

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2024.06.034.

张超正, 孙小宇, 侯娇, 等. 考虑生态组分贡献的居民福祉综合评价与时空演变[J]. 水土保持研究, 2024, 31(6): 375-383.

Zhang Chaozheng, Sun Xiaoyu, Hou Jiao, et al. Comprehensive Assessment and Spatiotemporal Change of Residents' Welfare Considering the Contribution of Ecological Composition[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2024, 31(6): 375-383.

考虑生态组分贡献的居民福祉综合评价与时空演变

张超正¹, 孙小宇², 侯娇³, 张寒¹, 邓陈宁⁴, 郑伟伟¹

(1.西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100; 2.华中农业大学 公共管理学院, 武汉 430070;

3.武汉轻工业大学 管理学院, 武汉 430048; 4.中国环境研究科学院 环境基准与风险评估重点实验室, 北京 100012)

摘要:[目的]构建符合区域特征并考虑生态组分贡献的居民福祉评价指标体系,可为量化生态环境与居民福祉的数量关系,揭示生态保护政策对居民福祉的作用效应提供参考,同时也为区域提升居民福祉和推进生态文明建设提供依据。[方法]选择长江中游地区作为研究对象和 2000—2018 年作为研究时段,引入年度组合赋权法和线性函数加权法测度了居民福祉得分,运用标准差衡量了居民福祉不均等程度。[结果](1) 长江中游地区居民综合福祉得分由 2000 年的 17.641 持续提升至 2018 年的 31.387,且空间格局由起初的普遍低逐渐演化成中间高四周低;就分项福祉而言,居民基本收入、基础物质、健康以及文化教育福祉得分同样持续提升,但居民安全和社会关系福祉得分有所下降,且居民福祉不同维度的不同水平分区在空间分布与演化上并不一致。(2) 长江中游地区居民综合福祉不均等程度由 2000 年的 2.429 小幅扩大至 2018 年的 4.709,但处于较低的水平;就分项福祉而言,居民基本收入、基础物质、健康、文化教育福祉不均等程度小幅扩大,居民安全、社会关系福祉不均等程度小幅改善,但均处于较低的水平。[结论]长江中游地区未来应按照“对标全国水平、符合区域实际、分项逐步提标”的思路,切实提升居民综合福祉水平和缩小居民综合福祉不均等程度。

关键词:生态组分; 居民福祉; 时空演变; 长江中游地区

中图分类号:X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2024)06-0375-09

Comprehensive Assessment and Spatiotemporal Change of Residents' Welfare Considering the Contribution of Ecological Composition

Zhang Chaozheng¹, Sun Xiaoyu², Hou Jiao³, Zhang Han¹, Deng Chenning⁴, Zheng Weiwei¹

(1.College of Economics and Management, Northwest A&F University, Yangling,

Shaanxi 712100, China; 2.College of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070,

China; 3.School of Management, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430048, China; 4.Key Laboratory of

Environmental Benchmarking and Risk Assessment, Chinese Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)

Abstract:[Objective] The aims of this study are to construct an indicator system to evaluate residents' welfare by considering regional characteristics and taking into account the contribution of ecological components, to provide a reference for quantifying the quantitative relationship between ecological environment and residents' welfare, to reveal the effects of ecological protection policies on residents' welfare, and to provide a scientific basis for enhancing residents' welfare and promoting ecological civilization construction. [Methods] The middle reaches of the Yangtze River (MRYR) was taken as the research area and 2010—2018 as the research period. The annual combined weighting and linear weighted sum method were used to measure the score of residents' welfare, while standard deviation was used to evaluate the inequality of residents' welfare. [Results] (1) The score of residents' comprehensive welfare in the MRYSR had continued to increase from 17.641 in 2000 to

收稿日期:2023-12-06

修回日期:2023-12-29

资助项目:中央高校基本科研业务费专项资金(2452023038);陕西省自然科学基金(2024JC-YBQN-0265);国家重点研发计划(2023YFC3210000)

第一作者:张超正(1993—),男,湖南郴州人,博士,讲师,主要从事生态系统服务研究。E-mail:weirdozcz@163.com

通信作者:邓陈宁(1992—),男,陕西渭南人,博士,副研究员,主要从事环境科学研究。E-mail:dengcn@mail.bnu.edu.cn

<http://stbcyj.paperonce.org>

31.387 in 2018, and its spatial pattern had gradually evolved from a generally low level to a high level in the middle and a low level around the periphery. In terms of sub-welfare, the score of basic income, basic materials, health, cultural and educational welfare also continued to increase, but the score of safety and social relationship welfare decreased. There was a high heterogeneity in the spatial distribution of different levels of different dimensions of sub-welfare. (2) The inequality of residents' comprehensive welfare in the MRYR slightly widened from 2.429 in 2000 to 4.709 in 2018, but at a very low level. In terms of sub-welfare, the inequality of basic income, basic material, health, cultural and educational welfare had deteriorated, and the inequality of safety and social welfare had improved, but at a very low level. [Conclusions] The MRYR should follow the principle of 'benchmarking against the national level, adapting to regional realities, and gradually raising the standards by item', so as to effectively raise the level of residents' comprehensive welfare and reduce the inequality of residents' comprehensive welfare.

