doi:10.3772/j.issn.2095-915x.2015.03.006

实物期权博弈理论在企业数字图书馆项目投资策略中的应用

臧振春，周金倩萍，崔春生

（河南财经政法大学 郑州 450046）

摘要：鉴于企业数字图书馆投资项目具有不确定性和阶段性的特征，进而具有实物期权的特性，本文从实物期权博弈理论出发，建立在市场不确定条件下的对称双寡头模型，通过动态博弈的逆向归纳法，求解出了企业数字图书馆项目的最佳投资时机。

关键词：实物期权博弈理论，双寡头模型，数字图书馆

The Application of the Real Option-game Theory on the Investment Strategy in the Enterprise Digital Library Project

ZANG Zhenchun, ZHOU Jinqianping, CUI Chunsheng

(Henan Vniversity of Economics and Law, Zhengzhou, 450046)

Abstract: The investment project of enterprise digital library has the characteristics of real option in view of its characteristics of uncertainty and the stage investment. This article established an symmetric duopoly model in the market under the condition of uncertainty based on the real option game theory. And the article obtained the best investment opportunity of enterprise digital library project by the backward induction of dynamic game.

Keywords: Real option-game theory, duopoly model,digital library

基金项目：本研究得到国家社科基金数字图书馆的评价系统研究项目（编号：12BTQ011）的资助。

作者简介：臧振春（1964-），博士，教授，研究方向：数字图书馆，traition@126.com；周金倩萍（1991-），在读硕士，数量经济学专业；崔春生（1974-），博士，副教授，研究方向：数据挖掘、决策理论与方法。

1 引言

随着互联网的发展，传统图书馆的模式已经难以适应当代人的需求，数字图书馆成为信息时代的发展趋势。数字图书馆的建设及其理论涉及管理、技术、质量和经济等四个方面问题。目前为止的研究主要集中在前三个问题上，对第四个问题的研究较少。

实际上，数字图书馆是一类投资较高的项目，从经济运行模式角度，数字图书馆可分为基于市场机制运行(如超星数字图书馆、谷歌数字图书馆) 和基于公益性机制运行 (如中国残疾人数字图书馆，美国国会图书馆的“American Memory”) 两大类型，本项目研究界定为前者，但研究成果也可供后者参考使用。因此，数字图书馆这一市场也被越来越多企业重视，企业试图通过满足消费者的需求达到追求自身利益最大化的目标。由于市场的竞争性，企业投资决策时机的选择显得尤为重要。

2 实物期权及博弈理论的引入

2.1 运用实物期权理论的可行性分析

数字图书馆具有自身的生命周期，大体上可以分为数字馆藏、投入市场和馆藏资源的长期保存和销毁等三个阶段，如下图所示：

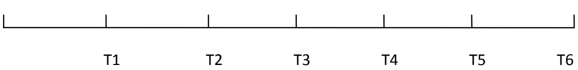

图 1 数字图书馆的生命周期

在 T0–T4 时刻，代表数字图书馆建设初期的数字馆藏阶段，包括数字馆藏的生产、获取、组织及存储 [1]，数字馆藏存项目需要一系列技术的支撑，因而企业在这一阶段会产生沉没成本。在 T4–T5 阶段，代表数字图书馆投入市场阶段，包括用户对数字资源的购买与利用，企业在这一阶段获取收益。在 T5–T6 阶段，是数字图书馆馆藏资源的长期保存与销毁阶段 [1]，在企业将数字图书馆投入市场运营若干时间后，需要对数字资源的价值作出评估，判断哪些数字资源需要长期保存，哪些资源已无价值从而需要销毁以释放新的存储空间。至此，企业对数字图书馆项目第一阶段投资结束。当企业收集获取新的有价值的数字资源并对其进行存储时，企业开始第二阶段的投资。

由于数字图书馆项目分阶段投资的特点，以及数字图书馆在投资阶段和存储阶段都具有一定的不确定性因素，因而数字图书馆项目投资具有实物期权的特性，可以用实物期权理论分析。

