

教 案

2025-2026 学年第一学期

课程名称 机械产品数字化设计 (UG)

专业班级 数字化设计与制造 241

总学时数 64 学时

任课教师 徐其航

课程基本信息

课程名称	机械产品数字化设计（UG）			
课程性质	专业课	学分	4	
学 时	总学时：64 学时。其中：课堂讲授 0 学时；实训/实验 64 学时；线上教学 0 学时			
开课部门	机电工程系	任课教师	徐其航	
授课专业、班级	数字化设计与制造 241	开课学期	2025-2026 第一 学期	
成绩评定	平时成绩占 40%；期末成绩占 60 %	考核方式	考查	
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
	UG 产品三维造型设计	师利娟	哈工大出版社	2024. 1
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	产品三维设计主要是讲授 UG 三维造型软件，培养学生的专业技能知识，使学生掌握产品设计的能力，在人才培养方案中具有重要的地位，与其他一些专业课程连贯起来，对毕业生就业具有一定的作用。			
本课程教学目标	本课程教学目标是通过对本课程的学习，使学生具备三维实体造型、建模、曲面设计的能力，为实际应用提供必要的理论基础。			
素质(思政)内容与要求	旨在培养不仅具备扎实三维设计技能，塑造其作为先进制造业预备工程师更拥有家国情怀、文化自信、工匠精神、创新意识、法治观念和职业道德的复合型设计人才。			
学生用主要参考资料	师利娟 主编：《UG 产品三维造型设计》 哈尔滨工业大学出版社 周建安 主编：《UGNX12.0 边学边练实例教程》 人民邮电出版社 钟奇 主编：《UGNX12.0 实例教程》 人民邮电出版社 郭晓霞 主编：《《UGNX12.0 全实例教程》》 机械工业出版社			

揭阳职业技术学院

教 案

第 1 章 UG NX12.0 基础

概 述

本章教学的基本要求：

本章介绍了 UG 的操作界面，UG 的基本操作特征，最后通过一个简单的实例来映证基本操作特征。

本章教学内容的重点和难点：

重点：UG 界面调整，UG 基本操作特征。

难点：界面调整与快捷键的熟练使用。

本章教学内容的深化和拓宽：

通过简单实例来认识 UG 的基本操作技能与技巧。

本章素质（思政）内容：

培养文化自信、创新精神和职业道德。

本章教学方法、方式：

采用多媒体课件和教具；

讲授和现场演示相结合；

上机操作指导。

本章主要参考资料：

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：第1章 UG 基本知识 1.1-1.2	课时：1
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机、多媒体
教学目的： 1、掌握 UG 界面调整的方法与技能 2、掌握 UG 基本操作特征及操作技巧。	
教学重点： 1、UG 界面调整操作方法及应用 2、UG 操作特征及应用	
教学难点： 熟练掌握鼠标与快捷键的各项功能是本讲的难点	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计：


组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

1.1 认识UG

UG 启动后，将进入 UG 界面。单击“文件”→“新建”命令或单击工具条中的“新建”图标，打开“新建部件文件”对话框，输入适当的文件名后，进入到 UG 的基本应用环境中，如图 1-1 所示。

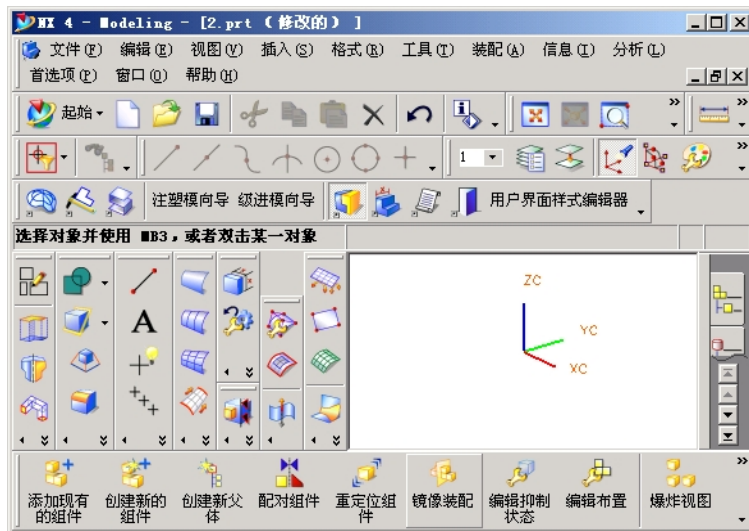


图 1-1 UG NX 4 的界面

几个常用模块进行说明。

1. 建模模块

建模功能是 UG 用来建立三维模型的工作环境，在此环境中，可以通过实体建模、特征建模、自由曲面建模及 UG/WAVE 等方法建立各种实体模型。

其中，利用二维、三维的非参数化或参数化模型快速实现实体与曲面的建立，属于实体建模；利用系统提供的标准特征，如长方体、柱体、圆台等通过组合来建立实体，属于特征建模；利用 UG 的自由曲面功能进行造型，是自由曲面建模；系统还提供了直接建

单元教案续页

模功能；WAVE 技术可对产品设计进行定义、控制和评估，通过定义几何形体框架和关键设计变量，表达产品的概念设计，通过参数化的编辑来控制结构，使不同的设计概念可以被迅速地分析和评估。

实体建模可以有多种分类方法，为了简便起见，本书将建模简单地分为非曲面造型、曲面造型，前者表示不使用曲面与自由成形曲面两个工具条中的命令进行建模，后者则要用到这两个工具条中的命令才能完成建模，不过也会用到前面的其他命令。

2. 制图模块

使用该功能可以方便地将三维实体模型投影成工程上用的三视图，即工程图，用来进行加工与装配或其他操作。UG 支持多种制图标准，如 ANSI/ASME、DIN、ISO、JSIS 及我国的 GB 制图标准，可以快速地产生包括主视图、俯视图等视图以及剖视图，局部放大视图等工程视图。本书第 6 章将通过作者实际工作的经验总结，力争带读者作出符合我国制图标准的工程图。

3. 加工模块

使用加工功能可以进行加工仿真、后置处理等，经过后置处理产生的加工程序适合于车、铣、加工中心、线切割等机床的操作。加工模块是 UG 的一个十分强大的功能模块，其生成的刀路与程序效率高、质量好，特别是对复杂曲面的加工，尤其具有优势。

4. 分析模块

分析模块可以对 UG 的零件和装配结构进行线性静力分析、模态分析和稳定分析，可对设计的产品尺寸进行优化。可以完成大量的装配分析工作，如最小距离、干涉检查、轨迹包络等，允许同时控制 5 个运动副，用图形表示各构件的位移、速度、加速度的相互关系等。

5. 装配模块

提供并行的自上至下和自下至上的产品装配设计方法，可快速地增加零件与定位零件，可对零件进行编辑、装配，并可新建零件。

1.2 UG 的界面调整

在上面的环境中可以看到，工具条上的图标都

单元教案续页

有文字说明，这对初学者很方便，但当熟悉了 UG 的各个命令后，就希望将图标变小些，或者增加与减少某些图标，以便有更多的作图空间及存放工具条的空间。为此可以这样来做：在图标上右击，在弹出的快捷菜单中，单击“自定义”命令，弹出如图 1-4 所示的“自定义”对话框。

2. 修改用户默认设置

UG 中提供了用户默认设置这一工具，可以让用户方便地按照自己的需要设置操作时的各项参数，有的参数要求符合国家标准，有的则是符合个人习惯，其操作过程如下。

(1) 启动 UG 后，单击“文件”→“实用工具”→“用户默认设置”命令，打开“用户默认设置”对话框，如图 1-8 所示。

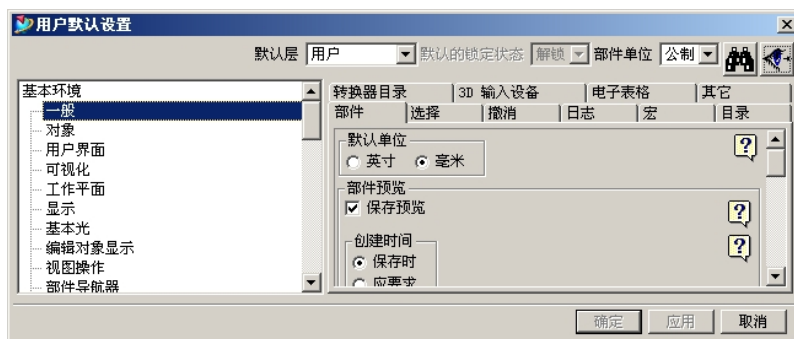


图 1-8 “用户默认设置”对话框

(2) 在左侧列表框中选择“基本环境”→“一般”选项，则右边将更改为与之相关的选项卡。如图 1-8 所示，选择“部件”选项卡，可以对“默认单位”、“部件预览”等内容进行修改。

(3) 完成后单击右下角的“应用”按钮，完成修改操作。

(4) 以同样的方法，对自己需要的内容进行修改，以便工作时得心应手。

(5) 关闭 UG，重新启动 UG，使刚才的设置生效。



— UG 的操作特征

每一种软件都有自己的操作风格和特征，使用 UG 操作时，将经常出现各种对话框、浮动工具条等，在很多情况下，UG 的对话框与浮动工具条有些共性，掌握这些共性，有利于快速掌握 UG 的操作。另外，不同软件有不同的快捷操作方式，UG 在这方面是比较突出的，为此本节也对常用快捷操作进行介绍。

单元教案续页

1.3.1 几种常用的对话框

1. “点构造器”对话框

在作图时，经常要作点，如作直线，就要作起点与终点，此时就要用到点构造器，单击直线工具按钮，此时，在UG的“捕捉点”工具条上的按钮有效，如图1-9所示，单击点构造器图标，可以弹出“点构造器”对话框，如图1-10所示。

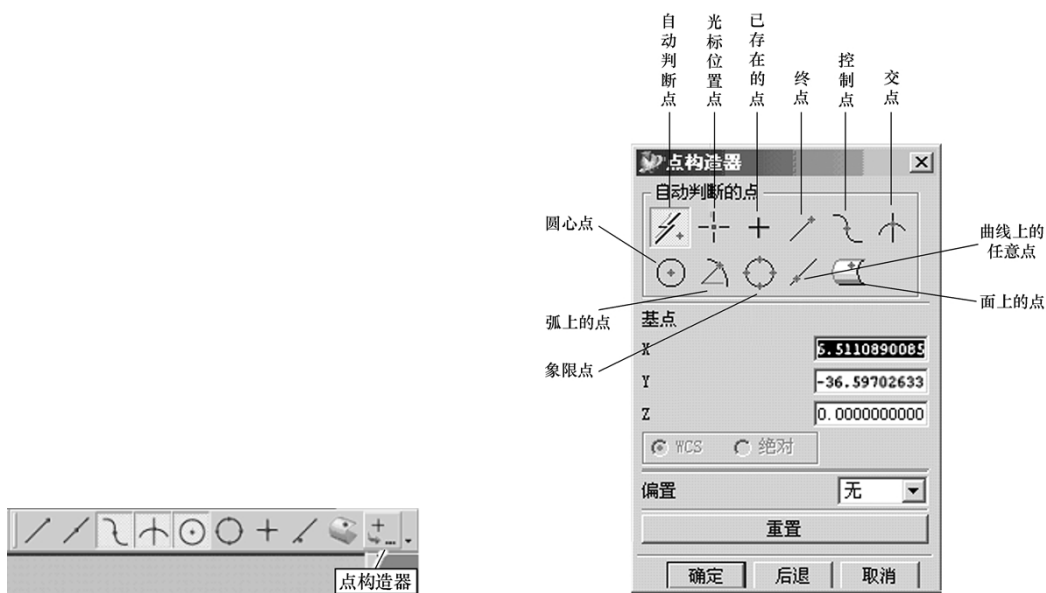










图 1-9 “捕捉点”工具条

图 1-10 “点构造器”对话框

操作：



(1) “捕捉方式”建立点：单击“曲线”工具条上的“点”命令，显示“捕捉点”工具条，如图1-9所示。单击“点构造器”图标，弹出图1-10所示的“点构造器”对话框，单击“光标位置点”图标，然后在UG工作区中的任意处单击，则在该处得到一个点。

在工作区中作一直线，单击“曲线”工具条上的“点命令”，选择“点构造器”，单击“线上点”，然后在刚才建立的曲线上的任意处单击，则在此单击位置产生一个点。其他捕捉方法这里就不一一介绍，读者可自行练习。

(2) “基点方式”建立点：单击“曲线”工具条上的“点命令”图标，将显示“捕捉点”工具条，如图1-9所示。单击“点构造器”图标，弹出如图1-10所示的“点构

单元教案续页

造器”对话框，在 X 右边的文本框中输入 10，在键盘上按 Tab 键，给 Y 输入 15，再按 Tab 键，给 Z 输入 20，则在坐标位置 (10,15,20) 处建立了一个点。

(3) “使用偏置方式”建立点：单击“曲线”工具条上的“点命令”图标，将显示“捕捉点”工具条，如图 1-9 所示，单击“点构造器”图标，弹出如图 1-10 所示的“点构造器”对话框，在偏置处选择“矩形”选项，然后在工作区中输入一个参考点

2. 矢量对话框

矢量对话框的作用是确定矢量的方向。在许多操作中，需要对矢量确定方向，如建立圆锥体时，要确定圆锥体的中线的方向时，就会弹出矢量对话框，如图 1-12 所示。



图 1-11 用偏置方式建立点

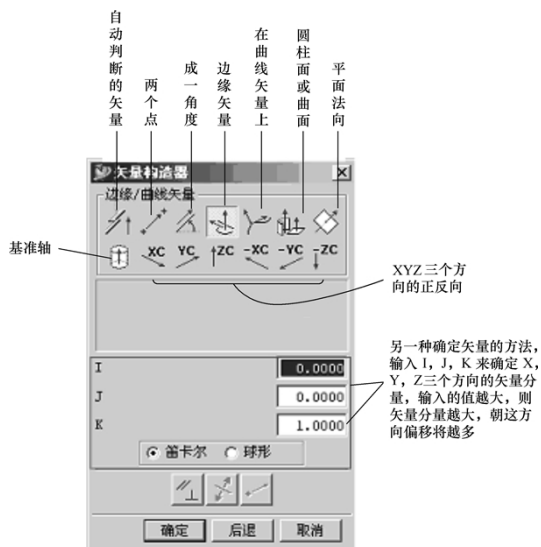


图 1-12 矢量对话框

3. 创建对象时的对话框

创建对象时出现的对话框形式往往有创建方法或类型、步骤、参数及其他选项，不同的对象操作，对话框将不同，但有共同点。现以创建一个长方体为例，说明这种类型的对话框的形式及操作方法。

1.3.2 快捷操作

在 UG 中，主要是利用鼠标操作，但也需要键盘的配合，如果长期使用 UG 工作，还需要掌握快捷键，这样可以使操作更方便快捷。

单元教案续页

首先启动 UG，进入到建模环境中，然后任画一些图形，以便实践下面的操作。

1. 鼠标操作

在 UG 中，规定用 MB1 表示鼠标的左键，MB2 表示鼠标的中键，MB3 表示鼠标的右键。UG 的鼠标操作很方便，功能也非常强大。

单双击，不拖动：

拖动：

滚动：

其他：

“Alt” + MB2：取消。

“Ctrl” + MB1：重复选择列表式设定窗口中内容。

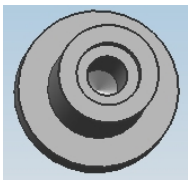
“Shift” + MB1：取消选择。

“Ctrl” + “Shift” + MB1：取消当前的选择并可进入到下一个对象的选择。

2. 键盘操作

键盘操作主要是输入数据，用来辅助的键有：Tab 键，可以切换光标位置，如输入数据时，要使光标从一个文本框转换到另一个框中可以按此键；使用方向键也可移动光标，Enter 键相当于确定

—— 简单造型实例



单元教案续页

小 结

本章主要介绍了 UG 的作用和概况，对 UG 界面进行了简单的介绍，并重点讲解了 UG 中对话框的结构形式和基本操作。通过学习，请读者重点掌握 UG 的界面调整及基本操作，为今后进行复杂造型打下基础。

5. 试着作如图 1-24 所示的实体：已知 3 个圆柱体直径均为 10mm，长为 30mm。

练 习

1. CAD、CAM、CAE 分别代表什么意思？
2. UG 中常用的快捷键有哪些？
3. UG 中鼠标操作有哪些方式？作用是什么？
4. 本章介绍了 UG 中几种常用的对话框形式，它们各有何操作特点？

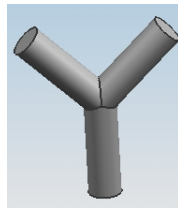


图 1-24 练习题用图

提示：上面两个圆柱体垂直，它们分别平行于 X、Y 轴的正向，下面这个圆柱体的矢量方向为 $I=-1, J=-1, K=0$ ，操作时注意用“求和”将 3 个圆柱体合并。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：1.3-1.4 操作特征与实例	课时：2
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、掌握 UG 造型方法的分类及不同造型方法间的联系。并掌握与造型有关的重要概念，为后续学习打基础。 2、掌握 UG 造型的重要的造型工具，如导航器、常用对话框等，这些是造型时常用的必不可少的工具，是进行造型不可或缺的工具。	
教学重点： 1、介绍 UG 造型方法及不同造型方法间的联系、相关的概念。 2、介绍几个重要工具的使用方法及操作技巧。	
教学难点： 造型中用到的概念，如图层、导航器的使用等是本讲的难点。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

1.3 UG 操作特征

建模也称为实体建模（Solid modeling）或造型，它使用计算机以数学方法来描述物体或物体与物体之间的空间关系。例如，使用方程式在屏幕上生成直线、圆或其他形状，并依据它们相互之间所在的二维或三维空间的关系精确定位与放置。UG 建模的作用是通过计算机，将设计内容变成三维工程模型，以便于分析、加工、制造等后续处理。

实体造型有不同的分类方法，如果根据造型中使用的元素对象的不同，可分为云点造型（由云点组合成片体再变为体，逆向造型常用此法）、线架造型、片体造型、实体造型。如果按造型时模型与产品出现顺序的不同，可分为正向造型与逆向造型，即反求工程（Reverse Engineering）。当然还有其他分类方法，在本书中，为操作方便，根据造型时是否使用“曲面”及“自由曲面成形”两个工具条中的命令，将造型分为曲面实体造型与非曲面实体造型两大类。

所谓非曲面实体造型，就是指在造型时没有使用 UG 造型中的“曲面”及“自由曲面成形”两个工具条中的命令而进行的造型。这种造型有很大的应用范围，机械类零件多用这种方法造型。但有些复杂的形体，必须用到曲面命令方可完成造型，因此，称这种造型为曲面实体造型。当然，曲面实体造型也要用到前面的命令，因此，曲面造型的复杂程度大于非曲面实体造型。这样分类主要是可以为不同行业的学习者提供难度不同的学习模块，因为一般机械类零件只要学会非曲面实体造型就可以适应大部分零件的造型工作，但模具类、玩具类、工业设计类、汽车类专业则需要较复杂的曲面造型功能。

不论是曲面还是非曲面造型，都可以根据其造型的过程不同分为：叠加法、缝合法、综合法。利用叠加法可以制作出非常复杂的三维模型，包括曲面实体模型或非曲面实体模型；叠加法的难点是从众多的叠加效果中分离出每个叠加细节，从而逆向造型。缝合法则需要给出复杂的外形，可以用来制作形状特殊的产品。综合法是二者的综合。

— 曲面实体造型的造型方法

下面逐一举例介绍叠加法、缝合法和综合法。

单元教案续页

1.1.1 叠加法

叠加法是应用最广的一种方法，所谓叠加法，就是在作出一个基本体的基础上，像“砌墙”时不断加砖那样不断增加新图素，从而使一个简单的模型变成一个复杂的三维模型。

1.1.2 缝合法

在UG中，可以对片体进行缝合，最终将这些片体缝合成为实体；也可以将片体缝合后进行加厚处理，形成加厚实体，用这种方法完成的造型过程，就是所谓的缝合法。这种方法适合较复杂的曲面造型，非曲面造型用得较少。

1.1.3 综合法

所谓综合法，就是在造型时，既要用到叠加法，又要用到缝合法，两种造型法用于一体。在后面的实例操作中，将有多个这样的实例，如第4章中的显示器外壳、青蛙的制作就是这样。

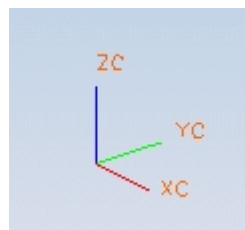
重要概念与工具

1.2.1 坐标系概念

UG坐标系分为3种，即用户坐标系、绝对坐标系与工作坐标系（WCS）。其中，用户坐标在模具设计中常用，将在模具设计中介绍；而绝对坐标系与工作坐标系（WCS）则是经常出现的。使用三维软件作一个造型，不能很好地掌握和运用坐标系，是难以想象的。在进入UG的建模环境后，系统就确定了唯一的一个绝对坐标系，它作为整个造型过程的总参照，不可见、不可改变原点的位置及坐标轴的方向，但它确实存在，它是其他坐标系的参照。

1. 感知绝对坐标与 WCS


初学者往往不容易理解绝对坐标系与WCS，这对后续学习是不利的，下面就通过一个简单的操作让读者来感知二者的存在与关系。



单元教案续页

2. 坐标系操作实例

为了让读者对坐标系有较深的理解，下面作一个简单的造型来说明。

单击“曲线”工具条中的“多边形”图标，弹出“多边形”对话框，在其中的边数处输入数字“3”，单击“确定”按钮或单击鼠标中键，弹出另一个“多边形”对话框，它上面有3种用来制作多边形的方法，单击“内接半径”按钮，再次出现新的对话框，在其中的内接半径处输入数据20，表示内接半径为20mm，单击“确定”按钮后，弹出“点构造器”对话框，可以看到对话框中XC、YC、ZC三个坐标值均为0.0000000，表示三个坐标均为0，且使用的是WCS。单击“确定”按钮，结果在工作区中出现了一个三角形，并且“点构造器”对话框没有消失，此时，如果还想作三角形，只需要改变上面的XC、YC、ZC坐标，然后单击“确定”按钮，就可以在另一个坐标位置作一个新的三角形了；如果不作了，单击“取消”按钮即可。这里只要一个三角形，因此单击“取消”按钮完成作图。结果如图2-23所示。

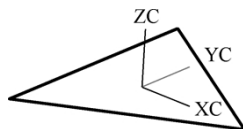


图 2-23 作出的三角形

1.2.2 其他概念

在进行建模学习之前，要理解一些有关的概念，否则，在后面的操作过程中将遇到困难。特征：是一种特殊对象。特征包括实体、片体、体素及某些线框等对象；特征有父特征与子特征，父子特征互相关联，修改了一个对象，则其相关子特征会自动更新；父特征可以是几何对象或表达式，其子特征就是所谓的参数化模型。

体：包含实体与片体的一类对象。

实体：由面与边围成的立体，如长方体、圆柱体、拉伸体等。

片体：厚度为零的实体，类似面，但不同于面。

面：由边围成的体的外表区域。

1.2.3 图层

大多数作图软件都有图层的概念。可以将图层理解为很多透明的纸，一个图层理解为一层透明的纸，我们就是在这些纸上作图，在不同纸上（即不同图层）上作出图形的不同部分，然后将所有图形的图层合在一起所形成的图就是一个复杂而完整的图。

图层的好处显而易见：首先可以使复杂图变得简单，因为可以在不同层上作出图的一部分，这样就将图分解为多个部分来作；其次是使所作的图形层次分明，易于修改与管理，例如，可以对图的某层进行修改而不影响到其他图层；可以选中某图层，而不会选中其他层上的图素，可以隐藏一些图层而显示另一些图层；另外还可以让设计有条理性。因此，作图时养成良好的分层作图的习惯可以提高作图效率。


UG 有从 1 到 256 共 256 个图层，用户可以将图作在任意的图层上，系统启动后，默认的图层是第 1 层，但用户可以通过“用户默认设置”对话框进行修改。


单元教案续页

用户要将自己的图放在某一层，可以有两种方法：第一种方法是先作图，然后单击“格式”→“移动至图层”命令，这时将在工作区左上角弹出如图 2-33 所示的选择对象的浮动工具条。



图 2-33 对象选择浮动工具条

当选择要移动至某一图层的图形对象后，单击工具条中的“确定”按钮，将弹出如图 2-34 所示的“图层移动”对话框。

在此对话框中的“目标图层或类别”下的文本框中输入要移到的图层号，单击“确定”按钮或按 MB2，则刚才被选择的图形对象就移到了指定的图层中；另一种方法是在“实用工具”工具条中的“工作图层”中输入图层号并按回车键，然后再作图，则所作图就在此图层中。



输入新图层号

已经存在的图层

对工作图层的操作如下。

- (1) 单击“格式”→“图层的设置”命令，
- (2) 在“格式”菜单中还提供移动至图层以及复制至图层两个命令。读者可以根据前面的讲解进行类似操作。

1.2.4 部件导航器

部件导航器是 UG 对部件进行管理的工具，它以树状结构直观地显示了工作部件间的父子特征关系，并可通过这个导航器对特征进行诸如复制、删除、调整顺序等多种编辑操作。



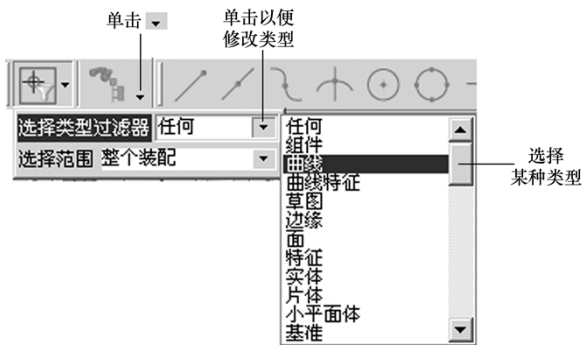
图 2-38 部件导航器以对话框形式显示

单元教案续页

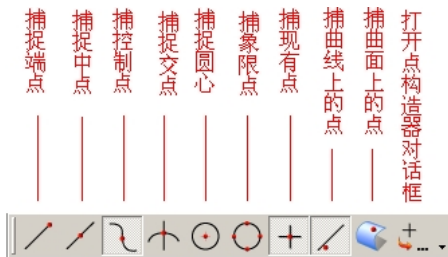
1.2.5 几个常用的工具条

在操作时，经常用到几个工具条中的部分命令，读者在进行操作前要认识并学会使用，这会加快工作速度。

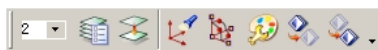
1. “选择”工具条



2. “捕捉点”工具条



3. “实用工具”工具条



单元教案续页

4. “视图”工具条



主要包括如下几个方面。

(1) 视图调整: 如适合窗口、缩放、移动等功能, 均是对视图进行大小及位置调整的命令。

(2) 着色模式: 这些模式有 8 种, 如带边着色、静态线框等模式。

(3) 显示方位: 主要有 8 种视图显示方位, 如正二测图、俯视图等。

具体操作方法在后面会碰到, 这里不详细介绍, 放在这里讲一下, 主要是引起读者注意, 在后面的操作中, 以上工具条中的部分命令将被经常用到。

作业:

- 1、造型方法有哪几种?
- 2、如何使用选择工具条进行快速选择?

