

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2023.02.049.

庞晓菲, 陆汝成, 张利国, 等. 广西边境地区土地利用“三生”功能协调关系及分区优化[J]. 水土保持研究, 2023, 30(2): 294-302.

PANG Xiaofei, LU Rucheng, ZHANG Ligu, et al. Study on Coordination and Zoning Optimization of Land Use Based on Production-living-ecological Functions in Border Areas of Guangxi[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2023, 30(2): 294-302.

广西边境地区土地利用“三生”功能协调关系及分区优化

庞晓菲¹, 陆汝成², 张利国², 李思旗³, 覃璐园¹, 韦绍音², 秦秋燕²

(1. 南宁师范大学 地理科学与规划学院, 南宁 530001; 2. 南宁师范大学

自然资源与测绘学院, 南宁 530001; 3. 广西国土资源规划设计集团有限公司, 南宁 530001)

摘要:为探究边境地区土地利用多功能之间的交互关系, 基于生态位宽度、耦合协调度和权衡强度模型分析广西边境地区 2000—2018 年土地利用“三生”功能的时空演变及协调/权衡关系特征, 并分区提出优化建议。结果表明: (1) 广西边境地区“三生”功能时空分异特征显著, 生产功能生态位宽度以扩张状态为主, 呈“东南高、西北低”的梯度变化格局; 生活功能生态位呈萎缩后扩大趋势; 生态功能生态位宽度呈现萎缩态势, 呈“双高多平”空间布局。 (2) 土地利用功能耦合协调类型区分为濒临失调型及勉强协调区, 总体由濒临失调型向勉强协调型演变, 勉强协调区主要为经济相对繁荣区, 濒临失调型集聚在西部生态环境脆弱山区; 两两功能权衡强度较低为防城区, 权衡强度较高为那坡县、龙州县。 (3) 全区可划分为低协调区、生产—生活功能优势区、生产—生态功能优势区、生态—生活功能优势区、生产功能优势区、生态功能优势区、生活功能优势区并提出针对性措施。广西边境地区土地利用“三生”功能之间相互作用关系整体往协调态势发展, 后续发展应注重以生态优先为导向。

关键词:三生功能; 协同与权衡; 生态位宽度模型; 分区优化; 广西边境地区

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2023)02-0294-09

Study on Coordination and Zoning Optimization of Land Use Based on Production-living-ecological Functions in Border Areas of Guangxi

PANG Xiaofei¹, LU Rucheng², ZHANG Ligu², LI Siqi³, QIN Luyuan¹, WEI Shaoyin², QIN Qiuyan²

(1. School of Geography Science and Planning, Nanning Normal University, Nanning 530001,

China; 2. School of Natural Resources and Surveying and Mapping, Nanning Normal University,

Nanning 530001, China; 3. Guangxi Land Resources Planning and Design Co., Ltd., Nanning 530001, China)

Abstract: In order to explore the interactive relationship between the multi-functional land use in the border area, the spatial-temporal evolution and coordination/trade-off relation characteristics of the production-living-ecological function of land use in the border areas of Guangxi from 2000 to 2018 were analyzed based on niche breadth, coupling coordination degree and balancing strength model, and optimization suggestions for different zones were put forward. The results show that: (1) the production-living-ecological function in border areas of Guangxi presented significant spatial-temporal differentiation characteristics, the niche breadth of ecological function was mainly in expansion, presenting a gradient pattern of higher level in the southeast and lower level in the northwest; the niche breadth of living function was in expansion after shrinking; the niche breadth of ecological function tended to shrink, presenting a spatial layout of double highs and multiple flats; (2) the areas for land use with functional coupling coordination were divided into the areas on the verge of malcoordination and the barely coordinated areas, in general, the areas were gradually evolved into the

收稿日期: 2021-12-25

修回日期: 2022-01-18

资助项目: 国家自然科学基金项目(42061043); 广西高校中青年教师科研基础能力提升项目(2021KY0401)

第一作者: 庞晓菲(1996—), 女, 广西合浦人, 硕士研究生, 主要研究方向为土地利用与区域发展。E-mail: 964393659@qq.com

通信作者: 陆汝成(1972—), 男, 广西临桂人, 博士, 教授, 主要研究方向为土地规划与区域发展。E-mail: 710912213@qq.com

<http://stbcj.paperonce.org>

latter from the former, the latter mainly covered the areas which were with moderately propserpous economy, while the former clustered in the mountainous areas with fragile ecological environment in the west; Fangcheng District was with low pairwise functional tradeoff intensity, and the Naopo County and Longzhou County were with high trade-off intensity; (3) the whole area could be divided into low coordination area, production-living function dominant area, production-ecological function dominant area, ecology-living function dominant area, production function dominant area, ecological function dominant area, living function dominant area, the corresponding suggestions were provided. The interactive relationship between the production-living-ecological function of land use in the border areas of Guangxi is developing in a coordinated manner as a whole, and the follow-up development should focus on ecological priority.

Keywords: production-living-ecological function; coordination and trade-off; niche breadth model; zone optimization; border areas of Guangxi

现代经济全球化、快速工业化与城镇化进程加快背景下,人类活动强烈作用于地表空间,在人地关系动态交互过程中,人类为寻求最大经济利益使得国土空间矛盾冲突加剧,迫使生产—生活—生态空间相互挤占,导致“三生”功能不断处于协调—失衡的动态过程之中,如何实现社会经济、生态文明建设和生态文明建设协同发展是美丽中国可持续发展研究的核心议题^[1]。明确基于“三生”空间的土地利用格局演变规律及厘清“三生”功能之间的交互作用以及博弈过程,是科学优化国土空间格局的理论及现实基础^[2-3]。

