

价格作用下的农作物最优生产和市场供应决策

尚毛毛¹ 吕刘²

摘要：我国是农业生产和消费大国，充分发挥市场机制引导农产品价格保持在合理水平，关系到国计民生，进而影响宏观经济的正常运行。农作物价格的波动会对农作物的生产和市场供应量产生影响，反过来农作物的生产影响市场供应量，进而决定农作物的价格。为了理清价格对农作物的生产和市场供应量的动态反馈机制，本文运用贝尔曼方程，以农业生产者终身效用最大化为目标，探索在市场出清价格作用下的最佳农作物生产量和市场供应量。并运用数值模拟的方法模拟出再生产、收割成本变化时的农业生产者最优生产决策和市场供应量，并利用模拟的结果提出政策建议，旨在提高农户收入，稳定农业市场。

关键词：价格波动 生产决策 市场供应

一、引言

农业是我国经济发展的基础，农业收入是农村经济的主要来源，是稳固农村发展的基石。但在市场机制的作用下，价格波动对农户的收入造成一定影响。厘清价格与农作物生产和市场供应之间的关系，了解农作物价格对农户收入的动态效应，对农业的可持续发展具有重要意义。本文主要讨论依靠单一农作物为生的个体农户以市场出清价格销售农产品时，使得个体农民终身效用最大化的生产策略以及市场供应机制，旨在减少市场机制给农户收入带来的波动。研究农作物价格和市场决策之间的关系，不但可以使得农户的收益达到最优还可以稳定我国农作物市场。

由于农业生产受到自然灾害的影响较大，所以农产品产量的波动会对农产品市场供应和价格产生影响。在收成较好时，产量可观，农户可根据市场价格来自由决定对市场的供应量。如果农业生产过程中发生风险，农户会因为产量的原因无法对市场需求提

供必要的农产品供应量，市场会出现供不应求，进而会造成农产品的市场价格产生剧烈波动。

在市场化的今天，价格是市场的核心，价格主导市场供求，引导资源的配置策略。保证农作物市场的价格稳定是维护农户生活之本。农户根据价格信息及时调整农业生产，价格对作物的生产具有正效应。一方面，价格上升，农户愿意生产和供应市场的农产品就会越多。价格下降，农户就会通过储存农作物或者让农作物继续生长的策略来减少市场的供给；另一方面，农产品的价格还会对影响农户生产的积极性，价格上升，农户会通过改进技术等手段提高产量，价格下跌，生产积极性会减少。

二、模型

假设在一个经济体中，农户都为理性生产者，且以生产特定的单一农作物为生，农户以自己终身效用最大化为目标，以自己生产的农作物为标的，在市场机制的作用下决定市场投放量和剩余的再

生产量，并通过农作物在市场中的交易获利。具体的模型假设如下：

农户在第 t 期开始的农产品产量为 h_t ，其中 q_t 进行收割并且投放市场，以市场出清价格销售，价格为 $p_t = p(q_t)$ 。如果农户每期售卖农作物的量为 q_t 每单位农作物的收割成本为 k ， $k > 0$ ，那么农户利润为：
$$\int_0^{q_t} p_t(q) dq - \kappa q_t$$
其中 $p > 0, p' < 0, p(0) = \infty$ 剩下的农作物 $h_t - q_t$ 用于下期再生产，则下期的产量为：

$$h_{t+1} = g(h_t - q_t) \quad (1)$$

那么农民终身利润最大化的贝尔曼方程为：

$$V_t(h_t) = \max_{0 \leq q_t \leq h_t} \{ \int_0^{q_t} p_t(\zeta) d\zeta - \kappa q_t + \delta V_{t+1}[g(h_t - q_t)] \} \quad (2)$$

