

网络化制造环境下供应链优化与控制技术

董 海 王宛山 著

东北大学出版社

• 沈 阳 •

© 董 海 王宛山 2007

图书在版编目 (CIP) 数据

网络化制造环境下供应链优化与控制技术 / 董海, 王宛山
著. —沈阳: 东北大学出版社, 2007. 12

ISBN 978-7-81102-494-4

I. 网… II. ①董… ②王… III. 物资供应—物资管理—研究
IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 204236 号

出 版 者: 东北大学出版社出版

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83680267 (社务室) 83687331 (市场部)

传真: 024—83680265 (办公室) 83687332 (出版部)

网址: <http://www.neupress.com>

E-mail: neuph@neupress.com

印 刷 者: 沈阳中科印刷有限责任公司

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 140mm×203mm

印 张: 7.875

字 数: 219 千字

出版时间: 2007 年 12 月第 1 版

印刷时间: 2008 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 牛连功 向 荣

封面设计: 肖 畅

责任校对: 王 玲

责任出版: 杨华宁

ISBN 978-7-81102-494-4

定 价: 28.00 元

前 言

网络化制造是在网络技术和经济全球化正在发生着深刻变革的背景下产生和发展起来的一种先进制造模式。网络化制造是涉及多个领域（包括机械制造、计算机、网络、信息、自动化、电子等）的综合学科，其理论是在协同论、系统论、信息论和分形论等相关理论的基础上发展起来的，其模式体现了分布和集中的统一、自治与协同的统一、混沌和有序的统一。

供应链管理系统是网络化制造集成平台的重要组成部分，供应链管理系统优化与否直接影响整个网络化制造系统的完善程度，因此它的研究已经成为制造业研究的热点。通过对供应链的优化研究，可以客观反映现实供应链的运营状况、资源约束、流程优化等实际问题，并从全新角度刻画出企业供应链管理体系中的内在规律和复杂性，体现出供应链整合社会资源和创新管理的优势。因此，研究供应链系统的优化与控制的理论和实践对于完善网络化制造平台具有极为重要的意义。

网络化制造环境下供应链优化控制技术的研究是网络化制造及供应链管理研究领域中的一项重要课题。本书得到了相关项目基金的资助，在对网络化制造及供应链管理研究综述的基础上，应用系统工程、控制理论、计算机仿真技术和智能算法等，阐述供应链优化与控制技术。全书共 8 章。

第 1 章 网络化制造概述：介绍了网络化制造的基本概念、网络化制造的基本内涵、网络化制造系统的结构和功能、网络化制造资源集成、网络化制造的关键技术、网络化制造的研究现状及发展趋势、面向产品全生命周期的网络化集成制造系统。

第2章 供应链管理的基本理论：主要介绍了供应链、供应链管理的概念、供应链管理的发展方向及存在问题、供应链优化控制问题研究现状、供应链优化控制研究的技术手段等。

第3章 供应链库存优化与控制技术：库存优化与控制是供应链优化与控制中的核心环节，也是实现价值链增值的重要手段。本章针对网络化制造环境下供应链需求不确定的特点，采用模型预测控制、最小方差控制等控制技术解决供应链管理中库存的动态优化问题，从而快速响应市场变化。

第4章 供应链战略能力规划下的动态联盟技术：战略能力规划下的动态联盟可以快速应对不断变化的网络化制造环境。本章提出了一种基于遗传算法的伙伴选择及优化模型，该方法可以更加直观、简洁、清晰地描述和表达动态联盟中的伙伴选择问题。由于该算法具有全局搜索能力，因而可以克服局部最优解问题，并且易于扩展到任何数量级上的伙伴选择问题。

第5章 电子供应链的分形与优化技术：基于电子商务的供应链（电子供应链）是网络化制造平台下供应链系统的主要发展方向，本章针对网络化制造环境下电子商务公司客户需求高度的不确定性，提出了基于分形理论的具有自相似、自组织、自优化功能的分形供应链结构，以此平衡动态电子供应链的构建及运作的敏捷性和稳定性。