揭阳职业技术学院

教 案

第 2 章 建模

概 述

本章教学的基本要求：

本章介绍建模的概念，建模方法分类，建模时的几个重要工具及建模用的草图等重要内容，是后续学习的基础，因此要求学生能熟练掌握这些内容。

本章教学内容的重点和难点：

重点：建模方法分类，草图制作。

难点：草图的制作及应用，草图的操作技巧等都是本章的难点，同时又特别重要，因此，需要特别加强教学引导与管理。

本章教学内容的深化和拓宽：

通过复杂草图制作来提高二维图制作能力。

本章素质（思政）内容：

1.培养爱国情怀、民族自信和科学自信；培养辩证认识问题的能力；激发责任感、使命与担当；提高团队协作意识。

2.热爱自己的专业，树立坚定的理想和信念。

本章教学方法、方式：

采用多媒体课件和教具；

讲授和现场演示相结合；

上机操作指导。

本章主要参考资料：

《UG 机械设计工程范例教程》主编 袁锋 机械工业出版社

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：第2章 建模 2.1 草图	课时：3						
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机、多媒体						
教学目的： <ol style="list-style-type: none">1、草图是三维造型的重要基础，是复杂造型不可缺少的工具，因此，要求学生熟练地掌握 UG 草图的制作方法，是本讲的主要目的。2、掌握 UG 草图主要命令的作用及使用方法。3、掌握 UG 草图操作的技巧及约束（几何约束与尺寸约束）的概念及使用原则。掌握 UG 草图的作图规则。							
教学重点： <ol style="list-style-type: none">1、掌握草图操作的作图命令的使用及 UG 草图的制作方法。2、掌握草图约束的概念及其应用原则。							
教学难点： <p>草图操作的约束，包括尺寸约束与几何约束，对学生来说较难理解，同时，快速制作草图的方法与技巧也是初学者的学习难点。</p>							
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） <table><tr><td>组织教学：1~2 分钟；</td><td>复习旧课：1~2 分钟</td></tr><tr><td>作业分析：3~5 分钟</td><td>讲授新课：78~82 分钟</td></tr><tr><td>新课小结：1~2 分钟</td><td>布置作业：1~2 分钟</td></tr></table>		组织教学：1~2 分钟；	复习旧课：1~2 分钟	作业分析：3~5 分钟	讲授新课：78~82 分钟	新课小结：1~2 分钟	布置作业：1~2 分钟
组织教学：1~2 分钟；	复习旧课：1~2 分钟						
作业分析：3~5 分钟	讲授新课：78~82 分钟						
新课小结：1~2 分钟	布置作业：1~2 分钟						
课后记：							

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：


作业分析：

讲授新课：




草图

许多软件都有草图或类似的概念。它是进行复杂三维造型不可或缺的重要工具，一个三维模型越复杂，其草图可能也越复杂。如果没有学好草图操作，又想快速作出复杂的三维模型，那是非常困难的。因此，学生有必要花较多的时间与精力来学会快速操作草图。草图就是以某个指定的二维平面为作图基准平面，在其上作出二维平面轮廓，并以此轮廓图作为三维建模基础，这种特殊的平面图就是所谓的草图。通过草图，可以建立各种复杂的造型。

使用草图造型

当启动 UG 后，并新建 `gou-ch.prt` 文件，然后单击“建模”按钮，便进入到了建模的基本环境中。此时，就可以利用系统提供的各种工具条上的工具进行建模了，对于简单的模型，可以直接使用工具条中的命令完成建模，但对于复杂的模型，可能就要用草图来完成。

1. 进入草图环境

启动 UG，单击“新建”按钮，在弹出的对话框中输入适当的文件名后，单击“建模”按钮，进入建模环境中，单击“成形特征”工具条中的“草图”按钮，在工作区的左上角弹出一个确定草图平面的浮动工具条

2. 作一组中心线

3. 第二组中心线

单元教案续页

4. 建立两个圆及三段直线

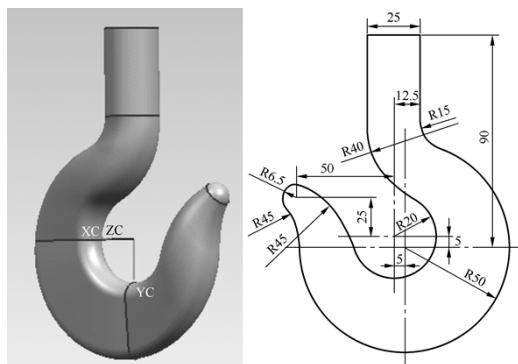
5. 几何约束与尺寸约束

6. 倒圆角

7. 钩尖处圆及倒圆

8. 修剪

最后作出的草图效果如图所示



对草图的进一步理解:

(1) 草图是二维平面图, 是为作三维图形打基础的, 可能是三维模型的某个方向上的投影或视图。

(2) 一个复杂的产品可能要很多个草图。

(3) 同一个产品, 建模方法不同, 草图可以不同。

(4) 不要草图也可以建模, 但复杂模型没有草图时, 建模很困难或者不可能完成, 有草图就方便多了。

(5) 草图除了作出基本图形外, 还要进行约束。

(6) 进行草图操作时要注意细节, 细节操作没有掌握好, 会给草图操作带来许多困难, 初学者不要怕麻烦, 应多作草图练习, 本章后面的习题有多个, 要认真练习。


单元教案续页

约束概念:

(1) 草图操作中的约束包括“几何约束”与“尺寸约束”两种约束,“几何约束”的作用是对曲线或其他对象进行位置与形状的限制,如位置固定、两个对象平行、两线等长、两弧同心、直线共线等约束;“尺寸约束”是对图形对象的尺寸进行限制,如直线长度、两对象间的距离、圆的半径大小,弧长等,也可以通过尺寸约束来确定位置,如确定两孔间的距离等。通过两种约束,可以使图形具有唯一确定的形状与位置。

(2) 草图的约束不能多,多了就是“过约束”,即有重复或矛盾的约束存在,这是不允许的。过约束会使图形不能符合设计要求。约束不够时就是“欠约束”,在UG中,欠约束可以正常作图,但可能会在后来修改时出现尺寸与位置关系不稳定的状态,因此,最好是作出所有约束,让草图具有不多也不少的约束数目,即所谓的完整约束。但在不影响作图效果的前提下,允许欠约束。记住:不允许过约束。

在使用约束命令时,如果一个草图为完整约束时,草图颜色为棕红色;当为欠约束时是绿色;当为过约束时是橘橙色,此时,必须删除掉部分约束以消除过约束。

(3) 在单击“约束”命令按钮后,UG会在提示栏的第二栏中显示当前草图需要的约束数目,可以依此来增加约束;有过约束时,可以用“显示/移除约束”命令删除多余的约束。

(4) 作几何约束可以减少操作的失误性,作尺寸约束时要先固定尺寸基准。在许多情况下尺寸约束与几何约束可以交错进行,或边作图边约束。

(5) 对初学者来说,约束是很麻烦的事,但它是作图的基本操作,为让读者容易掌握,可以参看本书光盘中的视频。

2.3.2 不用草图建模

不用草图可以建立简单的模型,第1章中的图1-12就是一个简单的不用草图的建模操作实例,下面再举两例。

实例 1 制作茶杯



实例 2 制作麻将骰子

单元教案续页

小结

本章首先讨论 UG 中的坐标系与图层等基础概念，然后讨论建模与草图的概念，从上面的学习可以知道，草图是建立复杂模型的基础；没有草图可以建立简单的模型；一个草图可以有多种建模效果；同一模型可以用不同的方法建模，所以草图也不同。

练习

完成下面的作图练习，并从中体会建模与草图间的关系，掌握前面学过的命令的使用。

(1) 作如图 2-73 所示的草图，并进行拉伸 25mm 长的操作。

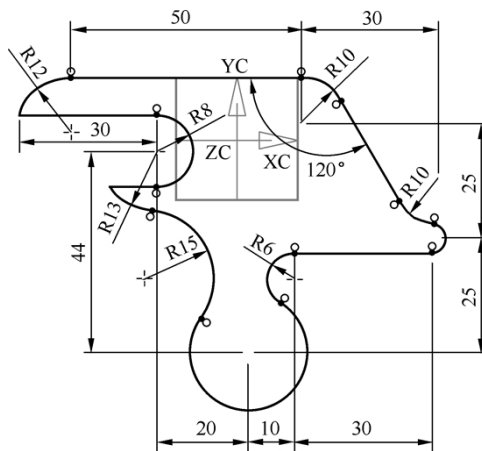


图 2-73 练习题 1 用图

作业：

P38 第 1~4 题。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.2 非曲面建模 1							
课时：4							
教学方法：讲授	教具：多媒体						
教学目的： <ol style="list-style-type: none">1、通过话筒的制作，进一步介绍草图的制作方法技巧，同时，使学生初步理解草图与三维图形的关系。2、通过学习，让学生掌握一个复杂的三维实体的制作思路及操作步骤。3、通过学习，掌握和理解 UG 中有关建模命令的使用及操作。							
教学重点： <ol style="list-style-type: none">1、让学生掌握一个复杂的三维实体的制作思路及操作步骤。2、掌握和理解 UG 中有关建模命令的使用及操作。							
教学难点： <p>复杂的三维实体的制作思路，及部分建模命令的应用场合。</p>							
教学过程时间分配 （包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） <table><tr><td>组织教学：1~2 分钟；</td><td>复习旧课：1~2 分钟</td></tr><tr><td>作业分析：3~5 分钟</td><td>讲授新课：78~82 分钟</td></tr><tr><td>新课小结：1~2 分钟</td><td>布置作业：1~2 分钟</td></tr></table>		组织教学：1~2 分钟；	复习旧课：1~2 分钟	作业分析：3~5 分钟	讲授新课：78~82 分钟	新课小结：1~2 分钟	布置作业：1~2 分钟
组织教学：1~2 分钟；	复习旧课：1~2 分钟						
作业分析：3~5 分钟	讲授新课：78~82 分钟						
新课小结：1~2 分钟	布置作业：1~2 分钟						
课后记：							

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

非曲面建模 话筒的制作

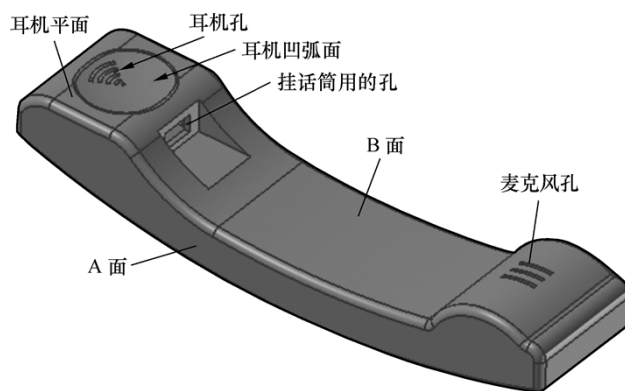



图 3-2 话筒效果

1. 作图分析


通常，非曲面建模的建模方式有拉伸、旋转、扫描等几种，至于其余的建模方式均是辅助方式，包括孔、长方体、球、边倒圆、外壳、变换等。主要方式是作图的关键，辅助方式可以加快作图速度，方便操作；很好地掌握二者的关系，可以起到事半功倍的效果。

另外，根据前面介绍的堆砌法，在制作模型时，先作大的结构，即主要结构，而主要结构又可能由拉伸、旋转、扫描等多种方式中的一种或多种方式共同完成；然后作细节，即作诸如孔、边倒圆等，在大结构上堆砌其他结构，直到完成作图为止。

2. 作第一个草图

启动 UG，新建一个名为 3_hd.prt（其中 3_代表第 3 章，hd 代表话筒，以后取名均用这样的方式）的文件，然后单击“成型特征”工具条中的“草图”按钮，选 XC-YC 为草图

单元教案续页

平面进入草图环境中，单击“草图曲线”工具条中的“配置文件”命令，作如图 3-3 所示的草图。

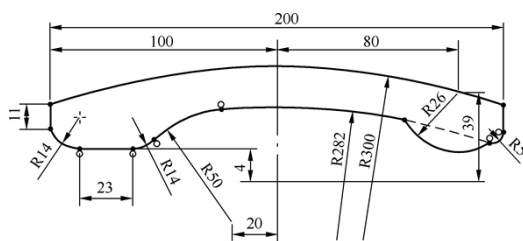


图 3-3 话筒草图

3. 拉伸成型

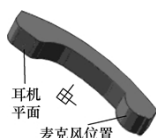



图 3-4 拉伸后的效果

4. 生成其他孔

5. 倒圆边、作挂话筒用的凹台，抽壳


单击“特征操作”工具条中的“边倒圆”按钮，出现“边倒圆”对话框，同时出现“选择意图”对话框，将“选择意图”对话框中的内容修改为“体边”，如图 3-9 所示。

然后选择话筒的任意边，出现边倒圆的预览效果，在“边倒圆”对话框中将“设置 1R”的值改为 2.5 后单击鼠标中键，则所有边都倒了 2.5mm 的圆边。




图 3-9 “选择意图”对话框

6. 打孔与最后成型

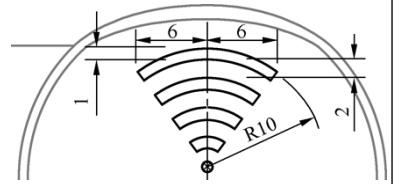
话筒上有些孔，如用来通话的透气孔、挂话筒用的孔等。下面就来进行操作。为了使操作更清楚，现将部分内容隐藏：单击“格式”→“移动至图层”命令或单击“实用工具”工具条中的“移动至图层”按钮，选中话筒后单击鼠标中键，弹出“图


单元教案续页

层移动”对话框，在该对话框中的“目标图层或类别”下输入“2”后回车，就将话筒移到了第二层。此时只看见原来作的草图内容，话筒不见了，不要紧，单击“实用工具”工具条中的“图层的设置”按钮，弹出“图层的设置”对话框，选中对话框中“图层/状态”下的“2”（即刚才的第二个图层），单击该对话框下面的“作为工作层”按钮，就将第二层作为工作层；再选择“图层/状态”下的“1”，单击“不可见”按钮，然后单击鼠标中键，则可以看到工作区中的内容变了，原来的草图不见了，只显示了话筒，这为后面的操作提供了方便。

现在单击“成形特征”工具条上的“草图”命令，选择图 3-4 中的耳机平面作草图平面，进入草图环境中，使用线框显示模式，然后作如图 3-12 所示的草图。

注意：制作草图时，先作一段直线，此直线的下端应捕捉到耳机平面上的凹面的中心点处，然后将此线约束为固定；再作外面的圆弧，该圆弧半径为 10mm，中心点约在参考线的下端点上，并作尺寸约束使其左右对称，



参见图 3-12；然后单击草图操作工具条中的“偏置”按钮，出现“偏置”对话框，在“偏置根据”处选择“距离”，在“距离”处输入“1”，然后选择第一段弧（最外面的最长的圆弧），出现偏置方向箭头，如果方向不对，单击对话框中的“反向”按钮，单击“应用”按钮后就得到第二段弧，然后改变偏置距离为 1.5 作第三段弧，如此作出其余的弧，然后作半径为 1 的小圆，最后用草图曲线工具条中的直线命令将弧间连接起来即可。

总结：

本讲所遇到的新命令或是加深学习的命令有：拉伸、旋转、边倒圆、草图中的偏置等。

作业：

- 1、将本练习重作一遍。
- 2、反复理解学过的命令：拉伸、旋转、边倒圆、草图中的偏置。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.2 非曲面建模 2	课时：5
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、本章通过通气塞的制作，解释了UG中几个重要的作图命令的使用方法及操作技巧，掌握这些方法与技巧是本实例学习的一个目的。 2、掌握造型的圆元分解思维，以便为复杂造型进行造型分解打下基础。	
教学重点： 1、掌握通气塞的制作过程，并熟练掌握相关作图命令的使用，如投影、旋转、孔、沿导引线扫掠、螺纹、实例特征等命令的使用。 2、掌握命令的使用方法与技巧。	
教学难点： 实例特征、变换等命令的操作较为复杂难懂。	
教学过程时间分配 （包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2分钟； 复习旧课：1~2分钟 作业分析：3~5分钟 讲授新课：78~82分钟 新课小结：1~2分钟 布置作业：1~2分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

非曲面建模 通气塞的制作

机器上的通气塞的制作效果如图 3-16 所示。

从图 3-16 中可以看到通气塞的形状是轴对称的，假想用—个平面将通气塞从轴中心将此零件剖切开来，则效果如图 3-17 左侧图所示。

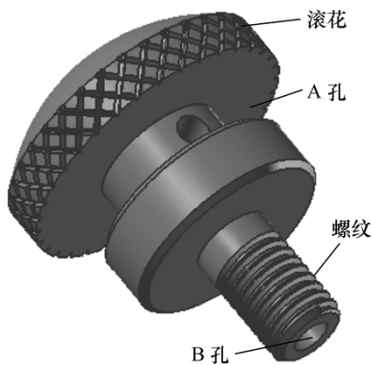


图 3-16 通气塞效果图

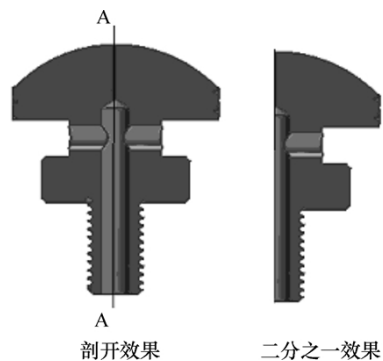


图 3-17 假想剖开后的效果

不考虑细节结构，如 A 孔、B 孔、螺纹与滚花，然后以图 3-17 左侧图的 A-A 线作为分界线，取右半边的轮廓作为草图模型，即图 3-17 所示右侧图的外围线轮廓作为草图，并将此草图旋转 360° ，则可得到通气塞的主体结构；然后再来作 A 孔、B 孔、螺纹与滚花，这就是作此模型的思路。凡是轴对称的零件均可以使用这种作图思路。下面就来完成此模型的制作。

1. 旋转成型操作

启动 UG，并新建文件，取文件名为 3-tqs.prt，然后进入建模环境，并进入草图环境中，作如图 3-18 所示的草图。

单元教案续页

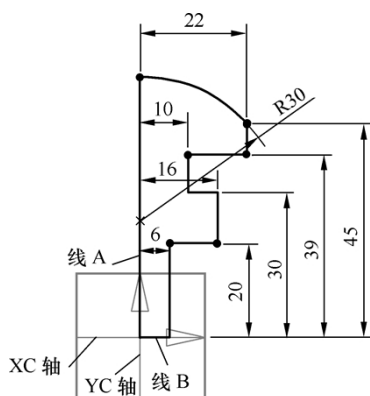


图 3-18 旋转用草图

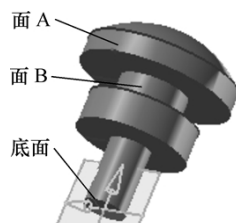




图 3-19 旋转效果

2. 作 A、B 孔

在作孔之前，先单击“特征操作”工具条上的“基准平面”按钮，弹出“基准平面”对话框后，单击图 3-19 中的面 B，即圆柱面表面，然后单击“确定”按钮或按鼠标中键，得到如图 3-20 所示的基准平面。

作上面的基准平面的目的是为了作图 3-16 中的 A 孔，下面单击“成形特征”工具条上的“孔”按钮，先在刚才作的基准平面上单击，然后在弹出的“孔”对话框中输入“直径”值“5”，“长度”值“30”，“顶锥角”值“120°”，单击鼠标中键，弹出“定位”对话框，如图 3-21 所示。

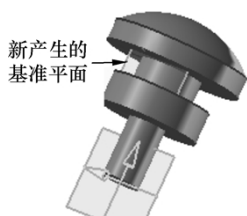


图 3-20 建立的新基准平面

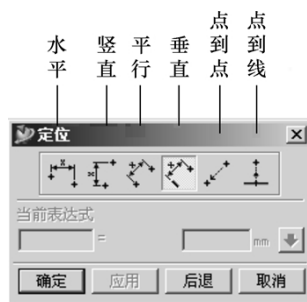



图 3-21 “定位”对话框


此时可以看到系统自动将孔作在了图 3-20 所示的基准平面的中心，因此，这里直接单击图 3-21 中的“确定”按钮即可，一个通孔就做好了。

同样，在图 3-19 的底面处作一个孔，直径为 6mm，长 40mm，其余不变，单击鼠标中键，当弹出如图 3-21 所示的“定位”对话框时，单击“点到点”按钮，然后选中图 3-19

单元教案续页

所示物体底面处的圆的边，单击鼠标中键，弹出“设置圆弧的位置”对话框，单击其中的“圆弧中心”按钮，则一个孔就作好了。

3. 倒角

单击“特征操作”工具条上的“倒斜角”按钮，弹出“倒斜角”对话框，在“偏置处”输入“1”，然后选中各圆柱面处的尖棱角边，单击鼠标中键，完成倒角操作，效果如图 3-22 所示。

4. 制作滚花

滚花的制作相对麻烦些，先在图 3-19 所示的圆柱面上建立一个基准平面（仿照步骤 2 操作），结果如图 3-22 所示。

5. 收尾操作

通过上面的操作已经完成了模型的制作，单击“格式”→“移动至图层”命令，弹出浮动工具条后，选中刚才作好的模型，单击鼠标中键，在弹出的“图层移动”对话框中的“目标图层或类别”下面输入 2 后回车，此时模型不见了，单击“实用工具”工具条上的“工作图层”下拉框，如图 3-30 所示。

总结：

本讲除了使用**旋转**命令作出主结构外，还用到了**倒斜角**、**孔**、**曲线投影**、**螺纹**、**沿引导线扫描**及**实例特征**命令中的阵列等命令

作业：

- 1、重作本实例
- 2、认真掌握与理解下列命令：**旋转**、**倒斜角**、**孔**、**曲线投影**、**螺纹**、**沿引导线扫描**、**实例特征**。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.2 非曲面建模 3	课时：6
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机，多媒体
教学目的： 1、本讲介绍各种不同类型的弹簧的制作方法，让学生掌握 UG 的强大的制作弹簧的命令及不同的变换方法，同时掌握弹簧命令的使用。 2、套筒扳手套筒头的制作目的是让学生掌握拔模、多边形、添加现有曲线等命令的使用外，还有多种作图技巧的应用。	
教学重点： 1、掌握相关的作图命令。 2、掌握 UG 的强大的制作弹簧的命令及不同的变换方法。	
教学难点： 弹簧的不同变换模式。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

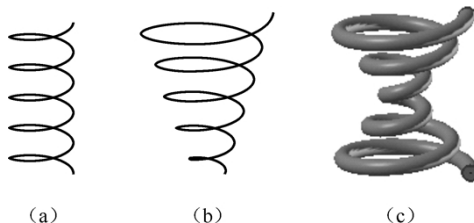
作业分析：

讲授新课：

2.2 非曲面建模 弹簧的制作

本例是制作弹簧，目的是让读者掌握沿曲线扫描命令及螺旋线命令的使用。制作效果如图 3-31 所示。

不同的三维软件，制作弹簧的方法是不同的，使用 UG 制作弹簧有其特殊的制作方法要制作如图 3-31 所示的弹簧，可能先要作一条所谓的脊线（根据情况而定），然后作螺旋线，再作弹簧截面线，然后扫描。



脊线是作曲线或曲面时可能要用到的一个概念。它是一条特殊曲线，用来作曲线或曲面沿某一规律弯曲时拐弯的样板线，它可以决定曲面的弯曲样式。对于一个曲面来说，如果沿着脊线方向，在脊线的每一点处作一个垂直于该点切线的平面（称为截平面），则这些平面就会和曲面产生一系列的交线（称为截交线），曲面就可以看成是这些交线（截交线）的集合。脊线可以看作是曲面的截交线在拐弯处各点的切线的包络线。

先启动 UG，并新建 3-tanhuang.prt 文件，然后进入到建模模式中。下面就说明弹簧的制作过程。

图 3-31 (a) 所示的弹簧的制作过程简单，单击“曲线”工具条中的“螺旋线”按钮，弹出“螺旋线”对话框，如图 3-32 所示。

在这个对话框中，“半径方式”是极为重要的，它是用来改变弹簧的半径样式的，半径可以是恒定的，也可以是变化的，“输入半径”选项是恒定半径，而“使用准则线”选项是变半径的。系统默认方式是“输入半径”，这种方法操作简单，只要输入螺旋线圈数、螺距、半径、旋向，如果需要，还可改变螺旋线轴线方向及起点位置，然后单击鼠标中键即可。

但选择“使用准则线”选择时，会弹出如图 3-33 所示的“规律函数”对话框。

单元教案续页



图 3-32 “螺旋线”对话框

螺旋线圈数
两根相邻线间的距离

改变螺旋线轴线的方向
改变螺旋线的起点位置



图 3-33 “规律函数”对话框

这个对话框在多种情况下都会出现，如在执行某些曲面命令、规律曲线命令等时都会出现，“恒定的”即半径不变；“线性的”即半径均匀地由小变大或由大变小，呈直线规则；“三次”则指曲线按三次曲线变化；“沿脊线”即是沿脊线方式变化；“根据方程”是指可以根据输入的方程来变化；“根据规律曲线”即根据现有曲线来变化。

这里使用系统默认的“输入半径”的半径方式，输入圈数为5，螺距为10，半径为10，然后单击图3-32中的“应用”按钮，即可得到如图3-31(a)所示的弹簧。

同理，当出现图3-32所示的对话框时，单击“点构造器”按钮，弹出“点构造器”对话框，在“点构造器”对话框中将XC值设置为50，YC、ZC的值设置为0，单击鼠标中键，回到图3-32所示的对话框中，选中“半径方式”中的“使用准则线”单选按钮，在弹出图3-33所示的对话框时单击“线性的”按钮，打开“规律控制”对话框，在该对话框中的“起始值”处输入5，“终止值”处输入20，单击鼠标中键，又回到图3-32对话框中，再单击鼠标中键，则得到如图3-31(b)所示的弹簧线。

现在作如图3-31(c)所示的弹簧，操作过程如下。注意：在上面的操作中，只在脊线上选了3个点，其实读者可以选更多的点，从而作出更复杂的螺旋线。

现在单击“草图”按钮，在弹出的浮动工具条中单击“基准平面”按钮，然后选中图3-35所示螺旋线的下端点，单击鼠标中键两次，进入草图环境中，然后在XC、YC均为0的位置处作一个直径为5的圆，之后退出草图。

单击“成形特征”工具条中的“沿引导线扫描”按钮，先单击刚才作的圆，再单击鼠标中键，然后单击图3-35中的螺旋线，单击鼠标中键，则生成一个弹簧；隐藏不必要的曲线与基准平面，效果如图3-31所示。

本例使用螺旋线命令与沿引导线扫描命令制作弹簧，是机械行业中常用的操作手段，其他操作方式读者可以自行练习，也可参考本章中使用规律曲线作齿轮这个实例。

思考：作一个方形弹簧，制作过程与上面的操作类似，且没有错误操作，结果作出了如图3-36左侧所示扭曲的弹簧，如何能作成图3-36右侧所示不扭曲的效果？

单元教案续页

解释：在UG中，提供了“沿引导线扫掠”与“已扫掠”两个命令，前者是非曲面命令，而后者是曲面命令，使用前者因为无法修改“定位方法”而不能作出图3-36右侧所示效果，但使用“已扫掠”命令则可以修改“定位方法”，将“定位方法”设置为强制朝螺旋线生长方向即可。不过，“已扫掠”命令功能强大，可以作出各种不同的效果，包括图3-36右侧所示效果，此命令的强大功能将在下一章中讲解。