(一) 模型求解

农作物的交易是按照市场出清价格销售，一般均衡理论告诉我们，如果这一价格使交换与生产符合帕累托最优条件，那么市场处于帕累托最优状态。由欧拉定理可知，农民生产者达到最优的稳定状态时有：

$$\begin{aligned} p(q^*) &= \kappa + \delta \lambda^* g'(h^* - q^*) \\ \lambda^* &= \delta \lambda^* g'(h^* - q^*) \\ h^* &= g(h^* - q^*) \end{aligned}$$

由以上可以得出：

$$p_t = \kappa + \lambda_t \quad (3)$$

$$\lambda_t = \delta \lambda_{t+1} g'_t \quad (4)$$

上式中， λ 为影子价格，(3) 式中可以得出：当农民生产者的财富达到帕累托最优状态时，农作物市场价格等于未收割农作物的影子价格加上已经收割并且投放市场的农作物的销售成本。由(4)式可以得出： $g'(h^* - q^*) = \frac{1}{\delta}$ ，意思是：再生产的边际生产率等于折现率。

(二) 参数设置

农户以市场出清价格销售已投放市场的农产品，参考刘洪来(2012)，价格与供应量负相关，且为指数关系。参考Earl(1961)、Carpentieretal.(2014)、毛显强等(1997)，生产函数为二次函数生产函数， $g_t(h_t) = \alpha h_t - 0.5 \beta h_t^2$ 其中 α 和 β 根据季节变化， $g \geq 0, g(0) = 0, g'(0) > 0$ 。

(三) 基础结果

本文运用数值模拟、多项式逼近的方法对贝尔曼方程进行求解，得到均衡状态的结果为表2。

采用多项式插值的方法来计算达到农民个体终身效用最大化的产量时所对应的市场供应量。图1是在个体终身效用最大化的前提下，以市场出清价格销售农作物时，在不同产量下的最优市场供应量。根据欧拉定理计算，在 h^* 与 q^* 点是稳定状态，在此时，即 $g'(h^* - q^*) = \frac{1}{\delta}$ ，稳定状态时产量的边际生产率等于折现率的倒数。

在农作物市场这个自由选择的体制中，每个农户都在不断追求自身利益最大化，“看不见的手”

表1 变量及参数设置

| 变量名称 | 变量 | 变量取值 |
|--------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 产量 | h_t | $h_t \in [0, \infty]$ |
| 市场投放量 | q_t | $q_t, q_t \in [0, h_t]$ |
| 市场出清价格 | p_t | $p_t(q_t) = q_t^{-\gamma}, \gamma = 0.5$ |
| 再生产的产量 | g_t | $g_t(h_t) = \alpha h_t - 0.5 \beta h_t^2, h_t \in [0, \infty]$ $\alpha = 4, \beta = 1$ |
| 销售成本 | κ | $\kappa = 0.2$ |
| 折现率 | δ | $\delta = 0.9$ |

推动着农户在农作物的买卖关系中实现互利的经济效果。贝尔曼方程体现的是最优化原理，市场优化的结果是处于动态均衡，图2就是根据动态规划的终身效用最大化原理得出在农作物市场达到均衡状态时的产量，以及在不同产量时的终身效用。

只有市场资源得到最佳配置时可以得出影子价格，影子价格是市场对农作物真实价值的度量，反映了经济处于某种最优状态下的价格，图3得出农作物不同产量时的影子价格以及在稳定状态时的影子价格和产量。此时的影子价格等于市场价格减去销售成本。

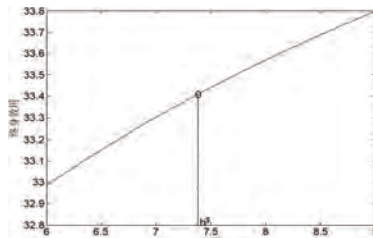


图2 不同产量下个体农民的终身效用

在农作物的生产和市场供应中，农户从自利的动机出发，在农

表2 均衡状态

| 产量 | 市场供应量 | 市场价格 | 影子价格 |
|------|-------|------|------|
| 7.38 | 4.49 | 0.47 | 0.27 |

