

doi:10.3772/j.issn.2095-915x.2015.02.010

基于模糊综合评价法 与 AHP 的企业内部控制评价研究

于晓辉¹, 石一丁²

(1. 中国船级社质量认证公司, 北京 100007; 2. 劳氏咨询, 北京 100000)

摘要: 基于模糊综合评价法与 AHP 法, 构建了企业内部控制的绩效评价模型, 此模型适用于企业内部控制与风险管理工作的自评估与改进工作。根据 CMMI 的模型原理, 将企业风险工作划分为 5 个成熟度等级, 并采用 AHP 法设定了绩效评价指标的权重, 同时利用模糊综合评价法有效地解决了内部控制评价中定性指标偏多的问题。最后, 将内部控制的评价模型应用到企业风险的自评估工作中。

关键词: 内部控制, 模糊综合评价, 层次分析法

中图分类号: F270.7 文献标识码: A

Maturity Evaluation Model in the Risk Management Based on Fuzzy Integrated Evaluation and AHP

Yu Xiaohui¹, Shi Yiding²

(1.China Classification Society Certification Company, Beijing 100007; 2.Lloyd's register consulting, Beijing 100000)

Abstract: Based on fuzzy integrated evaluation and AHP, the maturity evaluation model in the internal control is proposed, which could evaluate and improve the establishment and operation of internal control. This model divides the enterprise risk management into 5 maturity levels based on CMMI. Also, the weights of evaluating indicators are set based on AHP, and the model solves the most of indicators are qualitative in risk management evaluation process. At last, the proposed model is applied to the self-assessment of internal control.

Key Words: Internal control fuzzy integrated evaluation, AHP

作者简介: 于晓辉 (1982 年 8 月), 女, 博士, 研究方向: 风险管理、管理决策与方法, yuxiaohui513@163.com; 石一丁 (1981 年 4 月), 男, 博士, 研究方向: 定量风险分析等, dading43@163.com

引言

近年来,我国越来越重视企业内部控制与风险管理工作,连续发布了两个重要文件指导企业的风险管理工作,分别为《企业内部控制基本规范》、《中央企业全面风险内控管理指引》^[1]。截至2015年,该项工作已经进行了7年之久,各个企业的内控管理体系究竟建立的如何是亟需解决的一个问题。因此,急需建立一套内部控制的评价模型,用以评价分析企业风控管理的效果及效率。本文首次综合利用模糊综合评价法与AHP法构建了内部控制与全面风险的评价模型,并给出了评价的具体步骤与实施方法,可为企业内部控制与风险管理的持续改进提供重要的输入。

1 绩效指标的权重设定方法

企业内部控制的绩效评价是一个多指标的综合评价问题,基于其指标层次多、定性指标占多数的特点,本文将采用层次分析法^[2](The Analytic Hierarchy Process,简称AHP)设定指标权重,并选用模糊综合评价法^[3](Fuzzy Analytic Hierarchy Process)计算评价结果。综合采用AHP与模糊综合评价法将对企业内部控制绩效评

价的指标体系分成阶层结构,并利用模糊数学中的隶属度理论对定性的指标进行定量化计算,最终给出较为客观的决策结果。

1.1 AHP 确定指标权重的步骤

层次分析法是美国运筹学家 T.L.Satty 教授在 20 世纪 70 年代初提出的,主要用于处理一些复杂的决策问题,例如企业需要购买那些设备、学校中优秀学生的评选,等等。AHP 通过分析复杂系统所包含的因素及相关关系,将问题条理化、层次化,构造一个层次分析结构模型,将每一层次的各要素两两比较,按照一定的标度理论,得到相对重要程度的比较标度并建立判断矩阵,计算判断矩阵的最大特征值及其特征向量,得到各层次要素对上层次各要素的重要次序,从而计算出权重,一般要经历四个步骤:

a) 建立系统的递阶层次结构,即建立指标间的层次关系;

b) 利用表 1 中的 9 标度法构造两两两比较判断矩阵,例如

以 u_i 、 u_j ($i, j = 1, 2, \dots, n$) 表示评价指标,则 u_{ij} 表示 u_i 对 u_j 的相对重要性数值,具体取值参照表 1。由 u_{ij} 组成的判断矩阵 E 如下:

表 1 9 标度法

相对重要程度	定义	说明
1	同等重要	两个指标同样重要
3	略微重要	由经验或判断,认为一个指标 / 方案略微重要
5	相当重要	由经验或判断,认为一个指标 / 方案比另一个重要
7	明显重要	深感一个目标 / 方案比另一个重要,且这种重要性已有实践证明
9	绝对重要	强烈的感到一个目标 / 方案比另一个重要得多
2, 4, 6, 8	两个相邻判断的中间值	需要折衷时采用

$$E = \begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} & \cdots & u_{1n} \\ u_{21} & u_{22} & \cdots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{n1} & u_{n2} & \cdots & u_{nn} \end{pmatrix}$$

c) 根据判断矩阵，确定同一层次指标的相对权重，求出其最大特征值 λ_{\max} 所对应的特征 w ，方程如下：

$$Ew = \lambda_{\max} w$$

所求特征向量 w 经归一化，即为各评价因素的重要性排序，也就是权重分配。一般采用方根法或者求和法计算最大特征值和特征向量的近似值，本文采用求和法来计算：

第一步：将矩阵按列归一化得到 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ ，其中

$$a_{ij} = u_{ij} / \sum_{k=1}^n u_{kj}, \quad i, j=1,2,\dots,n.$$

第二步：计算权重 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ ，其中

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}, \quad i=1,2,\dots,n.$$

第三步：计算最大特征值 $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{(Aw)_j}{w_j}$ ，

其中 $(Aw)_j$ 为 AW 的第 j 个分量。

第四步：一致性检验。以上得到的权重分配是否合理。还需要对判断矩阵进行一致性检验。检验使用公式：

$$CR = \frac{CI}{RI}, \quad CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

式中， CR 为判断矩阵的随机一致性比率； CI 为判断矩阵的一般一致性指标， RI 为判断矩阵的平

均随机一致性指标，1-10 阶的判断矩阵的 RI 值参见表 2。

当判断矩阵 E 的 $CR < 0.1$ 时或 $\lambda_{\max} = n, CI = 0$ 时，认为 E 具有满意的一致性，否则需调整 E 中的元素以使其具有满意的一致性。

b) 计算当前一层指标关于上一级指标的排序权重。

1.2 模糊综合评价计算评价结果的步骤

1) 确定因素集 U

对某一事物进行评价，若评价的指标因素为 n 个，分别记为 u_1, u_2, \dots, u_n ，则这 n 个评价因素构成一个有限集合 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 。

2) 确定评语集合 V

根据实际需要将评语划分为 m 个等级，分为记为 v_1, v_2, \dots, v_m ，则构成评语的有限集合 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ 。

3) 确定因素权重向量 A

确定因素权重的方法有很多，例如通过专家讨论、两两对比法等，本文主要采用 AHP 方法确定因素的权重向量 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ ，其中 a_i 是元素 u_i 的重要性。

4) 确定隶属度矩阵 R

矩阵 $R = (R_{ij})_{n \times m}$ 的 R_{ij} 表示第 i 个评价指标对第 j 个评语的隶属度。

5) 利用模糊矩阵的合成运算，得综合评价模型 B

$$B = A \cdot R = (B_1, B_2, \dots, B_n)$$

表 2 平均随机一致性指标 RI 的值

阶数 n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

2 企业全面风险绩效评价流程及实施方法

本文采用模糊综合评价法，对企业内部控制的评价指标进行分层研究，再根据企业提供的资料数据进行模糊处理，遵循最大隶属度原则最终得出企业的风控管理的实施水平。在利用模糊综合评价方法之前，我们首先要构建评价的指标体系，即选取评价指标、确定指标评语以及计算指标的权重：在选取指标方面，本文主要依据内部控制与全面风险管理框架等风险管理标准^[3-9]，并结合专家调研的方式选取中国企业在风控管理中最突出的风险问题；在确定指标评语方面，本文根据 CMMI^[4] (Capability Maturity Model Integration,

即软件能力成熟度模型集成)的基本思想，将评价指标成熟度由低到高分5级；在计算指标的权重方面，本文利用专家调研与 AHP 方法结合的方法计算指标权重，使得指标权重科学、合理。

2.1 选取指标

依据内部控制与全面风险管理框架等风险管理标准^[5-11]，本文遵从突出重点的原则，从我国企业全面风险管理的需要出发，从战略风险、财务风险、运营风险、法律风险四方面设定了一级评价指标，即确定模糊综合评价中的因素集 U。根据 COSO 委员会新颁布的全面风险管理框架，首次将廉洁风险列入了法律风险中，一级指标的涵义及其包括的二级指标如表 3 所示：