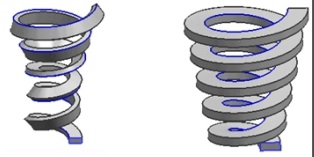


图 3-36 方形弹簧

单元教案续页

教学过程设计:

组织教学:


复习旧课:

作业分析:

讲授新课:

一. 套筒扳手套筒头的制作

套筒扳手套筒头的效果如图 3-37 所示。

启动 UG，新建文件，命名为 BST.prt，进入到建模环境中，单击“曲线”工具条中的“多边形”按钮，弹出“多边形”对话框，输入边数为 6，然后单击鼠标中键，将弹出另一个对话框，单击“内接半径”，在下一个对话框中输入内接半径值为“20”，再次单击鼠标中键，弹出“点构造器”对话框，将 XC、YC、ZC 均设置为 0，即在坐标原点

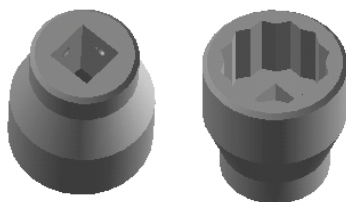


图 3-37 套筒扳手套筒头效果图

(0,0,0) 上，然后单击“确定”按钮，完成一个多边形的创建，如图 3-38 所示。

现在，按 Ctrl+T 快捷键，在工作区的左上角弹出“变换”浮动工具条，然后用鼠标框选图 3-38 所示的正六边形，单击鼠标中键，将弹出“变换”对话框，单击“绕点旋转”按钮，将弹出“点构造器”对话框，将 XC、YC、ZC 均设置为 0，然后单击“确定”按钮，在弹出的对话框中输入“旋转角度”为 30° ，再次单击鼠标中键，再单击“复制”、“取消”按钮，得到如图 3-39 所示的效果。

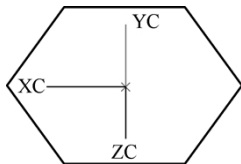


图 3-38 作出正六边形

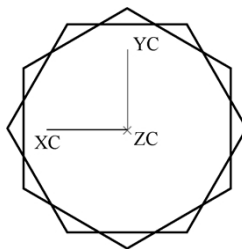






图 3-39 旋转复制六边形后的效果

接下来，单击“草图”按钮，直接单击鼠标中键，进入到草图环境中，单击“草图操作”工具条中的“添加现有曲线”按钮，然后选中刚才作的如图 3-39 所示的所有内容，单击鼠标中键，将这些曲线添加到了草图环境中，再单击“草图曲线”工具条中的“快速修剪”按钮，将各多边形的边进行修剪，得到如图 3-40 所示的草图。

单元教案续页

再单击“草图曲线”工具条中的“圆”按钮，然后在随鼠标移动的对话框中输入XC、YC均为0，每输入一次按一次回车键。然后输入直径为60，单击鼠标中键，得到如图3-41

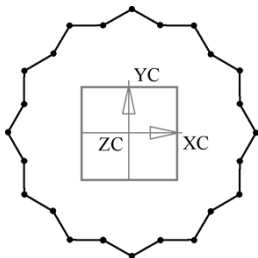


图 3-40 修剪后的效果

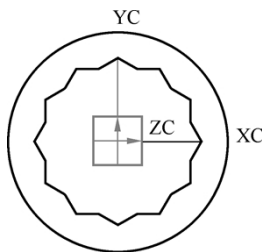



图 3-41 完成的草图

所示的草图。单击“完成草图”按钮退出草图环境。

单击“成形特征”工具条中的“拉伸”命令，弹出“拉伸”对话框，用鼠标框选图3-41所示的草图。然后在“拉伸”对话框中设置拉伸长度为30，单击“确定”按钮，完成拉伸，得到如图3-42所示的效果。

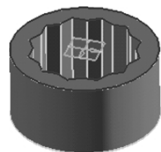







图 3-42 拉伸效果

再单击“拉伸”命令，弹出“拉伸”对话框，用鼠标单击如图3-42所示的基准面，系统自动进入到草图环境中，单击“草图曲线”中的“矩形”按钮，然后在随鼠标移动的对话框中输入XC为-10，并按回车键；YC为10，并按回车键，然后在“宽度”文本框中输入20后回车，在“高度”文本框中也输入20并回车，再单击鼠标左键，完成一个矩形的制作。

再单击“草图曲线”工具条中的“圆”按钮，然后在随鼠标移动的对话框中输入XC、YC均为0，每输入一次按一次回车键。然后输入直径为60，按回车键后，得到一个圆。这样就完成了草图的建立，退出草图，又回到了“拉伸”对话框中，在“结束”处输入20，单击“确定”按钮，完成拉伸，得到如图3-43左侧所示的效果。

现在，单击“特征操作”工具条中的“拔模角”按钮，弹出“拔模角”对话框，先单击图3-43中左侧图所示圆柱体的内部边，出现朝上的箭头，然后单击图3-43左侧图中的新拉伸体底部，再单击图中要拔模角的面。然后在“拔模角”对话框中的“Set 1”的右侧输入拔模角度为20°，再单击对话框中的“确定”按钮，完成拔模角操作，结果如图3-43中右侧图所示的效果。

再单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框，并且弹出“选择意图”工具条，将“选择意图”工具条中的“任何”修改为“面的边”，然后选中图3-43中右侧图的顶面。将拉伸长度设置为15mm，然后单击鼠标中键，完成拉伸，如图3-44所示。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.2 非曲面建模 4	课时：7
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机，多媒体
教学目的： 1、掌握旋转操作及实例特征等重要制图命令。 2、掌握较复杂零件的剖析与组合技巧。 3、掌握复杂轴类零件的造型方法与造型技巧。	
教学重点： 1、掌握实例特征、凸台、孔、圆柱体等多种命令的组合使用。 2、掌握复杂轴类零件的造型方法与造型技巧。	
教学难点： 如何分解零件并进行相应的造型是本讲的难点。	
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

非曲面建模 轴类零件的制作

作如图 3-46 所示的轴。







轴类零件可以通过使用“圆台”命令或草图旋转来制作，不论哪种方法，轴的制作都很简单，但从中可以学到几个特殊命令的使用，分别是：键槽命令，分割体命令，拔模角命令。下面就使用“圆台”命令来制作轴。




图 3-46 轴类零件的轴

(1) 启动 UG，并新建 3-zhou.prt 文件，然后进入到建模的基本环境中，单击“成形特征”工具条中的“圆柱”命令，建立一个长 20mm、直径 50mm 的圆柱体，如图 3-47 所示。

(2) 单击“成形特征”工具条中的“圆台”命令，弹出“圆台”对话框，在其中输入直径=70，高度=10，锥角=0，并单击图 3-47 所示圆柱体的上表面，单击鼠标中键，在弹出的“定位”对话框中单击“点到点”按钮，然后选中图 3-47 所示圆柱体的上表面的边圆，单击鼠标中键，在弹出的“设置圆弧的位置”对话框中单击“圆弧中心”按钮，完成圆台的添加。

(3) 使用第二步的方法，再建立直径=60mm，高度=50mm；直径=50mm，高度=20mm；直径=40mm，高度=100mm；直径=24mm，高度=40mm 的 4 个圆台，结果如图 3-48 所示。

(4) 单击“特征操作”工具条中的“分割体”命令，弹出“分割体”对话框，选中轴后单击鼠标中键，弹出另一个“分割体”对话框，单击“定义基准平面”按钮，则弹出“基准平面”对话框，如图 3-49 所示。


(5) 单击“平分平面”按钮，然后分别选择图 3-48 所示的面 A 和面 B，单击鼠标中键，系统弹出分割体的“警告”对话框，意思是体被分割后，其参数就改变了，不能再恢复，单击鼠标中键确定，完成体的分割。此时可以明显地看到轴被分成了两部分，结果如图 3-50 所示。



图 3-49 基准平面对话框

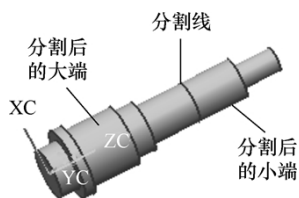



图 3-50 分割后的轴

单元教案续页

(6) 单击“特征操作”工具条中的“拔模角”命令，弹出“拔模角”对话框，如图 3-51 所示。

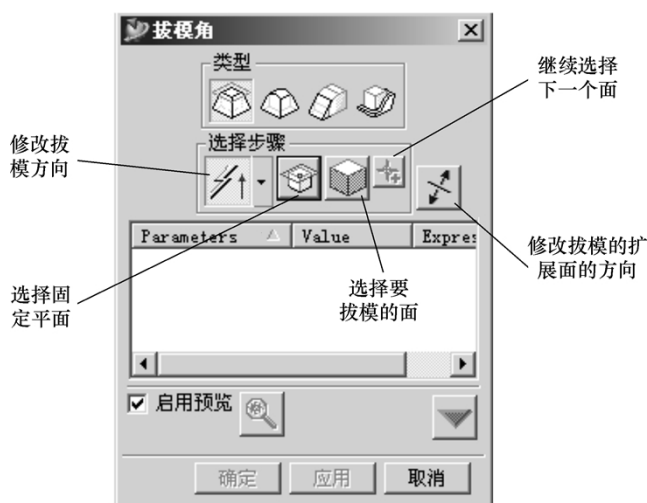










图 3-51 “拔模角”对话框


(7) 在如图 3-51 所示的对话框中，单击“修改拔模方向”旁的按钮，然后选择 ZC 方向，单击“固定平面”按钮后出现“选择意图”工具条，将“选择意图”设置为“相切面”，然后再单击图 3-50 中的分割线，即以此分割线的相切面作为固定面，然后单击图 3-51 中的“选择要拔模的面”按钮，选中图 3-50 中分割后的小端的圆柱面，此时图 3-51 所示对话框中的内容发生了变化，有文字“Set 1A”出现，其右侧有拔模角度值，默认为 10°，现修改为 5°并回车，此时可以看到预览效果，如果与图 3-52 所示的效果相同，则单击鼠标中键，否则就单击反向按钮，然后单击鼠标中键，完成拔模角操作，结果如图 3-52 所示。

(8) 单击“特征操作”工具条中的“求和”命令按钮，将图中的两部分进行合并，使轴成为一个整体。

(9) 单击“基准平面”按钮后，选中图 3-52 中的圆柱面 A，并按鼠标中键确定，则生成一个基准平面，此基准面相切于圆柱面 A，这是为下面作键槽做准备的。

(10) 单击“成形特征”工具条中的“键槽”命令，弹出“键槽”对话框，直接单击鼠标中键并选择刚才作的基准面，在弹出的对话框中选中“接受默认边”按钮，然后选中图 3-52 中的圆柱面 A，系统弹出“矩形键槽”对话框，按图 3-53 所示设置。

(11) 设置完成后单击鼠标中键，弹出“定位”对话框，直接单击鼠标中键，则完成键槽的创建。


(12) 单击“成形特征”工具条中的“沟槽”命令，弹出“沟槽”对话框，有 3 种类型的沟槽，这里选择“矩形”并单击，则弹出“矩形沟槽”对话框，单击图 3-52 中的圆柱面 B，打开“矩形沟槽”对话框，结果如图 3-54 所示，按图 3-54 所示输入数据。


单元教案续页

(13) 单击鼠标中键，出现“沟槽定位”对话框，并有一个大的沟槽定位环出现，如图 3-55 所示。

(14) 先单击图 3-55 中的锥端面，然后单击定位环左侧面侧边，系统弹出“创建表达式”对话框，在其中的文本框中输入数据 0（表示锥端面与定位环左侧面相距 0），单击鼠标中键，沟槽生成，同时定位环消失，单击“取消”按钮，完成沟槽的制作。

(15) 同样地，在图 3-55 中圆柱面 A 的右侧作一个退刀槽。

(16) 单击“螺纹”命令，在弹出的“螺纹”对话框中的“类型”选项组中选中“详细的”单选按钮，然后选中直径为 24 的小圆柱面，单击鼠标中键就形成了螺纹。

(17) 对边倒角，并使用“着色”命令，最后隐藏不必要的内容后得到如图 3-46 所示的效果。

本讲作业:


- 1、完成教材中作业题 2、3
- 2、将本讲内容重作一次

揭阳职业技术学院


单元教案首页

课题：2.2 非曲面建模 5	课时：8
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机，多媒体
教学目的： 1、巩固部分作图命令的使用，并学习新命令如：外壳、变换、定向拉伸等。 2、掌握较复杂零件的剖析与组合技巧。	
教学重点： 1、巩固部分作图命令的使用，并学习新命令如：外壳、变换、定向拉伸等。 2、掌握较复杂零件的剖析与组合技巧。	
教学难点： 如何分解零件并进行相应的造型是本讲的难点。	
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

(4) 然后作一个基准平面：单击“特征操作”工具条中的“基准平面”命令，先单击杯子的底面，然后单击图 3-59 中的起点 A，则在起点 A 处产生了一个基准平面，如图 3-60 所示。

(5) 以刚才作的基准平面为草图面，作一个中心点在图 3-59 中的起点 A 处的圆，直径为 15，然后退出草图。

(6) 单击“成形特征”工具条中的“沿导引线扫掠”命令，先单击上一步中作出的圆，单击鼠标中键，再单击图 3-59 中的草图线，然后按鼠标中键两次后弹出“布尔操作”对话框，依次单击“创建”、“取消”按钮，则完成了一个斜圆柱的制作，如图 3-60 所示。

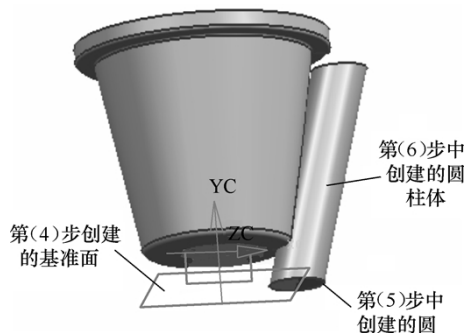





图 3-60 创建的斜圆柱体

(7) 单击“特征操作”工具条中的“求差”命令，弹出“求差”对话框，先单击杯子，然后选中上面作的圆柱体，再单击鼠标中键，则完成了求差操作，如图 3-61 所示。

(8) 单击“插入”→“关联复制”→“实例”命令或单击“特征操作”工具条中的“实例”命令，在工作区中将弹出“实例”对话框，单击“环形阵列”按钮，选中刚才求差的面，然后单击鼠标中键，将弹出“实例”的另一个对话框，此时在对话框中的数字处输入阵列个数“6”，角度为“ $360/6$ ”，单击“确定”按钮后，又出现一个对话框，单击“点和方向”，在新的对话框中单击“YC 轴”，将弹出“点构造器”对话框，单击“圆弧/椭圆/球中心”按钮，然后选中杯子底部圆心，将出现预览的效果，如果正确，就单击“是”按钮，不正确单击“否”按钮进行修改。完成后的效果如图 3-62 所示。

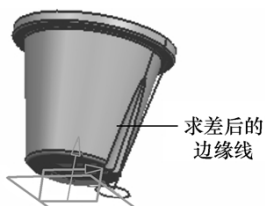


图 3-61 求差后的效果

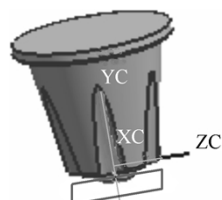






图 3-62 完成环形阵列后的效果

(9) 对图 3-62 所示的图进行“边倒圆”操作：单击“特征操作”工具条中的“边倒圆”命令，将弹出“边倒圆”对话框，单击对话框右下角处的“更多选项”按钮，“边倒圆”对话框将变长，其下有许多选项，现将加长部分显示在图 3-63 中。

单元教案续页

将“隐藏所有引用”复选框勾选上后，单击图 3-61 中所标注的“求差后的边缘线”，单击“确定”按钮后，系统将所有阵列的结果都倒上了圆角，效果如图 3-64 所示。

(10) 单击“特征操作”工具条中的“外壳”命令, 弹出“外壳”对话框及“选择意图”工具条，直接单击图 3-64 中的顶面，在“外壳”对话框中的“厚度”处输入“1”，单击鼠标中键，完成抽壳操作。

(11) 隐藏不必要的内容，用“带边着色”模式显示，得到如图 3-56 所示的最终结果。

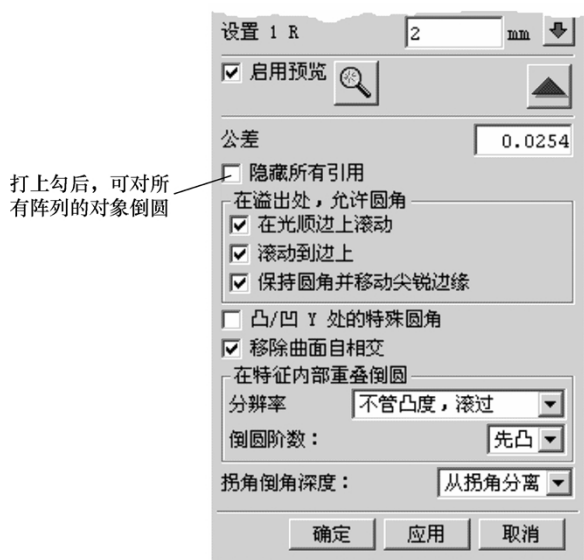


图 3-63 “边倒圆”对话框展开部分

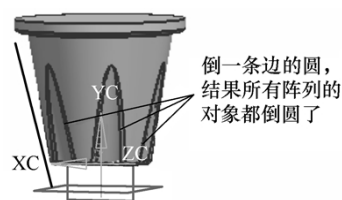


图 3-64 对阵列对象同时倒圆

作业：

1. 重作本实例

单元教案续页

电吹风外壳的制作

电吹风外壳的效果图如图 3-65 所示。

如果把电吹风外壳看作一个整体来作是比较复杂的，但是三维模型可能是多体组合，这样制作起来就相对简单，因此分解模型是最佳方案。

制作图 3-65 所示的吹风机可以这样来思考：由于左右形状差别不大，左侧有开关孔，而右侧没有开关孔，其余形状类似，因此可以只作右侧部分，再镜像左侧，然后开孔；对于右侧，可分解为 3 部分：见图 3-65 中的吹气筒、风机室、手柄。这 3 个部分是典型的叠加。下面就讲述其制作过程。

(1) 启动 UG 后新建 3-dcfyk-3d.prt 文件，以 XC-YC 面作草图面，作一圆心在 origin 且直径为 90 的圆作为草图。

(2) 拉伸此圆，拉伸长度为 27mm，拔模角为 5° ，向内，使上端较小，下端为直径 90mm，然后对小端进行边倒圆，圆角半径为 20mm，结果如图 3-66 所示。

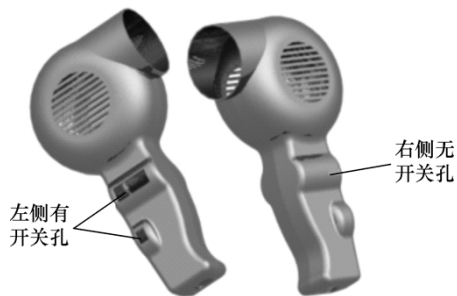


图 3-65 电吹风外壳效果

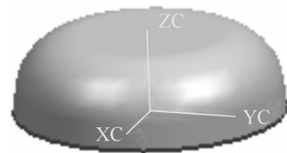


图 3-66 拉伸、倒圆后的结果

(3) 以 YC-ZC 为草图面，作如图 3-67 所示的草图。注意此草图的特点是：左边端点与前面所作的拉伸体的左端点相切，底部直线与前面的拉伸体底部同面。

对草图进行拉伸，结果如图 3-68 所示。

单元教案续页

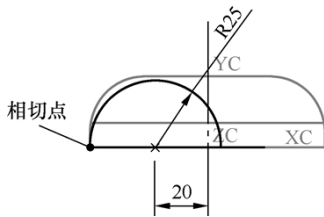


图 3-67 风筒草图

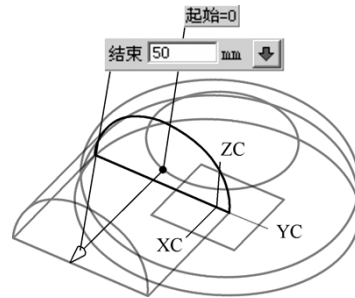


图 3-68 对风筒进行拉伸

(4) 作手柄部分的草图，还是以 XC-YC 为草图面作草图，如图 3-69 所示。

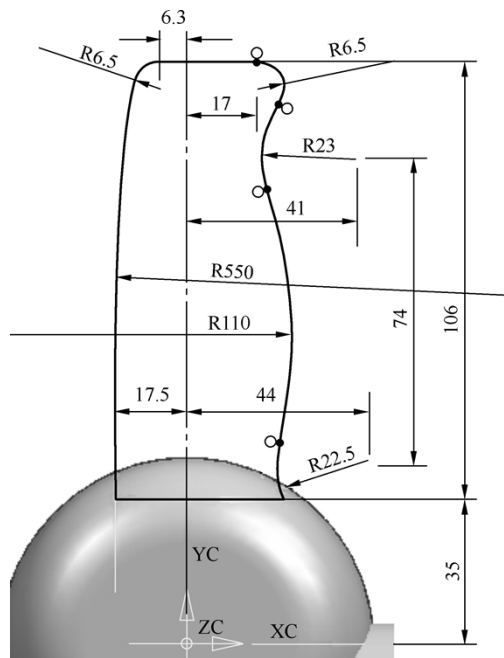


图 3-69 手柄草图

(5) 对草图进行拉伸，拉伸长度为 15，拔模角为 5° ，结果如图 3-70 所示。

(6) 以 YC-ZC 为草图面作如图 3-71 所示的草图。

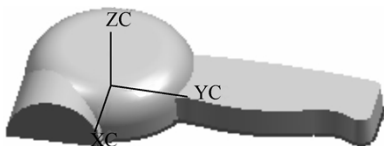


图 3-70 拉伸结果

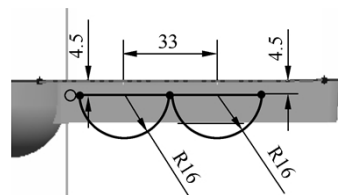
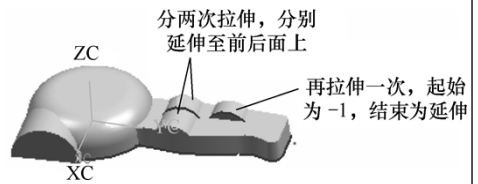




图 3-71 手柄上凸台草图

单元教案续页

(7)对图 3-71 所示的草图进行拉伸,拉伸时,先拉伸左半部分,使其延伸到手柄前后两个面;再拉伸另一部分,拉伸时起始为-1,结束延伸至手柄的一个面上,结果如图 3-72 所示。



(8)使用“特征操作”工具条中的“求和”命令,将上面的所有实体求和,然后用“边倒圆”命令对刚才拉伸的内容进行倒圆,结果如图 3-73 所示。

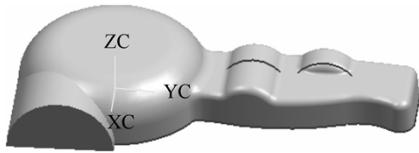



图 3-73 手柄处都倒圆了

(9)使用“外壳”命令对上面的实体抽壳,结果如图 3-74 所示。

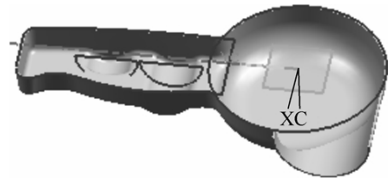


图 3-74 抽壳后的效果

(10)先作尾部电源插座孔,使用拉伸求差就可以了,结果如图 3-75 所示。

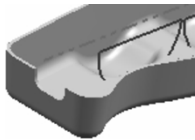


图 3-75 作出电源插座孔

(11)使用变换命令中的用平面做镜像功能,以 XC-YC 为镜像面,镜像出另一半,结果如图 3-76 所示。

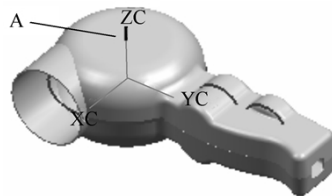


图 3-76 镜像后的结果

(12)以图 3-76 中的 A 面作如图 3-77 所示的草图,以便作出透气孔。

(13)使用“拉伸”命令作出透气孔后,再以类似方法作出开关按钮孔,结果如图 3-78 所示。

单元教案续页

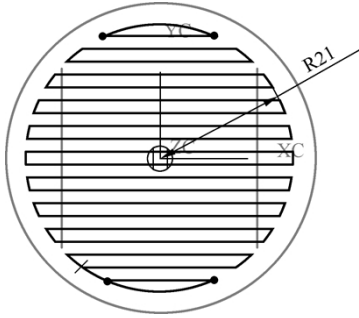


图 3-77 透气孔草图

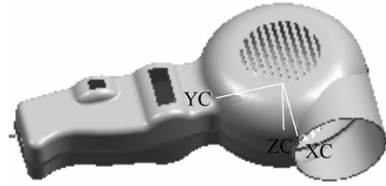


图 3-78 作出开关按钮孔（只有一面有孔）

（14）最后进行隐藏与渲染，结果如图 3-65 所示。

本讲作业

1、重作公章

教材作业题 4

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.2 把手制作	课时：9
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、把手是截面法作图的典型代表，通过对该实例的制作，从而让学生掌握截面法作图的思维方式及操作技巧 2、掌握多种相关草图操作技巧及相关作图命令。	
教学重点： 1、把手是截面法作图的典型代表，通过对该实例的制作，从而让学生掌握截面法作图的思维方式及操作技巧 2、掌握多种相关草图操作技巧及相关作图命令。	
教学难点： 理解截面法作图的原理及方法是本讲的难点。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2分钟； 复习旧课：1~2分钟 作业分析：3~5分钟 讲授新课：38~32分钟 新课小结：1~2分钟 布置作业：1~2分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

4.2.3 把手的制作

把手的制作效果如图 4-27 所示。

分析：本例与前面实例 2 中铁钩的制作类似，也使用截面法。作把手可以利用“已扫掠”命令来完成，因此，主要任务是先作引导线与截面线串，而这两种线串正好是两个垂直方向的截面，作出这些截面线，然后由线框变成面与实体。基本制作过程如下。



图 4.27 把手的效果

1. 作俯视图草图

启动 UG，并新建 sb00.prt 文件，然后进入草图模式，建立如图 4-28 所示的草图（即俯视图方向的截面线）。

此草图是作为引导线串的，其上下两条弧线要求准确地反应把手的外形，图中标注的线串 A 与线串 B 是后面作扫掠的引导线串。

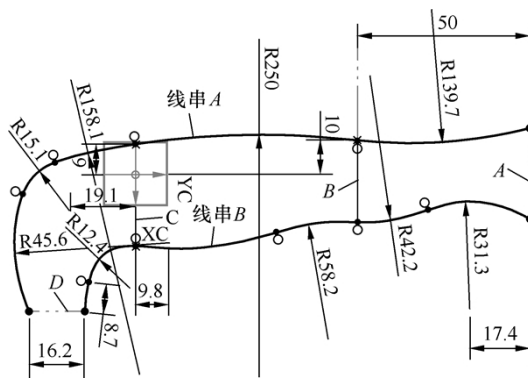


图 4.28 作出的俯视图草图


2. 作各截面草图

在图 4-28 所示的位置 A、B、C、D 分别作出 4 个截面草图，这 4 个草图分别反应这 4 个位置的截面形状（即垂直于俯视图方向的截面线），如图 4-29 所示。


