和 $0.30 \sim 0.40\text{g}$ ，分为低、中、较高、高 4 个等级	
		地质灾害	选取崩滑流、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，划分为地质灾害易发性高、中和低 3 个等级。	
		交通干线可达性	按照 $\leq 2000$ m、 $2000 \sim 4000$ m、 $4000 \sim 6000$ m、 $6000 \sim 8000$ m 和 $>8000$ m，将交通干线可达性分为 5 个等级	
	土地利用现状	交通枢纽可达性	按照距机场、铁路站点、高速公路出入口、港口的距离，分为 5 个等级	
		中心城区可达性	按照距市中心城区、县中心城区、乡镇的距离，分为 5 个等级	
		地形坡度	通过数字高程模型，将地形坡度分为 $0^\circ \sim 2^\circ$ 、 $2^\circ \sim 6^\circ$ 、 $6^\circ \sim 15^\circ$ 、 $15^\circ \sim 25^\circ$ 和 $>25^\circ$ 5 个等级	
		离城区距离	按照市中心城区、县中心城区和乡镇建成区三个层面划分不同的缓冲距离，离建成区越近，越适宜进行建设开发	
		离高速公路出入口距离	按照 $\leq 10$ km、 $10 \sim 20$ km、 $20 \sim 30$ km、 $\geq 30$ km，分为 4 个等级	
	离交通干道距离	按照 $\leq 200$ m、 $200 \sim 400$ m、 $400 \sim 600$ m 和 $\geq 600$ m，分为 4 个等级		
	水资源总量	根据年平均可利用水资源量，以乡镇为单位，将各乡镇可利用水资源量划分为大、较大、中等和较小 4 个等级		
	地质灾害	提取地质灾害易发点分布点，以此为半径设置安全缓冲距离		

能 3 个维度，评价国土空间开发建设适宜性<sup>[2]</sup>。唐常春等人采用 Delphi 与 AHP 方法，构建国土空间开发适宜性综合评价指标体系<sup>[3]</sup>。张红娟等人运用层次分析、景观格局分析和空间分析等理论方

法，构建“三生”空间评价体系<sup>[4]</sup>。迪力沙提·亚库甫等人从生态安全、粮食安全、地质安全与建设保障 4 个维度，采用多属性综合评价模型评价青海省国土开发适宜性<sup>[5]</sup>。韩青等人基于资源

本底对青岛市“三生”空间和资源环境研判以及城镇建设适宜性、生态服务功能重要性和农业生产适宜性进行了分析<sup>[6]</sup>。王海滔等人从社会经济、空间形态、土地利用、交通组织和生态环境 5

个层面选取 27 项指标, 建立大都市外围地区空间绩效评价指标体系<sup>[7]</sup>。总体上看, 国土空间开发适宜性评价的理论与方法还在不断地丰富和发展。

本文以土地调查数据为基础, 结合地理国情、遥感影像等数据, 运用柳州市城市空间规划和地质调查成果, 通过开展国土空间开发适宜性评价, 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空间和生态极敏感空间, 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、永久基本农田和城镇开发边界, 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, 形成以生态优先、绿色发展为导向的高质量发展新途径。

## 1 研究区概况

柳州市位于广西壮族自治区中部偏东北部, 地处亚热带北缘, 地势从西北向东南倾斜, 具有典型的喀斯特地貌特征。年平均太阳辐射量为 95 ~ 110 千

卡/平方厘米, 年平均日照时数为 1 250 ~ 1 570 小时, 气温自北向南渐增, 年平均气温为 18.1 °C ~ 19.4 °C, 年平均降雨量为 1 514.9 mm。境内最大河流为柳江, 流域面积为 5.8 万平方公里, 集水面积为 4.5 万平方公里。土壤种类主要有红壤土、黄壤土、水稻土、石灰土、冲积土和紫色土等, 其中红壤土和石灰土所占的比例较大。全域面积为 1.86 万平方千米, 市区面积为 3 554.03 km<sup>2</sup>(建成区面积为 225.09 km<sup>2</sup>)。总人口为 386.6 万, 市区人口为 179.68 万。

