

面向制造业ERP的 企业建模研究

MIANXIANG ZHIZAOYE ERP DE
QIYE JIANMO YANJIU

◆ 祁 凯 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

本书项目资助:

1. 哈尔滨师范大学青

2. 黑龙江省博士后项



面向制造业ERP的 企业建模研究

MIANXIANG ZHIZAOYE ERP DE
QIYE JIANMO YANJIU

◆ 祁 凯 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

面向制造业 ERP 的企业建模研究 / 祁凯著. —北京:
经济科学出版社, 2016. 6

ISBN 978 - 7 - 5141 - 6948 - 5

I. ①面… II. ①祁… III. ①制造业 - 工业企业管
理 - 计算机管理系统 - 研究 - 中国 IV. ①F426. 4 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 114559 号

责任编辑: 刘明晖 李 军

责任校对: 靳玉环

版式设计: 齐 杰

责任印制: 王世伟

面向制造业 ERP 的企业建模研究

祁 凯 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191540

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http://jjkxcs. tmall. com](http://jjkxcs.tmall.com)

北京中科印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 11.25 印张 160000 字

2016 年 7 月第 1 版 2016 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 6948 - 5 定价: 30.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191502)

(版权所有 翻印必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

前 言

在当今网络经济及知识经济环境下，市场竞争日益激烈，制造业面临巨大的全球竞争压力。以信息技术为支撑的企业资源计划（Enterprise Resource Planning, ERP）是当今激烈竞争中强有力的工具。许多制造业通过 ERP 的实施来增强企业竞争优势。ERP 是制造业中先进的管理理念和信息技术相结合的产物，在制造业中应用 ERP 系统，可以使企业的物流、信息流、资金流、工作流得以集成化管理，能实现资源的优化配置。但是，传统的 ERP 对企业内外部动态多变的环境难以支持，因此制造业需要柔性的 ERP 来满足管理的敏捷性等需求。如何设计和实施柔性 ERP 系统是制造业和软件开发商共同关注的问题，同时也是迫切需要解决的问题。虽然一些先进的信息技术已经应用在研发 ERP 领域当中，在一定程度上使得 ERP 具有了柔性特征，但是这种柔性仍然存在局限性。主要原因是所开发的 ERP 系统没有真正的掌握企业的运行规律，导致系统在某些特定范围内可用，也就是说 ERP 系统没有实现真正的柔性。而企业建模理论的出现恰好可以解决对企业运行规律描述不准确的问题，同时它也是制造业改造及优化经营

过程中的核心环节。目前存在多种企业建模方法体系与框架,对于企业诊断及模型仿真方面都做出了不小的贡献,在信息化整体解决方案中也作了相应的研究,但是在制造业 ERP 系统的开发及实施方面研究甚少,且存在着不容忽视的问题,特别是对 ERP 全生命周期支持上存在不足,导致分析设计模型与系统实施模型脱节,无法实现模型与 ERP 系统之间的互动,从而不能真正地实现柔性 ERP。因此,对面向制造业 ERP 的企业建模理论及方法的有效设计和应用,既能够支持重用制造业已有的知识,为决策者提供支持;同时又能够支持快速实施柔性 ERP 系统,为实现现实世界与软件世界的无缝连接及相互转换提供了理论依据。本书从以下几个方面对面向制造业 ERP 的企业建模进行详细研究。

本书对制造业的生产类型和先进制造模式分析的基础上,分析制造业 ERP 的特点以及对企业建模的需求。针对这些需求及现有建模框架的对比分析,结合计算机集成制造开放系统体系结构 CIM-OSA 及集成化企业建模的优势,从视图维、生命周期维及通用层次维视角构建三维的面向制造业 ERP 的企业建模框架。此框架的建立是指导整个建模过程的依据和基础。

对制造业现有组织结构进行对比分析,针对超竞争环境、业务流程重组环境及信息技术环境下的组织结构变革进行需求分析。在此基础上,设计了组织单元、基本组织单元、人员、角色、虚拟团队及层次结构六个元素,针对不同的组织结构需求,结合柔性的组织建模方法,设计了柔性组织结构参考模型。

