

不对称信息对水资源集中分配机制效率的影响

孟戈

(武汉工程大学环境与城市建设学院,湖北 武汉 430074)

摘要:水资源的分配方式将直接关系到有限的水资源是否能够得到有效利用.有两种主要的水资源分配机制:集中机制和市场机制.已经证明,在信息完全的情况下,集中分配机制可以产生最大的整体效益.但在调度者无法确知用水户生产函数的情况下,即信息不对称的情况下,不能实现水资源的有效分配.本文运用委托—代理理论,以新疆玛纳斯河流域为背景,分析了不完全信息如何影响水资源集中分配机制的效率,在此基础上,提出了在玛纳斯河流域建立水市场,实现市场分配机制的建议.

关键词:水资源;分配机制;效率;激励机制;不完全信息

中图分类号:F407.9 **文献标识码:**A

0 引言

为维持地球生态环境的良性循环和人类社会的发展,水的作用是巨大的和不可替代的^[1].我国水资源量年平均约为28 000亿 m^3 ,位居世界第6位,但由于我国人口众多,人均占有水资源不足2 300 m^3 ,仅居世界的第113位,属于13个严重缺水国家之一,伴随着社会经济的高速发展,用水量大幅增长.一定地域内的水资源总量是不会增加的,而经济社会发展却要求提供更多的用水量,水的来源除了采取可行的工程措施外,采用合理的水资源分配机制是非常必要的.

有两种主要的水资源分配机制:集中机制和市场机制^[2-3].集中机制是一种基于系统整体效益最优的资源分配机制;而市场机制是一种基于个体消费和生产行为的资源分配机制.在水资源的集中分配机制中只有一个决策者(即调度者),各用水户不是以独立的决策者出现的,当调度者得到了用水户的用水生产函数后,一切决策选择权均由调度者代理.对水资源实现集中分配的基本目标是将有限的水资源在各用水户间进行分配使其产生最大整体效益.如果调度者能真实地得到各用水户的用水生产函数,可以证明:水资源的集中分配机制能使整体效益达到最大,即实现社会福利最大化,没有其它分配机制能比这种分配机制更有效地分配有限的水资源^[4].然而在现实中调度者很难真实地得到这些用水生产函数,也就是说存在信息不对称的情况,即调度者对各用水户的类型不完全了解,最优的分配水

量不能实现.本文将以玛纳斯河流域的水资源集中分配模式为背景,运用委托—代理理论分析不对称信息对水资源集中分配机制效率的影响.

1 委托—代理模型

处于新疆天山北坡中段,准噶尔盆地南缘的玛纳斯河流域是新疆和西北干旱地区具有代表性的内陆河流域.流域内日照时数十分丰富,每年约2 600~3 000 h,但年均降雨量仅120~200 mm,蒸发量达到1 700~2 200 mm.玛纳斯河流域灌区是全国第六大灌区,有效灌溉面积20万 hm^2 .经过50多年的建设,已成为引、输、蓄、配和发电等综合利用水利工程,极大地促进了当地国民经济的发展.自治区玛管处是自治区水利厅设在该流域的派出机构,在流域内行使河道管理、水工程管理、用水管理等水行政管理职权,又是玛纳斯河流域灌区管理委员会的执行机构.自治区玛管处规定流域内三大行政单位的分水比例,按照水大大分,水小小分的原则分水.玛纳斯河流域现行的分水方式实质上是一种集中的水资源分配方式,由流域玛管处集中分配后,下级水管单位再次进行集中分配.

