

机械CAD/CAM

主要内容

- 1) SolidWorks及CAD基础
- 2) 参数化草图绘制
- 3) 基本实体模型创建
- 4) 基准特征及复杂实体特征创建
- 5) 附加特征及操作特征
- 6) 曲线及曲面
- 7) 钣金
- 8) 工程分析与优化设计(CAE)
- 9) 装配体设计
- 10) 工程图
- 11) 机械系统运动学、动力学分析

学习要求

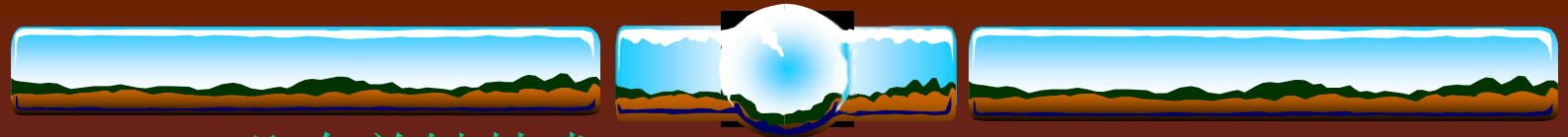
认真听讲、亲与思考

珍惜上机时间，多练习



1 SolidWorks及CAD基础

- ❖ CAD(Computer Aided Design)就是设计者利用以计算机为主的一整套系统在产品的全生命周期内帮助设计者进行产品的概念设计、方案设计、结构设计、工程分析、模拟仿真、工程绘图、文档整理等方面的工作。
- ❖ CAD 是一项高新技术，它对企业产品质量的提高、产品设计及制造周期的缩短、提高企业对动态多变市场的响应能力及企业竞争能力都具有重要的作用。
- ❖ SolidWorks是优秀CAD软件的典型代表之一。SolidWorks作为Windows平台下的机械设计软件，完全融入了Windows软件使用方便和操作简单的特点，其强大的设计功能可以满足一般机械产品的设计需要。



1.1 CAD几个关键技术

特征技术：根据所研究的目的不同，在一个零件上存在不同性质的特征，可以认为不同的零件是由不同参数特征所组成的集合体。如影响零件形状的为几何特征，构成零件的为材料特征，加工特征，热处理特征，力学特征等。目前多数的CAD系统还只能研究零件的几何特征，或者叫实体特征。

参数化设计：参数化设计（Parametric），又叫尺寸驱动（Dimension-Driven）是CAD在实际应用中提出来，利用参数化设计手段开发的专用产品设计系统，可使设计人员从大量繁重而琐碎的绘图工作中解脱出来，可以大大提高设计速度，并减少信息的存储量。目前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。其中数学方法又分为初等方法（Primary Approach）和代数方法（Algebraic Approach）。

1) 尺寸改变可以影响几何形状；2) 尺寸可以实现关联，通过表达式描述尺寸之间的关系；3) 通过几何关系的约束，可以控制几何特征之间的几何关系。

• 特征示例、参数化示例



1.2 SolidWorks界面及特点

- ❖ 菜单、工作区、工具栏、设计树表、状态栏
- ❖ 工具栏的设定与调整

solidworks高品质的、易学易用的三维CAD系统，功能强大、易学易用和技术创新是SolidWorks的三大特点

solidworks是一个基于造型的三维机械设计软件，基本设计思路是：实体造型-虚拟装配-二维图纸。SolidWorks是基于三维造型的设计软件。你可以画出3D效果的零件图，而不是二维的图纸。

可以利用特征造型来建立零件的模型。用来生成零件的特征包括形状（突起，切面，孔）和操作（圆角，倒角，抽壳等）

大部分特征的是从草绘开始形成的。所谓草绘是二维的轮廓图或截面图。草绘可以被延伸，旋转，放样或沿着一条线扫描扫描来形成它的基体特征。

❖ 四种特征：

基本体特征、参考特征、附加特征、操作特征

1.3 操作及其他基本问题

- ❖ 三个基准面
- ❖ 尺寸标注
- ❖ 两个状态：草图绘制（编辑）状态、实体模型状态
- ❖ 显示方向调整、缩放、背景设定、尺寸的显示、模型重建
- ❖ 注意几个提示信息
- ❖ 注意几个快捷键

动作	组合键
平移模型	Ctrl+方向键
放大	Z
缩小	z
整屏显示全图	f
视图定向菜单	空格键
切换选择过滤器工具栏	F5
重建模型	Ctrl+B
重绘屏幕	Ctrl+R
直线到圆弧/圆弧到直线（草图绘制模式）	a
撤消	Ctrl+z
重做	Ctrl+y
剪切	Ctrl+x
复制	Ctrl+c
粘贴	Ctrl+v
删除	Delete



