



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

CAD/CAM 技术应用(UG)

CAD/CAM JISHU YINGYONG(UG)

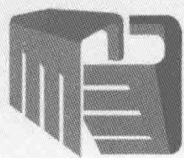
◎ 袁 锋 主编



附赠光盘



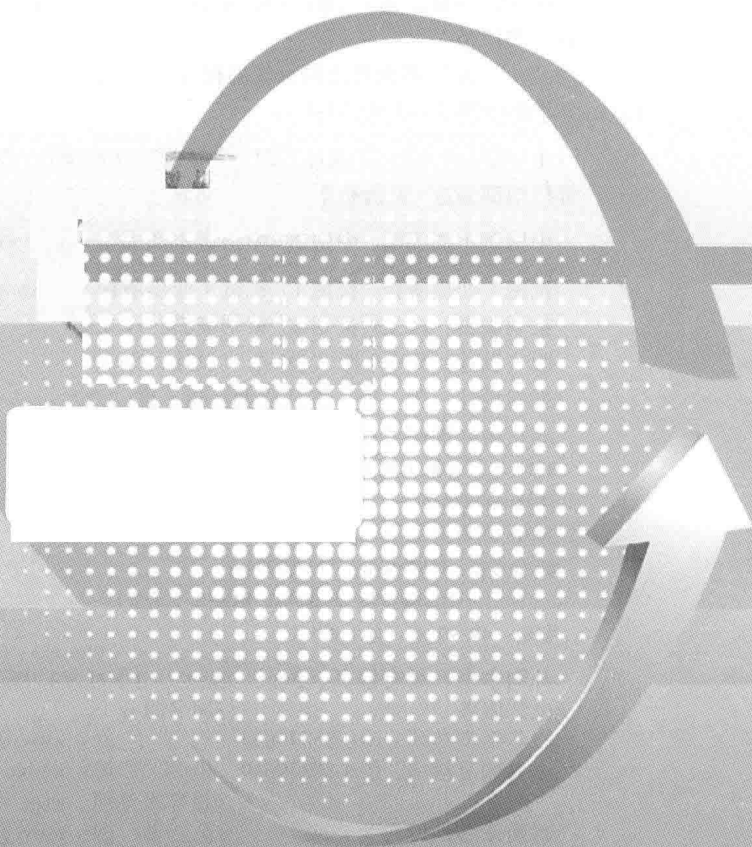
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

CAD/CAM技术应用 (UG)

主编 袁 锋
参编 蔡继红 刘爽爽
蓝天然 缪遇春
主审 袁 钢



本书是经全国职业教育教材审定委员会审定的“十二五”职业教育国家规划教材,是根据教育部于2014年公布的《中等职业学校数控技术应用专业教学标准》编写的。

全书共分6章,第1章介绍UG CAD基础与常用功能;第2章介绍UG CAD二维造型案例;第3章介绍UG CAD三维造型案例;第4章介绍UG CAM基础与常用功能;第5章介绍UG平面铣削加工功能及案例;第6章介绍UG轮廓铣削加工功能及案例。

全书采用了文字和图形相结合的形式,详细介绍了UG CAD/CAM数字化设计与制造基础知识和UG软件的操作步骤,并配有操作过程的动画演示光盘,帮助读者更加直观地掌握UG NX 8.5的软件界面和操作步骤,使读者能达到无师自通、易学易懂的目标。

本书可作为中等职业学校数控技术应用专业CAD/CAM专业课程教材,也适用于各大中专院校CAD/CAM、机械、数控、模具、机电一体化及相关专业的师生教学、培训和自学使用,也可作为各企业从事三维造型设计、数控加工、计算机编程的广大工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM技术应用:UG/袁锋主编. -北京:机械工业出版社,2015.6

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-111-50294-4

I. ①C… II. ①袁… III. ①计算机辅助设计-职业教育-教材②计算机辅助制造-职业教育-教材 IV. ①TP391.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第105897号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:汪光灿 责任编辑:王莉娜

版式设计:霍永明 责任校对:刘怡丹

封面设计:张静 责任印制:李洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2015年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm · 23.25印张 · 573千字

0001-2000册

标准书号:ISBN 978-7-111-50294-4

ISBN 978-7-89405-818-8(光盘)

定价:49.90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

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

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前言

本书是根据教育部《关于中等职业教育专业技能课教材选题立项的函》（教职成司[2012] 95号），由全国机械职业教育教学指导委员会和机械工业出版社联合组织编写的“十二五”职业教育国家规划教材，是根据教育部于2014年公布的《中等职业学校数控技术应用专业教学标准》编写的。

1. 本书结合了作者多年从事UG CAD/CAM/CAE的教学和培训经验，以数字化设计（UG CAD）与数字化制造（UG CAM）技术为重点，以CAD/CAM应用能力培养为主线，以工作过程为导向，将文字与形象生动的图形结合，详细介绍了典型机电产品的数字化设计与制造过程，并配有操作过程的动画演示光盘，帮助读者更加直观地掌握UG NX 8的软件界面和操作步骤，使读者能达到无师自通、易学易懂的目标。本书具有鲜明的职业技术教育特色，符合中等职业教育规律和技能型人才成长规律。

