

# 基于模糊理论的企业信息化评价模型及应用

刘英姿,胡青松

(华中科技大学管理学院,湖北 武汉 430074)

**摘要:**企业信息化评价需要考虑的因素很多,具体指标的评价值又具有模糊性。根据这些特点,试图将层次分析法和模糊理论结合起来,建立一个模糊层次评估模型,用此模型对企业信息化的综合水平进行评价。

**关键词:**企业信息化;评价指标;模糊评价

中图分类号:F270.7

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2004)09-0134-02

## 0 前言

目前,我国大部分企业正在实施信息化工程。在实施信息化的过程中,有必要对企业的信息化水平进行评估。这是因为:①企业信息化的实施是一项“效益驱动”的投资项目。企业真正关心的是通过信息化的实现能对企业带来多大的效益。所以,系统投入运行之后,是否达到预定目标,是否发挥出期望的性能,系统的投入和收益比较如何,是企业领导和相关人员所关心的。②客观评

价企业信息化发展水平,比较企业之间信息化水平方面的差异和特点,对于政府制定经济发展战略,完善信息产业发展政策,提高企业的信息化水平和市场竞争能力,正确指导企业信息化的发展,具有重大的战略意义和现实意义。

人们在对企业信息化水平进行评估时,一般多用定性的方法,凭评价者的主观感觉来确定信息化水平的“优”与“劣”。但是,定性方法无法反映评价结果的优劣程度,评价标准也不严密,难以做到科学、客观、公正,

评价结论的说服力不强;没有考虑评价指标的权重分配,等等。因此,亟待寻求一种更为科学、客观、量化的评价方法。在对企业信息化水平进行评估时,需要考虑的因素很多,是一个多目标多层次的综合评价过程。在评价指标中,有许多是定性指标,即使是对于定量指标的评价,其标准也难以确定。因此评价往往是建立在评价人员的知识水平、认识能力、个人经验和个人偏爱之上的,这就使评价人员所提供的评价信息不确切、不全面,具有模糊性,因此对这类问题的评价运

与静态纳什均衡解一致。

以上结论为电子交易市场的发展提供理论指导和借鉴。

## 参考文献:

- [1]姜旭平等.电子商务基础教程[M].北京:机械工业出版社,2001.
- [2]Yoo,Byungjoon,Choudhary, Vidyanand,Mukhopadhyay,Tridas.A Model of Neutral B2B Intermediaries[J]. Journal of Management Information Systems,2003,19(3):43-68.
- [3]纪建宇,仲伟俊,梅姝娥.电子商务中价格确定

的合作竞争模型[J].系统工程学报,2003,(4):373-376.

- [4]Maurer S M,Huberman B A. Competitive dynamics of web sites[J]. Economic Dynamics and Control,2003(27):2195-2206.
- [5]李艳会,朱思铭.一类电子商务网站竞争模型分析[J].中山大学学报(自然科学版),2003,(5):6-10.
- [6]Jacques Cremer,Patrick Rey,Jean Tirole.Connectivity in the Commercial Internet[J].Journal of Industrial Economics,2000,(4):433-472.
- [7]Luca Lambertini,Raimondello Orsini.Network Ex-

ternalities and the Overprovision of Quality by a Monopolist[J].Southern Economic Journal,2001,(4):969-982.

- [8]Pennockd M,Flaklakeg W, Lawrences. Winners don't take all:Characterizing the competition for links on the web[J]. Proceedings of the National Academy of Science,2002,(4):5207-5211.
- [9]叶红心,张朋柱.团队生产动态博弈[J].中国管理科学,2002,(1):71-74.

