

UG NX 5.0 工程应用精解丛书

UG NX 5.0

产品设计实例精解



CHANPIN SHEJI SHILI JINGJIE.
UG NX 5.0

附视频学习光盘

展迪优 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



- 实例丰富、典型，注重实用，工程性强
- 讲解通俗易懂、条理清晰、图文并茂
- 图标式讲解，使读者能够准确操作软件
- 融入UG高手多年的设计经验和技巧
- 光盘中包含视频录像，快速提高学习效率

UG NX 5.0 工程应用精解丛书

UG NX 5.0 产品设计实例精解

展迪优 主编



机械工业出版社

本书是进一步学习 UG NX 5.0 产品设计的实例图书,选用的 30 个实例都是实际应用中的各种日用产品和工业产品,经典而实用。本书章节的安排次序采用由浅入深、循序渐进的原则。在内容上,针对每一个实例先进行概述,说明该实例的特点、设计构思、操作技巧重点掌握内容和要用到的操作命令,使读者对它有一个整体概念,学习也更有针对性。接下来的操作步骤翔实、透彻、图文并茂,引领读者一步一步地完成模型的创建。这种讲解方法既能使读者更快、更深入地理解 UG 软件中的一些抽象的概念和复杂的命令及功能,又能使读者迅速掌握许多零件建模的技巧。

本书在写作方式上紧贴 UG NX 5.0 中文版的实际操作界面,采用软件中真实的对话框、按钮和图标等进行讲解,使读者能够直观、准确地操作软件进行学习。

本书可作为广大工程技术人员的 UG 自学教程和参考书籍,也可作为大中专院校学生和各类培训学校学员的 UG 课程上机练习教材。本书附光盘一张,包含本书的实例文件和操作视频录像文件(近 10 个小时)。

图书在版编目(CIP)数据

UG NX 5.0 产品设计实例精解/展迪优主编. —北京:

机械工业出版社, 2009.1

(UG NX 5.0 工程应用精解丛书)

ISBN 978-7-111-25170-5

I. U… II. 展… III. 工业产品—计算机辅助设计—应用软件, UG NX 5.0 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 146461 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: 杨民强 责任编辑: 赵 鹏

封面设计: 王伟光 责任印制: 洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·23.5 印张·579 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-25170-5

ISBN 978-7-89482-829-3 (光盘)

定价: 49.50 元 (含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379771

封面无防伪标均为盗版

出版说明

制造业是一个国家经济发展的基础，当今世界任何经济实力强大的国家都拥有发达的制造业，美、日、德、英、法等国家之所以称为发达国家，很大程度上是由于他们拥有世界上最发达的制造业。我国在大力推进国民经济信息化的同时，必须清醒地认识到，制造业是现代经济的支柱，加强和提高制造业科技水平是一项长期而艰巨的任务。发展信息产业，首先要把信息技术应用到制造业。

众所周知，制造业信息化是企业发展的必要手段，国家已将制造业信息化提到关系到国家生存的高度上来。信息化是当今时代现代化的突出标志。以信息化带动工业化，使信息化与工业化融为一体，互相促进，共同发展，是具有中国特色的跨越式发展之路。信息化主导着新时期工业化的方向，使工业朝着高附加值化发展；工业化是信息化的基础，为信息化的发展提供物资、能源、资金、人才以及市场，只有用信息化武装起来的自主和完整的工业体系，才能为信息化提供坚实的物质基础。

制造业信息化集成平台通过并行工程、网络技术和数据库技术等先进技术，将 CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM/ERP 等为制造服务的软件个体有机地集成起来，采用统一的架构体系和统一的基础数据平台，涵盖目前常用的 CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM/ERP 软件，使软件交互和信息传递顺畅，从而有效提高产品开发、制造各个领域的数据集成管理和共享水平，提高产品开发、生产和销售全过程中的数据整合、流程的组织管理水平以及企业的综合实力，为营造一流的企业提供现代化的技术保证。

机械工业出版社作为全国优秀出版社，在出版制造业信息化技术类图书方面有着独特优势，一直致力于 CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM/ERP 等领域相关技术的跟踪，出版了大量学习这些领域的软件（如 Pro/ENGINEER、UG、CATIA、SolidWorks、AutoCAD 等）的优秀图书，同时也积累了许多宝贵的经验。