2. 本书与行业、企业紧密联系，书中的项目案例均取自于生产实际的工程案例，并将UG数字化设计与制造技术领域的知识点、技能点融于教学与实训技能的培养过程中。

3. 本书采用理实一体化的编写模式，通过典型机电产品的数字化设计与制造工程案例将各部分教学内容有机联系、渗透和互相贯通，在课程结构上打破原有课程体系，以工作过程为导向，加强对学生三维数字化设计能力和UG软件操作能力的培养，激发了学生的学习兴趣，提高了学生三维数字化设计与制造的工程应用能力和创新能力，提高了学生理论联系实际的工作能力和就业竞争力，突出了学生对所学知识的灵活应用及“做中教，做中学”的职业教育特色。

4. 本书的主编——袁锋教授为常州轻工职业技术学院计算机辅助设计与制造CAD/CAM专业（江苏省特色专业，教育部重点专业）负责人、二级教授、UGS正式授权的UG教员，2002—2005年连续四年担任全国数控培训网络“Unigraphics师资培训班”教官，领衔的“数字化设计与制造教科研团队”为“江苏省优秀教学团队”，主持的《使用UG软件的机电产品三维数字化设计与制造》课程被评为2008年国家精品课程，2013年又被评为中国大学精品资源共享课（www.icourses.cn），向全社会免费开放。

本书由常州轻工职业技术学院袁锋教授任主编，湖北信息工程学校蔡继红、惠州市工程技术学校刘爽爽、深圳宝安职业技术学校蓝天然、东莞市机电工程学校缪遇春参与编写，由常州数控技术研究所袁钢主审。

本书经全国职业教育教材审定委员会审定，评审专家对本书提出了宝贵的建议，在此对他们表示衷心的感谢！编写过程中，编者参阅了国内外出版的有关教材和资料，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

袁 锋



目 录

前言

第1章 UG CAD 基础与常用功能介绍	1
1.1 UG CAD 界面介绍	1
1.2 UG CAD 基本操作及实用工具介绍	2
1.2.1 鼠标操作	2
1.2.2 键盘操作	2
1.2.3 工具条的定制	3
1.2.4 坐标系的操作	4
1.2.5 图层操作	5
1.2.6 基准构造器	6
1.2.7 点构造器	7
1.2.8 矢量构造器	8
1.2.9 类选择器	8
1.2.10 几何显示与隐藏工具	8
1.2.11 几何变换工具	9
1.3 曲线功能	10
1.3.1 曲线的生成	10
1.3.2 编辑曲线	21
1.4 草图功能	24
1.4.1 草图基本参数预设置	24
1.4.2 草图工作平面	24
1.4.3 草图曲线	25
1.4.4 草图约束	28
1.4.5 草图技巧	30
1.5 实体造型功能	31
1.5.1 特征	31
1.5.2 特征操作	37
1.5.3 编辑特征	51
1.6 曲面造型功能	52
1.6.1 曲面的基本术语	52
1.6.2 曲面造型中一些经验与设计原则	53
1.6.3 曲面功能	54
1.6.4 编辑曲面功能	60
第2章 UG CAD 二维造型	62
2.1 二维图形构建实例一	62
2.2 二维图形构建实例二	82

2.3 草图构建实例一	101
2.4 草图构建实例二	106
第3章 UG CAD 三维造型	116
3.1 三维造型实例一	116
3.2 三维造型实例二	128
3.3 三维造型实例三	136
3.4 三维造型实例四	156
第4章 UG CAM 基础与常用功能介绍	175
4.1 数控机床坐标系	175
4.2 刀具补偿	178
4.3 数控刀具	180
4.3.1 数控刀具系统	180
4.3.2 数控加工对刀具的要求	181
4.3.3 常用数控刀具材料	182
4.3.4 常用的铣削加工刀具	184
4.3.5 常用的孔加工刀具	189
4.3.6 数控刀具的选择	192
4.4 UG CAM 主要加工方式及功能特点	194
4.5 UG CAM 界面介绍	196
4.6 UG CAM 数控加工几何体类型	201
4.7 UG NX 加工余量的设置	203
4.8 UG NX 数控加工常用技术	204
4.8.1 平面铣削 (Planar Milling) 加工技术	204
4.8.2 型腔铣削 (Cavity Milling) 加工技术	206
4.8.3 固定轴曲面轮廓铣削 (Fix_ Contour) 加工技术	208
4.8.4 多轴铣削 (Mill_ Multi_ Axis) 加工技术	210
4.9 UG CAM 数控编程步骤	213
第5章 平面铣削加工	215
5.1 平面铣削边界介绍	215
5.1.1 平面铣削的边界类型	215
5.1.2 平面铣削的边界选项导读	217
5.1.3 平面铣削的边界编辑	219
5.2 底平面选项介绍	220
5.3 表面铣削	221
5.3.1 底面壁铣削的几何体设置	221
5.3.2 面边界面铣削的几何体设置	222
5.4 表面铣削和平面铣削加工选项介绍	223
5.4.1 切削模式	223
5.4.2 切削方式参数设置	226
5.4.3 切削层	228
5.5 切削参数	230
5.6 非切削移动	240
5.7 进给率和速度	253

