



UG

曲面造型

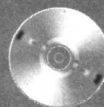
实例教程

沈春根 许洪龙 周丽萍 编著

- 实例典型实用
- 注重思路分析
- 步骤讲解详尽
- AVI视频文件



化学工业出版社



附光盘

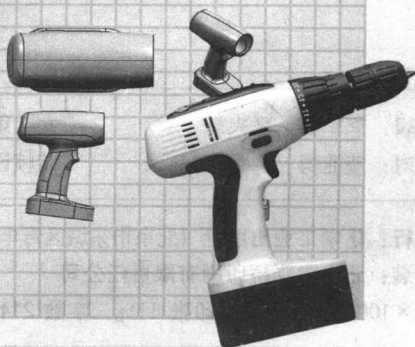
UG

曲面造型

实例教程

沈春根 许洪龙 周丽萍 编著

- 实例典型实用
- 注重思路分析
- 步骤讲解详尽
- AVI视频文件



化学工业出版社

· 北京 ·

本书采用最新简体中文 UG NX 4.0 版本, 选取了 7 个生产和生活中典型的产品作为实例进行分析造型, 内容包括: 曲面座台羊角铁锤、波浪形棘轮、麻花钻、鼠标实体、真实鼠标和电动手枪钻的曲面造型。本书在编写时先对造型设计思路进行详细的分析, 再逐步介绍其造型过程和操作步骤, 造型过程中注重理解把曲面造型融合到产品和零件设计中的方法和技巧, 使读者更加灵活地掌握曲面造型。

本书选例典型, 从简到繁, 分析透彻, 随书光盘提供详细的 part 模型、视频文件和相关图片, 适合 UG NX 建模进阶和曲面专项培训用教程, 也可以作为大专院校的机械及其相关专业学生参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

UG 曲面造型实例教程 / 沈春根, 许洪龙, 周丽萍编著. 北京: 化学工业出版社, 2007.4

ISBN 978-7-122-00133-7

I. U… II. ①沈…②许…③周… III. 曲面-机械设计: 计算机辅助设计-应用软件, UG NX 4.0-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 036714 号

责任编辑: 李军亮 张兴辉
责任校对: 凌亚男

文字编辑: 朱 磊
装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市彩桥印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张 11½ 字数 214 千字 2007 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

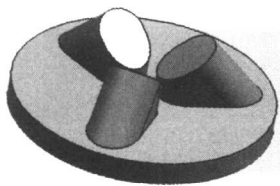
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究



前言

曲面造型是学习三维 CAD 软件的普遍难点,也许初学者经过短暂的操练,便能很快掌握曲面造型的基本操作命令,但应用到一个具体零件或者产品设计中去时,往往感到无从入手,或者不能判断在众多的曲面造型命令中选用哪个最为适宜,这是编者多年培训教学中,学员反映最多的一些问题。因此,为满足读者的需求,编者结合自身多年来产品设计、培训教学的经验和心得,编写了这本曲面造型图书。

本书采用最新简体中文 UG NX4.0 版本,以 7 个完整的曲面造型实例为主线,注重造型设计思路的分析,注重操作步骤的简洁性,注重理解曲面造型融合到产品和零件设计,甚至制造的整个过程中所需的方法和技巧。

一支造型独特的牙刷、一个外形可爱的玩具、一辆车身优雅高贵的轿车……日常用品和工业产品上处处有曲面造型案例,每个曲面都浸润了设计者的创意和灵感。当然,每位三维设计软件的初学者,只要用心,勤学苦练,都能很快提升设计和创造能力。

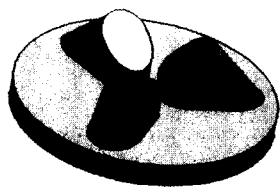
本书由沈春根、许洪龙、周丽萍编著,参加本书部分章节编写、模型制作、文稿整理工作的还有王亚元、袁进、徐红兵、杨建凤、唐兴、张欣、朱金辉、王磊等老师和工程师。本书由王贵成教授、刘会霞教授进行了指导和审阅,在此一并表示感谢。

