

流域水污染防治利益主体博弈分析

罗文兵^{1,2}, 王 妍^{1,2}, 汪 立^{1,2}

(1. 湖南科技大学商学院, 湖南湘潭 411201; 2. 湖南科技大学两型社会与生态文明协同创新中心, 湖南湘潭 411201)

摘 要:通过构建跨区域水污染防治的 3 个相邻地区博弈模型及区域内水污染防治的政府监管与排污企业博弈模型,深入分析了流域水污染防治各利益主体的博弈及最优策略选择,提出建立流域水污染物排放总量控制与分配机制、流域水污染防治的公众参与制度和长效环境经济政策,加强流域水污染防治。

关键词:流域水污染防治;利益主体;博弈

中图分类号:D912.6

文献标志码:A

文章编号:1671-4970(2015)06-0072-06

近年来,中央和地方政府在流域水污染防治方面做出了巨大努力,国家“水体污染控制与治理”科技重大专项也于 2009 年 2 月 20 日正式实施,但我国流域的水质并未获得实质性改善,流域水污染治理难以见成效。2013 年《中国环境状况公报》披露:长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河、浙闽片河流、西南诸河和内陆诸河等十大水系 469 个国控断面中,I~III 类、IV~V 类和劣 V 类水质的断面比例分别为 71.7%、19.3%和 9.0%。在监测的 61 个湖泊(水库)中,富营养化状态的湖泊(水库)占 27.8%,其中,轻度富营养状态和中度富营养状态的湖泊(水库)比例分别为 26.2%和 1.6%。在监测的 200 个城市 4 778 个地下水监测点位中,较差-极差水质的监测点比例为 59.6%^[1]。《新华网》披露记者从国家海洋局获悉的信息:“2013 年上半年,对 71 条入海河流监测断面水质状况的监测评价结果表明,12 条入海河流监测断面水质为 IV 类、V 类,而监测断面水质为劣 V 类水质的入海河流有 50 条,比例高达近七成^[2]。”通过梳理各国现有水质管理制度变迁的理论与实践,发现流域水污染防治制度变迁的动力源于利益主体的相互作用力。如国际上比较成功的流域水污染防治制度有欧盟的《水框架指令》、美国水环境战略与政策体系和德国的分流域立体化水环境管理模式,典型流域水质目标管理案例樱桃溪流域和长岛湾流域等^[3]。相比之下,我国流域水污染防治制度存在两大问题:①我

国流域现行水污染防治制度不是一种基于流域水质目标管理的水污染防治模式;②以行政区域为基本单位的水质管理体系无法解决日益严重的行政跨界污染纠纷问题,从而表现出与未来水质管理要求不相适应的缺点^[4]。因此,综合分析流域水污染防治利益主体的相互作用力,对推动和完善我国基于流域水质目标管理的跨区域水污染防治制度具有重要的意义。

国外学者尝试采用基于博弈的多种方法研究跨界水污染。George^[5]运用博弈论对美墨边境跨界水资源管理进行了研究;Linda^[6]通过 3 个仿真情境模型分析跨界水机构是如何影响跨界水污染管理的主权国家,在水污染治理成本、水资源监控责任和污染控制等方面做出正式的决策;Charlotte^[7]运用交易成本方法探讨了跨界水资源条约中的冲突解决的谈判协商机制等。国内大部分学者认为粗放型经济增长方式、管理体制障碍和制度不完善等是流域水污染治理难的主要成因。刘起方等^[8]运用进化博弈理论分析了流域治理中管理者和排污企业基于利益因素的动态博弈特征,结果表明,只有考虑基层政府的利益机制、适当的配套投入以及纳入政绩考核体系才能有效推动流域水污染治理;李胜等^[9]通过对流域水污染治理政策博弈的动因分析,发现政府间利益冲突的显性化,流域功能区划的不完善,流域资源的准公共产品性质以及环境法治有效性的不足等原因造成了在流域治理中的政策博弈;赖苹等^[10]运

收稿日期:2015-06-23

基金项目:教育部人文社会科学规划基金项目(14YJA630039);湖南省哲学社会科学基金一般项目(14YBA169)

