

# 基于AHP-TOPSIS法的水库移民生计资本及生计稳定性研究

巫祖贤<sup>1</sup>, 杨 春<sup>2</sup>, 姚凯文<sup>1</sup>, 张玮玮<sup>1</sup>

(1. 华北电力大学水利与水电工程学院, 北京 102206; 2. 广西桂禹工程咨询有限公司, 广西 南宁 530023)

**摘 要:** 水库移民因征地搬迁而被迫重建生计系统, 发掘移民生计资本优势, 探究如何促进移民安置后的生计稳定和生计系统协调具有重要意义。以172项重大水利工程之一的广西LJ水利枢纽工程移民为例, 以可持续生计框架为基础, 考虑生计环境因素, 采用AHP-TOPSIS法构建移民生计资本测度体系, 使用收入多样性、自然资源依赖度及收入风险度衡量水库移民的生计稳定性, 横纵向对比分析不同搬迁安置方式移民生计资本及生计稳定性变化, 并根据耦合协调度修正模型研究其生计协调发展现状。研究结果表明: 3种搬迁安置方式移民之间的6类生计资本增长存在显著差异, 生计稳定性的变化也表现不同, 由此影响了其生计协调发展状况。进城(集)镇安置移民得益于集镇商贸优势, 将住房改造成商业门面以经营非农产业, 有效利用经验优势和资本增量促进生计稳定, 搬迁后的生计稳定性为三者最高, 生计协调发展较好; 集中居民点安置移民生计环境显著改善, 自然资本降幅不大, 人力资本较高, 但尚未能充分利用, 移民收入来源减少, 生计稳定性下降, 生计系统勉强协调; 分散自主安置移民从业环境改善, 人力资本增长率较高, 移民自主发挥优势提高生计稳定性, 生计系统接近初级协调发展。在本研究基础上, 针对不同搬迁安置方式提出了促进移民生计可持续发展的建议。

**关键词:** AHP-TOPSIS; 搬迁安置方式; 生计资本; 生计稳定性; 耦合协调度

**中图分类号:** TV61

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.12396/znsd.231997

巫祖贤, 杨 春, 姚凯文, 等. 基于AHP-TOPSIS法的水库移民生计资本及生计稳定性研究[J]. 中国农村水利水电, 2024(8): 241-247+254. DOI: 10.12396/znsd.231997.

WU Z X, YANG C, YAO K W, et al. Research on livelihood capital and livelihood stability of reservoir migrants based on AHP-TOPSIS Method[J]. China Rural Water and Hydropower, 2024(8): 241-247+254. DOI: 10.12396/znsd.231997.

## Research on Livelihood Capital and Livelihood Stability of Reservoir Migrants Based on AHP-TOPSIS Method

WU Zu-xian<sup>1</sup>, YANG Chun<sup>2</sup>, YAO Kai-wen<sup>1</sup>, ZHANG Wei-wei<sup>1</sup>

(1. School of Water Resources and Hydropower Engineering, North China Electric Power University, Beijing 102206, China;

2. Guangxi Guiyu Engineering Consulting Co., LTD, Nanning 530023, Guangxi, China)

**Abstract:** Reservoir migrants are forced to rebuild their livelihood systems as a result of land acquisition and relocation, and it is important to explore the advantages of migrants' livelihood capital and how to promote livelihood stabilization and coordination of livelihood systems after migrant resettlement. This paper takes the migrants of the LJ Water Conservancy Hub Project, one of the 172 major water conservancy projects, as an example, and takes the sustainable livelihood framework as the basis, considers the environmental factors of livelihood, and adopts the AHP-TOPSIS method to construct the migrants' livelihood capital measurement system, and measures the livelihood stability of

收稿日期: 2023-12-18

接受日期: 2024-02-05

作者简介: 巫祖贤(1999-), 男, 硕士研究生, 研究方向为水利水电工程移民经济与管理。E-mail: 840975025@qq.com。

通讯作者: 姚凯文(1965-), 男, 教授, 博士, 研究方向为水利水电工程移民经济与管理。E-mail: Kwyao@qq.com。

the reservoir migrants by using the income diversity, the degree of natural resource dependence and the degree of income risk, and analyzes the changes of the migrants' livelihood capital and the stability of the migrants' livelihoods in different ways of relocation and resettlement by comparing them horizontally and vertically and researches the current status of their coordinated development of their livelihoods based on the coupled coordinated correction model. The results of the study show that: There were significant differences in the growth of the six types of livelihood capital among the three types of relocation and resettlement migrants, and the changes in livelihood stability behaved differently, thus affecting the status of their coordinated livelihood development. Migrants resettled into urban (market) towns benefit from the advantages of market town commerce and trade, transforming their houses into commercial storefronts to operate non-agricultural industries, effectively utilizing the advantages of experience and capital increment to promote livelihood stability, and the stability of their livelihoods after relocation is the highest of the three, with a better coordinated development of their livelihoods. For migrants resettled in centralized settlements, there are significant improvements in the livelihood environment, modest declines in natural capital, higher but not yet fully utilized human capital, fewer sources of income for migrants, reduced stability of livelihoods, and barely harmonized livelihood systems. Decentralized and autonomous resettlement migrants have an improved working environment, higher rates of human capital growth, migrants' autonomy to take advantage of their strengths to improve livelihood stability, and livelihood systems that are close to primary and coordinated development. On the basis of this study, recommendations for the sustainable development of migrants' livelihoods are proposed for different relocation and resettlement methods.