本书选例典型,从简到繁,分析透彻,适合于 UG NX 建模进阶和曲面专项培训用教程,也可以作为大专院校的机械及其相关专业学生的参考用书。

由于时间仓促和编著者水平有限,书中难免出现疏漏,恳请读者和同行不吝赐教,相互交流,共同提高 UG NX 技术的应用水平。

编著者

2007 年 3 月



目 录

■ 第 1 章 曲面座台的设计	1
1.1 设计要求和设计思路	1
1.2 座台下座的设计	2
1.3 凸台曲面设计方法一	4
1.4 凸台曲面设计方法二	11
1.5 曲面质量的分析	17
1.6 本章小结	21
■ 第 2 章 羊角铁锤设计	23
2.1 设计要求和设计思路	23
2.2 铁锤主体的设计	25
2.3 铁锤把手的设计	36
2.4 整体渲染处理	40
2.5 本章小结	41
■ 第 3 章 波浪形棘轮的设计	43
3.1 设计要求和设计思路	43
3.2 表达式曲线的绘制	44
3.3 波浪形曲面的构建	50
3.4 本章小结	56
■ 第 4 章 麻花钻的设计	59
4.1 设计要求和设计思路	59
4.2 麻花钻工作部分的设计	62

4.3 麻花钻刀颈的设计	70
4.4 麻花钻刀柄的设计	75
4.5 本章小结	78

■ 第 5 章 鼠标实体模型的设计

5.1 设计要求和设计思路	79
5.2 鼠标模型主体的设计	80
5.3 鼠标模型顶面的设计	83
5.4 鼠标模型其他部分的设计	93
5.5 鼠标毛坯模型的设计	95
5.6 本章小结	98

■ 第 6 章 真实鼠标的造型设计

6.1 设计要求和设计思路	99
6.2 鼠标主体的造型	103
6.3 鼠标外形轮廓的设计	106
6.4 鼠标上壳的设计	112
6.5 鼠标下壳的设计	119
6.6 鼠标按键的设计	120
6.7 鼠标镶嵌条的设计	122
6.8 鼠标滚轮及其支架设计	124
6.9 本章小结	128

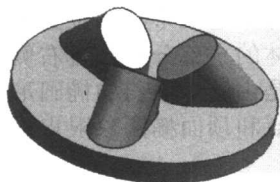
■ 第 7 章 电动手枪钻的逆向设计

7.1 UG 逆向设计的思路	129
7.2 电钻枪身的设计	132
7.3 电钻手柄的设计	155
7.4 电钻底座的设计	160
7.5 电钻过渡部分的设计	165
7.6 合并电钻为整体	171
7.7 本章小结	172

参考文献	173
------------	-----

第 1 章

曲面座台的设计



本章通过一个曲面座台的实例,采用了两种不同的构建方法,使大家掌握曲面建模的基本思路和方法。

1.1 设计要求和设计思路

1.1.1 设计要求

(1) 设计图纸

如图 1-1 所示为一个曲面座台,它由三个凸台和一个下座组成。下座为一个圆柱实体,形状较为简单。而凸台的轮廓表面可以分解为左右两侧轮廓面、前后两个三角形平面、顶面和底面六个面。

下座为一个直径为 100mm,高度为 10mm 的圆柱实体。三个凸台均匀分布在下座顶面上,凸台外侧距离下座顶面边缘线为 5mm,右侧和水平方向的角度为 50° ,顶面边缘线和右侧边缘线相互垂直,凸台最高点距离下座顶面为 25mm。

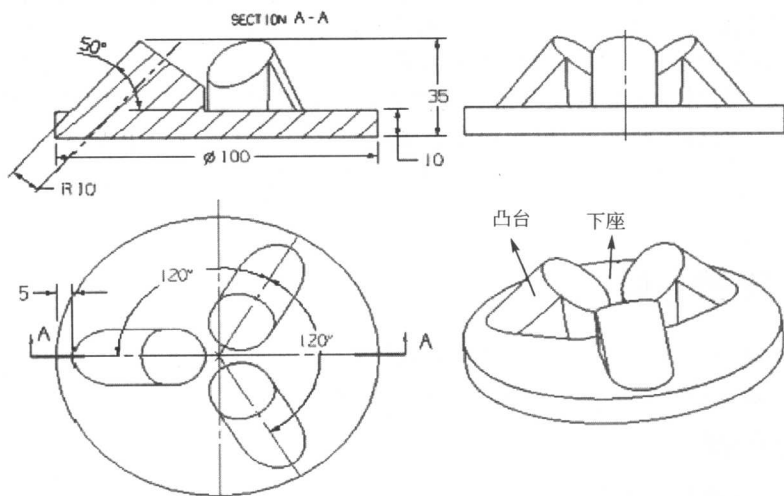


图 1-1 曲面座台工程图

(2) 设计型面分析

合理地分析凸台型面的组成和特点是构建本实例模型的关键,然后才能将轮廓面分解为多个独立的单个曲面,这是因为不同类型的曲面需要采取不同的构模方法和操作步骤。

三个凸台是在下座圆周方向均布的,以一个凸台为例来分析它的形状和位置情况。凸台左侧可以看成是一个和水平方向倾斜了 50° 的圆柱体的一部分;凸台右侧可以看成是一个垂直于下座顶面的圆柱体的一部分;凸台顶面是由一个倾斜的椭圆形曲线构成的平面;凸台前后轮廓面是左右两侧圆柱底面象限点和顶面椭圆象限点构成的三角形平面;底面是由各段封闭曲线构成的一个平面。