鼠标器的使用（与Windows基本相同）

1) 左键

单击——选择实体或取消选择实体。

Ctrl+单击——选择多个实体或取消选择实体。

双击——激活实体常用属性，以便修改。

拖动——利用窗口选择实体、绘制草图元素、移动、改变草图元素属性等。

Ctrl+拖动——复制所选实体。

2) 中键

拖动——旋转画面。

Ctrl+拖动——平移画面。（启动平移后，即可放开Ctrl键）

Shift +拖动——缩放画面。（启动缩放后，即可放开Shift键）

3) 右键

单击——弹出快捷菜单，选择快捷操作方式。



2 参数化草图绘制

2.1 基本几何图形元素绘制

直线、圆、圆弧、多边形、样条曲线、文字

注意：

图形的定义方法，如线段由两个断点定义，点是基本几何要素
一个平面草图一定在一个平面上完成

几个提示：水平、竖直、推理线、特殊点、平行、垂直
构造线（中心线）

2.2 尺寸标注与几何约束

尺寸标注：线尺寸、角度、圆弧、圆圆标注

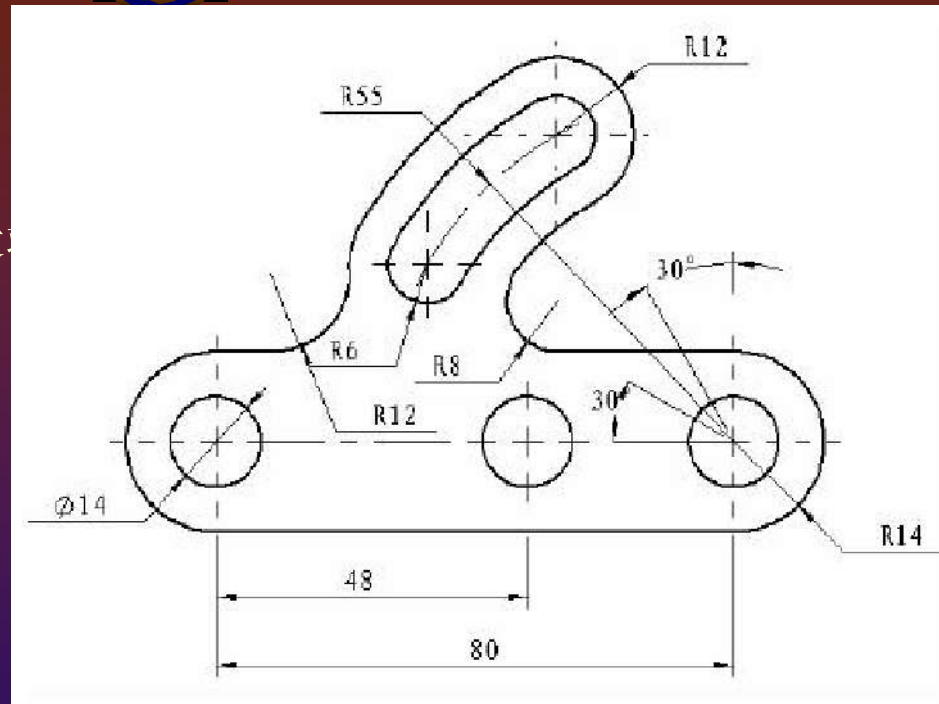
