

文章编号: 1001-0920(2006)09-1006-05

## 未来突发事件对企业新技术商业化决策的影响

袁蔡群, 仝允桓, 唐方成

(清华大学 技术创新研究中心, 北京 100084)

**摘要:** 分析了当新技术商品价格服从混合布朗运动/泊松跳跃过程时的企业战略决策, 并着重考察了未来突发事件对企业决策的影响。通过模型的一组模拟数值解发现当未来有不利事件发生时, 企业进入市场和退出市场的临界价格均随该事件的平均发生率的增加而增加; 而当未来有有利事件发生时, 进入市场和退出市场的临界价格则随该事件的平均发生率的增加而下降。

**关键词:** 新技术商业化; 突发事件; 进入决策; 退出决策

**中图分类号:** F272.3; F830.59      **文献标识码:** A

## Effects of Future Unexpected Events on New Technology Commercialization Decisions of Firms

YUAN Cai-qun, TONG Yun-huan, TANG Fang-cheng

(Research Center for Technological Innovation, Tsinghua University, Beijing 100084, China. Correspondent: YUAN Cai-qun, E-mail: yuancq\_03@em.tsinghua.edu.cn)

**Abstract:** Under the assumption that the price of new technology commodities follows a mixed Brownian motion/Poisson jump process, the strategic decisions of enterprise are analyzed, and the impact of the future unexpected events on the corporation decision is investigated. Through the numerical solutions of the model, when the unexpected events have the negative effect on the price, the optimal entry and exit threshold will increase with the rise of the average rates of events happen. In contrast, when the events have the positive effect, both the optimal entry and exit thresholds will decrease with the rise of the average rates of events happen.

**Key words:** New technology commercialization; Unexpected events; Entry decision; Exit decision

### 1 引言

随着科技进步速度的加快, 国民经济各个领域中新技术的应用呈加速增长的趋势, 新技术商业化已经成为新技术进入市场推广从而产生利润的一种重要途径。新技术商业化过程通常从技术研发开始, 再到技术转让和产品概念开发, 然后是产品的生产和销售<sup>[1]</sup>。在这个过程中, 技术可能直接从技术供方购得也可能自主研发获得, 依据这种来源的不同, Eduardo 等将新技术投资模式分为获得型 (acquisition project) 和发展型 (development project)<sup>[2]</sup>。无论是哪种投资方式, 当企业已经具备新技术之后, 新技术的采纳时间即进入市场的时间

就成为项目成功的关键因素之一。

通常对于一个企业而言, 应用新技术的决策是一种不可逆的决策, 所以过早采用新技术是一种非常冒险的行为, 但也能产生一系列的优势, 因为可以为以后新技术的进一步发展或更新换代积累经验和必要的知识储备<sup>[3]</sup>。与新技术的应用相对应的另一个重要策略是退出战略, 这也是在新技术商业化过程中需要考虑的问题之一, 一旦市场出现不利信号, 企业可能选择退出。而新技术的采纳和退出会受多种因素的影响。文献[4]在研究新技术的最佳采纳时间时认为, 技术的采纳时间受多种期权和各种机会成本的影响, 如图1所示。

收稿日期: 2005-07-06; 修回日期: 2005-09-06

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(70233001); 高等院校博士学科专项基金项目(0510309)。

作者简介: 袁蔡群(1977—), 男, 湖北黄梅人, 硕士生, 从事项目投融资决策的研究; 仝允桓(1950—), 男, 河南南阳人, 教授, 博士生导师, 从事技术评估理论、技术创新管理与项目投融资决策等研究。

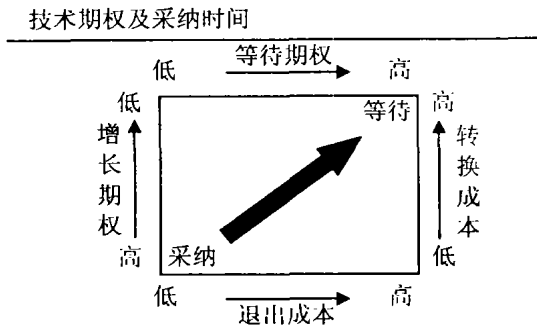


图1 技术期权及采纳时间

从图 1 可以看出, 当技术的增长期权较高并且能够自由退出时, 就可以采纳该技术, 当等待期权较高并且技术一旦采纳就不容易转换时, 就适合等待投资时机。另外政策的不确定性、技术进步<sup>[5]</sup>、学习效应<sup>[6]</sup>、害怕激烈的技术专利竞争<sup>[7]</sup>是导致企业推迟投资的因素, 而技术资产的无形损耗从另外一个方面改变了投资者的策略, 因为技术资产作为一种智力资源有别于其他实物性资源, 如石油、矿产等实物性资源在等待期权的执行过程中, 其价值变化的幅度不大或者根本没有改变, 但技术资产会因为技术的进步和其他原因而使其价值变小甚至无价值, 在这里称为技术类资产的折旧, 由于折旧效应的存在使得持有技术的投资者要加快其投资过程。

