

企业产权多元化对环境污染的门槛效应检验^{*}

杜雯翠 牛海鹏 张平淡

内容提要:本文利用2005—2013年中国34个工业行业的面板数据,检验企业产权多元化对水环境污染的影响。总体看来,行业国有化程度越高,产权多元化水平越低,水环境污染排放强度越低。门槛效应检验发现,不论国有化程度处于何种水平,国有化程度的提高都有助于改善环境,只是程度有些差异。当污染排放强度较低时,产权多元化有助于降低污染排放强度,而当污染排放强度较高时,国有化才是缓解环境污染的最优选择。因此,在推进国有企业混合所有制改革中,不能放松国有企业的环保责任,更不能为了经济保值而放弃生态环境“保值”。

关键词:产权多元化 环境污染 门槛效应

作者简介:杜雯翠,首都经济贸易大学经济学院副教授、博士,100070;

牛海鹏(通讯作者),中国人民大学商学院副教授、博士,100872;

张平淡,北京师范大学经济与工商管理学院副院长、教授,100875。

中图分类号:F205 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-8102(2017)12-0145-14

一、引言及文献综述

近些年中国水污染事故频发,实力雄厚的国有企业屡屡充当“肇事方”。2010年7月,福建紫金矿业发生铜酸水渗漏事故,造成汀江部分水域严重污染,大量网箱养鱼死亡。2011年8月,云南曲靖陆良化工实业有限公司非法倾倒工业废料铬渣5200余吨,造成附近农村77头牲畜死亡。2012年1月,广西金河矿业股份有限公司违法排放工业污水,造成龙江河133万尾鱼苗、4万公斤成鱼死亡,引发举国关注的“柳州保卫战”。以至于在2016年2月18日国务院新闻办组织的中外新闻媒体会上,媒体就直率地向时任环保部部长提出,国有企业的强势似乎成为环境不守法的典型,成为环境污染的主要成因。

有些讨论认为,国有企业具有较强的讨价还价能力和良好的政企关系,也可能由于政企合谋、

^{*} 基金项目:国家社会科学基金“新常态下经济增长对环境污染的‘增速红利效应’与‘增长压力效应’研究”(15CJL012);北京社科基金基地项目“新常态下京津冀经济增长对环境污染的作用机理与情景模拟研究”(15JDJGC096)。作者感谢匿名审稿人的细致审阅与宝贵意见。文责自负。

选择性执法等原因逃避环保部门的监督而造成更为严重的环境污染(Wang 和 Jin, 2007; 龙硕、胡军, 2014; 冯俊诚, 2017)。而且, 国有企业普遍存在能耗高、效率低等问题(刘小玄, 2000), 这也会间接引起环境污染。另外, 国有企业有其先天的“身份优越感”, 有些国企与当地政府“平级”或者行政级别更高, 导致一些地方政府监管难度的加大。然而, 在经济学逻辑下, 一般企业的目标是利润最大化, 而国有企业因其特殊的产权性质, 会在一定程度上将降低环境污染纳入企业的目标函数。原因有三: 第一, 国有企业所有权与控制权的分离, 使得国有企业经营者的目标函数并非企业利润最大化, 而是自身收益最大化或风险最小化。因此, 与私营企业相比, 国有企业经营者并不“在乎”治污成本, 而是更关注自己的职位升迁。第二, “十一五”以来, 主要污染物减排被纳入约束性指标, 进入“十二五”, 国家环境保护部受国务院委托与重点央企签订减排目标责任书, 尤其是“十八大”以来, 生态文明已明确纳入政府官员的考核体系, 国有企业的领导人也面临同样的问题。因此, 与私营企业相比, 国有企业环境违法的成本更高, 不仅包括罚款等经济成本, 还包括国有企业领导者的声誉成本和政治成本。第三, 中国的国有企业大多规模较大, 属于环境保护部门重点监测的企业, 在治污减排、环境监测、环境审批、数据上报等方面接受多个部门的监督监管, 环境违法被发现的概率更高。因此, 即使国有企业在环境事故发生之后可能会受到地方政府的“关照”或“庇护”, 但它们并没有充分的动机去污染环境。

现有文献关于所有制(或产权)(partial privatization)与环境污染关系的理论讨论始于 Otori (2004, 2006), 不过, 最早将产权多元化和环境规制(及环境税)作为两种政策选择置于同一个理论模型的相关讨论则是由 Beladi 和 Chao(2006)开创的。Beladi 和 Chao(2006)利用古诺(Cournot)模型分析了产权性质对环境质量的影响, 认为产权多元化会降低总产出, 减少污染排放, 但同时也会鼓励更低的排污税率, 进而增加污染排放, 不过, 两种效用综合作用的结果是产权多元化会恶化环境。随后一些文献放松了 Beladi 和 Chao(2006)的完全私有化假设或产品无差异假设, 进一步讨论了产权与环境污染之间的数学关系, 认为产权多元化有助于改善环境(Bárcena-Ruiz 和 Garzón, 2006; Wang, Wang 和 Zhao, 2009; Wang 和 Wang, 2009; Kato, 2013), 还有的文献利用伯特兰德(Bertrand)模型(Xu 等, 2016)展开了类似的讨论。近些年来, 随着理论研究的丰富, 特别是假设条件的放松, 越来越多的研究认为产权多元化与环境污染之间并不是简单的线性关系, 而是非线性的(Saha, 2012; Pal 和 Saha, 2015; Tsai, Wang 和 Chiou, 2016; Xu 等, 2016)。例如, Saha (2012)认为当私营经济比重较低时, 产权多元化的提高会恶化环境, 但当私营经济比重达到一定水平后, 产权多元化就会改善环境质量。Pal 和 Saha(2015)认为产权多元化与环境损害的关系是非线性的, 如果国有企业不关注环境, 那么产权多元化与环境损害之间的关系是 U 型的, 如果国有企业关注环境, 两者之间的关系先是 U 型的, 然后变为倒 U 型。Tsai 等(2016)也认为产权多元化对环境质量的影响不是单调的, 而两者的关系取决于外部性被内化的程度, 在低污染行业, 产权多元化有助于改善环境, 但在重污染行业, 产权多元化会加剧环境污染。

