**《英壬画板》使用指南**

inRm3D Sketchpad

v2.869 Beta

编写：方小庆 唐家军

修订：吴宇迪

目录

[1 概述 3](#_Toc435520795)

[1.1 系统需求 4](#_Toc435520796)

[1.2 系统文件 4](#_Toc435520797)

[1.3 注册 4](#_Toc435520798)

[1.4 文档编写规则 4](#_Toc435520799)

[2场景 5](#_Toc435520800)

[**2.1 软件界面** 5](#_Toc435520801)

[2.1.1 环境工具栏 5](#_Toc435520802)

[2.1.2 工具栏 6](#_Toc435520803)

[2.1.3 控制 8](#_Toc435520804)

[**2.2 场景属性** 9](#_Toc435520805)

[**2.3 快捷键** 10](#_Toc435520806)

[3 对象及属性 12](#_Toc435520807)

[**3.1 对象** 12](#_Toc435520808)

[3.1.1 创建几何对象 12](#_Toc435520809)

[3.1.2 对象的通用属性 13](#_Toc435520810)

[**3.2 点** 14](#_Toc435520811)

[3.2.1 自由点 14](#_Toc435520812)

[3.2.2 约束点 14](#_Toc435520813)

[3.2.3 交点 15](#_Toc435520814)

[3.2.4 中点 16](#_Toc435520815)

[3.2.5 最近点 16](#_Toc435520816)

[3.2.6 等分点 16](#_Toc435520816)

[**3.3 直线** 16](#_Toc435520817)

[3.3.1 线段、射线、直线 17](#_Toc435520818)

[3.3.2 平行线 17](#_Toc435520819)

[3.3.3 垂线 17](#_Toc435520820)

[3.3.4 切线 17](#_Toc435520821)

[3.3.5 中线 18](#_Toc435520822)

[3.3.6 相贯线 18](#_Toc435520823)

[**3.4 向量、向量运算** 19](#_Toc435520824)

[3.4.1 向量 19](#_Toc435520825)

[3.4.2 角向量 19](#_Toc435520826)

[3.4.3 向量和 19](#_Toc435520827)

[3.4.4 向量差 19](#_Toc435520828)

[3.4.5 向量叉积 20](#_Toc435520829)

[**3.5 圆、弧和曲线** 20](#_Toc435520830)

[3.5.1 点法圆 20](#_Toc435520831)

[3.5.2 三点圆 21](#_Toc435520832)

[3.5.3 点法弧 21](#_Toc435520833)

[3.5.4 三点弧 21](#_Toc435520834)

[3.5.5 轨迹线 22](#_Toc435520835)

[3.5.6 相贯线 22](#_Toc435520836)

[3.5.7 路径 23](#_Toc435520837)

[3.5.8 抛物线 23](#_Toc435520838)

[3.5.9 椭圆 24](#_Toc435520839)

[3.5.10 双曲线 24](#_Toc435520840)

[**3.6 函数曲线** 24](#_Toc435520841)

[**3.7 平面和多边形** 26](#_Toc435520842)

[3.7.1 平面 27](#_Toc435520843)

[3.7.2 平行面 27](#_Toc435520844)

[3.7.3 垂面 27](#_Toc435520845)

[3.7.4 中面 27](#_Toc435520846)

[**3.8 多边形（正多边形）** 28](#_Toc435520847)

[**3.9 曲面** 28](#_Toc435520848)

[3.9.1 旋转曲面 29](#_Toc435520849)

[3.9.2 直纹曲面 29](#_Toc435520850)

[3.9.3 轨迹面 29](#_Toc435520851)

[**3.10 函数曲面** 30](#_Toc435520852)

[**3.11 实体** 31](#_Toc435520853)

[3.11.1 球 32](#_Toc435520854)

[3.11.2 三点球 32](#_Toc435520855)

[3.11.3 圆台 32](#_Toc435520856)

[3.11.4 棱台 33](#_Toc435520857)

[3.11.5 正多面体 33](#_Toc435520858)

[3.11.6 长方体 34](#_Toc435520859)

[3.11.7 凸多面体 34](#_Toc435520860)

[**4.1 文****件** 35](#_Toc435520861)

[**4.2 编辑** 36](#_Toc435520862)

[**4.3 显示** 38](#_Toc435520863)

[**4.4 变换** 39](#_Toc435520864)

[4.4.1 平移变换 40](#_Toc435520865)

[4.4.2 旋转变换 40](#_Toc435520866)

[4.4.3 缩放变换 40](#_Toc435520867)

[4.4.4 对称变换 40](#_Toc435520868)

[4.4.5 投影变换 41](#_Toc435520869)

[4.4.6 向量变换 41](#_Toc435520870)

[5.4.7 反演变换 41](#_Toc435520871)

[4.4.8 迭代 41](#_Toc435520872)

[4.4.9 三视图 42](#_Toc435520873)

[4.4.10 自定义变换 43](#_Toc435520874)