表 3 一级指标涵义

一级指标	一级指标涵义	包含的二级指标
战略风险 B1	战略风险是指企业战略活动过程中，保证战略成功的某些必要条件由于不能满足合理需要而对战略造成的负面影响或破坏，进而对组织既定战略目标的实现产生的不确定性影响。	决策过程风险 C11 文化风险 C12 组织风险 C13 人力资源风险 C14 信息风险 C15
财务风险 B2	财务风险是指企业在财务活动中由于各种难以预料和无法控制的因素，使企业在一定时期、一定范围内获取的最终财务成果与预期的经营目标发生偏差的不确定性影响。	筹资风险 C21 投资风险 C22 运作成本风险 C23 收益分配风险 C24
运营风险 B3	运营风险是指在企业的生产经营过程中，供、产、销各个环节因不确定因素、经营者主观认识的局限性和工作失误等原因而使企业价值发生变动的不确定影响。	技术研发风险 C31 生产控制风险 C32 市场营销风险 C33
法律风险 B4	法律风险是指由于政策环境、法律环境、合同环境等发生变化，或者员工职业操守而给企业带来的未来发展的不确定性影响。	政策法规风险 C41 合同风险 C42 职业道德风险 C43 廉洁风险 C44

2.2 确定指标评语

本文根据 CMMI 的基本思想，将风险内控成熟度评语分为五个等级，此五个等级是企业或组织

的风险内控系统管理水平走向成熟的平台，每个等级的风险内控管理水平是达到下一更高等级的基础，各成熟度评语等级的指标定义如表 4 所示：

表 4 指标分级

成熟度等级	描述
初始级	初始级的企业风险管理基本上处于一种无序的混乱的状态。企业风险控制制度存在严重缺陷，各重要业务领域或环节缺乏内部控制，存在严重风险。风险内控设计上既不健全也不合理，执行上也不够有效。
已管理级	已管理级的企业已经初步建立了一个比较有效的风险管理系统，风险管理的常用文档已经电子化，从风险管理设计的角度来看是基本适当的、基本健全的，从执行角度看是基本有效的。
已定义级	企业风险管理已经步入规范化的进程，风险管理系统更加有效与成熟，并已经形成比较完善的制度。从风险设计角度看基本健全、适当，从执行角度看是有效的。
可预测级	风险管理已经能够进行量化管理，企业可以通过量化的数据，对风险管理过程进行分析并采取相应的预防措施，从内控设计角度上看是健全的、适当的，从风险管理执行角度看是有效的。
优化级	企业处于企业风险管理水平的最高阶段，能够从战略管理的高度来规划企业的风险系统，企业的风险管理处于一个不断改进不断优化的过程中。从风险设计的角度看是健全的、合理的、适当的，从执行角度看是非常有效的，最终是能够实现企业战略目标的。

因此，确定模糊综合评价中的评语集为：

$V = \{ \text{初始级, 已管理级, 已定义级, 可预测级, 优化级} \}$ 。

3 利用 AHP 计算指标权重

在设定绩效指标权重方面，由于直接让专家给出指标的权重会让专家有些措手不及，因此我们选取层次分析法（AHP）设计调查问卷，即利用根据表 1 的 9 标度法让专家两两对比二级指标的重要性，然后将二级指标的重要性转化为二级指标的权重，再通过二级指标的权重计算出各个一级指标的权重。具体过程如下：

a) 采用调查问卷进行专家调研

根据表 1 的 9 标度法设计调查问卷，通过召开专家咨询会来收集专家对二级指标的重要程度的认识，共邀请了 17 位专家，17 份调查问卷均回收且有效。

b) 分析专家调研结果，建立对比矩阵、计算权重

对于每一位专家的意见，逐一分析专家对指标重要性的认识，分别建立两两对比矩阵，例如，根据专家 1 对于一级指标的重要性认识，构造一级指标之间的两两对比矩阵为：

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 & 5 \\ 1 & 1 & 3 & 5 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 2 \\ 1/5 & 1/5 & 1/2 & 1 \end{pmatrix}$$