国内外学者针对“三生”功能进行了多方面探究,研究内容包括“三生”功能的内涵^[4-5]、功能内部机制^[6]、分类与评价指标体系构建^[7]、格局演化过程^[8-9]、空间识别与分区优化^[10-11]、影响因素等^[12],而对各功能之间的相互关系量化研究还有待进一步补充。“三生”功能之间的相互关系是功能之间的平衡与协调,达到空间利益最大化,但因其具有时空异质性,难以达到最优平衡,多表现为功能的协同与权衡关系^[13]。目前学者对土地多功能的协同/权衡测度研究主要是借鉴了生态系统服务协同及权衡关系研究^[14],定性及定量研究方法相结合,采用如双变量空间自相关^[15-16]、空间采样法^[17]、土地系统功能权衡度模型^[18]、力学平衡模型^[13]、耦合协调等^[19-20]方法探究多功能间的权衡及协同关系。耦合协调度模型常用于描述构成该复合系统中的各子系统之间相互依存关系,对“三生”功能间的协调关联度可进行定量表达,但该模型可能存在低耦合度及混乱等问题^[21],为丰富方法体系,文章借鉴 Bradford 的均方根误差方法,共同量化“三生”功能的协同/权衡关系^[22]。“三生”功能还受地域分异规律及城镇化阶段发展影响^[23],已有的研究多聚焦某一时段的静态格局,对多时段的动态演变规律研究不足,因而对多功能动态格局及发展趋势的刻画,有关学者引入的生态位宽度理

论,但仍处于初期探索阶段^[3,24-25]。学界对研究尺度的选取多以发达省市、都市圈、城市带及敏感生态区为主^[26-27],边疆贫困地区国土空间优化关注度不高,因而选取广西边境地区为研究范围,积极响应国家“十四五”规划提出的精准扶贫边境地区发展及维稳边疆国土安全号召。

边境地区是对外展示的重要门户,在新时代背景下,国家与地方政府共同着力于边疆经济发展,其国土空间格局也相应发生剧烈变化,以经济发展为导向的土地利用方式使得生产空间不断扩大,而生态空间与生活空间受到胁迫,因此,揭示边境地区土地利用“三生”功能的发展态势、明确协调/权衡关系,对优化国土空间具有重要现实意义。本文以广西边境地区为例,基于“三生”空间理论,借鉴生态位宽度理论分析 2010—2018 年功能空间动态性与差异性,采用耦合协调度模型与权衡强度模型定量测度“三生”功能协同或权衡关系,以期广西边境地区土地利用可持续发展与国土空间规划提供参考与依据。

1 研究区与数据来源

1.1 研究区概况

广西边境地区位于中国南疆,临北部湾,与越南社会主义共和国的河江省、高平省、广宁省、谅山省接壤,下辖龙州县、防城区、凭祥市、东兴市、大新县、宁明县、那坡县和靖西市 8 个县级行政单位(下简称“研究区”)。国土面积约 1 778 km²,占广西土地总面积约 7.8%,广西边境线长达 1 020 km。低山丘陵与喀斯特地貌共同造就了研究区的独特地形地貌,地势整体由西北向东南倾斜,森林资源丰沛,森林覆盖率超过 40%;区域对外经济与中国东部对外贸易经济区差距悬殊,2018 年研究区外贸进出口总额约 222.26 亿美元,与越南互通贸易口岸 12 个。研究区是典型的边境贫困区、少数民族集聚区,是西南地区“一带一

路”重要的战略支点,是中国连接越南乃至东盟各国最便捷的海陆贸易通道,更是保卫祖国南疆的国土安全的防线。

1.2 数据来源

采用的数据主要包括两类:(1) 统计数据。主要包括区域总面积、人口总数等社会经济统计数据,来源于 2001 年、2011 年和 2019 年的《中国县域统计年鉴》《广西统计年鉴》《广西建设年鉴》、8 个县(市/区)的统计公报及广西壮族自治区水利厅等。(2) 空间数据。包括石漠化矢量数据,土地利用数据等;2000 年、2010 年、2018 年三期土地利用变更数据及石漠化数据等来源于“中国科学院资源环境科学数据中心”。

2 研究方法

2.1 指标体系构建

“三生”功能的内涵及相互作用关系已较明确,学者对其评价指标体系的探究也存在一定共性,如土地

垦殖率、城乡居民收入水平比等指标。本文在梳理前人评价指标的基础上,结合广西边境地区独特的地理位置、土地利用特征及社会经济发展状况,依据综合性、区域性、科学性和创新性等原则,从土地利用生产空间、社会保障生活空间、生态保护自然空间方面,以空间协调为目标,补充构建了广西边境地区“三生”功能评价指标体系(表 1)^[28-29]。生产功能涵盖农业生产与社会经济发展方面,广西边境地区与越南接壤且广西水果及糖料产量位于全国前列,因此选取糖料单产率、水果单产率、口岸贸易进出口总额等指标表征生产功能。生活功能包括社会经济保障、粮食安全等维度,选取城乡最低生活保障人口比、人均粮食占有量等指标反映生活功能。生态功能囊括生态压力与生态保育等方面,边境地区为典型喀斯特地貌,属生态脆弱区,选取石漠化率、水土流失等指标反映生态功能。各功能“三生”功能指标选取均考虑正负效应并以变异系数法确定权重。

