

基于主成分分析的高速公路工程项目风险评估研究

李志辉¹, 李晓敏²

(1. 北京兴电国际工程管理公司, 北京 100048; 2. 河北工程大学, 河北 邯郸 056038)

[摘要] 高速公路工程项目运行过程涉及到大量物力、财力、人力, 面临风险大小直接决定其社会、经济收益。选择适当的风险评估方法对提高工程项目风险管理效率有着重要的影响, 本文借助主成分分析对选择的高速公路工程项目个案进行了风险评估的实证研究。

[关键词] 主成分分析; 工程项目; 风险评估

[中图分类号] C931 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-9477(2011)01-0033-05

高速公路工程建设项目进行的环境复杂且建设周期长、规模大, 在工程项目实施的过程中存在着大量的不确定因素。随着我国改革开放的深度和广度的不断加大, 社会与经济快速发展, 新建与在建高速公路工程项目的数量越来越多, 其规模由一般规模到越来越庞大, 结构功能由单一性变得愈来愈复杂, 导致工程项目的建设周期持续延长, 使得在建工程项目存在的风险进一步加大, 造成的危害也日趋严重。对工程项目的风险进行管理变得十分重要, 风险管理中风险评估是至关重要的环节, 而风险评估方法选择又是重中之重^[1]。因此, 对风险评估的方法和技术创新与有效应用会对工程项目正常运行有着重要而现实的意义。

一、工程项目风险传统评估方法概述

对工程项目风险评估的方法通常有主观评分法、模糊综合评估法等。这些方法在不同条件下具有各自的优势, 但也存在着一些局限性。

(一) 主观评分法

主观评分法是定性分析的比较性研究, 使用相关专家的丰富理论与实践经验, 对风险因素进行判断赋值与界定权重, 然后把每个风险因素权重相加, 获得的结果与前期设计的标准进行对比。在工程项目风险评估之前, 首先要确定工程项目中存在的风险因素以及这些风险因素的重要性, 最后形成工程项目风险评估指标体系。邀请专家对这些风险因素影响重要性进行权重确定, 一般赋值区间在0-10之间, 从0到10表示风险程度从轻到重, 对整体风险计算是利用得出的各指标风险值进行综合。主观评分法在使用上相对简单, 但受到专家打分主观性的影响存在一定的缺点和不合理性。但是专家在对风险因素进行客观的评估, 评估结果则会具有很强的合理性, 如果存在专家的不客观性则出现评估结果有悖实际情况。对于风险因素单个的评估相对于整体风险评估具有局限性, 单个风险因素评估结果对前期的评估标准要求相似, 不能出现差距太大。整体项目风险的综合值是对各风险因素进行综合后获得, 其结果可信度相对较弱。

(二) 模糊综合评估法

模糊综合评估法是指在模糊数学方法基础上的综合类风险评估方法, 基本做法是使用模糊数学的隶属度理论把定性评估转化为定量评估, 即使用模糊数学方法评估具有多个风险因素影响的事物存在的风险程度。模糊综合评估法具有结果明确、系统

性强的特征, 在实践中可以将模糊不定、难以量化的因素进行评估, 进而获得量化的结果。模糊综合评估法实施步骤如下:

- (1) 确定出各具体指标, 形成评估指标体系;
- (2) 按照评估的任务要求制定评估标准;
- (3) 分析每个风险指标构建模糊评估矩阵;
- (4) 在对各指标影响程度判断基础上确立权重;
- (5) 利用模糊数学模型对矩阵数据进行计算明确评估结果;
- (6) 分析评估的结果进而明确项目面临的风险程度。

(三) 层次分析法

层次分析法的特点是在对复杂决策问题的本质、影响因素及其内在关系等进行深入分析的基础上, 利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化, 从而为多目标、多准则或无结构特性的复杂决策问题提供简便的决策方法。尤其适合对决策结果难于直接准确计量的场合^[2]。层次分析法的具体步骤如下:

- (1) 详细描述要研究的案例;
- (2) 对选择的案例进行风险识别和归类;
- (3) 设计出该具体案例的风险评估指标并构建出指标体系;
- (4) 使用风险评估指标体系作指导, 在整体上了解工程项目的具体风险因素, 邀请专家对这些因素进行分析赋值;
- (5) 构建出风险因素及子风险因素的判断矩阵, 邀请专家对这些风险因素进行权重值分析;
- (6) 设计风险程度标准, 一般包括高中低三个档次, 使用具体风险因素构建的判断矩阵进行各风险因素带来风险程度估测;
- (7) 在第四步中由于是专家主观判断下的赋值, 该赋值一般是专家的理论知识与实践经验综合而得, 所以其结果具有主观性, 需要对结果进行一致性检验, 如果这些具体风险因素评估结果没有通过一致性检验, 需要对这些因素进行重新评估, 一直到通过一致性检验;
- (8) 每个风险指标下都有一些具体的风险因素, 分析完这些风险因素后把它们的具体风险程度综合起来从而判断该风险指标的风险程度, 在此基础上将风险指标危害值综合起来分析出总的风险水平。

二、主成分分析模型概述

主成分分析模型选择使用在高速公路工程项目中

是一种方法创新,该方法的应用对工程项目风险评估起到了两方面重要作用,一是将复杂与多维的风险因素数据进行简化;二是对定性的数据进行分析时高度保留原始数据性质且不需对求出的结果进行定性设置权重。本文中设计的各指标记成 C_{ij} , 其中 i 是第 i 标段, j 是指标段下的第 j 个风险因素, 是指标原始变量的第 1, 第 2, ..., 第 j 个主成分, 根据主成分算出特征值向量, 将向量与原始数据的标准化数据进行结合测算出标段的风险程度。主成分分析计算步骤归纳如下^[3]:

(1) 计算相关系数矩阵

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

在公式(1)中, $r_{ij}(i, j = 1, 2, \dots, n)$ 是原始变量 C_i 与 C_j 的相关系数, 相关系数计算公式:

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)^2 \sum_{k=1}^n (x_{kj} - \bar{x}_j)^2}} \quad (2)$$

因为 R 是实对称矩阵(即 $r_{ij} = r_{ji}$), 所以只需计算其上三角元素或下三角元素即可。

(2) 求出特征值并计算出特征向量

计算特征方程 $|\lambda I - R| = 0$ 的解, 从而计算出特征值 $\lambda_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 并按大小顺序进行排列, 即 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_n \geq 0$; 逐一计算出与特征值 λ_i 相对应的特征向量 $e_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 。

(3) 求出主成分对原始数据的贡献率并计算出相应的累计贡献率

主成分 f_i 贡献率: $r_i / \sum_{k=1}^p r_k (i = 1, 2, \dots, L, n)$, 累计贡献率: $\sum_{k=1}^m \frac{r_k}{\sum_{k=1}^n r_k}$ 。通常取累计贡献率达到或者超过 75% 的特征值 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$ 所对应的第 1, 第 2, ..., 第 $m (m \leq n)$ 个主成分。

(4) 计算主成分载荷

$$n(z_k, x_i) = \sqrt{\gamma_k} e_{ki} (i, k = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

由此可以进一步计算主成分得分:

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1m} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ f_{n1} & f_{n2} & \cdots & f_{nm} \end{bmatrix} \quad (4)$$

三、高速公路工程项目风险评估指标体系构建与赋值

C 高速公路是华北 H 省按照国家高速公路建设总体布局而建设的重点项目, 是该省东北与西南走向的重要高速交通设施, 本案例涉及到该省内的全部标段工程, 即 11 个标段工程项目都在研究范围之内。由于

该工程项目面临的宏观环境一致, 微观环境也具有很多相似之处, 所以在前期设计、物料供应、财务计划、组织管理上采取统一的模式。

(一) 高速公路工程项目风险评估指标体系构建

工程项目风险贯穿于整个工程项目的过程, 选择合适有效地风险评估体系比较困难, 但是针对性的构建指标体系在实践和理论上都是可行的。对工程项目风险的归类是可以有效地帮助指标的选择, 根据高速公路工程项目风险的特征一般可以将风险分为财务、技术、质量、管理、外界环境五个方面, 再根据实际情况将这五个方面细分, 就可以得到具体的指标。指标体系的设计采用多标段下的统一指标, 这样设计既满足了选择的模型计算方式要求也满足了对项目标段风险评估^[4]。

