



# 计算机辅助设计基础（UG）

胡光明

机械制造自动化副教授、高级讲师、高级技师

2019/9/4

# 目录页

Contents Page

第一章 UG基础知识

第五章 装配设计

第二章 草图

第六章 工程图

第三章 实体建模

第七章 数控加工

第四章 曲面造型

第八章 钣金设计

01

02

03

04

## 第四章 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



开讲啦

## • 草图菜单

插入(S) 格式(R) 工具(T) 装配(A)

草图(H)...

在任务环境中绘制草图(V)...

草图曲线(S)

草图约束(K)

基准/点(D)

曲线(C)

来自曲线集的曲线(F)

来自体的曲线(U)

设计特征(E)

关联复制(A)

组合(B)

修剪(T)

偏置/缩放(O)

细节特征(L)

曲面(R)

网格曲面(M)

扫掠(W)

弯边曲面(G)

同步建模(Y)

直接草图

任务草图

插入(S) 格式(R) 工具(T) 装配(A)

草图(H)...

在任务环境中绘制草图(V)...

草图曲线(S)

草图约束(K)

基准/点(D)

曲线(C)

来自曲线集的曲线(F)

来自体的曲线(U)

设计特征(E)

关联复制(A)

组合(B)

修剪(T)

偏置/缩放(O)

细节特征(L)

曲面(R)

网格曲面(M)

扫掠(W)

弯边曲面(G)

同步建模(Y)

草图

完成草图 Ctrl+Q

曲线下拉菜单

轮廓 Z

直线 L

圆弧 A

圆 O

圆角 F

倒斜角

矩形 R

多边形 P

艺术样条 S

椭圆

二次曲线

点

来自曲线集的曲线下拉菜单

偏置曲线

阵列曲线

镜像曲线

派生直线

添加现有曲线

交点

相交曲线

投影曲线

编辑曲线下拉菜单

快速修剪 T

快速延伸 E

制作拐角

尺寸下拉菜单

自动判断尺寸 D

水平尺寸

竖直尺寸

平行尺寸

垂直尺寸

角度尺寸

直径尺寸

半径尺寸

周长尺寸

将尺寸标注显示为 PMI

几何约束 C

约束下拉菜单

重合

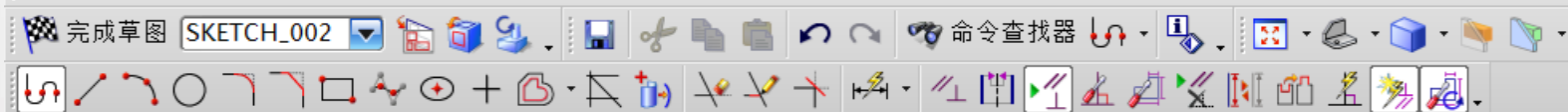
点在曲线上

中点

相切

平行

任务(K) 编辑(E) 视图(V) 插入(S) 格式(R) 工具(T) 信息(I) 分析(L) 首选项(P) 帮助(H)



## • 1. 概述

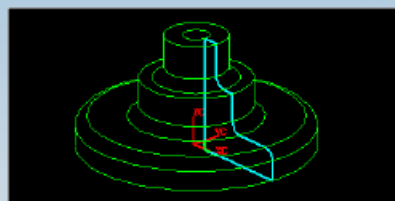
草图是组成轮廓曲线的二维图形的集合，通常与实体模型相关联。草图命令与第四章介绍的曲线命令功能相似，都是用来创建二维轮廓曲线的工具。草图最大的特征是绘制二维图时只需要先绘制出一个大致的轮廓，然后通过约束条件来精确定义图形，因而使用草图功能可以快速完整地表达设计者的意图。

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。

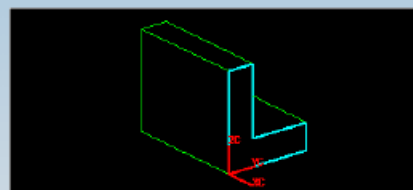
## • 草图的作用

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。



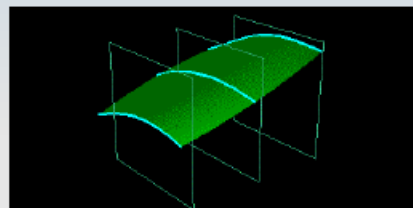
由草图旋转成形



由草图拉伸成形



由草图扫描成形

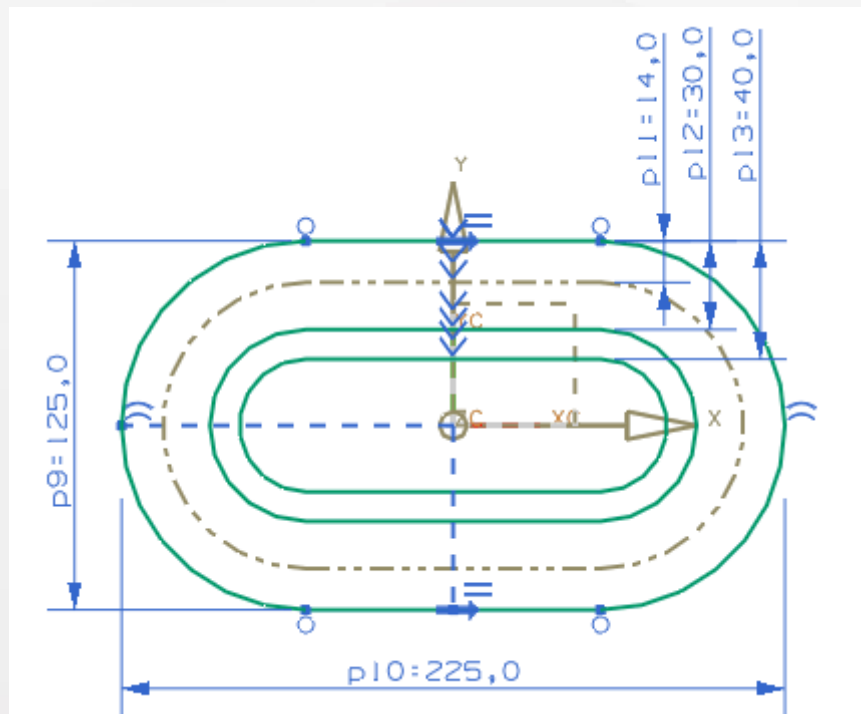


由草图构成曲面

## • 草图与其他功能模块的切换

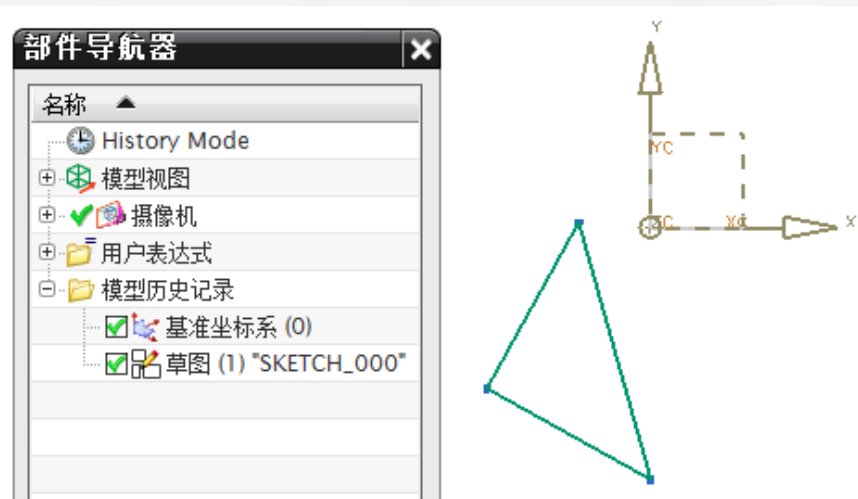
在任何模块中，只要点击【特征】工具条上的【草图】命令，或者单击菜单条中的【插入】|【草图】，都能进入【草图】模块。

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。



## • 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。



## • 草图与层

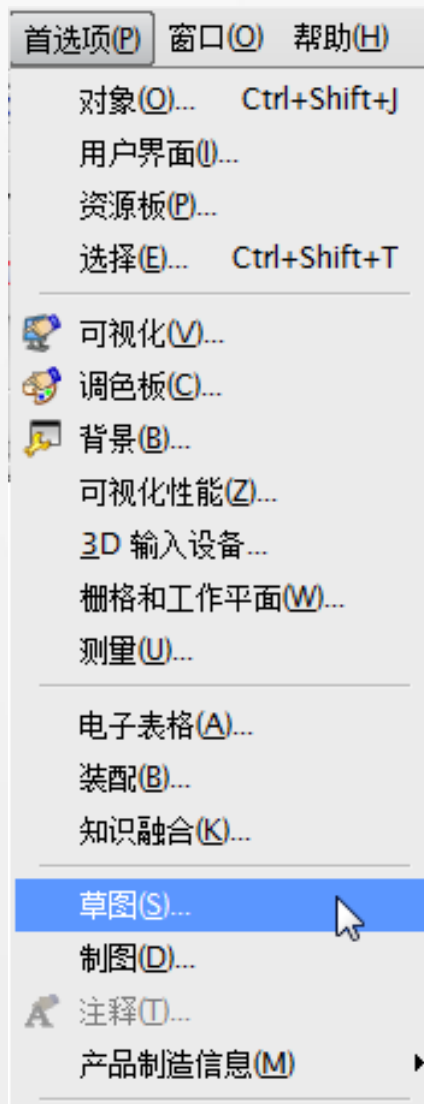
NX设计了关联到图层的草图的行为。草图位于创建草图时的工作层上，一个草图必须且只能位于一个图层上，草图对象不会横跨多个图层。草图和图层按以下方法交互。

