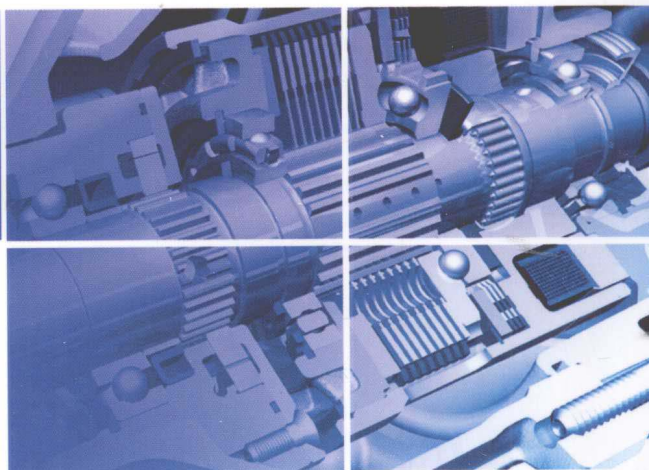


普通高等教育“十二五”规划教材



CATIA机械零件 参数化设计

张学文 等编著



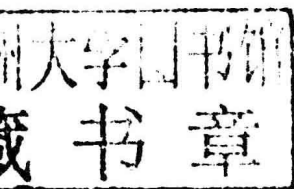
 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

附赠光盘

普通高等教育“十二五”规划教材

CATIA 机械零件参数化设计

张学文 郑 午 刘文彦 编著
高 波 郭 越 王明秋
王向东 主审



机械工业出版社

CATIA 是一种功能强大的 CAD/CAM 软件,已经广泛应用到汽车、航空航天、建筑等诸多领域。本书在草图设计、曲面设计、零件设计等模块的基础上介绍了机械零件参数化设计的基本原理和方法。

本书是基于 CATIA V5 R20 编写的,通过设计中常用的典型零件由浅入深地介绍了典型机械零件参数化设计的流程、方法与技巧等内容,每章均以用户熟悉的零件为案例。

本书层次清晰、实例经典、讲述具体、命令采用中英文对照,不仅适合初级用户由浅入深、循序渐进地全面掌握和应用 CATIA 软件,也适合高级用户学习参数化设计的方法和技巧。

图书在版编目 (CIP) 数据

CATIA 机械零件参数化设计/张学文等编著. —北京:机械工业出版社, 2013. 5

普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-41692-0

I. ①C… II. ①张… III. ①机械元件—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TH13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 039652 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:余 焯 责任编辑:余 焯 范成欣 任正一

版式设计:陈 沛 责任校对:樊钟英

封面设计:张 静 责任印制:张 楠

中国农业出版社印刷厂印刷

2013 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 28 印张 · 696 千字

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 41692 - 0

ISBN 978 - 7 - 89433 - 822 - 8 (光盘)

定价: 56.00 元 (含 1CD)

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 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

CATIA (Computer Aided Tri - dimension Integrated Analysis) 软件不仅是航空航天、汽车领域中市场占有率最高的 CAD/CAM 软件, 在造船、建筑等领域也得到了广泛的应用。一旦用户掌握了其参数化设计方法, 建立自己的常用零件库, 将会进一步提高设计的效率。

本书介绍了草图设计、零件设计、创成式曲面设计等参数化设计方法, 从典型的真实零件入手, 使用户能够在学习中得到实际训练。实际设计工作中经常要用到一些标准件和同构零件, 掌握了标准件和同构零件三维参数化设计后, 可以在实际工作中大大节约设计时间, 减少不必要的重复劳动, 同时可以避免在使用标准零件库时遇到的版权问题和盗版的嫌疑。

本书的第 1 章主要介绍了 CATIA 三维机械设计常用的模块和常用工具栏及命令, 同时还介绍了参数化设计所必需的环境设置; 第 2 章结合简单草图绘制介绍了垫圈、销和键等简单标准件的参数化设计, 使用户初步认识 CATIA 参数化设计; 第 3 章结合压缩弹簧的设计使用户初步掌握线架与曲面模块; 第 4 章通过常用的紧固件设计使用户初步掌握参数化约束的基本方法; 第 5 章通过两种常用的滚动轴承设计使用户熟悉常用的草图和实体设计中的工具应用和参数设置; 第 6 章通过带轮参数化设计使用户掌握参数类型的设置与应用; 第 7 章和第 8 章通过齿条和齿轮参数化设计使用户逐步向高级参数化设计过渡; 第 9 章通过蜗轮蜗杆参数化设计使用户掌握复杂零件几何建模和函数式; 第 10 章通过直齿锥齿轮参数化设计使用户通过几何图形空间变换进入参数化高级设计阶段; 第 11 章通过滚子链轮参数化设计使用户掌握设计表的应用和参数的关联。

本书主要由张学文编著, 王向东主审。参加本书编写的老师还有吉林大学机械科学与工程学院郑午、吉林化工学院刘文颜、延边大学郭越、东北电力大学王明秋、哈尔滨职业技术学院高波, 在此表示感谢。同时也非常感谢北华大学机械工程学院制造技术与机床研究室的大学生科研助理李春雷、李川、闫振宇、王鑫、高鑫等。

