

京津冀协同发展的空间演进历程： 基于环境规制视角

史丹，马丽梅

(中国社会科学院 工业经济研究所 / 京津冀协同发展智库，北京 100836)

摘要：利用京津冀地区北京、天津及河北 11 个城市的数据，基于环境规制视角，对京津冀协同发展的空间演进特征进行研究。空间相关性分析发现，京津冀地区环境规制直至 2010 年才呈现显著的空间正相关，协同性才开始显现。京津冀的“中心”呈现出明显的“示范效应”，存在“逐顶竞争”的可能，空间效应作用明显。而京津冀的“外围”则呈现“逐底竞争”趋势。进一步地，基于空间杜宾模型的实证研究发现，由于污染溢出效应的存在，淹没了环境规制严格区的“规制收益”，本地环境规制的提高并不能起到环境质量改进的作用，而邻近地区整体环境规制的提升才能使本地的环境质量得到改善。因此，实现京津冀地区环境质量的改善，需要增强空间关联，进一步打破行政分割，深化区域协同是区域环境规制整体提升的重要环节。

关键词：京津冀协同发展；环境规制；逐底竞争；空间杜宾模型

中图分类号：F061.5 **文献标识码：**A **文章编号：**1005-0892 (2017) 04-0003-11

一、引言及文献回顾

京津冀地区（北京、天津和河北）同属京畿重地，战略地位十分重要。京津冀协同发展是当前中国三大国家战略之一，该战略的核心是京津冀三地作为一个整体协同发展。它的重要意义在于面向未来打造新的首都经济圈，优化开发区域发展，促进人口、经济和资源环境相互协调，实现京津冀优势互补，促进环渤海经济区发展，并带动北方腹地发展。京津冀是一个重化工业占比较大的地区，人口规模较大，水资源短缺，特别是近年来大气环境污染成为制约京津冀区域发展的突出问题，已经影响到首都核心功能的正常发挥和北京未来的发展。能否在推进区域协同发展进程中，逐渐化解加快经济发展与缓解资源环境承载压力的矛盾，是当前亟待破解的重要难题。

环境规制研究学者 Hettige 等（2000）指出，除非环境规制不断增强，否则污染将会持续增长。^[1]史丹和王俊杰（2016）从生态足迹的角度研究发现，随着经济的发展和人口的增长，中国面临的生态

收稿日期：2017-01-04

基金项目：国家社会科学基金重大项目“中国与周边国家电力互联互通战略研究”（13&ZD168）；北京市社会科学基金项目“北京自然资源资产负债表编制及其管理研究”（15JGA024）；中国博士后科学基金面上项目“经济转型与雾霾污染关系研究：跨国比较与空间计量实证”（2016M591329）

作者简介：史丹，中国社会科学院工业经济研究所研究员，博士生导师，主要从事能源经济学研究；马丽梅，中国社会科学院工业经济研究所博士后，主要从事能源经济学研究，通讯作者联系方式 malimeicass@163.com。

环境压力一直在持续上升。^[2]对京津冀地区而言,以北京为例,其环境规制水平近年来不断提升,且在全国各城市中处于较高水平。然而,北京的环境质量仍未呈现明显的改善趋势。这说明北京的环境管制水平仍有待提高,且北京的环境质量可能与京津冀地区的空间交互影响存在密切联系。从自然条件讲,京津冀地区山水相连,大气一体,地下潜流互通,生态系统同源同体;从经济上讲,京津冀地区产业密切相连,经济溢出效应明显。因此,研究京津冀地区环境规制的空间交互影响对于地区环境质量的改善至关重要。

以往的研究表明,地区之间环境规制存在空间效应。Fredriksson 和 Millimet (2002) 发现美国各州之间存在正向的互动行为,即高环境规制地区对其他各州的影响具有“示范效应”。^[3]而 Woods (2006) 则发现了环境规制“逐底竞争”证据的存在。^[4]张华 (2016) 探讨了中国 30 个省份环境规制的策略互动关系,发现中国 30 个省份的环境规制存在显著的互补型策略互动,省域间的环境规制存在“传染性”。^[5]综上所述,环境规制确实存在空间上的交互影响关系,而现有研究大多针对中国 31 个省份。少数研究关注京津冀地区的空间效应,但主要是对于经济溢出效应的探究(姚愉芳等,2016;马国霞等,2010)^[6-7]且均以北京、天津和河北 3 个地区进行空间互动研究。河北省有 11 个地级市,即秦皇岛、承德、唐山、张家口、石家庄、保定、廊坊、衡水、邢台、邯郸和沧州。京津冀地区各城市间与北京、天津的空间影响由于地理区位及产业关联的不同故而不同。若笼统地将这 11 个城市归为一体,研究与天津的互动,将淹没京津冀规制间的特性。鉴于此,本文以北京、天津以及河北 11 个主要城市为研究对象,运用空间计量方法探寻京津冀地区环境规制的空间演进特征。

此外,在环境规制测度上,现有研究主要运用治污投资、排污费收入或工业污染物排放去除量来度量环境规制水平,这些测度方法不能完整地反映环境规制的整体效力,存在一定的缺陷。环境规制的测度也是现有规制研究中一个重要的亟待改进的问题,本文运用环境污染成本方法来测度环境规制,尝试在规制测度方法上有进一步的创新及改进。