1.1.2 设计思路

(1) 总体设计思路

先构建好下座,再构建凸台,将凸台按圆周方向均匀复制两次,可以构建好其他两个凸台。将三个凸台和下座进行布尔加操作后形成一个整体。显然,凸台的构建是本次设计实例的重点和难点。

(2) 下座设计思路

由于下座为圆柱形实体,可以利用 UGNX Modeling 建模中的体素特征直接构建;也可以利用草绘或者空间曲线功能,先构建圆曲线,再通过拉伸形成实体;当然也可以构建一条侧母线,通过旋转一周后形成圆柱形实体。

(3) 曲面设计思路

合理构建好凸台的轮廓曲面是本次实例设计成功与否的关键。根据如图 1-1 所示的二维工程图纸尺寸、形状和相互位置要求,结合 UGNX 构面手段,有以下两个设计思路。

① 构建凸台左右两侧的圆柱实体,抽取表面后作为凸台的左右两侧片体;构建前后三角形平面的三条直线,构建出前后两个片体;构建顶面和底面封闭曲线,再构建顶面和底面片体。最后将凸台所有的六个片体经过相互修剪后,再缝合形成一个整体。

② 先分别构建凸台顶面和顶面封闭曲线,再构建凸台左右两侧的侧母线作为构面控制线,利用“通过曲线网格”构面方法,直接形成凸台的四周轮廓面(该面为一个参数化的自由曲面),再和顶面、底面的片体缝合形成一个整体。

以上两种设计思路都能实现凸台的构建,符合如图 1-1 所示的形状、位置和尺寸的要求。

1.2 座台下座的设计

座台下座为一个圆柱实体,生成的方法较多,下面是通过在草绘图中绘制一个圆,再返回到实体建模环境中,把它拉伸成圆柱形实体。

1.2.1 草绘图

(1) 进入草绘图环境

① 新建一个文件,输入文件名: SurfaceBoss, 单位设置为毫米。

② 依次单击“起始”→“建模”命令，进入建模（Modeling）环境。

③ 在工具栏上单击“草图”按钮，进入草绘图环境。

④ 选择默认的“草图平面”，单击工具栏上“确定”按钮.

（2）绘制圆截面

① 在工具栏中选择“圆”按钮，在随之出现的浮动工具栏上选择“中心和半径决定的圆”按钮.

