ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

第32卷 第5期 Vol.32 No.5 2012

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版

中国科学院科学出版基金资助出版

生 态 学 报

（SHENGTAI XUEBAO）

第 32 卷 第 5 期　　2012 年 3 月　（半月刊）

目　　次

淀山湖富营养化过程的统计学特征 …… 程　曦，李小平，陈小华（1355）
拟水狼蛛对食物中镉的吸收和排泄及生物学响应 …… 张征田，张光铎，张虎成，等（1363）
接种后共培养时间对丛枝菌根喜树幼苗喜树碱含量的影响 …… 于　洋，于　涛，王　洋，等（1370）
沙尘暴发生日数与空气湿度和植物物候的关系——以民勤荒漠区为例 …… 常兆丰，王耀琳，韩福贵，等（1378）
西藏牦牛 mtDNA D-loop 区的遗传多样性及其遗传分化 …… 张成福，徐利娟，姬秋梅，等（1387）
红松阔叶混交林林隙土壤水分分布格局的地统计学分析 …… 李　猛，段文标，陈立新，等（1396）
黄土丘陵区子午岭不同植物群落下土壤氮素及相关酶活性的特征 …… 邢肖毅，黄懿梅，黄海波，等（1403）
毛竹高速生长期土壤碳氮动态及其微生物特性 …… 王雪芹，张奇春，姚槐应（1412）
长期 N 添加对典型草原几个物种叶片性状的影响 …… 黄菊莹，余海龙，袁志友，等（1419）
接种 AMF 对菌根植物和非菌根植物竞争的影响 …… 张宇亭，王文华，申　鸿，等（1428）
福州大叶榕隐头果内的小蜂群落结构与多样性 …… 吴文珊，陈友铃，蔡美满，等（1436）
不同生境朝鲜淫羊藿生长与光合特征 …… 张永刚，韩　梅，韩忠明，等（1442）
基于日均温度的华山松径向生长敏感温度研究 …… 封晓辉，程瑞梅，肖文发，等（1450）
长江三峡库区蝶类群落的等级多样性指数 …… 马　琦，李爱民，邓合黎（1458）
甜瓜幼苗叶片光合变化特性 …… 韩瑞锋，李建明，胡晓辉，等（1471）
双季稻田种植不同冬季作物对甲烷和氧化亚氮排放的影响 …… 唐海明，肖小平，帅细强，等（1481）
古尔班通古特沙漠西部地下水位和水质变化对植被的影响 …… 曾晓玲，刘　彤，张卫宾，等（1490）
流溪河水库颗粒有机物及浮游动物碳、氮稳定同位素特征 …… 宁加佳，刘　辉，古滨河，等（1502）
采用本土蔬菜种子替代水堇评价污泥有机肥腐熟度 …… 刘颂颂，许田芬，吴启堂，等（1510）
人为营养物质输入对汉丰湖不同营养级生物的影响——稳定 C、N 同位素分析 …… 李　斌，王志坚，金　丽，等（1519）
流沙湾海草床海域浮游植物的时空分布及其影响因素 …… 张才学，陈慧妍，孙省利，等（1527）
福寿螺的过冷却研究 …… 赵本良，章家恩，罗明珠，等（1538）
水稻生育期对褐飞虱和白背飞虱卵巢发育及起飞行为的影响 …… 陈　宇，傅　强，赖凤香，等（1546）
绿盲蝽越冬卵的耐寒能力 …… 卓德干，李照会，门兴元，等（1553）
陆桥岛屿环境下社鼠种群数量的估算方法 …… 张　旭，鲍毅新，刘　军，等（1562）
北京市居民食物消费碳足迹 …… 吴　燕，王效科，逯　非（1570）
社会经济系统磷物质流分析——以安徽省含山县为例 …… 傅银银，袁增伟，武慧君，等（1578）
内陆河流域试验拍卖水权定价影响因素——以黑河流域甘州区为例 …… 邓晓红，徐中民（1587）

专论与综述

台风对森林的影响 …… 刘　斌，潘　澜，薛　立（1596）
海洋酸化对珊瑚礁生态系统的影响研究进展 …… 张成龙，黄　晖，黄良民，等（1606）
三种外来入侵斑潜蝇种间竞争研究进展 …… 相君成，雷仲仁，王海鸿，等（1616）
沉积物生源要素对水体生态环境变化的指示意义 …… 于　宇，宋金明，李学刚，等（1623）
异化 Fe(Ⅲ)还原微生物研究进展 …… 黎慧娟，彭静静（1633）

问题讨论

锡林郭勒盟生态脆弱性 …… 徐广才，康慕谊，Marc Metzger，等（1643）

研究简报

哥斯达黎加外海夏季表层浮游动物种类组成及分布 …… 刘必林，陈新军，贾　涛，等（1654）

期刊基本参数：CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 308 * zh * P * ￥70.00 * 1510 * 35 * 2012-03

封面图说：气候变暖下的北极冰盖——自从 1978 年人类对北极冰盖进行遥感监测以来，北极冰正以平均每年 8.5% 的速度持续缩小，每年 1500 亿吨的速度在融化。这使科学家相信，冰盖缩小的根本原因是全球变暖。北极的冰盖消失，让更大面积的深色海水暴露出来，使海水吸收更多太阳热辐射反过来又加剧冰盖融化。由于北极冰的加速融化，北冰洋的通航已经成为 21 世纪初全球最重要的自然地理事件和生态事件。从这张航片可以看到北极冰缘正在消融、开裂崩塌的现状。

彩图提供：陈建伟教授　北京林业大学　E-mail：cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201101110046
邓晓红, 徐中民. 内陆河流域试验拍卖水权定价影响因素——以黑河流域甘州区为例. 生态学报, 2012, 32(5): 1587-1595.
Deng X H, Xu Z M. A laboratory study of auctions for water rights transactions in inland river basin: a case study of irrigation areas of Heihe river basin. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(5): 1587-1595.

