

· 高等学校计算机基础教育教材精选 ·

CATIA实用教程

(第2版)

李学志 李若松 方戈亮 编著

· 高等学校计算机基础教育教材精选 ·

CATIA实用教程

(第2版)

李学志 李若松 方戈亮 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

CATIA V5 是 IBM/DS 公司开发的基于 Windows NT/2000 操作系统的高端 CAD/CAM 软件。它涵盖了产品开发的全过程,支持电子化企业的解决方案,提供了完善无缝的集成环境。本书定位于初学者,以介绍基本概念和基本操作为起点,按照草图设计、三维建模、部件装配、工程图创建、曲面设计、工程分析、参数化与知识顾问的顺序介绍 CATIA,注重以典型实例带动教学。书中各章均附有习题或思考题。

本书可作为高等学校相关专业的教材,也可供从事该项工作的工程技术人员参考使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

CATIA 实用教程/李学志等编著. —2 版,—北京:清华大学出版社,2011.6

(高等学校计算机基础教育教材精选)

ISBN 978-7-302-24532-2

I. ①C… II. ①李… III. ①机械设计:计算机辅助设计—应用软件,CATIA—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 009203 号

责任编辑:焦虹 王冰飞

责任校对:焦丽丽

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62795954,jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:21.75 字 数:501 千字

版 次:2011 年 6 月第 2 版 印 次:2011 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:33.00 元

产品编号:037805-01

出版说明

高等学校计算机基础教材精选

在教育部关于高等学校计算机基础教育三层次方案的指导下,我国高等学校的计算机基础教育事业蓬勃发展。经过多年的教学改革与实践,全国很多学校在计算机基础教育这一领域中积累了大量宝贵的经验,取得了许多可喜的成果。

随着科教兴国战略的实施及社会信息化进程的加快,目前我国的高等教育事业正面临着新的发展机遇,但同时也必须面对新的挑战。这些都对高等学校的计算机基础教育提出了更高的要求。为了适应教学改革的需要,进一步推动我国高等学校计算机基础教育事业的发展,我们在全国各高等学校精心挖掘和遴选了一批经过教学实践检验的优秀教学成果,编辑出版了这套教材。教材的选题范围涵盖了计算机基础教育的三个层次,包括面向各高校开设的计算机必修课、选修课,以及与各类专业相结合的计算机课程。

为了保证出版质量,同时更好地适应教学需求,本套教材将采取开放的体系和滚动出版的方式(即成熟一本、出版一本,并保持不断更新)。坚持宁缺毋滥的原则,力求反映我国高等学校计算机基础教育的最新成果,使本套丛书无论在技术质量上还是出版质量上均成为真正的“精选”。

清华大学出版社一直致力于计算机教育用书的出版工作,在计算机基础教育领域出版了许多优秀的教材。本套教材的出版将进一步丰富和扩大我社在这一领域的选题范围、层次和深度,以适应高等学校计算机基础教育课程层次化、多样化的趋势,从而更好地满足各学校由于条件、师资和生源水平、专业领域等的差异而产生的不同需求。我们热切期望全国广大教师能够积极参与到本套丛书的编写工作中来,把自己的教学成果与全国的同行们分享;同时也欢迎广大读者对本套教材提出宝贵意见,以便我们改进工作,为读者提供更好的服务。

我们的电子邮件地址是 jiaoh@tup.tsinghua.edu.cn。联系人:焦虹。

清华大学出版社

前言

CATIA 实用教程(第2版)

CATIA V5 是 IBM/DS 公司基于 Windows NT/2000 操作系统开发的高端 CAD/CAM 软件。它涵盖了产品开发的全过程,支持电子化企业的解决方案,提供了完善无缝的集成环境。目前,CATIA 在汽车、航空航天领域的统治地位不断增强的同时,也大量地进入了其他领域,如摩托车、机车、通用机械、家电等行业。一些国际著名的飞机、汽车制造公司已将 CATIA 作为应用的主流软件。国内十几家大的飞机、汽车研究所和制造厂都选用了 CATIA 作为新产品的开发平台。

