

云南省国土空间“三生”功能 特征及分区优化研究

李志英 李媛媛 汪琳 裴玉力¹

(云南大学 建筑与规划学院, 云南 昆明 650091)

【摘要】: 文章以云南省县域为评价单元, 利用熵值法、空间计量模型分析“三生”功能特征, 借鉴比较优势指数识别优势功能, 并提出分区优化策略。研究发现: (1) 空间异质性上, 生产、生活、综合功能存在较高一致性, 数量上呈金字塔状等级分布; 空间圈层结构较明显, 呈由昆明市区向外的“核心—边缘”态势。生态功能在数量上呈纺锤体形等级分布, 空间上西部强于东部。(2) 空间相关性上, 生产、生活、综合功能聚集程度较强, 冷热点区局部重合; 热点区单核心聚集, 冷点区多片环绕。生态功能呈西部“高值—高聚集”, 东部“低值—高聚集”, 冷点区由东向西呈倒“T”形布局。(3) 生态功能优势区占比最大, 生产—生活优势区集中于滇中城市群, 滇西及滇东北呈多优势功能混合。

【关键词】: 国土空间 “三生”功能 功能分区 比较优势

【中图分类号】: F062.2; TU984.1 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2021)06-094-08

0 引言

随着中国工业化和城镇化进程的快速推进, 人地矛盾日益突出, 空间冲突不断加剧, 国土开发及生产活动导致了土地利用粗放、城市空间低效扩张、人居环境质量下降、生态用地不断被侵占等问题。如何优化国土空间“三生”(生产、生活、生态)功能的格局, 发挥国土空间优势功能并提升其利用效率, 成为研究热点问题。国外对国土空间功能的研究主要以土地功能^[1]展开, 对于土地利用多功能^[2-3]及土地利用变化对生态系统功能的影响^[4]研究较多。国内相关研究早期以土地单一功能以及单一土地类型的多功能研究^[5-6]为主, 多关注人对土地的需求。《全国主体功能区规划》的颁布及“三生空间”目标的提出使得对土地利用功能的研究更多转向“三生”视角。已有研究涵盖了“三生”功能空间的概念辨析及定量识别^[7-8]、评价及分区优化^[9-10]、功能交互关系研究^[11-12]等。在研究方法上, 学者们利用转移矩阵^[13]等研究空间数量变化特征, 利用空间自相关^[11, 14]等模型探讨空间聚集特征。关于云南省“三生”功能的研究则相对较少, 主要集中在功能空间的识别和格局演变上^[15-16], 旨在反映功能空间数量上的关系, 对于功能“质”的反映还需深入。

在功能分区的研究中, 国外较早开展区域规划研究, 形成了较为成熟的区域规划体系。功能区划作为空间管制的一种措施, 如美国把土地利用的功能性区划作为空间管制的核心内容^[17]。国内对于功能分区已有较丰富的实践, 包括自然、农业、经济区划^[18]等。2012年, “优化国土空间开发格局”新要求提出后, 主体功能区战略对于构建国土空间开发与保护格局的地位更为重要^[17]。随着单一要素的功能区划向覆盖全域的国土区划的转变, 不少学者从“三生”视角认识国土空间, 开展了对生态旅游区^[19]、

¹作者简介: 李志英, 博士, 教授, 研究方向为城市规划。E-mail: kmlizhiying@126.com

基金项目: 国家自然科学基金项目“滇池流域城市空间增长边界研究”(51668065); 云南省教育厅项目“基于引力模型和环境承载力的滇中城市群空间结构研究”(2019J0023); 云南大学研究生科研创新基金项目“滇中城市群空间结构演变与环境效应研究”(2019z034)

海岸带^[20]等的研究,对国土空间开发与土地整治工作做出了巨大贡献。研究方法上,根据比较优势指数^[9]、双约束聚类^[21]等定量方法或将优势功能识别、双重聚类、专家定性调整等定量及定性相结合^[22]划定功能分区;研究区域上,主要涉及长江流域^[9-10]、经济发展相对较好的中东部地区^[14,22-24]等。云南省有关功能分区的研究尚不多,主要从可持续发展角度对国土空间功能做出划分^[25]。

虽然“三生”功能及功能分区的研究较丰富,但是从“三生”视角对国土空间优势功能识别及分区优化的研究相对较少,“三生”功能在生态环境较为脆弱的高原山地及边疆民族区域的理论研究还有待丰富。因此,本研究首先根据云南省实际情况构建评价指标体系,利用熵值法进行综合评价,并对功能的空间异质性和相关性进行探究。其次,借鉴比较优势指数,判断各州市优势功能以进行国土空间分区优化。最后,针对各功能分区提出优化策略。研究以期通过对高原山地区域“三生”功能的反映,厘清云南省国土空间优势功能,为国土空间功能格局优化提供一定的借鉴。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

