

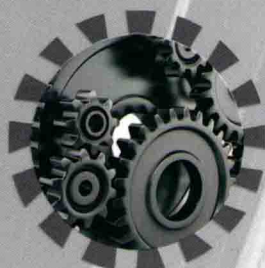
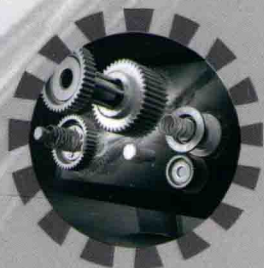
普通高等教育“十三五”规划教材



CATIA V5

基础教程及应用技术

刘素梅 主编



普通高等教育“十三五”规划教材

CATIA V5 基础教程及应用技术

主 编 刘素梅

副主编 王开松 王 轲

参 编 朱银峰 王 莉 赵 弘 钟相强



机械工业出版社

在制造业全球化协作分工的大背景下,企业院所广泛运用着三维设计技术,高等院校也加大了三维设计人才的培养力度。三维设计是建立在平面和二维设计的基础上,让设计目标更具立体化、更加形象化的一种新兴设计方法。它是新一代数字化、虚拟化和智能化设计平台的基础,是培育创新型设计人才的重要手段。

本书以三维设计主流软件 CATIA V5 为操作平台,系统介绍了 CATIA 基础操作、草图设计、零件设计、创成式曲面设计、装配设计和工程图设计等方面的功能。每章均有教学重点和难点提示。每章的前半部分介绍软件的命令及其具体操作方法,后半部分通过案例介绍具体操作步骤,引领读者逐步完成模型的创建,使读者能够快速而深入地理解软件中一些抽象的概念和功能。每章文后均有复习题。

该书可作为机械设计工程师的参考书籍,也可作为高等院校机械工程类专业的计算机辅助设计课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA V5 基础教程及应用技术 / 刘素梅主编.

—北京:机械工业出版社,2015.6

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-50000-1

I. ①C… II. ①刘… III. ①机械设计-计算机辅助设计-应用软件-高等学校-教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 079447 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:舒恬 责任编辑:舒恬 武晋 任正一

责任校对:丁丽丽 封面设计:陈沛

责任印制:乔宇

唐山丰电印务有限公司印刷

2015 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·16.5 印张·407 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-50000-1

定价:35.00 元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

前言

Preface

作为机械工程领域享有很高声誉的全方位产品设计应用软件,法国达索系统公司(Dassault Systemes)基于 Windows 核心重新开发的新一代高端 CAD/CAM 软件 CATIA,代表了三维设计的较高水平,并引领着技术的发展,广泛应用于航天航空、汽车、电子、模具、工业设计和机械制造等行业,被广大工程技术人员接受和应用。其丰富的功能模块,全面的机械工程解决方案,从概念起始的设计、模拟、分析、制造、组装、销售直至维护的全部工业流程,极大地提高了产品研发的效率和创新能力水平。

直观和虚拟现实是三维软件区别于传统二维设计手段的最显著特点,是计算机辅助设计革命性进步的标志。三维设计是 CATIA 的基础模块组,包括草图绘制、三维造型、曲面设计、虚拟装配等部分。笔者在长期教学过程中深刻地感觉到:具有严谨、扎实、系统的三维设计功底及规范的三维模型分析能力是顺利应用 CATIA 后续高级模块的必要基础;应用三维工具软件开展工程设计,不仅仅是独立的零件或单纯的装配问题,实际上是草图、零件、装配各功能模块的有机组合和综合运用。因此,本书以知识点与具体操作互相融合的思路撰写,并力求与工程实践更加紧密地结合。

