

黄河流域水资源利用与产业结构耦合协调发展研究

张萌物 韩宝丽

(西安理工大学 经济与管理学院 陕西 西安 710054)

摘要: 基于黄河流域 2008—2019 年 56 个地级市的面板数据,运用全局熵值法、耦合协调度模型、空间自相关模型分析水资源利用与产业结构各自的综合利用水平及两者耦合协调度的时空差异。结果表明:水资源利用呈逐年上升趋势,具有“东高西低”的分布特征;水资源利用与产业结构的耦合度逐步上升,尚未达到优质协调状态;水资源利用与产业结构耦合协调度出现明显的空间自相关性,有很强的聚集效应。黄河流域用水结构和产业结构较不合理,要着重优化布局用水结构和产业结构,以达到协调发展水平。

关键词: 黄河流域;水资源利用;产业结构;耦合协调

中图分类号: F124 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-5645(2022)05-0001-09

0 引言

黄河流域不仅是我国生态保护的重点区域,也是经济发展和能源开发的重要地区。习近平总书记强调黄河流域生态保护和高质量发展是重大国家战略,要着力加强生态保护治理、促进全流域高质量发展。^{[1]98-113}近年来,黄河流域水资源持续短缺,产业转型升级停滞不前,已严重制约黄河流域整体发展。^{[2]68-82}合理配置水资源是促进流域产业结构不断高级化和合理化的关键;产业结构高级化和合理化是地区经济增长的推动力,能缓解水资源分配不均,从而减少水资源消耗。因此,推进黄河流域水资源利用与产业结构两大系统耦合协调发展对推动黄河流域可持续发展意义重大。

当前,学者们探讨水资源利用和产业结构之间的关系,多从水资源约束下产业结构调整角度

分析^{[3]138-145},或从水资源利用与产业结构相互耦合角度出发,探讨两者相互作用的机制。焦士兴、王安周等^{[4]358-365}认为河南省产业结构和水资源耦合协调是动态升高的变化过程,反映了河南省不断调整产业结构、提高水资源综合利用水平;孟之琳、薛永基等^{[5]67-72}认为水资源综合利用水平与产业结构的耦合协调度逐渐升高,空间集聚性较强;刘慧、李景保等^{[6]1-8}分析了湖南长江经济带产业结构与水资源利用的耦合协调机制,其耦合协调度曲线呈“M”型,可分为产业结构滞后和水资源利用滞后两阶段。

以上研究表明,水资源利用与产业结构存在交互耦合关系,且结构关系复杂,如何优化产业结构同时提高水资源利用是当前黄河流域最为关键的问题。现有研究中多数在探讨水资源利用率的时空差异与影响因素,以及其与经济高质量发展

收稿日期: 2022-05-05

作者简介: 张萌物,女,陕西西安人,西安理工大学经济与管理学院教授,硕士生导师,研究方向:统计学、人力资源开发与管理。

基金项目: 国家社科基金年度项目(21BJY169);教育部人文社会科学研究规划基金项目(19YJA790085);教育部人文社会科学研究规划基金项目(21YJA790073)。

之间的关系,而对黄河流域水资源利用和产业结构的耦合协调发展研究较少,这也正是本文的突破点。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

由于省级数据样本较少,本文从地级市角度分析黄河流域水资源利用和产业结构的关系。参照岳立、薛丹^{[7]2274-2284}初步选取流域内 66 个地级市作为研究对象,并参考郭晗^{[8]17-21}对黄河流域的划分方法,选取黄河流域 2008—2019 年 56 个地级市的面板数据进行分析,原始数据来源于《中国城市统计年鉴》和各城市统计年鉴,以及各省水资源公报,部分缺失数据采用插值法获得。

1.2 指标体系构建

目前,学者们多从水资源利用效率视角对水

资源进行研究,何楠、袁胜楠^{[9]7-11},张永凯、孙雪梅^{[10]37-43+50}分别运用 DEA-Malmquist 模型评价水资源利用效率,而对用水效率的综合评价较少,且评价指标尚不完整。因此本文在现有研究成果^{[11]44-50,[12]163-167}基础上,以区域协调可持续发展作为构建指标体系的宗旨,从综合用水、农业用水、工业用水、生活用水和生态用水 5 个方面,选取 10 个指标全面构建水资源利用评价指标体系,分析黄河流域水资源利用水平。其中人均日生活用水量反映每天耗水程度,能较好分析生活用水情况;亿元工业 GDP 废水排放量反应生产活动对生态环境的消耗;城镇污水处理率能反应水资源的循环利用程度。此外,分别以产业结构高级化和合理化体现黄河流域产业的变迁过程和发展方向。黄河流域水资源利用与产业结构耦合协调评价指标体系见表 1。