编 者

目 录

前言

第 1 章 CATIA 三维设计软件简介	1
1.1 CATIA V5 机械设计常用模块介绍	1
1.1.1 草图设计平台	3
1.1.2 零件设计平台	8
1.1.3 创成式曲面设计工作台	15
1.1.4 工程图设计工作台	17
1.2 常用工具栏及命令介绍	18
1.2.1 草图绘制工具栏	18
1.2.2 约束	25
1.2.3 绘图技巧	29
1.2.4 实体创建工具栏	35
1.2.5 曲面设计工具栏	39
1.3 绘图环境设置	42
1.3.1 选项设置	42
1.3.2 定制设置	44
第 2 章 简单标准件参数化设计	46
2.1 垫圈参数化设计	46
2.1.1 拉伸挖切法	46
2.1.2 拉伸法	53
2.1.3 旋转法	56
2.2 定位销参数化设计	60
2.2.1 圆柱销参数化设计	60
2.2.2 圆锥销参数化设计	65
2.3 普通平键参数化设计	69
2.3.1 B 型平键参数化设计	69
2.3.2 A 型平键参数化设计	72
2.3.3 C 型平键参数化设计	76
第 3 章 弹簧参数化设计	79
3.1 压缩弹簧参数设置	79

3.2	用法则创建螺旋线	80
3.3	扫掠成形	90
3.4	修剪端面	90
第4章	常用紧固件参数化设计	93
4.1	六角头螺栓参数化设计	93
4.2	六角螺母参数化设计	105
第5章	常用滚动轴承参数化设计	110
5.1	深沟球轴承设计	110
5.1.1	深沟球轴承参数设置	110
5.1.2	外圈设计	110
5.1.3	内圈设计	116
5.1.4	钢球设计	121
5.1.5	保持架设计	127
5.2	推力球轴承设计	137
5.2.1	推力球轴承参数设置	137
5.2.2	推力球滚动体设计	138
5.2.3	轴圈设计	139
5.2.4	座圈设计	142
第6章	V带轮参数化设计	145
6.1	带轮参数设置	145
6.1.1	带轮带型设置	145
6.1.2	Y型带轮槽型设置	147
6.2	带轮草图与实体设计	149
6.2.1	Y型带轮草图设计	149
6.2.2	Y型带轮实体设计	152
6.3	其他带轮槽型参数设置	153
6.4	修改参数设置及设计验证	158
第7章	齿条参数化设计	159
7.1	直齿条参数设置	160
7.2	直齿条草图设计	167
7.3	直齿条实体设计	176
第8章	直齿圆柱齿轮参数化设计	181
8.1	直齿圆柱齿轮简化画法	181
8.1.1	直齿圆柱齿轮参数设置	181
8.1.2	直齿圆柱齿轮草图设计	185

8.1.3 直齿圆柱齿轮实体设计	198
8.2 渐开线齿廓直齿圆柱齿轮	202
8.2.1 直齿圆柱齿轮参数化设置	202
8.2.2 直齿圆柱齿轮齿廓渐开线方程设置	207
8.2.3 直齿圆柱齿轮草图设计	211
8.2.4 直齿圆柱齿轮实体设计	228
第9章 蜗轮蜗杆设计	232
9.1 蜗轮设计	232
9.1.1 蜗轮参数设置	232
9.1.2 蜗轮曲面设计	242
9.1.3 蜗轮实体设计	270
9.2 蜗杆设计	273
9.2.1 蜗杆参数设置	273
9.2.2 蜗杆草图与实体设计	279
9.2.3 蜗杆轴颈与轴肩实体设计	299
9.2.4 轴承安装轴颈实体设计	307
第10章 直齿锥齿轮设计	323
10.1 直齿锥齿轮参数化设置	323
10.1.1 直齿锥齿轮参数设置	323
10.1.2 直齿锥齿轮当量齿廓参数设置	330
10.2 直齿锥齿轮曲面设计	331
10.2.1 直齿锥齿轮当量齿廓设计	331
10.2.2 直齿锥齿轮齿廓线架空间变换	349
10.2.3 直齿锥齿轮齿廓曲面设计	372
10.3 直齿锥齿轮实体设计	382
第11章 滚子链轮参数化设计	394
11.1 滚子链轮参数设置	394
11.2 录入滚子链轮设计表	407
11.3 滚子链轮草图设计	410
11.4 滚子链轮曲面设计	425
11.5 单排滚子链轮实体设计	436
11.6 多排滚子链轮实体设计	439
参考文献	442

第 1 章 CATIA 三维设计软件简介

1.1 CATIA V5 机械设计常用模块介绍

CAD/CAE/CAM 技术在问世之后的几十年里对各行各业的产品设计产生了极大的影响，尤其是进入 21 世纪以来，我国的汽车制造和航空工业迅猛发展，功能强大的软件随处可见，其强大的功能可以使企业降低成本，缩小了新产品开发的风险。今天已经很难想象没有软件支持将如何设计像飞机、汽车这样复杂的产品。图 1-1 所示即为 CATIA 软件的应用实例。