## 2 评价方法与指标体系

(1) 基于资源环境本底的“三生”空间评价。

研究从土地资源、水资源、生态、环境、气候、灾害和区位等资源环境本底要素角度构建评价指标体系, 分别开展生态保护、农业生产和城镇建设等功能指向下的各单要素评价, 在单项评价的基础上进一步集成生态保护重要性、农业生产适宜性和城镇建设适宜性评价结果。将三类集成结果在空间上进行叠加, 开展国土空间综合适宜性分析, 并

将空间划分成以生态保护、农业发展和城镇开发为主导功能的 3 种类型。

(2) 基于土地利用现状的“三生”空间评价。

研究以国土资源现状为本底, 以土地利用现状分类为基础, 以 100 m × 100 m 网格为单元, 分别开展生态空间适宜性评价、农用地空间适宜性评价和建设开发适宜性评价。在此基础上, 按照优先保障生态保护和农业生产的原则, 将评价成果进行空间叠加分析, 结合区域发展战略和相关规划空间管制要求开展国土空间综合适宜性评价, 划分形成以生态保护、农业发展和城镇开发为主导功能的三类空间(表 1)。

## 3 生态空间适宜性评价

### 3.1 生态服务功能重要性

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, 其中与区域生态安全有关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。研究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, 按其对于区域生态安全的重要程度将重要性等级从高到低划分级别。研究结合柳州市实际情况, 选取生物多样性维护、水源涵养、水土保持作为评价指标, 对其重要性进行评价, 集成生态系统服务功能重要性结果。将生物多样性维护重要性、水源涵养重要性和水土保持重要性评价结果在空间上进行叠加, 按“就高不就低”的原则确定生态系统服务功能重要性等级(图 1)。

### 3.2 生态系统敏感性

生态系统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。研

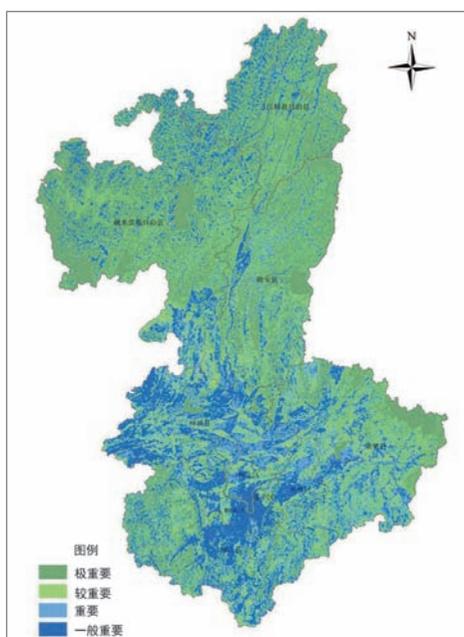


图 1 柳州市生态服务功能评价

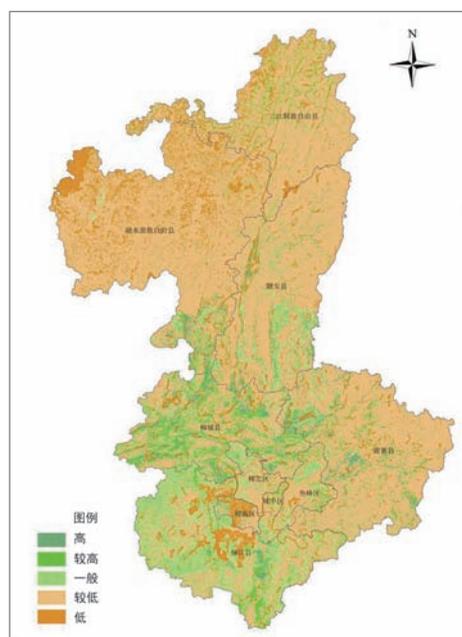


图 2 柳州市生态系统敏感性评价

究结合柳州市实际情况，选取水土流失敏感性和石漠化敏感性两项评价指标进行评价，集成生态系统敏感性结果(图2)。

研究选取生态系统服务功能重要性和生态系统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。根据生态廊道对初判结果进行修正：对于野生动物迁徙、鱼类洄游等重要的生态廊道，将初判结果的重要等级调整为极重要等级、一般等级调整为重要等级；依据由自然地理地形地貌或生态系统完整性而确定的边界，对生态保护重要性为极重要和重要等级的区域进行边界修正(图3)。

