

面向复杂产品总体设计的 工程知识管理

敬石开
周竞涛
曾蕴波
著



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

面向复杂产品总体设计 的工程知识管理

敬石开 周竞涛 曾蕴波 著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

面向复杂产品总体设计的工程知识管理 / 敬石开, 周竞涛, 曾蕴波
著. — 北京: 中国科学技术出版社, 2014.4

ISBN 978-7-5046-6593-5

I. ①面… II. ①敬… ②周… ③曾… III. ①工程项目管理—
知识管理—研究 IV. ①F284

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 084883 号

责任编辑 赵 晖 夏凤金

版式设计 创新图文设计

责任校对 赵丽英

责任印制 张建农

出 版 中国科学技术出版社

发 行 科学普及出版社

地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号

邮 编 100081

发行电话 010-62173865

传 真 010-62179148

投稿电话 010-62103182

网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 787mm × 1092mm 1/16

字 数 150千字

印 张 9

版 次 2014 年 4 月第 1 版

印 次 2014 年 4 月第 1 次印刷

印 刷 北京长宁印刷有限公司

定 价 30.00元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页, 请联系本社发行部调换)

前言

PREFACE

经过几十年的发展，在航空、航天、船舶、电子等军工行业，我国已经基本形成了一整套具有中国特色的复杂产品总体设计的做法和经验，对研制工作发挥着重要保障作用。然而，随着产品的复杂程度和新技术含量不断提高，研制周期进一步缩短，耦合性、协同性、并行性不断加强。传统的复杂产品总体设计方法所存在的重设计结果，轻设计过程；依赖经验，创新能力不足；离散式设计模式，系统性、连续性差等缺憾，使得总体设计所期望的“快、好、省”目标难以达到。

复杂产品总体设计过程是设计师针对用户任务进行思考和决策的过程，其本质是运用大量已有设计知识、不断产生新设计知识的问题求解过程，这类知识均具有极强的工程情景性。因此，在总体设计过程中，如何通过重用已有的工程设计知识来提高效率成为值得研究与探索的重要问题。本书重点关注了复杂产品总体设计过程的知识化方法，即工程知识在总体设计过程中的捕获、组织、转化、演变和重用等基本理论及相关关键技术。力求为复杂产品研制总体设计能力提升提供理论参考和技术指导，将总体设计模式从“知其然”转变为“知其所以然”，从依赖于“经验和判断”转变为依赖于“流程和方法”。

全书共分七章，第一章从知识管理的概念和范畴入手，通过对知识管理发展演变分析，引出工程知识管理的研究主题，重点介绍了工程知识的内涵和特征，给出了工程知识管理的定义和重点研究内容，对工程知识管理和知识管理进行了比对。第二章首先介绍了复杂产品总体设计的基本过程，综述了系统设计模型构建、关联关系挖掘、知识推理等关键技术，然后给出了复杂产品总体设计面临的问题以及对工程知识的管理需求。第三章针对复杂产品总体设计的新需求，提出了工程知

识驱动的复杂产品总体设计方法的核心思想,阐述了该方法的基本原理,以工程知识在不同阶段的转化、演变为驱动,在全球范围内建立具有统一的、层次化的、精细化的设计能力,实现对已有知识的重用。第四章研究了工程知识模型的定义,探索在产品总体设计过程中建立连续、一致、可追溯的工程知识形式化描述方法。第五章根据产品总体设计过程的特点,分析了工程知识的演化映射关系,提出了一种设计状态要素实例提取算法和一种基于流形算法的产品演化映射关系提取算法,对隐含的演化映射关系进行获取。第六章提出了工程知识驱动的设计状态要素推理的总体思路,利用面向推理意图的设计状态要素推理方法,模拟人脑的设计过程,建立推理意图、推理依据、决策准则等信息实现设计状态要素的推理。针对存在多个推理选项的情况,基于层次分析法进行定性判断和定量分析,将加权的方法与主观测度的方法结合在一起,较好地解决推理选项决策的问题。第七章介绍了原型系统,通过应用实例,验证工程知识驱动的产品总体设计方法。