Keywords: ecological composition; residents' welfare; spatiotemporal changes; middle reaches of the Yangtze River

社会经济发展的终极目标是满足居民需要和提升居民福祉^[1]。居民福祉包括“基础物质、安全、健康、自由、选择、社会关系”等要素,其建立在从自然资本中获得的各种收益上^[2-3]。站在人与自然和谐共生的高度谋划发展,必须树立“绿水青山就是金山银山”的理念,保护赖以生存的生态环境基础,保障居民福祉实现。近年来,不同尺度、视角上生态环境整体的评估以及不同生态环境要素之间权衡与协同的研究方兴未艾^[4-6]。然而,如何定量评估居民福祉仍然是可持续性政策规划和评估的重点和难点。尽管评估居民福祉并不新鲜,但一方面鲜有将生态组分纳入居民福祉评估框架当中,而居民福祉评估过程中纳入生态组分是明晰生态系统环境与居民福祉之间内在综合关联的有效途径^[7]。例如,人类发展指数^[8]、世界发展指标^[9]、情感平衡量表^[10]、生活满意度量表^[11]、物质生活质量指数等^[12]并未考虑生态组分;而快乐星球指数^[13]、全球幸福指数^[14]、更好生活指数^[15]、真实进步指数^[16]、国民幸福总值等^[17]虽然考虑到了生态组分对居民福祉的贡献,但也并非为研究生态环境与居民福祉关系设计。仅有为数不多的研究尝试将生态组分纳入居民福祉评估框架中。例如,Smith等^[18]将居民福祉分为健康、安全、生活标准、休闲时间、生活满意度、社会凝聚力、与大自然的联系等9个维度,但部分维度之间存在重合;Summers等^[19]将居民福祉划分为生活需求、经济需求、环境需求和主观幸福方面,但未能将文化福祉和社会福祉全部概况;Yang等^[20]提出一套量化居民生态系统服务依赖度的指标体系,但更多体现供给服务对居民福祉的贡献,文化和调节服务的贡献未能充分体现。另一方面,在对居民福祉面板数据确权时,多是将面板数据按照年度取均值折算成截面数据来确权,或不区分

年份将所有面板数据汇总整合成截面数据来确权,这两种方法因忽略了数据动态波动特征易出现居民福祉综合得分偏误的问题^[7,17,21]。因此,构建符合区域实际且考虑生态组分贡献的居民福祉评价指标体系,合理确定评价指标权重和测度居民福祉得分,进而通过分析居民福祉水平的动态、空间分异与结构分解,总结经济发展、生态保护、福祉提升等方面制度和政策的制定和实施成效,成为推进区域生态文明建设和经济高质量发展的迫切需求。

在城镇化和工业化快速发展的背景下,长江中游地区依托中部崛起、长江经济带等国家战略,逐渐成为我国长江上中下游协调发展的链接区和东中西互动合作的传导区。与此同时,长江中游地区经济社会快速发展和人口密度不断增加对生态环境产生的胁迫作用日益凸显,导致区域生态环境破坏和居民福祉受损。因此,本文选择长江中游地区作为研究区域和2000—2018年作为研究时段,基于联合国千年生态系统评估报告提出的居民福祉构成要素,结合需求层次理论,尝试构建符合区域特征并考虑生态组分贡献的居民福祉评价指标体系;引入年度组合赋权法和线性函数加权法测度居民福祉得分并分析其时空特征,以为长江中游地区进一步提升居民福祉和推进生态文明建设提供科学依据和决策参考。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区域

长江中游地区地跨湖北、湖南和江西三省全域325个县域单元,总面积为56.46万km²。随着中部崛起、长江经济带、长江中游城市群等战略的相继实施、叠加发力,长江中游地区经济总量不断突破,居民福祉持续增进。人均GDP由2000年的667.17美元增长至2018

年的8 412.10 美元,常住人口城镇化率由2000年的32.64%提升至2018年的57.45%,产业结构由2000年的21.23:37.71:41.06调整为2018年的8.70:42.76:48.54,经济社会发展阶段由2000年的初级产品生产阶段Ⅱ期转型为2018年的工业化后期。然而,在全球气候变化和人类活动扰动的背景下,生态系统处于不稳定状态,极大影响居民福祉赖以发展的环境根基,长江中游地区面临巩固发展成果与生态环境保护双重压力。因此,适时开展考虑生态组分贡献的长江中游地区居民福祉综合评价与时空演化研究,是促进区域协调发展和服务国家发展战略的重要体现。

1.2 数据来源

选择2000—2018年作为研究时段,涉及相应时段的土地利用、行政边界、空气质量以及经济社会数据。(1)土地利用数据包括2000年、2010年、2018年3期土地利用数据,来源于中国科学院资源环境科学与数据中心(<http://www.resdc.cn/>),空间分辨率为30 m。(2)行政边界数据包括湖北、湖南和江西三省省级、市级和县级行政边界,来源于国家基础地理信息中心(<http://ngcc.sbsm.gov.cn>)。为便于开展研究,对各市市辖区以及难以获取完整数据资料的县域单元进行合并,最后共得到261个县域单元。(3)空气质量数据包括2000—2018年PM_{2.5}和PM₁₀年均浓度值,来源于中国高分辨率高质量近地表空气污染物数据集(<https://weijing-rs.github.io/product.html>),空间分辨率为1 km。(4)经济社会数据包括人口、产值、就业以及收入等数据,来源于3省统计年鉴,所有产值和收入类数据均以2000年为基期进行平减处理。

2 指标构建与研究方法

2.1 指标构建

联合国千年生态系统评估报告(Millennium Ecosystem Assessment, MA)创造性地提出生态系统服务对居民福祉贡献的概念框架,为将生态组分纳入居民福祉评估过程提供了系统化的思路和规范化的工具。MA将生态系统服务分为供给、调节、文化以及支持服务4大类,将居民福祉组成要素分为维持高质量生活所需的基本物质、健康、安全、良好的社会关系、自由和选择5个维度,并指出二者之间存在“一对多”和“多对多”的非线性关系^[22]。考虑到居民福祉具有多维性和层次性特征,本文基于MA的居民福祉构成要素和生态系统服务分类体系,结合需求层次理论,最终将居民福祉构成要素划分为收入与物质、安全与健康以及社会与文化福祉3个方面6个维

