

环境规制能否助推制造业高质量发展？ ——基于科技创新的中介和溢出效应检验

刘怡君^{1,2} 方子扬¹¹

(1. 江西理工大学 经济管理学院, 江西 赣州 341000;

2. 全北国立大学 商学院, 韩国 全州 54896)

【摘要】以 2008—2019 年我国长江经济带 9 省 2 市为样本, 运用固定效应模型和空间 Durbin 模型探讨环境规制、科技创新与制造业高质量发展三者之间的关系。结果发现: 环境规制对长江经济带制造业高质量发展、科技创新的影响呈“U”型特征, 科技创新在环境规制与制造业高质量发展之间发挥正向中介效应; 环境规制和科技创新对制造业高质量发展的影响存在显著的空间溢出效应, 即环境规制力度的增强对本辖区制造业高质量发展起到促进作用, 而对临近地区的作用相反; 科技创新能力的提升对本辖区和临近地区的制造业高质量发展起到促进作用。

【关键词】环境规制 制造业 高质量发展 固定效应模型 空间 Durbin 模型

【中图分类号】:X322;F205 **【文献标志码】**:A **【文章编号】**:1005-8141(2021)12-1409-08

当前我国经济已由“速度和数量”的增长阶段转向高质量发展阶段。继 2018 年中央经济工作会议提出“加快制造强国建设”这一目标后, 2019 年又将“推动制造业的高质量发展”作为当年政府工作的首要任务。由此可见, 制造业高质量发展是我国经济高质量发展的重要组成部分, 也是当前实现“中国制造 2025”, 进而全面建设社会主义现代化国家的关键支撑。长江经济带作为我国最具发展潜力的内河流域经济带, 对推动我国制造业高质量发展的进程具有重大战略影响。但值得注意的是, 随着长江经济带制造业集群的快速发展, 沿线企业产能过剩、脱实向虚、环境污染等一系列问题日益凸显, 严重阻碍了我国制造业由“大”变“强”、由“量”转“质”的步伐。因此, 在长江经济带“共抓大保护, 不搞大开发”的发展理念和“生态优先、绿色发展”的建设原则下, 实施环境规制成为当前改善环境质量和实现环境保护的重要手段, 但其不可避免地增加了企业的经营成本, 并挤压了企业的技术创新投入, 对制造企业的影响首当其冲, 继而影响制造业高质量发展进程。诸多的理论和实践表明, 企业科技创新的行为有益于加快产业转型升级、转变发展方式, 对制造业高质量发展具有正向的推动作用。由此引发了新的思考: 首先, 环境规制的实施将对制造业高质量发展产生何种影响? 该影响是否存在区域异质性? 其次, 科技创新在环境规制与制造业高质量发展关系之间发挥何种作用? 最后, 环境规制和科技创新对制造业高质量发展是否存在溢出效应? 进一步厘清这些问题, 有利于长江经济带在实施环境规制追求生态环保的同时, 实现制造业高质量发展。

1 文献回顾

作者简介: 刘怡君 (1982-), 女, 江西省赣州人, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为技术经营、高质量发展。方子扬 (1996-), 男, 浙江省金华人, 硕士研究生, 研究方向为企业管理、高质量发展。

基金项目: 国家社会科学基金项目资助 (编号: 16BGL018); 2016 年江西省高校人文社会科学研究项目 (编号: GL162004); 2019 年江西理工大学经济管理学院学科建设培育项目 (编号: JG XK-19-3)

