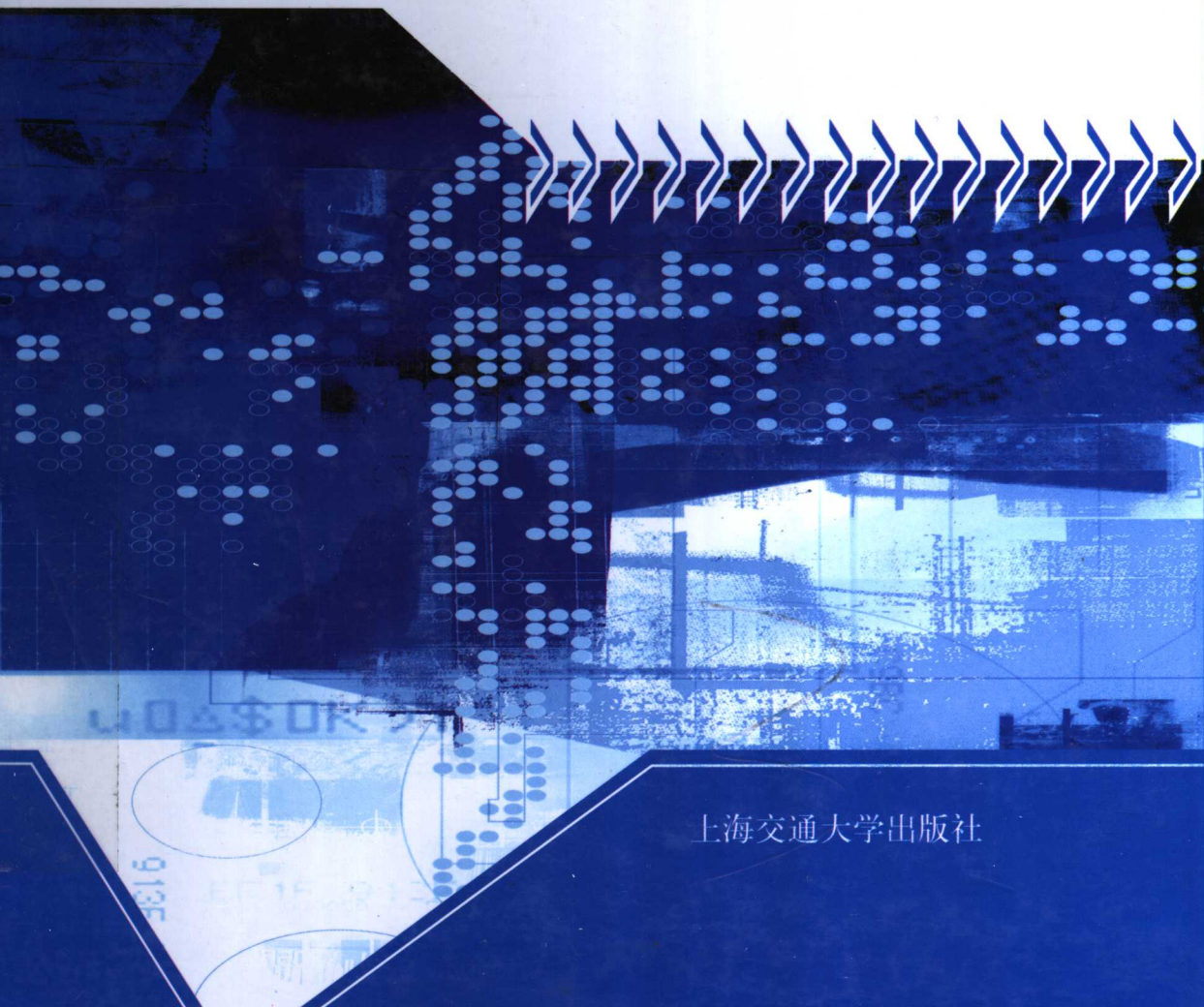




KBE技术

及其在产品设计中的应用

► 彭颖红 胡 洁 编著



上海交通大学出版社

TB472/150

2007

KBE 技术及其在产品 设计中的应用

彭颖红 胡 洁 编著

上海 交 通 大 学 出 版 社

内 容 提 要

基于知识的工程(Knowledge Based Engineering, KBE)是面向现代设计要求而产生、发展的新型智能设计方法和设计决策自动化的重要工具。本书旨在全面、系统、深入地论述 KBE 的理论、方法及其在产品设计中的应用。主要内容包括: KBE 技术概述、KBE 中的知识表示、KBE 中的知识建模、KBE 中的知识获取、KBE 中的知识繁衍、KBE 中的知识推理、KBE 中的知识集成、KBE 中的知识管理以及 KBE 技术在产品设计中的应用实例。作者结合从事 KBE 的理论、方法与应用研究, 承担了国家 863 计划重点项目、国家自然科学基金等项目的研究工作, 并结合国内外有关知识工程的文献和研究现状撰写了本书。本书可作为机械制造及其自动化、材料加工工程专业从事 KBE 研究和产品设计人员参考用书, 亦可供高校有关学科学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

