

黄河流域生态治理绩效评估及影响因素研究

刘子晨^{1,2}

(1. 郑州大学 新闻与传播学院, 河南 郑州 450001;

2. 郑州大学 黄生态保护与区域协调发展研究院, 河南 郑州 450001)

摘要:生态治理对黄河流域高质量发展具有特别重要意义。基于2004—2019年面板统计数据,通过Malmquist-Luenberger指数模型分析黄河流域主要省(自治区、直辖市)生态治理绩效。结果显示,黄河流域生态治理绩效整体欠佳,最差年份为2007年,最佳年份为2016年,地区差异显著,其中山东省、河南省较好。空间计量分析影响因素得出与常识性不同的观点:一是黄河流域生态治理不佳,从经济上讲,根源在于省(自治区、直辖市)之间不统筹的治理损耗,而非经济发展伴随而来的污染;二是流域人均水资源量越高,越有可能带来较低的生态治理水平;三是城镇化对生态治理绩效的影响复杂,但总体上呈现积极效应;四是技术创新和重视教育对生态治理具有全流域的正面影响。

关键词:黄河流域;国家战略;生态治理绩效;空间相关性

中图分类号:F205

文献标识码:A

文章编号:1005-0566(2022)02-0011-11

Empirical Study on the Ecological Governance Performance of the Yellow River Basin and Its Influencing Factors

LIU Zichen^{1,2}

(1. School of Journalism and Communication, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. Yellow River Institute for Ecological Protection and Regional Coordination Development, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Ecological governance is significant to the high-quality development of the Yellow River Basin. Based on the panel data from 2004 to 2019, this research analyzes the ecological governance performance at provincial level alongside the Yellow River through applying Malmquist-Luenberger index model. It shows not optimistic enough overall. In detail, the worst year is 2007 and the best is 2016. Regional differences are significant, among which Shandong and Henan are relatively better. After analyzing influencing factors of performance through spatial econometric regression model, the results show some uncommon points. First, as far as the economic factors are concerned, the poor performance of ecological governance is ascribed to governance waste and incongruous regional development, but not the common-sense pollution brought by regional development. Second, the areas with water shortages perform better than those with rich water resource. Third, urbanization has a complex impact on ecological governance performance. However, it presents relatively positive effects on the whole. Fourth, technological innovation and education shows positive influence in general.

Key words: the Yellow River Basin; national strategy; performance of ecological governance; spatial correlation

收稿日期:2021-08-27 修回日期:2022-01-25

作者简介:刘子晨(1990—),男,河南郑州人,郑州大学新闻与传播学院讲师,河南省第九批重点学科政治学团队成员,管理学博士,研究方向为政府治理与绩效评估。

一部治黄史,半部治国史。几千年来,复杂的水情和频繁的水患使得黄河治理极其困难。新中国成立以来,我国开展了大规模的黄河治理,保障了黄河岁岁安澜和经济社会发展。但在黄河治理中仍存在许多难题,生态治理就是其中之一。习近平总书记于 2019 年 9 月 18 日在黄河调研后指出,保护黄河是事关中华民族伟大复兴和永续发展的千秋大计,黄河流域生态保护和高质量发展上升为重大国家战略^[1],这为化解黄河流域生态治理困境带来新的契机。在此背景下,开展黄河流域生态治理绩效评估研究,探索其中的影响因素及作用机理,对丰富相关理论、完善治理措施等具有重要现实意义。

一、文献综述

黄河流域生态治理绩效是指一定时期内基于流域生态环境保护的公共利益目标,通过治理行为改善生态所取得的综合效果,反映了治理主体在整个生态治理过程中所展现出的效能。长期以来,国内外学者对于黄河流域生态治理绩效评估直接相关的研究相对较少。Cui 等(2009)^[2]通过对黄河三角洲水质、土壤盐分、土壤有机质、植物群落、鸟类等指标长达 7 年监测,对黄河三角洲湿地恢复的生态绩效进行了评估。Li 等(2009)^[3]结合土地、降水、人口、GDP 和环境流量等参数,基于生态网络分析(ENA)构建了 TSTI 指标,对 1998—2006 年黄河流域 6 个河段进行评估,得到具有针对性的环境优化准则。Song 等(2012)^[4]采用层次分析法和综合指数法建立了黄河流域生态环境质量评估指标体系,通过气候资源、水资源、土地资源和社会经济 4 个子系统,计算得到 2000—2004 年各省(自治区、直辖市)的生态环境质量。Chen 等(2020)^[5]采用熵权法 TOPSIS 模型对黄河城市生态水平进行了评估,得出引黄工程对沿线城市生态的正影响,环境、基础设施、公共服务、经济潜力、创新活力等方面存在障碍。刘超等(2015)^[6]基于黄河三角洲 2013 年度各个地区数据和仿真模拟结构流程图得出,对于生态环境与城镇化协调度,工业化率是最弱影响因素,优化产业结构是有效策略。吴丹等(2014)^[7]通过 1999—2010 年七大

流域绩效指数动态变化趋势的实证分析,得出海河管理绩效水平较好,长江、淮河较差,人均用水量、农业用水比例、万元 GDP 废水排放量和水资源开发利用等因素对水资源综合管理绩效影响较大。杨永春等(2020)^[8]认为黄河流域内部竞争激烈,整体上“虹吸效应”显著,集聚效应较强、扩散效应较弱,域内发展表现为农业多样性和脆弱性、经济联系松散性、发展阶段差异性等。温煜华(2020)^[9]分析了黄河流域甘南地区长达 11 年的生态环境与社会经济的耦合协调过程与变化趋势,发现生态环境与社会经济持续向着协调发展演进。

