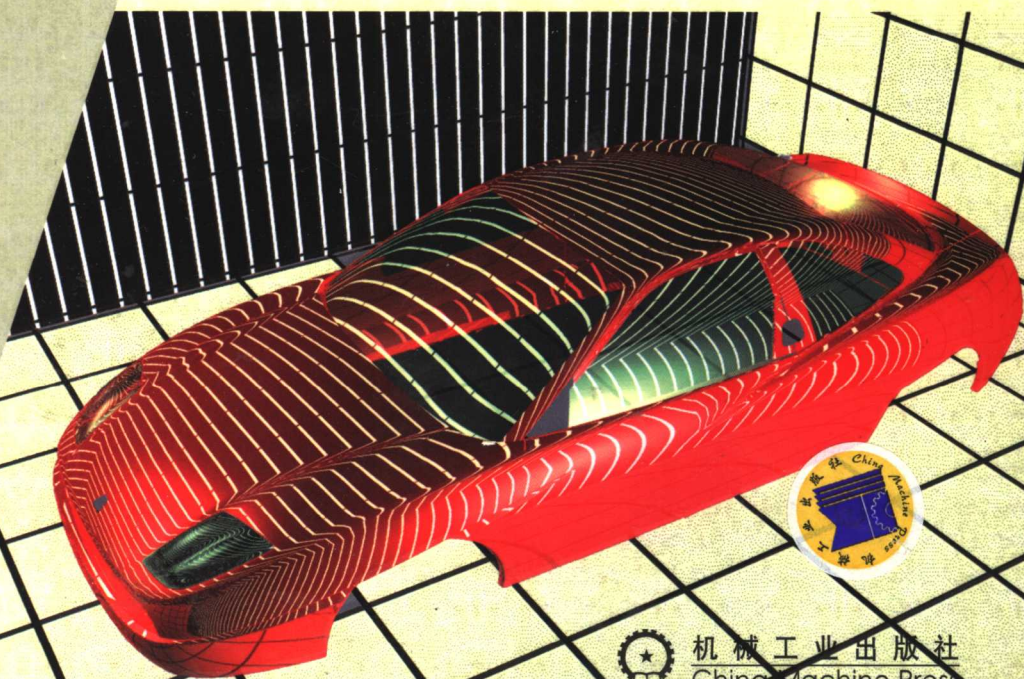


本书由**达索系统**公司中国**合作伙伴**编著 内附光盘
近十位**资深**工程师**精心**打造

CATIA V5

基础教程

上海江达科技发展有限公司 编著



机械工业出版社
China Machine Press

CATIA V5 CATIA V5

CATIA V5 基础教程

上海江达科技发展有限公司 编著



机械工业出版社

本书以 CATIA V5R13 和 V5R14 软件为操作平台, 以实例教学的编排风格系统全面地讲述了零件设计(实体与曲面的混合造型)、零件装配、工程图制作、产品设计实例综合应用等内容。每一章均包括指令讲解和课后练习, 并给出有关的要点与操作技巧。

本书适于各种水平的结构设计工程师使用。初学者学习本书, 可以使用 CATIA V5 快速制作出三维模型并逐步成为业内高手, 对于中高级用户作为手册也有很好的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA V5 基础教程/上海江达科技发展有限公司编著.

-北京: 机械工业出版社, 2005.10

ISBN 7-111-17706-1

I. C… II. 上… III. 机械元件-计算机辅助设计-应用软件,
CATIA V5-教材 IV. TH13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 123773 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: 吴宏伟 责任编辑: 马子杰 版式设计: 俞小红

三河市宏达印刷有限公司印刷

2006 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·25.25 印张·626 千字

0001-5000 册

定价: 39.00 元(含 1CD)

凡购本图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话: (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

CATIA® V5 是全球主流的集成 CAD/CAM/CAE 软件,代表了目前机械设计 CAD 软件的先进技术和广泛应用。随着中国汽车工业、制造业及其他领域的飞速发展,许多企业越来越需要精通 CATIA V5 的人才。

