

内陆干旱区农业发展的水资源“增长阻力”

——黑河中游实证研究

刘七军, 李昭楠

(北方民族大学经济学院, 宁夏 银川 750021)

摘要: 水资源短缺已成为制约内陆干旱区农业可持续发展的关键因子。本文在借鉴罗默的“增长阻力”概念模型的基础上,以地处黑河中游的民乐县和临泽县为典型研究区域,利用 2000—2010 年的农业生产面板数据集,度量了水资源紧缺对内陆干旱区农业生产的制约程度。结果表明,由于水资源要素的限制,民乐县和临泽县的农业总产值平均每年的增速要比上年降低 0.9979 个百分点和 0.6228 个百分点。在此基础上,对“增长阻力”的影响因素进行了进一步分析,并从节水设施改造,构建农田水利设施的长效机制,发展特色节水农业,提高水资源社会化管理水平和营造节水型社会建设的氛围五个方面,就如何减少水资源要素对农业发展的“增长阻力”提出了相应的政策建议。

关键词: 水资源;内陆干旱区;农业生产;增长阻力

中图分类号: TV213.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2014)02-0239-07

The growth drag of water resources to the agricultural development in inland of arid regions

——An empirical study for the middle stream of Heihe River

LIU Qi-Jun, LI Zhao-Nan

(School of Economics of Bei fang University of Nationalities, Yinchuan, Ningxi 750021, China)

Abstract: Water resources shortage is a key restrict factor for the agricultural sustainable development in inland of arid regions. In this paper, based on the concept model of growth drag by Romer, have measured the restrictive degree of water resources shortage to agricultural production in inland of arid region, taking the Minle County and Linze County in the middle stream of Heihe River as the typical research areas, by using the agricultural production data of 2000—2010. The results showed that: The average annual increasing growth rates of total agricultural output value in Minle County and Linze County was lower than the previous year 0.9979 and 0.6228 percentage respectively, because of water resources restraint. On the basis of these, was systematically analyzed the influence factors to growth drag, finally from the five aspects as improving the water saving establishment, structuring the long mechanism for irrigation and drainage installations, developing the feature water saving agriculture, increasing the social management level for the water resources and constructing the atmosphere of water saving society, put forward the related policy suggestions for how to reduce the restriction of water resource shortage to agricultural development in this regions.

Keywords: water resources; inland arid regions; agricultural production; growth drag

水是农业生产发展的命脉,而水资源短缺则成为制约我国农业发展的关键性因子。整体看,长期以来,农业一直是我国的用水大户,据相关统计数据显示,农业耗水占到全国用水消耗总量的 74.7%。而且,我国耕地的灌溉比高达约 49%,居世界首位^[1]。从区域层面看,地处我国西北内陆干旱区的

黑河中游地区,其水资源极度短缺,年降雨量仅为 127.5 mm,个别地方甚至不足 55 mm,而潜在蒸发量却高达 2 300 mm·a⁻¹,人均水资源为 1 250 m³,仅为全国人均水资源平均水平的 57%^[2]。然而,由于历史传统和自然原因,灌溉绿洲农业自古以来则是该地区的主导产业。无疑,农业亦成为该地区的用水

大户,其多年平均用水量占行业总用水量的 80% 以上,其中 90% 属于农业灌溉用水^[3]。但由于人口的急剧膨胀和社会经济的迅速发展,该区域内水资源已难以满足当地工农业发展和生态建设的需要。特别是气候变化导致的水旱灾害频发,致使水资源供给面临的不确定性进一步增加^[4],由此将不可避免地对这一地区的农业用水和粮食安全问题产生重大影响^[5]。究竟水资源短缺对内陆干旱区农业发展的瓶颈制约程度有多大?应该采取何种措施来应对?这是当前该地区亟待研究解决的关键问题。然而,当前关于西北内陆干旱区的相关研究尚鲜有报道。为此,笔者以地处西北内陆干旱区黑河中游的民乐县和临泽县为典型实证研究区域,以 Romer(2001)“增长阻力”理论为基础,构建符合该地区农业用水特点的“增长阻力”模型,针对这一问题展开实证研究,旨在为相关部门水政策的制定和相关领域的研究提供理论借鉴。

1 关于“增长阻力”