通过文献梳理发现,国内外学者对黄河流域生态治理绩效评估的研究,结合了水文、地质、环境、气象等交叉学科,利用成熟的或创新的技术手段对黄河流域或支流流域开展研究。但总体看,目前对此研究还明显不足。与包括亚马逊、尼罗河、长江、密西西比河、莱茵河等在内的跨地区世界级大河流域相比,对黄河流域的研究相对薄弱。具体表现在:一是对黄河流域生态治理的定性分析居多,定量评估研究较少;二是黄河流域生态治理提升的常识性、经验性呼吁建议居多,创新性、针对性路径对策较少;三是同样作为国家战略所涉及的江河水系,对长江等其他流域生态治理研究居多,黄河流域较少;四是对黄河流域生态治理的媒体报道与治理实践总结居多,学理性思考较少。基于此,本文依据相关理论,借鉴学界最新成果,对黄河流域生态治理绩效问题进行深入研究。

二、绩效评估的范围界定和研究方法

(一)范围界定

黄河是中国第二大河,世界第五大河,全长 5464 千米,流域面积 75.24 万 km²。黄河流经 9 个省,但由于四川省只有一小部分(2 州 5 县)属于黄河流域,其他大部分地区属于长江流域,且黄河水利委员会及其所属机构遍布黄河流域除四川省外的 8 个省,如果仅因这小部分地区的黄河流域,在评估时采用整个四川省的数据与流域其他省进行比较,易于造成分析结果失真。故本文选取沿黄河 9 个省中的 8 个为基本评估单元,分别是青海、

甘肃、山西、陕西、河南、山东6个省份,以及宁夏和内蒙古2个自治区。

(二)研究方法

本文主要采用了数据包络分析法(DEA)和空间计量分析法。以下为这些方法的优势、选取原因及其方法概述。

1. 数据包络分析法中的 Malmquist - Luenberger 指数模型

数据包络分析法(DEA),相比于其他国内外常见的评估法,如主成分分析法、模糊综合评价法、熵权法等,其具有以下优势:一是无需了解或人为设置变量之间的函数关系即可进行评估,一

是评价指标的权重无需进行主观人为设置,二是无需对投入与产出指标进行量纲化统一处理,很好地克服了主成分分析法、随机前沿法等评估方法的缺点,适合对于多地区单元、长时间跨度尺度上生态绩效评估进行研究。综上所述,经综合筛选,本文采用 DEA 中的 Malmquist - Luenberger (ML)动态指数模型对黄河流域生态治理绩效进行评估。该模型在传统 DEA 模型的基础上进行了优化,使得可以对长时间跨度的动态面板数据进行评估,并且实现了将“非期望产出”与“期望产出”加以区分,共同纳入进评估过程。 t 时期到 $t+1$ 时期的 ML 生产率指数计算公式如下:

$$ML_t^{t+1} = \sqrt{\frac{1 + E^t(x^{t+1}, y^{t+1}, g_y^{t+1}, -g_b^{t+1})}{1 + E^t(x^t, y^t, b^t, g_y^t, -g_b^t)}} \times \frac{1 + E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, g_y^{t+1}, -g_b^{t+1})}{1 + E^{t+1}(x^t, y^t, b^t, g_y^t, -g_b^t)} \quad (1)$$

其中,ML 指数可以分解为环境技术效率指数 ($MLEC_t^{t+1}$) 和环境技术进步指数 ($MLTC_t^{t+1}$),则 t 时期到 $t+1$ 时期的 ML 生产率指数计算公式进一步分解如下:

$$ML_t^{t+1} = MLEC_t^{t+1} \times MLTC_t^{t+1} \quad (2)$$

$$MLEC_t^{t+1} = \frac{1 + E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, g_y^{t+1}, -g_b^{t+1})}{1 + E^t(x^t, y^t, b^t, g_y^t, -g_b^t)} \quad (3)$$

由于 ML 指数基础含义是衡量全要素生产率从 t 时期到 $t+1$ 时期的动态变化情况,结合本研究,黄河流域生态治理绩效 ML 指数变化所代表的含义为:①当指数数值大于1时,表明从 t 时期到 $t+1$ 时期生态治理绩效呈上升趋势;②当指数数值等于1时,表明从 t 时期到 $t+1$ 时期生态治理绩效呈平稳趋势;③当指数数值小于1时,表明从 t 时期到 $t+1$ 时期生态治理绩效呈下降趋势。

2. 空间面板计量模型

地理学第一定律^[10]揭示了任何地理上相互关联的事物都有一定程度的相互影响,已有研究中,有时会选取“普通最小二乘法(OLS)”“Tobit 回归”对 DEA 得出的评估结果直接进行回归分析。然而,这并不符合回归分析要求自变量 X 之间必须相互独立的前提,且由于 ML 指数存在大于100%的数据,并非截尾数据,不适用 Tobit 分析。

因此,部分现有研究采用这些方法分析得出来的数据和结论在一定程度上会出现误偏,不能足够客观准确地进行影响因素分析。为了更严谨地将黄河流域各个地区之间的空间相关性纳入分析,本文采用空间计量分析法,将地理空间纳入到黄河流域生态治理绩效的影响因素分析中,从而得出更符合实际的结果。空间计量分析主要包括空间相关性检验、空间面板计量方法及空间矩阵的构建。

(1) 空间相关性检验

①全局空间自相关。全局空间自相关描述地理现象或属性值在空间范围内的空间依赖程度,判断是否存在聚集特性,常用全局 Moran's I 指数计算公式如下^[11]:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (4)$$

在式(4)中, n 为地区单元数目, x_i 表示地区 i 的待检测指标数值, w_{ij} 为研究地区 i 与地区 j 之间的空间权重矩阵。Moran's I 指数值介于 $[-1, 1]$ 之间。如果通过显著性检验:当 I 大于零时,则表示地区之间的被测变量正相关,即空间集聚效应;当 I 小于零时,则表示地区之间的被测变量存在负相关,即空间离散效应;当 I 等于零时,则表示地区

