

中国企业信息系统宏观成长过程及阶段分析

毕新华, 于宝君, 齐晓云

(吉林大学 管理学院, 吉林 长春 130022)

摘 要: 通过对我国 265 家企业 1982 年—2005 年间信息系统建设的历史数据的收集、处理, 利用最优分割法, 以我国企业各年度总体 IT 开支额为样本进行阶段划分, 并分析各阶段的特征及发展趋势。

关键词: 信息系统; 成长阶段; 诺兰模型

中图分类号: C931.6

文献标识码: A

文章编号: 1007-7634(2008)02-0161-06

Macroscopic Growth Procedure and Stage Analysis of Chinese Enterprises

BI Xin-hua, YU Bao-jun, QI Xiao-yun

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

Abstract: It collected and processed the history data of their information system construction through an investigation of 265 enterprises in China. It applied the optimal partition method to divide stage with annual IT expenditure total as samples, analyzed stage's features and development tendency.

Key words: information system; growth stage; Nolan's model

1 引 言

探索企业信息系统成长的规律性对信息系统学科理论及信息系统建设具有重要的指导意义, 因而受到学者们的重视。由于研究的时代、地区的差异, 研究成果的适用性亦发生着变化。当前, 中国正处在融入全球经济的重要历史时期, 从宏观层面探索、总结我国企业信息系统建设的成长规律, 不仅可以丰富信息系统学科的理论体系, 而且也可由政府制定信息化发展政策提供重要的参考依据。

信息系统成长规律的经典研究当属美国学者

Nolan 于 1973 年提出, 最终完善于 1979 年的 Nolan 模型^[1-5]。Nolan 的研究侧重于从企业个体层面, 即微观层面来研究信息系统的成长过程, 并以企业在信息技术应用上的资金投入作为描述成长过程和划分阶段的依据, 提出著名的“S”型费用曲线模型。其后, 美国学者 Gurbaxani 和 Mendelson 针对 1960 到 1987 年美国企业总体 IT 开支数据的研究则证明了宏观上企业 IT 开支的增长表现为“S”型曲线^[6]。上述研究均是针对美国 80 年代以前的环境所作的, 因此对我国企业信息系统成长过程的适用性还有待检验。

我国一些学者借鉴 Nolan 的研究思路, 针对中

收稿日期: 2007-05-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (70471014)

作者简介: 毕新华 (1962-), 男, 黑龙江虎林人, 教授, 博士生导师, 从事信息系统研究; 于宝君 (1978-), 男, 吉林白山人, 博士研究生, 从事信息系统研究; 齐晓云 (1984-), 女, 河北衡水人, 硕士研究生, 从事信息系统研究。

国企业做了类似的研究。文献[7]在收集了 27 家企业相关信息的基础上,对我国企业信息化的发展过程、阶段特征、IT 开销模式做出总结。文献[8]收集了 94 家中国企业 1989 年至 2001 年间的 IT 开支数据并进行了阶段分析,并通过实证研究证明: Nolan 的理论忽视了总体(宏观)和单个企业(微观)两个层面上 IT 开支曲线的差异,单个企业的 IT 开支并不一定符合“S”型曲线,以 IT 开支作为划分阶段的依据更适用于研究宏观层面上我国企业总体信息系统的发展规律。

回顾相关研究,考虑到上述研究或由于研究对象的时间、地点、时间的限制^[1-6],或由于样本时间范围、样本量及数据内容等因素的限制^[7-8],尚不能对我国企业信息系统建设从开始以来的宏观规律进行更完整、更全面地总结和解释。因此,本研究旨在通过较大样本量的企业 IT 开支的历史数据的收集,以 IT 开支额为依据,对我国企业信息系统宏观成长过程进行更完整的总结、验证,并对阶段特征及发展趋势作实证性的探索。