作者简介:罗文兵(1978—),女,湖南湘乡人,副教授,博士研究生,从事资源环境管理研究。

用合作博弈理论,针对流域水污染治理的成本分摊问题构成本分摊博弈;李胜等^[11]运用博弈理论对流域污染治理中中央政府和地方政府之间的信号传递博弈,以及流域上下游地方政府之间的污染治理博弈进行了分析,结果表明,在区域利益、信息不对称和缺乏激励机制的影响下,地方政府很难真正履行中央政府的治理政策,而污染外部性和利益冲突则使各行政区之间难以达成合作治理;李正升等^[12]应用双重博弈竞争模型分析了中央和地方政府间、同级地方政府间博弈竞争在越界流域水污染治理中的策略性行为,结果发现地方政府对辖区流域水污染治理的概率取决于中央政府的监管成本和处罚力度,而在缺乏有效监督和处罚的情况下,地方政府的“理性”选择不治理,地方政府间的“囚徒困境”导致流域水污染越来越严重。这些研究成果为流域水污染治理提供了有力的理论参考,但已有研究基本都是从上下游来分析,少有以流域中3个相邻地区为研究对象。鉴于此,笔者从我国实现流域水质目标管理出发,通过构建跨区域水污染防治的3个相邻地区博弈模型及区域内水污染防治的政府监管与排污企业博弈模型,深入分析利益主体博弈对流域水污染防治制度的影响,为防治流域水污染提供借鉴。

一、流域水污染防治相邻地区博弈分析

由于流域途经不同的行政区域,一般而言,第*i*地区的水质是通过前*i*-1个地区累积形成的,即上游地区对下游地区的水质产生序贯影响。上游先做出排出多少污水的选择,下游再根据上游的选择来选择。通过建立跨区域水污染防治的3个相邻地区博弈模型,分析不同区域间利益主体的策略选择。基本假设如下:

1) 同一流域途径不同的行政区域(*i*),不同的行政区域进行跨界断面水质监测。把流域划分为上游地区、中游地区和下游地区($\lambda_i(i=1,2,3)$;分别表示上、中、下地区),把上下游之外的流域统称为中游地区。不同区域横截面水质超标的可能性为 $\lambda_i(i=1,2,3)$ 。

2) 本地政府代表本地公众的利益,由本地政府代表区域间博弈的主体。实行*i*地区政府对*i*-1地区流经本区域截面水质进行监测,即中游地区对上游地区流经本区域的截面水质进行监测,下游地区对中游地区流经本区域的截面水质进行监测,如果水质超标则进行罚款,相应的罚款为 F_{21} 和 F_{32} 。流域管理委员会对下游地区截面水质进行最终监测,如果水质超标则进行罚款,罚款为 F 。

3) 同一行政区域内的本地政府具有对本地企业进行监管或不监管两种策略选择,监管的成本为 $C_i(i=1,2,3)$,在本地政府监管的情况下,本地企业排污超标的可能性为 P_i ,不超标的可能性则为 $1-P_i$;在本地政府不监管的情况下,本地企业排污超标的可能性为 P'_i ,不超标的可能性则为 $1-P'_i$,显然 $P'_i > P_i$ 。如果本地企业排污超标,本地政府则对其进行罚款,罚款金额为 $F_i(i=1,2,3)$ 。

4) 本地企业的经济收益 $R_i(i=1,2,3)$ 取决于自身的产量 Q_i ,即 $R_i = R(Q_i)$,且污染的排放量和产量正相关。本地政府的监管和不监管行为对企业的产量具有直接的影响,进一步假设 R_i 为本地政府监管情况下本地企业的收益, R'_i 为本地政府不监管情况下本地企业的收益,显然 $R'_i > R_i$ 。同时,本地政府的直接好处是得到本地企业的税收 $T_i(i=1,2,3)$,其为产量的 Q_i 的函数,即 $T_i = T(Q_i)$,进一步假设 T_i 为本地政府监管情况下的税收, T'_i 为本地政府不监管情况下的税收,显然 $T'_i > T_i$ 。

