



东北大学八十周年校庆学术著作

网络化制造

王宛山 巩亚东 郁培丽 编著



NEUPRESS
东北大学出版社

东北大学八十周年校庆学术著作

网络化制造

王宛山 巩亚东 郁培丽 编著

东北大学出版社

• 沈 阳 •

© 王宛山 等 2003

图书在版编目 (CIP) 数据

网络化制造 / 王宛山, 巩亚东, 郁培丽编著. — 沈阳: 东北大学出版社,
2003.8

ISBN 7-81054-729-1

I. 网… II. ①王… ②巩… ③郁… III. 计算机—网络—应用—制造业
IV. F416.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 029305 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680265 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳市政二公司印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 170mm × 228mm

印 张: 24.25

字 数: 462 千字

出版时间: 2003 年 8 月第 1 版

印刷时间: 2003 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1~2000 册

责任编辑: 李毓兴

责任出版: 杨华宁

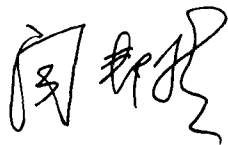
封面设计: 唐敏智

定 价: 36.00 元

序

经济的全球化，市场的国际化，贸易和投资的自由化，以及服务的世界化，促进全球经济一体化进程的不断加快。在高速发展的科学技术推动下，制造企业的经营和生产活动开始面向全球，呈现出集团化、多元化的发展趋势。国外工业发达国家的企业为了进一步提高经济效益，充分利用全球制造资源，出现了网络化制造的端倪，并开展了大量的研究工作，取得一些研究成果。当前，我国提出以信息化带动工业化，发挥后发优势，实现生产力的跨越式发展的战略目标。国内许多高校和研究单位也纷纷开展了网络化制造方面的教学和研究，并取得了令人鼓舞的进展。

本书是作者结合近年来有关网络化制造方面的研究实践和成果而撰写的，从一个较新的角度讲述了网络化制造概念、产生背景和相关技术以及应用实例，令人耳目一新。无疑，该书的出版对于促进我国网络化制造方面的教学和研究将会起到推动作用。



2003年8月23日

前 言

制造业是社会财富的主要来源，特别是机械制造业是为国民经济发展提供装备的重要支柱产业，是消费产品的主要生产部门。进入 21 世纪后，制造业迫切需要依靠快捷、高效的先进制造技术作为其发展的支撑，来快速响应市场需求，不断推出新产品，求得生存和发展。因此，先进制造技术成为国家经济发展的重要标志，是参与世界市场竞争的主要手段。它制约着国家整体科技水平，影响着国家经济的战略发展，是增强国家经济实力的重要基础，并对传统产业改造具有重要意义。我国制造业应该如何发展，已成为有识之士关心的问题。国家发展，民族振兴，制造业任重道远。

随着计算机、通讯、网络、信息、自动化等科学技术的迅猛发展，制造业正发生着一场深刻的变革，各种先进制造理念不断涌现，如敏捷制造、虚拟制造、智能制造、网络化分散制造等。正是这些高新科学技术在制造领域中的广泛渗透、应用和衍生，推动着制造业的深刻变革，极大地拓展了制造活动的深度和广度。在全球化浪潮的冲击和高速发展的高科技的推动下，制造企业的经营、生产战略与活动应面向全球，充分合理利用以信息技术为代表的高科技，建立和实现网络化体系结构的组织、生产和管理模式，以快速、灵活地组织和利用各种分布的、异构的制造资源。由此可见，信息技术正在推动制造业的变革，酝酿着一场生产模式的革命；同时也促进了制造理念、制造哲理和制造模式的根本转变，网络化制造正是适应这一转变的先进制造技术，也是制造业未来发展的必然模式。

现代社会处在快速变化的全球竞争环境中，产品生产和服务的竞争范围日益扩大，竞争将在产品价值链之间展开，而不是在各生产者或企业之间展开，从而激发了企业之间建立新型合作伙伴关系（构成产品价值链）的需求。世界的多极化和经济的全球化步伐的加快，新的国际分工格局正在形成，世界范围的制造加工工厂正在向以中国为中心的亚洲转移。面对当前的机遇与挑战，为有效地利用资源，参与国际竞争等，我国应尽早开展有关实施网络化制造的研究工作，促进网络化制造的实施。

