

DOI :10.3880/j.issn.1006-7647.2009.04.007

塔里木河流域基于作物水分生产函数的 农业水价需求效应分析

孙建光,韩桂兰

(新疆财经大学统计与信息学院,新疆 乌鲁木齐 830012)

摘要 基于不同作物(棉花、玉米、小麦)的水分生产函数,构建塔里木河流域农业水价的需求效应模型和水价需求弹性系数模型,并依据塔里木河流域的农业水价资料分析了塔里木河流域农业水价调整对塔里木河流域灌水量的节水效应。研究表明,塔里木河流域水价大幅调整是提高农业水价田间作物节水效应的重要经济手段,作物价格也是影响农业水价田间作物节水效应的重要因子之一。通过农业水价调整促进节水技术应用是提高农业水价田间作物节水效应的关键。

关键词 塔里木河流域 农业水价调整 水分生产函数 需求效应模型 弹性系数模型 节水效应

中图分类号 F323.213 **文献标识码** A **文章编号** 1006-7647(2009)04-0024-03

Demand effect analysis of agricultural water price based on crop water production function in Tarim River Basin//SUN Jian-guang, HAN Gui-lan(*Institute of Statistics and Information, Xinjiang University of Finance & Economic, Urumqi 830012, China*)

Abstract : According to the water production function of different crops, including wheat, cotton and maize, the demand effect model of agricultural water price and the elastic coefficient model of agricultural water price in the Tarim River Basin are constructed. The water-saving effect of the quantity of irrigation water due to agricultural water price adjustment in the Tarim River Basin is analyzed. The results show that large-scale adjustment of water price is an important economic means of improving water conservation of field crops. The crop price is a significant factor influencing the water conservation of field crops. The promotion of water-saving technology through agricultural water price adjustment is the key to improving water conservation of field crops.

Key words : Tarim River Basin ; agricultural water price adjustment ; water production function ; demand effect model ; elastic coefficient model ; water-saving effect

农业水价调整对灌水量的影响研究是目前国内外水价调整需求效应研究的主要内容,目前国内农业水价调整主要以工程水价调整为主^[1-4]。塔里木河流域农业用水占 98% 以上,以灌溉用水为主,近年来水价不断进行调整^[4-5]。因此,随着水资源的日益稀缺和农业水价调整的实施,农业水价调整对流域灌水量节水效应的实证研究对今后该流域的农业水价调整具有重要的理论和实际指导意义。

1 塔里木河流域基于作物水分生产函数的农业水价与灌水量的需求效应模型

1.1 基于棉花水分生产函数的农业水价与灌水量的需求效应模型

依据雷志栋等在叶尔羌河流域平原绿洲区的灌

溉试验资料^[6],棉花的水分生产函数为

$$Y_{am} = - 3 \times 10^{-5} Q^2 + 0.254 Q + 1\,023$$
$$R = 0.971\,0 \tag{1}$$

式中: Y_{am} 为棉花产量,kg/hm²; Q 为净灌水量,m³/hm²; R 为相关系数。

在此基础上,基于作物边际收益等于边际成本的基本原理,以灌溉水的产值贡献率为 0.65 计算(1989 年新疆维吾尔自治区水利厅计算取值,下同),棉花的水价需求效应模型为

