

企业信息系统的 形式化及其应用

薛朝改◎著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

企业信息系统的形式化 及其应用

国家自然科学基金 (70701031, 70971119, 70901066) 资助

薛朝改 著
朱永明 审



机械工业出版社

企业信息系统 (Enterprise Information System, EIS) 在众多行业中得到了广泛的应用, 并且发挥着越来越重要的作用, 日益成为企业运行中必不可少的组成部分。形式化即“符号化+抽象公理化”, 也就是采用定量的数学方法描述系统, 借助数学方法研究系统的性质与规律。企业信息系统的形式化及应用研究, 对于认识企业信息系统的结构, 深入研究其运行机理具有重要意义, 是企业信息系统的研究从定性转向定量, 不断深入的必经之路。为此, 本书从全局的角度系统地研究企业信息系统的形式化, 符号及定理化信息系统, 研究企业信息系统形式化的应用。全书分为上下两篇, 分别是企业信息系统的形式化理论, 以及企业信息系统形式化的应用, 包括重构、时间性能、适应性评价、优化等内容。

本书适合系统科学、管理学、信息系统及管理、计算机科学等领域的研究人员及高校师生参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

企业信息系统的形式化及其应用/薛朝改著. —北京: 机械工业出版社, 2012. 1

ISBN 978-7-111-36707-9

I. ①企… II. ①薛… III. ①企业管理 管理信息系统 IV. ①F270.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 253416 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 郎 峰 责任编辑: 郎 峰 宋亚东 版式设计: 霍永明

责任校对: 刘 岚 封面设计: 马精明 责任印制: 杨 曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2012 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14 印张·340 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-36707-9

定价: 38.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着科学技术，特别是信息技术的飞速发展，各种信息系统不断涌现，并且广泛地应用于国民经济的各个领域。企业信息系统（Enterprise Information System，EIS）在众多行业中起着举足轻重的作用，日益成为企业运行中必不可少的组成部分。因此，对其进行深入而全面的研究势在必行。然而，目前对企业信息系统的研究都只是定性的、非形式化的，难以深入认识信息系统的结构、规律以及性能，从而阻碍了信息系统的深层次应用和进一步发展。因此，研究信息系统的形式化，应用数学理论对信息系统进行定量的分析和优化具有重要意义。

形式化即“符号化+抽象公理化”，也就是采用定量的数学方法描述系统，借助数学方法研究系统的性质与规律。本书认为，采用形式化的方法对企业信息系统进行研究，不但可以借助数学理论的支持进行详细的讨论，同时对于认识企业信息系统的结构，深入研究其运行机理具有重要意义，是信息系统的研究从定性转向定量，不断深入的必经之路。

本书从全局的角度系统地研究信息系统的形式化、符号及定理化信息系统，研究企业信息系统形式化的应用。其内容由浅入深，从企业信息系统的的基本理论入手，逐步过渡到企业信息系统形式化的研究，在编写中注重研究现状的综述以及相关方法的应用，并通过案例进行说明。

全书分为上下两篇，上篇的主要内容是关于企业信息系统的形式化理论及方法，包括第1章至第4章。第1章从企业信息系统的由来及发展入手，介绍了企业信息化，界定了企业信息系统的概念、内涵及其发展，给出了企业信息系统形式化研究涉及的学科及方法。第2章给出了模型的视角和分类，以及建模的原理和步骤，说明了典型的企业信息系统建模的方法及应用，为形式化奠定了理论基础。第3章概述了形式化的发展、分类及其研究内容，综述了常用的形式化方法及研究现状，并且说明了形式化方法的应用。第4章在企业信息系统理论及形式化方法理论的基础上，深入研究了企业信息系统的形式化表达，介绍了知识网理论及对象知识网的企业信息系统形式化的理论与方法。

下篇是关于企业信息系统形式化的应用，包括第5章至第8章。第5章在企业信息系统形式化理论的基础上，研究了如何对企业信息系统进行重构。提出了基于知识网及对象知识网的企业信息系统重构算法，并说明了这些形式化方法及重构算法的应用。第6章给出了企业信息系统中不同结构的形式化表达，以及不同结构的时间性能，并对时间性能进行了分析，讨论了基于时间性能的系统结构的表达以及定量的时间性能的预估方法。第7章通过GQM方法提出了企业信息系统适应性的指标体系，并应用对象知识网研究了这些指标的量化，以及企业信息系统适应性的评价模型及算法。第8章探讨了企业信息系统的功能优化及结构优化。应用知识网及对象知识网对企业信息系统的形式

化表达,通过重构运算实现企业信息系统的功能优化;通过建立企业信息系统的结构优化模型,应用基于 Niche 算法的免疫遗传算法,解决了企业信息系统基于时间性能的适应性结构的优化问题。

本书是在国家自然科学基金项目研究成果及本人的博士论文基础之上形成的。在此,要特别感谢我的恩师——东南大学严洪森教授。严老师渊博的学识,敏锐的洞察力,专于研究的毅力,深深地感染着我、鼓励着我,使我在巨大的压力中不断突破自己。正是在老师的指引下,使我开始走上了学术研究的道路。这些经历是我一生的宝贵财富,并将影响我的一生。感谢攻读博士期间所有的师兄、师姐、师弟、师妹们,是你们陪伴我度过了辛苦但又充实的博士生活。

本书的出版得到了国家自然科学基金项目“基于对象知识网的信息系统形式化表示与优化研究”(编号:70701031)、“基于对象知识网的企业信息系统适应性优化研究”(编号:70971119)、“先进制造模式扩散过程的动力学机制分析”(编号:70901066)的资助。另外,还得到了郑州大学管理工程学院的大力支持,本书由朱永明院长主审,曹海旺副教授和张炎亮副教授在本书的编写中提出了大量宝贵建议,研究生董莉莉、刘俊娟及吴刘阳在本书的整理工作中,做了大量细致的工作,在此表示衷心的感谢!

