

# 基于农户视角的农户灌溉区域差异及原因分析\*

——以三工河流域为例

肖艳秋<sup>1,2</sup> 张新焕<sup>1\*\*</sup> 杨德刚<sup>1</sup>

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院研究生院 北京 100049)

**摘要** 基于问卷调查,运用数量统计和最小二乘估计,分析新疆三工河流域不同区域农户灌溉差异,并探讨差异性的原因。研究结果显示:(1)三工河流域从上游到下游节水滴灌面积比例和水价依次递增,上、中、下游滴灌比例分别为3%、10%、28%,水价为 $<0.075$ 元· $m^{-3}$ 、 $0.069\sim 0.075$ 元· $m^{-3}$ 、 $0.13\sim 0.35$ 元· $m^{-3}$ ;灌水量和农户水费负担依次减少,灌水量为 $18\ 510\ m^3\cdot hm^{-2}$ 、 $12\ 810\ m^3\cdot hm^{-2}$ 、 $9\ 075\ m^3\cdot hm^{-2}$ ,水费负担为18%、14%、12%;种植结构由传统作物主导向经济作物主导发展,种植结构趋于合理。(2)自然因素是导致农户灌溉差异的根源,不同区域水资源多寡、土壤保水性、地块大小与破碎度的差异,导致农户节水意识、节水设施选择意愿及政府调控措施的不同。(3)政府一方面通过调整水价增加农户灌溉压力,减少农户用水量;一方面通过提高渠系质量和激励农户采用节水设施提高水资源利用效益,提升作物的灌水需求曲线。实证结果显示:水价每上涨 $0.01$ 元· $m^{-3}$ ,灌水量就会减少 $484\ m^3\cdot hm^{-2}$ ;采用滴灌技术,灌水量减少 $1\ 617\ m^3\cdot hm^{-2}$ ;改善渠系质量使土渠向水泥渠、板板渠发展,灌水量减少 $736\ m^3\cdot hm^{-2}$ 。

**关键词** 三工河流域 农户 区域差异 灌水量 水费负担 节水设施 自然因素 种植结构 政府决策  
中图分类号: P962 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2011)06-1437-07

## Regional differences and reasons for farmers' irrigation as households perspective:

### A case study of Sangong River Basin

XIAO Yan-Qiu<sup>1,2</sup>, ZHANG Xin-Huan<sup>1</sup>, YANG De-Gang<sup>1</sup>

(1. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;  
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract** Uneven spatial and temporal distribution of water shortage coupled with low water use efficiency is a critical constraint to socio-economic development in semi-(arid) regions. Using questionnaires, quantitative statistics and OLS estimation, this study analyzed the regional differences in irrigation as affected by farmer household characteristics in the Sangong River Basin. The study showed gradual increases in water-saving facilities and water price from the upper reaches down to the lower reaches of the basin. Water-saving irrigation ratios were 3%, 10% and 28% in the upper, middle and lower reaches, respectively. The corresponding water price in the upper, middle and lower reaches was  $<0.075$  Yuan· $m^{-3}$ ,  $0.069\sim 0.075$  Yuan· $m^{-3}$  and  $0.13\sim 0.35$  Yuan· $m^{-3}$ , respectively. There was a gradual decline in irrigation amount and water burden from the upper down to the lower reaches. Irrigation amount in the upper, middle and lower reaches was  $18\ 510\ m^3\cdot hm^{-2}$ ,  $12\ 810\ m^3\cdot hm^{-2}$  and  $9\ 075\ m^3\cdot hm^{-2}$ ; water burden were 18%, 14% and 12% respectively. In the basin, planting structure had evolved from traditional to cash driven crops with increasingly rational cultivation structures. Natural factors were the most fundamental reasons for differences in irrigation among different regions. The amount of water resources, soil retention capacity, field size and fragmentation influenced not only farmers' awareness of water conservation, but also choices of water-saving facilities. This had led to differences in farmers' irrigation modes, which in turn significantly influenced local governments' decision-makings. While local governments passed irrigation burdens to farmers by increasing water price, they also enhanced water use efficiency and crop-irrigation demand curve by improving canal quality and

\* 国家自然科学基金项目(40801065)资助

\*\* 通讯作者: 张新焕(1978-),女,助理研究员,主要研究方向为区域可持续发展、干旱区绿洲农业研究。E-mail: cheungant@163.com  
肖艳秋(1985-),女,硕士研究生,主要从事区域可持续发展与规划研究。E-mail: mengzhen123@sina.com.cn

收稿日期: 2011-01-29 接受日期: 2011-07-13

subsidizing the costs of water-saving facilities. Empirical analysis showed that when water price rose by 0.01 Yuan·m<sup>-3</sup>, irrigation amount dropped by 484 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>. By using drip irrigation, irrigation amount dropped by 1 617 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>. Also by improving water canal quality from earth to cement pavement, irrigation amount dropped by 736 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>.

