

新世纪高职高专实用规划教材

● 机电·模具·数控系列

CATIA 模具设计教程

CATIA MOJU SHEJI JIAOCHENG

王华杰 李琳桦 编著



清华大学出版社

新世纪高职高专实用规划教材·机电·模具·数控系列

CATIA 模具设计教程

王华杰 李琳桦 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书详细介绍了 CATIA 软件零件建模的功能和特点,并以空气压缩机为主要实例,介绍了整机开发的各个步骤,即从零部件的实体建模到整机的装配设计,再到二维工程图的制作,使读者在学习过程中培养实际的造型设计能力和产品的开发能力。

本书由从事多年 CAD 软件教学和开发的教授及经验丰富的工程师共同编写,从软件的使用和机械加工两个角度编写了大量的实例和习题,以帮助读者尽快熟悉和掌握 CATIA 软件。

本书适用于各工科院校的师生作为教学用书,也可作为机械、电子、模具和工业设计等领域的工程技术人员的自学、参考用书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA 模具设计教程/王华杰,李琳桦编著.—北京:清华大学出版社,2004.8

(新世纪高职高专实用规划教材·机电·模具·数控系列)

ISBN 7-302-09239-7

I. C… II. ①王…②李… III. 模具—计算机辅助设计—应用软件, CATIA—高等学校:技术学校—教材 IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 082918 号

出版者:清华大学出版社

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

社总机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:林章波

文稿编辑:刘 颖

封面设计:陈刘源

印装者:北京宏伟双华印刷有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:19 字数:450千字

版 次:2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-09239-7/TG·11

印 数:1~5000

定 价:25.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103或(010)62795704

《新世纪高职高专实用规划教材》序

编写目的

目前,随着教育的不断深入,高等职业教育发展迅速,进入到一个新的历史阶段。学校规模之大,数量之众,专业设置之广,办学条件之好和招生人数之多,都大大超过了历史上任何一个时期。然而,作为高职院校核心建设项目之一的教材建设,却远远滞后于高等职业教育发展的步伐,以至于许多高职院校的学生缺乏适用的教材,这势必影响高职院校的教育质量,也不利于高职教育的进一步发展。

目前,高职教材建设面临着新的契机和挑战:

(1) 高等职业教育发展迅猛,相应教材在编写、出版等环节需要在保证质量之前提下加快步伐,跟上节奏。

(2) 新型人才的需求,对教材提出了更高要求,科学性、先进性和实用性充分体现。

(3) 高职高专教育自身的特点是强调学生的实践能力和动手能力,教材的取材和内容设置必须满足不断发展的教学需求,突出理论和实践的紧密结合。

(4) 新教材应充分考虑一线教师的教学需要和教学安排。

有鉴于此,清华大学出版社在相关主管部门的大力支持下,组织近百所高等职业技术学院的优秀教师以及相关行业的工程师,推出了一系列切合当前教育改革需要的高质量的面向就业的职业技术实用型教材。

系列教材

本系列教材主要涵盖以下领域:

- 计算机基础及其应用
- 计算机网络
- 计算机图形图像处理与多媒体
- 电子商务
- 计算机编程
- 电子电工
- 机械
- 数控技术及模具设计
- 土木建筑
- 经济与管理
- 金融与保险

另外,系列教材还包括大学英语、大学语文、高等数学、大学物理、大学生心理健康等基础教材。所有教材都有相关的配套用书,如实训教材、辅导教材、习题集等。

教材特点

为了完善高等职业技术教育的教材体系,全面提高学生的动手能力、实践能力和职业技术素质,特意聘请有实践经验的高级工程师参与系列教材的编写,采用了一线工程技术人员与在校教师联合编写的模式,使课堂教学与实际操作紧密结合。本系列丛书的特点如下:

- (1) 打破以往教科书的编写套路,在兼顾基础知识的同时,强调实用性和可操作性。
- (2) 突出概念和应用,相关课程配有上机指导及习题,帮助读者对所学内容进行总结和提高。
- (3) 设计了“注意”、“提示”、“技巧”等带有醒目标记的特色段落,让读者更容易得到有益的提示与应用技巧。
- (4) 增加了全新的、实用的内容和知识点,并采取由浅入深、循序渐进、层次清楚、步骤详尽的写作方式,突出实践技能和动手能力。

