

doi:10.3772/j.issn.2095-915x.2015.02.013

# 数字图书馆的经济评价研究<sup>\*</sup>

臧振春, 汪陈, 崔春生  
(河南财经政法大学 郑州 450046)

**摘要:** 针对非公益类数字图书馆经济评价, 通过对传统 B-S 计量模型的扩展, 引入信息熵理论, 并考虑多阶段循环投资的情况, 运用“ $VALUE=NPV+V$ ”, 对该项目价值进行计算, 得到了一个相对客观的评价模型。通过该模型, 可以粗略判定一个数字图书馆在初始阶段的可行性以及在运行阶段当前最优规模的确定。对传统期权计量中不确定性进行评估, 在投资过程中有一定的参考价值。

**关键词:** NPV, 实物期权, 循环投资, 信息熵

**分类号:** TQA

## Economic Evaluation of Digital Library

ZANG Zhenchun, WANG Chen, CUI ChunSheng

(Henan University of Economics and Law, ZhengZhou, 450046)

**Abstract:** Aiming at the economic evaluation of digital library, the paper introduces Information Entropy Theory from the extension of traditional B-S model. On consideration of cycle investment, we calculate the value of the project with the formula:  $VALUE=NPV+V$ , and thus get a relatively objective assessment model, which evaluates the uncertain of normally real options. With the model, one can roughly judge the feasibility of investing in the initial stage and determine the optimal size of the current operational phase of the project. It can assess the uncertain of normally real options and bears reference value to a certain degree.

**Key Words:** NPV; real options, cycle investment, information entropy

**基金项目:** 本文得到国家社会科学基金(项目号: 12BTQ011)资助。

**作者简介:** 臧振春, 男, 1964年生, 博士, 河南财经政法大学副校长, 研究方向: 期权; 汪陈, 女, 1993年生, 本科生, 河南财经政法大学学生, 研究方向: 经济评价, E-mail: cywangchen@163.com; 崔春生, 男, 1974年生, 博士, 河南财经政法大学计算机与信息工程学院副教授, 研究方向: 计算机软件与电子商务, E-mail: tration@163.com。

## 1 前言

20 世纪 70 年代以来,随着计算机软硬件技术的飞速发展,数字信息以爆炸式的方式快速增长。传统的图书馆已逐渐不能满足人们日益增长和多样化的需求,于是,数字图书馆顺势而生。它以其快捷性、时效性、无界性和交互性很快得到了世界范围内高校的青睐,政府也大力投入建设。万方,超星等都是相对成熟的市场主体,但仍然存在诸如资源容量,管理效率等方面的不足。因此,此市场仍然有较大的扩充空间。该投资主体以其初期投资额大,维护费用小,回本期长而见长。那么如何评价一个数字图书馆项目建设的经济效益呢?国外在这方面的研究相对成熟些,主要集中在其成本效益和定价方面。而国内与数字图书馆相关的研究大多集中在对其评价指标的研究和其发展态势的预测,鲜少涉及其经济效益的评价。图 1 给出了我国 2001 年 1 月 1 日至 2014 年 6 月 9 日我国数字图书馆评价方面的文章数量。以上研究内容主要集中在指标体系、运作模式、服务能力及其发展态势的探讨,大多只是停留在理论层面。很少有人用成熟的经济方法去估量作为市场主体数字图书馆的整体经济效益。

市场经营环境日益复杂。以净现值(NPV)为核心的传统投资评价方法由于其较少的考虑项目的时间价值和灵活性,已不能满足现行需

求。把期权引入模型计量是一种比较好的进阶方式。1973 年,Black 和 Scholes 发表了著名的《期权与公司定价》论文,给出了欧式期权的定价模型(B-S 模型);同年,Black、Scholes 和 Merton 提出了连续时间上的 B-S 期权定价模型;1976 年,Cox 和 Ross 提出了离散时间的二项式定价模型;1977 年,Myers 发表了《公司借贷的决定因素》和《放弃价值和项目生命——先进的期货及期权研究》,首次提出了实物期权的概念,认为项目的价值应包含“成长机会”,将实物期权引入到实物投资评价方面,并提出项目的价值等于项目现金流 NPV 和期权价值之和;此时,实物期权以其高度的市场贴合性、动态性和全面性在实物投资和经济预测方面得到了快速应用,其在循环项目中的应用研究也发展的比较成熟。张天蔚研究了期权定价在企业循环经济项目投资决策中的应用;王华等研究了循环经济项目投资决策的多阶段期权模型。张海霞则基于 CVar 研究了循环经济的风险度量。而今,信息熵在期权方面的应用日益广泛,针对高级管理人员对现实情况的经验估计,它根据信息熵理论作出无偏估计,把经验论与科学论结合起来,极大地帮助了管理人员对半结构化问题的决策过程。其中蔡坚学在《基于信息熵理论的实物期权定价模型及其应用》中所提出的信息熵期权定价模型。