早期的经济增长理论将经济系统视为一个独立的系统,Ayres 和 Kneese 曾指出,人们应该重视经济增长与周围环境的相互作用,因为只考虑局部均衡的方法将会导致严重的错误^[6]。现代经济增长理论则更加重视技术和制度等因素在经济增长中的作用,而对自然资源等要素对经济增长的约束效应没有给予足够的重视。然而,这并不意味着自然资源对经济增长的影响制约可以忽略不计^[7]。因此,经济发展过程中资源要素是一个必须考虑的重要因素。于是新增长理论提出,资源与土地的约束会导致人均资源利用量与土地利用量的下降,进而导致经济增长放缓。由于资源的限制,致使经济增长速度比没有资源限制情况下增长速度降低的程度称之为“增长阻力”^[8],也有学者将其译为“增长尾效”,但对此定义却不尽相同。薛俊波等认为,“增长尾效”是指有资源限制下的经济增长速度比没有资源限制情况下的增长速度降低的程度^[6]。谢书玲等则认为,对任何一个国家或地区而言,其经济发展都不可避免地消耗资源,但资源的有限性决定了上一阶段对资源的消耗必然引起下一阶段对经济增长的投入,这一现象称之为“增长尾效”^[9]。也有人认为,“尾效”一般是指一种较为滞后的效果或在当前尚未发挥完的作用,可能在以后的阶段还会继续产生效果。因此,用“尾效”一词来描述自然资源与土地约束对经济增长的制约效应不及“增长阻力”一词贴切^[10]。Romer(2001)将土地和自然资源的限制纳入

索洛模型中,而且正式给出了一个“增长阻力”基本分析框架^[11]。国内许多学者利用这一框架,分析了土地资源对中国经济增长的阻力,以及水土资源对中国的经济增长的阻力,也有学者就能源对我国东中西部经济增长的阻力进行了对比研究^[12-15]。国外学者关于增长潜力的研究起步较早,早在 20 世纪 70 年代,Dagsupta 和 Heal(1974)就指出,考虑到不可再生资源的“尾效”,稳态的经济增长路径仅存在于不可再生资源在生产中不重要的情况下;进入 20 世纪 90 年代,Nordhaus(1992)利用扩展的柯布—道格拉斯函数分析了因资源和土地制约所引起的“增长尾效”;随后,Bruvoll、Glomsroda 和 Vennemo(1999)等用动态的 CGE 度量了由于环境“尾效”而引起的挪威福利的损失情况^[6]。基于本研究的目的是为了探究水资源约束对农业经济发展的影响,因此,参照戴维·罗默与王学渊和韩洪云关于“增长阻力”的定义,文中农业经济发展过程中水资源的“增长阻力”应是“没有水资源限制”条件下的农业生产增长与“有水资源限制”条件下的农业生产增长之间的差额。

2 研究区基本概况

黑河位于甘肃河西走廊中段,地跨青、甘、蒙 3 省区,总面积 13 万 km²,是西北干旱区第二大内陆河流域,其中黑河中游地区包括甘肃省张掖市的山丹、民乐、甘州、临泽、高台和肃南县,集中了全流域 95% 的耕地、91% 的人口和 89% 的国内生产总值,是以“非灌不殖”、“地尽水耕”为显著特点的主要灌溉农业区,也是黑河流域水资源的主要利用区^[16],更是开展内陆干旱区农业生产及用水效率研究的理想之地。因此,文中以黑河中游的民乐县和临泽县为典型研究区域。

民乐县地处甘肃省河西走廊中段的浅山区,祁连山北麓,张掖市东南部,海拔 1 589 ~ 5 027 m,地处东经 100°22'59" ~ 101°13'9",北纬 37°56'19" ~ 38°48'17"之间。境内年平均降水量在 89 ~ 293 mm,平均蒸发量为 1 638.4 mm,降雨稀少,蒸发强烈,属温带大陆性荒漠草原气候。境内共有耕地 6.25 万 hm²,其中水浇地占 60% 以上,是典型的绿洲灌溉农业区。现辖 6 镇 4 乡和 1 个生态工业园区,常住人口 23.91 万人(其中农业人口 17.81 万人)。临泽县位于河西走廊中部平原区,海拔 1 380 ~ 2 278 m,地处东经 99°51' ~ 100°30'、北纬 38°57' ~ 39°42'之间。境内年均降水量 108.4 mm,平均蒸发量 1 830.4 mm,同样气候干燥,降雨稀少,蒸发量大,属典型的大陆性荒漠草

