华南农业大学学报(社会科学版)
2013年第2期 JOURNAL OF SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY No. 2 2013
(第12卷) (SOCIAL SCIENCE EDITION) (Vol. 12)

政策因素与农业用水户的节水行为

郑志来

(盐城师范学院 商学院,江苏 盐城 224051)

摘 要: 通过核心要素假设,对水费收取方式、水价高低、政府补贴、水权水量限制、水权水量交易以及农业用水户协会等因素进行实证研究,探讨不同政策因素对农业用水户节水行为影响。研究表明:逐步取消按面积收费方式,实行计量收费方式,并提高农业水费价格具有很好节水效果,农业用水户水费负担增加通过政府交叉补贴加以解决;尽快在有条件地区设定农业用水户水权水量,并建立水权水量交易市场激励农业用水户节水行为;农业用水户协会建立有助于以上政策的实施和监督管理,并能修正由于水权市场建立带来的农业用水过多转移问题。

关键词: 农业用水户; 节水; 水价; 水权; 用水户协会

中图分类号: F323.213 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-0202(2013)02-0027-07

一、前 言

我国农业用水面临着两大困境:一是工业、第三产业、环境生态用水需求随着经济发展不断增长,而我国总用水量受制于水资源开发供给量局限逐渐趋于稳定,用水主体之间的矛盾带来农业用水总量受限(如表1);二是我国农业用水利用率不高,灌溉单位用水量偏高,水田达到每亩1500立方米,仍存在大水漫灌现象[1]。全国农业用水利用率只有40%左右,而发达国家农业用水利用率可达80%以上。针对农业水资源利用等问题,2011年中央一号文件明确了农田灌溉水有效利用系数提高到0.55以上,突出加强农田水利等薄弱环节建设,并从土地出让收益中提取10%用于农田水利建设[2]。不难看出,既要保证农业用水,又要保证经济增长,节水潜力只能来自于农业,这种节水还不是单纯的农业用水量减少,因为18亿亩耕地最低需求需要保障,而是农业用水效率提高带来的用水量节约。研究不同政策因素对农业用水户节水行为影响正是基于农业用水量趋于稳定和农业水资源利用率不高背景下提出的。本文将着重研究农业水价高低不同(交叉补贴)、水费收取方式不同、有无水权水量限制、政府节水补贴方式、水权水量能否交易、农业用水户协会建立等因素对用水户节水行为影响。

表1 2002—2011年全国用水总量和农业用水量情况 **单位:亿立方米**

类别	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
全国用水量	5497	5320	5548	5633	5795	5819	5910	5665	6022	6107
农业用水量	3731	3431	3589	3583	3668	3602	3664	3723	3689	3743

收稿日期: 2013-02-17

基金项目: 江苏省博士研究生创新基金项目(CX08B_047R)

作者简介: 郑志来(1981—),男,江苏盐城人,盐城师范学院商学院讲师,主要研究方向为水资源管理.

二、不同因素对农业用水户节水行为影响

(一)研究假设

本节重点研究农业水价高低不同、水费收取方式不同、有无水权水量限制、政府节水补贴方式、水权水量能否交易等因素对农业用水户节水行为影响。为了便于问题研究,以更好说明这些因素对农业用水户节水行为的影响,需要做一些基本假设:

假设1:在没有进行节水措施时的供水损失量为 G,当用水户进行相应规模节水资金投入而节约的水量为 g。K 为农产品在生长过程中的需水量,不含 G,则农户的水需求量 $X=K+G$ 或者 $X=K+G-g$。但是,在有水权水量制约下,该农户水需求量 X 在没有水权交易时,不得超过他自己拥有的水权水量 X^0。

假设2:节水资金投入额 I 与节水量 g 有函数关系:$I=I(g)$。节水投入与节水量满足增函数,即随着节水投入增加节水量也不断增加,只有超过某一值时节水投入增加量大于节水量增加量。

假设3:假定其他因素不对其水资源灌溉效益造成影响,农产品水资源灌溉收益产量为 Y,其生产函数:$Y=F(K,T)$,其中 T 为农作物的灌溉面积。K 的投入与农产品产量 Y 之间呈边际收益递减规律,农产品价格为常值 P,不受农产品市场供需影响。

