



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

数控技术及应用专业系列

CAD/CAM 应用

姜海军 陶 波 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

CAD/CAM 应用

姜海军 陶 波 主编

张静王 书影左端

惠學求 贈明升壽

板對升責

高等教育出版社

60-02512 号 珠砂

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书从工程应用出发,以典型零件为主线,深入浅出地讲解了UG NX 4.0软件的建模、装配、工程图和加工模块的基础应用。本书结构新颖,采用项目形式组织内容,打破了传统的学科知识体系,并且在每个模块后均安排了一定数量的习题,以便于学生对本模块知识进行巩固和补充练习。

本书可作为高职高专及成人院校机械类专业的CAD/CAM教材,也可供从事CAD/CAM技术研究和应用的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 应用/姜海军,陶波主编. —北京:高等教育出版社,2007.7

ISBN 978-7-04-021759-9

I. C… II. ①姜…②陶… III. ①计算机辅助设计-高等学校:技术学校-教材②计算机辅助制造-高等学校:技术学校-教材 IV. TP391.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第088633号

策划编辑 徐进 责任编辑 徐进 封面设计 于涛 版式设计 王艳红
责任校对 杨凤玲 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京鑫海金澳胶印有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 20.5
字 数 500 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007年7月第1版
印 次 2007年7月第1次印刷
定 价 25.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21759-00

前 言

2003 年以来,为了培养适合社会需要的高等技术应用性人才,我们以数控技术专业为试点,依托常州机电职业技术学院郝超主持的江苏省教育科学“十一五”规划重点课题“两年制高职课程模式的研究”,开展高职课程模式改革系列工程。在华东师大课程专家徐国庆博士的指导下,我们从岗位工作任务分析着手,通过课程分析、知识和能力分析,打破了传统的高职学科性课程模式,构建了“以工作任务为中心,以项目课程为主体”的高职数控技术专业课程体系,编写了《机械制图》、《机械制造基础》、《数控机床故障诊断与维修》、《CAD/CAM 应用》、《数控车削技术》及《数控铣削与加工中心技术》六本项目课程教材。本系列教材的主要特点是:在结构设计上由若干项目组成,项目按照典型零件为逻辑主线来设计,项目内设模块,项目和模块按照由易到难的顺序递进;在内容选择上以岗位(群)需求和职业能力为依据,以工作任务为中心,以技术实践知识为焦点,以技术理论知识为背景,以拓展知识为延伸,充分体现了高职教材的“职业性”和“高等性”的统一。

本书由七个项目组成:项目一至项目四通过典型机械零件在 UG 软件中的三维设计,引导学生掌握 UG 软件中主要建模命令的使用技巧;项目五对已完成的三维模型在 UG 工程图模块中建立符合国家标准零件图,使学生掌握各类机械零件工程图纸的创建与编辑;项目六将项目一至项目四中所完成的各单个阀零件实体模型,在 UG 装配模块中装配为阀部件,使学生能够建立自底向上的装配,并创建装配爆炸图;项目七通过对加工实例的讲解,帮助学生掌握 UG 加工模块中刀具路径生成方法,并对刀具轨迹进行后置处理,生成驱动数控机床的 NC 程序,用于产品及模具的实际加工。每个模块后都提供相关的实践练习题,供学生课后更深入地掌握所学内容。

本书由姜海军、陶波担任主编,姜海军编写项目一、项目三及项目四模块一,陈丽华编写项目二、项目四模块二,陶波编写项目五、项目六及项目七。全书由姜海军统稿。

在课题研究和教材编写的过程中,得到了课题组成员蒋庆斌、柴建国、张秋玲等同志以及华东师大职成教所石伟平教授的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

限于水平,书中难免有错误与不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007 年 4 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

徐 进 责任编辑 杨 进 封面设计 于 涛 版式设计 王艳红
杨凤玲 责任印制 朱学忠

高等教育出版社
北京市西城区德外大街4号
100011
010-58581000

北京畅想图书发行有限公司
北京鑫海金澳胶印有限公司

787×1092 1/16
印 5
000 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0508
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landrao.com>
<http://www.landrao.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007年7月第1版
印 次 2007年7月第1次印刷
定 价 25.70元

倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

侵权必究

000000-00

• 158 •

目 录

绪论	1	模块二 工程图对象与标注	207
项目一 轴套类零件三维建模	3	项目六 阀部件装配	219
模块一 锥形塞建模	3	模块一 建立自底向上的装配	220
模块二 偏心轴建模	26	模块二 装配爆炸与爆炸工程图	233
项目二 盘盖类零件三维建模	57	项目七 UG CAM	242
模块一 压盖建模	57	模块一 型腔铣加工创建	243
模块二 上盖建模	76	模块二 IPW 二次开粗的定义	264
模块三 手轮建模	102	模块三 平面铣创建	274
项目三 叉架类零件三维建模	114	模块四 等高轮廓铣创建	286
模块一 连杆建模	114	模块五 固定轴曲面轮廓铣创建	290
模块二 踏架建模	145	模块六 固定轴曲面轮廓铣—— 清根驱动	299
模块三 扳手建模	160	模块七 固定轴曲面轮廓铣—— 螺旋驱动	304
项目四 箱体类零件三维建模	168	模块八 固定轴曲面轮廓铣—— 径向切削	311
模块一 阀体建模	168	参考文献	321
模块二 典型壳体建模	177		
项目五 零件工程图的创建	190		
模块一 工程图管理与视图的建立	191		

