

大连理工大学管理论丛

面向产品生命周期的 知识协调管理理论与方法

党延忠 郭崇慧 吴江宁 等 著



科学出版社

大连理工大学管理论丛

面向产品生命周期的知识协调 管理理论与方法

党延忠 郭崇慧 吴江宁 等 著

本书得到国家自然科学基金重点项目“面向产品生命周期的知识协调管理若干理论与方法研究”（71031002）的资助

科学出版社
北 京

内 容 简 介

本书从知识管理的角度,针对产品生命周期的知识协调管理问题,基于复杂适应系统理论,从组织、行为、认知和共性技术四个方面论述了知识协调管理的相关理论和方法。在组织方面,论述知识型工作团队、企业联盟和非正式组织的知识协调管理作用;在行为方面,讨论问题处理和运作管理等共同活动的知识协调管理作用;在认知方面,提出多维本体作为知识协调的共享概念以及在知识协调管理中的基础作用;在共性技术方面,给出以数据挖掘和大数据分析方法及其在知识协调管理中的作用。最后以制造业为背景,介绍了三个应用实例。本书是针对产品生命周期进行知识协调管理研究的第一本专著。

本书可作为产品生命周期管理和知识管理相关人员阅读和深入研究的基础资料,也可作为相关学科研究生学习的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

面向产品生命周期的知识协调管理理论与方法 / 党延忠等著. —北京:科学出版社,2015
(大连理工大学管理论丛)
ISBN 978-7-03-045902-2
I. ①面… II. ①党… III. ①生产管理—知识管理 IV. ①F273
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 236300 号

责任编辑:马 跃 徐 倩 / 责任校对:冯红彩
责任印制:霍 兵 / 封面设计:黄华斌

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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 1 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2016 年 1 月第一次印刷 印张:42 1/2

字数:856 000

定价:180.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

丛书编委会

编委会名誉主任 王众托

编委会主任 苏敬勤

编委会副主任 李延喜 李文立

编委会委员 (按姓氏笔画排序)

王尔大 王延章 王国红 朱方伟 仲秋雁

任曙明 刘凤朝 刘晓冰 安 辉 苏敬勤

李文立 李延喜 迟国泰 陈艳莹 胡祥培

秦学志 原毅军 党延忠 郭崇慧 逯宇铎

董大海 戴大双

总 序

编写一批能够反映大连理工大学管理学科科学研究成果的专著，是几年前的事情了。这是因为大连理工大学作为国内最早开展现代管理教育的高校，早在1980年就在国内率先开展了引进西方现代管理教育的工作，被学界誉为“中国现代管理教育的先驱，中国MBA教育的发祥地，中国管理案例教学法的先锋”。大连理工大学管理教育不仅在人才培养方面取得了丰硕的成果，在科学研究方面同样取得了令同行瞩目的成绩。例如，2010年时的管理学院，获得的科研经费达到2000万元的水平，获得的国家级项目达到20多项，发表在国家自然科学基金委管理科学部的论文达到200篇以上，还有两位数的国际SCI、SSCI论文发表，在国内高校中处于领先地位。在第二轮教育部学科评估中，大连理工大学的管理科学与工程一级学科获得全国第三名的成绩；在第三轮教育部学科评估中，大连理工大学的工商管理一级学科获得全国第八名的成绩。但是，一个非常奇怪的现象是，2000年之前的管理学院公开出版的专著很少，几年下来往往只有屈指可数的几部，不仅与兄弟院校距离明显，而且与自身的实力明显不符。

是什么原因导致这一现象的发生呢？在更多的管理学家看来，论文才是科学研究成果最直接、最有显示度的工作，而且论文时效性更强、含金量也更高，因此出现了不重视专著也不重视获奖的现象。无疑，论文是重要的科学研究成果的载体，甚至是最主要的载体，但是，管理作为自然科学与社会科学的交叉成果，其成果的载体存在方式一定会呈现出多元化的特点，其自然科学部分更多的会以论文等成果形态出现，而社会科学部分则既可以以论文的形态呈现，也可以以专著、获奖、咨政建议等形态出现，并且同样会呈现出生机和活力。

