

▶▶▶ 863现代集成制造系统技术丛书

# 网络化制造电子服务 理论与技术

江平宇 等 著

CIMS



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

863 现代集成制造系统技术丛书

# 网络化制造电子服务理论与技术

江平宇等 著

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书主要论述了一种 e-Service 驱动的网络化制造模式、理论、方法与实现技术,目的是希望通过将 e-Service 的理念引入到制造过程中,使得在扩展企业层面上能实现对网络化制造执行系统的全局控制、调度与信息跟踪;同时,在考虑网络化制造特点的前提下,对扩展企业和相应的制造执行系统的配置、制造资源 e-Service 化、制造协同服务、制造链建模、制造任务分配、制造调度等关键技术进行了深入的阐述。

本书可供从事制造信息科学与工程研发的工程技术人员、教师、研究生和本科生等学习和参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

网络化制造电子服务理论与技术/江平宇等著. —北京:科学出版社, 2004  
(863 现代集成制造系统技术丛书/杨海成主编)

ISBN 7-03-014267-5

I. 网… II. 江… III. 计算机网络-计算机辅助制造:机械制造  
IV. TH164

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 087876 号

责任编辑:段博原 资丽芳 贾瑞娜/责任校对:宋玲玲

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004 年 10 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2004 年 10 月第一次印刷 印张:18 1/4

印数:1—2 500 字数:344 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

## 863 现代集成制造系统技术丛书 编写委员会

|       |     |     |               |
|-------|-----|-----|---------------|
| 名誉主任: | 孙家广 | 院士  | 国家自然科学基金委员会   |
| 主任:   | 杨海成 | 教授  | 中国航天科技集团公司    |
| 副主任:  | 王成恩 | 教授  | 东北大学          |
|       | 林鹏  | 编审  | 科学出版社         |
| 委员:   | 褚健  | 教授  | 浙江大学          |
|       | 徐晓飞 | 教授  | 哈尔滨工业大学       |
|       | 范玉顺 | 教授  | 清华大学          |
|       | 刘晓冰 | 教授  | 大连理工大学        |
|       | 孙林夫 | 教授  | 西南交通大学        |
|       | 黄涛  | 研究员 | 中科院软件研究所      |
|       | 林忠钦 | 教授  | 上海交通大学        |
|       | 全春来 | 研究员 | 中国航天科工集团第二研究院 |
|       | 谢庆生 | 教授  | 贵州大学          |
|       | 李美莺 | 副教授 | 清华大学          |
|       | 田荣斌 | 讲师  | 科技部高技术研究发展中心  |

## 序

世纪之交,世界的政治、经济和技术发生了前所未有的巨大变化,经济的全球一体化和全球信息化正在形成。经济全球化和全球信息化使制造业的竞争环境、发展模式及运行效率与活动空间都发生了全面而深刻的变化。这些变化对我国制造业提出了严峻的挑战;当然,这也为实现我国制造业的跨越式发展提供了有利的条件和机遇。

由于我国工业化进程起步较晚,我国的制造业和制造技术与国际先进水平相比还存在着阶段性的差距。这些差距包括:产品结构不合理且附加值不高;制造业能耗大且污染严重;产品创新能力较差且开发周期较长;制造工艺装备落后,成套能力不强;生产自动化和优化水平不高,资源综合利用率低;企业管理粗放、国际市场开拓能力弱;战略必争装备和竞争前核心技术的开发相对薄弱等。这些差距使得我国的制造业和制造技术还不能很好地满足国民经济发展和参与国际竞争的要求。不解决上述问题,中国的制造业就不能在激烈的竞争中生存和发展。要使我国制造业在国内、国际市场竞争中立于不败之地,尽快形成我国自主创新和跨越发展的先进制造技术体系,积极发展和应用先进制造技术,用信息技术提升和改造传统制造业已经刻不容缓。

世界各国十分重视发展制造业信息化与先进制造技术,许多跨国公司应用这些高新技术实现了设计、制造、管理和经营的一体化,加强在国际市场的垄断地位。例如,美国波音公司在波音 777 客机的研制中,由于使用了先进的产品开发设计技术,使开发周期从过去的 8~9 年缩短到 4.5 年,时间缩短了 40% 以上,成本降低 25%,出错返工率降低 75%,用户满意度也大幅度提高。美国通用汽车公司应用现代集成制造系统技术,将轿车的开发周期由原来的 48 个月缩短到了 24 个月,碰撞试验的次数由原来的几百次降到几十次,应用电子商务技术降低销售成本 10%;美国 Exxon-Mobil 石油公司应用先进的综合自动化技术后,使企业的效益提高 5%~8%,劳动生产率提高 10%~15%;可见,先进制造与信息技术应用已经成为带动制造业发展的重要推动力。