假设4:农产品生产成本只考虑跟水资源相关的节水投入和水费,其他成本不对本模型分析造成影响,也不是本文研究内容。因为农产品收益也只考虑水资源灌溉收益,使得收益与成本相对称。

假设5:农业用水户作为经济人,追求目标是自身收益最大化,这里的自身收益就是用水获取农产品收益。

(二)单位耕作面积计收水费

按农产品单位耕作面积计收水费在我国水资源管理实践中大量存在,目前水资源相对丰富的大部分地区和水资源相对紧张的部分地区仍根据每位农户农产品单位耕作面积计收水费。即使部分地区配套了计量设施,由于老化、缺乏管理、人员技术配套等原因在实践中也很难准确计量[3]。单位灌溉面积水价为 L,由于每个农户耕作单位面积 T 为定值,导致所交的水费是一个定值($L\cdot T$)。在没有水权水量限制下,农业用水户作为经济人来考虑,追求自身收益最大化,其净收益为:

$$\omega = P\cdot Y - L\cdot T - I(g) \tag{1}$$

对表达式(1)最优化一阶条件,通过对以 k 和 g 为自变量的 ω 函数分别求导,不能得出:

$$d\omega/dg = -I'(g) = 0$$

$$d\omega/dk = P\cdot F'_k = 0$$

当 Y 收益在水边际价值为0时,其用水户收益的正值项 D、Y 达到最大,此时水资源一直利用到其边际价值为0,才会停止耗水。在没有水权水量限制的外在压力下,用水户不会主动去进行节水,得出其削弱项 $I(g)$ 投入为0。不难得出其均衡条件:水的边际价值生产力即边际效益($P\cdot F'_k$)等于节水边际费用成本。

$$P\cdot F'_k = I'(g) = 0$$

节水边际成本等于水边际价值,农业用水户在没有水权水量限制下,水边际价值一直利用到农产品产出最大时,所以农业用水户不会进行节水。

此时考虑政府或供水户提高单位灌溉水价 L,对用水户节水效果有没有影响。由于每位用水户所交水费是个定值,因此,农业用水户会一直利用其水资源到其边际价值为0来提高农产品 Y 产出,所以提高水价也不会起到节水作用。也就是说在没有水权水量限制情形下,按照面积计收水费,水价是不起作用的。这只会增加用水户负担,而且这种增加还没有转化成节水内在动力[4]。

此时考虑政府或供水户加大对农业用水户节水投入补贴,对用水户节水效果有没有影响。从农业用水户自身考虑,其水费是其固定成本,节水补贴可以减少用水户节水投入,但由于没有水权水量限制,政府的节水投入补贴不会激发农业用水户节水投入。在实践中这些补贴用水户只能作为收益来处理,即使政府补贴帮助用水户建立节水设施,用水户也不具有内在动力进行节水投入。只要节水投入 $I(g)$ 存在变动成本,其最优化一阶条件仍为 0。用水户自身不会增加节水投入,水资源利用到水边际价值为 0 时。政府只有将补贴同用水户节水量联系起来,用水户用节水量换取政府补贴,政府补贴用水户收益抵消节水投入成本。

(三)农业用水户存在水权水量限制

在表达式(1)基础上,假设农业用水户存在水权水量限制,其中 $X^0 = K + G - g$。此时农业用水户的拉格朗日函数为:

$$\omega = P \cdot Y - L \cdot T - I(g) + \lambda (X^0 - K - G + g) \tag{2}$$

对表达式(2)最优化一阶条件,通过对以 k 和 g 为自变量的 ω 函数分别求导,不难得出:

$$d\omega/dg = \lambda - I'(g) = 0$$

$$d\omega/dk = P \cdot F'_k - \lambda = 0$$

λ^* 表示水资源在水权水量限制时,配置实现了均衡、达到了最有效配置时的数值。

用水户节水投入同节水量是递增的,只有达到一定量时才会递减。农产品用水量所带来的边际效益是递减的。用水户节水资金的投入直到水的边际生产力,即边际效益($P \cdot F'_k$)等于 λ^* 时,同时节水支出一直到节水的边际费用等于 λ^* 时为止。节水投入均衡条件:其节水量所耗边际费用等于其农作物需水量所产生边际价值。

$$P \cdot F'_k = I'(g) = \lambda^* > 0$$

从中不难看出,有水权水量限制时,农业用水户会进行节水投入,一直到节水产生的边际收益等于节水所耗费的成本。用水户节水动力来自于节水投入所带来的节水量增加,弥补了其因不足水量损失的灌溉收益。当然这种投入直到节水量增加带来其灌溉收益增加值等于其节水投入增加值为止。