**Key words** Sangong River Basin, Farmer household, Regional difference, Irrigation amount, Water burden, Water-saving facility, Natural factor, Planting structure, Government policy

(Received Jan. 29, 2011; accepted Jul. 13, 2011)

水资源自然短缺、时空分布不均和低效率利用是制约西北干旱半干旱地区社会经济发展的主要因素;且在中国各个用水部门中,农业是用水大户,西北干旱区农业灌溉用水甚至占区域总用水量的90%<sup>[1]</sup>。自家庭联产承包责任制以来,农户成为农业生产经营的基本单元,其行为直接决定农业生产经营的效益。目前,国内对农户行为的研究以土地利用行为较为常见<sup>[2-6]</sup>,而水资源作为制约干旱区农户生产、生活与社会经济发展的关键因素,相关研究较为薄弱。部分学者从农户角度对灌溉特征进行了研究,宋文浚<sup>[7]</sup>、王晓磊等<sup>[8]</sup>、蒋晓茹等<sup>[9]</sup>分别对不同区域井灌区的农户灌溉行为进行调查,分析了农户在灌溉行为、灌溉费用上的差异;也有学者探讨了水价、水权、节水技术、补贴、用水管理、政府决策等对农户灌溉行为的影响,在方法上多采用Logit模型对农户节水意愿的影响因素进行分析<sup>[10-14]</sup>。以上对农户灌溉特征和农户行为影响机制的研究相对简单,没有形成较为系统的研究,有待进一步深入。在研究范围上,对农户灌溉行为的研究以典型灌区为主,从流域尺度上研究的较为少见。

三工河流域水资源具有显著的时空分布不均匀性,是西北干旱区典型的内陆河。选择该区域为研究对象,基于农户访谈与问卷调查的方式对农户灌溉特征的差异性进行分析,探讨自然因素和政策因素对农户行为的作用机理,可为政府制定更为合理的用水政策,加强流域水资源综合管理提供参考依据。

## 1 研究区域概况与研究方法

### 1.1 区域概况

三工河流域位于天山北麓中段东部准噶尔盆地南缘,地理坐标为43°09′~45°29′N, 87°47′~88°17′E,行政区属新疆维吾尔自治区阜康市。该流域地势南高北低,由东南向西北倾斜,流域自西向东有水磨河、三工河和四工河3条河流,流域总面积1 670 km<sup>2</sup>。气候干旱少雨,流域内发育有典型的冲洪积平原型人工绿洲,人工绿洲和半荒漠绿洲相伴,属于典型的沙漠绿洲灌溉农业。该流域从上部至下部分别为地方家庭承包经营区(包括城关镇、九运街镇,简称“地方区”)、新疆生产建设兵团直属的六运湖农场、兵团农六师222团场。根据流域耕地空间分布规律,本

文将流域分为3个研究子区:上游、中游和下游,上游和中游的分界线大致在地下水渗漏带(大致与乌奇路吻合),中游与下游的分界线为潜水溢出带(大致与环城路吻合)(图1)。

### 1.2 研究方法

(1)农户调查法:农户调查方法对揭示社会经济现象及区域发展态势的内在规律与特点具有独到之处<sup>[2-4,6-14]</sup>。本次调查采取分层抽样,除去耕地面积相对较少的水磨沟乡不作为调查区,其余随机选取城关镇、九运街镇、三工河哈萨克族乡的22个行政村,以及222团8个连队、六运湖农场6个连队。共发放问卷302份,问卷经过核查校正,剔除无效问卷18份,得到有效问卷284份,有效率达94%,涉及711个农户地块。样点分布如图1。

调查数据为2010年农户灌溉及相关信息,调查项目包括:a,农户背景调查,包括农户家庭成员年龄、学历、劳动人数、兼业情况(非农收入比重)、经济收入与来源,地块数与面积、土地质量;b,农户的灌溉情况,包括种植结构、作物灌溉定额(也叫灌水量,是生育期各次灌水量之和,由水费与水价的比值间接得出)、灌水次数、灌水方式(滴灌、渠灌、其他)、渠系质量、水价;c,农户种田收支情况,种地支出包括种子、化肥、农药、灌溉、机械、雇工等,种地产出包括作物单产、总产量、价格;d,政府的政策实施情况,包括节水设施建设情况、技术培训、资金投入力度、用水配额、水权以及各种政策实施下农户的节水意愿。

