

文章编号:1006-7329(2000)02-0020-05

风险分析在建设项目财务评价中的应用*

任宏, 张国敏, 竹隰生
F282
F285
2000-24, 29
(重庆建筑大学 管理学院, 重庆 400045)

摘要:建设项目的各类财务指标都是将来发生的值,大多具有随机性,站在前期对将来指标的估算必然存在风险。在项目的实践中,投资者经常只是依据简单估算来进行项目的取舍,而并没有做深入的前期财务评价与风险分析。在此,作者以项目的财务净现值为例,将风险分析应用于财务净现值的估算中,推出一种全新的建设项目财务评价方法。

关键词:风险;中心极限定律;独立性原理;财务净现值;净现金流量

中图分类号:F282 **文献标识码:**A

建设项目具有庞大、复杂、周期长、相关单位多等特点,其经济性受多方面因素的制约,故投资者在作出投资决策时存在着风险。所谓风险(Risk),狭义上是指损失发生的不确定性,主要强调损失和不确定性两个概念,而本文所讨论的风险除含有这两层意义之外,着重讨论建设项目盈利的可能性。所谓风险分析(Risk Analysis),也称概率分析,是指用概率研究预测不确定因素对开发评估指标影响的一种定量分析方法。建设项目投资由于受制于多方面因素的影响以及由建设项目的特点所决定,存在着相当多的不确定因素,存在着可能盈利也可能损失的情况,所以建设项目投资具有风险。

投资者在做前期财务评价时,总想给每个指标一个确定的值。但是评价项目经济性的各类指标是经济量,而非物理量。对后者的研究可以得出确定的值,对经济量的研究受制于各种难以预测的因素,不可能得出确定的值,只能得到该指标值可能的分布范围。生搬硬套想给每个经济指标以确定的值,其结果往往是前期评价结论与实际不符。评价建设项目的经济性可以从多方面入手,如估算建设项目的财务净现值、内部收益率等方法。其中财务净现值法最简单明了,它是通过分析组成项目总的财务净现值的各单年财务净现值的随机性,达到评价项目经济性的目的。然而,项目每年的现金流量大小受多方面因素的影响,如项目的建设条件、所用材料的市场价格、项目成果的市场需求状况等等。同时,建设项目大多为非标准作业,部分项目甚至是非连续性作业,这些原因都决定了项目每年的净现金流量变化的必然性,对它们的估算存在着风险。所以本文试图从风险分析这一角度来研究建设项目总的财务净现值,评价建设项目的经济性,为投资决策提供一种新方法。

1 建设项目总的财务净现值与每年财务净现值的关系

建设项目总的财务净现值是评价项目经济性的一个重要指标,是进行项目投资决策的基本依据,是按照确定的贴现率对项目生命周期内各年的净现金流量分别贴现到建设期初的累加值(见图1),在数值上等于各年财务净现值的累加和,如公式(1)所示:

$$NPV_T = NPV_1 + NPV_2 + NPV_3 + \dots + NPV_n = \sum_{i=1}^n NPV_i \quad (1)$$

式中: NPV_T ——建设项目总的财务净现值;

* 收稿日期:1999-12-10

作者简介:任宏(1955-),男,重庆人,教授,博士生导师,博士(英),主要从事工程管理与技术经济研究。

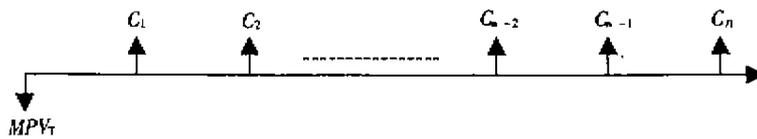


图1 现金流量图

n ——建设项目的生命周期,单位:年;

NPV_k ——建设项目第 k 年的财务净现值($k=1, 2, \dots, n$)。

建设项目总的财务净现值是项目净利润的标志,如果通过公式(1)计算出的值为正数或零,表示该项目的可盈利率高过或等于预定的收益率,该项目是可以接受的;如果计算出的值为负数,则表示可盈利率比最低的收益率还要低,该项目应放弃。另一方面,建设项目总的财务净现值的大小也是判断项目投资风险的依据,如果计算出的值不仅大于零,而且数值较大,则说明选择该项目投资风险较小;反之,风险较大。

项目第 k 年财务净现值是指按照确定的贴现率,将项目第 k 年的现金流入和流出的差额贴现到建设期初的贴现值。它是用于衡量项目第 k 年的盈利状况,以及第 k 年对项目净利润的贡献大小,其计算公式如公式(2)所示:

$$NPV_k = C_k \times (P/F, i, k) = \frac{C_k}{(1+i)^k} \quad (2)$$

式中: $(P/F, i, k)$ ——第 k 年的复利现值系数;

i ——基准贴现率;