本书在企业信息系统的形式化理论及应用研究方面做了初步的探讨,希望能对该领域的研究人员提供参考。值得说明的是,企业信息系统的形式化不仅可以在重构、时间性能、适应性评价以及优化中应用,而且它可以适用于更多的应用领域,这也是我们今后的研究方向。

本书的写作是对研究成果的总结和整理,也是一种尝试,不足之处在所难免,敬请读者不吝赐教。

著者

2011年12月

目 录

前言

上篇 企业信息系统的形式化理论

第 1 章 企业信息系统概述	2	2.5.3 面向功能的体系结构模型	45
1.1 企业信息化与企业信息系统	2	2.5.4 IDEF 系列模型	46
1.1.1 企业信息化	2	2.5.5 UML 模型	55
1.1.2 信息系统的概念	4	2.5.6 面向对象的模型	57
1.1.3 企业信息系统的概念	5	第 3 章 形式化方法的理论基础	60
1.1.4 企业信息系统的的发展趋势及面临的挑战	5	3.1 形式化方法概述	60
1.2 企业信息系统的分类	7	3.1.1 形式化的定义	60
1.2.1 企业信息系统的分类模型和分类视角	7	3.1.2 形式化方法的发展过程	61
1.2.2 企业信息系统的层次结构	8	3.2 形式化方法的分类	61
1.2.3 企业信息系统的功能结构	12	3.3 形式化方法的研究内容	62
1.2.4 企业信息系统的软件结构	12	3.4 形式化的优势及发展方向	63
1.2.5 企业信息系统的生命周期	13	3.5 常用的形式化方法	65
1.3 企业信息系统的学科体系	20	3.5.1 Petri 网	65
1.3.1 管理科学	20	3.5.2 排队论	72
1.3.2 系统科学	24	3.5.3 随机进程代数	74
1.3.3 信息技术	25	3.5.4 形式化规范说明语言	76
1.3.4 建模技术	26	3.6 形式化方法的应用	77
1.4 企业信息系统的應用	27	3.6.1 形式化方法在软件开发中的应用	77
1.4.1 职能信息系统	27	3.6.2 形式化方法在软件再工程的应用	78
1.4.2 层次信息系统	30	3.6.3 基于形式化方法的模型检验	79
1.4.3 企业集成信息系统	30	3.6.4 其他应用	79
1.4.4 企业信息系统案例	31	第 4 章 企业信息系统的形式化	81
第 2 章 企业信息系统建模	34	4.1 企业信息系统的发展及组成	81
2.1 模型的概述	34	4.1.1 企业信息系统的发展	81
2.2 模型的视角及分类	36	4.1.2 企业信息系统的组成	82
2.3 建模原理	38	4.2 知识网理论	83
2.3.1 模型的特征	38	4.2.1 企业信息系统及 Agent 网	84
2.3.2 建模的原则	38	4.2.2 知识网及其运算	85
2.4 建模的步骤	39	4.2.3 多重集的概念	87
2.5 典型的企业信息系统模型	40	4.2.4 多重集的运算及其性质	87
2.5.1 CIM-OSA 模型	40	4.2.5 知识网复杂度的泛函分析	93
2.5.2 普渡体系结构模型	43	4.3 对象知识网	95

4.3.1 对象知识网的概念	95	4.4.2 基于对象知识网的企业信息系统形式化	101
4.3.2 对象知识网的构造算法	97	4.5 企业信息系统的形式化实例	103
4.3.3 对象知识网与知识网的转换算法	98	4.5.1 基于知识网的企业信息系统形式化实例	103
4.4 企业信息系统的形式化表达	99	4.5.2 基于对象知识网的企业信息系统形式化实例	104
4.4.1 基于知识网的企业信息系统形式化	99		

下篇 企业信息系统的形式化的应用

第5章 企业信息系统的重构

5.1 重构的概念及原则	110
5.1.1 重构的概念	110
5.1.2 重构的原则	110
5.1.3 重构问题的研究现状	110
5.1.4 重构问题的方法	114
5.2 基于知识网的企业信息系统重构	116
5.2.1 基于知识网的信息系统重构原理	116
5.2.2 知识网的重构算法	116
5.2.3 基于近似匹配的知识网重构研究	124
5.3 基于对象知识网的近似重构	133
5.3.1 对象知识网的重构原及其匹配性	134
5.3.2 基于近似匹配的对象知识网及信息传递网的推理	136
5.3.3 基于近似匹配的对象知识网重构研究	139
5.4 重构案例	140
5.4.1 基于知识网的企业信息系统重构案例	140
5.4.2 基于知识网的企业信息系统近似重构	143
5.4.3 基于对象知识网的企业信息系统近似重构	146

第6章 企业信息系统的性能

6.1 性能的概念及发展过程	149
6.2 性能的表达	150
6.2.1 对象知识网知识点间关系的表达	150
6.2.2 对象知识网的性能	151
6.2.3 性能分析	151