#### 4 柳州市农业空间适宜性评价

##### 4.1 基于资源本底的农业空间适宜性评价

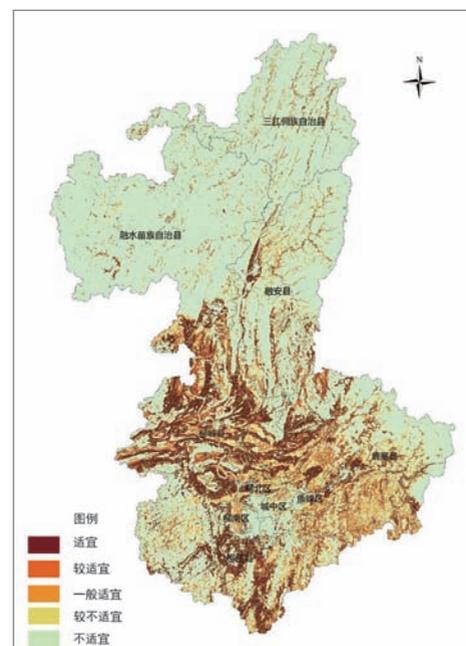
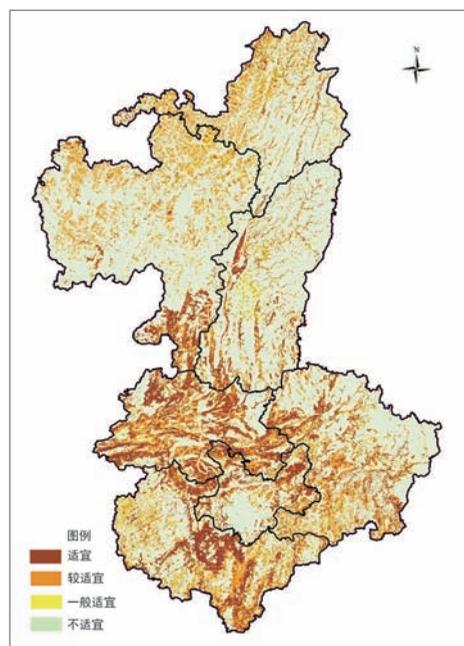
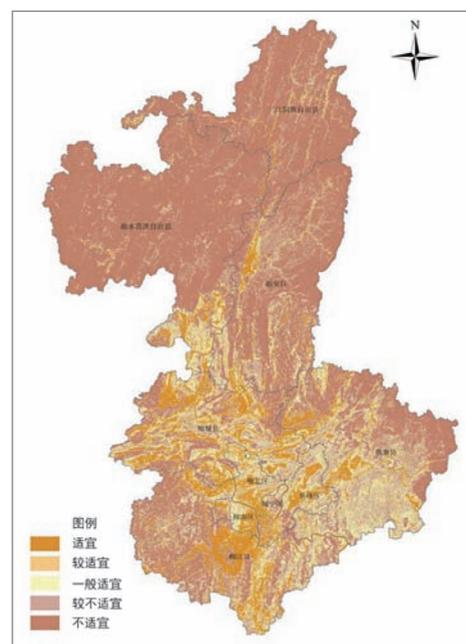
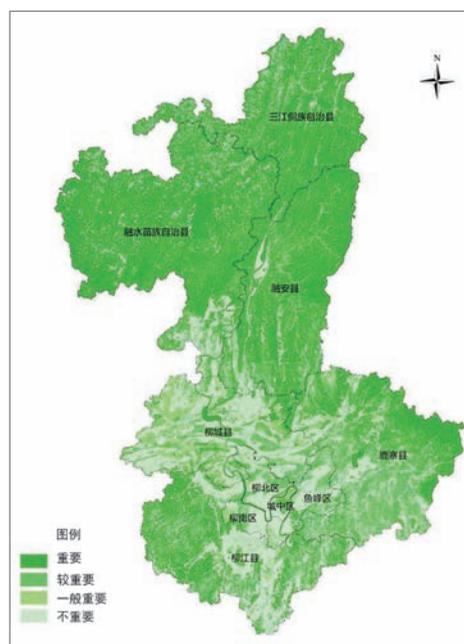
基于资源本底的农业空间适宜性评价主要从土地资源、水资源和气候资源三方面展开。农业生产功能指向的土地资源评价以农业耕作条件作为评价指标，是指土地资源用于农业生产的适宜开发利用程度，采用坡度和土壤质地进行评价。农业功能指向的水资源评价以农业供水条件作为评价指标，是表征区域水资源对农业生产的保障能力，采用降水量进行评价。农业功能指向的气候评价主要以光热条件作为评价指标，光热条件是通过日平均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的活动积温反映光照、热量等自然气候条件，表征对农业生产的支撑水平。将农业耕作条件和农业供水条件两项评价结果相叠加，进行农业生产功能指向的水土资源基础判别，再结合光热条件评价，得到农业生产适宜性等级的初步结果(图4)。