现有文献对制造业高质量发展的研究主要关注其实现路径和指标体系的构建。在制造业高质量发展实现路径的相关研究中，学者们主要围绕基于制造业高质量发展的要素条件、困难瓶颈、动力源泉、政策建议等方面展开研究。相关研究指出，我国制造业在变革、创新、融合 3 个方面存在发展瓶颈，可以从科技创新、对外开放和制造业集群 3 大维度思考制造业高质量发展实现路径^[6]。一个好的营商环境是推动高质量发展的重要前提，加强技术研发、推行数字化转型是实现制造业高质量的主要手段，提高从业人员素质则是基本保障^[7]，但制造业高质量发展是个循序渐进的过程，应站在战略的高度上来思考^[8]。此外，当前针对制造业高质量发展测度的相关研究并不丰富，现有文献可分为两类：一类是从微观企业层面衡量制造业发展水平，如王明涛、谢建国通过对企业出口产品单位价值、需求信息反推产品质量来测算中国制造业出口产品质量，以评价中国制造业发展的质量^[9]；另一类则从中观的行业视角，采用单一指标法和多指标法对制造业发展水平进行测算，如杨汝岱通过对我国工业企业制造业全要素生产率进行测算，用以评价中国制造业企业发展水平^[10]。然而，制造业高质量发展是一个综合性概念，包含了多层含义。鉴于此，更多的学者采用多指标法对制造业高质量发展水平进行评估。如，江小国、何建波、方蕾从经济效益、技术创新、绿色发展、质量品牌、两化融合和高端发展 6 个维度共计 12 项指标对制造业高质量发展进行测度评价^[11]；刘国新、王静、江露薇基于“经济、创新、高级、开放、生态”5 个维度解读制造业高质量发展，并构建评价指标体系对其进行测度分析^[12]。

近年来，众多学者研究发现环境规制与科技创新之间存在密切的关系，认为环境规制对科技创新具有显著的正向影响效应^[13, 14, 15]，但也有少数学者持不同的观点。如，李学迁和吴雨霖选取我国制造业相关数据作为研究对象，实证检验了我国环境规制政策并没有促进我国制造业提升产业创新能力^[16]；而臧传琴和张菡选取相关数据研究发现，环境规制与科技创新之间呈“U”型关系，且环境规制对技术创新的影响存在区域异质性^[17]。由此可知，环境规制和科技创新之间的关系存在着不同情境下的非确定性。值得注意的是，当前关于环境规制与制造业高质量发展的研究尚处于起步阶段，更多的研究是围绕着环境规制对制造业产业升级、产业集聚、产业转移和工业生态效率等方面的影响^[18, 19]，鲜有研究定量探讨环境规制对特定区域制造业高质量发展的影响。

综上所述，首先，环境规制和科技创新方面的相关研究已取得了较为丰硕的成果，但由于两者之间的关系存在着不确定性，应在不同的因素情境下进行具体分析；其次，当前学界在环境规制和制造业高质量发展之间的关系研究上较为薄弱，虽然有部分学者实证分析了不同技术创新水平下环境规制影响制造业高质量发展的门槛效应^[20]，但是并未考虑不同环境规制对制造业高质量发展影响的差异，以及环境规制与科技创新对临近地区制造业的高质量发展是否存在空间效应。鉴于此，本文以我国长江经济带 9 省 2 市作为研究对象，尝试从以下 3 个方面展开进一步研究：一是研究环境规制对制造业高质量发展的影响；二是辨别科技创新在环境规制与制造业高质量发展之间扮演何种角色；三是实证检验环境规制和科技创新对制造业高质量发展是否存在空间溢出效应。

2 理论分析与研究假说

当前文献对环境规制作用机制的研究主要从成本效应和创新补偿效应两个视角展开。一是成本效应。新古典经济学理论认为，环境规制政策的实施会使企业的生产成本、交易成本和污染治理成本增加，间接加重了企业经济负担，无形之中会为制造业的高质量发展带来负面效应。如，制造企业为了达到规定的排污标准，可能通过减产来降低排污量，同时也可能迫使其对现有的生产设备及工艺进行改造升级，从而导致其生产成本增加，继而挤占研发资金投入，使得企业研发创新能力不足，最终阻碍制造业高质量发展的进程。二是创新补偿效应。从短期来看，环境规制会挤占企业研发资金，不利于企业科技创新。从长期来看，环境规制的实施迫使企业基于战略角度重新思考可持续竞争力的构建，而科技创新对现有生产方式进行改造和升级是必然途径，对提升制造业发展质量具有重要的促进作用。具体来说，环境规制的外在压力增加了企业实施科技创新的动力，而科技创新带来的生产方式的改进，帮助企业实现生产效率的提升和绿色发展，同时通过市场机制的作用淘汰不能与时俱进的企业，推动了制造业的结构升级和可持续发展，最终实现制造业的高质量发展。

