

计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM) 工程范例系列教材
国家职业技能培训系列教材

机械CAD/CAM—CATIA V5R20 零件设计与数控加工技术

关雄飞 编著

JIXIE CAD/CAM—CATIA V5R20
LINGJIAN SHEJI YU SHUKONG JIAGONG JISHU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM) 工程范例系列教材
国家职业技能培训系列教材

机械 CAD/CAM—— CATIA V5R20 零件设计与 数控加工技术

关雄飞 编著
王荪馨 主审

湖北工业大学图书馆



01323203



机械工业出版社

本书以 CATIA V5R20 为教学对象, 内容包括 CATIA V5R20 软件概述、草图的绘制、曲面设计、零件设计和数控加工自动编程技术, 还涉及刀路仿真、余量/过切检测和刀路编辑等内容。本书理论与实践相结合, 内容安排合理, 循序渐进, 深入浅出, 案例选择恰当, 目标明确, 实用性强, 启发性强, 有利于培养读者分析问题和解决问题的能力。

本书可作为职业院校机械制造类和机电一体化类专业的教材, 也可作为相关企业工程技术人员以及本科生和研究生设计时的参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械 CAD/CAM——CATIA V5R20 零件设计与数控加工技术/关雄飞编著.
—北京: 机械工业出版社, 2012.6

计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM) 工程范例系列教材 国家职业技能
培训系列教材

ISBN 978-7-111-38170-9

I. ①机… II. ①关… III. ①机械元件—计算机辅助设计—应用软件—
职业教育—教材②数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件—职业教
育—教材 IV. ①TH13-39 ②TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 080254 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: 汪光灿 责任编辑: 汪光灿 王莉娜

版式设计: 刘怡丹 责任校对: 闫玥红

封面设计: 路恩中 责任印制: 张楠

唐山丰电印务有限公司印刷

2012 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13.75 印张·337 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-38170-9

定价: 30.00 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

网络服务

社服务中心: (010) 88361066 门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

CATIA 软件是由法国著名飞机制造商达索 (Dassault) 公司开发并由 IBM 公司负责销售的 CAD/CAM/CAE 集成化应用系统, 在世界 CAD/CAM/CAE 领域处于领导地位。其内容涵盖了从产品概念设计、工业造型设计、三维模型设计、工程分析、动态模拟与仿真、工程图输出到产品生产加工等的全部开发过程, 是目前世界上唯一实现产品无纸化生产的软件系统平台。

CATIA 起源于航空航天业, 在航空航天领域有着无可取代的地位。其强大的功能已得到了业界的公认, 因此被广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子、电器及消费品等设计、制造行业。

CATIA 已是欧洲、北美和亚洲顶尖汽车制造商所用的核心软件系统。CATIA 的用户包括波音、克莱斯勒、宝马、奔驰等一大批知名企业, 其用户群体在世界制造业中具有举足轻重的地位。

在我国, CATIA 占据了所有航空航天和军工等高端行业市场, 其优秀的品质和强大的功能使其正迅速地向中、低端制造业辐射。

本书以 CATIA V5R20 简体中文版为蓝本。由于 CATIA 软件功能强大, 覆盖面太广, 所以本书以数控加工工艺与编程为教学目标, 内容上进行了精选。教材本着“以就业为导向, 工学结合”的原则, 以实用为基础, 根据企业的实际需求来进行课程体系设置和教材内容的选取, 注重学生分析和解决生产实际问题能力的提高, 努力提高教学效率和教学效果。

本书具有以下特点:

1. 本书是根据编者多年培训教学和生产实践的经验编写的, 在内容组织上, 强调扎实的基础知识、清晰的概念以及知识点的系统性和实用性。

2. 由于 CATIA V5R20 相关功能指令很多, 因此在选材上, 根据岗位工作需要作了必要的精简和提炼, 以便于学习者更快更好地掌握和应用此软件。本书举例较多, 案例的选择非常注重典型性、启发性, 使学习者能够入手快、理解透, 可融会贯通、举一反三。

