

基于生态城市理念的兰州—西宁城市群高质量发展与生态环境耦合协调研究

雒占福, 李 兰, 高 旭, 张永锋

(西北师范大学 地理与环境科学学院, 兰州 730070)

摘 要:为了探究兰西城市群城市高质量发展与区域生态环境质量的相互关系问题,以兰州—西宁城市群为对象,以生态城市理念下的高质量发展为目标,基于多元数据与 GIS 空间分析方法,定量评价了兰西城市群城市发展质量与区域生态敏感性水平,及其二者的耦合协调关系。结果表明:(1)城市发展质量等级的空间分布呈现明显的中心外围结构与双核结构特征,形成了综合发展型、社会保障型、经济发展型、环境友好型与发展滞后型 5 类主导类型。(2)区域生态敏感性呈现集中连片与分散破碎两类空间分布特征,不仅不同等级的生态敏感区域其规模显著不同,而且同一等级的敏感性规模在不同县(区)间亦显著不同。(3)不同等级类型耦合协调度的分布规模差异显著,空间上呈现东西部高且中南部破碎的分布特征,与生态敏感性空间分布具有较明显的一致性。兰西城市群城市发展质量差异明显,生态环境复杂多样,区域耦合协调发展程度不一,应当立足于当地城市质量发展的主导类型与区域生态环境状况,实施精准对策,推动区域协调发展。

关键词:生态城市;城市发展质量;生态敏感性;耦合协调度;兰西城市群

中图分类号:F299.27; X22

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2021)02-0276-09

Study on the Coupling and Coordination of High-Quality Development and Ecological Environment of Lanzhou-Xining Urban Agglomeration Based on the Concept of Ecological City

LUO Zhanfu, LI Lan, GAO Xu, ZHANG Yongfeng

(College of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: In order to explore the relationship between the high-quality development and the regional ecological environment quality of Lanzhou-Xining urban agglomeration, with respect to high-quality development in terms of the concept of ecological city, Lanzhou-Xining urban agglomeration was taken as the research sample, multivariate data and GIS spatial analysis method were used to evaluate the urban development quality and regional ecological sensitivity level quantitatively. Moreover, the coupling coordination between urban development quality and regional ecological sensitivity was analyzed. The results show that: (1) the spatial distribution of urban development quality grade in Lanzhou-Xining urban agglomeration presents the obvious characteristics of center-periphery and dual-core structure, and five major types such as comprehensive development type, social security type, economic development type, environment-friendly type and development lagging type have formed; (2) the regional ecological sensitivity of Lanzhou-Xining urban agglomerations shows two spatial distribution characteristics such as scattered and fragmented patterns and centralized contiguous condition patterns; not only is the scale of ecological sensitive areas of different grades significantly different, but the sensitivity scale of the same level is also significantly different among different areas; (3) the spatial distribution characteristics of coupling coordination degree are significantly different in Lanzhou-Xining urban agglomeration, showing high degrees in the east and west and scattered patterns in the central south, which is consistent with the spatial distribution of ecological sensitivity. All in all, there are

收稿日期:2020-04-17

修回日期:2020-05-27

资助项目:国家自然科学基金“河湟地区多尺度地理格局与兰西城市群相互作用的空间效应”(41771130)

第一作者:雒占福(1975—),男,甘肃通渭人,副教授,博士,主要从事城乡发展与环境规划研究。E-mail:luozf200@163.com

通信作者:李兰(1995—),女,甘肃庄浪人,硕士,研究方向为城市发展与城市环境。E-mail:2969217265@qq.com

obvious differences in the quality of urban development in Lanzhou-Xining urban agglomeration, and the ecological environment is complex and diverse, and the degrees of regional coupling and coordinated development are different. Therefore, the correct countermeasures should be implemented to promote regional coordinated development in terms of the major types of regional quality development and the regional ecological environment.

Keywords: ecological city; quality of urban development; ecological sensitivity; coupling coordination degree; Lanzhou-Xining urban agglomeration

改革开放以来,中国城市发展日新月异,城镇化进程快速推进,城市群不断发展壮大,发展成效举世瞩目,但由此所引发的资源短缺与低效利用、环境污染与防治不足、生态失衡与承载力下降等城乡发展问题也相当突出^[1],严重胁迫城市的宜居性与可持续性,特别是以城市群为代表的城镇化重点区域的生态环境问题更为集中而典型^[1]。随着生态文明、新型城镇化、美丽中国等一系列国家顶层战略的提出,昭示着中国社会经济发展从快速增长阶段进入高质量发展阶段,不论是从目标层面的生态宜居城市、森林城市、海绵城市到品质城市建设,还是从规划层面的主体功能区划、多规合一到国土空间规划,城市的高质量发展是新时代所赋予城市发展的新方向与新要求。

然而,如何科学系统认识城市的高质量发展仍在探索认识阶段,甚至尚未形成明确的定义。张军扩^[2]认为城市高质量发展是以满足人民日益增长的美好生活需要为目标的高效率、公平和绿色可持续发展。张文忠等^[3]认为高效活跃的经济环境、便捷舒适的居住环境、公平包容的社会环境以及更加绿色健康的自然环境是城市高质量发展的基本内涵;方创琳^[4]认为中国新型城镇化高质量发展是一种人地和谐、高效低碳、生态环保、节约创新、智慧平安的质量提升型城镇化,是高质量的城市建设、高质量的基础设施、高质量的公共服务、高质量的人居环境、高质量的城市管理和高质量的市民化的有机统一。长期以来,以人地和谐为目标的生态城市建设作为化解城市化进程中人地矛盾的重要途径而备受重视,许多城市确立了环保、低碳、绿色的生态性发展目标,积极地推动了生态城市的建设步伐,尽管当前的生态城市建设仍不能满足我国人民日益增长的优质生态产品以及优美生态环境的需要^[5],但基于生态城市的理论思想与建设实践可为城市高质量发展提供科学认识途径。

