

21 世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

CATIA V5 基础教程

第 2 版

江 洪 王子豪 殷苏群 等编著



机械工业出版社

本书以 CATIA V5 为操作平台,系统介绍了 CATIA V5 建模基本操作流程、草图、简单零件设计、复杂零件设计、装配设计、曲线、曲面、工程图等方面的内容。

本书的最大特点是读者可动手操作所讲述的内容,边看边操作,加深记忆和理解。每章均有思考题和上机练习题,便于巩固所学知识,方便读者更好地学习。

本书内容详尽,图文并茂,是一本面向工程应用的实用指导书,既适合高等院校的学生使用,也可以作为机械、航空航天、模具、汽车、船舶、通用机械、医疗设备和电子工业等行业的工程技术人员的参考用书。

本书配有电子教案和素材文件,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册,审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 2966938356, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA V5 基础教程/江洪等编著. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2017.4
21 世纪高等院校计算机辅助设计规划教材
ISBN 978-7-111-56138-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 032675 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:和庆娣 责任编辑:和庆娣

责任校对:张艳霞 责任印制:

印刷(装订)

2017 年 4 月第 2 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·18.5 印张·449 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-56138-5

定价: 49.90 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

服务咨询热线:(010) 88379833

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线:(010) 88379649

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

前 言

CATIA 是法国 Dassault 公司于 1975 年起开始发展的一套完整的三维 CAD/CAM/CAE 一体化软件，由于其功能强大而完美，广泛应用于航空航天、模具、汽车、造船、通用机械、家用电器、医疗设备和电子工业等行业。

本书是为广大初学者而编写的，主要介绍了 CATIA V5 的主要功能及其使用技巧，使读者能迅速入门并掌握该软件的使用方法。本书的特点如下。

1) 简洁明了，用图表和实例生动地讲述了 CATIA V5 常用的功能。

2) 实例丰富，结合具体的实例来讲述，将重要的知识点嵌入到具体实例中，使读者可以循序渐进，随学随用，边看边操作，动眼、动脑、动手，符合教育心理学和学习规律。

3) 许多实例来源于工程实际，具有一定的代表性和技巧性。每章都有大量的上机练习题和答案，且部分习题用二维工程图给出，既锻炼了看图能力，又培养了空间想象力，便于巩固所学的知识。

4) 紧跟时代步伐，符合时代精神，体现了创新教育常用的扩散思维方法——“一题多解”及“精讲多练”。

本书保留了第 1 版的特点，各章节均做了修改或重新编写。

本次改版的指导思想是循序渐进地讲透基本知识，由建立简单模型到生产实际的复杂模型来增强读者的动手能力，并适应当代企业的需求，跟上 CATIA V5 的更新，培养读者的自学能力。重新编写的内容反映了当今重创新、重基础、重理论的指导思想。

参与本书编写的人员有江洪、王子豪、殷苏群、于文浩、李仲兴、王鹏程、张潇、周庄、管晓星、陈震宇、刘勺华、蒋侃、酆祥林、刁怀伟、周扬扬、郭子权、刘爱松、郭清清、杨勇福、沈健、李重重、黄建宇、唐建、马龙飞、朱超、赖泽豪、曹威、孙阿潭、邹南南、田舟。

由于编者写作时间过于仓促，难免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章	CATIA V5 建模基本操作流程	1
1.1	CATIA V5 的基本操作	1
1.1.1	进入 CATIA V5 和其界面	1
1.1.2	建立圆柱模型	4
1.1.3	视图操作	8
1.2	CATIA V5 的常用操作	9
1.2.1	鼠标的操作	9
1.2.2	物体的选择	10
1.3	模型显示	11
1.3.1	隐藏平面	11
1.3.2	给模型赋材料	11
1.3.3	显示类型	12
1.4	文件管理	13
1.4.1	保存文件	13
1.4.2	打开文件	15
1.4.3	关闭文件和退出 CATIA V5	17
1.5	思考与练习	18
第 2 章	草图	20
2.1	绘制草图的基本知识	20
2.1.1	草图的自由度	20
2.1.2	工作区背景颜色设置	21
2.1.3	草图平面和草图工具栏	23
2.1.4	草图对象的选择和删除草图实体	24
2.2	预定义的轮廓	25
2.3	轮廓曲线	27
2.4	重新限定	28
2.5	轴	30
2.6	圆	30
2.7	直线	33
2.8	变换	35
2.9	草图检查分析	38
2.10	草图约束	41
2.10.1	建立约束和接触约束	42
2.10.2	对话框中定义的约束和自动约束	42

2.10.3	对约束应用动画和修改约束	43
2.11	圆弧连接	43
2.12	思考与练习	47
第3章	简单零件设计	51
3.1	零件设计基础	51
3.2	凸台和凹槽	52
3.2.1	凸台	52
3.2.2	凹槽	56
3.3	旋转体和旋转槽	61
3.3.1	旋转体	61
3.3.2	旋转槽	64
3.4	圆角	66
3.5	孔	69
3.6	加强肋和标准件	70
3.6.1	加强肋	70
3.6.2	标准件	71
3.7	阵列和镜像	72
3.7.1	阵列	72
3.7.2	镜像	75
3.8	思考与练习	75
第4章	复杂零件设计	79
4.1	改变坐标平面的大小和颜色	79
4.2	创建参考元素	80
4.3	创建螺纹	87
4.3.1	“螺纹”命令	87
4.3.2	创建螺纹实例	87
4.4	拔模	94
4.4.1	拔模斜度	95
4.4.2	可变角度拔模	96
4.4.3	拔模反射线	97
4.4.4	拔模公式	98
4.4.5	拔模实例	104
4.5	肋	107
4.6	多截面实体	114
4.7	思考与练习	122
第5章	装配设计	127
5.1	装配设计介绍	127
5.2	插入部件	128
5.3	移动组件	133

5.3.1	自由平移	134
5.3.2	智能移动	134
5.4	约束部件	136
5.4.1	固定约束和固联约束	136
5.4.2	相合约束	137
5.4.3	接触约束和偏移约束	139
5.4.4	角度约束	140
5.4.5	快速约束	141
5.4.6	更改约束	141
5.4.7	柔性/刚性子装配体	142
5.4.8	重复使用阵列	143
5.5	更改装配体中的部件	143
5.6	保存装配文件	145
5.7	装配分析	146
5.7.1	材料清单	146
5.7.2	更新分析	148
5.7.3	约束分析	149
5.7.4	自由度分析和关联关系	150
5.7.5	模型的测量	152
5.7.6	计算碰撞	154
5.7.7	碰撞(干涉)分析	155
5.7.8	截面分析	156
5.7.9	查看机械特性	157
5.8	装配件特征	158
5.8.1	分割组合类特征	158
5.8.2	镜像零部件	159
5.9	爆炸装配模型	161
5.10	支座装配体实例	162
5.11	思考与练习	168
第6章	曲线	171
6.1	进入创成式曲面设计工作台	171
6.2	生成点	172
6.3	生成直线	174
6.4	投影	177
6.4.1	投影曲线	177
6.4.2	混合曲线	178
6.4.3	反射线	178
6.5	相交曲线	179
6.6	平行曲线	179

6.7	基本曲线	180
6.7.1	圆	180
6.7.2	圆角	181
6.7.3	连接曲线	182
6.7.4	二次曲线	183
6.8	创建曲线	184
6.9	实例	186
6.9.1	正弦曲线	186
6.9.2	用直线创建螺旋线	187
6.10	思考与练习	190
第 7 章	曲面	191
7.1	“曲面”工具栏	191
7.1.1	拉伸曲面和旋转曲面	191
7.1.2	球面和圆柱面	193
7.1.3	偏移曲面	194
7.1.4	扫掠曲面	195
7.1.5	填充曲面	199
7.1.6	多截面曲面	200
7.1.7	桥接曲面	201
7.2	编辑曲面	202
7.2.1	接合	203
7.2.2	修复	204
7.2.3	曲线光顺和取消修剪	205
7.2.4	拆解	206
7.2.5	分割和修剪	207
7.2.6	提取曲面	208
7.2.7	简单圆角/倒圆角/可变半径圆角	210
7.2.8	面与面的圆角和三切线内圆角	213
7.2.9	平移	214
7.2.10	旋转和对称	215
7.2.11	缩放和仿射	217
7.2.12	定位变换和外插延伸	218
7.3	实例	219
7.3.1	弹簧线	220
7.3.2	雨伞	225
7.3.3	电饭煲	231
7.4	思考与练习	246
第 8 章	工程图	249
8.1	工程图设计概述	249

8.1.1	进入工程图绘制环境	249
8.1.2	工程图设计工作界面	251
8.2	投影视图	252
8.2.1	正投影视图	252
8.2.2	保存工程图	253
8.2.3	修改视图的名称和比例	254
8.2.4	添加投影视图	254
8.2.5	等轴测视图	255
8.2.6	辅助视图	255
8.3	剖视图	256
8.3.1	全剖视图（偏移剖视图）	256
8.3.2	阶梯剖视图	257
8.3.3	旋转剖视图（对齐的剖视图）	258
8.3.4	半剖视图和截面分割视图	259
8.3.5	局部视图	260
8.4	编辑和修改视图	261
8.4.1	修改视图和图纸的特性	261
8.4.2	重新布置视图	263
8.4.3	修改剖视图、局部视图和向视图的投影方向	265
8.4.4	修改剖视图、局部放大视图和向视图的特性	266
8.5	工程图标注	267
8.5.1	自动尺寸标注	268
8.5.2	尺寸标注	271
8.5.3	修改尺寸	276
8.5.4	公差标注	278
8.5.5	文本标注	279
8.5.6	符号标注	280
8.5.7	生成表格	282
8.6	工程图更新存档及关联检查	282
8.7	工程图背景图框	283
8.8	工程图格式转换和绘制环境设置	285
8.9	思考与练习	287

第 1 章 CATIA V5 建模基本操作流程

CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) 是法国 Dassault 公司于 1975 年起开始发展的一套完整的三维 CAD/CAM/CAE 一体化软件。它的内容涵盖了从产品概念设计、工业设计、三维建模、分析计算、动态模拟与仿真、工程图的生成到生产加工成产品的全过程, 其中还包括了大量的电缆和管道布线、各种模具设计与分析、人机交换等实用模块。CATIA 不但能提供企业内部设计部门之间的协同设计功能而且还可以提供企业整个集成的设计流程和端对端的解决方案。CATIA 大量用于航空航天、车辆、机械、电子、家电与 3C 产业、NC 加工等各方面。

CATIA 的主要模块有基础架构、机械设计、造型曲面、分析模拟、厂房构建、NC 加工、数位构建、系统设备、制造的数位处理、人因工程和知识库, 共 11 个。每个模块含有多种设计工具。例如可使用机械设计模块进行零件设计、组合件设计、草图、产品功能公差及标注、焊接设计、模座设计、结构设计、绘图、自动拆模设计、辅助曲面修补、功能性模具零件、钣金件设计等。

由于其功能强大而完美, CATIA 已经成为三维 CAD/CAM 领域的一面旗帜, 特别是在航空航天、汽车及摩托车领域, CATIA 一直居于统治地位。法国的幻影 2000 系列战斗机就是使用 CATIA 进行设计的一个典范, 而波音 777 客机使用 CATIA 完成无图纸设计, 更造就了 CAD 领域内的一段佳话。CATIA 同时也是汽车工业的事实标准, 是欧洲、北美和亚洲顶尖汽车制造商所用的核心系统。各种车辆, 如赛车、跑车、轿车、货车、商用车、有轨电车、地铁列车和高速列车等; 在 CATIA 上都可以作为数字化产品。波音、克莱斯勒、宝马和奔驰等一大批知名企业都在用 CATIA。

本章的主要内容是: CATIA V5 的一些基本操作: 进入和退出 CATIA V5; 新建文件、打开文件和保存文件; 使用菜单栏、工具栏、快捷键和鼠标; 显示模型的各种效果; 对模型赋材质等。

本章的重点是: 如何调出各种工具栏。

本章的难点是: 鼠标的各种功能。

读者只有熟练地掌握这些基础知识, 才能正确快速地掌握和应用 CATIA V5。

1.1 CATIA V5 的基本操作

万丈高楼平地起, CATIA V5 最常用的使用方法就好像是高楼的基础。本节结合实例介绍 CATIA V5 的应用基础和一些技巧性的内容。

1.1.1 进入 CATIA V5 和其界面

1. 进入 CATIA V5

当正确地安装 CATIA P3 V5-6R2015 后, 在 Windows 环境下双击桌面上的 CATIA P3

V5-6R2015 快捷图标，如图 1-1 中箭头所示中或者选择“开始”→“所有程序”→“CATIA P3”→“CATIA P3 V5-6R2015”命令，如图 1-2 中①~④所示，系统开始启动 CATIA V5。

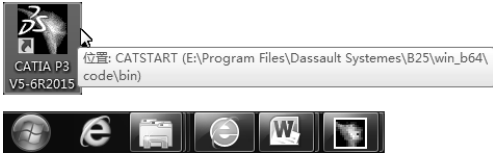


图 1-1 双击桌面上的 CATIA P3 V5-6R2015 快捷图标



图 1-2 启动 CATIA V5

启动结束后系统进入 CATIA V5 界面，如图 1-3 所示。

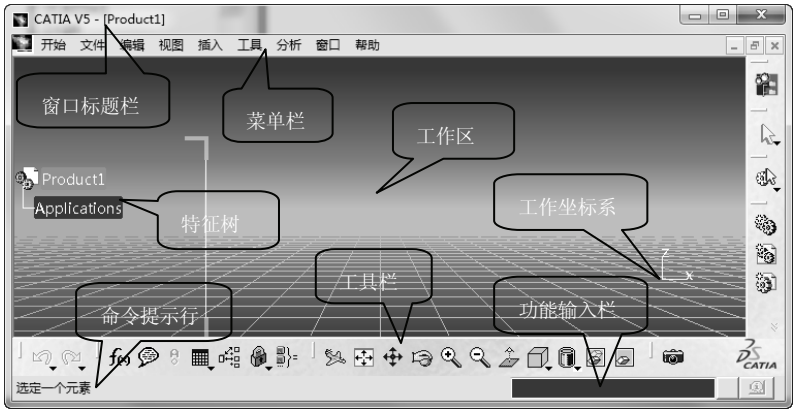


图 1-3 进入 CATIA V5 界面

2. CATIA V5 界面

CATIA V5 的界面中主要包括以下几部分：标题栏、工作区、菜单栏、工具栏、功能输入栏、命令提示行、工作坐标系、特征树等。

(1) 标题栏

标题栏位于整个窗口的最上方，显示当前软件的版本和文件名等信息。

(2) 菜单栏

与其他 Windows 软件相似，CATIA V5 的菜单栏位于屏幕主视窗的上方。系统将控制命令按照性质分类放置于各个菜单中，CATIA V5 的主菜单栏包括“开始”“文件”“编辑”“视图”“插入”“工具”“分析”“窗口”“帮助”9 个菜单，如图 1-4 所示。每个菜单又由多个子

菜单组成。主菜单及其功能如表 1-1 所示。

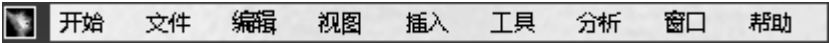


图 1-4 菜单栏

表 1-1 主菜单及其功能

菜 单	功 能
开始	调用工作台，实现工作台之间的转换
文件	实现文件管理，包括“新建”“打开”“保存”等常用操作命令
编辑	对文件进行复制和删除等常规操作
视图	控制特征树、指南针和模型的显示等操作
插入	主要的工作菜单，大部分绘图工具都包含在这里面
工具	自定义工具栏、修改环境变量等高级操作
分析	自定义需要检查的曲面公差等，可以设置距离、角度、相切等选项
窗口	管理多个窗口
帮助	实现在线帮助

(3) 工作区

工作区是用户的工作区域。

工作区右下角有一个坐标系，可用于在工作窗口和树形图之间做切换。

(4) 特征树

工作区最左侧的树状结构是当前工作文档的设计特征树，它是 CATIA V5 中非常重要的功能，它记录了一个模型的所有逻辑信息，同时将产品生成过程中的每一步操作都记录下来，方便特征的管理和编辑。每个特征树第一层就像一棵树的主干，第二层像树的枝干，逐渐到最后一层树的“叶子”。可以通过快捷键〈F3〉打开或关闭特征树。

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，省去了重新建模的麻烦。

对于特征树同样可以进行多种操作，如隐藏特征树、移动特征树、激活特征树、展开折叠特征树、放大缩小特征树等。

特征树包含对象、基准面、零件、特征等几部分。

特征树上所有的名称都可以在属性中更改为用户想要的名称。

在特征树中如果前面有“+”就代表此特征里面隐藏有子特征，如果是“-”就代表没有隐藏子特征，可以通过单击此图标来隐藏或详细浏览特征树。

在特征树中双击特征名称可以进入此特征的编辑对话框，对特征进行编辑。

在特征树上右击会弹出快捷菜单，用户可以对此特征进行显示与隐藏、属性、粘贴、复制、删除等操作，也可以按住鼠标左键直接拖动特征名称进行复制。

按〈Shift+F3〉键可切换特征树/工作区的激活状态。

(5) 工具栏

工具栏将菜单中的大部分命令用按钮的方式显示出来，单击按钮就会产生相应的操作或

弹出此命令的定义菜单。CATIA V5 不同功能模块的工具栏组成有所不同，每个模块的工具栏包括了各种子工具栏，可以隐藏有些不需要使用的工具栏，在需要使用时再将其显示出来。工具栏可根据个人的喜好随意布置，屏幕的上下左右都可以放置工具栏，工具栏也可以悬浮于工作窗口之上。

工具栏的功能主要是显示或隐藏各种工具条。工具栏的每一个项目都是一个子工具栏，该名称的前面如果有一个  符号，表示该工具栏已经显示了，反之则没有显示。例如， 视图工具栏就已经显示出来了。如果需要将已经显示出来的工具栏隐藏，只需要单击将其前面的  去掉即可。对于所有的工作台而言，总有一些公用的工具栏，下面介绍这些主要工具栏的基本命令。

在屏幕最下方或最左方的工具栏区域中的任何一个位置右击（如图 1-5 中①所示），弹出工具栏，其中列出了对应当前模块的所有子工具栏名称。单击“视图”按钮（如图 1-5 中②所示），关闭其工具栏（如图 1-5 中③所示）。重复上述操作，可再次显示其工具栏。已经显示的工具栏，可以单击其右上角的“关闭”按钮  直接关闭。

按住〈Shift〉键，移动工具栏，可以实现工具栏的横竖转换。

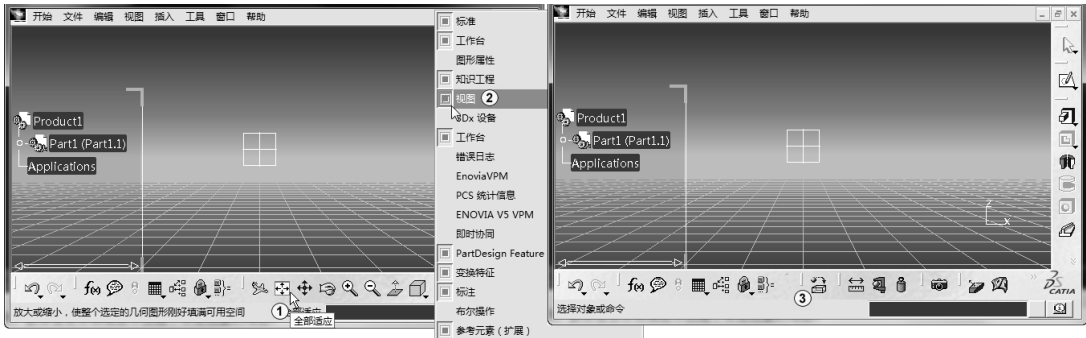


图 1-5 工具栏

(6) 命令提示行

用于解释鼠标指针所指命令的含义。

(7) 功能输入栏

功能输入栏位于屏幕的右下方，可以在此输入命令来执行相应的操作，所有命令前方都要加上“c:”才可以执行。用户可以选择“视图”→“命令列表”命令调出命令列表，在命令列表中单击相应的命令也可以执行。在工具栏上找不到所需的功能按钮时，利用命令列表进行操作是一种行之有效的方法。

1.1.2 建立圆柱模型

下面以圆柱零件模型的建立，说明利用 CATIA V5 建立模型的基本流程。

1. 工作台

工作台与听音乐时将自己喜爱的歌曲放入自己建立的文件夹类似。CATIA V5 共有一百多个工作台，不同的模块设计时将创建不同的工作台。每一个工作台是由许多命令组成的集合，每一个命令用于处理特定任务。工作台的功能与软件界面的下拉菜单“开始”的功能相

同，可以把常用的模块加入到“工作台”中，以方便使用。

工作台的初始状态不包括任何模块，可以在工作台中添加一些常用的模块图标，减少模块之间的切换，提高工作效率。

“开始”菜单展开后可看到其包含 CATIA V5 的各个不同设计模块，每个模块都有其相应的子菜单。如图 1-6 中①~③所示。

从 CATIA V5 的“开始”菜单中进入零件设计工作台有 3 种方法。

- 1) 选择“开始”→“机械设计”→“零件设计”命令，如图 1-6 中①~③所示。
- 2) 选择“开始”→“机械设计”→“草图编辑器”命令，如图 1-6 中①②④所示。
- 3) 选择“开始”→“形状”→“创成式外形设计”命令，如图 1-6 中⑤~⑦所示。

系统弹出“新建零件”对话框，系统默认的“输入零件名称”为“Part1”，用户可在文本框中输入自己想要的名称。这里采用默认的零件名“Part1”，单击“确定”按钮完成新零件创建的操作，如图 1-7 中①②所示。系统进入零件设计模块。此时并没有进入草图工作台，需要选择草图所在的基准平面，才能进入草图工作台。



图 1-6 打开零件设计工作台

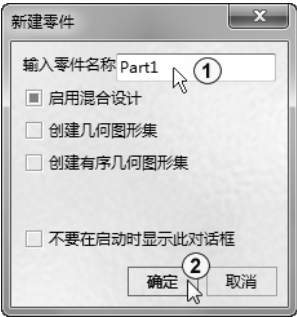


图 1-7 “新建零件”对话框

如果上述“新建零件”对话框出现，请跳过这步进行下一步操作；如果上述“新建零件”对话框不出现，则可将其调出。调出过程为选择菜单“工具”→“选项”命令，如图 1-8 中①②所示。系统弹出“选项”对话框，选择“零件文档”选项卡，如图 1-8 中③所示。选择“基础结构”→“零件基础结构”命令，如图 1-8 中④⑤所示。单击“显示‘新建零件’对话框”前的方框使其被选中，如图 1-8 中⑥⑦所示。单击“确定”按钮，如图 1-8 中⑧所示。

2. 建立圆柱模型的流程

选择“xy 平面”为草图设计的参考平面，如图 1-9 中①所示。单击“草图”按钮，如图 1-9 中②所示。进入草图模式，此时系统在特征树上增加了“草图.1”，所绘制的草图轮廓都放置在“草图.1”中。



图 1-8 调出显示“新建零件”对话框

“草图”按钮一般以竖条显示在屏幕的最右侧。如果用户在自己的屏幕中找不到，可以选择菜单“视图”→“工具栏”命令，如图 1-10 中①②所示。然后单击“草图编辑器”，使其被选中，如图 1-10 中③④所示。“草图”按钮便会在屏幕右侧出现，如图 1-10 中⑤所示。



图 1-9 选择参考平面，开始草图绘制



图 1-10 显示“草图编辑器”

在屏幕右侧单击“圆”按钮，系统弹出“草图工具”工具栏。移动光标，“草图工具”工具栏中水平(H)、垂直(V)和半径(R)文本框会显示与光标位置相对应的值。可以用鼠标选择工具栏中的所需字段并输入所需的值，并按〈Enter〉键确认，否则输入值会继续随光标的移动而改变。使用〈Tab〉键可以在文本框之间进行切换。

在“圆心：H：”文本框中输入 0，如图 1-11 中①所示，按〈Enter〉键。在“V：”文本框中输入 0，如图 1-11 中②所示，按〈Enter〉键。在“R：”文本框中输入 16，如图 1-11 中③所示，按〈Enter〉键。CATIA 默认的数据单位是 mm。



图 1-11 “草图工具”工具栏

如果用户在自己的屏幕中找不到“圆”按钮，可以选择菜单“视图”→“工具栏”→“轮廓”命令，使其被选中，使其显示。

如果不小心关掉或者隐藏了“草图工具”，可以选择菜单“视图”→“工具栏”→“草图工具”命令，使其被选中，使其显示。或者在工具栏图标上右击，如图 1-12 中①所示，在弹出的快捷菜单中选择“草图工具”命令，如图 1-12 中②所示，恢复显示，如图 1-12 中③④所示。

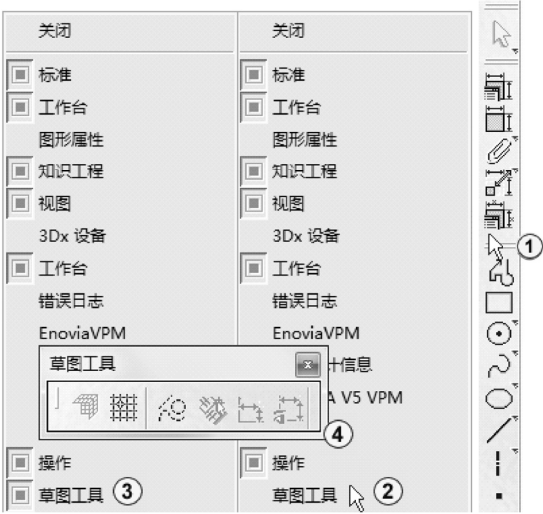


图 1-12 调出“草图工具”工具栏

单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，在工作区绘制出一个圆，圆心与原点“相合”（重合），如图 1-13 中①所示。单击屏幕左下方的灰色的“尺寸约束”按钮和灰色的“几何约束”按钮，使其关闭，如图 1-13 中②③所示。结果如图 1-13 中④所示。

单击“退出工作台”按钮，退出草图模式，如图 1-14 中①所示。单击屏幕右侧的“凸台”按钮，系统弹出“定义凸台”对话框，单击“类型”下拉列表框，在弹出的下拉列表中选择“尺寸”，在“长度”文本框中输入 30，单击“确定”按钮，如图 1-14 中②③所

示。结果生成圆柱实体。
按快捷键〈Ctrl+S〉保存圆柱模型为 Part1。

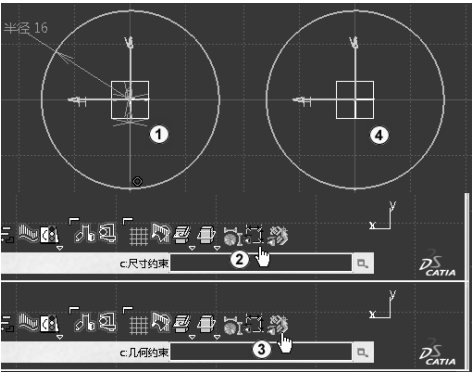


图 1-13 绘制圆草图



图 1-14 输入参数

如果找不到“退出工作台”按钮, 可在工具栏图标上任意位置右击, 在弹出的快捷菜单中选择“工作台”命令, 使之被选中, “工作台”前方出现, 使其显示, 如图 1-15 中①~③所示。