表 1 黄河流域水资源利用与产业结构耦合协调评价指标体系

系统	层次	指标	单位	指标类型
水资源利用	综合用水	万元 GDP 用水量	立方米	-
		人均综合用水量	立方米	-
	农业用水	农业万元 GDP 用水量	立方米	-
		农业用水比例	%	-
	工业用水	工业万元 GDP 用水量	立方米	-
		工业用水比例	%	-
	生活用水	人均日生活用水量	升	-
		生活用水比例	%	-
	生态用水	亿元工业 GDP 废水排放量	万吨	-
		城镇污水处理率	%	+
产业发展	产业结构	产业结构高级化	/	+
		产业结构合理化	/	+

1.3 研究方法

1.3.1 全局熵值法

传统熵值法仅评价某年不同地区或某地区不同年份的区域水资源利用情况,分析由指标和区域或指标和时间构成的平面数据,若在数据分析中同时考虑指标、区域、时间,需对每张截面数据分别进行熵值评价,则不同数据表评价标准不一。因此,全局熵值法^{[13]155-162}能更好的分析黄河流域水资源利用的变化趋势。

第一步,用 p 个评价指标 x_1, x_2, \dots, x_p 对 n 个地区 T 年水资源利用情况进行评价,而每年都有一张截面数据表 $X^t = (x_{ij})_{n \times p}$, T 年则有 T 张截面

数据表,用全局方法将 T 张截面数据表按照时间顺序从上到下排列,构成一个 $nT \times p$ 的全局评价矩阵,见(1)式:

$$X = (X^1, X^2, \dots, X^T)'_{nT \times p} = (x_{ij})_{nT \times p} \quad (1)$$

第二步,不同计量单位的指标会影响评价结果,因此要对全局评价矩阵进行标准化处理,见(2)式。为避免负数和零的干扰,进行数据平移,见(3)式:

$$y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{ijmin}}{X_{ijmax} - X_{ijmin}} \times 99 + 1 \quad (2)$$

$$1 \leq i \leq nT, 1 \leq j \leq P$$

$$y_{ij} = \frac{X_{ijmax} - X_{ij}}{X_{ijmax} - X_{ijmin}} \times 99 + 1$$

$$1 \leq i \leq nT, 1 \leq j \leq P \quad (3)$$

其中(2)式为正向指标标准化处理,(3)式为负向指标标准化处理。 X_{ijmax} 和 X_{ijmin} 分别为第*i*个系统第*j*个指标的最大值和最小值, X_{ij} 为第*i*个系统第*j*个指标的初始值, y_{ij} 为标准化后的值。

第三步,计算第*j*个指标下第*i*个地区在该指标中所占的比重,见(4)式:

$$p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^n y_{ij}} \quad 1 \leq i \leq nT, 1 \leq j \leq P \quad (4)$$

第四步,计算第*j*个指标的信息熵值,见(5)式:

$$e_j = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}$$

$$1 \leq i \leq nT, 1 \leq j \leq P \quad (5)$$

第五步,计算第*j*个指标的差异系数,见(6)式:

$$d_j = 1 - e_j \quad (6)$$

第六步,指标权重计算,见(7)式:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (7)$$

第七步,系统综合得分计算,见(8)式:

$$U_i = \sum_{j=1}^m w_j y_{ij} \quad (8)$$

1.3.2 产业结构的测度

(1) 产业结构高级化指数。

产业结构高级化指随着经济的快速发展,产业结构经过过程转变,表现为以第三产业占比为主导,第一产业占比逐渐下降,第二产业占比达到一定规模。借鉴付凌晖^{[14]79-81}对产业结构高级化的理解,把三次产业分别占GDP的比重作为一个分量,构成一个三维向量 $X_0 = (x_{10}, x_{20}, x_{30})$,分别计算 X_0 与第一、第二、第三产业排列的向量 $X_1 = (1, 0, 0)$, $X_2 = (0, 1, 0)$, $X_3 = (0, 0, 1)$ 的夹角 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$,见(9)式:

$$\theta_j = \arccos \left(\frac{\sum_{i=1}^3 (x_{ij} \times x_{i0})}{\left(\sum_{i=1}^3 x_{ij}^2 \right)^{1/2} \times \left(\sum_{i=1}^3 x_{i0}^2 \right)^{1/2}} \right)$$

$$(j = 1, 2, 3) \quad (9)$$

产业结构高级化指数值越大说明产业结构高级化水平越高,见(10)式:

$$UPG = \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^k \theta_j \quad (10)$$

(2) 产业结构合理化指数。

产业结构合理化反映产业间的协调性和生产要素在产业中的合理配置程度。引入泰尔指数^{[15]4-16+31}评价产业结构合理化水平,见(11)式:

$$U = 1 - T_1 = 1 - \sum_{i=1}^3 \left(\frac{Y_i}{Y} \ln \frac{Y_i/Y}{L_i/L} \right) \quad (11)$$

其中, U 为产业结构合理化指数; T_1 为泰尔指数; Y_i 和 L_i 分别表示第*i*产业从业人员和产值; Y 和 L 分别表示三次产业从业人数及产值。 U 越大,说明产业结构越合理。