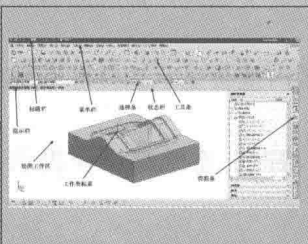


5.8 机床控制	255
5.9 NC 助理	255
5.10 平面铣削实例	256
5.10.1 打开文件	258
5.10.2 设置加工坐标系及安全平面	258
5.10.3 设置铣削几何体	261
5.10.4 创建刀具	261
5.10.5 创建程序组父节点	263
5.10.6 编辑加工方法父节点	264
5.10.7 创建外形加工操作	265
5.10.8 创建大型腔加工操作	274
5.10.9 创建小型腔加工操作	281
5.10.10 创建综合刀轨仿真验证	282
第6章 轮廓铣削加工	284
6.1 型腔铣削与固定轴曲面轮廓铣削的特点	284
6.2 型腔铣削各子类型的功能	286
6.3 固定轴曲面轮廓铣削各子类型的功能	286
6.4 型腔铣削参数介绍	287
6.4.1 切削区域	287
6.4.2 切削层	288
6.4.3 切削参数	291
6.4.4 空间范围	292
6.5 等高轮廓铣削参数介绍	295
6.5.1 等高轮廓铣削基本参数	296
6.5.2 等高轮廓铣削特有的参数	296
6.6 固定轴曲面轮廓铣削参数	300
6.6.1 切削参数	300
6.6.2 非切削移动	305
6.6.3 驱动方法	306
6.7 轮廓铣削加工实例	322
6.7.1 打开文件	323
6.7.2 创建毛坯	325
6.7.3 设置加工坐标系及安全平面	326
6.7.4 创建铣削几何体	329
6.7.5 创建刀具	330
6.7.6 创建粗加工操作	331
6.7.7 创建半精加工操作	336
6.7.8 创建精加工操作	346
6.7.9 创建过切检查	357
6.7.10 创建切削仿真	358
6.7.11 创建后处理	359
6.7.12 创建工艺清单	360
参考文献	363