2 数据收集与处理方法

2.1 数据的收集

根据 Nolan 对 IT 开支的定义^[1],IT 开支主要包括计算机硬件、软件、IT 人员和 IT 管理的费用。为此,我们通过问卷调查了样本企业各年度的计算机软硬件购买费用、IT 培训费用、IT 人员费用、某次 IS 建设投资的起始时间及建设周期、实施内容、系统开发方式等历史数据。以某企业购买第一台计算机的时间作为该企业信息系统建设的起始时间,以 2005 年(含 2005 年)作为各企业统一的数据收集截止时间。

对获取的各企业 IT 开支数据,按年度进行汇总,得到总体的 IT 开支数据。对于一次性投资项目,为避免对总体开支曲线产生的波动性影响,按其建设周期进行了必要的平均化处理。各年度总体 IT 开支额为年度总体的计算机软、硬件及 IT 培训开支与年度总体 IT 人员开支之和。

本次调研问卷的填写通过走访、邮寄、Email 等多种形式完成。调研的主要对象为企业 IT 部门的负责人或企业负责 IT 工作的高层领导。从 2005 年 11 月开始,截止至 2007 年 6 月,共发放问卷 987 份,回收 355 份,其中有效问卷 265 份。调研

手段的详细情况见表 1。

表 1 问卷收集方式及回收情况

调研方法	调研数量	有效问卷数	有效回收率	各种形式有效问卷比例
访谈 + 问卷	353	192	54.4%	72.2%
邮寄问卷	454	51	11.2%	19.3%
Email + 问卷	180	22	12.2%	8.3%
合计	987	265		100%

2.2 样本情况

根据国民经济行业分类标准(GB/T4754-2002)和企业规模分类标准^[9]对样本统计的结果如表 2 和表 3。

表 2 样本行业分布

行	业	百分比
A	农、林、牧、渔业	1.51
B	采矿业	3.77
C	制造业	60
D	电力、燃气及水的生产和供应业	6.42
E	建筑业	3.02
F	交通运输、仓储和邮政业	2.64
G	信息传输、计算机服务和软件业	4.15
H	批发和零售业	8.68
I	住宿和餐饮业	2.64
J	金融业	4.53
K	房地产业	2.64

表 3 样本企业规模分布

企业规模	百分比
大型企业	30
中型企业	37
小型企业	33

2.3 最优分割法简介

为了更好地研究、探讨我国企业信息系统建设的宏观成长过程特征,本文使用最优分割法作为阶段划分依据的基础。

最优分割法是对有序样品进行聚类的方法。该方法用来分类的依据是离差平方和。设样品依次是 x_1, x_2, \dots, x_n (每个是 m 维列向量),样品是有序的。将 n 个样品分成 k 类,设某一种分法是:

$$P(n, k): \{x_{i_1}, x_{i_1+1} \dots x_{i_2-1}\}, \{x_{i_2}, x_{i_2+1} \dots x_{i_3-1}\}, \dots, \{x_{i_k}, x_{i_k+1} \dots x_n\}$$

其中分点满足 $1 = i_1 < i_2 < \dots < i_k < n$, 用 $D(i, j)$ 表示类 $\{x_i, x_{i+1}, \dots, x_j\}$ ($i < j$) 的直径,常用的直径是:

$$D(i, j) = \sum_{l=i}^j (x_l - \bar{x}_{ij})^T (x_l - \bar{x}_{ij}) \quad (1)$$

$$\text{其中 } \bar{x}_{ij} = \frac{1}{j-i+1} \sum_{l=i}^j x_l \quad (2)$$

定义分类 $P(n, k)$ 的目标函数为:

$$e[P(n, k)] = \sum_{j=1}^k D(i_j, i_{j+1} - 1) \quad (3)$$

最优分割法就是选择 $P(n, k)$ 使 (3) 式达到极小, 从而给出精确最优解。

由于最优分割法本身并没有给出确切段数, 一般常用以下方法来确定:

①作最小目标函数随分段数变化的曲线。取该曲线拐弯处或开始变平处对应的分段数为最适宜的分段数。

②计算比值 a :

$$a = e[P(n, k)] / e[P(n, k+1)] \quad (4)$$

当 a 值比较大时, 就说明分成 $k+1$ 段显然比分成段好, a 值接近于 1 时即可不必再往下分。

③对分段结果进行检验。最适宜的分段数必须使分割结果通过检验, 而且值要尽可能大。

3 信息系统宏观成长过程及阶段划分

3.1 数据计算结果

根据公式 (1) — (3) 对处理后的调研数据进行计算, 得到阶段划分的结果, 如表 4 所示 (超过 10 以上的阶段划分因缺乏意义而省略)。

表 4 按最优分割法计算的结果

阶段数	直径和	最优分割点序号
2	41966556	17
3	8150935	17, 22
4	2843732	17, 19, 22
5	1398980	8, 17, 19, 22
6	908032	8, 16, 17, 19, 22
7	504606	8, 16, 17, 19, 20, 22
8	301654	3, 11, 16, 17, 19, 20, 22
9	191714	3, 5, 8, 16, 17, 19, 20, 22
10	139777	3, 5, 8, 11, 16, 17, 19, 20, 22

根据上文所述确定阶段数的方法:

①立 $e[P(n, k)]$ 与 k 的相关曲线 (见图 1)。可以看出, 最小目标函数 $e[P(n, k)]$ 是随 k 值单调递减的, 曲线在 k 值为 4, 5 处拐弯, 这说明 k 在超过 4, 5 之后, 再增加时目标函数已减少不大, 所以分 4 类或 5 类为好。

②公式 4 计算比值 a , $a(4) = 2.03$, $a(5) = 1.54$ 。 $a(4)$ 结果比较大, 说明分成 5 段比 4 段合理, 且 $a(5)$ 已经接近于 1, 再划分意义不大。因此, 可取 $k=5$ 为最优的 k 值, 其中最优分割点为 8, 17, 19, 22。

③对划分为 5 段的结果进行 F 检验, 求得 $F = 951.04$, 大于给定的显著性水平 $F_{0.005} = 5.27$, 因此通过检验, 分为 5 段效果明显。

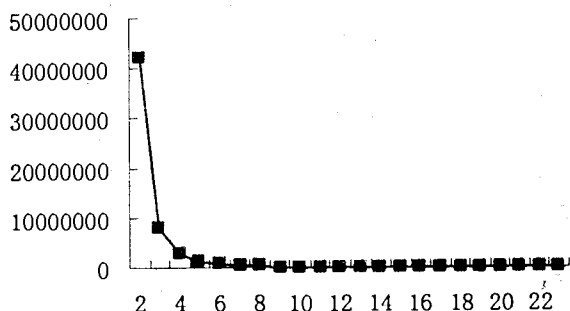


图 1 $e[P(n, k)]$ 与 k 的相关曲线

根据计算结果, 各阶段初步划分结果为: 第一阶段 (1982—1989 年); 第二阶段 (1990—1998 年); 第三阶段 (1999—2000 年); 第四阶段 (2001—2003 年); 第五阶段 (2004—2005 年)。

3.2 阶段划分

在最优分割法的阶段划分基础上, 分别对各阶段的 IT 开支曲线增长趋势、信息系统项目的企业规模分布比例、信息系统应用领域分布比例三项成长性特征进行分析。分析结果发现:

前两个阶段的 IT 开支曲线增长趋势总体上较为平缓; 表现出相似的特征。但在后两项特征上有明显的差异: 第一阶段信息系统项目建设主体主要是为数不多的一些大型企业 (见图 5), 信息系统的应用领域以个人办公、单职能部门等业务等初级应用为主 (见图 7); 第二阶段信息系统项目的企业规模分布呈现出比例均衡的态势 (见图 5), 信息系统的应用领域开始呈现出向跨部门、集成性应用发展的趋势, 应用领域扩散到了企业的各职能领域 (见图 7)。