简而言之，环境规制对制造业高质量发展的影响程度和方向取决于两者之间的博弈。当环境规制强度较弱时，由此产生的创新补偿效应小于成本增加效应，从而可能对制造业高质量发展带来负的影响。但当环境规制超过某一临界值时，所产生的创新补偿效应大于成本效应，此时有利于制造业高质量发展。与此同时，科技创新水平的高低也会对创新补偿效应产生不同的影响，最

终影响环境规制对制造业高质量发展的作用结果。基于此,本文提出假设 H1:环境规制与制造业高质量发展之间呈非线性关系,当环境规制强度较弱时,不利于制造业高质量发展,当环境规制超过某一临界值时,则有利于制造业高质量发展;假设 H2:环境规制与科技创新之间呈非线性关系,且科技创新在环境规制影响制造业高质量发展的过程中发挥正向中介效应。

“污染避难所”假说认为,发达国家的污染密集性企业倾向于到环境规制标准较低的国家或地区投资,增加临近地区污染密集性企业比重,导致环境污染加剧,阻碍其产业结构升级,继而对制造业高质量发展产生不利影响。同样有学者研究发现,我国存在污染密集性企业向中西部地区转移的显著特征。马冬玲和李明选取我国东、中、西部 159 个地级市作为研究对象,实证检验了环境规制存在空间溢出效应,即相邻的城市环境规制将抑制本城市的产业结构升级,且该空间溢出效应存在区域异质性^[21]。李强和丁春林则认为,无论是本辖区还是临近地区环境规制的提升都会在一定程度上抑制长江经济带产业升级,进而弱化产业结构升级对高质量发展的促进作用^[22]。此外,科技创新作为实现制造业高质量发展的重要动力,它带来的空间溢出对我国区域产业的经济增长具有明显的正向推动效应^[23,24]。基于此,本文提出假设 H3:环境规制对制造业高质量发展存在空间溢出效应,对本辖区制造业高质量发展起到促进作用,对临近地区制造业高质量发展起到抑制作用;假设 H4:科技创新对制造业高质量发展存在空间溢出效应,对本辖区和临近地区制造业高质量发展均起到促进作用。

3 模型构建与数据说明

3.1 模型介绍

总体环境规制(Er)指数:本文采用的熵权法对总体环境规制单项指标赋予相应的权重,构成环境规制指标总体评价指数^[25],并将其单位化为 0 到 1 之间。假设选取 n 个省份作为研究样本,设计 m 个评价指标,X_{ij}标志第 i 个省份的第 j 个评价指标(i=1,2,3,⋯,n;j=1,2,3,⋯,m)。具体处理方法如下:

对原始数据进行无量纲化处理,消除物理量的影响,计算第 j 个指标下第 i 个省份的特征比重或贡献度:

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \dots\dots\dots (1)$$

熵值计算:

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln(P_{ij}), 0 \leq e_j \leq 1 \dots\dots\dots (2)$$

差异性系数计算:

$$g_j = 1 - e_j \dots\dots\dots (3)$$

确定评价指标的权重 w_j:

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j}, j = 1, 2, 3, \dots, m \dots\dots\dots (4)$$

计算各省综合得分：

$$Y_i = \sum_{j=1}^m w_j p_{ij} \dots\dots\dots (5)$$

计量模型：构建环境规制对制造业高质量发展的影响模型，模型如下：

$$Mhf_{it} = \alpha_1 Er_{it} + \sum \alpha_j p_{jit} + u_{it} + E_{it} \dots\dots\dots (6)$$

随后验证环境规制与制造业高质量发展之间是否存在非线性关系，即考虑环境规制的平方项，构建模型如下：

$$Mhf_{it} = \beta_1 Er_{it} + \beta_2 Er_{it}^2 + \sum \beta_j p_{jit} + u_{it} + E_{it} \dots\dots\dots (7)$$