1.3.3 耦合协调度模型

耦合指两个或多个系统受到各种相互作用的力而彼此影响的现象,耦合度可有效测算系统间的协调程度,耦合协调度能反映各系统是否相互促进^{[16]1339-1350, [17]788-799}。参照现有研究^{[18]269-283},从黄河流域水资源利用和产业结构两大系统,计算水资源利用与产业结构的耦合协调度,见(12)、(13)式:

$$C = 2 \sqrt{\frac{u_1 \times u_2}{(u_1 + u_2)^2}} \quad (12)$$

$$D = \sqrt{C \times T}, T = au_1 + bu_2 \quad (13)$$

其中, T 代表综合协调指数, μ_1, μ_2 表示各系统综合水平指数,由于水资源利用和产业结构重要程度相同,因此取 $a = b = 0.5$, C 为耦合度, D 为耦合协调度。根据现有研究成果^{[19]119-129},按照均等分布方法划分耦合协调度,耦合协调度等级划分见表2。

1.3.4 空间自相关模型

空间自相关是描述系统间在地理空间上相互联系的重要依据,分为全局自相关和局部自相关。全局空间自相关性表示整体的相关程度,而局部自相关性展示聚集的类型和程度。在坐标图中表示为4个象限点的聚集,第一象限为“高-高”型聚集,表示该地区耦合协调度高相邻地区也高;第二象限为“低-高”型聚集,表示该地区耦合协调度低而相邻地区高;第三象限为“低-低”型聚集,

表 2 耦合协调度等级划分

耦合发展阶段	耦合协调度值	协调等级	耦合度值	耦合等级
失调衰退	0.00 ~ 0.09	极度失调	0.0	无序发展
	0.10 ~ 0.19	严重失调	0.10 ~ 0.35	低水平耦合
	0.20 ~ 0.29	中度失调	0.36 ~ 0.65	拮抗耦合
失调发展	0.30 ~ 0.39	轻度失调	0.66 ~ 0.85	磨合耦合
	0.40 ~ 0.49	濒临失调	0.86 ~ 0.99	高水平耦合
协调发展	0.50 ~ 0.59	勉强协调	1.00	有序发展
	0.60 ~ 0.69	初级协调	-	-
	0.70 ~ 0.79	中级协调	-	-
高度协调	0.80 ~ 0.89	良好协调	-	-
	0.90 ~ 1.00	优质协调	-	-

表示该地区耦合协调度低相邻地区也低; 第四象限为“高-低”型聚集, 表示该地区耦合协调度高而相邻地区低, 通常用 Moran's I 指数来测度, 计算公式见(14)、(15)式:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (\chi_i - \bar{\chi})(\chi_j - \bar{\chi})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (14)$$

$$I_i = \frac{\chi_i - \bar{\chi}}{S^2} \sum_{j=1}^n w_{ij} (\chi_j - \bar{\chi}) \quad (15)$$

其中 n 为地级市个数, χ_i 为地级市 i 的耦合协调度值; $\bar{\chi}$ 为样本均值, Moran's I 指数取值在 $[-1, 1]$, 当 $I > 0$ 表示存在正相关关系, $I < 0$ 表示存在负相关关系, $I = 0$ 不存在相关性, w 为空间权重矩阵, 表示如下:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & i \text{ 与 } j \text{ 相邻} \\ 0 & i \text{ 与 } j \text{ 不相邻} \end{cases} \quad (16)$$

2 结果与分析

2.1 黄河流域水资源利用分析

运用全局熵值法计算黄河流域 56 个地级市的水资源综合利用情况, 为更好分析黄河流域水资源利用的内部差异, 从上游、中游、下游和黄河流域整体研究 2008—2019 年黄河流域水资源利用综合指数变化, 见图 1。

从整体来看, 黄河流域水资源综合利用情况不容乐观, 农业用水量和人均用水量占主要部分。2008—2019 年水资源综合利用整体呈上升趋势, 2008—2010 年上升速度较快; 2010—2015 年有轻微下降后又迅速升高, 2011 年上游达到最小值,

说明经济的快速发展会影响水资源需求, 水资源压力逐渐增大; 2015—2019 年缓慢波动变化, 2019 年达到研究期内最大值, 主要原因在于农业用水量下降, 减缓了水资源压力。

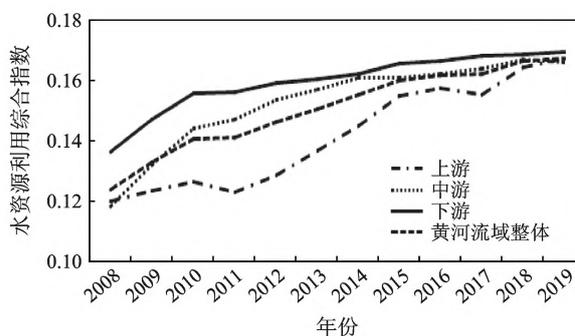


图 1 2008—2019 年黄河流域水资源利用综合指数图

从流域划分来看, 黄河上游水资源利用最低, 其次是中游, 而下游的水资源利用情况最好, 明显超过黄河流域整体的水资源利用水平。黄河流域贯穿我国西、中、东部地区, 地区经济发展差异明显。上游地区水资源丰富, 生态环境较好, 但城市总体发展水平不足, 对水资源利用还存在局限性; 中游地区能源资源丰富, 生态较为脆弱, 例如山西省的一些资源型城市, 虽在产业发展创造效益, 但对水资源的利用却有不足; 下游地区经济发展较好, 人口分布合理, 近年来多以生态保护和产业转型为主, 因此水资源利用程度较好。综上所述, 黄河流域水资源利用呈“东高西低”的分布特征。