2011~2014年数字图书馆评价文献统计

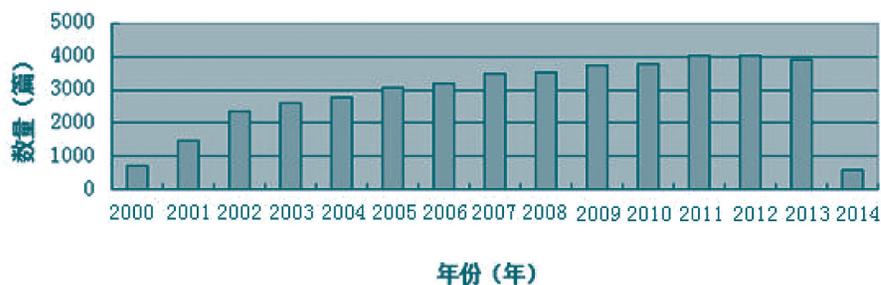


图 1 数字图书馆评价文献统计



图2 数字图书馆的生命周期

## 2 数字图书馆的模型构建

从本质上来说，数字图书馆的建设属于投资类项目，因此它具有一定的生命周期，如图2所示。

**萌芽期：**经济主体对该项目进行系统规划。明确该数字图书馆的整体目标和发展战略，制定该项目建设的体系结构规划，其中包括明确的市场定位，剖析用户深层次需求，进行业务规划。该期间需要花费一定的费用。

**创建期：**对该数字图书馆的建设进行启动资金投入，进行大规模的分模块建设。该项目的投资大部分花费在此阶段。

**试运营期：**此时，已完成该数字图书馆的初步建设，各功能模块经过测试均可正常使用。进行对外开放，并花费一系列的营销战略，此时，已产生现金流，但不稳定。

**运营期：**在此阶段，系统功能经过试运营后得到改进，一定时期内的资金流保持平稳，只花费一定的系统维护费用（可忽略不计）。

**扩张或收缩期：**系统运营一段时间后，若市场风向好，则可投入一定的资金对数字图书馆的软硬件设施进行改善，一则提高自身档次定位，二则满足更多客户需求。若市场风向不好，可暂时进行规模收缩，贴合市场动向，缩减财务成本。待到时机好转再进行扩建。

**下一周期：**再次进入运营期，进行扩张/收缩期的循环。

**停止期：**运营一段时间后，由于经营管理不善或者其他方面的问题，对该数字图书馆进行“死亡”操作。抽出残余资金。

## 3 数字图书馆的经济评价

### 3.1 模型前提假设

以下的模型基于3个合理的假设：

**风险中性假设：**假设所有的投资者都是既不偏好风险，也不规避风险的。他们投资于任何的项目所要求的收益率就是无风险收益率( $r_f$ )。期权的价值就是其预期收益在风险中性的理论指导下按照无风险收益率进行贴现的现值。

**有效市场假设：**所有的信息全部公开、透明。人们无法从分析以往资料来获得额外的信息，也不能够通过特殊渠道获得别人不知道的消息。

**不支付红利：**该项目在生长过程中始终不用支付红利，为欧式期权的一种。

### 3.2 符号说明

$VPV$ : 该项目净现值

$V$ : 循环过程期权总价值

$r_f$ : 无风险利率

$r_m$ : 市场平均收益率

$CI_k$ : 第k个阶段资金流出量

$CO_k$ : 第k个阶段资金流入量

$Rr_k$ : 第k个阶段产生的收益

$Rc_k$ : 第k个阶段产生的成本

### 3.3 项目总价值的计算

图书馆建设项目总价值  $VALUE =$  净现值  $NPV +$  循环阶段项目总期权价值  $V$

#### 3.3.1 NPV 的计算

第  $k$  阶段其净现金流

$A_{k(t)} = CI_{k(t)} - CO_{k(t)} + Rr_{k(t)} - Rc_{k(t)}$ 。则该项目流程可简化为下图:

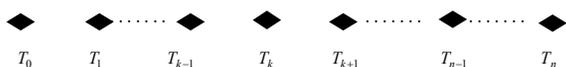


图 3 项目一维流程图

$$NPV_k = \sum_{t=T_k}^{T_{k+1}} \frac{A_k}{(1+r)^{t-T_k}} - \frac{I_k}{(1+r)^{T_k-T_{k-1}}} \quad (1)$$

其含义为: 数字图书馆在第  $k$  阶段的净现值 = 净现金流按照一定利率进行折现, 再扣掉第  $k$  阶段的投资的折现值。

其中:

$$r = r_f + \beta(r_m - r_f) \quad (2)$$

其含义为: 投资者的期望收益率 = 无风险收益率 + 风险溢价。其中风险溢价是指该资产的  $\beta$  系数与市场风险报酬率的  $(r_m - r_f)$  乘积。

$$\text{则在该项目中, } NPV = \sum_{k=1}^n \frac{NPV_k}{(1+r)^{T_{k-1}}} \quad (3)$$

### 3.3.2 V 的计算过程

起初的决策点预计投资为  $I_k$ , 决策的时间点为  $T_k$ , 此阶段投资将在  $I_{k+1}$  年结束, 那么期权的期限为  $T_{j-1} \sim T_j$  则该图书馆项目期初价值为:

$$S_k = \sum_{t=T_k}^{T_{k+1}} \frac{A_{k(t)}}{(1+r)^{t-T_k}} \quad (4)$$

根据预测与实际概率分布的交互熵距离所做出的最小风险中性概率满足:

$$\sum_{h=1}^m \frac{R_t(h)}{(1+r)^{T_k}} \pi(h) = 1 \quad (5)$$

其中,  $R_t(h) = \frac{P_t(h)}{S_k}$ ,  $P_t(h)$  为  $t$  时刻可能的资产价值。

若我们知道了管理层基于已知的信息集  $I_A$ , 作出了该项目未来估计的一个范围, 设为  $[a, b]$ 。

$a, b$  分别为  $h$  状态下发生概率的一个下界和上界,  $p(h) \in I_A$ 。则根据信息熵期权定价模型得到:

$$\begin{aligned} \min_{\pi, p, p(h) \in I_A} I(\pi, p) &= \sum_{h=1}^m \pi(h) \log \frac{\pi(h)}{p(h)} \\ \text{s.t.} &: \sum_{h=1}^m \frac{S_k(h)}{(1+r)^{T_k}} \pi(h) = 1 \\ &: \sum_{h=1}^m \pi(h) = 1 \\ &: \sum_{h=1}^m p(h) \geq 0 \\ &: \sum_{h=1}^m p(h) = 1 \\ &: p(h) \in [a, b] \end{aligned} \quad (6)$$

其中  $p(h)$ , 表示在信息集的基础上对未来哥收益状态做出的概率估计,  $\pi(h)$  为资产的风险中性概率,  $m$  为状态数。

此时, 同时也可得出风险中性概率  $\pi(h)$ :

$$\pi(h) = \frac{p(h) \exp[\gamma \frac{R_{T_k}(h)}{(1+r)^{T_k-T_{k-1}}}]}{\sum_{v/h} p(h) \exp[\gamma \frac{R_{T_k}(h)}{(1+r)^{T_k-T_{k-1}}}]} \quad (h=1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

其中, 拉格朗日乘子  $\gamma$  满足:

$$\gamma = \arg \min_{\gamma} \sum_h p(h) \exp[\gamma (\frac{R_T(h)}{(1+r)^T} - 1)]$$

那么, 根据 (6) (7) 可得到在第  $k$  阶段的

$$\text{期权 } V_k = \sum_{h=1}^m \frac{\max[S_k R_t(h) - C_0, 0]}{r^{T_k}} \pi(h)^*$$

其中,  $C_0$  为履行该实物期权所需要的投资,  $\pi(h)^*$  为 (6) 所求。

令  $V_k' = \frac{V_k}{(1+r)^{t(k-1)}}$ ,  $NPV_k' = \frac{NPV_k}{(1+r)^{t(k-1)}}$ , 其中  $V_k'$  和  $NPV_k'$  分别表示第  $k$  阶段的期权价值和净现值到起初投资点的价值, 则第  $k$  阶段循环经济项目的价值为  $VALUE_k = V_k' + NPV_k'$ 。若  $V$  表示整个多