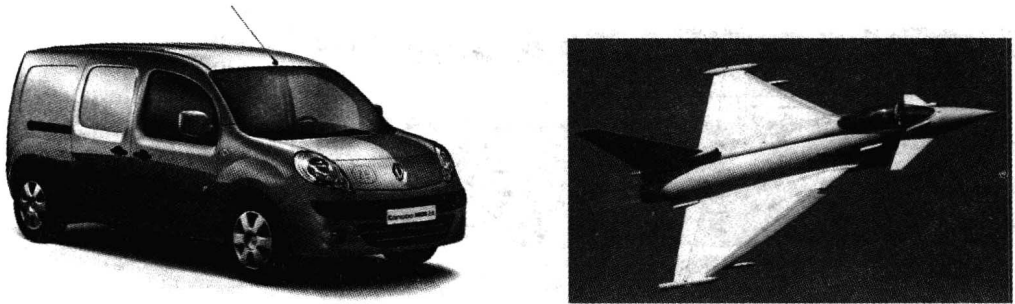


图 1-1 CATIA 软件的应用实例

法国达索公司 (Dassault System) 推出的 CATIA V5 计算机辅助三维互动应用系统是高级计算机辅助设计、制造和分析软件，具有统一的用户界面、数据管理和应用程序接口，兼备了其他优秀软件的特点，广泛应用于航空航天、汽车、机械及电子设备等行业。庞大复杂的波音 777 飞机即是采用 CATIA 系统的杰作。目前国际上主流的汽车制造业和飞机制造业无一不采用 CATIA 作为其设计手段。CATIA 系统的应用前景十分广泛。

CATIA V5 具有实体造型 (含复杂曲面)、大型装配 (大于 1 000 个零部件)、二维工程图设计、与 CAD/CAM 软件接口以及与其他 CAD 文件交换等功能。CATIA 是一个图形软件，可以用来在屏幕上构造、存储和开发工业产品和建筑模型，图形界面对物体的表达和处理更加方便。它在 CAD/CAE/CAM 领域里的应用日趋广泛。CATIA 是一个模块化的软件，按设计和应用的用途不同可分成若干个模块和子模块。从事机械设计的行业所采用的最低模块配置是【零件设计 Part Design (PDG)】、【草图设计 Sketcher】、【装配设计 Assembly Design (ASD)】、【工程图 Drafting】、【线框和曲面设计 Wireframe and Surface Design (WSF)】或【创成式钣金设计 Generative Shape Design (GSD)】。用户从 Windows 操作系统的开始菜单或桌面快捷图标启动 CATIA 软件后，进入到如图 1-2 所示的启动界面。用鼠标左键单击【开

始 Start】，系统弹出全部模块的下拉菜单，如图 1-3 所示。最上面的 3 个工作台为用户定制的 3 个【偏好 Favorite】工作台，分别是【创成式曲面设计 Generative Shape Design (GSD)】、【零件设计 Part Design (PDG)】、【装配设计 Assembly Design (ASD)】。中间部分是 V5 R20 版本的常用模块，用户也可从这里进入到相应的零件设计平台中，如图 1-4 所示。考虑到实际应用中是在英文界面上进行设计工作，且目前所见到的汉化界面翻译不够准确，建议用户也使用英文界面。为了方便不同层次的用户需要，本书采用中英文对照的工具栏和菜单进行讲解。

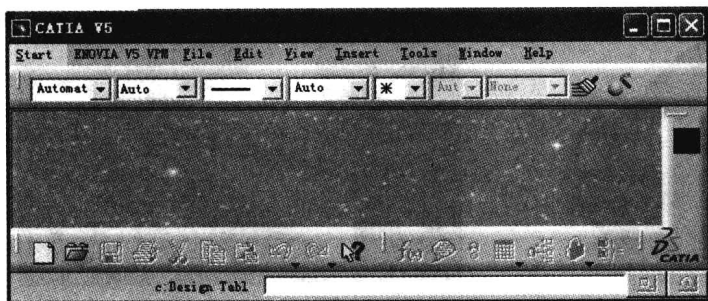


图 1-2 CATIA 的启动界面

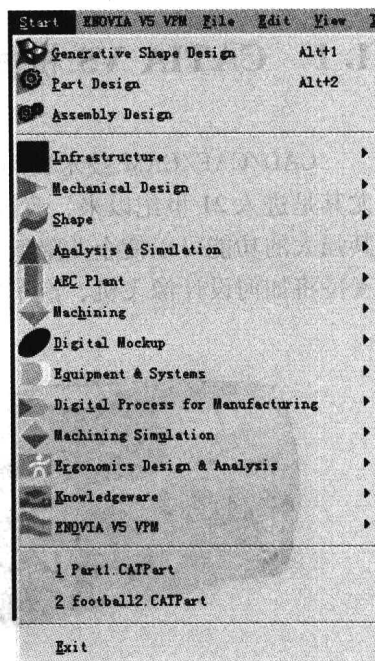


图 1-3 全部模块下拉菜单

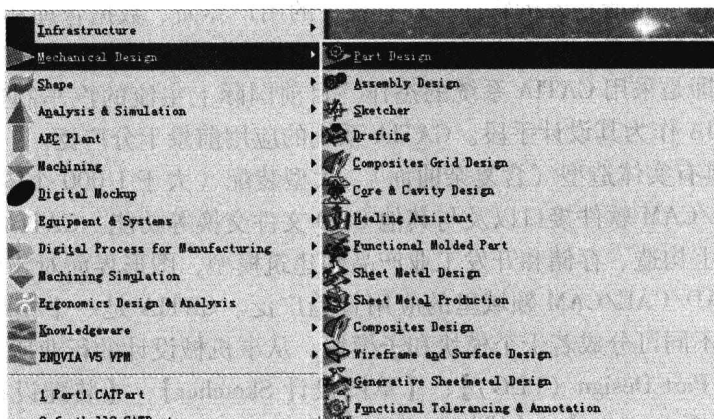


图 1-4 进入到零件设计平台

1.1.1 草图设计平台


1. 进入草图工作台

CATIA 在进行实体造型时，首先要在草图中绘制二维的平面图，然后再用其他功能把二维的草图延伸至三维的实体。一般情况下，草图具有实体的基本形态，是零件表面某部分的母线；而零件实体则是母线沿引导线运动后所产生的几何实体或空腔。