网络化制造是推动传统产业改造升级的重要手段。采用新的制造模式和先进制造技术，改进管理，实现企业信息化是制造企业发展的必然选择。先进的

制造业是高新技术成果转化为生产力的载体,同时也是实现高新技术产业化的桥梁,是技术创新的重点。科技成果只有通过先进的制造业才能转化为生产力,物化为产品,它对高新技术的形成和未来经济的发展起着重要的作用。

近几年来,我国信息技术和信息产业的发展是很快的,其中计算机信息网络尤为突出。信息网络的发展,不仅为我国经济增长提供新的动力和支撑点,促进先进制造技术的发展,而且为实施网络化制造提供了必要的条件和技术保证。中国的制造业发展问题,必须依靠中国人自己来解决。作者深信,通过学习和借鉴国外的经验和教训,结合国情,加强网络化制造战略和技术研究,在政府、科研院所和企业的重视、努力下,在未来的几年内我国实施网络化制造必将有一个很大的发展。

本书是在上述制造业发展背景下,汲取国内外最新网络化制造的研究成果和资料,结合作者近年来的研究成果撰写而成的,全书由网络化制造概述;网络化联盟企业的选择;网络化制造的基本构成;网络化制造环境支撑技术;网络化制造相关的制造技术;网络化制造相关的控制技术;网络化制造管理技术;我国发展网络化制造的对策等8章组成。分别叙述了网络化制造的概念和产生的背景、国内外网络化制造发展概况和应用实例;介绍了虚拟联盟企业合作伙伴选择、个性化产品定制、网络协同设计和异地加工以及远程质量监控等网络化制造中的环境支撑技术、先进制造技术和控制技术;讨论了网络化制造组织模式、供应链管理和企业核心竞争力的识别与评价;提出了我国发展网络化制造的策略与建议。

全书由王宛山、巩亚东和郁培丽为主编著,第1、2、3章由王宛山、巩亚东撰写,第4章由赵志宏、巩亚东撰写,第5章由王蕾、刘贵杰、王宛山、巩亚东撰写,第6章由郝丽娜撰写,第7章由郁培丽撰写,第8章由王宛山、巩亚东、郁培丽撰写。本书可作为高等学校机械类本科学生和研究生选修课教材,也可作为科研院所、公司、工厂从事机械设计、机械制造的工程技术人员、管理人员的参考书籍。

本书在撰写过程中,得到各方面朋友的关心、支持和帮助。首先要感谢中国科学院院士东北大学闻邦椿教授,他为本书提出许多有益的建议,并在百忙之中为本书撰写了序言,对于本书质量的提高作出重要贡献。还要感谢为本书搜集整理资料和出版付出辛勤劳动的同事和研究生。

由于作者的水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请读者不吝指正。

作 者

2003年8月5日

目 录

第 1 章 网络化制造概述	1
1.1 网络化制造产生的背景	1
1.2 国内外网络化制造的现状	3
1.3 网络化制造的概念与特征	7
1.4 网络化制造系统组成	10
第 2 章 网络化联盟企业的选择	14
2.1 网络联盟概述	14
2.2 网络联盟企业的合作伙伴的选择	27
2.3 网络联盟企业合作伙伴选择影响因素与评价方法	29
2.4 合作伙伴选择综合评价与选择的数学模型	37
2.5 层次权重解析法进行合作伙伴综合评价	42
2.6 优先关系定序法进行方案优选的模糊决策	46
2.7 网络联盟企业合作伙伴选择决策系统的设计开发	48
第 3 章 网络化制造的基本构成	73
3.1 网络化协同设计	73
3.2 网络化制造单元 Agent 的构建	83
3.3 网络化制造中的组样企业	87
3.4 网络化制造协作平台	92
3.5 异地加工与远程质量监控	97
第 4 章 网络化制造环境支撑技术	123
4.1 网络通信技术	123
4.2 计算机网络技术	130
4.3 网络化制造数据库技术	146
4.4 网络安全技术	153
4.5 电子商务	166

