

博弈论视角下我国粮食储备主体行为研究

刘 颖,武小涵

(华中农业大学 经济管理学院,湖北 武汉 430070)



摘 要 作为我国粮食储备承储主体的农户和地方粮企在粮食宏观调控中具有重要作用,但其常在自身利益驱动下进行储备粮的逆向操作,严重影响了政策的调控效果。针对不同粮食承储主体分别构建博弈模型,结果表明:农户主体的储粮行为有着极大模仿性和趋同性;农户对未来粮食价格的非理性预期是导致其逆向操作行为的重要原因;政府应引导农户形成对未来粮价的理性预期,并通过实施满足一定条件的储粮补贴政策来影响农户收益水平最终影响农户决策。对于粮储企业主体,证明了其逆向操作行为是追求利益最大化目标下的必然选择结果,无外界干预下的博弈最终会导致粮食储备调控效果大打折扣,因此政府应鼓励中储粮发挥“领导者”作用去影响粮企预期或引入外部政策补贴来影响博弈收益,对粮企形成正向引导和激励,使执行粮储调控政策成为企业人收益最大化目标下的最优选择,从根本上规避粮企逆向操作问题。

关键词 粮食安全;粮食储备;储备调控效果;逆向操作;博弈论

中图分类号:C 812 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2014)06-0017-08

粮食储备是衔接粮食生产和消费之间必不可少的环节,好比一个蓄水池,丰年收购,歉年抛售,起着平衡粮食供求、保障粮食安全、维护社会稳定的重要作用。我国已形成了以国家粮食专项储备、地方粮食储备和社会粮食储备相结合的粮食储备管理格局以及中央、省级、地县多层次储备的组织管理体系。粮食储备的承储主体一般以国资委直接管理的中央储备粮管理总公司、地方政府建立的国有粮食承储企业和农户储备为主。

近年来,关于粮食储备的研究多集中于粮食储备目标的定位、储备规模的测算、储备运行机制与调控效果等方面。关于粮食储备调控中存在的调控效果,滕祥文认为,多年来我国对粮食供求的调控主要是事后调节,这样会贻误调控的最佳时机,从而加剧粮食市场的价格波动^[1];李章晓认为我国储备粮的代储制度不完善,中储粮总公司及其分支机构与代储库之间委托——代理关系的不规范造成信息不对称,在一定程度上影响了粮食调控效果^[2];王静玲则认为影响储备粮调控效果的问题主要在于中央储备与地方储备、政府储备与民间储备之间缺乏充

分协调、各地储备规模和管理体制参差不齐同时民间储备力量薄弱^[3]。关于农户储备的重要性,学者普遍认为农户粮食储备对于稳定粮食市场具有较大影响,在抵御自然灾害,促进农村经济发展和稳定社会秩序、保障粮食安全方面具有重要作用^[4-6]。对农户粮食储备行为的研究并不多见,张瑞娟等利用动态面板模型研究发现,农户储粮行为主要受到真实利率、粮食价格、非农收入以及通货膨胀率的影响,对待粮价波动具有盲目性,对粮食市场供给带来不利影响^[7]。关于粮储企业逆向操作问题的研究更为少见,偶有提及也仅是定性描述。吴娟等指出了粮储企业存在“逆向操作”问题,认为目前一些储粮企业利益至上,在获得国家储粮补贴的同时却不服从国家对粮食储备调拨和对粮食市场的调控,甚至逆向调节,影响了粮食储备调控效果^[8],但并未针对此问题进行深入研究。

粮食储备的各承储主体在国家粮食宏观调控中具有重要作用,但其常常逆向操作储备粮从而严重影响了粮食政策的调控效果。对于种粮农户而言,虽然价格投机因素并非其储备粮食的唯一目的^[9],

收稿日期:2014-04-16

基金项目:“新世纪人才”项目(NCET-12-0868);中央高校基本科研业务费专项(2013PY017)。

作者简介:刘 颖(1971-),女,教授,博士;研究方向:农业经济。E-mail:liuyhzau@gmail.com

但农户在粮食“价涨时惜售,价跌时争相销售”的现象却普遍存在,农户对粮食价格变化的反应行为常常反常,为调控和稳定粮食价格带来难度^[10]。对于地方粮储企业而言,我国当前这种储备主体格局下的各级粮储企业既要执行国家粮食安全宏观调控的政策性任务,同时又要作为自主经营、自负盈亏的企业法人开展相关经营性业务,这种双重目标的约束使国有粮储企业在运作储备粮时,出于企业自身或地方部门的利益,常偏离储备粮的运作目标进行逆向操作^[11]。由于农户和粮储企业的“逆向操作”行为,使国家依靠粮食储备来调控粮食市场的政策效果大打折扣,不但没能及时发挥粮食储备本应具有的调剂余缺、平抑粮价波动的功能,反而使粮食市场供求更加失衡,加剧粮食市场动荡。本文以博弈论视角出发,对中央政府管理下的中央储备粮总公司和地方政府建立的国有粮食承储企业等企业主体之间存在的博弈关系以及分散的储粮农户主体之间存在的博弈关系分别进行深入分析,构建不同关系主体下的博弈模型,来系统研究我国粮食储备体系中不同承储主体的行为特征、决策依据及其背离政策性目标行为产生的原因。