之间的被测变量随机分布,不存在空间相关性。

②局部空间自相关。局部空间自相关描述属性值在某个地区及其相邻地区之间的相似程度,揭示空间异质性分布特征,常用局部 Moran's I 指数计算公式如下:

$$I = \frac{n(x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sum_{i \neq j}^n w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (5)$$

在式(5)中, n 、 x_i 、 w_{ij} 含义与全局莫兰 I 指数公式相同。

(2) 空间计量模型

根据空间计量模型分类,空间面板计量模型可分为:空间自回归模型(SAR)、空间误差模型(SEM)和空间杜宾模型。出于篇幅,仅对空间杜宾模型进行简要说明,其表达式为:

$$Y_{it} = \rho W_1 Y_{it} + X_{it} \beta_1 + W_2 \bar{X} \beta_2 + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

在式(6)中, i 表示地区; t 表示时间, Y_{it} 为被解释变量; X_{it} 是外生解释变量; ρ 是空间自回归系数; W_1 是因变量的空间相关关系; W_2 是自变量的空间相关关系,两者可以设置为相同或不同的空间权重矩阵; β 是解释变量 X_{it} 的回归系数; ε_{it} 表示服从正态分布的随机误差项。

(3) 空间权重矩阵

常用的空间权重矩阵有基于邻接关系、欧氏距离和曼哈顿距离的空间权重矩阵。其中,邻接空间权重矩阵表达式为:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{省 } i \text{ 与省 } j \text{ 相邻} \\ 0, & \text{省 } i \text{ 与省 } j \text{ 不相邻} \end{cases} \quad (7)$$

在式(7)中, w_{ij} 表示空间关系。若区域 i 与区域 j 相邻,则取值为 1;若不相邻,则为 0。

3. 空间回归模型的直接效应、间接效应和总效应分析

Behrens 等(2006)^[12]认为,分析空间效应,尤其是非直接的、间接的空间效应的能力,是空间回归模型作用的一个重要体现。但是,空间回归模型的参数所包含的信息也增加了对估计结果进行解释的难度。这其中关于空间个体间关系的大量信息,包括直接效应、间接效应和总效应。以较为一般的空间杜宾模型为例,如图 1。

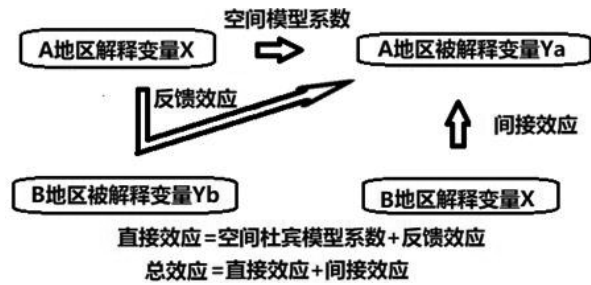


图 1 空间分析中的直接效应、间接效应与总效应关系

(1)直接效应,表示的是某地区自变量 X 对该地因变量 Y 的影响大小,其包括两个部分,如图 1,“直接效应 = 空间杜宾模型系数 + 反馈效应”。反馈效应表示的是地区 A 自变量 X 通过对邻近地区 B 因变量 Y_b 施加影响后, Y_b 反过来对地区 A 的 Y_a 产生影响。简言之,地区 A 对邻近地区 B 的影响,将进一步对地区 A 产生反馈,施加影响。

(2)间接效应,又称为空间溢出效应,用于度量邻近地区 B 的某个解释变量对本地区 A 的被解释变量的影响。值得注意的是,不能仅仅依靠空间自回归系数 ρ 、 ρ 显著与否来判断空间效应的存在。

(3)总效应,等于直接效应和间接效应之和,杜宾模型下可表示为杜宾系数、反馈效应、间接效应之和。其可以解释为某一地区的某个解释变量 X 的变动对所有地区(包含本地和外地)的被解释变量 Y 的平均影响。

三、绩效评估的指标选取与实证分析

(一) 绩效评估指标选取

习近平总书记对黄河流域的治理提出,“坚持生态优先、绿色发展,以水而定、量水而行”,“着力加强生态保护治理、保障黄河长治久安、促进全流域高质量发展、改善人民群众生活”等,这种系统治理、源头治理、统筹治理的理念能更好地实现经济、社会和生态的可持续发展。黄河流域生态治理绩效评估指标体系的构建应充分体现并贯彻这些思想。在指标选取时应在遵循综合性原则、代表性原则和可操作性原则的基础上,结合相关领域内高引用文献和较新研究中的指标设置,本文选取黄河流域生态治理绩效的评价指标包含 7 个一级指标和 13 个二级指标,如表 1 所示。

表1 黄河流域生态治理绩效评价指标

指标类别	一级指标	二级指标	计量单位
治理投入	黄河流域水资源利用量	黄河各省(自治区、直辖市)耗水量	亿立方米
		黄河各省(自治区、直辖市)生态水足迹	
	劳动力投入	农、林、牧、渔从业人员数	万人
	黄河流域生态治理资本投入	政府财政支出按功能分类中的农林水支出	亿元
	黄河流域生态治理政府关注投入	黄委会网站各省(自治区、直辖市)检索出现频次	条
各省(自治区、直辖市)水利厅网站检索黄河出现频次			
期望产出	经济发展	各省(自治区、直辖市)生产总值 GDP	亿元
		各省(自治区、直辖市)城镇居民人均家庭可支配收入	元
		各省(自治区、直辖市)农村居民家庭人均可支配收入	元
	绿色发展	有效灌溉面积	千公顷
		水土流失治理面积	千公顷
		建成区绿化覆盖率	%
非期望产出	生态水污染	灰水足迹	亿立方米