原气候。境内以平原绿洲为主,地势平坦,土壤肥沃,是历史悠久的灌耕农业区,现有耕地 1.9 万 hm^2 。共辖 5 镇 2 乡,总人口 14.8 万人(其中农业人口 12.4 万人)。

3 模型构建

Romer 在新古典经济理论分析中考虑了资源和土地要素的限制,并利用扩展的索洛模型考察了在该因素约束下如何影响经济的长期增长,其模型形式如下:

$$Y(t) = K(t)^\alpha R(t)^\beta T(t)^\gamma [A(t)L(t)]^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (1)$$

式中, t 表示时间; $Y(t)$ 表示产出; $K(t)$ 为资本投入; $R(t)$ 是自然资源投入; $T(t)$ 指土地投入; $A(t)$ 为知识或者劳动的有效性; $L(t)$ 为劳动投入; α 、 β 、 γ 分别为各生产要素的产出弹性,并满足 $\alpha > 0$ 、 $\beta > 0$ 、 $\gamma > 0$,且 $\alpha + \beta + \gamma < 1$ 。该模型的假设与资源和土地要素有关,当有自然资源和土地要素的限制时, $T(t)' = 0$ 和 $R(t)' = -bR(t)$ (b 为资源利用率, $b > 0$); 当没有自然资源和土地要素的限制时, $T(t)' = nT(t)$ 和 $R(t)' = nR(t)$ (n 为人口增长率),此时意味着两者均与人口同步增长。增长阻力可以表示为:

$$\text{Drag} = \frac{\beta b + (\beta + \gamma)n}{1 - \alpha}, b \text{ 为资源利用率, } n \text{ 为人口增长率。}$$

鉴于本研究的目的主要是测度水资源对内陆干旱区农业发展的增长阻力,故笔者对上述模型进行适当调整。以水资源 $W(t)$ 代替式(1)中的自然资源投入 $R(t)$,仍采用 C-D 函数的形式,于是式(1)可变为:

$$Y(t) = K(t)^\alpha W(t)^\beta T(t)^\gamma [A(t)L(t)]^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (2)$$

式(2)中, $Y(t)$ 和 $W(t)$ 分别表示农业产出和农业用水投入,其余要素投入与变量约束均同式(1)。当有水资源要素限制时,变化的农业用水投入 $W(t)' = g_w W(t)$, g_w 为农业用水增长率;当没有水资源要素限制时, $W(t)' = g_t W(t)$, g_t 为农作物播种面积增长率。此时这就意味着农业用水将会随着农作物播种面积的变化而同步变化^[13]。对式(2)两边取对数,并利用变量对数的时间倒数等于该变量增长率的事实^[8],经过一系列变换简化后,得到所构建模型的最初形式(3)及农业经济发展中水资源的“增长阻力”(4),分别如下:

$$\ln Y(t) = \alpha \ln K(t) + \beta \ln W(t) + \gamma \ln T(t) + (1 - \alpha - \beta - \gamma) [\ln A(t) + \ln L(t)] \quad (3)$$

$$\text{Agr}_{\text{drag}} = \frac{\beta(g_t - g_w)}{1 - \alpha} \quad (4)$$

从理论上讲,当 $\text{Agr}_{\text{drag}} > 0$ 时,说明水资源因素已经成为农业发展的阻碍,也就是形成了“增长阻力”;相反,当 $\text{Agr}_{\text{drag}} < 0$ 时,则意味着水资源因素不仅不是对农业发展的一种限制,而是促其快速发展的“增长动力”。由式(4)可知,水资源对农业发展的长期“增长阻力”受水资源产出的弹性 β 、资本产出的弹性 α 以及农业用水增长率和农作物播种面积增长率的影响,而且随着水资源生产弹性及资本产出弹性的增大而递增。由此可知,若一个地区农业的发展对资本、土地和水资源等要素的依赖度过高,会进一步增加农业生产对水资源的依赖程度,进而会进一步增大农业生产的风险。

4 “增长阻力”的度量

4.1 数据来源及说明

本研究所用数据中,除农业水资源数据来自民乐县和临泽县水务局外,基于数据可获得性与平稳性考虑,其余数据均来源于 2000—2010 年民乐县和临泽县统计年鉴的面板数据。

