DOI:10.3880/j.issn.1003-9511.2021.02.005

洪泽湖湖区转产上岸承载力分析

陈昌仁[1],史安娜[2],张 敏[1],刘永进[2],夏文灏[2],汪 露[1]

(1. 江苏省洪泽湖水利工程管理处,江苏 淮安 211600; 2. 河海大学商学院,江苏 南京 211100)

摘要:随着社会经济的发展,洪泽湖地区面临着经济增长和环境污染的双重压力,根据习近平总书记提出的"绿水青山就是金山银山"理念,湖区渔民转产上岸成为地区实现可持续发展的必然选择。从经济、资源和环境 3 个维度建立 TOPSIS 模型,分析了湖区 6 个县(区)的经济承载力、资源承载力、环境承载力及综合承载力,为洪泽湖地区渔民转产上岸的安置提供决策支撑。

关键词:洪泽湖;转产上岸;承载力;TOPSIS 模型

中图分类号:F407.9 文献标志码:A 文章编号:1003-9511(2021)02-0030-05

党的十八大以来,习近平总书记多次强调实现绿色发展是构建现代化经济体系的必然要求。为进一步推动生态文明建设,我国政府出台了一系列的生态环境保护政策,如 2020 年自然资源部等三部委颁布了《山水林田湖草生态保护修复工程指南(试行)》;农业农村部等三部委联合印发了《长江流域重点水域禁捕和建立补偿制度实施方案》等。洪泽湖地区地处江淮生态经济核心区域,同时在渔业、供水、航运、防汛等方面对南水北调工程以及苏北地区的工农业生产影响较大,但是长期以来的粗放式发展已对其生态资源环境造成了极大的损害[1],因此,制定有效的洪泽湖湖区渔民转产上岸政策,推进湖区渔民转变生产方式、恢复生态环境是地区实现可持续发展的必然选择。

1 文献综述

资源环境承载力研究最早始于 18 世纪 Malthus[2]提出的人口理论,该理论认为人口增长受有限资源的影响。1972 年《增长的极限》首次提出基于人与粮食、水、土地、矿产等资源的关系模型。Regier 等[3]从生态的可持续性、多样性、承载力角度系统研究,为资源环境承载力研究奠定了理论基础。Schneider 等[4]认为环境承载力是环境在自然变化、人口增长的情况下不造成严重退化的能力。联合国教科文组织认为一个国家或地区的资源承载力是利用其资源条件可以供养人口的生活维持在一定的水平上[5]。

目前关于资源环境承载力的研究大都围绕承载力评价指标体系的建立和评价方法两个方面。在承载力评价指标体系建立方面,张传国等[6]从动态预测的角度出发,通过从生态、生产以及生活 3 个维度构建了资源环境承载力评价指标体系;王依军[7]根据现有中国资源环境统计指标并借鉴国外经验,以资源、环境、生态为主题构建了资源环境承载力指标体系;黄敬军等[8]从资源保障与环境安全角度构建了资源环境承载力评价指标体系,为徐州市规划区资源保护规划政策制定提供了科学依据;贾滨洋等[9]以成都市为例,从水资源承载力、水环境承载力、大气环境承载力、土地承载力和生态承载力 5 个维度构建了大城市资源环境承载力监测预警指标体系;吴大放等[10]从珠三角九市的自然、经济、资源、社会维度构建城市资源环境承载力评价指标体系。在承载力评价方法的研究方面,郭利丹等[11]利用生态足迹理论计算分析了江苏省 2008—2017 年的水资源生态足迹、水资源生态承载力和生态盈亏状况;Onishi[12]通过指标评价方法计算得出了城市的承载力;王建华等[13]利用系统动力学模型评价预测了乌鲁木齐市 1993—2020 年水资源承载力;毛汉英等[14]运用状态空间法以人口及其经济活动、资源环境为三维空间,研究环渤海区域承载力;夏军等[15]

基金项目:江苏省水利科技项目(2019066)