2010年，大连理工大学决定组建管理与经济学部，将原管理学院、经济系合并。重组后的管理与经济学部以学科群的方式组建下属单位，设立了管理科学与工程学院、工商管理学院、经济学院以及MBA/EMBA教育中心。重组后的管理与经济学部的自然科学与社会科学交叉的属性更加明显，全面体现学部研究成果的重要载体形式——专著的出版变得必要和紧迫了。本套论丛就是在这个背

景下产生的。

本套论丛的出版主要考虑了以下几个因素：第一是先进性。要将学部教师的最新科学研究成果反映在专著中，目的是更好地传播教师最新的科学研究成果，为推进管理与经济学科的学术繁荣做贡献。第二是广泛性。管理与经济学部下设的实体科研机构有 12 个，分布在与国际主流接轨的各个领域，所以专著的选题具有广泛性。第三是纳入学术成果考评之中。我们认为，既然学术专著是科研成果的展示，本身就具有很强的学术性，属于科学研究成果，有必要将其纳入科学研究成果的考评之中，而这本身也必然会调动广大教师的积极性。第四是选题的自由探索性。我们认为，管理与经济学科在中国得到了迅速的发展，各种具有中国情境的理论与现实问题众多，可以研究和解决的现实问题也非常多，在这个方面，重要的是发动科学家按照自由探索的精神，自己寻找选题，自己开展科学研究并进而形成科学研究的成果，这样的一种机制一定会使得广大教师遵循科学探索精神，撰写出一批对于推动中国经济社会发展起到积极促进作用的专著。

本套论丛的出版得到了科学出版社的大力支持和帮助。马跃社长作为论丛的负责人，在选题的确定和出版发行等方面给予了自始至终的关心，帮助学部解决出版过程中的困难和问题。特别感谢学部的同行在论丛出版过程中表现出的极大热情，没有大家的支持，这套论丛的出版不可能如此顺利。

大连理工大学管理与经济学部

2014 年 3 月

序

当前，世界经济正在发生巨大变化。迅猛发展的知识经济改变了世界经济结构，新技术革命促进了不同产业间的联合，带动了传统产业的内部调整和新兴产业的迅速发展，对推动全球产业结构的调整发挥了重要作用。其中引人注意的是，美国和欧盟有些国家都提出“再工业化”战略，培养发展高端制造业。

20 世纪中后期，一些率先完成工业化的发达国家，将一部分制造业转移到具有成本优势的发展中国家，而本国则专注于更有优势的新兴产业。这就使得制造业产值相对下降，就业人数和制造业贸易份额比重下降，整个经济出现衰退的现象。这一历史事实表明，制造业是经济增长的引擎，以制造业为核心的实体经济是保持一个国家竞争力和经济可持续发展的基石。忽视制造业将会造成经济衰落，失去本国在全球的领先地位。美国和欧盟有些国家提出“再工业化”，正是为了扭转这种颓势。

近来的事实表明，“再工业化”是发达国家针对其在国际市场上的竞争力相对下降、国家在工业上投资不足的状况而提出的一种回归战略。这当然不是恢复传统的制造业，而是以高新技术为依托，发展先进制造业，发展高技术密集型产业，引领产业革命与技术革命。

改革开放以来，中国的制造业长期快速发展，工业总体实力跃上新台阶，200 多种工业品产量居世界第一，制造业规模与工业制成品出口规模居世界前列。但由于生产技术整体水平不高，生产效率和产品附加值较低，创新能力不足，高端制造业不发达，因此，中国的制造业大而不强。中国的工业化水平与发达国家相比，还有一定差距。发达国家的“再工业化”对中国形成了新的挑战。如何使中国的制造业从大变强，能够在全球化的宏观形势下立于不败之地呢？创新是不可或缺的重要因素。为此，中国提出“创新驱动”的国家战略，制造业的创新发展战略将推动中国从“制造大国”向“制造强国”转变。

创新包括技术创新、经营管理创新和体制创新。在知识经济时代，企业仅仅依靠内部的资源进行高成本的创新活动，已经难以适应快速发展的市场需求及日益激烈的企业间的竞争。在这种背景下，“开放式创新”正在逐渐成为企业创新