作者在多年从事 CAD 教学和科研工作中积累了丰富的实践经验,在系统地整理、完善最新讲稿和教学资料的基础上编写了本书。

本书具有以下特点。

(1) 定位于初学者。由于 CATIA 移植到微机的时间还不长,因此,本书以介绍基本概念和基本操作为起点,尽量做到讲解透彻、通俗易懂。

(2) 合理安排章节内容。本书按照草图设计、三维建模、部件装配、创建工程图、曲面设计、工程分析、参数化与知识顾问的顺序介绍 CATIA,既符合一般产品的设计过程,也适于读者学习、掌握利用 CATIA 进行产品设计的规律。

(3) 以典型实例带动教学。尺寸驱动、零件参数化等技术是 CAD 中较难学习的内容,参照本书的典型实例边练边学,将有助于读者掌握这些先进技术。

(4) 各章均附有习题或思考题,不仅利于教学,也便于自学。

本书可作为高等学校相关专业的教材,也可供从事该项工作的工程技术人员参考使用。

本书分为 10 章。其中,第 1、5、7、8、9 章由李若松编写,第 2、3、6 章由李学志编写,第 4、10 章由方戈亮编写。李学志负责全书的统稿工作。在编写本书的过程中,作者得到了清华大学计算机辅助设计教学中心的大力支持,在此深表感谢。

限于作者的学识和经验,书中难免有不当和疏漏之处,欢迎读者批评指正。

作者

2011 年 3 月于清华园

目录

第 1 章	CATIA 简介	1
1.1	概况	1
1.2	CATIA V5 的运行环境	2
1.3	CATIA 的主要功能模块	2
第 2 章	工作界面与基本操作	4
2.1	启动和退出 CATIA	4
2.2	CATIA 的工作界面	4
2.3	文件操作	6
2.3.1	建立新文件	6
2.3.2	打开已有的文件	6
2.3.3	保存文件	6
2.4	鼠标操作	7
2.5	指南针操作	7
2.6	特征树	9
2.6.1	特征树的特点	9
2.6.2	特征树的操作	9
2.7	选择操作	10
2.8	图形对象的快捷菜单	12
2.9	搜索操作	14
2.10	取消与恢复	15
2.11	得到帮助	16
2.12	显示控制	17
2.12.1	缩放显示	17
2.12.2	改变观察位置	18
2.12.3	改变观察方向	18
2.12.4	选择标准的观察方向	19
2.12.5	确定显示方式	19
2.12.6	设置三维形体的投影模式	20

2.12.7	设置漫游模式	21
2.12.8	显示或隐藏对象	22
2.13	修改图形对象的特性	22
2.13.1	通过图形属性工具栏修改图形对象的特性	22
2.13.2	通过快捷菜单修改图形对象的特性	23
2.13.3	用特性刷修改图形对象的特性	23
2.14	测量	24
	习题	25
第3章	草图设计	26
3.1	草图设计的环境	26
3.1.1	进入和退出草图设计的环境	26
3.1.2	设置草图设计的工作环境	26
3.1.3	“草图工具”工具栏	28
3.2	绘制图形	28
3.2.1	绘制轮廓线	28
3.2.2	绘制特定的图形	30
3.2.3	绘制圆和圆弧	35
3.2.4	样条曲线和曲线连接	37
3.2.5	绘制二次曲线	38
3.2.6	绘制直线	39
3.2.7	绘制轴线	41
3.2.8	绘制点	41
3.3	图形编辑	42
3.3.1	倒圆角	42
3.3.2	倒角	44
3.3.3	修改图形对象	45
3.3.4	图形变换	47
3.3.5	获取三维形体的投影	50
3.4	约束控制	51
3.4.1	网格约束	51
3.4.2	智能拾取	52
3.4.3	几何约束	55
3.4.4	尺寸约束	60
3.4.5	接触约束	62
3.4.6	固联约束	63
3.4.7	自动约束	63
3.4.8	动画约束	64