本书是江达科技的工程师们根据培训和设计的实践经验,为 CATIA 的使用者编写的一本深入浅出的基础教材,希望读者不仅学会怎样使用 CATIA V5 的常用命令,更可以领悟造型的过程。

如何使初学者快速、全面掌握 CATIA V5 建模和工程应用技术,如何快速入门并应用于工作之中,这是本书编者始终围绕的主题。为此我们精心策划本书的内容与布局,并根据以往学生、学员、读者的意见和建议编写了本书。

本书特色:

- 深入浅出。实例教学,针对特征操作给出详细的图文对照,使初学者轻松入门。
- 系统、实用、全面。本书介绍了实体和曲面建模、组件装配、工程图等技术,在每一章都给出几个典型的设计实例。
- 突出范例的典型性与实用性。全书所有范例都是通过工程师精心编写而成。
- 面向多层次用户。初学者学习本书,可以快速制作出三维模型并逐步成为业内高手,对于中高级用户作为手册也有很好的参考价值。

本书以 CATIA V5R14 和 V5R15 作为操作演示平台,关于三维产品设计、建模的操作技巧,同样适用于 CATIA V5 的其他版本。

本书第 1 章和第 7 章由辛华编写,第 2 章由黄超编写,第 3 章由刘彦编写,第 4 章由邳海鹏、陆广霖、刘彦编写,第 5 章由赵丹编写,第 6 章由陆梅琴编写。感谢迟金波和昌金华为本书编写所做的组织工作,感谢沈浩发起这个项目,感谢吴延、高保东对出版和编写工作的支持,感谢李书峰的审稿工作和马剑琳的图文修改工作,感谢策划编辑吴宏伟和出版社工作人员的辛勤劳动。

本书虽经反复校对,但囿于学识所限,加之时间仓促,疏漏之处在所难免,诚望广大读者和同仁指正。

辛华

目 录

前言

第 1 章 CATIA V5 基础知识.....	1
1.1 CATIA 简介	1
1.1.1 CATIA 在制造业的应用.....	1
1.1.2 CATIA V4 和 V5.....	1
1.1.3 CATIA V5 概貌.....	1
1.1.4 CATIA V5 使用许可.....	5
1.2 HD2 软件包与混合设计简介	5
1.2.1 工作台 (Workbench)	6
1.2.2 工作台的用户化.....	9
1.2.3 工具条.....	10
1.3 CATIA 基础知识	10
1.3.1 鼠标的使用方法.....	10
1.3.2 CATIA V5 文件类型.....	11
1.3.3 特征树 (Specification Tree)、几何体 (Body) 与 几何图形集 (Geometrical Set)	11
1.3.4 图形属性 (Graphical Properties) 工具条.....	13
1.3.5 视图 (View) 工具条	13
1.3.6 罗盘 (Compass)	17
1.3.7 标准 (Standard) 工具条.....	18
1.3.8 扫描或定义为工作对象 (Scan or Define in Work Object)	19
1.3.9 用户设置 (Options)	23
1.3.10 窗口操作.....	25
1.3.11 测量工具.....	26
1.3.12 CATIA V5 的参数化.....	32
1.3.13 CATIA V5 的帮助文档.....	33
1.4 练习	35
1.4.1 修改用户设置.....	35
1.4.2 图形属性的设置.....	36
1.4.3 设置工作台的快捷方式.....	39
1.4.4 复制、粘贴和使用罗盘.....	41
1.4.5 修改参数.....	44