完成这些草图是进一步作图的关键，作图时要注意各草图均要与图 4-28 中的草图在对应的点上共点或共线，否则在作曲面时可能会碰到困难。

单元教案续页

3. 用“已扫掠”命令作曲面

单击“曲面”工具条中的“已扫掠”命令，以图 4-28 中的曲线 A 和曲线 B 为引导线串，然后以图 4-29 中 A~D 处的草图为截面线串作“已扫掠”曲面，在作图过程中，注意选择“对齐”方式为“圆弧长”，其余均采用系统默认方式，即可作出如图 4-30 所示的已扫掠曲面。

4. 作端部

在图 4-30 所示曲面的右侧部分，还要有一个端部，可以直接单击“成形特征”工具条中的“拉伸”命令，对端部草图进行拉伸，注意拉伸时设置锥角为 6° ，拉伸长度为 20mm 即可，结果如图 4-31 所示。

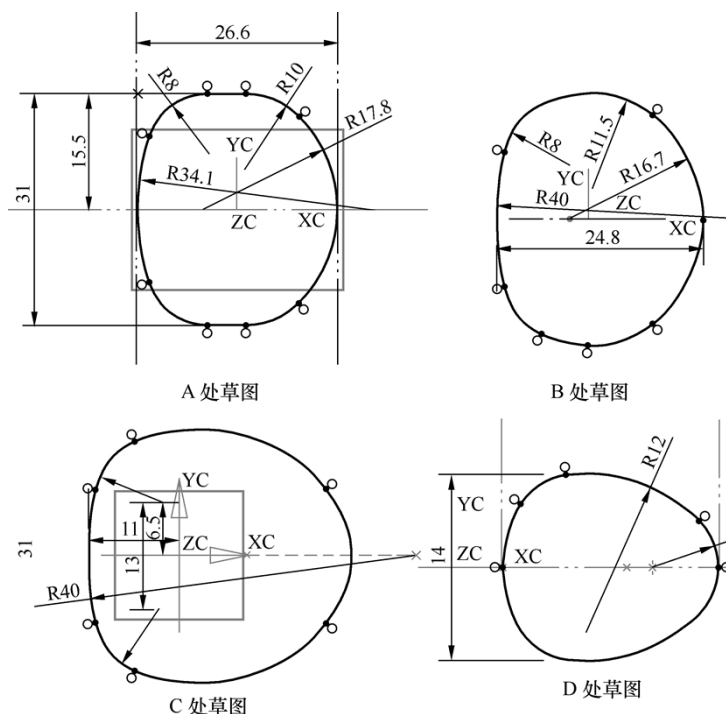


图 4-29 A~D 各处草图

单元教案续页

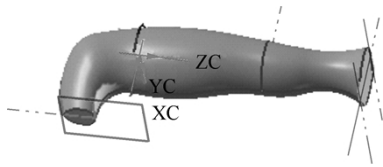


图 4-30 作出的已扫掠曲面

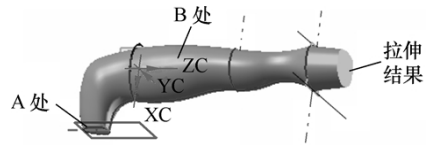


图 4-31 拉伸结果

5. 作各孔的减材料拉伸

完成上面的操作后，可以对 3 个孔进行拉伸减材料操作，其中图 4-31 中的 A 处与 B 处的两个孔需要作草图，分别如图 4-32 所示。

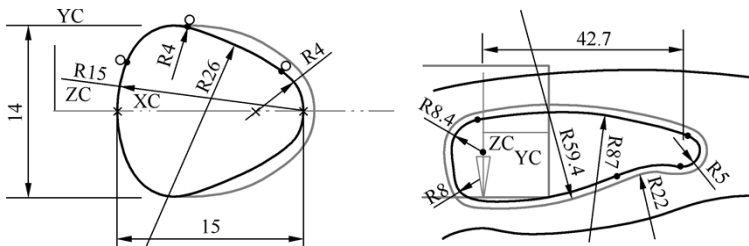


图 4-32 A、B 两处两个孔的草图

在图 4-32 中，A 处的孔的草图可以直接拉伸，拉伸时可以考虑使用 1° 的锥角作拔模角，而 B 处的草图的拉伸过程应该是这样的：先以处圈拉伸，将整个材料穿透，然后以内外两个圈同时拉伸，拉伸长为 20，其中起始为 -10，结束为 10，从而拉伸出台阶，结果如图 4-33 所示。

至于最右侧的孔则可以通过“成形特征”工具条中的“孔”命令来完成，设置孔深为 60mm、孔径为 8mm 即可。

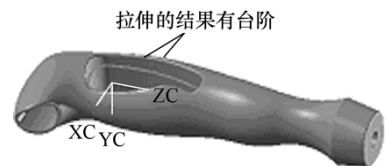


图 4-33 拉伸的结果有台阶

6. 后处理

最后对各处倒圆，如果有必要，可以进行赋材料及其他的后处理工作。最后制作的效果如图 4-27 所示。

单元教案续页

作业：

1. 投影法作图的原理是什么？
2. 重作本实例。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.2 汤匙制作	课时：10
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍投影法作图，通过对实例进行讲解，理解投影法作图的工作原理，及作图注意事项。 2、掌握投影法作图时命令的使用。	
教学重点： 1、绍投影法作图，通过对实例进行讲解，理解投影法作图的工作原理，及作图注意事项。 2、掌握投影法作图时命令的使用。	
教学难点： 理解投影法的原理、如何进行投影分解是本讲的难点。	
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：38~32 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

4.2.4 汤匙的制作

汤匙的效果如图 4-34 所示。

分析：本例形状复杂，可以使用投影法来作图，其基本思想是：先作出在俯视图方向的外形轮廓的投影，然后作出主视图方向的轮廓投影，然后用这两个方向的投影进行合成，生成汤匙的实体轮廓，再用适当的曲面命令合成曲面，最后转换成体。

汤匙的制作过程如下。

1. 建立匙俯视图草图

建立汤匙的半边俯视图的草图，先启动 UG，并新建一个名为 tx.prt 的文件，然后以 XC-YC 为草图面，进入草图环境中，先建一个长半轴为 30mm、短半轴为 20mm 的椭圆，然后建立一根直线与椭圆相交，将交点处倒圆角 R6，如图 4-35 所示。



图 4-34 汤匙的效果

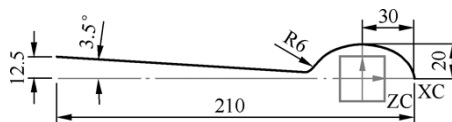


图 4-35 俯视图草图

2. 建立主视图草图

单元教案续页

建立完上述草图后，再以 XC-ZC 为草图面建立主视图草图，如图 4-36 所示，图中上部

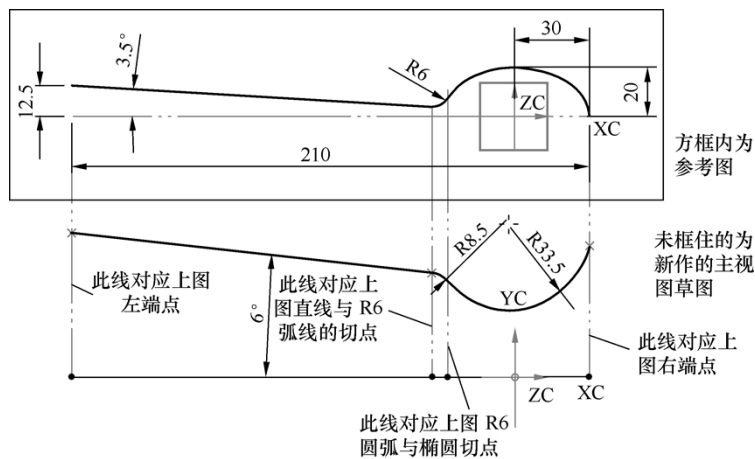


图 4-36 主视图草图（下面未被框住部分）

分用方框框住的部分实际上就是图 4-35 中的草图，下部分未被框住的草图才是新作的草图，之所以将二者合在一起显示是为了说明下部分的草图与前面的草图间的几个对应点的对应关系，读者在作图时是不能将这两个图这样平放的，它们之间其实是垂直关系。参见所有草图作完后的效果图（图 4-38）。

在作完上面的主视图草图后，还要以 XC-ZC 为草图面，作一个用来描绘汤匙侧面外形的草图，它与主视图右端点是共点的，结果与尺寸如图 4-37 所示。

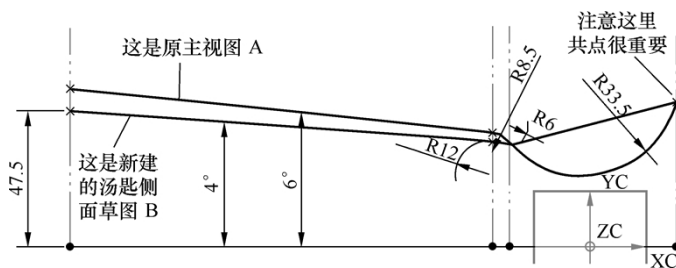



图 4-37 新建的草图

注意：上面的新草图从左到右分别是由与水平线夹角 4° 的直线、R12 的圆弧、R6 的圆弧及与右端点共点的 4 段线组成。每相邻的直线与圆弧以及圆弧与圆弧间均要相切连接。


图 4-38 所示是所有草图作完后的效果，注意图中的说明，并与前面作的图进行比较。

单元教案续页


4. 镜像曲线

单击“曲线”工具条中的“镜像曲线”命令，然后单击图 4-39 中组合投影后的曲线，单击鼠标中键，然后选中图 4-39 中的 XC-ZC 基准面，再单击鼠标中键确定，则完成曲线的镜像。隐藏多余的曲线（将其移至第 22 层），结果如图 4-40 所示。


5. 作样条曲线

为了建立曲面，单击“曲线”工具条中的“样条”命令，然后分别单击图 4-40 中的 3 条曲线的端点 A、B、C，然后单击鼠标中键，完成样条曲线的制作。

6. 作曲面

单击“曲面”工具条中的“已扫掠”命令，弹出“已扫掠”对话框，单击图 4-40 中的曲线 A，然后单击鼠标中键确定；同样单击曲线 B，然后单击鼠标中键确定；单击曲线 C，然后单击鼠标中键确定；再次单击鼠标中键，再单击上一步所作的样条线，然后单击中键 4 次，就完成了曲面的制作，结果如图 4-41 所示。

7. 加厚片体

单击“成形特征”工具条中的“片体加厚”命令，弹出“片体加厚”对话框，在对话框中“第一偏置”处输入“0.5”，“第二偏置”处输入“0”，然后单击“确定”按钮，完成片体加厚操作，形成实体的汤匙。

将实体以外的内容全部隐藏起来，结果只剩下汤匙实体，结果如图 4-42 所示。

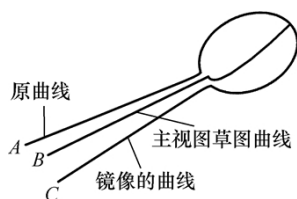


图 4-40 镜像出曲线



图 4-41 作出曲面



图 4-42 汤匙实体

8. 渲染处理

单元教案续页

完成了上面的内容后，可以将汤匙赋予材料“铬”，然后进行渲染，得到如图 4-28 所示的效果。渲染操作可参照前面的实例进行。

作业：

3. 投影法作图的原理是什么？
4. 重作本实例。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.2 自行车坐垫的制作	课时：11
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机，多媒体
教学目的： 1、通过对自行车从垫的制作，让学生加深对投影法作图的理解，并进一步掌握复杂曲面的投影法作图方法，掌握复杂曲面如何进行连接。 2、掌握曲面制作的相关命令与操作技巧与方法。	
教学重点： 1、掌握相关的作图命令。 2、掌握草图操作的技巧与方法。	
教学难点： 如何理解通过不同的曲面制作的曲面进行连接，以便形成更为复杂的曲面。	
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

4.2.5 自行车坐垫的制作

自行车坐垫的效果如图 4-43 所示。

自行车坐垫是一个典型的曲面造型实例，用 UG 对其进行造型有其独特的优势。

分析：本例可以用投影法。作曲面的要点是要作出模型的线框模式，而线框模式则要从主、俯、前等视图分别加以描述，有时还要对产品的特征曲线进行描述，往往难度就集中在作这些视图上，初学者常常是看到曲面形状复杂，无从下手，这与操作思维不成熟、曲面作图较少及没有合适的作图方法有关，因此，对于复杂的造型，可以先分别作出不同视图的最外轮廓，并注意处理好各轮廓间的有机关联与交接点，并在适当时候对曲面进行适当的扩大与延伸，然后进行合理剪裁，最终产生所需要的结果。



下面详细说明其操作过程。

1. 作俯视图草图

启动 UG，并新建 zd-3d.prt 文件，以 XC-YC 为草图平面，并将草图命名为 FS，然后作如图 4-44 所示的草图。

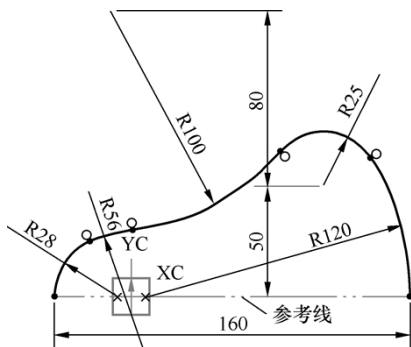
在上面的作图过程中，注意：

(1) 弧 R28 与 R120 的圆心要用几何约束限定在参考线上，这是很重要的，因为如果不这样，今后作出的图可能有凹陷或凸出的情况出现，影响美观。

(2) 圆弧间要两两相切，否则今后在作曲面时会碰到麻烦。

(3) 参考线要约束成与 XC 轴共线，为后面作图提供方便。


上面的注意事项在曲面草图操作中类似，读者可类推到其他曲面制作中。




单元教案续页

2. 作主视图的草图


3. 作坐垫外缘线


在作完上面的曲线后，单击“曲线”工具条中的“组合投影”命令，弹出“组合投影”对话框，先单击图 4-46 中的 C 曲线，然后单击鼠标中键，再将“组合投影”对话框中的过滤器修改为曲线，然后单击图 4-46 中的 B 曲线，然后确定，就会生成新的曲线 D ，此时结果如图 4-47 所示。

4. 作曲面

在上面的操作完成后，注意，此时作成曲面的条件已经成熟了，但制作曲面的方法很多，如用“通过曲线网格”、“已扫掠”等均可，为了让读者尽可能多地掌握不同的操作方法与技巧，此处使用 UG 特有的“截形体”命令来完成，不过截形体有 20 种方法，这里用其中的一种方法来制作作为演示。

5. 生成裙边与实体

将图 4-51 中不必要的曲线隐藏起来，将图 4-46 中的 B 曲线与 C 曲线显示出来，并单击“视图”工具条中的“静态线框”按钮，以便将曲面显示成线框形式

完成上面的操作后，单击“曲面”工具条中的“直纹”命令，将弹出“直纹面”对话框及“选择意图”工具条，将“选择意图”工具条中的内容修改为“已连接的曲线”，然后单击图 4-53 中的曲面的边，单击鼠标中键，注意曲线箭头方向要相同，然后单击图 4-53 中的曲线 L ，将“保留形状”复选框前的勾去掉，将对齐方式由参数修改为“圆弧长”，然后单击“确定”按钮，生成直纹曲面，如图 4-54 所示。

单元教案续页

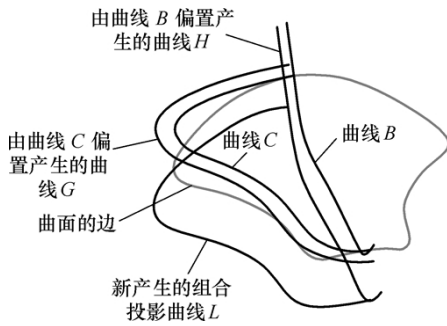


图 4-53 偏置曲线

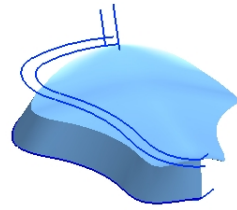






图 4-54 生成直线曲面图

单击“编辑”→“变换”命令，选中图 4-54 中新生成的直纹曲面，单击“确定”按钮后，再单击“用平面做镜像”按钮，在弹出新对话框后，单击“XC-ZC 面”, 确定后，单击“复制”按钮，将生成镜像的曲面。单击“取消”按钮完成镜像过程，结果如图 4-55 所示。

单击“特征操作”工具条中的“缝合”命令，将刚才镜像的曲面及前面一步生成的直纹曲面缝合成一个面，然后单击“特征操作”工具条中的“面倒圆”按钮，先选中刚才缝合的曲面，注意箭头要朝内，如果不朝内，双击箭头即可改变方向；然后选中前面作的自行车坐垫主面，注意箭头要朝下，然后单击“确定”按钮，完成面倒圆操作，结果如图 4-55 所示。

单击“成形特征”工具条中的“片体加厚”命令，然后单击刚才完成面倒圆的曲面，将“片体加厚”对话框中的“第一偏置”修改为 1mm，然后单击“确定”按钮，则完成了将面转换为实体的工作。现将除实体以外包括曲面在内的其他内容移动至第 40 层，然后将第一层设置为工作层，隐藏其他层，结果如图 4-56 所示。

作业：

1. “缝合”后的曲面是开放的与封闭的，结果有什么不同？
2. 重作本实例。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.3 曲面建模 曲面建模特点	课时：12
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机，多媒体
教学目的： 1、通过对自行车从垫的制作，让学生加深对投影法作图的理解，并进一步掌握复杂曲面的投影法作图方法，掌握复杂曲面如何进行连接。 2、掌握曲面制作的相关命令与操作技巧与方法。	
教学重点： 1、掌握相关的作图命令。 2、掌握草图操作的技巧与方法。	
教学难点： 如何理解通过不同的曲面制作的曲面进行连接，以便形成更为复杂的曲面。	
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2分钟； 复习旧课：1~2分钟 作业分析：3~5分钟 讲授新课：78~82分钟 新课小结：1~2分钟 布置作业：1~2分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

2.3.1 曲面造型的特点

曲面建模是建模过程中难度最大的，有的曲面形状要求准确，精度要求高；有的曲面形状要求不特别精确，但可能形状复杂，则操作起来要有较好的处理方法。一般地，日常生活中的用品，大多精度要求不高，形状可能是千差万别的，如玩具、生活器皿等；工业中的产品可能有较高的精度要求，其形体可能也是复杂的，这样就要求进行精确建模。曲面建模可以有多种方法，在UG中，目前应用较多的有以下几种。

一. 投影法

基本思想是找出曲面的两向或三向最大外轮廓的投影或曲面特征曲线，然后用这些投影合成曲线，再由线连接成面，由面组合成体，这种造型方法就是所谓的投影法。投影法需要多个视图方向的投影曲线，而这些投影曲线可以通过视图操作的方法得到，也可以使用规律曲线等方法获得，在实际操作中，用得较多的是UG中的“组合投影”、“投影”等命令。

二. 截面法

这种造型方法的特点是通过要对造型的对象用多个假想平面，沿一个路径或多个不同方向路径作一系列垂直于这些路径的剖切，得到一系列的剖切线，然后将这些剖切线通过适当的曲面命令，如直纹、通过曲线网格等命令，连接成曲面，然后得到实体的造型方法。

三. 自由曲面法

在UG中提供了专用的“自由曲面成形”工具条，其造型思路是根据要造型的物体的特征，作出一个初步的形状，然后再通过多种变换手段，如片体变形、X成形、极点光顺等，将曲面变换成需要的形状或者是先作出曲面的一个关键面，然后以该面为基础

单元教案续页

体，如对尺寸精度要求不高的玩具类产品。自由曲面法得到的曲面一般是非参数化的曲面，而投影法得到的可以是参数化的曲面，因此，自由曲面法类似用橡皮泥制作产品的过程，将橡皮泥不断捏捻（相当对片体变换），逐渐形成最终形体。

除了自由曲面法，要作出曲面形体首先要作出线框模型，也就是线架，只有作出了线架，才能作出相应的形体。本节中列举了多个实例，将对截面法与投影法做重点介绍，逆向造型法及自由曲面造型法则只做少量讲解。另外，曲面命令中有编辑命令，会在各实例中用到，就不专门进行讲解了，请读者注意用到的曲面编辑命令及其使用方法。

四. 逆向造型法

所谓逆向造型，又称反求工程（Inverse Engineering）或反求设计（Inverse Design），它是以设计方法学为指导，以现代设计理论、方法、技术为基础，运用各种专业人员的工程设计经验、知识和创新思维，对已有新产品进行解剖、深化和再创造，是已有设计的设计，这就是反求工程的含义，特别强调再创造是反求的灵魂。简单地说，体现在 UG 产品设计中就是从实物样件获取产品数学模型的技术。在 UG 中，使用云点进行逆向造型或使用模板进行逆向造型是两种常用的逆向造型方法。第一种方法：先用某种方法，如三坐标测量机读出已知物体的不同位置的点的三维坐标，然后将这些点输入到计算机中，再将这些点连成线、由线连成面或者直接由点使用 UG 中提供的云点命令变换成面，最终获得反应实物形状的造型。第二种方法：UG 软件本身有配套的逆向工程软件，单击“工具”→“Imageware 集成”弹出“Imageware 集成”对话框，然后单击对话框中的“启动 Imageware”按钮就可以启动 Imageware 软件进行逆向造型，但 Imageware 软件需要事先安装，并在 UG 环境变量中设置 UGII_IMAGEWARE_EXEC 为安装 Imageware 软件路径才能启动，由于本书介绍的侧重点不同，因此不对这些内容作详细介绍，如果读者有兴趣可以参看相关教程。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.3 曲面建模 直纹及通过曲线组	课时：13
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机，多媒体
教学目的： 1、通过对自行车从垫的制作，让学生加深对投影法作图的理解，并进一步掌握复杂曲面的投影法作图方法，掌握复杂曲面如何进行连接。 2、掌握曲面制作的相关命令与操作技巧与方法。	
教学重点： 1、掌握相关的作图命令。 2、掌握草图操作的技巧与方法。	
教学难点： 如何理解通过不同的曲面制作的曲面进行连接，以便形成更为复杂的曲面。	
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

2.3.2 “直纹”、“通过曲线组”命令及实例

一. “直纹”、“通过曲线组”命令

在UG中，“直纹”命令与“通过曲线组”命令的操作过程类似，因此，在将这两个命令放在一起讨论。

“直纹”命令只需要使用两条曲线来制作曲面，操作过程非常简单：单击“直纹”命令后，弹出“直纹”对话框，先单击其中的一组曲线，单击鼠标中键后再选中另一根曲线，此时，如果有必要，可以对“直纹”对话框中的“对齐”方式进行修改，否则，直接单击鼠标中键就可完成曲面的制作。

“通过曲线组”命令操作与此类似，不同的是它可以选择多根曲线来组成曲面，且每选中一根曲线需要单击鼠标中键一次，当所有曲线选择完成后，也可修改各项参数：如“连续性”、“对齐”、“输出曲面选项”及“设置”等项目，修改完成后就可以得到相应的曲面了。“通过曲线组”命令对话框如图2-165所示。

其中，在该对话框中的“连续性”处有G0、G1、G2几个连续性符号，表示曲面或曲线实际连续的程度。其数值越大，说明连续性越好。G0表示两个面相连，面与面间没有缝隙，但两个面不相切，即所谓的点连续，交连续；G1表示两个面相连且相切，连接的曲面光滑过渡，但曲率半径不同，称为相切连续；G2表示连接的两个面不但相切，且其曲率相同，称为曲率连续。其实还可以有G3、G4、G5等，不过曲面作到G2连续就不容易。实际产品中可能要求G2或更高的连续，但设计时有难度，要根据具体情况进行具体操作。

“对齐”则是指各截面线上各对应点之间的对齐方式，可分为“参数”、“圆弧长”、“根据点”、“距离”、“角度”、“脊线”及“根据分段”几种情况，如图2-166左侧所示是“根据点”对齐方式，中间是“参数”对齐方式，右侧是“角度”对齐方式，注意图中A

单元教案续页

处的不同。

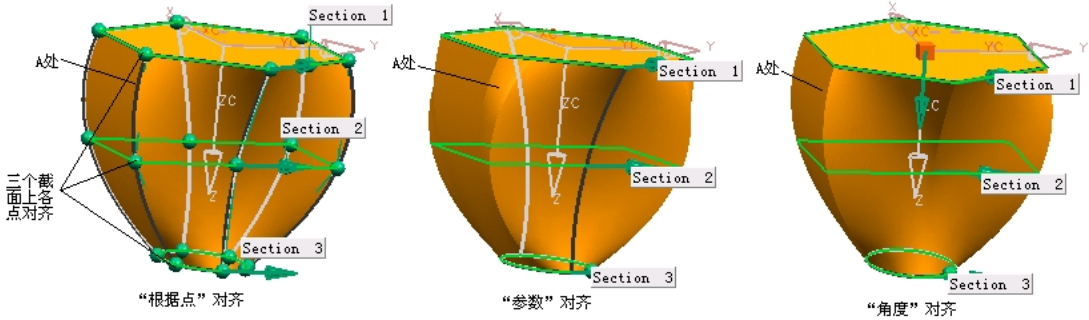


图 2-166 不同对齐方式的比较

需要注意的是，要修改“对齐”方式，需要先将“设置”区域中的“保留形状”复选框前面的钩号 \checkmark 去掉，否则，部分对齐方式将不允许！另外，UG 对“通过曲线组”命令进行了改进，允许第一截面线串与最后一个截面线串用点来代替，但这受到“对齐”方式的影响，如在使用“根据点”对齐方式时，就不能使用点作截面线串。为了掌握该命令的灵活运用，下面看实例操作。

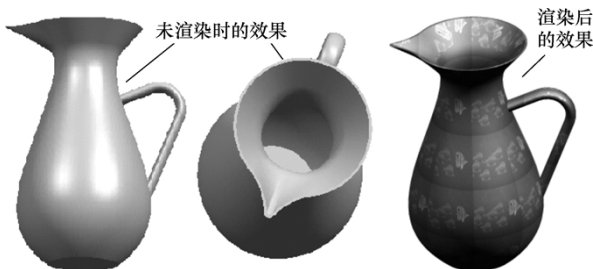
实例 1 饮料罐制作（截面法作图）

饮料罐的效果图如图 2-167 所示。

分析：本例可以使用截面法来制作，将饮料罐剖切成若干个截面，然后利用曲面命令完成建模。下面详述其操作步骤。

1. 制作罐嘴草图

首先制作罐嘴的草图，这是第一个截面形状，以 XC-YC 草图平面绘制如图 2-168 所示的草图。



揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.3 曲面建模 通过曲线网格命令	课时：14
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机，多媒体
教学目的： 1、通过对自行车从垫的制作，让学生加深对投影法作图的理解，并进一步掌握复杂曲面的投影法作图方法，掌握复杂曲面如何进行连接。 2、掌握曲面制作的相关命令与操作技巧与方法。	
教学重点： 1、掌握相关的作图命令。 2、掌握草图操作的技巧与方法。	
教学难点： 如何理解通过不同的曲面制作的曲面进行连接，以便形成更为复杂的曲面。	
教学过程时间分配 （包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