一、储粮农户关系主体行为研究

1. 农户储粮行为研究——农户与农户之间的有限理性进化博弈

(1) 博弈模型基本要素。参与博弈的游戏者名单:农户群体中农户的随机配对组合;每一个游戏者的策略单:(储备粮食,不储备粮食);每一个策略组合所对应的收益单:即农户群体中随机配对对博弈的支付函数。

假设当农户 A 和农户 B 都采取储备粮食的行动时,政府基于保障国家粮食安全的角度给予农户以一定的补贴,此时农户的收益包括保障未来家庭粮食消费安全带来的收益,未来粮食价格上涨可能带来的收益以及政府补贴三部分;当一方储备粮食,另一方不储备粮食时,储备粮食一方的收益将大于不储备任何粮食,将粮食全部用于当期销售的那一方;当双方都不储备粮食,则国家粮食储备减少,国家粮食安全和农户家庭的粮食消费安全均受影响,农户也无法获得政府的补贴,此时政府和农户的总收益必然小于上述两种情况下的收益水平。

(2) 博弈模型的构建及求解。建立随机配对博弈的支付矩阵,见表 1。

表 1 博弈模型及支付矩阵

博弈策略及收益		农户 B	
		储备	不储备
农户 A	储备	(M/2, M/2)	(M, N)
	不储备	(N, M)	(N/2, N/2)

M 代表积极储备粮食的农户可能获得的预期总收益。 N 代表农户完全不储备粮食,将粮食全部用于当期销售时的预期总收益。如果农户 A 和农户 B 都积极储备粮食,则双方共享收益 M ,则各自的期望收益为 $M/2$,如果双方都选择不储备粮食,则双方的期望收益为 $N/2$ 。如果一方积极储备粮食,另一方不储备粮食,那么积极储备的一方独享收益 M ,不储备的一方独享收益 N 。假设 $M > N$,即积极储备粮食的预期总收益大于完全不储备粮食的预期总收益。

博弈模型的求解:设农户群体中采取积极储备粮食策略的比例为 x ,则采取不储备粮食策略的农户比例为 $1-x$ 。根据博弈双方的支付矩阵,可得出: $a=M/2, b=M, c=N, d=N/2$ 。根据进化博弈论,两种行为策略博弈方的期望收益和群体平均收益的计算公式如下:

$$u_1 = x \cdot a + (1-x) \cdot b, u_2 = x \cdot c + (1-x) \cdot d$$

$$\text{和 } u = x \cdot u_1 + (1-x) \cdot u_2 \quad (1)$$

选择积极储备粮食的农户的期望收益为:

$$u_1 = x \cdot (M/2) + (1-x) \cdot M = M - x \cdot (M/2) \quad (2)$$

选择不储备粮食的农户的期望收益

$$u_2 = x \cdot N + (1-x) \cdot (N/2) = N/2 \cdot (1+x) \quad (3)$$

农户群体的平均期望收益为:

$$u = x \cdot u_1 + (1-x) \cdot u_2 \quad (4)$$

根据进化博弈的微分方程(也称为“复制方程”):

$$\frac{d_x}{d_t} = x \cdot (u_1 - u) = x[u_1 - xu_1 - (1-x)u_2]$$

$$= x(1-x)[x(a-c) + (1-x)(b-d)] \quad (5)$$

(可简记为 $F(x) = d_x/d_t$),得出农户群体之间博弈模型的复制动态方程:

$$F(x) = d_x/d_t = x(u_1 - u)$$

$$= x(1-x)[x(a-c) + (1-x)(b-d)]$$

$$= x(1-x)[(M-N/2) - x(M/2 + N/2)] \quad (6)$$

令 $F(x) = 0$ 便可解出复制动态方程的稳定点(不动点)(在复制动态过程中采用积极储备粮食策略的博弈方比例 x 处于稳定不变的水平),分别为:① $x^* = 0$; ② $x^* = 1$; ③ $x^* = (b-d)/(a-b-c +$

$d) = (2M - N) / (M + N)$ 。

(3) 研究结论。模型求解得到的前两个稳定点 ① $x^* = 0$ 和 ② $x^* = 1$ 意味着农户群体成员倾向于采用相同的策略, 即都积极储备粮食或者都不储备粮食。表明农户储粮行为具有明显的模仿性和趋同性特征。第三个稳定点表明农户群体成员以一定的比例采取不同的策略, 对应着混合策略均衡。对于稳定点 ③ $x^* = (2M - N) / (M + N)$, 要使农户群体中采取积极储备粮食策略的比例 $x^* = 1$, 则 M 和 N 需要满足条件 $(2M - N) / (M + N) = 1$, 即 $M = 2N$, 在此条件下, 博弈双方的最优策略选择为 { 储备粮食, 储备粮食 }。表明政府可以通过影响农户的收益水平来影响农户的策略选择。