作者简介:陈昌仁(1975—),男,工程师,博士,主要从事水利经济管理研究。E-mail: njmoyu@126.com

通信作者:史安娜(1962—),女,教授,博士,主要从事资源经济管理研究。E-mail: anshi@hhu.edu.cn

以海河流域为例，基于生态环境承载力量化分析模型，分析生态环境承载力；卢小兰[16]运用 PRED 框架建立了资源环境压力和承载力的评价指标体系，同时通过空间统计方法分析了环境压力、承载力的空间相关性；刘丹等[17]基于自回归滑动平均（auto regressive moving average，ARMA）模型建立了水环境承载力超载预警模型，应用 2001—2014 年的全国水环境数据，对 2015—2017 年的水环境承载力超载状态进行了预警研究；左其亭等[18]采用层次分析法和熵权法组合赋权的 TOPSIS 模型对黄河流域九省区 2002 年、2007 年、2012 年、2017 年的水资源承载力进行了综合评价；徐翔宇等[19]提出了基于量-质-域-流四要素和风险矩阵的水资源承载力评价模型，并将其用于西辽河流域 3 个水资源三级区的水资源承载力评价。

综上所述，目前国内外学者大多通过建立评价指标体系并运用计量方法对目标地区的承载力进行分析，但因目标地区的特点不同，承载力分析的结果不具有普适性。因此，根据洪泽湖自身资源环境特点，分析湖区渔民转产上岸承载力，有针对性地制定渔民转产上岸的安置方案及政策显得尤为必要。笔者以洪泽湖湖区 6 个县（区）为研究对象，研究渔民转产上岸地区的承载力水平，通过分析得出的承载力水平在现有转产上岸政策基础上为渔民上岸安置的规划及政策制定提出改进建议。

2 研究设计

2.1 转产上岸承载力评价指标体系构建

转产上岸是转变渔民生产生活方式并实现可持续发展的有效途径，而资源环境承载力是指在人与自然和谐共存的基础上，区域资源环境对人类生存和发展的支持水平[20]。为了使渔民转产上岸安置政策制订得更加完善，根据湖区的实际情况和特点，遵循科学性、客观性以及全面性原则，通过借鉴已有文献在研究区域资源环境承载力的指标体系的成果[21-24]，从经济、资源、环境三个维度构建转产上岸承载力指标体系，详见表 1。

2.2 资源环境承载力计算方法

国内外学者计算资源环境承载力的方法包括多目标决策分析法、指标评价法、空间统计方法、系统动力学模型等。本文方法选择一方面考虑能充分利用原始数据的信息，并能评价各地区承载力之间的差距，另一方面考虑方法对数据分布及样本量的要求，故选取熵权 TOPSIS 模型进行承载力的评价。TOPSIS 模型是一种以距离为评价标准的综合评价法，也被称作“逼近理想解排序方法”，此方法通过计算目标与肯定的理想目标或称最优目标及否定的理想目标或称最劣目标的偏离大小和贴近度，对目标进行评价。

2.2.1 熵权法计算步骤

2.2.1.1 标准化评价矩阵

洪泽湖地区资源环境承载力的原始评价矩阵为 $\boldsymbol{X}=(x_{ij})_{m\times n}$，其中 m 为第 i 个指标，n 为第 j 个城市。

$$\boldsymbol{X}=\begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \tag{1}$$

对正向指标、负向指标分别进行处理，得到标准化矩阵为 $\boldsymbol{V}=(v_{ij})_{m\times n}$。

正向指标：

$$v_{ij}=\frac{x_{ij}-\min(x_{ij})}{\max(x_{ij})-\min(x_{ij})} \tag{2}$$

负向指标：

$$v_{ij}=\frac{\max(x_{ij})-x_{ij}}{\max(x_{ij})-\min(x_{ij})} \tag{3}$$

表 1 洪泽湖渔民转产上岸安置地县（区）资源环境承载力评价指标体系

系统	子系统	指标层 C_i	注释	属性
洪泽湖渔民转产上岸安置地资源环境承载力评价指标体系	经济承载子系统	人均 GDP C_1	区域 GDP/常住人口数量	+
		人均贸易额 C_2	地区贸易额/常住人口数量	+
		固定资产投资额 C_3	固定资产投资总额	+
		第二、三产业总产值比重 C_4	第二、三产业产值/区域总产值	+
	资源承载子系统	人均播种面积 C_5	区域内播种面积/常住人口数量	+
		人口密度 C_6	区域总人口数/区域土地面积	−
		人均粮食产量 C_7	粮食总产量/常住人口数量	+
		公路里程 C_8	公路总里程数	+
		人均卫生机构床位数 C_9	卫生机构床数/常住人口数量	+
		绿化覆盖率 C_{10}	绿化覆盖面积/区域土地面积	+
	环境承载子系统	工业固体废物综合利用率 C_{11}	工业固体废物综合利用率	+
		空气质量≥二级比例 C_{12}	空气质量二级天数/每年总天数	+
		人均工业废水排放量 C_{13}	工业废水排放量/常住人口数量	−
		人均二氧化硫排放量 C_{14}	二氧化硫排放量/常住人口数量	−