##### 4.2 基于土地利用现状的农业空间适宜性评价

基于土地利用现状的农业空间适宜性评价，主要是针对现状以农业生产为主导功能的区域，通过构建指标体系开展农

业空间适宜性评价，选出质量最好、最适合持续保留作为农业生产空间进行保护的粮食生产安全底线(图5)。研究提取土地利用现状中的耕地(包括可调整地类)、园地、牧草地和耕地后备资源等以农业生产为主导功能的区域作为评价主体，选取质量等别、集中连片度、现状地类和地形坡度等作为评价因子，根据各因子不同分类条件设置相应的分值，构建

评价指标体系，开展农业空间适宜性评价。各评价指标权重的确定主要结合专家咨询法和层次分析法。根据优质农用地评价各图斑分值区间范围，按照分值频率方法将评价区域划分为I、II、III三个适宜性等级，其中I级为最适宜，评价分值 $> 80$ 分；II级为中等适宜，评价分值 $> 60$ 分且 $\leq 80$ 分；III级为一般适宜，评价分值 $\leq 60$ 分(图6)。



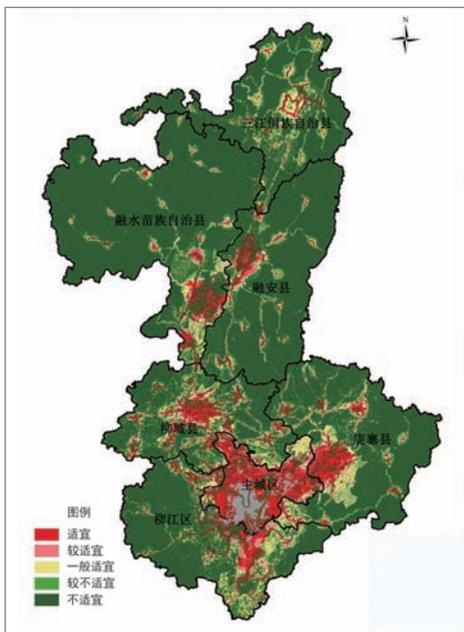


图7 基于资源本底的柳州市建设空间评价

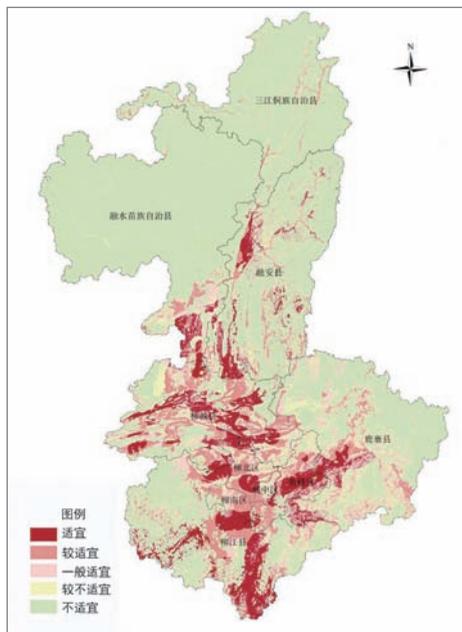


图8 柳州市开发建设适宜性集成评价

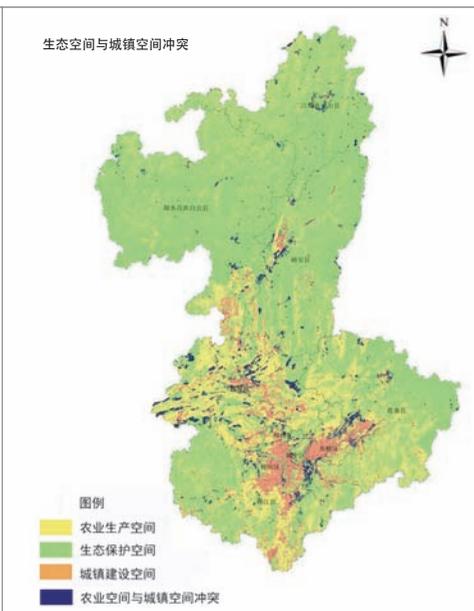