为了占领先进制造与自动化技术的制高点,许多国家都提出了跨世纪的研究计划。例如,美国政府提出了《美国国家关键技术》、《先进制造技术计划》、《敏捷制造与制造技术计划》和《下一代制造 (NGM)》等计划;在欧共体的《尤里卡计划 (EUREKA)》、《信息技术研究发展战略计划 (ESPRIT)》和《第六届框架研究计划》中,与先进制造技术有关的项目占有相当大的比重;德国政府提出

了《制造 2000 计划》、《微系统 2000 计划》和《面向未来的生产》等计划；日本的《智能制造系统计划》、《极限作业机器人研究计划》、《微机器研究计划》和《仿人形机器人研究计划》，英国的《国家纳米技术计划（NION）》，韩国的《高级先进技术国家计划（G7 计划）》等都将先进制造与信息技术列为重要研究内容。

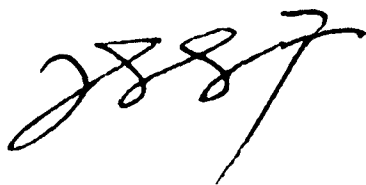
近十多年来，我国相关部门有计划地部署了一系列国家级重点科技项目，有效地促进了我国制造业信息化与先进制造技术的研究与应用推广。如：科技部组织实施的 863 计划的 CIMS 技术主题、智能机器人技术主题，“九五”国家科技攻关计划的 CAD 应用工程、精密制造技术开发与应用、数控技术与装备、现场总线控制技术开发与应用、工业机器人应用、激光技术应用等重点项目；总装备部（原国防科工委）在“九五”期间，组织实施了我国武器装备先进制造技术的发展项目；航空、航天、兵器和机械等许多行业和部门在“九五”期间组织实施了行业先进制造技术项目；国家计委、经贸委等部委在用高技术改造传统产业方面也推行了一系列计划。上述计划和项目极大地推动了我国制造业信息化与先进制造技术的发展。

综观世界各国先进制造与自动化技术计划的制定和实施情况可以看到，先进制造和自动化技术的发展有其深刻的国际经济竞争背景。这些先进制造与自动化技术计划提出时都以提高本国制造业的国际竞争能力、促进经济增长和提高国家综合实力为目标，既注重技术的前瞻性和前沿性，更重视来自产业界的实际需求；在关键技术的选择上对系统集成技术与工艺装备研究开发并重，通过系统技术、信息技术和自动化技术的引入来提高制造企业的竞争能力；同时也可以看到，各国在发展先进制造与自动化技术的过程中，政府通过若干计划的实施起到了关键的引导和调控作用，并形成了一套有效的研究开发及推广应用的管理机制和创新机制。

国家“十五”863 计划先进制造与自动化技术领域针对我国国民经济建设和社会发展主战场的重大需求，瞄准国际先进制造与信息技术前沿，在制造业信息化工程关键技术的研究开发和集成应用、战略必争装备和竞争前核心技术的研究开发、基础制造装备与成套装备的研究开发、先进制造与自动化前沿创新技术的研究等四个方面，按照一个工程（制造业信息化工程）、两个主题（现代集成制造系统技术主题、机器人技术主题）、四个专项（数据库管理系统及其应用、微机电系统（MEMS）、7000 米深海载人潜器、集成电路制造装备）的布局，组织开展了前沿创新技术研究、产品研发与产业化、集成应用示范工程三个层次的相关工作。

“十五”计划自启动以来，经过大家三年多的辛勤工作，多项研究课题已经取得阶段性成果，为了进一步推广应用制造业信息化及先进制造技术，国家“十

五” 863 计划现代集成制造系统技术主题专家组精心组织，汇集了部分课题的优秀研究成果，编写出版了这套《863 现代集成制造系统技术丛书》，这套丛书将随着课题研究工作的不断深入分批与各位读者见面。相信这一套著作对我国从事制造科技研究、开发及应用的各级科技人员、管理人员具有重要的参考价值，同时也希望通过这套丛书，让社会了解和评价我们工作中的部分成果。我们真诚欢迎大家对我们的工作提出宝贵的意见和建议。



