企业信息化成熟度阶段分类模型

邱长波，张　佳，施　梦

(吉林大学 管理学院，长春 130022)

摘　要：从企业信息化基础条件和信息系统应用水平两个方面提出了企业信息化成熟度的 13 个评价指标，根据对 66 家企业的调研结果，采用主成分分析方法对 13 个评价指标进行了降维分析，得出了企业信息化成熟度综合评价指标。根据这些综合指标对 66 家企业的数据进行了聚类分析，提出了企业信息化成熟度阶段分类模型，得出企业信息化的五个发展阶段：即信息化准备阶段、信息系统引入阶段、信息系统集成共享阶段、信息系统企业外延伸阶段、信息系统决策支持阶段。

关键词：企业信息化；信息化成熟度；评价指标体系；阶段分类模型

中图分类号：C931　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1671-5497(2007)04-0976-04

Stage classification model of enterprise informatization maturity

Qiu Chang-bo, Zhang Jia, Shi Meng

(*School of Management, Jilin University, Changchun* 130022)

Abstract: 13 evaluation indexes have been put forward for the enterprise informatization maturity (EIM) from the information infrastructure and its application level of the enterprises. According to the questionnaires of 66 enterprises, the diminsion reducing analysis was performed to the 13 indexes through the principal component analysis, and comprehensive indicators of the EIM were derived. Based on the obtained comprehensive indicators, the clustering analysis was performed for the data from the 66 enterprises, and a stage classification model of the EIM was established. From the model, the 5 evolution stages of the enterprise informatization were derived, including the preparing stage, the introducing stage, the integrating and sharing stage, the extending across enterprise boundary stage, and the decision supporting stage.

Key words: enterprise informatization; informatization maturity; evaluation index system; stage classification model

研究企业信息化成熟度等级模型就是研究企业信息化从不成熟到成熟的过程演变规律[1]，为企业评估其目前的信息化发展阶段，制定信息化发展战略提供帮助。20 世纪 60 年代以来，在信息系统的研究中，信息化成熟过程引起了广泛关注。国外提出了很多信息化成熟度模型，例如：Nolan 模型、Synnott 模型、Mische 模型、Hanna 模型、Edgar Schein 模型、Boar 模型、业务-IT 联盟成熟度模型等[1-4]，其中 Nolan 模型最著名。在 20 世纪 70 年代，Nolan 通过对 200 多个公司、部门信息系统实践的总结，分别以计算机在组织中的应用规模以及组织在 IT 应用上的资源投入

收稿日期：2006-10-12.

基金项目：吉林省发展和改革委员会计划项目(903051200532).

作者简介：邱长波(1965－)，男，教授，博士. 研究方向：管理信息系统. E-mail：changboqiu@hotmail.com

大小为横纵坐标,提出了信息系统进化的 4 阶段模型[5-7]:初始、传播、控制和成熟阶段。随着信息技术的发展,Nolan 在 4 阶段模型的基础上又提出了 6 阶段模型,增加了“集成”和“数据管理”两个阶段。不同的国家,信息化起点不同,信息化的路径也不可能完全一样[1]。为此,国内很多学者尝试研究适合中国企业的信息化成熟度模型。文献[2]提出 4 阶段模型:引入、集成、流程变革、战略变革。文献[3]提出 6 阶段模型:企业进入、数字化生存、单点数字化、联合自动化、决策支持自动化、敏捷-虚拟化的企业。文献[7]提出 5 阶段模型:技术支撑级、资源集成级、管理优化级、战略支持级和持续改善级。文献[8]提出了 6 阶段模型:原始信息化、信息化初级、单个信息系统、信息系统集成、信息网络化集成决策和网上企业。文献[9]提出了 5 阶段模型:引入、渗透、膨胀、调整、集成。但这些研究对模型提出过程的阐述都比较笼统,没有具体说明模型是如何提出的。为此,作者通过对 66 家企业的问卷调查,采用主成分分析和聚类分析方法,提出了信息化成熟度模型。

1　企业信息化成熟度评价指标体系

计算机及所构成的硬件环境是企业进行信息化的基础条件,各种信息系统的应用则体现了企业信息化的应用水平。因此,企业信息化成熟度评价指标体系包括企业信息化基础条件建设和信息系统应用水平两个方面的指标,具体指标体系如图 1 所示[10]。