内陆河流域试验拍卖水权定价影响因素
——以黑河流域甘州区为例

邓晓红*, 徐中民
(中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所 内陆河流域生态水文重点实验室, 兰州 730000)

摘要:建立水市场进行水权交易是解决未来水资源短缺的有效途径,其中,水权交易的定价问题是关键。影响水权交易的定价因素有交易方的收入水平、水权交易量和个人特征等。通过设计一阶密封反向投标拍卖报价问卷,并结合计量经济模型分析了2008 年黑河流域甘州区水权出售方的拍卖水权要价及各影响因素。结果表明:净收入、农业总用水量和节水潜力与水权交易价格成正相关;农业总用水量不变时,若农业收入越大则水权要价也相应提高;农业用水量的平方项与水权交易价格呈现负相关,这表明农业用水量与水权交易价格有一个倒 U 型关系。讨论了实施水权交易定价过程中除了考虑以上影响因素外,还要考虑水用途的差异等政策建议,并指出考虑购买方因素对水权交易成交价格的影响可作为深入研究的方向。

关键词:水权交易;价格;试验拍卖;计量经济模型

A laboratory study of auctions for water rights transactions in inland river basin: a case study of irrigation areas of Heihe river basin

DENG Xiaohong*, XU Zhongmin
Key Laboratory of Ecohydrology of Inland River Basin, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, *China*

Abstract: There is a general understanding that China is facing a problem of water scarcity. However, in the inland river basins, 1/3 realm of the nation, this situation appears even worse. In these areas, oases provide the main living environment of human beings, which have less than 10% of total proportion. The indigenous water scarcity and unreasonable water usage have become key issues of economic development and environmental protection. Therefore, the efficiency of water allocation has been considered as a bottleneck of China's sustainable development, especially in the inland river basin. Many development agencies and experts advocate that China should build up a system of water markets for water rights transactions in order to encourage the water saving of irrigation agriculture and transfer the saved water for growing urban and industrial usage. Pricing is the key issue of water right transactions. Considering the information asymmetry, the computational complexity of the value of water resource and water rights and the spatiotemporal heterogeneity, it is hard to give a universal model or mathematical formula. Therefore, it is essential to adopt a method which can reveal the true price and operate easily. As one of the most ancient pricing mechanisms, auction can play a unique role in the water rights transactions. Through this theory, the competition mechanism can be introduced, to reduce the information rent, reveal the true price, consequently increase the fairness and improve the effectiveness of distribution. This paper has devised the questionnaire and investigated the four irrigated areas in Ganzhou County by using the first-price sealed auction to attain the first-hand data of the bid of the participants' water rights transactions as a case study. We

基金项目:国家自然科学基金重大研究计划重点支持项目(91125019);国家自然科学基金资助项目(40971291)
收稿日期:2011-01-11; **修订日期**:2011-09-19
* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: dengxiaohong2528@163.com

interviewed 141 peasants in this auction, and 80 of them made the deal. Then econometrics models were introduced to analyze the determinants of water rights transactions prices in the inland river basins of China. The determinants of water rights transactions prices conclude: the basic information of the farmers, the state of crop farming, the social and economic income and the water right condition. As a result, four models were finally constructed: model Ⅰ is to consider all the affecting factors except the square term and the cross term; model Ⅱ contains all the influence factors; model Ⅲ exclude the no significant factors in the model two; model Ⅳ use ridge regression to solve the colinearity problem in model Ⅲ. By comparing these four models, the results implicate that the factors of net income level, total agricultural water consumption, the product of this variable and the crops price and the potential of water saving are positive and significant; while the square of total agricultural water consumption is negative and significant. According to the previous analysis and a case study of water rights transactions, we can view to provide a defined concept of water rights and, provide a foundation for the water rights transaction among the individuals or companies or for the scientific research, eventually, draw the policy recommendations.

Key Words: water right transactions; prices; auctions; econometrics

进入 21 世纪,寻找新水源和节约用水的难度越来越大,很多国家和地区愈发关注对现有水资源的重新配置[1]。越来越多的组织和专家都提议建立水市场进行水权交易,鼓励灌溉农业节约用水并将其转让给高效的城市和工业,以解决未来水资源短缺问题[2-3]。要建立完善的水市场需要界定水权范围、明晰水权权属等问题,其中水权交易的关键问题就是水权定价。由于水资源分布的时空不均以及影响水权交易定价因素不尽相同等,使得各个国家或地区的水权定价各有不同。国外的水权交易中,水商品的特征、区域市场的差异以及交易的规模和对象影响了区域水权交易的价格[4];水权拥有者的收入水平、交易成本,获取信息的成本以及其他的市场因素也会影响水权交易价格[5]。目前,中国并没有严格意义上的水权交易,但局部地区已经开展了类似水权交易的转让案例,如浙江义乌水库水权转让[6]和宁夏、内蒙地区工业支持农业灌溉渠系维修并把节余下的水权转让[7]等。前者结合考虑了水资源价值和管理费用来定价;后者主要依据工程定价,再加上相关补偿费。这两种定价方式计算过程相对复杂,不存在竞争性价格使参与者缺乏积极性,定价过程也没有考虑分配的有效性。目前,国内对水权交易定价的研究多为定性研究[8]。拍卖作为一种古老的价格发现机制,可引入竞争机制,降低农户的信息寻租以揭示真实价格,还可以增加公平性和提高分配的有效性[9],在国外的排污权交易以及水权交易实践中得到了广泛的应用[10-11]。本文借鉴国外研究思路并结合中国西北内陆河流域实地情况考虑水权交易定价中的各种可能影响因素,利用拍卖方式来确定水权交易定价;建立计量经济模型量化水权交易定价的影响因素。

本文以黑河流域张掖市甘州区大满、西浚、盈科和安阳四个灌区为例,通过试验拍卖灌区农户的农业水权,询问其转让农业水权的要价。然后利用计量经济模型定量分析影响此次试验拍卖定价的可能因素,以期了解中国特殊国情下水权拍卖的可能影响因素,为未来展开真正意义上的水权交易、提高用水效率提供方法借鉴和理论指导依据。