(2)最小二乘法(OLS):普通最小二乘法(ordinary least square,简称OLS)是应用最多的参数估计方法,它通过最小化误差的平方和找到一组数据的最佳函数匹配,是寻找某随机变量 $y$ 与可能有关变量回归关系的有效方法,可用SPSS中的多元线性回归模块实现。

## 2 三工河流域农户灌溉行为差异分析

### 2.1 三工河流域灌溉方式差异

通过对711个地块的灌溉方式调查,得出使用渠灌的地块(580个)占总样本的81.6%,使用滴灌的地块(131个)仅占18.4%。由于不同区位水资源禀赋的差异,流域上、中、下游之间以及地方和兵团之

间灌溉方式差异显著。下游水资源相对短缺, 滴灌比例高于中、上游地区, 上、中、下游滴灌比例分别为 3%、10%、28%, 地方和兵团滴灌比例分别为 14%、

33%(图 2)。总体而言, 三工河流域灌溉方式仍以渠灌为主, 节水设施普及率较低, 该流域虽然是我国节水灌溉相对发达区域, 但仍有较大发展空间。

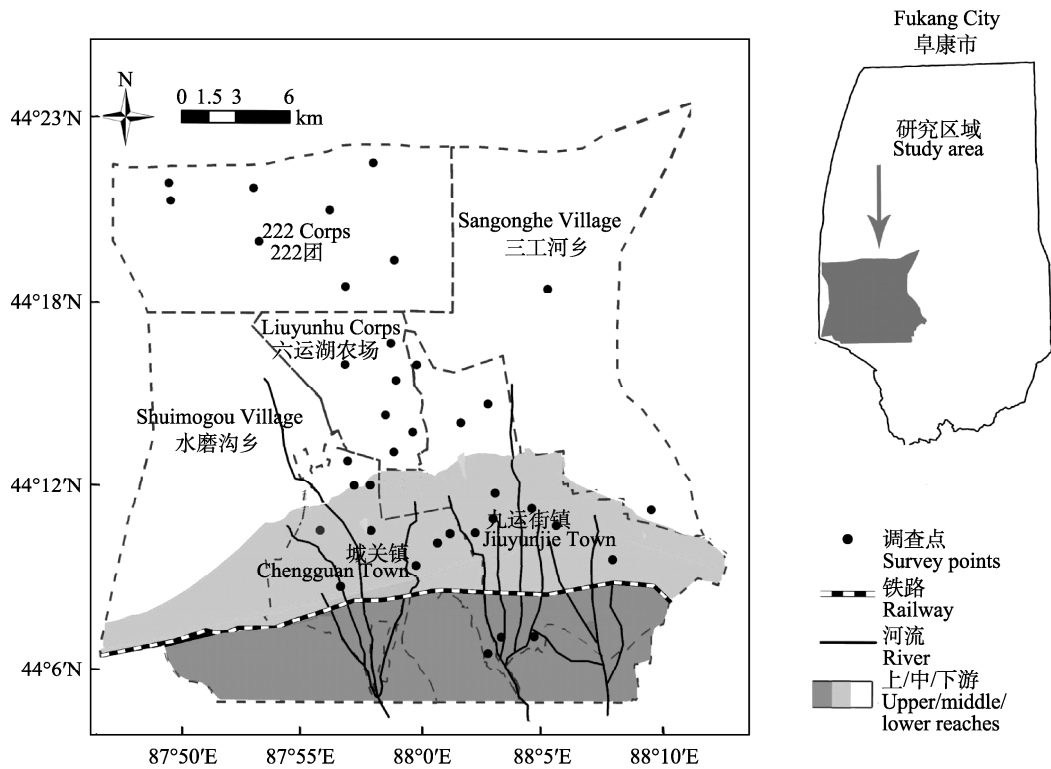


图 1 研究区概况及农户调查样点示意图  
Fig. 1 Sketch map of study area and farmer household survey samples

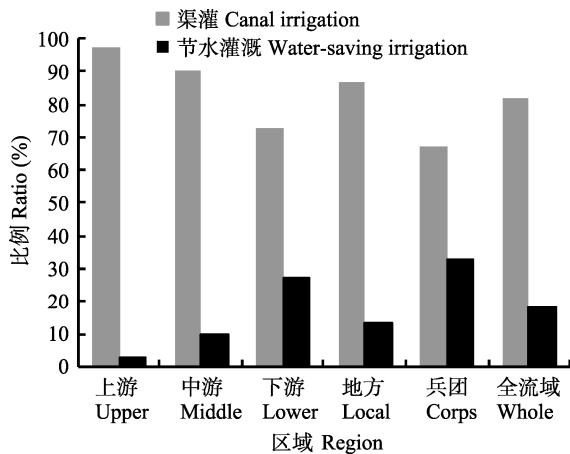


图 2 三工河流域不同区域灌溉方式差异  
Fig. 2 Ratios of irrigation methods in different regions in Sangong River Basin