3. 本书采用了理论与实践相结合的案例式编写模式, 大量地采用图形表达方式, 图文并茂, 简单直观, 语言精练, 通俗易懂。

由于编者学识和经验有限, 书中缺憾之处在所难免, 恳请读者批评指正, 编者邮箱: 383406741@qq.com。

编 者

目 录

前言

第一章 CATIA V5R20 软件概述	1
第一节 CATIA 系统简介	1
第二节 CATIA V5R20 中文版的界面	2
一、菜单栏	3
二、工具栏	8
三、特征树	9
四、罗盘	13
第三节 CATIA V5R20 环境参数的设置	15
一、常规	16
二、显示	16
三、参数与测量	20
四、复位	23
第四节 CATIA V5R20 系统配置	23
一、基本配置	23
二、鼠标的操作	24
思考与练习题	24
第二章 草图的绘制	25
第一节 概述	25
第二节 进入和退出草图设计环境	25
一、进入草图设计环境	25
二、退出草图设计环境	25
第三节 图形绘制工具	26
一、轮廓线	26
二、预定义的轮廓	27
三、圆和圆弧	30
四、样条	33
五、二次曲线	34
六、线	35
七、轴	36
八、点	36



第四节 草图的编辑与约束	36
一、草图编辑	36
二、约束	40
第五节 草图绘制应用实例	41
实例一 垫片草图的绘制	41
实例二 吊钩草图的绘制	43
思考与练习题	46
第三章 曲面设计	48
第一节 曲面设计工作台简介	48
第二节 曲面设计应用实例	50
实例一 五角星	50
实例二 灰斗	54
实例三 可乐瓶底	59
实例四 旋钮	63
实例五 吊钩	67
思考与练习题	75
第四章 零件设计	78
第一节 零件设计概述	78
一、进入零件设计模块的两种方式	78
二、零部件设计模块的主要功能	79
第二节 零件设计实例	79
实例一 支承板	79
实例二 连接板	82
实例三 按钮	86
实例四 轴套	89
实例五 购物筐	93
实例六 漏斗	98
实例七 槽盘	101
实例八 变截面曲线槽	103
实例九 油箱	106
实例十 弯管	107
实例十一 支架	110
实例十二 叶轮	113
实例十三 手轮	116
实例十四 推进凸轮	120
实例十五 铰链	122
思考与练习题	125

第一章 CATIA V5R20 软件概述

第一节 CATIA 系统简介

CATIA 是英文 Computer Aided Tri-Dimensional Interface Application 的缩写，是法国达索公司的 CAD/CAE/CAM 一体化软件，居世界 CAD/CAE/CAM 领域的领导地位。该软件的集成解决方案覆盖了所有的产品设计与制造领域，是世界上能够实现企业无纸化生产的唯一软件平台，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，可满足工业领域大、中、小型企业的需要，从大型的波音 777 飞机、火箭发动机到化妆品的包装盒，几乎涵盖了所有制造业产品。CATIA 源于航空航天，是业界无可争辩的领袖。同时，由于其强大的功能得到了各行业的认可，CATIA 目前已成为世界汽车制造业的核心软件系统。CATIA 的用户包括波音、克莱斯勒、宝马、奔驰、丰田、本田、现代、大众、诺基亚等知名航空、汽车、造船、机床设备与电子产品类企业，数量达数万家之多。CATIA 在过去的二十多年中一直保持着骄人的业绩，并继续保持其强劲的发展趋势。

CATIA V5 是 IBM 和达索公司在长期以来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，并能够实现工程技术人员和非工程技术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 版本的主要特点如下：

1. 重新构造新一代体系结构

为确保 CATIA 产品系列的发展，CATIA V5 新的体系结构突破了传统的设计技术，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 平台上开发完成的新一代全新设计软件，既可运行于 Windows NT，也可运行于 UNIX，并在所有所支持的硬件上具有统一的数据、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工作。



4. 专用知识的捕捉和重复使用

CATIA V5 结合了显示知识规则的优点，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示的专用知识，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 可以引领他们迈向 NT 新世界。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。

CATIA 软件在我国最先应用在航空航天等高端设计领域。随着近年国内汽车行业的快速发展，CATIA 随丰田、本田、现代、奔驰、宝马等一批汽车合资企业迅速扩展，在我国汽车制造业及其零配件配套企业，机械制造、造船和电子产品企业广泛应用，其领先的技术优势使其在国内的知名度猛增，应用前景非常广阔，国内十多家大的飞机研究所和飞机制造商选用了 CATIA，一汽集团、二汽集团、上海大众集团等十多家汽车制造业都选用 CATIA 作为新车型的开发平台。

第二节 CATIA V5R20 中文版的界面

CATIA V5R20 的界面是基于图形化的界面，在设计上简单明了，熟悉 Office 的用户可以很容易接受 CATIA 的工作界面。CATIA V5R20 的主界面如图 1-1 所示。