如果找不到“凸台”按钮, 可在工具栏图标上任意位置右击, 在弹出的快捷菜单中选择“基于草图的特征”命令, 使之被选中, “基于草图的特征”前方出现, 使其显示, 如图 1-15 中④~⑥所示。

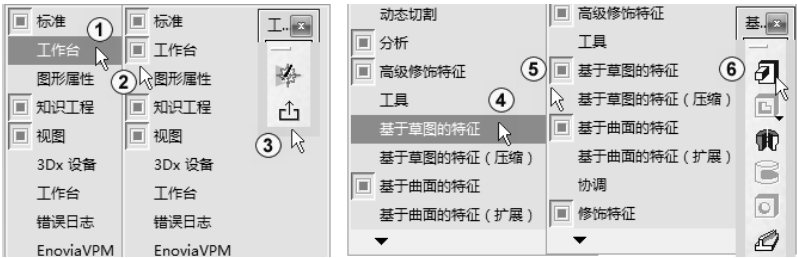


图 1-15 调出工具栏

1.1.3 视图操作

单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮 (如图 1-16 中①所示), 即可看到三维立体效果。

单击屏幕下方的“缩小”按钮 (如图 1-16 中②所示), 即可缩小圆柱。

单击屏幕下方的“放大”按钮 (如图 1-15 中③所示), 即可放大圆柱。

单击屏幕下方的“旋转”按钮 (如图 1-15 中④所示), 在工作区用鼠标选中圆柱后按住鼠标不放即可将圆柱旋转任意角度。

单击屏幕下方的“平移”按钮 (如图 1-16 中⑤所示), 在工作区用鼠标选中圆柱后按住鼠标不放即可将圆柱拖到所需要的位置。

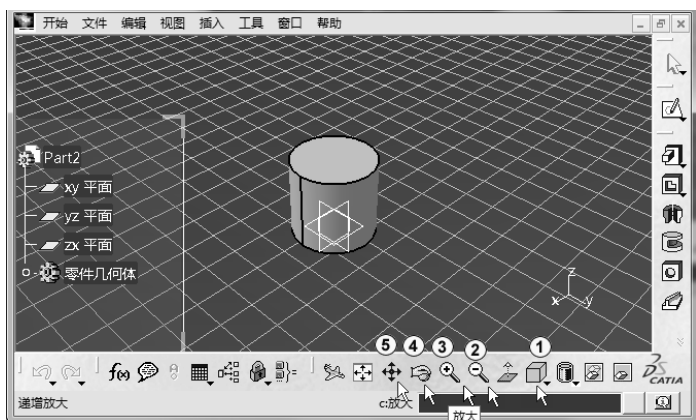


图 1-16 观察圆柱

1.2 CATIA V5 的常用操作

CATIA V5 的操作和 Windows 的操作类似，以鼠标操作为主，键盘操作为辅。熟练操作鼠标可提高工作效率。

1.2.1 鼠标的操作

可以用鼠标左键选择特定对象，可以在工作区直接选择，也可以在特征树上选择，所选中的部分会以橘红色高亮显示，并将其特性显示在屏幕左下角的状态栏中，用户可以对其进行具体的操作。

按键盘左上角〈Esc〉键（如果当前命令在执行中，退出当前命令）或在窗口空白处单击即可实现退出选择。

当用鼠标单击特征树树干（即竖直连接线）或窗口右下角坐标系图标时，如图 1-17 中①②所示，工作区对象会变暗（如图 1-17 中③所示），表示当前激活的对象为特征树，变暗的模型被锁定，不能对其进行任何操作；再次单击树干或坐标系图标即可恢复常态。

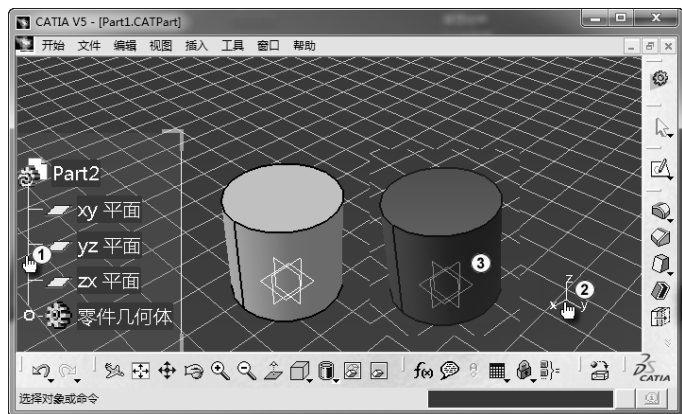


图 1-17 激活特征树

鼠标各操作键的功能如表 1-2 所示。

表 1-2 鼠标各操作键的功能

操 作	功 能
单击左键	选择对象、激活命令
按住左键+拖动	窗选对象
单击中键	以击中点为窗口中心快速平移模型
按住中键+拖动	平移模型，模型只是视觉上的移动，它和 3 个基准平面的位置关系并不发生改变
单击右键	显示上下文快捷菜单，在不同的工作台中会弹出不同的快捷菜单
按住中键+单击右键 (或左键)+拖动	缩放模型，前推鼠标则放大模型；后拖鼠标则缩小模型
按住中键+按住右键 (或左键)+拖动	旋转视模型，旋转中心始终在屏幕的中心，可以将指定位置移动到旋转中心上去，方法是用鼠标中键单击指定的位置即可
滚动中键	上下移动特征树
按住〈Ctrl〉键+滚动 中键	缩放特征树
指向树干按住左键+ 拖动	平移特征树
双击左键	在特征树中的某个对象上双击，可以对其重新编辑；在某个命令按钮上双击，可以重复执行该命令；在草图绘制过程中双击，可以结束草图中的曲线和非封闭的连续折线的绘制状态并退出 如果特征树上已经存在绘制好的草图，则可以在特征树的该草图名称上双击，或在图形显示窗口的草图元素上双击，均能直接进入该草图的设计工作台，编辑或修改该草图

1.2.2 物体的选择

在绘图工作中经常会遇到物体的选择问题，进行物体选择的步骤如下。

- 1) 一般情况下选择物体都可以直接用鼠标单击，或是单击左侧特征树中对应的名称，被选择的物体便会高亮显示。
- 2) CATIA V5 中如果要对一个物体进行操作，可以有两种选择顺序：一种是先选中要进行操作的物体，再单击功能按钮进行操作；另一种是先单击功能按钮，再选择要进行操作的物体。
- 3) CATIA V5 中有“选择”工具栏，如。该图标右下角有一个黑色的倒三角形，代表该图标里面还隐藏有其他子功能，单击黑倒三角形，便会出现如图 1-18 所示的工具栏。接着把鼠标指针移到想要的图标上，便可选取此图标；也可以用鼠标左键抓住图 1-18 左边的竖线移动条把此工具栏独立出来，放在自己喜好的位置。



图 1-18 “选择”工具栏

“选择”工具栏功能如表 1-3 所示。

表 1-3 “选择”工具栏的功能

操 作	功 能
选择 	直接用鼠标左键单击想要选取的物体，这是系统默认选项。如果想要一次选取多个物体，只需在选取物体时按住〈Ctrl〉键即可
几何图形上方的选择框 	可以在特定物体上（非空白处）使用鼠标左键绘制出矩形框，全部位于矩形选择框内的物体才会被选中，部分位于选择框内的物体不会被选中。空白处用于其他选择封闭模式
矩形选择框 	直接按住鼠标左键框选多个物体，只有全部位于选择框内的物体才会被选中，部分位于选择框内物体不会被选中
相交矩形选择框 	直接用鼠标左键选取多个物体，只要物体的任何一点位于选择框内，此物体就会被选中
多边形选择框 	用鼠标左键在绘图区中绘制多边形来选取物体，在绘制多边形时双击鼠标左键结束，只有全部位于多边形内的物体才会被选中，部分位于多边形内的物体不会被选中
手绘选择框 	用鼠标左键在想要选取的物体上画出简单的描绘线就可以选中该物体，任何通过描绘线的物体都会被选中
矩形选择框之外 	使用鼠标左键绘制出矩形框来选中物体，全部位于矩形选择框以外的物体会被选中
相交矩形选择框之外 	使用鼠标左键绘制出矩形框来选中物体，与矩形框相交的和位于矩形框之外的物体会被选中

1.3 模型显示

CATIA V5 中合适的方式显示几何模型是展开工作的重要环节。因此掌握和控制模型的显示方式是重要的操作任务。

1.3.1 隐藏平面

在特征树中单击“xy 平面”后再右击，系统弹出快捷菜单，选择“隐藏/显示”命令，如图 1-19 中①②所示，即可在工作区中隐藏“xy 平面”。同样地分别选择“yz 平面”和“zx 平面”，将其隐藏，结果如图 1-19 中③所示。再次重复上述过程，可以将隐藏的平面显示出来。

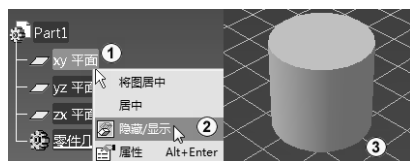


图 1-19 隐藏平面

1.3.2 给模型赋材料

用鼠标左键选择圆柱后单击屏幕下方的“应用材料”按钮（如图 1-20 中①②所示）。系统弹出“打开”对话框，单击“确定”按钮，如图 1-20 中③所示。



图 1-20 打开材料库

系统弹出“库”对话框，选择“Stone”选项卡，选择“DS star”材质，如图 1-21 中①②所示)。单击“确定”按钮，如图 1-21 中③所示。



图 1-21 选择材料

1.3.3 显示类型

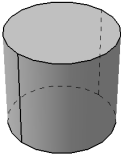
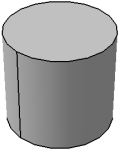
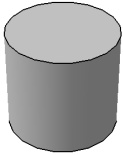
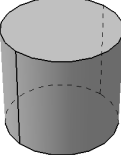
选择菜单“视图”→“渲染样式”命令（如图 1-22 中①②所示），弹出如图 1-22 中③所示的菜单，可见 CATIA V5 提供了几种不同的显示方法。或者单击屏幕右下方的“着色”右下角的倒三角形，如图 1-22 中④所示也可展开显示方式。分别选择这些显示类型即可看到不同的显示类型对应不同的显示效果，如表 1-4 所示。选择菜单中的“视图”命令后选择相应的命令，也可实现同样的功能。



图 1-22 显示类型

模型的显示方式和显示效果如表 1-4 所示。

表 1-4 模型的显示方式和显示效果

显示方式	显示效果	显示方式	显示效果
着色 (SHD) 		含边线和隐藏边线着色 	
含边线着色 		含材料着色 	
带边着色但不光顺边线 		线框 (NHR) 	

1.4 文件管理

在 CATIA V5 中，文件操作主要体现在“文件”菜单中。“文件”菜单中主要包含的子菜单有：“新建”（即建立一个新文件）、“打开”（即打开已有的文件）、“关闭”（即关闭正打开的文件）、“保存”（即保存正打开的文件）、“另存为”（即将现有的文件另存为其他名称）、“全部保存”（即将打开的所有文件全部保存）、“保存管理”（即文件管理）“打印”“打印机设置”“发送至”文档属性（即文件属性）、“退出”。

1.4.1 保存文件

选择菜单“文件”→“保存”命令，或者按快捷键〈Ctrl+S〉，如图 1-23 中①②所示。第一次对文件进行保存时，在工作区会弹出“另存为”对话框，可以在左侧选择文件要保存的路径，如图 1-23 中③所示。系统默认“保存类型(T)”为*.CATPart。如果想要保存为其他格式，可以从下拉菜单中选择文件的类型，如图 1-23 中④⑤所示。在“文件名”文本框中输入文件名，如图 1-23 中⑥所示。单击“保存”按钮（如图 1-23 中⑦所示）即可保存此文件。

CATIA V5 文件命名有如下规则：①可以使用 26 个英文字母 A~Z 的大/小写。②可以使用阿拉伯数字 0~9。③可以使用符号，但不能使用大于号(>)、小于号(<)、星号(*)、冒号(:)、引号(“)、问号(?)、正斜线(/)、反斜线(\)和竖线(|)等符号。④不能使用中文文件名，否则会出现错误。最好使用英文、汉语拼音或图号等命名。

如果所保存的文件为产品结构，系统会提示使用“全部保存”命令保存。

选择菜单“文件”→“全部保存”命令，如果打开多个已经存在的文件并对这些文件进行过编辑，会弹出的“全部保存”对话框，提示用户是否对此文件进行保存，单击“确定”

按钮，如图 1-24 中①所示。系统会弹出对话框，选择要保存的文件，如图 1-24 中②所示。单击“另存为”按钮，如图 1-24 中③所示。在弹出的“另存为”对话框中输入文件名单击“保存”按钮即可保存该文件。



图 1-23 “另存为”对话框



图 1-24 “全部保存”对话框

选择菜单“文件”→“保存管理”命令，会弹出“保存管理”对话框，可以对多个编辑过的文件进行另存为操作。空白处显示没有保存过的文件的状态、名字和路径，选择要进行保存的文件，单击“另存为”按钮（如图 1-25 中①②所示），系统会弹出“另存为”对话框，输入想要的路径和文件名，单击“保存”按钮可保存为一个新的文件。

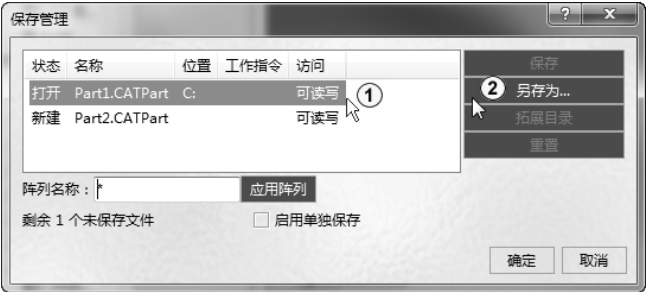


图 1-25 “保存管理”对话框

1.4.2 打开文件

选择菜单“文件”→“打开”命令，或者按快捷键〈Ctrl+O〉，如图 1-26 中①②所示。在工作区会弹出“选择文件”对话框。双击想要打开的文件或选中要打开的文件，再单击“打开”按钮，如图 1-26 中③④所示。可打开一个已经存在的文件，并可以对此文件进行编辑。

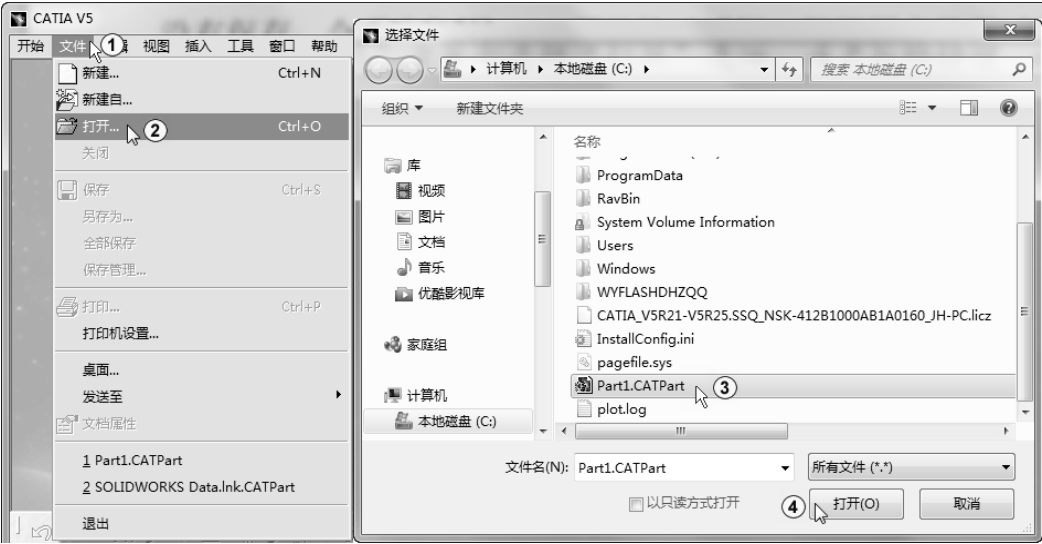


图 1-26 打开文件

选择“zx 平面”为草图设计的参考平面，单击“草图”按钮，进入草图模式，生成“草图.2”。单击屏幕最下方的“全部适应”按钮.

单击屏幕右侧“矩形”按钮，如图 1-27 中①所示。在工作区适当位置单击确定矩形左下角一点，移动鼠标到适当位置单击确定矩形右下角一点，如图 1-27 中②③所示。双击“约束”按钮，如图 1-27 中④所示。按住〈Ctrl〉键，选择箭头所指的水平坐标和 1 条水平直线，如图 1-27 中⑤⑥所示。松开鼠标，向右移动适当距离单击，完成尺寸 20 的标注，如图 1-27 中⑦所示。双击尺寸 20，系统弹出“约束定义”对话框，在“值”文本框内输入 15，如图 1-27 中⑧所示。单击“确定”按钮，如图 1-27 中⑨所示。

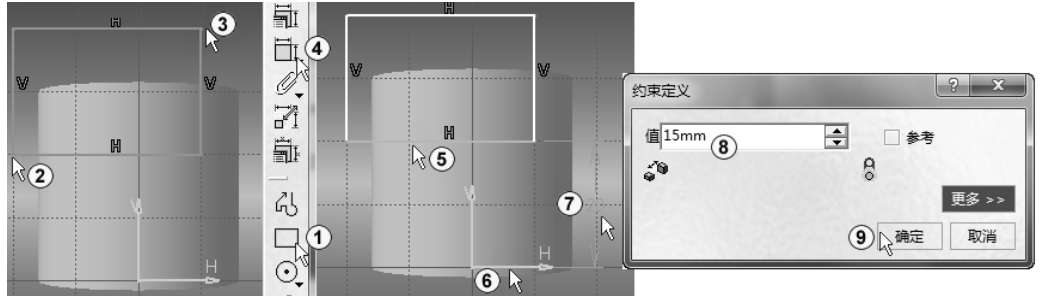


图 1-27 绘制矩形 1

按住〈Ctrl〉键，选择箭头所指的竖直坐标和一条竖直直线，如图 1-28 中①②所示。松开鼠标，向下移动到适当距离单击，完成尺寸 10 的标注，如图 1-28 中③所示。双击尺寸 10，系统弹出“约束定义”对话框，在“值”文本框内输入 5，如图 1-28 中④所示。单击“确定”按钮，如图 1-28 中⑤所示。

单击“退出工作台”按钮，离开草图模式。单击屏幕右侧的“凹槽”按钮，如图 1-29 中①所示。系统弹出“定义凹槽”对话框，在“深度”文本框中用默认的数值 30，选中“镜像范围”复选框，如图 1-29 中②所示。单击“确定”按钮，单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮后即可看到三维效果，如图 1-29 中③④所示。

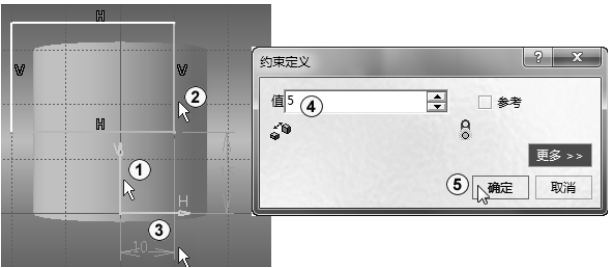


图 1-28 绘制矩形 2

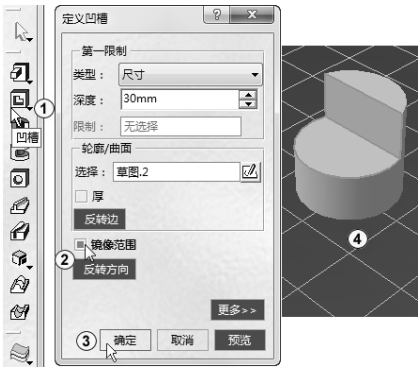


图 1-29 输入参数

选择菜单“文件”→“另存为”命令（如图 1-30 中①②所示），系统弹出“另存为”对话框，输入想要的路径（C:）和文件名（Part2），单击“保存”按钮可保存为一个新的文件。“保存”和“另存为”的区别在于“保存”是保存此文件，“另存为”是把此文件复制一个进行保存，原文件还是存在的。

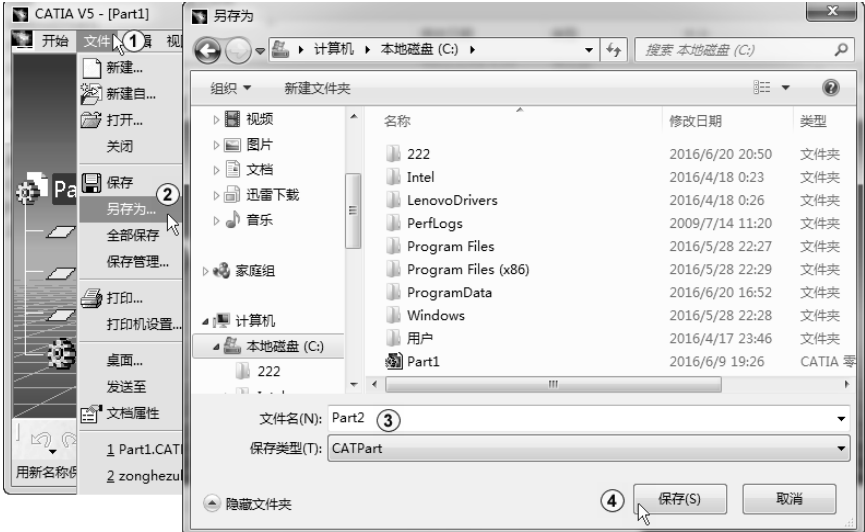


图 1-30 另存文件

1.4.3 关闭文件和退出 CATIA V5

1. 关闭文件

选择菜单“文件”→“关闭”命令，如图 1-31 中①②所示。可以关闭当前活动状态下的文件。如果没有对此文件进行过任何编辑或已经保存了此文件，可以直接关闭文件；如果对此文件进行过编辑但没有保存，会弹出如图 1-31 所示的“关闭”对话框，提醒用户是否对此文件进行保存，单击“是”按钮。



图 1-31 关闭文件

2. 退出 CATIA V5

退出 CATIA V5 主要有以下几种方式。

- 1) 选择主菜单中的“开始”→“退出”命令，如图 1-32 中①②所示。
- 2) 选择主菜单中的“文件”→“退出”命令，如图 1-32 中③④所示。
- 3) 单击 CATIA V5 系统右上角的“关闭”按钮（窗口右上角符号），如图 1-32 中⑤所示），如果没有对打开的文件进行任何操作即可退出系统。如果对打开的文件进行了操作而没有对文件进行保存，系统会弹出“退出”对话框，单击“是”按钮，如图 1-32 中⑥所示，选择要保存文件的路径，单击“保存”按钮即可对该文件进行保存并退出 CATIA V5；单击“否”按钮即不对该文件进行保存并退出系统；单击“取消”按钮，即取消该操作并回到绘图工作环境。

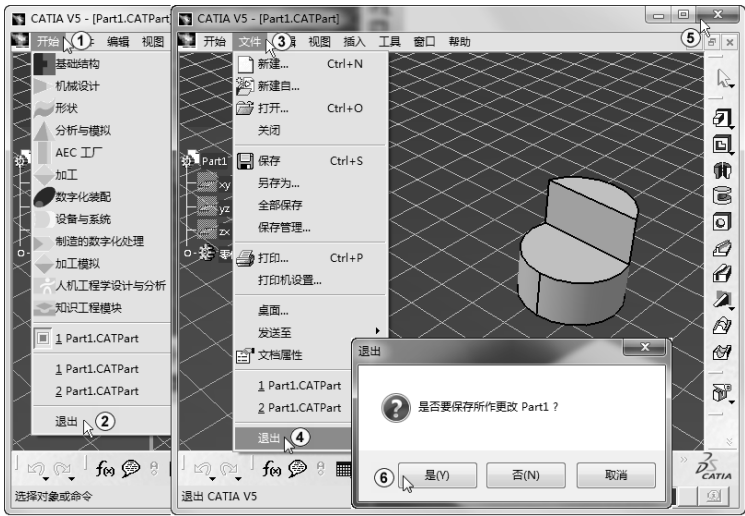


图 1-32 退出 CATIA V5

1.5 思考与练习

一、选择题

- 1. 如何用鼠标上下移动实现模型的缩放（ ）。
A. 按住中键+单击右键 B. 按住中键+按住右键
C. 按住左键 D. 按住中键
- 2. 按住鼠标中键，移动鼠标，改变了图形对象的（ ）。
A. 实际位置 B. 显示位置 C. 实际大小 D. 显示比例
- 3. 同时按住鼠标中键和左键，移动鼠标，改变了图形对象的（ ）。
A. 实际位置 B. 观察方向 C. 实际大小 D. 显示比例
- 4. CATIA 系统中，选中对象或特征，右键快捷菜单可以调出“属性”对话框。以下哪
项不属于“属性”对话框修改的内容（ ）。
A. 对象颜色 B. 特征名称 C. 对象线型 D. 对象材料属性
- 5. 按钮的作用是（ ）。
A. 让模型整体居中显示 B. 平移模型
C. 旋转模型 D. 缩放模型
- 6. CATIA V5 窗口中打开多个文档时，以下哪种不是切换文档窗口的方法（ ）。
A. 按快捷键〈Ctrl + Tab〉
B. 按快捷键〈Alt + Tab〉
C. 在“开始”菜单中选择不同文档切换
D. 在“窗口”菜单中选择不同文档切换
- 7. 按钮的作用是（ ）。
A. 让模型整体居中显示 B. 平移模型
C. 旋转模型 D. 缩放模型

二、建模题

- 1. 启动 CATIA V5，熟悉系统操作界面及各部分的功能，建立装配章节中“低速滑轮装
置”要用到的垫圈 A10 模型（GB/T 97.1—2002），如图 1-33 所示。

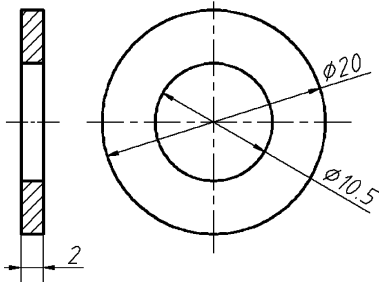


图 1-33 垫圈 A10 模型

- 2. 按尺寸建立如图 1-34 所示的模型。

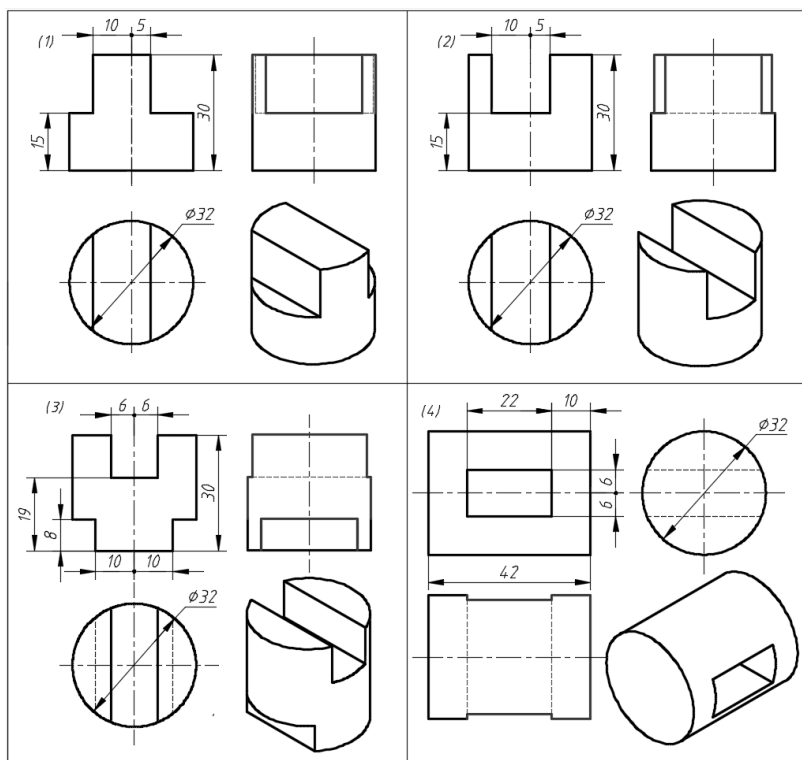


图 1-34 圆柱截交模型

三、操作题

1. 单击“等轴测视图”按钮，“缩小”按钮，“放大”按钮，“旋转”按钮，“平移”按钮和“显示样式”中的各个按钮，体会每个按钮的含义。
2. 对照表 1-2，练习鼠标和各项功能。
3. 保存、打开、关闭所建立的模型。

