

● 管理创新丛书 ●

知识工程与创新

KNOWLEDGE ENGINEERING AND INNOVATION

施荣明 赵敏 孙聪 著

航空工业出版社

管理创新丛书

知识工程与创新

施荣明 赵敏 孙聪 著

航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本书以基于知识的现代创新理论为基础,阐述了知识、知识工程与创新的关系,论述了知识工程如何继承和发展了知识管理和传统的知识工程(专家系统)的基本要义,并且进一步发展成为适合于制造业产品研发与技术创新的现代知识工程,阐述了知识工程的定义、意义、内涵、实施方法学、实施案例等。本书具有理论创新、知识工程软件创新、案例新颖、可操作性强等特点。

本书面向所有“知识工作者”——对技术创新、知识工程和知识管理有兴趣的科研人员,管理人员(企业高层领导、普通职员),咨询人员,教师,高等院校的研究生等,也适用于一般的读者群体。

图书在版编目(CIP)数据

知识工程与创新/施荣明,赵敏,孙聪著. —北京:航空工业出版社,2009.6

ISBN 978-7-80243-337-3

I. 知… II. ①施…②赵…③孙… III. 知识工程—研究
IV. TP182

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第080804号

知识工程与创新 Zhishi Gongcheng yu Chuangxin

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话:010-64815615 010-64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2009年6月第1版

2009年6月第1次印刷

开本:787×960 1/16

印张:22

字数:421千字

印数:1—4000

定价:68.00元

丛书序

20 世纪 90 年代以来，人类开始步入信息化社会，世界科学、技术、经济的发展与融合，使改革创新成为当今时代的主旋律。通常而言，创新是指以某种独特的方式综合各种思想或在各种思想之间建立起某种独特联系的一种能力。一个企业如能持续激发员工的创新精神，便可以不断地开发出新的工作方式以及解决问题的新办法。

以往企业的创新活动主要集中在技术平台上，着重对新产品、新技术、新工艺的开发和应用，而现在企业除了要运用技术平台之外，更重要的是要学会在信息平台、网络平台、市场平台、服务平台、观念和概念平台上进行创新。如何整合这些新的创新平台，实现企业创新资源的有效配置和运用，是新形势下增强企业创新能力的新课题。而要想达到这个目的，企业必须要进行管理创新。

抽象地讲，管理创新是指企业通过自身实践形成一套创造性的思想并将其转换为有用的产品、服务或作业方法的过程，也就是指企业把新的管理要素（如新的管理方法、新的管理手段、新的管理模式等）或要素组合引入企业管理系统以更有效地实现组织目标的活动。管理创新的具体内容包括三个方面：一是管理思想理论上的创新；二是管理制度上的创新；三是管理技术方法上的创新。

当前，我国航空工业“以产定销”的计划经济时代已经一去不复返。在经济全球化的大背景下，任何一家航空制造企业的生存必将是全球范围内的生存。而要想维持这种生存的权利，我们必须持续提高自身的核心竞争力，必须要围绕管理创新不断推进从思想到技术的变革。

长期以来，为实现航空强国的历史使命，在企业管理方面，历代航空人一直锐意进取，努力拼搏，积累了大量成功的经验，取得了丰硕的理论成果，尤以近些年为最。

近些年来，我国航空工业企业引进并创新了许多先进的管理理念及管理工具，如知识工程、流程再造、6S 管理、精益管理、六西格玛管理、综合平衡积分卡、EVA 管理等，这些先进的管理理念和管理工具为提升我国航空工业企业的国际竞争力，为加快行业的发展发挥了重要作用。未来，这些管理工具必然会进

一步得到完善，并继续发挥更大的作用。

航空工业出版社策划的这一套《管理创新丛书》，内容涉及以上所述的各种管理思想和工具，符合时代发展的潮流。整套丛书将以中航工业近些年来的管理创新实践为基础，实用性强，具有较高的出版价值。