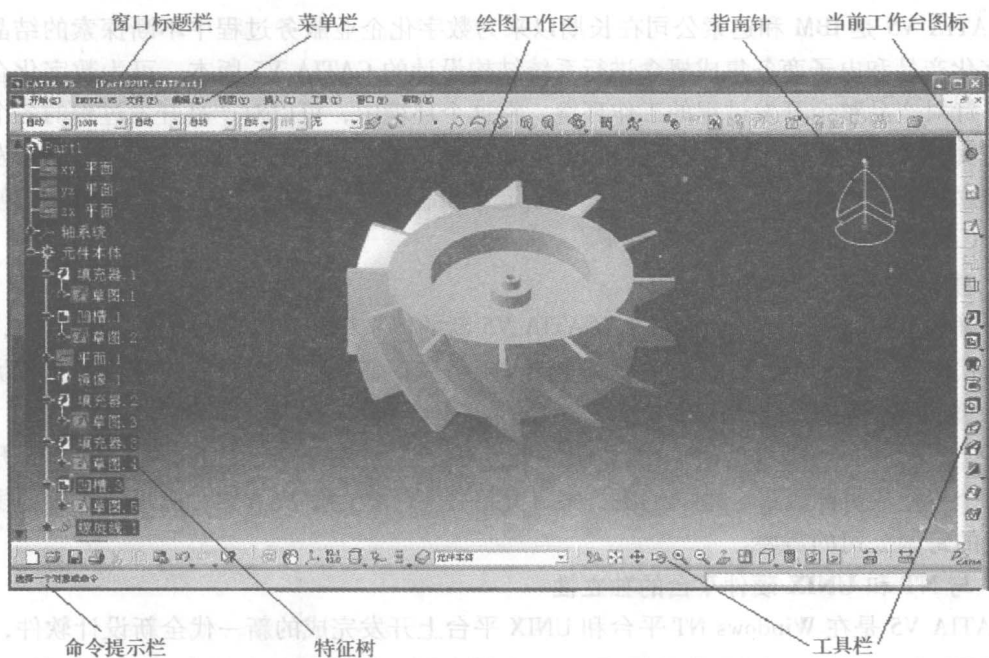


图 1-1 CATIA V5R20 的主界面

CATIA V5R20 的主界面主要包括特征树（模型树）、菜单栏、绘图工作区、指南针（罗盘）、命令提示栏和工具栏等几个部分。



一、菜单栏

CATIA V5R20 的菜单栏中主要包括开始、文件、编辑、视图、插入、工具、窗口和帮助等。

1. 【开始】菜单

【开始】菜单中主要是 CATIA 软件的一些应用模块，共有 13 个，如图 1-2 所示。各个模块又分为多个小模块。光标顺着菜单中每个模块右边的黑色箭头向右即可看到各个模块所包含的小模块的详细情况。