第2章 草图

草图是由点、直线、圆弧等基本几何元素构成的封闭的或不封闭的几何形状。草图中包括形状、几何关系和尺寸标注三方面的信息。绘制草图的过程基本上是先生成基本草图，然后对草图进行修饰与变换，最后对草图进行尺寸等约束限制。

草图设计的目的，就是创建特征操作所依赖的草图轮廓线。所谓的草图轮廓线，就是一个二维曲线的集合，是整个设计的最初概念。草图轮廓线是在草图设计工作台中创建的，并在该平台中用约束来限制草图元素的位置和尺寸，然后以这些二维轮廓线为基础，在三维状态下进行曲线、曲面或规则实体的创建。

在 CATIA V5 中，草图是三维设计的基础，必须熟练掌握。掌握了二维草图的绘制技能，在三维实体造型中将会得心应手，甚至可以达到事半功倍的效果。同时，草图绘制速度的快慢、草图绘制质量的好坏，都关系到整个建模工作的效率和质量。

本章的主要内容是：CATIA V5 的草图自由度、草图绘制、草图编辑、草图元素的约束、草图检查分析等。

本章的重点是：草图的编辑和约束。

本章的难点是：草图元素的约束。

2.1 绘制草图的基本知识

在介绍具体的草图绘制方法之前，先对草图绘制的基本概念进行必要的说明，对草图绘制中要用到的专门术语进行解释。这样有利于读者领会，加快掌握草图绘制知识。

2.1.1 草图的自由度

在机械类产品中，基本构架支撑运动部件，运动部件完成产品功能。运动和固定的主要知识基础是约束度和自由度。约束度与自由度是相对的概念。一个物体的约束度与自由度之和等于 6。完全自由的空间物体有 6 个方向的自由度，即沿 3 个坐标方向的移动自由度和围绕 3 个坐标轴的旋转自由度。

通常在平面上可绘制直线、矩形、圆弧等（可将这些对象称为草图实体）。平面上的草图实体只有 3 个自由度，即沿着 X 轴和 Y 轴的移动及图形可变的大小。图形具有的自由度与对图形所附加的控制条件有关。添加了控制条件的图形自由度会减少。通常在参数化软件中用以限制图形自由度的方法是标注尺寸和添加几何约束。

1. 点的自由度

点包括平面上任意的草图点、线段端点、圆心点或图形的控制点等。坐标原点（3 个坐标平面的共有点）是系统默认的固定点，如图 2-1 中①所示。其他没有任何限制的点可以沿水平方向和垂直方向任意移动，如图 2-1 中②所示。若要限制点的移动，可以添加水平约束

或标注垂直方向的尺寸（点只能沿水平方向移动），如图 2-1 中③④所示；若同时标注垂直和水平方向的尺寸，则点被固定，自由度为 0，如图 2-1 中⑤所示。

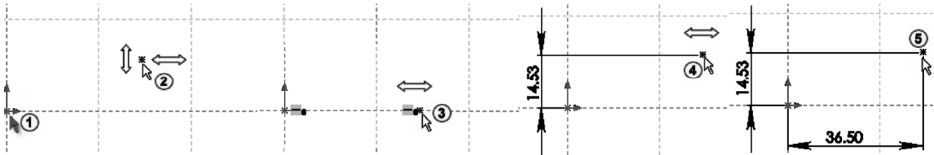


图 2-1 点的自由度

2. 直线的自由度

没有任何限制的直线可以沿水平方向和垂直方向任意移动、旋转及沿长度方向伸缩，如图 2-2 中①所示。固定一个端点后，直线只能旋转和伸缩，如图 2-2 中②所示。若给定角度，直线只能伸缩，如图 2-2 中③所示；若给定长度，直线只能旋转，如图 2-2 中④所示；若给定长度和角度，直线被完全固定，自由度为 0，如图 2-2 中⑤所示。若固定两端点，直线被完全固定，如图 2-2 中⑥所示。

3. 圆的自由度

没有任何限制的直线可以沿水平方向和垂直方向任意移动，也可以任意调整圆的大小，如图 2-3 中①所示。添加直径后，圆只能任意移动圆心，如图 2-3 中②所示。再固定圆心后，圆被完全固定，如图 2-3 中③所示。

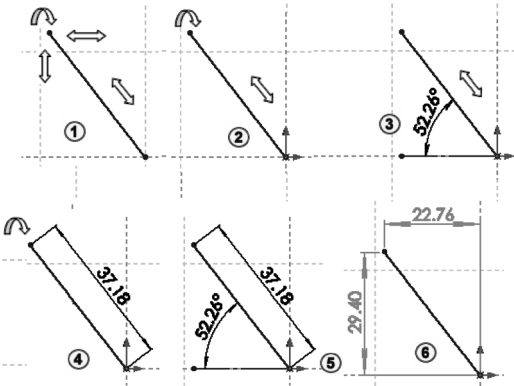


图 2-2 直线的自由度

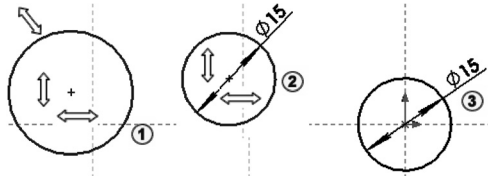


图 2-3 圆的自由度

传统的参数化造型中的草图必须是完全定义的，即草图实体的平面位置和角度都必须完全确定。变量化技术解决了完全定义草图的难题。当然变量化技术并不是帮助人们自动地为草图添加尺寸和几何约束，而是将没有明确定义的草图尺寸当作变量存储起来，暂时以当前的绘制尺寸赋值，这样不影响利用草图生成特征，以及其后的装配工作。

利用变量化设计可以有效地提高几何建模的速度，方便易用。绘制草图时，尽量将草图中的某点与固定不动的坐标原点重合，尽量将草图完全定义，以避免在后续的编辑操作中产生无法预知的结果或操作失败。

2.1.2 工作区背景颜色设置

启动 CATIA V5，选择菜单“文件”→“新建”命令，或者按快捷键 <Ctrl+N>，如图 2-4

中①②所示。系统弹出“新建”对话框，在“类型列表”中选择“Part”，单击“确定”按钮，如图 2-4 中③④所示。系统又弹出“新建零件”对话框，采用默认的零件名称“Part1”，单击“确定”按钮，如图 2-4 中⑤⑥所示，即可新建一个新的文件。

此时并没有直接进入草图工作台，而是进入到“Part1”（零件）设计工作台。



图 2-4 “新建”对话框

选择菜单“工具”→“选项”命令，如图 2-5 中①②所示。系统弹出“选项”对话框，在“常规”中选择“显示”选项，单击“可视化”选项卡，如图 2-5 中③④所示。在“背景”下拉列表中选择“白色”，同时取消选中“渐变颜色背景”复选框，如图 2-5 中⑤⑥所示，使 CATIA V5 工作界面为单一的颜色背景。单击“确定”按钮使用设置的颜色。



图 2-5 设置背景颜色

选择菜单“工具”→“选项”命令，系统弹出“选项”对话框，在“机械设计”中选择“草图编辑器”选项，如图 2-6 中①②所示。在“颜色”中选择“元素的默认颜色”为“黑色”，如图 2-6 中③所示。单击“确定”按钮使用设置的颜色，如图 2-6 中④所示。



图 2-6 设置元素的默认颜色

选择菜单“插入”→“草图编辑器”→“草图”命令，如图 2-7 中①～③所示。再选择“zx 平面”，如图 2-7 中④所示，进入草图工作台。



图 2-7 进入草图工作台

2.1.3 草图平面和草图工具栏

1. 草图平面

草图绘制的一般流程是：首先要进入草图工作台，然后选择一个绘图命令，再在工作区拾取点，开始草图的创建。基本完成草图绘制后，对草图进行修改或标注尺寸或添加几何约束。

草图平面通常有 3 种，具体如下。

- 1) 特征树中的 xy 平面、yz 平面、zx 平面。
- 2) 已有实体上的一个平面。
- 3) 由用户根据建模需要自己创建的平面。

2. 草图工具栏

草图工具栏中的“构造/标准元素”按钮默认状态是激活的（呈彩色），表示所绘制的草图是标准元素，表现为实线。按下“构造/标准元素”按钮，使其按钮显示为灰色，表示所绘制的草图是构造元素，表现为虚线。构造元素只是作为参考用的元素，不参与后期的实体建模，但创建方法与标准元素相同。

选择已经生成的标准元素后，再单击此按钮可以将它转换为构造元素；反之也可以将构造元素转换为标准元素。

“草图工具”工具栏中的“点对齐”按钮被激活时（表现为高亮显示），用鼠标选择或创建的点只能是网格节点。

智能拾取捕捉功能可以在使用大多数草绘命令时，准确地选择一些特殊点，诸如圆心、线段端点、最近点等，便捷地完成草图绘制。如果不需要该功能，可按住〈Shift〉键使其失效。

2.1.4 草图对象的选择和删除草图实体

1. 草图对象的选择

当鼠标指针接近被选择的对象时，该选择对象改变颜色，说明鼠标已拾取到对象，这种功能称为选择预览。此时单击就可以选中对象，选中对象后对象会变为另一种颜色，说明此对象已被选中。

选择多个操作对象时，可以采用以下两种方法。

- 1) 按住〈Ctrl〉键不放，依次选择多个草图实体。
- 2) 按住鼠标左键不放，拖曳出一个矩形，矩形所包围的草图实体都将被选中。

第一种方法的可控性较强，而第二种方法更为快捷。若要取消已经选择的对象，使其恢复到未选择状态，同样可以在按住〈Ctrl〉键的同时再次选择要取消的对象即可。

 注意：框选选择对象时，根据鼠标指针的拖动方向可分为两种情况。

- 1) 由左向右拖动鼠标框选草图实体，框选框显示为实线，框选的草图实体只有完全被框选住才能被选中，如图 2-8 中①～③所示。
- 2) 由右向左拖动鼠标框选草图实体，框选框显示为虚线，只要草图实体有部分在框选内，该草图实体即被选中，如图 2-8 中④～⑦所示。

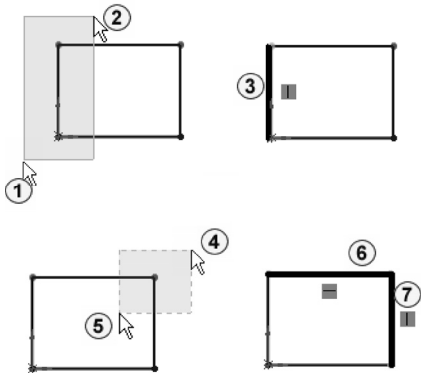


图 2-8 不同框选方向的不同结果

2. 删除草图实体的 3 种方法

1) 鼠标右键选取草图元素，从弹出的快捷菜单中选择“删除”命令，如图 2-9 中①②所示。结果如图 2-9 中③所示。

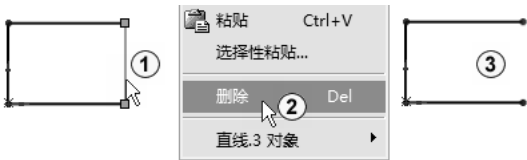


图 2-9 从快捷菜单中删除草图实体

2) 选取实体，按〈Delete〉键，可直接删除。

3) 单击“重新限定”工具栏中的“快速修剪”按钮，在“草图工具”工具栏中选择修剪的方式。表示选择的部位将被裁剪掉；表示选择部位被保留；表示只是打开，而不修剪。

2.2 预定义的轮廓

单击屏幕最右侧“轮廓”工具栏中的“矩形”按钮右下角的倒三角形，如图 2-10 中①所示。可以展开预定义的轮廓，如图 2-10 中②所示。其中有 9 个轮廓命令按钮：分别是“矩形”“斜置矩形”“平行四边形”“延长孔”“圆柱形延长孔”“钥匙孔”“多边形”“居中矩形”“居中平行四边形”，可用其快速完成各种特殊形状的图形的绘制。预定义轮廓仅仅是为了作图方便，实际上，上述的所有功能都可以用“轮廓”工具栏中的命令完成。

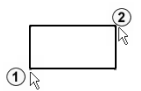
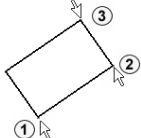


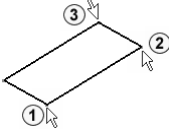
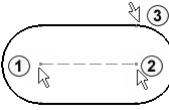
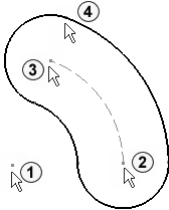
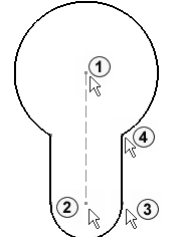
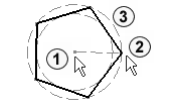
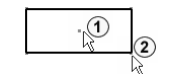
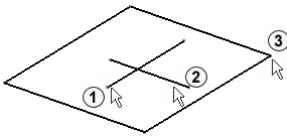
图 2-10 调出预定义的轮廓

预定义轮廓首先要确定一点，此点可以通过鼠标定位也可以根据“草图工具”工具栏中文本框的提示输入相应的值来定位。例如单击“矩形”按钮，确定第一个点后，在“草图工具”工具栏的文本框中输入矩形的“宽度”和“高度”。长度可正可负，正值表示沿着坐标轴正向，负值表示沿坐标轴负向。

预定义的轮廓用法如表 2-1 所示。

表 2-1 预定义的轮廓用法

按 钮	功 能	操 作 步 骤	绘 制 方 法
 矩形	绘制与坐标轴平行的矩形		单击“矩形”按钮  ，在工作区单击两点作为矩形的两个对角点
 斜置矩形	一个边与横轴成任意角度的矩形		单击“斜置矩形”按钮  ，在工作区单击 3 点作为矩形的 3 个点

按钮	功能	操作步骤	绘制方法
 平行四边形	绘制任意放置的平行四边形		单击“平行四边形”按钮  ，在工作区单击3点作为矩形的3个角点
 延长孔	绘制延长孔		单击“延长孔”按钮  ，在工作区单击以确定中心轴线的两个端点和孔上的一点
 圆柱形延长孔	绘制圆柱形延长孔		单击“圆柱形延长孔”按钮  ，先在工作区单击确定圆弧中心线的圆心位置，然后移动鼠标单击确定圆弧中心线的起点，再移动鼠标单击确定圆弧中心线的终点，最后移动鼠标单击确定长孔上的一点
 钥匙孔	绘制钥匙孔形状		单击“钥匙孔轮廓”按钮  ，先工作区单击确定较大一端的中心的位置，然后移动鼠标单击确定较小一端的中心位置，再移动鼠标单击确定较小一端的大小，最后移动鼠标单击确定较大一端的大小
 多边形	绘制多边形		单击“多边形”按钮  ，先在工作区单击确定多边形的中心，然后移动鼠标单击确定外接圆或内接圆的半径，最后移动鼠标确定多边形的边数
 居中矩形	以矩形的中心点定位的方式绘制矩形		单击“居中矩形”按钮  ，在工作区单击确定矩形的中心，移动鼠标单击确定矩形的一个角点
 居中平行四边形	以中心点定位的方式绘制平行四边形		单击“居中平行四边”按钮  ，先选择第一条居中的线，再选择第二条居中的线，最后移动鼠标单击确定矩形的一个角点

选择菜单“文件”→“新建”命令，系统弹出“新建”对话框，在“类型列表”中选择“Part”，单击“确定”按钮，系统又弹出“新建零件”对话框，采用默认的零件名称“Part1”，单击“确定”按钮，即可新建一个新的文件。

从特征树中选择“zx 平面”，单击“草图”按钮，进入草图绘制模式。单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，单击“矩形”按钮，如图 2-11 中①所示。在工作区中捕捉到原点（出现符号时按时鼠标左键），如图 2-11 中②所示。然后移动鼠标到适当的位置后单击，绘制出矩形，如图 2-11 中③所示。为了避免尺寸过大或者过小或者欠约束等而导致移动时图形变形得太严重，初学者最好先标注尺寸。

单击“约束”按钮，如图 2-11 中④所示。先选中矩形的一条水平线，如图 2-11 中⑤

所示。然后移动鼠标，出现尺寸约束，移动到合适位置单击，完成尺寸约束标注，双击尺寸，系统弹出“约束定义”对话框，在“值”文本框内输入 41，如图 2-11 中⑥所示，单击“确定”按钮，结果如图 2-11 中⑦⑧所示。用同样的方法标注矩形边的长度，如图 2-11 中⑨所示。

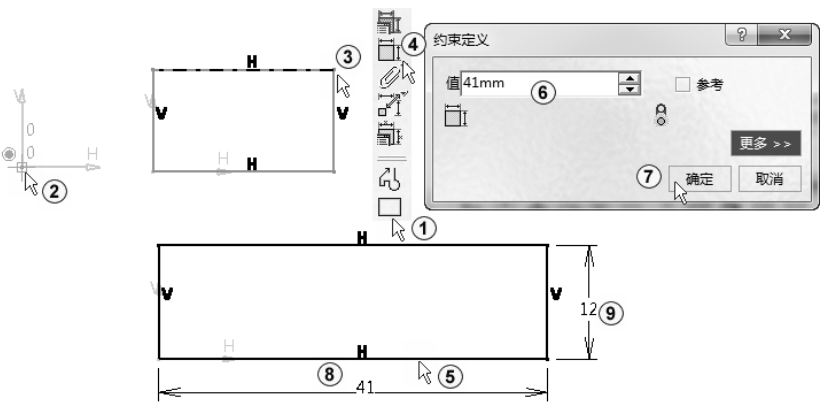


图 2-11 绘制矩形

2.3 轮廓曲线

草图绘制中的“轮廓”工具栏汇集了轮廓、矩形、圆、样条曲线、椭圆、直线、轴和点等绘图命令。其中第一项“轮廓”按钮（如图 2-12 中①所示），可以绘制由直线和圆弧等线段组成的连续折线。它有 3 个子命令，分别是“直线”、“相切弧”、“三点弧”（如图 2-12 中②~④所示）。系统默认按钮是“直线”（高亮显示），可以用鼠标单击相应的图标进行切换。

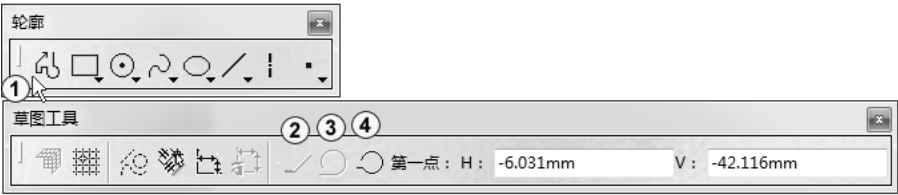


图 2-12 “轮廓”工具栏

所绘制的连续折线构成封闭图形时，系统会自动结束绘制状态。如果所绘制的连续折线没有封闭时想退出绘制状态，有 3 种方法：①单击“轮廓”按钮；②在连续折线的最后一点双击鼠标左键；③按键盘上的〈Esc〉键。

单击“轮廓”按钮，如图 2-13 中①所示。系统弹出“草图工具”工具栏并自动选中了绘制直线按钮，在工作区中捕捉到点（出现符号）时按时鼠标左键，如图 2-13 中②所示。然后移动鼠标到适当的位置后单击，如图 2-13 中③~⑧所示（注意最后一点要出现符号时才单击鼠标以确保其在水平直线上），按〈Esc〉键结束绘制状态。

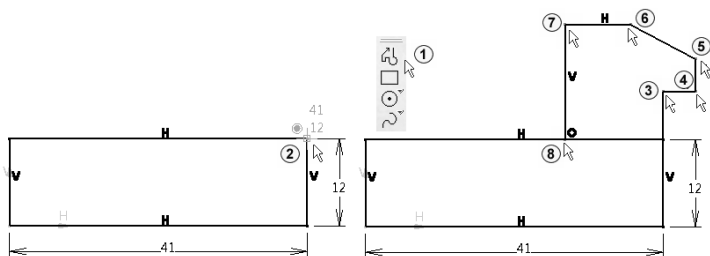


图 2-13 绘制直线

2.4 重新限定

重新限定是指对图形进行修剪、分段、快速修剪、封闭及互补等操作。单击“操作”工具栏中右下角的倒三角形，如图 2-14 中①所示。把该图标展开为“重新限定”工具栏，如图 2-14 中②所示。



图 2-14 “重新限定”工具栏

1. 修剪

修剪的功能是对两条曲线进行修剪。如果是缩短的，适用于任何曲线；如果是伸长，则只适用于直线、圆弧、圆锥曲线。其操作步骤如下。

- 1) 单击“重新限定”工具栏中的“修剪”按钮，开始进行修剪操作。
- 2) 在“草图工具”工具栏中选择修剪方式。表示修剪所有元素，表示只修剪第一个元素。

3) 依次选择两条曲线。剪的位置与鼠标单击的位置有关系。在选取曲线时需单击要保留的部分。

4) 该功能也可以用于延长曲线。但只适用于直线、圆弧、圆锥曲线，且这些曲线之间必须存在虚拟交点。

2. 分段

“分段”命令是利用几何元素把曲线分段，工具元素可以是点、圆弧、直线、圆锥曲线、样条线，目标曲线可以是任何曲线。其操作步骤如下。

- 1) 单击“重新限定”工具栏中的“分段”按钮，开始分段操作。
- 2) 选择要进行分段的元素。
- 3) 选择工具元素，可以是点及曲线。如果选择的点不在要进行分段的曲线上，则先把点投影到曲线上，曲线在投影点处被分段。

3. 快速修剪

快速修剪时系统会自动探测边界，用户只需选择被剪裁的曲线即可。被修剪的曲线可以是直线、圆（弧）、圆锥曲线、样条线等，但不能是复合曲线。其操作步骤如下。

- 1) 单击“重新限定”工具栏中的“快速修剪”按钮，开始操作。
- 2) 在“草图工具”工具栏中选择修剪的方式。表示选择的部位将被裁剪掉；表示选择部位被保留；表示只是打开，而不修剪。

3) 选择需要修剪的曲线。

4. 关闭

“关闭”命令是把不封闭的圆弧及椭圆弧转换为封闭的圆及椭圆。其操作步骤如下。

1) 单击“重新限定”工具栏中的“关闭”按钮，开始操作。

2) 选择需要封闭的圆弧或者椭圆弧。

5. 互补

“互补”命令是把圆弧或者椭圆弧转换为其互补的部分。其操作步骤如下。

1) 单击“重新限定”工具栏中的“互补”按钮，开始操作。

2) 选择需要进行操作的圆弧或者椭圆弧。

单击“快速修剪”按钮，如图 2-15 中①所示。移动鼠标到不需要的线上单击（如图 2-15 中②所示），将其剪掉。单击“约束”按钮，标注尺寸（注意请一定要先标注小尺寸，可避免图形变形得太大），结果如图 2-15 中③所示。

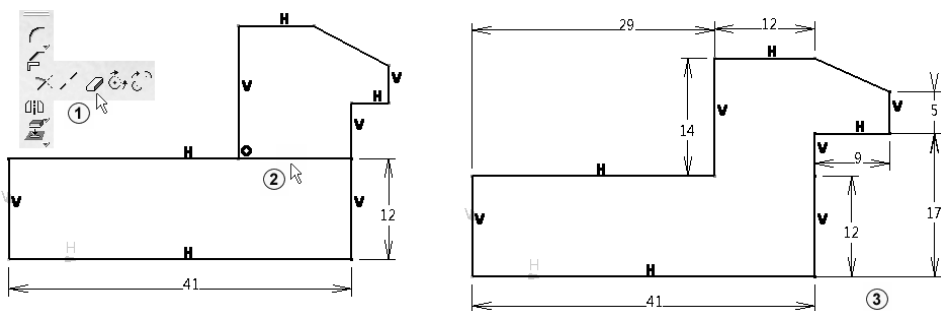


图 2-15 标注尺寸

单击“退出工作台”按钮，离开草图模式。单击屏幕右侧的“凸台”按钮，系统弹出“定义凸台”对话框，单击“类型”下拉列表框，在弹出的下拉菜单中选择“尺寸”，在“长度”文本框中输入数值 15.5，选中“镜像范围”复选框，其他采用默认设置，单击“确定”按钮完成凸台操作，如图 2-16 中①~③所示。单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮，结果如图 2-16 中④所示。

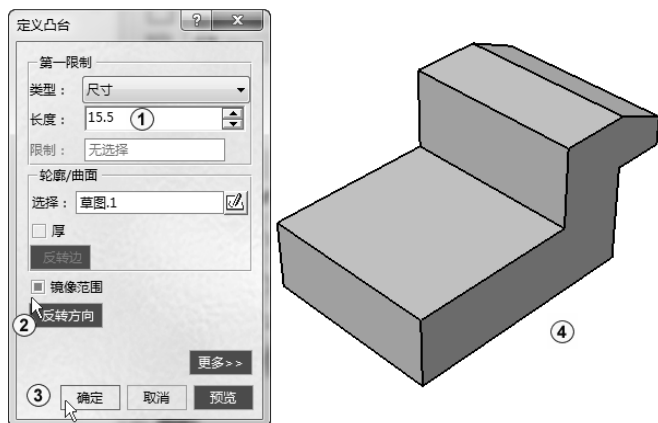


图 2-16 对称拉伸模型

选择菜单“文件”→“另存为”命令，系统弹出“另存为”对话框，选择保存的盘符，在“文件名”中采用系统默认的文件名 Part1，单击“保存”按钮即可保存此文件。

选择菜单“文件”→“关闭”命令，关闭模型。

2.5 轴

轴是一种特殊的直线，不能作为草图轮廓去创建实体或曲面，只能作为草图修饰或旋转体的参考中心线。一个草图只能有一条轴。如果再次绘制一条轴，则第一次绘制的轴将自动转换为构造线（在工作区中，轴显示为点画线，而构造线显示为虚线）。

绘制好的直线转变为轴的方法是先选择直线，再单击“轴”按钮，即可完成转变。

轴的绘制方法与直线一样，即确定两点即可连点成线，或者起点、直线的长度和角度也可绘制直线。

新建文件。选择菜单“文件”→“新建”命令，系统弹出“新建”对话框，在“类型列表”中选择“Part”，单击“确定”按钮，系统又弹出“新建零件”对话框，采用默认的零件名称“Part2”，单击“确定”按钮，即可新建一个新的文件。

从特征树中选择“xy 平面”，单击“草图”按钮，进入草图绘制模式。单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，单击屏幕左下方的“几何约束”按钮，使其关闭。