KBE 技术及其在产品设计中的应用 / 彭颖红等著. —上海: 上海交通大学出版社, 2007
ISBN 978-7-313-04773-1

I. K… II. 彭… III. 工业产品 - 设计 IV. TB472

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 061329 号

本书出版由上海市科技专著出版资金资助

KBE 技术及其在产品 设计中的应用

彭颖红 胡 洁 编著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

常熟市文化印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 960mm 1/16 印张: 21.5 插页: 4 字数: 401 千字

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1 - 2 050

ISBN 978-7-313-04773-1/TB · 085 定价: 43.00 元

版权所有 侵权必究

出版说明

科学技术是第一生产力。21 世纪,科学技术和生产力必将发生新的革命性突破。

为贯彻落实“科教兴国”和“科教兴市”战略,上海市科学技术委员会和上海市新闻出版局于 2000 年设立“上海科技专著出版资金”,资助优秀科技著作在上海出版。

本书出版受“上海科技专著出版资金”资助。

上海科技专著出版资金管理委员会

产品设计是制造业的灵魂,产品的结构、功能、质量、成本、交货时间,以及可制造性、可维修性、报废后的处理,以及人、机、环境关系等与产品的设计阶段有密切关系。随着产品结构越来越复杂,功能越来越趋向集成化和复合化,新产品开发所需要的知识越来越多,尤其是面对市场国际化的激烈竞争,产品设计活动越来越要求以最快的时间,将所需要的新知识溶入产品之中。设计是否成功,取决于所需要的技术和知识,尤其是新知识、新技术的含量。当前的计算机支持系统对于产品设计、制造过程中所需知识的获取、组织、传递及运用能力,仍停留在较低的水平,这是制约产品创新的瓶颈问题,而这一矛盾特别尖锐地反映在现代设计中。

现代产品设计是一个知识驱动的创造性过程,它包含了对知识的继承、集成、创新和管理。随着智能技术的发展与完善,人类如何将知识作为改造传统产业的原动力,已成为重要的研究课题。基于知识的工程(Knowledge Based Engineering——KBE)正是面向现代设计要求而产生、发展的新型智能设计方法和设计决策自动化的重要工具,已成为促进工程设计智能化的重要途径。英国 Warwick 制造组的 Chapman 博士指出:到 2010 年,KBE 对于企业的重要性,就如同 CAD/CAE/CAM 在 20 世纪 90 年代给工业界带来的变革同样重要;美国 Ford 汽车公司也将 KBE 作为 21 世纪发展战略中信息领域的关键技术之一。

现代产品设计是一个反复的复杂过程,涉及各个方面,既需要系统、深入的理论指导,又依赖大量实践知识的积累。传统的产品设计大多是凭经验或借助传统的 CAD 工具进行的,致使产品开发周期长、成本高,适应不了我国国民经济飞速发展的需要。为此,有必要用先进的 KBE 理论与技术来指导我国产品开发和加快高层次专门人才的培养。

作者结合从事 KBE 的理论、方法与应用研究以及承担的国家 863 计划重点项目、国家自然科学基金等项目的研究工作,并在分析了国内外有关知识工程的文献和研究现状基础上撰写了本书。书中介绍了 KBE 的理论、方法及其在产品中的应用,还提供了一些应用案例,为机械制造及其自动化、材料加工工程专业从事 KBE 研究和产品设计人员提供参考用书,本书亦可供高校有关学科学生参考。

在本书的编写过程中,李大永副教授、赵震副教授、袁国华博士、尹纪龙博士、付相君博士等提供了知识获取、繁衍、表示、建模、推理等方面的相关资料;同时,也得到了曹兆敏教授、周飞副教授、王伟明博士、张少睿博士、尹忠慰博士、戚进、詹振飞、李晟、胡晓、蒋怡翎、徐娟、杨子立、夏钮琛等的帮助,在此一并表示感谢!本书得到上海科技专著出版资金、国家自然科学基金(50634010、60304015 和 50575142)等的资助,特此表示感谢。