2. 政府储粮补贴对农户储粮行为的影响——政府与农户之间的动态重复博弈

(1) 博弈模型基本要素。参与博弈的游戏者名单: 政府和农户, 本文考虑的是单个农户与政府博弈情况; 每一个游戏者的策略单: 政府的策略集合为 s_g { 给予粮食储存补贴, 不给予粮食储存补贴 }, 农户的策略集合为 s_f { 储备粮食, 不储备粮食 };

博弈的次序: 该动态博弈从政府决策开始; 每一个策略组合所对应的收益单: 为政府和农户双方的收益函数。

(2) 博弈模型的构建。政府与农户之间的博弈情况见图 1。

收益为 $g_0 = u(s_0) - ts_0$ 。由于政府的补贴金额是农户粮食储备量的函数, 在政府粮食储存补贴政策的激励下农户的粮食储备量要高于无补贴的情况, 虽然补贴政策会给政府带来一定的成本, 但从保障粮食安全的角度上来讲, 政府在实施补贴情况下的总收益 g_1 应大于政府不实施补贴政策下的收益 g_0 , 即 $g_1 > g_0$ 。

农户的收益。农户生产的粮食除了用于当年自身消费的剩余粮食, 根据用途可分为两部分, 一部分用于直接销售, 另一部分用于粮食储备。假设农户当年除用于自身消费剩余的粮食总量为 s_i , 其中用于直接销售的粮食量为 s_i^1 , 用于储备的粮食量为 s_i^2 , p_0 代表当前的市场粮食价格水平; p^* 代表农户预期的下一期市场粮食价格水平; 由于涉及到跨期决策问题, 所以用 r 代表贴现率; c 是农户储备粮食时产生的储备成本, 是农户粮食储备量的函数; 农户的收益函数分为两部分, 当期出售的粮食带来收益 $f_i^1 = p_0 s_i^1$, 有政府补贴情况下, 当期未出售的用于储备的粮食能带来的预期收益的现值为 $f_i^2 = ts_i^2 + \frac{p^* s_i^2 - c(s_i^2)}{1+r}$; 无政府补贴情况下, 当期未出售的用于储备的粮食能带来的预期收益的现值为 $f_i^2 = \frac{p^* s_i^2 - c(s_i^2)}{1+r}$ 。

农户的收益有 3 种情况: ① 不论政府是否给予农户补贴, 农户选择不储备粮食时, 农户的收益为把可支配粮食总量 s_0 全部在当期销售出去的收益 $f_0 = s_0 p_0$; ② 政府给予农户补贴情况下, 农户可支配粮食总量中用于直接销售的粮食量为 s_1^1 , 储备粮食量为 s_1^2 , 农户收益为 $f_1 = f_1^1 + f_1^2 = s_1^1 p_0 + ts_1^2 + \frac{s_1^2 p^* - c(s_1^2)}{1+r}$; ③ 政府不给予农户补贴情况下, 农户可支配粮食总量中用于直接销售的粮食量为 s_2^1 , 储备粮食量为 s_2^2 , 农户收益为 $f_2 = f_2^1 + f_2^2 = s_2^1 p_0 + \frac{s_2^2 p^* - c(s_2^2)}{1+r}$ 。

(3) 模型求解及分析。当农户对于未来粮食价格水平的预期不满足理性预期的假设时, 预期价格水平 $p^* \neq p_0(1+r)$, $f_0 = s_0 p_0$, $f_1 = s_1^1 p_0 + ts_1^2 + \frac{s_1^2 p^* - c(s_1^2)}{1+r}$, $f_2 = s_2^1 p_0 + \frac{s_2^2 p^* - c(s_2^2)}{1+r}$, 此时无法比较 f_0, f_1 和 f_2 之间的大小关系, 即无法确定农户最终的决策结果; 当农户对于未来粮食价格水平的预期满足理性预期的假设, 在此情况下, 预期价格

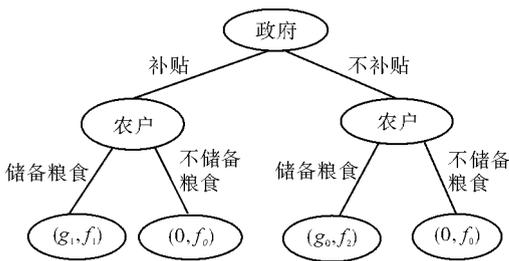


图 1 政府与农户之间的博弈

政府的收益。政府的收益函数为 $g_i = u(s_i) - ts_i$, u 为政府实现粮食安全的效用, 与储备粮食的总量相关, 可看作是 关于粮食储备量的函数, s_i 为农户的粮食储备量, t 为政府根据粮食储备量支付给农民的补贴率。政府的收益有 3 种情况: ① 不论政府是否给予农户补贴, 农户选择不储备粮食时, $s_i = 0$, 政府就没有利益, 也没有成本, 政府的收益 g_i 均为 0; ② 政府给予农户补贴情况下, 农户选择储备粮食量为 s_1 , 政府收益为 $g_1 = u(s_1) - ts_1$; ③ 政府不给予农户补贴情况下, 农户选择储备粮食量为 s_0 , 政府