1.1 基本模型

把拥有分水权的玛管处看成是委托人,他分配一定的水量给各个用水户(代理人),假设供水成本为 Rk ,其中 R 为单位供水成本, k 为分配给某用户的水量,用水户为得到水量 k 需向玛管处支付水费 t (可看作委托—代理理论中的转移支付),玛管处收取水费主要用于补偿供水成本,则委托人玛管处的

效用函数为 $V=t-Rk$, 用水户的利润为 $U=\theta f(k)-t$, 其中 $\theta f(k)$ 是 k 单位水量带来的净效益. 同时假设 $f'>0, f''<0$, 表示效益随水量的增加而增加, 边际效益随水量的增加而减小, $f(k)$ 是玛管处和用水户都确知的. 而参数 $\theta \in \Theta = \{\underline{\theta}, \bar{\theta}\}, \underline{\theta} < \bar{\theta}$, 表示用水户的类型, $\underline{\theta}$ 表示用水户是低效率的类型, $\bar{\theta}$ 表示用水户是高效率的类型, 比如可将采用大水漫灌的用水户看作是低效率用水户, 把采用滴灌、喷灌等节水技术的用户看作是高效率的, 则对水量 $k, \bar{\theta}f(k) > \underline{\theta}f(k)$, 即高效率用水户创造的净效益大于低效率用水户单位水量创造的净效益. 简单起见, 这里只将用水户分为两种类型^[5].

1.2 完全信息下的最优分配水量

水费仅在玛管处与用水户之间转移, 不计入社会福利, 因此社会总福利可表示为 $w=\theta f(k)-Rk$, 当不存在不对称信息时, 玛管处十分清楚用水户的类型 θ , 玛管处可以通过调节水费令两类用水户的利润都为 0, 即 $\underline{U}^* = \underline{\theta}f(k) - t = 0, \bar{U}^* = \bar{\theta}f(k) - t = 0$, 这时最大化社会总福利:

对于高效率的用水户, 最优的水量分配 \bar{k}^* 应满足: $\bar{\theta}f'(\bar{k}^*) = R$.

对于低效率的用水户, 最优的水量分配 \underline{k}^* 应满足: $\underline{\theta}f'(\underline{k}^*) = R$.

如果高效率和低效率的用水户带来的社会福利都是非负的, 则最优的分配水量 \bar{k}^* 和 \underline{k}^* 都是可以实现的, 而高效率的用水户所创造的社会福利 $\bar{w} = \bar{\theta}f(\bar{k}) - R\bar{k}$ 要大于低效率用水户所创造的社会福利 $\underline{w} = \underline{\theta}f(\underline{k}) - R\underline{k}$. 事实上, 由于 \bar{k}^* 最大化社会总福利 $\bar{w} = \bar{\theta}f(\bar{k}) - R\bar{k}$, 所以 $\bar{\theta}f'(\bar{k}^*) - R\bar{k}^* > \underline{\theta}f'(\underline{k}^*) - R\underline{k}^*$, 并且由于 $\underline{\theta} < \bar{\theta}$, 所以 $\underline{\theta}f'(\bar{k}^*) - R\bar{k}^* > \underline{\theta}f'(\underline{k}^*) - R\underline{k}^*$, 由此可见, 只要确保低效率用水户的劳动是有价值的, 即 $\underline{w} > 0$, 则最优的分水量是可以实现的.

由于 $f'(\bar{k}^*) = \frac{R}{\bar{\theta}} < f'(\underline{k}^*) = \frac{R}{\underline{\theta}}$ 且 $f'' < 0$, 所以最优分水量满足 $\bar{k}^* > \underline{k}^*$, 即一个高效率的用水户应分得比低效率用水户更多的水. 上述分析可由图 1 表示.

在 (k, t) 空间, 用水户之间的无差异曲线是凹的, 并且沿着右下方向移动将得到更高的效用水平. 而无差异曲线 $\bar{\theta}$ 比无差异曲线 $\underline{\theta}$ 更陡, 因而单相交性质成立^[6].

