

国家自然科学基金资助项目研究成果

Research on Multi-agent Based Collaborative
Production Management and System

多智能体协同生产 管理及其系统

高阳 曾小青 周伟 著



内 容 简 介

为使我国制造企业在经济全球化的竞争中立于不败之地,并使我国真正成为制造业强国,亟需采用先进的制造理念和管理模式来提升企业竞争力。构建符合敏捷制造要求、以虚拟企业为组织方式、快速实现共同市场机会的生产系统就是解决上述问题的有效途径。

本书在总结作者多年研究成果的基础上,介绍了敏捷制造出现的时代背景以及基于敏捷制造的协同生产管理实现模式,提出了面向敏捷制造的虚拟企业系统框架,构造了适应虚拟企业要求的协同生产运作机制,这些内容主要包括基于多智能体的虚拟企业资源规划、基于多智能体协商的虚拟企业协作、虚拟企业的协同生产计划、任务分配与调度以及虚拟企业运作中的冲突消解;本书还详细介绍了采用多智能体技术开发虚拟企业协同生产管理系统的过程与方法。

本书紧密结合企业运作实践,内容新颖充实,结构合理,可供从事 CIMS、信息管理、工业工程的研究和开发人员参考,对各类企业管理人员以及高校相关专业的师生也有重要的参考价值。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

多智能体协同生产管理及其系统/高阳,曾小青,周伟著. —北京:清华大学出版社,2006.9
ISBN 7-302-12984-3

I. 多… II. ①高… ②曾… ③周… III. 人工智能—应用—生产管理 IV. F273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 046384 号

出版者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:黎 强

印 装 者:北京市昌平环球印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:15.5 字数:316千字

版 次:2006年9月第1版 2006年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-12984-3/F·1532

印 数:1~2000

定 价:35.00元

21 世纪,全球经济一体化的趋势锐不可当,市场竞争加剧,技术创新加快,消费者需求个性化日益明显,这就使企业所面临的环境发生了根本性的变化。企业要想在竞争中获胜,不仅要有通过技术创新、产品更新来开拓市场的能力,还要有对市场变化的快速响应能力,因此敏捷制造必将成为 21 世纪制造业的主导模式。虚拟企业正是因应敏捷制造要求而产生的一种新的组织形式。

自从 1991 年由美国里海大学和 13 家大公司在《21 世纪制造业发展战略》研究报告中首次提出敏捷制造以来,这个概念几乎引起所有美国大公司及世界范围其他各国公司的广泛关注。许多国家,尤其是世界主要工业化国家,相继制定了制造业的研究与发展计划,形成了与敏捷制造相关的概念及研究领域。

作为一种制造战略,敏捷制造仅仅为企业提供了一种如何构建能快速适应市场变化制造系统的设计思路,而要实现敏捷制造的目标,关键在于如何构建符合敏捷制造要求的生产系统,组织来自不同企业实体的各种资源,快速实现共同的市场机会。因此,如何实现这些实体间的协调与控制,使之高效、灵活、快捷地生产,为用户提供定制化的产品或服务,便成为一个必须解决的重要问题,也是敏捷制造对生产管理提出的重大课题。

虚拟企业的生产管理过程,涉及到客户、供应商、生产商、销售商等多个主体,他们相互之间必须进行活动的协同规划与调度,建立协调机制,从而获得成员之间的双赢。可以说,虚拟企业成员之间的协作一直贯穿于虚拟企业项目实施的全部过程之中。

虚拟企业协同生产规划是虚拟企业生产管理的核心之一,是为实现虚拟企业的总体目标,在虚拟企业经营战略的指导下,根据市场需求确定虚拟企业的生产任务,并将生产任务与虚拟企业各生产要素进行综合平衡,从时间上和空间上对各种资源进行的总体安排。虚拟企业的协同生产规划主要包括虚拟企业的资源规划和协同生产计划两个方面。

虚拟企业资源规划是制造资源快速重构为虚拟企业制造链的过程,是在最短的时间内对分布式生产资源进行最有效的“逻辑”上的重新构建和组合,是虚拟企业快速响应市场需求而对自身过程及组织的再设计。其具体内容就是根据虚拟企业经营目标,将生产

