

农户多目标种植决策模型与目标权重的估计^{*}

刘莹 黄季焜

内容提要:农户的农业生产决策过程实际上是基于多目标的,除了传统的利润最大化目标外,还考虑诸如规避风险、减少家庭劳动力投入等目标。在农户多目标决策研究中,各目标权重的估计是一个难点,已有的研究一般采用目标规划方法对权重进行估计。本文提出一阶条件校准这一新的估计法,利用实际农户抽样数据,分别对所有农户以及两种不同类型农户的各目标权重进行了估计。研究结果表明,一阶条件校准法的估计结果显著优于目标规划方法;农户对各目标的重视程度依次为利润最大化、减少家庭劳动力投入和规避风险;以农业为主的农户更加偏重利润和风险目标,而以非农业为主的农户更加重视减少家庭劳动力目标;农户的目标权重随时间而调整,随着非农就业的发展,劳动力目标权重有所增加,而其他目标权重有所减少。

关键词:多目标 决策模型 农作物生产 权重

一、引言

对农户的生产决策行为进行深入研究具有重要的现实意义。通过模拟农户生产决策过程,可以预测农户的决策行为,从而为市场分析、政策制定提供依据。在国外相关研究中,农户农业生产决策模型已经被大量运用于分析小农行为在社会、经济、市场、政策等因素变化下的不同反应(张林秀,1996)。而目前国内对农户多目标决策的相关理论和实证研究还亟待丰富。中国的农业正面临各种变革与挑战,迫切需要利用农户微观生产模型来预测各种变革与挑战对农业造成的冲击,这对政府制定相关政策具有深远的理论价值和现实意义。

很多研究表明基于多目标的效用理论更能准确地描述和预测生产者行为。近年来农户多目标效用理论模型逐渐得到了重视(Harper and Eastmen,1980;Berbel and Rodriguez-Ocaña,1998;Gómez-Limón and Arriaza,2000;Amador and Romero,1998;Bazzani,2005;Riesgo and Gómez-Limón,2006;Bartolini and Viaggi,2007)。传统的农户效用理论假定农户追求单一的利润最大化目标(例如 Amir and Fisher,1999,2000;Berbel and Gómez-Limón,2000;Bazzani and Viaggi,2005),但现实中,农户进行生产决策时还常常考虑其他因素,很多学者认为农户的生产决策是基于多目标的,即除了传统的利润最大化目标以外,同时还考虑诸如规避风险、减少劳动力投入等优化目标。并且由于经济发展、外界政策干预等因素的存在,农户追求的目标可能随时间而有所变化(Hylenbroeck and Vanslebrouck,2001)。

线性规划方法是研究农户生产决策行为的一种重要手段。农户生产决策的研究方法通常包括计量经济学方法和线性规划方法等。线性规划方法一般是在一定区域内虚拟一个代表性农户作为

^{*} 刘莹,中国科学院农业政策研究中心,邮政编码:100101,北京交通大学中国产业安全研究中心,邮政编码:100044,电子信箱:liuy. ccap @igsrr. ac. cn;黄季焜,中国科学院农业政策研究中心,中国科学院地理科学与资源研究所,邮政编码:100101,电子信箱:jkhuan. ccap @igsrr. ac. cn。本研究得到中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-N-039, KSCX1-YW-09-04)的资助。作者感谢匿名审稿人的意见。文责自负。

研究对象(对区域内多个农户样本进行平均),建立农户生产优化模型,即在一组生产限制条件下最优化农户的目标效用,从而根据代表性农户的决策行为来反映整个区域的农业生产情况。在农户样本量偏小、样本变异较小或者资源受限制的情况下,计量估计方法存在一定偏误,此时线性规划方法往往能体现出其独特优势(Huang and Richard, 2005)。

在多目标生产决策研究中,各目标权重的估计是一个重要难点。已有的研究一般采用目标规划法(goal programming, GP)对权重进行估计,然而采用该方法估计权重将存在一定的偏误。本研究的目的是提出一阶条件校准这一新的估计法,并利用实际农户抽样数据,分别对所有农户以及不同类型农户的各目标权重进行估计。

本文安排如下:第二节介绍研究方法,包括农户多目标生产模型的建立和目标权重的估计方法;第三节介绍本文采用的数据;第四节是对估计结果的分析与对比;最后是本文的结论部分。

二、方 法

(一)多目标生产模型的建立

1. 前提假设

本文以农户种植业生产为例,在设定一组前提假设的基础上,建立相应的理论模型。具体有如下三个假设:

假设一:土地规模报酬不变。在目前情况下,耕地资源的平均分配是我国农村的一个最为重要的特征,种植方式基本以家庭经营的小农生产方式为主,人均耕地占有量差异较小,且地块面积差异也不大,因此本文假设土地规模报酬不变,即地块面积的大小不影响单产。