$$Q = \frac{- 25\,641.02 P_1}{P_{cm}} + 4\,233.33 \tag{2}$$

式中: P_1 为农业水价,元/m³; P_{cm} 为棉花价格,元/kg。

依据棉花的水价需求效应模型,棉花的水价需

求弹性系数为

$$E_{pm} = \frac{25\,641.02P_I}{P_{cm}Q} \tag{3}$$

1.2 基于小麦水分生产函数的农业水价与灌水量的需求效应模型

依据胡和平等在叶尔羌河流域平原绿洲区的灌溉试验资料^[7],小麦的水分生产函数为

$$Y_{ax} = -0.000\,6Q^2 + 5.283\,6Q - 4\,594.4$$
$$R = 0.879\,8 \tag{4}$$

式中 Y_{ax} 为小麦产量,kg/hm²。

基于作物边际收益等于边际成本的基本原理,小麦的水价需求效应模型为

$$Q = \frac{-1\,282.05P_I}{P_{cx}} + 4\,403 \tag{5}$$

式中 P_{cx} 为小麦价格,元/kg。

依据小麦的水价需求效应模型,小麦的水价需求弹性系数为

$$E_{px} = \frac{1\,282.05P_I}{P_{cx}Q} \tag{6}$$

1.3 基于玉米水分生产函数的农业水价与灌水量的需求效应模型

依据雷志栋等在叶尔羌河流域平原绿洲区的灌溉试验资料^[6],玉米的水分生产函数为

$$Y_{ay} = -0.000\,4Q^2 + 4.289\,4Q - 3\,272.1$$
$$R = 0.999\,8 \tag{7}$$

式中 Y_{ay} 为玉米产量,kg/hm²。

基于作物边际收益等于边际成本的基本原理,玉米的水价需求效应模型为

$$Q = \frac{-1\,923.08P_I}{P_{cy}} + 5\,361.75 \tag{8}$$

式中 P_{cy} 为玉米价格,元/kg。

依据玉米的水价需求效应模型,玉米的水价需求弹性系数为

$$E_{py} = \frac{1\,923.08P_I}{P_{cy}Q} \tag{9}$$

2 塔里木河流域农业水价调整对作物灌水量的需求弹性效应分析

2.1 农业水价调整对棉花灌水量的需求弹性效应

为了分析塔里木河流域不同农业水价对棉花灌水量的需求弹性效应,利用塔里木河流域引水龙口的水价调整资料,计算用水户水价(考虑到输水损失,用水户水价为引水龙口的水价除以渠系平均利用系数,下同)和用水户成本水价(成本价除以流域平均渠系利用系数,下同),见表 1。

根据新疆维吾尔自治区农调队价格调查资料和相关县志的价格资料汇总得到 1985 年、1991 年、1996 年、1998 年和 2005 年棉花价格分别为 3.22 元/kg, 6.78 元/kg, 13.48 元/kg, 11.51 元/kg 和 10.93 元/kg。依据表 1,利用棉花的水价需求效应模型和水价需求弹性系数模型,计算了各流域历年用水户水价和用水户成本水价的棉花节水量、节水率和 E_{pm} (表 2)。由表 2 可知,各流域灌水量随农业水价的调高逐渐降低,但 1996 年棉花价格较高影响了水价调整对灌水量的效应变化规律^[8-9]。较 1985 年,2005 年阿克苏河、和田河、开孔河和叶尔羌河流域的灌溉水量平均降低了 140 m³/hm²。如果水价调整到用水户成本水价,各流域灌水量进一步降低,平均降低 172 m³/hm²。其中,开孔河流域的 2005 年用水户水价已超过用水户成本水价,则用水户成本水价的灌水量大于 2005 年的灌水量。总体来看,水价达到用水户成本水价能够进一步降低棉花灌水量,逐渐提高

表 1 塔里木河流域不同农业水价调整年份的用水户水价 元/m³

流域	用水户水价					用水户成本水价
	1985 年	1991 年	1996 年	1998 年	2005 年	
阿克苏河	0.002 89	0.015 78	0.022 56	0.047 28	0.067 26	0.097 76
和田河	0.003 86	0.009 76	0.022 99	0.045 45	0.063 33	0.095 83
叶尔羌河	0.001 45	0.009 52	0.023 81	0.028 17	0.046 82	0.073 89
开孔河	0.003 08	0.012 50	0.018 87	0.032 72	0.098 91	0.063 27

