

UG NX6从入门到精通（上）

第一章 概述

本章重点内容

本章主要介绍UG NX软件在现代制造业中的地位、发展历史及未来趋势、主要功能模块和NX6.0新增加的功能，以及高效学习UG NX软件的一些方法和途径。

本章学习目标

- 了解UG NX软件的基本状况
- 了解UG NX软件在现代制造业的地位
- 学习UG NX6.0软件新增加的功能
- 掌握学习UG NX的方法和途径

1.1 UG NX软件简介及其地位

UG NX软件简介

UG NX软件是美国EDS公司（现已经被西门子公司收购）开发的一套集CAD/CAM/CAE/PDM/PLM于一体的软件集成系统。

- CAD功能使工程设计及制图完全自动化
- CAM功能为现代机床提供了NC编程，用来描述所完成的部件
- CAE功能提供了产品、装配和部件性能模拟能力
- PDM/PLM帮助管理产品数据和整个生命周期中的设计重用

1.1 UG NX软件简介及其地位

在制造业中的重要地位

UG NX软件在航空航天、汽车、通用机械、工业设备、医疗器械以及其它高科技应用领域的机械设计和模具加工自动化的市场上得到了广泛的应用。多年来，UGS一直在支持美国通用汽车公司实施目前全球最大的虚拟产品开发项目，同时Unigraphics也是日本著名汽车零部件制造商DENSO公司的设计标准，并在全球汽车行业得到了很大的应用，如Navistar、底特律柴油机厂、Winnebago和Robert Bosch AG 等。

1.2 UG软件的发展历史与趋势

UG软件的发展历史

UG的问世到现在经历了几十年，在这短短几十年里UG NX软件发生了翻天覆地的变化，主要历程如下：

- 1960年，McDonnell Douglas Automation 公司成立
- 1976年，收购United Computer 公司，UG的雏形问世
- 1986年，Unigraphics吸取了业界领先的、为实践所证实的实体建模核心——Parasolid的部份功能
- 1991年，Unigraphics开始了从CAD/CAE/CAM大型机版本到工作站版本的转移
- 1993年，Unigraphics引入复合建模的概念

1.2 UG软件的发展历史与趋势

UG软件的发展历史

- 1996年，Unigraphics发布了高级装配功能模块、最先进的CAM模块以及具有A类曲线造型能力的工业造型模块
- 2000年，Unigraphics发布了新版本的UG17
- 2003年，Unigraphics发布了新版本UG NX2.0。新版本基于最新的行业标准，它是一个全新支持PLM的体系结构。
- 2007年，UGS公司发布了新版本NX5.0——NX的下一代数字产品开发软件
- 2008年5月份，SIEMENS公司发布了NX第6版数字化产品开发软件

1.2 UG软件的发展历史与趋势

UG NX的未来发展

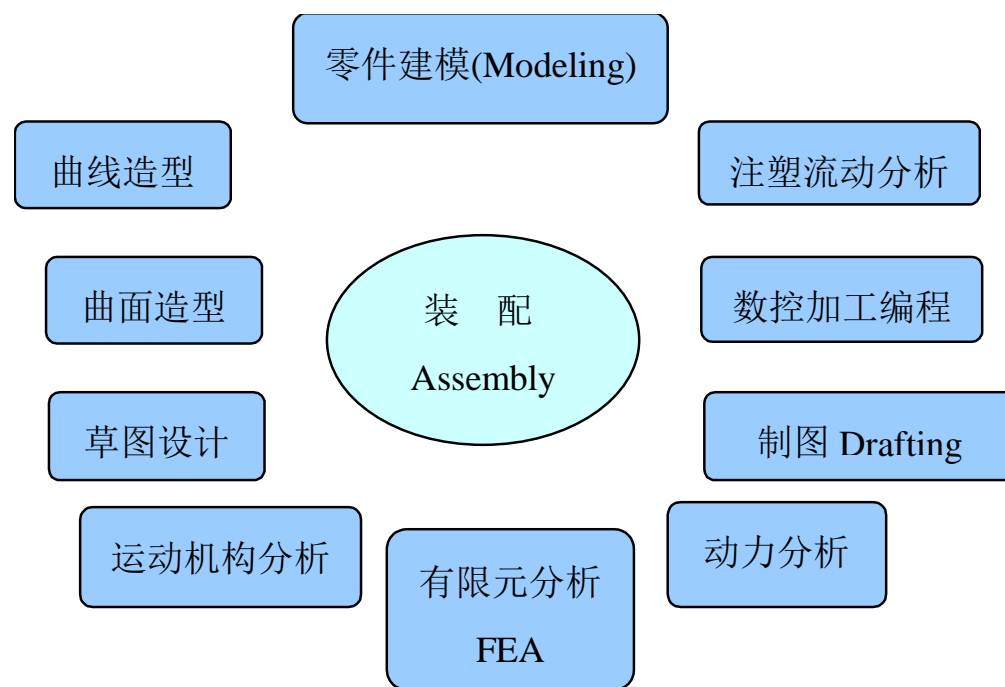
NX系列所倡导的“新一代数字化产品开发”将继续推行，主要侧重DFM（基于制造的设计）和DFA（基于装配的设计），在设计环节充分考虑供应链环境和装配环境，提高设计的一次成功率，降低产品总体开发成本，缩短产品进入市场的时间，稳定产品质量。

1.3 UG NX软件的技术特点

- 具有统一的数据库，可实施并行工程
- 采用复合建模技术
- 基于特征的建模和编辑方法
- 曲线设计采用非均匀有理B样线条作为基础
- 出图功能强
- 以Parasolid为实体建模核心
- 提供了界面良好的二次开发工具
- 具有良好的用户界面

1.4 NX6的功能模块与新增特点

UG NX6.0主要功能模块



1.4 NX6的功能模块与新增特点

UG NX6.0新增特点

- 更灵活——通过同步建模技术，可以在建模过程中可以实现直接编辑，十分简易。
- 更有力——NX6.0可通过一体化的CAD/CAM/CAE解决方案来处理极其复杂的问题。
- 更协调——NX6.0统一的过程促进协同产品开发，通过提高过程效率，缩短20%的周期时间。
- 更高效——NX6.0通过诸如剪贴簿等主要重用功能改进，使周期缩短40%，从而为工程师和设计师带来更高效率。

1.5 如何学好UG NX三维造型

几点建议

- 集中精力打歼灭战，避免马拉松式的学习
- 正确把握学习重点
- 有选择地学习
- 对软件造型功能进行合理的分类
- 从一开始就注重培养规范的操作习惯，
- 将平时所遇到的问题、失误和学习要点记录下来

1.6 本章小结

本章主要概述了UG的发展历程，UG NX软件的特点和UG NX6.0的新增功能，介绍了UG在现代制造业中的重要地位。同时，还讲述了UG的未来发展趋势。

作为开篇，本章向读者总结了一些UG NX的学习方法和经验。通过本章的学习，读者对于为什么要学习UG NX、UG NX能做什么、如何学习UG NX应该胸中自有丘壑！

第二章 UG NX6.0 应用体验

本章重点内容

本章通过一个具体实例，介绍UG NX6.0产品建模的流程。从新建文件开始，到最终完成该实例，整个例子包含草图创建、实体模型创建和产品工程图。

本章学习目标

- 掌握产品建模流程
- 了解草图的创建
- 了解实体建模
- 了解绘制工程图

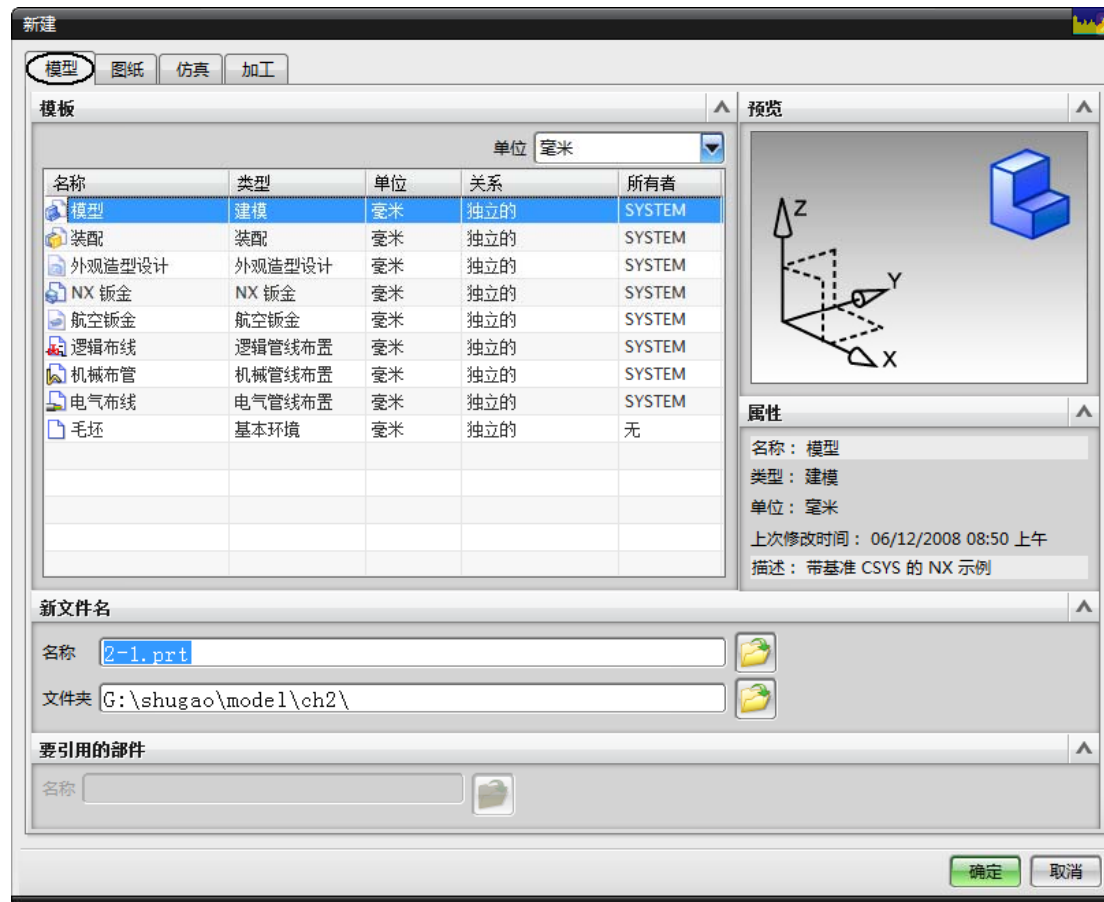
2.1 UG NX6.0产品建模典型流程

典型流程

- 启动UG NX软件
- 新建一个文件或打开一个已存在的文件
- 调用相应的模块
- 选择具体的命令进行相关操作
- 保存文件
- 退出UG NX系统

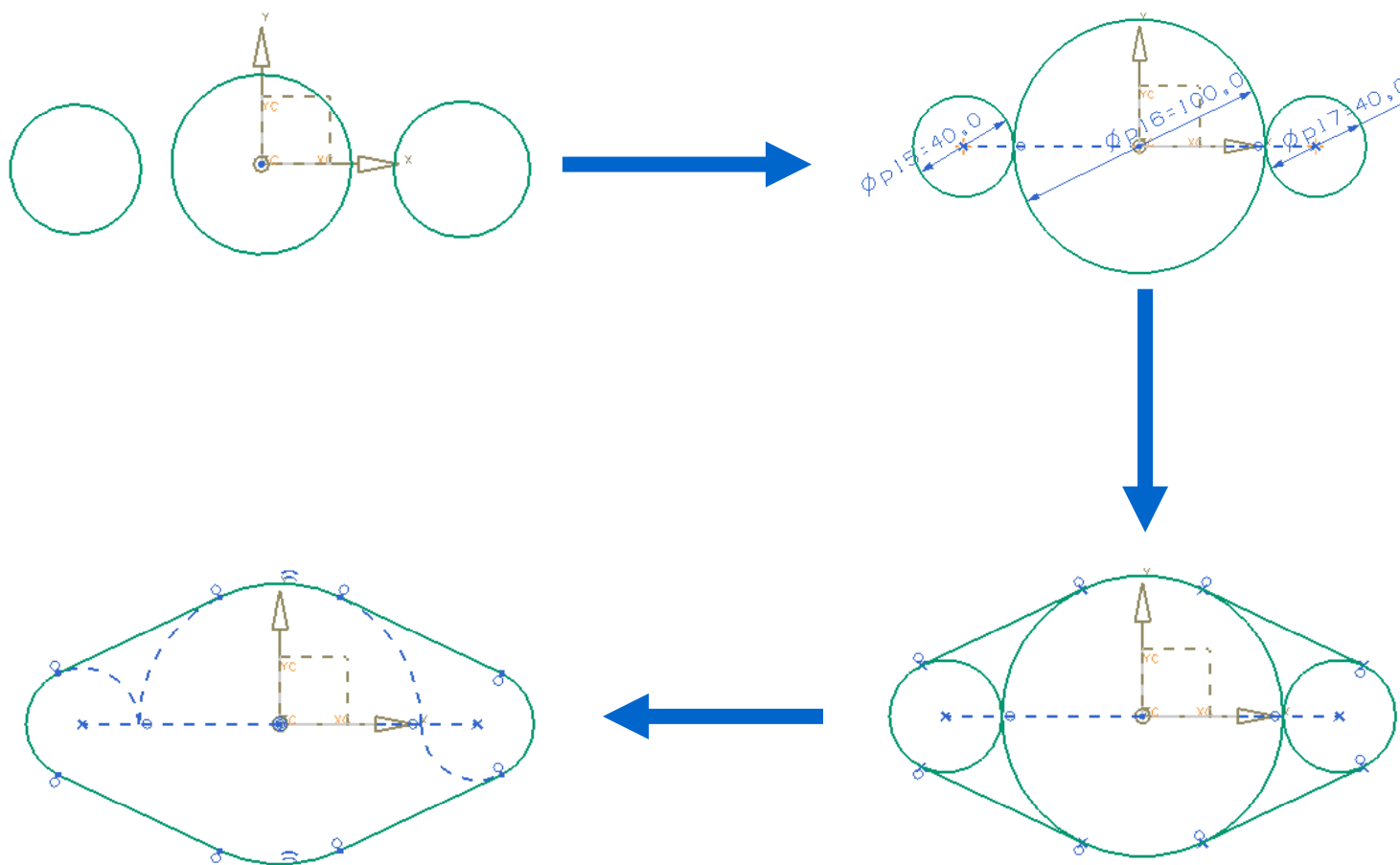
2.2 一个入门实例

创建一个图形文件



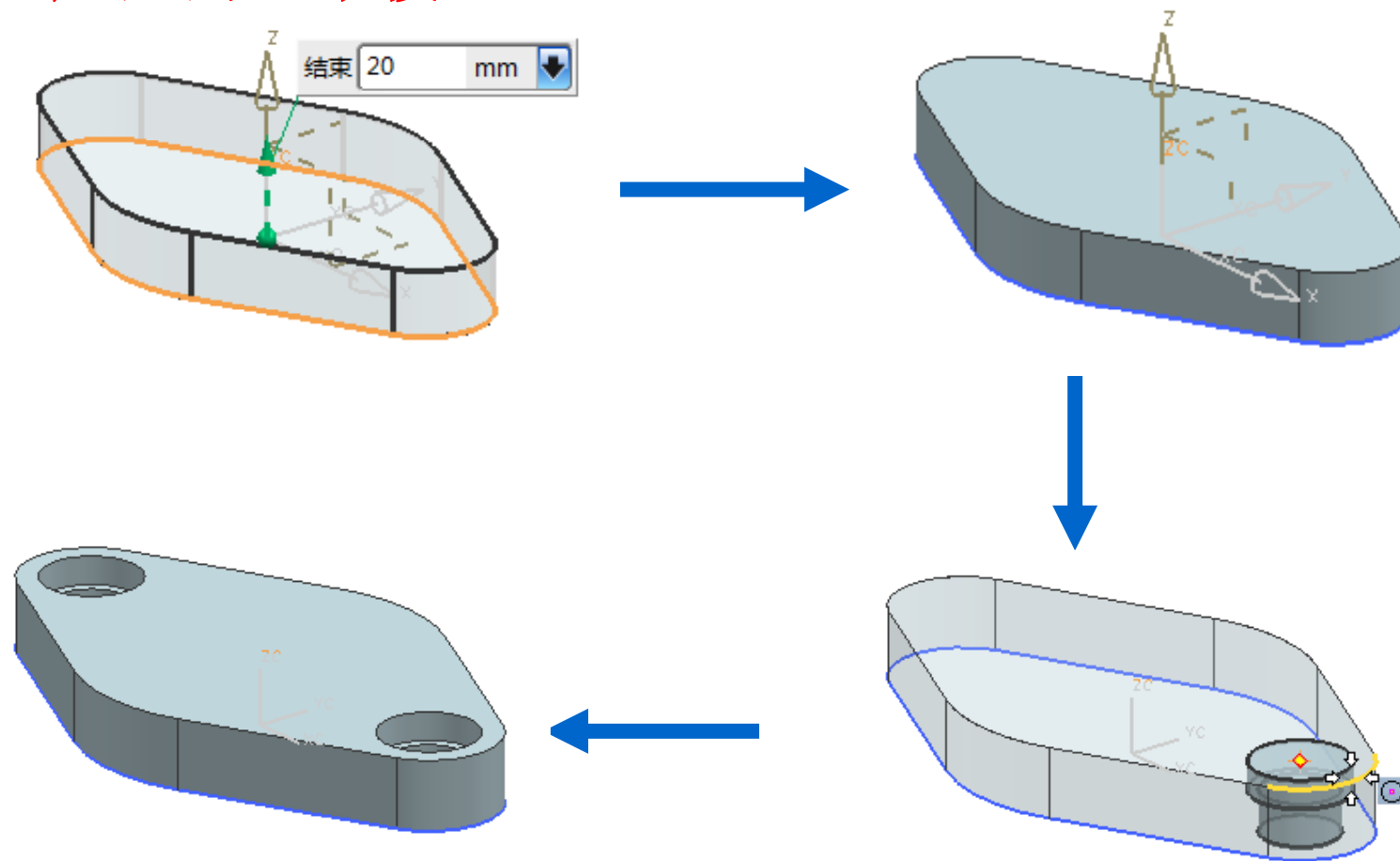
2.2 一个入门实例

绘制产品的草图



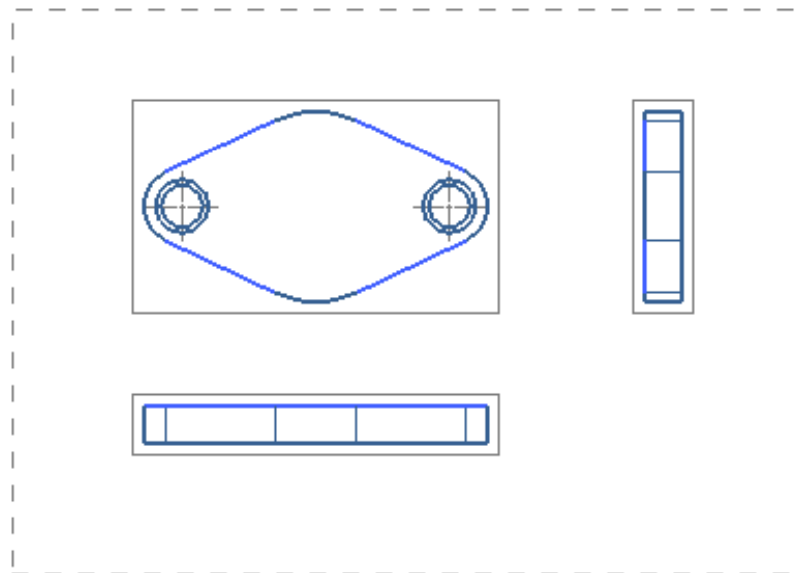
2.2 一个入门实例

构造产品的三维模型



2.2 一个入门实例

绘制产品的工程图



2.3 本章小结

本章通过一个例子介绍了UG NX6.0产品建模的流程。虽然模型比较简单，但是基本上覆盖了每个部分，包括创建草图、建立特征、创建工程图等。有些步骤可能不是特别详细，但是基本上将操作方法描述清楚了。至于功能命令的更多介绍，可以参考后面章节的内容。

和 基本操作

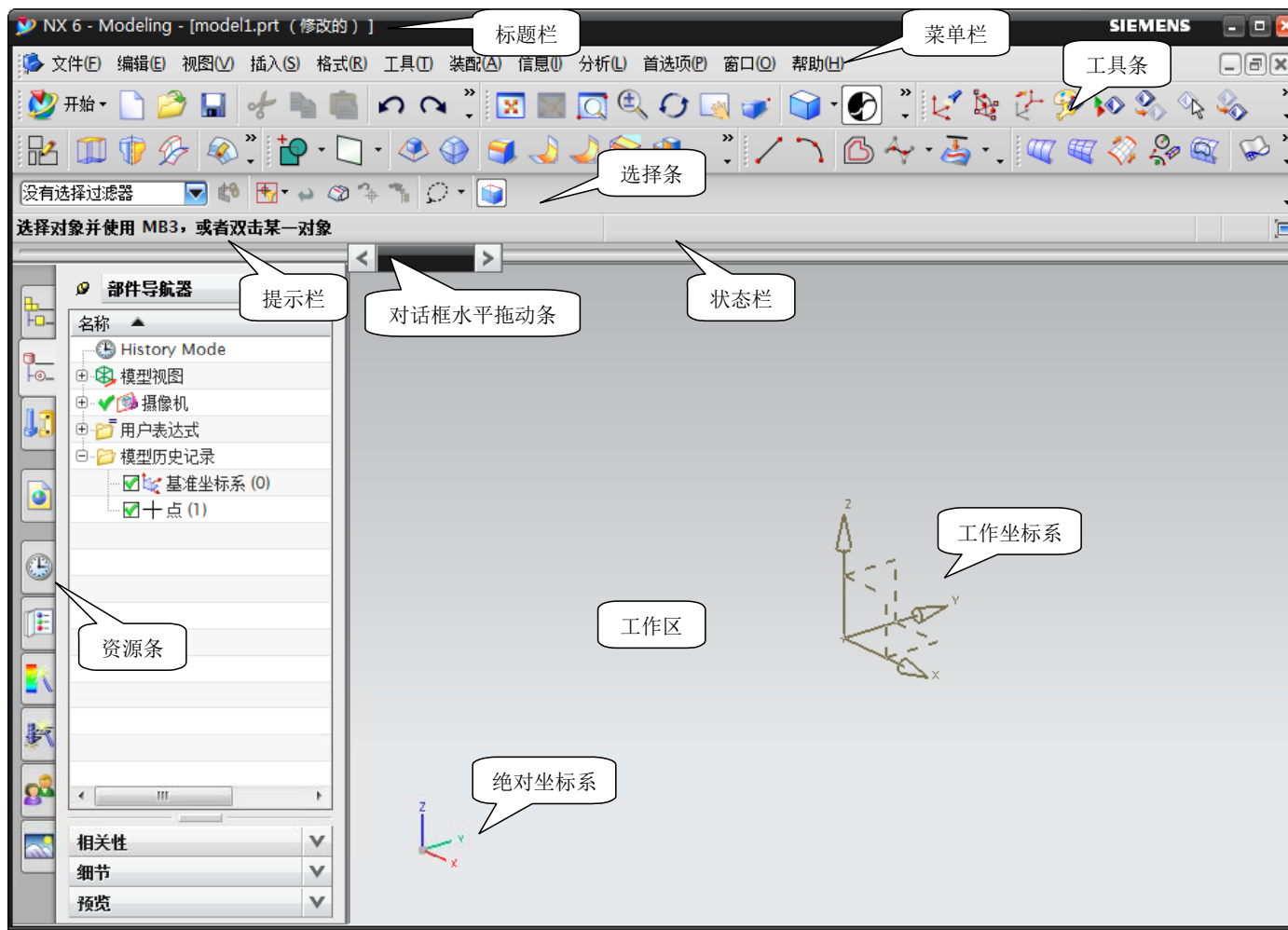
本章重点内容

本章主要介绍UG NX6.0的工作界面、基本操作及通用工具。通过本章的学习，读者可以熟悉UG NX6.0 的常用工具，并掌握一些基本操作。

本章学习目标

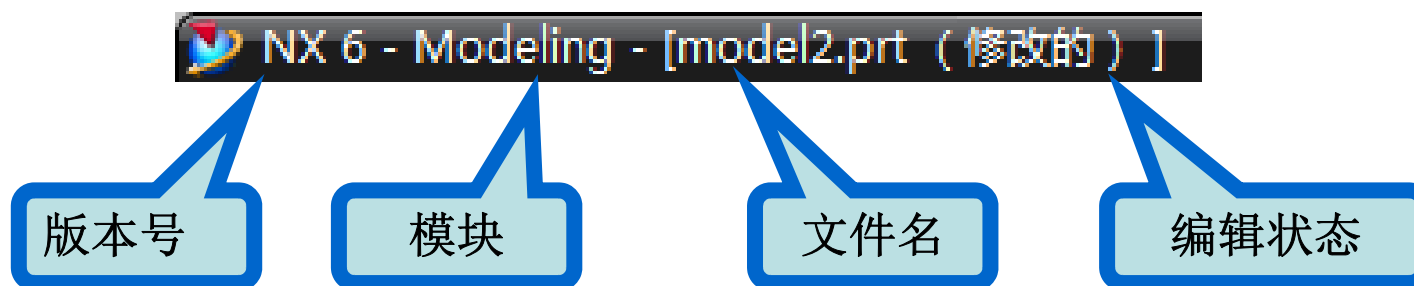
- 熟悉UG NX6.0的工作界面
- 掌握UG NX6.0系统环境的设置方法
- 掌握视图布局的操作方法
- 掌握平面、矢量及坐标系的构造方法
- 掌握几何图形管理工具的使用
- 掌握对象显示工具和几何变换工具的使用