4.6 网络化制造平台	181
第5章 网络化制造相关的制造技术.....	192
5.1 CAD/CAPP/CAM	192
5.2 CIMS 技术	201
5.3 虚拟制造技术	211
5.4 快速成型技术	218
5.5 智能制造	221
5.6 并行工程	227
5.7 敏捷制造	232
5.8 产品数据管理	236
5.9 企业资源规划	240
第6章 网络化制造相关的控制技术.....	250
6.1 模糊控制	250
6.2 神经网络控制	253
6.3 专家控制系统	255
6.4 分层递阶智能控制	258
6.5 混合智能控制	260
6.6 基于网络化的远程加工、检测与监控技术	263
6.7 数字工厂	272
第7章 网络化制造的管理技术.....	288
7.1 网络化制造企业组织模式	289
7.2 网络化制造供应链管理	297
7.3 网络化制造中的技术管理	311
7.4 网络化制造知识管理	328
7.5 企业核心竞争力识别与评价	343
第8章 我国发展网络化制造的对策.....	357
8.1 我国实施网络化制造的制约因素与存在的问题	357
8.2 我国实施网络化制造的条件	364
8.3 我国实施网络化制造的市场前景分析	367
8.4 发展我国网络化制造的思路 and 对策	369

第 1 章 网络化制造概述

当前,我国在推进产业结构优化升级中,提出要用高新技术和先进技术改造提升传统产业,有选择地加快信息技术、先进制造技术等高新技术产业发展,形成我国高新技术产业的群体优势和局部强势。以信息化带动工业化,发挥后发优势,实现社会生产力的跨越式发展。这是关系我国现代化建设全局的战略举措。

在全球经济一体化和市场竞争国际化的趋势下,为适应我国加入 WTO 后的发展要求,网络化制造呈现出广阔的市场前景,给我国发展网络化制造带来了新的机遇和挑战。当今世界,科技进步突飞猛进,特别是信息技术和网络技术发展迅速,对于制造领域产生了深刻的影响。^[1]这必须引起我们的高度关注,深入进行发展我国网络化制造对策研究,大力推进制造业信息化和网络化,参与制造业国际竞争。

在高新技术被广泛应用于制造业的同时,一度被视为“夕阳产业”的传统制造业,其作用和地位又重新引起了人们的重视。^[2]网络化制造是近年来产生的利用信息技术和网络技术进行产品制造的崭新模式,是对现有制造业进行资产和结构重组的一种有益尝试,是实现社会资源充分、合理利用的重要途径。它为我国制造业的发展提供了新的思路,对加速我国工业现代化具有深远的战略意义。要充分认识我国发展网络化制造的重要性、必要性和紧迫性。深入分析国内外网络化制造发展现状与发展趋势,从我国国情出发,探索发展网络化制造的战略目标、思路和重点发展的行业,推动我国发展网络化制造发展。

1.1 网络化制造产生的背景

1.1.1 经济全球化

随着经济全球化进程的不断加快,各国之间在经济上越来越多地相互依存,充分利用国际市场的信息、资本、资源、技术、商品和服务。在平等竞争的基础上,互利互惠,相互合作,已成为企业发展的必然趋势。经济的全球化、市场的国际化、贸易和投资的自由化,以及服务的世界化,促进了竞争,提高了效率,鼓励了革新,增加了新的资本投入,加快了经济增长速度。

随着越来越多的国家接受自由市场思想,全球自由贸易体制的逐步建立和完善,世界大市场的逐步形成以及全球交通运输系统和通讯网络的建立,国际间的经济贸易交往与合作变得更加频繁和紧密化,竞争也愈来愈激烈。这使得制造产业、制造技术和产品逐步走向国际化,导致了制造业在全球范围内重新进行分布和组合。世界制造业正面临着一个快速多变、稳定性差和难以预测的国际化市场,制造业所处环境已经发生了重大变化(见表 1-1)。竞争的加剧将促使竞争对手利用一切可以利用的制造资源,主动积极地寻求市场机遇,快速灵敏地响应和适应客户多样化的消费需求。这种国际化的市场竞争促进了整个制造业的变革和发展。