针对 CATIA 三维设计的核心内容,全书根据知识模块及功能共划分为 6 章。第 1 章 CATIA 软件介绍;第 2 章草图设计;第 3 章零件设计;第 4 章创成式曲面设计;第 5 章装配设计;第 6 章工程图设计。全书内容涵盖了 CATIA 操作界面的介绍、草图的绘制、实体模型的创建、三维曲面的设计、模型装配的设计和工程图的设计等内容。本书按照由浅入深、前后呼应的教学原则进行内容安排,使用了命令讲解结合具体实例的方法,从而使读者能更快、更深入地理解 CATIA 建模中的一些抽象概念、复杂命令和功能,并对运用该软件进行的产品开发过程有全面的了解。另外,本书最后还收录了初学者使用 CATIA 中易出现的部分操作问题及常用快捷键,供读者参考。

本书第 1 章由朱银峰编写,第 2 章由王开松、王莉编写,第 3 章由王轲、赵弘编写,第 4 章由王开松编写,第 5 章由刘素梅编写,第 6 章由钟相强、刘素梅编写。

本书虽然几经反复修改与校对,但是囿于编者的学识和经验,疏漏之处在所难免,恳请专家、同仁和读者不吝指正。

刘素梅

目 录

CONTENTS

前言

第1章 CATIA 软件介绍

1.1 CATIA 简介	1
1.1.1 CATIA 的历史及发展	1
1.1.2 CATIA V5 功能简介	2
1.2 CATIA 用户界面	6
1.2.1 启动与退出	7
1.2.2 工作台 (Workbenches)	8
1.2.3 菜单与工具条	8
1.2.4 特征树	10
1.3 CATIA 基本操作方法	12
1.3.1 鼠标操作	12
1.3.2 罗盘操作	13
1.3.3 环境设置与文件类型	14
本章小结	19
复习题	20

第2章 草图设计

2.1 草图设计环境	21
2.1.1 草图概念	21
2.1.2 草图设计环境的设置	22
2.1.3 草图设计的智能捕捉	27
2.2 草图绘制	28
2.2.1 轮廓线	29
2.2.2 预定义的轮廓	30
2.2.3 圆	34
2.2.4 样条线	36
2.2.5 椭圆	37
2.2.6 直线	38
2.2.7 轴	40

98	2.2.8 点	40
98	2.3 草图编辑	42
100	2.3.1 圆角	43
100	2.3.2 倒角	44
100	2.3.3 修剪	44
100	2.3.4 变换	46
100	2.3.5 3D 几何图形	47
101	2.4 草图元素的约束	49
111	2.4.1 约束基础	50
111	2.4.2 创建约束	51
	2.5 草图检查分析	53
	2.6 实例操作	55
	本章小结	57
111	复习题	57
第3章 零件设计		
111	3.1 零件设计概述	59
111	3.1.1 零件设计的简单介绍	59
111	3.1.2 零件设计工作台的进入	60
111	3.1.3 主要功能图标介绍	61
111	3.2 基于草图的特征	61
111	3.2.1 凸台(拉伸)特征	62
111	3.2.2 挖槽特征	63
111	3.2.3 旋转体特征	68
111	3.2.4 旋转槽特征	69
111	3.2.5 孔特征	69
111	3.2.6 肋特征	71
111	3.2.7 开槽特征	73
111	3.2.8 加强肋特征	74
111	3.3 特征的修饰	75
111	3.3.1 倒圆角	75
111	3.3.2 倒直角	79
111	3.3.3 拔模	80
111	3.3.4 抽壳	84
111	3.3.5 增减厚度	85
111	3.3.6 螺纹	86
111	3.4 特征的变换	87
111	3.4.1 转换	87

3.4.2	镜像	89
3.4.3	阵列	89
3.5	实体组合	94
3.5.1	新零件的插入	94
3.5.2	不同实体间的布尔操作	95
3.6	实例	98
3.6.1	齿轮泵泵体设计	99
3.6.2	齿轮泵右端盖设计	107
	本章小结	111
	复习题	111