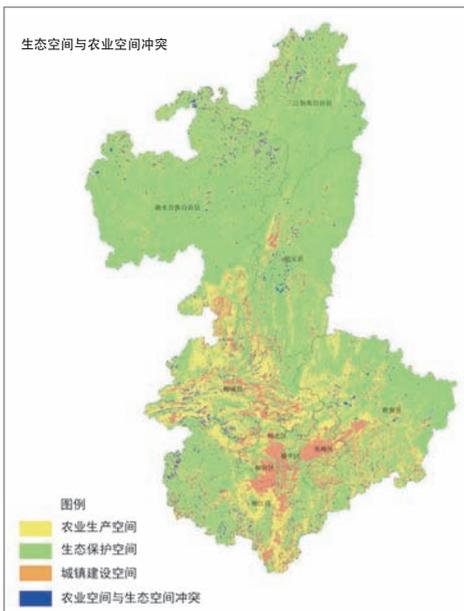


图9 基于资源本底的柳州市生态空间冲突分析

## 5 开发建设适宜性评价

### 5.1 基于资源本底的开发建设适宜性评价

基于资源本底的开发建设适宜性评价主要是对城镇建设功能指向的土地资源、水资源、自然灾害和区位条件进行评价(图7)。城镇建设功能指向的土地资源评价以城镇建设条件为评价指标,主要表征土地资源适宜建设程度,采用坡度和地形起伏度进行评价。城镇功能指向的水资源

源评价以城镇供水条件作为评价指标,表征区域水资源对城镇建设的保障能力,采用水资源总量模数进行评价。城镇建设功能指向的灾害评价以灾害危险性表征,采用地震危险性和地质灾害易发性作为评价指标。其中,地震危险性通过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、地面塌陷和地面沉降等地质灾害的易发程度反映。城镇建设功能指向的区位评价主要选取交通干线可达性、中心城区可达性和交通

枢纽可达性三项指标进行评价。其中,交通干线包括一、二、三级公路,以及城市道路;中心城区包括市中心城区、县中心城区和乡镇镇区;交通枢纽包括机场、铁路站点、高速公路出入口和港口等。将城镇建设条件和城镇供水条件两项评价结果相叠加,进行城镇建设功能指向的水土资源基础判别,再将灾害危险性评价因子、区位优势度评价因子进行修正。

