# 项目工程风险评估云判别模型设计

刘小龙 邱菀华

(北京航空航天大学 经济管理学院，北京 100191)

**摘 要**：针对工程项目的特点和项目风险定量评估任务，提出了基于云判别模型的风险评估方法.云理论是一种用于处理不确定性和含糊性知识的数学工具，可实现概念与数据之间的相互转换.在云理论的基础上，建立了综合能力模型以及风险评估云模型，提出了基于云理论项目工程风险评估的方法，解决了风险评估中定性语言到定量的转化问题.该方法通过分析项目生命周期中的具体风险与风险因素之间的因果关系，建立项目工程风险评价模型，拓展了在国内经济转轨时期项目工程风险模型的研究思路，并结合应用实例评价该方法对建立工程内部风险评价体系的应用价值.

**关 键 词**：云理论；项目风险评估；项目风险模型

**中图分类号**：C 934

**文献标识码**：A **文 章 编 号**：1001-5965(2008)12-1445-03

## Model design of project risk assessment based on cloud theory

Liu Xiaolong Qiu Wanhua

(School of Economics and Management, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China)

**Abstract**: A risk evaluation method based on the cloud theory was put forward for evaluating project risk quantitatively. Cloud theory was proved to be an excellent mathematical tool for dealing with uncertain and vague description of objects, and it can realize the transforms between qualitative concepts and their quantitative expression . Based on the cloud theory, the system performance model and the cloud model of the risk assessment were proposed . A new way for project risk assessment was given and it can solve the transition problem between qualitative and quantitative in risk assessment. The project risk model was constructed by analyzing the causal relation between risk and risk factors, and the research way of project risk model was expanded in our country of a period of economy, and the applied value of the system of risk assessment was illustrated by practical application.

**Key words**: cloud theory; credit risk evaluation; credit risk model

风险评价是依据风险估计确定的风险大小或高低，评价风险对工程项目投资目标的影响程度[1].该阶段主要是综合评价风险影响，为下一步风险决策提供依据.风险评价考虑单个风险综合起来的整体风险以及项目主体对风险的承受能力.由于识别出来的每一个风险都有自身的规律和特点、影响范围和影响量，通过分析可以将它们的影响统一为总体风险的形式来判断.风险评价的结果不仅是风险分析的结果，也是项目管理的基本依据[2].

云理论是李德毅院士于1995年提出的用于处理不确定性的一种新理论[3].以云理论为基础的云重心评判法作为一种综合评估法是DMKD(Data Mine and Knowledge Discover)中最新发展起来的，体现定性与定量之间的不确定性转换，即概念亦此亦彼的“软”边缘性的理论.它已成为模糊数据发掘和信息处理的有力工具.云模型把定性概念的模糊性和随机性完全集成在一起，构成定性和定量相互间的映射，作为知识表示的基础.

**收稿日期**：2007-12-26

**作者简介**：刘小龙(1978—)，男，山西忻州人，博士生，liuxl@buaa.edu.cn.

利用云理论的不确定推理对项目风险进行评分，克服传统模糊集理论的不彻底性，使推理结果更加合理而且贴近实际.同时，现代项目风险模型通常只对申请者某一时点的信用状况进行评估，而云理论则利用多维综合云模型对对象一段时期内的多个状况进行分析，结果更具代表性.

## 1 工程项目风险评估云判别模型

### 1.1 性能指标云化

在给出的工程项目风险评价指标体系中，既有用精确数值表示的，又有用语言值来描述的[4].提取 $n$ 组样品组成决策矩阵.那么 $n$ 个精确数值型的指标就可以用一个云模型来表示.对于存在双边约束$[C_{\min},C_{\max}]$的指标，可用以下公式来近似两个数字特征值式：

$$E_x=\frac{E_{x1}+E_{x2}+\cdots+E_{xn}}{n} \tag{1}$$

$$E_n=[\max(E_{x1},E_{x2},\cdots,E_{xn})-\min(E_{x1},E_{x2},\cdots,E_{xn})]/6 \tag{2}$$

同时每个语言值型的指标都可以用一个云模型来表示，那么 $n$ 个语言值(云模型)表示的一个指标就可以用一个一维综合云来表征.

$$E_x=\frac{E_{x1}E_{n1}+E_{x2}E_{n2}+\cdots+E_{xn}E_{nn}}{E_{n1}+E_{n2}+\cdots+E_{nn}} \tag{3}$$

$$E_n=E_{n1}+E_{n2}+\cdots+E_{nn} \tag{4}$$

式中，当指标为精确数值型时，$E_{x1}\sim E_{xn}$为各指标量的值；当指标为语言值型时，$E_{x1}\sim E_{xn}$为各指标云模型的期望；$E_{n1}\sim E_{nn}$为各指标云模型的熵.