**Key words:** AHP-TOPSIS; relocation and resettlement methods; livelihood capital; livelihood stability; coupling coordination degree

## 0 引 言

水库移民受征地搬迁的影响而被迫离开原住地搬迁至安置地,生产生活方式的改变及地理空间的变换使其生计资本显著变化,生计系统被迫重建,移民家庭能否在面临风险时维持生计水平并在安置后可持续发展成为关键问题<sup>[1,2]</sup>,因此分析移民生计系统协调发展状况,发掘移民生计资本优势,促进移民生计稳定是必要的。英国国际发展署提出的可持续生计框架(SLA)被广泛运用于研究农户资本状况、生计分析等问题,目前学者对SLA应用于移民的研究主要集中在政策环境对移民生计资本和生计策略转型的影响、征地搬迁后移民的生计资本纵横向对比及其生计策略变化、用生计资本结合生计稳定性分析移民后续发展等方面<sup>[2-9]</sup>,对不同搬迁安置方式移民搬迁前后的生计变化及其协调发展状况研究较少,而搬迁安置方式决定着移民的安置地及发展条件,影响着他们的后续发展。

本文以国家“十三五”期间172项重大水利工程之一的广西LJ水利枢纽工程为例,考虑环境因素,采用AHP-TOPSIS法构建移民生计资本测度体系,该方法能较好地反映移民生计资本横纵向之间的差距,使用收入多样性、自然资源依赖度及收入风险度表示移民的生计稳定性,并采用耦合协调度修正模型计算移民生计资本与生计稳定性协调发展状况,以此横纵向对比分析移民的生计资本及生计稳定性变化差异和生计协调发展现状,并针对性地对移民充分利用生计资本优势提高生计稳定性,以促进其生计可持续发展提供参考及后续政策调整建议。

## 1 研究方法 with 模型构建

### 1.1 构建生计资本测度指标体系

生计资本一般包括人力资本、自然资本、物质资本、金融资本及社会资本,而生计环境作为移民活动的外部环境,直接影响移民的资产状况和生计状况<sup>[5]</sup>,移民安置后的生计环境也会显著变化,因此本文在SLA的基础上,考虑生计环境,参考相关

研究<sup>[2-7]</sup>,根据LJ水库移民的特点及实际情况对生计资本指标进行优化和定量分析,从人力资本、自然资本、物质资本、金融资本、社会资本及生计环境6个维度22个指标构建移民生计资本测度指标体系,以此测度LJ水库移民生计资本,移民生计资本测度指标体系见表1。本文逻辑分析框架见图1。

### 1.2 生计资本测算

#### 1.2.1 指标权重确定

指标的权重赋值方法主要分为客观赋权法和主观赋权法,本文选取主观赋权法层次分析法(AHP)来确定权重,AHP将复杂问题的有关因素分成目标、准则、方案等层次,可用于对多目标、多准则以及多时期的系统进行评价<sup>[10]</sup>,具有层次结构清晰且可纵向比较不同年份数据的优点。根据表1的层次结构体系,咨询具有多年水库移民管理相关经验的专家,运用德尔菲法及“1~9”标度法分别对指标的相对重要程度进行两两评价打分,构造判断矩阵 $A$ ,根据 $AB_{mi} = \lambda_{\max} B_{mi}$  ( $\lambda_{\max}$ 为判断矩阵的最大特征根)计算得出指标层的组内权重 $B_{mi}$  ( $i = 1, 2, \dots, n_m$ ),  $n_m$ 为维度层 $m$ 的指标个数。判断矩阵需用公式 $CR = CI/RI$ 进行一致性检验,其中: $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ ,  $RI$ 取值见表2,若计算得出各组一致性比率 $CR < 0.10$ ,则一致性检验通过。

计算各指标的组合权重 $W_j = B_m \times B_{mi}$ ,即指标层的组内权重与其对应的维度层组内权重乘积,反映指标层各个指标对生计资本的影响程度,式中: $j = 1, 2, \dots, n$ ,  $n$ 为评价指标总个数。

#### 1.2.2 AHP-TOPSIS法测度生计资本

TOPSIS法是一种常用的组内综合评价方法,能充分利用原始数据的信息,精确地反映移民生计资本之间的差距,客观性强<sup>[11]</sup>,相比线性加权方法具有一定的时期扩展性和预期性。TOPSIS法基本思想是通过各样本户各项指标与正、负理想值之间的加权欧式距离来衡量生计资本,本文在理想解的选择方面综合移民搬迁前后的数据,不同年份的生计资本测算受到历史数据的影响,使得可以观测生计资本的纵向变化<sup>[10]</sup>。

表 1 移民生计资本测度指标体系  
Tab.1 Indicator system for measuring migrant livelihood capital

| 目标层    | 维度层    | 指标层                 | 指标描述                                                      |
|--------|--------|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| 人力资本 H |        | 劳动力数量 H1            | 18-65 岁家庭成年劳动力数量/人                                        |
|        |        | 家庭务工人员 H2           | 雇工人数+0.5×零工人数                                             |
|        |        | 家庭受教育水平 H3          | 1×小学及以下人数+2×初中人数+3×高中或中专人数+4×大学及以上人数                      |
|        |        | 拥有就业技能人数比例 H4       | 家庭中拥有就业技能人数占劳动力人数比例                                       |
| 自然资本 N |        | 人均耕地面积 N1           | 家庭人均耕地面积(1/15 hm <sup>2</sup> )                           |
|        |        | 人均林地面积 N2           | 家庭人均林地面积(1/15 hm <sup>2</sup> )                           |
|        |        | 平均耕作距离 N3           | >3 km=1, (1 km, 3 km]=2, [0, 1 km]=3                      |
| 物质资本 P |        | 住房结构 P1             | 土木=1;砖木=2;砖混=3;框架=4                                       |
|        |        | 人均住房面积 P2           | 家庭人均住房面积/m <sup>2</sup>                                   |
|        |        | 家庭耐用消费品种数 P3        | 小汽车、摩托车、电动车、空调、电脑,有 1 项计 1 分,最大 5 分,最小 0 分                |
|        |        | 生产性固定资产种数 P4        | 商业门面、运输工具、农用器械、其他生产性固定资产,有 1 项计 1 分,最大 4 分,最小 0 分         |
| 生计资本   | 金融资本 F | 人均可支配收入 F1          | 家庭人均可支配收入/元                                               |
|        |        | 收入来源种数 F2           | 农林牧渔收入、非农经营性收入、工资性收入、财产性收入及转移性收入,有 1 项计 1 分,最大 5 分,最小 0 分 |
|        |        | 能获得政府资助和政策优惠的种类数 F3 | 惠农补贴、养老保险、低保、后期扶持直补,有 1 项计 1 分,最大 4 分,最小 0 分              |
| 社会资本 S |        | 人际交往情况 S1           | 人际交往根据与当地朋友串门来往频率及人情来往次数分别赋分(1、2、3、4)算两者平均值               |
|        |        | 邻里关系满意度 S2          | 不满意=0;一般满意=1;比较满意=2;很满意=3                                 |
|        |        | 企事业单位从业人数 S3        | 在企事业单位上班的家庭成员人数/人                                         |
| 生计环境 E |        | 交通便利程度 E1           | 不便利=1;一般=2;便利=3;很便利=4                                     |
|        |        | 基础设施便利程度 E2         | 不便利=1;一般=2;便利=3;很便利=4                                     |
|        |        | 距最近集市距离 E3          | >5 km=1, (3 km, 5 km]=2, (1 km, 3 km]=3, [0, 1 km]=4      |
|        |        | 距最近医院/卫生室距离 E4      | >5 km=1, (3 km, 5 km]=2, (1 km, 3 km]=3, [0, 1 km]=4      |
|        |        | 距最近学校距离 E5          | >5 km=1, (3 km, 5 km]=2, (1 km, 3 km]=3, [0, 1 km]=4      |