3.1 UG NX6.0工作界面



3.1.1 标题栏和工作区

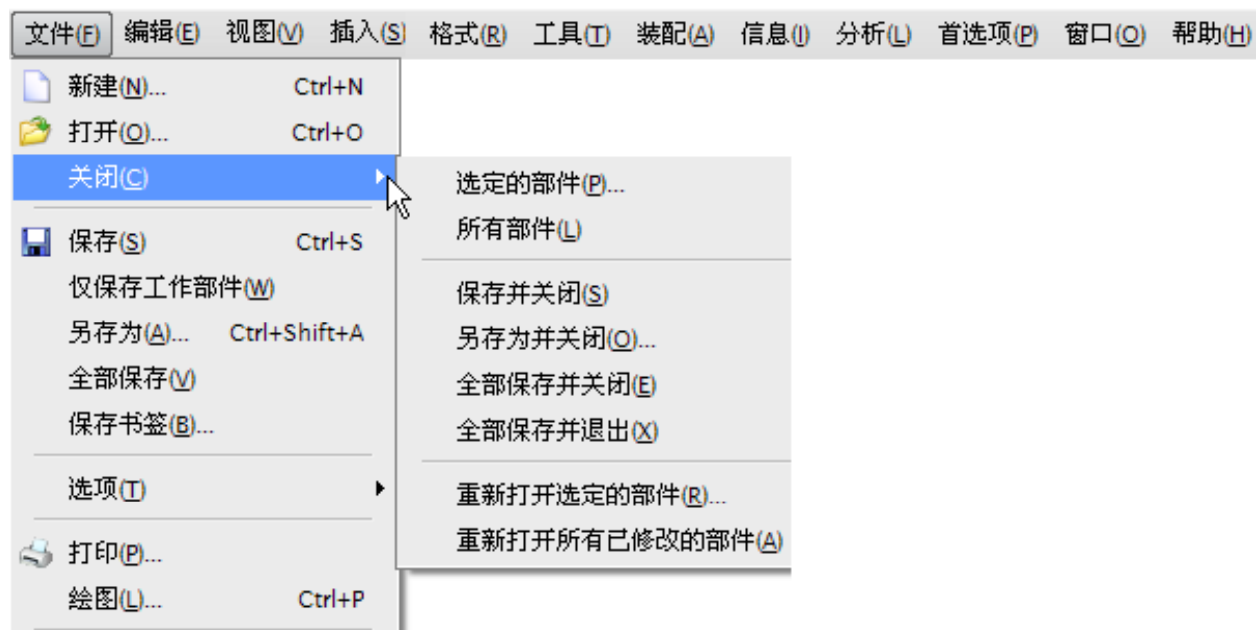
标题栏



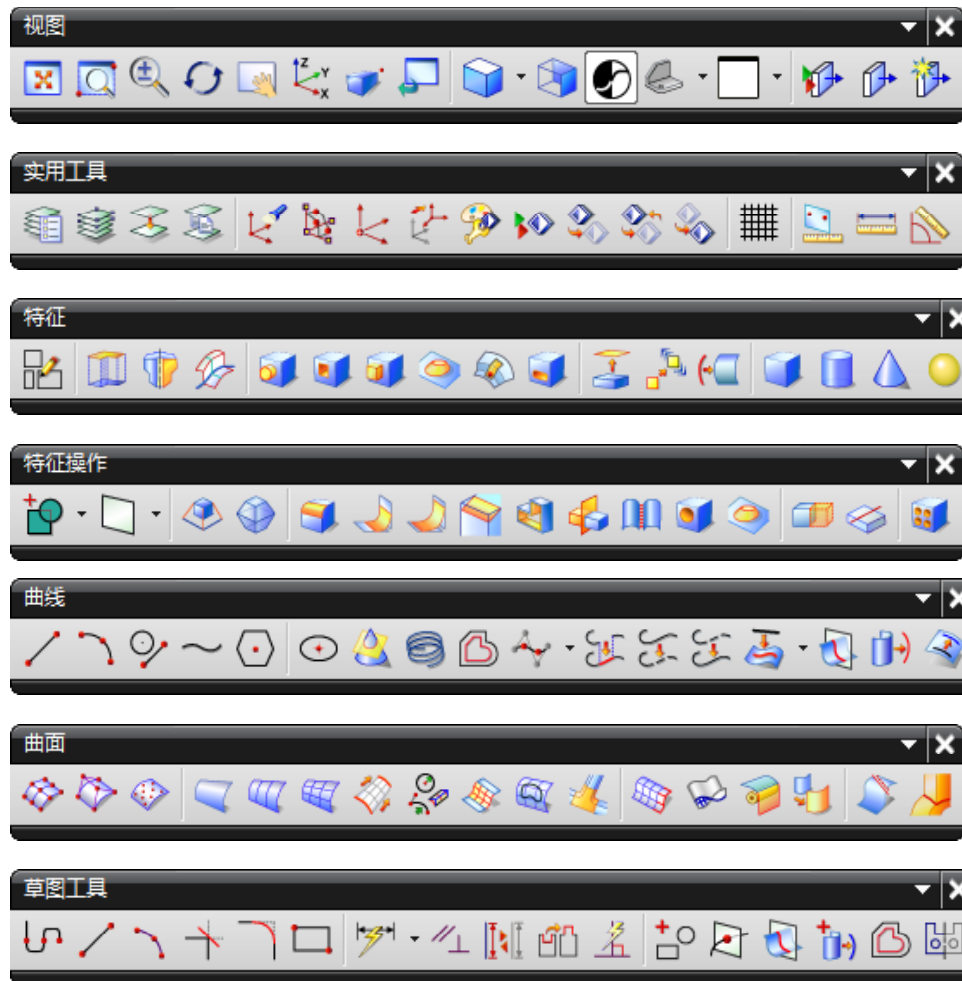
工作区

工作区即绘图区，是创建、显示和编辑图形的区域，也是进行结果分析和模拟仿真的窗口。

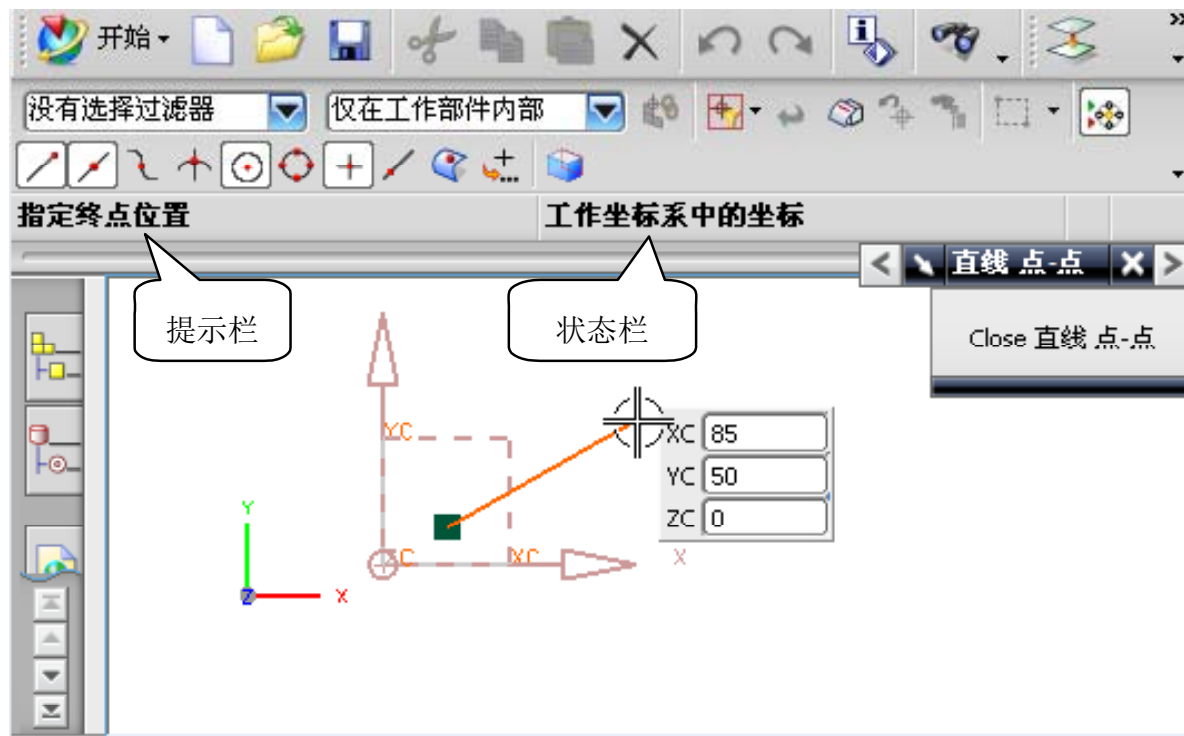
3.1.2 菜单栏



3.1.3 工具栏

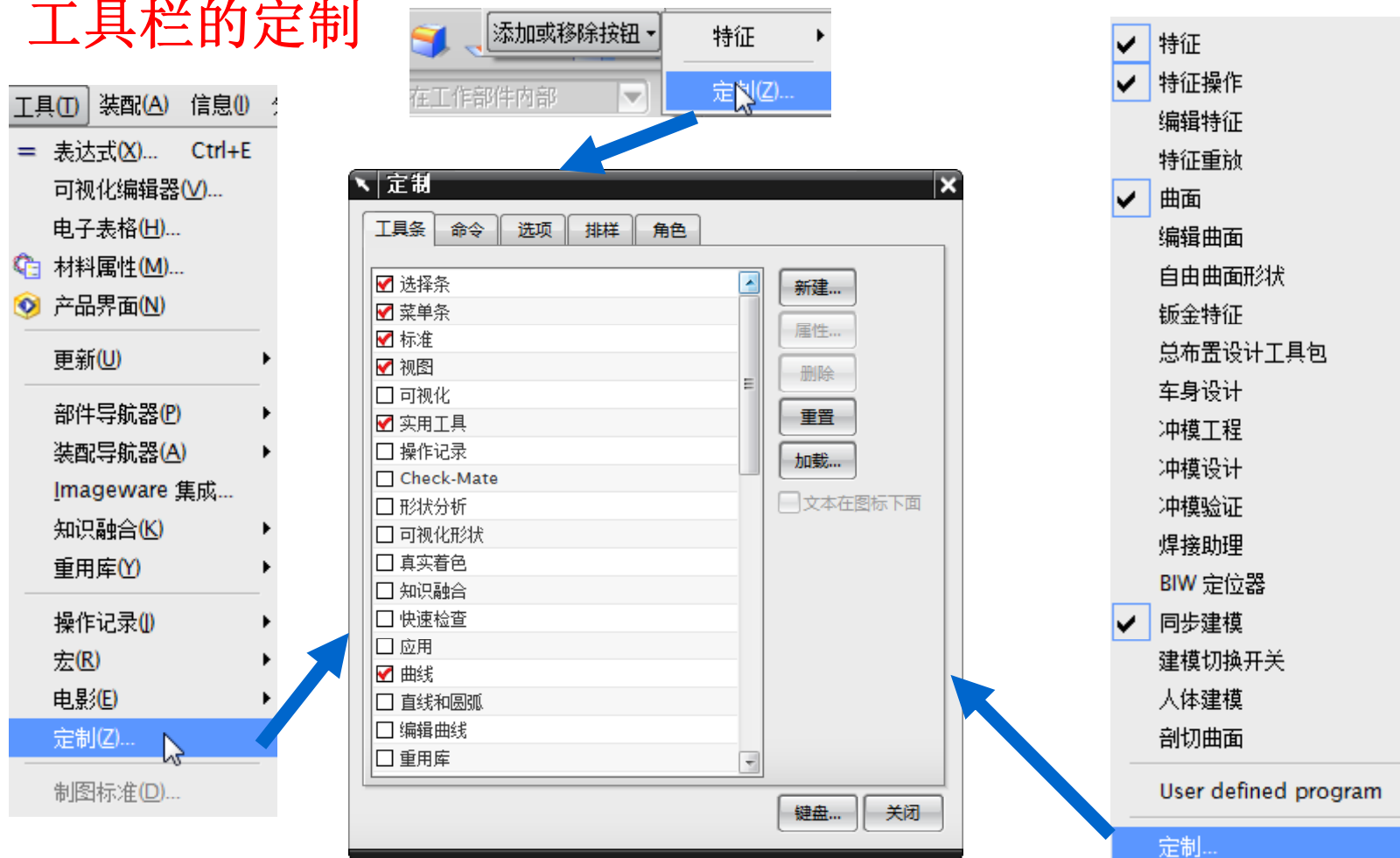


3.1.4 提示栏和状态栏



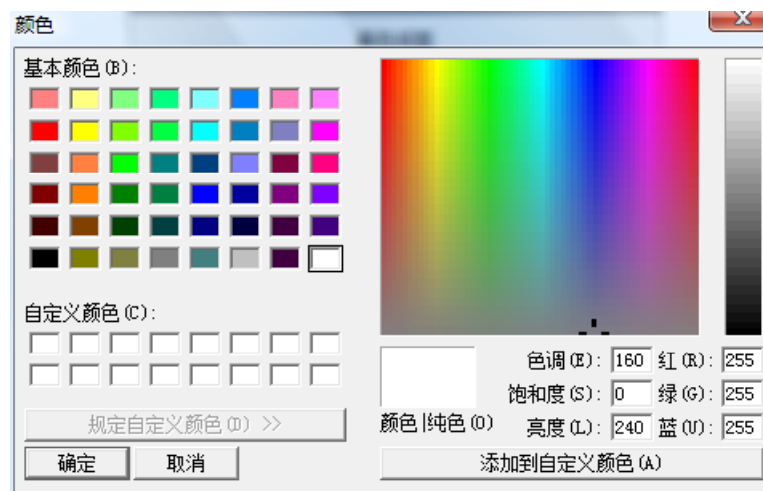
3.1.5 界面环境的定制

工具栏的定制



3.1.5 界面环境的定制

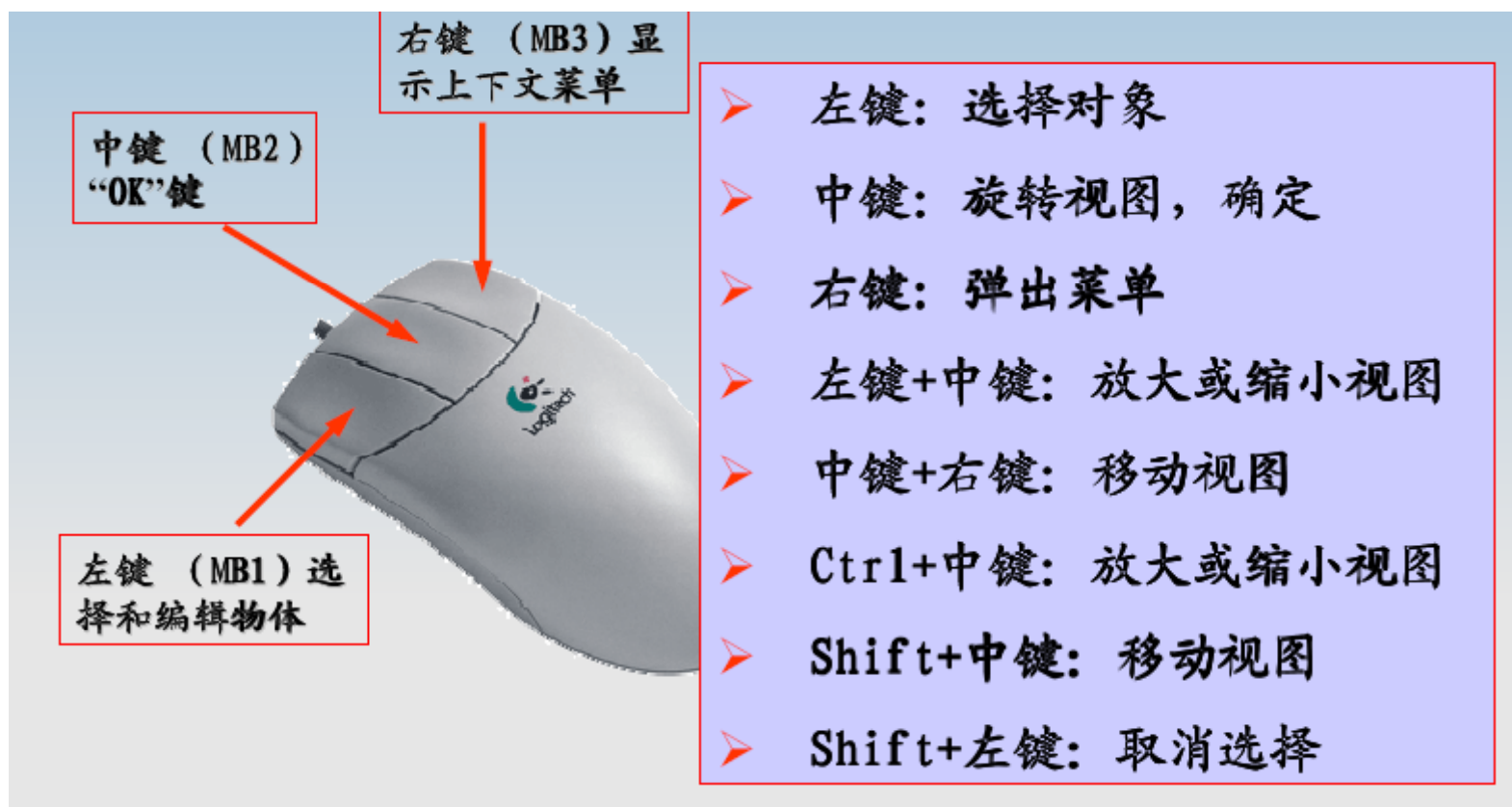
工作界面背景定制



3.2 鼠标和键盘的使用

鼠标和键盘是主要输入工具，如果能够妥善运用鼠标按键与键盘按键，就能快速提高设计效率。因此正确、熟练的操作鼠标和键盘十分重要。本节将对该内容进行详细的讨论。

3.2.1 鼠标操作



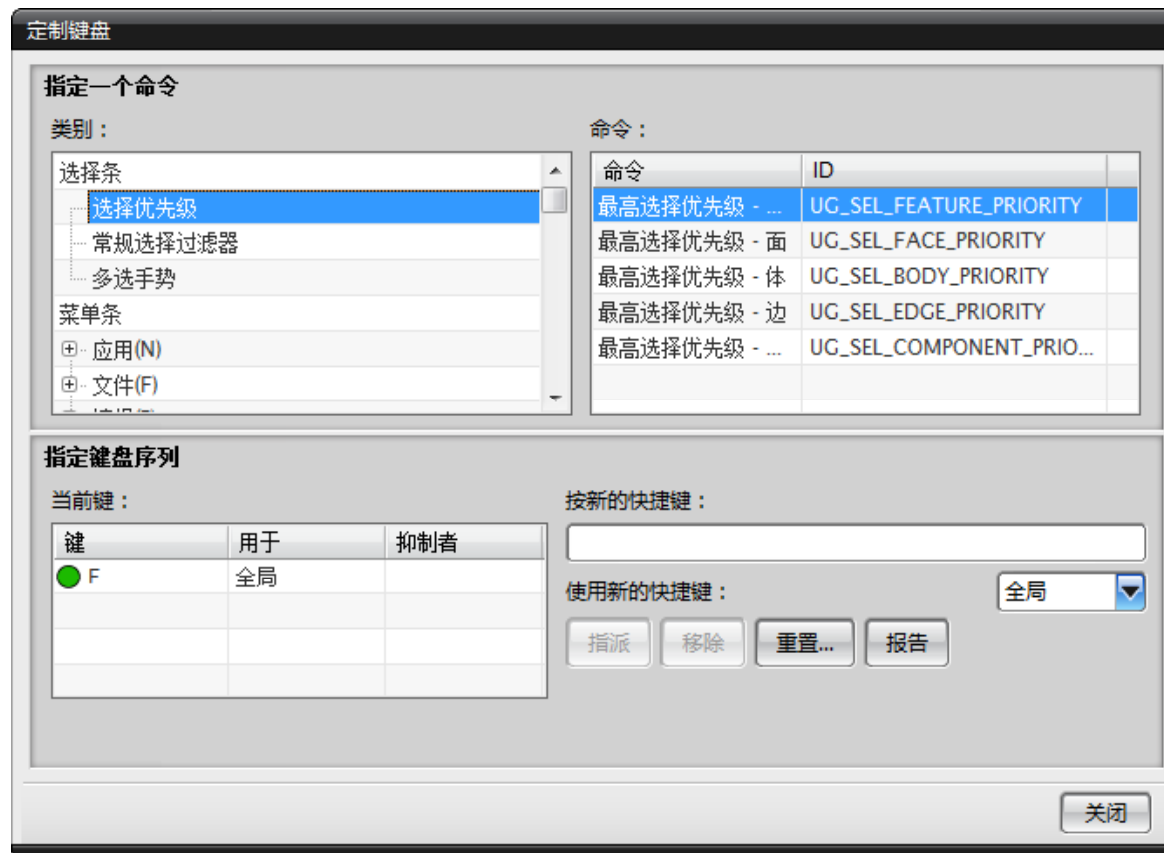
3.2.2 键盘快捷键及其作用

通过快捷键，设计者能快速提高效率。

按键	功能	按键	功能
Ctrl+N	新建文件	Ctrl+J	改变对象的显示属性
Ctrl+O	打开文件	Ctrl+T	几何变换
Ctrl+S	保存	Ctrl+D	删除
Ctrl+R	旋转视图	Ctrl+B	隐藏选定的几何体
Ctrl+F	满屏显示	Ctrl+Shift+B	颠倒显示和隐藏
Ctrl+Z	撤消	Ctrl+Shift+U	显示所有隐藏的几何体

3.2.3 定制快捷键

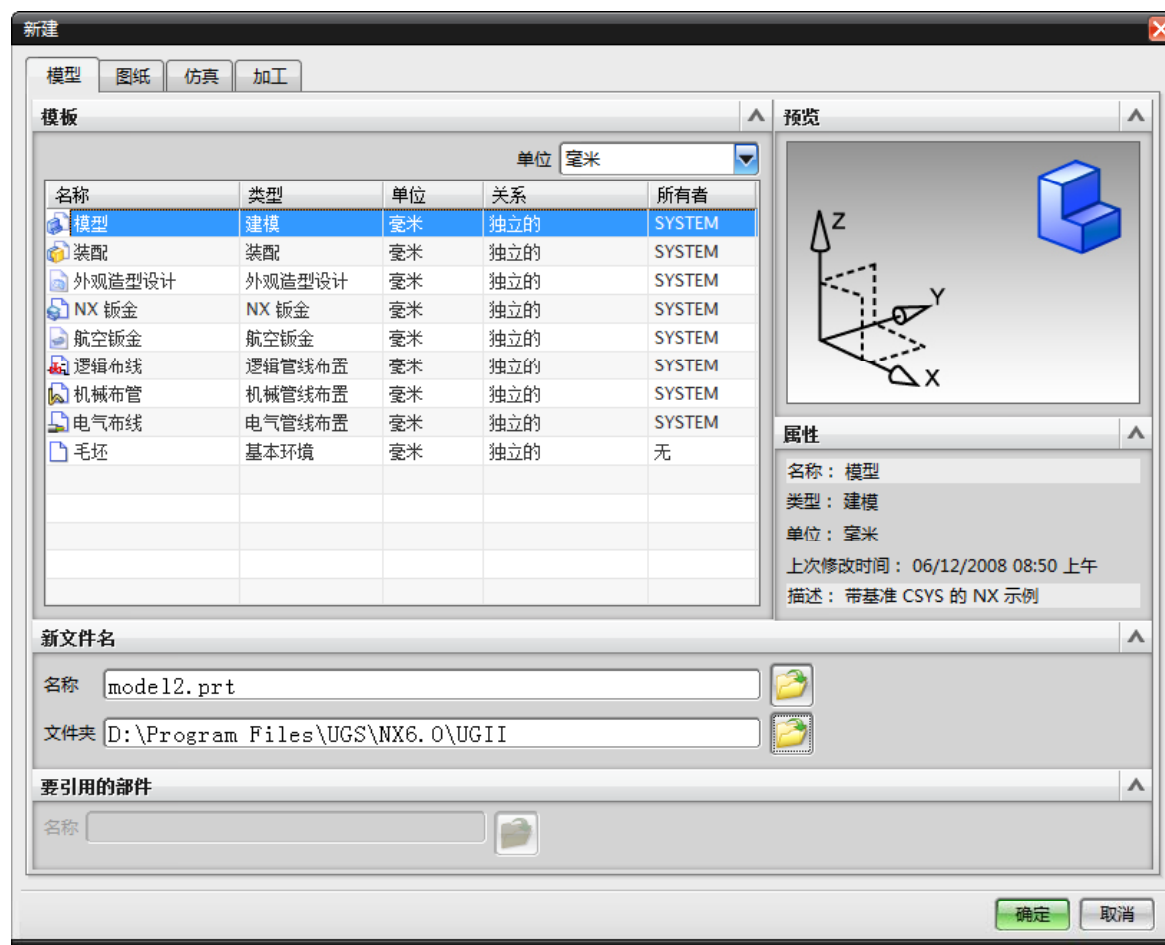
单击【定制】对话框上的右下方的【键盘】按钮，系统【定制键盘】对话框



3.3.1 什么是CAD图形文件

顾名思义，CAD图形文件就是保存CAD软件设计结果（通常是各类图形）的文件。常用的图形文件可分为二维图形文件和三维图形文件。二维图形文件有基于2D图纸的DXF数据格式；三维图形文件有基于曲面的IGES图形数据格式、基于实体的STEP标准以及基于小平面的STL标准等。



3.3.2 UG NX6.0文件操作

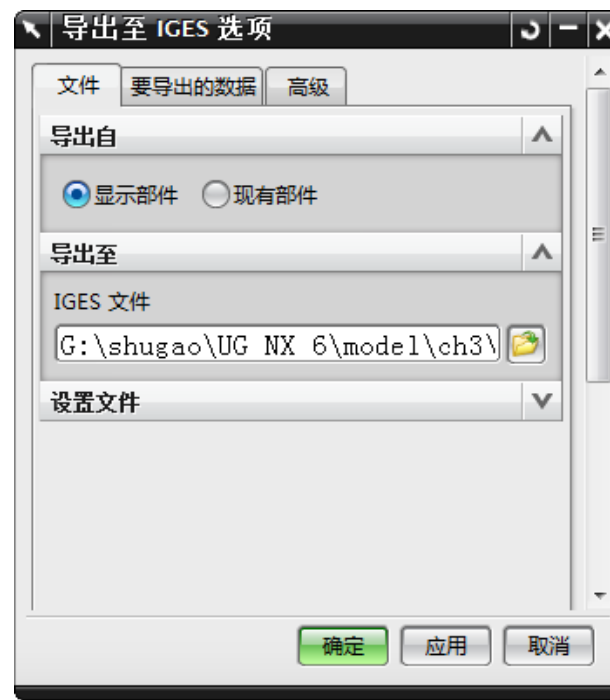


3.3.3 文件的类型

- DXF (Drawing Exchange Format)
- IGES (Initial Graphics Exchange Specification)
- STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data)
- STL
- Parasolid
- CGM (Computer Graphics Metafile)
- VRML (Virtual Reality Modeling Language)

【例3-1】导入导出文件

	源文件： \ch3\3-1.prt
	操作结果文件： \ch3\finish\3-1.igs、3-1.prt



3.4 视图

在设计过程中，经常需要从不同的视点观察物体。设计者从指定的视点沿着某个特定的方向所看到的平面图就是视图。视图也可以认为是指定方向的一个平面投影。在设计中，有时需要剖开物体以观察内部，或者将物体以线框模式显示等。因此，设计者所看到的模型不仅与模型本身的参数和物理特性有关，还与视图紧密相关。对视图的操作主要是通过【视图】工具条上的命令实现。

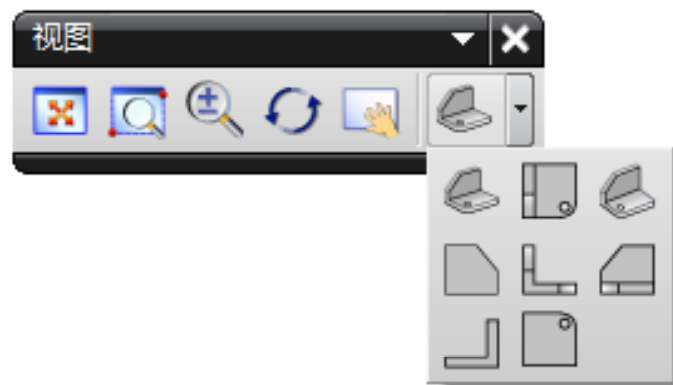
3.4.1 视图与坐标系

视图的方向决定于当前的绝对坐标系，与工作坐标系无关。对视图的各种操作，都不会影响到模型参数。如平移、旋转、放大等事实上都没有改变模型的参数，只是将当前的绝对坐标系进行变换而已。

3.4.2 常用视图和模型显示

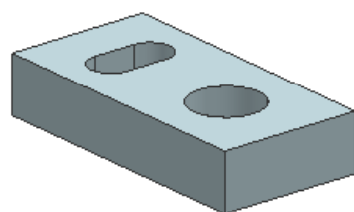
常用视图

在UG中，每一个视图都有一个名称，即视图名。UG系统自定义的视图称为标准视图。，标准视图主要有【正二侧视图】、【正等测视图】、【上视图】（俯视图）、【下视图】（仰视图）、【左视图】、【右视图】、【前视图】（主视图）、【后视图】。

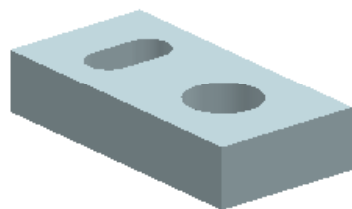


3.4.2 常用视图和模型显示

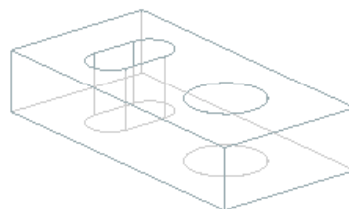
模型显示



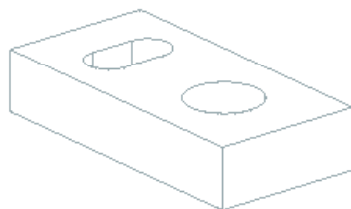
带边着色



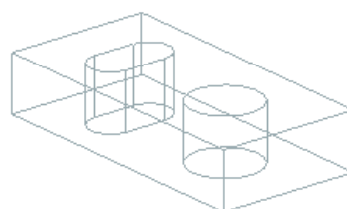
着色



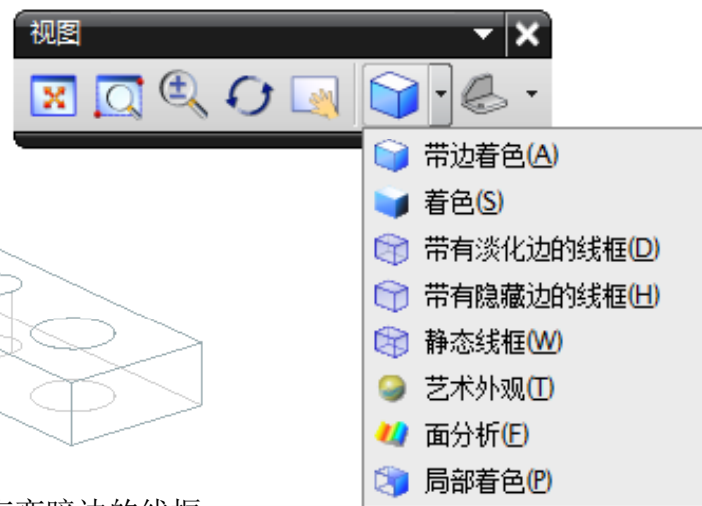
带有变暗边的线框



带有隐藏边的线框



静态线框



3.4.3 视图操作

视图操作主要是指利用【视图】工具条上的命令对视图进行变换，如旋转、缩放、移动和刷新等。



3.5 操作导航器

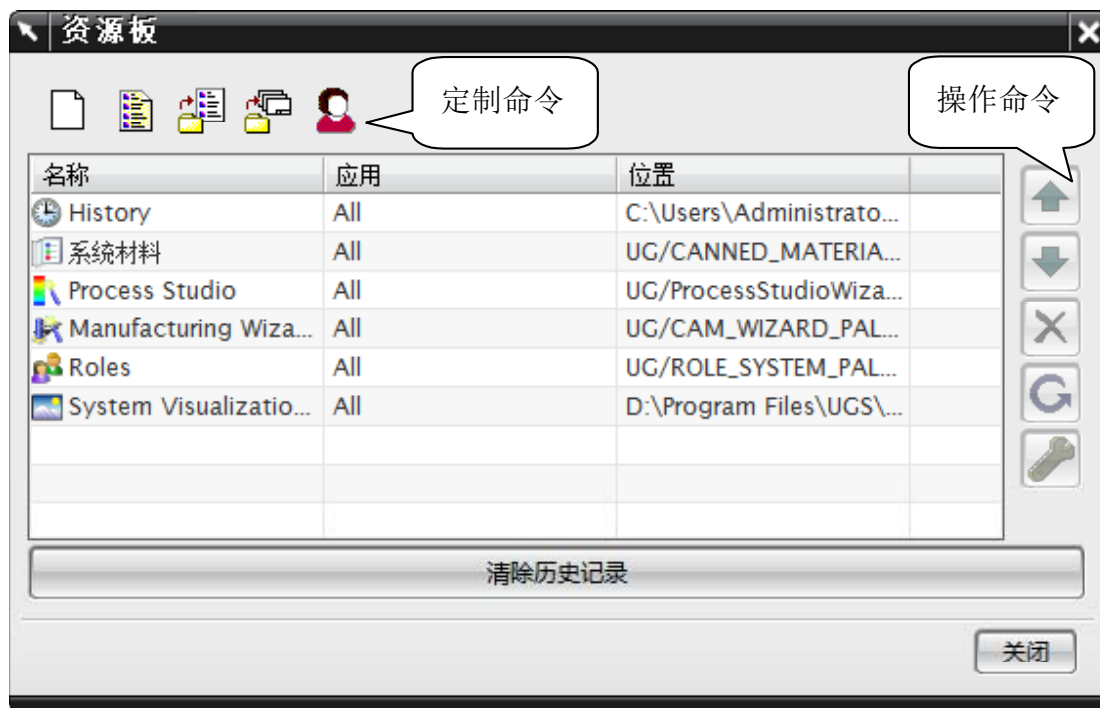


3.5.1 导航器的作用

通过导航器可以方便地查看与管理模型，导航器中会显示模型的所有信息，修改这些信息将驱动模型的变化。比如，通过部件导航器，可以查看部件的模型树，并对部件进行修改，如修改特征参数等。对于复杂模型，通过导航器能方便地组织模型的拓扑结构，模型修改也将更清晰。

3.5.2 导航器的操作

定制方法：选择下拉菜单中的【首选项】 | 【资源板】命令，系统弹出【资源板】对话框。



3.6 坐标系

坐标系是进行视图变换和几何变换的基础，通常的变换都是与坐标系相关的。或者说，视图变换或几何变化变换的本质都是坐标系变换。

3.6.1 UG NX6.0中的坐标系

绝对坐标系（ACS）

系统默认的坐标系，其原点位置和各坐标轴线的方向永远保持不变，是固定坐标系，用X、Y、Z表示。绝对坐标系可以作为零件和装配的基准。

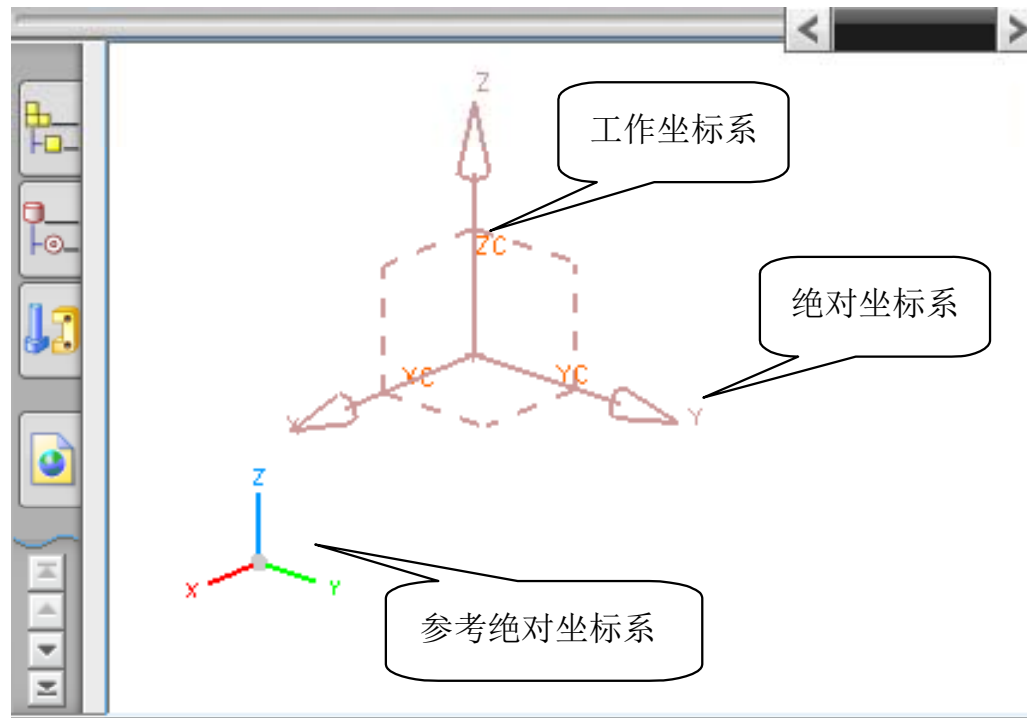
工作坐标系（WCS）

UG NX系统提供给用户的坐标系，也是经常使用的坐标系。用户可以根据需要任意移动它的位置，也可以设置属于自己的工作坐标系。用XC、YC、ZC表示。

机械坐标系（MCS）

一般用于模具设计、加工和配线等向导操作中，一般用户使用比较少。

3.6.1 UG NX6.0中的坐标系

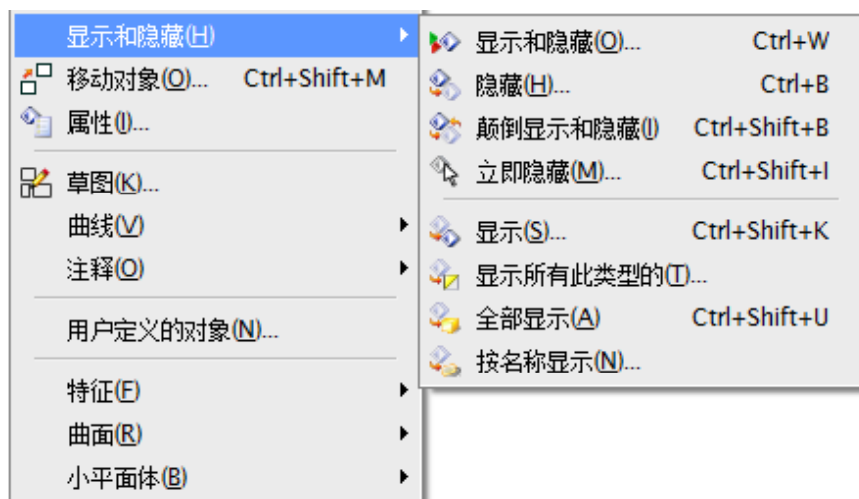


3.7 通用工具

- 几何图形管理工具
 - 显示与隐藏工具
 - 层管理器
 - 类选择器
- 坐标系
- 平面与基准平面
- 矢量与基准轴

3.7.1 几何图形管理工具

显示与隐藏工具

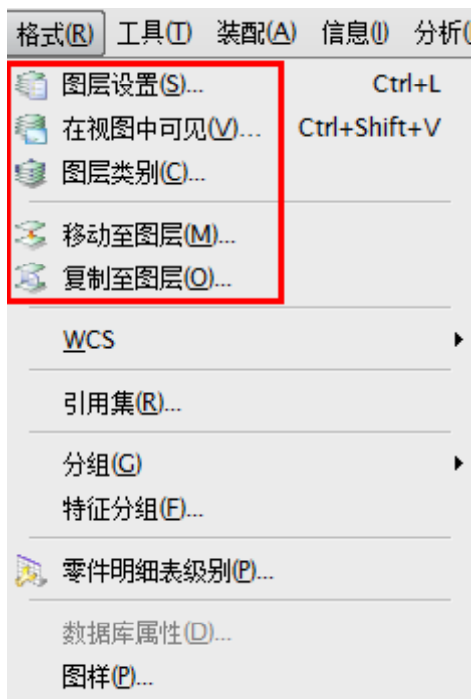


在UGNX软件中，系统的工作界面可以分两面，简单来说就如一张纸，可以在正面绘图，也可以在反面绘图，正面和反面没有主次之分，功能基本上相同，在特殊功能（如拔模）会有所区别。通过隐藏工具能进行以下操作：

- ☐ 可以显示和隐藏指定类型的对象
- ☐ 在正面操作时，可以将对象隐藏到反面
- ☐ 可以在正面和反面之间互相切换，工作效果相同
- ☐ 可以显示反面的某个对象
- ☐ 可以显示全部对象，也就是将反面的所有对象显示在正面
- ☐ 可以按名称显示

3.7.1 几何图形管理工具

层管理器



层管理器是UGNX一个非常重要，功能强大的命令。

- ☐ 在新建一个文件后，默认有256个层，这256层相当于256张透明的纸叠加在一起一样
- ☐ 可以设置任何一层作为工作层，设置好后创建的对象位于此工作层
- ☐ 工作层的对象永远是显示状态，其余图层对象可以显示或隐藏，也可以编辑或只能显示不能编辑
- ☐ 可以将多个层设置为一类别，对该类别中所有层进行相同操作，如隐藏或显示
- ☐ 对象可以放置于任何层内，可以将其中一层中对象移动至另一层，也可以复制到另一层
- ☐ 通常将256层设置为废层，就是将不需要的对象放至于此层中，此层通常都处于隐藏状态

3.7.1 几何图形管理工具

图层设置对话框

设置【工作图层】后，所创建的对象就位于该工作层。

【显示】：可控制在列表框中显示哪些图层。

- 【所有图层】：显示包括1~256层在内的所有图层。
- 【含有对象的图层】：只显示包含对象的图层。
- 【所有可选图层】：只显示可选的图层。
- 【所有可见图层】：只显示可见或可选的图层