### 2.2 三工河流域灌溉水价差异

该流域不同区域水费收取标准差异显著, 井水灌溉主要按小时收费, 河水灌溉主要按用水量收费, 但每立方米的水价基本相同。在该流域的上游河谷区域, 一小部分距离河流较近的地块可以免费直接用到河水, 其余选择河水灌溉, 其中利用水磨河灌

溉的水价为 0.075 元·m<sup>-3</sup>, 三工河的为 0.069 元·m<sup>-3</sup>。中游大部分区域选择井水灌溉, 水价在 0.069~0.075 元·m<sup>-3</sup> 之间。流域下游的六运湖农场, 水价基本是 0.130~0.160 元·m<sup>-3</sup>; 222 团水价则相对统一, 为 0.255 元·m<sup>-3</sup>; 在之下的三工河乡拜斯胡木定居点, 因靠近古尔班通古特沙漠, 自然条件恶劣, 水资源短缺, 水价最高, 为 0.350 元·m<sup>-3</sup>。综上, 三工河流域自上而下水价呈现递增趋势。

### 2.3 三工河流域种植结构差异

不同作物的灌溉制度存在差异, 因此农户的种植偏好也属于农户灌溉决策行为。调查结果显示, 三工河流域种植结构较为多样化, 地方和兵团种植结构差异较大。地方以小麦、玉米、葵花种植为主, 传统作物比重大。222 团以葡萄、葵花种植为主, 种植结构较为鲜明, 小麦、打瓜葫芦、棉花、制种作物的种植比例相当, 农户倾向于种植效益较高的经济作物(表 1)。六运湖农场介于地方与兵团之间, 内部存在兵团与地方两种体制, 其种植结构的鲜明度高于地方, 低于 222 团。综上, 三工河流域种植结构从“地方—六运湖农场—222 团”差异逐渐明显, 这也导致了三工河流域上中下游之间农户种植结构的

差异。

### 2.4 三工河流域灌溉次数和灌水量差异

三工河流域灌水次数和灌水量为上游>中游>下游: 所有作物在上、中、下游的平均灌溉次数分别为 6.9 次、6.2 次、5.8 次, 灌水量依次为 18 510 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>、12 810 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>、9 075 m<sup>3</sup>·hm<sup>-2</sup>。对于同一种作物在不同区域的灌溉次数和灌水量而言, 以各区域均大面积种植的小麦和玉米为例, 小麦和玉米的灌溉次数和灌水量在上、中、下游依次递减(表 2)。由此可见, 灌溉次数和灌水量在上、中、下游之间存在显著差异。

### 2.5 三工河流域农户水费负担差异

通过调查获得不同区域所有作物投入产出的平均值(表 3)。其中, 全流域农户水费平均为 1 391 元·hm<sup>-2</sup>。流域上、中、下游之间及地方与兵团之间地均水费存在显著差异, 地均水费从上游到下游依次减小, 兵团水费远高于地方。然而农户作为利润最大的追求者, 单一水费指标并不能说明农户的经济负担, 灌溉对农户的经济压力往往由水费占土地投入和产出的比重决定, 因此将水费占土地投入的比重与水费占土地产出的比重, 二者平均加权进而得出不同区域的水费负担。

表 1 三工河流域“地方—六运湖农场—222 团”种植作物比例

Table 1 Planting structures from “Local region to Liuyunhu Farm to 222 Corp” in Sangong River Basin %

区域 Region	小麦 Wheat	玉米 Corn	葵花 Sunflower	棉花 Cotton	葡萄 Grape	打瓜葫芦 Melon and gourd
地方 Local regions	34	23	19	1	0	8
六运湖农场 Liuyunhu Farm	14	20	25	17	7	12
222 兵团 222 Corp	7	0	30	7	38	7

表 2 三工河流域上中下游作物平均灌水次数和灌水量

Table 2 Average irrigation frequency and amount of different regions in Sangong River Basin

项目 Item	所有作物 All crops			小麦 Wheat			玉米 Corn		
	上游 Upper reaches	中游 Middle reaches	下游 Lower reaches	上游 Upper reaches	中游 Middle reaches	下游 Lower reaches	上游 Upper reaches	中游 Middle reaches	下游 Lower reaches
样本个数 Number of samples	77	237	330	36	56	92	29	54	52
灌溉次数 Irrigation frequency	6.9	6.2	5.8	7.2	6.3	5.6	6.1	5.9	5.2
灌水量 Irrigation amount (m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	18 510	12 810	9 075	21 675	12 390	9 450	13 845	12 180	9 645