从上面的分析可以发现技术投资的决策是一个非常复杂的过程, 需要对众多的影响因素进行分析权衡以确定是等待还是立即投资。而在这些因素中, 有很大一部分对技术价值的影响是突发和离散的, 如政策的突然改变会对价格产生一个突然的下降或上升, 本文用混合的布朗运动/泊松跳跃过程来描述这种变化, 重点研究在新技术商业化起始阶段不存在竞争者但后续可能会有竞争者进入, 新技术价值信号呈混合布朗运动/泊松跳跃规律的情况下企业的决策。

## 2 建立模型

为了研究技术采纳的战略, 首先要找到一个度量该项技术价值的指标, 这些指标应该是外生的, 如技术转化的商品的市场需求、价格等, 由于讨论的是新技术, 可能所转化的商品在市场上还未出现, 但通常情况下可以比照已有的同类商品作为参考来确定商品的需求量和价格。在本文模型中假定企业的产出是固定的, 将技术价值  $V$  表达为价格  $P$  的函数  $V(P)$  来研究, 当技术价值用价格  $P$  来表示时, 本文讨论的何时投资问题就转化为当价格达到什么样的临界值时值得投资或者放弃或者等待的问题, 这样的假定和转换为研究带来方便, 但可能会带来一些

问题, 在后文会提到。

企业在持有新技术时通常情况下有 3 种选择: 当价格达到一个足够高的临界值  $P_H$  时, 立即投资, 投资成本为  $I$ ; 价格下降到一个足够低的临界值  $P_L$  时, 立即放弃该技术的投资机会, 放弃的成本为  $E$ ; 价格在  $[P_L, P_H]$  之间时, 企业将等待直到价格上升到  $P_H$  为止, 在此为了简化模型, 假定企业等待没有成本。为了研究未来突发的事件对投资决策的影响, 假定价格  $P$  服从混合的布朗运动/跳跃过程

$$dP = \alpha P dt + \sigma P dz + P dq \quad (1)$$

式中:  $dz$  为维纳过程的增量,  $\alpha$  为漂移参数,  $\sigma$  为方差参数,  $q$  为一泊松跳跃过程, 有

$$dq = \begin{cases} 0, & \text{概率为 } 1 - \lambda dt, \\ \phi, & \text{概率为 } \lambda dt, \phi > -1. \end{cases}$$

表示如果某一事件发生,  $q$  将以 100% 的概率变化固定的倍数  $\phi$ ,  $\phi$  为负表示不利事件发生, 为正表示有利事件发生。限定  $\phi > -1$  是因为不利事件的发生最多会使其价格变为 0,  $\phi$  没有上限的限制是假定有利事件的发生对  $P$  的增长贡献可能是巨大的。

能对价格产生正的跳跃的有利事件包括: 政策的改善、需求的突然增加、投资环境的优化、技术本身的重大改进等; 而产生负的跳跃的不利事件有: 竞争者的突然进入、技术贬值、市场突然恶化、技术标准的改变等。这些不利事件对企业投资策略又有不同的影响, 如技术标准的改变会促使企业等待, 而技术折旧则要求企业要加速投资, 这种复杂的权衡将在后文体现出来。

式(1)的经济含义表示为: 技术商品的价格将以几何布朗运动波动, 但是在每一个时间间隔  $dt$ , 它都将以概率  $\lambda dt$  变化到其初始价值的  $(1 + \phi)$  倍, 然后继续波动直到另一个事件发生。

可以用有债权法或者动态规划来解决该最优投资规则<sup>[8]</sup>, 下面只给出解的简单过程:

假定企业为风险中性, 其贴现率为无风险利率  $r$ , 则对于空闲的正准备投资的企业而言, 其投资期权价值  $V_0(P)$  的微分方程为

$$\frac{1}{2} \sigma^2 P^2 V_0''(P) + (r - \delta) P V_0'(P) - (r + \lambda) V_0(P) + \lambda V_0[(1 + \phi)P] = 0 \quad (2)$$