II 多智能体协同生产管理及其系统

任务分解为多个子任务,从中抽象出资源需求模型,通过与企业资源数据库中的资源能力进行比较,当企业现有资源不能满足需求时,即产生新的资源需求,通过采用信息搜索及智能规划的方法寻找外部企业资源并使之与需求进行匹配,从而得到虚拟企业资源需求的解决方案。

协同生产计划是指合作伙伴在相互信任的基础上,实时沟通,相互协同,并结合各自的生产情况,详细编制其所承担子任务的生产计划过程。它不仅是虚拟企业以低成本高效率的方式实现市场机遇的有效途径,而且可以从提高企业内部敏捷性以及加强成员企业之间的协作方式来实现虚拟企业的协同生产计划。对于每个成员企业而言,不但要考虑企业内部的业务流程,更要从供应链的整体出发,进行全面的优化控制,跳出单纯以本企业物料需求为中心的生产管理界限,进而充分了解用户需求并与供应商在经营上协调一致,实现信息的共享与集成,以客户化的需求驱动客户化的生产计划,实现企业内部以及与供应商之间计划的协同,以获得柔性敏捷的市场响应能力。

虚拟企业任务调度是为了实现虚拟企业的总体目标,在完成任务的计划和规划后,对虚拟企业的任务进行时序上的安排,组织并完成生产。虚拟企业中的调度具有特殊性。首先,由于成员企业都是利益自治体,因此相互之间不存在强制的集中式控制;其次,每个成员企业只负责某个或某些产品部件的生产,成员之间对彼此内部的作业过程并不了解。但由于不同产品部件的生产存在时序约束关系,因而使得成员企业不能不考虑其他成员的生产进度对本企业生产过程的影响以及本企业的延误对虚拟企业的影响等,这就要求成员企业之间的生产过程必须彼此协调。因此虚拟企业的调度问题对传统的生产调度方法提出了新的挑战。

在虚拟企业的生产管理过程中,由于各成员企业知识不完备,目标和资源不相同,因而可能导致成员企业之间各种冲突的发生,进而影响到成员企业间的协作,故需要采取相应的策略以避免和消解冲突。

虚拟企业作为企业组织新形式,越来越被理论界和实业界所重视,随着对虚拟企业研究的不断深入和虚拟企业运作经验的不断丰富以及信息技术的不断进步,虚拟企业已跨越了概念形成阶段而逐步进入到实际运作阶段。

作者近年来一直从事敏捷制造、虚拟企业、生产与运作管理方面的研究,相继完成了国家 863/CIMS 主题项目、国家自然科学基金资助项目和教育部博士点基金项目的有关研究,取得了一些初步成果。本书就是以上研究成果的总结。作者希望通过本书与广大科技人员和读者交流,从而推动我国在敏捷制造特别是虚拟企业方面的研究和实施工作。

本书以敏捷制造环境下的虚拟企业为研究对象,以虚拟企业各成员的协同生产规划、调度及冲突消解为主要研究内容,通过运用企业建模理论及工作流技术构建了虚拟企业的体系结构和过程模型;采用人工智能领域的 Agent 协作规划方法实现对虚拟企业异地

制造资源的优化配置;进而采用现代集成制造系统、多智能体协商、计算机网络通信、运筹学和供应链管理理论、技术与方法,对虚拟企业协同生产中的任务分解与分配、协同生产运作机制、协同生产管理系统的实现模式等问题进行了深入探讨,通过建立一套符合敏捷制造要求的多智能体协同生产运作机制及协调机制,设计开发出一种基于多智能体的虚拟企业协同生产管理原型系统,以为虚拟企业的协同生产提供理论和方法。

第1章分析了当前企业所面临的新环境,论证了企业向以敏捷制造战略为指导的虚拟企业经营模式转变的必要性。对敏捷制造、协同生产管理、虚拟企业及其相关概念做了界定,并对敏捷制造、虚拟企业建模、虚拟企业制造资源的快速重构、多智能体协作、虚拟企业协同生产计划、生产调度与冲突消解等相关理论与方法进行了详细论述。