读者定位

本系列教材针对职业教育,主要面向高职高专院校,同时也适用于同等学历的职业教育和继续教育。本丛书以三年高职为主,同时也适用于两年制高职。

本系列教材的编写和出版是高职教育办学体制和动作体制改革下的产物,在后期的推广使用过程中将紧紧跟随职业技术教育发展的步伐,不断吸取新型办学模式,课程改革的思路和方法,为促进职业培训和继续教育的社会需求奉献自己的一份力。

我们希望,通过本系列教材的编写和推广应用,不仅有利于提高职业技术教育的整体水平,而且有助于加快改进职业技术教育的办学模式、课程体系和教学培训方法,形成具有特色的职业技术教育的新体系。

教材编委会

新世纪高职高专实用规划教材

机电·模具·数控系列

编委会名单

主任 李诚人 曾宪章

副主任 王平章 李文 于小平 杨广莉

委员 (排名不分先后):

于涛	王晖	王文华	王培	田莉坤
吴勤保	韩伟	赵俊武	韩小峰	王莉
刘华欣	闫华明	李长本	李振东	王华杰
沈伟	康亚鹏	肖调生	陈文杰	杨峻峰
邵东波	林若森	封逸彬	张信群	张玉英
郭爱荣	王晓江	杨永生	刘航	关雄飞
王丽洁	张爱莲	王晓宏	郭新玲	高宏洋
甄瑞麟	熊翔	黄红辉	潘建新	熊立武
王立红	魏峥	董焕俊	牟林	李先雄
南欢	谢刚			

前 言

CATIA 是法国达索公司推出的集 CAD/CAM/CAE 一体化的三维参数化设计软件,是当今世界最先进的计算机辅助设计、分析和制造软件,广泛应用于航空、汽车、机械及电子设备等行业,多年来已成为航空航天工业中市场占有率最高的三维 CAD/CAM 系统。在今天, CATIA 已经成为三维 CAD/CAM 系统的标准软件。它的发展过程代表了图形软件的开发从探索走向成熟的过程,显示了 CAD/CAE/CAM 技术应用的不断深入。

当今世界,经济在高速发展,计算机应用越来越普及,企业竞争更加激烈,对新产品开发与创新设计的要求越来越高,迫切需要相应的 CAD/CAM 高端软件,如 CATIA 的普及和应用。但是相应的 CATIA 软件使用教材和参考书却没有随着科技的发展而共同发展,使众多有志于 CATIA 系统应用和开发的有识之士不知从何下手。而且 CATIA 软件所包含的模块很多,学习殊为不易。有鉴于此,笔者凭借多年使用 CATIA 软件进行产品设计与加工的经验,撰写此书,为各大专院校攻读 CAD/CAM 课程的同学以及使用 CATIA 软件进行开发设计的工程师们提供一个学习的途径。

CATIA V5 R12 中提供了丰富的建模工具,本书将依据不同的实体模型尽可能详细地介绍软件工具和选项的用法。但本书不可能完全覆盖 CATIA 软件中的每一个细节和各个方面,所以作者将只重点讲解成功建模所必需的基本技术、工具和概念。

本书主要内容有:第 1 章 CATIA 软件的应用特点及应用环境概述;第 2 章~第 5 章分别从轴类、活塞、连杆、缸体、弹簧和齿轮等常见三维实体建模的基本概念与特点讲解 CATIA 软件的建模方法和技巧;第 6 章零件的装配原理与技巧,说明各种装配约束形式与零件复制功能;第 7 章平面工程图的生成原理和技巧,说明如何将实体模型转换为工程图。