单击“轮廓”工具栏中的“轴”按钮，如图 2-17 中①所示。在工作区中捕捉到原点（出现符号时按时鼠标左键），如图 2-17 中②所示。然后向左水平移动鼠标到适当的位置后单击，绘制轴，如图 2-17 中③所示。单击“约束”按钮，标注尺寸，如图 2-17 中④⑤所示。

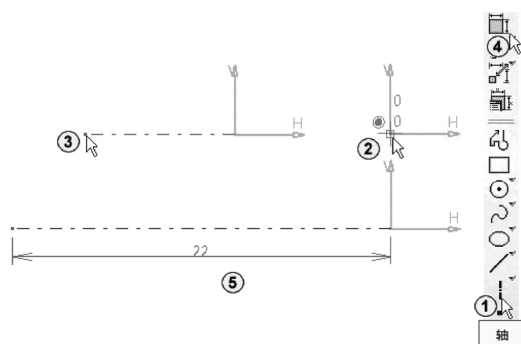


图 2-17 绘制轴

2.6 圆

“圆”工具栏可绘制各种圆和圆弧。单击“轮廓”工具栏中的“圆”按钮右下角的倒三角形，可以把绘制圆弧功能展开为如图 2-18 所示的“圆”工具栏。

1. 两点圆

单击“圆”工具栏中的“圆”按钮，用鼠标指针拾取点，依次选取圆心和圆上的点，

确定一个圆。

如果需要圆的参数，可以双击该圆，弹出如图 2-19 所示的“圆定义”对话框，在对话框中修改相关的参数。可以使用“直角”坐标或者“极坐标”两种输入方式，如果选中对话框中的“构造元素”复选框，则可以把圆转换为构造元素。构造元素可用来辅助其他二维图形的建立，但不能用来建立实体。



图 2-18 “圆”工具栏



图 2-19 “圆定义”对话框

也可以通过确定圆心，并与其他直线和圆弧相切来绘制整圆。先确定圆心，然后右击要相切的元素，从弹出的快捷菜单中选择“相切”命令。这样就可以完成圆弧的绘制。

2. 三点圆

通过 3 个坐标点，可以确定一个圆。其操作步骤如下。

- 1) 单击“圆”工具栏中的“三点圆”按钮，启动 3 点画圆命令。
- 2) 根据提示，在工具栏中输入第一个坐标值，或者直接用鼠标选取一点。
- 3) 选取第 2 点，或输入第 2 点坐标。
- 4) 选取第 3 点，或者输入第 3 点坐标，完成 3 点画圆。

3. 坐标画圆

单击“圆”工具栏中的“使用坐标创建圆”按钮，即打开坐标画圆按钮，可以使用该功能绘制已知圆心坐标及半径的圆。只需要在弹出的对话框中输入相关参数即可。

4. 三切线圆

做一个圆和已知 3 个元素相切，元素可以是圆、直线、点。

单击“圆”工具栏中的“三切线成圆”按钮，选择 3 个元素即可生成圆。当选择元素为点时（实际上是圆上的点），那么相当于三点成圆的情况。

5. 弧

通过圆心、圆弧的起点和终点来确定圆弧。其操作步骤如下。

- 1) 单击单击“圆”工具栏中的“弧”按钮，开始圆弧绘制。
- 2) 单击一点作为圆弧的圆心，或者在工具栏中输入坐标。
- 3) 单击一点作为圆弧的起点，单击一点作为圆弧的终点，或者在工具栏中输入终点的坐标，也可以输入圆弧的圆周角 S。其中，正值表示逆时针方向。

6. 三点弧

通过圆弧上的 3 个点确定一段弧，其中第 1 点是圆弧的起点，第 3 点是圆弧的终点，顺序不同，所成的圆弧也不一样。

其操作步骤如下。

1) 单击“圆”工具栏中的“三点弧”按钮，开始绘制圆弧。

2) 依次选择圆弧上的 3 个点，注意点的前后顺序。工具栏中 R 值是通过 3 个点计算出来的圆弧半径长度，不需要用户输入。

7. 起始受限的三点圆弧

该功能也是通过 3 个点来确定圆弧。与 3 点圆弧不同的是，在有限制的 3 点圆弧中，第 1 点是圆弧的起点，第 2 点是圆弧的终点，第 3 点是圆弧上的一点，其中第 3 点确定圆弧的位置和半径。

单击“圆”工具栏中的“起始受限的三点圆弧”按钮，开始绘制圆弧。依次确定圆弧上的 3 点，在确定第 3 点时，用户可以在工具栏中输入的数值，并按〈Enter〉键确定，然后用鼠标指针选择圆弧的方向。

单击“圆”工具栏中的“圆”按钮，用鼠标指针捕捉原点，如图 2-20 中①②所示。鼠标指针离开原点到适当位置单击，绘制出一个圆，如图 2-20 中③所示。单击“约束”按钮，标注尺寸，结果如图 2-20 中④⑤所示。

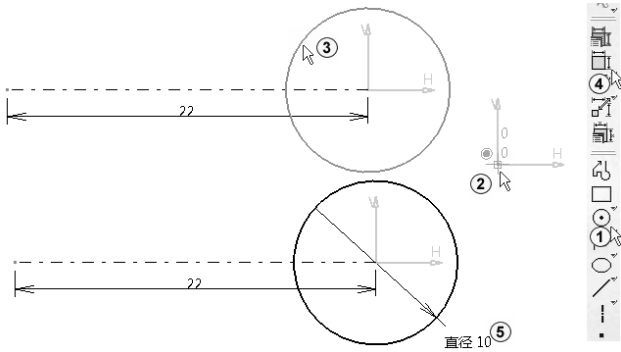


图 2-20 绘制圆

单击“圆”工具栏中的“圆”按钮，用鼠标指针捕捉原点，如图 2-21 中①②所示。然后右击已知圆，选择“参数”→“复制半径”命令，这样便生成一个和已知圆直径相同的另一个圆，如图 2-21 中③~⑥所示。

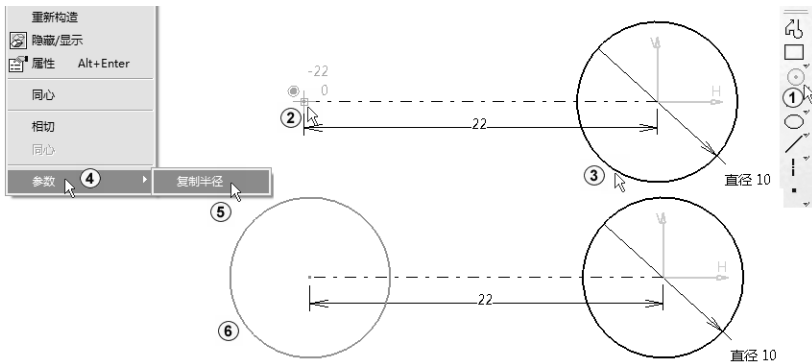


图 2-21 绘制另一个圆

2.7 直线

“直线”工具栏集合了各种绘制直线的功能。单击“轮廓”工具栏中的“直线”按钮，然后单击其右下角的倒三角形，将其展开为如图 2-22 所示的“直线”工具栏。该工具栏有绘制直线、无限长直线、公切线、角平分线、垂直等功能。



图 2-22 “直线”工具栏

1. 直线

两点可以确定一条直线，长度及角度也可以确定一条直线，绘制直线这个功能还可以限制直线之间的几何关系。其操作步骤如下。

- 1) 单击“直线”工具栏中的“直线”按钮，开始绘制直线。
- 2) 用鼠标指针在草图中确定两个点，可以形成一条直线。
- 3) 可以双击直线，弹出“直线定义”对话框，修改其中相应的参数，如图 2-23 所示。



图 2-23 “直线定义”对话框

- 4) 绘制一条与已知直线平行的直线。先确定直线的起点，右击参考直线，在弹出的快捷菜单中选择“平行”命令，再确定直线的终点。
- 5) 绘制已知直线的垂线。先确定直线的起点，右击参考直线，在弹出的快捷菜单中选择“垂直”命令，再确定直线的终点。
- 6) 绘制一条与已知直线长度相同的直线。先确定直线的起点，右击参考直线，在弹出的快捷菜单中选择“参数”→“复制长度”命令，此时，直线的长度被限制为和已知直线长度相等。
- 7) 绘制过已知直线中点的直线。直线的起点和终点都可以选择参考直线的中点。右击参考直线，在弹出的快捷菜单中选择“中点”命令即可。
- 8) 绘制经过参考直线最近的端点的直线。直线的起点和终点都可以选择参考直线的最近端点。右击参考直线，在弹出的快捷菜单中选择“最近距离点”命令。
- 9) 直线与圆之间的关系。先确定直线的起点，右击参考圆，在弹出的快捷菜单中选择所需的几何关系。

- 同心：通过圆的中心。
- 相切：与右击参考圆的位置有关系，不同位置所形成的切线可能不一样。
- 正交：垂直关系，即形成直线是圆锥曲线的法线。

2. 无限长直线

该命令可以在草图上绘制无限长的直线，需要确定两个点，或者一点及角度即可。其操

作步骤如下。

- 1) 单击“直线”工具栏中的“无限长直线”按钮，开始绘制。
- 2) 无限长直线的类型有水平线、垂直线、斜直线 3 种类型。对于水平线和垂直线，只需确定一个点便可以确定直线。对于斜直线，可以通过确定两个点，也可以通过一点及直线与横轴所成的角度来确定直线。
- 3) 无限长直线也可以限制它与其他直线、无限长直线之间的几何关系，操作方法与直线部分一致。

3. 公切线

创建两个元素间的公切线。可以创建公切线的元素有圆（弧）、二次曲线、样条线、点。公切线与选取元素时鼠标所单击的位置有很大的关系，不同的位置可能产生不同的公切线。其操作步骤如下。

- 1) 单击“直线”工具栏中的“公切线”按钮，开始绘制公切线。
- 2) 依次选择两个参考元素，注意单击的位置。选择参考元素不同，所生成的公切线也不同。
- 3) 如果选择参考元素的位置无法生成公切线，则弹出出错对话框，提示用户当前所选择的位置无法创建公切线。

4. 角平分线

创建两条直线或者无限长直线之间的角平分线，角平分线是无限长直线。其操作步骤如下。

- 1) 单击“直线”工具栏中“角平分线”按钮，开始绘制角平分线。
- 2) 依次选择两条直线，生成的角平分线与选择的参考直线的位置及顺序有关系。两条直线可以不相交，如果所选择的直线是平行线，则生成的是等距离线。

5. 垂线

“垂线”命令可以创建曲线的垂线。曲线可以是直线、圆（弧）、圆锥或样条线，直线部分也可以做出垂线。其操作步骤如下。

- 1) 单击“直线”工具栏中的“垂线”按钮，开始绘制垂线。
 - 2) 鼠标在草图中确定一点，选择曲线，即可完成垂线创建。
- 双击“直径 10”，系统弹出“约束定义”对话框，将“直径”改为 22，单击“确定”按钮，如图 2-24 中①～③所示。结果如图 2-24 中④所示。

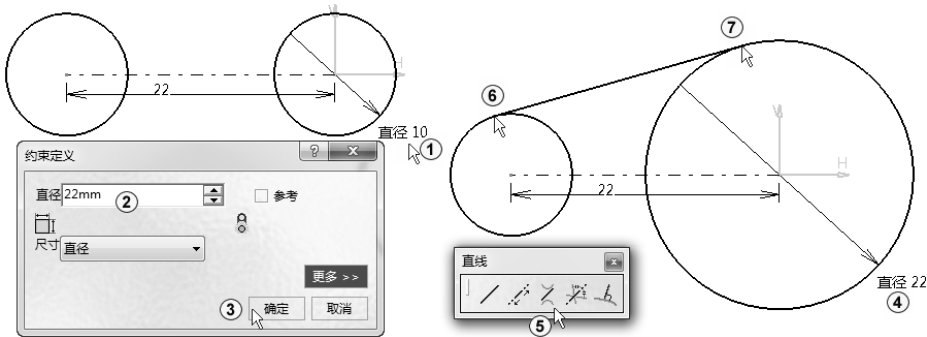


图 2-24 绘制圆的相切线

单击“公切线”按钮，在小圆的上方单击后在大圆的上方单击，绘制出一条与两个圆相切的直线，如图 2-24 中⑤~⑦所示。

2.8 变换

变换是指对图形进行镜像、平移、旋转、缩放、偏置等操作。单击“操作”工具栏中的“镜像”按钮右下角的倒三角形，把它展开为如图 2-25 所示的“变换”工具栏。



图 2-25 “变换”工具栏

1. 镜像

“镜像”命令是绘制出与原来图形关于直线或者轴对称的部分，其操作步骤如下。

- 1) 单击“变换”工具栏中的“镜像”按钮.
- 2) 选择要进行镜像的图形，再选择对称轴，对称轴可以是直线或者轴。
- 3) 如果需要对多个图形进行镜像，可以先选择多个图形（选择时按住〈Ctrl〉键），再单击“镜像”按钮，最后选择对称轴。

2. 对称

“对称”命令是绘制出与原来图形关于直线或者轴对称的部分，并删除原来的图形。其操作步骤如下。

- 1) 单击“变换”工具栏中的“对称”按钮.
- 2) 选择要进行对称的图形，再选择对称轴，对称轴可以是直线或者轴。
- 3) 如果需要对多个图形进行对称，可以先选择多个图形（选择时按住〈Ctrl〉键），再单击“对称”按钮，最后选择对称轴。

3. 平移

“平移”命令是把图形沿着某一直线方向移动一定的距离。其操作步骤如下。

- 1) 选择需要进行平移操作的图形，可以用鼠标圈选，也可以按住〈Ctrl〉键选择多个图形。
- 2) 在“变换”工具栏单击“平移”按钮，弹出“平移定义”对话框，如图 2-26 中①所示。
- 3) 选择平移的起点。
- 4) 选择平移的终点，可以用鼠标确定终点的位置，或者在“草图工具”工具栏中输入终点的坐标值，或者在“平移定义”对话框中的“长度”选项组中输入要平移的距离，并用鼠标确定平移的角度，完成平移操作。
- 5) 在“平移定义”对话框中：
 - 实例：需要复制的数目。在每两个图形之间是等距离分布在平移的直线上。
 - 复制模式：如果选中该复选框，将根据“实例”的数目来生成新的图形。
 - 保持内部约束：保持图形内部约束。
 - 保持外部约束：保持图形外部约束。
 - 长度值：平移的距离。
- 6) 如果需要确定精确的平移距离，可以在确定平移起点之后，在“平移定义”对话框

中输入“长度”的值，并按〈Enter〉键确定，接着再确定终点。

4. 旋转

“旋转”命令是把图形绕中心点旋转一定的角度。其操作步骤如下。

- 1) 选择需要进行旋转的图形，可以按住〈Ctrl〉键选择多个图形。
- 2) 单击“变换”工具栏中的“旋转”按钮.
- 3) 选择旋转中心。可以用鼠标确定，也可以在“草图工具”工具栏中输入中心的坐标值 (H, V)。
- 4) 在弹出的“旋转定义”对话框中输入相关参数，如图 2-26 中②所示。

- 实例：需要复制的图形个数。
- 角度值：两个图形之间的旋转角度。正值逆时针旋转，负值顺时针旋转。
- “步骤模式”：捕捉模式。如果选中，用鼠标确定角度时，每次增加的角度是确定的。该步间距可以通过在这个文本框中右击，选择新的步间距。

5. 缩放

“缩放”命令是把图形进行等比例放大或缩小。其操作步骤如下。

- 1) 选择需要进行缩放的图形，可以按住〈Ctrl〉键选择多个图形。
- 2) 单击“变换”工具栏中的“比例”按钮.
- 3) 选择缩放中心。
- 4) 在弹出的“缩放定义”对话框中，输入相应的参数，如图 2-26 中③所示。



图 2-26 平移、旋转和比例定义对话框

“缩放值”：缩放比例。可以通过用鼠标确定缩放的终点来计算缩放的比例，如果要进行精确的缩放，可以在此文本框中输入缩放比例。大于 1 的数值是放大，小于 1 的数值是缩小。

6. 偏移

该功能是把图形沿着法向进行偏置。其操作步骤如下。

- 1) 选择需要进行偏移的图形，可以按住〈Ctrl〉键选择多个图形。
- 2) 单击“变换”工具栏中的“偏移”按钮.

3) 选择图形上任意一点, 确定新图形的位置, 或者在“草图工具”工具栏中输入新图形上任意一点的坐标值(H, V)。

4) 可以在“草图工具”工具栏中输入“实例”数, 即复制的图形个数, 图形之间的偏置方向相同, 偏置距离相等。

5) 在“草图工具”工具栏中, 辅助工具表示只对所选定的图形进行偏置。

6) 辅助工具表示对所选的图形及与之相切的图形都进行偏置。

7) 辅助工具表示只要与所选图形点连续的都进行偏置。

8) 辅助工具表示关于原图形进行对称偏置, 它可以和第6)~8)步所述功能同时使用。

单击“变换”工具栏中的“镜像”按钮, 选择要进行镜像的斜线, 再选择轴, 如图 2-27 中①~③所示。结果如图 2-27 中④所示。

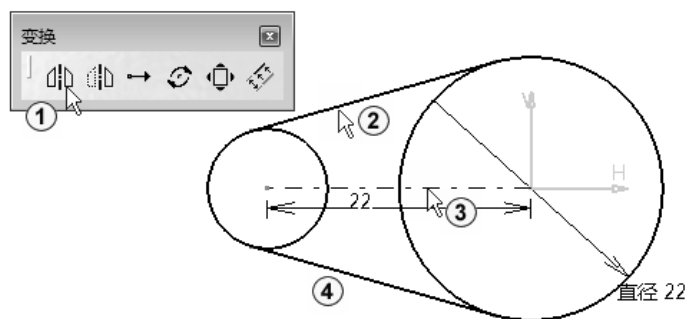


图 2-27 镜像斜线

单击“轮廓”工具栏中的“轴”按钮, 绘制出一条通过原点的竖直中心线, 如图 2-28 中①~③所示。

按住〈Ctrl〉键选择两条斜线 and 一个小圆, 如图 2-28 中④~⑥所示。单击“变换”工具栏中的“镜像”按钮, 选择垂直轴, 如图 2-28 中⑦⑧所示。结果如图 2-28 中⑨所示。

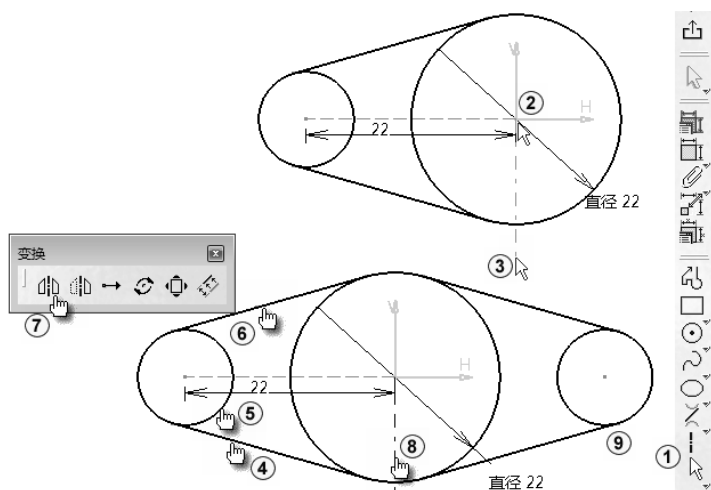


图 2-28 镜像图形

双击“快速修剪”按钮，修剪掉多余线段，结果如图 2-29 所示。

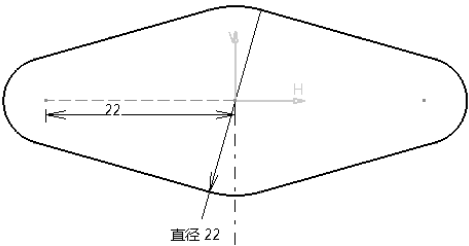


图 2-29 修剪图形

选择菜单“文件”→“另存为”命令，系统弹出“另存为”对话框，选择保存的路径，在“文件名”中输入文件名 Part2，单击“保存”按钮即可保存此文件。

2.9 草图检查分析

CATIA V5 中的草图必须符合“封闭且不相交”的原则。对于轮廓不封闭的草图、相交的草图、封闭但相互交叉的草图、有重叠点的草图，都是不合法的草图。不合法的草图将不能构建实体或曲面。有些不合法的草图不容易查找，必须借助于 CATIA V5 才能对草图进行合法性分析，并进行修改。

选择菜单“工具”→“草图分析”命令（只有在草图工作台状态下，才能使用该命令），如图 2-30 中①②所示。系统弹出“草图分析”对话框，其中的“几何图形”选项卡可以查看草图轮廓的几何状态。选择已隔离的“直线.7”（如图 2-30 中③所示），图形中对应的斜线高亮显示（如图 2-30 中④所示）。按住 <Ctrl> 键选择“直线.10”，图形中对应的斜线高亮显示（如图 2-30 中⑤⑥所示）。单击“删除几何图形”按钮，如图 2-30 中⑦所示。最后单击“关闭”按钮。

如果“草图分析”对话框中无隔离或开口的轮廓，则不必对草图进行修改。

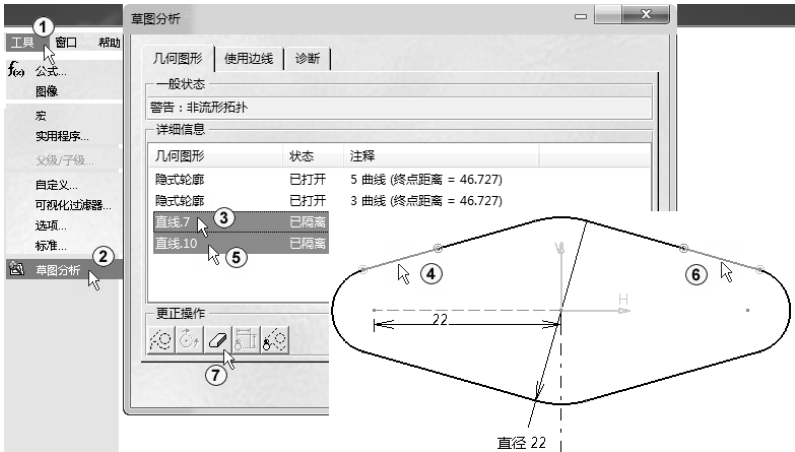


图 2-30 草图分析

草图轮廓的类型如表 2-2 所示。

表 2-2 草图轮廓的类型

几 何 图 形	状 态	注 释	更 正 方 法
草图轮廓	已关闭	组成轮廓的曲线数	
	已打开	组成轮廓的曲线数，并提供警告信息	开口轮廓的端点以蓝色圆圈显示，修改
点、线	已隔离		删除或修改为构造元素闭合轮廓

在 CATIA V5 草图环境中，草图通过不同的颜色显示其约束状态，系统默认草图颜色所对应的约束含义如表 2-3 所示。

表 2-3 草图颜色所对应的约束含义

草图的颜色	含 义
白色	没有约束，仍然有多余的自由度。解决办法是增加约束，把未约束的自由度消除
粉色	过分约束的元素，需要减少约束
红色	不一致的元素(元素间尺寸不一致或者被固定), 过约束，存在重复或矛盾的约束。解决的办法是删除一些多余的约束或尺寸，去除固定
棕色	未更改的元素，元素无法随着约束而改变
黄色	受保护的元素，无法在草图中直接删除该元素
褐色	构造元素，该元素为构造/标准元素
蓝色	智能拾取，绘制草图时智能拾取的元素
黑色	草图实体完全定义，也就是自由度为 0，这是正确的情况

单击“退出工作台”按钮，离开草图模式。单击屏幕右侧的“凸台”按钮，系统弹出“定义凸台”对话框，在“长度”文本框中输入数值 10，其他采用默认设置，单击“确定”按钮完成凸台操作，如图 2-31 中①②所示。单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮，结果如图 2-31 中③所示。

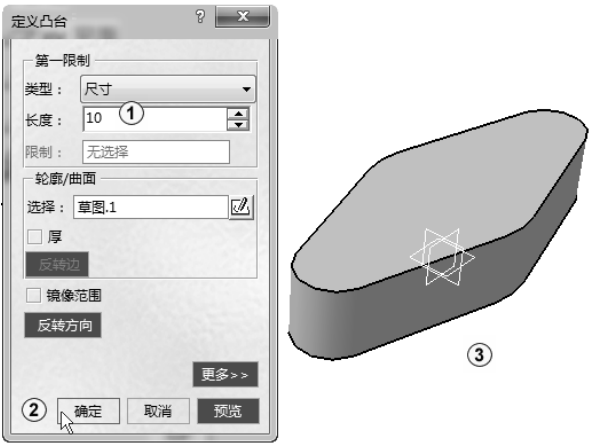


图 2-31 拉伸模型

选择菜单“文件”→“另存为”命令，系统弹出“另存为”对话框，选择保存的路径，在“文件名”中采用系统默认的文件名 Part3，单击“保存”按钮即可保存此文件。

双击“凸台.1”，系统弹出“定义凸台”对话框，选中“厚”复选项，在“薄凸台”选项组的“厚度 1”文本框中输入 2，其他采用默认设置，单击“确定”按钮，如图 2-32 中①～⑤所示。可以看到“厚度 1”是向内加厚。

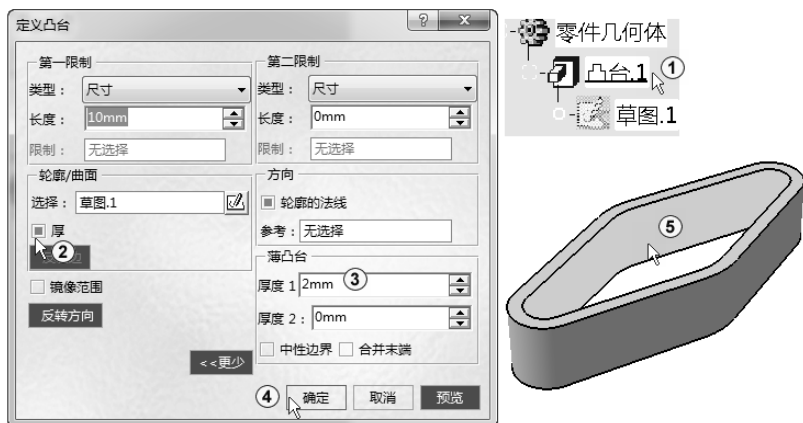


图 2-32 “厚度 1”模型

双击“凸台.1”，系统弹出“定义凸台”对话框，在“薄凸台”选项组的“厚度 1”文本框中输入 0，“厚度 2”文本框中输入 5，其他采用默认设置，单击“确定”按钮，如图 2-33 中①～⑤所示。可以看到“厚度 2”是向外的加厚。



图 2-33 “厚度 2”模型

选择菜单“文件”→“关闭”命令，关闭模型。

选择菜单“文件”→“打开”命令，找到 Part3，单击“打开”按钮。

右击“凸台.1”，从弹出的快捷菜单中选择“删除”命令，系统弹出“删除”对话框，取消选中“删除聚焦元素”复选框，单击“确定”按钮，如图 2-34 中①～④所示。双击“草图.1”，单击“圆”工具栏中的“圆”按钮，绘制一个圆心在 origin R8 的圆，如图 2-34