的主导模式。开放式创新的最终目标是以更快的速度、更低的成本,获得更多的收益与更强的竞争力。它是各种创新要素互动、整合、协同的动态过程,这要求企业与所有的利益相关者之间建立紧密联系,以实现创新要素在不同企业、个体之间的共享,构建创新要素整合、共享和创新的网络体系。“开放式创新”的核心理念就在于不再区分创新是来自于企业内部还是外部、创新是应用于企业内部还是外部,而是以期以最小的成本和最短的时间实现创新价值,使收益最大化。

与传统的封闭式创新模式相比,“开放式创新”模式的核心在于如何对大量的有着多方面差异的创新主体进行协调,使产品生命周期成为一个协同创新的整体,这是这种新的创新模式带来的新问题。这个问题引起国内外企业界与学术界的高度关注,其一方面从实践上加以探索,另一方面则从理论上进行多学科的综合研究。

该书是大连理工大学系统工程研究所从事知识科学与知识管理研究的团队,在完成国家自然科学基金重点项目“面向产品生命周期的知识协调管理若干理论与方法研究”(71031002)并获得理论与应用成果的基础上撰写的学术专著。团队多年来从事知识管理与创新的理论和应用研究,有一定的积累。为了更好地结合我国的实际,团队组织多个专题领域的成员承担这一重点项目。考虑到知识管理在产品生命周期各阶段有着重要的作用,所以,项目以产品生命周期中的知识协调管理理论与方法为研究内容。

产品生命周期的理论和方法在制造业的管理中是应用已久且行之有效的方法,在当前企业信息化被广泛应用的形势下,产品生命周期的管理将以产品数据管理为基础,通过信息流打通产品从概念、规划、设计、制造、销售、售后服务,到退出市场的整个生命周期的全过程,实现以产品为中心的全过程管理。产品生命周期包含了越来越多的知识,有必要将知识管理融入产品生命周期管理之中,实现产品生命周期数据、信息、知识的协调流动,从而促进企业的发展和进步。

该课题把产品生命周期中由各种知识要素及其复杂关系所构成的知识系统称为知识协作系统。知识协作系统是一种以人为主的知识系统,其构成要素包括产品生命周期中的人员和组织(部门、企业等);构成关系包括人与人、人与组织、组织与组织的关系,还包括人与物的关系(但不包括物与物的关系)。由于知识协作系统是产品生命周期系统中与知识相关的子系统,融汇了产品生命周期系统中的所有知识要素,所以,对知识协作系统的知识协调管理的目的在于,从系统整体高度对“以人为主的知识系统”中的众多复杂关系和知识冲突进行综合的全面协调,以提高系统整体创新能力。

从系统工程的视角看来,这显然是一类复杂系统,其特点包括以下几点。

(1) 系统包括许多具有独立意志的主体。因为参加协同创新的主体并不属于

同一行政隶属单位，所以各自都有独立的认知、判断和决策权。

(2) 系统结构和行为是不可能从其组成部分的结构和行为推断出来的。因为这些主体是由具有自主权的人员构成的，分散的协同组织和个人的行为及其对全局的影响很难直接推断。

(3) 系统是非确定性的，也就是说具有不可预测的行为，特别是人员的隐性知识和创造性思维发挥的作用具有很大的不确定性。

(4) 复杂系统是自组织的，特别是一些由于自组织作用形成的非正式组织，在创新过程中起到了积极作用。

(5) 系统具有非线性动态特性。在宏观层面上出现“涌现”，如果能够及时察觉、主动利用这些“涌现”，将会获得意想不到的积极创新效果，而对负面效果如果不能及时察觉与处理，不但会对当前的创新活动产生消极影响，而且会迁延到以后的创新活动之中。

面对复杂系统，有一种意见是，世界本质上是简单的，复杂的系统都可以简化为简单的系统。这种还原论的思想难以处理复杂的事物。而从事复杂性研究的学者认为，世界本质是复杂的，除了一小部分系统外，都无法简化为简单系统。面对复杂的创新活动，要尊重客观事物复杂性的存在，不能指望都用简单化的方法加以处理，而是需要用复杂性思维和方法论来处理复杂的创新问题。

