

# 基于成本效益分析的水利信息化推进博弈模型

丰景春, 周 阳

( 河海大学商学院, 江苏 南京 210098 )

**摘要** : 在分析水利信息化推进方和实施方的行动策略和博弈顺序的基础上, 建立了不完全信息动态博弈模型, 并对水利信息化相关主体——推进方和实施方的博弈顺序、收益等进行研究。研究结果表明, 水利信息化推进方对实施方的监督和干预程度与水利信息化推进的阶段、实施方投入成本以及其主动性等紧密相关, 随着水利信息化的推进, 水利信息化实施方投入成本的逐渐减少, 推进方应当减少监督与干预, 而主要应通过市场机制实现实施方的自我调节, 从而更加有效地推进水利信息化进程。

**关键词** : 水利信息化; 博弈模型; 成本效益分析

**中图分类号** : TV213.4 ; F224.32      **文献标识码** : A      **文章编号** : 1003-9511(2008)01-0026-03

水利信息化是实现水利事业跨越性发展的根本途径, 但受技术不成熟、标准不规范、体制不健全、企业意识不强和政府措施不力等因素的制约, 水利信息化在我国进展缓慢, 已成为阻碍水利可持续发展的主要因素。从经济学角度考虑, 各经济主体应视情况变化而采取应对措施, 以保障自身获得最大利益。由于信息化实施方通常采取利润最大化为其主导原则, 因此, 实施方只有经过成本效益分析, 并有利可图时, 才会主动应用信息技术。可见, 水利信息化过程实际上是信息化推进方和实施方不断博弈选择、不断推进的过程。

水利部高度重视信息化工作, 2001 年水利部确立了“以水利信息化带动水利现代化”的发展思路; 2002 年《国家信息化领导小组关于我国电子政务建设指导意见》将“金水工程”列为国家“十五”期间加快建设的 12 个重点业务系统之一, 2004 年全国水利厅局长会议将“全面加强水利系统电子政务建设”作为 2010 年水利发展的十大目标之一。

为进一步推进我国水利信息化的发展进程, 本文通过分析水利信息化推进过程中所采取的监督措施、双方信息化博弈的成本和收益, 研究水利信息化推进方和实施方的行动策略和博弈顺序, 运用信号博弈模型分析水利信息实施方和推进方的博弈状况, 建立博弈模型, 并提出推进我国水利信息化的相关政策建议。水利信息化推进方和实施方博弈模型

有助于双方对博弈特点的相互了解, 为推进水利信息化提供理论依据<sup>[1-2]</sup>。

## 1 水利信息化推进方和实施方的行动策略和博弈顺序

### 1.1 推进方和实施方的信念与行动策略

水利信息化推进方和实施方之间存在多重信号博弈关系, 即不完全信息动态博弈关系。博弈过程不仅是管理者和被管理者选择行动的过程, 也是不断修正信念的过程。按照不完全信息动态博弈中精练贝叶斯均衡的要求, 在上一阶段给定对方类型的信念基础上, 推进方和实施方修正本阶段各自对对方类型的信念, 得出对方类型的后验信念, 推进方和实施方的战略组合在每个信息集开始的“后续博弈”上构成贝叶斯均衡。

设  $S$  为信号发出者即推进方,  $R$  为信号接受者即实施方。  $S$  和  $R$  之间存在明显的信息不对称,  $S$  的类型是私人信息,  $R$  的类型是公共信息(只有一个类型), 即已知  $S$  的监督投入水平  $\theta$ , 因此, 推进方可以结合自身情况对实施方采取优惠措施或惩罚措施, 而  $R$  却不能准确地掌握这些信息, 只能根据  $S$  以往的信誉程度和监督力度, 获得  $S$  类型的信念  $\mu(\theta_j)$ <sup>[3-4]</sup>。

### 1.2 推进方和实施方的博弈顺序

推进方和实施方的博弈遵循如下顺序:

a. 选择 S 的类型  $\theta \in \Theta$ , 这里  $\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k\}$  是 S 的类型空间, S 掌握  $\theta$ , 但 R 并不掌握  $\theta$ , 只掌握 S 对实施方监督水平  $\theta_j$  的先验信念  $p(\theta_j)$ ,

$$\sum_{j=1}^n p(\theta_j) = 1 \quad (1)$$

b. 在观测到类型  $\theta$  后 S 选择发出信号  $d \in D$ , 这里  $D$  是信号空间, 企业根据  $\theta_j$  判断 S 对实施方推进信息化后的信守承诺水平  $d_j$ , 并认为  $d_j$  和  $\theta_j$  是正相关关系, 因为 S 的监督水平越高, 其监督成本越高, 推进方的信守承诺的水平也越高。其中:

$$\sum_{j=1}^n p(d_j/\theta_j) = 1 \quad (2)$$

c. 在观测到 S 发出的信号  $d_j$  后, R 使用贝叶斯法则从先验概率  $p = p(\theta)$  得到后验概率  $\tilde{p} = p(\theta_j/d_j)$ , 然后会采取相应的行动  $k \in K$ , 这里  $K$  是 R 的行动空间 {推进信息化, 不推进信息化}。当信号  $d_j$  维持在较高水平时, 可能出现 R 不推进信息化而使企业遭受利润损失甚至亏损的情况; 当信号  $d_j$  维持在较低水平时, 可能出现 R 不推进信息化还能获得一定的收益而不需要付出实现信息化罚金的情况。