2.2 运用博弈理论的可行性分析

基于相关文献分析，我国数字图书馆在建设过程中存在以下一些问题：

数字图书馆是集计算机、图书馆和通信三位一体的图书情报网络，因此数字图书馆建设需要计算机、图书情报、通讯及其他各方面的协作。我国图书馆在自动化过程中存在着各自为政的现象，数字图书馆在建设方面缺乏协作意识，造成资源重复浪费严重。一方面，各种类型的图书馆都认为数字图书馆是未来的发展趋势，在没有慎重考虑资金及技术支持的情况下，就盲目建设数字图书馆，从而造成大量文献在数字化转换过程中出现损失和破坏，新的文献资源存储量少。另一方面，由于人力与技术水平的局限，单个图书馆通常难以进行信息资源的深度开发和利用，从而出现众多图书馆在低水平下重复建设 [2–4]。

图书及文献资料等知识载体往往涉及作者、出版商、发行商及应用单位的利益。数字图书馆在建设过程中，需要将馆藏资源进行数字化转换，会不可避免地触及到著作权人、出版商等信息所有者、提供者的权益，从而可能产生网络中知识产权纠纷问题。我国在数字图书馆建设中曾出现多起版权纠纷案件，如王蒙等知名作家状告网站

侵权案件，北京大学法学院陈兴良状告“中国数字图书馆”侵权案件[2][5]。

数字图书馆建设是一个庞大、系统、长期的工程，因而需要各项经费的长期维持。我国数字图书馆项目的投资者主要为政府及国有企业，而政府通常是一次性投资，并只投资硬件设备、管理系统等，缺乏对高科技研究开发费用、人力资源雇佣费用、数字资源生产成本等的投资，因而我国数字图书馆建设存在建设资金短缺问题[6−7]。

基于我国数字图书馆的现状和互联网飞速发展的事实，我国数字图书馆产业化之路任重而道远，仍将不断探索与前进，当前企业对于数字图书馆项目的投资存在是否应抢占先机的决策分析，因而能够进行博弈理论分析。

目前我国数字图书馆规模较大的有知网、万方数据、超星等，这些在位者比较容易获得超额利润，其他企业投资创建数字图书馆存在一定的进入壁垒，因而数字图书馆这一市场属于寡头竞争市场，能够进行博弈理论分析。

3　数字图书馆项目投资的实物期权博弈定价模型构建

实物期权博弈理论是将博弈论的思想及建模方法应用于实物期权理论，对包含有实物期权的项目价值进行估价，并对项目投资进行科学管理决策[8−9]。

3.1　模型的基本假设及模型的界定

（1）假设市场上存在两个风险中性、追求自身利益最大化的企业（企业 1 和企业 2），它们都在考虑投资数字图书馆这一项目，且在投资中，根据两个企业先后投资顺序确定领先者和追随者。企业自主判断选择何时投资，双方竞争和所采取的策略是对称的，并且不存在竞争优势。

（2）假设数字图书馆投资项目不存在技术上的不确定性，即企业一旦投资数字图书馆这一项目就能成功，只是企业的投资决策和收益会受到另一家企业投资决策的影响。

（3）假设两家企业投资数字图书馆的沉没成本为 I，沉没成本为初始投资资金，也为期权的执行价格。

（4）假设两家企业的反需求函数为 $P_t = X_t \times D(N1, N2)$ 。

Pt 表示数字图书馆项目投资的产品（如数字图书、文献等）的价格，若经营成本为零，则 *Pt* 为经营这些产品的利润。

X_t 表示服从几何布朗运动的随机市场需求冲击因子[10]，其数学表达式为 $dX_t = \mu X_t dt + \sigma X_t dz$

其中，μ 是漂移项，小于无风险利率 r，μX_t 表示单位时间内随机市场需求冲击因子变动的期望，σ 是变动率，σX_t 表示单位时间内随机市场需求冲击因子变动的方差，dz 服从维纳过程，因而 dz 服从期望为 0，方差为 dt 的正态分布；为避免混淆，后文一律用 X 替代 X_t。

表示确定的市场需求参数，它取决于两家企业的投资情况：

设定函数

$$N_k = \begin{cases} 0，企业不进行投资 \\ 1，企业进行投资 \end{cases} \quad k \in \{1,2\}$$

由上设定的函数可知 $D(N1, N2)$ 有 4 种情况：$D(0,0)$、$D(1,0)$、$D(0,1)$、$D(1,1)$

由于模型的负外部性，一家企业的利润会受到另一家企业的投资的影响，所以对任意企业来说，存在限制条件：$D(1,0) > D(1,1) > D(0,0) > D(0,1) > 0$