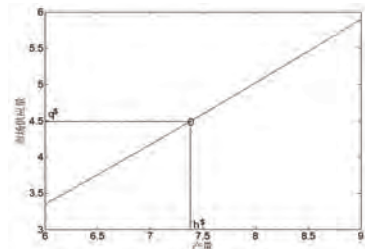


图1 不同产量时的最优市场供应策略

作物的交易中获得好处，当达到帕累托最优时，就达到资源分配的一种最优状态，本文据模型以及基本变量的假设取值，运用仿真模拟的方法对不同时期的最优产量与市场供应量进行仿真模拟，如图4所示：理性生产者在追求自身利益最大化的条件下以达到最后达到均衡状态，均衡状态时的产量和收割量分别为 h^* 和 q^* 。

(四) 敏感性分析

1. 再生产变化对稳定状态的影响

农业天生就与自然交织在一起，这个本质就决定了农业生产过程的特殊性，农业生产容易受到自然灾害的影响，各种自然灾害经常给农业生产带来极大的损失。农作物的再生产受到自然灾害冲击后产量会减少；同时农作物的生产也会随着化肥的使用、高技术的采用等原因，产量会提升。无论是农

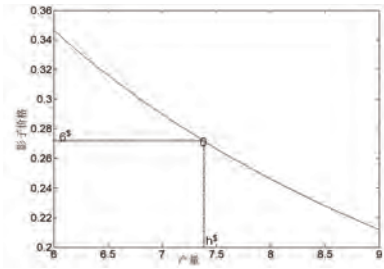


图3 不同产量时的影子价格

作物产量的下降和提升都会影响最优状态下的动态均衡。根据文中的设置,如果遇到季节的变化时与都减小,当再生产技术提高时,与都增加。

2. 销售成本对稳定状态的影响

农户的农业生产不仅受季节、技术等方面的影响,生产资料的投入、销售都需要成本。当销售成本增加时,由于市场价格起主导作用,产量和市场供应量不变,只是均衡状态时的再生产影子价格减小。这个印证了(3)式中得出的结论:当农民生产者的财富达到最优的均衡状态时,农作物市场价格等于未收割农作物的影子价格加上已经收割并且投放市场的农作物的销售成本。销售成本改变不影响均衡状态的价格、产量、市场供应量,只对再生产的影子价格产生影响。

三、实证分析

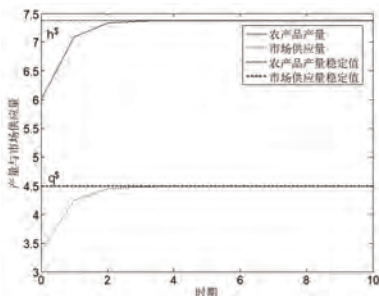


图4 仿真模拟不同时期的产量与市场供应量

(一) 搭建实证分析模型

本文运用 Nerlove 模型对农作物价格、产量、供应量之间的关系进行研究。Nerlove 模型是动态自回归模型,在国内外研究关于农业生产者对市场价格反应的模型中,应用最成熟最广泛的模型,能够很大程度上反应农户在技术、成本、市场供应量、产量、生产习惯等因素的制约下对农产品价格变化所做出的反应。该模型的结构为: Askari and Cummings(1977)

$$\begin{aligned}
 Y_t - Y_{t-1} &= \alpha(Y^D - Y_{t-1}) \\
 P_t^e - P_{t-1}^e &= \beta(P_{t-1} - P_{t-1}^e) \\
 Y_t^D &= \gamma_0 + \gamma_1 P_t^e + \gamma_2 Z_t + u_t
 \end{aligned} \tag{5}$$

