

# 投资项目资本结构优化的多目标决策方法

鲁由明, 陆菊春

(华中科技大学 管理学院, 湖北 武汉 430074; 武汉大学 商学院, 湖北 武汉 430072)

**摘要:**通过对资本结构优化决策影响因素的分析,建立了项目资本结构优化决策的指标体系,并运用基于熵理论的多目标决策方法,为项目资本结构优化决策提供一种新的思路。

**关键词:**项目; 资本结构; 多目标决策

**中图分类号:** F224.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7348(2004)08-0160-02

影响投资项目资本结构优化的因素很多,既有社会经济方面的宏观因素,也有项目本身的微观因素。如何进行资本结构优化,无论对于企业或投资项目都是非常重要的,也是人们在不断探索的一个难题。基于此,本文在建立资本结构优化决策指标体系的基础上,运用多目标决策方法中的熵理论,既考虑决策问题的客观状况,又结合主观意见,使决策结果更加客观可信,为资本

结构决策提供一种新的思路。

## 1 投资项目资本结构优化的多目标决策指标体系

对于一个具体项目而言,当决定该项目需要建设时,首先要考虑项目资金的来源问题。为了准确地给融资决策者提供科学依据,必须有一套科学的合理衡量资本结构优劣的指标,能科学地、客观地、尽可能全面地

反映融资结构对项目各方面产生的影响,根据项目融资结构的影响因素,从宏观、微观两方面进行分析。

### 1.1 项目资本结构优化决策的宏观影响指标

宏观影响因素主要指国民经济运行状况、市场准入准则、金融市场状况等项目资本结构产生的影响。国家宏观经济运行状况影响国家的投融资政策,从而影响项目的

预流域生态系统的自然地质过程,已使长江中游涝渍生态系统成为一个不断恶化的人工—自然复合地质环境系统。从江汉平原涝渍生态系统的发育过程可以看出,区域水域生态系统的演替与整个流域的环境系统演化密切相关,流域山—河—湖的互动及耦合、流域物化通量的传输与循环极大地影响着江汉平原涝渍生态系统的演化;可以通过工程、生态和农业等多种途径对涝渍生境进

行生态恢复,促使江汉平原涝渍地域资源、环境和经济的协调健康发展。

#### 参考文献:

- [1]刘章勇,邱玉华,刘百翰等.江汉平原涝渍地域农业生态环境恢复的对策与效益分析[J].长江流域资源与环境,2003,(2):184-189.
- [2]郑明佳.江汉平原古地理与“云梦泽”的变迁史[J].湖北地质,1988,(2):6-11.
- [3]何报寅.江汉平原湖泊的成因类型及其特征[J].

华中师范大学学报(自然科学版)2002,(2):241-247.

[4]杨怀仁,唐日长.长江中游荆江变迁研究[M].北京:中国水利水电出版社,1999.100-109.

[5]张人权,梁杏,李振华等.洞庭湖区构造沉降系统分析[M].环境地质研究(第3辑).北京:地震出版社,1995.165-178.

[6]金伯欣,邓兆仁,李新民等.江汉湖群综合研究[M].武汉:湖北科学技术出版社,1992.150-155.

(责任编辑:慧超)

## Succession and Driver of the Ecological Environment of Waterlogging land in Jiangnan Plain

**Abstract:** The lakes of this area played the regulating and indication role in the ecological succession course of the waterlogging land. The big scale reclaiming land from the lake of latter-day expedited the formation of waterlogging land greatly.