二、京津冀环境规制空间演进特征及其形成机理

(一) 京津冀地区环境规制测度及现状分析

1. 环境规制测度及数据说明。环境污染物依据其物理存在形态可分为固体污染物、水体污染物和气体污染物。鉴于本文着重研究空间特性,固体污染的跨区域污染问题不明显,故利用水体污染(废水排放量)和气体污染(二氧化硫、烟尘)进行分析。在对环境污染的指标测度上,将各环境污染物数量简单相加显然会影响其对环境污染程度的测度质量,且不易于实现地区间的横向对比。为克服这一缺陷,这里采用将污染物进行货币化来测度环境污染成本。首先将废水排放量、二氧化硫、烟尘和粉尘根据各自的单位治理成本计算出相应的损失值,然后将各污染物的损失值相加,即得到该地区总污染成本。环境规制水平 = 地区污染成本 / 地区 GDP,该测度指标越高,说明单位产值的污染排放越高,环境规制强度越低。

对于各类污染物的治理成本问题,较为权威的研究最早见于环境保护部环境规划院课题组公布的研究成果《中国环境经济核算报告:2007-2008》。该研究显示,2007年,国内废水单位治理成本为3元/吨,二氧化硫的单位治理成本为1112元/吨,烟尘为185元/吨,粉尘为305元/吨。鉴于治理成本会随着技术进步及其他因素的影响,各污染物的治理成本将不断下降。由于官方未公布历年的治污成本,本文按照一定的技术进步率进行递进估算,得到历年各污染物治理成本的确定值。数据来

2006年,中国政府首次提出将能源强度降低及主要污染物排放总量减少作为一种“约束性指标”,受这一政策的影响,技术进步率很有可能将在2006年以后高于2006年以前。参考相关研究对中国各种技术进步率的估算,各项技术每年约增进0.5%~4%,故本文假定技术进步率2006年以后为3%,2006年及2006年以前为0.5%。

源于《中国城市统计年鉴》。地区 GDP 以 2003 年不变价为基础计算。

2. 京津冀环境规制测度分析。由图 1 可知，从空间整体分布看，2014 年，环境规制的严格程度从中心到外围依次递减。处于中心地区的城市环境规制强度最高，由高到低依次为北京、保定、天津、廊坊；西南方向，处于最西南的邢台、邯郸环境规制强度较低，其他城市环境规制与中心地区规制的平均水平较为接近，由高到低依次为沧州、衡水、石家庄；东北方向，该区域是整个京津冀规制强度最低的地区，包括承德、唐山、秦皇岛；西北方向，仅张家口一个城市，其环境规制强度仅高于东北方向的城市，相对较低。从变动趋势看，2003-2014 年，各地区的环境规制强度均呈上升趋势。2003 年，张家口为环境规制强度最弱的城市，北京最高；到 2009 年，张家口仍为最弱的城市，但与其他城市的差距有所缩小；2014 年，承德和唐山成为环境规制强度最弱的两个城市，而值得一提的是，在其他城市环境规制强度均呈现上升趋势时，唐山、秦皇岛和沧州呈现略微下降趋势。

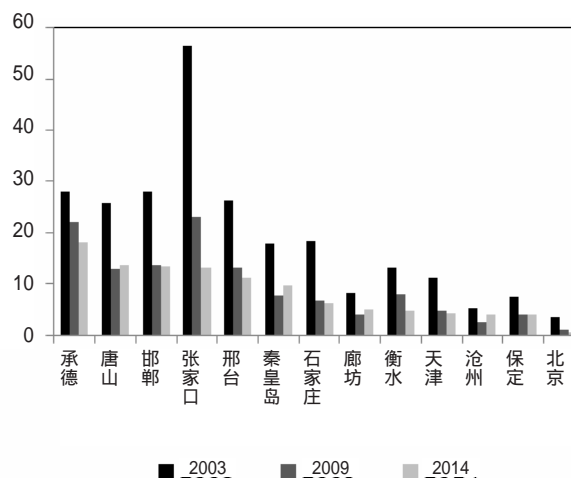


图 1 2003 年、2009 年和 2014 年京津冀环境规制水平

注：本文的环境测度指标数值越高，说明环境规制水平越低

(二) 京津冀环境规制空间演进特征

1. 全局空间相关性。由于地理学第一定律的存在，大量国内外文献开始关注相邻地域间的空间相关性。判断地区间环境规制的空间相关性，可通过测算全局莫兰指数 (Moran's I) 进行检验 (Anselin, 1988)。其计算公式为：

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (A_i - \bar{A})(A_j - \bar{A})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (1)$$

其中，I 是莫兰指数，测度区域间环境规制的总体相关程度； $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2$ ， $\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i$ ， A_i 为第 i 个地区环境规制强度；n 为地区数；W 为空间权重矩阵。I 的取值范围为[-1, 1]，当 I 接近 1 时，表示地区间环境规制呈现空间正相关；接近 -1 时，表示呈现空间负相关；接近 0 时表示地区间不存在空间相关性。京津冀各地区环境规制空间相关性见表 1。

权重矩阵 W 采用两种量化方法进行刻画：(1) 0-1 相邻矩阵。该矩阵假定来自相邻城市的影响是相同的，故也被称为平均加权矩阵。其设定原则为，如果两地区相邻则权重值为 1，不相邻则为 0。(2) 地理距离矩阵。Rosenthal 和 Strange (2003) 认为，地区间的空间交互影响关系会随着距离的增加呈现衰减的趋势，地理距离是影响地区经济、人口空间分布特征的重要因素。地理加权矩阵设定原则为：

$$w_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}, i \neq j \quad (2)$$

其中， d_{ij} 是使用经纬度数据计算的城市间距离，当 $i=j$ 时， d_{ij} 取 0。根据全局莫兰指数及其 P 值，可将京津冀地区环境规制的空间特征分为两个阶段：2003-2006 年和 2007-2014 年。2003-2006 年，京津