KBE 的理论、方法及其应用研究仍处于发展阶段。限于作者的能力和水平,书中不足之处恳请批评指正。

作者于上海交通大学

2006 年 10 月

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 KBE 提出的背景	1
1.2.1 知识经济	1
1.2.2 基于知识的工程(KBE)	3
1.3 KBE 技术的产生与发展	6
1.3.1 人工智能的产生与发展	6
1.3.2 设计型专家系统的产生与发展	8
1.3.3 知识工程学的产生与发展	11
1.3.4 KBE 技术的产生与发展	14
1.4 KBE 的定义	16
1.5 本书的主要内容	18
1.6 小结	18
参考文献	19
第 2 章 KBE 技术概述	22
2.1 引言	22
2.2 现代设计技术	22
2.2.1 计算机辅助设计技术	22
2.2.2 计算机仿真技术	26
2.2.3 产品数据管理技术	28
2.3 KBE 的一般技术	30
2.3.1 知识的表示	30
2.3.2 知识的推理	33
2.3.3 知识获取与繁衍	35
2.3.4 知识集成与管理	39
2.4 小结	42
参考文献	42
第 3 章 KBE 中的知识表示	45
3.1 引言	45

3.2 基于产生式规则的表示方法	45
3.3 基于事例的表示方法	46
3.3.1 事例表示方法	46
3.3.2 事例的内容	48
3.3.3 事例表示的其他方面	48
3.4 面向对象的知识表示方法	49
3.4.1 对象的组成及结构	50
3.4.2 槽的结构	51
3.4.3 规则的表示	52
3.4.4 面向对象表示法的实例	52
3.5 基于本体理论的知识表示	56
3.5.1 本体的定义	56
3.5.2 本体描述语言	59
3.5.3 本体的构建方法论	68
3.5.4 本体的应用	68
3.5.5 本体的构建过程	71
3.6 应用实例一:冲压件工步排样的事例表示	75
3.6.1 单特征事例的表示	78
3.6.2 组合特征事例的表示	83
3.6.3 零件事例的表示	85
3.7 应用实例二:虚拟样机设计中的知识本体表示	86
3.8 小结	89
参考文献	89
第4章 KBE 中的知识建模	94
4.1 引言	94
4.2 基于特征的知识建模	94
4.2.1 几何特征的定义	94
4.2.2 几何特征的分类	95
4.2.3 几何特征建模方法	97
4.2.4 几何特征模型的 XML 数据级表示	101
4.3 基于 Semantic Web 的知识级语义建模	104
4.3.1 语义级知识建模	106
4.3.2 基于本体的语义级知识建模	108

4.3.3 基于语义 Web 的产品知识描述模型	116
4.4 应用实例一:冲压工艺设计中的知识建模	123
4.5 应用实例二:齿轮泵设计中的知识级语义建模	138
4.6 小结	146
参考文献	146
第 5 章 KBE 中的知识获取	148
5.1 引言	148
5.2 数据挖掘与知识获取	148
5.3 数据挖掘和知识获取方法	151
5.3.1 主成分分析方法	151
5.3.2 决策树方法	153
5.3.3 粗糙集方法	155
5.3.4 改进的模糊粗糙集方法	157
5.4 几种数据挖掘算法的比较与评价	162
5.4.1 评价标准选择	162
5.4.2 实验研究	163
5.4.3 结果与讨论	165
5.5 应用实例一:基于主成分分析方法的知識获取	167
5.6 应用实例二:基于模糊粗糙集方法的知識获取	172
5.7 小结	176
参考文献	176
第 6 章 KBE 中的知识繁衍	178
6.1 引言	178
6.2 知识繁衍的框架	178
6.3 基于知识繁衍的智能优化方法	183
6.3.1 最优化问题数学模型	183
6.3.2 基于归纳学习与局部搜索的智能优化方法	184
6.3.3 基于归纳学习与响应面设计的智能优化方法	186
6.4 应用实例一:基于知识的挤压锻造模具优化	190
6.5 应用实例二:基于知识的辊弯成形轧辊辊径优化	195
6.6 小结	200
参考文献	201

