

农产品交易行为的动态演化博弈分析

夏茂森¹, 朱宪辰¹, 江波², 蒋晓华²

(1. 南京理工大学 经济管理学院, 南京 210094; 2. 安徽财经大学 资产管理处, 安徽 蚌埠 233041)

摘要:本文基于演化博弈理论, 针对交易双方的有限理性, 建立了一个引入博弈参与人学习调整的农产品买卖交易模型, 分析了个体策略选择机制在模型中的动态演化过程, 得出了博弈参与人通过不断的学习调整, 最终形成“强-弱”或“弱-强”要价策略组合的稳定均衡结果的结论。在此基础上, 进一步探讨了买卖双方偏离独立的个人价值差异区间中心点的程度对演化稳定均衡解的影响。

关键词:农产品交易; 演化博弈; 学习调整; 稳定均衡

中图分类号: F202 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-980X(2009)08-0123-05

1 问题提出

目前, “三农”问题逐渐成为全社会关注的热点问题。中央采取了一系列措施切实帮助农民增加收入, 其中最引人瞩目的就是取消“皇粮国税”。政府的努力是显著的, 但是农民增收问题不是仅靠农业税费的减免和农业生产的政策补贴就能解决的^[1]。胡文国等对农民收入增长影响因素做的实证研究显示, 农业收入增长缓慢是造成农民家庭经营性收入增长缓慢的重要因素, 而家庭经营性收入增长缓慢是致使农民收入增长缓慢的主要原因。所以农民增收的关键仍然在农业^[2]。随着农业的持续发展和农产品流通体制改革的深入, 我国很多省份的农产品基本告别了总量短缺的难关, 且绝大多数农产品也已经形成放开收购、放开经营、放开市场的机制, 流通全面市场化, 市场价格机制逐步形成确立^[3]。那么, 如何进一步加快农产品市场体系建设, 搞活农产品流通, 进而发展农村经济, 提高农民收入, 开拓农村市场就成为亟待解决的问题。那么, 对农产品买卖行为的市场交易过程进行深入考察必然就成为了解决问题的首要关键环节, 而动态演化博弈理论正好为解决这一问题提供了一个很好的全新的研究视角。在现实中, 进行农产品交易时, 买卖双方可能会经历不断的讨价还价过程, 双方也都可能在这不断的讨价还价过程中经历学习调整^[4]。那么, 如何较为现实地模拟这一过程, 如何将参与人的学习调整纳入模型并进行模型化分析, 以及模型的稳定均衡

解情况等, 都有待于我们进一步的研究。鉴于此, 本文尝试基于交易双方的有限理性, 通过建立演化博弈模型, 引入博弈参与者的学习调整, 模拟交易双方的讨价还价过程, 进一步考察农产品买卖行为的稳定演化博弈过程及其演化均衡方式, 以及将影响农产品交易行为的各个因素引入进来, 并对其进行考察说明, 进而详细分析农产品交易行为的基本经济特征。

2 动态演化博弈模型

在农产品交易的谈判模拟中, 假设有 N 个农产品生产者(卖方), 购买农产品的个体(买方, 如个体商贩等)也有多个, 且博弈是随机配对的, 我们应用鹰鸽模型进行模拟。下面具体地分析博弈双方基于有限理性交易人谈判博弈的动态演化过程。

2.1 模型的基本假设

1) 假设有两个群体, 一个是由 $N(N \geq 1)$ 个农产品生产者所形成的卖方群体, 另一个是由 $K(K \geq 1)$ 个购买农产品的个体所形成的买方群体。在农产品交易博弈中, 假设在买卖交易中不存在欺诈行为, 评估的博弈双方经过谈判达成买卖协议后, 博弈双方的成交额为: $W_{prod} = W_{buyer} = W$ 。其中, W_{prod} 为农产品生产者的出价, W_{buyer} 为农产品购买者的出价。

2) 假设农产品购买方由购买的农产品带来的预期效用为 U , 则购得该农产品所得的净效用为 $(U - W) \geq 0$; 农产品生产者(卖方)对该农产品生产

收稿日期: 2009-07-01

基金项目: 教育部博士点基金项目“转型期共享资源治理与个体行为模式调整”(20060288016); 安徽财经大学青年科研项目“我国外在性交易费用变动的计量分析”(ACKYQ0828)