C_k ——建设项目第 k 年的净现金流量,见图 1。

2 建设项目总的财务净现值的分布类型

项目各年净现金流量和财务净现值的大小在前期是无法给出确定的值,只能估计可能的分布范围。又因项目在整个生命周期内每年都要遇到新情况,故每年的净现金流量分布和财务净现值分布都不尽雷同,它们可能呈现三角形分布、正态分布、均匀分布等分布类型。项目总的财务净现值等于各年财务净现值的累加和,那么受后者的影响,前者是否也服从某一特殊分布呢?如前所述,每年影响项目经济性的因素不尽雷同,即使有相同的影响因素,各因素的风险也不相等,故各年的净现金流量可能呈现不同的分布;另一方面,项目生命周期内各年的净现金流量之间互不影响,相互独立。故根据独立性原理,可以把各年的净现金流量视为相互独立的不同的随机变量,该随机变量的分布和方差体现了该年盈利状况和盈利额度大小的可能性。由公式(2)可类推,项目每年的财务净现值也是随机变量,也服从相应的分布,它表征了项目各年对总的财务净现值的贡献情况及相应风险。

在此,引进概率论中的中心极限定律。假设 A_1, A_2, \dots, A_n 为相互独立的随机变量,相应的期望值为 E_k , 方差为 σ_k^2 。当 n 趋于无穷大时,随机变量 A 之和经标准化后所得随机变量趋向于标准正态分布,即满足公式(3):

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P \left[\frac{\sum_{k=1}^n A_k - \sum_{k=1}^n E_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^n \sigma_k^2}} \leq X \right] = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (3)$$

随机变量个数 n 趋于无穷大并非该定律适用的绝对条件。在该定律的实际运用时,只要当随机变量个数不少于 20,且符合其它条件时,该随机变量的累加和也满足中心极限定律,经标准化后服

从标准正态分布。由以上分析知,建设项目总的财务净现值等于各年财务净现值的累加和,尽管后者可能为不同的分布,但只要这些分布的个数不少于20,即项目的生命周期不低于20年或者项目的计算期不低于20项($n \geq 20$),那么项目总的财务净现值经标准化后服从标准正态分布,期望值为 E_{NPV_T} ,方差为 $\sigma_{NPV_T}^2$,计算公式如下:

$$\begin{aligned} E_{NPV_T} &= E_{NPV_1} + E_{NPV_2} + \dots + E_{NPV_n} \\ &= \frac{E_{C_1}}{(1+i)} + \frac{E_{C_2}}{(1+i)^2} + \dots + \frac{E_{C_n}}{(1+i)^n} = \sum_{k=1}^n \frac{E_{C_k}}{(1+i)^k} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{NPV_T}^2 &= \sigma_{NPV_1}^2 + \sigma_{NPV_2}^2 + \dots + \sigma_{NPV_n}^2 \\ &= \frac{\sigma_{C_1}^2}{(1+i)^2} + \frac{\sigma_{C_2}^2}{(1+i)^4} + \dots + \frac{\sigma_{C_n}^2}{(1+i)^{2n}} = \sum_{k=1}^n \frac{\sigma_{C_k}^2}{(1+i)^{2k}} \end{aligned} \quad (5)$$

项目总的财务净现值服从正态分布,密度函数如公式(6),若经标准化后服从标准正态分布:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{NPV_T}^2}} e^{-\frac{(x-E_{NPV_T})^2}{2\sigma_{NPV_T}^2}} \quad (6)$$

$$P\left\{\frac{NPV_T - E_{NPV_T}}{\sqrt{\sigma_{NPV_T}^2}} \leq X\right\} = \int_{-\infty}^X \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (7)$$

通过以上公式(4)至(7)即可估算出建设项目总的财务净现值,即项目的净利润。

3 案例

重庆某公司拟投资开发一建设项目,项目的建设期为5年,运营期为20年。由于施工条件、材料价格、产品市场销售状况以及社会政治法律等因素的不确定性,在前期做项目的财务评价时,无法准确地预测出项目每年的净现金流量,只能估算出可能的变化范围,故而该公司在做投资决策时存在风险。表1中列出了项目每年净现金流量以及换算出的财务净现值的分布范围,并根据不同的分布推算出了每年财务净现值的期望和方差,最后依据公式(4)至(7),得出建设项目总的财务净现值的期望(E_{NPV_T})和方差($\sigma_{NPV_T}^2$)。