2. 【文件】菜单

【文件】菜单和一般的 Windows 操作软件中的【文件】菜单基本相同，如图 1-3 所示，在这里就不再详细介绍，只介绍其中几个比较特殊而且常用的功能。

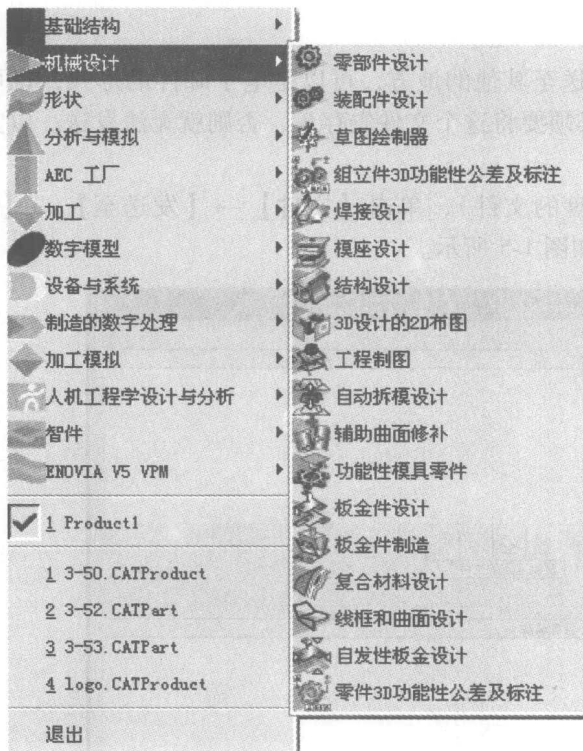


图 1-2 【开始】菜单

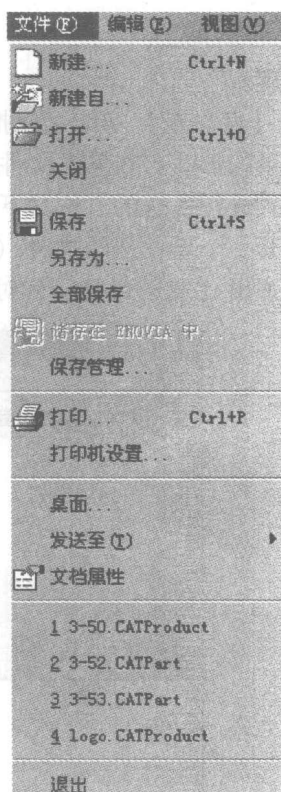


图 1-3 【文件】菜单

1) 【新建】功能指的是建立一个新的文件，该新文件只是模块的选择，但不管选择的是什么模块，它都是一个什么也没有的空文件。

2) 【新建自】功能指的是打开一个路径，在这里以一个新的名称打开一个用户编辑过的文件，并且断开所有的链接。

3) 【保存管理】功能就是将 CATIA 窗口中所有打开的文件列在一起，在一个对话框中进行保存，而不用再重新打开各个文件。【保存管理】对话框如图 1-4 所示。

4) 【桌面】功能就是把 CATIA 窗口中所有打开的文件列成模型树，使用户一目了然，

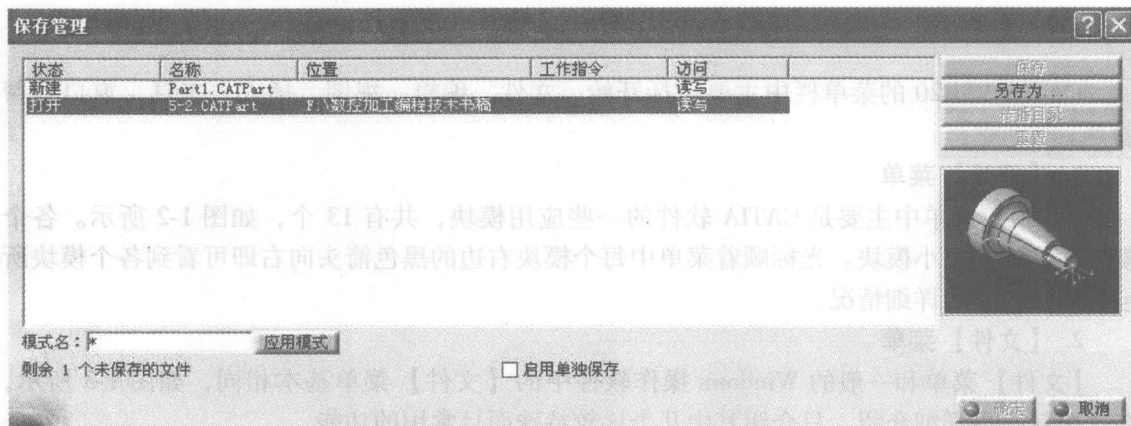


图 1-4 【保存管理】对话框

方便管理。

5) 【发送至】功能可以把文件发送至其他的地方，可以是电子邮件的形式，也可以是文件目录的形式。在发送文件之前，必须要将这个文件先存盘，否则就无法发送。以文件目录的形式进行发送的方法如下：