2.2 黄河流域产业结构分析

通过计算产业结构高级化和合理化指数, 得出黄河流域 56 个地级市产业结构变化情况, 见图 2、图 3。

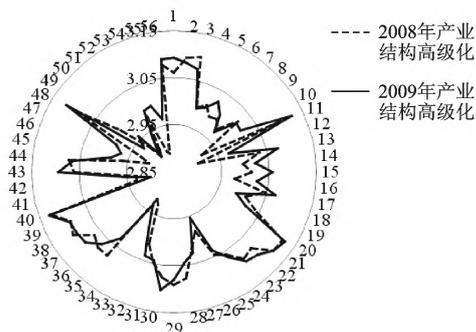


图2 黄河流域2008年和2019年产业结构高级化雷达图

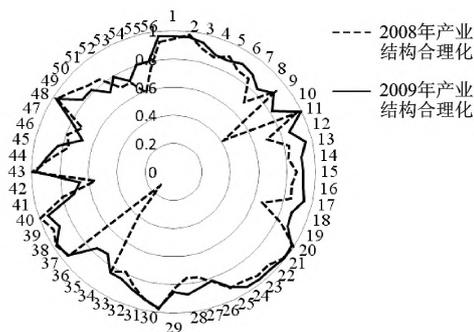


图3 黄河流域2008年和2019年产业结构合理化雷达图

注:图中数字与黄河流域地级市的对应关系为1-济南市 2-淄博市 3-东营市 4-济宁市 5-泰安市 6-临沂市 7-德州市 8-聊城市 9-滨州市 10-菏泽市 11-郑州市 12-开封市 13-洛阳市 14-安阳市 15-鹤壁市 16-新乡市 17-焦作市 18-濮阳市 19-三门峡市 20-太原市 21-阳泉市 22-长治市 23-晋城市 24-朔州市 25-晋中市 26-运城市 27-忻州市 28-临汾市 29-吕梁市 30-西安市 31-铜川市 32-宝鸡市 33-咸阳市 34-渭南市 35-延安市 36-榆林市 37-呼和浩特市 38-包头市 39-鄂尔多斯市 40-乌海市 41-巴彦卓尔市 42-乌兰察布市 43-银川市 44-石嘴山市 45-吴忠市 46-中卫市 47-固原市 48-兰州市 49-白银市 50-天水市 51-武威市 52-平凉市 53-庆阳市 54-定西市 55-陇南市 56-西宁市

2008—2019年黄河流域产业结构高级化程度整体不高,多数城市较为平稳,少数城市有略微向下浮动的趋势。产业结构发展阶段由“二、三、一”逐步转变为“三、二、一”和“二、三、一”并存的格局,其中第一产业占比在逐渐下降,第三产业占比有所增加,变化均较缓慢。随着时间的推移,各城市产业结构逐渐有所改善,但仍有50%的城市产业结构相对落后,且达不到整体产业结构高级化平均值。经济发展还有很长的过渡期,其中以甘肃省和宁夏回族自治区各地级市最为突出。山东省发展相对较好,地区生产总值高,山东是农业大省,农业增加值长期稳居全国第一,但产业结构高级化指数不明显。由于黄河流域传统产业偏重,是能源基地,高污染企业多,煤化工企业占到全国80%以上,使得第二产业占比大,产业结构转型速度较慢也较为困难。太原市产业结构高级化指数较高,原因是山西省煤炭资源丰富,受煤炭资源的刚性约束和生态环境的压力,政府及相关企业不断完善环境规制政策^{[20]19-30+37},着力推进产业结构转型。另外,乌海市是新兴工业城市,矿产资源储备丰富,因此产业结构高级化较好。

从产业结构合理化方面来看,除个别地级市有下降外,其他地级市均出现不同程度的上升趋势,说明黄河流域各市在积极推进去产能,加快绿

色转型,逐步推进不同产业协调发展,使绝大多数城市产业结构合理化趋势向好。从时间来看,变化不显著,主要原因在于黄河流域大多数省份属于中西部欠发达地区,产业层次较低,流域产业结构具有强烈的重化工倾向,因此产业结构合理化改造较慢。最为突出的是榆林市在2008年产业结构合理化达到最低,为0.140,而在2019年达到0.769,是由于榆林市是能源矿产资源聚集区,近年来不断推行产业转型,加快提高能源开发和综合利用能力,着力推进产业结构合理化。此外,河南省各地级市产业结构合理化依然保持良好的上升状态,且合理化程度普遍较高,这与其着力发展新兴产业,进行产业转型密切相关。