② 将光标靠近“XC-YC”的原点，左键单击后拖动，生成一个圆，如图 1-2 所示。

（3）尺寸约束

① 单击工具栏上“自动判断的尺寸”按钮，选中此圆，对其进行尺寸约束。

② 在随之出现的尺寸表达式浮动对话框中，在“p0”右侧的文本框内输入“100”，确认即可，如图 1-3 所示。

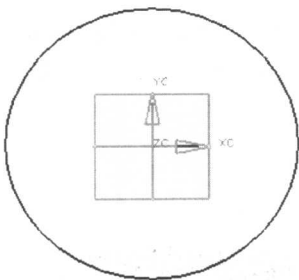


图 1-2 草绘出一个圆

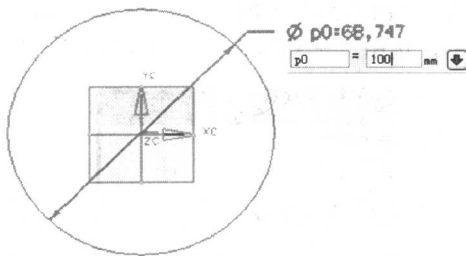


图 1-3 尺寸约束

（4）几何约束

以下操作的目的是让绘制圆的圆心和“XC-YC”的原点重合。

① 单击工具栏上“约束”按钮，用鼠标光标选中“XC”轴，使它高亮度显示。

② 用鼠标光标逐步靠近圆心位置，单击后出现一个“点在曲线上”浮动按钮，单击该按钮即可，保证了圆心和“XC”坐标轴重合。

③ 采用同样的方法，使圆心也和“YC”坐标轴重合，这样保证圆心和坐标原点重合。

④ 在工具栏上单击“完成草图”按钮，回到实体建模环境。

1.2.2 建立实体

① 单击工具栏上“拉伸”按钮，选中在草绘图中完成的圆。

② 在随之出现的浮动文本框中，单击“结束”右侧的文本框，输入“-10”，如图 1-4 所示，单击确定即可。

③ 使用快捷键“Ctrl+B”，分别选择圆

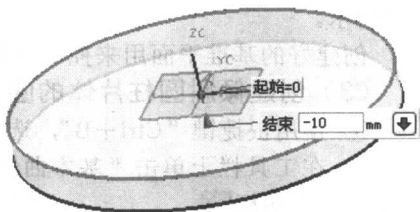


图 1-4 拉伸成圆柱形实体

截面、草绘时的安放基准面和基准轴（矢量轴 XC 和 YC），使它们全部隐藏，可以使后续绘制窗口显得更加简洁。

1.3 凸台曲面设计方法一

本节分别构建了凸台左右两侧圆柱形片体、前后两侧三角形片体，通过相互修剪，构建了凸台轮廓的各个曲面，再通过缝合处理生成一个整体。

1.3.1 创建凸台四周轮廓的主片体

（1）坐标系调整

① 单击工具栏上的“WCS 原点”按钮，出现如图 1-5 所示的“点构造器”对话框，在“基点”选项“XC”右侧的文本框内输入“-45”，单击“确定”，再单击“取消”，退出该对话框。

② 单击工具栏上的“旋转 WCS”按钮，出现如图 1-6 所示的“旋转 WCS 绕...”对话框，选中“+YC 轴：ZC-->XC”，在“角度”文本框内输入“40”，并确定。



图 1-5 移动坐标系

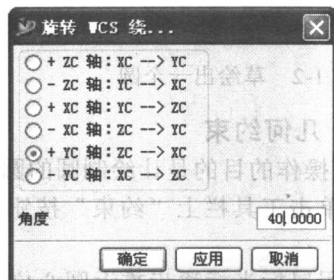


图 1-6 旋转坐标系

（2）设置基准平面

在工具栏上单击“基准平面”按钮，选中下座的顶面，在出现的“偏置”文本框内输入“25”，确定后建立了一个距离下座顶面为 25mm 的基准平面，如图 1-7 所示。

创建好的基准平面用来控制下面即将创建的倾斜圆柱的总高度。

（3）创建倾斜圆柱片体的圆截面

① 使用快捷键“Ctrl+B”，选中圆柱实体，暂时将它隐藏掉。

② 在工具栏上单击“基本曲线”按钮，在出现的“基本曲线”对话框中，单击“圆”图标.

③ 在“点方式”的下拉列表中选中“点构造器”按钮，即可进入“点构造

器”对话框。

④ 根据提示栏中的“指出圆心”信息要求，在“基点”选项的“XC”子项的文本框中输入“10”，“YC”和“ZC”的文本框中分别为“0”，单击“确定”。

⑤ 再根据提示栏中的“指出圆弧上的点”要求，单击“点构造器”中的“重置”按钮，使得“XC”、“YC”和“ZC”文本框内均为“0”，单击“确定”，再单击“取消”，退出点构造器对话框即可，在视图窗口中出现如图 1-8 所示的图形。

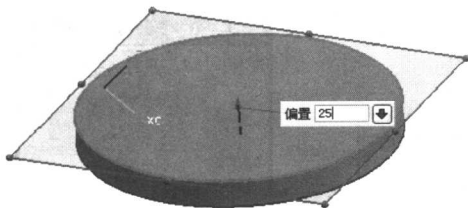


图 1-7 建立一个基准平面

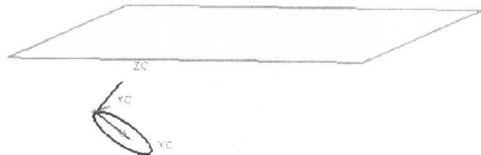


图 1-8 构建一个圆截面

(4) 创建凸台倾斜圆柱形片体

① 把“类型过滤器”设置为“曲线”，单击工具栏上的“拉伸”按钮 ，用鼠标光标选中圆曲线。

② 在“拉伸”对话框的“起始”和“结束”下拉列表中，均选择“直至选定对象”子项，单击“起始”右侧的按钮 ，在视图窗口中选中视图窗口中的下座顶面；再次单击“结束”右侧的按钮 ，在视图窗口中选中前面创建的基准平面，单击“确定”，即创建了一个倾斜圆柱实体，如图 1-9 所示。