第2章说明虚拟企业是一个复杂的系统,建立虚拟企业的体系结构及过程模型是描述、理解和支持虚拟企业行为的基础。本章对虚拟企业参考体系结构及建模方法进行了研究,给出了虚拟企业的参考体系结构与方法(VERAM),并采用UML及基于XML的过程规范语言(PSL)及Agent技术,建立了一种Agent强化的具有高度可扩展性及柔性的分布式虚拟企业 workflow 模型,可以为虚拟企业的构建与协同运作提供支持。

第3章论述资源规划是制造资源快速重构为虚拟企业制造链的过程,是虚拟企业协同运作的前提,讨论了虚拟企业的资源规划问题,对实现虚拟企业资源规划的多智能体规划方法及技术做了分析,详细阐述了制造需求与制造资源之间的自动匹配,由此可以动态构造虚拟企业制造链的过程。

第4章涉及虚拟企业的协作研究。资源规划为虚拟企业的构建与运作提供了能力上的保证,但由于虚拟企业成员是利益自治体,虚拟企业能否成功运行关键在于成员企业之间能否进行有效的协商与合作。本章通过对基于多智能体的协作框架、协作机制、协商策略等方面的深入分析来考查虚拟企业的协作问题。首先介绍了一种面向虚拟企业的开放式异构多智能体协作环境,对涉及多智能体协作的通信方式、通信语言、交互机制、协商过程中的决策支持等方面的实现技术进行了探讨,最后给出了一个具有学习能力的虚拟企业协商策略模型,对虚拟企业的协商过程进行了描述。

第5章介绍在成员企业有效协商与合作的基础上,虚拟企业可以进行具体的协同生产计划。本章对虚拟企业生产计划的特点与难点、虚拟企业生产计划系统模型、虚拟企业生产计划方法等进行了分析,并结合美菱股份有限公司的冰箱生产实例,从虚拟企业成员内部及其相互之间协同的角度对虚拟企业的生产计划进行了研究,讨论了如何通过几类计划信息的共享来实现成员企业之间的协同计划。

第6章对虚拟企业调度问题进行了分析,构建了分布、自治、并行的调度系统框架。首先采用项目分解结构方法对任务进行定义,再通过能力匹配来实现任务的分解,通过部分全局规划来实现约束满足,结合自学习协商和多属性决策来处理虚拟企业调度中的任

IV 多智能体协同生产管理及其系统

务分配和协作,采用集成的优化策略,来自动解决调度优化和再调度问题。

第7章论述在虚拟企业冲突消解过程中,建立合理的组织结构,构建统一的领域知识和各个环节协调机制是虚拟企业协调运作的前提,而集成的冲突消解策略体系则是虚拟企业协调运作的必要保证。本章采用模糊推理来进行消解方法的智能选择,通过聚类分析方法,将事例库中的事例分类,加速知识推理的过程;提出了正向知识推理和协商的冲突消解算法,由此可以为虚拟企业实现敏捷制造提供有力支持。

第8章着手讨论虚拟企业协同生产规划的实现问题。作者以美菱有限公司的冰箱生产为研究对象,采用多智能体技术,开发了美菱公司冰箱协同生产管理原型系统——CPMPS(collaborative production management prototype system)。本章详细阐述了CPMPS的分析与设计、CPMPS多智能体系统的开发过程,并对CPMPS的运行情况进行了介绍。

第9章对全书进行了总结,包括本书的研究特点及取得的主要研究成果,指出了存在的问题和今后的研究方向。

本书由高阳、曾小青、周伟三人合著,单汨源参加了部分研究工作。本书涉及的研究工作得到了国家自然科学基金和教育部博士点基金的资助,本书的编写和出版还得到了中南大学商学院、长沙理工大学管理学院和清华大学出版社的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

此外,作者在写作过程中参考了大量文献,并已尽可能地将这些文献列在各章后的参考文献表中,但其中仍难免有遗漏,这里特向漏列的作者表示歉意,并向所有的参考文献作者表示谢意。

由于作者水平有限,加之编写的时间仓促,书中的错误在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2006年2月