### 5.2 基于土地利用现状的开发建设适宜性评价

基于土地利用现状的开发建设适宜性评价运用“逆规划”的方法。首先确定生态和农业发展需保护的空间底线,将这部分作为不适宜进行建设开发的区域。在此基础上,选取评价因子构建评价指标体系,在剩余的空间开展开发建设适宜性评价。从自然条件、区位条件、交通条件、水资源和地质条件五个方面选取评价指标,包括地形坡度、距建成区距离、距高速公路出入口及交通干道距离、可利用水资源、地质灾害等因子。将各评价指标按照不同分类条件下的适宜开发建设程度设置相应的分值,各因子指标权重的确定主要结合专家咨询法和层次分析法。采用GIS软件,将上述各项因子对应的指标因子、权重在空间上进行叠加赋值,根据建设用地适宜性评价各图斑分值区间范围,按照分值频率方法将评价区域划分为五个适宜性等级,分别为最适宜、较适宜、一般适宜、较不适宜和不适宜(图8)。

## 6 柳州市国土空间冲突分析

研究将柳州市基于资源本底和基于土地利用现状的两项综合评价结果进行对比分析。

### 6.1 生态空间的冲突

研究将柳州市基于土地利用现状评

价的农业适宜区域作为农业空间，基于资源本底评价的生态保护重要性区域作为生态空间。结果显示，生态空间与农业空间冲突比例为 4.93%，其中柳城县和柳江区冲突比例较高，分别为 11.33% 和 9.05%，因此将该区域基于土地利用现状评价的开发建设适宜性区域作为城镇空间，基于资源本底评价的生态保护重要性区域作为生态空间；生态空间与城镇空间的冲突比例为 4.46%，其中主城区和柳城县冲突比例较高，分别为 26.30% 和 19.84%(图 9)。

## 6.2 农业空间的冲突

研究将柳州市基于土地利用现状评价的生态保护重要性区域作为生态空间，基于资源本底评价的农业适宜性区域作为农业空间。结果显示，农业空间与生态空间冲突比例为 30.22%，其中三江侗族自治县和融水苗族自治县冲突比例较高，分别为 54.53% 和 44.94%，因此将该区域基于土地利用现状评价的开发建设适宜性区域作为城镇空间；基于资源本底评价的农业适宜性区域作为农业空间，农业空间与城镇空间冲突比例为

8.97%，其中主城区冲突比例较高，达到 33.54%(图 10)。

## 6.3 城镇空间的冲突

研究将柳州市基于土地利用现状评价生态保护重要性区域作为生态空间，基于资源本底评价开发建设适宜性区域作为城镇空间。结果显示，城镇空间与生态空间冲突比例为 27.24%，其中三江侗族自治县、融安县、融水苗族自治县和鹿寨县的比例较高，分别为 48.60%、44.34%、39.21% 和 38.22%，因此将该区域基于土地利用现状评价的农业适宜性区域作为农业空间，基于资源本底评价的开发建设适宜性区域作为城镇空间；城镇空间与农业空间冲突的比例为 32.32%，其中柳城县、柳江区和融安县的比例较高，分别为 55.94%、42.11% 和 38.12%。

## 7 柳州市国土空间开发与保护格局划分

研究将柳州市国土综合集成评价结果在空间上叠加，逐块分析每个网格单元需要生态保护、利于农业生产和适宜

城镇开发建设的功能等级，确定各图斑单元的功能属性，划分柳州市三类空间布局(图 11)。

对于两项评价结果均为同一功能的图层，直接按所属的类型确定空间类型。两项评价均为生态空间的，最终划定为生态空间；两项评价均为农业空间的，最终划定为农业空间；两项评价均为城镇空间的，最终划定为城镇空间。

对于两项评价结果功能不一致的图层，根据生态、农业和城镇功能集成结果等级，结合土地利用现状，划分最终空间属性。

(1) 基于土地利用现状评价为城镇空间的区域。将开发建设适宜性等级为一般适宜、较不适宜和不适宜区域，并且在资源本底评价中生态重要性为一级和二级的区域，调整为生态空间；将开发建设适宜性等级为一般适宜、较不适宜和不适宜区域，并且在资源本底评价中为农业生产适宜性一级和二级的区域，调整为农业空间；其他区域保留为城镇空间。