云南省国土面积 39.41 万 km²,山地面积约占全省国土面积的 94%,国土开发主要集中于坝区。生态环境具有多样性、重要性、脆弱性等特点,省内生态系统包含了除海洋和沙漠外的所有类型,承担了重要的生态安全屏障功能^[26]。由于气候、地形地貌条件复杂,云南省内土壤侵蚀、水土流失、地震、泥石流等自然灾害严重^[27]。此外,云南省的地缘优势使其在与南亚、东南亚的对外贸易交流上有着极大的发展潜力,但由于山地的阻隔,省内交通联系不便,各州市联系相对不紧密,整体呈现出局部经济聚集程度较高、整体人口居住分散的特点^[28]。2018 年,云南省人口 4829.5 万人,GDP 总量 17881.12 亿元,城乡居民可支配收入比约为 3.11,在全国经济发展中相对滞后,城乡差距相对较大。

1.2 数据来源与处理

研究选取 2018 年为研究时间点,数据来源于《云南统计年鉴 2019》以及政府各统计公报等,土地利用数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn/>)。市辖区中存在建成区与郊区的渐变过渡地带,为了数据获取的便利性,将其分割会影响单元的完整性^[14],因此,将各地级市市辖区进行合并重组,形成含市区、县域、县级市的评价单元共 120 个。

2 研究方法

2.1 评价模型构建

2.1.1 评价指标选取

结合云南省实际情况和相关研究成果^[9-11],采用专家问卷法、层次分析法等方法构建评价指标体系,如表 1 所示。生产功能上,考虑体现农业的投入及产出、非农产业及经济的发展水平等。生活功能上,主要从生活水平和人居保障方面反映,前者主要体现消费水平、收入水平、城乡差距等,后者主要反映国土空间的承载能力、居住及医疗设施保障。生态功能上,旨在体现生态承载和维持功能,前者主要反映生态系统对人的承载、生物多样性及生态系统服务价值^[29],后者通过对森林、水域面积覆盖的反映,体现其生态涵养及维持功能。

表 1 评价指标体系表

准则层	因素层	指标层	单位	指标权重	指标取向
-----	-----	-----	----	------	------

生产功能 (0.3961)	农业生产	人均粮食产量	吨/人	0.0163	+
		地均农林牧渔产值	万元/km ²	0.0368	+
		土地垦殖率	%	0.0208	+
	非农业生产	二、三产业比重	%	0.0222	+
	经济发展水平	地均固定资产投资额	万元/km ²	0.0801	+
		地均国内生产总值	万元/km ²	0.1105	+
		地均财政收入	万元/km ²	0.1094	+
生活功能 (0.3218)	生活水平	人均 GDP	元/人	0.0485	+
		人均社会消费品零售总额	万元/人	0.0586	+
		职工平均工资	万元	0.0242	+
		城乡可支配收入比	—	0.0121	—
	人居保障	人口密度	万人/km ²	0.0456	+
		城镇村居民点用地比例	%	0.1038	+
		万人卫生机构床位数	床/万人	0.0290	+
生态功能 (0.2821)	生态承载	人均生态用地面积	m ² /人	0.0802	+
		生物丰度指数	—	0.0172	+
		生态系统服务价值	亿元	0.0471	+
	生态维持	森林覆盖率	%	0.0169	+
		水域覆盖率	%	0.1207	+

2.1.2 数据标准化处理

(1) 数据标准化处理。

为利于后期评价，研究借鉴非零变换的标准化方法^[11]，正向和负向指标数据标准化计算分别采取公式(1)和公式(2)。其中， X_{ij} 为第*i*个评价单元第*j*项评价指标数据， $X_{\max}$ 、 $X_{\min}$ 分别为第*j*项指标原始数据最大值和最小值。

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \times 0.99 + 0.01 \quad (1)$$

$$Y_{ij} = \frac{X_{\max} - X_{ij}}{X_{\max} - X_{\min}} \times 0.99 + 0.01 \quad (2)$$

(2) 权重确定。

为排除主观判断对结果的影响, 研究采用客观赋权法中的熵值法进行权重计算^[22]。首先, 根据第 i 个评价单元第 j 项指标的标准化数值 Y_{ij} , 计算第 i 个评价单元第 j 项指标的信息熵 E_{ij} ; 然后, 计算第 i 个评价单元第 j 项指标的权重 W_{ij} , 计算公式如公式 (3) 和公式 (4) 所示, 所得权重已列示于表 1 中。

$$E_{ij} = -\frac{1}{\ln m} \sum_{j=1}^m Y_{ij} \ln Y_{ij} \quad (3)$$

$$W_{ij} = \frac{1 - E_{ij}}{\sum_{j=1}^n (1 - E_{ij})} \quad (4)$$

2.1.3 评价模型构建

为反映各指标功能值, 以利于后期研究比较, 本文将计算后所得权重 W_{ij} 乘以相应的标准化数值 Y_{ij} , 得出各功能值, 其中, Z_i 为第 i 个评价单元功能值, 具体如公式 (5) 所示:

$$Z_i = \sum_{j=1}^n Y_{ij} \times W_{ij} \quad (5)$$

2.2 空间自相关

利用 Moran' sI 指数分别测度“三生”功能值在全局空间上是否为聚集、离散或随机模式。Moran' sI 指数的取值范围为-1 到 1, 在给定显著性水平下, 若 Moran' sI 指数为正值, 则为空间正相关; 若为负值, 则为空间负相关; 接近于 0 则表示随机分布^[8]。由于全局自相关不能展示集聚和异常的确切发生地, 采用 Getis-OrdGi*探究高值(热点)和低值(冷点)的空间聚类情况, 以此反映“三生”功能高、低值的空间格局。

2.3 比较优势指数

比较优势指数在国际贸易研究^[30]等方面应用广泛, 当前对比较优势的测度方法较多, 其中标准显示性比较优势指数(NRCA)不受时空限制, 能反映一个地区在某些功能上的比较优势^[9-10, 24, 31]。因此, 研究借鉴 NRCA 模型, 以期识别国土空间优势功能, 具体如公式 (6) 所示:

$$NRCA_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_i} - \frac{X_j X_i}{X_i X_i} \quad (6)$$

式中: X_{ij} 为某地区某功能值, X_i 为所有地区功能值之和, X_j 代表所有地区某功能值之和, X_i 代表某地区所有功能值之和。当 $NRCA > 0$, 该城市此功能具有比较优势, 反之, 则不具有。

3 结果与分析

3.1 空间异质性分析

运用 ArcGIS 自然间断点分级法将各功能值由高到低划分为五个等级，并将其可视化，如图 1 所示。

3.1.1 生产功能

由表 2 可以看出，生产功能整体表现不强，数量上呈金字塔状等级分布。较低、低值区占比最大，为 74.17%，高值区占比最少。在生产功能空间分布上(图 1)，高值区集中在滇中昆明市区、玉溪市区及安宁市；较高值区集中在滇中市区周围县域，滇东北的昭通市区，滇东南的开远市、个旧市、蒙自市，滇西北的大理市，滇西的瑞丽市；中等值区集中在高值及较高值区周围；较低值区、低值区主要集中于中高值区周围，呈现出集中连片分布的态势。生产功能空间分布整体呈由州市市区向外围递减及由滇中向外的“核心—边缘”分布态势。此外，对比各地级市市辖区生产功能值，昆明市区、玉溪市区最高，曲靖市区、昭通市区次之，丽江市区、保山市区、临沧市区、普洱市区依次递减，呈现出从昆明市区由近及远逐渐减弱的态势。

表 2 “三生”功能各等级数量占比

功能类型	高	较高	中等	较低	低
生产功能	2.50%	10.83%	12.50%	38.33%	35.84%
生活功能	3.33%	10.83%	14.17%	33.33%	38.34%
生态功能	5.83%	21.67%	28.33%	27.50%	16.67%
综合功能	3.33%	11.67%	20%	42.5%	22.5%

首先，滇中得益于其相对优越的地理环境及政策优势，坝区面积占比较大，各县市联系相对较紧密；其次，《云南省主体功能区规划》以及多版《滇中城市群规划》的制定实施给滇中发展带来了发展机遇，但由于昆明城市首位度过高，极化效应较为明显，其对周围县市的带动能力依然较弱，表现为昆明市区地均 GDP 遥遥领先于周围县市。滇西北的怒江州、迪庆州由于地处三江并流及高寒地带，山势险峻，可开发利用面积较少，农业及非农产业发展滞后，因此其生产功能值最低。其余地区生产功能表现为由市区向周围递减，这是由于市区经济密度及人口密度相对较大、经济活力相对较强所致。

3.1.2 生活功能

由表 2 可知，生活功能与生产功能的等级数量存在一致性，呈金字塔状等级分布。功能值中等以上占比为 14.16%，中等以下占比为 71.67%。生活功能空间分布(图 1)表现出与生产功能的正相关，高值区集中在滇中昆明市区、玉溪市区、安宁市及滇西北的大理市；较高值区集中在滇中市区周围、楚雄市，滇东北的昭通市区，滇东南的个旧市、蒙自市、开远市，滇西北的丽江市区，滇西的瑞丽市，滇西南的普洱市区；中等值区集中分布于高值及较高值区周围；较低值区、低值区呈片状分布于功能高值、较高值及中等值区外围。功能值分布上呈现出由高值向外递减的“核心—边缘”结构。对比各地级市市辖区，昆明市区、玉溪市区最高，丽江市区、曲靖市区、昭通市区、普洱市区次之，临沧市区、保山市区最低。