地理学第一定律由地理学家 Tobler 在 1979 年正式提出，该定律强调任何事物均相关，相近事物的关联更为紧密。

冀各地区的环境规制空间相关性较弱,且不显著。自2007年起,该地区的空间相关性逐渐显著且呈逐年递增趋势,显著性也逐年增强。特别地,全局莫兰指数由2010年的0.1811变动为2011年的0.3367,空间相关性呈现了大幅的增长。

表1 2003-2014年京津冀各地区环境规制全局莫兰指数

年份	Morans'I	期望	方差	P值
2003	0.0904	-0.0224	0.0269	0.12
2004	0.0805	-0.0224	0.0211	0.17
2005	0.1079	-0.0224	0.0123	0.14
2006	0.0873	-0.0224	0.0147	0.18
2007	0.1397	-0.0425	0.0398	0.11
2008	0.1566	-0.0425	0.0344	0.11
2009	0.1813	-0.0425	0.0215	0.10
2010	0.1811	-0.0475	0.0130	0.09
2011	0.3367	-0.0473	0.0213	0.03
2012	0.3573	-0.0473	0.0117	0.02
2013	0.3575	-0.0473	0.0115	0.01
2014	0.3207	-0.0473	0.0214	0.03

注:全局莫兰指数为距离矩阵计算结果,0-1矩阵的计算结果趋势基本相似,限于篇幅,未列示。P值为其伴随概率,由蒙特卡洛模拟999次得到

2. 空间特性的内部结构。全局莫兰指数的散点图可以用于分析单位个体的空间特征。图2为2003年和2013年全球莫兰指数的散点图,散点图的横轴代表标准化的环境规制值(各市自身值),纵轴代表标准化的环境规制值的空间滞后值(邻近地区的整体环境规制)。散点图以平均值为轴的中心,将图分为四个象限,第一象限表示高-高类型的正相关,第三象限为低-低类型的正相关,第二象限为低-高类型的负相关,第四象限为高-低类型的负相关。散点图中的每一个点均代表一个城市。散点图的第一象限表示“高-高”类型区域,按照本文环境规制测度指标,值越高表明环境规制越弱,则落在第一象限的城市为环境规制弱的城市,且其周围城市的环境规制也较弱。而第三象限表示“低-低”类型区域,对应环境规制的“高-高”类型区,即落在该区域的城市本身环境规制较强,且其周围城市的环境规制也较强。相应地,第二象限为“低-高”类型区,自身环境规制强,邻近城市环境规制弱;第四象限为“高-低”类型区,自身环境规制弱,邻近城市环境规制强。

由以上分析可得,若随时间变化,代表城市的点向右上方移动,则意味着该城市逐渐向“高-高”类型区移动,其自身环境规制及其邻近城市环境规制强度均呈下降趋势,说明该城市的环境规制受“逐底竞争”影响,即“你多排,我更多排”。而若代表城市的点向左下方移动,则意味着受“示范效应”影响,本地及邻近城市的环境规制均呈现上升趋势,即“你严格把关,我更加严格把关”。

由图2可以看到,有6个城市处在“低-低”类型区(第三象限),自身环境规制高,邻近地区环境规制也较高,它们为天津、保定、廊坊、沧州、衡水和石家庄,并呈现出“示范效应”,各城市代表的点在第四象限不断向高规制区移动。有4个城市位于“高-高”类型区(第一象限),它们为承德、唐山、秦皇岛和邯郸,并呈现出“逐底竞争”趋势,这4个城市不断向右上方,即低环境规制区移动。呈“逐底竞争”的城市中有3个城市位于京津冀的东北方向,说明东北方向是京津冀环境规

制的“低洼地带”。此外，北京、张家口和邢台均位于横轴附近，但北京和张家口不断向左下方环境规制严格区移动，说明其变动呈“示范效应”；而邢台的位置正向右移动，说明其受“逐底竞争”影响较大。

