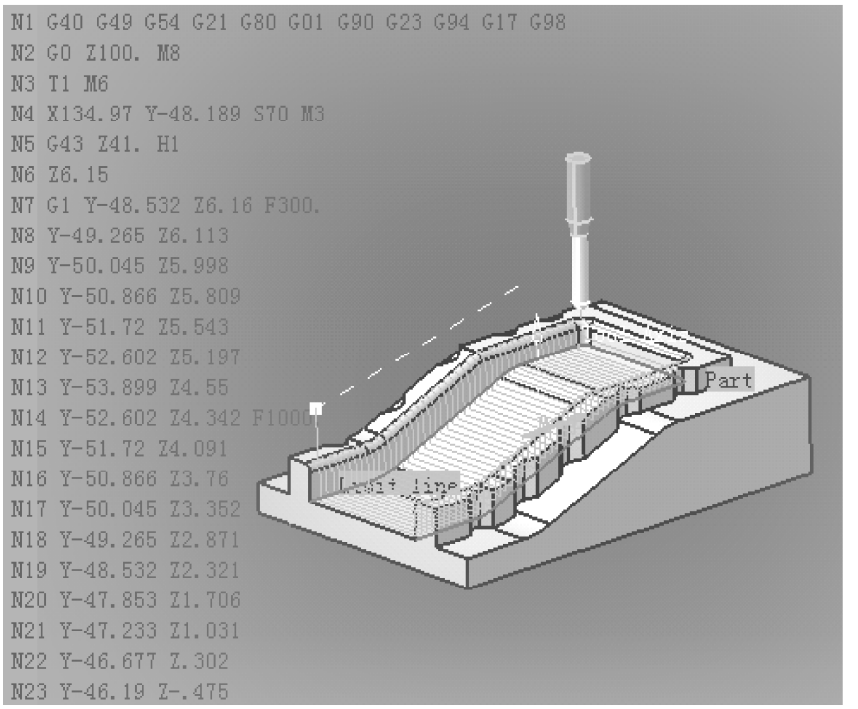
CATIA V5 应用丛书

知识工程及专家系统

王智明　杨　旭　平海涛　编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心
·北　京·

需要全本请访问 www.ertongbook.com

CATIA V5 是 IBM/Dassault System 开发的个人计算机版本的高端 CAD/CAE 软件，其知识工程及产品优化设计模块功能强大且方便使用，知识软件化及软件智能化使工程技术人员可以轻松地进行参数化设计及最优化设计。

本书是《CATIA V5 应用丛书》之一。书中结合实例，按照循序渐进的方式，对 CATIA V5 的 Knowledge Ware 单元中知识工程顾问（KWA：Knowledge Advisor）模块、知识工程专家（KWE:Knowledge Expert）模块及产品工程优化（PEO：Product Engineering Optimizer）模块中的相关知识进行了详尽的介绍。针对初学者，从熟悉基本使用环境开始，到各个单元的高级功能，结合实例对 CATIA V5 的常用单元的应用进行了详尽的说明。为方便初学者，本书给所涉及到的模块、菜单和工具栏及按钮等均加注了中文解释。

本书可作为工业工程、机械制造、石油化工、轻工、造船、航空航天、汽车交通、土木工程、水利、铁道等专业的科学研究人员和工程技术人员进行工程设计的必备书。也可作为高校相关专业的高年级本科生、研究生及教师的使用教材以及学习 CATIA V5 软件的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

知识工程及专家系统 / 王智明，杨旭，平海涛编著.
北京：化学工业出版社，2006.4
（CATIA V5 **应用丛书）**
ISBN 7-5025-8556-7

Ⅰ. 知… Ⅱ. ①王… ②杨… ③平… Ⅲ. ①知识工程
②专家系统 Ⅳ. TP182

中国版本图书馆 CIP **数据核字（**2006**）第** 037176 **号**

CATIA V5 **应用丛书**
知识工程及专家系统
王智明 杨 旭 平海涛 编著
责任编辑：任文斗 张兴辉
文字编辑：闫 敏
责任校对：顾淑云
封面设计：于 兵
*
化 学 工 业 出 版 社
工业装备与信息工程出版中心 **出版发行**
(**北京市朝阳区惠新里** 3 **号 邮政编码** 100029)
购书咨询：(010) 64982530
(010) 64918013
购书传真：(010) 64982630
http：// www.cip.com.cn
*
新华书店北京发行所经销
印刷厂印刷
装订厂装订
开本 787mm×1092mm 1/16 **印张** 17 **字数** 418 **千字**
2006 **年 月第** 1 **版** 2006 **年 月北京第** 1 **次印刷**
ISBN 7-5025-8556-7
定 价： 元

版权所有 违者必究
该书如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责退换

前　言

伴随着产品研发体系的不断完善，知识的延续与再利用作为一种全新的设计理念应运而生。特别是在市场经济大潮的影响下，企业人才的流动较为频繁。如何保证在关键位置的人才流动后不至于给企业带来巨大的损失，同时制造业多年积累下来的企业经验如何快速传授给新的工程师，从而加速设计开发的流程，CAD/CAM 是技术创新的关键。CATIA V5 作为一个完全集成化的软件系统，将机械设计、工程分析及仿真、数控加工及 CAT web 网络应用解决方案有机地结合在一起，为用户提供严密的无纸工作环境，是个人计算机版本的高端 CAD/CAM 软件。