- (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。

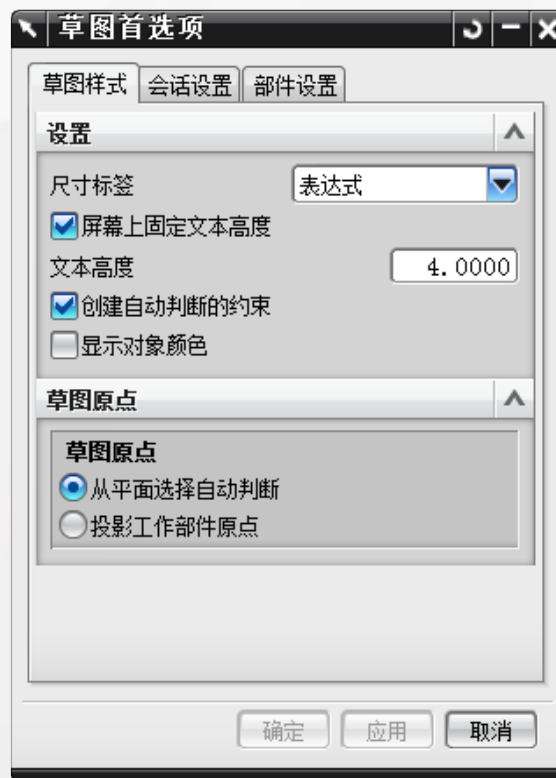
草图功能总体上可以分为四类：创建草图对象、约束草图、对草图进行各种操作和草图管理。其实，这四项功能本质上就是应用【草图生成器】和【草图工具】工具条上的命令进行的一系列操作。如利用【草图工具】上的命令在草图中创建草图对象（如一个多边形）、设置尺寸约束和几何约束等。当用户需要修改草图对象时，可以用【草图工具】中的命令进行一些操作（如镜像、拖曳等）。另外，还要用到“草图管理”（一般通过【草图生成器】上的各种命令）对草图进行定位、显示和更新等。

## • 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。



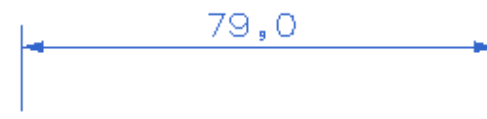
## 【草图样式】选项卡



表达式



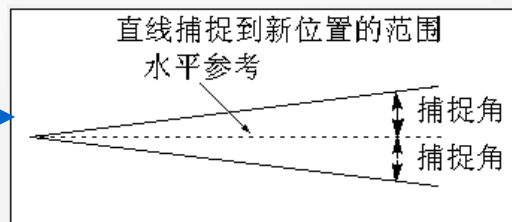
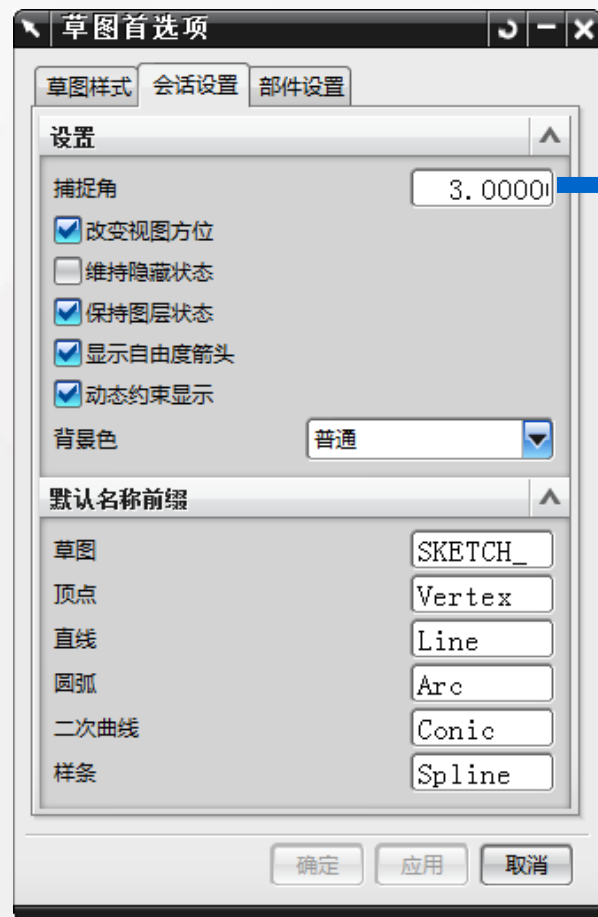
名称



