

环境治理中地方政府与排污企业的博弈及对策分析

——基于中央政府干预的视角

夏侯佐源, 李师煜*, 邬晨雨, 吕祎伟

江西理工大学理学院, 江西 赣州

Email: 2316400982@qq.com, *lishiyu83@163.com, 1489659622@qq.com, 1181944481@qq.com

收稿日期: 2021年8月6日; 录用日期: 2021年8月18日; 发布日期: 2021年8月25日

摘 要

中国特色社会主义迈入新时代, 推动环境治理, 建设“美丽中国”仍任重道远。本文运用博弈论, 分析了中国式分权背景下地方政府与排污企业关于环境治理的博弈机制, 认为二者具有“共谋”的倾向。在此基础上引入中央政府的干预作用, 建立了中央政府干预前后地方政府与排污企业博弈机制变化的对照研究。研究表明中央政府的干预对打破地方政府与排污企业“共谋”行为起着决定性作用, 能够有效提高社会环境效益。并根据研究结果对中央政府提出环境治理中央集权、细化传统政绩评价体系、完善环境治理监察体系等建议。

关键词

环境治理, 政企共谋, 博弈分析, 对照探究

Analysis of the Game and Countermeasures between Local Governments and Pollutant Discharge Enterprises in Environmental Governance

—Based on the Perspective of Central Government Intervention

Zuoyuan Xiahou, Shiyu Li*, Chenyu Wu, Yiwei Lv

Faculty of Science, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou Jiangxi

*通讯作者。

文章引用: 夏侯佐源, 李师煜, 邬晨雨, 吕祎伟. 环境治理中地方政府与排污企业的博弈及对策分析[J]. 低碳经济, 2021, 10(3): 51-58. DOI: 10.12677/jlce.2021.103007

Abstract

Socialism with Chinese characteristics has entered a new era; promoting environmental governance and building a “beautiful China” still has a long way to go. This article uses game theory to analyze the game mechanism of environmental governance between local governments and pollutant companies under the background of Chinese-style decentralization, and believes that the two have a tendency to “collusion”. On this basis, the intervention of the central government was introduced, and a comparative study of the changes in the game mechanism between local governments and pollutant emission companies before and after the intervention of the central government was established. Studies have shown that the intervention of the central government plays a decisive role in breaking the “collusion” behavior of local governments and pollutant emission companies, and can effectively improve social environmental benefits. Based on the results of the research, suggestions were made to the central government on environmental governance centralization, refinement of the traditional performance evaluation system, and improvement of the environmental governance supervision system.

Keywords

Environmental Governance, Conspiracy between Government and Enterprise, Game Analysis, Comparative Inquiry

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

党的十八大以来,我国制定了《关于构建现代环境治理体系的指导意见》、《农业面源污染治理与监督指导实施方案》等治理方案,提出了建设“美丽中国”的战略目标,逐步构建了以政府主导,企业和民众多方参与的环境治理体系。随着可持续发展战略在全国各地不断贯彻落实,我国的环境治理已取得初步成效。但是由于中央政府对地方政府实施放权管理产生的信息不对称,而地方政府出于政治锦标赛理论的心理预期,比起环境治理更倾向于地区的经济增长,这与排污企业追求利益最大化的目标吻合,在这些相互的博弈关系中使得环境治理问题不断复杂化。

2. 文献综述

关于政府与污染企业之间关于环境治理的策略分析,我国国内已有不少学者做出了探索:曹凌燕[1]在财政分权背景下构建地方政府-企业-社会公众三方演化模型,得出地方政府博弈策略源于对中央政策的相机抉择的结论。滕剑仑、欧阳华[2]基于演化博弈视角探究了中央政府环保约谈对地方政府环境治理效率的影响,发现环保约谈概率越高,地方环境治理水平显著提升。郑敏娜、任广乾[3]则从环保社会组织参与出发,认为环保社会组织以监督方式参与博弈可以推动企业进行绿色创新。曹洪军、蔡学森[4]在地方政府间海洋生态环境治理策略演化模型基础上引入中央政府奖惩机制进行分析。赵保佑[5]强调社