## 2 水利信息化推进方和实施方的博弈模型

### 2.1 博弈模型的假设

根据双方博弈的一般顺序, 可以构造一个 S 与 R 之间的信号博弈模型, 并对该模型做如下假定<sup>[5-6]</sup>: ①该博弈为无限次重复博弈; ②S 与 R 都是充分理性; ③初始阶段 R 不知道 S 类型  $\theta_j$ , 仅具有 S 类型的先验信念  $p(\theta_j)$ , 而且 S 不知道 R 推进信息化的概率  $p(k/d_j)$ ; ④在第一阶段后, R 可以观察到 S 上一期的信守承诺水平, 进而得出关于 S 类型的后验信念  $\tilde{p} = p(\theta_j/d_j)$ ; ⑤在进入下一阶段后, R 和 S 都将根据上一阶段得到的信息采取相应的行动。

定义 1 水利信息化监督与约束模型的精练贝叶斯均衡是战略组合  $(d^*(\theta), k^*(d))$  和后验概率  $\tilde{p} = p(\theta/d)$  的结合, 满足:

$$k^*(d) \in \arg \max_d \sum_{\theta} \tilde{p}(\theta/d) v_{\Sigma}(d, k, \theta) \quad (3)$$

$$d^*(\theta) \in \arg \max_{\theta} v_{\Sigma}(d, k^*(d), \theta) \quad (4)$$

式中:  $v_{\Sigma}(d, k, \theta)$  为水利信息实施方的收益;  $v_{\Sigma}(d, k, \theta)$  为水利信息推进方的收益;  $\tilde{p}(\theta/d)$  为 R 使用贝叶斯法则从先验概率  $p(\theta)$  观测到信号  $d$  和 S 的最优战略  $d^*(\theta)$  时所得到的(在可能的情况下)结果。

### 2.2 推进方和实施方的收益

#### 2.2.1 实施方的收益

水利信息化实施方的收益计算公式如下:

$$v_{\Sigma}(d, k, \theta) = Pp(k/d_j)p(d_j) - E(c/k)p(k/d_j)p(d_j) - Fp(\theta_j)p(d_j) \quad (5)$$

式中:  $P$  为在给予实施方优惠措施条件下所得的利益;  $E(c/k)$  为水利实施方实现信息化的成本;  $p(k/d_j)$  为在  $d_j$  条件下水利实施方实现信息化的概率;  $p(d_j)$  为  $d_j$  的概率;  $F$  为实施方因推进信息化工作不利而缴纳的罚金。

#### 2.2.2 推进方的收益

水利信息推进方的收益计算公式如下:

$$v_{\Sigma}(d, k, \theta) = Fp(\theta_j)p(d_j) + Q + M(\theta, k, d) - H(\theta_j) - Pp(k/d_j)p(d_j) \quad (6)$$

式中:  $Q$  为水利信息推进方的其他福利, 例如税收;  $H(\theta_j)$  为在  $\theta_j$  条件下水利推进方监督投入水平的成本;  $M(\theta, k, d)$  为水利实施方推进信息化给社会带来的收益。

### 2.3 博弈模型的建立

由上述定义可知, 水利信息化实施方的最优选择为

$$k^*(d) \in \arg \max_d \sum_{\theta} \tilde{p}(\theta/d) v_{\Sigma}(d, k, \theta)$$

因此可得

$$\begin{aligned} & \arg \max_d \sum_{\theta} \tilde{p}(\theta/d) v_{\Sigma}(d, k, \theta) = \\ & \arg \max_d \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{p(d_i/\theta_j)}{p(d_i)} \right) Pp(k/d_j)p(d_j) - \right. \\ & \left. E(c/k)p(k/d_j)p(d_j) - Fp(\theta_j)p(d_j) \right] = \\ & \arg \max_d \sum_{i=1}^n p(d_i/\theta_j) [ Pp(k/d_j) - \\ & E(c/k)p(k/d_j) - Fp(\theta_j) ] \end{aligned}$$

水利信息化推进方的最优选择为

$$d^*(\theta) \in \arg \max_{\theta} v_{\Sigma}(d, k^*(d), \theta)$$

因此可得

$$\begin{aligned} & \arg \max_{\theta} v_{\Sigma}(d, k^*(d), \theta) = \\ & \arg \max_{\theta} [ Fp(\theta_j)p(d_j) + R + M(\theta, k, d) - \\ & H(\theta_j) - Pp(k/d_j)p(d_j) ] \end{aligned}$$