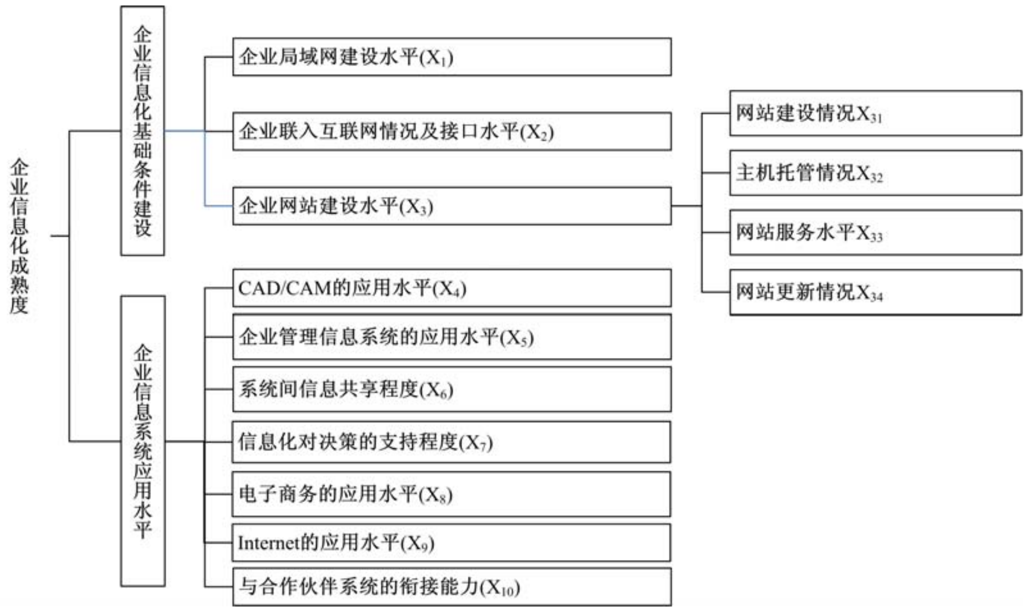

图 1　企业信息化成熟度评价指标体系

Fig. 1　Evaluation index system of EIM (Enterprise Informatization Maturity)

2　企业信息化成熟度阶段分类

2.1　评价指标的降维分析

由图 1 可见,用于企业信息化成熟度的评价指标有很多,各指标之间又不完全独立,很难直接寻找出企业信息化成熟度的发展变化规律。因此,需要确定较少的能反映企业信息化成熟度本质的综合指标,这些指标要尽可能保留原有指标所含有的信息,各指标之间不相关,即各自含有的信息不重叠[11]。

主成分分析[11,12]作为一种把多个指标转化为几个综合指标的多元统计方法是解决上述问题的有效方法。通过对 66 家企业进行问卷调查,对原始数据进行主成分分析计算,主成分特征值如表 1 所示。

由表 1 可以看出,前 4 个主成分的特征根大于或者接近 1,累计贡献率为 83.63%,代表了绝大部分原始数据信息。因此选取前 4 个主成分作为企业信息化成熟度的综合指标,其特征向量如表 2 所示。

各主成分表达式含义为:

第一主成分主要取决于 X_4、X_5、X_7、X_{10},即计

表 1 关联模型特征值

Table 1 Eigenvalues of the correlation mmatrix

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	4.36437543	2.68278338	0.4364	0.4364
2	1.68159205	0.31656231	0.1682	0.6046
3	1.36502974	0.41324471	0.1365	0.7411
4	0.95178503	0.44548514	0.0952	0.8363
5	0.50629989	0.15126190	0.0506	0.8869
6	0.35503799	0.02733241	0.0355	0.9224
7	0.32770558	0.12841947	0.0328	0.9552
8	0.19928611	0.05073760	0.0199	0.9751
9	0.14854850	0.04820883	0.0149	0.9900
10	0.10033967		0.0100	1.0000

表 2 主成分特征向量

Table 2 Eigenvectors of principal component

	Prin1	Prin2	Prin3	Prin4
X_1	0.304415	−0.437248	0.156198	0.353196
X_2	0.227779	0.510226	0.391306	0.194610
X_3	0.257066	0.217458	−0.586079	0.331165
X_4	0.368454	−0.031080	−0.085316	−0.424140
X_5	0.351468	−0.242620	0.053652	−0.314067
X_6	0.263589	−0.441899	0.158272	0.447420
X_7	0.353763	0.014384	−0.069120	−0.436835
X_8	0.332868	0.179429	−0.506525	0.184077
X_9	0.280661	0.459419	0.386542	0.131542
X_{10}	0.381940	−0.051229	0.181732	−0.083542