(2) 基于土地利用现状评价为农业空间的区域。将现状为城镇建设用地的区

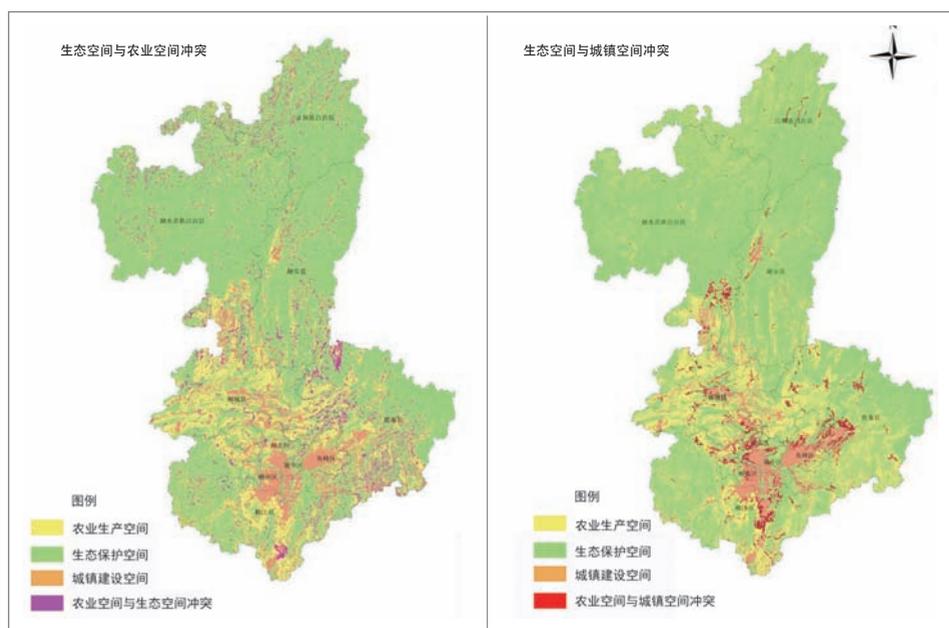


图 10 基于资源本底的柳州市农业空间冲突分析

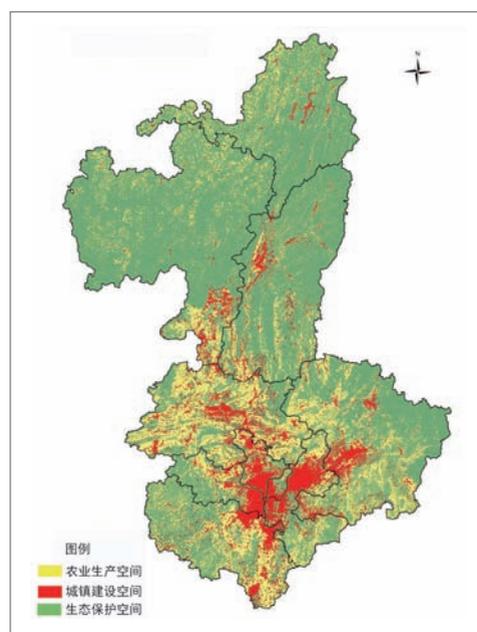


图 11 柳州市三类空间布局

域,调整为城镇空间;将农业生产适宜性等级为一般适宜、较不适宜和不适宜区域,并且适宜性等级低于生态重要性等级的区域,调整为生态空间;其他区域保留为农业空间。

(3) 基于土地利用现状评价为生态空间的区域。将生态重要性等级为一般重要、较不重要和不重要的区域,并且在资源本底评价中为农业生产适宜性一级和二级的区域,调整为农业空间;将现状为城镇建设用地的区域,调整为城镇空间;其他区域保留为生态空间。

## 8 结语

本文从资源环境本底和土地利用现状的角度,对柳州市全域国土空间的生态系统服务功能重要性、农业生产适宜性和开发建设适宜性开展了评价。在对两项综合评价结果进行对比分析的基础上,合理划分了柳州市的生态、生产和生活空间,为生态保护红线、城镇开发