2.2.1.2 计算指标权重

信息熵和各指标权重值计算公式分别为：

$$E_i = -\ln n^{-1} \sum_{i=1}^{n} q_{ij} \ln q_{ij} \tag{4}$$

$$\varphi_i = \frac{1 - E_i}{n - \sum E_i} \quad (i = 1,2,\cdots,n) \tag{5}$$

2.2.1.3 构建熵权评价矩阵

根据上述计算结果构建熵权评价矩阵 $\boldsymbol{G}$：

$$\boldsymbol{G} = \begin{bmatrix} g_{11} & \cdots & g_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ g_{11} & \cdots & g_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11}\varphi_1 & \cdots & v_{1n}\varphi_1 \\ \vdots & & \vdots \\ v_{m1}\varphi_m & \cdots & v_{mn}\varphi_m \end{bmatrix} \tag{6}$$

2.2.2 TOPSIS 模型构建

2.2.2.1 确定正、负理想解

设 M^+ 为评价数据中第 i 个指标在 j 城市的最大值，即最偏好的方案，为正理想解；M^- 为评价数据中第 i 个指标在 j 城市的最小值，也是最不偏好的方案，称为负理想解，计算公式分别为

$$M^+ = \{\max_{1 \leqslant i \leqslant m} g_{ij} \mid j = 1,2,\cdots,m\} = \{g_1^+, g_2^+, \cdots, g_m^+\} \tag{7}$$

$$M^- = \{\min_{1 \leqslant i \leqslant m} g_{ij} \mid j = 1,2,\cdots,m\} = \{g_1^-, g_2^-, \cdots, g_m^-\} \tag{8}$$

2.2.2.2 理想解距离计算

采用欧式距离计算公式，令 D_j^+ 为第 i 个指标与 g_i^+ 的距离，D_j^- 为第 i 个指标与 g_i^- 的距离，同时公式中的 g_{ij} 代表第 j 个指标的第 i 个指标在加权后的规范化数值，g_i^+ 和 g_i^- 两者分别代表不同城市第 i 个指标在其所有数值中的最偏好数值和最偏差数值。其计算公式分别为

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (g_i^+ - g_{ij})^2} \tag{9}$$

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (g_i^- - g_{ij})^2} \tag{10}$$

2.2.2.3 计算分析研究对象对理想解的贴近度

令 F_j 为第 j 个县（区）的资源环境承载力接近最优水平的程度，一般称为“贴近度”，其取值范围为 $[0,1]$，F_j 越大，表明该县（区）的承载力越大，水平越高。当 $F_j = 1$ 时，表明资源环境承载力最高；当 $F_j = 0$ 时，表明资源环境承载力最低。

$$F_j = \frac{D_j^-}{D_j^+ + D_j^-} \tag{11}$$

3 洪泽湖湖区承载力计算

洪泽湖渔民转产上岸涉及宿迁市的宿城区、泗阳县、泗洪县以及淮安市的淮阴区、洪泽区、盱眙县，共 6 个县（区）。以表 1 指标为基础，收集该地区经济、资源、环境方面 14 个指标数据，计算承载力水平。数据来源主要为《江苏统计年鉴》《淮安统计年鉴》和《宿迁统计年鉴》。

3.1 指标重要性程度判断

对原始数据构成的矩阵通过式（2）、（3）进行标准化处理，得到的标准化矩阵；再通过式（5）进行计算，进而得出洪泽湖渔民转产上岸安置县（区）的资源环境承载力各项指标权重，具体见表 2。

表 2 洪泽湖渔民转产上岸安置县（区）资源环境承载力评价指标权重

指标	权重	指标	权重
C_1	0.1379	C_8	0.0747
C_2	0.0498	C_9	0.1008
C_3	0.0596	C_{10}	0.0586
C_4	0.1227	C_{11}	0.0485
C_5	0.0798	C_{12}	0.0557
C_6	0.0523	C_{13}	0.0443
C_7	0.0741	C_{14}	0.0412

