

我国城市污水处理投融资模式的实证研究

陈 玲,童 倩

(福州大学 管理学院,福州 350002)

摘 要:本文结合博弈论和计量经济学的 Eview5 工具对我国城市污水处理过程中各投资主体和资金来源进行实证研究,结果表明:民间资本在城市污水处理投融资过程中的地位越来越重要,所起作用已经超过政府资本;政府资本效用的下降,说明了政府资金使用效率低的问题,但政府在整个过程中监督管理的角色不会变。接下来我国城市污水处理的投融资模式将以市场化为主,政府资本为辅这一基本思路进行选择。

关键词:污水处理;博弈论;投融资

中图分类号:F810.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2010)04-0034-07

1 研究背景

改革开放以来,我国迅速成为世界上 GDP 增长速度较快的国家之一。随着经济的快速发展,工业化、城市化步伐加快,城市人口大幅度增加,城市水污染问题也日益突出。经济发展的同时,城市污水的排放量却在成倍增加,从而加剧了水环境的恶化。城市污水处理是有益于全社会的公共事业,尽管我国的城市污水处理事业取得了一定成就,但在城市污水治理过程中,一直存在污水处理行业投融资体制不完善、污水治理投入不足、区域发展不平衡等问题。目前全国大部分城市的污水处理费都很低,不能满足污水处理企业的全部成本回收,有的甚至不能满足企业的基本运行成本。由此可见,水环境问题归根结底是污水处理的资金问题。我国面临水资源短缺、污水处理经费不足、水环境治理加重的压力,研究好城市污水处理的投融资问题在倡导绿色循环经济的今天有非常重要的现实意义。在城市污水处理的筹资和资金应用过程中,政府、厂商、个人之间所扮演的角色对有效筹集资金有着重要作用。分析政府、厂商及个人在污水处理投融资过程中的行为,对城市污水处理投融资模式的选择有着重要意义。本文将对政府与企业、企业与企业、居民与企业之间的行为进行博弈分析,让政府、企业和居民在污水处理过程中明确自己的职责。当前,环境负担日益加重,污水处理能够减轻环境负担,对污水处理投融资模式的研究有着重要的现实意义。

政府的监管、企业的自觉和居民的监督在城市

污水处理投融资过程中起着至关重要的作用。正确选择我国城市污水处理投融资模式,首先要处理好污水处理过程中这三个关联方之间的关系。城市污水处理的投融资是以政府为主导,还是以市场化为主导或两者相互协调、共同主导,这些都需要进行实证分析才能得出结论。我们采取各种投融资模式引入民间资本,是为了弥补政府投资的不足,而其是否替代政府的主体地位,政府财政支出是否是最适合具有准公共品性质的城市污水处理事业的资金来源,还需要综合各方面因素来进行分析。

2 政府、企业及居民在污水处理过程中的博弈分析

城市污水处理是有益于全社会的公共事业,具有准公共品的特征,即不同时具有非排他性和非竞争性。城市污水处理过程主要由政府、企业、居民三方参加博弈。博弈论,又称对策论,博弈的策略是多种多样的。在我国市场经济条件下,政府、企业、居民三者的关系是对立统一的关系,既有抗争也有合作。他们进行着一系列的博弈,经济主体在对方策略选择后选择自己的战略,做出最优决策。博弈各方的决策是相互影响、相互制约的。把博弈论应用在城市污水处理过程中,分析各投资主体的行为,对城市污水处理的投融资有着重要的意义。

2.1 企业与企业之间的博弈

我们假设只存在企业(暂不考虑居民)排污,政府对其排污不加以管制,因为污水处理不具有排他性,而又具备竞争性,所以每家企业出于自己的利益

收稿日期:2010-02-11

作者简介:陈玲(1963—),女,福建福州人,福州大学管理学院财政金融系主任、教授,博士研究生,研究方向:投融资理论与方法;童倩(1984—),女,福建龙岩人,福州大学管理学院硕士研究生,研究方向:投融资。

考虑,都选择排污不治理,导致灾难性的后果。先假设市场上只有甲、乙两家排污企业,这就构建了最简单的完全信息静态博弈模型,即经典的“囚徒困境”模型^[1]。

两家企业对外部排污的情况下获得收益为 R_1 和 R_2 ;企业排污时排污成本为 C_1 和 C_2 ,由于污水处理对环境改善的成效不会在短期内改善,还有环境改善的正外部性,因此使得 C_1 和 C_2 都大于零; m 为本企业排污、别的企业不排污获得的外部性收益。

