



高等教育“十二五”规划教材

计算机辅助设计与制造 课程实验指导书

JISUANJI FUZHU SHEJI YU ZHIZAO
KECHENG SHIYAN ZHIDAOSHU

主 编 刘少丽 丁晓宇



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

计算机辅助设计与制造 课程实验指导书

主编 刘少丽 丁晓宇

主审 刘检华



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机辅助设计与制造课程实验指导书/刘少丽, 丁晓宇主编. —北京:
北京理工大学出版社, 2015. 7

ISBN 978 - 7 - 5682 - 0964 - 9

I. ①计… II. ①刘… ②丁… III. ①计算机辅助设计 - 高等学校 - 教
学参考资料 ②计算机辅助制造 - 高等学校 - 教学参考资料 IV. ①TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 172755 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中画美凯印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 4.5

字 数 / 56 千字

版 次 / 2015 年 7 月第 1 版 2015 年 7 月第 1 次印刷

定 价 / 15.00 元

责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 钟 博

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



前言

计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM) 技术是随信息技术的发展而形成的一门高新技术,它的应用和发展引起了社会和生产的巨大变革,因此 CAD/CAM 技术被视为 20 世纪最杰出的工程成就之一。目前, CAD/CAM 技术已成为企业实现数字化设计与制造的关键技术,是当今工程技术人员必须掌握的基本工具。

本书是“计算机辅助设计与制造”课程实验环节的指导教材,以机械工程及自动化专业的本科生为主要对象,基于“计算机辅助设计与制造”课程的基本理论和方法,通过三维实体建模实验、数控编程实验、有限元分析实验和 3D 打印实验,训练学生应用 CAD/CAM 软件工具从事产品开发、优化分析、生产和系统集成的综合能力,教学时长为 6~8 学时。

三维建模实验和数控编程实验基于先进的 CAD/CAM 集成系统——UG NX,该部分实验的目的是帮助学生掌握产品造型设计和数控自动编程技术的基本技能;有限元分析实验基于有限元分析软件 ANSYS,该部分实验的目的是帮助学生掌握计算机辅助工程分析的基本流程;3D 打印实验基于桌面型 3D 打印设备,该部分实验的目的是帮助学生了解增材制造的基本原理及过程。

本指导书根据北京理工大学的《CAD/CAM 原理 A 实验大纲》(2015 版),并参考相关的教材和资料编写。本书的第 2、3、4、5、6

章由刘少丽编写，第7章由丁晓宇编写，第1、8章由刘少丽与丁晓宇共同编写。

全书由北京理工大学刘检华教授主审，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中的不足、不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者
于北京理工大学



目 录

第 1 章	目的和意义	1
第 2 章	实验条件	3
2.1	硬件	3
2.2	软件	3
第 3 章	实验内容	4
第 4 章	零件实体建模	5
4.1	进入实体建模应用模块	5
4.2	绘制草图	6
4.3	建立定位基准	9
4.4	零件实体建模	9
4.5	存储零件模型	16
第 5 章	毛坯实体建模	17
5.1	底座建模	17
5.2	中间座建模	18
5.3	小头座建模	19
5.4	存储毛坯模型	20
第 6 章	零件数控编程	21
6.1	进入 CAM 模块	21
6.2	选择加工环境	21
6.3	创建刀具	21

6.4	创建程序节点	23
6.5	操作工序	24
6.6	生成刀位轨迹并进行加工仿真	37
6.7	创建刀位源文件 (CLSF)	38
6.8	后置处理	39
第7章	有限元分析	41
7.1	导入 NX 模型	41
7.2	定义单元类型和材料类型	44
7.3	划分网格	46
7.4	定义边界条件	49
7.5	求解	53
7.6	后处理	53
7.7	网格密度对求解结果的影响	55
第8章	3D 打印	58
8.1	载入模型	58
8.2	卸载模型	60
8.3	准备打印	60
8.4	开始打印	62
8.5	移除模型	64
8.6	打印结果展示	64
参考文献		66

第 1 章

目的和意义

三维建模（零件实体建模与毛坯实体建模）实验和数控编程实验基于先进的 CAD/CAM 集成系统——UG NX，其目的是帮助学生巩固所学的三维建模及数控编程理论、原理和方法，掌握产品设计和数控自动编程技术的基础知识。

- 了解 UG 软件的功能结构，掌握不同的实体模型的生成方法；
- 了解特征建模的原理，掌握几何建模的原理和方法，学会根据不同的零件特点选择合适的建模方式，掌握模型的建立和管理方法；
- 根据具体零件建立三维模型，利用 CAM 系统的数控编程功能完成数控程序的编制；
- 完成加工过程仿真和数控后置处理；
- 深入理解产品数字化设计与制造过程和方法。

