

投资时限对项目期权价值的影响分析^①

杨明, 王国华

(华中科技大学数学系, 武汉 430074)

摘要: 针对一般实物期权研究中, 项目投资无限期假设的不足, 研究实际中对投资时间有限期要求项目的投资期权评价问题. 文章以我国房地产投资政策为背景, 建立模型, 研究给出了对投资机会限定在时间 T 内有效、投资者在其中具有投资管理柔性的投资项目的价值评价. 用数值分析方法讨论了投资时限对投资机会价值和投资者最优决策的影响, 给出了投资者在等待以降低投资风险和尽快投资以避免机会失效之间的权衡.

关键词: 实物期权; 项目价值; 投资时限; 投资决策

中图分类号: F830.59

文献标识码: A

文章编号: 1007-9807(2006)05-0082-06

0 引言

实物期权方法因为能够把握风险项目投资中, 投资者的选择最佳投资时机的管理柔性, 给出项目的投资机会评价而成为风险项目投资评价的重要方法. 至 20 世纪 90 年代实物期权方法提出以来, 在国内的研究发展也很迅速, 大部分文献从策略的角度, 用实物期权的标准方法研究企业的投资行为. 如文献[1]的研究, 还有结合博弈的研究[2]等. 从文献[3]的综述中, 还可以看到实物期权方法在各种技术创新中的广泛应用. Dixit Pindyck^[4]和 Trigeoigies^[5]归纳的实物期权的标准方法显示, 实物期权评价方法强调等待的价值, 在未来收益不确定的风险投资中, 投资者有决策柔性时, 他的最优投资策略是等待最佳投资时机, 用实物期权方法可以确定等待下的最优投资原则. 在上述研究中, 项目的投资机会一般假设是永生时, 才能保证这种等待的价值. 这和实际的情形不一定相符. 随着实物期权研究的进一步发展, 各种导致投资机会丧失的情形下的实物期权评价研究被提出来. 例如, Smets^[6], Grenadier^[7]研究过竞争使投资机会发生收益变化下的期权评价问题,

Weeds^[8]和 Yang^[9]分别研究过竞争可能导致投资机会丧失情形下的各种有关期权评价问题. 在实际投资中, 政府的投资政策也可以限制投资机会的时限. 例如, 我国国土资源部在关于“闲置土地”的处理办法中规定: “在城市规划区范围内, 以出让等有偿使用方式取得土地使用权进行房地产开发的闲置土地, 超过出让合同约定的动工开发日期满 1 年未动工开发的, 可以征收相当于土地使用权出让金 20% 以下的土地闲置费; 满 2 年未动工开发时, 可以无偿收回土地使用权; 但是, 因不可抗力或者政府、政府有关部门的行为或者动工开发必需的前期工作造成动工开发迟延的除外.”. 所以, 一个已经取得土地开发权的投资者, 面对未来不确定的房地产市场, 他在等待最佳投资时机的过程中, 土地处于闲置状态, 如果等待的时间较长, 就可能受到“规定”的处罚, 丧失投资机会, 可以说, 房地产投资者拥有的是“有限时效的投资期权”. 因此, 研究有限时效的投资期权的评价问题, 是具有理论和实际应用意义的研究.

本文以我国房地产投资政策为背景, 研究给出了投资时限规定为 T 年的投资机会的期权评价模型, 在投资机会的有效期内, 可以达到最优投资时机的概率. 通过评价结果的数值计算, 着重讨

① 收稿日期: 2004-07-15; 修订日期: 2005-04-18.

作者简介: 杨明(1956—), 女, 湖北人, 博士, 副教授. Email: yangming-hust@263.net

论了投资时限对投资者的投资机会和投资策略的影响,给出了投资者具有等待-投资决策柔性时,最优策略等待时间和投资时限的期望比值. 研究计算例子显示,在我国房地产开发时限为2年时,投资者还是可以在房地产风险投资中,依实物期权的决策思想选择投资时机的.