2.3 水资源利用与产业结构空间耦合特征

2.3.1 水资源利用与产业结构耦合协调度时序分析

分别对黄河流域水资源利用与产业结构高级化和合理化的耦合度和耦合协调度进行时序分析,见图4。图4中1表示产业结构高级化,2表示产业结构合理化。

从耦合度来看,产业结构高级化数值总体在0.3~0.5之间,表明黄河流域水资源利用与产业结构高级化的耦合属于拮抗阶段,其产业结构发展较不合理,产业结构与水资源相互作用程度较低;而产业结构合理化数值总体在0.65~0.85之

间,表明水资源利用与产业结构合理化的耦合均处于磨合阶段,相对于高级化来说较好,说明彼此相互作用程度较高。

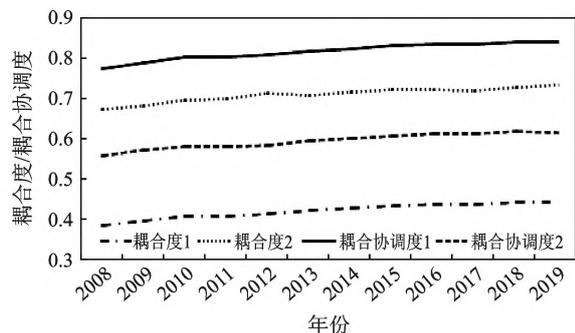


图4 黄河流域水资源利用与产业结构耦合协调度时序图

从耦合协调度来看,产业结构高级化 2008—2009 年属于中级协调,2010—2019 年属于良好协调;产业结构合理化 2008—2013 年属于勉强协调,2014—2019 年属于初级协调,两者呈不断上升的趋势。就产业结构来说,水资源利用与产业结构合理化的耦合度高于耦合协调度,说明两系统间相互促进的状况欠佳,这是由水资源利用不合理和生产要素的配置不协调所致。

2.3.2 水资源利用与产业结构耦合协调度时空分析

运用 ARCGIS 10.2 软件对黄河流域 56 个地级市产业结构高级化和合理化耦合协调度分别进行时空分析,见图 5、图 6。

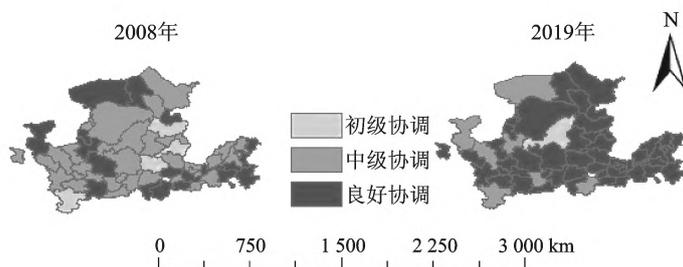


图5 2008 年和 2019 年水资源利用与产业结构高级化耦合协调度图

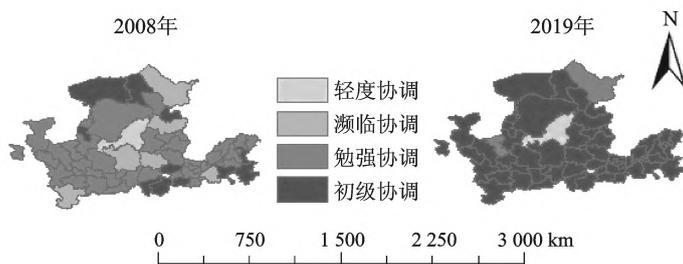


图6 2008 年和 2019 年水资源利用与产业结构合理化耦合协调度图

从整体来看,水资源利用与产业结构高级化的耦合协调度得到明显改善,到 2019 年全部达到良好协调状态,说明黄河流域的水资源利用水平在提高,水污染问题逐渐得到改善。同时,根据产业结构布局的变化来优化水资源配置,两者形成良性互动,但仍未达到优质协调状态,还需继续坚持以水定产,量水而行的原则,使黄河流域水资源利用与产业结构更趋协调。从局部来看,2008 年有 7% 的城市属于初级协调,59% 的城市属于中级协调,34% 的城市属于良好协调。其中属于初

级协调的晋中市、忻州市、临汾市和陇南市,至 2019 年也转变到良好协调;而 2008 年是良好协调的城市到 2019 年仍没有显著变化,说明黄河流域水资源利用与产业结构高级化间的关系到达瓶颈期,在平衡水资源合理利用与产业结构转型间受到严重阻碍,由于黄河流域水分布不均,产业发展差异明显,各城市联系不紧密,山东省产业发展较好但对黄河流域其他城市的带动辐射作用较弱,导致水资源利用与产业结构高级化间的协调存在困难。