5) 本地的公众以及非政府组织、学术界、职业界同样对本地政府和本地企业产生影响。如果本地水质污染严重,本地政府和本地企业将会面临公众及相关利益主体的指责和上访的压力,为此,笔者把本地政府因水质污染超标而带来公众的指责、仕途受到影响等造成的损失称为政治成本,记为 $H_i(i=1,2,3)$;笔者把本地企业因放任污染而带来的口碑变差、竞争力丧失等损失称为荣誉成本,记为 $h_i(i=1,2,3)$ 。且本地公众以及非政府组织、学术界、职业界仅把水质是否超标作为判断本地政府是否监管、本地企业是否治污的标准。

综合以上分析,笔者构建出跨区域水污染防治的3个相邻地区博弈模型,括号内公式代表本地政府的收益,具体如图1。

为进一步分析跨区域不同政府之间的策略选择,笔者假设本地政府实施监管与不监管情况下的期望收益分别为 U_{gi}^y 、 $U_{gi}^n(i=1,2,3)$ 。在达到混合策略纳什均衡时,各区域的本地政府实施监管与不监管的期望收益应相等,即 $U_{gi}^y = U_{gi}^n$ 。不同区域本地政府策略选择如下。

上游政府的均衡策略选择:

$$U_{g1}^y = P_1(T_1 + F_1 - H_1 - C_1 - F_{21}) + (1 - P_1)(T'_1 - C_1) \quad (1)$$

$$U_{g2}^n = P'_1(T_1 - H_1 - T_{21}) + (1 - P'_1)T'_1 \quad (2)$$

若 $U_{g1}^y > U_{g1}^n$,则上游政府选择监管,反之选择不监管。

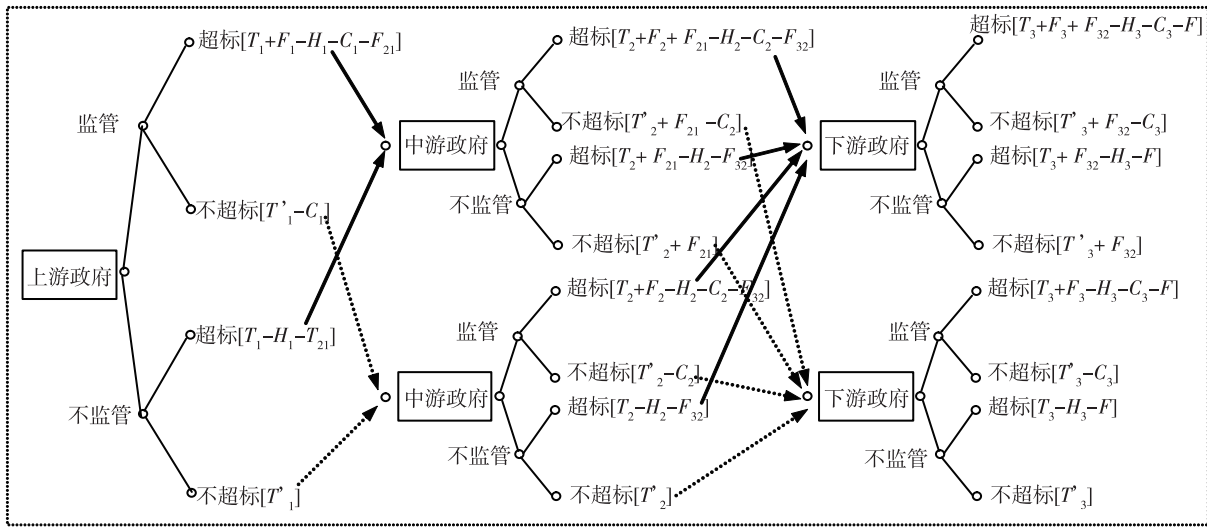


图1 流域水污染防治的3个相邻地区博弈分析

中游政府的策略均衡选择:

$$U_{g2}^y = \lambda_1 [P_2(T_2 + F_2 + F_{21} - H_2 - C_2 - F_{32}) + (1 - P_2)(T_2' + F_{21} - C_2)] + (1 - \lambda_1) [P_2(T_2 + F_2 - H_2 - C_2 - F_{32}) + (1 - P_2)(T_2' - C_2)] \quad (3)$$

$$U_{g2}^n = \lambda_1 [P_2'(T_2 + F_{21} - H_2 - F_{32}) + (1 - P_2')(T_2' + F_{21})] + (1 - \lambda_2) [P_2'(T_2 - H_2 - F_{32}) + (1 - P_2')T_2'] \quad (4)$$