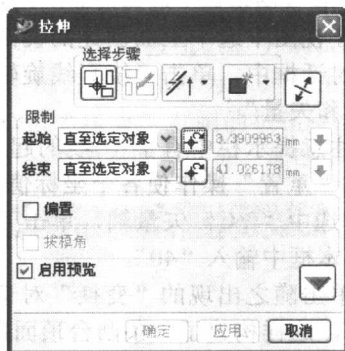
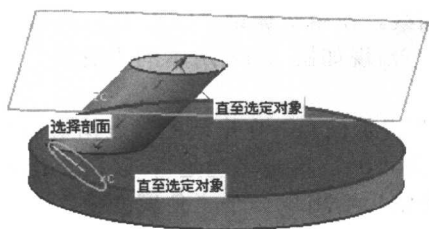


图 1-9 创建凸台倾斜圆柱实体

③ 单击工具栏中的“抽取几何体”按钮 ，在打开的对话框中选中“面”图标，选中倾斜圆柱实体，即可抽取一个圆柱形片体。

④ 使用快捷键“Ctrl+B”，将圆柱实体隐藏掉。

(5) 创建凸台顶面片体

① 单击工具栏上的“WCS 原点”按钮 ，在出现的“点构造器”对话框的“象限点”中，单击“象限点（四分点）”图标 .

② 用鼠标光标单击如图 1-10 所示视图的 A 点附近，左键确定，单击对话框中的“确定”按钮，再单击“取消”按钮，退出点构造器对话框，完成坐标系的移动。

③ 单击“投影曲线”按钮，在“选择意图”对话框的过滤器中选择“曲线”类型，在视图窗口中选前面创建的圆曲线。

④ “投影曲线”对话框的“方向方式”下拉列表中选择“沿矢量”，在随之出现的矢量构造器对话框中，选择“+ZC”，如图 1-11 所示。

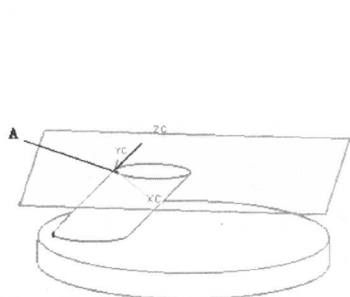


图 1-10 移动坐标系

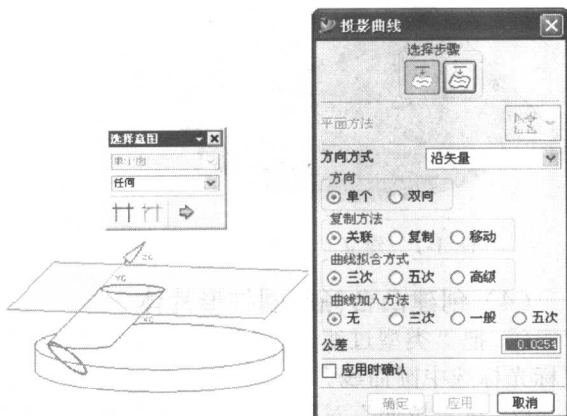


图 1-11 投影操作

⑤ 单击“投影曲线”对话框“选择步骤”中的图标（即为该操作步骤中的第②步），在视图窗口中选择前面创建的基准平面，确认后即可创建一条椭圆曲线。

⑥ 在视图窗口中选上面创建的椭圆曲线，使用快捷键“Ctrl+T”，在随之出现的“变换”对话框中，单击“绕直线旋转”，出现如图 1-12 所示的“变换”对话框，单击“点和矢量”。

⑦ 注意提示栏中有了“线的起点”提示信息，在出现的“点构造器”对话框中，通过“重置”操作使各个坐标值均为“0”，单击“确定”；在随之出现的矢量构造器中选“YC”矢量轴，单击“确定”后出现一个“角度变换”对话框，在其中的文本框中输入“40”。

⑧ 单击随之出现的“变换”对话框中的“复制”选项，再单击“取消”退出该对话框，这样构建了一条凸台顶面曲线，如图 1-13 所示。

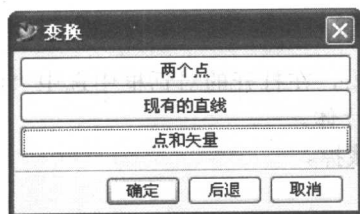


图 1-12 “变换”对话框

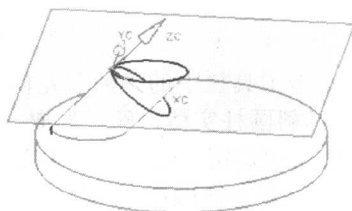


图 1-13 创建凸台顶面曲线



⑨ 单击工具栏中的“有界平面”按钮 ，用鼠标光标在视图窗口中选中上面创建的凸台顶面曲线，确认后即可生成一个片体。

(6) 创建凸台垂直圆柱形片体

① 在主菜单中依次单击“WCS”和“方位”，如图 1-14 所示，进入“CSYS”构造器对话框，单击“绝对坐标系”按钮 ，确认后即可将工作坐标系调整到原先下座顶面的中心位置上。