表 1-1 制造业所处环境的变化

传统经济时代	经济全球化时代
市场相对稳定	市场快速多变、稳定性差、难以预测
用户对产品要求物美价廉,满足基本生活需求即可	用户要求产品能够具备个性化、多样化的特征,以满足多层次的需求
用户的选择范围局限在较小地域	用户的选择范围扩展到了整个世界
生产的目标是低成本、高质量	生产的目标是以满足用户为宗旨,快速交货
主要采用标准化、系列化、大批量的生产方式	主要采用单件、小批量、多品种的生产方式
技术与资源相对集中,掌握在企业自己手中	技术与资源相对分散,分布全球
依靠企业自身能力组织生产	强调企业间协作,共同完成复杂任务
衡量企业竞争实力的要素是产品的性价比	衡量企业竞争实力的要素是敏捷度和市场响应速度

1.1.2 世界制造业新的分工与转移

在全球化浪潮的冲击和高速发展的高科技的推动下,制造企业的经营、生产战略与活动开始面向全球,呈现出集团化、多元化的发展趋势,世界制造业面临着新的分工和转移。工业发达国家的企业为了进一步提高经济效益,充分利用全球的制造资源,包括自然资源、设备资源、技术资源和智力资源等。在本国开始进行技术含量高,附加值高的行业生产,将传统的制造业向以中国为代表的相对具有一定的资源和技术优势的亚洲国家转移。许多专家预测未来若干年后,中国将成为世界的制造工厂。

这些跨国企业、公司迫切需要及时跟踪各地分公司的生产经营活动,同一企业的不同部门,不同地区的员工之间也需要及时共享大量企业信息,企业和用户之间以及企业与其合作伙伴之间也存在着大量的信息交流活动。这就必然要通过计算机网络的协调与操作,把分散在各地的制造企业连接成为一个整体,以缩短产品开发周期,提高产品质量和企业对市场的响应能力。由此,网

络化制造模式在市场需求旺盛、技术条件日趋成熟的情况下应运而生。它充分地利用了以信息技术为代表的高新科技,建立和实现了基于分布式网络化制造的组织、生产和管理模式,能够迅速、灵活地组织和利用各种分布的、异构的制造资源,从而达到快速响应市场,降低成本,提高企业竞争力的目的。

1.1.3 网络信息技术的发展

近几年来随着计算机、通讯、网络、信息、自动化等科学技术的迅猛发展,在世界范围内掀起了以信息技术为核心的“第三次浪潮”。特别是在计算机技术和网络技术迅猛发展的冲击下,制造业正发生着一场深刻的变革,各种先进制造理念不断涌现,如敏捷制造、虚拟制造、智能制造、网络化制造等。正是这些高新科学技术在制造领域中的广泛渗透、应用和衍生,推动着制造业的深刻变革,极大地拓展了制造活动的深度和广度,促使制造业日益朝着高度自动化、智能化、集成化和网络化的方向蓬勃发展。

1.2 国内外网络化制造的现状

1.2.1 国外网络化制造的现状

工业发达国家为推进网络化制造开展了大量的研究工作。20世纪90年代初,美国里海大学(Lehigh University)在研究和总结美国制造业的现状和潜力后,发表了具有划时代意义的“21世纪制造企业发展战略”报告,提出了敏捷制造和虚拟企业的新概念。这是美国为重振国家经济,继续保持美国制造业在国际领先地位而采取的重要举措。

(1) 国外网络化制造研究现状^[3]

在敏捷制造企业的发展战略提出以后,全美工厂网络的建议就开始提出。随着近两年Internet技术的迅速发展,美国一些企业通过网络传播自己先进的管理经验和信息集成技术,为其他企业实现这些技术提供了非常好的示范和参考作用。Internet的普及为美国一些大学和研究所进行先进制造技术(如敏捷制造、虚拟制造等)的研究提供了十分有效的协同环境和技术交流手段。