在进行三维零件设计之前，一般要进入草图工作界面，绘制三维零件的平面草图。进入草图界面的方式一般有两种：一种是从零件设计界面进入，另一种是从开始菜单直接进入。

(1) 用户进入零件设计界面的具体操作步骤如下：

首先打开 CATIA 应用程序，在主菜单中单击【开始 Start】→【机械设计 Mechanical Design】→【零件设计 Part Design】菜单，就可以进入到零件设计界面，如图 1-5 和图 1-6 所示。界面中工具栏下列出了常用的零件设计工具条按钮，用户可以根据需要自定义所用的按钮。

草图是在二维工作环境下绘制的，因此需要用户选择一个平面作为草图所在的平面，这样才能够进入草图工作界面。用户可以选中窗口中央的 3 个坐标基准面或树状目录上的 xy 、 yz 和 zx 3 个坐标基准面之一（见图 1-7），再单击【绘制草图 Sketcher】按钮 ，就可以进入到草图设计工作界面，如图 1-8 所示。

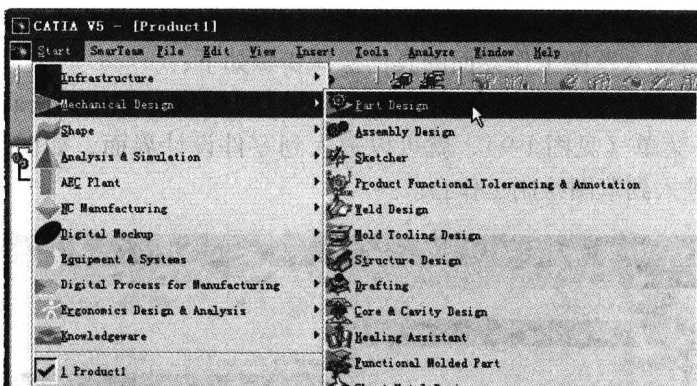


图 1-5 机械设计子菜单

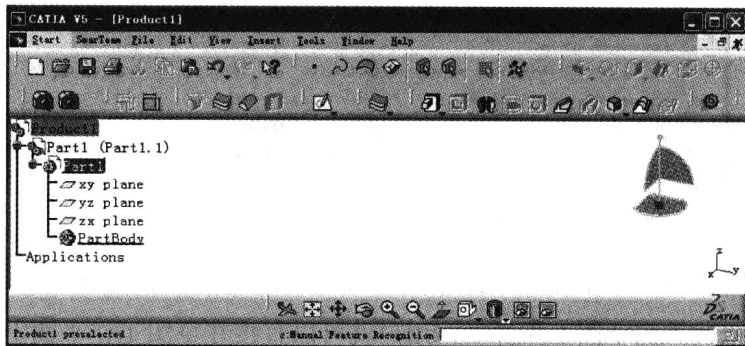


图 1-6 零件设计界面

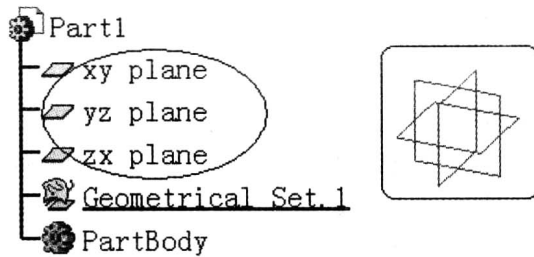


图 1-7 坐标基准面

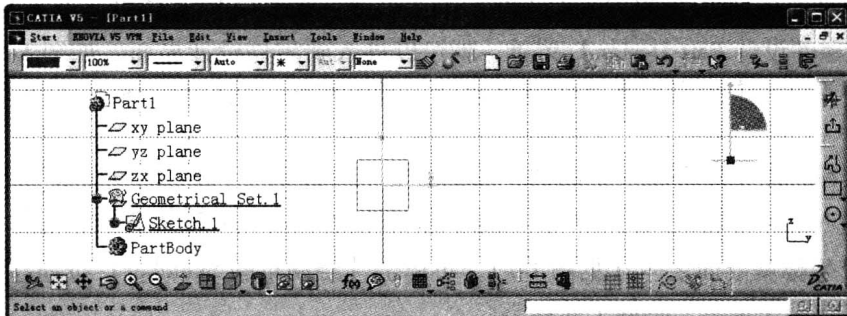


图 1-8 草图设计工作界面

(2) 用户直接进入草图工作界面的具体操作步骤如下:

打开 CATIA 应用程序, 单击【开始 Start】→【机械设计 Mechanical Design】→【草图工作台 Sketcher】菜单 (见图 1-9), 就可以进入到零件设计界面, 如图 1-10 所示, 然后用前述的相同方法进入到草图绘制工作台。