北京兆迪科技有限公司位于中关村科技园区，专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的开发、咨询及产品设计与制造服务，并提供专业的 Pro/ENGINEER、UG、CATIA、SolidWorks、AutoCAD 等软件的培训。中关村科技园区是北京市科技、智力、人才和信息资源最密集的区域，园区内有清华大学、北京大学和中国科学院等著名大学和科研机构，同时聚集了一些国内外著名公司，如西门子、联想集团、清华紫光 and 清华同方等。近年来，北京兆迪科技有限公司充分依托中关村科技园区的人才优势，在机械工业出版社的大力支持下，已经推出了或将陆续推出一系列 Pro/ENGINEER、UG、CATIA、SolidWorks、AutoCAD 等软件的“工程应用精解”图书，包括：

- Pro/ENGINEER 2001 工程应用精解丛书
- Pro/ENGINEER 野火版 2.0 工程应用精解丛书
- Pro/ENGINEER 野火版 3.0 工程应用精解丛书

- Pro/ENGINEER 野火版 4.0 工程应用精解丛书
- CATIA V5 工程应用精解丛书
- UG NX 4.0 工程应用精解丛书
- UG NX 5.0 工程应用精解丛书
- SolidWorks 2008 工程应用精解丛书
- AutoCAD 工程应用精解丛书
- MasterCAM 工程应用精解丛书
- Cimatron 工程应用精解丛书
- SolidEdge 工程应用精解丛书

“工程应用精解”系列图书具有以下特色：

- **注重实用，讲解详细，条理清晰。**由于作者队伍和顾问来自一线的专业工程师和高校教师，所以图书既注重解决实际产品设计、制造中的问题，同时又将软件的使用方法和技巧进行全面、系统、有条不紊、由浅入深的讲解。
- **实例来源于实际，丰富而经典。**对软件中的主要命令和功能，先结合简单的实例进行讲解，然后安排一些较复杂的综合实例帮助读者深入理解、灵活应用。
- **写法独特，易于上手。**图书全部采用软件中真实的菜单、对话框和按钮等进行讲解，使初学者能够直观、准确地操作软件，从而大大提高学习效率。
- **随书光盘配有视频录像。**每本书的随书光盘中制作了超长时间的操作视频文件，帮助读者轻松、高效地学习。
- **网站技术支持。**读者购买“工程应用精解”系列图书，可以通过北京兆迪科技有限公司的网站（<http://www.zalldy.com>）获得技术支持。

我们真诚希望广大读者通过学习“工程应用精解”系列图书，能够高效掌握有关制造业信息化软件的功能和使用技巧，并将学到的知识运用到实际工作中，也期待您给我们提出宝贵的意见，以便今后为大家提供更优秀的图书作品，共同为我国的制造业发展尽一份力量。

机械工业出版社
北京兆迪科技有限公司

前 言

UG 是由美国 UGS 公司推出的功能强大的三维 CAD/CAM/CAE 软件系统,其内容涵盖了产品从概念设计、工业造型设计、三维模型设计、分析计算、动态模拟与仿真、工程图输出,到生产加工成产品的全过程,应用范围涉及航空航天、汽车、机械、造船、通用机械、数控(NC)加工、医疗器械和电子等诸多领域。

NX 5.0 是目前功能最强、应用最广泛的 UG 版本。该版本在数字化模拟、知识捕捉、可用性和系统工程等方面进行了创新,对以前版本进行了数百项以客户为中心的改进。

零件建模与设计是产品设计的基础和关键,要熟练掌握使用 UG 对各种零件的设计,只靠理论学习和少量的练习是远远不够的。编著本书的目的正是为了使读者通过书中的经典实例,迅速掌握各种零件的建模方法、技巧和构思精髓,使读者在短时间内成为一名 UG 产品设计高手。

本书是进一步学习 UG NX 5.0 产品设计的实例图书,其特色如下:

- 实例丰富,与其他的同类书籍相比,包括更多的产品设计实例和设计方法,尤其是书中的“遥控器的自顶向下设计”实例(60 页的篇幅),方法独特,令人耳目一新,对读者的实际设计具有很好的指导和借鉴作用。
- 讲解详细,条理清晰,保证自学的读者能够独立学习书中的内容。
- 写法独特,采用 UG NX 5.0 软件中真实的对话框、按钮和图标等进行讲解,使初学者能够直观、准确地操作软件,从而大大提高学习效率。
- 随书光盘中制作了本书的操作视频录像文件,时间近 10 个小时,可以帮助读者轻松、高效地学习。