由于假定先行投资的企业具有先动优势，因此企业 k 的利润流满足如下条件：$D(1,0) - D(0,0) > D(1,1) - D(0,1)$

（5）假设两家企业无经营成本，或经营成本都已包含在 $D(N1,N2)$ 中。

（6）假设领先者初始投资时刻为 t=0。

显然上述模型是一个连续时间博弈的对称双寡头模型，我们试图求出两家企业的最优投资临界值，及其在该临界值下的投资时机，因此，可以采用动态博弈的逆向归纳法，在已知领先者投资情况下，先求出追随者的价值函数及其最优投资临界值和最优投资时机，从而确定领先者的最优投资决策。当然，也存在两家企业在某一时刻同时投资的可能性。对于求解追随者的价值函数，可以利用偏微分方程法[10]。

3.2 追随者价值函数的求解

设追随者的期权价值函数为 $F(X)$，其投资临界值为 X_F，最优投资时间为 T_F。由上文可知 X 为随机市场需求冲击因子，服从几何布朗运动，我们希望求出一个最优投资临界值 X_f，当 $X > X_F$ 时，实施投资，即最优投资决策是执行实物期权，当 $X < X_F$ 时，延迟投资，即最佳选择是保留实物期权[10]。

当 $X < X_F$ 时，投资不会带来任何现金流，持有投资机会的唯一收益是它的资本收益，因而在 $X < X_F$ 时，根据 Berman 法则可得：$rFdt=E(dF)$，r 为无风险利率，该式表示在一个很小的时期内，投资项目的总收益必须等于它的资本收益的期望值[10]。

在求解追随者价值函数时，需对式子 $rFdt=E(dF)$ 做微小改动，变为 $[rF-XD(0,1)]dt=E(dF)dt=E(dF)$，之所以如此改动，是因为追随者的利润流由于领先者投资发生变化，追随者的利润流为 $XD(0,1)$，因而追随者在很小时期内，投资项目的总收益为期权价值的收益扣除利润流。

由伊藤引理可得

$$dF = F_X \mu X dt+\frac{1}{2}F_{XX}\sigma^2 X^2 dt+F_X\sigma X dz$$

对上式两端求期望，因为 $E(dz)$=0, 所以可得微分方程

$$\frac{1}{2}\sigma^2 X^2 F_{XX} + F_X \mu X - \gamma F + XD(0,1) = 0$$

该微分方程的解由齐次方程

$\frac{1}{2}\sigma^2 X^2 F_{XX} + F_X \mu X - \gamma F = 0$ 的通解和

$\frac{1}{2}\sigma^2 X^2 F_{XX} + F_X \mu X - \gamma F = -XD(0,1)$ 的特解组成。

$\frac{1}{2}\sigma^2 X^2 F_{XX} + F_X \mu X - \gamma F = 0$ 的通解为

$AX^{\beta_1} + BX^{\beta_2}$；

β_1，β_2 为方程 $\frac{1}{2}\sigma^2\beta^2+(\mu-\frac{1}{2}\sigma^2)\beta-\gamma=0$ 的两个根，计算可得：

$$\beta_1=\frac{1}{2}-\frac{\mu}{\sigma^2}+\sqrt{(\frac{\mu}{\sigma^2}-\frac{1}{2})^2+\frac{2\gamma}{\sigma^2}} > \frac{1}{2}-\frac{\mu}{\sigma^2}+\sqrt{(\frac{\mu}{\sigma^2}+\frac{1}{2})^2}=1$$

（因为 $\gamma > \mu$）

$$\beta_2=\frac{1}{2}-\frac{\mu}{\sigma^2}-\sqrt{(\frac{\mu}{\sigma^2}-\frac{1}{2})^2+\frac{2\gamma}{\sigma^2}} < \frac{1}{2}-\frac{\mu}{\sigma^2}-\sqrt{(\frac{\mu}{\sigma^2}+\frac{1}{2})^2} < 0$$

当 X 趋于 0 时，$F(X)$ 理应趋于 0，而 β_2 为负根，X^{β_2} 将趋于无穷大，因而参数 B 只能等于 0，即 $\frac{1}{2}\sigma^2 X^2 F_{XX} + F_X \mu X - \gamma F = 0$ 的通解为 AX^{β_1}。

方程 $\frac{1}{2}\sigma^2 X^2 F_{XX} + F_X \mu X - \gamma F = -XD(0,1)$ 的特解为 $\frac{XD(0,1)}{\gamma-\mu}$