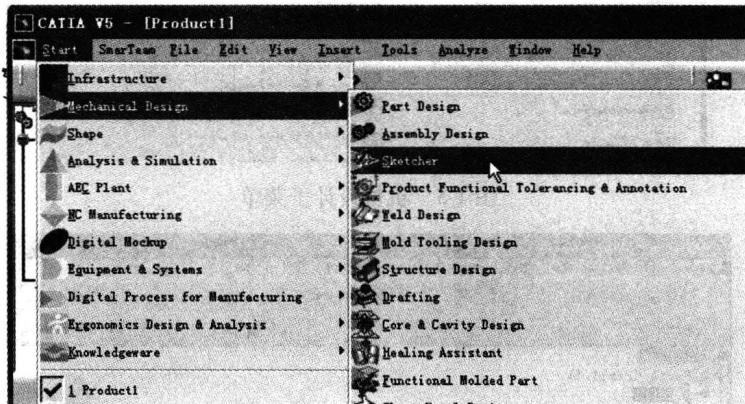



图 1-9 直接进入草图路径

在树状目录上用鼠标单击一个坐标平面 (如 yz 平面), 然后单击【绘制草图 Sketcher】按钮 , 就可以进入到草图工作界面, 用户就可以直接在草图工作平面上绘制草图, 如图 1-11 所示。此草图在树状目录上用 Sketch.1 表示, 用户也可以重新命名。

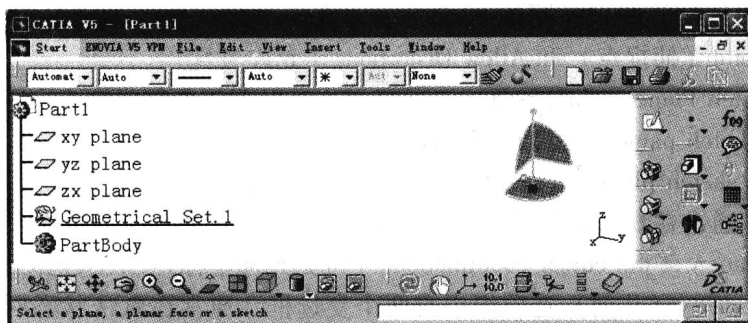


图 1-10 零件设计界面

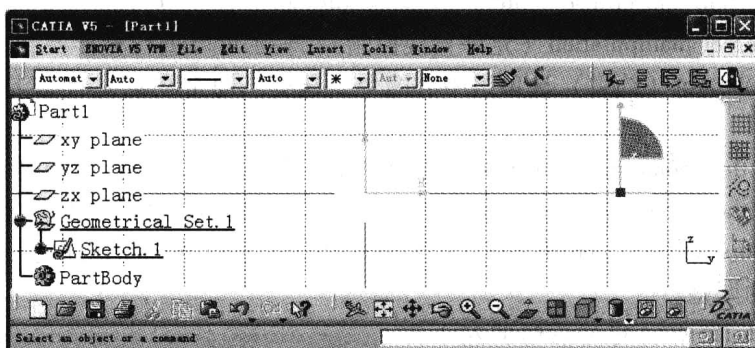


图 1-11 草图绘制工作界面

2. 草图环境设置

用户可以单击【工具 Tools】→【选项 Options】，展开【机械设计 Mechanical Design】，打开【草图 Sketcher】对话框，如图 1-12 所示。

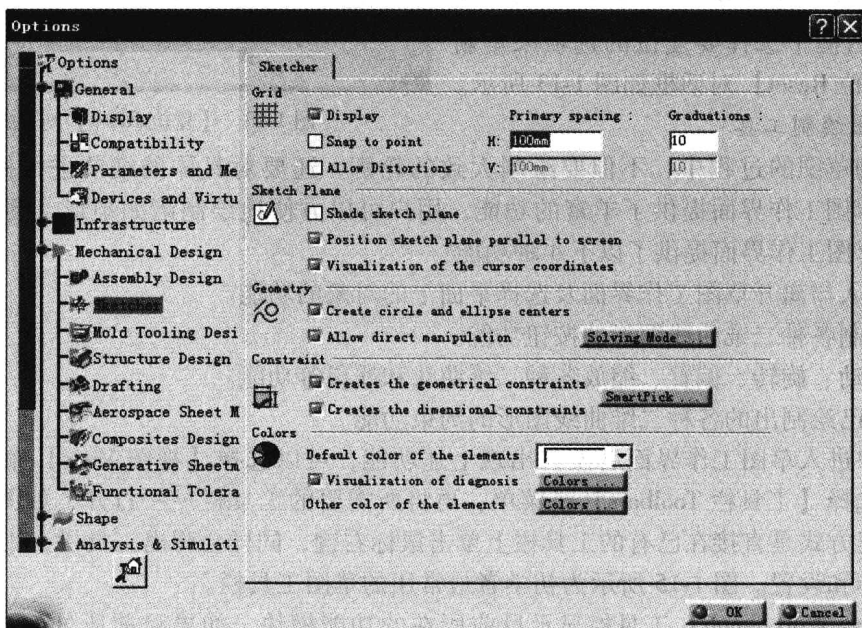


图 1-12 【草图 Sketcher】对话框

(1) 在该对话框的 Grid (网格) 选项组中有 3 个复选框, 分别是 Display (显示网格线)、Snap to point (捕捉点) 和 Allow Distortions (允许失真)。

(2) 在 Sketch Plane (草图平面) 选项组中, 有以下 3 个复选框。

1) Shade sketch plane (隐藏草图平面): 可以隐藏草图平面。

2) Position sketch plane parallel to screen (草图平面位置平行于屏幕): 表示草图平面位置与屏幕平行, 通常在默认状态时该选项是选中的。