针对制造业 ERP 对资源共享、资源重用及资源的快速搜

索等需求,从产品生命周期角度,以生产产品为核心,对制造资源进行分类研究。设计了资源池、资源型、资源实体及资源组合的资源描述方法,并基于面向对象的思想对制造资源进行建模,设计了基于 XML 的资源表达模型。

针对制造业过程多层次复杂性的特点,基于 CIM-OSA 的思想对制造业过程进行分解,并结合面向对象 Petri 网的方法,对过程进行建模。在过程参考模型的基础上,设计了与功能模型 (IDEFO) 的转换规则,抽取出层次化的功能模型,并基于功能模型设计了功能参考模型,同时分析了功能模型与信息模型的关联关系。

建立面向制造业 ERP 的企业建模系统,提供对企业建模框架及建模过程的支持。通过建模系统的需求分析,设计了四层网络体系结构及功能体系结构,并对建模系统的功能进行了详细设计,最后应用服务器端脚本技术 (ASP.NET)、可扩展标记 (XML) 语言和关系型数据管理系统 (SQL Server 2005) 完成了系统的开发。

在上述研究的基础上,应用哈尔滨轴承厂作为企业建模的实证研究背景,分别对轴承厂的组织结构、资源分类、业务过程进行详细建模,映射出相应的功能模型及信息模型,为制造业 ERP 的快速实施奠定了基础,验证了面向制造业 ERP 的企业建模框架及其建模方法的可行性与有效性。

面向制造业 ERP 的企业建模研究为软件设计及开发方法提供了一种新思路,解决了目前企业建模框架对 ERP 系统开发及实施的整个生命周期支持不足的问题,对支持柔性 ERP 的快速开发及重构,具有重要的现实意义。同时为网络环境下制造业的组织结构变革、资源重用及业务流程重组提供了有效

的途径，为企业快速实施及应用先进制造管理模式奠定了坚实的
理论基础，对企业模型与系统模型相互转换的研究具有重要的
理论价值。

祁凯

2016 年 4 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的与意义	4
1.3 国内外研究现状	5
1.3.1 制造业信息化发展现状及评述	5
1.3.2 制造业 ERP 研究现状及评述	8
1.3.3 企业建模研究现状及评述	14
1.4 主要研究内容	27
1.5 研究方法及技术路线	28
1.5.1 研究方法	28
1.5.2 技术路线	28
第 2 章 面向制造业 ERP 的企业建模体系设计	30
2.1 制造业 ERP 分析	30
2.1.1 制造业生产类型分析	30
2.1.2 制造业生产模式分析	32
2.1.3 制造业 ERP 特点分析	35
2.2 企业建模的必要性	38
2.2.1 混合生产组织方式对企业模型的需求	38
2.2.2 先进制造模式对企业模型的需求	39

2.2.3	供应链管理对企业模型的需求	39
2.2.4	业务流程重组对企业模型的需求	39
2.3	面向制造业 ERP 建模体系的构建	40
2.3.1	视图维设计	41
2.3.2	生命周期维设计	44
2.3.3	通用层次维设计	46
2.4	本章小结	47
第3章	面向制造业 ERP 的组织建模	49
3.1	制造业组织结构对比分析	49
3.1.1	U 型组织结构	50
3.1.2	M 型组织结构	51
3.1.3	H 型组织结构	52
3.1.4	矩阵制组织结构	52
3.2	动态环境下的组织结构变革	53
3.2.1	超竞争环境下的组织结构分析	54
3.2.2	业务流程重组环境下的组织结构分析	56
3.2.3	信息时代环境下的组织结构分析	58
3.3	柔性组织建模	60
3.3.1	建立组织参考模型	60
3.3.2	面向对象的组织元模型	64
3.4	本章小结	66
第4章	面向制造业 ERP 的资源建模	67
4.1	制造资源分类	68
4.1.1	引入期	69
4.1.2	成长期	69
4.1.3	成熟期	69

