

doi: 10.13990/j.issn1001-3679.2021.05.015

江西省城市人居环境宜居性评价

陈昊旻 程朋根*

(东华理工大学测绘工程学院, 330013, 南昌)

摘要: 江西省已经进入快速城市化时期, 城市人居环境宜居性作为城市化进程的重要支撑因素, 已经成为许多民众日益关心的主题之一。运用熵权法建立 2010—2019 年江西省 11 个地级市的城市人居环境宜居性评价指标体系并进行分析与评价, 使用地理探测器方法探究其影响因素。结果表明, 江西省城市人居环境宜居性阶段性特征显著, 整体呈上升趋势, 空间差异显著, 具有较强的“东北—中—西南”方向性特征, 其发展受到人口、居住、环境、公共服务、经济五大系统共同影响, 且各系统影响强弱存在差异。

关键词: 城市人居环境宜居性; 时空分异; 地理探测器; 熵值法

中图分类号: K901

文献标识码: A

文章编号: 1001-3679(2021)05-851-07

Evaluation of Livability of Urban Human Settlement Environment in Jiangxi Province

CHEN Haomin, CHENG Penggen*

(Faculty of Geomatics, East China University of Technology, 330013, Nanchang, PRC)

Abstract: Jiangxi province has entered a period of rapid urbanization, the livability of urban human settlements as an important supporting factor in the process of urbanization, has become one of the topics that many people are increasingly concerned about. In this paper, the evaluation index system of Livability of urban human settlements in 11 cities of Jiangxi province from 2010 to 2019 is established by using entropy weight method, and analyzed and evaluated. The results show that the livability of urban human settlements in Jiangxi province is characterized by distinct stages, overall upward trend, significant spatial differences, and strong “Northeast—middle—southwest” directional characteristics, its development is influenced by the five systems of population, residence, environment, public service and economy, and the influence of each system is different.

Key words: urban human settlements livability; time and spatial distribution; geographic detector; entropy method

0 引言

2019 年底, 江西省城镇常住人口数量已达 2 679.3 万, 占总人口数的 54.7%。2014—2019

年, 江西省的城镇化率从 50.2% 增长至 54.7%, 年均增长 1.44%, 超过同时间段全国 1.17% 的平均水平, 标志着江西已经进入快速城市化时期。城市人居环境宜居性作为城市化进程的重要

收稿日期: 2021-06-02; 修订日期: 2021-10-11

作者简介: 陈昊旻(1997—), 男, 硕士研究生, 研究方向: 地理信息。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41861052, 41861062)。

* 通信作者: 程朋根(1964—), 男, 博士, 教授, 从事三维地理信息系统理论与应用、遥感环境监测理论与应用方面研究。E-mail: pgcheng1964@163.com。

支撑因素,已经成为许多民众日益关心的主题之一,对提高城镇化发展质量和引进人才起到关键作用。

国外学者将城市宜居性的研究对象分为主观和客观研究。主观研究的对象主要是城市人居环境的主题——居民的自身感受^[1],博纳尤托(Bonaiuto)等人通过问卷调查研究探索了居民生活质量的影响因素^[2]。客观研究则以客观主体为主,即运用科学方法评价分析人居环境的客观主体,包括碳排放^[3]、绿色空间^[4]等对人居环境的影响。单一研究对象的人居环境宜居性评价有局限性,众多学者结合主观评价与客观评价,大牟田(Omuta)对城市人居环境的主观对象与客观对象进行了宜居性评价^[5];哈维(Harvey)等把街区的物理特性和城市住民满意度作为研究主体,评价了街区的宜居性^[6]。

国内学者主要通过 3 个方面研究城市宜居性:1) 理论研究。主要包括内涵研究^[7]、理论基础研究^[8]、判别标准研究^[9]等;2) 具体城市宜居性研究。研究尺度包含全国^[10]、省域^[11]、市域^[12-13]和街道尺度^[14]等。数据来源和研究方法上包括面板数据^[15]、安全城市评估模型^[16]、问卷调查和 ArcGIS 空间分析方法^[17]以及人工社会模型^[18]等;3) 城市宜居性的拓展研究。包括城市宜居性与房地产开发的耦合^[19]、基于宜居性的城市空间布局研究^[20]以及城市宜居性与交通之间的关联^[21]等。