3) Visualization of the cursor coordinations (可见光标坐标): 表示光标的坐标为可见。

(3) 在 Geometry (几何) 选项组中有两个复选框。通常在默认状态时, 这两个复选框是选中的。

1) Create circle and ellipse centers (创建圆和椭圆中心): 可以创建圆和椭圆的中心。



2) Allow direct manipulation (允许直接控制): 表示可以进行直接控制。

(4) 在 Constraint (约束) 选项组中有两个复选框。通常在默认状态下, 这两个复选框也是选中的。

1) Creates the geometrical constraints (创建几何式约束): 表示创建几何式约束。

2) Creates the dimensional constraints (创建尺寸式约束): 表示创建尺寸式约束。

(5) 在 Colors (颜色) 选项组中, 主要是一些约束和尺寸的默认颜色。用户可以根据爱好来进行适当的调整。

(6) 在图 1-12 所示的对话框的左下方有一个 Reset (复位) 按钮 。该按钮的作用是: 如果在环境变量设置的过程中, 不小心改动了不该改动的设置, 可以用复位按钮改回来。单击  按钮, 在弹出的【复位 Reset】对话框中选择要复位的选项来重新设置。【复位 Reset】对话框如图 1-13 所示。

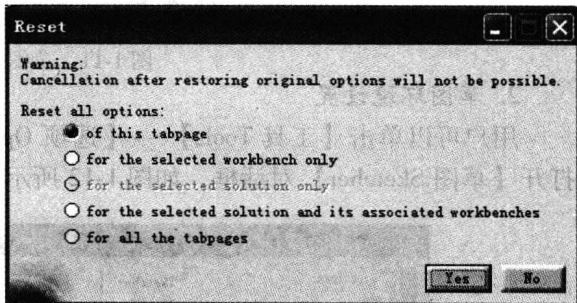


图 1-13 【复位 Reset】对话框

3. 草图绘制工具

在绘制草图的过程中, 不但要绘制大致的轮廓, 还要对具体的细节进行修饰或修改, CATIA 的草图工作界面提供了丰富的功能, 用户可以方便地绘制诸如矩形、圆形和多边形等图形。草图工作界面提供了以下 4 种功能:

1) 进入与离开草图工作界面及选择平面上的对象的功能。

2) 绘制各种二维曲线图形的按钮功能。

3) 移动、旋转、偏置、缩放各种二维曲线和线段等功能。

4) 对已绘制出的各种二维曲线图形的约束功能。

若用户进入草图工作界面后没有出现上述功能, 可以选择【视图 View】菜单, 在其下列列表中选择【工具栏 Toolbars】子菜单, 再将所需要的工具栏一一打开, 如图 1-14 所示。另一种快捷方式是直接在已有的工具栏上单击鼠标右键, 同样会弹出工具栏, 用户也可在这里进行选择 and 设置。图 1-15 所示为初学者最常用的草图工具栏。