1. 黄河流域各省耗水量。耗水量包括两个部分,即地表水耗水量和地下水耗水量。该指标反映的是省内对水资源的实际消耗量。

2. 黄河流域各省生态水足迹。生态水足迹表示的是维持人类产品和服务消费所需要的真实水资源数量,该指标在一定程度上能够弥补传统用水量统计指标的不足。如每生产 1 kg 玉米,就需要消耗 1222 L 水资源,这些包含在产品中的“虚拟水”会随着产品和服务的流通而转移。

3. 黄委会网站各省检索出现频次。黄河流域生态治理政府关注投入以黄委会网站各省检索出现频次表示,官方网站的检索结果囊括了政策法规、会议活动、官方通知等内容,具有一定的综合性和权威性。

4. 各省水利厅网站检索黄河出现频次。黄河流域生态治理政府关注投入以各省水利厅网站检索黄河出现频次表示。

5. 灰水足迹。灰水足迹指的是,将流域产品和服务生产中的废水、污染物稀释至特定水质标准之上所需要的流域水资源量。结合“十三五”规划的主要污染物减排要求,选取水中的化学需氧

量(COD)和氨氮量为主要污染物统计量。

以上所提到的各指标变量的统计数据,来自 2003—2019 年《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《黄河水资源公报》《黄河水量调度方案》,以及 8 个主要省(自治区、直辖市)统计年鉴、国民经济和社会发展统计公报、水文水质水情的公开信息。之所以选取 2003—2019 年,是因为目前可获得的统计指标中,有很大一部分最早只能追溯到 2003 年,截至 2020 年的部分统计数据尚未公开,因此这个时间段是目前可获取数据中最大的时间跨度。对于统计资料中数据之间不统一的,以上述排名序列靠前(较权威)、时间上较晚更新的统计数据为准,无缺失数据。

(二)黄河流域生态治理绩效评估结果分析

1. 黄河流域生态治理绩效评估总体上欠佳。通过 Matlab2018a 软件,得到黄河流域 8 个省生态治理绩效指数年度变化情况,如表 2 所示。

从表 2 可以看出,从整体上讲,尽管 2004—2019 年黄河流域 8 个主要省生态治理绩效具有一定的上下波动现象,总体上看是先低后高、先差后优,但所有年份所有地区平均治理绩效是 96.75%,说明黄河流域生态治理绩效年平均增长率为负,总体欠佳。

2. 黄河流域生态治理绩效呈现时间上波动。从时序演变来看,总的来说,黄河流域生态治理绩效在所有省呈现中间平稳、较早年份低和较晚年份波动较大的态势,并且各个省在 2017 年之前变化步调基本一致,其中治理绩效最差年份为 2007 年,最佳年份为 2016 年。

3. 黄河流域生态治理绩效呈现地区差异。黄河流域 8 个省生态治理绩效呈现地区差异,绩效水平可以分为 3 个层级,即山东、河南的生态治理绩效水平属于较高层级,山西、青海属于中等层级,陕西省、宁夏回族自治区、内蒙古自治区和甘肃省处于相对较低层级。具体如表 3。各个省区之间由地区差异带来的治理绩效影响不容忽视。

表 2 黄河流域 8 省生态治理绩效年度变化情况

年份	青海	甘肃	宁夏	内蒙古	陕西	山西	河南	山东	平均
2004	0.965743	1.020931	1.121157	0.994495	1.001093	1.066664	0.993981	1	1.020508
2005	0.874557	0.990722	0.91645	0.97041	0.982591	1.046873	1	1	0.972700
2006	0.951253	0.9031	1.016475	1.074147	0.988839	1.018228	1	1	0.994005
2007	0.310092	0.315144	0.312788	0.322201	0.368346	0.368651	1	1	0.499652
2008	0.94174	0.917563	0.909328	0.95477	0.885264	0.952706	1	1	0.945171
2009	0.951938	0.853082	0.852804	0.906593	0.892906	0.878482	1	1	0.916975
2010	1.02862	0.945297	0.914927	0.973841	1.000206	1.050772	1	1	0.989207
2011	0.92339	0.783052	0.967516	0.745017	0.918627	0.973877	0.782716	1	0.886774
2012	1.075675	0.925314	0.962798	1.007036	1.004229	0.936351	0.959256	1	0.98383
2013	0.95181	0.916569	1.000026	0.947851	0.946486	0.996878	0.922108	1	0.960215
2014	0.995075	1.015562	1.05165	0.982759	1.046857	1.049597	1.072846	1	1.026793
2015	0.979559	0.917192	0.997623	0.919965	0.965108	0.946459	0.967526	1	0.961679
2016	1.109816	1.29959	1.077127	1.681033	1.38116	1.16023	1.390567	1.550915	1.331304
2017	1.397104	1.03221	1.105123	0.952481	0.936389	0.967747	1	1	1.048881
2018	0.837937	0.900012	1.098161	0.667242	0.858461	0.927258	1.266274	1	0.944418
2019	0.987595	1.370561	0.846187	1.022085	1.006602	0.995808	0.760058	1	0.998612
平均	0.955119	0.944119	0.946884	0.94512	0.948948	0.958536	1.007208	1.034432	0.967546

表 3 黄河流域 8 个主要省生态治理
绩效年平均水平

生态治理 绩效层级	省份	生态治理绩效 平均值	与最优前沿面相比 年平均变化率/%
较高层级	山东	1.034432	3.44
	河南	1.007208	0.72
中等层级	山西	0.958536	-4.15
	青海	0.955119	-4.49
较低层级	陕西	0.948948	-5.11
	宁夏	0.946884	-5.31
	内蒙古	0.94512	-5.49
	甘肃	0.944119	-5.59