CATIA V5 的知识智能模块较好地解决了困扰制造行业及其他消费品行业的知识重用和保留的重要问题。它利用一个独一无二的软件框架——CATIA V5 知识工程及专家系统（Knowledge Ware），可以将用户成熟的经验做成模板，使得相似的设计可重复使用；还可以通过运用 CATIA 的知识工程顾问模块，以产品知识为基础，参数化地建立标准件模型，再把标准件模型导入 Catalog 模板实现标准件库的建立，用以指导产品的设计和加工。这种参数化设计方法通过为产品建立一个产品知识库，不仅能完成参数化设计的尺寸驱动和特征驱动，而且能实时地检验设计，提出设计建议，进行人机对话，是一种智能化 CAD，达到了缩短产品的研发周期，提高产品质量，降低成本的目的。

目前，市场上有关 CATIA V5 这一应用软件的书籍主要是针对建模、装配设计、曲面设计、工程分析与电子样机模拟等模块和单元的介绍，而知识智能这个模块还很少有教材或专著涉及。而这个模块中的知识工程顾问、知识专家、产品的工程优化等单元从参数化的角度出发，使设计过程标准化，易于知识的延续与再利用，可以有效地缩短产品的研发周期，符合现代设计的思路和理念，是新时期工程技术人员迫切需要的知识和技能。

基于以上考虑，本书对 CATIA V5 知识工程顾问、知识工程专家、产品的工程优化等常用单元都进行了详尽介绍，从熟悉基本使用环境开始，循序渐进地介绍了各单元的高级功能。通过书中简单实例的讲解可使读者快速入门，是一本适合于各层次读者使用的 CATIA V5 参考教材。

本书由王智明、杨旭、平海涛编著，参加编写、校对工作的人员还有李春光、杨海鹏、艾斌、郑午、宫文斌、李风、李景海、王志方、武耀辉、胡加辉、李秀菊、邓洪超、王军、张红彦、杨永海、张春秋、李同焕、刘占忠、刘广武、李婧、吴伟娜、许睿等。全书由杨旭统稿。

本书由吉林大学王国强教授主审，吉林大学的高秀华教授和郑午教授提出了许多宝贵的意见和建议。

本书在编写过程中得到了各界同仁和朋友的大力支持、鼓励和帮助，并参阅了 CATIA V5 在线帮助的相关资料，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，书中纰漏与不足之处在所难免，敬请各位读者批评指正。

作者

2006 年 6 月

目　　录

第 1 章　CATIA V5 知识工程 ····· 1

1.1　CATIA 简介 ····· 1
1.1.1　CATIA V5 的发展 ····· 1
1.1.2　CATIA V5 的特点 ····· 1
1.1.3　CATIA V5 的功能优势 ····· 2
1.2　知识工程的提出 ····· 3
1.2.1　知识工程定义 ····· 3
1.2.2　知识工程在行业生产中产生的意义 ····· 3
1.3　知识工程的相关术语 ····· 4
1.3.1　常用术语简介 ····· 4
1.3.2　关于参数 ····· 4
1.4　参数化设计和知识工程原理 ····· 4
1.4.1　参数化设计的概念和特点 ····· 4
1.4.2　基于 CATIA V5 的参数化 ····· 5

第 2 章　知识工程顾问基础 ····· 7

2.1　知识工程顾问概述 ····· 7
2.1.1　知识工程顾问功能简介 ····· 7
2.1.2　进入知识工程顾问模块前的设置 ····· 7
2.1.3　进入知识工程顾问工作平台 ····· 8
2.1.4　知识工程顾问工具栏简介 ····· 8
2.2　入门练习 ····· 9
2.2.1　参数的设置及简单应用 ····· 9
2.2.2　应用公式约束参数 ····· 10
2.2.3　建立规则 ····· 11
2.2.4　建立检查 ····· 12
2.3　基本操作 ····· 13
2.3.1　参数的应用 ····· 13
2.3.2　公式的应用 ····· 31
2.3.3　检查特性在设计过程中的应用 ····· 41
2.3.4　规则特征的应用 ····· 47
2.3.5　关系式的应用 ····· 49

2.4 应用实例 59
2.4.1 零件三维建模的过程 59
2.4.2 模型的参数化 60
第 3 章 知识工程的编程语言 66
3.1 公式、规则和检查语句的书写 66
3.1.1 条件函数 66
3.1.2 常量 67
3.1.3 注释 67
3.1.4 临时变量 67
3.1.5 单位 67
3.1.6 运算符 68
3.2 常用语法构造 68
3.3 Dictionary 的应用 71
3.3.1 设计表（Design Table） 71
3.3.2 构造点（Point Constructors） 74
3.3.3 求解（Evaluate） 76
3.3.4 构造直线（Line Constructors） 76
3.3.5 构造圆弧（Circle Constructors） 77
3.3.6 列表（List） 79
3.3.7 测量（Measures） 80
3.3.8 构造曲面（Surface Constructors） 81
3.3.9 构造线架构元素（Wireframe Constructors） 82
3.3.10 实体测量（Part Measures） 84
3.3.11 构造平面（Plane Constructors） 84
3.3.12 分析函数（Analysis Operators） 85
3.3.13 数学函数（Mathematical Functions） 85
3.4 应用实例：求解三元方程组 86
3.4.1 应用 Simulated Annealing algorithm 求解方程组 87
3.4.2 应用 SetOfEquations 方法求解方程组 87
第 4 章 知识工程顾问的高级应用 88
4.1 知识工程顾问高级功能 88
4.1.1 高级知识工程顾问关系式的运用 88
4.1.2 设计表的应用 94
4.1.3 知识监察功能的应用 108
4.1.4 基于列表特征的操作 112
4.1.5 应变特性的应用 116
4.1.6 循环特性的应用 127
4.1.7 知识工程的行为特性（Action Feature）及其应用 145

