

# 企业投资行为不确定性与实物期权的实证分析

黎实

(西南财经大学统计学院, 成都 610074)

**摘要:** 以实物期权定价投资分析思路, 实证分析了当投资为不可逆性时不确定性因素是如何对企业投资决策行为形成影响的机制. 运用四川省、重庆市 227 家工业企业 1998—1999 年的面版数据 (panel data set), 检验了不确定性条件下不可逆投资模型的预测性. 基于企业投资决策者关于未来企业产出需求主观概率分布的抽样调查信息, 构造了企业产出需求的期望方差, 作为不确定性因素的测度. 实证分析结果表明, 对于命题不确定性程度越高投资临界水平值就越大, 样本企业的信息给予了支持, 但对于命题仅当企业资本边际收益产出达到投资临界水平值时企业方才投资, 样本企业的信息却缺乏充分证据予以支持, 对此现象论文给出了若干解释.

**关键词:** 实物期权定价; 企业投资决策; 不确定性; 不可逆性

**中图分类号:** F830.59

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-9807(2004)02-0032-08

## 0 问题的提出

实物期权定价理论研究的基本思路是, 将金融期权与企业投资行为进行类比, 把企业的投资机会视为实物期权, 用金融期权定价理论方法研究企业实物投资行为, 着力考证实物投资收益的不确定性, 投资的等待价值以及投资标的物的交易性等因素在投资行为中的效应, 重点关注不确定性、不可逆性对企业实物投资决策的影响. 已有的研究表明, 在不确定性条件下, 企业的最佳投资决策不再仅仅是简单依存于传统意义上临界值的单值水平 (如 NPV 是否大于或等于零; Tobin 的  $q$  值是否大于或等于 1, 以及边际资本收益与用户成本间的单值比较等), 而是依存于具有更一般意义的投资临界水平 (the hurdle level that triggers investment) 的随机区间, 并且这个随机区间的上下限决定了企业的不同投资行为<sup>[1~4]</sup>. 同时, 不确定性因素对不同类型的企业投资决策产生的不同影响将依赖于其他的一些因素 (例如, 企业投资支出沉淀, 市场的支配力以及技术方面的问

题等).

实物期权投资实证分析已有的大多数研究中, 不可逆性对不确定性投资决策的效应 (与投资临界水平上下限水平的数量关系), 不确定性和不可逆性对平均投资 (规模) 水平的影响等方面, 目前尚未有公认的定论. 首先, 关于不确定性因素量化的处理是否显著、有效, 仍需进一步的验证分析<sup>[5~8]</sup>. 其次, 关于不确定性因素与投资临界水平量化关系的实证研究中, 结论尚不统一. 一种观点认为, 企业投资的不确定性因素越大则企业的投资意愿越小<sup>[3]</sup>. 但另一种观点认为, 在某一时期内的平均投资规模依赖于  $MRPC$  (marginal revenue product of capital) 达到临界水平的速度及频率, 故投资行为的短期净效应还应取决于这些因素的均衡状况<sup>[9,10]</sup>. 另外, 若企业不可逆性投资的规模越大且市场支配力显著, 则其不确定性的效应就越严重<sup>[5,6,11]</sup>. Caballero 和 Pindyck 从行业层面考证检验了命题“不确定性的增加将增加投资临界水平值”的真伪, 他们发现不确定性的测度与投资临界水平测度间存在着正相关关系<sup>[12]</sup>. 最后, 关于

收稿日期: 2002-09-24; 修订日期: 2003-11-16.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (79770075).

作者简介: 黎实 (1955—), 男, 四川成都人, 博士, 教授, 博士生导师.

投资的不可逆性、不确定性对长期平均投资和资本存量效应的研究,目前也尚未形成定论<sup>[10]</sup>. Abel 和 Eberly 证明了由于具有不可逆性投资的企业在不确定性条件下面临较高的资本用户成本,这将趋于降低企业的投资活动和资本存量<sup>[1,91]</sup>;然而悬留效应(hangover effect)的存在,则趋于增加企业平均资本存量的水平<sup>[91]</sup>,与 Dixit、Pindyck 的研究结论正好相反<sup>[3,41]</sup>.

