

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2023.04.040.

梁秀琴, 冯强, 段宝玲. 晋西黄土高原矿区生态系统服务福祉效应研究[J]. 水土保持研究, 2023, 30(4): 431-437.

LIANG Xiuqin, FENG Qiang, DUAN Baoling. Research on Well-Being Effect of Ecosystem Services in Mining Area of Western Shanxi Loess Plateau[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2023, 30(4): 431-437.

# 晋西黄土高原矿区生态系统服务福祉效应研究

梁秀琴, 冯强, 段宝玲

(山西财经大学 资源环境学院, 太原 030006)

**摘要:** [目的] 探究矿区生态系统服务变化及居民福祉效应, 对该地区生态保护与高质量发展具有重要意义。[方法] 以黄土高原三川河流域为例, 通过问卷调查法分析居民感知近十年生态系统服务的变化趋势, 多种数理统计方法识别不同社会经济特征受访者对生态系统服务福祉效应的认知差异, 并且揭示影响居民福祉的关键因素。[结果] (1) 居民感知整体生态系统服务下降类型为木材供给、净化空气、水源供给和粮食供给, 增加类型为水源涵养、美学景观、休闲娱乐、灾害调节和水土保持; (2) 生态系统服务福祉效应与受访居民社会经济特征紧密相连。不同社会经济特征受访者福祉水平不同且存在显著差异, 另外 Kruskal-Wallis 检验和多重比较显示居民性别、年龄、收入来源和文化程度方面与生态系统服务福祉效应显著相关 ( $p < 0.05$ ) 且各组间有显著差异; (3) 冗余分析显示供给服务和收入是影响居民福祉的主要生态系统服务类型和关键因子。[结论] 建议政府制定全方位生态经济发展政策, 重点关注供给服务的变化, 统筹多项生态系统服务类型协调发展, 同时探索多渠道收入来源, 助力矿区生态系统服务福祉效应长效发展。

**关键词:** 生态系统服务; 矿区; 福祉效应; 感知变化

中图分类号: X826

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2023)04-0431-07

## Research on Well-Being Effect of Ecosystem Services in Mining Area of Western Shanxi Loess Plateau

LIANG Xiuqin, FENG Qiang, DUAN Baoling

(College of Resources and Environment, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan 030006, China)

**Abstract:** [Objective] Exploring changes in ecosystem services in mining area and effect on residents' well-being is of great significance for ecological protection and high-quality development in the region. [Methods] Taking the Sanchuan River Basin of the Loess Plateau as an example, we used questionnaire survey method to analyze the change trend of residents' perception of ecosystem services in the past ten years, and used a variety of mathematical statistical methods to identify the differences in the perceptions of respondents with different socioeconomic characteristics on the well-being effect of ecosystem services, and to uncover key factors affecting residents' well-being. [Results] Residents perceived that the decline types in overall ecosystem services were wood supply, air purification, water supply and food supply, and the increase types were water conservation, aesthetic landscape, leisure and entertainment, disaster regulation and water and soil conservation. The well-being effect of ecosystem services was closely related to the socioeconomic characteristics of the interviewed residents. The well-being levels of respondents with different socioeconomic characteristics were significantly different. In addition, Kruskal-Wallis test and multiple comparisons showed that residents' gender, age, income source and education level were significantly related to the well-being effect of ecosystem services ( $p < 0.05$ ), and there were significant differences among groups. Redundancy analysis showed that supply services and income were the main types of ecosystem services and key factors that

收稿日期: 2022-05-30

修回日期: 2022-06-15

资助项目: 教育部人文社会科学研究规划项目“基于权衡特征的黄河中游生态系统服务供需调控策略研究: 资源均衡与福祉公平视角”(22YJAZH018); 山西省基础研究计划资助项目(20210302123481); 地表过程与资源生态国家重点实验室开放课题(2022-KF-02)

第一作者: 梁秀琴(1997—), 女, 山西晋中人, 硕士研究生, 主要研究方向为生态环境管理。E-mail: lxqzt1005@163.com

通信作者: 冯强(1981—), 男, 辽宁凌海人, 博士, 硕士生导师, 主要研究方向为土地利用与生态响应。E-mail: fengqiang921@163.com

<http://stbcyj.paperonce.org>

affected residents' well-being. [Conclusion] It is recommended that the government formulates a comprehensive ecological economic development policy, focuses on changes in supply services, coordinates the coordinated development of multiple types of ecosystem services, and explores multiple sources of income to help the long-term development of ecosystem services in the mining area.

