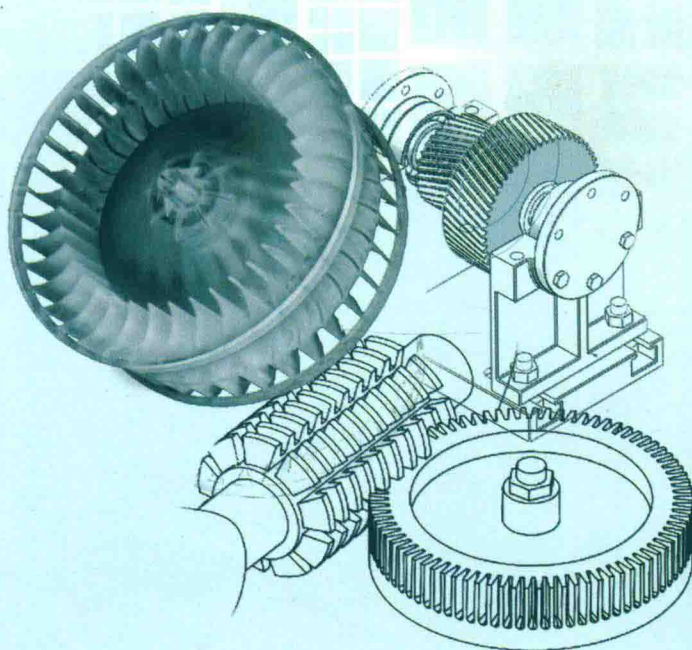




普通高等教育机械类专业“十三五”规划教材

CATIA实用教程及 3D打印技术

主编 邱志惠



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS



普通高等教育机

规划教材

CATIA实用教程及 3D打印技术

主编 邱志惠



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本教材是一本介绍计算机绘图软件 CATIA 及 3D 打印技术的实用教程,介绍了 CATIA 建模的方法和 3D 打印的基本原理,学习密歇根大学的机械基础教学方式,将基础课程内容和先进的实用技术相结合。

本教材共分上下两篇共 12 章,上篇第 1 章~第 8 章是 CATIA 软件建模教学部分,内容的介绍以实例为主,教材中的全部实例的具体操作均有章可循,详细的操作步骤及配图一目了然。读者可以依据这些常见的实例的操作练习来学习和掌握 CATIA 软件的基本命令和绘图建模技巧。下篇第 9~12 章是 3D 打印技术内容,其中包括了 3D 打印概述、3D 打印原理和逆向工程、快速模具内容,作为工科类学生应该了解的快速制造、先进制造技术的内容。为了方便国际学生和双语教学的学生的学习,在附录里放置了机械制图关键部分的英文内容,所以也可以作为双语教材使用。附录里有计算机绘图的国家标准、英文的机械制图及第三角投影制图、英文的 3D 打印技术和 CATIA 建模练习题、以及 3D 打印的部分应用实例图片。

本教材既可作为本科生、国际生双语教材,也可以作为培训班学员的培训教材,还可以作为工程技术人员学习 CATIA、3D 打印技术的教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA 实用教程及 3D 打印技术/邱志惠主编. —西安:西安交通大学出版社,2017.6

ISBN 978-7-5605-9804-8

I. C… II. ①邱… III. ①机械设计-计算机辅助设计-应用软件-教材 ②立体印刷-印刷术-教材 IV. ①TH122 ②TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 150092 号

书 名 CATIA 实用教程及 3D 打印技术
主 编 邱志惠
责任编辑 屈晓燕

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjupress.com>
电 话 (029)82668357 (029)82667874(发行中心)
(029)82668315(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 陕西元盛印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 21.75 字数 516 千字
版次印次 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-9804-8
定 价 45.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82668803 (029)82668804

读者信箱:med_xjup@163.com

版权所有 侵权必究

主 编 简 介

邱志惠,女,副教授,九三学社社员,中国发明协会会员,先进制造技术及CAD应用研究生指导教师,陕西省高校跨校选课任课教员,美国Autodesk公司中国区域AutoCAD认证教员。