尽管关于产权多元化与环境污染的理论模型在不断完善, 但由于数据原因, 相应的实证研究却并不见多。Earnhart 和 Lizal(2007)利用 1991—1998 年捷克企业数据, 估计不同所有制企业的经济绩效和环境绩效, 认为保持国有化有利于环境质量, 可是, 其所用的是环境绩效数据, 而不是环境污染数据。Wang 和 Jin(2007)利用 1999 年在江苏丹阳、贵州六盘水、天津等三个城市发放的 1000 份问卷调查数据, 比较不同产权性质企业的环境绩效, 认为产权多元化有利于环境质量。卢现祥和许晶(2012)利用中国省级数据验证所有制与环境污染的关系, 尽管获得了面板数据, 但省份国有经济比重变化是多个行业的叠加, 其结论对以行业为主体的产权多元化改革和行业减排并

没有太大借鉴意义。

显然,产权多元化与环境污染的关系需要更多实证检验,而且,仅有的研究并没有进一步考察产权多元化与环境污染之间是否存在非线性关系。为此,本研究利用2005—2013年中国34个工业行业的面板数据,通过门槛模型检验所有制与环境污染之间是否存在如理论模型所述的非线性数量关系,从实证角度对理论文献做出验证。

与现有研究相比,本文可能的创新有两点:第一,从样本角度看,现有关于产权多元化与环境污染的研究多利用东欧或其他国家的样本,仅有的中国研究要么是通过问卷调查获得的少量数据,不具代表性,例如Wang和Jin(2007),要么是利用中国省份数据进行研究,结论无法对以行业为主体的污染治理提出有针对性的建议,例如卢现祥、许晶(2012)。中国是全球第二大经济体,而国有经济则是全球第一。2015年,中国规模以上工业企业的主营业务收入约为111万亿元,其中23.7%由国有企业贡献,约为26万亿元,这个数据比同时期欧洲任何一个国家的GDP总量还多。因此,研究产权多元化与环境污染之间的关系,中国样本必不可少。第二,近年来,越来越多的理论研究认为产权多元化与环境污染的关系是非线性的,例如Saha(2012)、Pal和Saha(2015)、Tsai等(2016)、Xu等(2016),但这些研究大多是理论模型演绎,缺少实证检验支撑,本文可以从实证方面对上述理论文献做出补充。

论文余下部分安排如下:第二部分为我国产权多元化与环境污染的比较分析,分析2005—2013年中国工业行业产权性质与环境污染的变动情况;第三部分为实证检验,利用面板数据的固定效应模型检验产权多元化对环境污染的影响;第四部分是产权多元化对环境污染影响的门槛特征分析,分别以国有化程度和污染排放强度为门槛变量,检验产权多元化与环境污染之间的关系是否存在门槛效应;第五部分得出结论。

二、产权多元化与环境污染的比较分析

(一)样本说明与行业调整

本文采用2005—2013年中国34个工业行业的面板数据作为研究样本,原始数据来自历年的《中国环境年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》。其中,环境数据来自《中国环境年鉴》,工业产值数据来自《中国工业统计年鉴》,研发数据来自《中国科技统计年鉴》,能源数据来自《中国能源统计年鉴》。

由于《国民经济行业分类》于2011年进行了第三次修订,使得样本区间内行业分类出现差异,为了获得平衡面板数据,对行业分类稍作删除、归并等调整。被删除的行业包括:(1)“开采辅助活动”:2003—2010年,《中国环境年鉴》没有披露该行业的污染排放数据,从2011年开始才有相关披露。(2)“其他采矿业”:2009—2013年,《中国科技统计年鉴》不再披露该行业的R&D经费支出数据。(3)“废弃资源综合利用业”:2003—2010年,《中国环境年鉴》披露的是“废弃资源和废旧材料回收加工业”,2011—2013年,行业名称改为“废弃资源综合利用业”,尽管从名称上,这两个行业名称并没有太大差别,但从企业数量看,2011年以后该行业企业数量激增,说明行业名称的改变还是带来了企业归并变动,为了避免这种变化带来的扰动,因此将该行业删除。(4)“金属制品、机械和设备修理业”:2003—2010年,《中国环境年鉴》没有披露该行业的污染排放数据,从2011年开始才有相关披露。(5)“燃气生产和供应业”:2011—2013年,该行业的污染数据缺失。(6)“水的生产和供应业”:2011—2013年,该行业的污染数据缺失。(7)“其他行业”:2012、2013年,《中国环境年

鉴》不再披露该行业的污染排放数据。上述 7 个行业的删除对整体分析应该没有产生较大影响,因为这 7 个行业的工业废水排放量占全部行业工业废水排放量的比例都较低,均在 0.1% 以下。做归并调整的行业包括:(1)将 2005—2010 年期间的“橡胶制品业”与“塑料制品业”合并为“橡胶和塑料制品业”。(2)将 2011—2013 年期间的“汽车制造业”与“铁路、传播、航空航天和其他运输设

表 1 2005 年与 2013 年工业行业国有经济比重与 COD 排放强度

	2005 年		2013 年	
	国有工业 产值比例(%)	COD 排放 强度(吨/亿元)	国有工业 产值比例(%)	COD 排放 强度(吨/亿元)
煤炭开采和洗选业	67.77	10.03	52.70	4.28
石油和天然气开采业	90.51	2.66	87.70	1.11
黑色金属矿采选业	20.35	15.06	14.02	1.11
有色金属矿采选业	41.01	52.86	28.42	7.30
非金属矿采选业	19.78	27.03	10.35	1.29
农副食品加工业	10.27	63.80	5.49	7.90
食品制造业	12.61	41.00	5.20	6.16
酒、饮料和精制茶制造业	27.31	60.79	15.43	13.24
烟草制品业	99.02	1.70	99.33	0.27
纺织业	7.29	23.57	1.96	7.17
纺织服装、服饰业	2.21	4.28	0.94	0.90
皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业	0.70	21.70	0.69	4.38
木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业	9.44	15.23	1.73	1.26
家具制造业	3.76	0.68	1.32	0.11
造纸及纸制品业	12.59	383.67	5.39	41.08
印刷和记录媒介复制业	19.97	3.36	8.41	0.43
文教、工美、体育和娱乐用品制造业	2.07	0.77	3.35	0.14
石油加工、炼焦和核燃料加工业	79.65	6.94	67.78	1.83
化学原料和化学制品制造业	30.70	34.80	16.23	4.25
医药制造业	23.94	31.21	9.69	4.83
化学纤维制造业	22.28	39.94	6.48	22.54
橡胶和塑料制品业	9.31	1.39	4.64	0.54
非金属矿物制品业	13.02	5.75	9.27	0.64
黑色金属冶炼及压延加工业	47.33	8.21	30.05	0.95
有色金属冶炼及压延加工业	34.45	4.31	26.20	0.66
金属制品业	7.42	3.08	6.46	1.04
通用设备制造业	23.39	1.79	11.01	0.25
专用设备制造业	29.48	2.30	16.45	0.22
交通运输设备制造业	51.83	2.42	40.73	0.45
电气机械和器材制造业	11.13	0.69	8.03	0.14
计算机、通信和其他电子设备制造业	13.22	0.62	8.31	0.45
仪器仪表制造业	10.26	3.36	10.66	0.20
其他制造业	6.24	2.07	18.58	2.69
电力、热力生产和供应业	89.33	7.43	93.03	0.60