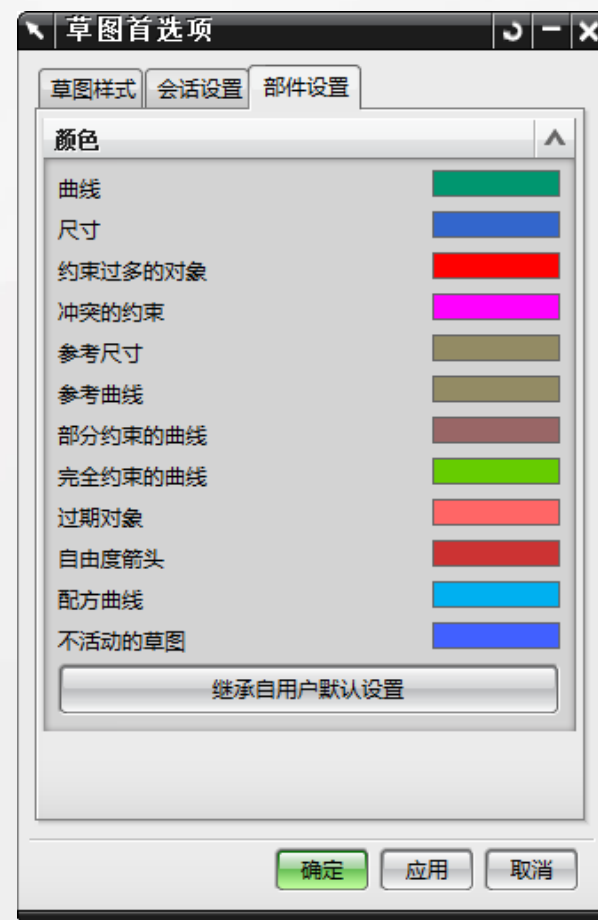
值

## • 草图参数预设置

### 【会话设置】选项卡



### 【部件设置】选项卡

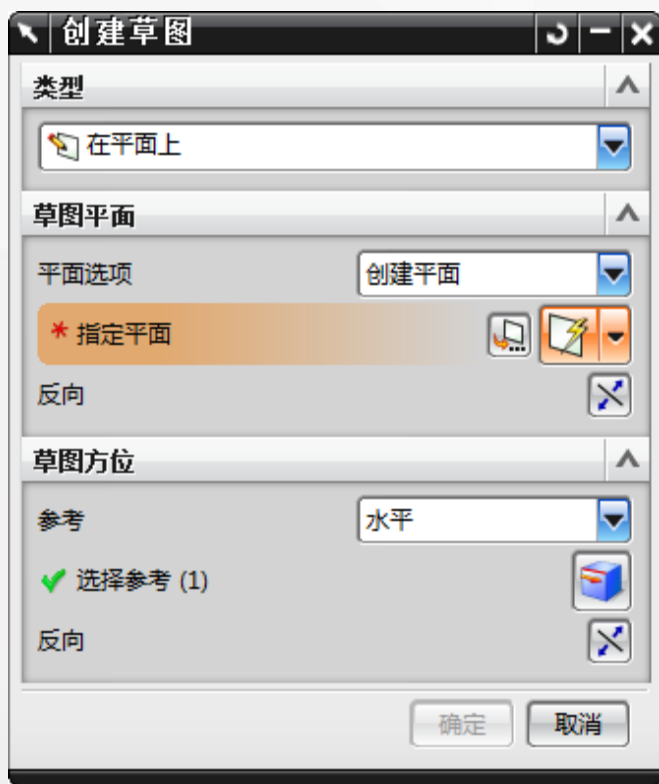


## • 2. 绘制草图的一般步骤

- 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。

## • 创建草图

在平面上



在轨迹上



## • 创建草图对象

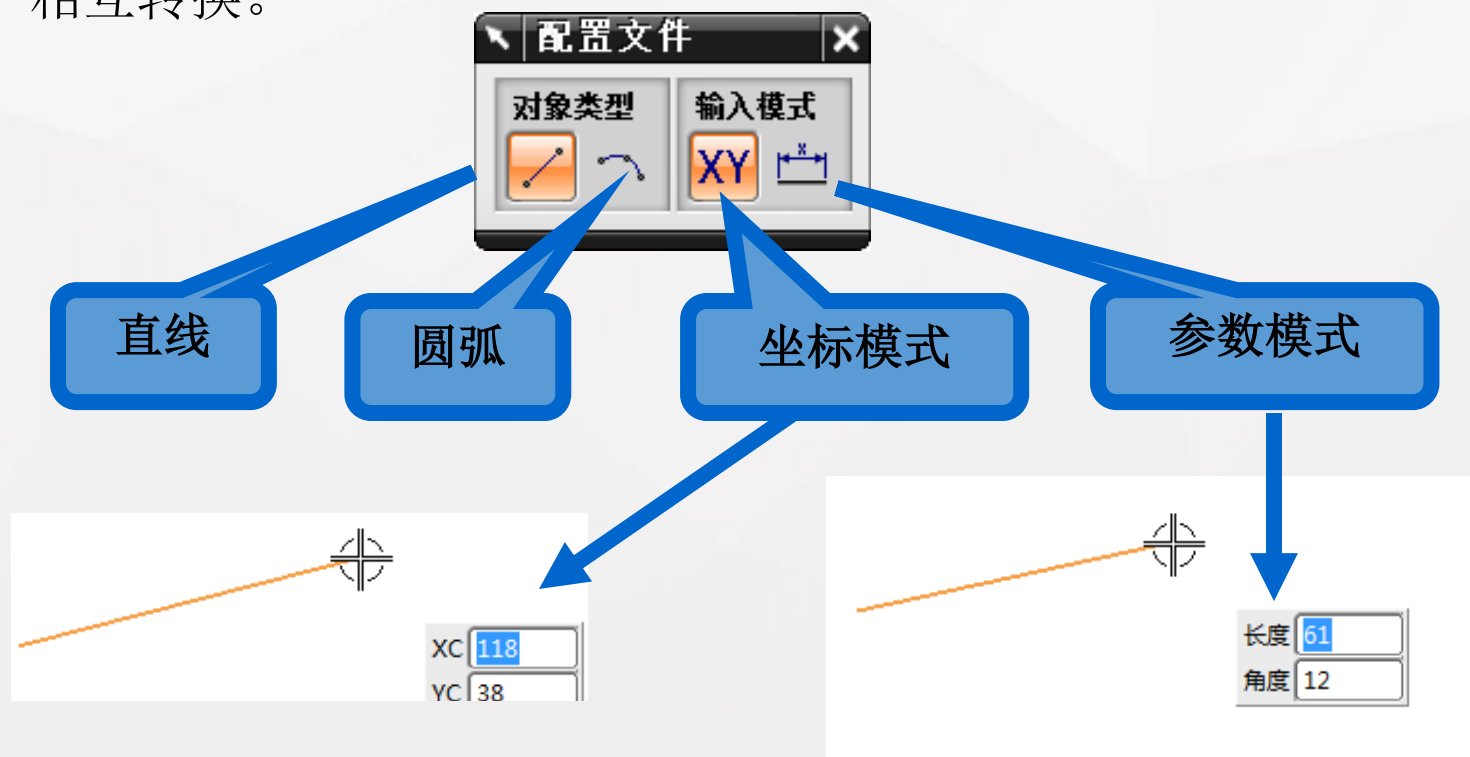
草图对象是指草图中的曲线和点。建立草图工作平面以后，可以在草图工作平面上建立草图对象。建立草图对象的方法大致有两种：

- 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。



## • 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。



## • 直线、圆弧、圆

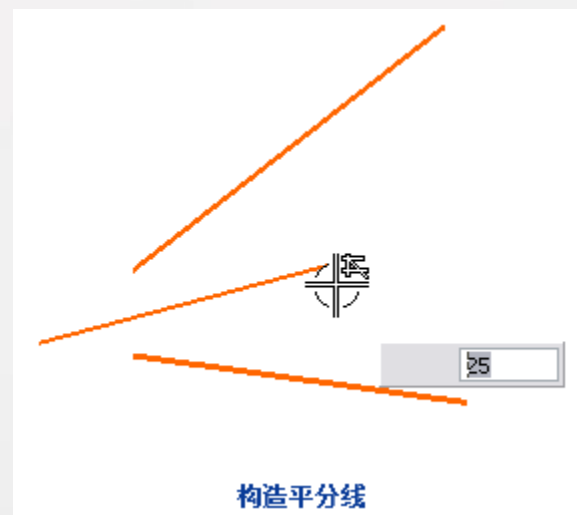
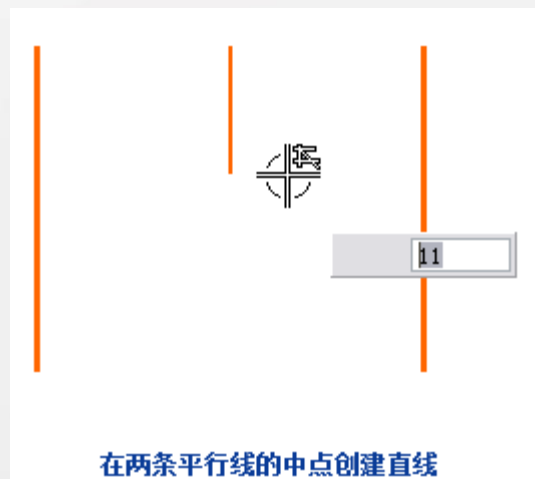
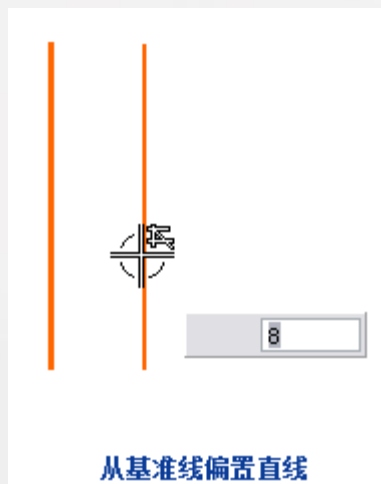
这三个对话框都提供了【输入模式】选项，含义与【配置文件】中相同。而【圆弧】和【圆】对话框还提供了【创建方法】选项，可以选择不同的创建方法和不同的输入模式来创建圆弧或圆。



## • 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：

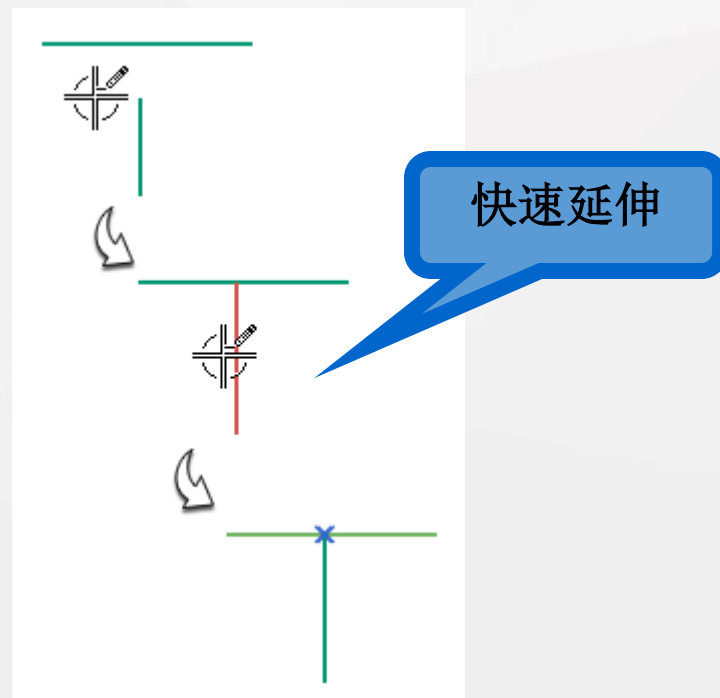
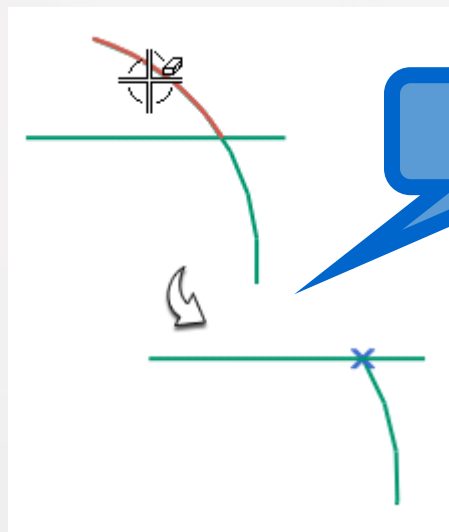
- 以现有直线为参考直线创建偏置直线
- 根据两条平行直线创建其中心线
- 根据两条相交直线创建角平分线。



