

基于资金受限的多方案投资评价与选择方法

殷焕武

北京科技大学管理学院, 北京 100083

摘 要 为了解决企业在资金受限情况下的决策问题,通过主成分分析法对多方案、资金受限项目的评价与选择进行了研究,并对多方案投资项目进行了实证分析和计算。将计算结果与传统的决策评价方法进行了比较分析,探讨了这种多元统计分析方法的有效性和可靠性,为多项目方案决策提供了依据。

关键词 项目评价; 资金受限; 投资决策; 主成分分析

分类号 F202

对投资项目的财务评价指标有投资回收期、财务净现值和财务内部收益率。这三个指标各有优缺点:投资回收期计算简单,能在一定程度上反映项目的经济效果和风险大小,但不能全面完整地反映项目寿命期内的经济效果;财务净现值既考虑了资金的时间价值,又能全面完整地反映项目的经济效果,但财务净现值大小和基准收益率的取值有关;内部收益率有了净现值的优点,但可能出现多解,对某些项目的现金流需要进行处理。在对项目进行评价与选择时,需要用这三个指标相应的判断标准来判别是否可行。

当遇到多个投资方案时,如果方案的类型为独立型,且资金不受限制,其评价与选择的方法只需要用前述的指标进行绝对性检验,将不可行的方案筛选掉即可;但如果方案的类型属于独立型,而资金受到限制,即使前述的指标通过对项目经济效果的检验,由于资金的约束不能全部采纳,所以需要放弃某些经济效果相对较差的项目^[1]。

净现值指数(NPVR)排序法就是通过考虑每个项目单位投资所带来的净现值,对备选方案按NPVR大小排序选定方案,直到资金受限额为止。这种方法简便快捷,但要求方案间投资额之间不能差别过大,有一定局限性^[2]。

枚举法是把几个方案通过排列组合的方法枚举出多个互斥方案,从中选出不超过资金限制总额并且净现值最大化的方案,这种方法要求项目

的方案不能过多且方案之间的投资额相差较大。

如果这两种情况同时存在,使用其中的任何一种方法都很难做出可靠的选择。

1 实证分析

1.1 枚举法

某冶金企业融资能力为7000万元,有3个独立的备选投资方案A、B和C,有关数据如表1所示(基准收益率为10%)。

表1 A、B、C三方案现金流数据

Table 1 Cash flow data of three projects 万元

方案	投资额(第0年)	年现金流(1~10年)	净现值
A	1500	350	880
B	2800	650	1194
C	4000	820	1039

对该投资项目的评价与选择可采取枚举法,步骤如下:

(1) 对于 m 个独立方案,列出全部相互排斥的组合方案,共 2^m 个。本例有3个方案,可组合出8个互斥方案。

(2) 计算各种方案的投资及净现值,见表2。

(3) 淘汰投资额超过投资限额的方案,选出净现值最大的方案^[2]。由于投资限额为7000万元,可见方案8被淘汰,基于方案中第7组方案的净现值最大,即B、C为最佳选择方案^[3]。

收稿日期: 2006-01-12 修回日期: 2006-03-06

作者简介: 殷焕武(1963—), 副教授, 硕士

表2 A, B, C的枚举方案及指标

Table 2 Permutation program and target of three projects

方案 序号	A, B, C	万元		
		投资额 (第0年)	年现金流 (1~10年)	净现值
1	0, 0, 0	0	0	0
2	1, 0, 0	1500	350	651
3	0, 1, 0	2800	650	1194
4	0, 0, 1	4000	820	1039
5	1, 1, 0	4300	1200	1845
6	1, 0, 1	5500	1370	1690
7	0, 1, 1	6800	1470	2233
8	1, 1, 1	8300	2020	2884

1.2 净现值指数排序法

表3是某冶金企业5个可供选择的独立方案,分别列出各方案初始投资及各年的净收入,总投资需11800万元,资金来源10000万,基准收益率为10%。经过计算,每个方案的投资回收期(P_t)、净现值(NPV)、内部收益率(IRR)和净现值指数(NPVR)如表3所示。

由NPVR排序可知,5个方案的选择排序为H, G, D, F, E,由于资金来源只有10000万元,故选择D, F, G, H方案既保证了投资效率,又没有超过投资限额。

表3 净现值指数排序法经济指标

Table 3 Economics target by the method of NPV index

项目	初始投资	1~10年净收入	万元				
			P_t	NPV	IRR	NPVR	按NPVR排序
D	2400	440	5.5	304	12.9%	0.127	3
E	2800	500	5.6	272	12.2%	0.097	5
F	2000	360	5.6	212	12.4%	0.106	4
G	3000	560	5.4	441	13.5%	0.147	2
H	1600	340	4.7	489	16.7%	0.306	1