经济发展水平一定程度上影响居民生活水平。滇中地区经济发展水平相对较高，人口密度较大，其居住承载能力相对较强。哀牢—小金河断裂带以西由于山区面积较大且地处省内交通末梢，人口分散，医疗设施供给相对较少，城乡差异较为显著。其余地区生活功能高值区集中于市区，这主要是由于对较高城市化地域公共服务设施的高投入。

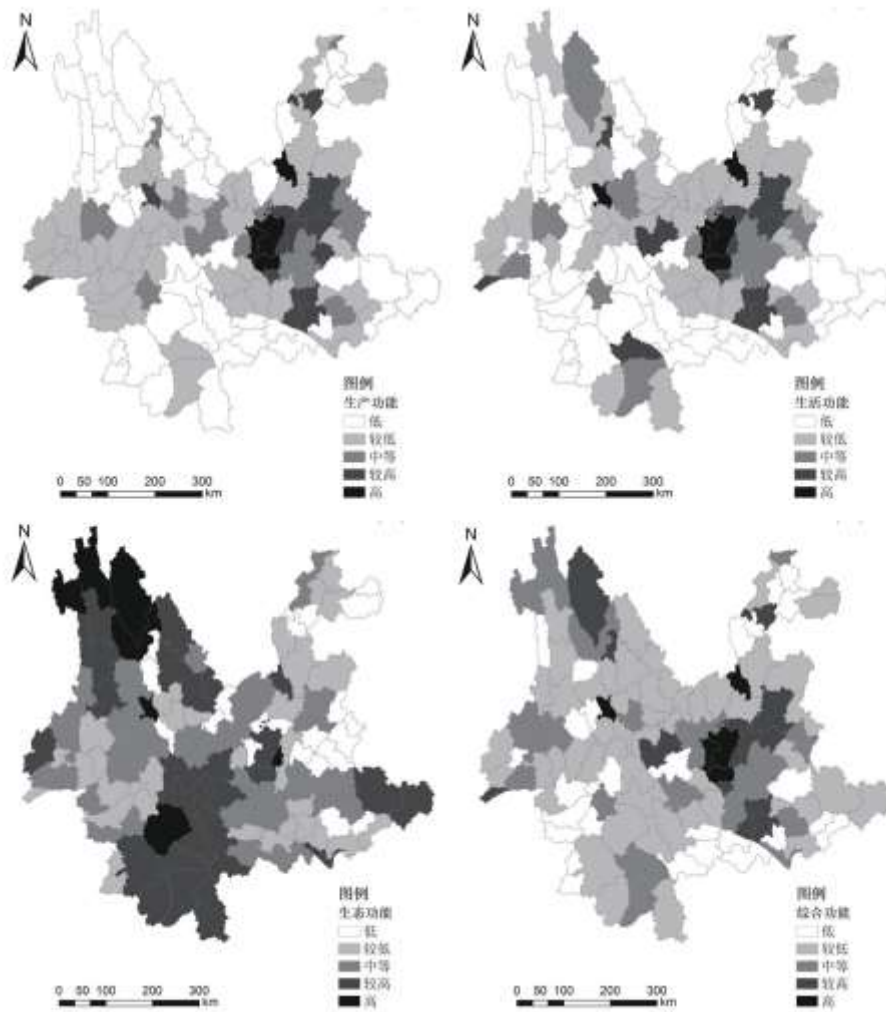


图1 “三生”功能等级分布图

3.1.3 生态功能

由表 2 可知，生态功能高值和低值占比较少，功能值中高至中低等级占比较大，数量上呈现出纺锤体形的等级分布。生态功能空间分布上(图 1)，高值主要集中在滇西北的沿边城市、大理市、景谷县、滇中的澄江县；较高值区主要集中在滇西北、滇西南、滇中高值区周围以及滇东南地区；低值区集中于滇东南的文山市、滇中昆明市及曲靖市、滇东北的昭通市、滇西北的大理市周围；中等及较低值区间插分布于各州市。生态功能空间分布上呈现出西部功能值强于东部功能值的特点。

滇西北地处三江并流地带以及横断山区，为云南省人口密度最低的地区，生物多样性较丰富；滇西南拥有大量热带雨林，是云南森林覆盖率最高的地区，因此，这两个地区生态用地面积占比较大，生态系统服务价值也较高。滇中的昆玉地区以及滇西北的大理市由于滇池、抚仙湖、洱海等高原湖泊的分布，其水域覆盖率较高，生态功能值也较强。西部地区中，滇西的保山市，滇西南的临沧市、普洱市位于滇西喀斯特地区；中东部地区也是云南喀斯特地貌集中分布的地区，共有 48 个喀斯特县。喀斯特地区的水土流失及石漠化现象较严重，森林覆盖率相对较低，生态功能相对较弱。

