

孙滢悦,黄茹月,陈鹏,等.“三生空间”分类及其功能评价——以吉林省为例[J]. 江苏农业科学,2020,48(14):298-304,309.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.14.055

“三生空间”分类及其功能评价 ——以吉林省为例

孙滢悦,黄茹月,陈鹏,张立峰

(吉林师范大学旅游与地理科学学院,吉林四平 136000)

摘要:为促进区域生产、生活、生态 3 种空间的合理性布局,提出一种新的“三生空间”功能评价方法,以探究 3 种空间发展的不足。以吉林省为例,利用地理信息系统(GIS)空间分析技术,得到吉林省“三生空间”土地利用图;在地理国情普查内容的基础上,筛选到 22 个“三生空间”功能评价指标因子,并构建其指标体系;以新型木桶理论为基础,构建“三个空间”功能评价模型,进而实现“三生空间”功能评价。结果表明,生态空间功能值为 0.09,是 3 种空间发展过程中的短板,亟待解决未来的发展问题;生活空间功能值为 0.24,处于居中状态,虽不是发展的短板,但相比生产空间发展速度差距较大,因此,须要及时进行调整;生产空间功能值为 0.74,说明吉林省的生产空间比其他 2 个空间发展快,体现出三者间发展的差距。未来吉林省的发展重点除了要发展生产空间之外,还应重点关注发展生态空间和生活空间,达到“三生空间”的平衡发展,为吉林省未来“三生空间”可持续发展提供决策依据。

关键词:“三生空间”;木桶理论;吉林省;功能评价;归一化;权重

中图分类号:F323.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)14-0298-07

十八大报告指出,促进生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀,明确提出五位一体发展总布局,全面推进文明建设。随着时代的快速发展,建设用地不断扩张,导致空间上发展无序、人地关系紧张、空间结构失衡等,这在一定程度上制约了我国的可持续发展。为了有效控制这类问题,许多学者在“三生空间”方面进行了许多研究。国外学者目前在“三生空间”的空间规划理念方面研究较多,贯穿于西方现代城市规划的理论研究和具体实践中^[1],尤其在国土分区方面研究较深,学者们主要从土地利用多功能识别、国土空间的开发优化等^[2]角度对“三生空间”进行分析研究,并提出了很多关于“三生空间”的理论框架。Kates 等认为,土地生产功能、生活功能和生态功能之间有一定的相互作用,在协调人地关系和实现区域的可持续发展方面起重要作用^[3-6]。在“三生空间”

的功能分类中,从土地利用视角看,可根据人们对不同土地覆盖类型的生产投入、活动维持能力进行功能的划分^[7]。从生态系统角度看,Costanza 等将生态系统服务价值细分为 17 类^[8];Groot 等从生态系统的调节、栖息、生产、信息等功能出发,构建分类框架体系,然后在生态系统 4 种功能的基础上补充承载功能,并将其定义为土地的景观价值^[9]。国外学者对于不同类型的住宅、商业、工业等用地的适宜性评价较多^[10-11]。国内学者在“三生空间”评价方面的研究方法主要有功能空间分类法和量化识别三生功能分类法。金贵主要结合 BP 神经网络模型进行多要素叠置评价^[12];陶慧等主要利用空间相互作用的方法进行评价^[13];王成等对重庆市乡村“三生空间”功能耦合协调的时空特征与格局演化进行研究^[14];刘继来等以中国“三生空间”分类评价与时空格局研究为基础,分析其分类评价与时空格局的现状^[15];对于新型木桶理论,国内学者在教育管理方面的研究较多,目前在“三生空间”评价方面的研究较少,王明旭等在对绿色矿山建设水平评价中应用到新型木桶理论^[16]。采用新型木桶理论评价“三生空间”,可以直观地了解“三生空间”发展的短板和发展是否平衡,并根据短板提出相应的改进措施,这是目前在评价方面较新颖的方法。“三生空间”的研究是国土空间规划的重要组成部分,

收稿日期:2019-09-05

基金项目:吉林省社会科学院规划项目(编号:201903)。

作者简介:孙滢悦(1980—),女,吉林四平人,博士,副教授,硕士生导师,从事旅游资源规划与灾害风险管控研究。Tel:(0434) 3292077;E-mail:syy800201@126.com。

通信作者:陈鹏,博士,副教授,硕士生导师,从事自然灾害风险评估与应急管理研究。Tel:(0434) 3292077;E-mail:pp11290@163.com。