绪论

一、CAD/CAM 技术的发展及应用

CAD 技术于 20 世纪 50 年代末期起源于美国,它经历了一个由二维设计技术向三维设计技术发展的过程。早期的 CAD 技术仅仅是手工绘图的替代品,不具有现代意义上的辅助设计功能。因为二维 CAD 技术不能很好地解决设计中的一些问题,如:设计过程中无法对所设计的产品进行装配干涉检验、力学分析、运动模拟等工作。20 世纪 60 年代出现了三维 CAD 系统,但此时的线框造型系统只能表达基本的几何信息,不能有效表达几何数据间的拓扑关系,由于缺乏形体的表面信息,CAM 及 CAE 无法实现。进入 20 世纪 70 年代,航空和汽车工业蓬勃发展,飞机和汽车制造企业在制造过程中遇到了大量的自由曲面问题。于是法国达索飞机制造公司适时推出了三维曲面造型系统 CATIA。它的出现,改变了以往只能借助油泥模型来近似表达曲面的工作方式,使人们可以借助计算机进行曲线、曲面的处理操作,并首次实现了计算机完整描述产品零件的主要信息,同时也使得 CAM 技术的开发有了实现的基础。但是曲面造型技术只能描述零件形体的表面信息,难以准确表达质量、重心、转动惯量等,这对以实体模型为前提的 CAE 技术不利,于是 1979 年美国的 SDRC 公司推出了世界上第一个基于实体造型技术的大型 CAD/CAM 软件——I-DEAS。由于实体造型技术能够精确表达零件的全部属性,在理论上有助于统一 CAD、CAE、CAM 的模型表达,因而给设计带来了极大的方便,但同时造成了数据计算量的极度膨胀。随着计算机硬件性能的提高,实体造型技术逐渐普及。到了 20 世纪 80 年代后期,一种更为先进的参数化实体造型系统出现,它就是美国参数化技术公司推出的 Pro/E 软件,它的优势充分体现在许多通用件、零部件设计上的简便易行。但参数化实体造型技术也有缺陷,即当实体几何拓扑关系及尺寸约束关系较复杂时,参数化实体造型技术就显得有些力不从心。1993 年,SDRC 公司以参数化技术为蓝本,提出了更为先进的实体造型技术——变量化技术。变量化技术既保持了参数化技术的优点,同时又克服了它的不足之处,代表了未来 CAD 技术的发展方向。

CAD/CAM 技术是企业提高竞争能力的关键技术之一,它的应用主要体现在以下几个方面:用于产品的辅助设计,动态修改设计方案,并使设计结果以图形方式输出;用于机械制造工艺过程,进行计算机辅助工艺设计和辅助制造;用于企业管理,进行生产规划及生产调度最优化、生产过程的材料消耗、成本核算、仓库自动管理和产品销售等。

在我国,CAD/CAM 的应用始于 20 世纪 70 年代初,首先从航空工业开始,20 世纪 80 年代后期逐步发展到其他行业。国内在 CAD/CAM 技术应用的深度和广度方面与国外先进水平相比还有很大差距。但我国非常重视 CAD/CAM 技术的应用,发展也较快,一些中小型企业已大量采用 CAD/CAM 技术,并且取得了良好的经济效益。

二、UG 简介

UG 起源于美国麦道(MD)公司,1991 年 11 月并入美国通用汽车公司 EDS 分部。UG 由其

独立子公司 Unigraphics Solutions 开发,是当今世界最先进的集 CAD/CAE/CAM 于一体的三维参数化软件,广泛应用于航空、航天、汽车、造船、通用机械和电子等工业领域。UG 软件将优越的参数化和变量化技术与传统的实体、线框和表面功能结合在一起,还提供了二次开发工具 GRIP、UFUNG、ITK,允许用户扩展 UG 的功能。国内外已有许多科研院所和厂家选择了 UG 作为企业的 CAD/CAM 系统。UG 可运行于 Windows NT 平台,无论装配图还是零件图设计,都从三维实体造型开始,可视化程度很高。三维实体生成后,可自动生成二维视图,如三视图、轴测图、剖视图等。其三维 CAD 是参数化的,一个零件尺寸修改可致使相关零件的变化。该软件还具有人机交互方式下的有限元解算程序,可以进行应变、应力及位移分析。UG 的 CAM 模块提供了一种产生精确刀具路径的方法,该模块允许用户通过观察刀具运动来图形化地编辑刀轨,如延伸、修剪等,其所带的后处理程序支持各种数控机床。UG 具有多种图形文件接口,可用于复杂形体的造型设计,特别适合大型企业和研究所使用。

UG 软件具有以下特点:

- 集成的产品开发环境;
- 产品设计相关性与并行协作;
- 基于知识的工程管理;
- 设计的客户化;
- 采用复杂的复合建模技术,可将各种建模技术融为一体;
- 用基于特征的参数驱动建模和编辑方法作为实体造型基础;
- 便捷的复杂曲面设计能力;
- 强大的工程图功能,增强了绘制工程图的实用性;
- 提供了丰富的二次开发工具。