该项目对知识协调管理进行研究的根本思路在于把知识管理和复杂系统的研究综合起来，从复杂社会系统的视角考察这类知识系统。这类系统的基本成员无论是个人，还是群体或团队，甚至是企业，彼此之间既有合作又可能产生竞争和冲突，从而使得组织的形成和演化、组织中的知识创造具有复杂适应性特点。该课题的研究以复杂适应系统理论为指导，从组织、行为、认知和共性技术四个方面探讨了知识协调管理的相关理论和方法。这是一次新的尝试。

知识管理是以人为中心的，该课题的研究突出了人的认知和组织行为的能动作用，在肯定德国工业 4.0 思想先进性的同时，也指出了其中信息物理空间 (cyber physical system, CPS) 对于第三个空间“社会空间”未加重视的局限性。对社会空间的重视以及信息物理社会三个空间 (cyber physical social system, CPSS) 的提出，应该说是我国学术界的一个独特的观点。

基金重点项目的研究工作经过四年奋战，取得了多方面的成果，这些成果在该书中做了初步总结。该书首先对产品生命周期和知识协调管理的相关理论进行论述。其次从产品生命周期及产品生命周期管理、知识管理及知识协作系统和知识协调管理两个方面构建基本理论框架。由于人是知识主体，是影响知识交流、知识管理和知识创新的主要因素，既是知识协调管理的对象，也是知识协调管理的主体，基于这一理念，该书分别从与人的因素密切相关的组织、活动、认知和共性技术四个方面论述知识协调管理，在此基础上论述了七种知识协调机制。最

后列举了几个应用案例。全书贯穿了从理念到方法、工具，再到具体应用的逻辑顺序。为了便于更多的读者能够较快地认识上述内容，该书还在不同层次上介绍了作为预备知识的一些有关概念和方法。

现在基金重点项目已经结题，研究成果应该公之于世，以利于学术交流。而这些新的探索还需要进一步深化和发展，并接受实践的检验。希望该书的出版，能够引起企业界和学术界关注这一课题的进展，在理论和实践上使得这一新领域的研究和应用能够不断获得新的成果，从而推动制造业的创新驱动，这也是该书出版的用意和希望。

王众托

2014年12月

前言

近年来，在金融危机的巨大冲击下，全球各国都在深刻反思并逐渐认识到，以制造业为核心的实体经济才是保持国家竞争力和经济可持续发展的基石。

美国和欧盟有些国家都提出了“再工业化”战略，培养发展高端制造业。美国为此采取了一系列举措，综合利用联邦政府、学术界和企业界的资源，构建先进制造业创新网络，以确保新一轮制造业革命发生在美国。德国为了保持国际竞争力，支持工业领域新一代革命性技术的研发与创新，提出了工业 4.0 概念，德国认为这是第四次工业革命。德国把蒸汽机时代称为工业 1.0，电力时代称为工业 2.0，自动化时代称为工业 3.0。工业 4.0 将封闭的生产工厂转变为一个开放的、智能的生产空间，构建资源、信息、物品和人相互关联的“信息物理系统”。信息物理系统通过传感网把现实世界紧密连接起来，采集生产制造过程中与设计、开发、生产有关的所有数据，并利用网络空间的高级计算能力进行分析，形成可自律操作的智能生产系统。在智能工业方面，德国西门子、博世等知名公司已经开始行动，不仅如此，就连大众汽车这样的传统制造企业也参加进来，这些现象表明信息技术与传统制造业融合是大势所趋。

改革开放以来，中国制造业虽然取得了快速发展，并于 2010 年成为世界制造业第一大国。但是，由于创新能力不足，高端制造业不发达，基本上处于制造业价值链的低端，主要利润流向国外。因此，中国的制造业长期在高成本、高污染、高能耗和低收益的所谓“三高一低”的状况中徘徊。如何使中国的制造业摆脱“三高一低”，降低成本、减少能耗、消除污染并提高利润，从而使中国从制造业大国变为制造业强国？显然，创新是不可或缺的重要因素，这也是世界范围内新一轮工业革命的主要特征。