“生态城市”的概念在联合国教科文组织发起“人与生物圈”计划时首次提出后得到了全球广泛关注^[5-9]。初期研究多以增强城市生态功能为主要目标,提出了生态城市建设的基本原则,不论是 Rigger^[8]提出的4项原则,还是 MAB 报告的5项原则^[9],都认为生态多样性保护与生态基础设施对城市具有持久的支持能

力,资源保护、污染防治与废弃物控制对改善城市环境积极作用,同时认为城市功能混合、就近出行、历史文化保护与生活标准提高等蕴含城市高质量发展思想的内容也是生态城市建设的重要原则。此后瑞吉斯特^[10]又提出了生态城市建设的8项原则与10项原则,明确提出了生态城市追求的是人类和自然的健康与活力,以实现生命、美丽与公平的目标,其各项建设原则更加明确了生态城市的高质量发展要求。前苏联生态学家 Yanitsky^[11]认为生态城市是技术与自然充分融合,人的创造力和生产力得到最大限度的发挥,而居民的身心健康和环境质量得到最大限度的保护,是一种理想的模式,也鲜明地表达了生态城市的高质量发展思想。与此同时,在生态城市理念的指导下,取得了像伯克利、库里蒂巴、哈利法克斯、马斯达尔等高质量发展特征的生态城市建设实践^[12]。国内生态城市研究自1972年加入“人与生物圈计划”后,开始探索生态城市的理论思想与建设原理^[13];1984年,我国生态学家马世骏等^[14]提出了社会—经济—自然复合生态系统理论;王如松等^[15]提出了天城合一的中国生态城市建设思想以及满意、高效与和谐的建设原则。此后研究将生态城市从内涵、准则、体系不断向宜居城市延伸;宋冬梅等^[16]认为生态城市可理解为基于城市生态学与生态经济学原理建立的自然和谐、社会公平和经济高效的复合系统,是自然—人工系统相互协调、人与人和谐共处的理想人居环境;姚士谋等^[17]提出社会发展的和谐性、城市生产活动的高效性、城市发展的可持续性生态城市的共性特征。这些生态城市的相关研究都蕴含着高质量发展的思想内涵,特别是近年来,生态城市研究一方面向融合经济、社会、文化等更加综合方向延展,其研究体系基本包含绿色生态、循环经济、低碳节约、绿色交通、紧凑集约、绿色建筑、和谐宜居、文化包容等方面^[18],另一方面又向纵深方向与实践方向不断深入,生态省、市、县建设在全国范围内持续推进,其建设方向更加重视生态、宜居、可持续^[19],其特点更加凸显了生态城市与高质量发展的内在统一性。

尽管如此,当前生态城市研究更多关注城市建成区本身,相对割裂了城市生态与区域生态,而任何一个城

市必然是一个区域城市,区域生态不仅是城市生态空间的有机组成部分,更是城市生态的重要依托,其范围要远远大于城市建成区范围。因此,区域生态是生态城市不可或缺的组成部分。目前也有部分学者开始关注城市周边区域^[20]、生态腹地^[21]、区域生态水平^[22]与区域生态脆弱性^[23]等区域生态环境在生态城市中的作用。在生态环境研究中,由于生态环境敏感性在一定程度上反映了生态系统对人类活动的敏感程度,生态敏感度越高的区域越容易发生各类自然灾害^[24]。因而生态环境敏感性具有识别产生生态失衡与生态环境问题的可能性大小的作用,可为生态城市的区域环境质量评价提供判断依据。因此,本文将生态城市的研究范围从城市建成区扩大到区域范围,基于生态城市与高质量发展的内在统一性,建立城市高质量发展评价指标体系及其生态环境敏感性评价体系,客观评价二者的耦合作用关系对于不同城市实施差异化的高质量发展对策具有积极的理论意义。

兰州—西宁城市群(以下简称兰西城市群)是我国西部重要的跨省区城市群,其所处的黄河上游既是国家重点新型城镇化区域,又是中国第一阶梯向第二阶梯过渡的生态环境敏感复杂区域。2018年3月国务院批复的《兰州—西宁城市群发展规划》提出要把兰西城市群培育发展成为支撑国土安全和生态安全格局、维护西北地区繁荣稳定的重要城市群。因此,兰西城市群既要实现区域城市高质量发展,又要承担区域生态安全的重大责任。本文以兰西城市群为例,将城市群各城市作为复合生态系统,探究城市群城市在生态城市理念下的高质量发展状态及其与区域生态环境之间的耦合关系,识别城市群内不同城市的发展质量差异与其区域生态敏感性的耦合协调程度及其障碍因子,进而为推进兰西城市群生态城市的高质量发展提供有益参考。

1 研究区概况

本文研究区范围为《兰州—西宁城市群发展规划》所确定的兰西城市群范围,位于 $34^{\circ}51'—37^{\circ}38'N$, $99^{\circ}1'—105^{\circ}38'E$,包括甘肃省的兰州市3县5区、白银市2县1区、定西市3县1区、临夏回族自治州4县1市和青海省的西宁市3县1市、海东市5县1区、海北藏族自治州1县、海南藏族自治州3县、黄南藏族自治州2县,共32个县(区),总面积 9.75万 km^2 。研究区处于青藏高原与黄土高原的交接地带,地貌形态复杂,属温带季风气候和大陆性高原半干旱气候区,湟水河与黄河贯穿全区。2017年地区生产总值5369.6亿元,常住人口1171.11万人。

2 研究方法与数据来源

2.1 研究方法

2.1.1 城市高质量发展指标体系构建与评价方法

城市高质量发展是一种重视城市品质的可持续发展,是追求城市社会、经济和环境全面协调的发展,与生态城市有着内涵统一的发展目标。因此,城市高质量发展水平的评价指标可以借鉴生态城市与可持续发展评价指标体系,依照生态城市的社会、经济、环境的可持续发展要求进行指标选取。因此,本文在生态城市理念指导下,根据兰西城市群发展现状特点,按照科学性、代表性和数据可获得性原则,从社会发展质量、经济发展质量与环境发展质量3个标准层、9大要素层与19个具体指标构建兰西城市群高质量发展水平评价指标体系^[25](表1)。