(责任编辑:曙 光)

收稿日期:2003-10-28

基金项目:国家自然科学基金资助项目(79870073)

作者简介:刘英姿(1965-),女,湖南益阳人,华中科技大学管理学院副教授,研究方向为生产与运作管理、MRP II/ERP、BRP;胡青松(1976-),男,湖北襄樊人,华中科技大学管理学院硕士,研究方向为生产与运作管理、MRP II/ERP。

用模糊理论可能是适宜的。各评价指标又是分类有层次的,为了真实反映评价指标的客观内容,同时也考虑到使描述各评价等级的指标信息都发挥作用,本文试图将层次分析法和模糊理论结合起来,建立一个模糊层次评估模型,对企业的信息化水平进行评估。

## 1 企业信息化评价指标体系的建立

为了对企业信息化进行全面综合的评价,我们从信息化组织建设、信息基础设施、信息化系统应用及信息系统管理等4个方面入手,建立了评估一个企业信息化水平的指标体系。其具体评价指标的构成为:

(1) 信息化组织建设评价指标( $C_1$ ): 信息化建设在本质上是企业在管理思想、管理理念上的一场根本性变革,适应信息化工作的组织建设是其首要因素。企业信息化的成效在很大程度上取决于信息化工作在企业整体战略中的地位;取决于有一个合理规划、专业高效的信息系统支持部门;此外,企业要有一批懂管理、懂业务的信息化人才队伍,必须健全和完善信息化人才培训制度。信息化组织建设评价指标包括IT战略地位( $V_{11}$ )、IT部门组织结构( $V_{12}$ )、信息化人力资源( $V_{13}$ )等3项次级指标。

(2) 信息化基础设施评价指标( $C_2$ ): 作为企业信息化的基础,信息化基础设施建设在很大程度上决定了企业信息化的发展水平。信息化基础设施投资占企业全部投资的比重将极大地影响企业信息化的程度;信息化投资包括硬件、软件和网络3个部分,它们在信息化建设中的作用各不相同,其规模大小、性能的优劣以及企业对各部分投资的比例,也在一定程度上决定了该企业的信息化的成败。信息化基础设施评价指标包括基础设施的投资( $V_{21}$ )、硬件平台( $V_{22}$ )、网络支持平台( $V_{23}$ )、系统和软件平台( $V_{24}$ )等4项次级指标。

(3) 信息系统应用评价指标( $C_3$ ): 信息系统应用水平的高低直接决定了企业的经营效益与市场竞争能力。信息系统应用水平最终体现在信息化目标的实现上,具体指企业在生产、销售与管理等环节中利用信息资源的能力;同时,企业经营管理模式的设计也对其利用信息技术的能力有很大的影响。信息系统应用评价指标包括企业管理模式( $V_{31}$ )、企业信息采集与发布的信息化程度

( $V_{32}$ )、生产及运作过程自动化( $V_{33}$ )、营销信息化水平( $V_{34}$ )、管理信息化水平( $V_{35}$ )、信息化目标的实现( $V_{36}$ )等6项次级指标。

(4) 信息系统管理评价指标( $C_4$ ): 企业信息化建设具有周期长、见效慢等特点,其效益的发挥有赖于企业信息化建设长远的战略规划与安全、稳定的运行。信息系统管理评价指标包括信息战略及信息化规划( $V_{41}$ )、信息系统项目开发管理( $V_{42}$ )、信息系统的安全保障体系( $V_{43}$ )、信息系统管理支持体系( $V_{44}$ )等4项次级指标。

## 3 模糊评价模型

模糊评价模型首先确定出指标权重集和评价标准集,然后针对不同专家对多指标的不同评价,构造出指标样本矩阵,最后确定模糊评价的隶属度系数对其进行综合权衡,比较实际地反映出企业信息化的整体状态。对于分层的评价指标而言,两层指标集的模糊评价模型具体步骤为:

### 3.1 确定评价指标权重集

不同的评价指标,对评价总目标的影响程度是不同的,本文应用层次分析原理计算各指标的相对权重,用于权衡比较不同评价指标对总目标作用程度的差异。

设大类指标  $C_i$  有  $m$  项( $i=1,2,\dots,m$ ), 其权重向量为  $\eta=(\eta_1,\eta_2,\dots,\eta_m)$ 。第  $i$  大类指标下又设置了  $n_i$  个次级指标  $V_{ij}$ ( $j=1,2,\dots,n_i$ ), 指标  $V_{ij}$  相对于指标  $C_i$  的相对权重向量为  $w_i=(w_{i1},w_{i2},\dots,w_{in_i})$ 。