主要术语及缩略语对照表

acquaintance	熟知
action result queue	行动结果队列
advanced research project agency(ARPA)	(美国国防部)高级研究计划署
agenda queue	工序进程队列
agent	智能体,主体,智能代理
agent communication language(ACL)	智能体通信语言(或代理通信语言)
agent component library	智能体部件库
agent name server(ANS)	智能体名字服务器
agent oriented programming(AOP)	面向智能体的系统(程序)开发方法
agile manufacture(AM)	敏捷制造
agile manufacture initiative	敏捷制造创始
agile virtual enterprise(AVE)	敏捷虚拟企业
agility forum	(美国)敏捷论坛
Analytic Hierarchy Process (AHP)	层次分析法
algorithm base	算法库
algorithm library	算法库
application hosting	应用托管
application program interface(API)	应用程序接口(程序)
artificial intelligence(AI)	人工智能
atomic constraints	原子约束
atomic process	原子过程
autonomy	自治性
basic organization unit(BOU)	基本组织元

VI 多智能体协同生产管理及其系统

belief conflicts 信念冲突

blackboard system 公共黑板系统

business entity 经营实体

business object 业务对象

business process 业务过程

case based reasoning(CBR) 基于实例的推理

causal links 因果链接

code generator 代码生成器

computer aided software engineering(CASE) 计算机辅助软件工程

computer integrated manufacture system(CIMS) 计算机集成制造系统

collaborative commerce(CC) 协同商务

collaborative production management(CPM) 协同生产管理

common object request broker architecture(CORBA) 共用对象请求代理程序体系结构

composite constraints 复合约束

computing cell 计算单元

conflict resolution(CR) 冲突消解

constraint relaxation(CR) 约束松弛算法

consumer relation management(CRM) 客户关系管理系统

contract net protocol(CNP) 合同网协议

CNP queue 合同网协商消息队列

decomposition agent 任务分解智能体

distributed artificial intelligence(DAI) 分布式人工智能

deliberative architecture 慎思式系统结构

distributed problem solving(DPS) 分布式问题求解

document type definition(DTD) 文档类型定义

E-marketplace 电子虚拟市场

enterprise cluster 企业集群

enterprise resource plan(ERP) 企业资源计划

equipment resource(ER) 设备资源

extended enterprise 扩展企业

external team(ET) 外部项目组

facilitator 中介智能体(或推进器)

fast installation 快速装配

federation system 联邦系统

flexible manufacturing system(FMS) 柔性制造系统

flow-shop 流水车间调度

Foundation for Intelligent Physical Agents(FIPA) 电气与电子工程学会下属的计算机
标准化组织

generalized partial global planning(GPGP) 通用部分全局规划法

genetic algorithm(GA) 遗传算法

goal conflicts 目标冲突

hash 混列

hierarchical behavior space search 分层行为空间搜索法

hybrid-architecture 混合式系统结构

hypertext transfer protocol(HTTP) 超文本传送协议

identification(ID) 标识符

incoming message 消息队列

input parameters 输入参数

interface description language(IDL) 接口描述语言

internal team(IT) 内部项目组

Internet inter-ORB protocol(IIOP) 用于国际互联网的 CORBA 标准

Java message service(JMS) Java 信息服务

job-shop 作业车间调度

just in time(JIT) 及时制(生产方式)

knowledge query and manipulation language(KQML) 知识查询与操纵语言(知识通信
语言)

knowledge bank(KB) 知识库

VII 多智能体协同生产管理及其系统

knowledge economy 知识经济

knowledge based reasoning 知识推理

knowledge interchange format(KIF) 知识交换格式

knowledge share effort(KSE) 知识共享计划

KQML router interface library(KRIL) KQML 路由器接口库

lean production 精益生产

mailbox 信箱

manufacture resource plan(MRP) 制造资源计划

mass customization 批量定制

mass production 批量生产

master production schedule(MPS) 主生产计划

means-ends analysis 中间-结局分析(规划方法)

message handler 信息处理器

model based reasoning(MBR) 基于模型的推理

multi-agent(MA) 多智能体

multi-agent planning(MAP) 多智能体规划

multi-agent system(MAS) 多智能体系统

multi-attribute utility theory(MAUT) 多属性效用理论

multi-stage negotiation 多级协商

name server 名称服务器

national industrial information infrastructure protocols(NIIP) (美国)国家工业信息基础设施协议

network-based cooperative commerce chain(NCCC) 网络协同商务链

networked organization 网络组织

node 结点

object request broker(ORB) 对象请求代理

on time delivery 准时交货

ontology 本体(论)