2.3.3 “通过曲线网格”命令及实例

一. “通过曲线网格”命令

只要仔细研究一下建模过程就会发现，不论多么复杂的模型，首先要建立框架，然后再建成实体或片体。而在所有曲面命令中，“通过曲线网格”命令是应用最多的命令之一。为了完成复杂曲面的建立，要掌握好此命令的用法。

单击“通过曲线网格”命令，会弹出“通过曲线网格”对话框，如图 2-185 所示。



图 2-185 “通过曲线网格”对话框

在此对话框中，第一组曲线是主线串，单击该区域中的“列表”可以展开主线串列表；第二组是交叉线串，同样可以展开“列表”来观察或修改选取的曲线串。

在正常情况下，“通过 M 、 N 均为大于或等于 2 的自然数。操作时，先依次选择 M 条主线串，每选择一条主线串就要按鼠标中键确定一次，主线串选择完成后，在开始选择交叉线串前，要再单击鼠标中键一次，表示主线串已经选择完成；然后依次选择 N 条交叉线串，也是每选择一条交叉线串，单击鼠标中键一次，当交叉线串也选择完成后，再单击鼠标中键一次，就可以完成面的制作。

“通过曲线网格”命令作图时用的曲线框架如图 2-186 左侧所示。在此框架中，用 $M1 \sim M3$ 表示主线串， $C1 \sim C4$ 表示交叉线串。作出的曲面如图 2-186 右侧所示。曲线网格”命令是由 M 条主线串和 N 条交叉线串组成的，其中，

单元教案续页

“通过曲线网格”命令作图时用的曲线框架如图 2-186 左侧所示。在此框架中，用 $M1 \sim M3$ 表示主线串， $C1 \sim C4$ 表示交叉线串。作出的曲面如图 2-186 右侧所示。

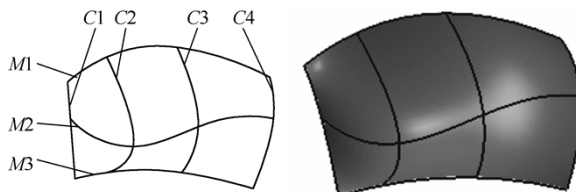


图 2-186 “通过曲线网格”命令用框架及曲面

但是，此命令在选择主线串时，允许最多选择两个点作为主线串，这两个点的选择规定只能作为第一条或最后一条主线串。

实际作图时，会遇到主线串数加交叉线串数总数为 2 条、3 条、4 条、5 条或更多的情况，不同情况，其作曲面的方法不同，下面分别给予简介。

如果框架只有 3 条曲线，则可以按图 2-187 所示制作。

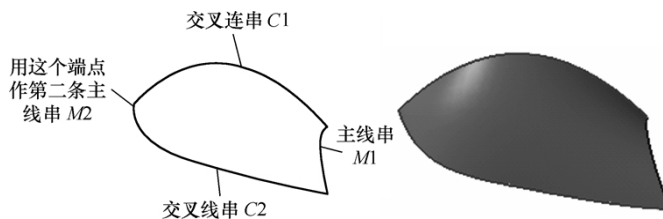


图 2-187 3 条曲线作曲面

如果是两条曲线，则可以如图 2-188 所示这样来制作。

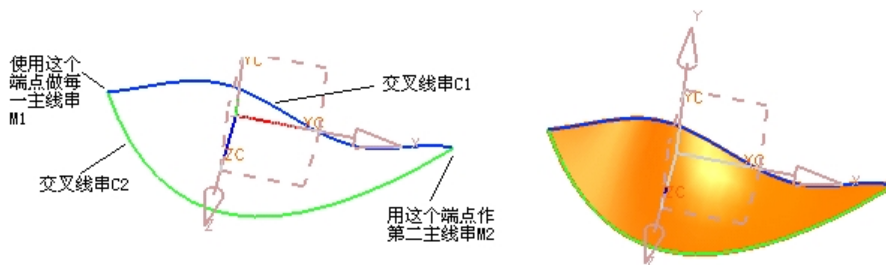


图 2-188 2 条曲线作曲面

另外，还可能有 5 条曲线的情况，这时作成曲面需要进行特殊处理，读者可以参照本章 2.3.7 曲面造型综合实例中的实例 1—电熨斗制作来进行操作。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.3 实例	课时：15
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机，多媒体
教学目的： 1、通过对自行车从垫的制作，让学生加深对投影法作图的理解，并进一步掌握复杂曲面的投影法作图方法，掌握复杂曲面如何进行连接。 2、掌握曲面制作的相关命令与操作技巧与方法。	
教学重点： 1、掌握相关的作图命令。 2、掌握草图操作的技巧与方法。	
教学难点： 如何理解通过不同的曲面制作的曲面进行连接，以便形成更为复杂的曲面。	
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

二. 实例操作

风扇叶片制作（投影法作图）

风扇叶片的效果如图 2-212 所示。

分析：本例也使用投影法，因风扇形状特殊，其外形投影不是通过投影命令来完成的，而是通过曲线的制作来得到外形的投影的。因此，本例是一种特殊的外形投影。

(1) 启动 UG 并新建 fsy.prt 文件，以默认的草图平面作如图 2-213 所示的草图。

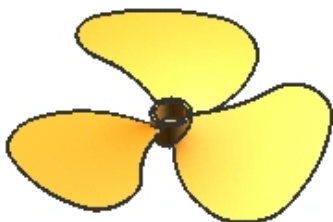


图 2-212 风扇叶片效果

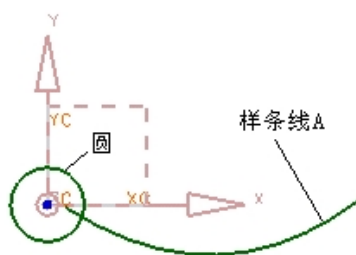


图 2-213 叶片草图之一

(2) 将图 2-213 所示的“样条线”A 用“实例几何体”命令，将其在 Z 方向上平移 15mm，进行复制，结果如图 2-214 所示。操作时注意将“实例几何体”对话框中的“关联”复选按钮中的钩去掉，使曲线不具有关联性。

(3) 然后使用“移动对象”(Ctrl+Shift+M) 命令使该曲线绕 ZC 轴旋转 90°，旋转时使用“移动”选项；再作如图 2-215 所示的平行于 XY 面的草图参考线 K，该线端点与旋转后的曲线共端点，然后使用“移动对象”命令将图 2-214 中平移复制的曲线绕该参考线 K 旋转 8°，结果如图 2-215 所示。

(4) 使用“样条”命令制作两条样条线，分别将图 2-216 中的两条线的左侧端点与右侧端点连接成线，从而生成一个线框。

(5) 先将 WCS 坐标旋转到以前的 ZC 轴朝上的状态，再使用“曲面”工具条中的“通过曲线网格”命令对上面的 4 条曲线作曲面，结果如图 2-217 所示。

图 2-216 叶片草图之四

图 2-217 作成曲面的结果

(6) 对曲面进行修剪：先以 XC-YC 面为草图面进入草图状态，然后作如图 2-218 所示的草图。作图时使用“静态线框”模式显示。

单元教案续页

(7) 使用“修剪的片体”命令以上面的草图对曲面进行修剪，将曲面的多余部分剪裁掉，结果如图 2-219 所示。

(8) 使用“片体加厚”命令，将刚才的曲面加厚 1mm，然后使用“实例几何体”命令，对加厚的片体绕 ZC 轴旋转复制，得到如图 2-220 所示的结果。

(9) 以 XC-YC 为草图平面，作一个圆，其直径为 20mm，然后拉伸此圆，得到扇子的轴部分，结果如图 2-221 所示。

(10) 将上面的实体使用“求和”命令求和，使它们成为一个整体，然后使用“拉伸”命令对轴进行拉伸，得到轴孔，并使用倒圆与倒角功能对轴进行修整，最后隐藏不必要的内容，结果如图 2-222 所示。

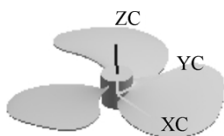


图 2-221 作出扇子的轴

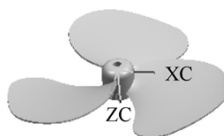


图 2-222 完成的扇子叶片

(11) 进行后处理，使用塑料材料进行渲染，得到如图 2-212 所示的最后效果

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.3.4 扫描命令及实例	课时：16
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机，多媒体
教学目的： 1、通过对自行车从垫的制作，让学生加深对投影法作图的理解，并进一步掌握复杂曲面的投影法作图方法，掌握复杂曲面如何进行连接。 2、掌握曲面制作的相关命令与操作技巧与方法。	
教学重点： 1、掌握相关的作图命令。 2、掌握草图操作的技巧与方法。	
教学难点： 如何理解通过不同的曲面制作的曲面进行连接，以便形成更为复杂的曲面。	
教学过程时间分配 （包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

2.3.4 扫掠命令及实例

一. 扫掠命令

UG 扫掠命令共有 5 个，前面我们使用了其中的“沿导引线扫掠”、“管道”、“变化的扫掠”等，下面我们来看下“扫掠”命令的使用。

单击“曲面”工具条中的“扫掠”命令按钮，会弹出“扫掠”对话框，如图 2-223 所示。

在使用时，先选择截面线，可以多选，然后再选择引导线，最多只能选 3 根，有必要时可以使用脊线，根据需要，可以修改“截面选项”面板中的内容。如图 2-224 左侧所示是一个线框，其中有曲线 A、B、C 作为截面线，截面线可以有 3 根，同时也有 3 根引导线 L1、L2、L3，引导线最多只能有 3 根，操作时，先分别单击 3 根截面线 A、B、C，每单击一次则单击鼠标中键一次，然后再单击鼠标中键，分别单击 3 根引导线 L1、L2、L3，也是每单击一次鼠标中键一次，最后单击“确定”就可以完成操作，结果如图 2-285 右侧所示。

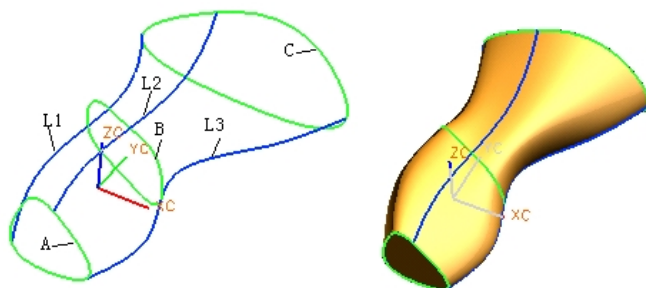


图 2-224 扫掠操作

为了更进一步理解该命令的使用，我们来看下具体的实例操作。

二. 实例操作

单元教案续页

实例 1 铁钩制作（截面法作图）

铁钩的最终效果如图 2-225 所示。

在 2.3.1 小节“利用草图建模”这一节里制作了一个钩的草图，现在就利用此草图来完成一个完整铁钩的制作过程。



分析：本例还是利用截面法来制作，先作出钩的不同位置处的截面形状，然后用适当的曲面命令来完成作图。值得注意的是，本例当作出截面框架后，可以用“扫掠”、“通过曲线网格”等命令来完成作图，因此，作曲面的方法可以有多种。



图 2-225 铁钩的效果

1. 建立主轮廓草图



在前面图 2-11 中，我们建立了钩的草图，现在打开该草图，将其另存为 `gou.prt` 文件，然后进入建模环境中，双击草图，进入草图环境中，对原草图进行修改，修改的效果如图 2-226 说明部分所示。这是作出了俯视图方向的截面。

在上面的修改中，参考线 1、2 均为水平线，参考线 3 与原来的中心线重合，参考线 5 的两个端点分别是弧（R6.5 的小圆弧）的两个端点，而参考线 4 则是参考线 5 中点处的一垂直线，与原来的 R6.5 的弧相交，单击“编辑”→“编辑曲线”命令或单击“草图操作”工具条中的“编辑曲线”命令，在弹出的“编辑曲线”对话框中单击“分割曲线”按钮，在新弹出的“编辑曲线”对话框中单击“根据边界对象分段”按钮，然后先单击半径为 6.5 的弧，然后单击参考线 4，最后在弧与参考线 4 的交点附近单击，并单击鼠标中键，就将原来的弧（R6.5）在交点处打断，单击“取消”按钮完成打断操作。

完成上面的草图修改后，退出草图环境，进入下一步的操作。

2. 建立各截面草图



建立完上面俯视图方向的截面后，就可以作垂直于俯视图方向的截面了。现在建立各截面草图，截面草图的数量越多，则成形后的效果越和实际情况相符。


(1) 单击“成形特征”工具条中的“草图”按钮，在工作区的左上角弹出“草图浮动”工具条，单击其中的“基准平面”按钮，弹出“基准平面”对话框，然后请按图 2-227 所示的步骤进行操作。

完成以上操作，就进入到了草图环境中。

(2) 以图 2-227 中的第一步选中的直线 *A* 的中点为圆心，作一圆，其半径是直线 *A* 长度的一半，然后退出草图，结果如图 2-228 所示。

单元教案续页

完成上面操作后，单击“成形特征”工具条中的“回转”命令，弹出“回转”对话框，将“选择条”工具条中的内容修改为“单个曲线”，然后单击图 2-226 中的圆弧段 A 或 B 均可，只要选择一段，然后单击“确定”按钮，并单击图 2-226 中的参考线 4，然后在“回转”对话框中修改布尔运算为“并”，单击“确定”按钮，完成钩尖处的建模。隐藏不必要的内容后进行赋材料操作。

单击 UG 右侧导航栏中的“系统材料”按钮，选择其中的材料 steel 球，按住鼠标左键不放将此球拖至钩上以后松手，就将 steel（钢）这种材料赋给了钩，然后单击“视图”→“可视化”→“高质量图片”命令，弹出“高质量图片”对话框，单击“开始渲染”按钮，渲染完成后，单击“保存”按钮，将刚才渲染的效果保存成 TIF 格式的图片文件，打开此 TIF 格式的文件，就可以看到渲染后的真实效果，如图 2-225 所示。

在进行曲面操作时，可参考图 2-232 的提示。

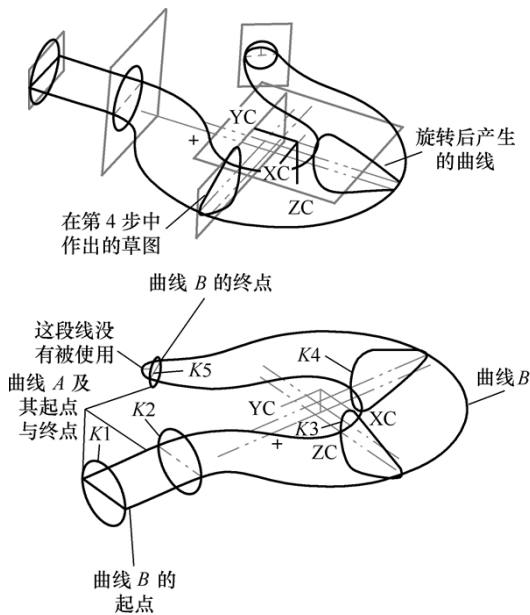



图 2-231 旋转后得到的曲线

图 2-232 选择参考

(1) 作钩身主体部分曲面。

单击“曲面”工具条中的“扫掠”命令，弹出“扫掠”对话框，将“选择条”工具条内容修改为“相切曲线”，进行截面选择，单击图 2-231 中 K1 处后确定，会出现一个方向箭头，注意后面选择的箭头方向要与此箭头方向相同，且在同一侧；同理，单击 K2 处后确定，也有方向箭头出现，看看其方向是否与前面的箭头方向相同，如果方向不同，允许再单击以改变方向，直到方向相同为止，就可进行下一步的选择了；同理，完成 K3、K4、K5 等处的选择，完成各处截面线选择后，方向效果如图 2-233 所示。注意各箭头的方向与位置，另外注意其中有两段线未使用，其颜色不同。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题： 2.3.5 剖切曲面命令	课时： 17
教学方法： 讲授	教具： 多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学： 1~2 分钟； 复习旧课： 1~2 分钟 作业分析： 3~5 分钟 讲授新课： 38~32 分钟 新课小结： 1~2 分钟 布置作业： 1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

2.3.5 剖切曲面及实例

一. 剖切曲面命令



UG 中的“剖切曲面”命令实际上一个命令集，单击“曲面”工具条中的“剖切曲面”命令按钮，会弹出如图 2-226 所示的对话框，单击其中的“类型”右侧的下拉按钮，会弹出如图 2-226 右侧所示命令列表，共有 20 个命令。



图 2-226 “剖切曲面”对话框

这些命令操作时有共同点，它们大多会使用多根曲线来制作曲面，而这些曲面可能是“起始引导线”、“终止引导线”、“肩曲线”、“脊线”等。解释如下：1.起始引导线、终止引导线：曲面的起始边界线与终止边界线。可以是任何曲线，但二者夹角应在 90° 以内。可以参见图 2-227 中的位置关系。

2.肩：曲线将通过的一根曲线，它的位置高于始边与终边，但比后面说的顶点低。如图 2-227 中的肩线。

3.顶点：就是顶曲线，是曲面的最高点，曲面不会通过此曲线，它用来对曲面的曲率进行控制。可以参见图 2-227 中的位置关系。

单元教案续页

5.高亮显示点: 是肩点的另一种表示方法。一般情况下肩只有一个, 在曲面靠近中间的位置, 但有时有两个, 则用高亮显示点来表示。

6.内点: 是曲线的一种表示方法, 是所谓的“内部引导线”。曲面将经过这些内点, 即曲面将完全通过这些曲线。因此这些曲线过渡要平缓些。

为了弄清这些内容, 我们下面对这 20 个命令中的部分命令进行介绍, 以让大家有所了解。为操作方便, 我们总是以图 2-228 所示的曲线作为操作对象。请读者注意操作时, 曲线 A~F 的选择顺序与“剖切曲面”对话框中各相应的曲线之间的对应关系。

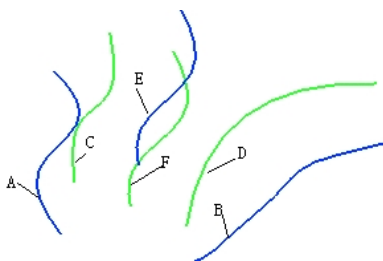



图 2-228 “剖切曲线”线架

1.端点-顶点-肩点

单击“剖切曲面”按钮, 当弹出“剖切曲面”对话框的后, 将“类型”修改为“端点-顶点-肩点”

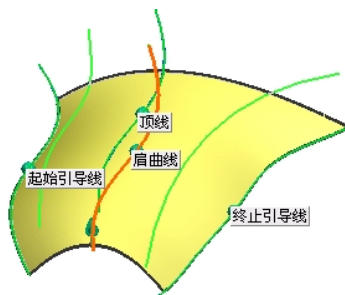


图 2-229 “端点-顶点-肩点”产生的剖切曲面

然后分别单击图 2-228 中的曲线 A、B、E、F、F, 注意每单击一根曲线后要按鼠标中键一次, 以结束该曲线的选择, 其中, 在上面操作时, 按了两次 F 线, 第一次按 F 线是表示肩线, 第二次按则是所谓的脊线, 其实脊线也可以使用其它曲线。最后效果如图 2-229 所示。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.3.7 综合实例 1	课时：18
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：38~32 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

实例 1 特形曲面制作

如图 2-235 左侧所示是一个复杂曲面，由多个曲面组成，各面间连续性为 G1 或 G2，因此是光滑的曲面。

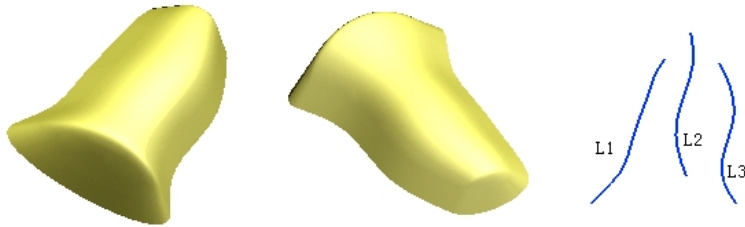



图 2-235 复杂曲面

操作过程如下：

1.制作如图 2-235 右侧所示的三条曲线。

2.使用“拉伸”命令，对图 2-235 右侧图中的曲线 L1 进行拉伸，拉伸时，单击“矢量构造器”，当弹出“矢量”对话框时，将“类型”修改为“按系数”，然后将“I”设置为-0.6，“K”设置为-0.8；将拉伸长度设置为 15，单击鼠标中键完成操作，产生拉伸曲面 P1，结果如图 2-236 左侧所示。

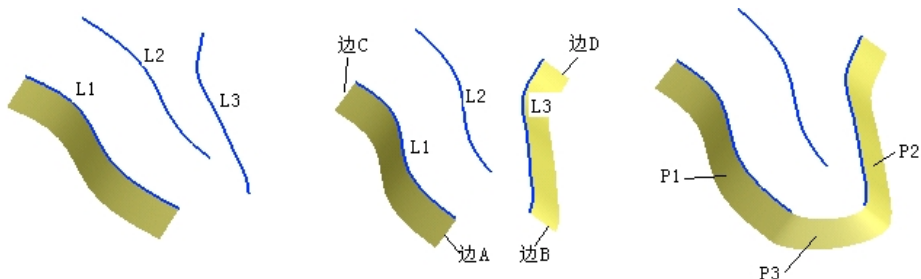



图 2-236 制作拉伸与桥接曲面

3.同理，拉伸 L3，得到曲面 P2，结果如图 2-236 中间图所示。拉伸时设置方向矢量的系数为 I=0.6，K=-0.8 即可。

4.单击“曲面”工具条中的“桥接”命令按钮，弹出“桥接”对话框，单击图 2-236 中间图中的边 A 处，选中左边的曲面，会产生一个沿边 A 向上的箭头，注意此时不要单击鼠标中键，再单击右边曲面的边 B 处，也产生一个沿边 B 向上的箭头，然后将对话框中的“连续类型”修改为“相切”，单击鼠标中键多次，就产生了新的曲面 P3，结果如图 2-236 右侧所示。

单元教案续页

6.单击“剖切曲面”，将“类型”修改为“圆角-桥接”，然后先单击图 2-237 中的曲线 L1, L2, 再单击曲面 P1、P2, 每单击一次曲线或曲面，都要单击鼠标中键一次，然后将连续性修改为 G2, 再单击鼠标中键，完成曲面 P5, 结果如图 2-237 中间图所示。

7.再对面 P3 及 P5 进行桥接、对面 P4 及 P5 进行桥接，结果如图 2-237 右侧所示。

8.使用“特征”工具条中的“缝合”命令对所有曲面进行缝合，并进行后处理，得到图 2-235 左侧所示效果。

2.3.6 自由曲面成型及实例

一. 主要命令

如图 2-238 所示是“自由曲面成型”工具条，其中提供了多种制作曲面的工具及曲面编辑工具，下面先介绍一下几个主要命令的使用。

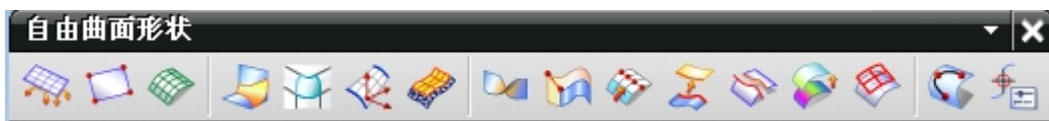

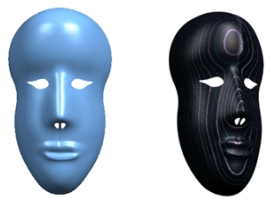


图 2-238 “自由曲面成型”工具条

1. 四点曲面

“四点曲面”操作过程是依次在作图区中选择 4 个点或输入点坐标，按鼠标中键就可完成操作，如输入四个点： $(0, 0, 0)$ 、 $(100, 0, 0)$ 、 $(0, 100, 100)$ 、及 $(0, 100, 0)$ 。结果如图 2-239 左侧所示。



实例 1 人脸制作（自由曲面法）

图 2-241 所示为一人脸面具。其中左边为没有渲染的效果，右侧是进行渲染后的效果。

人脸面具的制作可以有多种方法，在这里使用自由曲面造型的方法来制作，方法比较简单，读者易于接受。另外，由于是面具，因此，制作不一定要要求很精确，所以造型以形似为主。如果要得到精确的造型，可以用其他方法来实现，必要时，读者可以与作者联系。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：2.3.7 综合实例 2	课时：19
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：38~32 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

实例 1 电熨斗制作（自由曲面法）

电器外壳的效果如图 2-250 所示。

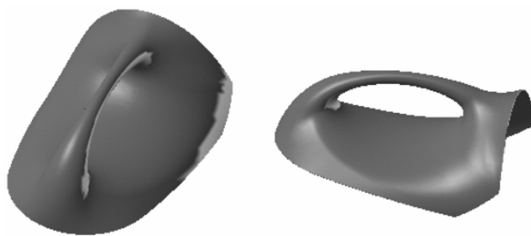
分析：这种外壳形状特殊，按照前面的投影法来投影，得到了五边形曲面，因此，此例将向读者介绍五边形曲面的制作方法。

下面讲解其操作过程。

先作图 2-251 所示的俯视图草图。

然后作主视图草图，如图 2-252 所示。

注意将此草图中的各曲线打断为多段，以方便后面的操作。将上面的图 2-251 与图 2-252 作完后的三维效果如图 2-253 左侧图所示。



化妆品瓶盖制作（综合法）

化妆品瓶盖效果如图 2-272 所示。该瓶盖是塑料件，其形状特殊，其制作可以综合前面所学知识进行综合造型。




图 2-272 化妆品瓶盖效果


操作过程：

（1）制作如图 2-273 左侧所示的草图进行旋转，旋转时使用片体，不旋转成实体。结果如图 2-273 右侧所示。

图 2-273 旋转及草图

（2）制作图 2-274 左侧所示的草图，拉伸成曲面，然后使用“修剪与延伸”命令进行修剪，并隐藏刚才的拉伸曲面，结果得到如图 2-274 右侧所示的效果。

单元教案续页

(3) 对修剪后的片体加厚 2mm，并作一个与 XY 面相距 18 的基准面，然后在此基准面上制作草图如图 2-275 左侧所示。在作草图时，使用草图环境中的“交点”命令  作出草图基准面与加厚片体的内侧边的交点，并以这两个交点作为圆弧的端点，作出半径为 32 的圆弧。