若 $U_{g2}^y > U_{g2}^n$, 则中游政府选择监管, 反之, 选择不监管。

下游政府的策略均衡选择:

$$U_{g3}^y = \lambda_2 [P_3(T_3 + F_3 + F_{32} - H_3 - C_3 - F) + (1 - P_3)(T_3' + F_{32} - C_3)] + (1 - \lambda_2) [P_3(T_3 + F_3 - H_3 - C_3 - F) + (1 - P_3)(T_3' - C_3)] \quad (5)$$

$$U_{g3}^n = \lambda_2 [P_3'(T_3 + F_{32} - H_3 - C_3 - F) + (1 - P_3')(T_3' + F_{32})] + (1 - \lambda_2) [P_3'(T_3 - H_3 - F) + (1 - P_3')T_3'] \quad (6)$$

若 $U_{g3}^y > U_{g3}^n$, 则下游政府选择监管, 反之, 选择不监管。

综合上述分析, 各个行政区域政府的策略均衡表达式归纳为:

$$U_{gi} = U_{gi}^y - U_{gi}^n = (P_i' - P_i)(T_i' - T_i) + (P_i' - P_i)H_i + (P_i' - P_i)F_{i+1,i} + P_i F_i - C_i \quad (7)$$

因 $P_i' > P_i$, 则 $P_i' - P_i > 0$ 。那么 U_{gi} 与 $T_i' - T_i$, H_i , $F_{i+1,i}$ 正相关, 即增加地区 i 内排污超标与否的企业税收差额, 增强地区 i 的公众以及非政府组织对政府的影响, 加大地区 $i+1$ 对地区 i 的排污超标罚款, 都会增强地区 i 政府加强对本地企业排污监管的意愿。同时, 增加地区 i 对本地企业的排污超标罚款, 降低自身监管成本也会增强政府选择监管的可能性。

二、流域水污染防治的区域内政府监管与排污企业博弈分析

实现流域水污染防治, 不仅取决于跨流域不同区域政府之间的均衡策略选择, 同时也与区域内政府和企业策略选择相关。本地政府监管和本地企业污染与否的策略选择将决定水污染防治目标的实现。

1. 流域水污染防治的政府监管与排污企业一般均衡分析

构建区域内水污染防治的政府监管与企业污染的博弈模型, 引入排污权交易制度, 系统分析同一流域内利益主体(本地政府、本地企业和本地公众及非政府组织)的均衡策略选择。假设如下:

(1) 利益主体间的策略选择

利益主体主要有本地政府、本地企业和本地公众(即非政府组织), 其中本地政府的策略选择可以分为对本地企业排污进行监管和不监管, 本地企业的策略选择可以分为排污超标和排污不超标, 本地公众及其学术界、职业界等非政府组织仅把本区域水质是否超标作为评价本地政府和企业的行为好坏的标准, 如果水质超标, 他们则认为本地政府不监管, 本地企业排污超标, 则对本地政府和企业进行指责和上访, 影响其行为选择。

(2) 本地政府与企业的收益来源

本地政府的收益取决于本地企业的税收 T_i 、本地企业排污超标的罚款 F_i 、本地公众及非政府组织产生的政治成本 H_i 、对本地企业排污的监管成本 C_i 以及因水质超标而面临下游地区政府的罚款 $F_{i+1,i}$ 。本地企业的收益取决于销售收入 R_i 、超标罚款 F_i 、本地公众及非政府组织产生的荣誉成本 h_i 和排污基准线内的空余排污权交易收入 J 。

(3) 本地政府监管对本地企业排污策略的影响

本地政府监管的可能性为 α , 则不监管的可能性为 $(1 - \alpha)$; 本地企业排污超标的可能性为 β , 则不超标的可能性为 $(1 - \beta)$ 。

综合以上分析, 笔者得出区域内水污染防治的政府监管与企业排污博弈矩阵, 括号内公式前者代表本地企业的收益, 后者代表的本地政府收益 (表 1)。

表 1 区域内水污染防治的政府监管与企业污染的博弈分析

本地企业	本地政府	
	监管	不监管
超标	$[R_i - F_i - h_i, T_i + F_i - H_i - C_i - F_{i+1,i}]$	$[R_i - h_i, T_i - H_i - F_{i+1,i}]$
不超标	$[R_i' + J, T_i' - C_i]$	$[R_i' + J, T_i']$