第6章 供应链分销网络优化技术：分销网络的设计问题是供应链管理中十分重要的一类决策问题，也是一个具有离散变量特性的分销网络设计问题。本章针对分布式制造企业进行二级分销网络设计优化过程中的选址-分配问题，根据分销网络中选址-分配问题的特点，把遗传算法和模拟退火算法相结合的混合算法应用到分销网络选址-分配问题中，优化设计分销网络结构并最小化供应链成本，取得了较好的解，其解可以作为企业分销渠道设计的参考。

第7章 企业内部供应链系统设施规划与设计技术：针对企业内部供应链系统的设施规划与设计优化问题，本章应用供应链网络

优化相关理论，编制计算机仿真软件以解决企业内部供应链系统设施规划与设计（工厂布局优化设计和离散车间系统布置设计），以降低企业搬运成本，提高企业核心竞争力。该软件开放性好，操作简单。

第 8 章 供应链优化与控制系统应用平台：综合以上几章所提理论，建立供应链优化控制系统应用平台，采用 Java、JSP、JavaScript 技术开发了供应链优化控制原型系统，并结合具体实例将理论应用于生产实际，并验证系统的有效性。

本书得到国家自然科学基金（60274027）、教育部高等学校博士学科点专项科研基金（0145015）和辽宁重大科技专项“发展网络化制造对策与支持网络化制造系统平台”的资助。本书在编写过程中参考和借鉴了不少国内外的相关资料，在此谨向有关作者表示深深的谢意！感谢沈阳大学机械工程学院丛东华教授、张钧教授、蒋非非教授和叶旭明教授对本书的大力支持，感谢沈阳大学科技中心李彦平教授对本书所提供的技术支持。

由于网络化制造环境下供应链优化与控制技术涉及面较广，还有许多内容尚需深入细致的研究，加之作者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者给予批评指正。

作 者

2007 年 12 月于沈阳

目 录

前 言

第 1 章 网络化制造概述	1
1.1 网络化制造的基本概念	2
1.2 网络化制造的基本内涵	4
1.3 网络化制造系统的结构和功能	5
1.4 网络化制造资源集成	9
1.5 网络化制造的关键技术	12
1.6 网络化制造的研究现状及发展趋势	15
1.7 面向产品全生命周期的网络化集成制造系统	19
第 2 章 供应链管理的基本理论	24
2.1 供应链和供应链管理的概念	25
2.2 供应链管理的发展方向及存在问题	28
2.3 供应链优化控制问题研究现状	33
2.4 供应链优化控制研究的技术手段	44
2.5 本书主要研究内容	60
第 3 章 供应链系统库存优化与控制技术	64
3.1 利用最小方差控制方法优化供应链动态库存	65
3.2 利用模型预测控制方法优化供应链库存	80
3.3 利用分布式 MPC 方法预测供应链库存	96
第 4 章 供应链战略能力规划下的动态联盟技术	106
4.1 供应链战略能力规划研究	106

4.2	供应链动态联盟伙伴选择	114
第5章	电子供应链的分形优化技术	130
5.1	电子供应链基本介绍	130
5.2	基于分形的供应链管理	136
5.3	分形供应链管理的数值模型	148
5.4	数值实例分析	151
第6章	供应链分销网络优化技术	154
6.1	企业分销网络概述	154
6.2	分销网络中的选址-分配问题研究	157
6.3	分销网络问题的描述及模型建立	160
6.4	模拟退火算法	162
6.5	遗传算法和模拟退火算法混合算法分析	173
6.6	应用实例分析	181
第7章	企业内部供应链系统设施规划与设计技术	185
7.1	问题的描述	185
7.2	工厂布局优化设计	186
7.3	离散生产系统车间优化布置设计	198
第8章	供应链优化与控制系统应用平台	205
8.1	引言	205
8.2	供应链优化与控制系统平台	205
8.3	系统应用实例	211
结论与展望		225
参考文献		228