表 3 三工河流域不同区域投入产出情况

Table 3 Input-output of different regions in Sangong River Basin

Yuan·hm<sup>-2</sup>

区域 Region	水 Water	种子 Seed	化肥 Fertilizer	农药 Pesticide	地膜 Mulching film	机械投入 Mechanical power	劳动力和其他 Labor and other	总投入 Total input	总收入 Total income
上游 Upper reaches	1 629	1 074	1 661	185	60	1 611	666	6 884	12 834
中游 Middle reaches	1 383	1 476	1 878	228	104	1 196	320	6 581	18 036
下游 Lower reaches	1 346	1 016	1 758	372	153	1 151	2 277	8 069	18 629
地方 Local regions	1 298	1 277	1 728	179	80	1 245	380	6 185	15 398
兵团 Construction corps	1 691	930	1 994	675	263	1 134	4 517	11 204	25 290
全流域 Whole basin	1 391	1 194	1 791	297	123	1 220	1 365	7 380	17 745

计算不同区域水费占总投入与总收入的比重得出, 上、中、下游以及地方、兵团水费占总投入的比重分别为 23.7%、21.0%、16.7%、21.0%、15.1%, 占总收入的比重分别为 12.7%、7.7%、7.2%、8.4%、6.7%。由此可见, 该流域农户水费负担在上、中、下游以及地方、兵团间分别为 18.2%、14.3%、12.0%、14.7%、10.9%, 农户水费负担在不同区域间成阶梯状, 上游农户的水费负担最重, 然后依次是中游与下游, 同时地方的水费负担也显著大于兵团(图 3)。另外, 水费负担在不同区域的差异也反映了农户种植收益的差异。

总体而言, 三工河流域农户灌溉特征在上、中、

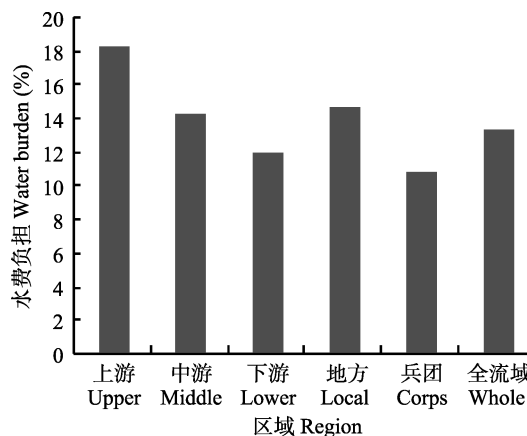


图 3 三工河流域不同区域的水费负担

Fig. 3 Water burden of different regions in Sangong River Basin

下游之间和兵团与地方之间呈显著的梯度差异。下游水资源较为短缺, 主要为兵团区域, 节水设施发展水平较高, 种植结构更加鲜明、合理, 灌水量最少, 水价最高, 农户的水费负担最小; 然后是中游、上游及地方区域。以上结果进一步表明: 水资源禀赋好的上游区域, 农户灌溉水平较差。为分析上述状况的原因, 探讨了影响农户灌溉特征差异的主要因素及影响机理, 以期政府决策行为提供参考。

### 3 农户灌溉差异的主要影响因素及机理分析

农户灌溉行为受到自然因素、政府决策、农户自身 3 种因素影响。家庭经济状况、文化水平、兼业程度等农户自身条件影响农户之间灌溉行为, 自然因素和政策因素则是导致农户灌溉行为呈现区域差异的主要因素。

#### 3.1 自然因素

调查结果表明: 自然环境差异是导致不同区域农户灌溉差异的根源。下面通过建立自然因素与农户灌溉特征的关联关系, 探讨主要自然因素影响农户决策行为的机理。

(1)水资源。三工河流域内三大河流自南向北流入, 3 条河流年均净流量为  $0.98 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 平均流量为  $3.12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , 净流量小, 河流流程短, 越往下游农户使用河水灌溉的机会越小; 流域地势南高北低, 地下水埋深由上游至下游逐渐变浅, 但由于流域中下

游机井数量已经饱和, 随着耕地面积的扩张, 近年来地下水开采以每年  $44.1 \times 10^4 \text{ m}^3$  的速度增长, 地下水开发的潜力逐渐变小, 农户采用地下水的压力逐渐增加。

因此, 三工河流域从上游至下游水资源短缺现象越发严重, 使用灌溉水的边际成本也更高。通过调查农户的节水意愿, 发现从上游至下游认为水资源短缺的农户比例依次增加, 农户越倾向于选择节水设施, 上、中、下游愿意采用节水设施的农户比例分别为 22%、39%、58%。由此可见水资源越短缺, 农户节水意识却强, 农户越倾向于采用节水灌溉技术, 进而节约用水量, 减轻水费负担。