注 水价资料来源于历年各地州水价调整文件、新疆通志水利志、新疆维吾尔自治区水利厅及各流域水价调查的内部资料等,开孔河为开都河—孔雀河流域。

表 2 塔里木河流域不同水价时的棉花节水量、节水率和 E_{pm}

流域	1991 年用水户水价			1996 年用水户水价			1998 年用水户水价			2005 年用水户水价			用水户成本水价		
	节水量/ (m ³ ·hm ⁻²)	节水 率/%	E_{pm}	节水量/ (m ³ ·hm ⁻²)	节水 率/%	E_{pm}	节水量/ (m ³ ·hm ⁻²)	节水 率/%	E_{pm}	节水量/ (m ³ ·hm ⁻²)	节水 率/%	E_{pm}	节水量/ (m ³ ·hm ⁻²)	节水 率/%	E_{pm}
阿克苏河	37	0.86	0.014 3	20	0.48	0.010 2	82	1.95	0.025 5	135	3.18	0.038 7	206	4.82	0.056 6
和田河	6	0.14	0.008 8	13	0.29	0.010 4	71	1.67	0.024 5	118	2.78	0.036 4	194	4.59	0.056 1
叶尔羌河	24	0.59	0.008 6	34	0.81	0.010 8	51	1.21	0.015 1	98	2.34	0.026 6	162	3.84	0.042 7
开孔河	23	0.55	0.011 3	11	0.29	0.008 6	48	1.16	0.017 5	208	4.94	0.058 0	124	2.95	0.036 3

注 节水量为 1985 年的灌水量减去各年份灌水量所得,下同。

水价需求弹性系数,但是棉花的农业水价节水效应较低,而且仍然极缺乏弹性。

2.2 农业水价调整对小麦灌水量的需求弹性效应

依据水价调整年份的小麦价格(1985 年、1991 年、1996 年、1998 年和 2005 年小麦价格分别为 0.328 0 元/kg, 0.6551 元/kg,1.5743 元/kg,1.4736 元/kg和 1.4600 元/kg,资料来源同棉花),利用小麦的水价需求效应模型和水价需求弹性系数模型,计算了历年用水户水价和用水户成本水价的节水量、节水率和 E_{px} (表 3)。由表 3 可以看出,小麦节水量、节水率和需求弹性系数的变化规律与棉花相似,只是随农业水价的调高,2005 年阿克苏河、和田河、叶尔羌河和开孔河流域的灌水量较 1985 年平均降低了 $50\text{ m}^3/\text{hm}^2$;如果水价调整到成本水价,灌水量平均降低 $62\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。总之,水价对灌水量的节水效应是小麦小于棉花 而且水价需求弹性系数也是小麦小于棉花。

2.3 农业水价调整对玉米灌水量的需求弹性效应

根据水价调整年份的玉米价格(1985 年、1991 年、1996 年、1998 年和 2005 年玉米价格分别为 0.2260 元/kg,0.3991 元/kg,1.0546 元/kg,0.8155 元/kg和 0.9700 元/kg,资料来源同棉花),利用玉米的水价需求效应模型和水价需求弹性系数模型,计算了历年用水户水价和用水户成本水价的节水量、节水率和 E_{py} (表 4)。由表 4 可知,水价调整对玉米灌水量的节水效应与棉花和小麦相似 2005 年阿克苏河、和田河、叶尔羌河和开孔河流域的灌水量较 1985 年平均减少了 $113\text{ m}^3/\text{hm}^2$;如果水价调整到用水户成本水价,灌水量平均降低 $140\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。显然,即使水价调整到用水户成本水价,农业水价调整对玉米田间灌溉水量的影响较小。而且,玉米的水价需求弹性系数比小麦的高,比棉花的低。

表 3 塔里木河流域不同水价时的小麦节水量、节水率和 E_{px}

流域	1991 年用水户水价			1996 年用水户水价			1998 年用水户水价			2005 年用水户水价			用水户成本水价		
	节水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	节水 率/%	E_{px}	节水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	节水 率/%	E_{px}	节水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	节水 率/%	E_{px}	节水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	节水 率/%	E_{px}	节水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	节水 率/%	E_{px}
阿克苏河	20	0.46	0.0071	7	0.16	0.0042	30	0.68	0.0094	48	1.09	0.0136	75	1.68	0.0197
和田河	4	0.09	0.0044	24	0.07	0.0043	24	0.57	0.0091	41	0.93	0.0128	69	1.57	0.0195
叶尔羌河	13	0.30	0.0043	14	0.30	0.0044	19	0.43	0.0056	35	0.80	0.0094	59	1.34	0.0150
开孔河	12	0.27	0.0056	3	0.07	0.0035	16	0.36	0.0065	75	1.71	0.0201	44	1.00	0.0128