是跨生态学、地理学、规划学等多学科的交叉研究。“三生空间”包括生活空间、生产空间和生态空间。生活空间是人们日常生活活动所使用的空间,为人们的生活提供必要的空间条件;生产空间具有专门化特征,是人们从事生产活动在一定区域内形成的特定功能区;生态空间是具有生态防护功能,对于维护区域生态环境健康具有重要作用,能够提供生态产品和生态服务的地域空间。本研究以吉林省为例,利用地理信息系统(GIS)平台根据其“三生空间”现状进行土地分类,同时基于地理国情普查内容,构建“三生空间”功能评价指标体系,运用层次分析法计算各评价指标的权重,采用新型木桶理论方法,实现吉林省“三生空间”的功能评价,以期更好地评价“三生空间”,找出生产、生活、生态三者间的平衡点和短板,并依据其短板提出相应的改进措施,进而让研究区的发展更加平衡。该研究成果将服务于当地政府部门土地利用规划的编制和相关政策的执行,同时也可对未来区域可持续发展起到非常重要的作用。

1 研究区概况

吉林省位于我国东北地区(40°52′~46°18′N, 121°38′~131°17′E),东西最长约 750 km,南北最宽约 600 km,总面积为 18.7 万 km²,约占全国总面积的 2%,居全国第 14 位。人口数为 2 704.6 万人。辖 1 个自治州、8 个地级市、57 个县(市、区)、3 个自治县。吉林省土地资源在结构上表现为以农用地为主体,“三多一少”的特点,即农用地多、耕地多、耕地后备资源多、建设用地少。布局上表现为区域差异显著,大致呈现东林、中农、西牧的格局,即东部以林地为主,占东部总面积的 81%;中部以耕地为主,占中部总面积的 61.7%;西部草地、湿地和荒地较多,占西部总面积的 36.6%。吉林省还是世界闻名的黑土带,黑土面积约 110 万 hm²,黑土耕地面积约 83.2 万 hm²,占全省耕地面积的 15%,黑土区粮食产量占全省粮食产量的 50% 以上。

2 研究方法与数据

2.1 研究方法

2.1.1 新型木桶理论 木桶原理是由美国管理学家彼得·德鲁克提出的,别称木桶理论、水桶原理或短板理论、水桶短板管理理论,其内容是由很多块长短不一的木板组成的木桶,木桶的盛水量不是

取决于最长的那一块木板,而是取决于最短的那一块木板^[17-18],传统木桶理论的焦点在最短的木板上,是因为它决定了木桶的盛水量。在传统木桶理论的基础上,结合对“三生空间”的评价需求,本研究采用新型木桶理论。新型木桶理论将传统木桶理论单一的补短思维转变为既关注最短木板又重视最长木板,同时注重长短木板的差值大小。最短木板影响木桶是否达到盛水量,最长木板决定木桶可能达到的最大盛水潜力,标志着木桶自身的特色,同时也提供了其他各木板的发展参照,最长木板和最短木板的差值又表明木桶盛水的增量空间大小。新型木桶理论是一个新的、互补的、相互协作的整体,从而可达到一个更加平衡的状态。

为了更好地对研究区“三生空间”进行评价,本研究采用新型木桶理论的评价模型,该模型可以直观地反映吉林省“三生空间”状态是否平衡。把“三生空间”比作一个木桶,那么组成这个木桶的木板就包括生产空间、生活空间和生态空间^[19](图 1)。只有切实找到它们之间的短板,才能对研究区提出合理的改进建议,进而较好地促进吉林省的可持续发展。

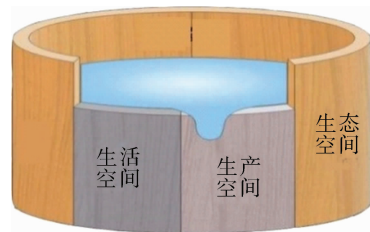


图1 木桶理论示意

2.1.2 指标归一化处理 研究区“三生空间”功能的评价指标值是根据《吉林统计年鉴》、第一次全国地理国情普查、影像提取和各项规划资料进行相应的统计计算得到的,不同的指标具有不同的量纲和数量级。因此,为了确保评价结果的可靠性,须要对各个指标体系的原始值进行标准化处理,避免单位和数量级给评价结果带来影响。归一化公式如下:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^n x_{ij}} \quad (1)$$