国家“十五”863 计划先进制造与自动化技术领域专家委员会主任  
中国工程院院士  
2004 年 9 月

## 前 言

制造业是社会可持续发展的基石,是创造社会财富的直接源泉,因此,对制造技术的研究具有特殊的理论与实践意义。作为“863 计划”先进制造技术领域 CIMS 主题和国家制造业信息化工程支持的系列专著之一,本书主要论述一种 e-Service 驱动的网络化制造模式、理论、方法与实现技术,目的是希望通过将 e-Service 的理念引入到制造过程中,使得在扩展的企业层面上能实现对网络化制造执行系统的全局控制、调度与信息跟踪;同时,在考虑网络化制造的特点的前提下,本书对扩展企业和相应的制造执行系统的配置、制造资源 e-Service 化、制造协同服务、制造链建模、制造任务分配、制造调度等关键技术进行了深入地阐述。全书所涉及的内容均来自西安交通大学机械工程学院 CAD/CAM 研究所(即机械制造系统工程国家重点实验室制造信息工程与集成研究室)自 1999 年以来的研究成果。其中部分内容来源于该所周光辉的博士论文,张映锋、赵刚、孙惠斌、韩飞的硕士论文等。

全书共 10 章。第 1 章主要介绍 e-Service 驱动的网络化制造技术的相关概念、原理等。第 2 章描述了网络化制造所需的基础支持技术与计算模型。第 3 章到第 9 章主要论述实现 e-Service 驱动的网络化制造系统的关键理论、方法与实现技术,它们包括制造资源的 e-Service 技术、支持制造 e-Service 的 BOM 流信息建模与管理、e-Service 驱动的网络化制造链建模、工艺规划 e-Service 技术、支持网络化制造协同过程的 e-Service 技术、制造任务分配和制造资源配置的 e-Service 技术、e-Service 驱动的网络化制造过程的调度与执行等。为对相关技术的实现方案有一个感性了解,在第 10 章,我们描述了基于 ASP 的网络化制造集成服务平台 e<sup>2</sup>-MES。

全书章节结构规划、统稿工作由江平宇教授负责完成。各章撰写人员的分工如下:第 1 章,第 3 章,第 6 章,第 7.1、7.2 节由江平宇教授撰写;第 2 章,第 5 章,第 9 章由周光辉博士撰写;第 8 章由赵刚硕士撰写;第 4 章和第 7.3、7.4 节由孙惠斌硕士撰写;第 10 章由张映锋硕士撰写。

著者希望借此机会感谢“863 计划”CIMS 主题项目“基于 ASP 的网络化制造集成服务平台”(2001AA415230)项目基金、教育部优秀青年教师基金、教育部骨干教师基金、教育部留学回国人员启动金等的支持。

著者衷心感谢参与上述项目工作的研究生韩飞、屈挺、姜汉斌、朱斌、邝俊生、张国海、牛瑞锋、李天涛、李智光等。



最后，著者也衷心感谢给本项目生产验证提供大量无私帮助的陕西秦川机械发展有限公司董事长龙兴元先生、研究院院长田沙先生、市场与销售部部长郭颜军博士、信息中心的鲁小曼和颜辉高级工程师等；衷心感谢中国路桥集团总公司西安筑路机械有限公司总工程师李世坤先生、信息部主管李益先生的鼎力相助。