(2)地块与经营规模。地块大小决定了土地经营规模和耕地的细碎化程度。三工河流域存在地方和兵团双重体制, 地方的地块面积普遍较小且分散, 兵团的地块面积较大, 实行规模化经营。地块面积是否与农户灌溉行为存在关联? 为此, 将调查的地块分成 4 类( $0 \sim 0.3 \text{ hm}^2$ 、 $0.3 \sim 0.53 \text{ hm}^2$ 、 $0.53 \sim 1.0 \text{ hm}^2$  和  $1.0 \text{ hm}^2$  以上), 发现地块面积越大, 滴灌比例越大(表 4), 表明地块面积在某种程度上与节水灌溉设施具有一定关联。分析农户选择滴灌的原因, 不愿意选择节水设施的农户中有近 60% 的农户认为地块太小不适合安装滴灌, 这与前人的研究结果相符<sup>[15-16]</sup>, 地块太小, 滴灌作业难度增加, 且无法享受节水灌溉技术的规模效应。

表 4 三工河流域不同地块区间滴灌所占比例

Table 4 Proportion of drip irrigation fields in different field area intervals in Sangong River Basin

项目 Item	地块面积 Field area ( $\text{hm}^2$ )			
	0~0.3	0.3~0.53	0.53~1.0	$\geq 1.0$
地块数 Number of fields	161	161	161	161
滴灌地块数 Number of drip irrigation fields	12	18	22	57
滴灌地块比例 Proportion of drip irrigation fields (%)	7	11	14	35

(3)土壤保水性。三工河流域上、中、下游土质不同, 土壤的保水性差异较大。上游区域(乌奇路以上)以沙砾土为主, 土质瘠薄, 土壤持水效果差, 作物一般 8 d 浇 1 次水; 中游(乌奇路与环城路之间)以黄土、黑土为主, 作物一般 10 d 浇 1 次水; 下游以黑土、草甸土为主, 土质较好, 作物一般 12~13 d 浇 1 次水, 但也有部分土地盐碱化严重, 土壤板结, 导致作物生长不良。考察小麦在不同土质下的灌水量与灌溉次数(图 4), 发现不同土质下小麦灌溉次数和灌水量均呈现递减趋势, 沙土、黄土和黑土的灌水次数分别为 7.2 次、6.3 次、5.6 次, 灌水量分别为  $21\ 675 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 、 $12\ 390 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $9\ 450 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。可见, 土壤保水性能直接影响农户灌溉行为。

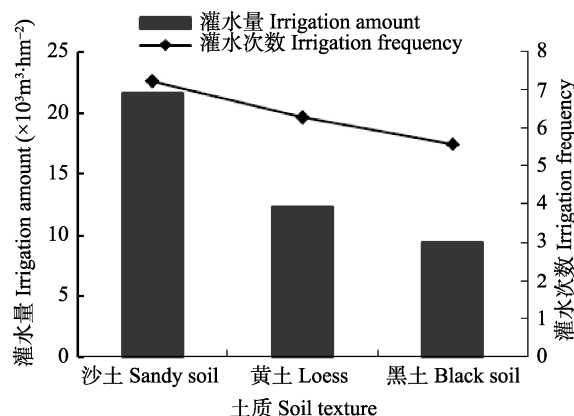


图 4 不同土质条件下小麦灌水量和灌水次数差异  
Fig. 4 Irrigation amount and frequency of wheat in different soil conditions

3.2 政府决策

(1)政策决策调控农户灌溉行为的理论机理。在水资源压力下,政府决策起到调控农户行为的作用,下面利用经济学原理解释政府调控农户行为、影响农户灌溉差异的过程。图 5 中, D1 和 D2 分别代表常规灌溉和节水灌溉条件下农户面临的灌水价格需求曲线。假设灌溉渠系质量、灌溉管理水平一定,在初始状态下,常规灌溉 D1 的农户灌溉用水面临着低水价  $P_1$ , 感受不到价格压力, 灌溉用水量为  $Q_1$ , 点 A( $P_1, Q_1$ )是农户最初的灌溉决策点。随着水价上调, 农户在价格作用下将不断减少灌水量, 直至达到该作物常规灌溉下的最小灌溉水量  $Q_1^*$ , 对应水价为  $P_1^*$ , 点 B( $P_1^*, Q_1^*$ )是农业水价调整后农户最佳灌溉决策点, 即现有灌溉水平下农业水价改革的目标点。到达 B 点后, B 点是保证作物生长需求的最小灌水量, 所以灌溉水价不能再提高。此时, 农户要么沿着 B 点垂直向上, 支付高额节水灌溉费用; 要么为了节省成本, 选择少灌水, 这将影响作物产量。两种选择都会对农民的收入带来影响。