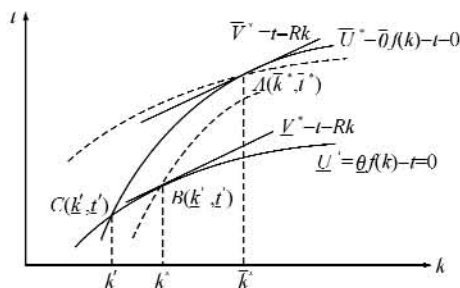


图 1 不对称信息对水资源集中分配机制的效率影响

Fig. 1 Incomplete information's effect analysis on the efficiency of water resources centralized allocation mechanism

图 1 中符号说明:

$\underline{\theta}f(k)$ —— k 单位水量给低效率用水户带来的净效益.

$\bar{\theta}f(k)$ —— k 单位水量给高效率用水户带来的净效益.

\underline{U}^* ——完全信息下最大化社会福利, 低效率用水户的利润.

\bar{U}^* ——完全信息下最大化社会福利, 高效率用水户的利润.

\underline{V}^* ——完全信息下最大化社会福利, 用水户为低效率时委托人玛管处的效用.

\bar{V}^* ——完全信息下最大化社会福利, 用水户为高效率时委托人玛管处的效用.

\underline{k}^* ——完全信息下最大化社会福利低效率用水户的最优分配水量.

\bar{k}^* ——完全信息下最大化社会福利高效率用水户的最优分配水量.

\underline{t}^* ——完全信息下最大化社会福利低效率用水户支付的水费.

\bar{t}^* ——完全信息下最大化社会福利高效率用水户支付的水费.

\underline{k}' ——不完全信息下, 为使高效率用水户选择最大化社会福利的分配水量 \bar{k}^* , 无积极性模仿低效率的用水户, 委托人玛管处可能分配给低效率用水户的水量.

\underline{t}' ——委托人玛管处分配给低效率用水户水量 \underline{k}' 时, 低效率用水户需支付的水费.

1.3 不对称信息对水资源集中分配机制效率的影响

在不对称信息下, 玛管处不能确切地知道用水户是低效率的还是高效率的, 由图 1 分析可知, 高效率的用水户有积极性模仿低效率的用水户, 从而得到 B 点所表示的配水量 \bar{k}^* , 支付水费 \bar{t}^* , 以得到一个正的效用. 而低效率的用水户没有积极性模仿高效率的用水户, 因为如果他谎称自己是高效率的, 则得到 A 点所示的配水量 \underline{k}^* , 支付水费 \underline{t}^* , 这时他得

到一个负效用,所以完全信息的最优契约无法实施,因而要考虑激励相容约束,即委托人设计的契约要被代理人接受,代理人用水户不能通过谎报自己的类型获利。在C点高效率的用水户得到的效用与A点相同,低效率的用水户得到的效用与B点相同,为了使高效率代理人无积极性模仿低效率的代理人,委托人玛管处可能提供契约C点给低效率的代理人,但这时低效率代理人的分得的水量小于最优时的水量 \bar{k}^* ,会造成社会福利的损失。下面通过数学模型来描述不对称信息下的分水问题。

对高效率类型的用水户来说,谎报自己是低效率的用水户所得的利润不能高于向玛管处报告真实类型所得的利润,即

$$\begin{aligned}\bar{U} &= \bar{\theta}f(\bar{k}) - \bar{t} \geq \underline{\theta}f(\bar{k}) - \bar{t} \\ \bar{U} &\geq \underline{\theta}f(\bar{k}) - \bar{t} + \underline{\theta}f(\bar{k}) - \underline{\theta}f(\bar{k}) \\ \bar{U} &\geq (\bar{\theta} - \underline{\theta})f(\bar{k}) + \bar{U} \\ \bar{U} &\geq \Delta\theta f(\bar{k}) + \bar{U}\end{aligned}$$

对低效率类型的用水户来说,谎报自己是高效率的用水户所得的利润不能高于向玛管处报告真实类型所得的利润,即

$$\begin{aligned}\underline{U} &= \underline{\theta}f(\underline{k}) - \underline{t} \geq \bar{\theta}f(\underline{k}) + \bar{\theta}f(\bar{k}) - \bar{\theta}f(\bar{k}) - \bar{t} \\ \underline{U} &\geq \bar{U} - \Delta\theta f(\bar{k})\end{aligned}$$