第 1 章 网络化制造概述

网络技术的迅速发展和应用，不仅深刻地改变了人们生活和交流的方式，也对企业的生产经营方式产生了巨大的影响。要在经济全球化的浪潮中得以生存和发展，21 世纪的制造企业首先要转变其制造模式来适应这种趋势。网络化制造就是在这种情况下产生的一种先进制造模式，它提供了制造型企业在 Internet 环境下开展生产、经营和管理业务活动具体的技术手段和方法。通过这些手段和方法，可以跨越地域限制，将原本分散、孤立的企业纳入国际竞争合作环境中，成为国际制造业供应链中重要的一环。实施网络化制造是为了适应当前经济全球化、区域经济发展、行业经济发展和重大技术装备研发的需求。同时，网络化制造也是实施敏捷制造和动态联盟的需要。

同其他先进制造模式的产生和应用背景一样，网络化制造这种先进制造模式的产生也是需求与技术“双轮”驱动的结果。需求是网络化制造模式产生和应用的基础，技术是网络化制造模式的使能条件。而网络化制造的技术驱动力首先来源于企业生产经营中心的转变——随着市场竞争的日益激烈，企业生产经营中心经历了从以生产为中心、以产品为中心到以客户为中心的转变过程。

网络化制造系统是企业在网络化制造模式的指导思想、相关理论和方法指导下，在网络化集成平台和软件工具的支持下，结合企业的具体业务需求，设计实施的基于网络的制造系统，其中供应链管理系统就是其子系统之一。网络化制造平台下的供应链管理系统以数字化、柔性化、敏捷化为基本特征。柔性化与敏捷化是快速响应客户需求的前提，表现为结构上的快速重组、性能上的快速响应、过程中的并行性与分布式决策。这意味着供应链系统必须具有

动态易变性，能通过快速重组，快速响应市场需求的变化。因此，供应链系统的优化与控制的研究直接影响企业的竞争力，其优化程度可以反映供应链的核心能力，体现供应链整合社会资源、创新管理的综合能力^[1]。

1.1 网络化制造的基本概念

网络化制造是企业为应对知识经济和制造全球化的挑战实施的、以快速响应市场需求和提高企业（企业群体）竞争力为主要目标的一种先进制造模式。通过采用先进的网络技术、制造技术及其他相关技术，构建面向企业特定需求的基于网络的制造系统，并在系统支持下，突破空间和地域对企业生产经营范围和方式的约束，开展覆盖产品整个生命周期全部或部分环节的企业业务活动（如产品设计、制造、销售、采购等），实现企业间的协同和各种社会资源的共享与集成，高速度、高质量、低成本地为市场提供所需的产品和服务^[2]。

网络化制造定义中所指的网络技术包括 Internet、Intranet 和 Extranet 技术；企业间协同包括产品设计协同、制造协同，供应链协同和商务协同；社会资源包括制造资源、智力资源和环境资源。作为一种先进制造技术与网络技术结合的先进制造模式，网络化制造为企业指出了在网络环境下，通过企业间协同，集成和利用全社会资源开展企业的生产经营管理活动的指导思想，在这一指导思想下，结合企业具体应用需求，构建特定的基于网络的制造系统，为企业的业务运作提供系统和工具上的支持。因此，网络化制造既包括通用的基础性网络化制造模式、理论和方法，又包括结合企业具体需求构建的各种形式的网络化制造系统，还包括一批支持网络化制造系统的规划、组织、设计、实施、运行和管理的技术。

网络化制造的特点有敏捷化、创新化、数字化、知识化、集成化、虚拟化、直接化、网络化、模块化和智能化，如图 1.1 所示。敏捷性是网络化制造的核心思想之一。生产制造系统在现今发展阶