为进一步分析区域内政府和企业的策略选择, 笔者假设本地政府实施监管与不监管情况下的期望收益为 U_{gi}^y 、 U_{gi}^n ($i=1,2,3$), 企业排污超标与不超标的期望收益为 U_{ei}^y 、 U_{ei}^n ($i=1,2,3$)。在达到混合策略纳什均衡时, 区域内的本地政府实施监管与不监管的期望收益应相等, 本地企业排污超标与不超标的期望收益也应相等, 即 $U_{gi}^y = U_{gi}^n$ 、 $U_{ei}^y = U_{ei}^n$ 。区域内本地政府和本地企业策略选择推导如下。

本地政府的策略均衡选择:

$$U_{gi}^y = \alpha(T_i + F_i - H_i - C_i - F_{i+1,i}) + (1 - \alpha)(T_i' - C_i) \quad (8)$$

$$U_{gi}^n = \alpha(T_i - H_i - F_{i+1,i}) + (1 - \alpha)T_i' \quad (9)$$

当 $U_{gi}^y = U_{gi}^n$ 时, 可得 $\alpha = C_i/F_i$

本地企业的策略均衡选择:

$$U_{ei}^y = \beta(R_i - F_i - h_i) + (1 - \beta)(R_i' - h_i) \quad (10)$$

$$U_{ei}^n = \beta(R_i' + J) + (1 - \beta)(R_i' + J) \quad (11)$$

当 $U_{ei}^y = U_{ei}^n$ 时, 可得 $\beta = (R_i - R_i' - h_i - J)/F_i$

博弈的混合策略解为:

当 $\alpha \in (C_i/F_i, 1]$ 时, 本地政府的最优选择是监管; 当 $\alpha \in (0, C_i/F_i]$ 时, 本地政府的最优选择是不监管。当 $\beta \in (\frac{R_i - R_i' - h_i - J}{F_i}, 1]$ 时, 本地企业的最优选择是不污染; 当 $\beta \in (0, \frac{R_i - R_i' - h_i - J}{F_i}]$ 时, 本地企业的最优选择是污染。当 C_i 越小, F_i 越大, α 越大, 即减小本地政府的监管成本, 增加本地企业排污超标的罚款, 本地政府监管的可能性越大, 反之亦然。同时, h_i 越大, J 越大, F_i 越大, β 越大, 即增加本地企业的荣誉损失成本, 增加本地企业的排污权交易收入, 加大大地企业的排污超标处罚, 会降低本地企业排污超标的可能性。

2. 流域水污染防治的政府监管与排污企业动态均衡分析

构建一个本地企业排污超标的可能性 β 大小与政府期望收益的关系。将式 (8) $U_{gi}^y = \alpha(T_i + F_i - H_i - C_i - F_{i+1,i}) + (1 - \alpha)(T_i' - C_i)$ 转换到图形上, 得到直线 AB (图 3), 其中 A 点表示企业排污不超标的条件下政府进行监管的收益, 其为 $T_i' - C_i$; B 点表示企业排污超标的情况下政府进行监管的收益, 其为 $T_i + F_i - H_i - C_i - F_{i+1,i}$, 直线 AB 直观地描述了政府监管收益与企业排污超标概率之间的关系。同样, 将式 (9) $U_{gi}^n = \alpha(T_i - H_i - F_{i+1,i}) + (1 - \alpha)T_i'$ 转换到图形上, 得到直线 CD (图 2), 其中 C 点表示企业排污不超标情况下政府不监管的收益, 其为 T_i' , D 点表示企业排污超标情况下政府不监管的收益, 其为 $T_i - H_i - F_{i+1,i}$, 直线 CD 描述的是政府实施不监管的收益与企业排污超标可能性之间的关系。两条收益线 AB 与 CD 的交点 E 意味着政府监管与不监管的期望收益没有差别, 则表明了政府达到了最优的均衡状态。在该处对应的 β^* 即为企业最优排污超标的概率, 其大小为 C_i/F_i 。