区作为第三方可在政府与污染企业的博弈中发挥均衡作用,迫使三方在生态环境中达到新的平衡,从而改善环境污染。潘峰[6]探讨了在中央政府与地方政府演化博弈策略中相关影响因素,对环境规制问题提出了降低检查成本、加强违规处罚力度的对策。陈晓红[7]借助演化博弈理论分析了双方地方政府及地方政府与企业间的博弈关系,得出严格的环境规制策略和监管机制可以促进企业绿色技术转型。丁涛、李金昊[8]从静态博弈及多阶段动态重复博弈的视角对政府与企业的私人行为选择进行分析,其研究表明收益是影响地方政府与制造业企业决策的关键因素。陈桂生[9]对地方政府与排污企业的纯策略博弈过程分场域进行讨论,并根据不同的结果提出了相应的策略。魏吉华[10]通过分析政府企业博弈过程中的环境治理激励机制,建议政府应当合理运用正负向激励机制,奖罚并用、双管齐下。

通过梳理上述相关文献可知,现有关于对政府与排污企业等主体围绕环境治理的策略分析多以博弈论作为理论基础,且由此发展了“政府-企业”的二元互动、“政府-企业-社会组织”三元相互博弈等研究模型,研究角度刁钻、方法多样,具有极大的借鉴意义。但基于我国“分权式”的管理结构,现有研究中的“政府”主要是指地方政府,较少考虑中央政府的作用机制,因此本研究运用博弈论方法分析地方政府与排污企业的博弈关系,探究中央政府对这一博弈关系实施干预前后对社会生态效益的影响,并根据研究结论就环境治理向中央政府提出相关建议。

3. 地方政府与污染企业关于环境治理的博弈分析

改革开放以来,“中国式分权”划分了中央与地方财权与事权,激发了地方政府发展经济的动力。本应在中央政府主导下呈现主要态势的环境治理,在政治锦标赛考核机制的背景下,逐渐边缘化。作为中央政府委托行使公众权力的“代理人”,地方政府的决策会影响当地的地方经济和社会效益。排污企业根据自身利益做出相应的策略也会对当地的社会效益产生影响。

通过分析中央政府干预“地方政府-排污企业”这个博弈机制可以得知三个主体对环境治理这个目标存在差异:中央政府作为环境治理政策的制定者追求社会生态环境效益,地方政府在“为增长而竞争”的政治锦标赛考核机制下寻求经济与社会效益最大化,而排污企业则是谋求自身利益最大化。

为探究中央政府在地方政府与排污企业博弈中产生的影响,现对地方政府与排污企业的博弈作“对照”研究,令中央政府不进行干预下地方政府与排污企业双方博弈为博弈对照组;令中央政府进行干预后地方政府与排污企业双方博弈分析为博弈实验组。下面分别对对照组和实验组进行分析:

3.1. 博弈机理基本假定

3.1.1. 对照组基本假定

假设地方政府和排污企业都是有限理性。针对企业治污,设地方政府有“监管”和“不监管”两种策略可供选择,若采取“监管”,则需要付出监管成本 G ,若监管到排污企业不治理污染,可获得罚款 A ;若采取“不监管”,由于此时中央政府不参与博弈,地方政府面对上级和社会的压力较小,无需承担监察失职带来的损失。针对环境污染,设排污企业有“治理”和“不治理”两种策略可供选择,若选择“治理”,需要付出治理成本 B ;若选择“不治理”,要承担被地方政府监管并惩罚的风险,假设“不治理”被查处的概率为 p ,有 $0 \leq p \leq 1$,且被查处时需承担的罚款为 A 。假设地方政府选择监管的概率为 r ,排污企业选择治理污染的概率为 θ ,有 $0 \leq r \leq 1$, $0 \leq \theta \leq 1$ 。

3.1.2. 实验组基本假定

中央政府是环境保护政策的制定者和政策实施的监督者,从生态环境的角度出发,更加注重生态环境的效益,谋求社会福利最大化。一旦地方政府与排污企业有利益上的“共谋”,势必会对当地的社会生态造成影响,此时中央政府将会对地方政府与排污企业的博弈机制进行干预:对地方政府而言,若地