故可得 $F(X) = AX^{\beta_1} + \frac{XD(0,1)}{\gamma-\mu}$

当 $X \ge X_F$ 时，两家企业都应立即进行投资，追随者企业的期权价值函数为

$$F(X) = E\left[\int_0^\infty e^{-\gamma t} XD(1,1)dt\right]-I$$

所以追随者企业的期权价值函数为

$$F(X)=\begin{cases} AX^{\beta_1}+\dfrac{XD(0,1)}{\gamma-\mu}, X<X_F \\ \dfrac{XD(1,1)}{\gamma-\mu}-I, X\ge X_F \end{cases}$$

企业的期权价值函数在临界值满足两个条件：

价值匹配条件：$F(X_F) = \mathrm{V}(X_F) - I$

平滑粘贴条件：$F_X(X_F) = V_X(X_F)$

价值匹配条件说明了当 X 达到临界值 X_F 时，企业对于立即投资还是持观望态度是无差异的。

若企业立即投资，则企业获得数字图书馆项目投资价值 $V(X_F)$，失去期权的等待价值 $F(X_F)$，即在临界值X_F处,投资的净价值为$V(X_F)-F(X_F)$,等于企业投资数字图书馆项目的沉没成本 I。平滑粘贴条件说明了在临界值处企业投资项目获得的价值函数和期权价值函数是相切的。这两个条件保证了$F(X)$是连续的,并且在临界值处是平滑的。

根据两个条件可联立方程

$$\begin{cases} AX_F^{\beta_1}+\dfrac{X_F D(0,1)}{\gamma-\mu}=\dfrac{X_F D(1,1)}{\gamma-\mu}-I \\ A\beta_1 X_F^{\beta_1-1}+\dfrac{D(0,1)}{\gamma-\mu}=\dfrac{D(1,1)}{\gamma-\mu} \end{cases}$$

求解可得
$$\begin{cases} A=\dfrac{X_F^{1-\beta_1}}{\beta_1}\dfrac{[D(1,1)-D(0,1)]}{(\gamma-\mu)} \\ X_F=\dfrac{\beta_1}{(\beta_1-1)}\dfrac{I(\gamma-\mu)}{[D(1,1)-D(0,1)]} \end{cases}$$

因而追随者的期权价值函数为

$$F(X)=\begin{cases} \dfrac{XD(0,1)}{\gamma-\mu}+\left(\dfrac{X}{X_F}\right)^{\beta_1}\dfrac{X_F}{\beta_1}\dfrac{[D(1,1)-D(0,1)]}{(\gamma-\mu)}, X<X_F \\ \dfrac{XD(1,1)}{\gamma-\mu}-I, X\geq X_F \end{cases}$$

追随者企业的最优投资时间为

$$T_F=\inf\{t\geq 0|X_t\geq X_F\}$$

3.3 领先者价值函数的求解

设领先者的期权价值函数为 $L(X)$，其投资临界值为 X_L，最优投资时间为 T_L。当 $X\geqslant X_F$ 时，两家企业都会立即投资，因而领先者的期权价值与追随者一致。当 $X<X_F$ 时，领先者的期权价值受到追随者投资行为的影响，当领先者投资时刻 $T<T_F$ 时，即追随者未投资时，领先者的垄断收益为 $XD(1,0)$，当 $T\geqslant T_F$ 时，即追随者也参与投资时，领先者的收益变为 $XD(1,1)$，因而当 $X<X_F$ 时领先者的期权价值函数为

$$L(X)=E\left[\int_0^{T_F}e^{-\gamma t}XD(1,0)dt\right]+E\left[\int_{T_F}^{\infty}e^{-\gamma t}XD(1,1)dt\right]-I$$

由 3.2 部分的推导同样可得领先者的期权价值函数满足偏微分方程

$$\frac{1}{2}\sigma^2X^2L_X+L_X\mu X-\gamma L+XD(1,0)=0$$

该微分方程的通解为 $L(X)=BX^{\beta_1}+\dfrac{XD(1,0)}{\gamma-\mu}$

因此可得 $L(X)=\begin{cases} BX^{\beta_1}+\dfrac{XD(1,0)}{\gamma-\mu}-I, X<X_F \\ \dfrac{XD(1,1)}{\gamma-\mu}-I, X\geq X_F \end{cases}$