构造收益矩阵如表 1 所示。

表 1 企业间收益矩阵

甲企业 \ 乙企业	排污	不排污
	排污	(R_1, R_2)
不排污	排污	$(R_1 + m, R_2 - C_2)$
	不排污	$(R_1 - C_1, R_2 + m)$

如果甲企业选择排污,乙企业也选择排污的收益为 R_2 ,若不排污,则为 $R_2 - C_2$,因为 C_2 大于零,则乙企业的最优选择为排污。当甲企业选择不排污时,乙企业选择排污获得收益为 $R_2 + m$,选择不排污获得收益为 $R_2 - C_2$,则乙企业在这种情况下最优选择为排污。同理,无论乙企业选择什么,排污都是甲企业的最优选择。则该博弈有唯一的纯策略纳什均衡解(排污,排污)。我们把企业个数扩展为 n 个企业,这将导致所有企业都选择排污。同理,城市居民也是如此选择制造污水,如果不进行管制,将会导致环境不能承受,从而造成严重的“公地的悲剧”^[2]。这是我们不愿看到的,所以政府在污水处理上的角色至关重要,完全市场化不能够解决城市污水处理的相关问题。政府可以选择对其进行污染控制,居民可以对造成污染超标的企业进行举报、投诉等措施。

2.2 企业与居民之间的博弈

居民在城市污水处理过程中还扮演特别的角色,就是举报、投诉污染企业的违规排污。在享受良好环境问题上,居民与企业的利益是相对的,企业超标排污会影响居民的日常生活,而居民的举报会使得有关部门对违规排污企业进行严重处罚,使其担负重大违规代价。这样就构建了企业、居民为参与人的博弈模型。假设企业违规排污获得的收益为 R ,居民举报导致有关部门重罚所产生的损失为 h ,企业不违规排污成本为 C ,居民投诉成本为 q ,不投诉受环境污染影响生活质量的损失为 m 。因为企业治理违规排放污水(超过排污权的污水量)成本肯定比被有关部门查获重罚更小,且环境恶化给人带来的影响是长期且不确定的,所以 $h > C, m > q$ 。构建

的博弈树如图 1 和图 2。

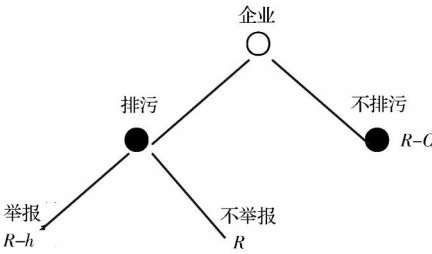


图 1 企业与居民之间的博弈树

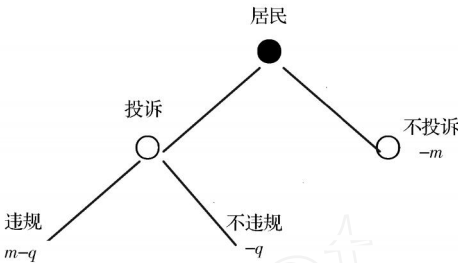


图 2 违规排污企业与居民的博弈树
注:○表示排污企业,●表示生活在排污企业附近的居民

排污企业与居民的博弈矩阵如表 2 所示。

表 2 企业与居民之间收益矩阵

企业 \ 居民		居民	
		投诉	不投诉
企业	排污	$(R - h, - h)$	$(R - C, 0)$
	不排污	$(R - C, - q)$	$(R, - m)$

假设企业违规排污的概率为 x ,不违规排污的概率为 $(1 - x)$,居民投诉的概率为 y ,不投诉的概率为 $(1 - y)$, x, y 分别满足 $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ 。

企业的期望效用函数为:

$$u(x, 1 - x) = x[y(R - h) + (1 - y)R] + (1 - x)(R - C) \tag{1}$$

式(1)中,对 x 求偏导得, $\partial u / \partial x = C - y h$,令其偏导等于 0,得 $y = C / h$ 。当 $y < C / h$ 时企业选择排污;当 $y > C / h$ 时,企业选择不排污;当 $y = C / h$ 时,企业对排污与否持无所谓态度。