**Keywords:** ecosystem services; mining area; well-being effect; perceived change

目前,中国经济发展从高速增长转向高质量发展,高质量的发展体现在生活环境的改善和满足居民对更好生活的期望即提高居民福祉<sup>[1]</sup>。人类福祉是指基于一系类人类自身(与个人的心理状况直接相关)和外部条件(与生活中服务的可用性有关)因素对其生活质量的主观感知<sup>[2]</sup>。生态系统服务是生态系统提供给人类生存和发展的产品和服务,包括供给服务、调节服务、支持服务和文化服务<sup>[3]</sup>。以生态系统服务为主体构成的自然资本是人类赖以生存和发展的资源与环境基础<sup>[4]</sup>,探究生态系统服务变化、其福祉效应及福祉的驱动因素至关重要。国内外众多研究表明生态系统服务对提高人类福祉和实现可持续发展目标具有重大意义<sup>[5]</sup>,生态系统服务和人类福祉已成为自然环境和人类社会之间的重要桥梁,并引起了广泛关注。目前关于生态系统服务与人类福祉的研究多集中于时空演替<sup>[6-7]</sup>、土地利用变化<sup>[8]</sup>、农牧发展<sup>[9-10]</sup>和生态系统服务供需等<sup>[11-13]</sup>方面,但基于居民感知的生态系统服务福祉效应研究仍然相对缺乏。生态系统服务受到多方面的影响,不同社会经济特征居民对生态系统服务福祉效应的认知程度存在差异。已有研究表明在评估个人、社区和社会生态系统的福祉时,不同的利益相关者应有机会参与生态系统服务评估和相关决策<sup>[14-16]</sup>,生态系统服务及其利益相关者是挖掘其生态环境信息的主要来源<sup>[17]</sup>。因此,将当地人作为生态系统服务与人类福祉的关联主体<sup>[18]</sup>,基于当地人对生态系统服务的社会需求、选择偏好和知识认同<sup>[19]</sup>评估生态系统服务福祉效应,一方面有助于促进利益相关者的参与,为不同阶层居民提供发言权;另一方面该评估过程是了解该地区生态系统服务优劣排序等信息的重要途径,为制定生态系统服务管理和生态补偿等政策提供重要依据<sup>[15]</sup>。综上所述,生态系统服务与居民福祉关系研究已经成为社会学、生态学、地理学等学科领域的前沿和特点,但是,当前居民感知生态系统服务福祉效应研究不足,尤其对资源密集的矿区相对缺乏。

矿区生态系统服务主要依赖其周边丰富的自然资源,其生态系统服务满足当地居民生存和发展需求。此类地区社会经济发展主要通过开发利用矿产资源,对资源依赖性较高。晋西黄土高原分布着我国

焦煤储量最大的河东煤田,其中三川河流域的离柳矿区开采程度最高,丰富的煤炭资源为当地居民提供了生存发展条件,维持流域生态系统稳定对沿线居民的生活有重要意义。然而,该流域生态环境脆弱,由于水土流失和资源开采等自然和人为原因导致的生态问题日益突出<sup>[20]</sup>,例如植被破坏、水资源短缺、空气污染、水土流失等,其次,该流域也存在产业结构单一、替代产业少等社会问题,由此难免影响到该地区社会经济变迁,进而对居民福祉产生影响。因此,有必要进一步探究黄土高原矿区的生态系统服务福祉效应,为该地区的生态保护与高质量发展提供理论参考,为提高当地居民的幸福感和获得感而提供政策建议。

本研究选择矿区密集分布且生态环境脆弱的晋西三川河流域,采用问卷调查法、克鲁斯卡尔-沃利斯检验(Kruskal-Wallis test)、多重比较和冗余分析等方法揭示生态系统服务福祉效应及福祉影响因素。拟解决以下问题:(1)居民感知近十年生态系统服务的变化趋势。(2)不同社会经济特征居民福祉状况及对生态系统服务福祉效应认知的差异如何?(3)影响居民福祉的关键因素有哪些?

## 1 研究区概况

三川河,黄河一级支流,位于山西省吕梁市境内,由北川、东川、南川汇流而成,故名三川河,是方山、中阳、柳林3县和离石区的主要水源,河谷地带形成了4县(区)的政治经济中心,因此也被称为母亲河。三川河流经柳林县,于石西乡两河口村入黄,河道全长168 km,流域面积4 161 km<sup>2</sup>。流域内气候宜人,资源富集,属暖温带大陆性季风气候区,年平均气温8.9℃,年均降水量400~500 mm,无霜期110~170 d。在历史发展过程中,虽然经济工业化、城镇化给当地带来了难得的发展机遇,但由于其本身经济发展环境脆弱,环境问题较为严重,当地居民福祉发展仍受其很大的制约。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