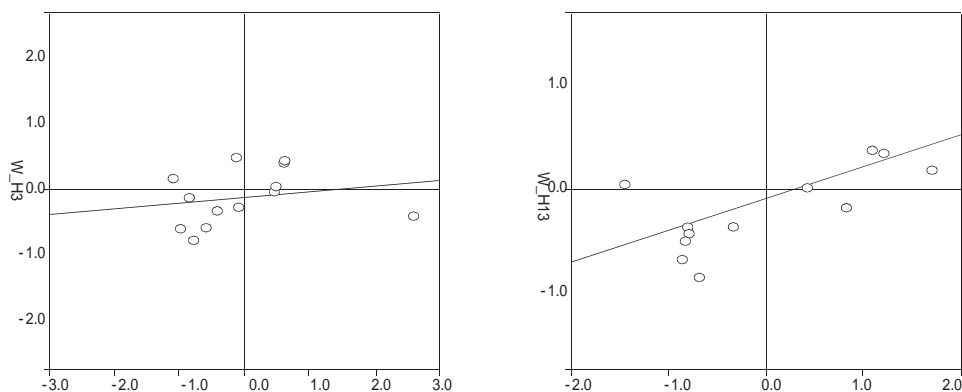


图2 2003年和2013年京津冀环境规制的空间莫兰指数散点图

(三) 京津冀环境规制空间互动机理

1. 环境规制空间互动机理。诸多研究表明，探究环境规制的空间互动行为应追溯到地方政府的相互作用，即地方政府竞争理论。就地方政府竞争的形式而言，Revelli (2005) 认为，地方政府主要通过偏好、约束和期望三种渠道相互影响，^[10]这与 Brueckner (2003) 提出的溢出模型、资源流和标尺竞争模型相对应。^[11]溢出模型主要强调公共品的“免费搭车”现象，即环境污染虽然由本地产生，但是由于水流、风向等自然现象的存在，治理污染的成果由本地及其相邻地区共同承担。资源流模型和标尺竞争模型则描述的是地区间相互模仿竞争对手的税收、支出等财政政策，进而追求各自的本位利益，运用各种政策手段吸引流动性资源而孕育的一种过度竞争行为。环境规制竞争则是这类竞争的一种具体形式。当竞争地区提高或降低环境规制强度时，本地区将秉承自身利益最大化原则根据竞争对手的环境规制强度选择一个最优的环境规制水平，从而导致了区域间环境规制的空间互动。从整个国家来讲，环境规制既可以达到低水平均衡，也可以呈现高水平均衡，分别被称为“逐底竞争”和“逐顶竞争”。“逐底竞争”表现为地方政府以经济利益为最终竞争目标，环境质量不在其考虑范围内，或仅仅只占较少的权重；“逐顶竞争”则表现为地方政府将环境与经济利益放于同等地位，甚至高于经济利益。20世纪90年代以后，在唯GDP的晋升机制下，中国地方政府的环境规制竞争被证实存在“逐底竞争”的可能，环境规制的相互模仿行为弱化了环境规制强度，使得中国整体环境规制水平进步缓慢。

与中国整体环境规制互动特征不同的是，京津冀地区的规制互动存在部分地区被动下降的趋势，而不是地方政府本身的主动行为。主要表现在北京和天津的部分高耗能行业向河北的转移不是产业自身发展规律而致，而是出于行政命令。因此，呈现出京津冀地区独有的如上文空间分析部分描述的特征，即中心区域的主动“逐顶竞争”兼顾外围的被动“逐底竞争”。这与京津冀地区的发展历程及产业分布息息相关。

2. 京津冀环境规制互动特征及其空间相关解释。京津冀地区的空间发展大致经历五个阶段，如图3所示。第一阶段（1949年以前）：元、明、清相继建都北京，由于区位条件和历代王朝的有意扶持，首都圈各城市间形成了既相互联系又各自分工的格局（文魁和祝尔娟，2016）。^[12]第二阶段（1949-1978年）：从新中国成立至改革开放的近30年中，在高度计划经济管理体制下，首都经济圈的经济发展与合作呈现出了行政分割的态势。在这一阶段，中央集权的计划经济在京津冀发展中起到关键作用。在北京、天津经济功能不断集聚的过程中，河北处于一种被动的状态，对北京、天津的发

展给予了很大的支持。20世纪70年代,中央提出在各地建立自成体系的工业体系,燕山石化、石景山钢铁厂等大型项目在北京相继投产。1958-1967年,天津市作为河北省的省会,强调扩散和带动全省发展的作用,钢铁、制药、纺织等企业迁出100多家。在这些政策的带动下,北京、天津和河北的产业呈现雷同趋势。第三阶段(1978-2004年):借力于改革开放,京津冀三地发展迅速,三地经济关系发生了巨大的变化。1981年,依托各地原有的经济联系,京津冀三地开始出现松散的区域经济协作组织。到1993年,河北形成了新的共识,即“依托京津、利用京津、服务京津、优势互补、共同发展”。自1993年以来,河北的产业结构得到了不断的优化升级,工业发展逐渐走出低谷。这一阶段发展的特点主要表现在:(1)北京、天津与河北在一些大项目上仍存在激烈竞争,河北与两者的经济发展差距进一步拉大;(2)北京、天津的一些技术低、污染高、能耗大的产业逐渐向河北转移;(3)北京与天津在三地的物资交换过程中提供高技术产品,而河北向二者提供农副产品、矿产品等,工农业产品的价格剪刀差和初级产品与最终产品的利益转移造成的不公平交换,使河北处于不利地位。第四阶段(2005-2013年):自2005年起,一系列重要规划与政策不断发布,国家正式启动了京津冀地区的区域规划编制。在一系列前期政策活动的推动下,2008年,京津冀发改委共同签署了《北京市、天津市、河北省发改委建立“促进京津冀都市圈发展协调沟通机制”的意见》。2011年,国家“十二五”规划纲要发布,提出“打造首都经济圈”,加快建设沿海经济发展带。这一阶段的特点表现在,京津冀的差距仍然较大,但呈现缩小趋势,侧重于经济的一体化发展。第五阶段(2014年至今):随着环境污染的日益严重,特别是京津冀地区的大气污染问题,京津冀地区的合作发展不仅仅局限于经济领域,更进一步拓展至生态环境领域,致力于建立科学长效的区域发展新机制。