根据 C 高速公路工程项目风险的识别结果和指标体系构建的原则, 本文设计了一套适用于 C 高速公路工程项目风险评估的体系, 评估指标体系分为三个层次, 层次间具有很强的关联性以及内部规律性。第一层是 C 高速公路工程项目风险; 第二层是涉及到工程项目主要方面的不确定因素的类别, 这里选择了 5 个分指标, 如技术风险、财务资金风险、组织管理风险、社会环境风险、自然环境风险, 这些风险虽然没有细致的表明出所有类别的风险, 但是对安排具体指标具有全面指导性; 第三层是具体指标, 本文选择了 15 个具体指标, 这些指标涉及到工程项目全过程的投资费用、勘察设计、财务管理、项目施工、组织管理、外部环境等方面, 尽量将工程项目的前期规划设计和初期工作隐含的潜在风险包括进来。本文构建的 C 高速公路工程项目风险评估指标层次如表 1 所示。

表 1 C 高速公路工程项目风险评估指标层次

一级指标	二级指标	三级指标
C 高速公路工程项目风险评估指标体系	组织管理风险	进度管理 C1
		合约管理 C2
		监督管理 C3
		制度安排 C4
		协调能力 C5
	技术风险	工程施工 C6
		工程设计 C7
		前期勘察 C8
	财务资金风险	各项费用 C9
		资金成本 C10
		资金来源 C11
	社会环境	不良势力 C12
		政府政策 C13
	自然环境	地质、地下条件 C14
		气候变化 C15

各项具体指标较全面的反映出工程项目各方面, 指标的内容包含着更加细分的工作, 如协调能力, 其不仅仅表示施工协调、管理协调、与政府协调, 还包括与当地住户及不良势力的协调谈判等。本文设计的指标体系的主要是测算出各标段的风险程度而不是整体工程项目风险程度。根据各标段风险程度可以综合判断出整个工程项目的风险程度, 风险程度是一个相对准确的参考概数并非绝对数。将标段与具体指标结合构成二者的关系枢纽, CX 高速公路工程项目风险评估指标体系如表 2 所示。

表 2 C 高速公路工程项目风险评估指标体系		
指标	因素指标	
标段		
I		
II		
III	C1,C2,C3,C4,C5...	
...		

表 2 中反映的指标体系是根据主成分模型计算的特征和要求设计的,在测算各标段项目风险时需要将标段放在指标体系表的左侧,这里本文用 I、II、III…XI 依次表示 11 个标段,用 C1,C2,C3,…C15 依次表示风险因素。将标段安排在体系表左侧,标段下的各风险因素对应式在右侧依次排开,使用主成分模型测算在横向上将高维数据降至一维。

(二)高速公路工程项目风险评估指标赋值
对 C 高速公路工程项目风险评估指标赋值是通过专家打分综合而得,为了区别指标带来风险的大小,本文对评估指标带来风险大小区间确定在 0 到 10 之间,将指标风险程度分为五个等级:很小、较小、中等、较大、很大,在定量上取值分别是 1、3、5、7、9,这些取值愈大表明该指标本身或者间接导致的风险愈大。在风险识别阶段,各领域专家对这些指标进行不同角度的综合赋值,最后给出一个风险程度定量值,从而取得 C 高速公路工程项目风险评估指标值,如表 3 所示。

表 3 C 高速公路工程项目风险评估指标值																				
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
I	3	5	5	1	3	9	7	7	5	3	3	1	7	3	5					
II	3	7	5	5	3	7	9	5	7	5	3	1	5	1	5	7				
III	1	9	5	3	1	9	7	5	3	5	5	7	1	9						
IV	3	5	7	7	1	7	9	7	3	1	3	5	9	3	5					
V	7	5	9	3	3	3	7	7	7	5	1	3	7	3	5					
VI	5	3	9	3	5	5	7	9	5	3	1	7	5	5	7					
VII	1	9	5	7	3	5	7	3	9	3	5	3	7	3	9					
VIII	3	7	3	7	3	7	5	9	5	1	1	7	5	5	7					
IX	1	7	5	3	5	7	5	7	9	3	7	3	9	3	7					
X	3	3	9	1	5	9	5	7	5	5	9	3	7	7	5					
XI	3	5	7	1	5	9	3	5	7	7	5	5	7	3	9					

