

文章编号:1000-582X(2007)04-0148-05

# 项目风险的多维描述与度量\*

向鹏成,赵艳玲,王林

(重庆大学 建设管理与房地产学院,重庆 400030)

**摘要:**分析了项目风险描述的传统方法,分别就概率分析法和模糊逻辑方法的优缺点进行了讨论;提出了多维结构风险描述方法,从风险事件的发生概率、风险损失、风险的可预测性、风险的可管理性、风险因素在交易双方的信息不对称度等5个方面的特性全面描述了项目风险.分别建立了风险事件各特性的风险度函数和项目风险度量函数,最后给出了项目风险度量实例.结果表明,采用多维结构描述和度量项目风险不仅兼顾了定性和定量2个方面,同时能够更加全面地反映出项目风险的真实面貌,有利于认识和把握风险规律.

**关键词:**项目风险;风险描述;风险度量;多维结构

**中图分类号:**F282

**文献标志码:**A

随着市场竞争的日益激烈,工程项目所涉及的不确定因素将日益增多,所面临的风险也将越来越复杂,能否对项目风险进行准确的描述和度量将直接影响到项目投资决策和项目管理.因此,有效的风险描述和风险度量方法对于项目投资决策、项目管理将具有重要意义.

## 1 项目风险的描述

### 1.1 传统的风险描述方法

风险因素的描述问题,就是如何对风险本身进行适当地理解和揭示,并将这种观念融入现实的管理过程中去.只有对风险进行准确的描述和表达才可能对具体项目的风险进行定义和识别,并在此基础上对项目风险进行定量或定性分析,获得项目目标的整体风险度.目前,项目传统的风险描述方法大致包括定量和定性2个方面.定量方法主要是概率分析法,定性方法主要是模糊逻辑方法.

概率分析法是建立在对风险因素的概率描述基础上的,风险包括2个因素,风险事件发生的概率和风险事件潜在损失的后果,项目风险的大小 $R$ 是这2个因素的函数,即 $R=f(p,q)$ <sup>[1-5]</sup>.这仅表示了风险是风险事件发生概率和潜在损失后果的函数,是风险度量的

一个隐含表达式.这种描述方法与概率论基本相似,因此一些学者进行了规范化处理,即 $R=p \times I$ , $I$ 表示相对风险后果.这样,风险度就表示为风险概率 $P$ 和相对风险后果 $I$ 的乘积.从概率论角度看,风险 $R$ 实际上变成了风险后果的概率期望值. T. M. Williams<sup>[5]</sup>认为,这种方法描述风险度实际上掩盖了一些风险重要信息,并可能产生错误结果,还应考虑风险的其它方面,如风险的可预测性、风险的随机性、风险的可认知性等因素.除此之外,这种方法在实际中还可能遇到一些困难.一方面,要确定风险发生的概率和风险发生所产生的后果,仅靠项目风险管理人员与专家的知识 and 经验是不够的,还必须有大量的历史资料可供参考,这一点在实际工程中是很难满足的.另一方面,无论是项目风险管理人员与专家的知识 and 经验还是历史资料在对风险因素进行描述时,要做到严格的量化或准确是不现实的.

当对风险的发生概率和后果缺乏足够的历史数据,需要风险分析人员和有关专家做出主观估计,或者对风险因素的估计难以用数字精确给定时,往往用大小、强弱、高低等定性语言对风险概率和后果进行描述,这也就是模糊逻辑方法<sup>[6-8]</sup>.模糊逻辑方法描述风险首先是建立各风险评价指标的模糊隶属度函数,指

\* 收稿日期:2006-12-27

基金项目:重庆大学高层次人才科研启动基金项目

作者简介:向鹏成(1974-),男,重庆大学讲师,博士,主要从事工程项目管理、建筑技术经济、城市经济等的研究.

E-mail:jxfuture@tom.com.

标表达式一般为  $F = [r|f(r)]$ .  $F$  表示风险等级的集合, 每一个等级对应一个隶属度函数,  $r$  为风险指标的取值,  $f(r)$  表示  $r$  对应的模糊隶属度. 当隶属度函数建立以后, 就可以将有关专家对风险评价指标的文字性估计与隶属度函数对应起来, 文字描述性估计结果被转化成了数字描述, 然后可以按照模糊关系运算规则进行各风险因素的组合, 获得整个工程项目的风险度模糊逻辑数字描述, 最后将该结果与隶属度函数进行对比, 将其转换成文字性风险度描述. 这种方法避开了精确描述风险概率及其后果的困难, 同时文字性估计结果在某种程度上会比概率方法包含更多的信息, 不仅包含风险因素发生概率及其后果, 还包含其它一些不确定性内容. 这种方法在实际操作中也存在一些问题: 一方面, 隶属度函数的确定有一定的困难, 隶属度函数通常是基于风险分析人员和专家的知识经验建立的, 要求风险分析有关人员必须具有丰富的工程经验和相关知识. 另一方面, 不同风险分析人员对模糊方法所得出同样的结果会做出不同的解释和理解.