备制造业”合并为“交通运输设备制造业”。(3)制鞋业在2011年以后被归入“皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业”,在此之前被归入“纺织服装、鞋帽制造业”,由于污染的相关数据没有制造业细分行业的,因此没有办法将制鞋业分离出来。不过,鉴于制鞋业的体量与“纺织服装、服饰业”和“皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业”相比来说较小,因此这里忽略了制鞋业归并变化带来的影响。

(二)工业行业的产权多元化与COD排放强度

改革开放以来,中国不断推进企业产权多元化。从“以公有制为主体,多种经济成分共同发展”,到“毫不动摇地巩固和发展公有制经济,毫不动摇地鼓励、支持和引导非公有制经济”,中国所有制结构发生了显著变化。数据显示,1994年,中国规模以上工业企业的总产值中37%由国有企业贡献,2013年的这一比例下降至21%。表1比较了2005年和2013年34个工业行业的国有经济比重与COD排放强度的变化情况。

由表1可以看出,34个工业行业的污染排放强度和国有化程度相差较大。分行业来看,2005年,国有比重最高的前五个行业分别为:烟草制品业(99.02%),石油和天然气开采业(90.51%),电力、热力生产和供应业(89.33%),石油加工、炼焦和核燃料加工业(79.65%),煤炭开采和洗选业(67.77%)。2013年,国有比重最高的前五个行业仍然是这五个行业:烟草制品业(99.33%),电力、热力生产和供应业(93.03%),石油和天然气开采业(87.7%),石油加工、炼焦和核燃料加工业(67.78%),煤炭开采和洗选业(52.7%)。2005—2013年,34个工业行业的国有比重平均下降6个百分点。个别行业的国有比重有所提升(如其他制造业,电力、热力生产和供应业,文教、工美、体育和娱乐用品制造业),或者保持不变(如仪器仪表制造业,烟草制品业,金属制品业,皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业),其余行业的国有比重都有所下降。国有比重下降幅度最大的前五个行业分别为:黑色金属冶炼及压延加工业,化学纤维制造业,煤炭开采和洗选业,化学原料和化学制品制造业,医药制造业,这五个行业的国有比重平均下降了15个百分点。这些数据表明,混合所有制改革背景下,中国工业行业的国有比重确实正逐年下降。

污染方面,2005年,工业COD排放强度最大的前五个行业分别为:造纸及纸制品业(383.67吨/亿元),农副食品加工业(63.80吨/亿元),酒、饮料和精制茶制造业(60.79吨/亿元),有色金属矿采选业(52.86吨/亿元),食品制造业(41.00吨/亿元)。2013年,工业COD排放强度最大的前五个行业分别为:造纸及纸制品业(41.08吨/亿元),化学纤维制造业(22.54吨/亿元),酒、饮料和精制茶制造业(13.24吨/亿元),农副食品加工业(7.90吨/亿元),有色金属矿采选业(7.30吨/亿元)。可以看出,食品制造业退出前五大行业,化学纤维制造业攀升为排放强度第二高的行业。2005—2013年,除其他制造业外,其余33个行业的工业COD排放强度均呈下降趋势。其中,下降幅度最大的前五个行业分别为:造纸及纸制品业,农副食品加工业,酒、饮料和精制茶制造业,有色金属矿采选业,食品制造业。可见,排放强度较高的行业同样是排放强度下降的主要行业。

(三)比较分析

为了更加直观,图1描绘了2005年34个工业行业的工业COD排放强度和国有工业产值比重情况,图2描绘了2013年34个工业行业的工业COD排放强度和国有工业产值比重情况。

从图1和图2可以清晰地看出,国有经济比重与污染排放强度之间的确并不是简单的线性关系,随着国有经济比重的下降,污染排放强度相继出现多个峰值,这就是所谓的“门槛效应”,当然,这需要进一步的实证检验才能确定。