本次数据主要通过问卷调查获得,并参照吕梁市、柳林县、中阳县、方山县和离石区统计年鉴及相关社会经济数据。调查时间在2021年7月中旬,为期

16 d,共发放问卷 440 份,有效问卷 421 份,问卷回收率为 95.7%,问卷基本情况见表 1。

表 1 调查对象基本情况

类别	分类/人数
性别	男/223,女/198
居住区	矿区/225,非矿区/196
年龄	18~30 岁/72,31~45 岁/99,46~60 岁/136,60 岁以上/114
家庭人口数	1 人/18,2 人/99,3 人/69,4 人/112,5 人/57,6 人/36,6 人以上/27
人均年收入	0~1 万元/226,1~2 万元/146,2~3 万元/28,3 万元以上/21
收入来源	务农/104,打工/172,编制等/18,其他/124
文化程度	小学及以下/162,初中/119,高中及专科/80,本科及以上/37

2.2 研究方法

2.2.1 居民福祉指标选取及计算 人类福祉具有多维性,主要依赖于一个人自身的感受,是指个人对于目前生活状态的一个自我评价,反映的是一种幸福、健康或者繁荣的状态<sup>[21]</sup>。由 MA 归纳的居民福祉是一种以经验而定的人们认为有价值的活动和状态,它包括维持高质量生活所需的基本物质条件、健康、选择与自由、良好的社会关系以及人身安全<sup>[22]</sup>,这 5 个方面相互作用影响。同样,衡量人类福祉其指标选取也是综合多元的,将客观指标与主观指标相结合能够较为全面地分析居民福祉。本研究主要从基本物质福祉、安全和健康福祉与精神福祉 3 个方面进行调查,其中基本物质福祉包括:人均耕地面积和食物供给满意度等;安全和健康福祉包括:人均居住面积、人身安全满意度和废物处理满意度等;精神福祉包括居民受教育程度、教育资源满意度和社会人际关系满意度等,涉及人类生存发展的多个方面。

多指标综合评价方法是把多个量纲不同的指标综合成一个指数,从而对事物进行整体评价的方法。本研究运用多指标综合评价法来测度人类福祉,其中指标权重通过熵值法进行计算,能够避免主观测算的臆断性。其评价公式为:

$$S=\sum_{j=1}^nW_j\times S_j\tag{1}$$

式中:S 为人类福祉综合分数;n 为指标个数;j 为人类福祉单项指标;W<sub>j</sub> 为 j 指标权重;S<sub>j</sub> 为 j 指标的标准化分值。

2.2.2 生态系统服务的变化趋势分析 关于了解近十年居民感知生态系统服务变化情况,将其划分为 3 个等级,分别为减少、不变和增加,其中减少很多(-2)和有些减少(-1)归为减少,几乎没变(0)为不变,有些增加(1)和增加很多(2)归为增加,阐述居民对其感受的变化,并且通过计算均值,确定生态系统服务类型变化的整体趋势。

2.2.3 生态系统服务福祉效应及福祉影响因素分析 使用 SPSS 25.0 软件中克鲁斯卡尔-沃利斯检验(Kruskal-Wallis test)及多重比较探究不同个体社会经济特征与福祉水平及生态系统服务福祉效应的关系,克鲁斯卡尔-沃利斯检验用于多个连续型独立样本的检验,并且本研究选取  $p<0.05$  作为显著性判定标准。另外通过 Canoco 5.0 软件将生态系统服务感知变化与福祉状况进行冗余分析,生态因子对居民福祉的简单效应表示每个生态因子单独的解释量(等同于只导入单个生态因子的限制性排序分析的解释量),以确定影响当地居民福祉的关键因素。