第 7 章 KBE 中的知识推理	202
7.1 引言	202
7.2 知识推理方法	202
7.2.1 基于规则的推理(RBR)	202
7.2.2 基于模型的推理(MBR)	203
7.2.3 基于事例的推理(CBR)	204
7.2.4 CBR、RBR、MBR 比较与集成	206
7.3 基于事例的推理(CBR)	210
7.3.1 事例的表示技术	210
7.3.2 事例检索	210
7.3.3 事例改写	214
7.3.4 事例的组织、学习、维护	217
7.4 应用实例:基于知识推理的进模工步排样系统	219
7.4.1 实例一:开盒杆零件设计	220
7.4.2 实例二:录音机机芯电机托架	229
7.4.3 实例三:带沉孔的自定义零件	232
7.5 小结	234
参考文献	234
第 8 章 KBE 中的知识集成	238
8.1 引言	238
8.2 基于 XML 的信息集成	238
8.2.1 基于 XML 进行信息集成的优势和重要作用	238
8.2.2 XML 及其相关技术	239
8.2.3 关系数据库与 XML 数据模型的集成	243
8.3 基于 Semantic Web 的知识集成	246
8.3.1 知识的语义移植	246
8.3.2 EXPRESS Schema 的语义抽取	249
8.3.3 XML 数据源的语义化	256
8.4 应用实例一:基于 XML 的汽车开发过程中的信息集成	261
8.4.1 在 SQL Server 中建立关系数据与 XML 数据结构映射	262
8.4.2 基于 SQL Server 建立数据完整性约束映射	264
8.5 应用实例二:基于 Semantic Web 的汽车开发过程中的	

知识集成	267
8.6 小结	272
参考文献	272
第9章 KBE 中的知识管理	274
9.1 引言	274
9.2 知识管理概述	274
9.2.1 知识管理的现状	274
9.2.2 企业管理领域中的知识管理	277
9.2.3 产品设计领域中的知识管理	280
9.3 基于网络的知识管理系统开发的相关技术	282
9.3.1 网络数据库系统	283
9.3.2 网上 3D 浏览	286
9.3.3 基于构件与面向对象的系统设计	290
9.4 知识管理在产品设计中的应用	298
9.5 应用实例一:汽车开发过程中的知识管理	304
9.5.1 汽车开发过程中的产品数据管理(PDM)系统	304
9.5.2 汽车开发过程中的产品设计知识库	307
9.5.3 汽车开发过程中的知识管理(KM)系统	308
9.6 应用实例二:基于知识的专利可视化与管理系统	311
9.7 应用实例三:基于知识的三维 CAD 系统的远程培训与管理	318
9.7.1 三维 CAD 培训系统的知识表示	318
9.7.2 三维 CAD 培训系统的知识推理	320
9.7.3 三维 CAD 培训系统的知识管理	322
9.8 小结	330
参考文献	330

第 1 章 绪 论

1.1 引言

目前,全球经济正处于一个根本性的变革时期,人类社会正由以原材料和能源消耗为基础的“工业经济”时代,步入以信息和知识为基础的“知识经济”时代。

知识经济是以知识为基础的经济,它直接依赖知识和信息的生产、扩散和应用^[1]。21 世纪的竞争是新产品的竞争,其竞争核心就在于它所拥有的知识含量,而实现高质量、低成本、短周期的新产品开发,则是赢得竞争的关键。知识经济在很大程度上要通过高知识含量的产品来实现。随着世界市场竞争日益激烈,先进制造技术和信息技术高速发展,知识——技术——产品的更新周期日益缩短,产品创新速度将越来越快,产品的知识含量将越来越高。产品及其制造过程中的信息和知识要素的增值将成为主宰新产品竞争力的决定性因素,基于知识和信息网络的产品创新和相应的先进制造技术,不仅已成为知识经济的重要支柱,而且还是最活跃的驱动因素。

现代产品开发需要产品全生命周期的每个阶段包含的大量知识。现代产品设计过程实质上是一个知识驱动的创新设计过程。基于知识的工程(Knowledge Based Engineering, KBE)正是面向现代设计要求而产生、发展的新型智能设计方法和设计决策自动化的重要工具,已成为促进工程设计智能化的重要途径。

1.2 KBE 提出的背景

1.2.1 知识经济

科学技术从来没有像今天这样,以巨大的力量,以人们难以想象的速度,深刻地影响着人类的文明进程。特别是 20 世纪 90 年代以来,以网络化为特征的信息化革命滚滚而来,遍及全球,把人类推向了一个崭新的经济时代——知识经济时代。