第 1 章

UG CAD 基础与常用功能介绍



【学习目标】

本章主要介绍 UG CAD 常用功能，包括创建曲线、编辑曲线、实体、曲面等功能。

1.1 UG CAD 界面介绍

在菜单中的【开始】下拉框中选择【建模(M)...】模块，进入建模模块，工作界面如图 1-1 所示。

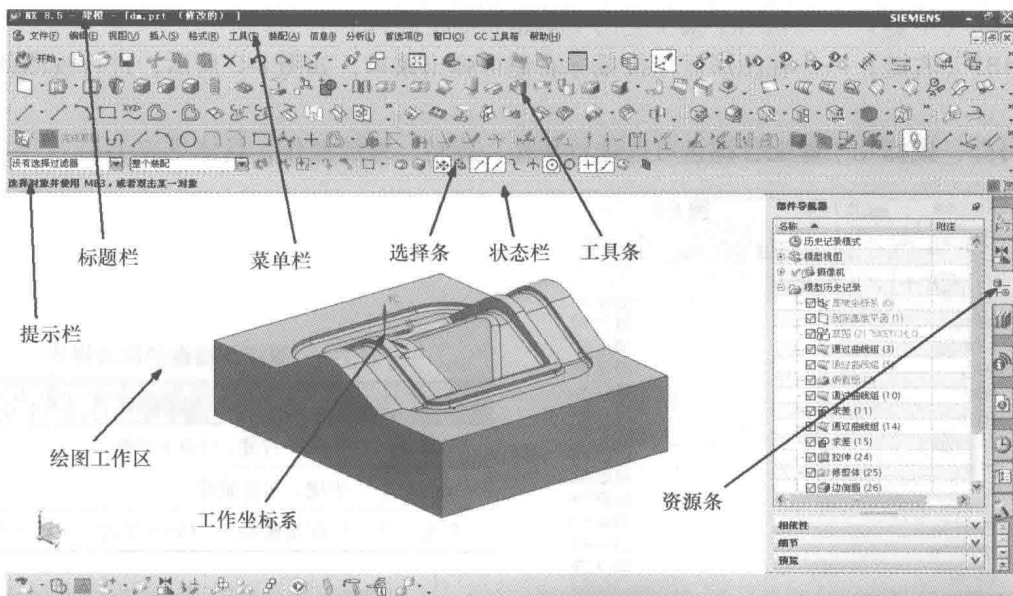


图 1-1

UG CAD 的主工作窗口中主要包括以下几个部分：标题栏、菜单栏、工具条、选择条、绘图工作区、提示栏、状态栏、资源条、工作坐标系等。

标题栏：用来显示软件版本以及当前使用者应用模块的名称和文件名等信息。

菜单栏：主要用来调用 UG CAD 各功能模块和调用各执行命令以及对 UG CAD 系统的参数进行设置。对于不同的功能模块，菜单栏略有差别。

工具条：提供命令工具条使命令操作更加快捷，工具条都对应菜单下不同的命令，工具



条中的图标可以通过工具栏定制功能由用户自行定义。

选择条：通过过滤对象的特定属性来选择它们，指定如何执行多个选择，访问高级选择工具，例如选择意图和捕捉点。

绘图工作区：绘图工作的主区域。在进入绘图模式后，工作区内就会显示选择球和辅助工具栏，用来表明当前光标在工作坐标系中的位置。

提示栏：主要用来提示用户如何操作（注：执行每个命令步骤时，系统都会在提示栏中显示用户必须执行的动作，或者提示用户下一个动作）。

状态栏：主要用来显示系统及图元的状态。

资源条：单击资源条里的部件导航器，查看特征模型树，另外还包括装配导航器、历史记录、系统材料、角色设定等。

工作坐标系：UG CAD 图形界面中的工作坐标系为 WCS，即工作坐标系统。系统会在绘图工作区中出现一个坐标，用于显示用户现行的工作坐标系统。

1.2 UG CAD 基本操作及实用工具介绍

1.2.1 鼠标操作

MB1（左键）——选择菜单、选取物体、拖动；

MB2（中键）——相当于菜单上的 OK 键（滚轮键）；

MB3（右键）——在图形区里按鼠标右键可弹出菜单，如图 1-2 所示，进行视图的快捷操作。

另外，鼠标几个键配合键盘可以进行平移、旋转、缩放操作，具体见表 1-1。

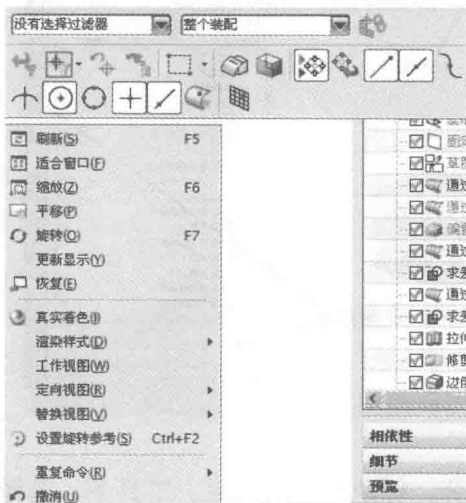


图 1-2

表 1-1 鼠标与键盘的配合操作

操作	键的组合
平移	中键 + 右键、Shift + 中键
旋转	中键，按住旋转
缩放	中键滚轮推拉、Ctrl + 中键、左键 + 中键

1.2.2 键盘操作

键盘常用快捷键见表 1-2。





表 1-2 键盘常用快捷键

功能	快捷键	功能	快捷键
隐藏	Ctrl + B	反转显示和隐藏	Ctrl + Shift + B
显示	Ctrl + Shift + K	全部显示	Ctrl + Shift + U
删除对象	Ctrl + D/DEL	编辑对象显示	Ctrl + J
缩放	F6	旋转	F7
对正最近视图	F8	正二测视图	HOME
正等测视图	END	适合窗口	Ctrl + F

1.2.3 工具条的定制

为方便操作,UG CAD 提供了大量的工具条,对应着菜单中的每一个命令,读者可以按照自己工作中的需要来设置哪些工具栏在界面中显示,以方便操作。设置时,只需要在工具条区域按下鼠标右键,在出现相应功能的工具条选项上单击,使其前面出现一个对钩即可,如图 1-3 所示。当要取消设置,不想让某个工具条出现在界面上时,只需要再单击该选项,去掉前面的对钩就行了。

如果需要在某类工具条中添加未勾选的工具图标,可以在该行工具条末尾单击  图标,在弹出的菜单栏中选择该图标即可,如图 1-4 所示。

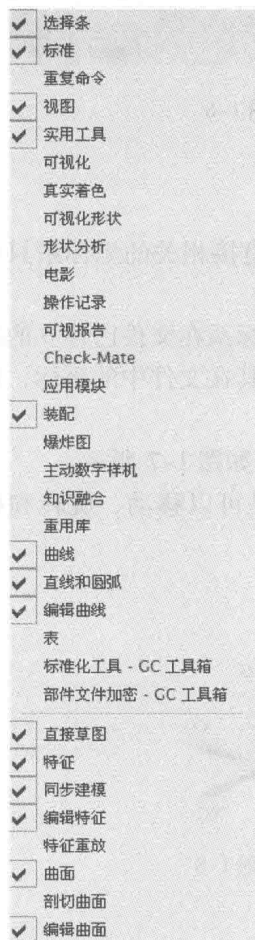


图 1-3

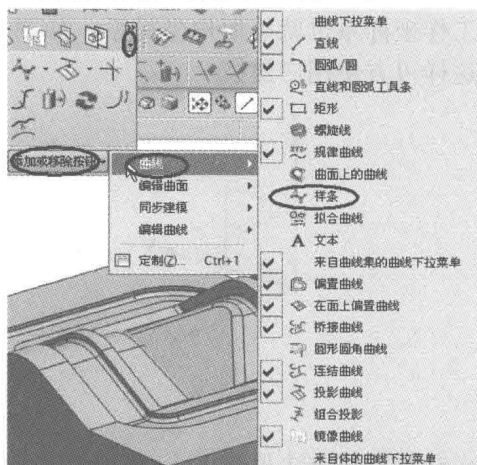


图 1-4

对于有些操作命令，在调出的工具条中并没有出现的情况下，可以通过调出工具条定制对话框来调整。选择菜单中的【工具(T)】/【定制(C)...】命令，出现如图 1-5 所示的【定制】对话框。通过切换工具条、命令页面，如图 1-6 所示，设置相关选项，来达到自己的定制需求。

