昆明学院学报　2014, 36(6):116~120　CN 53-1211/G4　ISSN 1674-5639
Journal of Kunming University

基于 PLS-SEM 的风险模型应用

杨　流,张　理
(云南大学 数学与统计学院,云南 昆明 650031)

摘要:在建立企业人力资源管理风险模型的基础上,运用偏最小二乘的结构方程模型对所建立的模型进行参数求解和检验,并实现了人力资源管理风险的量化.实证研究表明,所建立的企业人力资源管理风险模型拟合度较高,并较好地刻画了各变量之间的系数.

关键词:模型拟合;偏最小二乘法;结构方程模型;风险管理
中图分类号:O213;F272.92　**文献标识码**:A　**文章编号**:1674-5639(2014)06-0116-05

Application of Risk Model Based on PLS-SEM

YANG Liu, ZHANG Li
(College of Mathematics and Statistics, Yunnan University, Yunnan Kunming 650031, China)

Abstract: Basing on established risk model of human resource management in enterprises, we use partial least squares structural equation model to carry out the solving and testing of model parameters, and implement the risk quantification of human resource management. Positive studies show that the established business human resource management model has high fitting to the actual situation, and better characterizes the coefficient between variables.

Key words: model fitting; partial least squares; structural equation model; risk management

随着市场全球化和知识经济时代的到来,我国经济发展的方式发生了翻天覆地的变化,人力资源在这过程中凸现的重要性愈发明显.在实际人力资源管理的过程中,风险如影随形.70 a 前,美国的道·琼斯工业股票十大上市公司,如今只剩通用电器一家.40 年前的世界 500 强企业现在只剩下差不多 200 家.不计其数的企业在市场这片急流险滩上遭遇风险的礁石,或倒闭或沉默.而这些企业的破产都存在人力资源管理的问题,其企业的风险管理机制也都形同虚设.

人力资源管理不仅仅是高效益的管理,更是高风险的管理.格力公司的成功展示了人力资源管理高收益的魅力,而巴林银行的倒闭则是敲响了重视人力资源管理的警钟.正因为风险与收益相伴而生,所以研究人力资源管理风险及其防范对企业屹立于新经济时代有着重要意义.

当前,国内只有少部分学者将人力资源管理风险进行了量化风险,并且鲜有学者将该风险与企业效益结合起来进行分析.本文基于张亚莉和杨乃定[1]在《企业人力资源风险模糊综合评价方法研究》一文中所指出的主要 6 类人力资源风险:1)人员流入风险;2)人员流出风险;3)技术老化风险;4)人身健康风险;5)管理者腐败风险;6)员工渎职风险.进行了一些实践性的改进,并引入 PLS-SEM[2]这一方法对该风险做出量化,因为 PLS-SEM 能较好地解决非正态分布因素造成的偏差、调查数据的样本较小以及多重共线性的问题.

1　结构方程模型及 PLS 算法

1.1　结构方程模型

结构方程模型分为测量模型和结构模型[3-5].由于测量模型表示观察变量与潜变量之间的关联,所以测量模型又称为外部模型.而在结构模型中,潜变量之间都相互关联,因此结构方程也称为内部结构.[6-8]

1.1.1　外部模型

外部模型(测量模型)定义了各个观察变量与潜变量之间的关联:

$$x = \Lambda_x \xi + \varepsilon_x, y = \Lambda_y \eta + \varepsilon_y,$$

其中:外源指标(exogenous)组成的向量为 x;内生指标(endogenous)组成的向量为 y;ξ 即外源潜变量组成的向量;η 即内生潜变量组成的向量;Λ_x 为外源指标在外源潜变量上的因子载荷,由此考察外源指标与外源变量之间的关系;Λ_y 为内生指标在内生潜变量上的因子载荷,由此考察内生指标与内生变量之间的关系;外源指标的误差项由 ε_x 表示;内生指标的误差项由 ε_y 表示.