由于本书内容涉及面较广，再加之作者水平有限，错误之处在所难免，希望读者不吝赐教，在此谨表示衷心的感谢。

江平宇

2004年1月20日

# 目 录

## 序

## 前言

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 第 1 章 网络化制造与 e-Service 驱动的制造绪论 .....                 | 1  |
| 1.1 网络化制造概述 .....                                    | 1  |
| 1.1.1 网络化制造 .....                                    | 1  |
| 1.1.2 网络化制造的发展历程 .....                               | 2  |
| 1.1.3 网络化制造的主要模式 .....                               | 6  |
| 1.2 e-Service 技术概述 .....                             | 11 |
| 1.2.1 e-Service 的基本概念 .....                          | 11 |
| 1.2.2 e-Service 的发展概况 .....                          | 12 |
| 1.2.3 e-Service 的实现技术 .....                          | 13 |
| 1.3 服务驱动制造的理念: e-Service 驱动的网络化制造 .....              | 13 |
| 1.3.1 服务驱动制造的概念定义 .....                              | 13 |
| 1.3.2 网络化制造的 e-Service 实现模式 .....                    | 14 |
| 1.3.3 e-Service 驱动的网络化制造的关键技术 .....                  | 14 |
| 1.4 e <sup>2</sup> -MES 平台的实现与运行 .....               | 15 |
| 1.4.1 基本术语定义 .....                                   | 15 |
| 1.4.2 e <sup>2</sup> -MES 平台实现的基础信息架构与编程方案 .....     | 17 |
| 1.4.3 e <sup>2</sup> -MES 平台的制造服务功能配置 .....          | 17 |
| 1.4.4 e <sup>2</sup> -MES 平台的 ASP 工具集 .....          | 20 |
| 1.4.5 e <sup>2</sup> -MES 平台的制造服务运行流程 .....          | 20 |
| 1.5 实现 e <sup>2</sup> -MES 平台的关键技术 .....             | 22 |
| 1.5.1 任务驱动的网络化制造链建模技术 .....                          | 22 |
| 1.5.2 制造设备的 e-Service 化技术 .....                      | 22 |
| 1.5.3 CAX/PDM/ERP 软件 e-Service 化 .....               | 24 |
| 1.5.4 派生型制造资源的 e-Service 化与封装技术 .....                | 25 |
| 1.5.5 e <sup>2</sup> 环境下的制造任务分配与扩展企业树配置模型 .....      | 25 |
| 1.5.6 e <sup>2</sup> 环境下基于 BOM 流的制造过程信息跟踪和管理技术 ..... | 26 |
| 1.5.7 制造协同技术 .....                                   | 26 |
| 1.5.8 基于 ASP 的工艺与生产规划集成技术 .....                      | 28 |

|                                                  |           |
|--------------------------------------------------|-----------|
| 1.5.9 面向制造单元的实时过程控制与调度技术·····                    | 28        |
| 1.6 后续章节·····                                    | 29        |
| <b>第2章 实现 e-Service 驱动的网络化制造的网络计算模型及技术</b> ····· | <b>30</b> |
| 2.1 Internet 简介·····                             | 30        |
| 2.1.1 Internet 的基本概念·····                        | 30        |
| 2.1.2 网络互联模型与 TCP/IP 协议·····                     | 30        |
| 2.1.3 网络计算模型简介·····                              | 31        |
| 2.2 HTTP 协议与 WWW 服务·····                         | 33        |
| 2.2.1 HTTP 协议·····                               | 33        |
| 2.2.2 超文本标记技术与 WWW 服务·····                       | 34        |
| 2.2.3 Web 服务器与浏览器·····                           | 35        |
| 2.2.4 Web 数据库·····                               | 35        |
| 2.2.5 B/S 基本计算模型·····                            | 36        |
| 2.3 Java 计算模型·····                               | 38        |
| 2.3.1 Java 计算模型的基本概念·····                        | 38        |
| 2.3.2 Java 计算模型的基本体系结构·····                      | 39        |
| 2.4 移动 Agent 技术·····                             | 40        |
| 2.4.1 移动 Agent 的定义及工作原理·····                     | 40        |
| 2.4.2 移动 Agent 系统的体系结构·····                      | 41        |
| 2.4.3 实现移动 Agent 系统的关键技术·····                    | 41        |
| 2.4.4 移动 Agent 系统的典型开发工具简介·····                  | 42        |
| 2.5 应用服务提供 ASP 计算模型与技术·····                      | 43        |
| 2.5.1 ASP 计算模型的定义与工作原理·····                      | 43        |
| 2.5.2 ASP 系统的体系结构·····                           | 44        |
| 2.5.3 ASP 系统实现的关键技术·····                         | 44        |
| 2.6 Web Services 计算结构·····                       | 45        |
| 2.6.1 Web Services 计算结构的定义与工作原理·····             | 45        |
| 2.6.2 基于 Web Services 的体系结构·····                 | 45        |
| 2.6.3 Web Services 计算结构的相关协议·····                | 46        |
| 2.6.4 Web Services 计算结构实现的关键技术·····              | 47        |
| 2.6.5 Web Services 计算结构的开发工具·····                | 47        |
| 2.7 网络多媒体计算及实时交互模型·····                          | 47        |
| 2.7.1 网络多媒体的实现模型与协议·····                         | 47        |
| 2.7.2 实时交互模型与协议·····                             | 48        |
| 2.7.3 网络多媒体编程工具·····                             | 49        |