第4章 创成式曲面设计

4.1	创成式曲面设计模块介绍	114
4.1.1	进入创成式曲面设计工作台	114
4.1.2	创成式外形设计工具栏介绍	115
4.2	生成线框	115
4.2.1	生成点	115
4.2.2	生成直线	118
4.2.3	生成平面	122
4.2.4	投影	126
4.2.5	相交曲线	127
4.2.6	平行曲线	128
4.2.7	二次曲线	129
4.2.8	创建曲线	131
4.3	生成曲面	134
4.3.1	创建拉伸曲面	134
4.3.2	偏移	136
4.3.3	扫掠	136
4.3.4	填充	144
4.3.5	多截面曲面	144
4.3.6	桥接曲面	145
4.4	编辑曲面	146
4.4.1	合并曲面	146
4.4.2	曲面的分割与修剪	148
4.4.3	提取曲面	150
4.4.4	曲面圆角	152
4.4.5	位置变换	154
4.4.6	外插延伸	156

4.5 实例操作	157
4.5.1 鼠标外观模型的设计	157
4.5.2 汤勺模型的设计	163
本章小结	171
复习题	171

第5章 装配设计

5.1 装配设计介绍	173
5.2 部件创建	174
5.2.1 创建装配文件	174
5.2.2 添加部件	174
5.2.3 插入零件库中的部件	179
5.3 部件移动	181
5.3.1 通过指南针移动对象	181
5.3.2 通过【移动】工具条移动对象	181
5.4 装配约束	185
5.4.1 相约束	185
5.4.2 接触约束	185
5.4.3 偏移约束	186
5.4.4 角度约束	186
5.4.5 固定约束	187
5.4.6 固联约束	187
5.4.7 快速约束	188
5.4.8 更改约束	188
5.4.9 刚性/柔性子装配	188
5.4.10 重复使用阵列	189
5.5 修改装配体中的部件	190
5.6 装配分析	191
5.6.1 物料清单分析	191
5.6.2 更新分析	192
5.6.3 约束分析	193
5.6.4 自由度分析	193
5.6.5 依赖项分析	194
5.6.6 模型的测量	194
5.6.7 计算碰撞	196
5.6.8 碰撞(干涉)分析	197
5.6.9 截面分析	198
5.6.10 查看机械特性	199
5.7 保存装配文件	201

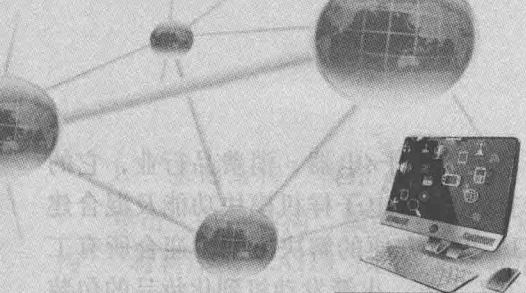
5.7.1 保存	201
5.7.2 另存为	202
5.7.3 全部保存	202
5.7.4 保存管理	202
5.8 装配实例	203
5.8.1 齿轮系的装配	203
5.8.2 支座装配体	206
本章小结	208
复习题	209

第6章 工程图设计

6.1 工程图设计概述	213
6.2 工程图设计工作环境	214
6.2.1 进入和退出工程图绘制环境	214
6.2.2 设置工程图绘制环境	215
6.2.3 工程图工作台的界面和术语	216
6.3 生成工程图和视图	218
6.3.1 投影视图	218
6.3.2 剖视图	220
6.3.3 局部视图	223
6.4 编辑和修改视图	225
6.4.1 修改视图和图页的特性	225
6.4.2 重新布置视图	227
6.4.3 修改剖视图、局部视图和向视图的投影方向	229
6.4.4 修改剖视图、局部放大视图和向视图的特性	231
6.5 尺寸生成与标注	234
6.5.1 自动生成尺寸标注	234
6.5.2 尺寸标注	238
6.5.3 尺寸修改	242
6.5.4 公差标注	245
6.5.5 文本标注	246
6.5.6 符号标注	247
6.5.7 生成表格	248
6.5.8 工程图更新存档及关联检查	249
本章小结	250
复习题	250