3.1.4 综合功能

由表 2 可以看出, 综合功能中等及之下的数量占比较大, 中等以上占比较小, 数量上呈现出纺锤体形等级分布。综合功能空间分布上(图 1), 高值区、较高值区主要集中在滇中地区及各州市行政区首府; 中等值区和较低值区主要围绕高值区分布, 呈现连片分布态势; 低值区主要集中在沿边州市、滇东北、滇东南地区, 空间分布上呈现出滇中综合功能整体较强, 由州市市区向外逐渐递减的特点, 与生产功能和生活功能空间布局具有较高一致性。

滇中地区生产功能和生活功能相对较强, 综合功能值较高。州市市辖区经济活力相对较强, 服务设施相对完善, 大多为区域综合服务中心和交通枢纽, 其综合功能相对较强。滇东北矿产资源、水能资源开发潜力大, 但资源开发致使生态环境持续恶化, 此外, 该地区人口基数大, 贫困程度较深, “三生”功能整体均较弱。滇西北由于生态功能良好, 提升了整体综合功能值。滇西南、滇东南县市生态功能处于中等向好水平, 但其生产、生活功能表现并不强劲, 整体呈现出中等及偏下的水平。

3.2 空间相关性分析

3.2.1 全局自相关分析

采用 ArcGIS10.5 中全局自相关分析工具测度空间相关性特征。由表 3 可知, “三生”功能 Moran’ sI 指数均大于 0, P 值小于 0.01, 因此在空间上具有聚集特征, 且生产功能及生活功能聚集程度相对较强。

表 3 全局自相关测度结果

参数	生产功能	生活功能	生态功能	综合功能
Moran’ sI 指数	0.457849	0.321141	0.134937	0.349845
Z 得分	8.963812	6.200034	2.611361	6.907853
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

3.2.2 冷热点分析

本文在 ArcGIS10.5 中计算得出 Getis-OrdGi*指数, 利用自然间断点分级法将其划分为五个等级并进行可视化。由图 2 可以看出, 生产功能热点区分布于滇中, 呈现出高值的单核心聚集; 冷点区分布于滇西北、滇西南、滇东南部分县市, 呈现出多片环绕的态势。生产功能由中心向外围整体呈现出高值聚集逐渐减弱—低值聚集逐渐加强的形式, 圈层结构较为明显。生活功能热点区集中于滇中昆明市区周围; 冷点区集中于滇东南、滇西南、滇西北, 呈现出带状分布的特征, “核心—边缘”态势较生产功能弱。总的来看, 生活功能冷热点区与生产功能冷热点区存在局部重合, 反映出生产功能与生活功能存在一定的协同性; 生态功能热点区分布于滇西北, 次冷点区主要分布于滇西南、滇西北, 较冷点区由东向西呈带状分布, 冷点区主要分布在滇东北、滇中地区。生态功能空间聚集呈现出西部高值—高聚集、东部低值—低聚集的特点, 冷点区由东向西呈现出倒 T 字形布局。综合功能热点区呈现出明显的单中心聚集, 主要集中于滇中地区, 冷点区呈带状分布集中于滇西、滇东北、滇东南地区。综合功能整体空间特征上呈现出“核心—边缘”结构, 与生产功能、生活功能布局有较高的一致性。

3.3 “三生”功能优势分区及优化

3.3.1 功能优势区特征分析

通过比较优势指数识别各单元优势功能，进一步确定分区。由图 3 可知，生态功能优势区占比最大，主要集中于云南省西部；生产—生活功能区占比次之，主要以滇中为核心向外扩展，集中于滇中城市群范围；滇东北、滇东南、滇西地区呈现多优势功能交融的复合功能组团趋势。对比《云南省主体功能区规划》可看出，生产—生活优势功能区与重点开发区，重点生态功能区与生态功能优势区有较高的一致性，而农产品主产区与优势功能区布局的关系不显著。由此反映主体功能区规划立足于自身资源禀赋和现实经济发展，对国土开发与保护有较好的引导。国家农产品主产区主要集中于滇中、滇西、滇西南、滇东南等地区。滇西南是云南省热带经济作物的主产区，但商品品质及产量受气候变化影响较大，如由于 2008 年西双版纳州的异常气候，其橡胶树遭受了严重的白粉病灾害，因此，滇西南农业现代化水平还有待提高。滇西的德宏州是云南省重要的粮塘基地，但产业结构等级较低且以资源依赖性产业为主，同时，由于地处边远，高等级公路及水利设施尚不完善，均制约了农业的规模化发展^[27]。未来还需进一步提升农产品主产区的生产功能，如继续巩固茶叶、甘蔗及热带经济作物等特色农业，提升农业科技水平，实现农作物规模化、集约化发展。通过完善的基础设施建设，扩大农产品市场，促进农产品的对内对外开放。