方政府对企业排污行为没有监管或者是消极监管，其将受到来自中央政府的问责，迫于上级行政压力不得不承担以往无需承担的监管失职责任；而如果排污企业积极治理污染，创造了较高的环境绩效，最终当地生态环境有很大的改善，地方政府将会得到政绩绩效。对于排污企业，地方政府迫于中央政府的监督为了自身利益将会加大监管力度，同时对监管下企业积极治污的行为给予一定的治污补贴。

基于 3.1.1 中假定的基础上，若排污企业积极治污，使得当地环境治理取得良好成效，将获得地方政府给的污染治理补贴 S ，同时地方政府将获得中央政府提供的政绩绩效 m ，其中 $m > S$ 。

3.2. 博弈策略与纳什均衡

3.2.1. 对照组博弈策略与纳什均衡

由 3.1.1 中假定可得到地方政府与排污企业之间的博弈支付矩阵如表 1 所示：

Table 1. The payment matrix between the local government and the pollutant emission enterprise under the non-intervention of the central government

表 1. 中央政府不干预下地方政府与排污企业间的支付矩阵

地方政府	排污企业	
	治理	不治理
监管	$(-G, -B)$	$(pA - G, -pA)$
不监管	$(0, -B)$	$(0, 0)$

下面从纯策略和混合策略两个角度对表 1 中的两个主体进行分析：

1) 纯策略博弈：当 $pA < G$ 时，根据付出成本相对大小，地方政府倾向于“不监管”，排污企业倾向于不治理，二者有唯一纳什均衡(不监管，不治理)，而这种情况也容易滋生地方政府与排污企业的“共谋”行为，即二者为谋得最大利益进行合作从而做出损害社会生态效益的行为。当 $pA > G$ 时，地方政府无论从自身利益还是社会生态效益都会选择监管，此时若企业支付 $-pA > -B$ ，即企业被罚款数额小于其治污成本时，排污企业选择“不治理”，二者有唯一的纳什均衡(监管，不治理)；当 $-pA < -B$ 时，无纯策略纳什均衡，因此需要分析混合策略下的纳什均衡。

2) 混合策略博弈：当 $-pA < -B$ 时，基于基本假定中的 r 与 θ ，可得地方政府与排污企业混合策略博弈的支付矩阵如表 2：

Table 2. Payment matrix of mixed strategies between local governments and pollutant emission companies under the non-intervention of the central government

表 2. 中央政府不干预下地方政府与排污企业间的混合策略支付矩阵

地方政府	排污企业		
	治理	不治理	概率
监管	$(-G, -B)$	$(pA - G, -pA)$	r
不监管	$(0, -B)$	$(0, 0)$	$1 - r$
概率	θ	$1 - \theta$	

由假设知地方政府的混合策略为 $(r, 1 - r)$ ，排污企业的混合策略为 $(\theta, 1 - \theta)$ ，则地方政府期望效用函数 V_{LG} 与排污企业的期望效用函数 V_B 分别为：

$$V_{LG} = r[-G\theta + (pA - G)(1 - \theta)] = r(pA - G - pA\theta),$$

$$V_B = \theta[-Br - B(1 - r)] + (1 - \theta)(-pA)r = (pAr - B)\theta - pAr,$$

分别对 V_{LG} 、 V_B 关于 r 、 θ 求一阶微分有：

$$\frac{dV_{LG}}{dr} = pA - G - pA\theta,$$

$$\frac{dV_B}{d\theta} = pAr - B,$$

$$\text{令 } \frac{dV_{LG}}{dr} = 0, \frac{dV_B}{d\theta} = 0, \text{ 可求得 } r^* = \frac{B}{pA}, \theta^* = 1 - \frac{G}{pA}.$$

故此时地方政府与排污企业混合策略的纳什均衡为： $(r^*, \theta^*) = \left(\frac{B}{pA}, 1 - \frac{G}{pA}\right)$ 。

3.2.2. 实验组博弈策略与纳什均衡

基于 3.1.2 基本假定可得到在中央政府干预下的地方政府与排污企业的支付矩阵如表 3 所示：

Table 3. Payment matrix of local governments and pollutant emission companies under the intervention of the central government

表 3. 中央政府干预下的地方政府与排污企业的支付矩阵

地方政府	排污企业	
	治理	不治理
监管	$(-G + m - S, S - B)$	$(pA - G, -p(A + B))$
不监管	$(m, S - B)$	$(0, 0)$