从整体来看,黄河流域水资源利用与产业结构合理化耦合协调度不高,只达到初级协调。从城市来看,除忻州市、临汾市、乌兰察布市、菏泽市、延安市、榆林市、陇南市以外,其他城市协调度均未发生实质性变化,2019年达到勉强协调的城市有巴彦淖尔市、乌兰察布市、延安市、榆林市、武威市、庆阳市和中卫市,其余均为初级协调,其原因是城市发展水平影响耦合协调度,经济发展水平低是勉强协调城市的突出表现,会通过耦合关系牵连其他系统,使水资源利用与产业结构合理化的耦合协调度低。可见,黄河流域水资源利用与产业结构耦合协调发展存在不足,主要是由于

黄河流域城市资源禀赋存在差异,且受诸多因素影响,产业结构调整困难且缓慢。

2.4 黄河流域水资源利用与产业结构耦合协调的空间自相关性

为进一步分析黄河流域耦合协调度的空间分布特性,引入空间分析的概念,从全局和局部两方面进行空间自相关分析。

2.4.1 全局空间自相关性

分析56个地级市水资源利用与产业结构耦合协调度的全局自相关性,发现两者存在空间上的关联性,黄河流域水资源利用与产业结构耦合协调度的全局 Moran's I 指数见表3。

表3 黄河流域水资源利用与产业结构耦合协调度的全局 Moran's I 指数

年份	耦合协调度 1		耦合协调度 2	
	Moran's I 指数	p 值	Moran's I 指数	p 值
2008	0.181 2	0.017	0.176 1	0.020
2009	0.115 4	0.088	0.134 2	0.058
2010	0.247 9	0.010	0.257 5	0.003
2011	0.300 6	0.004	0.301 3	0.001
2012	0.247 7	0.006	0.203 5	0.013
2013	0.401 1	0.001	0.344 3	0.001
2014	0.365 4	0.001	0.388 5	0.001
2015	0.420 3	0.001	0.359 2	0.001
2016	0.297 3	0.002	0.185 0	0.014
2017	0.161 2	0.014	0.276 6	0.001
2018	0.137 4	0.053	0.136 4	0.036
2019	0.153 2	0.024	0.218 2	0.010

从表3可以看出,2008—2019年黄河流域水资源利用与产业结构耦合协调度的全局 Moran's I 指数均为正,且大多数年份通过了5%的显著性检验,说明黄河流域56个地级市的水资源利用与产业结构呈明显正向空间相关性,即出现空间聚集效应。(1)耦合协调度1的全局 Moran's I 指数在2009—2015年呈上升趋势,而2016年开始出现下降,直到2018年,2019年又开始回升;(2)耦合协调度2在2009—2014年持上升趋势,2016—2017年缓慢下降,2018年逐渐回升至2019年。随着时间的推移,两者的全局 Moran's I 指数变化趋势大体相同,呈波动上升趋势,表明耦合协调在空间上不断聚集,流域内散乱分布的状况有所

改善。

2.4.2 局部空间自相关性

全局自相关只能描述整体的空间相关性,很难看出各地区之间的空间相关性,而局部自相关可以从局部分析各地区的聚集程度,黄河流域水资源利用与产业结构高级化耦合协调度 Moran's I 指数散点图见图7,合理化耦合协调度 Moran's I 指数散点图见图8。

从 Moran's I 指数变化看,黄河流域水资源利用与产业结构高级化耦合协调度呈明显的空间聚集性,以第一象限和第三象限聚集最多,即表示“高-高”型和“低-低”型的地级市聚集较多,说明耦合协调度在较高或较低的水平下更容易聚

集,原因是较高聚集的地区资源利用较好、发展水平高,从而带动周边地区,因而这些地区耦合协调度高,出现聚集现象。而较低地区人口分布较广,产业结构较为落后,因此耦合协调度较低聚集,