在编写过程中得到了北京兆迪科技有限公司的大力帮助,在此衷心表示感谢。北京兆迪科技有限公司专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的研究、开发、咨询及产品设计与制造服务,并提供 Pro/ENGINEER、SolidWorks、UG、CATIA、AutoCAD 等软件的专业培训及技术咨询。广大读者在学习本书时遇有问题,可通过访问该公司的网站 <http://www.zalldy.com> 获得帮助。

本书由展迪优主编,参加编写的人员还有王焕田、姜龙、高健、高彦军、刘静、张世鹏、杨解元、徐礼平、汪佳胜、张坤、杨红涛、冯元超、段银利、刘海起、黄红霞、詹超、高政、黄光辉、王帅、张麒、王晶、马文瑞、刘国新、杜超、詹路。

本书已经过多次审核,如有疏漏之处,恳请广大读者予以指正。

电子邮箱: zhan_ug@163.com

编 者

丛书导读

（一）产品设计工程师学习流程

1. 《UG NX 5.0 快速入门教程》
2. 《UG NX 5.0 高级应用教程》
3. 《UG NX 5.0 曲面设计教程》
4. 《UG NX 5.0 钣金设计教程》
5. 《UG NX 5.0 钣金设计实例精解》
6. 《UG NX 5.0 产品设计实例精解》
7. 《UG NX 5.0 曲面设计实例精解》
8. 《UG NX 5.0 工程图教程》
9. 《UG NX 5.0 管道设计教程》
10. 《UG NX 5.0 电缆布线设计教程》

（二）模具设计工程师学习流程

1. 《UG NX 5.0 快速入门教程》
2. 《UG NX 5.0 高级应用教程》
3. 《UG NX 5.0 工程图教程》
4. 《UG NX 5.0 模具设计教程》
5. 《UG NX 5.0 模具设计实例精解》

（三）数控加工工程师学习流程

1. 《UG NX 5.0 快速入门教程》
2. 《UG NX 5.0 高级应用教程》
3. 《UG NX 5.0 钣金设计教程》
4. 《UG NX 5.0 数控加工教程》
5. 《UG NX 5.0 数控加工实例精解》

（四）产品分析工程师学习流程

1. 《UG NX 5.0 快速入门教程》
2. 《UG NX 5.0 高级应用教程》
3. 《UG NX 5.0 运动分析教程》
4. 《UG NX 5.0 结构分析教程》

本书导读

为了更好地学习本书的知识，请您仔细阅读下面的内容。

读者对象

本书是学习 UG NX 5.0 产品设计的实例图书，可作为工程技术人员进一步学习 UG 的自学教程和参考书，也可作为大专院校学生和各类培训学校学员的 UG 课程上课或上机练习教材。

写作环境

本书使用的操作系统为 Windows XP Professional，对于 Windows 2000 操作系统，本书的内容和范例也同样适用。

本书采用的写作蓝本是 UG NX5.0 中文版。

光盘使用

为方便读者练习，特将本书所用到的实例和视频文件按章节顺序放入随书附赠的光盘中，读者在学习过程中可以打开这些实例文件进行操作和练习。

在光盘的 ugnx5.5 目录下有两个文件夹：

(1) work 文件夹：包含本书讲解中所用到的全部素材文件。

(2) video 文件夹：包含本书讲解中绝大部分的视频录像文件（无声音），其余视频录像文件可从网站 <http://www.cmpbook.com/download/ugnx5.5-xz.rar> 下载。读者学习时，可在该子目录中按章节顺序查找所需的视频文件（扩展名为.exe），找到后直接双击视频文件名即可播放。在观看视频录像时，请注意鼠标操作的符号，定义如下：

- 单个红色框表示单击一下鼠标的左键。
- 两个红色框表示连续快速地按两次鼠标的左键。
- 黄色框表示单击一下鼠标的右键。

光盘中含有“_ok”扩展名的文件或文件夹表示已完成的实例。

建议读者在学习本书前，先将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中。

本书约定

- 本书中有关鼠标操作的简略表述说明如下：

- ☒ 单击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的左键。
- ☒ 双击：将鼠标指针移至某位置处，然后连续快速地按两次鼠标的左键。
- ☒ 右击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的右键。
- ☒ 单击中键：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的中键。
- ☒ 滚动中键：只是滚动鼠标的中键，而不能按中键。

