环境规制与长江经济带生态福利绩效的空间效应研究

郭炳南 唐利 张浩[1]

【摘 要】：本文基于 SBM 超效率模型测算 2004～2019 年长江经济带沿线省份的生态福利绩效，利用空间杜宾模型实证分析环境规制对长江经济带生态福利绩效的空间效应。研究发现：长江经济带生态福利绩效总体水平较高，上中下游区域的生态福利绩效有显著差异，并呈现下游、中游、上游依次递减的分布状态；长江经济带的生态福利绩效存在正向空间自相关性，形成了下游为主的高水平区域，上游为主的低水平区域；环境规制对长江经济带生态福利绩效存在正向促进作用和负向空间溢出效应；外资利用、经济发展和产业结构对长江经济带生态福利绩效存在空间效应。鉴于此，应通过环境协同治理、提高要素使用效率、提升利用外资质量等措施，以促进长江经济带生态福利绩效的提高。

【关键词】：环境规制 生态福利绩效 空间效应

【中图分类号】F205**【文献标识码】**A**【文章编号】**1006—012X(2021)—03—0073(07)

生态福利绩效是指一定自然资源消耗水平下社会福利水平的提升程度，契合了“环境—经济—福利”耦合协同的需要。环境规制通常是指为减少环境污染政府所采取的政策及措施，已成为保护生态环境的主要方式。长江经济带是中国重要的经济轴带，是东中西部区域互动协调发展带，也是生态文明建设的先行示范带。因此，新时代下如何实现长江经济带生态环境保护、经济高质量增长和社会福利增进的“多赢”,已成为迫切需要解答的重要课题。

一、文献综述

生态福利绩效衡量了自然资源投入所产生的人类福利价值。生态福利绩效的研究源于 Daly(1974)的思想，他提出可持续发展必须同时考虑自然资源消耗和福利水平。[1]关于生态福利绩效的研究集中在两个维度：第一，关于生态福利绩效与经济增长的关系。Daly(2005)认为，人类已经从“空的世界”进入到了“满的世界”,在“满的世界”经济增长不会伴随着福利的增加。[2]Dietz et al.(2012)实证分析了 58 个国家经济增长与生态福利绩效的关系，发现两者存在 U 型关系。[3]Jorgenson(2014)基于 106 个国家的实证研究表明，经济增长有利于生态福利绩效。[4]臧曼丹和诸大建(2013)研究发现，G20 国家生态福利绩效与经济增长的关系在不同发展程度的国家表现出不同的关系。[5]第二，关于生态福利绩效的测度，主要测度方法有比值法、数据包络分析法等。如，Common(2007)将其表示为快乐生活寿命与生态足迹的比值。[6]诸大建(2013)将其表示为人类发展指数与生态足迹的比值。[7]Knight & Rosa(2011)采用回归方程中的非标准化残差项表示生态福利绩效。[8]龙亮军、王霞(2016)采用数据包络分析法来计算生态福利绩效。[9]

关于环境规制对经济绩效的影响研究主要有 3 类观点：第一，“遵循成本假说”认为环境规制通过增加企业治污成本，挤

[1]**作者简介**：郭炳南，副教授，博士，硕士生导师，江苏科技大学人文社科学院，江苏镇江 212003
唐利，硕士研究生，江苏科技大学人文社科学院，江苏镇江 212003
张浩，教授，博士，硕士生导师，江苏科技大学人文社科学院，江苏镇江 212003
基金项目：国家社会科学基金一般项目“异质性环境规制对我国生态福利绩效的影响与政策设计研究”(20BJL040);江苏高校哲学社会科学重点项目“基于全球价值链嵌入的江苏省制造业碳生产率提升路径研究”(2017ZDIXM047)

占研发投入，不利于生产率。韩国高(2017)、郑加梅(2018)的研究证实了“遵循成本假说”的存在性。[10,11]第二，“波特假说”认为环境规制有利于调动企业研发积极性，促进生产率提升，降低生产成本。Lanoie et al.(2008)、张平和张鹏鹏(2016)均证实了“波特假说”的存在性。[12,13]第三，不确定性假说，认为环境规制对经济绩效的影响不确定，这种不确定性与企业性质、规制工具类型、政策环境等因素有密切联系。Kheder & Zugravu(2012)、李小平和余东升(2020)证实了环境规制对经济绩效影响的不确定性。[14,15]在环境规制对经济绩效影响研究的基础上，相关文献从不同角度研究了环境规制对生态效率、绿色经济效率、绿色发展效率等的影响研究，[16~18]而关于环境规制与生态福利绩效的研究则相对较少。郭炳南和刘堂发(2020)利用门限效应模型研究了环境规制对长江经济带生态福利绩效的门限影响，[19]但其忽略了生态福利绩效的空间效应，也未深入阐释其理论影响机制。