水平 $p^* = p_0(1+r)$, 此时 $f_1 = s_0 p_0 + t s_1^2 - \frac{c(s_1^2)}{1+r}$, 户由于储备粮食而产生的成本的现值 $\frac{c(s_1^2)}{1+r}$ 时, $f_2 = s_0 p_0 - \frac{c(s_2^2)}{1+r}$, $f_0 = s_0 p_0$; 很明显, 只要当 $t s_1^2 > f_1 > f_0 > f_2$ 。在 $g_1 > g_0, f_1 > f_0 > f_2$ 的情况下, 即政府实施粮食储存补贴政策时对于保障粮食安全带来的收益

表 2 政府与农户之间的博弈

项目	农户			
	(储备, 储备)	(储备, 不储备)	(不储备, 储备)	(不储备, 不储备)
政府	补贴 (g_1, f_1)	(g_1, f_1)	($0, f_0$)	($0, f_0$)
	不补贴 (g_0, f_2)	($0, f_0$)	(g_0, f_2)	($0, f_0$)

高于不实施补贴政策时政府的收益, 同时在政府实施补贴时农户储备粮食的收益要高于农户自发情况下不储备粮食的收益, 进一步高于政府不给予补贴时农户储备粮食的收益。此时, 对于任意参与人, 给定对手的策略, 在他的最优策略对应的支付下面画一条横线, 对均衡的策略组合而言, 相应的数字栏中有两条下划线(表 2), 所以本博弈共有 3 个纯策略纳什均衡, 分别是: ① { 补贴, (储备, 储备) }; ② { 补贴, (储备, 不储备) }; ③ { 不补贴, (不储备, 不储备) }。

根据反向归纳法, 可以得到该阶段动态博弈的子博弈完美纳什均衡: { 补贴, (储备, 不储备) }, 即政府选择实施粮食储存补贴政策, 而理性的农户在政府决策补贴的情况下选择进行粮食储备。

(4) 研究结论。①当农户对未来粮价具有理性预期时, 要实现鼓励农户积极储备粮食的政策目标需要满足的条件是: 政府对粮食储备的补贴值要大于农户由于储备粮食而产生的成本的现值, 从而使在政府实施补贴时农户储备粮食的收益要高于农户自发情况下不储备粮食的收益, 进一步高于政府不给予补贴时农户储备粮食的收益。政府通过补贴政策对农户收益产生影响, 使得最终的均衡策略是政府给予农户补贴, 理性的农户将在政府补贴的情况下选择积极储备粮食, 进而实现增加粮食储备、保障粮食安全的目标。②当农户对未来粮价预期非理性时, 农户对未来粮价的非理性预期会影响到农户对于粮食储备问题的跨期决策, 易出现粮食“价涨时惜售, 价跌时争相销售”的现象, 从而加剧粮食市场价格波动。此时, 政府一方面应采取一定措施来引导农户形成对粮价的合理预期, 另一方面应通过补贴政策来影响农户决策的收益水平, 避免农户由于非理性预期而带来的反向操作行为。

二、粮储企业关系主体行为研究

1. 粮储企业之间的博弈——模型基本假设

粮储企业之间博弈模型的基本假设如下: ① 博弈过程中只存在粮储企业甲和粮储企业乙作为参与人, 二者都是理性的“经济人”, 在进行决策时能够充分考虑到他所面临的局势, 并且能够充分考虑到人们之间行为的相互作用及其可能的影响进而做出合乎理性的选择; ② 博弈的两粮储企业要承担维持粮食市场供求平衡的政策性任务, 市场粮价过高时充当粮食供给方, 市场粮价过低时充当粮食需求方; ③ 博弈双方在执行政策性任务的前提下都以利润最大化为其目标, 会选择使其收益最大化的策略; ④ 博弈双方信息是完全的, 即两粮储企业对彼此的特征、策略空间和支付函数有准确的认识; ⑤ 博弈的两粮储企业抛售的粮食为同质同类的, 并且粮食的单位成本、成本的随机增量都相同。

由于粮储企业可能充当粮食市场的供给方或需求方, 而两种角色进行决策的出发点和对粮价调控的机理不同, 有必要从粮储企业充当粮食市场的买方和卖方分别构建博弈模型进行研究。

2. 粮储企业作为粮食市场卖方的博弈模型构建

当粮食价格上升并处于较高水平时, 粮储企业承担的政策性任务要求其应当抛售储备粮, 增加市场上的粮食供给, 充当粮食市场卖方, 对于这种情况本文运用典型的研究厂商的博弈模型来进行分析。根据博弈双方决策的时序性分别构建完全信息静态模型和完全信息动态模型来进行对比研究。

(1) 完全信息静态模型。完全信息静态模型的构建需要在基本假设的基础上补充假设: 博弈双方进行静态博弈, 并且将粮食抛售量作为决策变量; 粮储企业双方相互独立并且同时做出关于各自粮食抛

售量的决策。当粮食价格上涨时,粮储企业应当抛售粮食,假设甲粮企和乙粮企各自抛售的粮食数量分别为 Q_1 和 Q_2 ,两粮储企业的利润分别为 π_1 和 π_2 ,粮食市场总供给量: $Q=Q_0+Q_1+Q_2$,粮食市场出清价格 P 是粮食总供给量的函数,设为 $P=P(Q)=a-bQ$, C 为单位成本。