表 1 广西边境地区土地利用“三生”功能指标体系

功能类型	指标层	指标说明或计算方法	属性	权重
生产功能	粮食单产率(X_1)	粮食产量/粮食耕种面积	正	0.0452
	土地垦殖率(X_2)	耕地面积/区域土地总面积	正	0.0455
	地均农业生产总值(X_3)	农业生产总值/区域土地总面积	正	0.0423
	经济密度(X_4)	国民生产总值/区域土地总面积	正	0.0464
	地均工业生产总值(X_5)	工业生产总值/区域土地总面积	正	0.0403
	口岸贸易进出口总额(X_6)	实际进出中国国境的货物总金额	正	0.0427
	糖料单产率(X_7)	糖料产量/区域耕地面积	正	0.0482
	水果单产率(X_8)	园林水果产量/区域耕地面积	正	0.0466
	农村居民收入水平(X_9)	农村居民纯收入	正	0.0427
	城乡居民收入水平比(X_{10})	城镇居民收入/农村居民收入	负	0.0411
生活功能	建设用地密度(X_{11})	建设用地用地/区域土地总面积	正	0.0486
	单位从业人口密度(X_{12})	年末单位从业人员数/区域土地总面积	正	0.0455
	人均粮食占有量(X_{13})	粮食产量/区域总人口	正	0.0489
	城乡最低生活保障人口比(X_{14})	城乡最低生活保障人数/区域总人口	负	0.0361
	每万人拥有医院床位数(X_{15})	医院、卫生院床位数/区域总人口	正	0.0441
	生活垃圾处理率(X_{16})	处理的生活垃圾量/全部生活垃圾总量	正	0.0408
生态功能	污水处理率(X_{17})	污水处理量/污水排放总量 $\times 100\%$	正	0.0439
	生境丰度(X_{18})	区域内生物多样性的丰富程度	正	0.0400
	生态用地面积比(X_{19})	林地、草地和水域面积/区域土地总面积	正	0.0456
	植被覆盖度(X_{20})	Aveg (0.5 林地+0.3 草地+0.2 耕地)/区域总面积	正	0.0378
	石漠化率(X_{21})	石漠化面积/区域土地总面积	负	0.0402
	水土流失率(X_{22})	水土流失面积/区域土地总面积	负	0.0430

2.2 生态位宽度

国土空间可视为由“三生”空间构成的复杂生态巨系统,而“三生”空间实质是“三生”功能空间^[13],是多种功能竞合后在空间上的具象体现。“三生”功能由于利用效益差异进而产生互竞等关系,可采用“三生”功能在国土空间巨系统中所占据的地位(即“三

生”功能生态位)来衡量发展累积。根据“多维超体积生态位”的概念^[30],构建“生产—生活—生态”3 大功能维度,继而分别进行二级维度分解,建立评价模型。生态位的数值大小以生态位宽度表征,便于量化“三生”功能优势地位,区域内“三生”功能的竞争可用土地生态位的扩充和压缩表现,其值越大表示该功能类

型在研究区域中发挥的作用越大,并且可从历年生态位宽度看出现状变化和趋势大小^[24-25],取值范围在 0~1 内,越接近 1 表明竞争能力越强;反之则越弱。

$$N_i = \frac{(S_i + A_i P_i)}{\sum_{j=1}^n (S_j + A_j P_j)} \cdot W_i \tag{1}$$

式中: N_i 表示“三生”功能土地利用生态位; n 为各功能指标; S_i 表示研究单元*i*的态; P_i 表示研究单元*i*的势; S_j 表示研究单元*j*的态; P_j 表示研究单元*j*的势; A 为量纲转换系数; W_i 表示*i*维权重,由变异系数法确定;态、势指标分别以当前年份数值和各指标年均增长量。量纲转换系数依时间尺度设定。综合生态位宽度以生产功能、生活功能、生态功能加权求和测算^[3],公式如下:

$$M_i = \sum_{j=1}^n N_{ij} \cdot W_j \tag{2}$$

式中: M_i 表示*i*地区的综合生态位; N_{ij} 表示*i*地区在*j*维上的相对生态位; W_j 表示*j*维权重,由变异系数法确定。

2.3 土地“三生”功能协调与权衡度测算

土地利用的生产、生活、生态三大功能不独立存在,其各功能间相互制约、相互促进,三者的良性互动以实现土地利用综合效益为总目标。耦合协调度可反映各功能间的和谐水平;权衡强度可直观量化土地“三生”功能之间的相互损益程度。因此本文分别测算土地生产、生活、生态功能的耦合协调度和权衡强度,综合二者确定研究区内土地利用“三生”功能的协调/权衡关系。

(1) 耦合与协调度测算。在参考前人研究成果的基础上^[24,31-32],构建土地利用“三生”功能耦合协调度模型,识别多功能之间的相互协调或制约关系。

表 2 土地利用“三生功能”分区规则

三生功能分区	生态位宽度			耦合协调度	权衡强度			
	生产	生态	生活		综合	生产—生态	生产—生活	生态—生活
高协调区	高	高	高	高	低			
低协调区	低	低	低	低	高			
生产优势区	≥中	低	低	低	高			
生态优势区	低	≥中	低	低	高			
生活优势区	低	低	≥中	低	高			
生产—生态协调区	≥中	≥中	低	中	中	低		
生产—生活协调区	≥中	低	≥中	中	中		低	
生态—生活协调区	低	≥中	≥中	中	中			低

3 结果与分析

3.1 广西边境地区“三生”功能时空分异特征

广西边境 8 个县域单元 2000 年、2010 年、2018 年“三生”功能空间分异特征明显,具体见图 1,“三

$$C = \left\{ \frac{F(p) \cdot F(l) \cdot F(e)}{[F(p)+F(l)] \cdot [F(e)+F(l)] \cdot [F(p)+F(e)]} \right\}^{1/3} \tag{3}$$

$$T = \frac{1}{3} [F(p) + F(l) + F(e)] \tag{4}$$

$$D = \sqrt{C \cdot T} \tag{5}$$

式中: C 为“三生”功能耦合度; $F(p)$, $F(l)$, $F(e)$ 为土地利用各功能评价价值,取值范围为 0~1; T 为“三生”功能综合评价价值,由于生产功能、生活功能、生态功能重要程度等同,故取 1/3 为待定权数; D 为耦合协调度,反映整体功能相互影响的协调程度。

(2) 权衡强度测算。均方根误差(RMSE)可简洁量化多个可能相互冲突目标之间的权衡大小,同一空间范围内,“三生”功能之间存在着竞争关联,可借鉴其来直观量化“三生”功能之间的权衡关系^[22,33]。其原理为通过某一坐标点到 1:1 线的距离来判断“三生”功能之间是否存在权衡关系,在 1:1 线上表示各功能平衡;距离 1:1 线越远,各功能间权衡度越大,反之则越小。其数值等于均方根误差,具体公式如下:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \tag{6}$$