居民的期望效用函数为:

$$v(y, 1 - y) = y[x(m - q) + (1 - x)(-q)] + (1 - y)(-m) \tag{2}$$

式(2)中,对 y 求偏导得, $\partial v / \partial y = x m - q + m$,令其偏导等于 0,得 $x = (q - m) / m$ 。当 $x < (q - m) / m$ 时居民选择不投诉;当 $x > (q - m) / m$ 时,居民选择投诉;当 $y = (q - m) / m$ 时,居民无所谓投不投诉。

2.3 政府与企业之间的博弈

在排污问题上,政府与企业之间的利益也是相

对的,企业排污不治理,对环境有害,政府要为其善后,要付出巨大的代价。而企业存在侥幸心理,进行污水违规排放来降低自己的成本。这样,政府和企业成为了两个参与人,构建简单博弈模型:假设企业违规排污获得收益是 R ,排污导致生产、生活环境变差,从而影响本企业员工的工作效率,产生损失为 t ,不排污付出的成本为 C ;而政府进行监管发现企业违规排污处罚的罚金收入为 d ,监督成本为 m ,不监督导致错过环境污染的最佳治理时期,和造成的社会不良影响损失为 s 。

构建的博弈树如图 3 和图 4 所示。

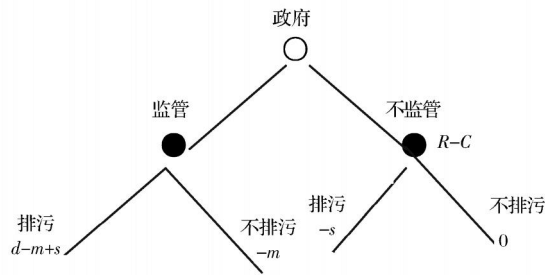


图 3 政府与企业之间的博弈树

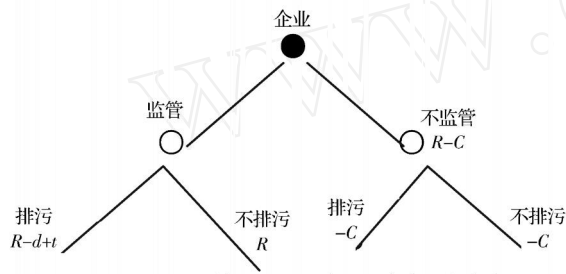


图 4 违规排污企业与政府的博弈树

注: $\circ$ 表示政府; $\bullet$ 表示违规排污企业。

排污企业与政府的博弈矩阵如表 3 所示。

表 3 企业与政府之间收益矩阵

		政府	
		监管	不监管
企业	排污	$(R - d - t, d - m + s)$	$(R, -s)$
	不排污	$(-C, -m)$	$(-C, 0)$

假设企业违规排污的概率为 x ,不违规排污的概率为 $(1 - x)$,政府监管的概率为 y ,不监管的概率为 $(1 - y)$, x, y 分别满足 $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ 。

企业的期望效用函数为:

$$u(x, 1 - x) = x[y(R - d - t) + (1 - y)R] + (1 - x)[y(-C) + (1 - y)(-C)] \quad (3)$$

式(3)中,对 x 求偏导得, $\partial u / \partial x = R + C - yd - yt$,令其偏导等于 0,得 $y = (R + C) / (d + t)$ 。当 $y < (R + C) / (d + t)$ 时,企业选择排污;当 $y > (R + C) / (d + t)$ 时,企业选择不排污;当 $y = (R + C) / (d + t)$ 时,企业对排污与否持无所谓态度。

政府的期望效用函数为:

$$v(y, 1 - y) = y[x(d - m + s) + (1 - x)(-m)] + (1 - y)[(-s)x + 0] \quad (4)$$

式(4)中,对 y 求偏导得, $\partial v / \partial y = x(d + 2s) - m$,令其偏导等于 0,得 $x = m / (d + 2s)$ 。当 $x < m / (d + 2s)$ 时,政府选择不监管;当 $x > m / (d + 2s)$ 时,政府选择监管;当 $x = m / (d + 2s)$ 时,政府监管或不监管所获得的效用都是一样的。