为此,本文将从中国实物投资决策实证分析角度出发,验证理论命题“只有当 MRPC 达到特定的一簇投资临界水平值时,企业才发生投资行为”在我国企业层面的投资决策实践中是否显著、有效;提出检验此理论命题显著性的某种量化方法;研究在我国企业的投资决策行为实践中,不确定性与不可逆性的效应等问题.

## 1 若干理论问题

### 1.1 投资临界水平值的确定

企业的动态投资问题是

$$V^*(K_t, Z_t) = \max_{(x)} E_t \left[ e^{-r(\cdot)} \left[ \frac{1}{1+r} K^{1+\alpha} Z d - P dX \right] \right] \quad (1)$$

s.t.  $dK = -Kd + dX, dX \geq 0$

其中:  $Z_t$  是经营条件参数,可表示为  $Z_t = f(\mu, D_t, A_t)$ ,  $Z_t$  与企业产品的需求强度和企业生产率成正比关系,与除资本成本外的其他要素成本成反比关系,  $Z_t$  是随机变量,具有常数平均增长率  $\mu$  和方差  $\sigma^2$ , 记为  $dZ = \mu Z dt + \sigma Z dW$ , 遵从标准 Wiener 过程;  $K$  是企业已安装的资本存量;  $P_t$  是投资品价格,  $\mu = \frac{\mu - 1}{1 - (1 - \mu)}$ ,  $-1 < \mu < 0$ ,  $\mu$  是成本加价因子的逆,表征企业的垄断力.

显然,上式的解法是当

$$\left[ \frac{(KZ)}{(r + \dots)} \right] dK = \frac{PdK}{(\dots - 1)} \quad (2)$$

时,企业进行投资. 其中:  $\frac{PdK}{(\dots - 1)} = f(\dots, \sigma^2)$ . 企业的目标函数是要选择一种最佳投资准则极大化企业利润的贴现值.

考虑到简化运营利润是  $K$  和  $Z$  的函数和依据一阶条件,显然企业的 MRPC 也是资本存量  $K$  和

经营条件  $Z$  的函数. MRPC 是随机的,并随着企业所承受的市场需求、要素投入价格以及生产率等方面的冲击变化而波动. 可以证明,企业最优投资策略的条件可记为

$$\left[ \frac{MRPC}{(r + \dots)} \right] dK = PdK \quad (3)$$

其中:  $\dots = f(\dots, \sigma^2)$ ;  $r$  是企业贴现率;  $\dots$  是折旧率;  $\dots$  是经营条件指标的趋势增长率;  $\sigma^2$  是经营条件指标的方差;  $P$  是资本品的购买价格.

式(3)表明,企业要等待直到企业贴现后的 MRPC 超过  $PdK$ (称之为资本品成本,或投资临界水平,或期权值乘数),才做出进行不可逆性投资的决策. 由于乘数  $\dots$  是经营条件指标方差  $\sigma^2$  的递增函数,那么企业的不确定性程度越高,则投资临界水平值也就会相应地提高. 而且,各个不同的企业有其特定的情况,市场需求的增长率和方差、资本品的购买价格、资本成本、企业专用技术等均存在着非同质性,不同企业有其不同的投资临界水平数值.

### 1.2 计量经济学模型

条件(3)可改记为

$$\begin{aligned} Investment > 0 & \text{ 若 } MRPC > h \\ & = 0 \text{ 其他} \end{aligned} \quad (3')$$

其中:  $h$  是用户资本成本和不确定性变量的一个函数.