1994年,美国能源部制订了“实现敏捷制造的技术”的计划,涉及联邦政府机构、著名公司和大学等100多个单位,并于1995年12月发表了该项目的策略规划和技术规划。

1995年美国国防部和自然科学基金会资助10个面向美国工业的研究单位,共同制定了以敏捷制造和虚拟企业为核心内容的“下一代的制造”计划。

1997年美国国际制造企业研究所发表了“美国——俄罗斯虚拟企业网”研究报告。该项目是美国国际制造企业研究所承担的美国国家科学基金研究项目，目的是开发一个跨国虚拟企业网络的原型，使美国制造厂商能够利用俄罗斯制造业的能力。从更大的意义上讲，作为全球制造基础框架一部分的美俄虚拟企业的建立与发展起到了实现全球网络化制造的示范作用。

目前，英国利物浦大学正在欧共体资助下建立“英国西北虚拟企业网络”，该网络旨在支持、促进英国西北部地区中小企业的合作与发展。

1998年12月，欧盟将全球网络化制造研究项目列入了第五框架计划（1998—2002）。

（2）国外网络化制造产业化现状

工业发达国家的网络化制造产业化发展迅速，目前已经涌现出了一大批网络化制造企业。

① 1984年，美国就以网络化制造的生产模式组成了动态网络联盟企业——AMANET公司，该公司通过挑选，与几十家车间、工厂和企业结成了网络联盟，拥有原材料供应商、机械加工车间、工具车间、冲压车间和金属抛光车间等，可以通过网络进行产品生产与经营。

② 美国 SAEILO 国际集团公司下属的 SMI 制造部是由纽约、加利福尼亚、依利诺斯和马萨诸塞四个州的专门从事 CNC 加工和服务的工厂组成的网络化制造部，它以具有竞争力的价格、高质量的产品制造和及时的交货满足了用户的多种特殊需求。

③ IBM 公司的服务器集团（SERVER GROUP）以集成制造策略将服务器的业务连接成一个整体，使这些基地既执行它们本身的任务，又保证了相互间协同工作，共同完成服务器生产任务。

④ 波音公司在美国进行客机概念设计，在日本进行部件设计，而其零件设计则在新加坡完成。该公司在互联网上，建立了 24 小时工作的协同设计队伍，从而大大加快了设计进度，使波音 777 客机的开发周期从 9 年缩短到 4.5 年。

⑤ 建立于 1995 年的“全美工厂网络（FAN）”，是美国国家工业数据库，可为网络化制造提供多种专门服务。

⑥ 1995 年洛克海德—马丁航空公司建立了“制造系统的敏捷基础设施网络”，利用国际互联网支持和管理敏捷企业的供应链。

⑦ 美国通用电器研究和开发部的“计算机辅助制造网络”建立于 1996 年，它通过国际互联网提供多种制造支撑服务，使得集成企业的成员能够快速连接和共享制造信息。

⑧ 目前,英国利物浦大学正在欧共体资助下建立“英国西北虚拟企业网络”,该网络旨在支持、促进英国西北部地区中小企业的合作与发展。欧盟将全球网络化制造研究项目列入第五框架计划(1998—2002)。

1.2.2 国内网络化制造的现状

国外网络化制造技术的飞速发展,以及随之而来的巨大收益引起了我国学术界、工业界和国家政府部门的高度重视。网络化制造已经被国家定为重点发展的科技领域之一。近几年来,在国家的支持下,我国的网络化制造研究在理论上已初具系统,在实践中亦取得了一定的成效。

(1) 国家对网络化制造研究的支持

网络化制造在我国起步较晚,基础薄弱,与国外相比有一定的差距。国家有关领导已经认识到了网络化制造的重要性和我国实施网络化制造的巨大市场前景。目前,国家对网络化制造研究已开始给予大力支持。

① 科学技术部在“九五”期间设立了网络化制造攻关项目。1999年3月,科学技术部在“九五”国家重点科技攻关计划中设立了网络化制造专项——“分散网络化制造在精密成型与加工领域的应用研究及示范”,已安排了“制造资源网”和“数控机床专业信息网”的建设项目及“分散网络化制造及应用示范项目”。