UG 应用模块

UG NX 是一种交互式的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程分析(CAE)和计算机辅助制造(CAM)系统。NX 功能被分成各个通用的“应用模块”。这些应用模块由一个名为 NX Gateway 的必备应用模块提供支持。该软件主要包含以下一些常用的应用模块,以满足广大用户的开发和设计需求:

- 建模模块(Modeling)
- 工程图模块(Drafting)
- 装配模块(Assemblies)
- 外形塑造(Shape Studio)
- 模具设计模块(Mold Wizard Design)
- 加工模块(Manufacturing)
- 钣金模块(Sheet Metal)
- 运动仿真模块(Motion Simulation)
- 设计仿真模块(Digital Simulation)
- 电气线路模块(Wiring)
- 机械布管模块(Routing)

轴套类零件三维建模



学习目标:

在 UG 建模模块中,掌握轴套类零件的三维建模思路与作图方法。

- 熟悉 UG NX 4.0 的工作环境
- 掌握文件及视图的操作
- 掌握工具栏的定制
- 掌握基本体素特征的创建:长方体、圆柱、圆锥
- 掌握点构造器及矢量构造器的应用
- 掌握基准特征的创建:基准面、基准轴
- 掌握特征操作:布尔运算、倒斜角、螺纹
- 掌握 WCS 坐标系的变换
- 掌握孔、键槽等成型特征的创建与定位
- 了解部件导航器的使用

工作任务:

在 UG 建模模块中,利用基本体素特征、成型特征及特征操作并借助于 WCS 坐标系的变换、基准特征等完成轴套类零件三维模型的创建。

模块一 锥形塞建模

一、学习目标

1. 掌握文件操作:新建、保存、关闭文档
2. 掌握视图操作:旋转、平移、缩放等
3. 掌握工具条及命令的定制
4. 掌握基本体素特征的创建:长方体、圆柱、圆锥
5. 掌握点构造器及矢量构造器的应用
6. 掌握特征操作:布尔运算、倒斜角
7. 了解部件导航器的使用

二、工作任务

正确分析图 1-1-1 所示的轴零件图纸尺寸的要求,建立正确的建模思路,在 UG 建模模块中依次完成图 1-1-2 所示的各分解特征,由基本体素来创建实体,通过布尔运算等特征操作完成最终产品的三维建模。