后三个阶段在上述三个方面的特征上较为相似: IT 开支曲线增长趋势总体上均呈现出较快速发展的态势; 信息系统项目的企业规模分布上, 中小企业开始成为数量上的主体 (见图 5); 信息系统的应用领域开始呈现企业整体及企业间信息资源整合的趋势, 应用领域全面覆盖了企业的各职能领域, 各应用领域所占比例呈现均衡发展趋势 (见图 7)。

根据计算结果, 结合上述特征, 最终可将调研数据所涉及的年份划分为三个阶段: 起步阶段、扩散阶段和快速发展阶段。虽然本次调研收集的数据显示, 我国企业真正呈一定规模地开始应用信息技

术始于 80 年代初 (调研数据为 1982 年), 但样本中最早应用信息技术的代表性企业开始于 1972 年, 我国企业在 70 年代初已经开始出现信息化的“萌芽”。因而可将 70 年代至 80 年代初的这段时间视为中国企业信息系统成长的“萌芽阶段”。结合“快速发展阶段”的特征及展露出的未来发展趋势, 我国企业信息系统建设在可预见的未来趋势将呈现出各类企业全面参与、应用领域多元化的和谐发展

局面, 将未来发展趋势划分为“和谐发展阶段”。

综上所述, 在最优分割法的基本依据基础上, 我国企业信息系统的宏观成长过程可以划分为如下五个阶段: 萌芽阶段 (70 年代—80 年代初期); 起步阶段 (80 年代初 (1982) —1989 年); 扩散阶段 (1990 年—1998 年); 快速发展阶段 (1999 年—目前及未来若干年); 和谐发展阶段 (已见端倪, 可预见)。成长曲线及划分结果如图 2 所示。