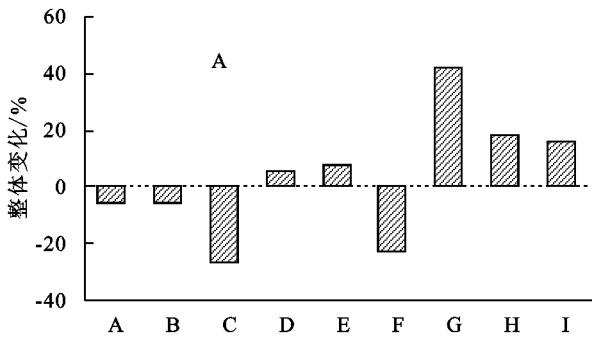
3 结果与分析

3.1 居民感知生态系统服务的变化趋势

居民感知生态系统服务减少的类型依次为木材供给、净化空气、水源供给和粮食供给(图 1A),减少幅度分别为 26%,23%,6%和 6%。原因主要有以下方面:首先,40%的受访居民认为净化空气服务下降(图 1B),是感知生态系统服务下降人数中最多的 1 项,此现象主要存在于矿区。尽管近年来煤矿产业不断革新治理技术,改进采煤工艺,但是由于其发展的特殊性,仍对周边的大气环境造成污染破坏。其次,22%的居民认为木材供给服务减少(图 1B),主要由于政府对森林建设保护的力度不断加大。从 2000 年开始,我国提出“天保工程”,2019 年我国颁布《天然林保护修复制度方案》。近年来中阳、柳林等县开展自然资源领域非法违法行为专项整治,打击毁林专项行动等,同时伴随生态绿色与环境保护理念不断成为社会共识,城市基础设施陆续得到完善,当地居民对木材和薪柴的使用需求降低。基于此,居民感知木材供给服务下降。另外,分别有 29%和 24%的居民认为水源供给和粮食供给有所下降(图 1B)。三川河流域年均降水量在 500 mm 以下,同时在调查过程中得知由于煤矿不断开采,各地存在地下水水位下降现象,甚至部分村庄水资源匮乏严重。粮食供给服务整体也有所下降,这主要是因为退耕还林减少耕地面积,而且环境污染导致粮食质量有所下降。

居民感知生态系统服务增加的类型依次为水源涵养、美学景观、休闲娱乐、灾害调节和水土保持(图 1A)。吕梁地区长期实行退耕还林政策,耕种土地减少,植被大幅度增加。分别有 44%,18%和 22%的居民认为水源涵养、灾害调节和水土保持服务增强(图 1B)。吕梁市通过退耕还林工程,全区林业资源的总体质量和覆盖面有明显提升,森林覆盖率由 2010 年底的 23.1%增加到 2020 年的 28.6%,并在防治自然灾害,保护生物物

种资源等方面做到有效推进。最后,由于生态环境改善和社会经济发展,分别有 30%和 23%的居民认为美学景观和休闲娱乐服务得到提升(图 1B)。因此,



注:图中字母 A,B,C,D,E,F,G,H,I 分别代表粮食供给、水源供给、木材供给、水土保持、灾害调节、净化空气、水源涵养、美学景观、休闲娱乐。

图 1 生态系统服务变化趋势

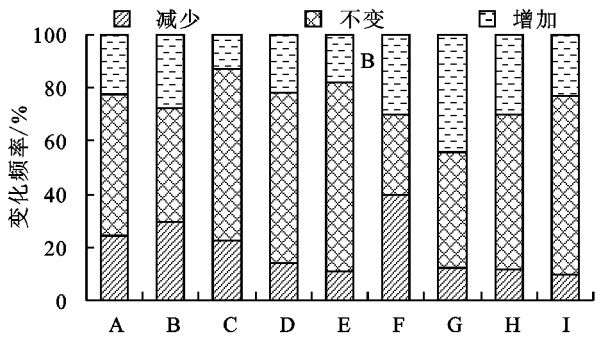
3.2 不同社会经济特征群体的居民福祉差异

不同社会经济特征的受访者其福祉水平在居住区、性别、年龄、收入来源、人均年收入和文化程度几方面存在差别,且部分有显著差异(表 2)。该流域矿区居民福祉水平略低于非矿区,主要原因在于两地生态环境状况截然不同。矿产资源的持续开采对周围环境和居民生活状况长期存在负面影响,而非矿区周围环境相对较好,居民对生态系统服务满意度较高;其次虽然矿区经济发展程度相对较高,但产业结构单一,发展受资源制约,而非矿区的生态产业在一定程度上拉动了当地绿色经济增长。在性别方面,男性福祉水平略低于女性,但相差不大。年龄方面,福祉水平随年龄增长不断降低,并且较低年龄与较高年龄各组之间福祉水平存在显著差异,这主要因为年轻人有能力获取更多社会资源。务农与其他收入来源的受访者之间存在显著差异,由于退耕还林及社会不断变迁,务农居民收入增速相对较慢导致福祉水平较低。收入和文化程度分别与福祉水平成正比并且低组别与高组别之间有显著差异,表明高收入群体和高学历居民福祉水平更高。

3.3 社会经济特征对生态系统服务福祉效应的影响

生态系统服务福祉效应与受访者个体社会经济特征紧密相连,其中个体性别、年龄、收入来源和文化程度 4 方面与生态系统服务福祉效应显著相关( $p < 0.05$ )且各组间有显著差异(表 3),尤其在收入来源各组间差异最为显著。性别对木材供给和水源涵养的福祉效应有显著影响,男性认为上述两种服务更重要,这主要是因为长久以来社会分工不同形成的认知差异。年龄对水源供给、木材供给、灾害调节、净化空气、美学景观和休闲娱乐服务的福祉效应存在较大影响。年轻人与中年人在美学景观服务和休闲服务、与老年人在水源供给服务分别存在较大差异,主要是由