四、绩效影响因素的实证分析

(一)空间相关性分析

1. 全局空间自相关分析

基于黄河流域的 8 个省生态治理绩效 ML 指数地区差异和年度变化情况,通过 Stata 软件计算,得到基于一阶邻接权重矩阵的生态治理绩效的全局 Moran's I 指数分析结果,如表 4 所示。从表 4 数据可以看出,其中有 10 个年份的生态治理绩效的全局 Moran's I 指数为负,6 个年份为正,绝对值除个别年份外普遍较小,显著性检验方面,有多个年份通过了显著性检验,即黄河流域生态治理绩效从整体上看并非完全随机、相互独立,而是存在一定的集聚效应和空间相关性。

表 4 生态治理绩效的全局莫兰 I 指数检验结果

年份	Moran's I 指数	莫兰期望 值 $E(I)$	标准差 $sd(I)$	Z	p 值
2004	-0.192	-0.143	0.221	-0.223	0.412
2005	-0.01	-0.143	0.235	0.567	0.285
2006	0.126	-0.143	0.227	1.185	0.118
2007	0.613	-0.143	0.244	3.098	0.001
2008	0.366	-0.143	0.256	1.991	0.023
2009	0.342	-0.143	0.263	1.845	0.033
2010	0.036	-0.143	0.245	0.73	0.233
2011	-0.569	-0.143	0.268	-1.587	0.056
2012	-0.531	-0.143	0.234	-1.657	0.049
2013	-0.45	-0.143	0.267	-1.148	0.125
2014	-0.152	-0.143	0.266	-0.036	0.486
2015	-0.191	-0.143	0.26	-0.183	0.427
2016	-0.221	-0.143	0.255	-0.306	0.38
2017	0.066	-0.143	0.157	1.33	0.092
2018	-0.011	-0.143	0.234	0.566	0.286
2019	-0.165	-0.143	0.196	-0.114	0.455

2. 局部空间自相关分析

全局 Moran's I 指数测算结果说明黄河流域各省生态治理绩效在整体上呈现一定的空间自相关性。但从更详细的局部自相关检验可以发现这种弱强度下的集聚、离散效应,从而显示部分年份的部分省生态治理绩效是否存在高一高集聚(H-H)、低—高集聚(L-H)、低—低集聚(L-L)和高—低集聚(H-L)的空间集聚分布^[13-14]。本文只选取 4 个代表性年份,运用 ArcGIS 空间计量软件作图展示,如图 2 所示,全部的 16 个年份莫兰散点图根据其分布状况制作成了描述性统计见表 5。

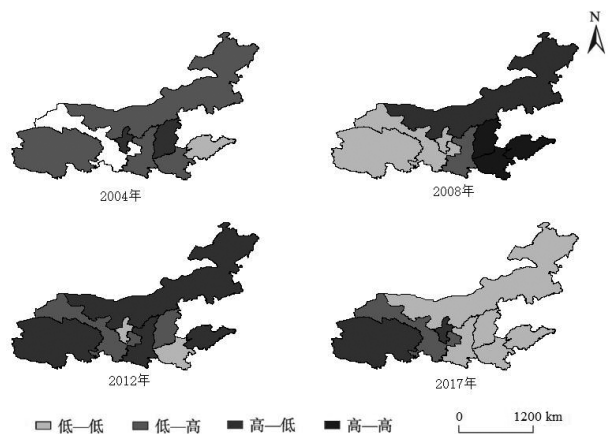


图2 部分年份黄河流域生态治理绩效 LISA 集聚

由局部空间自相关检验方法可知,生态治理绩效处于第一象限的省和第三象限,表示具有正的空间相关性;生态治理绩效处于第二象限和第四象限的省,表示具有负的空间相关性。根据表5可知,2004—2019年间,整体上看虽然分布并不均匀,但仍存在一些规律,河南、山东为第一象限高频次出现省份,表明其生态治理绩效处于高一高集聚类型(H-H);青海为第三象限频次相对较多省份,表明其生态治理绩效处于低—低集聚类型(L-L);第二象限和第四象限的省出现相对无明显规律,其生态治理绩效处于低—高集聚类型(L-H)和高—低集聚类型(H-L)。结合现实可得出,黄河流域的生态治理缺乏省间的整体性协同性,只有少

数发达省份有弱集聚现象,流域各省之间治理并不均衡。

综上所述,2004—2019年黄河流域生态治理绩效存在不容忽视的空间相关性,如果直接采用OLS回归分析将产生误偏。因此,采用空间计量分析法,将空间相关性纳入黄河流域生态治理绩效影响因素分析框架中,更为合适。

(二)影响因素选取

根据前述理论分析,黄河流域不同省的生态治理差异,是源于区域空间、资源、经济等因素导致的。因此,以下将从经济发展、自然资源、社会发展和政府支持4个维度出发,分析黄河流域生态治理绩效的影响因素。

1. 经济发展因素。生态环境的优劣并不一定随着经济发展水平线性提高。Grossman等^[15]发现部分环境污染物排放总量与经济增长的长期关系呈现倒U形曲线。黄河流域目前是否已到达倒“U”型拐点,经济发展水平对流域生态治理绩效的影响值得研究。

2. 自然资源因素。水资源一直以来都是黄河流域最重要的资源之一。黄河流域不同省的水资源禀赋,对该地区的生态环境存在怎样影响,是正向的还是负向的,人均水资源拥有量,对黄河流域生态治理绩效的影响效果需要进一步验证。