【设为可选】：层上的对象是可见的，而且也能被选择和编辑。

【设为仅可见】：层上的对象是可见的，但不能选择，也不能进行其它操作。

【设为不可见】：层上的对象不显示。



3.7.1 几何图形管理工具

类选择器

选择隐藏命令、删除命令、变换命令、对象显示命令等会弹出【类选择器】，通过该选择器来过滤要选取的对象。

过滤器的种类，可以是类型、图层、颜色或属性，通过设置不同的过滤器类型来选择对象，也可以多个过滤器同时作用，这时只有满足多个过滤器条件时才被选择。

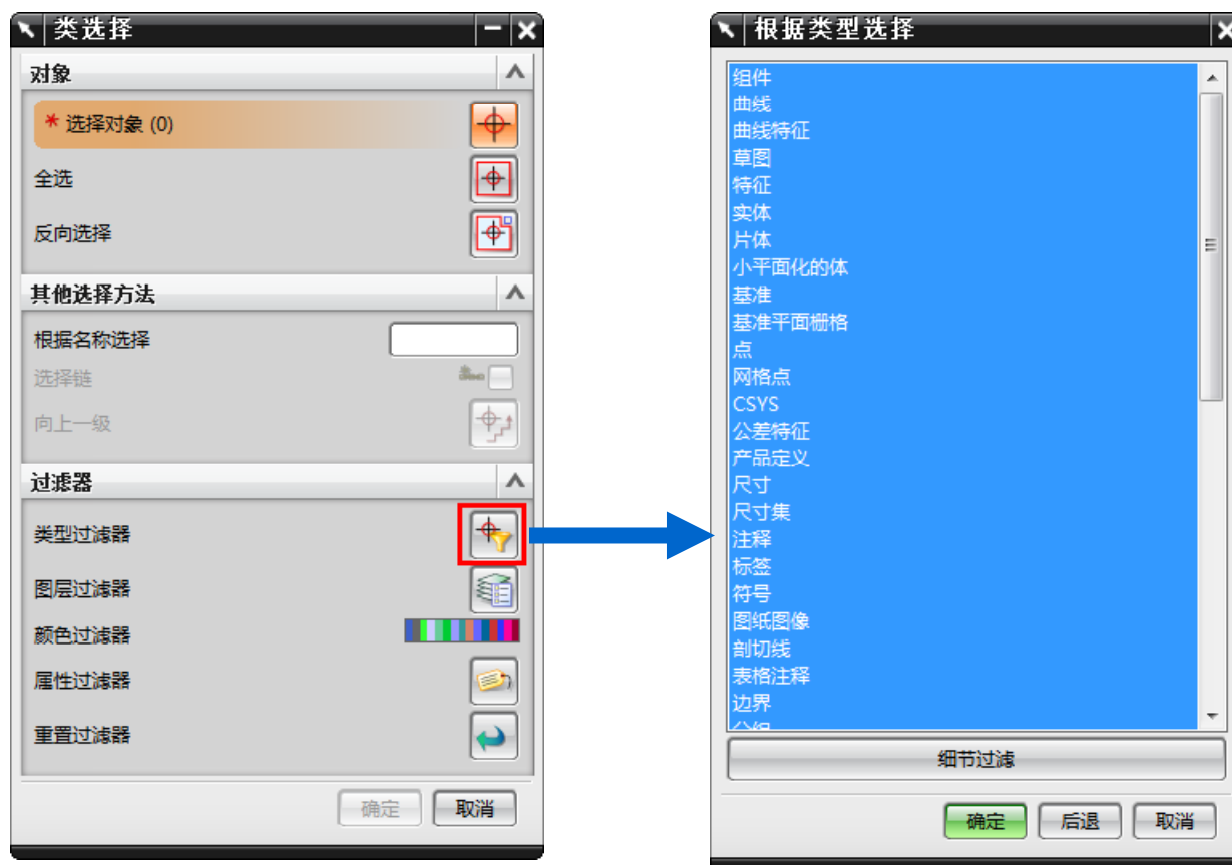


操作过程：

- 首先选择要操作的命令，系统弹出【类选择】对话框
- 然后设置过滤条件
- 再在绘图区选择满足条件的对象
- 返回操作命令继续对选择的对象进行操作

3.7.1 几何图形管理工具

类型过滤器



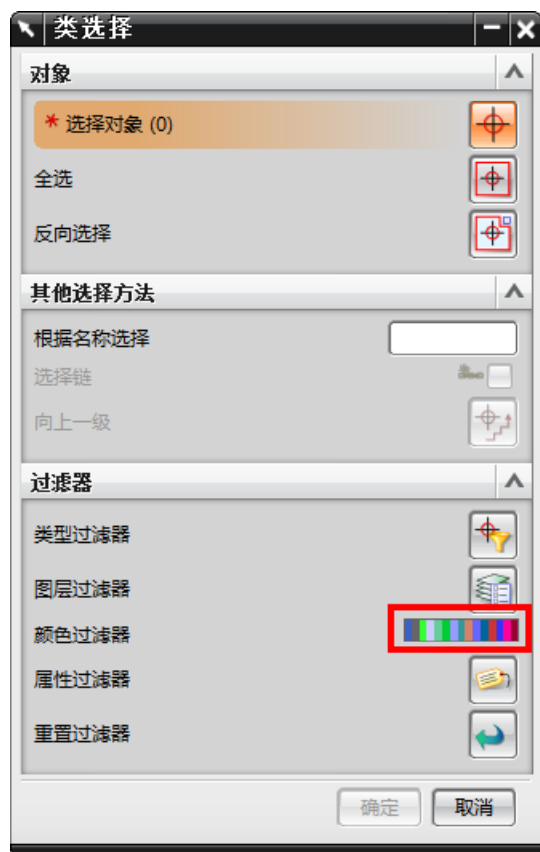
操作过程:

➤单击【类型过滤器】图标，弹出相应对话框

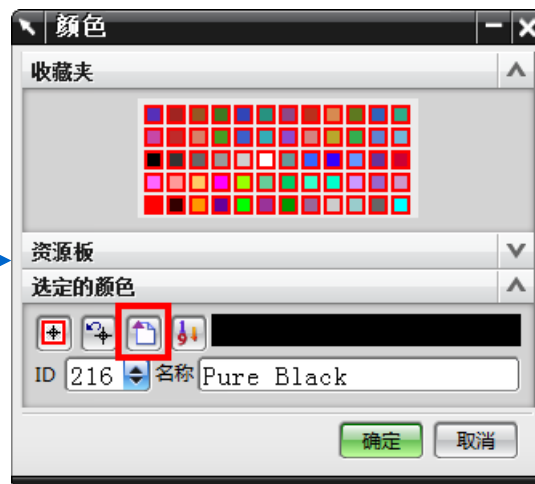
➤指定需要的类型，单击【确定】回到原对话框

3.7.1 几何图形管理工具

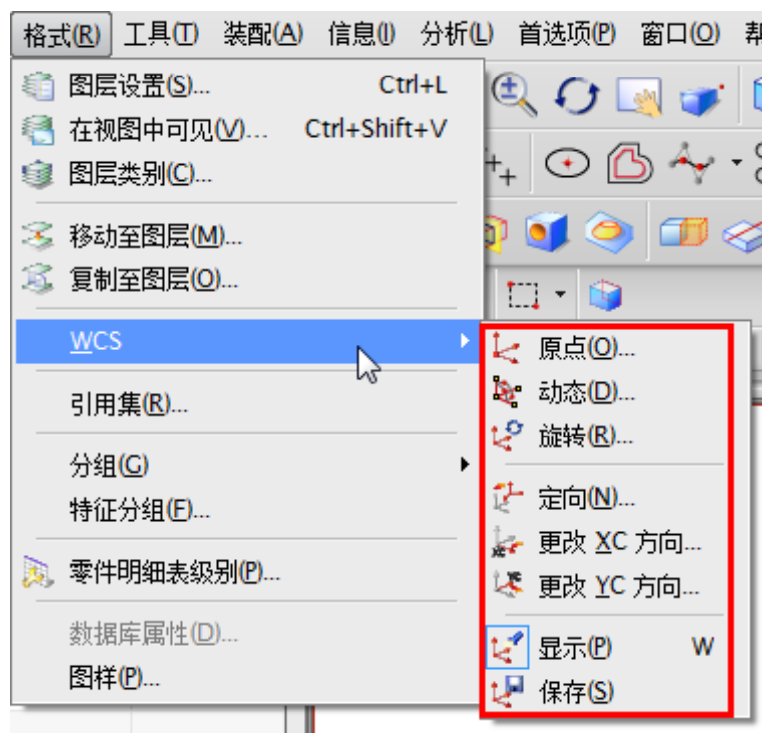
颜色过滤器



可以直接选择【收藏夹】中的颜色，也可以利用【继承】在图形窗口中选择对象，软件将基于选定对象的颜色来指定过滤得颜色。



3.7.2 坐标系



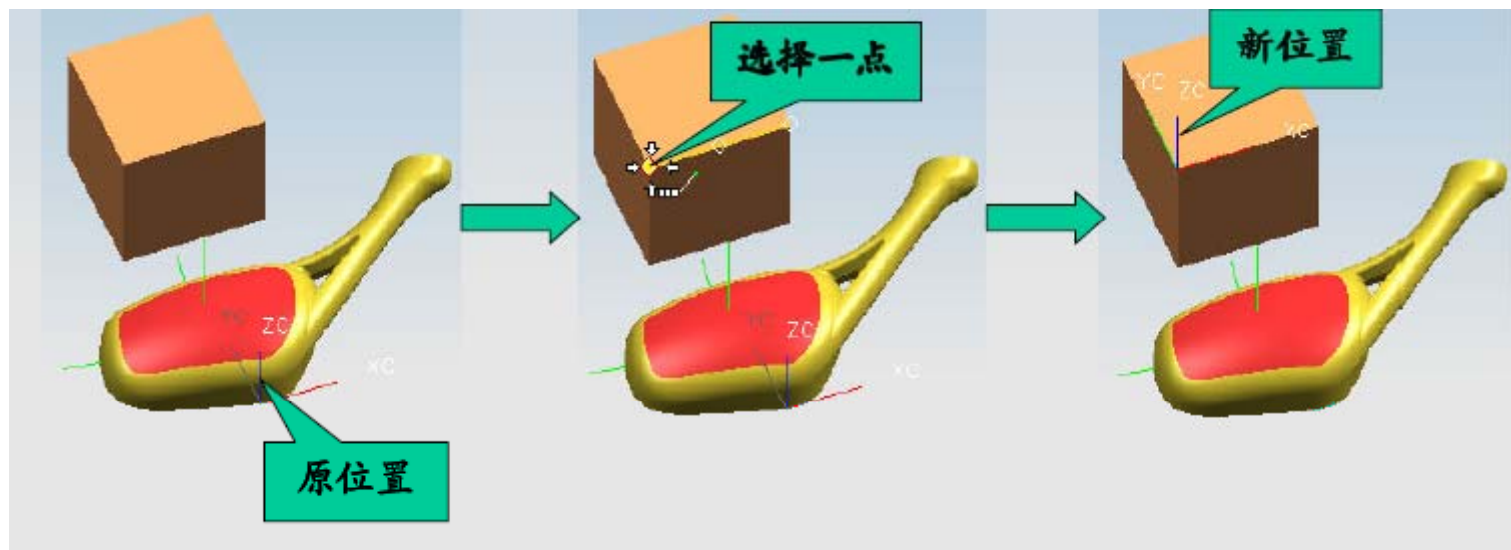
坐标系工具主要用于对工作坐标系（WCS）进行编辑

- ☐ 可以移动工作坐标系的原点
- ☐ 可以动态改变坐标系的方位
- ☐ 重点学习如何定位工作坐标系
- ☐ 可以只改变XC或YC的方向
- ☐ 可以显示或隐藏工作坐标系
- ☐ 可以保存工作坐标系作为后续工作的参考

3.7.2 坐标系

改变坐标系的原点

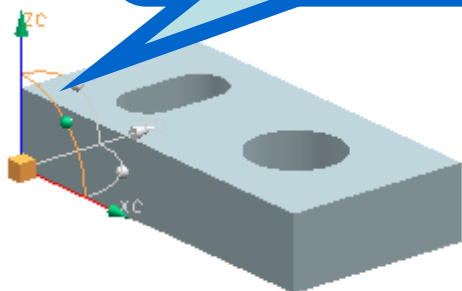
此命令只改变工作坐标系（wcs）的原点位置，并不改变坐标轴的矢量方向。



3.7.2 坐标系

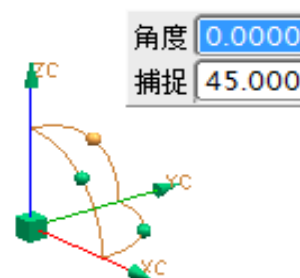
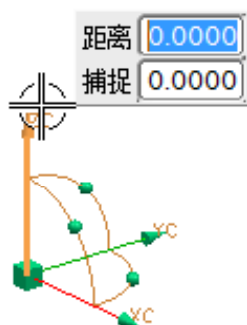
动态改变坐标系

工作坐标系
处于动态状态



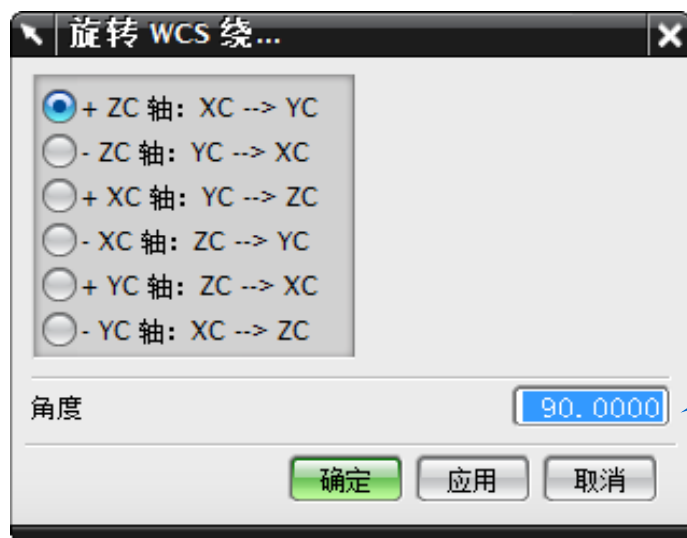
动态改变坐标系是最常用的改变坐标系的方式，选择下拉菜单的动态命令或单击工具条中WCS动态命令或**直接双击**绘图区中坐标系，都可以激活坐标系，使之处于动态改变状态。当处于动态时，坐标系出现一些控制钮，直接用鼠标拖动就可以改变坐标系。使用此命令可以进行如下**4种**操作：

- ☐ 改变工作坐标系的原点位置
- ☐ 沿某坐标轴移动坐标系
- ☐ 绕某坐标轴旋转坐标系
- ☐ 改变某坐标轴的矢量方向



3.7.2 坐标系

旋转坐标系



选择绕某轴旋转，在角度文本框中输入旋转的角度

旋转坐标系通常都使用【动态】，所以此项只作了解即可。

3.7.2 坐标系

定向坐标系

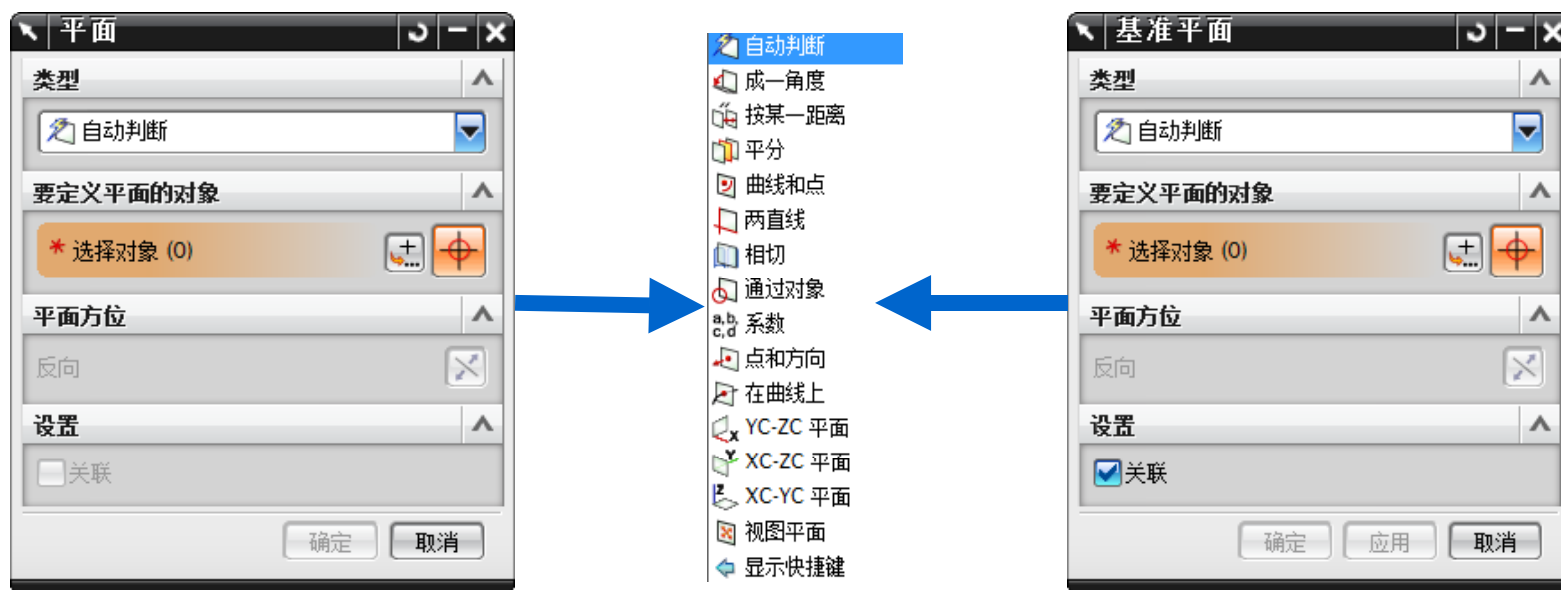
由于UG NX的基本曲线创建时都位于XC-YC平面上，所以在造型过程中要经常定向坐标系，如果说通过动态移动和旋转不能到达要求时，就只能使用【定向】命令重新对坐标系进行定义。



- 动态
- 自动判断
- 原点, X 点, Y 点
- X 轴, Y 轴
- X 轴, Y 轴, 原点
- Z 轴, X 轴, 原点
- Z 轴, Y 轴, 原点
- Z 轴, X 点
- 对象的 CSYS
- 点, 垂直于曲线
- 平面和矢量
- 三平面
- 绝对 CSYS
- 当前视图的 CSYS
- 偏置 CSYS
- 显示快捷键

3.7.3 平面与基准平面

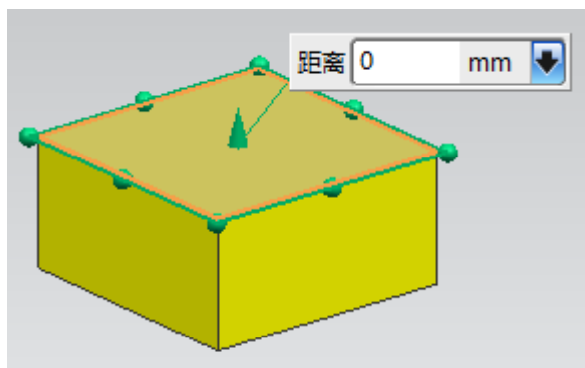
在UG NX6.0中有两种平面：基准平面和小三角平面。
这两种平面的使用情况及创建方法都基本相同。



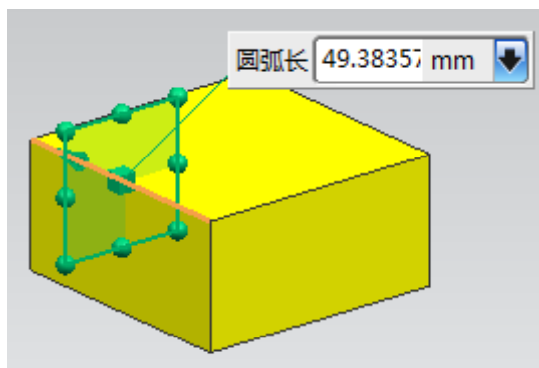
3.7.3 平面与基准平面

自动判断

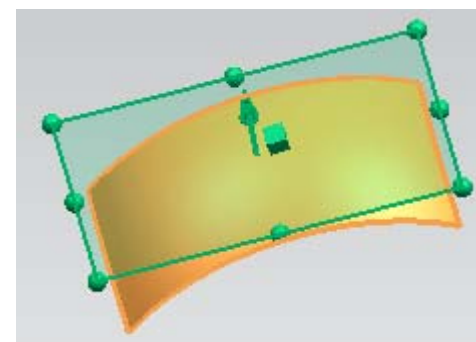
该选项是最常用的选项，根据选择的对象的不同，系统会自动以其他的选项来创建平面，不需要指定具体的类型。如果自动判断不满足需要时，才指定具体的类型来创建平面。



选择实体平面，基准平面过该平面，还可以输入偏置距离产生偏置面。



选择曲线，基准平面垂直于曲线，并过鼠标点击的点



选择曲面，基准平面过点击的点，并相切与曲面

3.7.4 矢量与基准轴

矢量

通过一个矢量指定一个方向，该方向没有原点和模量，可用于各种操作，包括数控加工和片体创建，通常和其它命令（如【旋转】、【拉伸】等）一同出现。



3.7.4 矢量与基准轴

基准轴

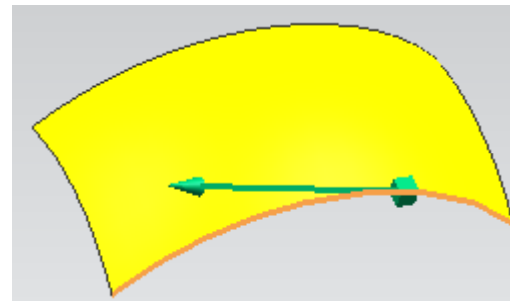
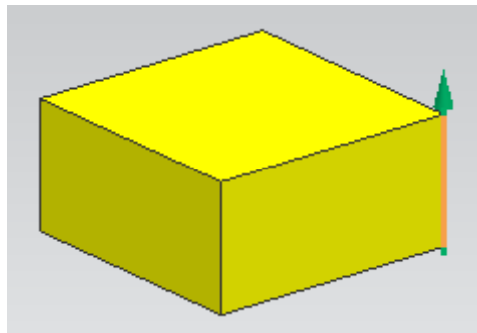
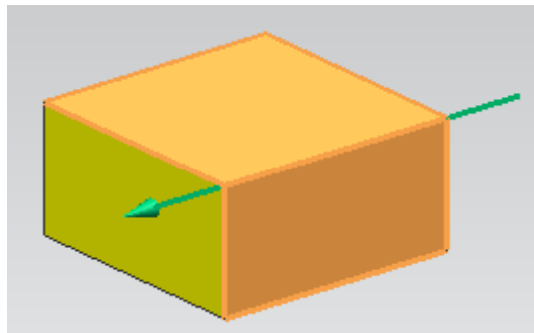
确定一个矢量方向，辅助其它命令（如拉伸、旋转、扫描等）。



3.7.4 矢量与基准轴

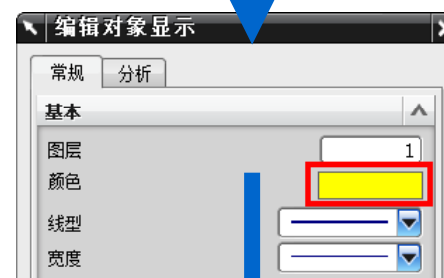
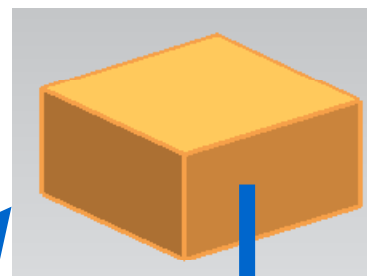
自动判断

该选项是后面几个选项的总和，根据选择对象的不同由系统自动判断轴的方向。



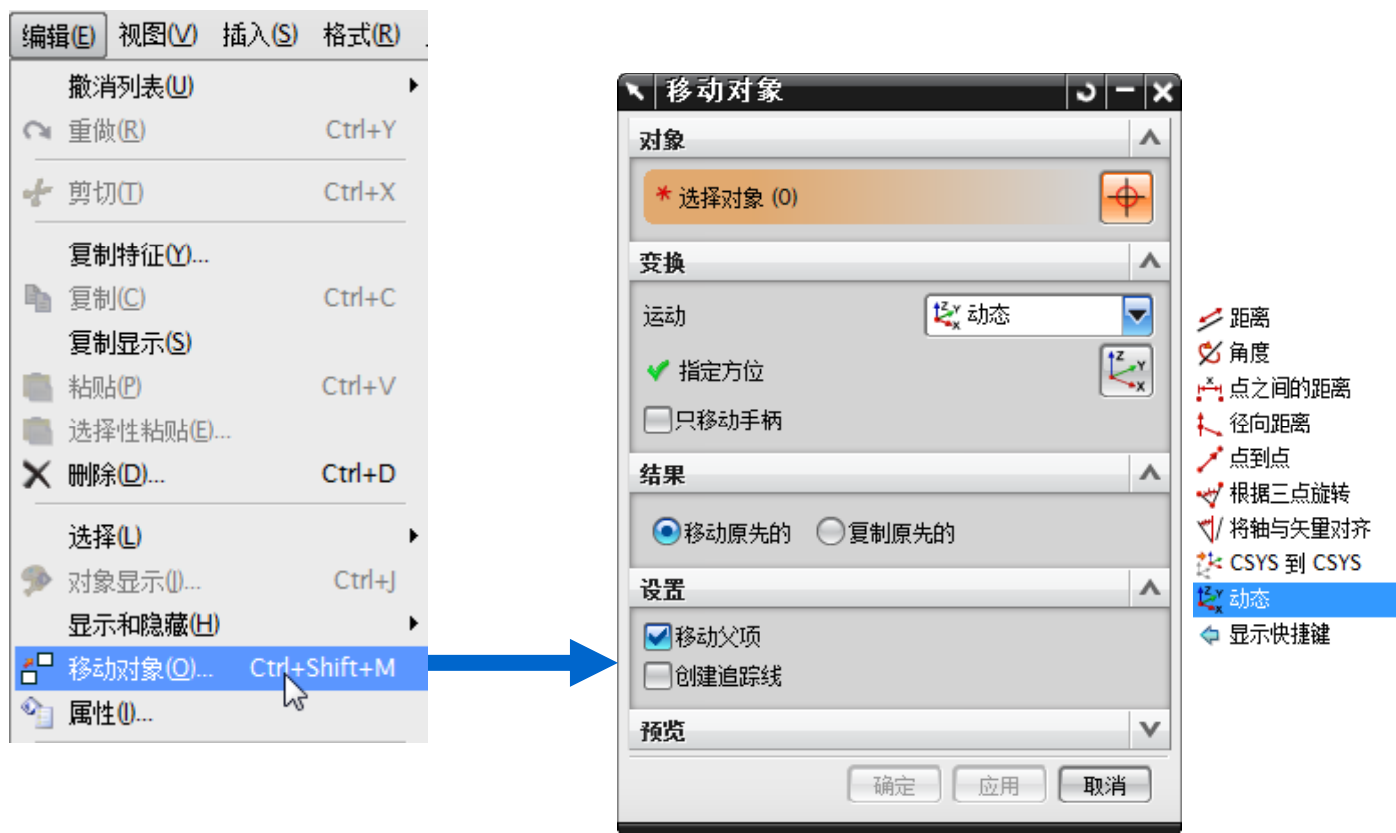
3.8 对象显示工具

修改存在对象的显示颜色





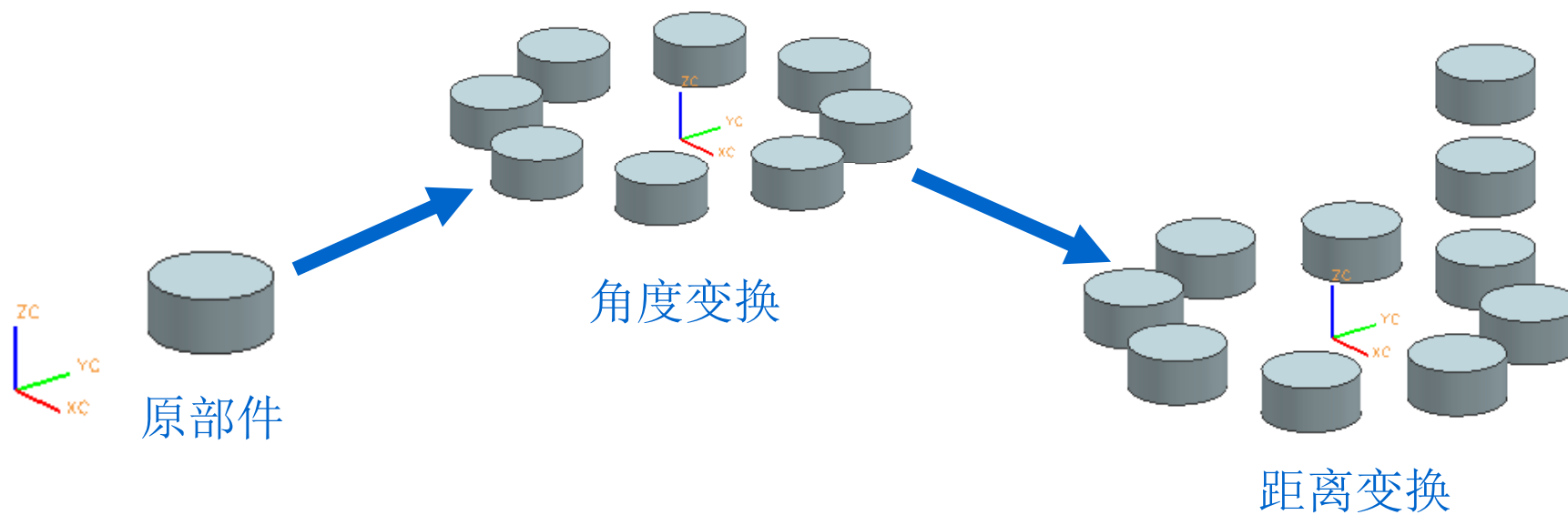
3.9 几何变换工具

变换操作允许用户平移、旋转、镜像、缩放对象或其副本，但不能变换视图、布局、图纸或当前WCS。



【例3-2】变换

	源文件： \ch3\3-2.prt
	操作结果文件： \ch3\finish\3-2.prt



3.10 本章小结

本章详细讲述了UG NX6.0的操作环境，包括键盘鼠标的使用，常用工具栏的介绍，文件管理，视图及其操作，导航器及其操作，坐标系及其创建以及通用工具的使用。另外，还讲述了对象显示与几何变换功能。这一章主要是以介绍为主，很多命令和功能没有实际例子，但它们都能在后面的章节中用到。读者最好能结合功能的介绍进行实际操作，这样对后面的学习和掌握有帮助，正所谓“工欲善其事，必先利其器”。

第四章 曲线造型

本章重点内容

本章将详细介绍UG NX6.0的曲线造型功能，主要内容有：点和点集、曲线生成、曲线操作以及曲线编辑。

本章学习目标

- 掌握点和点集的创建方法
- 掌握基本曲线的创建方法
- 掌握样条曲线、螺旋线及规律曲线的创建方法
- 掌握各种曲线操作的方法
- 掌握各种曲线编辑的方法

4.1 概述

曲线造型是三维建模的基础，是进行各种复杂形体造型的关键。虽然曲线类型各异，但其实质都是一样的，即点构成线，或点拟合成线。构建曲线的方法很多，出发点都是确定曲线上的关键点。



4.2 点和点集

点是最小的几何构造元素，它不仅可按一定次序和规律来构造曲线，还可以通过大量的点云集来构造曲面。本节将详细讲述点和点集的创建方法。



4.2.1 点

【点】构造器

提供了在三维空间指定点和创建点对象和位置的标准形式。【点】构造器主要用于单独创建点或者配合其它功能（如创建直线）。



- 自动判断的点
- 光标位置
- 现有点
- 端点
- 控制点
- 交点
- 圆弧中心/椭圆中心/球心
- 圆弧/椭圆上的角度
- 象限点
- 点在曲线/边上
- 面上的点
- 两点之间
- 按表达式
- 显示快捷键

无
矩形
圆柱形
球形
沿矢量
沿曲线

4.2.1 点

捕捉点方法

- **自动判断的点：**该选项是最常用的选项，根据光标的位置自动判断是下列所述的哪种位置点，如端点、中点等。选择时鼠标右下角会显示相应类型的图标。
- **光标位置：**光标的位置，其实是当前光标所在位置投影至XC-YC平面内形成的点位置。
- **现有点：**在某个现有点上构造点，或通过选择某个现有点指定一个新点的位置。
- **端点：**在现有的直线、圆弧、二次曲线以及其他曲线的端点指定一个位置。
- **控制点：**在几何对象的控制点指定一个位置。
- **交点：**在两条曲线的交点或一条曲线和一个曲面或平面的交点处指定一个位置。

4.2.1 点

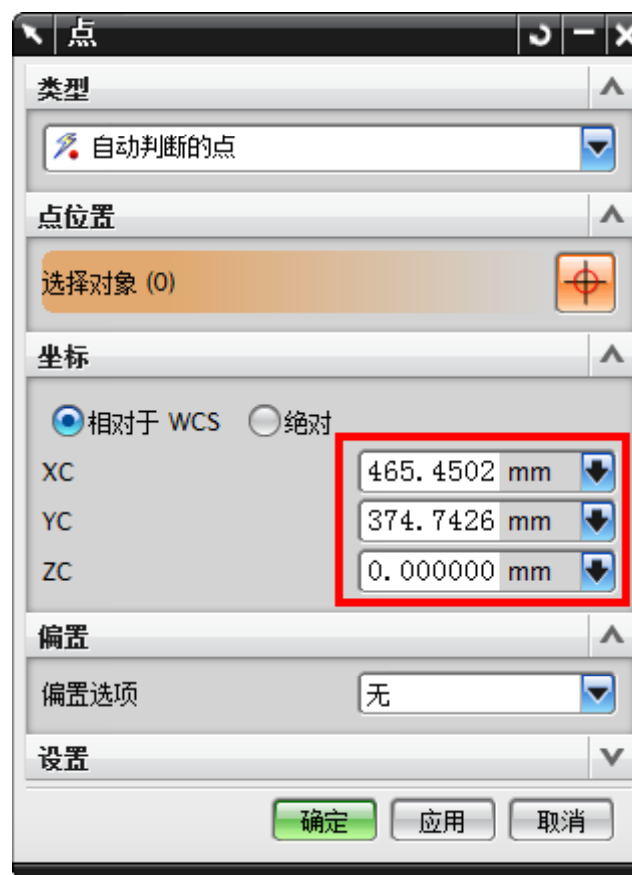
捕捉点方法

- 圆弧中心/椭圆中心/球心：圆弧、圆、椭圆的圆心和球的球心。
- 圆弧/椭圆上的角度：在沿着圆弧或椭圆的成一定角度的地方指定一个位置。
- 象限点：在一个圆弧或一个椭圆的四分点指定一个位置。
- 点在曲线/边上：在选择曲线上指定一个位置，并且可以通过设置U向参数来更改点在曲线上的位置。
- 面上的点：在选择的曲面上指定一个位置，并且可以通过设置U向参数和V向参数来更改点在曲面上的位置。
- 两点之间：在两点之间指定一个位置。
- 按表达式：使用【点】类型的表达式指定点。

4.2.1 点

输入点的坐标值

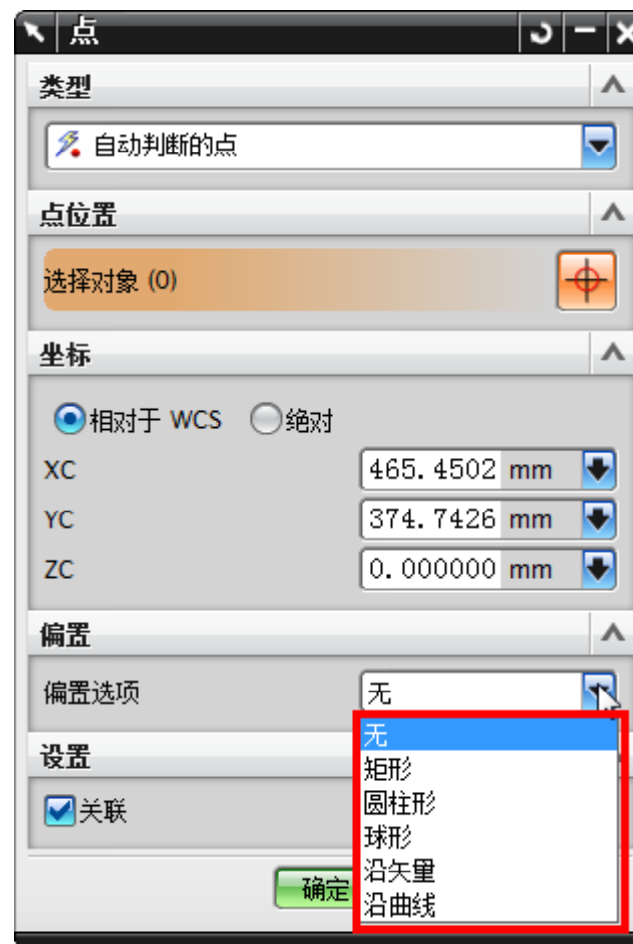
可以指定点是相对于工作坐标系还是绝对坐标系。全部设置为0即为坐标原点。



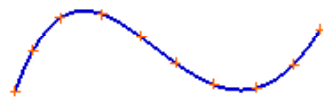
4.2.1 点

偏置点

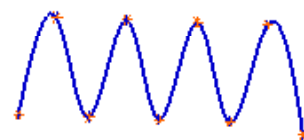
- 矩形：选择一个现有点，输入相对于现有点的X、Y、Z增量来创建点。
- 圆柱形：选择一个现有点，输入半径、角度及Z增量来创建点。
- 球形：选择一个现有点，输入半径、角度1及角度2来创建点。
- 沿矢量：选择一个现有点和一条直线，并输入距离来创建点。
- 沿曲线：选择一个现有点和一条曲线，并输入圆弧长或圆弧长的百分比来创建点。