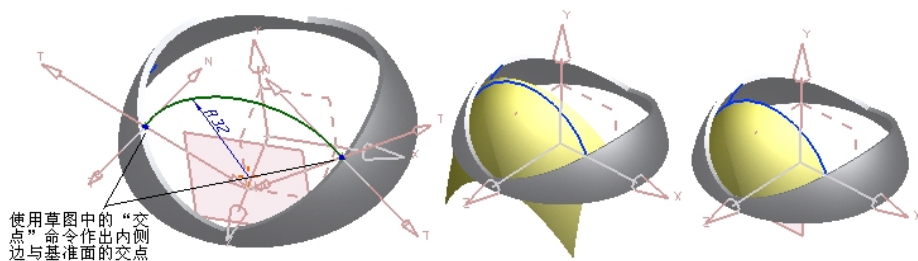




图 2-275 制作草图与曲面

(4) 以图 2-275 左侧图中的边线 A、B 及草图曲线 C 作“N 边曲面” ，结果如图 2-275 中间所示。再使用“修剪的片体”命令 ，以边 A、B、及草图作为修剪工具，对 N 边曲面进行修剪，结果如图 2-275 右侧所示。记该曲面为 P 曲面。

(5) 在 XZ 面内作一圆弧形草图，圆弧两端分别与上面图 2-275 左侧中作的草图的端点共点，结果如图 2-276 左侧所示。

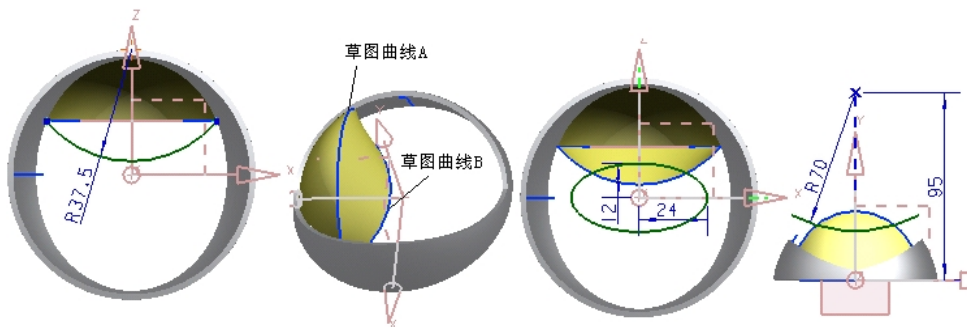


图 2-276 制作草图及直纹曲面

(6) 以刚才作的草图曲线 B 及前面作的草图曲线 A 作“直纹”曲面，结果如图 2-276 左侧第二图所示，记该曲面为 K 曲面。在 XZ 面内作椭圆草图，如图 2-276 左侧第三图所示。在 XY 面内作圆弧形草图，如图 2-276 右侧图所示。

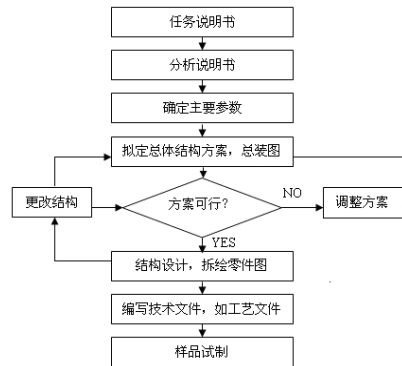
揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：第3章 产品设计 3.1 产品设计过程对比	课时：20
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
素质（思政）内容： 通过坐标系的学习，我们应当明白，运动是绝对的，静止是相对的！我们应理智的看待生活中发生的问题，以客观的角度的去评价。 通过学习产品装配，树立大局意识，发扬团结协作和集体主义精神。	
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2分钟； 复习旧课：1~2分钟 作业分析：3~5分钟 讲授新课：38~32分钟 新课小结：1~2分钟 布置作业：1~2分钟	
课后记：	

单元教案续页

一、机械设计过程比较



机械产品传统设计过程如图 3-1 所示。

图 3-1 传统的机械设计过程

根据上图 3-1 所示的过程，可以总结其特点是：

(1) 所有环节都是依靠设计者用手工方式来完成，从而具有速度慢，可修改性差，不便检查。一般而言，传统设计是凭藉设计者直接的或间接的经验知识，通过类比分析法或经验公式来确定设计方案。方案选定后按机械零件的设计方法设计零件或按标准选用零件，最后绘出整机及部件的装配图和零件图，编写技术文件，从而完成整机设计。

(2) 传统的机械设计方法，设计者的大部分时间和精力都耗费在装配图和零部件图的绘制（绘图工作约占设计时间的 70%左右）上，因而对整机全局的问题难于进行深入研究，对于一些困难而费时的分析计算，常常只得用作图法或类比定值等粗糙的方法，因此方案的拟定在很大程度上取决于设计者的个人经验，在分析计算工作中，由于受人工计算条件的限制，只能采用静态的或近似方法而难以按动态的或精确的方法计算，计算结果未能完全反映零部件的真正工作状态，影响了设计质量。

(3) 设计工作周期长，效率低。由于每一幅工程图都要由设计者一笔一笔绘制出来，绘图本身就要大量时间，如果在实施过程中，出现结构或原理修改，则整个图纸要大量返工或推倒重来，即使只有少量结构图要修改，如果该结构牵涉到其它相关部件较多，则修改工作量仍然是可观的。

(4) 图纸的可利用率几乎为零。系列或同类产品重复绘制图纸，大大影响了设计效率。

(5) 不能及时进行动力学与运动学分析，只有通过实验来完成这些工作。

利用现代虚拟环境下，使用各种工程软件来完成机械产品的设计与开发，就能圆满地克服这些问题。下图 3-2 是在 UG 模式下的机械产品设计过程。

单元教案续页

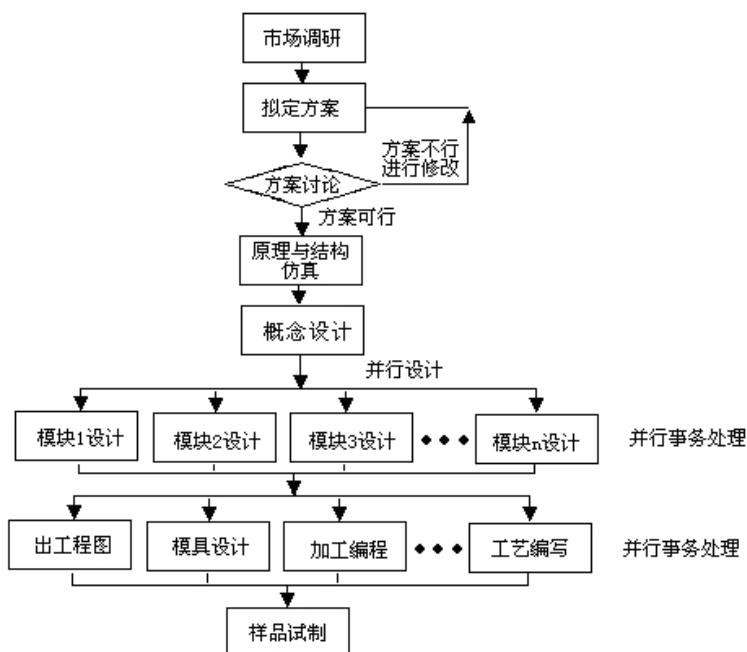


图 3-2 UG 环境下设计模式

从上图可以看出，由于使用自顶向下的设计方法，综合运用系统工程理论，以及使用全关联参数化设计，使得产品的设计从概念模型到最后的的产品完成，具有诸多好处：

- (1) 设计者可以将大部分精力用于解决全局性问题而不是画图工作；
- (2) 应用 WAVE (UG 超级链接功能) 设计模式，产品具有关键参数控制功能，保证了相连部件间的尺寸关联，达到尺寸的一致性；
- (3) 使用三维设计，可以很形象地看到部件的每一个细节，从而判断其正确与否；
- (3) 可以很方便地进行类似设计，或进行产品整体结构或局部结构的修改而不用从头来，从而节约大量的重复时间；
- (4) 相关或类似零件可以再生，零件利用率高；能进行原理性、结构性的动力学或运动学仿真，减少实验成本与设计差错；
- (5) 整个设计采用并行设计模式，具有高效、可重用、易修改维护等多种优势。

在图 3-2 中提到概念设计，对不同领域其含义不同，在 UG 设计环境下，可以理解为根据用户对产品的实用性、安全性、经济性等需求，提炼出产品的外观、结构、形状、性能等设计参数，并以模块的形式设计出对应的产品初步模型，然后在这个基础上进一步细化，最终得到产品的每一个细节结构的过程，概念设计的主要任务是：

- 1、根据用户需求，确定系统总体布局与关键控制参数；
- 2、划分并确定系统模块，并设计模块间联系参数，多以草图、表达式、基准及曲线形式给出；
- 3、将设计方案中得到的系统参数分配到系统全局及各模块中；

单元教案续页

4、体现各模块间的联系，并将这些联系克隆到相关模块中。这种设计体现了系统工程的思想，将一个复杂系统分成若干个具有逻辑联系的模块，各模块相对独立或各模块间仅有少量联系，由参数进行传递，从而使各模块可以相互独立设计，细节设计完全由各模块的设计者自行决定；各模块可以由不同的设计团队同时进行设计，提高了工作效率；

5、使用自顶向下设计模式，使大而复杂的系统变得简单化，降低了复杂程度；通用性与互换性好。当各模块设计好后，各工作部门可以同时进行出工程图（总装图、部装图、零件图），模具设计（五金模、塑料模），加工编程，三维装配与爆炸图，工艺文件编写与制定，……，均可同时进行。

在UG环境下，其设计结构的相关联性既节约了大量的重复工作量，又保证各相关零件间的尺寸一致性，从而保证了整个设计的高度可维护性。

揭阳职业技术学院

单元教案首页


课题：3.2 设计工具	课时：21
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：38~32 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

工具及设置


UG 环境下有常见的七种设计工具，下面做简单介绍。

3.2.1 装配导航器

“装配导航器”是进行产品设计时的一个重要工具，其作用是以树状结构显示零件的装配关系，提供建立、编辑、管理部件的多种功能。启动时只需要在右侧的导航栏中单击“装配导航器”图标即可。如图 3-3 所示，它的内容反应了整个系统装配的层次关系。单击“装配导航器”中前面的钩号√，可以将该内容设置或取消其屏幕上的显示；如果在“装配导航器”中空白处右击，可以弹出快捷菜单，如图 3-4 所示。在进行设计时，一般要单击快捷菜单中的“WAVE 模式”，让其打上钩√，如图 3-4 所示，这样做，可以在右击导航器中的某个部件时，快捷菜单中包含“WAVE”菜单项，如图 3-5 所示。

UG 装配在 WAVE 模式时，具有链接功能，是进行产品设计的重要途径，在图 3-5 中的“WAVE”菜单中，“新建级别”命令是用来进行模块设计的；“创建链接部件”则是完成产品细分到零件时设计零件的，往往作为产品最终装配用的零件；“将几何体复制到组件”、“将几何体复制到部件”及“将几何体复制到新部件”可用来进行产品几何特征的复制及创建类似部件，且这些部件都与原部件具有关联性。


3.2.2 WAVE 几何链接器

“WAVE 几何链接器”是一个重要工具，可以根据设计意图及目的的不同，进行部件间的点、线、面、区域、实体或草图的拷贝，从而满足不同的设计需要。单击“装配”工具栏中的“WAVE 几何链接器”图标，可以启动“WAVE 几何链接器”对话框如图 3-6 所示。

操作时，可以根据需要，修改“类型”下面的下拉框，并从中选择点、基准、体等内容，以方便对象链接；还可能改变“关联”复选框及其它复选框，以便更符合需要。

单元教案续页

3.2.3 部件导航器

启动时只需要在右侧的导航栏中单击图标即可，可以对部件进行编辑、变换、拉伸、排序等多种操作。在UG中，大多编辑工作可以直接双击要修改的部件，系统会自动弹出编辑对话框，但有些内容的修改，如链接属性的修改，就需要使用“部件导航器”。

“部件导航器”出除了可以对部件进行各种操作外，下面还有一个“相关性”窗口，如图3-8所示。



图 3-7 “部件导航器”

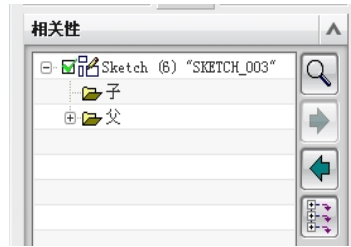


图 3-8 “相关性”窗口

“相关性”窗口反应了部件间的关联情况，并可从中判断各相关部件间的父子关系，使用前面所说的“创建链接部件”命令所创建的链接部件会显示在该对话框中，这对于一个复杂的设计是非常有用的。

3.2.4 关联性管理器

当装配或会话中的部件更改时，“WAVE 关联性管理器”可在更新部件间的链接时进行控制、显示过时的部件并提供更新个别部件。如图3-8是“WAVE 关联性管理器”对话框。

启动“WAVE 关联性管理器”是通过菜单“装配”→“WAVE”→“关联性管理器”来启动的。但在默认状态下，“装配”菜单中没有“WAVE”菜单项，此时，可以在工具栏上右击，再单击弹出的快捷菜单中最后的“定制...”，结果弹出“定制”对话框，单击“命令”页面，在“类别”组中，单击“装配”，然后在右侧的“命令”中，按住“WAVE”不松开鼠标拖到“装配”菜单中，再松开鼠标即可将“WAVE”菜单项添加到“装配”菜单中。后面可能还碰到其它默认状态下，UG中没有的菜单项，请读者也仿此操作。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：3.3 参数化设计技术 1	课时：22
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：38~32 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

1.1 参数化技术

在 UG 的产品设计中, 时常用到参数化这个概念, 那么, 什么是参数化技术? 参数化设计 (Parametric) 设计 (也叫尺寸驱动 Dimension-Driven), 是 CAD 技术在实际应用中提出的课题, 它不仅可使 CAD 系统具有交互式绘图功能, 还具有自动绘图的功能。

参数化技术大致可分为如下三种方法: (1) 基于几何约束的数学方法; (2) 基于几何原理的人工智能方法; (3) 基于特征模型的造型方法。参数化设计有一种驱动机制即参数驱动, 参数驱动机制是基于对图形数据的操作。通过参数驱动机制, 可以对图形的几何数据进行参数化修改。

UG 的参数化技术, 包括了约束建模、特征建模及人工智能的多种方法。一般地, 按参数影响的范围又可分为零件内参数化建模与零件间参数化建模及产品间参数化建模。

所谓零件内参数化, 简单来说就是在建立一个零件时, 可以用一个或多个参数进行驱动, 其余参数则可通过这些参数来进行驱动, 达到驱动参数的改变, 影响其余参数自动改变的目的。

UG 中用什么工具与方法来完成参数化建模? 在零件内, 通过约束、基于特征模型的方式进行参数化建模; 在零件间, 不但包括约束与基于特征模型的方式进行参数化建模, 还使用 WAVE 链接技术来完成这种建模, 不过, WAVE 链接技术也是 UG 进行产品自顶向下设计的重要工具。

UG 约束包括几何约束与尺寸约束, 这些约束可以对图形的尺寸、位置与形状进行限制, 从而使其符合设计需求。参数化的目的就是要让图形的形状、位置、尺寸是可控的, 因此, 约束是 UG 参数化技术中的重要手段之一。

我们设计图形时, 都可以用公式的方式给出符合某种规律的表达式来限定图形的形状、位置与尺寸。因此, 表达式也是参数化技术的另一种手段, 但公式正是基于特征模型建模的一种反映。

UG 中经常提到的 WAVE 链接技术到底是什么? WAVE (What-if Alternative Value Engineer) 技术是 EDS 公司推出的参数关联设计技术, 前面提到, UG 允许一个零件内部各参数间产生关联, 从而达到参数驱动的目的, 如何让一个零件的驱动参数来控制或影响另一个零件? WAVE 就是这样一种技术手段, 可以通过 WAVE 链接, 用一个零件的参数传递并影响另一个零件或整个装配, 从而实现零件间的关联, 这就是 WAVE 链接技术。

单元教案续页

3.3.1 零件内参数化建模

一. UG 表达式


在进行参数化操作举例前我们先来看看 UG 中的表达式，因为在进行操作时，我们常常用到这些表达式，如果设计人员不能理解这些表达式，你可能难以设计出你希望的东西。

表达式就是由常量、变量、函数、运算符号组成的有意义的式子。在 UG 中，表达式符合 C 语言的运算规则，下面就将这些内容作个介绍。

常量：如 $X=10$, $Y=-5$, $P1=2.36$

变量：在使用过程中是变化的量，如下式中的 D。

$D= IF (d0=8) 8.7 ELSE IF (d0=9)9.8 ELSE IF (d0=10)10.8 ELSE IF (d0=11)11.8 ELSE IF (d0=12)13 ELSE IF (d0=13)14.1 ELSE IF (d0=14)15.1 ELSE 16.2;$

函数：UG 提供大量的系统函数，如：SIN ()，ABS ()，LOG ()，MAX () 等，共计二百多个，读者在使用时，可以在图 3-2 所示的对话框中单击“函数”图标 ，来显示和选择更多的函数，以满足需要。

运行符号又分为：

算术运算符号：+、-、*、/、^等；

关系运算符号：<，<=，>，>=，!=，==等，分别代表小于、小于等于、大于、大于等于、不等于和比较运算符。

布尔运算符号：&、||、!表示与、或、非。

表达式举例：

数学表达式，如： $5*\sin(18)+2/3$ ， $\max(3,5,7)+20^0.125$ 等，结果为数值。

关系表达式，如： $3!=5$ ， $d0<8$ 等，结果为逻辑值。

布尔表达式，如： $1\&\&0$ ， $d=4\ ||\ d=9$ 等，结果为逻辑值。

综合表达式，结果常为逻辑值，如： $(5!=6)<(9-2>10)$

另外，UG 中提供了一个特殊表达式，就是 IF 表达式，其格式为：

IF (条件) 结果 1 ELSE 结果 2。

该语句的含义是：如果“条件”成立，则表达式的值为“结果 1”，否则，表达式的值为“结果 2”。其中，“条件”即为关系表达式或布尔表达式；而“结果 1”与“结果 2”也可以是一个表达式或是常数，当然也可以包括是 IF 表达式在内的其它表达式，如果“结果 1”与“结果 2”又出现表达式，就组成了所谓的嵌套格式。下面举的实例中，就有这种嵌套格式的表达式。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：3.3 参数化设计技术 2	课时：23
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：38~32 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

二. 零件内参数化举例

零件内参数化就是将一个零件用若干个参数来驱动，通过修改驱动参数，可以达到修改整个零件的目的。零件内参数化作图，可以全部用参数驱动，也可以部分使用几何约束来限定图形的形状与位置，如保证两圆同心，两线平行等等可以使用几何约束来完成，从而减少尺寸约束的数量。

下面以图 3-13 所示的孔用弹性 A 型挡圈为例，来说明参数化零件的设计过程。

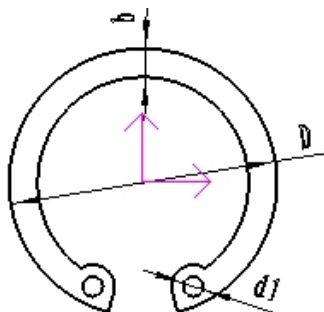


图 3-13 孔用弹性 A 型挡圈

孔用弹性 A 型挡圈的主要参数是孔径 d_0 ，相应的挡圈用 D 表示，厚用 s 表示，挡圈宽 b ，挡圈小孔尺寸 d_1 ，这些参数都可以在机械设计手册中查到，其它尺寸在手册中没有作过多规定。

现在根据在机械设计手册中查得的一组数据（只是部分数据，取 d_0 在 8~15 间的数值）：当 d_0 取值分别为 8~15 时， D 的取值对应为 8.7, 9.8, 10.8, 11.8, 13, 14.1, 15.1, 16.2；而 s 、 d_1 与 b 与 d_0 有分段对应关系。因此， d_0 确定后，其余参数就与之形成了对应关系，现用 UG 表达式表示如下：

$$D = \text{IF} (d_0=8) 8.7 \text{ ELSE IF} (d_0=9) 9.8 \text{ ELSE IF} (d_0=10) 10.8 \text{ ELSE IF} (d_0=11) 11.8 \text{ ELSE IF} (d_0=12) 13 \text{ ELSE IF} (d_0=13) 14.1 \text{ ELSE IF} (d_0=14) 15.1 \text{ ELSE } 16.2 ;$$

(3-1)

关系式表达了 d_0 与 D 之间的对应关系，是按照机械设计手册查得的。需要注意的是， d_0 的值只能在 8~15 间取整数，本表达式仅给出了手册中的部分数据。其它表达式也是如此。

在这个关系式中，用到了上面提到的 IF 表达式，其余的表达式可分别给出如下：


$$s = \text{IF} (d_0=8 \parallel d_0=9) 0.6 \text{ ELSE IF} (d_0 \geq 10 \ \& \ d_0 \leq 13) 0.8 \text{ ELSE } 1 ;$$

(3-2)

$$b = \text{IF} (d_0=8) 1 \text{ ELSE IF} (d_0=9) 1.2 \text{ ELSE IF} (d_0 \geq 10 \ \& \ d_0 \leq 13) 1.7 \text{ ELSE } 2.1 ;$$


(3-3)

单元教案续页

单击“工具”→“表达式”，弹出“表达式”对话框如图 3-14 所示。在对话框的“名称”处输入表达式的名称，如 d_0 ，然后“公式”处输入表达式内容：8，然后在右侧类型下拉框中将类型改为“恒定”，再单击“确定”按钮，完成一个公式的输入，最后，单击“确定”按钮，完成公式的编辑。同样地，输入公式 3，即 3 ，然后，请作一根中心线，其直径为 $D-1.5*b$ ，如图 3-16 中右侧图中的虚线，再作两个小圆，用几何约束进行约束：使这两个圆“同心”，让外圆与直线 A “相切”，并使外圆的中心在刚才作的中心线上（“点在线上”约束）；再输入内圆直径公式，即前面的公式 4：

$$d_1 = \text{IF}(d_0=8 \parallel d_0=9)1 \text{ ELSE IF}(d_0 \geq 10 \ \& \ d_0 \leq 12)1.5 \ \text{ELSE } 1.7.$$

作外圆的直径尺寸约束，公式为： $1.4*d_1$ 。

现在，请用“草图操作”工具条中的“镜像”命令，对刚才作的内外圆以 Y 轴进行镜像，并进行修剪，结果如图 3-17 所示。

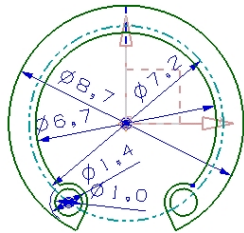


图 3-17 修剪后的结果

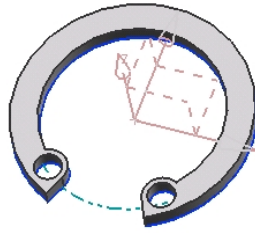


图 3-18 成型后结果

现在完成草图操作后，使用“拉伸”命令对草图进行拉伸，并在“拉伸”对话框中的“距离”右侧的下拉框中输入公式 2 中等号右侧的内容：

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：3.4 自顶向下设计技术	课时：24
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：38~32 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

1.1 系统工程与自顶向下产品设计

自顶向下设计是系统工程的内容，系统工程的思想是将一个大的工程分解为多个有逻辑关系的子系统或称为模块，每个子系统有自己的设计准则、设计约束；每个子系统可以相互独立地进行设计，从而实现所谓的并行工程。例如，设计一架飞机，可以分为机身、航电、动力等等模块，这些模块间有联系，但又有内部的独立性，因此，只要理清了系统间的关系，一个子系统内部是可以独立进行设计的，因此，用系统工程的方法，可以同时设计机身、航电、动力等不同部件；当然，每个子系统又可以再次进行细分成若干下级子系统来由不同的设计团队完成，这样一个团队只须关心自己的设计模块，从而提高了设计的效率；按类似方法，不断将子模块进行细分，直到最后将系统细分到具体的零部件为止，是所谓的自顶向下设计模式。

在 UG 环境下的自顶向下设计过程，主要是依赖 WAVE 几何链接器来进行。在设计时，通过布局，可以得到系统的组成模块，每一个模块的具体作用、性能参数、外形尺寸、与其它模块间的连接参数、安装位置与尺寸、通讯方式及参数等设计数据，将这些数据进行有机链接，组成分级分层结构，最终完成整个系统的构造。

一般而言，在系统顶层，包括的内容为：系统的性能参数、系统外形尺寸、各模块的外形尺寸、各模块的安装位置与尺寸、模块间的连接、控制方式及通讯方式等。在下级模块层，包括模块内的参数，主要有：各零件与部件间的相关性、零件与部件的大小形状、零件与部件的装配关系等。

一个系统可以设计成如图 3-58 所示的模块结构。系统由 n 个模块组成，各模块又可分为更小的若干个模块，如此下去，可分为 M 层，组成树状结构。各模块通过 WAVE 链接来控制系统内各模块间及模块内的主要参数。

UG 中的自顶向下设计是 UG 产品设计的一个亮点，它可以通过将上层设计的参数依次向下层传递来控制各下级模块间链接参数，从而使整个系统的修改变得容易；另外，它可以实现并行工程，从而加快工程进展。

单元教案续页

3.4.1 产品设计过程

一个产品的开发，首先要满足市场与社会的需求，这种需求会以一定的形式反映到产品的参数中，从而制约产品的设计。比如说，设计一辆家用小汽车，用户会对汽车的外观、价格、舒适性、安全性、使用性等有要求，这些要求就会反应到汽车的设计中，如价格要求，就会反应在材料的使用、功能配置等方面；舒适性就会反应汽车空间大小（结构尺寸）、座位数等；使用性要求会反应汽车的动力大小、变速箱的性能、尺寸及参数等，总之，通过这些用户需求，最终将以不同形式的参数反应在汽车的设计中，从而形成汽车的外观形状与尺寸、各主要部件（主要模块）的关键参数及各主要部件之间的联系参数等数据的变化。由这些参数设计出汽车各部分的主要结构及各模块间的相对位置与相互关系，形成了所谓的概念设计。通过概念设计，再由细节设计工程师完成各部分细化工作，直到整个系统最终以零件的形式出现，完成细节设计。整个产品的设计过程可以由以下图 3-59 来说明。

一. 系统设计的约定

在使用 UG 进行产品设计前，先要对产品设计有关事项进行约定，以便设计时各设计组成员能统一行动，各模块的设计工作能同时进行而不会相互矛盾与干扰，减少不必要的麻烦。

1. 必须仔细规划

在进行产品设计布局时，设计团队要仔细分析、规划各模块，理顺系统的控制主线（主控参数）以及各模块间的相互关系与影响因素，如果一个单位的产品有一定的模式性，要做出和自己产品相关的框架模式，尽可能避免设计缺陷，以免造成后续设计的不断修改，特别要防止重大修改，因为这样可能会花费很大的修改成本。

2. 统一命名规则

统一命名包括文件命名、引用集命名、表达式命名、重要参数命名等。这些命名的统一有利于整个团队的信息交流与数据管理。另外，一个系统设计时可能有成千上万的零件，关系错综复杂，如果命名不统一，将造成不必要的麻烦，因此，在设计前，统一命名规则是必要的。

各企业可以根据自己的设计习惯进行命名，下面给出一个参考建议：

对于零件命名：

(1) 以整个系统的名称作为命名零件的首字符串，如设计汽车系统，以汽车型号作为首字符串，然后在下划线后加入控制结构标志或装配结构标志，这里需要说明的是，UG 设计模式下控制结构是用来控制整个产品的主线，是系统的中枢神经，而装配结构是产品装配的最终效果，两者都属装配操作。例如，设计 A10 型汽车，控制结构用 CS 表示，