② 网络化制造项目获得国家“十五”重大专项资助。在“十五”国家重大专项中列入了“用高新技术改造传统装备制造业示范城市”。该项目以沈阳、上海、武汉和重庆等城市为基地,面向全国开放式实施,重点是以信息技术、网络技术改造传统装备制造业。

③ 网络化制造被列入了国家自然科学基金重点资助项目。国家自然科学基金重点资助的这类项目有:“网络化制造与企业集成”、“基于网络的敏捷制造”、“基于AGENT分布式网络化制造模式的研究”等。

(2) 我国网络化制造研究现状

① 理论研究的初步进展

由于国家对网络化制造研究项目给予了大力支持,许多高校和科研院所以及制造企业,着手于项目的实施,成立了分布式网络化研究设计中心,重点围绕网络化制造先进技术开展研究工作。在该项目支持下,正在筹建中国装备制造网。大陆和香港多家单位的研究人员已经合作开展了网络化制造研究。目前,理论研究已取得了一定的成果,建立了网络化制造的总体结构及实施方案,给出了网络化制造的结构模型,组建了机械制造业的信息网和制造资源网;解决了网络化制造数据安全传输问题;解决了网络化制造的部分管理和法

律问题。这些研究成果为我国实施网络化制造奠定了坚实的理论基础。

② 网络化制造实用技术的研究与开发

目前,部分高校、研究所已在分布交互式仿真(DIS)与虚拟制造(VRM)、计算机网络技术、分布式对象技术、多自主体系统(Multi-Agent System, MAS)技术、支持先进企业的数据流管理技术、面向虚拟企业数据库挖掘技术、离散事件系统仿真、系统模拟仿真和控制自动化等关键技术领域取得多项重大研究成果,并且,有些项目已经实际应用。一些学校在校际间成功进行了实验室网络化制造试验,并与香港某些中小型企业合作,实现了联网制造模具。同时他们还在策划异地合作设计网。这些实用技术的研发与试验为我国实施网络化制造提供了技术保证。

(3) 网络化制造在我国的产业化现状

我国网络化制造产业化取得了一定的成果:

① 网络化制造企业雏形已经产生

国内一些大型企业集团已经建立了企业内部网和局域网,其运作模式已初显网络化制造形态。东大阿尔派虚拟制造中心借助虚拟制造技术和分布式网络制造技术,采用两头在外的“哑铃”型先进企业组织形式,初步实现了数字化医疗设备(CT、螺旋CT、核磁共振、彩色B超、数字X光机)的网络化制造。目前,我国东大阿尔派虚拟制造中心实现了以自主研发的嵌入式计算机软件为核心,在国内外分散化组织生产其他部件,自己装配生产先进的数字化医疗设备。这类网络化制造企业雏形的产生为我国进一步推广网络化制造奠定了应用基础。

② 部分行业建立了网络化制造应用示范工程

建立的网络化制造示范工程有:

- 深圳市模具网络化制造示范系统;
- 陶瓷产品网络化制造与销售示范系统;
- 铸件网络化制造系统;
- 国家支持成立的沈阳先进制造研究设计中心,采用了分布式网络化组织模式,进行异地研究、设计、开发合作。

通过以上介绍,我们不难看出,我国在网络化制造研究方面虽起步较晚,但已取得了显著的成绩。这些研究和示范实施过程为我国发展网络化制造奠定了坚实基础,并为今后进一步推进网络化制造产业化积累了经验。

1.3 网络化制造的概念与特征

网络化制造是近年来出现的崭新的制造模式，有关网络化制造的基本定义、特征和技术等概念说法不尽统一，国际上没有一个准确的定义。下面将我们查阅的网络化制造相关资料和研究成果整理后，将比较通用的观点和论述介绍如下。

1.3.1 网络化制造的基本概念

网络化制造（Networked-Manufacturing NM）的含义是指：面对市场需求与机遇，利用计算机网络，灵活而快速地组织社会制造资源，将分散在各地的生产设备资源、智力资源和技术资源，按资源优势互补的原则，迅速地整合成一种跨地域的、靠网络联系的、统一指挥的制造、运营实体——网络联盟以实现网络化制造。网络化制造的概念如图 1-1 所示。