外源潜变量与内生潜变量的权重分别为:

收稿日期:2014-10-13
作者简介:杨流(1990—),女,云南昆明人,在读硕士,主要从事风险控制及数量经济学研究;张理(1968—),女,云南昆明人,副教授,主要从事产业经济学及教育经济学研究.

$$\hat{\xi}_l = \sum_h w_{lk} x_{lh}, \hat{\eta}_i = \sum_k w_{ik} y_{ik},$$

其中:w_{lk}为用于估计潜变量 ξ_l 的第 h 个权重;x_{lk}为估计潜变量 ξ_l 的第 h 个观测值;w_{ik}为用于估计潜变量 η_i 的第 k 个权重;y_{ik}为估计潜变量 η_i 的第 k 个观测值.

1.1.2　内部模型

内部模型(结构模型)刻画不同潜变量之间的关系:

$$\eta = \beta\eta + \Gamma\xi + \zeta.$$

注:$\beta, \xi, \zeta \in R^n, \Gamma \in R^{n\times n}$.

其递归关系由 PLS 表示,即

$$\eta_j = \sum_i \beta_{ji}\eta_i + \sum_l \gamma_{jl}\xi_l + \zeta_j.$$

连接内生潜变量与外生潜变量的系数分别是 β_{ji}或 γ_{jl},ζ_j 为内生残差变量. 当 $j=2$ 时,其表达式矩阵为:

$$\begin{pmatrix}\eta_1\\ \eta_2\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}0 & 0\\ \beta_{21} & 0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\eta_1\\ \eta_2\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}\gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13}\\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\xi_1\\ \xi_2\\ \xi_3\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}\zeta_1\\ \zeta_2\end{pmatrix}.$$

由上式得 $\eta = (I-\beta)^{-1}\Gamma\xi + (I-\beta)^{-1}\zeta = \beta\times\xi + \zeta$.

1.2　PLS-SEM 的迭代算法

通过外部模型估计与内部模型估计的相互迭代,从而得到潜变量的估计值. 具体步骤如下:

步骤 1　赋初值于外部权重 w_{ij},一般情况下初值为 1.

$$w_{ij}^{(1)} = 1(i=1,2,\cdots,m; j=1,2,\cdots,n),$$

其中:i 表示第 i 个潜变量,j 表示第 i 个潜变量的第 j 个观察变量;n 为潜变量的个数,m 为观察变量的个数.

步骤 2　对潜变量进行外部估计.

外部估计就是各个潜在变量分别由其相应的观测变量的线性组合进行估计. 此处设外生潜变量和内生潜变量的变量集合为:$\xi_i(i=1,2\cdots,m)$,

$$\xi_i^{(1)} = (\sum_{j=1}^{n} w_{ij}^{(1)} x_{ij}).$$

步骤 3　计算内部权重以及潜变量的内部估计.

此处采用形式以及符号权重来定义内部权重[9]. 由于 w_{ij}为外部权重,则 w_{ij}' 为内部权重.

$$w_{ij}' = \mathrm{sign}(r(\bar{\xi}_i, \bar{\xi}_j)) = \begin{cases}1, & r(\bar{\xi}_i, \bar{\xi}_j) > 0,\\ -1, & r(\bar{\xi}_i, \bar{\xi}_j) < 0,\\ 0, & r(\bar{\xi}_i, \bar{\xi}_j) = 0.\end{cases}$$

根据 w_{ij}'可得

$$\bar{\xi}_i'^{(1)} = (\sum_{j=1}^{n} w_{ij}'\bar{\xi}_i'^{(1)}), i=1,2,\cdots,m.$$

步骤 4　计算外部权重 $w_{ij}^{(2)}$,此处的"(2)"表示初值以外的权重.

$$w_{ij}^{(2)} = r(x_{ij}, \bar{\xi}_j'^{(1)}).$$

步骤 5　判断是否满足以下收敛条件.

$$|w_{ij}^{(k)} - w_{ij}^{(k+1)}| < 10^{-5}.$$

若满足该收敛条件,或者达到给定的迭代次数,则停止迭代并进行步骤 6;否则,重新从步骤 1 开始运行.

步骤 6　在用估计值 $\bar{\xi}_j^{(k)}$ 代替原来的潜变量 $\bar{\xi}_i^{(k)}$ 之后,接着运用 PLS 回归法对内部模型的参数进行估计.