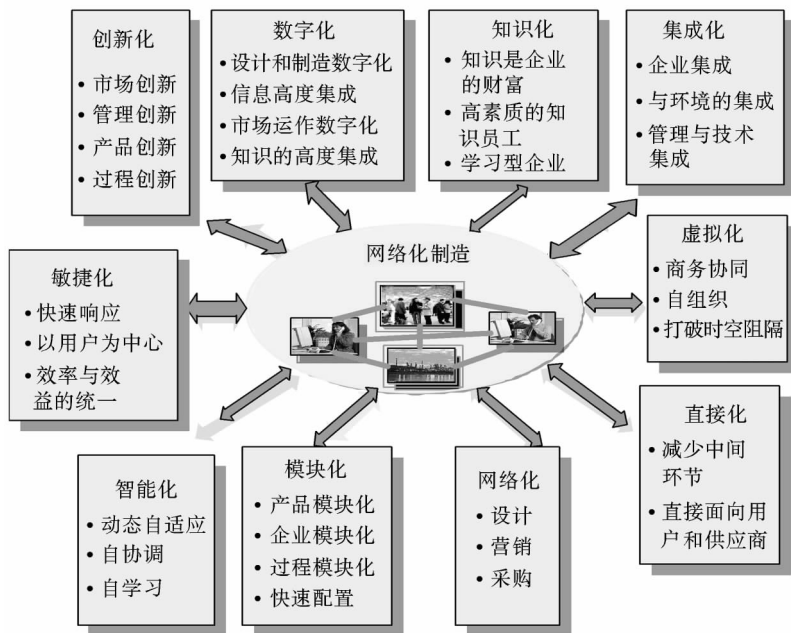


图 1.1 网络化制造的特点

段面临的最大挑战是：环境的快速变化带来的不确定性；技术的迅速发展导致设备和知识的更新速度加快；市场由卖方转为买方，且正逐步走向全球化；产品特征由单一、标准化转变为顾客化、个性化，产品的生命周期明显缩短；制造企业之间尽管不再是单纯的你死我活的竞争，但竞争的激烈程度有增无减。这就要求网络化制造必须采用集成化、数字化和网络化作为网络化制造的存在基础和实现手段，这样才能保证该模式从理论向实际应用的顺利转变。其中，集成化是指由于资源和决策的分散性特征，要充分发挥资源的效率，就必须将制造系统中各种分散的资源实现实时集成。分散资源的高效集成是网络化制造的目标之一。数字化是指借助信息技术，网络化制造能够实现真正完全无图纸的虚拟设计、数字化和虚

拟化制造，帮助企业形成信息化的组织构架，实现企业内部、企业与外界的信息流、物流和资金流的顺畅传递，从而保证了产品设计与制造周期的缩短，降低成本，提高工作效率。网络化是指现代通讯技术的发展促进了网络联盟的形成，由于制造资源和市场的分散，实现快速重组必须建立在网络化的基础之上。因此，组建高效的网络联盟需要将电子网络作为支撑环境，并充分应用现代化通讯技术与信息技术。

1.2 网络化制造的基本内涵

网络化制造具有丰富的内涵。网络化制造理论是在协同论、系统论、信息论、分形论等相关理论的基础上发展起来的。网络化制造模式体现了分布和集中的统一、自治与协同的统一、混沌和有序的统一。

1.2.1 分布和集中的统一

网络化制造是通过网络将地理位置上分散的企业和资源集成在一起，形成一个逻辑上集中、物理上分散的虚拟组织，并通过虚拟组织的运作实现其对市场需求的快速响应，提高参与网络化制造的企业群体或产业链的市场竞争力。另外，参与网络化制造的每个企业都有其特定的市场定位和企业目标，因此是分散的，但是在针对一个特定的市场需求时，这些通过网络连接在一起的企业又具有一个共同的目标。因此，网络化制造在企业的个体目标和群体目标、企业的物理位置和企业联盟的逻辑上体现了分散与集中的统一。

1.2.2 自治与协同的统一

参与网络化制造的每个企业都可能是一个独立的实体，有自己独立的组织体系和决策机制，有独立的运作方式和管理方法，在决定企业的行为和行为方式上是高度自治的。但是，这些企业通过网络化制造的方式联系在一起时，它们又必须是协同的，而且协同的程度越

高,企业间合作的效率就越高,联盟企业的经济效益就越好。因此,网络化制造体现了每个企业个体自治和企业间协同的统一。

1.2.3 混沌和有序的统一

由于每个企业都是独立自治的,因此每个企业的运行模式和运行状态都不同,所有这些不同的运行状态构成的状态空间整体上呈现一种混沌的形态。但是,当这些企业通过网络化制造构成一个虚拟联盟时,联盟的运行又呈现有序的状态,并且整个联盟将朝着提高产品质量、缩短产品交货期、降低产品成本的方向进化。因此,通过网络化制造可以实现从混沌向有序的转化,体现了混沌和有序的统一。