需要全本请访问 www.ertongbook.com

4.2 综合应用实例 149
4.2.1 球轴承模型的参数化分析 149
4.2.2 轮辋和轮盘的参数化建模 153
第 5 章 知识工程专家系统基础 164
5.1 知识工程专家系统简介 164
5.1.1 知识工程专家菜单栏 164
5.1.2 知识工程专家工具栏 165
5.1.3 知识工程选项卡 165
5.1.4 语言选项卡 166
5.2 基本功能 167
5.2.1 规则库 167
5.2.2 规则集 174
5.3 高级功能 176
5.3.1 启动检查修正方法 176
5.3.2 设定基于用户定义特征的规则 177
5.3.3 VB 语言创建规则和检查 182
第 6 章 专家检查与专家规则 184
6.1 专家检查 184
6.1.1 创建专家检查 185
6.1.2 使用检查编辑器 186
6.1.3 编辑专家检查 188
6.1.4 激活和冻结专家检查 188
6.1.5 访问检查内容中的专家检查 188
6.1.6 高亮度显示无效的特征 188
6.1.7 生成检查报告 189
6.1.8 运行检查的整体分析 191
6.2 专家规则 194
6.2.1 创建专家规则 195
6.2.2 使用专家规则编辑器 196
6.2.3 编辑专家规则 196
6.3 应用知识工程专家语言 197
6.3.1 声明变量 197
6.3.2 使用检查/规则编辑器中的类型 197
6.3.3 使用类型属性 198
6.3.4 使用运算符 198
6.3.5 使用函数 199

第 7 章　产品工程优化 …… 200

7.1　**入门训练** …… 200
7.1.1　**用模拟退火算法搜索一个目标值** …… 202
7.1.2　**用梯度法搜索目标值** …… 207
7.2　**使用优化功能** …… 207
7.2.1　**定义一个最优化进程** …… 208
7.2.2　**熟悉最优化对话窗口** …… 208
7.2.3　**指定运算法则运行最优化** …… 216
7.2.4　**搜索最大值** …… 218
7.2.5　**搜索最小值** …… 219
7.2.6　**使用梯度法优化非满意约束的问题** …… 220
7.2.7　**使用约束** …… 221
7.2.8　**运行加权约束最优化** …… 223
7.3　**使用限制满足函数** …… 227
7.3.1　**使用限制满足函数简介** …… 227
7.3.2　**熟悉限制满足编辑器** …… 230
7.3.3　**在限制满足计算中使用测量参数** …… 235
7.4　**使用试验设计工具** …… 239
7.4.1　**试验设计工具介绍** …… 239
7.4.2　**熟悉试验设计工具窗口** …… 240
7.4.3　**使用试验设计工具** …… 243
7.5　**提示与技巧** …… 249
7.6　**产品工程优化模块的高级功能** …… 249
7.6.1　**解释结果** …… 249
7.6.2　**最优化的简化方法** …… 251

第 8 章　运用 CATIA V5 知识工程开发国家标准零件库 …… 253

8.1　CATIA V5 **知识工程模块的特点** …… 253
8.2　CATIA V5 **知识工程模块建立国家标准零件库的目的** …… 253
8.3　CATIA V5 **知识工程顾问中实现参数化设计的方法** …… 253
8.4　**国家标准件内六角螺栓零件库的建立** …… 254
8.4.1　**分析实体并提取特征参数** …… 254
8.4.2　**建立三维模型并参数化** …… 255
8.4.3　**定义用户参数及其关系式** …… 258
8.4.4　**特征数与自定义参数对照表** …… 258
8.4.5　**利用表格驱动数据** …… 258
8.4.6　**利用** CATIA V5 **的规则功能进行零件的检验** …… 260
8.5　**结束语** …… 260

参考文献 …… 261

第 1 章　CATIA V5 知识工程

1.1　CATIA 简介

CATIA 是英文 Computer Aided Tri-Dimensional Interface Application 的缩写，是世界上一种主流的 CAD/CAE/CAM 一体化软件。在 20 世纪 70 年代 Dassault Aviation 成为了第一个用户，CATIA 也应运而生。从 1982 年到 1988 年，CATIA 相继发布了 1 版本、2 版本、3 版本，并于 1993 年发布了功能强大的 4 版本，现在的 CATIA 软件分为 V4 版本和 V5 版本两个系列。V4 版本应用于 UNIX 平台，V5 版本应用于 UNIX 和 Windows 两种平台。V5 版本的开发开始于 1994 年。为了使软件能够易学易用，Dassault System 于 1994 年开始重新开发全新的 CATIA V5 版本，新的 V5 版本界面更加友好，功能也日趋强大，并且开创了 CAD/CAE/CAM 软件的一种全新的风格。