人类经历了 5000 多年的农业经济,又经历了大约 300 年的工业经济,现在正进入一个新的经济时代——知识经济时代。知识经济的提出正是基于这样一个事

实:当今世界经济的发展比以往任何时候都更加依赖于知识的扩散和应用,知识密集型产业是所有产业中增长最快、产值最高的。经济合作与发展组织(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)在 1996 年发布了一系列报告,在国际组织文件中首次正式使用了“知识经济”(Knowledge Based Economy)这个新概念。在《以知识为基础的经济》报告中,对知识经济的内涵进行了明确的界定:知识经济是建立在知识和信息的生产、分配和使用之上的经济。据估计,OECD 主要成员国的 GDP 总值 50% 以上是以知识为基础的。在《科学、技术和产业展望》报告中,总结了 20 世纪 90 年代以来 OECD 国家经济发展轨迹与趋势,提出知识经济的主要特征及其作用地位,用统计数字具体说明了知识经济体系中的重大要素,包括科学与技术的研究开发,信息和通信技术、服务行业的就业人数与构成,以及劳动力的技能素质等因素对经济增长的影响。报告最后总结说:“人们已越来越清楚地认识到:知识是支撑 OECD 国家经济增长的最重要因素。”

知识经济是一种新型经济形态,它是在科技和人力知识资源发展到一定阶段的必然趋势。知识经济是建立在知识生产、传播、转让与不断地应用、提高的基础之上的。这几个环节的紧密衔接和循环运行,构成以知识为基础的经济基本发展模式。

进入知识经济时代,传统的知识结构已经转化为数字化的信息,成为信息仪器可操作的新结构,其研究方式和传播方式也必将发生巨大的改变。由于知识的这种转化,使知识的检索、获得、操作、组织、创造、价值均发生了改变,这就需要我们具有运用这类知识的智慧,即运用数字化知识的智慧。数字化知识是一种信息语言,这种语言能将传统的知识形式,转化为数字化知识,如程序、应用软件、大系统控制等都是数字化知识。我们的思维方式、运用知识的方式都应该随之发生转化。对新的知识形式加以研究、认识,使我们具有驾驭数字化知识的智慧。

知识经济特征主要包括三个方面:知识经济化、经济知识化和知识产业化。

知识经济最突出的特征是:知识经济一体化——它是指知识与经济相互渗透、相互交融、相互包含的过程。随着知识的经济功能日益增大,经济的知识取向也日益强烈,两者的进程也达到相当高度的一种新的经济现象。作为结果,它是“知识经济化”和“经济的知识化”这两种趋势的合流。

自 1991 年以来,美国经济在信息技术的推动下,出现了高增长率、低失业率和低通胀率的现象。美国新经济增长理论的倡导者、美国经济学家保罗·罗默(Paul M. Romer)的主要思想是:技术进步是新经济增长的核心;大部分技术进步是市场激励的结果;知识商品可反复使用,无需追加成本。传统的工业经济是以大量消耗能源和原材料为特征的,而知识经济则是直接依靠不断创新的知识,它是一种知识密集型和智慧型的经济。Internet 的发展历程其实质就是超越了传统的工业经

济以技术为驱动的模式,改变了片面追求生产规模和数量的极大化,追求产品技术的精益求精,而将信息和知识作为驱动力量来发展 Internet 的。Internet 的发展历程就是知识经济兴起和发达的一个缩影。它表明知识已成为生产要素中的一个重要组成部分,知识与经济的紧密结合,知识化、全球化、网络化、数字化和虚拟化已成为知识经济的主要特征,它必将成为 21 世纪的主导经济形态。

1.2.2 基于知识的工程(KBE)

世纪之交,全球知识经济的兴起和快速变化、竞争日益激烈的现代市场对制造业提出了更高的时间(T)、质量(Q)、成本(C)、创新(I)、服务(S)的要求:

(1) 时间(T — Shorten Time)不仅仅是指产品的交货时间,更重要的是指新产品的开发时间和上市时间,甚至是指产品的整个生命周期。时间是体现企业竞争力的第一要素。谁能在最短的时间内交货、谁能最快地开发出新产品并打入市场、谁能在产品整个生命周期之内提供最好的服务,谁就能够占领市场。这就要求企业具有快速的应变能力、产品开发能力和生产能力。