第2章 草图设计	47
2.1 概述	47
2.2 进入和退出草图设计环境	47
2.3 命令	48
2.3.1 图形绘制 (Profile)	48
2.3.1.1 轮廓线 (Profile)	48
2.3.1.2 图形模板 (Predefined Profile)	49
2.3.1.3 圆和圆弧 (Circle)	53
2.3.1.4 样条曲线 (Spline)	55
2.3.1.5 二次曲线 (Conic)	56
2.3.1.6 直线 (Line)	57
2.3.1.7 轴线 (Axis)	58
2.3.1.8 点 (Point)	58
2.3.2 图形编辑 (Operation)	59
2.3.2.1 倒圆角 (Corner)	60
2.3.2.2 倒角 (Chamfer)	60
2.3.2.3 修剪 (Relimitations)	61
2.3.2.4 图形变换 (Transformation)	62
2.3.2.5 投影三维物体 (3D Geometry)	64
2.3.3 约束 (Constraint)	65
2.3.3.1 几何约束 (Constraints Defined in Dialog Box)	65
2.3.3.2 尺寸约束 (Constraint Creation)	65
2.3.3.3 自动约束 (Auto Constraint)	67
2.3.3.4 动画约束 (Animate Constraint)	67
2.4 练习1	67
2.5 练习2	71
第3章 零件设计	75
3.1 零件设计简单介绍	75
3.2 基于草图的特征	76
3.2.1 拉伸 (Pad)	76
3.2.2 挖槽 (Pocket)	77
3.2.3 旋转体 (Shaft)	80
3.2.4 旋转槽 (Groove)	81
3.2.5 钻孔 (Hole)	81
3.2.6 肋 (Rib)	82
3.2.7 沟槽 (Slot)	83
3.2.8 加强筋 (Stiffener)	83

3.2.9	放样 (Loft)	84
3.2.10	去除式放样 (Removed Loft)	87
3.3	修饰特征	88
3.3.1	倒圆角 (Fillet)	88
3.3.1.1	边线圆角 (Edge Fillet)	88
3.3.1.2	变半径圆角 (Variable Radius Fillet)	89
3.3.1.3	面与面的倒圆角 (Face-Face Fillet)	90
3.3.1.4	三面相切的倒圆角 (Tritangent Fillet)	90
3.3.2	倒角 (Chamfer)	90
3.3.3	拔模 (Drafts)	91
3.3.3.1	拔模角 (Draft Angle)	91
3.3.3.2	反射线拔模 (Draft Reflect Line)	92
3.3.3.3	变角度拔模 (Variable Draft)	93
3.3.4	抽壳 (Shell)	93
3.3.5	增减厚度 (Thickness)	94
3.3.6	螺纹 (Thread/Tap)	94
3.4	基于曲面的特征	95
3.4.1	分割 (Split)	95
3.4.2	曲面增厚 (Thick Surface)	95
3.4.3	封闭曲面填充 (Close Surface)	96
3.4.4	补面成形 (Sew Surface)	96
3.5	实体的变换	96
3.5.1	位置转换 (Transformation)	97
3.5.1.1	平移 (Translation)	97
3.5.1.2	旋转 (Rotation)	97
3.5.1.3	对称 (Symmetry)	97
3.5.2	镜像 (Mirror)	97
3.5.3	阵列 (Pattern)	98
3.5.3.1	矩形阵列 (Rectangular Pattern)	98
3.5.3.2	圆形阵列 (Circular Pattern)	99
3.5.3.3	自定义阵列 (User Pattern)	100
3.5.4	缩放 (Scaling)	100
3.6	实体间的组合	101
3.6.1	组件的介绍	101
3.6.2	组合 (Assemble)	101
3.6.3	布尔运算 (Boolean Operations)	102
3.6.3.1	加集 (Add)	102
3.6.3.2	减集 (Remove)	102
3.6.3.3	交集 (Intersect)	102