### 3.2 确定评价标准集

指标确立之后,还需定义评分标准,它是衡量评估指标优劣的评分等级。就定性指标而言,对优劣等级有不同的描述方式,如取“好、较好、中、较差、差、5级;就定量指标而言,其优劣等级可以将数据划分成一定范围归级,如:评分标准分别取5、4、3、2与1,相邻等级之间的评分值取相邻评分标准的平均值等。

### 3.3 建立评价矩阵

设  $p$  表示评价专家,共有  $P$  组专家参与评价。针对一级指标  $C_i$  而言,令  $x_{ij}^p$ ( $i=1,2,\dots,m;j=1,2,\dots,n_i;p=1,2,\dots,P$ ) 这第  $p$  组专家针对评价指标  $V_{ij}$  的评分样本值,这些样本值构成如下评价矩阵:

$$X_i = \begin{bmatrix} x_{i1}^1 & x_{i1}^2 & \dots & x_{i1}^p \\ x_{i2}^1 & x_{i2}^2 & \dots & x_{i2}^p \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{in_i}^1 & x_{in_i}^2 & \dots & x_{in_i}^p \end{bmatrix}$$

### 3.4 确立隶属度函数

设评价等级为  $e, e=1,2,\dots,g$ , 取各类等级的评价标准值(理想评分值  $d$ ) 作为其隶属度函数的阈值,建立相应的隶属度函数  $f_e(x_{ij}^p)$ 。分如下3种情况:

(1) 第一评价等级( $e=1$ )“最好”。评分值  $x_{ij}^p \in (x_1, \infty), f_1(x_{ij}^p)=1; x_{ij}^p \in [0, x_1], f_1(x_{ij}^p)=\frac{x_{ij}^p}{x_1}; x_{ij}^p \notin [0, \infty), f_1(x_{ij}^p)=0$ 。(1)

(2) 中间等级( $e=2,3,\dots,g-1$ )。评分值  $x_{ij}^p \in [0, x_e], f_e(x_{ij}^p)=\frac{x_{ij}^p}{x_e}; x_{ij}^p \in [x_e, 2x_e], f_e(x_{ij}^p)=(2x_e - x_{ij}^p)/x_e; x_{ij}^p \notin [0, 2x_e], f_e(x_{ij}^p)=0$ 。(2)

(3) 第  $g$  等级( $e=g$ )“最差”。评分值  $x_{ij}^p \in [0, x_g], f_g(x_{ij}^p)=1; x_{ij}^p \in [x_g, 2x_g], f_g(x_{ij}^p)=(2x_g - x_{ij}^p)/x_g; x_{ij}^p \notin [0, 2x_g], f_g(x_{ij}^p)=0$ 。(3)

### 3.5 进行单指标分析, 计算指标 $V_{ij}$ 的隶属度向量

由前所述,  $x_{ij}^p$  为第  $p$  个评价人员对指标  $V_{ij}$  的评价样本值,  $f_e(x_{ij}^p)$  为指标  $V_{ij}$  等级为  $e$  隶属度函数,  $w_{ij}$  为指标  $V_{ij}$  的权重, 则称:

$$\sigma_{ij}^e = \frac{1}{P} \sum_{p=1}^P f_e(x_{ij}^p) \quad (4)$$

为指标  $V_{ij}$  属于等级  $e$  的隶属度系数。称

$$\sigma_{ij} = (\sigma_{ij}^1, \sigma_{ij}^2, \dots, \sigma_{ij}^g)$$

为指标  $V_{ij}$  的隶属度向量。称

$$R_i = \begin{bmatrix} \sigma_{i1}^1 & \sigma_{i1}^2 & \dots & \sigma_{i1}^g \\ \sigma_{i2}^1 & \sigma_{i2}^2 & \dots & \sigma_{i2}^g \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{in_i}^1 & \sigma_{in_i}^2 & \dots & \sigma_{in_i}^g \end{bmatrix}$$