- ☑ 选择（选取）某对象：将鼠标指针移至某对象上，单击以选取该对象。
- ☑ 拖移某对象：将鼠标指针移至某对象上，然后按下鼠标的左键不放，同时移动鼠标，将该对象移动到指定的位置后再松开鼠标的左键。
- 本书中的操作步骤分为 Task、Stage 和 Step 三个级别，说明如下：
 - ☑ 对于一般的软件操作，每个操作步骤以 Step 字符开始。
 - ☑ 每个 Step 操作视其复杂程度，其下面可含有多级子操作，例如 Step1 下可能包含（1）、（2）、（3）等子操作，（1）子操作下可能包含①、②、③等子操作，①子操作下可能包含 a）、b）、c）等子操作。
 - ☑ 如果操作较复杂，需要几个大的操作步骤才能完成，则每个大的操作冠以 Stage1、Stage2、Stage3 等，Stage 级别的操作下再分 Step1、Step2、Step3 等操作。
 - ☑ 对于多个任务的操作，则每个任务冠以 Task1、Task2、Task3 等，每个 Task 操作下则可包含 Stage 和 Step 级别的操作。
- 由于已建议读者将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中，所以书中在要求设置工作目录或打开光盘文件时，所述的路径均以“D:”开始，例如，下面是一段有关这方面的描述：