式中:RMSE 为均方根误差; y_i 为第*i*种功能效益分值; \hat{y}_i 为第*i*种功能的数学期望值; m 为功能个数。

2.4 “三生”功能分区优化

在土地利用生产、生态、生活功能特征和各功能权衡关系量化基础上,参考已有的分级方法^[11]以自然断点法将历年各功能生态位宽度、耦合协调度、权衡强度均值划分为高、中、低三级,具体分区见表 2。

生”功能时空变化规律及区域特征主要表现为:

(1) 生产功能:广西边境地区 2000—2018 年生产功能生态位宽度总体呈现扩张趋势。其中防城区、东兴市、凭祥市、靖西市稳步提升,龙州县、大新县、宁明县波动发展,那坡县生产功能生态位反向扩张。从

空间上来看,生产功能生态位宽度由东南向西北逐步收缩。生产功能生态位宽度总体上升得益于国家对桂边地区的大力扶持,如“兴边富民行动”、“边境小额税收政策调整”等。防城区、东兴市与凭祥市区位优势明显,口岸贸易优势突出,产业结构合理,工业生产处于引领地位;低值区与桂边地区西北高东南低的地势密切相关,农业与工业开发适宜性等级较低,开发强度小,尤其那坡县,地处山沟,拓展空间有限且各方面生产条件十分薄弱。

(2) 生活功能:2000—2018 年研究区生活功能生态位宽度呈压缩后扩大趋势。以 2010 年为分界时点,2000—2010 年段防城区、东兴市、凭祥市、龙州县、那坡县生活功能生态位降低趋势显著,可能的原因是这些地区在该时段着重发展经济,相对而言生活功能的建设投入略少。而 2011—2018 年时段宁明县与凭祥市、大新县、靖西市有所增加,得益于政府重视,实行单位包村、干部帮扶到户的帮扶责任制,一直切实提升居民生活水平。

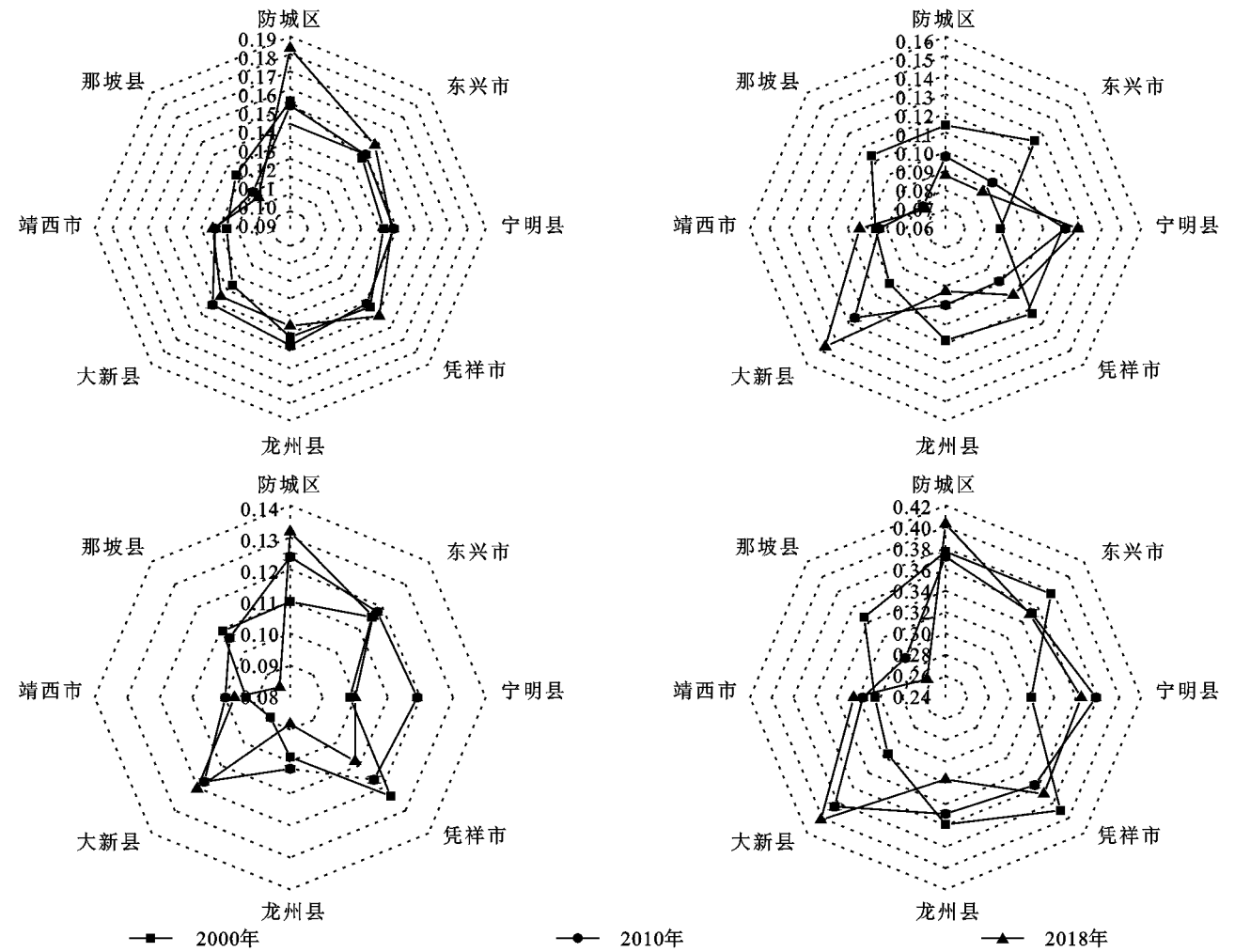


图 1 广西边境地区土地利用“三生”功能生态位变迁

(3) 生态功能:研究区生态功能生态位宽度总体呈压缩状态,空间上以防城区、大新县生态功能生态位宽度最为突出,其余六县平缓分布,形成“双高多平”格局。可能缘由是大新县实施国土绿化扩面提质行动,深入推进石漠化综合治理等,防城区则是致力于打好“蓝天保卫战”、“清水保卫战”、“净土保卫战”三战。