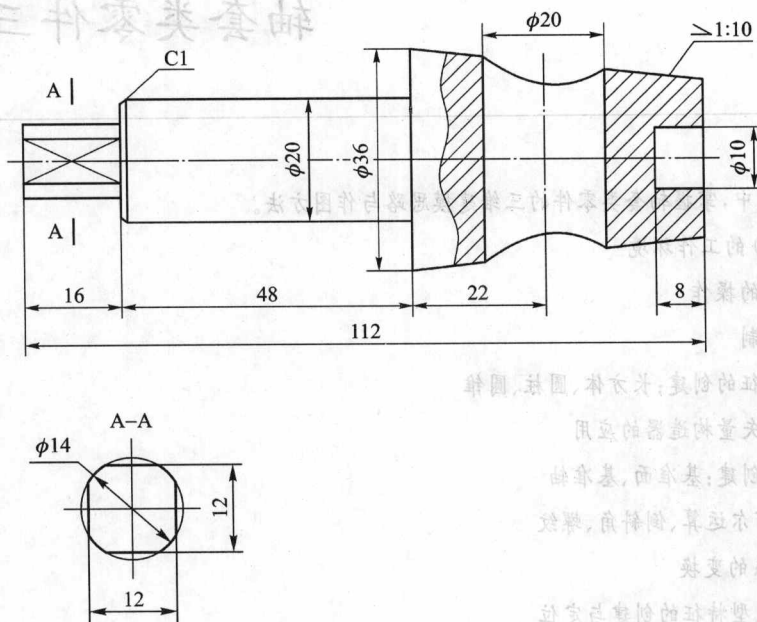


图 1-1-1 轴零件图

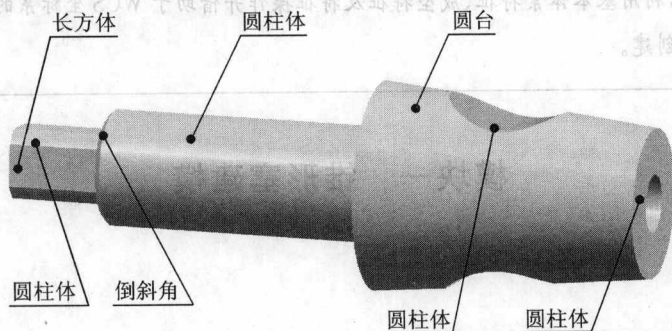


图 1-1-2 轴特征的分解

三、相关实践知识

(一) 创建文档与基本操作

1. 启动 UG NX 4.0

单击“开始”→“程序”→“UGS NX 4.0”→“ NX 4.0”,启动后进入 UG NX 4.0 初始界面,如

图 1-1-3 所示。

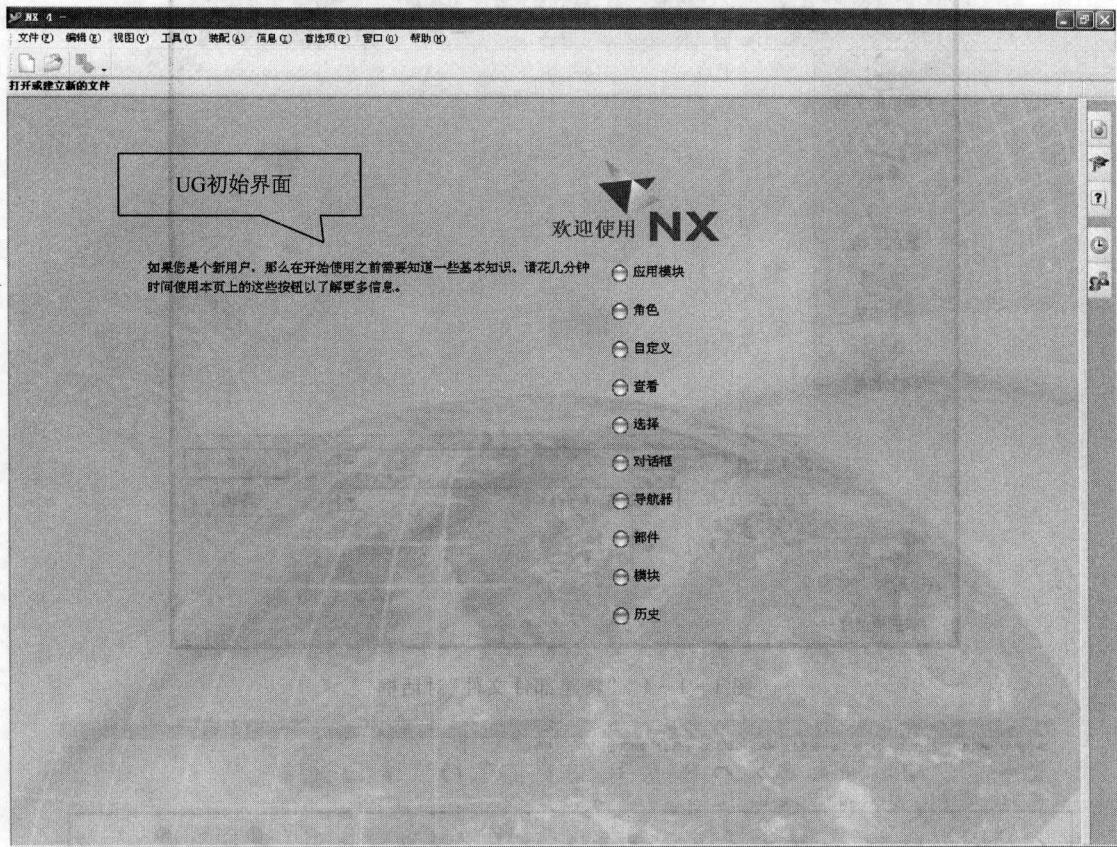


图 1-1-3 UG NX 4.0 初始界面

2. 新建文件

单击“新建”图标按钮  ,弹出“新建部件文件”对话框,如图 1-1-4 所示。

设置“查找范围(I)”为“d:/project”,在“文件名”文本框中输入文件名“shaft”,单位为“毫米”,单击“OK”按钮,即进入 UG 入门(Gateway)模块界面,如图 1-1-5 所示。

 **提示:**“查找范围”即为文件的存放目录(路径),文件夹要事先建好。

 **提示:**由 UG 入门模块界面可以进入 UG 各个不同的应用模块,具体见“标准”工具条中

 起始 下拉菜单,如图 1-1-6 所示。

3. 进入 UG 建模模块

单击  起始 下拉菜单中“建模”选项,或者单击“应用程序”工具条中“建模”图标按钮  ,即进入 UG 建模模块,随即出现建模所需的工具条,建模模块界面如图 1-1-7 所示。