中⑤⑥所示。单击“退出工作台”按钮。单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮。

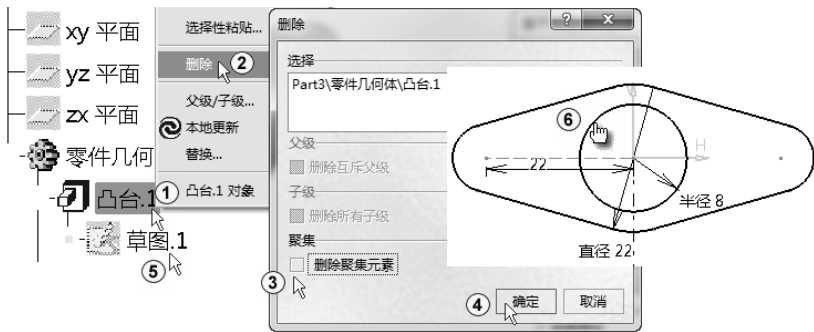


图 2-34 绘制圆

用于“多凸台”的草图必须是封闭轮廓，且不能相交。单击屏幕右侧“凸台”按钮右下角的倒三角形，单击“多凸台”按钮，如图 2-35 中①②所示。系统弹出“定义多凸台”对话框，在工作区选择“草图.1”作为多凸台拉伸草图，选择草图后在“域”选项组中有两个“拉伸域”，选中“拉伸域.1”在“第一限制”选项组的“长度”文本框中输入 10；选中“拉伸域.2”后在“第一限制”选项组的“长度”文本框中输入 20；单击“预览”按钮，可以预览多重拉伸的效果，如图 2-35 中③~⑥所示。单击“确定”按钮，结果如图 2-35 中⑦所示。

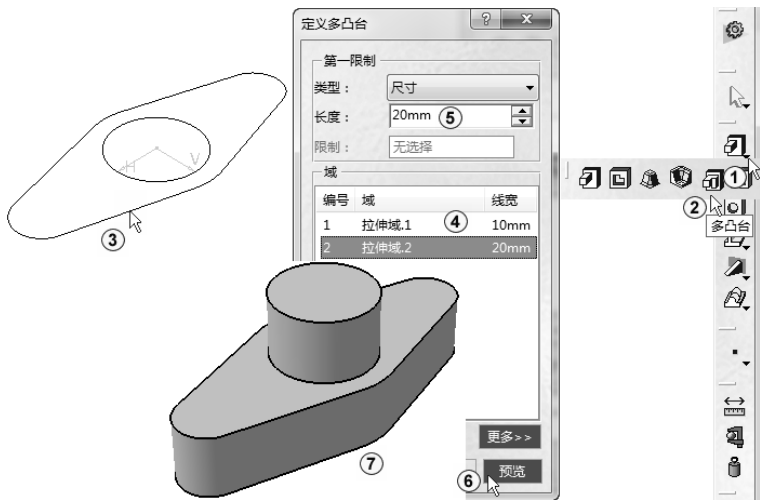


图 2-35 多重拉伸

选择菜单“文件”→“另存为”命令，系统弹出“另存为”对话框，选择保存的路径，在“文件名”中采用系统默认的文件名 Part4，单击“保存”按钮即可保存此文件。

2.10 草图约束

草图约束是限制图形及图形之间的自由度，使图形固定、唯一。图形约束包括尺寸约束

和几何约束两种。

尺寸约束是决定几何图形的尺寸，例如长度、角度、半径、半轴长等。一般情况下，在绘制草图之后，需要对图形进行尺寸定位，使尺寸满足预定的要求。单个元素的尺寸约束有长度、半径/直径、半长轴长和半短轴长等。多个元素间的尺寸约束有距离和角度。

几何约束是限制一个或者多个图形之间的相互关系，如平行、垂直、固定等。单个元素的几何约束有固定、水平和垂直。两个元素间的尺寸约束有重合、同心、平行、垂直、相切和过中点。3 个元素间的尺寸约束有对称和等距。

2.10.1 建立约束和接触约束

1. 建立约束

用“约束”工具栏（见图 2-36）生成的约束，等同于用对话框形式定义约束功能生成的约束，只是不出现对话框而已。“约束创建”工具栏有两个按钮，如图 2-37 所示。



图 2-36 “约束”工具栏



图 2-37 “约束创建”工具栏

该“约束”命令是建立元素及元素之间的尺寸约束和几何约束。其步骤如下。

- 1) 单击“约束”工具栏中的“约束”按钮.
- 2) 选择一个或者两个元素，系统自动生成相应的约束条件。

2. 接触约束

接触约束是指两元素间的相切、同心、共线等约束关系。

建立接触约束的步骤如下。

- 1) 在“约束”工具栏中，单击“约束”按钮右下角的倒三角形，在展开的工具栏中单击“接触约束”按钮.
- 2) 依次选择两个元素，系统自动完成接触约束的建立。建立接触约束后图形的位置与两个元素选择的次序有关系，新选择的第一个元素不动。

2.10.2 对话框中定义的约束和自动约束

1. 对话框中定义的约束

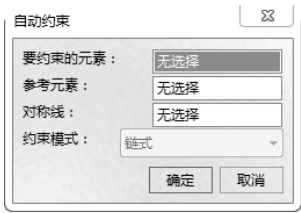
以对话框方式建立约束关系，可以同时建立多种约束关系。以这种方式建立约束关系的步骤如下。

- 1) 选择需要建立约束关系的元素，如果有多个元素，需要同时按住〈Ctrl〉键。
- 2) 在“约束”工具栏中单击“对话框中定义的约束”按钮，在弹出的对话框中选择需要约束的关系。
- 3) 如果需要永久性建立约束关系，需要激活“草图工具”工具栏中的尺寸约束关系和几何约束关系。否则所增加的约束关系只是临时建立。

4) 如果所选择的图形中已存在约束关系, 那么在“约束定义”对话框中相应的项目已被选中。

2. 自动约束

自动约束是对选定的图形自动建立约束关系。建立自动约束的步骤如下。



1) 在“约束”工具栏中单击“自动约束”按钮.

2) 选择需要建立约束的图形, 可以多选。

3) 在如图 2-38 所示的“自动约束”对话框中单击“参考元素”, 选择参考元素, 可以不选择。激活“对称线”一栏, 选择对称轴。在“约束模式”中选择建立约束的模式: 链式或者栈式。

2.10.3 对约束应用动画和修改约束

1. 对约束应用动画

制作约束动画是对已确定约束关系的图形, 通过连续改变某一个约束关系, 连续观察整个图形的改变过程。制作约束动画的操作过程如下。

1) 选择需要改变的约束关系。

2) 在“约束”工具栏中单击“对约束应用动画”按钮.

3) 在弹出的“动画约束”对话框中, 输入相关参数即可。

2. 修改约束

约束建立后仍可以进行修改。修改约束可以双击约束, 也可以通过对话框方式进行修改。

双击任何约束关系, 系统弹出“约束定义”对话框, 对话框中存在当前约束关系的参数, 有些可以修改, 有些则无法修改。

对于长度、距离、角度等尺寸约束, 可以在“约束定义”对话框中进行相应参数的修改。对于圆(弧)、椭圆直径等约束关系, 在“约束定义”对话框中, 在“半径/直径”一栏中可以改变其数值, 在“直径”中可以选择表达的模式, 可以是“半径”或者是“直径”。对于平行、垂直、相切、共线、同心、重合等约束关系, 双击“约束”按钮, 弹出的对话框只是显示当前约束关系的信息。

3. 删除约束

单击“选择约束”按钮, 按〈Delete〉键可以删除该约束关系。

也可以选择约束关系相关的元素, 单击“约束”工具栏上的“编辑多重约束”按钮, 在弹出的“约束定义”对话框中把要删除的约束关系取消。

2.11 圆弧连接

图样上的圆弧按已知条件分为 3 类, 具体如下。

1) 已知圆弧: 已知其圆心坐标 X、Y 及圆弧半径, 如图 2-39 中的 R20 和 R10。

2) 中间圆弧: 已知其圆心坐标 X、Y 及圆弧半径, 如图 2-39 中的 R80。

3) 连接圆弧: 已知圆弧半径, 如图 2-39 中的 R40。

对于中间弧和连接圆弧, 只有通过所作圆弧的已知条件和相连圆弧或直线的关系, 才能

确定。

圆弧连接的画法，主要通过添加几何关系和裁剪来实现。

【例 2-1】 画出如图 2-39 所示的图形。

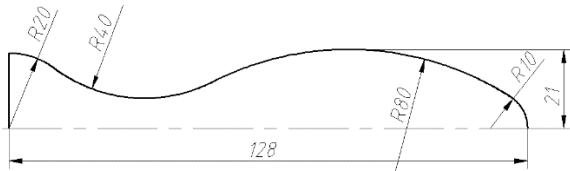


图 2-39 平面图形

1) 选择菜单“文件”→“新建”命令，系统弹出“新建”对话框，在“类型列表”中选择“Part”，单击“确定”按钮，系统又弹出“新建零件”对话框，输入零件名称“Part5”，单击“确定”按钮，即可新建一个新的文件。

2) 从特征树中选择“xy 平面”，在工具栏中单击“草图”按钮，进入草图绘制模式。单击屏幕最下方的“全部适应”按钮。选择菜单“工具”→“选项”命令，如图 2-40 中①②所示。将“机械设计”下“草图编辑器”中“约束”复选框全部选中，如图 2-40 中③~⑥所示。单击“确定”按钮。

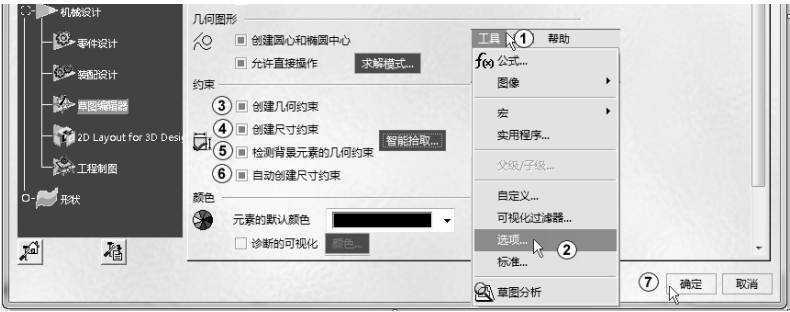


图 2-40 全部选中“约束”项目

(2) 作已知线段

1) 单击“轮廓”工具栏中的“轴”按钮，绘制出一条过原点的水平中心线。单击“直线”按钮，绘出一条过原点的垂直竖线。单击“圆”按钮，绘制出两个圆，其中一个圆的圆心为原点，另一个圆的圆心在水平中心线上，右端点与水平中心线的右端相合，如图 2-41 所示。

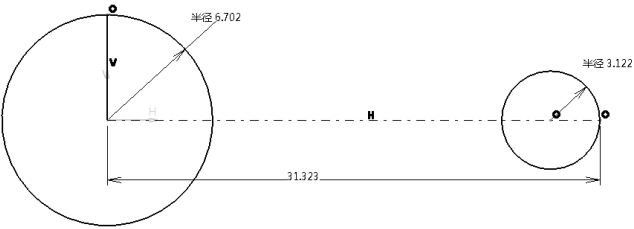


图 2-41 绘制直线和圆

2) 单击“直线”按钮，绘出一条水平线。单击“重新限定”工具栏中的“快速修剪”按钮，修剪掉多余线段。单击“约束”按钮，标注尺寸，结果如图 2-42 所示。

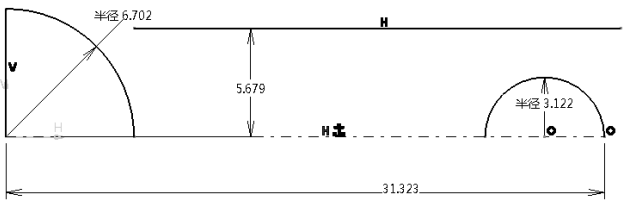


图 2-42 绘制已知线段

3) 单击屏幕左下方的灰色的“几何约束”按钮，使其关闭。

(3) 作中间线段

单击“三点弧”按钮，绘制一条圆弧，圆弧的一个端点落在左边圆上，如图 2-43 中①所示。按住〈Ctrl〉键选择刚刚绘制的圆弧和圆，单击“对话框中定义的约束”按钮，在弹出的“约束定义”对话框中选择“相切”，然后单击“确定”按钮，如图 2-43 中①~⑤所示。再次单击屏幕左下方的彩色的“几何约束”按钮，使其变灰，便可以看到“相切”约束的符号。单击屏幕左下方的灰色的“几何约束”按钮，使其关闭。用同样的方法，使刚刚绘制的圆弧和水平线相切，结果如图 2-43 中⑥所示。

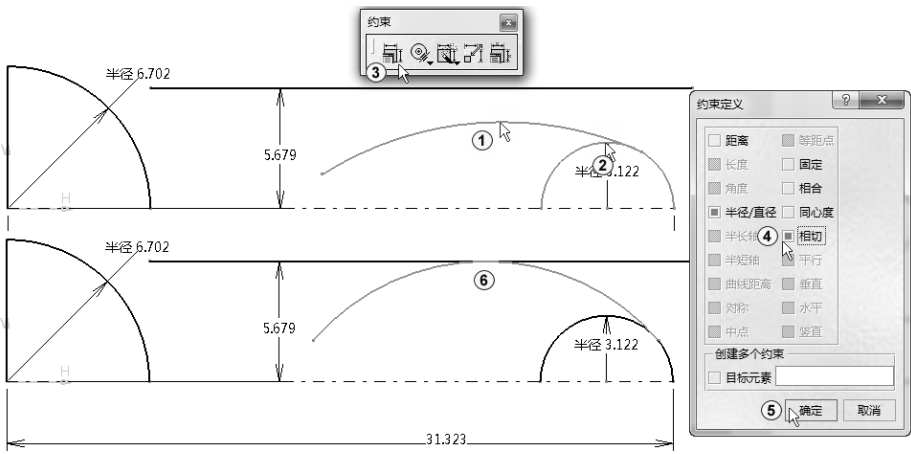


图 2-43 添加相切约束

(4) 作连接线段

1) 单击“三点弧”按钮，绘制一条长一些的圆弧，圆弧的两个端点分别落在右侧圆弧和左侧圆上。按住〈Ctrl〉键选择刚刚绘制的圆弧和右侧圆弧，如图 2-44 中①②所示，单击“对话框中定义的约束”按钮，在弹出的“约束定义”对话框中选择“相切”，单击“确定”按钮。再次按住〈Ctrl〉键选择刚刚绘制的圆弧与左侧圆，如图 2-44 中①③所示，单击“对话框中定义的约束”按钮，在弹出的“约束定义”对话框中选择“相切”，单击“确定”按钮。使之相切，结果如图 2-44 中④所示。

2) 单击屏幕左下方的灰色的“尺寸约束”按钮，使其关闭。

3) 选择上方的水平线，如图 2-44 中⑤所示。右击，在弹出的快捷菜单中选择“直线 4

对象” → “构造元素”命令，将其转换为虚线，如图 2-45 中①~③所示。

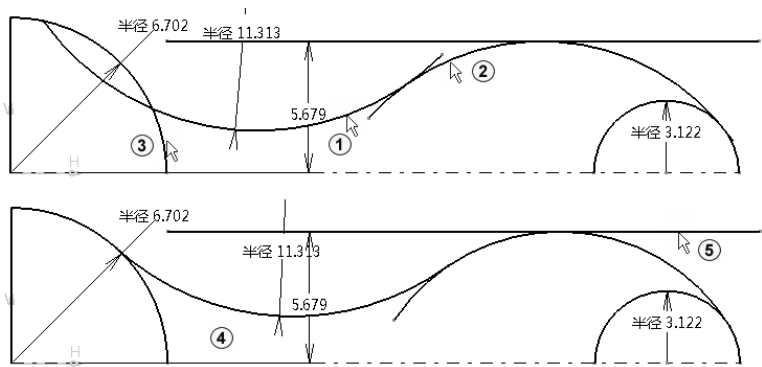


图 2-44 绘制圆弧并添加相切约束

4) 选择菜单“文件” → “保存”命令。

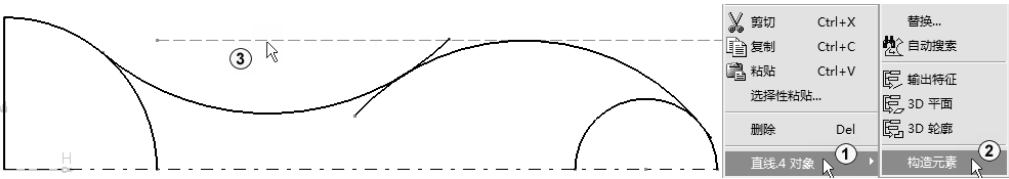


图 2-45 构造元素

(4) 编辑图形

1) 单击“重新限定”工具栏中的“快速修剪”按钮，修剪掉多余线段，结果如图 2-46 所示。

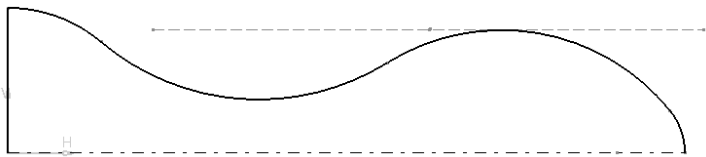


图 2-46 修剪图形

2) 单击屏幕左下方的“尺寸约束”按钮，使其显示。单击“约束”按钮，标注与水平直线相切的中间线段（圆弧）的尺寸。双击各个尺寸并修改，结果如图 2-47 所示。选择菜单“文件” → “另存为”命令，系统弹出“另存为”对话框，选择保存的路径，在“文件名”中输入文件名 Part6，单击“保存”按钮即可保存此文件。

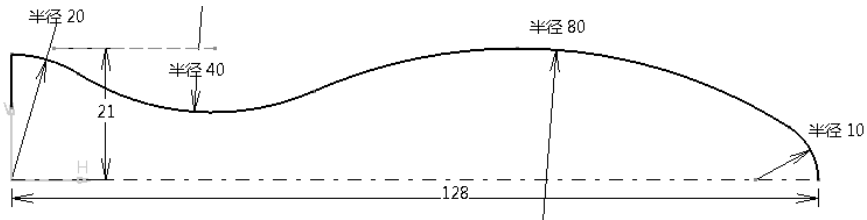


图 2-47 修改尺寸

（5）旋转模型

1) 单击“退出工作台”按钮，离开草图模式。单击屏幕右侧的“旋转体”按钮，系统弹出“定义旋转体”对话框，采用默认设置，单击“确定”按钮完成旋转体操作，单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮，结果如图 2-48 中①②所示。

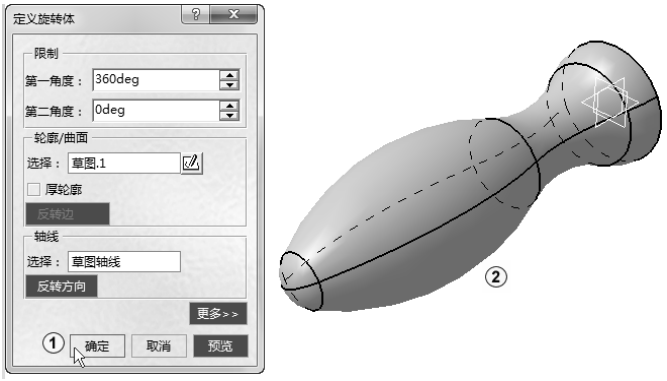


图 2-48 旋转模型

2) 选择菜单“文件”→“另存为”命令，系统弹出“另存为”对话框，选择保存的路径，在“文件名”中输入文件名 Part7，单击“保存”按钮即可保存此文件。

3) 选择菜单“文件”→“关闭”命令，关闭模型。

如果在一个平面内定义了多个草图（草图不是一次绘制完成，即草图有独立的名称），要把其中一个草图移动到另外的参考平面，如何操作？用草图右键快捷菜单中的“更改草图支持面”命令即可。

草图绘制顺序变化了，不和本书例题一致，能否调整为一致的顺序？用右键快捷菜单中的“重新排序”命令即可。

2.12 思考与练习

一、选择题

1. 按钮和的区别是（ ）。
A. 虚线和实线转换
B. 显示和隐藏
C. 实际线和构造线
D. 圆、直线和曲线的切换
2. 草图平面不能是（ ）。
A. 实体平表面
B. 任意一平面
C. 基准面
D. 曲面
3. 全约束的草图，系统默认的是（ ）颜色。
A. 绿
B. 黑
C. 红
D. 粉
4. 在“草图工具”工具栏中功能高亮显示时的效果是，在用鼠标创建点时（ ）。
A. 捕获几何元素的特征
B. 捕捉直线的断点

C. 捕获圆心点

D. 捕获网格交叉点

5. 智能捕捉功能是草图设计时 CATIA 2015 自动含有的功能, 它随时自动捕捉元素的几何关系特征, 如果不需要该功能发生效果, 按下列 ()。

A. 〈Alt〉键

B. 〈Ctrl〉键

C. 〈Shift〉键

D. 〈Enter〉键

6. 在草图设计时, 系统默认的颜色变化是很重要的实时诊断信息: 绿色表示 (), 黄色表示 (), 紫色表示 (), 红色表示 ()。

A. 矛盾的约束

B. 不能修改的约束

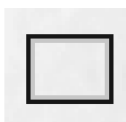
C. 过约束

D. 完整的约束

7. CATIA V5 中一般用以下哪个命令按钮能够连续一次性绘制出封闭的全由直线组成的图形 ()。



A



B



C



D

二、操作题

1. 绘制如图 2-49 中①所示的图形, 并进行添加几何关系的练习, 结果如图 2-45 中②所示。



图 2-49 添加几何关系

2. 分别绘制如图 2-50 中①②所示的图形, 分别进行草图分析练习, 并对草图进行修改, 结果如图 2-50 中③④所示。

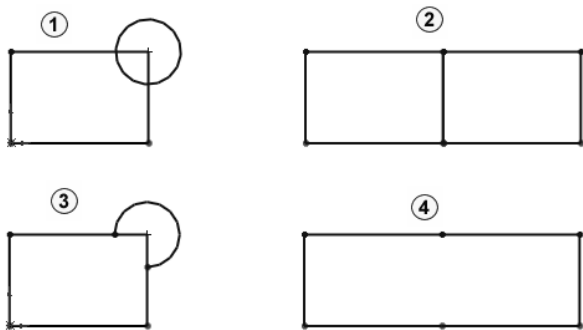
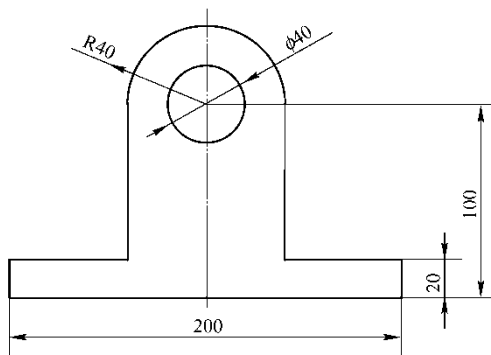


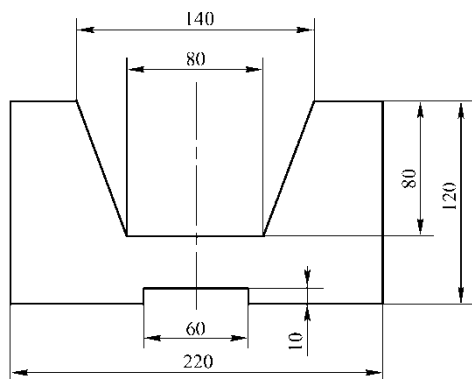
图 2-50 检查草图合法性

三、建模题

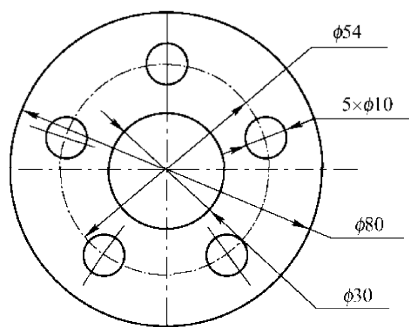
1. 按图 2-51 中的尺寸, 画出下列平面图形的草图。



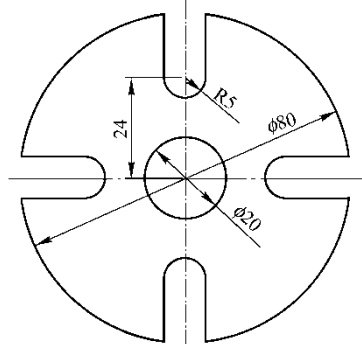
a)



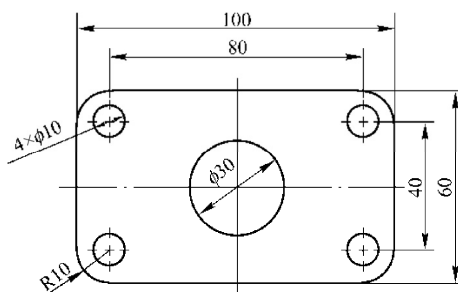
b)



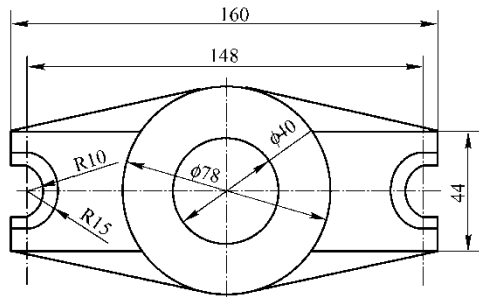
c)



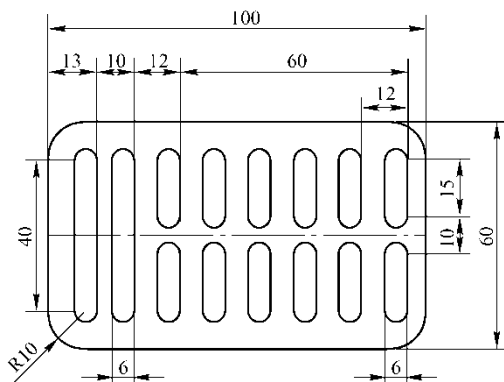
d)



e)



f)



g)