2 主成分分析法的应用

在投资项目财务评价方法中,评价指标是判断项目是否可行的重要依据,而这些指标间既有很大程度的相关性,又在不同程度上反映项目经济效果的侧面。对单一项目而言或许问题不大,但对投资的多方案评价,指标之间很难进行综合。而主成分分析法就是把这些反映项目经济效果并

有相关关系的指标组成较少的个数,并组成相对独立的综合指标体系,找出新的主成分并客观地进行加权,组合成单一的可排序的综合指标,最终导出综合评价序列^[4]。

按照主成分分析法的步骤,对独立型且资金受限的多方案投资项目进行分析。将前述两个案例合并在一起,便形成了A~H8个方案,有关数据如表4所示。

表4 8个方案的现金流及相关指标

Table 4 Cash flow and relative target of 8 projects

项目	初始投资	1~10年净收入	万元				
			P_t	NPV	IRR/%	NPVR	按NPVR排序
A	1500	350	4.3	651	19.4	0.434	1
B	2800	650	4.3	1194	19.2	0.426	2
C	4000	820	4.9	1039	15.8	0.259	4
D	2400	440	5.5	304	12.9	0.126	6
E	2800	500	5.6	272	12.2	0.097	8
F	2000	360	5.6	212	12.4	0.106	7
G	3000	560	5.4	441	13.5	0.147	5
H	1600	340	4.7	489	16.7	0.306	3

不难看出,按照NPVR排序方案A是最优方案,显然和枚举法不同。

按照主成分分析法,将投资回收期、净现值、内部收益率和净现值指数做评价指标,评价原理

与步骤如下。

2.1 主成分及其性质

在 n 维实向量空间 \mathbf{R}^n 中,全体长度为 1 的向量(即单位向量)的集合,记为 $\mathcal{L} = \{L \mid L^T L = 1, L \in \mathbf{R}^n\}$ 。

设 $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}^T$ 为 n 维随机向量, L_1, L_2, \dots, L_n 为 n 个不同的单位向量,即 $L_i \in \mathcal{L}$ 。按下列方式构造新变量 $Z_i = L_i^T X, i = 1, 2, \dots, n$ 。

① 若 Z_1 满足条件: $D(Z_1) = \max\{D(Z) \mid Z = L^T X\}$, 则称 $Z_1 = L_1^T X$ 为 X 的第 1 主成分。

② 若 Z_2 满足条件: $D(Z_2) = \max\{D(Z) \mid Z = L^T X \text{ 且协方差 } \text{COV}(Z_1, Z) = 0\}$, 则称 $Z_2 = L_2^T X$ 为 X 的第 2 主成分。

③ 一般地,若 $Z_k (k = 2, 3, \dots, n)$ 满足条件: $D(Z_k) = \max\{D(Z) \mid Z = L^T X \text{ 且 } \text{COV}(Z_i, Z) = 0, i = 1, 2, \dots, k-1\}$, 则称 $Z_k = L_k^T X$ 为 X 的第 k 主成分。

由主成分的定义可知,求随机向量 X 主成分 Z_1, Z_2, \dots, Z_n 的关键是求出系数向量 L_1, L_2, \dots, L_n 。

2.2 标准化矩阵

对原始数据计算每个指标的均值和标准差,得出标准化矩阵。

$X_i (i = 1, 2, 3, \dots, p)$ 表示原指标体系中某个随机变量,其标准化方式:

$$\bar{X}_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{ii} \quad (1)$$

$$S_i^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_{ii} - \bar{X}_i)^2 \quad (2)$$

式中, X_{ii} 为第 i 个方案第 i 评价因素值, \bar{X}_i 和 S_i^2 为均值和方差^[5]。

经计算,样本标准化矩阵如表 5 所示。

表 5 标准化数据表

Table 5 Standardization data

项目序号	y_1	y_2	y_3	y_4
1	-1.3159	0.2082	1.3989	1.4039
2	-1.3159	1.7007	1.3312	1.3467
3	-0.2453	1.2746	0.1817	0.1528
4	0.8252	-0.7455	-0.7987	-0.7980
5	1.0037	-0.8335	-1.0354	-1.0054
6	1.0037	-0.9984	-0.9678	-0.9410
7	0.6468	-0.3690	-0.5959	-0.6479
8	-0.6022	-0.2371	0.4860	0.4888

注:表中 y_1, y_2, y_3, y_4 为 4 个评价因素变量的标准化数据。

2.3 相关矩阵

将原始数据矩阵标准化后,得出标准化后的相关矩阵。

设多指标随机向量 X 有 m 个样本值,将其写成矩阵形式:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