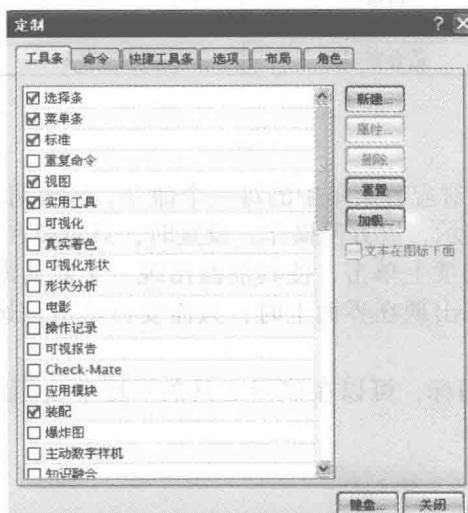


图 1-5

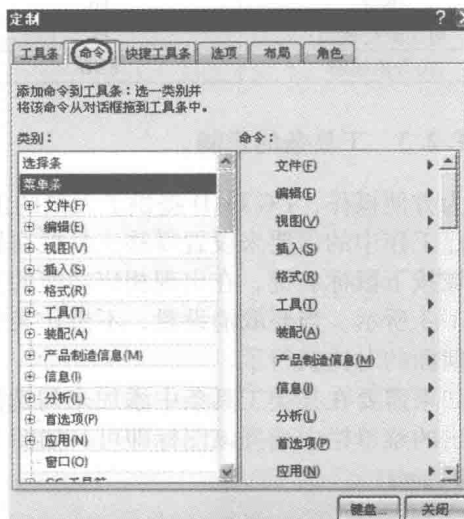


图 1-6

1.2.4 坐标系的操作

UG CAD 一般可以在一个文件中使用多个坐标系，但是与用户直接相关的坐标系只有两个，一个是绝对坐标系（ACS），另一个是工作坐标系（WCS）。

绝对坐标系是 UG CAD 中用于定义实体的坐标参数的，这种坐标系在文件已建立的时候就存在，而且在使用过程中不能被更改，从而使实体在建立以后，其在文件中的坐标，以及相对实体之间的坐标是固定并唯一的。

UG 8.5 版本的绝对坐标系默认是在 61 层，打开 61 层才显示，如图 1-7 所示。

工作坐标系也就是用户坐标系，如图 1-8 所示，工作坐标系是可以移动、旋转和构建的，这样可方便用户建模。

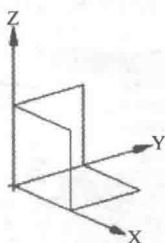


图 1-7



图 1-8

坐标系操作方法见表 1-3。



表 1-3 坐标系操作方法

操作命令	功 能
显示 WCS	切换工作坐标系的显示和关闭
动态(D)...	通过这个方法可以很方便地移动或旋转当前 WCS
WCS 原点	通过移动坐标系原点来改变 WCS 位置, 不改变各坐标轴的方向
旋转 WCS	将当前的 WCS 绕其某一坐标轴转一个角度, 来定义一个新的 WCS
WCS 定向	通过构造坐标系对话框来指定一个新的坐标系, 非常实用
设置为绝对 WCS	将 WCS 与 ACS 重合, 归位的意思
更改 XC 方向...	更改 WCS 中 X 轴的方向
更改 YC 方向...	更改 WCS 中 Y 轴的方向
保存(S)	以当前工作坐标系的原点和方向保存该坐标系, 保存过的坐标系可以在以后的操作中被调用

旋转 WCS 的对话框如图 1-9 所示, WCS 定向 的对话框如图 1-10 所示。

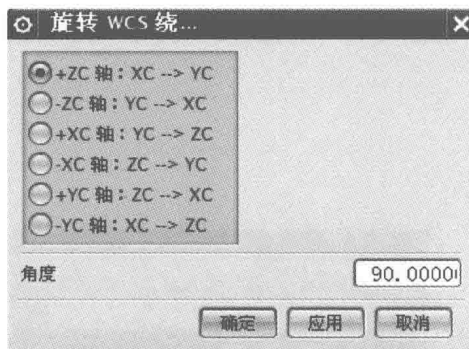


图 1-9

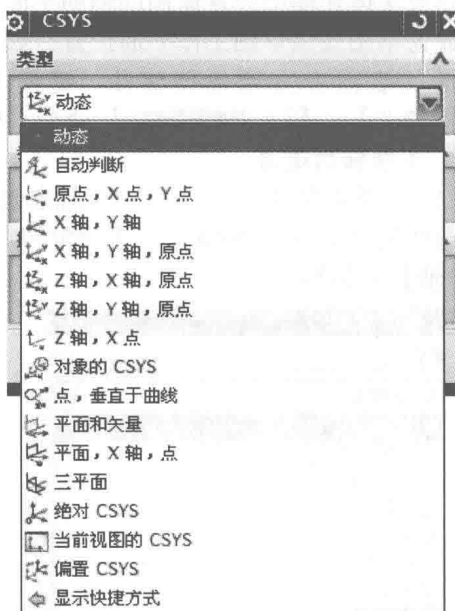


图 1-10

1.2.5 图层操作

图层是 UG CAD 建模的时候, 为了方便区分各实体以及建立实体所做的辅助图线、面、实体等而采用的。不同图素放在不同的层中间, 可以通过对图层的操作来对一类图素进行共同操作。