## • 快速修剪、快速延伸

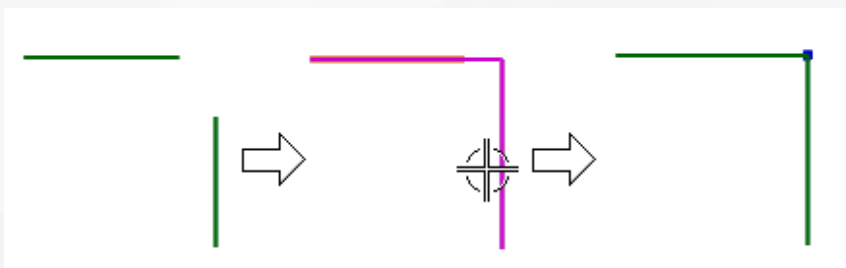
**快速修剪：**通过该命令可以对草图中的曲线进行快速修剪。如果待修剪的曲线与其它草图曲线相交，则系统自动默认交点为修剪的断点；如果不相交，则删除选取的曲线。

**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。

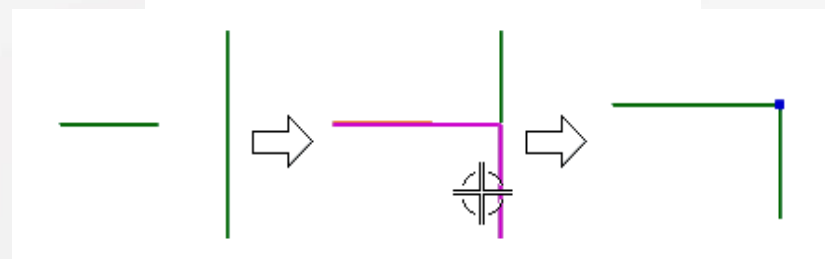


## • 制作拐角

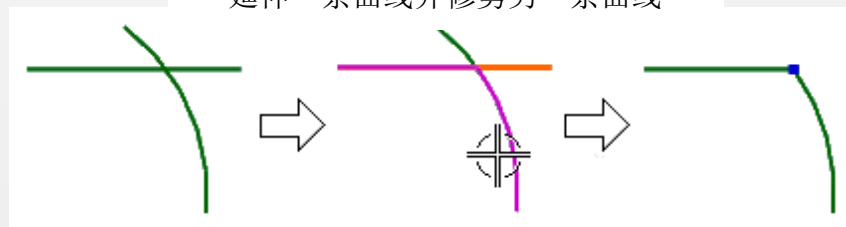
通过该命令可以将两条输入曲线延伸和/或修剪到一个交点来制作拐角



延伸两条曲线



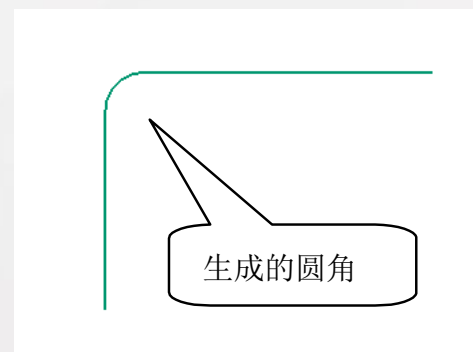
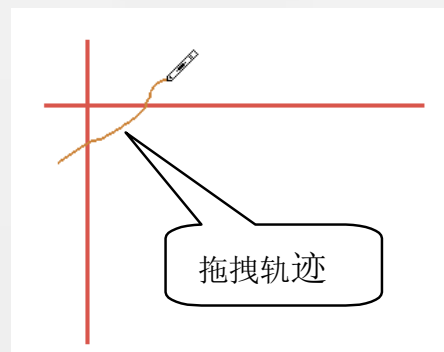
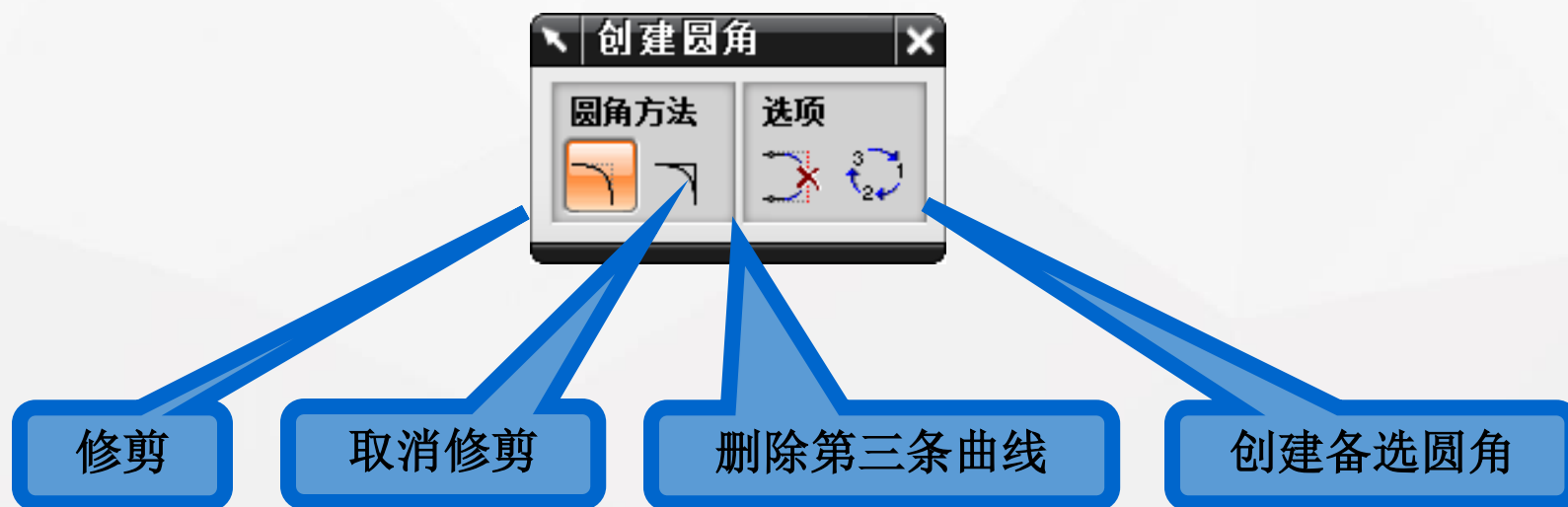
延伸一条曲线并修剪另一条曲线



修剪两条曲线

## • 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。



## • 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。

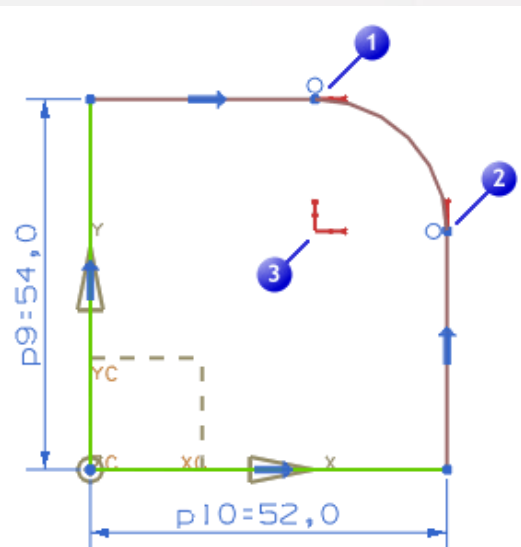
**从中心**：通过中心点、第二个点来指定角度和宽度，用第三个点来指定高度以创建矩形。