1982年1月毕业于西安交通大学,1988年被电子部二十所聘为工程师,1993年5月至今在西安交通大学任教。1994年转为讲师,1995年12月被聘为陕西省图学会标准化委员会委员。1998年7月被聘为副教授。主要为本科生讲授画法几何及工程制图、工程制图基础、机械工程制图、计算机绘图、产品快速开发课程,并为研究生讲授计算机图形学、CAD原理及软件应用等选修课程。主要研究方向为三维快速成型制造技术、微纳制造、计算机图形学的应用技术、计算机三维造型及工业造型设计、机床模块化设计、数字化制造。荣获“2010年度王宽诚教书育人奖”“2011年度西安交通大学教书育人优秀教师奖”。

2007年7月—2008年7月在美国密歇根大学做访问学者,2009年7—9月在香港科技大学做访问学者。2012—2016年多次赴美国开展合作交流。

2005年主持国家自然科学基金项目“快速成形(3D打印)新技术的普及与推广”,与中央电视台联合拍摄的3D打印科教片,在中央电视台播放多次。至今一直在高校、企业做3D打印的科普讲座,仅2015年就受邀举办讲座十场以上,并义务为中小学生举办讲座多场。参加“高档数控机床模块化配置设计平台及其应用”等多项国家重大科技专项课题,并荣获多项省、厅级科技成果奖。发表教育研究论文多篇,出版计算机绘图教材多本。主编的《AutoCAD实用教程》教材累计发行5万多册,荣获2015年度西安交通大学优秀教材二等奖

E-mail:qzh@mail.xjtu.edu.cn

交大个人主页:

<http://gr.xjtu.edu.cn/web/qzh>

序

CATIA 是法国 Dassault 公司的 CAD/CAM/CAE 一体化软件,是世界上业界主流的软件之一。它是一套参数化、基于特征的实体模型化、功能强大的 CAD 系统,适用于工业设计、机械设计、功能仿真、制造和数据管理等领域,涉及从设计到生产的全部过程。使用该软件,可通过修改尺寸达到设计更改的目的,亦可将设计意图融入计算机辅助设计,通过参数化模型,直观地创建和修改模型,完成设计。该软件还支持各种符合工业标准的绘图仪和打印机,可以方便地进行二维和三维的图形输出。使用该软件还可进行刀具轨迹的演示及生成数据文件、生成数控机床可用的数据文件,特别是输出适合 3D 打印的数字模型。

CATIA 扩展了普通的实体建模特征,使得用户能轻易、快速地生成各种复杂曲面造型,也可根据各种关系和公式来生成壳体设计及艺术造型等复杂的曲线曲面,在飞机设计、汽车制造、人物造型、模具加工等领域被广泛地应用。

西安交通大学机械学院根据目前国内制造业的情况,拟选择 CATIA V5 为机械学院的国际学生学习工程制图和计算机绘图的软件,同时介绍先进的 3D 打印相关技术,为学生可以直接将模型打印为实体、实现各自的创新、创意奠定基础。

本书主编邱志惠老师从教二十多年,具有丰富的机械设计经验,所编写的多本 CAD 教材非常畅销,被很多学校选用。本书是针对西安交通大学机械学院的国际学生班计算机绘图课编写的一本教材。该书始终贯彻三维造型理念,并以用户操作中的方法和绘图技巧为主线,循序渐进,深入浅出,因此无论对本科生、技校学生还是工程技术人员以及自学者,都是一本很好的教材。



2017 年 6 月于西安

序

CATIA 是法国达索公司开发的一款 CAD/CAE/CAM 集成软件,在汽车、航空航天、船舶、消费品和通用机械制造等领域应用广泛。该软件拥有先进的实体建模设计、外型设计、分析和模拟、机械加工、数字样机、设备与系统工程等功能,具备完整的设计开发能力,从产品的概念设计到产品的加工制造,以其精确灵活的解决方案,成为世界上最受青睐的产品开发系统之一。