综上所述,国内外学者对城市人居环境宜居性研究全面,具有较强学术意义,但城市人居环境宜居性和其影响因素在不同时空、不同背景下存在差异。因此,本文以相关研究成果为基础,将 2010—2019 年江西省 11 个地级市的宜居性指标作为样本,运用熵权法和地理探测器,对江西省城市人居环境宜居性的时空分异、系统分异及其影响因素进行研究分析,以期对江西省宜居城市建设提供一定参考。

1 研究方法与数据来源

1.1 数据来源

数据来源于 2010—2019 年《江西省统计年鉴》《中国城市统计年鉴》以及各市统计年鉴中的在岗职工平均工资、人口密度、用水普及率等共计 16 个指标的原始统计数据,并根据研究需要进行计算处理。

1.2 研究方法

1.2.1 熵权法 熵值赋权法基于“差异驱动”原理,是根据各项指标指标值的变异程度来确定指标权数,这是一种客观赋权法,既能避免人为因素带来的偏差,又能克服复杂的巨系统的指标属性的重复性。因此,本文选择运用熵权法对城市人居环境宜居性进行评价。

1) 数据标准化。利用无量纲化对各项指标原始数据进行标准化。公式如下:

正向指标处理公式:

$$X_i = \frac{(x_i - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} \quad (1)$$

负向指标处理公式:

$$X_j = \frac{(x_{\max} - x_j)}{(x_{\max} - x_{\min})} \quad (2)$$

其中: x_i 和 x_j 分别为指标的原始数据, X_i 和 X_j 分别为对应指标原始数据标准化的结果。

2) 计算各指标的权重:

$$p_{ij} = X_{ij} \sum_{i=1}^m x_{ij} \quad (3)$$

3) 计算各指标的熵值:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m (p_{ij} \ln p_{ij}) \quad k = \frac{1}{\ln m} \quad e_j \in [0, 1] \quad (4)$$

4) 计算差异性系数:

$$g_j = 1 - e_j \quad (5)$$

5) 计算第 j 项指标的权重:

$$w_j = g_j / \sum_{j=1}^m g_j \quad (6)$$

6) 计算人居环境宜居度:

$$R = \sum_{j=1}^n w_j \times X_{ij} \quad (7)$$

1.2.2 地理探测器 地理探测器是王劲峰提出的一种探测空间分异性,以及揭示其背后驱动因子的新的统计学方法,此方法无线性假设,具有优雅的形式和明确的物理含义,其应用已较为成熟^[22]。主要被应用于土地土地利用功能的影响因素研究^[23]、多维地域的分异机制研究^[24]、滑坡稳定性影响因素的判别^[25]以及新兴产业空间格局的影响因素探究^[26]等领域。

地理探测器分为 4 种探测模式:1) 因子探测,用于探测某自变量多大程度上解释了因变量的空间分异;2) 交互作用探测,用于识别不同风险因子之间的交互作用;3) 风险区探测,用于判断 2 个区域间的属性均值是否有显著的差别;4) 生态检测,用于比较 2 个自变量对某一属性的

空间分布的影响是否有显著的差异^[22]。

本文需要分析城市人居环境宜居性的影响因素, 故选择其中的因子探测方法对宜居度影响因素进行识别, 公式如下:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} = 1 - \frac{SSW}{SST} \quad (8)$$

$$SSW = \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2, SST = N \sigma^2 \quad (9)$$

式中: q 为空间分异; N 为样本数; σ_h^2 为指标方差; h 为分区。 q 的值越大, 表示分异越强烈, 自变量对该分异的影响越强; q 的值越小, 表示分自变量对该分异的影响越弱^[22]。

2 城市人居环境宜居性评价指标体系构建

2.1 指标构建原则

2.1.1 全面性原则 城市作为一个巨系统, 其内部构成因子及各因子间相互作用的方式非常复杂, 因此选择指标时应全面考虑, 包括人口、环境、经济、城市建设等多个方面。

2.1.2 可操作原则 在构建城市人居环境宜居性评价指标体系时, 要在尽可能容易获取的前提下, 选择可靠性强、易计算的, 能反映研究区实际情况的指标^[27]。

2.2 指标选择

参考《宜居城市科学评价指标体系研究》以及国内外研究中对宜居城市评价指标的选择和评价状况, 本文构建人口、居住、环境、公共服务和经济五大指标系统, 并以此为基础选择了 16 个二级