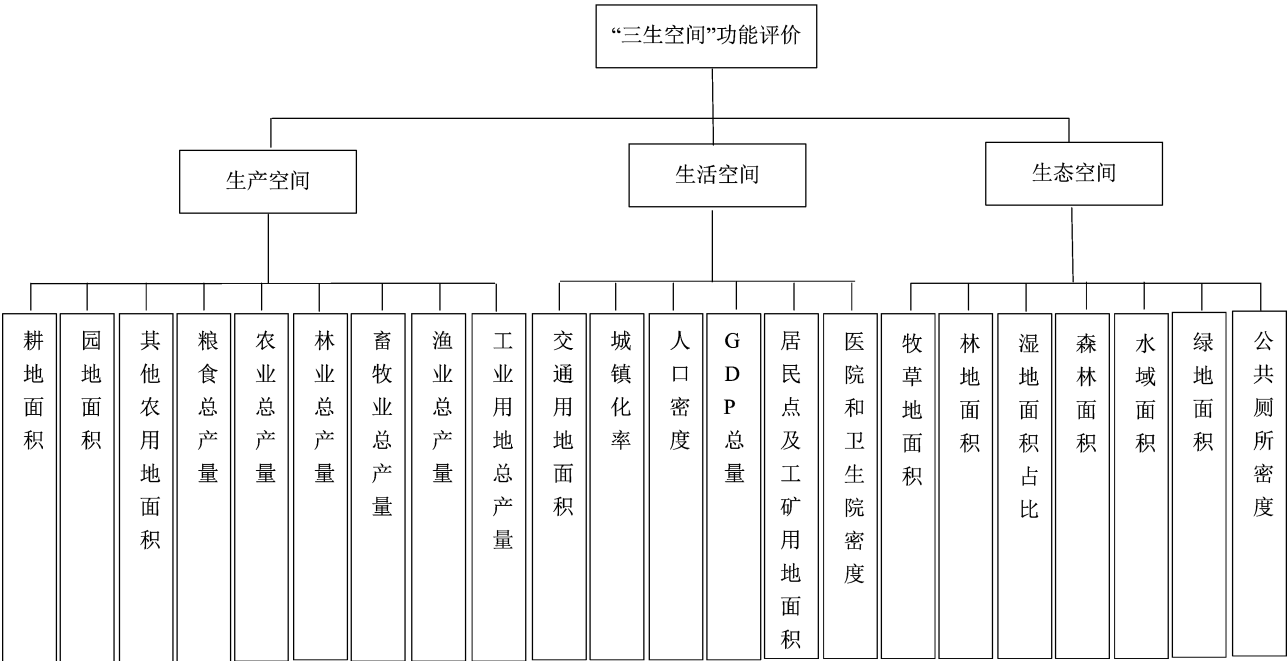
式中: y_{ij} 表示第 i 个评价单元的 j 指标经过归一化处理后的指标数值; x_{ij} 表示第 i 个评价单元的 j 指标的原始值。

2.1.3 指标权重确定 层次分析法是一种功能较强的系统分析方法,土地是一个多层次、多指标的

复杂评价体系,采用专家打分法来确定指标权重,可操作性不强,所以本研究采用主观赋权法中的层次分析法来确定指标权重。

2.1.3.1 建立层次结构模型 分析具体问题时,将

有关的各个评价因子按照不同的属性分解成最高层、中间层和最底层及目标、准则和方案等层次,某一层的因素对于上一层的因素有一定的影响,同时也会对下一层的因素起到相关作用(图 2)。



GDP 为国内生产总值

图2 “三生空间”评价指标分级

2.1.3.2 构建判断矩阵 通过各因素之间的两两比较确定合适的标度。在建立层次结构后,须要比较因子及下属指标的各个比重,要实现定性向定量转化,需要有定量的标度,结合专家打分最终得到判断矩阵表格。以 A 表示目标; $u_i、u_j(i,j=1,2,\cdots,n)$ 表示因素; u_{ij} 表示 u_i 对 u_j 的相对重要性数值,并由 u_{ij} 组成 A-U 判断矩阵 P 。

$$P = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \cdots & u_{1n} \\ u_{21} & u_{22} & \cdots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{n1} & u_{n2} & \cdots & u_{nn} \end{bmatrix}。$$

2.1.3.3 权重计算 根据各个评价指标相对于上一层评价指标的重要性确定其在评价中的比例,即权重值。

2.2 数据来源

数据来源包括全国土地利用图[来源于中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>)]、吉林省土地利用数据(根据全国土地利用数据获得)、《2018 年吉林统计年鉴》、吉林省社会经济数据、吉林省规划战略中的数据、地理国情普查数据。

3 “三生空间”分类方法

3.1 分类原则

土地是一个综合的自然地理概念,其生产功能、生活功能和生态功能相互联系和统一,由于不同地域空间的土地利用具有独特性、复杂性、交叉性、综合性等特点,土地资源所表现出的功能主次高低不同。因此,为了满足当地政府土地管理的需求,本研究依据土地利用分类标准,遵循科学性、实用性、综合性、主导性等原则,以土地的生产、生活、生态功能为主导^[20],根据其多功能性,对研究区各地类进行“三生空间”归并,分为 4 个一级类、13 个二级类和 25 个三级类,并构建“三生空间”用地分类体系(表 1)。