由于作者水平和时间所限,书中难免有疏漏和错误,恳请有关专家和技术人员批评指正,俟再版时加以修正。

本书的编写得到李富刚同志以及镇江 CAD 在线(<http://www.zjcad.com>)专业网站的大力支持,在此表示衷心的感谢。

本书配套的习题已在 www.wenyuan.com.cn 提供,都是书中范例建模时所需的文件,直接复制到硬盘即可由 CATIA V5 R12 调用。

作者
2004.7

目 录

第 1 章 CATIA 系统简介及使用环境	1
1.1 CATIA 系统简介.....	1
1.2 CATIA V5 R12 系统配置.....	2
1.3 鼠标的使用技巧.....	2
1.4 CATIA V5 R12 中文版的界面.....	3
1.4.1 菜单栏.....	3
1.4.2 工具条.....	8
1.4.3 模型树.....	9
1.4.4 指南针.....	13
1.5 环境参数的设置.....	15
1.5.1 常规.....	16
1.5.2 显示.....	16
1.5.3 参数与测量.....	20
1.5.4 草图.....	23
1.5.5 复位.....	24
1.6 范例快速入门.....	25
1.7 习题.....	30
第 2 章 零件设计(I) ——轴类	31
2.1 草图绘制.....	31
2.1.1 二维草图工作界面.....	31
2.1.2 绘制连续折线.....	32
2.1.3 绘制多边形.....	33
2.1.4 绘制圆形.....	35
2.1.5 绘制自由曲线.....	37
2.1.6 绘制圆锥曲线.....	38
2.1.7 绘制直线和中心线.....	40
2.1.8 绘制点.....	41
2.2 拉伸特征.....	43
2.2.1 拉伸成形.....	43
2.2.2 拉伸切除.....	48
2.3 旋转特征.....	51

2.3.1	旋转成形	51
2.3.2	旋转切除	53
2.4	钻孔特征	54
2.5	轴类的创建	57
2.5.1	直轴	57
2.5.2	曲轴	61
2.6	习题	70
第 3 章	零件设计(II) ——气缸、活塞	71
3.1	参考元素	71
3.1.1	参考点	71
3.1.2	参考直线	74
3.1.3	参考面	76
3.2	特征的阵列	80
3.2.1	圆形阵列	80
3.2.2	矩形阵列	83
3.3	肋特征	86
3.4	气缸的创建	88
3.5	活塞的创建	100
3.6	习题	109
第 4 章	零件设计(III) ——连杆	113
4.1	叠层成形特征	113
4.1.1	叠层成形实体	113
4.1.2	移除式叠层成形	117
4.2	连杆的创建	119
4.3	习题	131
第 5 章	零件设计(IV) ——齿轮	133
5.1	圆角特征	133
5.1.1	简单圆角特征	133
5.1.2	复杂圆角特征	134
5.2	倒角特征	140
5.3	拔模特征	141
5.3.1	拔模角特征	141
5.3.2	拔模反射线特征	144
5.3.3	变化拔模特征	147
5.4	抽壳特征	149
5.5	增厚特征	153
5.6	螺纹特征	155

5.7 齿轮的创建	156
5.8 习题	168
第6章 零件设计(V) —— 弹簧	170
6.1 螺旋曲线	170
6.2 扫掠成形	171
6.2.1 扫掠成形与叠层成形的区别	172
6.2.2 扫掠成形实体	172
6.2.3 扫掠切除	176
6.3 弹簧的创建	178
6.3.1 压簧的创建	178
6.3.2 扭簧的创建	181
6.3.3 塔簧的创建	183
6.4 习题	188
第7章 装配设计	190
7.1 装配设计模块界面介绍	190
7.2 移动特征	191
7.2.1 位置调整特征	192
7.2.2 快速移动特征	193
7.2.3 指南针移动零件特征	194
7.3 约束特征	195
7.3.1 重合	195
7.3.2 接触	196
7.3.3 偏移距离	197
7.3.4 夹角	198
7.3.5 固定零件	200
7.3.6 固定零件组	201
7.3.7 快速约束设置	201
7.3.8 可动件/刚体	202
7.3.9 更改约束	203
7.3.10 样式再使用	204
7.4 装配空气压缩机	205
7.4.1 曲轴组件装配	206
7.4.2 直轴组件装配	212
7.4.3 活塞、气缸组件装配	214
7.4.4 空气压缩机的综合装配	224
7.5 装配分析	233
7.6 生成爆炸图	237

7.7 习题.....	238
第8章 创建二维工程图.....	239
8.1 工程图模块界面介绍.....	239
8.2 建立工程视图.....	241
8.2.1 投影视图.....	242
8.2.2 剖面视图.....	246
8.2.3 局部放大视图.....	250
8.2.4 剪切视图.....	254
8.2.5 断开视图.....	256
8.2.6 视图导向.....	257
8.3 工程图尺寸标注.....	262
8.3.1 尺寸标注.....	262
8.3.2 尺寸公差.....	267
8.3.3 调整尺寸布局.....	269
8.3.4 自动标注尺寸.....	270
8.4 工程图工具.....	274
8.4.1 文字.....	274
8.4.2 符号.....	278
8.4.3 表格.....	280
8.5 尺寸特性.....	281
8.6 装配体工程图.....	282
8.6.1 产生空气压缩机装配体工程图.....	282
8.6.2 产生装配体爆炸图的工程图.....	285
8.7 习题.....	286