建设项目每年的净现金流量可视为相互独立的随机变量,其分布类型可以有多种,表1中只选取了三种类型,表中最后一列给出了不同分布类型对应的密度函数曲线形式。表1中所列出的最大值、中间值和最小值是指建设项目在良好、普通和恶劣状况下建设和运营时各年的净现金流量和财务净现值,它们是通过市场调查并结合本项目的实际情况估算出来的。通过这三个值并联系各自的分布类型就可计算相应的期望值和方差。例如,假设项目某一年的财务净现值服从三角形分布,则其期望和方差的计算公式如下:

$$E_{NPV_k}(\text{Max}, \text{Ml}, \text{Min}) = (\text{Max}, \text{Ml}, \text{Min})/3$$

$$\sigma_{NPV_k}^2(\text{Max}, \text{Ml}, \text{Min}) = [(\text{Max} - \text{Min})^2 - (\text{Max} - \text{Ml})(\text{Ml} - \text{Min})]/18$$

式中,Max、Ml和Min分别代表建设项目某一年财务净现值的最大值、中值和最小值。表1中最后一行给出了建设项目总的财务净现值的期望和方差,它们分别等于项目1st~25th财务净现值的期望和方差的累加和。

由表中可知,项目总的财务净现值的期望值 $E_{NPV_T} = 11,746$ 万元,方差 $\sigma_{NPV_T}^2 = 179,154$ 万元。期望值远远大于零,说明该建设项目具有较大的盈利能力,可盈利率大于预定收益率,可以投资。另一方面,建设项目的标准差 $\sigma_{NPV_T} = \sqrt{\sigma_{NPV_T}^2} = 423.27$ 万元。由此,可计算投资该建设项目的风险度: $\sigma_{NPV_T}/E_{NPV_T} = 0.036$,风险度很小,说明投资该项目的风险非常小,也说明该建设项目的经济性很好,值得投资。

表1 建设项目各年净现金流量及财务净现值分布表

单位:万元

年序	净现金流量			贴现系数	财务净现值			D	期望值	方差	分布型式
	最小值	中间值	最大值		最小值	中间值	最大值				
1st	-12200	-12000	-11900	0.89286	-10893	-10714	-10625	T	-10744	3100.2	
2nd	-24400	-24300	-24200	0.79719	-19451	-19372	-19292	N	-19372	706.12	
3rd	-21500	-22000	-24000	0.71178	-15303	-15659	-17083	T	-16015	147767	
4th	-12200	-12000	-11800	0.63552	-7753	-7626	-7499	N	-7626	1795	
5th	-11800	-11500	-11400	0.56743	-6696	-6525	-6469	T	-6563	2325.4	
6th	15500	15700	16200	0.50663	7852.8	7954.1	8207.4	T	8004.8	5561.3	
7th	15500	15800	16100	0.45235	7011.4	7147.1	7282.8	N	7147.1	2046.2	
8th	16300	16400	16900	0.40388	6583.2	6623.6	6825.6	T	6677.5	2809.3	
9th	16900	17200	17400	0.36061	6094.3	6202.5	6274.6	T	6190.5	1372.6	
10th	17000		17500	0.32197	5473.5		5634.5	U	5554	2159.7	
11th	16800	17200	17600	0.28748	4829.7	4944.7	5059.6	N	4944.7	1469.2	
12th	16900	17100	17300	0.25668	4337.9	4389.2	4440.6	N	4389.2	292.82	
13th	17300	17800	17900	0.22918	3964.8	4079.4	4102.3	T	4048.8	904.57	
14th	17200		17900	0.20462	3519.5		3662.7	U	3591.1	1709.7	
15th	17400	17800	18200	0.1827	3179	3252.1	3325.1	N	3252.1	593.41	
16th	17400		18200	0.16312	2838.3		2968.8	U	2903.5	1419.1	
17th	16900	17100	17700	0.14565	2461.5	2490.6	2578	T	2510	612.85	
18th	17800	18300	18800	0.13004	2314.7	2379.7	2444.8	N	2379.7	469.73	
19th	17500	17600	18300	0.11611	2031.9	2043.5	2124.8	T	2066.8	426.92	
20th	17400	18200	18500	0.10367	1803.9	1886.8	1917.9	T	1869.5	579.17	
21st	17300	18000	18700	0.09256	1601.3	1666.1	1730.9	N	1666.1	466.44	
22nd	16800		17500	0.08264	1388.4		1446.2	U	1417.3	278.87	
23rd	17000	17100	17700	0.07379	1254.4	1261.8	1306.1	T	1274.1	130.07	
24th	17200		17600	0.06588	1133.1		1159.5	U	1146.3	57.869	
25th	17100	17700	17900	0.05882	1005.8	1041.1	1052.9	T	1033.8	99.95	
NPV									11746	179154	

注释:NPV:项目总的财务净现值;D:随机变量的分布类型;T:三角形分布;N:正态分布;U:均匀分布

4 项目总的财务净现值置信区间

上面论述的是如何估算建设项目总的财务净现值以及评价投资风险的方法。在建设项目实践中,投资者不仅要知道该项目是否盈利,而且要知道达到某一净利润的可能性,即预测出项目总的