读者可以从随书光盘目录 D:\ugnx5.5\work\ch29 中找到该装配体中的所有零部件。

目 录

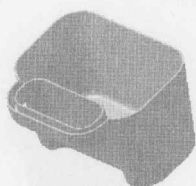
出版说明

前言

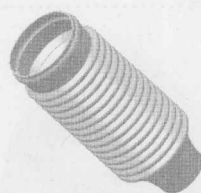
丛书导读

本书导读

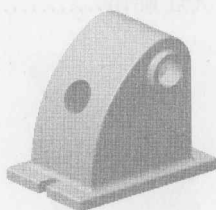
实例 1 儿童玩具篮.....1



实例 2 下水软管.....6



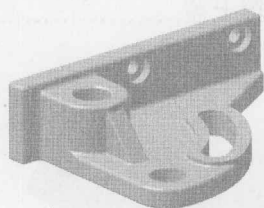
实例 3 箱体9



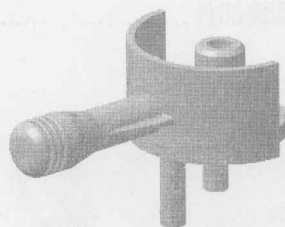
实例 4 支架.....14



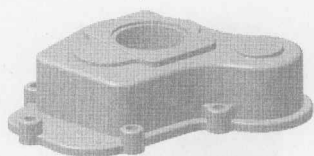
实例 5 托架.....22



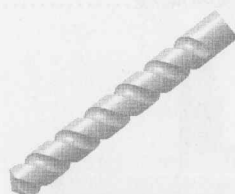
实例 6 手柄.....28



实例 7 箱壳.....39



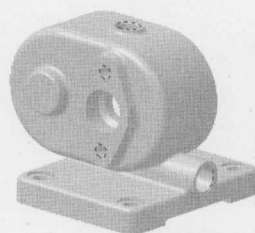
实例 8 钻头.....47



实例 9 机盖.....51



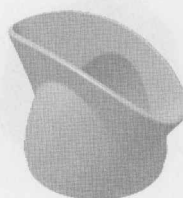
实例 10 泵体.....56



实例 11 杯盖.....72



实例 12 吹风机喷嘴.....80



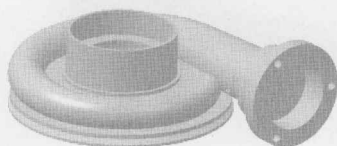
实例 13 微波炉旋钮.....85



实例 14 液化气灶旋钮.....90



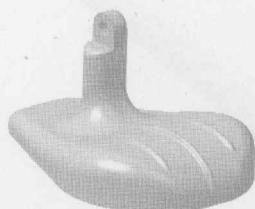
实例 15 涡漩部件.....97



实例 16 垃圾箱上盖.....107



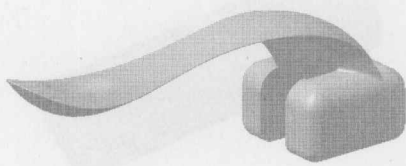
实例 17 电风扇底座.....115



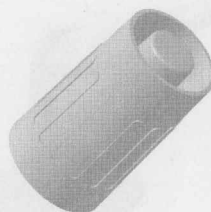
实例 18 杯子.....124



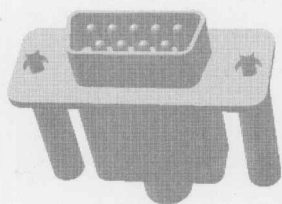
实例 19 饮水机开关.....130



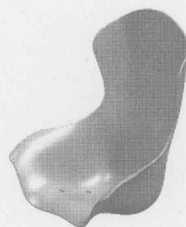
实例 20 瓶盖.....138



实例 21 插接器.....146



实例 22 座椅.....156



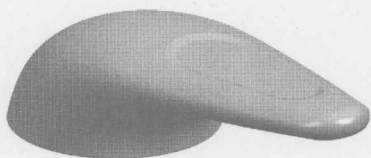
实例 23 时钟外壳.....163



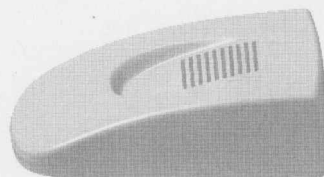
实例 24 面板.....168



实例 25 水嘴手柄.....176



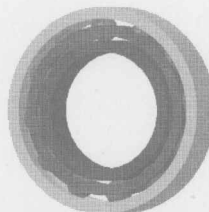
实例 26 吸尘器上盖.....187



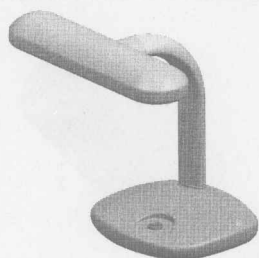
实例 27 矿泉水瓶.....201



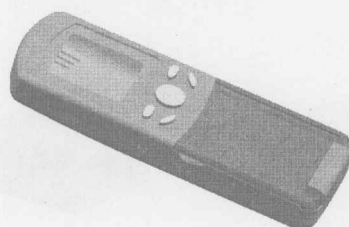
实例 28 轴承的设计.....213



实例 29 台灯的设计.....222



实例 30 遥控器的自顶向下设计.... 301



实例 1 儿童玩具篮

实例概述:

本实例介绍了儿童玩具篮的设计过程。此实例主要运用了拉伸特征, 通过对本实例的学习, 能使读者熟练地掌握实体的拉伸、抽壳和倒圆角等特征的应用。零件模型及相应的模型树, 如图 1.1 所示。



图 1.1 零件模型及模型树

Step1. 新建文件。选择下拉菜单 **文件(F)** → **新建(N)** 命令, 系统弹出“文件新建”对话框。在 **模型** 选项卡的 **模板** 区域中选取模板类型为 **模型**; 在 **名称** 文本框中输入文件名称 toy_basket; 单击 **确定** 按钮, 进入建模环境。

Step2. 创建图 1.2 所示的拉伸特征 1。

(1) 选择命令。选择下拉菜单 **插入(I)** → **设计特征(F)** → **拉伸(E)...** 命令 (或单击 **拉伸** 按钮), 系统弹出“拉伸”对话框。

(2) 单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮 , 系统弹出“创建草图”对话框。

① 定义草图平面。单击  按钮, 选取 ZC-YC 基准平面为草图平面, 单击 **确定** 按钮。

② 进入草图环境, 绘制图 1.3 所示的截面草图。

③ 选择下拉菜单 **任务(T)** → **完成草图(F)** 命令 (或单击 **完成草图** 按钮), 退出草图环境。

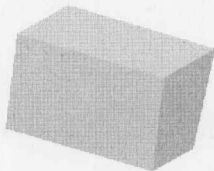


图 1.2 拉伸特征 1

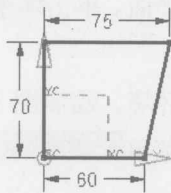


图 1.3 截面草图

(3) 确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框 **限制** 区域的 **开始** 下拉列表中选择 **值** 选项, 并在其下的 **距离** 文本框中输入值 0; 在 **限制** 区域的 **终点** 下拉列表中选择 **值** 选项, 并在其下的 **距离** 文本框中输入值 115, 其他采用系统默认设置。