综上，已有文献还存在以下不足：一是多数文献集中于生态福利绩效与经济增长的关系以及生态福利绩效的测度研究，较少关注环境规制对生态福利绩效的影响，尤其缺乏环境规制对生态福利绩效的理论影响机制的探索。二是已有文献主要以全国或城市为研究对象，较少研究特定流域经济带的生态福利绩效。三是已有文献缺乏从空间视角探讨环境规制和生态福利绩效的关系。事实上，生态福利绩效具有显著的空间特征，研究生态福利绩效空间关联性以及环境规制对生态福利绩效的空间效应有重要的政策价值。因此，本文拟构建一个三部门生产模型，阐释环境规制对生态福利绩效的理论影响机制，并基于 2004～2019 年长江沿线 11 个省份面板数据，测算长江经济带的生态福利绩效，基于空间视角实证分析环境规制对长江经济带生态福利绩效的空间效应，以期为提升长江经济带生态福利绩效提供政策参考。

二、理论机制与假说

借鉴 Acemogluetal.(2012)的研究思路，设立一个中性技术进步的生产函数，生产过程分为两个阶段，假定要素在不同部门自由流动，第一阶段为中间品生产，中间品部门生产两种中间品：生态技术中间品(不产生污染)和非生态技术中间品(产生污染)；第二阶段为最终品生产，第一阶段中间产品生产函数如下：[20]

$$M_{it} = A_{it} K_{it}^{\beta} L_{it}^{1-\beta} \quad i = c,\ e \tag{1}$$

式(1)中，t 为时间，i=c 为生态技术中间产品部门，i=e 为非生态技术中间产品部门，A_{it} 表示技术进步，K_{it} 表示中间品的资本投入，L_{it} 表示中间品的劳动力投入，β 为资本产出的贡献，假定 β∈(0,1)。

第二阶段最终产品生产函数为：

$$Y_t = \left(M_{ct}^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} + M_{et}^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \tag{2}$$

式(2)中，Y_{it} 表示最终产品，M_{ct} 表示生态技术中间品产量，M_{et} 表示非生态技术中间品产量，α 表示中间品的替代弹性，α >1，t 表示时间。设立中间品技术创新函数：

$$A_{it} = \left(1 + \lambda \varepsilon_i p_{it}\right) A_{i,t-1} \quad i = c,\ e \tag{3}$$

式(3)中，ε_i 为技术创新达成率，λ 为技术存量增加率，p_{it} 为创新参与人数。不同技术创新模式比值为：

$$\frac{A_{e0}}{A_{n0}} < (1+\lambda\varepsilon_e)^{-1}\left(\frac{r_c}{r_e}\right)^{\beta} \tag{4}$$

式(4)中，r 为中间品的资本投入。

假定中间品生产 M_{et} 对环境产生消极影响(负外部性),在产权明晰的前提下，中间品生产需要支付环境规制成本 τ 。非生态技术中间品将被征收从价环境税率 τ ,并对生态技术中间品给予补贴率 q,m_t 表示资本的价格，w_t 表示劳动力的价格，如式(5)和式(6)。非生态技术中间品和生态技术中间品生产的利润分别为：

$$\pi_{nt} = P_{nt}A_{nt}\ (1-\tau_t)\ K_{nt}^{\beta}L_{nt}^{1-\beta} - m_tK_{nt} - w_tL_{nt} \tag{5}$$

$$\pi_{et} = P_{et}A_{et}\ (1+q_t)\ K_{et}^{\beta}L_{et}^{1-\beta} - m_tK_{et} - w_tL_{et} \tag{6}$$

由式(5)和式(6)可以得到命题假说：环境规制对生态福利绩效产生正向影响。环境规制促使生态技术中间品与非生态技术中间品的相对利润的变化，提升绿色生产率，减少污染排放，增加绿色产出，进而提升生态福利绩效。