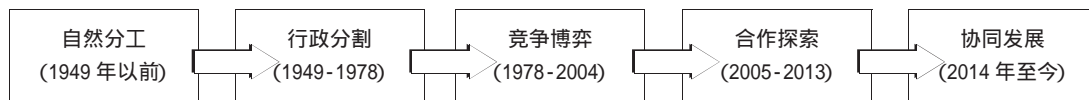


图3 京津冀协同发展的演进历程

(1) 京津冀地区的产业空间分布。在上述经济政策的驱动下,京津冀已逐渐形成了各具特色的区域产业分工格局。北京的优势产业主要集中在第三产业,天津的优势产业主要在第二产业,河北的优势产业主要分布在资源密集型的第二产业和第一产业。从具体行业看,重化工行业不断向沿海城市集聚,包括唐山、天津、秦皇岛和沧州,石油和天然气开采业、有色金属冶炼及压延加工业不断向天津集中,黑色金属冶炼及压延加工业不断向河北转移;高新技术产业不断向北京、天津集聚,通信设备、计算机及其他电子设备制造业由天津向北京转移,交通运输设备制造业由北京向天津转移;现代制造业正逐渐向京津冀的中心方位区域北京、石家庄和保定集聚,金属制品业、电气机械及器材制造业由天津向石家庄及保定转移。就河北自身而言,化学工业及建材工业在京津冀地区多年来持续维持在较高水平。2014年京津冀地区的产业空间分布见表2。这一产业分布格局在一定程度上决定了环境规制的空间特征,重化工业向沿海城市的集聚,使得天津的环境规制要低于北京以及唐山的规制处于京津冀地区各城市中的较低水平;高新技术产业、现代制造业正逐渐向京津冀的中心区位(北京、天津、保定、石家庄)集聚,使得以上四个城市的环境规制均位于中上水平,而产业集聚的边缘区域,包括邯郸、邢台、张家口和承德成为环境规制的“低洼”城市,位于区域较低水平。

(2) 京津冀环境规制的空间特征解释。京津冀地区不均衡的发展模式决定了其环境规制的不均衡分布。而其产业的空間分布特征在一定程度上决定了各城市自身的规制水平。更进一步地,图3中,京津冀协同发展的演进历程进一步解释了表1中所描述的环境规制的空间相关特征。2005年以前,环境规制的空间相关性较低,且不显著。这一时期,京津冀协同发展的理念尚未形成,各地区间

尚处于行政分割、竞争博弈阶段。自 2005 年起，在一系列京津冀一体化政策的推动下，三地的环境规制呈现出显著的正相关且显著程度及相关度均明显增加。

表 2 2014 年京津冀地区产业空间分布

主导产业			六大高耗能行业 占本地区工业比重	本地工业 在本省占比	环境规制 空间特征
东北	承德	黑色金属采矿、黑色金属冶炼及压延	43%	4%	逐底竞争
	唐山	钢铁、装备制造、能源、化工、建材	62% (2012 年)	22%	逐底竞争
	秦皇岛	食品加工、玻璃制造、金属冶炼及压延、装备制造	25% (仅黑色金属冶炼)	3%	逐底竞争
中部	北京	计算机及电子设备制造、汽车	33%	--	示范效应
	天津	黑色金属冶炼及压延、计算机及电子设备制造、汽车、化工	32%	--	示范效应
	保定	汽车、新能源、纺织、食品、建材	19%	10%	示范效应
	廊坊	黑色金属冶炼及压延、计算机通信及电子设备、汽车制造、家具制造	45%	7%	示范效应
西北	张家口	矿产品及精深加工、食品加工、装备制造、新能源	--	3%	示范效应
西南	沧州	石油化工、管道装备冶炼、机械制造、纺织服装、食品加工	37% (仅石油化工)	12%	示范效应
	衡水	--	--	4%	示范效应
	石家庄	装备制造、医药、食品、纺织、石化、钢铁、建材	33%	19%	示范效应
	邯郸	装备制造业、纺织、食品	68.4%	11%	逐底竞争
	邢台	钢铁深加工、煤化工、装备制造、食品医药、纺织服装	40%	6%	逐底竞争

三、京津冀环境规制的空间效应

(一) 空间计量模型及其回归结果

基于上文的机理研究及空间相关分析，本文发现京津冀中心地区的环境管制呈现出明显的示范效应，存在“逐顶竞争”的可能，空间效应作用明显；而京津冀的外围地区则呈现“逐底竞争”趋势。环境规制的目的是实现对环境质量的正向影响，提升环境质量。对于京津冀地区环境规制的这种独特的空间效应对环境污染的影响效力如何，呈现出何种特征，本文将建立空间杜宾模型进行探索：

$$\ln A Q_{it} = \alpha_1 \ln ER_{it} + \alpha_2 \ln ES_{it} + \alpha_3 \ln GDP_{it} + \alpha_4 \ln TP_{it} + \alpha_5 \ln NT_{it} + \beta_1 W \ln ER_{it} + \beta_2 W \ln ES_{it} + \beta_3 W \ln GDP_{it} + \beta_4 W \ln TP_{it} + \beta_5 W \ln NT_{it} + \rho W \ln PM_{it} + \delta_{it} + u_{it} + \varepsilon_{it}$$

$$\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_{it}^2) \quad (3)$$

其中， AQ_{it} 表示 i 地区第 t 年的环境污染水平； GDP_{it} 为人均实际 GDP（统一以 2003 年的不变价计算）； ER_{it} 表示环境规制水平； ES_{it} 为产业结构，用城市第二产业结构占比表示； TP_{it} 为交通因素测度指标； NT_{it} 为地区的自然环境因素； $W \ln AQ_{it}$ 为被解释变量的空间滞后变量，表示所有邻近地区环境污染的综合作用对 i 地区的影响； ρ 为空间变量系数，表征空间溢出效应程度； $W \ln ER_{it}$ 、 $W \ln ES_{it}$ 、 $W \ln GDP_{it}$ 、 $W \ln TP_{it}$ 和 $W \ln NT_{it}$ 分别为各解释变量的空间滞后变量； W 为空间权重矩阵； ε_{it} 为随机误差项； δ_{it} 表示时间效应； u_{it} 表示个体效应。