“低-高”和“高-低”的地级市聚集不多,由于这些地区较为分散,且与周围区域的耦合协调度差异明显,导致耦合空间差异较大。

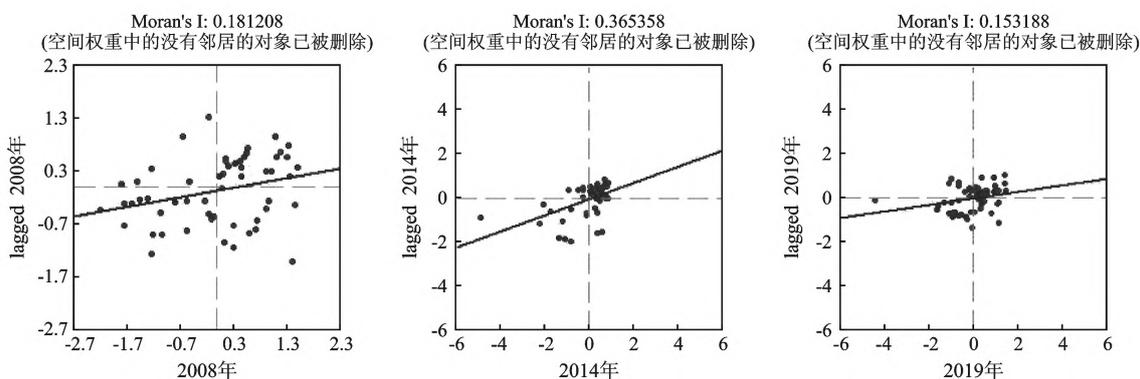


图7 黄河流域水资源利用与产业结构高级化耦合协调度 Moran's I 指数散点图

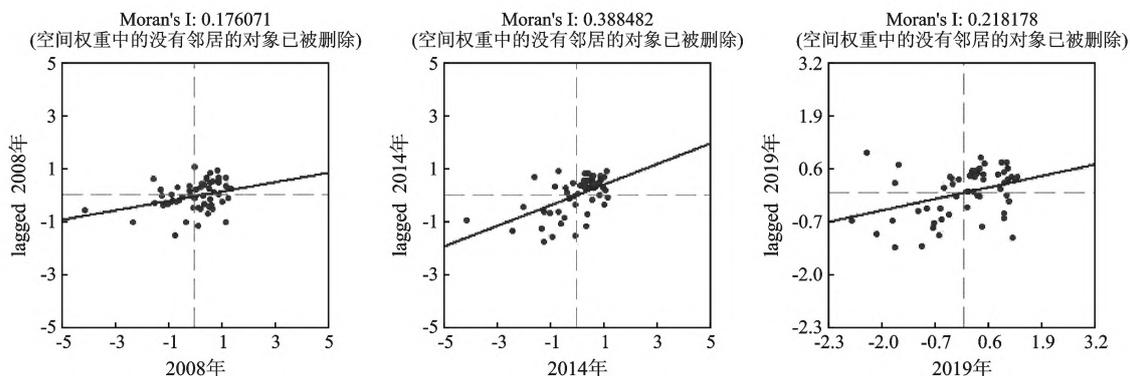


图8 黄河流域水资源利用与产业结构合理化耦合协调度 Moran's I 指数散点图

就黄河流域水资源利用与产业结构合理化耦合协调度 Moran's I 指数来说,2008 年多聚集于第一、四象限,即“高-高”型和“高-低”型的聚集较多,说明两系统之间差异较大,地区产业结构配置较不合理,水资源利用与产业结构没有形成良性互动;到 2014 年和 2019 年主要在第一、三象限,以“高-高”型和“低-低”型聚集为主,表明两者间差异在不断缩小,需进一步加强水资源的利用和合理配置产业结构的生产要素。

3 结 语

3.1 研究结论

(1) 黄河流域水资源总体利用情况呈逐年上升趋势,上游水资源利用最低,其次是中游,下游的水资源利用情况最好,表现为“东高西低”的分

布特征;从结构来看,综合用水稳步上升且效率逐步提升,生态用水逐年大幅提升,农业用水和生活用水最低,水资源利用综合得分均较低。

(2) 黄河流域产业结构高级化程度呈上升趋势,但变化效果不明显,多数城市较平稳,少数城市有略微向下浮动趋势,产业结构发展阶段由 2008 年“二、三、一”逐步转变为 2019 年的“三、二、一”和“二、三、一”并存的格局,但仍有 50% 的城市产业结构相对落后;对于产业结构合理化来说,除个别地级市有下降外,其他城市均出现上升趋势,但数值较低。黄河流域产业结构不合理,重消耗产业占比较大,地区差异明显。

(3) 黄河流域水资源利用与产业结构高级化的耦合均处于拮抗阶段,耦合协调度以初级、中级和良好协调为主;而水资源利用与产业结构合理

化均处于磨合阶段,耦合协调度则以失调、勉强协调和初级协调为主,明显低于前者。黄河流域水资源利用与产业结构的耦合协调程度较低。

(4) 黄河流域水资源利用与产业结构的耦合协调度呈现空间正相关性,具有明显的聚集效应,多以“高-高”型和“低-低”型的聚集为主,表明流域内两系统之间的差异在逐渐缩小。

3.2 政策建议

基于黄河流域水资源利用低的现状,黄河流域整体要面向国家重大需求,坚持节约用水,严格控制用水需求,推动用水方式转向更合理化;要加强水资源管理,提高管理技术,减少污染物排放,严格按照水资源管控红线用水;要调动全民节水主动性,提高污水治理能力,同时要持续发展现代化农业,推广适宜的节水技术。

基于黄河流域产业结构变化效果不显著的特征,要加快扶持产业结构转型,改造传统高投入、高耗能、高排放的产业,加快传统产业向绿色、智能、技术转变;此外,要引进新兴产业和现代服务业,加快发展战略新兴产业。

基于黄河流域水资源利用与产业结构的协调发展与自相关关系,要合理配置水资源对产业结构的支撑作用,建立两者协调发展机制,减少耗水高、效用低产业规模,鼓励耗水少、效用高的产业发展;建立与经济发展较好地区的互联互通机制,引领周边地区快速发展,缩小地区之间差异,增强黄河流域整体的聚集性,又要考虑黄河流域上、中、下游的差异,根据流域特点施策。

[参 考 文 献]

[1] 《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》[J]. 中国产经, 2021(19).

[2] 姜长云,盛朝迅,张义博. 黄河流域产业转型升级与绿色发展研究[J]. 学术界, 2019(11).