**Key words:** Jiangnan Plain; waterlogging land; succession; driver

收稿日期: 2003-12-04

作者简介: 鲁由明, 华中科技大学管理学院博士生; 陆菊春, 武汉大学商学院博士。

融资状况;市场准入准则是指国家对发行股票及债券的年度规模及规模内各指标的限制,制约项目的筹资需求及资本结构;金融市场上资本的供求状况和利率影响着项目可供应的资本总量和资本成本,进而影响到项目的资本结构。这些宏观因素对资本结构的影响用定性指标即符合国民经济发展程度、资金筹措难度来表示。

### 1.2 项目资本结构优化决策的微观影响指标

同一项目,不同的资本结构,会有不同的资金成本、融资风险、偿债能力和盈利能力,因此在资本结构优化中必须加以考虑。

(1)资金成本。资金成本包括权益资本成本与债务资本成本,一般用综合成本表示。

$$K_w = \sum_j K_j W_j \quad (1)$$

式中:  $K_w$  为综合资金成本率;  $K_j$  为第  $j$  种资金成本;  $W_j$  为第  $j$  种资金占全部资金的比重;  $j$  为资金类别。

(2)融资风险。融资风险是指因融资结构的变化而带来的丧失偿债能力和降低资本收益的可能性,不同的融资结构、不同的融资方式,会有不同的融资风险。融资风险可用经营风险、财务风险来分析。

第一,经营风险。经营风险是指项目固有的未来经营收入或税前收益的不确定性,经营风险一般用经营杠杆系数(Degree of Operating Leverage, DOL)表示, DOL 是反映项目经营风险(Business Risk)的一个重要参数。DOL 越大,风险越大

$$DOL = \frac{Q(P-C_v)}{Q(P-C_v)-C_f} \quad (2)$$

式中:  $Q$  为销售量;  $C_v$  为单位变动成本;  $P$  为销售价格;  $C_f$  为固定成本。

第二,财务风险。财务风险(Financial

Risk)是指由于负债经营而可能对权益资本收益产生的影响。

财务风险大小用财务杠杆系数来计算:

$$DFL = \frac{EBIT}{EBIT-I} \quad (3)$$

式中:  $EBIT$  为税前利润;  $I$  为利息。

$DFL$  越大,偿债压力越大,其财务风险越大。

(3)偿债能力。项目的偿债能力用累积债务覆盖率、债务承受比率来表示。

债务覆盖率是指项目可用于偿还债务的有效净现金流量与债务偿还责任的比值。用以下公式表示:

$$DCR_t = 1 + \frac{NCF_t}{(A_t + I_t) \times E_t} \quad (4)$$

式中:  $NCF_t$  为项目投产后扣除一切项目支出后第  $t$  年的净现金流量;  $A_t, I_t, E_t$  为分别为  $t$  年应偿还的本金、应支付的利息、 $t$  年的汇率。

项目债务承受比率(CR)是指不考虑还贷情况下项目正常运行期的现金流量的现值与预期的贷款额的比值,用以下公式表示:

$$CR = \frac{PV}{D \times E_0} \quad (5)$$

式中:  $PV$  为项目正常运行期的现金流量现值;  $D$  为债务资本;  $E_0$  为贷款时汇率。

(4)项目盈利能力。不同的融资结构会有不同的财务效果指标,在确定融资结构方案时,要考虑其财务指标的可行性,选择全投资财务内部收益率、自有资金收益率作为评价指标。

把所有投资看作自有资金分析全投资的投资效果,其内部收益率计算公式表示如下:

$$\sum_{i=0}^n (CI - CO)_i (1 + IRR)^{-i} = 0 \quad (6)$$

式中:  $CI$  为全投资现金流量表中的现金流入;  $CO$  为全投资现金流量表中的现金流出。

从自有资金角度分析项目的投资效果,自有资金内部收益率计算公式表示如下:

$$\sum_{i=0}^n (CI' - CO')_i (1 + IRR)^{-i} = 0 \quad (7)$$

式中:  $CI'$  为全投资现金流量表中的现金流

入;  $CO'$  为自有资金现金流量表中的现金流出。

## 2 基于熵理论的项目资本结构优化的多目标决策方法

设  $A = (A_1, A_2, \dots, A_n)$  为资本结构优化决策的方案集合,  $f = (f_1, f_2, \dots, f_m)$  为目标集合,第  $i$  个目标第  $j$  个方案的属性值为  $a_{ij}$ 。