式中  $\delta = r - \alpha$  为推迟项目建设而保持投资期权有活力的机会成本, 通常  $\delta$  大于 0。方程有一般解为

$$V_0(P) = A_1 P^{\beta_1} + A_2 P^{\beta_2} \quad (3)$$

式中:  $A_1$  和  $A_2$  为待定常数;  $\beta_1$  和  $\beta_2$  为以下非线性方程的解

$$\frac{1}{2} \sigma^2 \beta(\beta - 1) + (r - \delta) \beta -$$

$$(r + \lambda) + \lambda(1 + \phi)^\beta = 0, \quad (4)$$

$\beta_1$  为方程的正解,  $\beta_2$  为方程的负解. 分析式(3), 当  $P = 0$  时, 投资期权  $V_0(P)$  应该没有价值, 所以对应于负根  $\beta_2$  的系数  $A_2$  必须为零, 则有

$$V_0(P) = A_1 P^{\beta_1}, P \in (0, P_H). \quad (5)$$

为了找到令企业退出的临界价格  $P_L$ , 假设有一家活动的企业正在进行该项技术的商业化并有商品上市. 通过类似的计算, 加上活动项目部分支付的  $(P - C)dt$  的净现金流 ( $C$  为经营的单位成本), 可以得到活动企业价值  $V_1(P)$  的微分方程为

$$\frac{1}{2} \sigma^2 P^2 V_1(P) + (r - \delta) P V_1(P) - (r + \lambda) V_1(P) + N_1 [(1 + \phi)P] + P - C = 0 \quad (6)$$

该方程的一般解为

$$V_1(P) = B_1 P^{\beta_1} + B_2 P^{\beta_2} + \frac{P}{\delta - \lambda \phi} \frac{C}{r}. \quad (7)$$

式中:  $\beta_1$  和  $\beta_2$  的含义同式(3);  $B_1 P^{\beta_1} + B_2 P^{\beta_2}$  为放弃期权的价值, 最后两项为企业维持其经营活动项目的价值. 当  $P = P_L$  时, 在将来放弃的可能性很小, 所以  $P$  很大时放弃期权的价值趋于零, 故正根  $\beta_1$  的系数  $B_1$  将为 0, 有

$$V_1(P) = B_2 P^{\beta_2} + \frac{P}{\delta - \lambda \phi} \frac{C}{r}, \quad P \in (P_L, \infty). \quad (8)$$

$V_0(P)$  和  $V_1(P)$  应满足以下的价值匹配和平滑粘贴条件:

1) 在投资临界值  $P_H$  处有

$$V_0(P_H) = V_1(P_H) - I, \quad (9)$$

$$V_0'(P_H) = V_1'(P_H). \quad (10)$$

式(9) 表示为执行其投资期权将支付成本  $I$ , 为获得价值为  $V_1(P_H)$  的活动项目而放弃价值为  $V_0(P_H)$  的资产. 式(10) 为平滑粘贴条件.

2) 在放弃临界值  $P_L$  处有

$$V_1(P_L) = V_0(P_L) - E, \quad (11)$$

$$V_1'(P_L) = V_0'(P_L). \quad (12)$$

将式(5) 和(7) 代入式(9) 和(12), 则有

$$B_2 P_H^{\beta_2} - A_1 P_H^{\beta_1} + \frac{P_H}{\delta - \lambda \phi} \frac{C}{r} = I, \quad (13)$$

$$\beta_2 B_2 P_H^{\beta_2 - 1} - \beta_1 A_1 P_H^{\beta_1 - 1} + \frac{1}{\delta - \lambda \phi} \frac{C}{r} = 0, \quad (14)$$

$$- A_1 P_L^{\beta_1} + B_2 P_L^{\beta_2} + \frac{P_L}{\delta - \lambda \phi} \frac{C}{r} = - E, \quad (15)$$

$$- \beta_1 A_1 P_L^{\beta_1 - 1} + \beta_2 B_2 P_L^{\beta_2 - 1} + \frac{1}{\delta - \lambda \phi} \frac{C}{r} = 0 \quad (16)$$

式(13) ~ (16) 确定了 4 个未知数:  $P_H, P_L, A_1$

和  $B_2$ , 但无法得到其解析解, 下面讨论在特定情况下的数值解及其经济意义.