1 研究区概况

甘州区位于黑河流域中游地区,隶属甘肃省张掖市,(100°27′E,38°56′N)。甘州区的主要地表水源来自黑河,经水资源供需分析,现状平水年区域缺水 1.42×10^8 m^3,缺水率为 16.17%。2005 年农业、工业、生活、生态用水比例为 88.7:2.7:3.4:5.2,可见农业用水是甘州区的最大用水户,同时节水潜力最大的也是农业部门;2007 年全区农业用水亩均灌溉用水量为 467m^3,农业单方水产值为 4.08 元,工业单方水产值为 42.35 元①。

选择的 4 个灌区包括大满、西浚、盈科和安阳灌区。选取这 4 个灌区的原因是考虑到甘州区各灌区的水

① 数据来源:甘州区 2007 统计年鉴,张掖市水利管理综合年报。

源有:黑河水灌溉区(大满、西浚、上三),河水、井水、泉水混灌区(盈科),水库调节区(安阳、花寨)。从这 3 种不同的水源中选取一到两个灌区代表各种不同的类型,并可分析出灌区类型对水权交易成交价格的影响。图 1 是甘州区灌区分布示意图,其中城关镇是行政和经济中心。

图 1　甘州区灌区图

Fig. 1　The map of the Irrigation areas in Ganzhou County

2　研究方法

2.1　拍卖方法介绍

在物品或权利的分配过程中,拍卖方式已经得到广泛应用,经常被拍卖的物品包括古董、珠宝等有形资产,也包括一些无形资产,如土地使用权,排污权等。拍卖也常用于定向购买物品或服务,如企业从农户手中购买水权。最基本的拍卖方式有 4 种:增价(或英式)拍卖,减价(或荷式)拍卖,一阶密封投标(或第一价格)拍卖和二阶密封投标(或第二价格)拍卖。前两种均为公开叫价方式,后两种为密封式[12]。从组织角度拍卖可分为正向拍卖和反向拍卖。一阶密封反向投标拍卖方式是指,卖方同时单独对拍卖品出价,并采用密封方式将价格交给买方(或委托人),在这个过程中卖方只知道自己的出价,并不了解其他卖方的出价。买方收到所有卖方出价后,给予出价最低的卖方获得出售拍卖品的权利并得到相应报价的支付。

通过入户调查并询问农户水权交易价格,事前农户并不知情,无条件进行沟通和合谋来抬高交易价格,所以入户问卷调查出的交易价格相当于一阶密封反向投标的拍卖价格。这样调查不但能得到出售方的要价,并能直接调查出交易者的社会经济特征,有利于分析影响因素的作用大小。而其他的拍卖方式则没有这个优点。通过水权交易拍卖报价的高低,可以提供水权交易优先选择灌区。所以实证分析采用一阶密封反向投标拍卖。

理论上,只要水权拥有方让渡水权的利益不小于他保留这部分水权带来的收入,而购买者的支出不大于这部分水权能带来的收益,交易是可行的。为了简单起见,假定只有一个买者和一个卖者,交易一单位水权。这单位水权对买者和卖者的价值分别是 V_1 和 V_2($V_1>V_2$),成交的价格 V 只要是一个介于[V_2,V_1]的值,交易使双方都实现了利润增加,是一个帕累托改进。如果只有一个买者,有多个卖者,在引入竞争机制的作用下,一阶密封反向投标拍卖中的对称独立私人价值模型中风险中性卖者的报价会随着竞争人数的增加逐渐接近自己的真实价值[12]。从单方水的产值来看,在甘州区把部分农业用水转让给工业用水是成本有效的。

2.2　拍卖问卷设计

此次调查共发放调查问卷 160 份,根据各灌区有效灌溉面积大小(盈科灌区为 $2.1\times10^4 hm^2$,大满灌区为 $2.0\times10^4 hm^2$,西浚灌区为 $1.7\times10^4 hm^2$,安阳灌区为 $0.3\times10^4 hm^2$)来分配问卷数量,其中盈科 54 份、大满 52 份,西浚 44 份,安阳 10 份。本次调查的对象是 4 个灌区内的用水农户。在调查过程中,采取入户调查的方式。剔除丢失、回答有误或矛盾的问卷,回收有效问卷 141 份,有效回收率为 88.1%。设计问卷时考虑到调查者的可接受性,尽量描述为通俗简单的问题。

国外的水权交易中通常考虑水商品的特征、区域市场的差异以及交易的规模和对象、交易方的收入水平、交易成本,获取信息的成本以及其他的市场因素会影响水权交易价格。设计问卷过程中,参考国外分析水权

交易价格的影响因素,并结合甘州区当地实际情况,考虑的影响因素如下:

(1)总收入水平 不同收入水平的农户对水费、水权价值有不同的主观感觉。一般情况下收入水平越高,其社会资本、文化水平相对较高[13-14],对未来水权价值的理解也较客观。总收入水平采用被调查者农户调查年份(2008 年)的净收入。净收入的大小直接决定了被调查者对收入的满意程度,也间接影响了被调查者转让水权的要价大小。

(2)总用水量 总用水量是通过加总所有种植土地上的总耗水量。这是农户可以直接支配使用的水量大小。在未来实施水权交易中,是其最大可交易水量。总用水量就是被调查年份当年所有种植面积上总灌溉水量。

(3)农业收入 种植不同的作物类型,消耗不同的水量。相对农户而言,直观的农业用水水权的价值可以从农户的农业收入上得到充分体现。

(4)与市场的距离 与市场的距离影响着市场获取水权的便捷程度,一般而言距离越短,越方便获取水权,而且在运输途中水的损耗量也相对较少。直接衡量被调查农户水权与市场的距离非常困难。选取被调查农户最大的水浇地与干渠的距离来替代。