1 有限投资时限下的投资期权价值和决策

从一般性的角度,假设一个投资者获得一个风险开发项目的投资机会,该机会在 T 年内有效,即投资者只在 T 年内拥有该投资机会. 投资成本为 I , I 是沉没成本. 同时,依一般实物研究的假设,项目没有在建时间,一旦投资即可得到一个服从下列分布的随机变化的收益流.

$$dR_t = \alpha R_t dt + \sigma R_t dZ \quad (1)$$

其中, α 为收益流 R_t 的期望增长率, σ 为收益流增长的波动率, dZ 为标准的 Winer 过程的增量. 未来收益以经风险调整的利率 μ 贴现, 根据 CAPM(资本资产定价模型) 经风险调整的利率 $\mu = r + \lambda \rho$, 其中 r 为无风险利率, λ 为市场风险价格, ρ 为项目与市场组合的相关系数. 通常 $\mu > \alpha$, 设 $\delta = \mu - \alpha > 0$, δ 为项目的回报不足率(也可认为是项目的便利收益). 项目的价值为未来收益现金流在时刻 t 的期望折现值 $\int_t^{\infty} E_t[R_\tau] e^{-\mu \tau} d\tau = R_t / \delta$.

由实物期权的标准方法,企业的投资原则是: 存在一个投资决策阈值 R^* , 当 $R_t \geq R^*$ 时, 企业投资项目, 当 $R_t < R^*$ 企业继续等待. 设 R^* 对应的时刻为 t^* , 即 $R_{t^*} = R^*$, 其中最优投资时间 $t^* = \inf\{t: R_t \geq R^*\}$, 即收益流从零时刻开始首次到达或超过投资临界值 R^* 的时刻, 因此 t^* 是一个随机变量.

1.1 企业的项目价值

由于企业的等待时间是有限的, 企业需要考虑在 T 之前随机现金流 R_t 能否达到投资阈值 R^* . 由 Harrison^[10] 或 Sarkar^[11] 的结果: 在 T 时间内, R_t 从 R (设 $R = R_0$) 出发达到 R^* 的概率为 $p(R^*)$

$$p(R^*) = N(d_1) + (R^*/R)^{(2\alpha/\sigma^2-1)} N(d_2) \quad (2)$$

其中, $d_1 = \frac{\ln(R/R^*) + (\alpha - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$

$$d_2 = \frac{\ln(R/R^*) - (\alpha - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \\ = d_1 - \left(\frac{2\alpha}{\sigma^2} - 1\right)\sigma\sqrt{T}$$

$N(\cdot)$ 为标准正态分布的概率分布函数

设企业已经投资进入项目, 即假设 $R_t \geq R^*$, 在时刻 t ($t < T$) 企业已经投资 I 动工开发项目, 则项目价值为在随机收益流在 T 时刻以前已经到达投资阈值的条件下, 未来企业能得到的收益现金流在时刻 t 的期望折现值再对 $p(R^*)$ 取期望, 即企业投资后的项目价值 $V(R_t)$ 为

$$V(R_t) = (R_t/\delta - I) \cdot p(R^*) + \\ 0 \cdot (1 - p(R^*)) \\ = (R_t/\delta - I)p(R^*)$$

特别在 $t = 0$ 时刻项目的价值为

$$V(R) = (R/\delta - I)p(R^*) \quad (3)$$

1.2 企业投资机会价值与投资阈值的确定

当 $R_t < R^*$ 时(即 $t < t^*$), 企业还没有投资到项目中, 项目的价值就是企业所持有的投资机会的价值 F , F 是项目价值 $V(R_t)$ 的函数, 进一步追溯到更基本的变量 R_t , 则 $F = F(R_t)$, $F(R_t)$ 是等待的价值, 也是建立在 R_t 上的衍生资产, 从时刻 t 来看, 投资阈值对应的时间 t^* 为随机变量, 所以 $F(R_t)$ 价值的存在是由于他投资后能得到项目的价值 $V(R_t)$, 所以, $F(R_t)$ 可以看作是价值 $V(R^*)$ 在时刻 t 的期望折现值. 从这一观点出发, 有

$$F(R_t) = E_t[V(R^*)e^{-\mu T^*}] \\ = (R^*/\delta - I)(R_t/R^*)^\beta p(R^*)$$

其中, $T^* = \inf\{\tau \geq t, R_\tau = R^*\}$.

