

南水北调东线工程水资源水质管理的道德风险

胡震云,王慧敏,陆桂华

(淮海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室,江苏 南京 210098)

摘要 应用信息经济学中委托代理理论,指出由于存在人的有限理性、水资源的公共物品特性、市场竞争不充分、存在地方保护主义、信息不对称、违规成本过低等原因,在南水北调东线工程水资源水质管理中存在道德风险,主要表现在水用户减少污水处理投资。建立南水北调东线工程水资源水质管理道德风险基本模型,得出了在信息完全的情况下供水公司的水质检测水平、水价和水用户的污水治理水平解。建立在道德风险环境下的水用户的污水治理投资水平决策模型和供水公司的水质检测投资水平决策模型,得出了水用户的污水治理投资水平解和道德风险表示形式,以及供水公司的水质检测投资水平解。对两个模型进行分析,并提出了降低南水北调东线水资源水质管理道德风险的措施 加强水质检测投资,完善监督机制 完善水权市场;制定适当的惩罚条款 建立水用户的用水信用机制,降低信息不对称的程度 进行产业结构的调整,加强社会经济的发展 提高污水治理技术水平。

关键词 南水北调东线工程 水资源管理 水质管理 道德风险

中图分类号 X32.029 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6933(2005)06-0079-05

Moral hazards of water resources and water quality management of East Route Project of South to North Water Transfer

HU Zhen-yun, WANG Hui-min, LU Gui-hua

(*State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China*)

Abstract Based on the principal-agent theory in information economics, it is pointed out that, owing to human being's limited reasons, the attribute as a public article of water resources, inefficient market competition, existence of local protectionism, information asymmetry, too low violation cost, etc., there are moral hazards in water resources and water quality management of East Route Project of South to North Water Transfer, i. e. mainly, the water users reduce the investment in sewage disposal. The paper firstly establishes a basic model for moral hazards in water quality and water resources management of East Route Project of South to North Water Transfer, and gets solutions of the water quality inspection level of water-supply companies, water price, and sewage disposal level of water users when all information is available. Then, a decision model for sewage disposal investment level of water users and a decision model for investment level of water quality inspection of water-supply companies are established under the circumstance of moral hazards for obtaining solution to the sewage disposal investment level of water users, an expression of moral hazards, and solution to investment level of water quality monitoring of water-supply companies. Finally, by analyzing the models, the paper puts forward the following measures to reduce the moral hazards of water quality management of water resources of East Route of South to North Water Transfer, including: enhancing investment in water quality inspection; perfecting supervision mechanism; perfecting water right market; making proper penalty clauses; establishing water-use credit mechanisms of water users; reducing information asymmetry; adjusting industrial structure; enhancing the development of social economy; and improving sewage disposal techniques.

Key words: East Route Project of South to North Water Transfer; water resources management; water quality management; moral hazard

基金项目 国家自然科学基金资助项目(5037909) 国家社会科学基金资助项目(03BJY037) 高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20030294008)

作者简介 胡震云(1968—),女,江苏南京人,讲师,博士研究生,主要研究方向为水资源管理. E-mail: z_y_hu@sina.com

1 南水北调东线工程水资源水质管理中的道德风险

在南水北调东线工程水资源水质管理中,存在委托代理关系。水用户与供水公司签定购水契约,契约中有关于水质治理条款,水用户的废水排放有一定的排放标准,这就要求水用户特别是污水排放户要进行污水处理。在这里,水用户可以是单个的用水企业,也可以是集团用户,如某个用水地区。根据南水北调东线工程规划,南水北调东线工程水质控制的重点主要分布于输水干线规划区内骆马湖以北的 28 个控制单元,这 28 个控制单元即可视为集团水用户,他们要进行的治污工程项目包括污水处理厂建设工程、截污导流工程、工业结构调整工程、工业综合治理工程、流域综合整治工程 5 类项目,即集团水用户必须要进行污水治理投资。但实际投资多少、污水排放水平等私有信息,水用户自己知道的最清楚,即他们处于信息优势方,而供水公司对于这些信息知道的不如用水户清楚,即处于信息劣势方,供水公司和用水户之间存在信息不对称现象,因此供水公司与水用户构成委托代理关系。