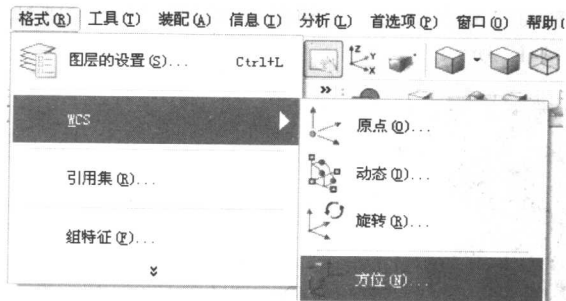


图 1-14 调整坐标系操作

② 单击工具栏上“拉伸”按钮 ，在出现的“选择意图”对话框中，将过滤器类型设定为“单个曲线”，选中凸台顶面曲线。

③ 在“拉伸”对话框中，单击“选择步骤”选项中的“自动判断矢量”按钮  中的小三角形符号，在随之出现的下拉列表中选择“-ZC”按钮 ，并确认。

④ 在“拉伸”对话框中，默认“起始”右侧的文本框内为“0”；在“结束”下拉列表中选择“直至选定对象”子项，再单击“结束”右侧的按钮 ，在视图窗口中选中下座的顶面，单击“确定”即创建了一个垂直圆柱实体，如图 1-15 所示。

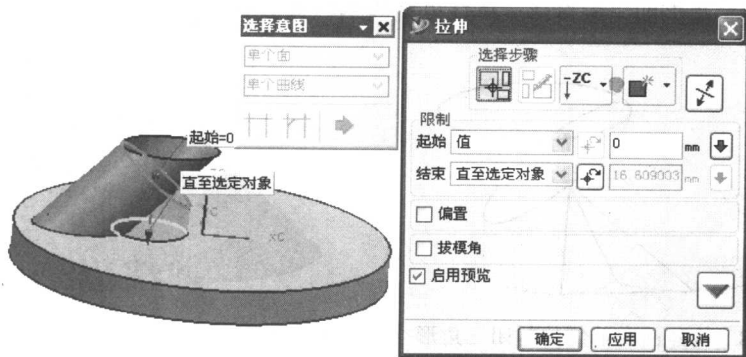


图 1-15 创建凸台垂直圆柱实体

⑤ 单击工具栏中的“抽取几何体”按钮 ，在打开的对话框中选中“面”图标 ，选中该垂直圆柱形实体，即可抽取一个圆柱形片体。

经过上面的操作步骤后，生成了如图 1-16 所示的三个片体。为了简化操作，暂时不考虑对三个片体进行“片体裁剪”操作，应该在所有片体创建完毕后，一起进行相互裁剪，以便于发现裁剪后出现的问题，再统一进行曲面编辑和曲面修补操作。

显然，下面应该进行凸台前后两侧的三角形片体的构建。

(7) 创建凸台前后两侧的三角形片体

① 单击工具栏的“截面求交”按钮 ，分别选中两个圆柱形片体，即创建了两条截交线，如图 1-17 所示。

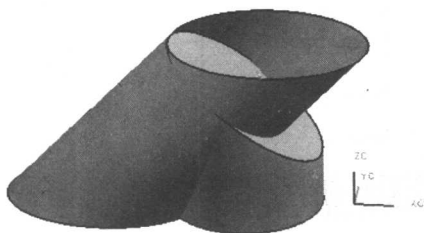


图 1-16 创建好的三个片体

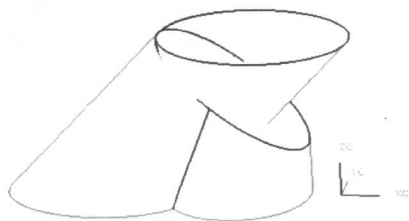


图 1-17 求出两个圆柱形片体的截交线

② 单击工具栏的“基本曲线”按钮 ，以上面截交线和凸台顶面曲线的交点为构建直线的起点，以两个圆柱片体下底面椭圆曲线的象限点为终点，构建两条斜线，再把两个斜线下面的点连接成一个直线，这样构建了一个凸台前侧的封闭三角形，如图 1-18 所示。