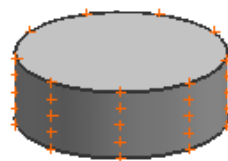
4.2.2 点集



沿曲线的“点集”特征



样条的定义点处的“点集”特征

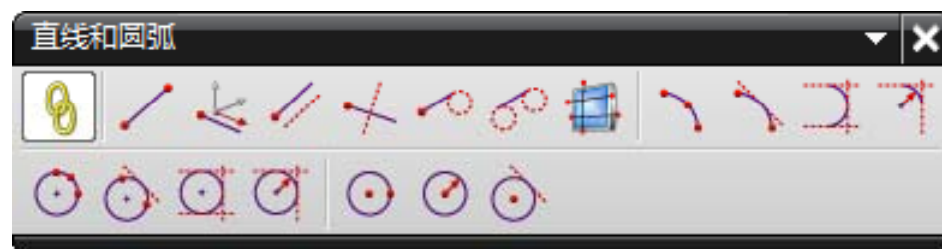
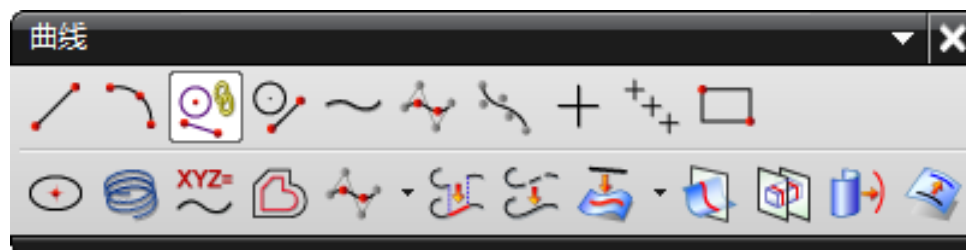


面上的“点集”特征



4.3 曲线创建

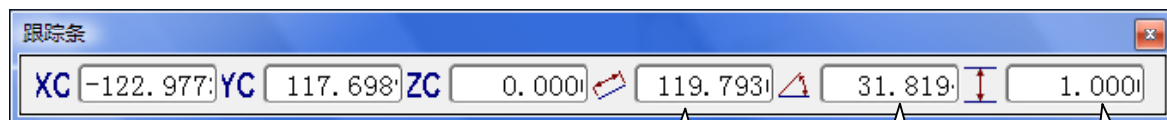
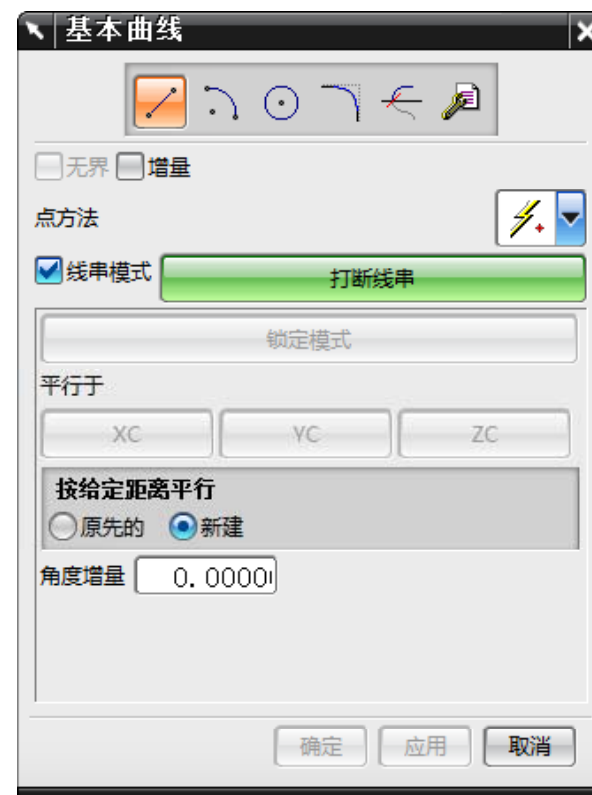
利用【直线和圆弧】和【曲线】两个工具条可以方便的创建各种曲线，如直线、圆、圆弧、样条曲线、抛物线、二次曲线等。



4.3.1 基本曲线

【基本曲线】综合了直线、圆弧、圆、倒圆角、修剪和编辑曲线参数等命令，利用该命令可以快速的绘制直线、圆和圆弧。

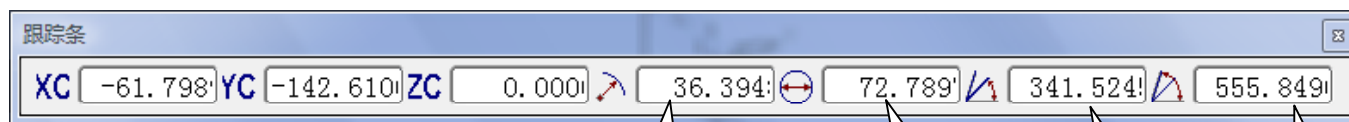
在打开【基本曲线】对话框的同时，系统会弹出一个【跟踪条】，用于在创建基本曲线时输入参数。



长度字段

角度字段

偏置字段



半径字段

直径字段

起始角

终止角

4.3.1 基本曲线

直线

绘制直线的方法有十三种，分别是：

- 两点之间
- 通过一个点并且保持水平或竖直的直线
- 通过一个点并平行于 XC、YC 或 ZC 轴的直线
- 通过一个点并与 XC 轴成一角度的直线
- 通过一个点并平行或垂直于一条直线，或者与现有直线成一角度的直线
- 通过一个点并与一条曲线相切或垂直的直线
- 与一条曲线相切并与另一条曲线相切或垂直的直线

4.3.1 基本曲线

直线

- 与一条曲线相切并与另一条直线平行或垂直的直线
- 与一条曲线相切并与另一条直线成一角度的直线
- 平分两条直线间的角度的直线
- 两条平行直线之间的中心线
- 通过一点并垂直于一个面的直线
- 以一定的距离平行于另一条直线的直线

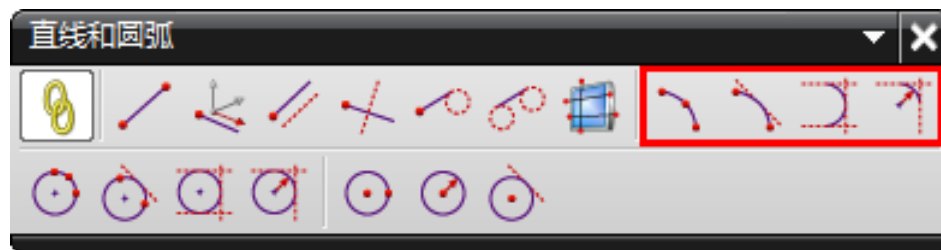
4.3.1 基本曲线

圆弧

用【基本曲线】命令绘制圆弧的方法有2种，分别是：

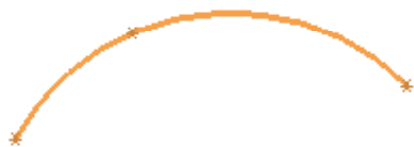
- (1) 起点，终点，圆弧上的点；
- (2) 中心，起点，终点。

另外，【直线和圆弧】工具条也提供了4种创建圆弧的命令：【圆弧 点-点-点】、【圆弧 点-点-相切】、【圆弧 相切-相切-相切】和圆弧【圆弧 相切-相切-半径】。

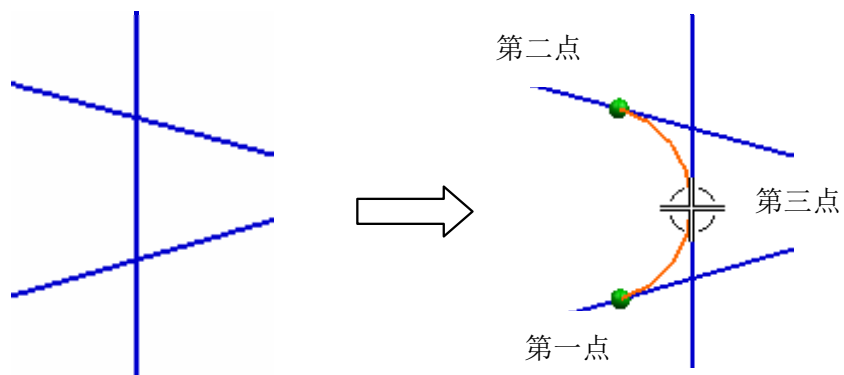


4.3.1 基本曲线

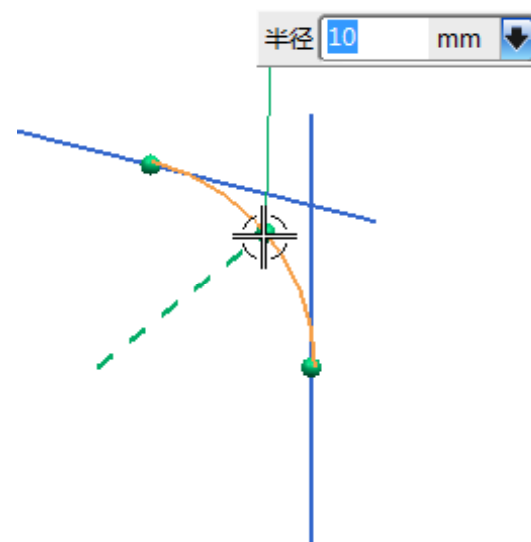
圆弧



起点，终点，圆弧上的点创建圆弧



相切-相切-相切法创建圆弧



相切-相切-半径法创建圆弧

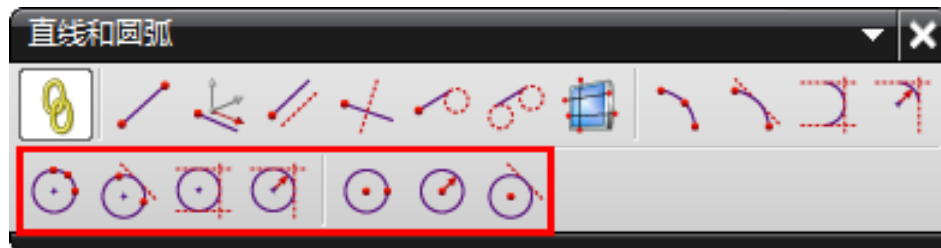
4.3.1 基本曲线

圆

用【基本曲线】命令绘制圆的方法有三种，分别是：

- (1) 中心点，圆上的点；
- (2) 中心点，圆的半径或直径；
- (3) 中心点，相切对象。

此外，【直线和圆弧】工具条也提供了七种创建圆的方法：
【圆 点-点-点】、【圆 点-点-相切】、【圆 相切-相切-相切】、
【圆 相切-相切-半径】、【圆 圆心-点】、【圆 圆心-半径】和
【圆 圆心-相切】。



4.3.2 样条曲线

样条线的基本概念

- **曲线阶次**：每个样条都有阶次，这是一个代表定义曲线的多项式阶次的数学概念。阶次通常比样条段中的点数小1。因此，样条线的点数不得少于阶次。UG NX最高可以使用24阶样条曲线。
- **单段/多段**：样条线可以采用单段和多段的方式创建。对于单段样条线来说，阶次=点数-1，因此单段样条线最多只能使用25个点。单段构造方式受到一定的限制，定义点的数量越多，样条线的阶次越高，而阶次越高样条线会出现意外结果，如变形等。而且单段样条线不能封闭，因此不建议使用单段构造样条线。多段样条线的阶次由用户自己定义（ ≤ 24 ），样条线定义点数量没有限制，但至少比阶次多一点。在设计中，通常采用3~5阶样条线。

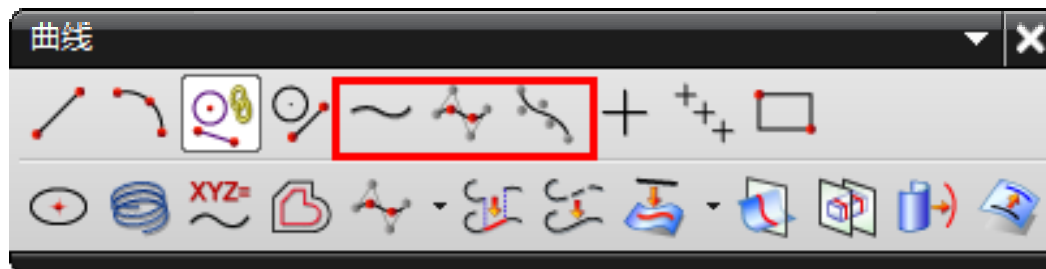
4.3.2 样条曲线

样条线的基本概念

- **定义点：**定义样条线的点。根据极点方法创建的样条线没有定义点，在编辑样条线时可以添加定义点，也可以删除定义点。
- **节点：**节点即为每段样条线的端点。单段样条线只有两个节点，既起点和终点；多段样条线的节点=段数-1。
- **封闭曲线：**通常，样条线是开放的，它们开始于一点，而结束于另一点。通过选择**封闭曲线**选项可以创建开始和结束于同一点的封闭样条。该选项仅可用于多段样条。

4.3.2 样条曲线

创建样条线的几种方式

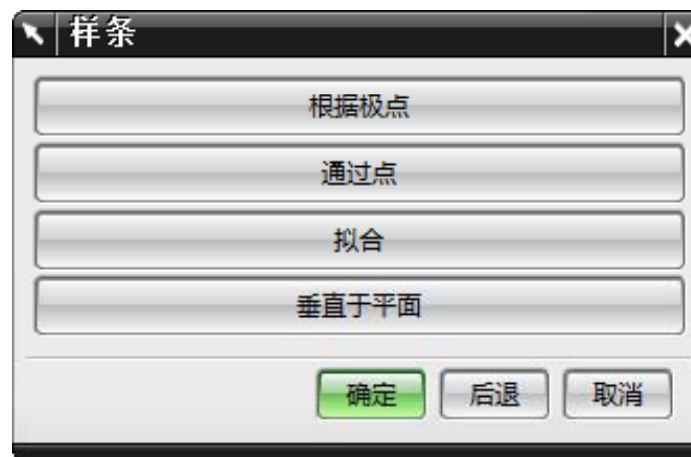


第一种主要用于工程设计，灵活性不强。

后两种主要用于工业设计，具有实时的反馈信息，
即时调整样条的形状。

4.3.2 样条曲线

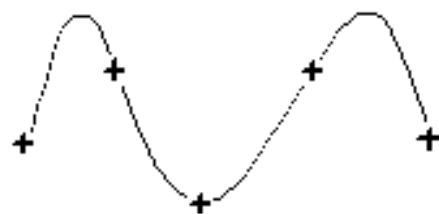
样条



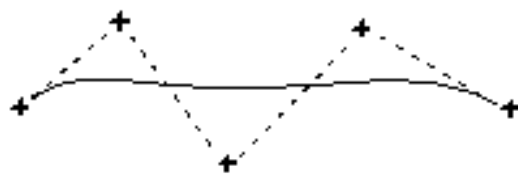
4.3.2 样条曲线

样条

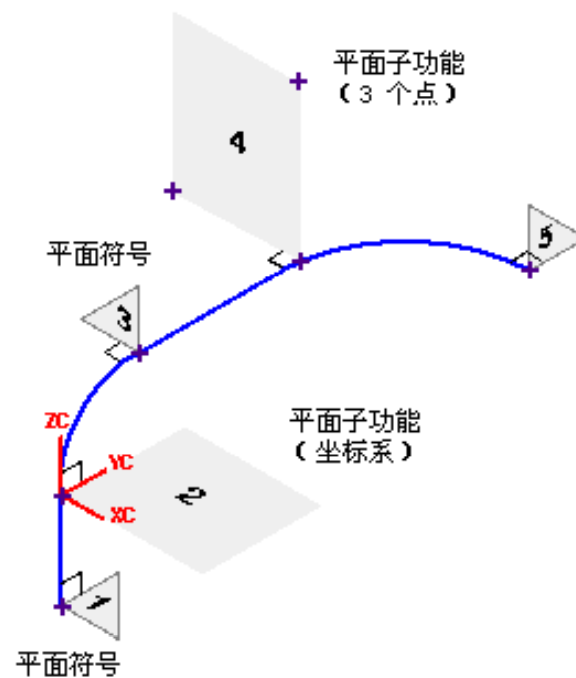
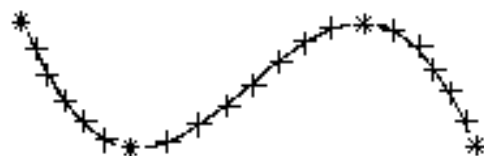
通过点



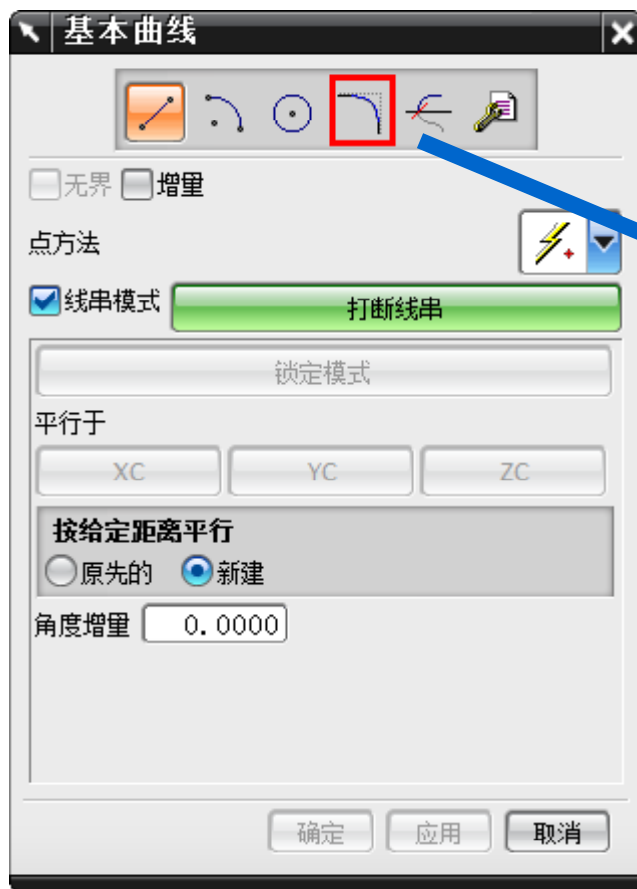
根据极点



拟合



4.3.3 曲线倒圆角



➤ 简单倒圆角

➤ 2曲线倒圆

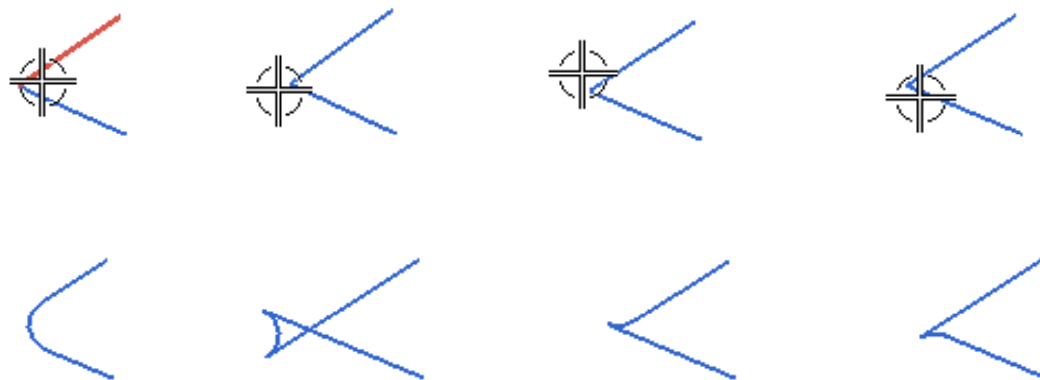
➤ 3曲线倒圆



4.3.3 曲线倒圆角

简单倒圆角

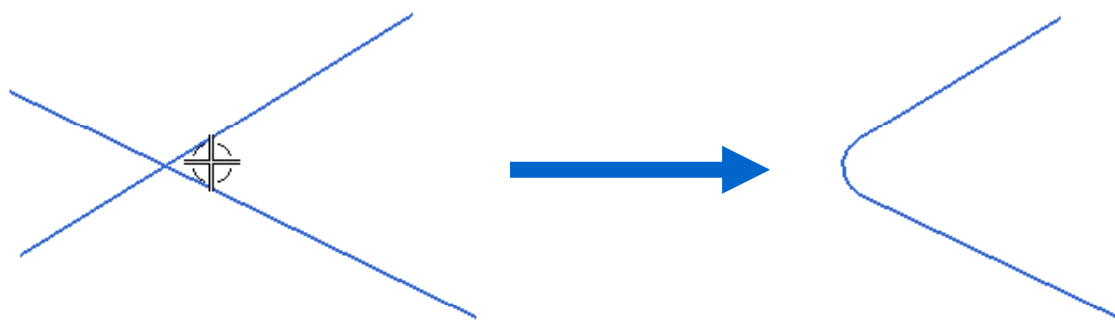
简单倒圆角只能在两条直线间进行，输入的半径值决定圆角的尺寸。创建圆角后，用于创建倒圆角的两条直线自动裁剪到直线与圆角的交点。



4.3.3 曲线倒圆角

2 曲线倒圆

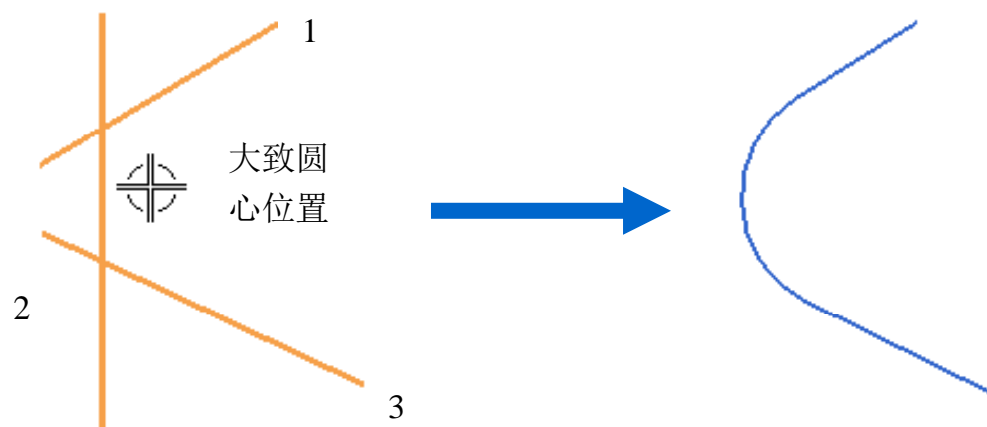
在两条曲线（包括点、直线、圆、二次曲线或样条）之间构造一个圆角。两条曲线间的圆角是从第一条曲线到第二条曲线沿逆时针方向生成的圆弧。



4.3.3 曲线倒圆角

3 曲线倒圆

在三条曲线间创建圆角，这三条曲线可以是点、直线、圆弧、二次曲线和样条的任意组合。三曲线圆角是从第一条曲线到第三条曲线按逆时针方向生成的圆弧。



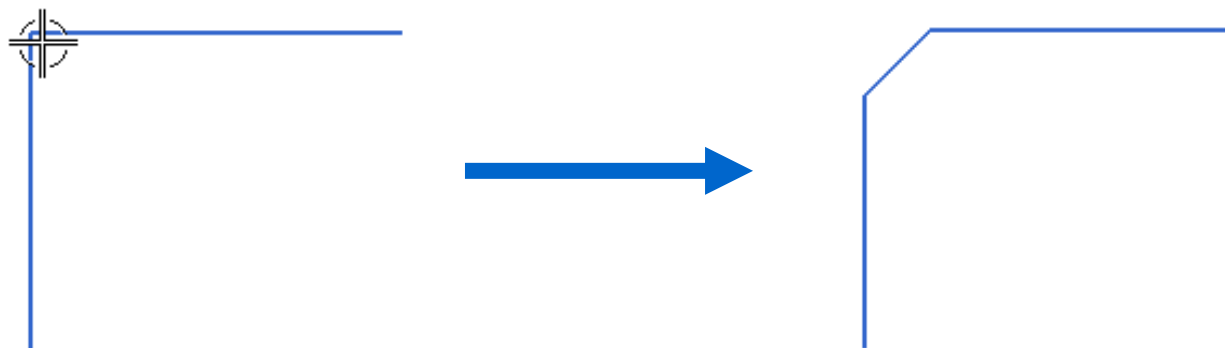
4.3.4 曲线倒斜角



4.3.4 曲线倒斜角

简单倒斜角

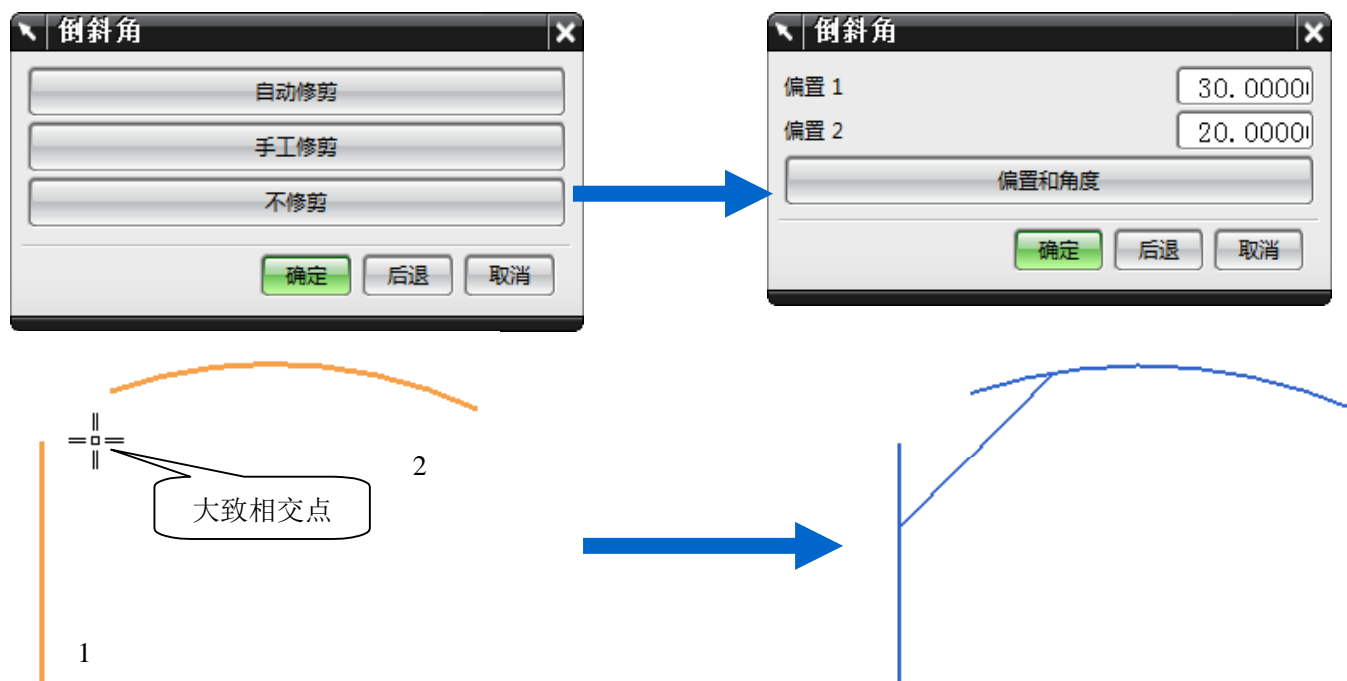
在同一平面内的两条直线之间建立倒角，其倒角角度数为 45° ，即两边的偏置相同。



4.3.4 曲线倒斜角

用户定义倒斜角

在同一平面内的两条直线或曲线之间建立倒角，可以设置倒角度数和偏置值。

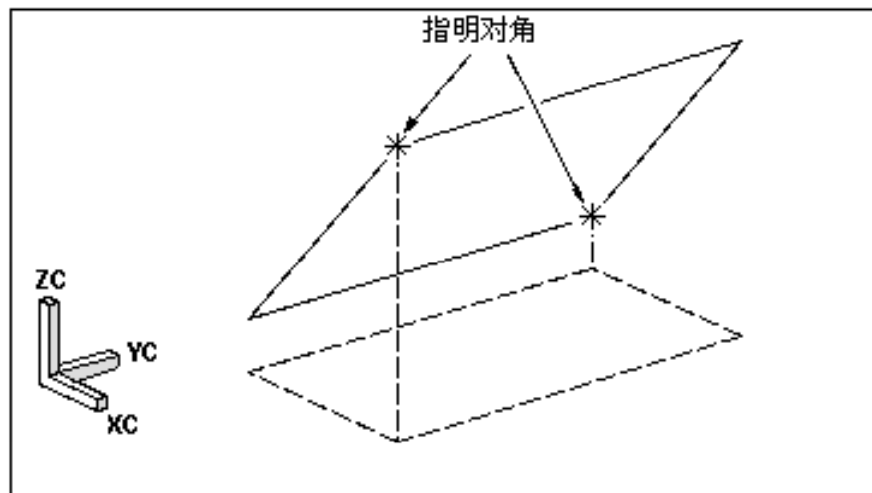


4.3.5 矩形

通过选择两个对角点来确定矩形。

默认情况下，如果通过鼠标点击屏幕创建点的话，矩形生成在XC-YC平面内。

如果两对角点为对象点，不在XC-YC平面内，则生成的矩形与坐标轴平行。



4.3.6 多边形

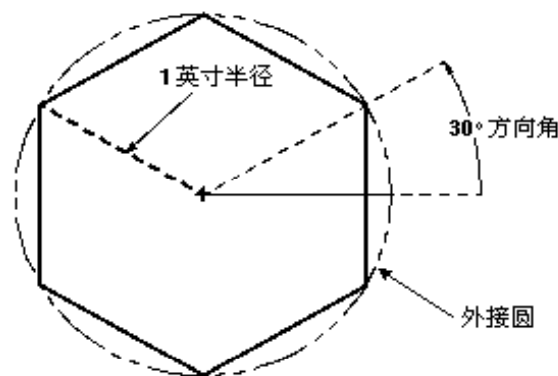
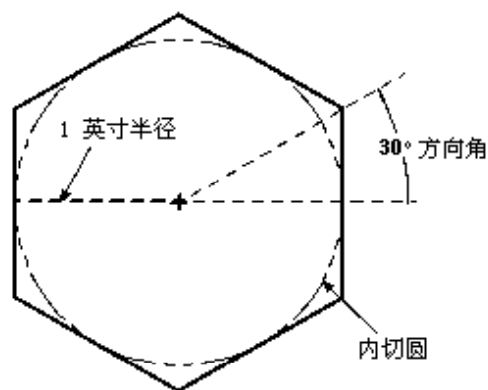
通过此命令可以生成具有指定边数量的多边形曲线。

定义多边形大小有三种可选方式，分别是：

【内接半径】：输入内接圆半径值。

【多边形的边】：输入多边形一边的边长值，该长度将应用到所有边。

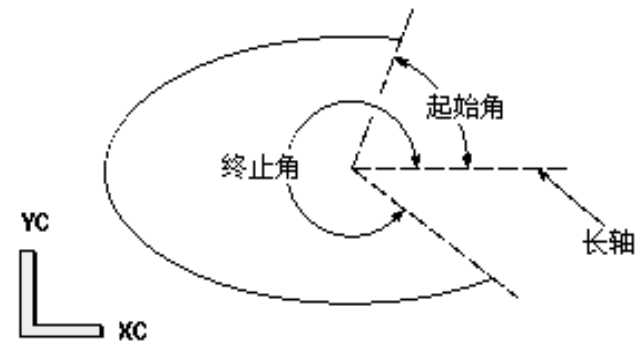
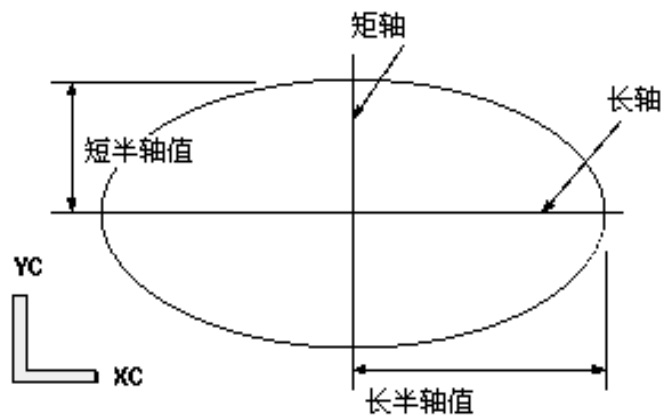
【外切圆半径】：输入外接圆的半径。



4.3.7 椭圆

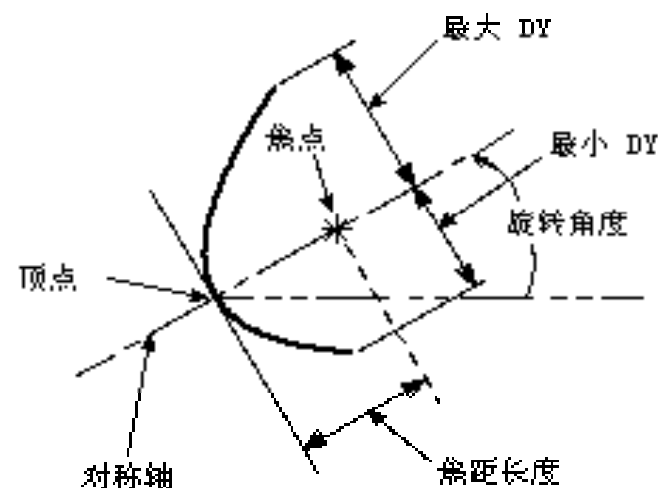
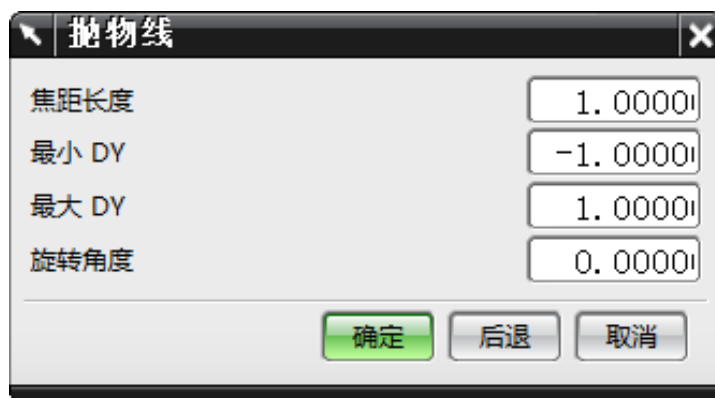
通过此命令可以创建椭圆或椭圆弧。