退耕还林工程成为该流域加快产业结构调整、促进农民增收、改善生态环境的发展机遇,提高了当地的生态效益、经济效益和社会效益。



于社会不断发展变迁,不同年龄受访者的生活条件、思想观念等具有差别;较高年龄对象特别是 60 岁以上居民对生活有深切体验,更为关心与基础生存相关的生态系统服务类型,而较低年龄居民对生活品质要求较高,正如结果显示年龄越高则对水源供给、木材供给等供给服务福祉效应评价越高,然而对美学景观和休闲娱乐等文化服务评价结果基本相反。

表 2 受访者社会经济特征与福祉水平

不同社会经济特征		得分 (平均值)	不同社会经济特征		得分 (平均值)
居住区	矿区	0.356a	性别	男	0.365
	非矿区	0.391b		女	0.375
	Sig.	0.002		Sig.	0.353
年龄	18~30	0.447a	人均年收入/万元	<1	0.326c
	31~45	0.423a		1~2	0.403b
	46~60	0.356b		2~3	0.447ab
	>60	0.301c		>3	0.559a
	Sig.	0.000		Sig.	0.000
收入来源	务农	0.322b	文化程度	小学及以下	0.301c
	打工	0.384a		初中	0.339bc
	编制等	0.437a		高中及专科	0.368b
	其他	0.387a		本科及以上	0.441a
	Sig.	0.000		Sig.	0.000

注:表中 Sig.表示不同社会经济特征与福祉得分的显著性水平,平均数无共同字母表示同一特征不同组间具有显著性差异( $p < 0.05$ )。

收入来源方面,不同职业的居民优先考虑不同的生态系统服务类型。从事农业者对供给服务和调节服务评价较高,因为其主要从这两项生态系统服务中获益,同时有研究表明从事农业者更关注可以直接享受的初级生态系统服务<sup>[23]</sup>;务农与打工为主的受访者对木材供给服务的福祉效应评价具有显著差异,前者的认知高于后者,这由职业和土地属性所决定;打工为主和其他收入来源的居民对水土保持、灾害调

节、净化空气和水源涵养服务的福祉效应评价存在显著差异,且前者的评价低于后者。这是因为后者多为企业员工或从事个体经营等,相对前者的生活经济条件较高,更为关注调节服务和支持服务。文化程度方面,文化程度显著影响受访者对上述生态系统服务福祉效应的评价。较低学历居民对供给服务评价较高,较高学历居民对多数生态系统服务评价较高,这是因为低学历居民受教育程度和生活水平较低,更关心基本物质条件,同时文化程度较高者对生态系统的重要性有深刻理解,所以评价较高。

表 3 受访者与生态系统服务福祉效应

不同社会经济特征		生态系统服务福祉效应(平均值)								
		粮食供给	水源供给	木材供给	水土保持	灾害调节	净化空气	水源涵养	美学景观	休闲娱乐
矿区	是	4.511	4.551	3.875	4.031	3.977	4.493	4.231	4.088	3.888
	否	4.459	4.489	3.693	3.964	3.969	4.418	4.183	4.020	3.867
	Sig.	0.570	0.526	0.051	0.493	0.965	0.242	0.731	0.403	0.786
性别	男	4.498	4.547	3.888a	4.058	4.000	4.493	4.300a	4.117	3.933
	女	4.475	4.495	3.682b	3.934	3.944	4.419	4.106b	3.990	3.818
	Sig.	0.692	0.436	0.034	0.242	0.661	0.324	0.012	0.184	0.223
年龄	18~30	4.347	4.347b	3.681a	4.056	4.069ab	4.556a	4.319	4.292a	4.097a
	31~45	4.505	4.545ab	3.758a	4.030	3.990ab	4.444a	4.192	4.020ab	3.859ab
	46~60	4.463	4.515ab	3.691a	3.838	3.801b	4.346a	4.140	3.912b	3.699b
	>60	4.588	4.623a	4.009a	4.132	4.105a	4.544a	4.237	4.114ab	3.974ab
	Sig.	0.093	0.039	0.047	0.058	0.035	0.033	0.352	0.016	0.029
收入来源	务农	4.577a	4.606a	4.077a	4.058ab	4.038ab	4.452ab	4.240ab	4.087a	3.962
	打工	4.360a	4.395a	3.610b	3.849b	3.773b	4.337b	4.064b	3.930a	3.738
	编制等	4.722a	4.722a	3.833ab	4.222ab	4.167ab	4.611ab	4.444ab	4.444a	4.056
	其他	4.548a	4.597a	3.782ab	4.121a	4.153a	4.605a	4.347a	4.137a	3.968
	Sig.	0.020	0.012	0.003	0.026	0.002	0.009	0.009	0.031	0.147
人均年收入/万元	<1	4.509	4.531	3.850	4.088	4.049	4.460	4.221	4.062	3.907
	1~2	4.486	4.493	3.705	3.904	3.877	4.486	4.164	4.034	3.856
	2~3	4.321	4.536	3.750	3.857	3.821	4.393	4.250	4.000	3.821
	>3	4.476	4.619	3.810	3.905	4.048	4.333	4.333	4.238	3.810
	Sig.	0.671	0.657	0.718	0.127	0.196	0.991	0.660	0.780	0.903
文化程度	小学及以下	4.518ab	4.571ab	3.732ab	3.857	3.893	4.411	4.143	3.840	3.679
	初中	4.566a	4.576a	3.981a	4.057	4.047	4.519	4.200	4.132	3.991
	高中及专科	4.578ac	4.613ac	3.866ac	4.050	4.000	4.507	4.253	4.070	3.845
	本科及以上	4.291b	4.342b	3.556b	3.957	3.915	4.368	4.200	4.077	3.915
	Sig.	0.003	0.005	0.005	0.566	0.661	0.489	0.887	0.141	0.198