3.4.9	创建构造线	66
习题	68
第4章	零件的三维建模	70
4.1	概述	70
4.2	基于草图建立特征	71
4.2.1	拉伸	71
4.2.2	挖槽	73
4.2.3	打孔	73
4.2.4	旋转体	75
4.2.5	旋转槽	76
4.2.6	肋	76
4.2.7	开槽	77
4.2.8	加强筋	77
4.2.9	多截面实体	78
4.2.10	减去放样	81
4.3	修饰特征	81
4.3.1	倒圆角	82
4.3.2	变半径倒圆角	83
4.3.3	生成面与面的圆角	84
4.3.4	生成与三面相切的圆角	85
4.3.5	切角	86
4.3.6	拔模	86
4.3.7	抽壳	88
4.3.8	改变厚度	89
4.3.9	创建内/外螺纹	90
4.3.10	拉伸/拔模/倒圆角组合	90
4.3.11	挖槽/拔模/倒圆角组合	91
4.4	特征变换	91
4.4.1	平移	92
4.4.2	旋转	93
4.4.3	对称	93
4.4.4	镜像	94
4.4.5	矩形阵列	94
4.4.6	圆形阵列	96
4.4.7	自定义阵列	98
4.4.8	比例缩放	98
4.4.9	仿射缩放	99

4.5	形体与曲面有关的操作	99
4.5.1	分割	99
4.5.2	厚曲面	100
4.5.3	包围形体	100
4.5.4	缝合形体	101
4.6	形体的逻辑运算	101
4.6.1	插入新形体	102
4.6.2	装配	102
4.6.3	添加	102
4.6.4	移除	103
4.6.5	交集	103
4.6.6	合并修剪	103
4.6.7	去除一些几何体的多余部分	104
4.7	添加材质	106
4.8	三维建模实例	106
	习题	122
第5章	部件装配	127
5.1	概述	127
5.2	创建部件	128
5.2.1	插入部件	128
5.2.2	插入产品	128
5.2.3	插入新零件	128
5.2.4	插入已经存在的部件	128
5.2.5	替换部件	129
5.2.6	重新排序特征树	129
5.2.7	编号	130
5.2.8	部件载入管理	130
5.2.9	定义单行阵列	131
5.2.10	快速生成单行阵列	132
5.3	部件的移动	132
5.3.1	通过指南针移动对象	133
5.3.2	改变对象的位置或方向	133
5.3.3	对齐	133
5.3.4	智能移动	134
5.3.5	爆炸图	134
5.4	创建约束	135
5.4.1	重合	135

5.4.2	接触	136
5.4.3	偏移	136
5.4.4	角度约束	137
5.4.5	空间固定约束	137
5.4.6	固联约束	138
5.4.7	重复利用实体阵列	138
5.5	部件分析	139
5.5.1	物性测量	139
5.5.2	碰撞检测	140
5.5.3	干涉分析	140
5.5.4	截面分析	141
5.6	有关装配设计的环境设置	148
5.6.1	显示模式和设计模式	148
5.6.2	激活/不激活实体	148
5.7	装配实例	149
	习题	152
第6章	绘制工程图	153
6.1	绘制工程图的环境	153
6.1.1	工程制图模块的功能	153
6.1.2	进入和退出绘制工程图的环境	153
6.1.3	设置绘制工程图的环境	155
6.2	图纸	156
6.2.1	图纸的特点	156
6.2.2	图纸操作	157
6.3	视图	159
6.3.1	视图的特点	160
6.3.2	视图的基本操作	160
6.4	获取形体的投影视图	162
6.4.1	生成自动布局的形体的多视图	162
6.4.2	利用视图向导获取形体指定投影的视图	162
6.4.3	直接获取形体的投影视图	165
6.4.4	获取形体的剖视图	167
6.4.5	获取形体的断面图	170
6.4.6	获取形体的局部放大图	172
6.4.7	将已有视图修改为局部视图	174
6.4.8	断开表示	176
6.4.9	获取形体的局部剖视图	176