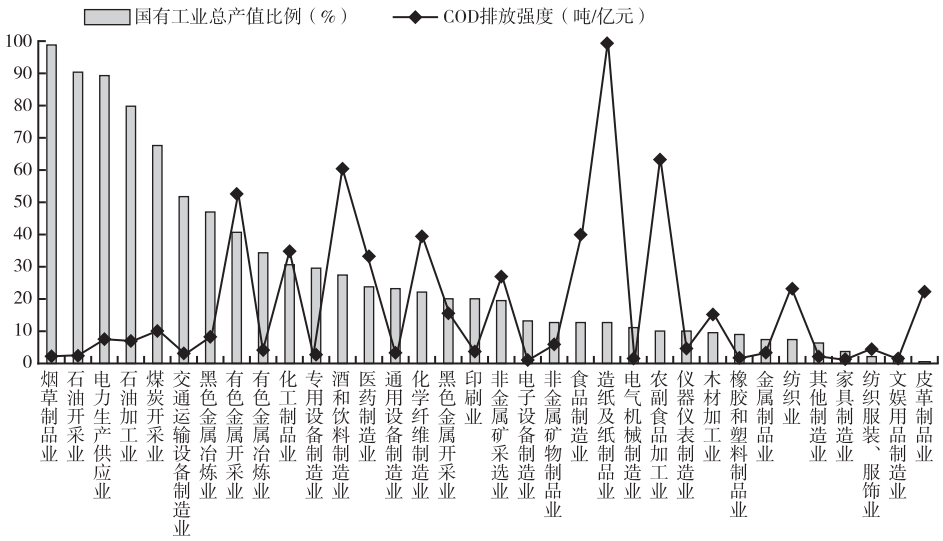


图 1 2005 年工业行业的污染排放强度和产权多元化情况

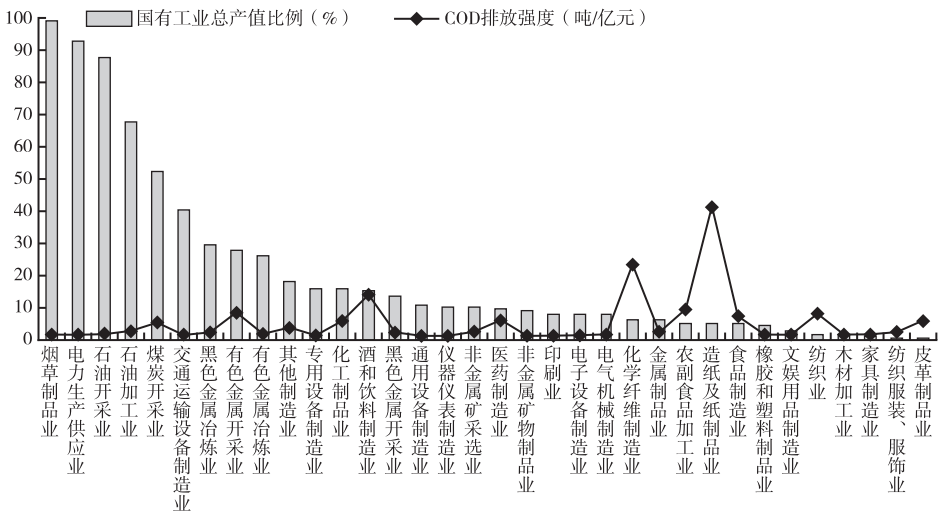


图 2 2013 年工业行业的污染排放强度和产权多元化情况

三、实证检验

(一) 模型设定与变量定义

为了检验产权多元化与环境污染之间的关系,考虑以往研究经验和数据的可获得性,设定如下实证模型:

$$Pollution_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 SOE_{it} + \alpha_2 Energy_{it} + \alpha_3 R\&D_{it} + \alpha_4 Fee_{it} + \alpha_5 Equi_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

其中,被解释变量为污染排放强度(Pollution),用该工业行业特征污染物排放总量与工业总产值的比值表示。在特征污染物的选择上,考虑到国内外已有研究尚未确定一个综合性的单一指

标(盛斌、吕越,2012),选择工业废水排放强度、工业 COD 排放强度、工业氨氮排放强度等三种主要特征污染物的排放强度表示污染排放强度,单位均为:吨/亿元。这里之所以选择水污染特征物,而没有选择大气污染特征物,是因为近些年来,为了保障大气环境质量,政府实施了机动车限制行驶、工厂限制生产、工地限制施工等一系列强制性的行政手段,并获得了诸如奥运蓝、阅兵蓝、APEC 蓝等暂时的大气质量改善(石庆玲等,2016),但在一定程度上使得大气污染数据无法更加准确地反映工业企业行为。另外,中国自“十一五”后大力推进总量减排,相应地,用排放强度数据要比排放量数据更能反映环境污染的本质情况。

解释变量为国有化程度(SOE),结合国家统计局课题组(2001)、徐国祥和苏月中(2003)、陈林和朱卫平(2011)的办法,用该行业规模以上国有工业总产值占全行业工业总产值的比重表示(单位:%)。为了保证研究结论的可信性,在稳健性检验中还将使用该行业规模以上国有企业单位数占全行业工业企业单位数的比重(单位:%)和规模以上国有企业资产额占全行业工业企业资产额的比重(单位:%)表示国有化程度。需要说明的是,在理论分析中,使用产权多元化的概念,而在实证检验中,用国有化程度来反映产权多元化水平,这两个变量的方向是相反的。

选择如下控制变量:能源消耗强度(*Energy*),用单位工业总产值的能源消耗量表示,单位:万吨标准煤/亿元;研发支出(*R&D*),用行业规模以上工业企业 R&D 经费内部支出占工业总产值的比重表示,单位:%;污染治理设施运行费用(*Fee*),用工业废水治理设施本年运行费用表示,单位:万元;污染治理设施数(*Equi*),用工业废水治理设施数表示,单位:套。*i* 代表行业,*t* 代表年份, ϵ 为随机干扰项。

(二)描述性统计

表 2 为主要变量的描述性统计结果,由表 2 可以看出,国有工业总产值比重的均值为 23.858%,最小值仅为 0.3%,最大值高达 99.47%;国有企业数比重的均值为 10.361%,最小值为 0.25%,最大值为 80.77%;国有资产额比重的均值为 31.612%,最小值为 0.77%,最大值为 99.31%。可见,中国不同行业的产权多元化程度有较大差异,在某些行业(如烟草制品业,电力、热力生产和供应业),国有企业仍然占主体地位,但在某些行业(如皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业,家具制造业),国有经济比重已经接近零,私营经济成为经济主体,这种差异性使得行业成为研究产权多元化与环境污染关系的重要视角。

表 2 主要变量的描述性统计

变量		样本量	均值	标准差	最小值	最大值
污染排放强度 (<i>Pollution</i>)	工业废水	306	5.410	10.021	0.079	88.294
	工业 COD	306	11.487	34.962	0.098	383.673
	工业氨氮	306	0.596	1.358	0.008	13.450
国有化程度(SOE)	国有工业总产值比重	306	23.858	27.505	0.300	99.470
	国有企业数比重	306	10.361	17.270	0.250	80.770
	国有资产额比重	306	31.612	27.044	0.770	99.310
能源消耗强度(<i>Energy</i>)		306	0.499	2.314	0.028	38.946
研发支出(<i>R&D</i>)		306	71.683	53.007	5.168	233.741
污染治理设施运行费用(<i>Fee</i>)		306	128044.1	197104.9	2	1239531
污染治理设施数(<i>Equi</i>)		306	2306.902	2273.055	91	11042

资料来源:《中国环境年鉴》、《中国工业统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》。

(三) 回归结果

以 2005—2013 年中国 34 个工业行业的面板数据为研究样本, 用国有工业总产值比重表示国有化程度, 利用固定效应模型, 采用聚类稳健标准误方法对模型(1)进行回归, 以检验产权多元化与环境污染之间的关系, 结果见表 3。

由表 3 可以看出, 在工业废水、工业 COD、工业氨氮等三种水污染物表征环境污染的回归中, 国有化程度(SOE)的估计系数均显著为负, 国有化程度与水污染排放强度的关系是负相关的。这表明, 行业国有化程度越高, 产权多元化水平越低, 水污染排放强度越低。反之, 国有化程度越低, 产权多元化水平越高, 水污染排放强度越高。实证结果说明, 目前产权多元化对水污染综合作用的效果是产权多元化不利于改善水环境质量。对于现有中国工业行业来说, 保持一定的国有比例有利于水环境保护。这个回归结果与 Earnhart 和 Lizal(2007)的结论相同, 但与 Wang 和 Jin(2007)的结论相反。可能的原因是, Wang 和 Jin(2007)的样本是来自江苏丹阳、贵州六盘水和天津三个城市的问卷调查数据, 不论是从产权多元化还是从环境污染的视角看, 这三个城市都不具代表性。