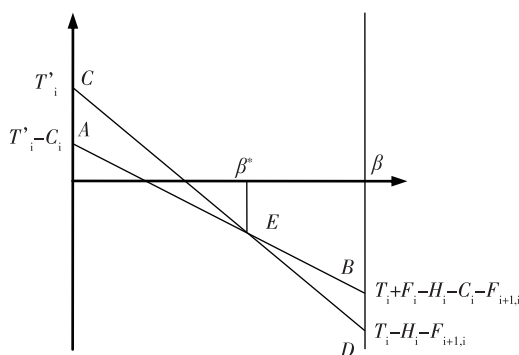


图 2 政府策略下企业排污超标概率

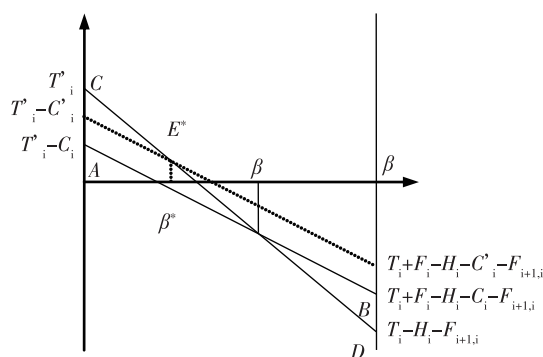


图 3 降低监管成本 C 时的均衡

综上所述, 可以清楚发现政府与企业达到最大期望收益实现均衡的过程。进一步分析降低政府监管成本、增加对排污超标企业的罚款、增加政府的政治成本与下游地区的罚款等因素对均衡状态 E 的影响。

(1) 降低政府监管成本 C_i

政府监管成本 C_i 的降低, 在图形上体现为政府

监管收益线 U_{gi}^y 向上平移(图4),均衡点 E 也相应地向左移动,新的均衡点的纵向坐标值变大,表明政府监管的收益增加,政府加强监管的意愿也增强。同时,随着政府加强监管会致使企业污染收益下降,企业会减少排污超标的可能性,政府也会随之降低监管程度,如此动态博弈,最终达到新的均衡点 E^* ,此时 $\beta^* < \beta$,表明政府监管成本的降低促使企业减少排污。

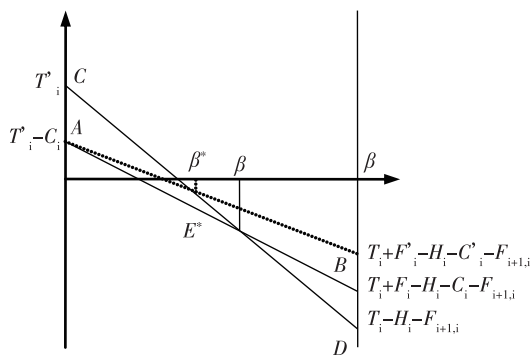


图4 增加处罚 F 时的均衡

(2) 增加对排污超标企业的罚款 F_i

如果企业排污超标面临的罚款增加,在图形上体现为政府监管收益线 U_{gi}^y 绕左端点逆时针转动(图5)。在这种情况下,政府监管收益增加会加强政府对企业监管的意愿。同时,随着政府监管的加强,企业进行排污超标生产的收益会降低,企业则会降低排污。如此不断博弈,最终将达到新的均衡点 E^* ,此时 $\beta^* < \beta$,表明增加政府对排污超标企业的处罚会促使达到企业减少排污。

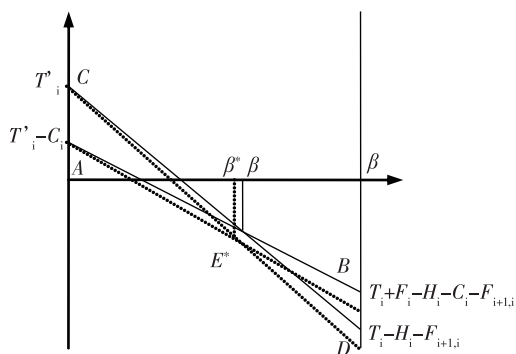


图5 增加政府的政治成本 H 和下游地区的罚款

(3) 增加政府的政治成本 H_i 和下游地区对本区域排污超标的罚款 $F_{i+1,i}$

随着政府的政治成本 H_i 和下游地区对本区域排污超标的罚款 $F_{i+1,i}$ 的增加,在图形上体现为政府的两条收益曲线分别绕左端点逆时针旋转(图7)。达到新的均衡点 E^* ,此时 $\beta^* < \beta$,表明增加政府的政治成本和下游地区对本区域排污超标的罚款会降低企业排污超标的可能性。