2　基于 PLS-SEM 的企业人力资源管理风险模型

随着全球经济的飞速发展,近年来因为过于松懈的人力资源管理而导致的损失越来越多. 不论是 2014 年 4 月 16 日发生的韩国"岁月号"沉船事件,还是 8 月 2 日发生的江苏昆山化工厂爆炸事件,都鲜明的表示出企业或公司都需要重视人力资源管理. 而人力资源管理中如何测量其风险又是重中之重,只有将风险进行量化才可以降低该风险所产生的损失. 本文依据张亚莉和杨乃定[1]所指出人力资源风险的种类,根据可行性进行删减和增加因素,并基于这些变量的因果关系,建立了测评企业人力资源管理风险的潜变量,以及其因果关系概念模型.

2.1　企业人力资源管理风险因果关系概念模型的建立

企业管理的目标就是提高企业效益,而传统的量化模型总是忽略该目标,过于孤立的分析人力资源管理风险. 这不利于企业或公司对其人力资源管理风险的评估. 本文结合企业效益这一目标建立了反映这些潜变量之间相关关系的因果关系概念模型,如图 1 所示.

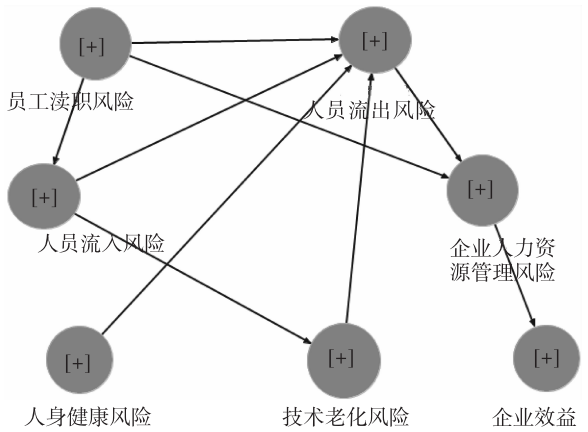

图1　因果关系概念模型

该模型以企业人力资源管理风险为中心,将与该风险有关的因素进行因果关系的分析,并建立一个系统性的网络链条. 如图 1 所示,共有 7 个结构变量,其中有 5 个影响变量、2 个结果变量,以及 9 种假设关系. 该模型的优势在于关注到企业运作的目的之一隐性结果,同时也注意到企业效益的影响并没有直接作用于企业人力资源管理风险上,而是通过其他因素发挥其间接效应. 具体指标体系如下表 1 所示.

2.2　基于 PLS 的企业人力资源管理风险 SEM 模型

根据上述分析可知,该模型以企业人力资源管理风险为中心,且与其他因素构成一个系统性的网络链条. 共有 7 个潜变量,5 个外生潜变量 $\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4, \xi_5$,2 个内生潜变量 η_1, η_2,模型如下图 2 所示.

表 1 企业人力资源管理风险模型的指标体系

潜在变量	可测变量
人员流入风险 ξ_1	1)员工大专以上学历人员所占比例 X11 2)人力资源经理(主任)能够在多大程度上影响企业的人事政策 X12
人员流出风险 ξ_2	3)员工对公司发展前景的评判 X21 4)员工工作报酬的公平程度 X22
技术老化风险 ξ_3	5)员工在公司所得到的工作方面的指导 X31 6)新产品的生产周期 X32
人身健康风险 ξ_4	7)员工工作条件 X41 8)公司领导阶层对员工关心程度 X42 9)员工进行户外活动的频率 X43 10)公司向员工提供医疗体检的频率 X44
员工渎职风险 ξ_5	11)对待员工迟到与缺勤的处罚力度 X51 12)公司纪律正确合理性 X52 13)员工工作量分配合理性 X53 14)公司加班的频率 X54
企业人力资源管理风险 η_1	15)公司每年进行大面积人事调动的频率 y11
企业效益 η_2	16)员工的平均工资 y21 17)中高层管理者的比例 y22