所谓委托人-代理人关系就是指居于信息优势与信息劣势的市场参加者之间的相互关系。简单地说,只要在建立或签订某种合同前后,市场参加者双方掌握的信息不对称,这种经济关系都可以被认为属于委托人-代理人关系。掌握信息(或具有相对的信息优势)的市场参加者称为代理人,掌握信息少(或处于信息劣势)的市场参加者称为委托人。在这里,供水公司是委托人,水用户是代理人。

根据信息经济学中委托代理理论^[1],在信息不对称的委托代理关系中,存在道德风险。道德风险是指代理人利用信息的不对称,通过减少自己的资源投入或采取机会主义行为(即不诚实的利己主义行为),来达到自身效用极大化的目的,从而影响组织效率。在南水北调东线工程水资源水质管理中,道德风险主要表现在水用户减少污水处理投资,因为委托人(供水公司)观察水用户的污水治理水平需要投资水环境检测设备,这些设备投资增大了委托人的经营成本,供水公司作为市场化运作企业,需要进行成本效益核算,这方面过多的投资会影响他作为“理性经济人”追求利益最大化的效用目标,因此他只进行合理的水环境检测设备的投资,这就造成水用户污水排放不合格有不被检测出来的可能,水用户可能会利用隐蔽行为(减少污水治理投资水平),欺骗委托人,从中牟利。水用户的这种道德风险行为的存在,对水资源的合理利用来说,是十分不利的。

2 南水北调东线工程水资源水质管理道德风险产生的原因^[2~3]

南水北调东线水资源水质管理道德风险产生的原因可归纳为以下几个方面。

a. 人的有限理性。人类天性中有一种道德上的冒险精神或者说道德上的不负责任,当人由于知识、信息、时间、技巧、预见等方面出现信息不对称时,会发生机会主义、搭便车等非理性行为,反映在水质管理上就是水用户有减少污水治理投资的动机。

b. 水资源的公共物品特性。水资源同自然界中的其它资源一样具有公共物品特性,即具有消费的非排它性和非竞争性。在整个调水系统中,沿线水用户都有使用水资源的权利,也有维护水质的义务,但在具体实施过程中,单个水用户增加投资行为带来的水质提高效果会被其他水用户分享,同时单个水用户的投机行为(减少投资)所造成的损失也会由其他水用户共同分担,因此这种权利和责任的双重外部性会导致水质管理的道德风险。

c. 市场竞争不充分。在南水北调东线工程水资源配置与调度过程中,成立了江苏供水公司和山东供水公司,虽然采用市场机制运作,但也体现了寡占市场的特性,而在非完全竞争市场环境下,会出现资源配置中的选择失效——市场风险,即会出现道德风险。

d. 存在地方保护主义。某些代表国家征收排污费的地方政府和部门,在制度约束力不强的时候,会为了当地的经济利益而牺牲国家利益,通过不收费或少收费的手段,变相保护和鼓励当地的污染企业。另外,还有些地方政府和企业会在国家规定排污浓度标准下,通过增加排污总量的方法来降低污染浓度,从而造成水污染加剧。

e. 信息不对称。在委托代理关系中,委托人(供水公司)和代理人(用水户)存在着信息不对称:代理人了解自己的排污和治污水平,但他们有隐藏自己信息而获取收益的动力,委托人要想获得这些信息,需要实行监督。由于委托人在收集和获取信息时需要花费相当的成本,当委托人运行效率较低、官僚现象严重时,监督成本的增高超过了管理所带来的预期收益时,他会降低监督水平,这就造成委托人成为信息劣势一方,助长了道德风险。

f. 违规成本过低。在水质委托代理关系中,有两种违规:一是委托人(供水公司)违规。由于委托

人对其经营管理人员的行为缺乏足够的激励和惩罚,使某些管理人员出于对自身经济利益的考虑,产生‘寻租’倾向,他们以权谋私、中饱私囊。二是代理人(用水户)违规,代理人不进行必要的治污投资致使水质恶化。当出现处罚过低,低于违规所带来的效益时,就会助长追求利益最大化的委托人和代理人的违规行为。