有限元分析实验基于有限元分析软件 ANSYS，其目的是帮助学生掌握计算机辅助工程分析的基本流程。

- 掌握有限元分析时几何建模的基本原则，学会在 ANSYS 中导入几何模型的操作；
- 掌握有限元分析时网格划分的基本原则，学会 ANSYS 中网格划分的基本操作；
- 掌握有限元分析时边界条件处理的基本原则，学会 ANSYS 中边界条件施加的基本操作；
- 完成有限元计算和数据后处理；
- 深入理解网格质量对计算结果的影响。

3D 打印实验基于桌面型 3D 打印设备——UP mini 及其自带软件，其目的是帮助学生基本了解增材制造的原理及过程。

- 了解增材制造的原理；
- 了解 3D 打印设备的工作过程，学会 UP mini 软件的操作；
- 根据具体零件建立三维模型，利用 3D 打印设备及其软件完成相关零件的 3D 打印。

第 2 章

实验条件

2.1 硬 件

- CPU: Intel 酷睿 i3 以上;
- 内存: 4GB 以上;
- 硬盘: 500GB 以上;
- 显示卡: 支持 Open __GL 的 3D 图形加速卡, 1024 × 768 以上的分辨率, 真彩色, 64 MB 以上的显示存储;
- 显示器: 支持 1024 × 768 以上的分辨率;
- 光驱: 4 倍速以上的光驱。

2.2 软 件

- 操作系统: Windows XP 以上的 Workstation 或 Server 版均可, 或者是 Windows XP/Windows 7 操作系统;
- 硬盘格式: 采用 FAT32 或 NTFS 格式;
- 网络协议: 安装 TCP/IP;
- 显示卡驱动程序: 配置分辨率为 1024 × 768 以上的真彩色。

第 3 章

实验内容

本教材的所有实验都将针对图 3-1 所示的零件进行，具体需要完成的实验内容包括：

- (1) 三维实体建模；
- (2) 数控编程和加工仿真；
- (3) 有限元静力学分析；
- (4) 3D 打印成型。

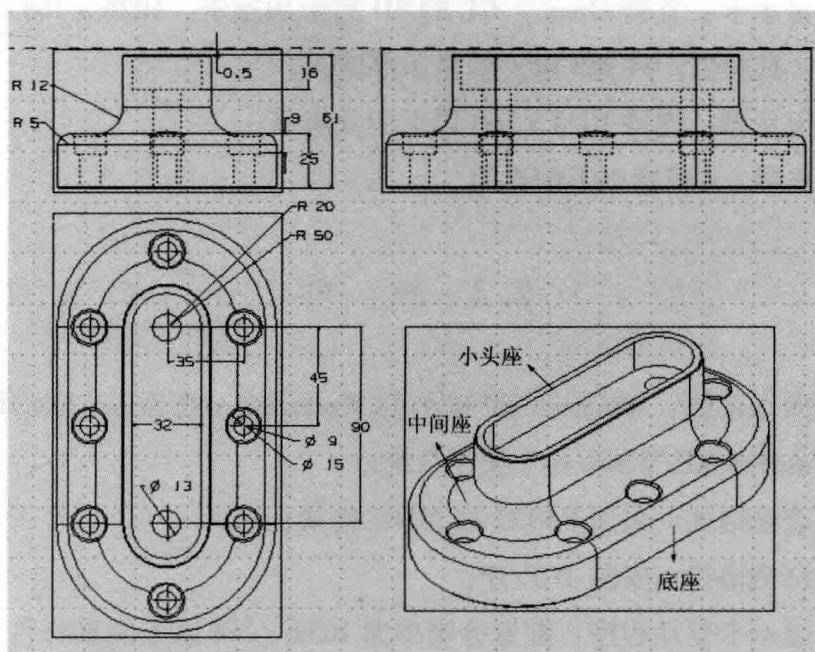


图 3-1 实验加工对象——封板

第 4 章

零件实体建模

4.1 进入实体建模应用模块

(1) 启动 Unigraphics NX。

由“开始”→“程序”→“Siemens NX8.5”→“NX 8.5”启动 UG 系统。

(2) 建立新部件文件

① 在 Unigraphics NX 环境中建立一个新的部件文件：选择“文件”→“新建”；

② 新部件文件规定测量单位：选择“毫米”，如图 4-1 所示；

③ 输入新部件文件名“feng ban”，单击“确定”按钮，部件文件被创建并且被装载到当前 UG 作业中。UG 对文件名有最长 26 个字符数的限制，附加的“.prt”为部件文件的扩展名。

(3) 选择建模应用模块。

单击“开始”→“所有应用模块”→“建模”，或者用快捷组合键“Ctrl + M”进入建模模块。

注：若不知道命令在哪，可以使用“命令查找器”