判断“当企业的 MRPC 达到一簇特定的临界值水平  $h$  时企业是否发生投资行为”命题真伪时,存在的问题是临界值  $h$  不可直接观测,以及在实证分析中对其进行近似替代的问题. 解决近似替代的基本思想是:设上述投资的理论分析为真,企业严格按照这种理论分析思路进行投资决策,只有当其 MRPC 达到其临界值时企业才发生投资行为. 基于此,企业发生投资行为时所测度的 MRPC,就应是企业投资临界水平  $h$  的一阶近似. 然而那些没有发生投资行为的企业,由于无法得到其有关投资临界水平的观测数据信息,也就无法对其采用这种一阶近似法<sup>[16,18]</sup>. 对此问题,笔者以为,理论上,对于所有的企业(包括发生和没有发生投资行为的企业),都应存在着关于投资临界水平决定因素的理论分析,且这些因素都有着相关的实际数据记录或预测推断数据记录,故可运用多方面的信息为发生或没有发生投资行为的

企业生成投资临界水平  $h$  的预测, 作为全部企业投资临界水平的替代(例如, 各个不同企业投资临界值理论决定因素的数据, 对  $MRPC$ (发生投资行为企业的  $MRPC$  观测数据) 回归所得的系数等)。另外, 对那些发生了投资行为(或具有正投资)的企业而言, 基于上述分析, 所记录的  $MRPC$  就是其投资临界水平  $h$  的一阶近似。

对投资临界水平回归所得的各回归元的系数, 仅是依据部分信息数据(发生投资行为企业的信息)估计得到的系数, 并没有体现没有发生投资行为企业的信息, 存在着显著的抽样选择偏误<sup>[15]</sup>。为此, 笔者采用三个步骤对这种由于非随机抽样所产生的选择性偏误进行校正。

**第 1 步** 运用简化式 Probit 模型(临界值方程)描述企业是否进行投资的决策过程。在条件(3')中,  $h$  是不可观测的, 投资临界水平  $h$  的决定因素可由下列模型判别。

$$h = \alpha_0 + \alpha_1 U + \alpha_2 C + u_1 \quad (4)$$

其中:  $U$  是不确定性变量;  $C$  是资本成本变量。引入 Probit 模型对企业投资行为进行描述, 有

$$I^* = \alpha_0 + \alpha_1 \left( \frac{MRPC}{P} - h \right) \quad (5)$$

将式(4)代入式(5), 可得简化 Probit 模型

$$I^* = \alpha_0 + \alpha_1 \left( \frac{MRPC}{P} - (\alpha_0 + \alpha_1 U + \alpha_2 C) \right) + u_1 u_2 = W \quad (6)$$

其中:  $W = \left[ 1, \frac{MRPC}{P}, U, C \right]$ ;  $\beta = \left[ (\alpha_0 - \alpha_1 \alpha_0), \alpha_1 - \alpha_1 \alpha_1, \alpha_1 - \alpha_1 \alpha_2 \right]^T$ ,  $u_2 = Q_1 u_1$ 。

**第 2 步** 对  $MRPC$  进行选择偏误校正回归。即基于那些已经发生投资行为(或企业为正投资)企业的信息, 对  $MRPC$  进行选择偏误校正最小二乘估计。设, 所观测到的发生投资行为企业的  $\frac{MRPC}{P}$  可被用作其投资临界水平的一阶近似。考虑企业投资临界水平将依赖于不确定性和资本成本, 设定如下选择性偏误模型, 并基于企业发生投资行为的信息, 对其进行了估计

$$\frac{MRPC}{P} = \alpha_0 + \alpha_1 U + \alpha_2 C + \alpha_3 O + \alpha_4 M + \alpha_5 \quad (7)$$

其中:  $U$  和  $C$  的定义如上;  $O$  包括预期与  $\frac{MRPC}{P}$  相关的其他变量(如资本产出率、劳动装备率等);

是反米勒比率(inverse Mill's ratio)<sup>[17]</sup>。

**第 3 步** 估计结构型 Probit 模型, 检验当其  $MRPC$  靠近所预测的投资临界水平时, 企业是否更愿意进行投资。依据方程(5), 有

$$\Pr(INVDUM = 1) = \Pr \left[ \left( \alpha_0 + \alpha_1 \left( \frac{MRPC}{P} - h \right) \right) > 0 \right] \quad (8)$$