其中, Y_t 为第 t 期的农作物产量, Y_t^D 为长期均衡播种产量, P_t^e 为第 t 期的农作物实际价格, P_t^e 为第 t 期的农作物预期价格, α 和 β 分别为供给和价格调整系数, $0 < \alpha < 1$; $0 < \beta < 1$; Z_t 为影响农作物的其他外生变量, u_t 为随机误差项。(5)式简化后的 Nerlove 模型为:

$$\begin{aligned}
 Y_t &= b_0 + b_1 P_{t-1}^e + b_2 Y_{t-1} + b_3 Z_{t-1} + b_4 Z_t + b_5 Z_t + \varepsilon_t \tag{6} \\
 \text{其中 } b_0 &= \alpha\beta\gamma_0, b_1 = \alpha\beta\gamma_1, b_2 = (2-\alpha-\beta), \\
 b_3 &= (2-\alpha-\beta), b_4 = -(1-\beta)(1-\alpha), b_5 = \alpha\gamma_2, \\
 b_6 &= \alpha\gamma_2(1-\beta), \varepsilon_t = \alpha u_t - \alpha(1-\beta)u_{t-1}
 \end{aligned}$$

在模型中假设预期价格为上期价格: $P_t^e = P_{t-1}$, 那么对方程进行进一步整理得:

$$\begin{aligned}
 Y_t &= b_0 + b_1 P_{t-1}^e + b_2 Y_{t-1} + b_3 Z_{t-1} + \varepsilon_t \tag{7} \\
 \text{其中, } b_0 &= \alpha\gamma_0, b_1 = \alpha\gamma_1, b_2 = 1-\alpha, b_3 = \alpha\gamma_2, \varepsilon_t = \alpha u_t
 \end{aligned}$$

影响农作物产量的因素主要有成本、技术、自然灾害、价格、市场供应量等等,借鉴 Nerlove (1956) 的供给反应模型,构建农作物产量的函数为:

$$\begin{aligned}
 \ln Y_t &= c_0 + c_1 \ln P_t^e + c_2 \ln Y_{t-1} + c_3 A_t \\
 &+ c_4 C_t + c_5 D_t + c_6 S_t + t \tag{8}
 \end{aligned}$$

其中,因变量 Y_t 为产量。自变量中, P_t^e 为农作物预期价格, Y_{t-1} 为上一期农作物价格, A_t 为技术虚拟变量,这里表示政府对农作物补贴、价格支持,本文中选取小麦为研究对象,2006 年我国政府开始对小麦实行最低价收购政策,2006 年之前变量取值为 0,2006 年之后变量取值为 1, G_t 为农作物的成本, D_t 为小麦的受灾程度, S_t 为农产品的市场供应量, t 为时间趋势变量。

(二) 数据来源

小麦是我国的主要粮食产物之一,其生产遍布全国,小麦主产区为河北、山西、河南、安徽、山东、山西等地,其中河南是我国小麦产量第一大省。我国政府在 2006 年开始对小麦采取最低价收购政策,本文选取 2000-2018 年山西、陕西、河南、山东这 4 个地区的面板数据,价格数据来源于当地农村农业部网站、粮食和物资储备局,生产成本数据来源于《全国农产品成本收益资料汇编》。

(三) 数据的平稳性协整性检验以及参数估计结果分析

对所有的数据进行 ADF 检验可知:原始序列非平稳,一阶差分序列是平稳的。在再行 Johansen 协整检验,得出变量是协整的,序列不会产生伪回归。在运用 stata 软件进行分析,得出如下表:

对估计的结果进行分析,农作物价格与产量显著负相关,符合模型分析结果。农户在进行生产决策前,国家公布的价格对农户心里形成一个最低收益的预期。受自然条件、技术、等的影响,农作物每亩的成本会对产量产生负相关,对市场供应量也会产生负相关。同时,