注:表中 Sig.表示不同社会经济特征与生态系统服务福祉效应的显著性水平,平均数无共同字母表示同一特征不同组间具有显著性差异( $p<0.05$ )。

3.4 生态系统服务对居民福祉的影响

将近十年生态系统服务感知变化与福祉状况进行冗余分析,其生态因子对居民福祉的简单效应表示每个生态因子单独的解释量。结果显示,基本物质福祉、精神福祉的首要影响因子均来源于供给服务(表 4),其中水源供给服务对基本物质福祉的简单效应为 10.5%,粮食供给对精神福祉的简单效应为 4.4%,并且基本物质福祉和精神福祉与水源供给、粮食供给和木材供给呈明显的正相关(图 2),可见供给服务对当地居民生产生活影响较深。另外净化空气对安全与健康福祉的简单效应最高(18.2%),且安全与健康福祉同水源涵养、净化空气和美学景观具有较强正相关(图 2)。主要原因为非矿区相比矿区空气质量较差,

居民对净化空气诉求较高。基于上述分析,我们发现供给服务对基本物质福祉和精神福祉的简单效应基本大于其他服务类型,安全与健康福祉受净化空气服务影响较深,间接说明当前居民生存发展仍处于较低水平,暂未达到较高层次的生活质量,保障基本生活给予当地居民心理上的愉悦,同时居民健康有赖于空气质量的不断改善。

尽管生态系统服务对该流域居民福祉产生影响,但简单效应的数值并不是很高(表 4)。考虑经济收入对居民福祉的重要作用,将收入作为 1 个影响因子与 9 项生态系统服务合在一起进行冗余分析,发现收入对居民福祉影响较大,简单效应高达 32.7%。同时调查结果显示 2020 年该流域人均收入约为 10 210

元,低于同年山西省人均收入(25 214 元)，“伊斯特林悖论”也指出,在约 15 000 美元的临界点下方,居民收入的增加会明显提升人类福祉,而高于这一临界点,幸福的提升则很有限。

以上结果表明基本物质条件如收入和供给服务是影响居民福祉的关键因素,提高三川河流域居民福祉应着重关注这两方面,同时不断提升其他生态系统服务类型,促进居民生活水平更高层次发展。

表 4 生态系统服务对居民福祉的条件效应

基本物质福祉		安全与健康福祉		精神福祉	
生态系统服务	简单效应/%	生态系统服务	简单效应/%	生态系统服务	简单效应/%
水源供给	10.5	净化空气	18.2	粮食供给	4.4
粮食供给	4.5	美学景观	9.7	木材供给	2.0
灾害调节	3.2	灾害调节	7.2	灾害调节	1.7
木材供给	2.4	水土保持	5.0	水源供给	1.5
水土保持	2.0	水源供给	3.9	水土保持	1.2
休闲娱乐	1.8	水源涵养	3.8	美学景观	0.4
美学景观	1.6	休闲娱乐	1.9	休闲娱乐	0.1
净化空气	0.6	木材供给	1.6	净化空气	0.1
水源涵养	0.6	粮食供给	0.9	—	—