作者简介: 夏茂森(1980—), 男, 安徽巢湖人, 南京理工大学经济管理学院博士研究生, 安徽财经大学讲师, 主要研究方向: 个体学习与制度变迁; 朱宪辰(1954—), 男, 安徽阜阳人, 南京理工大学经济管理学院教授, 博士生导师, 主要研究方向: 制度变迁; 江波(1955—), 男, 安徽蚌埠人, 安徽财经大学资产处处长, 主要研究方向: 资产管理; 蒋晓华(1975—), 男, 安徽蚌埠人, 安徽财经大学校办, 主要研究方向: 演化经济学。

所投入的成本为 C , 则卖方达成交易后所得的净效用为 $(W - C) \geq 0$ 。那么, 两方净效用的总和(剩余利益)为 $(U - W) + (W - C) = U - C \geq 0$ 。双方进行谈判的本质就是对这个净效用和的分配比例进行谈判。

3) 在农产品买卖交易的参与人中, 可划分为“强势”与“弱势”两种类型的买卖方(其类型不是事先给定的, 而是随着参与人的学习过程与策略调整而改变的)^[5]。交易双方依据其各自的经验选择“强势要价”或“弱势要价”。所谓“强势要价”, 是指在净效用和中要求分配份额占优(大于等于 50%); “弱势要价”与之相对, 是指在净效用和中要求分配较小份额(小于等于 50%)。此外, 假设买方群体中选择“强势要价”的个体数占该群体总数的比例为 x , 选择“弱势要价”的比例为 $1 - x$; 卖方群体中选择“强势

要价”的个体数占该群体总数的比例为 y , 选择“弱势要价”的比例为 $1 - y$ 。

4) 在农产品买卖交易中, 假设农产品的买卖方会偏离各自独立的个人价值的差异区间之中心点, 偏离的程度分别为 d_1 和 d_2 , 其中, $0 \leq d_1 \leq 1/2$, $1/2 \leq d_2 \leq 1$ 。

2.2 模型构建

在上述模型基本假设的基础上, 买卖双方的策略集合都为{强势要价, 弱势要价}, 博弈双方的谈判是在一个具有不确定性和有限理性的空间进行, 同时他们之间的策略又是相互影响的, 农产品生产者与其购买者根据其他个体的策略选择, 考虑在自身群体中的相对适应性, 来选择和调整各自的策略^[6]。构造农产品买卖交易的博弈双方谈判的支付矩阵见表 1。

表 1 博弈双方的支付矩阵

		买方	
		强势要价(x)	弱势要价($1 - x$)
卖方	强势要价(y)	(0, 0)	($d_2(U - C)$, $(1 - d_2)(U - C)$)
	弱势要价($1 - y$)	($d_1(U - C)$, $(1 - d_1)(U - C)$)	($(U - C)/2$, $(U - C)/2$)

注: 表 1 中, $0 \leq d_1 \leq 1/2$, $1/2 \leq d_2 \leq 1$; 括号内为选择对应策略的个体数在自身群体中所占的比例。

用 R 表示参与人的收益, 对卖者来说, 选择“强势要价”和“弱势要价”策略对应的收益分别为 R_s^s 、 R_s^w , 则

$$R_s^s = x \cdot 0 + (1 - x) d_2 (U - C) = (1 - x) d_2 (U - C), \quad (1)$$

$$R_s^w = x \cdot d_1 (U - C) + (1 - x) (U - C)/2. \quad (2)$$

则卖方的平均收益 ER_s 为:

$$ER_s = y R_s^s + (1 - y) R_s^w = y(1 - x) d_2 (U - C) + (1 - y) [x \cdot d_1 (U - C) + (1 - x) (U - C)/2]. \quad (3)$$

整理式(3)得

$$ER_s = (U - C) [(d_1 - 1/2)x + (d_2 - 1/2)y + (1/2 - d_1 - d_2)xy + 1/2]. \quad (4)$$

同理, 买者选择“强势要价”和“弱势要价”策略对应的收益分别为 R_b^s 、 R_b^w , 且

$$R_b^s = y \cdot 0 + (1 - y) (1 - d_1) (U - C) = (1 - y) (1 - d_1) (U - C), \quad (5)$$

$$R_b^w = y \cdot (1 - d_2) (U - C) + (1 - y) (U - C)/2. \quad (6)$$

买方的平均收益 ER_b 为:

$$ER_b = x R_b^s + (1 - x) R_b^w = x(1 - y) (1 - d_1) (U - C) + (1 - x) [y \cdot (1 - d_2) (U - C) + (1 - y) (U - C)/2] = (U - C) [1/2 + (1/2 - d_1)x - (d_2 - 1/2)y - (3/2 - d_1 - d_2)xy]. \quad (7)$$