椭圆有两根轴：长轴和短轴，每根轴的中点都在椭圆的中心。另外，椭圆是绕 ZC轴正向沿着逆时针方向创建的，起始角和终止角确定椭圆的起始和终止位置。



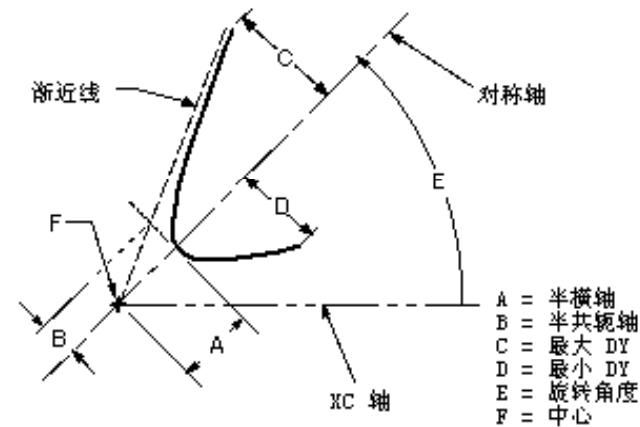
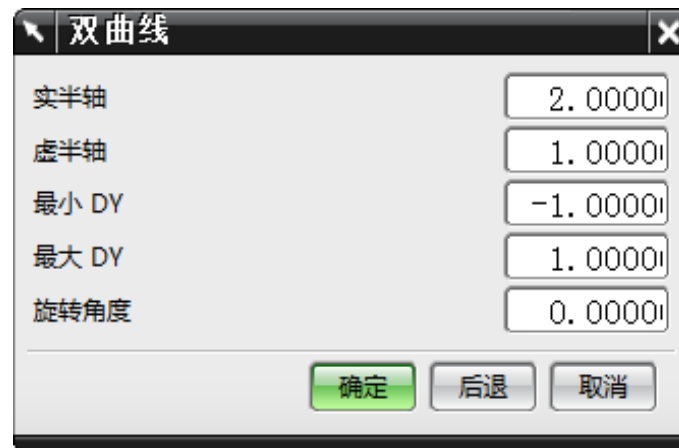
4.3.8 抛物线

抛物线是与一个点（焦点）的距离和与一条直线（准线）的距离相等的点的集合，默认抛物线的对称轴平行于 XC 轴。



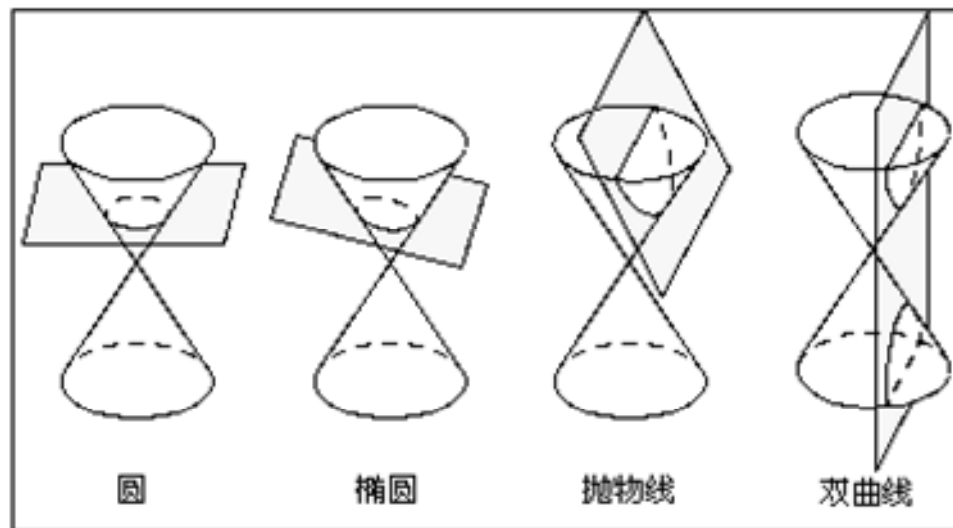
4.3.9 双曲线

通过此命令可以创建双曲线。根据定义，双曲线包含两条曲线，分别位于中心的两侧，而在 NX 中，只构造其中一条曲线。

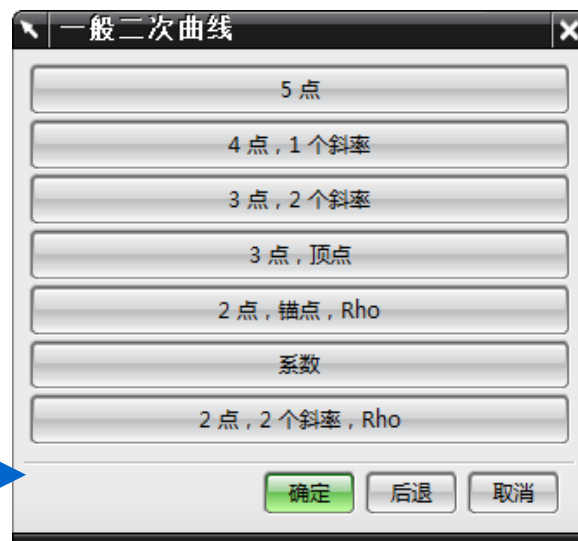
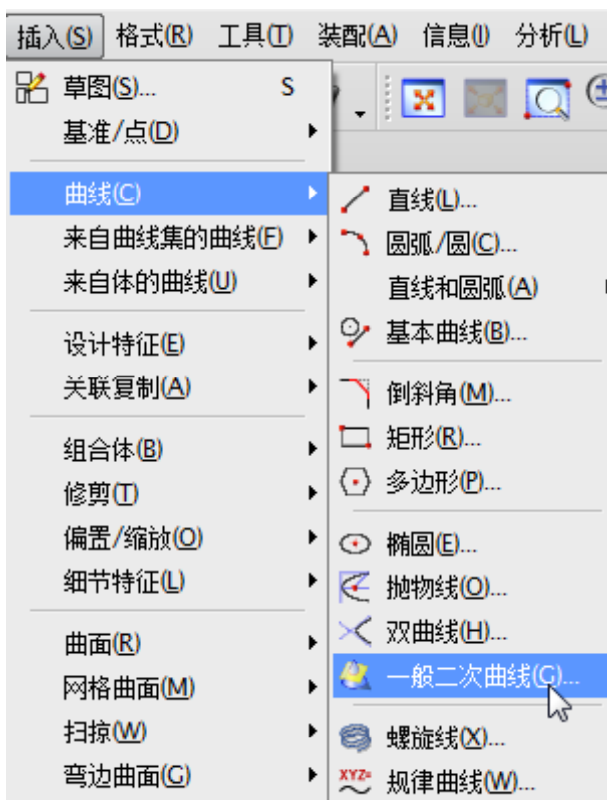


4.3.10 二次曲线（圆锥曲线）

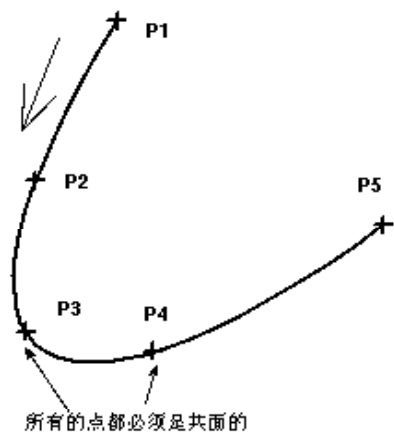
二次曲线是通过剖切圆锥而创建的曲线，根据截面通过圆锥的角度不同，剖切所得到的曲线类型也会有所不同



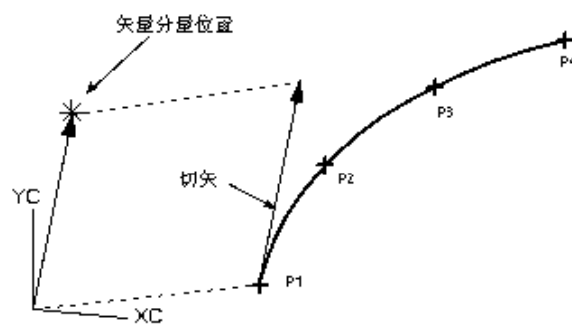
4.3.10 二次曲线（圆锥曲线）



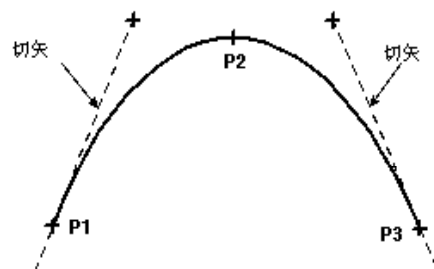
4.3.10 二次曲线（圆锥曲线）



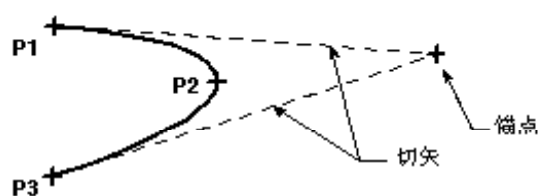
5点



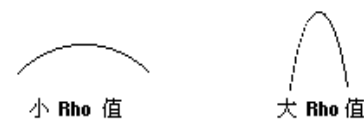
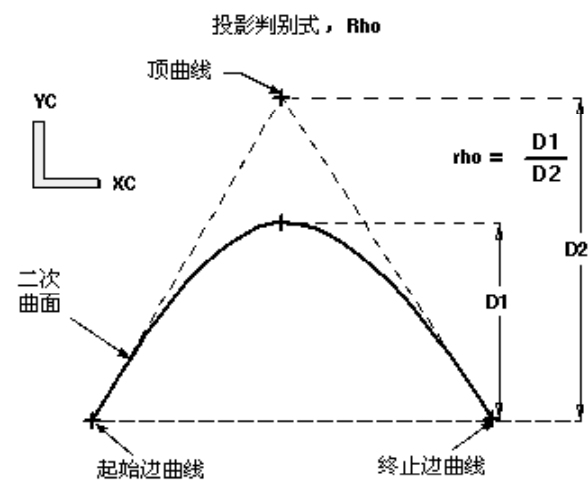
4点，一个斜率



3点，2个斜率



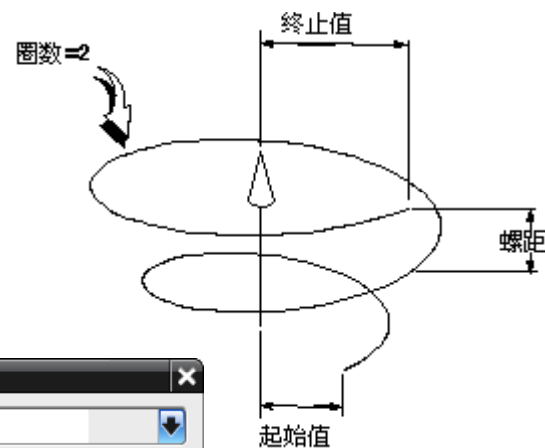
3点，顶点



2点，锚点， ρ

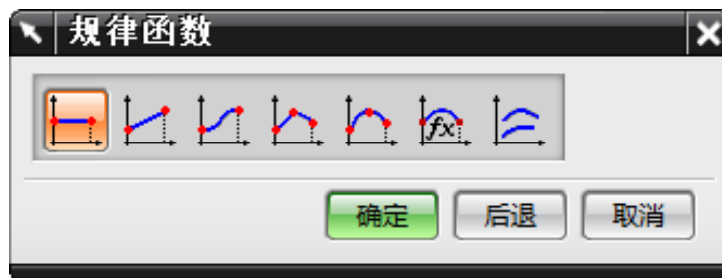
4.3.11 螺旋线

可以通过定义螺旋线的各个参数创建螺旋线。



4.3.12 规律曲线

- **恒定**：在绘制曲线过程中，设定为该规律的坐标值为常数。
- **线性**：在绘制曲线过程中，设定为该规律的坐标值在某个数值范围内呈线性变化。
- **三次**：在绘制曲线过程中，设定为该规律的坐标值在某个数值范围内呈三次方规律变化。
- **沿着脊线的值--线性**：在绘制曲线过程中，设定为该规律的坐标值在沿一条脊线设置的两点或多个点所对应的规律值范围内呈线性变化。
- **沿着脊线的值--三次**：在绘制曲线过程中，设定为该规律的坐标值在沿一条脊线设置的两点或多个点所对应的规律值范围内呈三次方规律变化。
- **根据方程**：在绘制曲线过程中，设定为该规律的坐标值根据表达式变化。
- **根据规律曲线**：在绘制曲线过程中，利用一条已存规律曲线的规律来控制坐标值的变化。



4.4 曲线操作

常用的曲线操作有：【偏置曲线】、【桥接曲线】、【简化曲线】、【连接曲线】、【曲线投影】、【组合投影】、【相交线】、【界面线】、【析出线】、【沿面偏置】和【缠绕/展开曲线】。

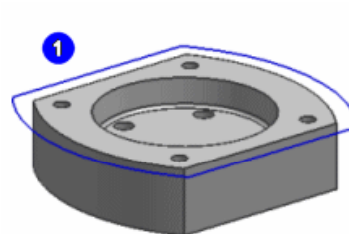


4.4.1 偏置曲线

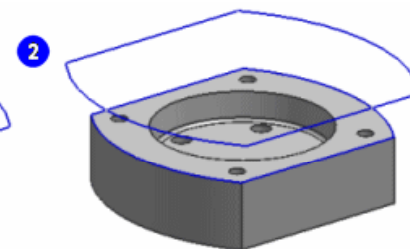
可以偏置直线、圆弧、二次曲线、样条、边和草图。



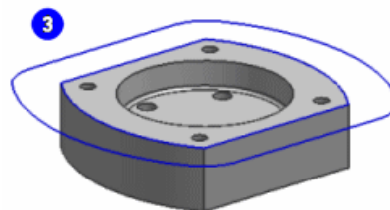
距离
拔模
规律控制
3D 轴向
显示快捷键



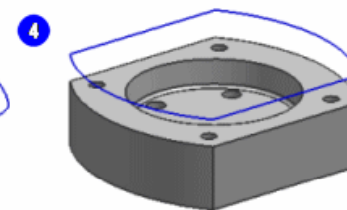
距离



拔模



规律控制



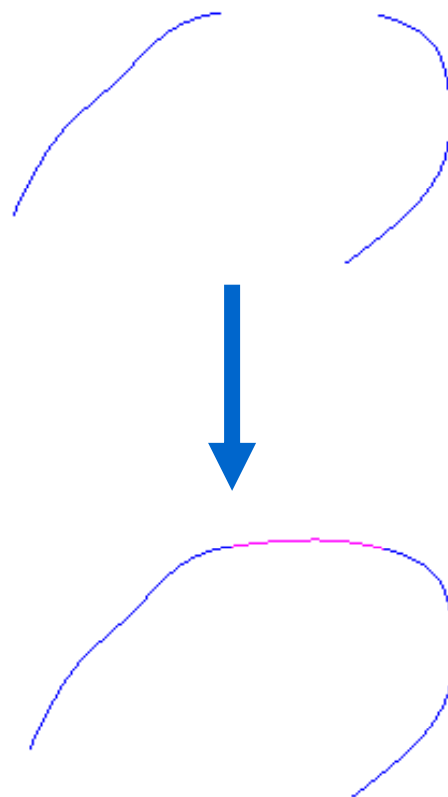
3D 轴向

保持
隐藏
删除
替换

无
相切延伸
圆角

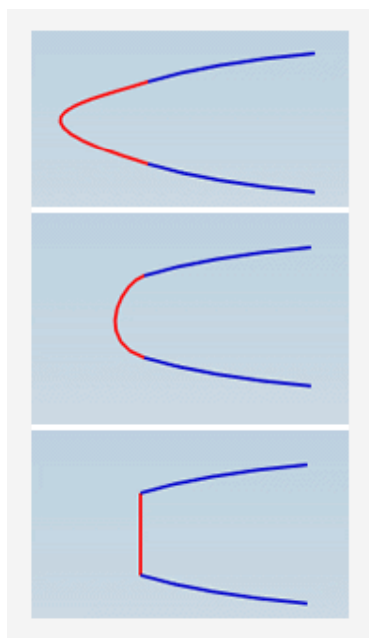
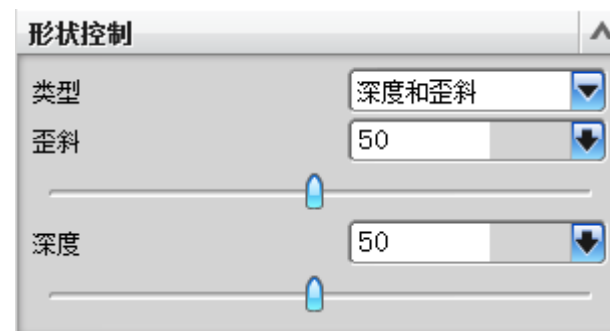
4.4.2 桥接曲线

可以在现有几何体之间创建桥接曲线并对其进行约束。



4.4.2 桥接曲线

- 歪斜反映了最大曲率半径点的位置
- 深度反映了曲率半径的大小

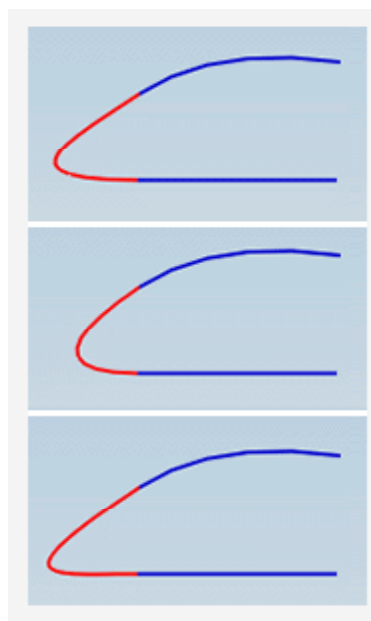


顶部深度

100

50

0



顶部歪斜

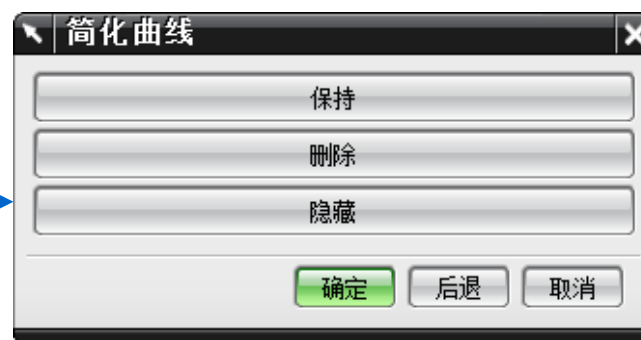
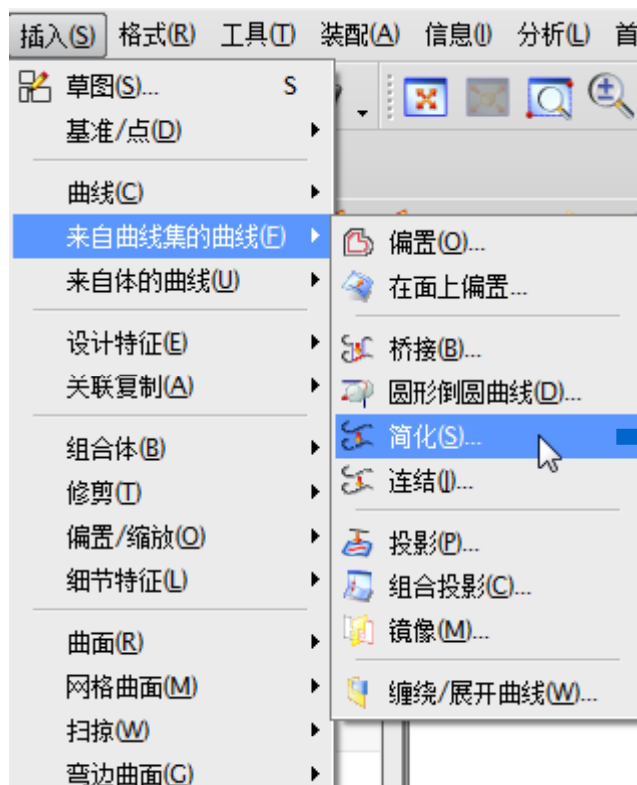
80

50

0

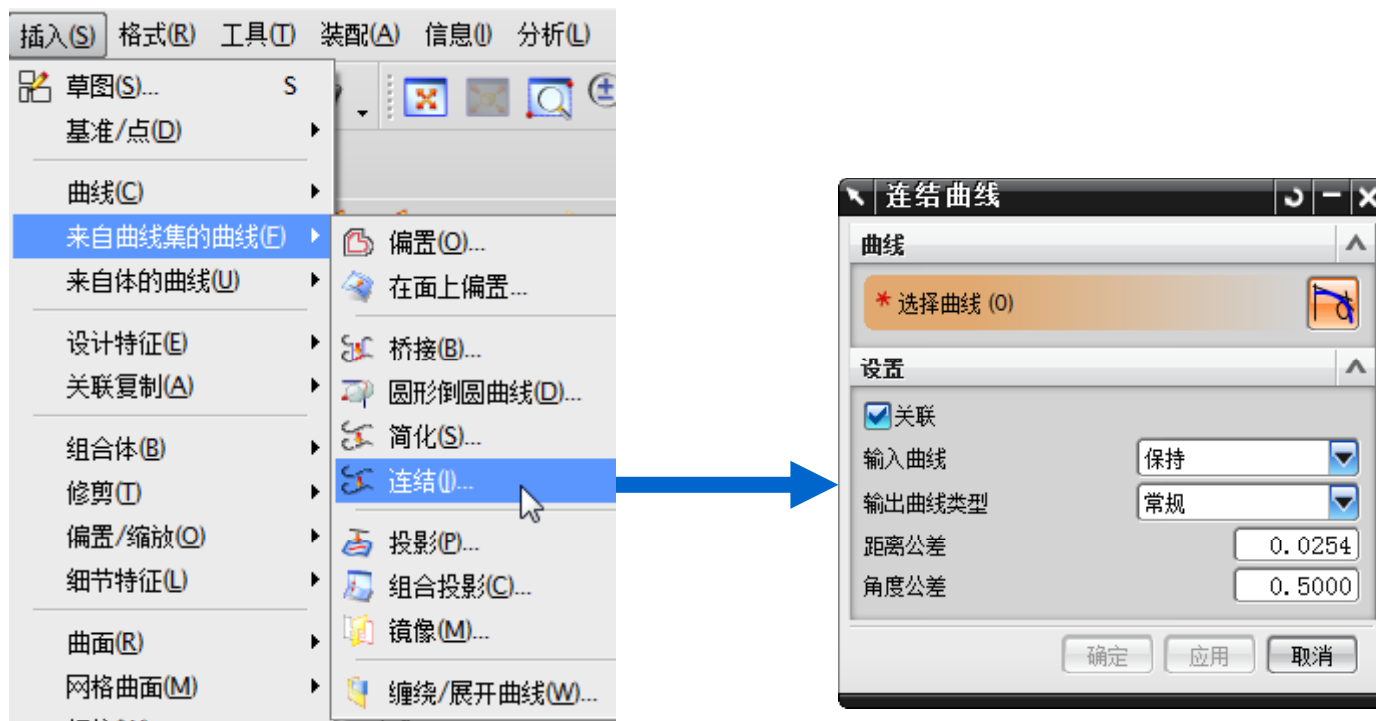
4.4.3 简化曲线

可以将样条线简化成直线或圆弧组成的集合，而原曲线可以保留、隐藏或删除。



4.4.4 连结曲线

可以将多段曲线合并以生成一条与原先曲线链近似的B样条曲线。

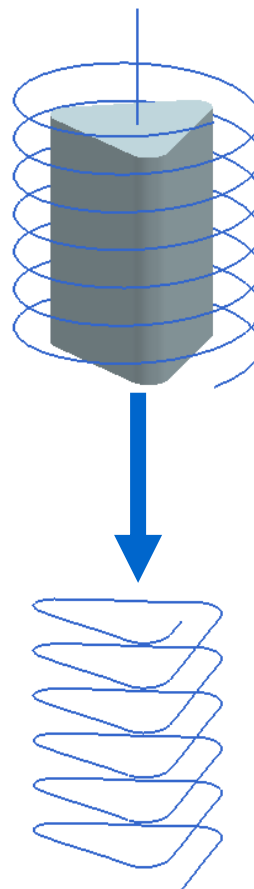


4.4.5 投影曲线

可以将曲线、边和点投影到片体、面和基准平面上，
并可以设置投影方向。

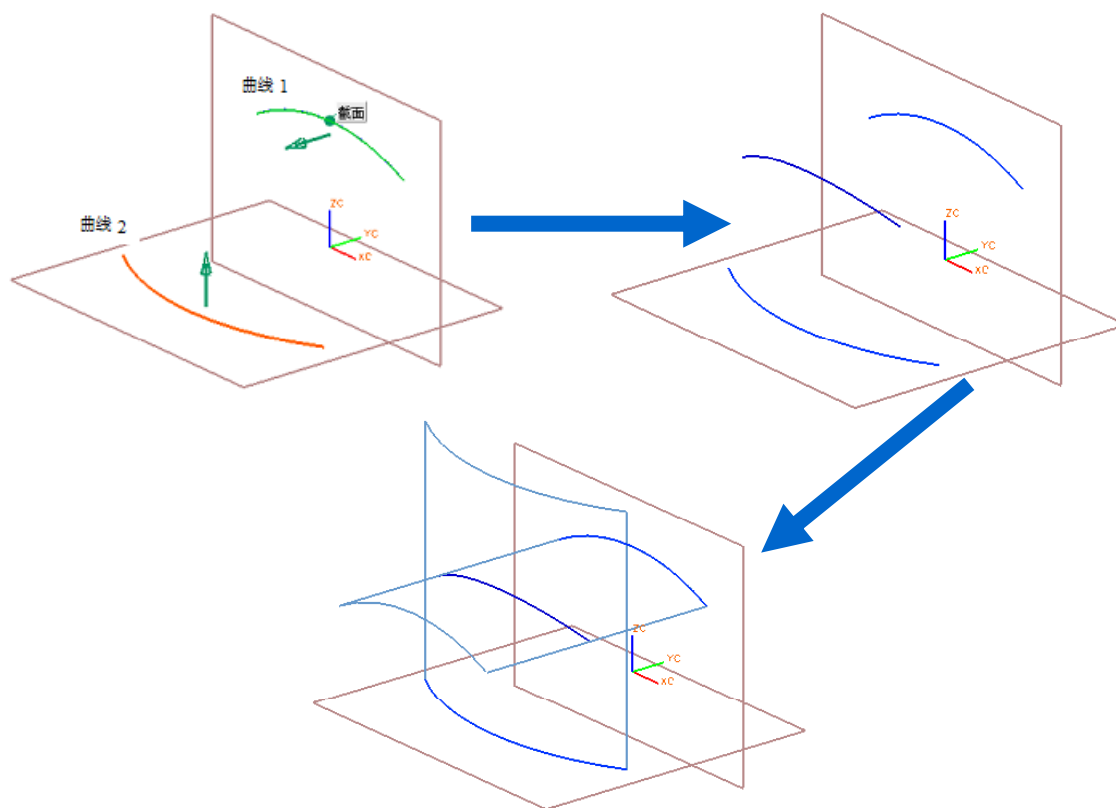


沿面的法向
朝向点
朝向直线
沿矢量
与矢量成角度



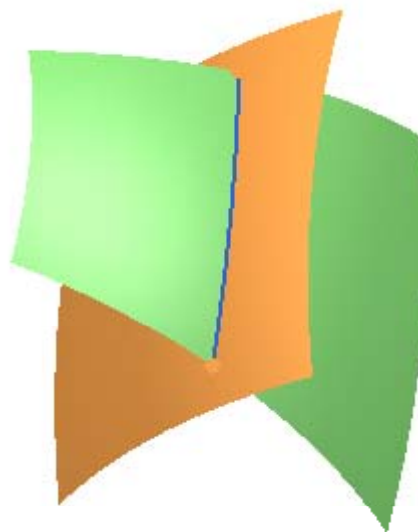
4.4.6 组合投影

可以通过两条现有曲线的投影来创建一条新的曲线，相当于将两组曲线沿指定的方向拉伸，拉伸面所形成的交线就是组合投影曲线。



4.4.7 相交曲线

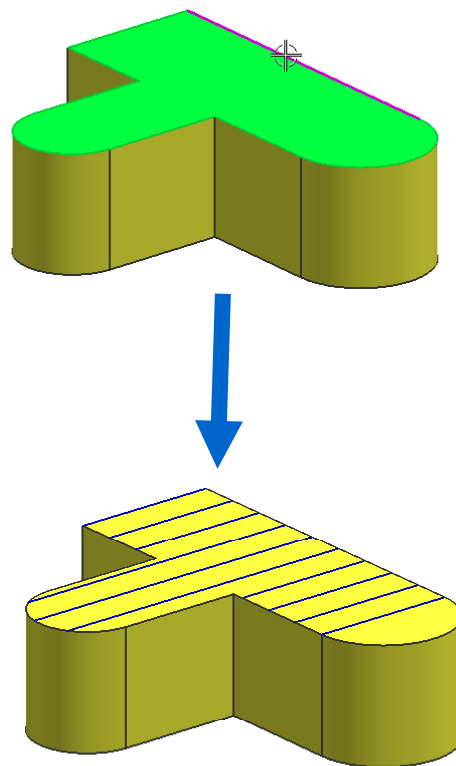
可以生成两组对象（实体、实体表面、平面或基准面）之间的交线。



4.4.8 截面曲线

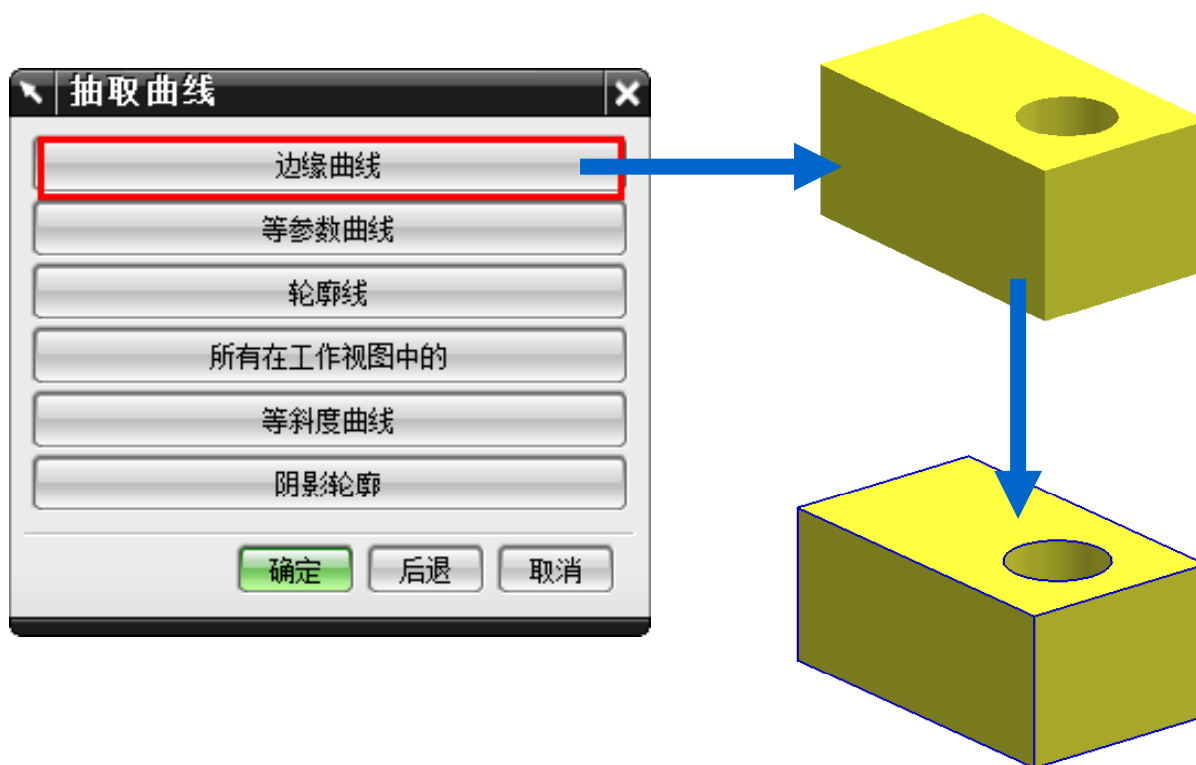
可将指定的平面与体、面或曲线相交来创建曲线或点。

平面与曲线相交将创建一个或多个点



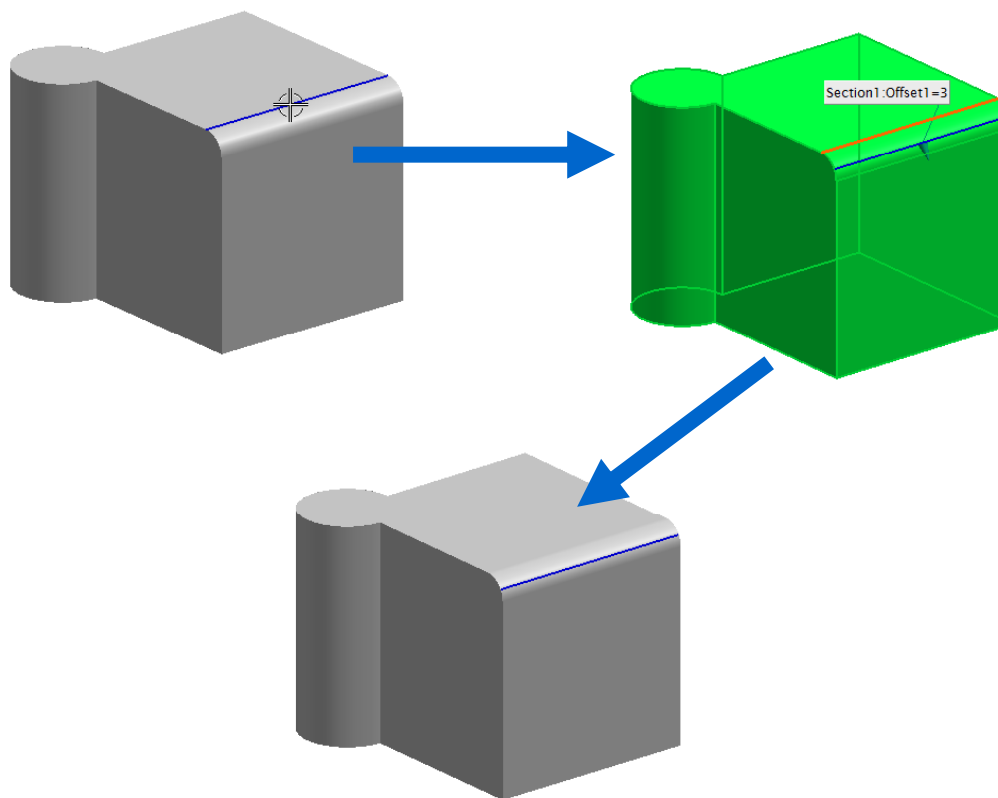
4.4.9 抽取曲线

通过一个或多个对象的边缘和表面生成曲线（直线、圆弧、二次曲线和样条）。大多数抽取曲线是非关联的，但也可选择创建关联的等斜度曲线或阴影轮廓曲线。



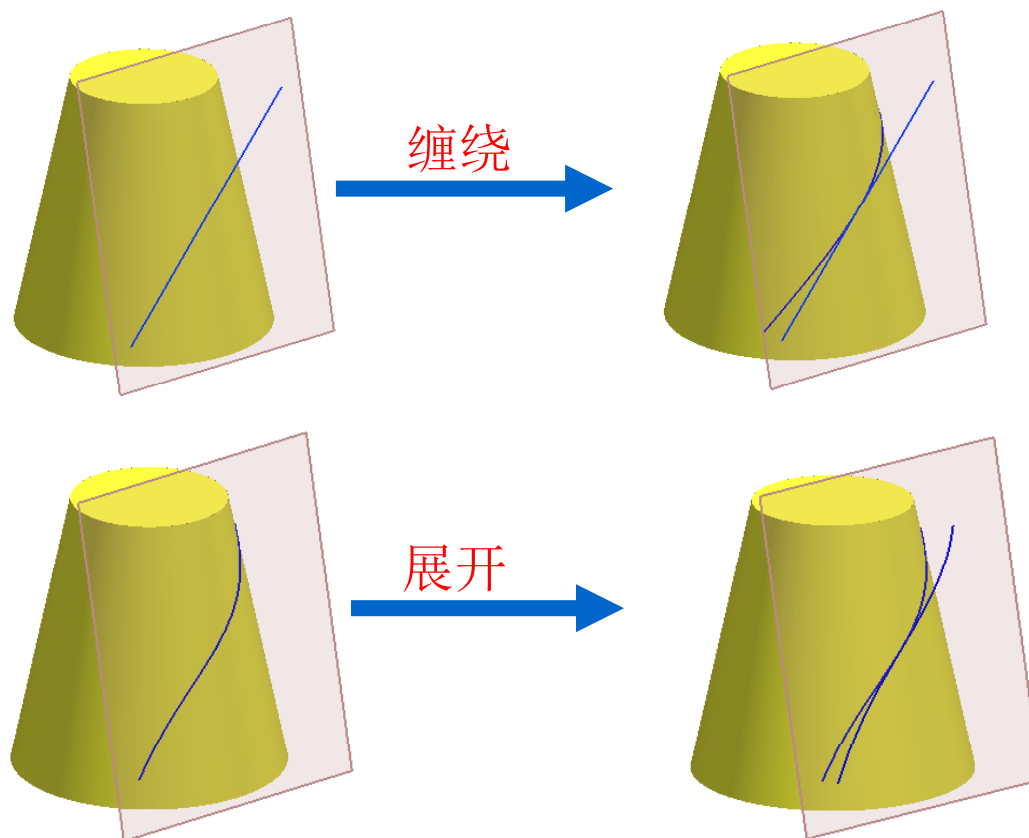
4.4.10 在面上偏置

生成表面上的偏置曲线。与【偏置曲线】不同的是，它只能选择面上的曲线作为偏置对象，并且生成的曲线也附着于表面上。



4.4.11 缠绕/展开曲线

将曲线从一个平面缠绕到一个圆锥面或圆柱面上，或将曲线从圆锥面或圆柱面展开到一个平面上。



4.5 曲线编辑

利用【编辑曲线】工具条上的命令，可以方便的对现有曲线进行编辑和修改。编辑曲线命令有【编辑曲线】、【编辑曲线参数】、【修剪曲线】、【修剪拐角】、【分割曲线】、【编辑圆角】、【拉长曲线】、【曲线长度】和【光顺样条】。