在所构建的模型(3)中,因变量 Y 用农业总产值来表示,以表示农业的产出变量,鉴于这一数值是依据当年价格进行统计的,为了消除价格的影响,笔者以 2000 年的物价指数为基础,将各年数据折算成按 2000 年物价水平的数值;参照相关农业生产效率的研究文献^[17],资本投入 K 以农业机械总动力表示;由于研究区的农业用水基本上是灌溉用水,故以历年农业供水量 W 来表示水资源要素的投入;以农作物播种面积来表示土地投入 T ;以农林牧渔业的从业人数表示劳动力投入 L 。

4.2 计量分析

为了有效测度水资源因素对于干旱区农业发展的增长阻力,由式(4)可知,需要确定参数 α 、 β 以及 g_w 和 g_t 的值。 α 、 β 的值可通过对式(3)进行回归分析即可得到估计参数。对于农业用水增长率 g_w 和农作物播种面积增长率 g_t 的值,则可以通过式(5)进行计算:

$$a_0(1 + g)^{t-1} = a_t \quad (5)$$

式中, a_0 表示基期(2000年)的数值; a_t 表示计算期(2010年)的数值; g 为年均增长率, $t - 1$ 为增长期数,由此可以分别计算出 g_w 和 g_t 。

运用 Eviews 6.0 分析软件,首先对函数模型式(4)的参数进行估计,估计结果见表 1。从中可以看出,各项指标都较为显著,模型的显著性整体很高,两县模型的 R^2 值及调整后的 R^2 值均在 0.9 以上,说明模型的相关性和拟合度很高; $D - W$ 值均接近

于 2,说明不存在自相关性。从各个变量的弹性系数看,民乐县和临泽县资本投入 K 的弹性系数 α 分别为 0.1599 和 1.3958,这说明农业机械总动力每增加 1%,民乐县和临泽县的农业总产值将会分别增加 0.16% 和 1.4%;两县水资源的弹性系数 β 分别为 0.2653 和 -0.3679 ,这意味着农业用水每增加 1%,民乐县的农业总产值将会增加 0.27%,相反临

泽县的农业总产值将会下降 0.37%,这说明临泽县单位农业用水的投入已过量,并出现边际效应递减的趋势;两县土地产出的弹性 γ 依次为 1.5742 和 0.3196,这说明农作物播种面积的增加仍是提高两县农业总产值的主要因素之一,即农作物播种面积每增加 1%,相应的会引起民乐县和临泽县单位农业总产值分别增加 1.57% 和 0.32%。

表 1 民乐县和临泽县的模型参数估计值

Table 1 The estimated values of model parameters for the Minle County and Linze County

解释变量 Variables	民乐县 Minle County				临泽县 Linze County				
	系数 Coefficient	标准差 SD	t - Statistic	P 值 P value	系数 Coefficient	标准差 SD	t - Statistic	P 值 P value	
$\ln K$	0.1599	0.3227	6.6943	0.0005	1.3958	0.2203	6.3373	0.0007	
$\ln W$	0.2653	0.0839	3.1621	0.0195	-0.3679	0.2144	2.7162	0.0137	
$\ln T$	1.5742	1.2605	1.2489	0.0458	0.3196	0.3791	1.8431	0.0315	
$\ln L$	0.5441	3.2234	0.1688	0.8715	-0.1115	0.8309	-0.1342	0.8976	
C	-13.5231	10.5336	-1.2838	0.2466	-2.6296	1.1996	-2.192	0.0709	
R^2	0.9908	F - statistic		161.9992	0.9578	F - statistic		34.0726	
Adj R^2	0.9847	Prob(F - statistic)		0.000003	0.9297	Prob(F - statistic)		0.00029	
$D - W$	2.1771					2.007			

4.3 结果测算

基于上述计量分析,各项投入要素的弹性系数均已得到。尚需进一步求得农业用水增长率 g_w 和农作物播种面积增长率 g_t ,方可测算出水资源因素对黑河中游地区农业发展的“增长阻力”。通过式(5),可以得到民乐县的 $g_w = -0.0229$, $g_t = 0.0087$;临泽县的 $g_w = 0.0348$, $g_t = 0.0415$ 。结合上述计量分析结果,可知民乐县的 $\alpha = 0.1599$, $\beta = 0.2653$;临泽县的 $\alpha = 1.3958$, $\beta = -0.3679$ 。由此可通过式(4),分别求得民乐和临泽两县的“增长阻力”分别如下:

$$Agr_{\text{drag民乐}} = 0.009979; Agr_{\text{drag临泽}} = 0.006228$$

鉴于农业用水量并未与农作物播种面积保持同步增长这一现实,测算结果表明,由于水资源的限制而引起的对黑河中游地区民乐县和临泽县的农业总产值增长的阻碍力分别为 0.009979 和 0.006228。换言之,民乐县和临泽县在 2000—2010 年农业总产值的增速由于水资源要素的限制,平均每年的增速要比上年降低 0.9979 个百分点和 0.6228 个百分点,这一结果明显高于水资源对中国和西北地区农业的“增长阻力”。据王学渊和韩洪云(2008)的研究结果显示,水资源对中国农业的增长阻力为 0.0011,对陕西的为 0.0002,对宁夏的为 0.0043,对新疆的为 0.0001,这也从另一侧面反映出水资源要素对内

