

南水北调中线工程水源区环境规制对经济高质量发展的影响

黄进^{1,2}, 王伟², 田野², 郭晓焱²

(1. 湖北省水电工程施工与管理重点实验室(三峡大学), 湖北 宜昌 443000;

2. 三峡大学经济与管理学院, 湖北 宜昌 443000)

摘要:为研究南水北调中线工程水源区环境规制通过水资源利用对区域发展质效的影响,基于2005—2022年南水北调中线工程水源区12个城市的面板数据,构建基准回归模型、中介效应模型和门槛效应模型,实证分析了环境规制、水资源利用效率和经济高质量发展之间的关系。结果表明:环境规制对经济高质量发展具有正向促进效应,该促进效应在不同区域间存在异质性,环境规制的促进作用在用水量小的地区更加显著,而在用水量大的地区,丰富的水资源限制了环境规制对经济高质量发展的促进作用;在环境规制影响区域,水资源利用效率在经济高质量发展过程中发挥出显著的中介作用,水资源利用效率中介效应占环境规制总促进效应的比例为13.5%;水资源利用效率在环境规制对经济高质量发展影响中具有门槛效应,当水资源利用效率超过4.3后,环境规制对经济高质量发展的促进效应显著增强。

关键词:环境规制;经济高质量发展;水资源利用效率;中介效应;门槛效应;南水北调中线工程

中图分类号:F061.5

文献标志码:A

文章编号:1004-6933(2024)04-0148-09

Impact of environmental regulations on high-quality economic development in water source area of middle route of South-to-North Water Diversion Project/HUANG Jin^{1,2}, WANG Wei², TIAN Ye², GUO Xiaoyi² (1. Hubei Key Laboratory of Hydropower Engineering Construction and Management (China Three Gorges University), Yichang 443000, China; 2. School of Economics and Management, China Three Gorges University, Yichang 443000, China)

Abstract: To study the impact of environmental regulations on regional development efficiency through water resources utilization in water source area of middle route of the South-to-North Water Diversion Project, baseline regression model, mediation effect model, and threshold effect model were constructed to empirically analyze the relationships between environmental regulations, water resources utilization efficiency, and high-quality economic development based on panel data of 12 cities in water source area of middle route of the South-to-North Water Diversion Project from 2005 to 2022. The results show that environmental regulations have a positive promoting effect on high-quality economic development, and the promoting effect is heterogeneous in different regions. The promoting effect of environmental regulations is more significant in areas with low water consumption, while in areas with high water consumption, the abundance of water resources restricts the promoting effect of environmental regulations on high-quality economic development. In the areas affected by environmental regulations, water resources utilization efficiency plays a significant mediation role in the process of high-quality economic development, and the mediation effect of water resources utilization efficiency accounts for 13.5% of the overall promoting effect of environmental regulations. Water resources utilization efficiency exhibits a threshold effect in the impact of environmental regulations on high-quality economic development. When the water resources utilization efficiency exceeds 4.3, the promoting effect of environmental regulations on high-quality economic development is significantly enhanced.

Key words: environmental regulations; high-quality economic development; water resources utilization efficiency; mediation effect; threshold effect; middle route of South-to-North Water Diversion Project

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(72004116);湖北省重点实验室开放基金项目(2023KSD10)

作者简介:黄进(1988—),男,讲师,博士,主要从事水资源管理与区域经济发展研究。E-mail:huangjin@ctgu.edu.cn

通信作者:田野(1968—),男,教授,博士,主要从事区域经济与绿色农业研究。E-mail:tianye@ctgu.edu.cn

环境规制对经济高质量发展有以下两种不同的影响,一方面通过倒逼各类主体进行科技创新^[1]、加速产业结构高级化^[2]、优化生产要素配置^[3]等方式优化资源利用,推动地方产业布局向低污染、高效的绿色产业转型,进而促进经济可持续发展;另一方面严格的排放标准和限制可能导致主体难以达到或者负担高昂的污染治理成本,从而影响资源分配^[4],抑制经济高质量发展。由此可见,环境规制通过不同方式作用于资源利用,进而对经济高质量发展产生影响。在以水资源为关键要素的区域,地方生产方式受到水资源的约束较大^[5],环境规制可推动各类企业开发和应用新的节水技术,限制高耗水产业,鼓励水资源节约型产业,并通过水资源的定价机制影响生产要素配置,从而影响水资源利用效率,推动地区产业结构的转型升级^[6],实现经济高质量发展。由此可见,环境规制、水资源利用效率与经济高质量发展之间存在一定的内在联系。探究环境规制、水资源利用效率和经济高质量发展之间的影响关系,将有助于区域经济高质量发展,促进水资源保护和利用。

对于环境规制与经济高质量发展之间的关系,多数研究者认为环境规制对经济高质量发展具有正向促进作用^[7]且具有区域异质性特点^[8],同时这种促进效应会被经济增长目标等因素削弱^[9]。由于环境规制将对生产产生限制,部分学者认为环境规制阻碍了经济高质量发展,但是对周边城市经济高质量发展有空间溢出效应^[10]。此外,在区域差异等多重因素作用下,环境规制与经济高质量发展之间的影响关系呈先促进后抑制的倒“U”形曲线^[11-12]。因此,环境规制对经济高质量发展可能具有促进、抑制或者非线性影响,对水资源利用效率可能起到促进^[13]或者抑制^[14]作用。经济快速发展使得需水量不断上升,而水资源是产业发展的基础^[15],与经济高质量发展之间的相互依赖程度逐渐加强^[16-17],不合理的水资源配置将加剧其对经济高质量发展的约束作用^[18]。因此,需要提升水资源利用效率,以推动区域经济高质量发展^[19]。