CATIA V5 R20 造型软件是最新版本,是一套先进的通用机械设计工具,具有雄厚的三维处理能力。该软件的功能包括实体零件造型、装配造型、渲染、工程图的设计等,使设计变得更直观、简单,已被广泛地应用在飞机设计、汽车制造、模具加工等各个领域。

计算机绘图及三维建模造型技巧是当今时代每个工程技术人员不可缺少的能力。传统的从一条线、一个图开始绘图的方法正在被三维建模制图所替代。也正是这种设计理念,使广大工程设计人员提高设计效率、解放创造性思维的能力成为现实。轻松自如地使用它,是工科院校相关专业的学生必须掌握的技能之一。

传统的制图方法已经不能适应现在的少学时和未来实际工作的需要,3D 打印是一种新的制造技术,和机械制图、计算机绘图完美结合也是一种必然趋势。

西安交通大学机械工程学院邱志惠副教授在美国密歇根大学访学期间,在密歇根大学安娜堡分校和迪尔本分校听了机械制图和 CAD 课程以后,和密歇根大学 WuCenter 的几位访问学者一起编写了这本《CATIA 实用教程及 3D 打印技术》,我认为本教材适合现在国内压缩学时、一门课介绍多个领域内容的教学需要。特别是本书是为西安交大国际学生学习计算机绘图编写的一本教材,可以做到一课多学。邱教授编写过多本 CAD 教材,已经累计发行 7 万册以上,在美国期间利用 CATIA 为汽车公司设计建模,熟练掌握了该软件的应用,同时她结合 20 多年的教学和 30 多年的设计经验,在该书编写中始终贯彻三维造型理念,并以用户操作中的方法和绘图技巧为主线,循序渐进,深入浅出。因此无论对本科生还是培训班学员以及自学者,本书都是一本很好的教材。



2016 年 11 月于美国密歇根大学

前言

CATIA 是法国 Dassault 公司开发的 CAD/CAM/CAE 一体化软件,被广泛应用于电子、通信、机械、模具、汽车、自行车、航天、家电和玩具等制造行业的产品设计。该软件拥有先进的实体建模、外形设计、分析和模拟、机械加工、数字样机、设备与系统工程、人机工程学设计与分析、知识工程和虚拟产品管理等模块,具备完整的设计开发功能,从产品的概念设计到产品的加工制造,以其精确灵活的解决方案为用户开发出满意的产品,成为世界上最受青睐的产品开发系统之一。

CATIA 拥有众多模块,本书是为工科学生学习 CAD 建模和机械制图及了解 3D 打印而编写的,所以主要介绍机械设计模块。机械设计模块包括零部件设计、装配件设计、草图绘制、功能公差与标注设计、模具设计、结构设计、工程制图等子模块。该模块可实现产品实体零件造型、装配造型及工程图等。同时介绍其强大的曲面设计功能,它提供多种曲线曲面造型技术,如自由塑造不规则曲面、创成式曲面设计或快速曲面重构等方法,对汽车、飞机等曲面外形设计有强大的技术优势。其产品造型、制造的数字处理可以容易地实现在 3D 打印中的需要。

本书将设计思想贯穿在以实例为主的教学和学习方法,目的是便于学生快速掌握各种基本命令和绘图技巧。在编写过程中充分注意了入门与提高之间的关系,并始终以用户操作中的方法和绘图技巧为主线,循序渐进、深入浅出,以期减少初学者的困难。