CATIA 的产品开发商为全球知名的飞机公司 Dessault System 公司，其成立于 1981 年，目前已成为 CAD/CAM/CAE/PDM 领域世界领先的软件开发商，其技术水平在业内的领导地位，已得到广泛的认可。

该系统是在 CADAM 系统（原由美国洛克希德公司开发，后并入美国 IBM 公司）基础上扩充开发的，在 CAD 方面购买原 CADAM 系统的源程序，在加工方面则购买了有名的 APT 系统的源程序，形成了商品化的系统。

1.1.1　CATIA V5 的发展

CATIA V5 是 IBM/DS 在充分了解客户的经验，并积累了大量客户的应用需求后，基于 Windows 核心重新开发的新一代高端 CAD/CAM 软件系统。CATIA 计算机辅助三维/二维交互式应用系统，自 1999 年 3 月法国达索系统（Dassault Systems）公司正式发布第一个版本即 CATIA V5R1（CATIA Version 5 Release 1）以来，平均每年发布 2~3 个版本，到 2003 年 4 月发布的 CATIA V5R11（CATIA Version 5 Release 11），模块总数由最初的 12 个增加到了 146 个。将原来运行于 IBM 主机和 AIX 工作站环境的 V4 版本彻底改变为微软 Windows NT 环境，99%以上的用户界面图标采用 MS-Office 形式，并且自己开发一组图形库，使得 Unix 工作站版本与 Windows 微机版具有相同的用户界面。目前 CATIA V5 最新版本为 CATIA V5R16，是 2006 年 3 月发布的。CATIA V5 充分发挥了 Windows 平台的优点，一经推出市场后立刻就得到业界广泛的认可，被很多 CAD/CAM 领域的资深咨询专家评价为第四代 CAD/CAM 软件，代表了 CAD/CAM 未来发展的方向。

1.1.2　CATIA V5 的特点

CATIA V5 版本是 IBM 和达索系统公司长期以来在为数字化企业服务过程中不断探索的结晶。围绕数字化产品和电子商务集成概念进行系统结构设计的 CATIA V5 版本，可为数字化企业建立一个针对产品整个开发过程的工作环境。在这个环境中，可以对产品开发过程的

各个方面进行仿真，并能够实现工程人员和非工程人员之间的电子通信。产品整个开发过程包括概念设计、详细设计、工程分析、成品定义和制造乃至成品在整个生命周期中的使用和维护。CATIA V5 版本具有以下特点。

（1）重新构造的新一代体系结构

为确保 CATIA 产品系列的发展，CATIA V5 新的体系结构突破传统的设计技术，采用了新一代的技术和标准，可快速地适应企业的业务发展需求，使客户具有更大的竞争优势。

（2）支持不同应用层次的可扩充性

CATIA V5 对于开发过程、功能和硬件平台可以进行灵活的搭配组合，可为产品开发链中的每个专业成员配置最合理的解决方案。允许任意配置的解决方案，因而可满足从最小的供货商到最大的跨国公司的需要。

（3）与 NT 和 UNIX 硬件平台的独立性

CATIA V5 是在 Windows NT 平台和 UNIX 平台上开发完成的，并在所有所支持的硬件平台上具有统一的数据、功能、版本发放日期、操作环境和应用支持。CATIA V5 在 Windows 平台的应用可使设计师更加简便地同办公应用系统共享数据；而 UNIX 平台上 NT 风格的用户界面，可使用户在 UNIX 平台上高效地处理复杂的工作。

（4）专用知识的捕捉和重复使用

CATIA V5 结合了显式知识规则的优点，可在设计过程中交互式捕捉设计意图，定义产品的性能和变化。隐式的经验知识变成了显式的专用知识，提高了设计的自动化程度，降低了设计错误的风险。

（5）给现存客户平稳升级

CATIA V4 和 V5 具有兼容性，两个系统可并行使用。对于现有的 CATIA V4 用户，V5 将引领他们迈向 NT 世界。对于新的 CATIA V5 客户，可充分利用 CATIA V4 成熟的后续应用产品，组成一个完整的产品开发环境。

1.1.3 CATIA V5 的功能优势

CATIA 在造型风格、车身及引擎设计等方面具有独特的长处，为各种车辆的设计和制造提供了端对端（end-to-end）的解决方案，CATIA 涉及产品、加工和人三个关键领域。CATIA 的可伸缩性和并行工程能力可显著缩短产品上市时间。全球有各种规模的消费品公司信赖 CATIA，其中部分原因是 CATIA 设计的产品风格新颖，而且具有建模工具和高质量的渲染工具。CATIA 已用于设计和制造如下多种产品：餐具、计算机、厨房设备、电视和收音机以及庭院设备等。