第 1 章 CATIA 系统简介及使用环境

学习目的

通过本章的学习,读者能够了解到 CATIA 软件的应用特点与其功能的优越性,并对其常用功能模块所适用的工程领域有一定的了解;在初步了解了 CATIA 软件使用环境的一些基本概念和一些基本操作方法后,将会对 CATIA 软件系统总体界面各个组成部分的名称及主要功能有一个初步的认识。

CATIA 软件是集 CAD/CAE/CAM 于一体的三维参数化软件,它的发展过程代表了图形软件的开发从探索走向成熟的过程,显示了 CAD/CAE/CAM 技术应用的不断深入。它是当今世界最先进的计算机辅助设计、分析和制造软件,广泛应用于航空、汽车、机械及电子设备等工业领域。本书将通过实例详细介绍法国达索公司最新推出的 CATIA 软件——CATIA V5 R12,带你走进一个功能完备的三维造型世界。

1.1 CATIA 系统简介

CAD 技术产生于 20 世纪 60 年代初,到现今已有 40 余年的发展历史。早期的 CAD 技术以二维绘图为主要的技术特征,并使用解析几何的方法定义基本图形元素,并以此来绘制由直线、圆弧和曲线组成的图形。这时的图形系统只能表达几何信息,不能描述复杂的拓扑关系和表面信息,不能实现 CAM(计算机辅助制造)和 CAE(计算机辅助工程)功能。

20 世纪 70 年代,自由曲线、曲面的生成算法与表面造型理论逐渐形成,这在很大程度上得益于汽车和飞机制造业的飞速发展。不过这时的 CAD 软件还不能表达零件的质量和重心等特征,不便于 CAE 技术的实施。

20 世纪 80 年代,实体造型理论开始形成,几何建模方法逐渐被推广使用,实体造型技术能够完整地表达零件的形体信息,有助于 CAD/CAM/CAE 的集成,被认为是 CAD 技术发展中具有突破性的进展。但是,由于该技术还不够成熟,早期的三维系统表现出了集成化程度低、系统庞大、使用复杂等多方面的不足。

20 世纪 90 年代以来,变量化造型理论和参数化造型理论已成为 CAD 技术的重要基础理论,后来发展更为迅速。由参数化造型理论开发的三维设计软件功能更加强大,设计效率高,应用日益广泛。CATIA V5 R12 是法国达索公司最新推出的三维 CAD 绘图软件,它可以进行三维机械设计、机械制造和工程分析等,具有统一的用户界面、数据管理和应用程序接口,吸收并综合了其他优秀软件的特点,广泛应用于航空、汽车、机械及电子设备等行业。1994 年,波音公司全面采用了 CATIA 系统,完成了有史以来最高水平的工程设计,设计制造出世界上第一架“无纸飞机”——波音 777。CATIA 初始界面如图 1.1 所示。

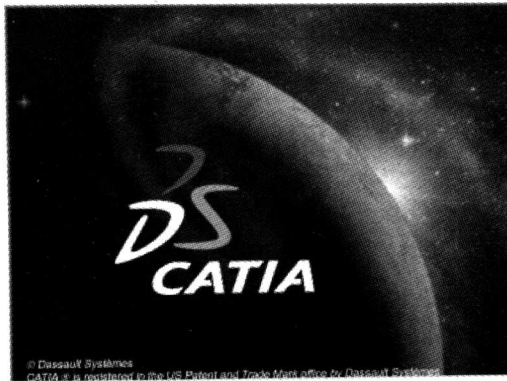


图 1.1 CATIA 初始界面

1.2 CATIA V5 R12 系统配置

用户可以参考以下的基本配置。

- CPU: Intel Pentium PIII500 以上, 推荐 Intel Pentium PIII 1GHz 以上。
- 内存: 256MB 以上, 推荐 512MB 以上。
- 硬盘: 高性能的 7200 转 IDE 硬盘或 10000 转 SCSI 硬盘。
- 操作系统: Windows 2000 SP2 以上。
- 显卡: 正确支持 Open_GL 的专业绘图卡, 如 Nvidia 公司的 Geforce 系列, ATI 公司的镭系列, 3D Labs 公司的 WildCat 系列。
- 显示器: 15 英寸以上彩色显示器。
- 光驱: 4 倍速以上的光驱。
- 鼠标: 三键鼠标。
- 其他: 根据需要配置的图形输出设备。

这里应该强调的是鼠标的选用。选用一个质量上乘的三键鼠标能极大地提高操作效率, 让操作者充分体会到使用三维软件进行工程设计的轻松和便捷。在设计中, 使用鼠标的 3 个功能键可以完成不同的操作。将 3 个功能键相互配合使用, 可以在 CATIA 系统中定义不同的快捷功能, 使用这些快捷键进行操作将更加简单方便。