6.4.10	更新从形体获取的视图	177
6.5	交互绘制形体的视图	178
6.6	修饰图形	180
6.7	尺寸标注	185
6.7.1	自动生成尺寸	185
6.7.2	以交互方式标注尺寸	187
6.7.3	设置或修改尺寸的特性	193
6.8	文本	196
6.8.1	书写文本	196
6.8.2	“文本属性”工具栏	197
6.8.3	修改文本	198
6.9	形位公差	199
6.9.1	标注和修改形位公差	199
6.9.2	标注形位公差基准	200
6.10	标注符号	201
6.10.1	标注表面结构符号	202
6.10.2	绘制焊缝	203
6.10.3	标注焊接符号	203
6.11	图形引用	204
6.12	综合实例	206
	习题	210
第7章	曲线和曲面	212
7.1	概述	212
7.2	生成线框元素的工具	212
7.2.1	生成点	213
7.2.2	生成直线	217
7.2.3	生成平面	220
7.2.4	投影	225
7.2.5	混合线	226
7.2.6	反射线	226
7.2.7	相交线	227
7.2.8	平行曲线	228
7.2.9	二次曲线	229
7.2.10	样条曲线	232
7.2.11	螺旋线	233
7.2.12	涡线	234
7.2.13	脊线	235

7.2.14	命令堆栈	236
7.2.15	锁定基础面	237
7.3	生成曲面	237
7.3.1	拉伸曲面	237
7.3.2	旋转曲面	238
7.3.3	球面	239
7.3.4	圆柱面	239
7.3.5	等距面	240
7.3.6	扫掠曲面	241
7.3.7	填充曲面	244
7.3.8	多截面曲面	245
7.3.9	桥接曲面	245
7.4	曲面编辑和修改	247
7.4.1	合并	247
7.4.2	修复	248
7.4.3	平滑曲线	249
7.4.4	拆解	250
7.4.5	分割	250
7.4.6	剪切	252
7.4.7	恢复	254
7.4.8	提取曲面边界	254
7.4.9	提取元素	255
7.4.10	倒两曲面的圆角	255
7.4.11	倒棱边的圆角	257
7.4.12	变半径倒圆角	258
7.4.13	平移、旋转、对称、缩放、变形和阵列	258
7.4.14	反向	259
7.5	曲线、曲面分析功能简介	259
7.5.1	连接分析	260
7.5.2	拔模角度分析	260
7.5.3	曲线曲率分析	261
7.5.4	曲面曲率分析	261
7.6	曲线曲面设计工具和混合设计	261
7.6.1	选择几何图形集	261
7.6.2	添加材质	261
7.6.3	曲面和形体的混合设计	262
7.7	曲面设计实例	262
	习题	281

第 8 章 工程分析	283
8.1 进入工程分析模块	283
8.2 施加约束	284
8.3 施加载荷	285
8.4 静态有限元计算过程和后处理	287
8.4.1 计算	287
8.4.2 显示静态分析结果	288
8.5 动态分析的前处理和显示计算结果	290
8.5.1 动态分析前处理	291
8.5.2 计算	291
8.5.3 显示动态分析结果	292
8.6 有限元分析实例	293
习题	301
第 9 章 参数化与知识顾问	303
9.1 设置有关知识工程的环境	303
9.2 参数化和知识工程工具	305
9.2.1 参数	305
9.2.2 公式	306
9.2.3 检查	307
9.2.4 规则	308
9.2.5 设计表	309
9.3 应用实例	312
习题	319
第 10 章 图形输出	321
10.1 在 Windows 环境下配置绘图仪	321
10.2 输出图形	321
10.3 图像操作	324
10.3.1 捕获图像	324
10.3.2 录像	328
习题	328
参考文献	329

1.1 概 况

CATIA V5 是法国 DASSAULT 公司开发的基于 Windows NT/2000/XP 操作系统的高端 CAD/CAM/CAE 软件,它涵盖了产品开发的全过程,提供了完善无缝的集成环境。