4. 定制工具条

初次启动 UG 后,系统仅显示部分常用的工具条,用户可以自定义工具条的显示,并且可以任意拖动其位置。

图 1-1-1 图

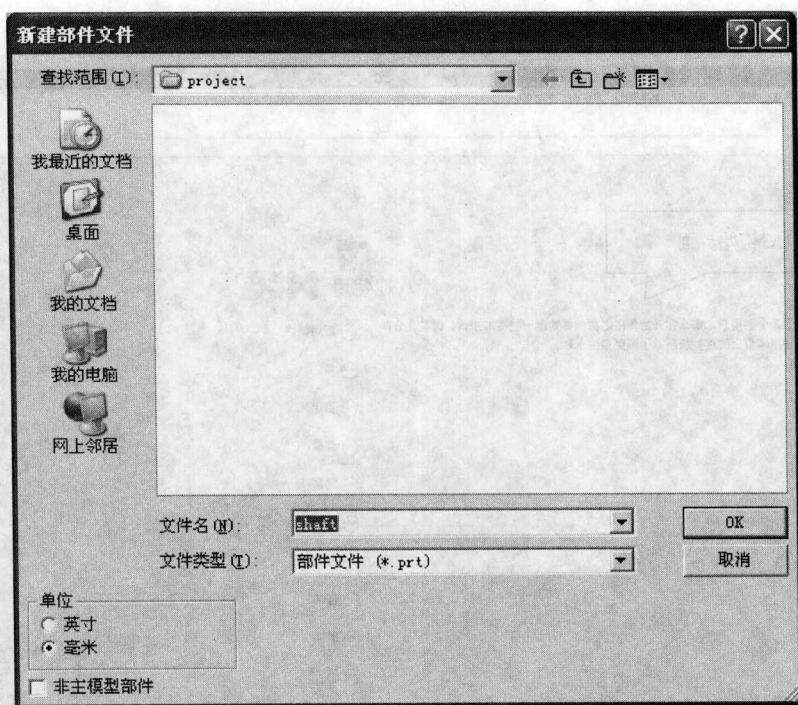


图 1-1-4 “新建部件文件”对话框

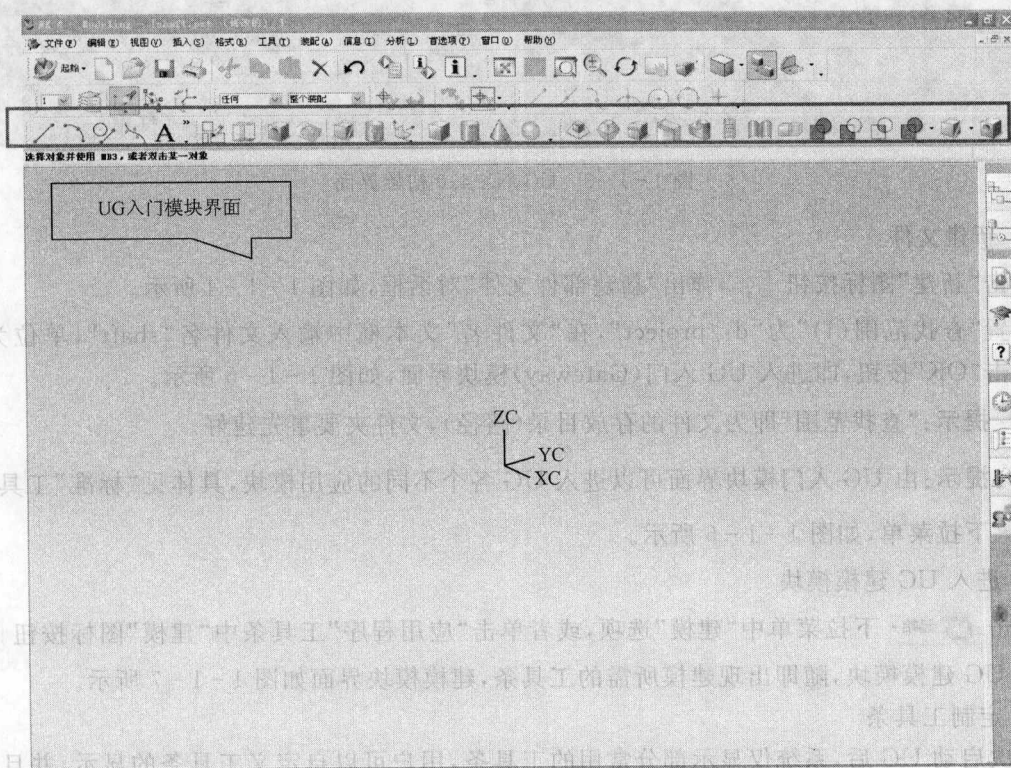


图 1-1-5 UG 入门模块界面

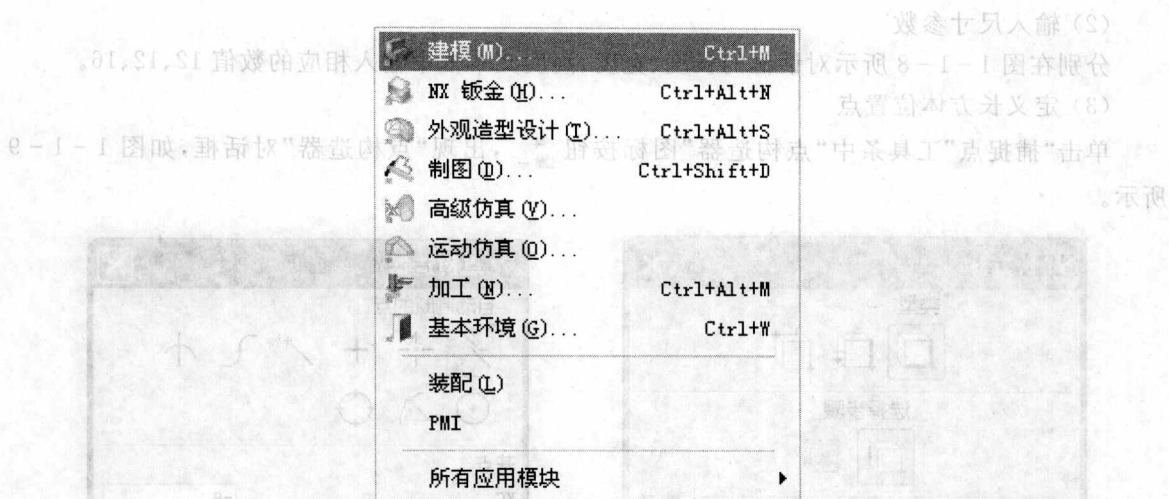


图 1-1-6 “标准”工具条“起始”下拉菜单

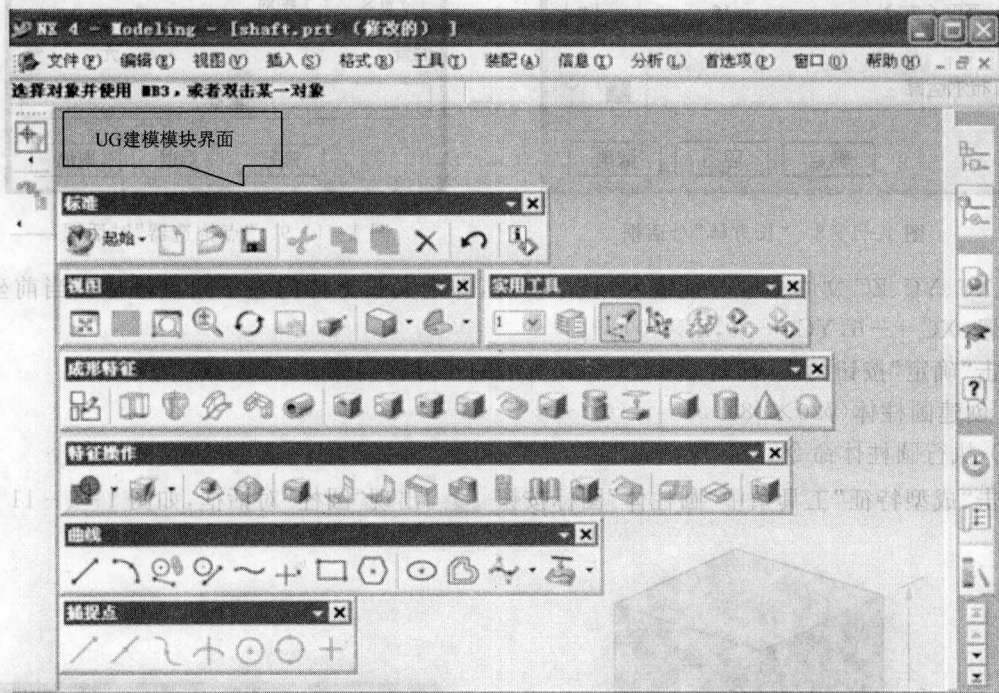


图 1-1-7 UG 建模模块界面

(二) 实体建模

1. 创建长方体(长 12 mm、宽 12 mm、高 16 mm)

(1) 执行长方体命令