复杂产品总体设计和工程知识管理均属于涉及范围很广的学科领域,作者在学术研究和工程实践过程中发现了二者契合在一起所显现出的巨大力量,因此欲以文字的方式将心得记录下来,并将相当一部分笔墨放在对思路和方法的探索上,力求为读者进入该领域描绘一条可行的途径,在整个写作过程中,作者自身受益匪浅,希望能对读者也有一定的裨益。

本书第1、2、3章由敬石开撰写,第4、5、6章主体内容由周竞涛完成,其中部分章节由王明微和赵寒完成,全书关于总体设计与工程知识管理结合的思想得到了中国空间技术研究院曾蕴波的指导和技术支持,并完成第7章的撰写,全书由敬石开统稿和修订。

全书重点突出了工程知识管理思想与总体设计过程的融合,可以作为高校设计学科创新设计方面的参考书和指导教材,也可以作为高校管理学科关于知识管理工程实践的指导教材和参考资料。

由于时间仓促,加上作者水平有限,本书中还存在许多不足。诚恳地欢迎读者批评指正。

作者

2014年4月

目录

CONTENTS

第一章 工程知识管理概述 \ 001

- 1.1 知识管理的概念及范畴 \ 001
- 1.2 工程知识管理主题的提出 \ 013
- 1.3 本章小结 \ 030

第二章 复杂产品总体设计对工程知识的管理需求 \ 031

- 2.1 复杂产品总体设计概述 \ 031
- 2.2 复杂产品总体设计相关研究 \ 032
- 2.3 复杂产品总体设计面临的问题 \ 040
- 2.4 复杂产品总体设计对工程知识的管理需求 \ 043
- 2.5 本章小结 \ 044

第三章 面向复杂产品设计的工程知识管理方法 \ 045

- 3.1 前言 \ 045
- 3.2 面向复杂产品设计的工程知识管理方法的核心思想 \ 045
- 3.3 面向复杂产品设计的工程知识管理方法的基本原理 \ 048
- 3.4 面向复杂产品设计的工程知识管理方法的基本方法 \ 055

3.5 面向复杂产品设计的工程知识管理方法的特点 \ 057

3.6 本章小结 \ 058

第四章 面向复杂产品总体设计的工程知识模型构建 \ 059

4.1 前言 \ 059

4.2 复杂产品总体设计过程中的相关定义 \ 059

4.3 工程知识模型的定义 \ 061

4.4 各个层次之间的操作策略 \ 065

4.5 工程知识模型的构建过程 \ 067

4.6 模型特点 \ 078

4.7 本章小结 \ 079

第五章 复杂产品总体设计知识演化映射关系获取 \ 080

5.1 前言 \ 080

5.2 演化映射关系类型分析 \ 080

5.3 设计状态要素实例的提取 \ 081

5.4 知识发现的演化映射关系的获取算法 \ 087

5.5 实例验证 \ 092

5.6 本章小结 \ 098

第六章 工程知识驱动的复杂产品设计状态要素推理 \ 099

6.1 前言 \ 099

6.2 常用的推理方法分析 \ 099

6.3 工程知识驱动的设计状态要素推理总体思路 \ 101

6.4 工程知识驱动的设计状态要素推理算法 \ 102

6.5 实例验证 \ 112

6.6 本章小结 \ 116

第七章 应用验证 \ 117

7.1 前言 \ 117

7.2 MDSOD 概述 \ 117

7.3 应用实例分析 \ 121

7.4 本章小结 \ 125

参考文献 \ 126

第一章 工程知识管理概述

1.1 知识管理的概念及范畴

1.1.1 概述

随着世界高新技术发展和应用的节奏不断加快,全球一体化的信息环境迅速发展,信息生产和扩散不断加速,知识正在取代货币资本和自然资源成为创造行业核心竞争力的主要源泉。知识的获取、传播、共享、使用和创新成为组织提高核心竞争力和获得可持续发展能力的根本手段,将对信息的管理转变为对知识的管理成为必然趋势。知识管理正是在知识经济的背景下应运而生的一种全新的管理理论与管理方法。目前,西方社会关于知识管理的研究和应用与日俱增,国防工业领域各组织单位如美国国家航空航天局(NASA)、美国国土安全部纷纷开展了知识管理战略规划和工程实施,并且取得了一定成效。在国内,知识工程与知识管理作为未来整个制造业发展的核心内容,也已经开始得到重视,并且取得了一定的成果,成为我国工程应用领域研究的新热点,航空、航天、兵器等武器装备研制单位为适应新一代复杂武器装备的研制需求,逐渐开展了基于知识的产品研制研究,随着情报工作从信息化到知识化的转变,国内国防科技情报领域不少情报所也分别实施了知识管理。