### 3 模型模拟数值解及其分析

建立混合的布朗运动/泊松跳跃过程模型主要是为了探讨未来发生的事件对决策的影响, 本文主要考察跳跃过程参数  $\lambda$  和  $\phi$  对决策临界值的影响, 而布朗运动中的参数如  $\sigma$ , 经营成本  $C$ , 放弃成本  $E$  等影响不作为重点考虑的对象. 在文献[9, 10] 中已有详细的论述. 文献[9] 研究了在新技术价值服从单纯的泊松过程的情况下企业的最优投资门槛; 文献[10] 则联合实物期权法和最大净现值法, 研究了折现率、企业成长速率、投资成本、放弃成本对企业进入和退出决策的影响.

在以下的讨论中假定: 标准差  $\sigma = 0.2$ , 无风险利率  $r = 0.05$ ,  $\delta = 0.04$ , 经营成本  $C = 1$ , 投资成本  $I = 2$ , 放弃成本  $E = 0.5$ . 注意到  $C, I, E$  都是单位成本.

1) 首先讨论事件的平均发生率  $\lambda$  对临界值的影响. 分为两种情况  $\phi = 0.02$  和  $\phi = 0.02$ , 即分别讨论当价格负向跳动和正向跳动时  $\lambda$  对决策的影响. 解的过程为首先将以上系数代入方程(4) 解出  $\beta_1$  和  $\beta_2$ , 然后再代入方程(13) ~ (16) 得到  $A_1, B_2, P_H$  和  $P_L$ , 本文的计算借助数学计算软件 Matlab 6.5 得到.

在  $\phi = 0.02$  的情况下, 计算结果如表 1 所示.

表 1  $\phi = 0.02$  时,  $\lambda$  对  $P_H$  和  $P_L$  的影响

$\lambda$	$P_H$	$P_L$
0	1.6004	0.6617
0.2	1.6163	0.6692
0.6	1.6486	0.6837
1	1.6816	0.6980
2	1.7667	0.7314
3	1.8539	0.7613
5	2.0309	0.8098
6	2.1190	0.8286
8	2.2920	0.8569

表 1 表明当未来有不利事件发生时, 进入临界值  $P_H$  和退出临界值  $P_L$  都随该事件的平均发生率  $\lambda$  的增加而增加, 当价格在  $P_H$  与  $P_L$  之间时企业将等待.

在  $\phi = 0.02$  的情况下, 计算结果如表 2 所示. 表 2 表明当未来有有利事件发生时, 进入临界值  $P_H$  和退出临界值  $P_L$  都随该事件的平均发生率  $\lambda$  的增加而下降.

2) 再来讨论当  $\lambda = 0.02$  时, 不同的初始投资规

表 2  $\phi = 0.02$  时,  $\phi$  对  $P_H$  和  $P_L$  的影响

$\lambda$	$P_H$	$P_L$
0	1.600 4	0.661 7
0.05	1.596 7	0.659 8
0.4	1.571 4	0.646 1
0.8	1.543 3	0.630 3
1	1.529 9	0.622 5
1.4	1.503 3	0.606 5
1.8	1.478 7	0.590 9
1.95	1.464 6	0.583 0

表 3  $\lambda = 0.02$  时,  $\phi$  对  $P_H$  和  $P_L$  的影响

$\phi$	$P_H$			$P_L$		
	$I = 2$	$I = 20$	$I = 200$	$I = 2$	$I = 20$	$I = 200$
-0.99	1.142 7	3.517 0	24.133 0	0.285 1	0.251 0	0.241 4
-0.9	1.438 8	3.780 3	23.760 0	0.455 0	0.391 2	0.370 1
-0.8	1.545 9	3.807 8	23.105 0	0.536 2	0.456 2	0.427 9
-0.6	1.626 6	3.728 1	21.807 0	0.622 7	0.522 1	0.483 2
-0.5	1.636 7	3.666 0	21.216 0	0.645 2	0.537 2	0.494 0
-0.3	1.629 1	3.536 9	20.193 0	0.664 9	0.545 3	0.493 9
-0.05	1.604 5	3.405 5	19.270 0	0.663 5	0.531 4	0.469 3
0	1.600 4	3.385 8	19.135 0	0.661 7	0.527 1	0.462 5
0.05	1.596 9	3.368 5	19.017 0	0.659 7	0.522 5	0.455 4
0.3	1.591 6	3.319 1	18.659 0	0.649 7	0.498 2	0.417 1
0.5	1.602 0	3.318 6	18.611 0	0.643 8	0.479 7	0.385 9
0.8	1.637 1	3.365 4	18.823 0	0.640 3	0.455 8	0.342 4
1	1.669 9	3.418 8	19.09 4	0.640 9	0.442 6	0.316 5
1.5	1.769 1	3.593 0	20.012 0	0.649 4	0.417 5	0.262 8
1.9	1.859 8	3.759 0	20.904 0	0.661 4	0.403 6	0.229 8