③ 采用同样的方法，构建好凸台后侧的封闭三角形曲线，也可以通过“几何对象镜像”操作来完成。

④ 单击工具栏中的“有界平面”按钮 ，用鼠标光标在视图窗口中选中上面创建的封闭三角形的三条直线，这样可以生成凸台前后的三角形平面片体，如图 1-19 所示。

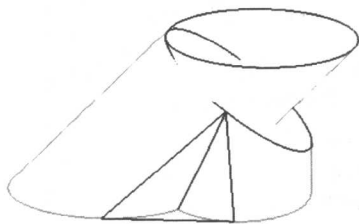


图 1-18 构建凸台前侧的封闭三角形

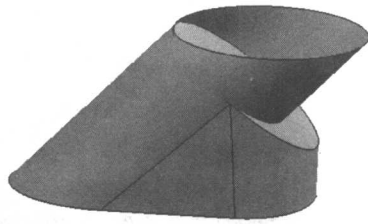


图 1-19 构建好的三角形平面片体

下面利用片体裁剪功能，可以修整出凸台的基本轮廓曲面。

(8) 曲面修剪

① 单击工具栏中的“修剪片体”按钮 ，随之出现了“修剪的片体”对话框，按照“选择步骤”的提示，目标片体选择为倾斜的圆柱形片体，修剪边界选择凸台

顶面曲线或者顶面片体,“保留区域”为下面圆柱形片体,确认后即可修剪掉凸台顶面以上的圆柱形片体,如图 1-20 所示。

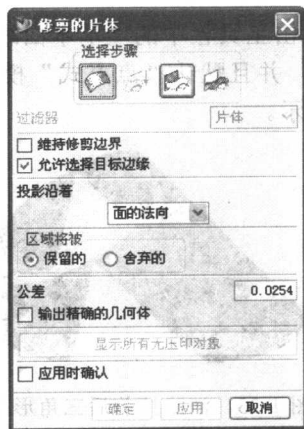
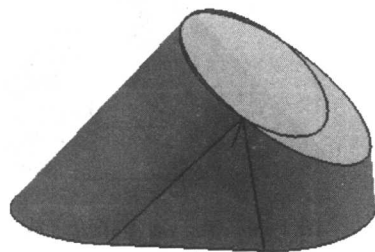


图 1-20 修剪掉凸台顶面以上的圆柱形片体

可以通过旋转视图,发现顶面片体和修剪过的倾斜圆柱形片体之间还有很大的间隙,原因是倾斜圆柱自身顶面的椭圆曲线经过投影操作后,尺寸发生了变化。因此不能利用此时的凸台顶面作为最后的凸台模型顶面。

当然可以通过片体延伸和片体规律延伸等操作,保证它们之间可靠地接合。本实例直接把此顶面片体消隐掉,后面去重新构建一个新的顶面片体。

② 单击工具栏中的“修剪片体”按钮,随之出现了“修剪的片体”对话框,按照“选择步骤”的提示,目标片体选择倾斜的圆柱形片体,修剪边界选择前后两侧的三角形片体,即可修剪掉倾斜圆柱形片体的右侧部分,如图 1-21 所示。