(5)现行水价 农户对水权的货币价值直观的感受就是每年上缴的水费。一般而言,水价高低也可显示出水资源的稀缺程度。甘州区水价主要为工程水价。用单位面积水费(包括折合到单位面积上的抽取地下水所需要的电费)来表征这个影响因素。

(6)未来水价预期 近几年水价的变化情况,是被调查农户预测未来水价最直接的原因。对未来水价预期越高,被调查者单方水转让要价可能会更高。调查过程中,直接询问被调查者预计未来水价是否会上涨。

(7)节水潜力 节水潜力的大小反映了在不影响农业收入的情况下农户可交易的水权量。节水潜力大小是被调查农户预计未来采用节水措施后可能省下的水量,也是他们最愿意交易的水量。

(8)可交易水权稳定性 可交易水权的稳定程度是水权出售方决定要价大小的影响因素之一。因为这个因素反映的是水权的稳定程度,用近五年水量变化情况来表示,引入虚拟变量,当过去五年农户农业总水量保持不变或有所增加时,其值取 1,相反就取 0。

(9)灌区类型 本次调查是在甘州区的 4 个灌区展开。这四个灌区各有特点,除了用水来源不一样外,各灌区种植的作物差异比较明显。盈科灌区靠近甘州区城关镇,种植蔬菜较多,大满灌区小麦和大田玉米套种较多,西浚灌区种植制种玉米比较常见,安阳灌区水量明显偏少,多种植一些耗水量少的作物。由于安阳灌区相对其他灌区而言,农业用水量较少,农户对其珍视程度更高,让被调查者卖掉现有部分农业水权几乎不可能,在考虑到完全回收机会成本的情况下,部分被调查农户愿意以较高的价格卖掉其农业水权,不过要价全部都高于甘州区现行工业水价的 3 倍及以上,所以这部分未能进入最后的分析样本中。这个影响因素采用虚拟变量的处理方法,由于最后分析样本中有 3 个不同的灌区,即盈科、大满、西浚灌区,设置两个水平上的虚拟因素,大满,西浚以表征不同灌区类型对最后拍卖成交价格的影响。

(10)个人特征 被调查者的性别、年龄、受教育程度、身体状况、个体劳动时间比例、个人风险偏好等都对被调查者在进行水权转让交易要价时产生或大或小的影响。个人特征影响因素变量较多,具体的变量名和处理方式见表 1。

3 结果分析

在满足一定的假设前提下,一阶密封反向投标拍卖的方式能实现水资源的高效配置,即从边际价值较低的卖方流向边际价值较高的买方[12]。此次拍卖中投标者是拥有农业水资源使用权的当地农户,投标内容是农户对单方水的投标报价,参与报价的有 141 户。本文通过价格的可接受性,参考了当地工业单方水价的价格(2008 年甘州区为 1.5 元/m^3)①,并以不高于此价格 3 倍为限,选出 80 个样本做为试验拍卖的成交量,然后

① 数据来源:张掖市 2008 年水利综合年报;由于这次拍卖是试验拍卖,在选择成交价格时,只参考了当地工业水价

通过计量经济模型对样本进行定量分析,得出农户水权报价的影响因素及影响程度。

表 1　计量模型中的变量及处理方式

Table 1　The variables in econometric model

因素 Factor	变量性质 Variable property	单位 Unit
净收入 Netincome(NI)	定量变量	万元
总用水量 Waterquantity(NQ)	定量变量	10^4 m^3
距离 Distance(DS)	定量变量	km
水价 Areaprice(AP)	定量变量	元/666.7m^2
预期 Future(FU)	虚拟变量(0 会上涨;1 不会上涨)	—
潜水 Potential(PT)	定量变量	10^3 m^3
稳定性 Waterchange(WC)	虚拟变量(0 增加或不变;否则为 1)	—
大满 Daman(DM)	虚拟变量(1 是;0 否)	—
西浚 Xijun(XJ)	虚拟变量(1 是;0 否)	—
性别 Sex(S)	虚拟变量(0 男;1 女)	—
年龄 Age(A)	定量变量	—
教育 Education(E)	定序变量(0—3 表示程度由低到高)	—
健康 Health(H)	定序变量(0—2 表示身体由好到坏)	—
劳动 Labourtime(L)	定序变量(0—3 表示时间分配由多到少)	—
风险 Risk(R)	虚拟变量(0 为保守型 1 为冒险型)	—
交易水价 Price(PR)	定量变量	元/m^3

3.1　问卷调查结果分析

在试验拍卖达成交易的样本中,定量变量的描述性统计特征见表 2。

由于水资源相对更紧缺,安阳灌区报价农户的要价全部高于甘州区工业水价的 3 倍,没有纳入最后的分析样本中,而其他几个灌区的报价则有高有低。可以预见未来展开水权交易中,这 4 个灌区最不适宜的是安阳灌区。

表 2　模型定量变量的描述统计

Table 2　Descriptive statistics of the quantitative variables

因素 Factor	均值 Mean	标准差 Standard error	最小值 Min.	最大值 Max.
净收入	1.203	0.893	0	3.6
总用水量	2.525	0.311	0.235	3.2
距离	0.273	0.188	0.002	0.882
水价	81.834	17.785	22	125
潜力	2.680	1.316	0.6	5.5
年龄	49.025	9.804	24	72
交易水价	1.377	0.663	0.11	3.25

3.2　模型结果和分析

3.2.1　函数形式设定

实证分析采用计量经济模型建立多元回归方程。因变量为各水权出售方的拍卖要价。通过描绘散点图,分析因变量和自变量之间的关系时,发现总用水量与因变量(交易价格)之前存在较明显倒 U 型关系;而其他变量与因变量之间几乎是直线关系,故模型中还引入了总用水量的平方项。

同时,考虑到研究区为典型农业区,农户的总收入水平绝大部分依赖于农业收入,为避免农业收入项与净收入项存在重叠和共线性问题,不单独引入这个变量。通常,种植耗水量大的作物,农业收入相对提高;种植耗水量小的作物,农业收入相对减少,考虑到农业收入和总耗水量之间存在这样的交互影响,增设了交互项。