边界、永久基本农田的划定提供了重要支撑。未来仍然需要对国土空间分类管控规则开展详细研究,提高国土空间规划编制的科学性、政策性、可实施性和可操作性。□

### [参考文献]

- [1] 樊杰. 中国主体功能区划方案[J]. 地理学报, 2015(2): 186-201.
- [2] 纪学朋, 黄贤金, 陈逸, 等. 基于陆海统筹视角的国土空间开发建设适宜性评价——以辽宁省为例[J]. 自然资源学报, 2019(3): 451-463.
- [3] 唐常春, 孙威. 长江流域国土空间开发适宜性综合评价[J]. 地理学报, 2012(12): 1587-1598.
- [4] 张红娟, 李玉曼. 北方平原地区“三生空间”评价及优化策略研究[J]. 规划师, 2019(10): 18-24.
- [5] 迪力沙提·亚库甫, 严金明, 李强. 基于生态导向与自然条件约束的青海省国土空间开发适宜性评价研究[J]. 地理与地理信息科学, 2019(3): 94-98, 111.
- [6] 韩青, 孙中原, 孙成苗, 等. 基于自然资源本底的国土空间规划现状一张图构

建及应用——以青岛市为例[J]. 自然资源学报, 2019(10): 2150-2162.

- [7] 王海滔, 陈雪, 雷诚. 苏州市大都市外围地区空间绩效评价及演化机理[J]. 规划师, 2019(18): 5-11.

[收稿日期]2020-02-26

[上接第19页]因子与空间演化[J]. 中国农业资源与区划, 2018(8): 218-229.

- [38] 孙钰, 李新刚, 姚晓东. 天津市辖区土地综合承载力研究[J]. 城市发展研究, 2012(9): 106-113.
- [39] 王小鹏, 雒占福, 贵立德. 兰州市土地综合承载力的空间异化特征及其机理分析[J]. 国土与自然资源研究, 2013(5): 14-17.
- [40] 程广斌, 申立敬, 龙文. 丝绸之路经济带背景下西北城市群综合承载力比较[J]. 经济地理, 2015(8): 98-103, 113.
- [41] 孟玫, 李秀霞, 孟祥健. 四平市自然资源综合承载力评价与预测研究[J]. 上海国土资源, 2017(1): 74-78.
- [42] 于航, 陶磊, 白景峰, 等. 基于系统动力学的滨海新区综合承载力预测研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2012(增刊1): 297-300.
- [43] 祝秀芝, 李宪文, 贾克敬, 等. 上海市

土地综合承载力的系统动力学研究[J]. 中国土地科学, 2014(2): 90-96.

- [44] 孙钰, 李新刚. 基于空间回归分析的城市土地综合承载力研究——以环渤海地区城市群为例[J]. 地域研究与开发, 2013(5): 128-132, 137.
- [45] Yishao Shi, Hefeng Wang, Changying Yin. Evaluation Method of Urban Land Population Carrying Capacity based on GIS: A Case of Shanghai, China[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2013: 39.
- [46] Yuan Tian, Chuanwang Sun. Comprehensive Carrying Capacity, Economic Growth and the Sustainable Development of Urban Areas: A Case Study of the Yangtze River Economic Belt[J]. Journal of Cleaner Production, 2018: 195.
- [47] 顾朝林. 乘风破浪加快推进国土空间规划编制进程[EB/OL]. [https://www.sohu.com/a/368276380\\_656095?spm=smplc.author.fd-d.1.1582542992010nHMeWJb, 2020-01-21](https://www.sohu.com/a/368276380_656095?spm=smplc.author.fd-d.1.1582542992010nHMeWJb, 2020-01-21).

- [48] 孙卫东, 阎军印. 区域国土资源综合承载力评价研究的探讨[J]. 中国国土资源经济, 2005(1): 35-37, 50.

[收稿日期]2020-01-05