于是, 得到卖方选择“强势要价”的复制动态方

程:

$$dy/dt = \dot{y} = y(R_s^s - ER_s) = y\{(1 - x) d_2 (U - C) - y(1 - x) d_2 (U - C) - (1 - y) [x \cdot d_1 (U - C) + (1 - x) (U - C)/2]\} = y(1 - y) (U - C) [d_2 - 1/2 - (d_1 + d_2 - 1/2)x]. \quad (8)$$

买方选择“强势要价”的复制动态方程:

$$dx/dt = \dot{x} = x(R_b^s - ER_b) = x\{(1 - y) (1 - d_1) (U - C) - (U - C) [1/2 + (1/2 - d_1)x - (d_2 - 1/2)y - (3/2 - d_1 - d_2)xy]\} = x(1 - x) (U - C) [1/2 - d_1 - (3/2 - d_1 - d_2)y]. \quad (9)$$

农产品交易中买卖双方选择“强势要价”策略的演化可以由上述两个微分方程(8)、(9)组成的系统来描述。

令式(8)的 $dy/dt = 0$, 解得 $y = 0$, $y = 1$, $x = (d_2 - 1/2)/(d_1 + d_2 - 1/2)$ 。这表明, 仅当 $y = 0$ 、1 或 $x = (d_2 - 1/2)/(d_1 + d_2 - 1/2)$ 时, 卖方群体中选择“强势要价”策略的卖方所占的比例是稳定的。

同理, 令(9)式 $dx/dt = 0$, 解得 $x = 0$, $x = 1$, $y = (1/2 - d_1)/(3/2 - d_1 - d_2)$ 。表明仅当 $x = 0$ 、1 或 $y = (1/2 - d_1)/(3/2 - d_1 - d_2)$ 时, 买方群体中选择“强势要价”策略的买方所占的比例是稳定的。

由此得到系统的 5 个局部均衡点: (0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1), $(\frac{1/2 - d_1}{3/2 - d_1 - d_2}, \frac{d_2 - 1/2}{d_1 + d_2 - 1/2})$ 。

根据 Friedman 提出的方法,在动态系统中局部渐近稳定的均衡点称为演化均衡,演化系统均衡点的稳定性可由该系统的雅可比矩阵的局部稳定性分析得到^[7]。对于两种群两策略的双矩阵演化博弈,

$$J \begin{pmatrix} (1-2y)(U-C)[d_2-1/2-(d_1+d_2-1/2)x] \\ -x(1-x)(U-C)(3/2-d_1-d_2) \end{pmatrix}$$

$$-y(1-y)(U-C)(d_1+d_2-1/2) \\ (1-2x)(U-C)[1/2-d_1-(3/2-d_1-d_2)y]$$

根据雅可比矩阵的局部稳定分析法对这 5 个均衡点进行稳定性分析,结果见表 2。

表 2 系统的局部稳定分析结果

均衡点	J 的行列式符号	J 的迹符号	结果
$y=0, x=0$	+	+	不稳定
$y=0, x=1$	+	-	ESS
$y=1, x=0$	+	-	ESS
$y=1, x=1$	+	+	不稳定
$y=y^*, x=x^*$	-	0	鞍点

注:表 2 中, $0 \leq d_1 \leq 1/2, 1/2 \leq d_2 \leq 1$, 且 $y^* = \frac{(1/2-d_1)}{(3/2-d_1-d_2)}, x^* = \frac{(d_2-1/2)}{(d_1+d_2-1/2)}$ 。

在 5 个局部均衡点中,仅有 A 点和 C 点是稳定的,是演化稳定策略 (ESS),它们分别对应于“弱-强”({弱势要价,强势要价})和“强-弱”({强势要价,弱势要价})这两种策略组合模式。A 点对应于买方选择“强势要价”,卖方选择“弱势要价”;C 点对应卖方选择“强势要价”,买方选择“弱势要价”。另外,该系统还有两个不稳定均衡点 O 和 B 以及一个鞍点 D。