三、研究方法与变量选择

1.生态福利绩效的测度模型

借鉴冯吉芳和袁健红(2016)的指标选择方法，基于 SBM 超效率模型，以各省份人均用水量、人均建成区面积和人均消耗标准煤为资源消耗指标；人类发展指数(HDI)作为期望产出，其中包括教育程度(用平均受教育年限表示)、医疗卫生水平(以预期寿命来表示)和经济发展水平(以人均 GDP 表示);非期望产出为环境污染排放，以人均 SO_2 排放量、人均废水排放量、人均工业固体废弃物排放量来表示。[21]构建 SBM 超效率模型如下所示：

$$\min\theta^{*} = \frac{\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\frac{\bar{x}}{x_{ik}}}{\frac{1}{s_1+s_2}\left(\sum_{r=1}^{s1}\frac{\bar{y}^{g}}{y_{rk}^{g}} + \sum_{h=1}^{s2}\frac{\bar{y}^{b}}{y_{rk}^{b}}\right)} \tag{7}$$

$$\begin{cases} \bar{x} \geqslant \sum_{j=1,\neq k}^{n} x_{ij}\lambda_j;\ \bar{y}^{g} \leqslant \sum_{j=1,\neq k}^{n} y_{rj}^{g}\lambda_j;\ \bar{y}^{b} \geqslant y_{k}^{b};\ \bar{x} \geqslant x_k \\ \lambda_j \geqslant 0,\ i=1,\ 2,\ \cdots m;\ j=1,\ 2,\ \cdots,\ n,\ j\neq 0 \\ r=1,\ 2,\ \cdots,\ s_1;\ h=1,\ 2,\ \cdots,\ s_2 \end{cases}$$

式(7)中，假定生产系统中有 n 个 DUM,m 个投入要素，意合产出 s_1 种，非意合产出 s_2 种，x, y^g, y^b 为相对应的矩阵；θ^*表示生态福利绩效效率值，值越大表明效率越高。本文基于式(7)测算长江经济带生态福利绩效。

2.空间自相关性检验

为了考察长江经济带生态福利绩效的空间依赖性，采用全局和局部莫兰指数模型进行分析，模型如下：

全局莫兰指数定义为：

$$I=\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}\ (X_i-\overline{X})\ (X_j-\overline{X})}{S^2\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}} \tag{8}$$

式(8)中，$S^2=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i-\overline{X})^2$ 为样本方差；$\overline{X}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}X_i$ 为样本均值；$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}$ 为所有空间权重之和，本文选用 0～1 邻接空间权重矩阵。

局部莫兰指数定义为：

$$I_i=\frac{(x_i-\overline{x})}{s^2}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}\ (x_i-\overline{x}) \tag{9}$$

正的 I_i 表示区域 i 的高(低)值被周围的高(低)值所包围；负的 I_i 表示区域 i 的高(低)值被周围的低(高)值所包围。

3.空间效应检验模型

考虑个体效应和时间效应，空间计量模型的一般化形式如下：

$$\begin{aligned}&EP=\rho W\times EP+\beta X+\theta W\times X+u_i+\delta_t+\varepsilon_{it}\\&\varepsilon_{it}=\gamma W\times\varepsilon_{it}+\mu_{it},\ \ \mu_{it}\sim\ (0,\ \sigma^2 I_n)\end{aligned} \tag{10}$$

式(10)中，当 θ=0 时，为空间滞后模型(SAR);当 θ=ρ=0 时，为空间误差模型(SEM);当 γ=0 时，为空间杜宾模型(SDM)。被解释变量生态福利绩效(EP)由 SBM 超效率模型测度可得。解释变量环境规制(ER),采用污染治理投资占 GDP 比重来表示，依据理论假定，环境规制对生态福利绩效产生正向影响。其余主要控制变量有：外资利用(FDI),采用实际利用外资占 GDP 比重来表示。产业结构(IND),采用第三产业占 GDP 的比重表示。经济发展水平(PGDP),采用人均 GDP 表示。技术进步(TC),采用专利发明数量表示。原始数据均来源于 EPS 统计数据库。