综上所述,现有研究为环境规制与经济高质量发展的关系探讨奠定了基础,但尚存在以下不足之处:对于环境规制、水资源利用效率与经济高质量发展之间的关系研究多从单维或者其中两个维度进行分析,尚缺乏将三者纳入一个研究框架的深入探讨。本文以 2005—2022 年南水北调中线工程(以下简称“中线工程”)水源区 12 个城市面板数据为研究对象,通过构建基准回归模型、中介效应模型和门槛效应模型,对环境规制、水资源利用效率与经济高质量

发展之间的关系和影响机理进行探究。

1 研究方法

1.1 研究假设

1.1.1 环境规制影响经济高质量发展的直接效应

经济高质量发展以符合经济发展规律和可持续发展为目标,体现创新、协调、绿色、开放、共享五大发展理念^[20]。环境规制可以通过以下 3 种途径对经济高质量发展产生作用:①在企业研发和创新过程中,环境规制使其加大对清洁能源、节能减排等领域的投入,在经济活动中考虑环境友好型技术和解决方案,提高资源利用效率,不断推动经济绿色转型^[21];②环境规制可以对生产要素配置进行优化,推动高污染、高耗能的产业向清洁、低碳方向调整和升级,实现经济可持续发展^[22];③环境规制强调资源的合理利用,鼓励优化资源配置,促进提高全要素生产率,实现更加持续和环保的生产方式^[23]。综上所述,本文提出假设 1:环境规制对经济高质量发展具有正向促进效应。

1.1.2 环境规制影响经济高质量发展的间接效应

a. 水资源是人类生存与发展的基础。合理有效的水资源利用,对于保障人类正常生产与生活、推动经济和社会可持续发展以及保护生态环境、维持生物多样性都具有十分重要的作用^[24-25]。一方面,环境规制可能促进或者抑制地区水资源利用效率的提高。环境规制通过合规成本途径对企业生产等多个方面产生影响,并对其环境行为做出约束,从源头弱化生产对水资源消耗的依赖程度^[26]。同时,环境规制对优化产业结构、加快技术创新产生积极的效应,在此条件下,水资源利用效率可以得到快速有效的提升。但企业为了追求生产效益而加强环境规制,也会使企业在用水过程中从短期利益出发,阻碍水资源利用效率的提高。另一方面,水资源利用效率与经济高质量发展水平之间存在较强的相关性。为提高水资源保护和利用效率,企业加大对绿色生产研发的投入,引进节水技术和设备,进而逐步向低污染排放、低能源消耗的生产方式转变^[27],有力推动地区经济高质量发展。综上所述,本文提出假设 2:环境规制对经济高质量发展的影响存在水资源利用效率的中介效应。

b. 环境规制与地区经济高质量发展之间的关系会受到水资源利用效率的影响,呈现非线性特征。水资源作为区域经济社会发展的重要条件,其利用效率影响环境规制对经济高质量发展的促进效应。较高的水资源利用效率容易激发环境规制的创新效应,实现生产技术进步,进而优化生产要素配置,促

进产业结构合理化^[28],有助于推动地区经济的高质量发展。较低的水资源利用效率弱化环境规制的创新驱动动力,阻碍产业结构的合理化,从而削弱环境规制对经济高质量发展的促进效应。综上所述,本文提出假设3:环境规制对经济高质量发展的影响存在水资源利用效率的门槛效应。

1.2 模型构建

a. 基准回归模型。为检验环境规制对中线工程水源区城市经济高质量发展的影响,本文构建了如下基准回归模型:

D_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 R_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (1)

式中:D_{it}为被解释变量,表示第i个城市第t年经济高质量发展水平;R_{it}为核心解释变量,表示第i个城市第t年的环境规制强度;X_{it}为对第i个城市第t年经济高质量发展产生影响的控制变量;\alpha_0为常数项;\alpha_1、\alpha_2为回归系数;\mu_i为地区固定效应;v_t为时间固定效应;\varepsilon_{it}为随机扰动项。

b. 中介效应模型。为检验环境规制是否通过水资源利用效率的中介效应对经济高质量发展产生影响,本文构建了中介效应模型,并对基准回归模型进行改进:

U_{it} = \beta_0 + \beta_1 R_{it} + \beta_2 X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (2)

D_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 R_{it} + \gamma_2 U_{it} + \gamma_3 X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (3)

式中:U_{it}为中介变量,表示第i个城市第t年水资源利用效率;\beta_0、\gamma_0为常数项;\beta_1、\beta_2、\gamma_1、\gamma_2、\gamma_3为回归系数。

c. 门槛效应模型。水资源利用效率的门槛效应可能会对环境规制影响效应产生作用。因此,本文构建了门槛效应模型做进一步分析:

D_{it} = \eta_0 + \eta_1 R_{it} I(U_{it} \leq \lambda_1) + \eta_2 R_{it} I(\lambda_1 < U_{it} \leq \lambda_2) + \dots + \eta_n R_{it} I(\lambda_{n-1} < U_{it} \leq \lambda_n) + \eta_{n+1} R_{it} I(U_{it} > \lambda_n) + \eta_{n+2} X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (4)

式中:\lambda_j(j=1,2,\dots,n)为待估计的门槛值;I(\cdot)为指示函数,若括号内条件成立,则I(\cdot)=1,否则I(\cdot)=0;\eta_0为常数项;\eta_j(j=1,2,\dots,n,n+1,n+2)为回归系数;n为待估计的门槛值个数。

1.3 变量选取

本文分别以经济高质量发展水平(D)、环境规制强度(R)、水资源利用效率(U)作为被解释变量、解释变量和中介变量。参考余柯瑶等^[29]对经济高质量发展的评价方法,从创新水平、协调水平、绿色水平、开放水平和共享水平5个层面,构建经济高质量发展综合评价指标体系,如图1所示,图中*表示负向指标。使用熵权法对各指标进行赋权,加权求和得出经济高质量发展水平。