式中: β 是二次方程 $\sigma^2\beta(\beta - 1)/2 + \alpha\beta - \mu = 0$ 的大于 1 的根. 特别在 $t = 0$ 时刻投资机会的价值为

$$F(R) = (R^*/\delta - I)(R/R^*)^\beta p(R^*) \quad (4)$$

企业的最优投资原则是以 R^* 的形式给出的, R^* 是要在 $t = 0$ 时决策的, 而且 R^* 是将 $F(R)$ 作为 R^* 的函数时, 使其价值达到最大值的值. 由一阶条件 $\partial F/\partial R^* = 0$, 得

$$p(R^*) \left(\frac{R}{R^*}\right)^\beta \left(\frac{1-\beta}{\delta} + \frac{\beta I}{R^*}\right) + \\ \left(\frac{R}{R^*}\right)^\beta \left(\frac{R^*}{\delta} - I\right) \frac{\partial p(R^*)}{\partial R^*} = 0 \quad (5)$$

而由式(2)可得

$$\frac{\partial p(R^*)}{\partial R^*} = \frac{\partial N(d_1)}{\partial d_1} \frac{\partial d_1}{\partial R^*} + \left(\frac{R^*}{R}\right)^{(2\alpha/\sigma^2-1)} \times \\ \frac{\partial N(d_2)}{\partial d_2} \frac{\partial d_2}{\partial R^*} +$$

$$\frac{N(d_2)(2\alpha/\sigma^2 - 1)}{R^*} \left(\frac{R^*}{R}\right)^{(2\alpha/\sigma^2 - 1)} \quad (6)$$

由标准正态分布的概率分布函数 $N(x) =$

$$\int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \text{ 以及前面 } d_1, d_2 \text{ 的表达式}$$

可求得导数 $\frac{\partial N(d_1)}{\partial d_1} = \left(\frac{R^*}{R}\right)^{\left(\frac{2\alpha}{\sigma^2} - 1\right)} \times \frac{\partial N(d_2)}{\partial d_2}$, 将它代入到式(6), 化简可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial p(R^*)}{\partial R^*} &= \frac{\partial N(d_1)}{\partial d_1} \frac{\partial (d_1 + d_2)}{\partial R^*} + \\ &\frac{N(d_2)(2\alpha/\sigma^2 - 1)}{R^*} \left(\frac{R^*}{R}\right)^{(2\alpha/\sigma^2 - 1)} \\ &= -\frac{2}{\sigma\sqrt{TR^*}} \frac{\partial N(d_1)}{\partial d_1} + \\ &\frac{N(d_2)(2\alpha/\sigma^2 - 1)}{R^*} \left(\frac{R^*}{R}\right)^{(2\alpha/\sigma^2 - 1)} \quad (7) \end{aligned}$$

代入式(5) 两边约去 $(R/R^*)^\beta$ 化简得

$$\begin{aligned} \left(\frac{1-\beta}{\delta} + \frac{\beta I}{R^*}\right) N(d_1) + \left[\frac{1-\beta}{\delta} + \frac{\beta I}{R^*} + \right. \\ \left. \left(\frac{1}{\delta} - \frac{1}{R^*}\right) \left(\frac{2\alpha}{\sigma^2} - 1\right)\right] N(d_2) \left(\frac{R^*}{R}\right)^{(2\alpha/\sigma^2 - 1)} - \\ \frac{2}{\sigma\sqrt{T}} \left(\frac{1}{\delta} - \frac{I}{R^*}\right) \frac{\partial N(d_1)}{\partial d_1} = 0 \quad (8) \end{aligned}$$

方程(8) 是确定投资阈值 R^* 的方程, 解该方程即可得到 R^* . 注意到式(8) 是关于 R^* 的非线性方程, 因而难以得到解析解, 但可以借助于数值解来求 R^* 的值.