ontology inference layer(OIL) 本体推理层

ontology interchange language(OIL) 本体互换语言
ontology markup language(OML) 本体标记语言
optimized production technology(OPT) 最优化生产技术
out parameters 输出参数

partial order planning(POP) 部分有序规划
partial global planning(PGP) 部分全局规划
peer 对等(者,伙伴)
performative 语义动作
plan conflicts 规划冲突
plan file 计划文档
plan merging 计划融合方法
precondition 前提
principle of least commitment 最小承诺原理
pro-activeness 能动性
process specification language(PSL) 过程规范语言
product data management(PDM) 产品数据管理
production planning and control(PPC) 生产计划与控制
production rule 产生式规则

quick turn around 快速转变

reactive architecture 反应式系统结构
reason machine 推理机
re-configurable 可重置
recursive transition network 递归转换网络
resource agent 资源智能体
resource description frame(RDF) 资源描述框架
route and switch(RS) 回溯
rule base 规则库
rule base 基规则
ruler based reasoning(RBR) 基于规则的推理

X 多智能体协同生产管理及其系统

scale economy 规模经济

scope economy 范围经济

scheduling agent 调度智能体

semantic network 语义网络

shifting bottleneck heuristic(SBH) 瓶颈转移法

shorter innovation time 快速创新

simple mail transfer protocol(SMTP) 简单邮件传输协议

simulated annealing(SA) 模拟退火算法

slot 槽

speech act theory 言语行为理论

Stanford research institute problem solver(STRIPS) 斯坦福研究所问题求解系统

step ordering constrains 步骤序约束

strings 字符串

STandard for the Exchange of Product model data(STEP) 产品模型数据交换标准

sub-process 子过程

supply chain management(SCM) 供应链管理

tabu search 禁忌搜索

task hash-table 任务混列表

task queue 任务队列

theory of constraints(TOC) 约束理论

time grain 时间粒度

total order 全序(与 partial order 相对)

unified modeling language(UML) 统一建模语言

uniform resource identifier(URI) 统一资源标识符

variable binding constrains 变量绑定约束

virtual organization 虚拟组织

virtual enterprise(VE) 虚拟企业

virtual enterprise reference architecture (VERA) 虚拟企业参考体系结构

virtual enterprise reference architecture and methodology(VERAM) 虚拟企业参考体系结构与研究方法

visual editor 可视编辑器

visualizer 观察器

work breakdown structure(WBS) 工作分解结构

workflow management coalition(Wf MC) workflow管理联盟

world class manufacture 世界级制造

world wide web consortium(W3C) 万维网协会(即环球信息网协会)

eXtensible markup language(XML) 可扩展标记语言

前言	I
主要术语及缩略语对照表	V
第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.1.1 企业面临的新环境	1
1.1.2 企业战略及经营模式的转变	2
1.2 基于敏捷制造的协同生产管理	4
1.2.1 敏捷制造与协同生产管理	4
1.2.2 虚拟企业及相关概念	6
1.2.3 虚拟企业的发展	10
1.3 基于敏捷制造的多智能体协同生产管理研究	12
1.3.1 概述	12
1.3.2 支持虚拟企业及其过程建模的技术	14
1.3.3 虚拟企业制造资源的快速重构	16
1.3.4 多智能体协作技术	16
1.3.5 虚拟企业的生产计划	17
1.3.6 生产调度	19
1.3.7 冲突消解	21
参考文献	24
第 2 章 虚拟企业参考体系结构与建模方法	29
2.1 VERAM——虚拟企业参考体系结构及研究方法	29
2.1.1 VE 概念层	31
2.1.2 VERA——虚拟企业参考体系结构层	32