图 2-51 平面图形

2. 按图 2-52 中的尺寸, 画出下列圆弧连接的草图。其中图 2-52a) 的详细绘制步骤可参阅“素材文件\第 2 章\ex\圆弧连接的草图.PDF”。

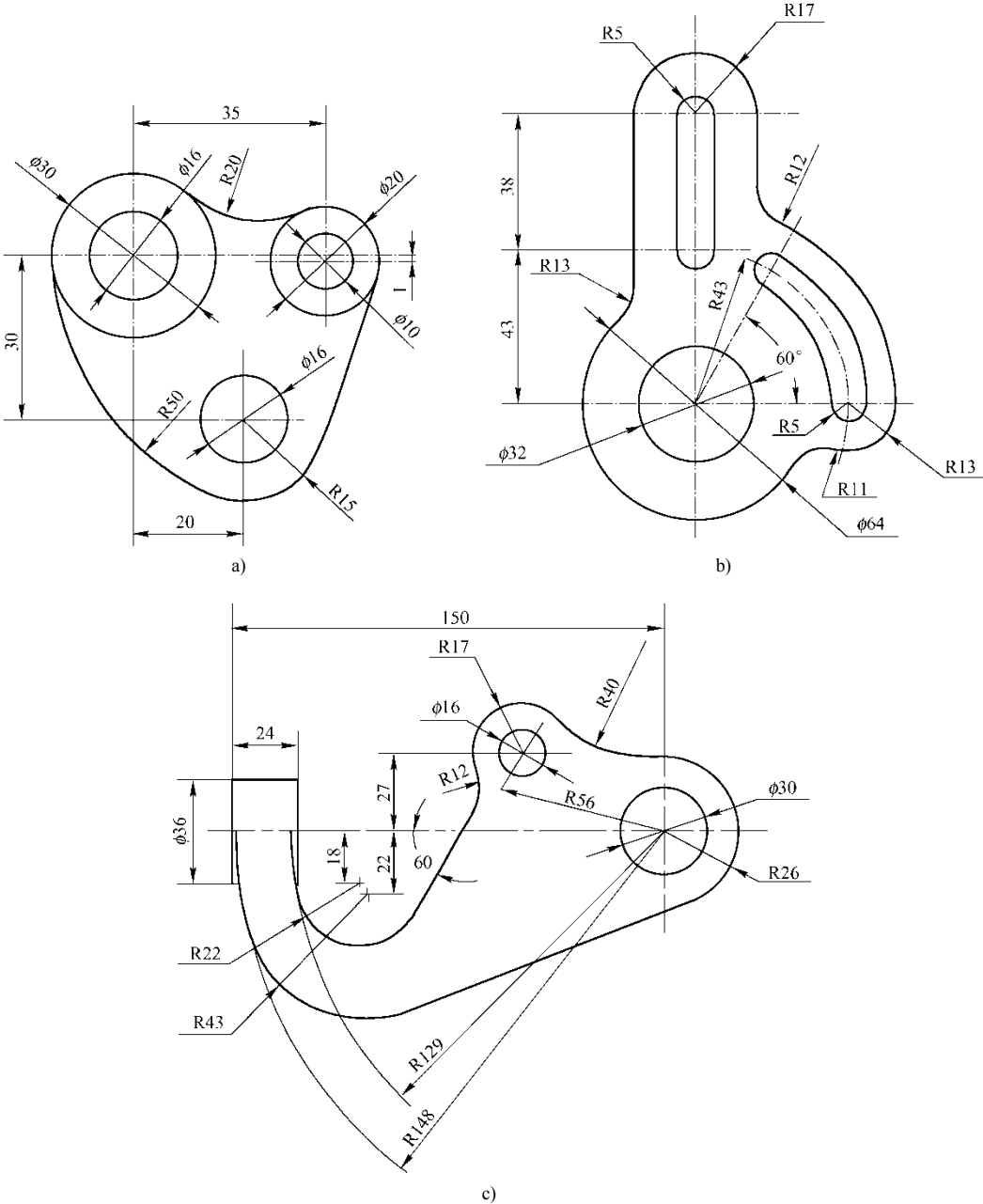


图 2-52 圆弧连接

第3章 简单零件设计

现实生活中复杂产品的设计都是从简单的零件建模开始的。实体建模的常用方法有两种，一种是以草图为基础进行基本特征操作；另一种方法是以立方体、圆柱体、球体、锥体和环状体等为基本要素，通过并、交、差等集合运算，生成更为复杂的形体。本章结合具体实例讲解基本零件的设计方法，主要生成方法有填充（拉伸）、凹槽（切除）、旋转、凹槽（切除旋转）、钻孔、肋线（扫描）、开槽（切除扫描）、加硬（肋）、多截面实体（放样）、切除多截面实体（切除放样）等，最后介绍布尔运算生成零件的方法。

本章的主要内容是：基于草图的特征、特征的修饰、特征的变换、实体组合等。

本章的重点是：基于草图的特征及特征的修饰。

本章的难点是：拆分零件为多个简单的实体，从而逐一建立模型，最后组合成零件。

3.1 零件设计基础

在使用零件设计之前，必须有草图，这是零件设计的依据，即在草图设计的基础上，使用零件设计所提供的功能，使二维草图延伸为三维实体。

在零件设计的过程中，要经常草图工作平台和零件设计平台之间切换，在草图工作平台绘制好所需的二维轮廓，然后切换到零件设计平台中，利用二维轮廓生成实体。

基于草图的实体特征所用的二维草图平面的轮廓线一定要封闭；多个封闭曲线的组合也可以拉伸成三维实体，但封闭曲线相互之间不能相交。封闭的曲线必须要与当作边界的平面或实体表面有前后的位置关系，如此才能拉伸。

拉伸完成后，如果想修改拉伸的图形，则可直接在“特征树”上双击对应的草图对象，即可进入草图工作平面修改草图，退出草图，则实体自动进行变化。

如图 3-1 所示的哪个图形不能作为拉伸轮廓来使用？

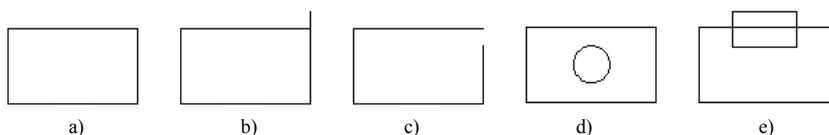


图 3-1 二维草图

图 3-1b 有多余的线；图 3-1c 图形不封闭；图 3-1e 有相交的线。它们都不能作为拉伸轮廓来使用。

草图绘制时，没有约束，可以通过激活屏幕下方“可视化”工具栏上的“几何约束”按钮和“尺寸约束”按钮，即单击高亮显示的“几何约束”按钮和“尺寸约束”按钮使其变灰（或）来解决。

草图绘制时，若弹出如图 3-2 所示的提示框时，可通过单击“草图工具”工具栏上高亮彩色显示的“几何约束”按钮和“尺寸约束”按钮使其变灰（或）来解决。

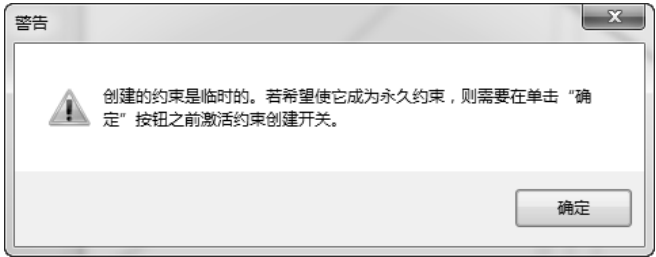


图 3-2 警告提示框

如果在工具栏中没有显示“基于草图的特征”工具栏，在工具栏空白处右击，在弹出的快捷菜单中选择（即其前面出现）即可。

在工具栏中单击工具图标右下角的倒三角形，可展开工具栏中的“工具组”。

3.2 凸台和凹槽

通过第 2 章的学习，已经基本掌握了如何在草图工作平台下创建二维轮廓的方法，下面将以实例的形式介绍如何利用这些已有的二维轮廓，通过使用拉伸、旋转、肋、加强肋、放样等命令生成三维实体，同时可以使用旋转槽、钻孔、移除、拔模和曲面等命令修改三维实体。

“基于草图的特征”工具栏如图 3-3 中①所示。

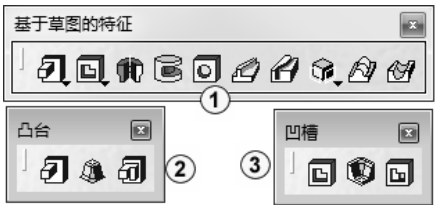


图 3-3 “基于草图的特征”工具栏

3.2.1 凸台

第一项“凸台”特征即是将一个闭合的、不相交的平面曲线轮廓沿着一个方向或同时沿相反的两个方向进行拉伸而形成实体。单击“凸台”按钮右下角的倒三角形，可有 3 种方式：“凸台”“拔模圆角凸台”与“多凸台”，如图 3-3 中②所示。

1. “凸台”命令

在“基于草图的特征”工具栏中单击“凸台”按钮，弹出“定义凸台”对话框（局部的，一般情况下，该对话框已能满足使用要求，单击“更多”按钮，如图 3-4 中①所示。“定义凸台”对话框展开（完整的），单击“更少”按钮，如图 3-4 中②所示。该对话框将返回局部“定义凸台”对话框。“更多”和“更少”按钮的功能适用于所有的对话框。单击“预览”按钮，可以预览拉伸效果，如图 3-4 中③所示。如果只向一个方向拉伸，可以单击

“反转方向”按钮改变拉伸方向，如图 3-4 中④所示。如果选中“镜像范围”复选框，拉伸会镜像延伸，如图 3-4 中⑤所示。



图 3-4 “定义凸台”对话框

在“类型”下拉列表中定义了 5 种拉伸高度或挖槽深度的形式：“尺寸”“直到下一个”“直到最后”“直到平面”“直到曲面”。除“尺寸”不需要其他物体作为参考基准之外，其余 4 种都需要有参考平面或实体表面。可根据不同情况选择不同的拉伸形式。

- “直到下一个”：是指将平面封闭轮廓曲线拉伸或挖槽到距离曲线最近的平面或实体表面。
- “直到最后”：适用于 2 个以上的实体或平面存在时，是指将封闭曲线拉伸或挖槽到距离轮廓最远的平面或实体表面。
- “直到平面”：是以某一平面作为封闭轮廓拉伸或挖槽的限制位置，将平面曲线拉伸到该平面上。
- “直到曲面”：是以某一曲面作为封闭轮廓拉伸或挖槽的限制位置，将平面曲线拉伸到该曲面上。

2. 实例：撞块

零件是由特征按照一定的位置或拓扑关系组合而成的。零件的造型过程，实际上就是构成特征进行组合的过程。简单的形体（长方体、圆柱和球）可以直接拉伸或旋转而成；复杂的形体可以看成是由简单的形体组合而成。构建复杂形体时，对特征的分解关系到后续建模的效率、修改的难易程度。

建立如图 3-5 所示的撞块零件模型。这是一个典型的叠加组合体，即由各基本体通过“搭积木”的方式构成。

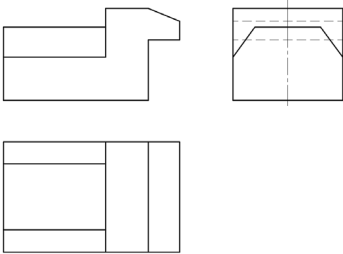


图 3-5 撞块

(1) 模型分析

看图时，通常从最能反映零件形状的特征视图着手，按照线框将组合体划分为若干基本体，然后对照其他视图，运用投影规律，想象出其空间形状、相对位置以及连接形式，最后综合想象出组合体的整体形状。划分形体的封闭线框范围时比较灵活，要以便于想出基本形体的形状为原则。

撞块有 3 种不同的划分方法：

- 1) 用左视图划分为 2 个封闭的线框，如图 3-6 中①所示。
- 2) 用俯视图划分为 2 个封闭的线框，如图 3-6 中②所示。
- 3) 用正视图划分为 2 个封闭的线框，如图 3-6 中③所示。

方法 1) 划分的形体比原来的物体形状还复杂，不可取，如图 3-6 中④所示；方法 2) 划分的形体全是水平线或垂直线，形状特征不明显，也不可取，如图 3-6 中⑤所示；方法 3) 划分的形体更接近原物形状，合理，如图 3-6 中⑥所示。

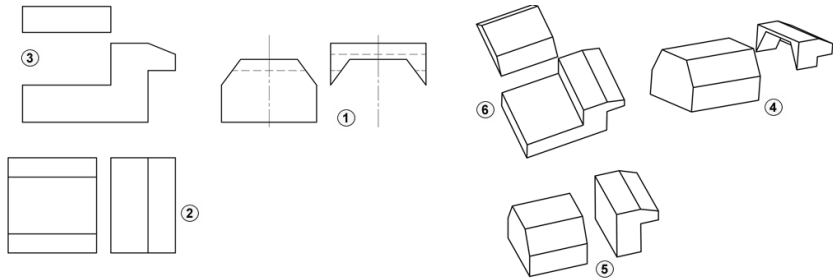


图 3-6 撞块的特征划分

根据构型选择合适的基准面以便于观察和建立模型。例如方法 3) 划分的较大的一块形状特征很显，且就位于“前视”面上；上面一小块是长方形，其形状特征需要结合左视图并添加一条水平线来考虑，如图 3-7 中阴影所示的梯形，形状特征在“右视”面上。

(2) 操作步骤

1) 打开第 2 章中保存的“Part1”文件，选择面，单击“草图”按钮，进入草图绘制模式。单击屏幕下方的“法线视图”按钮（以与同平面垂直的视图显示零件），如图 3-8 中①～③所示。

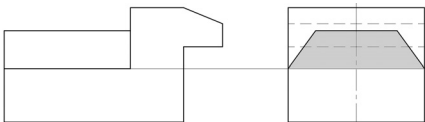


图 3-7 撞块形状特征

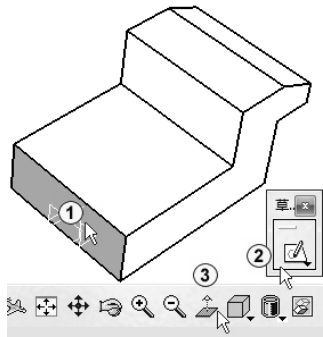


图 3-8 选择面

2) 选择如图 3-9 中①所示直线, 单击“投影 3D 元素”按钮, 系统弹出“投影”对话框, 单击“确定”按钮, 如图 3-9 中②③所示, 得到一条水平直线(当然该线也可以用“直线”命令绘制, 这里仅是为了更多地介绍命令而已)。

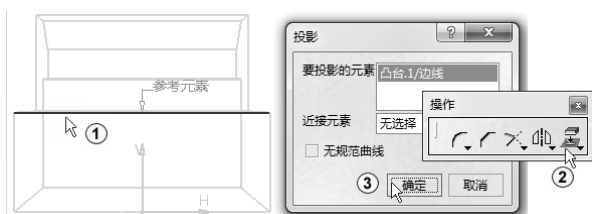


图 3-9 投影 3D 元素

3) 单击“直线”按钮, 绘制两条斜线。单击“轴”按钮, 绘制一条垂直中心线。按住〈Ctrl〉键选择刚刚绘制的 3 条线, 如图 3-10 中①~③所示。再单击“对话框中定义的约束”按钮, 在弹出的“约束定义”对话框中选择“对称”选项, 如图 3-10 中④⑤所示。单击“确定”按钮, 如图 3-10 中⑥所示。

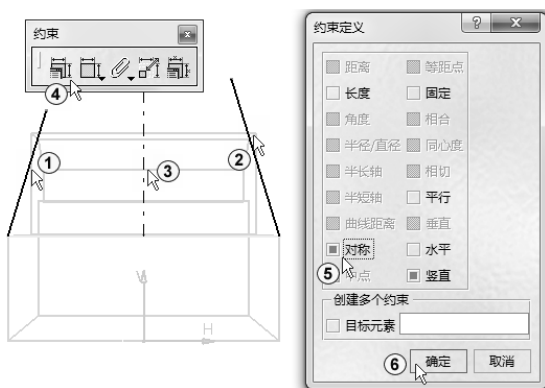


图 3-10 绘制草图

4) 单击“直线”按钮, 绘制一条直线将两条对称线连接起来, 选中刚刚绘制的直线, 单击“对话框中定义的约束”按钮, 在弹出的“约束定义”对话框中选择“水平”选项, 单击“确定”按钮, 如图 3-11 中①~④所示。结果如图 3-11 中⑤所示。

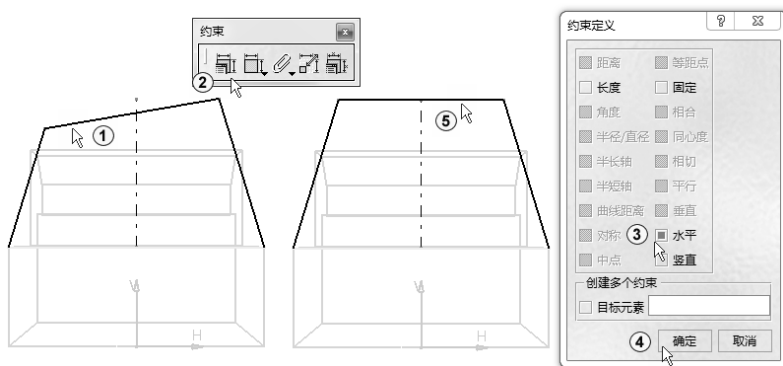


图 3-11 绘制直线

5) 单击“约束”按钮，标注尺寸，如图 3-12 所示。单击“退出工作台”按钮，单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮。

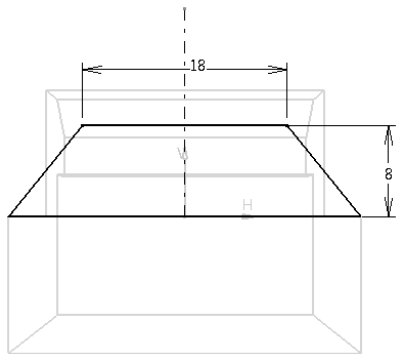


图 3-12 标注尺寸

6) 单击“凸台”按钮，系统弹出“定义凸台”对话框，单击“类型”下拉列表框，在弹出的下拉列表中选择“直到下一个”，在“轮廓/曲面”选项组中的“选择”选择框中系统自动选择了“草图.2”作为拉伸面，采用默认设置，单击“确定”按钮完成凸台操作，如图 3-13 中①~④所示。结果如图 3-13 中⑤所示。

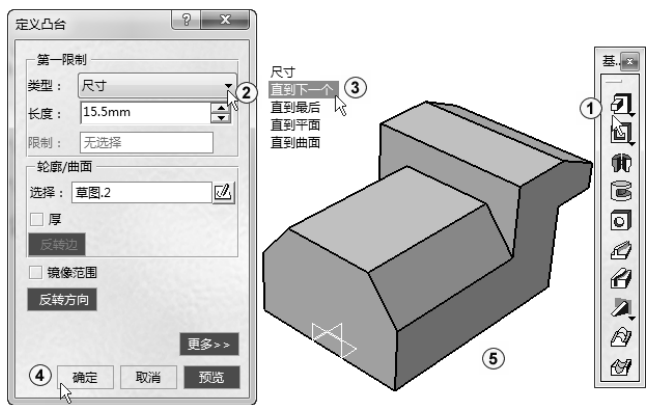


图 3-13 拉伸

7) 选择菜单“文件”→“另存为”命令，在“文件名”文本框中输入“zhuangkuai”，单击“保存”按钮。

3.2.2 凹槽

凹槽特征可以在实心物体上挖去槽、孔或其他形状的材料，“凹槽”的功能与“凸块”相反。使用减轻腔时，需要有一个已成形的坯料或实体，同时绘制好欲向下挖除的草图轮廓。单击“凹槽”按钮，右下角的倒三角形，可有 3 种方式：“凹槽”“拔模圆角凹槽”与“多凹槽”，如图 3-2 中③所示。

建立如图 3-14 所示的切割组合体。

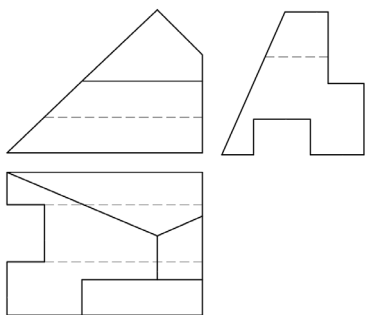


图 3-14 切割组合体

这是一个典型的切割组合体，首先找出最原始的基本体，再用平面、曲面或其他基本体对其进行切割，直到符合要求为止。根据两个视图完全可以确定组合体的立体形状。

分析：俯视图形体特征不明显，若用正视图轮廓作为最基本的特征（如图 3-15 中①所示），得到的左视图如图 3-15 中②所示。与题目对比后可知还需要在前上方切割一个长方体（如图 3-15 中③所示），后方用平面切除一个三棱柱（如图 3-15 中④所示），下方切割一个长方体（如图 3-15 中⑤所示），才能得到所要的结果。

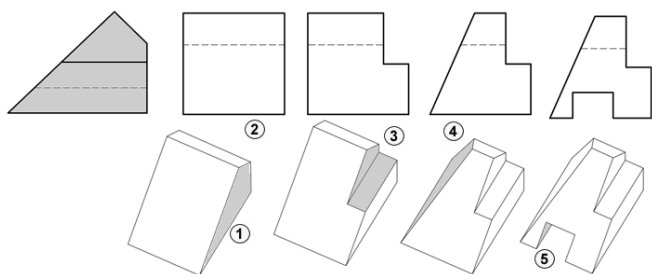


图 3-15 用正视图作为基本特征

若用左视图轮廓作为最基本的特征（如图 3-16 中①所示），得到的左视图如图 3-16 中②所示。与题目对比后可知还需要在左方用平面切除一个三棱柱（如图 3-16 中③所示），后上方用平面切除一个三棱柱（如图 3-16 中④所示），才能得到所要的结果。由此可见，这种方法步骤较少，下面的建模步骤用此方法。

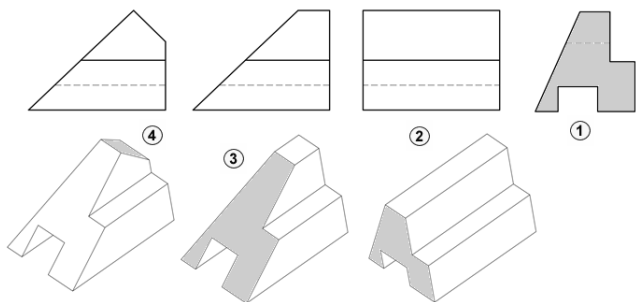


图 3-16 用左视图作为基本特征

切割组合体通常先建立切割前的基本体，再分别进行各部分的切割，其建模步骤具体如下。

1) 新建文件。启动 CATIA V5，选择菜单“文件”→“新建”命令，系统弹出“新建”对话框，在“类型列表”中选择“Part”，单击“确定”按钮。系统又弹出“新建零件”对话框，输入零件名称“Part2”，单击“确定”按钮，系统进入“零件设计”界面。

2) 从模型树中选择“yz 平面”，单击“草图”按钮。单击“轮廓”按钮，在工作区中绘制出 5 条水平线、4 条竖线和 1 条斜线组成的封闭轮廓，如图 3-17 中①所示。

3) 双击“约束”按钮，标注出如图 3-17 中②所示的尺寸。单击“退出工作台”按钮。

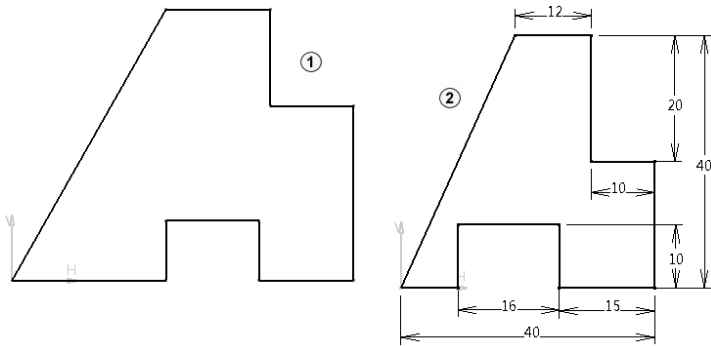


图 3-17 绘制草图

4) 单击“凸台”按钮，系统弹出“定义凸台”对话框，单击“类型”下拉列表框，在弹出的下拉列表中选择“尺寸”，在“长度”文本框中输入 55，在“轮廓/曲面”选项组中的“选择”框中采用系统默认的“草图.1”作为拉伸面，如图 3-18 中①~③所示。其他采用默认设置，单击“确定”按钮完成凸台操作，结果如图 3-18 中④⑤所示。选择菜单“文件”→“保存”命令。

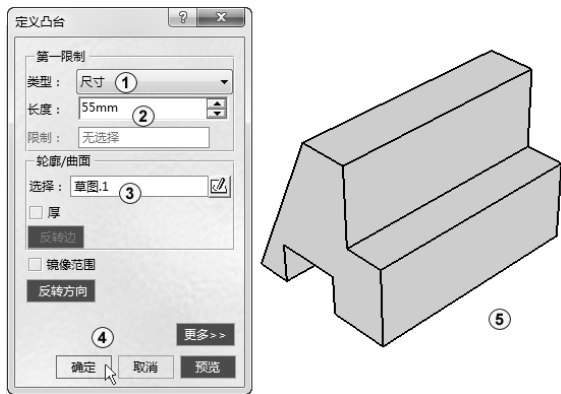


图 3-18 拉伸模型

5) 按住〈Ctrl〉键选择在草图中作为 X 轴的边，再选择草图平面，然后单击“草图”按钮，如图 3-19 中①~③所示。则草图自动转到所需的方向。

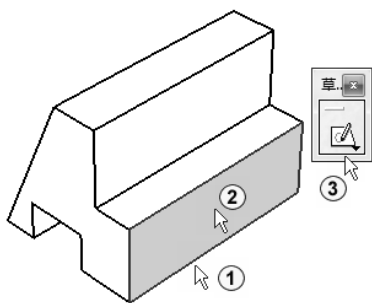


图 3-19 快速定义草图方向

6) 单击“轮廓”按钮, 如图 3-20 中①所示。系统弹出“草图工具”工具栏并自动选中了“直线”按钮, 在工作区中捕捉到左下角点(出现符号)时按单击, 向上移动鼠标到出现符号时单击, 如图 3-20 中②③所示。然后水平向右移动鼠标到适当的位置后单击, 最后回到左下角点(出现符号)时单击, 如图 3-20 中④②所示, 按〈Esc〉键结束绘制状态。

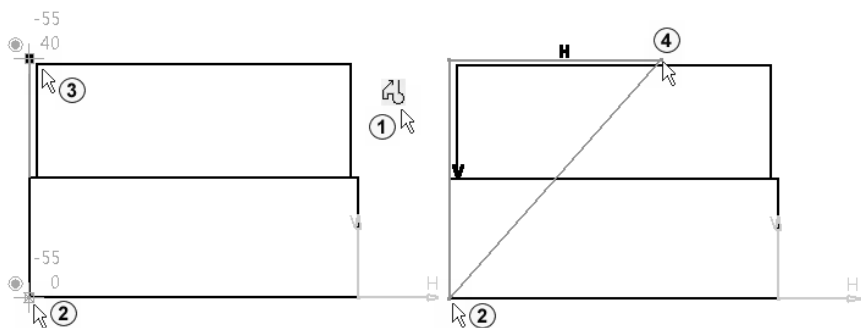


图 3-20 绘制直线

7) 单击“约束”按钮, 标注尺寸, 如图 3-21 中①②所示。单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮, 如图 3-21 中③所示。单击“退出工作台”按钮.