3 南水北调东线工程水资源水质管理委托代理基本模型^[4]

供水公司的收益为供水公司收取的水费加上供水公司检测出水用户的排水水质不合格而收到的罚款。供水公司的成本包括污水检测成本、供水成本、水用户排出的水不合格而供水公司未检测出而使供水公司遭受的损失。因此委托人(供水公司)的目标函数为

$$\left. \begin{aligned} \phi_1 &= P - C_B - C_g + (1 - P_S) P_B \omega_1 - \\ &\quad (1 - P_S)(1 - P_B) \omega_2 - (1 - P_S) P_B \omega_3 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$C_B = C_B(P_B)$$

式中: ϕ_1 为供水公司的收益函数; P 为供水公司要求的水用户的前向支付,用于补偿供水公司的供水成本,亦即水价; C_B 为供水公司的污水检测成本,认为水质检测投资越大,水质检测水平越高,所以假定 $C_B(P_B)$ 对 P_B 的一阶和二阶导数都大于0; C_g 为供水公司的供水成本; P_S 为水用户的污水治理投资水平,决定了水用户排出水的水质合格的概率 P_{hg} ,这里假定 $P_{hg} = P_S$, P_S 是由水用户决策的变量, $P_S \in [0, 1]$; P_B 为供水公司的水质检测投资水平,决定了供水公司检测出水用户排出水水质不合格的概率 P_{jc} ,这里假定 $P_{jc} = P_B$, P_B 是由供水公司决策的变量, $P_B \in [0, 1]$; ω_1 为供水公司检测出水用户的排水水质不合格,而给予的质量保证支付,即罚款; ω_2 为水用户排出的水不合格而供水公司未检测出,供水公司按照原来的供水过程进行供水而使供水水质下降,造成其在水权市场上的信誉损失和政府对其的处罚; ω_3 为供水公司检测出水用户排出的水不合格,为使供水水质不下降而造成的生产成本的增加。

对于水用户而言,其收益为生产经营效益,其成本包含以下几个方面:水费、生产成本、污水治理成本、水用户因排水水质不合格而造成的损失。因此代理人(用水户)的目标函数为:

$$\left. \begin{aligned} \phi_2 &= V - P - (1 - P_S) P_B \omega_1 - \\ &\quad (1 - P_S) P_B \omega_4 - C_S - C_y \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$C_S = C_S(P_S)$$

式中: ϕ_2 为水用户的收益函数; V 为水用户的生产经营效益; C_S 为水用户的污水治理成本,认为污水治理投资水平越高,污水治理成本越高,所以假定 $C_S(P_S)$ 对 P_S 的一阶和二阶导数都大于0; C_y 为水用户的生产成本(用水成本除外); ω_4 为由于水用户对于水质的信誉损失造成的除罚款以外的损失(如供水公司减少供水产生的生产损失)其余参数的含义同前。

考虑参与约束条件,即必须使委托人、代理人的收益大于其所希望的最低收益,否则委托人、代理人不参与该项工作。

供水公司的参与约束条件为

$$P - C_B - C_g + (1 - P_S) P_B \omega_1 - (1 - P_S) \cdot (1 - P_B) \omega_2 - (1 - P_S) P_B \omega_3 \geq \mu_1 \quad (3)$$

式中: μ_1 为供水公司最低限度的收益。

水用户的参与约束条件为

$$V - P - C_S - C_y - (1 - P_S) P_B \omega_1 - (1 - P_S) P_B \omega_4 \geq \mu_2 \quad (4)$$