算机辅助设计/制造系统应用水平、企业管理信息系统的应用水平、对决策的支持程度、与合作伙伴系统的衔接能力，反映了企业信息系统的应用程度；

第二主成分主要取决于 X_2、X_9，即企业接入 Internet 及对 Internet 信息的利用水平，反映了企业互联网的接入和利用程度；

第三主成分主要取决于 X_3，X_8，即企业网站建设情况、电子商务应用水平，反映了网站建设和电子商务应用程度；

第四主成分主要取决于 X_1、X_6，即企业局域网建设情况、系统间信息共享程度，反映了企业局域网建设和互联程度。

2.2 企业信息化成熟度阶段分类分析

把多元统计分析中的聚类分析[11,12]应用到企业信息化成熟度阶段分类中，可以很好地将信息化水平处于同一层次的企业归类，从而描述出这些企业的共同特征。

聚类的方法有很多，本文选择空间浓缩度高的最短距离法，其表达式如下：

$$d_{ij}=\sqrt{\sum_{k=1}^{m}(X_{ik}-X_{jk})^2}$$

式中：X_{ik}表示第 i 个样品的第 k 个指标的观测值；X_{jk}表示第 j 个样品的第 k 个指标的观测值；d_{ij}为第 i 个样品与第 j 个样品之间的欧氏距离。

由 4 个综合指标组成样本数据矩阵 $Y'_{66\times5}$，对这 66 个企业聚类分析，得到分类结果如图 2 所示。

选取类间距为 80 时，各类的跳跃幅度明显，可把企业分为 5 类，即企业信息化成熟度的 5 个阶段分类。

3 企业信息化成熟度等级模型

3.1 企业信息化成熟度分类指标选择

要清晰地界定企业信息化成熟度等级，首先必须具体分析并选取信息化过程中的阶段特征，然后根据这些特征来描述和区分企业信息化的各阶段。

聚类分析的结果如表 3 所示。

表 3 聚类分析结果

Table 3 Result of clustering analysis

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	5412.73105	4220.84973	0.7396	0.7396
2	1191.88132	743.12343	0.1629	0.9025
3	448.75789	183.73368	0.0613	0.9638
4	265.02422	—	0.0362	1.0000

从主成分的贡献率可知，第一主成分指标特征差异比较明显，即以信息系统应用水平为代表的主成分对聚类结果的影响最大，因此选择这一综合指标作为阶段特征描述的主线。

3.2 企业信息化成熟度阶段分类模型

信息系统应用水平综合指标包括：计算机辅助设计/制造系统应用水平（X_4）、企业管理信息系统的应用水平（X_5）、对决策的支持程度（X_7）和合作伙伴系统的衔接能力（X_{10}）。根据原始调查数据，对处于不同等级的企业进行对比分析，得出企业信息化成熟度阶段分类特征模型，如表 4 所示。