[3] 王文彬,王延荣,许冉. 水资源约束下黄河流域产业结构变迁规律及其影响因素[J]. 工业技术经济, 2020(6).

[4] 焦士兴,王安周,张馨歆,等. 经济新常态下河南省产业结构与水资源耦合协调发展研究[J]. 世界地理研究, 2020, 29(2).

[5] 孟之琳,薛永基,张园圆. 内蒙古水资源与产业结构

耦合协调发展研究[J]. 人民黄河, 2021, 43(7).

[6] 刘慧,李景保,李艺璇,等. 湖南长江经济带产业结构与水资源利用耦合协调机制研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2020, 43(2).

[7] 岳立,薛丹. 黄河流域沿线城市绿色发展效率时空演变及其影响因素[J]. 资源科学, 2020, 42(12).

[8] 郭晗. 黄河流域高质量发展中的可持续发展与生态环境保护[J]. 人文杂志, 2020(1).

[9] 何楠,袁胜楠,王军. 基于 DEA-Malmquist 模型的黄河流域水资源利用效率评价[J]. 人民黄河, 2021, 43(5).

[10] 张永凯,孙雪梅. 黄河流域水资源利用效率测度与评价[J]. 水资源保护, 2021, 37(4).

[11] 邢霞,修长百,刘玉春. 黄河流域水资源利用效率与经济发展的耦合协调关系研究[J]. 软科学, 2020, 34(8).

[12] 廖琴,黄星. 成渝双城经济圈可持续发展能力与经济发展水平的空间耦合格局研究[J]. 商业经济研究, 2021, No. 831(20).

[13] 潘雄锋,刘清,彭晓雪. 基于全局熵值法模型的我国区域创新能力动态评价与分析[J]. 运筹与管理, 2015, 24(4).

[14] 付凌晖. 我国产业结构高级化与经济增长关系的实证研究[J]. 统计研究, 2010, 27(8).

[15] 干春晖,郑若谷,余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011, 46(5).

[16] 王冠孝,梁留科,李锋,等. 区域旅游业与信息化的耦合协调关系实证研究[J]. 自然资源学报, 2016, 31(8).

[17] 姜磊,柏玲,吴玉鸣. 中国省域经济、资源与环境协调分析——兼论三系统耦合公式及其扩展形式[J]. 自然资源学报, 2017, 32(5).

[18] 姜海宁,张文忠,余建辉,等. 山西资源型城市创新环境与产业结构转型空间耦合[J]. 自然资源学报, 2020, 35(2).

[19] 任保平,杜宇翔. 黄河流域经济增长-产业发展-生态环境的耦合协同关系[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(2).

[20] 王艳,辛萌,雷淑珍. 产业结构优化视角下环境规制对经济增长质量的效应研究[J]. 西安石油大学学报(社会科学版), 2021(6).

(责任编辑 罗卉)

(下转第 16 页)

Analyses of Influencing Factors of Rural Gas Household Construction in Shaanxi Province from the Perspective of Farmers

MA Hongxia LIU Junfeng

(The Center of Discipline Inspection and Audit, Chuanqing Drilling Engineering Company Limited of CNPC, Chengdu, Sichuan 610051, China; The Research Center of Oil and Gas Resources Economics and Management, Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi 710065, China)

Abstract: On the basis of empirical data, this paper uses the software Amos22 to analyze some influencing factors of gas pipeline access to rural households, like safety, cost, rural residents' cognition and rural gas market. The research shows that safety is the first influencing factor; capital and cost are difficult factors, and rural residents' conception needs updating. Therefore, it is suggested that government should learn from advanced management experiences of rural gas market in Jing - Jin - Ji area, promote system normalization and standardization construction of rural gas markets, guide and culture farmers' viewpoint on cleaning energy, and provide wider market space for gas enterprises.

Key words: access to households; use gas safely; gasification of countryside; rural households

(上接第 9 页)

The Study on the Coupling and Coordinated Development of Water Resources Utilization and Industrial Structure in the Yellow River Basin

ZHANG Mengwu HAN Baoli

(School of Economics and Management, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shaanxi 710054, China)

Abstract: Based on the panel data of 56 prefecture - level cities in the Yellow River Basin from 2008 to 2019, this paper uses the global entropy method, coupling coordination degree model and spatial autocorrelation model to analyze the comprehensive utilization level of water resources utilization and industrial structure, as well as the temporal and spatial difference of coupling coordination degree between them. The results show that the utilization of water resources is rising year by year, with the distribution characteristics of "high in the east and low in the west"; the coupling degree between water resources utilization and industrial structure has gradually increased, but hasn't yet reached the state of high - quality coordination; the coupling coordination degree of water resources utilization and industrial structure has obvious spatial autocorrelation and strong aggregation effect. Therefore, the water use structure and industrial structure of the Yellow River Basin are unreasonable, it is necessary for us to focus on optimizing the layout of water use structure and industrial structure in order to achieve the level of coordinated development.

Key words: Yellow River Basin; utilization of water resources; industrial structure; coupling coordination