3.6.4	合并修剪 (Union Trim)	103
3.6.5	去除块 (Remove Lump)	103
3.7	练习 1	103
3.7.1	建立主拉伸体	103
3.7.2	做出第一个挖槽	105
3.7.3	建立中间旋转体	106
3.7.4	建立四个角的拉伸体并进行处理	107
3.7.5	做四个角处的加强筋	109
3.7.6	建立中间斜凸台	111
3.7.7	做中间旋转槽	112
3.7.8	完成最后的拉伸体	115
3.8	练习 2	117
3.8.1	茶壶主体	117
3.8.2	挖空茶壶	118
3.8.3	建立茶壶手柄	119
3.8.4	建立茶壶嘴	121
3.8.5	对茶壶进行倒圆角处理	123
第 4 章	曲面造型	125
4.1	进入曲面设计单元	125
4.2	曲面设计模块的常用工具简介	126
4.3	线架构 (Wireframe)	129
4.3.1	点 (Points)	130
4.3.2	多重点 (Points & Plane Repetition)	136
4.3.3	极值点 (Extremum Point)	138
4.3.4	极坐标极值点 (Polar Extremum Point)	140
4.3.5	直线 (Line)	141
4.3.6	轴线 (Axis)	147
4.3.7	折线 (PolyLine)	148
4.3.8	基准平面 (Plane)	149
4.3.9	投影 (Projection)	154
4.3.10	相贯线 (Combine)	156
4.3.11	反射线 (ReflectLine)	158
4.3.12	相交 (Intersection)	159
4.3.13	平行线 (Parallel)	161
4.3.14	圆与二次曲线 (Circle-Conic)	164
4.3.14.1	圆 (Circle)	164
4.3.14.2	圆角 (Corner)	170
4.3.14.3	连接曲线	172

4.3.14.4	二次曲线.....	173
4.3.15	曲线 (Curves)	175
4.4	曲面 (Surfaces)	182
4.4.1	拉伸面.....	182
4.4.2	旋转面.....	183
4.4.3	圆球面.....	184
4.4.4	圆柱面.....	184
4.4.5	偏移.....	185
4.4.6	扫掠.....	186
4.4.7	可适应性扫掠.....	188
4.4.8	填充.....	189
4.4.9	放样.....	191
4.4.10	混成 (Blend)	193
4.5	操作 (Operations)	195
4.5.1	合并 (Join)	195
4.5.2	剪切.....	198
4.5.3	抽取.....	200
4.5.4	倒圆角.....	201
4.5.5	变换.....	205
4.5.6	延伸 (Extrapolate)	206
4.6	复制 (Replication)	207
4.6.1	重复应用.....	207
4.6.2	阵列.....	208
4.7	约束 (Constraints)	208
4.7.1	一般约束.....	208
4.7.2	以对话框的形式定义约束.....	208
4.8	分析 (Analysis)	208
4.8.1	曲面间隙检查.....	209
4.8.2	曲线连接性检查.....	209
4.8.3	冲压工艺性分析.....	210
4.8.4	表面曲率分析.....	210
4.8.5	曲线的曲率分析.....	211
4.8.6	使用修饰.....	211
4.8.7	移除修饰.....	211
4.8.8	查询特征的几何信息.....	211
4.9	练习 1	212
4.9.1	瓶颈.....	212
4.9.2	瓶身.....	220
4.9.3	瓶底.....	220

4.9.4 整合水瓶曲面.....	226
4.10 练习 2.....	227
4.10.1 底盘曲面.....	228
4.10.2 支柱曲面.....	232
4.10.3 座垫曲面.....	235
4.10.4 座椅实体造型.....	244
第 5 章 装配设计	249
5.1 总述	249
5.1.1 装配模块的进入途径.....	249
5.1.2 概念介绍.....	249
5.1.3 目录树节点的展开和压缩.....	250
5.1.4 罗盘的应用.....	250
5.2 创建部件 (Product Structure 工具条)	251
5.2.1 组件 (Component)	251
5.2.2 产品 (Product)	252
5.2.3 新零件 (Part)	252
5.2.4 现有组件 (Existing Component)	252
5.2.5 具有定位的现有组件 (Existing Component with Positioning)	253
5.2.6 替换组件 (Replace Component)	253
5.2.7 重排目录树 (Graph Tree Reordering)	254
5.2.8 生成编号方式 (Generate Numbering)	255
5.2.9 选择性载入 (Selective Load)	255
5.2.10 管理表达 (Manage Representations)	256
5.2.11 快速多实例化 (快速定义阵列 Fast multi Instantiation/定义 单行阵列 Define multi Instantiation)	257
5.3 创建约束 (Constraints 工具条)	258
5.3.1 重合约束 (Coincidence Constraint)	258
5.3.2 接触 (Contact Constraint)	259
5.3.3 偏移 (Offset Constraint)	259
5.3.4 角度约束 (Angle Constraint)	260
5.3.5 空间固定约束 (Fix Component)	261
5.3.6 固联约束 (Fix Together)	262
5.3.7 快速约束 (Quick Constraint)	262
5.3.8 可变形的/刚性的子装配 (Flexible/Rigid Sub-Assembly)	263
5.3.9 更改约束 (Change Constraint)	264
5.3.10 重用阵列 (Reuse Pattern)	264
5.4 Move 工具条/Snap 工具条	265
5.4.1 操纵 (Manipulation)	265