为指标  $C_i$  的隶属度系数矩阵。

### 3.6 进行综合评价, 确定评价结果

用指标  $V_{ij}$  相对于指标  $C_i$  的相对权重向量  $w_i=(w_{i1},w_{i2},\dots,w_{in_i})$  进行综合权衡,得大类指标  $C_i$  属于等级  $e$  的隶属度系数,如下:

$$\sigma_i^e = \sum_{j=1}^{n_i} w_{ij} \cdot \sigma_{ij}^e$$

同理,可得大类指标  $C_i$  的隶属度系数向量  $\sigma_i=(\sigma_i^1,\sigma_i^2,\dots,\sigma_i^g)$ , 各大类指标的隶属度系数向量组成隶属度矩阵  $R^*$ ; 再用指标  $C_i$  的权重向量  $\eta=(\eta_1,\eta_2,\dots,\eta_m)$  进行综合权衡,得等级  $e$  的综合结果,如下:

$$\sigma^* = \sum_{i=1}^m \eta_i \cdot R^*$$

同理,可得综合结果向量 $\sigma=(\sigma^1, \sigma^2, \dots, \sigma^k)$ 。

根据大类指标 $C_i$ 的隶属度系数向量 $\sigma_i$ 和综合结果向量 $\sigma$ ,按照最大接近度原则,确定所属评价等级,若 $\sigma_i^* = \max_{1 \leq e \leq k} \{\sigma_i^e\}$ 或 $\sigma_i^* = \max_{1 \leq e \leq k} \{\sigma_i^e\}$ ,则属于等级 $k^*$ 。

#### 4 企业信息化的模糊评价实例

我们到1家制造型企业进行了调研。这家企业于1988年在计划部门开始逐步投入少量的PC,并根据各自部门的需求自行编制程序,应付日趋增长的业务工作。1992年,公司内各主要部门形成独立的小规模计算机系统,由于没有统一的规划,造成系统之间网络不通,数据格式不同,数据输出/输入重复。自1994年起,逐年分期分批引进了CAD/CAE/CAM(计算机辅助设计等)系统的软件和硬件,初步实现日常工作的计算机化。1996年,引进了SAP R/3系统,经过4年的实施,财务、销售、生产计划、物料管理等核心模块已逐步得到了应用。1999年,内部业务流程再造工作开始。当年购入IBM的AS/400服务器和办公自动化的开发平台Lotus Domino R5,并在该平台上开发与实施了1套具有自身特点的办公自动化系统。2001年,又进一步完善现有的工程信息系统,如工程设计的工作流程管理等,继续推广实施ERP系统,采用电子商务解决方案mySAP.com,加强办公自动化系统在知识管理方面的应用,利用Domino数据库网页设计及发布功能实现公司电子商务技术。

下面我们根据模糊评价模型对其企业信息化综合水平进行具体评价。

##### 4.1 企业信息化的模糊评价

指标体系权重的确定,我们是综合了专家的意见,采用特尔菲法(Delphi法)和层次分析法(AHP)来完成的。限于篇幅,不再具体介绍指标权重的计算过程。最终确定的各指标权重为:

$$\eta=(0.15, 0.30, 0.45, 0.10);$$

$$w_1=(0.30, 0.30, 0.40);$$

$$w_2=(0.30, 0.30, 0.20, 0.20);$$

$$w_3=(0.20, 0.05, 0.30, 0.10, 0.15, 0.20);$$

$$w_4=(0.20, 0.30, 0.20, 0.30)。$$

在对上述企业的调研中,由5位专家对信息化各评价指标进行了评分,由于篇幅所限,不在此详细列出。仅以信息化组织建设一级指标为例,列出了一级指标信息化组织建设 $C_1$ 的3个次级指标构成的评价矩阵 $X_1$ ,排列如下:

$$X_1 = \begin{bmatrix} 3.5 & 4 & 4 & 3 & 3 \\ 4 & 4 & 4.5 & 3.5 & 4 \\ 2.5 & 2 & 3 & 2 & 1.5 \end{bmatrix}$$