本文采用max-min标准化方式,将各指标数据转化到 $[0,1]$,采用客观赋权法——熵值法为指标赋权重,以有效地反映指标在评价对象中所起的作用大小,具体公式见文献^[26],进而以加权求和得到各城市高质量发展水平结果,公式如下:

$$C_1 = \sum_{i=1}^n W_i Q_i \quad (1)$$

式中: C_1 为高质量发展水平值; W_i 为第 i 个指标的熵值权重, $i=1,2,3,\dots,n$; Q_i 为第 i 个指标的高质量评价分值。

2.1.2 生态敏感性指标体系构建

本文首先根据研究区自然地理环境的地域性进行评价指标选择,研究表明:坡度越大,各种自然灾害发生的频率越高,对生态环境影响越大,其生态敏感性越强^[27];植被对地区的生态环境至关重要,直接影响地区的水土保持和气候调节,而植被覆盖度则在很大程度上体现地区的植被状况,进而反映地区的生态状况^[28];高程的变化反映了地形的变化程度,在一定程度上反映了气候的状态,进而影响生态环境,研究区海拔高度为 $1\,250\sim 5\,272\text{ m}$,过高海拔区域不适宜发展城市,生态敏感性也较强;不同程度的降雨量对植被生长和土壤的冲刷产生深远影响,由于研究区内气候复杂多样,降水差异较大,土壤类型多(一级类型20种,二级类型43种),抗侵蚀不同,使得其水土流失程度不同^[29];研究区内的青海湖、龙羊峡水库、刘家峡水库、李家峡水库以及黄河、湟水河等较大水体更是重要的生态敏感性因子。因此,本文选择具有突出生态敏感性的坡度、植被覆盖度、水体、土壤类型、高程和降雨侵蚀力6个指标构建评价体系^[25-30](表2)。

表 1 兰西城市群城市发展质量评价指标体系

标准层		要素层	指标层	权重
城市发展质量	社会发展质量	社会服务	在校生数占总户籍人口的百分比(%)	0.027
			医疗卫生床位数/千人(床位/千人)	0.118
		社会保障	登记城市失业率(%)	0.157
			各种社会福利收养性单位床位数/千人(床位/千人)	0.127
		公共设施	人均道路面积(m ²)	0.029
			人均居住用地面积(m ²)	0.035
	经济发展质量	经济增长	固定资产投资占 GDP 的百分比(%)	0.021
			人均 GDP 增长(%)	0.014
		经济水平	第三产业增加值(亿元)	0.080
			第二产业增加值占 GDP 的增加值(%)	0.034
		经济活力	人均社会消费品零售额(万元)	0.073
			人均可支配收入(元/人)	0.028
	环境发展质量	环境基础	人均公路货运量(万 t)	0.093
			人均公园绿地面积(m ²)	0.037
		环境污染	建城区绿地率(%)	0.029
			人均日生活污水量(L)	0.041
		环境治理	人均生活垃圾清运量(t)	0.032
			污水处理率(%)	0.018
			生活垃圾处理率(%)	0.006

表 2 兰西城市群生态环境敏感性评价因子及分级

生态敏感性因子	权重	轻度敏感	低度敏感	中度敏感	高度敏感	重度敏感
坡度/(°)	0.21	<3	3~10	10~16	16~25	>25
植被覆盖度/%	0.25	>75	55~75	35~55	15~35	<15
高程/m	0.10	<2000	2000~2700	2700~3200	3200~3800	>3800
降雨侵蚀力 R 值/ [(MJ·mm)·(hm ⁻² ·h ⁻¹ ·a ⁻¹)]	0.15	<250	250~400	400~550	550~700	>700
土壤类型	0.12	腐棕土、潜育土、 寒冻毡土	灰褐土、寒黑土、黑钙 土、栗钙土、寒毡土	灌淤土、黑垆土、棕钙土、灰钙 土、薄层土、寒冻钙土、灰漠土	粗骨土、黄绵土、 红色土	风沙土、雏漠土
湖泊、水库	0.17	>300	200~300	100~200	50~100	<50
河流 1 级		>300	200~300	100~200	50~100	<50
距水体 2 级		>200	100~200	50~100	20~50	<20
远近/m 3 级		>100	50~100	20~50	10~20	<10
4 级		>50	20~50	10~20	<10	
5 级		>20	10~20	<10		

其次,按照学术界常用分类标准和地区现状调查数据分等定级办法将各因子的生态敏感程度划分为轻度敏感、低度敏感、中度敏感、高度敏感、重度敏感 5 类等级^[24],利用重分类工具将指标因子按照相应的标准划分为 5 级,获得单项因子敏感性等级的栅格数据图(附图 9)。

最后,基于 ArcGIS 软件空间分析模块,将 6 个因子指标的栅格数据进行加权叠置分析,得到生态敏感性评价结果,公式如下:

$$R_1 = \sum_{i=1}^n V_i P_i$$

(2)

式中: R_1 为评价单元生态敏感性评价总分值; V_i 为第 i 个因子的权重值, $i=1,2,3,\cdots,n$; P_i 为第 i 个因子

的生态敏感性评价分值,根据生态敏感性评价结果对区域进行生态敏感性分等定级。本文根据 AHP 层次分析法^[31]得到每个因子指标的生态敏感性权重。

2.1.3 耦合协调模型 城市发展质量与生态环境之间具有相互制约、相互促进的耦合作用关系。两者协调则相互促进,两者失调则彼此影响而失衡^[32]。本文借鉴物理学中的耦合度模型测算城市高质量发展水平与生态敏感性之间的耦合度^[32],公式如下:

$$O = \frac{2\sqrt{(S \cdot C)}}{\sqrt{(S + C)^2}}$$

(3)