无论是美国的“再工业化”、德国的“工业 4.0”，还是中国制造业的转型升级，表面上看似乎是制造业的简单回归，但是在深层次上，这种回归则是由创新驱动的“螺旋式”上升过程。在物联网、云计算、大数据等新兴信息技术快速发展的今天，网络社交工具被广泛使用并激发着制造业从传统的封闭式创新模式向开放式创新（open innovation）、协同创新（collaborative innovation）模式“螺旋式”上升。此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

旋式”演进。这种开放式演进过程打破了制造业企业的封闭边界，企业可以利用网络平台广泛地吸收社会创新资源，使创新主体大量增加，除了企业自身的内部员工之外，还包括产品的最终用户、供应商、知识工作者甚至竞争对手等所有的利益相关者，他们都不同程度地、有意无意地为创新做着贡献。人与人的关联、人与物的关联、企业与社会的关系越来越密切，创新速度越来越快，越来越深地推动着制造业的螺旋式演进过程。

产品生命周期中的各个阶段分属于不同的“工艺”，同时又是一个不可割断的有机整体。沿着产品生命周期聚集的不同专业、不同领域的企业、部门、员工，用户、供应商等大量的异质性创新主体，都在各自为产品创新贡献着知识和智慧。与传统的封闭式创新模式相比，开放式创新模式如何对大量的异质性的创新主体进行协调，使产品生命周期成为一个协同创新的整体，将是开放式创新模式带来的新问题。由于创新是一种基于知识的智慧型活动，特别是在知识经济时代，知识已经成为企业获取竞争优势不可或缺的战略资源。开放式创新中的大量创新主体，在丰富知识来源的同时，也增加了创新主体之间的差异，即异质性。大量的异质性创新主体具有双重特点：一方面，庞大的数量导致异质性增强，同时产生丰富的知识内容，从而有利于创新，因此异质性是推动创新的动力；另一方面，庞大的数量在产生异质性的同时，会催生出更多的矛盾和冲突，反而会影响和制约创新的发展，成为创新的阻力，这是开放式创新模式中包含的一个内在矛盾。

因此，本书立足知识管理的角度，从产品生命周期系统中抽象出以人为主要的知识协作系统（knowledge collaboration system, KCS），针对创新主体之间存在的矛盾和冲突、异质性催生出的动力与阻力之间的矛盾等问题，阐述知识协调管理（knowledge coordination management, KCM）的相关理论和方法。知识协调管理的根本任务是协调异质性创新主体之间的矛盾和冲突，创新主体相互协作（collaboration），促使知识协作系统在整体上产生协同（synergy）状态，最大限度地发挥开放式创新的协同作用。这就是知识协调管理的目的，也是创新，特别是开放式创新所面临的知识管理新问题。

本书以复杂适应系统（complex adaptive system, CAS）理论为指导，从组织、行为、认知和共性技术四个方面论述知识协调管理的相关理论和方法。

在组织方面，本书界定的组织不仅包括企业组织，即与产品生命周期相关联的各个企业和部门，还包括研究型组织、中介组织和政府组织等与产品开放式创新相关的所有社会组织。本书重点讨论了三种类型组织的知识协调作用：第一种是知识型工作团队的知识协调作用；第二种是宏观层面的企业联盟的知识协调作用；第三种是正式组织中广泛存在的非正式组织的知识协调作用。在行为方面，本书讨论了共同活动中的知识协调管理问题，共同活动是指组织或员工所共同从

事的与产品生命周期相关的各种业务或工作，涉及两种类型的共同活动，一种是问题处理活动，另一种是生产运作活动。在认知方面，本书讨论了作为知识协调共同语言的本体问题，共同语言的本质是共享概念，属于认知问题。知识是经过人类大脑对外部世界的认知并加工而产生的，不同的人对相同事物的认知会有不同的结果，即使是对相同认知的表述，也会由于语言和表达方式的差异而产生分歧。因此，对于在开放式创新和协同创新模式中的众多创新主体有必要提供一个共同的认知基础和标准，本书提出并研究了一种称为多维本体的共享概念模型。在技术方面，本书从产品生命周期的角度，重点介绍了数据挖掘技术，旨在对企业各个环节的数据进行分析和挖掘，发现隐含在大量数据背后的信息和知识，将基础数据转化为满足各部门和企业领导需要的信息和知识，支持他们的决策。本书最后介绍了部分理论成果的应用案例。