善生活生态环境,发展生态产业,协调经济短板。

(4) 综合功能:近 20 年来,防城区、大新县、靖西市“三生”功能综合生态位宽度不断扩增,其他地区升降交替变化,空间分异无明显规律。可能原因是防城区经济条件发展优越,且注重生态保护,进而逐步拉动整体效应,大新县及靖西市提倡生态宜居,实地改

总体而言,2000—2018 年研究区国土空间的“生产功能、生活功能、生态功能”时序波动演变,生产功能不断扩张,生活功能压缩后扩张,生态功能呈现萎缩态势,“三生”功能综合生态位波动发展但总体增大;生产功能东南部沿海到西北部低山丘陵具有地带性差异,生活功能在地域空间上分布较为散乱,而生态功能呈“双高多平”空间布局。广西边境地区目前以高速发展经济为主,二三产业不断调整,城镇化进程加快的同时也逐渐提升生活品质,但前期工业发展挤占生态空间,生态功能生态位不断压缩,后期响应

国家生态文明建设号召,生态功能生态位宽度略有提升。“三生”功能的相互摩擦、挤压会对国土空间产生新的负面效应,需进一步协调“三生”功能整体共生。

3.2 “三生”功能相互协同/权衡态势

3.2.1 土地利用多功能耦合度与协调度 基于“三生”功能生态位宽度评价基础,采用耦合协调度模型,

定量计算广西边境耦合协调度,结果显示,2000 年、2010 年、2018 年耦合协调范围值分别为(0.439,0.526),(0.462,0.523),(0.473,0.524)。结合耦合协调度分布特征,并参考已有研究分级方法^[20,31-32],将研究区历年“三生”功能耦合协调特征划分为濒临失调型、勉强协调型(见图 2)。

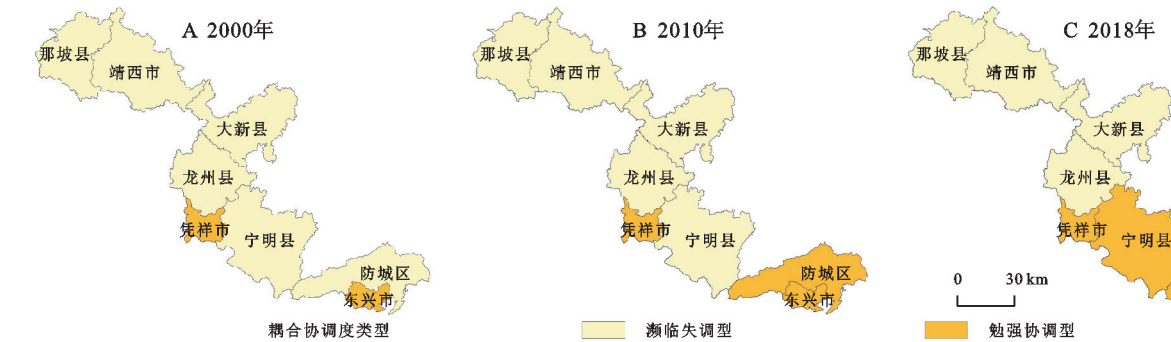


图 2 广西边境地区土地利用“三生”功能耦合协调度空间分布类型

近 20 年来广西边境地区土地功能的耦合协调性逐步提升,其中 2000 年、2010 年和 2018 年均值分别为 0.481,0.491 及 0.500,表明研究区整体的生产—生活—生态功能之间耦合协调度不断提升。2000 年广西边境地区土地利用以濒临失调型为主,濒临失调型占研究区 75%,耦合协调度总体处于较低水平;2010 年较 2000 年耦合协调度有所增加,濒临失调型占比降至 62.5%;2018 年勉强协调型与濒临失调型数量等同,表明边境地区土地利用“三生”功能耦合协调度不断趋于协调发展。从空间分布来看,主要从东南部向西北部靠拢。

从各县的具体情况来看,2000 年广西边境地区耦合度排序为东兴市>凭祥市>宁明县>防城区>龙州县>大新县>靖西市>那坡县,其中东兴市与凭祥市为勉强协调类型,其余六县为濒临失调型。可能原因是东兴市、凭祥市边境贸易繁荣且为边境特色旅游城市,多方位带动经济稳步增长;另一方面以城市建设大会战为契机,加大城市基础设施建设,生态环境也得到有效监管等促进了土地利用多功能的协调发展。

2010 年耦合协调度大小排序为东兴市>凭祥市>防城区>宁明县>大新县>龙州县>那坡县>靖西市,其中东兴市、凭祥市、防城区为勉强协调类型,大新县等其他五县区为濒临失调型。可能源于东兴市、防城区凭借突出的沿边沿海地理位置优势及大量工矿业引进,经济迅猛发展,民生事业投入增多,此外极力打造全海景生态海湾城市,生产—生活—生态功能用地结构有序进行。凭祥市由农业主导性向工业主导型转变,并提出“生态立市”战略定位,土地利用

多功能协调度向更高水平提升。

2018 年土地利用各功能的耦合协调度排序为宁明县>凭祥市>防城区>东兴市>龙州县>那坡县>大新县>靖西市。宁明县、凭祥市、防城区、东兴市、龙州县、那坡县、大新县、靖西市为濒临失调型。可能原因是宁明县在加快蔗糖业、林业、现代农业三大传统优势产业转型升级的基础上,提速发展肉牛生态养殖等新产业,举全县之力投入民生保障工作,基础设施建设逐步完善;凭祥市实施“边民互市+落地加工”产业战略,充分利用东盟丰富的水果等资源,发展出口加工业,践行“环境污染少、资源消耗低”的生态工业发展理念,带动边民收入增长,就业岗位增加,生活水平上升。防城区与东兴市以工业发展及边贸为主,经济支柱产业日趋稳定,政府重视生态及民生事业等使得广西边境地区生产、生活、生态功能有序协调。而龙州县、那坡县、大新县、靖西市属生态脆弱区,自然条件约束及薄弱工业基础,工农业发展受限,造成“生产”功能协调短板。