4.1.4	衰退期	70
4.2	制造资源建模需求分析	71
4.2.1	资源共享	71
4.2.2	资源重用	71
4.2.3	资源快速搜索	72
4.3	面向对象的制造资源建模	72
4.3.1	面向对象的制造资源分类	72
4.3.2	基于 XML 的制造资源表达模型	75
4.4	本章小结	78
第 5 章	面向制造业 ERP 的过程建模	80
5.1	制造业过程分析	80
5.1.1	通用性	81
5.1.2	动态性	81
5.1.3	层次性	82
5.1.4	集成性	82
5.1.5	逻辑性	82
5.1.6	整体性	82
5.2	Petri 网优势分析	83
5.2.1	基本 Petri 网	84
5.2.2	着色 Petri 网 (Colored Petri Nets, CPN)	84
5.2.3	赋时 Petri 网 (Timed Petri Nets, TPN)	85
5.2.4	层次 Petri 网 (Hierarchical Petri Nets, HPN)	85
5.3	基于面向对象 Petri 网的过程建模	86
5.3.1	基于 CIMOSA 的业务过程分解	86
5.3.2	业务过程建模	88
5.3.3	过程模型与其他视图的关系	93
5.4	本章小结	94

第 6 章 面向制造业 ERP 的功能建模	95
6.1 功能需求分析	95
6.1.1 可扩展性	96
6.1.2 可重构性	96
6.1.3 可配置性	97
6.1.4 可集成性	97
6.1.5 层次性	97
6.2 基于 IDEF0 的功能建模	98
6.2.1 过程模型与功能模型的映射	99
6.2.2 功能参考模型	101
6.3 基于 IDEF1x 的信息建模	106
6.4 本章小结	109
第 7 章 面向制造业 ERP 的企业建模系统实现	110
7.1 需求分析	110
7.1.1 过程建模	111
7.1.2 资源建模	111
7.1.3 组织建模	111
7.1.4 功能及信息建模	111
7.1.5 参考模型管理	112
7.1.6 模型网络化	112
7.1.7 良好的可视化建模操作界面	112
7.2 体系结构设计	112
7.2.1 系统网络体系结构设计	113
7.2.2 系统功能体系结构设计	115
7.3 功能设计	118
7.3.1 组织视图	118

7.3.2 资源视图	120
7.3.3 过程视图	120
7.3.4 功能视图	120
7.3.5 信息视图	120
7.3.6 参考模型管理	120
7.3.7 文档管理工具	121
7.3.8 系统维护	121
7.4 系统实现	121
7.4.1 运行环境设计	121
7.4.2 功能实现	122
7.5 本章小结	127
第8章 实证研究	129
8.1 项目背景	130
8.2 组织及资源建模	131
8.2.1 组织建模	131
8.2.2 资源建模	133
8.3 过程建模	136
8.4 功能及信息建模	138
8.4.1 基于 xUML 的生产计划 PIM	138
8.4.2 PIM 到 PSM 的映射	141
8.5 效果分析	143
8.6 本章小结	144
结论	145
参考文献	147
后记	165

第 1 章

绪 论

1.1 研究背景

后金融危机时代带来了经济增长方式的转变和产业结构的调整，赋予企业新一轮的成长机遇，制造业信息化已经成为企业发展的新趋势。其中以企业资源计划（Enterprise Resource Planning, ERP）为代表的信息化管理工具，是本土管理思想与国外先进管理经验的完美结合，利用信息化手段，构建以管理价值为核心的科学、理性的企业价值体系，已经得到了越来越多企业的认同。自 20 世纪 70 年代以来，世界市场已经由传统的相对稳定的环境逐步演变成动态多变的环境，企业之间的竞争也由过去的局部竞争演变成全球范围内的竞争。同行业之间、跨行业之间相互渗透、相互竞争日趋激烈。在企业间竞争国际化、白热化的同时，当今企业所面临的社会、经济、制造环境与客户需求也已经发生了巨大的变化，形成了全球化的经济和以知识为核心的知识经济。面对全球化知识经济的发展趋势，制造企业为了提高综合的竞争优势，将先进的制造技术、信息技术以及现代管理技术进行有效的融合。其中实施 ERP 是制造业信息化的重要手段，它可以最大限度地整合企业内外部资源、技术以及人员，从而提高企业的社会效益和经济效益。