在验证环境规制与制造业高质量发展关系的基础上，进一步验证科技创新在环境规制与制造业高质量发展关系中是否发挥中介效应，借鉴巴伦和肯尼^[26]的方法，构建中介效应模型如下：

$$Tech_{it} = \delta_1 Er_{it} + \delta_2 Er_{it}^2 + \sum \delta_j p_{jit} + u_{it} + E_{it} \dots\dots\dots (8)$$

$$Mhf_{it} = \lambda_1 Er_{it} + \lambda_2 Er_{it}^2 + \lambda_3 Tech_{it} + \sum \lambda_j p_{jit} + u_{it} + E_{it} \dots\dots\dots (9)$$

最后，为验证环境规制和科技创新对制造业高质量发展是否存在溢出效应，本文采用空间计量方法。通常，空间计量模型分为空间滞后模型（SLM）、空间误差模型（SEM）和空间杜宾模型（SDM）。本文构建空间计量模型如下：

$$Mhf_{it} = \mu_0 + \rho WMhf_{it} + \mu_1 Er_{it} + WEr_{it}^* \theta_1 + W \sum \theta_j p_{jit} + u_{it} + E_{it} \dots\dots\dots (10)$$

$$Mhf_{it} = \eta_0 + \rho WMhf_{it} + \eta_1 Tech_{it} + WTech_{it}^* \varphi_1 + W \sum \varphi_j p_{jit} + u_{it} + E_{it} \dots\dots\dots (11)$$

式中，i 表示各省市；t 表示年份；Mhf 表示制造业高质量发展水平；Er 表示环境规制水平；Er*表示环境规制空间溢出效应；Tech 表示科技创新水平；Tech*表示科技创新空间溢出效应；ρ 为空间自相关系数；W 为空间权重矩阵；Eit 为随即干扰项。

在进行空间计量之前，需要对相关变量进行空间相关性检验。空间自相关用来描述某一属性值在相关区域空间内的关联集聚程度，研究特定属性在整个空间集聚内的全局空间自相关，并进一步探讨具体局部单元属性和临近空间集聚内的局部空间自相关程度。全局 Moran' sI 指数为：

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} |x_i - x| |x_j - x|}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n |x_i - x|^2} \dots\dots\dots (12)$$

式中, I 为全局的 Moran' sI 指数; n 为评估区域数目; x_i 为评估区域 i 的属性值; x_j 为区域 j 的属性值; x_j 为各区域属性值均值; w_{ij} 为空间权重矩阵。Moran' sI 指数的取值介于 [-1, 1] 区间内, 正负号指代相应的属性, 取值为 0, 则表示没有空间相关性。局部空间关联指数 (LISA) 是 Moran' sI 指数的局部形式, 用于分析区县与周围区县之间的聚散效应并找到聚集点。

3.2 变量与数据说明

环境规制指数 (Er): Er 表示环境规制的总体水平, 目前有关文献均采用单一指标对其进行衡量, 缺乏严谨性。基于此, 本文采用多指标进行衡量, 包含一般工业固体废弃物综合利用率、工业废水回收利用率、工业污染物 (废水、工业二氧化硫、工业粉尘) 的排放量与工业增加值的比值共计 4 项指标。考虑到数据可获得性, 污染物选取废水、工业二氧化硫和工业粉尘 3 类污染物。Er 体现了一个地区的环境规制强度, 其值越大, 表明该地区的环保政策、环境管理措施越完善。

制造业高质量发展指数 (Mhf): Mhf 作为被解释变量, 表示各地区制造业发展水平。目前, 有关制造业高质量发展指数测度尚未形成统一标准。无论是产业层面, 还是区域层面, 主要的测度方法有工业总产值法、全要素生产率法和评价指标测度法。以上指标均是通过熵值法或变异系数法求得最终权重。国务院印发的《工业转型升级规划》和《中国制造 2025》提出了制造业增加值率指标, 具有较强的可操作性。基于此, 本文选取产业增加值率 (Mhf) 来衡量制造业发展质量, 即工业增加值与工业销售收入之比^[27]。

科技创新指数 (Tech): Tech 作为解释变量, 表示科技创新。企业的科技创新能力越强, 单位产值产生的污染就越少, 本文采用专利申请受理数与科研经费内部支出之比来衡量科技创新水平。