## 1.2 项目风险的多维结构描述方法

从传统的风险描述方法来看, 仅用风险事件发生概率、潜在损失后果两方面对风险进行描述, 不能全面客观地反映风险因素的发生规律. 如果采用模糊逻辑方法会使得一些定性的数据变得模糊不清, 因此有必要对项目风险描述方法改进, 克服概率和模糊方法的缺点, 发挥他们各自的优点和长处. 项目风险具有客观性、不确定性、动态性、相对性、潜在性、可测性、双重性、行为相关性等众多特性, 因此项目风险所包含的信息非常多, 涉及到风险事件发生的概率、潜在损失后果、可预测、可控性及信息不对称度, 风险描述应该全面地考虑这些因素. 同时尽量能定性定量相结合, 尽可能全面地将项目风险的客观认识和主观判断集中进行考虑, 充分利用来自各个方面的项目风险信息.

为了全面、动态地描述项目风险, 有的学者用霍尔三维结构(Hall three dimensions structure)<sup>[9]</sup>, 通过时间维、逻辑维和知识维等三维结构来描述项目风险; 有的学者则从另外的角度对项目风险进行了三维描述和度量<sup>[10-11]</sup>. 这种方法在风险描述方面突破了传统的二维模式, 但是从实际内容来看也只是作了定性描述. 为了将定性定量相结合, 全面反映项目风险的真实面目, 笔者引入项目风险多维结构描述. 文献[12]在多维描述方面做了尝试, 将风险事件发生的概率、损失、可预测性、可控制性及可转移性进行全面考虑, 取得了比较好的效果. 事实上, 项目风险因素中交易双方的信息不对称也是非常重要的因素, 并且其作用和地位越来越重要. 因此, 将信息不对称纳入项目风险的描述中

具有重要的意义, 同时使项目风险所包含的内容更加丰富. 另外, 风险因素的可控制性, 风险损失的可担保性、可转移性、可分担性, 实际上都是指风险因素的可管理性. 为此, 文中从风险因素的发生概率、风险损失、风险的可预测性、风险的可管理性、风险因素在交易双方的信息不对称度等5个方面的特性全面描述项目风险. 笔者借用财务分析中的雷达图来反映项目某一风险事件的多维结构描述, 如图1所示. 风险事件5个方面的特性将这个圆五等分, 每一等分代表风险事件的一个特性. 圆的半径为1, 代表各风险事件特性的取值为 $[0, 1]$ . 对于任何一个风险事件来说, 只要知道多维结构中各特性的取值, 就能将其形象地描述出来, 如图1所示, 其中  $OA$ 、 $OB$ 、 $OC$ 、 $OD$ 、 $OE$  分别代表5个特性的取值.

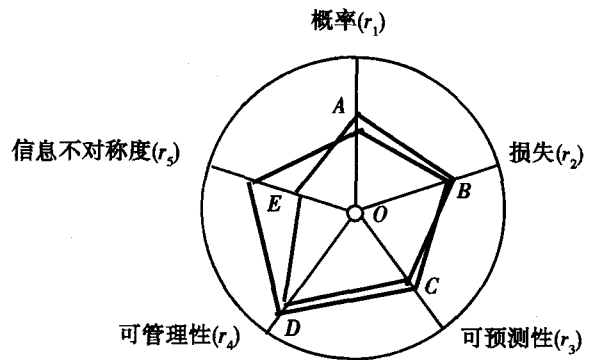


图1 项目风险事件的多维结构

项目风险事件多维结构使项目风险的定性信息和定量信息都得到了反映, 这样恰好可以弥补单纯概率方法和模糊方法的缺点, 突出其各自的优点和长处. 每一个风险因素可以用风险多维结构向量表示, 即  $R = (r_1, r_2, r_3, r_4, r_5)$ .