其中:  $INVDUM$  是虚拟变量, 发生投资行为时为 1, 其他为 0;  $\alpha_1 > 0$ 。投资临界水平  $h$  的一致性估计可由下式导出

$$h = \alpha_1^{-1} U + \alpha_2^{-1} C \quad (9)$$

值得注意的是, 即使关于  $h$  的间接观测值仅仅来自于那些发生投资行为的企业, 但是投资临界水平的预测却是针对全部企业的。其原因是, 文献[16]证明了采用 Probit 方法估计结构型模型(8)所得的估计具有一致性, 并导出了校正渐近协方差矩阵。基于文献[16]的结果,  $Q_1$  被期望为正数且在统计上为显著的, 以检验企业是否等待其  $MRPC$  达到投资临界水平才发生投资行为。

依据条件样本(发生投资行为的企业数据), 笔者还对下列包含不确定性变量的加速器类投资模型(投资水平模型)进行了估计, 以便比较分析。

$$\frac{inv}{c \text{ pit } l} = \alpha_0 + \alpha_1 U + \alpha_2 C + \alpha_3 Y + \alpha_4 i + \alpha_5 \quad (10)$$

其中:  $inv$  是投资水平, 为了消除不同企业规模上的差异, 不同企业的投资水平用其自身的资本存量  $capital$  进行同度量化处理;  $Y$  是增加值与资本存量之比, 的定义与作用如前所述。

### 1.3 不确定性变量、不可逆变量及 MRPC

#### 1.3.1 不确定性变量

不确定性变量的确定是依据所选样本企业管理者的调查问卷数据。笔者着重调查了样本企业(包括独资、企业、合作企业、有限责任企业以及其他企业)决策人(主要是负责投资决策、生产决策的厂长、经理或董事(长))分别对本企业产品市场需求的一年和三年的预期, 辅助调查了关于企业产品的市场首创或仿效两类属性的信息, 作为不确定性变量的补充。据此, 可根据调查数据计算出企业期望需求增长的均值和方差。

设  $E_0 d_{te}$  和  $E_0 \sigma_{te}^2$  分别为未来第  $t$  年的产品需求变化的条件均值和条件方差( $E_0 d_{te}$  和  $E_0 \sigma_{te}^2$  可根据

所设计的问卷调查表数据计算). 记  $S_0$  为基期的销售额, 则产品需求的主观期望均值和主观期望方差分别为  $E_0 X_t = (1 + E_0 d_{ie}) S_0$  和  $E_0 \sigma_t^2 = E_0 \sigma_{ie}^2 S_0^2$ .

在实证回归分析中, 考虑到不同企业间的规模和财力状况存在差异, 对代表产品需求平均增长的期望  $E_0 X_t$ , 产品需求变化的主观方差  $E_0 \sigma_t^2$ , 分别用上期的资本存量进行同度量化处理. 以对不同企业决策人的风险厌恶差异进行调节和对企业产品期望需求的平均增长进行约束, 降低不确定性效应估计中的有偏性.

### 1.3.2 不可逆性变量

Guiso 和 Parigi 根据企业租赁资本品, 购买旧的资本品以及出售资本品的状况划分企业投资行为可逆性的难易程度, 并以此作为划分不可逆性变量的标志<sup>[13]</sup>. Pattillo 指出了这种做法的不足<sup>[18]</sup>. 笔者的做法是, 用资本存量的实际销售价值与资本存量的实际重置价值之比作为不可逆性变量的测度, 并在实证回归分析中构造了另一虚拟变量  $REV$  ( $REV = 1$  代表企业资本存量实际销售价值与实际重置价值之比大于样本平均值, 反之, 则  $REV = 0$ ), 将非属性的不可逆性变量转变为虚拟变量. 其原因是不可逆性变量的样本中包

含某些奇异值, 而所采用的估计方法又不能对异方差性加以完全的控制, 这些奇异值的存在可能会导致估计结果的偏误.