控制变量: p_j 为一组控制变量, 各变量及衡量方法具体解释如下: Agdp 表示经济发展水平, 本文采用人均 GDP 进行衡量; Dop 表示人口密度, 一个地区的劳动力越多, 产业升级水平越高, 本文采用该地区常住人口与地区面积之比进行衡量; Fdi 表示外商投资水平, 本文选取外商投资总额与国民生产总值之比进行衡量; Market 表示市场化程度, 采用公式 $1 - (\text{财政支出} / \text{国民生产总值})$ 进行衡量; Edu 表示受教育程度, 计算方法为: (小学学历人数 $\times 6 +$ 初中学历人数 $\times 9 +$ 高中学历人数 $\times 12 +$ 大专及以上学历人数 $\times 15$) / 总人数; Sh 表示固定资产投资水平, 采用社会固定资产投资总额与国民生产总值的比值进行衡量。各控制变量做对数处理。

为科学合理地测度长江经济带制造业高质量指数、环境规制指数和科技创新指数, 本文选取长江经济带沿线 9 省 2 市作为研究对象, 时间跨度为 2008—2019 年, 所涉及数据均以当期价格计算。基础数据来源于《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国能源统计年鉴》和 EPS 数据库。各省份缺失值通过各地区统计公报或采用插值法补齐。

变量的描述性统计: 使用计量软件 Stata15.0 对数据进行处理, 获得各变量描述性统计可见, 被解释变量 Mhf 的均值为 0.282, 最小值为 0.019, 最大值为 0.592, 表明各地区产业升级水平存在着较大的差距。总体环境规制 Er 的均值为 0.085, 最小值为 0.001, 最大值为 0.189。

4 结果及分析

4.1 相关性检验

各变量间的相关性检验，各变量间的相关系数最大值为 0.478，均不超过 0.5。为保证实证结果的准确性，在进行回归之前还计算了各个模型的方差膨胀因子。结果显示，各变量间方差因子 VIF 均偏小，最大值不超过 4，进一步说明模型不存在多重共线性问题。本文根据以上样本个体序列的不同假定，可建立随机效应模型、固定效应模型和混合回归模型，但由于所选取样本之间差异性较为明显，因此排除混合回归模型。进一步采取 Hausman 检验来确定最佳模型。P 值为 0.0213，明显小于 0.05，表明随机效应模型与固定效应模型存在着明显的差异。基于此，本文选择固定效应模型进行测算。

4.2 回归结果分析

本文列出了随机效应模型和固定效应模型的回归结果，除系数有所差异外，其他均无太大差异，说明回归结果是稳定的。考虑到实证结论的严谨性，主要基于固定效应模型的回归结果进行分析。由列（3）可见，总体环境规制对制造业高质量发展影响显著为负，回归系数为 0.102，说明总体环境规制水平每增加 1 个百分点，制造业高质量发展指数将降低 0.102%。由此表明，环境规制显著抑制了制造业高质量发展，假设 1 得到初步验证。由列（4）可见，环境规制一次项系数为负，二次项系数为正，且都在 1% 的置信水平下显著，表明环境规制与制造业高质量发展之间呈“U”型关系，这与杨仁发和郑媛媛的观点相一致^[20]。因为环境规制强度较弱时，难以激发企业的创新补偿效应，同时企业规制成本增加，进一步挤占研发投入，导致创新能力不足，由此形成恶性循环，从而抑制了制造业高质量发展。当环境规制超过某一临界值时，更加严格的环境规制手段会倒逼企业进行科技创新，转换生产方式，同时高污染产业被淘汰，由此带来生产效率的提高和产业结构优化会促进制造业高质量发展。至此，假设 1 得到验证。