## 2 项目风险的度量

### 2.1 项目风险度函数建立

风险度函数是风险事件某一特性与确定的判断准则之间——对应的函数关系, 无论定性指标还是定量指标均可以建立其风险度函数. 比如给定判断准则  $Z$ , 变量  $r$  对  $Z$  的风险度函数为  $f(r)$ ; 给定判断准则  $Z = (z_1, z_2, z_3, \dots, z_n)$  和向量  $R = (r_1, r_2, r_3, \dots, r_n)$ , 准则  $Z$  与向量  $R$  之间的风险度函数为  $F = (f(r_1), f(r_2), f(r_3), \dots, f(r_n))$ . 因此, 给定风险评价准则  $Z = (z_1, z_2, z_3, z_4, z_5) = \{ \text{小, 较小, 中等, 较高, 高} \}$  和项目风险多维结构向量  $R = (r_1, r_2, r_3, r_4, r_5)$ , 则有  $F = (f(r_1), f(r_2), f(r_3), f(r_4), f(r_5))$ .  $f(r_1), f(r_2), f(r_3), f(r_4), f(r_5)$  分别表示项目风险多维结构中各特性的风险度函数.

1) 风险事件发生概率的风险度函数

对于风险事件的发生概率  $r_1$ , 其取值区间为  $[0, 1]$ . 当风险事件的发生概率  $r_1$  在此区间内变化时, 相应风险事件的风险度  $f(r_1)$  也将发生较大的变化, 且在  $[0, 1]$  区间取值.  $f(r_1)$  与  $r_1$  之间的对应关系如图 2 所示.

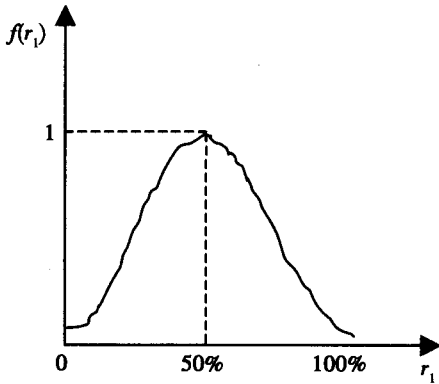


图2 概率的风险度函数

从风险事件发生概率的风险度函数可知, 当  $r_1$  接近于 0 时,  $f(r_1)$  接近于 0, 当概率  $r_1$  由 0 逐渐变大时,  $f(r_1)$  迅速增加, 当  $r_1 = 50\%$  时,  $f(r_1)$  达到峰值为 1; 当  $r_1$  大于 50% 后,  $f(r_1)$  急剧下降, 即  $r_1 = 100\%$  时,  $f(r_1)$  接近于 0. 风险事件发生概率的风险度函数, 可以用正态分布函数来表示, 其表达式为

$$f(r_1) = e^{-\pi(2r_1-1)^2} \quad (1)$$

2) 风险事件损失的风险度函数

对风险事件的损失  $r_2$  进行规范化处理, 其取值区间为  $[0, 1]$ . 随着风险事件损失的增加, 风险事件的损失的风险度函数也将增加,  $f(r_2)$  与  $r_2$  之间的对应关系如图 3 所示.

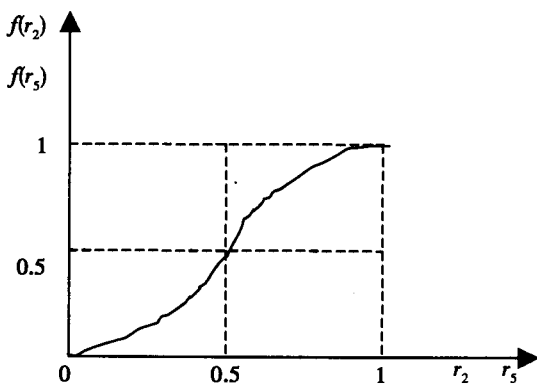


图3 损失(信息不对称度)的风险函数

从风险事件损失的风险度函数可知, 当  $r_2$  接近于 0 时,  $f(r_2)$  接近于 0, 随后  $f(r_2)$  随着  $r_2$  的增加而增大, 当  $r_2$  达到最大即  $r_2 = 1$  时,  $f(r_2)$  也达到最大, 其风险度为 1. 根据图 3 所描述的函数形状, 可以用幂函数来表示损失的风险度函数. 其具体表达式为:

$$f(r_2) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}(2r_2 - 1)^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

3) 风险事件可预测性的风险度函数

可预测性是指人们对风险事件规律认识和把握的程度, 当可预测度为 0 时, 表明对风险事件完全不能预测, 此时  $r_3 = 0$  所对应的风险度  $f(r_3) = 1$ ; 随着人们对风险规律的认识的进一步提高, 风险度将逐渐下降, 当人们完全能认识和把握风险事件的规律时, 此时  $r_3 = 1$  所对应的风险度为 0.  $f(r_3)$  与  $r_3$  之间的对应关系如图 4 所示.