因为 X_F 为追随者投资时的临界值，是追随者投资最优的临界点，但对领先者而言并非最优，因而领先者的期权价值函数并不满足平滑粘贴条件。由于领先者先于追随者投资，因而在临界值 X_F 之前，领先者已经投资，而在临界值 X_F 时，追随者参与投资，因而在临界值 X_F 处，领先者的项目价值为 $V(X_F)=\dfrac{X_F D(1,1)}{\gamma-\mu}$

由价值匹配条件可得

$$BX_F^{\beta_1}+\frac{X_F D(1,0)}{\gamma-\mu}-I=\frac{X_F D(1,1)}{\gamma-\mu}-I$$

求解得 $B=\dfrac{X_F^{1-\beta_1}[D(1,1)-D(1,0)]}{(\gamma-\mu)}$

所以领先者的期权价值函数为

$$L(X)=\begin{cases} \dfrac{XD(1,0)}{\gamma-\mu}+\left(\dfrac{X}{X_F}\right)^{\beta_1}\dfrac{X_F[D(1,1)-D(1,0)]}{(\gamma-\mu)}-I, X<X_F \\ \dfrac{XD(1,1)}{\gamma-\mu}-I, X\geq X_F \end{cases}$$

由于两家企业在数字图书馆项目投资上存在竞争性,二者都希望抢先一步投资获得垄断收益,当双方都这么行动时必然使得投资时间提前。由于模型的对称性，领先者的期权价值必然等于追随者的期权价值。

所以领先者的投资临界值为

$$X_L=\min\{0<X<X_F|L(X)=F(X)\}$$

领先者最优投资时间为

$$T_L=\inf\{t\geq 0|L(X_L)=F(X_L)\}$$

3.4 投资决策分析

令 $\eta(X)=L(X)-F(X)$

当$X\geqslant X_F$时,二者的最优策略都是立即投资,因而具有相同的期权价值。

当 时，

$$\eta(X)=\frac{X\left[D(1,0)-D(0,1)\right]}{\gamma-\mu}+\left(\frac{X}{X_F}\right)^{\beta_1}\frac{X_F}{(\gamma-\mu)}\left[D(1,1)-D(1,0)-\frac{1}{\beta_1}D(1,1)+\frac{1}{\beta_1}D(0,1)\right]-I$$

当 X=0 时，$\eta(0)=-I<0$，

当 $X=X_F$ 时，$\eta(X_F)=0$，

对 $\eta(X)$ 求一阶微分可得

$$\eta_X(X)=\frac{\left[D(1,0)-D(0,1)\right]}{\gamma-\mu}+\beta_1X^{\beta_1-1}X_F^{1-\beta_1}\frac{1}{(\gamma-\mu)}\left[D(1,1)-D(0,1)-\frac{1}{\beta_1}D(1,1)+\frac{1}{\beta_1}D(0,1)\right]$$

由此可得 $\eta_X(0)>0$，

$$\eta_X(X_F)=\frac{\left[D(1,0)-D(0,1)\right]}{\gamma-\mu}+\beta_1\frac{1}{(\gamma-\mu)}\left[D(1,1)-D(0,1)-\frac{1}{\beta_1}D(1,1)+\frac{1}{\beta_1}D(0,1)\right]$$

$$=\frac{1}{\gamma-\mu}\left[(1-\beta_1)D(1,0)+(\beta_1-1)D(1,1)\right]$$

$$=\frac{1}{\gamma-\mu}(\beta_1-1)\left[D(1,1)-D(1,0)\right]$$

由前面可知 $\beta_1>1$，而 $D(1,0)>D(1,1)$，所以 $\eta_X(X_F)<0$，

因而由连续函数的零点定理可知在 $X\in(0,X_F)$ 上至少存在一个点 X_a 使 $\eta_X(X_a)=0$

对 $\eta(X)$ 求二阶微分可得

$$\eta_X(X)=\beta_1(\beta_1-1)X^{\beta_1-2}X_F^{1-\beta_1}\frac{1}{(\gamma-\mu)}\left[D(1,1)-D(1,0)-\frac{1}{\beta_1}D(1,1)+\frac{1}{\beta_1}D(0,1)\right]$$

由前面可知 $D(1,0)>D(1,1)>D(0,1)$，所以可得 $\eta_X(X)<0$，因而 $\eta_X(X)$ 在 $(0,X_F)$ 上单调递减，结合 $\eta_X(0)>0$，$\eta_X(X_F)<0$ 和 $\eta_X(X_a)=0$，可得在 $(0,X_a)$ 上 $\eta_X(X)>0$，在 (X_a,X_F) 上 $\eta_X(X)<0$，即在 $(0,X_a)$ 上 $\eta(X)$ 单调递增，在 (X_a,X_F) 上 $\eta(X)$ 单调递减。