度(表1)。需说明的是:一是居民福祉可分为主观与客观两个维度,考虑到研究时间维度和数据可获得性,本研究仅采用客观维度指标,相对于主观维度指标,其更适用于一个国家或地区居民福祉的测度^[23]。二是生态因素对居民福祉的贡献是有限的,非生态因素如经济增长、技术进步对居民福祉的影响更大,只有同时考虑生态因素和非生态因素,才能构成完整的居民福祉评价指标体系^[24],这也是致使生态系统服务和居民福祉关系较为复杂的重要原因。

第一,基本收入福祉。收入水平及其稳定性不仅是居民提高其生活质量的关键决定因素,更重要的是体现了居民运用资源或选择利用资源机会的大小^[7]。农村居民生计方式更依赖于生态系统服务尤其是供给服务,其可支配收入更容易受到生态系统服务变化的影响;然而,城镇居民生计方式呈现非农化和多样化的趋势,其可支配收入逐渐与生态系统服务相剥离,因而其可支配收入不容易受到生态系统服务变化的影响^[25]。由于湖南和江西两省2000年并未公布各县域单元城镇居民人均可支配收入,因而本文仅选择农村居民人均可支配收入来衡量居民基本收入福祉。

第二,基础物质福祉。基础物质既包括粮油、蔬果、奶类、禽蛋等生态型基础物质,也包括住房、道路、机械、通讯等非生态型基础物质^[26-27]。在宏观尺度研究中,基础物质数据主要依赖各级统计资料中的相关数据。由于三省统计口径存在差异等原因,非生态型基础物质数据(如道路长度、农业机械总动力)难以完整获取,因而未能纳入基础物质评价体系。因此,本文主要选择人均粮食占有量、人均油料占有量、人均肉类占有量以及人均水产品占有量来衡量居民基础物质福祉。

第三,安全福祉。资源和生命是居民安全福祉的重要构成要素^[27]。耕地和林地面积在很大程度上构成居民资源安全的状态要素,具体而言,由于居民生计主要依赖于生态系统服务供给服务,而自然资源尤其是耕地作为供给服务的源泉^[21];同时,生态系统服务尤其是调节服务对居民安全作用不容忽视,水分涵养、水土保持、洪水调节等服务可减少局部积水和水土流失等风险,保障区域居民生态安全,而林地是调节服务的主要源泉^[7]。社会治安、交通安全、生活安全和生产安全构成生命安全的4个基本方面,但由于各自的代理变量如刑事犯罪率、交通事故死亡率、火灾事故死亡率以及工伤事故死亡率难以完整获取,因而未能将生命安全纳入居民福祉评价体系。因此,本文主要选择人均林地面积和人均耕地面积来衡量居民安全福祉。

第四,健康福祉。生态系统服务尤其是调节服务对居民健康具有重要作用,作物与非作物植被通过物理和化学作用可以吸收和降解大气、土壤和水体中的有害物质,如烟尘、粉尘、细菌、病毒等^[28]。大气颗粒物如 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 是大气环境中化学组成最复杂、危害最大的污染物,并已成为影响人体健康的主要危害因素,如损害呼吸系统、破坏免疫系统进而引发呼吸系统、心脑血管疾病及其他疾病^[28]。另一方面,医疗卫生服务能够有效保障居民生命安全和身体健康,病床数和卫生技术人员数既可体现地方政府对医疗卫生服务的重视程度,也能反映区域医疗卫生资源供给数量与质量^[29]。因此,本文主要选择 PM₁₀ 浓度、PM_{2.5} 浓度、人均病床数以及人均卫生技术人员数来衡量居民健康福祉。

第五,社会关系福祉。城乡居民之间收入差距、城乡居民内部收入差距是衡量居民社会关系福祉最常用的指标,且生态系统服务尤其是供给服务通过调节收入间接影响居民社会关系福祉^[24]。中国城镇居民内部的收入差距和城乡间的收入差距正在逐渐缩小,但农村居民内部的收入差距和地区间的收入差距却在不断扩大,并将加剧贫困环境恶性循环、损害社会和谐稳

定以及阻碍经济健康发展。由于湖南和江西两省并未公布 2000 年和 2010 年各县域单元城镇居民人均可支配收入,加之湖北、湖南和江西 3 省也并未公布各县域单元不同收入组别农村居民人均可支配收入。参考张丽君等^[30]的研究成果,本文通过构建市域内农村居民收入差距指数、省域内农村居民收入差距指数来衡量居民健康福祉,前者为某一县域单元农村居民人均可支配收入与所在市农村居民人均可支配收入的比值,后者为某一县域单元农村居民人均可支配收入与所在省农村居民人均可支配收入的比值。

第六,文化教育福祉。文化教育尤其是基础教育为居民自身发展提供了重要保障。文化教育程度越高的居民,在面对生态环境破坏或环境利用限制而遭受经济损失的过程中,可通过非农就业、转产经营等方式来降低福祉下降的风险^[28];同时,他们具有较强的竞争能力和适应能力,从而在各种逆境中得到生存和发展,并获得稳定和较高的收入^[20];此外,他们具有较高的社会交往和活动能力,也越有可能通过各种社会资源、社交网络等方式来获得各种帮助和支持^[25]。因此,本文主要选择普通小学师生比和普通中学师生比来衡量居民文化教育福祉。