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| <b>第3章 制造资源的 e-Service 化技术</b>                       | 50 |
| 3.1 制造资源 e-Service 化的定义与原理                           | 50 |
| 3.1.1 网络化制造环境下的制造资源概念                                | 50 |
| 3.1.2 制造资源 e-Service 化的需求分析                          | 50 |
| 3.1.3 制造资源 e-Service 化的定义与原理                         | 51 |
| 3.1.4 制造资源 e-Service 化的两种计算机实现模式                     | 51 |
| 3.2 基于 Web 服务器前端模型的制造设备 e-Service 化技术                | 54 |
| 3.2.1 基于 Web 的 CNC 机床 e-Service 化参考模型                | 54 |
| 3.2.2 CNC 机床 e-Service 化的实现                          | 63 |
| 3.3 基于移动 Agent 模型的制造设备 e-Service 化技术                 | 65 |
| 3.3.1 基于移动 Agent 的制造设备 e-Service 化功能实现模型             | 65 |
| 3.3.2 面向制造设备的 e-Service 移动 Agent 模板构造                | 66 |
| 3.3.3 基于移动 Agent 的制造设备 e-Service 化的实现                | 67 |
| 3.4 基于 Web 服务器前端的 CAX/PDM/ERP 软件资源的 e-Service 化技术    | 71 |
| 3.4.1 基于 Web 服务器前端的 CAX/PDM/ERP 软件 e-Service 化参考模型   | 71 |
| 3.4.2 CAX/PDM/ERP 软件使用的 e-Service 化实现                | 76 |
| 3.5 基于移动 Agent 模型的 CAX/PDM/ERP 应用软件的 e-Service 化技术   | 77 |
| 3.5.1 基于移动 Agent 的 CAX/PDM/ERP 应用软件的 e-Service 化参考模型 | 77 |
| 3.5.2 CAX/PDM/ERP 类软件资源 e-Service 化的模板构造             | 77 |
| 3.5.3 基于移动 Agent 的 CAX/PDM/ERP 类软件资源 e-Service 化的实现  | 78 |
| 3.6 派生型制造资源的 e-Service 化问题                           | 81 |
| 3.6.1 基于制造设备的派生型制造资源组合逻辑                             | 81 |
| 3.6.2 制造单元的 e-Service 化                              | 82 |
| 3.6.3 其他派生型制造资源的 e-Service 化                         | 83 |
| <b>第4章 支持制造 e-Service 的 BOM 流信息建模与管理</b>             | 84 |
| 4.1 支持制造 e-Service 的信息建模概述                           | 84 |
| 4.1.1 制造 e-Service 对信息模型的需求                          | 84 |
| 4.1.2 支持制造 e-Service 的 BOM 流信息模型的总体架构                | 84 |
| 4.2 产品结构配置的 BOM 模型                                   | 85 |
| 4.2.1 产品结构树                                          | 85 |
| 4.2.2 图档关联                                           | 87 |
| 4.3 支持 e-Service 驱动的网络化制造过程的扩展 BOM 流模型               | 92 |
| 4.3.1 设计信息管理子树                                       | 92 |