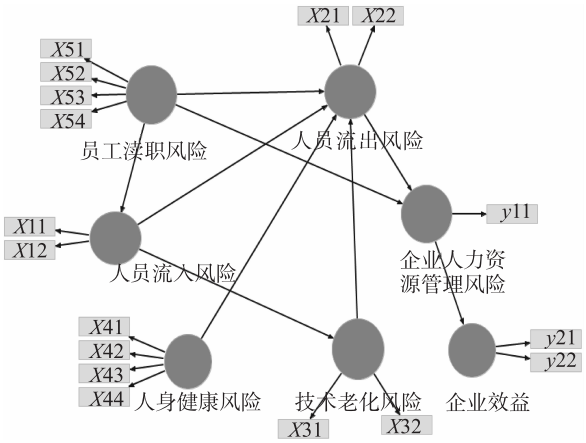

图2 潜变量与观察变量关系

3 实证分析

本文采用 PLS-SEM 的方法,运用 SmartPLS 软件对数据进行分析,验证企业人力资源管理风险模型的有效性,并且得到模型中潜变量与其观察变量以及各个潜变量之间的相关系数.

3.1 数据收集

研究收集的数据是通过向西部某企业的中层管理人员发放调查问卷统计得来的. 问卷根据前面建立的观察变量共设计 17 个度量题目,问卷答题采用单项选择,答题方式是 4 级量表,度量题目计 4 分为“同意”,3 分为“较为同意”,2 分为“不置可否”,1 分为“不同意”. 由于该企业只有 10 名中层管理人员,所以收回问卷共 10 份. 样本数据如表 2.

表 2 样本数据

指标名称	经理 1	经理 2	经理 3	经理 4	经理 5	经理 6	经理 7	经理 8	经理 9	经理 10
X11	2	3	3	3	3	1	3	4	4	3
X12	3	3	4	4	3	2	4	3	4	3
X21	2	4	4	2	4	4	4	2	3	4
X22	1	2	4	3	3	4	3	2	4	4
X31	4	3	2	4	2	1	4	2	4	3
X32	3	4	2	3	1	2	3	2	4	3
X41	4	3	1	4	2	4	3	4	4	2
X42	3	2	2	4	1	3	3	4	2	3
X43	3	3	1	4	3	2	4	4	3	4
X44	4	3	2	4	3	1	2	3	4	2
X51	2	2	4	2	1	3	4	3	2	2
X52	2	3	4	2	1	2	4	3	4	1
X53	2	3	4	2	1	3	2	4	2	3
X54	2	3	4	2	1	3	2	3	3	2
y11	2	4	3	4	4	4	3	4	2	4
y21	3	3	4	2	1	2	2	4	4	4
y22	3	4	2	3	3	1	2	4	2	3

3.2　测量模型的检验

内部一致性信度和内敛效度的检验是对测量模型检验的主要内容. 内部一致性信度是通过由 Fornell和 Lacker 定义的综合信度(Composite Reliability)[10]来衡量. 本文用各潜变量的平均共积效度(*AVE*)和相应观察变量的载荷来衡量内敛效度. 测量模型检验的结果如下表 3 所示.

3.2.1　观察变量的信度测评

测量结果的稳定性、一致性和可靠性是信度主要的组成部分,即考察被测者的一贯性与稳定性的真实特征是否被测验结果反映,用信度系数(R)来表示.

对于随机误差 E,通常假定其期望值为 0,且与真实值独立. 在此前提下,则满足 $E(X)=E(T)$,由于 T 与 E 相互独立,所以 $Var(X)=Var(T)+Var(E)$. $Var(E)$ 与 $Var(X)$ 的相对大小可以用于评测调查结果的可信度. 信度系数 R 定义为:真实值的方差 $Var(T)$ 在测量值方差 $Var(X)$ 中所占的比例,即

$$R=\frac{Var(T)}{Var(X)}=1-\frac{Var(E)}{Var(X)},$$

R 越大说明测量的随机误差越大,测量的可信度越低;反之,可信度越高.