1.3 网络化制造系统的结构和功能

网络化制造系统是企业在网络化制造模式的指导思想、相关理论和方法指导下,在网络化集成平台和软件工具的支持下,结合企业的具体业务需求,设计实施的基于网络的制造系统,其组成如图1.2所示。这里所说的制造是大制造的概念,既包括传统的车间生产制造,也包括企业的其他业务。根据企业的不同需要和应用范围设计实施的网络化制造可以具有不同的形态,每个系统的功能也会有差异,但是它们在本质上都基于网络的制造系统,如网络化产品定制系统、网络化产品协同系统、网络化制造系统、网络化营销系统、网络化资源共享系统、网络化管理系统、网络化供应链管理系统、网络化设备监控系统、网络化售后服务系统、网络化采购系统等。

网络化制造系统总体上可以分成两个部分,即企业用户以及支持它的一个网络化制造集成平台。网络化制造集成平台是一个基于网络等先进信息技术的企业间协同支撑环境,它为实现大范围异构分布环境下的企业间协同提供基础协议、公共服务、模型库管理、使能工具和系统管理等功能,并为企业间信息集成、过程集成和资源共享提供基于服务方式的透明、一致的信息访问与应用互操作手

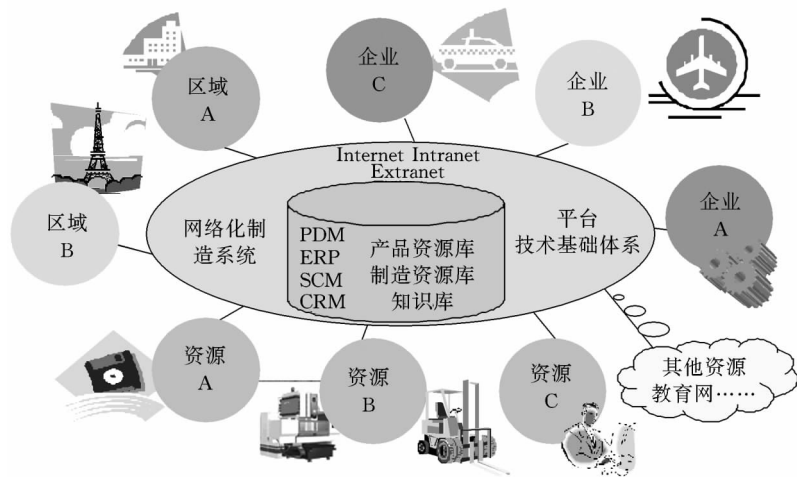


图 1.2 网络化制造系统的组成

段，从而方便地实现不同企业间的人员、应用软件系统和制造资源的集成，形成具有特定功能的网络化制造系统。网络化制造集成平台又可以分成三层，自底向上分别是：基础层、应用与使能工具层、网络化制造应用系统层。因此，网络化制造系统的体系结构一共分四层，如图 1.3 所示。各个层次的功能依次如下所述。

（1）基础层。主要为实施网络化制造提供基础的支持，包括基础数据库、相关的技术基础、网络化制造相关标准与协议等。

（2）应用与使能工具层。包括各种实施区域网络化制造所需要的应用软件系统和使能工具。

（3）网络化制造应用系统层。包含企业实施网络化制造所需的最主要的功能，其具体功能如下所列。

① 共享信息平台。为制造企业提供企业信息、产品信息和供求信息的发布机制，使企业能方便地将自身的信息在区域/行业网络化制造平台上发布，供其他企业用户查询；提供信息检索、供求配对导航、智能信息代理服务；提供个性化服务。