附录 CATIA 操作过程中易出现的问题及应用技巧	252
---------------------------------	-----

参考文献	255
------------	-----



第 1 章 CATIA 软件介绍

本章主要介绍 CATIA V5 软件简介、用户界面的基本情况，用户需要掌握的基本操作方法及各部分用途，以便快速熟悉软件，快捷进行设计使用。

本章主要内容：

- ◆ CATIA 简介
- ◆ CATIA 用户界面
- ◆ CATIA 基本操作方法

本章教学重点：

CATIA V5 功能介绍及基本操作方法

本章教学难点：

CATIA V5 软件基本操作方法及各部分用途

本章教学方法：

讲授法，问题教学法

1.1 CATIA 简介

1.1.1 CATIA 的历史及发展

CATIA 是英文 Computer Aided Tri-Dimensional Interface Application 的缩写，是世界上一款主流的 CAD/CAE/CAM 一体化软件。在 20 世纪 70 年代 Dassault Aviation 公司成为第一个用户，CATIA 也应运而生。从 1982 年到 1988 年，CATIA 相继发布了 V1、V2、V3 版本，并于 1993 年发布了功能强大的 V4 版本，现在的 CATIA 软件分为 V5 版本和 V6 版本两个系列。V4 之前的版本只能应用于 UNIX 平台，V5 版本可以应用于 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，法国 Dassault System（达索系统）公司于 1994 年重新开发全新的 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 软件的一种全新风格。在 2006 年 3 月发布了 CATIA V5 R16，2007 年 7 月发布了 CATIA V5 R17，2008 年 11 月发布了 CATIA V5 R18，2009 年 1 月发布了 CATIA V5 R19，2010 年 10 月发布了 CATIA V5 R20。

CATIA 软件广泛应用于航空航天、汽车、造船、机械、电子/电器、消费品行业，它的集成解决方案覆盖所有的产品设计与制造领域，其特有的 DMU 电子样机模块功能及混合建模技术更是推动着企业竞争力和生产力的提高。CATIA 提供方便的解决方案，迎合所有工业领域的大、中、小型企业需要，包括从大型的波音 747 飞机、火箭发动机到化妆品的包装盒，几乎所有的制造业产品。在世界上超过 13,000 的用户选择应用了 CATIA。CATIA 源于航空航天制造业，但其强大的功能已经得到各行业的认可，在欧洲汽车业已成为事实上的标准。CATIA 的著名用户包括波音、克莱斯勒、宝马和奔驰等一大批知名企业，其用户群体在世界制造业中占据了举足轻重的地位。波音飞机公司使用 CATIA 完成了整个波音 777 的电子装配，创造了业界的一个奇迹，从而也确定了 CATIA 在 CAD/CAE/CAM 行业内的领先地位。

CATIA V5 版本是 IBM 和达索系统公司长期以来在为企业数字化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，可为数字化企业营造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、制造乃至产品在整个生命周期中的使用和维护。

CATIA 是汽车工业的事实标准，是欧洲、北美和亚洲顶尖汽车制造商所用的核心系统。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。

汽车一级方程式赛车、跑车、轿车、货车、商用车、有轨电车、地铁列车和高速列车，各种车辆在 CATIA 上都可以作为数字化产品。在数字化工厂内，通过数字化流程，进行数字化工程实施。CATIA 的技术在汽车工业领域内是无人可及的，并且被各国的汽车零部件供应商所认可。从近来一些著名汽车制造商，如 Renault、Toyota、Karmann、Volvo 和 Chrysler 等所做的采购决定，足以证明数字化车辆的发展动态。Scania 公司是居于世界领先地位的货车制造商，总部位于瑞典，其货车年产量超过 50,000 辆。当其他竞争对手的货车零部件还在 25,000 个左右时，Scania 公司借助于 CATIA 系统，已经将货车零部件减少了一半。现在，Scania 公司在整个货车研制开发过程中，使用更多的分析仿真，缩短了开发周期，提高了货车的性能和维护性。CATIA 系统是 Scania 公司的主要 CAD/CAM 系统，全部用于货车系统和零部件的设计。通过应用这些新的设计工具，如发动机和车身底盘部件的 CATIA 创成式零部件应力分析系统的应用，公司已取得了良好的投资回报。现在，为了提高产品的性能，Scania 公司在整个开发过程中，正在推广设计师、分析师和检验部门更加紧密的协同工作方式。这种协调工作方式可使 Scania 公司更具市场应变能力，同时又能从物理样机和虚拟数字化样机中不断积累产品知识。

