

中国国土空间规划下的“双评价”研究进展

李昊勋¹, 刘淑霞^{2*}, 郑宏刚² (1. 云南农业大学资源与环境学院, 云南昆明 650201; 2. 云南农业大学水利学院, 云南昆明 650201)

摘要 资源环境承载力评价和国土空间开发适宜性评价(简称“双评价”)是合理布局空间建设空间的依据,也是编制国土空间规划的基础。综述了双评价的基础内涵及意义、指标体系、方法和关联定位。分析发现:资源环境承载力评价的指标确立已经由单一的、不完善的、层次性较低的指标逐渐转变为综合性的、科学性的、区域性、层次性高的评价体系,并且评价方法也逐渐与GIS等科学技术相结合。对于国土空间开发适宜性评价来说,它是在资源环境承载力评价的基础上进行的,并且是基于生产、生活、生态角度对城镇建设、农业生产和生态保护三方面进行适宜性评价。今后应该使资源环境承载力评价和国土空间开发适宜性评价二者相互补充、相互协调,同时要构建二者相关的、完整的系统理论体系框架和一定的研究体系。

关键词 双评价;资源环境承载力评价;国土空间开发适宜性评价;研究进展

中图分类号 TU 982 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)14-0013-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.14.004



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research Progress of “Double Evaluation” under China’s Land Spatial Planning

LI Hao-xun¹, LIU Shu-xia², ZHENG Hong-gang² (1. College of Resources and Environment of Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201; 2. College of Water Conservancy of Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201)

Abstract Assessment of carrying capacity of resources and environment and suitability evaluation of land spatial development (double evaluation for short) are the basis for rational layout of space construction and the basis for compiling land spatial planning. This paper summarizes the basic connotation and significance of double evaluation, index system, methods and its positioning. It’s found that: the establishment of indicators for assessment of carrying capacity of resources and environment has gradually changed from a single, imperfect, and low-level index to a comprehensive, scientific, regional, and high-level evaluation system, and the evaluation methods also gradually combined with science and technology like GIS. For the suitability evaluation of land spatial development, it is carried out on the basis of assessment of carrying capacity of resources and environment, and is based on the perspective of production, life, and ecology makes suitability evaluation for urban construction, agricultural production, and ecological protection. In the future, we should make the assessment of carrying capacity of resources and environment and the suitability evaluation of land spatial development supplement and coordinate with each other. At the same time, we should establish a complete system theoretical framework and a research system related to double evaluation in a certain extent.

Key words Double evaluation; Assessment of carrying capacity of resources and environment; Suitability evaluation of land spatial development; Research progress

国土空间规划是一个促进国家发展的指南和可持续发展的宏伟蓝图,更是各类土地开发和保护建设活动的主要依据。由资源环境承载力评价和国土空间开发适宜性评价组成的“双评价”则是编制国土空间规划的基础^[1-2],同时也是绿色生态安全发展的前提,是划定“三区三线”、优化国土空间格局的基本依据^[3]。

在人类社会生产生活中,如土地资源、水资源、矿产资源等是整个社会变化和经济运转不可或缺的重要资源。每种自然资源都有着不同的严格要求,如耕地资源保护的重点一是保证耕地红线的范围,划定永久基本农田;二是严格把控好耕地不被非农建设所占用,通过盘活存量,减少对新增耕地的占用等措施,同时通过改进占补平衡,实现占用和补充耕地的质量和数量的一致,以此解决保护耕地的问题^[4]。生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界这三条控制线的重要参考依据也是“双评价”^[5]。