表 3 的数据说明行业的国有化程度越高, 产权多元化程度越低, 水污染排放强度越低, 可能的原因有二。一是国有企业在高污染行业的退出更坚决一些、更多一些。2006 年, 中国开始大力推进结构调整, 对“两高一资”行业发展的抑制在国有企业中表现得更显著, 而且, 随着环保的强化, 国有企业更有可能迫于环境规制和行政命令, 主动退出高污染排放的工序或产业, 如印染。二是国有企业规模较大, 有利于实现治污减排的规模效应。污水处理设施建设、生产技术改造或升级的固定成本高、前期投入大, 并不是所有企业都负担得起。只有规模较大的企业才能承受较高的污水治理固定成本和技术升级成本, 也能由于规模效应获得较低的平均成本, 实现污染治理的规模效应。对于一些规模较小的企业, 例如小造纸厂、小化工厂、小塑料厂、小电镀厂, 由于企业资金有限, 产量不大, 较高的固定成本和平均成本使得它们在是否治污的决策中倾向选择不治污。国有

表 3 产权多元化与环境污染的回归结果

变量	国有产值比重			国有企业数比重			国有资产额比重		
	工业废水	工业 COD	工业氨氮	工业废水	工业 COD	工业氨氮	工业废水	工业 COD	工业氨氮
国有化程度 (SOE)	-0.035*** (-3.75)	-0.087*** (-4.94)	-0.046** (-3.31)	-0.040*** (-8.26)	-0.066*** (-5.61)	-0.055*** (-4.16)	0.007 (0.38)	-0.085*** (-5.16)	-0.048*** (-3.52)
能源消耗强度 (Energy)	-0.182** (-2.55)	-0.182** (-2.79)	-0.205** (-2.62)	-0.194** (-2.63)	-0.216** (-3.00)	-0.220** (-2.85)	-0.204** (-2.99)	-0.180** (-2.73)	-0.202** (-2.56)
研发支出 (R&D)	-0.070*** (-4.00)	-0.010 (-0.79)	0.025 (1.33)	-0.073*** (-4.17)	-0.013 (-1.00)	0.020 (1.13)	-0.066*** (-3.97)	-0.006 (-0.42)	0.027 (1.45)
污染治理设施运行费用(Fee)	0.260** (3.05)	0.219** (2.50)	0.166** (2.46)	0.246** (3.06)	0.206** (2.50)	0.161** (2.44)	0.243** (3.03)	0.218** (2.51)	0.166** (2.47)
污染治理设施数 (Equi)	0.299*** (4.95)	0.214** (3.06)	0.465** (2.82)	0.306*** (5.18)	0.240** (3.23)	0.474** (2.90)	0.319*** (5.14)	0.216** (3.02)	0.465** (2.81)
R ²	0.165	0.101	0.249	0.165	0.099	0.250	0.164	0.101	0.249
N	306	306	306	306	306	306	306	306	306
F 值	631.73	28.49	6.33	55.38	13.06	4.16	21.42	28.93	9.92
Hausman 值	24.89***	17.39***	42.44***	24.35***	16.78***	45.13***	23.69***	17.16***	44.36***
模型选择	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE

注: *、**和***分别表示估计系数在 10%、5%和 1%的水平下显著(下同), 系数为标准化系数, 括号中为 T 值, 常数项的估计结果略去。

比重较高行业的企业规模往往很大,这使得它们更有能力负担较高的治污减排前期投入。因此,国有化程度越高,企业规模越大,污水治理的平均成本越低,越有助于治污减排,水污染物排放强度越低。

控制变量的回归结果也有一定启示,在以工业废水表征环境污染的回归中,能源消耗强度(*Energy*)的估计系数显著为负,表明能源消耗强度越高,工业废水排放强度越低,这表明能源消耗已经与水污染出现脱钩,能源已经不再是影响水污染强度的重要因素。研发支出(*R&D*)的估计系数显著为负,表明行业研发支出越多,工业废水排放强度越低,说明技术进步有助于降低行业污染。污染治理设施运行费用(*Fee*)和污染治理设施数(*Equi*)的估计系数均显著为正,表明污染治理设施的运行费用越高,设施数量越多,废水排放强度越大,这说明当期的废水处理设施的运行尚未起到降低污染排放强度的作用。2013年,纳入环保统计的工业企业数共14.67万个,而这些企业共拥有不到8万的工业废水治理设施,占全部工业企业的54%。当然,无法排除一些工业企业自己不建立废水治理设施,而是将污水直接卖到污水处理厂的情况,但这也一定程度上反映出污水处理设施数量和治理投入的不足。不过,考虑到废水处理设施从投入运行到发挥效力需要一段时间,分别用滞后一期和滞后两期的污染治理设施运行费用(*Fee*)和污染治理设施数(*Equi*)重新回归。结果发现,当使用滞后的污染治理设施运行费用(*Fee*)和污染治理设施数(*Equi*)时,两个滞后变量的估计系数均显著为负。这表明,尽管水污染处理设施在当期没有发挥降低污染排放强度的作用,但这种效应在滞后一期和两期后得以体现,这也说明环境保护措施并不会立竿见影,需要前期的基础设施建设和持续的环保设施运行。

(四)稳健性检验

为了保证研究结果的可靠性,对模型进行如下稳健性检验:(1)为了避免回归中的多重共线性,对主要变量进行相关性检验,结果表明,变量之间的相关系数均低于0.5,说明模型的多重共线性并不严重,可以忽略。另外,模型的膨胀系数(VIF)为1.72,远低于10,也再次说明模型的多重共线性并不严重。由于篇幅有限,这里没有报告。(2)利用White检验判断模型是否存在异方差,发现P值为0.0029,认为模型存在异方差,说明采用聚类稳健标准误方法对模型进行回归是合理的。(3)利用Hausman检验判断模型的内生性,内生性检验的结果是P值为0.223,模型的内生性并不严重。(4)分别以国有企业数比重和国有资产额比重表示国有化程度,重复上述检验,结果见表3,发现回归结果仍然是稳健的。(5)对于水污染而言,大企业主要通过污水处理设施完成治污,而中小污染源大多是达标排放再通过污水处理厂来解决。因此,可能存在国有经济比重越高,企业规模越大,排放强度越高的问题。为了排除这种情况对回归结果的影响,将主要的水污染行业剔除,检验国有化程度与水污染的关系,结果仍然是稳健的。