|              |                                    |            |
|--------------|------------------------------------|------------|
| 4.3.2        | 工艺信息子树的扩展模型                        | 95         |
| 4.3.3        | 自制件制造信息子树的扩展模型                     | 97         |
| 4.3.4        | 外协件制造信息子树的扩展模型                     | 102        |
| 4.3.5        | 外购件信息子树的扩展模型                       | 104        |
| 4.4          | 扩展 BOM 流模型的建立与管理                   | 105        |
| 4.4.1        | 扩展 BOM 流模型的 E-R 图表述                | 105        |
| 4.4.2        | 扩展 BOM 流模型的实现与使用                   | 106        |
| 4.5          | 扩展 BOM 流模型管理工具的开发                  | 107        |
| 4.5.1        | 扩展 BOM 流模型管理工具的体系结构                | 107        |
| 4.5.2        | 扩展 BOM 流模型管理工具的主要功能模块              | 108        |
| 4.5.3        | 运行实例                               | 108        |
| <b>第 5 章</b> | <b>e-Service 驱动的网络化制造链建模</b>       | <b>112</b> |
| 5.1          | e-Service 驱动的网络化制造链的概念             | 112        |
| 5.1.1        | e-Service 驱动的网络化制造链的定义             | 112        |
| 5.1.2        | e-Service 驱动的网络化制造链的特点             | 114        |
| 5.1.3        | e-Service 驱动的网络化制造链的数学形式化描述        | 114        |
| 5.1.4        | e-Service 驱动的网络化制造链的实现模式           | 117        |
| 5.2          | 基于扩展活动网络图 workflow 模型的网络化制造链动态建模原理 | 117        |
| 5.2.1        | 活动网络图及其 workflow 模型                | 117        |
| 5.2.2        | 活动网络图模型的扩展                         | 119        |
| 5.3          | 基于扩展活动图 workflow 模型的网络化制造链动态建模过程描述 | 122        |
| 5.3.1        | 基于扩展活动网络图 workflow 模型的网络化制造链的概念模型  | 122        |
| 5.3.2        | 网络化制造链的抽象模型结构                      | 125        |
| 5.4          | 基于移动 Agent 的网络化制造链的实现技术            | 127        |
| 5.4.1        | 基于移动 Agent 技术的代理增强 workflow 模型     | 127        |
| 5.4.2        | 面向网络化制造链的一种移动 Agent 参考结构           | 128        |
| 5.4.3        | 基于移动 Agent 的网络化制造链的物理建模            | 131        |
| 5.4.4        | 面向扩展活动网络图 workflow 的工作流引擎构建原理      | 132        |
| 5.4.5        | 基于移动 Agent 的网络化制造链的信息传输和控制策略       | 134        |
| 5.4.6        | 基于移动 Agent 的网络化制造链建模工具             | 135        |
| <b>第 6 章</b> | <b>工艺规划 e-Service 技术</b>           | <b>137</b> |
| 6.1          | e-Service 驱动的网络化制造中工艺规划服务理念        | 137        |
| 6.1.1        | 工艺规划 e-Service 的定义                 | 137        |
| 6.1.2        | e-Service 驱动的网络化制造中对工艺规划的新需求       | 138        |
| 6.1.3        | “粗”、“精”工艺规划模型的划分                   | 139        |

|              |                                                     |            |
|--------------|-----------------------------------------------------|------------|
| 6.1.4        | 工艺规划服务的原理与模式 .....                                  | 139        |
| 6.2          | 面向 e-Service 驱动的网络化制造的工艺规划模型 .....                  | 141        |
| 6.2.1        | “粗”工艺规划过程模型 .....                                   | 141        |
| 6.2.2        | “精”工艺规划过程模型 .....                                   | 143        |
| 6.2.3        | 工艺规划的数据模型 .....                                     | 144        |
| 6.3          | e-Service 驱动的网络化制造的工艺规划服务的关键实现技术 .....              | 145        |
| 6.3.1        | 交互式工艺生成技术 .....                                     | 145        |
| 6.3.2        | 创成式工艺决策技术 .....                                     | 146        |
| 6.3.3        | 基于工序的制造成本估算技术 .....                                 | 148        |
| 6.3.4        | CAPP 数据的通信与安全性 .....                                | 148        |
| 6.4          | 工艺规划 e-Service 工具的开发 .....                          | 149        |
| 6.4.1        | 基于“Applet-Servlet 对”的 Caplet 模型及 Caplet 小程序开发 ..... | 150        |
| 6.4.2        | 基于动态 Web 页面型的 Caplet 模型及 Caplet 小程序的开发 .....        | 151        |
| 6.4.3        | Caplet 的应用及工艺规划服务实例 .....                           | 152        |
| <b>第 7 章</b> | <b>支持网络化制造协同过程的 e-Service 技术 .....</b>              | <b>154</b> |
| 7.1          | 网络化制造协同过程的 e-Service 理念 .....                       | 154        |
| 7.1.1        | 制造协同的 e-Service 需求分析 .....                          | 154        |
| 7.1.2        | e-Service 驱动的网络化制造中的协同服务原理 .....                    | 154        |
| 7.2          | 网络化制造协同 e-Service 实现的基础支撑技术 .....                   | 155        |
| 7.2.1        | CSCW 的定义与分类 .....                                   | 155        |
| 7.2.2        | CSCW 系统的基本操作功能 .....                                | 156        |
| 7.2.3        | CSCW 系统实现的关键技术 .....                                | 157        |
| 7.2.4        | CSCW 基本支撑模块的实现方法 .....                              | 163        |
| 7.3          | 网络化制造协同 e-Service 的实现 .....                         | 166        |
| 7.3.1        | 基于 project 的协同角色、内容与过程组织 .....                      | 167        |
| 7.3.2        | 制造协同 e-Service 的操作与控制 .....                         | 171        |
| 7.3.3        | 制造协同 e-Service 的历史记录 .....                          | 177        |
| 7.4          | 网络化制造协同 e-Service 工具的开发 .....                       | 180        |
| 7.4.1        | TeleCO 的基础信息结构与主要功能 .....                           | 180        |
| 7.4.2        | TeleCO 工具的功能模块划分 .....                              | 180        |
| 7.4.3        | TeleCO 工具的用户界面设计 .....                              | 181        |
| 7.4.4        | TeleCO 工具的应用实例 .....                                | 182        |
| <b>第 8 章</b> | <b>制造任务分配和制造资源配置的 e-Service 技术 .....</b>            | <b>184</b> |
| 8.1          | 网络化制造资源与制造任务 .....                                  | 184        |
| 8.1.1        | 制造任务的概念 .....                                       | 184        |