另一方面,若一组契约可以被代理人接受,则它给予每种类型代理人的效用至少不低于外在的机会效用水平,即满足参与约束,这里认为用水户的利润应非负。

考虑激励相容约束[式(1)和式(2)]和参与约束[式(3)和式(4)]分别为:

$$\bar{U} \geq \bar{U} - \Delta\theta f(\bar{k}) \quad (1)$$

$$\bar{U} \geq \bar{U} + \Delta\theta f(\bar{k}) \quad (2)$$

$$\bar{U} \geq 0 \quad (3)$$

$$\bar{U} \geq 0 \quad (4)$$

而委托人的规划问题为:

$$\begin{aligned}(P:) \max_{(\underline{U}, \underline{k}), (\bar{U}, \bar{k})} & v(\bar{\theta}f(\bar{k}) - R\bar{k}) + (1-v) \\ & (\underline{\theta}f(\underline{k}) - R\underline{k}) - (v\bar{U} + (1-v)\underline{U}) \\ \text{s. t.} & \text{式(1)至式(4)}.\end{aligned}$$

用拉格朗日技术解这个问题。为了方便对这个问题求解,首先来分析哪些约束是紧的。由式(2)和式(3)立即可以得出式(4),其次,由以上无差异曲线的分析可知:低效率的用水户没有积极性模仿高效率的用水户,所以式(1)也是无关紧要的。显然,只有式(2)和式(3)是相关的,在最优的情形下,这两个约束是紧的,因为委托人玛管处总会在满足约束条件的情况下,给代理人用水户最小的信息租金。即

$$\bar{U} = \Delta\theta f(\bar{k}) \quad (5)$$

及

$$\underline{U} = 0 \quad (6)$$

所以可得到简化的最优规划问题(p')

$$(P') : \max_{(\underline{k}, \bar{k})} v(\bar{\theta}f(\bar{k}) - R\bar{k}) + (1-v)(\underline{\theta}f(\underline{k}) - R\underline{k}) - v\Delta\theta f(\bar{k})$$

用上标SB标注这个规划问题的解,表示它是次优解。

显然目标函数是凹的,用拉格朗日法求解:

$$\bar{\theta}f'(\bar{k}^{SB}) = R$$

由于 $\bar{\theta}f'(\bar{k}^*) = R$,作为结论可得到高效率类型不存在分配水量的扭曲,次优解等于最优解,即 $\bar{k}^{SB} = \bar{k}^*$ 。

然而对低效率类型的用水户:

$$\left(\bar{\theta} - \frac{v}{1-v}\Delta\theta\right)f'(\bar{k}^{SB}) = R \text{ 而 } \underline{\theta}f'(\underline{k}^*) = R,$$

所以 $f'(\bar{k}^{SB}) > f'(\underline{k}^*)$ 且由于 $f'' < 0$,可以得出低效率类型的分配水量向下扭曲,即 $\bar{k}^{SB} < \bar{k}^*$,从而导致 $\underline{w}^{SB} = (\underline{\theta}f(\bar{k}^{SB}) - R\bar{k}^{SB}) < \underline{w}^* = (\underline{\theta}f(\underline{k}^*) - R\underline{k}^*)$ 。