几何关系：几何要素之间的关系：点、线、圆

几何约束的添加、修改

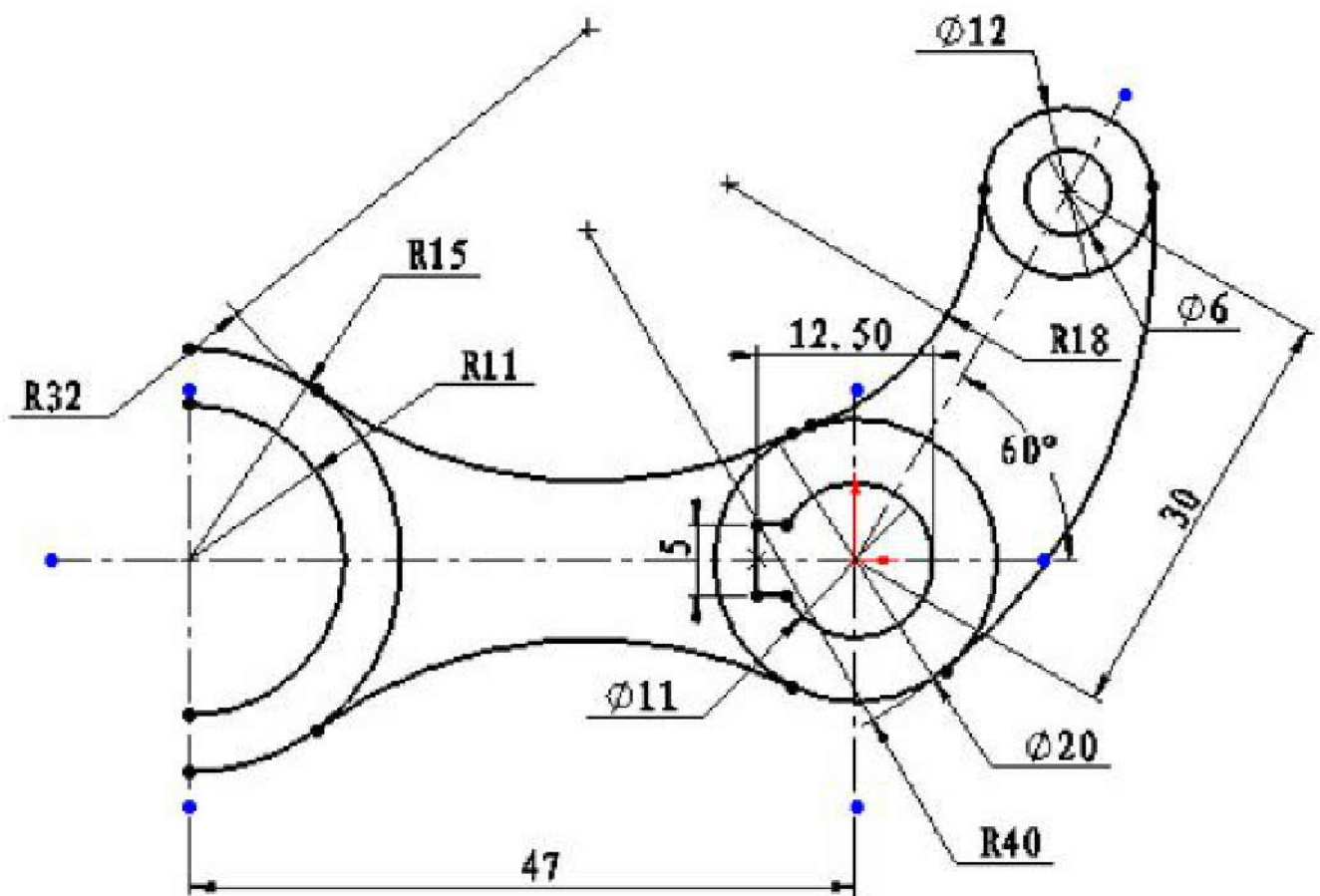
尺寸驱动与尺寸修改

2.3 草图的编辑

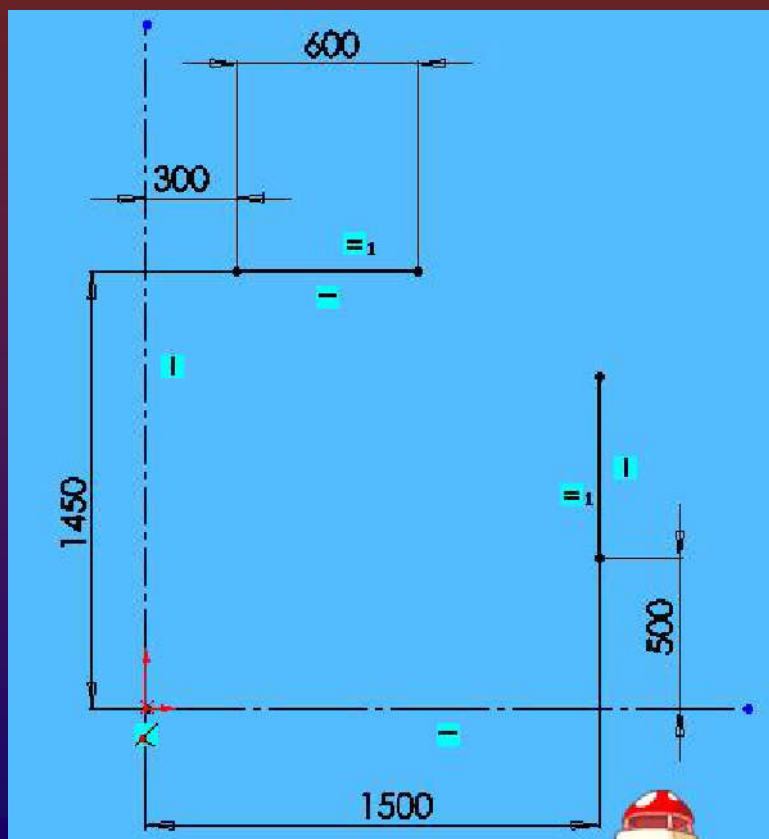
- ❖ 剪切与延伸
 - 剪切：强制剪切、边角、最近
- ❖ 圆角：注意参数
- ❖ 镜像：必须有构造线
- ❖ 等距偏移
- ❖ 阵列：矩阵、圆周阵列
 - 注意参数的设定
- ❖ 投影引用



草图示例 1



草图示例3 四杆机构的设计机构设计



注意：点、线的几何约束和尺寸约束

几何元素的颜色：黑色、蓝色

过程：求出固定铰接点的位置；运动仿真。先省去其他细节

3 基本实体建模

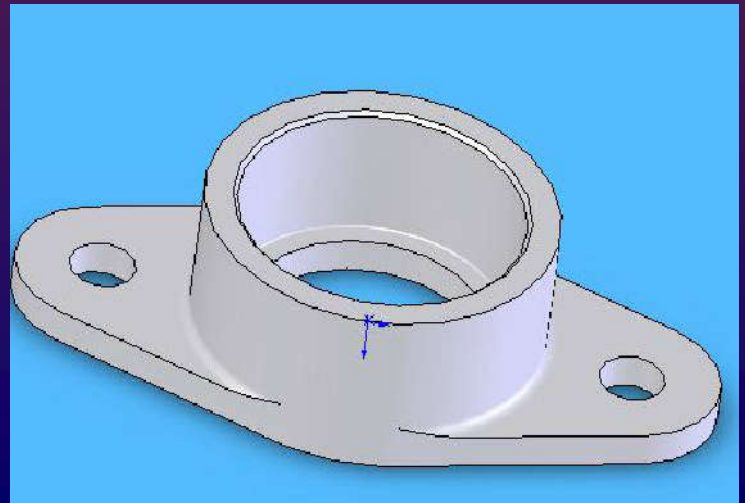
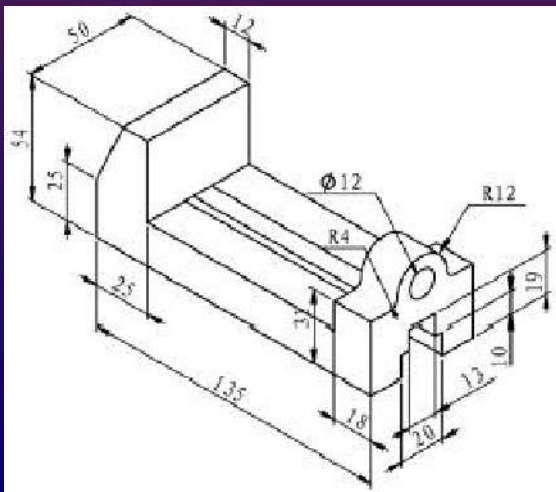
❖ 基本实体建模：二维草图——拉伸、旋转、扫描、放样。