打开一个要发送的文件（已经存盘的文件），单击【文件】→【发送至】→【目录】命令，弹出【发送到目录】对话框，如图 1-5 所示。

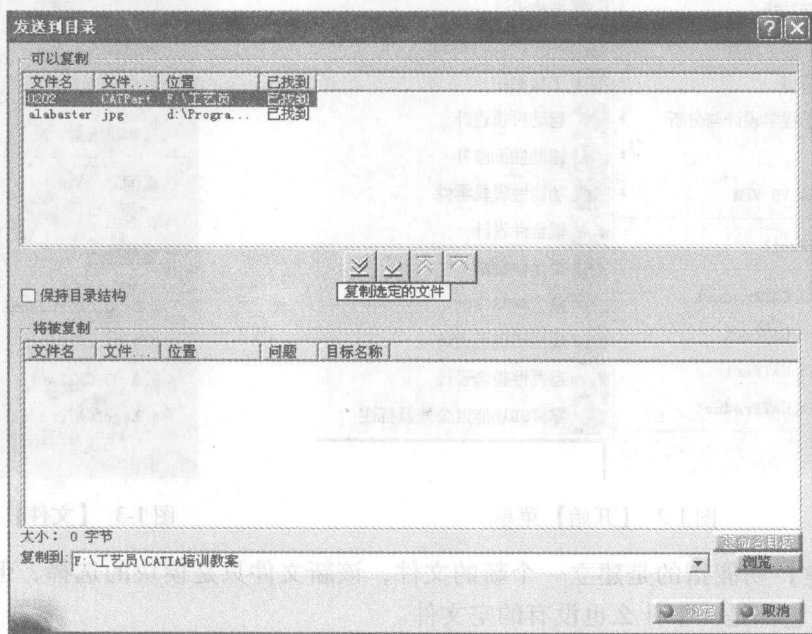



图 1-5 【发送到目录】对话框

在对话框的【可以复制】列表框中自动出现要发送到其他文件夹的文件，单击【复制选定的文件】图标，把文件加到【将被复制】列表框内。

在对话框中选中【保持目录结构】复选框，以保持数据结构的完整，避免链接路径消



失。单击【重命名目标】按钮，更改目标文件的名称。
单击【浏览】按钮，选择目标文件夹的路径，也可以在【复制到】下拉列表框内直接输入文件夹的路径，单击【确定】按钮，发送完成。

3. 【编辑】菜单

【编辑】菜单与一般的 Windows 操作菜单大致相同，都是一般软件中的基本功能，在这里只介绍其中几个比较特殊的功能。

1) 【特殊粘贴】功能：当复制一个以上零件的对象，并需要粘贴到其他的地方时，可以选择【特殊粘贴】的方式来粘贴，以控制文件之间的链接关系。



图 1-6 【特殊粘贴】对话框

单击【编辑】→【特殊粘贴】命令，打开【特殊粘贴】对话框（见图 1-6），可以看到【特殊粘贴】的方式包括【粘贴】和【用链接粘贴】两种。若在【特殊粘贴】对话框中选择【粘贴】单选按钮，则粘贴后的对象与粘贴来源之间没有关联；若选择【用链接粘贴】单选按钮，则粘贴后的对象与来源对象间存在两个链接关系，粘贴后的对象会随着来源对象的改变而改变。

2) 【搜索】功能：可以查找图像中具有同一性质的或特殊的对象，如同一颜色、同一线型等；也可以是有相同的特殊属性或相同的模块等。打开【搜索】对话框，有 3 个选项卡：【常规】、【高级】、【偏好】。【搜索】对话框的【常规】选项卡如图 1-7 所示。

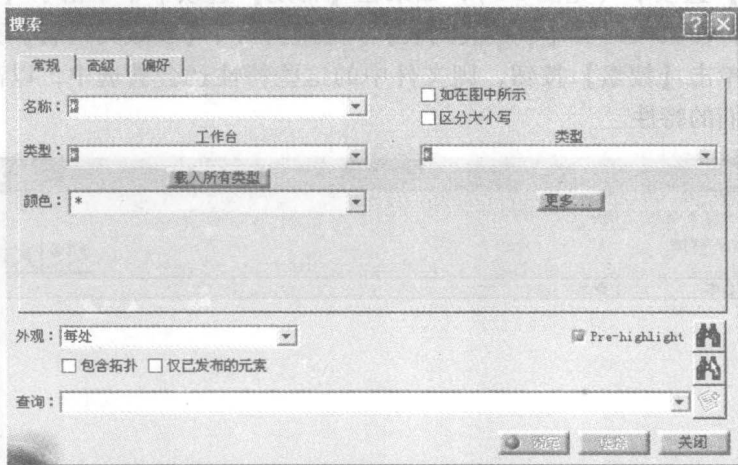


图 1-7 【常规】选项卡

在【常规】选项卡中，所有的下拉列表框中均为“*”，此时如果单击【搜索】按钮，会选择文件中所有的物体。如果在某个有“*”的下拉列表框中输入想要查找的特征，可以是单一特征（如颜色），也可以是多重特征（如颜色和名称），单击【搜索】按钮，则文件中的这些特性就会被选中，以高亮显示，并在对话框中列出它的特性。在【外观】下拉列表框中可以选择搜索的范围；【查询】下拉列表框中会列出曾经搜索过的对象的性质；单击【添加至爱好...】按钮还可以把这次搜索的特性记录在【偏好】菜单中，以便于下次搜索。

打开【高级】选项卡（见图 1-8），在【工作台】下拉列表框中选择想要查找的模块；



在【类型】下拉列表框中选择想要查找的类型；在【属性】下拉列表框中选择属性的组合。单击【搜索】按钮，则文件中的这些特性就会被选中，以高亮显示，并在对话框中列出它们的特性。