1.3 鼠标的使用技巧

CATIA V5 R12 中有许多实用而又快捷的鼠标组合按钮的功能, 主要应用方法如下:

鼠标左键: 单击选择或编辑对象; 双击时, 可重新编辑目录树中的对象; 双击命令可重复使用某一命令; 在草图绘制中可结束草图中的连续折线。

鼠标右键: 右击出现相应功能快捷菜单。

鼠标中键: 单击(指单击键时不放松)移动窗口内的模型。

鼠标中键 + 右键(也可以是左键, 为方便起见, 以下只写右键): 先按下中键, 再单击(指单击键时不放松)右键, 同时按住这两键进行移动可以旋转窗口内的模型; 如果先按下中键, 再单击(指单击键一下之后立即放开)右键, 最后只按住中键移动则可以放大和缩小窗口内的模型, 向上移动是放大模型, 向下移动是缩小模型。

1.4 CATIA V5 R12 中文版的界面

CATIA V5 R12 的中文版界面在设计上简单易懂, 用户只要掌握了各部分的位置与用途, 就可以充分运用界面的特殊功能, 给工作带来方便。CATIA V5 R12 的主界面如图 1.2 所示。

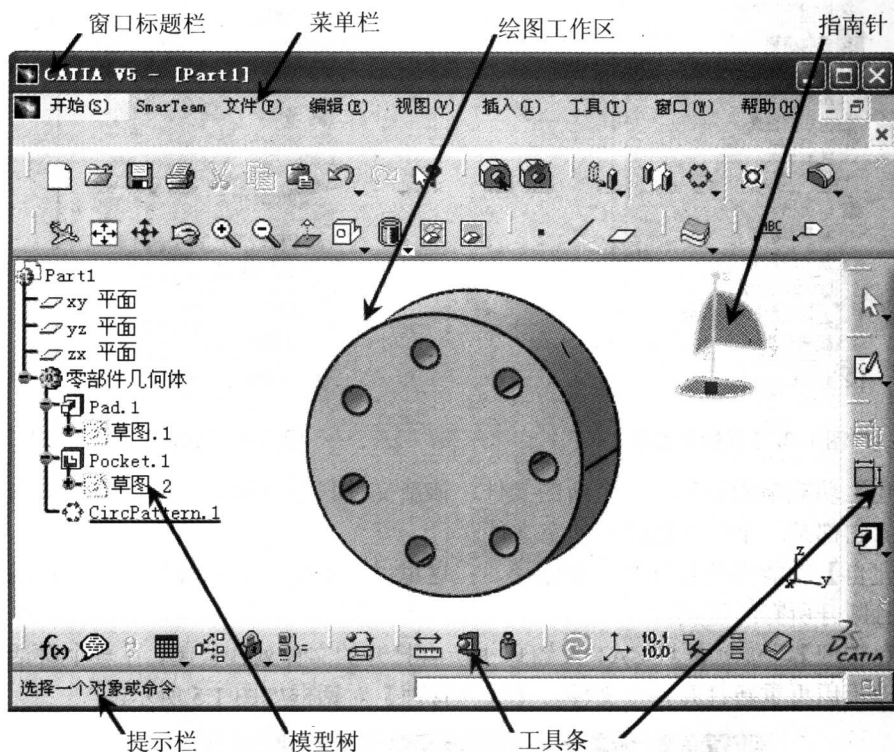


图 1.2 CATIA V5 R12 的主界面

CATIA V5 R12 的主界面主要包括窗口标题栏、模型树、菜单栏、绘图工作区、指南针、提示栏和工具条等几个部分。下面简要介绍一下它们的主要功能和特点。

1.4.1 菜单栏

CATIA V5 R12 的菜单栏中主要包括: 开始、Smarn Team 文件、编辑、查看、插入、工具、窗口和帮助等。这里说明一下, 由于 CATIA V5 R12 中文版软件在引进时没有完全汉化, 还存在一些英文部分, 所以在此后的内容中可能会引用原软件中的英文, 这样读者

在使用中可能会更明了一些。

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 11 个，如图 1.3 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】菜单基本一样，如图 1.4 所示。在这里就不再详细介绍，只介绍其中的几个比较特殊而且常用的功能。