知识管理正成为21世纪新经济形势下推动航天企业快速发展的重要管理模式。国外军工企业已纷纷着手推行知识管理,成果显著,世界领先。例如,在英国宇航公司,知识管理被认为是“最佳的实践途径”,并在实施知识管理过程中取得了显著的业绩。我国航天企业作为国家战略性高科技企业,也是典型的知识型企业,知识资源广泛存在于复杂产品预研、研制、生产、售后服务等科研生产流程中,知识管理系统通过管理型号科研生产过程中的各类知识,实现知识共享,可以有效缩短型号设计周期,因此,实施知识管理系统对航天科技工业发展有着重要的意义。

在被称为“知识经济”时代的今天，企业的发展基础、核心竞争力、发展战略都与“知识”有密不可分的联系，在这种形势下，必须以知识为第一生产力，实行知识管理，推进信息化的建设。知识管理已成为适应知识经济时代要求的新型管理模式，是迎接新时代挑战的重要战略。

1.1.2 知识管理的产生

进入知识经济时代，“智力资本”成为创造核心价值的实际推动力。谁能创新知识并善用知识，谁就能制胜，因此知识管理成为提高核心竞争力的关键，也是知识经济发展的需要。

美国经济学家与管理学家彼得·德鲁克是最早感知和预言知识经济时代来临的学者之一，他在《哈佛商业评论》1998年1/2月号上发表的《新型组织的出现》一文中提出，21世纪最大的管理挑战是如何提高知识工人的劳动生产率。他认为在当今新的经济条件下，知识已成为与传统生产要素相并列的资源，甚至超过了其他要素的重要性，成为知识经济的根本特征。

在工业经济时代，以产品导向为管理特征，管理对象是劳动、资本和自然物资资源的合理而高效的配置与运用，以适应生产为中心的大规模流水线管理模式。在这个时期，CIMS、ERP、精益生产以及6Sigma方法等得到了空前的发展。而在知识经济时代，从生产产品为中心转变为以客户为中心，大规模流水线发展为大规模个性化定制。由于知识代替了劳动、资本和自然资源成为企业或一个组织最重要的资源，管理就不仅仅是对它们合理且高效地配置，还包括对知识的有效识别、获取、开发、分解、使用、存储和共享，以及对显性知识的梳理和对隐性知识的转化共享。管理的重点是知识的有效研究与开发，是员工（包括用户）知识的交流、共享与培训，是加快隐性知识的显性化和共享，最终运用集体的智慧提高应变和创新能力。提高知识的生产力和增值率、提高知识的共享率 and 创新能力将成为管理的核心，知识管理将成为推动知识经济时代前进的重要环节。

知识管理的理论和实践起源于20世纪80年代。1986年，知识管理概念首次在联合国国际劳工大会上由卡尔·维格提出；1991年，《哈佛商业评论》第一次发表了知识管理论文；1994年，在美国召开第一次知识管理学术大会后，一些著名的咨询

公司开始向客户提供知识管理解决方案；1997年，知识管理国际联盟在美国成立，有IBM、惠普、施乐等46个大公司和机构的200多名代表参与；1999年，美国有80%的企业或机构已经或正在实施知识管理计划。根据国际数据公司（IDC）的统计，全球财富500强每年由于对知识的管理不善而造成的成本损失达120亿美元。因此，当今国内外纷纷开展知识管理研究和实践，掀起了知识管理的热潮。

