

基于多级模糊熵权的计算机网络系统集成风险评估^①

周 宇, 张新桥

(北京国电通网络技术有限公司 工程项目部, 北京 100070)

摘 要: 网络系统集成不仅涉及技术方面, 更涉及到组织的架构, 管理, 人的因素等, 所以集成的过程中存在巨大的风险. 鉴于此, 通过分析网络系统集成风险特征, 建立了网络系统集成的风险指标体系, 并用熵权法确定各个风险指标的权重. 文章以北京某电力企业的网络系统集成项目为案例, 详细介绍了基于多级模糊综合评判方的风险评估模型, 并根据项目的风险等级在团队建设方面提出了合理建议, 为项目的顺利完成提供参考.

关键词: 网络系统集成; 风险评估; 多级模糊; 熵权

Risk Assessment of Network System Integration Based on Multi-level Fuzzy Entropy Weight

ZHOU Yu, ZHANG Xin-Qiao

(Beijing Guodiantong Network Technology Co. Ltd, Beijing 100070, China)

Abstract: Generally, the integration of the network involves not only the technical aspects, but also the organization structure, the management and human factors ,etc. Therefore, the integration is of great risk. Having considering this, this paper, based on the analysis of the risk characteristics of network systems integration and the senior experiences, established the risk index system of Network System Integration. Taking the network integration project of someone power enterprise in Beijing as an example, the article detailed the risk assessment model which is based on the multi-level Fuzzy and put forward some reasonable advice for team building according to the risk level so as to provide guidance for the successful completion of the project.

Key words: network system integration; risk assessment; multi-level fuzzy; entropy

近年来随着国民经济的飞速发展, 大型企业不在局限于一个地域, 而是在全国范围内迅速扩张, 面对企业分公司迅速开展的现状, 各机构间的即时协同办公与地域间隔的矛盾逐渐显现, 另外公司业务量的扩展也对企业网络系统提出更高要求, 企业迫切需要将自己的网络系统集成到满足自己不断发展的状态. 同时计算机技术的飞速发展, 特别是网络技术和通讯技术等相关技术的发展, 使得网络系统集成的功能和规模都得到了前所未有的发展, 能够充分满足企业迅速地域扩张的需要. 需求与科技发展的碰撞使得计算机网络系统集成迅猛发展并产生许多新的特点, 比如系统规模巨大, 集成结构复杂等, 随之复杂而庞大的网络系统集成也面临着更多的风险. 此外, 计算机网络

系统集成已经不仅仅是硬件, 网络以及软件的集成, 这其中更有了人的参与, 人成了网络系统集成的重要因素; 网络系统集成风险评估因为人的重要作用变得更加必要^[1-3]. 因此, 针对网络系统集成的新特点进行风险评估就有了重要的现实意义.

风险评估的方法有很多种, 例如定性的有风险因素分析法, 头脑风暴法等; 定量的有蒙特卡罗模拟法, 层次分析法等^[4]. 本文采用多级模糊评判模型法分析网络系统集成, 一方面是因为网络系统集成的某些风险因素是模糊的, 对其风险的评估也具有模糊性, 另一方面, 网络系统集成的风险要素具有明显的层次性, 采用多级模糊评判模型更加合理, 实用. 本文利用模糊数学的方法对网络系统集成风险的主观指标评价问

^① 收稿时间:2012-08-28;收到修改稿时间:2012-09-21

题建立多级模糊综合评价模型,并将定性指标量化,进而利用熵权法确定各个指标的权重,将反映内部控制的各个单一因素评价纳入一个统一的数学模式体系中,利用多级模糊评价模型求出综合评价结果的代数值得,从而为网络系统集成风险的评价量化问题提供一种可行、科学的方法

1 网络系统集成风险指标体系

所谓网络系统集成是指根据用户需要,通过结构化的布线系统和计算机网络技术,将分离的硬件(包含系统软件,应用软件等)、网络、数据库等软件集成到相互关联的,统一协调的系统之中,从而使资源达到充分共享,实现在正确的时间,以正确的方式,将正确的信息传送给正确的人员,进而使信息得到正确的处理^[5-7].网络系统集成主要包括硬件集成,软件集成和人员集成三个方面.