③ 采用同样的方法,即可修剪掉垂直圆柱形片体的左侧部分,如图 1-22 所示。

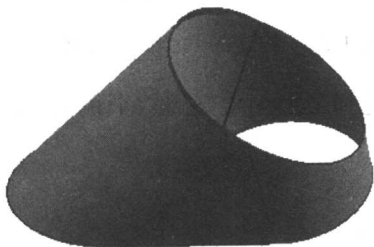


图 1-21 修剪倾斜圆柱形片体的右侧部分

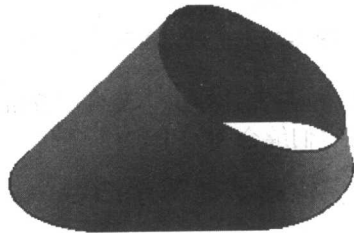


图 1-22 修剪垂直圆柱形片体的左侧部分

1.3.2 完成凸台轮廓其他片体的构建

经过以上修剪后再作检查,发现三角形片体和两侧的圆柱形片体还有少量的叠加部分,一般情况下通过再次修剪来保证它们之间的连接处没有重叠部分。下面利

用另外一种方法重新来构建前后两侧的三角形片体。

① 调用快捷键“Ctrl+B”，分别隐藏掉凸台前后的两个小三角形片体，如图 1-23 所示。

② 单击工具栏中的“基本曲线”按钮，在“基本曲线”对话框中单击“直线”图标，并且默认“点方式”模式，将三角形底面的两点用直线连接起来，如图 1-24 所示。

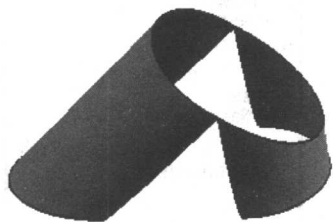


图 1-23 消隐掉前后三角形片体

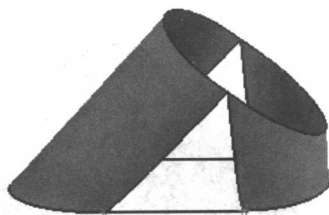


图 1-24 补三角形底边直线

③ 单击工具栏中的“有界平面”按钮，分别选中底边直线和两侧片体的边缘线，确认后即可生成一个三角形片体；采用同样的方法，构建后侧的三角形片体，把两条直线消隐掉，最终结果如图 1-25 所示。

④ 单击工具栏中的“有界平面”按钮，分别构建凸台顶面和底面片体，具体操作不再赘述，结果如图 1-26 所示。这样构建好了凸台所有的六个片体。

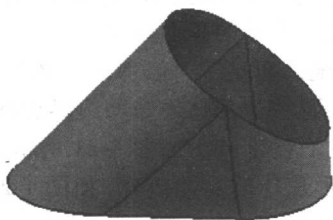


图 1-25 重新构建三角形片体

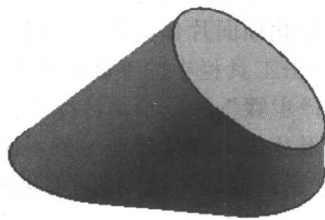


图 1-26 构建的六个凸台片体

⑤ 单击工具栏上“缝合”按钮，依次选择上面创建好的六个片体，确定后即可将它们缝合为一个实体。

1.3.3 构建其他两个凸台

由于通过上述操作，凸台变成了一个实体，下面只能通过几何变换方式来创建其他两个凸台实体。

① 使用快捷键“Ctrl+T”进行几何变换操作，选中凸台实体后确认，进入“变换”对话框，单击其中的“绕点旋转”选项，在出现的“点构造器”中进行“重置”操作，使各个坐标值均为“0”，即旋转原点为下座顶面的中心，确认后出现一个“变换”对话框，如图 1-27 所示，将“角度”右侧文本框内的“90”改写为“120”，



单击“确定”。

② 在随后出现的“变换”对话框中，单击“复制”两次（注意多单击一次，会多构建一个凸台），再单击“取消”后退出该对话框，如图 1-28 所示，即构建好了其他两个凸台。

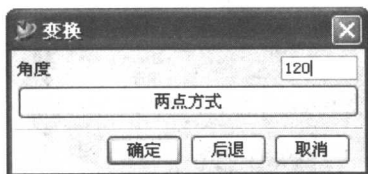


图 1-27 输入变换角度

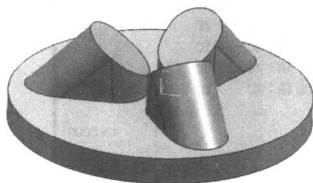


图 1-28 完成其他两个凸台的创建

③ 最后根据设计要求，可以单击“布尔求和”按钮，将三个凸台和下座联合成一个整体，可以发现三个凸台的颜色也变成了系统默认的实体颜色，即为淡灰色。

至此，完成了曲面座台的全部建模任务，保存后退出。

最终创建的模型请参考光盘中提供的模型文件：SurfaceBoss01_04。

1.4 凸台曲面设计方法二

本节通过“几何抽取”、“投影”等构建曲线的方法，创建好“通过曲线网格”构面必须的“主线串 (Primary String)”和“交叉线 (Cross String)”，然后构建出凸台四周轮廓曲面。

为了和上面建模方法有所区别，需要再次新建一个文件名，其中下座的构模不再赘述。

1.4.1 创建凸台的四周轮廓曲面

(1) 坐标系调整

① 单击工具栏上的“WCS 原点”按钮，会出现如图 1-29 所示的“点构造器”对话框，在“XC”右侧的文本框内输入“-45”，单击“确定”，再单击“取消”，退出该对话框。

② 单击工具栏上的“旋转 WCS”按钮，出现如图 1-30 所示的“旋转 WCS 绕...”对话框，选中“+YC 轴: ZC-->XC”选项，在“角度”文本框内输入“40”，并确定。

(2) 构建基准平面

在工具栏上单击“基准平面”按钮，选中圆柱的顶面，在出现的“偏置”文本框内输入“25”，确定



图 1-29 移动坐标系