|              |                                    |            |
|--------------|------------------------------------|------------|
| 8.1.2        | 网络化制造中制造资源的组成与特点                   | 184        |
| 8.1.3        | 网络化制造任务的组成和特点                      | 186        |
| 8.1.4        | 制造任务分配驱动的制造资源配置                    | 186        |
| 8.2          | e-Service 驱动的网络化制造的动态制造任务分配模型      | 186        |
| 8.2.1        | e-Service 驱动的网络化制造模式下动态制造任务分配的新需求  | 186        |
| 8.2.2        | 动态制造任务分配的概念模型                      | 187        |
| 8.2.3        | 网络化制造模式下动态制造任务分配策略                 | 189        |
| 8.2.4        | 对应于 3 种任务分配策略的任务分配模型               | 190        |
| 8.3          | 动态制造任务招投标的层次分析算法                   | 193        |
| 8.3.1        | 层次分析法的概念                           | 195        |
| 8.3.2        | 层次分析法原理                            | 195        |
| 8.3.3        | 基于层次分析法的动态制造任务招投标的评标流程             | 197        |
| 8.5          | 基于动态任务分配的网络化制造资源配置的 e-Service 实现技术 | 211        |
| 8.4.1        | 基于动态制造任务分配的扩展企业树配置 e-Service 技术    | 211        |
| 8.4.2        | 对应于企业节点的制造执行子系统配置 e-Service 技术的实现  | 217        |
| <b>第 9 章</b> | <b>e-Service 驱动的网络化制造过程的调度与执行</b>  | <b>219</b> |
| 9.1          | 基于动态制造任务分配的预定义网络化制造子链的形成           | 219        |
| 9.1.1        | 预定义网络化制造子链的概念                      | 219        |
| 9.1.2        | 预定义的网络化制造子链的形成原理                   | 219        |
| 9.2          | 网络化制造子链的层次式反推调度模型                  | 220        |
| 9.2.1        | 预定义网络化制造子链的层次模型                    | 220        |
| 9.2.2        | 基于预定义网络化制造子链的调度原理                  | 220        |
| 9.2.3        | 层次式反推调度模型的建模与解算                    | 221        |
| 9.3          | 物理制造单元级的网络化制造子链调度模型                | 224        |
| 9.3.1        | 物理制造单元的调度模型                        | 224        |
| 9.3.2        | 基于 Petri 网的调度算法                    | 226        |
| 9.3.3        | 基于计算智能方法的调度算法                      | 226        |
| 9.4          | 制造场所级网络化制造子链的调度模型                  | 234        |
| 9.4.1        | 制造场所模式                             | 234        |
| 9.4.2        | 制造场所调度模型的建立与反推算法                   | 234        |
| 9.4.3        | 制造场所调度中的管理问题                       | 236        |
| 9.5          | 扩展企业级网络化制造子链的调度模型                  | 236        |
| 9.5.1        | 扩展企业制造调度模型的建立与反推算法                 | 236        |
| 9.5.2        | 扩展企业制造调度中的管理问题                     | 236        |