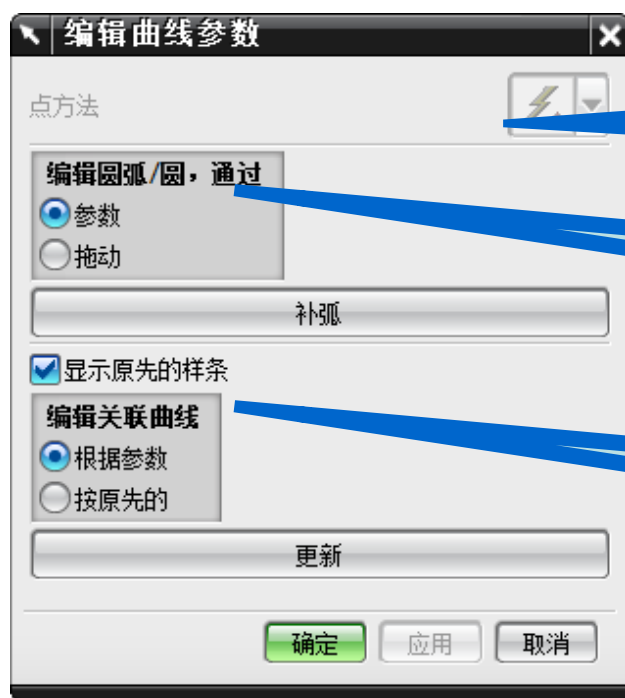
4.5.1 编辑曲线

该命令以对话框的形式集中了所有曲线编辑命令。其中各命令的使用等于各自独立操作使用，所以此处不再赘述。



4.5.2 编辑曲线参数

主要用于修改无参数的直线、圆弧、圆、样条线、二次曲线、螺旋线、投影线等。



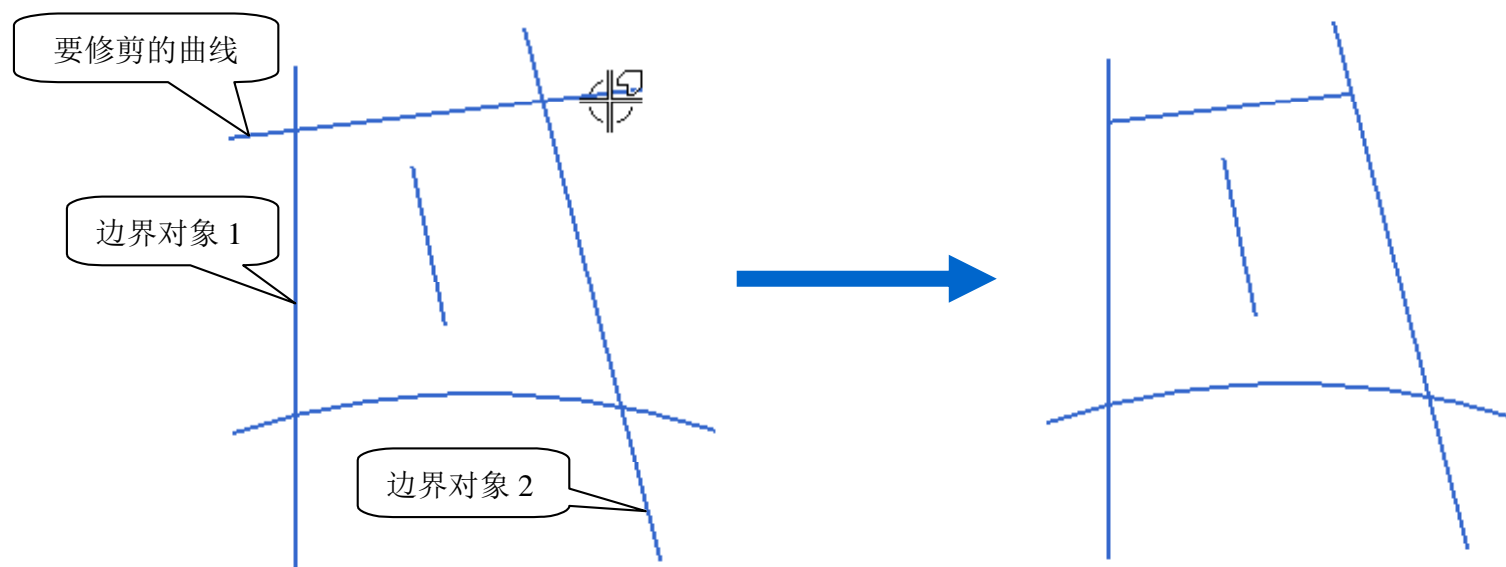
编辑直线

编辑圆和圆弧

编辑样条线

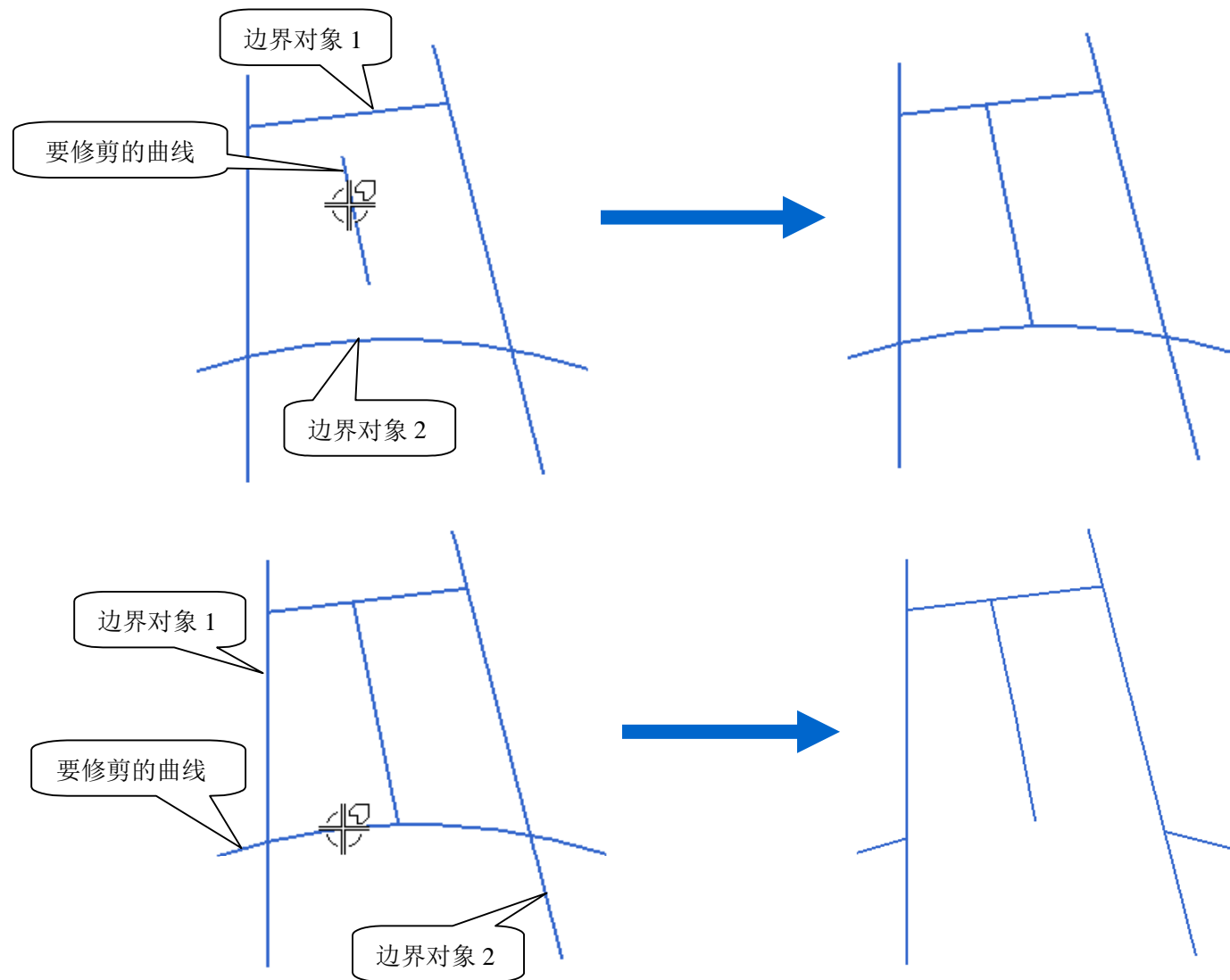
4.5.3 修剪曲线

修剪曲线的多余部分到指定的边界对象，或者延长曲线一端到指定的边界对象。



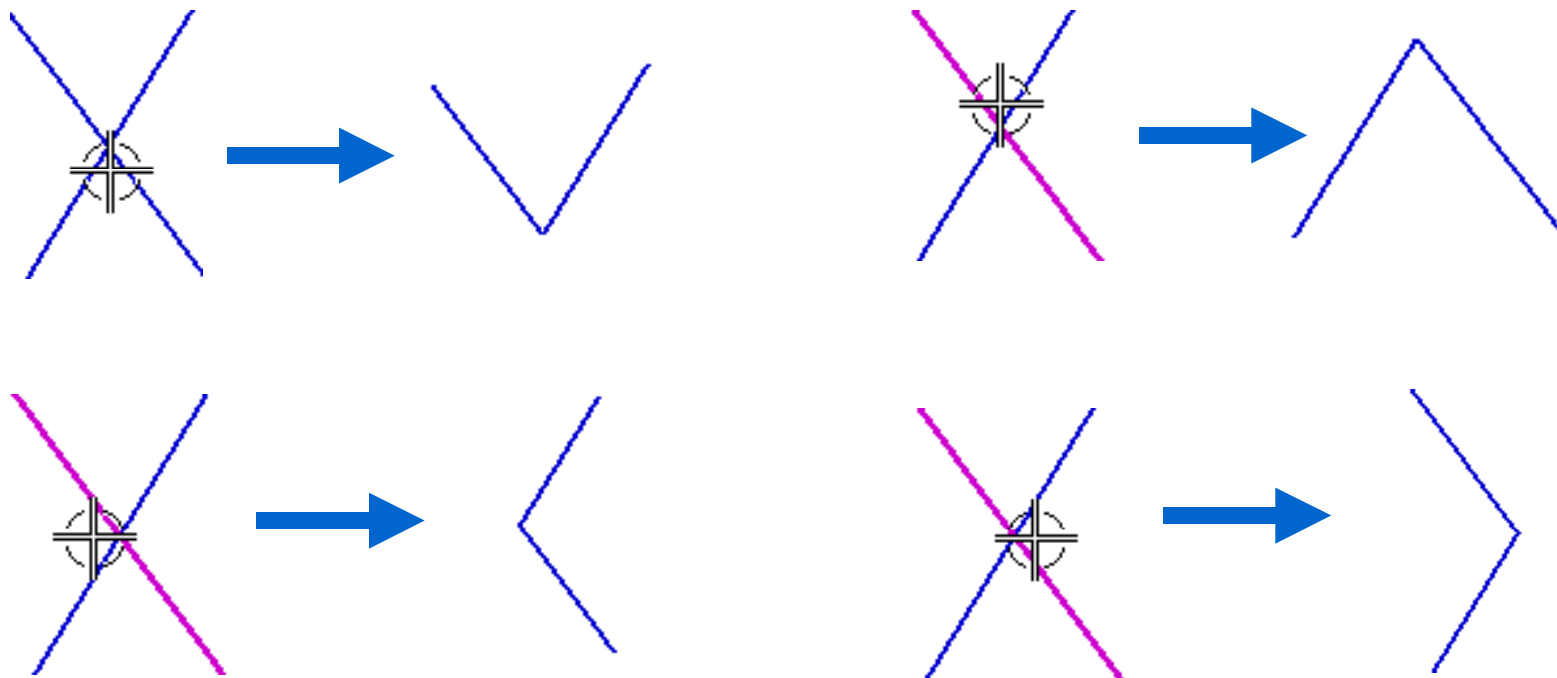
注意鼠标点击的位置

4.5.3 修剪曲线



4.5.4 修剪拐角

将两相交曲线修剪或延长至其交点，相对于交点，被选择的部分将被剪去。使用此功能可以快速将两曲线修剪形成一拐角。

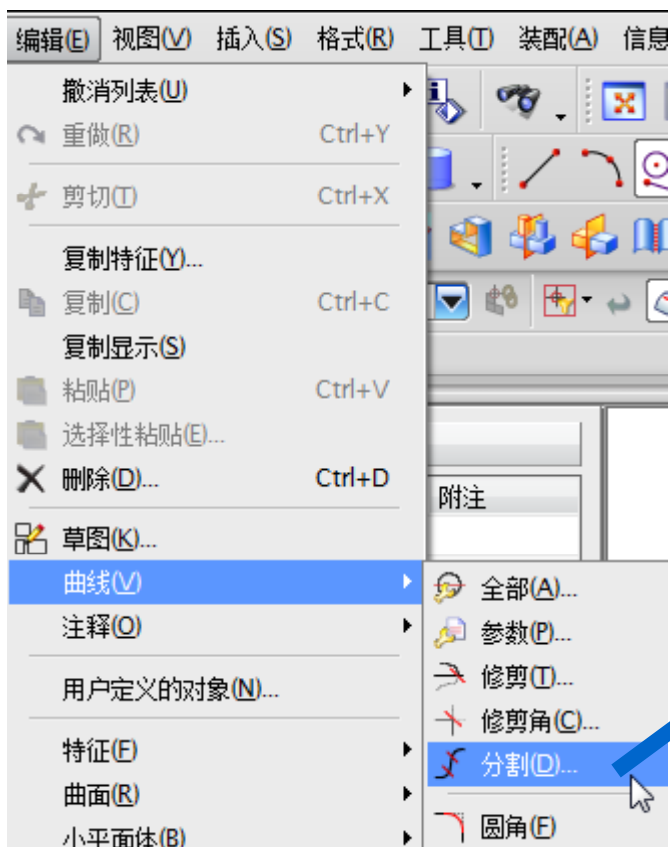


交点要落在选择球之内。

根据光标位置不同，修剪结果也不一样。

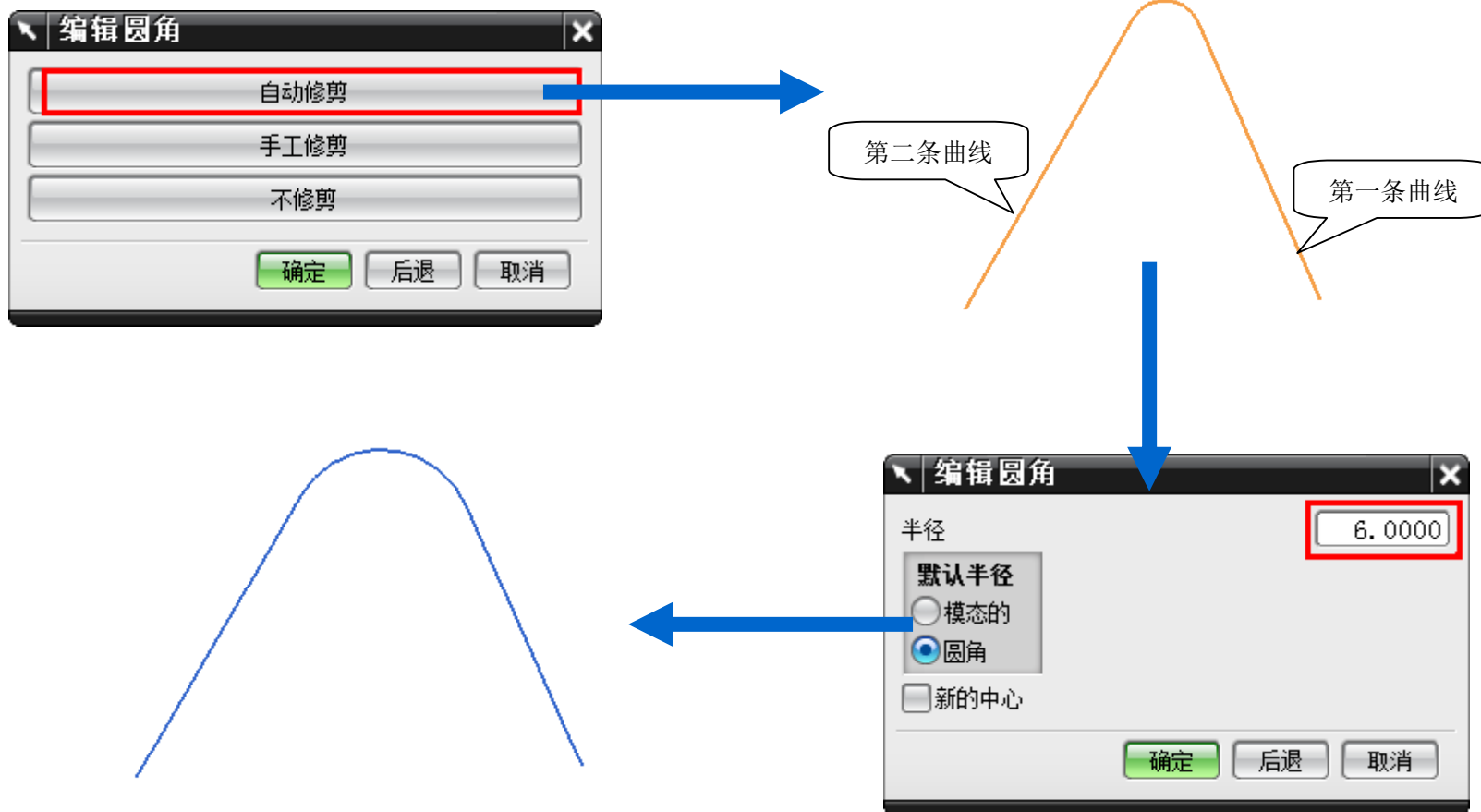
4.5.5 分割曲线

将指定曲线分割成多个曲线段，所创建的每个分段都是单独的曲线，并且与原始曲线使用相同的线型。



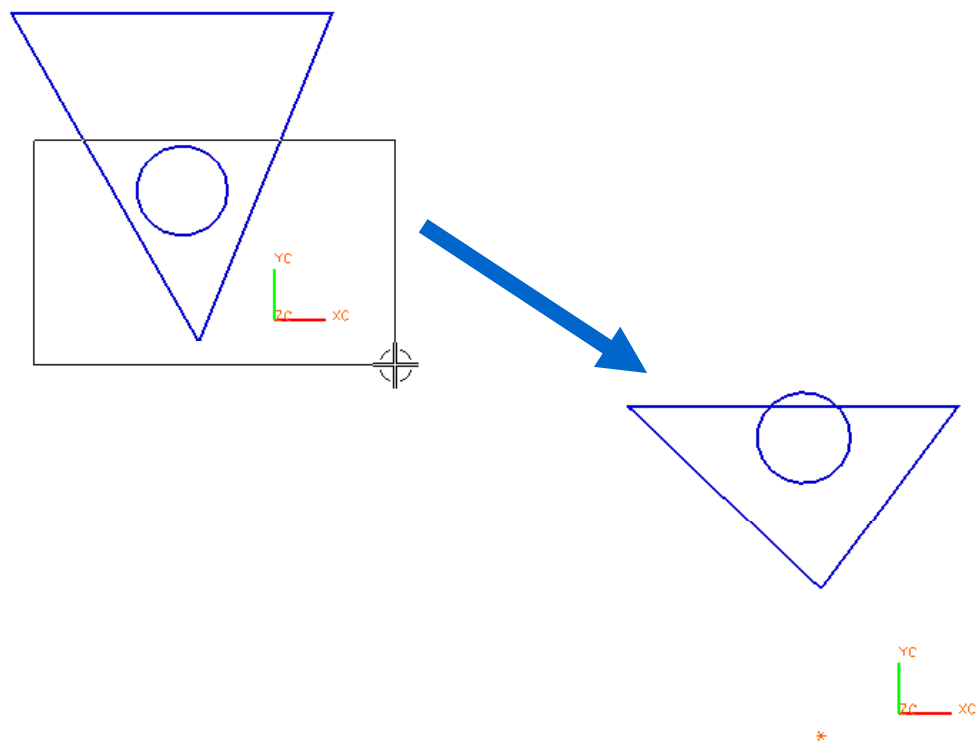
4.5.6 编辑圆角

编辑现有圆角，类似于两曲线重新倒圆角。



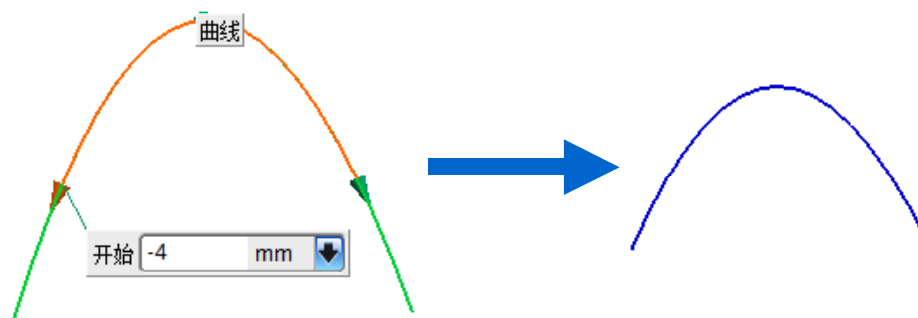
4.5.7 拉长曲线

移动几何对象，同时拉长或缩短选中的直线。此命令可以移动大多数对象类型，但只能拉长或缩短直线。



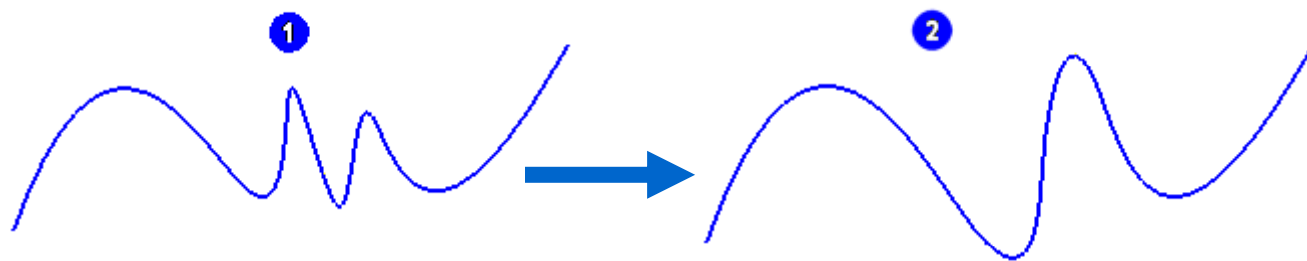
4.5.8 曲线长度

延伸或缩短曲线的长度。



4.5.9 光顺样条

手工创建的样条通常由于选取点的数量和位置的不同而产生细小的瑕疵，使用【光顺样条】可使样条曲线的曲率大小或曲率变化达到最小，从而移除 B 样条曲率瑕疵。



4.6 本章小结

本章详细介绍了曲线创建、曲线操作和曲线编辑的方法，这些是三维建模的基础。在实际应用中，应该熟练掌握各种技巧。本章虽然列举了很多的例子，但是对有些方法的具体应用并没有举例，希望读者自己去实践。

第五章 草图

本章重点内容

本章将介绍草图，主要内容有：草图的作用、草图与特征、草图参数预设置、约束草图、草图操作、草图管理和草图设计中常见的问题。

本章学习目标

- 掌握草图在三维造型中的作用
- 掌握草图与其他功能之间的切换
- 掌握草图与特征，草图与层的关系
- 掌握草图参数的预设置
- 掌握绘制草图的一般步骤
- 掌握约束草图
- 掌握草图操作和草图管理

5.1 概述

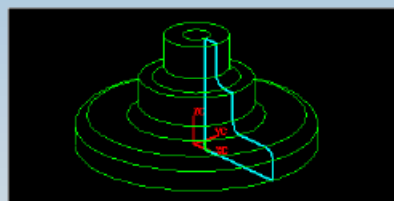
草图是组成轮廓曲线的二维图形的集合，通常与实体模型相关联。草图命令与第四章介绍的曲线命令功能相似，都是用来创建二维轮廓曲线的工具。草图最大的特征是绘制二维图时只需要先绘制出一个大致的轮廓，然后通过约束条件来精确定义图形，因而使用草图功能可以快速完整地表达设计者的意图。

此外，草图是参数化的二维成形特征，具有特征的操作性和可修改性，因此可以方便的对曲线进行参数化控制。

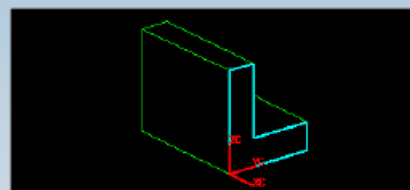
5.1.1 草图的作用

草图是部件内部的二维几何形状。每个草图都是驻留于指定平面的 2D 曲线和点的命名集合。在三维造型中，草图的主要作用有：

- 通过扫掠、拉伸或旋转草图到实体或片体以创建部件特征；
- 创建有成百上千个草图曲线的大型 2D 概念布局；
- 创建构造几何体，如运动路径或间隙圆弧，而不仅是定义某个部件特征。



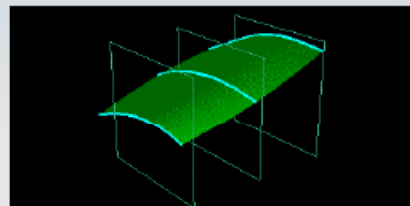
由草图旋转成形



由草图拉伸成形



由草图扫描成形

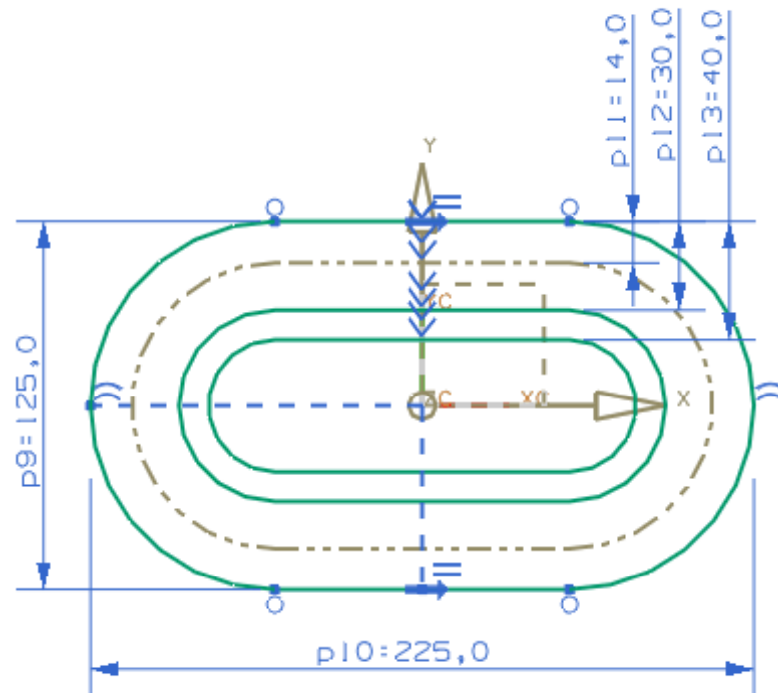


由草图构成曲面

5.1.2 草图与其他功能 模块的切换

在任何模块中，只要点击【特征】工具条上的【草图】命令，或者单击菜单条中的【插入】|【草图】，都能进入【草图】模块。

此外，若模型中包含草图对象，则双击草图对象也能进入草图环境。



5.1.3 草图与特征

草图在UG中被视为一种特征，每创建一个草图，【部件导航器】都将添加一个对应的草图特征。如下图所示，在绘图区中的草图（三角形）与左边【部件导航器】中的【草图 (1)“SKETCH_000”】相对应。因此，部件导航器所支持的任何编辑功能对草图同样有效。



5.1.4 草图与层

NX设计了关联到图层的草图的行为。草图位于创建草图时的工作层上，一个草图必须且只能位于一个图层上，草图对象不会横跨多个图层。草图和图层按以下方法交互。

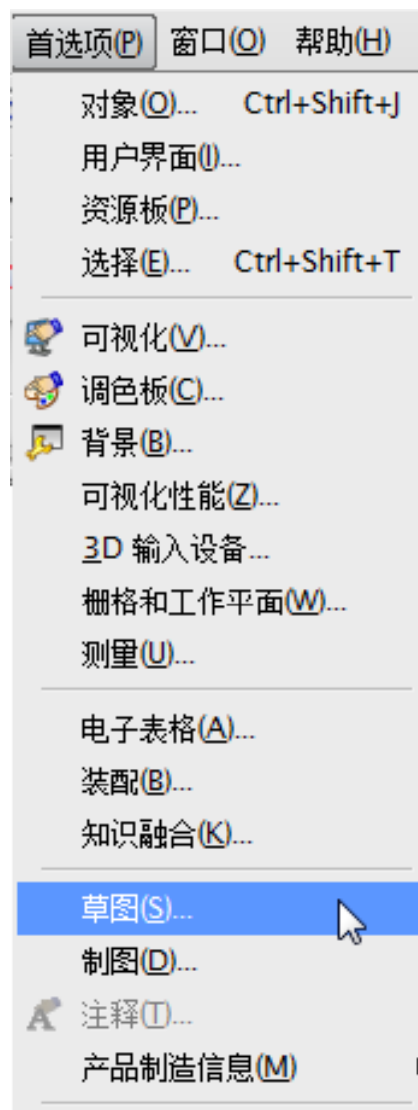
- (1) 选择草图使其活动时，草图所驻图层自动成为工作图层。
- (2) 停用某一草图时，草图图层的状态由【草图首选项】对话框上的【保存图层状态】选项决定。
- (3) 如有需要，当添加曲线到活动草图时，它们会自动移到与草图相同的图层。
- (4) 停用草图时，不是草图图层上的所有几何体和尺寸都会移到草图图层上。

5.1.5 草图功能简介

草图功能总体上可以分为四类：创建草图对象、约束草图、对草图进行各种操作和草图管理。其实，这四项功能本质上就是应用【草图生成器】和【草图工具】工具条上的命令进行的一系列操作。如利用【草图工具】上的命令在草图中创建草图对象（如一个多边形）、设置尺寸约束和几何约束等。当用户需要修改草图对象时，可以用【草图工具】中的命令进行一些操作（如镜像、拖曳等）。另外，还要用到“草图管理”（一般通过【草图生成器】上的各种命令）对草图进行定位、显示和更新等。

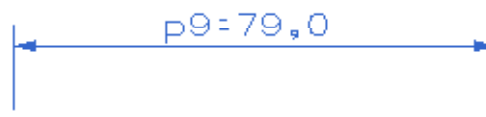
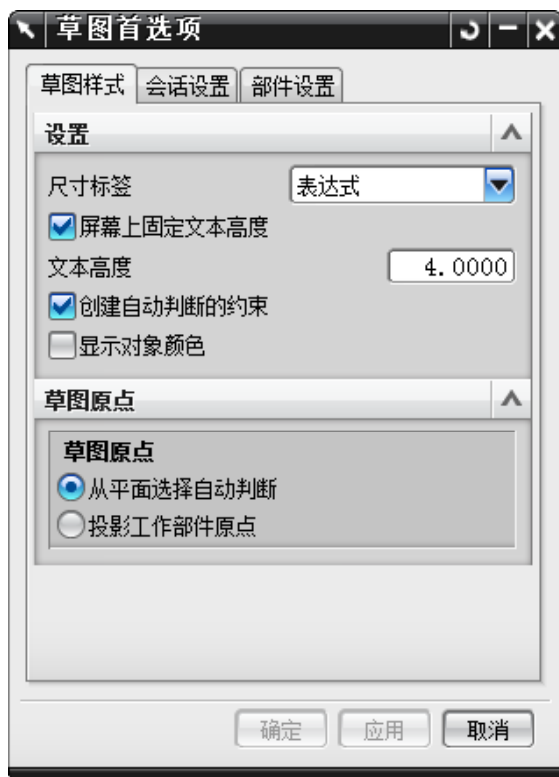
5.1.6 草图参数预设置