依据《土地利用现状分类》标准,将研究区土地体系分为 3 级,第 1 级分类为生态用地、生态生产用地、生活生产用地和生产生态用地,主要体现主体功能;第 2 级分类是第 1 级的细化,主要明确土地的具体服务功能;第 3 级分类则是第 2 级分类的土地利用类型^[21]。

在研究区内,生态用地主要包括重点调节生态

表 1 “三生空间”用地分类体系

国土空间	一级类	二级类	功能	三级类
生态空间	生态用地	重点调节生态用地	土壤保持用地	林地、草地、湿地
			防风固沙用地	林地、草地、湿地
			河岸防护用地	林地、草地、湿地
			生物多样性保护用地	林地、草地、湿地
		一般调节生态用地		林地、草地、湿地
	生态生产用地	生态容纳用地		沙地、盐碱地、裸岩石砾地
		牧草地		草地
		用材林地		林地
		渔业养殖池		水域
生活空间	生活生产用地	城镇建成区用地		城镇用地
		农村生活用地		农村居民点
		工商生产用地		工矿建设用地
生产空间	生产生态用地	耕地		耕地

用地、一般调节生态用地、生态容纳用地,其中重点调节生态用地包括土壤保持用地、防风固沙用地、河岸防护用地和生物多样性保护用地^[22];一般调节生态用地人类开发较少,且主要以生态功能为主,包括林地、草地和湿地;生态容纳用地包括沙地、盐碱地和裸岩石砾地,由于重点调节生态用地、一般调节生态用地和生态容纳用地人类利用较少,但其具有重要的生态价值,所以将其划分为生态用地。

生态生产用地包括牧草地、用材林地和渔业养殖池,由于这类地物既具有生产功能又具有生态功能,但生态功能高于生产功能,所以称之为生态生产用地。

生活生产用地主要包括城镇建成区用地、农村生活用地和工商生产用地。由于这类地物既有生产功能又具生活功能,所以将其归并为生活生产用地。

生产生态用地主要包括耕地。粮食是人们生活的基石,而耕地具有较强的生产功能,同时也具有部分生态功能,所以将其划分为生产生态用地。为了方便提取,本研究将生态用地和生态生产用地归并为生态空间,生产生态用地归并为生产空间,生活生产用地归并为生活空间。

3.2 分类提取

根据“3.1”节中的分类原则和分类体系,采用先区分再分类的方法,同时借助 ArcGIS 平台,在全国土地利用图的基础上提取吉林省“三生空间”分布范围,将全省土地分为生产空间、生活空间和生态空间(图 3)。再利用 ArcGIS 平台对各类空间进行属性查询、提取,将研究区土地按生态空间、生产