模下  $\phi$  对  $P_H$  和  $P_L$  的影响, 结果如表 3 所示

由于  $\phi = -1$  时, 式(4) 负的  $\beta_2$  已经没有意义, 所以只取到  $\phi = -0.99$

当  $\phi > 0$  时, 从表 3 可以看出, 在初始投资额分别为 2, 20, 200 时,  $P_L$  基本上都随  $\phi$  的增加而减小, 说明有利事件发生的程度越大, 企业越不愿意退出, 而  $P_H$  则有一个先下降后上升的趋势, 可以解释为企业在有利事件发生时更愿意进入, 但当有利事件对价格的贡献大到一定程度时, 由于企业的产出固定(文章的假定), 当未来可能出现能够大幅度提高价格的有利事件时, 企业会选择在一个较高的价格进入。因为当限制企业产出固定时, 可能隐含企业的资源是有限的, 在面对未来价格的大幅度提升时, 如果在较低的价格就投资可能会牺牲未来高价格时所能获得的利益

当  $\phi < 0$  时, 从表 3 可以看出, 当初始投资额  $I$  为

较小值 2 时, 随着  $|\phi|$  的增大, 两个临界值都有一个先上升后下降的过程, 上升的过程容易解释, 因为不利事件的发生, 企业不愿意进入, 而活动企业更趋于退出。对于下降的过程, 正如前文所提到的, 在不利事件当中包括了技术本身的折旧, 而这种不利事件将导致企业加快投资, 因为企业获得技术是需要成本的, 一旦预见到技术折旧所产生的不利影响过大, 如不尽快投资, 将浪费获得技术所投入的资本, 并且可能使该项技术变成过时的没有用武之地的技术, 所以在初始投资额较小的情况下企业有尽快投资收回成本的动力, 即企业在  $|\phi|$  较大时, 愿意在较低的价格进入, 而不愿意退出。但当初始投资额较大时, 企业可能会更多地考虑初始投资的影响。为了证实这种推论, 特将投资额提高, 计算了在  $I = 20$  和  $I = 200$  时的临界值, 从表 3 的计算结果可以看出, 仅仅改变投资规模对  $P_L$  影响较小, 对进入的临界值影响较大。图 2 显示了不同投资规模情况下的进入临界值  $P_H$  随  $\phi$  的变化情况

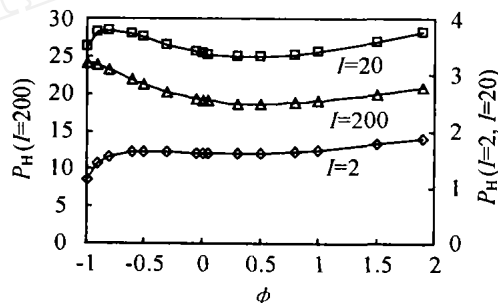


图 2  $\lambda = 0.02$  时, 不同初始投资情况下作为  $\phi$  的函数的  $P_H$

从图 2 可以看出, 当初始投资从 2 提高到 20 时, 进入的临界值随  $|\phi|$  下降的转折点从  $\phi = -0.5$  下降到  $\phi = -0.8$ , 而当初始投资上升到 200 时, 企业的进入临界值就一直随着  $|\phi|$  的上升而上升, 没有下降的点, 表明随着初始投资的增加, 技术折旧所产生的加速投资效应就越来越不明显, 即面对高额的初始投资和未来可能发生的不利事件时, 企业宁可放弃该项技术也不愿意冒险

以上从理论上对企业的投资决策进行了分析, 中国电信业的 3G 标准之争可以为上述分析提供一定的事实依据。虽然 3G 时代的前景令人向往, 但由于 3G 标准迟迟不能确定, 导致那些拥有各种 3G 标准的企业不敢贸然投资生产(在此不考虑市场准入的牌照问题)。因为如果有企业冒险投资, 一旦政府执行的 3G 标准不是自己的标准那么损失将是巨大的。正如前文所分析的那样, 技术标准的改变无疑是一个坏消息, 它会导致需求的巨大落差, 反应在价格