1.1.2 CATIA V5 功能简介

单击下拉菜单【开始】，CATIA V5 将弹出 13 个模组，如图 1-1 所示。分别是“基础结构”“机械设计”“外形”“分析与模拟”“ACE 工厂”“加工”“数字化装配”“设备与系统”“制造的数字化处理”“加工模拟”“人机工程学设计与分析”“知识工程”“ENOVIA V5 VPM”，各个模组里又有一个到几十个不同的二级工作台。下面介绍 CATIA V5 R20 中的一些主要模组。

1. “基础结构” 模组

单击“基础结构”模组右边的三角形箭头，将弹出其二级工作台，主要包括“产品结构”“材料库”，CATIA 不同版本之间的转换，“目录编辑器”“Photo Studio”等工作台，如图 1-1 所示。

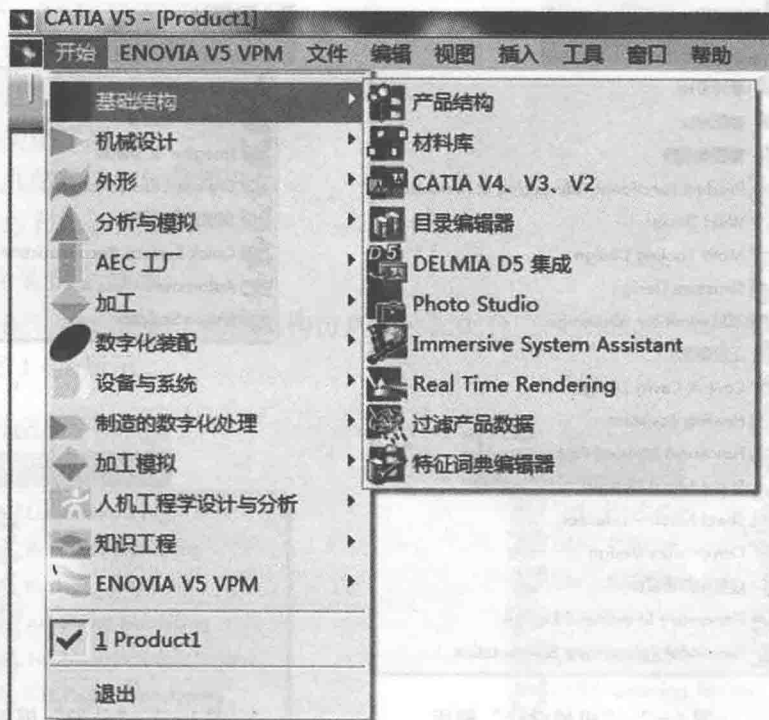


图 1-1 “基础结构” 模组

2. “机械设计” 模组

从概念到细节设计，再到实际生产，CATIA V5 的“机械设计”模组可以加速产品设计的核心活动，还可以通过专用的应用程序来满足钣金与模具制造商的需求，从而大幅度提升其设计能力，缩短上市时间。

“机械设计”模组提供了机械设计中所需要的绝大多数工作台，包括“零件设计”“装配设计”“草图编辑器”“工程制图”“线框和曲面设计”等二级工作台，如图 1-2 所示。本书将主要介绍该模组中的一些工作台。

3. “外形” 模组

CATIA 外形设计和风格造型为用户提供了有创意、易用的产品设计组合，方便用户构建、修改工程曲面或自由曲面。它包括了“自由曲面造型 (FreeStyle)”“创成式外形设计 (Generative Shape Design)”和“快速曲面重建 (Quick Surface Reconstruction)”等工作台，如图 1-3 所示。