对式(5)求  $p(k/d_j)$  的一阶偏导数, 并令偏导数等于零, 可得

$$p^*(k/d_j) = \frac{P_{\theta}}{E(c/k)} \quad (7)$$

式中:  $P_{\theta}$  为水利信息化实施方在监督水平为  $\theta$  下推进信息化获得的优惠措施收益。

对式(6)中的  $\theta_j$  求一阶偏导数, 可得

$$\frac{\partial H(\theta_j)}{\partial p(\theta_j)} - \frac{\partial M(\theta_j, k, d)}{\partial p(\theta_j)} = Pp(d_j/\theta_j) - Fp(d_j) \quad (8)$$

因此可得该模型的精练贝叶斯均衡为

$$(\theta^*, p^*(k/d), \tilde{p}^*(\theta/d)) = \left( \theta^*, \frac{P_\theta}{E(c/k)}, \frac{p(\theta, d)}{p(d)} \right) \quad (9)$$

## 2.4 博弈模型分析

a. 当推进方的监督水平  $\theta$  较低时

$$\frac{\partial M(\theta_j, k, d)}{\partial p(\theta_j)} - \frac{\partial H(\theta_j)}{\partial p(\theta_j)} < Pp(d_j/\theta_j) - Fp(d_j)$$

即水利信息化推进方监督的边际收益小于实施方获得的收益,说明在低监督水平下,由于初期成本投入过高,水利信息化实施方的最优策略为不实施信息化。

b. 当推进方的监督水平  $\theta$  较高时,

$$\frac{\partial M(\theta_j, k, d)}{\partial p(\theta_j)} - \frac{\partial H(\theta_j)}{\partial p(\theta_j)} > Pp(d_j/\theta_j) - Fp(d_j)$$

即推进方监督的边际收益大于实施方的收益,说明实施方因不推进信息化而导致其收益的降低,此时实施方的最优选择是实施信息化。

具体而言,实施方的均衡信念为  $p^*(k/d)$ ,则推进方采取的最优策略是  $\theta^*$ 。若推进方认为实施方的均衡信念  $p(k/d) > p^*(k/d)$ ,则推进方对实施方的监督可以保持现有水平;若推进方认为实施方的均衡信念  $p(k/d) < p^*(k/d)$ ,则推进方需要借助优惠措施和惩罚措施促使实施方推进信息化进程。

## 3 结论

目前,我国水利信息化尚处于初级阶段,在此阶

段,尽管实施方投入大量的资金,但不能获得相应的投资收益,因此水利信息化推进方需要加强对实施方的干预和控制,通过采取一定的监督措施和约束措施,促使实施方有效地实施水利信息化,并使实施方认识到从长远角度看实现信息化所获得的收益将高于成本。研究表明,随着水利信息化的推进,实施方实施水利信息化的成本可以不断降低,此时水利信息化的推进方可以逐渐减少干预和监督,通过市场机制实现实施方的自我调节,从而更加有效地推进水利信息化进程。

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,1996:12-16.
- [2] 陈洪转,羊震,杨向辉. 我国水权交易博弈定价决策机理[J]. 水利学报,2006,37(11):1407-1410.
- [3] 尚春静,刘长滨,孙玉华. 建筑业信息化推进的博弈分析[J]. 建筑经济,2005(9):20-22.
- [4] 乔立新,袁爱玲,李淑霞,等. 我国商业银行防范网络安全风险的博弈模型[J]. 系统工程理论与实践,2006(9):43-50.
- [5] SCHIPPER Y, NIJKAMAP P, RIETVELD P. Deregulation and welfare in airline markets: An analysis of frequency equilibria[J]. European Journal of Operational Research, 2007, 178(1): 194-206.
- [6] JAHANSHAHLOO G R, LOTFI F H, SOHRAIEE S. Eglst's dilemma with interval data[J]. Applied Mathematics and Computation, 2006, 183(1): 94-105.

(收稿日期:2007-06-28 编辑:张志琴)

·简讯·

## 中国小流域治理管理项目第六次联合检查总结会在西安举行

由世界银行、英国国际发展部和水利部联合组成的英国赠款中国小流域治理管理项目检查组,于2007年12月12日在西安组织召开中国小流域治理管理项目第六次联合检查总结会,对项目年度执行情况进行全面总结与评价。

世界银行项目经理梅亚娜、项目协调员曹文道、英国国际发展部项目副经理孙学兵、世界银行监测专家欧阳志云,及水利部外资办、国际合作与科技司、水土保持司,黄河水利委员会国际合作与科技局、黄河上中游管理局,甘肃省水利厅、项目办及项目实施区的市(县)区项目负责人等40余名代表参加了会议。水利部外资办主任于兴军主持了总结大会。

会上,黄河上中游管理局局长、项目执行办公室主任周月鲁,代表黄河上中游管理局及项目执行办公室,对各位项目官员、水利部有关部门领导表示欢迎,对长期工作在项目第一线的各级项目人员表示感谢并致词。

总结会上,中国小流域治理管理项目执行办公室、甘肃省项目执行办公室分别汇报了年度执行情况。世界银行与英国国际发展项目官员、专家,水利部外资办及有关部门负责人,都对项目执行情况给予了很高的评价。同时,中外双方代表就项目联合中发现的问题与不足,进行了广泛的磋商和交流,并达成了共识。

(本刊编辑部供稿)