### 2.1 决策指标的规范化方法

根据所选指标体系,既有效益型也有成本型,在各指标规范化后所要表达的就是反映某个属性间的相对重要性,但为了不使效益型中指标值最小、成本型中指标值最大的进行极差变换后为零,采用改进的极差变换公式:

$$r_{ij} = (a_{ij} - \min_j a_{ij}) / (\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}) \cdot d_1 + d_2 \quad (8)$$

$$r_{ij} = (\max_j a_{ij} - x_{ij}) / (\max_j a_{ij} - \min_j a_{ij}) \cdot d_1 + d_2 \quad (9)$$

$d_1, d_2$  为改进公式系数,根据实际情况和模型确定。这里选用  $d_1$  为 0.9,  $d_2$  为 0.1。

### 2.2 基于熵理论的资本结构优化的多目标决策方法

设某一项目在  $m$  个资本结构方案,决策问题有  $n$  个评价指标,第  $i$  个方案第  $j$  个指标的属性值为  $x_{ij}$ ,对  $x_{ij}$  进行规范化处理得到  $r_{ij}$ :

对  $r_{ij}$  进行归一化处理,得到一组离散分布值:

$$p_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n) \quad (10)$$

由熵的概念,则评价指标  $j$  对决策方案  $i$  的相对重要性的不确定性可由熵来度量:

$$E_j = - \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (11)$$

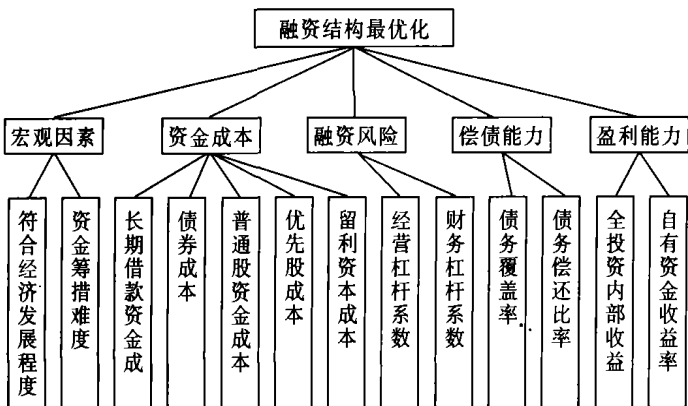
由熵极值性知,当  $p_{ij} (i=1, 2, \dots, m)$  相等时,熵最大即  $E_{\max} = \ln m$

定义 1 第  $j$  指标的相对熵用以下表示:

$$H_j = \frac{E_{\max} - E_j}{E_{\max}} \quad (12)$$

由熵的性质知,  $H_j \in [0, 1]$ , 相对熵  $H_j$  越小,各指标越接近,越均衡,所以选择相对熵来量化各指标提供信息的多少。

对相对熵进行归一化处理,得到各指标的熵权:



附图 项目资本结构优化决策指标体系

$$w_j^c = \frac{H_j}{\sum_{j=1}^n H_j} = \frac{1 - \bar{E}_j}{\sum_{j=1}^n (1 - \bar{E}_j)} \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (13)$$

$$\text{其中: } \bar{E}_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}$$

作为权数的熵权,有其特殊的意义。表示在给定被决策对象后各种评价指标确定的情况下,各指标在竞争意义上的相对激励程度系数。但在决策中也不能忽略人的主观认识,结合各专家的意见  $\lambda_j$ ,得到综合权重  $w_j$ :

$$w_j = \frac{w_j^c \cdot \lambda_j}{\sum_{j=1}^m w_j^c \cdot \lambda_j} \quad (14)$$

建立资本结构优化的决策模型:

$$G = R \cdot W = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = (g_1, g_2, \dots, g_m) \quad (15)$$