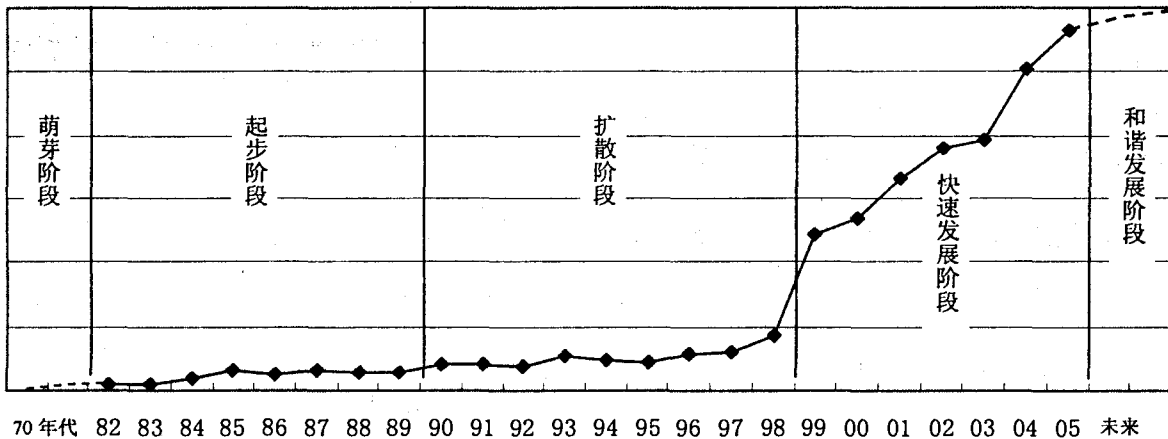


图 2 中国企业年度总体 IT 开支额曲线及阶段划分

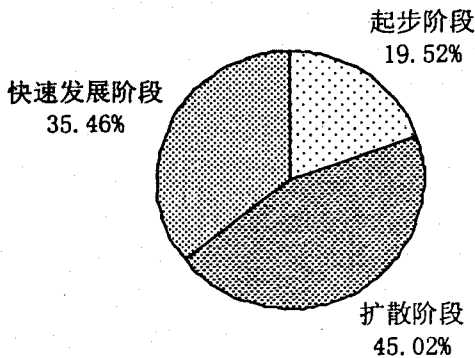


图 3 各阶段第一次购买计算机的企业比例

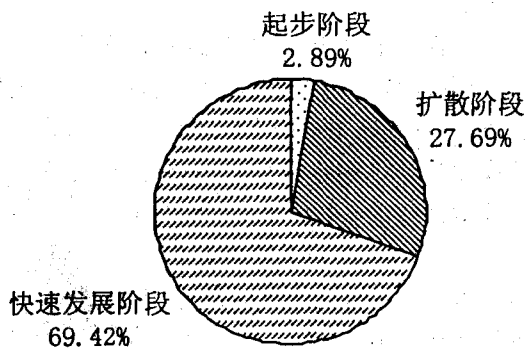


图 4 各阶段开始建立局域网的企业比例

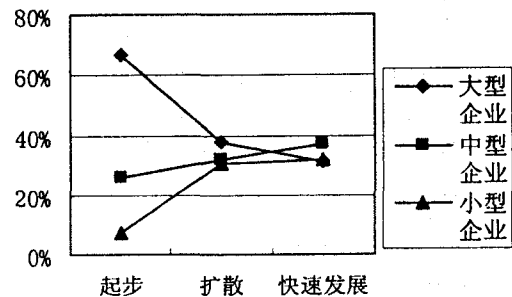


图 5 各阶段信息系统建设项目按企业规模分布情况 (项目数量百分比)

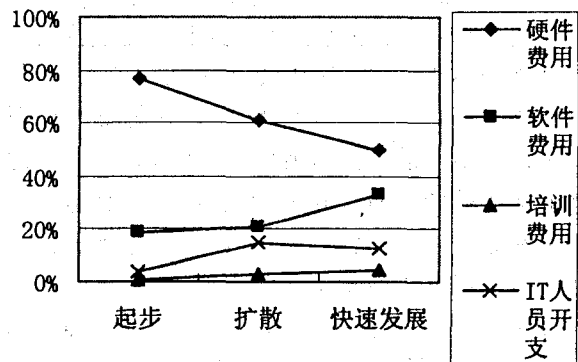


图 6 各阶段信息系统建设项目按投资内容分布情况 (占总投资额的百分比)

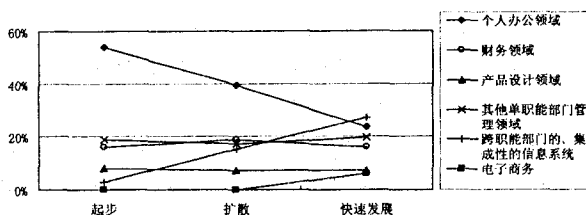


图7 各阶段信息系统建设项目按应用领域分布情况 (项目数量百分比)

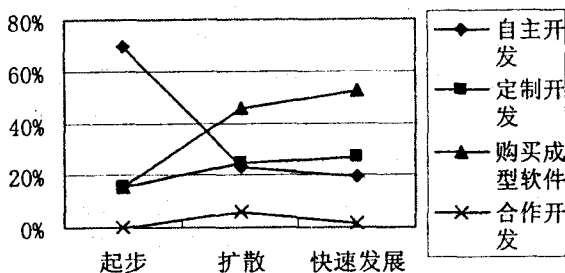


图8 各阶段信息系统建设项目按系统开发方式分布情况 (项目数量百分比)

4 信息系统宏观成长过程阶段特征分析

按照上述阶段划分的结果,按阶段统计分析各阶段的特征,结果如图3-图8。

4.1 萌芽阶段 (70年代—80年代初期)