5.4.2 对齐/智能移动 (Snap/Smart Move)	266
5.4.3 分解 (Explode)	267
5.4.4 碰撞时停止操作 (Stop manipulate on clash)	268
5.5 Space Analysis 工具条	269
5.5.1 碰撞 (Clash)	269
5.5.2 剖切 (Sectioning)	271
5.5.3 距离和区域分析 (Distance and Band Analysis)	273
5.6 Constraint Creation 工具条	274
5.6.1 默认方式 (Default Mode)	274
5.6.2 链方式 (Chain Mode)	274
5.6.3 堆栈方式 (Stack Mode)	275
5.7 装配选项设置	275
5.7.1 产品结构选项	275
5.7.2 装配件设计选项	278
5.8 练习	280
第6章 二维制图	289
6.1 概述	289
6.1.1 介绍创成式工程绘图和交互式工程绘图	289
6.1.2 工程绘图的使用方法	289
6.2 进入工程绘图、创建图框	291
6.2.1 打开工程绘图工作环境	291
6.2.2 设置工程绘图的标准、图幅、比例	293
6.2.3 图框的创建、修改	293
6.2.4 图框的插入	294
6.2.5 明细栏的添加	295
6.3 创建视图	297
6.3.1 自动创建主要视图	297
6.3.2 通过向导创建视图	297
6.3.3 通过投影创建视图	299
6.4 添加视图	306
6.4.1 剖视图、旋转剖视图	306
6.4.2 剖切图、旋转剖切图	308
6.4.3 局部放大视图	310
6.4.4 局部视图、区域视图	314
6.4.5 截断视图、偏置剖面视图	315
6.5 编辑视图布局和属性	316
6.5.1 视图属性、图纸属性	316
6.5.2 在工程绘图中添加新图纸	317

6.5.3 重定位视图.....	318
6.6 尺寸标注.....	319
6.6.1 标注尺寸.....	319
6.6.2 标注公差.....	324
6.6.3 自动生成尺寸.....	325
6.6.4 逐步生成尺寸.....	327
6.6.5 零件编号.....	327
6.7 完成创成式工程绘图.....	327
6.8 工程绘图选项设置.....	328
6.8.1 一般环境参数设定 (General)	328
6.8.2 布置 (Layout) 设定	330
6.8.3 视图 (View) 设定	331
6.8.4 生成 (Generation) 设定	332
6.8.5 几何元素 (Geometry) 设定	333
6.8.6 尺寸 (Dimension) 设定	335
6.8.7 操纵器 (Manipulators) 设定	337
6.8.8 注释 (Annotation) 设定	338
6.9 交互式工程绘图.....	338
6.10 存档、打印、检查关联.....	340
6.10.1 存档.....	340
6.10.2 打印.....	340
6.10.3 检查关联.....	341
6.11 练习	342
6.11.1 插入图框.....	342
6.11.2 创建视图.....	344
6.11.3 修改属性.....	348
6.11.4 通过投影创建视图.....	353
6.11.5 标注尺寸、公差.....	360
6.11.6 完成创成式工程绘图.....	366
第 7 章 CATIA V5R14 和 V5R15 新功能	374
7.1 通用工具新功能.....	374
7.1.1 3D XML (V5R15 Service Pack 2 以上)	374
7.1.2 测量工具.....	376
7.2 二维草图新功能.....	379
7.2.1 新的视图功能 (Visualization)	379
7.2.2 Profile Feature.....	381
7.3 零件实体造型新功能.....	381
7.4 曲面造型新功能.....	384