式中: μ_2 为水用户最低限度的收益。

在信息对称的情况下,供水公司了解水用户的污水治理水平,水用户了解供水公司的水质检测水平,他们根据其所了解的信息决定自己的行为方式:水用户根据其了解的供水公司的水质检测水平决定自己的水污染治理投资,供水公司根据其所了解的水用户的污水治理水平决定自己的水质检测投资。因此,信息对称情况下的供水公司的水质检测投资决策和水用户的污染治理投资决策是一个联合收益最优问题。供水公司的目标是选择合理的水质检测投资水平 P_S ,合理的水价 P ,使收益最大化,即

$$\max [P - C_B - C_g + (1 - P_S) P_B \omega_1 - (1 - P_S)(1 - P_B) \omega_2 - (1 - P_S) P_B \omega_3] \quad (5)$$

同时根据委托代理理论,供水公司作为委托人有权使水用户的收益维持在最低限度收益 μ_2 的水平上,即

$$V - P - C_S - C_y - (1 - P_S) P_B \omega_1 - (1 - P_S) P_B \omega_4 = \mu_2 \quad (6)$$

由式(6)得

$$P = V - C_S - C_y - (1 - P_S) P_B \omega_1 - (1 - P_S) P_B \omega_4 - \mu_2 \quad (7)$$

将式(7)代入式(5),求 P_S 的一阶导数,并使一阶导数为0,得

$$C'_S = P_B \omega_4 + P_B \omega_3 + (1 - P_B) \omega^2 \quad (8)$$

为处理方便,选择水用户的污水治理成本函数

为 $C_S(P_S) = \frac{1}{2} K_S P_S^2$, 其中 $K_S > 0$, 于是根据式(8)得

$$P_S^* = \frac{1}{K_S} (P_B \omega_4 + P_B \omega_3 + (1 - P_B) \omega_2) \quad (9)$$

将(7)式代入(5)式, 求 P_B 的一阶导数, 并使一阶导数为 0, 得

$$C'_B = (1 - P_S)(\omega_2 - \omega_3 - \omega_4) \quad (10)$$

这样, 对称信息下的供水公司的水质检测水平、水价和水用户的污水治理水平解是 $\{P_B^*, P^*, P_S^*\}$, 其中, P^* 满足式(7), P_S^* 和 P_B^* 分别满足式(8)和式(9)。

4 南水北调东线工程水资源水质管理道德风险环境下的决策模型

这里考虑水用户的污水治理投资水平是隐匿时发生的道德风险。

4.1 水用户的污水治理投资水平决策

在供水公司和水用户组成的供应链中, 水用户被期望的水污染治理投资水平是由联合收益最优确定的, 结果如式(8)和(10), 但在供水公司不能观察水用户的污水治理投资水平的条件下, 此时水用户不会按照式(8)和式(10)行动, 而是追求自身效益的最大化, 因此选择的污水治理投资水平是对式(2)求 P_S 的一阶偏导数, 并使之等于 0, 即

$$\frac{\partial \phi_2}{\partial P_S} = -C'_S + P_B \omega_1 + P_B \omega_4 \quad (11)$$

由式(11)可得

$$C'_S = P_B \omega_1 + P_B \omega_4 \quad (12)$$

同样假设水用户的污水治理成本函数为 $C_S(P_S) = \frac{1}{2} K_S P_S^2$ 时, 有

$$P_S = \frac{1}{K_S} (P_B \omega_1 + P_B \omega_4) \quad (13)$$

式(9)是被期望的污水治理投资水平, 但他们实际上选择的污水治理投资水平是式(13), 两者的差为 ΔP_S , 可以定义为道德风险。

$$\Delta P_S = \frac{1}{K_S} |P_B \omega_3 + (1 - P_B) \omega_2 - P_B \omega_1| \quad (14)$$