3.3.2 分区优化策略

结合研究数据和相关政府规划提出以下策略：

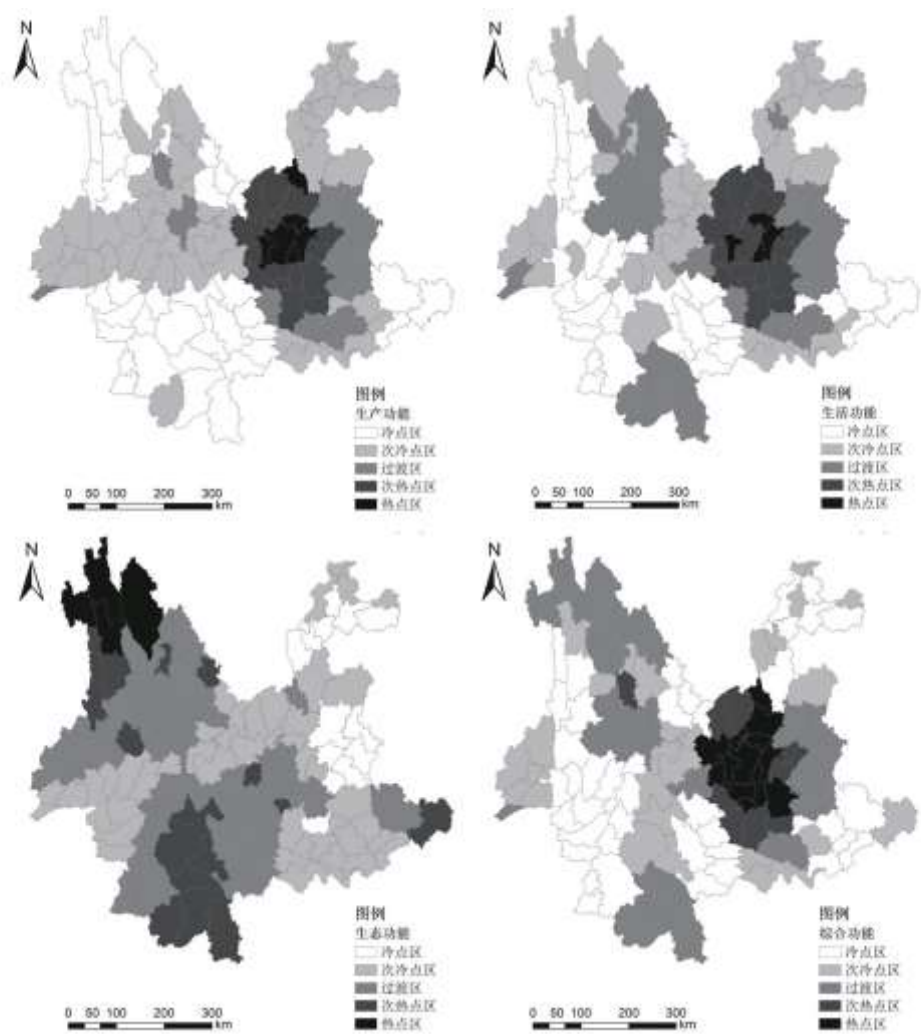


图 2 “三生”功能冷热点分布图

生产功能优势区：此区位于农产品主产区和重点开发区中，毗邻州市市区，具有良好的地理区位，但各单元社会经济基础相对较差，未来还应结合电子商务和现代农业科技，拓展农产品销售市场。此外，还应发挥其自身资源禀赋，推进文化旅游、绿色生态产业建设，并依靠其地理区位优势，适量承担市区功能转移，谋求与市区协同发展。



图 3 云南省国土空间功能优势分区图

生活功能优势区：此区主要围绕着生产功能较有优势的地区。应依靠生产优势区的辐射带动，通过区域协同提升该地居民收入及消费水平，同时继续加强人居保障，通过服务设施的完善进一步缩小城乡生活质量差距。丽江市应提升其综合服务功能，结合旅游产业完善公共服务设施，促进产城融合。宾川县应重点发展旅游、农副产品加工、现代农业等，培育宾川—大理、宾川—永胜轴。姚安县应凭借其高原特色农业、商贸集散、文化旅游等促进生活质量提升。芒市应借助瑞丽国家重点开放试验区的契机，与瑞丽一体化发展。盐津县应促进煤矿、水能等资源依赖性产业的转型升级，以生产动力提高生活品质，改善贫困程度较深的现状。