四、进一步分析:门槛效应检验

(一)门槛模型的设定

根据理论分析,国有化程度与环境污染的关系可能由于产权多元化程度(Saha, 2012)或国有经济比重(Pal和Saha, 2015)不同而不同,即国有化程度与环境污染的关系存在门槛效应。因此,基于Hansen(1999)的面板门槛模型,构建产权多元化环境影响的门槛效应模型:

$$Pollution_{it} = \beta_0 + \beta_1 SOE_{it} (thr \leq \gamma) + \beta_2 SOE_{it} (thr > \gamma) + \beta_3 Energy_{it} + \beta_4 R\&D_{it} + \beta_5 Fee_{it} + \beta_6 Equi_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

该函数实际上相当于一个分段函数,其中,门槛变量为国有化程度(SOE)和污染排放强度(Pollution)两个, γ 为需要估计的门槛值,表示不同的国有化程度或污染排放强度, β_1 和 β_2 分别为门槛变量(即国有化程度和污染排放强度)在 $thr \leq \gamma$ 和 $thr > \gamma$ 时,解释变量国有化程度(SOE)对被解释变量污染排放强度(Pollution)的影响系数。

(二)门槛检验

门槛检验分为两步,第一步是门槛效果检验,第二步是门槛的估计值检验。

第一,确定门槛的个数,进而确定模型形式。依次在不存在门槛、一个门槛和两个门槛的设定下对模型(2)进行估计,得到的F统计量和采用自抽样(Bootstrap)方法得出的P值,见表4。由表4可知,在以国有化为门槛的检验中,工业废水不存在门槛,工业COD存在双重门槛,工业氨氮存在三重门槛。在以污染排放强度为门槛的检验中,工业废水和工业氨氮存在单一门槛,工业COD存在双重门槛。

第二,门槛的估计值检验。门槛的估计值和相应的95%置信区间见表4。由表4可知,在以国有化为门槛的检验中,工业COD的双重门槛分别为7.71和12.61,工业氨氮的三重门槛分别为7.71、12.65和31.72。在以污染排放强度为门槛的检验中,工业废水的单一门槛为8.251,工业COD的双重门槛分别为1.107和15.822,工业氨氮的单一门槛为0.784。

表4 门槛效果检验

门槛类	污染物	门槛数	F值	1%	5%	10%	门槛值	95%置信区间
国有化	工业COD	单一	16.018**	16.786	14.569	13.505	7.710	[4.640,46.410]
		双重	7.196***	5.608	4.329	3.488	12.610	[12.590,14.020]
	工业氨氮	单一	13.764**	18.619	13.243	11.186	7.710	[4.640,8.790]
		双重	7.674***	7.737	5.949	4.484	12.650	[4.640,17.570]
		三重	6.279***	5.861	4.556	3.657	31.720	[31.720,34.450]
污染排放强度	工业废水	单一	41.973***	33.924	26.692	21.809	8.251	[7.525,8.892]
	工业COD	单一	29.111***	25.144	22.069	20.394	1.107	[0.612,5.573]
		双重	1.034**	1.055	0.870	0.775	15.822	[10.286,15.822]
	工业氨氮	单一	51.753***	45.939	40.858	37.235	0.784	[0.784,0.889]

注:P值和临界值均为采用Bootstrap反复抽样300次得到的结果。由于篇幅有限,这里只报告了存在门槛效应的检验结果,略去了不存在门槛效应的检验结果。

利用固定效应模型,采用聚类稳健标准误方法对模型(2)进行回归,结果见表5。

以国有化程度为门槛变量,工业COD、工业氨氮的估计结果表明,国有化比例的提高应该有利于污染排放强度的降低。其中,工业COD的估计结果表明,不同国有化程度下,国有化比例的提高都会降低工业COD排放强度,进而改善环境质量,但弹性分析表明,当国有产值比例低于7.71%时,污染的国有化弹性为-0.238;当国有产值比例介于7.71%~12.61%时,污染的国有化弹性为-0.110;当国有产值比例高于12.61%时,污染的国有化弹性为-0.313。可见,当国有产值比例低于7.71%或高于12.61%时,国有化比例的提高对环境的改善作用更大些,即产权多元化对环境的损害作用更大些;当国有产值比例处于中间水平时,国有化比例的提高对环境的改善作用略小,即产权多元化对环境的损害作用更小些。工业氨氮的估计结果表明,在不同国有化程度下,国有化对环境污染的影响不尽相同。只有当国有产值比例低于12.65%时,国有化程度的提高

才能改善环境质量,产权多元化会恶化环境质量。当国有产值比例高于 12.65%时,国有化的提高对环境的影响并不显著,这部分支持了 Saha(2012)的结论。

表 5 门槛模型的固定效应估计

	国有化程度门槛		污染排放强度门槛		
	工业 COD	工业氨氮	工业废水	工业 COD	工业氨氮
门槛值	7.710 12.610	7.710 12.650 31.720	8.251	1.107 15.822	0.784
国有化程度(SOE) ($thr \leq \gamma_1$)	-0.144* (-2.00)	-0.129* (-2.34)	0.046** (2.42)	0.030* (1.87)	-0.078*** (-4.89)
国有化程度(SOE) ($\gamma_1 < thr \leq \gamma_2$)	-0.048** (-2.88)	-0.062** (-3.58)	-0.060*** (-4.94)	-0.111*** (-4.27)	-0.061*** (-4.61)
国有化程度(SOE) ($\gamma_2 < thr \leq \gamma_3$)	-0.149** (-3.02)	-0.046 (-2.87)		-0.046*** (-4.23)	
国有化程度(SOE) ($thr > \gamma_3$)		-0.022 (-1.29)			
能源消耗强度 (<i>Energy_Intensity</i>)	-0.146** (-3.00)	-0.160** (-2.45)	-0.212** (-2.66)	-0.153** (-2.57)	-0.199** (-2.56)
研发支出(R&D)	-0.047** (-2.78)	-0.045** (-3.02)	-0.085*** (-4.46)	-0.016 (-1.23)	0.018 (0.95)
污染治理设施运行 费用(<i>Fee</i>)	0.211** (2.56)	0.208** (2.70)	0.264** (3.12)	0.226** (2.38)	0.158** (2.43)
污染治理设施数 (<i>Equi</i>)	0.214** (3.23)	0.229** (2.89)	0.290*** (4.60)	0.202** (3.31)	0.462** (2.77)
R ²	0.122	0.122	0.170	0.108	0.253
N	306	306	306	306	306
F 值	171.10	871.01	105.24	91.28	499.23
Hausman 值	19.36	19.09	23.32	12.26	16.82
模型选择	FE	FE	FE	FE	FE