CATIA 源于航空工业，在业界有良好声誉。它以精确安全的可靠性满足商业、防御和航空领域各种应用的需要。CATIA 开发商引以自豪的几个主要项目（例如波音 777，波音 737）均成功地用 100%数字模型无纸加工完成。这在航空工业中从来没有过。CATIA 与 STEP 完全兼容，为航空提供的解决方案，包括管道系统（Piping and Tabling）、组装、结构、内部负荷分析（业界第一）、电路布线和综合利用。一个产品仅有设计是不够的，还必须成功地制造出来，CATIA 擅长于为棱柱和工具零件做 2D/3D 关联、分析和 NC；CATIA 规程驱动（Spec-driven）的混合建模方案保证高速生产和组装精密产品，如机床、医疗器械、胶印机、钟表及工厂设备等均能做到一次成功。在丰富经验的基础上，IBM-ETS 和 Dassault-System 为造船业、发电厂、加工厂和工程建筑公司开发新一代解决方案。CATIA-CADAMPlant 是这些

行业中的第一个面向对象和知识工程技术的系统。其强大的可视化工具能使设计人员在可视化环境下快速完成产品的一系列设计工作，能有效地把产品的知识库结合到产品的设计开发过程中，能使设计人员在确保提高设计效率的同时，遵循最佳的设计实践，为广大用户所青睐，是目前应用最广泛的三维工程软件。

1.2 知识工程的提出

1.2.1 知识工程定义

1977 年，第五届国际人工智能联合大会上，美国斯坦福大学计算机科学系费根鲍姆（E.A.Feigenbaum）教授所作的¡°人工智能的艺术：知识工程课题及实例研究¡特约演讲中第一次提出¡知识工程 KE¡这个词，它的出现改变了传统的知识记载和传播的方式。知识工程（KE：Knowledge Engineering）是一个非常广泛的概念，最基本的含义就是人工智能在知识信息处理方面的发展，利用大型技术基础设施（网络平台与计算机系统），完成知识的采集、整理、加工、制作、存储和发送的工作。一般采用“规则”的形式来存放、维护和应用所得到的知识。

1.2.2 知识工程在行业生产中产生的意义

知识工程具有极其广阔的应用领域，最重要的方面之一就是与 CAX 系统相结合，注重知识应用的 CAX 系统是现代制造业的关键需求。基于知识工程的 CAX 系统起源于 20 世纪 90 年代初的美国，最初通过与 CATIA 和 ICAD 软件相结合应用于波音公司的飞机冲压件设计中。通过近 10 年的发展，知识工程已成为 CATIA V5 软件系统的核心技术之一。

CATIA V5 的知识工程主要体现为一系列智能化软件模块，包括知识工程顾问（KWA：Knowledge Advisor）、知识工程专家（KWE：Knowledge Expert）、产品知识模板（PKT：Product Knowledge Template）、业务流程知识模板（BKT：Business Process Knowledge Template）、产品工程优化（PEO：Product Engineering Optimizer）、产品功能定义（PFD：Product Function Definition）和产品功能优化（PFO：Product Function Optimization）等，通过提供方便易用的知识工程环境来创建、访问以及应用企业知识库，在保存企业知识的同时，充分利用这些宝贵经验，表现在以下两个方面。

① 帮助企业把规范的设计信息、最优的设计方法和流程等隐含的知识容易地转化为正规的显式的知识。将“知识”以参数（Parameters）、公式（Formulas）、规则（Rules）、检查（Checks）、报告（Reports）、设计表（Design Tables）、应变（Reactions）、创成式脚本（Generative Scripts）等多种形式表示出来，还可以把这些智能资产封装为产品设计模板直接使用，一方面应用了企业的最佳设计经验，另一方面也保护了企业的智能资产，并且企业可以在任何时候定义、修改、插入任何类型的“知识”。

② 给企业提供了在产品全生命周期都可以捕捉与重用企业知识的能力。建立知识库的目的是为了在产品开发过程中所有相关技术人员都可以高效利用 CATIA V5 自动捕捉建立在系统中的知识。

这种独一无二的知识驱动以及产品设计方法，不仅适用于产品造型阶段，还适用于从设计分析到制造，从单个零件的设计到整个产品的电子样机，这样在设计效率上远远超过了传统的参数化或变量软件系统。CATIA V5 通过知识工程还把产品开发过程中涉及到的多学科知识有机地集成在一起，从而带动企业相应各部门间的紧密联系以及产品信息共享，更好地

需要全本请访问 www.ertongbook.com

支持了并行工程和协同设计能力。

1.3 知识工程的相关术语

1.3.1 常用术语简介

① 参数（Parameter）是作为特征定义的 CATIA 文档的一种特性。参数有值，能够被关系式（Relation）所约束。

② 关系式（Relation）是智能特征的一般称谓，包括:公式（Formulas）、规则（Rules）、检查（Checks）和设计表（Design Tables）。

③ 公式（Formulas）定义一个参数如何由其他参数计算而来。例如：Length_of_Circle = 2 * Pi * Radius_of_Circle。

④ 规则（Rules）是满足条件就执行操作的一组语句列表。例如：if (Material = = Gold) Cost = 1000 else Cost = 200。