2 投资时限对投资决策的影响分析

在这一部分中, 将用数值分析方法, 求解以上得到的投资决策和投资期权价值. 根据数值计算的结果, 着重分析投资时限对投资决策, 策略等待, 以及投资价值的影响规律.

设初始投资成本 $I = 2$ (为了使投资决策阈值能大于初值), 初始收益 $R = 0.1$, 无风险利率 $r = 0.05$, 回报不足率 $\delta = 0.04$, 市场风险价格 $\lambda = 0.4$ 以及项目与市场组合的相关系数 $\rho = 0.7^{[12]}$, 在以上参数给定的条件下, $R/\delta - I > 0$, 所以, 项目价值 $V(R) = (R/\delta - I)p(R^*)$ 是有意义的. 下面以图的形式来分析参数 T 对投资决策阈值、期权价值的影响. 在做参数分析的时候, 我们把回报不足率 δ 当作是常量. 所以, 当波动率 σ 变化的时候, 让 α 做出相应

的改变, 以保持市场的均衡量 $\alpha = \mu - \delta$. 后面将用到的条件: $\alpha - \sigma^2/2 > 0$ 来保证收益过程可以以概率 1 到达投资阈值, 即 $\sigma^2 - 0.56\sigma - 0.02 < 0$, 所以只要 $\sigma < 0.5937$ 就可以满足.

2.1 投资时限 T 对投资决策阈值 R^* 的影响

图 1 显示了投资机会的有效投资时限 T 对投资决策阈值 R^* 的影响. 从图 1 中可以看出: 给定时间 T , 投资决策阈值 R^* 随着波动率的增大而逐渐增大; 给定波动率 σ , 投资决策阈值 R^* 随投资时限 T 的延长而逐渐增大. 这说明, 对于一个企业, 如果项目投资开发之前的等待时间一定, 项目的风险越大, 未来的不确定性就比较大, 此时企业更愿意等待而不急于投资; 而当未来的风险一定时, 投资时限的延长使得企业有等待投资的时间余地, 随着时间的延长, 关于未来市场的新信息的到来, 未来的风险会有所降低, 所以企业会趋于等待更好的时机再投资. 当 $\alpha - \sigma^2/2 > 0, T \rightarrow \infty$ 时, 在时刻 T 以前随机收益流到达投资阈值 R^* 的概率趋于 1, 由模型分析得到的投资决策阈值就趋于无限期等待水平下的投资决策阈值 $R^* = \frac{\delta I \beta}{\beta - 1}$, 这与 Dixit & Pindyck^[1] 的结论是一致的. 所以, 本模型考虑投资时间 T 为有限的情形结果, 可以看作是实物期权标准方法中假设投资时间仅为无限期的一个推广. 在投资决策中, 等待时间是影响企业投资决策的一个不可忽视的因素.

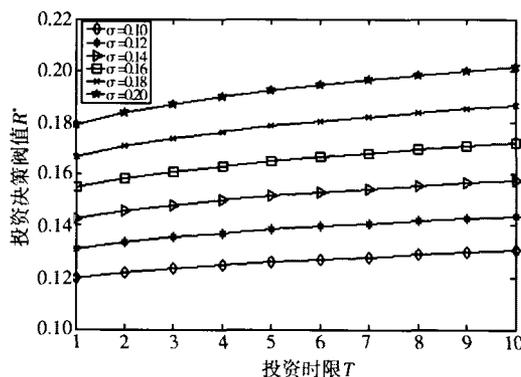


图 1 投资时限 T 和投资决策阈值 R^* 的关系

Fig. 1 The relationship between investing time and critical investing value

2.2 投资时限 T 对期权价值 F 的影响

投资时限 T 对期权价值 F 的影响如图 2 所示. 从图 2 中可以看出: 当未来风险 σ 一定时, 期权的价值 F 随着投资时限 T 的变化要看风险的大小而定. 如果未来的风险较小, 投资时限的延长会增大期权价值; 若将来的风险比较高, 则随着投资

时限的延长期权价值先增大而后开始减小. 当投资时限 T 给定时, 期权价值 F 随着风险的增大而增大, 当投资时限进一步延长时, 期权价值也难以增加. 这个结果反应出投资者在等待和投资之间的权衡. 即对风险较小的项目, 投资时限长, 投资者会按期权的思想决策等待. 对风险很高的项目, 投资者会到一定的风险水平时, 趋于放弃项目投资, 增加投资时限也难以增加期权的价值.