通过评价矩阵 $X_1$ 进行模糊计算。如对“战略地位”这一指标构成,先考虑第一等级( $e=1$ ),将5位专家所给的评分值代入(1)和(4)式,计算得等级1的隶属度系数 $\sigma_{11}^1=0.70$ 。同理,计算其它等级的隶属度系数( $e=2, 3, 4, 5$ ),分别为: $\sigma_{11}^2=0.88, \sigma_{11}^3=0.83, \sigma_{11}^4=0.25, \sigma_{11}^5=0$ 。这样就得到“战略地位”的隶属度系数向量 $\sigma_{11}=(0.70, 0.88, 0.83, 0.25, 0)$ 。

同上计算过程,再计算 $C_1$ 所属“IT部门组织结构”和“信息化人力资源状况”的隶属度系数向量。然后,综合得 $C_1$ 的隶属度系数矩阵:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.70 & 0.88 & 0.83 & 0.25 & 0 \\ 0.80 & 0.95 & 0.67 & 0.05 & 0 \\ 0.44 & 0.55 & 0.73 & 0.80 & 0.40 \end{bmatrix}$$

用 $C_1$ 大类指标的权重向量 $w_1=(0.30, 0.30, 0.40)$ 进行权衡,得到隶属度系数向量 $\sigma_1=(0.63, 0.78, 0.74, 0.41, 0.04)$ 。

同上计算得到其它3个一级指标的隶属度系数向量,它们构成隶属度矩阵如下:

$$R^* = \begin{bmatrix} 0.63 & 0.78 & 0.74 & 0.41 & 0.04 \\ 0.68 & 0.85 & 0.81 & 0.30 & 0 \\ 0.73 & 0.86 & 0.72 & 0.23 & 0.01 \\ 0.63 & 0.80 & 0.83 & 0.42 & 0 \end{bmatrix}$$

用一级指标的权重向量 $\eta=(0.15, 0.30, 0.45, 0.10)$ 进行权衡,得到综合指标体系隶属度向量 $\sigma=(0.69, 0.84, 0.76, 0.30, 0.01)$ 。

##### 4.2 评价结论

由 $\max[\sigma]=0.77$ ,可知这家企业的信息化组织建设水平为“较好”,同理可得信息基础设施、信息化系统运用和信息系统管理3方面的水平为“较好”、“较好”和“一般”;根据 $\max[\sigma]=0.84$ ,由此可见评价结果属第二等级,即企业的信息化综合水平较好。

#### 5 结束语

模糊综合评判是一个定性定量相结合的决策过程,能够在定性分析企业信息化评价指标的基础上,定量地对企业信息化水平进行科学的评价,有助于企业发现自身弱点,改进不足,为提高企业信息化水平打下基础,是一种可行的方法。

##### 参考文献:

- [1]侯伦.企业信息化及其指标体系探讨[J].电子科技大学学报(社会科学版),2001,(3):38-44.
- [2]杨和雄,李崇文.模糊数学和它的应用[M].天津:天津科学技术出版社,1993.
- [3]彭祖赠,孙毓玉.模糊数学及其应用[M].武汉:武汉大学出版社,2002.

(责任编辑:董小玉)

## An Evaluation Model and Its Application of Enterprises Informatization Based on Fuzzy Theory

**Abstract:** There are many factors which are considered on evaluating the level of enterprises informatization. The value of the concrete indexes is fuzzy. According to the features, we attempt to establish an evaluation model on the basis of combining AHP and Fuzzy Theory. Then we use the model to evaluate the level of enterprises informatization.

**Key words:** enterprises informatization; evaluating indexes; fuzzy evaluation