上就表现为急剧下降,甚至降为零,这种可能的突发事件导致企业会选择在很高的临界值进入,即除非有足够高的价格、足够诱人的市场,企业才可能冒险进入。当然也有可能政府最后的标准就是本企业所使用的标准,这无疑是个可能的有利事件,但3G高额的投入和一旦标准改变所导致的巨大损失是企业决策所要考虑的主要因素

#### 4 结 语

本文研究了在新技术商业化初期,面对未来可能出现的不可预测事件时的决策。在假定企业等待没有成本的基础上,利用一个简化的模型从理论上给出了决策的模拟数值解。研究表明:如果未来有不可预期的不利事件发生时,企业应该在较高的临界价格进入市场,同时退出的最佳临界价格也应该提高,该事件发生的可能性越大,企业进入和退出临界值就越高,事件的破坏性越大时,进入和退出的临界值也越大,但由于受技术折旧的加速投资效应的影响,在初始投资额较小时,事件的破坏性 $\phi$ 对进入临界值有一个先上升后下降的过程;有利事件的发生则产生相反的效果,企业进入和退出的临界值都有所降低,限于本文的产出固定的假设,当事件的有利程度 $\phi$ 达到一定值时,企业会考虑在较高的价格进入。而当价格处于临界值之间时企业将会等待临界值的到来

当然,实际上的决策过程远没有这么简单,进一步放宽模型的限制如考虑竞争者、加入等待的成本、产出可变和实证研究将是下一步的研究目标

#### 参考文献(References)

- [1] 杨壬飞, 仝允桓. 新技术商业化及其评价的研究综述[J]. *科学学研究*, 2004, 22(增刊): 82-88  
(Yang R F, Tong Y H. Research Review on Commercialization of New Technology and Assessment [J]. *Studies in Science of Science*, 2004, 22(S): 82-88)
- [2] Eduardo S. Schwartz, Carlos Z G. Investment under Uncertainty in Information Technology: Acquisition and Development Projects [J]. *Management Science*, 2003, 49(1): 57-70
- [3] Luis H R Alvarez, Rune Stenbacka. Adoption of Uncertain Multi-stage Technology Projects: A Real Options Approach [J]. *J of Mathematical Economics*, 2001, 35(1): 71-97.
- [4] Enrico Scarso. Timing the Adoption of a New Technology: An Option-based Approach [J]. *Management Decision*, 1996, 34(3): 41-48
- [5] Kuno J M Huisman, Peter M Kort. Strategic Technology Adoption Taking into Account Future Technological Improvements: A Real Options Approach [J]. *European J of Operational Research*, 2004, 159(3): 705-728
- [6] Decamps J P, Thomas Mariotti. Investment Timing and Learning Externalities [J]. *J of Economic Theory*, 2004, 118(1): 80-102
- [7] Helen Weeds. Strategic Delay in a Real Options Model of R&D Competition [J]. *Review of Economic Studies*, 2002, 69(3): 729-747.
- [8] Dixit A K, Pindyck R S. *Investment under Uncertainty* [M]. Beijing: China Renmin University Press, 2002: 199-227.
- [9] 夏晖, 曾勇, 唐小我. 企业采用新技术的最优时机研究[J]. *系统工程学报*, 2004, 19(6): 607-614  
(Xia H, Zeng Y, Tang X W. Study on Firm's Optimal Adoption Timing of New Technologies [J]. *J of Systems Engineering*, 2004, 19(6): 607-614)
- [10] Tyrone T Lin, Shih T L. Applying Real Options and the Maximum NPV Rule to Market Entry/Exit Strategies [J]. *Asia-Pacific J of Operational Research*, 2005, 22(1): 71-83
- [6] Tjipsuan Y, Chow M Y. Control Methodologies in Networked Control Systems [J]. *Control Engineering Practice*, 2003, 11(10): 1099-1111.
- [7] Yue D, Han Q L, Peng C. State Feedback Controller Design of Networked Control Systems [J]. *IEEE Transactions on Circuits and Systems — II: Express Briefs*, 2004, 51(11): 1-5
- [8] Hou L, Michel A N, Ye H. Some Qualitative Properties of Sampled-data Control Systems [J]. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 1997, 42(12): 1721-1725
- [9] Slotine J J E. *Applied Nonlinear Control* [M]. Beijing: China Machine Press, 2004

(上接第1005页)