表 1-4 图层的具体操作

操作命令	功 能
图层设置(S)...	设置图层中的对象是否可见；设置图层中的对象是否可被选择，选择的对象同时也是可见的；在一个部件的所有层中，只有一层是工作层，当前的操作也只能在工作层上进行，工作图层中的对象是可见且可选择的（注：工作层可以是任意层）
视图中可见图层(V)...	控制视图中的某一图层是否可见
图层类别(C)...	通过定义图层类别来管理图层
移动至图层(M)...	将选定对象从某原图层移到指定的图层中，原图层不再包含此对象
复制至图层(O)...	将选定对象从某原图层复制一个副本到指定的图层中，原图层和目标图层都包含有这些对象

一个 UG CAD 部件可以含有 1~256 层，每一层上可以含有任意数量的对象。因此，一层可以含有部件的所有对象，也可以是一个部件分布在任意多层中。

图层的具体操作见表 1-4。

1.2.6 基准构造器

1. 基准平面构造器

在 UG CAD 建模过程中经常用到平面，比如创建基准平面、参考平面、修剪平面、定位平面以及实体建模中经常使用的辅助平面。通过使用基准平面可以在非平面上方便地创建特征，或为草图提供草图工作平面位置，如借助基准平面可在圆柱面、圆锥面、球面等不易创建特征的表面上方便地创建孔、键槽等复杂形状的特征。选择菜单中的【插入(I)】/【基准/点(D)】/【基准平面(P)】命令，出现如图 1-11 所示的【基准平面】对话框。