1.1.3 什么是知识管理

不同领域不同角色对知识管理强调的侧面各有不同，内涵也有所差异。有的是从管理对象定义，有的是从功能定义，有的是从目标定义，但至今仍未有一个统一而明确的定义。狭义的知识管理主要是针对知识本身的管理，包括对知识的创造、获取、加工、存储、传播和应用的管理；广义的知识管理不仅包括对知识本身的管理，还包括对与知识有关的各种资源和无形资产的管理，涉及知识组织、知识设施、知识资产、知识活动和知识人员等的全方位、全过程的管理。国外不同的专家学者对知识管理的理解都各有侧重，例如：

美国德尔集团创始人之一卡尔·弗拉保罗认为，知识管理就是运用集体的智慧提高应变和创新能力，是为企业实现显性知识和隐性知识共享提供的新途径。

欧勒锐（Daniel E.O' Leary）认为，知识管理是将组织可得到的各种来源的信息转化为知识，并将知识与人联系起来的过程。知识管理地对知识进行正式的管理，以便于知识的产生，获取和重新利用。这种解释着重阐明了信息、知识和人在知识管理过程中的不同角色。

Elias Safdie和Ray Edward认为，知识管理是使人、过程以及技术完美地结合起来，以使组织机构中与信息相关的成分，变成能为企业带来价值、优势和利益的直观动态的知识财富集合。知识管理是一种文化、生活的方式，或者说是一种做事的方式。

威格（Wiig）认为，知识管理是有计划的、详尽的、慎重的对知识进行架构、更新以及应用，以将组织内部知识相关的效率以及知识资产的获利最大化的过程。

维娜·阿莉（Verna Allee）认为，知识管理是帮助人们对拥有的知识进行反思，发展支持人们进行知识交流的技术，优化知识相关的组织内部结构，并帮助人

们获得知识来源,促进他们之间进行知识交流。

国外大型企业和咨询公司对知识管理的理解也同样是角度不同、深浅不一。

比如IBM公司比较侧重技术和实战性,认为知识管理就是获取与公司营运及竞争者有关的信息,通过处理和分析提炼有价值的知识,统一整理存储在其他人可以取得的地方,并按照需求和权限传递给所需的人员。

而安达信咨询公司则更强调人在知识管理过程中起到的作用,并将知识管理的内涵以如下公式表现: $KM = (P+K)S$ 。其中, KM 代表知识管理, P 表示参与到知识管理中的人(知识的携带者), K 表示知识,加号表示用信息技术将人与知识联接起来, S 表示知识分享。

虽然上述知识管理定义纷乱复杂、各种各样,但是我们可以看出其中反映的问题。

首先,复杂多样的定义说明人们对知识管理的认识仍未统一。这主要是由于知识管理本身的复杂性,它是一个多元化、涉及面广泛的活动,并且目前还属于新兴事物,内涵和外延很不明确。但是最重要的原因是由于人们出于不同的研究目的或使用目的,从不同的角度出发,对知识管理做出了不同的理解。

其次,定义呈现多样化,说明知识作为一种重要的生产要素在经济发展中的作用日益增长,这是知识经济时代的显著特征,知识成为组织机构竞争力的重要来源,在知识经济时代开展知识管理的必要性是举世公认的。

再次,知识管理是一个多学科和技术的结合体,随着国外实践的深入,人们认识到它不仅仅是利用技术以特定的规则和程序对知识加以管理,而且还包括人力开发、企业文化和组织流程优化等一系列管理问题。

1.1.4 知识管理的重点内容

不管国外专家学者或者企业机构以何种方式定义知识管理,我们都可以从中总结出国外知识管理理论研究得出的几个重点内容。

第一,知识管理的主要对象是知识,而知识分为显性知识和隐性知识两类,那么知识管理的内容就包括对显性知识的管理、对隐性知识的管理和对显性知识和隐性知识之间转化过程的管理三个方面。显性知识指的是组织机构中已经存在的系统

知识,是客观的、理性的和技能性的知识,如数据、政策、程序、文件等,具有可记载性和可查阅性;隐性知识通常指的是主观的、认识性的与个人经验相关的知识,它具有高度的个人性和私隐性。对显性知识的管理主要体现为对现有系统化知识本身的管理,对隐性知识的管理主要体现在对知识的携带者即人的管理上,而对二者转化过程的管理主要体现为建立隐性知识显性化的有效机制并对其过程进行管理。