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：设计实例 1	课时：25
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：38~32 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

3.4.2 产品设计实例

为了让读者掌握产品的设计过程，下面以多个实例来进行说明。

一. 电冰箱设计

设计后的电冰箱如图 3-62 所示。

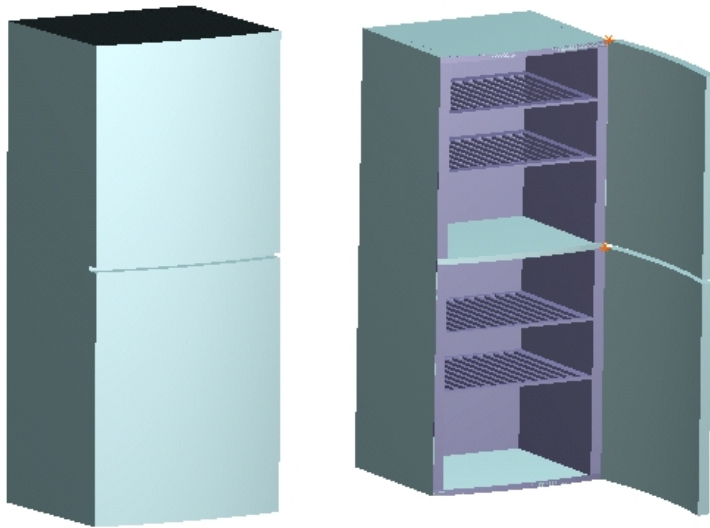


图 3-62 电冰箱效果

1. 结构分析

首先分析下电冰箱的结构与组成。这部分要认真组织分析，不能粗心，重要部件及参数不能遗漏，否则为后续操作带来不便。

1. 电器部分：包括输入电源、指示灯、温控器、控制电路等部分。
2. 制冷部分：压缩机、冷凝器、蒸发器、节流器；
3. 箱体部分：箱体外壳、冷冻室内胆、冷藏室内胆。
4. 箱外壳：外壳、冷冻室门、冷藏室门、填充保温材料。
5. 冷冻室：包括内胆、箱内支架。
6. 冷藏室：包括内胆、内部支架。

单元教案续页

每一个主要部分又可以细分，如压缩机，又可分为电动机、压缩泵、密封外壳等。还可细分，如电动机又分为定子、转子、支撑架等。如此还可继续分到单一零件为止，比如分到一个螺丝、垫片等。但为了问题讨论的简单化，我们假设以图 3-63 的底层作为最终部件，而不具体到每一个单一零件（其实他们可以继续细分）。因此这样的划分非真正的最终单一零件，这样做的目的是节约篇幅，同时又能让读者明白设计过程。

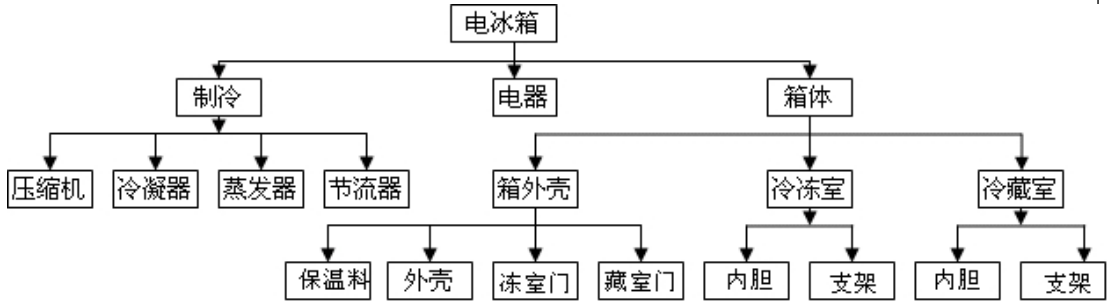


图 3-63 电冰箱控制结构

2. 主控制结构

顶层控制，即图 3-63 中电冰箱这一级，主要控制冰箱总体布局，包括高（BX-CS-H）、冷冻室高（BX-CS-LDS-H）、宽（BX-CS-W）、厚（BX-CS-L）；这些可以使用表达式与基准面相结构来表达，其中各基准面间距离以上面各参数来约束。

制冷部件在冰箱中布局：压缩机位置，用基准面来确定，设置压缩机半径及高两个变量 BX-CS-YSJ-H 与 BX-CS-YSJ-R。通过基准或草图表示冷凝器位置、蒸发器及节流器位置；

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：设计实例 2	课时：26
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：38~32 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

二. 弹子挂锁设计

设计如图 3-88 所示的锁系列，让锁型号来控制结构。

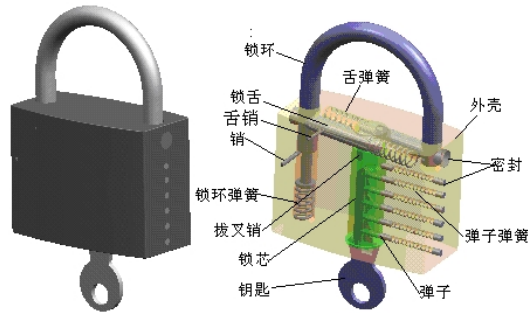


图 3-88 弹子锁

1. 控制结构图

控制结构是指通过某些参数来控制整个系统尺寸与结构的变化。弹子锁主要参数有：外形尺寸、锁芯直径；锁舌所在平面及锁舌间的距离。

可以将弹子锁分为两个大模块：锁体与锁簧；其中锁体包括锁环、外壳、锁舌体、锁环弹簧、锁销等部件；锁簧包括锁芯、钥匙、弹子、拨叉销、弹子弹簧等；而锁舌体可以包括舌销、锁舌、舌弹簧等。

如果将锁的外形随型号与锁的各参数关联，可以设计一个表达式，让这些外形尺寸与型号通过函数关系对应，这样通过修改型号就可以改变相应外形尺寸，从而可以设计出系列产品；当然，这种设计还应包括各部分尺寸的相关联性。根据这一思路，设计锁的控制结构图如图 3-89 所示。

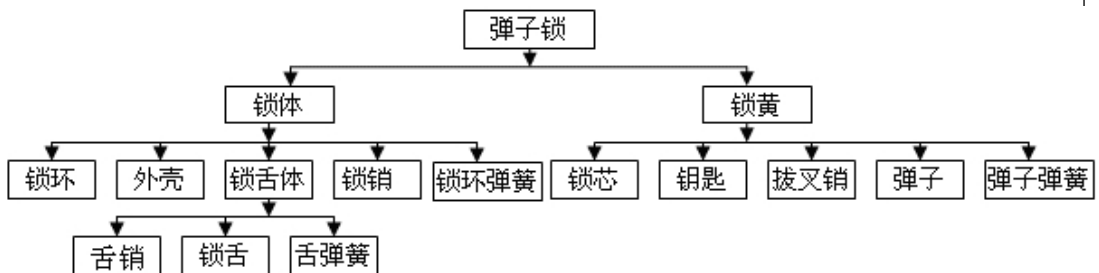


图 3-89 锁的控制结构

单元教案续页

2. 建立控制部件

在 E 盘建立 DZS 文件夹，用来存放弹子锁系统。启动 UG 后，建立控制结构的最早的部件 DZS-CS.prt，进入建模环境后，在表达式中输入如下公式：

$XH=1$ //表示锁的型号，目前型号是 1 号，假设我们共有 4 种型号，用数字 1~4 表示。

$Lmax=IF(XH=1) 40 ELSE IF(XH=2) 50 ELSE IF(XH=3) 60 ELSE 70$ //不同型号时锁的长度值。

通过这两个表达式，将使锁的长度参数 $Lmax$ 受型号参数 XH 来控制，不过用户需要注意，此处只设置了锁的四种型号，分别是 1-4，因此，不能输入其它数据，否则输入无效。

现在进入 21 层，作草图如图 3-90 左侧所示。注意在此草图中，加入了参数 $Lmax$ 来控制锁的长度，高度公式是 $H=Lmax/3$ ，弧的半径公式是 $R=Lmax*1.2$ 。

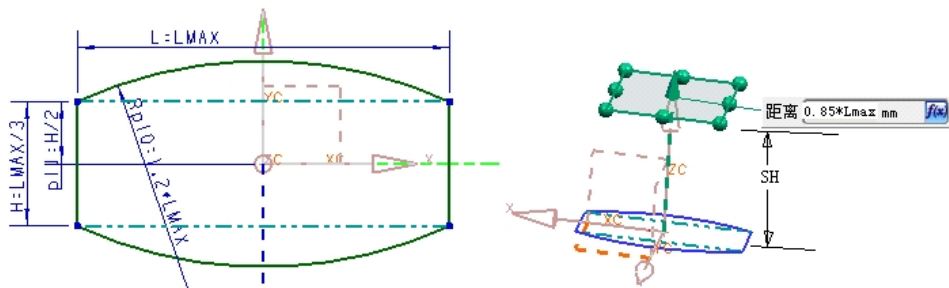


图 3-90 制作顶层控制

进入 62 层，作锁的上部平面，使该平面与 WCS 的 XY 面的距离 SH 为 $0.85*Lmax$ ；如图 3-90 右侧所示。同理，作锁舌平面，将距离设置为 $0.85*Lmax-7$ 。参见图 3-91 所示。

进入 22 层，作锁环草图，如图 3-91 左侧所示。注意锁环的半径由下面的公式来控制：
 $R_{p24}=IF(XH=1) LMAX/2-3 ELSE IF(XH=2) LMAX/2-3.5 ELSE IF(XH=3) LMAX/2-4 ELSE LMAX/2-4.5$ ；图中的 $p27$ 由下式确定：

$p27=IF(XH=1) 18 ELSE IF(XH=2) 21 ELSE IF(XH=3) 26 ELSE 30$ ；

$p26=20$ ；

$p25=4$ ；

同理，在 22 层作锁环的截面圆草图。并使其直径符合下面表达式：

$R=IF(XH=1) 4 ELSE IF(XH=2) 5 ELSE IF(XH=3) 6 ELSE 7$

揭阳职业技术学院

单元教案首页

课题：3.5 传统装配 1	课时：27
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：38~32 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

3.5 传统装配

一般地，产品的三维模型设计完成后，就要进行三维装配，而三维装配可以按前面的实例进行绝对定位装配，UG 中还提供了约束装配。

所谓约束装配，就是通过对两个要装配的对象使用多种约束，以保证对象间的相对位置。为了让读者能理解其中的各项操作命令，制作减速器进行装配练习。


3.5.1 装配实例


一. 减速器的装配

减速器由小齿轮组件、大齿轮组件、箱体组件三大部件组成，或者说是三个主要模块，因此，可以先对这 3 个模块进行部分装配，然后再将这 3 个部件装配成一个整体，再做其他处理，这样装配便于完整操作。同时，读者要注意，在作整个机器的各零件三维模型时，其零件标号也应是以前组件为单位进行标注，如小齿轮组件以 01-开头，大齿轮组件以 02-开头，箱体部件以 03-开头，总装配以 00-开头，另外，对于装配后的三维模型，如果要转换成工程图，则在原图名后面加上-dwg 来进行区分，这样操作便于理解、区分、查找与操作。这些规定可以参考前面产品设计时的约定或自行决定。

1. 安装小齿轮组件

启动 UG，并新建 01-00-zp.prt 文件，用来装配减速器中的小齿轮组件，因此，这是一个部装图，只装配减速器中的部分零件，为后续装配做准备。

进入到 UG 的基本环境中后，单击“开始”→“装配”命令或单击“应用”工具条中的“装配”命令，即可弹出“装配”工具条，进入到装配环境中。装配工具条一般放在屏幕的底部，功能按钮较多，其部分功能按钮显示效果如图 3-105 所示。

进入了基本环境中，单击“添加现有组件”按钮，弹出“添加组件”对话框，单击“打开”按钮，弹出“部件名”对话框，在其中修改目录到本书附带光盘的 ugfile\ZP\JSQ 目录下（读者可以修改到自己光盘的安装目录下），选择 01-01-clz.prt 文件，它是一根齿轮轴，确定后，弹出“部件预览”窗口和“添加组件”对话框。

单元教案续页



当弹出“添加组件”对话框后，会看到对话框中的“定位”为“绝对原点”，这是装配第一个零件，今后进行其他零件的装配时系统将定位更改为“通过约束”或“指定原点”等方式来进行零件定位，单击“应用”按钮，系统将第一个零件定位在原点处。结果如图 3-106 左侧所示。



图 3-106 装配操作之一

现在要装配一个平键，该平键宽为 8，长为 32，可以使用 UG 外挂生成，操作过程如下：

(1) 右击“01-00-zp”图标，单击“WAVE”→“新建级别”，出现“新建级别”对话框，在“部件名”处输入部件名为：GB1096-79-A-8×50，其中，GB1096-79 是平键执行的国家标准，而 A-8×50 表示平键是 A 型的，宽为 8，长为 50，完成后按回车，单击鼠标中键完成创建，但此时的文件为空文件，没有内容，现在在装配导航器中右击“GB1096-79-A-8×50”图标，单击“设为显示部件”。进入显示部件环境。

(2) 单击“中国国家标准件库”外挂图标，弹出“中国国家标准件库”对话框，单击其中的“键”图标，单击“GB 1096-79 普通平键”按钮，选择 A 型键，在新对话框中选择键宽 $b=8$ 的，长度 $L=50$ 的普通平键，会出现定位对话框，直接单击“确定”完成操作，结果出现了平键如图 3-107 左侧所示。

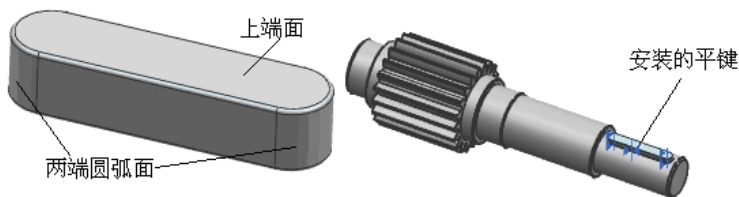


图 3-107 由外挂生成的平键标准件

揭阳职业技术学院

单元教案首页


课题：3.5 传统装配 2	课时：28
教学方法：讲授	教具：多媒体
教学目的： 1、介绍普通装配的方法与操作技巧，掌握用普通装配进行大机器的装配原理。 2、掌握装配中后的爆炸图的制作。	
教学重点： 1、掌握用普通装配进行大机器的装配原理。	
教学难点： 普通装配中如何使用装配配对模式进行装配的定位。	
教学过程时间分配（包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：1~2 分钟； 复习旧课：1~2 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：38~32 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

二. 运动转换装置装配

光盘的 ug-file\zp\move 目录下有一些零件, 可以用来装配成一个运动方式转换装置, 效果如图 3-140 所示。

该机构虽然只有几个零件, 但装配时有些要注意的事项, 因此, 特举此例。

新建装配文件 zhq-zp.prt, 然后进入到装配环境中, 并单击“添加现有组件”按钮, 弹出“选择部件”对话框, 单击“选择部件文件”按钮弹出“选择部件名”对话框, 选中本书附带光盘中 move\one\目录下的 3.prt 零件, 确定两次, 完成第一个零件的装配。

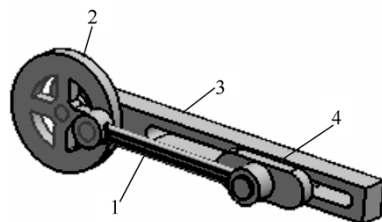


图 3-140 运动转换装置

然后单击“选择部件文件”按钮, 装配 2.prt 零件, 使用“配对”与“中心”命令来完成装配, 过程略, 结果如图 3-141 所示。

继续单击“选择部件文件”按钮, 装配 2.prt 零件, 当出现“配对条件”对话框时, 进行两次配对操作, 操作过程如图 3-142 所示。

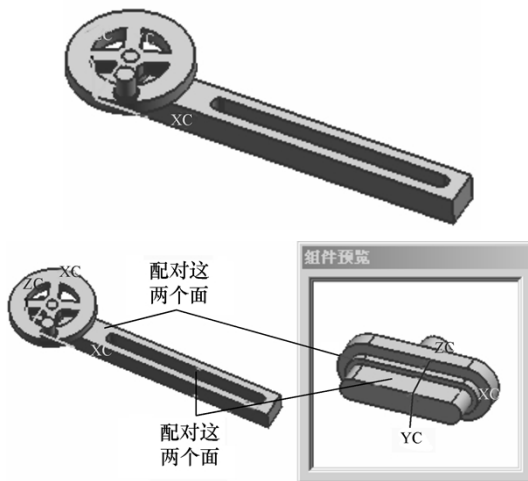




图 3-141 装配效果

图 3-142 正确的操作

注意: 在这里装配时, 初学者极易犯一个错误, 就是用“中心”命令进行装配, 结果使后面的装配难于进行, 也不能进行运动仿真, 其错误操作过程如图 3-143 所示。

通过图 3-142 所示的操作后, 单击“配对条件”对话框中的“应用”按钮, 结果如图 3-144 所示。

单元教案续页

此时，单击“配对条件”对话框中的“确定”按钮，完成装配，然后使用“重定位组件”命令来修改组件位置：单击“重定位组件”命令，单击组件 3.prt，然后单击鼠标中键确定，结果出现了移动手柄与坐标，如图 3-145 所示。按图 3-145 操作后确定，就得到装配好的效果，如图 3-145 右侧图所示。

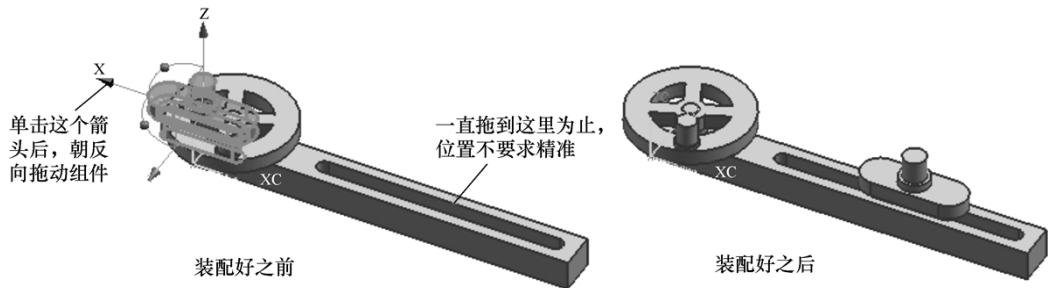


图 3-145 重定位操作

经过上面的操作后，就可装配好零件 3.prt，在这里注意：如果用图 3-143 所示的方法操作，就会将零件 3 固定在图 3-146 中的 A 处，后面要装配零件 1 就不能进行下去了，想想为什么。

再装配零件 1，用“配对”与“中心”命令装配后，单击“配对条件”对话框中的“应用”按钮，结果如图 3-146 所示。

此时，可以继续用“中心”命令对上图中的孔 A 与柱面 B 进行装配，但也可以先确定完成初步装配，然后用“装配”→“组件”→“贴合组件”命令对图 3-52 中的孔 A 与柱面 B 进行装配，效果相同，均能将部件装配好，最后的结果如图 3-140 所示。

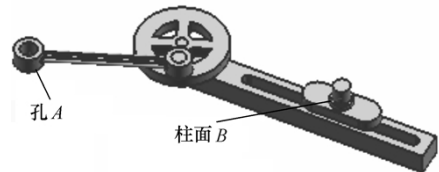



图 5-146 应用后的效果

注意：本例装配说明了有运动关系的部件间的装配，要求各运动件间的运动符合运动规律，如上面装配中就要保证零件 4 能在长方形孔中滑动；否则不能装配或影响后面的运动分析等。

单击“运动仿真”按钮，建立仿真文件，按上例操作，给零件 2 加上恒定的加速度 50m/s^2 ，就可以作出运动仿真效果，注意设置动画时间为 10~20s，步数为 200~500 左右即可。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

年 月 日 第 周

课题：第4章 工程图 4.1 制图基础	课时：1
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机、多媒体
教学目的： 1、主要介绍 UG 制图的基本设置。	
教学重点： 1、掌握用户默认设置。 2、工程图图框模板的修改。	
教学难点： 1、定义重用库。	
素质（思政）内容： 1.通过软件的预设置，培养工作流程理念，达到事半功倍的效果。 2.在视图表达中学会国家规范、规程和标准的使用，并严格遵守，培养良好的生活、工作、学习习惯，增强法治观念，争做遵纪守法的好公民。 3.视图的表达，对于初学者往往会遇到很多问题和困难，培养遇到问题和困难迎难而上的勇气，并保持乐观积极的心态。	
教学过程时间分配（包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：2~3 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

第 4 章 工程图

目前 UG10.0 的工程图是符合我国标准的，在作图前，要先做适当的设置。

一、制图的基本设置

4.1.1 用户默认设置

启动 UG 后，单击“文件”→“实用工具”→“用户默认设置”命令，将弹出“用户默认设置”对话框，如图 4-1 上面的图所示，单击“制图”→“常规”，然后在右侧单击定制标准“Customize Standard”按钮，会弹出定制制图标准“Customize Drafting Standard”对话框，如图 4-1 下面的图所示。

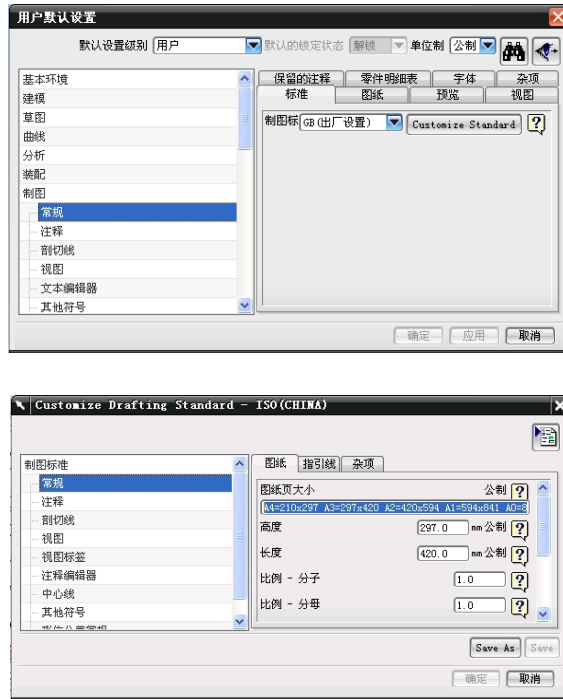


图 4-1 “默认设置”对话框

4.1.2 UG 工程图图框模板的修改

可以将自己制作的符合国家标准工程图图框覆盖到 UG 安装目录下的 LOCALIZATION\prc\simpl_chinese\startup 文件夹中。

完成上面的工作后，还要设置导航栏“制图模板”面板，以便使用制图模板。

4.1.3 在导航栏中加“制图模板”面板

启动 UG，单击“首选项”→“资源板”命令，弹出“资源板”对话框，如图 4-2 所示。

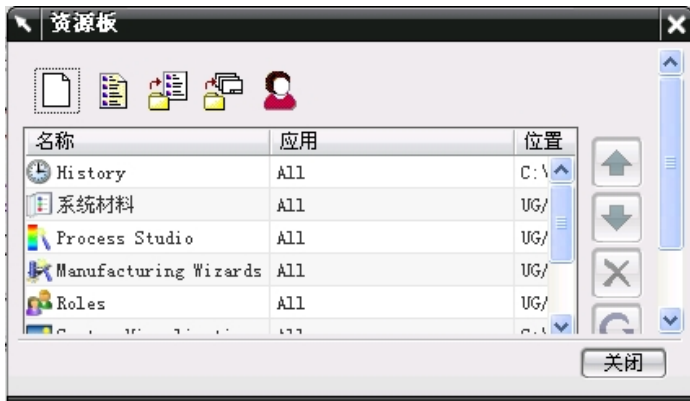



图 4-2 “资源板”对话框

单击上面的第 2 个图标  “打开资源板文件”，弹出“打开资源板”对话框，单击“浏览”按钮，弹出“打开资源板文件”对话框用来打开文件，选中 UG 安装目录下的 UGII 文件夹中 html-files 下的 metric_drawing_templates.pax 文件，此即为公制制图模板。

4.1.4 定义重用库

在 UG7.5 及以后版本中，有重用库，包括二维图形库及三维标准件库，读者可以根据需要来添加自己的图形，重用库中的图形类似 AutoCAD 软件中的块，可反复使用，用它来定义些常用符号，可以加快作图速度。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

年 月 日 第 周

课题：4.2 制图实例 1	课时：2
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机、多媒体
教学目的： 1、介绍图纸幅面、图框格式和尺寸、标题栏格式和内容、常用的比例和字体、图线的种类、应用等； 2、掌握工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧；局部剖视图、断面图。	
教学重点： 1、工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧。	
教学难点： 1、各种命令的使用技巧。	
教学过程时间分配 （包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：2~3 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

教学过程设计:

组织教学:

复习旧课:

作业分析:

讲授新课:

实例 4-1 轴的工程图

启动 UG，并打开文件 gct-zhou-3d.prt，单击“起始”→“制图”命令，弹出“插入图纸页”对话框，选用 A3 图纸幅面，比例为 1：1，单位用毫米，投影角为第一象限角投影，确定，进入到制图环境中。

单击“文件”→“导入”→“部件”命令，弹出“导入部件”对话框，单击“确定”按钮后，将弹出“打开文件”对话框，选中光盘安装目录下“UG 资料\UG 工程图图框”文件夹中的 dwg_a3_format.prt（此为作者给用户提供的符合国家标准图框与标题栏的文件，其中 a3 表示 A3 图纸幅面），确定两次后，就将工程图图框与标题栏加入进来了。