三、结论和建议

通过构建跨区域水污染防治的相邻地区博弈模型及区域内水污染防治的政府监管与排污企业博弈模型,分析了流域水污染防治的利益主体博弈与策略选择对流域水质目标管理制度变迁的影响。当刺激因素(例如水污染)发生时,社会公众及其代表将会有着强烈的意愿要求流域水质目标管理制度进行变革。在新的水质目标管理制度下,社会公众的预期收益将会大于制度变迁所带来的成本。社会公众会积极地通过自己的行为来影响其他利益主体的行为选择,例如社会公众会通过上访和指责对本地政府和排污超标企业进行施压,要求信息公开或被告知权,从而推动流域水质目标管理制度的变革;学术界则通过相关理论研究和具体实践调查,为新的制度设计提供理论依据和变革方向;职业界则通过岗位经验总结与交流,为制度变迁提供经验基础;同时,流域水污染防治制度变迁将会给一些政府和官员带来发展和晋升的机遇,或在短期内也影响部分政府和官员的利益,支持或阻碍新制度变迁的进程。因此,流域水污染防治制度变迁是每一个利益主体博弈合力的结果。而每个利益主体的作用力取决于两个方面:一是“意愿”,这往往由该利益主体在新制度体系下的预期成本收益决定,当其预期成本小于预期收益,利益主体的意愿就强烈,反之将越弱;二是“能力”,这往往是由该利益主体的自身特征以及流域水污染防治制度变迁的制度环境因素共同决定。

对此,提出加强我国流域水污染防治的主要建议。

1. 建立并完善流域水污染物排放总量控制与分配机制

目前跨界流域水污染联合防治机制,实质上是政府之间的共谋行为,其生态效应却是表现为联防联控机制,结果是不仅忽视了河流生态系统,而且往往加剧了河流的水污染^[13]。从跨区域水污染防治制度下府际间博弈分析可知,流域水污染物排放总量的控制与分配是衡量各行政区域是否超标排放以及超标多少的重要依据。因此,解决流域水污染物排放总量的控制目标,并对排放总量进行合理的分配是水污染防治制度建设的关键。

2. 建立并完善公众深度参与流域水污染防治制度

在社会舆论的推动下,黄浦江流域围绕污染源和污染物清理等方面展开了府际合作,有效控制了污染源,水质得到了明显改善^[14],所以公众以及非政府组织积极参与是流域水污染防治制度变迁的一

个重要动力来源,而我国目前公众参与水污染防治的程度很低,主要是公众根据参与监管的成本来权衡与参与决策的程度^[15]。因此,我国应该参照国际上成功的流域公众参与机制的做法(如欧盟水框架指令将公众参与原则引入到所有会员国的水资源管理中^[16]),通过立法让公众有知情权和参与权,建立并完善我国流域水污染防治的公众参与制度,使流域污染治理具有广泛的透明性和可操作性^[17]。

3. 建立并完善流域水污染防治的长效环境经济政策

当地企业是否超标排放或采取清洁生产方式,当地政府是否严格监管当地企业和加大环境治理投入,基本上都取决于成本效益。因此,要实现流域水污染防治制度变迁,就必须改变环境经济政策,改变流域中各利益主体的成本效益,定期对流域水污染防治项目财政资金的使用效率进行科学的评价^[18]。目前,我国已有环境经济政策都各有其优点和不足:如税收政策虽然可以通过对流域主体超量排污的行为做出“惩罚”来改变博弈双方的最佳策略^[19],但一般会影响到政府与企业收入的变化;排污权交易制度侧重于市场调整,具有操作难度大,交易费用成本高的问题;环境责任保险制度侧重于社会调整,但是受制于保险制度完善与否的影响。而流域水环境保护的生态补偿机制是调整各利益主体成本效益的有效手段,欧盟各国、美国、加拿大、日本和澳大利亚等国家已经广泛建立和实施了生态补偿机制,其内容涉及河流、森林和矿产资源等领域,在实践中取得了较好的效果,并形成了许多有益的经验^[20]。而目前我国流域生态补偿存在补偿的法律法规不完备、补偿方式单一、缺乏有效的跨流域和跨地区的协调发展机制以及公众参与不足等方面的问题^[21]。因此,未来有待我国相关部门建立并完善基于流域的生态补偿机制,能够根据不同流域自然地理和社会背景来测算补偿费用和调整监督考核原则^[22],实现长效防治流域水污染。