⑤ 检查（Checks）是一组验证关系，用来提醒用户的违规。例如：若条件是 cost<2000，则检查可显示警告“成本太高，变更材料”。

⑥ 设计表是 Excel 或文本表格，有一组参数。表格中的每列定义具体参数的一个可能的值。每行定义这组参数可能的配置。

⑦ 配置（Configuration）是设计表中相关的参数组的一组值。

⑧ 行为（Behavior）是一组与特征关联的 VB 脚本操作。

1.3.2 关于参数

内部参数：定义文档内部属性，如草图中的半径、位置约束等。

用户参数：位于特征树上 Parameters 节点下的由使用者添加的参数。

参数类型 :实数 Real，整数 Integer，字符串 String，逻辑 Boolean，长度 Length，质量 Mass，时间 Time 等。

参数值：单个值或多个值。

1.4 参数化设计和知识工程原理

1.4.1 参数化设计的概念和特点

随着计算机技术的发展，生产过程自动化呈现出加速发展的趋势，而产品设计过程现已被认为是提高整个生产率的瓶颈问题，参数化设计以其智能化的产品设计方案越来越得到人们的重视，拥有较强的参数化功能已经成为现代 CAD 系统的重要标志。

参数化设计的基本思想是以约束来表达产品模型的形状特征，通过从模型中提取一些主要的定形、定位或装配尺寸作为自定义变量，修改这些变量的同时由一些公式计算出并变动其他相关尺寸，从而方便地创建一系列形状相似的零件。这种用尺寸驱动、修改图形的功能为初始产品设计、产品建模、修改系列产品设计提供了有效的手段，能够满足设计具有相同或相近几何拓扑结构的工程系列产品及相关工艺装备的需要。

参数化设计的优点是对设计人员的初始设计要求低，无需精确绘图，只需勾绘草图，然后可通过适当的约束得到所需精确图形；便于编辑、修改，能满足反复设计的需要。但是传

统的参数化设计也存在以下不足之处。

① 自定义变量只能驱动几何尺寸，即通过一些公式来修改零件的几何尺寸，而零件的形状已基本明确，即零件的特征基本给定，几乎不能改变。

② 自定义变量之间相互独立，不便建立任何函数关系，也不便对每个变量做约束。这使得当某些变量的修改量比较大时，某些特征出现严重变形，甚至使该特征和与它相关联的其他特征失去约束，出现悬空状态的特征，造成信息的丢失。

1.4.2 基于 CATIA V5 的参数化

知识工程是人工智能在知识信息处理方面的发展，它主要研究如何由计算机表示知识，进行问题的智能求解。知识工程的研究使人工智能的研究从理论转向了应用，从基于推理的模型转向基于知识的模型，是新一代计算机的重要理论基础。它的根本目的是在研究知识的基础上，开发人工智能系统，补充和扩大大脑的功能，开创人机共同思考的时代。知识表示、知识利用、知识获取构成了知识工程的基础。

可以考虑在参数化设计中引入知识工程，结合特征造型理论，来弥补当前参数化设计的不足。面向对象的技术已被深入应用于特征的描述，这使得特征本身已包含了参数化变动尺寸值所需的成员变量和成员函数，特征的尺寸值均可作为其变量，随时作适当改变。在这个基础上，进一步使特征以及特征之间的依附关系能随一定的条件改变，即可实现参数化特征。因而在产品设计过程中把涉及产品设计的所有信息集合起来，包括行业设计标准、产品的尺寸关联、尺寸约束、特征关联和工艺顺序等，组成一个产品的知识库。由此可以采用以下办法来解决上述参数化设计的不足。

① 建立产品的特征库和产品的特征关联、尺寸关联库。由于一个特征是用一个对象来描述的，所以为特征设置一个属性 Activity。当该属性值为 True 时，该特征被激活；当该属性值为 False 时，该特征隐藏，不出现在设计中。这样就可以通过自定义变量值的范围、特征之间的依附关系等方法来确定某些特征是否被激活，是否出现在设计中。这也就意味着在参数化设计过程中实现了特征驱动。同时尺寸关联库的建立更能很好地组织和明确各特征的尺寸、特征间的位置关系。这样产品的特征和尺寸的关联信息将更明确、清晰。

② 引入一些校验。有些变量在设计过程中有一定的范围限制或受一些标准的约束，有些变量与变量之间存在一定的函数约束关系。可以把它们列出，定义好其范围或函数约束关系，并设置好相应的报错信息和推荐建议，组成一个设计检验库。在参数化设计过程中，一旦有些变量的改变引起其他变量违反其允许值的范围，即违反了某一校验，则立即提示出相应的报错信息，同时给出一定的更正方案推荐给设计人员，设计人员可以及时修正设计。设计人员也可以通过学习算法将好的设计经验写入设计检验库，或由设计检验库通过学习算法自动学习知识。这一方法有效地增强了参数化设计的可靠性，并能积累优秀的设计经验，以扩充产品知识库，在设计时就能得到产品的最佳设计。

在建立产品数据库的基础上进行参数化设计的基本构架如图 1-1 所示。这种基于产品知识的参数化设计把知识工程与参数化设计有机地结合起来，它用知识工程原理来组织产品数据，表达成产品的知识库。它用较完整的面向对象的高级语言来描述特征，并在特征造型中使用参数化的同时，又利用结构化的高级语言参数化地变动尺寸和特征。