根据上述公式得到不同方案的  $g_j$  值,根据其大小进行决策,  $g_j$  值越大,方案越优。

### 3 实例应用

根据某项目的有关实际情况,设计3个融资方案。方案1资本金占30%,债务资金占70%;方案2资本金占35%,债务资金占65%;方案3资本金占40%,债务资金占60%。有关指标数据如附表:

按公式(1)和(2)计算得到各指标的规范化值  $R$ 。

$$R^{(1)} = (0.85, 0.15, 0.67, 0.28, 0.32, 0.22, 0.25, 0.73)^T$$

附表 不同资本结构方案下的有关数据

指标	分指标	方案1	方案2	方案3
宏观因素	符合国民经济发展程度	0.8	0.6	0.4
	资金筹措难度	0.8	0.6	0.4
	资金成本(%)	6.60	6.91	7.21
融资风险	经营风险	2.52	2.32	2.08
	财务风险	1.35	1.27	1.18
偿债能力	债务覆盖率	1.21	1.35	1.50
	债务偿还比率	1.08	1.17	1.28
	自有资金收益率(%)	14.46	12.89	12.00

$$R^{(2)} = (0.46, 0.54, 0.51, 0.50, 0.51, 0.47, 0.45, 0.43)^T$$

$$R^{(3)} = (0.08, 0.92, 0.36, 0.77, 0.72, 0.73, 0.71, 0.22)^T$$

$$R = (R^{(1)}, R^{(2)}, R^{(3)})$$

根据指标体系,有关专家确定的各指标权重  $\lambda_j$  为:

$$W = (0.07, 0.08, 0.20, 0.125, 0.125, 0.125, 0.125, 0.15)$$

运用熵权法原理,根据各方案指标间的固有属性及相互之间的竞争关系,计算各指标的熵权  $w_j^c$ ,计算过程略,各指标熵权为:

$$W^c = (0.2885, 0.2141, 0.0368, 0.0866, 0.0525, 0.1187, 0.0866, 0.1162)$$

用公式(6)得到客观与主观结合的组合权重  $w_j$ :

$$w = (0.1921, 0.1626, 0.0705, 0.1028, 0.0628, 0.1408, 0.1028, 0.1656)$$

根据得到的组合权重  $w_j$ ,代入公式(7),得到各方案的组合属性值为:

$$\text{方案 1: } D_1=0.46; \text{方案 2: } D_2=0.48; \text{方案 3: } D_3=0.53$$

由此可知,3个资本结构决策方案中,方案3最优,方案2与方案1基本属于同一类别。

### 4 结论

从3个方案的比较可知,方案1采用30%资本金的方案,综合资本成本较小,自由资金收益率较高,但其融资风险、偿债能力较弱,削弱了方案的可行性;随着资本金比例的上

升,方案2、3的融资成本上升,但抗风险能力加大,偿债务能力加强,融资方案3更容易被投资者、债权人及项目经营者所接受。结果与该项目实际采用的融资结构方案相同。

投资项目的建设由于涉及许多因素,其资本结构的优化决策是一个非常复杂的问题。运用多目标决策方法去研究资本结构优化问题,是一个新的探索、新的尝试。

#### 参考文献:

- [1] Harris M, Raviv A, The theory of capital structure, The Journal of Finance, 1991(1):297-355
- [2] 杨亚达, 王明虎. 资本结构优化与资本运营[M]. 大连: 东北财经大学出版社, 2001.
- [3] 王立国. 项目融资中资金结构的选择[J]. 财经问题研究, 1999(12), 51-53.
- [4] 李雅珍. 资本结构理论与企业最佳资本结构的确定[J]. 数量经济技术经济研究, 2001, (4): 69-71.
- [5] 邱苑华. 管理决策与应用熵学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.

(责任编辑: 汪智勇)

## Multi-objective Decision Making of Optimization for Investment Project Finance Structure

**Abstract:** On the base of analysis influence factors for finance structure, this paper builds index system of optimization for project finance structure, and applies multi-objective decision making of entropy theory, offers a new method of making for project finance structure.

**Key words:** project; finance structure; multi-objective decision making