2 结论与对策

用水户的效率类型可能与土地类型、灌溉方式等许多因素有关,在现实中玛管处不可能详细地掌握每一个因素,从而确定用水户是何种类型的用水户,只能以某一可掌握因素(如用水户的土地面积)来确定用水户的类型,从而决定分配给用水户多少水量。但这样确定的用水户类型可能与实际的用水户类型存在偏差,那么如前面所分析的那样,就可能出现高效率的类型的用水户得到低效率类型用水户的分水量 \bar{k}^* ,从而导致 $\bar{w} = (\bar{\theta}f(\bar{k}^*) - R\bar{k}^*) < \bar{w}^* = (\bar{\theta}f(\bar{k}^*) - R\bar{k}^*)$,即社会总福利的损失。另一方面,高效率类型有可能为了提高自己的利润,故意暴露出某些信息,让玛管处误以为自己是低效率的用水户,从而得到分水量 \bar{k}^* ,造成社会总福利的损失,玛管处为了防止高效率类型的用水户冒充低效率类型的用水户,会向低效率类型的用水户提供次优的分配水量 \bar{k}^{SB} ,但 $\bar{k}^{SB} < \bar{k}^*$,则 $\bar{w}^{SB} = (\bar{\theta}f(\bar{k}^{SB}) - R\bar{k}^{SB}) < \bar{w}^* = (\bar{\theta}f(\bar{k}^*) - R\bar{k}^*)$,即社会福利的损失。

综上所述,在水资源的集中分配机制下,当玛管处对能够确知用水户的类型时,即在完全信息下,可以按照实现社会福利最大化的契约进行水量分配,但当存在不对称信息时,玛管处作为水量的分配人,有可能不能够按照满足社会福利最大

化的水量来进行分水,也就是说可能导致社会福利的损失.而且为便于讨论,本文没有考虑用水总量约束,不对称信息也仅用一个参数 θ 体现,但在现实中不对称信息及约束条件的表现形式更为复杂,通过集中分配实现社会福利最大化变得更加困难.

与水资源的集中分配机制相比,水资源的市场分配机制除了能实现整体效益外,它所需要的信息是很少的,只需要供水价格系统的信息,其它信息无需再担心隐含虚假成份.另外,它能反映不同用水户独立的选择行为,各用水户根据自己利益得失作出独立决策,克服了集中控制分配机制中完全由调度者代替用水户作出决策的弊端.玛纳斯河流域,由历史形成的按比例分水实际上由集中分配机制确立了各用水户的初始取水权,在初始取水权一定的情况下,我们可以考虑构建进行水权交易的水市场,由市场机制再次对水资源进行配置.当然,水资源的市场分配机制也存在着水权的界定、交易规则、交易方式的明确等诸多问

题需要进一步研究和探讨.

参考文献:

- [1] 胡振鹏,傅春,王先甲.水资源产权配置与管理[M].北京:科学出版社,2003:8.
- [2] Walmsley JJ. Market forces and the management of water for the environment [J]. Water SA, 1995, 21 (1):43-50.
- [3] Bjornlund H, Mckey J. Factors affecting water in rural water market [J]. Water Resource Research, 1998, 34: (6):1563-1570.
- [4] 王先甲,肖文.水资源的市场分配机制及其效率[J].水利学报,2001, (12):29-34.
- [5] 拉丰 J J, 马赫蒂摩 D. 激励理论(第一卷)委托—代理模型[M]. 陈志俊,李艳,译.北京:中国人民大学出版社,2002 :19-38.
- [6] Spence M, Zeckhauser R. Insurance Information, and Individual Action [J]. American Economic Review, 1971, 61(5):380-387.

Incomplete information's effect on the efficiency of water resources centralized allocation mechanism

MENG Ge

(School of Environment and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The mechanism of water resources allocation is an important factor for water resources utilization. There are two kinds of water resources allocation mechanism; centralized mechanism and market mechanism. It has been proved that the centralized mechanism will produce the maximum efficiency with complete information. However, if the principal can't find the real production function of water users, the maximum whole benefit of the centralized mechanism will not be realized. Based on the background of Ma-na-si river drainage area in Xin-jiang municipality, this paper uses the principal-agent theory to analyze incomplete information's effect on the efficiency of water resources' centralized allocation mechanism. As a result, building water market to use the market mechanism of water resources allocation is suggested.

Key words: water resources; allocation mechanism; efficiency; incentive mechanism; incomplete information.

本文编辑:萧 宁