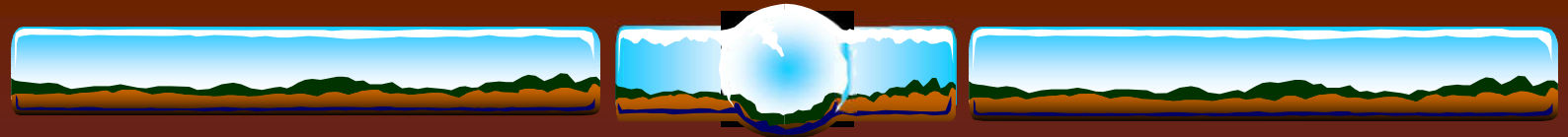
3.1 拉伸实体（凸台）

封闭草图（轮廓草图），引垂直与草图平面方向拉伸，生成实体。注意：拉伸深度表达、拉伸方向、拔模角

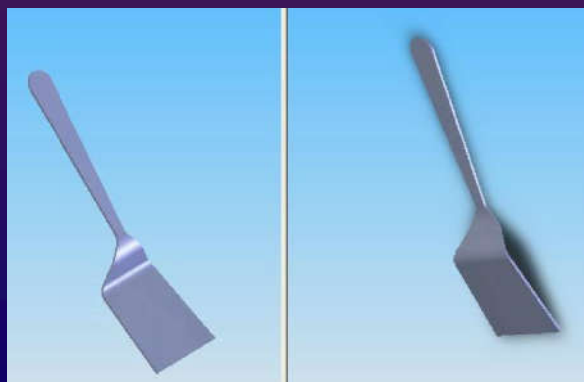
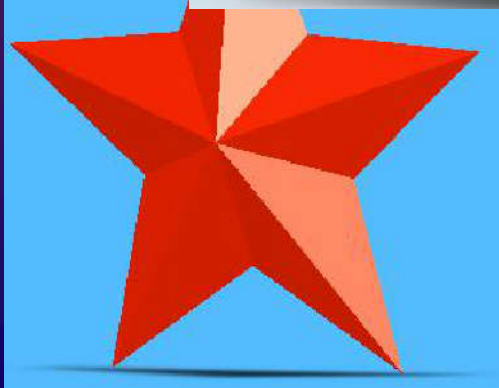
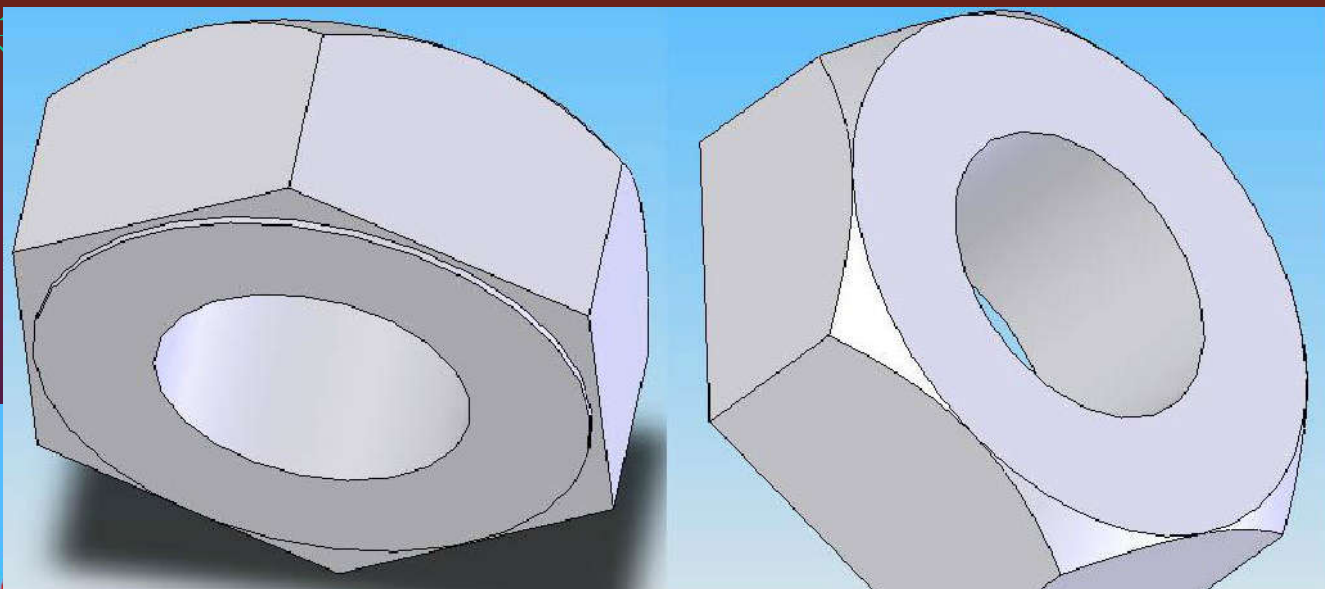
基准面：系统提供的三个正交基准面，实体平面表面

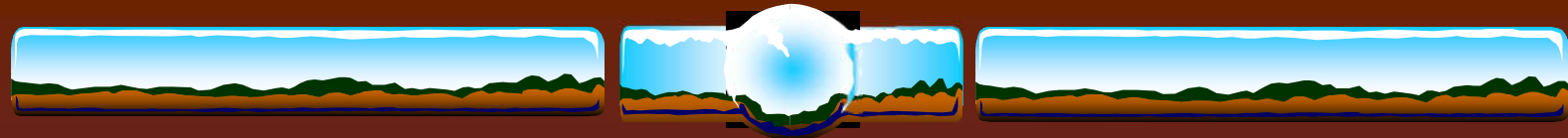
拉伸切除：切除深度、反测切除





拉伸示





3.2 旋转

- ❖ 封闭草图，绕一中心线旋转一定角度，生成实体
旋转轴、旋转角度及表达形式

旋转实体示例：轴类零件，球体，轮，其他旋转体

3.3 扫描

- ❖ 一个封闭草图，沿线移动（扫描轨迹），封闭轮廓草图留下的轨迹实体
轨迹线不能在草图面上，轨迹线可以不通过草图，但必须和草图面相交
引导线：引导线必须和轮廓草图相交，可以控制轮廓草图的某些参数变化，实际上引导线，是引导轮廓草图的变化。引导线可以是多条，要根据轮廓草图的定义参数而定