财务净现值的置信区间,以便为多项目决策提供依据。项目总的财务净现值的置信区间可以以 E_{NPV_T} 和 σ_{NPV_T} 为基础,并转换为标准正态分布后,按上面计算出的风险度 $\alpha=0.036$ 来确定标准差的倍数,进而确定置信区间。假设建设项目总的财务净现值的母体为 $N(\mu, \sigma^2)$,上面案例得出母体的一个子样服从 $N(11\ 746, 423.27^2)$ 分布,因此可据此进行母体均值 μ 在风险度 $\alpha=0.036$ 下的置信区间估计。

$$P\left\{U = \frac{11\ 746 - \mu}{423.27} < \mu_{\frac{\alpha}{2}}\right\} = 1 - \alpha \quad (8)$$

由式(8)可得 μ 的置信区间为 $(11\ 746 - 423.27\mu_{\frac{\alpha}{2}}, 11\ 746 + 423.27\mu_{\frac{\alpha}{2}})$,查标准正态函数分布表可得 $\mu_{\frac{\alpha}{2}}=2.1$,因此,项目总的财务净现值的置信区间为 $(10\ 857, 12\ 635)$ 。该置信区间的含义是投资该建设项目的利润额在 10 857 万元到 12 635 万元之间的可能性为 96.4%。依据此置信概率下的置信区间,投资者即可从多目标中选优,择取利润高而风险小的建设项目。

5 小结

建设项目的经济性是关系到项目成败的至关因素,是投资者作出投资决策的基本依据,因此在前期就应作出项目的财务评价。然而在建设项目实践中,由于多重因素的制约,项目的各类财务指标具有很大的不确定性,投资者在前期预测评价这些将来的指标时,在很大程度上带有个人主观臆测,缺乏科学理论的支持,导致预测评价的结果与实际相差甚远,故所做的投资决策存在风险。本文立足于这一点,从项目的经济指标——财务净现值这一角度出发,把概率论中的中心极限定律运用于项目总的财务净现值的估算中,并分析其风险,从而推出了一种全新的项目财务评价方法。最后,文中还介绍了利用数理统计估算项目总的财务净现值置信区间的方法,为投资者评价投资风险,进行多项目选优提供依据。

参考文献:

- [1] Ren Hong & Xiang Xiao-lin. Opening the Black Box of Cost Simulation[C]. Proceeding of International CIB Conference, Beijing, 1996
- [2] Ren Hong & Xiang Xiao-lin. How to Select a Known Probability Distribution for an Element Cost[J]. Journal of Chongqing Jianzhu University, 1999,21(3):9-14
- [3] B. Mulholland & J. Christian. Risk Assessment in Construction schedules[J]. Journal of Construction Engineering and Management, 1999(1)
- [4] 张弘铭. 住宅经济学[M]. 上海:上海财经大学出版社,1998
- [5] 吕匡纯,龙镇辉. 技术经济分析和项目评估的要求与应用[M]. 广州:中山大学出版社,1997
- [6] 胡玉立,李东贤. 市场预测与管理决策[M]. 北京:中国人民大学出版社,1996
- [7] 谭庆珪,张庆寿,等. 投资业务与风险管理全书[M]. 北京:中国金融出版社,1994
- [8] 蔡美德. 预测与决策[M]. 北京:科学技术文献出版社,1992

(下转第 29 页)

Effect of Performance Feedback on Motivating the Subordinates

ZHANG Shi-lian, HUANG Kai, WANG Jun-cai

(Faculty of Management, Chongqing Jianzhu University, 400045, China)

Abstract: The performance feedback is an important means of motivating. With its efficient and proper application, the subordinates' zeal can be arisen. Otherwise, it may be the hindrance. This paper gives a brief account of performance feedback concept, expounds the mode of performance feedback. Then, it analyzes in depth the effect of performance feedback on the subordinate's work behavior. At last, it points out some problems that should be paid attention in performance feedback.

Keywords: stimulation; performance feedback; performance assessment; subordinate

(上接第 24 页)

Application of Risk Analysis to the Financial Evaluation of Construction Projects

REN Hong, ZHANG Guo-min, ZHU Xi-sheng

(Faculty of Management, Chongqing Jianzhu University, 400045, China)

Abstract: Every sort of financial indexes of the construction project is a value occurred in future. It has a random character, so the estimation of these indexes in early stage is surely a matter of risk. In practice, the investors often choose a construction project only by simple estimation rather by deep financial evaluation and risk analysis. In this paper, taking the project NPV as an example and applying risk analysis to its estimation, the authors develop a totally new economic evaluation method for construction projects.

Keywords: risk; central limit theory; independence theory; financial net present value; net cash flow