## • 5. 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。

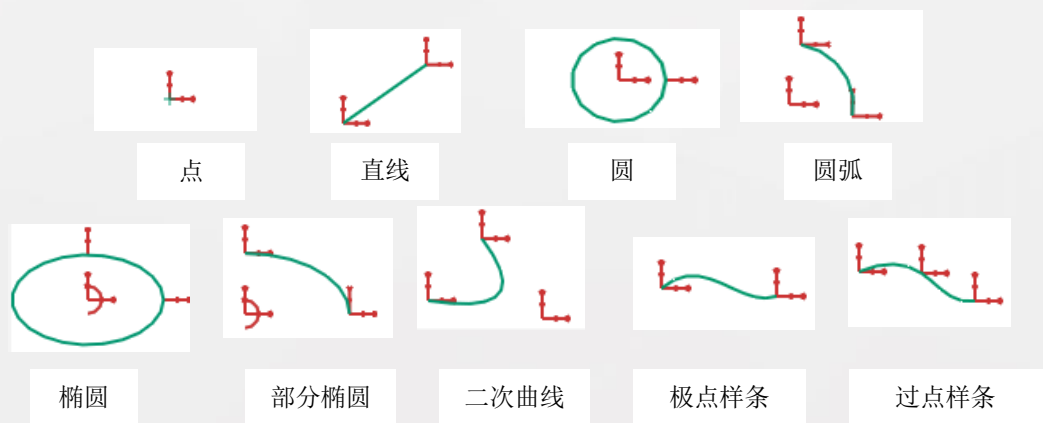
草图的约束状态分为欠约束、完全约束和过约束三种。

- ① 此点仅在 X 方向上可以自由移动。
- ② 此点仅在 Y 方向上可以自由移动。
- ③ 这一点在 X 和 Y 方向上都可以自由移动。



## 一般对象的自由度（尚未添加约束）

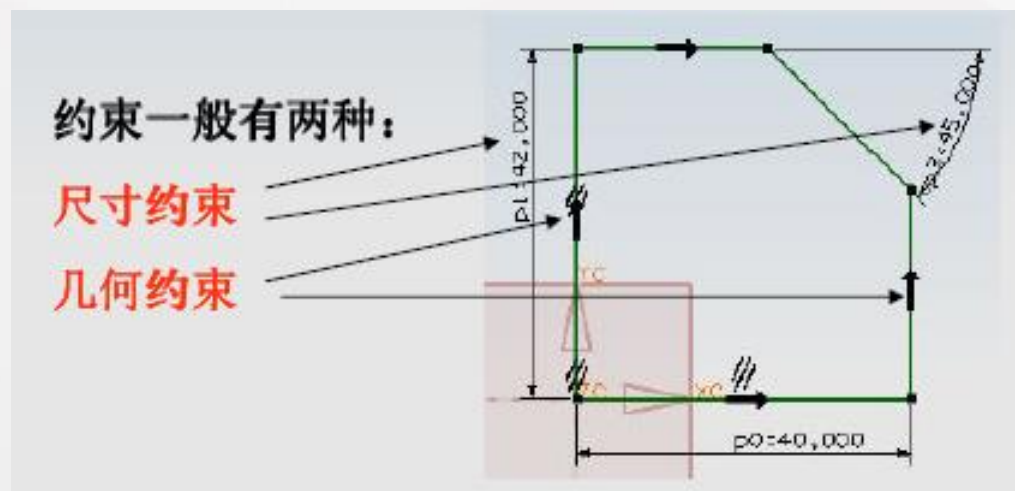
- 点：有两个自由度，即沿X和Y方向移动
- 直线：四个自由度，每端两个
- 圆：三个自由度，圆心两个，半径一个
- 圆弧：五个自由度，圆心两个，半径一个，起始角度和终止角度两个
- 椭圆：五个自由度，两个在中心，一个用于方向，主半径和次半径两个
- 部分椭圆：七个自由度，两个在中心，一个用于方向，主半径和次半径两个，起始角度和终止角度两个
- 二次曲线：六个自由度，每个端点有两个，锚点有两个
- 极点样条：四个自由度，每个端点有两个
- 过点样条：在它的每个定义点处有两个自由度