(2) 质量(Q — Better Quality)不仅仅是指对产品本身的性能、功能、外观、可靠性和使用寿命等方面的要求,更重要的是指如何在产品整个生命周期之内全方位地满足客户的要求,包括各种服务要求,顾客对产品及其服务的满意程度是质量的度量标准。质量永远是衡量企业竞争力的重要指标。谁能提供高质量的产品,谁能在产品整个生命周期之内提供高质量的服务,谁就能够保住市场。这就要求企业的产品设计水平、制造设备和制造工艺水平以及服务水平要高。

(3) 成本(C — Lower Cost)不仅仅是指产品制造和销售成本,而且是指包括产品的运行成本、维护成本及报废后的处理成本在内的全成本。成本或价格一直是顾客选择产品的一个主要指标。谁能提供质量价格比最优的产品,谁就能够拥有市场。为了降低成本,要求企业的产品和制造系统均具有高度的柔性,能够以相对不变的制造设施制造各种各样的产品,能够以尽量低的代价对产品进行维护和升级。

(4) 创新(I — Better Innovation)指产品的新颖性和技术独占性。当前独占性技术构成了产品的主要价值,且一项技术的独占期也越来越短。这就要求企业具有很强的创新意识和对市场的快速应变能力。

(5) 服务(S — Better Service)指产品整个生命周期之内的服务,包括售前咨询服务、售后维护和升级升值服务等。可以说,企业卖给顾客的不仅仅是产品,是借助产品这座桥梁将自己的服务也卖给了顾客。服务已经越来越成为企业占领市场和保住市场的重要因素。企业在产品整个生命周期之内都必须具有强烈的服务意识和令顾客满意的高质量的服务水平。

面对这些严峻的挑战和前所未有的机遇,将知识创新应用于传统制造领域,是现代制造业发展的必由之路。知识创新作为工程设计和制造领域的第一推动力,它的主导作用日益明显。但是,知识创新始终是建立在千百年来人类工程实践的经验和理论之上,在不断的知识改良和知识重组中获得创新。显然,知识的继承、集成、管理乃至创新是工程技术界迫切需要解决的问题。上世纪 90 年代以来,出现了以 KBE(基于知识的工程)为代表的创新制造技术,并且在不长的时间里,已成为科技界和企业界的研究热点之一,而且这些新概念对制造业革命性的影响也已经日益显现出来。

20 世纪 80 年代以来,一些工业发达国家和新兴工业化国家都把先进制造技术作为国家可以优先发展的方向和高技术的实施重点,加快发展先进制造技术已成为各国政府的共同看法。制造技术重新获得世界各国的重视,纷纷制定先进制造技术研究和发 展计划,其中最具代表性的有美国的先进制造技术计划(AMT)、韩国的高级先进技术国家计划(G-7 计划)、日本的智能制造技术计划(IMS)、美国国家关键技术(制造)计划、美国敏捷制造智能技术计划(Team)和德国制造 2000 计划等^[4]。进入 20 世纪 90 年代,人类社会开始进入信息时代,如何以最短时间开发出高质量和性能价格比好的创新产品已成为市场竞争的新焦点。而创新产品的竞争优势正在于其所拥有知识含量。

知识来源于客观世界的各种信息,但是它又区别于数据和信息。数据(数值、符号)通常只是事物的名称,单个数据本身不能说明什么。而信息则通过数据之间的某种联系,揭示有意义的概念。知识则是通过一定信息的有效组合,用以揭示事物的规律性。

从认识论的角度看,知识是人们在改造世界的实践中所获得的认识和经验的总和;而关于知识的本质,目前尚无定论,只是从不同侧面加以说明。随着知识经济理论的逐渐发展,经济合作与发展组织从知识经济的角度来阐述知识,认为知识是指人类迄今为止通过思索、研究和实践所获得的对世界(包括物质世界和精神世界)认识的总和,按其性质可分为四种类型^[5]:

- ◆ 知道是什么的知识(Know-What),指关于事实方面的知识。
- ◆ 知道为什么的知识(Know-Why),指事物客观原理和规律性方面的知识。
- ◆ 知道怎样做的知识(Know-How),指满足人们某种需要的技艺、技巧和能力方面的知识。
- ◆ 知道是谁的知识(Know-Who),指哪些人掌握这些知识,也就是关于管理的知识和能力。