式中: S 为标准化后的生态敏感性的倒数; C 为城市发展质量 F 的标准化值。所得耦合度值为 0~1,越趋近于 1,则表示城市发展与生态环境之间的关系越密切。

耦合度模型仅表示两系统之间的耦合程度,不能表示其协调程度,因此建立耦合协调模型来评价两系统的协调性,公式如下:

$$X=\sqrt{O\cdot Z}$$
(4)

$$Z=aS+bC$$
(5)

式中: X 为耦合协调度; O 为耦合度; Z 为生态环境与城市质量的综合指数; a,b 为相应的权重值。

2.2 数据来源

研究数据主要包括统计数据和图像数据两部分,具体见表 3。

表 3 数据类型及来源

数据类型	数据来源	备注
统计数据	《中国县城建设统计年鉴》(2017)、《中国城市统计年鉴》(2017)、《中国县域统计年鉴(县市卷)》(2017)	
DEM 数据	地理空间数据云 SRTMDem 90 m 分辨率数字高程数据产品	空间数据的栅格分辨率统一为 500 m,以 DEM 数据为基准,进行投影变换,统一使用 WGS1984 投影
NDVI 数据	中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云提供的 MOD13A1 数据集	
水文数据	河网数据是以 DEM 数据为基础,采用 GIS 的水文分析功能自动提取水系得来,湖泊、水库数据是通过谷歌影像数据矢量化得来	
土壤数据	国家科技基础条件平台—国家地球系统数据共享服务平台—土壤科学数据中心(http://soil.geodata.cn)	

3 结果与分析

3.1 兰西城市群高质量发展评价结果与分析

(1) 兰西城市群城市发展质量等级呈现明显的双核结构特征与中心外围结构特征(图 1)。从评价结果的空间分布看,以兰州、西宁的城市发展质量最好,体现了兰西城市群的兰州核心强于西宁核心的双核结构特征,且其核心的近外围县(区)城市发展质量较高,而远外围县(区)的城市发展质量相对较低。如兰州周边的永登县、皋兰县、榆中县、白银区、永靖县与西宁周边的平安县、湟中县、湟源县与大通县的城市发展质量较高。共有 14 个县(区)的城市发展质量水平超过平均值,18 个县(区)的城市发展质量水平在平均值以下,距离理想的生态城市水平有较大差距。

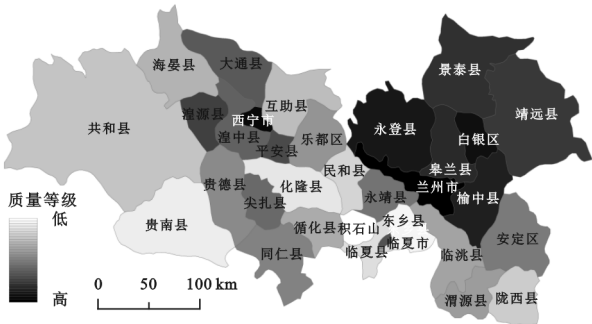


图 1 兰西城市群城市发展质量等级分布

(2) 兰西城市群城市发展质量从主导类型看大致可分为 5 类(图 2)。

① 综合发展型:兰州市、西宁市和白银区 3 个市区的社会发展与经济发展的总量大,各自贡献相当,总贡献达 80%~90%。

② 社会保障型:社会发展的总值高,且对城市发展质量的贡献突出,其贡献值介于 45%~60%。从要素层看,兰州市与西宁市的社会服务发展状态良好,白银区、靖远县、景

泰县的社会保障比较突出,且尖扎县、贵德县和临夏县的公共设施得分相对较高。

③ 经济发展型:经济发展的总值高,且对城市发展质量的贡献突出,其贡献值介于 45%~70%。从要素层看,湟源县与共和县的投资增长得分最高,大通县、兰州市、永登县和皋兰县的二三产业增长突出,而兰州市、榆中县和皋兰县的经济活力得分最高。此外有部分区域受自然条件的制约,城市经济发展相对缓慢,但也不能为了金山银山而放弃了绿水青山。

④ 环境友好型:环境发展的总值高,且对城市发展质量的贡献突出,其贡献值介于 45%~56%。从要素层看,湟源县、贵德县、永登县、白银区、兰州市的人均公园绿地与城市绿地建设比较突出,东乡县、景泰县、皋兰县、贵南县、化隆县、陇西县、海晏县、尖扎县、循化县等人均污染物产生量较少,环境压力较轻,而兰州市、白银区与西宁市人均污染物产生量大,使得其污染治理得分较高,也说明其在环境污染治理方面投入较大。

⑤ 发展滞后型:这些城市的经济、环境、社会发展质量的总值低,且各自贡献相对均衡,特色不明显。包括积石山、东乡县、贵南县、临夏县、民和县、化隆县、共和县、海晏县。相对而言,这些区域多为山地区域和少数民族聚居区,发展相对落后。

3.2 兰西城市群生态敏感性评价结果与分析

(1) 兰西城市群区域生态敏感性呈现局部集中连片与分散破碎两类空间分布特征(图 3)。

一类是城市群西部与东北部区域,生态敏感性相对单一,集中连片,以轻度敏感区为主,在城市群地域空间中属于局部的,如青海的共和县、兰州的皋兰县与白银的白银区、景泰县与靖远县。另一类是城市群中部与南部区域,生态敏感性十分复杂,重度、高度、中度、轻度与低度敏感性镶嵌交错分布,呈现出突出的破碎化特

征,在城市群地域空间中属于全局的整体性的。那些海拔较低且平坦的河谷区域多为轻度与低度生态敏感性,如黄河河谷、湟水河谷、大通河谷、洮河河谷、宛川河谷与关川河谷区域;海拔高坡度大的山地区域多为高或严重的生态敏感性区域,如大通县与互助县北部的达坂山区,海晏县与湟源县的大通山区,贵德