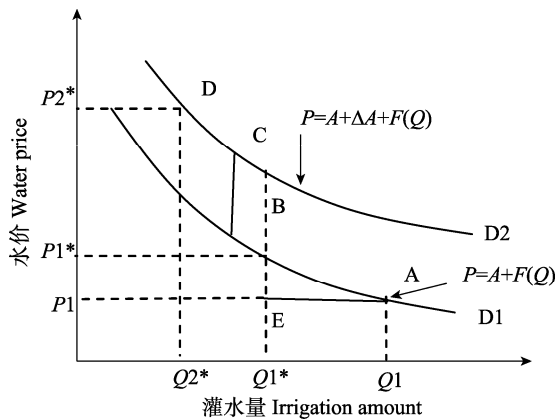


图 5 政策变动对农户灌溉行为影响示意图  
Fig. 5 Diagram of policy change effect on farmer's irrigation behavior

为进一步减少灌溉用水量, 不能只依靠水价调整, 还应调整外生变量, 提高灌溉水利用效率, 减少总灌溉需水量。为提高水利用效率, 政府调控手

段包括加强管理, 改善渠系质量, 激励农户采用节水设施或水生产力高的作物。政府行为决策反映到灌溉水需求曲线上则表示为整条曲线位置的移动, 即由 D1 移到 D2。由于灌溉水平提高而导致需求曲线变动, 农户可将灌溉决策点由 B 点移到 D 点, 这个过程能够保证农户实现节约用水和获取既定农业产量的双重目标。点 D( $P_2^*, Q_2^*$ )是农户在新灌溉条件下的灌溉最优决策点<sup>[8]</sup>。

(2)政策决策影响农户灌溉行为的定量分析。为了定量分析政策变动对农户灌溉决策行为的影响, 利用最小二乘法估计水价、激励农户采用节水设施、提高渠系质量 3 个因素对农户灌水量的影响。OLS 估计结果显示, 灌溉水价、灌溉方式以及渠系质量均对单位面积灌水量有着显著影响(表 5)。

水价对每公顷作物灌水量的影响在 1%水平下显著。就单方水价而言, 其对灌溉需水量的边际变化率为  $-48\ 358\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ , 即在现有水价基础上, 水价每上涨  $0.01\ \text{元} \cdot \text{m}^{-3}$ , 作物灌水量将减少  $484\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

灌溉方式对作物灌水量的影响在 5%水平下显著。对于滴灌节水技术而言, 其对灌溉水的平均边际变化率为  $-1\ 617.33\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ , 即采用滴灌技术将使作物灌水量减少  $1\ 617\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。从实际情况看, 滴灌的要求成本投入和技术含量较高, 这在一定程度上要求政府采取多样化手段鼓励农户采用。

渠系质量对每公顷作物灌水量的影响在 10%水平下显著。改善渠系质量, 将土渠改为水泥渠、板板渠, 作物灌水量将减少  $736\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。这也表明当前该流域末级渠系工程质量状况亟待提高。

进一步分析表明, 政府调整水价、鼓励农户采用节水设施和提高渠系质量可优化农户灌溉行为。但政府利用水价调控农户行为必须考虑农户的最大承受能力, 激励农户采用节水灌溉方式需配合资金补贴、进行技术示范、用水协会引导、水权分配、技术培训等, 引导农户提高节水意识, 促使农户接受节水设施, 渠系质量的维护也要依靠政府的资金支持、行政管理等措施。

表 5 水价变动对三工河流域灌溉水量的影响估计  
Table 5 OLS estimations of irrigation amount as affected by water price changes in Sangong River Basin

项目 Item	系数 Coefficient	标准后系数 Std. coefficient	T 检验值 T value	显著水平 Sig.	容许度 Tolerance	
常量 Constant	B	19 038.9***	15.521	0		
灌溉方式 Irrigation method	0: 渠灌 Canal irrigation; 1: 滴灌 Drip irrigation	-1 617.33**	-0.083	-2.181	0.030	0.959
水价 Water price	Yuan·m <sup>-3</sup>	-48 358***	-0.348	-9.125	0.001	0.959
渠系质量 Canal quality	0: 好 Good; 1: 差 Bad	735.84*	0.062	1.653	0.099	0.992

\*、\*\*和\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%水平上显著 \*、\*\* and \*\*\* mean significant at 10%, 5% and 1% levels, respectively.