四、高速公路工程项目风险评估与分析

对相同风险指标影响下的各标段风险情况预测是针对不同标段情况而做出的风险管理工作,该项工作可以将面临不同风险程度的标段区别出。通过 SPSS17.0 统计软件对原始数据—表 3 中数据进行主成分运算,按照主成分求算过程进行详细运算,运算过程包括计算相关系数;求出特征值、贡献率以及累计贡献率;计算因子载荷;求出特征向量;根据向量确定主成分线性模型,计算各主成分值;利用各主成分和贡献率拟合综合主成分模型;最后计算出各标段的综合主成分值,即风险大小^[5]。

1. 利用 SPSS17.0 软件对表 1 中原始数据进行标准化处理,计算出相关系数表,并对该矩阵中数据进行简单判断得出大部分变量间相关性较强,在统计意义上计算相关系数并判断分析是进行下一步计算的基础,计算结果如表 4 所示。

表 4 相关系数矩阵														
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
C1	1	-0.45	0.453	-0.19	0.149	-0.35	0.124	0.494	-0.34	0.347	-0.41	0.189	-0.32	-0.34
C2	-0.45	1	-0.77	0.489	-0.5	0	0.146	-0.4	0.442	-0.25	0.054	-0.12	0.083	-0.7
C3	0.453	-0.77	1	-0.45	0.594	-0.29	0.26	-0.19	0.44	0.082	0.077	0.089	-0.2	-0.39
C4	-0.19	0.489	-0.45	1	-0.52	-0.42	0.467	-0.06	-0.02	-0.46	-0.37	0.259	-0.06	-0.2
C5	0.149	-0.5	0.594	-0.52	1	0	-0.46	0.238	0.415	0.389	0.318	0.082	-0.16	0.39
C6	-0.35	0	-0.29	-0.42	0	1	-0.33	-0.11	-0.32	0.111	0.541	-0.1	0.149	0
C7	0.124	0.146	-0.46	0.467	-0.46	-0.33	1	-0.1	-0.28	-0.39	-0.4	-0.28	-0.04	-0.4
C8	0.494	-0.4	0.26	-0.06	0.238	-0.11	-0.1	1	-0.52	-0.39	-0.4	0.486	-0.2	0.38
C9	-0.34	0.442	-0.19	-0.42	0.415	-0.32	-0.38	-0.52	1	0.389	0.271	-0.39	0.083	-0.3
C10	0.347	-0.25	0.44	-0.46	0.389	0.111	-0.39	-0.39	0.389	1	0.311	-0.35	-0.12	-0.1
C11	-0.41	0.054	0.082	-0.37	0.318	0.541	-0.4	-0.4	0.271	0.311	1	-0.32	0.482	0.19
C12	0.189	-0.12	0.077	0.259	0.082	-0.1	-0.38	0.486	-0.39	-0.35	-0.32	1	-0.25	0.34
C13	-0.32	0.083	0.089	-0.06	-0.16	0.149	-0.4	-0.2	0.083	-0.12	0.482	-0.25	1	-0.1
C14	0.28	-0.46	0.415	-0.16	0.594	0	-0.44	0.575	-0.26	-0.07	0.185	0.348	-0.13	1
C15	-0.34	0.034	-0.39	0.136	0.029	0.12	-0.3	-0.457	0.149	0.125	0.285	-0.19	-0.4	1

2. 求出主成分特征值、贡献率并计算累计贡献率,进而确定主成分。对累计贡献率值进行判断,观察到第五个累计值时超过 85%,这说明用前五个成分来反映和评估高速公路工程项目风险的可靠性已经在 85% 以上,因此可以取前五个成分作为主成分,详见表 5 中数据。

表 5 特征值、贡献率与累计贡献率			
主成分	特征值	贡献率%	累计贡献率%
1	4.328	28.855	28.855
2	3.517	23.445	52.300
3	2.076	13.838	66.137
4	1.917	12.779	78.916
5	1.170	7.802	86.718

3. 计算所选的五个主成分因子载荷。第一主成分在 C1、C3、C8、C14 上有较大的载荷,即在前五个主成分中的 15 个指标因素比较值较大,主要反映组织管理和技术类方面信息;第二主成分在 C5、C9、C10、C11 上有较大的载荷,主要反映出财务指标和部分组织管理方面信息;第三主成分在 C6 上有较大载荷,主要反映技术类方面信息;第四主成分在 C2、C12、C15 上有较大载荷,主要反映外界的宏观信息;第五主成分在 C4、C7、C13 上有较大载荷,主要反映制度、政策和设计的信息。因子载荷信息如表 6 所示。