通过对调研样本中3家70年代开始首次购买计算机的企业分析发现:3家企业均为大型机械制造企业;购买的计算机均为小型机,企业的IT开支主要用于投资昂贵的硬件;所购买计算机的用途均为解决产品设计过程中复杂的科学计算。结合我国计算机技术的发展历史,本阶段我国企业信息技术的使用还处于萌芽状态。只有极少数经济实力雄厚,先进的大型企业基于产品设计、研发的需要,在技术领域里引入了计算机,信息技术在管理领域的应用基本属于空白。

4.2 起步阶段 (1982年—1989年)

本阶段开始“信息化”的企业数量较少(见图3),且基本上属于少数经济实力雄厚的大中型企业的专利(见图5),计算机硬件占据着IT开支额的主体(见图6)。这与本阶段计算机硬件性价比偏低,微型计算机尚未在中国普及、价格偏高有关。建立局域网的企业很少(见图4),因而计算机的

应用范围基本局限于个人和单个职能部门的业务处理上。同时,受软件、数据库等技术的限制,数据处理的深度较低,计算机的应用领域主要以提高个人工作效率为目的、数据形式较规范单项业务上,如个人办公、财务、人事领域(见图7)。由于信息系统总体功能较为简单,用户的培训和系统后期的维护相对较为容易,对IT人员的技能、数量的要求也不高,相应地培训费用、IT人员开支占IT开支额的比例也很低(见图6),由企业自己的IT人员负责开发这些功能较简单的信息系统成为多数企业首选的开发方式(见图8)。本阶段,我国企业的信息系统水平总体上还处于一个以提高个人、单职能部门工作效率为目的的初级阶段。

4.3 扩散阶段 (1990年—1998年)

本阶段由于微型计算机在中国普及,大量的企业开始了信息系统的建设(见图3),其中中小型企业数量大幅增长,使得大型企业所占的比例下降了28.9%(见图5)。计算机性价比的提高也使得计算机硬件费用所占比例有较大幅度下降(见图6)。建立局域网的企业开始增多(见图4),为IT技术的跨职能部门应用奠定了良好的基础。同时由于软件、数据库等技术的发展,计算机的应用领域开始向跨职能部门、集成性应用—如OA、MRP、ERP等方向发展,但所占比例不高,个人办公为主的应用所占比例大幅下降(见图7)。信息系统总体功能日趋复杂,培训及维护工作的难度增加,对IT人员的技能、数量的要求增高,相应地培训费用、IT人员开支比例也有较大幅度的增长(见图6)。系统功能复杂性的增加,使得购买成型软件和定制开发成为主要的开发方式(见图8)。本阶段我国企业的信息系统建设水平总体上还处于一个由单职能部门应用向多职能部门应用的转变阶段。

4.4 快速发展阶段 (1999年—目前及未来若干年)

受网络技术及Internet的普及的影响,首次建立了局域网的企业主要集中在本阶段(见图4)。本阶段的信息系统建设项目中,属于中小型企业的项目占据着数量比例上的绝对优势,这种比例趋势的变化更趋向于大中小型企业数目比例,我国企业信息化开始出现“全民参与”的趋势(见图5)。计算机硬件费用所占比例持续较大幅度的下降和软件费用比例大幅度的上升(见图6),一方面是因为

计算机硬件性价比在提高,另一方面也是由于企业实施的集成性的信息系统大幅增加所导致的软件及相关费用的增加。跨职能部门、集成性的系统—如OA、MRP、ERP等—所占的比例开始超过以个人办公为主的应用比例,且伴随着Internet的普及,电子商务的应用开始占据一定的比例(见图7),表明部分先进企业已经开始着手整合企业外部信息资源。信息系统总体功能日趋复杂,使得培训费用比例持续增长(见图6),购买成型软件和定制开发越来越成为主要的开发方式(见图8)。