当今社会经济发展迅速和人口激增,资源与环境问题日益突出。要保证资源和环境不被破坏,保证耕地和粮食生产等情况持续稳定,并且使当前的资源、经济等能进一步发展

和可持续利用,就要进行资源环境承载力评价和国土空间开发适宜性评价的研究^[6],使之满足国土空间开发和规划的要求。

1 资源环境承载力评价研究进展

1.1 资源环境承载力内涵基本动态 资源环境承载力评价是在一定发展时期和国土空间内,对自然资源、生态环境等做出相应的人类综合承载水平的客观评价,为国土空间规划做出潜力的预测,使之符合可持续发展。“承载力”一词的概念最初是来自工程地质领域方面,且最早起源于希腊^[7-8],之后承载力概念被引用到其他学科领域,生态学是最早将此概念应用在该领域的学科,并且早期有关承载力的研究发展与生态学有关^[9-10]。资源环境承载力就是在“承载力”的概念基础之上提出的,国内外研究学者都对其有一定的研究和探讨。其中国外对“承载力”研究更早,18世纪末,Malthus^[11]首次在《人口理论》中提出资源和人口数量的关系,承载力内涵由此提出,资源环境承载潜力的雏形也由此形成。20世纪20年代, Park等^[12]在人类生态学杂志上,提出了生态承载力的概念,最后逐步建立起理论体系。Seidl等^[13]认为一些环境因素能够影响人类物质增长,并首次将人类和“承载力”的概念联系起来,提出了“人口过剩理论”和“两个级数理论”。我国资源环境承载力的研究起步较晚,对于“承载力”的看法和认知也相对迟缓。我国对承载力这一概念提出的最早是1992年,出自《我国沿海经济开发区环境的综合研究——

基金项目 国家科技支撑计划课题(2015BAD06B04)。
作者简介 李昊勋(1997—),男,云南开远人,硕士研究生,研究方向:土地整治利用与研究。*通信作者,讲师,硕士,从事农业水土工程研究。
收稿日期 2021-11-18; **修回日期** 2022-04-30

福建省湄洲湾开发区环境规划综合研究总报告》^[14],1991 年“环境承载力”的概念首次被北京大学提出^[15],刘殿生^[16]在 1995 年对“资源与环境综合承载力”进行了论述。20 世纪末期,具有综合特征的资源环境承载力概念在中国逐渐兴起,但具有严格意义上的资源环境承载力综合研究则始于 21 世纪初^[17],之后对于资源环境承载力综合研究更多。到目前为止,我国对资源环境承载力的研究还处于发展和探索阶段,这是因为我国资源环境复杂,需要根据不同区域环境和可持续发展的要求适宜性地提出有关不同地区资源环境承载力的概念。

1.2 评价指标体系 资源环境承载力涉及经济、生态、社会等很多方面,包含了人类承载力、生态承载力、资源承载力、环境承载力等,是不同“承载力”的集中体现。不同区域有着不同的因素限制,因此构建相应的、科学的、符合一定区域的评价体系是资源环境承载力评价的核心内容。

基于可持续发展的思想,国际上对承载力的研究重点放在了生态承载力和环境承载力方面的指标确立和方法评价,例如 1996 年,在英国生态学年会上,就人口、经济、环境和文化等指标对人口承载力关系进行的一定的阐述^[18],Boori 等^[19]在压力-状态-响应(PSR)框架下使用基于遥感和 GIS 的生态指标进行生态健康评估,共制定了 15 个指标,并在 PSR 框架下得出俄罗斯萨马拉地区的生态系统健康状况,为区域可持续发展提供重要的决策支持。我国针对不同区域、不同环境特点,建立了不同的评价指标体系。在 20 世纪末到 21 世纪初,我国学者不仅对资源(水、土地等)承载力等进行研究,还对人口、生态等因素以及区域因素进行分析^[20],惠洪河等^[21]根据人口、生产力水平、水资源量和水资源开发利用程度等因素建立水资源承载力指标体系。随后更多资源环境承载力综合评价越来越被众多学者关注和研究,此段时期研究水资源承载力的学者还有黄薇等^[22-24]。土地承载力是资源环境承载力的研究重点、是资源环境承载力的典型代表,也是判断经济可持续发展和人与自然和谐共生的重要指标^[25],和水资源承载力一样是较早研究的承载力之一。最初的土地资源承载力研究主要是研究人口问题和土地资源利用问题,早在 20 世纪末游昌能等^[26]就提出人口问题是土地资源承载力的一个重要影响因素,同时,土地资源承载力又影响着生产力的发展,刘长运等^[27-28]也进行了类似研究。进入 21 世纪后,更多的学者将关注点转移到土地资源利用问题上,如耕地利用率与土地承载力的关系等,并且结合其他要素分析。此后,随着社会经济和各方面的发展,越来越多的学者结合多种影响因素来分析各种承载力的情况。2008 年杜金辉等^[29]根据山东省的资源环境状况,将生态环境承载力分为环境承载力、循环经济水平、资源承载力和社会支持能力 4 部分,将水资源、土地资源等 5 大类因素作为资源承载力的指标,将地表水、土壤等 5 大类因素作为环境承载力的指标。2011 年秦成等^[30]分析了资源-环境-社会-经济结构功能后,通过构建矩阵等方法确定了水土协调度、人均耕地面积等 8 个影响因素作为泉州市资源环境承载力