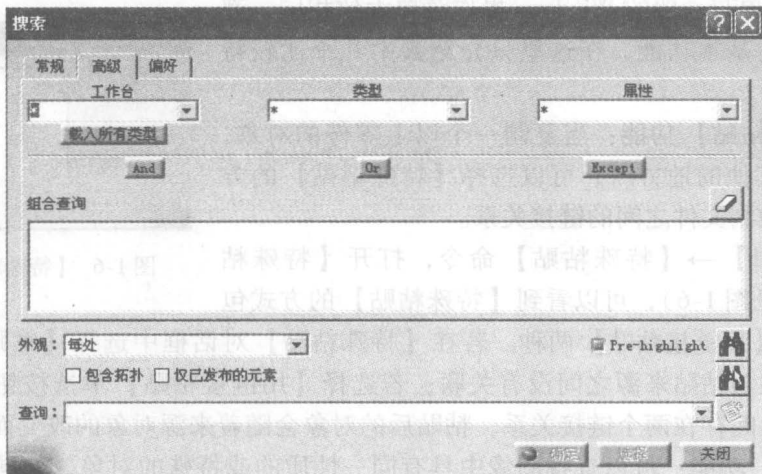


图 1-8 【高级】选项卡

打开【偏好】选项卡（见图 1-9），如果在【常规】选项卡中单击了【添加至爱好…】按钮，就已经将特性加入到了【收藏夹列表】列表框中了，【收藏夹列表】列表框中会自动出现这些特性。单击【搜索】按钮，则文件中的这些特性就会被选中，以高亮显示，并在对话框中列出它们的特性。

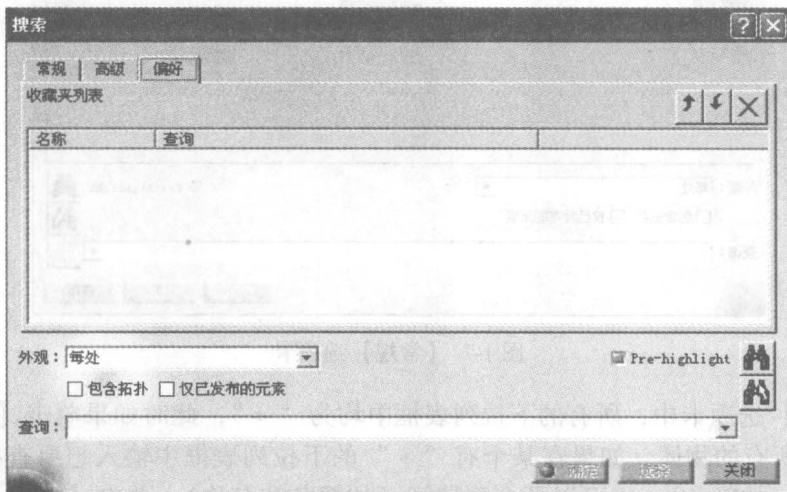


图 1-9 【偏好】选项卡

4. 【扫描或定义工作对象】菜单


制造一台机器需要很多很多的零件，而这些零件可能不是由一个人开发设计出来的，这就出现了团体合作或借用零件等情况。而在别人设计出的零件拿到你的手中时，这个零件的



特征建构过程和设计理念你不一定很清楚，这会为团体合作和世界大工厂潮流的扩展带来不便。这时【扫描或定义工作对象】功能就发挥出了非常实用的作用，它可以让操作者查看每个模型，尤其是一个自己不熟悉的模型的构建过程。单击【编辑】→【扫描或定义工作对象】命令，出现如图 1-10 所示的【扫描】对话框。