表 6 因子载荷表					
	主成分				
	1	2	3	4	5
C1	0.766	-0.302	-0.497	0.109	-0.105
C2	-0.948	-0.098	-0.011	0.179	0.047
C3	0.752	0.171	-0.339	-0.152	0.089
C4	-0.443	-0.693	0.058	0.204	0.352
C5	0.502	0.659	0.004	0.389	0.203
C6	-0.165	0.442	0.615	-0.37	-0.492
C7	-0.204	-0.680	-0.405	-0.421	-0.055
C8	0.726	-0.387	0.374	0.082	0.062
C9	-0.404	0.507	-0.454	0.393	0.408
C10	0.193	0.736	-0.502	0.096	-0.316
C11	-0.183	0.780	0.278	-0.343	0.242
C12	0.243	-0.334	0.539	0.546	-0.009
C13	-0.186	0.225	0.112	-0.610	0.522
C14	0.718	0.128	0.427	0.135	0.320
C15	-0.624	0.282	0.091	0.606	-0.184

4. 求特征向量矩阵并描述出主成分表达式。特征向量的计算过程非常复杂,但是借助 SPSS17.0 统计软件进行特征值的特征向量计算相对简便,特征向量矩阵如表 7 所示。通过对表 7 中数据线性组合取得前五个主成分表达式如下式:

表7 特征向量矩阵

	第一主成分	第二主成分	第三主成分	第四主成分	第五主成分
C1	0.37	-0.16	-0.34	0.08	-0.10
C2	-0.46	-0.05	-0.01	0.13	0.04
C3	0.36	0.09	-0.24	-0.11	0.08
C4	-0.21	-0.37	0.04	0.15	0.33
C5	0.24	0.35	0	0.28	0.19
C6	-0.08	0.24	0.43	-0.27	-0.45
C7	-0.10	-0.36	-0.28	-0.30	-0.05
C8	0.35	-0.21	0.26	0.06	0.06
C9	-0.19	0.27	-0.32	0.28	0.38
C10	0.09	0.39	-0.35	0.07	-0.29
C11	-0.09	0.42	0.19	-0.25	0.22
C12	0.12	-0.18	0.37	0.39	-0.01
C13	-0.09	0.12	0.08	-0.44	0.48
C14	0.35	0.07	0.30	0.10	0.30
C15	-0.30	0.15	0.06	0.44	-0.17

$$f_1 = 0.37C1 - 0.46C2 + 0.36C3 - 0.21C4 + 0.24C5 - 0.08C6 - 0.1C7 + 0.35C8 - 0.19C9 + 0.09C10 - 0.09C11 + 0.12C12 - 0.09C13 + 0.35C14 - 0.3C15$$
$$f_2 = -0.16C1 - 0.05C2 + 0.09C3 - 0.37C4 + 0.35C5 + 0.24C6 - 0.36C7 - 0.21C8 + 0.27C9 + 0.39C10 + 0.42C11 - 0.18C12 + 0.12C13 + 0.07C14 + 0.15C15$$
$$f_3 = -0.34C1 - 0.01C2 - 0.24C3 + 0.04C4 + 0C5 + 0.43C6 - 0.28C7 + 0.26C8 - 0.32C9 - 0.35C10 + 0.19C11 + 0.37C12 + 0.08C13 + 0.3C14 + 0.06C15$$
$$f_4 = 0.08C1 + 0.13C2 - 0.11C3 + 0.15C4 + 0.28C5 - 0.27C6 - 0.3C7 + 0.06C8 + 0.28C9 + 0.07C10 - 0.25C11 + 0.39C12 - 0.44C13 + 0.1C14 + 0.44C15$$
$$f_5 = -0.1C1 + 0.04C2 + 0.08C3 + 0.33C4 + 0.19C5 - 0.45C6 - 0.05C7 + 0.06C8 + 0.38C9 - 0.29C10 + 0.22C11 - 0.01C12 + 0.48C13 + 0.3C14 - 0.17C15$$