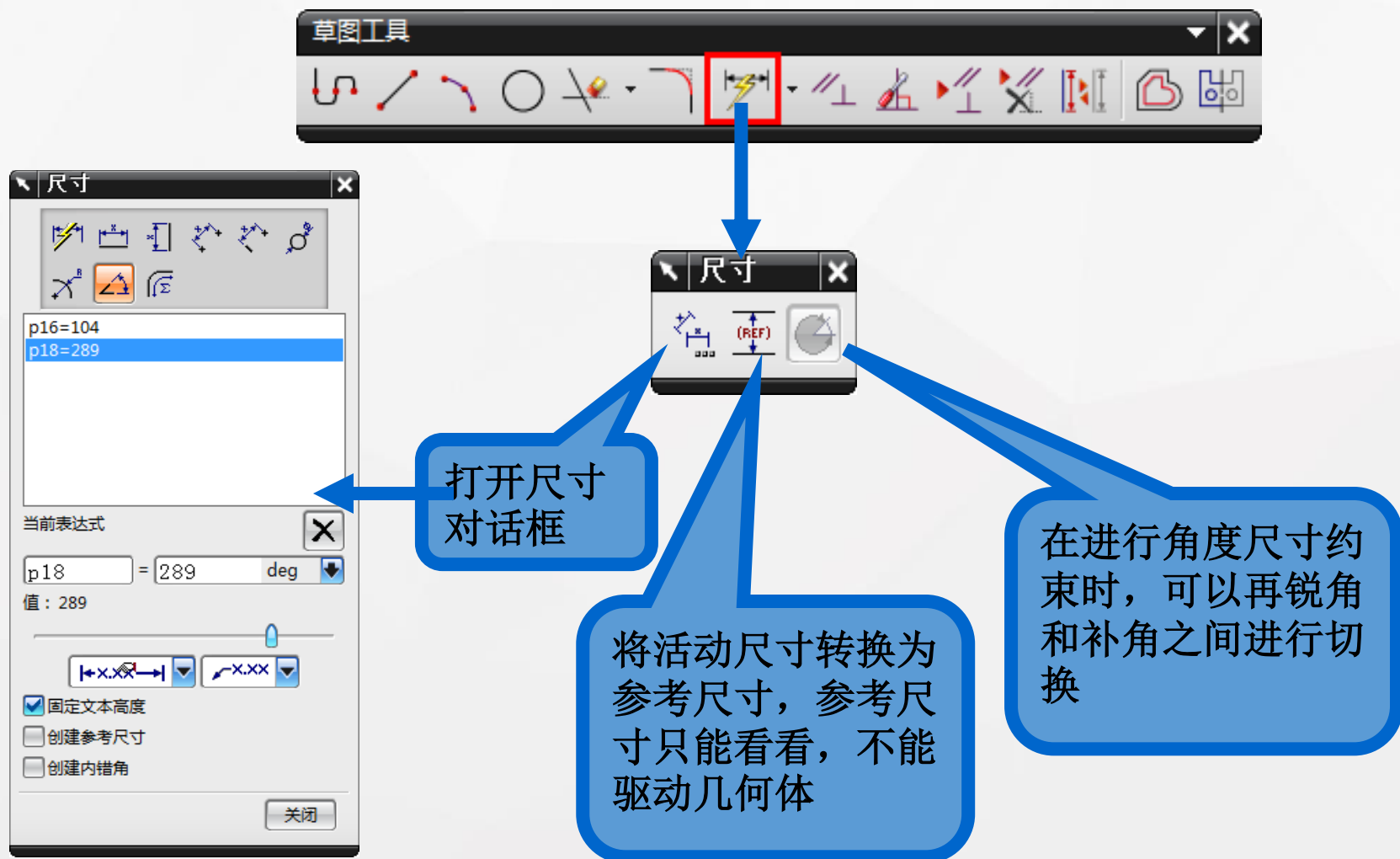
## • 约束的概念和作用

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。



## • 尺寸约束



## • 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



**相切：**两个对象相切



**垂直：**两个对象垂直



**同心：**两个或多个圆弧或椭圆同心



**等半径：**两个或多个圆弧等半径



**点在曲线上：**线的端点在别一条线上



**中点：**线的端点在另一条线的中心



**固定：**固定草图对象



**水平：**直线为水平线



**竖直：**直线为垂直线



**固定长度：**曲线为固定长度，不能修改



**固定角度：**直线与水平方向的夹角不变



**共线：**两条或多条直线共线



**平行：**两直线平行



**等长：**两条或多条直线长度相等

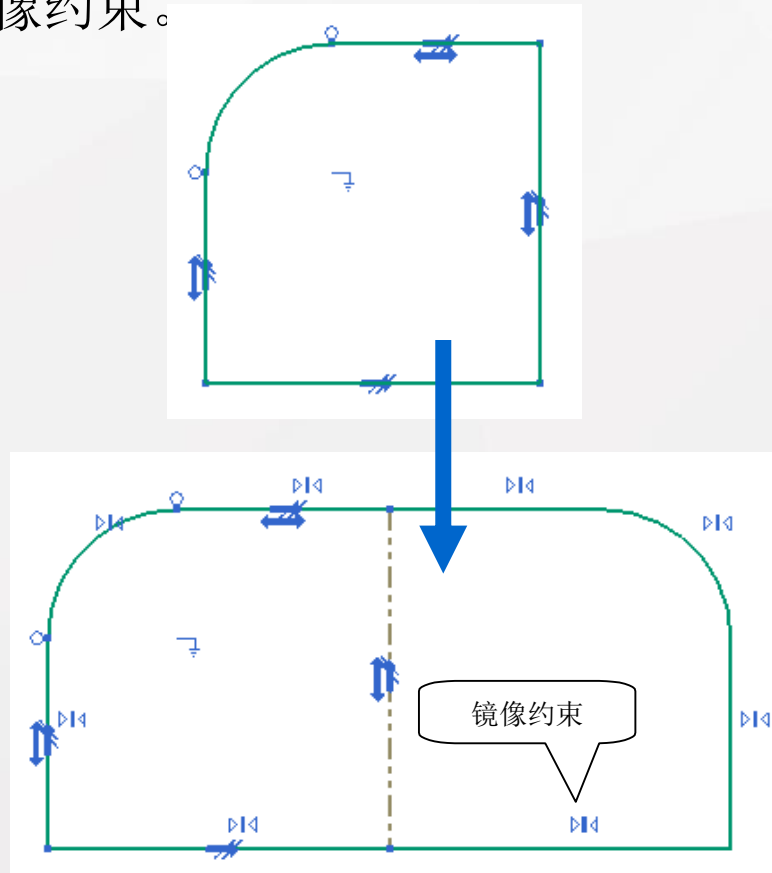
## • 6. 草图操作

【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。



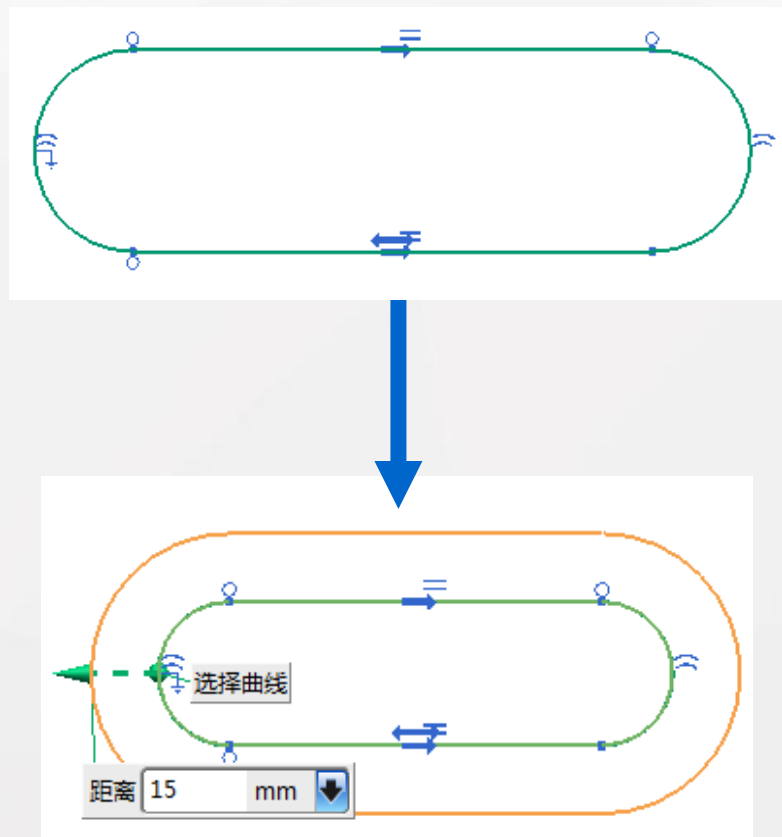
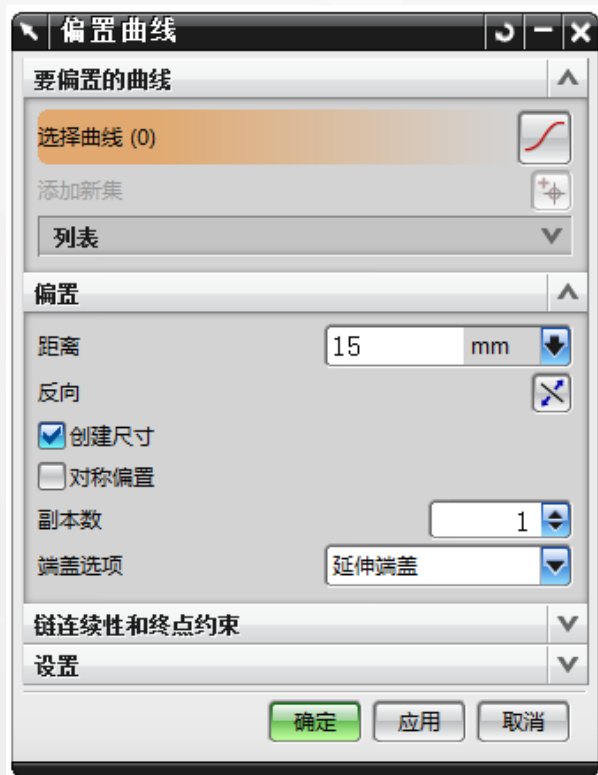
## • 镜像曲线

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。



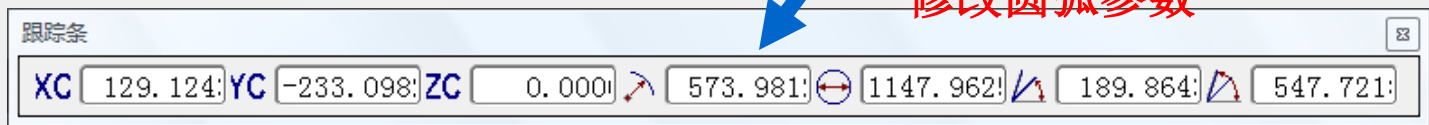
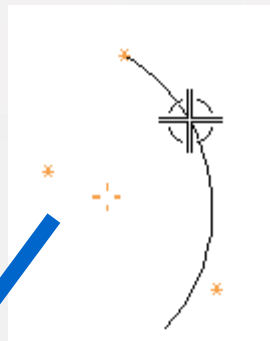
## 5.6.2 偏置曲线