本书主编在 2007 年~2008 年访学美国期间,在密歇根大学和汽车公司均使用 CATIA 建模,2016 年再次赴密歇根大学学习机械制图、计算机绘图课程,了解机械专业在世界名列前茅的密歇根大学的机械制图只是“ME250 Design & Manufacturing Course”中的很少一部分,该课程还包括了 CAD 及 3D 打印等很多内容的讲解。同时聆听了密歇根大学迪尔本分校的制图课程,该课程计算机绘图使用的 CATIA 和 Solidworks。所以在访学期间夜以继日地和同事们一起编写了本书,希望该书能够解决近年来国内大量压缩课时,却不减少内容的问题,为改革课程内容提供一本先进制造技术的教材,在一门课程里面,能够学习机械制图、CATIA 计算机绘图、3D 打印及其相关的逆向工程、快速模具等内容。希望能有更多的学校能够学习密歇根大学在少学时的情况下,让学生学习到更多必需内容的经验。

本书由西安交通大学机械工程学院先进制造技术研究所邱志惠副教授主编,重庆科技学院雷贞贞讲师、西安交通大学张进华副教授、李旸博士、李宝童博士、西北工业大学康永刚副教授、吉林大学冀世军副教授参加编写。西安交大杨晓君博士、广西大学胡珊珊博士参加了校对修改。安徽理工大学谢晓燕参加编写了附录制图部分。西安交通大学马雪亭硕士绘制了 3D 打印的原理图、密歇根大学刘逸轩硕士做了英文截图(因为篇幅限制没有使用)。西安交通大学吴厚旗同学对 CATIA 建模部分做了全部的试做,夏天等同学也做了部分练习,以保证读者可以按照步骤就能完成所有绘图和建模。西安交通大学荀伟同学进行了英文附录排版。

在 3D 打印部分的编写过程中得到了卢秉恒院士的大力支持,还得到了西安交通大学机械工程学院先进制造技术研究所和快速制造国家工程研究中心的许多同事的协助(提供了大量的论文和应用实例图片),以及密歇根大学 WuCenter 的部分访问学者和博士的帮助,在编

写的过程中,参考了西安交大先进制造研究所洪军教授、赵万华教授、梁晋教授等人的博士论文,以及鲁中良、田国强、魏润强、唐正宗、黄淇、陈号等人的论文,人数太多,不一一列举,在此一并表示感谢。

特别感谢陕西恒通智能机器有限公司总经理王永信、副总经理李虎城和渭南鼎信创新智造科技有限公司曹江涛总经理及许多工程师的大力支持和提供资料。

感谢密歇根大学教授们提供的方便和附录 C 的英文制图内容,附录 D 的 3D 打印技术英文由美国教授修改。

本书是专为西安交通大学机械工程学院国际学生和双语教学试点改进工程制图教学及计算机绘图选修课而编写的教材。CATIA 可以直接使用英文版软件结合教学,机械制图和 3D 打印技术都在附录里提供了部分英文简介。由于时间紧促,编者水平有限,缺点和错误在所难免,望广大读者批评指正。

编 者

E-mail:qzh@mail.xjtu.edu.cn

2016 年 12 月

目 录

序(西安交通大学 卢秉恒院士)

序(美国密歇根大学 倪军教授)

前 言

第1章 绪 论	(1)
1.1 概 述	(1)
1.2 CATIA 的窗口界面与基本操作	(6)
1.2.1 【开始】菜单的基本操作	(7)
1.2.2 【文件】菜单的基本操作	(7)
1.2.3 【编辑】菜单的基本操作	(9)
1.2.4 【视图】菜单的基本操作	(10)
1.2.5 其他菜单简介	(16)
1.2.6 模型树的基本功能	(17)
1.2.7 菜单管理器的基本功能	(17)
1.2.8 CATIA 的各种基本配制简介	(18)
1.2.9 定制菜单	(20)
1.2.10 定制工具栏	(21)
第2章 平面草图的绘制	(23)
2.1 草图菜单简介	(23)
2.2 绘制平面图几何图素的基本命令	(24)
2.2.1 直线	(24)
2.2.2 预定义的轮廓	(26)
2.2.3 圆及圆弧的绘制	(30)
2.2.4 样条线	(31)
2.2.5 绘制二次曲线	(32)
2.2.6 绘制圆角	(33)
2.2.7 绘制倒角	(34)
2.2.8 图形修剪	(36)
2.2.9 创建图形变换	(38)
2.3 草图约束	(41)
2.3.1 创建一般约束	(41)
2.3.2 接触约束的创建方法	(42)