总体而言,2000—2018 年广西边境地区生产、生活、生态 3 种功能总体处于耦合协调性逐步提升阶段,勉强协调区主要为经济相对繁荣区,濒临失调型集聚在西部生态环境脆弱山区。具体来看,宁明县、凭祥市、防城区、东兴市往协调态势发展,而龙州县、那坡县、大新县、靖西市仍需进一步有效协调。结果也表明国土空间“三生”功能受制于地域分异规律并与社会发展阶段相匹配。

3.2.2 土地利用“三生”功能权衡强度 土地利用“三生”功能权衡强度越高,协调性反之,从特定角度来看,权衡与耦合协调度理论意义上具有一致性。为

了进一步印证及探析“生产—生活—生态”功能两两之间的协同与权衡关系及避免低耦合度问题,借助均方根误差量化方法来测算,广西边境地区土地利用“三生”功能两两间权衡强度见图 3。

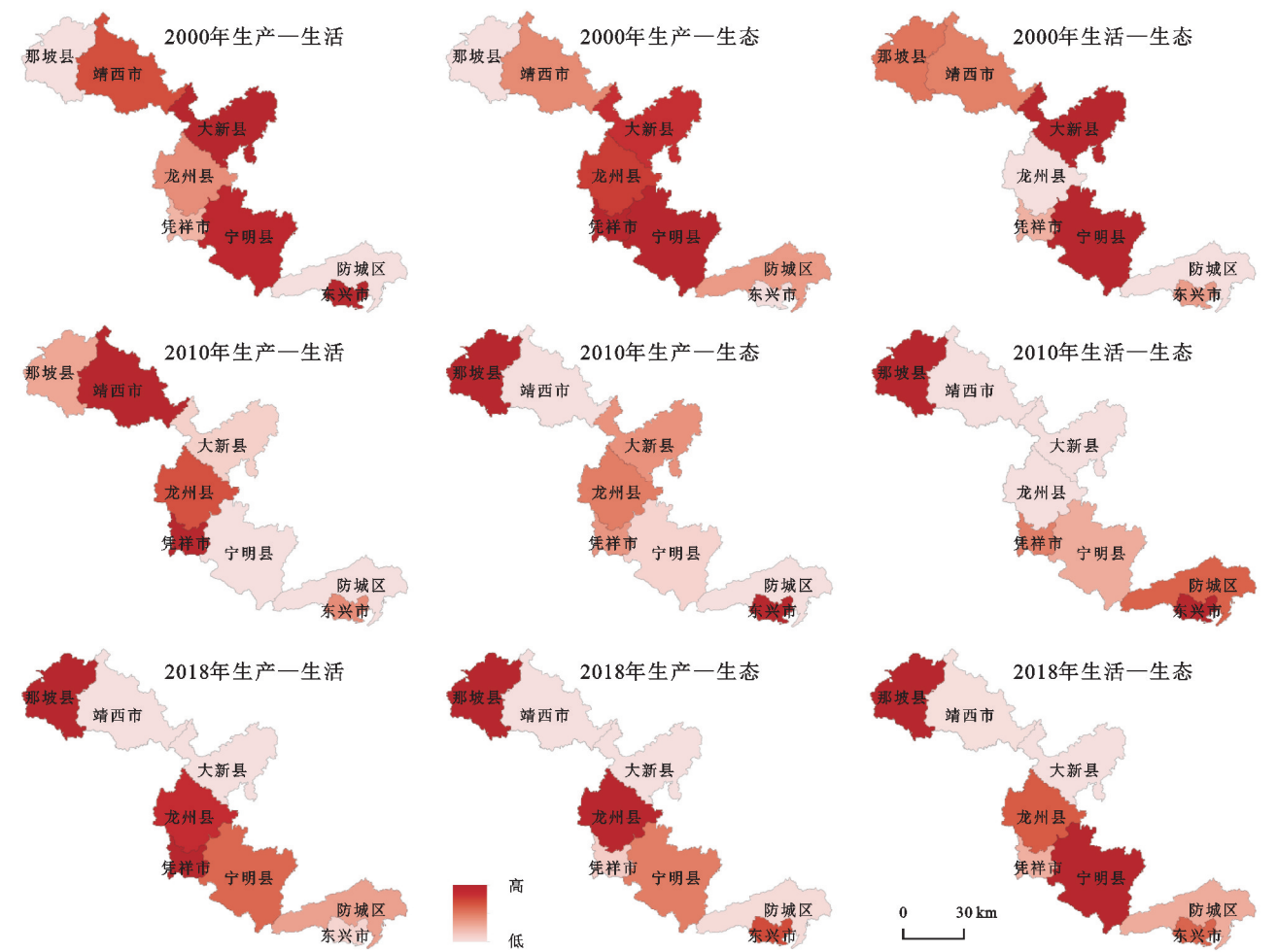


图 3 广西边境地区“三生”功能两两权衡强度分布

由图 3 可知,“生产—生活—生态”两两功能之间的协同/权衡关系具有时空异质性。(1) 生产与生活功能:2000 年权衡显著区主要集中在东兴市、宁明县、大新县,协同关系较为分散,主要分布在防城区与那坡县;2010 年权衡关系转至靖西市与凭祥市,协同关系主要位于宁明县与防城区;2018 年协同/权衡关系散乱分布,权衡关系主要散布于那坡县、龙州县、凭祥市,协同关系则表现为靖西市及大新县。从空间上看,2000—2018 年,除那坡县、龙州县及凭祥市外,其他地区权衡强度逐渐减弱,协调程度相应加强。(2) 生产与生态功能:2000 年以高权衡关系为主,集中在凭祥市与宁明县,其他稍弱权衡区团聚于研究区中部;2010 年权衡强度减弱,权衡关系集中于那坡县与东兴市;2018 年靖西市、大新县协调关系显著,龙州县及那坡县主要表现为权衡关系。2000—2018 年生产与生态功能权衡关系不断减弱,那坡县及龙州县需进一步协调生产与生态关系。(3) 生活与生态功能:2000 年协同关系主要分布在防城区与龙州县,权衡关系主要为大