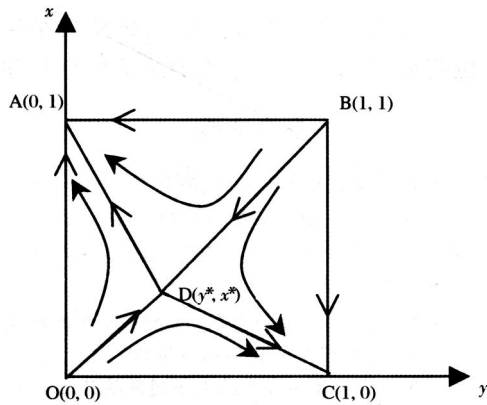


图 1 农产品交易行为动态演化图

图 1 为农产品交易行为的动态演化的相轨迹示意图(相图),描述了农产品交易博弈的动态演化过程。图中有两个不稳定的均衡点 O 和 B 及鞍点 D 连成的折线为系统收敛于不同状态的临界线,即在折线的左下方 (ODBC 部分) 系统收敛于卖方选择“强势要价”,买方选择“弱势要价”的策略组合,在折线的左上方 (即 ABDO 部分) 系统收敛于买方选择“强

演化均衡等价于 ESS^[8]。因此,只要求得以上复制动态方程的渐近稳定点便可得到本文的非对称演化博弈的 ESS。方程 (8)、(9) 组成的系统的雅可比矩阵为:

势要价”,卖方选择“弱势要价”的策略组合。考虑到系统的演化是一个漫长的过程(需要经过多次博弈,且在交互的博弈中个体不断地进行学习调整),在很长的时间内系统保持不稳定的均衡局面。

2.3 模型分析

由以上演化博弈模型可知,买卖双方系统演化的长期均衡结构可能是{弱势要价,强势要价},也可能是{强势要价,弱势要价},究竟沿哪条路径以及到达哪一状态与博弈的支付矩阵以及博弈发生时的初始状态密切相关。所以,在博弈过程中,构成博弈双方收益函数的某些参数的初始值及其变化将导致演化系统向不同的均衡点收敛。下面分别讨论影响农产品交易的参数变化及鞍点对系统演化行为的影响,以及可能的控制方法。

1) 偏离程度 d_1 。假设 d_2 不变的情况下,由相图 (图 1) 可知,四边形 ODBC 的面积为:

$$S_{ODBC} = S_{\triangle ODC} + S_{\triangle BDC} = 1/2 x^* \cdot 1 + 1/2 (1 - y^*) \cdot 1 = 1/2 (x^* - y^*) + 1/2 =$$

$$1/2 (\frac{d_2-1/2}{d_1+d_2-1/2} - \frac{1/2-d_1}{3/2-d_1-d_2}) + 1/2. \quad (10)$$

则

$$\frac{dS_{ODBC}}{dd_1} = \frac{1}{2} [\frac{-2(2d_2-1)}{(2d_1+2d_2-1)^2} +$$

$$\frac{4d_2-4}{(2d_1+2d_2-3)^2}]。 \quad (11)$$

由前述假设 $0 \leq d_1 \leq 1/2, 1/2 \leq d_2 \leq 1$ 可得,

$$\frac{-2(2d_2-1)}{(2d_1+2d_2-1)^2} \leq 0, \frac{4d_2-4}{(2d_1+2d_2-3)^2} \leq 0, \text{ 则}$$

$$\frac{dS_{ODBC}}{dd_1} \leq 0. \quad (12)$$

式 (12) 表明,在其他假定条件不变的情况下,偏离程度 d_1 越小(越接近于 0),四边形 ODBC 的面积 S_{ODBC} 越大,系统收敛于均衡点 C 的概率增加,即卖方选择“强势要价”,买方选择“弱势要价”的策略组合的可能性增加。因为在评估博弈中, d_1 越小(越接近于 0),则卖方预期获得的净效用份额越小,对此必然招致卖方的抵制,迫使卖方会为极力扩大预期的净效用份额做出努力,使得均衡向卖方选择“强势要价”,买方选择“弱势要价”的策略组合方向演

化。在实践中,卖方会极力降低买方对净效用和的获取份额预期,使得博弈演化向卖方获得大份额净效用和的稳定均衡方向变动。比如他们会选择向买方介绍他们的产品如何独特等,以此降低买方的获得净效用预期。