目前国内外有很多软件公司从事 ERP 管理系统的开发,例如思爱普公司(SAP)、甲骨文公司(ORACLE)、博安公司(BAAN)、美国系统软件联合公司(SSA)、仁科公司(PEOPLESOFT)、美国 JDE 公司(J. D. E)以及国内的用友、金蝶等。根据 2009 年由计算机技术俱乐部 ITPUB 论坛组织的 IT 技术趋势大调查中有关企业 ERP 系统建设方面数据显示,近半数(50.7%)被调查企业已经建设有 ERP 系统,企业 ERP 系统的主要应用也已从初级的财务和预算控制等基本功能模块向采购、材料、人力资源、客户、销售、设计、库存等管理模块转变。其中,国外优秀的 ERP 软件在许多方面都做得十分精深,如 SAP 公司的 ERP 在世界 500 强企业中拥有 80% 客户,且大部分企业确实应用效果显著。但仍然存在一些不可忽视的问题,特别是 2009 年 8 月在《计算机世界》中的一篇名为《画皮 SAP》引起了轩然大波。文章中指出长虹在 SAP 实施“灯塔计划”时购买了 SAP R/3,累计投资 5 000 多万元人民币,结果却差强人意。零部件的库存准确率只有 60%,产成品准确率只有 25%,系统的作用仅仅是打打单据,该采购什么、生产什么,还得相关人员到仓库去清点,可见应用效果确实不尽如人意。再加上其与用户签订的不平等霸王条款,把客户套牢等问题使得 SAP 在中国陷入前所未有的危机,同时也是整个 ERP 行业的危机。而 Oracle 在一次农村银行应用项目中开出 520 万元的天价,且项目在中途宣布失败,这也给其带来了相当大的信任危机。导致这些国外大的软件开发商在国内制造企业尤其是中小型制造企业中,应用成功的案例非常少的原因有很多,其中重要的原因之一就是国内外企业文化、管理模式及使用 ERP 的习惯都存在较大差异,导致国外 ERP 不能很好地本土化。

在我国经历将近二十年风风雨雨的 ERP 建设中,由于本土企业起步较晚,国产 ERP 品牌一直处于追赶跨国企业的被动局面。如今,这一局面正被打破,2010 年,国产 ERP 将真正成为市场的主导。1990 年前后,以用友、金蝶为首的管理软件企业以财务为核心,开创了本土管理软件的第一个黄金十年。至 20 世纪末,受 SAP、Oracle 等跨国巨头

进入中国市场影响, ERP 的理念开始深入人心。随着市场格局和用户需求变化, 本土管理软件企业也开始从财务软件向 ERP 领域进军。尽管如此, 在转型的起初几年, 国产 ERP 始终难以摆脱财务软件的影子, 在跨国企业进行客户谈判时, 时常宣称国产 ERP 本质上只是财务软件, 而并非真正的 ERP。而且其间有不少项目由于实施周期过长, 把企业搞的筋疲力尽, 最后不了了之。所以, ERP 实施周期过长在很大程度上是会直接影响到成功率的。由“画皮 SAP”引发的一场危机, 深刻地揭露出了 ERP 行业存在的通病, 同时也体现了企业实施 ERP 失败的原因。企业实施 ERP 时盲目引用, 没有充分考虑到软件本身的管理模式, 当企业业务发生变化时, 系统由于无法适应这种变化, 将会处于瘫痪状态。如果对该系统进行二次开发或是重新开发新系统, 则需要很长的开发周期, 同时增加高额的企业成本。换言之, ERP 实施成功的关键是能否适应企业的实际需求, 能否解决企业的实际问题。而不在于它的功能有多强大。这无疑对 ERP 系统开发的整个生命周期包括分析设计及实施等方面都提出了更高的要求, 同时需要 ERP 用户也就是应用 ERP 的制造企业本身, 能够提供更加全面准确的需求, 与软件开发商能够更好地协同工作来缩短开发及实施周期。