注:系数为标准化系数,括号中为 T 值,常数项的估计结果略去。

以污染排放强度为门槛变量,工业废水、工业 COD 的估计结果类似,与工业氨氮的估计结果有所不同。其中,工业废水的估计结果表明,当工业废水排放强度低于 8.251 吨/亿元时,国有化程度(SOE)的估计系数显著为正,当工业废水排放强度高于 8.251 吨/亿元时,国有化程度(SOE)的估计系数显著为负。不同符号的估计系数表明,当污染排放强度较低时,国有化程度的提高会加重环境污染,产权多元会有助于降低污染排放强度;当污染排放强度较高时,国有化程度的提高会降低污染排放强度,产权多元化不利于缓解环境污染,这验证了 Tsai 等(2016)的理论判断。工业 COD 的估计结果表明,当工业 COD 排放强度低于 1.107 吨/亿元时,国有化程度(SOE)的估计系数显著为正,当工业 COD 排放强度高于 1.107 吨/亿元时,国有化程度(SOE)的估计系数显著为负。这与工业废水的估计结果有些相似,当污染排放强度较低时,产权多元化有助于改善环境,当污染排放强度较高时,提高国有化程度有助于改善环境,进一步验证了 Tsai 等(2016)的理论判

断。工业氨氮的估计结果表明,不论工业氨氮的排放强度高低,国有化程度(SOE)的估计系数都显著为负,即国有比重越高,工业氨氮排放强度越低。样本均值的弹性分析表明,当工业氨氮排放强度低于 0.784 吨/亿元时,污染的国有化弹性为 -0.080 ;当工业氨氮排放强度高于 0.784 吨/亿元时,污染的国有化弹性为 -0.102 ,说明工业氨氮排放强度越高,国有化对环境的改善效果越明显。

综上所述,并不是所有行业的国有化程度提高都有助于改善环境。从国有化程度的门槛看,不论国有化程度处于什么水平,国有化程度的提高都有助于降低工业 COD 排放强度,进而改善环境。但对于工业氨氮的结果却有差异,只有当国有化比重低于 12.65%时,国有化水平的提高才有助于降低工业氨氮排放强度,而当国有化比例高于 12.65%时,国有化与工业氨氮排放强度关系不大。从污染排放强度门槛来看,以工业废水和工业 COD 为例,只有当污染排放强度较低时,产权多元化才有助于降低污染排放强度,代表性行业包括专用设备制造业,电气机械和器材制造业,通用设备制造业,计算机、通信和其他电子设备制造业,橡胶和塑料制品业。而当污染排放强度较高时,国有化才是缓解环境污染的最优选择。换句话说,这些行业的重污染在一定程度上源自私营企业的环保不自律,代表性行业包括造纸及纸制品业,化学纤维制造业,酒、饮料和精制茶制造业,纺织业,有色金属矿采选业。对于工业氨氮来说,不论工业氨氮排放强度处于什么水平,国有化程度的提高都有助于改善环境质量。

五、结论与启示

近年来,工业污染防治取得显著成效,但仍是水污染防治的重要工作内容。以 2014 年为例,工业废水排放量占全部废水排放量的 45%,工业 COD 排放量占全部 COD 排放量的 54%,工业氨氮排放量占全部氨氮排放量的 56%。切实改善环境质量,深入推进工业水污染治理,落实地方政府的环保主体责任,强化排污企业的治污主体责任,需要关注产权多元化与环境污染的关系,不同产权性质的企业有不同的目标、决策方式和风险态度,因而有不同的企业环境行为(Meyer 和 Pac, 2013; Li 和 Chan, 2016; Clò, Ferraris 和 Florio, 2017)。国有经济比重的下降是否使国有企业更加关注经济利润,弱化环保责任,从而加重环境污染? 这一问题的回答,不仅关系到混合所有制改革的方向,更关系到差异化环保政策的制定。

现有文献通过理论模型的推演,发现产权多元化与环境污染之间并非线性关系,却少有研究从实证角度予以验证,本研究利用 2005—2013 年中国 34 个工业行业的面板数据,通过门槛模型检验产权多元化与水环境污染之间是否存在如理论模型所述的非线性数量关系。主要研究发现如下:第一,对产权多元化与工业废水、工业 COD、工业氨氮三种污染物排放强度的影响分析表明,行业国有化程度越高,产权多元化水平越低,污染排放强度越低。反之,行业国有化程度越低,产权多元化水平越高,污染排放强度越高。可见,产权多元化并不利于水污染排放强度的下降,反而会由于产权多元化弱化国有企业的环境保护意识,弱化相关部门对国有企业的约束和监督,使得污染排放强度上升,中国的实证结果并没有支持国外现有研究对于产权多元化与环境污染关系的普遍理论认识,而是得出了相反的结论。第二,以国有化程度和污染排放强度为门槛变量的门槛检验表明,不论国有化程度处于何种水平,国有化程度的提高都有助于水环境改善,只是程度有些差异。当国有化程度偏低或偏高时,国有化对环境的改善效果最为明显,而当国有化程度处于中间水平时,这种效果相对小些。另外,当污染排放强度较低时,产权多元化有助于降低污染排放强度,而当污染排放强度较高时,国有化才是缓解环境污染的最优选择。

由上述研究结论,可以得到如下启示:第一,不同于国外的产权多元化,中国工业行业产权多元化的起点是高国有化比例,不能为了提高国有资本的运行绩效而对工业行业一刀切。除了国有资本的保值增值,国有企业还承担着环境保护等重要的社会责任,环境保护就是其中较为重要的一项(Lee, 2009)。因此,在混合所有制改革进程中,切莫忽略国有企业的环保责任,更不能为了经济保值而放弃生态环境“保值”。不同产权性质的企业有着不同的目标、决策方式和环境行为,造成企业污染物排放总量和强度的巨大差异。因此,需要更丰富、详细的微观研究,识别影响不同产权性质企业环境行为的主要因素,从而为环境政策制定提供更好的支撑。第二,从环境保护的角度看,对于水污染排放强度较高的行业(例如造纸及纸制品业、化学纤维制造业、煤炭开采和洗选业),保持一定程度的国有比例有利无害,而对于污染排放强度较低的行业(例如非金属矿采选业、专业设备制造业、黑色金属矿采选业、橡胶和塑料制品业),产权多元化则是最优选择。因此,在推进“坚决淘汰落后产能、分类化解过剩产能”的过程中,不仅要依法关停环保不达标的落后产能,还应与以混合所有制改革为主的企业产权多元化改革相结合,从产权性质的角度为化解过剩产能提供微观依据。