县的北部与南部、贵南县的北部与东南部,同仁县北部、化隆县南部,以及循化县、积石山、东乡县、榆中县北部等区域。整体而言,城市群中部与南部区域是兰西城市群城镇分布的主要区域,但这些区域的低度生态敏感性规模小,形态破碎,不仅增加了城市群高质量发展的成本,也影响了城市群品质发展的水平。

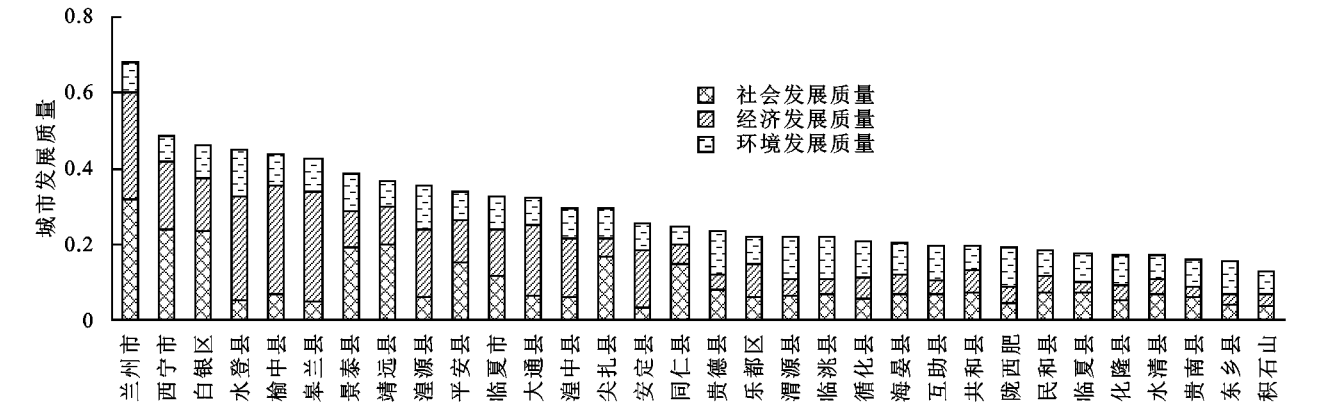


图2 兰西城市群各县(区)城市发展质量评价结果

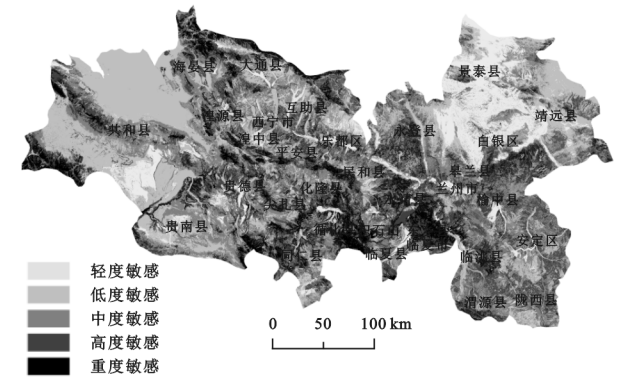


图3 兰西城市群生态敏感性等级分布

(2) 兰西城市群不同等级的生态敏感性区域的规模差异显著(表4)。从评价结果的等级结构看,轻度敏感、低度敏感、中度敏感、高度敏感与重度敏感区域分别占总区域的10.78%、32.86%、28.08%、19.88%、8.39%,其中轻度、低度与中度敏感性区域占总面积的71.72%,高度与重度敏感区域占总面积的28.27%。

表4 兰西城市群生态敏感性等级结构

生态敏感性等级	轻度敏感	低度敏感	中度敏感	高度敏感	重度敏感
面积/km ²	10507	32014	27358	19370	8175
百分比/%	10.78	32.86	28.08	19.88	8.39

(3) 兰西城市群区域生态敏感性等级结构的县(区)差异显著(图4),即同一等级的敏感性规模在不同县(区)间亦显著不同,反映了县(区)间自然环境的复杂性与分异性。如适宜城市建设发展的轻度敏感性区域所占比重差距非常大,仅有12.5%的县(区)其轻度敏感性区域占县(区)总面积超过50%,而其余87.5%的县(区)其轻度敏感性区域占比不足40%。如果将县(区)内的轻度敏感性区看作生态城市建设的优质生态腹地,则可认为景泰县的最高,其低生态敏感性区域占比达90.88%,海晏县仅为67.37%,而其余的县(区)则远远不能满足发展的需要。