本人衷心希望该系列丛书的出版，能为行业内外各企业领导、管理者、技术人员及从业者提供有益的启示与借鉴，同时，也希望它们能有助于中国航空工业实现“两融、三新、五化、万亿”的宏伟战略目标。



中国航空工业集团公司副总经理
2009年5月

序

2006年2月，国务院发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》，纲要中明确提出了建设创新型国家的宏伟战略目标。2007年10月，胡锦涛总书记在党的十七大报告中指出：“提高自主创新能力，建设创新型国家是国家发展战略的核心，是提高综合国力的关键。”

为深入贯彻党的十七大精神，落实科学发展观和《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》，从源头上推进创新型国家建设，按照温家宝总理在王大珩、叶笃正、刘东生院士《关于加强我国创新方法工作的建议》中所做的“自主创新，方法先行”的批示要求，科学技术部会同国家发展和改革委员会、财政部、教育部和中国科学技术协会，联合启动了创新方法工作。

创新方法是科学思维、科学方法和科学工具的总称，科学思维创新是科学技术取得突破性、革命性进展的先决条件，科学方法创新是实现科学技术跨越式发展的重要基础，而科学工具创新则是开展科学研究和实现发明创造的必要手段。创新方法工作要以思维创新、方法创新和工具创新为主要内容，以机制创新、管理创新和体制创新为主要保障，营造良好的创新环境，建立有利于创新型人才培养的素质教育体系，形成全社会关注创新、学习创新、勇于创新的良好氛围，培养掌握科学思维、科学方法和科学工具的创新型人才，培育拥有自主知识产权和持续创新能力的创新型企业，研发具有自主知识产权的科学方法和科学工具，为自主创新战略、建设创新型国家提供强有力的人才、方法和工具支撑。

本书所探讨的知识工程是实现自主创新的有效的、系统化的创新方法之一。知识工程强调高效率地获取、管理和使用知识，在使用中不断提升知识的价值，以促进技术创新和管理创新，提升企业的核心竞争能力，推动企业的可持续发展。

众所周知，企业是知识密集的场所，创新是企业的不倦追求，而创新的基础恰恰是企业急需的各类研发知识。因此收集和管理好企业内外部的知识、实现基于知识的创新，对企业来说就显得尤为重要。知识在我们生存的世界中并不稀缺和少见，对于企业来说，真正稀缺的是能有意义地使用知识的能力。实

施知识工程，就是提升企业有意义地使用知识的能力，就是加强企业的自主创新能力。本书的作者为此进行了有益的研究与实践，总结出了一套切实可行的实施知识工程的思路和方法，包括管理制度与信息化系统的建设。

知识工程的理论基础是 TRIZ 理论和本体论。TRIZ 是基于知识的系统化的创新理论和方法学，本体论是实现“创新的知识组织方式”的基础理论。二者结合，优势互补，相得益彰。“TRIZ+本体论”形成了一种现代创新理论，基于这种理论开展的知识工程建设，包含和体现了思维创新、方法创新和工具创新的具体内涵——以知识的获取、管理和应用为基础实现创新是一种思维创新，以“TRIZ+本体论”来替代原有的简单的知识转化模式是一种方法创新，以信息化为支撑的问题分析和解题手段以及大规模知识库的建设是支持创新的软装备，属于工具创新。因此我们可以说，知识工程为企业技术创新提供了一种全新的方法和手段，丰富和发展了创新的方法。

“自主创新，方法先行。”创新方法是一项从源头推进自主创新的开创性、长期性和基础性工作。希望《知识工程与创新》一书的出版，为全国不同地区、不同行业的企业领导、科技管理人员、技术研发人员，学习、研究和开展知识工程提供实际操作的参考书和培训教材，为探索有中国特色的技术创新方法能力建设体系提供经验借鉴。