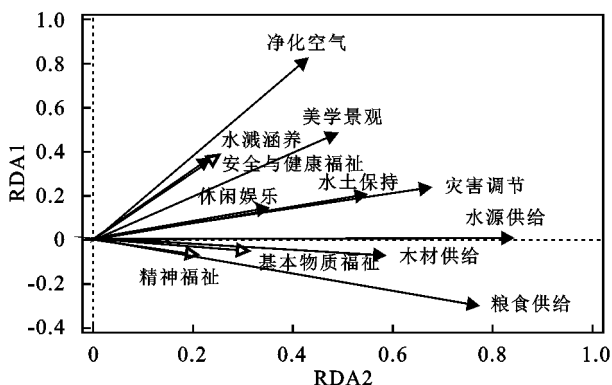


图 2 生态系统服务与居民福祉 RDA 分析

## 4 讨论

三川河流域蕴藏着丰富的矿产资源,是黄河流域高质量发展的重要区域,研究生态系统服务与居民福祉关系对促进当地社会经济发展具有重要意义。本研究包括两方面:一是居民感知近十年生态系统服务的变化。受访者认为供给服务和部分调节服务有所下降,支持服务和文化服务大幅增加。这与两个原因有关:首先是退耕还林等政策实施减少耕地面积,居民感知供给服务有所下降;其次社会文明的快速变迁提升了支持服务和文化服务。二是居民对生态系统服务福祉效应的认知及福祉影响因素。首先生态系统服务的福祉效应并非均匀分布,而与特定的生态系统服务类型有关<sup>[11]</sup>,受访者认为粮食供给、水源供给和净化空气服务福祉效应较高,该研究结果与已有研

究相似,表明当地居民往往偏好于供给服务,然后是调节服务,最后是文化服务<sup>[23-24]</sup>。研究结果受到被调查者的知识和个人因素的限制,众多受访者存在信息、资源差导致其对生态系统服务福祉效应评价产生差异。其次,虽然 2020 年底该地区已实现全面脱贫,但经济发展比较落后,所以收入仍是制约当地居民发展的关键因素,重视与居民收入相关的生态系统服务类型,如何提高多种生态系统服务福祉效应也成为管理者所考虑的难题。

## 5 结论

(1) 整体上看,各项生态系统服务变化趋势存在差异。居民感知近十年生态系统服务减少的类型主要为木材供给、净化空气、水源供给和粮食供给,原因是煤矿持续开采造成水源、土壤和空气质量下降;另外,城市生态文明建设促进水源涵养、美学景观和休闲娱乐等服务增加。由此可见,除自然演替外,政府的治理决策如退耕还林和地区文化旅游产业发展等间接引起生态系统服务的变化,这是社会—生态系统与自然和人力资本耦合的综合产物。政府需要发挥宏观调控作用,统筹多项生态系统服务类型协调发展,地方管理者应更加关注供给服务和调节服务的变化,通过补偿、奖励与惩罚等措施调节相关企业或居民行为,提高生态系统福祉。

(2) 生态系统服务福祉效应与区域发展方式、居民社会经济特征密切相关。不同居住区、年龄、收入来源、人均年收入和文化程度的居民福祉水平存在显著差异,其中矿区居民的福祉水平略低于非矿区。首先矿区和非矿区产业结构不同,其次生态环境状况存在较大差异;另外,收入和文化程度均与居民福祉成正比。生态系统服务福祉效应受到受访者社会经济特征的影响( $p < 0.05$ ),其中个体性别、年龄、收入来源、文化程度对生态系统服务福祉效应有显著影响且各组间存在显著差异。年轻人与中年人在文化服务、与老年人在水源供给服务分别存在显著差异;由于职业和土地属性不同,除休闲娱乐服务外,收入来源对上述生态系统服务福祉效应存在显著影响;较低学历居民对供给服务评价较高,较高学历居民对多数生态系统服务评价较高。因此,政府须通过技术革新、监督管理和文化教育等措施改善生态环境,实现产业升级、经济绿色持续;另外惠民政策应关注不同阶层居民的需要,尤其给予基层群众更多考虑;同时不断深化“政社”结合,通过学校教育或媒体传播等多种途径促进生态环保理念的宣传,提高居民对生态系统服务重要性的认识。

(3) 冗余分析结果显示供给服务是影响居民福祉的主要生态系统服务类型,收入是影响当地居民福祉的关键因子,维持调节服务和支持服务将有益于居民的生存与身体安全。另外基本物质福祉和精神福祉与供给服务呈明显的正相关,安全与健康福祉同调节服务具有较强正相关。以上研究说明该流域居民生存发展主要受基本物质条件的制约,居民福祉仍处于较低水平。因此,政府应促进居民收入来源多元化,例如发展特色生态旅游,以改善生态保护和生态旅游区的人类福祉,对特色农业生产和种植区采取保持可持续福祉的生态保护政策,并借助新媒体网络等逐渐发挥品牌效应,促进经济和生态良性运行,增进当地居民福祉。