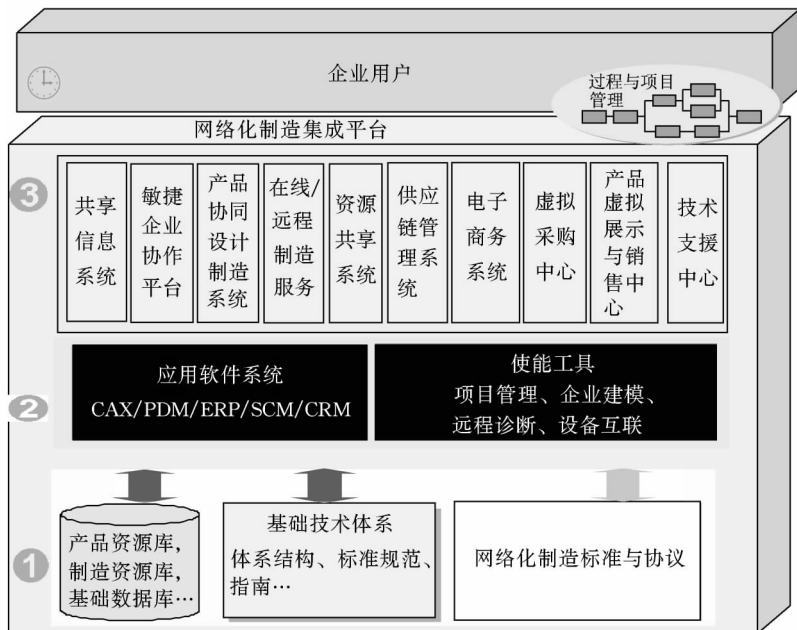


图 1.3 网络化制造系统的结构

② 敏捷企业协作平台。包括产品工程图纸和技术资料的传送与在线浏览、产品的网上协同设计、设计生产任务的异地进度监控与信息管理和虚拟会议室等功能，目的是提高企业间协作的效率，降低协作成本。

③ 产品协同设计制造系统。为企业开展异地产品协同设计制造提供支持，包括跨企业产品数据管理、跨企业产品的并行设计制造、产品的虚拟设计与制造、产品研制的项目与过程管理、跨企业的产品可视化系统等。

④ 在线/远程制造服务。通过对制造设备进行封装，实现制造设备的联网，并且能够为需要制造服务的其他企业提供在线和远程的制造服务。

⑤ 资源共享系统。实现企业间共享资源的管理；实现企业间资源的优化配置，提高资源的利用率；提供共享资源的注册、删除、修改、查询等功能；通过建立系统共享模型，实现对共享信息的维护。

⑥ 供应链管理系统。采用供应链管理的方法建立面向区域内产业链的企业间物流管理和信息管理系统，通过提高整个供应链的竞争力来加强本地区企业的整体竞争力。

⑦ 电子商务系统。结合区域经济特色，建立为区域经济服务的电子商务系统，为区域内的企业提供方便和低价的电子商务服务。

⑧ 虚拟采购中心。建立行业性的、面向中小企业的虚拟供应链和区域性网络化供应系统，使广大企业能够通过网络在动态供应链中进行合作，实现从订货合同获取、执行到完成的整个过程，通过企业内部集成及企业间的动态联盟，组建起从原材料供应到满足客户需要的最终商品的快速、廉价、适应性强的动态供应链，从而高效、充分地利用企业内部和外部资源。

⑨ 产品虚拟展示与销售中心。以地区为中心，采取集中与分散链接相结合、实物产品和虚拟产品并存的方案，分行业建立的一个展示和推销本地产品的大系统。

⑩ 技术支援中心。网络化制造系统仅依靠企业的参与是不够的，应依托大专院校、科研院所、系统咨询公司、中介服务公司、生产力促进中心等建立技术支援中心，为各制造企业提供强大的技术支持体系。技术支援中心需要建立友好的协同工作环境，为企业提供商务、设计、生产等方面的技术咨询服务和广泛的社会技术资源。建立技术支援体系，解决企业人才资源短缺的问题，对于中小企业具有更重要的意义。