单击“成型特征”工具条中“长方体”图标按钮 ，出现“长方体”对话框，如图 1-1-8 所示。

(2) 输入尺寸参数

分别在图 1-1-8 所示对话框的长度、宽度、高度文本框中输入相应的数值 12、12、16。

(3) 定义长方体位置点

单击“捕捉点”工具条中“点构造器”图标按钮，出现“点构造器”对话框，如图 1-1-9 所示。

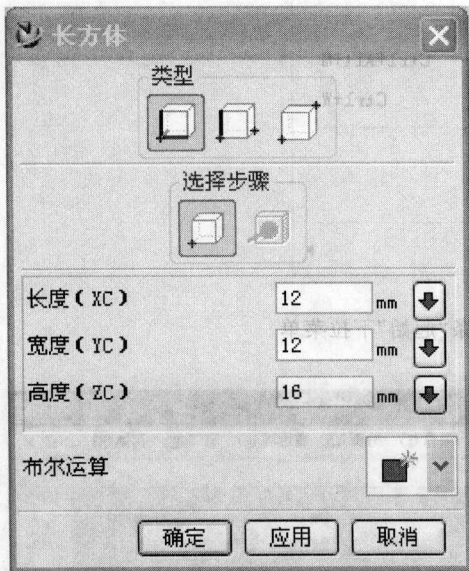


图 1-1-8 “长方体”对话框



图 1-1-9 “点构造器”对话框

在 XC、YC、ZC 文本框中分别输入 -6, -6, 0, 即定义长方体的左下角点坐标在当前坐标系中的位置($XC=-6, YC=-6, ZC=0$)。

单击“确定”按钮两次, 即得图 1-1-10 所示的长方体实体。

2. 创建圆柱体($\phi 20 \times 48$)