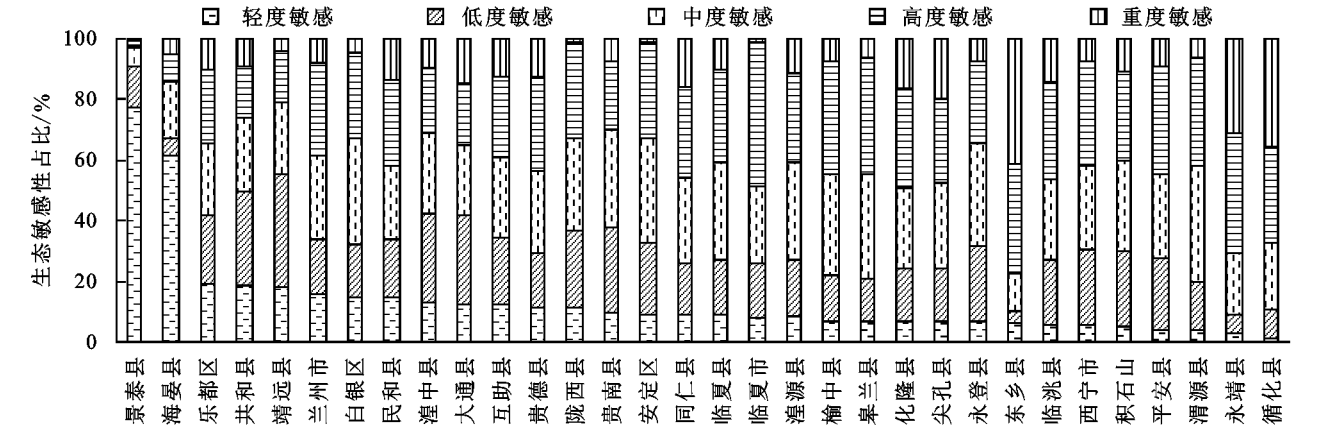


图4 兰西城市群生态敏感性等级结构

3.3 兰西城市群城市发展与生态环境耦合协调结果与分析

3.3.1 耦合协调质量空间分析 (1) 兰西城市群不同等级类型的耦合协调度的分布规模差异显著(表 5)。按照不同等级类型的分布面积统计,高度协调区占全域面积的 14.67%,中度协调区占 19.49%,轻度与低度协调区占 53.25%,而协调度小于 0.5 的区域仅占 12.58%,整体近似于正态分布,但也表明良好耦合协调的区域比重小。

表 5 兰西城市群耦合协调发展等级划分标准与结果

X 值	协调类型	所占百分比/%	面积/km ²
<0.5	微度协调	12.58	12264
0.5~0.6	轻度协调	24.81	24192
0.6~0.7	低度协调	28.44	27734
0.7~0.8	中度协调	19.49	19007
>0.8	高度协调	14.67	14303

(2) 兰西城市群耦合协调度呈现东西部高而中南部破碎的空间分布特征(图 5)。从耦合协调度的空间分布看,城市群西部与东北部区域耦合协调度较高,特别是共和县、皋兰县、白银区、景泰县与靖远县最为突出。而城市群中部与南部区域的耦合协调度是高度、中度、低度、轻度与微度共同交错分布,破碎化特征明显。其中,作为兰西城市群最主要发展区域的黄河河谷、湟水河谷、大通河河谷、洮河河谷、宛川河谷与关川河谷区域多为中高度耦合协调区,但显然狭小的空间形态对城市群高质量发展有着巨大的制约作用。达坂山区、大通山区、积石山等山地连绵区域多为低度轻度协调区,主要以东乡县、临夏县、积石山县、永靖县、化隆县、循化县、尖扎县、贵南县等为代表,是生态高度敏感区与低水平城市发展质量综合作用的体现。整体而言,兰西城市群耦合协调度空间分布格局与生态敏感性空间分布具有较明显的一致性,具有显著的复杂性与空间异质性。

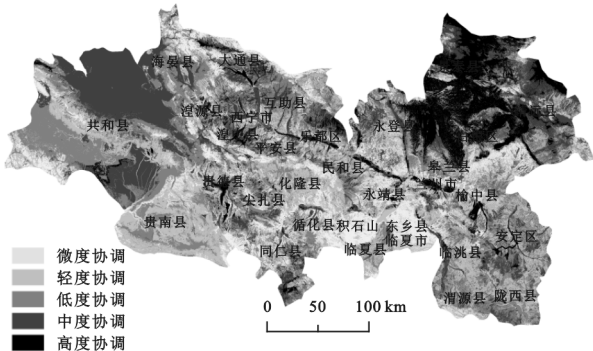


图 5 兰西城市群耦合协调度分级

3.3.2 耦合协调类型划分 兰西城市群耦合协调度的县(区)障碍因子差异显著(图 6)。根据城市发展

与生态环境耦合协调关系,可划分为高一高耦合型、高一低耦合型、低一高耦合型与低一低耦合型 4 种类型,通过不同类型认识其障碍因子。

(1) 高一高耦合型。位于第一象限,属于高度耦合协调区,基本没有特别的障碍因子。虽然兰州市、白银区、永登县的城市发展质量最为突出,但其生态环境只处于中上水平,如轻度与低度生态敏感区占县(区)面积 30%~50%,因此为了实现可持续发展,以后应当适当增加保护生态环境的力度。虽然景泰县与靖远县的轻度与低度生态敏感区占县(区)面积的比例分别为 90%,55%,但从图 6 可以看出城市发展质量并没有达到最高水平,特别是城市经济与环境建设相对不足,所以为了城市发展质量和生态环境协调发展,今后发展应当以城市经济与环境建设为主。

(2) 高一低耦合型。位于第四象限,属于城市发展质量较好与生态环境制约突出的组合类型。如西宁市、榆中县与皋兰县的城市发展质量比较好,但中度与高度敏感性区占县(区)面积 60%多,而轻度与低度生态敏感区面积不足 30%,地形起伏大,植被覆盖度低、土地侵蚀严重是其主要障碍因子。所以应当在不破坏生态环境的基础上发展生态经济。引进生态种植技术,发展无污染、无公害的生态农业;实现农产品深加工,延长产业链,形成节能低耗的生态化工业体系。

(3) 低一高耦合型。位于第二象限,属于生态环境较好与城市发展质量低的组合类型。但以海晏县、共和县、贵南县、大通县、湟中县、乐都区与陇西县 7 个县(区)的生态环境较好,如轻度与低度生态敏感区占县(区)面积的比例基本处于 40%~90%,未来应充分利用生态环境优势,加大特色产业发展,提高城市发展质量;而互助、安定、临夏、贵德虽然划入第三象限,但其生态环境基本属于临界位置,中度与高度敏感性区占县(区)面积 60%以上,加强生态建设亦刻不容缓。

(4) 低一低耦合型。位于第三象限,属于生态环境条件差与城市发展质量低的组合类型。这些县(区)的三生空间矛盾冲突严峻,城市高质量发展的制约因素较多,未来既要贯彻生态安全战略,土地整治、退耕还林还草、水土保持、小流域治理等生态环境建设,又要积极发展特色产业,选择合适发展路径以实现高质量发展目标。