6.2.4 基于时间性能的系统结构的表达	154
----------------------------	-----

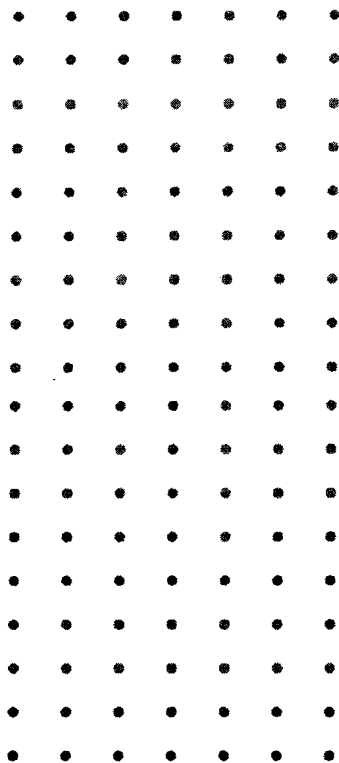
第7章 企业信息系统适应性的评价

6.3 企业信息系统时间性能的案例	155
6.3.1 时间可达性分析	155
6.3.2 时间性能的预估	158
7.1 企业信息系统适应性的基本概念	159
7.1.1 企业信息系统适应性的界定	159
7.1.2 企业信息系统适应性的研究现状	159
7.2 企业信息系统适应性的指标体系	160
7.2.1 GQM 方法概述	160
7.2.2 GQM 的建模步骤	161
7.2.3 GQM 方法的应用现状	162
7.2.4 企业信息系统适应性的指标	163
7.3 企业信息系统适应性的量化	165
7.3.1 需求分析阶段	165
7.3.2 系统设计阶段	167
7.3.3 运行维护阶段	170
7.4 企业信息系统适应性的评价模型及算法	172
7.4.1 评价模型	172
7.4.2 评价算法	172
7.4.3 指标权重的确定	173
7.5 企业信息系统适应性评价案例	173
7.5.1 案例背景	173
7.5.2 案例分析	173

第8章 企业信息系统的优化

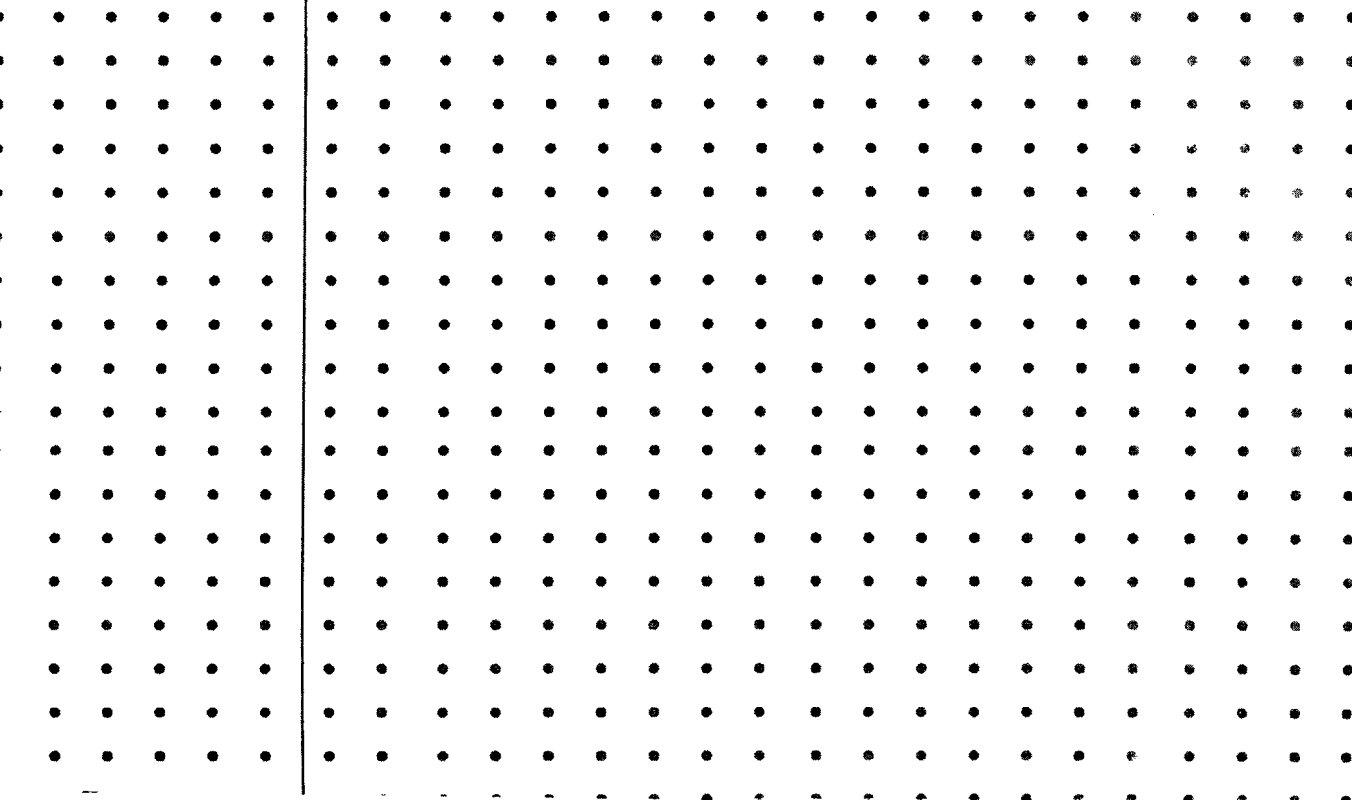
8.1 企业信息系统优化的研究	175
8.1.1 企业信息系统优化的界定	175
8.1.2 企业信息系统优化的方法	176
8.1.3 企业信息系统优化的研究现状	179
8.2 企业信息系统的功能优化	179