所以模型中总共引入了 17 个自变量,以解释 4 个灌区中达成交易的水权拍卖价格。

3.2.2 结果和分析

模型的数据分析采用最小二乘法,在计量经济模型分析中,采用最小二乘回归分析面临着数据异方差和多重共线性两个问题。首先采用节省自由度的 White 检验来诊断模型异方差性,诊断结果不能通过显著水平为 0.05 的 F 检验,这表明不存在显著异方差性;其次利用方差鼓胀因子(VIF)来诊断模型的共线性问题。由于引入了平方项,模型不可避免出现共线性,实证分析用岭回归的方法加以解决。

为了对比分析引入交互项和平方项的作用,并处理共线性问题,本文共建立了 4 个计量模型,模型结果见表 3。

表 3 对水权交易拍卖价格的回归分析

Table 3 Regression analysis of the Water Rights Transactions Prices

模型 Model	模型Ⅰ Model Ⅰ			模型Ⅱ Model Ⅱ			模型Ⅲ Model Ⅲ			模型Ⅳ Model Ⅳ	
调整可决系数 Adjusted R-squared	0.74			0.81			0.83			—	
F	16.24			21.27			76.33			RMSE=0.27704	
因变量 Dependent variable	交易水价 Price										
变量 Variable	系数 Coef.	P	VIF	系数 Coef.	P	VIF	系数 Coef.	P	VIF	系数 Coef.	VIF
截距 Intercept	2.85219	<0.0001	0	2.00543	0.0002	0	2.46892	<0.0001	0	2.62403	0
净收入	0.34066	<0.0001	1.71656	0.27485	<0.0001	1.85017	0.27125	<0.0001	1.31751	0.27265	1.27002
总用水量	-1.24044	<0.0001	1.17551	0.64348	0.1047	14.21332	0.62052	0.0617	10.70869	0.4029	7.3938
潜力	0.1448	<0.0001	1.40887	0.105	0.0021	1.7892	0.11038	0.0005	1.62353	0.11199	1.55188
距离	0.10112	0.6906	1.57463	0.17505	0.4241	1.60476	—	—	—	—	—
水价	0.00356	0.2442	2.03527	0.00135	0.6102	2.11736	—	—	—	—	—
预期	-0.01823	0.8348	1.17742	-0.0448	0.5561	1.22506	—	—	—	—	—
稳定性	-0.08834	0.5084	1.36682	-0.04587	0.6882	1.38044	—	—	—	—	—
大满	-0.03298	0.8003	2.38078	-0.03359	0.7625	2.38079	—	—	—	—	—
西浚	0.03166	0.7903	2.03926	-0.03338	0.7459	2.10076	—	—	—	—	—
性别	0.09481	0.2953	1.39752	0.07831	0.3117	1.40469	—	—	—	—	—
年龄	0.00999	0.0698	1.97131	0.00584	0.2201	2.05679	—	—	—	—	—
教育	-0.01114	0.83	1.70647	-0.3855	0.3884	1.73357	—	—	—	—	—
健康	-0.08474	0.1886	1.47627	-0.00254	0.9652	1.67613	—	—	—	—	—
劳动	0.03325	0.5132	1.55599	0.02129	0.6248	1.57206	—	—	—	—	—
风险	0.13123	0.147	1.37155	0.05122	0.5269	1.53068	—	—	—	—	—
交互项	—	—	—	0.10618	0.3237	1.73074	0.15625	0.0877	1.33226	0.16027	1.2885
平方项	—	—	—	-0.52299	<0.0001	14.5633	-0.52653	<0.0001	10.78517	-0.467	7.448

模型Ⅰ只考察简单变量对水权交易拍卖价格的影响力,即不引入交互项和平方项。检验表明模型不存在显著异方差和多重共线性,运用最小二乘回归得到各个变量的估计参数及 P 值大小,此模型调整可决系数为 0.74,F 值为 16.24,模型的解释力较低。

模型Ⅱ是在模型Ⅰ的基础上,再引入农业收入和总用水量交互项、总用水量的平方项两个变量。结果表明模型调整可决系数上升到 0.81,F 值为 21.27。在引入两个增设变量后,模型Ⅱ相对模型Ⅰ有了一定的提高,这说明这两个变量对水权交易拍卖成交价存在一定的影响。

通过 P 值大小可知模型Ⅱ中存在较多的不显著变量,其解释力仍较低,于是删除不显著变量。考虑到灌区类型变量考察的是同一影响因素,对其进行联合检验,联合检验 F 值为 0.02,P 值为 0.98,不能拒绝两变量系数均为 0 的假设,这表示定性变量灌区类型的影响不显著。剔除模型Ⅱ中所有不显著变量后得到模型Ⅲ的

结果,结果显示可调整系数变量略有上升到 0.83,F 值有明显的上升达到 76.33。这表明没有剔除有影响力的变量,而且模型的解释力大大增加。

由于引入了二次项和交互项,模型出现了多重共线性问题。模型Ⅳ是运用岭回归分析解决共线性问题得到的结果。在选取岭回归中的偏倚系数 k 时,本文结合岭迹图进行判断,在 $k=0.01$ 岭迹趋向于平稳且误差增大不多,VIF 都小于 10,所以选取 $k=0.01$ 时进行分析。

通过以上分析,可得最后的模型如下:

$$PR=2.62+0.27NI+0.40WQ+0.11PT+0.16C\&W-0.47W2 \quad (1)$$

3.2.3　模型解释

表 3 列出的是 4 个模型的计算结果。模型显示总收入水平对水权交易拍卖定价存在显著正影响,最小二乘回归系数为 0.27125,P 值小于 0.0001,岭回归的系数为 0.27265,说明收入水平与水权交易反向拍卖定价有显著的正相关关系,即其他条件不变的情况下,净收入增加 1 万元,被调查者卖掉单位水权的要价平均增加 0.27 元左右。