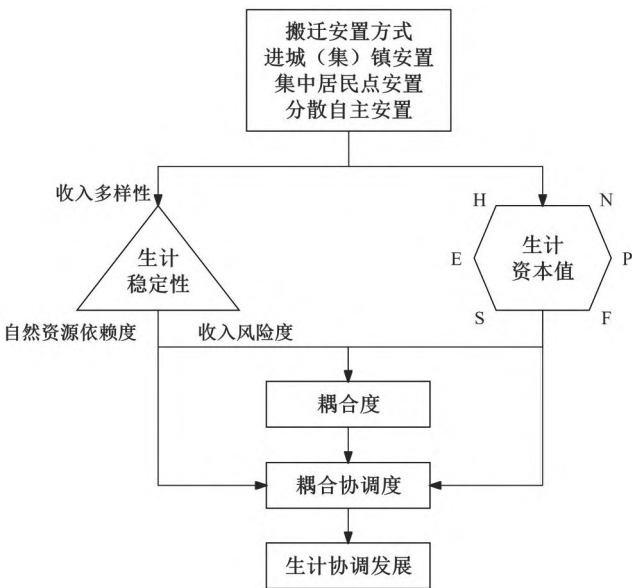


图 1 逻辑分析框架图

Fig.1 Logical analysis framework

表 2 1~10 阶矩阵的 RI 值

Tab.2 RI values for matrices of order 1 to 10

|    |   |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| n  | 1 | 2 | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| RI | 0 | 0 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 |

给定  $m$  个移民样本户  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ , 则第  $i$  个移民样本户中的  $n$  个指标构成的评价属性集为  $[x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}]$ , 以此构建指标原始数据矩阵  $X = (x_{ij}^t)_{2m \times n}$ , 其中  $t$  值仅用于区分搬迁前后的年份, 不作为时间变量, 如  $x_{2,5}^{2015}$  为 2015 年第 2 个移民样本户的第 5 个指标数据。本文指标均为极大值指标, 不需正向化, 采用极差标准化法即  $b_{ij}^t = \frac{x_{ij}^t - \min x_j}{\max x_j - \min x_j}$ , 对指标的原始数据进行标准化处理, 以消除各测度指标之间量纲和数量级的差异影响。

结合 AHP 计算得出的指标权重, 得到加权规范矩阵  $C_i = (c_{ij}^t)_{2m \times n}$ , 其中  $c_{ij}^t = w b_{ij}^t (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$ 。确定各指标正理想解  $c_j^+ = \max c_j (j = 1, 2, \dots, n)$ , 即第  $j$  个指标的正理想解; 负理想解  $c_j^- = \min c_j (j = 1, 2, \dots, n)$ , 即第  $j$  个指标的负理想解, 并根据式(1)计算各样本户到正、负理想解的距离, 根据式(2)计算第  $i$  个移民样本户的生计资本值。

$$\begin{cases} c_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (c_{ij}^t - c_j^+)^2}, (i = 1, 2, \dots, m) \\ c_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (c_{ij}^t - c_j^-)^2}, (i = 1, 2, \dots, m) \end{cases} \quad (1)$$

$$I_i = \frac{c_i^-}{c_i^+ + c_i^-}, (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

### 1.3 生计稳定性测度

参考王飞龙<sup>[2]</sup>、马国璇<sup>[4]</sup>、徐爽<sup>[9]</sup>等人的研究成果, 使用收

入多样性、自然资源依赖度及收入风险度测度水库移民的生计稳定性。

(1) 收入多样性。使用 Shannon-Wiener 指数测量移民收入多样性,该指数主要用于表示移民收入来源的多样性以及各种收入的均衡程度,收入多样性指数越高表明生计稳定性越好。

$$K_{inc} = -\sum_{n=1}^S P_n \log_2 P_n \quad (3)$$

式中: $K_{inc}$  为收入多样性指数; $P_n$  为第  $n$  项收入来源下的移民家庭收入与移民家庭总收入的比值; $S$  为收入来源的种类,本文收入来源种类划分为农林牧渔总收入、非农经营性收入、工资性收入、财产性收入及转移性收入<sup>[12]</sup>。

(2) 自然资源依赖度。本文使用自然资源依赖性指数测量自然资源依赖度,现有研究多以农户农林牧渔业等自然资源相关生产活动的收入对家庭总收入的占比来衡量其对自然资源的依赖程度<sup>[13]</sup>,与生计稳定性负相关。

$$D_{sou} = \frac{N}{X} \quad (4)$$

式中: $D_{sou}$  为自然资源依赖性指数; $N$  为移民家庭的农林牧渔总收入, $X$  为移民家庭总收入。

(3) 收入风险度。收入风险度表示农户所有类型收入风险程度的总和,可用各项收入占总收入的比值与对应的风险系数乘积的和表示,与生计稳定性负相关。

$$R_{inc} = \sum_{n=1}^S P_n \beta_i \quad (5)$$

式中: $R_{inc}$  为收入风险度指数; $\beta_i$  为第  $i$  种收入来源的风险系数。

(4) 生计稳定性综合值。综合考虑移民家庭的收入多样性、自然资源依赖度以及收入风险度,使用移民生计稳定性综

合值测量移民生计稳定性,值越高表明移民家庭生计越稳定。根据 AHP 计算得三者权重分别为 0.685、0.206、0.109,加权计算得移民生计稳定性综合值。

$$Q_i = 0.685K'_{inc} + 0.206 \times (1 - D'_{sou}) + 0.109 \times (1 - R'_{inc}) \quad (6)$$