1.制作主视图

结果如图 4-8 所示。

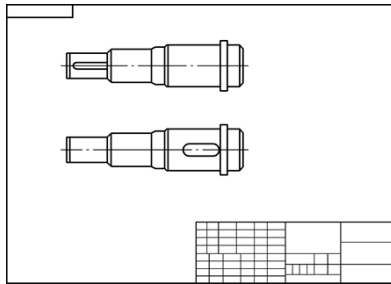


图 4-8 旋转后的效果

2.制作断开视图

结果如图 4-10 所示。

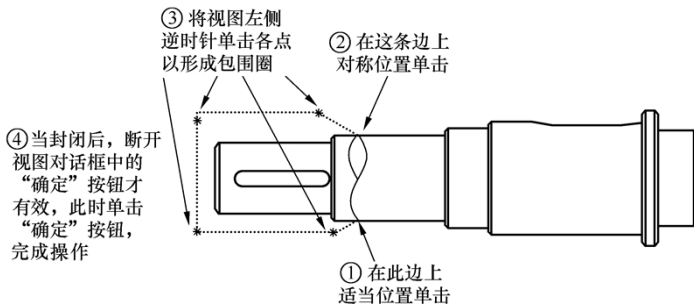


图 4-9 断开视图操作步骤

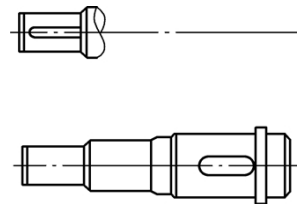


图 4-10 制成断开视图

单元教案续页

3.制作剖面图

效果如图 4-17 所示。

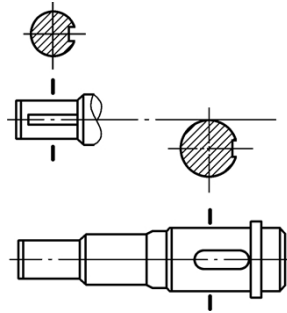


图 4-17 完成了所有剖面图

4.制作局部剖视图

结果如图 4-19 所示。

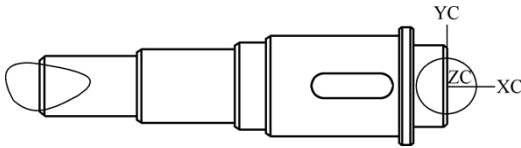


图 4-18 作两个封闭的样条线

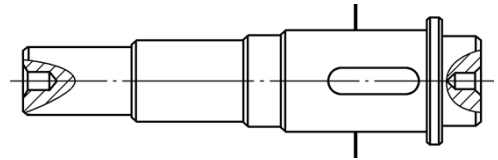


图 4-19 局部剖效果

5.制作中心线

如图 4-20 所示。

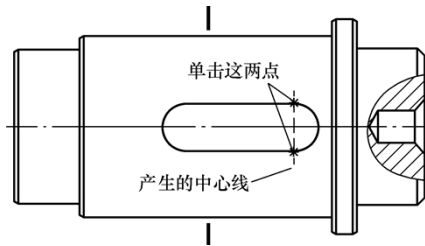


图 4-20 产生中心线

揭阳职业技术学院

单元教案首页

年 月 日 第 周

课题：4.2 制图实例 2	课时：3
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机、多媒体
教学目的： 1、介绍图纸幅面、图框格式和尺寸、标题栏格式和内容、常用的比例和字体、图线的种类、应用等； 2、掌握工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧；局部剖视图、断面图。	
教学重点： 1、工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧。	
教学难点： 1、各种命令的使用技巧。	
教学过程时间分配 （包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：2~3 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

6.进行尺寸标注

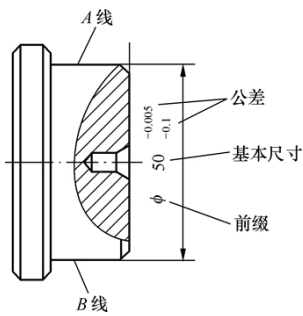


图 4-22 尺寸标注

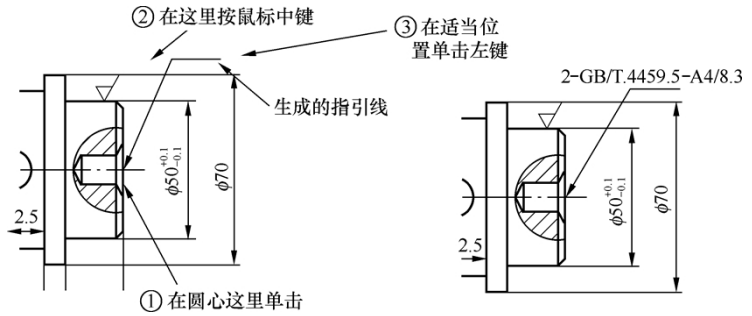


图 4-23 标注中心孔

完成尺寸标注后的效果如图 4-24 所示。

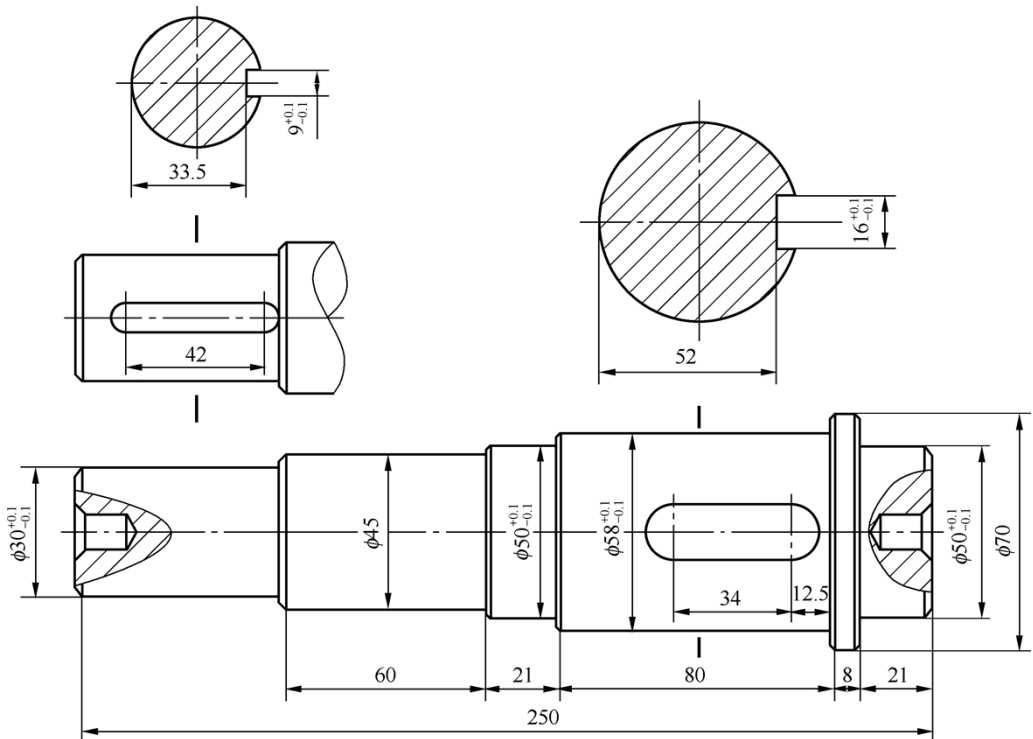


图 4-24 完成尺寸标注的效果

单元教案续页

7. 标粗糙度及形位公差

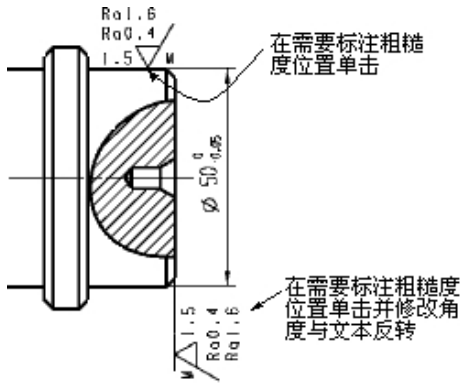


图 4-26 标注粗糙度符号的过程与效果

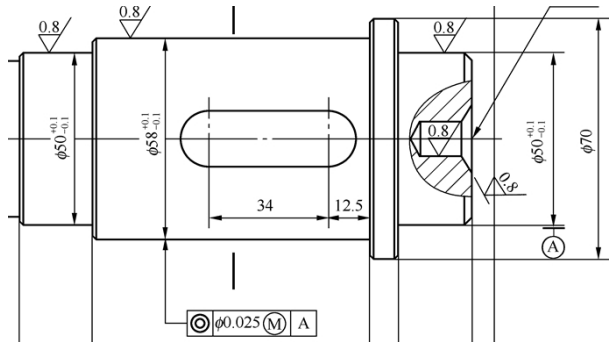


图 4-29 做好的形位公差符号

最后，填写标题栏。通过编辑标题栏，完成材料、图名、图样代号等内容的填写，完成标题栏的编辑操作。完成所有操作后结果如图 4-30 所示。

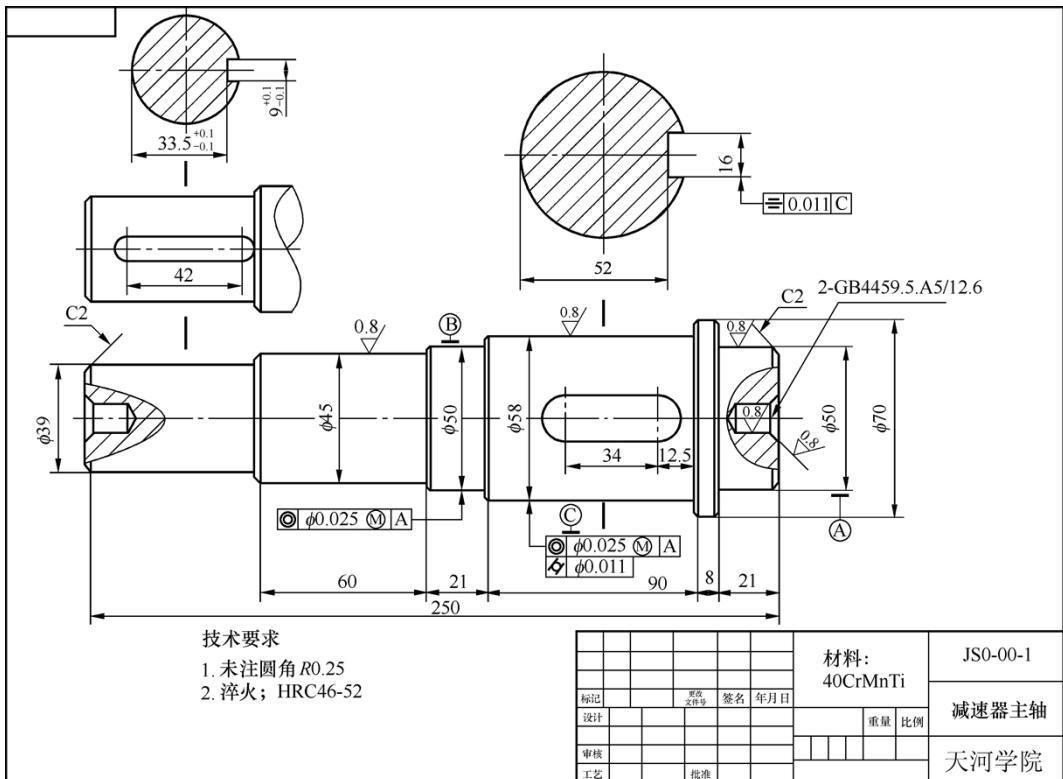


图 4-30 完成后的零件图

揭阳职业技术学院

单元教案首页

年 月 日 第 周

课题：4.2 制图实例 3	课时：4
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机、多媒体
教学目的： 1、介绍图纸幅面、图框格式和尺寸、标题栏格式和内容、常用的比例和字体、图线的种类、应用等； 2、掌握工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧；旋转剖视图。	
教学重点： 1、工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧。	
教学难点： 1、各种命令的使用技巧，制作旋转剖视图。	
教学过程时间分配 （包括组织教学、复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：2~3 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

教学过程设计:

组织教学:


复习旧课:

作业分析:

讲授新课:

实例 4-2 连杆工程图

图 4-31 所示是一个机器中的连杆，结构剖视图则需要旋转剖。

打开光盘中的 GCTLG.prt 文件，在导航栏右侧的“Drawing Templates(metric)”上单击，展开导航栏，然后单击其中的 A3 模型，结果系统自动进入制图环境，按照上例所示方法制作主视图，结果如图 4-32 所示。

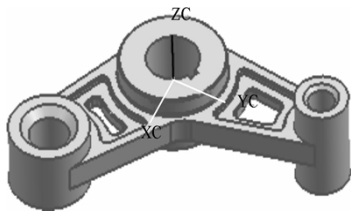


图 4-31 连杆三维图

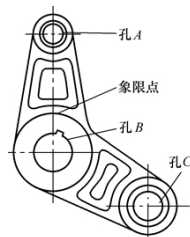











图 4-32 制作出主视图

然后单击“图纸布局”工具条中的“旋转剖视图”命令，此时会弹出浮动工具条，单击图 4-32 中作出的视图，发现出现了旋转剖视图的折断线，选中图 4-32 中孔 B 的圆心，表示以此孔中心作为旋转中心，然后单击图 4-32 中孔 C 的圆心，以便于确定第一条剖切线的位置，然后再单击图 4-32 中孔 B 中平键槽的边的中点，这样就确定了第二条剖切线的位置，此时可以往左右上下的某一方向移动鼠标，之后单击来完成旋转剖视图的操作，单击浮动工具条中的“添加段”按钮，然后在上面的折断线上单击，可以看到折断线又被打断了，且动态可移动，此时，再单击“捕捉点”工具条中的“象限点”命令，以便能选中圆的象限点，然后单击孔 B 外围的大圆靠上边的象限点（参见图 4-32 的标注），剖视结束。将鼠标右移一定位置，单击鼠标左键，剖视图完成，如图 4-33 所示。

希望注意的是：与此操作类似的还有“剖视图”命令，也可以通过增加段来完成阶梯剖。上面的操作还可以用“其他视图”命令中的“展开剖”命令来完成，其操作过程如下。

(1) 单击“其他视图”命令，弹出“其他剖视图”对话框，单击其中的“展开剖”命令，然后在图 4-33 所示的主视图上单击以便选中它。

(2) 单击“其他剖视图”对话框中“自动判断的矢量”中的▼按钮，然后在弹出的下拉列表框中选择 YC 选项，表示剖开方向与 YC 平行，然后单击此对话框中的应用按钮，结果又弹出一个“剖切线创建”的对话框。

(3) 此时，依次单击图 4-32 中的孔 A、B、C 的圆心，然后单击鼠标中键来确定，

单元教案续页

再往右拖动到适当位置后单击鼠标左键完成操作，结果也完成了剖切，结果如图 4-34 所示。

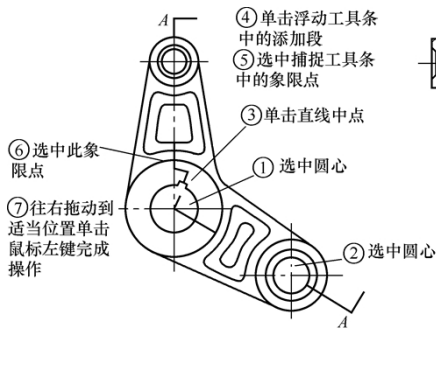


图 4-33 制作旋转剖视图

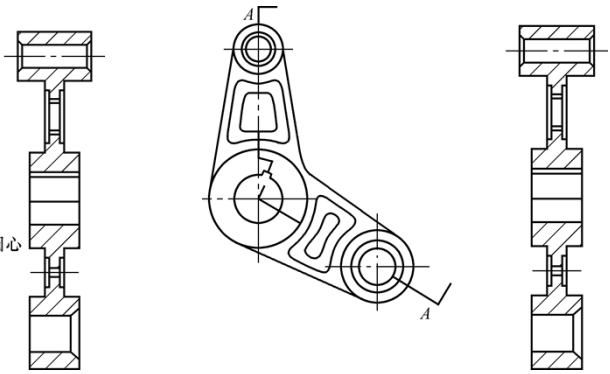





图 4-34 用其他剖视图中的展开剖作出的效果

值得注意的是：用“旋转剖”与“展开剖”作出的效果其实是不同的。另外，上面的操作展开剖的步骤适合于其他剖视图图中的“折叠剖”、“轴测图”中的“全剖/阶梯剖”及“轴测图”中的“半剖”等的操作。因为操作步骤类似。

完成以上内容之后进行标注尺寸、粗糙度及形位公差等。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

年 月 日 第 周

课题：4.2 制图实例 4	课时：5
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机、多媒体
教学目的： 1、介绍图纸幅面、图框格式和尺寸、标题栏格式和内容、常用的比例和字体、图线的种类、应用等； 2、掌握工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧；局部剖视图、旋转剖视图。	
教学重点： 1、工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧。	
教学难点： 1、各种命令的使用技巧，制作局部剖视图、旋转剖视图。	
教学过程时间分配 （包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：2~3 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计：

组织教学：

复习旧课：

作业分析：

讲授新课：

实例 4-3 支承座工程图

支承座的三维图如图 4-35 所示。

这个零件的特殊性在于在该零件上有一个锥面，锥面上有一个与正交方向成一定夹角（ 15° ）的缺口，这样的缺口共 6 个，为了能反映此缺口的真实形状，需要作一个与此缺口法面方向的局部视图。另外，要进行旋转剖时也遇到问题，就是不易剖到缺口正中央，下面就来谈谈如何解决这些问题。

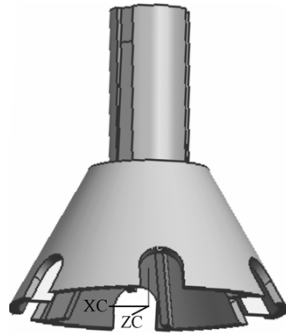


图 4-35 支承座

1.制作主视图

结果如图 4-36 所示。

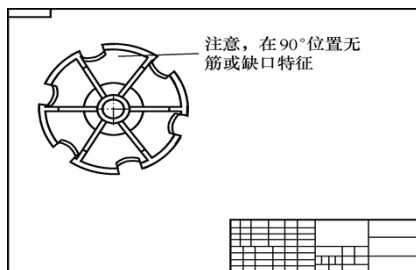


图 4-36 完成主视图的初步制作

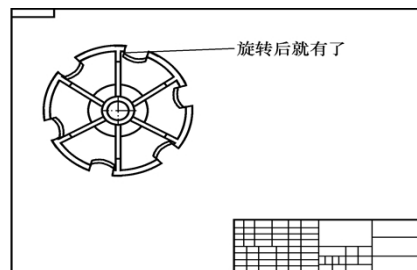


图 4-37 对主视图旋转后效果

上面的视图有缺点：图中的筋与缺口均不在 90° 方位，因此，在作右视图时剖切不到任何一个特征（如筋或缺口），因此，选中主视图后双击，弹出“视图样式”对话框，将“一般”选项卡中的“角度”设置为 90° ，确定后，结果图旋转了一个角度，如图 4-37 所示。

单元教案续页

2.制作旋转剖视图

结果如图 4-39 所示。

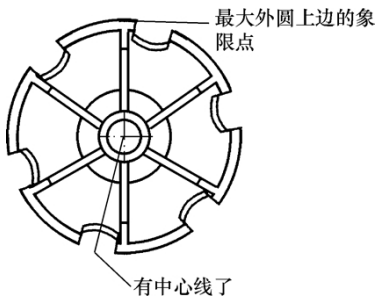


图 4-38 作出了缺口的中心线

3.制作缺口的局部视图

如图 4-45、4-45 所示。



图 4-44 作出的局部视图

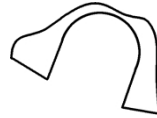


图 4-45 加了边后的效果

完成局部视图操作之后修改视图名称，并加注视图方向箭头，结果如图 4-46 所示。

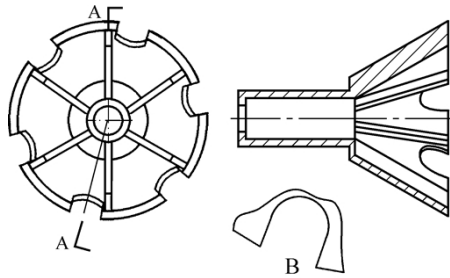


图 4-46 作完视图后的效果

为了表达清楚此零件，读者还需要作些剖面等视图，在此不再讲述了。其余操作由读者完成。

揭阳职业技术学院

单元教案首页

年 月 日 第 周

课题：4.2 制图实例 5	课时：6
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机、多媒体
教学目的： 1、介绍图纸幅面、图框格式和尺寸、标题栏格式和内容、常用的比例和字体、图线的种类、应用等； 2、掌握装配工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧；标题栏、明细表的制作。	
教学重点： 1、工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧。	
教学难点： 1、各种命令的使用技巧，标题栏、明细表的制作。	
教学过程时间分配 （包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：2~3 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计:

组织教学:

复习旧课:

作业分析:

讲授新课:

实例 4-5 装配工程图

装配工程图的特点如下。

(1) 用一组视图完整准确地表达出机器的工作原理, 零件间的位置关系、装配关系、连接方式及重要零件的结构。

(2) 标注机器或部件的规格、装配、检验、安装等必要的尺寸。

(3) 书写技术要求, 包括机器或部件的性能和装配、调试、试验、操作等所必须满足的条件与要求。

(4) 给出零件标号, 填写明细表、标题栏等。

当然, 进行装配工程图操作时也与零件工程图有细微区别, 下面就一个实例来说明。

图 4-57 是某型机器中一个阀部件的装配图的最后效果。

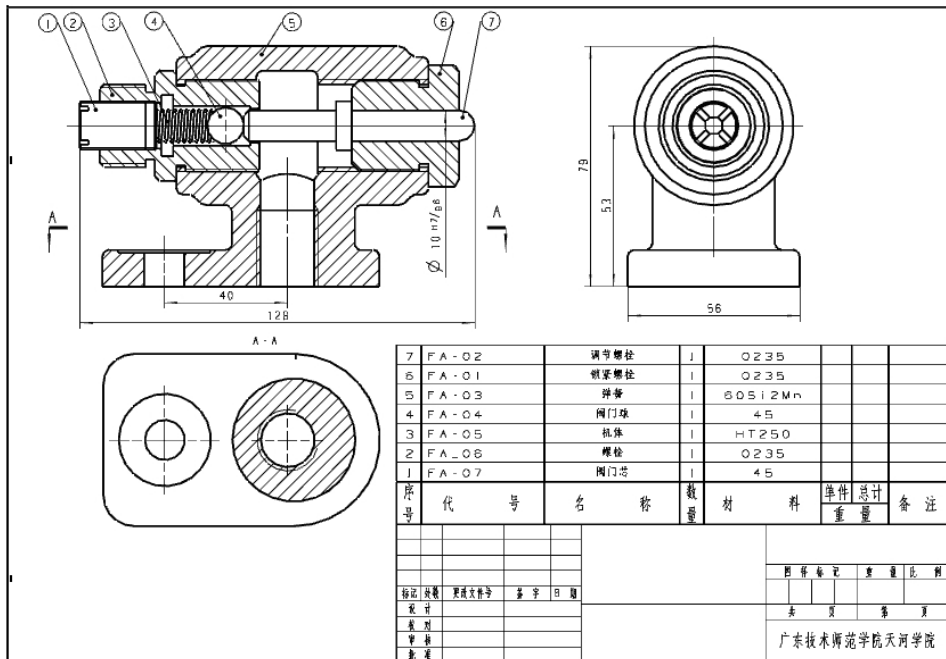


图 4-57 阀部件装配工程图

1. 制作主视图 (全剖)、左视图、俯视图

如图 4-61、4-62、4-63 所示。

单元教案续页

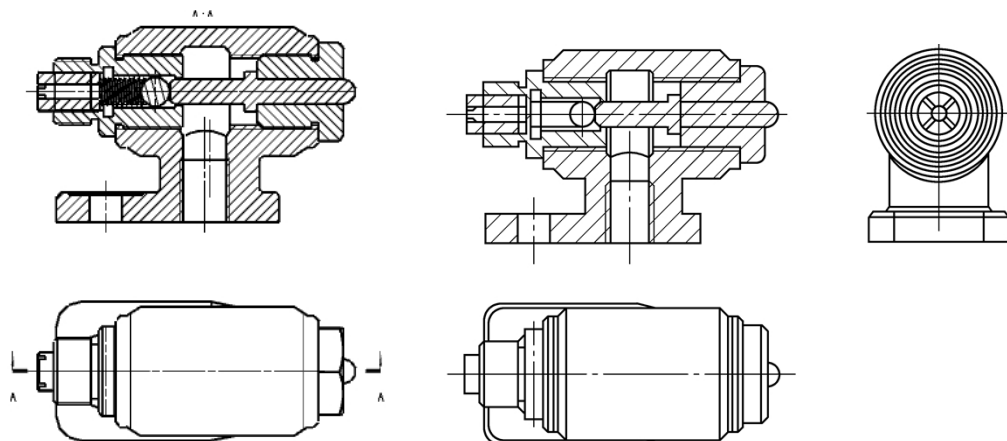


图 4-61 作出全剖视图

图 4-62 左视图

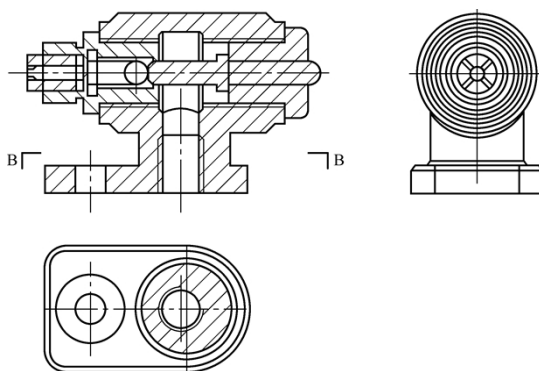


图 4-63 作出新俯视图

单元教案首页

年 月 日 第 周

课题：4.2 制图实例 6	课时：7
教学方法：讲授+演示+上机指导	教具：计算机、多媒体
教学目的： 1、介绍图纸幅面、图框格式和尺寸、标题栏格式和内容、常用的比例和字体、图线的种类、应用等； 2、掌握装配工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧；标题栏、明细表的制作。	
教学重点： 1、工程图的制作过程步骤；各种命令的使用技巧。	
教学难点： 1、各种命令的使用技巧，标题栏、明细表的制作。	
教学过程时间分配 （包括组织教学：复习旧课、作业问题分析、讲授新课、新课小结、布置作业） 组织教学：2~3 分钟 作业分析：3~5 分钟 讲授新课：78~82 分钟 新课小结：1~2 分钟 布置作业：1~2 分钟	
课后记：	

单元教案续页

教学过程设计:

组织教学:

复习旧课:

作业分析:

讲授新课:

2.进行必要的尺寸标注

效果如图 4-64 所示。

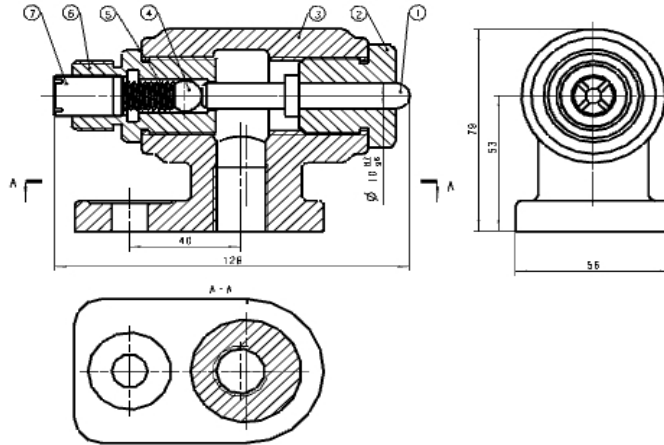


图 4-64 作出尺寸标注及零件标号的效果

3.进行零件标号

4.制作明细表

零件明细表如图 4-65 所示。

7	FA-07	调节螺栓	1	Q235			
6	FA-06	坚固螺栓	1	Q235			
5	FA-05	弹簧	1	60Si2Mn			
4	FA-04	阀门球	1	45			
3	FA-03	阀体	1	HT-250			
2	FA-01	端螺栓	1	Q235			
1	FA-02	阀门芯	1	45			
序号	代号	名称	数量	材料	单件重量	总计重量	备注
标记	来源	更改文件号	签字	日期	图样标记 数量 比例		
设计					共 页 第 页		
校对					广东技术师范学院天河学院		
审核							
批准							

图 4-65 作出的明细表

最后,根据装配件的要求填写技术要求,并对明细栏与标题栏中的必要内容进行填写,完成的装配图如图 4-57 所示。