四、实证分析

1.长江经济带生态福利绩效测度结果

由图 1 可知，2004～2019 年间长江经济带生态福利绩效的均值为 0.825,整体的生态福利绩效水平较高，总体福利值呈现波动上升趋势，生态福利绩效值自 2004 年的 0.707 上升至 2007 年的 0.819 后开始缓慢下降至 2010 年的 0.797;2011 年后生态福利绩效开始逐步上升，2018 年达到峰值，但在 2019 年有小幅下降。总体来看，随着经济社会的快速发展，生态福利绩效呈现逐步增长态势。

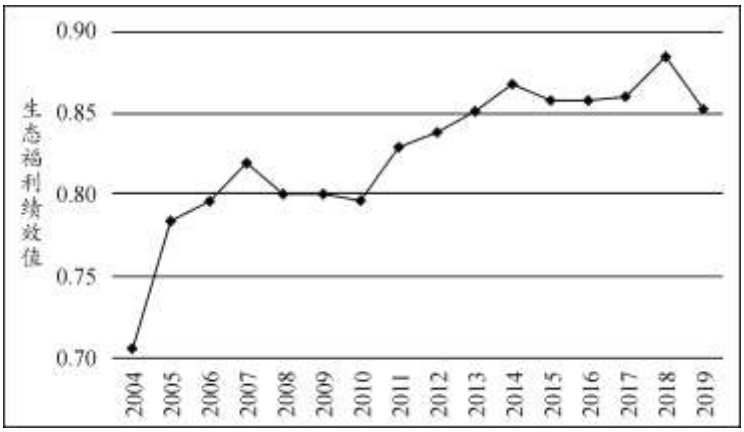

图 1 2004～2019 年长江经济带生态福利绩效变动趋势

由表 1 可知，2004～2019 年间长江经济带上游省份(重庆、四川、贵州、云南)生态福利绩效均值为 0.710,中游省份(安徽、江西、湖北、湖南)生态福利绩效均值为 0.819,下游省份(上海、江苏、浙江)生态福利绩效均值为 0.987,呈现下游最大，中游次之，上游最小的阶梯分布状态。从具体省份来看，上海市的生态福利绩效值均值为 1.007,实现了 DEA 有效，说明上海的生态福利绩效处于效率前沿，投入产出均达到了最优配置。2004～2019 年江苏和浙江的生态福利绩效均值分别是 0.970 和 0.982,趋近于有效前沿。排名靠后的 3 个省份分别是贵州(0.670)、四川(0.693)、重庆(0.710)。上海与贵州生态福利绩效均值差为 0.337,表明长江经济带省际之间的生态福利绩效差距较大。

表 1 2004～2019 年长江经济带沿线省份生态福利绩效值

年份	上海	江苏	浙江	安徽	江西	湖北	湖南	重庆	四川	贵州	云南
2004	0.973	0.932	0.802	0.789	0.513	0.735	0.620	0.579	0.518	0.572	0.747
2005	0.946	0.916	0.946	0.790	0.636	0.758	0.813	0.619	0.677	0.735	0.789
2006	0.958	0.935	0.877	0.828	0.853	0.769	0.797	0.576	0.691	0.648	0.832
2007	0.993	0.932	0.954	0.874	0.865	0.804	0.813	0.697	0.676	0.636	0.769
2008	1.028	0.964	0.978	0.837	0.759	0.805	0.756	0.688	0.662	0.548	0.788
2009	1.026	0.964	1.073	0.860	0.740	0.835	0.807	0.598	0.597	0.567	0.732
2010	0.969	0.973	0.981	0.784	0.793	0.789	0.833	0.687	0.689	0.578	0.691
2011	1.059	0.917	1.052	0.820	0.833	0.765	0.799	0.731	0.763	0.682	0.711
2012	0.963	1.001	0.961	0.842	0.867	0.872	0.823	0.775	0.681	0.767	0.679
2013	0.947	0.956	0.984	0.863	0.935	0.864	0.862	0.686	0.755	0.778	0.735
2014	0.986	1.014	1.033	0.835	0.821	0.837	0.918	0.758	0.729	0.811	0.802
2015	1.126	0.982	0.963	0.755	0.899	0.860	0.838	0.794	0.744	0.698	0.784

2016	0.958	1.015	0.968	0.891	0.908	0.746	0.894	0.816	0.756	0.681	0.789
2017	1.094	0.995	0.942	0.834	0.895	0.814	0.855	0.818	0.746	0.655	0.809
2018	0.983	1.025	1.103	0.879	0.916	0.847	0.871	0.831	0.736	0.698	0.834
2019	1.101	1.006	1.102	0.845	0.910	0.736	0.837	0.701	0.664	0.660	0.814
均值	1.007	0.970	0.982	0.833	0.821	0.802	0.821	0.710	0.693	0.670	0.769