7.4.1	Axis System	384
7.4.2	Ordered Geometrical Set.....	385
7.4.3	管理有多个结果的操作.....	386
7.4.4	Tolerant Loft 和 Tolerant Sweep	388
7.4.5	延伸.....	388
7.5	装配设计新功能.....	389
7.6	工程绘图新功能.....	389

第 1 章 CATIA V5 基础知识

1.1 CATIA 简介

1.1.1 CATIA 在制造业的应用

CATIA 的全称为 Computer-Aided Three-dimension Interactive Application，是集成 CAD、CAM、CAE 的大型软件，由法国达索系统公司（Dassault Systemes®）开发，是全球制造业的主流设计软件。

CATIA 广泛应用于制造业的各个领域，从航空、汽车、造船、通用机械到电子电器、生活用品。许多世界知名的公司如 Boeing、Airbus 等飞机制造商，Volkswagen、Benz、BMW、Honda、Toyota、Chrysler 和 Ford 等汽车制造商，Siemens、Electrolux、Panasonic 和 Nokia 等电器、电子产品制造商，都使用 CATIA 作为主要的设计软件。

随着中国制造业的发展，特别是汽车工业的发展，随着越来越多的国际厂商把生产和开发工作引入中国，CATIA 也在不断地普及和深入。

1.1.2 CATIA V4 和 V5

当前广泛使用的 CATIA 软件有 V4 和 V5 两个版本，V4 于 20 世纪 90 年代开发，现在最新的版本是在 2002 年发布的 CATIA 4.2.4。CATIA V5 于 2000 年开发，目前最新的版本是 V5R14，以每年最少升级两次的速度不断完善和革新。

CATIA V5 和 V4 在设计理念、实现技术以及界面风格等方面有很大区别。V4 只能在 UNIX 工作站，如 AIX（IBM 的 UNIX 操作系统）、HP UNIX、Sun UNIX、SGI UNIX 工作站上使用。CATIA V5 可以用于多种计算机和操作系统，包括 Windows（2000 和 XP）和上述所有的 UNIX 工作站。CATIA V5 的界面接近 Windows 风格，十分友好、灵活，容易学习和使用。

许多厂商使用 CATIA V4 的历史很长，积累了大量 CATIA V4 的数据和技术经验，目前同时使用 CATIA V4 和 V5。但是，随着 CATIA V4 不再升级和 CATIA V5 的不断完善和革新，它们会在将来的若干年内完全转移到 CATIA V5 的设计平台。

1.1.3 CATIA V5 概貌

CATIA V5 涵盖了机械设计、外形设计、分析与仿真、工厂设计、数控加工、数字化样机、数字样机、设备与系统、人体工程和知识工程等丰富的内容。图 1-1 所示为包含了所有 CATIA V5 模块的菜单。每个使用 CATIA V5 的企业都只用其中的一部分模块，但是，了解

一下 CATIA V5 所包含的模块还是很有用的。

“基础结构”包含了如图 1-2 所示的模块，装配件的产品结构、材料库 (Material Library)、与 CATIA 早期版本的接口 (CATIA V4、V3、V2)、标准件库编辑器和能够实现逼真、美丽的渲染效果的照片工作室 (Photo Studio) 和实时渲染 (Real Time Rendering)，还有虚拟现实 (Immersive System Assistant)、特征字典编辑器 (Feature Dictionary Editor) 等模块。