新县与宁明,2010 年权衡区域转移至那坡县及东部东兴市,协同关系区域扩大,主要集聚在大新县、龙州县、靖西市;2018 年协同区域减少,聚于大新县、靖西市,呈权衡关系的区域较为分散,表现为那坡县、宁明县等。

综上,结合综合权衡强度,2000—2018 年广西边境地区两两功能权衡强度较小,协调性最好表现为防城区;权衡强度较高,协调性较差的区域主要为那坡县、龙州县,“三生”功能权衡关系区域与上文协调度分析结果大致吻合。

3.3 “三生”功能分区优化

依据分区规则,将广西边境地区划分为以下类型区:低协调区、生产—生活功能优势区、生产—生态功能优势区、生态—生活功能优势区、生产功能优势区、生态功能优势区、生活功能优势区。

低协调区主要为那坡县,实现生产、生活、生态协调有序是后续发展重点。其面临资源禀赋差,发展条件有限,人口动力不足等问题,应找准生态环境与经

济发展的平衡点,依托桑蚕、中药材、木材等绿色优势资源进行定向发展,提出战略性支柱产业、高成长性新兴产业,推进区域内存量资源向口岸聚集,增加财政收入,助力城乡建设。

生产—生活功能优势区集中在宁明县,该类型区以糖业生产为经济基础,耕地利用损耗大,农药化肥大量使用可能造成水体及土壤污染,生态功能不协调。应高度重视土壤及水质的监测和管控,并及时反馈给群众,防微杜渐,防控污染源的渗入。

生产—生态功能优势区聚于凭祥市,该地区在巩固生产、生态功能优势地位的同时要加快新型城镇化步伐、加大基础设施建设投资力度,改善边境地区生产生活条件。

生态—生活功能优势区分布在龙州,区内生态质量良好,宜居宜民,应发挥优势,壮大循环种养、生态旅游等特色产业,主动融入全区开放发展新格局,推动“通道经济”向“口岸经济”转型升级,继续以“双10”重大项目为主抓手,加快培育发展边贸,全县经济实现高质量发展。

生产功能优势区位于防城区,其为广西边境工业强县,在立足区位及资源优势,进一步形成有规模、有市场、有特点的边境工业产业,并持续加大对民生及生态投入,成为产业兴旺、生态宜居沿边经济示范带。

生活功能优势区分布在东兴市,区内建立了稳定可持续的民生保障机制,民生支出占财政支出超八成,保障区域人民生活所需,但不利于生产及生态功能发展,下一步应持续加大产业扶持和生态环境监管力度。

生态优势区为靖西市、大新县,该类型区为生态脆弱区,土地开发利用强度低,且持续推进石漠化综合治理,国土绿化扩面成效显著。未来靖西要继续发挥生态功能主导地位,秉承“生态立县”理念,推行特色农业产业基地,形成以农田生态景观等为主的农业发展格局;大新应依托县域绿色生态优势,加快生态旅游产业发展,建设生态优美、经济繁荣、人民幸福的边疆旅游名县。

4 结论

本文运用生态位宽度模型对广西边境地区的“三生”功能特征进行时空测算与探讨,继而结合耦合协调度与权衡强度分析了“三生”功能权衡/协调关系的区域差异,明晰其时空演化格局,得到以下结论:

(1) 广西边境地区“三生”功能呈明显的时空分异特征。生产功能生态位宽度在研究期内总体呈阶段性

扩张状态,空间上呈“东南高、西北低”的格局,东南部沿海到西北部低山丘陵地带差异明显;生活功能生态位宽度呈萎缩后扩大趋势;生态功能生态位宽度波动发展但总体为萎缩态势,具有“双高多平”的空间布局。总体上看,2000—2018年研究区国土空间的“生产功能、生活功能、生态功能”时序波动演变,需进一步有序协调。

(2) 国土空间“三生”功能受地域分异规律与社会发展阶段的制约。2000—2018年广西边境地区土地利用多功能分为濒临失调型及勉强协调区,总体处于耦合协调性逐步提升阶段,主要从东南部向西北部靠拢,勉强协调区主要为经济相对繁荣区,濒临失调型集聚在西部生态环境脆弱山区。宁明县、凭祥市、防城区、东兴市往协调态势发展,而龙州县、那坡县、大新县、靖西市耦合协调性仍有待提升。

(3) 生产功能、生活功能和生态功能两两之间的协同/权衡关系具有显著时空异质性。协同/权衡关系不断交叉变化,不同年份各地区之间差异明显。2000—2018年广西边境地区两两功能权衡强度较小,协调性最好表现为防城区;权衡强度较高,协调性较差的区域主要为那坡县、龙州县。

(4) 依据“三生”功能特征及协调权衡关系,将研究区划分为低协调区、生产—生活功能优势区、生产—生态功能优势区、生态—生活功能优势区、生产功能优势区、生态功能优势区、生活功能优势区,并结合区域特点提出针对性优化建议,以期为边境土地利用协调发展提供参考。

文章立足于“三生”功能,补充构建了具有区域特色的多功能指标体系,借鉴生态位宽度理论,分别计算2000—2018年生产功能、生活功能、生态功能在国土空间中的发展状态,揭示其时空演变规律,继而以耦合协调度及权衡强度相结合的方法探讨“三生”综合功能及两两功能间关系,明确了国土空间生产—生活—生态三大主导功能间的协同/权衡关系,为理顺“三生”功能相互作用关系提供了新的视角。与前人开展的研究相比^[34],本文在研究尺度和研究思路上均有一定的改进,但由于聚焦边境典型区域,在评价指标选取方面仍有待进一步完善。此外,为进一步探究“三生”功能协调/权衡关系的尺度效应,未来可进一步开展多尺度研究,以提升研究的科学性。