生态功能优势区：此区主要集中在云南西部并且承担了区域生态安全功能。应根据主体功能区规划构建的生态安全战略格局，借助天然林保护工程、水土流失综合治理工程等加强该区的生态屏障建设。在不触碰生态红线的底线，利用其自然资源禀赋和地域人文特点，借助云南较好的旅游市场，打造生态旅游产业，使其融入大滇西旅游环线建设中。可以通过开展独具特色的民族风情、自然观光、生物研学等活动，融合新媒体等方式，打造特色旅游品牌。

生产—生活功能优势区：此区在空间上较聚集，属于社会经济基础相对较好的单元，未来还应调整产业结构，提高产业附加值，发挥其辐射带动作用。如昆明市应协调好第二、第三产业布局，打造现代化产业体系。滇中外围县域单元应以其自身特色产业为基础，做优第二产业。曲靖市应转型提升烟草、能源等传统优势产业，玉溪市应重点发展现代服务业，楚雄州应积极

改造升级传统烟草、冶金、能源等优势产业，提升产业发展质量。蒙自市、个旧市等应依靠其区位优势，发展生物医药、新材料等产业，并推动产业外向发展。滇东北及滇西区域还应继续培育增长极，相互联动，形成更有活力的经济走廊。在提升其经济实力的同时，该区还应通过专项公共服务设施规划，提升城乡服务水平，进一步提高产城融合度。

生产—生态功能优势区：此区集中于中心城区辐射范围内，且主要分布在农产品主产区和重点生态功能区中，未来还应通过构建绿色产业促进生产与生态的协同发展。滇西此类单元地处边远，生态环境良好，农业资源较丰富，未来可将其定位为中心城市的农产品原料腹地，发挥其特色农产品优势，如茶叶、糖料等，促进农业规模化、集约化经营。中部澄江县位于“三湖”生态城市群内，可借助昆玉文化产业经济带，强化其旅游产业。滇东北此类单元矿产资源丰富，应引导煤矿产业向高附加值产业延伸，降低能源消耗，打造新型工业原料基地。滇东南的元阳县、屏边县、红河县应发挥其县域优势农业，提高农业现代化水平，借助农业旅游、农耕体验等活动，进一步增加区域绿色效益。

生活—生态功能优势区：此区较为零散地分布于生产—生活功能优势区外围，且处于苍山、哀牢山、澜沧江、金沙江等生态环境较为良好的地区，未来应依托其自然环境优势，着力打造生态宜居型城市。普洱市区、峨山县、元江县、洱源县、巍山县可结合康养产业塑造生态宜居、健康休闲城市品牌。景洪市应依托澜沧江形成区域生态绿带，着力构建滇西南旅游服务中心。石屏县、孟连县应发挥农业资源优势，巧家县应在生态保护的前提下合理开发水能资源，分别通过农业及工业的转型升级提升居民生活水平。

4 结论

通过构建评价指标体系，对云南省县域单元“三生”功能进行测度，进一步探究了其空间特征。此外，利用比较优势指数对优势功能进行识别，提出了各功能优势区的优化策略，得出以下结论：

(1)生产功能受地理环境、政策等影响，地区经济发展水平一定程度上影响了居民生活水平，导致了生活功能的差异。空间异质性上，生产、生活、综合功能在等级数量和空间分布上具有较高的一致性，数量上呈现出金字塔状等级分布，空间分布上圈层结构较明显，整体呈由昆明市区向外的“核心—边缘”态势；对比各市辖区，功能值从昆明市区由近及远逐渐减弱；此外，由于经济密度及人口密度差异，各行政区首府功能值均高于外围县市。由于云南省西部自然资源相对丰富，生态系统服务价值较高，生态功能数量上呈纺锤体形等级分布，空间分布上呈云南省西部功能值强于东部的特点。

(2)空间相关性上，“三生”功能均具有聚集特征，生产、生活、综合功能聚集程度较强且冷热点区存在局部重合，空间上呈圈层结构的态势，热点区集中于滇中，呈单核心聚集，冷点区分布于滇西北、滇西南、滇东南部分县市，呈多片环绕的态势；生态功能空间聚集呈现西部高值聚集，东部低值聚集的特点，冷点区由东向西呈倒T字形布局。

(3)生态功能优势区占比最大，集中于云南省西部。生产—生活优势区集中于滇中城市群范围，这两个区域与主体功能区划中的生态重点保护区和重点开发区较为契合。此外，滇西及滇东北地区呈现出多优势功能复合组团的形式。未来，云南省还应利用其自然、人文地理特征，大力发挥其主导优势功能，同步提升其相对滞后的空间功能。

国土空间作为地域功能的空间载体，其开发与保护对实现区域可持续发展至关重要。未来，云南省国土空间规划工作可结合“三生”功能空间分布特点，对功能的驱动机制、交互作用等进行专题研究，在国土空间规划中具体深入地对各县市提出针对性优化建议，制定云南省国土空间管制和可持续发展政策。

参考文献：

[1]OECD(Organization for Economic Cooperation and Development).Multifunctionality:Towards an analytical

framework[M].Paris:Organization for Economic Cooperation and Development,2001.