4 基准特征及放样建模

❖ 基准特征包括：基准面，基准轴，参考点，自定义坐标系

4.1 基准面

除系统提供的三个正交基准面及实体上的平面外，用户可以在已存在的基准面基础上，创建新的基准面

面的定义：三点；和已知面平行相距一定距离；通过直线和已知面夹一定角度；通过线端点和线垂直

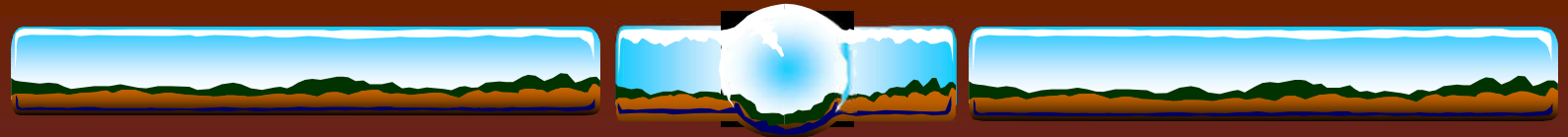
4.2 基准轴

临时轴：圆柱中心轴；

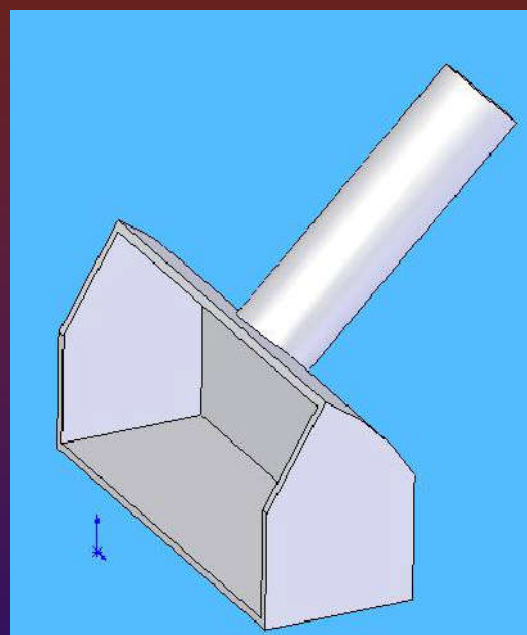
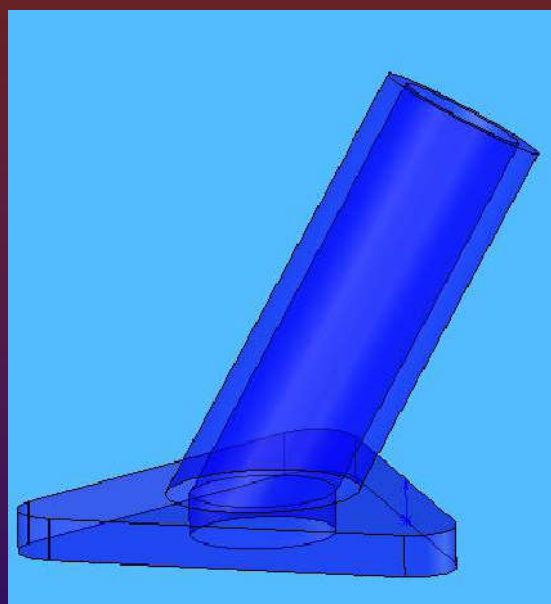
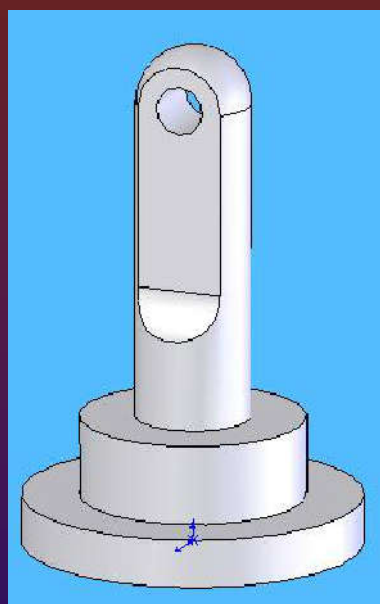
创建基准轴

4.3 参考点

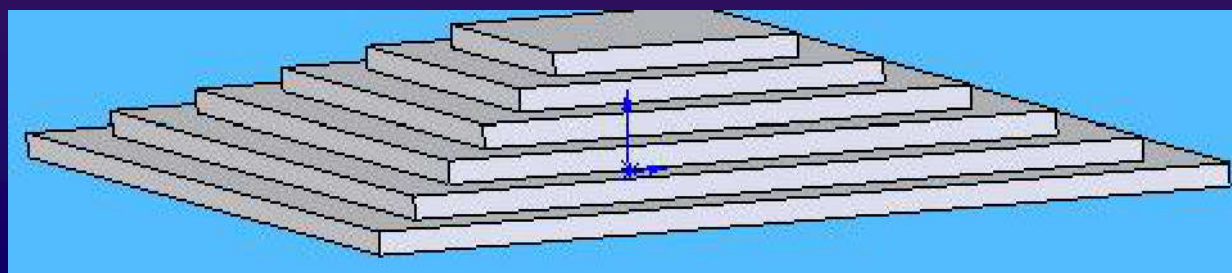
圆弧中心；面中心；线交点；投影点



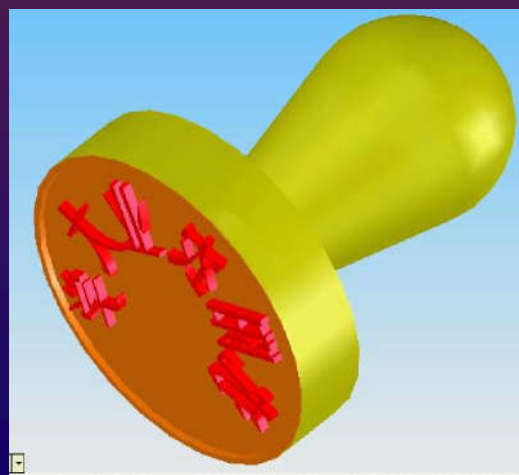
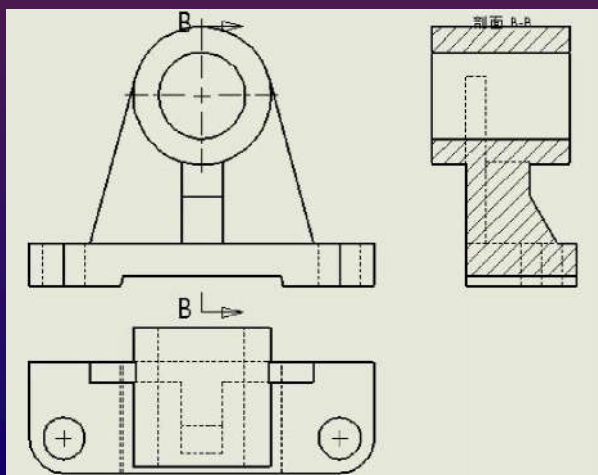
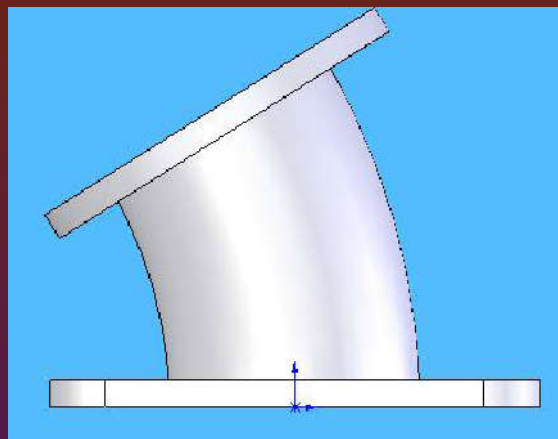
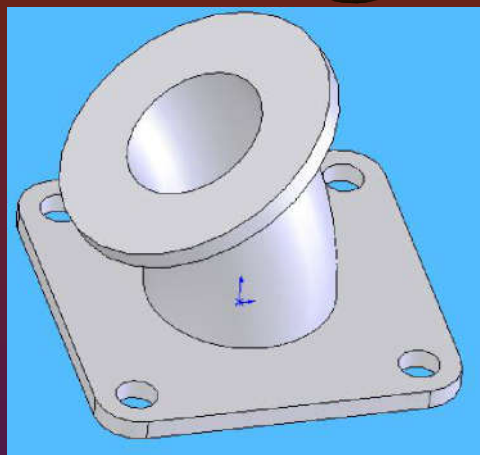
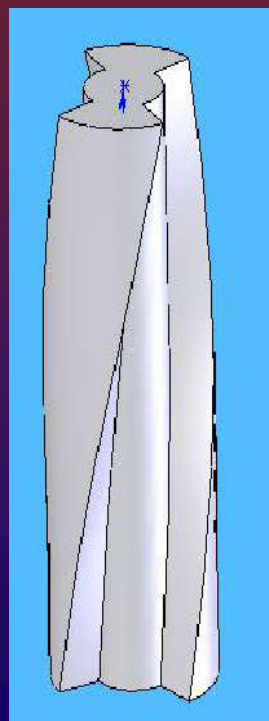
4.4 综合示例