2.空间相关性检验结果

本文采用邻接矩阵考察长江经济带沿线 11 个省份 2004～2019 年生态福利绩效的空间全局莫兰指数值，并绘制了局部莫兰指数散点图(见表 2,如图 2 和图 3 所示)。

表 2 显示，生态福利绩效的全局莫兰指数均为正值，指数介于 0.237～0.648,均通过 1%的显著性水平检验，说明长江经济带生态福利绩效存在显著空间依赖性。

局部莫兰指数散点图反映了空间集聚的局部特征，图 2 和图 3 分别为长江经济带 11 个省份 2004 年和 2019 年生态福利绩效的局部莫兰指数散点图。从图 2 和图 3 中可以看出绝大多数省份位于 H-H 和 L-L 象限。2004 年，上海、江苏、浙江、安徽 4 个省份位于 H-H 象限；2019 年，安徽从 H-H 象限变向 L-H 象限。2004 年，湖南、重庆、四川、贵州 4 个省份位于 L-L 象限；2019 年，湖北从 H-L 象限转向 L-L 象限；江西从 L-H 象限转向 H-H 象限；云南从 H-L 象限转向 L-L 象限。可以看出，长江经济带生态福利绩效的局部空间集聚模式没有发生显著变化；多数省份位于 H-H 象限和 L-L 象限，呈现相似空间关联性，说明长江经济带生态福利绩效不仅存在空间依赖性，而且存在空间差异性。

表 2 2004～2019 年长江经济带生态福利绩效的全局莫兰指数

年份	莫兰指数	Z 值	P 值	年份	莫兰指数	Z 值	P 值
2004	0.476	2.741	0.003	2012	0.429	4.173	0.000
2005	0.254	2.342	0.010	2013	0.371	3.828	0.000
2006	0.341	3.308	0.000	2014	0.437	2.852	0.004
2007	0.467	4.305	0.000	2015	0.528	3.185	0.001
2008	0.348	3.844	0.000	2016	0.371	3.355	0.000
2009	0.364	3.820	0.000	2017	0.331	3.385	0.000
2010	0.361	3.857	0.000	2018	0.398	3.797	0.000
2011	0.366	3.993	0.000	2019	0.648	3.925	0.000