2) 偏离程度 d_2 。与上同理。假设 d_1 不变的情况下,由相图(图1)可知,四边形 $ABDO$ 的面积 $S_{ABDO} = S_{\Delta AOD} + S_{\Delta BDA} = 1/2 y^* \times 1 + 1/2(1 - x^*) \times 1 = 1/2 [\frac{(1/2 - d_1)}{(3/2 - d_1 - d_2)} - \frac{(d_2 - 1/2)}{(d_1 + d_2 - 1/2)}] + 1/2$, 则

$$\frac{dS_{ABDO}}{dd_2} = \frac{1}{2} [\frac{2(1 - 2d_1)}{(3 - 2d_1 - 2d_2)^2} + \frac{4d_1}{(1 - 2d_1 - 2d_2)^2}] \quad (13)$$

由前述假设 $0 \leq d_1 \leq 1/2, 1/2 \leq d_2 \leq 1$, 可得, $\frac{2(1 - 2d_1)}{(3 - 2d_1 - 2d_2)^2} \geq 0, \frac{4d_1}{(1 - 2d_1 - 2d_2)^2} \geq 0$, 则 $\frac{dS_{ABDO}}{dd_2} \geq 0$ (14)

式(14)表明,在其他假定条件不变的情况下,偏离程度 d_2 越大(越接近于1),四边形 $ABDO$ 的面积 S_{ABDO} 越大,系统收敛于均衡点 A 的概率增加,即买方选择“强势要价”、卖方选择“弱势要价”策略组合的可能性增加。因为在评估博弈中, d_2 越大(越接近于1),则买方预期获得的净效用份额越小,同样,对此必然会招致买方的抵制,迫使买方为极力扩大预期的净效用份额做出努力,使得均衡向买方选择“强势要价”、买方选择“弱势要价”的策略组合方向演化。在实践中,买方也会极力降低卖方对净效用和的获取份额预期,使得博弈演化向买方获得大份额净效用和的稳定均衡方向变动。比如他们会选择向卖方表明他们能够多渠道获得此类产品等,以诸如此类的方法来降低卖方的获得净效用预期。

3) 鞍点。 $x^* = \frac{d_2 - 1/2}{d_1 + d_2 - 1/2}$ 与 $y^* = \frac{1/2 - d_1}{3/2 - d_1 - d_2}$ 是系统演化的鞍点,亦即系统演化特性改变的阈值。当系统的初始状态在这两个值附近时,初始状态的微小变化将影响到系统演化的最终结果,这是系统对初始条件的敏感性。当系统的初始状态落在靠近某一个稳定均衡点 A 或 C 时,演化收敛到该均衡点的概率较另一均衡点来说要大,系统演化的最终状态在很大程度上是确定的,表现出系统演化的结果对初始条件的依赖性,如稳定状态与谈判的初始位置。

3 结论

目前,我国在农产品流通方面的市场机制虽已确立,但还很成熟,基于有限理性的农产品市场交易机制的建立也还很不完善^[9]。如何进一步完善农产品交易的市场机制,促进农产品流通的良性循环发展是大家共同关注的问题。从演化博弈角度来研究农产品买卖行为有着较好的理论前景,对政策研究也有一定的参考价值。

本文通过农产品买卖交易的动态演化博弈分析,可以看出,基于博弈参与人的有限理性,在未形成稳定的演化均衡格局之前,系统中可能充斥着买卖双方选择“强-强”要价(强势要价,强势要价)(相图中 B 点)而形成无交易局面,以及双方选择“弱-弱”要价(弱势要价,弱势要价)(相图中 O 点)形成绝对公平的分配剩余利益的均衡结果,然而这些均衡结果只是局部均衡点,农产品交易价格并不能在这些均衡点形成稳定的演化均衡结果。通过参与人不断地学习调整,稳定的均衡结果最终会向两端(相图中 A 或 C 点)发展,即买卖双方形成“强-弱”或“弱-强”要价的策略组合。农产品的买卖双方都趋向于降低对方在剩余收益(两者净效用和)中的分配份额,他们具体的演化方向则取决于他们的初始状态和后续的学习调整。若农产品谈判一方有充分的信息、持久的耐心或运用冷酷战略,显示出不达目的决不罢休进而形成威胁局势走向的恒心,会使得谈判局势有利于自身支付的取得。但这些条件的形成也会带来成本(如形成无交易的结果等),且同时也需要考虑到交易群体的适应性或竞争力。