本书内容共分四个部分：第一部分为绪论，即第1章，对本书核心内容进行总体概述；第二部分是关于产品生命周期和知识协调管理的相关理论的论述，包括第2章和第3章，为本书的主题面向产品生命周期的知识协调管理作理论铺垫，分别从产品生命周期系统、产品生命周期管理和知识协作系统、知识协调管理几个方面介绍相关理论、概念和知识；第三部分是面向产品生命周期知识协调管理的协调方法，包括第4~10章，分别论述七种知识协调机制；第四部分是应用案例，包括第11~13章，由于产品生命周期的复杂性和实践的艰巨性，目前还没有完整的涵盖全生命周期的知识协调管理实例，本书只是根据理论研究所涉及的产品生命周期若干阶段中的部分问题，介绍了几个实际应用案例。

本书内容是作者所在的科研团队长期从事知识管理研究的成果，在成书过程中，党延忠教授主持了本书的策划及编写工作，提出了本书的基本思路、整体架构和主要学术观点，并撰写了第1章、第7章、第9章和第11章；郭崇慧教授撰写了第2章、第10章、第12章和第13章；吴江宁教授撰写了第4章，并对全部书稿进行了统筹和编辑；夏昊翔教授撰写了第3章；潘东华副教授撰写了第5章；荣莉莉教授撰写了第6章；王明征教授撰写了第8章；钱永胜和杨光飞老师对全书文字和格式进行了规范化处理及审校。本团队的博士生李丽双、于娟、李海林和硕士生雷凡、李博、刘洁、于文玉、丁雨蒙、张效衡、汉鑫、殷波锐、彭凡、邵长艳、贺悦等参加了项目的部分研究，他们的研究成果为本书的撰写提供了部分素材。杜灵育、库向杰硕士生为本书做了很多绘图的工作。

感谢国家自然科学基金委员会管理科学部给本书研究工作提供的“面向产品生命周期的知识协调管理若干理论与方法研究”（71031002）项目资助和相关支持。

本书针对产品生命周期管理与知识管理交叉领域的新问题，提出了一些探索性的理论和方法，目前还不尽完善，加之作者水平有限，难免存在不足之处，敬请读者不吝赐教。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 制造业的发展与创新	1
1.2 产品生命周期中的知识协作系统	4
1.3 知识协作系统中的知识协调管理	7
1.4 本书内容结构	14
参考文献	15
第 2 章 产品生命周期与产品生命周期管理概述	17
2.1 经济与管理领域中的生命周期概念	17
2.2 产品生命周期	20
2.3 产品生命周期管理	25
2.4 产品生命周期中的数据与知识	32
2.5 本章小结	37
参考文献	38
第 3 章 知识管理与知识协调管理	39
3.1 知识管理研究现状	39
3.2 产品生命周期中的知识管理	48
3.3 从知识管理到知识协调管理	54
3.4 复杂适应系统视角下的知识协作系统	56
3.5 知识协调管理的研究基点与思路	65
3.6 本章小结	69
参考文献	70
第 4 章 工作团队的知识协调管理	73
4.1 团队知识协调管理概念模型	74
4.2 团队成员知识互动过程与协调机制	83
4.3 团队建模与计算实验方法	112
4.4 团队发展的计算实验	121

4.5 本章小结	161
参考文献	162
第5章 企业联盟的知识协调管理	164
5.1 企业联盟	165
5.2 联盟内的知识转移机理	170
5.3 联盟成员间的知识转移机制	196
5.4 创新任务驱动的联盟成员选择与协调	204
5.5 本章小结	217
参考文献	217
第6章 非正式组织的知识协调作用	219
6.1 非正式组织	220
6.2 非正式组织的知识协调方式	237
6.3 微观层面的知识协调模型	250
6.4 宏观层面的知识协调模型	263
6.5 本章小结	284
参考文献	285
第7章 问题驱动的知识协调管理	287
7.1 问题及特性	288
7.2 问题处理与问题处理知识	297
7.3 问题处理知识表示模型	305
7.4 综合协调网络模型的生成与运用	317
7.5 实例分析与原型系统	348
7.6 本章小结	364
参考文献	365
第8章 生产运作系统中知识与生产的协同优化管理	366
8.1 知识共享激励优化模型	366
8.2 生产计划中的优化调度方法	379
8.3 敏感生产信息保护方法	395
8.4 本章小结	415
参考文献	415
第9章 知识协调管理的共享概念——多维本体	417
9.1 本体概述	418
9.2 多维本体	428
9.3 多维本体术语获取方法	440
9.4 多维本体领域概念获取方法	457