第二,知识管理的对象还包括人,知识是知识管理的静态对象,而人既是知识管理的主体也是知识管理的受体,是其动态对象。知识和人在知识管理实践中同样重要,二者不可偏废,从本质而言,知识管理应该是以人为本的。

第三,知识管理是以知识和知识活动为核心的综合管理,它把知识活动过程作为研究对象,把组织机构其他流程看作是从属于知识活动的东西,通过对知识流的管理提升组织机构的管理职能。

第四,知识管理本身就是知识的发现、应用、创新和传播的过程。组织机构通过积累和利用经验、教训,将自身独有的知识融入到生产或服务过程中,构建内部和外部知识网络以促进知识的交流、共享以及创新,最终目的是利用知识资产创造价值。

总之,知识管理是20世纪90年代随着知识经济时代的到来而产生的一个全新的管理模式。我们认为,知识管理就是通过技术手段,获取一个组织的各种知识资源和技能,包括数据库、文件或书籍中的显性知识和个人的隐性知识,然后将这些知识和技能进行充分开发和有效的分布利用,从而提高组织创新能力和竞争力的过程。知识管理的重点就是将人、知识和技术紧密结合,以人为核心,以知识为基础,利用技术手段将最恰当的知识在最恰当的时间传递给最恰当的人。

1.1.5 知识管理的发展演变

1. 知识管理的现状

20世纪90年代初,知识管理的思想从企业管理角度被提出,并很快得到企业的认同。知识是企业有效运作所需的基础性资源,也是企业运营管理中最有价值的资产。因此,企业将有效的知识管理作为提高竞争能力和提升经营管理水平的主要手段。洛克希德·马丁(航天航空)、诺斯普罗·格鲁门(造船业)等国外行业领先企业认识到知识管理能够提供把复杂的资源、要素变为竞争优势的可能性,深入

开展知识管理活动。美国国防部（DoD）的空间测试项目（STP）应用知识管理协议，实施了创新技术，来减少其整个组织在智能资产共享的成本。开展知识管理项目以促进知识共享、交流和兵器采购部门的信息管理工作。欧洲著名的产品制造公司法国宇航—马特拉在过去的十几年间不断提高信息资源开发效率，通过各种信息系统网络加工生成新的信息资源，为各层次的管理者提供洞悉各类动态业务运营状态的信息，对公司各部门提供了最有力的支持，最终发展形成了企业的知识管理平台。

意大利Avio公司是意大利最大的航空发动机制造企业。早在1997年，Avio公司就意识到其发动机产品开发周期长达30年，而专业人才的流动性会造成公司的重大经济损失和公司经验、技术资产的流失。因此决定将分散在人脑中的知识整合，编纂成能为他人直接利用的文献，并开发一套基于知识管理理念的新产品开发（NPD）数据库和交换平台，在公司范围内实现交流和共享。对知识库的贡献成为公司评价员工的一项重要标准，知识管理的实施使得Avio公司中共享交流的企业文化氛围十分浓厚，这与实施初期企业管理层“自上而下”的推动是分不开的。知识管理项目在执行阶段，NPD系统成为设计人员日常工作中的重要工具和企业的战略研发基本手段。在1998到2002年间，Avio公司新产品开发到进入市场的时间缩短了9%，新产品数量增加了50%。目前，得益于当初NPD系统设计时考虑的灵活性和可扩展性，Avio公司正在为原有的系统升级和开发新的功能，从而进一步深化知识管理的应用，将系统扩展到更广阔的范围。