阶段循环经济项目的期权价值, 则  $V = \sum_{k=1}^n V_k'$ 。若  $NPV$  表示整个循环经济项目的净现值, 则。则整个循环经济项目价值。

### 3.4 决策过程

· 投资者在  $t_0$  点进行投资决策时, 即决定是否开始进行对该项目的投资。可根据  $NPV$  与 0 的关系来判别。

· 投资者在第  $k$  个阶段进行是否对该数字图书馆项目进行追加投资时, 可依据如下: 假设当项目进行到第  $k$  的阶段时, 循环经济项目的总价值为:

若循环经济项目的价值  $VALUE_k < 0$ , 按照传统投资决策的评价准则, 此项目应被放弃。若果投资者已经进行第  $k$  个阶段的投资后仍然可以继续后续阶段的投资,

$$\text{令 } VALUE_k^* = VALUE_k + \dots + VALUE_n,$$

则可知:

$$VALUE = NPV + V = \sum_{k=1}^{k_0} NPV_j' + \sum_{k=1}^{k_0} V_k' = \sum_{k=1}^{k_0-1} (V' + j$$

$$NPV_k') + V_k' + NPV_k' = \sum_{k=1}^{k_0-1} VALUE_k' + NPV_k$$

a. 若  $VALUE_k^* > 0$ ,

则  $\sum_{k=1}^{k_0-1} VALUE_j + VALUE_k^* > VALUE$ , 说明此项目在该阶段的投资是可行的。

b. 若  $VALUE_k^* < 0$ ,

则  $\sum_{k=1}^{k_0-1} VALUE_j + VALUE_k^* < VALUE$ , 说明此项目在该

阶段的投资是不可行的, 应当保持当前阶段的规模。

## 4 结论

本文在蔡坚学的信息熵期权定价模型上根据研究主体对收益率进行了修正, 并引入了循环投资, 分析了非公益类数字图书馆项目投资过程中的价值计算, 提出了解决此种问题的解决框架。并依据总价值  $VALUE = \text{期权价值 } NPV + \text{复合阶段期权价值 } V$  进行了求解, 分析了其投资过程。该计算方法适用性比较强, 考虑了多阶段折现值和复合期权, 应用基于信息熵的期权模型进行求解, 并考虑了多阶段符合情况。最后分析了初始投资阶段和追加投资阶段的不同情况的决策考虑。

论文的不足之处是在折现率的使用上不够灵活, 虽然运用了适应性较广的资本资产定价模型, 但由于市场上经济的不可测性, 其波动性是比较灵活的。下一步可以深入进行对折现率随机波动情况的再探讨, 可以更大程度的贴合市场的动态波动, 得到的模型会更加完善。

## 参考文献

[1]BLACK F, SCHOLLES M.The Pricing of Options and Corporate Liabilities [J],Journal of Political Economy,1973,81(3):637-654.  
 [2]MERTON R.Theory of Rational Option Pricing[J],Bell Journal of Economy and Management Science,1973,4(1):141-183.  
 [3]COX J, ROSS S.The Valuation Options for Alternation Stochastic Processes[J],Journal of Financial Economies,1976,3(3):145-166.  
 [4]MYERS S C.Determinants of Corporate Borrowing[J],Journal of Financial Economics,N ov.1997,5(2):147-175.  
 [5]MYERS S C, MAID S. Abandonment Value and

Project Life[R]. Advances in Futures and Options Research,1990(4):1-21.  
 [6]张天蔚. 期权定价理论在企业循环经济项目投资决策中的应用 [J]. 中国管理信息化, 2008,11(2): 46-48.  
 [7]王华, 卢萍. 循环经济项目投资决策的多阶段期权模型 [J]. 沈阳工业大学学报, 2014, 4(7):152-155  
 [8]张海霞. 基于 CVar 方法的循环经济项目期权风险度量 [J]. 沈阳工业大学学报: 社会科学版, 2013(4): 352-357  
 [9]蔡坚学, 邱苑华. 基于信息熵理论的实物期权定价模型及其应用 [J]. 中国管理科学, 2004, 4(2):23-27

(投稿日期: 2014-12-09)