若 $\eta(X_a)\le 0$，则由单调性可得 $\eta(X_F)$ 一定小于 0，这与 $\eta(X_F)=0$ 相矛盾，因而 $\eta(X_a)>0$，结合 $\eta(0)=-I<0$ 及 $\eta(X)$ 在 $(0,X_a)$ 上的单调性，可得在 $(0,X_a)$ 上存在唯一一点 X_b 使 $\eta(X_b)=0$。当 $\eta(X)=0$ 时，也就是 $F(X)=L(X)$，因而 $X_L=X_B$。

由上分析可得 $\eta(X)$ 的大致图像为：

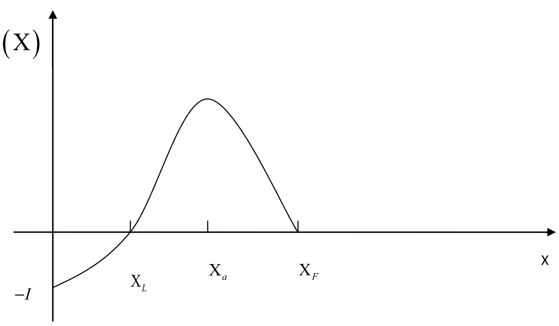

图 2 η(X) 的大致坐标图

由以上分析及上图可得

当 $0<X<X_L$ 时，$\eta(X)<0$，即领先者的期权价值小于追随者的期权价值，两家企业都不愿意先投资，都愿意做追随者。对两家企业而言，最好的投资策略是等待时机。一家企业会等到 T_L 抢先进行投资，而另一家企业只能等到 T_F 进行投资。

当 $X=X_L$ 时，$\eta(X)=0$，即领先者的期权价值等于追随者的期权价值，企业做追随者还是领先者是无差异的；

当 $X_L<X<X_F$ 时，$\eta(X)>0$，这时领先者大于追随者的期权价值，两家企业都希望做领先者，因而两家企业都会以一定概率抢先投资，此时，另一家企业的最优投资策略是等待到 时进行投资。

当 $X<X_F$ 时，两家企业都应立即投资。

4　结论

论文探讨了两家企业存在情况下的数字图书馆的投资选择问题，认为投资时机的选择依赖于项目的期权价值，当领先者的项目期权价值大于追随者的项目期权价值时，两家企业都会抢先投资，而当领先者的项目期权价值小于追随者的项目期权价值时，两家企业都愿意等待时机。由偏微分方程求解可知，存在一个追随者的投资临界值 X_F，当 $X<X_F$ 时，两家企业总是表现为一先一

后进行投资，在其各自的投资时刻，两者的项目期权价值相等。而当 $X \geqslant X_F$ 时，两家企业都选择立即投资，应而表现为同时进行投资。

参考文献

[1] 梁达基 . 基于信息生命周期的数字图书馆馆藏资源动态存储模型 [J]. 现代情报，2010,30（3）:158-162.

[2] 杨祖逵 . 数字图书馆公司化运作模式的思考 [J]. 图书情报工作 ,2006,50(10):139-142.

[3] 王兰英 . 从美国数字图书馆的建设进展看我国数字图书馆的建设思路 [J]. 现代情报 ,2003(9):120-122.

[4] 燕惠兰 , 杨帆 . 我国数字图书馆建设进程中若干问题的思考 [J]. 现代图书情报技术 ,2002(93):48-51.

[5] 鞠建伟 , 江润莲 . 我国数字图书馆面临问题的综述 [J]. 现代情报 ,2003,(10):147-149.

[6] 熊启军 . 我国数字图书馆现状及对策研究 [J]. 科技情报开发与经济 .2013,23(7):147-149.

[7] 肖方芳 . 我国数字图书馆发展面临的问题及对策研究 [D]. 湖南 : 中南大学 , 2011.

[8]Lambrecht B, Peraudin W. Options game[R]. Working Paper, Cambridge University, August 1994.

[9] 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.

[10] 白承彪 . 基于期权博弈理论的企业投资策略 [D]. 上海 : 复旦大学 , 2011.

[11] 潘长风 . 实物期权视角下的房地产投资决策 [M]. 上海 : 上海财经大学出版社 , 2011.