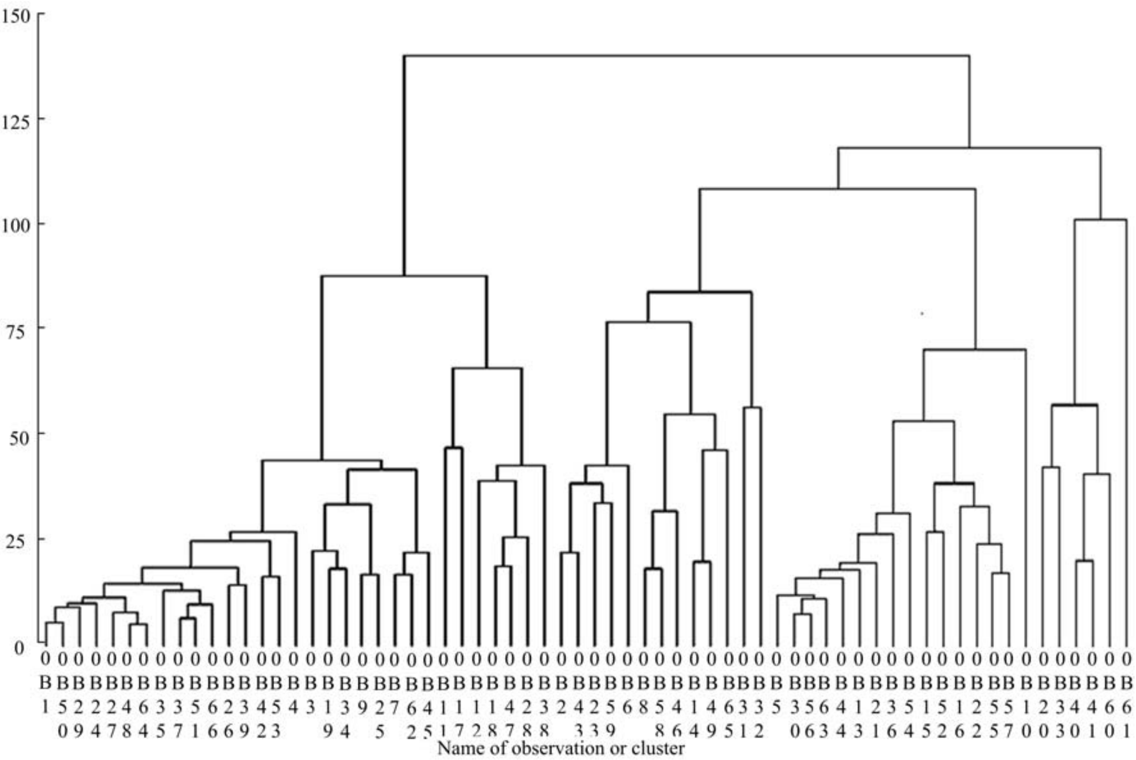

图 2　企业信息化成熟度聚类图

Fig. 2　Clustering chart of EIM(Enterprise Informatization Maturity)

表 4　企业信息化成熟度阶段分类特征模型

Fig. 4　Classifying and characteristic model of EIM(Enterprise Informatization Maturity)

等级	成熟度阶段	X_4	X_5	X_7	X_{10}
一	企业信息化准备	传统手工或关键工艺	无或孤立系统	不能提供	不能衔接
二	信息系统引入	传统手工或关键工艺	应用范围扩展	报表支持	不能衔接
三	信息系统集成共享	关键工艺或少部分	大部分部门	初步支持	衔接困难
四	信息系统企业外延伸	涉及大部分工艺	集成的系统	有力支持	能够衔接
五	信息系统决策支持	生产自动化	集成的系统	智能支持	能够衔接

4　企业信息化成熟度等级的环境描述

根据企业信息系统应用水平（Prin1）综合指标的特征对企业信息化成熟度阶段进行分类，Internet 接入及信息利用水平（Prin2）、网站建设和电子商务水平（Prin3）、局域网建设水平（Prin4）属于企业信息化环境指标。

根据各环境指标的主成分综合指标得分以及原始调查数据，可以得到各个环境指标在企业信息化 5 个等级情况下的特征差异，分别用很差、较差、中、较好、很好表示各环境指标的应用水平，各环境指标与各等级之间的关系如图 3 所示。

总体而言，三项指标都与成熟度等级成明显的正相关。

在 Prin2 方面，第一级到第五级呈现阶段式递增趋势，除第一级（信息化准备阶段）互联网接入和利用水平很低，第五级（信息系统决策支持阶段）互联网接入和利用水平很高以外，大部分企业处在互联网接入和利用水平较好阶段。

在 Prin3 方面，虽然从第一级到第五级总体上呈现逐级递增的趋势，但是这种增长并不是绝对的，处在第四级的企业往往更加关注内部信息共享。在网站建设及电子商务应用水平上出现倒退，反映了企业信息化成熟度阶段发展的非绝对性和我国电子商务大环境的欠缺性。