### 1.3.3 资本的边际收益产出 $MRPC$

为了估计发生投资行为企业的投资临界水平方程和企业的结构 Probit 模型, 需要对资本边际收益产出 ( $MRPC = KZ$ ) 进行测度: 根据简化营业利润方程,  $Z$  根据利润变量 ( $Profit$ ), 资本存量  $K$  和参数求解. 这里  $K$  定义为一个企业的厂房和设备的价值;

$$= \frac{\mu - 1}{1 - (1 - \mu)^\mu}$$

是资本份额和资本品售价成本加价因子倒数的函数. 为了求解, 需要对资本份额、成本加价因子倒数等变量进行度量. 资本份额可从 Cobb-Douglas 生产函数的估计中导出; 资本品售价的成本加价因子倒数可按文献<sup>[11]</sup>的方法进行.

## 2 结果

按照上述思路, 运用四川省、重庆市两地 227 家工业企业 1998—1999 两年的截面时序数据 (panel data set) 进行了实证分析, 结果如表 1 所示.

表 1 不确定性条件下企业投资模型的估计结果

Table 1 Estimations of the firm's investment models under uncertainty

	简化型	MRPC 方程		结构型	Tobin 型
	Probit 模型			Probit 模型	投资选择模型
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	不考虑可逆性	仅发生投资行为的企业	全部企业		
截距项	1.183 (0.52)	-1.341 (1.21)	-0.985 (1.38)	0.01 (0.01)	1.233 (6.23)
增加值/资本存量 <sub>t-1</sub>	0.012 (3.81)			0.21 (3.34)	0.019 (3.25)
利润率 <sub>t-1</sub>	0.004 (0.38)	-0.016 (0.045)	-0.124 (1.28)	0.023 (0.45)	0.001 (0.55)
企业规模的对数	0.026 (1.89)			0.046 (0.96)	0.021 (1.81)
平均需求增长的期望值	0.002 (2.04)	-0.008 (0.56)	0.0021 (0.65)		0.004 (4.02)
期望需求增长的方差	-0.012 (2.86)	0.127 (4.18)	-0.001 (0.56)		-0.002 (2.04)
产出/资本		0.159 (5.46)	0.562 (4.35)		
资本/劳动者人数		0.079 (0.0038)	0.088 (0.16)		

笔者可对进一步感兴趣者提供相关的计算用数据.

续表 1

	MRPC 方程			结构型	Tobin 型
	简化型 Probit 模型			Probit 模型	投资选择模型
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	不考虑可逆性	仅发生投资行为的企业	全部企业		
企业的建厂时间	- 0.005 (0.78)			- 0.002 (0.56)	- 0.19 (0.39)
$MRPC = KZ$	0.038 (3.25)				
		0.006 (0.01)			
$MRPC - h$				- 0.027 6 (0.21)	
样本数	227	84	227	106	84
对数极大似然率	- 154.1			- 102.6	
调整后的 $R^2$		0.68	0.65		0.52
F 检验		11.8	24.6		11.3

\*括号内的数据是  $t$  统计量的绝对值。

简化式 Probit 模型(方程(6))的估计结果(如表 1 的第 1 列所示)表明,企业增加值的增长率越快, $MRPC$  越大,企业发生投资行为的概率就越大;企业规模越大,投资的意愿越强;建厂时间越长,投资的意愿越弱。需求平均增长期望对企业投资决策有显著影响,期望需求增长的方差则显著降低了企业投资的意愿。与预期的理论分析不符的是,实证分析结果并没有接受“企业的利润率对企业投资决策有着显著影响”这一命题。

基于发生投资行为企业的  $MRPC$  可作为投资临界水平一阶近似替代的理论命题,运用发生投资行为企业的相关数据对选择性偏误模型(方程(7))进行了估计。估计中,除了选择偏误模型理论分析中的有关变量选择外,还引入了利润率变量。采用上述方法估计了选择偏误模型。所得结果显示(见表 1 第 2 列),需求平均增长的期望值、利润率以及劳动者资本装备率等变量,对企业投资决策的影响在统计上并不呈现显著的特性,而平均需求增长的方差和资本产出率却对企业投资决策有着非常显著的统计特征和数量方面的重要性。这表明,平均需求增长的方差的确对具有正投资活动企业  $MRPC$  的水平有着显著的正效应。这个结果在一定意义上也可看作是对命题“较高的不确定性水平会增加企业投资临界水