指标, 如表 1 所示, 作为江西省城市人居环境宜居性评价指标体系。

表 1 评价指标体系

一级指标	二级指标	指标属性
人口	在岗职工平均工资/元	+
	人口密度/人·km ⁻²	-
	用水普及率/%	+
居住	燃气普及率/%	+
	人均城市道路面积/人·km ⁻²	+
	排水管道密度/km ² ·km ⁻²	+
	重大灾害性天气(暴雨、大风、冰雹、大雾、大雪、雷暴)/站次	-
	人均公园绿地面积/人·m ⁻²	+
环境	建成区绿化覆盖率/%	+
	污水处理率/%	+
	每万人拥有公交运营车辆/标台	+
	每万人拥有医院、卫生院床位数/张	+
公共服务	每万人拥有城镇社区服务设施/个	+
	每万人拥有公共图书馆藏书量/万册	+
经济	人均生产总值/元	+
	人均地方财政一般收入/元	+

3 城市人居环境宜居性分析

运用熵权法计算 2010—2019 年江西省 11 个地级市的城市人居环境宜居度得分(表 2), 分析其时空分异、系统分异和影响因素。

表 2 江西省城市人居环境宜居度得分

城市	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
南昌	0.568	0.588	0.583	0.531	0.497	0.518	0.501	0.583	0.619	0.711
景德镇	0.564	0.494	0.436	0.463	0.479	0.460	0.498	0.431	0.439	0.452
萍乡	0.425	0.414	0.361	0.427	0.344	0.379	0.336	0.377	0.458	0.449
九江	0.460	0.422	0.433	0.441	0.449	0.497	0.474	0.418	0.416	0.492
新余	0.741	0.647	0.778	0.734	0.768	0.763	0.697	0.672	0.691	0.633
鹰潭	0.396	0.423	0.396	0.473	0.483	0.631	0.621	0.712	0.608	0.454
赣州	0.146	0.181	0.137	0.153	0.169	0.151	0.212	0.307	0.306	0.256
吉安	0.250	0.267	0.283	0.363	0.377	0.371	0.343	0.303	0.233	0.302
宜春	0.243	0.219	0.221	0.215	0.232	0.256	0.264	0.286	0.313	0.319
抚州	0.289	0.316	0.294	0.359	0.375	0.357	0.317	0.379	0.353	0.308
上饶	0.241	0.250	0.236	0.268	0.261	0.248	0.244	0.186	0.208	0.180

3.1 时间变化

3.1.1 整体变化特征 研究时段内,江西省城市宜居度得分虽然存在波动,但总体为上升趋势(图1),宜居度得分平均值从0.393(2010年)提高到了0.414(2019年),在2017年、2012年分别出现峰值0.423和谷值0.378。

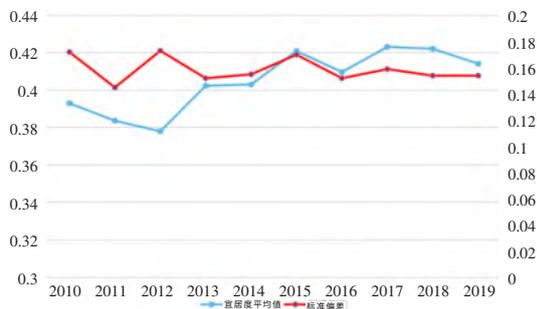


图1 江西省城市人居环境宜居度得分

阶段性差异特征:根据图1,把研究时段内江西省宜居度变化情况分为2个阶段,1)2010—2015年,人居环境宜居度在经过2a的缓慢下降后出现较大幅度的增长;2)2016—2019年,宜居度表现为波动平缓趋势。机制分析:第1阶段,江西省城市人居环境宜居度在经过2a的缓慢下降后,从2012年开始增长趋势明显,主要可从政策因素和经济发展2个方面分析。国家于2011年出台了“十二五”战略性发展规划,在之后的几年初见成效;此外,江西省积极响应国家政策,加大新兴产业的发展力度,使得宜居性得到提高。第2阶段,由于经过几年的发展,宜居性五大系统整体已经达到了一个较为稳定的水平,所以江西省城市宜居性整体趋于平缓。

离散特征:江西省城市人居环境宜居度在2010年差异最大,而后呈波动下降趋势,表明区域差异在慢慢减小。宜居度离散特征受城市经济基础影响较大,南昌市和新余市的经济系统得分分别为第1和第2,经济基础好于赣州、上饶、吉安等城市,其之间的宜居度也存在明显差异。