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。



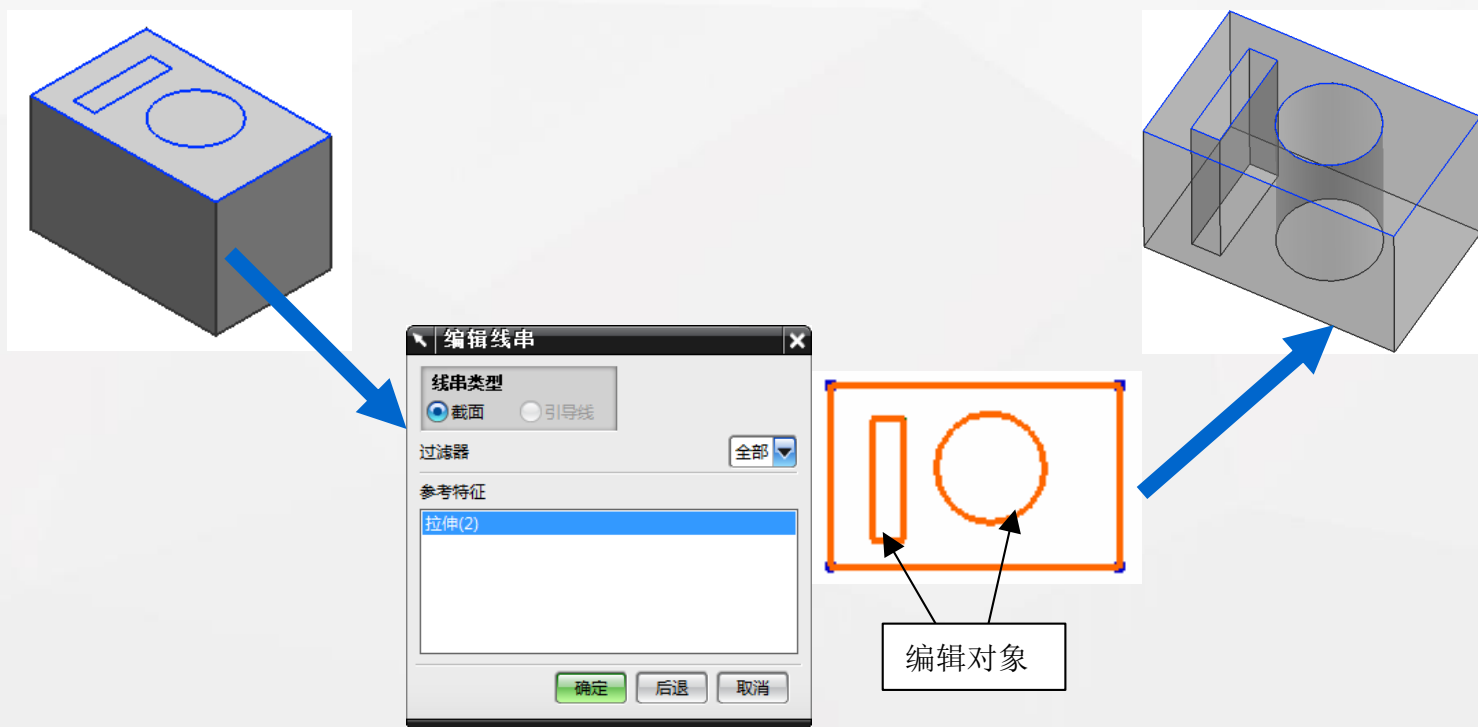
## • 编辑曲线

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。



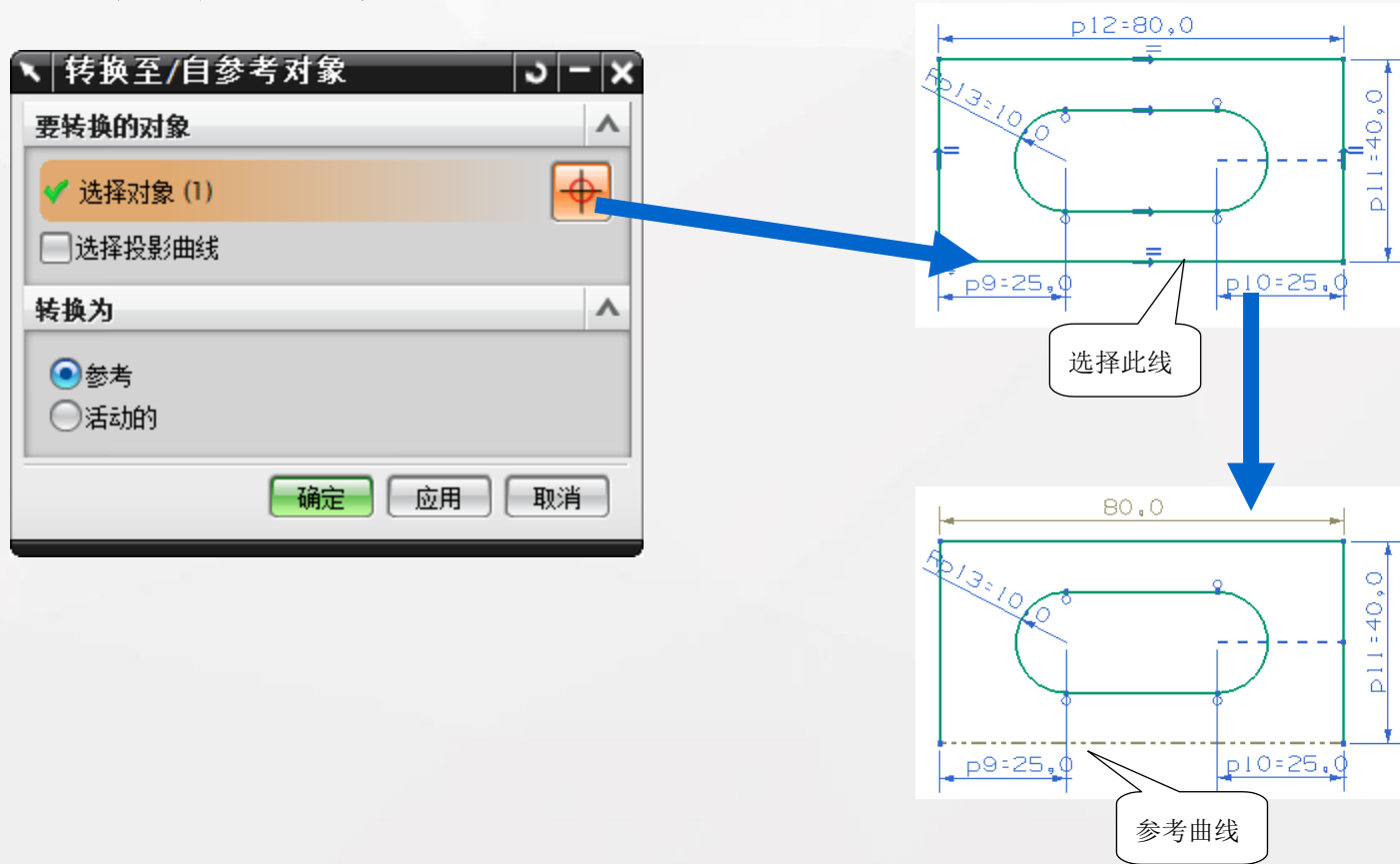
## • 编辑定义线串

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。



## • 转换至/自参考对象

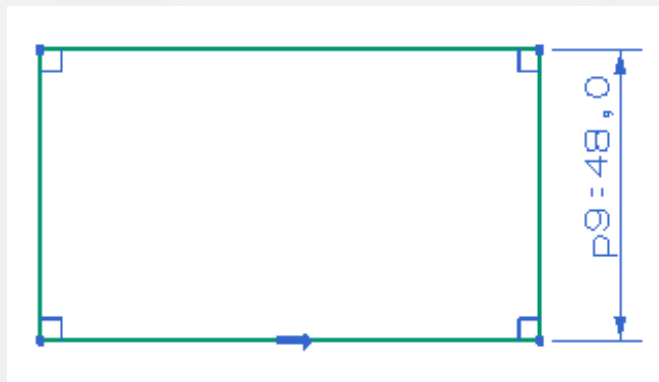
可以将活动曲线转换为参考曲线、将活动尺寸转换为参考尺寸、将参考曲线转换为活动曲线或者将参考尺寸转换为活动尺寸。参考曲线显示为双点划线。



## • 拖曳草图

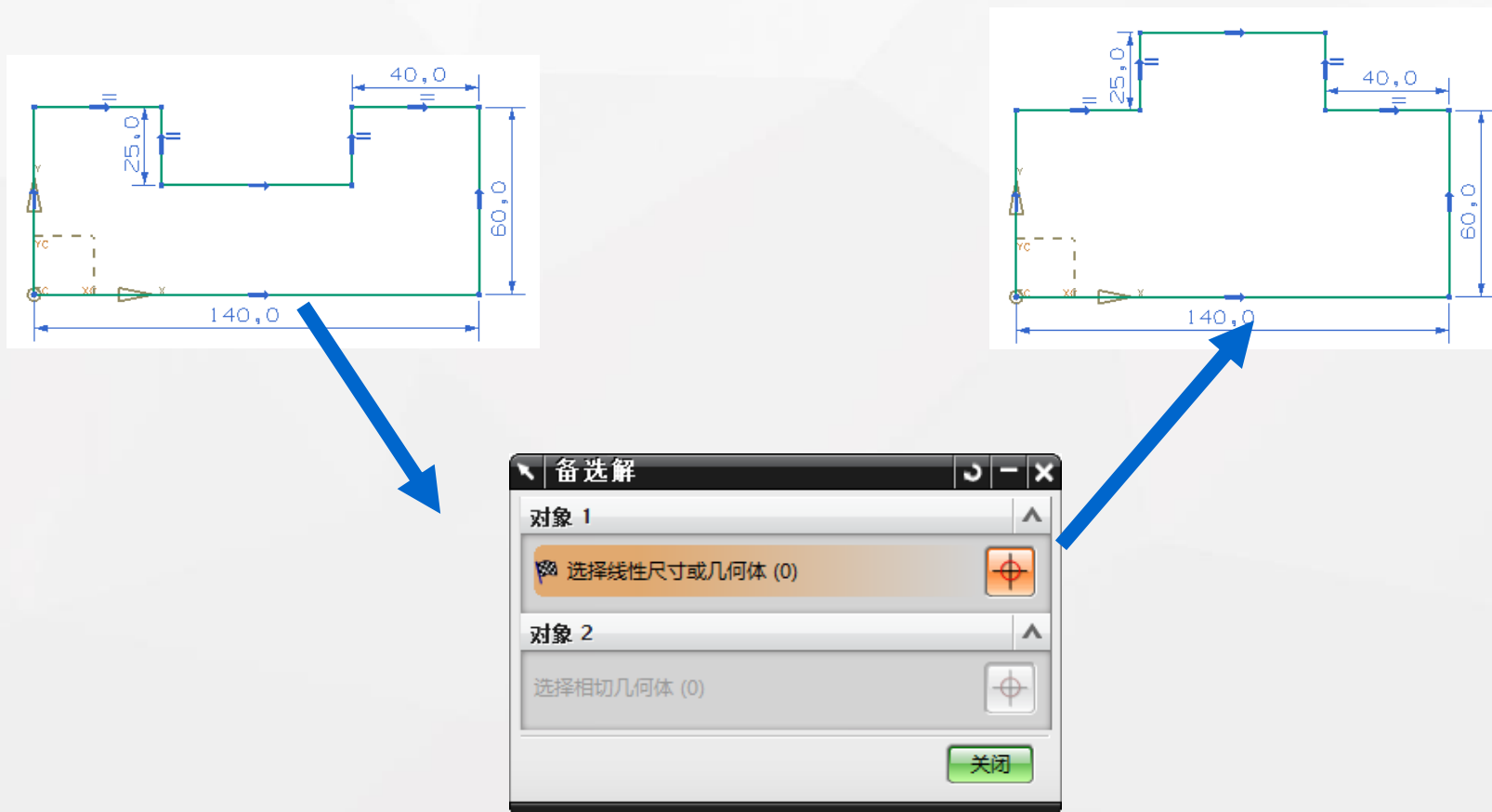
指用户通过鼠标的拖动来更改草图。在完全约束的草图中，用户只能拖动尺寸，但不能拖动对象。但在欠约束的草图中，用户可以拖动草图对象和尺寸。用户可以一次选择多个对象，但对于尺寸只能单独选中进行拖动。