为验证科技创新在环境规制和制造业高质量发展关系中是否发挥中介效应，构建模型 10 和模型 11。从列（2）可见，环境规制一次项系数为负，二次项系数为正，且都在 5% 的置信水平下显著，表明环境规制与科技创新之间呈“U”型关系。列（4）结果显示，科技创新在 5% 的置信水平下显著为正，弹性系数为 0.41，由此表明科技创新对制造业高质量发展具有显著的促进作用，结合列（3）、列（4）的结果可知，科技创新在环境规制对制造业高质量发展的影响中发挥正向的中介效应，假设 2 得到验证。其可能原因在于：长江经济带实施环境规制在短期内挤占了研发资金，导致创新不足。从长期来看，环境规制力度的加强势必会使企业环境规制遵循成本的压力日益增加，倒逼企业加大科技研发投入强度，提升企业科技创新水平，进而推进产业升级的实施进程，这对推动制造业高质量发展具有重要的现实意义。

4.3 地区异质性

本文将长江经济带划分为上、中、下游三大区域，分别对应我国西部、中部、东部地区。其中，上游地带包括四川、贵州、重庆、云南，中游地带包括安徽、江西、湖北、湖南，下游地带包括上海、江苏、浙江。通过固定效应模型进行回归。从列（1）和（2）结果来看，环境规制对中上游地区制造业高质量发展影响在 1% 的置信水平下显著，且符号均为负，系数分别为 0.293、0.453，表明环境规制对长江经济带中上游地区制造业高质量发展具有显著的抑制作用。其原因在于：长江中上游地区集聚了大量高污染、高排放、高消耗企业，当环境规制增强时，企业环境规制成本增加，挤占研发投入，导致科技创新水平低下，阻碍了企业转型升级，从而对制造业高质量发展产生不利影响。但从列（3）可以看出，环境规制对长江经济带下游地区制造业高质量发展的影响并不显著，主要由于上游地区制造业发展基础较好，制造业转型升级开始较早，且多为高端制造企业，对环境污染程度较小。同时，由于上游地区较早实施环境规制政策，早已达到成熟阶段，环境规制不再发挥作用，如果继续增强环境规制，只会对下游地区制造业高质量发展产生不利影响。

4.4 溢出效应检验

2008—2019 年长江经济带 9 省 2 市制造业高质量发展指数、环境规制指数和科技创新指数的 Moran' s I 指数均显著为正，

且变化幅度较小，由此说明长江经济带 9 省 2 市制造业高质量发展水平相对稳定且存在显著的空间正相关，即具有显著的空间集聚性。

空间计量模型有空间误差模型、空间滞后模型和空间杜宾模型，基于空间面板 Hausman 检验结果，判定固定效应模型优于随机效应模型，且从 Wald 和 LR 检验结果来看，分别拒绝了原模型，所以本文最终选择空间杜宾模型来解释环境规制和科技创新对制造业高质量发展的溢出效应，并同时控制时间和个体可见，环境规制的直接效应和总效应为正，间接效应为负，表明环境规制的提高对本地制造业高质量发展具有显著促进作用，对临近地区制造业高质量发展具有显著抑制作用。由此，假设 5 得到验证。理论上，一个地区的环境规制加强，一方面会迫使资本密集性企业进行科技创新，加快产业转型升级，减少环境污染，推动制造业高质量发展；另一方面会提高污染密集性企业的生产成本，企业竞争优势减弱，迫使企业向环境规制较弱地区转移，即产生“污染避难所”效应，导致临近地区环境污染加剧，不利于制造业高质量发展。因此，环境规制对高质量发展的总效应取决于正负作用谁占据主导地位。我国经济社会进入高质量发展新阶段，环境规制日趋加强，较强的环境规制政策约束增加了企业自主创新的压力，从而产生“创新补偿效应”，此时环境规制的正效应占主导地位。整体上，环境规制对制造业高质量发展具有显著的正向促进作用。

科技创新的各效应均为正，且在 1% 的置信水平下显著，表明科技创新能力的提升无论是对本地制造业高质量发展，还是对邻近地区制造业高质量发展均具有显著促进作用。由此，假设 6 得到验证。理论上，科技创新是打造制造业高质量发展的动力源，增加创新资本投入，增强自主创新能力，提高创新效率，加快产业转型升级进程，减少环境污染，提高生产效率，帮助企业获得持续竞争优势，最终推动制造业高质量发展。因此，科技创新能力的提升具有溢出效应，不仅能提升本地制造业发展水平，还能通过技术溢出提升临近地区制造业发展水平。