2.3.3	创建自动受约束	(43)
2.3.4	通过对话框创建约束	(44)
2.4	草图绘制实例	(44)
2.4.1	底板的草图	(44)
2.4.2	底座的草图	(46)
2.4.3	腰形的草图	(49)
2.4.4	吊钩的草图	(50)
2.4.5	凸轮的草图	(53)
2.4.6	铣刀断面的草图	(56)
第3章	创建参考基准元素	(59)
3.1	参考元素概述	(59)
3.2	参考面的创建	(59)
3.3	参考线的创建	(64)
3.4	参考点的创建	(67)
3.5	基准应用创建实例——叉架零件	(70)
第4章	简单零件的造型	(75)
4.1	零件造型菜单简介	(75)
4.2	基础特征常用的造型方法简介	(75)
4.2.1	凸台和凹槽	(75)
4.2.2	旋转(回转体)	(77)
4.2.3	孔	(78)
4.2.4	其它特征简介	(79)
4.3	零件特征修改方法简介	(79)
4.4	零件绘制实例	(79)
4.4.1	V形座	(79)
4.4.2	阀杆	(82)
4.4.3	端盖	(84)
4.4.4	轴承座	(87)
4.4.5	底座零件	(91)
4.4.6	支座零件	(95)
4.4.7	减速器上箱盖体	(101)
第5章	复杂实体建模	(107)
5.1	常用的高级复杂特征造型命令简介	(107)
5.1.1	扫掠成体	(107)

5.1.2	扫掠开槽	(108)
5.1.3	多截面实体	(109)
5.1.4	已移除的多截面实体	(110)
5.1.5	抽壳	(111)
5.1.6	拔模斜度	(111)
5.2	零件造型实例	(112)
5.2.1	壳体	(112)
5.2.2	果盘制作	(114)
5.2.3	简易沙发	(117)
5.2.4	水杯	(119)
5.2.5	托杯	(121)
5.2.6	铣刀体	(124)
5.2.7	天圆地方接头	(125)
第 6 章	曲面建模	(130)
6.1	曲面造型简介	(130)
6.2	曲面基础特征常用的造型方法简介	(131)
6.2.1	拉伸	(131)
6.2.2	旋转	(132)
6.2.3	扫掠	(132)
6.2.4	多截面曲面	(133)
6.2.5	填充	(135)
6.2.6	偏移	(136)
6.2.7	桥接曲面	(137)
6.2.8	曲面圆角	(138)
6.3	曲面应用实例	(141)
6.3.1	灯罩	(141)
6.3.2	渐开线圆柱齿轮——参数化设计	(142)
6.3.3	简易风扇叶片	(147)
第 7 章	平面工程图	(152)
7.1	建立平面工程图	(152)
7.2	创建默认视图	(153)
7.2.1	创建标准 GB 图纸	(154)
7.2.2	用 AutoCAD 图框做格式文件	(158)
7.3	工程图实例	(160)
7.3.1	轴承座的工程图	(160)