采用求和法，计算可得权重和最大特征值的近似值分别为：

$$w=(0.394, 0.394, 0.138, 0.074);$$

$$\lambda_{\max}=4.0034;$$

然后，计算一致性比率为： $CI=0.0011$,

$CR=0.0013$, 可见 $CR<0.1$, 矩阵 E 满足一致性。由此可知，专家 1 对于一级指标之间的权重关系为： $w=(0.394, 0.394, 0.138, 0.074)$ ，类似可得其他专家对于一级指标的权重，具体过程略。将所有专家对于一级指标之间的权重关系进行加权求和，求得一级指标之前的权重为：

$$\text{战略风险 } B_1: \text{财务风险 } B_2: \text{运营风险 } B_3: \text{法律风险 } B_4: = 0.23:0.37:0.21:0.19$$

类似，计算可得二级指标占整体目标的权重关系，见表 5：

表 5 绩效评价指标及其权重

战略风险 B1: 0.23		财务风险 B2: 0.37		运营风险 B3: 0.21		法律风险 B4: 0.19	
二级指标	权重	二级指标	权重	二级指标	权重	二级指标	权重
决策过程风险 C11	0.35	筹资风险 C21	0.37	技术研发风险 C31	0.20	政策法规风险 C41	0.21
文化风险 C12	0.16	投资风险 C22	0.31	生产控制风险 C32	0.24	合同风险 C42	0.24
组织风险 C13	0.21	运作成本风险 C23	0.21	市场营销风险 C33	0.56	职业道德风险 C43	0.10
人力资源风险 C14	0.15	收益分配风险 C24	0.11			廉洁风险 C44	0.45
信息风险 C15	0.13						

4 实例

辽宁某国有企业是某集团公司的全资子公司，该公司注册成立于 2001 年 5 月，公司主要为集团总部提供办公及生活区域物业服务、招待所服务、餐饮服务、医疗服务等，并以“服务中心”名义承担了集团总部的消防管理、员工食堂食品安全管理、用电设施管理、污水处理站运营管理等职能和业务管理工作。2010 年正式设立四个职能管理机构，七个生产业务部门。目前以服务中心名义在集团总部的质量、环境、职业健康安全体系等专业管理体系中建立并实施有部分管理制度。由于集团总部的扶持和正确的指导，公司

的经营状况良好，经营效益逐年提高。因公司加强各项管理的内在需求及集团总部集团管控要求，现希望结合企业管理实际，在集团总部全面风险管理的框架下，内部控制与风险管理工作的落实情况，并将管理系统整合优化。下面本文运用模糊综合评价法对该公司进行全面风险的绩效评价工作，最终得出企业全面风险管理的等级水平。

第一步，采用发放调查问卷的形式，收集该公司的主要职能部门和生产部门的中高层管理人员一级技术骨干的风险评判信息，并通过统计分析得出该公司在各评价指标的模糊隶属度，以战略风险 B1 为例，其下属的五个二级指标对各个等级水平的隶属度如表 6 所示：

表 6 战略风险的二级指标隶属度

战略风险 B1: 0.23		等级水平				
二级指标	权重	初始级	已管理级	已定义级	可预测级	优化级
决策过程风险 C11	0.35	0.10	0.50	0.30	0.10	0.00
文化风险 C12	0.16	0.05	0.45	0.40	0.10	0.00
组织风险 C13	0.21	0.10	0.40	0.40	0.05	0.05
人力资源风险 C14	0.15	0.10	0.40	0.40	0.10	0.00
信息风险 C15	0.13	0.05	0.40	0.50	0.05	0.00

第二步，对各个一级指标进行单因素评价，即采用模糊合成运算对一级指标分别进行单因素评价。以战略风险 B1 为例，各二级指标的权重向量

$$A_1 = (0.35, 0.16, 0.21, 0.15, 0.13),$$

根据表 6 中的模糊评价矩阵，该企业在 B₁ 上的评价结果为：

$$B_1 = A_1 \cdot R_1 = (0.35, 0.16, 0.21, 0.15, 0.13) \cdot \begin{bmatrix} 0.10 & 0.50 & 0.30 & 0.10 & 0.00 \\ 0.05 & 0.45 & 0.40 & 0.10 & 0.00 \\ 0.10 & 0.40 & 0.40 & 0.05 & 0.05 \\ 0.10 & 0.40 & 0.40 & 0.10 & 0.00 \\ 0.05 & 0.40 & 0.50 & 0.05 & 0.00 \end{bmatrix} = (0.09, 0.44, 0.38, 0.08, 0.01)$$