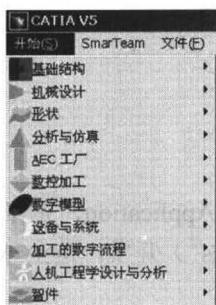


图 1-1

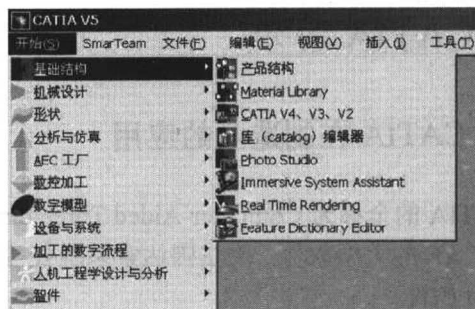


图 1-2

在图 1-3 中可以看到 CATIA V5 用于机械设计的模块：除了实体造型的零件设计 (Part Design)、装配件设计、二维制图 (Drafting) 和二维草图 (Sketcher) 等基本模块之外，还有焊接设计 (Weld Design)、用于钣金的 Sheet Metal Design、Sheet Metal Production、航空钣金设计 (Aerospace Sheet Metal Design)，用于模具的上下模设计 (Core & Cavity Design)、模架设计 (Mold Tooling Design)，处理从其他 CAD 系统导入的不精确曲面的缝补助手 (Healing Assistant)，还有复合材料设计、三维公差和标注 (Functional Tolerancing & Annotation) 等模块。

如图 1-4 所示，“形状”子菜单中包含了 CATIA 曲面造型的模块，包括能够创建 A 级曲面的自由曲面造型 (FreeStyle)、汽车 Class A (Automotive Class A)、汽车车身紧固件设计 (Automotive BiW Fastening)、在二维图片上描画曲线的草图跟踪器 (Sketch Tracer)、处理从三坐标测量仪生成的点云数据的数字化外形编辑器 (Digitized Shape Editor)，以及后续重建曲面的快速曲面重建模块 (Quick Surface Reconstruction)、在点云数据上直接造型的外形雕刻 (Shape Sculptor)，还有产品结构设计中普遍应用的创成式外形设计 (Generative Shape Design)，这个模块的使用方法将在本书中详细讲解。

如图 1-5 所示，“分析与仿真”子菜单中包括可变形装配的公差分析 (Tolerance Analysis of Deformable Assembly)、网格划分工具 (Advanced Meshing Tools) 和对零件和装配件进行强度分析的 Generative Structural Analysis。

如图 1-6 所示，“AEC 工厂”子菜单中包含工厂布局模块 (Plant Layout)。

如图 1-7 所示，“数控加工”子菜单中包括两轴加工 (Lathe Machining)、两轴半加工 (Prismatic Machining)、曲面加工 (Surface Machining)、高级曲面 (Advanced Machining)、加工检查 (NC Manufacturing Review) 和快速原型 (STL Rapid Prototyping) 模块。

如图 1-8 所示，“数字模型”子菜单中包含许多 DMU (Digital Mock-Up) 模块，如数字样机漫游器 (DMU Navigator)、检查数字样机尺寸和干涉的空间分析模块 (DMU Space Analysis)、运动机构仿真模块 (DMU Kinematics) 和拆装模拟 (DMU Fitting) 等。