参考文献:

- [1] 江东,林刚,付晶莹.“三生空间”统筹的科学基础与优化途径探析[J].自然资源学报,2021,36(5):1085-1101.
- [2] 刘继来,刘彦随,李裕瑞.中国“三生空间”分类评价与时

- 空格局分析[J].地理学报,2017,72(7):1290-1304.
- [3] 李欣,方斌,殷如梦,等.江苏省县域“三生”功能时空变化及协同/权衡关系[J].自然资源学报,2019,34(11):2363-2377.
- [4] 邹利林,李裕瑞,刘彦随,等.基于要素视角的耕地“三生”功能理论建构与实证研究[J].地理研究,2021,40(3):839-855.
- [5] 李晓青,刘旺彤,谢亚文,等.多规合一背景下村域三生空间划定与实证研究[J].经济地理,2019,39(10):146-152.
- [6] 林树高,陆汝成,刘少坤,等.基于“三生”空间的广西边境地区土地利用格局及多功能演变[J].农业工程学报,2021,37(5):265-274.
- [7] 高雁鹏,徐筱菲.辽宁省特色小镇三生功能评价及等级分布研究[J].规划师,2018,34(5):132-136.
- [8] 王全喜,孙鹏举,刘学录,等.黄土丘陵沟壑区“三生”空间的功能权衡与协同时空格局分析:以武山县为例[J].中国农业资源与区划,2020,41(11):122-130.
- [9] 邹艳,张绍良,谢译诣,等.徐州市三生空间分布格局与时空演化特征分析[J].测绘科学,2020,45(7):154-162.
- [10] 隋虹均,宋戈,张红梅,松嫩平原北部粮食主产区克山县三生空间识别[J].农业工程学报,2020,36(19):264-271,323.
- [11] 方莹,王静,孔雪松,等.耕地利用多功能权衡关系测度与分区优化:以河南省为例[J].中国土地科学,2018,32(11):57-64.
- [12] 苏浩,吴次芳.基于“三生”功能的黑土区耕地资源价值影响因素分析:以黑龙江省克山县为例[J].中国土地科学,2020,34(9):77-85.
- [13] 康庆,郭青霞,丁一,等.山西省“三生”功能协同/权衡关系分析[J].自然资源学报,2021,36(5):1195-1207.
- [14] 王晓萌,潘佩佩,王晓旭,等.基于土地利用的河北省生态系统服务权衡/协同关系研究[J].地理与地理信息科学,2021,37(1):80-88.
- [15] 刘超,许月卿,卢新海.生态脆弱贫困区土地利用多功能权衡/协同格局演变与优化分区:以张家口市为例[J].经济地理,2021,41(1):181-190.
- [16] 朱从谋,李武艳,杜莹莹,等.浙江省耕地多功能价值时空变化与权衡—协同关系[J].农业工程学报,2020,36(14):263-272.
- [17] 高艳丽,李红波,侯蕊.汉江流域生态系统服务权衡与协同关系演变[J].长江流域资源与环境,2020,29(7):1619-1630.
- [18] 张一达,刘学录,任君,等.基于耕地多功能权衡与协同分析的耕地利用转型研究:以北京市为例[J].中国农业资源与区划,2020,41(6):25-33.
- [19] Zhou De, Xu Jianchun, Lin Zhulu. Conflict or coordination? Assessing land use multi-functionalization using production-living-ecology analysis[J]. Science of the Total Environment, 2017,577:136-147.
- [20] 张路路,郑新奇,孟超,等.湖南省土地多功能耦合协调度时空分异[J].中国土地科学,2019,33(3):85-94.
- [21] 姜磊,柏玲,吴玉鸣.中国省域经济、资源与环境协调分析:兼论三系统耦合公式及其扩展形式[J].自然资源学报,2017,32(5):788-799.
- [22] Bradford J B, D'Amato A W. Recognizing trade-offs in multi-objective land management[J]. Frontiers in Ecology and the Environment, 2012,10(4):210-216.
- [23] 王成,唐宁.重庆市乡村三生空间功能耦合协调的时空特征与格局演化[J].地理研究,2018,37(6):1100-1114.
- [24] 牛海鹏.基于生态位理论的耕地数量相对变化研究:以焦作市为例[J].地域研究与开发,2006(6):112-117.
- [25] 王璐,陈英,强妮,等.兰州市土地利用经济生态位测度[J].干旱区资源与环境,2009,23(12):15-20.
- [26] 祝萍,刘鑫,郑瑜晗,等.北方重点生态功能区生态系统服务权衡与协同[J].生态学报,2020,40(23):8694-8706.
- [27] 任国平,刘黎明,李洪庆,等.乡村景观多功能权衡—协同关系时空格局研究:以上海市青浦区为例(英文)[J]. Journal of Resources and Ecology, 2021,12(2):225-240.
- [28] 金贵,王占岐,姚小微,等.国土空间分区的概念与方法探讨[J].中国土地科学,2013,27(5):48-53.
- [29] 金贵,邓祥征,张倩,等.武汉城市圈国土空间综合功能分区[J].地理研究,2017,36(3):541-552.
- [30] 念沛豪,蔡玉梅,谢秀珍,等.基于生态位理论的湖南省国土空间综合功能分区[J].资源科学,2014,36(9):1958-1968.
- [31] 李裕瑞,王婧,刘彦随,等.中国“四化”协调发展的区域格局及其影响因素[J].地理学报,2014,69(2):199-212.
- [32] 闵义岚,陈艳,李录堂.陕西省10市“土地—经济—环境”耦合协调关系[J].水土保持研究,2021,28(6):420-428,436.
- [33] Zhong L, Wang J, Zhang X, et al. Effects of agricultural land consolidation on ecosystem services: Trade-offs and synergies[J]. Journal of Cleaner Production, 2020,264:121412.
- [34] 张中秋,劳燕玲,何彩珍,等.土地利用多功能机制及其耦合协调时空分异:以广西为例[J].农业资源与环境学报,2021,38(2):317-331.