上述计算结果表明该企业战略风险 B₁ 在指标评语 { 初始级, 已管理级, 已定义级, 可预测级, 优化级 } 上的隶属度分别为 (0.09, 0.44, 0.38, 0.08, 0.01)，按照模糊法则，以 100 分为满分，

使用等差打分法，则五个评语级分别对应分值为 100、80、60、40、20。最终该企业在战略风险 B₁ 上的综合得分是：

$$\text{战略风险 } B_1: Z_{B_1} = (0.09, 0.44, 0.38, 0.08, 0.01) \cdot (100, 80, 60, 40, 20)^T = 70.4;$$

$$\text{同理，财务风险 } B_2: B_2 = (0.12, 0.51, 0.21, 0.15, 0.01), Z_{B_2} = 71.6;$$

$$\text{运营风险 } B_3: B_3 = (0.22, 0.50, 0.18, 0.10, 0.00), Z_{B_3} = 76.8;$$

$$\text{法律风险 } B_4: B_4 = (0.29, 0.50, 0.19, 0.02, 0.00), Z_{B_4} = 81.2.$$

第三步，对该企业整体风险实施多因素评价：由于一级指标的权重向量为 $A = w = (0.394, 0.394, 0.138, 0.074)$ ，且隶属度矩阵 $R = (B_1, B_2, B_3, B_4)^T$ ，因此综合评价结果为： $B = A \cdot R = (0.134, 0.478, 0.271, 0.1093, 0.007)$ 。

企业风控的评价结果，企业的风险得分为 72.412 分，属于第三等级，即已定义级，其中战略风险、财务风险、运营风险、法律风险得分分别为：70.4、71.6、76.8、81.2，均处在三级以上，其中法律风险做的最佳，属于第四等级（即可预测级）。

$$\text{故 } Z_B = (0.134, 0.478, 0.271, 0.1093, 0.007) \cdot (100, 80, 60, 40, 20) = 72.412$$

5 结论

基于模糊综合评价法与 AHP 的全面风险绩效评价模型给出了评价企业风控管理成熟度的基准,并给出了运用此模型进行评价的步骤。从应用上看,本文中的内部控制评价模型给出

了风险管理工作分级的标准,同时也是企业进行风控改进工作的自评价方法,有利于企业风控工作的持续改进。然而,由于本模型包括的二级指标较多,因此进一步细化二级指标评价标准是企业风控管理中的关键问题,也是以后研究的重点方向。

参考文献:

- [1] 国务院国资委. 中央企业全面风险管理指引 [EB/OL][2006-6-21].<http://www.sasac.gov.cn/gzjg/qygg/200606200105.htm>.
- [2] 吴祈宗. 运筹学与最优化方法 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [3] 汪培庄. 模糊集合论及其应用 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1983.
- [4] Dennis M. Ahern, Aaron Clouse, Richard Turner. CMMI Distilled Third Edition[M].SEI, 2010.
- [5] 美 COSO. 企业风险管理 - 整合框架 [M]. 大连: 东北财经大学出版社, 2005.
- [6] 全国质量管理与质量保证标准化技术委员会. GB/T24353-2009 风险管理原则与实施指南 [S]. 高等教育出版社, 2009.
- [7] 国际标准组织 (ISO) 风险管理技术委员会, ISO31000 风险管理标准 [S]. ISO, 2009.
- [8] 国际电子技术委员会 (IEC), ISO 31010 风险管理 - 风险评估技术 [S]. ISO, 2009.
- [9] 中国标准化委员会, GBT 20032-2005 项目风险管理应用指南 [S]. 北京高等教育出版社, 2005.
- [10] 池国华, 乔跃峰. 企业内控制评价系统的构建 [J]. 财经问题研究, 2011.(5):87-92.
- [11] 陈力生. 基于成熟度模型的内部控制评价体系构建 [J]. 中国管理信息化, 2009.(2).
- [12] 贡峻; 陈磊. 企业内部控制评价系统的构建——基于项目管理成熟度模型的研究 [J]. 河南商业高等专科学校学报, 2010.(2):66-70.
- [13] 全国文献工作标准化技术委员会第七分委员会. GB/T 5795-1986 中国标准书号 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1986.