参考文献

- [1] 严太华,战勇. 农产品定价权研究——基于中间利润分成模型的分析[J]. 财经研究, 2005(10): 116-123.
- [2] 葛志华. 转型之痛——“三农”问题的由来与终结[J]. 江海纵横, 2007(3): 7-9.
- [3] 孙文博. 市场经济条件下农产品政府定价的尴尬处境及其启示[J]. 管理世界, 2002(1): 78-82.
- [4] 张兴旺. 关于我国农产品市场问题的几点认识与思考[J]. 农业经济问题, 2009, (1): 66-69.
- [5] 郭红东,方文豪. 浙江省农户农产品生产与销售实证分析[J]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2004(9): 52-55.
- [6] 靳明,李爱喜,赵农. 绿色农产品的定价策略与博弈分析[J]. 财贸经济, 2005(3): 88-91.
- [7] 谢识予. 经济博弈论[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2002.
- [8] DAY T, TAYLOR P D. Evolutionary dynamics and stability in discrete and continuous games[J]. Evolutionary Ecology Research, 2003(5): 605-613.
- [9] 张红宇,杨春华,杨洁梅. 当前农产品供给面临的新情况

新问题和对策思路[J]. 农业经济问题,2008(5):7-12.

Analysis on Behavior of Agricultural Product Trade Based on Evolutionary Game

Xia Mao-sen¹, Zhu Xian-chen¹, Jiang Bo², Jiang Xiao-hua²

(1. School of Economics & Management, Nanjing University Science of Technology, Nanjing 210094, China;
2. Department of Assets Management, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu Anhui 233041, China)

Abstract : Based on the evolutionary game theory, and according to the bounded rationality of transactions between two sides, this paper establishes the evolutionary game model of agricultural product trade in which introduces learning to adjustment of participants are introduced, and analyzes the dynamic evolutionary procedure of system. And it analyzes the stable equilibrium of strategy profiles that is 'strong-weak' or 'weak-strong' through continual learning adjustment of the participants. Finally, it further explores key factors affecting the evolutionary stable equilibrium of system, which is the deviation degree of differences of personal values between buyers and sellers.

Key words : agricultural product trade; evolutionary game; learning to adjustment; stable equilibrium

(上接第 83 页)

四是要努力调整产业结构。2007 年四川省的产业结构中第一产业比重依然偏高,比全国平均水平高 8.2 个百分点,工业化进程滞后于全国平均水平 5 年以上,城镇化率比全国低 9.3 个百分点。要调整产业结构,就要优化农村产业结构,推进农业种植结构、品种品质结构的调整,加强农业基础设施建设,大力发展非农产业。应积极推动四川工业结构的改进,加强水能、矿产、电子信息等重要行业和关键领域的发展;加快第三产业的发展,提升第三产业在国民经济中的比重,重点发展以金融、物流和旅游休闲为核心的现代服务业。

参考文献

[1] 何枫,陈荣,何林. 我国资本存量的估算及其相关分析[J]. 经济学家,2003(5).
[2] 张军,吴桂英,张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952—2000[J]. 经济研究,2004(10).
[3] 朱青,刘生龙. 地区间全要素生产率差异的实证研究及其对西部大开发的启示——以上海、湖北、四川为例 [J]. 华东经济管理,2006(11).
[4] 徐现祥,周吉梅,舒元. 中国省区三次产业资本存量估计 [J]. 统计研究,2007(5).
[1] 李双杰,左宝祥. 全要素生产率测度方法评析[J]. 经济师 2008(5):15-16.

Estimation and Analysis on Total Factor Productivity in Sichuan Province

Xie Qiuju, Wu Xiumin

(College of Economics and Management, Sichuan Agricultural University, Yaan Sichuan 625014, China)

Abstract : In this paper, Solow residual value method is used to calculate the total factor productivity in Sichuan province from 1978 to 2007, and the output growth of Sichuan is analyzed. The result shows that the economic growth in Sichuan mainly depends on the input of factors. Therefore, it is necessary for changing the economic growth mode of Sichuan to carry out scientific and technological innovation and institutional innovation and speed up the transfer of rural labors and the industrial restructuring.

Key words : total factor productivity; technological progress; economic growth; Sichuan