评价的指标体系。2016 年 Cheng 等^[31]以水、土地资源、环境和生态系统 4 个方面作为评价指标,通过方差决策法对我国 31 个省级区域进行资源环境承载力评价和分析资源环境压力的空间分布。此外,2018 年 Zhang 等^[32]基于生态文明构建了一个从水资源承载力、土地资源承载力、大气环境承载力、能源承载力和固体废弃物的环境承载力中获取的 18 个指标体,综合分析了天津的城市资源和环境承载力。叶赛等^[33]在 2020 年基于压力-状态-响应模型(PSR 模型),选取人口自然增长率、固废综合利用率、第三产业占地区生产总值比重等 13 个指标构建湖北省生态安全评价指标体系进行研究。

综合来说,20 世纪末至今,资源环境承载力评级体系的指标确立已经由单一的、不完善的、层次性较低的指标逐渐转变为综合性的、科学性的、区域性、层次性高的评价体系,可为国土空间规划提供合理科学的指导措施。

1.3 评价方法 资源环境承载力评价指标体系经历了改进和发展,由要素评价体系转变到联系其他方面的多要素综合评价。其中主要的资源环境承载力评价体系主要分为模型类、系统类、要素类和指令类 4 类^[34]。此外,牛方曲等^[35]从方法论角度将评价方法分为人口论系列、生态足迹系列、初级资产账户系列和其他方法 4 大类,这也是资源环境承载力评价方法的归纳体现,不同的评价体系有着不同的评价方法。目前的学者在研究资源环境承载力方面应用了很多评价方法,如模糊评价法、生态足迹法、系统动力学法、层次分析法、优化模型法和其他方法等^[15,34,36-37],而且目前资源环境承载力的主要研究范式以文献综述、GIS 等实证研究为主^[38]。21 世纪早期,闫旭涛等^[39]用矢量法建立了矿区资源承载力评价的多指标评价模型,并应用 APH 法对评价体系的各项指标进行权重确定。2004 年闵庆文等^[40]选取了 8 个主要因素作为水资源承载力评价的因素,并且基于模糊综合评价分析方法对山西省河津市进行计算和分析。汶川地震后,2009 年田宏岭等^[41]基于 GIS 技术,采用多因素综合达加统计方法对成都灾区分别建立评价指标体、评价模型分区评价标准进行资源环境承载力快速评价。2016 年,刘寅等^[42]在 GIS 下采用空间尺度下的模糊综合评价法对四川省泸州市的资源环境承载力进行测算。2018 年,韩伟笑^[43]利用 GIS 和生态足迹法对云南省禄丰县进行土地生态安全评价。2019 年,徐静^[44]利用 ArcGIS 平台,对阜阳市资源环境承载力进行综合评价,采用多因素打分加权求和和分级方式进行,建立一定的评价体系后用层次分析法确定指标权重来分析当地的资源环境承载力。

我国对资源环境承载力研究的学者能够针对国内的资源环境问题提出相应的评价办法。随着科技和社会经济的进步,越来越多的学者选择将一些评价方法同 ArcGIS 相结合,能更准确、更有效率地评价某一区域的资源环境承载力程度。

2 国土空间开发适宜性评价研究展

国土空间开发适宜性这一概念主要来自土地适宜性的

思想^[45],1976年,联合国粮农组织(FAO)颁布了《土地评价纲要》,并提出了从适宜性角度对土地进行定级并且各国基于这一纲要制定了适合本国的一系列土地评价体系^[6,46]。

而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^[6],或者说是维系生态系统健康的前提下,把资源环境要素和区位条件以及特定国土空间综合考虑后进行农业生产、城镇建设等人类活动的适宜程度。早在党的十八大中就把“优化国土空间开发格局”作为生态文明建设的首要任务^[47],生态文明建设在一定程度上离不开土地的治理和适宜性的评价。同时《关于加强城市地质工作的指导意见》中也明确指出要增强国土空间开发的适宜性,要在城市地质调查的基础上开展以地质资源、环境、生态、安全和土地利用为主要内容的国土空间开发适宜性评价。总的来说,根据《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《指南》),国土空间开发适宜性评价是在资源环境承载力评价的基础上主要对城镇建设、农业生产和生态保护三方面开展评价。