8.2.1 知识网功能的满意度模型及其 运算	180	8.3.2 企业信息系统的结构优化模型 ...	192
8.2.2 基于用户功能需求的知识网 多重集表达式的优化	182	8.4 企业信息系统的优化案例	193
8.3 企业信息系统的结构优化	189	8.4.1 企业信息系统的功能优化案例 ...	193
8.3.1 免疫遗传算法	190	8.4.2 企业信息系统的结构优化案例 ...	195
		参考文献	199



上篇

企业信息系统的形式化理论



第1章 企业信息系统概述

1.1 企业信息化与企业信息系统

1.1.1 企业信息化

随着经济全球化的发展、知识经济的出现，企业经营环境发生了巨大的变化，企业竞争不断加剧。为了应对宏观及微观环境的变化，企业必须以最快的速度获取信息和知识，才能在竞争中获得主动权。而另一方面，信息技术的日新月异打破了时空限制，为企业应对竞争提供了新的手段和条件。因此，信息化已成为企业应对复杂环境和激烈竞争的重要工具，其完善程度也是企业竞争优势的体现。

企业信息化是指：企业通过信息技术、信息系统应用和信息资源的开发利用而服务于企业的战略发展、经营活动及企业全方位变革和发展的一个过程，通过建立的信息网络实现信息共享和有效利用，并加工获得新的信息资源，辅助各层次人员作出有效的决策，提高企业适应变化环境和获取经济效益的能力。其主要包含以下内容：

1) 企业信息化的技术基础是信息技术（IT）和信息系统（IS）的应用，IT/IS 是企业信息化的实现手段；企业信息化应用的核心是企业信息资源的开发利用。

2) 企业信息化的理念基础是企业的管理与运行模式；企业信息化的目标是实现企业经营活动的变革，包括企业的实体层面（战略、组织架构、管理体系、运作模式等）和精神层面（文化、价值观、技能、不成文的规定等）上的变革。

3) 企业信息化是一项集成技术，信息的集成与共享是企业信息化的关键，即实现将关键的、准确的数据及时传输到决策者手中，为企业运作过程中的决策活动提供数据支持。

4) 企业信息化的实现是一个过程，它涉及人才培养、咨询服务、方案设计、设备采购、网络建设、软件选型、应用培训和二次开发等多个方面。

5) 企业信息化建设是不断发展的，它随着管理理念、实现手段、新技术的出现等多个因素的发展而发展。

国内外许多学者对企业信息化领域的研究，主要集中在以下几个方面：

（1）企业信息化概念的研究 对于企业信息化的概念，不同的机构和组织从不同的关注点对信息化的概念和内涵有不同的论述。例如，国际标准化组织（2001）认为企业信息化是指企业之间、企业与消费者之间信息内容与信息交换的一种通用术语。陈守龙等（2008）从学术、政府、企业、区域性组织四个层面进行了定义。欧阳峰等（2006）给出了企业信息化的定义：是企业在生产和经营、管理和决策、研究和开发、市场和营销等各个方面应用信息化技术，建设应用系统和网络，通过对信息和知识资源的有效开发和利用，调整和重构企业组织结构和业务模式，服务企业发展目标，提高企业竞争力的过程。杨春涛（2010）认为企业信息化是企业从传统的生产经营方式向现代生产经营方式转变的过程。

部分企业结合其自身情况对企业信息化也作了相应的定义,如联想集团(2001)认为企业信息化是指为加强企业管理和控制,提高企业竞争力而实现数据、流程、决策三个层面信息化的过程。

(2) 企业信息化的阶段研究 其中,常见阶段模型有诺兰模型、西诺特模型、米切模型、信息技术扩散模型、四阶段模型。刘英姿等(2004)总结了五种企业信息化模型的阶段分类及划分特征,综合选取信息化过程中具有标志性的阶段特征变量,将信息化过程分成四个连续的阶段,描述了各个阶段特征的变化及其相应的组织设计策略。胡锐先等(2005)则对这五个模型进行了综述比较。

(3) 企业信息化的特征研究 例如,艾菊梅等(1999)认为企业信息化具有双重特征,即过程特征和状态特征,并基于 Internet 研究了企业信息化的特征体现,如分布式应用、跨平台应用、容易部署和管理、Java 技术的应用和系统安全性等。汤文成等(2003)探讨了企业信息系统的一些独有特征:工程的过程性、内容的层次性、总体规划和分步实施等。历双平(2009)认为企业信息化是一个动态发展的过程,主要有以下七个方面的特征:本质特征、形态特征、过程特征、阶段特征、效益隐性特征、内部关联性特征和外部关联性特征。

(4) 企业信息化的内涵 例如,杨春涛(2010)基于企业信息化的内涵,从过程、构成要素和目标三方面探讨了其三个主要特征。

就企业信息化的范围和内容而言,不同企业的信息化存在着一些共性。以制造业企业为例,企业信息化的内容主要包括:

(1) 生产过程的自动化和信息化 生产过程的自动化和信息化是制造企业信息化的一个关键环节,其主要目的是在机械化的基础上综合利用各种现代信息技术实现对生产过程的监测和控制,从而达到提高产品质量和生产率的目的。