空间、生活空间分别提取,提取结果分别见图 4、图 5、图 6。

4 “三生空间”功能评价

4.1 功能评价指标体系构建

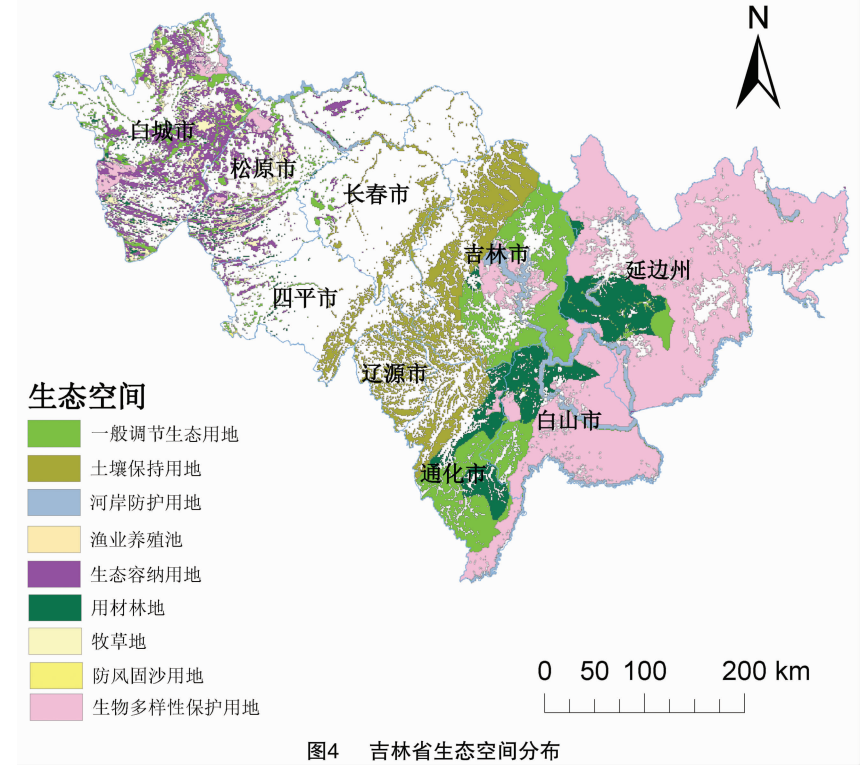
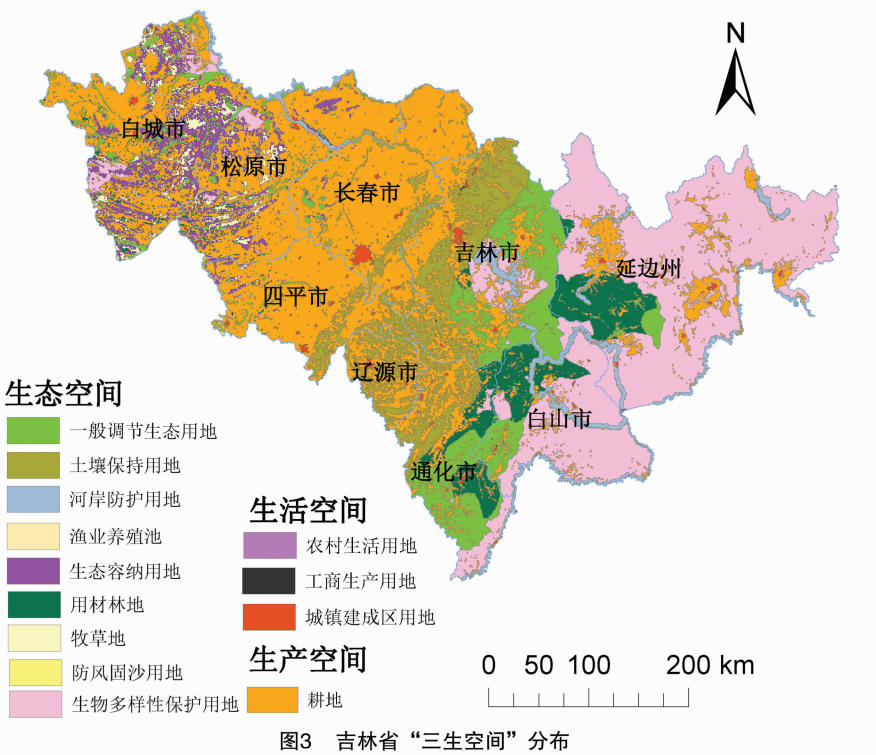
“三生空间”功能评价指标体系应遵循综合性、科学性、实用性、目的性等原则构建,为了更好地对研究区“三生空间”进行评价,以生产功能、生活功能和生态功能为基础,根据建立指标体系的原则,结合吉林省“三生空间”的实际发展情况,并借鉴国内外有关“三生空间”的研究成果,构建研究区“三生空间”功能评价指标体系,共包括 22 个评价因子(表 2)。

4.2 权重计算

利用层次分析法,根据各评价指标相对于上一层评价指标的重要性确定其在评价中的比例,即权重值,进而得出“三生空间”功能评价的各指标权重(表 3)。

4.3 模型构建

本研究基于新型木桶理论对吉林省“三生空间”功能进行量化评价,以反映研究区在空间上的发展情况。“三生空间”建设的 3 种空间中最大的参量总值和最小的参量总值之差可反映出的“三生空间”的发展潜力^[16]。通过“三生空间”功能评价指标的评判,可以直观地看出“三生空间”当前的发展水平,更好地对研究区建设进行指导。亦可对研究区自身进行评判,寻找出其短板,还可以作为评判三生空间建设水平的统一标准。



4.3.1 “三生空间”建设水平量化

$$X = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^n \zeta_i \quad (2)$$

式中： X 表示总量值，反映各参量影响下的总量化值； ζ_i 表示 A 、 B 、 C 3 种参量值，其中 A 表示生产空间所得参量值， B 表示生活空间所得参量值， C 表示

生态空间所得参量值。

为了反映研究区“三生空间”建设的总体水平，采用新型木桶理论模型进行分析。公式(1)即应用了新型木桶理论最短木板效应。由模型可知，任何一个参量没有达到合格标准以上，不仅不能贡献量化值，还会因为某个空间建设没有达到合格要求而