陆干旱区农业增长的制约非常明显。尽管这一数值看似并不大,但若按照这一数据进行假设,做进一步推算的话,其影响仍不可小觑。比如若到 2020 年,民乐县和临泽的农业总产值的增长率将会因为水资源因素的制约较目前增长率降低 9.979 个百分点和 6.228 个百分点。毫无疑问,水资源的日趋短缺已经成为制约黑河中游地区农业发展的关键性因子,加之气候变化导致水资源供给的不确定性进一步扩大,以及土地自身的农业生产力边际效应的递减,内陆干旱区农业可持续发展面临的挑战将会更大。

4.4 “增长阻力”的影响因素分析

4.4.1 变量的设定及说明 由上述测算结果可知,水资源因素对黑河中游地区农业发展的限制极为显著。因此,亟待进一步探明“增长阻力”的影响因素。为此,笔者选取 6 个一级指标及 15 个二级指标作为解释变量对此进行分析,这些指标及其对“增长阻力”的预期影响效应分别如表 2 所示。

对所设定的各影响因素指标而言,水资源禀赋是反映一个地区水资源自然状况的重要标志。文中选取年降雨量、地表水占供水总量的比重和人均水资源占用量来反映水资源的禀赋状况。由于较高的水资源禀赋意味着农业发展受水资源短缺制约可能性减少,因此假设年降雨量和人均水资源占用量对“增长阻力”的影响为负。但由于地表水供给量增加不仅会导致农业用水获取能力的逐步减弱,而且还

表 2 模型变量及其预期的影响效应

Table 2 The model variables and their predicted effects

解释变量 Variables	符号 Sign	预期的效应 Expected effect
水资源禀赋 Water resource gift		
年降雨量/mm Annual precipitation	χ_1	-
地表水占供水总量比重/% Percentage of surface water of the total water supply	χ_2	+
人均水资源占用量/ m^3 Per capita water resources	χ_3	-
气候条件 Climate		
年均温度/ $^{\circ}C$ Annual average temperature	χ_4	+
年日照时数 Sunshine hours/h	χ_5	+
农业水利设施 Agricultural water conservancy facilities		
水利气象支出/万元 Expense of conservancy and weather	χ_6	-
有效灌溉面积/ 10^3hm^2 Effective irrigation area	χ_7	-
机电井数量/个 Electromechanical well number	χ_8	?
种植结构 Planting structure		
制种 Seeding/ 10^3hm^2	χ_9	+
小麦 Wheat/ 10^3hm^2	χ_{10}	+
青饲料 Green feed/ 10^3hm^2	χ_{11}	-
农业用水效率 Agricultural WUE		
灌溉水利用率 Irrigation WUE/%	χ_{12}	-
单位水资源粮食产量/ $(\text{kg}\cdot\text{m}^{-3})$ Grain yield per water resource	χ_{13}	-
经济发展特征 Economy		
粮食产量 Grain yield/ 10^4t	χ_{14}	+
农民人均纯收入/ $(\text{元}\cdot\text{人}^{-1})$ Rural per capita net income	χ_{15}	-
因变量—增长阻力/% Dependent—growth drag	Agr_{drag}	

会导致水资源输送中的浪费,这无疑会增加农业总产值增长的阻碍,所以假设其对“增长阻力”的影响效应为正;以年均温度和年日照时数来反映气候条件,考虑到高温和长时间的日照时数会加速水资源的蒸发,进而增加农业耗水量,致使水资源对农业发展的制约增大,因此对这两个变量的影响效应设定为正;用水利气象支出、有效灌溉面积和机电井数量来反映农业水利设施状况。加大对农田水利设施的投入以及增大灌溉面积,可以有效改善农业水利设施滞后的局面,进而提高水的利用效率,故假定水利气象支出和有效灌溉面积的影响效应为负。机电井