此时考虑政府或供水户提高单位灌溉水价 L,对用水户节水效果有没有影响。由于用水户支出只受其灌溉面积影响,不受水量影响,所以每位用水户所交水费是个定值。农业用水户进行节水动力来自于水权水量限制,而不是水价提高导致用水需求下降。也就是说在有水权水量限制情形下,按照面积计收水费,水价也是不起作用的。

此时考虑政府加大对农业用水户节水投入补贴,对用水户节水效果有没有影响。根据行为经济学理论,需对政府节水补贴与用水户节水投入置于不同帐户进行评价。在有水权水量限制时,政府补贴内化成用水户节水投入,此时节水量所耗的边际费用等于其农作物需水增加所产生边际价值的均衡点 λ^* 值就会上移,从而节水量会增加[5]。因为每个农业用水户节水所耗费的成本降低了,所以政府节水投入补贴会带来用水户节水量的增加。如果政府补贴方式没有内化成用水户节水投入,反而变为用水户自己收入预算,则不会带来 λ^* 值上升。

(四)每立方米水的价格和耗水量计收水费

目前在我国水资源相对匮乏的地区,尤其是用水紧张的地区,是按照每立方米水的价格(L_k)和耗水量征收水费。在表达式(2)基础上,分析按计量收费对用水户节水行为的影响。用水户作为经济人来考虑,追求自身收益最大化,其拉格朗日函数为:

$$\omega = P \cdot Y - L_k(K + G - g) - I(g) + \lambda (X^0 - K - G + g) \tag{3}$$

对其表达式(3)最优化一阶条件,通过对以 k 和 g 为自变量的 ω 函数分别求导,不难得出:

$$d\omega/dg = \lambda + L_k - I'(g) = 0$$
$$d\omega/dk = P \cdot F'_k - \lambda - L_k = 0$$
$$P \cdot F'_k = I'(g) = \lambda^* + L_k$$

λ^* 表示水资源在水权水量限制时,配置实现了均衡、达到的最有效配置时的数值。

不难看出在有水权水量限制时,水的边际生产力和节水边际费用会同时上升到水价和水资源配置均衡点,起到节水作用。

政府或供水户如果提高水价,此时每个农业用水户节水边际费用投入就会增加,水利用均衡条件:$P \cdot F'_k = I'(g) = \lambda^* + L_k$ 中,L_k 变大,其均衡点就会上移,从而节水量也会增加。也是说在按每立方米水的价格计量收费时,提高水价可以起到节水作用。水价提高会带来农业用水户支出增加,生活压力变大,需要政府对其进行补贴。政府如果增加对用水户节水补贴,由于水利用的均衡条件为 $P \cdot F'_k = I'(g) = \lambda^* + L_k$,在有水权水量限制时,政府交叉补贴同节水量联系起来,内化成用水户节水投入时,其农作物需水量所产生价值的均衡点 λ^* 值就会上移,从而节水量就会增加。同样如果政府交叉补贴方式没有内化成用水户节水投入,反而变为用水户自己的收入预算,则不会带来 λ^* 值上升。具体分析见图1。