表 1 长江中游地区居民福祉综合评价指标体系

Table 1 Synthetic evaluation index system of residents' welfare in the MRYS

目标层	准则层	要素层	指标层	属性	参考文献
居民综合福祉	物质与收入福祉	基本收入福祉	农村居民人均可支配收入(元)	正向	邱坚坚等 ^[29]
			人均粮食占有量(kg)	正向	李文青等 ^[7]
		基础物质福祉	人均油料占有量(kg)	正向	邱坚坚等 ^[29]
			人均肉类占有量(kg)	正向	邱坚坚等 ^[29]
			人均水产品占有量(kg)	正向	李文青等 ^[7]
	安全与健康福祉	安全福祉	人均耕地面积(m ²)	正向	李文青等 ^[7]
			人均林地面积(m ²)	正向	Hu 等 ^[27]
			人均病床数(床)	正向	Hu 等 ^[27]
		健康福祉	人均卫生技术人员数(人)	正向	Hu 等 ^[27]
			PM ₁₀ 浓度(μg/m ³)	负向	刘基伟 ^[28]
	社会与文化福祉	社会关系福祉	PM _{2.5} 浓度(μg/m ³)	负向	刘基伟 ^[28]
			市域内农村居民收入差距指数	中性	张丽君等 ^[30]
			省域内农村居民收入差距指数	中性	张丽君等 ^[30]
		文化教育福祉	普通小学师生比	正向	乔旭宁等 ^[26]
			普通中学师生比	正向	乔旭宁等 ^[26]

2.2 研究方法

为克服采用单一权重计算方法和忽略数据波动特征带来的居民福祉得分偏误问题,将分别利用熵权法和变异系数法得到各评价指标的年度权重,并利用最小信息熵原理将它们进行耦合得到各评价指标的年度组合权重,最后运用线性加权函数法依次测算要素层、准则层以及目标层居民综合福祉得分。具体步骤如下:

(1) 数据标准化处理。为消除各指标间量纲和数量级的差异,根据指标属性对其原始数据进行 0~1 规范化处理,得到规范化向量 r_{ij} 。具体计算公式为:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}$$
 正向指标 (1)

$$r_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}$$
 负向指标 (2)

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 - \frac{x_{0j} - x_{ij}}{\max(x_{0j} - \min(x_{ij}), \max(x_{ij}) - x_{0j})} & \min(x_{ij}) < x_{ij} < x_{0j} \\ 1 & x_{ij} = x_{0j} \\ 1 - \frac{x_{ij} - x_{0j}}{\max(x_{0j} - \min(x_{ij}), \max(x_{ij}) - x_{0j})} & x_{0j} < x_{ij} < \max(x_{ij}) \end{cases} \quad \text{中性指标} \quad (3)$$

式中:下标 i 和 j 分别为县域单元和评价指标; r_{ij} 为标准化值; x_{ij} 为实际值; x_{0j} 为最优值; $\max(x_{ij})$ 和 $\min(x_{ij})$ 分别为最大值和最小值。

(2) 计算组合权重。采用熵值法和变异系数法确定各评价指标的年度权重,并利用最小信息熵原理确定各评价指标的组合权重。具体计算公式为:

$$\min F = \sum_{i=1}^m (\ln w_{jt} - \ln s_{jt}) + \sum_{i=1}^m (\ln w_{jt} - \ln h_{jt}) \quad (4)$$

$$w_{jt} = \frac{\sqrt{s_{jt} \times h_{jt}}}{\sum_{i=1}^m \sqrt{s_{jt} \times h_{jt}}} \quad (5)$$

式中:下标 t 为年份; F 为最小信息熵的目标函数; w_{jt} 为组合权重; s_{jt} 和 h_{jt} 分别为熵值法和变异系数法

得到的权重。

(3) 计算综合得分。采用线性函数加权法计算居民综合福祉及其分项得分,并将得分以百分制的形式展示,使其区间控制在 0~100。具体计算公式为:

$$H_{it} = \sum_{j=1}^n (w_{jt} \times r_{ij}) \times 100 \quad (6)$$

式中: H_{it} 为居民综合福祉及其分项福祉得分,其值越大则说明居民福祉越高。

3 结果与分析

3.1 目标层居民福祉的时空特征

表 2 列示了长江中游地区 2000—2018 年目标层居民福祉平均值和标准差。结果表明,长江中游地区居民综合福祉得分持续提升,同时不均等程度也在持续小幅扩大,但仍处于很低水平。由于目标层和准则层居民福祉均为异质性要素层居民福祉的线性加权得分,不利于居民福祉不同维度之间的权衡与协同关系分析,也不利于居民福祉水平提升和不均等程度扩大的原因分析。

表 2 长江中游地区 2000—2018 年目标层居民福祉的时序动态

Table 2 Change of targeted welfare of residents in the MRYR from 2000 to 2018

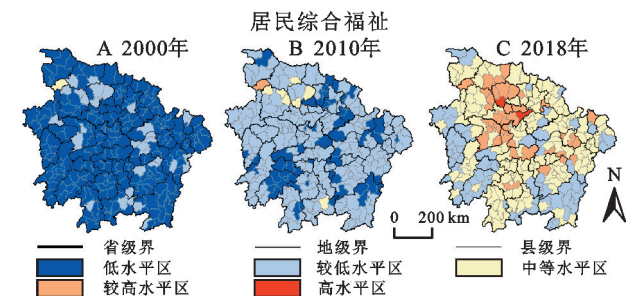
目标层福祉	2000 年	2010 年	2018 年	2000—2010 年	2010—2018 年	2000—2018 年
平均值	17.641	22.194	31.387	4.553	9.194	13.747
标准差	2.429	3.184	4.709	0.755	1.525	2.280

图 1 列示了长江中游地区 2000—2018 年目标层居民福祉的空间格局。为便于揭示居民福祉的空间分异特征,将 3 个年份所有县域单元居民综合福祉得分进行合并,以最大值与最小值差值的 1/5 作为 1 个间隔点,将居民福祉分为低、较低、中等、较高以及高水平 5 个区间,通过个案拆分得到每个县域单元不同年份居民综合福祉得分区间,准则层和要素层居民福祉得分区间划分同样按此思路进行处理,以确保分级结果具有可比性。长江中游地区居民综合福祉水平的空间格局由最初的普遍低逐渐演化成中间高四周低。除湖南省的炎陵县和桂东县、江西省的全南县和铜鼓县仍保持为中等水平外,长江中游地区其他县域单元福祉水平均得到提升。然而,仍有 27.96% 的县域单元处于较低水平,在秦巴山区、武陵山区、雪峰山区、罗霄山区、武夷山区以及幕阜山区呈多核连片型分布,并在省域交界处的山区呈条带式分布,这与长江中游三省贫困地区的分布基本一致。