3.1.2 市域人居环境宜居度变化特征 图2为研究时段内江西省11个地级市宜居度得分最大值与最小值的差值。变化最小的是九江,为0.0805;变化最大的是鹰潭,最大值为0.3169。宜居度差值越小,说明在研究时段内该城市宜居度变化越小,同时也说明该城市宜居性的发展具有的稳定性越强。鹰潭宜居度得分差值大的原因是2017年得分最高而2010年仅仅在平均水平左

右。九江由于经济基础一般,城市发展也较为稳定,因此,九江市城市宜居性提升较为缓慢,其宜居度差值也为全省最小。

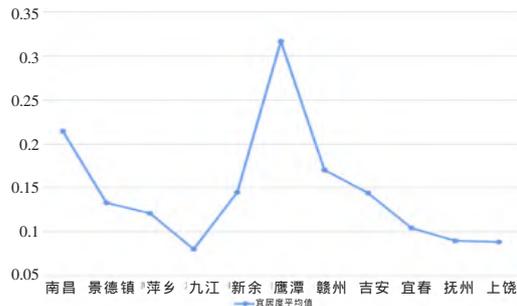


图2 江西省11市人居环境宜居度差值

3.2 空间分布

以江西省11个地级市人居环境宜居度得分为基础,运用ArcGIS软件中的自然断点法将各市的宜居度水平按宜居度得分从高到低依次划分为优、良、中、差4个等级,结果如图3所示,整体与江西省各城市实际宜居情况大致相符。

区域特征:根据以上结果,把达到“优”等级6次及超过6次的城市归为优质宜居区,达到“良”等级或“中”等级6次及超过6次的城市归为中等宜居区,达到“差”等级5次及超过5次的城市归为非宜居区。划分结果如下:优质宜居区包括南昌和新余;中等宜居区包括鹰潭、九江、景德镇、萍乡、抚州和吉安;非宜居区包括赣州、上饶和宜春。从整体看,实验结果与江西省各城市江西省城市宜居性表现出明显的中心较高,东北和西南两侧较低的方向性特征,与省内各城市经济发展状况的分布情况大致吻合。

3.3 系统分异

研究时段内,江西省人居环境宜居性五大系统得分变化差异性显著(图4)。如图4所示,人口系统和经济系统的系统得分明显大幅低于居住系统、环境系统和公共服务。其中,经济系统和公共服务系统得分波动较小,发展较为平稳;居住系统和环境系统得分波动最大,发展十分不稳定。

研究表明,江西省人口系统得分最低,且呈平缓趋势,整体得分无明显上升。尽管随着医疗水平的提高,江西省人均寿命得以增加,但是经济状况不佳造成的人才流失严重的问题使得该地区人口系统得不到充分发展。