根据图 4 所描述的函数形状, 可以用幂函数来表示损失的风险度函数. 其具体表达式为:

$$f(r_3) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}(2r_3 - 1)^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

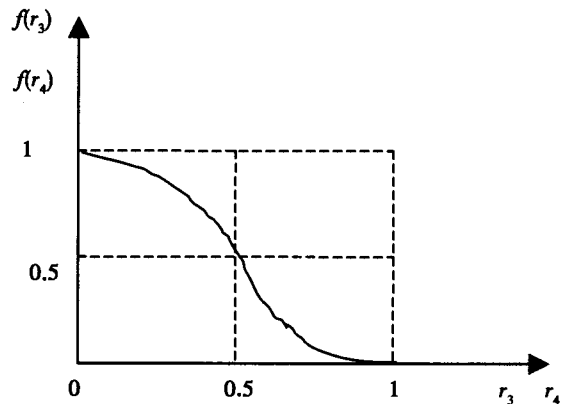


图4 可预测性(可管理性)的风险度函数

4) 风险事件可管理性的风险度函数

风险事件的可管理性是指采取一定的能降低其发生概率或减少其损失. 风险事件可管理性的取值在完全不可管理和完全可管理之间, 当风险事件完全不可管理时对应的  $r_4 = 0$ , 当风险事件完全可管理时对应的  $r_4 = 1$ . 当  $r_4 = 0$  时, 可管理性的风险度  $f(r_4) = 1$ ; 当  $r_4 = 1$  时, 可管理性的风险度  $f(r_4) = 0$ . 由此可见, 风险事件的可管理性与可预测具有相似的性质, 也可以用图 4 来描述  $f(r_4)$  与  $r_4$  之间的对应关系, 其函数表达式仍可用(3)式表示.

5) 风险事件信息不对称度的风险度函数

风险事件在交易双方的信息不对称度处于完全对称和完全不对称之间. 当信息处于完全对称状态时, 信息不对称度  $r_5 = 0$ , 所对应的风险度  $f(r_5) = 0$ ; 随着信息不对称度的增加风险度也将增大, 开始增加缓慢随后增速加快最后增速放缓, 当信息处于完全不对称状态时, 信息不对称度  $r_5 = 1$ , 所对应的风险度  $f(r_5) = 1$ .  $f(r_5)$  与  $r_5$  之间的对应关系可以用图 2 来反映, 其函数表达式可用(2)式表示.

2.2 项目风险度量

项目风险事件包括风险事件的发生概率、风险损失、风险的可预测性、风险的可管理性、风险事件在交易双方的信息不对称度等5个方面的特性,其度量也必须包含这5个方面才能全面反映项目风险事件的风险度.项目风险事件的风险度  $F = (f(r_1), f(r_2), f(r_3), f(r_4), f(r_5))$ ,表明风险事件的风险度是风险多维结构各特性风险度的函数,其函数关系非常复杂.为了研究问题的方便,同时又必须全面考虑风险事件的各个特性,一般来说,可采用几何平均和算术平均2种方法,其函数关系分别为

$$F = (f(r_1), f(r_2), f(r_3), f(r_4), f(r_5)) = \sqrt[5]{f(r_1) \times f(r_2) \times f(r_3) \times f(r_4) \times f(r_5)}. \quad (4)$$

$$F = (f(r_1), f(r_2), f(r_3), f(r_4), f(r_5)) = \frac{f(r_1) + f(r_2) + f(r_3) + f(r_4) + f(r_5)}{5}. \quad (5)$$

为进一步减少2种方法所带来的误差,可以采用这2种方法的算术平均,得到如下所示的项目风险度函数.

$$F = \frac{1}{2} \left[ \sqrt[5]{f(r_1) \times f(r_2) \times f(r_3) \times f(r_4) \times f(r_5)} + \frac{f(r_1) + f(r_2) + f(r_3) + f(r_4) + f(r_5)}{5} \right]. \quad (6)$$

3 实例分析

在此选取文献[13]中的例子进行分析,笔者仅选  $P_1$  中准则层  $B_1$  所包括的风险事件进行分析.通过计算可以得到各风险事件的风险度如表1所示.