数量的增加,一方面可以获取更多的地下水资源来缓解水短缺,有利于减轻水短缺的压力。但另一方面,从长远看机电井数量的增加势必导致地下水开采的力度加大,从而造成地下水衰竭。因此,这一指标对“增长阻力”的影响效应存在不确定性;选取制种、小麦、青饲料来反映作物种植结构,由于制种和小麦相对青饲料而言都是高耗水作物,其种植面积愈大,水资源的限制因素就愈大,因此假设制种和小麦对“增长阻力”的影响效应为正,青饲料的影响为负;同样,提高农业用水效率可以减少需水量和减轻水资源短缺的压力,为此,将反映农业用水效率的灌溉水利用率和单位水资源粮食产量的影响效应设定为负;以粮食产量和农民人均纯收入作为反映经济发展特征的指标。干旱区粮食生产越多,对水资源的依赖度就越高,农业发展中水资源的限制性就越大,因此假定粮食产量对“增长阻力”的影响为正。而农民收入越高,越有可能改善农业生产条件,因此假设其对“增长阻力”的影响为负。

4.4.2 模型的设定及回归分析 基于以上影响效应的假设,以表 2 中设置的 15 个影响指标为解释变量,以“增长阻力”为因变量,构建如下回归模型(6)。

$$Agr_{drag} = \alpha_0 + \alpha_1\chi_1 + \alpha_2\chi_2 + \alpha_3\chi_3 + \alpha_4\chi_4 + \dots + \alpha_{15}\chi_{15} + \mu \quad (6)$$

模型中 α_0 为常数项, $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{15}$ 依次为各自变量所对应的系数, μ 为扰动项。模型变量中所用数据均来自民乐县和临泽县 2000—2010 年统计年鉴和两县的水务局,依据需要进行整理计算。由于模型中解释变量过多,为了减少对参数估计的有偏和无效,更有效更简洁地反映主要变量因素对“增长阻力”的影响,笔者采用逐步回归的方法进行参数估计,以便将影响效应不显著的自变量一并剔除,从而更好地解释对因变量的影响因素,回归结果见表 3。从中可知,模拟估计效果比较好,回归通过了各项统计检验,两县模拟的拟和系数 R^2 均在 0.7 以上,不存在序列相关问题。这说明进入模型的这六个变量能很好地解释因变量,而且它们对“增长阻力”的影响效应与之前的预期基本一致。再结合各变量的弹性系数,下面进一步阐明这些影响因素对“增长阻力”的影响程度。弹性系数作为一定时期内相互联系的两个经济指标增长速度的比率,它是衡量一个经济变量的增长幅度对另一个经济变量增长幅度的依存关系。

表 3 民乐和临泽县的模型参数估计值

Table 3 The estimated values of model parameters of the Minle County and Linze Counties

民乐县参数估计值 Estimated values of Minle County				临泽县参数估计值 Estimated values of Linze County			
解释变量 Variables	系数 Coefficient	标准差 SD	弹性系数 Coefficient of elasticity	解释变量 Variables	系数 Coefficient	标准差 SD	弹性系数 Coefficient of elasticity
χ_2	0.006	0.0202	0.1031	Rain	-0.017	0.2388	-1.1676
χ_4	0.259	0.3419	0.4582	Sun	0.260	0.0321	6.0261
χ_6	-0.270	1.763	-4.0661	Well	0.023	0.4213	0.5718
χ_{10}	0.036	0.1376	0.1068	Seed	1.132	0.4200	7.7981
χ_{12}	-0.040	0.0229	-0.4816	WUE	-0.091	0.1052	-0.5784
χ_{14}	1.045	0.2582	7.7382	CP	1.103	0.2359	5.1535
α_0	0.078	0.0263		α_0	-2.786	0.5983	
R^2		0.7280		R^2		0.7110	
Adj R^2		0.7070		Adj R^2		0.6780	
F-statistic		51.3510		F-statistic		45.9850	
D-W		2.0930		D-W		1.8950	