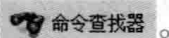




图 4-1 建立新零件文件

4.2 绘制草图

(1) 选择图层：通过“格式”→“图层设置”命令弹出如图 4-2 所示的对话框。勾选“类别显示”，勾选“名称”栏中的“02 _SKETCH”，展开“02 _SKETCH”，将“图层 21”设为工作图层。

(2) 直线：选择“插入”→“曲线”→“直线”命令，弹出“直线”对话框，单击“起点”处的图标 ，弹出“点构造器”对话框，输入 $X = 16$ ， $Y = 45$ ， $Z = 0$ ，单击“确定”按钮，再单击“终点”处的点构造器，输入 $X = 16$ ， $Y = -45$ ， $Z = 0$ ，单击“确定”按钮生成直线，依照相同的方法再构造所需的剩余 5 条直线，其端点坐标依次为： $(-16, 45, 0)$ ， $(-16, -45, 0)$ ； $(20, 45, 0)$ ， $(20, -45, 0)$ ；



图 4-2 图层设置对话框

$(-20, 45, 0)$, $(-20, -45, 0)$; $(50, 45, 0)$, $(50, -45, 0)$;
 $(-50, 45, 0)$, $(-50, -45, 0)$ 。

(3) 圆弧。

① 选择“插入”→“曲线”→“圆弧/圆”命令，弹出“圆弧/圆”对话框，单击“点构造器”进入“指定圆心”对话框，指定圆心坐标为 $(0, 45, 0)$ ，单击“确定”按钮返回“圆弧/圆”对话框，再通过点构造器指定终点坐标为 $(16, 45, 0)$ ，其余各个值的设定如图 4-3 所示。

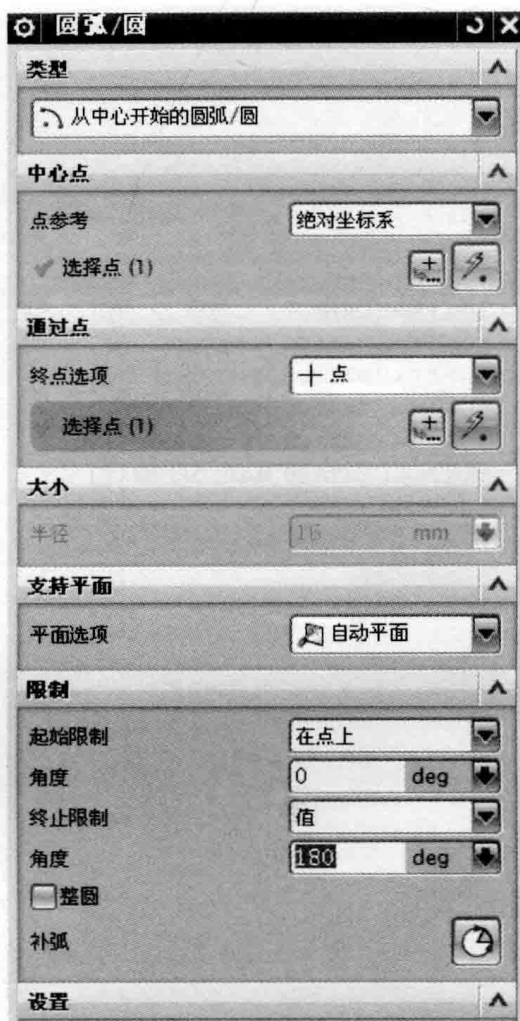


图 4-3 圆弧操作设置

然后单击“确定”按钮便可生成连接圆弧，而后改变终点选择为 $(20, 45, 0)$ 和 $(50, 45, 0)$ ，再生成两条圆弧。

② 选择“插入”→“曲线”→“圆弧/圆”命令，弹出“圆弧/圆”对话框，单击“点构造器”进入“指定圆心”对话框，指定圆心坐标为 $(0, -45, 0)$ ，单击“确定”按钮返回弧对话框，再通过点构造器分别设定终点坐标为 $(-16, -45, 0)$ ， $(-20, -45, 0)$ ， $(-50, -45, 0)$ ，其余各个值设定如上，依次生成三条连接圆弧即可完成草图绘制，如图4-4所示。