表5 生态治理绩效莫兰散点图的描述性统计

年份	第一象限	第二象限	第三象限	第四象限
2004		青海、内蒙古、陕西、河南	山东	宁夏、山西
2005	陕西、山西、河南、山东	青海、宁夏、内蒙古		甘肃
2006	山西、河南、山东	甘肃、陕西	青海	宁夏、内蒙古
2007	河南、山东	山西	青海、甘肃、宁夏、内蒙古	
2008	山西、河南、山东	陕西	青海、甘肃、宁夏	内蒙古
2009	河南、山东	山西	甘肃、宁夏、内蒙古、陕西	青海
2010	山西、河南、山东		甘肃、宁夏、内蒙古	青海、陕西
2011		甘肃、内蒙古、河南		青海、宁夏、陕西、山西、山东
2012		甘肃、山西	宁夏、河南	青海、内蒙古、陕西、山东
2013		甘肃、内蒙古、河南	青海、陕西	宁夏、山西、山东
2014	陕西、山西、河南	内蒙古、山东	青海、甘肃	宁夏
2015	河南、山东	甘肃	内蒙古、山西	青海、宁夏、陕西
2016	河南、山东	宁夏、山西	青海、甘肃	内蒙古、陕西
2017		甘肃	内蒙古、陕西、山西、河南、山东	青海、宁夏
2018	山东	内蒙古、陕西	青海、甘肃、山西	宁夏、河南
2019	内蒙古、陕西	青海、宁夏、河南	山西	甘肃、山东

3. 社会发展因素。随着社会的进步,城镇化的提高,科技的发展等,这些对生态治理带来怎样的影响,如城镇化在对生态治理水平带来正面提升的同时,也会造成污染的增多,对生态环境形成一定的负面影响。究竟是利大于弊,还是弊大于利,其未可知。

4. 政府支持因素。政府作为生态治理的主要执行者和监督者,从多方面进行干预和影响。不同地区的政府在发展战略和侧重点上有所不同。政府对于教育文化的支持和引导、对工业化推进和产业扶持将从政策、资金等层面施加影响^[16-17]。其影响作用需要深入探究。

影响因素变量的选取,首先要客观反映对黄河流域生态治理绩效产生影响的因素,在现有研究的主流指标选取基础上,吸收国家统计局常年关注的核心指标、“十三五”规划考核指标等重要依据来进行筛选。在操作层面,为防止自相关,应避免与 DEA 选定相同指标。从现实意义讲,指标必须呈现出对 DEA 得出绩效结果有支撑、有影响的指标,兼顾好指标间的科学性、系统性和可获取性的原则。影响因素变量设定和计算方式如表 6 所示。

表 6 黄河流域生态治理绩效影响因素

二级指标	计算方式
经济发展人均水平 X1	ln(人均 GDP)
流域水资源禀赋 X2	ln(人均水资源量)
城镇化率 X3	城镇人口占总人口比重
技术进步 X4	ln(国内专利申请授权量)
教育重视程度 X5	ln(人均教育经费投入)
工业化推进度 X6	第二产业增加值占当年 GDP 的比重

(三)空间计量模型的筛选

运用 Stata 软件进行分析,首先,pearson 和 spearman 检验显示了各个影响因素之间也存在空间相关性,进一步确定了采用空间分析的必要性,不能采用传统回归分析。然后,在经过 LM 检验、hausman 检验、稳健性 LR 检验等多个标准步骤后,分析得出个体固定效应下的空间杜宾模型(IND FE SDM)远优于其他空间模型,更为适合本研究分析。列出部分分析检验结果,如表 7 所示。

表 7 基于 IND 模型的黄河流域生态治理影响因素的稳健性检验结果

变量 VARIABLES	空间杜宾模型 SDM		空间自回归 模型 SAR	空间误差 模型 SEM
	Main	Wx		
X1	0.101	-0.388	-0.114	0.100
X2	0.742 **	-0.937 **	0.401	0.818 ***
X3	0.365 *	-0.154	0.322	0.360 *
X4	0.133	0.863	0.450	0.202
X5	0.037	0.069	0.009	0.057
X6	-0.038	-0.536	0.051	0.086
拟合优度 R-squared	0.105	0.0896	0.0137	
$\rho(\rho)$	0.719 ***	0.725 ***	0.749 ***	
σ^2_e (特异误差)	0.229 ***	0.253 ***	0.236 ***	
Mean of fixed effects	-0.2020	0.0154	-0.0000	
对数似然 LogLikelihood	-102.7955	-109.4262	-106.3844	
赤池系数 AIC	253.5909	244.8524	238.7689	
贝叶斯系数 BIC	322.0397	281.9288	275.8453	

注:“***”、“**”、“*”分别表示显著性 1%、5%、10% 水平下通过显著性检验。

(四)影响因素的直接效应、间接效应与总效应分析

基于筛选出的个体固定效应下的空间杜宾模型(IND FE SDM)进行空间计量回归分析,得到黄河流域生态治理影响因素的直接效应、间接效应和总效应定量评估结果,通过定性转换,简化得到黄河流域生态治理绩效影响因素的定性评估结果,如表 8 所示。为使结果更加直观简洁,表格做出以下区分:为区分影响因素的正负效应,表中白色底色的表格表示正相关,即该影响因素具有积极影响,带有灰色底色的表示负相关,即该影响因素具有消极影响;为区分强弱程度,将较弱的设置表格内左顶,中等影响水平表格内居中,较强的设置表格内右顶。如左上方“人均 GDP”和“本省对本省”对应的“强”,表示的含义是,黄河流域一个省的人均 GDP 对自己省具有强大的正向影响。

表 8 黄河流域生态治理绩效影响因素的定性评估结果

影响因素	本省对本省	本省对邻省	“本省+邻省”对本省	邻省对本省	本省对流域总体平均
人均 GDP	强	弱	弱	中等	中等
人均水资源量	极强	极强	中等	强	弱
城镇化率	极强	弱	弱	弱	弱
技术进步	强	强	中等	极强	极强
教育重视程度	弱	弱	弱	弱	弱
工业化推进度	弱	中等	弱	强	强