国土空间开发适宜性评价从网格化评价尺度上来说分为自然单元评价和非自然单元评价,自然单元评价研究较少,而非自然单元评价研究相对较多。非自然单元评价可分为行政单元和经济单元两大类^[48]。许多学者基于生产、生活、生态构成的“三生空间”角度对城镇建设、农业生产和生态保护三方面构建一定的指标体系,采用熵值法、多要素叠置综合分析法、专家咨询法、模糊数学法、GIS技术与层次分析法相结合等方法进行评价。

2.1 城镇建设适宜性评价 城镇建设的适宜性通常从自然条件(地形地貌、环境容量、资源等)和社会经济条件(人口、经济、区位、基础设施等)进行分析,用一定的科学方法加以评价。20世纪90年代,叶文等^[49]探讨不同成因类型山间盆地城镇建设用地适宜性后,以昆明盆地为例,分析了区域地壳稳定性,选择出了地质构造、地貌、沉积物等因子,并采用指数评价模型计算分析后得到昆明城市建设用地稳定性为4个等级,得出昆明盆地可资利用的城市建设用地十分有限的结论。随着GIS技术的发展,用GIS技术进行城镇建设用地适宜性评价是一种新的发展趋势^[50]。Zhang等^[51]提出了一种基于GIS并包括了空间适宜性和非空间适宜性的城市建设用地适宜性综合评价模型,以石家庄为例采用层次分析法和排序法确定其建设用地评价指标的权重,通过GIS的空间叠加分析得到石家庄市建设用地适宜的等别分为4个等级。李帅等^[52]以南充市为研究对象,采用层次分析法以自然因素、社会经济因素和生态安全因素为评价因子建立建设用地适宜性评价指标体系,构建南充市的建设用地适宜性评价模型,依据实际情况对评价结果进行等级划分。

2.2 农业生产适宜性评价 我国作为一个农业大国,农业生产的适宜性和合理布局一直是比较受关注的重大问题,评价一个区域的农业生产的适宜程度,必须基于当地的资源承载力。刘胤汉等^[53]在对陕西农业土地资源适宜性评价研究的基础上,对农业土地资源适宜性评价的理论与方法等问题进

行了较深入的讨论研究。孙玲等^[54]是我国较早利用软件系统来评价农用地的适宜性的一部分学者,1996年,其以扬州市为研究对象,在划分农业生态区的方法下,以扬州市为研究对象进行了农作物的土地适宜性评价。之后我国对农业生产适宜性的研究从理论方法逐渐向以GIS技术为主过渡。2006年,张成刚^[55]基于GIS和RS平台,以耕地为评价对象且参照FAO《土地评价纲要》对冀北地区农用地适宜性做出评价并确定评价级别,以耕地适宜性为评价对象是农用地生产适宜性评价的重点,也是许多学者研究关注点之一^[56-59]。2010年,曲衍波等^[60]从“三生空间”方面选取评价指标,采用生态位适宜度模型与GIS栅格技术进行综合评价,将北京市平谷区划分为农村居民点用地高度适宜、中度适宜、低度适宜和不适宜4个等级。2020年,姜华等^[61]从自然因素和社会经济因素两个方面构建了国土空间开发适宜性评价指标体系,基于GIS平台对湖北宜昌市农业生产适宜性及城镇建设适宜性进行了评价,划分出了适宜、较适宜、一般适宜、较不适宜和不适宜5类区域。

2.3 生态保护重要性评价 中共中央办公厅和国务院办公厅于2017年印发的《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》中提出:“生态保护红线是在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域,是保障与维护国家生态安全的底线及生命线”^[62],生态保护对国家发展和规划建设起到至关重要的作用,其作为国土空间开发适宜性评价三方面之一,生态保护体现着可持续发展的内涵,开展生态保护重要性的评价能够为国土空间规划提供具有参考意义的建议和措施,同时人与自然和谐相处的理念也能够更好体现。我国学者对生态保护方面的研究开始于20世纪的生态现状的分析^[63-64]。1996年,刘明华等^[65]针对秦皇岛市基本生态环境特征和农村生态环境问题及现状,选择了耕地利用水平土壤肥力、森林覆盖状况等13个因子作为评价指标,采用专家咨询法和层次分析法相结合的方法进行评价,并提出了相应的生态环境保护对策。2008年汶川地震后,徐卫华等^[66]选取水土流失敏感性、生物多样性保护重要性以及水源涵养重要性3个指标,评价了地震重灾区51个县(市区)的生态保护重要性,通过评价能够为灾后生态功能恢复重建提供有意义地指导。2015年,葛石冰等^[67]基于RS和GIS平台,应用单因子评价法和综合评价法,评价本溪市生态保护重要性,并在生态保护方面提出合理化建议。2021年,方一舒等^[68]以云南昆明为研究对象,在GIS系统下叠加分析生态系统服务功能重要性和生态脆弱性,作为昆明市生态保护重要性等级的结果,最后通过要素空间叠置制图和极大值法将评价结果分为高、较高、中等、较低和低5个等级,为优化昆明市生态保护红线和生态调整提供参考。