甲乙粮储企业各自的利润函数:

$$\pi_1=Q_1 P(Q)-CQ_1=-bQ_1^2-(bQ_0+bQ_2+C-a)Q_1 \quad (7)$$

$$\pi_2=Q_2 P(Q)-CQ_2=-bQ_2^2-(bQ_0+bQ_1+C-a)Q_2 \quad (8)$$

求解得到静态博弈下的纳什均衡:

$$(Q_1^*, Q_2^*); Q_1^*=Q_2^*=\frac{a-C-bQ_0}{3b} \quad (9)$$

此时市场均衡价格为:

$$P_1^*=\frac{a+2C-bQ_0}{3} \quad (10)$$

(2)完全信息动态模型。完全信息动态模型需要在基本假设的基础上补充假设:博弈双方进行动态博弈,粮食抛售量作为决策变量;甲企业为领导型企业,率先做出粮食抛售量决策,另一方乙企业为追随型企业,在做决策时已经观察到了对方的决策。

甲乙粮储企业各自的利润函数:

$$\pi_1=Q_1 P(Q)-CQ_1=-bQ_1^2-(bQ_0+bQ_2+C-a)Q_1 \quad (11)$$

$$\pi_2=Q_2 P(Q)-CQ_2=-bQ_2^2-(bQ_0+bQ_1+C-a)Q_2 \quad (12)$$

求解得到纳什均衡 (Q_1^*, Q_2^*)

$$Q_1^*=\frac{a-C-bQ_0}{2b} \quad Q_2^*=\frac{a-C-bQ_0}{4b} \quad (13)$$

此时市场均衡价格为:

$$P_2^*=\frac{a+3C-bQ_0}{4} \quad (14)$$

(3)完全信息静态模型和完全信息动态模型的结果比较。两粮储企业进行静态博弈时抛售的粮食总量为 Q' ,对应的市场均衡粮价为 P_1^* :

$$Q'=\frac{2(a-C-bQ_0)}{3b} \quad P_1^*=\frac{a+2C-bQ_0}{3} \quad (15)$$

两粮储企业进行动态博弈时抛售的粮食总量为 Q'' ,对应的市场均衡粮价为 P_2^* :

$$Q''=\frac{3(a-C-bQ_0)}{4b} \quad P_2^*=\frac{a+3C-bQ_0}{4} \quad (16)$$

比较两粮储企业静态博弈和动态博弈时使收益最大化的粮食抛售总量可得: $Q'<Q''$

$$P_1^*-P_2^*=\frac{a+2C-bQ_0}{3}-\frac{a+3C-bQ_0}{4}=\frac{P_0-C}{12}>0 \quad (17)$$

所以: $P_1^*>P_2^*$

(4)研究结论。将领导型的甲企业看作是中储粮总公司,跟随型的乙企业看作是地方粮储企业,那么结果表明,相比于完全信息静态模型下两企业的同时决策,完全信息动态模型下两企业的先后决策对市场粮食价格高位运行的调控效果更好,能够使中储粮总公司和地方粮企抛售的粮食总量更多,从而使粮价下降的幅度更大,稳定粮食市场价格的作用更明显。

3. 粮储企业作为粮食市场买方的博弈模型构建

当粮食价格下跌并处于较低水平时,粮储企业应当承担政策性任务收购粮食,充当粮食市场买方,但粮企作为买方收购粮食并不是用来消费而是用来储备,粮企的收益可以用储备粮潜在的价值增量来衡量,因此本文将首先建立价值增量模型来研究博弈双方的利益与自身及对方收购量的关系,在此基础上进一步建立博弈模型来研究粮储企业策略选择问题。

(1)储备价值增量模型构建及求解。假设两粮储企业的决策变量是粮食收购量。两粮储企业原有储备量分别为 Q_1 和 Q_2 ,市场上粮食的供给量为 Q_0 ,对应的均衡价格为 P_0 。

$$P_0=P(Q)=a-bQ_0 \quad (18)$$

两粮储企业买入的粮食量分别为 q_1 和 q_2 ,此时市场上粮食的供给量为 $Q_1=Q_0-q_1-q_2$,对应的均衡价格为 P_1 。

$$P_1=P(Q)=a-bQ_1=a-b(Q_0-q_1-q_2) \quad (19)$$

C 表示粮储企业的购买成本,储备成本和管理成本等等,随储备量的增加而递增: $C=kQ^2$ 。在两粮企实施收购决策前,甲企业的储备粮价值为 $\pi_1=(Q_1 P_0 - kQ_1^2)$,乙企业的储备粮价值为 $\pi_2=(Q_2 P_0 - kQ_2^2)$ 。