“创成式外形设计”工作台的特点是，通过对设计方法和技术规范的捕捉和重新使用，从而加速设计过程。

“曲面技术规范编辑器”工作台可以帮助用户对设计意图进行捕捉，使用户在设计周期中的任何时候都能方便快捷地实施重大设计的更改。

“自由曲面造型”工作台为用户提供了一系列工具，来定义复杂的曲面和曲线。对 NUBRS 的支持使得曲面的建立和修改以及与其他 CAD 系统数据交换更加轻而易举。



图 1-2 “机械设计” 模组



图 1-3 “外形” 模组

4. “分析与模拟” 模组

如图 1-4 所示，CATIA V5 创成式设计和基于知识的工程分析解决方案，可快速对任何类型的零件或装配体进行工程分析，基于知识工程的体系结构，可以方便用户理清分析规则和根据分析结果优化产品。

5. “AEC 工厂” 模组

“AEC 工厂” 模组提供了快捷的厂房布局设计功能，如图 1-5 所示。该模组可以优化生产设备布置，从而达到优化生产过程，提高效率。“AEC 工厂” 模组主要用于处理空间利用和厂房物品的布置，可快速地处理厂房和厂房布置后续的工作。

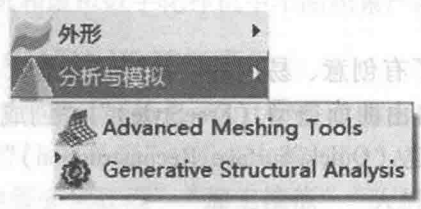


图 1-4 “分析与模拟” 模组



图 1-5 “AEC 工厂” 模组

6. “加工” 模组

CATIA V5 的“加工”模组提供了包含从两轴到五轴加工的高效的编程能力，并支持快速原型功能（STL Rapid Prototyping），如图 1-6 所示。相对于其他现有的数控加工解决方案，其优点如下：

- 1) 高效的零件编程能力。
- 2) 高度的自动化和标准化。
- 3) 高效的变更管理。
- 4) 优化刀具路径并缩短加工时间。
- 5) 减少管理和技能方面的要求。

7. “数字化装配” 模组

“数字化装配”模组提供了动态机构仿真、装配配合空间分析、产品功能分析与功能优化等功能，如图 1-7 所示。

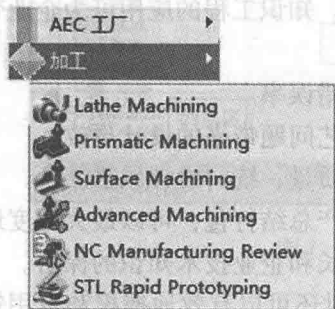


图 1-6 “加工” 模组



图 1-7 “数字化装配” 模组

8. “设备与系统” 模组

“设备与系统”模组可用于在 3D 电子样机配置中模拟复杂电气、液压传动和机械系统的协调设计和集成，优化空间布局，如图 1-8 所示。

9. “制造的数字化处理” 模组

该模组提供了在三维空间中进行产品的特征和公差与配合标注等功能，如图 1-9 所示。

10. “加工模拟” 模组

该模组提供了数控加工模拟仿真，如图 1-10 所示。

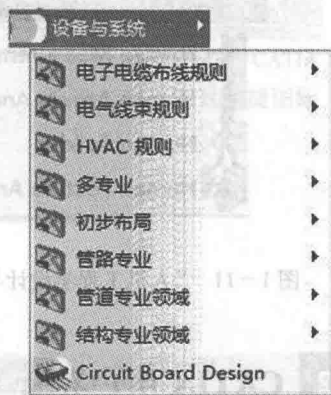


图 1-8 “设备与系统” 模组



图 1-9 “制造的数字化处理” 模组



图 1-10 “加工模拟” 模组

11. “人机工程学设计与分析” 模组

该模组使工作人员与其使用的作业工具实现了安全和有效的结合，使作业环境更适合工作人员，从而在设计和使用安排上统筹考虑。它包含“人体模型构造 (Human Measurements Editor)”“人体行为分析 (Human Activity Analysis)”“人体姿态分析 (Human Posture Analysis)”等工作台，如图 1-11 所示。