4.2 供水公司的水质检测投资水平决策

道德风险环境下供水公司的水质检测投资水平和水价决策模型如下:

$$\max_{P_B, P} [P - C_B - C_g + (1 - P_S) P_B \omega_1 - (1 - P_S) (1 - P_B) \omega_2 - (1 - P_S) P_B \omega_3] \quad (15)$$

$$\text{s.t.} \quad P - C_B - C_g + (1 - P_S) P_B \omega_1 - (1 - P_S) (1 - P_B) \omega_2 - (1 - P_S) P_B \omega_3 \geq \mu_1$$

$$\begin{aligned} & V - P - C_S - C_y - (1 - P_S) P_B \omega_1 - \\ & (1 - P_S) P_B \omega_4 \geq \mu_2 \\ & \max [V - P - C_S - C_y - \\ & (1 - P_S) P_B \omega_1 - (1 - P_S) P_B \omega_4] \quad (16) \end{aligned}$$

式(16)是供水公司对用水户的激励相容约束条件, 激励用水户选择接近最优的水污染治理投资水平。激励相容约束(16)可转化为变量 P_S 的一阶导数条件, 如式(12)。这样, 供水公司的水质检测投资水平和水价决策模型可以写成

$$\begin{aligned} & \max [(P - C_B - C_g + (1 - P_S) P_B \omega_1 - \\ & (1 - P_S) (1 - P_B) \omega_2 - (1 - P_S) P_B \omega_3) + \\ & \lambda (P - C_B - C_g + (1 - P_S) P_B \omega_1 - \\ & (1 - P_S) (1 - P_B) \omega_2 - (1 - P_S) P_B \omega_3 - \mu_1) + \\ & \gamma (V - P - C_S - C_y - (1 - P_S) P_B \omega_1 - \\ & (1 - P_S) P_B \omega_4 - \mu_2)] \quad (17) \\ & \text{s.t.} \quad C'_S = P_B \omega_1 + P_B \omega_4 \end{aligned}$$

其中, λ 和 γ 是两个参与约束的拉格朗日乘子。

对式(17)分别求 P_B, P 的一阶导数, 并使之等于 0, 得

$$\frac{\partial \phi_1}{\partial P} [1 + \lambda] + \frac{\partial \phi_2}{\partial P} \gamma = 0 \quad (18)$$

$$\frac{\partial \phi_1}{\partial P_B} [1 + \lambda] + \frac{\partial \phi_2}{\partial P_B} \gamma = 0 \quad (19)$$

由式(18)得:

$$1 + \lambda = \gamma \quad (20)$$

把式(20)代入式(19), 得

$$C'_B = (1 - P_S)(\omega_2 - \omega_3 - \omega_4) \quad (21)$$

虽然式(21)与式(10)一样, 但由于在道德风险环境下, P_S 的决策不一致, 导致 P_B 的决策在道德风险环境下与完全信息环境下的不一致。

5 南水北调东线工程水资源水质管理道德风险模型分析及建议

5.1 加强水质检测投资, 完善监督机制

由式(14)可知, 道德风险与水质检测投资水平正相关。增加水质检测投资, 提高检测水平, 降低水用户的侥幸心理, 能降低水质管理的道德风险, 增加水用户的水污染治理投资水平。

5.2 完善水权市场

由式(21)可知, 水质检测投资水平与 ω_2 正相关, 而 ω_2 是供水公司由于供水水质不合格造成的机会成本, 包括政府处罚和在水权市场上的损失。如果水权市场是完善的, 水用户能拒绝购买不合格的水, 从而降低供水公司的效益, 增加供水公司的机会成本, 促使供水公司提高水质检测投资, 从而降低

道德风险。

另一方面,由式(13)可知,水用户的污水治理投资水平与 ω_4 正相关, ω_4 是指由于供水公司减少供水,水用户产生的生产损失。如果水权市场是完善的,供水公司完全可以决定减少不合格水用户的用水量,从而促使水用户增加污水治理投资,降低道德风险。

5.3 制定适当的惩罚条款

由式(14)可知,道德风险与 ω_1 负相关, ω_1 是水用户由于排水水质不合格而支付的质量保证支付,即罚款,因此,增加罚款力度,超过其违规所带来的收益,能降低道德风险。