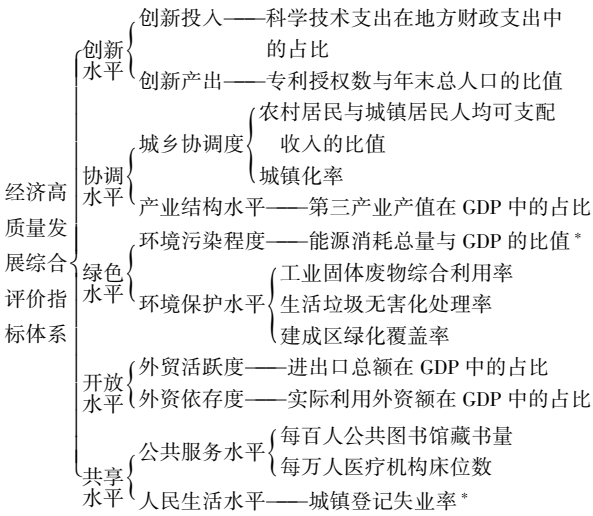


图1 经济高质量发展综合评价指标体系

Fig.1 Comprehensive evaluation index system for high-quality economic development

为了更加全面地对环境规制强度进行表征,本文参考李佳佳等^[30]的评价方法,构建了包含工业废水排放量、工业二氧化硫排放量和工业固体废物综合利用率3个指标的环境规制强度评价指标体系。同样采用熵权法对各指标进行赋权,加权求和得出环境规制强度。万元GDP用水量可以综合反映地区水资源利用情况^[31-32],其值越小说明该地区水资源利用效率越高,本文采用该指标衡量中线工程水源区城市的水资源利用效率。

此外,为了缓解遗漏解释变量带来的误差问题,本文在模型中增加了控制变量:①外商投资。外商投资虽然可以给地区带来资金支持,但也可能使得环境污染问题发生区域转移,对经济高质量发展造成影响,本文采用地区实际利用外商投资总额与GDP的比值来表征。②教育水平。教育水平提高可以提升地区人力资源的素质和能力,但教育资源不均衡将制约经济发展的速度和质量,本文使用普通高等学校在校学生数的对数来表征。③金融发展水平。金融系统为地区经济发展提供了多元化融资渠道,但其规模扩张到一定阶段则会导致金融风险,从而对地区经济发展质量产生影响,本文使用地区金融机构贷款余额在GDP中的占比进行表征。④人口密度。人口密度增大可以提供更多的人力资源,创造更大的市场规模和需求,但人口密集可能会给地区带来资源浪费、环境污染等问题,进而影响经济发展质量,本文选取地区年末总人口数与行政区面积比值的对数进行表征。⑤政府干预程度。政府干预可以有效发挥宏观调控功能,但政府干预过多可能导致资源分配的不均衡和效率低下,本文选取政府一般财政支出在GDP中的占比进行表征。

2 研究区概况与数据来源

丹江口库区及上游是中线工程水源区。水源区位于秦岭余脉伏牛山南麓至大巴山地区之间,与江汉平原毗连,总体上处于中国第二和第三阶梯的过渡地带。由于地形变化剧烈,中线工程水源区具有典型的亚热带季风气候,冬长夏短、雨热同季。中线一期工程自输水以来,已向京、津、冀、豫4省(市)供水达400亿m³,直接惠及7900万人,产生了良好的社会、经济和生态效益。自丹江口库区及上游水污染防治和水土保持“十三五”规划环境规制政策实施以来,中线工程水源区污染治理和风险防控能力不断提升,新建污水管网1360 km,新增污水处理能力48.3万t/d,生活垃圾无害化处理率超过90%。该地区水资源利用效率也稳步提高,每万元GDP耗水量从2016年的60.0m³下降至2020年的46.0m³。但该地区在经济高质量发展方面存在着增长方式粗放、创新能力不强和新产业、新业态、新模式较少等问题,面临着区域发展不平衡、不充分,支撑经济高质量发展的优质资源要素匮乏等挑战。因此,厘清环境规制、水资源利用效率和经济高质量发展三者之间的关系具有重要的实际意义。

中线工程水源区包括洛阳、三门峡、南阳、十堰、重庆、达州、西安、宝鸡、汉中、安康、商洛和陇南共12个城市。对2005—2022年中线工程水源区城市的面板数据进行统计,结果如表1所示。变量的指标数据主要来源于各市《国民经济和社会发展统计公报》《中国城市统计年鉴》以及相应省份《水资源公报》和EPSDATA数据库。各变量的样本量均为

表1 变量统计结果

Table 1 Variable statistical results								
统计量	<i>D</i>	<i>R</i>	外商投资	教育水平	金融发展水平	人口密度	政府干预程度	<i>U</i>
均值	0.424	0.521	0.018	10.713	0.868	5.494	0.225	4.282
标准差	0.206	0.265	0.020	1.480	0.498	0.647	0.151	0.764
最小值	0.058	0.058	0.000	8.033	0.328	4.460	0.064	2.857
最大值	0.866	1.000	0.132	13.902	2.830	6.896	1.027	6.599

表2 基准回归结果

Table 2 Baseline regression results								
变量	模式1 回归结果		模式2 回归结果		模式3 回归结果		模式4 回归结果	
	回归系数	<i>z</i> 统计量	回归系数	<i>z</i> 统计量	回归系数	<i>t</i> 统计量	回归系数	<i>t</i> 统计量
<i>R</i>	0.658 ***	22.95	0.540 ***	18.94	0.363 ***	12.42	0.167 ***	5.41
外商投资			1.257 ***	2.63	1.406 ***	3.40	1.699 ***	5.20
教育水平			0.071 ***	5.06	0.198 ***	10.64	0.029	1.20
金融发展水平			0.123 ***	4.30	0.255 ***	8.71	0.093 ***	3.36
人口密度			-0.174 ***	-5.00	-0.273	-1.57	-0.097	-0.66
政府干预程度			-0.017	-0.20	-0.121	-1.45	0.021	0.28
常数项	0.081 ***	3.85	0.218	1.40	-0.606	-0.63	0.281	0.33