### 1.2 指标权重分配

权重的确定方法有很多，如德尔菲法、AHP法、环比法、区间估计法和 PC-LINMAP 耦合法等.上述方法各有优长，本文采用德尔菲法确定权重.若认为某几个指标同等重要则它们处于同一等级，即不同指标可能处于同一等级).再将 $W_i$ 归一化处理即可得到权重 $W_i^*$.

### 1.3 用加权偏离度对云重心度量

用加权偏离度来衡量云重心的改变.一个系统的理想状态下各指标值是已知的.在项目工程风险评价中，系统的理想状态下各已知的指标值可用多维综合云表示.

可以用加权偏离度 $\theta$ 来衡量理想状态和待评价状态这两种情况下综合云重心的差异情况.(注：$\theta$ 值越小表示差异越不明显，$\theta$ 值越大表示差异越显著).首先将此状态下的综合云重心向量进行归一化，得到一组向量：

$$\boldsymbol{T}^{\mathrm{G}}=(T_1^{\mathrm{G}},T_2^{\mathrm{G}},\cdots,T_p^{\mathrm{G}}) \tag{5}$$

其中

$$T_i^{\mathrm{G}}=\begin{cases}\dfrac{(T_i^0-T)}{T_i^0} & \text{当 } T_i<T_i^0 \text{ 时}\\ \dfrac{(T_i-T_i^0)}{T_i^0} & \text{当 } T_i\geqslant T_i^0 \text{ 时}\end{cases} \tag{6}$$

式中，$i=1,2,\cdots,p$.

把各指标归一化之后的向量值乘以其权重值，然后再相加，取平均值后得到 $\theta(0\leqslant\theta\leqslant1)$的值为

$$\theta=\Big[\sum_{j=1}^{p}(W_j^*\times T_i^{\mathrm{G}})\Big] \tag{7}$$

式中，$W_j^*$ 为第 $j$ 个单项指标的权重值.

### 1.4 等级识别

项目工程风险评价中将系统的理想状态视为极好，则 $\theta$ 值越小表示系统在某状态下与理想状态越接近，性能越好，反之亦然.将 11 个评语(无、非常差、很差、较差、差、一般、好、较好、很好、非常好、极好)置于连续的语言值标尺上，并且每个评语值都用云模型来实现.构成一个定性评测的云发生器.

## 2 项目风险评价案例分析

### 2.1 指标体系的建立

在工程项目风险防范中，对于一般意义的项目投资的风险评价，可以借鉴风险投资的评价指标，尤其是在当前技术更新加速，环境不确定性日益增加的背景下，更有现实意义[5].将工程项目风险评价指标体系分为管理者风险、市场风险、财务风险、环境风险 4 类共 15 项指标.

### 2.2 参数值云化过程

按以上工程项目风险评价指标体系，抽取出各指标的不同状态值(为保证评估结果的准确性，抽取的样本应有一定的样本容量，为了便于计算和说明问题，在此只抽取管理者风险 5 项指标的 4 组数值).见表 1.

**表 1 某工程项目管理者 2003～2006 a 的 4 个状态值**

| 状态 | 个人品质 | 管理者经验和业绩 | 责任感 | 健康状况 | 利益相关度 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 一般 | 较好 | 较好 | 很好 | 非常好 |
| 2 | 一般 | 一般 | 较好 | 很好 | 非常好 |
| 3 | 一般 | 很好 | 好 | 很好 | 很好 |
| 4 | 很好 | 非常好 | 很好 | 非常好 | 很好 |
| 理想状态 | 极好 | 10 万元/a | 极好 | 极好 | 极好 |

注：状态 1～状态 4 分别代表 2003～2006 a 4 个状态.

管理者风险 5 项定性指标的定量值，要利用云理论，把每一指标的语言值用一个对应的 3 个

数字特征($E_x$,$E_n$,$D$)来表征(即用一个云对象来表示),其中的 $E_x$ 值就可以作为该指标的定量值,可以把语言值(无,非常差,很差,较差,差,一般,好,较好,很好,非常好,极好)量化为(0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1.0).例如,"很好、非常好"对应的值分别为 0.8 和 0.9,即而组成决策矩阵 $\boldsymbol{B}$:

$$\boldsymbol{B}=\begin{bmatrix}0.5 & 0.7 & 0.7 & 0.8 & 0.9\\ 0.5 & 0.5 & 0.7 & 0.8 & 0.9\\ 0.5 & 0.8 & 0.6 & 0.8 & 0.8\\ 0.8 & 0.9 & 0.8 & 0.9 & 0.8\end{bmatrix}$$

从决策矩阵中,由公式(1)、公式(2)分别求得各个指标云模型的期望值、熵,见表 2.