环境污染水平 (AQ_{it})。本文选用三种方法度量环境质量：(1) 第二部分测度的环境污染成本，

它反映了环境污染的整体损失，该指标越高，说明环境污染排放总量越大，进而环境污染就越大。(2) 在诸多环境经济学的研究文献中，特别是对环境库兹涅茨曲线 (EKC) 进行讨论的研究中，诸多学者强调，环境污染水平的下降不应是排放量的下降而是环境质量的提升，环境质量的测度用污染物浓度度量更具实际意义 (Stern, 2004; 张晓, 1999; Dinda, 2004)。^[13-15]于是本文选用空气污染的浓度 PM2.5 进行测度。数据来源于 BMI 和 CIESIN (2014)，^[16]时间跨度为 2003-2012 年。(3) 中国环境保护部数据中心网站也公布了部分城市的空气质量数据。比较遗憾的是，2013 年以前，该中心公布的城市空气质量数据为空气污染指数 (API)，且仅包含了部分本文所研究的城市；2013 年起，本文所研究的 13 个城市的数据均存在，且为空气质量指数 (AQI)。本文也用这一组数据进行实证检验，以提升研究结论的可靠性，时间跨度为 2013-2014 年。

交通因素 (TP_i)。用城市的出租车拥有量与该城市的道路面积之比来表示。近年来，中国民用汽车总量呈迅猛增长态势，然而交通建设的发展速度却远滞后于汽车总量的增长速度，交通拥堵不断蔓延至全国各地。2005-2013 年，中国公路运输线路总长增长 23%，而民用汽车总量增长高达 75%，2005 年平均每辆民用汽车拥有的线路长度约为 0.11 公里，而到 2013 年这一数字缩小了约 2/3。郑思齐和霍焱 (2010) 以北京为例同样阐述了我国严重的交通压力问题。^[17]2010 年，北京机动车保有量约为 464 万辆，二三四环路在完全排满的情况下最多也只能容纳 22.4 万辆车，仅占汽车总量的 5%。因此，本文选取出租汽车拥有量与地区道路面积之比来测度交通压力，该指标在一定程度上反映了交通拥堵程度。测度值越高，说明交通压力越大。实际上，选取城市民用汽车拥有量与地区道路面积之比来度量这一指标更为合适，鉴于数据的可得性，本文用出租车数量代替。此外，本文也选用人均道路面积来度量交通因素。 NT_i 为地区的自然环境因素，自然因素对于环境污染的影响也至关重要，本文用城市绿地占有率进行测度。在运用空间计量模型之前，要进行空间诊断性检验 (马丽梅等, 2016) ^[18] 诊断指标 LM_{lag} 、 LM_{Error} 均在 5% 的水平下显著，说明需要引入空间计量模型进行分析。

(二) 京津冀环境规制的空间治理效力

表 3 给出了方程 (3) 的回归结果。由表 3 第 2 列可知，当 $\ln AQ_i$ 为被解释变量时，本地的环境规制升高 (表现为 $\ln ER_i$ 的下降) 会导致本地的污染水平的好转 (表现为 $\ln AQ_i$ 的下降)。邻近地区的环境规制降低 ($W \ln ER_i$ 的升高)，会导致本地区的污染水平下降 ($\ln AQ_i$ 的上升)。这就意味着，如果以排放量衡量污染水平，无论邻近地区的环境规制如何，本地区只需要提升自身的环境规制即可改善本地的环境质量。由于这种以排放量来测度环境质量的方法忽视了溢出效应的存在，无法客观地反映出真实的环境污染状况，因此，这种仅关注自身的决策行为成为当前京津冀环境质量不能明显改善的重要原因。

另一方面， ρ 大于 0 意味着污染本身存在明显的溢出效应，即邻近地区污染水平升高，本地的污染水平也将上升。这种污染的溢出效应并未得到地方政府的重视，因为环境污染的测度不以具体的环境质量 (如空气质量指数、PM2.5、水质检验等) 来进行评定，而是以污染的排放量进行度量。政府的环境绩效考量往往以污染物的排放量来衡量，排放量降低，意味着从政府层面讲，环境质量就会改善。溢出效应所带来的环境污染 (即来自相邻城市的环境污染影响) 淹没了本地规制提升所带来的污染水平的下降，因此，在溢出效应的影响下，从环境质量本身而非污染排放量水平看，京津冀地区环境质量整体未出现明显的改善。为了进一步印证该观点，本文以各城市的 PM2.5 为被解释变量进行回