注:***表示通过1%显著性水平检验;*z*统计量和*t*统计量为假设检验的概率分布,分别基于总体标准差和样本标准差进行统计。下同。

216,对于指标中的部分缺失数据,采用线性插值法进行补全处理。

3 结果与分析

3.1 基准回归结果

基准回归结果如表2所示。表2中模式1、2分别为未考虑和考虑控制变量的回归结果;模式3为控制地区效应的回归结果;模式4为控制地区效应和时间效应的回归结果。

根据模式1的回归结果,环境规制强度回归系数在1%的水平上显著为正,且决定系数*R*²为0.727;根据模式2的回归结果,环境规制强度回归系数仍显著为正,且*R*²为0.832;在模式3和模式4中逐步控制地区效应和时间效应,环境规制强度回归系数的符号没有发生改变,且*R*²分别为0.879和0.937。模式4的*R*²值表明,环境规制强度和控制变量能够较好解释经济高质量发展水平的变动,故本文以模式4,即采用双向固定效应模型的回归结果进行分析。

双向固定效应模型的回归结果表明,环境规制强度回归系数在1%的显著性水平上为正,表示环境规制可以促进地区经济高质量发展。外商投资和金融发展水平回归系数也均在1%的水平上显著为正,意味着外商投资和金融发展水平在一定程度上促进了经济高质量发展,尤其是外商投资的促进效果更为明显。教育水平和政府干预程度回归系数也为正,但并不显著,说明教育水平和政府干预程度对经济高质量发展的促进效果并不显著。人口密度回归系数为负,可能的原因是人口数量增加导致能源消耗增加、污染物排放加剧等问题,从而降低了经济高质量发展水平。由此,假设1得到验证。

3.2 异质性分析

水资源是中线工程水源区城市发展的关键资源之一,在用水量不同的地区中,环境规制对经济高质量发展可能产生不同的作用。本文根据中线工程水源区城市用水量的中位数,将用水量小于中位数的

城市划分为用水量相对较小地区,大于或者等于中位数的城市划分为用水量相对较大地区,考察在不同用水量下环境规制的影响作用,回归结果如表3所示(样本量为108)。用水量较大、较小地区回归结果的 R^2 分别为0.931和0.959。从表3可以看出,用水量较大地区环境规制强度回归系数为0.193,通过5%显著性水平检验;用水量较小地区环境规制强度回归系数为0.117,通过1%显著性水平检验。由此得出,对于用水量较大、较小的地区,环境规制与经济高质量发展之间均呈显著正相关关系。但是,在用水量较小的地区,环境规制对经济高质量发展的促进作用更加显著。原因可能是:①在用水量较大地区,农业用水量大,且大部分是传统灌溉用水方式,浪费了大量水资源;②用水量较大地区相较于中线工程其他地区,生产总值不高,这些地区水资源利用效率较低,削弱了环境规制对地区经济高质量发展的促进作用。

表 3 不同地区基准回归结果

变量	用水量较大地区 回归结果		用水量较小地区 回归结果	
	回归系数	<i>t</i> 统计量	回归系数	<i>t</i> 统计量
R	0.193 **	2.64	0.117 ***	3.04
外商投资	1.261	1.36	1.683 ***	5.16
教育水平	0.053	1.00	0.022	0.78
金融发展水平	0.092 **	2.02	0.047	1.20
人口密度	0.066	0.28	-0.395	-1.39
政府干预程度	0.600 *	1.85	-0.061	-0.87
常数项	-0.973	-0.58	1.849	1.33

注: **、* 分别表示通过5%和10%显著性水平检验。下同。

3.3 稳健性检验

采用不同方法对回归结果进行稳健性检验。方法1:对核心解释变量环境规制强度和被解释变量经济高质量发展水平进行1%和5%的缩尾处理,重新进行回归检验。从表4可以看出,环境规制强度和经济高质量发展水平分别缩尾1%和5%后的回归结果均在1%水平上显著为正,且 R^2 分别为0.936

和0.933。方法2:使用滞后一期的环境规制强度(R_L)进行回归检验(样本量为204)。环境规制具有一定的长期效应,不仅会对当期经济高质量发展产生影响,也会影响下一期的经济高质量发展。从表4可以看出,滞后一期的环境规制强度回归系数为正,并且在1%的水平上显著,且 R^2 为0.931。方法3:在经济高质量发展综合评价指标体系中,加入二氧化碳排放量作为非期望产出,重新计算各城市经济高质量发展水平,进行回归分析,从表4可以看出,环境规制强度回归系数在1%的水平上显著为正,且 R^2 为0.921。采用3种检验方法得到的回归结果与基准回归结果一致,从而验证了回归结果的可靠性。

由于其他无法观测因素的影响,环境规制对经济高质量发展的影响可能存在内生性问题,因此本文构建环境规制的工具变量,使用两阶段最小二乘法进行回归检验(样本量为204),解决内生性问题。参考刘建民等^[33]的研究方法,选取滞后一期的环境规制强度作为工具变量。从表4可以看出,第一阶段回归结果中,工具变量 R_{IV} 回归系数为正,通过1%显著性水平检验,且 R^2 为0.834;同时,弱工具变量检验 F 统计量为79.03,且在1%水平上显著。因此,本文选取的工具变量 R_{IV} 有效。根据第二阶段回归结果,考虑内生性问题后,环境规制强度回归系数依然为正,并且通过1%显著性水平检验,且 R^2 为0.947。假设1得到进一步佐证。