式中: $Q_i$  为第  $i$  个移民样本户的生计稳定性综合值; $K'_{inc}$  为收入多样性指数归一化后的数值; $D'_{sou}$  为自然资源依赖性指数归一化后的数值; $R'_{inc}$  为收入风险度指数归一化后的数值。

## 1.4 耦合协调度

耦合协调度模型是衡量系统内耦合情况及协调发展状况的有效评价研究工具,其使用耦合度表达若干子系统的相互关系,并进一步用耦合协调度对整个系统的均衡发展水平进行综合评价研究<sup>[14]</sup>。本文使用移民生计资本与生计稳定性之间的耦合协调度评价生计协调发展状况<sup>[4,9]</sup>,采用耦合协调度修正模型计算移民搬迁后的生计协调发展现状,基于该模型能更合理地代表耦合协调关系与发展水平,各子系统值分布区间为  $[0,1]$ <sup>[14]</sup>,计算公式为:

$$C = \left\{ \left( 1 - \sqrt{(I_i - Q_i)^2} \right) \left( \frac{I_i}{\max(I_i, Q_i)} \frac{Q_i}{\max(I_i, Q_i)} \right) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

$$D = \sqrt{CT} = \sqrt{C(\beta_1 I_i + \beta_2 Q_i)} \quad (8)$$

式中: $C$  为耦合度; $D$  为耦合协调度; $T$  为生计资本值和生计稳定性综合值两系统的综合评价得分。本文认为生计资本与生计稳定性在模型中同等重要,因此赋值  $\beta_1 = \beta_2 = 0.5$ 。

结合相关研究<sup>[14,15]</sup>,将耦合协调度划分为如表 3 所示的层次等级。

表 3 耦合协调度层次等级划分标准

Tab.3 Criteria for grading the coupling coordination degree hierarchy

| 协调发展类型  | 失调衰退类   |           |           |           | 过渡发展类     |           | 协调发展类     |           |           |           |
|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 协调发展度类型 | 极度失调    | 严重失调      | 中度失调      | 轻度失调      | 濒临失调      | 勉强协调      | 初级协调      | 中级协调      | 良好协调      | 优质协调      |
| 协调度     | [0,0.1) | [0.1,0.2) | [0.2,0.3) | [0.3,0.4) | [0.4,0.5) | [0.5,0.6) | [0.6,0.7) | [0.7,0.8) | [0.8,0.9) | [0.9,1.0] |

## 2 实证分析

### 2.1 数据来源

本研究数据来源于 LJ 水库移民生计研究课题组 2016 年 6 月及 2023 年 5 月实地入户调查相同样本户搬迁前(2015 年)及搬迁后(2022 年)的数据。根据《水利水电工程建设农村移民安置规划设计规范》(SL 440-2009),搬迁安置方式可分为集中居民点安置(100 人以上)、分散安置、进城(集)镇安置。本研究共收集到 137 户 LJ 水库移民的样本数据,占 LJ 水库搬迁安置移民总户数的 8.9%,其中进城(集)镇安置移民 52 户、集中居民点安置移民 52 户、分散自主安置移民 33 户。

### 2.2 生计资本分析

根据 AHP 计算得移民生计资本指标权重结果见表 4,判断矩阵均通过一致性检验,结合 TOPSIS 法,计算 LJ 水库移民搬迁前后的各类生计资本值,计算结果见表 5、图 2 和图 3。

LJ 水库移民受征地搬迁的影响,自然资本和社会资本减少,其他资本均有所增加,但移民之间的 6 类生计资本增长存在显著差异,具体分析如下:

进城(集)镇安置移民在安置后更倾向于将住房改造成商业门面以经营非农产业,家庭务工人口增加不明显,但移民的土地减少较多,移民的自然资本降低 39.36%。移民安置房为单栋框架房,并添置小汽车、空调等耐用消费品,但住房面积不如以前,物质资本由 0.288 提升到 0.341。移民通过开店经营,拓宽收入渠道的同时也促进增收致富,金融资本提升幅度较大。移民集中安置在集镇,原本的社交网络仍可继续保持,移民搬迁后的生计环境提升较小。

集中居民点安置移民安置在楼房,不具备集镇的商贸优势,移民在搬迁后选择外出务工,从业稳定,人力资本提高 7.14%。移民土地资源相对较为丰富,自然资本降幅不大,但耕作半径变大。移民物质资本提升幅度较大,但受征地搬迁影响,移民基本上靠务工收入,收入来源减少,金融资本相对较低。移民搬迁后与亲朋好友间的往来减少,部分移民需适应新的社会环境,社会资本降低,但移民搬迁后的生计环境有较大提升。

分散自主安置移民中部分移民选择在县城或市区安置,就业渠道宽广,劳动力选择务工,移民人力资本提高 12.23%。移

表 4 移民生计资本指标权重  
Tab.4 Migrant livelihood capital indicator weights

| 目标层  | 维度层    | 维度层<br>组内权重 $B_m$ | 指标层                 | 指标层<br>组内权重 $B_{mi}$ | 综合权重 $W_j$ |
|------|--------|-------------------|---------------------|----------------------|------------|
| 生计资本 | 人力资本 H | 0.259             | 劳动力数量 H1            | 0.305                | 0.079      |
|      |        |                   | 家庭务工人数 H2           | 0.300                | 0.078      |
|      |        |                   | 家庭受教育水平 H3          | 0.241                | 0.062      |
|      |        |                   | 拥有就业技能人数比例 H4       | 0.154                | 0.040      |
|      | 自然资本 N | 0.117             | 人均耕地面积 N1           | 0.400                | 0.047      |
|      |        |                   | 人均林地面积 N2           | 0.400                | 0.047      |
|      |        |                   | 平均耕作距离 N3           | 0.200                | 0.023      |
|      | 物质资本 P | 0.151             | 住房结构 P1             | 0.140                | 0.021      |
|      |        |                   | 人均住房面积 P2           | 0.330                | 0.050      |
|      |        |                   | 家庭耐用消费品种数 P3        | 0.200                | 0.030      |
|      |        |                   | 生产性固定资产种数 P4        | 0.330                | 0.050      |
|      | 金融资本 F | 0.249             | 人均可支配收入 F1          | 0.443                | 0.110      |
|      |        |                   | 收入来源种数 F2           | 0.387                | 0.096      |
|      |        |                   | 能获得政府资助和政策优惠的种类数 F3 | 0.169                | 0.042      |
|      | 社会资本 S | 0.107             | 人际交往情况 S1           | 0.403                | 0.043      |
|      |        |                   | 邻里关系满意度 S2          | 0.250                | 0.027      |
|      |        |                   | 企事业单位从业人数 S3        | 0.348                | 0.037      |
|      | 生计环境 E | 0.117             | 交通便利程度 E1           | 0.265                | 0.031      |
|      |        |                   | 基础设施便利程度 E2         | 0.184                | 0.022      |
|      |        |                   | 距最近集市距离 E3          | 0.249                | 0.029      |
|      |        |                   | 距最近医院/卫生室距离 E4      | 0.151                | 0.018      |
|      |        |                   | 距最近学校距离 E5          | 0.151                | 0.018      |