假设二:农户是市场价格的接受者,即每个农户面临的市场是完全竞争的,农户是市场价格(包括投入品价格和产出品价格)的接受者,价格都是外生给定的。

假设三:家庭劳动力不具有替代性。在目前情况下,农户种植业生产规模小,一般不雇佣家庭以外的劳动力。因此在一定范围内,假设家庭劳动力与市场上的劳动力是不可替代的,即不存在雇佣劳动力的情况。

2. 效用函数

Robinson(1982)首先提出了多目标效用理论(multi-attribute utility theory, MAUT),他指出由于种植决策过程中存在其他方面的考虑,多目标的期望效用理论更能准确地预测生产者行为。假设生产者有 K 个目标, r_k 为满足第 k 个目标的程度($k = 1, 2, \dots, K$),多目标期望效用表达为:

$$\text{Max } E[U(r_1, r_2, \dots, r_K)] \quad (1)$$

Keeney(1974)研究了满足效用函数可加性的条件,其中的基本条件是保证各目标之间的独立性。如果满足这个条件,那么效用函数是可分的,(1)式可以写成以下形式:

$$U(r_1, r_2, \dots, r_K) = h\{f_1(r_1), f_2(r_2), \dots, f_K(r_K)\} \quad (2)$$

进一步假设 U 和 $f_k(r_k)$ 在 $[0, 1]$ 之间,那么上式转化为:

$$U(r_1, r_2, \dots, r_K) = \sum_k w_k f_k(r_k) \quad (3)$$

其中 w_k 在 $[0, 1]$ 之间,代表各目标的权重,并满足和为 1 的条件:

$$\sum_k w_k = 1 \quad (4)$$

本模型考虑 $K=3$ 的情况,纳入文献中最为常见的三种生产目标,即最大化利润、最小化风险和最小化家庭劳动力投入等。

就种植业生产而言,农户的决策变量是各种作物的种植面积。农户通过优化种植结构来应对市场价格(包括投入品价格和产出品价格)的波动。假设一共有 I 种作物,其种植面积记为 a_i ($i =$

1, 2, ..., I)。下面分别建立农户各目标函数。

首先,是利润(gross margin)最大化目标。在种植决策过程中农户首先考虑的是利润目标,本文中的利润定义为种植业总产值减去资金投入(不包括劳动力和土地投入)。假设一共有 J 种投入品, x_{ij} 表示作物 i 的第 j ($j = 1, 2, \dots, J$) 种投入品(不包括劳动力和土地)的亩均投入量, y_i 为单产。假设农户是市场价格的接受者,投入品和产出品价格分别为 py_i 和 px_j , s_i 为每亩固定资金投入。那么作物 i 的亩均利润定义为:

$$gm_i = py_i y_i - \sum_j px_j x_{ij} - s_i \quad (5)$$

根据土地规模报酬不变假设,加总各种作物的种植所得,得到利润表达式为:

$$f_1 = \sum_i a_i gm_i \quad (6)$$

其次,是风险最小化目标。农户规避风险的行为是普遍存在的,很多研究表明了风险在农户决策中的重要性(Doppler and Wolff, 2002; Arriaza and G6mez-Lim6n, 2003)。风险来源于生产和市场两方面的不确定性。生产不确定性指在农业生产中,由于受自然条件或病虫害等影响,农产品的产量和品质不确定。市场不确定性指投入品和产出品的市场价格具有波动性(Patrick and Whitaker, 1983)。种植风险目标通常定义为:

$$f_2 = \sum_i \sum_i z_{ii} a_i a_i \quad (7)$$

其中, f_2 为风险的衡量指标, z_{ii} 为各种作物的利润的方差协方差矩阵 Z 中的元素。

最后,是家庭劳动力投入最小化目标。本文假设不存在雇佣劳动力现象,在此前提下最小化劳动力投入也可能是农户的生产目标之一。假设第 i 种作物的每亩劳动力投入为 x_{i1} , 那么总劳动力投入表达为:

$$f_3 = \sum_i a_i x_{i1} \quad (8)$$

综合以上三个生产目标,农户希望最大化利润,同时最小化风险和劳动力投入,农户多目标效用函数为:

$$U = w_1 f_1(\cdot) - w_2 f_2(\cdot) - w_3 f_3(\cdot) \quad (9)$$

考虑到以上效用函数中各目标量纲不一致,需要先去除各目标值的量纲后再进行加权。效用函数转化为:

$$U = w_1 f_1(\cdot) / f_1^{obs} - w_2 f_2(\cdot) / f_2^{obs} - w_3 f_3(\cdot) / f_3^{obs} \quad (10)$$