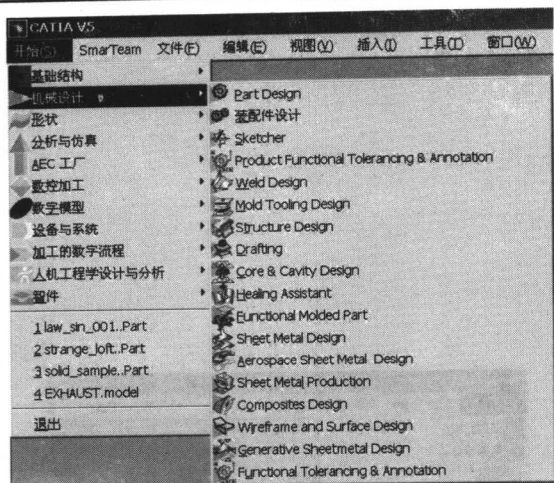


图 1-3



图 1-4

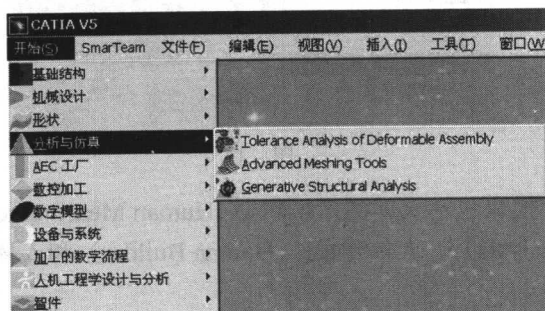


图 1-5

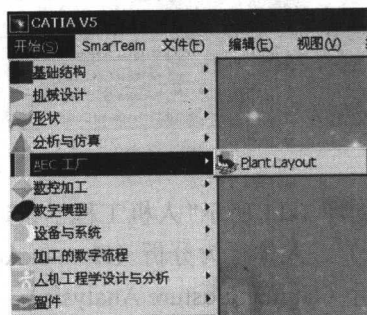


图 1-6



图 1-7

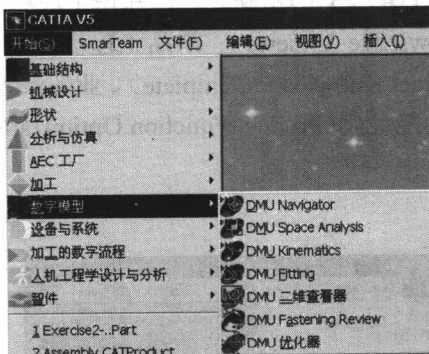


图 1-8

从图 1-9 中可以看到，“设备与系统”子菜单中有许多设备与系统模块，如电路板设计模块（Circuit Board Design），用于电气系统设计的 Electrical Wire Routing、Electrical Harness Assembly、Electrical Harness Flattening，用于管路设计的 Piping Design、Tubing Design，设计暖通空调的 HVAC Diagrams、HVAC Design 等。

如图 1-10 所示，“加工的数字流程”子菜单中包括用于加工流程的公差与标注（Process Tolerancing & Annotation）。



图 1-9

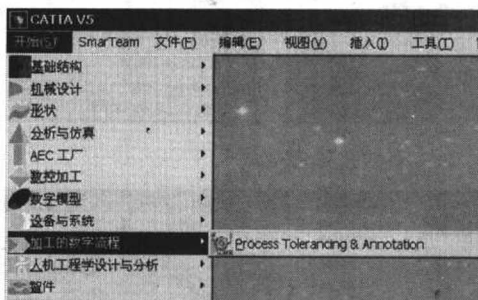


图 1-10

如图 1-11 所示“人机工程学设计与分析”模块包括人体测量编辑器 (Human Measurements Editor)、人体行为分析 (Human Activity Analysis)、人体建模 (Human Builder) 和人体姿势分析 (Human Posture Analysis)。

如图 1-12 所示，“智件”一词从 Knowledgeware 翻译而来，通常也叫做“知识工程”，是 CATIA V5 的精髓之一。知识工程模块包括知识顾问 (Knowledge Advisor)、知识专家 (Knowledge Expert)、产品工程优化器 (Product Engineering Optimizer)、产品知识模板 (Product Knowledge Template)、业务流程知识模板 (Business Process Knowledge Template)、产品功能优化 (Product Function Optimization) 和产品功能定义 (Product Functional Definition)。

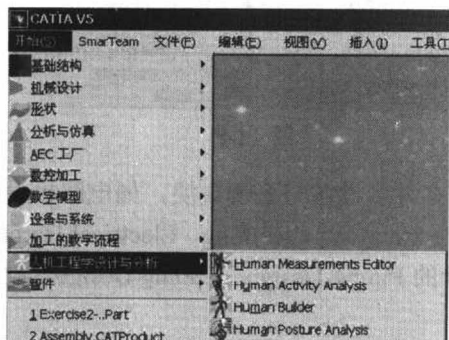


图 1-11

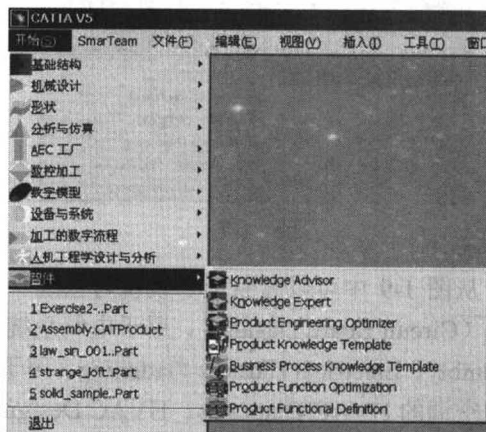


图 1-12