【工作台 Workbench】工具栏显示目前所在的功能模块, 如果目前所处的是草图模块,

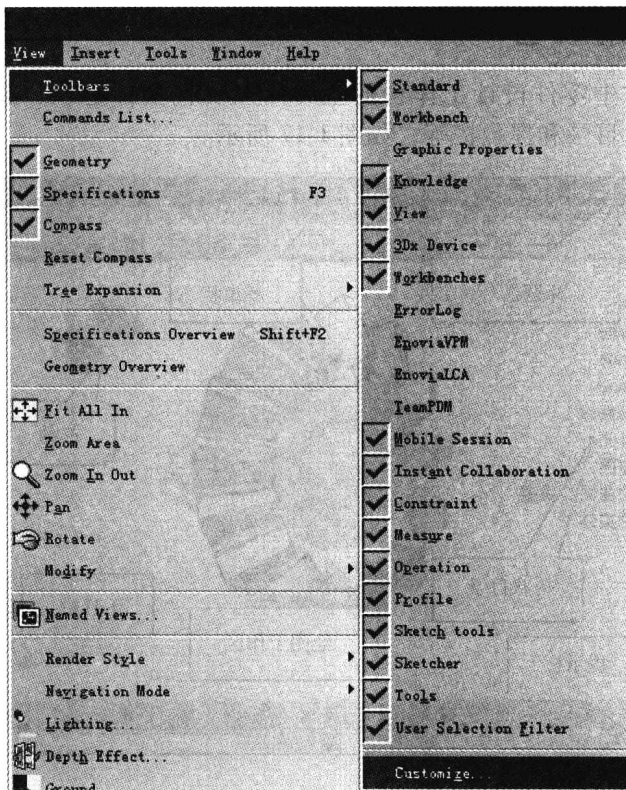


图 1-14 工具栏菜单

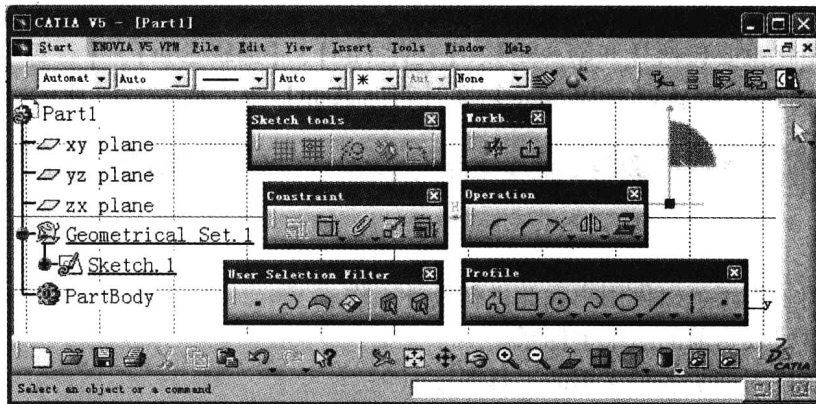




图 1-15 草图工具栏

则会出现草图按钮 。当用户绘制完二维草图后，可以单击【离开 Exit】按钮  退出草图绘制工作界面，使用户回到零件设计等模块，如图 1-16 所示。

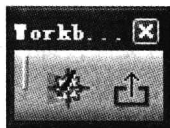


图 1-16 【工作台 Workbench】工具栏

1.1.2 零件设计平台

CATIA 应用软件中零件设计工作台的主界面主要包括标题栏、菜单栏、绘图工作区、罗盘、工具栏、树状目录和提示栏等，如图 1-17 所示。

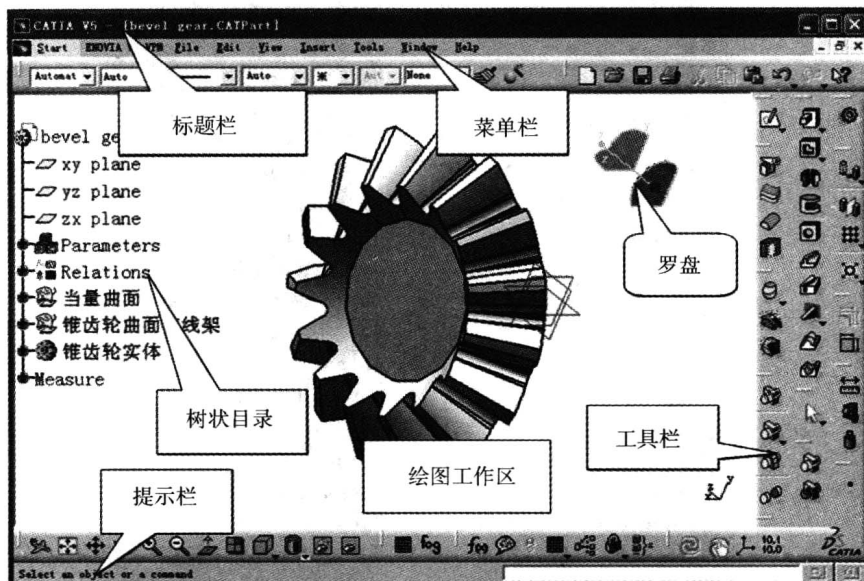


图 1-17 CATIA V5 的零件设计主界面

- (1) 标题栏显示正在设计的零件标题。
- (2) 菜单栏主要包括【开始 Start】、【文件 File】、【编辑 Edit】、【查看 View】、【插入 Insert】、【工具 Tools】、【窗口 Window】和【帮助 Help】等，如图 1-18 所示。



图 1-18 菜单栏

- (3) 绘图工作区可以供用户在此进行设计工作。
- (4) 罗盘代表当前的三维坐标系。
- (5) 工具栏列出了各种常用的工具图标。
- (6) 树状目录用树形结构化的目录来显示历史特征记录。
- (7) 提示栏提示用户选择一个对象或命令。

1. 文件 (File) 菜单

这里的文件菜单和一般的 Windows 操作软件中的文件菜单基本一样，大部分都是基本功能，如图 1-19 所示。

【新建 New】功能是指建立一个新的文件，即一个空文件。

【新建自 New from】功能是指打开一个路径，以一个新的名称打开一个用户编辑过的文件，同时断开所有的链接。

【打开 Open】、【关闭 Close】、【保存 Save】和【另存为 Save As】功能与 Windows 操作软件中的文件菜单用法一样。在关闭时，若文件没有保存，系统将会提示用户是否要保存。

【保存管理 Save Management】功能是把 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，而不必逐个打开各个文件。

【打印 Print】对话框如图 1-20 所示。用户可以在该对话框中调整打印方向、位置与大小；纸张设置按钮可以调整输出的纸张大小；选项按钮可以选择打印的颜色，包括全彩、灰度、黑白和 Gamma 值调整，也可以调整标题和打印变量等。