随着近年网络系统集成越来越复杂,规模越来越大,网络系统集成已经呈现出了它独有的特点.与其他项目相比,它不仅是软件与硬件集成的技术问题,更加入了人与整个系统的协调,它的成败与项目的各个环节都息息相关.另外较其他项目而言更加抽象,复杂更加注重统筹全局,而且需要随着企业的发展动态变化.从计算机系统集成的概念、组成及其独有的特点出发,笔者参考大量相关文献总结得出,网络系统集成的风险因素主要包含管理风险,技术风险,信息风险,人员风险及其他风险五个方面的风险因素.将这五个大的风险因素分解,可以得出二级的风险因素,整个网络系统集成风险指标体系如下表所示:

表 1 网络系统集成风险指标体系

网络系统集成风险因素 U	一级风险	二级风险
	管理风险(U1)	需求变更风险(U11)
		沟通协调风险(U12)
		控制力度风险(U13)
	技术风险(U2)	开发设计风险(U21)
		系统设备风险(U22)
		技术操作风险(U23)
		故障处理风险(U23)
	信息风险(U3)	信息丢失风险(U31)
		信息完整性风险(U32)
		信息正确性风险(U33)
		信息冲突风险(U34)
	人员风险(U4)	人员变更风险(U41)
		人员交流风险(U42)
	其他风险(U5)	环境变化风险(U51)
		政策变更风险(U52)
		自然灾害风险(U53)

2 网络系统集成风险评估

本文以北京某电力企业网络系统集成项目为例,来分析网络系统集成风险评估方法.北京某电力企业有北京总部及全国各地 24 家分公司组成,公司要建智能化高速局域网络,满足内部办公业务应用,同时该公司还需要与下属分公司的广域网互联,随着公司业务的不断发展和应用水平的提高,对网络系统的需求也会不断增长,这对局域网和广域网的先进性、标准性、开放性、可扩展性、可升级性提出了更高的要求,同时满足易管理和易维护的管理需求.

由于公司项目较多,员工不足,并且员工的技术层面也有很大差距.在这样的情况下,面对该项目,要完成项目组成员的遴选,包括项目经理和技术组成员,派遣能够胜任该项目的员工成为了一个问题.为了解决这样的问题,也成为了本文写作的初衷,我们运用多级模糊熵权法对该项目进行了风险评估,具体如下:

运用多级模糊熵权法来建立网络系统集成风险评估模型的基本思路是:首先建立网络系统集成风险评估指标体系,确定各层各个指标的权重,然后通过建立风险评估模型评估项目的风险水平.具体模型建立的过程如下:

2.1 建立指标体系(U)

通过上文计算机网络系统风险指标体系的建立,我们可以确定对应模型的两层因素集.

2.2 确定风险评语集(V)

评语集是指对各个因素的风险评价程度的模糊集合.笔者在此将网络系统集成风险评价分为五个等级 $V = \{V1, V2, V3, V4, V5\}$, 分别表示风险“低”, “较低”, “一般”, “较高”, “高”五个级别.为方便计算评价结果,我们给评语集设定定量指标 $V = \{V1, V2, V3, V4, V5\} = \{10, 30, 50, 70, 90\}$.

2.3 熵权确定权重

各因素的权重与风险评价结果紧密相关,因此确定权重的方法相当重要.对于本文的两个层次的因素指标都可以通过向有关的专业人士和学者发调查表,根据他们的打分运用熵权法计算最终的权重.我们以计算第一层(U1,U2,U3,U4,U5)个因素的权重为例来介绍熵权法计算权重的具体步骤如下:

2.3.1 建立风险因素权重表

根据上述确立的因素集和项目的基本概况,请相

关的专家和学者为各层各个因素对于上层的权重打分, 我们得到一级因素对于总体的主观权重, 并得到权重评议矩阵 U 如下:

$$U = \begin{matrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \\ U_5 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0.1 & 0.15 & 0.1 & 0.05 & 0.1 & 0.05 & 0.15 & 0.2 & 0.15 & 0.15 \\ 0.15 & 0.25 & 0.2 & 0.35 & 0.3 & 0.6 & 0.15 & 0.15 & 0.55 & 0.45 \\ 0.45 & 0.3 & 0.5 & 0.3 & 0.3 & 0.15 & 0.45 & 0.45 & 0.15 & 0.2 \\ 0.25 & 0.25 & 0.15 & 0.25 & 0.25 & 0.15 & 0.2 & 0.15 & 0.1 & 0.1 \\ 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.05 & 0.1 \end{bmatrix}$$