从控制变量看，经济发展水平系数在 5% 的统计水平上通过显著性检验，表明经济发展水平对制造业高质量发展存在显著正向关系。经济发展水平的提高，改善了人们生活水平，使人们对物质产品有了更高的需求，促进了高新技术企业的发展，从而推动制造业高质量发展。此外，受教育程度系数在 5% 的统计水平上通过了显著性检验，表明受教育程度的提高对制造业高质量发展具有促进作用。作为创新源泉的人才提高科技创新能力的重要动力，因此提高地方高层次人才的比重，对提高效率，实现制造业高质量发展具有重大意义。值得注意的是，回归结果中显示人口密度、外商投资水平和市场化程度对制造业高质量发展的影响并不显著。

4.5 稳健性检验

为使研究结果更具可信度，本文采用以下检验方法：(1) 关键指标替换。用环境污染治理投资占工业总产值比值来衡量环境规制可见，本文的实证结论依然可靠。(2) 内生性问题解决。为缓解实证分析中可能存在的内生性问题，一方面，将解释变量（环境规制指标）滞后一期代入回归模型进行实证检验，发现研究结论依然可靠；另一方面，将科技创新滞后一期作为工具变量，并采用两阶段回归方法控制内生性，发现工具变量通过有效性检验，且得到的实证结果依然可信。

5 结论与建议

制造业是我国经济发展的命脉，推动制造业高质量发展对实现我国经济高质量发展具有重要的战略价值和现实意义。基于理论分析基础，本文实证检验了环境规制对制造业高质量发展的影响，并验证了科技创新在环境规制与制造业高质量发展之间的中介效应，具体分析了地区和环境规制异质性对制造业高质量发展的影响差异，进一步探讨了环境规制和科技创新对制造业高质量发展的溢出效应。主要结论如下：(1) 环境规制与长江经济带制造业高质量发展、科技创新之间关系呈“U”型特征，科技创新在环境规制与制造业高质量发展之间发挥中介效应。(2) 分区域来看，环境规制对长江经济带中上游地区制造业高质量发展具有显著的抑制作用，而对长江经济带下游地区制造业高质量发展的影响却并不显著。(3) 环境规制和科技创新对制造业高质量发展存在显著的空间溢出效应，环境规制力度的提升对本辖区制造业高质量发展起到促进作用，对周边地区制造业高质量发展

起到抑制作用，而科技创新能力的提升对本辖区和周边地区的制造业高质量发展均起到促进作用。

基于此，本文提出以下建议：(1) 基于地区发展差异，优化环境规制手段，充分发挥其对制造业高质量发展的正向促进作用，减弱其对制造业高质量发展的抑制作用。(2) 持续推进科技创新步伐，将创新打造为制造业高质量发展的第一动力源。研究表明，当前科技创新对长江经济带的制造业高质量发展具有显著的促进作用，作为我国经济发展的高地，科技创新能力将在长江经济带产业转型升级的关键期起到重要的引领和推动作用，继而引领制造业高质量发展。(3) 推动中上游地区制造业发展水平，缩小区域发展差距。持续加大对中上游地区产业优化的扶持，鼓励下游地区技术密集型产业逐步向中上游地区迁移，不断完善下游地区与中上游地区协同发展机制。同时，加大对中上游地区软硬设施的投入，补齐中上游地区基础设施和人力资本短板，为中上游地区制造业的技术创新提供有利条件。(4) 贯彻绿色发展理念和生态优先共识，预防先行，治理兼重。正确权衡生态环境保护与经济发展之间的关系，探索协同推进生态优先和绿色发展的新路径迫在眉睫。此外，还应进一步明晰和完善相关行业准入条件和提高落后产能界定标准，实行严格的分地区考核制度，开展推行生态环境保护的终身问责制，最终推动长江经济带经济绿色、健康、可持续发展。

参考文献:

[1]Porter M,Class V L.Toward a New Conception of the Environment:Competitiveness Relationship[J].Journal of Economic Perspectives,1995,9(5):97-118.