为了最大化企业的潜能，充分利用情报等手段建立广泛的知识源，美国航空航天局沿着知识共享、分布式协同、知识捕捉及全球专家知识库建立四个阶段的主线，开展知识管理应用实践，形成知识管理体系，开发了知识管理和知识主动共享系统来实现知识重用和知识服务，使全体成员能够发现、组织和共享知识重用，实现把正确的信息在正确的时间传递给正确的人，从而提高员工能力、增加顾客服务满意度以及减少成本，有效改变了传统的工作模式，为NASA型号研制提供了强有力的支撑，预计到2025年将全面实现企业的显性和隐性知识的获取、集成和共享。其中，NASA的基于过程的导弹风险知识管理系统（PBMA-KMS）支持了产品全生命周期和导弹成功率的管理。NASA将知识管理融入到工程和项目管理的生命周

期的每一个环节,针对内部的员工、承包商、研究机构、全球合作伙伴等群体,形成了一个完整的知识管理体系结构,通过业务流程的交互将领域专家与各类知识数据紧密地联系到一起,从员工经验、产品研制过程及文档中获取知识,利用知识社区、项目组及培训指导共享知识,将知识管理变为日常工作的一部分。

知识管理的核心是知识,知识的多少决定了解决问题的规模与可靠性,知识管理的一项重要任务是建设大规模知识资源库。被称为人工智能领域“曼哈顿计划”的Cyc工程启动于20世纪80年代中期,其目的是通过建立庞大的人类常识库,克服计算机软件的脆弱性难题。截至2000年,该工程已经组织了160万条常识,工程仍在进行。美国国防部高级研究计划局(DARPA)于1997年启动了一个为期4年的开发研究计划——高性能知识库(High-Performance Knowledge Base Program, HPKB),其目的是使开发者能够快速建立一个能容纳100K~1M条公理/规则/框架的知识库。随后的另一个4年计划——快速知识生成(Rapid Knowledge Formation, RKF)启动,主要目的是使主题专家不需要任何对知识的表述方式、获取方式和操纵方式的培训学习,就可以直接方便地访问和修改知识。欧洲多个国家参与的CommonKADS工程历时约15年时间,于1999年基本结束。该工程的研究目标是研究一套知识系统开发理论和方法,广泛应用于工业设计问题求解、城市规划问题求解等。美国斯坦福大学计算机系的知识系统实验室(Knowledge Systems Laboratory)从20世纪90年代初开始名为“How Things Work”研究计划,主要目的是研究面向科学工程的基于工程本体(Engineering Ontology)的“共享的可重用知识库(Shared Reusable Knowledge Bases)”。该研究较早地提出借用哲学概念本体(Ontology)来描述特定领域相关基本术语以及术语之间的关系(概念模型),从而建立共享知识库的基本单元。自1998年起美国标准与技术研究院(NIST)开始名为“设计、工艺规划和装配知识库(National Design, Process planning and Assembly Repository)”的研究,后改为“The Engineering Knowledge Repository”。该项研究旨在收集和检索通用领域的工程数据(public domain engineering data)为研究人员和工程技术人员服务,支持计算机辅助的协同设计。其长期目标是开发大规模工程知识库中基于内容查询的数学基础和支持工具。网络技术的发展使得网络成为一个巨大的信息和知识源,如何从海量的信息和知识中有效地检索到有用的内容,大规

模网络化分布式知识库则是国际最新研究进展和发展趋势。

另一方面,对于制造企业而言,目前的知识管理越来越多地与起端于20世纪50年代的知识工程进行融合,形成面向产品研制乃至全生命周期的知识管理技术。KBE (Knowledge-Based Engineering) 是20世纪80年代提出的一种传统知识工程技术与产品开发结合的知识驱动的计算机辅助产品开发技术,是一类专注于工程设计以及后继的制造、销售等活动的知识系统。许多跨国公司和著名大学纷纷开展研究,以提高企业的产品开发的创新能力。如美国福特汽车公司在其21世纪发展战略中,将KBE列为保持其在全球汽车行业领先地位的关键技术之一,并采用KBE方法设计某车型发动机盖,设计时间由2个月减少至2小时;美国的GE、Timken等公司,欧洲的Lotus、SAAB等公司在计算机辅助产品设计和辅助制造中引入了KBE方法,取得了很好的效果。另外,欧盟在KBE领域的一些主要研究工作如下: KBE的应用研究;支持KBE应用开发方法和工具研究;工程知识的管理;网络联盟企业KBE等。面对KBE领域的潜在市场,国外著名的CAD/CAM系统开发商,如EDS、DASSAULT等均开展了基于知识的工程设计系统的开发。EDS在UGII18集成了Intent!语言,并在几何处理方面加以拓展,建立了知识融合模块: Knowledge Fusion (UG/KF)。PTC公司Pro/E2000i中提供的行为建模技术则综合产品需求行为和功能行为、设计上下文、几何模型等各种知识,在设计过程中实现动态捕捉知识和反复迭代求解,支持设计工程师随时跟踪和控制产品的创新性设计。