表 4 塔里木河流域不同水价时的玉米节水量、节水率和 E_{py}

流域	1991 年用水户水价			1996 年用水户水价			1998 年用水户水价			2005 年用水户水价			用水户成本水价		
	节水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	节水 率/%	E_{py}	节水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	节水 率/%	E_{py}	节水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	节水 率/%	E_{py}	节水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	节水 率/%	E_{py}	节水量/ ($\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$)	节水 率/%	E_{py}
阿克苏河	51	0.96	0.0144	17	0.30	0.00773	87	1.63	0.0212	109	2.04	0.0255	169	3.13	0.0371
和田河	14	0.26	0.0089	9	0.17	0.00788	74	1.39	0.0204	93	1.75	0.0240	157	2.95	0.0367
叶尔羌河	34	0.62	0.0086	31	0.58	0.00816	54	1.01	0.0125	80	1.50	0.0176	134	2.51	0.0281
开孔河	34	0.64	0.0114	8	0.17	0.00646	51	0.96	0.0146	170	3.19	0.0380	99	1.87	0.0240

(下转第 43 页)

3 结 论

a. 塔里木河流域农业水价即使调整到用水户成本水价,作物的节水效应和水价需求弹性仍然很低,这成为塔里木河流域未来农业水价调整的理论依据之一。随着水资源的日益稀缺,实行低水价和供水成本水价提高作物田间灌水量的节水效应仍然很低,不能达到调节流域水资源合理配置和实现流域水资源高效利用的目标。为此,只有在成本水价基础上,基于水资源费和环境水价进一步调整塔里木河流域未来农业水价,才能促进流域田间节水效应的大幅提高,实现流域水资源的高效利用。

b. 不同作物农业水价节水效应的差异表明,种植结构调整是提高塔里木河流域作物水价节水效应的重要措施,而且不同的流域可以实行有作物差别的农业水价。尽管目前农业水价调整到用水户成本水价的节水效应较低,但农户种植高效经济作物和淘汰高耗水作物是塔里木河流域农户应对水价提高的办法之一,这就促使了该流域种植结构的调整。为此,在塔里木河流域可以针对不同作物的经济效益和耗水差别实行差别农业水价,通过节水实现种植结构和产业结构的调整,以达到塔里木河流域水资源可持续利用的目标。但是,作物价格提高将增加作物的灌水量,带动土地开发。需要重点关注的问题是当前塔里木河流域土地开发屡禁不止,粮食作物种植面积降低已在部分地区出现。这使得实行定额供水、总量控制、以水定产成为加强流域水资源管理和水土保持的重要措施。

c. 通过农业水价调整促进节水技术应用是提高农业水价田间作物节水效应的关键。如果单纯提高农业水价,没有相应节水技术支持,田间灌水量一般是难以降低的 反而会使农户的水价承受力大幅度

4.3 正常蓄水位下大坝变形预测分析

将水位、温度和时效等因子组成回归方程,采用逐步回归法预测大坝变形的发展,从预测结果看,在首次蓄到水位 265 ~ 270 m 和 270 ~ 275 m 新高水位阶段,坝体的水平位移发展速率会进一步增大,垂直位移变化较小,坝顶视准线最大剖面测点水平位移分别增加 71.9 mm 和 81.0 mm,且变形不均匀程度也会随之增加,位移差增量分别为 38.2 mm 和 44.8 mm。在水位达到 275 m 之后,坝体变形主要按照时效分量趋势发展,除去首蓄因子的影响,最大位移点的年变幅不到 60 mm,而位移差值的年变幅不到 40 mm,大坝变形逐渐趋于稳定^[4]。