3.2 构建熵权评价矩阵 $\boldsymbol{G}$

基于表 2 计算得出的指标权重，结合式（6）得到综合承载力熵权评价矩阵 $\boldsymbol{G}$，因篇幅限制，子系统承载力熵权评价矩阵略。

$$\boldsymbol{G} = \begin{bmatrix} 0.0024 & 0.0061 & 0 & 0.0274 & 0.0762 & 0.0258 \\ 0.0134 & 0.0082 & 0 & 0.0065 & 0.0082 & 0.0135 \\ 0.0038 & 0.0126 & 0.0109 & 0.0155 & 0 & 0.0167 \\ 0.0679 & 0.0163 & 0 & 0.0072 & 0.0249 & 0.0063 \\ 0 & 0.0028 & 0.0104 & 0.0163 & 0.0231 & 0.0273 \\ 0 & 0.0063 & 0.0121 & 0.0066 & 0.0137 & 0.0136 \\ 0 & 0.0044 & 0.0170 & 0.0074 & 0.0208 & 0.0246 \\ 0.0072 & 0.0055 & 0.0199 & 0.0146 & 0 & 0.0277 \\ 0.0452 & 0.0108 & 0.0051 & 0.0298 & 0 & 0.0098 \\ 0.0203 & 0.0125 & 0.0106 & 0.0095 & 0.0057 & 0 \\ 0.0080 & 0.0055 & 0 & 0.0117 & 0.0117 & 0.0117 \\ 0 & 0.0111 & 0.0124 & 0.0040 & 0.0144 & 0.0137 \\ 0 & 0.0077 & 0.0082 & 0.0114 & 0.0068 & 0.0101 \\ 0.0074 & 0.0078 & 0.0084 & 0.0081 & 0 & 0.0094 \end{bmatrix}$$

3.3 正、负理想解距离计算

在构建规范化矩阵的基础上，通过式（7）～（10）得出洪泽湖渔民转产上岸 6 个安置县（区）综合承载力及子系统承载力正（D_j^+）、负（D_j^-）理想解距离，详见表 3。

3.4 承载力计算

根据式（10），计算得出洪泽湖出洪泽湖渔民转产上岸 6 个安置县（区）综合承载力以及 3 个子系统承载力的贴近度数值（F_j），并按降序进行排序，结果见表 4。

表 3　洪泽湖渔民转产上岸安置县(区)正、负理想解距离(2018 年)

地区	综合承载力		经济承载子系统		资源承载子系统		环境承载子系统	
	D_j^+	D_j^-	D_j^+	D_j^-	D_j^+	D_j^-	D_j^+	D_j^-
宿城区	0.0909	0.0862	0.2027	0.1876	0.1159	0.1199	0.0760	0.0930
泗阳县	0.1025	0.0342	0.2362	0.0622	0.1371	0.0382	0.0454	0.0836
泗洪县	0.1136	0.0386	0.2789	0.0294	0.1175	0.0813	0.0633	0.0811
淮阴区	0.0850	0.0547	0.2116	0.0891	0.0775	0.1003	0.0610	0.0843
洪泽区	0.0729	0.0899	0.1255	0.2180	0.1396	0.0890	0.0725	0.0829
盱眙县	0.0895	0.0639	0.2152	0.0924	0.0928	0.1282	0.0822	0.0914

表 4　洪泽湖渔民转产上岸安置县(区)承载力及排名(2018 年)

地区	综合承载力		经济承载子系统		资源承载子系统		环境承载子系统	
	F_j	排名	F_j	排名	F_j	排名	F_j	排名
宿城区	0.4867	2	0.4806	2	0.5085	3	0.5504	4
泗阳县	0.2502	5	0.2084	5	0.2179	6	0.6481	1
泗洪县	0.2536	6	0.0955	6	0.4090	4	0.5613	3
淮阴区	0.3916	4	0.2963	4	0.5641	2	0.5802	2
洪泽区	0.5522	1	0.6345	1	0.3894	5	0.5334	5
盱眙县	0.4166	3	0.3004	3	0.5801	1	0.5266	6