其中, $f_k^{obs}(\cdot)$ 为利用实际农户数据计算得出的目标观测值。

3. 约束条件

假设农户在种植决策过程中受到土地总面积限制。农户在生产过程中可能受到各种限制,例如土地面积、灌溉用水量、劳动力、资金投入和政策干预等,本模型仅考虑土地一种限制。由于研究对象是在区域层面上虚拟的代表性农户,而区域内的土地转租现象并不影响代表性农户的总面积(或户均面积)限制,因此从区域层面上来说,代表性农户的种植面积是受严格限制的。假设代表性农户的最大可耕种面积为 T , 土地约束条件表达为:

$$\sum_i a_i \leq T \quad (11)$$

综上所述,农户多目标种植决策问题表达为以下形式:

$$\begin{aligned} \max_{a_i} U = & w_1 \left/ f_1^{obs} \right. \sum_i a_i \left(py_i y_i - \sum_j px_j x_{ij} - s_i \right) \\ & - w_2 \left/ f_2^{obs} \right. \sum_i \sum_i z_{ii} a_i a_i - w_3 \left/ f_3^{obs} \right. \sum_i a_i x_{i1} \end{aligned} \quad (P1)$$

$$s. t. \quad \sum_i a_i \leq T$$

(二) 目标权重的估计

建立多目标种植决策模型后,接下来要对目标权重进行估计。下面将分别介绍传统的目标规划法和本文提出的一阶条件校准法。

1. 目标规划方法

已有的研究一般采用目标规划方法对农户效用函数中的目标权重进行估计。Sumpshi & Romero 在 1997 年提出了目标规划方法(goal programming),通过尽可能逼近农户的目标变量(称目标值拟合法)或决策变量(称决策值拟合法)来估计目标权重。目标值拟合法和决策值拟合法的原理基本相同,区别仅在于拟合的目标不同,在此仅介绍决策值拟合法。决策值拟合法的主要步骤包括:

首先,计算决策值的极值矩阵 A 。该矩阵为 3 行 I 列阵:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1I} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2I} \\ a_{31} & a_{32} & \dots & a_{3I} \end{bmatrix} \quad (12)$$

矩阵中元素 a_{ki} 表示当最大化第 k 个目标($k=1,2,3$)时,第 i 个决策变量($i=1,2,\dots,I$)的取值。

其次,为使模型的估计结果尽可能逼近决策变量的观测值 a_i^{obs} ,需满足以下方程组:

$$w_k = 1, \quad w_k a_{ki} = a_i^{obs} \quad i = 1, 2, \dots, I \quad (13)$$

w_k 为目标的权重, a_{ki} 为极值矩阵 A 中的元素, a_i^{obs} 是第 i 种作物的实际种植面积。

最后,需要把以上方程组转化为一个最小化偏误问题进行求解。一般来说(13)式的方程个数大于未知数个数(共 $I+1$ 个,3 个权重未知数),从而无法求解。为使偏误最小化,原问题转化为求解以下优化问题:

$$\begin{aligned} & \underset{w_k, p_i, n_i}{Min} \quad \sum_i (p_i + n_i) \\ & s. t. \quad \sum_k w_k a_{ki} + p_i - n_i = a_i^{obs} \\ & \quad \sum_k w_k = 1 \\ & \quad p_i \geq 0 \\ & \quad n_i \geq 0 \end{aligned} \quad (P2)$$

其中, p_i 为正偏误, n_i 为负偏误的绝对值,包含了模型无法控制的一些因素。很多实证研究发现经济理论得出的最优行为与观察数据之间常常存在差距,而对农户的相关研究也存在这个问题(Love, 1999)。导致误差的原因往往在于我们忽略了一些影响农户种植决策的因素,例如农户对产量或者价格的期望与实际不相符等,而误差项就包含了这些无法控制的因素。

2. 一阶条件校准法

本文提出一种新的估计权重的方法,即一阶条件校准法。一阶条件校准法的原理是从模型最优化的一阶条件中估计出目标权重,从而保证模型的估计结果与实际观测到的农户决策行为相一致。

权重的估计需要同时满足两组条件:首先,是权重加总约束,即要求目标权重满足(4)式;其次,是理论一致性约束,即要求估计出来的权重满足效用最大化的一阶条件。P1 问题的一阶条件为:

$$w_1 g m_i / f_1^{obs} - 2 w_2 \sum_i z_{ii} a_i / f_2^{obs} - w_3 x_{i1} / f_3^{obs} - \lambda_i = 0 \quad (14)$$

其中, λ_i 是土地约束的拉格朗日乘子。农户的效用函数为利润、风险和劳动力的一种抽象加权,该

拉格朗日乘子称为影子效用。

为了充分利用信息,提高模型预测精度,我们可以把土地转租费转换为土地影子效用带入(14)式。具体转换如下:假设实际观测到的土地转租费用为 c ,因为转租费用是用货币(元)表示的,它的单位同利润(gm_i)的单位(元)相同,所以土地效用可以表示为 $w_1 c$,在去除量纲后,土地效用可表示为:

$$w_1 c / f_1^{obs} \quad (15)$$

将(15)式代入(14)式,可以得到新的一阶条件:

$$w_1 (gm_i - c) / f_1^{obs} - 2w_2 z_{ii} a_i / f_2^{obs} - w_3 x_{i1} / f_3^{obs} = 0 \quad (16)$$

以上一阶条件方程组共 i 个方程,其中三个目标权重为未知数。为了估计权重,把实际观测到的投入产出数据代入(16)式,求解以下优化问题:

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{w_k, p_i, n_i} \quad \sum_i (p_i + n_i) \\ & \text{s. t.} \quad w_1 (gm_i^{obs} - c) / f_1^{obs} - 2w_2 z_{ii} a_i^{obs} / f_2^{obs} - w_3 x_{i1}^{obs} / f_3^{obs} + p_i - n_i = 0 \\ & \quad w_k = 1 \\ & \quad p_i \geq 0 \\ & \quad n_i \geq 0 \end{aligned} \quad (P3)$$

其中, p_i 为正偏误, n_i 为负偏误的绝对值,定义同前。

3. 两种方法在原理上的差异性

目标规划法是以尽量逼近现实的目标值(或决策值)为原则进行优化求解,该方法本身存在一定弊端。首先,目标规划法并未充分利用问题的全部信息。极值矩阵中的元素是最大化某一目标时取得的极端值,往往容易遗漏问题的信息。举例而言,假设农户一共种植三种作物,其每亩劳动力投入量分别记为 L_1 、 L_2 和 L_3 (其中 $L_1 < L_2 < L_3$)。那么当最小化劳动力目标时,农户的最优选择是全部种植作物1,该求解过程仅利用了问题的部分信息,而没有考虑各作物对于劳动力需求大小的具体差异。同理对每个目标进行优化时均存在这一问题,从而最终估计出的权重不够准确。其次,在漏掉其他重要约束条件(例如用水、资金投入约束等)的情况下,极值矩阵中的极值点很可能不是可行解,因此对该矩阵进行加权会使估计的结果不准确,并导致估计结果不具有稳健性。

从理论上来说,一阶条件校准法的估计结果优于目标规划法。一阶条件校准法是直接利用农户生产优化模型的一阶条件,以尽量吻合一阶条件为目标,充分利用了问题的所有信息,并且进一步利用土地转租价格进行校准,因此能够更准确地模拟实际情况。

三、数 据

本研究采用宁夏自治区抽样农户的面板数据进行分析。我们分别调查了2001年和2004年宁夏自治区5县130户农户关于种植生产的数据。农户样本的选取结合应用了分层抽样和随机抽样两种方法。在获得农户所有地块信息以后,调查员根据作物结构、地块规模等因素,在每户又选取了2个地块调查详细信息,共378个地块样本。调查的内容包括农户各项收入来源、种植结构、种植业投入及产出等情况。

为了估计代表性农户的目标权重,需要的数据包括以下几部分:

在实际模拟过程中发现权重的估计值对模型参数的设定极为敏感,例如当根据不同时间段数据计算利润的方差协方差矩阵时,估计出的权重值变化很大(这在第4节的模拟中也有类似结果)。

(一) 代表性农户的种植结构

样本地区的主要种植作物有小麦、玉米和水稻。鉴于三种作物种植面积占总面积的 92%，且其他土地分散在几十种小作物上，我们在模型中只考虑这三种主要作物。样本中既有小麦与玉米套种，也有玉米、小麦单种的情况，因此假设农户的种植选择包括小麦、玉米、水稻以及小麦套玉米四种方式。

代表性农户（或平均农户）各种作物的种植面积如表 1 所示。从实际种植面积来看，户均种植面积从 2001 年的 9.2 亩下降到 2004 年的 8.7 亩，略有减少。地块面积差异不大，以 2004 年为例，938 块地块样本的平均值为 1.9 亩，标准差为 2.0，最大的地块也只有 26.7 亩。另外，我们在调查访问中得到样本地区 2001 年和 2004 年土地转租的平均价格分别为 75 元/亩和 100 元/亩。

表 1 2001—2004 年户均种植面积和结构

	户均实际种植面积(亩/户)		种植结构(%)	
	2001 年	2004 年	2001 年	2004 年
小麦	0.9	1.0	9.5	11.7
玉米	0.5	0.8	5.6	9.0
水稻	3.3	2.7	36.0	30.7
小麦套玉米	4.5	4.2	48.9	48.6
总面积	9.2	8.7	100	100

数据来源：作者调查。以下各表如无特别说明，数据来源均与本表同。

如果用种植面积比重表示，更容易看出种植结构内部的变化。就种植结构来看，比较明显的变化在于 2004 年单种小麦和单种玉米的种植比重有所提高，而水稻种植比重显著下降（表 1）。鉴于不同粮食间的价格比变化不大，这种种植结构的调整可能是由于劳动力机会成本的上升，农户倾向于减少劳动力需求最多的水稻的种植面积，而增加劳动力需求最少的单种小麦和单种玉米。换句话说，农户在不同时期所表现出的种植结构的差异性也反映了农户生产目标（例如对劳动力的节约程度）的变化。为使分析更为直观，模型中以种植结构作为代表性农户种植面积的观测数据，这一处理并不影响分析结果。

我们根据 2004 年农户收入来源，进一步把农户分成以农业收入为主和以非农业收入为主的两组农户（见表 2）。一组以种植业收入为主，种植业收入比重在 50% 以上（共 58 户），另一组以非种植业收入为主，种植业收入比重在 50% 以下（共 72 户）。从实际种植面积来看，农业为主农户各种作物种植面积均较大，其户均种植面积（10.7 亩）比非农为主农户的户均面积（5.1 亩）多出一倍以上。就种植结构而言，农业为主农户的水稻种植比重（35.7%）明显高于非农为主农户（20.5%），而小麦和玉米种植比重均较低。两组农户表现出的种植结构差异反映了不同类型农户生产目标的差异性。