7.3.2	支座的工程图	(164)
7.3.3	减速箱盖的工程图	(169)
7.4	尺寸标注	(173)
7.4.1	尺寸标注功能简介	(173)
7.4.2	尺寸标注实例	(178)
第 8 章	零件装配	(182)
8.1	装配设计模块简介	(182)
8.1.1	装配菜单简介	(182)
8.1.2	装配约束	(182)
8.1.3	约束类型简介	(182)
8.2	利用零件装配关系组装装配体	(185)
8.2.1	装配千斤顶	(185)
8.2.2	装配阀门	(189)
8.2.3	装配玩具枪体	(194)
8.2.4	装配叶片夹具	(198)
8.2.5	钻床夹具装配	(203)
8.3	检测装配元件之间的碰撞、间隙、干涉	(208)
8.4	检测装配体的质量、体积和表面积	(209)
第 9 章	3D 打印概述	(211)
9.1	3D 打印的起源	(211)
9.2	3D 打印的特点与意义	(212)
9.3	3D 打印技术的应用	(213)
9.4	3D 打印的研究和发展现状	(215)
9.4.1	国外 3D 打印的研究和发展现状	(216)
9.4.2	国内 3D 打印的研究和发展现状	(217)
9.4.3	中国制造 2025 与 3D 打印	(220)
第 10 章	3D 打印技术	(221)
10.1	3D 打印的基本原理	(221)
10.2	3D 打印工艺方法	(224)
10.3	光固化成形法(SL)	(225)
10.4	熔化沉积制造法(FDM)	(229)
10.5	激光增材制造(LAM)	(233)
10.5.1	SLM 技术的原理和特点	(233)
10.5.2	激光金属直接成形技术的研究现状	(235)

10.5.3 金属激光增材制造技术的发展趋势·····	(238)
10.6 DLP 面曝光 3D 打印技术·····	(238)
10.6.1 成型速度·····	(240)
10.6.2 打印材料·····	(241)
10.7 选区激光烧结法(SLS—Selective Laser Sintering)·····	(241)
10.8 叠层制造 3D 打印(LOM)技术简述·····	(244)
10.9 其它 3D 打印技术简述·····	(245)
第 11 章 逆向工程 ·····	(250)
11.1 逆向工程的产生和发展·····	(250)
11.2 逆向工程的具体内容·····	(251)
11.3 逆向工程常用的测量方法·····	(253)
11.4 复杂工况三维全场动态变形检测技术·····	(255)
11.4.1 极速人体三维扫描系统·····	(256)
11.4.2 三维光学摄影测量系统·····	(258)
11.4.3 XTOM 三维光学面扫描系统·····	(259)
11.5 激光三维抄数机·····	(263)
11.6 基于多 RGB—D 扫描相机的三维重建系统·····	(265)
第 12 章 快速模具制造技术 ·····	(267)
12.1 快速模具制造技术简介·····	(267)
12.2 基于 3D 打印的快速模具技术·····	(267)
12.3 金属电弧喷涂模具技术·····	(275)
附录 A 计算机绘图国家标准 ·····	(281)
附录 B 练习题 ·····	(283)
附录 C 工程制图(英文版) ·····	(298)
附录 D 3D Print Technology(3D Print 打印技术英文简介) ·····	(314)
附录 E 3D 打印的模型 ·····	(323)

第1章 绪 论

1.1 概述

CATIA 是法国达索公司开发的一款 CAD/CAE/CAM 集成软件,在汽车、航空航天、船舶制造、厂房设计、电力与电子、消费品和通用机械制造等领域应用广泛。该软件拥有先进的实体建模设计、外形设计、分析和模拟、机械加工、数字样机、设备与系统工程、人机工程学设计与分析、知识工程和虚拟产品管理等功能。该软件具备完整的设计开发功能,从产品的概念设计到产品的加工制造,其精确灵活的解决方案可以为用户开发出满意的产品,是世界上最受青睐的产品开发系统之一。CATIA 拥有众多模块,下面对其主要模块进行简单介绍。本书只对机械制图中常用的草图、零件建模、装配、工程图等进行教学指导。

1. 基础结构模块

CATIA 基础结构模块包含产品结构、材料库、不同版本之间的转换、图片工作室、实时渲染、过滤产品数据等子模块,如图 1-1 所示。提供结构树、色彩渲染效果、材料库及零部件应用之间的关联等功能。