图 1-10 【扫描】对话框

例如，要查看如图 1-11 所示的模型的构建过程，可以通过目录树查看。单击【扫描】对话框中的图标, 弹出如图 1-12 所示的【扫描图】模型树。

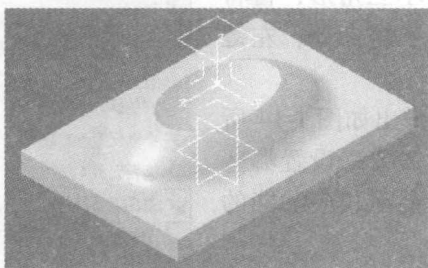


图 1-11 零件模型

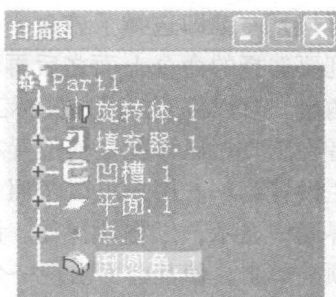


图 1-12 【扫描图】模型树

单击模型树上任意一个特征，模型就只显示该特征以前的各个特征。图 1-13 所示的模型就是单击特征“凹槽.1”所显示的模型。

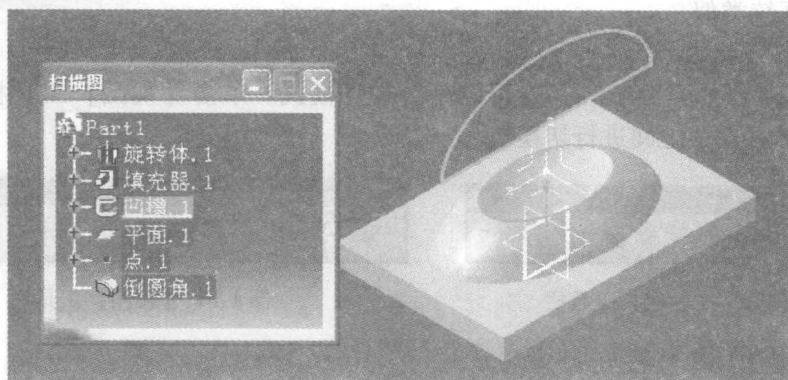








图 1-13 特征“凹槽.1”

也可以在【扫描】工具栏直接单击各个图标，分步查看。各个图标代表的意义是： 第一个特征； 上一个特征； 要更新的第一个特征； 下一个特征； 最后一个特征； 退出。

5. 【视图】菜单、【插入】菜单和【工具】菜单

【视图】菜单、【插入】菜单和【工具】菜单会根据不同的模块而变换其中的项目。例



如：在零件设计模块中，菜单中主要是一些草图和零件造型的命令；而在装配设计中，菜单中则是一些零部件的装配方式。

6. 【窗口】菜单

【窗口】菜单可以把所有打开的 CATIA 图以不同的形式放置于窗口中，操作者可以按照自己的要求和喜好来合理安排多个窗口，为自己的工作提供便捷。

二、工具栏

在 CATIA V5R20 环境中，使用最为普遍的就是工具栏，工具栏上有的图标右下角有一个小三角形，表示这里还包含有其他同类命令。单击小三角不放，隐藏的图标就会出现，鼠标移动到所需要的命令上再松开左键即选择了该命令；也可以单击小三角形，再将鼠标移动到要选择的命令上面之后再单击，就选择了该命令；左键双击小三角形，可以打开隐藏的图标工具栏。

使用者在工具栏区域的任何位置右击，系统将弹出如图 1-14 所示的工具栏设置菜单。用户可以按照自己工作中的需要来设置哪些工具栏在界面中显示，以方便操作。设置时，只需要在相应功能的工具栏选项上单击，使其前面出现一个对勾即可。

在不同的工作台，窗口界面会显示出不同的工具栏，下面是零件工作台常用的一些工具栏。

1. 【标准】工具栏

【标准】工具栏如图 1-15 所示，共包含 10 个工具，其用法与 Windows 操作系统类似。

2. 【视图】工具栏

【视图】工具栏如图 1-16 所示，可以分为 3 种模式。单击【视图】工具栏中的第一个按钮，可以在 3 种模式之间进行切换。



图 1-14 工具栏设置菜单



图 1-15 【标准】工具栏



图 1-16 【视图】工具栏

3. 【图形属性】工具栏

【图形属性】工具栏如图 1-17 所示，系统默认【图形属性】工具栏是隐藏的，可以通过前述方式将其打开，也可以通过菜单【视图】→【工具栏】→【图形属性】使其显示出来。在该工具栏中，用户可以自定义图形的颜色、透明度、线宽、线型等选项。

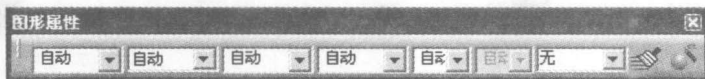


图 1-17 【图形属性】工具栏



4. 【用户选择过滤器】工具栏

【用户选择过滤器】工具栏如图 1-18 所示，该工具栏包含 8 个工具，提供了各种过滤选择功能。

5. 【基于草图的特征】工具栏

【基于草图的特征】工具栏如图 1-19 所示，该工具栏提供了 10 类基于草图的特征造型功能。



图 1-18 【用户选择过滤器】工具栏



图 1-19 【基于草图的特征】工具栏

6. 【修饰特征】工具栏

【修饰特征】工具栏如图 1-20 所示，该工具栏提供了诸如倒圆角、拔模、抽壳、螺纹等修饰特征造型工具。

7. 【变换特征】工具栏

【变换特征】工具栏如图 1-21 所示，该工具栏提供了诸如平移、镜像、阵列、缩放等变换特征造型工具。



图 1-20 【修饰特征】工具栏



图 1-21 【变换特征】工具栏

三、特征树

CATIA V5 的界面左侧，是当前工作文档的特征树，如图 1-22 所示。在特征树上，记录了产品的所有逻辑信息，同时将产品生成的每一步操作都记录了下来。通过在特征树上的简单编辑、重新排序，可以轻松地完成一个零件的重新造型，避免了完全重新生成的繁琐。