通过表 8 的影响因素分析,可以印证一部分常识或者现有研究的结论,但更重要的是,也得到一

些与传统观点、当前研究不同的新结论。就整体上看,6个影响因素里,有3个指标对本省的影响和对相邻省的影响不同甚至完全相反,有2个指标对本省的影响和对流域整体的影响不同甚至完全相反;就各个影响因素来说,每一个指标对本地区、对相邻地区、对流域整体的影响强弱程度也有很大区别。这说明从整个流域尺度上看,黄河流域的各个省存在着互相竞争、治理互斥的问题,无法达成流域生态的整体性治理、协同治理和统筹发展,存在根源性的体制机制问题。

1. 经济发展对生态治理绩效影响呈现复杂双面性

一是省经济发展对本地区的生态治理具有极大正向作用。这表明,从省一级层面来看,黄河流域的各个省经济发展已经能为生态治理提供强有力的正面支持和积极影响,较好地践行了“绿水青山就是金山银山”这一绿色发展理念,而非“先污染后治理”“以污染换发展”的模式。二是省经济发展对黄河流域整体生态治理具有中等负面影响。这表明在本文选取的分析数据所处的时期,正是中国地方官员的晋升锦标赛^[18]如火如荼展开时期,出于对GDP的重视和追求,各省本能地将发展的重心放在GDP的竞争上,各自发展,竞争大于协作,流域治理缺乏统筹协调。可见,真正导致黄河流域生态治理从整体上看表现不佳的原因,是由于经济上省之间相互竞争带来的互斥效应,抵消了经济发展本身给每个地区所提供的强大正效应,即流域生态治理不佳从经济上讲,根源在于省之间不统筹的治理损耗,而非经济发展伴随而来的污染。

2. 水资源禀赋对生态治理绩效影响呈现复杂双面性

一是各省水资源禀赋对本地区生态治理具有极强的正面效应,对邻地有极强负效应。这反映了黄河流域水资源的稀缺性和重要地位,各省之间用水矛盾非常突出。二是流域水资源禀赋对整个黄河流域生态治理具有较为微弱的负影响。即从流域整体看,人均水资源量越高,越有可能带来较低的生态治理水平。这一与常识相违背的结

论,印证了黄河流域存在“资源诅咒”^[19-20]现象,即资源越丰富的地区越不容易得到更好的治理和发展。因为丰富的资源并不能一定伴随对资源的充分利用与合理配置,反而会由于分布不均和浪费使得发展受到限制,治理水平和发展程度上远不如资源相对不丰富的地区。事实上,长期以来,黄河流域一直存在水资源分布不均和用水浪费问题。如黄河流域农业每亩灌溉定额和工业万元产值需水量,分别高于海河流域1.54倍和2.15倍^[21]。黄河多数灌区管理粗放,水资源有效利用率仅为30%~50%^[22]。可见,黄河流域水资源集约节约利用,对生态治理极为关键。三是各省和邻近地区的水资源禀赋叠加起来发挥作用时,对本省生态治理具有中等正面影响。表明了各省即使存在与邻近地区在水资源利用上的互斥性,但也仍然需要将水资源放在生态治理工作中更加重要的位置,尤其要协调好水资源的分配和充分利用,减少用水矛盾和冲突。

3. 城镇化对生态治理绩效影响大体上呈现积极效应

一是城镇化率对整个黄河流域生态治理具有微弱的正影响。即城镇化这一过程带来的发展红利在一定程度上可以弥补造成的污染,对流域整体的生态治理是具有积极作用的。二是各省城镇化率对于本地的生态治理具有极强的正面效应。这一结果与“经济发展”影响因素的分析相吻合,即黄河流域的城镇化、城镇发展并不是以牺牲生态环境为代价的;相反地,一个地区的发展将会给本地带来更好的生态优化和环境改善。综合来看,城镇化对黄河流域生态治理属于较积极因素。

4. 技术进步对生态治理绩效影响呈现积极效应

技术进步对整个黄河流域生态治理具有极强的正影响。这是各个影响因素中,从宏观(整体流域)、到中微观(各地区)具有全方位正面影响的因子,且其影响程度极为显著,空间影响尤为强烈。

5. 教育重视程度对生态治理绩效影响呈现积极效应

重视教育,提高教育程度,对整个黄河流域生

态治理具有较为微弱的正影响。与“技术进步”影响因素指标类似,属于全方位的正面影响因素,且地区之间也是相互促进的态势。虽然教育这一影响因素对生态治理的正面效应偏弱,但重视教育、提高公众综合素质,是生态治理的长久之计。

6. 工业化推进程度对生态治理绩效影响呈现消极效应

工业化推进程度对整个黄河流域生态治理具有较强的负面影响,对本地、对邻地也都具有不同程度的负面影响。究其原因,主要在于当前黄河流域各省产业构成中,煤炭、石油、化工、冶金等高耗水、高污染企业占比较多,在这种粗放型发展模式没有得到根本改变的情况下,即使工业化水平在数量上有所提高,工业化对于生态环境整体上依然存在互相排斥的关系。对于这种客观上的互斥,应在推进工业化过程中,通过加强基础设施、加快技术更新、提高信息化水平、发展循环经济等措施,推进工业结构转型升级,减少污染,实现工业化与生态治理良性循环。