仍从纯策略博弈跟混合策略博弈两个角度对地方政府跟排污企业的策略进行分析：

1) 纯策略博弈：

若 $S > B$ ，即政府给的污染补贴大于治理成本，那么地方政府跟排污企业存在唯一的纳什均衡(不监管，治理)，其余情况均无法达到纯策略纳什均衡。下面分析混合策略纳什均衡。

2) 混合策略博弈：

在表 3 基础上考虑地方政府与排污企业的混合策略，已知地方政府选择监管的概率为 r ， $0 \leq r \leq 1$ ；污染企业选择治理污染的概率为 θ ， $0 \leq \theta \leq 1$ ，其混合策略支付矩阵如下表 4：

Table 4. Payment matrix of mixed strategies between local governments and pollutant discharge enterprises under the intervention of the central government

表 4. 中央政府干预下地方政府与排污企业间的混合策略支付矩阵

地方政府	排污企业		概率
	治理	不治理	
监管	$(-G + m - S, S - B)$	$(pA - G, -p(A + B))$	r
不监管	$(m, S - B)$	$(0, 0)$	$1 - r$
概率	θ	$1 - \theta$	

已知地方政府的混合策略为 $(r, 1-r)$ ，排污企业的混合策略为 $(\theta, 1-\theta)$ ，则在中央政府干预下地方政府期望效用函数 E_{LG} 与排污企业的期望效用函数 E_B 分别为：

$$\begin{aligned} E_{LG} &= r[\theta(-G+m-S)+(1-\theta)(pA-G)]+(1-r)\theta m \\ &= r[pA-G-(pA+S)\theta]+\theta m \\ E_B &= \theta[r(S-B)-(1-r)(S-B)]+(1-\theta)(-pr)(A+B) \\ &= \theta[S-B+pr(A+B)]-pr(A+B) \end{aligned}$$

分别对 E_{LG} 、 E_B 关于 r 、 θ 求一阶微分有：

$$\begin{aligned} \frac{dE_{LG}}{dr} &= pA-G-\theta(pA+S), \\ \frac{dE_B}{d\theta} &= pr(A+B)+S-B, \end{aligned}$$

$$\text{令 } \frac{dE_{LG}}{dr} = 0, \frac{dE_B}{d\theta} = 0, \text{ 可求得 } r^* = \frac{B-S}{p(A+B)}, \theta^* = 1 - \frac{G+S}{pA+S}.$$

即中央政府干预下的地方政府与排污企业的混合策略纳什均衡是：

$$(r^*, \theta^*) = \left(\frac{B-S}{p(A+B)}, 1 - \frac{G+S}{pA+S} \right).$$

3.3. 地方政府与排污企业的行为选择分析

3.3.1. 对照组中地方政府与排污企业的行为选择分析

首先考虑中央政府在地方政府与排污企业的博弈中不发挥作用：对于地方政府，其博弈对手采取“治理”时的概率受 G 、 p 、 A 三个因素影响，假定其他因素不变的前提下，可通过改变这三个中的某一因素判断对方的选择从而获得更高的效益：首先是降低政府监管成本 G ，这就意味着需要地方政府加速对污染监管方面的改革，发掘更多监管形式或者对检举不良行为给予奖励以提高监管的效率，这样在降低成本的同时也可以提高企业治污的概率。其次是提高企业选择“不治理”时被政府发现查处的概率 p ，显然 p 代表了地方政府对监管污染的実施力度和对追求社会生态效益的内在动力，地方政府加大监管力度使排污企业提高治污概率，降低自身选择“监管”的概率，减少监管成本的可能支出，因此地方政府应该提高监管能力。最后是提高对排污企业逃避治污时的罚款 A ，加强惩罚力度。当 A 提高时，排污企业“不治理”将给企业带来更高的成本，同时 p 的提高也会使得此类行为无所遁形，那么企业将会倾向于执行“治理”的策略。与此同时， A 的提高也会降低政府监管概率，使政府获得更大的效益。但是，政府监管能力在短时间内很难有大的突破，同时地方官员在区域经济发展目标的内在要求驱动和以GDP为主要考核指标的体制下具有强烈推动当地经济增长的愿望[11]，加上企业对GDP增长贡献大，使得地方政府与排污企业“共谋”的概率激增，使得处于博弈弱势地位的民众边缘化加剧，增加了社会生态效益受损的可能性。