平”的实证分析支撑。

为了支撑发生投资行为企业的  $MRPC$  可被看作是企业投资临界水平的一阶近似的解释,还采用全部企业(包括发生和没有发生投资行为企业)的数据,对  $MRPC$  方程进行了回归,回归结果(如表 1 第 3 列所示)显示, $MRPC$  依赖于资本产出率变量,投资临界水平却依赖于不确定性变量,这是因为对没有发生投资行为的企业而言,企业的  $MRPC$  与投资临界水平不存在等价关系。不确定性变量的替代变量在用全部样本对  $MRPC$  方程进行的回归分析中,统计意义并不显著,也可认为是对上述分析的说明。

将表 1 中第 2 列相应的系数和各个企业投资临界水平决定因素的观测值代入方程(9),估计了方程(8),以检验企业  $MRPC$  与投资临界预测值间的差异是否是显著影响企业投资决策的决定因素之一(如表 1 第 4 列所示)。显然,当  $MRPC-h$  项的系数具有显著的统计意义且为正,则表明“等待  $MRPC$  变化直到等于或超过投资临界预测值”的等待选择因素的确对企业的投资决策有着重要的影响。本文的结果中(如表 1 第 4 列所示), $MRPC-h$  项的系数并不具有显著的统计意义且为负,说明样本企业的投资决策中尚未考虑投资的“等待”

因素,而这个投资的“等待”因素却是实物期权定价投资决策思想的核心。

最后,方程(10)的估计结果列在表1的第5列中。其中投资水平变量  $INV$  是发生投资行为企业的投资水平。结果提示,增加值增长率不但影响投资决策,而且与投资规模水平也有着显著的正相关关系。在10%的显著水平上,企业规模变量分别对企业的投资决策和投资水平均有影响。较高的需求平均增长期望值不仅是企业投资决策决定因素之一,还是投资水平的影响因素之一;期望需求增长的方差(或不确定性的替代变量)对企业的投资决策和投资水平均有显著的负面效应。

### 3 讨论

上述分析结果中,与理论分析的结论相背的是,利润率变量在回归分析中基本不具备统计的显著性,表明在统计上利润率变量对企业的投资决策和投资规模水平不存在显著的影响效应,与现有的国外研究结果相异。究其原因,笔者以为,理论上利润率可认为是已经实现了的平均资本收益率,进而利润率与企业的资本成本存在某种依存关系。现代投资理论中,无论是Tobin的 $q$ 理论还是实物期权定价理论,都暗含了资本调节成本函数为凸性(通常为投资规模的二次型函数)的假设。这种二次型调节成本函数的意义在于,规模大且变化迅速的投资行为将会付出较大的成本,因此,企业的投资决策最佳选择是进行连续小规模的投资活动。另外,二次型调节成本函数还可演绎出线性投资函数,产生平滑的加总线性动态特性。

但是,就地处西部的样本企业而言,其投资资本调节成本函数是否满足凸性假设值得考证,所面临的资本成本函数与非西部其他地区企业比较也有所不同。笔者认为,西部企业至少有四个投资调节成本因素不可忽视:(1)项目搜索与投资决策成本,西部企业所需要的资本品通常都具有高度的企业专用性质,加之西部地区区域性资本市场尚处于萌芽或初级阶段,项目搜索和投资决策的成本相对要高于非西部其他地区;(2)另类成本,西部企业在发生投资行为时,通常都伴随获得投资许可或进口许可的费用。而这些成本可能以