CATIA V5 之前的版本 CATIA V4 是基于 UNIX 系统的,随着 Windows NT 操作系统的普及,以及个人计算机性能不断地提高、成本不断地下降,许多高端的 CAD/CAM/CAE 软件纷纷从 UNIX 移植到 Windows NT 平台。DASSAULT 在充分了解客户的需求,并积累了大量客户的应用经验后,决定开发新一代基于 Windows NT/2000 平台的 CATIA,即 CATIA V5,并且延伸到 XP 操作系统中。

在 CATIA V5 的开发过程中应用了许多先进的技术,例如 C++ 语言、面向对象的设计思想、基于 Java 和 Web 的技术、STEP-SDAI、OpenGL、OLE/CorbRa、Visual Basic 等。

CATIA V5 是新一代全新设计的软件,不但可以运行于独立的硬件平台,而且也可以运行于 UNIX 和 Windows NT 网络操作系统。它适合于各种规模的企业,支持电子化企业的解决方案,可以将隐式的设计实践转化为嵌入整个设计过程的显式的知识。对于原有客户可以平滑的过渡到 V5 版本。

CATIA 与 Windows NT/XP 紧密联系,与 Windows NT/XP 环境下的 Office 软件可以很容易地实现互动操作。熟悉 Windows 的用户可以很容易地接受 CATIA 的工作界面。很多操作,例如拖动、粘贴等与 Office 完全一样。CATIA V5 是基于图形化的界面,易学易用。

CATIA V5 的第一版即 V5R1 是 1999 年 3 月发布的,以后平均每年发布 2~3 个版本,2010 年 3 月发布了 V5R20,模块总数从 V5R1 的 12 个增加到 V5R20 的 100 多个。

作为世界领先的 CAD/CAM/CAE 软件,CATIA 在过去的 20 多年中一直保持着骄人的业绩,并继续保持着其强劲的发展趋势。CATIA 在汽车、航空航天领域的统治地位不断巩固的同时,也大量地进入摩托车、机车、通用机械、家电等其他行业。国际一些著名的公司如空中客车、波音等飞机制造公司,宝马、克莱斯勒等汽车制造公司都将 CATIA 作为他们的主流软件。国内飞机研究所和飞机制造厂都选用了 CATIA,一汽集团、二汽集团、上海大众集团等几十家汽车制造厂也都选用 CATIA 作为新车型的开发平台。

1.2 CATIA V5 的运行环境

1. 硬件环境


Intel 奔腾 II 或 III 以上的 CPU、256MB 以上的内存、2GB 以上的硬盘、1024×768 以上分辨率的显示器、16MB 以上的显卡(推荐 1280×1024、支持 OpenGL、支持 24 位真彩双缓冲区/24 位 Z 缓冲区/Stencil 缓冲区)、推荐使用三键鼠标并需要 CD-ROM。

2. 软件环境


Microsoft 公司的 Windows NT/2000/XP、Windows 7, IBM 公司的 AIX, HP 公司的 HP-UX, SGI 公司的 IRIX 等操作系统。

1.3 CATIA 的主要功能模块


1. 零件设计(Part Design)

模块利用草图拉伸、扫描和简单实体元素形成三维模型,通过倒角、抽壳等实体修饰操作生成复杂的三维模型。使用简捷、灵活易用,既可以是装配上下级中的草图设计,也可以是交互式详细设计,无论是复杂多样的实体建模还是高级实用的模型,都能应付自如。模块结合了以特征为基础的实体设计和实体间的布尔操作,建模效率高,易于修改和参数化。

2. 装配设计(Assembly Design)


模块通过添加三维实体,以及实体之间的约束,生成三维实体装配模型。本模块可以处理组装在三维实体设计模块生成的实体和 CATIA V4 模型,提供了截面分析、测量等复杂装配模型的丰富的分析工具,并为其他模块如工程图和 DMU(电子样机)分析提供基础模型。

3. 工程制图(Drafting)