表 5 LJ 水库移民搬迁前后生计资本值  
Tab.5 Value of livelihoods capital before and after relocation of migrants from LJ Reservoir

| 生计资本类型 | 进城(集)镇安置 |       |        | 集中居民点安置 |       |       | 分散自主安置 |       |        |
|--------|----------|-------|--------|---------|-------|-------|--------|-------|--------|
|        | 搬迁前      | 搬迁后   | 增长率/%  | 搬迁前     | 搬迁后   | 增长率/% | 搬迁前    | 搬迁后   | 增长率/%  |
| 人力资本 H | 0.343    | 0.356 | 3.68   | 0.369   | 0.396 | 7.14  | 0.323  | 0.363 | 12.23  |
| 自然资本 N | 0.292    | 0.177 | -39.36 | 0.294   | 0.268 | -8.84 | 0.312  | 0.243 | -22.19 |
| 物质资本 P | 0.288    | 0.341 | 18.53  | 0.231   | 0.319 | 37.78 | 0.256  | 0.289 | 12.73  |
| 金融资本 F | 0.350    | 0.454 | 29.64  | 0.293   | 0.369 | 26.05 | 0.328  | 0.412 | 25.54  |
| 社会资本 S | 0.506    | 0.496 | -1.97  | 0.501   | 0.468 | -6.49 | 0.491  | 0.452 | -7.92  |
| 生计环境 E | 0.729    | 0.751 | 3.01   | 0.507   | 0.771 | 52.27 | 0.547  | 0.719 | 31.37  |
| 生计资本 I | 0.382    | 0.418 | 9.47   | 0.351   | 0.400 | 14.18 | 0.356  | 0.397 | 11.58  |

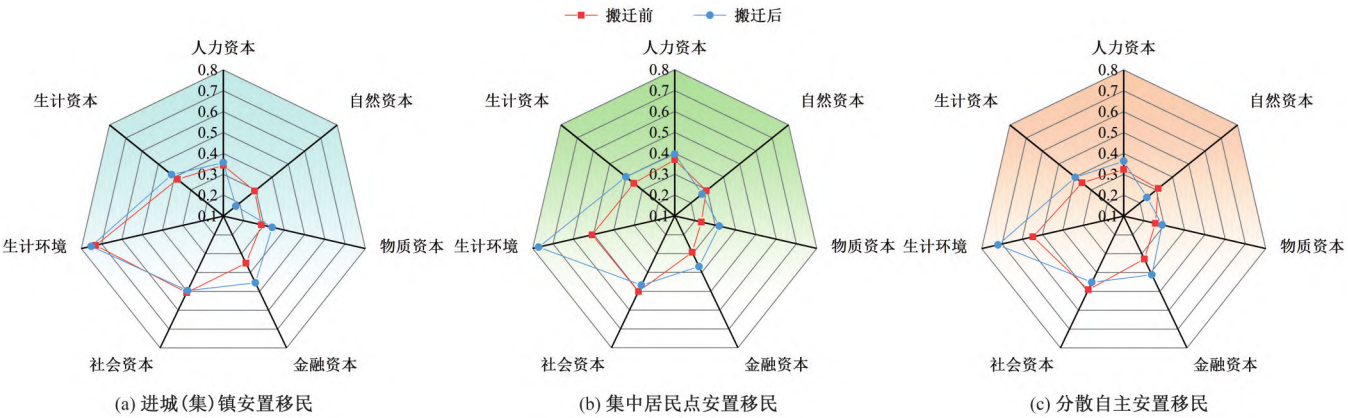


图 2 LJ 水库移民搬迁前后生计资本雷达图

Fig.2 Radar map of livelihood capital before and after relocation of migrants from LJ Reservoir

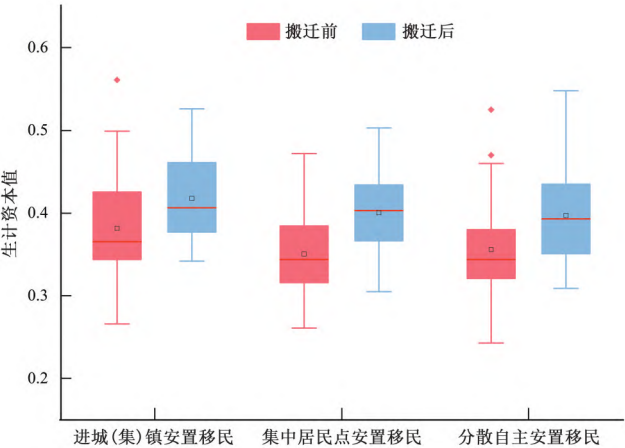


图3 LJ水库移民搬迁前后生计资本箱型图

Fig.3 Box plots of livelihood capital before and after relocation of migrants from LJ Reservoir