显现或隐含的形式表现出来,并且与企业的投资规模无关(例如,某些企业为了获得购买设备的减免税,倍受官僚主义作风的煎熬,自然会产生另一类应记入调节成本的成本);(3)融资成本,西部不发达的资本市场和资金市场,给西部企业融资带来了新的成本;(4)扰动性成本,在进行现代企业制度改革中,西部企业大多数都面临着扰动性成本(例如,转产导致生产线的改组或永久关闭,新设备新机器的使用培训,不良基础设施环境(水、电、交通运输等的可靠性)对新建、搬迁企业形成的有形或无形成本,等等)。

正是这些特殊的调节成本结构的存在,使得西部大多数企业在面临市场需求条件和生产率发生变化时,并不是按照资本调节成本函数假设,做出对其资本存量连续进行小规模调整的最优投资决策。或者换言之,在本文的实证分析中资本调节函数的凸性假设并没有得到满足。这可能也是利润率变量没有凸显统计显著性的原因之一。

另一问题是,样本企业的  $MRPK$  项的系数并不具有显著的统计意义且为负,表明在平均的意义上,样本企业的投资决策过程均未考虑投资的“等待”因素,或者说,这些样本企业的投资决策并不是以“等待  $MRPC$  变化直到等于或超过投资临界预测值才发生投资行为”为准则,而是采用其他非实物期权定价准则,这在理论上则可被认为是“对‘样本企业投资决策的思路存在着不同程度的失误’命题的支持。笔者还以为,虽然是来自西部四川、重庆两地工业企业的信息,但也可能是全国各地各类企业投资决策状况的缩影,具有一定的普遍意义。因此,普及实物期权定价投资决策思想,提倡在投资决策时考虑“等待”、“不确定性”等因素,减少投资的盲目性,应是改进和提高我国企业投资决策水平的关键因素之一。

理论分析中,本文将企业资本存量实际销售价格与资本存量实际重置价格之比作为替代不可逆性的变量,但在现有的资本品市场体制以及样本为西部企业的特定情况下,多数样本企业上述替代变量数据来源的渠道不畅,只收集到为数不多企业的相关数据,因而无法分析在不同可逆性程度条件下关于不确定性的效应分析,以及当  $MRPC$  达到投资临界水平时不同可逆性程度条件对企业投资决策状态的影响。

## 4 结束语

本文运用 1998—1999 年西部地区的 227 家工业企业的版面数据,从实证分析的角度,运用实物期权定价投资决策思路分析我国工业企业的投资决策实践,结果表明:(1)由企业经理人关于企业产品未来需求的主观概率分布表征的不确定性因素,对企业的投资决策和投资规模分别有着正向和负向的效应,即不确定性程度越强,企业投资临界水平就会越高(投资的意愿就会越小),而企业

的投资规模水平就会越低;(2)由于其特定的资本调节结构组成,样本企业的利润率对企业投资的决策和规模均未形成统计意义显著的影响,提示在中国实际国情条件下应用资本调节函数时应十分重视西方资本调节函数的假设前提条件;(3)样本企业的投资决策思路存在着这样或那样的不足,普及实物期权定价投资分析的基本思路,应是改进和完善我国企业投资决策体系的关键所在;(4)不确定性因素对企业投资行为影响效应的实证分析中,企业数据(微观数据)有其独特的分析特性,可用于辨析理论上尚未定论的某些问题,如不确定性对投资临界水平的具体效应等。