经济系统得分不高,但由于国家“十二五”战略的出台,江西省的人均生产总值有所提升,经济

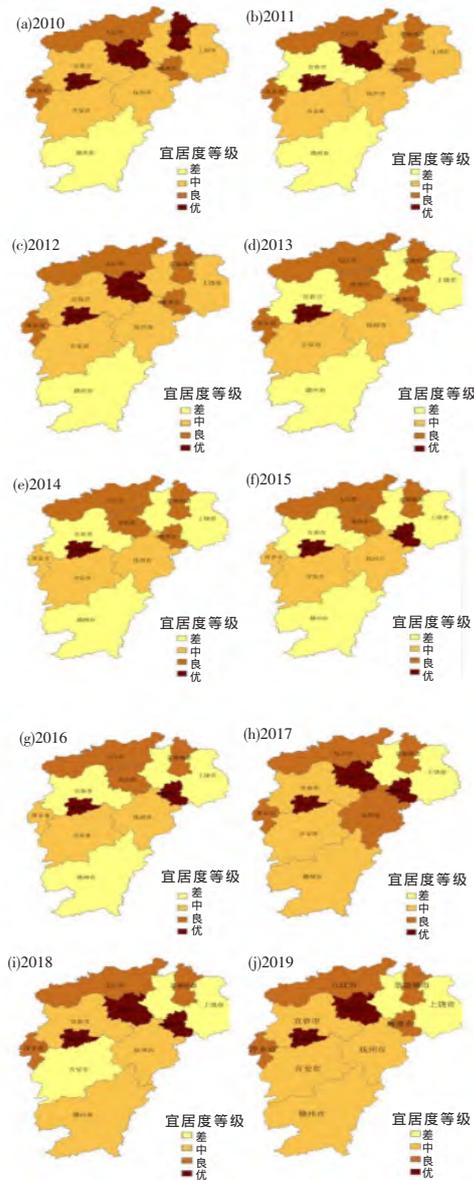


图 3 江西省人居环境宜居性空间分布

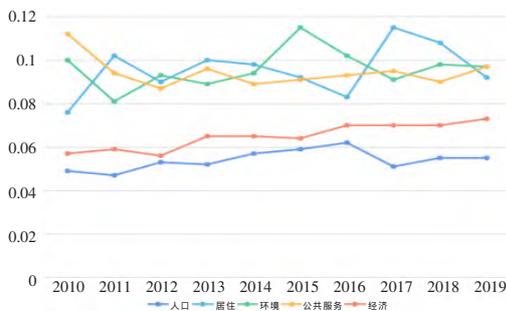


图 4 江西省人居环境宜居性五大系统得分变化结构也得到了较大调整及优化 因此 江西省经济系统得分有显著提升且呈现出继续上升趋势。由此可得 经济发展状况在一定程度上可以影响城

市宜居性。

居住系统与环境系统得分变化波动较为明显,且二者之间存在比较显著的负相关关系。居住系统中的人均城市道路面积和排水管道密度指标代表城市市政设施的建设,而随着城镇建设的进行,居住系统得分上升,环境系统得分则下降。由此表明,要在发展中做到兼顾城镇建设和环境,才能使人环境宜居性稳定提高。

公共服务系统:研究时段内,整体变化较为平稳。随着各城市公共基础设施结构的不断优化,公共服务系统的发展也逐渐趋于稳定。且由于2013年文化强国战略的出台,江西省文化建设工作水平得到了提升,例如图书馆藏书量等文化设施的增加,也一定程度上促进公共服务系统的稳定发展。

3.4 影响因素

城市人居环境有着极其复杂的结构和属性,所以宜居度存在空间分异。为了消除相邻年份宜居度差异小造成的不确定性,采取相等间隔法以2010年、2012年、2014年、2016年和2018年的数据为样本,运用地理探测器的因子探测进行影响因素分析。将2010年、2012年、2014年、2016年、2018年江西省11市宜居度各个系统的得分通过ArcGIS中的自然断点法进行离散化,然后利用地理探测器进行因子探测,结果如表3所示。

通过分析发现,在五大系统中,对江西省城市人居环境宜居度影响最大的是公共服务系统,其次则是经济系统。公共基础设施作为公共服务系统的主要因子,其完善程度对城市宜居度的影响最大。在指标层中,各城市间每万人拥有医院和卫生院床位数、每万人拥有城镇社区服务设施数等指标差异较为显著。南昌作为省会,公共基础设施状况与赣州、上饶等城市存在较大差异,而其公共服务系统间空间差异显著。由此可表明,城市公共基础设施越完善,则其城市宜居度越高;反之,公共基础设施越匮乏,则该城市的宜居度越低,二者之间存在正相关关系。

经济系统中,人均生产总值、人均地方财政一般收入指标在市域层面有较大的空间差异。这表明城市社会经济发展良好与否,极大程度上影响了该城市宜居度的高低。经济发展情况越良好,则该城市所能拥有的社会资源越多,而经济发展情况越差的城市所占有的社会资源越来越少,其宜居性也得不到提升,这种非均衡状态对城市宜

表3 江西省城市人居环境宜居影响因素识别

年份	人口系统	经济系统	环境系统	公共服务系统	居住系统
2010	0.58	0.61	0.68	0.85	0.37
2012	0.28	0.75	0.48	0.56	0.36
2014	0.72	0.65	0.52	0.83	0.63
2016	0.41	0.85	0.36	0.85	0.44
2018	0.48	0.84	0.52	0.78	0.44

居度的空间分异产生了极大的影响。

人口系统、环境系统和居住系统对城市宜居度空间分异的影响相对另外2个系统较小。通过深入分析可得,江西11个地级市的人口系统宜居度得分整体偏低,且在市域层面上相对均衡,不存在明显的空间差异。近年来,由于新型绿色经济发展机制的提出,各市都更加重视环境保护;经济状况良好的城市加大在环保事业的投入,而相对经济状况不佳的城市由于经济发展不力,对当地环境造成的负面影响较小,导致市域之间环境系统得分差异较小。因此,环境系统对宜居度的空间差异影响不大。居住系统中,燃气普及率和用水普及率指标在市域间差异较小,因此居住系统对宜居度的空间差异影响也不显著。