4　洪泽湖湖区承载力分析

通过上述计算,对洪泽湖湖区渔民转产上岸承载力的状况分析如下。

4.1　湖区不同区域渔民转产上岸整体承载力水平存在较大差异

不同地区贴近度数值大小反映了该地区承载力的水平,贴近度数值越大,表示该地区的承载力越大;反之,贴近度的数值越接近 0,则表示该地区的承载力越小。表 4 的贴近度及排序结果表明,洪泽湖湖区渔民转产上岸安置地区的综合承载力排序依次为:洪泽区、宿城区、盱眙县、淮阴区、泗洪县、泗阳县;经济承载力排序与综合承载力排序相同;资源承载力排序为:盱眙县、淮阴区、宿城区、泗洪县、洪泽区、泗阳县;环境承载力排序为:泗阳县、淮阴区、泗洪县、宿城区、洪泽区、盱眙县。由于各个地区的环境承载力差别不大,因此,综合承载力水平主要取决于经济和资源承载力,因此,洪泽区、宿城区、盱眙县在渔民转产安置上有较大的优势条件。

4.2　影响湖区渔民转产上岸的经济、资源、环境条件的重要性程度不同

综合承载力计算显示,经济承载力的贡献为 37%,资源承载力的贡献为 38%,环境承载力的贡献为 25%,说明来自经济发展及可利用的资源条件是制约渔民转产上岸的因素,良好的经济基础可以为渔民转产上岸提供支撑。因此,如何引导转产上岸渔民充分有效就业、安居,是实现安置的基本条件。

4.3　提升湖区渔民转产上岸承载力的关键因素

承载力计算显示,经济承载力影响的程度依次为:人均 GDP(0.1379)、第二、三产业总产值比重(0.1227)、固定资产投资额(0.0596)、人均贸易额(0.0498),表明提高人均 GDP 和第二、三产业总产值,可以显著提升其经济承载力。资源承载力影响的程度依次为:人均卫生机构床位数(0.1008)、人均播种面积(0.0798)、公路里程(0.0747)、人均粮食产量(0.0741)、人口密度(0.0523),表明针对性的加强医疗和公路基础设施建设,有助于渔民转产上岸资源承载力提升。环境承载力影响的程度依次为:绿化覆盖率(0.0586)、空气质量大于等于二级比例(0.0557)、工业固体废物综合利用率(0.0485)、人均工业废水排放量(0.0443)、人均二氧化硫排放量(0.0412),加强绿化和空气质量提高,对于承载力的提升有益。

5　结论与启示

对洪泽湖湖区 6 县区的承载力研究,可得出以下结论:①不同地区承载力差异较大,最大的洪泽区为 0.5522,而最小的泗阳县为 0.2502。②湖区渔民转产上岸的必要条件是有效就业和安居。③加强医疗和公路基础设施建设,提高绿化覆盖率、改善空气质量是湖区渔民转产上岸的充要条件。

根据研究结论,可得到一些政策启示:

a. 合理布局转产上岸渔民安置区,并发展安置县(区)特色产业。在制定洪泽湖转产上岸渔民安置区域规划中,一要根据分析得出的承载力大小合理布局安置区,实现利用地区承载力的效率最大化。在已有安置政策的基础上,对于承载力较弱的地区,在安置渔民时,应适当减少该地区接收的转产上岸渔民的数量,防止其自身承载负荷过大,损害该地区

的可持续发展;对于承载力较强的地区,适当提高上岸渔民的安置数量从而缓解其他地区的承载压力。二要结合现实条件和渔民自身境况合理布局安置区域,本着就近安置的原则,在渔民现居住地周围选取承载力较高的地点进行安置,降低渔民和政府的安置成本以及渔民适应新环境的难度。三要结合地区承载力情况发展安置区域特色产业,探寻特色产业发展路径,加快优势特色产业的转型升级,以供给侧结构性改革为主线,推动旅游、食品加工业等产业提质增效,增加上岸渔民的就业机会。

b. 优化土地规划管理提升安置县(区)土地资源利用效率。渔民转产上岸对于安置地区所处县(区)造成的初始影响就是大量外来人口的流入,这将导致有关地区有限的土地资源利用面临压力。因此,对于人均耕地较少的地区,当地政府在划分安置地区时应严格遵守耕地开发红线,保证粮食资源的充分供应。应整合闲置的居民或工业用地,优化城镇区域结构布局,对不同区域的职能进行合理划分,合理规划安置区的内部结构,满足居民的基本生活土地需求。推进对所管辖区土地资源合理利用的监督,避免人口与产业过度集中造成的规模不经济的负面影响。

c. 加强安置县(区)基础公共服务设施建设。一是加强现代交通设施建设,构建城乡一体化的交通路网服务系统,提高安置地区民众与其他区域的交流,便利各个地区企业之间的交流,吸引外界游客。二是加强医疗卫生体系基础设施建设,最大化程度满足湖区转产上岸群众及当地居民的基础医疗卫生服务服务需求。三是加强教育基础设施建设,为湖区转产上岸群众提供基本的教育资源,提升安置地区中小学生的受教育水平。