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。



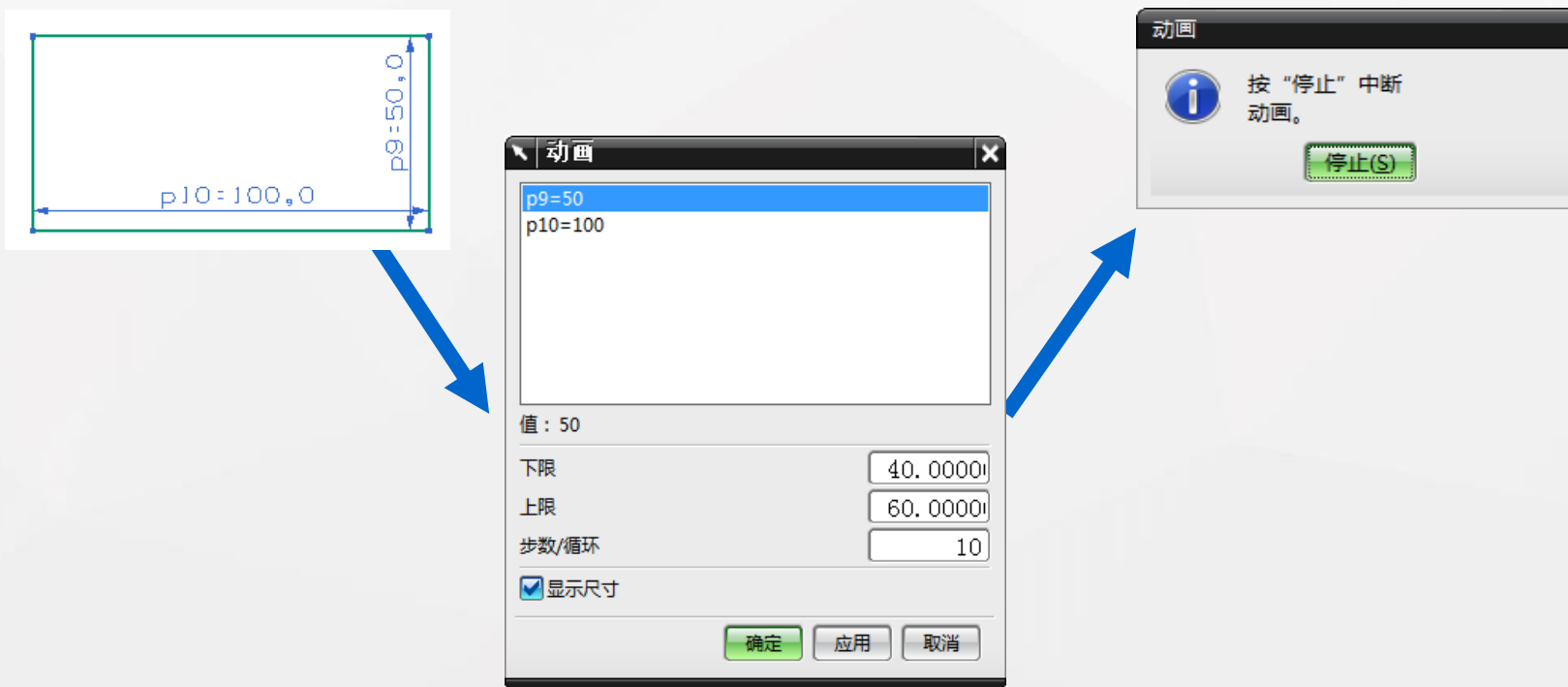
## • 备选解

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。



## • 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。



## • 添加现有曲线

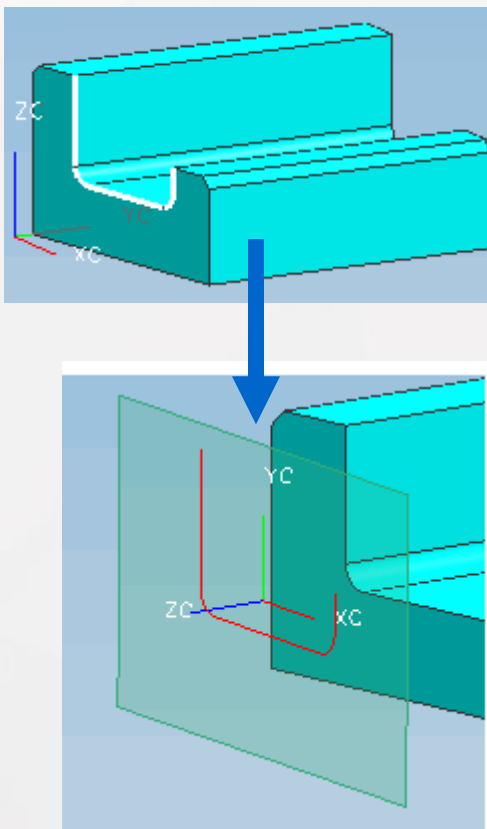
将已有的曲线和点，以及椭圆、抛物线和双曲线等二次曲线添加到当前草图。

### 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。

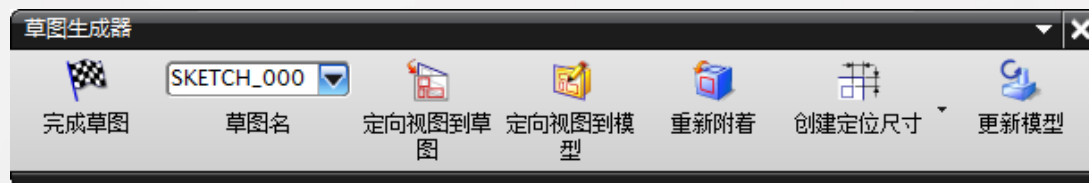
## • 投影曲线

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。



## • 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】。



## • 草图管理

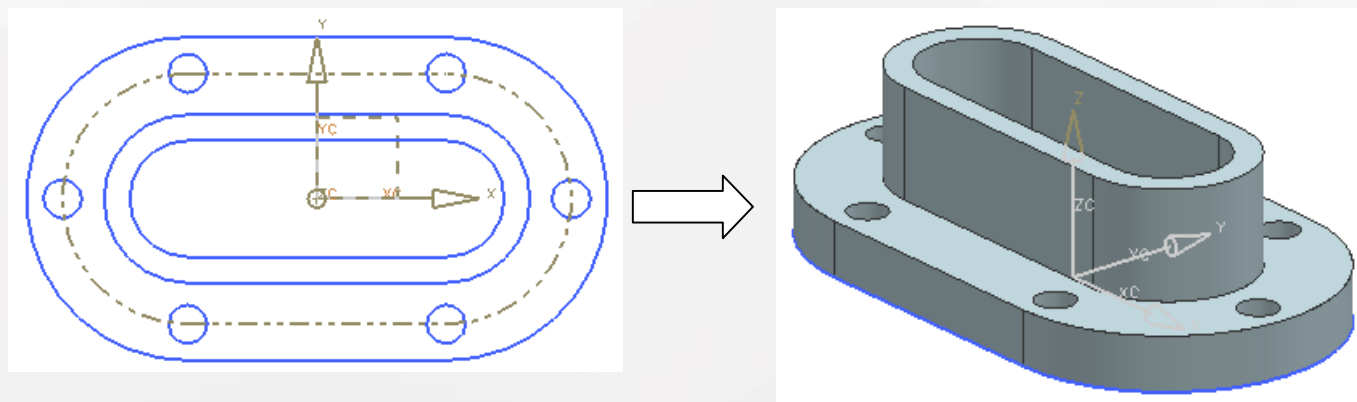
- **完成草图：**使用此命令退出“草图”任务环境并返回到使用草图生成器之前的应用模块或命令。
- **定向视图到草图：**将视图定向到草图平面，便于观察和草绘。单击鼠标右键，在快捷菜单中也有此选项。
- **定向视图到模型：**定向视图到当前的建模视图，右键快捷菜单中也有此选项。
- **重新附着：**可以更改草图的类型、附着平面等参数。【重新附着】和【创建草图】对话框十分相似，【重新附着】过程类似创建草图。
- **创建定位尺寸：**将草图固定到草图平面的特定位置。
- **更新模型：**用于更新模型，使其反映用户对草图进行的更改。

## • 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。

## • 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过程，如下图所示。



## • 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。

# 谢谢

✉ 3346774945@qq.com

🏠 <http://hgm92122.blog.163.com>

🐣 <http://weibo.com/hgm92122>