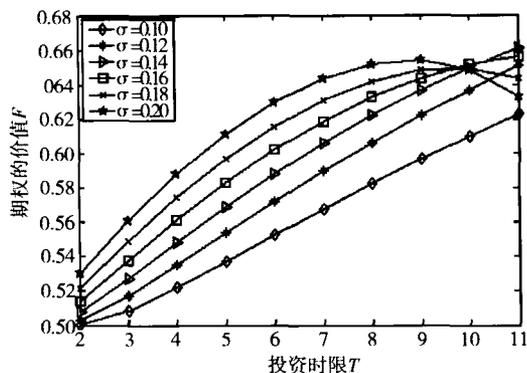


图 2 投资时限 T 和期权价值 F 的关系

Fig.2 The relationship between limited investing time T and option value F

表 1 风险对企业投资决策, 投资期权价值, 最优策略等待时间的影响

Table 1 The effects of the risk on the investing critical, option value to invest, optimal waiting time

σ	0.10	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27
R^*	100.23	101.17	103.16	105.24	107.37	109.53	111.68	113.82	115.94	118.03
$F(R)$	500.17	501.24	505.03	510.69	517.77	525.91	534.79	544.18	553.91	563.83
$E(t^*)$	0.068 7	0.334 1	0.819 4	1.253 8	1.648 9	2.015 4	2.363 0	2.699 9	3.033 9	3.372 6
$E(t^*/T)$	0.034 3	0.167 1	0.409 7	0.626 9	0.824 5	1.007 7	1.181 5	1.350 0	1.517 0	1.686 3
R_{∞}^*	127.02	131.06	139.59	148.70	158.39	168.67	179.54	191.02	203.11	215.83
$F_{\infty}(R)$	616.04	637.52	682.00	727.67	773.84	820.05	865.99	911.42	956.17	1 000.1
$E_{\infty}(t^*)$	7.246 7	7.783 4	8.788 7	9.736 6	10.658	11.579	12.519	13.497	14.535	15.653

表 1 中, R^* 、 $F(R)$ 、 $E(t^*)$ 、 $E(t^*/T)$ 分别表示投资时限 T 为 2 年时的投资决策阈值、项目价值(投资期权价值)、最优策略等待时间、策略等待时间与投资时限的比. R_{∞}^* 、 $F_{\infty}(R)$ 、 $E_{\infty}(t^*)$ 分别表示当 $T \rightarrow \infty$ 时, 即没有投资时间限制的投资决策阈值、投资期权价值和策略等待时间. 策略等待时间是按照文献[17]中的方法计算, 即当

$$R^* \geq R \text{ 且 } \alpha - \sigma^2/2 > 0 \text{ 时, } E(t^*) = \frac{\ln(R^*/R)}{\alpha - \sigma^2/2}.$$

从而策略等待时间与投资时限的比 $E(t^*/T) = \frac{\ln(R^*/R)}{T(\alpha - \sigma^2/2)}$.

3 房地产开发算例分析

设企业得到一块土地准备投资到房地产开发当中. 企业投资时限按国家的规定设为 $T = 2$ 年. 假设如果开发成功的话, 开始的收益现金流 $R = 100$ 万元, 开发成本 $I = 2 000$ 万元, 回报不足率 $\delta = 4\%$, 回报增长波动率 $\sigma = 15\%$. 其他的参数为: 无风险利率 $r = 0.05$, 市场风险价格 $\lambda = 0.4$, 项目与同风险市场组合的相关系数 $\rho = 0.7$, 这时的期望回报增长率 $\alpha = 5.2\%$. 根据文献[13]中所说: 一般产品的波动率不超过 15%, 而在文献[14]中是根据张志强教授[15]提供的历史数据估计法得到的关于房地产开发中波动率参数的数值在 15% 左右, 以及根据茅宁教授[16]给出的“报酬亏空率”(相当于本文的回报不足率)的具体计算公式得到数值也在 4% 左右. 这样, 以上参数的取值有一定的合理性.