3.4 中介效应分析

根据上文分析,环境规制可以借助水资源利用这一途径促进经济高质量发展。表5为中介效应模型(式(2)(3))回归结果,采用Sobel检验和Bootstrap检验对中介效应结果的稳定性做进一步验证。从表5可以看出,环境规制强度和水资源利用效率回归系数均通过1%显著性水平检验,式(2)(3)回归结果的 R^2 分别为0.513和0.751。Sobel检

表 4 稳健性检验结果

变量	方法1 回归结果				方法2 回归结果		方法3 回归结果		最小二乘法回归检验			
	缩尾1%		缩尾5%		回归系数	<i>t</i> 统计量	回归系数	<i>t</i> 统计量	第一阶段		第二阶段	
	回归系数	<i>t</i> 统计量	回归系数	<i>t</i> 统计量					回归系数	<i>t</i> 统计量	回归系数	<i>t</i> 统计量
R	0.153 ***	4.88	0.159 ***	4.97	0.101 ***	3.17	0.146 ***	4.89	0.544 ***	8.89	0.187 ***	3.83
R_L												
R_{IV}												
外商投资	2.131 ***	5.13	2.298 ***	4.99	2.596 ***	5.03	1.454 ***	4.61	-0.699	-1.04	1.827 ***	6.19
教育水平	0.033	1.39	0.030	1.29	0.054 **	2.09	0.021	0.92	-0.112 **	-2.07	0.067 **	2.66
金融发展水平	0.096 ***	3.30	0.079 **	2.50	0.093 ***	2.83	0.100 ***	3.76	-0.060	-1.09	0.107 ***	4.36
人口密度	-0.047	-0.25	-0.206	-0.85	-0.096	-0.37	-0.100	-0.71	0.194	0.65	-0.120	-0.91
政府干预程度	0.028	0.29	0.038	0.29	-0.050	-0.35	0.013	0.18	0.048	0.32	-0.012	-0.18
常数项	-0.043	-0.04	0.880	0.66	0.018	0.01	0.420	0.50	0.676	0.42	0.382	0.55

验的 z 统计量为 3.55,在 1% 水平上显著;Bootstrap 检验结果显示,模型在 1% 水平上显著存在中介效应。因此,可以得出结论,水资源利用效率对经济高质量发展具有显著中介效应。根据式(2)(3)回归结果中的环境规制强度和水资源利用效率回归系数计算得出,水资源利用效率中介效应占环境规制总促进效应的比例为 13.5%。假设 2 得到验证。

表 5 中介效应模型回归结果

Table 5 Regression results of mediation effect model				
变量	式(2) 回归结果		式(3) 回归结果	
	回归系数	t 统计量	回归系数	t 统计量
R	-1.593 ***	-10.87	0.512 ***	14.48
U			-0.050 ***	-3.76

实施环境规制可以显著提高地区经济高质量发展水平,而水资源利用效率的中介效应说明这种积极影响在一定程度上需要依靠节约资源来实现,体现了环境规制区别于其他促进经济发展方法的特征。环境规制通过倒逼企业绿色创新、优化生产资源配置等方式改善地区水资源利用效率,提高生产效率,降低污染,减少能耗,进而推动经济高质量发展。由此可见,实施环境规制的意义不仅在于对企业的环境行为做出约束,更重要的是发挥它对地区经济高质量发展的推动效果。

3.5 门槛效应分析

环境规制对经济高质量发展的促进作用受到多种因素影响,其促进效应可能呈现非线性特征。为进一步探究环境规制对经济高质量发展的非线性影响,根据构建的门槛效应模型(式(4))。以水资源利用效率作为门槛变量,采用 Bootstrap 检验,分析环境规制的影响是否存在门槛效应和门槛值,结果表明,仅单门槛效应通过显著性水平检验。因此,水资源利用效率存在单门槛效应。

门槛效应模型回归结果如表 6 所示,回归结果的 R^2 为 0.889。当 $U \leq 4.3$ 时,环境规制强度回归系数为 0.366;当 $U > 4.3$ 时,环境规制强度回归系数为 0.239。考虑到本文采用负向指标万元 GDP 用水量衡量中线工程水源地城市的水资源利用效率,可以得出这样的结论:只有当水资源利用效率达到相应门槛值时,环境规制对经济高质量发展才具有更强的促进效应。可能的原因是,当水资源利用效率低于门槛值时,水资源利用效率较低,环境规制尚处于初始实施阶段,地区在发展过程中不能较好地平衡经济效益和环境效益之间的关系,阻碍了高质量发展进程。通过门槛值后,环境规制的相关政策会引导高污染、高耗能企业向绿色生产转型,促进产业结构优化升级,进而有利于地区经济的高质量发展。

因此,环境规制促进效应呈现出非线性特点,假设 3 得到验证。

表 6 门槛效应模型回归结果

Table 6 Regression results of threshold effect model		
门槛值范围	回归系数	t 统计量
$U \leq 4.3$	0.366 ***	13.07
$U > 4.3$	0.239 ***	5.97

3.6 讨论

本文选取中线工程水源区这类生态敏感地区,在环境规制与经济高质量发展的约束下,探讨水资源利用效率的中介效应和门槛效应,对于综合提升水资源利用效率,保障国家水资源调控具有重要意义。研究表明,环境规制对于提升区域经济高质量发展水平具有积极影响。高长海等^[34]基于 2008—2021 年中国 30 个省份的面板数据进行了实证研究,发现当前地方政府生态保护力度对经济高质量发展具有正向促进影响;白俊红等^[9]利用 2008—2016 年中国 238 个地级市政府工作报告和经济发展数据,实证分析得出环境规制显著促进了经济高质量发展,与本文的直接影响结果具有一致性。此外,姚鹏等^[35]提出水资源是产业发展的基础,水资源管理制度是协调水资源与产业发展的关键纽带;岳立柱等^[36]研究发现黄河中游城市群的水资源利用与保护水平和高质量发展的耦合协调度呈现上升趋势。因此,本文从水资源利用与调配实际出发,针对中线工程水源区这类以水资源作为关键发展要素的地区,选取水资源利用效率作为中介变量和门槛变量进行实证分析,研究结果具有科学性和合理性。