两粮企实施收购决策以后,甲企业的储备粮价值为:

$$\pi_1'=(Q_1+q_1)P_1-k(Q_1+q_1)^2 \quad (20)$$

乙企业的储备粮价值为:

$$\pi_2'=(Q_2+q_2)P_1-k(Q_2+q_2)^2 \quad (21)$$

现以甲企业作为分析对象,由于甲、乙企业地位对等,因此分析结果对乙企业同样适用。

粮企1实施粮食收购决策后所带来的价值增量为 $\Delta\pi_1$ 。

$$\Delta\pi_1=\pi_1'-\pi_1=(Q_1+q_1)P_1-k(Q_1+q_1)^2-(Q_1 P_0 - kQ_1^2) \quad (22)$$

结合式(1),(2),化简整理得:

$$\Delta\pi_1 = (b-k)q_1^2 + (bQ_1 + P_0 + bq_2 - 2kQ_1)q_1 + bQ_1q_2 \quad (23)$$

讨论 $\Delta\pi_1$ 随 q_1 的变动情况,需要分两种情形:

①当 $b-k \geq 0$ 时, $\Delta\pi_1$ 存在最小值,之后随着 q_1 的增加而无限增加,与实际经济含义不符故舍去;②当 $b-k < 0$ 时, $\Delta\pi_1$ 存在最大值 $\max\Delta\pi_1$,即 $\Delta\pi_1$ 先随着 q_1 的增加而增加,当 q_1 增长到某个水平 $\Delta\pi_1$ 达到最大之后, $\Delta\pi_1$ 开始随着 q_1 的增加而下降。

这种情况具有实际经济含义,即当粮食收购量达到某一水平后,随着管理和储备成本的大幅增加,当其增长速度大于储备价值增量的增长速度以后,企业的价值增量开始减小。

进一步求解 $\max\Delta\pi_1$ 得:

$$\max\Delta\pi_1 = \frac{b^2q_2^2 + 2b[a - b(Q_0 + Q_1)]q_2 + \varphi}{4(k-b)} \quad (24)$$

其中 φ 代表不含 q_2 的一系列常数项之和,因对此处研究无影响,故省略。

令 $P' = a - b(Q_0 + Q_1)$,因价格不可能为负,故 $P' > 0$ 。

因此 $q_2 \geq 0$ 时, $\frac{\partial \max\Delta\pi_1}{\partial q_2} = \frac{b^2q_2 + bP'}{2(k-b)} > 0$,所以 $\max\Delta\pi_1$ 是 q_2 的递增函数。

当粮价过低,粮企本应通过收购粮食,增加储备来托高粮食均衡价格,但粮企收购粮食会面临着储

备成本和管理成本增加,储备价值增量随着自身收购量的增加呈现先递增后递减的规律,当收购量达到某一水平,价值增量取得最大值后,继续增加收购量将导致企业价值增量的下降,此时,企业将不愿增加收购量;另一方面,由于企业自身价值增量的最大值是对方企业收购量的增函数,对方企业增加收购会使得粮价上升,于是本企业可以在不增加储备成本的情况下分享粮价上升的好处,而对方企业反而因多收购而承担更多的储备成本,价值增量下降。

(2)粮储企业之间的混合策略博弈模型构建及求解。混合策略博弈包含 3 个要素:参与博弈者的名单,本模型博弈者是粮储企业甲和粮储企业乙;每一个参与者的策略单,本模型甲乙企业可选择的粮食收购量为 a 或 b ,且 $a < b$;每一个策略组合所对应的收益单,本模型将博弈者的收益函数定义为:当二者的收购量相同时,收益为该收购量的 k 倍减去该企业的收购量;当二者收购量不同时,收益为二者收购量中最小的那个收购量的 k 倍减去该企业的收购量再加上一个较小的增量 θ ,且满足 $a + \theta < b$, $k \geq 2$ 。

因此,本文构建的粮储企业甲与乙之间博弈收益矩阵见表 3。

表 3 粮储企业甲与乙间的博弈收益矩阵

项目	粮储企业乙			
	策略 L:收购量 a	策略 R:收购量 b	概率值	
粮储企业甲	策略 L:收购量 a	$(k-1)a, (k-1)a$	$(k-1)a + \theta, ka - b + \theta$	γ
	策略 R:收购量 b	$ka - b + \theta, (k-1)a + \theta$	$(k-1)b, (k-1)b$	$1 - \gamma$
	概率值	φ	$1 - \varphi$	

对粮储企业甲和乙来说,每种决策下收益的大小是其选择策略的基础,四种结果对应的收益大小为: $(ka - b + \theta) < (k-1)a < (k-1)a + \theta < (k-1)b$ 。

在这个阶段性的同时博弈里,没有惟一的纳什均衡解,而是存在两个纯粹策略的纳什均衡: (L, L) 和 (R, R) ,对应收益分别为 $[(k-1)a, (k-1)a]$ 和 $[(k-1)b, (k-1)b]$, (R, R) 纳什均衡中甲和乙的收益均大于 (L, L) 均衡时二者的收益。

在完全信息情况下,当甲得知乙将采取 L 策略时,甲基于自身收益最大化考虑,也会选择采取 L 策略;当乙选择 R 策略时,甲也同样会选择 R 策略。所以甲没有占优策略,他的最优策略根据 B 的策略而定。同理,企业乙也没有占优策略,他的最优策略根据甲的策略而定。这表明现实中粮储企业甲和乙