(二) 代表性农户对每种作物的投入产出情况

各种作物的每亩投入产出情况如表 3 所示。投入品包括资金和劳动力，而资金投入包括了种子、机械、灌溉、薄膜、除草剂、杀虫剂等。就资金投入来看，由于农资价格上涨，2004 年各种作物的资金投入均较 2001 年有所增长。就劳动力而言，2004 年各种作物的劳动力投入量均低于 2001 年，这是因为随着劳动力机会成本上升，农户更加珍惜劳动力的投入。就农户产出而言，我们最为关心的是种植所得的利润。由于粮食价格普遍上涨，2004 年各种作物的利润均有所上升。

对不同类型农户的分析表明，其投入产出存在差异（见表 4）。总体而言，以农业收入为主的农户的每亩资金投入和劳动力投入普遍较高，而利润却较低，这同当地的实际情况相符，因为相对于以非农业收入为主的农户而言，以农业收入为主的农户多在较偏远的地方，由于生产基础设施较差，作物单产较低，地处偏远，所以粮食价格较低。

表 2 2004 年不同类型农户的户均种植面积和结构

	户均实际种植面积(亩/户)		种植结构(%)	
	农业为主	非农为主	农业为主	非农为主
小麦	1.2	0.6	11.5	12.1
玉米	0.9	0.6	8.0	10.9
水稻	3.8	1.0	35.7	20.5
小麦套玉米	4.8	2.9	44.8	56.6
总面积	10.7	5.1	100	100

表 3 2001—2004 年亩均投入产出情况

	投入				产出	
	资金(元/亩)		劳动力(工/亩)		利润(元/亩)	
	2001	2004	2001	2004	2001	2004
小麦	240	270	10.0	9.3	153	204
玉米	145	192	10.8	10.0	180	217
水稻	289	295	20.1	19.9	330	455
小麦套玉米	375	448	18.2	17.3	345	427

注:根据农村居民消费价格指数调整,以 2004 年为不变价格。

表 4 2004 年不同类型农户亩均投入产出情况

	投入				产出	
	资金(元/亩)		劳动力(工/亩)		利润(元/亩)	
	农业为主	非农为主	农业为主	非农为主	农业为主	非农为主
小麦	274	265	9.5	9.1	178	233
玉米	200	183	9.8	9.7	207	229
水稻	294	296	21.1	18.6	396	487
小麦套玉米	462	433	17.2	17.3	389	466

(三) 各种作物历年每亩利润情况

为计算各种作物利润的方差协方差矩阵 Z ,我们从全国农产品成本收益资料汇编中获得了宁夏回族自治区 1996—2003 年作物每亩利润情况(见表 5)。因为年鉴中,宁夏的小麦和玉米的亩均利润已经考虑了当地的实际套种情况,所以在利用宁夏年鉴数据时,我们将两种作物利润的加总作为套种利润。

四、估计结果

(一) 目标权重的估计结果

为对比不同方法的优劣,分别采用目标规划法和一阶条件校准法对 2001 年和 2004 年农户目标权重进行估计。根据代表性农户观测数据,利用 General Algebraic Modeling System (GAMS) 规划软件,分别对 P2 和 P3 问题进行求解,可估计出农户的目标权重。

决策值拟合法和目标值拟合法的估计结果较为接近,其权重估计值随时间变动的趋势与常理不符(表 6)。对于 2001 年,决策值拟合法与目标值拟合法得出的利润权重分别为 0.489 和 0.473,风险目标权重均为零,劳动力目标权重分别为 0.511 和 0.527。而对于 2004 年,利润权重都有较大上升(分别上升至 0.752 和 0.670),风险目标权重也大幅上升(分别上升至 0.248 和 0.330),而劳动力目标权重均下降到 0。根据以上结果,农户的利润和风险目标的权重比过去有所增加,而劳动力目标的权重则明显下降,这与理论预期以及实际情况不相符合,因为实际上随着非农收入占总收入比重的提高,农户会降低种植业的依赖性,从而降低对种植业利润和风险目标的权重。与此同时,

表 5 1996—2003 年宁夏回族自治区粮食作物亩均利润(元/亩)

	小麦	玉米	水稻	小麦套玉米
1996	203	331	512	534
1997	229	326	546	556
1998	275	385	553	660
1999	188	213	478	401
2000	151	245	390	396
2001	155	311	464	466
2002	105	273	399	378
2003	113	350	454	463