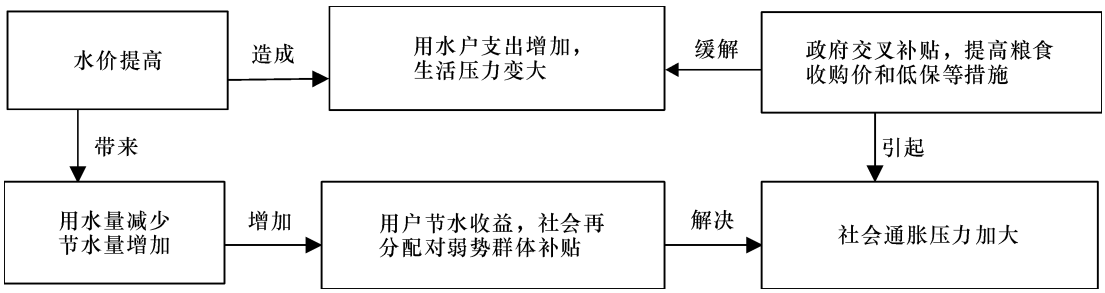


图1 水价提高带来的节水问题

(五)农业水权水量交易市场

在有条件地区,建立农业水权水量交易市场满足农业自身用水发展,也解决了工业和第三产业快速发展带来的缺水问题。水权水量市场建立主要是激励用水户通过进行外部转移获取收益来节约用水,农业用水户交易的水量为其农户节约的水和水权水量大于需水量的多余水量。这里暂不考虑水权水量交易成本,并假设每个用水户水权水量是平均分配的,水权水量交易价格为 $P_{外}$,则单个农业用水户净收益最大化的拉格朗日函数为:

$$\omega = P \cdot Y + P_{外} \cdot \left(\frac{1}{n}Q - K - G + g\right) + \lambda\left(\frac{1}{n}Q - K - G + g\right) - L_k \cdot (K + G - g) - I(g) \qquad (4)$$

$$s \cdot t \quad \frac{1}{n}Q = K + G - g$$

对表达式(4)最优化一阶条件,通过对以 k 和 g 为自变量的 ω 函数分别求导,不难得出:

$$d\omega/dg = P_{外} + L_k + \lambda - I'(g) = 0$$
$$d\omega/dk = P \cdot F'_k - P_{外} - L_k - \lambda = 0$$
$$P \cdot F'_k = I'(g) = P_{外} + L_k + \lambda$$

其中 λ^* 表示水资源配置实现了均衡、达到的最有效配置时的数值。水利用的均衡条件为节水的边际费用等于其转让价格、收取水价和 λ^* 三者之和时为止。除转让水价和收取水价外,水权水量限制也起到节水作用,用水户节水投入均衡点 λ^* 将上移。

正如图 2 所示,在没有水权水量限制时,水的利用一直到水的边际生产力为 0 时,即图中 A 点,此时没有节水投入;如果有水权水量限制,假如限制到图中 B 点,此时,节水投入边际效益曲线就会向左移动。按照单位灌溉面积计收水费,就相当于图中的横坐标,其为用水户固定投入,其导数始终为 0。如对其按计量收水费,随着水价提高,其横坐标就会向上移动,就如图中的 L_k 曲线,其对农业用水户节水投入具有作用,也会导致其节水投入边际效益曲线向左移动,此时用水量就是图中的 C 点。建立水权交易市场,水资源交易的一阶导数,其实就是水权转让价格,在水价不断提高情况下,$P_{外}$ 曲线上升也会带来农业用水户节水投入边际效益向左移动,此时用水量为图中的 D 点。用水量由 A 点移动到 D 点,水资源得到节约,其利用率得到提高。从中不难看出,按每立方米计收水费、提高水价、政府交叉补贴、水权水量限制、水权市场建立对农业用水户节水投入具有内在动力。