另一方面,政府增加对供水公司的监督,如供水公司的供水不合格,增加处罚力度,能增加供水公司的机会成本 ω_2 ,促使供水公司提高水质检测投资,从而降低道德风险。

5.4 建立用水信用机制,降低信息不对称程度

道德风险的产生,归根结底是由于信息不对称造成的,因此,降低道德风险最根本的措施是降低信息不对称的程度。可以建立水用户的用水信用制度,在水用户申请用水许可证时,给他们一个惟一的用水信用号码,并且建立一个全国联网的庞大数据库,一旦水用户出现信用污点,计算机会对此进行记录,并依此建立水用户信用等级,供水公司可依据用水户的水资源利用信用等级,来批准它的用水申请,并实行相应的监管等级。

5.5 进行产业结构的调整,加强社会经济的发展

由式(13)可知,水用户的污水治理投资水平与 ω_4 正相关, ω_4 是指由于供水公司减少供水,水用户产生的生产损失。如果当地的社会经济的发展水平高, ω_4 就大,水用户的污水治理投资水平也就相应增大,这符合环境库兹涅茨曲线的基本涵义。在经济发展的最初阶段,由于人口的无序增长、工业技术的落后,资源的无序开发,造成了环境污染的急剧加剧,随着经济的发展,以科技进步为标志的产业发展对经济的贡献作用越来越突出,人们控制环境污染的意识、能力和投入逐渐提高,污染物排放逐步趋缓。因此加快当地的社会经济发展,能提高水用户的污水治理投资水平。

5.6 提高污水治理技术水平

由式(13)可知,水用户的污水治理投资水平与 K_S 成反比, K_S 是污水治理边际成本,代表污水治理水平的高低, K_S 越小,污水治理水平越高。因此,提高污水治理技术水平,能提高水用户的污水治理投资,降低道德风险。

6 结 语

本文应用信息经济学中委托代理理论,指出在南水北调东线水资源水质管理中存在道德风险,在建立南水北调东线水资源水质管理道德风险基本模型的基础上,建立了在道德风险环境下的水用户的污水治理投资水平决策模型和供水公司的水质检测投资水平决策模型,并对模型进行了分析,提出了降低南水北调东线水资源水质管理道德风险的措施:加强水质检测投资,完善监督机制;完善水权市场;制定适当的惩罚条款;建立水用户的用水信用机制;降低信息不对称的程度;进行产业结构的调整,加强社会经济的发展;提高污水治理技术水平。

参考文献:

- [1] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海:上海人民出版社,1996.
- [2] 刘国纬. 关于中国南水北调的思考[J]. 水科学进展,2000(3):345~350.
- [3] 王慧敏,朱九龙,胡震云. 基于供应链管理的南水北调水资源配置与调度[J]. 海河水利,2000(3):5~8.
- [4] 张翠华,黄小原. 供应链中的道德风险问题[J]. 东北大学学报(自然科学版),2003(7):703~706.

(收稿日期:2005-08-10 编辑:高渭文)

《南水北调与水利科技》开始征订

《南水北调与水利科技》是我国惟一以南水北调为主体报道的科技期刊,双月刊,ISSN 1672-1683,CN 13-1334/TV,邮发代号为18-191。刊物由河北省南水北调工程建设委员会办公室主管,河北省水利科学研究院主办,中国水利水电科学研究院、中国地质科学院水文地质环境地质研究所等单位为合作单位。

《南水北调与水利科技》主要面向从事南水北调工程及水利相关工作的相关领导、科研人员、企事业单位的管理者、大专院校师生及广大的基层水利工作者。杂志栏目有特稿、南水北调、数字水利、资源水利、环境水利、节水农业、水土保持、水利经济、工程管理、工程技术、水文地质、水文气象、知识窗、供求信息、动态等栏目。

《南水北调与水利科技》每期定价10元,全年6期共60元。凡需订阅者均请到当地邮局订阅,也可直接与本刊编辑部联系。欢迎踊跃投稿、订阅、刊登广告。

地址:050057 石家庄市泰华街310号 电话:0311-85020639 85020630

传真:0311-85020630 网址:<http://www.nsbddqk.net> E-mail:nsbddqk@263.net