在 Prin4 方面，从第一级到第五级呈现逐级递增的线性发展趋势，处于不同级别的企业在各自局域网建设与信息共享水平上存在着明显差异。

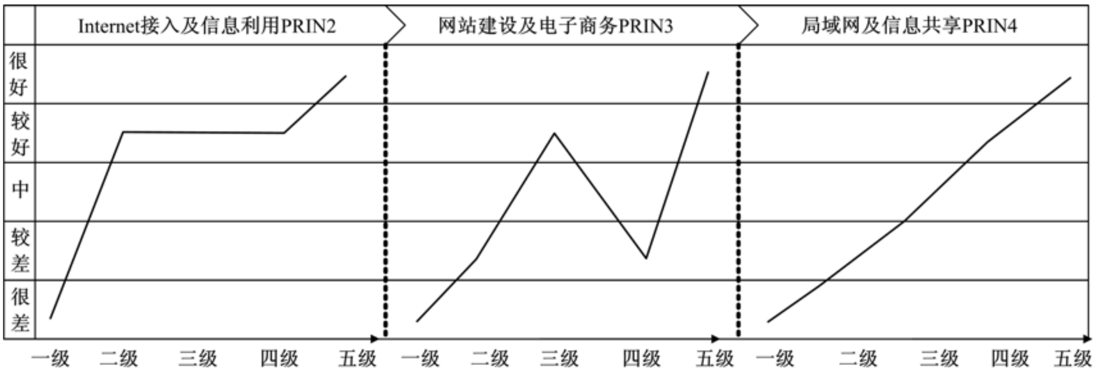

图 3　企业信息化成熟度模型环境指标对比图

Fig. 3　Comparson of environment index to EIM(Enterprise Informatization Maturity) model

5　结束语

从企业信息化基础条件建设和信息系统应用水平两个方面构建了包括 13 个指标的企业信息化成熟度评价指标体系。针对这些指标，采用问卷形式调查了 66 家企业的信息化现状。利用主成分分析，根据调查数据对评价指标进行了降维处理，得出了 4 个主成分，即综合评价指标：企业信息系统的应用程度（第一主成分）、企业互联网的接入和利用程度（第二主成分）、网站建设和电子商务应用程度（第三主成分）、企业局域网建设和互联程度（第四主成分）。通过对综合评价指标的聚类分析，得到企业信息化成熟度阶段分类模型。由于第一主成分对聚类结果的影响明显大于其他主成分，因此采用第一主成分作为企业信息化发展阶段描述的主线，得出 5 阶段模型：企业信息化准备阶段、信息系统引入阶段、信息系统集成共享阶段、信息系统企业外延伸阶段、信息系统决策支持阶段。通过对调查数据进行分析可知，其他 3 个主成分在企业信息化中的变化与这 5 个阶段呈明显的正相关。

参考文献：

[1] 左美云，陈蔚珠，胡锐先. 信息化成熟度模型的分析与比较[J]. 管理学报，2005，2(3)：340-346.

[2] 刘英姿，吴昊，林伟. 企业信息化阶段发展的模式及阶段特征分析[J]. 科技管理研究，2004(2)：101-103.

[3] 王昕，尹福臣. 企业信息化的方式与阶段[J]. 经济研究参考，2000(9)：34-43.

[4] Nolan R L. Managing the computer resource：a stage hypothesis[J]. Communications of ACM，1973，16(7)：399-405.

[5] Gibson C F，Nolan R L. Managing the four stages of EDP growth[J]. Harvard Business Review，1974，52(1)：76-88.

[6] Nolan R L. Managing the crisis in data processing [J]. Harvard Business Review，1979，57(2)：115-126.

[7] 左美云，王鉴，胡锐先. 基于专家调查的组织信息化成熟度模型研究[J]. 管理学报，2005，2(4)：410-416.

[8] 王兴元，程涛. 企业信息化递进发展模型及其水平指数[J]. 山东大学学报：工学版，2002，32(4)：337-341.

Wang Xing-yuan，Cheng Tao. The development modeland its level index of the informationalization of enterprises[J]. Journal of Shandong University(Engineering Edition)，2002，32(4)：337-341.

[9] 陈国青，蒋镇辉. 中国企业信息化的阶跃式发展过程[J]. 计算机系统应用，1999(9)：2-4

[10] 邱长波，张佳，吕连升. 企业信息化成熟度评价指标体系及影响因素研究[J]. 情报科学，2005(12)：45-47.

Qiu Chang-bo，Zhang Jia，Lü Lian-sheng. Research on evaluation index and influencing factors for the maturity of enterprisel information[J]. Information Science，2005(12)：45-47.

[11] 何晓群. 现代统计分析方法[M]. 北京：中国人民大学出版社，1998.

[12] 岳朝龙，黄永兴，严忠. SAS 系统与经济统计分析[M]. 合肥：中国科学技术大学出版社，2003.