限于篇幅，这里省略了空间诊断性检验结果的列示，读者有需要可向作者索取。

表 3 不同环境污染测度指标的空间回归结果

权重矩阵	平均 (0-1) 加权 (模型 1)	距离加权 (模型 2)	距离加权 (模型 3)	距离加权 (模型 3)
估计方法	空间固定效应 (极大似然估计)	空间固定效应 (极大似然估计)	空间固定效应	时空随机效应
被解释变量	$\ln A Q_i$	$\ln A Q_i$	$\ln PM_i$	$\ln A Q_i$
ρ	0.2101 (0.0252)	0.3331 (0.0421)	0.4421 (0.0001)	0.3922 (0.0017)
$\ln ER_i$	0.0290 (0.0000)	0.1235 (0.0000)	-0.0525 (0.1755)	-0.0421 (0.2222)
$W \ln ER_i$	0.4864 (0.0146)	0.1237 (0.0000)	0.3307 (0.0551)	0.2901 (0.0034)
$\ln GDP_i$	0.1844 (0.1202)	0.2253 (0.0938)	0.4269 (0.0002)	0.4005 (0.0011)
$W \ln GDP_i$	0.2507 (0.0523)	0.1602 (0.0401)	-0.7211 (0.0001)	-0.5287 (0.0000)
$\ln ES_i$	1.2510 (0.0000)	1.4426 (0.0000)	0.4512 (0.0000)	0.4135 (0.0005)
$W \ln ES_i$	-1.1951 (0.0014)	-1.0069 (0.0000)	-0.2252 (0.1117)	-0.1843 (0.1002)
$\ln TP_i$	-0.0371 (0.4081)	-0.0035 (0.3198)	0.1826 (0.5710)	0.0533 (0.3829)
$W \ln TP_i$	-0.1352 (0.0447)	-0.1327 (0.0173)	-0.1145 (0.0301)	-0.0892 (0.0217)
$\ln NT_i$	-0.1043 (0.4030)	-0.2611 (0.4937)	0.2530 (0.1005)	0.1846 (0.0822)
$W \ln NT_i$	0.1588 (0.4881)	0.1282 (0.1245)	-0.1107 (0.8821)	-0.1025 (0.8834)
R^2	0.6214	0.7259	0.5798	0.4450
σ^2	0.0191	0.0110	0.0215	0.1002

注：括号内为 P 值

归发现 (表 3 第 4 列), 本地环境规制升高, 环境质量 ($\ln PM_i$) 却呈现恶化趋势 (虽然结果不显著, 但 $\ln ER_i$ 系数为负); 而邻近地区的环境规制提升, 能够使得本地的环境质量显著好转 ($W \ln ER_i$ 系数为正, 且在 5% 的水平下显著)。以空气质量指数 (AQI) 为被解释变量的回归结果 (表 3 第 5 列) 也同样得到了这样的结论。

综上所述, 就整体的回归结果看, 对京津冀地区而言, 污染溢出效应的存在淹没了环境规制严格区的规制收益, 本地环境规制的提高并不能起到环境质量改善的作用, 而邻近地区整体环境规制的提升才能使本地的环境质量得到改善。

(三) 影响环境的其他因素分析

以环境质量 ($\ln PM$ 、 $\ln AQ$) 作为被解释变量进行分析, 由表 3 第 4 列、第 5 列可以看到, 人均 GDP 的提升伴随着环境质量的上升, 而邻近地区人均 GDP 的提升伴随着本地环境质量的下降。产业结构, 即第二产业占比增加将使得环境质量提升, 而邻近地区的该比重降低会使本地环境质量得到改善。这进一步说明了京津冀地区的产业结构变动伴随着“损人利己”效应, 即经济发达区将高污染的行业向经济欠发达区转移, 而这种转移不仅仅是由产业变动规律所致, 而且伴随着一定的行政手段。产业转移更多地表现为由高能地区转向环境标准相对较低的地区 (李雪慧, 2016)。^[19]当前, 交通压力在京津冀各城市中的作用还未显现, 该指标不显著, 但系数符号为正, 说明交通压力在未来很有可能成为影响京津冀地区城市环境质量的重要因素。邻近地区的交通压力也对环境质量产生了影响, 说明交通因素也存在着空间交互影响。

四、讨论及政策建议

本文利用京津冀地区 11 个城市的数据,研究京津冀地区环境规制的空间演进特征。空间相关性分析发现,2003-2014 年,京津冀的东南区,即承德、唐山和秦皇岛的环境规制的空间演进呈现“逐底竞争”趋势。承德、唐山与北京接壤,很可能是北京地区环境质量未出现明显改善的重要原因。而西南区仅邯郸和邢台呈现“逐底竞争”趋势。京津冀地区的空间正相关性虽然是逐年增强的,但直至 2010 年才呈现大幅提升,地区的空间关联仍相对较弱。进一步地,本文考察了京津冀环境规制的变化对于环境质量的影响。实证研究发现,污染溢出效应的存在淹没了环境规制严格区的规制收益,本地环境规制的提高并不一定能起到改善环境质量的作用,邻近地区整体环境规制的提升才能使本地的环境质量得到改善。综合空间相关性分析和空间计量模型的分析结果可以得到,如不采取行之有效的规制约束机制,放任部分地区,特别是东南区环境规制自行发展,则京津冀的整体环境质量无法得到明显改善。根据实证结果,本文提出如下政策建议:

第一,京津冀的空间关联不高,尚未完全摆脱旧有发展模式,应进一步深化一体化发展。根据空间相关性分析可以看到,2010 年起,京津冀地区的空间关联才显著提高,京津冀区域内经济发展落差大,不平衡,城市间的产业关联度不强,功能分工和经济协作不紧密,这些都与现行的行政区划各自规划、自成体系相关。这使得京津冀地区至今尚未完全摆脱单体城市或行政区经济各求发展的旧有模式,尚未真正形成区域经济一体化、合理分工、共赢发展的局面。从更深层次角度分析,这与京津冀地区市场化程度低、行政干预力量过强密切相关。进一步深化一体化发展,推进产业的融合成为一体化的关键,也是区域环境规制整体提升的重要环节。