从博弈分析结果可以看出,在没有政府管制和居民约束条件的完全竞争市场经济下,博弈方各排污企业之间都出于自身效用最大化考虑,进行违规排污,趋于不合作,形成非合作博弈的结果。这个结果将导致环境更加恶化,对环境保护不利,且是低效率的。由于存在市场失灵,因此环境保护需要政府干预。政府可以采用命令控制、排污税、排污消减补贴和可交易许可证^[3]来进行污染控制。而居民可以对其附近企业违规排污进行投诉监督,政府也要对这一行为颁布一些鼓励措施。对一些违规排污企业不仅要求具备完善的排污设备,发现违规排污一定要重罚。居民的举报、投诉符合事实的要给与一定奖励。城市污水处理是准公共品,具有外部性,又具有公共品的特征,因此其资金的融通要政府、企业和居民之间进行很好的协调。

3 资金来源情况对城市污水处理影响的实证分析

20 世纪 90 年代以来,随着我国对城市污水处理的日益重视,我国在这方面的投资总量逐年增加,并有加速趋势,特别是城市基础设施建设投资中用于城市污水处理这块的资金增加的速度加快。从城市污水处理的现状来看,环保投资占 GDP 比例呈上升趋势,但相对于发达国家仍然偏低,制约我国环境质量的进一步改善。企业、居民和政府的行为对城市污水处理都具有重要的作用。但当前形势下到底是政府资金对城市污水处理的作用大,还是民间资金的投入对城市污水处理的作用大?民间资金是否如很多学者所说可以取代政府资金,即城市污水处理投融资是否可以完全市场化,无需政府资金的帮助就可解决城市污水处理的资金缺口?针对上述情况,本文从计量角度对政府资金和民间资金的有效性进行进一步的实证分析。

3.1 问题的提出

因为资金是有限性,所以对资金的有效性研究至关重要。前文通过城市污水处理过程中政府、企

业和居民行为的博弈分析,得出了他们各自行为的有效性,即初步得出了各投资主体的行为对污水处理投融资的影响。但资金来源的分配对城市污水处理是否有效,城市污水处理的整个资金发展的趋势如何等问题还有待解决。接下来,本文将进一步对各投资主体的投资资金的影响进行实证分析。目前,我国城市污水处理行业的资金来源主要分为两大块,即政府资本和民间资本。随着经济的发展,到底哪块对城市污水处理事业的发展起更大的推动作用?城市基础设施建设资金对污水处理有多大作用?本文借鉴计量经济学理论及相关回归模型对这两个问题进行粗浅的探讨和比较,试图研究城市污水处理投融资来源分配的有效性,分析投融资是以政府主导为主,还是推行市场化更重要,并提出相关的解决方案^[4]。

3.2 数据的选择与说明

本文根据 1993—2007 年的《中国环境年鉴》对统计数据进行了整编。分别以历年城市工业污水的政府预算内基本建设资金、预算内更新改造资金、综合利用利润留成、环保补助及环保贷款、企业自筹、企业贷款及城市基础设施建设对污水处理的投资作为

实证分析的对象。城市污水包含城市居民生活污水和城市工业废水两块,因为城市居民生活污水的数据有缺失,所以选取城市工业废水为代表。且根据污水排放现状研究可知,近几年城市居民生活污水的排放量超过工业废水的排放量,处理达标率也不及工业废水处理率。这说明在污水处理这块城市工业废水处理的方案比较完善,我们对其进行研究更具代表性,所得结果亦可对城市居民生活污水起指导作用^[5]。

本文主要是为了说明政府投入资本与民间资本使用效用的比较,因此将所有废水处理的资金来源进行归类,分为两大块。即政府资本,包括政府预算内基本建设资金、预算内更新改造资金、综合利用利润留成、环保补助及环保贷款;民间资本,包括企业自筹、企业贷款。为了统一口径,将所有变量都取百分数。被解释变量为城市工业污水达标率,即变量 y ;其他解释变量分别为政府资本占工业污水处理总资本投入的百分比 x_1 ,民间资本占工业污水处理总资本投入的百分比 x_2 ,城市基础设施建设投资中支持污水处理的资金占环保投资总资金的百分比 x_3 。原始数据如表 4 和表 5 所示。