注:根据农村居民消费价格指数调整,以 2004 年为不变价格。

数据来源:1996—2003 年全国农产品成本收益资料汇编。

随着劳动力机会成本不断上升,农户会提高劳动力目标的权重。

表 6 2001—2004 年目标权重估计值与模型精度检验

	2001					2004				
	观测值	估计值				观测值	估计值			
		单一利润目标	决策值拟合法	目标值拟合法	一阶条件校准		单一利润目标	决策值拟合法	目标值拟合法	一阶条件校准
权重										
利润	N. A.	1	0.489	0.473	0.592	N. A.	1	0.752	0.670	0.588
风险	N. A.	0	0.000	0.000	0.057	N. A.	0	0.248	0.330	0.046
劳动力	N. A.	0	0.511	0.527	0.351	N. A.	0	0.000	0.000	0.366
种植面积(亩)										
小麦	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	0.0	0.0	19.5	0.0
玉米	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水稻	36.0	0.0	0.0	0.0	47.9	30.7	100.0	61.9	37.6	38.4
小麦套玉米	48.9	100.0	100.0	0.0	52.1	48.6	0.0	38.1	42.9	61.6
总面积	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100
土地价格(元/亩)	75	N. A.	10	0	73	100	N. A.	126	37	92

相对而言一阶条件校准法得出的估计值更为合理(表 6)。对于一阶条件校准法,2001 年和 2004 年的估计结果相差不大,均为利润目标权重相对最大,劳动力目标权重相对次之,而风险目标权重最小。各目标权重随时间的变动方向也较为合理,其中利润目标权重略有降低(从 2001 年的 0.592 下降到 2004 年的 0.588),风险目标权重也有所降低(从 2001 年的 0.057 下降到 2004 年的 0.046),而劳动力目标权重有所上升(从 2001 年的 0.351 上升至 2004 年的 0.366),这与理论预期以及实际情况是相一致的。

下面进一步采用 2004 年数据,对不同类型农户的目标权重进行估计。关于有效降低加总偏误问题,以种植业收入比重这一关键指标对农户进行分类研究,更多讨论可参见刘莹等(2007)。研究结果如表 7 所示,表 7 揭示了三个结论,均与我们的预期一致。首先,农业收入为主的农户的农业利润目标的权重(0.656)高于非农收入为主的农户(0.564);其次,农业收入为主的农户的风险目标的权重(0.144)明显高于非农收入为主的农户(0.012)。这是由于前者以农业收入为主,对种植业依赖程度较高,对种植风险的规避意愿更强烈。最后,农业收入为主的农户的劳动力目标的权重(0.200)远低于非农收入为主的农户(0.424),这是因为后者的非农收入较高,一般来说劳动力机会成本也较高,从而更珍惜种植业的劳动力投入。

(二)模型精度的检验

下面对不同方法得出的目标权重的预测精度进行检验。分别将不同方法得出的目标权重代入

表 7 2004 年不同类型农户目标权重的估计值与模型精度检验

	农业收入为主农户		非农收入为主农户	
	观测值	估计值	观测值	估计值
权重				
利润	N. A.	0.656	N. A.	0.564
风险	N. A.	0.144	N. A.	0.012
劳动力	N. A.	0.200	N. A.	0.424
种植面积(亩)				
小麦	11.5	0.0	12.1	0.0
玉米	8.0	0.0	10.9	0.0
水稻	35.7	43.8	20.5	27.6
小麦套玉米	44.8	56.2	56.6	72.4
总面积	100	100	100	100
土地价格(元/亩)	100	80	100	97

P1 问题中,可预测出农户最优的种植决策和土地的转租价格。我们同时模拟了三种模型:(1)单一利润目标模型,其目标权重为 $(1, 0, 0)$,此时 P1 问题降阶为线性规划问题(linear programming, LP);(2)分别基于两种目标规划法的多目标模型(包括决策值拟合法和目标值拟合法);(3)基于一阶条件校准法的多目标模型。判断模型优劣的依据是比较模型估计出的种植决策和土地转租价格是否与实际观测值相一致。

首先,对于种植面积的估计,一阶条件校准法相对精确(表 6)。单一利润目标模型的最优解是选择单一种植方式,即全部种植利润最高的作物(2001 年为小麦玉米套种,2004 年为水稻),与实际情况不符。两种目标规划法的模拟结果都不够稳定,2004 年的结果同 2001 年相差甚远。例如,2001 年两种目标规划法得出的风险目标权重为零,模型退化为 LP 问题;决策值拟合法的最优解是全部种植小麦套玉米,而目标值规划法的最优解是所有种植面积均为 0(该模型中效用最大值为 0,种植任何作物将使效用变为负数);但 2004 年两种规划法的估计精度较高,最优决策面积主要集中在水稻和小麦套玉米两种种植方式上,与实际情况较为吻合。综合而言,一阶条件校准法得出的权重是较稳定和精准的,2001 年和 2004 年的最优决策面积都集中在水稻和小麦套玉米两种种植方式上,与实际情况较为接近。而对 2004 年农户的分类模拟也有类似的结果(表 7)。