4 结论与讨论

本文使用熵权法建立2010—2019年江西11个地级城市的人居环境宜居性评价指标体系并对其进行分析,使用地理探测器方法探究其影响因素,所得出的结论如下。

1) 时间变化: 省域层面上,宜居度存在阶段性特征,第1阶段为2010—2015年,总体波动较大;第2阶段为2015—2019年,宜居度变化较为平缓,且整体呈上升趋势;市域层面上,各市的城市宜居度差值的空间差异较为显著,此结果与各城市之间的经济发展状况差异相关。

2) 空间分布: 江西省城市宜居性的空间差异显著,11个城市被划分为南昌和新余2个优质宜居区、包括鹰潭和九江在内的6个中等宜居区以及以赣州为代表的3个非宜居区。江西省城市宜居性表现出明显的中心较高,东北和西南两侧较低的方向性特征,与省内各城市经济状况优劣的分布情况大致相符。

3) 系统分异: 研究时段内,江西省城市宜居

性五大系统得分变化差异较大。经济系统和公共服务系统波动较小,居住系统和环境系统波动最大;经济系统和人口系统得分较低,公共服务系统、居住和环境系统得分较高。

4) 影响因素: 江西省城市人居环境宜居性五大系统中,公共服务系统对城市宜居度影响最大,其次为经济系统。公共基础设施作为公共服务系统中的主要因子,其完善程度与宜居性之间存在着高度的正相关关系;经济系统中,社会经济发展状况对宜居度影响十分显著。其余3个系统对城市宜居度得分的空间分异影响较小。

本文运用熵权法构建了2010—2019年的江西省城市人居环境宜居性指标体系并计算了其宜居度得分,并使用地理探测器方法分析了其影响因素,对江西省的宜居城市建设具有一定的理论参考价值。本文还存在许多不足,所选指标均为客观指标,未将城市居民的个人感受等主观指标选入指标体系,在未来的研究中,还需要进一步丰富和细化指标体系。

参考文献:

- [1] 田山川. 宜居城市研究进展[J]. 地球科学进展, 2008, 23(3): 323-326.
- [2] BONAIUTO M, FORNARA F, ARICCIO S, et al. Perceived residential environment quality indicators (PREQIs) relevance for UN-HABITAT city prosperity index (CPI) [J]. Habitat International, 2015, 45: 53-63.
- [3] BAI OCEHI G, CREUTZIG F, MINX J, et al. A spatial typology of human settlements and their CO₂ emission in England [J]. Global Environmental Change, 2015, 34: 13-21.
- [4] KEMPERMAN A, TIMMERMANS H. Green spaces in the direct living environment and social contacts of the aging population [J]. Landscape & Urban Planning, 2014, 129(3): 44-54.
- [5] OMUTA G. The quality of urban life and livability: a case study of neighbourhoods in Benin city [J]. Nigeria Social Indicator Research, 1988, 20(4): 417-440.
- [6] HARVEY C, AULTMAN-HALL L. Measuring urban streetscapes for livability: a review of approaches [J]. The Professional Geographer, 2016, 68(1): 149-158.
- [7] 张文忠, 谌丽, 杨翌朝. 人居环境演变研究进展[J]. 地理科学进展, 2013, 32(5): 710-721.
- [8] 张文忠. 中国宜居城市建设的理论研究及实践思考