表6 LJ水库移民搬迁前后生计稳定性指标值

Tab.6 Indicator values for livelihood stability before and after relocation of migrants from LJ Reservoirs

| 指标      | 进城(集)镇安置 |       |        | 集中居民点安置 |       |        | 分散自主安置 |       |        |
|---------|----------|-------|--------|---------|-------|--------|--------|-------|--------|
|         | 搬迁前      | 搬迁后   | 增长率/%  | 搬迁前     | 搬迁后   | 增长率/%  | 搬迁前    | 搬迁后   | 增长率/%  |
| 收入多样性   | 0.984    | 0.902 | -8.32  | 0.625   | 0.503 | -19.66 | 0.76   | 0.713 | -6.24  |
| 自然资源依赖度 | 0.155    | 0.057 | -63.34 | 0.087   | 0.010 | -88.21 | 0.111  | 0.060 | -45.75 |
| 收入风险度   | 0.029    | 0.020 | -29.52 | 0.035   | 0.030 | -14.28 | 0.033  | 0.026 | -22.16 |
| 生计稳定性   | 0.573    | 0.609 | 6.19   | 0.439   | 0.432 | -1.76  | 0.488  | 0.511 | 4.61   |

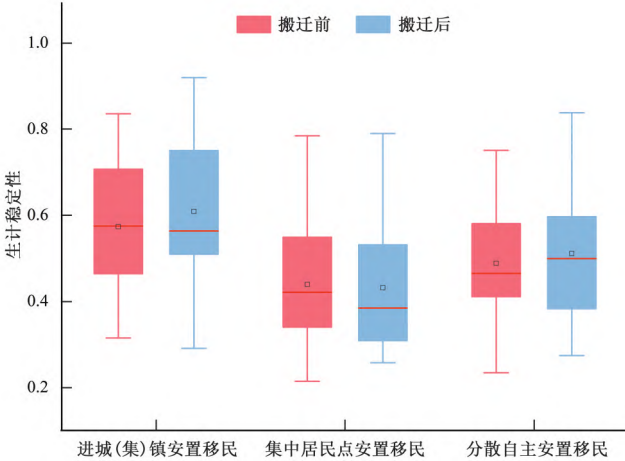


图4 LJ水库移民搬迁前后生计稳定性箱型图

Fig.4 Box plots of livelihood stability before and after relocation of migrants from LJ Reservoir

通过对以上图表分析可知,进城(集)镇安置移民搬迁后生计稳定性综合值较搬迁前提高6.19%,稳定性最高,基本生产要素的受损以及集镇交通便利、人口密集、商贸需求大的优势,促使移民选择务工或非农经营等活动来弥补所损失的要素产出,对自然资源的依赖程度降低,收入多样性以较小幅度下降,务工收入及二三产业收入提高。集中居民点安置移民搬迁后生计稳定性综合值降低1.76%,为三者最低,移民土地减少,耕作距离较远,移民放弃务农选择外出务工或经营二三产业,但经营规模远不如集镇移民,更多依赖于务工收入,因此生计相对较不稳定。分散自主安置移民搬迁后生计稳定性综合值为

民土地减少,耕作半径加大,自然资本由0.312减少到0.243。部分移民选择安置在原村,保持原有的住房结构,远迁移民住房面积又不如搬迁前,移民物质资本相对较低,但移民利用自身优势,在务农、经营非农产业或务工中自主选择更适合自己的经济来源,以此提高家庭收入,移民金融资本提升较大。与搬迁前相比,远迁移民在社会关系上更为疏远,但也具有更为便利的交通条件、更为完善的基础设施,生活环境较好。

2.3 生计稳定性分析

根据公式(3)、(4)、(5)、(6)计算移民的生计稳定性。对于收入风险度的计算,农林牧渔收入风险系数采用研究区当地当年度第一产业总产值较上一年度下降百分比来衡量,其中2015年为8.13%、2022年为0.00%;工资性收入风险系数采用研究区当地当年度城镇登记失业率来衡量,其中2015年为3.72%、2022年为3.67%,其他收入来源风险较小,在本文计为0,计算结果见表6和图4。

0.511,较搬迁前提高0.023,该安置方式使移民有更高的自主选择权,选择安置在原村的中老年人发挥所长继续务农,少部分年轻劳动力经营非农产业以增加家庭收入;选择安置在县城或市区的移民具有更多机会,利用职业技能获得了较高的工资性收入,移民所选择的安置地有利于其发挥自身资本和环境优势促进生计稳定。

2.4 生计协调发展现状分析

结合生计资本值和生计稳定性综合值的计算结果,由公式(7)、(8)分析移民的生计协调发展现状,计算结果见表7。

表7 LJ水库移民耦合度及耦合协调度

Tab.7 Coupling and coupling coordination degree of migrants from LJ Reservoir

| 安置方式  | 进城(集)镇安置 | 集中居民点安置 | 分散自主安置 | LJ水库移民 |
|-------|----------|---------|--------|--------|
| 耦合度   | 0.752    | 0.808   | 0.793  | 0.783  |
| 耦合协调度 | 0.612    | 0.574   | 0.593  | 0.593  |
| 协调等级  | 初级协调     | 勉强协调    | 勉强协调   | 勉强协调   |

耦合度排序为集中居民点安置移民(0.808)>分散自主安置移民(0.793)>进城(集)镇安置移民(0.752),移民生计资本与生计稳定性的耦合度处于较高水平,相互影响程度较大。耦合协调度排序为进城(集)镇安置移民(0.612)>分散自主安置移民(0.593)>集中居民点安置移民(0.574),协调等级分别为初级协调、勉强协调、勉强协调。进城(集)镇安置移民能较为充分地利用集镇商贸优势、交通等条件以提高生计稳定性,部分移民原来在集镇中生活工作,该部分移民原本生计条件较好,在搬

迁后能进一步利用经验优势和资本增量来促进其生计稳定,生计协调发展程度更高。集中居民点安置移民处于较低稳定性的状态,自然资本和生计环境资本未能得到充分利用,收入多依赖于务工收入,生计协调发展状况相对较差;分散自主安置移民耦合协调度位于三者中间,其生计资本最低,但移民能自主发挥自身优势促进生计稳定,生计协调发展状况接近初级协调。

### 3 结论与建议

(1)进城(集)镇安置移民搬迁后的资本拥有量最多,得益于集镇的优势,移民开店经营产业,使其生计稳定性维持较高水平,生计资本利用较为充分,生计协调发展水平更高。集中居民点安置移民搬迁后的生计资本增加较多,但对工资性收入较为依赖,移民生计稳定性较差,移民尚未适应新的生产生活方式,优势条件不能得到有效利用,生计系统恢复较慢。分散自主安置移民搬迁后的生计资本较搬迁前增长 11.58%,从业环境的改善提高了其人力资本和收入,移民能发挥自身资本和环境优势以提高生计稳定性,协调等级接近初级协调。