## 参 考 文 献:

- [1] Abel A B, Eberly J. A unified model of investment under uncertainty[J]. *American Economic Review*, 1994, 84(2): 1369—1384.
- [2] Bertola G, Caballero R. Irreversibility and aggregate investment[J]. *Review of Economic Studies*, 1994, 61: 223—246.
- [3] Dixit A K, Pindyck R S. *Investment Under Uncertainty*[M]. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994.
- [4] Pindyck R S. A note on competitive investment under uncertainty[J]. *American Economic Review*, 1993, 87(Mar): 273—277.
- [5] Ferderer J P. The impact of uncertainty on aggregate investment spending: An empirical analysis[J]. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1993, 25(Feb): 30—45.
- [6] Ghosal V, Loungani P. Product market competition and the impact of price uncertainty on investment: Some evidence from U. S. manufacturing industries[J]. *Journal of Industrial Economics*, 1996, 44: 217—228.
- [7] Huizinga J. Inflation uncertainty, relative price uncertainty and investment in U. S. manufacturing[J]. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 1993, 25 (Aug): 521—549.
- [8] Leahy J, Whited T. The Effect of uncertainty on investment: Some stylized facts[J]. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 1996, 28(Feb): 64—83.
- [9] Abel A B, Eberly J. Optimal investment with costly reversibility[J]. *Review of Economic Studies*, 1996, 63: 581—593.
- [10] Abel A B, Dixit A, Eberly J, *et al.* Options, the value of capital, and investment[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1996, ( ): 753—777.
- [11] Domowitz I R, Hubbard G, Peterson B C. Oligopoly super games: Some empirical evidence on prices and margins[J]. *Journal of Industrial Economics*, 1987, (4): 379—398.
- [12] Caballero R, Pindyck R S. Uncertainty, investment and industry evolution[J]. *International Economic Review*, 1996, 34: 641—662.
- [13] Guiso L, Jappelli T, Terlizzese D. Earning uncertainty and precautionary saving[J]. *Journal of Monetary Economics*, 1992, 30: 307—337.
- [14] Guiso L, Parigi G. Investment and demand uncertainty: Evidence from a cross section of Italian firms[J]. *IMF Occasional Paper*, 1996, (142).
- [15] Heckman J. Sample selection bias as a specification error[J]. *Econometrica*, 1979, 47: 153—161.
- [16] Lee Lung-Fei. Identification and estimation in binary choice models with limited (censored) dependent variables[J]. *Econometrica*, 1979, 47: 977—996.
- [17] Maddala G S. *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*[M]. New York: Cambridge University Press, 1983.
- [18] Pattillo C. Investment, uncertainty and irreversibility in Ghana[J]. *IMF Staff Paper*, 1998, 45(3): 522—553.

## Empirical analysis on uncertainty and real option in process of firm-level investment decision

*LI Shi*

Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 610074, China

**Abstract :** This paper focuses on how irreversibility influences the effect of uncertainty on firm-level investment decision with theory of real option pricing. In empirical study, panel data on Sichuan and Chongqing 227 firms in period of 1998—1999 is used to test predictions from models of irreversible investment under uncertainty. Survey information on the entrepreneur's subjective probability distribution over future demand for the firm's products is used to construct the expected variance of demand, which is used as a measure of uncertainty. Empirical results support higher uncertainty raises the hurdle level that triggers investment. Moreover, the results have not sufficient evidences to prove the prediction that firms wait to invest until the marginal revenue product of capital reaches a firm specific hurdle level, and some reasons for explaining this phenomenon are given.

**Key words :** real option pricing; firm-level investment decision; uncertainty; irreversibility

---

(上接第 21 页)

Gao Z Y, Si B F. Systems Analysis for Railway Passenger-Ticket Pricing Problem Under the Condition of Market Economy[M]. Beijing:China Railway Press, 2002. (in Chinese)

[12]高自友, 宋一凡, 四兵锋. 城市交通连续平衡网络设计——理论与方法[M]. 北京:中国铁道出版社, 2000.

Gao Z Y, Song Y F, Si B F. Urban Transportation Continuous Equilibrium Network Design Problem: Theory and Method[M]. Beijing:China Railway Press, 2000. (in Chinese)

## Optimal order policies with quantity discounts based on difference

*SUN Hui-jun, GAO Zi-you*

School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

**Abstracts :** Both the suppliers and purchasers can increase their profits through suitable price discounts. In this paper, a bi-level model representing the decision problem of price discounts and order policies with cooperation of both the supplier and purchaser in supply chain is proposed, and the algorithm based on the difference is used to solve the model. At last, a simple example illustrates that the bi-level model can express the relationship of supply and demand properly and can minimize the total cost of both the suppliers and the purchasers at the equilibrium state.

**Key words :** quantity discounts; order policies; algorithm based on difference; bi-level programming