表 3 参数估计结果

| 变量 | 参数估计结果 | t 统计量 | P 值 |
|----------|------------------------|--------|--------|
| 常数项 | 1.4623 [*] | 2.48 | 0.0643 |
| 小麦价格 | -0.0127 ^{***} | -1.09 | 0.0002 |
| 政策虚拟变量 | 0.0403 ^{**} | 2.57 | 0.0547 |
| 上一期的产量 | 0.6472 ^{***} | 7.32 | 0.0003 |
| 市场供应量 | -0.0619 ^{**} | -3.34 | 0.0061 |
| 小麦每亩成本 | -0.0569 ^{**} | -3.13 | 0.0057 |
| 受灾率 | -0.0317 ^{**} | -2.11 | 0.0053 |
| R 值 | | 0.9574 | |
| 调整后的 R 值 | | 0.9513 | |

有可能改变农户的种植习惯,进而形成对市场供应量的影响等。

四、结论与政策建议

本文在理清农作物价格波动对农户生产决策影响的基础上,构建了农作物价格对农作物生产和市场供应量的动态反馈模型,并利用模型模拟不同情境下的结果,最后根据研究结果提出进一步提高我国农作物市场安全稳定的政策建议。

本文得出的结论是:如果农户使用新机器、化肥、高科技种子等方法使得农业技术提高时,当市场达到稳定状态时均衡价格减少;当遇到季节变化或者自然灾害时,市场达到稳定状态时的农作物市场供应量减少,均衡价格增加;当农作物收割成本增加时,不影响达到稳定状态的农产品市场供应量和均衡价格,只使得再生产的影子价格降低。

根据农作物价格与农作物生产和市场供应量之间的动态反馈机制,提出如下政策建议:

第一,对与粮食价格供不应求的状况,可通提高生产技术、化肥

的投入等措施通过提高粮食的产量来稳定价格。发挥政策性机制对农产品的缓冲器作用,避免农产品发生价格的剧烈波动。积极建立淡季储备、旺季销售的制度,政府做好粮食保护价收购、粮食补贴等措施。

第二,做好应对自然风险管理措施。根据本文得出,当季节发生变化时,生产容易受到自然灾害的影响,如果没有风险平滑机制,当灾害发生后,农户很容易陷入贫困。农业保险是农业生产的天然保护伞,政府应实行积极有效的保费补贴机制,鼓励农户购买农业保险,一方面提高农户灾后重建能力,另一方面保障农户家庭生活稳定。

第三,建立健全农产品价格信息服务和培专业技能培训。在市场中,价格信息是掌舵者,只有及时了解市场动态,及时调整生产策略才可以避免供不应求或者“谷贱伤农”的情况发生。因此政府应当配备专业人员对物价水平进行监测预警,从市场数据中挖掘有效信息,及时指导农户,将有效市场动态传达给农户。加强农业新技术培训,减少种植成本,切实提高农作物产量,提升农作物有

效供给,鼓励大学生回农村创业,运用专业知识培育新品种,促进农业走向高科技化和现代化。■

参考文献:

- [1]Piesse J,ThirtleC.Three bubbles and a panic: An explanatory review of recent food commodity price events[J]. Food Policy,2009,34(2):119 - 129.
 - [2]Wright,B.D.The Economics of Grain Price Volatility[J].Applied Economic Perspectives and Policy,2011,33(1):32 - 58.
 - [3]方志红.粮价波动对农民增收及CPI影响的计量分析[J].调研世界,2013,(5).
 - [4]彭婵娟,徐学荣.我国粮食价格波动的影响因素分析[J].价格理论与实践,2015,(9).
 - [5]彭婵娟.粮食价格与粮食产量的动态反馈及政策仿真研究[D].福建农林大学,2016.
 - [6]王文亭,卫龙宝,王倩倩.大豆市场政策干预对大豆国际价格的影响[J].中国农村经济,2018,405(09).
 - [7]付莲莲.国内农产品价格波动影响因素的结构及动态演变机制[D].南昌大学,2014.
 - [8]宋雨河.农户生产决策与农产品价格波动研究[D].中国农业大学,2015.
- (作者单位:1.广西宏观经济研究院;2.中国农业科学院农业经济与发展研究所)

责任编辑:张捷