(2) 企业内部管理信息化 企业内部管理信息化是企业信息化应用最广泛的一个领域,它以企业的各种应用系统为基础,通过各种类型的信息应用系统来有效地组织、利用信息资源,实现高效管理。

(3) 企业供应链和客户关系管理的信息化 企业采购和销售过程中的信息化极大地拓宽了企业信息系统的应用范围,从而使企业的信息化由内部扩展到外部,并借助于企业内部网、外部网和公共网络将企业内部的生产管理和外部的供应销售整合在一起。

综上所述,企业信息化是企业为了应对宏观与微观环境的变化,借助信息技术,提高自身信息获取能力的动态过程,偏重于企业宏观战略与管理,而且包含有企业文化及精神层次的内涵。企业信息化的基础是企业信息系统及其应用,信息系统是企业信息化的载体,是企业信息化顺利实现的保障。

另一方面,为了更好的满足顾客的需求、降低企业的运行成本、提高企业核心竞争力,新的管理思想在不断涌现。例如,业务流程重组、并行工程、计算机集成制造、精益制造、世界工厂等。这些管理思想的提出也对企业信息系统提出了更高的要求,不但要求信息系统能够更加方便快捷地提供数据,而且要求能够加强企业内外部的联系,能够从数据中提取、挖掘出新知识从而有助于解决一些半结构化和非结构化问题。这就需要对企业信息系统进行深入而全面的研究,以认识其结构、了解其运行机理,使其能够充分地体现和发挥企业的竞争优势。

1.1.2 信息系统的概念

了解信息系统的概念,首先需要了解信息系统的组成要素,即数据、信息、知识,以及它们之间的关系。1998年,世界银行推出了《1998年世界发展报告——知识促进发展》,报告指出:数据是未经组织的数字、词语、声音、图像等;信息是以有意义的形式加以排列和处理的数据(有意义的数据);知识是用于生产的信息(有意义的信息)。信息经过加工处理、应用于生产,才能转变成知识。即数据是基本原料,而信息是有规律的数据,知识则是有价值及效用的信息。这三方面的具体含义如下:

1. 数据

数据是指那些未经加工的事实或是着重对一种特定现象的描述。

数据更容易被结构化或者说经常性反映出来的是量化的,可以通过一定的设备直接获取,无需经过任何加工,并且很容易被复制或转移。例如,当前的温度、一个零件的成本以及一个人的年龄,这些都是数据。

2. 信息

信息是指那些在特定背景下具有特定含义的数据,也可以是那些经过某种方式加工或以更具意义的形式提供的数据。

比如说决定要穿什么衣服,那么当前的温度就是信息,因为它正好与即将做出的决定相关。在企业中,零件的成本对一个销售人员来说可能是信息,而对一个负责计算净利润的会计而言,它可能代表数据。信息相对数据来说必然是经过一定人为干预的,比如说温度的例子,并且人们对该信息所包含的意义已经有了一定的共识,如 30°C 表示比较热的天气,而 0°C 代表寒冷天气。信息也可以是那些经过某种方式加工或以更具意义的形式提供的数据。例如,今日温度与去年的今日温度的对比情况,或者说成本的同期下降百分比等都属于信息。

3. 知识

知识是认识世界的明晰知识和默会知识的总和,是一种产品又是一个过程,是在信息基础上的又一次升华。

相对数据与信息来说,知识比较难以结构化,难以直接获取,所以一旦信息转化为知识,竞争对手就很难模仿。可以说,知识是企业获得持续竞争优势的唯一资源。

可以从以下几个方面进行理解:信息是现实世界中各种事物的特征的反映。现实世界中事物的不停运动和变化使其呈现不同的特征,从而体现信息内容,如气温变化属于自然信息,遗传密码属于生物信息等。信息是可以通信的,信息形成知识。知识就是各种信息进入人类大脑,通过对神经细胞的作用而留下的痕迹。人类也正是通过这种遗留下来的各种信息来认识、区别和改造世界。知识相对数据与信息来说,很难用设备直接获取,甚至转移的过程也更多是通过学习、培训等进行的,毕竟要把一个人的知识转移到另一个人的脑袋里,目前为止,还是不能采用复制等手段。一旦信息转化为知识后难以轻易模仿,所以很多学者认为知识是企业获得持续竞争优势的唯一资源。

数据、信息与知识三者之间的关系如图1-1所示。

基于上述信息系统三要素的内容,可以对信息系统进行如下解释。

信息系统首先是一个系统,系统是由处于一定环境中为达到一定目的而相互联系和相互

作用的若干组成部分结合而成的有机整体。信息系统也具备系统的以下几个特征：整体性、集合性、层次性、目的性、相关性、环境适应性、动态性、开放性。

其次，信息系统的功能是对信息进行及时有效地收集、加工、储存、管理、检索和传输，并向有关人员提供有用信息，实现组织中各项活动的管理、调节和控制。再次，信息系统的形式可以是纯人工的，但通信与计算机技术的发展使信息系统已经离不开通信和计算机技术，所以，现代信息系统一般都是由人、计算机软硬件和数据资源共同组成的人机系统。

最后，根据信息系统应用领域的不同，其内涵也不尽相同，例如，新闻类专业定义的信息系统是指对新闻信息进行处理，故称为新闻信息系统。除此之外，还有地理信息系统、气象信息系统、管理信息系统、企业信息系统等。