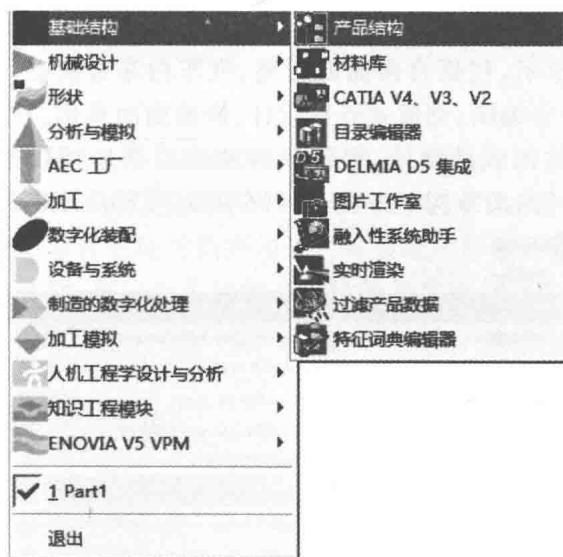


图 1-1 基础结构模块

2. 机械设计模块

机械设计模块如图 1-2 所示,该模块包括零部件设计、装配件设计、草图绘制器、功能公差与标注设计、焊接设计、模具设计、结构设计、工程制图、钣金设计等子模块。该模块可实现产品实体零件造型、装配造型、工程图及制造工艺设计等。例如,该模块所具有的拉伸、旋转、抽壳、扫描、混成、扭曲及用户自定义特征的功能,设计常见的立体、螺纹、弹簧、肋板、壳体等零

件,并进行圆角、倒角、退刀槽、拔摸等常规机械结构及加工特征的设计,使设计变得直观、简单。同时,其方便的尺寸修改及快捷的特征重定义功能,使设计变得更加随意,不受软件的束缚。



图 1-2 机械设计模块

3. 形状模块

形状模块如图 1-3 所示,包括自由曲面造型、汽车白车身接合、基于草图的自由曲面造型、图像和外形、数字化外形编辑、创成式外形设计、快速曲面重构、汽车 A 级曲面设计等子模块。CATIA 拥有强大的曲面设计功能,提供多种曲线曲面造型技术,如自由塑造不规则曲面、创成式曲面设计或快速曲面重构等方法,对汽车曲面外形设计也拥有强大的技术优势。



图 1-3 形状模块

4. 分析与模拟模块

分析与模拟模块如图 1-4 所示,包括变形装配件公差分析、高级网格划分工具、创成式结构分析等子模块。提供实体的网格划分、静态应力应变、模态分析等有限元分析功能,并且可以导出网格划分数据供其他 CAE 软件共享。

5. AEC 工厂模块

AEC 工厂模块如图 1-5 所示,包括提供厂房布局等子模块。实现工厂的规划、布局功能。

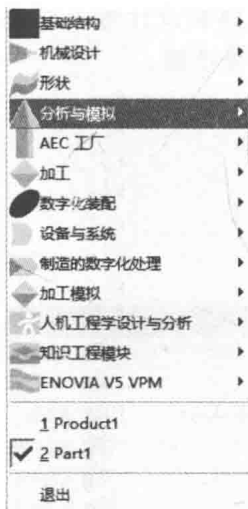


图 1-4 分析与模拟模块

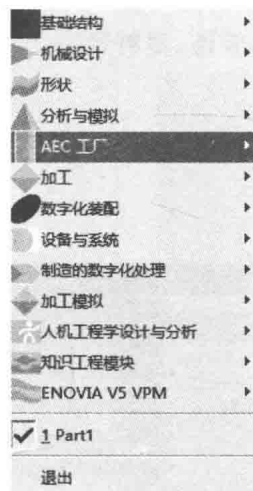


图 1-5 AEC 模块

6. 加工模块

加工模块如图 1-6 所示,包含车削加工、铣削加工、曲面加工、高级加工、数控加工审查、STL 快速成型等子模块。提供设计实体零件的几何、毛坯、夹具、机床、刀具等参数信息,自动生成数控编程程序,实现对零件毛坯的数控加工。可实现从两轴到五轴的加工编程的能力,除此之外,该模块拥有产品造型、加工工艺和加工人员等加工资源高度关联的特性,良好支持并