【打印机设置 Printer Setup】功能可以添加打印机。

【桌面 Desk】功能可以把 CATIA 窗口中所有的打开文件列成树状目录，以便于用户进行管理，如图 1-21 所示。

【发送至 Send To】功能是把文件发送至其他地方，可以是邮件和文件夹两种方式。

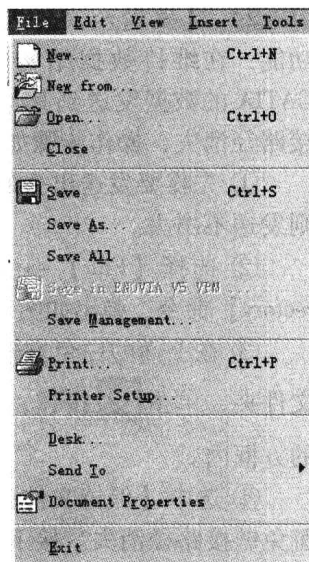


图 1-19 文件菜单

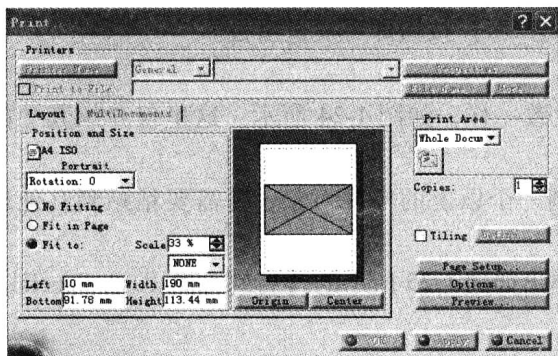


图 1-20 【打印 Print】对话框

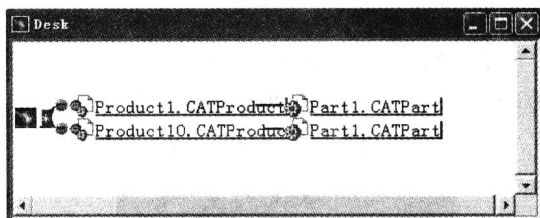


图 1-21 【桌面 Desk】窗口

1) 【邮件发送 Send To Mail】功能：用 E-mail 方式把 CATIA 的数据发送出去，使其他用户也能分享这个文件，操作步骤如下。

① 先将要发送出去的文件进行保存，否则发送不出去。

② 选择【File】→【Send To】→【Mail】命令，弹出如图 1-22 所示的对话框。

③ 在上面的白色方框中选取所要发送的文件，单击 按钮，把文件添加到下面的方框内，单击 按钮则全部添加。此时可以单击对话框右下角的【目标文件重命名 Rename Target】按钮来更改目标文件的名称。单击【确定 OK】按钮即可发送出去。

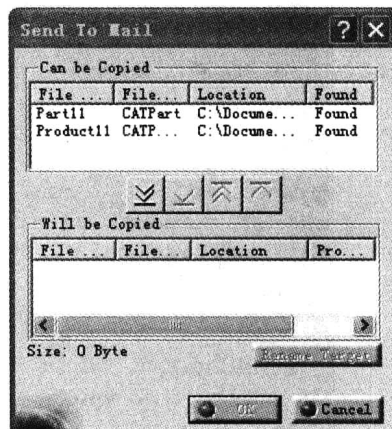



图 1-22 【邮件发送 Send To Mail】对话框

2) 【发送至文件夹 Send To Directory】

功能：在维持数据结构完整性的前提下把 CATIA 的数据发送到其他的文件夹，避免链接路径消失，操作步骤如下。

① 先将要发送出去的文件进行保存，否则发送不出去。

② 选择【File】→【Send To】→【Directory】命令，弹出如图 1-23 所示的对话框。

③ 在上面的白色方框中选取所要发送的文件夹，单击  按钮，把文件添加到下面的方框内。

④ 选中【保持文件夹结构 Keep Directory Structure】复选框，以保持数据结构的完整性，避免链接路径消失。接下来可以单击【目标文件重命名 Rename Target】按钮来更改目标文件的名称。

⑤ 最后，单击【浏览 Browse】按钮来选择目标文件夹，也可以直接在【复制至 Copy to】下拉列表中输入文件夹的路径。单击【确定 OK】按钮即可发送出去。

2. 编辑 (Edit) 菜单

编辑菜单也与一般的 Windows 操作菜单大致一样，如图 1-24 所示。这里仅介绍其中的几个特殊功能。

【特殊粘贴 Paste Special】功能是指当复制一个以上的零件对象，并需要粘贴到其他地方时用来控制文件之间的链接关系。

选择【Edit】→【Paste Special】命令，弹出如图 1-25 所示的【特殊粘贴 Paste Special】

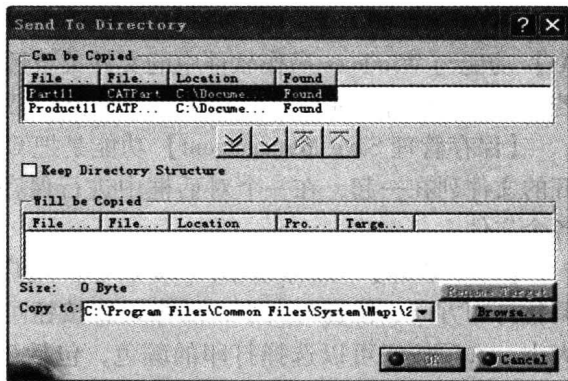


图 1-23 【发送至文件夹 Send To Directory】对话框

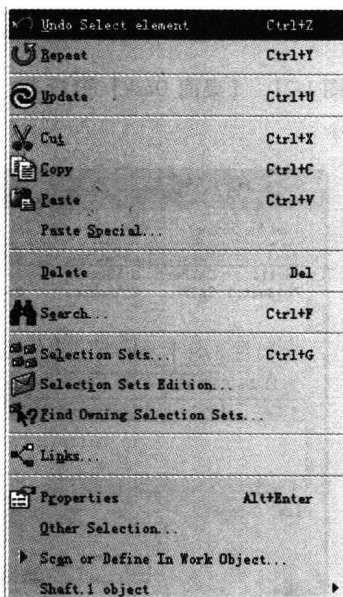


图 1-24 编辑菜单



图 1-25 【特殊粘贴 Paste Special】对话框