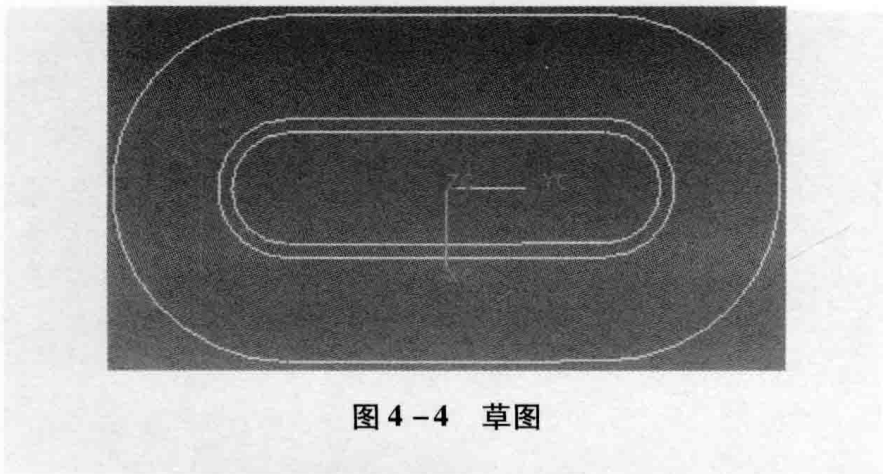


图 4-4 草图

4.3 建立定位基准

考虑到后续的建模过程中需要对一些点进行精确定位，为方便操作，建立两条正交直线以作为定位的基准。具体操作如下：

(1) 选择图层：设置图层 22 为当前工作图层，方法和设置与图层 21 相同；

(2) 选择“插入”→“曲线”→“直线”命令，构造端点坐标为 $(0, 100, 0)$ ， $(0, -100, 0)$ ； $(60, 0, 0)$ ， $(-60, 0, 0)$ 的两条正交直线。

4.4 零件实体建模

(1) 选择图层：设置图层 11（类别为 01 __BODY）为当前工作图层，图层 21、图层 22 为可选图层。

(2) 延伸实体。

① 单击“拉伸”弹出“延伸实体”对话框，单击 ，选取 4.2 节所作的草图（图 4-4）最外面的一圈封闭曲线为延伸对象，如图 4-5 所示。

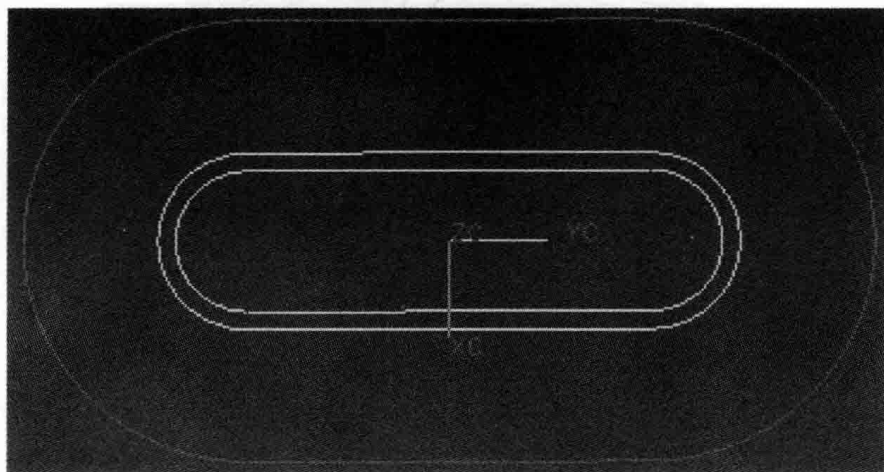


图 4-5 选取延伸对象

② 选好对象后单击“方向”按钮，再单击进入“矢量”对话框，接受默认方向及其他默认设置，取“开始距离”为0，“结束距离”为25，其他设置采用默认值，然后单击“确定”按钮创建延伸实体，如图4-6所示。

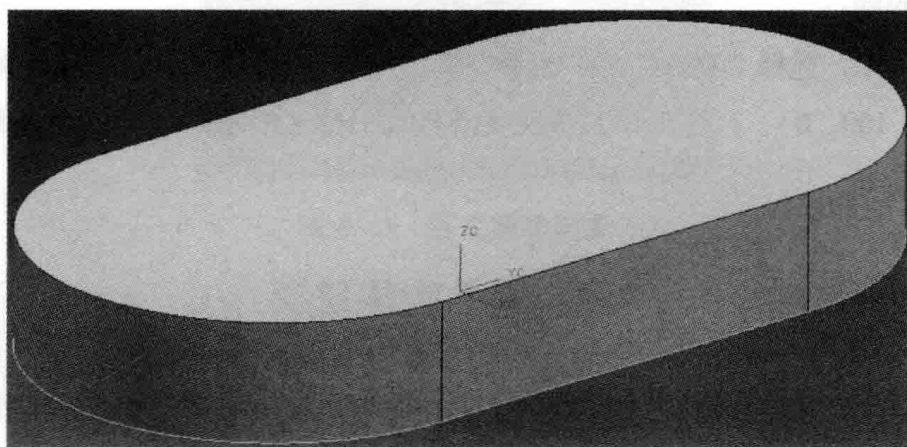


图 4-6 延伸实体结果

③ 单击“拉伸”按钮弹出“延伸实体”对话框，单击，选取4.2节所作的草图（图4-4）的中间一圈封闭曲线为延伸对象，如图4-7所示。