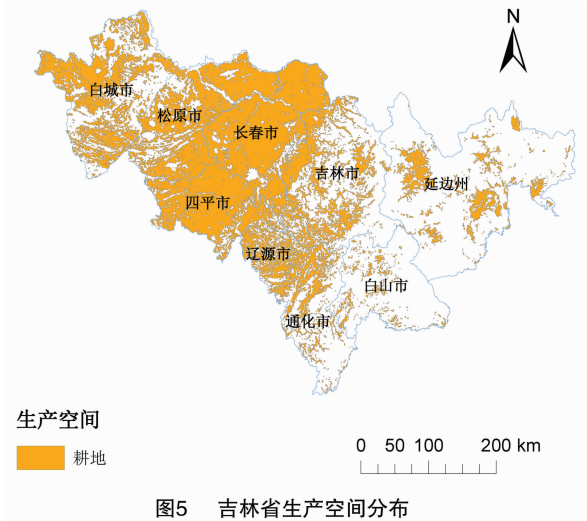


图5 吉林省生产空间分布

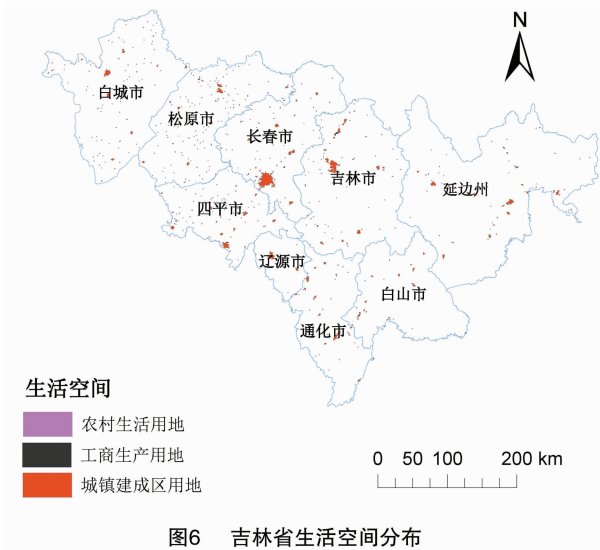


图6 吉林省生活空间分布

表 2 “三生空间”功能评价指标体系

目标层	准则层	指标层	编码	指标数据获取来源
“三生空间”功能评价	生产空间	耕地面积(km ²)	A1	第1次地理国情普查数据
		园地面积(km ²)	A2	第1次地理国情普查数据
		其他农用地面积(km ²)	A3	第1次地理国情普查数据
		粮食总产量(t)	A4	吉林省统计年鉴
		农业总产值(万元)	A5	吉林省统计年鉴
		林业总产值(万元)	A6	吉林省统计年鉴
		畜牧业总产值(万元)	A7	吉林省统计年鉴
		渔业总产值(万元)	A8	吉林省统计年鉴
		工业用地面积(km ²)	A9	吉林省统计年鉴
	生活空间	居民点及工矿用地面积(km ²)	B1	影像提取
		交通用地面积(km ²)	B2	第1次地理国情普查数据
		人口密度(人/km ²)	B3	人口数量/区域总面积
		城镇化率(%)	B4	城镇人口/区域总人口
		GDP 总量(万元)	B5	吉林省统计年鉴
		医院和卫生院密度(个/km ²)	B6	医院和卫生院数量/区域总面积
	生态空间	牧草地面积(km ²)	C1	第1次地理国情普查数据
		林地面积(km ²)	C2	第1次地理国情普查数据
		森林覆盖率(%)	C3	吉林省统计年鉴
		湿地面积占比(%)	C4	湿地面积/区域总面积
		水域面积(km ²)	C5	影像提取
		绿地率(%)	C6	绿地面积/区域总面积
		公共厕所密度(个/km ²)	C7	吉林省统计年鉴

使量化值为负,从而拉低总得分值,进而给研究区整体建设带来影响。

4.3.2 三生空间的发展空间量化

$$L = \max \{ A, B, C \};$$
$$M = \min \{ A, B, C \};$$
$$Y = L - M.$$

(3)

式中: L 表示取3种空间量化值中的最大值; M 表示取3种空间量化值中的最小值; Y 表示发展空间量

化值,反映最小参量值的发展空间,其值越大,说明研究区的发展潜力越大。

4.4 评价结果

为了了解研究区“三生空间”中各空间之间的差距,对比得出最差的空间建设相较最好的空间建设有多大的发展潜力,选取“三生空间”最高的参量值与最低的参量值进行分析,得出“三生空间”的发展空间量化值。该量化数学模型应用的是新型木

表 3 “三生空间”功能评价指标权重

指标	权重
A1	0.036 4
A2	0.062 9
A3	0.068 5
A4	0.101 8
A5	0.063 8
A6	0.062 9
A7	0.081 2
A8	0.115 2
A9	0.121 6
B1	0.039 3
B2	0.018 9
B3	0.037 8
B4	0.018 9
B5	0.009 1
B6	0.018 9
C1	0.028 5
C2	0.005 6
C3	0.010 0
C4	0.050 2
C5	0.028 5
C6	0.010 0
C7	0.010 0