1.1.3 企业信息系统的概念

企业信息系统（Enterprise Information System，EIS）是特定的信息系统，顾名思义是指信息系统在企业中的应用。信息是企业发展的一个非常重要的资源，信息作为资源，除了一般的可利用、有价值等特性外，还具备共享性、历史积累性、时效性和多次再生性等特性。而系统则是由若干相互联系、相互制约的独立成分组成的一个有机整体，如管理人员、生产工人、工艺、技术、管理、方法和组织机构、生产设备等，为了一个共同的目标，即获取利润生产出社会所需要的产品，而组成的一个生产企业就是一个系统。那么，要系统地利用信息这个特殊的资源，企业建立信息系统是一个非常重要的前提。

企业信息系统就是运用现代化的管理思想和方法，采用电子计算机、软件及网络通信技术，对企业管理决策过程中的信息进行收集、储存、加工、分析，以辅助企业日常的业务处理直到决策方案的制订和优选等工作，以及跟踪、监督、控制、调节整个管理过程的人机系统。传统的信息系统通常是指管理信息系统，主要由计算机硬件、网络和通信设备、计算机软件、信息资源、信息用户和规章制度组成的，以处理信息流为目的的人机一体化系统。本书认为企业信息系统不仅包括软件系统，同时包括业务流程等核心内容在内的能够实现有效管理和资源组合的一体化系统。

1.1.4 企业信息系统的的发展趋势及面临的挑战

20 世纪 60 年代初，美国最早提出了企业信息系统的概念。James D. Gallagler 曾对企业信息系统有这样的阐述：“有效的企业信息系统的最终目标是把组织内的一切经营活动的信息不断地提供给有关的经营管理层。”从该定义可以看出，早期的信息系统概念并不一定与计算机相关联。在企业中通过会议和文件传达等方式传递信息也同样存在信息系统，只不过这种信息系统不是以信息技术为支撑的。可以说，信息技术革命使企业处理信息的能力发生了前所未有的变革，它使企业信息系统发生本质意义上的重构。随后，Neil C. Churchill 提出：“企业信息系统就是为了进行有效的业务管理，以人和计算机为基础的资源组合，且能够承担数据的搜集、储存、检索、传递和应用服务等功能。”

企业信息系统的的发展历程依赖于相关技术的发展。信息系统经历了由单机到网络、由低

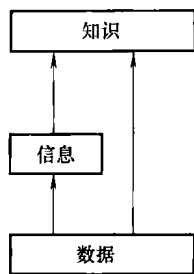


图 1-1 数据、信息与知识之间的关系

级到高级、由电子数据处理到管理信息系统、再到决策支持系统,由数据处理到智能处理的过程。对于企业信息系统,它大致也可以划分为以下阶段:

(1) 电子数据处理系统 电子数据处理系统是面向业务的信息系统,该阶段的特点是数据处理的计算机化,从而提高数据处理的效率。从发展过程来看,这一阶段包括单项数据处理阶段和综合数据处理阶段。随着数据的综合处理,各种信息报告系统也应运而生。而信息报告系统则是管理信息系统的雏形,其特点是按事先规定的要求提供各类状态报告,如生产状态报告、服务状态报告等。

(2) 管理信息系统 管理信息系统是面向管理的信息系统,该阶段的特点是实现跨区域互联网络,并且可以利用量化的科学管理方法,通过预测、计划优化、管理、调节和控制等手段来支持决策。此时,计算机在管理上的广泛应用,使得管理信息系统逐渐成熟起来。数据库技术、网络技术等技术的发展不仅使组织内部的各级管理连接起来,而且可以克服地理界线,建立起不同地区的计算机网络,从而形成各种业务信息管理系统和管理信息系统。

(3) 决策支持系统 决策支持系统是面向决策的信息系统。该阶段的主要特点是把数据库处理与经济管理学模型的优化计算结合起来,形成具有管理、辅助决策和预测功能的管理信息系统。决策支持系统是管理信息系统发展的新阶段,是管理信息系统功能上的延伸。早期的管理信息系统主要是为管理者提供预定的报告,而决策支持系统则是在人和计算机交互的过程中帮助决策者探索可能的方案,为管理者提供决策所需的信息。

信息技术的不断发展导致企业信息系统的不断发展;新技术的运用和革新,为企业信息系统的不断发展提供了广阔的空间。近年来,信息技术的新发展主要有移动通信技术、便携技术、自动识别技术以及虚拟现实技术。这些新技术有的是面向组织的信息系统,有的是面向社会的信息系统。同时,各种人工智能工具增强了企业做出更优决策的能力,如人工神经网络、数据仓库、遗传算法以及专家系统等。因此,在一定的条件下,信息系统可以利用人工智能在决策方案上提出更加可靠的建议,从而更好地为决策者服务。对于企业而言,信息系统和人工智能工具的结合是企业信息系统的发展方向。

任何事物的发展对其自身、所在行业及社会都有影响,企业信息系统也不例外。企业信息系统的发展对企业的组织产生深远的影响,通过企业知识系统中信息的集成和共享,以及进一步的利用、开发和创新使企业成为一个学习型组织,从而促进企业知识的学习和应用的良性循环。企业信息系统的发展除了对企业产生正面影响外,对社会也同样具有影响。这些宏观影响主要表现在信息系统的发展可以加快经济发展以及科研活动向科技成果转化的速度,完善政府机构、法律政策和改善生活方式等。