表 4 工业污水处理投资来源原始数据

年份	政府投入 (亿元)	民间投入 (亿元)	工业废水 达标量(亿吨)	工业废水排放达标率 (%)	政府资金占投资资 金比例(%)	民间资金占投资资 金比例(%)
1993	47.91	21.38	120	54.9	69.1	30.9
1994	57.28	26.07	120	55.8	68.7	31.3
1995	68.34	30.41	123	55.4	69.2	30.8
1996	49.53	43.77	122	59.1	53.1	46.9
1997	49.38	67.06	116	61.8	42.4	57.6
1998	46.12	75.93	115	67	37.8	62.2
1999	45.64	107.09	116	66.7	29.9	70.1
2000	39.82	194.91	149	76.9	17	83
2001	44.67	129.81	173	85.2	25.6	74.4
2002	48.75	139.62	183	88.3	25.9	74.1
2003	31.13	190.66	189	89.2	14	86
2004	24.85	283.26	201	90.7	8	92
2005	28.38	429.81	222	91.2	6	94
2006	29.8	454.15	218	90.7	6	94

数据来源:根据《中国环境年鉴(1994—2007)》整理而得。

表 5 城市污水处理基础设施投资情况原始数据

年份	城市基础设施建设对污水 处理的投资(亿元)	环保资金投入总额 (亿元)	年份	城市基础设施建设对污水 处理的投资(亿元)	环保资金投入总额 (亿元)
1993	37	269	2000	149.28	1060
1994	38.26	307	2001	156.31	1106.7
1995	48.01	355	2002	168.17	1367.2
1996	66.82	408	2003	172.35	1627.7
1997	90.13	502	2004	180.33	1909.8
1998	154.52	723	2005	187.62	2388
1999	141.98	820	2006	193.25	2566

数据来源:根据《中国环境年鉴(1994—2007)》、《中国统计年鉴(2008)》整理而得。

3.3 数据的平稳性检验

为了使经济模型更加平稳,我们对时间序列数据进行平稳性分析。本文将对模型中所有变量的平

稳性进行 ADF 检验^[6]。即分别对 Y、X₁、X₂、X₃ 4 组序列进行单位根检验。检验结果见表 6。

表 6 ADF 平稳性检验

变量	检验类型 (c, t, p)	ADF 统计量	1 %临界值	5 %临界值	10 %临界值	相伴概率 p 值	判断(在 10 % 置信水平下)
Log(Y)	(c,0,0)	- 0.596196	- 4.057910	- 3.119910	- 2.701103	0.8397	不平稳
D(log(Y))	(0,0,0)	- 1.753123	- 2.771926	- 1.974028	- 1.602922	0.0759	平稳
Log(X ₁)	(c,0,0)	- 2.565511	- 4.200056	- 3.175352	- 2.728985	0.1280	不平稳
D(log(X ₁))	(c,0,1)	- 3.855779	- 4.200056	- 3.175352	- 2.728985	0.0171	平稳
Log(X ₂)	(c,t,0)	- 1.739576	- 4.886426	- 3.828975	- 3.362984	0.6741	不平稳
D(log(X ₂))	(c,t,1)	- 4.916807	- 5.124875	- 3.933364	- 3.420030	0.0132	平稳
Log(X ₃)	(0,0,0)	- 0.856304	- 2.754993	- 1.970978	- 1.603693	0.3258	不平稳
D(log(X ₃))	(0,0,0)	- 2.478947	- 2.771926	- 1.974028	- 1.602922	0.0182	平稳

注:c和t分别表示带有常数项和趋势项,p表示所采取的滞后阶数。

从 ADF 检验结果表 6 可以看出,4 个序列在 1 %、5 %、10 %三个显著性水平的 T 统计值均大于给定的标准值,所以 4 个序列均为非平稳序列。要对各序列进行一阶差分后重新进行平稳性检验,序列 Y、X₁、X₂、X 的一阶差分形式在 10 %的显著性水平下均达到了平稳。

3.4 多变量协整检验及回归分析

经研究表明城市污水处理达标率受到政府资本、民间资本投入量及其基础设施投入的影响,但模型是否有意义,还要对其进行协整检验。经过对 4 个变量进行平稳性检验可知,变量皆为一阶单整,因此可对其进行协整检验,讨论变量间是否存在长期的均衡关系。由于本文涉及 4 个变量,多个协整变量间可能存在多种稳定的线性组合,因此采用多变量协整检验,进行 OLS 法估计协整回归方程,计算出其残差,进而检验残差序列是否平稳。如果序列是平稳的,表明多个变量间存在长期的均衡关系。其基本公式为:

$$\log(y) = c + \alpha \log(X_1) + \beta \log(X_2) + \gamma \log(X_3) + u。$$
(5)