参考文献:

[1] 刘劲松,戴小琳,吴苏舒. 基于网格化管理的湖泊动态管护模式研究[J]. 水利经济,2017,35(4):51-54.

[2] MALTHUS T R. An essay on the principle of population [M]. London: Pickering, 1798.

[3] REGIER H A,CORWELL E B. Applications of ecosystem theory,succession,diversity,stability,stress and conservation[J]. Biol. Conserv, 1972,4(2):83-88.

[4] SCHNEIDER D M, GODSCHALK D R, AXLER N. The carrying capacity concept as a planning tool[M]. Chicago:American Planning Association, 1978.

[5] 刘文政,朱瑾. 资源环境承载力研究进展:基于地理学综合研究的视角[J]. 中国人口·资源与环境,2017,27(6):75-86.

[6] 张传国,方创琳,全华. 干旱区绿洲承载力研究的全新审视与展望[J]. 资源科学,2002(2):42-48.

[7] 王依军. 中国资源环境统计指标体系框架设计[J]. 统计与决策,2011(21):36-38.

[8] 黄敬军,姜素,张丽,等. 城市规划区资源环境承载力评价指标体系构建:以徐州市为例[J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(S2):204-208.

[9] 贾滨洋,袁一斌,王雅潞,等. 特大型城市资源环境承载力监测预警指标体系的构建:以成都市为例[J]. 环境保护,2018,46(12):54-57.

[10] 吴大放,胡悦,刘艳艳,等. 城市开发强度与资源环境承载力协调分析:以珠三角为例[J]. 自然资源学报,2020,35(1):82-94.

[11] 郭利丹,井沛然. 基于生态足迹法的江苏省水资源可持续利用评价[J]. 水利经济,2020,38(3):19-25.

[12] ONISHI T. A capacity approach for sustainable urban development: an empirical study[J]. Regional Studies, 1994,28(1):39-51.

[13] 王建华,江东,顾定法,等. 基于 SD 模型的干旱区城市水资源承载力预测研究[J]. 地理学与国土研究,1999(2):3-5.

[14] 毛汉英,余丹林. 环渤海地区区域承载力研究[J]. 地理学报,2001(03):363-371.

[15] 夏军,王中根,左其亭. 生态环境承载力的一种量化方法研究:以海河流域为例[J]. 自然资源学报,2004(6):786-794.

[16] 卢小兰. 中国省域资源环境承载力评价及空间统计分析[J]. 统计与决策,2014(7):116-120.

[17] 刘丹,王烜,曾维华,等. 基于 ARMA 模型的水环境承载力超载预警研究[J]. 水资源保护,2019,35(1):52-55.

[18] 左其亭,张志卓,吴滨滨. 基于组合权重 TOPSIS 模型的黄河流域九省区水资源承载力评价[J]. 水资源保护,2020,36(2):1-7.

[19] 徐翔宇,郦建强,金菊良,等. 基于风险矩阵的多要素水资源承载力综合评价方法[J]. 水利水电科技进展,2020,40(1):1-9.

[20] 周侃,樊杰. 中国欠发达地区资源环境承载力特征与影响因素:以宁夏西海固地区和云南怒江州为例[J]. 地理研究,2015,34(1):39-52.

[21] 秦成,王红旗,田雅楠,等. 资源环境承载力评价指标研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(S2):335-338.

[22] 付云鹏,马树才. 城市资源环境承载力及其评价:以中国 15 个副省级城市为例[J]. 城市问题,2016(2):36-40.

[23] 王晗,余文学,贾亦真. 郑州市水资源承载力综合评价[J]. 水利经济,2018,36(6):57-61.

[24] 袁汝华,马城楠,陈建明. 产业转出地与承接地水环境承载力及其障碍度评价[J]. 水利经济,2020,38(1):61-67.

(收稿日期:2020-08-02　编辑:陈玉国)