2. 基准轴构造器

以基准轴为参考对象，可用基准轴来创建其他对象，比如基准平面、旋转特征和拉伸体等。

选择菜单中的【插入(I)】/【基准/点(D)】/【基准轴(A)】命令，出现如图 1-12 所示的【基准轴】对话框。

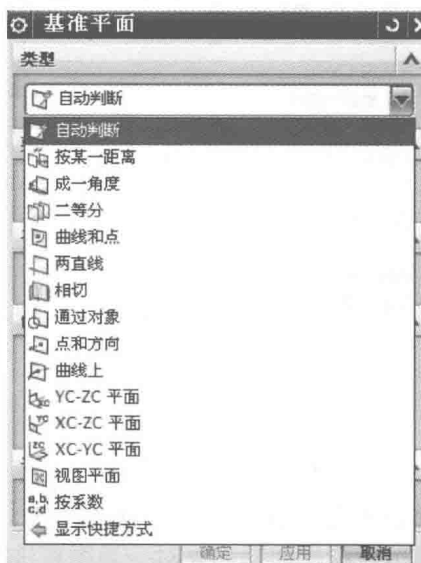


图 1-11

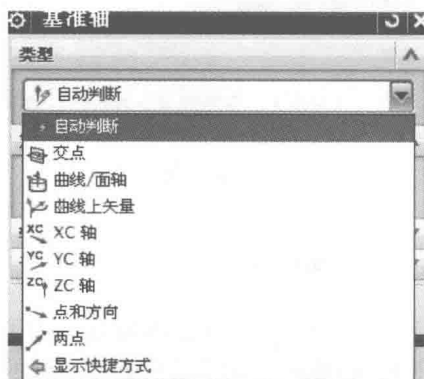


图 1-12

3. 基准 CSYS 构造器

基准 CSYS 构造器通常是用来创建三个固定基准面和基准轴，在装配中可以使用基准坐标系，在组建装配时（即基准平面和基准轴）可以用于部件定位。

选择菜单中的【插入(S)】/【基准/点(D)】/【基准 CSYS...】命令，出现如图 1-13 所示的【基准 CSYS】对话框。

1.2.7 点构造器

点构造器用于根据需要捕捉已有的点或创建新点。在 UG CAD 的功能操作中，许多功能都需要利用【点】对话框来定义点的位置。

选择菜单中的【插入(S)】/【基准/点(D)】/【点(P)...】命令，出现如图 1-14 所示的【点】构造器对话框。

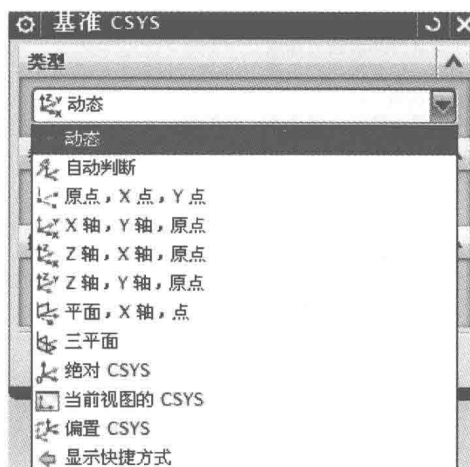


图 1-13

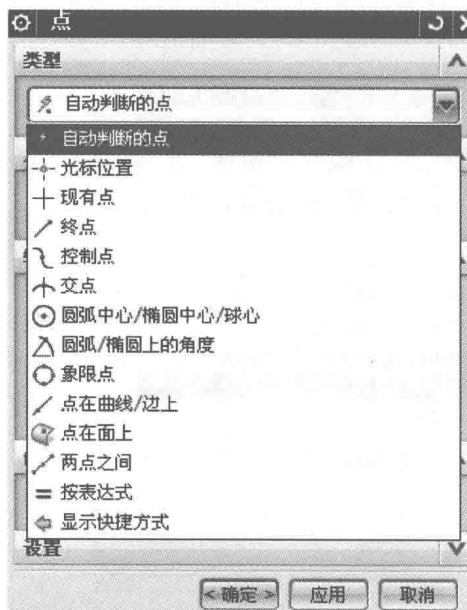


图 1-14

自动判断的点：该选项是最常用的选项，根据光标的位置自动判断是哪种位置点，如端点、控制点等。

光标位置：光标的位置其实是当前光标所在位置投射至 XC - YC 平面内形成的点位置。

现有点：在某个现有点上构造点，或通过选择某个现有点指定一个新点的位置。

终点：在现有的直线、圆弧、二次曲线以及其他曲线的端点指定一个位置。

控制点：几何对象的控制点包括端点和中点。

交点：在两条曲线的交点或一条曲线和一个曲面或平面的交点处指定一个位置。

圆弧中心/椭圆中心/球心：指定圆弧、圆、椭圆的圆心和球的球心。

圆弧/椭圆上的角度：在沿着圆弧或椭圆的成一定角度的地方指定一个位置。

○ 象限点：在一个圆弧或一个椭圆的四分点指定一个位置。

／ 点在曲线/边上：在选择的曲线上指定一个位置，并且可以通过设置 U 向参数来更改点在曲线上的位置。

● 点在面上：在选择的曲面上指定一个位置，并且可以通过设置 U 向参数和 V 向参数来更改点在表面上的位置。

／ 两点之间：在两点之间指定一个位置。

= 按表达式：使用点类型的表达式指定点。

1.2.8 矢量构造器

在 UG CAD 建模过程中，经常用到矢量构造器来构造矢量方向，例如创建实体时的生成方向、投射方向和特征生成方向等。矢量构造功能通常是其他功能中的一个子功能，图 1-15 所示为拉伸功能中的矢量构造器。

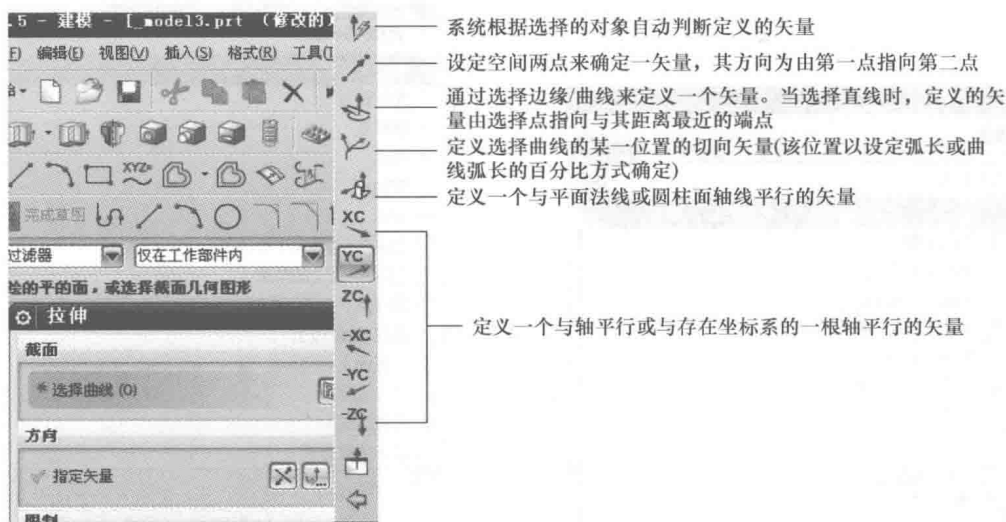


图 1-15

1.2.9 类选择器

在 UG CAD 建模过程中，经常需要选择对象，特别是在复杂的建模中，用鼠标直接操作难度较大。因此，有必要在系统中设置筛选功能。在 UG CAD 中提供了类选择器，如图 1-16 所示，可以从多选项中筛选所需的特征。常用的如 **类型过滤器**，单击  (类型过滤器) 按钮，出现如图 1-17 所示的【根据类型选择】对话框，来限制对象的选择范围。

1.2.10 几何显示与隐藏工具

在创建较复杂的模型时，一般情况此模型包括多个特征对象，容易造成大多数观察角度无法看到被遮挡的特征对象，此时就需要将不操作的对象暂时隐藏起来，先对其遮挡的对象进行特征操作。完成后，根据需要将隐藏的特征对象又重新显示出来。常用的隐藏或显示操作命令见表 1-5。