说明：系统默认的拉伸方向为垂直草图平面且指向用户。

(4) 单击  按钮，完成拉伸特征 1 的创作。

Step3. 创建图 1.4 所示的拉伸特征 2。

(1) 选择命令。选择下拉菜单    命令（或单击  按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

(2) 单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮 ，系统弹出“创建草图”对话框。

① 定义草图平面。单击  按钮，选取图 1.5 所示的模型表面为草图平面，单击  按钮。

② 进入草图环境，绘制图 1.6 所示的截面草图。

③ 选择下拉菜单   命令（或单击  按钮），退出草图环境。

(3) 确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框 **限制** 区域的 **开始** 下拉列表中选择 **值** 选项，并在其下的 **距离** 文本框中输入值 0；在 **限制** 区域 **终点** 的下拉列表中选择 **值** 选项，并在其下的 **距离** 文本框中输入值 15，并单击“反向”按钮 ；在 **布尔** 区域中选择 **求和** 选项，采用系统默认的求和对象。

(4) 单击  按钮，完成拉伸特征 2 的创作。

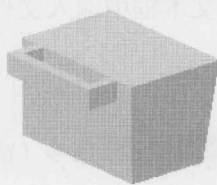


图 1.4 拉伸特征 2

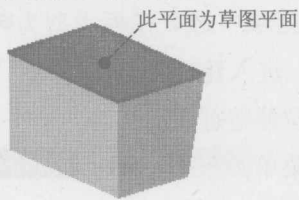


图 1.5 定义草图平面

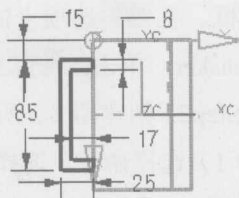


图 1.6 截面草图

Step4. 创建图 1.7 所示的拉伸特征 3。

(1) 选择命令。选择下拉菜单    命令（或单击  按钮），系统弹出“拉伸”对话框。

(2) 单击“拉伸”对话框中的“草图截面”按钮 ，系统弹出“创建草图”对话框。

① 定义草图平面。单击  按钮，选取图 1.8 所示的模型表面为草图平面，单击  按钮。

② 进入草图环境，绘制图 1.9 所示的截面草图。

③ 选择下拉菜单   命令（或单击  按钮），退出草图环境。

(3) 确定拉伸开始值和终点值。在“拉伸”对话框 **限制** 区域的 **开始** 下拉列表中选择 **值** 选项，并在其下的 **距离** 文本框中输入值 0；在 **限制** 区域 **终点** 下拉列表中选择 **值** 选项，并在其下的 **距离** 文本框中输入值 8，并单击“反向”按钮 ；在 **布尔** 区域中的下拉列表中选择 **求差** 选项，采用系统默认的求差对象。

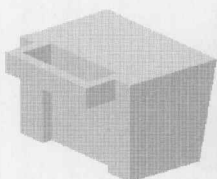


图 1.7 拉伸特征 3

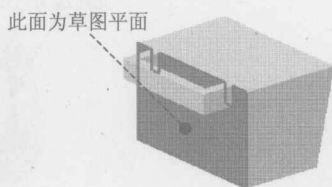


图 1.8 定义草图平面

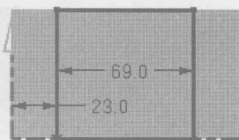


图 1.9 截面草图

(4) 单击 **确定** 按钮，完成拉伸特征 3 的创建。

Step5. 创建图 1.10b 所示的边倒圆特征 1。

(1) 选择命令。选择下拉菜单 **插入(S)** → **细节特征(L)** → **边倒圆(E)** 命令（或单击 **边倒圆** 按钮），系统弹出“边倒圆”对话框。