让我们继续解放思想，转变观念，大胆探索，积极实践，聚焦于科学思维、科学方法、科学工具“三个层面”，服务于企业、科研机构、教育系统“三个对象”，实践于技术创新、管理创新和体制创新“三个创新”，扎实有效地推进创新方法工作，为提升我国的自主创新能力、实现建设创新型国家的宏伟目标做出积极的贡献！

刘燕华

中华人民共和国科学技术部副部长
2009年4月

前 言

知识是人类的一种沟通媒介，创新是人类的一种生存方式。没有知识，我们就无法创新；离开了创新，社会将无法发展和演进。对个人、组织、企业、产业乃至国家，都是同一个道理。因此，基于知识的创新，是这个世界的基本形态。

自古以来，“知识管理”就已经存在，只是人们使用的是非常朴素的、古老的人脑记忆的方式。在知识爆炸的今天，以人脑为主体的“知识管理”模式已经无法适应社会和企业发展的需要。“知识管理”必须要升级换代，必须要借助信息化技术来扩大和深化知识管理的作用，必须实现基于知识的创新，特别是基于有组织的知识的创新。

在现实世界中，知识和信息是极其丰富的，而对于企业来说，真正稀缺的是能有意义地使用它们的能力，即应用知识实施技术创新的能力。研究表明，提升企业技术创新能力和产品自主研发能力的关键在于大力提升知识和信息的获取、处理、共享、运用的能力，即建立研发知识工程体系——一个提升企业能力的有效途径。

企业特别是研发型企业（工程科研院所）是知识密集的场所，是靠知识开展工作的单位。知识对这样的企业的重要性毋须多言。开展知识工程建设是企业领导必须要考虑的、关乎企业生存与可持续发展的重大问题。也许开展知识工程需要付出一定的代价，但不实施知识工程可能会付出更高的代价。

由国务院发展研究中心承担的国家自然科学基金“八五”重大项目“技术创新研究”的成果表明，企业的研发成果和实践经验是以知识的形式存在于知识库中，企业的积累越丰富，知识库就越充实，从而企业的技术创新能力就越强大。

知识的形态有很多种。在本书中主要涉及了两类：一是方法类的知识，二是案例类的知识。

前苏联的根里奇·阿奇舒勒（G. S. Altshuller）——一个伟大的工程师和发

明家，通过数十年的孜孜不倦的研究与实践，发现了人类解决工程问题所遵循的方法和思路，揭示了创新的基本规律，并由此创立了一个基于知识的、由重在解决工程问题、实现技术创新的各种方法/算法组成的综合理论体系，称为“发明问题解决理论（TRIZ）”，为知识工程的实现提供了有效的方法类的知识。

世间万物皆有联系——描述这种联系的理论叫做本体论。总体上说，本体论是“一种概念化的说明，是对客观存在的概念和关系的描述。本体论将错综复杂、游离的信息和知识片断通过关系链接在一起，形成有用的信息网，实现了创新的知识组织方式”，理论上，借助本体关系，人们可以找到任意想要的甚至是意想不到的知识，引导人类去开发和认识未知的世界。本体论为知识工程的实现提供了实用的案例类的知识。

“TRIZ+本体论”的模式，构成了知识工程的理论基础——现代创新理论——TRIZ 理论，引导人类按照客观规律解决问题，实现创新；本体论让人类把与创新有关的知识有序组织，用来支持创新。当人类的知识被有序地组织和联接，当人类想象的空间在客观规律的支持下被无限放大之后，现实领域里的创新结果就必然变得丰富起来了。

培根说过：“知识就是力量。”但是这句话并没有说明为什么知识就是力量。其实知识之所以就是力量的道理在于两点：①只有有效组织起来的知识才是力量，零散的、不系统的知识片断是无法形成力量的；②知识支持创新，创新改变世界。因此我们崇尚和尊重知识，因此我们实施知识工程，因此我们确切地说：“知识就是力量！”