[2]Stephens J K.Accounting for Slower Economic Growth:The United States in the 1970s[J].Southern Economic Journal,47(4):1191-1193.

[3]Berman E,Bui L T M.Environmental Regulation and Productivity:Evidence from Oil Refineries[J].Review of Economics&Statistics,2001,83(3):498-510.

[4]Lahorgue M A,Cunha N D.Introduction of Innovations in the Industrial Structure of a Developing Region:The Case of the Porto Alegre Technopole'HomeBrokers'Project[J].International Journal of Technology Management & Sustainable Development,2004,2(3):191-204.

[5]Ramanathan R.,Black A,Nath P. Impact of Environmental Regulations on Innovation and Performance in the UK Industrial Sector[J].Management Decision,2010,48(10):1493-1513.

[6]辛国斌. 共促产学研深度融合推动经济高质量发展[J]. 中国科技产业,2020,(1):5-6.

[7]尚会永,白怡琚. 中国制造业高质量发展战略研究[J]. 中州学刊,2019,(1):23-27.

[8]任保平. 新时代我国制造业高质量发展需要坚持的六大战略[J]. 人文杂志,2019,(7):31-38.

[9]王明涛,谢建国. 中国出口企业低加成率悖论:基于市场分割的再检验[J/OL]. 经济评论:1-19[2020-09-16].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1348.F.20200914.1106.002.html>.

[10]杨汝岱. 中国制造业企业全要素生产率研究[J]. 经济研究,2015,50(2):61-74.

[11]江小国,何建波,方蕾. 制造业高质量发展水平测度、区域差异与提升路径[J]. 上海经济研究,2019,(7):70-78.

-
- [12]刘国新,王静,江露薇.我国制造业高质量发展的理论机制及评价分析[J].管理现代化,2020,40(3):20-24.
- [13]武运波,高志刚.环境规制、技术创新与工业经营绩效研究[J].统计与决策,2019,35(9):102-105.
- [14]何玉梅,罗巧.环境规制、技术创新与工业全要素生产率——对“强波特假说”的再检验[J].软科学,2018,32(4):20-25.
- [15]蒋为.环境规制是否影响了中国制造业企业研发创新?——基于微观数据的实证研究[J].财经研究,2015,41(2):76-87.
- [16]李学迁,吴雨霖.环境规制对我国制造业产业创新力影响的实证分析[J].现代管理科学,2015,(1):51-53.
- [17]臧传琴,张菡.环境规制技术创新效应的空间差异——基于2000-2013年中国面板数据的实证分析[J].宏观经济研究,2015,(11):72-83,141.
- [18]原毅军,谢荣辉.产业集聚、技术创新与环境污染的内在联系[J].科学学研究,2015,33(9):1340-1347.
- [19]覃伟芳,廖瑞斌.环境规制、产业效率与产业集聚[J].现代财经(天津财经大学学报),2015,35(3):14-26.
- [20]杨仁发,郑媛媛.环境规制、技术创新与制造业高质量发展[J].统计与信息论坛,2020,35(8):73-81.
- [21]马冬玲,李明.政府竞争、环境规制与产业结构升级——基于东中西部地级市的比较[J].财会月刊,2019,(4):134-140.
- [22]李强,丁春林.环境规制、空间溢出与产业升级——来自长江经济带的例证[J].重庆大学学报(社会科学版),2019,25(1):17-28.
- [23]王家庭.科技创新、空间溢出与区域经济增长:基于30省区数据的实证研究[J].当代经济管理,2012,34(11):49-54.
- [24]邓峰,宛群超.环境规制、FDI与技术创新——基于空间计量学的经验分析[J].工业技术经济,2017,36(8):51-58.
- [25]邝嫦娥,路江林.环境规制对绿色技术创新的影响研究——来自湖南省的证据[J].经济经纬,2019,36(2):126-132.
- [26]Baron R,M,Kenny D A.The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual,Strategic,and Statistical Considerations[J].Journal of Personality and Social Psychology,1986,51(6): 1173-1182.
- [27]高丽娜,宋慧勇.创新驱动、人口结构变动与制造业高质量发展[J].经济经纬,2020,37(4):81-88.