模块可以利用 3D 机械零件模型和装配体生成相关联的工程图。图纸生成辅助器可大大简化绘制多视图的工作,并且可以自动生成尺寸标注;可以建立与零件材料规格说明相关联的剖面线,可以进行基于标准的附加信息和注释等后处理。图纸与 3D 主模型的几何关联性可使用户并行地进行设计和工程绘图工作。同时还可输出 DXF 等格式的数据文件。该模块还包括高效、直观的交互式绘图系统,进行产品的 2D 设计,可以在一个以 CATIA 为主干系统的扩展型企业中,供所有 2D CAD 用户使用。产品集成化的 2D 交互功能和高效的补充作图和注释从两方面进一步丰富了 CATIA 创成式工程绘图功

能,为用户提供了更加容易和流畅的从 2D 设计过渡到 3D 设计方式的转变过程。


4. 线架和曲面造型(Wireframe and Surface Design)

模块在零件设计的初始阶段,生成线架类结构元素,作为 CATIA 零件设计产品的补充。线架特征元素和基本的曲面特征元素的使用大大丰富了现有的 3D 机构零件设计方法。它的基于特征的方法提供了高效、直观的设计环境,可以捕捉和重复使用设计的方法和规则。


5. 创成式外形设计(Generative Shape Design)

模块基于线架与多个曲面特征组合,可设计复杂的外形。它提供了一套广泛的工具集,以建立并修改用于复杂外形和混合造型设计中的曲面。CATIA 创成式外形设计产品的基于特征的设计方法,提供了高效,直观的设计环境,以对设计方法和技术规范进行捕捉和重用。


6. 创成式零件结构分析(Generative Structural Analysis)

模块可以带给用户对设计进行有限元分析预校验的能力。通过专为设计人员提供的简单易学的界面,使设计者易于理解分析计算结果,轻松地进行初级的机械分析。借助颜色编码的图形功能,可以直观地显示变形、位移和应力。该产品还可以根据实际零件的状况对分析零件添加约束条件。

7. 实时渲染(Real Time Rendering)

模块可以让设计师对其设计应用色彩渲染效果和材料规格进行说明。用户可以通过手工绘制,直接修改已输入的数字化图像或在系统提供的库中选择进行纹理生成。可以管理材料库和零件应用之间的关联。

8. 知识工程顾问(Knowledge Advisor)


模块可以将隐式的设计实践转化为嵌入整个设计过程的显式知识。用户通过定义特征、公式、规则和检查(例如制造周期中的特征包括成本、表面抛光或进给率),从而在早期的设计阶段就考虑到这些因素的影响。

9. 目标管理器(COM)

该模块提供了所有产品人机对话和显示管理等所必需的公共功能和整个基础架构,使所有产品共用统一的界面环境。

2.1 启动和退出 CATIA

1. 启动 CATIA

单击 Windows 的“开始”按钮,从弹出菜单中选择“程序”→CATIA→CATIA V5R20 或者双击 CATIA 的快捷图标 ,即可启动 CATIA。

2. 启动工作模块

通过 CATIA 的“开始”菜单启动工作模块。例如选择菜单“开始”→“机械设计”→“零件设计”,即可开始零件的三维建模。也可以通过“开始”菜单建立一个新文件,或者打开一个已有的文件,文件的具体类型确定了所要进入的模块。

CATIA 支持多文档环境,因此可以同时打开多个文件。

3. 退出 CATIA

在“开始”或“文件”菜单中选择“退出”命令,即可退出 CATIA。

2.2 CATIA 的工作界面

CATIA 采用了标准的 Windows 工作界面,虽然拥有几十个模块,但其工作界面的风格是一致的,如图 2-1 所示。二维作图或三维建模的区域位于屏幕的中央,作图区的周边是工具栏,顶部是菜单条,底部是人机信息交换区。

默认的工作界面如图 2-1 所示。如果想要设置新的工作界面,选择菜单“工具”→“选项”,弹出“选项”对话框。在该对话框的特征树上选择结点“显示”,出现了有关工作界面的“树外观”等 8 个选项卡,如图 2-2 所示。

例如,通过“可视化”选项卡将背景改为白色,通过“树外观”选项卡将树的类型改变为“关联”,将树的方向改变为“水平”,结果如图 2-3 所示。