2.3.2 确定熵权

对于一个有 m 个评价指标, n 为评价专家的问题, 第 i 个指标的熵表示为:

$$e_i = -k \sum_{j=1}^n f_{ij} \ln f_{ij} \quad (1)$$

其中, $k = 1 / \ln m$, $f_{ij} = R_{ij} / \sum_{j=1}^n R_{ij}$, m 表示评价对象的个数; R 是专家评价得到的指标权重的评议矩阵. 那么第 i 个指标的权重表示为:

$$w_i = \frac{1 - e_i}{m - \sum_{i=1}^m e_i} \quad (2)$$

其中 $0 < w_i < 1, \sum_{i=1}^m w_i = 1$.

请相关专家和学者为本项目的风险权重打分, 得到上述评议矩阵 U 后, 计算熵权过程如下表 2 所示:

表 2 熵权计算表

风险因素	熵权计算		
	$\sum_{j=1}^n f_{ij} \ln f_{ij}$	e_i	w_i
U ₁	-2.224	0.966	0.21
U ₂	-2.178	0.946	0.35
U ₃	-2.225	0.966	0.21
U ₄	-2.249	0.977	0.15
U ₅	-2.272	0.987	0.08

由此得到一级各风险各因素对于整体的权重向量表示为:

$$w = [0.21 \quad 0.35 \quad 0.21 \quad 0.15 \quad 0.08]$$

运用上述确定权重的步骤, 结合专家打分和熵权计算方法, 得到各层评价指标 U_{ij} 对于其上级因素的权重如下:

$$\begin{aligned} w_1 &= [0.27 \quad 0.18 \quad 0.55]; \\ w_2 &= [0.43 \quad 0.11 \quad 0.25 \quad 0.21]; \\ w_3 &= [0.26 \quad 0.34 \quad 0.16 \quad 0.24]; \\ w_4 &= [0.37 \quad 0.63]; \\ w_5 &= [0.14 \quad 0.68 \quad 0.18]; \end{aligned}$$

3 建立模糊矩阵

确立了风险指标体系各因素的权重, 然后就是建立模糊评价矩阵, 确定隶属关系. 请 10 位网络系统集成的相关专家和学者根据建立的层次性风险指标体系为各层上的风险因素进行风险评议并建立风险评议矩阵.

本文根据专家评议占专家数目的比例来确定风险因素的隶属度. 例如对于因素技术风险 R₃=(0.3,0.4,0.2,0.1,0)表示 10 位专家中有 3 位专家认为风险高, 4 位专家认为风险较高, 2 位专家认为风险一般, 1 位专家认为风险较低. 得到如下各层因素的风险评议矩阵:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.1 \end{bmatrix};$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.1 \end{bmatrix};$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.2 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.1 \end{bmatrix};$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.1 \end{bmatrix};$$

$$R_5 = \begin{bmatrix} 0 & 0.1 & 0.2 & 0.4 & 0.3 \\ 0 & 0.2 & 0.2 & 0.3 & 0.3 \\ 0.1 & 0.1 & 0.2 & 0.4 & 0.2 \end{bmatrix};$$

4 计算综合评价结果

在得到各个风险二级因素的模糊关系 R_i 后, 评价因素的权重向量与模糊评议矩阵进行模糊运算 ($B_i = \omega_i \times R_i$), 得到二级风险因素集的初级模糊综合

评判:

$$\begin{aligned}
 B_1 &= [0.191 \quad 0.273 \quad 0.227 \quad 0.227 \quad 0.082] \\
 B_2 &= [0.221 \quad 0.311 \quad 0.268 \quad 0.168 \quad 0.032] \\
 B_3 &= [0.202 \quad 0.274 \quad 0.326 \quad 0.174 \quad 0.024] \\
 B_4 &= [0.137 \quad 0.237 \quad 0.363 \quad 0.2 \quad 0.063] \\
 B_5 &= [0.018 \quad 0.168 \quad 0.2 \quad 0.332 \quad 0.282]
 \end{aligned}$$