5. 计算各标段的综合风险指数——综合主成分。
把前五个主成分方差贡献率作为权重,构造出综合评估函数:

$$F = 0.28855f_1 + 0.23445f_2 + 0.13838f_3 + 0.12779f_4 + 0.7802f_5 \quad (4)$$

使用五个主成分线性模型计算出各标段下的主成分值,即使用模型变量系数与原始数据相乘,再利用取得的主成分数据与综合主成分函数中各系数相乘取得综合主成分值。对各标段下的综合主成分值进行排序,其值越是靠前的说明其风险越大,在整体工程项目中所占风险比重也较大,排序越是靠后的说明其风险程度越小,给整体工程项目带来的风险也越小。各主成分与综合主成分值在各标段下的数据如表8所示。

表8 各标段下主成分值、综合主成分值与排序

标段	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	综合主成分F	排序
I	-1.75	3.97	1.35	-2.11	2.31	2.172918	10
II	4.29	2.85	-2.23	0.83	2.67	3.786673	9
III	-5.54	3.65	3.25	0.49	1.95	1.290915	11
IV	-0.32	-1.77	2.87	-2.07	5.61	4.002223	8
V	3.44	1.63	-4.25	1.67	5.31	5.142917	5
VI	5.60	0.97	1.21	4.21	4.11	5.753355	3
VII	-6.58	3.91	-0.25	3.15	7.47	5.214073	4
VIII	-0.60	-1.21	5.57	5.19	4.71	4.651939	7
IX	-2.66	7.33	2.49	0.89	7.69	7.362204	2
X	4.56	9.07	3.55	-1.83	4.95	7.561629	1
XI	0.22	9.53	1.73	2.97	2.25	4.672173	6

为了明晰各标段风险程度大小,使用 Excel 对各标

段综合主成分值进行制图处理,得图1。

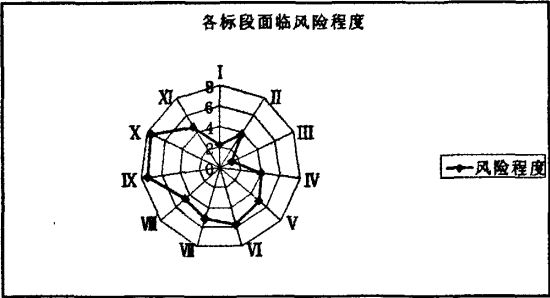


图1 C高速公路各标段面临风险程度雷达图

通过对图1观察得知C高速公路工程项目的11个标段面临的风险程度排序,同时也能观察出风险程度等级。根据前期的风险等级划分标准可知标段IX、X面临的风险程度较大,需要对这两个标段的所有工作进行重点检查,检查过程要借鉴表1中各标段下的各风险因素指标的专家赋值;标段V、VI、VII、VIII、XI面临的风险程度中等,但从谨慎角度出发,需要对这五个标段存在的风险因素进行检查,在检查中也要注意参考前期专家给予各风险因素的赋值;标段I、II、IV面临的风险程度较小,但不能忽略这三个标段面临的风险;标段III面临的风险程度很小,工程项目风险管理重点不必放在这类分项目中。

五、结论

高速公路工程项目风险评估涉及到的数据量大,数据之间关系复杂,给工程项目风险评估带来了很大困难。选择使用主成分分析方法可以解决这些问题并取得较准确的结果。同时,主成分分析法能在保证数据原有信息损失最小的前提下,经线性变换和放弃很小一部分信息,以较少的新的综合变量取代原始的高维变量,从而使得数据结构得到简化。在高速公路工程项目风险评估中使用主成分分析法的重要前提是对风险指标赋值量化,在实际使用中,要特别注意指标选择的合理性,在对主成分分析法测算结果进行解释时,应与设计的指标以及实际情况相结合。

[参考文献]

[1]潘丽萍.工程项目风险管理应用研究[D].西安建筑科技大学.2009.6
[2]邱苑华.现代项目风险管理方法与实践[M].科学出版社.2003.
[3]程铁信,吴浩刚,孙锡衡.一种基于主成分分析的评标方法[J].系统工程理论与实践,2000(02):56-58.
[4]李靖华,郭耀煌.主成分分析用于多指标评估的方法研究—主成分评估[J].管理工程学报.2002(16):42-44.
[5]何晓群.多元统计分析[M].北京:中国人民大学出版社.2009.