特征树可以显示也可以隐藏，用 F3 键来切换显示与隐藏。模型树中包含零件所有特征、特征属性、草图尺寸和约束情况以及各个特征之间的相互关系等。下面介绍模型树在建模过程中的基本特征。

1. 平移

如果在绘图过程中，特征树超过工作台的高度时，可以直接滚动鼠标中间滚轮或利用工作台的滚动条来上下移动；如果想左右移动目录树时，先单击特征树的白色线条即“树干”，这时工作

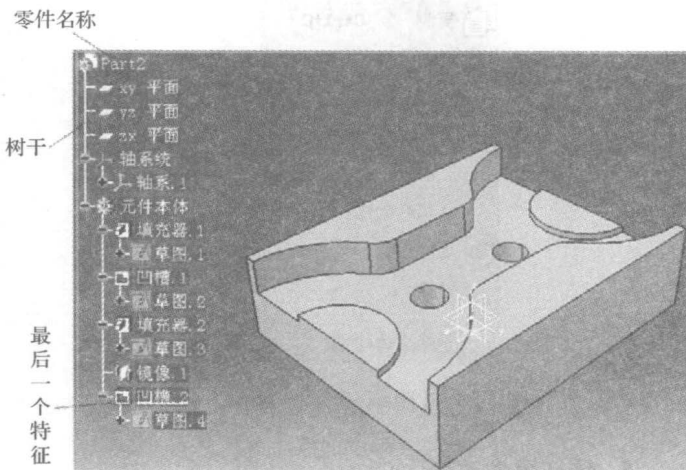






图 1-22 特征树



台中的零件模型和坐标平面图形会变暗，特征树操作功能被激活，但不能对模型进行操作。通过【视图】工具栏中的、工具，可以进行特征树复位（全屏显示）和平移操作。再次单击“树干”时，则当前窗口中的零件和坐标平面图形会变亮，回到零件操作状态。

当单击特征树的“+”节点时，特征树展开；单击“-”节点时，特征树折叠。


2. 缩放

与平移操作相同，单击特征树的“树干”，工作台中的模型变暗时，先按下鼠标中键，再单击右键（或左键），上下移动即可完成特征树的缩放；也可在工作台中的模型呈现灰色时，按住【Ctrl】键和鼠标左键，上下移动来完成特征树的缩放；还可以通过单击【视图】工具栏中的工具和实现特征树的缩放。

3. 隐藏/显示

如果在建模过程中需要将某个特征隐藏起来以便于对其他特征的观察，就可以利用特征树的隐藏/显示命令。单击特征树上的任何一个特征，右击弹出一个快捷菜单，如图 1-23 所示，单击【隐藏/显示】命令，就可以使选择的特征隐藏或显示起来。

4. 重组

有时在操作过程中，可能将物体模型移到了屏幕之外，这时，在目录树上任何一个特征上右击，将弹出如图 1-24 所示的快捷菜单，单击【重组】命令，即可使模型回到屏幕中央；也可以单击工具，使模型回到屏幕中央。

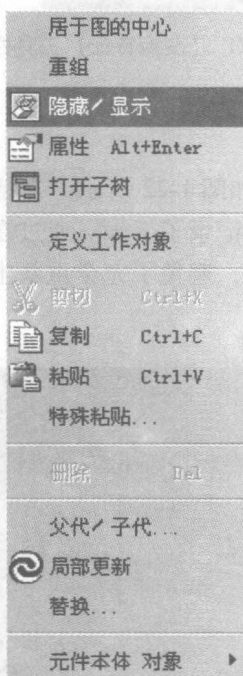


图 1-23 【隐藏/显示】命令

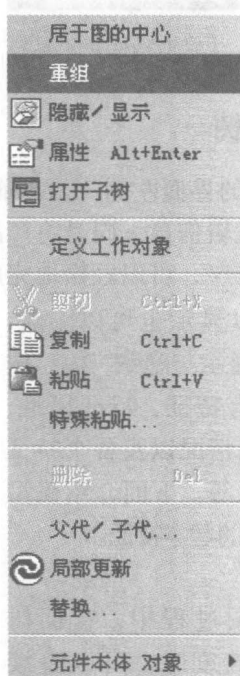


图 1-24 【重组】命令

5. 特征属性改变

右击特征树上所要改变的特征，在快捷菜单中选择【属性】命令，即弹出【属性】对