记

$$\bar{x}_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{ki}, \quad (3)$$

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{m-1} \sum (x_{ki} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_j) \quad (4)$$

$$\bar{r}_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sqrt{\sigma_{ii}} \times \sqrt{\sigma_{jj}}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

则称 $\bar{R} = (\bar{r}_{ij})_{n \times n}$ 为随机向量 X 的样本相关矩阵。随机向量 X 的样本相关矩阵是其对应的单位特征向量 L_1, L_2, \dots, L_n , 若特征值 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_n \geq 0$, 则 $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n)^T$ 称为随机向量 X 的样本主成分^[6], 其中 $Z_i = L_i^T X$ 。

$$R = \begin{bmatrix} 1 & -0.7678 & -0.9978 & -0.9975 \\ -0.7678 & 1 & 0.7595 & 0.7533 \\ -0.9978 & 0.7595 & 1 & 0.9996 \\ -0.9975 & 0.7535 & 0.9996 & 1 \end{bmatrix}$$

2.4 特征向量

(1) 例中相关矩阵的特征值为:

$$\lambda_1 = 3.65067, \lambda_2 = 0.34624,$$

$$\lambda_3 = 0.00275, \lambda_4 = 0.00034.$$

可以发现, $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = 4$ 。

(2) 正则化的特征向量矩阵为:

$$L = \begin{bmatrix} -0.5178 & 0.2360 & 0.8218 & 0.0274 \\ 0.4449 & 0.8952 & 0.0235 & -0.0094 \\ 0.5171 & -0.2593 & 0.3761 & 0.7238 \\ 0.5163 & -0.2750 & 0.4273 & -0.6894 \end{bmatrix}$$

从中可以看出,主成分个数为 1 个,其相应的特征向量为:

$$L_1 = (-0.5178, 0.4449, 0.5171, 0.5163)^T,$$

故其主成分集为:

$$Z = -0.5178 Y_1 + 0.4449 Y_2 + 0.5171 Y_3 + 0.5163 Y_4$$

其中, Z 为主成分, Y_i 为评价因素

2.5 综合评价

综合评价价值 E 的计算公式为 $E = \sum_{j=1}^q \lambda_j Z_j^{[7]}$ 。

因主成分只有一个,故 $q=1$.

据上述公式及表 5 得出计算结果如表 6.

表 6 综合评价结果及排序

Table 6 Results of evaluation and arrangement

项目	综合评价价值	排序	项目	综合评价价值	排序
1	2.2222	2	5	-1.9450	7
2	2.8217	1	6	-1.9502	8
3	0.8670	3	7	-1.1417	5
4	-1.5841	6	8	0.7100	4

3 结论

从评价结果所得出的信息是综合了投资回收期、净现值和内部收益率标及净现值指数等指标,并通过主成分分析的方法所得出的综合评价价值,表明了 8 个项目中从好到差的顺序.其结论显然

分别与枚举法和净现值指数排序法的评价结果既吻合,又有所差别,说明主成分分析法对于资金情况复杂的多项目选择与决策是有效的.

参 考 文 献

- [1] 国家计委. 建设项目经济评价方法与参数. 2 版. 北京: 中国计划出版社, 1993
- [2] 王维才, 肖育新, 戴淑芬. 投资项目可行性分析与项目管理. 北京: 冶金工业出版社, 2000
- [3] 殷焕武, 曹彤春. 主成分分析法在投资项目多方案评价与选择中的应用. 经济论坛, 2004(7): 123
- [4] 李宗元. 运筹学 ABC. 北京: 经济管理出版社, 2000
- [5] 张尧庭. 指标量化、序化的理论方法. 北京: 科学出版社, 1999
- [6] 李艳双. 主成分分析法在多指标综合评价方法中的应用. 河北工业大学学报, 1999, 28(1): 89
- [7] 王淑芬, 崔秀珍. 主成分分析法在天津市经济实力综合评价中的应用. 天津工业大学学报, 2002, 21(2): 73

Multi-project investment assessment and selection method for fund-limited enterprises

YIN Huanwu

Management School, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China

ABSTRACT In order to solve the investment decision-making problem of an enterprise without sufficient capital, the principal component analysis method was used to study the multi-project assessment and selection of fund-limited projects, and the diagnostic analysis and computation of the projects were also carried out. The computed results were compared with those by traditional decision-making assessment methods, and the validity and reliability of this multi-aspect statistical analysis method were probed to provide a foundation for the multi-project investment decision-making of fund-limited enterprises.

KEY WORDS project assessment; fund restriction; investment decision-making; principal component analysis