(1) 执行圆柱体命令

单击“成型特征”工具条中“圆柱体”图标按钮，出现“圆柱”对话框，如图 1-1-11 所示。

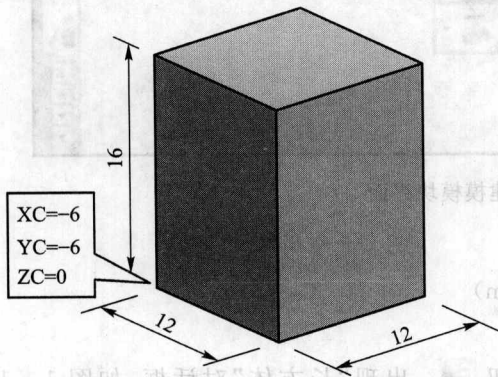


图 1-1-10 完成的长方体实体

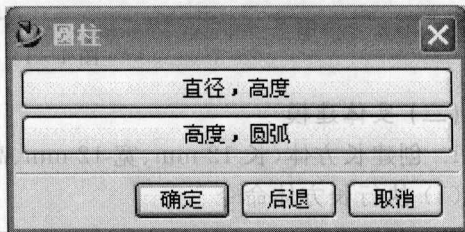


图 1-1-11 “圆柱”对话框

选择“直径,高度”方式,即通过定义底部直径与高度的参数来确定圆柱体。

(2) 确定圆柱体的方向

“矢量构造器”对话框如图 1-1-12 所示。

选择“+Z”  方向。

(3) 确定圆柱体的参数

“圆柱参数”对话框如图 1-1-13 所示。

输入底面直径 20,高度 48,单击“确定”按钮,弹出如图 1-1-9 所示的“点构造器”对话框。

(4) 确定圆柱体的位置

通过定义底面圆心来确定圆柱体的位置。根据图纸尺寸要求,在“点构造器”对话框中输入底面圆心坐标(0,0,16),单击“确定”按钮,出现“布尔操作”对话框,如图 1-1-14 所示。

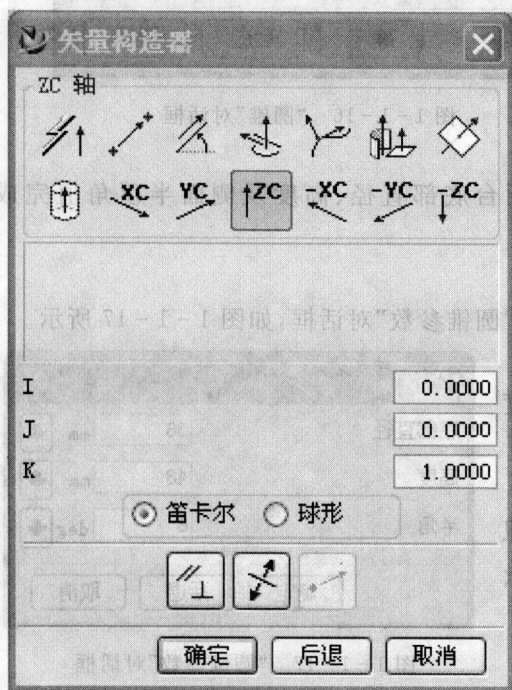


图 1-1-12 “矢量构造器”对话框

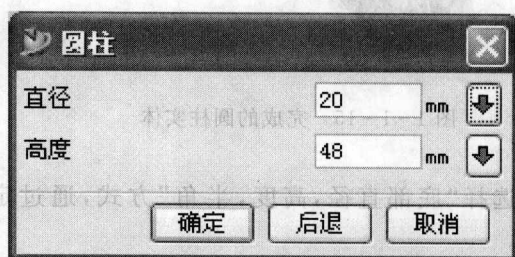


图 1-1-13 “圆柱参数”对话框

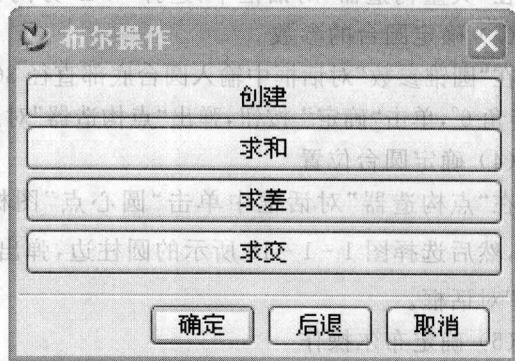


图 1-1-14 “布尔操作”对话框

(5) 确定布尔操作

布尔操作是指定当前创建的圆柱体与前面已存在的长方体的运算关系。

在“布尔操作”对话框中单击“创建”按钮,则产生圆柱体,它和长方体是两个独立的实体。其他“求和、求差、求交”的布尔操作将在“特征操作”中完成。完成的圆柱体如图 1-1-15 所示。

3. 创建圆台($\phi 36 \times 48$,半角 6°)