以上知识可以进一步分为两大类:显性知识和隐性知识。显性知识指的是有一定的存在形式和固定的载体,可以明确地表达或描述出来,关于 Know-What

和 Know-Why 的知识基本属于显性知识;隐性知识往往是个人或组织经过长期积累而拥有的知识,通常不易用言语表达、传播起来也非常困难,关于 Know-How 和 Know-Who 的知识基本属于隐性知识。虽然隐性知识更难于发觉,但却是社会财富的最主要源泉。在冲压工艺设计中,专家在长期工作中积累的 Know-How 在设计过程中起着十分重要的作用,应该尽可能地将隐性知识应用于工艺决策过程。

KBE 技术的产生与智能技术的发展密切相关。1956 年在美国 Dartmouth 大学举办的学术研讨会上由 J·McCarthy、M·Minsky、N·Lochester 和 Shannon 共同提出了“人工智能”这一术语,标志着人工智能这门使用计算机研究和模拟人类智能的新兴学科的诞生。随着研究的深入,人们发现人工智能的求解能力不仅取决于它使用的形式化体系和推理模式,而且取决于它所拥有的知识。1965 年美国 Stanford 大学的 E·A·Feigenbaum 教授首先将通用的解题策略与特定领域的专业知识和实际经验相结合,提出了基于领域知识的智能型系统的思想,并开发出根据化合物的分子式及其质谱数据来推断分子结构的 DENDRAL 系统,标志着专家系统(Expert System)的诞生^[6]。1977 年 Feigenbaum 教授在第五届国际 AI 大会上提出了知识工程(Knowledge Engineering)的概念,成为知识可操作化的里程碑。知识工程的研究有利于缩短专家系统的研制周期,出现了一批通用程度不等、类型不同的专家系统工具。

用于产生满足约束条件的目标方案的专家系统为设计型专家系统,它在本质上采用了单一知识领域的符号推理技术。设计型专家系统主要具有以下特点^[7]:①设计结果的多样性和可行性;②设计任务的多层次和多目标性;③计算与推理交替运行的操作环境;④问题表示、求解策略和方法的多样性;⑤结构问题的求解和知识表示;⑥再设计的复杂性和问题的组合爆炸;⑦求解问题解释的复杂性。

将设计型专家系统思想与工程设计领域结合的一个重要实践是智能 CAD 技术(ICAD)。ICAD 最明显的特征是拥有解决设计问题的知识库、具有选择知识、协调工程数据库和图形库等资源共同完成设计任务的推理决策机制。目前比较成功的 ICAD 系统主要是将知识系统作为 CAD 前端或后端,强调 AI 与 CAD 的结合,而且主要集中在常规的设计系统和改良的设计系统,而在方案设计或工艺设计阶段,一直未能得到很好的运用和体现。

在早期智能系统中,智能活动是以设计型专家系统形式出现的,但存在许多缺陷:①缺乏对数值计算的集成;②缺乏对众多领域知识的集成;③缺乏对多种任务和功能的集成,因而设计对象的规模和复杂性都受到限制^[4]。而现代工程设计是一个知识驱动的创造性过程,它包含了对知识的继承、集成、创新和管理。为了适应现代工程设计日益强烈的创新要求,有必要改造传统的设计型专家系统和智能 CAD,建立新型的智能设计方法,使之不仅胜任常规设计,更支持创造型设计^[8]。

基于知识的工程正是面向现代设计要求而产生、发展的新型智能设计方法,图 1-1 显示了 KBE 技术的产生历程。KBE 概念诞生于 20 世纪 80 年代初,由于许多成功的工程应用,在 80 年代后期得到了广泛的认可。如今,KBE 已成为智能设计领域最活跃的分支之一,成为促进工程设计智能化的重要途径。英国 Warwick 制造组的 Chapman 博士指出^[9]:到 2010 年,KBE 对于企业的重要性,就如同 CAD/CAE/CAM 在 20 世纪 90 年代给工业界带来的变革同样重要;美国 Ford 汽车公司也将 KBE 作为 20 世纪发展战略中信息领域的关键技术之一。

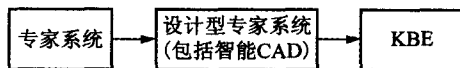


图 1-1 KBE 产生的历程^[8]

近年来,美国、日本和欧洲各国政府在 KBE 技术的开发与应用方面给予了有力的支持,许多跨国公司和著名大学纷纷开展研究,以期提高对产品开发的决策能力。KBE 对工业界的影响是显著的,如福特汽车公司在英国的子公司——美洲虎(Jaguar)汽车公司采用 KBE 技术设计某车型发动机盖,设计时间由 2 个月减为 2 小时^[10];British Aerospace(BAe)^[11]在设计 A340-600 飞机的机翼时,如用常规的参数化 CAD 软件进行设计,仅对 A340-600 的所有翼脚进行一次设计、分析需要一个人年,而采用 KBE 技术后,10 小时即可完成机翼的设计;联合技术公司(United Technologies Corp.)的 Pratt & Whitney 部门已将 KBE 技术应用于 BOEING777 的 PW4084 喷气发动机的转子、轴、叶片等关键部件的设计^[9]。