五、结论与建议

本文对 2004—2019 年黄河流域 8 个主要省生态治理绩效时空演变及影响因素分析,得出如下结论:黄河流域生态治理绩效整体欠佳,最差年份为 2007 年,最佳年份为 2016 年,地区差异显著,其中山东省、河南省较好。通过空间计量分析影响因素,得出不同于常识性的结论:一是黄河流域生态治理不佳,从经济上讲根源在于省之间不统筹的治理损耗,而非经济发展伴随而来的污染。二是流域人均水资源量越高,越有可能带来较低的生态治理水平。三是城镇化对生态治理绩效的影响复杂,但总体上呈现积极效应。四是技术进步和重视教育对生态治理具有全流域的正面影响。

结合黄河流域生态治理绩效评估及影响因素分析,对提升黄河流域生态治理绩效提出以下 5 个方面的建议。一是以顶层设计统筹推进生态治理。加强黄河流域顶层设计,从流域整体上进行跨区域、跨部门的国家层面顶层设计和制度安排,尽快组织编制《黄河流域生态治理和保护总体规划》及专项规划。建立流域生态环境联防联控机

制,构建黄河流域生态治理的跨区域跨部门的协同治理框架。二是以经济发展促进生态治理。坚持新发展理念,深入践行“绿色发展”,继续保持生态保护与经济发展相兼顾的态势。针对流域内省之间相互竞争、相互掣肘问题,应在流域整体层面上减少无序竞争,建立政府间协同治理机制。三是以完善防护体系提高生态治理水平。把黄土高原作为加强水土流失治理的重点区域,实施水土流失系统治理。加快黄河干支流和河口三角洲湿地的生态系统修复,实施生态流量过程监管,推行生态环境准入管理,注重生物多样性保护。四是以社会发展助推生态治理。着力实施城市更新行动,把绿色发展作为转型方向,营造宜居宜业人居环境。促进产业绿色化转型升级,通过培育壮大绿色产业,形成绿色发展新动能。强化科技支撑作用,加快推广生态治理适用技术,发挥企业的技术创新主体作用,增强科技创新能力。五是以政府支持落实生态治理。把教育作为一项基础性、长久性、保障性工作,把水资源、生态环境保护和水情知识纳入国民教育体系,增强教育对生态治理的积极促进作用。牢固树立“绿水青山就是金山银山”的理念,让生态环境产生价值。建立科学的评价考核体系,引导地方政府和领导干部形成正确的发展观和政绩观,提升生态治理绩效。

参考文献:

- [1] 习近平. 在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话[J]. 求是, 2019(20): 4-11.
- [2] CUI B S, YANG Q C, YANG Z F, et al. Evaluating the ecological performance of wetland restoration in the Yellow River Delta, China[J]. Ecological engineering, 2009, 35(7):1090-1103.
- [3] LI Y, CHEN B, YANG Z F. Ecological network analysis for water use systems—a case study of the Yellow River Basin[J]. Ecological modelling, 2009, 220(22):3163-3173.
- [4] SONG Y S, DU C, YANG C, et al. Ecological environmental quality evaluation of Yellow River Basin[J]. Procedia engineering, 2012, 28:754-758.
- [5] CHEN Y, ZHU M K, LU J L, et al. Evaluation of ecological city and analysis of obstacle factors under the background of high-quality development: taking cities in the Yellow River Basin as examples[J]. Ecological indicators,

2020, 118: 106771.

[6]刘超,林晓乐. 城镇化与生态环境交互协调行为研究——以黄河三角洲为例[J]. 华东经济管理, 2015, 29(7): 49-58.

[7]吴丹,王亚华. 中国七大流域水资源综合管理绩效动态评价[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(1): 32-38.

[8]杨永春,穆焱杰,张薇. 黄河流域高质量发展的基本条件与核心策略[J]. 资源科学, 2020, 42(3): 409-423.

[9]温煜华. 甘南黄河重要水源补给区生态经济耦合协调发展研究[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(12): 35-43.

[10] TOBLER W R. A computer movie simulating urban Growth in the detroit region[J]. Economic geography, 1970, 46: 234-240.

[11]SRIDHARAN S, TUNSTALL H, LAWDER R, et al. An exploratory spatial data analysis approach to understanding the relationship between deprivation and mortality in Scotland[J]. Social science & medicine, 2007, 65(9): 1942-1952.

[12]BEHRENS K, THISSE J F. Regional economics: a new economic geography perspective[J]. Regional science and Urban economics, 2006, 37(4): 457-465.

[13]潘丹. 考虑资源环境因素的中国农业绿色生产率评价及其影响因素分析[J]. 中国科技论坛, 2014(11): 149-154.

[14]胡晓琳. 中国省际环境全要素生产率测算、收敛及其

影响因素研究[D]. 南昌:江西财经大学, 2016.

[15]GROSSMAN G E, KRUEGER A B. Environment impacts of a North American free trade agreement[R]. NBER working paper No. 3914, 1991.

[16] TERPSTRA P M J. Sustainable water usage systems: models for the sustainable utilization of domestic water in urban areas[J]. Water science and technology, 1999, 39(5): 65-72.

[17]马海良,黄德春,张继国. 考虑非合意产出的水资源利用效率及影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(10): 35-42.

[18]周黎安. 中国地方官员的晋升锦标赛模式研究[J]. 经济研究, 2007(7): 36-50.

[19]徐康宁,韩剑. 中国区域经济的“资源诅咒”效应:地区差距的另一种解释[J]. 经济学家, 2005(6): 97-103.

[20]鲍超,陈小杰,梁广林. 基于空间计量模型的河南省用水效率影响因素分析[J]. 自然资源学报, 2016, 31(7): 1138-1148.

[21]胡鞍钢,王亚华. 如何看待黄河断流与流域水治理——黄河水利委员会调研报告[J]. 管理世界, 2002(6): 29-34, 45.

[22]胡鞍钢,王亚华. 转型期水资源配置的公共政策:准市场和政治民主协商[J]. 中国软科学, 2000(5): 5-11.

(本文责编:辛 城)