3 “双评价”之间的联系和定位

“双评价”之间具有一定的关联性和逻辑性,从以上对各种承载力评价和适宜性评价可以看出,土地的适宜性程度必须依靠资源环境等因素做出评价,资源环境承载力评价就是进行国土空间开发适宜性评价的前提。但由于资源环境承

承载力评价和国土空间适宜性评价有各自的体系,并且各自的研究目标和对象也大致相似,就会产生目标重叠逻辑不清的问题^[69]。此外,《省级空间规划试点方案》提出“开展陆海全覆盖的资源环境承载力基础评价和针对不同主体功能定位的差异化专项评价,以及国土空间开发网格化适宜性评价”,首次将两个评价共同作为空间规划的基础性评价^[70]。但是目前许多学者在研究国土空间开发适宜性评价的时候,并没有重点强调资源环境承载力评价,其中《指南》就指出将资源环境承载力评价整合至农业、城镇功能指向下的适宜性评价中,再根据评价结果计算承载规模,确定了“适宜性定空间,承载力定规模”的关联逻辑,“双评价”就变成了一个评价,在无形中就把两种评价合二为一。要使“双评价”在某一程度上成为一个完整的系统,就要分清楚二者谁是处于重要地位、谁是这个系统中的轴心和主导,并且要在资源环境承载力的范围之内开展国土空间开发规划相关活动,应该进一步把国土空间开发的适宜性和资源环境承载力紧密关联。

4 展望

对于“双评价”来说,由于受不同区域和资源、环境条件、经济等条件影响,同时不同的指标体系之间也会相互制约。此外,资源环境承载力评价和国土空间开发适宜性评价也有一些不足的地方。第一,我国对资源环境承载力评价的工作与国外相比较为落后,没有一个完整的评价指标体系;第二,评价的指标体系由不同的区域特点而决定,范围广,难以形成统一的综合评价;第三,目前许多评价方法在一定程度上和前人的研究方法大体一致,缺乏一定的创新性。应当基于科学性、系统性、综合性等原则持续推进资源环境承载力评价的工作开展。

由于国土空间开发适宜性评价是在资源环境承载力评价的基础上开展的,因此,夯实资源环境能力评价的基础才能进一步推动各种适宜性评价的陆续开展,同时“双评价”不仅要在指标体系上有所创新,在评价方法上也应当适当提出有效率、有创新的方法,通过对一些学者研究的案例进行进一步的梳理和归纳,找出不足并改进,从而挖掘出更有实际意义的创新点。此外,无论是资源环境承载力评价还是国土空间开发适宜性评价,都应该满足可持续发展这一不可或缺的要求,对“双评价”的研究和思考从一定意义上来说就是要满足人们生活的要求。对生态、经济、资源、生产要素等影响人们生活的各方面因素,应该抓住要点进行评价,最终为国土空间规划提供强有力的理论依据和可靠建议。因此,需要推进以下几方面的工作:第一,加强对国土空间开发适宜性评价的理论基础研究;第二,加强指标体系和方法的完善研究;第三,要结合更加方便快捷的科学技术手段来评价。

目前,资源环境承载力评价和国土空间开发适宜性评价二者之间紧密性还较低,尽管两个评价各自皆已具备较为丰富的研究体系,但其多与技术相结合且相互独立。从二者的内涵定义来说,如何将“双评价”关联结合起来,使之促进、发

展和优化国土空间规划还需要进一步做出努力和提升,并且很少有学者把资源环境承载力评价和国土空间开发适宜性评价相结合来解决实际问题,今后应当基于二者的内涵,在原有的指标体系上构建两个合理的评价指标及其阈值,并结合起来推动国土空间规划工作继续开展。