国外在航空航天等复杂产品设计领域,知识工程与知识管理融合的最终目的是建立知识管理支撑环境,实现多学科领域知识获取与融合,构建知识库,实现将知识应用到工程和项目的全生命周期,有效支持复杂武器系统协同设计,促进设计创新和设计优化,大大提高了复杂产品整体研制能力和水平。

波音公司对737到747的开发过程进行了对比,从中得出许多有价值的结论,并利用这些结论进行757和767飞机的成功开发。波音在其产品研发系统(PDM)的基础上构建了基于知识的设计系统,将历史经验管理起来,用于新品的设计过程,在此支持下开发的波音777创造了波音公司历史上最成功、无差错的开发记录。在777的基础上,波音787飞机项目采用PLM V5R16解决方案,从传统的产品“数据管理”转变为企业的“知识管理”,从传统的“管理结果”转变为注重“控制过

程”，以支持全球化虚拟生产。在产品设计中，英国空中客车公司建立了专家知识库，并通过ICAD软件，使设计者实现将几何概念与专家的知识库联系起来，此外还能够联系诸如产品指标、性能数据、安全性代码之类的信息，在设计A340-600的机翼时，采用传统方法设计所有翼脚将耗费整整一年（一个工作人员）的时间，而目前情况下，只需要10个小时，大大提高了产品研制效率。欧洲MBDA 导弹系统使用Teamcenter 来共享全球范围的知识，支持大量用户访问以及跨企业的公共数据管理变更管理及产品结构控制，从而实现将FlexNet产品质量执行和产品生命周期管理（PLM）以及ERP数据之间进行了深入的整合。洛克希德·马丁公司在超/高超音速飞行器设计过程中运用了各个学科领域的知识，实现在特定知识领域中的信息和策略的可重用和可继承，专业模型可以独自捕获和处理各自学科知识，推动多学科协同和并行工程，实现集成的工程仿真分析和寻优，为跨大气层运载器（TAVs）的设计与仿真提供环境，实现了各设计、分析与仿真工具〔包括气动、气动加热、热防护系统（TPS）、推进系统、弹道分析、结构重量优化与费用计算等〕之间的数据交换自动化，有效解决了超/高超音速飞行器设计过程的低效问题。

在国内，知识工程与知识管理作为未来整个制造业发展的核心内容，也已经开始得到重视，并且取得了一定的成果，成为我国工程应用领域研究的新热点，航空、航天、兵器等武器装备研制单位为适应新一代复杂武器装备的研制需求，逐渐开展了基于知识的产品研制研究。

航天一院为有效支持武器型号基于知识工程的需求分析、设计、仿真、成本分析等设计相关流程，历时四年开发了missileExpert、missileCost等软件系统，初步建立了多学科优化设计知识模板，实现了对部分设计知识的固化。兵器201所在科工局的支持下，构建了知识库，实现了基于知识的系统与CAD、CAE软件集成，建立并试用履带装甲车辆总体、轮式装甲车辆总体、油气弹簧、空气滤等六个基于知识工程KBE系统的部分模块。航空601所在知识管理方面开展研究，形成了初步的专业设计流程，以创新设计平台为基础，构建了内部知识库，在辅助学习和辅助创新方面发挥了应有的作用。在科工局和国家863计划的支持下，航天707所长期跟踪知识工程和知识管理技术，开展了知识管理情报和相关技术研究，对国内外知识管理发展状况有着深刻认识，并掌握了本体论、复合型知识表示、知识组网等知识管理关键技术。