(2)根据 LJ 水库移民生计研究成果,本研究为各搬迁安置方式移民生计可持续发展提出以下针对性建议:进城(集)镇安置移民可结合集镇基础设施完善和物质资源优势,完善旅游服务基础设施,推动旅游产业提质增效和转型升级,以旅游业带动商贸娱乐、住宿餐饮等现代服务业发展,打造移民收入新的增长点。集中居民点安置移民可利用安置点交通便利、劳动力及剩余林地相对较多的优势,整合资源建设生态高效林下种养业,推动村集体经济提质增效项目,并开展移民种养技术和经营管理等技能培训,搭建就业平台带动移民就业,促进移民发展。对于分散自主安置移民,完善散居移民基础设施和公共服务设施建设,鼓励远居移民流转剩余耕地、闲置房屋等资源,扶持原村安置移民建设家庭工厂、乡村民宿等新型经营主体,并开展移民职业技能和管理经营培训,带动移民就业创业。

#### 参考文献:

- [1] 龚一莼. 水库移民家庭生计系统及生计可持续发展研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2021. (GONG Y C. Study on livelihood system and sustainable development of livelihood of reservoir affected families[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2021.)
- [2] 王飞龙, 姚凯文, 刘炳文. 水库移民家庭生计策略研究[J]. 人民长江, 2023, 54(1): 245-250. (WANG F L, YAO K W, LIU B W. Livelihood strategies of reservoir resettlement households [J]. Yangtze River, 2023, 54(1): 245-250.)
- [3] 滕祥河, 杨先明, 文传浩. 自致努力、政府扶持与水电工程移民生计资本累积[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2022(2): 80-91. (TENG X H, YANG X M, WEN C H. Self-motivated effort, government support and livelihood capital of the hydropower project re-settlers [J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2022(2): 80-91.)
- [4] 马国璇, 周忠发, 朱昌丽等. 改进可持续生计框架下易地扶贫搬迁前后农户生计对比分析: 以贵州省贞丰县者相镇安置点为例[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(5): 207-217. (MA G X, ZHOU Z F, ZHU C L. Comparative analysis of rural household's livelihood before and after relocation under the framework of improving sustainable livelihood: A case study of the resettlement location in Zhexiang town, Zhenfeng county, Guizhou Province [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2022, 43(5): 207-217.)
- [5] 何仁伟, 李光勤, 刘运伟等. 基于可持续生计的精准扶贫分析方法及应用研究: 以四川凉山彝族自治州为例[J]. 地理科学进展, 2017, 36(2): 182-192. (HE R W, LI G Q, LIU Y W. Theoretical analysis and case study on targeted poverty alleviation based on sustainable livelihoods framework: A case study of Liangshan Yi Autonomous Prefecture, Sichuan Province [J]. Progress in Geography, 2017, 36(2): 182-192.)
- [6] 许 扬, 保继刚. “阿者科计划”对农户生计的影响分析: 基于 DFID 可持续生计框架[J]. 热带地理, 2022, 42(6): 867-877. (XU Y, BAO J G. A study of farmer' livelihoods in “Azheke Plan”: Based on the DFID sustainable livelihood framework [J]. Tropical Geography, 2022, 42(6): 867-877.)
- [7] 刘 倩, 雷洋洋, 喻忠磊, 等. 生计可持续性视角下精准扶贫的政策效应评估及其分异研究: 以武陵山区石柱县为例[J]. 地理科学进展, 2023, 42(4): 670-686. (LIU Q, LEI Y Y, YU Z L. Policy effect and differentiation of targeted poverty alleviation from the perspective of livelihood sustainability: Taking Shizhu county, Wuling mountains as an example [J]. Progress in Geography, 2023, 42(4): 670-686.)
- [8] NATASHA S, EMILY G, R N L, et al. Developing sustainable small-scale fisheries livelihoods in Indonesia: Trends, enabling and constraining factors, and future opportunities [J]. Marine Policy, 2021, 132.
- [9] 徐 爽, 胡业翠. 农户生计资本与生计稳定性耦合协调分析: 以广西金桥村移民安置区为例[J]. 经济地理, 2018, 38(3): 142-148+164. (XU S, HU Y C. Coupling coordination analysis of capital and livelihood stability of farmers: A case study of the resettlement area of Jinqiao village in Guangxi [J]. Economic Geography, 2018, 38(3): 142-148+164.)
- [10] 马恩涛, 姜 超. 基于 AHP-TOPSIS 法的我国地方政府债务风险测度研究[J]. 南开经济研究, 2022(6): 47-68. (MA E T, JIANG C. Research on risk measurement of local government debt in China based on AHP-TOPSIS method [J]. Nankai Economic studies, 2022(6): 47-68.)
- [11] 钟 然, 秦小元, 赖见令, 等. 基于 AHP 与 TOPSIS 的水电站能效管理水平评价方法研究[J/OL]. 中国农村水利水电: 1-11 [2023-07-12]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1419.TV.20230711.1352.030.html>. (ZHONG R, QIN X Y, LAI J L. Research on energy efficiency management level evaluation for hydropower station based on AHP and TOPSIS methods [J/OL]. China Rural Water and Hydropower: 1-11 [2023-07-12]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1419.TV.20230711.1352.030.html>.)
- [12] 鹿光耀, 袁云云, 吴春雅. 数字普惠金融有益于丰富农户收入多样性吗?: 基于江西“百村千户”的调研数据[J]. 江西社会科学, 2022, 42(6): 65-74. (LU G Y, YUAN Y Y, WU C Y. Is digital financial inclusion beneficial to enrich the diversity of farm household income?: Based on the research data of “One Hundred Villages and One Thousand Households” in Jiangxi Province [J]. Jiangxi Social Sciences, 2022, 42(6): 65-74.)