对民乐县和临泽县来说,影响其“增长阻力”大小的共同因素为灌溉用水效率和粮食产量。作为内陆干旱区,一方面面临的是水资源的急剧短缺,另一方面却是水资源的严重浪费。据调查,目前民乐县和临泽县的灌溉水利用率分别为 43% 和 46%,这远低于水高效利用国家 70% ~ 80% 的平均水平。因此,灌溉水利用率的提高,会减少农业耗水量,由此也会使得农业水资源“增长阻力”下降。从其弹性值可以看出,单位灌溉水利用率每提高 1 个百分点,民乐县与临泽县的农业用水“增长阻力”就会相应下降 0.48 个百分点和 0.55 个百分点。另外,粮食产量的高低对农业用水“增长阻力”的影响亦极为显著。作为甘肃粮食主产区的黑河中游地区,其产粮能力越强,水资源因素就对其制约就越明显;反过来,水资源制约因素的增强也会进一步影响粮食产量。民乐县和临泽县粮食产量对“增长阻力”的弹性系数分别高达 7.74 和 5.15,这就意味着粮食产量每增加 1%,由此引发的可用水资源量的减少会导致民乐县和临泽县单位面积农业总产值增长率的降低程度会分别增加 7.74% 和 5.15%。

从水资源禀赋因素看,进入模型的民乐县和临泽县的影响因素依次为地表水占供水总额的比重和年降雨量。地表水供水比重每上升 1%,民乐县农业用水的“增长阻力”就会增加 0.1 个百分点,这表明主要依靠祁连山雪水补给水源的地表水,因气候变化等因素的影响会导致水资源量的不断减少,由此会不断加剧农业用水的短缺程度。而临泽县作为年均降雨不到 110 mm 的干旱区,其蒸发量是降雨量的 22 倍。因此,若其降雨量能增加 1 个百分点的

话,其农业用水的“增长阻力”就会下降 1.17 个百分点。

从气候条件分析,典型的荒漠草原气候导致的干燥少雨,也是影响农业用水“增长阻力”的重要因素。对民乐县而言,年均温度如果没升高 1℃ 的话,其对“增长阻力”的影响程度就会提高 0.46 个百分点。而对临泽县而言,日照时数每增加 1 h,其对“增长阻力”的影响效应就会提升 6.03 个百分点。可见,强日照是导致临泽县蒸发量大重要原因,进而导致农业耗水量的增加。

农业水利设施方面,民乐县和临泽县进入模型的影响因素分别是水利气象支出和机电井数量。加大对农田水利设施投资改造,是改善农业基础设施和提高农业用水效率重要途径之一,其效应极为明显。比如对水利气象的投入每增加 1%,就可使民乐县农业用水的“增长阻力”下降 4.07%。而机电井数量的增加,意味着对地下水开采力度的加大,由此会逐步导致地下水的枯竭。因此,当机电井的数量每增加 1 个百分点,临泽县农业用水的“增长阻力”会增加 0.57 个百分点。

从种植结构看,小麦和制种均属高耗水作物。小麦是民乐县种植面积较大的高耗水作物,据调查,户均种植 0.358 hm²。若其种植面积每增加 1%,其农业用水的“增长阻力”会增加 0.11%。临泽县作为黑河中游最主要的制种基地之一,制种面积若增加 1%,将会导致农业用水“增长阻力”增加 7.8%。可见,调整作物种植结构,大力发展节水型作物是缓解农业用水短缺的重要举措之一。

5 结 论

本文基于戴维·罗默“增长阻力”概念模型,以民乐县和临泽县为例,利用2000—2010年该地区农业生产的面板数据集,通过对“没有水资源限制”条件下的农业生产增长与“有水资源限制”条件下的农业生产增长之间差额的计算,来衡量水资源短缺对内陆干旱地区农业发展的制约程度。结果表明:由于水资源不能随农作物播种面积同比增长,分别导致民乐县和临泽县单位面积的农业产值增长速度比没有水资源限制情形下降低了0.9979个百分点和0.6228个百分点,水资源已对该地区农业发展形成“增长阻力”,这意味着内陆干旱区农业对水资源的消耗是永久性的。目前的水资源利用状况已限制了这一地区农业生产的的增长,这种负面影响虽然不大,但从长期看,若不能加以有效控制,逐年累计,势必将对当前的农业生产能力造成重创。为此,应采取下述政策措施加以避免。(1) 加快节水设施建设。紧抓2011年中央“一号文件”以农村水利建设为核心的契机,结合黑河中游实际,针对大中型灌区节水改造项目、灌区末级渠系建设和田间工程配套以及田间地头小型水利工程等进行改造建设,减少渠系水浪费。(2) 构建农田水利基础设施建设的长效机制。农田水利基础设施是具有公共性和公益性的重要基础设施,因此应构建“多主体、多渠道、多元化”的投入保障机制。即构建中央、省、县乡、农民四位一体的“多主体”供给主体新模式,构建财政渠道、市场渠道、其它渠道共同参与的“多渠道”投资模式,构建政府引导、农民主体、社会广泛参与的“多元化”社会资源动员新格局。(3) 大力发展特色节水型农业。从资金、政策等方面全力支持适合内陆干旱区实际的日光温室、无公害蔬菜、优质肉羊及制种等特色优势“戈壁产业”及以沙棘、枸杞种植为主的“沙产业”。据测算,在该地区发展日光温室和种植食用菌这样的节水型农业,亩均用水量分别仅为小麦等大田作物的 $1/2$ 和 $1/4$,但亩均收入却是小麦的20倍和25倍左右,而且这些特色产品还可以通过农产品加工企业增值。(4) 提高水资源的社会化管理水平。探索水资源社会化管理模式是解决当前面临水问题的现实需要,传统的以工程技术手段为主的管理已难以解决新形势下的水危机。要进一步健全和完善农民用水者协会这一典型的水资源社会化管理组织,调动农民参与用水管理的积极性和