表1 风险度结果比较

风险事件	$f(r_1)$	$f(r_2)$	$f(r_3)$	$f(r_4)$	$f(r_5)$	几何平均结果	算术平均结果	风险度	文献[13]的结果
信息来源不准	0.276	0.173	0.108	0.138	0.217	0.173	0.182	0.178	0.18
中间人不可靠	0.299	0.189	0.120	0.151	0.240	0.190	0.200	0.195	0.19
代理人不可靠	0.299	0.189	0.120	0.151	0.240	0.190	0.200	0.195	0.19
业主资质差	0.400	0.284	0.173	0.218	0.329	0.269	0.281	0.275	0.23
项目不落实	0.234	0.144	0.088	0.114	0.181	0.144	0.152	0.148	0.16
项目资金无保证	0.254	0.158	0.098	0.126	0.198	0.158	0.167	0.163	0.17

在风险度量中融入风险事件的多维特性,能够更全面地反映出项目风险的真实面貌,有利于认识和把握风险规律.从表1的结果中可以看出,采用风险多维特性效用函数来度量项目风险所得到的结果与文献[13]中的结果尽管有些差异,但还是比较接近,并且各风险事件的风险度排序并未发生什么变化.这表明,采用多维结构描述和度量项目风险是完全可行的,同时这种方法不仅兼顾了定性和定量两个方面,也把信息不对称这一敏感因素考虑进去了,使得风险度量更具有实际意义.

参考文献:

[1] JAMAL F AL-BAHAR, KEITH C CRANDALL. Systematic Risk Management Approach for Construction projects[J]. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 1990(3):533-546.  
 [2] 傅鸿源. 工程项目风险评价方法的研究[J]. 系统工程理论与实践, 1995, 15(10):55-58.  
 [3] 任彬, 李湛. 投资项目风险分析的理论与方法[J]. 大自然探索, 1995, 14(1):88-94.

[4] 张青晖, 沙基昌. 风险分析概述[J]. 系统工程与电子技术, 1996, 18(2):42-45.  
 [5] T M WILLIAMS. Two-Dimensionality of Project Risk[J]. International Journal of Project Management, 1996, 14(3):185-186.  
 [6] ROOZBEH KANGARI, LELAND S RIGGS. Construction Risk Assessment by Linguistics[J]. IEEE transactions on engineering management, 1989(2):126-131.  
 [7] J H M THAT, V CARR. A Proposal for Construction Project Risk Assessment Using Fuzzy Logic[J]. Construction Management and Economics, 2000(18):491-500.  
 [8] 徐颖. 风险决策的模糊数学模型[J]. 系统工程理论与应用, 1995, 4(1):75-77.  
 [9] 夏绍纬. 系统工程概论[M]. 北京:清华大学出版社, 1995.  
 [10] 郭庆军, 吕宁华. 项目风险的综合度量[J]. 西北工业学院学报, 2005, 25(5):495-498.  
 [11] 陈伟, 李政. 风险投资中的风险确定和项目风险度量方法研究[J]. 工业技术经济, 2003(4):59-61.  
 [12] 张建设, 钟登华. 工程项目风险的多维功效函数评价方法研究[J]. 洛阳大学学报, 2002, 17(2):48-53.  
 [13] 向鹏成, 任宏. 国际工程承包风险的模糊综合评价[J]. 数学认识与实践, 2005, 35(6):30-34.

## Multi-dimensional Description and Measurement of Project Risk

XIANG Peng-cheng, ZHAO Yan-ling, WANG Lin

(College of Construction Management & Real Estate, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** The traditional description method of project risk is analyzed and the good and bad points of these methods are discussed. Multi-dimensional structure, a description method of project risk is put forward. A project risk is described from five aspects of risk event such as occurrence probability, loss, predictability, manipulability, the degree of information asymmetries and so on. The function of the risk degree and measurement function of project risk are established. An application case study is provided. Multi-dimensional description and measurement of project risk which can reflect comprehensively the real appearance of project risk, and it is advantageous for us to know and grasp the rule of project risk.

**Key words:** project risk; risk description; risk measurement; multi-dimensional structure

(编辑 陈移峰)

---

(上接第 147 页)

## Model and Computation of Reload Stock Options with Barriers

FU Qiang<sup>1</sup>, GAO lin-lin<sup>2</sup>

(1. College of Economics and Business Administration;

2. College of Mathematics and Sciences, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** Reload stock option is proposed as an executive stock option plan having some drawbacks, and prove that it is necessary to treat the reload option as a barrier option with two barriers. The improved reload option pricing model is established which the long incentive and reload feature of executive stock option are included. The pricing formula of the new option and the simulation analysis of it are discussed.

**Key words:** reload option; barriers option; martingale

(编辑 张小强)