式(5)中,y 值是城市工业污水达标率;X₁ 代表政府资本占城市工业污水处理总资本投入的百分比;X₂ 代表民间资本占城市工业污水处理总资本投入的百分比;X₃ 代表城市基础设施建设投资中支持污水处理的资金量占环保投资总资金的百分比。另外,u 为引入的随机误差项,c 为常数,α、β、γ 分别代表政府投入、民间投入和城市污水处理的基础设施投入对污水处理达标率影响的弹性。

以 1993—2006 年的相关数据为例,我们利用 Eview5 软件对式(5)进行 OLS 回归,得到协整回归

方程,结果如表 7 所示。以污水处理达标率为被解释变量,各污水处理投资额所占比重、城市基础设施中对污水处理的投入占环保投资的比重为解释变量,得到相应回归模型:

$$\begin{aligned} \text{Log}(\hat{Y}) = & 1.8727 + 0.2281\log(X_1) + \\ & (3.2198) \quad (2.5132) \\ & 0.7236\log(X_2) - 0.5105\log(X_3) 。 \\ & (5.2704) \quad (3.8964) \end{aligned}$$
(6)

$R^2 = 0.9521 \quad R_1^2 = 0.9377 \quad F = 66$

从回归模型的结果可以看出^[7],可决系数 R² 为 0.95 和修正可决系数 R₁² 为 0.94 都大于 0.9,说明模型对数据的拟合程度较好。系数显著性检验:对于α来说,|t| < t_{α/2}(n - k),就接受 H₀,说明在其他解释变量不变的情况下,解释变量 X_j 对应变量 Y 的影响不显著;相反则拒绝 H₀,则相应解释变量的影响是显著的。经查表可得 t_{0.025}(11) = 2.201,在显著性水平 0.05 下,而得到的结果 t 值皆大于 t_{0.025}(11),则相关的解释变量对被解释变量的影响都是显著的,此时犯错误的概率不超过 0.05,即政府资本、民间资本的投入及城市污水处理基础设施的投入资金对污水处理达标率有显著影响;且 F_{0.05}(3,11) = 3.59 < 66,故模型总体是显著的。而 DW = 2.450753,接近 2,则模型不存在自相关性。整体来说模型效果良好。X₃ 的系数是负号,与理论基础相反,显然不合理。刘征兵(2006)^[8]也得出了类似结果,他认为这种结果说明了环保投资在城市污水处理设施的投资上存在即期投资效率不高的现实。

刘征兵在《中国城市污水处理设施建设与运营市场化研究》一文中得出负相关的结果。他认为这种结果说明了环保投资在城市污水处理设施的投资上存在即期投资效率不高的现实。另外,由于污水处理设施存量巨大且投资具有滞后性,因此在个别年份投资负增长情况下,污水处理率仍然保持正增长,这从另一方面可以证明当前公共财政在城市污水处理领域存在投资效率不足的问题。

表 7 回归结果(1)

	A	α	β	y
回归值	1. 872676	0. 228082	0. 723555	- 0. 510542
标准差	0. 581618	0. 090754	0. 137286	0. 131029
T 统计值	3. 219772 *	2. 513205 *	5. 270433 *	- 3. 896420
统计检验:R ² = 0. 720, DW = 2. 197				

注:“*”表示置信度为 95%。

为了实证结果的严谨性,本文将各变量滞后几期后再进行 OLS 回归,得到新的协整回归方程如表 8 所示。因为城市污水治理基础设施的投入成本大,回收期长,它所起的效用会有时滞;而政府资本、民间资本的投入也很大一部分是用来添置设备的,污水处理基础设施工程浩大,机器设备成本相当高,所以资金使用效果也会有时滞。计量软件实验结果表明 X_3 滞后 5 期,而同样的将 X_1 、 X_2 也分别滞后 3 期和 2 期,效果最好。这主要因为政府资金的投入涉及多个部门,多个环节,它的时滞会比民间资本长。所得回归模型如式(7)所示。

$$\begin{aligned} \text{Log}(\hat{Y}_1) = & 0.0453\text{log}(X_1(-3)) + 0.7418\text{log}(X_2(-2)) \\ & (2.431124) \quad (17.18812) \\ & + 0.3796\text{log}(X_3(-5)). \\ & (5.810201) \end{aligned} \tag{7}$$
$$R^2 = 0.950174 \quad R_1^2 = 0.933566$$