4 结 论

- a. 环境规制可以促进地区经济高质量发展,并呈现出区域异质性,环境规制对经济高质量发展的促进作用在用水量小的地区更加显著。此外,外商投资和金融发展水平对区域经济高质量发展具有显著正向促进作用。
- b. 环境规制对经济高质量发展的影响存在水资源利用效率的中介效应,水资源利用效率中介效应占环境规制总促进效应的比例为 13.5%,表明提高水资源利用效率是环境规制促进经济高质量发展的重要途径。
- c. 以水资源利用效率为门槛变量时,环境规制的促进作用具有门槛效应。当水资源利用效率超过门槛值 4.3 后,环境规制对经济高质量发展表现出明显增强的促进效应。水资源在中线工程城市发展过程中起着关键作用,其利用效率成为制约地区高质量发展的重要因素。

参考文献:

[1] 上官绪明,葛斌华. 科技创新、环境规制与经济高质量发展:来自中国 278 个地级及以上城市的经验证据[J]. 中国人口·资源与环境,2020,30(6):95-104. (SHANGGUAN Xuming, GE Binhua. Scientific and technological innovation, environmental regulation and high-quality economic development: empirical evidence from 278 Chinese cities at prefecture level and above[J]. China Population, Resources and Environment, 2020, 30 (6):95-104. (in Chinese))

[2] 杨岚,周亚虹. 环境规制与城市制造业转型升级:基于产业结构绿色转型和企业技术升级双视角分析[J]. 系统工程理论与实践,2022,42(6):1616-1631. (YANG Lan, ZHOU Yahong. Environmental regulation and the transformation and upgrading of city manufacturing:based on the dual perspective analysis of the green transformation of the industrial structure and the technological upgrading of the enterprise[J]. Systems Engineering-Theory & Practice,2022,42(6):1616-1631. (in Chinese))

[3] 蔺鹏,孟娜娜. 环境约束下京津冀区域经济发展质量测度与动力解构:基于绿色全要素生产率视角[J]. 经济地理,2020,40(9):36-45. (LIN Peng, MENG Nana. Quality measurement and dynamic deconstruction of regional economic development in Beijing-Tianjin-Hebei region under environmental constraints: from the perspective of green total factor productivity[J]. Economic Geography,2020,40(9):36-45. (in Chinese))

[4] 徐承红,潘忠文. 区域绿色水资源效率提升的门槛效应:基于异质性环境规制的视角[J]. 吉林大学社会科学学报,2019,59(6):83-94. (XU Chenghong, PAN Zhongwen. Threshold effect of regional green water resource efficiency improvement: in the perspective of heterogeneous environmental regulation [J]. Jilin University Journal Social Sciences Edition,2019,59(6):83-94. (in Chinese))

[5] 朱晓梅,魏加华,杨海娇,等. 黄河流域城市群水资源利用效率评估及驱动因子分析[J]. 水资源保护,2022,38(1):153-159. (ZHU Xiaomei, WEI Jiahua, YANG Haijiao, et al. Evaluation and driving factor analysis of water resources utilization efficiency of urban agglomerations in the Yellow River Basin [J]. Water Resources Protection, 2022, 38 (1): 153-159. (in Chinese))

[6] 郑鹏鑫,杨博,王红瑞,等. 长江经济带产业绿色发展等级评估[J]. 水资源保护,2023,39(1):142-149. (JIA Pengxin, YANG Bo, WANG Hongrui, et al. Evaluation of industrial green development level in Yangtze River Economic Belt[J]. Water Resources Protection,2023,39(1):142-149. (in Chinese))

[7] 任燕燕,王文悦,宋昊岳. 环境规制与经济高质量发展:联动关系与传递机制[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版),2022(5):154-164. (REN Yanyan, WANG Wenyue, SONG Haoyue. Environmental regulation and high-quality economic development: linkage and transmission mechanism [J]. Journal of Shandong University (Philosophy and Social Sciences),2022(5):154-164. (in Chinese))

[8] 周清香,何爱平. 环境规制对长江经济带高质量发展的影响研究[J]. 经济问题探索,2021(1):13-24. (ZHOU Qingxiang, HE Aiping. Impact of environmental regulation on high quality development of Yangtze River Economic Belt[J]. Inquiry into Economic Issues,2021(1):13-24. (in Chinese))

[9] 白俊红,芮静. 环境规制、经济增长目标管理与中国经济高质量发展[J]. 宏观质量研究,2023,11(3):32-47. (BAI Junhong, RUI Jing. Environmental regulation, economic growth target management and China's high-quality economic development [J]. Journal of Macro-quality Research,2023,11(3):32-47. (in Chinese))

[10] 周晓光,汤心萌. 时空一致视角下异质性环境规制与绿色经济效率[J]. 系统工程理论与实践,2022,42(8):2114-2128. (ZHOU Xiaoguang, TANG Xinxiong. Heterogeneous environmental regulation and green economic efficiency from the perspective of spatiotemporal consistency[J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2022,42(8):2114-2128. (in Chinese))

[11] 何文海,张永姣. 环境规制、产业结构调整与经济高质量发展:基于长江经济带 11 省市 PVAR 模型的分析[J]. 统计与信息论坛,2021,36(4):21-29. (HE Wenhai, ZHANG Yongjiao. Environmental regulation, industrial restructuring and high-quality economic development: an analysis based on PVAR model of 11 provinces and cities in the Yangtze River Economic Belt [J]. Journal of Statistics and Information,2021,36(4):21-29. (in Chinese))