|                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.6 网络化制造链的精细化与动态修正 .....                                           | 237        |
| 9.6.1 影响网络化制造链精细化与动态修正的因素分析 .....                                   | 237        |
| 9.6.2 网络化制造链精细化与动态修正的形成机理 .....                                     | 237        |
| 9.6.3 调度过程的修正策略与方法 .....                                            | 238        |
| 9.6.4 动态网络化制造链的形成 .....                                             | 238        |
| 9.7 e-Service 驱动的网络化制造链调度工具的开发 .....                                | 239        |
| 9.7.1 工具软件实现体系结构与功能 .....                                           | 239        |
| 9.7.2 运行实例 .....                                                    | 240        |
| <b>第 10 章 e-Service 驱动的网络化制造集成平台 e<sup>2</sup>-MES 的开发及应用</b> ..... | <b>242</b> |
| 10.1 基于 UML 的 e <sup>2</sup> -MES 平台的系统分析与设计 .....                  | 242        |
| 10.1.1 表述 e <sup>2</sup> -MES 平台功能需求的总体用例图和活动图模型 .....              | 242        |
| 10.1.2 表述 e <sup>2</sup> -MES 平台功能细化的用例图和活动图模型 .....                | 244        |
| 10.1.3 表述 e <sup>2</sup> -MES 平台关键模块工作流程的顺序图模型 .....                | 248        |
| 10.1.4 表述 e <sup>2</sup> -MES 平台主要数据信息模型的配置图和类图模型 .....             | 253        |
| 10.2 e <sup>2</sup> -MES 平台的软件编程方法与实现 .....                         | 257        |
| 10.2.1 基于 ASP 的基础信息架构 .....                                         | 257        |
| 10.2.2 软件编程模型与实现 .....                                              | 259        |
| 10.2.3 e <sup>2</sup> -MES 平台的系统集成方法 .....                          | 260        |
| 10.3 e <sup>2</sup> -MES 平台的运行实例 .....                              | 261        |
| 10.3.1 制造硬件的 e-Service 化接入 .....                                    | 261        |
| 10.3.2 e <sup>2</sup> -MES 平台的一般使用流程 .....                          | 262        |
| 10.3.3 e <sup>2</sup> -MES 平台的运行验证 .....                            | 264        |
| 10.4 e <sup>2</sup> -MES 平台的应用前景 .....                              | 268        |
| 10.4.1 e <sup>2</sup> -MES 平台的应用前景 .....                            | 268        |
| 10.4.2 e <sup>2</sup> -MES 平台的发展方向 .....                            | 269        |
| <b>参考文献</b> .....                                                   | <b>270</b> |



# 第1章 网络化制造与 e-Service 驱动的制造绪论

## 1.1 网络化制造概述

### 1.1.1 网络化制造

制造业是国民经济的基础，这一点已被各国所认同。随着信息技术和互联网技术的飞速发展，制造技术正面临着前所未有的挑战和变革。

面对全球化市场，产品生产的客户化与生产的批量化矛盾亟待解决。为此，如何应对产品的多品种、快速交货等方面的需求，利用信息技术改造传统企业，并从制造战略、制造模式、组织结构和管理方式上进行变革已是当务之急，这种变革将导致在时间 T (time)、质量 Q (quality)、成本 C (cost)、服务 S (service)、环境 E (environment) 等 5 方面全面提升企业的能力，从而实现产品上市快、生产周期短、交货及时、质量高、生产成本低、售后服务完善、对环境影响小、宜人度高、可拆造性和回收性好等目标，进而确保企业在激烈的全球化市场竞争中掌握主动，立于不败之地。

为达到上述目标，新一代的制造企业应具备以下特征<sup>[1]</sup>：

1) 从产品本身的角度看，批量化生产将被单件小批量生产和客户化批量制造代替，企业生产的原动力正从“面向库存的生产”向“面向订单的生产”转变，即产品制造过程的客户参与性。

2) 从产品生产的角度看，支持整个产品生命周期的信息化模型起着关键作用，以网络化制造链、知识链和供应链的融合为特征，以产品整个生命周期的物流、信息流以及相关的制造资源的电子化表达为手段，使得制造企业能在“双赢”目标的约束下通过网络分享各种资源服务，即资源的电子化表达与可分享和可服务性。

3) 从制造产品的装备看，网络化、数字化、知识化的制造车间、单元和设备将构成新一代可再配置的制造硬件环境，即制造资源的可再配置性。

4) 从制造产品所需的企业管理和组织结构方面看，具备全球化、敏捷化、并行化的“扁平式”企业联盟（或扩展企业）集成技术将成为新一代制造企业生存的关键因素，即企业的可再集成性。

5) 从实现产品制造过程的手段看，支持整个产品生命周期，以客户和供应商早期介入为特征的客户、供应商、制造商三方协同工作模式将成为新一代制造企业的工作模式，即产品制造过程的协同性。