改变，皆由力量的作用而导致，尤其是这种力量掌握在常人的手中的时候，改变将会是巨大无比和天翻地覆的。基于知识的创新，将是本书带给读者的最重要的信息。

本书以基于知识的现代创新理论为基础，根据笔者多年的研究与实践，说明了知识、知识工程与创新的关系，论述了知识工程如何继承和发展了知识管理和传统的知识工程（专家系统）的基本要义，扬长避短，独辟蹊径，将其进一步发展成为适合于制造业产品研发与技术创新的现代知识工程；阐述了知识工程的定义、意义、内涵、实施方法学、实施案例等。本书的几个鲜明特点是：

（1）理论创新——在国内首次详细介绍了基于知识的现代创新理论；

（2）知识工程软件创新——所介绍的 CAI 软件是经过实践检验的、先进的知识工程与技术创新平台；

(3) 案例新颖——所提及的案例资料是笔者在本企业经过多年实际操作而总结出来的，资料翔实，形式新颖，理论与实践结合紧密，管理制度与软件平台配套，所涉及案例及其成果属于在国内首次披露；

(4) 可操作性强——本书提供的实施知识工程的思路，来源于在几个企业的实践经验的总结和提炼，可操作性很强，有一定的示范作用。

在本书的撰写过程中，亿维讯公司 CAI 总工段海波博士、资深专家洪允楣教授提供了重要的技术资料和创新理论见解，资深专家黄毓瑜教授提供了大量有益的调研资料和若干知识模板，总架构师刘斌先生提供了知识自动采集软件的详细资料；中国航空工业集团公司沈阳飞机设计研究所科技委刘孟昭研究员、何连珠研究员、杨洋工程师为本书绘制了中国首张飞机术语本体关系图，科技委主任杨抗美研究员、姜凤兰高工、张杰敏高工、王晓宁主管为本书整理了资料和图片。在此一并致谢！

本书仅仅表达了我们最近几年的学习和实践的部分心得和研究成果。限于笔者水平，我们对知识工程、知识管理以及技术创新的理解还不是很深入和到位，因此在本书中一定有疏漏和不足之处，恳请读者予以批评指正。

施荣明 赵 敏 孙 聪

2009 年 3 月

目 录

第 1 章 知识与知识工程的基本概念.....	1
1.1 实施知识工程的必要性.....	2
1.1.1 知识与技术创新.....	2
1.1.2 知识与企业信息化发展趋势.....	5
1.1.3 知识与企业能力建设.....	6
1.1.4 知识与企业管理模式.....	6
1.1.5 以企业知识谋求企业发展.....	8
1.1.6 企业内的知识现状.....	8
1.1.7 实施知识工程的目的.....	9
1.2 知识的基本概念.....	10
1.2.1 不同版本的知识定义.....	10
1.2.2 知识的定义与分类.....	12
1.2.3 企业知识的特点.....	13
1.2.4 数据、信息、知识、智慧一脉相承.....	14
1.2.5 产品研发中的数据、信息和知识.....	17
1.2.6 产品研发中的规范类知识.....	18
1.2.7 产品研发知识的多维性.....	19
1.3 知识工程与知识管理.....	21
1.3.1 什么是知识管理.....	21
1.3.2 什么是知识工程.....	23
1.3.3 知识工程内涵的发展变化.....	26
1.3.4 知识管理、“知识工程”与知识工程的对比.....	27
1.3.5 知识工程与知识管理的未来发展趋势.....	28
1.4 知识工程的研究内容及实现手段.....	29
1.4.1 知识工程的研究内容.....	29
1.4.2 知识工程的实现手段.....	30
1.4.3 知识工程促进了知识重用与创新.....	31