从回归模型的结果可以看出,可决系数 R^2 为 0.95 和修正可决系数 R_1^2 为 0.93 都大于 0.9,说明模型对数据的拟合程度较好。系数显著性检验都与前一个实证结果同理,故模型总体是显著的。这个模型不存在与现实经济意义相违背的结果, X_1 、 X_2 与 X_3 的系数皆为正的,即皆与 Y 正相关。系数显著性检验:经查表可得 $t_{0.25}(5) = 2.015$,在显著性水平 0.1 下,得到的结果 t 值皆大于 $t_{0.05}(5)$,则相关的解释变量对被解释变量的影响都是显著的,此时犯错误的概率不超过 0.1,即政府资本、民间资本的投入及城市污水处理基础设施的投入资金对污水处理达标率有显著影响,故模型总体是显著的。而 $DW = 2.247$,接近 2,则模型不存在自相关性。此模型中政府资本与城市污水处理达标率的相关性明显小于民间资本,即 $0.7320 > 0.1130$ 再一次证明了民间资本的效用在近几年已经超过了政府资本的效用。

表 8 回归结果(2)

	α	β	y
回归值	0. 113038	0. 732013	0. 331051
标准差	0. 028998	0. 069664	0. 111003
T 统计值	3. 898075 *	10. 50772 *	2. 982361 *
统计检验:R ² = 0. 87, DW = 2. 24			

注:“*”表示置信度为 95%。

协整关系表示变量之间存在长期且稳定的均衡关系,通过协整检验可以获知非平稳序列的线性组合是否具有协整关系。只有在具有协整关系下,线性回归才有意义,因而通过协整检验也可说明模型设定是否合理。检验上述回归方程残差序列是否具有平稳性。方法同样是运用 ADF 单位根检验,从表 9 可知,残差序列 U_1 是平稳的,说明 $\text{LOG}(Y)$ 与 $\text{LOG}(X_1(-3))$ 、 $\text{LOG}(X_2(-2))$ 、 $\text{LOG}(X_3(-5))$ 之间存在协整关系,也就是说,城市污水处理合格率与政府资本投入、民间资本投入和城市基础设施建设资金对污水处理的投入具有长期均衡关系,证明了模型的变量设定是合理的,所得回归系数具有经济意义。

表 9 多变量协整检验结果

ADF 检验统计	t 值	P 值
临界值	- 3. 327167	0. 0046
	1 % 水平	- 2. 886101
	5 % 水平	- 1. 995865
	10 % 水平	- 1. 599088

一直以来,我国城市污水处理事业的资金来源大致可以分为 3 块:排污费、政府补贴和民间资本,如图 5 所示。从实证结果我们可以看出,政府资金和民间资金都对污水处理有影响。早些年,政府为主的投资是顺应当时的实际情况,污水处理市场尚不成熟。而现在,有国外的成功经验可以借鉴,城市污水处理的市场化运作也日渐成熟。一些学者认为政府可以完全放任市场去运作,事实上,虽然民间资本的注入提高了污水处理率,且民间资本占总资本的比例一直处于上升状态,但政府仍然对污水处理事业起着重要的作用。不能单方面注重一方的力量,要协调好政府和民间资本之间的关系。从博弈分析和计量实证结果可以看出,城市污水处理投融资过程不能过分强调政府作用,民间资本在使用效率和技术上有很强的优势;也不能完全依靠民间资本,城市污水处理事业具有准公共品性质,它所产生的外部性要求政府必须参与其中。应当协调各方,使之达到全社会效用最大化。

目前,我国城市污水处理建设逐渐进入市场化状态,很多人认为政府可以不再投资,完全靠招商引资或提高排污企业缴纳的排污相关费用就可以完成污水处理目标,显然这种观点是不可取的。从实证结果我们可以看出: $\beta > \alpha$ 。这表明同时增加一单位的政府资本和民间资本,污水处理达标率增加的倍数不同,民间资本效用比政府资本大;但政府资本也不是可以完全退出城市污水处理的投融资过程,这