- [J]. 国际城市规划 2016 31(5): 1-6.
- [9] 田深圳, 李雪铭, 杨俊, 等. 人居环境: 检验城市化质量的重要标准[J]. 西部人居环境学刊, 2016, 31(4): 84-89.
- [10] 李雪铭, 晋培育. 中国城市人居环境质量特征与时空差异分析[J]. 地理科学 2012 32(5): 521-529.
- [11] 顾蕴韬. 基于因子分析的城市宜居度评价研究[D]. 郑州: 郑州大学 2019.
- [12] 王淼, 李雪铭. 城市人居环境适宜度评价——以大连市内四区为例[J]. 西部人居环境学刊, 2018, 33(4): 48-53.
- [13] 敬宏愿. 城市规划中宜居空间品质分析及对策研究——以深圳宝安区为例[J]. 中国建设信息化, 2020(16): 70-72.
- [14] 孙辉宇. 宜居视角下居住型历史文化街区保护策略研究[D]. 苏州: 苏州科技大学 2019.
- [15] 贾占华, 谷国峰. 东北地区城市宜居性评价及影响因素分析——基于2007—2014年面板数据的实证研究[J]. 地理科学进展 2017 36(7): 832-842.
- [16] 杨思佳. 基于“风险-能力”的安全城市评估模型研究[D]. 北京: 北京化工大学 2020.
- [17] 信慧娟, 段文军. 基于层次分析法的青岛城市宜居性评价[J]. 山西师范大学学报(自然科学版) 2020(1): 119-124.
- [18] 秦世鹏. 城市安全宜居度变化的人工社会模型研究[D]. 太原: 太原科技大学 2020.
- [19] 张英佳, 李雪铭, 夏春光. 中国地级市房地产开发与人居环境耦合发展空间格局[J]. 地理科学进展, 2014, 33(2): 232-240.
- [20] 雷雨瑞. 宜居视角下的丹凤城市空间布局研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学 2019.
- [21] 黄晓燕, 甄峰, 曹小曙, 等. 基于多维目标的城市宜居交通概念、要素与框架[J]. 人文地理, 2015, 30(5): 77-83.
- [22] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报 2017, 72(1): 116-134.
- [23] 朱孟珏, 庄大昌, 张慧霞, 等. 广东省县乡村土地利用功能的时空分异及影响因素研究[J]. 中国土地科学 2021, 35(1): 79-87.
- [24] 郑殿元, 元琦, 黄晓军. 干旱风沙区农村多为贫困地域分异机制研究[J]. 地理科学 2021 41(1): 149-156.
- [25] 支泽民, 陈琼, 张强, 等. 地理探测器在判别滑坡稳定性影响因素中的应用——以西藏江达县为例[J]. 中国地质灾害与防治学报 2021, 32(2): 19-26.
- [26] 郑谢彬. 战略性新兴产业产业创新空间格局及影响因素探究——以湖南省为例[J]. 湖南工业职业技术学院学报 2021 32(2): 19-26.
- [27] 吕亚平. 杭州市人居环境宜居性评价[D]. 杭州: 浙江大学 2012.

(上接第781页)

- [2] 张龙, Constantino Naroiso H Sanchez, 李文燕, 等. 高校科研评价指标体系研究[J]. 六盘水师范学院学报 2019 31(6): 40-44.
- [3] 刘杰. 高校科研团队考核评价机制研究[J]. 中国高校科技 2019(8): 33-36.
- [4] 黄文丽. 高校科研成果评价模式的创新[J]. 闽南师范大学学报(哲学社会科学版) 2019 33(2): 104-107, 115.
- [5] 刘小强, 蒋喜锋. 知识转型、“双一流”建设与高校科研评价改革——从近年来高校网络科研成果认定说起[J]. 中国高教研究 2019(6): 59-64.
- [6] REF. REF2021: Reasearch Excellent Framework [EB/OL]. 2019; Available from: <https://www.ref.ac.uk/>.
- [7] 武汉大学. 中国科学评价研究中心 [EB/OL]. 2017, Available from: <http://rccse.whu.edu.cn/>.
- [8] 白璐. 高校科研评价指标体系构建研究——以某医学院校为例[D]. 广州: 南方医科大学 2019.
- [9] 王召瑞. H 高校教师绩效评价指标体系研究[D]. 保定: 河北农业大学 2019.
- [10] 陈承, 刘在洲, 徐红. 高校科研质量评价指标体系研究[J]. 科技管理研究 2015(8): 57-61.
- [11] 余绪缨, 谢灵. 管理会计[M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社 2004.
- [12] 胡玉明. 平衡计分卡[M]. 北京: 中国财经出版社, 2003.
- [13] 杨德毅. 平衡计分卡在我国科研机构绩效管理中的应用研究[D]. 青岛: 中国海洋大学 2008.
- [14] 常斌. 基于平衡计分卡的我国高校科研经费绩效评价研究[D]. 天津: 天津大学 2018.
- [15] 何军, 李晓庆, 倪颖. 加权 TOPSIS 法在医院综合医疗质量评价中的应用[J]. 西南国防医药 2011 21(6): 662-665.
- [16] 李舟洋. 基于改进 TOPSIS 法的智能电网经济效能评估研究[D]. 北京: 华北电力大学 2016.