派生草图

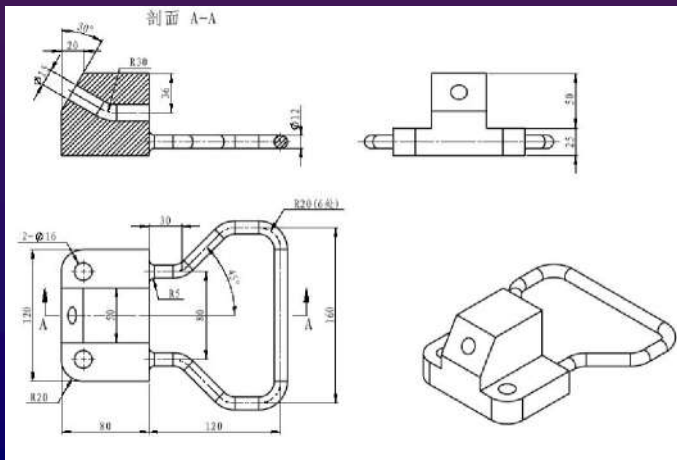
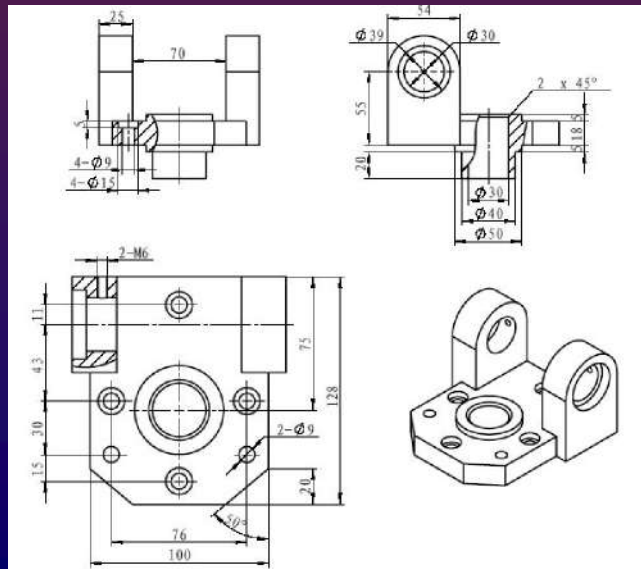
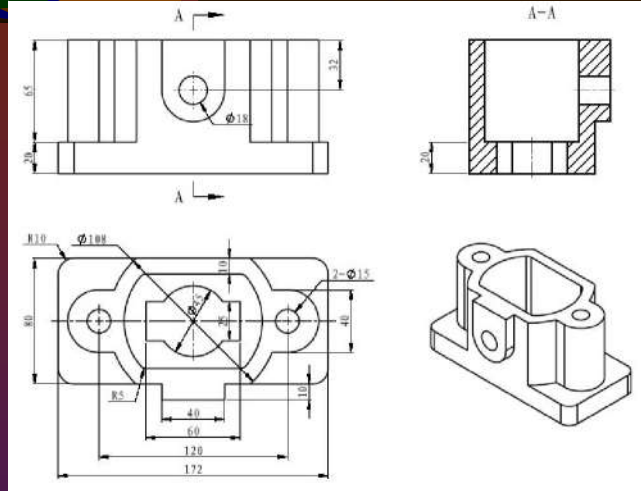
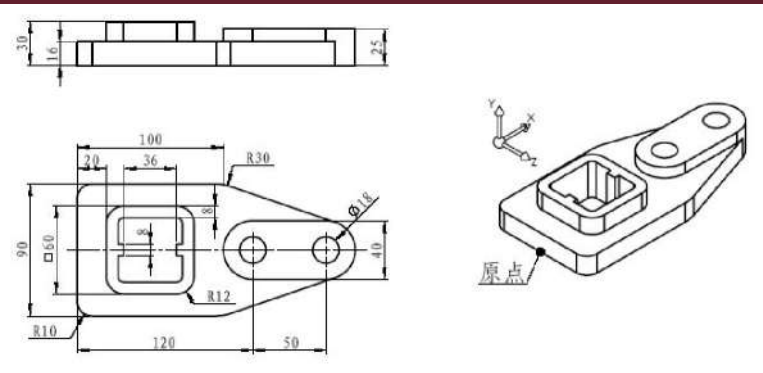