都会面临选择的困惑。这时甲和乙都可能以一定的概率选择 L 策略或 R 策略,以实现其收益的最大化。这个最优的概率组合,就是他们混合博弈的纳什均衡。

假定甲企业选择 L 策略的概率是 γ ,选择 R 策略的概率是 $1 - \gamma$ 。乙企业选择 L 的概率是 φ ,选择 R 策略的概率是 $1 - \varphi$ 。对甲企业而言,选择 L 策略的期望效用为:

$$U(L) = (k-1)a\varphi + (ka - a + \theta)(1 - \varphi) \quad (25)$$

选择 R 策略的期望效用为:

$$U(R) = (ka - b + \theta)\varphi + (k-1)b(1 - \varphi) \quad (26)$$

令 $U(L) = U(R)$,得到:

$$\varphi = \frac{(k-1)(b-a) - \theta}{k(b-a) - 2\theta} \quad (27)$$

同理,对乙企业而言,可以得到:

$$\gamma = \frac{(k-1)(b-a)-\theta}{k(b-a)-2\theta} \quad (28)$$

因此, 甲企业和乙企业该混合策略的纳什均衡是:

$$\sigma_{\text{甲}}^* = \sigma_{\text{乙}}^* = \left(\frac{(k-1)(b-a)-\theta}{k(b-a)-2\theta}, 1 - \frac{(k-1)(b-a)-\theta}{k(b-a)-2\theta} \right) \quad (29)$$

由于 $b > a > 0, k \geq 2, \theta > 0$, 根据不等式性质可知:

$$\varphi = \gamma = \frac{(k-1)(b-a)-\theta}{k(b-a)-2\theta} > \frac{(k-1)(b-a)}{k(b-a)} = 1 - \frac{1}{k} \geq \frac{1}{2} \quad (30)$$

因此, 甲和乙企业选择 L 策略的概率均大于选择 R 策略的概率。

甲和乙企业最终实现纳什均衡(L, L)的概率为 $\varphi^2 = \gamma^2 > \frac{1}{4}$, 要高于实现纳什均衡(R, R)的概率

$$(1-\varphi)^2 = (1-\gamma)^2 < \frac{1}{4}.$$

模型结果表明在没有外界干预博弈过程的情况下, 甲和乙企业选择 L 策略的概率高于选择 R 策略的概率。这样进行博弈更可能的结果就是双方企业都选择收购量较少的 L 策略, 在(L, L)均衡下, 双方的收购量都为较低水平的 a , 粮价还未上升到理想的调控目标, 不能达到调控粮价的最佳效果。

(3) 政府储粮补贴对粮储企业博弈的影响——引入政策补贴 ω 后的混合策略博弈。为使博弈双方有可能选择(R, R)均衡, 需要引入一个常量 ω , ω 可以认为是国家对粮食收购量相对较多的企业实施一定的政策补贴, 这将影响博弈双方的决策收益, 进而影响最终的均衡选择。引入政策补贴 ω 后粮储企业甲与乙间博弈收益矩阵见表 4。

表 4 引入政策补贴 ω 后粮储企业甲与乙间的博弈收益矩阵

项目	粮储企业乙		
	策略 L: 收购量 a	策略 R: 收购量 b	概率值
粮储企业甲 策略 L: 收购量 a	$(k-1)a, (k-1)a$	$(k-1)a + \theta, ka - b + \theta + \omega$	γ
粮储企业甲 策略 R: 收购量 b	$ka - b + \theta + \omega, (k-1)a + \theta$	$(k-1)b + \omega, (k-1)b + \omega$	$1 - \gamma$
概率值	φ	$1 - \varphi$	

求解这个博弈的混合策略纳什均衡解, 对于甲企业, 选择 L 策略的期望效用为:

$$U(L) = (k-1)a\varphi + (ka - a + \theta)(1-\varphi) \quad (31)$$

选择 R 策略的期望效用为:

$$U(R) = (ka - b + \theta + \omega)\varphi + (kb - b + \omega)(1-\varphi) \quad (32)$$

令 $U(L) = U(R)$, 得到:

$$\varphi = \frac{(k-1)(b-a)-\theta+\omega}{k(b-a)-2\theta} \quad (33)$$

同理, 对乙企业而言, 可以得到:

$$\gamma = \frac{(k-1)(b-a)-\theta+\omega}{k(b-a)-2\theta} \quad (34)$$

由该公式可得出, 当政府给予的储粮补贴 ω 的值越大, 各个粮储企业选择较高收购量的概率也就越大, 为使(R, R)均衡成为企业甲和乙的最终选择, 则 ω 应当满足:

$$\varphi = \gamma = \frac{(k-1)(b-a)-\theta+\omega}{k(b-a)-2\theta} = 1, \text{ 即 } \omega = b - a - \theta \quad (35)$$

当政府对企业储粮的补贴水平满足条件 $\omega = b - a - \theta$ 时, 策略 R 不仅是甲企业的占优策略, 同时也是乙企业的占优策略, 最终的博弈均衡是(R, R), 双方的收购量都为较高水平的 b , 在供求关系作用下会使当前过低的粮价上升到一个较高水平, 有助于最终实现国家调控粮价、稳定粮食市场的目标。