3.2 准则层居民福祉的时空特征

表 3 列示了长江中游地区 2000—2018 年准则层居民福祉平均值和标准差。结果表明,长江中游地区居民收入与物质福祉、安全与健康福祉、社会与文化福祉持续提升。居民安全与健康、社会与文化福祉不

均等程度呈小幅恶化后小幅改善,总体表现出略微恶化趋势,但仍处于很低水平。居民收入与物质福祉不均等程度持续小幅扩大,但仍处于很低水平。



注:基于标准地图服务系统下载的审图号 GS(2022)1873 号的标准地图制作,底图未做修改,下同。

图 1 长江中游地区 2000—2018 年目标层居民福祉的空间分异

Fig. 1 Spatial differentiation of change of targeted welfare of residents within the MRYR from 2000 to 2018

图 2 列示了长江中游地区 2000—2018 年准则层居民福祉的空间格局。长江中游地区准则层居民福祉的空间格局及其演化存在显著差异,准则层居民福祉 3 个维度的不同等级分区在空间分布与演化上并不一致,即准则层居民福祉 3 个维度在空间上存在复杂的权衡与协同关系。具体而言:(1) 就居民收入与

物质福祉的空间分异特征而言,除 11 个县域单元仍保持为低水平区外,长江中游地区其他县域单元福祉水平等级均得到提升,空间格局由起初的以低水平为主逐渐演化为以较低和中等水平为主。(2)就居民安全与福祉而言,由于 97 个低水平区向上转化而 93 个低水平区保持不变,仅 6 个较低水平区向上转化而

62 个较低水平区保持不变,空间格局由起初的以低水平为主逐渐演化为以较低水平为主。(3)就居民社会与文化福祉而言,仅少部分县域单元福祉等级保持不变或向下转移,大部分县域单元福祉水平等级均有所提升,空间格局由起初的以中等和较高水平为主逐渐演化为以较高水平为主。

表 3 长江中游地区 2000—2018 年准则层居民福祉的时序动态

Table 3 Change of guideline welfare of resident in the MRYR from 2000 to 2018

准则层居民福祉		2000 年	2010 年	2018 年	2000—2010 年	2010—2018 年	2000—2018 年
收入与物质福祉	平均值	8.238	15.547	24.878	7.309	9.331	16.640
	标准差	3.263	6.416	8.354	3.153	1.938	5.091
安全与健康福祉	平均值	15.173	17.393	19.532	2.220	2.130	4.350
	标准差	4.943	6.836	5.300	1.892	−1.535	0.357
社会与文化福祉	平均值	55.313	58.701	61.076	3.388	2.375	5.763
	标准差	6.251	8.811	7.196	2.561	−1.616	0.945

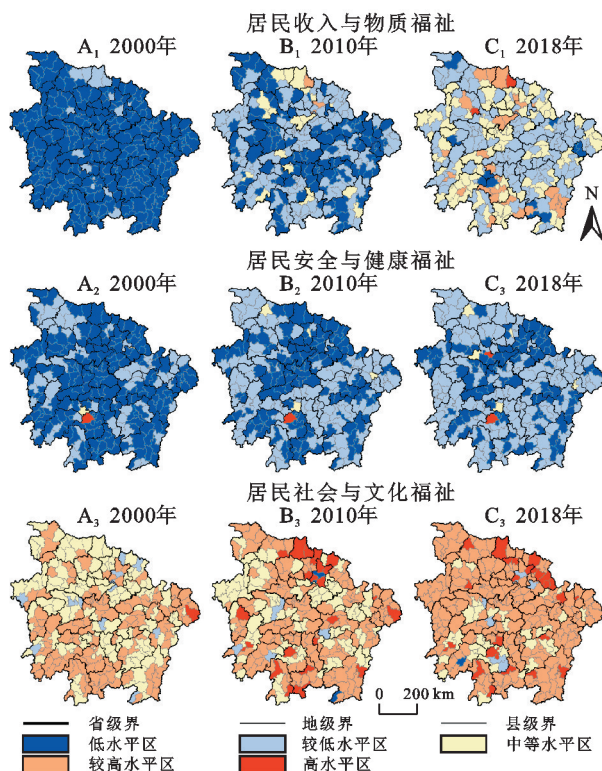


图 2 长江中游地区 2000—2018 年目标层居民福祉的空间分异

Fig. 2 Spatial differentiation of change of guideline welfare of resident within the MRYR from 2000 to 2018

3.3 要素层居民福祉的时空特征

表 4 列示了长江中游地区 2000—2018 年要素层居民福祉平均值和标准差。结果表明,长江中游地区居民基本收入、基础物质、健康以及文化教育福祉得分持续提升,居民安全福祉得分有所降低;居民社会关系福祉得分先降低后提升,总体表现出略微提升。居民基本收入、基础物质福祉不均等程度持续小幅扩大,但仍处于很低的水平;居民安全、社会关系福祉不均等程度先小幅恶化后小幅改善,总体表现出略微改