对于污染企业，在与地方政府博弈过程中，为自身利益最大化只有一个途径，那就是降低自身污染治理成本 B ，通过降低 B 可使地方政府监管概率 $r^* = \frac{B}{pA}$ 降低，也即企业应当加大资源技术创新投入，提高资源生产力，进行污染治理技术突破，从污染源头和治理两个方向降低污染治理成本。但是由于地方政府“监管”失职的有限影响和寻求当地经济增长的目标驱动下，对排污企业的监管也会放松，以致企

业具备减少排污成本、减低污染排放标准甚至逃避治理责任的倾向性，进一步提高了“共谋”的概率，最终使得社会生态效益受损。

综合分析对照组中地方政府与排污企业的博弈模型可知：缺乏中央政府的干预，基于有限理性的假设，地方政府和排污企业很大可能会产生“共谋”行为，从而最终导致中央政府的环保政策无法被落实，污染问题无法得到改善。下面分析中央政府进行干预下的实验组博弈机制。

3.3.2. 实验组中地方政府与排污企业的行为选择分析

对于地方政府而言，作为博弈对手的排污企业采取“治理”的概率由最初的 $1 - \frac{G}{pA}$ 变为 $1 - \frac{G+S}{p'A'+S}$ ，

在所有因素不变的情况下 S 的引入会导致排污企业“治理”的倾向性降低，但是在中央政府干预下，地方政府迫于行政压力将会加大监管力度，具体体现在完善监管措施以提高发现排污企业“不治理”的概率 p 和对该行为的处罚额 A ，考虑到中央政府整治环境问题的决心和问责力度， pA 激增为 $p'A'$ ，同时政府仍可提高监管效率降低监管成本 G ，最终使得排污企业“治理”的概率提高而地方政府实施“监管”的倾向将会降低，从而达到地方政府的最优策略。

其次，对于排污企业而言，中央政府实施干预后地方政府采取“监管”策略的概率由开始的 $\frac{B}{pA}$ 变为 $\frac{B-S}{p'(A'+B)}$ ，已知 p', A' 增大，因此企业只能通过减小治理成本 B 来降低地方政府监管概率，这将迫使企业推动排污治污技术改革来得到最优策略。

3.3.3. 中央政府干预的影响机制及结果

在作为外部因素的中央政府的干预下，原本地方政府与排污企业的博弈格局以及采取的博弈策略都相应发生变化：原本处于博弈强势地位的地方政府面临更强势的中央政府的监督，监管失职的问责使得地方政府提高监管的动力，这是干预下的直接影响。中央政府虽不能直接影响排污企业，但是增大对地方政府监管不当的问责，间接增加了排污企业治理污染的压力，这是干预下的间接影响。因此，中央政府的干预能打破原本的“共谋”倾向，提高当地政府的监管效率和推动排污企业积极治污，有效提高污染治理的效率和社会生态效益。

4. 结论与建议

本文运用博弈理论，以中央政府进行干预作为影响因素对地方政府与排污企业关于环境治理的博弈策略进行对照探究，并得出下列结论：

第一，在中央政府不发挥作用时，地方政府基于发展当地经济的内在动力与排污企业的追求利益最大化达成共识，为二者牺牲生态效益换取经济增长的“共谋”行为提供了动机，在这种动机诱导下地方政府对企业的排污治污行为消极监管，监管方消极的管理促使企业想要牟利的动机增加，最终会导致中央政府关于环境治理的政策落实不到位，极大地破坏了社会生态环境。第二，在中央政府对地方政府与排污企业的博弈施加影响后，地方政府受到上级政府的监督，迫于问责的行政压力，其寻求经济与社会效益最大化的目标转变为提高社会生态效益，因此地方政府会加大企业污染环境行为的监管力度和惩罚力度。地方政府的选择使得企业倾向选择对污染进行“治理”的策略，这个博弈策略的采取会反向推动政府降低监管的概率，减少监管成本的可能性支出。同时污染被治理使得地方政府与排污企业获得一定程度上的奖励，中央政府虽然付出了绩效奖励，但也达到了其追求社会效益最大化的目的，由此三者都达到了自己的最优策略。