12. “知识工程” 模组

该模组为用户提供了方便易用的知识工程环境，从而可以创建、访问及应用企业的知识库，在保存企业知识的同时，充分利用这些宝贵经验。知识工程的应用可为企业带来以下方面的效益：

- 可以大幅减少重复设计，缩短设计周期，降低错误率。
- 知识库的创建可以优化设计，减少后期因为工艺问题带来的设计更改。
- 知识库的创建促进了企业的标准化，提升设计质量，统一设计风格。
- 知识库将企业以往的设计经验、参数等智能资产总结打包，可以最大程度地降低人员流动带来的冲击，有利于新人的培训与快速成长和企业技术知识的保密。

“知识工程”模组可以方便地进行自行设计，同时还可以有效地捕捉和重用知识。它包含“知识工程顾问 (Knowledge Advisor)”“知识工程专家 (Knowledge Expert)”“产品工程优化 (Product Engineering Optimizer)”“产品知识模板 (Product Knowledge Template)”“产品功能定义 (Product Function Definition)”等工作台，如图 1-12 所示。



图 1-11 “人机工程学设计与分析” 模组

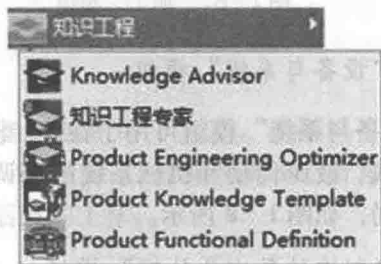


图 1-12 “知识工程” 模组

1.2 CATIA 用户界面

CATIA V5 用户界面包括下拉菜单栏、特征树、罗盘（指南针）、右侧工具栏按钮区、下部工具栏按钮区、功能输入区、消息区以及图形显示区等，如图 1-13 所示。

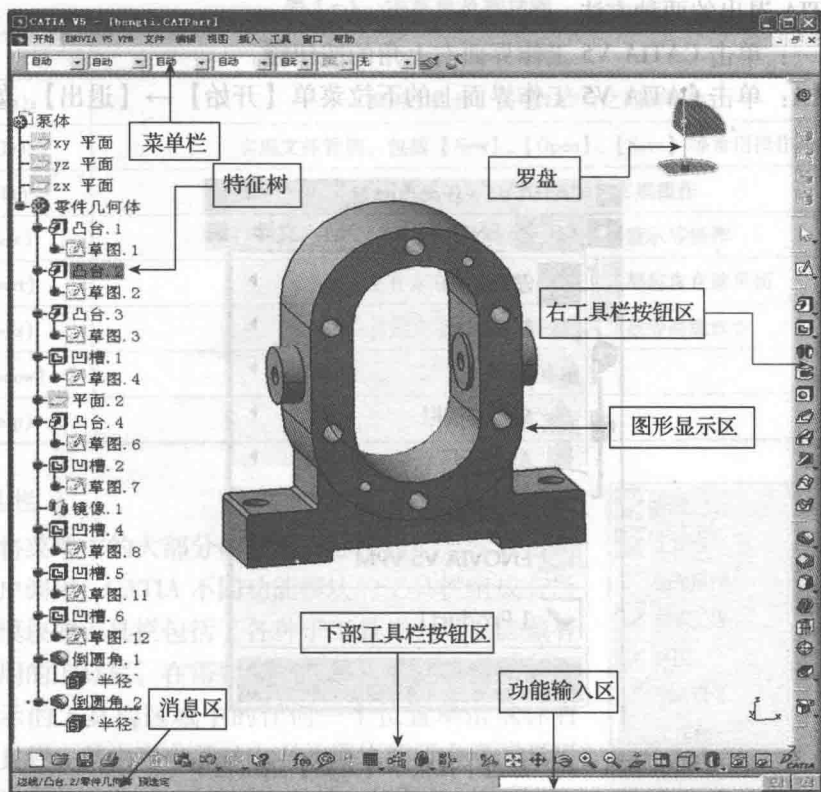


图 1-13 CATIA V5 用户界面

1.2.1 启动与退出

(1) 启动并进入 CATIA V5 软件环境的两种方法

1) 方法一：双击 Windows 桌面上的 CATIA V5 软件快捷图标，如图 1-14 所示。