(4) 企业用户层。通过互连网络实现企业互联，在项目管理和过程管理系统的支持下开展企业网络化制造实际应用。

上面提到的网络化制造集成平台属于基础性通用集成平台，结合具体企业的实际需求，可以发展出多种特定的网络化制造专业化

集成平台,如构建基于 ASP 方式的支持资源共享的网络化制造资源共享平台、支持异地协同产品开发的网络化产品协同设计平台、支持产品销售与服务的网络化产品定制服务平台、面向区域/行业企业群体的电子商务与供应链平台、支持虚拟企业运作的动态联盟管理平台等。

1.4 网络化制造资源集成

网络化制造资源集成就是以获取最大生产有效性为目的,以计算机技术和信息技术为支柱,以全球制造资源为可选对象,综合各种先进制造技术和管理技术,快速、高效地提供市场所需的产品或服务。网络化制造资源集成突破了传统经济时代资源相对集中、区域性经济占主要地位等限制,使资源集成范围不再受地域的限制,形成全球性资源的大集成概念。

网络化制造资源集成将成为 21 世纪制造技术发展的主流。为了适应这种新的技术发展趋势和市场环境,企业必须要对其技术构成、资源形态、组织结构和运作模式等作出一系列重要的调整。调整主要表现在以下几个方面。

(1) 更加突出发展企业的核心技术,使企业的竞争力主要建立在通过核心技术完成的企业特色产品或服务上。成本和价格在企业竞争力的权重则退居其次。

(2) 围绕自己的技术特色,针对持续变化的市场环境,建立良好的可重组、可配置的资源组织模式,使企业能够针对市场变化快速重组其资源,并尽可能地减少这种重组对企业正常运作的影响。

(3) 为了实现资源的快速重组,要求企业建立更具有灵活性、开放性和自主性的组织结构,金字塔形的递阶结构最终将被网状结构所取代,人与人在企业组织中的关系将更加强调具有自主性的协调与合作,而不是行政式命令。

(4) 调整企业技术、资源和组织,使企业适应新的运作模式,即将原来的单个企业封闭地完成一个产品的模式转变为围绕产品全生

命周期运作的企业集团或多个优势互补企业组成的虚拟企业。对单个企业来说,与其他企业的协作能力是衡量其市场竞争力的重要因素。

网络化制造资源集成是一个运行在异构分布环境下的制造系统,在网络化制造资源集成平台的支持下,帮助企业在网络环境下开展企业业务和实现不同企业之间的协作,包括供应链管理、协同设计制造、协同商务、网上采购与销售、合作伙伴选择、资源共享等。图 1.4 所示为网络化制造资源集成体系结构。

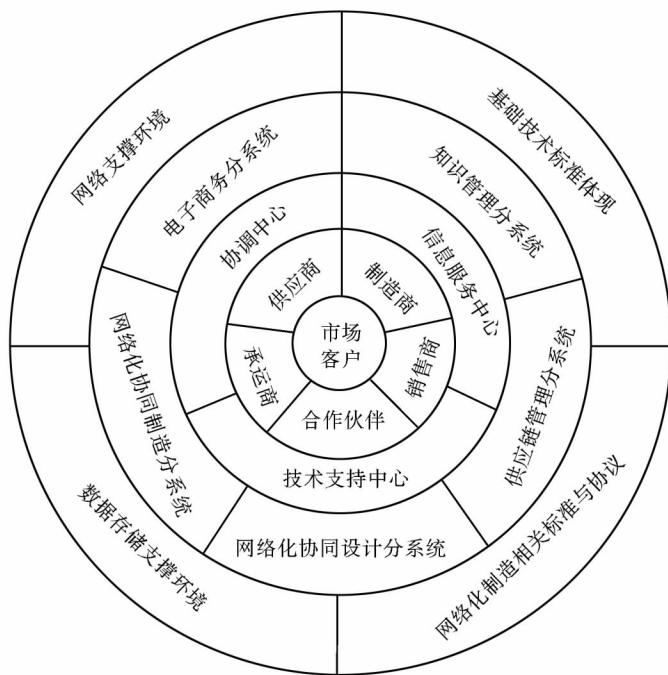


图 1.4 网络化制造资源集成体系结构

网络化制造资源集成的体系结构从内到外分为 5 层。

第 1 层为市场和客户。网络化制造资源集成是以市场和客户为