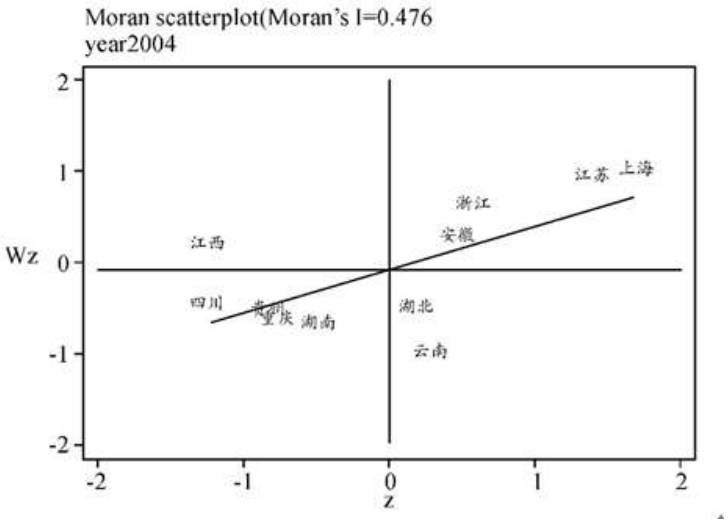

图 2 2004 年局部莫兰指数散点图

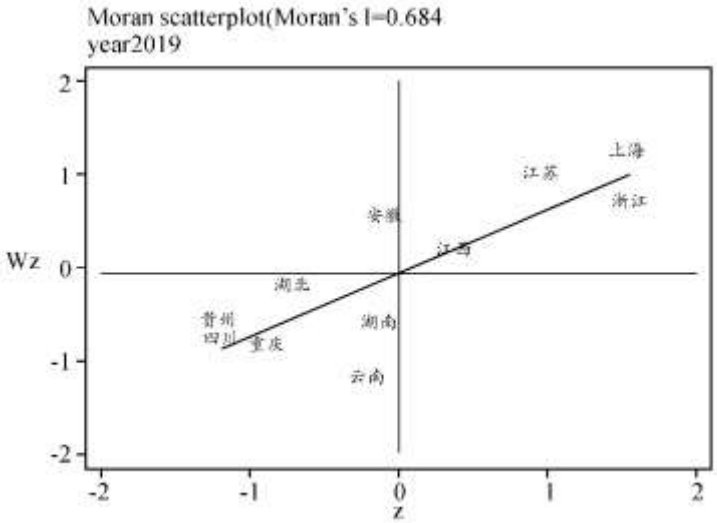

图 3 2019 年局部莫兰指数散点图

3.空间杜宾模型分析结果

表 3 显示，Wald 检验和 LR 检验均通过了 1%的显著性水平检验，拒绝了 SDM 模型转化为 SEM 模型和 SAR 模型的原假设。因此，本文采用 SDM 模型进行空间回归分析。

表 3 空间杜宾模型适用性检验

	SEM 模型		SAR 模型	
	统计量	P 值	统计量	P 值

LR 检验	19.38	0.004	17.41	0.008
Wald 检验	27.03	0.003	21.48	0.001

由表 4 可知，环境规制通过了 5%显著性水平的检验，影响系数为 0.121,长江经济带环境规制强度提升有利于企业技术进步和创新，改变了企业生产结构，促进了企业清洁生产，在一定程度上减少了废水、废气、固体废弃物等污染物的排放，使生态环境得到有效改善，提升了居民的福利水平，从而有利于长江经济带生态福利绩效的提高，验证本文的理论假说。外资利用对生态福利绩效的影响显著为正，说明外资会带来先进技术和管理经验，有助于长江经济带企业减少污染排放，提升生态福利绩效。技术进步对生态福利绩效的无显著影响，可能由于相关技术发明专利转化率不高，尚未对长江经济带生态福利绩效产生显著影响。经济发展对生态福利绩效的影响显著为正，表明长江经济带生态福利绩效与经济发展存在“不脱钩”状态，经济发展是生态福利绩效提升的前提，经济发展有利于提升生态福利绩效。产业结构对生态福利绩效的影响显著为正，表明随着第三产业比重不断增加，高污染高能耗的产业得以转型，减少了污染排放，改善了生态环境，提升了长江经济带生态福利绩效水平。

从空间溢出效应来看，生态福利绩效存在显著正向的空间溢出效应，表明当地的生态福利绩效的改善可促进周边区域的生态福利绩效。环境规制存在显著负向空间溢出效应，影响系数为-0.461,表明本地区环境规制水平的提升，导致污染企业向周边环境规制强度低的区域转移，引起周边地区污染增加，降低了周边地区的生态福利绩效。经济发展存在显著的负向空间溢出效应，表明本地区经济发展不利于周边地区生态福利绩效水平的提升。本地区经济发展水平越高，越容易对周边地区人才、资本和技术产生虹吸效应，提升当地生产率以及污染治理能力，从而降低相邻地区生态福利绩效。

表 4 2004～2019 年基于 SDM 模型的长江经济带生态福利绩效估计结果

变量	系数	t 值	变量	系数	t 值
ER	0.121**	1.96	W*ER	-0.461***	-3.24
FDI	0.195***	3.33	W*FDI	0.310***	4.21
TC	0.039	0.03	W*TC	0.046	1.43
lnPGDP	0.088***	2,88	W*lnPGDP	-0.509**	-2.45
IND	0.150*	1.82	W*IND	0.263	1.02
ρ	0.119***	3.29	Log-L	251.221	
R^2	0.729				

五、结论与建议

本文通过构建一个三部门生产模型阐释了环境对生态福利绩效的影响机制，利用 SBM 超效率模型测算了长江经济带生态福利绩效，运用空间杜宾模型研究了环境规制对长江经济带生态福利绩效的空间效应。结果表明：第一，2004～2019 年间长江经济带生态福利绩效均值为 0.825,呈现持续上升趋势，上中下游区域之间生态福利绩效有显著差异，呈现出下游>中游>上游的阶梯式分布格局。第二，长江经济带生态福利绩效呈现出正向空间自相关性，形成了下游地区为主的高水平区域，上游地区为主的低水平区域。第三，环境规制对长江经济带生态福利绩效具有正向促进作用，环境规制具有负向空间溢出效应。第四，外商