当然,本研究也存在一些不足。随着产权多元化的深入推进,以及行业总量减排下行业排放标准的提高,一些国有企业纷纷退出高污染行业,这使得我们很难判断产权多元化造成的污染排放强度上升究竟是由国有企业退出引起的,还是由不同产权性质的企业环境行为引起的,这需要对产权多元化与环境污染的内在机理做更细致深入的研究。

参考文献:

1. 陈林、朱卫平:《创新、市场结构与行政进入壁垒——基于中国工业企业数据的熊彼特假说实证检验》,《经济学(季刊)》2011年第2期。
2. 冯俊诚:《所有制、迁移成本与环境管制——来自重庆微观企业的经验证据》,《财贸经济》2017年第4期。
3. 国家统计局课题组:《对国有经济控制力量量化分析》,《统计研究》2001年第1期。
4. 刘小玄:《中国工业企业的所有制结构对效率差异的影响——1995年全国工业企业普查数据的实证分析》,《经济研究》2000年第2期。
5. 龙硕、胡军:《政企合谋视角下的环境污染:理论与实证研究》,《财经研究》2014年第10期。
6. 卢现祥、许晶:《企业所有制结构与区域工业污染——基于我国2003—2009年的省级面板数据研究》,《中南财经政法大学学报》2012年第1期。
7. 盛斌、吕越:《外国直接投资对中国环境的影响——来自工业行业面板数据的实证研究》,《中国社会科学》2012年第4期。
8. 石庆玲、郭峰、陈诗一:《雾霾治理中的“政治性蓝天”——来自中国地方“两会”的证据》,《中国工业经济》2016年第5期。
9. 徐国祥、苏月中:《上海国有经济控制力量定量评估与发展对策研究》,《财经研究》2003年第8期。
10. Bárcena-Ruiz, J. C. & Garzón M. B., Mixed Oligopoly and Environmental Policy. *Spanish Economic Review*, Vol. 8, No. 2, 2006, pp. 139—160.
11. Beladi, H. & Chao, C. C., Does Privatization Improve the Environment? *Economics Letters*, Vol. 93, No. 3, 2006, pp. 343—347.
12. Clò S., Ferraris, M., & Florio, M., Ownership and Environmental Regulation: Evidence from the European Electricity Industry. *Energy Economics*, No. 61, 2017, pp. 298—312.
13. Earnhart, D. & Lizal, L., Direct and Indirect Effects of Ownership on Firm-level Environmental Performance. *Eastern European Economics*, Vol. 45, No. 4, 2007, pp. 66—87.
14. Hansen, B., Threshold Effects in Non-dynamic Panels: Estimation, Testing, and Inference. *Journal of Econometrics*, Vol. 93, No. 2, 1999, pp. 345—368.
15. Kato, K., Optimal Degree of Privatization and the Environmental Problem. *Journal of Economics*, Vol. 110, No. 2, 2013, pp. 165—180.
16. Lee, M. D. P., Does Ownership form Matter for Corporate Social Responsibility? A Longitudinal Comparison of

- Environmental Performance between Public, Private, and Joint-venture Firms. *Business & Society Review*, Vol. 114, No. 4, 2009, pp. 435–456.
17. Li X., & Chan, G. W., Who Pollutes? Ownership Type and Environmental Performance of Chinese Firms. *Journal of Contemporary China*, Vol. 25, No. 98, 2016, pp. 248–263.
18. Meyer A., & Pac, G., Environmental Performance of State-owned and Privatized Eastern European Energy Utilities. *Energy Economics*, No. 36, 2013, pp. 205–214.
19. Otori, S., Environmental Tax, Trade, and Privatization. *The Kyoto Economic Review*, Vol. 73, No. 2, 2004, pp. 109–120.
20. Otori, S., Optimal Environmental Tax and Level of Privatization in an International Duopoly. *Journal of Regulatory Economics*, Vol. 29, No. 2, 2006, pp. 225–233.
21. Pal, R & Saha, B., Pollution Tax, Partial Privatization and Environment. *Resource & Energy Economics*, Vol. 40, No. 5, 2015, pp. 19–35.
22. Saha, B., Does Privatization Improve the Environment? Revisiting the Monopoly Case. *Economics Letters*, Vol. 115, No. 1, 2012, pp. 97–99.
23. Tsai T. H., Wang, C. C., & Chiou, J. R., Can Privatization be a Catalyst for Environmental R&D and Result in a Cleaner Environment? *Resource & Energy Economics*, Vol. 43, No. 2, 2016, pp. 1–13.
24. Wang, H. & Jin, Y., Industrial Ownership and Environmental Performance: Evidence from China. *Environmental & Resource Economics*, Vol. 36, No. 3, 2007, pp. 255–273.
25. Wang, L. F. S. & Wang, J., Environmental Taxes in a Differentiated Mixed Duopoly. *Economic Systems*, Vol. 33, No. 4, 2009, pp. 389–396.
26. Wang, L. F. S., Wang, Y. C., & Zhao, L., Privatization and the Environment in a Mixed Duopoly with Pollution Abatement. *Economics Bulletin*, Vol. 29, No. 4, 2009, pp. 3112–3119.
27. Xu, L., Cho, S., & Lee, S. H., Emission Tax and Optimal Privatization in Cournot-Bertrand Comparison. *Economic Modelling*, Vol. 55, No. 6, 2016, pp. 73–82.

The Threshold Effects of Enterprises' Partial Privatization on Environmental Pollution

DU Wencui (Capital University of Economics and Business, 100070)

NIU Haipeng (Renmin University of China, 100872)

ZHANG Pingdan (Beijing Normal University, 100875)

Abstract: Using industrial panel data of 34 industries from 2005 to 2013 in China, the relationship between partial privatization and water environmental pollution was examined. Overall, the higher the state-owned proportion is, the lower the level of partial privatization is, and the lower the density of water pollution emission will be. The result of threshold effect indicated that, regardless of the state-owned proportion, the increasing of state-owned proportion would be helpful for environmental improvement. The only difference was the degree. When the water pollution density is low, the partial privatization was good for water pollution density reduction. However, when the water pollution density is high, nationalization was the best choice to alleviate environmental pollution. Thus, the environmental protection responsibility of state-owned corporations should not be ignored in the process of reform. Also, we should not give up the ecological environment for economic value.

Keywords: Partial Privatization, Environmental Pollution, Threshold Effect

JEL: Q56, P14, L60

责任编辑:原 宏