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

(1)三工河流域不同区域农户灌水方面存在较大差异,主要表现在:从上游到下游、从地方到兵团,滴灌面积比例和水价呈递增趋势;平均灌溉次数和灌水量以及水费负担呈递减趋势;种植结构逐渐趋于合理,上中游地方区域种植作物种类繁多,以传统作物为主,中下游兵团区域种植结构鲜明,以经济作物为主。

(2)自然因素是导致农户灌溉差异的根源。从上游到下游水资源量依次较少,水资源越短缺农户的节水意识越强,越倾向于采用节水灌溉技术;地块面积与土地破碎程度决定灌溉节水设施作业的可能性及灌溉的便利度与效率;土壤保水性能影响农户的灌水行为,土壤持水效果越差,农户越倾向于增加灌水次数,灌水量也随之增加。

(3)政府决策是农户灌溉差异的主导因素。一方面政府通过水价调整增加农户的灌溉压力,另一方面通过提高渠系质量和激励农户采用节水设施提高水资源利用效益,提升作物的灌溉用水需求曲线。实证结果显示:水价每上涨  $0.01 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-3}$ ,灌水量减少  $484 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ;采用滴灌技术,灌水量减少  $1\ 617 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ;改善渠系质量,使土渠向水泥渠、板板渠发展,灌水量减少  $736 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

### 4.2 建议

三工河流域的水资源管理有待进一步加强,政府需实施差异化的调控行为,促进流域水资源可持续利用。从水价和农户用水负担来看,继续增加上游农户的水价只会增加农民的经济压力,导致弃耕现象发生,提高节水设施比例是较好的选择。增加节水设施必须从改善土地破碎化着手,通过土地流转,促进土地规模化经营,实现农业种植结构的调整。尝试水权交易,使水权流向水资源生产力较高的区域和部门,并使水权流出的区域和部门获得利益补偿。最大效益发挥用水协会和村级技术示范的作用,建立规范化的管理和绩效评价机制,让农户

切实感受到政府决策的效益。

## 参考文献

- [1] 南纪琴,王玉宝,尚虎君,等. 黑河中游区域农业用水现状调查与发展对策[J]. 中国农村水利水电, 2010(7): 37-40
- [2] 孙祥斌,刘灵伟,秦静. 基于农户土地利用行为的北京大兴区耕地质量评价[J]. 地理学报, 2008, 63(8): 856-868
- [3] 冯艳芬,童玉祥,王芳. 大城市郊区农户弃耕行为及影响因素分析——以广州番禺区农户调查为例[J]. 自然资源学报, 2010, 25(5): 722-734
- [4] 陈美球,肖鹤亮,何维佳,等. 耕地流转农户行为影响因素的实证分析——基于江西省 1396 户农户耕地流转行为为现状的调研[J]. 自然资源学报, 2008, 23(3): 369-374
- [5] 秦元伟,赵庚星,董超,等. 乡镇级耕地质量综合评价及其时空演变分析[J]. 自然资源学报, 2010, 25(3): 454-464
- [6] 柳长顺,陈献,乔建华. 华北地区井灌区农户灌溉用水状况调查研究[J]. 水利发展研究, 2004, 4(10): 38-41
- [7] 宋文浚. 大同地区井灌区农户灌溉用水状况调查分析[J]. 山西水利科技, 2006, 8(3): 85-86
- [8] 王晓磊,李红军,雷玉平,等. 石家庄井灌区农户灌溉行为调查及节水潜力分析[J]. 节水灌溉, 2008(6): 12-15
- [9] 蒋晓茹,李红军,蔡淑红,等. 华北平原井灌区农户灌溉行为调查分析[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(11): 152-154, 185
- [10] 韩青,谭向勇. 农户灌溉技术选择的影响因素分析[J]. 中国农村经济, 2004(1): 63-69
- [11] 韩洪云,赵连阁. 农户灌溉技术选择行为的经济分析[J]. 中国农村经济, 2000(11): 70-74
- [12] 刘红梅,王克强,黄智俊. 影响中国农户采用节水灌溉技术行为的因素分析[J]. 中国农村经济, 2008(4): 45-54
- [13] 雷波,杨爽,高占义,等. 农业水价改革对农民灌溉决策行为的影响分析[J]. 中国农村水利水电, 2008(5): 108-110
- [14] 韩洪云,赵连阁,王学渊. 农业水权转移的条件——基于甘肃、内蒙典型灌区的实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(3): 100-106
- [15] Khanna M. Sequential adoption of site-specific technologies and its implications for nitrogen productivity: A double selectivity model[J]. Amer J Agr Econ, 2001, 83(1): 35-51
- [16] 林毅夫. 制度、技术与中国农业发展[M]. 上海: 上海人民出版社, 2008: 209-229