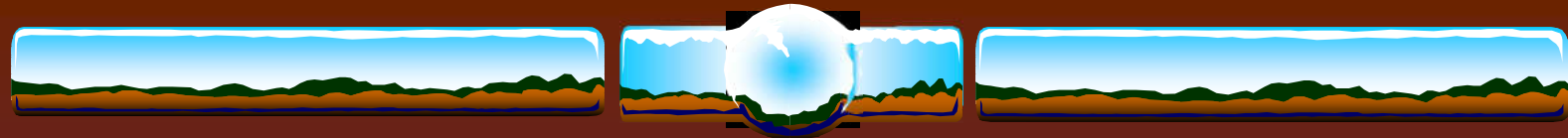
4.4 综合示例



文字的使用

4.4 综合示例

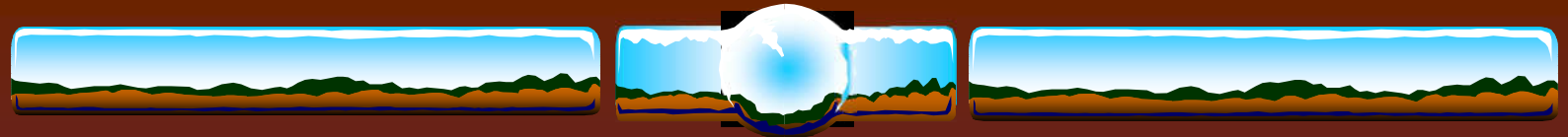




4.5 放样建模

一个几何实体与多个平面相交，可以产生多个轮廓曲线。已知多个基准面上的轮廓草图，构造实体的过程——实体放样。

放样建模的基本参数，首尾相切处理



5 附加特征及操作特征

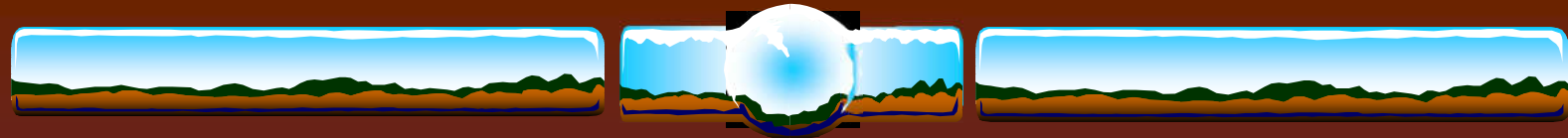
5.1 附加特征

所谓附加特征，也叫添加特征，是指可以直接添加到已经存在实体上、不需用绘制草图的、对实体局部进行修改的成型特征

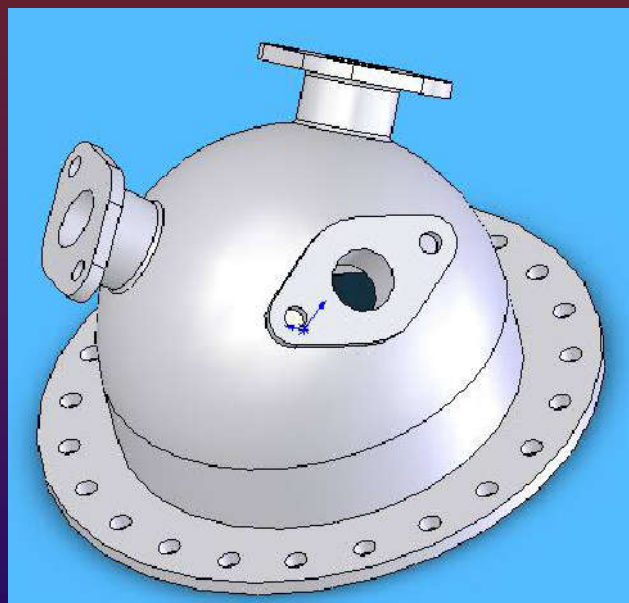
- 1) 圆角、倒角：注意特殊情况
- 2) 筋
- 3) 抽壳
- 4) 孔
- 5) 圆顶
- 6) 包覆

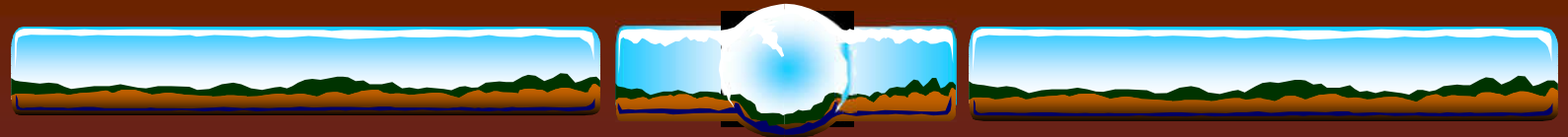
5.2 操作特征

- 1) 线性阵列：一般阵列、随形变化、是否几何体阵列
- 2) 圆周阵列：阵列轴，阵列的特征
- 3) 其他驱动的阵列
- 4) 镜像特征
- 5) 比例缩放
- 6) 旋转和扭曲



示例分析





6 曲线及曲面

6.1 曲线

1) 螺旋线、涡线

等螺距、变径变螺距

2) 投影曲线

草图到面，草图到草图

3) 组合曲线

将曲线、愣线、边线等组合成一条曲线

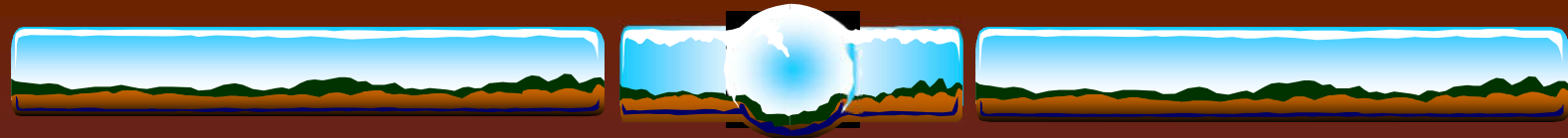
4) 利用曲线分割面

6.2 曲面

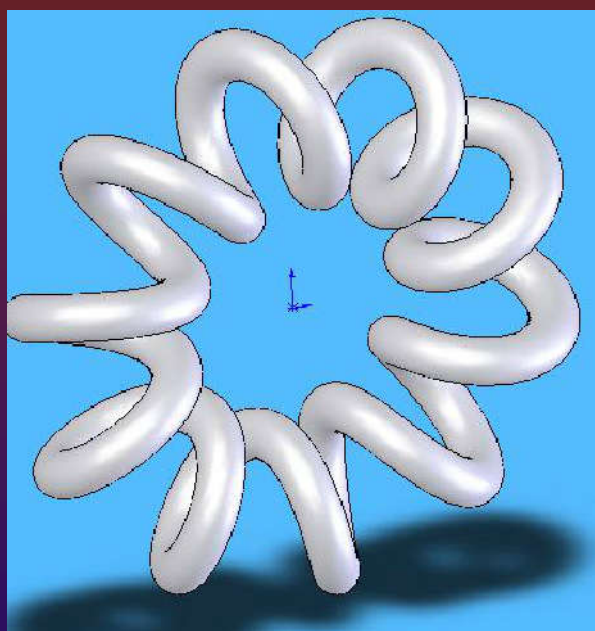
1) 填充曲面

2) 拉伸、旋转、扫描、放样曲面

3) 曲面的延伸、剪切、缝合等编辑

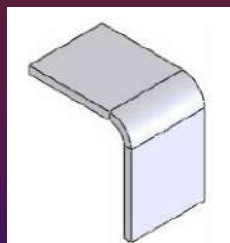
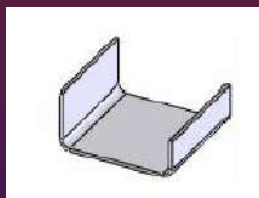