迄今为止,企业信息系统的研究及应用越来越广泛,在不同的行业中都有相关的研究与应用。例如,臧传真等(2007)研究了基于智能物件的信息系统在制造企业中的应用,其中智能物件可以根据应用场景为信息系统提供所需的新的数据源,在一定程度上有助于改进企业的业务流程。高国忠等(2005)基于MVC模式的Struts框架体系,研究了信息系统在国家农业机械化装备网中的应用,实现了企业用户对企业和产品信息实施更新与维护,保证了信息的准确与及时性。李云强等(2007)根据区域电网公司、省和县电力公司三级组织管理模式,设计开发了基于.Net的电力企业信息系统。孟巍(2008)研究与设计了基于Sotower开发平台的农电企业信息系统,推动了农电管理的规范化、标准化、精细化。

然而,企业在建设信息系统的过程中会遇到很多技术问题,主要体现在企业的实际需求

以及期望功能之间。例如,需要使信息系统能够跨平台运行,以便于组织根据业务需要和投资能力选择最佳平台,同时支持多种应用系统数据交换,使信息系统能与原有系统进行数据交换和集成,从而有效利用已有的信息资源和投资;需要系统高度集成和模块化,从而实现信息共享和系统的自由裁剪和重新配置;需要在支持个性化用户界面的同时保证信息的安全性和可靠性等。例如,石二元(2007)认为信息系统必须适应企业的管理模式,即系统应具备柔性,如此一来信息系统自身的刚性和需求的柔性之间就形成难以调和的矛盾。因此,石二元等(2007)分析了系统刚性产生的原因,并从系统分析、设计、建模及开发方式的角度提出了解决信息系统刚性的对策。孔祥疆(2006)认为企业信息系统面临标准化的问题。信息系统在给企业带来经济效益的同时,也由于不同业务部门的开发商以及开发商使用技术手段的不同而导致系统的庞大,将会增加企业信息系统整合的难度以及维护量的增大。也有文献分析了企业信息系统标准化的作用,以及当前企业信息系统面临的标准化问题及解决途径。

随着信息系统的广泛采用,信息安全性问题成了学者们研究的热点。例如,黄荣光(2007)研究了信息系统的安全性审计问题,提出了从信息系统安全治理的成熟度和计算机信息系统的安全级别两个方面,对被审计系统的安全性发表审计意见的方法,并通过对我国现有信息系统安全性审计现状的分析,提出我国信息系统安全性审计的发展策略。此外,企业信息系统也存在管理问题。作为企业信息系统的重要问题,管理问题是导致企业信息系统实施成功率不高的主要原因。俞东慧等(2004)在对中国大陆信息管理与信息系统现状评述的研究中,比较国内外信息系统近10年的研究文献后发现,国内对信息系统开发的研究比例最高(约占发表文献的31%),其次是信息技术的研究(29%),两者之和已达到60%。对信息系统管理方面的研究只占11%,而国外在此方面的研究则约占32%。

综上所述,企业信息系统为企业提供了方便获取信息的通道,增加了业务流程重组的成功率,且有助于虚拟企业以及学习型组织的建立,但是同时也面临了来自社会环境与技术的挑战。

1.2 企业信息系统的分类

1.2.1 企业信息系统的分类模型和分类视角

体系结构是企业信息系统的重要组成部分,不同软件系统的体系结构导致企业信息系统有不同的类型。体系结构的正确设计和选择往往是整个软件系统最终成功的关键因素,正确的软件体系结构会为软件开发和维护工作提供强有力的支持。

根据体系结构建模侧重点的不同,可以将企业信息系统的模型分为五种类型:

(1) 结构模型 这是一个最直观、最普遍的建模方法。这种方法以体系结构的构件、连接件和其他概念来刻画结构,并力图通过结构来反映系统的重要语义内容,包括系统的配置、约束、隐含的假设条件、风格、性质,其研究重点是体系结构的描述语言。

(2) 框架模型 框架模型与结构模型类似,但它不太侧重描述结构的细节而更侧重于系统的整体结构,主要以一些特殊的问题为目标,建立针对该问题的结构。

(3) 动态模型 动态模型是对结构或框架模型的补充,用来描述与操作时间和顺序有

关的系统特征、影响更改的事件、事件的序列、事件的环境以及事件的组织等。动态模型主要研究系统的“大颗粒”行为性质,例如,系统的重新配置或演化。

(4) 过程模型 过程模型是一种开发策略,研究构造系统的步骤和过程,这种策略针对系统工程的各个阶段提供了一套范形,使工程的进展达到预期的目的。结构模型是遵循过程模型的结果。

(5) 功能模型 功能模型表示变化的系统的“功能”性质,它指明了系统应该“做什么”,直接地反映了用户对目标系统的需求。功能模型认为体系结构是由一组功能构件按层次组成的,下层向上层提供服务。它可以看作是一种特殊的框架模型。

上述五种模型各有所长,其中最常用的是结构模型和动态模型。为了将这五种模型有机地统一在一起,形成一个完整的模型来刻画企业信息系统的体系结构,KruChten 在 1995 年提出了一个“4+1”视角模型,分别从五个不同的视角来描述软件体系结构。这五个视角包括逻辑视角(Logic view)、过程视角(Process view)、物理视角(Physical view)、开发视角(Development view)和场景视角(Scenario view)。其中,每一个视角只关心系统的一个侧面,五个视角结合在一起才能够反映系统的软件体系结构的全部内容。这种视角也可以适用于企业信息系统的分类视角。