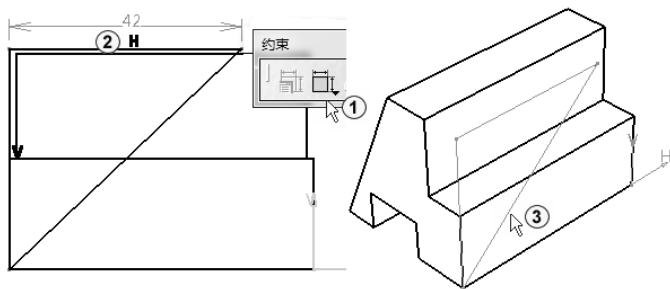


图 3-21 标注尺寸

8) 在“基于草图的特征”工具栏中单击“凹槽”按钮, 弹出“定义凹槽”对话框, 单击“类型”下拉列表框, 在弹出的下拉列表中选择“直到最后”, 在“轮廓/曲面”选项组中的“选择”框中采用系统默认的“草图.2”作为切除面, 如图 3-22 中①②所示, 其他采用

默认设置，单击“确定”按钮完成凹槽操作，结果如图 3-22 中③④所示。

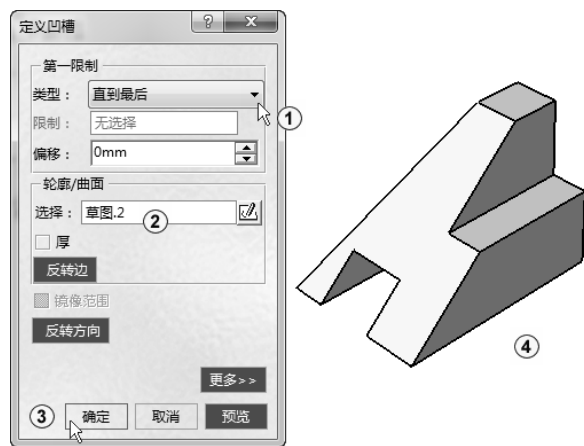


图 3-22 切割模型

9) 选择草图平面，单击“草图”按钮，如图 3-23 中①②所示。单击“轮廓”按钮，如图 3-19 中①所示。系统弹出“草图工具”工具栏并自动选中了“直线”按钮，在工作区中捕捉到左上角点（出现符号）时单击，如图 3-23 中③④所示。向右移动鼠标到出现符号时单击，垂直向下移动鼠标到适当的位置后单击，最后捕捉最初左上角点，如图 3-24 中①～③所示，按〈Esc〉键结束绘制状态。

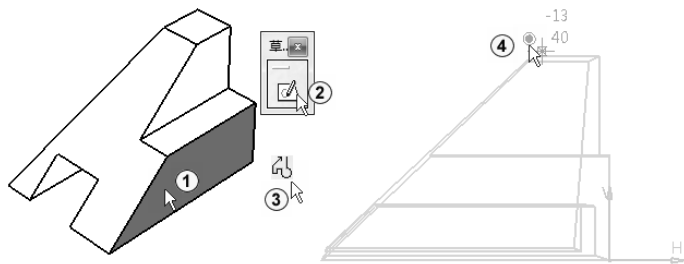


图 3-23 选择平面

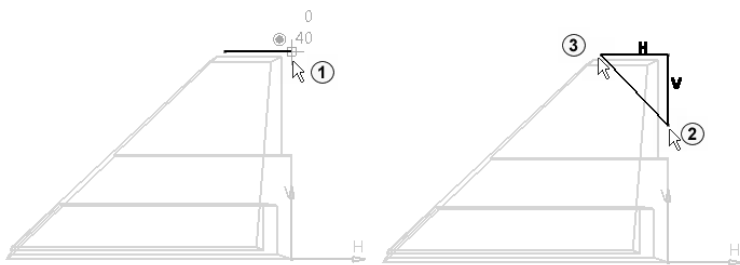


图 3-24 绘制直线

10) 单击“约束”按钮，标注尺寸，如图 3-25 中①所示。单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮，如图 3-25 中②所示。单击“退出工作台”按钮.

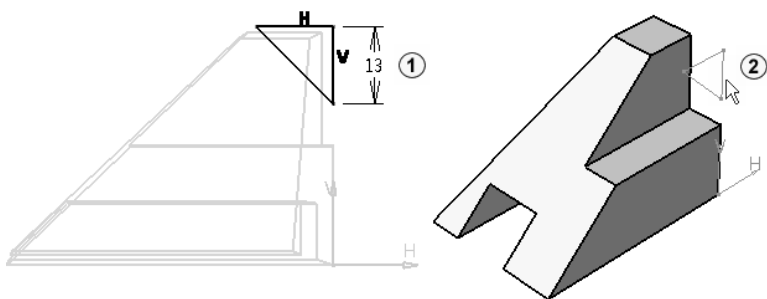


图 3-25 标注尺寸

11) 在特征工具栏中单击“凹槽”按钮, 弹出“定义凹槽”对话框, 单击“类型”下拉列表框, 在弹出的下拉列表中选择“直到最后”, 在“轮廓/曲面”选项组中的“选择”框中采用系统默认的“草图.3”作为切除断面, 如图 3-26 中①②所示, 其他采用默认设置, 单击“确定”按钮完成凹槽操作, 结果如图 3-26 中③④所示。

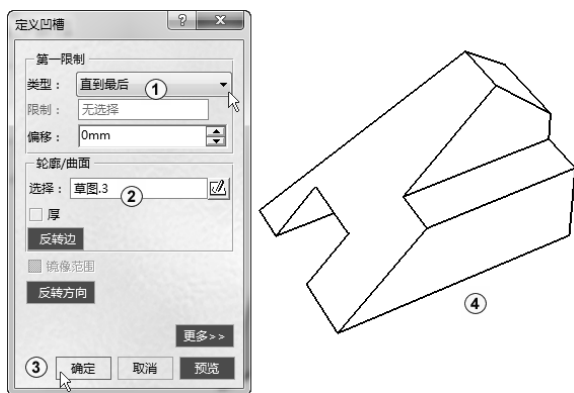


图 3-26 切割模型

12) 选择菜单“文件”→“另存为”命令, 在“文件名”文本框中输入“qiegezuheti”, 单击“保存”按钮。

3.3 旋转体和旋转槽

利用旋转成形功能可以让二维草图平面上的封闭轮廓相对轴线旋转, 形成三维实体模型。二维草图必须是自封闭的轮廓(如图 3-27 中①②所示)或者是和旋转轴组成封闭曲线(如图 3-27 中③所示)。封闭曲线不能和轴相交(如图 3-27 中④所示)。当轮廓线不封闭时, 轴线要使之封闭, 否则不能旋转(如图 3-27 中⑤所示)。旋转的图形可以由多个不相交的封闭轮廓线组成, 但多个封闭曲线之间不能相交。

3.3.1 旋转体

启动 CATIA V5, 选择菜单“文件”→“新建”命令, 系统弹出“新建”对话框, 在“类型列表”中选择“Part”, 单击“确定”按钮, 系统又弹出“新建零件”对话框, 采用默

认的零件名称“Part3”，单击“确定”按钮，系统进入“零件设计”界面。

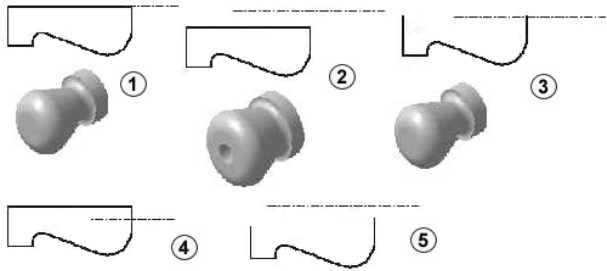


图 3-27 回转轴线与轮廓线的要求

从特征树中选择“zx 平面”，单击“草图”按钮，进入草图绘制模式。选择菜单“工具”→“选项”命令，在“机械设计”中“草图编辑器”的“约束”选项下，选中“创建几何约束”和“自动创建尺寸约束”复选框，如图 3-28 中①~⑥所示，单击“确定”按钮。

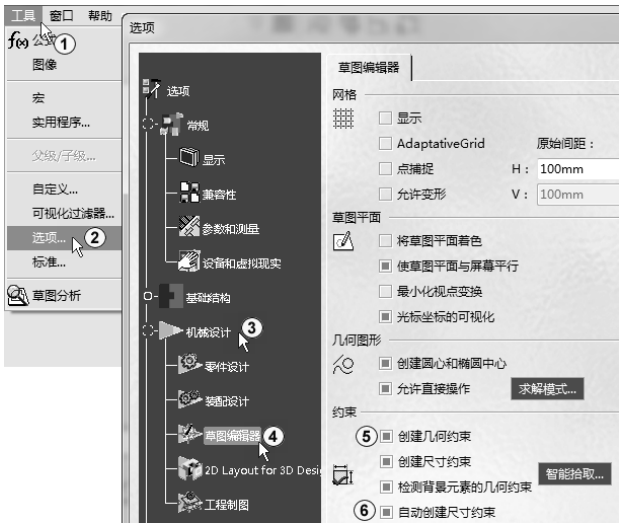


图 3-28 选择自动创建约束

单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，单击“圆”按钮，在工作区中选择原点（出现符号时单击），移动鼠标到适当位置单击绘制出圆，双击自动标注出尺寸，修改为 20，如图 3-29 中①②所示。单击“轮廓”工具栏中的“轴”按钮，绘制出一条通过原点的竖直线，双击“快速修剪”按钮，修剪掉多余线段，结果如图 3-29 中③~⑤所示。单击“退出工作台”按钮，离开草图模式。

单击“旋转体”按钮，系统弹出“定义旋转体”对话框，在“限制”选项组的“第一角度”文本框中输入 360，在“第二角度”文本框中输入 0，在“轮廓/曲面”选项组的“选择”框中系统自动选择了“草图 1”，在“轴线”选项组的“选择”框中系统自动选择了“草图轴线”作为旋转轴（当然只能是在一条轴线的情况系统才能正确地选择轴线，如果绘制了多条轴线那就不一定了），单击“预览”按钮，可以看到旋转的效果。单击“确定”按钮完成凸台操作，如图 3-30 中①~⑦所示。

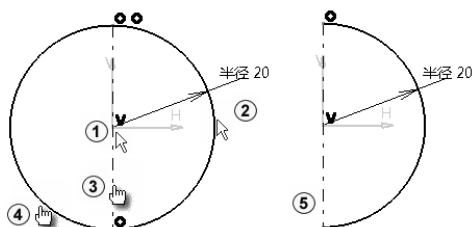


图 3-29 绘制草图



图 3-30 “定义旋转体”对话框

用鼠标右键选中球，在弹出的快捷菜单中选择“属性”命令，如图 3-31 中①②所示。系统弹出“属性”对话框，单击“颜色”右下角的倒三角形，在弹出的下拉列表中选择自己想要的颜色，如图 3-31 中③④所示。单击“确定”按钮。

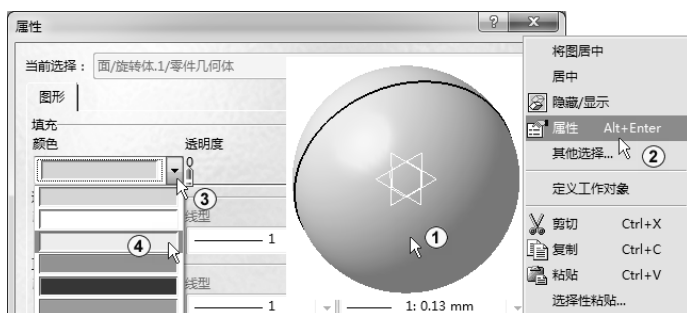


图 3-31 选择颜色

选择菜单“文件”→“另存为”命令，在“文件名”文本框中输入“qiu”，单击“保存”按钮。

双击“旋转体.1”，系统弹出“定义旋转体”对话框，在“限制”选项组的“第一角度”文本框中输入 180，选中“厚轮廓”复选框，在“薄旋转体”选项组的“厚度 1”文本框中输入 2，单击“反转方向”按钮，单击“预览”按钮，可以看到由草图向内加厚后的旋转效果。单击“确定”按钮，如图 3-32 中①~⑧所示。



图 3-32 选中厚度断面创建的旋转

双击“旋转体.1”，系统弹出“定义旋转体”对话框，在“薄旋转体”选项组的“厚度2”文本框中输入4，其他为默认值，单击“确定”按钮，如图3-33中①~③所示。可以看到由草图向内加厚2，向外加厚4后的旋转效果。

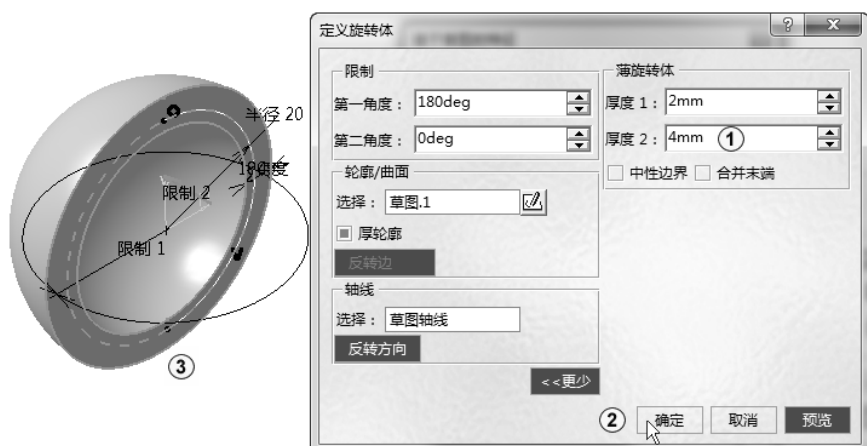


图 3-33 选中两个厚度断面创建的旋转

3.3.2 旋转槽

利用旋转的方式，挖除实心零件上不必要的部分，与旋转体特征的功能相反。

在草图中绘制出的轮廓线不一定要封闭，但必须保证该轮廓线可以和实体表面的轮廓线组成封闭曲线。

打开第1章中保存的圆柱模型 Part1。从特征树中选择“zx 平面”，单击“草图”按钮，进入草图绘制模式。单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，单击“轮廓”按钮，系统弹出“草图工具”工具栏并自动选中了“直线”按钮，在工作区绘制出如图3-34中①所示的封闭图形（注意最后一点要双击）。选择通过原点的垂直线，如图3-34中②所示，单击“构造/标准元素”按钮，使其显示为灰色，表现为虚线。单击“约束”按钮，标注如图3-34中③所示尺寸。单击“退出工作台”按钮。

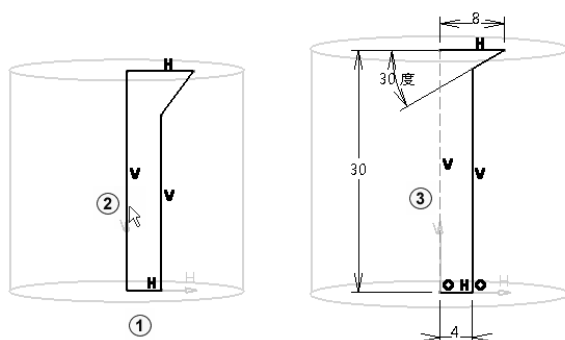


图 3-34 绘制草图

在“基于草图的特征”工具栏中单击“旋转槽”按钮，系统弹出“定义旋转槽”对话框。

框，在“限制”选项组的“第一角度”文本框中输入 360，“第二角度”文本框中输入 0，在“轮廓/曲面”选项组的“选择”框中采用系统默认的“草图.2”作为旋转槽轮廓，如图 3-35 中①～③所示。由于草图中没有用“轴”命令，所以系统不能自动找出旋转中心轴，因此在工作区选择垂直构造线，则在该对话框中的“轴线”选项组的“选择”框中出现了“凸台.1\轴.1”，如图 3-35 中④⑤所示，单击“预览”按钮可以预览切除旋转效果，单击“确定”按钮，如图 3-35 中⑥⑦所示。

选择菜单“文件”→“另存为”命令，在“文件名”文本框中输入“Groove”，单击“保存”按钮。

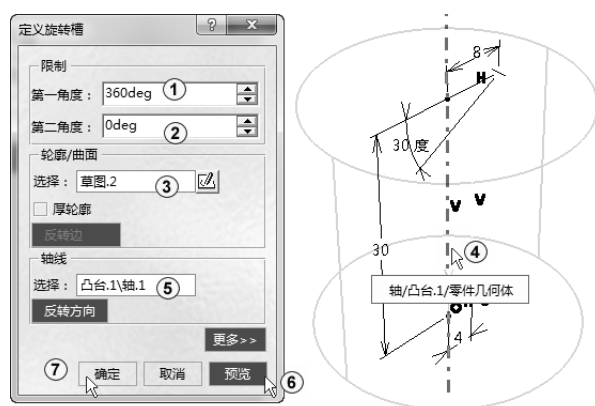


图 3-35 切除旋转

为了更清楚地观察模型的内部结构，将把模型剖开。选择菜单“插入”→“基于曲面的特征”→“分割”命令，如图 3-36 中①～③所示。在左边特征树上选择“zx 平面”，系统弹出“定义分割”对话框，并在“分割元素”中自动输入“zx 平面”，如图 3-36 中④所示。在工作区单击箭头，如图 3-36 中⑤所示，使其改变方向后单击“确定”按钮，其结果模型被切掉了一半，如图 3-36 中⑥⑦所示。



图 3-36 切割

为了保证模型的完整性，在保存前，可以选择菜单“编辑”→“撤消”命令或者按组合键〈Ctrl+Z〉或者直接在特征树中右击“分割.1”，在弹出的快捷菜单中选择“删除”命令。

3.4 圆角

修饰特征可以在完成简单实体的基础上，不改变整个零件的基本轮廓下进行修饰操作，此类修饰包括倒圆角、倒角、拔模斜度、箱体、厚度、内螺纹\外螺纹和移除面 7 类功能。如图 3-37a 所示。第一项倒圆角可以用 3 种方式进行圆角的生成，即倒圆角、面与面的圆角、三切线内圆角，如图 3-37b 所示。倒圆角的功能就是将尖锐的连线修饰成平滑的圆角。注意圆角半径值不可超过模型的厚度。

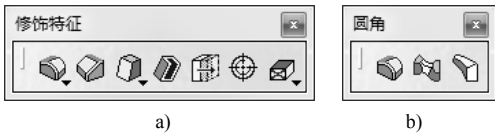


图 3-37 装饰特征
a) 修饰特征 b) 圆角

建立如图 3-38 所示的组合体。

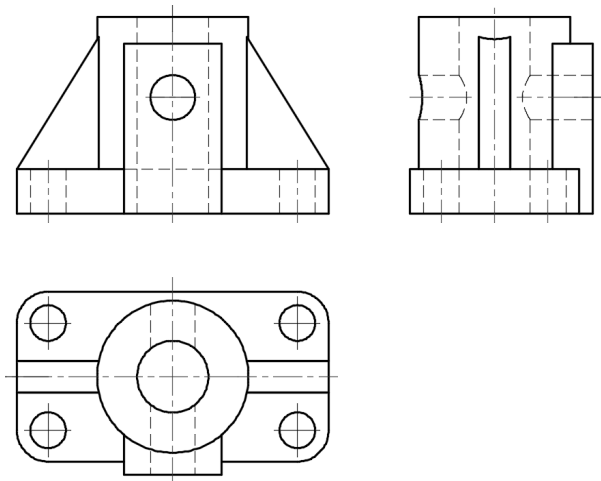


图 3-38 组合体

(1) 模型分析

将组合体分解为 4 部分后，要根据构型选择第一个基本特征的草图轮廓。第一部分和第二部分的形状特征图在“前视”（如图 3-39 中①②所示），且与后续特征无关，但它们的特征依赖于圆筒（第三部分，如图 3-39 中③所示）。第三部分圆筒的形状特征图在“上视”，圆筒的尺寸比底板小，且定位依赖于底板。第四部分底板的形状特征图也在“上视”（如图 3-39 中④所示），可直接拉伸后获得，尺寸较大，且置于最下方起支撑作用。在此基础上，可利用其草图特征创建圆筒，其轮廓利用度较高，适合作为第一个基本特征草图。

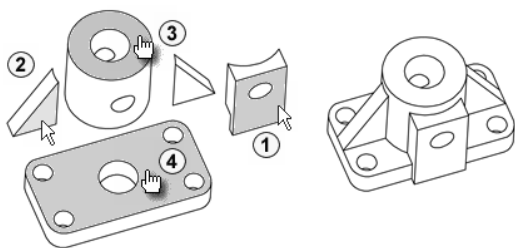


图 3-39 组合体的组成

建立第一个基本特征时所选的草图平面会影响到模型的观察角度，通常会选择 3 个基本表面之一。底板草图位于“上视”，才符合正常的视图方向（如图 3-40 中③所示）。

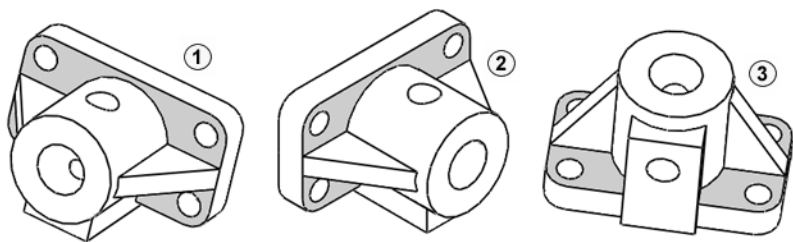


图 3-40 第一个基本特征的草图平面

将零件形体进行分解时，应该先叠加后切割、先外部后内部、先实心后空心。建模过程如图 3-41 中①~⑧所示。

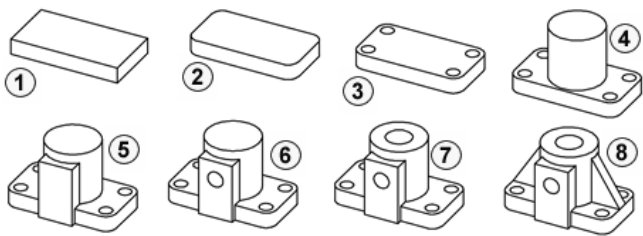


图 3-41 建模过程

(2) 切割组合体的建模步骤

1) 新建文件。启动 CATIA V5，选择菜单“文件”→“新建”命令，系统弹出“新建”对话框，在“类型列表”中选择“Part”，单击“确定”按钮，系统又弹出“新建零件”对话框，采用默认的零件名称“Part4”，单击“确定”按钮，系统进入“零件设计”界面。

2) 从特征树中选择“xy 平面”，单击“草图”按钮，进入草图绘制模式。选择菜单“工具”→“选项”命令，在“机械设计”中“草图编辑器”的“约束”选项下，选中“创建几何约束”和“自动创建尺寸约束”复选框，单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，单击“居中矩形”按钮，在工作区中选择原点，移动鼠标到适当位置单击绘制出矩形，如图 3-42 中①②所示。分别双击自动标注出尺寸，修改为 70 和 38，如图 3-42 中③④所示。单击“退出工作台”按钮，离开草图模式。

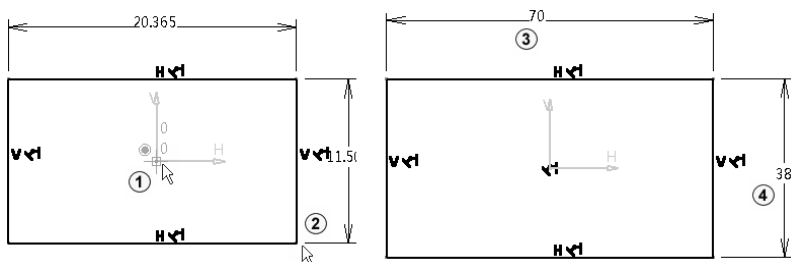


图 3-42 绘制矩形

3) 单击屏幕右侧的“凸台”按钮, 系统弹出“定义凸台”对话框, 单击“类型”下拉列表框, 在弹出的下拉列表中选择“尺寸”, 在“长度”文本框中输入 10, 在“轮廓/曲面”选项组中的“选择”框中系统自动选择了“草图.1”作为拉伸面, 其他采用默认设置, 单击“确定”按钮完成凸台操作, 如图 3-43 中①~③所示。单击屏幕最下方的“全部适应”按钮, 单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮, 结果如图 3-43 中④所示。



图 3-43 拉伸模型

4) 在“修饰特征”工具栏中选择“倒圆角”按钮, 弹出“倒圆角定义”对话框, 在“半径”文本框中输入 7, 在工作区按〈Ctrl〉键选择长方体的 4 条边线, 结果“要圆角化的对象”选择框中出现“4 元素”, 如图 3-44 中①~⑥所示。其他采用默认设置, 单击“确定”按钮完成倒圆角操作, 结果如图 3-44 中⑦⑧所示。

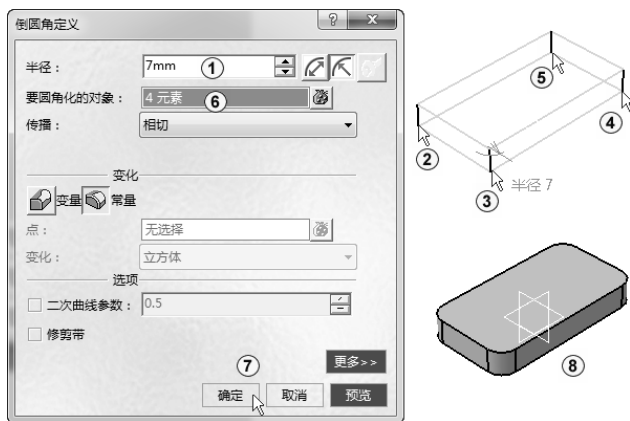


图 3-44 倒圆角

其中“相切”方式可以将所有与选择边线相切的边线倒圆角;“最小”方式只会沿最近的边线倒圆角。

3.5 孔

可以在实体上钻各种孔，可以是简单孔、锥形孔、沉头孔、埋头孔和倒钻孔，如图 3-45 所示。孔的底部可以是 V 形底（如图 3-45 所示）或平底（如图 3-46 所示）。选择向下钻孔的面，如果面为圆形，则孔的中心自动对齐圆心，不受鼠标单击的位置影响。

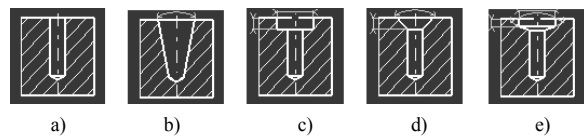


图 3-45 孔类型

a) 简单孔 b) 锥形孔 c) 沉头孔 d) 埋头孔 e) 倒钻孔

以简单孔为例，其“扩展”下拉列表框中有 5 种形式：盲孔、直到下一个、直到最后、直到平面和直到曲面，如图 3-46 所示。根据实际需要选择一种类型创建孔。

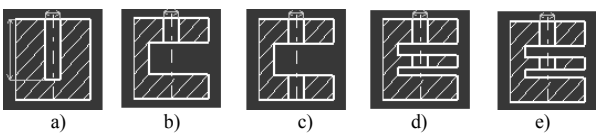


图 3-46 孔扩展类型

a) 盲孔 b) 直到下一个 c) 直到最后 d) 直到平面 e) 直到曲面

在“基于草图的特征”工具栏中单击“孔”按钮，选择长方体上表面放置孔，如图 3-47 中①所示。系统弹出“定义孔”对话框，在“扩展”下拉列表框中选择“盲孔”，在“直径”文本框中输入 8，在“深度”文本框中输入 10，在“底部”下拉列表框中选择“平底”，其他采用默认设置，如图 3-47 中②~⑤所示。单击“确定”按钮完成孔操作，结果如图 3-47 中⑥⑦所示。

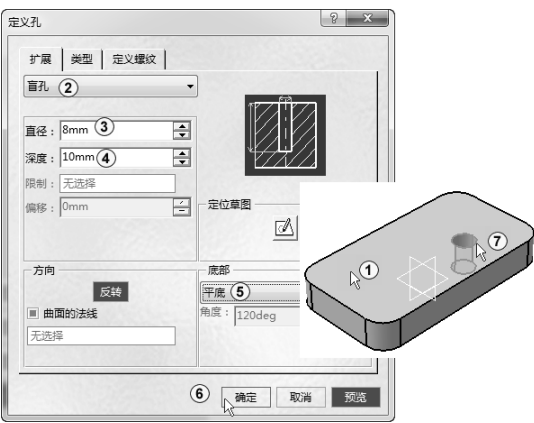


图 3-47 打孔

双击特征树中“孔.1”下面的“草图.2”，如图 3-48 中①所示。对“孔.1”位置进行定义。按住〈Ctrl〉键选择“孔.1”的圆心与矩形倒圆角边线，如图 3-48 中②③所示。单击“对话框中定义的约束”按钮，在弹出的“约束定义”对话框中选择“同心度”，单击“确