基于上述分析和结论关于环境治理对中央政府提出以下几点建议：

1) 实行环境管理中央集权，构建“中央主导－地方监管－企业执行”的环境治理体系，完善“胡萝卜+大棒”奖罚制度。通过研究发现早期的分权式管理结合大力发展经济的阶段性特征使得地方政府在促进当地经济发展的基础上与排污企业达成“共谋”，使得社会环境效益受损。在中央政府干预后地方政府和排污企业混合策略博弈达到纳什均衡表明中央政府采取“大棒加胡萝卜”的激励机制对打破地方政府与排污企业“共谋”倾向有显著作用。因此，中央政府应当加强完善对环境污染行为追责惩处的“大棒”和对治理污染进行鼓励补贴的“胡萝卜”的激励体系。

2) 细化传统的政绩评价体制，将更多元因素纳入地方政府绩效考核体系。晋升考评体制应当降低传统 GDP 的权重，同时纳入产业创新、社会生态、绿色 GDP 等环保指标[12]，促使地方政府产生严格监管的外部压力和激发提高生态效益的内生动力。

3) 完善关于对地方履职和企业治污的监察体系，引导社会进行第三方监督。现有制度下地方政府是否严格按照中央政府的要求进行监管和排污企业是否严格依据排污标准进行治理等信息都是未公开的，由此产生的信息不对称会弱化中央政府所获取信息的真实性，因此要加快健全生态环境的监管体系进程，同时积极引导公众、社会媒体和环保部门等第三方充分发挥监督作用，为中央政府监察破坏环境的不法行为提供有力保障。

4) 提供污染治理补贴，鼓励排污企业进行治污技术创新。中央政府可以设立治污专项资金用以企业进行资源技术创新，提高资源生产力，实现污染治理技术突破。资源利用率的提高和治污成本的降低能极大提高企业进行污染治理的概率，使得污染排放问题得到有效改善。

基金项目

国家级大学生创新创业训练计划项目(202010407038)；国家自然科学基金项目(11801238)；江西理工大学本科教学工程项目(XZG-16-01-05)。

参考文献

- [1] 曹凌燕. 演化博弈视角下的城市空气污染地方治理研究[J]. 统计与信息论坛, 2021, 36(4): 72-83.
- [2] 滕剑仑, 欧阳华. 演化博弈分析视角下环保约谈对地方政府环境治理效率的影响研究[J]. 广西财经学院学报, 2021, 34(3): 72-84.
- [3] 郑敏娜, 任广乾. 企业绿色创新行为的演化博弈分析——基于环保社会组织参与的视角[J]. 运筹与管理, 2021, 30(3): 15-21.
- [4] 曹洪军, 蔡学森. 地方政府海洋生态环境治理策略选择的演化博弈分析[J]. 中国渔业经济, 2021, 39(1): 22-30.
- [5] 赵保佑, 宋今. 社区参与污染治理博弈的作用机理及政策取向[J]. 中州学刊, 2014(5): 92-96.
- [6] 潘峰, 西宝, 王琳. 环境规制中地方政府与中央政府的演化博弈分析[J]. 运筹与管理, 2015, 24(3): 88-93+204.
- [7] 陈晓红, 王钰, 李喜华. 环境规制下区域间企业绿色技术转型策略演化稳定性研究[J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(7): 1732-1749.
- [8] 丁涛, 李金昊. 污染治理视角下的政府与企业双主体互动博弈行为研究[J]. 山西高等学校社会科学学报, 2020, 32(10): 44-49.
- [9] 陈桂生, 杨静. 地方政府与企业治污的互动博弈及其政策选择[J]. 理论导刊, 2016(6): 28-32.
- [10] 魏吉华. 基于政府企业博弈分析的环境治理激励机制设计[J]. 湖北经济学院学报, 2016, 14(2): 81-86.
- [11] 张长青, 陈东旭, 李晓亮. 中央政府与地方政府在耕地保护中的演化博弈[J]. 商业研究, 2016(11): 151-157.
- [12] 谢家智, 何雯好. 中国式分权与经济增长方式: 影响机理与路径[J]. 商业研究, 2021(4): 98-109.