图 1-1 网络化制造的概念图

网络联盟通过因特网与供应商和产品订单客户及产品用户的有效联系，快

速响应市场，迅速推出高质量、低成本的新产品和服务。同时，联盟成员随着市场和产品的变化而变化，具有动态特征。与传统制造模式相比较，网络化制造是一种由多种、异构、分布式的制造资源，以一定互联方式，利用计算机网络所组成的，开放式的、多平台的、相互协作的、能及时灵活地响应客户需求变化的制造模式。其基本目标是将现有的各种在地理位置上或逻辑上分布的制造企业连接到计算机网络中去，以提高各企业间的信息交流与合作能力，进而实现制造资源的共享，为寻求市场机遇，及时、快速地响应和适应市场需求变化，赢得竞争优势，求得生存发展奠定坚实的基础，从而也为真正实现制造企业研究与开发、生产、营销、组织管理及服务的全球化开辟了道路。

1.3.2 网络化制造的特征

网络化制造以敏捷化、分散化、动态化、协作化、集成化、数字化和网络化为基本特征。其中，敏捷化是快速响应市场变化和用户需求的前提，主要表现在组织结构上的迅速重组、性能上的快速响应、过程中的并行化以及分布式的决策。这就必然要求网络化制造采用分散化、动态化和协作化的运作形式来组织生产。而集成化、数字化和网络化作为网络化制造的存在基础和实现手段，保证了该模式从理论向实际应用的顺利转变。

(1) 敏捷化

敏捷化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段面临的_{最大挑战是}：市场环境的快速变化带来的不确定性；技术的迅速发展带来的设备和知识的更新速度加快；市场由卖方转为买方，市场正逐步走向全球化；产品特征由单一、标准化转变为顾客化、个性化，产品的寿命周期明显缩短；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。所有这一切都要求制造业具有快速响应外部环境变化的能力，即敏捷化的能力。

(2) 分散化

网络化制造的分散化具体体现在两个方面，其一是资源分散化，包括制造硬件资源（如设备、物料、人力和知识等）分散在不同的组织内、不同的地域内、不同的文化条件下等；其二是_{指制造系统中生产运营管理决策的分散化}。

(3) 动态化

网络化制造联盟是针对市场需求和机遇，面向特定产品而组建的。市场和产品是网络化制造联盟存在的先决条件，根据市场和产品的动态变化，网络化制造联盟随之发生动态变化，市场和产品机遇不存在时，网络化制造联盟解散，根据新的市场和产品机遇重新组建新的联盟。

(4) 协作化

资源的充分利用体现在形成产品的价值链中的每一环节。产品从设计、零部件制造、总装，直到产品销售、售后服务，都需要网络联盟合作伙伴之间的紧密配合。这种协作化是一个快速响应市场，完成共同战略目标的优化过程。

(5) 集成化

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能够实现实时集成，分散资源的高效集成是网络化制造的目标之一。

(6) 数字化

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。

(7) 网络化

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。

1.3.3 网络化制造关键技术与研究内容

网络化制造的关键技术包括三部分内容：面向网络化制造的先进设计和制造技术；面向网络化制造的信息技术；面向网络化制造的管理技术。目前，有关网络化制造的研究主要集中在以下6个方面的内容：网络化设计系统；网络化制造系统；制造信息资源管理系统；应用支撑系统；动态联盟管理系统；电子商务保证系统等。具体内容见表1-2。

表 1-2 网络化制造的关键技术及主要研究内容

关键技术	主要研究内容	
网络化设计与制造技术	网络化设计系统	• 建立基于集成产品模型的产品数据源 • 工作流控制 • 异构产品信息资源互操作 • 网络化设计
	网络化制造系统	• 制造信息资源系统的建立与维护 • 网络化制造公共平台与环境 • 基于 Web 的制造工艺规划系统 • 基于 Web 的生产计划调度系统 • 网络化制造质量控制系统