1.5 知识工程的“体、系”建设	32
1.5.1 知识工程的“体”建设	32
1.5.2 知识工程的“系”建设	33
1.5.3 从技术、管理和文化三个层次来认识知识工程	35
第2章 知识工程理论基础	37
2.1 知识工程的理论基础之一——TRIZ	38
2.1.1 TRIZ 的起源与发展历程	38
2.1.2 TRIZ 的理论体系和基本内容	41
2.1.3 TRIZ 的标准问题解题模式	43
2.1.4 物理矛盾及解决方法	58
2.1.5 物场分析方法	63
2.1.6 76 个标准解法	64
2.1.7 由 TRIZ 的解题模式而引出的知识获取问题	66
2.2 知识工程的理论基础之二——本体论	79
2.2.1 什么是本体论	79
2.2.2 技术系统与本体关系	82
2.2.3 应用本体论对问题进行概念化	84
2.3 常见本体关系概述	85
2.3.1 同义关系 (Synonymy)	85
2.3.2 上下位关系 (Kind-of)	90
2.3.3 同位关系 (Associative-Relation)	90
2.3.4 组成关系 (Part-of)	91
2.3.5 因果关系 (Cause-Effect)	91
2.3.6 问题 (VO/VPO) 关系和解决方案 (SVO/SVPO) 关系	93
2.3.7 动词修饰关系 (Verb attribute)	93
2.3.8 名词修饰关系 (Noun attribute)	93
2.3.9 本节介绍的 8 种关系小结	94
2.4 本体论在 CAI 软件中的应用	94
2.4.1 本体论在 CAI 软件中的表达形式	94
2.4.2 本体论让隔行不再如隔山	96
2.5 对本体论进一步讨论	97
2.5.1 本体论的性质	97

2.5.2 本体论的工作目标.....	98
2.5.3 本体的类型.....	98
2.5.4 本体论与 WordNet 的区别	99
第 3 章 实施知识工程的思路与方法	100
3.1 实施知识工程的体制保证	101
3.1.1 实施知识工程的组织建设	101
3.1.2 实施知识工程的制度建设	102
3.1.3 实施知识工程的文化建设	103
3.2 实施知识工程的技术路线	104
3.2.1 定义企业的知识模板	104
3.2.2 学习和掌握现代创新理论 (TRIZ+本体论)	107
3.2.3 构建企业知识库	108
3.3 知识获取的步骤与方法	115
3.3.1 在企业内部获取知识	116
3.3.2 从企业内网服务器挖掘文献资料	117
3.3.3 从外购专利库中获取知识	118
3.3.4 在因特网上获取信息和知识	118
3.3.5 从电子布告栏 (BBS) 中获取知识	119
3.4 解决方案知识入库的步骤	119
3.4.1 Pro/Innovator 中解决方案 (solutions) 的结构	119
3.4.2 现有方案入库的基本步骤	120
3.4.3 对项目组人员的要求	122
3.5 知识的结构及类型	123
3.5.1 查询词	123
3.5.2 标题	123
3.5.3 问题描述	123
3.5.4 方案描述	124
3.5.5 附加信息	124
3.5.6 所需资源	124
3.5.7 专业领域	124
3.5.8 参考资料	124
3.5.9 动画	125