总用水量对水权交易拍卖定价本文用变量总用水量和总用水量的平方项(总用水量的平方)两个变量来表示。总用水量一次项岭回归的系数为 0.4029,平方项为-0.4670,这表示在其他影响因素不变的情况,随着用水量的增加,被调查者对水权交易拍卖成交价格呈现先增加后减少的趋势,在用水量等于 $0.43137\times10^4 m^3$ 的时候,拍卖水权要价达到最大。这表明,用水量增加到一定程度后,继续增加用水量,单位水权的拍卖价值反而下降,在调查的样本中,临界值正好在 $0.43137\times10^4 m^3/a$。

潜力变量是通过询问被调查用户并告知是优先出让的水权量。最小二乘回归系数为 0.11038, P 值等于 0.0005,岭回归系数为 0.11199,表示在保持其他因素不变的情况下,节水潜力与拍卖成交价格成显著正相关,这意味着让农户节省出较多的水量,水权出让时的单方水平均要价变高。

交互项最小二乘回归系数为 0.15625,P 值小于 0.1。这表明在其他条件保持不变的情况下,收入较低时,用水量对水权拍卖要价影响小;而收入较高时,用水量对水权拍卖要价影响大。

距离变量衡量的是购买方获取水权的便捷程度,可影响购买方的成本大小。其最小二乘回归系数为正但不显著,原因可能是由于水权交易没有正式展开,被调查农户在卖掉水权时更关注自己的得失,而无法全面考虑影响购买方成本的因素。水价变量表征的是单位面积上缴的水费,最小二乘回归系数为正但不显著。理论上现行水价对农户直观理解水权价值非常重要,但为什么这里反而不显著呢? 原因可能是进入模型的 3 个灌区现行水价差别太小,盈科灌区每方水价为 0.068 元、大满灌区为 0.063 元、西浚灌区为 0.068 元。但正的相关系数还是能表明,现行水价越高,卖掉水权的要价会呈现一个上升的趋势。本文引入了大满,西浚两个水平上的虚拟变量来表征灌区特点差异,变量最小二乘回归系数不显著,联合检验也不显著。原因可能是灌区类型差异对水权交易价格的影响已经体现在变量农业收入和用水量交互项中。稳定性变量最小二乘回归系数为正但不显著。但这个正相关表示在一定程度上在保持其他影响因素不变的情况下,水权越稳定,水权拍卖成交价格越高,这与通常情况是相符合的。

表征个人特征的变量都未能通过显著水平为 0.05 的 t 检验。变量性别、年龄、健康、劳动和风险的系数为正,表明这些变量对拍卖成交价格有一定正的影响力;变量教育的系数为负,这表明受教育程度越高,对水权的要价相对要低,这看来似乎不合理的,但仔细分析却不难发现,此次拍卖的水权出售方的受教育程度上限为高中,且在样本中占的比例不大,只有 7.5%,一般而言受教育程度越高,越能理解水权的稀缺价值,但本地区水资源长期稀缺,被调查农户都能理解到水权的重要性,所以受教育程度对最后的水权成交价格没有显著影响是成立的。

4　讨论和政策建议

与国外水权交易的影响因素相比,试验拍卖的分析结果没有纳入只影响购买方的局部因素,如与市场的距离、水权稳定性等。原因是此次试验拍卖只调查了出让水权的农户,而选择成交的样本也只单纯考虑价格

因素。未来真正实施水权交易时,水权购买方肯定会考虑这部分影响因素。这也是水权交易定价过程需要进一步研究的方向。

水价、水权稳定性等可表征水商品稀缺性的因素均不显著。原因可能是,甘州区农业水价目前为工程定价,农户之间的水价差异不大,无法表征出水的稀缺价值;再者对于稀缺程度最高的安阳灌区,由于其要价过高,无法达成拍卖交易。最后,水权购买者也会趋向于购买稳定而不是稀缺的水资源。

收入水平与水权交易定价成显著正相关,但现阶段让农户卖掉水权将丧失农业收入的保障,不利于达成交易,而保障农户的收入可促成水权交易。这可以通过培育耐旱作物来增加产量同时减少灌溉水量;还可以发展乡镇企业,增加当地农户的其他收入。

农业收入和用水量的交互项为正且显著,意味着收入较低时,用水量对水权拍卖要价影响小;而收入较高时,用水量对水权拍卖要价影响大。这启示未来政府制定水价时不但要考虑行业差异,还应把农业内部的水用途差异纳入考虑的范畴,适当增加经济作物的水价是可行的。

调查过程显示,在有效的 141 份调查问卷中有 43 份(30.5%)表明自家的地采用的是漫灌方式,94 份(66.7%)采用畦灌但仍然要把土地灌透的方式,4 份(2.8%)采用滴灌,但被调查者透露,滴灌时仍要灌透才停止灌溉。这表明现行的灌溉方式存在水资源的浪费,农户对先进灌溉方式未能真正接受。通过让农户了解水权交易的可行性,大部分农户表示如果采用先进的灌溉方式并真正实施可以节省用水量 3%—20% 不等。所以应加强宣传力度,改变宣传方式,让农户真正接受先进的灌溉方式。

目前国内普遍的共识就是现行水价实施过低,造成水资源浪费现象非常严重,但若要提高水价,用水户则是怨声载道。通过水权交易的成交价格可以看出水权在农户心中的高位价值。通过水权交易农户的要价反向定位未来水价,可作为政府未来调整水价的一个参考。

5 结语

辨明水权交易中定价过程的影响因素作用大小,并据此提出未来水市场对策和水权交易定价方案是当前水权研究的一个关键问题。本文利用一阶密封反向投标拍卖搜集了甘州区四个灌区 80 份水权拍卖成交定价及影响因素的资料,建立计量经济模型分析农户的基本特征、种植情况、社会经济收入和基本的水权特征对水权交易定价的具体作用大小并提出相应的政策建议。主要的结论如下:

(1)与水权交易拍卖定价相关的影响因素有:总收入水平、用水量、节水潜力,农业收入和用水量交互项。其中收入水平和节水潜力与拍卖成交价格成正相关,用水量与拍卖成交价格呈一个倒 U 型的关系,农业收入和用水量之间存在一个交互影响。

(2)现行的水价定价方式已考虑到行业间的水价差异,但实证分析显示,农业内部的农业收入和用水量之间存在对拍卖定价的交互影响,未来可考虑对农业内部差异定价,适当增加经济作物和高收入作物的水价。通过反向拍卖可分析出水权在农户心中的高位价值,可作为未来调整水价的参考。

(3)实证分析主要是从水权出售方角度进度调查研究,而实际水市场中的水权交易是一个双方讨价还价的过程,未来应加强购买方特征对定价影响的研究。

致谢:中国科学院寒区旱区环境与工程研究所刘建国博士,西北师范大学尹小娟硕士、师满江硕士参与了此次试验拍卖调查数据搜集过程,在此一并致谢。

References:

[1] Zhang J L, Zhang F R. Mutual monitoring in a tradable water rights system: a case study of Zhangye City in Northwest China. Agricultural Water Management, 2008, 95(3): 331-338.

[2] Shupe S J, Weatheford G D, Cheechio E. Western water rights: the era of reallocation. Natural Resources Journal, 1989, (29): 414-434.

[3] Meng Z M. Water rights trade market—the means of water allocation. China Water Resources, 2000, (12): 11-12.

[4] Colby B G, Crandall K, Bush D B. Water right transactions: market values and price dispersion. Water Resources Research, 1993, 24(6): 1565-1572.

[5] Goodman D J, Howe C W. Determinants of ditch company share prices in the South Platte River Basin. American Agricultural Economics, 1997, 79(3): 946-951.

[6] Zhao L G, Hu C S. The analysis of the economic impact of water right exchange in Dongyang-Yiwu, Zhejiang. Issues in Agricultural Economy, 2007, 28(4): 47-55.

[7] Chen Y W, Tao Y G, Liu X J, Lu L G, Jiang Z W, Zhai R W, Yu H X. Study on factors of water right trading´s price in NingXia YinHuang Irrigation Region. China Rural Water and Hydropower, 2009, (2): 40-43.

[8] Sun K, Xie J C, Yue X L, Chen H Q. Game analysis of water resources market. Journal of Hydraulic Engineering, 2005, 36(4): 491-495.

[9] Ferraro P J. Asymmetric information and contract design for payments for environmental services. Ecological Economics, 2008, 65(4): 810-821.

[10] Cason T N, Gangadharan L, Duke C. A laboratory study of auctions for reducing non-point source pollution Journal of Environmental Economics and Management, 2003, 46(3): 446-471.

[11] Cummings R J, Holt C A, Laury S K. Using laboratory experiments for policymaking: an example from the Georgia irrigation reduction auction. Journal of Policy Analysis and Management, 2004, 23(2): 341-363.

[12] Deng X H, Zhong F L. Price decision mechanics of water right trade based on the first-price sealed auction with several rounds. China Rural Water and Hydropower, 2010, (3): 117-120.

[13] Hardin G. The tragedy of the commons. Science, 1968, 162(13): 1243-1248.

[14] Li Y W. Appraisement of Social Capital of the Heihe River Basin [D]. Beijing: Chinese Academy Science, 2006.

参考文献:

[3] 孟志敏. 水权交易市场——水资源配置的手段. 中国水利, 2000, (12): 11-12.

[6] 赵连阁, 胡从枢. 东阳-义乌水权交易的经济影响分析. 农业经济问题, 2007, 28(4): 47-55.

[7] 陈耀文, 陶燕格, 刘学军, 陆立国, 蒋正文, 翟汝伟, 于惠霞. 宁夏引黄灌区水权转换价格构成要素研究. 中国农村水利水电, 2009, (2): 40-43.

[8] 孙珂, 解建仓, 岳新利, 陈鸿起. 水市场的博弈分析. 水利学报, 2005, 36(4): 491-495.

[12] 邓晓红, 钟方雷. 水权交易多轮一阶密封投标拍卖定价研究. 中国农村水利水电, 2010, (3): 117-120.