(2) 在 **要倒圆的边** 区域中单击 **选择** 按钮，选择图 1.10a 所示的六条边线为边倒圆参照，并在 **半径 R** 文本框中输入值 20。

(3) 单击 **确定** 按钮，完成边倒圆特征 1 的创建。

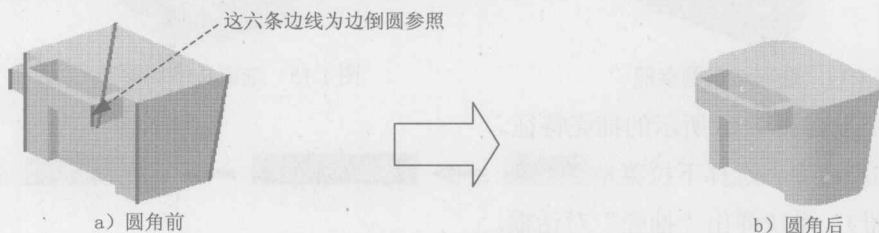


图 1.10 边倒圆特征 1

Step6. 创建图 1.11b 所示的边倒圆特征 2。

(1) 选择命令。选择下拉菜单 **插入(S)** → **细节特征(L)** → **边倒圆(E)** 命令（或单击 **边倒圆** 按钮），系统弹出“边倒圆”对话框。

(2) 在 **要倒圆的边** 区域中单击 **选择** 按钮，选择图 1.11a 所示的四条边线为边倒圆参照，并在 **半径 R** 文本框中输入值 10。

(3) 单击 **确定** 按钮，完成边倒圆特征 2 的创建。



图 1.11 边倒圆特征 2

Step7. 创建边倒圆特征 3。选取图 1.12 所示的边线为边倒圆参照，其圆角半径值为 6。

Step8. 创建边倒圆特征 4。选取图 1.13 所示的边线为边倒圆参照，其圆角半径值为 6。

此边线为边倒圆参照



图 1.12 选取边倒圆参照

此边线为边倒圆参照

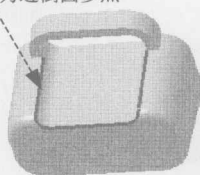


图 1.13 选取边倒圆参照

Step9. 创建边倒圆特征 5。选取图 1.14 所示的两条边线为边倒圆参照，其圆角半径值为 3。

Step10. 创建边倒圆特征 6。选取图 1.15 所示的两条边线为边倒圆参照，其圆角半径值为 3。

这两条边线为边倒圆参照

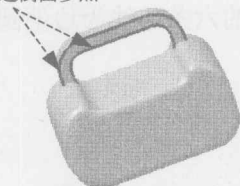


图 1.14 选取边倒圆参照

这两条边变为边倒圆参照

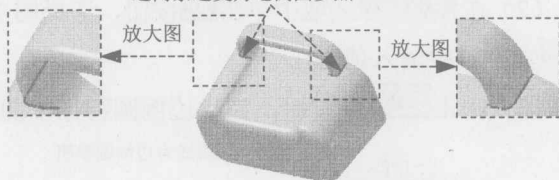


图 1.15 选取边倒圆参照

Step11. 创建图 1.16 所示的抽壳特征。

(1) 选择命令。选择下拉菜单 **插入(I) → 偏置/缩放(O) → 抽壳(SH)...** 命令 (或单击 按钮)，系统弹出“抽壳”对话框。

(2) 定义抽壳类型。在 **类型** 区域的下拉列表中选择 **移除面，然后抽壳** 选项。

(3) 在 **要冲孔的面** 区域单击 按钮，选择图 1.17 所示的面为移除面，并在 **厚度** 文本框中输入值 1.5，采用系统默认方向。

(4) 单击 **确定** 按钮，完成抽壳特征的创建。



图 1.16 抽壳特征 1

此面为移除面

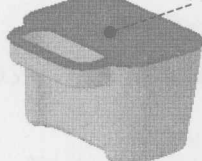


图 1.17 选取移除面

Step12. 创建图 1.18b 所示的边倒圆特征 7。

(1) 选择命令。选择下拉菜单 **插入(I) → 细节特征(L) → 边倒圆(E)...** 命令 (或单击 按钮)，系统弹出“边倒圆”对话框。

(2) 在 **要倒圆的边** 区域中单击 按钮，选择如图 1.18a 所示的两条边线为边倒圆参照，并在 **半径** 文本框中输入值 0.3。

(3) 单击 **确定** 按钮，完成边倒圆特征 7 的创建。