1.3 KBE 技术的产生与发展

1.3.1 人工智能的产生与发展

“人工智能”,这一受到世人瞩目而又富有挑战性的学科,其发展的进程同计算与逻辑息息相关。在人工智能发展史上,最值得一提的是英国的逻辑学家图灵(Alan Mathison Turing),他是第一个提出机器可以具有智能的学者。1937 年,他在一篇论文中提出了一种比电脑还要复杂的“抽象机”,当时还没有类似的机器,他以概括的方式描述了这部机器的模式。在第二次世界大战以后的 1947 年,他写了“智能型机器”一文,其中讨论了如何制造产生智能行为的机器,尽管许多设想并不成熟,但他的一些建议在以后建造的第一部智能型机器时都实现了。1950 年,图灵出版了一本广受注意的论文集“电子计算机与智能”,在文中他又探讨了“机器能否思维”这个问题,并提出了著名的图灵测试。在 1956 年由 Mc LCarthy 和 Minsky

等人发起的关于用机器模拟智能的学术研讨会上,图灵第一次使用了“人工智能”(Artificial Intelligence)这个术语,它标志着人工智能(AI)这一学科的诞生^[13]。这一术语的提出标志着一门使用计算机研究和模拟人类智能的新兴学科——人工智能的诞生。迄今为止,人工智能的研究途径可以归纳为符号主义、连接主义、进化主义三类,涉及自然语言处理(Natural Language Processing)、机器学习(Machine Learning)、定理证明(Theorem Proving)、专家系统(Expert System)、分布式人工智能(Distributed AI)、机器人(Robots)、模式识别(Pattern Recognition)、计算机视觉(Computer Vision)、人工神经网络(Artificial Neural Network)、博弈(Game Playing)等众多领域。

20世纪50和60年代,一些专家和学者对人工智能进行了一些探索性的研究,并取得了一些成果。1951年,Rosenblatt研制了感知机,这是一种将神经元用于识别的系统,它的学习功能引起了广泛的兴趣,推动了连接主义的发展^[14];1953年 Newell 和 Simon 研制了逻辑理论机程序系统,利用计算机来证明数学定理^[15];1956年,Samnel 研制了跳棋程序^[16];1957年 Newell、Shaw 和 Simon 开始研究一种不依赖于具体领域的通用解题程序(GPS)^[17];1963年,Slagle 研制成功了符号积分程序 SAINT^[18];1965年 Robinson 提出了归结方法。这些成果构成了人工智能研究初期的乐观局面^[19]。

但是,随着研究的不断深入,人们发现:光有推理策略还不能构成智能行为,领域知识及其应用能力是人类专家解决问题的关键所在,甚至知识比推理策略更重要。最先认识到这一点的是被誉为人工智能之父的美国 Stanford 大学的 E·A·Feigenbaum 教授。他于1965年研制了第一个基于知识的系统 DENDRAL,该系统可根据化学家的知识和质谱仪的知识,删掉不可能的结构,从几千种可能的分子结构中,挑选出一个正确的分子结构。

随着知识处理在计算机系统发展中的应用,“知识工程”(Knowledge Engineering, KE)作为一门新兴学科应运而生,这是 E·A·Feigenbaum 教授于1977年在国际人工智能会议上提出的。知识工程是一门多学科交叉的边缘性学科,是科学领域里最活跃的领域之一,涉及到计算机科学、微电子学、数学、认知科学、人工智能、逻辑学和心理学等多门学科内容^[20, 21]。

人工智能的根本目的是试图利用计算机来模拟人的思维,因而早期的许多学者致力于探索人脑的神经网络结构,研究和总结人类思维的普遍模式和规律,以求在真正理解人的思维机理的基础上,实现对智能活动的模拟。由于超越了现实可能性,忽视了客观复杂性和问题多样性,这些早期研究解决不了实际问题。随着研究的不断深入,人们发现:AI的求解能力不仅取决于它使用的形式化体系和推理模式,而且取决于它所拥有的知识——仅有推理策略是无法构成智能行为的,领域