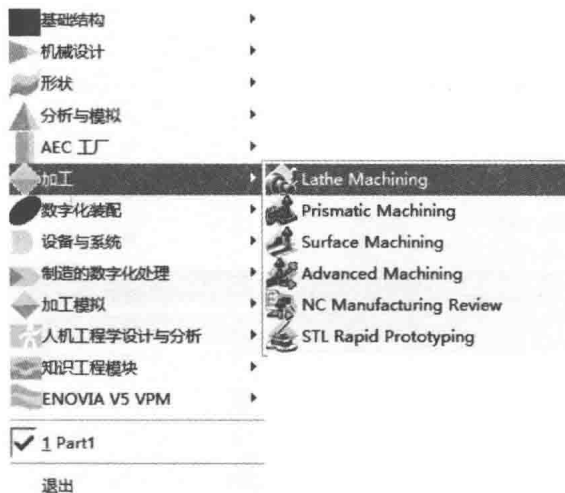


图 1-6 加工模块

行工程和管理加工流程。

7. 数字样机(数字化装配)模块

数字样机(数字化装配)模块如图 1-7 所示,包括 DMU 漫游器、DMU 空间分析、DMU 运动机构模拟、DMU 配件、DMU 优化器、DMU 公差审查等。实现各类运动机构的动态仿真与控制,空间问题分析,产品功能优化等。

8. 设备与系统模块

设备与系统模块如图 1-8 所示,包括电子电缆布线规则、电气线束规则、HVAC 规则、多专业、初步布局、管路专业、管道专业领域、结构专业领域、电路板设计等子模块。提供各种电子电缆的布局,管道、塑料管路、电气线束以及电子零件配置等功能。

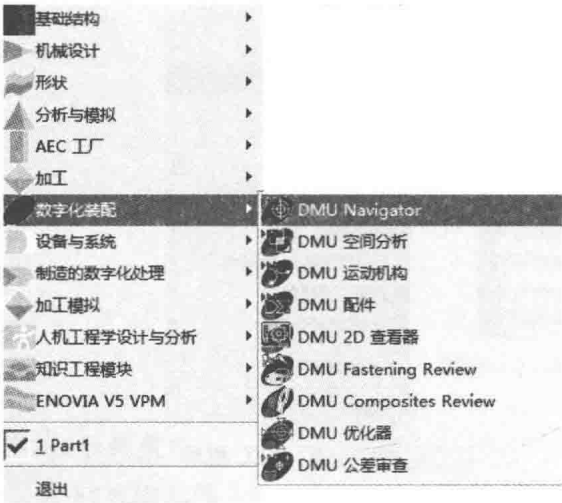


图 1-7 数字化装配模块



图 1-8 设备与系统模块

9. 制造的数字处理模块

制造的数字处理模块如图 1-9 所示,包括工艺公差与标注设计等子模块。实现在实体建模设计中进行产品的特征、公差配合及标注等功能。

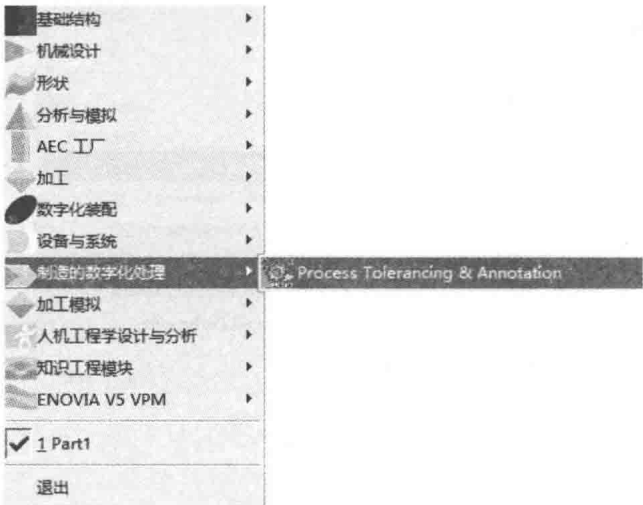


图 1-9 制造的数字处理模块