它不仅可以随时调整产品形状和尺寸，而且可以随时调整产品的结构和特征，同时实现尺寸驱动和特征驱动。它又能实时地监督设计过程，检验设计是否符合要求，并提出适当的建议，与设计人员进行人机对话。通过学习算法，设计人员可以不断丰富产品的知识库，更

有助于未来的设计。这样的参数化设计极大地方便了产品的修正和改良，对缩短产品设计周期、节省产品设计成本有着巨大的实际意义，从而使产品设计变得更加灵活、高效、智能。拥有产品工艺库的产品知识库，则能进一步帮助和指导设计人员制定产品的工艺流程。

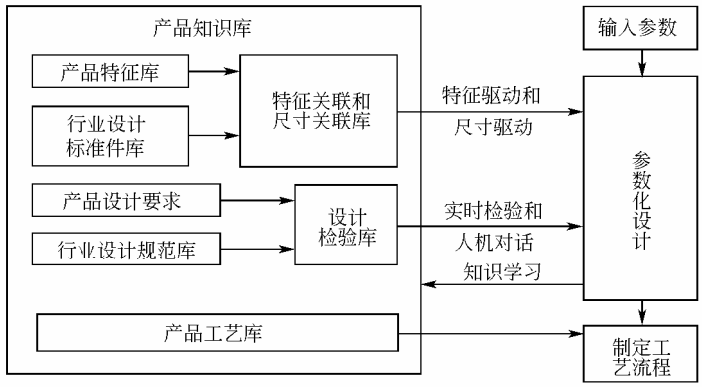


图 1-1　基于知识的参数化设计的基本构架示意图

第 2 章　知识工程顾问基础

知识工程顾问（Knowledge Advisor）模块能让开发人员把产品的设计知识（包括尺寸关系式、尺寸约束、特征关系式等）用知识工程原理表达出来，组成一个产品的知识库，指导设计人员完成产品创新，并体现最佳的设计实践，达到减少设计失误，实现自动设计，获得最高生产率的目的。

在设计过程中，用户通过把产品知识嵌入行为、公式、规则及检查中，并在需要时调用，使产品知识依据用户的定义指导设计。它的内涵是很容易理解的，例如：通过检查操作可以亮显在验证过程中所涉及到的参数，这样用户就可以容易而直观地判断被测对象如何破坏标准。

本章主要介绍对知识工程顾问模块的基本操作，目的在于帮助读者对知识工程顾问模块的基本功能有一个较为全面的认识。下面分节介绍知识工程顾问中实体特征的参数化及参数化的设置，公式、规则、检查特性以及关系式的简单应用等操作。

2.1　知识工程顾问概述

2.1.1　知识工程顾问功能简介

在知识工程顾问模块中，设计人员可以把在产品设计中涉及的行业设计标准、尺寸关联、尺寸约束、特征关联等信息，用模块本身提供的公式（Formulas）、规则（Rules）和检查（Checks）等工具表达成模块化的面向对象的高级语言代码，其中 Formulas 用于通过函数公式表示待定变量与自定义变量和其他一些参数之间的关系；Rules 用于通过编写程序代码，有条件地改变尺寸的值，有条件地激活或隐藏特征；Checks 选项用于着重标明在校验过程中涉及的参数，从而方便地确认。

在知识工程顾问的工作平台，可进行下面的操作：实体特征的参数化及参数化的设置；公式、规则和检查特性的创建与编辑；运用高级知识工程顾问关系式；应用知识监察功能；基于列表特征的相关操作；应用应变特性、循环特性、知识工程的行为特性等。

2.1.2　进入知识工程顾问模块前的设置

为使知识工程顾问的参数以及关系式等信息准确地显示在 CATIA 环境中，需进行如下设置。

① 单击 Tools|Options|General|Parameters and Measure，如图 2-1 所示。在 Knowledge 选项卡中选择 With value 和 With formula 两项，点击 OK。

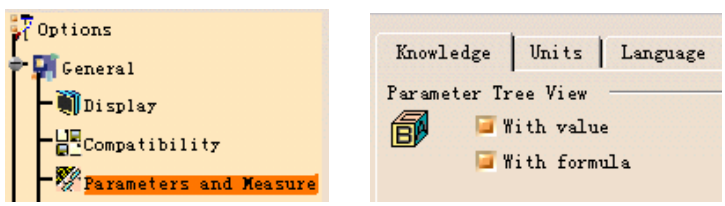


图 2-1　设置显示参数

② **单击** Tools|Options|Infrastructue|Part Infrastructure，**如图** 2-2 **所示。在** Display **选项卡中至少选择** Relations **和** Parameters **两项（建议选择特征树设置下的所有选项），点击** OK。

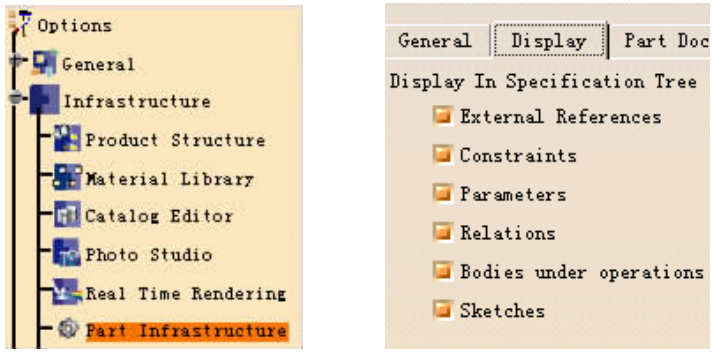


图 2-2　设置显示参数（Relations 和 Parameters）

2.1.3　进入知识工程顾问工作平台

从 Start **菜单处依次选择** Knowledgeware|Knowledge Advisor，**进入知识工程顾问工作平台，如图** 2-3 **所示。**