反而说明政府在进行城市污水处理投融资过程存在很多问题,应该改革政府的投融资模式,增加其对城市污水处理业的影响。

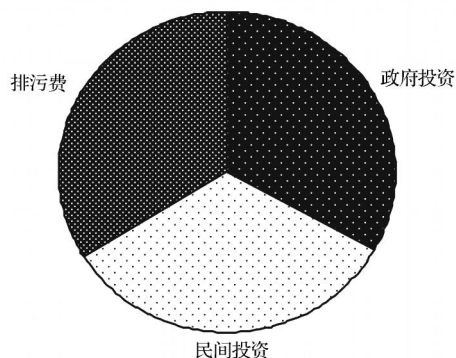


图 5 城市污水处理资金来源分布

4 小结

综上所述,我国城市污水处理的投融资需要政府、企业和社会大众共同努力。目前,要发展好城市污水处理产业,关键要解决好资金问题,即资金的筹集和使用。资金的使用主要靠监督和技术上的有效运行来解决。实证结果表明,民间资本在城市

污水处理投融资过程中的地位越来越重要,所起作用已经超过政府资本;政府资本效用的下降,说明了政府资本的使用效率低的问题,政府在整个过程中监督管理的角色不会变。接下来我国城市污水处理的投融资模式将以市场化为主,政府资本为辅这一基本思路进行选择。

参考文献

- [1] 高鸿业. 西方经济学(第三版)(微观部分)[M]. 北京:中国人民大学出版社,2001(08):245-249.
- [2] 张淑娟,刘艳芳. 城市水体污染中排污企业间的完全信息静态博弈[J]. 科技与管理,2006(2):39-41.
- [3] 林云华. 论排污权交易市场的定价机制及影响因素[J]. 当代经济管理,2009(2):1-4.
- [4] 何晓群. 回归分析与经济数据建模[M]. 北京:中国人民大学出版社,1997:110-115.
- [5] 刘娥平. 城市污水处理项目投融资机制研究[J]. 现代管理科学,2008(1):63-66.
- [6] 赵国庆. 计量经济学[M]. 北京:中国人民大学出版社,2001:178-182.
- [7] 李子奈. 计量经济学[M]. 北京:高等教育出版社,2001:211-215.
- [8] 刘征兵. 中国城市污水处理设施建设与运营市场化研究[D]. 湖南:中南大学商学院,2006:20-22.

Research on Investment and Financing Modes of Urban Sewage Treatment of China

Chen Ling, Tong Qian

(School of Management, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: This paper combines with game theory and Eview5 tools in econometrics, and analyzes the investors and funding sources of urban sewage treatment of China. The empirical results indicate that the investment and financing of urban sewage treatment of China require the corporate efforts from governments, enterprises and the public. In the process of urban sewage treatment investment and financing, private capital plays an increasingly important role and its function has gradually surpassed that of government capital. From another aspect, the low utility function of government capital shows the low utility of it. In the future, the selection of the investment and financing modes of urban sewage treatment of China will follow the principle: takes the marketization as guide and takes government capital as supplement.

Key words: sewage treatment; game theory; investment and financing

(上接第 16 页)

Research on Member's Investment Strategies of Parallel R&D Alliances with Technology Risk

Fan Bo^{1,2}

(1. College of Economics & Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2. School of Economics & Management, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

Abstract: This paper constructs a game model of parallel R&D alliance's collaborative R&D activity, and analyzes the impact of technical risk and different profit sharing arrangement on the members' investment strategies, and studies how to reduce their moral hazard as well as encourage them to increase their R&D input by choosing a rational profit sharing way, in order to promote the success of cooperative R&D. It shows that the alliance members' expected input sharing profit under proportional profit-sharing arrangement is higher than under equal profit-sharing arrangement, so parallel R&D alliance should as far as possible adopt proportional profit-sharing arrangement; when the market return rate is high, the members' investments increase as the technology uncertainty increases, so parallel R&D alliance structure is fit for new product's development of high-risk and high-yield industry.

Key words: R&D alliance; technology risk; profit-sharing arrangement; moral hazard; investment strategy