(1) 逻辑视角(也称概念视图)主要支持对系统功能需求的抽象描述,即系统最终将提供给用户什么服务。强调问题空间中各实体的相互作用。它与问题领域结合紧密,是系统工程师与领域专家交流的有效媒介。

(2) 过程视角 主要侧重于描述系统的动态行为,即系统运行时的特性。它着重解决系统的并发性、分布性、容错性等。

(3) 物理视角 主要描述如何把系统软件映射到硬件上,通常要考虑系统的性能、规模、容错等。

(4) 开发视角(也称模块视图)主要侧重系统之间的组织,它与逻辑视角密切相关,都是描述系统的静态结构,但是侧重点不同。开发视角与系统的实现紧密相连。

(5) 场景视角(也称部署视图)该视角与上述四个视角相重叠,希望综合它们的主要内容,作为开发人员辨别要素和验证设计方案的辅助工具。

“4+1”视角的描述关注不同风险承担者的观点,包括最终用户、开发人员、系统工程师、项目经理等。

1.2.2 企业信息系统的层次结构

1965 年,安东尼(Anthony)等通过对欧美制造企业进行长期大量的实践观察和研究,提出了管理信息系统的金字塔形系统层次结构理论,称为“安东尼金字塔模型”,该理论认为企业管理信息系统可分为业务处理、战术决策和战略规划三个层次,如图 1-2 所示。

1) 业务处理层:又称为运行控制层或作业层。该层的主要功能是确定某特定的日常业务能够被有效地、高效地执行的全过程。因此,为业务处理层服务的业务子系统位于组织的最基层,是为有效利用资源和设备所展开的各项管理活动,它的信息主要来源于企业内部。

2) 战术决策层:又称为管理控制层,简称管理层。该层的主要功能是制订各个部门的工作计划、执行监控和评价各项计划完成的情况等。因此,为战术决策层服务的战术

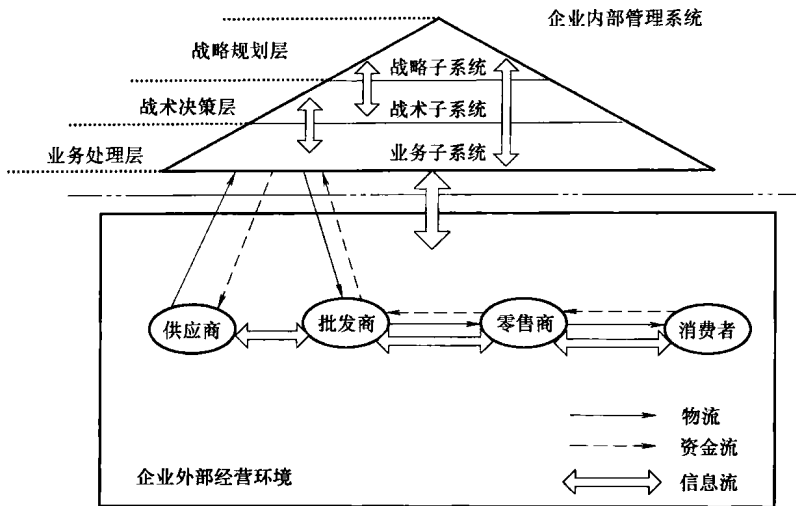


图 1-2 安东尼金字塔模型

子系统主要是为各个部门负责人提供信息服务，以保证他们在管理控制活动中能够正确地制订各项计划。它的信息来源有两个方面：一方面来自战略层，包括各种预算、规划和计划等；另一方面来自业务处理层的信息。

3) 战略规划层：简称战略层。该层的主要功能是制订组织的总体目标和长远发展规划，如制订市场开发战略、产品开发战略、预算等。因此，为战略层服务的战略子系统，其数据和信息来源是广泛而开阔的。由于战略子系统又是为组织制订战略计划服务的，因此，它所提供的信息也必须是高度概括和综合的。

根据“安东尼金字塔模型”的结构分析，可将企业信息系统的层次结构分为三个部分：底层是作业计划与控制层（简称作业层），中层是管理控制和战术计划层（简称管理层），顶层是战略计划层（简称战略层）。

服务于上述三个层次的信息系统分别是事务处理系统 TPS（Transaction Process System），管理信息系统 MIS（Management Information System）和决策支持系统 DSS（Decision Support System）。下面对 TPS、MIS 和 DSS 所涉及的具体内容做简单介绍。

1. 事务处理系统（TPS）

事务处理系统（TPS）是一个对有关组织的基本业务进行记录、处理和报告，并记录和更新企业所需详细业务数据的信息系统。事务处理系统是为作业层服务的基本信息系统，它是信息系统在组织中早期的应用形式，也是信息系统最基本的形式。基本上，所有的事务处理系统具有：支持每日的运作，处理的事务重复性强；能迅速有效地处理大量数据的输入输出；能进行严格的数据编辑，以保证记录的正确性和时效性；支持多人进行处理，因此系统的故障会对组织有致命的影响；处理的信息多半来自企业内部信息源，因此要通过审计以保证所有输入数据、处理、程序和输出是完整、准确和有效的；服务对象主要是组织的作业层，并提供了安全问题的防护能力。

TPS 作为企业信息系统的基层系统，它的服务目标主要是：提高准确度；提高处理速度、及时生成文档和报告；提高劳动率；改善服务水平；提供辅助决策的数据。

所有事务处理系统均完成一系列共同的基本数据处理过程，这个过程叫事务处理周