[2]Vereijken P H.Transition to multifunctional land use and agriculture[J].NJAS-Wageningen Journal of Living Sciences,2003,50(2):171-179.

[3]Wiggering H,Dalchow C,Glemnitz M,et al.Indicators for multifunctional land use—Linking socio-economic requirements with landscape potentials[J].Ecological Indicators,2005,6(1):238-249.

[4]Schiller D V,Martí E,Riera J L,et al.Influence of land use on stream ecosystem function in a Mediterranean catchment[J].Freshwater Biology,2010,53(12):2600-2612.

[5]宋小青, 欧阳竹. 耕地多功能内涵及其对耕地保护的启示[J]. 地理科学进展, 2012(7): 859-868.

[6]袁弘, 蒋芳, 刘盛和, 等. 城市化进程中北京市多功能农地利用[J]. 干旱区资源与环境, 2007(10): 18-23.

[7]李广东, 方创琳. 城市生态—生产—生活空间功能定量识别与分析[J]. 地理学报, 2016(1): 49-65.

[8]华吉庆, 叶长盛, 王飞, 等. 佛山市“三生”用地演变及其驱动因素分析[J]. 农业现代化研究, 2019(1): 26-35.

[9]魏小芳, 赵宇鸾, 李秀彬, 等. 基于“三生功能”的长江上游城市群国土空间特征及其优化[J]. 长江流域资源与环境, 2019(5): 1070-1079.

[10]徐磊, 董捷, 李璐, 等. 基于功能分区视角的长江中游城市群国土空间特征及优化[J]. 经济地理, 2017(6): 76-83.

[11]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(11): 2363-2377.

[12]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(6): 1100-1114.

[13]曾小洁, 王芳, 冯艳芬, 等. 广东省欠发达地区“三生”空间的时空变化分析——以粤北连州市为例[J]. 广东土地科学, 2018(3): 36-44.

[14]李欣, 殷如梦, 方斌, 等. 基于“三生”功能的江苏省国土空间特征及分区调控[J]. 长江流域资源与环境, 2019(8): 1833-1846.

[15]林伊琳, 赵俊三, 张萌, 等. 滇中城市群国土空间格局识别与时空演化特征分析[J]. 农业机械学报, 2019(8): 176-191.

[16]陈仙春, 赵俊三, 陈国平. 基于“三生空间”的滇中城市群土地利用空间结构多尺度分析[J]. 水土保持研究, 2019(5): 258-264.

[17]樊杰. 主体功能区战略与优化国土空间开发格局[J]. 中国科学院院刊, 2013(2): 193-206.

[18]陈雯, 段学军, 陈江龙, 等. 空间开发功能区划的方法[J]. 地理学报, 2004(S1): 53-58.

-
- [19]陶慧, 刘家明, 罗奎, 等. 基于三生空间理念的旅游城镇化地区空间分区研究——以马洋溪生态旅游区为例[J]. 人文地理, 2016(2): 153-160.
- [20]胡恒, 徐伟, 岳奇, 等. 基于三生空间的海岸带分区模式探索——以河北省唐山市为例[J]. 地域研究与开发, 2017(6): 29-33.
- [21]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(3): 541-552.
- [22]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(9): 1958-1968.
- [23]单薇, 金晓斌, 冉娜, 等. 江苏省土地利用“生产—生活—生态”功能变化与耦合特征分析[J]. 长江流域资源与环境, 2019(7): 1541-1551.
- [24]韦晨, 侯国林. 基于“三生空间”功能评价的中原城市群国土空间特征及优化研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2020(3): 18-26.
- [25]高庆彦, 潘玉君, 朱海燕, 等. 基于多尺度空间单元的省域可持续发展功能区划——以云南省 129 个县区为例[J]. 经济地理, 2015(7): 14-20.
- [26]张纪华. 守好生物多样性宝库筑牢西南生态安全屏障[J]. 环境保护, 2019(17): 63-66.
- [27]明庆忠, 童绍玉. 云南地理[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2016.
- [28]云南省人民政府. 云南省主体功能区规划[R]. 昆明: 云南省人民政府, 2014.
- [29]王金凤, 刘方, 白晓永, 等. 西南地区生态系统服务价值时空演变及模拟预测[J]. 生态学报, 2019(19): 7057-7066.
- [30]耿利敏, 沈文星. 我国木质林产品贸易比较优势的动态演变——基于 NRCA 方法和面板数据的实证研究[J]. 林业经济, 2018(12): 14-21.
- [31]孙才志, 韩建, 高扬. 基于 AHP-NRCA 模型的环渤海地区海洋功能评价[J]. 经济地理, 2012(10): 95-101.