第4章 支持知识工程的信息化软件——CAI	126
4.1 CAI 软件在产品研发、生产中的作用	127
4.1.1 什么是 CAI 软件	127
4.1.2 CAI 在制造业信息化中的重要作用	127
4.1.3 CAI 软件的基本作用原理	129
4.1.4 CAI 软件与 CAX、PDM、KM 软件的区别与联系	132
4.2 著名的 CAI 软件——Pro/Innovator	133
4.2.1 Pro/Innovator 的系统架构	133
4.2.2 Pro/Innovator 的解题流程	134
4.3 Pro/Innovator 如何支持知识工程体系建设	137
4.3.1 实现知识的关联	137
4.3.2 支持知识工程的全部工作内容	138
4.3.3 一种知识工程体系建设的方案	138
4.4 Pro/Innovator 的十个主要功能	140
4.4.1 生成设计概念, 促进原始创新	140
4.4.2 实施价值工程, 系统改进产品	140
4.4.3 准确定位问题, 发现系统资源	142
4.4.4 巧用创新原理, 解决技术难题	143
4.4.5 海量创意知识, 吸取前人智慧	144
4.4.6 智能检索专利, 跟踪技术前沿	145
4.4.7 多维评价体系, 兼顾主观客观	146
4.4.8 管理研发知识, 提升创新能力	147
4.4.9 辅助生成专利, 降低申请门槛	148
4.4.10 自动挖掘知识, 累积知识素材	150
4.5 Pro/Innovator 适用情况	150
第5章 Pro/Innovator 软件操作指南	152
5.1 在 Pro/Innovator 中知识引擎的使用	153
5.1.1 关键词查询	153
5.1.2 功能查询	154
5.1.3 结构化功能查询	155
5.1.4 本体论浏览与查询	157
5.2 在 Pro/Innovator 中本体库的使用	158

5.2.1 进入知识库编辑器 (Editor) 界面	158
5.2.2 增加同义词的操作	160
5.2.3 增加下位词的操作	161
5.2.4 增加上位词的操作	162
5.2.5 删除一个上位词 (或下位词) 的本体关系	162
5.3 在 Editor 导入解决方案的操作指南	163
第 6 章 实施知识工程的一个实际案例	172
6.1 沈阳飞机设计研究所开展知识工程的背景	173
6.1.1 从全国的大背景来看	173
6.1.2 从该所的具体背景来看	174
6.2 该所开展知识工程的目的、意义	176
6.2.1 实现知识的传承, 加速人才的成长	176
6.2.2 充分发挥知识资源的作用, 促进知识创新	177
6.2.3 充分发挥知识资源的作用, 推动科研所实现跨越式发展	177
6.3 该所开展知识工程的视角	177
6.3.1 文化层面	178
6.3.2 管理层面	179
6.3.3 技术层面	179
6.4 该所开展知识工程的理论基础	180
6.5 该所如何开展知识工程工作	180
6.5.1 对单位过去已有的“知识”进行累积和梳理	180
6.5.2 构建该所内部知识库	182
6.5.3 开展培训	185
6.5.4 建立规章制度	186
6.5.5 形成文化	187
6.6 取得的初步成效	188
6.6.1 形成专业设计规程	188
6.6.2 初步构建了该所的内部知识库	195
6.6.3 该所各级领导和群众的发动工作	209
6.6.4 开始用创新理论解决工作中的实际问题	210
6.6.5 专业设计规程的作用初步显示	213
6.6.6 “传帮带”的方式发生了转变	218

6.6.7 将知识工程工作持之以恒地开展下去	218
6.7 该所实施知识工程的几点体会	219
6.7.1 知识工程工作属于“一把手”工程	219
6.7.2 知识工程工作的特点	219
6.7.3 开展知识工程工作有一定的阻力	219
6.7.4 推行知识工程的各项措施要落实	220
6.7.5 行政手段和思想发动要相结合	220
6.7.6 要对开展知识工程的艰巨性有充分的认识	221
附录	222
附录 1 CAI 中的创新原理示例	223
附录 2 PC-104 总线类检测设备设计手册	236
附录 3 CAI 中部分本体论的描述	259
附录 4 飞机空中结冰研究报告	264
附录 5 知识条目实例	285
附录 6 CAI 软件中的矛盾矩阵表	291
附录 7 卷帘门机构钢带断裂问题	296
附录 8 制造工程联络部总结的部分知识条目（已入库）	311
附录 9 “知识管理审批流程”需求设计说明书	321
参考文献	331

第1章 知识与知识工程的基本概念

“知识中蕴藏着力量。”

——人工智能大师 爱德华·费根鲍姆

“知识将取代资金、自然资源及人力，成为最根本的经济资源。”

——管理大师 彼得·德鲁克