直接投资、经济发展水平和产业结构会对生态福利绩效产生空间影响效应。

基于以上结论，笔者提出如下建议：第一，加强环境政策协同，构建环境治理区域协作机制。环境规制对长江经济带生态福利绩效有正向促进作用，要充分利用环境规制的“波特效应”,引导企业增加创新投入，促进企业清洁生产，提升企业绿色发展能力。同时，建立污染防治的协作执法机制，降低环境规制的负向空间溢出，有效阻断污染产业向区域外转移，减少污染的外溢，从而实现生态福利绩效的提升。第二，树立生态福利绩效观，促进经济高质量发展。以提高经济增长、环境保护、社会福利的耦合协同性为目标，减少自然资源消耗，改进社会福利，促进经济高质量发展。第三，提高要素利用效率，促进产业结构升级。着力提升要素利用效率，增强产业发展的集约性，提升第三产业占比，加快产业高级化，从而提升生态福利绩效。第四，优化利用外资结构，提升外资利用质量。进一步扩大开放，优化外资结构，鼓励外资进入清洁环保产业和高技术产业，充分发挥外资的技术外溢，提升生态福利绩效。

参考文献：

[1]Daly H E.The World Dynamics of Economic Growth:The Economics of The Steady State[J].The American Economic Review,1974,64(02):15-23.

[2]Daly H E.Economics in a Full World [J].Scientific American,2005,293(03):100-107.

[3]Dietz T,Rosa E A,York R.Environmentally Efficient Well-Being:Is There a Kuznets Curve?[J].Applied Geography,2012,32(08):21-28.

[4]Jorgenson A K.Economic Development and the Carbon Intensity of Human Well-Being[J].Nature Climate Change,2014,4(03):186-189.

[5]臧曼丹，诸大建.生态福利绩效：概念、内涵及G20实证[J].中国人口·资源与环境，2013,(05):118-124.

[6]Common,M.Measuring National Economic Performance without Using Prices[J].Ecological Economics,2007,64(01):92-102.

[7]诸大建.超越增长：可持续发展经济学如何不同于古典经济学[J].学术月刊，2013,(10):79-89.

[8]Knight,K.W,E.A.Rosa.The Environmental Eficiency of Well-Being:A Cross-National Analysis[J].Social Science Research,2011,40(03):931-949.

[9]龙亮军，王霞.生态福利绩效视角下的上海市可持续发展评价研究[J].长江流域资源与环境，2016,(01):9-15.

[10]韩国高.环境规制能提升产能利用率吗?[J].财经研究，2017,(06):66-79.

[11]郑加梅.环境规制产业结构调整效应与作用机制分析[J].财经研究，2018,(03):21-29.

[12]Lanoie p,Patry M,Lajeunesse R.Environmental Regulation and Productivity:Testing the Porter Hypothesis[J].Journal of Productivity Analysis,2008,30(02):121-128.

[13]张平，张鹏鹏.不同类型环境规制对企业技术创新影响比较研究[J].中国人口·资源与环境，2016,(04):8-13.

[14]Kheder S B,Zugravu N.Environmental Regulation and French Firms Location Abroad:An Economic Geography Model in an International Comparative Study [J].Ecological Economics,2012,77(02):48-61.

[15]李小平，余东升.异质性环境规制对碳生产率的空间溢出效应——基于空间杜宾模型[J].中国软科学，2020,(04):82-96.

[16]巩灿娟，张晓青.中国区域间环境规制对绿色经济效率的空间效应及其分解[J].现代经济探讨，2020,(04):41-47.

[17]齐红倩，陈苗.环境规制对我国绿色经济效率影响的非线性特征[J].数量经济研究，2018,(02):61-77.

[18]焦国伟，冯严超.环境规制与中国城市生态效率提升[J].工业技术经济，2019,(05):143-151.

[19]郭炳南，刘堂发.环境规制对长江经济带生态福利绩效的门槛效应研究[J].生态经济，2020,(03):155-161.

[20]Acemoglu D,Aghion P,Hemous B D.The Environment and Directed Technical Change[J].The American Economic Review,2012,102(01):131-166.

[21]冯吉芳，袁健红.中国区域生态福利绩效评价研究[J].中国科技论坛，2016,(03):100-105.