[12] 武云亮,钱嘉婉,张廷海. 环境规制、绿色技术创新与长三角经济高质量发展[J]. 华东经济管理,2021,35(12):30-42. (WU Yunliang, QIAN Jiajing, ZHANG Tinghai. Environmental regulation, green technology innovation, and high-quality economic development in the Yangtze River Delta [J]. East China Economic Management,2021,35(12):30-42. (in Chinese))

[13] 张峰,王晗,薛惠锋. 环境资源约束下中国工业绿色全要素水资源效率研究[J]. 中国环境科学,2020,40(11):5079-5091. (ZHANG Feng, WANG Han, XUE Huifeng. China's industrial green total factor water efficiency under the constraints of environment and resource [J]. China Environmental Science, 2020, 40 (11): 5079-5091. (in Chinese))

- [14] 李德山, 苟晨阳. 环境规制对西部地区水资源利用效率的影响研究: 基于产业部门和资源依赖度异质性视角[J]. 地理科学, 2021, 41(12): 2203-2212. (LI Deshan, GOU Chenyang. The impact of environmental regulation on water resource utilization efficiency in the western China based on the heterogeneity of industrial sectors and resource dependence perspectives [J]. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(12): 2203-2212. (in Chinese))
- [15] 李轶, 万芬芬, 张文龙. 长三角地区工业园区水资源高效利用的发展趋势与策略[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2023, 51(3): 1-9. (LI Yi, WAN Fenfen, ZHANG Wenlong. Development trend and strategy of efficient utilization of water resources for industrial parks in Yangtze River Delta Region [J]. Journal of Hohai University (Natural Sciences), 2023, 51(3): 1-9. (in Chinese))
- [16] 陈莉, 张安安. 黄河流域水资源与社会经济协同评价及影响因素分析[J]. 水资源保护, 2023, 39(2): 1-8. (CHEN Li, ZHANG Anan. Synergistic evaluation of water resources and social economy in the Yellow River Basin and analysis of influencing factors [J]. Water Resources Protection, 2023, 39(2): 1-8. (in Chinese))
- [17] 唐璐, 李娟, 王丹丹, 等. 2010—2020年贵阳市高质量发展与水资源保护利用的耦合协调关系[J]. 水土保持通报, 2023, 43(1): 235-243. (TANG Lu, LI Juan, WANG Dandan, et al. Coupling coordination of high-quality development with water resource protection and utilization in Guiyang City during 2010-2020 [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2023, 43(1): 235-243. (in Chinese))
- [18] 孙克, 张信为, 聂坚, 等. 中国省域水资源利用绩效评价及空间分异和驱动因素分析[J]. 水资源保护, 2023, 39(4): 102-110. (SUN Ke, ZHANG Xinwei, NIE Jian, et al. Evaluation of provincial water resources utilization performance in China and its spatial differentiation and driving factor analysis [J]. Water Resources Protection, 2023, 39(4): 102-110. (in Chinese))
- [19] 李汝资, 白映, 周云南, 等. 黄河流域水资源利用与经济增长脱钩及影响因素分解[J]. 地理科学, 2023, 43(1): 110-118. (LI Ruzi, BAI Yi, ZHOU Yunnan, et al. Decoupling and decomposition of driving factors of water resources utilization and economic growth in the Yellow River Basin [J]. Scientia Geographica Sinica, 2023, 43(1): 110-118. (in Chinese))
- [20] 卢维学, 吴和成, 王励文. 环境规制政策协同对经济高质量发展影响的异质性[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(3): 62-71. (LU Weixue, WU Hecheng, WANG Liwen. Heterogeneity in the impact of environmental regulation policy synergies on high-quality economic development [J]. China Population, Resources and Environment, 2022, 32(3): 62-71. (in Chinese))
- [21] 李阳, 党兴华, 韩先锋, 等. 环境规制对技术创新长短期影响的异质性效应: 基于价值链视角的两阶段分析[J]. 科学学研究, 2014, 32(6): 937-949. (LI Yang, DANG Xinghua, HAN Xianfeng, et al. The study on heterogeneity effect of environmental regulation's long-term & short-term influence on technology innovation: two stages analysis based on value chain perspective [J]. Studies in Science of Science, 2014, 32(6): 937-949. (in Chinese))
- [22] 程中华, 李廉水, 刘军. 环境规制与产业结构升级: 基于中国城市动态空间面板模型的分析[J]. 中国科技论坛, 2017(2): 66-72. (CHENG Zhonghua, LI Lianshui, LIU Jun. Environmental regulation and industrial structure upgrading: based on dynamic spatial econometric analysis of Chinese cities' data [J]. Forum on Science and Technology in China, 2017(2): 66-72. (in Chinese))
- [23] 郭妍, 张立光. 环境规制对全要素生产率的直接与间接效应[J]. 管理学报, 2015, 12(6): 903-910. (GUO Yan, ZHANG Liguang. The Impact of environmental regulation on TFP of industrial enterprises in China: direct and indirect effects [J]. Chinese Journal of Management, 2015, 12(6): 903-910. (in Chinese))
- [24] 何凡, 路培艺, 尹婧, 等. 中国水资源空间均衡评价与空间关联性分析[J]. 水资源保护, 2023, 39(3): 148-155. (HE Fan, LU Peiyi, YIN Jing, et al. Spatial equilibrium evaluation and spatial correlation analysis of water resources in China [J]. Water Resources Protection, 2023, 39(3): 148-155. (in Chinese))
- [25] 张明斗, 翁爱华. 长江经济带城市水资源利用效率的空间关联网络及形成机制[J]. 地理学报, 2022, 77(9): 2353-2373. (ZHANG Mingdou, WENG Aihua. Spatial correlation network and its formation mechanism of urban water utilization efficiency in the Yangtze River Economic Belt [J]. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(9): 2353-2373. (in Chinese))
- [26] 左其亭, 吴青松, 马军霞, 等. “双碳”目标下水资源行为调控研究框架及展望[J]. 水资源保护, 2023, 39(1): 8-14. (ZUO Qiting, WU Qingsong, MA Junxia, et al. Research framework and prospect of water resource behavior regulation under carbon peak and carbon neutrality goals [J]. Water Resources Protection, 2023, 39(1): 8-14. (in Chinese))
- [27] 宋晓娜, 经小川, 张峰. 水生态文明建设质量的时空演化评估[J]. 水资源保护, 2023, 39(3): 246-252. (SONG Xiaona, JING Xiaochuan, ZHANG Feng. Evaluation on spatiotemporal evolution of water ecological civilization construction quality [J]. Water Resources Protection, 2023, 39(3): 246-252. (in Chinese))