其次,对土地转租价格的估计也是考察模型精度的重要依据,而一阶条件校准法也是最为精准的。首先,LP 模型中土地的转租价格是无法得知的。其次,两种目标规划法得出的估计值均与观察值相差较大(表 6),2001 年两种目标规划法都严重低估了土地价格(土地实际价格为每亩 75 元,决策值拟合法和目标值拟合法的估计值分别为 10 元/亩和 0 元/亩);2004 年的估计误差也较大(土地实际价格为每亩 100 元,两种规划法的估计值分别为 126 元/亩和 37 元/亩)。最后,一阶条件校准法得到的估计值相对准确,2001 年和 2004 年的准确率均达到 90%以上(估计值分别为 73 元/亩和 92 元/亩),而对 2004 年农户分类模拟时准确率也达到 80%以上(估计值分别为 80 元/亩和 97 元/亩)。

五、结 论

对于农户多目标生产决策模型的权重估计,本文提出的一阶条件校准法优于传统的目标规划法。首先,一阶条件校准法估计出的目标权重与理论预期以及实际情况更为接近。其次,模拟结果显示一阶条件校准法对基期实际观测值的估计精度也显著优于目标规划法。该一阶条件校准法并不局限于农户生产研究,也可以同样推广到其他多目标决策模型的应用当中。

研究表明,农户的种植决策是基于多目标的。在种植决策过程中,同时考虑利润最大化、风险最小化和家庭劳动力投入最小化这三方面的目标。其中利润目标的权重相对最大,劳动力目标权重次之,而风险目标权重最小。

农户的目标权重会随时间有所调整。通过对比 2001 年和 2004 年的研究结果,我们发现农户对利润和风险目标的重视程度比过去略有减少,而劳动力目标权重有所增加。这一方面说明随着非农收入占农村总收入比重的提高,农户降低了对农业的依赖性,减少了对种植业风险的规避行为;另一方面说明在非农就业发展进程的推动下,农户变得更为重视缩减家庭劳动力在农业方面的投入。

不同类型农户的目标权重有所差异。农业收入为主的农户的利润和风险目标的权重显著高于非农收入为主的农户,这是由于前者对农业收入的依赖程度较高(种植业收入占 50%以上),对种植风险的规避意愿更强烈。与此同时,非农为主的农户的家庭劳动力投入目标的权重远远高于农业为主的农户,这是因为非农为主农户的非农收入较高,一般说来劳动力机会成本也较高,相对而言更珍惜农业劳动力投入。

参考文献

- 刘莹、黄季焜、王金霞, 2007:《线形规划方法中存在的加总偏误问题——以农户生产决策模型为例》,《农业技术经济》第 5 期。
- 张林秀, 1996:《农户经济学基本理论概述》,《农业技术经济》第 3 期。
- Amador, F., J. M. Sumpsi, C. Romero, 1998, "A Non-interactive Methodology to Assess Farmers' Utility Functions: An Application to Large Farms in Andalusia", *Spain European Review of Agricultural Economics* 25(1): 92—102.
- Amir, I. and F. M. Fisher, 2000, "Response of Near-optimal Agricultural Production to Water Policies", *Agricultural Systems* 64(2): 115—130.
- Amir, I. and F. M. Fisher, 1999, "Analyzing Agricultural Demand for Water with an Optimizing Model", *Agricultural Systems* 61(12): 45—56.
- Arriaza, M. and J. A. G3n3ez-Lim3n, 2003, "Comparative Performance of Selected Mathematical Programming Models", *Agricultural Systems* 77(2): 155—171.
- Bartolini, F., G. M. Bazzani, V. Gallerani, M. Raggi, D. Viaggi, 2007, "The Impact of Water and Agriculture Policy Scenarios on Irrigated Farming Systems in Italy: An Analysis Based on Farm Level Multi-attribute Linear Programming Models", *Agricultural Systems* 93(1—3): 90—114.
- Bazzani, G. M., 2005, "A Decision Support for an Integrated Multi-scale Analysis of Irrigation: DSIRR", *Journal of Environmental Management* 77(4): 301—314.
- Bazzani, G. M., S. Di Pasquale, V. Gallerani, S. Morganti, M. Raggi, D. Viaggi, 2005, "The Sustainability of Irrigated Agricultural Systems under the Water Framework Directive: first results", *Environmental Modelling & Software* 20(2): 165—175.
- Berbel, J. and J. A. G3n3ez-Lim3n, 2000, "The Impact of Water-pricing Policy in Spain: An Analysis of Three Irrigated Areas", *Agricultural Water Management* 43(2): 219—238.
- Berbel, J. and A. Rodriguez-Ocaña, 1998, "An MCDM Approach to Production Analysis: An Application to Irrigated Farms in Southern Spain", *European Journal of Operational Research* 107(1): 108—118.
- Doppler, W., A. Z. Salman, E. K. Karablieh, H. P. Wolff, 2002, "The Impact of Water Price Strategies on the Allocation of Irrigation Water: The Case of the Jordan Valley", *Agricultural Water Management* 55(3): 171—182.
- G3n3ez-Lim3n, J. A., L. Riesgo, M. Arriaza, 2004, "Multi-Criteria Analysis of Input Use in Agriculture", *Journal of Agricultural Economics* 55(3): 541—564.
- Harper, W. M., C. Eastman, 1980, "An Evaluation of Gbal Hierarchies for Small Farm Operators", *American Journal of Agricultural Economics* 62(4): 742—747.
- Huylenbroeck, G. V., E. M. U. Campos, I. Vanslebrouck, 2001, "A (Recursive) Multiple Objective Approach to Analyze Changes in the Utility Function Of Farmers due to Policy Reforms", *Applied Mathematics and Computation* 122(3): 283—299.
- Huang, Q. Q., S. Rozelle, H. Richard, 2005, "Determining the Optimal Level of Disaggregation for Policy Analysis: A Case Study of Groundwater Pricing Policy in China Using Generalized Maximum Entropy", Working paper.
- Keeney, R. L., 1974, "Multiplicative Utility Functions", *Operations Research* 22(1): 22—34.
- Love, H. A., 1999, "Conflicts between Theory and Practice in Production Economics", *American Journal of Agricultural Economics* 81(3): 696—702.
- Patrick, G. F., B. F. Blake, S. H. Whitaker, 1983, "Farmers' Goals: Uni-or Multi-Dimensional?", *American Journal of Agricultural Economics* 65(2): 315—320.
- Riesgo, L., J. A. G3n3ez-Lim3n, 2006, "Multi-criteria Policy Scenario Analysis for Public Regulation Of Irrigated Agriculture", *Agricultural Systems* 91(1—2): 1—28.
- Robinson, L. J., 1982, "An Appraisal of Expected Utility Hypothesis Tests Constructed from Responses to Hypothetical Questions and Experimental Choices", *American Journal of Agricultural Economics* 64(2): 367—375.
- Sumpsi, J. M., F. Amador, C. Romero, 1997, "On Farmers' Objectives: A Multi-criteria Approach", *European Journal of Operational Research* 96(1): 64—71.