参考文献

- [1] 吴宇哲,潘绘羽.国土空间规划中“双评价”的内在逻辑与外部定位[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2021,23(1):73-79,107.
- [2] 徐鹏,徐千淇,包存宽.论国土空间规划的规划环评与“双评价”的整合:基于规划环评技术导则和“双评价”指南的制度文本分析[J].环境保护,2021,49(S1):82-88.
- [3] 明英男.国土空间开发适宜性评价指标体系研究[J].住宅与房地产,2021(9):19-20.
- [4] 国土开发与保护的行动指南[N].中国矿业报,2017-02-11(003).
- [5] 黎柯宏.基于“双评价”的“三线划定”技术方法研究[J].智能城市,2021,7(5):119-120.
- [6] 杜海娥,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,2019,28(S2):159-165.
- [7] 李忠光.资源环境承载力评价与国土空间规划的关系探索[J].智能城市,2020,6(23):109-110.
- [8] 陈先鹏,吴次芳,方恺.资源环境承载力研究范式的分化与比较[J].中国土地科学,2020,34(12):17-24.
- [9] 郭秀锐,毛显强,冉圣宏.国内环境承载力研究进展[J].中国人口·资源与环境,2000,10(S1):28-30.
- [10] HARDIN G. Carrying capacity as an ethical concept[J]. Soundings, 1976, 59:120-137.
- [11] MALTHUS T. Review: An essay on the principle of population[J]. Forum for modern language studies, 2005, 41(1):114-115.
- [12] PARK R E, BURGESS E W. An introduction to the science of sociology[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1921.
- [13] SEIDL I, TISDELL C A. Carrying capacity reconsidered: From Malthus' population theory to cultural carrying capacity[J]. Ecological economics, 1999, 31(3):395-408.
- [14] 龙艳.我国资源环境承载力评价研究[D].长春:吉林财经大学,2019.
- [15] 李剑,金小燕,王伦澈,等.我国资源环境承载力研究的进展与展望[J].矿产与地质,2021,35(2):322-329.
- [16] 刘殿生.资源与环境综合承载力分析[J].环境科学研究,1995,8(5):7-12.
- [17] 封志明,李鹏.承载力概念的源起与发展:基于资源环境视角的讨论[J].自然资源学报,2018,33(9):1475-1489.
- [18] LINDAU R A. Automatic data capture and its impact on productivity[J]. International journal of production economics, 1997, 52(1/2):91-103.
- [19] BOORI M S, CHOUDHARY K, PARINGER R, et al. Ecosystem health assessment based on pressure state response framework using remote sensing and geographical information system[J]. IOP conference series: Earth and environmental science, 2021, 767(1):1-8.
- [20] 文传浩,杨桂华,王焕校.自然保护区生态旅游环境承载力综合评价指标体系初步研究[J].农业环境保护,2002,21(4):365-368.
- [21] 惠泱河,蒋晓辉,黄强,等.水资源承载力评价指标体系研究[J].水土保持通报,2001,21(1):30-34.
- [22] 黄薇,陈进.流域水资源评价广义指标体系研究[J].长江科学院院报,2005,22(4):22-25.
- [23] 项爱枝.城市水资源环境承载力预测模型体系研究及应用[D].成都:西南交通大学,2008.
- [24] 陈南祥.灌区地下水资源与环境承载力评价指标体系建立与应用研究[R].2011.
- [25] ZHOU W, ELSHKAKI A, ZHONG S, et al. Study on relative carrying capacity of land resources and its zoning in 31 provinces of China[J]. Sustainability, 2021, 13(3):1-13.
- [26] 游昌能,杨沛华.土地资源承载力研究中人口评价问题[J].甘肃农业大学学报,1991,26(3):319-324.
- [27] 刘长运,杨丰华,蒋国富.河南省土地资源承载力研究[J].南都学坛,1998,18(6):72-74.
- [28] 林玉标.芜湖市耕地承载力初步研究[J].华东经济管理,1999,13(4):71-72.
- [29] 杜金辉,吕培茹,甄文栋,等.山东省生态环境承载力评价指标体系探讨[J].中国环境管理干部学院学报,2008,18(1):10-14.
- [30] 秦成,王红旗,田雅楠,等.资源环境承载力评价指标研究[J].中国人

口·资源与环境,2011,21(S2):335-338.