善,且仍处于很低的水平;居民健康、文化教育福祉不均等程度同样先小幅恶化后小幅改善,总体表现出略微恶化,但仍处于很低的水平。长江中游地区经济社会发展虽然取得了全方位、开创性历史成就,但区域内经济社会发展水平呈现出明显的空间差异,快速城镇化和工业化地区过多的资源和精力仍被分配在促进经济增长层面,生态环境保护陷入“被忽视”或“力不从心”的困境,此时经济增长可以增加居民物质财富和改善居民生活质量,从而弥补了生态环境恶化对居民安全、健康等福祉的负面影响,最终带来居民综合福祉的提升。然而,由于影响居民福祉不均等的因素是复杂和多元的,虽然长江中游地区快速的经济增长提高了居民福祉水平,但依旧难以“抵消”或“弥补”其他因素导致的居民福祉不均等程度扩大。

图 3 列示了长江中游地区 2000—2018 年要素层居民福祉的空间格局。长江中游地区 2000—2018 年要素层居民福祉的空间格局及其演化存在显著差异,要素层居民福祉 3 个维度的不同等级分区在空间分布与演化上并不一致,即要素层居民福祉 6 个维度在空间上存在复杂的权衡与协同关系。具体而言:(1)就居民基本收入福祉而言,除 11 个县域单元仍保持为低水平区外,长江中游地区其他县域单元福祉水平等级均得到提升,空间格局由起初的以低水平为主逐渐演化为以较低水平为主。(2)就居民基础物质福祉而言,由于 74 个低水平区向上转化而 103 个低水平区保持不变,29 个较低水平区向上转化、4 个较低水平区向下转化而 45 个较低水平区保持不变,空间格局由起初的以低水平区为主逐渐发展为以较低和低水平区为主。(3)就居民安全福祉而言,由于仅有的 1 个中等水平区向下转化和 9 个较低水平区向下转化,空间格局以低水平区占据绝对主导的态势进一步强化。(4)就居民健康福祉而言,147 个低水

平区均向上转化,18 个较低水平区向上转化、25 个向下转化而 71 个较低水平区保持不变,空间格局由较低和中等水平区为主逐渐发展为以中等和较低水平区为主。(5) 就居民社会关系福祉而言,由于 43 个较低、中等和较高水平区向上转化为高水平区,20 个高水平向下转化而 193 个高水平区保持不变,空间格局以高水平区为主导的态势进一步强化。(6) 就居民文化教育福祉而言,70 个低水平区向上转化而 5 个低水平区保持不变,5 个较低水平区向上转移而 97 个较低水平区保持不变,21 个中等水平区向下转化、4 个中等水平区向上转化而 5 个中等水平区保持不变,空间格局以较低水平区为主导的态势进一步强化。

表 4 长江中游地区 2000—2018 年要素层居民福祉的时序动态

要素层居民福祉		2000 年	2010 年	2018 年	2000—2010 年	2010—2018 年	2000—2018 年
基本收入福祉	平均值	4.166	12.618	32.961	8.452	20.343	28.795
	标准差	2.431	6.783	12.986	4.352	6.204	10.556
基础物质福祉	平均值	13.663	18.471	19.037	4.808	0.566	5.373
	标准差	6.358	9.909	10.173	3.551	0.264	3.815
安全福祉	平均值	11.286	10.811	10.494	−0.475	−0.318	−0.793
	标准差	6.681	6.832	6.675	0.150	−0.157	−0.006
健康福祉	平均值	22.767	27.736	43.558	4.969	15.822	20.791
	标准差	6.437	10.424	9.969	3.988	−0.455	3.532
社会关系福祉	平均值	89.469	86.657	88.910	−2.812	2.252	−0.560
	标准差	10.049	11.919	9.774	1.870	−2.146	−0.276
文化教育福祉	平均值	21.409	29.105	30.318	7.696	1.213	8.909
	标准差	8.271	12.231	10.350	3.960	−1.881	2.079