(下转第 254 页)

主要得出以下结果与结论。

(1)研究克服了大规模电网针对多目标问题求解复杂、易出现维数灾等问题,采用分层多目标嵌套求解思路,匹配电网内不同断面的输送电及用电负荷需求,并兼顾全网源荷匹配度,区分内外层,对断面内优化目标及全网优化目标分级优化求解,有效降低求解难度,可操作性强,为其他大规模电网调度运行提供一定参考价值。

(2)研究以西南某水能富集地区大规模电网为研究对象,选取典型日进行分析,计算得到夏秋丰水期全网通道利用率约为80%,冬春枯水期全网通道利用率约为40%,符合实际情况;4个典型日全网剩余负荷波动率均小于5%,验证了模型的可行性。

(3)通过对比不同典型日计算结果,得出在风光出力平稳时期可为电网提供更多的电量,使电网运行更为稳定,为水能富集地区水风光多能互补发电优化系统的优化提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 明波. 大规模水光互补系统全生命周期协同运行研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2020. (MING B. Life-cycle coordination of large-scale hydroelectric-photovoltaic hybrid energy systems [D]. Wuhan: Wuhan University, 2020.)
- [2] HE Y Y, HONG X Y, WANG C, et al. Optimal capacity configuration of the hydro-wind-photovoltaic complementary system considering cascade reservoir connection[J]. Applied Energy, 2023, 352.
- [3] LI X D, YANG W J, W J, et al. Part-load operation risk assessment of hydropower units in hydro-wind-solar hybrid system considering hydraulic characteristics[J]. Energy Reports, 2023, 9(S8): 332-342.
- [4] 王义民, 刘世帆, 李婷婷, 等. 雅砻江能源基地水风光互补短期调度运行模式对比研究[J]. 水利学报, 2023, 54(4): 439-450. (WANG L M, LIU S F, LI T T, et al. Real-time forecasting of reservoir water levels over multiple lead times considering time-varying hydrological model parameters and its application in the Shuibuya Reservoir [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2023, 54(4): 439-450.)
- [5] 么艳香, 叶林, 屈晓旭, 等. 风-光-水多能互补发电系统功率云耦合模型分析[J]. 电网技术, 2021, 45(5): 1750-1759. (ME Y X, YE L, QU X X, et al. Power cloud coupled model for wind-photovoltaic-hydro hybrid power generation system [J]. Power System Technology, 2021, 45(5): 1750-1759.)
- [6] 明波, 郭肖茹, 程龙, 等. 大型水电与光伏互补运行的并网优先级研究[J]. 水利学报, 2023, 54(11): 1287-1297+1308. (MIN B, GUO X R, XIAO L, et al. Grid integration priority of large-scale photovoltaic power and hydropower within a hybrid generation system [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2023, 54(11): 1287-1297+1308.)
- [7] 朱燕梅, 陈仕军, 马光文, 等. 计及发电量和出力波动的水光互补短期调度[J]. 电工技术学报, 2020, 35(13): 2769-2779. (ZHU Y M, CHEN S J, MA G W, et al. Short-Term complementary operation of hydro-photovoltaic integrated system considering power generation and output fluctuation [J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2020, 35(13): 2769-2779.)
- [8] 王志. 考虑风光水火协调运行的电网输电能力计算[D]. 北京: 华北电力大学, 2013. (WANG Z. ATC determination for power system consider the coordinated operation of wind power, photovoltaic, hydropower and thermal power [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2013.)
- [9] 钟儒鸿, 程春田, 廖胜利, 等. 兼顾多电网调峰与水电消纳的跨流域梯级水电站调度方法[J]. 电力系统自动化, 2021, 45(14): 114-122. (ZHONG H R, CHENG C T, LIAO S L, et al. Inter-basin scheduling method of cascaded hydropower plants considering multi-grid peak shaving and hydropower accommodation [J]. Automation of Electric Power Systems, 2021, 45(14): 114-122.)
- [10] LIU B, LIU T Y, LIAO S L, et al. Short-term coordinated hybrid hydro-wind-solar optimal scheduling model considering multistage section restrictions[J]. Renewable Energy, 2023, 217.
- [11] 张俊涛, 程春田, 申建建, 等. 考虑风光不确定性的比例可再生能源电网短期联合优化调度方法[J]. 中国电机工程学报, 2020, 40(18): 5921-5932. (ZHANG J T, CHENG C T, SHEN J J, et al. Short-term joint optimal operation method for high proportion renewable energy grid considering wind-solar uncertainty [J]. Proceedings of the CSEE, 2020, 40(18): 5921-5932.)
- [12] 余千, 杨洪明, 刘俊鹏, 等. 基于梯级水电和高载能负荷功率变化主动响应能力的风光容量优化配置[J]. 电力自动化设备, 2020, 40(10): 71-78. (YU Q, YANG H M, LIU J P, et al. Optimal configuration of wind and photovoltaic capacity based on power variation active response ability of cascade hydropower and energy intensive load [J]. Electric Power Automation Equipment, 2020, 40(10): 71-78.)
- [13] 冯晨, 常高松, 陶湘明, 等. 多时间尺度嵌套的梯级水电可承载风光资源规模研究[J]. 中国农村水利水电, 2024(2): 44-50+55. (FENG C, CHANG G S, TAO X M, et al. Research on the scale of wind and photovoltaic resources that can be carried by cascaded hydropower with multiple time scales nested [J]. China Rural Water and Hydropower, 2024(2): 44-50+55.)
- [14] 王会, 赵亚文, 温亚利. 基于要素报酬的农户自然资源依赖度评价研究: 以云南省六个自然保护区为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(12): 146-156. (WANG H, ZHAO Y W, WEN Y L. Evaluation on the dependence of rural households on the natural resources based on factor returns: A case study on six natural reserves in Yunnan Province [J]. China population, resources and environment, 2017, 27(12): 146-156.)
- [15] 王淑佳, 孔伟, 任亮, 等. 国内耦合协调度模型的误区及修正[J]. 自然资源学报, 2021, 36(3): 793-810. (WANG S J, KONG W, REN L. Research on misuses and modification of coupling coordination degree model in China [J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(3): 793-810.)
- [15] 张翔, 李金燕, 郭娇. 基于熵权-耦合协调度模型的水源地可持续发展能力评价[J]. 生态经济, 2020, 36(9): 164-168+174. (ZHANG X, LI J Y, GUO J. Evaluation of sustainable development capacity of water sources based on entropy weight-coupling coordination model [J]. Ecological Economy, 2020, 36(9): 164-168+174.)

(上接第247页)