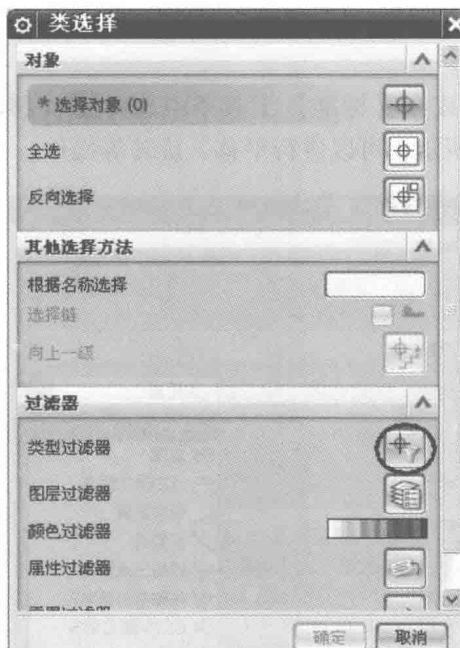


图 1-16

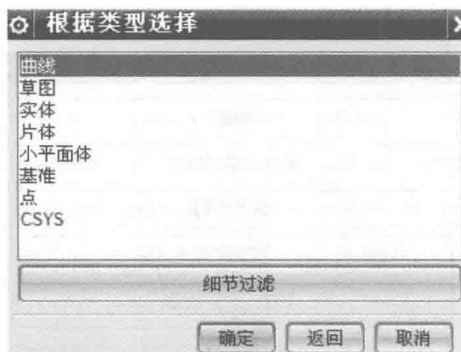


图 1-17

表 1-5 常用的隐藏或显示操作命令

操作命令	功能
显示和隐藏(O)...	显示或者隐藏当前所选对象
立即隐藏(M)...	快速隐藏当前所选对象
隐藏(H)...	隐藏当前所选对象
显示(S)...	选择当前隐藏的对象，使其显示
显示所有此类型的(T)...	指定某一类的对象被显示
全部显示(A)	所有对象全部显示出来
按名称显示(N)...	指定某一名称的对象被显示
反转显示和隐藏(I)	把当前显示的对象隐藏起来，把当前隐藏的对象显示出来

1.2.11 几何变换工具

变换操作允许用户平移、旋转、镜像、缩放、拟合、阵列对象或其副本，系统提供了两个工具：变换和移动对象。

1. 变换

在【标准】工具条中选择（变换）图标，出现变换【类选择】对话框，选择要变换的对象后，出现【变换】选项对话框，如图 1-18 所示，可以进行镜像、缩放、拟合、阵列



对象等操作。

2. 移动对象

选择菜单中的【编辑(E)】/【 移动对象(O)...】命令或在【标准】工具条中选择（移动对象）图标，出现【移动对象】对话框，如图 1-19 所示，可以进行平移、旋转等操作。



图 1-18

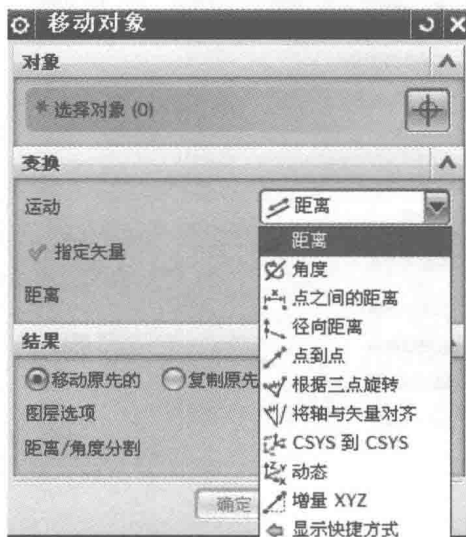


图 1-19

1.3 曲线功能

曲线作为创建模型的基础，在特征建模过程中应用非常广泛。拉伸、回转、扫掠等复杂特征操作都离不开截面曲线的创建，创建的曲线还可添加到草图中进行参数化设计。利用曲线生成功能，可创建基本曲线和高级曲线；利用曲线运算功能，可以进行曲线的偏置、桥接、相交、截面和简化等操作；利用曲线编辑功能，可以修剪曲线、编辑曲线参数和延伸曲线等。

1.3.1 曲线的生成

曲线的生成用于建立遵循设计要求的点、直线、圆弧、样条曲线、二次曲线、平面等几何要素，一般来说曲线功能建立的几何要素主要位于工作坐标系 XC-YC 平面上（用捕捉点的方式也可以在空间上画线）。

曲线生成的快捷工具条有三种，分别为曲线、直线和圆弧工具条，如图 1-20 所示。

1. 基本曲线

【基本曲线】命令综合了直线、圆弧、圆、倒圆角、修剪和编辑曲线参数等命令，利用该命令可以快速绘制直线、圆和圆弧。

选择菜单中的【插入(I)】/【曲线(C)】/【 基本曲线(B)...】命令或在【曲线】工具条中选择（基本曲线）图标，出现【基本曲线】对话框，单击（直线）图标可绘制直线，如图 1-21a 所示；单击（圆弧）图标可绘制圆弧，如图 1-21b 所示；单击（圆）图标可绘制圆，如图 1-22 所示。

1) 直线。在【基本曲线】对话框中单击（直线）图标，这时激活【跟踪条】，如图