- [28] 吴丹,向筱茜,冀晨辉.京津冀水资源与产业结构优化适配模型[J].水利水电科技进展,2022,42(2):20-26. (WU Dan, XIANG Xiaoqian, JI Chenhui. Adaptation model between water resources and industrial structure optimization in Beijing-Tianjin-Hebei region [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2022,42(2):20-26. (in Chinese))
- [29] 余柯瑶,李志刚,杨舒惠,等.异质型环境规制对长江经济带高质量发展的影响及差异[J].经济地理,2023,43(10):34-43. (YU Keyao, LI Zhigang, YANG Shuhui, et al. Impact and difference of heterogeneous environmental regulations on the high-quality development of the Yangtze River economic belt [J]. Economic Geography, 2023, 43(10):34-43. (in Chinese))
- [30] 李佳佳,郭雅娟,刘嘉彤.环境规制、外商直接投资与环境污染:基于中国城市面板数据的实证分析[J].经济问题,2022(12):45-52. (LI Jiajia, GUO Yajuan, LIU Jiatong. Environmental regulation, foreign direct investment and environmental pollution: empirical analysis based on China's urban panel data [J]. On Economic Problems, 2022(12):45-52. (in Chinese))
- [31] 胡德秀,刘子晨,刘铁龙,等.陕西省渭河流域用水效率时空差异性分析[J].人民黄河,2020,42(8):56-61. (HU Dexiu, LIU Zichen, LIU Tielong, et al. Analysis on spatial-temporal difference of water use efficiency in Weihe River Basin of Shaanxi Province [J]. Yellow River, 2020,42(8):56-61. (in Chinese))
- [32] 佟金萍,马剑锋,刘高峰.基于完全分解模型的中国万元GDP用水量变动及因素分析[J].资源科学,2011,33(10):1870-1876. (TONG Jinping, MA Jianfeng, LIU Gaofeng. Analysis of variations and factors of water use amount per ten thousand yuan GDP in China based on a complete decomposition model [J]. Resources Science, 2011,33(10):1870-1876. (in Chinese))
- [33] 刘建民,薛妍.财政分权与经济高质量发展:基于环境规制的“U型”调节效应[J].河北大学学报(哲学社会科学版),2021,46(1):58-67. (LIU Jianmin, XUE Yan. Fiscal decentralization and high-quality economic development: “U-shaped” regulatory effect based on environmental regulation [J]. Journal of Hebei University (Philosophy and Social Science), 2021, 46(1):58-67. (in Chinese))
- [34] 高长海,王锋.地方政府生态保护力度如何影响经济高质量发展? [J]. 中国人口·资源与环境,2024,34(3):177-191. (GAO Changhai, WANG Feng. How do the local governments' ecological protection efforts affect high-quality economic development? [J]. China Population, Resources and Environment, 2024, 34(3):177-191. (in Chinese))
- [35] 姚鹏,梁琼云,杜曙光.水资源与产业高质量发展:政策演进、互动机理及发展路径[J].学习与实践,2023(8):86-95. (YAO Peng, LIANG Qiongyun, DU Shuguang. Water resources and high-quality industrial development: policy evolution, interaction mechanism and development path [J]. Study and Practice, 2023(8):86-95. (in Chinese))
- [36] 岳立柱,张家伟,韩荣腾.2011—2021年黄河中游城市群高质量发展与水资源保护利用耦合关系[J].水土保持通报,2023,43(6):421-433. (YUE Lizhu, ZHANG Jiawei, HAN Rongteng. Coupling coordination relationship between high-quality development and water resource protection and utilization in urban agglomerations of middle reaches of Yellow River from 2011 to 2021 [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2023, 43(6):421-433. (in Chinese))

(收稿日期:2023-12-21 编辑:施业)

(上接第136页)

- [28] 刘静,郑红星,戴向前.随机流量历时曲线及其在生态流量计算中的应用[J].南水北调与水利科技,2011,9(3):118-123. (LIU Jing, ZHENG Hongxing, DAI Xiangqian. Stochastic flow duration curve and its application in ecological instream flow estimation in the Songhuajiang Basin [J]. South-to-North Water Diversion and Water Science & Technology, 2011, 9(3):118-123. (in Chinese))
- [29] BELMAR O, VILA-MARTÍNEZ N, IBÁÑEZ C, et al. Linking fish-based biological indicators with hydrological dynamics in a Mediterranean river: relevance for environmental flow regimes [J]. Ecological Indicators, 2018,95:492-501.
- [30] RICHTER B D, WARNER A T, MEYER J L, et al. A collaborative and adaptive process for developing environmental flow recommendations [J]. River Research and Applications, 2006,22(3):297-318.
- [31] 史名洋,黄伟,王卓微,等.基于功能流量法的抚河流域关键水文指标确定研究[J].水电能源科学,2022,40(10):22-25. (SHI Mingyang, HUANG Wei, WANG Zhuowei, et al. Study on determination of key hydrological indicators in Fuhe River Basin based on functional flow method [J]. Water Resources and Power, 2022, 40(10):22-25. (in Chinese))

(收稿日期:2023-12-01 编辑:施业)