#### 参考文献:

- [1] Zhang Z F, Wang M W, Xu Z, et al. The influence of Community Sports Parks on residents' subjective well-being: A case study of Zhuhai City, China[J]. *Habitat International*, 2021,117:102439.
- [2] Rey-Valette H, Blayac T, Salles J M. Evaluating the contribution of nature to well-being: The case of ecosystem services related to fish-farming ponds in France[J]. *Ecological Economics*, 2022,191:107217.
- [3] Daily G C. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems* [M]. Washington D C: Island Press, 1997.
- [4] 傅伯杰,周国逸,白永飞,等.中国主要陆地生态系统服务功能与生态安全[J].*地球科学进展*,2009,24(6):571-576.
- [5] 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.
- [6] 杨莉,甄霖,李芬,等.黄土高原生态系统服务变化对人类福祉的影响初探[J].*资源科学*,2010,32(5):849-855.
- [7] 张继飞,邓伟,朱昌丽,等.岷江上游生态系统服务与居民福祉的空间关联及其动态特征[J].*山地学报*,2017,35(3):388-398.
- [8] 柳冬青,张金茜,巩杰,等.陇中黄土丘陵区土地利用强度—生态系统服务—人类福祉时空关系研究:以安定区为例[J].*生态学报*,2019,39(2):637-648.
- [9] 熊鹰,侯珂伦,郑偲睿,等.基于结构方程模型的南方丘陵山地农户福祉与生态系统服务关系:以广东省乐昌市为例[J].*热带地理*,2020,40(5):843-855.
- [10] Ma L, Qin Y T, Zhang H, et al. Improving well-being of farmers using ecological awareness around protected areas: Evidence from Qinling region, China[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021,18(18):9792.
- [11] Daw T, Brown K, Rosendo S, et al. Applying the ecosystem services concept to poverty alleviation: The need to disaggregate human well-being [J]. *Environmental Conservation*, 2011,38(4):370-379.
- [12] 王大尚,郑华,欧阳志云.生态系统服务供给、消费与人类福祉的关系[J].*应用生态学报*,2013,24(6):1747-1753.
- [13] Hu L, Wu J, Li H P. The coupling relationship between ecosystem services and residents' income and its impact factors: A case study of the Lashihai basin in Lijiang, Yunan[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2018,38(18):6402-6411.
- [14] 徐建英,王清,魏建瑛.卧龙自然保护区生态系统服务福祉贡献评估:当地居民的视角[J].*生态学报*,2018,38(20):7348-7358.
- [15] 霍冉,鲁博,徐向阳,等.基于当地居民感知视角的煤炭资源型城市生态系统服务福祉效应研究:以新泰市为例[J].*中国土地科学*,2019,33(9):101-110.
- [16] 霍冉,徐向阳,高俊莲,等.煤炭资源型城市生态系统服务空间特征及其与居民福祉关系[J].*土壤通报*,2020,51(1):31-39.
- [17] King M F, Renó V F, Novo E M L M. The concept, dimensions and methods of assessment of human well-being within a socioecological context: A literature review[J]. *Social Indicators Research*, 2014,116(3):681-698.
- [18] Chan K M A, Guerry A D, Balvanera P, et al. Where are cultural and social in ecosystem services? A framework for constructive engagement [J]. *Bioscience*, 2012,62(8):744-756.
- [19] 刘家根,黄璐,严力蛟.生态系统服务对人类福祉的影响:以浙江省桐庐县为例[J].*生态学报*,2018,38(5):1687-1697.
- [20] 史广,刘立文,杨艳.黄土高原三川河流域生态环境的时空变化特征[J].*河北农业科学*,2016,20(4):72-77.
- [21] Smith C, Clay P. Measuring subjective and objective well-being: Analyses from five marine commercial fisheries[J]. *Human Organization*, 2010,69(2):158-168.
- [22] Millennium Ecosystem Assessment (MA). *Ecosystems and Human Well-being* [M]. Washington D C: Island Press, 2005.
- [23] Iftexhar M S, Takama T. Perceptions of biodiversity, environmental services, and conservation of planted mangroves: A case study on Nijhum Dwip Island, Bangladesh[J]. *Wetlands Ecology and Management*, 2008,16(2):119-137.
- [24] Hartter J. Resource use and ecosystem services in a forest park landscape[J]. *Society and Natural Resources*, 2010,23(3):207-223.