2.1.3	VERAM 部件层	34
2.2	虚拟企业的建模	37
2.2.1	功能视图	37
2.2.2	信息视图	38
2.2.3	组织视图	39
2.2.4	资源视图	40
2.3	Agent 强化的虚拟企业工作流过程模型	41
2.3.1	虚拟企业中的工作流管理	42
2.3.2	Agent 强化的虚拟企业工作流	45
2.4	虚拟企业的供应链管理	51
2.4.1	供应链管理	52
2.4.2	虚拟企业的供应链	52
2.4.3	基于供应链的虚拟企业的特点	53
2.5	虚拟企业运作环境——协同商务	54
2.5.1	协同商务概念	54
2.5.2	协同商务对供应链管理的优化	55
	参考文献	57
第 3 章	基于多智能体的虚拟企业资源规划	59
3.1	虚拟企业的任务分解	59
3.1.1	虚拟企业的项目任务分解	59
3.1.2	虚拟企业的任务分解策略	63
3.2	虚拟企业资源规划	66
3.2.1	资源规划过程	66
3.2.2	资源规划的问题描述与采用的技术——多智能体规划	66
3.2.3	多智能体规划方法	69
3.3	多智能体规划的实现技术	73
3.3.1	规划系统结构	73
3.3.2	协调引擎的分布式问题求解技术	74
3.3.3	规划器的智能体规划技术	78
3.4	实例分析	80
	参考文献	82
第 4 章	基于多智能体协商的虚拟企业协作	84
4.1	多智能体系统及其结构	84

4.1.1	智能体的概念及性质	84
4.1.2	智能体系统结构	85
4.1.3	面向虚拟企业协作的多智能体系统结构框架	87
4.2	多智能体协作技术	89
4.2.1	协作的基本概念	89
4.2.2	智能体协作在虚拟企业中的应用	90
4.2.3	多智能体通信	90
4.2.4	基于合同网协议的多智能体协作机制	94
4.3	多智能体协商的原理与方法	95
4.3.1	协商的理论模型	95
4.3.2	多智能体协商	97
4.3.3	多智能体协商的形式化模型	98
4.4	实现虚拟企业共赢的多智能体多阶段协商	99
4.4.1	虚拟企业的协作机制	99
4.4.2	多阶段协商的算法描述	100
4.4.3	盟主与潜在成员企业之间的协商	101
4.4.4	潜在成员企业之间的多边协商	104
4.5	协商过程中的决策支持	106
4.5.1	构建多属性决策指标体系	106
4.5.2	构建多属性效用函数	107
4.5.3	基于合同网的自学习协商	107
	参考文献	115
第 5 章	虚拟企业的协同生产计划	118
5.1	虚拟企业生产计划的特点与难点	118
5.1.1	虚拟企业生产计划的特点	118
5.1.2	虚拟企业生产计划的难点	119
5.2	虚拟企业生产计划系统模型	120
5.3	虚拟企业项目粗规划	122
5.3.1	虚拟企业项目粗规划工作流程	122
5.3.2	项目总工期与最长估算工时和工期重叠的关系	123
5.3.3	最长估算工时的调整	125
5.3.4	工期重叠的调整	125
5.4	实现能力平衡的详细生产计划	127
5.4.1	问题的描述及模型建立	128

5.4.2	模型求解的启发式算法	130
5.5	虚拟企业的协同生产计划	135
5.5.1	成员企业内部的协同计划	136
5.5.2	成员企业之间的协同计划	137
	参考文献	139
第6章	基于多智能体协商的任务分配和调度	140
6.1	虚拟企业调度问题描述	140
6.1.1	问题描述	140
6.1.2	调度问题的特点	141
6.1.3	解决思路	141
6.2	基于MAS的VE调度框架	142
6.3	集成的调度优化算法	144
6.4	任务再调度	145
6.5	虚拟企业任务调度的实现	147
6.5.1	基于多智能体协商调度的总体流程	147
6.5.2	用混合遗传算法进行调度优化	149
	参考文献	155
第7章	虚拟企业运作中的冲突消解	157
7.1	冲突产生的原因与分类	157
7.1.1	冲突产生的原因	157
7.1.2	冲突分类	158
7.2	虚拟企业中的冲突问题建模	159
7.2.1	虚拟企业的冲突特征	159
7.2.2	虚拟企业的冲突建模	159
7.3	虚拟企业冲突消解系统	161
7.3.1	冲突消解系统模型	161
7.3.2	冲突预防过程	162
7.3.3	冲突消解过程	164
7.4	虚拟企业冲突消解策略	165
7.4.1	基于知识推理的冲突消解策略	165
7.4.2	基于协商的冲突消解策略	173
7.5	虚拟企业冲突的集成消解策略	174
7.5.1	冲突消解策略的选择	174