5 结 语

小浪底大坝变形分析结果表明,各测点变化规律一致,过程线连续、平顺、无突变,累计位移变化量逐年增加,表现为水平位移向下游方向、垂直位移下沉的变化规律,大坝变形渐趋稳定,符合土石坝变形的一般规律。

大坝坐落在河床深厚覆盖层上、坝体结构复杂、填筑材料种类多和填筑速度快等,使坝体变形产生差异性和不协调性,是导致坝体不均匀变形的内在因素。库水位升降变幅大及水库初次蓄水等是促进大坝不均匀变形的外在因素。

小浪底大坝预留 2 m 的超高填筑量,通过分析认为目前不均匀变形不影响大坝的安全稳定运行,

同时,加强大坝安全监测工作,尤其在水库水位超过历史新高水位和水位骤升骤降期间,宜加密监测,确保大坝安全稳定运行。

参考文献:

- [1] 小浪底工程咨询有限公司.小浪底工程外部变形监测年报[R].郑州:小浪底工程咨询有限公司,2007.
- [2] 郭海庆,吴中如,杨杰.堆石坝变形监测的灰色非线性时序组合模型[J].河海大学学报:自然科学版,2001,29(6):51-55.
- [3] 方卫华,王润英.大坝变形监测自动化系统进展[J].水利水电科技进展,2000,20(6):23-25.
- [4] 中国水利水电科学研究院.小浪底水利枢纽斜心墙堆石坝计算分析[R].北京:中国水利水电科学研究院,2007.
- [5] 小浪底水利枢纽建设管理局,黄河勘测规划设计有限公司.小浪底水利枢纽初期运用技术自评估报告[R].郑州:小浪底水利枢纽建设管理局,2006.
- [6] 李立刚,李占省.小浪底水库调水调沙运用对大坝变形的影响分析[J].大坝与安全,2007(2):28-31.
- [7] 水利部水利水电规划设计总院,中国水利水电科学研究院.黄河小浪底水利枢纽初期运用技术评估报告[R].北京:水利部水利水电规划设计总院,2007.
- [8] 水利部黄河水利委员会勘测规划设计研究院.小浪底水利枢纽蓄水安全鉴定设计自检报告[R].郑州:水利部黄河水利委员会勘测规划设计研究院,1999.

(收稿日期 2008-10-07 编辑 方宇彤)

(上接第 26 页)降低,限制区域的农业生产用水,影响农业水价的进一步调整,但是,采用高效节水技术的节水成本必然进一步增加用水户的水价负担,这将使基于节水水价的用水户水价对灌水量的效应分析、水价承受力分析和水价补偿机制研究成为塔里木河流域未来农业水价调整的重要研究内容。

参考文献:

- [1] 裴源生,方玲,罗琳.黄河流域农业需水价格弹性研究[J].资源科学,2003,25(6):27-30.
- [2] 毛春梅.农业水价改革与节水效果的关系分析[J].中国农村水利水电,2005(4):2-4.
- [3] 于素花.农村社区水价变化对农业节水技术推广的影响[J].农业技术经济,2006(6):26-29.
- [4] 孙建光,韩桂兰.塔里木河流域未来农业水价进一步调整的理论分析[J].水利经济,2008,26(2):37-38.
- [5] 孙建光,韩桂兰.塔里木河流域未来农业水价调整中水资源费计价模型[J].水利水电科技进展,2008,28(4):76-79.

- [6] 雷志栋,胡和平,杨诗秀,等.叶尔羌河灌区冬小麦灌溉试验与分析[J].灌溉与排水,1999,18(2):30-33.
- [7] 胡和平,杨诗秀,段新杰,等.叶尔羌河灌区棉花灌溉试验与分析[J].灌溉与排水,1999,18(2):34-37.
- [8] 王光谦,魏加华.流域水量调控模型与应用[M].北京:科学出版社,2006.
- [9] 李曦,段永红,雷海章.水价及农产品价格对农民利润最大化的影响[J].中国农村水利水电,2002(4):17-20.

(收稿日期 2008-09-23 编辑 骆超)