IT开支额曲线1999年呈现出急剧的、膨胀式的成长态势,此后2000—2003年则呈现出稳健的、调整式的成长态势,2004—2005年呈现出理性的、发展式的成长态势。这种变化可能缘于1998年前后国内外电子商务热潮所引发的信息化热。

本阶段我国企业的信息系统建设水平总体上还处于单部门应用、多部门集成应用与企业整体集成应用等多元共存阶段。

4.5 和谐发展阶段(已见端倪,未来趋势)

总结、比较上述各阶段的成长曲线及阶段特征,可以看出,我国企业IT开支额总体上呈逐年增长的趋势,在经历快速发展阶段后,IT开支额越来越以更理性的方式增长。参与信息化的大中小企业的数目比例变化趋势显示出“全民参与”的前景。信息系统建设更加注重各系统间、各应用间的协调发展,增长内涵与速度会更加理性。从应用领域的变化趋势看,以企业整体资源集成为目标的信息系统应用是未来信息系统应用的趋势,但由于企业开始信息系统建设时间的差异、信息化水平上的差异,未来若干年,企业信息系统的应用领域将呈现出以企业整体集成应用为主、各层次的信息系统应用共存的局面。培训费用及IT人员开支所占比例的逐年增高,表明企业自己开发、维护、管理信息系统的成本越来越高,很可能迫使企业将包括系统开发、维护在内的更多的IT服务外包给专业公司。信息系统的开发方式将以购买成型软件和定制开发为主。

5 结 语

通过基于Nolan模式的我国企业信息系统成长

过程研究可以看出,中国企业信息系统成长的总体过程也呈现“S”型的基本特征,这反映了信息系统成长的一般规律性。但我国企业信息系统成长的曲线特点却呈现出以九十年代末为界线的“前缓后急”的典型中国发展特色,这与中国经济发展的步调是一致的,文中各阶段内涵的描述证明了这一点。

中国企业信息系统的成长划分为五个阶段是比较合理的。它们是:萌芽阶段(70年代—80年代初期);起步阶段(80年代初(1982)—1989年);扩散阶段(1990年—1998年);快速发展阶段(1999年—目前及未来若干年)及和谐发展阶段(已见端倪,可预见的未来)。

从信息系统的应用领域上看,我国企业依次经历了个人为主的应用、单部门业务为主的应用、多部门集成为主的应用及包含企业整体集成应用在内的多元应用共存等阶段。宏观上,我国企业信息系统建设的总体水平仍有很大的提升空间,未来几年内总体IT开支额可能还会以较大幅度持续增长。

参考文献

- 1 Nolan, R. L. Managing the computer resource: A stage hypothesis [J]. Communications of ACM, 1973, 16(7): 399 - 405.
- 2 Gibson, C. F. and Nolan, R. L. Managing the four stages of EDP growth [J]. Harvard Business Review, 1974, (1 - 2): 76 - 88.
- 3 Nolan, R. L. Thoughts about the fifth stage [J]. Database, 1975, 7(2): 4 - 10.
- 4 Nolan, R. L. Management Accounting and Control of Data Processing [M]. New York: National Association of Accountants, 1977: 20 - 24.
- 5 Nolan, R. L. Managing the crises in data processing [J]. Harvard Business Review, 1979, (3 - 4): 115 - 126.
- 6 Gurbaxani, V. and Mendelson, H. An Integrative Model of Information Systems Spending Growth [J]. Information Systems Research, 1990, 1(1): 23 - 46.
- 7 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.
- 8 郭迅华. 中国企业信息化成长阶段分析与技术采纳特点研究 [D/OL]. <http://www.cnki.net>, 2006 - 06 - 29.
- 9 国家统计局设管司. 统计上大中小型企业划分办法 [EB/OL]. http://www.stats.gov.cn/tjbz/t20061018_402369829.htm, 2003 - 05 - 22.

(责任编辑:赵立军)