下面将计算数据以表格 1 的形式给出.

从表 1 可以看出: 在有投资时限和无投资时限两种情形下, 随着未来风险的增大, 企业的投资决策阈值、项目价值、以及策略等待时间都随之而增大. 而且, 投资时限趋于无限情形下的投资决策阈值和项目价值要比有限的情形下相应的值高. 因为 T 有限和 T 无限可以分别相应于“局部最优”和“全局最优”, 而全局最优决策一般要好于局部最优决策, 因此, 本模型的分析结果是相容的.

如果取房地产业内的合理的风险 15%, 从表 1 看出: 当企业可以无限制的等待下去时, 企业的投资决策阈值, 即企业投资要求的收益流的底线

水平为 148.70 万元,投资企业的项目价值(也就是投资期权价值)为 727.67 万元,平均等待时间为 9.736 6 年;当投资时限为 2 年时,企业的投资决策阈值为 105.24 万元高于初始的收益现金流值,所以,此时企业会等待,直到收益现金流达到或超过项目投资决策阈值时才会选择投资.这个最优策略等待时间大约为 1.253 8 年小于国家规定的最迟开发时间 2 年,最优策略等待时间与投资时限的期望比为 0.626 9,即在 2 年的有效投资时限内,企业等待投资的时间比率大约占 62.69%.所以此时实物期权的对项目价值的评价是有效的,此时项目价值就是企业所拥有的投资期权的价值为 510.69 万元.对比可以发现,在有投资时限的情形下,企业的投资决策阈值,项目价值,策略等待时间都比投资时限无限情形下的值要小.所以,通过以上的数值比较显示:在我国房地产开发时限为 2 年时,如果风险不是太高,投资者可以依实物期权的决策思想,在房地产风险投资中选择最优投资时机.

4 结 论

本文以我国房地产开发投资的土地闲置限制政策为背景,建立 T 年内投资有效的风险投资项目评价的实物期权模型.本文在模型分析中,除了

给出确定投资机会价值、投资阈值、期望等待时间等一般无投资时限的实物期权模型可以得到的评价决策结果的方法外,还可以用于确定在投资限期内,不确定性的收益过程到达投资阈值的概率、最优投资时机要求的等待时间在投资有效期内所占的期望比值等.这些结果都是实际投资决策的重要参数,将有助于得到更切合实际的理论研究.

本文的分析结果显示,投资机会的有效时间 T 是用实物期权方法评估投资机会价值和投资决策制定中的一个不可忽视的因素.对风险适度的投资项目,有效投资时间的限定会降低项目的机会价值,缩短投资时间,促使投资者尽快投资.而对风险教大的项目,限制投资可以等待的时间,起不到促使投资的作用,投资者将在保有投资机会和承担风险之间权衡,即使延长投资时限,也难以增加项目的投资机会价值.

本文用模型的分析结果,结合数值分析方法,分析了在我国房地产开发的有效时限为 2 年时,投资者依照实物期权方法决策最优投资时机是否有效的问题.文章引用研究文献对我国房地产的波动参数和报酬亏空率的估计值,给出了房地产投资项目的价值评估和投资决策的算例.计算结果显示,在所设置的参数下,用实物期权方法决策的最优策略等待时间在国家政策规定的 2 年的有效投资期内,投资者可以运用管理柔性等待 60% 左右的时间再投资.