但该公式是理论上的公式,在实际操作中操作性较低. 故研究者普遍采用 Cronbach′ α 系数.

$$\alpha_j=\frac{\frac{1}{n_j(n_j-1)}\sum_{i\neq k}cor(x_{ji},x_{jk})}{\frac{1}{n_j-1}+\frac{1}{n_j(n_j-1)}\sum_{i\neq k}cor(x_{ji},x_{jk})}\times\frac{n_j}{n_j-1},$$

其中:j 表示第 j 个潜变量;x_{ji} 表示第 j 个潜变量的第 i 个观察变量;n_j 表示第 j 个潜变量的观察变量的个数.

当同一潜变量的观察变量之间一致性越高,则 Cronbach′α 系数就会越高,即越接近 1 观察变量的数据信度就越高. 观察变量之间的一致性越高,也就是观察变量间的相关系数越高. 根据惯例本文模型的 Cronbach′ α 系数至少要大于 0.7. 同时也可以用综合信度来评估,即 Composite Reliability 至少要大于 0.5.

表 3　测量模型的检验结果

可测变量	均值	标准差	载荷
人员流入风险(Composite Reliability = 0.888, *AVE* = 0.799, Cronbach′α = 0.766)			
*X*11	2.9	0.876 0	0.833
*X*12	3.3	0.675 0	0.951
人员流出风险(Composite Reliability = 0.867, *AVE* = 0.766, Cronbach′α = 0.714)			
*X*21	3.3	0.949 0	0.942
*X*22	3.0	1.054 9	0.803
技术老化风险(Composite Reliability = 0.920, *AVE* = 0.852, Cronbach′α = 0.832)			
*X*31	2.9	1.100 0	0.969
*X*33	2.7	0.949 0	0.864
人身健康风险(Composite Reliability = 0.920, *AVE* = 0.852, Cronbach′α = 0.832)			
*X*41	3.1	1.101 0	0.833
*X*42	2.7	0.949 0	0.677
*X*43	3.1	0.994 9	0.705
*X*44	2.8	1.033 0	0.686
员工渎职风险(Composite Reliability = 0.814, *AVE* = 0.546, Cronbach′α = 0.865)			
*X*51	2.5	0.972 0	0.763
*X*52	2.6	1.1740	0.989
*X*53	2.6	0.966 0	0.368
*X*54	2.5	0.850 0	0.697
企业人力资源管理风险(Composite Reliability = 0.308, *AVE* = 1.000, Cronbach′α = 1.000)			
*y*11	3.4	0.843 0	1.000
企业效益(Composite Reliability = 0.777, *AVE* = 0.641, Cronbachα = 0.471)			
*y*22	2.9	0.738 0	0.912
*y*24	2.8	1.100 0	0.671

3.2.2　观察变量的效度分析

效度即有效性,某种意义上是用测量工具可以准确测出所需测量目标的准确程度,即所想要考察内容能够由所测量到的结果反映的程度,要测量的

目标与测量结果越吻合,则有效性越高;反之,则有效性越低. 而效度是用残差的方差 $Var(\varepsilon)$ 来衡量. 在 $X=\lambda\xi+\varepsilon$ 中,$Var(\varepsilon)$ 越小则用观察变量 X 来测量潜变量 ξ 的效度就越高. 同样,在实际运用时其操作性也很弱,因此选用 AVE 来衡量效度. AVE 即平均共积效度,也被称为内敛效度. AVE 一般要求大于 0.5,若遗漏了重要的观察变量就会导致 AVE 过小.

$$AVE_j=\frac{\sum_i \lambda_{ji}^2 Var(\xi_j)}{\sum_i \lambda_{ji}^2 Var(\xi_j)+\sum_i Var(\varepsilon_{ji})},$$

其中:j 表示第 j 个潜变量;i 表示第 j 个潜变量的第 i 个观察变量.

3.2.3 测量模型的检验结果

由表 3 可得到,几乎所有的潜变量 Cronbach′ α 系数均超过了临界值,证明所有变量的信度较高. 同时,几乎所有观察变量的载荷都高于临界水平 0.6. 其中只有一个观察变量的载荷为 0.368,该观察变量为员工工作量分配合理性($X53$). 由于调查对象为中层管理人员,他们的工作量虽然都不同,但大部分人都认为是超负荷工作. 故此处载荷较低. 并且由表3也可得,所有潜变量的 AVE 都超过了临界值 0.5,这也同样说明变量具有较高的内敛效度.