[31] CHENG J Y,ZHOU K,CHEN D,et al.Evaluation and analysis of provincial differences in resources and environment carrying capacity in China [J].Chinese geographical science,2016,26(4):539-549.

[32] ZHANG M,LIU Y M,WU J,et al.Index system of urban resource and environment carrying capacity based on ecological civilization[J].Environmental impact assessment review,2018,68:90-97.

[33] 叶赛,塞雪莹.基于P-S-R模型的湖北省生态安全评价研究[J].湖北农业科学,2020,59(23):203-207.

[34] 兰利花,田毅.资源环境承载力理论方法研究综述[J].资源与产业,2020,22(4):87-96.

[35] 牛方曲,封志明,刘慧.资源环境承载力评价方法回顾与展望[J].资源科学,2018,40(4):655-663.

[36] KUSPILIC M,VUKOVIC Z,HALKIJEVIC I.Overview of water resource based human carrying capacity assessment models [C]//RIHA J,JU-LINEK T,ADAM K.14th International Symposium-Water Management and Hydraulic Engineering.Brno,Czech Republic:[s.n.],2015:357-364.

[37] LIU H Q,LIU H D. PGESH model research on sustainable carrying capacity of regional water resources[R].2010.

[38] 李华姣,安海忠.国内外资源环境承载力模型和评价方法综述:基于内容分析法[J].中国国土资源经济,2013,26(8):65-68.

[39] 闫旭睿,徐俊艳.矿区资源环境承载力评价方法研究[J].金属矿山,2005(6):56-59.

[40] 闵庆文,余卫东,张建新.区域水资源承载力的模糊综合评价分析方法及应用[J].水土保持研究,2004,11(3):14-16,129.

[41] 田宏岭,乔建平,朱波,等.基于GIS技术的成都市市区资源环境承载力快速评价[J].四川大学学报(工程科学版),2009,41(S1):45-48,52.

[42] 刘寅,黄志勤,辜蓉蓉,等.土地利用规划中资源环境承载力的内涵与评价方法研究:以四川省泸州市为例[J].国土资源科技管理,2016,33(5):94-104.

[43] 韩韦笑.基于GIS与生态足迹法的土地生态安全评价研究:以禄丰县为例[D].昆明:昆明理工大学,2018.

[44] 徐静.基于ArcGIS的资源环境承载力评价:以阜阳市空间规划(2017—2030)为例[C]//赖志国,毛蒋兴,肖旭.规划西南·新意象:2019年西南地区规划院论坛论文集.南宁:广西科学技术出版社,2019:34-42.

[45] 朱明仓,辜蓉蓉,江洺光艳,等.四川省国土空间开发适宜性评价[J].中国国土资源经济,2018,31(12):51-56.

[46] 徐雯雯,宁晓刚,王浩,等.基于GIS的城镇、农业、生态空间分区与国土开发风险识别:以陕西省南泥湾景区为例[J].地域研究与开发,2021,40(3):127-132,139.

[47] 樊杰,周侃,陈东.生态文明建设中优化国土空间开发格局的经济地理学研究创新与应用实践[J].经济地理,2013,33(1):1-8.

[48] 刘小波,王玉宽,李明.国土空间开发适宜性评价的理论、方法与技术应用[J].地球信息科学学报,2021,23(12):2097-2110.

[49] 叶文,罗黎.云南山间盆地城镇建设适宜性评价[J].云南地理环境研究,1994,6(2):76-86.

[50] 岑湘荣.基于GIS的城镇建设用地生态适宜性评价研究[D].长沙:中南大学,2008.

[51] ZHANG X R,CHEN G.Application of improved GIS-based model to evaluate urban construction land suitability [M]//TAN H H.Piageng 2010: Photonics and Imaging for Agricultural Engineering.Qingdao,China:[s.n.],2010.

[52] 李帅,董霖欣,奎丽雪,等.基于GIS的建设用地适宜性评价:以四川省南充市为例[J].科技创新与应用,2021,11(17):37-40.

[53] 刘胤汉,刘彦随.农业土地资源适宜性评价的理论和方法:以陕西省农业土地资源适宜性评价为例[J].地域研究与开发,1995,14(3):11-16.

[54] 孙玲,张妙玲.利用AEZ和ARC/INFO软件系统进行农用的土地适宜性评价[J].计算机农业应用,1996(1):18-22.