【草图参数预设置】是指在绘制草图之前，设置一些操作规定。这些规定可以根据用户自己的要求而个性化设置，但是建议这些设置能体现一定的意义，如曲线的前缀名最好能体现出曲线的类型。



5.1.6 草图参数预设置

【草图样式】选项卡



表达式



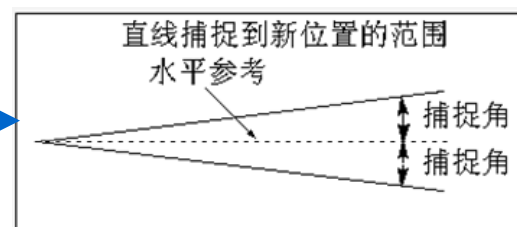
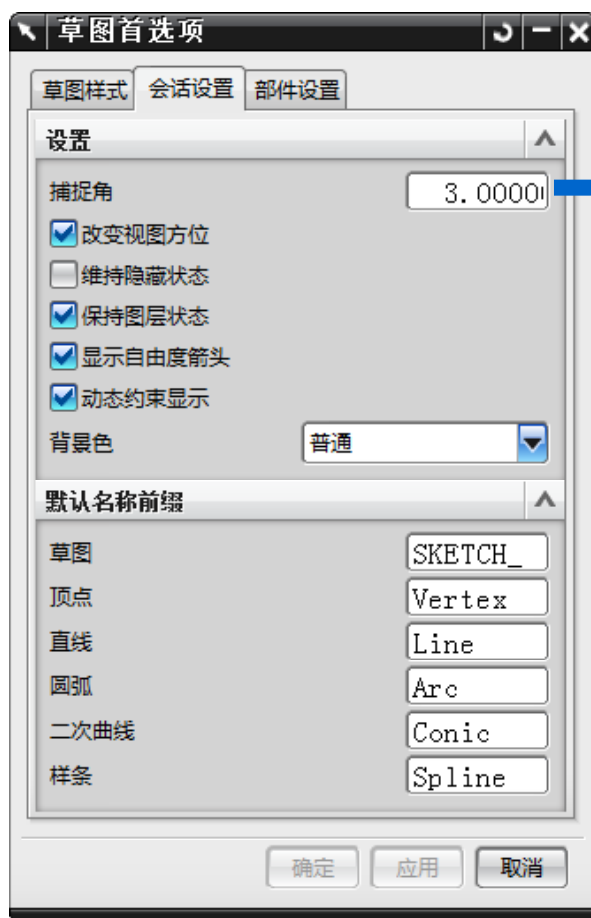
名称



值

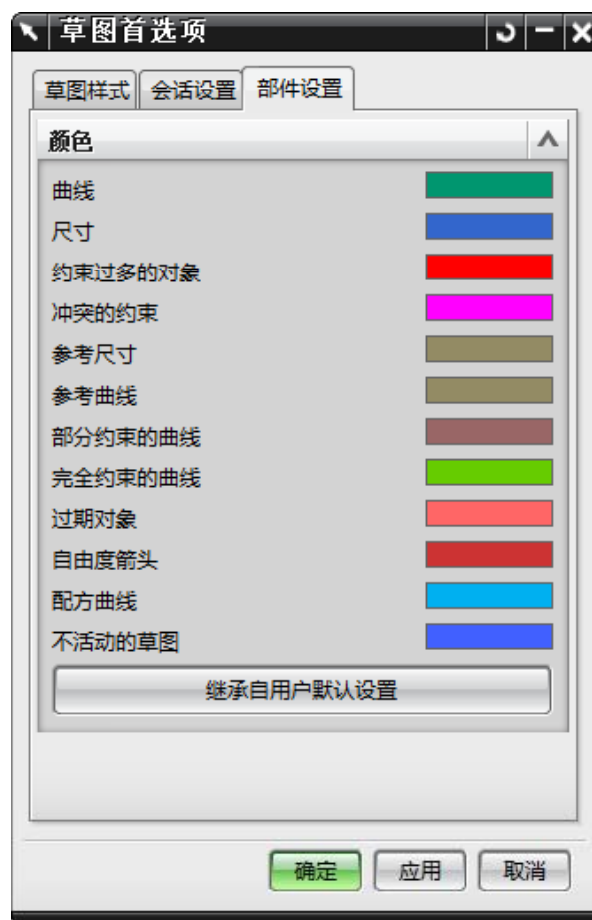
5.1.6 草图参数预设置

【会话设置】选项卡



5.1.6 草图参数预设置

【部件设置】选项卡

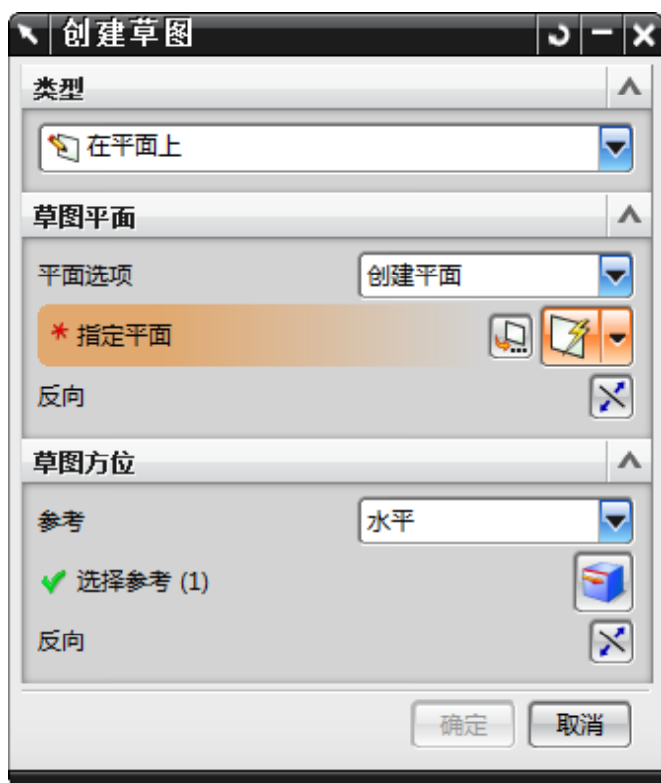


5.2 绘制草图的一般步骤

- 新建或打开部件文件
- 检查和修改草图参数预设置
- 创建草图，进入草图环境
- 创建和编辑草图对象
- 定义约束
- 完成草图，退出草图生成器。

5.3 创建草图

在平面上



在轨迹上



5.4 创建草图对象

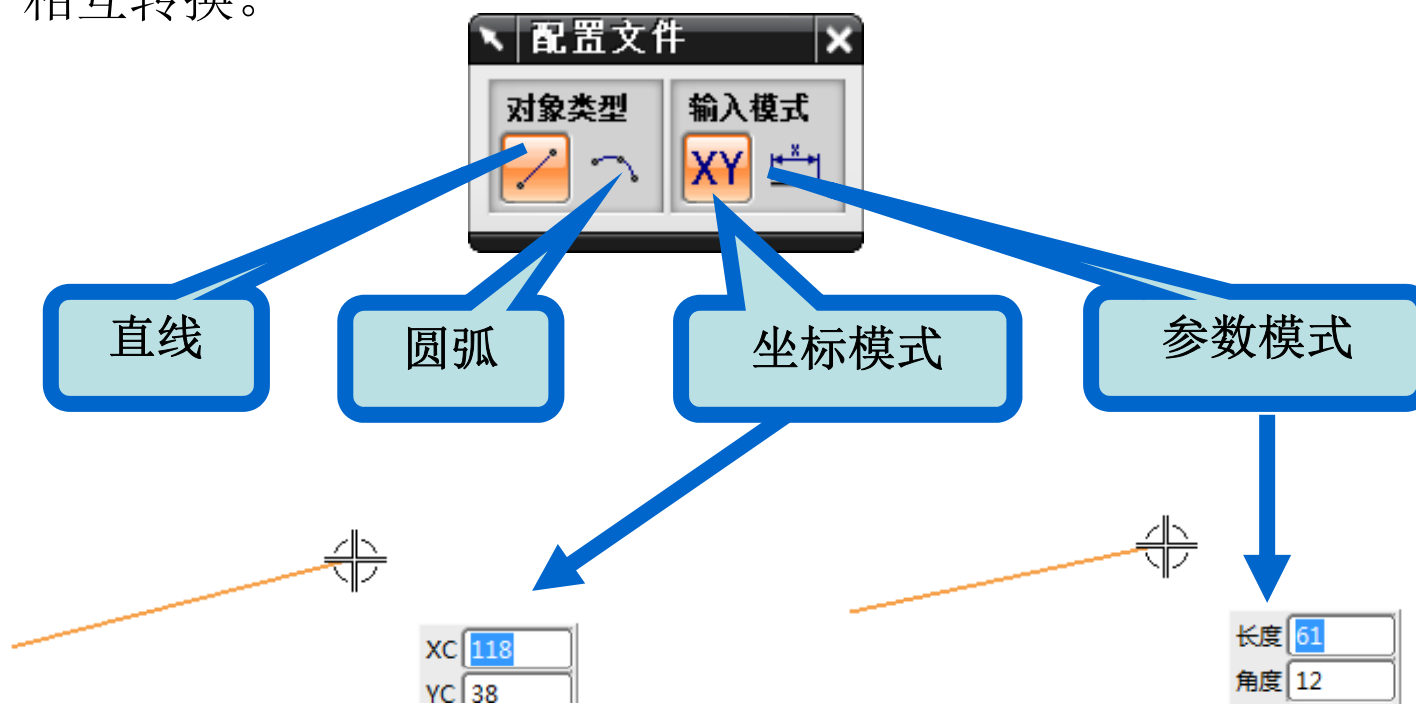
草图对象是指草图中的曲线和点。建立草图工作平面以后，可以在草图工作平面上建立草图对象。建立草图对象的方法大致有两种：

- 在草图平面内直接利用各种绘图命令绘制草图。
- 将绘图区中已经存在的曲线或点添加到草图中。



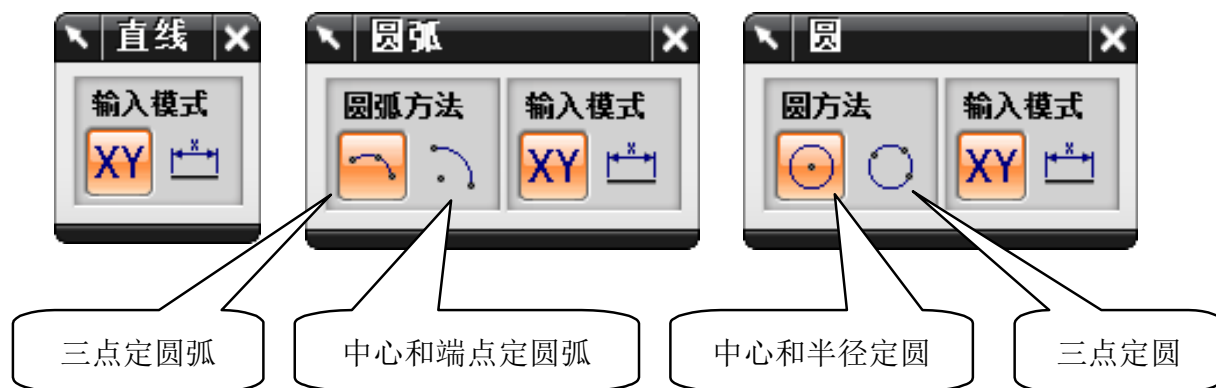
5.4.1 配置文件

该命令是草图中最常用的命令。使用该命令可以绘制直线和圆弧。在绘制过程中，可以在直线和圆弧之间相互转换。



5.4.2 直线、圆弧、圆

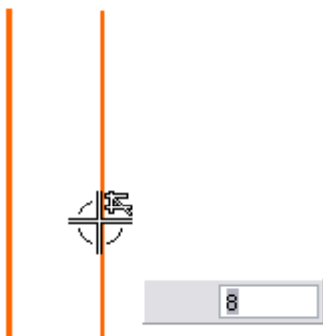
这三个对话框都提供了【输入模式】选项，含义与【配置文件】中相同。而【圆弧】和【圆】对话框还提供了【创建方法】选项，可以选择不同的创建方法和不同的输入模式来创建圆弧或圆。



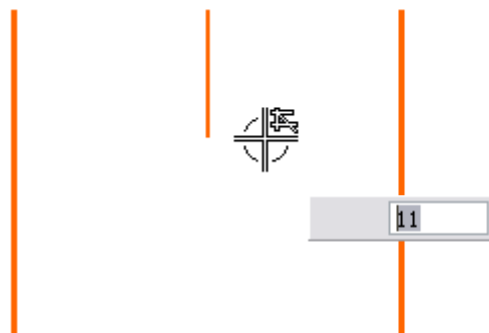
5.4.3 派生直线

通过该命令可以根据现有直线创建新的直线，有三种创建方式：

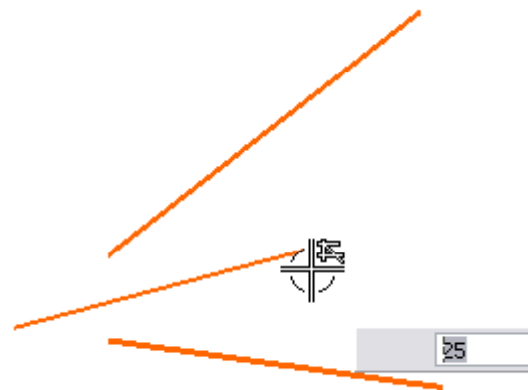
- 以现有直线为参考直线创建偏置直线
- 根据两条平行直线创建其中心线
- 根据两条相交直线创建角平分线。



从基准线偏置直线



在两条平行线的中点创建直线

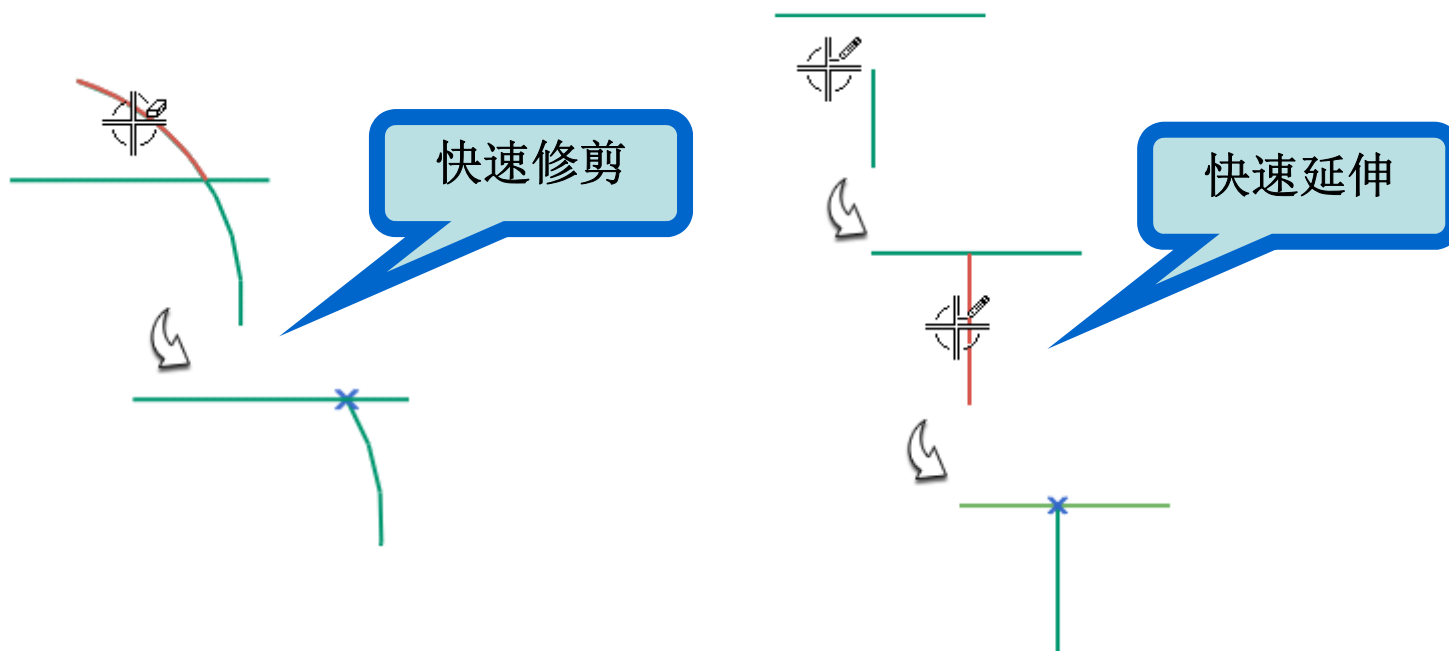


构造平分线

5.4.4 快速修剪、快速延伸

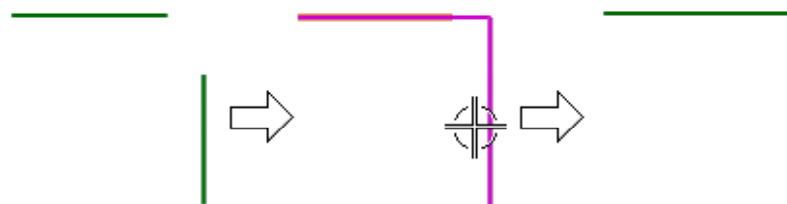
快速修剪：通过该命令可以对草图中的曲线进行快速修剪。如果待修剪的曲线与其它草图曲线相交，则系统自动默认交点为修剪的断点；如果不相交，则删除选取的曲线。

快速延伸：通过该命令可以将曲线延伸到另一临近的曲线或选定的边界。

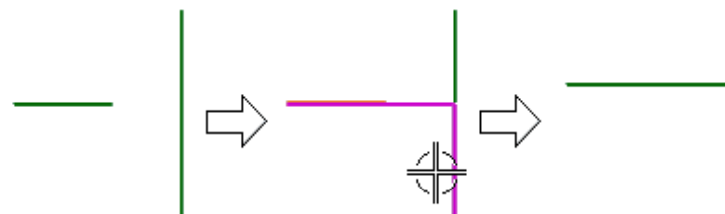


5.4.5 制作拐角

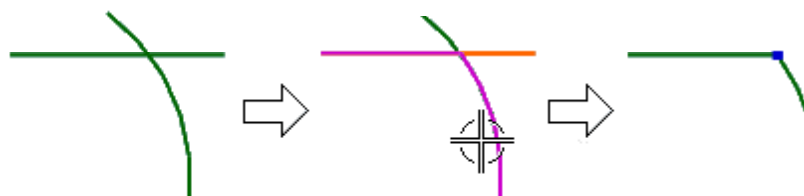
通过该命令可以将两条输入曲线延伸和/或修剪到一个交点来制作拐角



延伸两条曲线



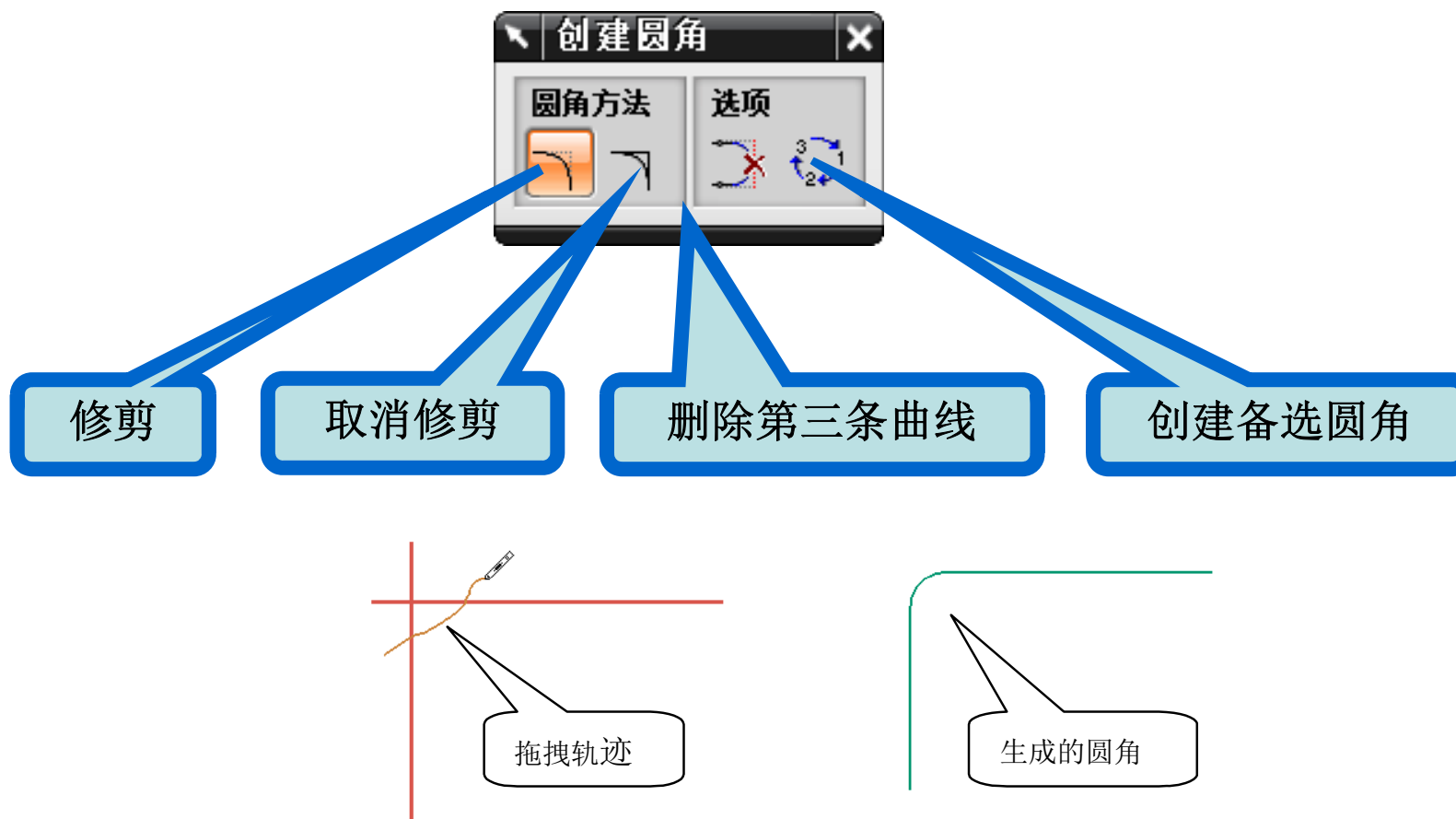
延伸一条曲线并修剪另一条曲线



修剪两条曲线

5.4.6 圆角

使用该命令可以在两条或三条曲线之间创建一个圆角。



5.4.7 矩形



用2点：通过两个对角点确定宽度和高度来创建矩形，所创建矩形的四边分别平行于 XC 和 YC 轴的。

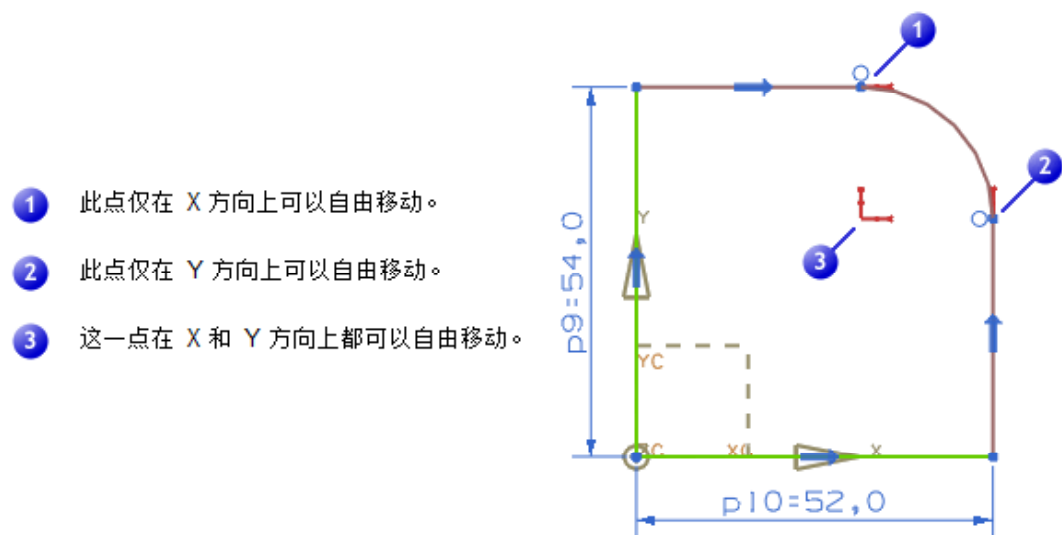
按3点：创建与XC 轴、YC 轴成角度的矩形，前两个选择的点指示宽度和矩形的角度，第三个点指示高度。

从中心：通过中心点、第二个点来指定角度和宽度，用第三个点来指定高度以创建矩形。

5.5 约束草图

在绘制草图之初不必考虑草图曲线的精确位置与尺寸，待完成草图对象的绘制之后，再统一对草图对象进行约束控制。对草图进行合理的约束是实现草图参数化的关键所在。因此，在完成草图绘制以后，应认真分析，到底需要加入哪些约束。

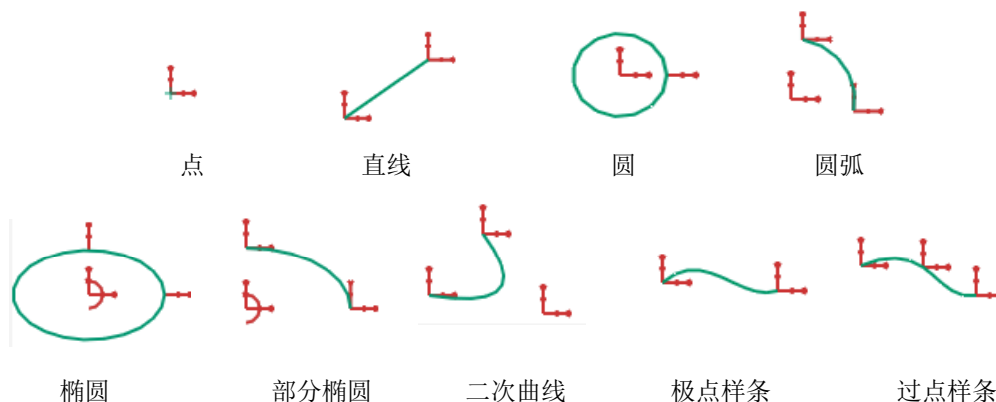
草图的约束状态分为欠约束、完全约束和过约束三种。



5.5 约束草图

一般对象的自由度（尚未添加约束）

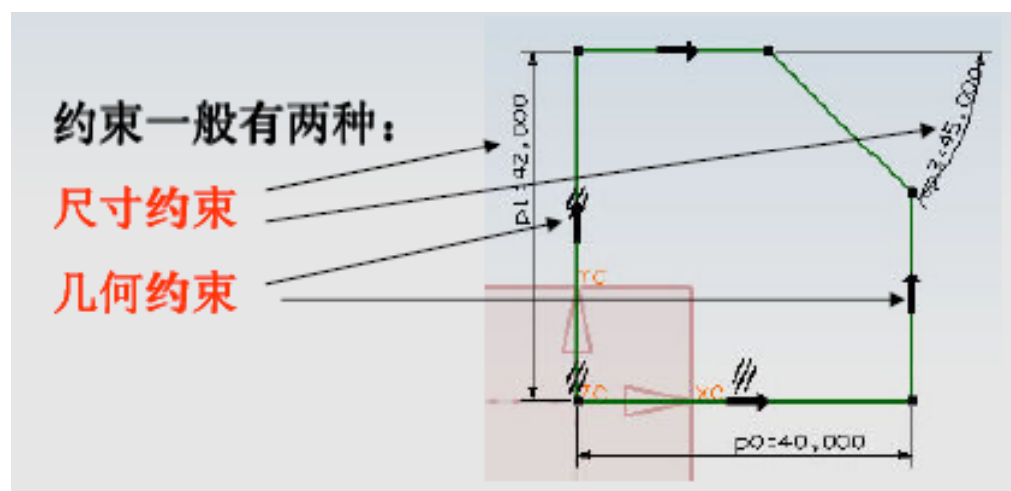
- 点：有两个自由度，即沿X和Y方向移动
- 直线：四个自由度，每端两个
- 圆：三个自由度，圆心两个，半径一个
- 圆弧：五个自由度，圆心两个，半径一个，起始角度和终止角度两个
- 椭圆：五个自由度，两个在中心，一个用于方向，主半径和次半径两个
- 部分椭圆：七个自由度，两个在中心，一个用于方向，主半径和次半径两个，起始角度和终止角度两个
- 二次曲线：六个自由度，每个端点有两个，锚点有两个
- 极点样条：四个自由度，每个端点有两个
- 过点样条：在它的每个定义点处有两个自由度



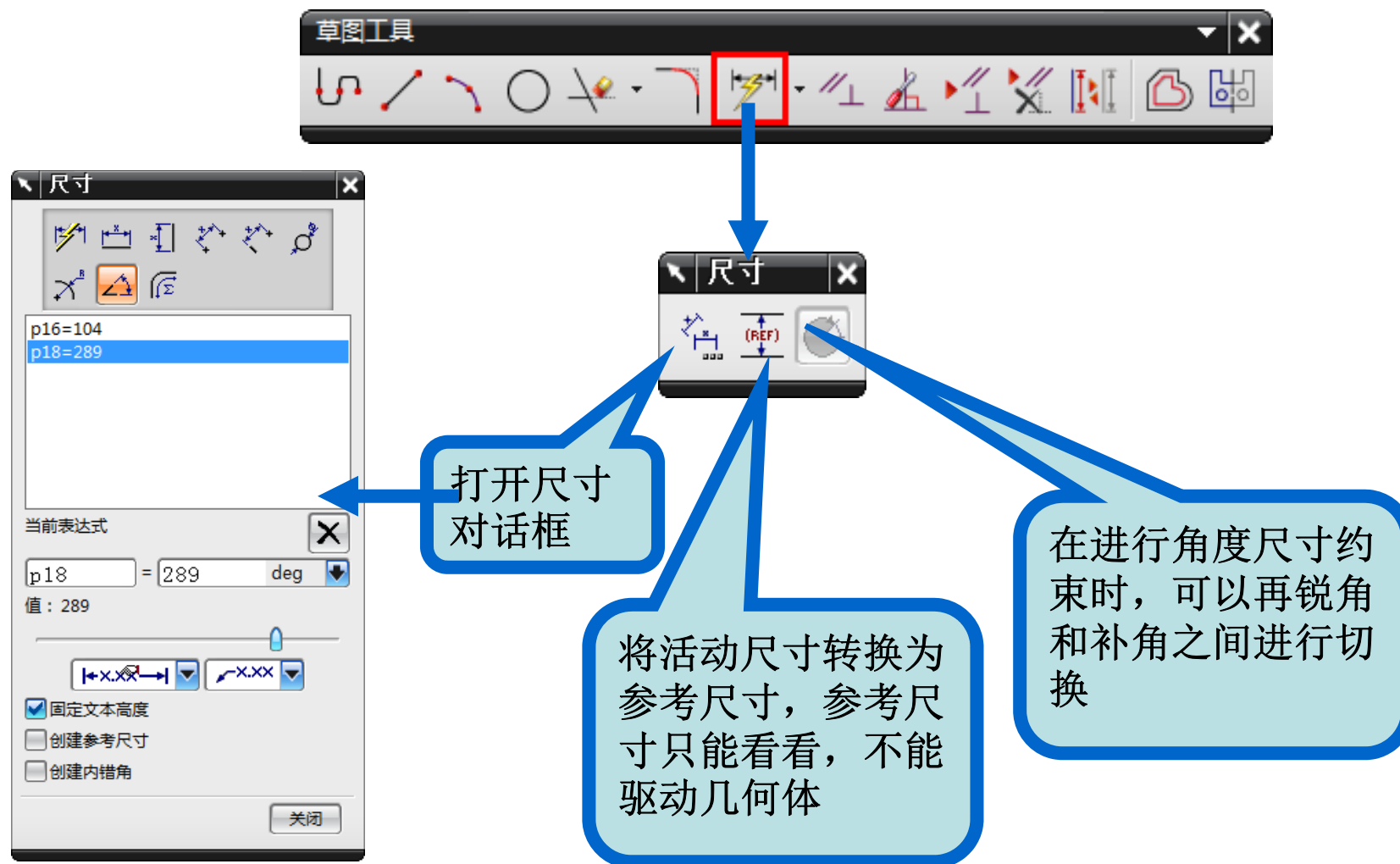
5.5.1 约束的概念和作用

对草图曲线指定条件，草图曲线就会随指定条件的变化而变化，这些指定的条件就称之为约束。约束可以精确控制草图中的对象。

草图约束有两种类型：几何约束和尺寸约束。



5.5.2 尺寸约束

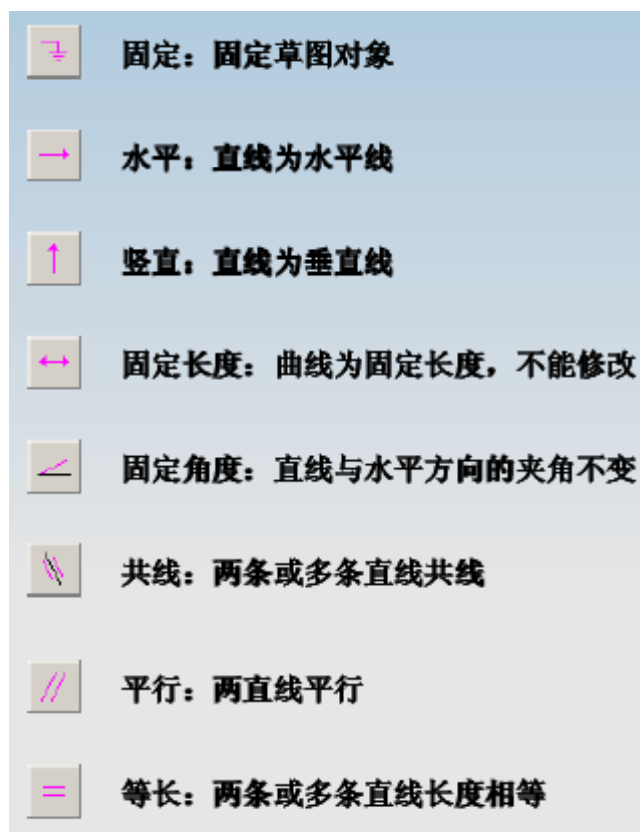
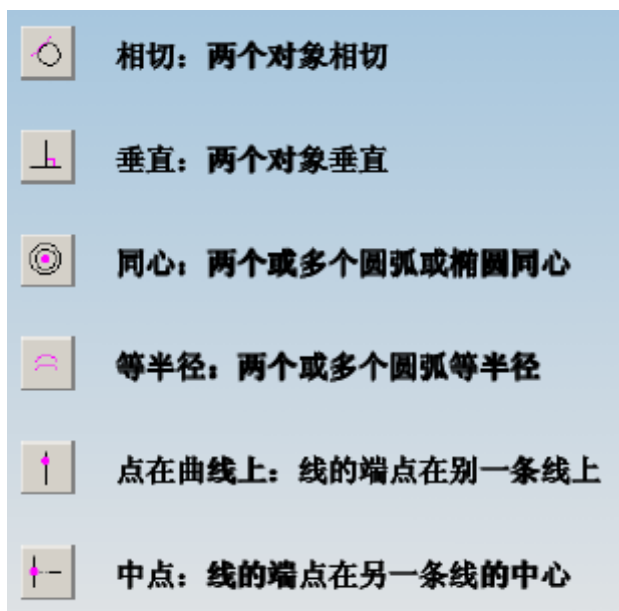