**表 2　各指标的期望值和熵**

| 指标 | 个人品质 | 管理者经验和业绩 | 责任感 | 健康状况 | 利益相关度 |
|---|---|---|---|---|---|
| 期望值 | 0.575 | 0.725 | 0.7 | 0.825 | 0.85 |
| 熵 | 0.05 | 0.07 | 0.033 | 0.017 | 0.017 |

### 2.3　求出指标权重

依德尔斐法计算 $W_j$,见表 3.

**表 3　各指标的排队等级和 $W_j$ 值**

| 指标 | 个人品质 | 利益相关度 | 责任感 | 管理者经验和业绩 | 健康状况 |
|---|---|---|---|---|---|
| 排队等级 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| $W_j$ | 1 | 0.727 | 0.611 | 0.389 | 0.278 |

将 $W_j$ 归一化得 3 个指标的权重为 $W_j^*$:$W_j^*$ = (0.25, 0.18,0.15,0.10,0.07).

### 2.4　计算加权偏离度

依据云理论,由 $\boldsymbol{T}=\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}$($\boldsymbol{a}$ 表示云重心的位置即期望值,$\boldsymbol{b}$ 表示云重心的高度即权重值)可得:六维加权综合云的重心向量为(0.23,0.2,0.105,0.083,0.06);理想状态加权综合云的重心向量为(0.25,0.22,0.15,0.10,0.07);由公式(6)归一化后分别为(1.10, 1.29,0.43,0.20,0.17)和(0,0,0,0,0).

计算后得加权偏离度 $\theta$=0.014,$\theta$ 值较小表示系统在此状态下与理想状态下差异不是很明显,将其输入评测云发生器之后,将激活"较好"和"很好"两个云对象,如图 1 所示.因为二者的激活程度相差不是很大($\gamma$<0.1),所以根据等级识别中的第 2 种情况的分析,将生成一个新的语言评判值,它的定量表示可由综合云发生器产生.它的定性表示可用"介于较好和很好之间,微倾向于很好"来说明,亦可由专家或用户重新定义.

## 3　结　论

工程项目风险模型研究的方法很多,各有所长.本文首次将云重心评判法引入工程项目风险模型研究,拓展了工程项目风险模型研究的思路.同时介绍了一种简便有效的赋权方法,并运用云重心评判法结合实例说明了其在工程项目评估中的运用.本文所采用方法的特点:①云重心评判法以云理论为基础,具有科学性;②德尔斐法计算权重简便有效;③加权偏离度 $\theta$ 反映了某一状态与理想状态的偏离程度,它本身是个比较值,无须另行给出校验样本,具有自比性;④过程简单易行,具有较强的可操作性;⑤最后得出的是语言评判值,具有直观性.

## 参考文献(References)


[1] Nikander I O, Eloranta E. Project management by early warnings[J]. International Journal of Management, 2004(19):385－399

[2] Kanas A. Neural network linear forecasts for stock returns [J]. International Journal of Finance and Economics, 2005(6):245－254

[3] 李德毅,孟海军,史雪梅. 隶属云和隶属云发生器[J].计算机研究与发展,1995,32(6):15－20
Li Deyi, Meng Haijun, Shi Xuemei. Membership clouds and membership cloud generators [J]. Computer R&D, 1995, 32(6):15－20(in Chinese)

[4] Yang B, Li ling X. An early warning for loan risk assessment using artificial neural networks[J]. Knowledge-Based System, 2005(14):303－306

[5] 王颖.基于云理论的企业市场竞争定位模糊识别[J]. 电子科技大学学报, 2004,33(3):322－326
Wang Ying. Fuzzy pattern recognition of company market competition orientation based on clouds theory [J]. Journal of UEST of China, 2004, 33(3):322－326(in Chinese)

[6] Cythia B. Using discriminant analysis to predict financial distress[J]. International Advances in Economics Research, 2000(6): 591－593

[7] 方洪全,曾勇. 运用多元判别法评估企业信用风险的实例[J]. 预测,2004,23(4):65－68
Fang Hongquan, Zeng Yong. Example of multivariate discriminate analysis in credit risk evaluation of enterprise [J]. Forcasting, 2004, 23(4):65－68(in Chinese)


(责任编辑:张　嵘)