定”按钮，如图 3-48 中④⑤所示。单击“退出工作台”按钮。单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮，结果如图 3-48 中⑥所示。

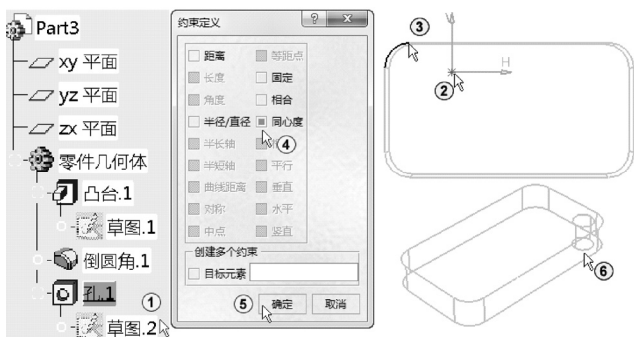


图 3-48 编辑草图加入孔定位尺寸

3.6 加强肋和标准件

3.6.1 加强肋

从特征树中选择“zx 平面”，单击“草图”按钮，进入草图绘制模式。单击“直线”按钮，在工作区中捕捉（-35，10）的点，如图 3-49 中①所示。绘制出 1 条斜线。在工作区中捕捉（-35，10）的点，如图 3-49 中①所示，单击“对话框中定义的约束”按钮，在弹出的“约束定义”对话框中选择“固定”，单击“确定”按钮，如图 3-49 中②③所示。单击“约束”按钮，选择斜线和水平线，标注尺寸，如图 3-49 中④～⑥所示。单击“退出工作台”按钮。

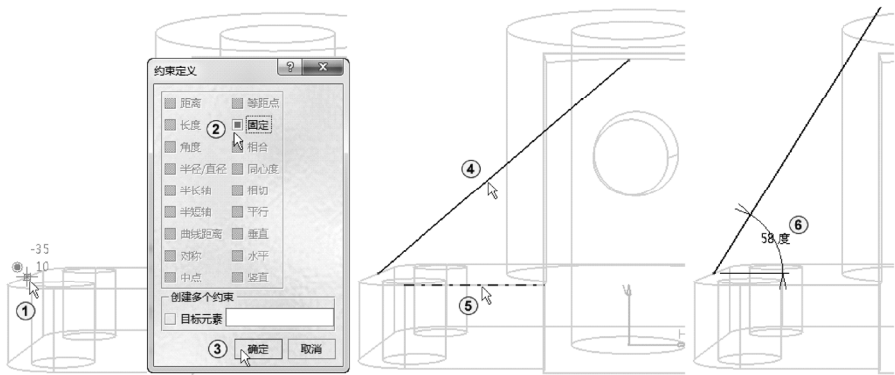


图 3-49 绘制斜线

在“特征”工具栏中选择“加强肋”按钮，弹出“定义加强肋”对话框，在“模式”选项组中选择“从侧面”，在“厚度 1”文本框中输入 7，选中“中性边界”复选框，在“轮廓”选项组中的“选择”框中采用系统自动选择的“草图.11”作为加强肋的轮廓，如图 3-50 中①～④所示。其他采用默认设置，单击“确定”按钮完成加强肋操作，如图 3-50 中⑤⑥所示。

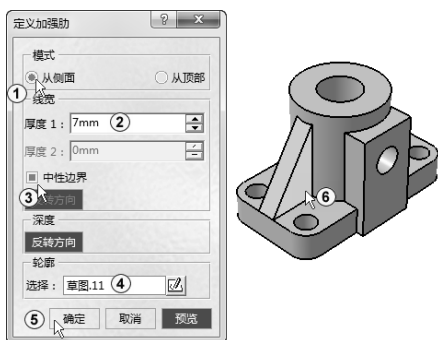


图 3-50 加强肋

3.6.2 标准件

在零件设计工作台中选择菜单“工具”→“目录浏览器”命令，单击“当前”栏右侧的倒三角形按钮，找到 CATIA V5 安装文件中的“d:\Program Files→Dassault Systemes→B25→win_b64→startup→components→MechanicalStandardParts→ISO_Standards”文件夹，双击“ISO”，双击“Nuts”，如图 3-51 中①～⑤所示。

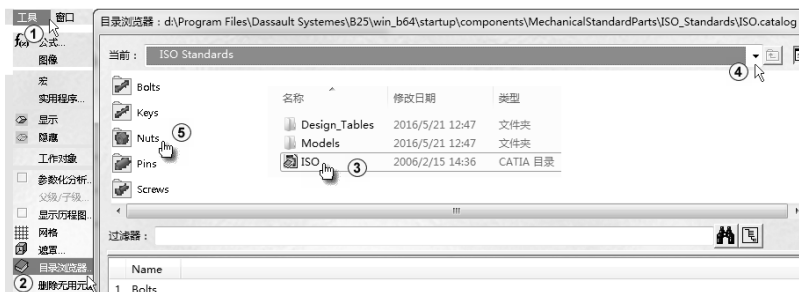


图 3-51 寻找 Nuts

双击“ISO_4032_HEXAGON_NUT_STYLE_1”，右击 M10，从弹出的快捷菜单中选择“作为新文档打开”命令，在工作区出现螺母的模型，如图 3-52 中①～④所示。

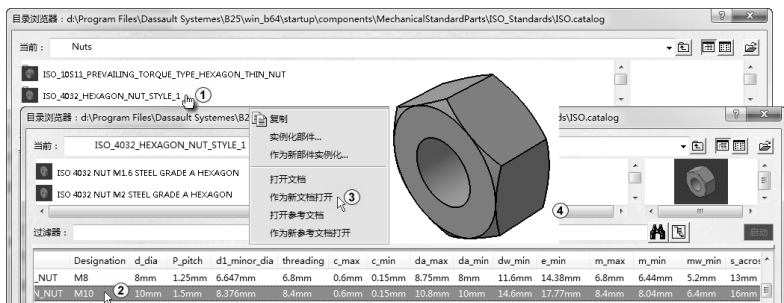


图 3-52 调出 Nuts

选择菜单“文件”→“另存为”命令，在“文件名”文本框中输入“Part5”，单击“保存”按钮。

3.7 阵列和镜像

3.7.1 阵列

变换特征是对已生成的零件进行位置的变换和复制等操作。有平移、镜像、阵列和缩放 4 种类型，如图 3-53a 所示。

其中的阵列功能是选择一个实体特征作为参考样式，以不同方式多次复制这些样式，从而形成新的实体。单击“矩形阵列”按钮右下角的倒三角形，即可得到“阵列”工具栏，其中有矩形阵列、圆形阵列和用户阵列 3 种方式，如图 3-53b 所示。



图 3-53 变换特征

a) 变换特征 b) 阵列

- 矩形阵列以选择的特征为样式，复制 m 行 n 列。
- 圆形阵列以选择的特征为样式，复制 m 个环，每环 n 个特征。
- 用户阵列与前面两种阵列不同之处在于阵列的位置是在草图设计模块中确定的。

在工作区选择“孔.1”，在“变换特征”工具栏中单击“矩形阵列”按钮，系统弹出“定义矩形阵列”对话框，单击“第一方向”标签，在“参数”下拉列表框选择“实例和间距”，在“实例”文本框中输入 2，在“间距”文本框中输入 56，单击“参考元素”选择框，在工作区中选择长方体的长边线，如图 3-54 中①~④所示，其他采用默认设置，单击

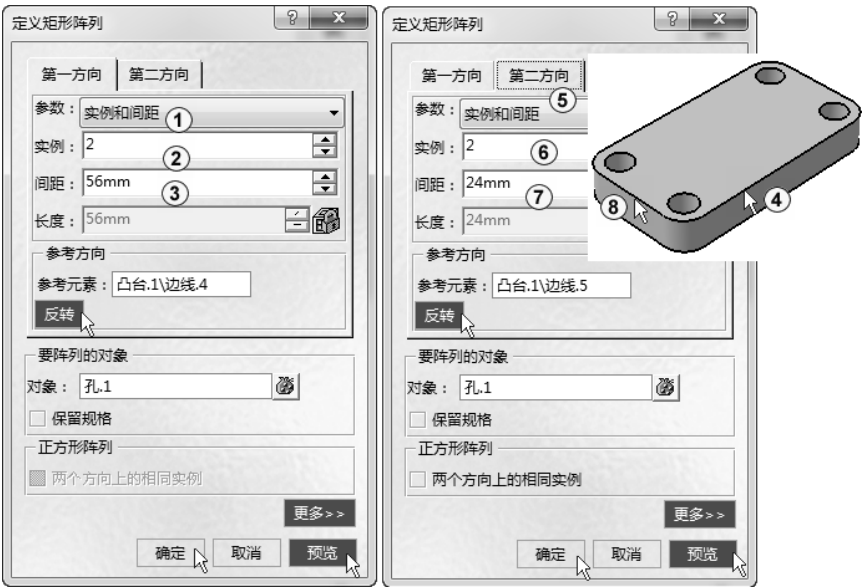


图 3-54 矩形阵列

“预览”按钮，假若方向不对，则单击“反转”按钮；单击“第二方向”标签，在“参数”下拉列表框选择“实例和间距”，在“实例”文本框中输入 2，在“间距”文本框中输入 24，单击“参考元素”选择框，在工作区中用鼠标选择长方体的短边线，如图 3-54 中⑤~⑧所示。其他采用默认设置，单击“预览”按钮，假若方向不对，则单击“反转”按钮，单击“确定”按钮完成矩形阵列操作。

从特征树中选择“xy 平面”，单击“草图”按钮，单击“圆”按钮，绘制出如图 3-55 所示圆心在原点的 $\phi 34$ 的圆。单击“退出工作台”按钮.

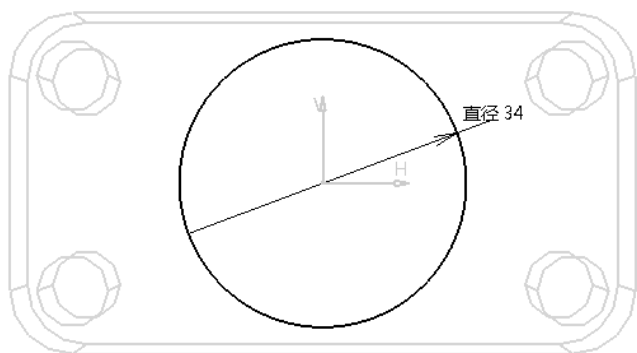


图 3-55 绘制圆

单击“凸台”按钮，系统弹出“定义凸台”对话框，单击“类型”下拉列表框，在弹出的下拉列表中选择“尺寸”，在“长度”文本框中输入 44，在“轮廓/曲面”选项组中的“选择”框中系统自动选择了“草图.3”作为拉伸面，其他采用默认设置，单击“确定”按钮完成凸台操作，如图 3-56 中①~③所示。结果如图 3-56 中④所示。单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮.

从特征树中选择“zx 平面”，单击“草图”按钮，进入草图绘制模式。单击“居中矩形”按钮，在工作区中绘制出矩形中心位于竖直线，下边线位于水平线上的矩形，单击“约束”按钮，标注如图 3-57 所示尺寸。

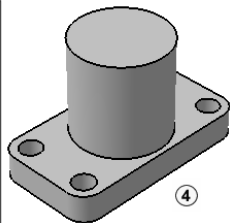


图 3-56 拉伸圆柱

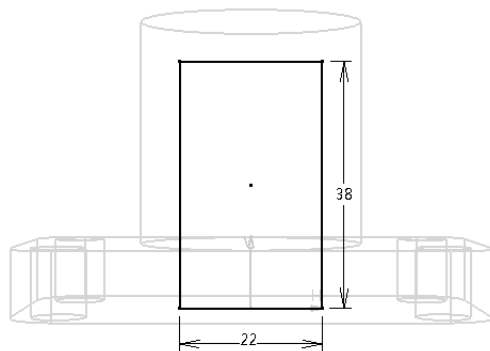


图 3-57 绘制矩形

单击“凸台”按钮，系统弹出“定义凸台”对话框，单击“类型”下拉列表框，在弹出的下拉列表中选择“尺寸”，在“长度”文本框中输入 22，在“轮廓/曲面”选项组中的“选择”框中系统自动选择了“草图.4”作为拉伸面，其他采用默认设置，单击“确定”按钮完成凸台操作，如图 3-58 中①~③所示。结果如图 3-58 中④所示。单击屏幕最下方的“全部适应”按钮，单击屏幕下方的“等轴测视图”按钮.

从特征树中选择“zx 平面”，单击“草图”按钮，进入草图绘制模式。单击“圆”按钮，在工作区中绘制出圆心位于竖直线上的圆，单击“约束”按钮，标注如图 3-59 所示尺寸。

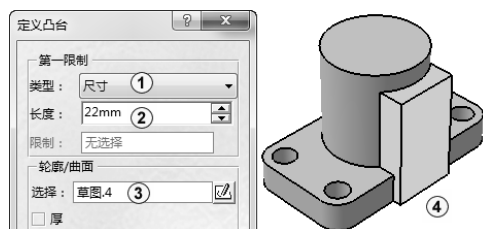


图 3-58 拉伸长方体

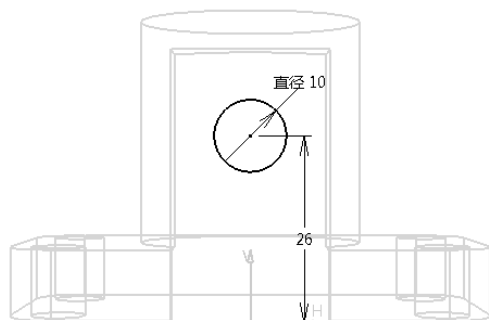


图 3-59 绘制圆

单击“凹槽”按钮，弹出“定义凹槽”对话框，单击“类型”下拉列表框，在弹出的下拉列表中选择“直到最后”，在“轮廓/曲面”选项组中的“选择”框中采用系统默认的“草图.5”作为切除断面，如图 3-60 中①②所示，其他采用默认设置，单击“确定”按钮完成凹槽操作，结果如图 3-60 中③所示。

从特征树中选择“xy 平面”，单击“草图”按钮，进入草图绘制模式。单击“圆”按钮，在工作区中绘制出圆心位于原点的圆。单击“约束”按钮，标注如图 3-61 所示尺寸。单击“退出工作台”按钮.

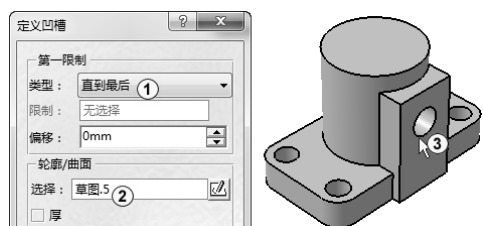


图 3-60 打小孔

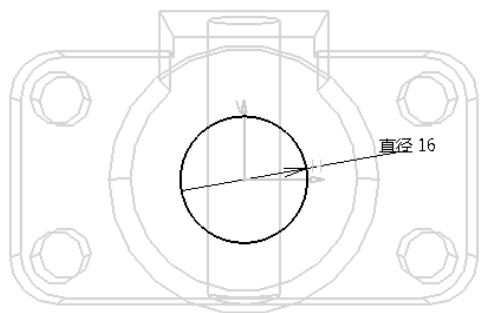


图 3-61 绘制圆

单击“凹槽”按钮，弹出“定义凹槽”对话框，单击“类型”下拉列表框，在弹出的下拉列表中选择“直到下一个”，在“轮廓/曲面”选项组中的“选择”框中采用系统默认的“草图.6”作为切除断面，如图 3-62 中①②所示，其他采用默认设置，单击“确定”按钮完

成凹槽操作，结果如图 3-62 中③所示。

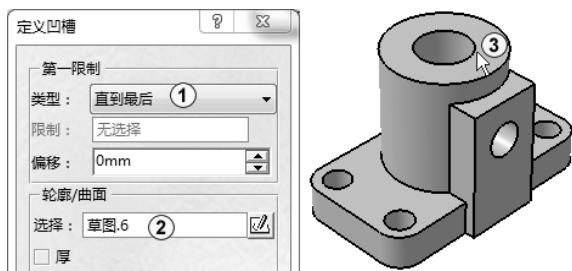


图 3-62 打大孔

3.7.2 镜像

在特征树中选择“加强肋.2”，在“变换特征”工具栏中单击“镜像”按钮，系统弹出“定义镜像”对话框，在“镜像元素”选择框中选择“yz 平面”，如图 3-61 中①②所示。其他采用默认设置，单击“确定”按钮完成镜像操作，如图 3-63 中③④所示。



图 3-63 镜像

选择菜单“文件”→“另存为”命令，在“文件名”文本框中输入“zonghezuheti”，单击“保存”按钮。

3.8 思考与练习

一、选择题

1. 当一个实体同时需要抽壳、拔模、倒角时，它的先后次序应该是（ ）。
A. 倒角、拔模、抽壳
B. 拔模、抽壳、倒角
C. 拔模、倒角、抽壳
D. 不分先后
2. 抽壳命令有：①选择要移除的面；②单击盒体图标；③单击确定；④输入厚度等操作，正确的操作步骤顺序是（ ）。
A. ①②③④
B. ④③②①
C. ②③④①
D. ②①④③

二、操作题

1. 建立如图 3-64 和图 3-65 所示的简单组合体的模型。

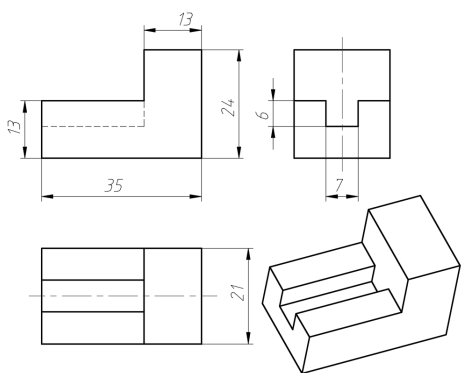


图 3-64 组合体 1

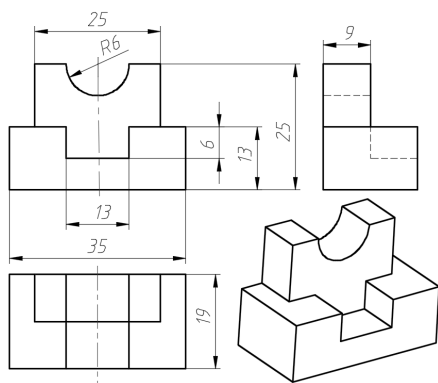


图 3-65 组合体 2

2. 建立如图 3-66~图 3-69 所示的组合体的模型。

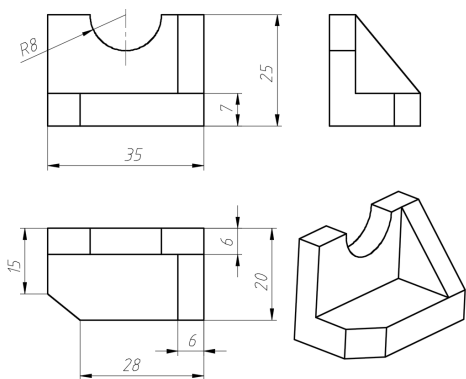


图 3-66 组合体 3

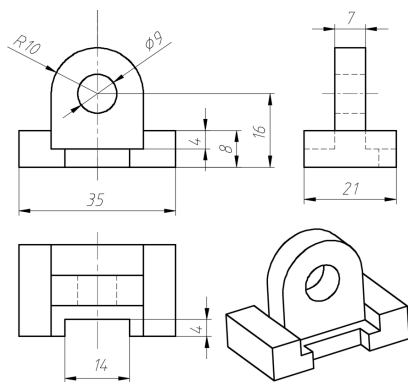


图 3-67 组合体 4

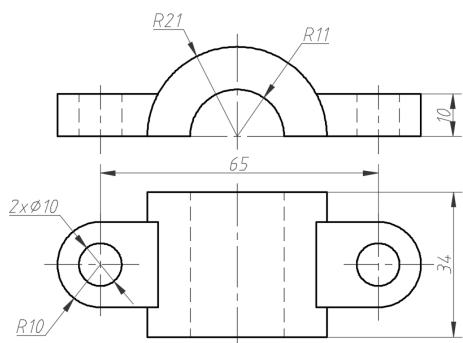


图 3-68 组合体 5

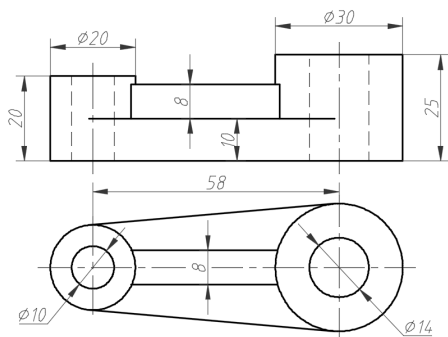


图 3-69 组合体 6

3. 建立如图 3-70 所示的低速滑轮装置的模型。

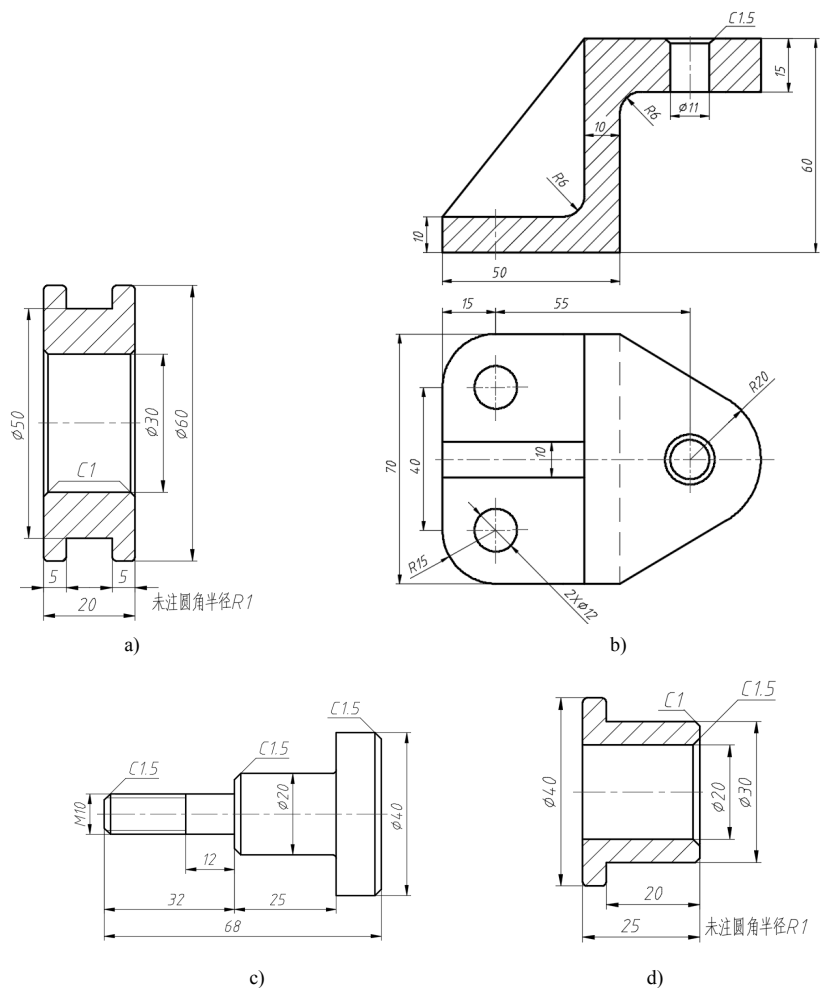


图 3-70 低速滑轮装置

a) 滑轮 b) 托架 c) 心轴 d) 衬套

4. 完成轴座的建模, 如图 3-71 所示。复习拉伸、切除、肋特征, 练习基本建模方法。
5. 完成轴承座的建模, 如图 3-72 所示。复习拉伸、切除、钻孔、螺纹特征。

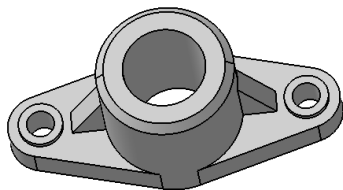


图 3-71 轴座

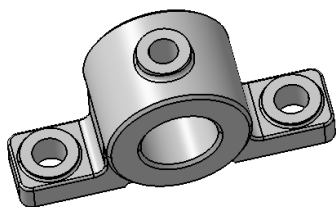


图 3-72 轴承座

6. 完成机座的建模, 如图 3-73 所示。复习拉伸、抽壳、旋转、切除特征。
7. 完成轴的建模, 如图 3-74 所示。复习旋转体、开槽、基准平面、倒角等工具的应用。详细绘制步骤可参阅“素材文件\第 3 章\ex\轴.PDF”文件。

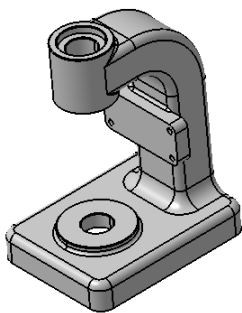


图 3-73 机座

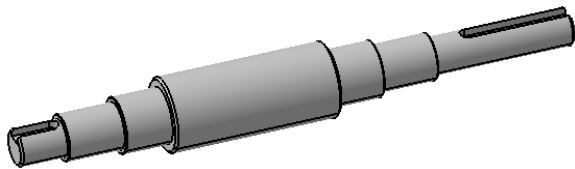


图 3-74 轴

8. 完成榔头的建模，如图 3-75 所示。复习凸台、凹槽、开槽等工具的应用。详细绘制步骤可参阅“素材文件\第 3 章\ex\榔头.PDF”文件。

9. 完成斜面轴承座的建模，如图 3-76 所示。复习凸台（拉伸）、凹槽（切除拉伸）、加强肋、孔、螺纹、矩形阵列、倒角等工具的应用。详细绘制步骤可参阅“素材文件\第 3 章\ex\斜面轴承座.PDF”文件。

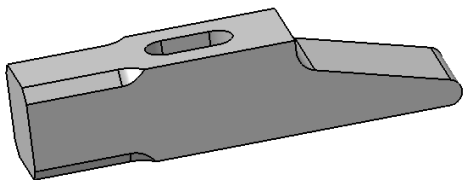


图 3-75 榔头

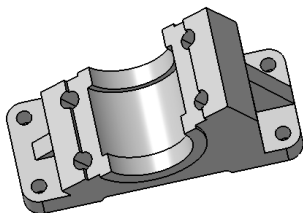


图 3-76 斜面轴承座

10. 完成减速箱箱体的建模，如图 3-77 所示。复习凸台（拉伸）、壳体（抽壳）、镜像、凹槽（切除拉伸）、孔、螺纹、倒圆角、倒角等工具的应用。详细绘制步骤可参阅“素材文件\第 3 章\ex\减速箱箱体.PDF”文件。

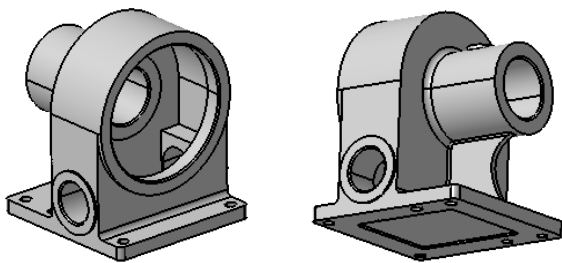


图 3-77 减速箱箱体