9.5 多维本体关系获取方法	473
9.6 实体关系抽取方法	495
9.7 汽车制造领域本体构建实例	509
9.8 本章小结	519
参考文献	519
第 10 章 知识协调管理的共性技术——数据挖掘	522
10.1 制造业进入大数据时代	523
10.2 面向产品生命周期的数据挖掘技术	528
10.3 基于分段聚合时间弯曲距离的时间序列挖掘	535
10.4 基于数据挖掘技术的客户细分	542
10.5 本章小结	548
参考文献	548
第 11 章 汽车冲压生产管理中的知识协调管理应用系统	550
11.1 冲压生产管理中的知识协调管理问题	550
11.2 问题驱动的知识协调管理系统	552
11.3 规范性知识的标签化管理系统	572
11.4 外部知识获取分析与可视化系统	587
11.5 集成系统——冲压车间生产管理系统	598
11.6 本章小结	620
第 12 章 面向发动机研发管理的数据挖掘系统及关键技术	621
12.1 发动机设计知识分类与获取	621
12.2 发动机试验数据挖掘系统需求分析	624
12.3 发动机试验数据挖掘系统设计	625
12.4 发动机试验数据挖掘系统实现的关键技术	633
12.5 本章小结	641
参考文献	642
第 13 章 汽车 4S 店客户细分及变化挖掘	644
13.1 汽车 4S 店客户细分的前期准备	644
13.2 基于 SOM 神经网络聚类的 4S 店客户细分	648
13.3 汽车 4S 店客户群变化挖掘	655
13.4 本章小结	659
参考文献	660

1.1 制造业的发展与创新

以制造业为核心的实体经济是保持一个国家和地区的竞争力及经济可持续发展的基石^[1]。在虚拟经济导致全球金融危机之后，美国、欧盟都提出“再工业化”战略，目的是大力发展先进制造业，促进本土经济健康、可持续发展。

2012 年 2 月，美国国家科技委员会推出“先进制造业国家战略计划”，正式将先进制造业提升为国家战略，以抢占新一轮全球制造业竞争的优势地位，并确保下一轮制造业革命发生在美国^[2]。为此美国采取了一系列举措，整合联邦政府、学术界和企业界的资源，构建先进制造业创新网络。美国总统奥巴马提议联邦政府一次性拨款 10 亿美元，建立 15 个制造业创新研究所，组成国家制造业创新网络，以缩小基础研究和产品开发的差距，加快科技成果转化和大规模商业化应用。这一创新网络有助于高校、企业、社区，以及联邦、州和地方政府等形成合力发展尖端科技和共性技术，加速创新步伐，共同解决制造业发展的相关问题。国家制造业创新网络的另一功能是协调作用，通过协调和推广手段来提升单个制造业创新研究所的影响力，以确保先进制造业成为美国经济的支柱产业，以及美国在全球制造业竞争中的领先地位。虽然制造业仅占美国国内生产总值（GDP）的 12%，但制造业对美国国家创新体系的建设发挥着非常重要的作用。美国国内产业 70% 的研发活动和 70% 的企业专利都来自于制造业^[2]。

2011 年 11 月，德国政府在《高技术战略 2020》报告中提出“工业 4.0”的概念，其要义是大力支持工业领域新一代革命性技术的研发与创新。这是一项旨在保持德国国际竞争力的战略，在德国被认为是第四次工业革命。工业 4.0 的概念是在 2011 年德国汉诺威工业博览会上提出的，它将工业发展分为四个阶段，包括蒸汽机时代的工业 1.0、电力时代的工业 2.0、自动化时代的工业 3.0，以及