(1) 执行圆锥命令

单击“成型特征”工具条中“圆锥”图标按钮 ,出现“圆锥”对话框,如图 1-1-16 所示。

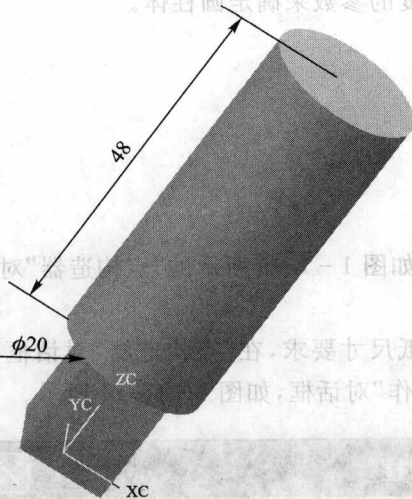


图 1-1-15 完成的圆柱实体

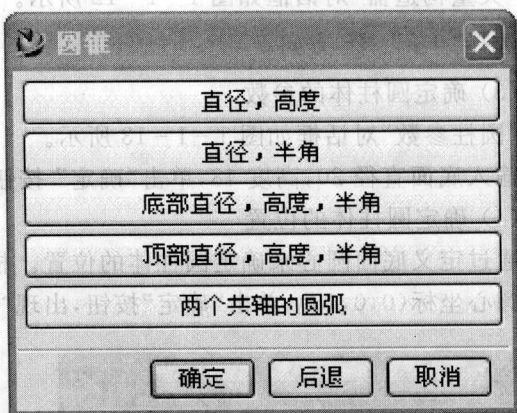


图 1-1-16 “圆锥”对话框

选择“底部直径,高度,半角”方式,通过定义圆台底部直径、高度及侧面半顶角值完成创建。

(2) 确定圆台的方向

在“矢量构造器”对话框中,选择“+Z”方向,弹出“圆锥参数”对话框,如图 1-1-17 所示。

(3) 确定圆台的参数

在“圆锥参数”对话框中输入圆台底部直径 36,高度 48,半角 6° ,单击“确定”按钮,弹出“点构造器”对话框。

(4) 确定圆台位置

在“点构造器”对话框中单击“圆心点”图标按钮 ,然后选择图 1-1-18 所示的圆柱边,弹出“布尔操作”对话框。

(5) 确定布尔操作

在“布尔操作”对话框中单击“创建”按钮,完成的圆台如图 1-1-19 所示。

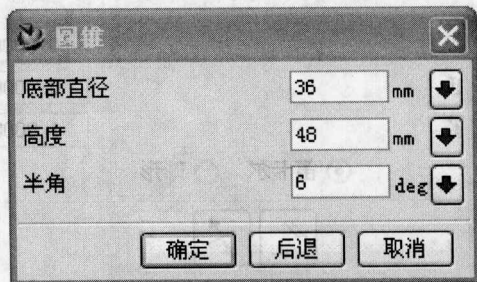


图 1-1-17 “圆锥参数”对话框

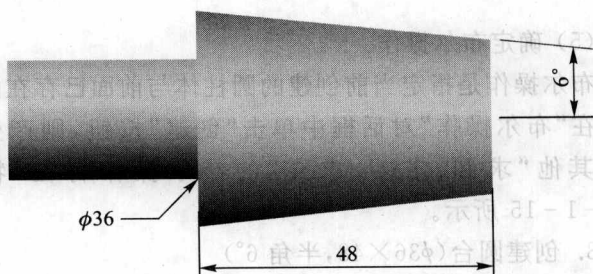
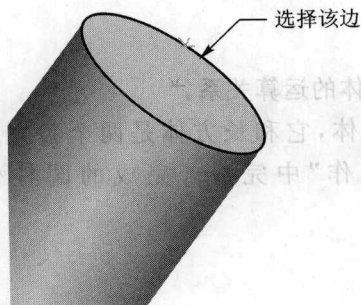


图 1-1-18 圆心选择示意图

图 1-1-19 完成的圆台实体

 **注意:**“圆台”在 UG 中是通过“圆锥”命令来创建的,当顶部直径非零时即为“圆台”。

4. 创建圆柱体($\phi 10 \times 8$)

(1) 执行圆柱体命令

(2) 确定圆柱体的方向

在“矢量构造器”对话框中选择“-Z” 方向。

(3) 确定圆柱体的参数

在“圆柱参数”对话框中输入直径 10,高度 8,单击“确定”按钮。

(4) 确定圆柱体的位置

在“点构造器”对话框中单击“圆心点”图标按钮,然后选择圆台小端的实体边,弹出“布尔操作”对话框。

(5) 确定布尔操作

在“布尔操作”对话框中单击“求差”按钮,确定后出现“选择工具体”对话框,如图 1-1-20 所示。

选择圆台作为与圆柱体进行“求差”布尔操作的目标体,确定后完成的实体如图 1-1-21 所示。

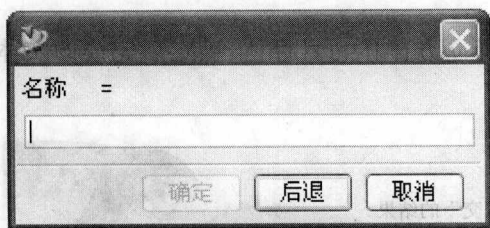


图 1-1-20 “选择工具体”对话框

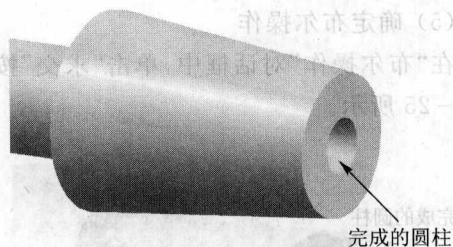


图 1-1-21 布尔“求差”运算结果

5. 创建圆柱体($\phi 20 \times 50$)

(1) 执行圆柱体命令

(2) 确定圆柱体的方向

在“矢量构造器”对话框中选择“+Y” 方向。

(3) 确定圆柱体的参数

在“圆柱参数”对话框中输入直径 20,高度 50,单击“确定”按钮。

 **注意:**高度 50 的数值可以改变。

(4) 确定圆柱体的位置

在“点构造器”对话框中输入点坐标(0,-25,112-48+22),如图 1-1-22 所示。

(5) 确定布尔操作

在“布尔操作”对话框中单击“求差”按钮,选择圆台,确定后完成的实体如图 1-1-23 所示。

6. 创建圆柱体($\phi 14 \times 16$)