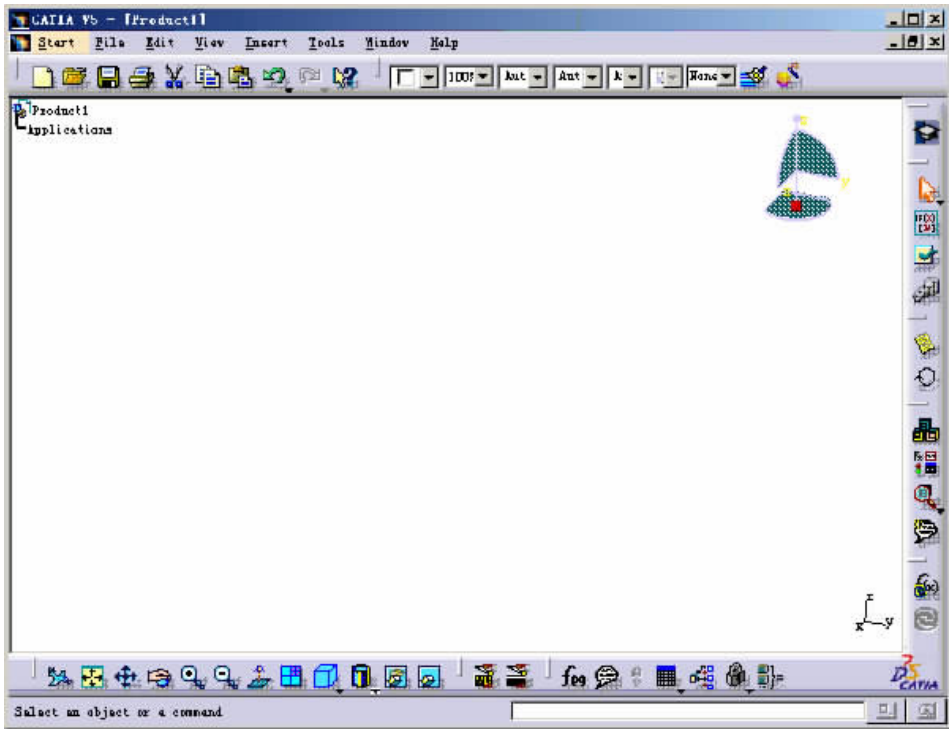


图 2-3　知识工程顾问工作平台

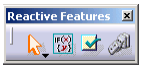
2.1.4　知识工程顾问工具栏简介





Knowledge **工具条：具有创建公式、添加** URL、**创建设计表和法**

则、知识监察、参数的锁定与解锁、设定相同尺寸特征等功能。



Reactive Features 工具条：具有创建规则、创建检查以及创建应变等功能。



Organize Knowledge 工具条：具有创建参数集、关系集、为特征添加参数（在 Edge 上添加参数）、在参数和关系式中添加 URL 及注释等功能。



Control Features 工具条：创建列表、创建循环。



Actions 工具条：创建宏、创建行为特性。



Tools 工具条：具有应用测量更新关系式以及更新文档的功能。



Set of Equations 工具条：求解方程组。

2.2 入门练习

在系统学习 CATIA 知识工程顾问模块之前，首先通过几个简单的例子介绍知识工程顾问的几项基本操作。

2.2.1 参数的设置及简单应用

下面的例子介绍了创建参数的基本操作。

① 创建如图 2-4 所示的文件，在特征树上展开 Parameters 节点，所显示的默认材料参数是该节点下的唯一参数。

注：CATIA 文件中无默认的关系式，所以 Relations 节点不能展开。

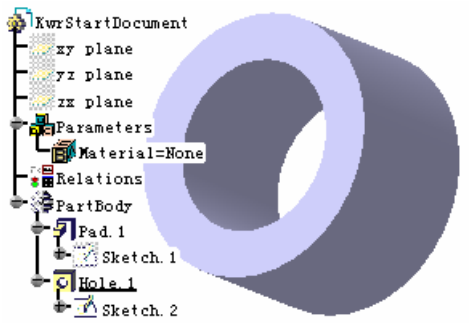


图 2-4 CATIA 零部件模型

② 点击 $f(x)$ 图标，弹出公式对话框，如图 2-5 所示，使对话框中 Incremental 项不选。

③ 在参数类型（New Parameter of type）栏中选择 Length 选项，点击 New Parameter of type 按钮，创建一个新的长度类型的参数。

④ 在编辑当前参数的名称或参数值（Edit name or value of the current parameter）栏中，输入参数名称 PadLength 取代 Lenth.1 字符串，点击 Apply 按钮。这样所创建的用户参数被添加到公式对话框的参数列表中以及特征树上。

⑤ 在公式对话框中点击 OK，使文件打开继续下面的操作。

需要全本请访问 www.ertongbook.com