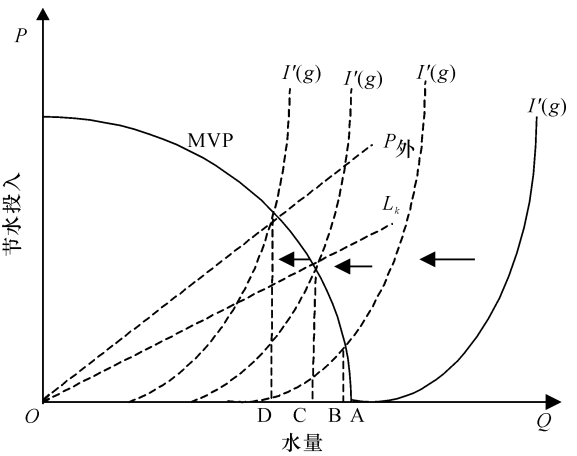


图 2　农业用水户计划配置下的节水投入分析

三、用水户协会对农业用水户节水行为影响

前面分析农业水价高低不同、水费收取方式不同、有无水权水量限制、政府节水补贴方式、水权水量能否交易等因素对农业用水户节水行为影响。得出按计量收费,提高水价、政府交叉补贴、设置水权水量、建立水权交易市场等方式有助于农业用水户节水。现在问题是,政策有效性不光取决于政策制定,更取决于政策执行的过程管理。政府单方面管理在水费收取、节水设施补贴、水权水量设置和交易上存在信息不对称、管理监督缺位、管理成本大等问题,导致很难进行有效管理。农业用水户协会的建立确立了用水户主体地位,激励了用水户参与管理的积极性。用水户协会建立同政府相比具有信息、管理成本低的比较优势,有利于提高水费征收率,使得水价提高、计量收费方式得到执行。在水权水量设置上,政府管理没有确立用水户主体地位,又存在信息不对称、管理不到位,所以很难准确设置每位用水户水权水量。农业用水户协会利用用水户协会成员同质性以及成员之间的协同效应,有利于水权水量设置得到实施。在水权水量交易情况下,建立农业用水户协会一方面增加规模效应,另一方面提高用水户整体议价能力,同时节约用水户成员交易成本。更为关键的是农业用水户协会解决了农业用水由于水权交易市场建立农业用水过多转移问题[6]。不难看出,农业用水户协会建立一方面是政府政策实施的管理主体,另一方面是水权交易市场建立的延续。下面进一步分析农业用水户协会如何修正用水户的节水行为。

设置水权水量、建立水权交易市场有利于水资源价值得到更高评价,单个用水户节水博弈行为之间会产生农业水被过多转移,从而对过多转移地区的农业发展不利。这就需要农业用水户建立用水户协会,对用水户节水行为由非合作博弈转为合作博弈。下面通过数学模型具体分析,为方便研究,做了如下假设:

假设 1:g_i 为用水户 i 产生的节水量,所以 $G = \sum_{i=1}^{n} g_i$ 为所有用水户产生的节水量;

假设 2:农户节水量主要是通过水权市场转移到工业或其他产业中,农业用水户产生的节水量

转移能得到全部出清,所以过多水量转移对本地区或农业发展会产生不利影响;

假设3:设每个用水户单位节水量产生效益为 ϕ,且 $\phi=\phi(G)$,设 $G_{\max}$ 为农业用水户产生的最大节水量。当节水量较小时,$\phi(G)>0$;当产生节水量超过农业承载力 $G_{\max}$ 时,$\phi(G)=0$。随着节水量增加,每个用水户产生单位节水量效益将递减,用水户产生单位节水量效益的变化率也将递减,即

$$\frac{\partial\phi}{\partial G}<0,\quad \frac{\partial^2\phi}{\partial G^2}<0$$

假设4:用水户节水边际成本为 c,并按照其边际成本节水,其成本函数为:$C_i(g_i)=cg_i$。

则用水户 i 节水的利润函数为:

$$\psi_i(g_i)=g_i\,\phi(G)-cg_i\quad i=1,\cdots,n$$

其最优化的一阶条件满足:

$$\frac{\partial\psi_i}{\partial g_i}=\phi(G)+g_i\,\phi'(G)-c=0\quad i=1,\cdots,n \tag{5}$$

将(5)表达式 n 个一阶条件相加,可以得到:

$$n\phi(G^*)+G^*\phi'(G^*)-nc=0 \tag{6}$$

其纳什均衡条件:

$$G^*=\sum_{i=1}^{n}g_i,\ \psi^*=\sum_{i=1}^{n}[g_i^*\phi(G^*)-g_i^*c]\quad i=1,\cdots,n \tag{7}$$

其二阶条件,可以得出:

$$\frac{\partial^2\Psi_i}{\partial g_i^2}=2\phi'(G)+g_i\phi''(G)<0,\quad \frac{\partial^2\Psi_i}{\partial g_i\partial g_j}=\phi'(G)+g_i\phi''(G)<0$$