参 考 文 献:

- [1]刘金山,胡适耕,李楚霖.企业的进入与研究开发策略[J].管理科学学报,2003,6(5):53—57.
Liu Jin-shan, Hu Shi-geng, Li Chu-lin. Strategy of firm's entry, research and development[J]. Journal of Management Sciences in China, 2003, 6(5): 53—57. (in Chinese)
- [2]安瑛晖,张 维.期权博弈理论的方法模型分析与发展[J].管理科学学报,2001,4(1):38—43.
An Ying-hui, Zhang Wei. Analysis and development of the method and model of option-game theory[J]. Journal of Management Sciences in China, 2001, 4(1): 38—43. (in Chinese)
- [3]夏 晖,曾 勇,唐小我.技术创新战略投资的实物期权方法综述[J].管理科学学报,2004,7(1):88—96.
Xia Hui, Zeng Yong, Tang Xiao-wo. Survey of real option approach to analyze strategic investments of technology innovations[J]. Journal of Management Sciences in China, 2004, 7(1): 88—96. (in Chinese)
- [4]Dixit A K, Pindyck R S. Investment Under Uncertainty[M]. Princeton: Princeton University Press, 1994.
- [5]Trigeorgis L. Real Options[M]. Cambridge: The MIT Press, 1996.
- [6]Smets F. Exporting Versus FDI: Effect of Uncertainty Irreversibilities and Strategic Interactions, Working Paper, Yale University, 1991.
- [7]Grenadier S. Option Exercise Games: An application to the equilibrium investment strategies of firms[J]. The Review of Financial Studies, 2002, 15 (3): 691—721.

- [8] Weeds H. Strategic delay in real option model of R&D competition[J]. *Review of Economic Studies*, 2002, 69: 729—747.
- [9] Yang Ming, Li Chulin. Valuing investment project in competitive environment[J]. *Discrete and Continuous Dynamical Systems*, 2003, An Supplement Volume: 941—946.
- [10] Harrison J M. *Brownian Motion and Stochastic Flow Systems*[M]. New York: John Wiley and Sons, 1985. 11—14, 34.
- [11] Sarkar S. On the investment-uncertainty relationship in a real options model[J]. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 2000, 24 (2): 219—225.
- [12] Bodie Z, Kane A, Marcus A J. *Investments*[M]. Boston: Irwin McGraw-Hill, 1996. 185.
- [13] 范龙振, 唐国兴. 项目价值的期权评价方法[J]. *系统工程学报*, 2001, 16 (1): 17—23.
Fan Long-zhen, Tang Guo-xing. Valuing project with option pricing methods[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2001, 16 (1): 17—23. (in Chinese)
- [14] 江 军. 基于实物期权理论的索伦公司房地产开发投资决策研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学图书馆, 2001. 23—25.
Jiang Jun. Research on the Real Estate Investment Decision of Solen Inc. Basing on Real Options Theory[D]. Harbin: Library of Harbin Institute of Technology, 2001. 23—25. (in Chinese)
- [15] 张志强. 期权理论与公司理财[M]. 北京: 华夏出版社, 2000. 155—168.
Zhang Zhi-qiang. *Option Theory and Corporate Finance*[M]. Beijing: Huaxia Press, 2000. 155—168. (in Chinese)
- [16] 茅 宁. 期权分析——理论与应用[M]. 南京: 南京大学出版社, 2000. 465—518.
Mao Ning. *Options Analysis—Theory and Applications*[M]. Nanjing: Nanjing University Press, 2000. 465—518. (in Chinese)
- [17] Rhys H, Song J H, Jindrichovska I. The timing of real option exercise: Some recent development[J]. *The Engineering Economist*, 2002, 47(4): 436—450.

Analysis for effect of limited investing time on the option value of project

YANG Ming, WANG Guo-hua

Department of Mathematics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: This paper relaxes the assumption of infinitely expiration of investing options in standard real option analysis, and discusses the investment opportunity with limited investing time. In the paper, the value of investment option whose expiration time is T years is derived. The optimal investing rules and expected waiting time are provided. Using numerical approach, an analysis of real estate investment with background of our country is presented. The results shown by the paper demonstrate the trade-off of the investor between the waiting and investing.

Key words: real options; project value; limited investing time; investing decision