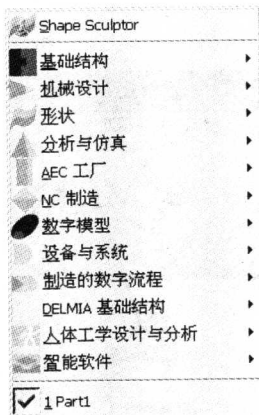


图 1.3 【开始】菜单



图 1.4 【文件】菜单

【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。

【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。

【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 1.5 所示。

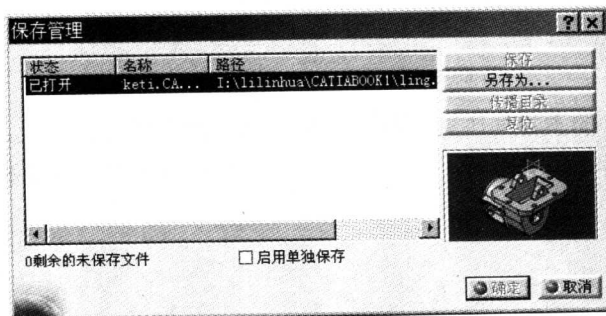


图 1.5 【保存管理】对话框

【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，方

便管理。如图 1.6 所示。

【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。下面以文件目录的形式为例简要介绍发送方法。

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 1.7 所示。



图 1.6 模型树

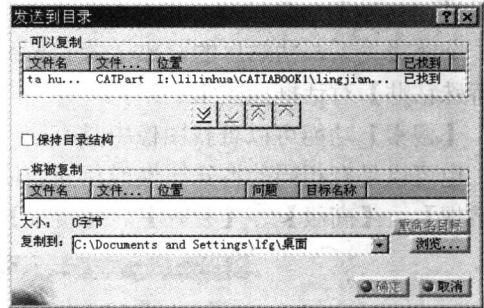



图 1.7 【发送到目录】对话框

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【复制所有文件】图标 ，把文件加进到【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，如图 1.8 所示。在这里只介绍其中的几个比较特殊的功能。

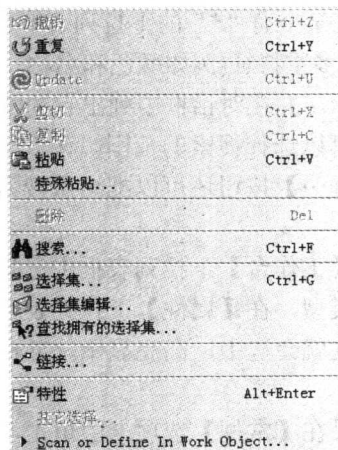


图 1.8 【编辑】菜单

当复制一个零件以上的对象，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。

单击【编辑】|【特殊粘贴】命令，打开【特殊粘贴】对话框，可以看到【特殊粘贴】方式，包括【粘贴】或者【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一个链接关系，粘贴后的对象会随着来源对象改变而改变。【特殊粘贴】对话框如图 1.9 所示。

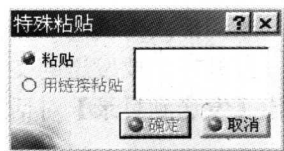


图 1.9 【特殊粘贴】对话框

【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】、【爱好】。【搜索】对话框的【常规】选项卡如图 1.10 所示。

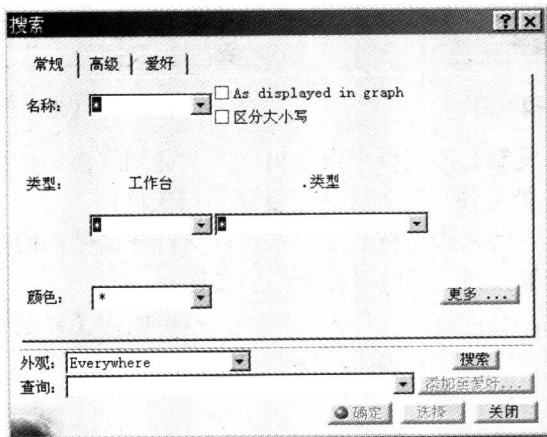


图 1.10 【常规】选项卡

【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(例如颜色)，也可以是多重特征(例如颜色和名称)，单击【搜索】按钮，则文件中的这些特性就会选中，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【爱好模式】菜单中，以便于下次搜索。

打开【高级】选项卡，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选中，高亮显示，并在对话框中列出它的特性。【高级】选项卡如图 1.11 所示。

打开【爱好】选项卡，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【爱好列表】列表框中了。【爱好列表】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选中，高亮显示，并在对话框中列出它