由于目前对企业管理业务运作规律也就是模型的认识还远远不够, 缺乏一个企业管理者、业务操作人员、软件供应商、软件实施单位都认同的模型, 导致业务需求方与软件开发商在对业务模式和运作规律认识(模型理解)上的不统一, 造成业务需求和所实施系统间的不一致, 最终导致 ERP 实施的失败。因此, 为了提高 ERP 实施的成功率, 迫切需要建立科学的、有共识的交流媒介——企业模型。通过企业模型准确描述和理解企业的业务模式和业务流程, 通过企业建模更好地理解企业是如何工作的。目前, 已经有很多比较成熟的企业建模框架, 如集成信息系统框架 CIM-OSA、信息系统模型框架 ARIS、普渡企业参考结构 PERA 等, 但是面向制造业 ERP 系统的开发及实施, 他们仍然存在一些不足, 所建立的企业模型、系统设计模型、软件模型与实施模型等各层次模型

之间脱节。使彼此之间缺乏紧密的、有机的联系，在需求发生变化时难以实现有效的追溯机制，从而难以保证彼此的一致性和变化的敏捷性。因此，设计一套面向制造业 ERP 的企业建模框架及方法，具有重要的理论价值及实践意义。通过企业建模框架及方法的指导，结合模型驱动的思想，当企业内外部环境发生变化时，可以根据模型的修改来动态地修改 ERP 系统中的相应功能，以此来缩短实施周期。同时企业建模也是企业实施先进制造战略、业务过程重组以及信息化工程等，以此来提高企业综合竞争优势的重要基础。

1.2 研究目的与意义

为了加快制造业信息化的步伐，提高制造企业的竞争力，成功的实施 ERP 系统是关键因素之一。如何满足动态多变的环境，开发柔性的、通用的 ERP 系统是目前急需解决的问题，而建立动态的、通用的企业模型是柔性 ERP 系统开发的基础，所以对面向制造业 ERP 的企业建模的研究具有深远意义。

ERP 的设计及实施是一个十分复杂的系统工程，特别是在信息技术不断发展、市场环境不断发生变化的环境下，需要它能根据新的经营运作需求升级或快速重组，这对 ERP 系统的分析设计提出了非常高的要求。如何设计并实施 ERP 为企业提供整体解决方案，是关系企业未来发展的关键因素。企业建模正是整体解决方案求解的重点，一个成功的符合整体解决思想的企业信息化工程，需要建立在一个合理的企业模型框架和一套全面的建模系统作为支持。已有的企业建模方法侧重于从不同的侧面尽可能完整的描述企业现状，这种分析及描述对于企业诊断来说具有很重要的意义。然而对于支持 ERP 系统的构建及实施的全生命周期，却存在一定的局限性。构建有效的企业模型是实现柔性的 ERP 系统开发及实施的有效途径。

综上所述,本书的研究目的主要是在研究已有企业建模理论与方法的基础上,建立一套适应制造业特点的具有柔性和通用性的企业模型体系,并开发一套支持制造企业 ERP 建模的系统工具,从而为开发可重构的、通用的制造业 ERP 系统提供一套建模平台,同时为不同生产类型及不同规模的制造业 ERP 系统开发提供一个有效的建模思路及相应的理论指导。

1.3 国内外研究现状

1.3.1 制造业信息化发展现状及评述

制造业信息化是全球制造业发展的大趋势。面对经济全球化的国际形势,在全球范围配置制造资源、形成制造业优势产业链和区域产业集群、抢占世界市场是各国制造业发展的首选战略,制造业正朝着全球化、信息化及集群化等方向发展。其中,制造业信息化指的是企业在研发、生产、经营、销售、管理决策等方面全面运用现代管理技术、信息技术及先进的制造技术,通过对信息和知识等资源的有效开发和利用,调整企业相应的组织结构和业务过程,从整体上优化企业的各项活动,从而为企业经营战略服务,使企业的综合竞争实力大大提高,制造业信息化是一个动态发展过程^[1,2]。近年来,许多发达国家及发展中国家都对制造业信息化的发展高度重视,同时将其作为一项重大的发展战略来全力加以推进^[3]。下面对制造业信息化的国内外现状进行分析及评述。

1.3.1.1 国外发展现状

经过数十年的发展,西方发达国家在制造业信息化领域已经有了长足的发展,为了推进制造企业信息化的快速发展,发达国家纷纷制定了发展计划和战略规划。20 世纪 90 年代,美国能源部牵头组织制订“实