三、结论及建议

(1) 关于农户关系主体的行为研究方面。农户与农户间的有限理性进化博弈结果表明, 种粮农户的储粮行为有着极大的模仿性和趋同性特征, 政府可以通过补贴政策影响农户收益水平来影响农户策略选择, 从而使农户储粮行为与国家政策调控方向一致。因此, 政府可以补贴形式鼓励少部分积极储备粮食的农户, 对其他农户形成带动和辐射作用, 最终提高农户粮食储备总量, 保障粮食宏观调控效果。农户与地方政府之间的动态重复博弈结果表明, 若农户对未来粮价具有理性预期, 政府对粮食储备的补贴值要大于农户储备粮食而产生的成本的现值, 此时农户储备粮食的收益要高于不储备粮食的收益, 理性的农户将在政府补贴的情况下选择积极储备粮食; 若农户对未来粮价预期非理性, 则会影响到农户对于粮食储备问题的跨期决策, 可能导致农户储粮的逆向操作行为, 从而加剧粮食市场波动。因此, 政府应采取一定措施来完善粮食价格形成机制, 引导农户形成对粮价的合理预期, 例如实施粮食目标价格制度, 减少对粮食价格市场的扭曲。

(2)关于粮储企业关系主体的行为研究方面。当市场粮价偏高,粮储企业执行政策性任务充当市场卖方时,相比各粮企处于同等地位同时决策而言,中央储备充当领导者率先决策、影响其他粮企的市场预期能使二者粮食抛售总量更多,对高粮价的调控效果更好。当市场粮价偏低时,粮储企业应当执行政策性任务充当市场买方,但研究发现粮企采取了追求利益最大化,背离政策性任务的行为,此时国家应给予收购量多的粮企以满足一定条件的粮食储存补贴,改变粮企的收益函数,形成正向激励,使粮企更好的执行粮储调控政策成为其收益最大化目标下的最优策略选择,从根本上规避粮企对政策性任务的背离行为,最终实现托高粮价的调控目标。

参 考 文 献

- [1] 滕祥文. 浅谈我国的粮食储备[J]. 粮食流通技术, 2003(4): 7-8.
- [2] 李章晓. 关于我国粮食储备问题的相关讨论及对策研究[J]. 法制与社会, 2007(11): 631.
- [3] 王静玲. 粮价波动与国家粮食安全问题[J]. 生产力研究, 2007(1): 103-105.
- [4] 匡远配. 中国农户粮食储备补贴: 理由和实现机制研究[J]. 粮食论坛, 2008(12): 19-23.
- [5] 史清华, 卓建伟. 农户粮作经营及家庭粮食安全行为研究——以江、浙、沪 3 省市 26 村固定跟踪观察农户为例[J]. 农业技术经济, 2004(5): 23-32.
- [6] 舒在习. 论农村储粮与国家粮食安全[J]. 粮食科技与经济, 2001(1): 36-37.
- [7] 张瑞娟, 武拉平. 基于资产选择决策的农户粮食储备量影响因素分析[J]. 中国农村经济, 2012(7): 51-59.
- [8] 吴娟, 王雅鹏. 我国粮食储备调控体系的现状与完善对策[J]. 农业现代化研究, 2011(11): 662-665.
- [9] 万广华, 张藕香. 中国农户粮食储备行为的决定因素: 价格很重要吗? [J]. 中国农村经济, 2007(5): 13-23.
- [10] 柯炳生. 中国农户粮食储备及其对市场的影响[J]. 中国软科学, 1997(5): 22-26.
- [11] 何蒲明, 黎东升, 王雅鹏. 储备粮运作与粮食价格变动关系的实证分析[J]. 中国农业资源与区划, 2010(8): 17-22.

Study on Behavior of Subject of Grain Reserve in China from Perspective of Game Theory

LIU Ying, WU Xiao-han

(College of Economics and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei, 430070)

Abstract As the main subjects of China's grain reserves, farmers and local grain enterprises play an important role in ensuring food security, but they are often driven by self-interest to perform reverse operations, which thus seriously influences the effects of national grain reserve macro-control policy. This paper, based on different grain reserve subjects, builds the Game Model. The result shows that as for farmers, their grain reserve behaviors have a great imitation and convergence characteristics, and their irrational expectation of future food prices is an important reason for their reverse behaviors. Government should both guide farmers to form rational expectations about the future food prices and affect farmer's income so as to affect their final decision through subsidy policy of grain reserve. As for the main grain reserve enterprises, this paper proves that their reverse operation behaviors are the inevitable result of the pursuit of maximization profit and the game without outside intervention will ultimately cause the reduction of effect of food reserve policy control. Therefore, government should encourage the China Grain Reserves Corporation to play the leading role in influencing grain enterprises' expectation or introduce the policy subsidies to influence the game's proceeds and form positive guidance and incentives for grain enterprises, which will make the implementation of grain storage policy become the optimal choice under their maximization interests, and fundamentally avoid the reverse operation of grain enterprises.

Key words grain security; grain reserves; reserve regulatory effect; reverse operation; game theory