示例分析

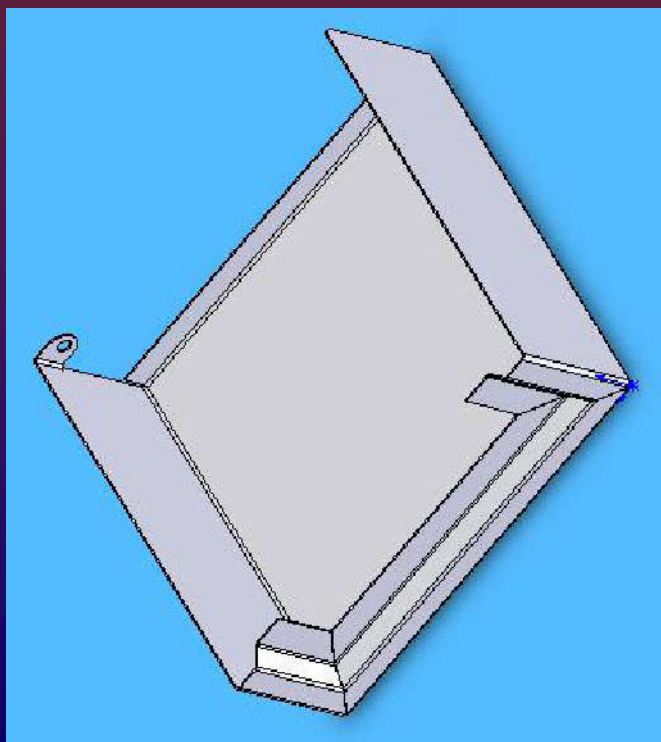


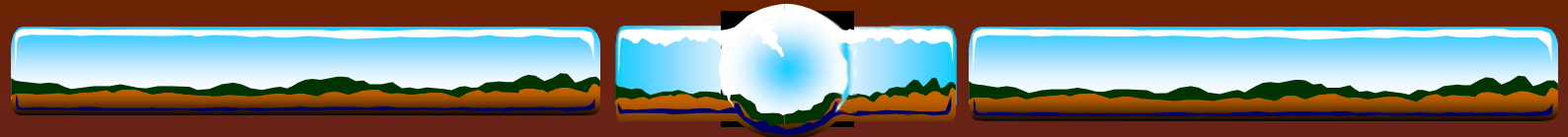
7 钣金基础

基本法兰、斜接法兰、边线法兰



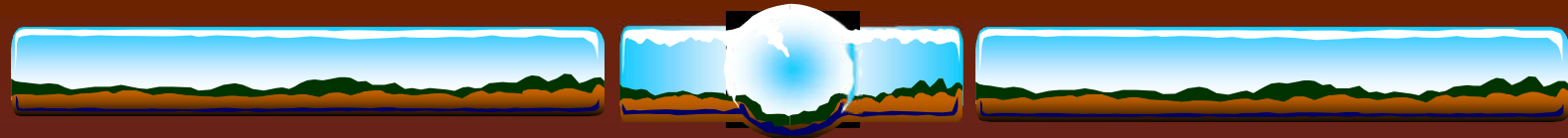
放样法兰





8 零件的性能分析

- ❖ 包括静力学分析、振动分析、稳定性分析、热力学分析等；进一步可以进行优化设计，求出最优结构尺寸
- ❖ 过程：先设计零件实体（尽量简化，去掉没有必要的细节，避免小尺寸）。指定材料，施加约束和受力，计算分析，结果判读，注意模型必须先保存。



9 装配体

- ❖ 装配是指将零件，按照不同零件上彼此的特征几何关系，将多个零件连接成机械系统。可以实现运动仿真和运动干涉检查。
 - ❖ 注意装配不是机械上的装配，而是几何学上的装配
 - ❖ 运动仿真分析
 - ❖ 几种特殊的配合
-
- ❖ 发布：图片渲染，产品展示



10 工程图及Auto CAD

- ❖ SolidWorks的工程图包含两部分内容：一是图纸相对固定内容，二是零件投影、标注等内容

10.1 图纸格式设定

图纸幅宽设定（选择），

文件属性设置：右键[工程图]—文件属性—出详图

标注样式的设定，各种基本标准设定

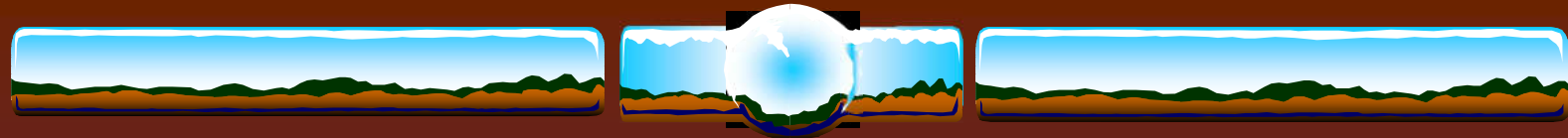
视图投影类型设定

自定义图纸格式：图框，标题栏，其他注解

图纸格式保存及引用

10.2 标准视图

自动生成标准三视图，比例设定，尺寸的引用及显示



10.3 模型视图

❖ 模型视图通常用来生成三维轴侧图

10.4 相对视图

投影面在实体零件表面上定位，由零件上面决定投影方向

10.5 投影试图：依据已有视图，生成其他正交投影视图；视图对齐处理

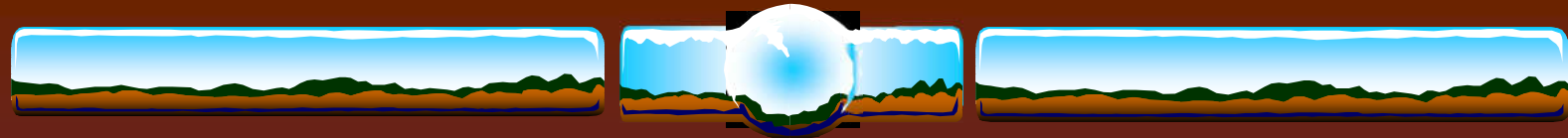
10.6 辅助视图：选择一条边线，进行任意方向的投影视图

10.7 其他视图

局部视图、剪切视图、断裂视图

10.8 剖视

全剖、阶梯剖、旋转剖、半剖、断面剖



10.9 标注

- ❖ 尺寸标注：添加模型项目，尺寸在视图间移动
- ❖ 其他特征标注
- ❖ Auto CAD 转换