(下转第 160 页)

之间相对向上的小幅轮动过程,而且低收入群体的高阶跃迁能力有限;在收入位次波动最为剧烈的领域内,居民收入向下流动的可能性大于向上流动的可能性。再从城乡居民的收入流动性看,农村的收入流动性在总体上大于城镇,但农村收入位次变化的波动性也较之城镇更大一些;城镇和农村的收入流动方向在上世纪90年代中后期出现扩散,而在2004年之后出现收敛。他提出了四点改善收入流动性的政策建议:一是要完善社会主义市场经济制度;二是要协调城乡和区域的发展;三是要发挥公共政策的正外部性;四是要藏富于民,以实现和谐社会和经济的长期稳定发展。

天津财经学院白仲林教授基于天津市伪面板数据的群体分析,对增强收入流动性、提高居民消费能力进行了探究。2008年后期波及全球的金融危机对各国的实体经济产生了严重影响,中国的出口贸易也严重受阻,如何在出口持续下滑的同时保证经济持续稳定增长,刺激消费需求增长成为关注的焦点。他利用天津城市调查总队的城市住户调查数据,运用群体分析方法构造伪面板数据,对不同年龄和不同出生年代群体的收入流动性进行实证分析,针对不同群体收入流动性的特点,提出了增强收入流动性的一些启示性对策,以优化城镇居民的消费结构和提高消费能力。

新疆财经大学统计与信息学院李磊副教授以新疆工业部门为例对工业能耗变动因素进行分析。新疆的能源资源禀赋具有明显优势,但在工业化过程中,能源消耗量大,利用率低下的问题始终存在,因此造成的生态和环境问题也十分严峻。通过建立能耗DPG模型,对新疆工业部门的能耗偏离量进行了分解,并对其影响因素进行了研究。结论显示,从长期看,调整工业结构、提高生产技术水平才是新疆工业节能降耗的根本途径。

(责任编辑:晓 喻)(校对:芝 山)

(上接第157页)

A Multi-objective Decision Model of Farmers' Crop Production

Liu Ying^{a,b} and Huang Jikun^{a,c}

(a: Center for Chinese Agricultural Policy, Chinese Academy of Sciences; b: Beijing Jiaotong University;
c: Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences)

Abstract: Farmers' production decision is based on multiple objectives, including profit maximization, risk minimization, and saving family labor input. Appropriate estimation of weights for multiple objectives is challenge. The conventional approach to estimate the weights often follows Goal Programming, GP. In this paper a new approach, an Adjusted measure based on the First-Order Condition, AFOC, is developed. Based on primary household survey data, we estimate the weights for representative (or average) farmer as well as two different clustered representative farmers. Simulation results demonstrate that the multi-objective decision model based on AFOC estimation performs better than the one based on GP. The estimated weights show that profit is farmer's first objective, which is followed by saving family labor input and then risk aversion. Farmers with more income from crop sector have higher weights for profit and risk aversion than the other farmers with less income from crops. The weights for objectives change over time. As the off-farm participation rose, the weight for family labor input has been increasing, while others have been falling.

Key Words: Multi-objective; Decision Model; Crop Production; Weights

JEL Classification: Q120

(责任编辑:松 木)(校对:昱 莹)