得到初级模糊矩阵后, 以 B_i 构建模糊关系 $R=(B_1, B_2, B_3, B_4, B_5)T$, 最后就是对网络系统集成风险进行综合评判如下:

$$\begin{aligned}
 B = W \times R = W \times \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 0.21 \\ 0.35 \\ 0.21 \\ 0.15 \\ 0.08 \end{bmatrix}^T \times \begin{bmatrix} 0.191 & 0.273 & 0.227 & 0.227 & 0.082 \\ 0.221 & 0.311 & 0.268 & 0.168 & 0.032 \\ 0.202 & 0.274 & 0.326 & 0.174 & 0.024 \\ 0.137 & 0.237 & 0.363 & 0.2 & 0.063 \\ 0.018 & 0.168 & 0.2 & 0.332 & 0.282 \end{bmatrix} \\
 &= [0.182 \quad 0.273 \quad 0.280 \quad 0.20 \quad 0.065]
 \end{aligned}$$

最后利用加权平均的原则计算该网络系统集成项目的风险值:

$$H = B \times V^T = [0.182 \quad 0.273 \quad 0.280 \quad 0.20 \quad 0.065] \times \begin{bmatrix} 90 \\ 70 \\ 50 \\ 30 \\ 10 \end{bmatrix} = 56.12$$

计算结果显示, 该网络系统集成项目的风险处于中等略微偏上的水平, 需要公司主管定期对项目跟踪, 主动了解项目进展, 及时处理存在问题, 主观降低风险等级. 并且在风险评估单项中, 技术风险和信息安全风险相对较高, 因此该项目应配备技术水平较高的技术

人员, 项目经理中等偏上, 相关职能人员可不做很高要求. 正是在该项目评估结果的指导下, 完成了项目组成员的挑选, 组建项目团队, 顺利完成了该项目.

5 结语

本文结合网络系统集成项目的特点, 运用熵权与多级模糊综合评判相结合确定了一种网络系统集成风险评估方法. 这种方法能为企业在网络系统集成项目上提供一定的借鉴, 有助于风险预警和团队建立, 具有一定的指导意义. 同时这种方法在确定权重和隶属度的时候存在太多的主观因素, 不能客观反映一些具体情况. 专家的经验以及学者的研究不能完全适用于新的项目, 这些都是笔者在今后的工作和研究中应当加强完善的地方.

参考文献

- 1 符小波. 信息系统集成的风险评估研究. 上海: 同济大学, 2008.
- 2 李志刚. 关于网络系统集成的探讨. 廊坊师范学院学报(自然科学版), 2010, (10): 48-49.
- 3 江玫. 网络系统集成项目管理研究. 北京: 北京工业大学, 2006.
- 4 祁明扬. 基于模糊理论的 ERP 项目风险评价模型. 企业技术开发, 2009(3): 165.
- 5 赵党乾. 网络系统集成的质量控制. 中国科技信息, 2010(22).
- 6 李金领, 刘建华. 信息系统集成中风险评估指标体系的量化. 清远职业技术学院学报, 2010, (6): 61-63.
- 7 谷红梅, 谷红恩. 浅析计算机网络集成项目的质量管理. 商品与质量, 2010(39): 1.

(上接第 168 页)

- 3 李焰, 郭俐虹. 基于 Petri 网的物流配送系统模型研究. 武汉理工大学学报, 2010, 32(23): 72-75.
- 4 石春玲, 杜玉越. 基于逻辑 Petri 网的物流配送系统建模. 系统仿真学报, 2007, 19: 114-123.
- 5 何鹏, 李文锋. 基于随机 Petri 网的物流配送流程建模与分

析, 武汉理工大学学报, 2010, 32(3): 434-436.

- 6 <http://cpntools.org/>.
- 7 <http://westergaard.eu/>.
- 8 Milner R, Harper R, Tofte M. The Definition of Standard ML. MIT Press, 1990.