4 讨论与结论

4.1 讨论

(1) 兰西城市群高质量发展研究。城市高质量发展是当前生态文明、新型城镇化、美丽中国等一系列国家顶层战略下的新的发展目标与发展任务,也是

当前国内学术界关注的新热点,但科学系统的城市高质量发展研究十分薄弱。通过本研究结果可看出,兰西城市群高质量发展的空间格局呈现明显的双核结构特征与中心外围结构特征,该结果与兰西城市群的经济集聚^[33]、城镇化水平^[34]、要素的空间集聚与扩散^[35]、区域空间结构^[36]等相关研究的结论具有较好的一致性。反映了基于生态城市理念的城市社会发展质量、经济发展质量与环境发展质量3个子系统、9大要素层与19个具体指标所构建的评价体系能够较好表征城市高质量发展,而3个子系统的不同发展程度也较准确地刻画了不同县(区)高质量发展的类型特点,即综合发展型、社会保障型、经济发展型、环境友好型与发展滞后型。

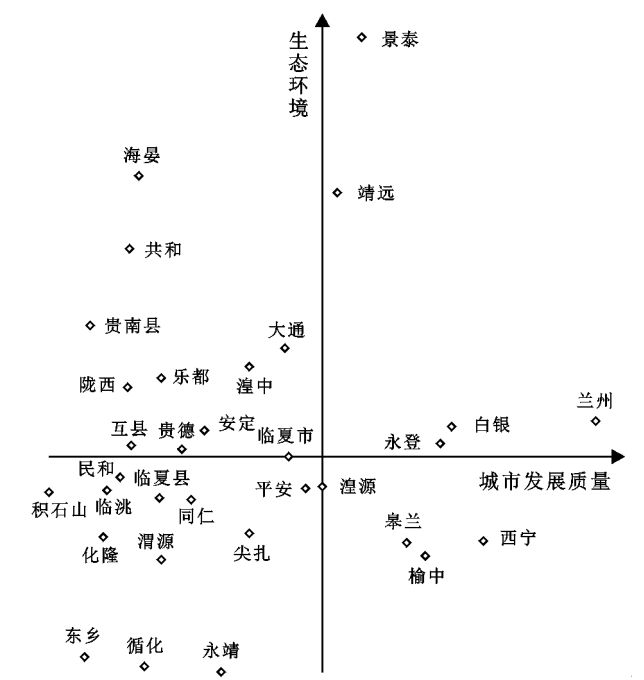


图6 兰西城市群耦合协调度分类

(2) 兰西城市群生态环境敏感性研究。科学评价城市群的生态环境状况是实施各类城市群高质量发展对策的前提,特别是从水、土、气、生等自然要素的属性入手,分析人地关系过程中的自然要素作用力,是当前人地关系研究的基点^[37]。通过本研究结果可看出,兰西城市群区域生态敏感性呈现局部集中连片与整体性分散破碎的特征,准确反映了兰西城市群所处各类生态敏感性交错混合的地域背景^[32,38],水、土、气、生等自然要素的消极制约作用突出。因此,国务院批复的《兰州—西宁城市群发展规划》提出了要把兰西城市群培育成支撑国土安全和生态安全、维护西北地区繁荣稳定的重要城市群的发展目标,这既是全面贯彻生态文明战略与新型城镇化战略的体现,又是科学认识兰西城市群特殊自然地理环境背景的重要体现。

(3) 兰西城市群城市发展与生态环境耦合协调研究。人地关系的协调是可持续发展战略的核心,城镇化与生态环境的关系研究也一直是国内外学术界关注的热点^[4,34],特别是对于生态环境较为脆弱的西北地区。通过本研究结果可看出,兰西城市群大部分区域的城市发展与生态环境并没有得到较好的协调发展^[32,38],而本研究较好识别了兰西城市群内不同城市的发展质量差异与其区域生态敏感性的耦合协调程度及其障碍因子,为推进兰西城市群生态城市的高质量发展提供了针对性发展策略。

4.2 结论

(1) 兰西城市群城市发展质量等级的空间分布呈现明显的双核结构特征与中心外围结构特征,形成了综合发展型、社会保障型、经济发展型、环境友好型与发展滞后型5类主导类型,各类县(区)的发展状况距离生态城市发展要求各有不同的差距。

(2) 兰西城市群区域生态敏感性呈现集中单一与分散破碎两类空间分布特征,不仅轻度敏感、低度敏感、中度敏感、高度敏感与重度敏感区域的规模差异明显,而且同一等级的敏感性规模在不同县(区)间亦显著不同,仅有少数几个县(区)的轻度敏感性区域占县(区)总面积超过一半,而其余县(区)的轻度敏感性区域占比更少,远不能满足生态城市建设的需要。

(3) 兰西城市群不同等级类型的耦合协调度的分布规模差异显著,空间上呈现东西部高而中南部破碎的分布特征,与生态敏感性空间分布具有较明显的一致性,其耦合协调度的障碍因子以不同县(区)的高一高、高一低、低一高与低一低耦合类型而有所不同。

(4) 兰西城市群城市发展质量差异明显,生态环境亦复杂多变,在城市发展与生态环境耦合协调方面也有较大发展空间。因此,对于城市发展质量较好的县(区),应当创建更健康的消费模式,提高优势资源利用;对于生态环境较差的县(区),应实现经济生态化发展,并且各地政府应根据各县的实际情况制定具体实施要求,为各方面的生态产业发展提供具体制度要求;部分县(区)虽然生态环境较好,但城市发展质量偏低,所以应当因地制宜地利用有利的生态环境资源,加快经济建设、完善社会保障体系,在经济方面可以发展中小企业,促进民营企业发展;对于城市发展与生态环境都较差的县(区),首先应当完善城市基础设施建设,实现生态环境治理与修复。

参考文献:

[1] 吴健生,毛家颖,林倩,等.基于生境质量的城市增长边

- 界研究:以长三角地区为例[J].地理科学,2017,37(1):28-36.
- [2] 张军扩,侯永志,刘培林,等.高质量发展的目标要求和战略路径[J].管理世界,2019,35(7):1-7.
- [3] 张文忠,许婧雪,马仁锋,等.中国城市高质量发展内涵、现状及发展导向:基于居民调查视角[J].城市规划,2019,43(11):13-19.
- [4] 方创琳.中国新型城镇化高质量发展的规律性与重点方向[J].地理研究,2019,38(1):13-22.
- [5] 姚罗昕.新时代下的生态城市建设研究:进展、困境及对策[J].中外建筑,2020,16(3):48-50.
- [6] 黄肇义,杨东援.国内外生态城市理论研究综述[J].城市规划,2001,25(1):59-67.
- [7] 张振刚,张小娟.生态城市的系统框架构建研究:以广州市为例[J].科技管理研究,2015,35(21):245-249.
- [8] Register R. Ecocity Berkeley: Building Cities for A Healthy Future [M]. Berkeley, USA: North Atlantic Books,1987.
- [9] Roseland M. Dimension of the Future: An Eco-City Overview[M]. Vancouver: New Society Publishers,1997.
- [10] 理查德·瑞吉斯特.生态城市[M].王如松,胡聘,译.北京:社会科学文献出版社,2002.
- [11] Yanitsky O. Urbanization in the USSR: theory, tendencies and policy[J].International Journal of Urban and Regional Research,1986,10(2):265-287.
- [12] 薛梅,董锁成,李宇.国内外生态城市建设模式比较研究[J].城市问题,2009,28(4):71-75.
- [13] 吴琼,王如松,李宏卿,等.生态城市指标体系与评价方法[J].生态学报,2005,25(8):2090-2095.
- [14] 马世骏,王如松.社会—经济—自然复合生态系统[J].生态学报,1984,4(1):1-9.
- [15] 王如松,欧阳志云.天城合一:山水城市建设的人类生态学原理[J].现代城市研究,1996,11(1):13-17.
- [16] 宋冬梅,肖笃宁,申元村.我国沿海地区生态城市建设评价[J].地理科学进展,2004,23(4):80-86.
- [17] 姚士谋,陈爽,房国坤.现代生态城市建设与空间布局的若干思路:以科隆与南京城市比较为例[J].规划师,2004,20(1):79-81.
- [18] 米凯,彭羽.国外生态城市指标体系及其应用现状分析[J].中国人口·资源与环境,2014,24(S3):129-134.
- [19] 蒋艳灵,刘春腊,周长青,等.中国生态城市理论研究现状与实践问题思考[J].地理研究,2015,34(12):2222-2237.
- [20] 王发曾.我国生态城市建设的时代意义、科学理念和准则[J].地理科学进展,2006,25(2):17-25.
- [21] 王宝钧,宋翠娥,傅桦.城市生态空间与城市生态腹地研究[J].河北师范大学学报,2009,33(6):825-830.
- [22] 徐丽婷,姚士谋,陈爽,等.高质量发展下的生态城市评价:以长江三角洲城市群为例[J].地理科学,2019,39(8):1228-1237.
- [23] Wang Y, Ding Q, Zhuang D. An eco-city evaluation method based on spatial analysis technology: A case study of Jiangsu Province, China[J]. Ecological Indicators, 2015,58:37-46.
- [24] 杜婕,韩佩杰.基于 ArcGIS 区统计的陇南市生态敏感性评价[J].测绘与空间地理信息,2018,41(7):99-102.
- [25] 徐辉,师诺,武玲玲,等.黄河流域高质量发展水平测度及其时空演变[J].资源科学,2020,42(1):115-126.
- [26] 王莹,王慧敏.基于熵权 TOPSIS 模型的城市建设用地供应绩效评价及障碍度诊断:以西安市为例[J].中国农业资源与区划,2018,39(5):110-119.
- [27] 赵卫东,章浩南,姜琼,等.室内人工降雨条件下黄土侵蚀坡面的变异特征研究[J].干旱区地理,2019,42(4):867-875.
- [28] 丁雨琛,冯长春,王利伟.山地区域土地生态红线划定方法与实证研究:以重庆市涪陵区义和镇为例[J].地理科学进展,2016,35(7):851-859.
- [29] 李秀霞,倪晋仁.土壤侵蚀及其影响因素空间相关性分析[J].地理科学进展,2009,28(2):161-166.
- [30] 姚昆,周兵,李小菊,等.基于 AHP-PCA 熵权模型的大渡河流域中上游地区生态环境脆弱性评价[J].水土保持研究,2019,26(5):265-271.
- [31] 高露雄,王汇.基于多目标决策与层次分析法的最佳路径模型[J].测绘与空间地理信息,2011,34(5):221-224.
- [32] 赵建吉,刘岩,朱亚坤,等.黄河流域新型城镇化与生态环境耦合的时空格局及影响因素[J].资源科学,2020,42(1):159-171.
- [33] 贾卓,陈兴鹏.中国西部兰州:西宁城市群县域经济集聚格局与空间溢出研究[J].兰州大学学报:社会科学版,2019,47(2):144-151.
- [34] 张韦萍,石培基,赵武生,等.西北区域城镇化与资源环境承载力协调发展的时空特征:以兰西城市群为例[J].生态学杂志,2020,39(7):2337-2347.
- [35] 张剑,雒占福.兰白西城市群空间集聚与扩散分析[J].现代城市研究,2015,30(3):104-109.
- [36] 程钦良,张亚凡,宋彦玲.兰西城市群空间结构演变及优化研究[J].地域研究与开发,2020,39(2):52-57.
- [37] 樊杰.“人地关系地域系统”是综合研究地理格局形成与演变规律的理论基石[J].地理学报,2018,73(4):597-607.
- [38] 张少兰.兰西地区快速城市化与资源环境的关联耦合分析[D].西安:西北大学,2016.