自觉性,充分发挥农民用水户在管水中的主体作用^[18]。(5) 营造节水型社会建设良好氛围。尤其要重视非正式制度在节水中的作用,树立“节水理念优于节水制度,节水制度优于节水技术”的信念;同时,应构建一种能够反映新型水伦理观以及充分发挥文化入情、入理、入人、化人教育功能效应的水文化核心价值体系。

参 考 文 献:

- [1] 康绍忠. 新的农业科技革命与21世纪我国节水农业的发展[J]. 干旱地区农业研究, 1998, 16(1): 11-17.
- [2] Chen Y, Zhang D Q, Sun Y B, et al. Water demand management: A case study of the Heihe River Basin in China[J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2005, 30: 408-419.
- [3] 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.
- [4] 任国玉, 姜 彤, 李维京, 等. 气候变化对中国水资源形势影响综合分析[J]. 水科学进展, 2008, 19(6): 772-779.
- [5] 吴普特, 赵西宁. 气候变化对中国农业用水和粮食生产的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(2): 1-6.
- [6] 薛俊波, 王 铮, 朱建武, 等. 中国经济增长的“尾效”分析[J]. 财经研究, 2004, 30(9): 5-14.
- [7] 霍艳丽, 陈长亮. 自然资源对中国经济增长阻力的计量分析[J]. 商业时代, 2010, (18): 126-127.
- [8] 戴维·罗默著. 王根蓓译. 高级宏观经济学2版[M]. 上海: 财经大学出版社, 2003: 31-33.
- [9] 谢书玲, 王 铮, 薛俊波. 中国经济发展中水土资源的“增长尾效”分析[J]. 管理世界, 2005, (7): 22-25.
- [10] 杨 杨, 吴次芳, 罗罡辉, 等. 中国水土资源对经济的“增长阻力”研究[J]. 经济地理, 2007, (4): 529-537.
- [11] Romer D. Advanced Macroeconomics Second edition[M]. Shanghai: Shanghai University of Finance Economics Press, The McGraw-Hill Companies, Inc, 2001: 37-41.
- [12] 崔 云. 中国经济增长中土地资源的“尾效”分析[J]. 经济理论与经济管理, 2007, (11): 80-85.
- [13] 王学渊, 韩洪云. 水资源对中国农业的“增长阻力”分析[J]. 水利经济, 2008, 26(3): 1-5.
- [14] 刘耀彬, 王桂新. 城市化进程中的水土资源“增长阻力”分析——以江西省为例[J]. 生态经济, 2010, (10): 161-163.
- [15] 谭 鑫, 赵鑫铤. 能源对中国东中西部经济增长阻力的对比研究[J]. 经济问题探讨, 2011, (1): 160-164.
- [16] 张 凯, 宋连春, 韩永翔, 等. 黑河中游地区水资源供需状况分析及对策探讨[J]. 中国沙漠, 2006, 26(5): 842-848.
- [17] Kaneko S, Tanaka K, Toyot T. Water efficiency of agricultural production in China: regional comparison from 1999 to 2002[J]. International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology, 2004, 3: 231-251.
- [18] 刘七军, 李昭楠. 不同规模农户生产技术效率及灌溉用水效率差异研究——基于内陆干旱区农户微观调查数据[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(10): 1375-1381.