第二,对于环境规制呈现“逐底竞争”趋势的城市,政府应划定“规制红线”并建立相应的补偿机制。基于空间计量模型的实证分析发现,只有城市整体的环境规制提升才能使区域环境质量出现明显改善,那么对于呈“逐底竞争”趋势的城市制定规制约束机制至关重要。由于这些地区的规制利益可以实现整个区域环境质量的提升,而在增强规制的同时,经济利益会受到一定的影响,因此,可尝试建立区域补偿机制,要求环境受益城市通过财政横向支付补偿受损城市。

第三,加强基础设施建设,特别是交通。基于空间计量模型的分析发现,交通因素在未来将成为影响京津冀地区环境质量的重要因素,增强城市间的交通关联,进一步打破行政区划分割,对未来的环境治理而言十分关键。

参考文献:

- [1]Hettige H., Dasgupta S., Wheeler D.. What Improves Environmental Compliance? Evidence from Mexican Industry[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2000, 39 (1): 39-66.
- [2]史丹,王俊杰. 基于生态足迹的中国生态压力与生态效率测度与评价[J]. 中国工业经济, 2016, (5): 5-21.
- [3]Fredriksson P. G., Millimet D. L.. Strategic Interaction and the Determinants of Environmental Policy across U.S. States[J]. Journal of Urban Economics, 2002, 51 (1): 101-122.
- [4]Woods N. D.. Interstate Competition and Environmental Regulation: A Test of the Race to the Bottom Thesis[J]. Social Science Quarterly, 2006, 87(1): 792-811.
- [5]张华. 地区间环境规制的策略互动研究——对环境规制非完全执行普遍性的解释[J]. 中国工业经济, 2016, (7): 74-90.
- [6]姚愉芳,陈杰,张晓梅. 京津冀地区间经济影响及溢出和反馈效应分析[J]. 城市与环境研究, 2016, (1): 3-14.
- [7]马国霞,田玉军,石勇. 京津冀都市圈经济增长的空间极化及其模拟研究[J]. 经济地理, 2010, (2): 20-27.
- [8]Anselin L.. Spatial Econometrics: Methods and Models[M]. Boston: Kluwer Academic Publisher, 1988.

- [9]Rosenthal S. S., Strange W. C.. Geography, Industrial Organization and Agglomeration [J]. Review of Economics and Statistics, 2003, 85(2): 377-393.
- [10]Revelli F.. On Spatial Public Finance Empirics[J]. International Tax and Public Finance, 2005, 12(4): 475-492.
- [11]Brueckner J. K.. Strategic Interaction among Governments: An Overview of Empirical Studies[J]. International Regional Science Review, 2003, 26(2): 175-188.
- [12]文 魁, 祝尔娟. 京津冀蓝皮书: 京津冀发展报告 (2016) [M]. 北京: 社科文献出版社.
- [13]Stern D. I.. The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve[J]. World Development, 2004, 32(8): 1419-1439.
- [14]张 晓. 中国环境政策的总体评价[J]. 中国社会科学, 1999, (3): 88-99.
- [15]Dinda S.. Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey [J]. Ecological Economics, 2004, 49 (4): 431-455.
- [16]BMI (Battelle Memorial Institute), CIESIN Center for International Earth Science Information Network. Global Annual Average PM2.5 Grids from MODIS and MISR Aerosol Optical Depth (AOD) 2001-2012[R]. 2014, Available online: <http://sedac.ciesin.columbia.edu/>.
- [17]郑思齐, 霍 焱. 低碳城市空间结构: 从私家车出行角度的研究[J]. 世界经济文汇, 2010, (6): 50-65.
- [18]马丽梅, 刘生龙, 张 晓. 能源结构、交通模式与雾霾污染的关系研究: 基于空间计量模型[J]. 财贸经济, 2016, (1): 145-158.
- [19]李雪慧. 区域产业转移对我国能源消费的影响[J]. 当代财经, 2016, (11): 3-13.

The Spatial Evolution of Coordinated Development of Beijing-Tianjin-Hebei Region: From the Perspective of Environmental Regulation

SHI Dan, MA Li-mei

(Institute of Industrial Economics of CASS, Beijing 100836, China)

Abstract : From the perspective of environmental regulation, this paper makes use of the data of Beijing, Tianjin and 11 cities in Hebei province to study the spatial evolution characteristics of coordinated development of the Beijing-Tianjin-Hebei region. The findings of the spatial correlation analysis show that the environmental regulation in Beijing-Tianjin-Hebei region did not show significant spatial correlation until 2010. And the coordination began to increase from that year. The “center” of the region presents obvious “demonstrative effect”, and there is the possibility of “race to top” with significant spatial effects. However, the “periphery” of the region shows a trend of “race to bottom”. Furthermore, the results of the empirical study based on the spatial Durbin model show that the “regulatory benefits” of the strict environmental regulation area are drown due to the existence of pollution spillover effect, so that the improvement of local environmental regulation cannot improve the environmental quality. Only the improvement of the overall environmental regulation in the vicinity region can improve the quality of the local environment. Therefore, in order to improve the environmental quality in that region, it is necessary to enhance the spatial association, break the administrative division, and further deepen the regional cooperation, which is the important link for the improvement of the whole regional environmental regulation.

Key words : coordinated development of the Beijing-Tianjin-Hebei region; environmental regulation; race to the bottom; spatial Durbin model

责任编辑: 王俊杰