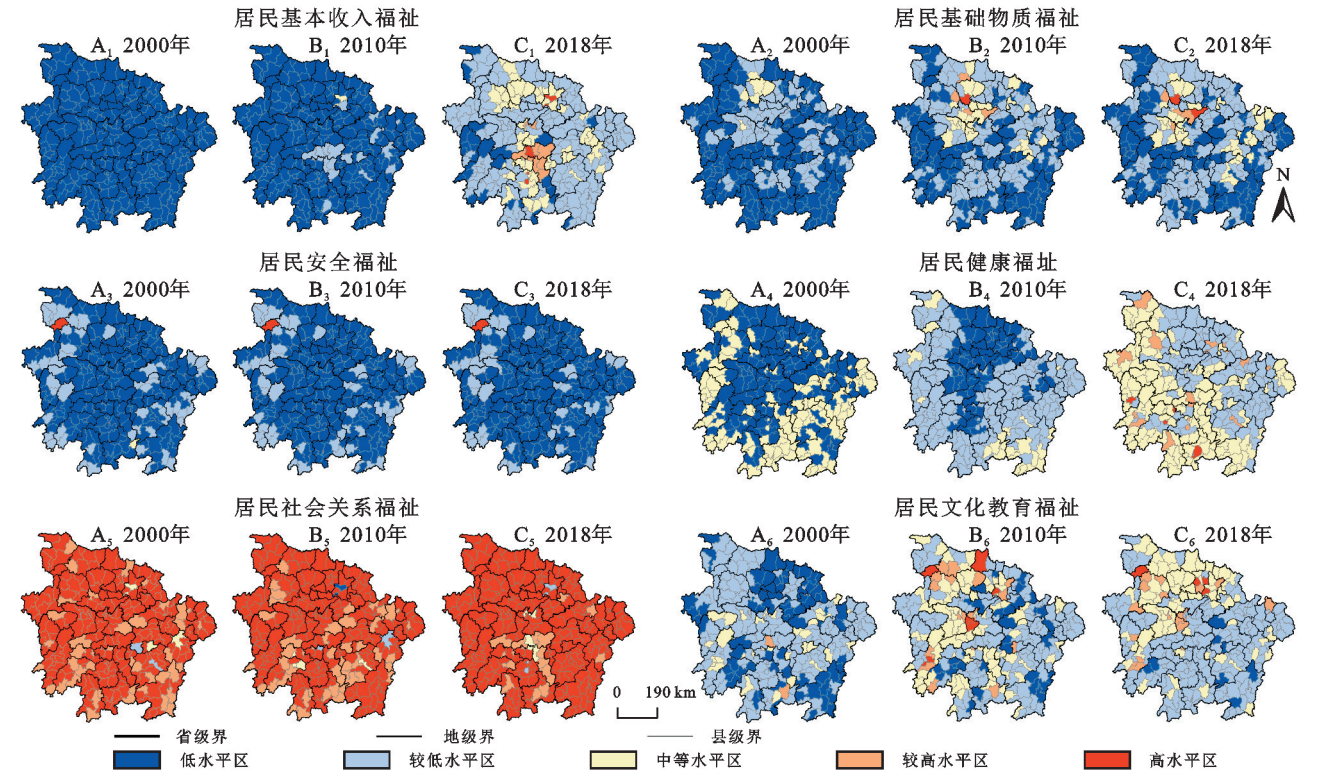


图 3 长江中游地区 2000—2018 年目标层居民福祉的空间分异

Fig. 3 Spatial differentiation of change of factor welfare of residents within the MRYR from 2000 to 2018

4 讨论

居民福祉评价的主要思路是构建评价指标体系、确定评价指标权重、计算福祉综合得分。为克服指标体系构建忽略空气质量以及指标权重确定单一赋权方法、忽略数据波动等带来的居民福祉得分偏误问题,本文尝试将 PM_{2.5} 浓度和 PM₁₀ 纳入居民福祉评价指标体系,同时引入年度组合赋权法确定各评价指标年度权重,在一定程度上弥补了这些缺陷。然而,由于不同区域和学者的侧重点不同,因此居民福祉评

价指标不可能完全一致,从而得出的结论会有所差异。如“人均耕地面积”这一指标,有的研究将其纳入物质需求^[26],也有研究将其纳入安全需求^[7],本文将人均耕地面积纳入安全福祉,是从粮食安全角度考量。同时,限于研究范围较大、统计口径存在差异等因素,部分指标如城镇居民可支配收入、城乡人均住房面积、城乡人均道路长度、交通事故死亡率等未能纳入居民福祉评价体系当中,导致居民福祉评价指标较少。在未来的研究中,将从以下几个方面完善和深化:一是将研究尺度下沉,降低数据获取难度,从而构建更符合区域实际和政策评价需要的居民福祉评价指标体系;二是构建生态系统服务和居民福祉多重非线性交互耦合研究的模型和方法,深入揭示生态系统服务对居民福祉的贡献程度与作用机制。

5 结论

(1) 基于 MA 提出的居民福祉构成要素,结合需求层次理论,可将居民福祉分为收入与物质福祉、安全与健康福祉以及社会与文化福祉 3 个方面 6 个维度。只有同时考虑生态与非生态因素,才能构成完整的居民福祉评价体系。

(2) 2000—2018 年,长江中游地区居民综合福祉得分持续提升,且空间格局由起初的普遍低逐渐演化成中间高四周低。就分项福祉而言,居民基本收入、基础物质、健康以及文化教育福祉水平得分同样持续提升;居民安全和社会关系福祉得分有所降低,但要素层居民分项福祉的不同等级分区在空间分布与时间演化上并不一致。

(3) 2000—2018 年,长江中游地区居民综合福祉不均等程度小幅扩大,但处于很低水平。就分项福祉而言,居民基本收入、基础物质、健康以及文化教育福祉不均等程度小幅扩大;居民安全、社会关系福祉不均等程度小幅改善,但均处于较低水平。

参考文献(References):

- [1] Liu Y X, Fu B J, Wang S, et al. Global assessment of nature's contributions to people[J]. *Science Bulletin*, 2023,68(4):424-435.
- [2] Yang S Q, Zhao W W, Pereira P, et al. Socio-cultural valuation of rural and urban perception on ecosystem services and human well-being in Yanhe watershed of China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2019,251:109615.
- [3] 陈万旭,李江凤,朱丽君.长江中游地区生态系统服务价值空间分异及敏感性分析[J]. *自然资源学报*, 2019,34(2):325-337.
- Chen W X, Li J F, Zhu L J. Spatial heterogeneity and sensitivity analysis of ecosystem services value in the Middle Yangtze River Region[J]. *Journal of Natural Resources*, 2019,34(2):325-337.
- [4] Ran R, Hua L, Xiao J F, et al. Can poverty alleviation policy enhance ecosystem service value? Evidence from poverty-stricken regions in China[J]. *Economic Analysis and Policy*, 2023,80:1509-1525.
- [5] Mao B N, Wang X, Liao Z M, et al. Spatiotemporal variations and tradeoff-synergy relations of ecosystem services under ecological water replenishment in Baiyangdian Lake, North China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2023,343:118229.
- [6] 杨武,陶俊杰,陆巧玲.基于生态系统服务视角的人类福祉评估技术方法体系[J]. *生态学报*, 2021,41(2):730-736.
- Yang W, Tao J J, Lu Q L. Methodologies of human well-being assessment from the ecosystem service perspective[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2021,41(2):730-736.
- [7] 李文青,赵雪雁,杜昱璇,等.秦巴山区生态系统服务与居民福祉耦合关系的时空变化[J]. *自然资源学报*, 2021,36(10):2522-2540.
- Li W Q, Zhao X Y, Du Y X, et al. Spatio-temporal changes of the coupling relationship between ecosystem services and residents' well-being in Qinba Mountains Area[J]. *Journal of Natural Resources*, 2021,36(10):2522-2540.
- [8] Phillips J. Determining sustainability using the Environmental Performance Index and Human Development Index: An alternative approach to the Environmental Human Index through a holistic quantitative dynamic framework [J]. *Science of the Total Environment*, 2023,884:163752.
- [9] Yang L J, McCall B. World education finance policies and higher education access: A statistical analysis of World Development Indicators for 86 countries[J]. *International Journal of Educational Development*, 2014,35:25-36.
- [10] Harding S D. Psychological well-being in great Britain: An evaluation of the Bradburn Affect Balance Scale[J]. *Personality and Individual Differences*, 1982,3(2):167-175.
- [11] Diener E, Emmons R A, Larsen R J, et al. The satisfaction with life scale [J]. *Journal of Personality Assessment*, 1985,49(1):71-75.
- [12] Kourtit K, Nijkamp P, Türk U, et al. City love and place quality assessment of liveable and loveable neighbourhoods in Rotterdam[J]. *Land Use Policy*, 2022,119:106109.
- [13] Bondarchik J, Jabłońska-Sabuka M, Linnanen L, et al. Improving the objectivity of sustainability indices by a novel approach for combining contrasting effects:

- Happy Planet Index revisited[J]. *Ecological Indicators*, 2016,69:400-406.
- [14] Garces E J, Adriatico C, Timbal L R E. Analysis on the relationships on the global distribution of the world happiness index and selected economic development indicators[J]. *OALib*, 2019,6(6):1-13.
- [15] Greco S, Ishizaka A, Resce G, et al. Measuring well-being by a multidimensional spatial model in OECD Better Life Index framework[J]. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2020,70:100684.
- [16] Lazarus E, Brown C. Improving the genuine progress indicator to measure comparable net welfare: U.S. and California, 1995—2017 [J]. *Ecological Economics*, 2022,202:107605.
- [17] Kamei M, Wangmo T, Leibowicz B D, et al. Urbanization, carbon neutrality, and Gross National Happiness: Sustainable development pathways for Bhutan [J]. *Cities*, 2021,111:102972.
- [18] Smith L M, Case J L, Smith H M, et al. Relating ecosystem services to domains of human well-being: Foundation for a U.S. index[J]. *Ecological Indicators*, 2013,28:79-90.
- [19] Summers J K, Smith L M, Case J L, et al. A review of the elements of human well-being with an emphasis on the contribution of ecosystem services[J]. *AMBIO*, 2012,41(4):327-340.
- [20] Yang W, Dietz T, Liu W, et al. Going beyond the millennium ecosystem assessment: An index system of human dependence on ecosystem services [J]. *PLoS One*, 2013,8(5):e64581.
- [21] 张文彬,王赟.可行能力视角下中国福利水平区域差异、动态演进与结构分解[J].*数量经济技术经济研究*, 2021,38(12):45-66.
- Zhang W B, Wang Y. Regional differences, dynamic evolution and structural decomposition of China's welfare from the perspective of feasible capability[J].*Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2021,38(12):45-66.
- [22] Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*[R]. Washington D C: Island Press, 2005.
- [23] 陈明星,周园,汤青,等.新型城镇化、居民福祉与国土空间规划应对[J].*自然资源学报*, 2020,35(6):1273-1287.
- Chen M X, Zhou Y, Tang Q, et al. New-type urbanization, well-being of residents, and the response of land spatial planning[J]. *Journal of Natural Resources*, 2020,35(6):1273-1287.
- [24] 李琰,李双成,高阳,等.连接多层次人类福祉的生态系统服务分类框架[J].*地理学报*, 2013,68(8):1038-1047.
- Li Y, Li S C, Gao Y, et al. Ecosystem services and hierarchical human well-being: Concepts and service classification framework[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2013,68(8):1038-1047.
- [25] Huang Q, Yin D, He C, et al. Linking ecosystem services and subjective well-being in rapidly urbanizing watersheds: Insights from a multilevel linear model [J]. *Ecosystem Services*, 2020,43:101106.
- [26] 乔旭宁,张婷,杨永菊,等.渭干河流域生态系统服务的空间溢出及对居民福祉的影响[J].*资源科学*, 2017,39(3):533-544.
- Qiao X N, Zhang T, Yang Y J, et al. Spatial flow of ecosystem services and impacts on human well-being in the Weigan River Basin[J]. *Resources Science*, 2017,39(3):533-544.
- [27] Hu Z, Yang X, Yang J, et al. Linking landscape pattern, ecosystem service value, and human well-being in Xishuangbanna, southwest China: Insights from a coupling coordination model[J]. *Global Ecology and Conservation*, 2021,27:e01583.
- [28] 刘基伟,闵素芹,金梦迪.基于分布式感知深度神经网络的高分辨率 PM_{2.5} 值估算[J].*地理学报*, 2021,76(1):191-205.
- Liu J W, Min S Q, Jin M D. High resolution PM_{2.5} estimation based on the distributed perception deep neural network model[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2021,76(1):191-205.
- [29] 邱坚坚,刘毅华,陈澄静,等.生态系统服务与人类福祉耦合的空间格局及其驱动方式:以广州市为例[J].*自然资源学报*, 2023,38(3):760-778.
- Qiu J J, Liu Y H, Chen C J, et al. Spatial structure and driving pathways of the coupling between ecosystem services and human well-beings: A case study of Guangzhou[J]. *Journal of Natural Resources*, 2023,38(3):760-778.
- [30] 张丽君,巩蓉蓉,袁伟伦.公共服务差距与区域间收入不平等的形成:基于 2000—2019 年省级面板数据的分析[J].*公共管理评论*, 2020,2(4):50-81.
- Zhang L J, Kong R R, Yuan W L. Differences in public services and the formation of interregional income inequality: An analysis based on provincial panel data, 2000—2019[J].*Public Administration Review*, 2020,2(4):50-81.