3.2.4 结构模型的检验结果

结构模型的检验主要是估计路径系数和 R^2 值. 内生潜变量能被外生潜变量的解释程度由 R^2 值反应,路径系数反映的则是潜变量之间的影响程度以及方向. 如下图 3 所示,企业人力资源管理风险的 R^2 为 0.308,而企业效益的 R^2 为 0.1. 虽然两者的 R^2 值均不大,但其依然可以说明一些问题. 因为不同部门的经理对待同一问题的看法和感知均不同,从而对人力资源风险的感知也不同. 而且影响企业效益的因素很多,人力资源管理风险可以解释 10% 已经是很大的一个比例,不容忽视. 该模型的路径系数如图 3 所示.

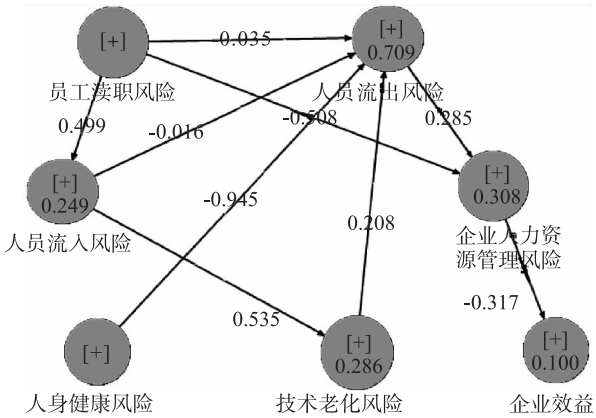

图3 模型路径系数

由图 3 可得出以下几点:

1)人身健康风险与人员流出风险之间的路径系数为 -0.945,这说明员工的人身健康风险对人员流出风险的影响是负相关,即人员流出风险越高会导致人身健康风险变低.

2)人员流入风险与技术老化风险之间的路径系数为 0.535,即两者之间呈正相关. 这也符合实际,若企业对招聘的员工素质要求不高,就会导致企业的生命力降低.

3)企业人力资源管理风险与企业效益之间的路径系数为 -0.317,即两者呈负相关. 证明了本文的观点:企业人力资源管理风险对企业效益有负效应,企业管理应该重视人力资源管理风险.

4 小结

研究企业人力资源管理风险,对企业自身效益、企业管理者,尤其是企业中层管理者对该风险的管理和控制有较大的现实意义. 如果企业可以把人力资源管理风险进行有效的管理与控制,那么一方面有利于提高企业效益,使企业更有生命力;另一方面有助于降低发生因人力资源管理风险而造成事故的比率. 本研究提供了一种量化人力资源管理风险的途径,使得该风险不再抽象和笼统,而变得具体. 本模型的结果可为企业管理人员制定人力资源管理政策提供参考和依据.

[参考文献]

[1]张亚莉,杨乃定. 企业人力资源风险模糊综合评价方法研究[J]. 管理工程学部,2002,16(1):18-20.

[2]吕忠楷. 含多个潜变量的 PLS-SEM 建模研究[D]. 乌鲁木齐:新疆大学,2011.

[3]王惠文. 偏最小二乘回归方法及其应用[M]. 北京:国防工业出版社,2000.

[4]李健宁. 结构方程模型导论[M]. 合肥:安徽大学出版社,2004.

[5]DANIELLE S,BEU M,RONALD B. Using accountability to create a more ethical climate[J]. Human Resource Management Review,2004,14:67-83.

[6]何涛. 结构方程模型 PLS 算法研究[D]. 天津:天津大学,2006.

[7]CHIN W W. The partial least squares approach for structural equation m odeling[J]. Modern Methods for Business Research,1998,52:295-336.

[8]侯杰泰,温忠麟,成子娟. 结构方程模型及其应用[M]. 北京:教育科学出版社,2007.

[9]鲜思东,彭作祥. 基于 PLS-SEM 的大学生求学满意度研究[J]. 数学的实践与认识,2011,68(8):1-9.

[10]FORNELL C,LEARCKER D F. Structural equation models with unobservable variables and measurement error[J]. Journal of Marketing Research,1981,18(1):39-50.