则不难得出:

$$\partial g_i/\partial g_j=\frac{\partial^2\psi_i}{\partial g_i^{\,2}}\Big/\frac{\partial^2\psi_i}{\partial g_i\partial g_j}>0\quad i=1,\cdots,n \tag{8}$$

这说明一个用水户节水量随着另外一个用水户节水量增加而增加,证明了农业用水户之间农业节水转移是积极的,具有内在动力。但过多节水转移会对农业自身发展不利,这就需要建立用水户协会,利用用水户协会成员之间长期性、同质性和协同性等特点,变非合作博弈为合作博弈来解决农业用水过多转移问题[7]。这就是把农业用水户行为看成是一个整体,统一由用水户协会进行配置。具体分析如下:

$$\max\psi=G\phi(G)-Gc$$

上述表达式的最优化一阶条件:

$$G^{**}\phi'(G^{**})+\phi'(G^{**})-c=0 \tag{9}$$

对表达式(6)与(9)进行分析,不难得出 $G^*>G^{**}$。

因此,建立农业用水户协会后水权交易市场转移水量低于没有建立时的转移水量,用水户协会建立对用水户过多水量转移行为进行修正,防止其他产业对农业水资源过多挤占,尤其是在农业用水收益偏低情况下,用水户协会建立显得更加重要[8]。

四、结论与政策建议

通过以上分析不难看出,各地施行计量收取水费,并提高水价,能有效节约用水量。对农业用水户水权水量进行限制,并建立水权水量交易市场有助于农业用水户节水行为。而农业用水户协

会的建立有助于以上政策措施实施和日常监督管理,并能修正农业用水户在水权市场建立起来时将水资源转移到收益较高地方的行为。

各级政府应加大农村水利的基础设施建设,在全国范围内尽快逐步推行计量费,并逐步提高农业水价,同时加大农业政策交叉补贴减轻因水价上涨带来的负担增加,依实验经济学理论将其归为农户不同账户才能起到节水作用。在有条件地方应尽快设置农业用水户水权水量,并建立其水权交易市场。政府积极引导农业用水户协会建立,并提供政策、资金、技术、人力等方面支持。

参考文献:

[1] 杨永辉. 农业节水研究进展及未来发展战略[J]. 中国科学院院刊,2012,(4):455 - 461.
[2] 中共中央、国务院关于加快水利改革发展的决定[N/OL]. (2011 - 01 - 29). http://www.gov.cn/jrzg/2011 - 01/29/content_1795245.htm.
[3] 吴雪明. 我国农村水利建设与管护问题调研报告[J]. 中国农村水利水电,2012,(11):160 - 163.
[4] 苏　明. 多受益户小型农村水利工程管理体制改革的法律思考[J]. 中国水利,2010,(3):49 - 51.
[5] 甘　琳. 农村水利基础设施现状与融资模式偏好[J]. 改革,2009,(7):14 - 20.
[6] PAHL WOSTL C. The Implications of Complexity for Integrated Resources Management [J]. Environmental Modeling & Software, 2009,(5):561 - 569.
[7] RAMMEL C, STAGL S, WILFING H. Managing Complex Adaptive Systems: A Co-Evolutionary Perspective on Natural Resource Management [J]. Ecological Economics, 2011,(63):9 - 21.
[8] 袁汝华. 农业节水的经济学分析[J]. 开发研究,2006,(3):54 - 57.

Study on Different Policy Factors and Water-Saving Behaviour of Agricultural Water Users

ZHENG Zhi-lai
(*Commercial College*, *yancheng Normal University*, *Yancheng* 224051, *China*)

Abstract: Through hypothesis on the core elements of the water price level, government subsidies, water content and limited trading agricultural water users associations and other factors on the water, An empirical study is made. Conclusion: the phasing out of the area charging method, introducing the metering and charging mode, and increasing the agricultural water price will have a good water-saving effect; agricultural water fee burden can be solved by government's cross subsidy. Set water right and water amount for agricultural water users as soon as possible, and set up water rights trading market to stimulate agricultural water saving behavior. The establishment of an Agricultural Water Users Association will be helpful for the supervision and management of the above policy, and can correct excessive agricultural water use transfer brought by the set up of water market.

Key Words: agricultural water users; water-saving; water price; water rights; Water User Association