说明：只要是正常安装，Windows 桌面上就会显示 CATIA V5 软件的快捷图标。快捷图标的名称可根据需要进行修改。



图 1-14 CATIA V5 软件快捷图标

2) 方法二：从 Windows 桌面左下角的【开始】菜单进入 CATIA V5 软件环境，操作方法如图 1-15 所示。

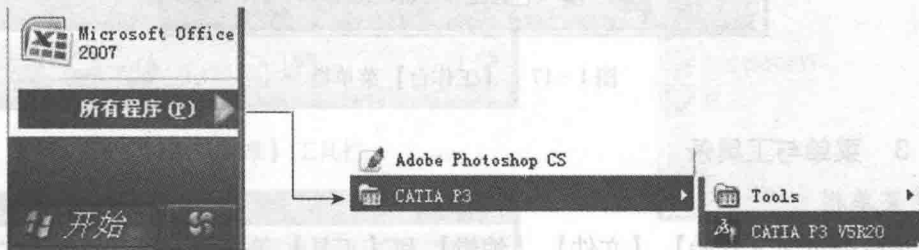


图 1-15 【开始】菜单启动 CATIA V5 软件环境

(2) CATIA 退出的两种方法

1) 方法一：单击 CATIA V5 工作界面右上角的按钮.

2) 方法二：单击 CATIA V5 工作界面上的下拉菜单【开始】→【退出】，如图 1-16 所示。

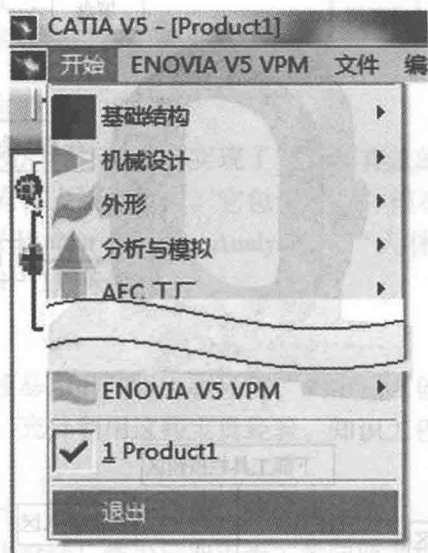


图 1-16 通过下拉菜单【开始】退出程序

1.2.2 工作台 (Workbenches)

CATIA V5 共有一百多个工作台，在不同的模块设计时将创建适用的工作台。每一个工作台是由许多命令组成的集合，每一个命令用于处理特定文件。工作台的功能与软件界面的下拉菜单【开始】的功能相同，用户可以把常用的模块加入到【工作台】菜单栏中，以方便使用，如图 1-17 所示。

工作台的初始状态不包括任何模块，用户可以在【工具】→【用户定制】→【开始菜单】中进行设置（或【View】→【Toolbar】→【定制】）。用户可在工作台中添加一些常用的模组图标，减少模块之间的切换，提高工作效率。

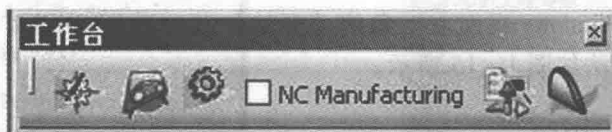


图 1-17 【工作台】菜单栏

1.2.3 菜单与工具条

1. 主菜单栏

下拉菜单中包含【开始】、【文件】、【编辑】和【工具】等命令。在 CATIA 中，主菜单栏由 10 个菜单组成，如图 1-13 所示。每个菜单又有多个选项组成，见表 1-1。