[责任编辑:陶爱新]

(下转第47页)

者能明于天人之分,通于治乱之本,澄心清意以存之,见其终始,可谓知略矣”,通过学习就能够明了天人关系,通晓治乱的根本,用平静的心情、清醒的头脑来思考,就可以洞察事物的来龙去脉,懂得事物的要领。

此外,《淮南子》在《精神训》及其他各篇中还有关于养生之道的详细论述,它的养生说主张在形、神、气俱养的前提下,以养神为主,强调心神对人健康的重要性;《淮南子》对人体构造也有更深刻的认识^{[10](P36-37)},这是《淮南子》教育内容中关于体育方面的重要论述,足见其教育内容之丰富。

《淮南子》的教育思想吸收了各家各派的观点,道儒两家的对立互绌尤为明显。道家一派“在教学观上以返本、执要、自得、无迹为宗旨,以至推崇‘坐而不教’、‘不学而知’,将一切有形的教学活动说成是背道而驰,于身有害或支离烦琐、徒饰外观,进而否定读书、否定说教、否定博学多闻。尽管在批判‘俗学’方面不乏深刻之见,也提出了一些有价值的教育原则,但终究流于抽象和玄奥,其极端化和片面性也是显而易见的,难以作为普遍实施的教育宗旨及原则方法”^{[11](P52-53)};而儒家则在教育的作用、教育教学方法、教育内容等各方面提出了很多精辟的可操作性的见解。总的来说,“其中有关最高理想及目的的论述偏重于道家思想,而在许多具体领域内的论述则是儒家思想(更多的是荀学)占上风”^{[11](P55)}不同

学派之间的自由辩论凸显了各派教学思想的优点和不足,但也为其互补和进一步融合提供了空间,从而使《淮南子》的教育思想得到极大的丰富。通过教育可以使人性得以完善,使人获得知识,增长智能,还可以使社会经验得以传递,从而促进社会文明的进步,最终实现国治民化的目标。

[参考文献]

- [1]高诱.淮南子注[M].上海:上海书店,1992.
- [2]饶尚宽.老子[M].北京:中华书局,2006.
- [3]牟钟鉴.《吕氏春秋》与《淮南子》思想研究[M].济南:齐鲁书社,1987.
- [4]论语[M].广州:暨南大学出版社,2003.
- [5]荀子[M].上海:上海古籍出版社,1989.
- [6]庄子[M].上海:上海古籍出版社,1989.
- [7]陈剑昆.论《淮南子》中道儒互补的教学思想,淮阴师专学报[J],1996(2).
- [8]孟子[M].长春:吉林人民出版社,1999.
- [9]徐复观.两汉思想史(第二卷)[M].上海:华东师范大学出版社,2001.
- [10]毛礼锐,沈灌群.中国教育通史[M].济南:山东教育出版社,1986.
- [11]王炳照,阎国华.中国教育思想通史(第二卷:秦汉—隋唐)[M].长沙:湖南教育出版社,1994.

[责任编辑:王云江]

Thoughts on education and teaching and learning in *Huai Nan Zi*

LIN Fei - fei

(College of History, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: The book *Huai Nan Zi*, combining thoughts of different schools, tries to provide a systematic theory for the long-term stability of the feudal states. As an indispensable part of the governing, in the book, education and teaching is attached great importance to. Related thoughts can be found in many chapters, including the role of education, the methods of teaching and learning, and the content of the education. Because *Huai Nan Zi* is a synthesis of thoughts of different schools, there is something inconsistent or even contradictory in the thoughts, especially the mutual constraints in Taoism and Confucianism. However, there are still complementary exchanges between them, which makes its thoughts on education and teaching more comprehensive and rich.

Key words: *Huai Nan Zi*; education; teaching and learning

(上接第37页)

Study of risk assessment of Highway project based on principal component analysis

LI Zhi - hui¹, LI Xiao - min²

(1. Beijing Sciencetech international project management Grop. Beijing 100048, China;
2. Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: Highway project operation process involves lots of material, financial resources manpower, and risk confronted directly determines its social and economic benefits. Selection of proper risk assessment method for improving project risk management efficiency has an important influence, in improving the risk management efficiency of projects, Principal component analysis is used in this paper to conduct the empirical research of risk assessment of the case study of selected highway project.

Key words: principal component analysis; engineering projects; risk assessment