参考文献:

- [1] 国家环境保护部.2013 年中国环境状况公报[R].北京:国家环境保护部,2014.
- [2] 新华网.上半年中国 50 条河流入海水质为劣 V 类[EB/OL]. [2013-11-21]. http://news.xinhuanet.com/politics/2013-11/21-/c_118242993.htm.
- [3] 李家才.水质交易与太湖流域水污染物排放交易[J].环境科学与管理,2010,35(12):4-9.
- [4] 孟伟,张楠,张远,等.流域水质目标管理技术研究(I):控制单元的总量控制技术[J].环境科学研究,2007,20(4):1-8.
- [5] GEORGE B F, MARGRIET F C. Transboundary water

- management: game-theoretic lessons for projects on the US-Mexico border[J]. Agricultural Economics, 2000, 24(1):101-111.
- [6] LINDA F. Transboundary water institutions in action original[J]. Water Resources and Economics, 2013(1): 20-35.
- [7] CHARLOTTE D B, ITAY F. Negotiating conflict resolution mechanisms for transboundary water treaties: a transaction cost approach[J]. Global Environmental Change, 2013, 23(6):1841-1851.
- [8] 刘起方,马光文,刘群英. 流域水污染治理模式的进化博弈模型[J]. 水资源保护,2008(3):69-72.
- [9] 李胜,陈晓春. 跨行政区流域水污染治理的政策博弈及启示[J]. 湖南大学学报:社会科学版,2010,24(1):45-49.
- [10] 赖苹,曹国华,朱勇. 基于合作博弈的流域水污染治理成本分摊研究[J]. 生态与农村环境学报,2011,27(6):26-31.
- [11] 李胜,陈晓春. 基于府际博弈的跨行政区流域水污染治理困境分析[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(12):104-109.
- [12] 李正升,王俊程. 基于政府间博弈竞争的越界流域水污染治理困境分析[J]. 科学决策,2014(12):67-76.
- [13] 唐国建. 共谋效应:跨界流域水污染治理机制的实地研究:以“SJ 边界环保联席会议”为例[J]. 河海大学学报:哲学社会科学版,2010,12(2):45-50.
- [14] 王薇,邱成梅,李燕凌. 流域水污染府际合作治理机制研究:基于“黄浦江浮猪事件”的跟踪调查[J]. 中国行政管理,2014(11):48-51.
- [15] 彭文斌,吴伟平,王冲. 基于公众参与的污染产业转移演化博弈分析[J]. 湖南科技大学学报:社会科学版,2013,16(1):100-104.
- [16] 罗宏斌,陈一真. 提升流域污染治理能力的资源环境体制机制创新:以湘江为例[J]. 湖南大学学报:社会科学版,2009,23(5):137-140.
- [17] 程雨燕. 试论水污染治理中多维环境经济手段的运用[C]//. 2005 年全国环境资源法学研讨会论文集(第一册). 赣州:全国人民代表大会环境与资源保护委员会法案室,中国法学会环境资源法学研究会,江西理工大学,2005:4.
- [18] 吕阳,邢华. 辽河流域水污染防治的财政政策及绩效评价[J]. 财政研究,2013(9):34-36.
- [19] 陈祖海,彭灵敏. 跨界流域水污染利益主体博弈分析[J]. 中南民族大学学报:自然科学版,2013(3):108-112.
- [20] 徐冬青. 生态文明建设的国际经验及我国的政策取向[J]. 世界经济与政治论坛,2013(6):153-161.
- [21] 王志强,柳长顺,刘小勇,等. 关于建立西藏水生态补偿机制的设想[J]. 长江流域资源与环境,2015,24(1):16-20.
- [22] 黄涛珍,李爱萍. 国外生态补偿机制对我国流域生态补偿的启示[J]. 水利经济,2014,32(6):35-38.