桶理论最长木板和最短木板的差值。只要“三生空间”中任何一个空间正在推动整体发展,不管其最短木板多短,最长木板所代表参量的量化值和最短木板所代表参量的量化值之间的差值越大,说明整个研究区越能够从最长木板所代表的参量建设中匀出时间和精力投入到最短木板所代表参量的建设中,那么最短木板所代表参量的建设就可以得到加强,其提升空间逐渐减小。

利用“三生空间”功能评价指标体系与模型计算出的研究区“三生空间”建设水平量化值为 0.36,如以 1 为平衡点,则可以看出,吉林省“三生空间”发展并不平衡。从表 4 可以看出,首先,生态空间(0.09)是 3 种空间发展过程中的短板,说明吉林省生态空间在未来亟待调整,其发展潜力也最大;其次,依据新型木桶理论发现,吉林省生活空间(0.24)处于三者的居中状态,并不是发展的短板,但相比生产空间差距也较大,因此,也须要进行调整;最后,生产空间值为 0.74,说明吉林省的生产空间相比其他 2 个空间发展最快,体现出三者间发展的差距。在未来吉林省的发展重点除了发展生产空间之外,还应重点关注发展生态空间和生活空间,以求达到“三生空间”的平衡发展。

表 4 “三生空间”功能评价结果

类型	评价结果
生产空间	0.74
生活空间	0.24
生态空间	0.09

5 结论与讨论

5.1 结论

本研究依据地理国情普查内容,考虑到土地的多功能性,构建“三生空间”分类体系,将研究区土地分为 4 个一级类,13 个二级类。同时,从土地的生产、生活和生态功能出发构建“三生空间”评价体系,共包含 22 个评价因子。以吉林省作为研究区,采用新型木桶理论研究方法,并依据该理论建立相应的数学模型,实现了对吉林省“三生空间”的分类及功能评价,通过对比证明,该方法具有科学性、可行性,另外可通过生产、生活、生态 3 个空间的量化值为吉林省平衡建设的具体实施提供指导。

5.2 讨论

本研究采用新型木桶理论研究方法,实现了对吉林省“三生空间”的功能评价,可以直观了解到研究区的短板,根据其短板实施相应的改进措施,从而使研究区的发展达到平衡状态,这也是较新颖的评价方法。但目前对新型木桶理论的研究还不是很透彻,存在一定的误差。另外,本研究在利用层次分析法计算权重时,主观因素较多,与客观赋值联系较少,因此对结果的呈现具有一定误差,有待于在今后研究与实践中进一步完善。

参考文献:

[1]王 昆. 基于适宜性评价的生产-生活-生态(三生)空间划定研究——以河南省为例[D]. 杭州:浙江大学,2018.

[2]赵 越,罗志军,李雅婷,等. “三生空间”视角下的赣江上游流域景观生态风险时空分异研究[J]. 生态学报,2019,39(13): 1-11.

[3]Kates R W,Clark W C,Corell R,et al. Environment and evelopment. sustainability science[J]. Science,2001,292(5517):641-642.

[4]Kienast F,Bolliger J,Potschin M,et al. Assessing landscape functions with broad-scale environmental data: insights gained from a prototype development for Europe[J]. Environmental Management, 2009,44(6):1099-1120.

[5]Malczewski J. A GIS-based approach to multiple criteria group decision-making[J]. International Journal of Geographical Information Systems,1996,10(8):955-971.

[6]Mastrangelo M E,Weyland F,Villarino S H,et al. Concepts and

孢子菌的代谢碳源种类丰富,有 *L* - 苹果酸、*D* - 葡萄糖酸、糊精、反丁烯二酸、龙胆二糖等 25 种,充分表明该酵母菌具有较强的环境适应性,具有用于生物有机肥开发利用的潜力;*C. tsukubaensis*、约翰逊锁掷抱孢酵母和伊萨酵母代谢碳源种类较少,这种差异与菌株的代谢能力受到生存环境的密切影响相关。此外文献检索结果表明,本研究所得 4 种牛粪酵母菌均属于非致病性微生物,安全风险低。

参考文献:

- [1] Esteve - Zarzoso B, Belloch C, Uruburu F, et al. Identification of yeasts by RFLP analysis of the 5.8S rRNA gene and the two ribosomal internal transcribed spacers[J]. International Journal of Systematic Bacteriology, 1999, 49(1): 329 - 337.
- [2] 王会群, 史鹏飞, 傅 彤, 等. 集约化奶牛场奶牛粪中营养素测定[J]. 江苏农业科学, 2010(5): 486 - 487.
- [3] 孙海英, 许修宏. 接种纤维素分解菌与固氮菌对牛粪堆肥发酵的影响[J]. 东北农业大学学报, 2009, 40(10): 52 - 54.
- [4] Kurtzman C P, Robnett C J. Identification and phylogeny of ascomycetous yeasts from analysis of nuclear large subunit (26S) ribosomal DNA partial sequences[J]. Antonie van Leeuwenhoek, 1998, 73: 331 - 371.
- [5] Praphailong W, van Gestel M, Fleet G H, et al. Evaluation of the Biolog system for the identification of food and beverage yeasts[J]. Letters in Applied Microbiology, 1997, 24(6): 455 - 459.
- [6] Deak T, Beuchat L R. Comparison of the SIM, API 20C, and ID 32C methods for landscape multifunctionality and a unifying framework based on ecosystem services[J]. Landscape Ecology, 2014, 29(2): 345 - 358.
- [7] Verburg P H, Overmars K P. Combining top - down and bottom - up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in europe with the Dyna - CLUE model[J]. Landscape Ecology, 2009, 24(9): 1167.
- [8] Costanza R, D'Arge R, de Groot R S, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Ecological Economics, 1998, 25(1): 3 - 15.
- [9] Groot R D, Wilson M A, Boumans R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services[J]. Ecological Economics, 2002, 41(3): 393 - 408.
- [10] Steiner F, Mcsherry L, Cohen J. Land suitability analysis for the upper gila river watershed[J]. Landscape and Urban Planning, 2000, 50(4): 199 - 214.
- [11] Uy P D, Nakagoshi N. Application of land suitability analysis and landscape ecology to urban greenspace planning in Hanoi, Vietnam[J]. Urban Forestry and Urban Greening, 2008, 7(1): 25 - 40.
- [12] 金 贵. 国土空间综合功能分区研究——以武汉城市圈为例[D]. 武汉: 中国地质大学, 2014.

systems for identification of yeast isolated from fruit juice concentrates and beverages[J]. Journal of Food Protection, 1993, 56(7): 585 - 592.

- [7] Markus N T, Adrianne V R, David W B. Yeasts in peatlands: a review of richness and roles in peat decomposition[J]. Wetlands, 2007, 27(3): 761 - 773.
- [8] Naidu Y, Meon S, Kadir J, et al. Microbial starter for the enhancement of biological activity of compost tea[J]. International Journal of Agriculture & Biology, 2010, 12(1): 51 - 56.
- [9] Yang S H, Wang P H. Three species of yeasts new to Taiwan[J]. Taiwan, 2003, 48(2): 99 - 105.
- [10] Kang H Y, Kim Y S, Kim G J, et al. Screening and characterization of flocculent yeast, *Candida* sp. HY200, for the production of xylitol from *D* - xylose[J]. Journal of Microbiology and Biotechnology, 2005, 15(2): 362 - 367.
- [11] Hierro N, González Á, Mas A, et al. New PCR - based methods for yeast identification[J]. Journal of Applied Microbiology, 2004, 97(4): 792 - 801.
- [12] McGinnis M R, Molina T C, Pierson D L, et al. Evaluation of the Biolog MicroStation System for yeast identification[J]. Journal of Medical and Veterinary Mycology, 1996, 34(5): 349 - 352.
- [13] Morgan M C, Boyette M, Goforth C, et al. Comparison of the Biolog OmniLog Identification System and 16S ribosomal RNA gene sequencing for accuracy in identification of atypical bacteria of clinical origin[J]. Journal of Microbiology Methods, 2009, 79(3): 336 - 343.
- [14] 吴 媛, 李文革, 卢金星. 143 份鸽粪中酵母菌的分离鉴定[J]. 疾病监测, 2011, 26(2): 88 - 91.
- [13] 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, 31(2): 153 - 160.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 王明旭, 许梦国, 王 平, 等. 基于新型木桶理论的绿色矿山建设水平评价[J]. 中国矿业, 2013, 22(12): 68 - 72.
- [17] 廖 燃, 伍 颖. 基于新木桶理论的煤矿瓦斯爆炸控制体系研讨[J]. 矿业安全与环保, 2012, 39(1): 83 - 85, 6.
- [18] 周 伟, 马书红. 基于木桶理论的公路交通与经济发展适应性研究[J]. 中国公路学报, 2003, 16(3): 77 - 82.
- [19] 李志鹏. 浅析木桶理论在铁路运输资源优化配置中的运用[J]. 山西冶金, 2010(1): 79 - 80.
- [20] 金星星, 陆玉麒, 林金煌, 等. 闽三角城市群生产 - 生活 - 生态时空格局演化与功能测度[J]. 生态学报, 2018, 38(12): 4286 - 4295.
- [21] 张红旗, 许尔琪, 朱会议. 中国“三生用地”分类及其空间格局[J]. 资源科学, 2015, 37(7): 1332 - 1338.
- [22] 中国科学院中国植被图编辑委员会. 中华人民共和国植被图 1: 1 000 000[M]. 北京: 地质出版社, 2007.

(上接第 304 页)