5.5.3 几何约束



几何约束的作用在于限定草图中各个对象之间的位置与形状关系。

常用的几何约束

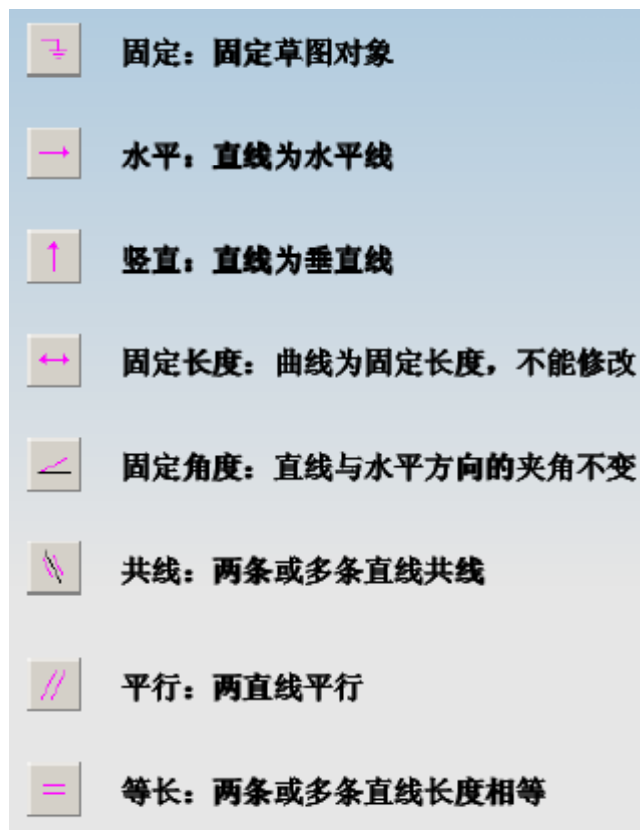
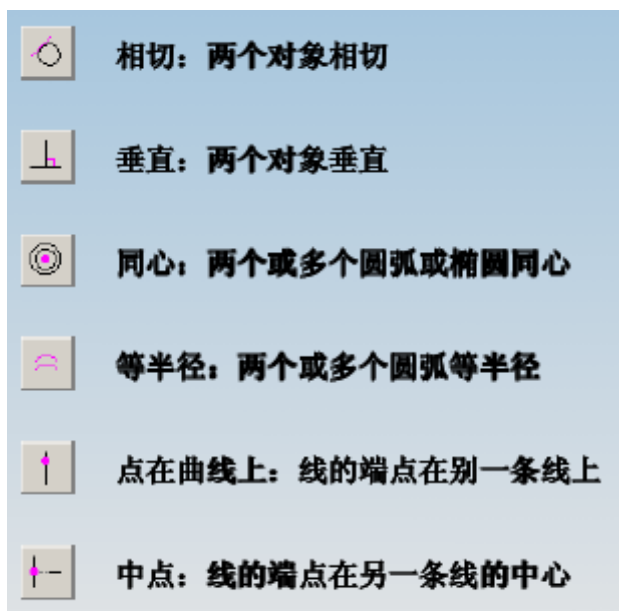


5.5.3 几何约束



几何约束的作用在于限定草图中各个对象之间的位置与形状关系。

常用的几何约束



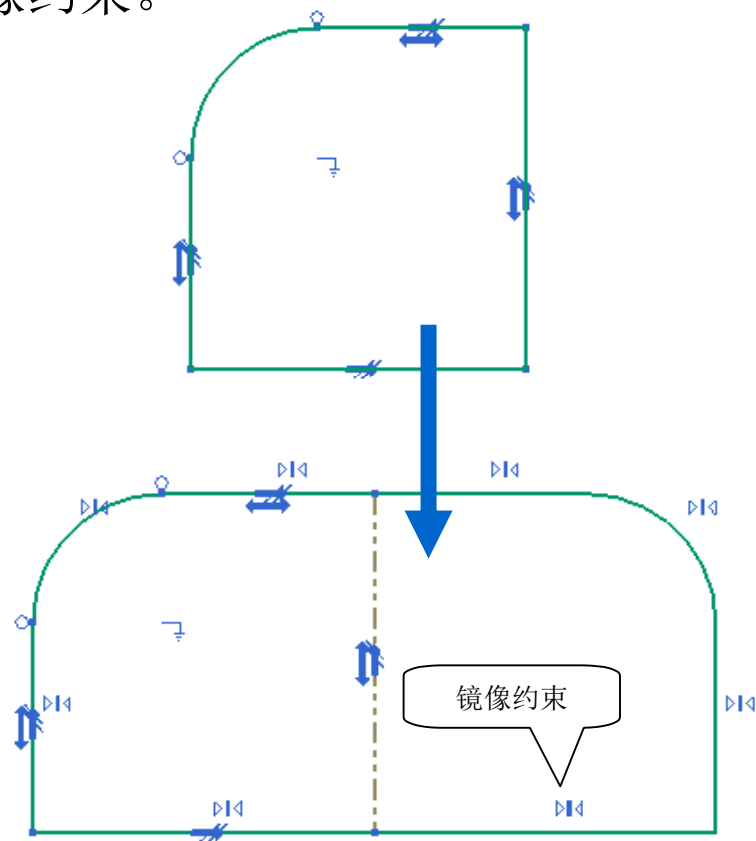
5.6 草图操作

【草图工具】工具条上包含许多草图操作命令。利用这些命令能方便地对草图进行操作，常用的有【动画尺寸】、【转换至/自参考对象】、【备选解】、【编辑曲线】、【编辑定义线串】、【添加现有曲线】、【投影曲线】、【偏置曲线】和【镜像曲线】等。



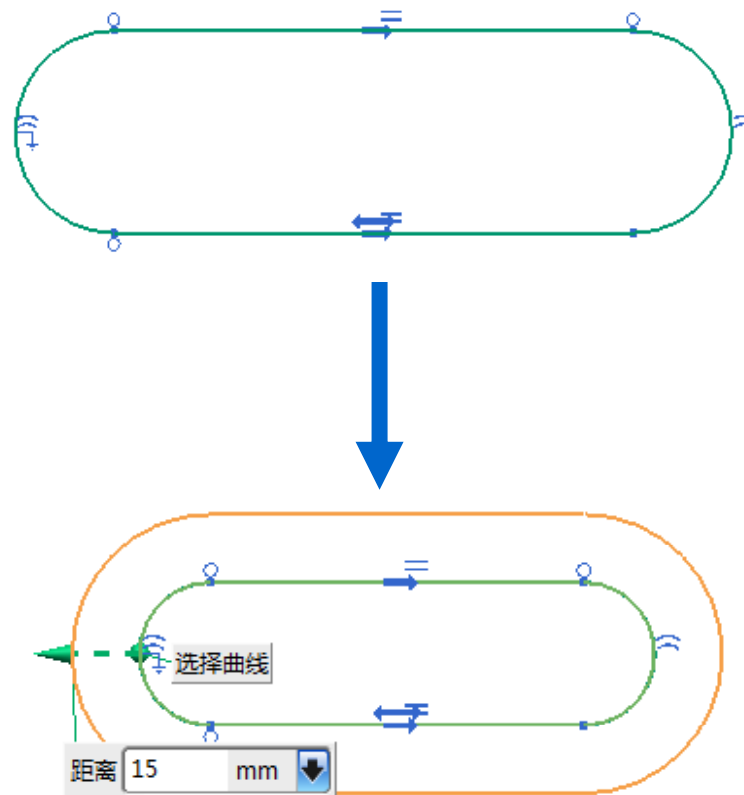
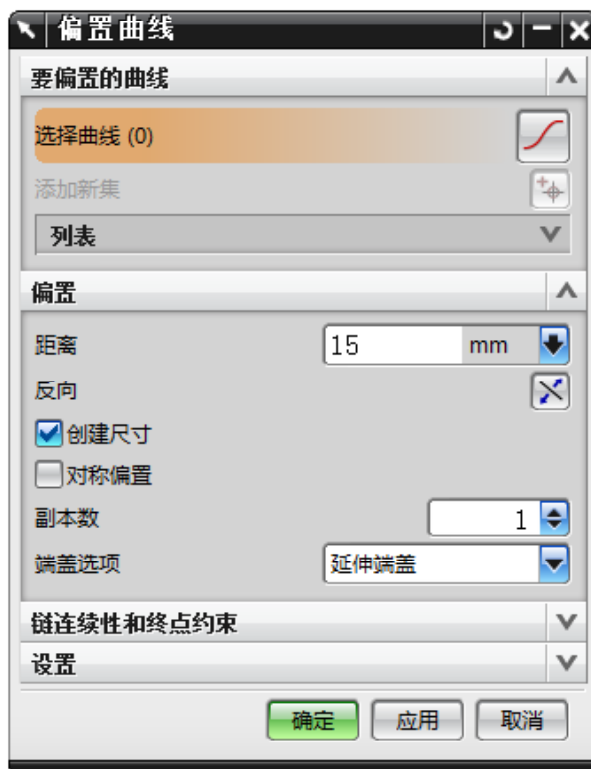
5.6.1 镜像曲线

该命令是较常用的草图操作命令。在绘制对称图形时，只需绘制一半的曲线，然后通过该命令生成关于中心直线对称的曲线，最后对曲线进行镜像约束。



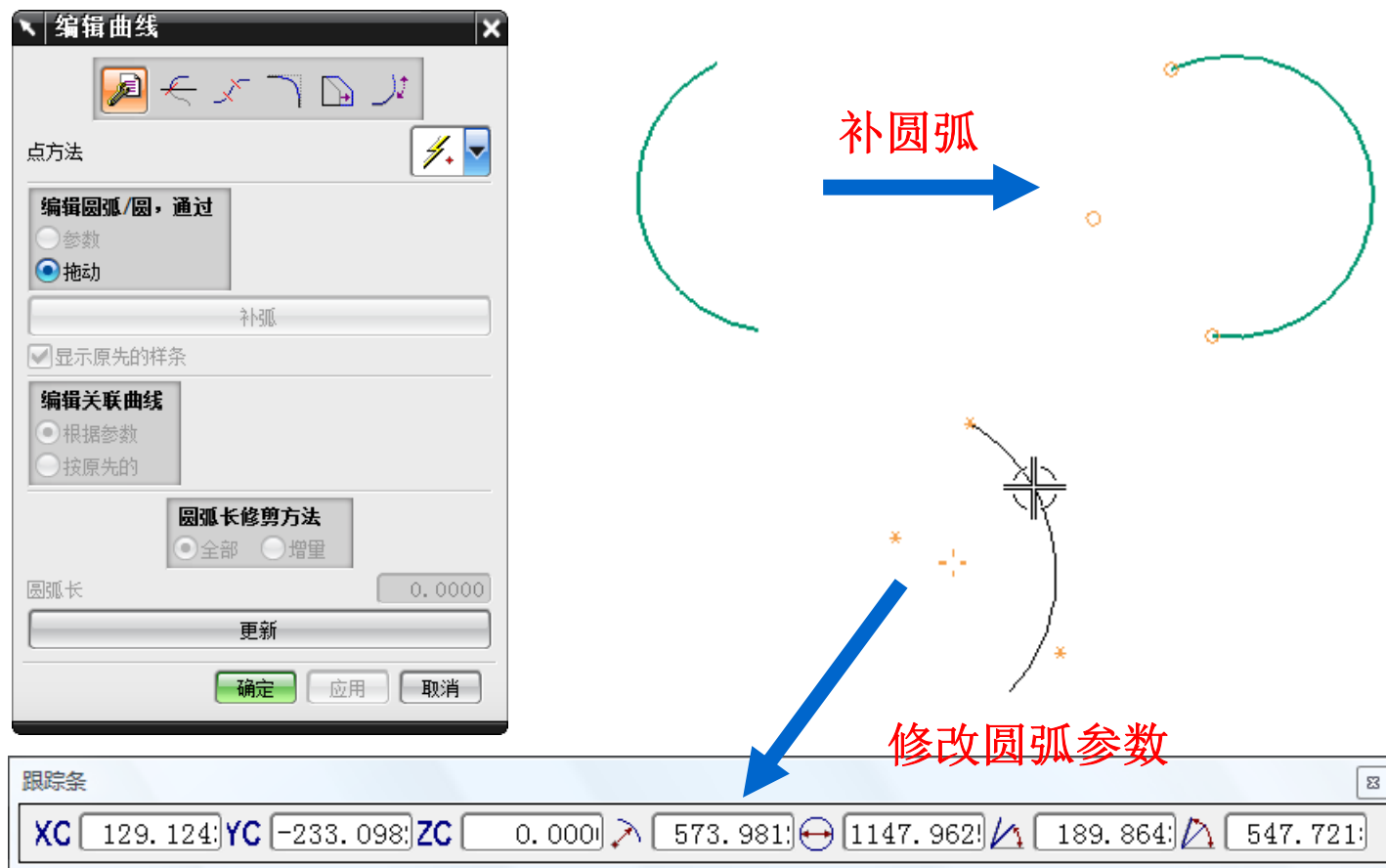
5.6.2 偏置曲线

可以用于生成偏置一定距离的曲线，并且生成偏置约束。
修改原先的曲线，将会更新偏置的曲线。



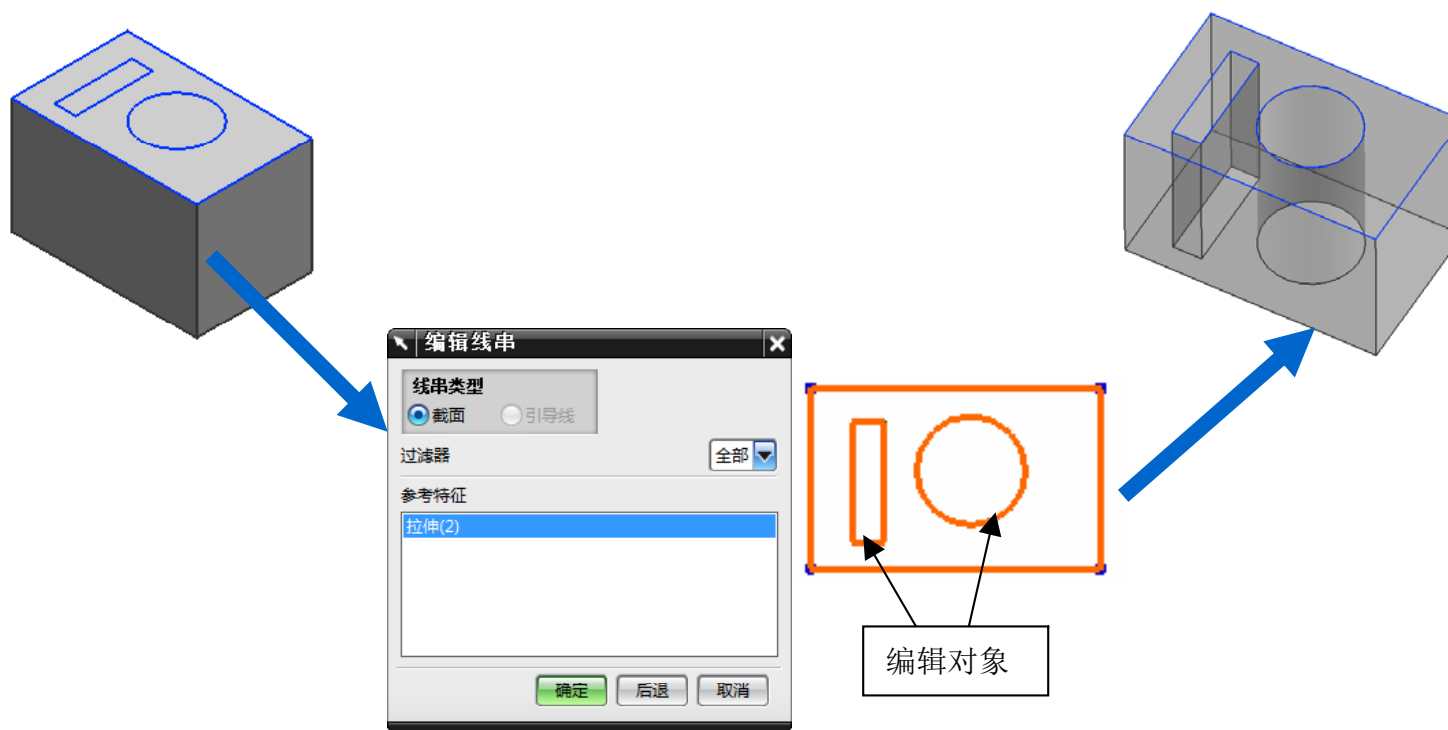
5.6.3 编辑曲线

此命令用于编辑已生成的几何对象的参数。编辑对象一般为：直线、圆弧和圆、椭圆、样条。



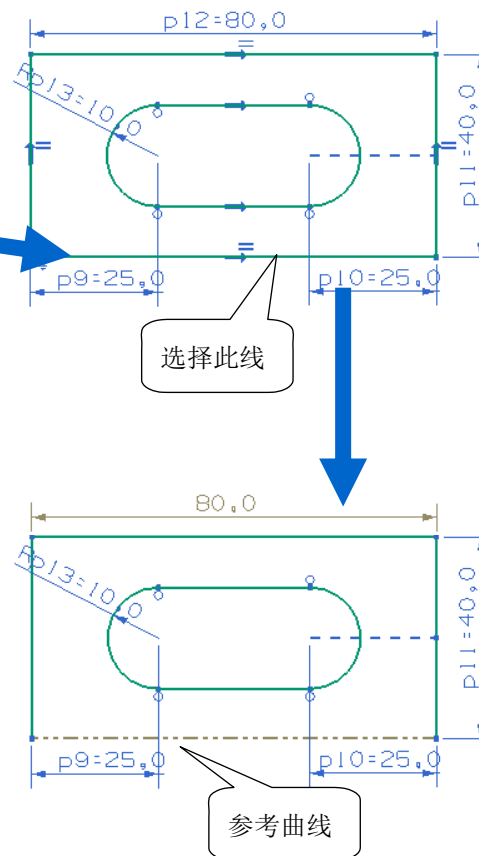
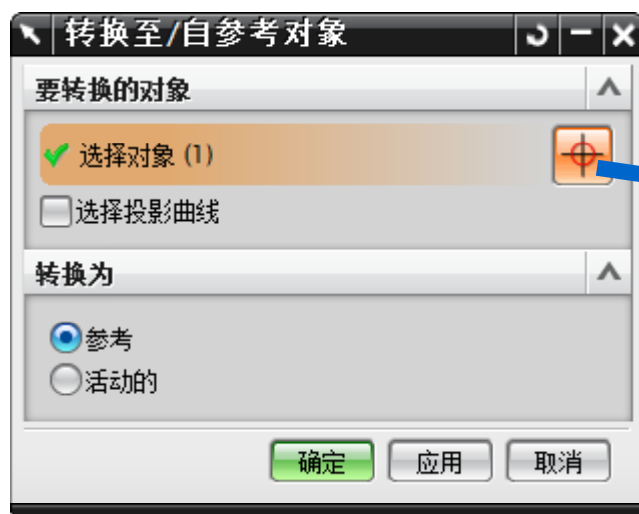
5.6.4 编辑定义线串

草图一般用于拉伸、旋转等扫描特征，因此多数草图本质是定义特征截面线。通过【编辑定义线串】可以增加或去掉某些曲线，从而改变截面形状。



5.6.5 转换至/自参考对象

可以将活动曲线转换为参考曲线、将活动尺寸转换为参考尺寸、将参考曲线转换为活动曲线或者将参考尺寸转换为活动尺寸。参考曲线显示为双点划线。



5.6.6 拖曳草图

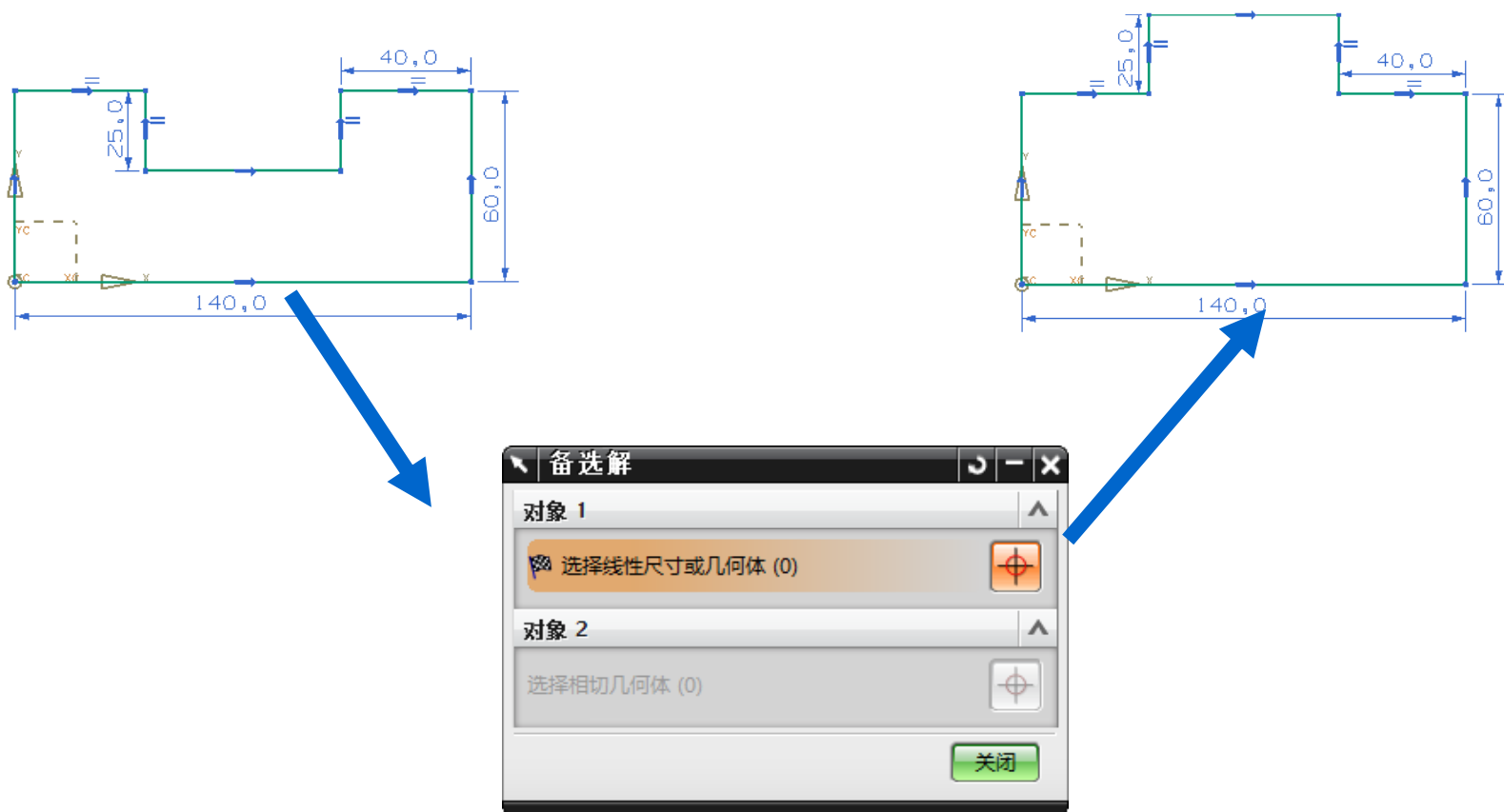
指用户通过鼠标的拖动来更改草图。在完全约束的草图中，用户只能拖动尺寸，但不能拖动对象。但在欠约束的草图中，用户可以拖动草图对象和尺寸。用户可以一次选择多个对象，但对于尺寸只能单独选中进行拖动。

如下图所示的矩形，选择矩形的上边并进行拖动，整个矩形将跟着移动，相当于框选整个矩形后移动矩形的效果。选择矩形的左边并拖动，矩形的长度将发生变化。此外，还可以拖动尺寸，从而改变尺寸的位置。



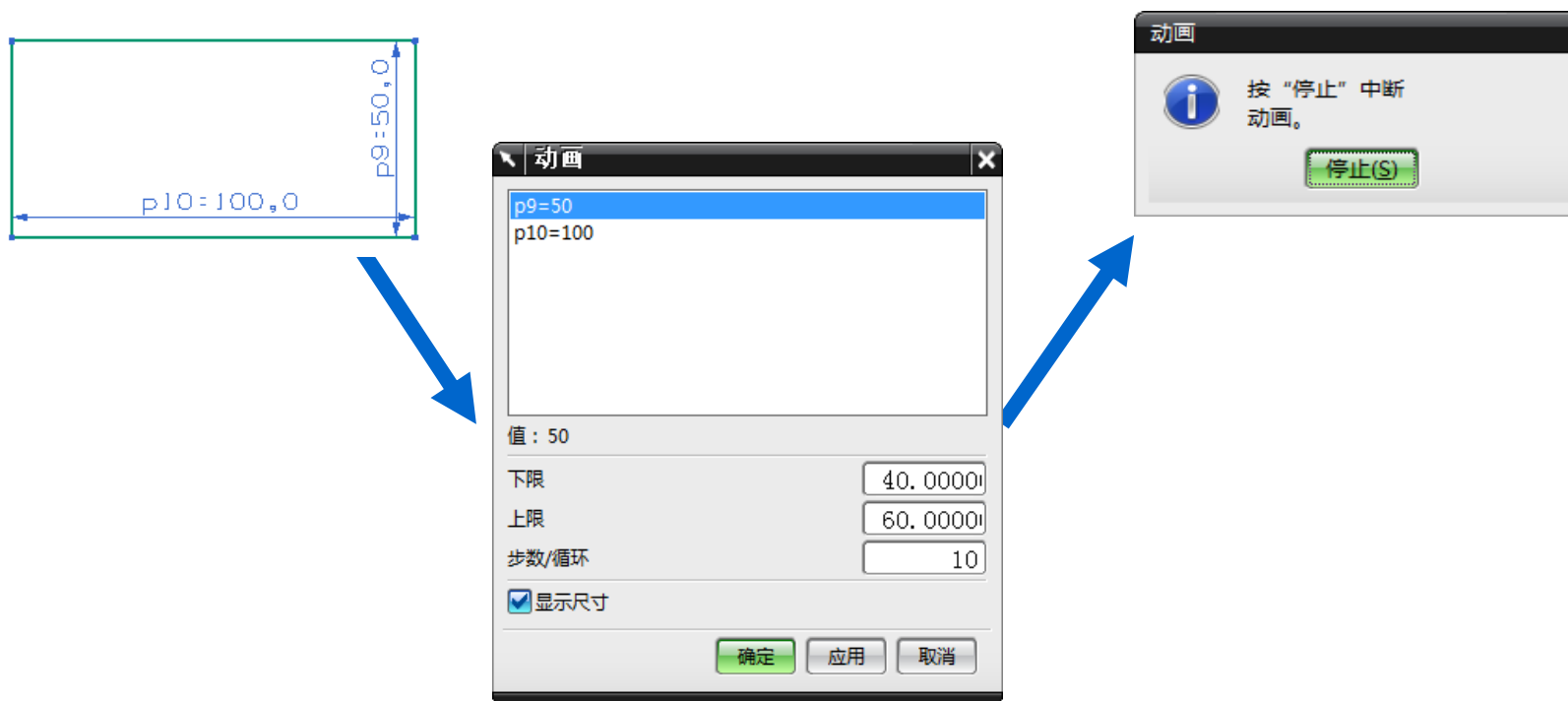
5.6.7 备选解

在约束了一个草图对象以后，同一个约束有可能存在多种解算方案，使用【备选解】命令可以切换不同的解法。



5.6.8 草图动画

能动态显示指定尺寸在给定的范围内发生变化的效果。受这一选定尺寸影响的任一几何体也将同时被动画。与拖曳不同，动画不更改草图尺寸，动画完成之后，草图会恢复到原先的状态。



5.6.9 添加现有曲线

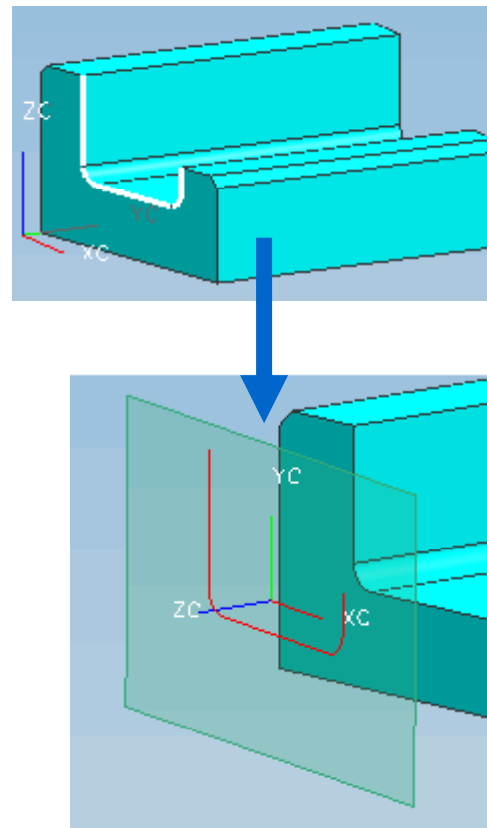
将已有的曲线和点，以及椭圆、抛物线和双曲线等二次曲线添加到当前草图。

注意

- 曲线和点必须与草图共面
- 系统不向增加的曲线或几何体之间的封闭间隙应用约束。要应用几何约束，可使用【自动约束】命令
- 用这个选项无法将“展开”或“关联”曲线添加到草图中
- 如果曲线已被用于拉伸、旋转、扫掠等操作，则不能添加到草图。

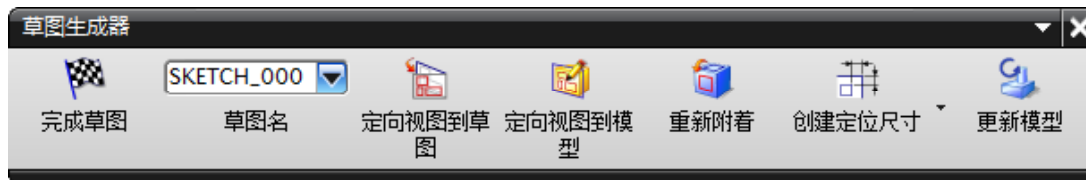
5.6.10 投影曲线

使曲线按照草图平面的法线方向进行投影，从而成为草图对象，并且原曲线仍然存在。可以投影的曲线包括所有的二维曲线、实体或片体边缘。



5.7 草图管理

草图管理主要是指利用【草图生成器】工具条上的一些命令进行操作。如下图所示，用于草图管理的命令主要有【完成草图】、【草图名】、【定向视图到草图】、【定向视图到模型】、【重新附着】、【创建定位尺寸】和【更新模型】。



5.7 草图管理

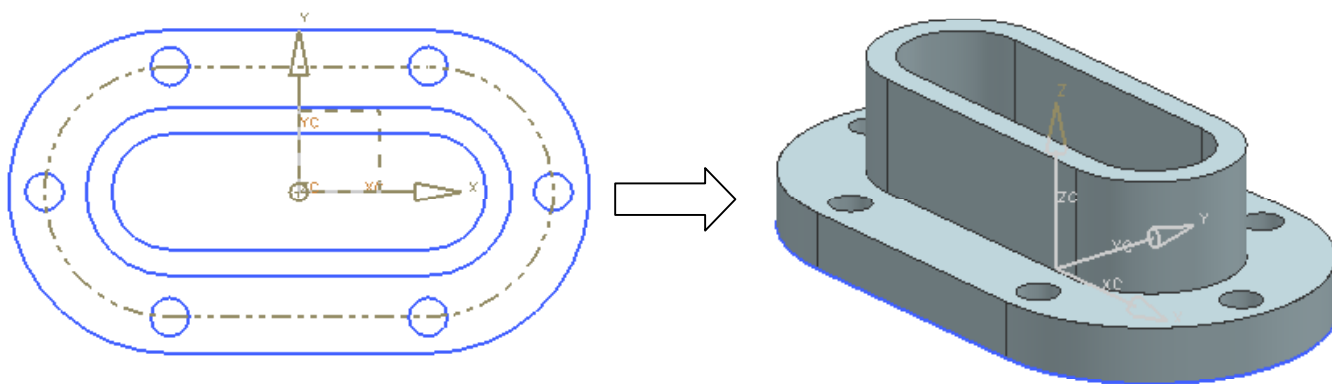
- **完成草图：**使用此命令退出“草图”任务环境并返回到使用草图生成器之前的应用模块或命令。
- **定向视图到草图：**将视图定向到草图平面，便于观察和草绘。单击鼠标右键，在快捷菜单中也有此选项。
- **定向视图到模型：**定向视图到当前的建模视图，右键快捷菜单中也有此选项。
- **重新附着：**可以更改草图的类型、附着平面等参数。【重新附着】和【创建草图】对话框十分相似，【重新附着】过程类似创建草图。
- **创建定位尺寸：**将草图固定到草图平面的特定位置。
- **更新模型：**用于更新模型，使其反映用户对草图进行的更改。

5.8 草图设计中常见的问题

- 一旦遇到过约束或发生冲突的约束状态，应该通过删除某些尺寸或约束的方法以解决问题。
- 不要使用负值尺寸。在计算草图时，“草图生成器”仅使用尺寸的绝对值。
- 尽量避免零值尺寸。用零值尺寸会导致相对其他曲线位置不明确的问题。零值尺寸在更改为非零尺寸时，会引起意外的结果。
- 避免链式尺寸。尽可能尝试基于同一对象创建基准线尺寸。
- 用直线而不是线性样条来模拟线性草图片段。尽管它们从几何角度看上去是相同的，但是直线和线性样条在草图计算时是不同的。

5.9 绘制实例

本节通过绘制一个基座截面作为实例讲解创建草图的整个过程，如下图所示。



5.10 本章小结

本章详细介绍了UG的草图功能，主要包括草图与草图对象的创建，添加草图约束，对草图和草图对象的各种操作以及草图管理等方面的知识。通过实例，对各选项的功能均作了比较详细的介绍，并且最后通过一个完整的例子将草图功能作了一个比较系统的描述。