[14] 李玉文. 黑河流域社会资本评价 [D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2006.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 5 March, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Statistical characteristics of eutrophication process in Dianshan Lake ····· CHENG Xi, LI Xiaoping, CHEN Xiaohua (1355)
Cadmium assimilation and elimination and biological response in *Pirata subpiraticus* (Araneae: Lycosidae) fed on Cadmium diets ····· ZHANG Zhengtian, ZHANG Guangduo, ZHANG Hucheng, et al (1363)
Effect of co-cultivation time on camptothecin content in *Camptotheca acuminata* seedlings after inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi ····· YU Yang, YU Tao, WANG Yang, et al (1370)
Relationship between frequency of sandstorms and air humidity as well as plant phenology: a case study from the Minqin desert area ····· CHANG Zhaofeng, WANG Yaolin, HAN Fugui, et al (1378)
Genetic diversity and evolution relationship on mtDNA D-loop in Tibetan yaks ····· ZHANG Chengfu, XU Lijuan, JI Qiumei, et al (1387)
Geostatistical analysis on spatiotemporal distribution pattern of soil water content of forest gap in *Pinus koraiensis* dominated broadleaved mixed forest ····· LI Meng, DUAN Wenbiao, CHEN Lixin, et al (1396)
Soil nitrogen and enzymes involved in nitrogen metabolism under different vegetation in Ziwuling mountain in the Loess Plateau, China ····· XING Xiaoyi, HUANG Yimei, HUANG Haibo, et al (1403)
Soil carbon, nitrogen and microbiological characteristics during bamboo high-speed growth ····· WANG Xueqin, ZHANG Qichun, YAO Huaiying (1412)
Effects of long-term increased soil N on leaf traits of several species in typical Inner Mongolian grassland ····· HUANG Juying, YU Hailong, YUAN Zhiyou, et al (1419)
Influence of arbuscular mycorrhizal associations on the interspecific competition between mycorrhizal and non-mycorrhizal plants ····· ZHANG Yuting, WANG Wenhua, SHEN Hong, et al (1428)
Structure and biodiversity of fig wasp community inside syconia of *Ficus virens* Ait. var. *sublanceolata* (Miq.) Corner in Fuzhou ····· WU Wenshan, CHEN Youling, CAI Meiman, et al (1436)
Growth and photosynthetic characteristics of *Epimedium koreanum* Nakai in different habitats ····· ZHANG Yonggang, HAN Mei, HAN Zhongming, et al (1442)
The critical temperature to Huashan Pine (*Pinus armandi*) radial growth based on the daily mean temperature ····· FENG Xiaohui, CHENG Ruimei, XIAO Wenfa, et al (1450)
The analysis of grade diversity indices of butterfly community in the Three Gorges Reservoir Area of Yangtze River ····· MA Qi, LI Aimin, DENG Heli (1458)
Research on dynamic characteristics of photosynthesis in muskmelon seedling leaves ····· HAN Ruifeng, LI Jianming, HU Xiaohui, et al (1471)
Effects of different winter covering crops cultivation on methane (CH_4) and nitrous oxide (N_2O) emission fluxes from double-cropping paddy field ····· TANG Haiming, XIAO Xiaoping, SHUAI Xiqiang, et al (1481)
Variations in groundwater levels and quality and their effects on vegetation in the western Grurbantonggut Desert ····· ZENG Xiaoling, LIU Tong, ZHANG Weibin, et al (1490)
Carbon and nitrogen stable isotope characteristics of particulate organic matter and zooplankton in Liuxihe Reservoir ····· NING Jiajia, LIU Hui, GU Binhe, et al (1502)
Selection of vegetable seeds native in China instead of the cress seed for evaluating the maturity of biosolids ····· LIU Songsong, XU Tianfen, WU Qitang, et al (1510)
Effects of anthropogenic nutrient input on organisms from different trophic levels in Hanfeng Lake: evidence from stable carbon and nitrogen isotope analysis ····· LI Bin, WANG Zhijian, JIN Li, et al (1519)
Temporal and spatial distribution of phytoplankton in Liusha Bay ····· ZHANG Caixue, CHEN Huiyan, SUN Xingli, et al (1527)
Study on the supercooling of golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) ····· ZHAO Benliang, ZHANG Jia'en, LUO Mingzhu, et al (1538)
The effects of rice growth stages on the ovarian development and take-off of *Nilaparvata lugens* and *Sogatella furcifera* ····· CHEN Yu, FU Qiang, LAI Fengxiang, et al (1546)
Cold tolerance of the overwintering egg of *Apolygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera: Miridae) ····· ZHUO Degan, LI Zhaohui, MEN Xingyuan, et al (1553)
A suggestion on the estimation method of population sizes of *Niviventer confucianus* in Land-bridge island ····· ZHANG Xu, BAO Yixin, LIU Jun, et al (1562)
The carbon footprint of food consumption in Beijing ····· WU Yan, WANG Xiaoke, LU Fei (1570)
Anthropogenic phosphorus flow analysis of Hanshan County in Anhui Province ····· FU Yinyin, YUAN Zengwei, WU Huijun, et al (1578)
A laboratory study of auctions for water rights transactions in inland river basin: a case study of irrigation areas of Heihe river basin ····· DENG Xiaohong, XU Zhongmin (1587)

Review and Monograph

A review of the effect of typhoon on forests ····· LIU Bin, PAN Lan, XUE Li (1596)
Research progress on the effects of ocean acidification on coral reef ecosystems ····· ZHANG Chenglong, HUANG Hui, HUANG Liangmin, et al (1606)
Interspecific competition among three invasive *Liriomyza* species ····· XIANG Juncheng, LEI Zhongren, WANG Haihong, et al (1616)
Indicative significance of biogenic elements to eco-environmental changes in waters ····· YU Yu, SONG Jinming, LI Xuegang, et al (1623)
Recent advances in studies on dissimilatory Fe(Ⅲ)-reducing microorganisms ····· LI Huijuan, PENG Jingjing (1633)

Discussion

Ecological vulnerability research for Xilingol League, Northern China ····· XU Guangcai, KANG Muyi, Marc Metzger, et al (1643)

Scientific Note

Spatial distribution and species composition of zooplanktons in the eastern tropical Pacific Ocean off Costa Rica ····· LIU Bilin, CHEN Xinjun, JIA Tao, et al (1654)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7　国外邮发代号:M670　标准刊号:ISSN 1000-0933　CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号　**电　话**:(010)62941099;62843362

E-mail:shengtaixuebao@ rcees. ac. cn　**网　址**:www. ecologica. cn

编辑部主任　孔红梅　　**执行编辑**　刘天星　段　靖

生　态　学　报
(SHENGTAI　XUEBAO)
(半月刊　1981 年 3 月创刊)
第 32 卷　第 5 期　(2012 年 3 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 32　No. 5　2012

编　辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www. ecologica. cn shengtaixuebao@ rcees. ac. cn	**Edited by**	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www. ecologica. cn Shengtaixuebao@ rcees. ac. cn
主　编	冯宗炜	**Editor-in-chief**	FENG Zong-Wei
主　管	中国科学技术协会	**Supervised by**	China Association for Science and Technology
主　办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	**Sponsored by**	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出　版	科学出版社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:1R00717	**Published by**	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing　100717, China
印　刷	北京北林印刷厂	**Printed by**	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发　行	科学出版社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@ cspg. net	**Distributed by**	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@ cspg. net
订　购	全国各地邮局	**Domestic**	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	**Foreign**	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营许可证	京海工商广字第 8013 号		

ISSN 1000-0933

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q　　**国内外公开发行**　　**国内邮发代号** 82-7　　**国外发行代号** M670　　**定价** 70.00 元