[55] 张成刚.基于GIS/RS的冀北地区农用地适宜性评价[D].石家庄:河北师范大学,2005.

[56] 储卫东.苏北地区土地利用适宜性评价研究:以淮安市为例[J].国土资源情报,2013(3):56-60.

[57] 彭瑶.基于GIS的农村土地适宜性评价及其在规划中的应用研究:以义乌市岩南村为例[D].南京:南京农业大学,2013.

[58] LI L Y,ZHAO J Y,YUAN T. Study on approaches of land suitability evaluation for crop production using GIS [M]//LI D L,LIU Y D,CHEN Y Y.Computer and Computing Technologies in Agriculture IV.Nanchang,China:[s.n.],2011:587-596.

[59] 周望.基于GIS的未利用地宜耕适宜性评价研究:以鄱阳区为例[D].武汉:湖北大学,2015.

[60] 曲衍波,张凤荣,姜广辉,等.基于生态位的农村居民点用地适宜性评价与分区调控[J].农业工程学报,2010,26(11):290-296.

[61] 姜华,唐晓华,杨利亚,等.基于土地资源的市县级多要素国土空间开发适宜性评价研究:以湖北省宜昌市为例[J].中国地质,2020,47(6):1776-1792.

[62] 新华社.中办国办印发《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》[N].人民日报,2017-02-08(001).

[63] 张立生.区域国土规划中的生态环境规划[J].地理学与国土研究,1991,7(1):31-34.

[64] 陶思明.世纪之交的农村生态环境保护[J].中国环境管理,1993(6):4-7.

[65] 刘明华,高国良,赵玉华.秦皇岛市农村生态环境现状评价与保护对策[J].农业环境与发展,1997,14(1):35-39.

[66] 徐卫华,欧阳志云,王学志,等.汶川地震重灾区生态保护重要性评价与对策[J].生态学报,2008,28(12):5820-5825.

[67] 葛石冰,从明珠,张峰松.中国东北山区生态保护重要性评价:以本溪市为例[J].安徽农业科学,2015,43(26):291-294,318.

[68] 方一舒,祖健,艾东,等.面向国土空间规划的昆明市生态保护重要性评价[J].中国农业大学学报,2021,26(3):152-163.

[69] 岳文泽,吴桐,王田雨,等.面向国土空间规划的“双评价”:挑战与应对[J].自然资源学报,2020,35(10):2299-2310.

[70] 新华社.中办国办印发《省级空间规划试点方案》[N].人民日报,2017-01-10(001).

(上接第12页)

[80] ABEL P P,NELSON R S,DE B,et al.Delay of disease development in transgenic plants that express the tobacco mosaic virus coat protein gene [J].Science,1986,232(4751):738-743.

[81] 王月琳,林春晶,韦正乙,等.转*GbNPR1*基因提高烟草抗病性[J].分子植物育种,2015,13(6):1369-1375.

[82] 罗小英,曾雪嘉,肖月华,等.抗菌肽和几丁质酶基因提高烟草对黑胫病菌和赤星病菌的抗性研究[J].植物病理学报,2005,35(3):249-255.

[83] 张丽芳,赵兴能,马美,等.抗烟草丛顶病转基因烟草的培育[J].分子植物育种,2020,18(5):1605-1610.

[84] 刘志静,张争,徐进,等.抗青枯病转群体感疫猝灭基因烟草的培育[J].农业生物技术学报,2008,16(6):1019-1024.

[85] 田颖川,秦晓峰,许丙寅,等.表达苏云金杆菌 δ -内毒素基因的转基因烟草的抗虫性[J].生物工程学报,1991,7(1):1-10.

[86] 刘春明,朱祯,周兆澜,等.豇豆胰蛋白酶抑制剂抗虫转基因烟草的获得[J].科学通报,1992,37(18):1694-1697.

[87] 李芳,朱翔,乔峰,等.转新疆野生樱桃李*psorPM1*基因烟草抵抗南方根结线虫[J].中国园艺文摘,2016,32(1):235-236.

[88] 蒋水萍,潘悦,孙永华,等.立体防控技术对烤烟主要虫害的防治效果[J].贵州农业科学,2014,42(5):128-131.

[89] 王夸平,詹筱国,潘悦,等.烟蚜茧蜂和异色瓢虫综合防治烟蚜的效果评价[J].湖北农业科学,2013,52(7):1567-1570.