[**4.5 数据** 43](#_Toc435520875)

[4.5.1 参数 43](#_Toc435520876)

[4.5.2 计算器 44](#_Toc435520877)

[4.5.3向量运算 45](#_Toc435520878)

[4.5.4 度量 45](#_Toc435520879)

[**4.6 帮助** 45](#_Toc435520880)

[**5.1 层的应用** 47](#_Toc435520881)

[**5.2 参数的应用** 47](#_Toc435520882)

[**5.3 迭代实例** 49](#_Toc435520883)

[6 致谢 50](#_Toc435520884)

-1 2018修订前言

在我开始修订时，是2018-8-12，而帮助文件版本，还是2017-4-23，特此修订，以帮助新使用者。

新增内容均为；绿色加亮字样

0 修订前言

在我开始修订时，是2017-4-23，而帮助文件版本，还是2016-4-22，特此修订，以帮助新使用者。

新增内容均为黄色加亮字样。

1 概述

inRm3D（英壬画板）是一个几何学习工具，凡是能用几何语言和几何方程描述的二维和三维几何模型，都能使用inRm3D方便的制作、编辑和显示。在inRm3D中，三维场景中的几何模型就象悬浮在空中的实物，可以用不同的视角、景深和透视度来观察。

inRm3D可以方便地构筑出多种类型的点、线、圆（椭圆）、圆弧、平面、多边形（正多边形）、球（椭球）、圆台（柱、锥）、多面体（正多面体）、长方体、轨迹线、路径、圆锥曲线、函数曲线、旋转曲面、直纹曲面、轨迹面、函数曲面以及多种变换和迭代。还可以快速构筑出对象之间的交点、相贯线[[1]](#footnote-1)等。

inRm3D几何模型的组成对象能在三维空间中动态保持其几何约束关系。最多可用24个层[[2]](#footnote-2)控制各对象按层显示或隐藏。inRm3D的模型文件为纯文本格式（\*.sgf），也可输出为bmp、jpg、gif、png等平面图像。

## 1.1 系统需求

运行inRm3D的计算机必须具备：

◆ 操作系统：Win2000/NT/XP/7/8/10。在Win7中则必须禁用inRm3D的桌面效果（运行软件时会自动禁用。手动设置可以右键inRm3D执行文件，“属性/兼容性”-勾选“禁用桌面元素”）。 在win8中也需要设置其兼容性（右键inRm3D执行文件-“属性/兼容性/以兼容模式运行这个程序”-勾选“Windows XP”）。在Win10中，如果出现菜单栏字迹模糊，选中软件图标，右键，属性，兼容性，更改高DPI设置，勾选替代高DPI缩放行为即可。但是软件内部的属性栏等会受影响。目前方总尚未修复此bug

◆ 中央处理器：主频1G以上。

◆ 内存：128M以上。

◆ 显示卡：1024×768真彩色，内存8M以上，支持OpenGL[[3]](#footnote-3)指令集。

## 1.2 系统文件

inRm3D.exe：主程序，直接复制到任意目录下即可运行。

inRm3D.ini：内含用户设置的环境参数和最近打开过的10个文件名清单（自动创建）。

inRm3D Help.chm：帮助文件。

注意：inRm3D的模型文件扩展名为“.sgf”，是纯文本文件，在未了解其格式之前请勿轻易编辑修改。

## 1.3 注册

inRm3D是共享软件，若未经注册，将不能保存编辑过的模型文件。（这句目前已不用）Beta（测试）版不需注册。

## 1.4 文档编写规则

英壬画板使用指南（以下简称指南）编写约定：

几何模型：画板软件构造的对象，称为几何模型；

系统菜单功能描述：使用引号标注，“文件/另存为”，表示点击“文件”菜单下“另存为”选项；

对象和场景属性描述：使用引号内的文字描述对象（或场景）的属性名，如“可选”表示所选择的对象可以被鼠标选中。

快捷键描述：使用方括弧限定，如［K］表示按下K键，［Ctrl+Shift+O］表示同时按下Ctrl、Shift和O三个键。

鼠标使用描述：用方括弧限定，如［左键］或［右键］表示按下鼠标左键或右键；“拖动”是指按住鼠标左键并移动光标；［Ctrl＋滚轮］表示按住[Ctrl]键的同时拨动鼠标滚轮。

按钮使用描述：用中文全角方括弧限定，如【恢复】表示用鼠标点击文本为“恢复”的按钮。

截图：因为软件经常更新，当软件界面外观和功能没有做较大变化时，截图可能不是最新版本软件的界面截图。软件的截图也来自多个版本的操作系统。

# 2场景

**2.1 软件界面**

**启动**：双击inRm3D图标或者双击“.sgf”文档（必须事先设置其默认打开方式为inRm3D），即可启动inRm3D程序。inRm3D窗口界面如下图：



属性框

层控制栏

对象列表栏

环境工具栏

页面控制栏

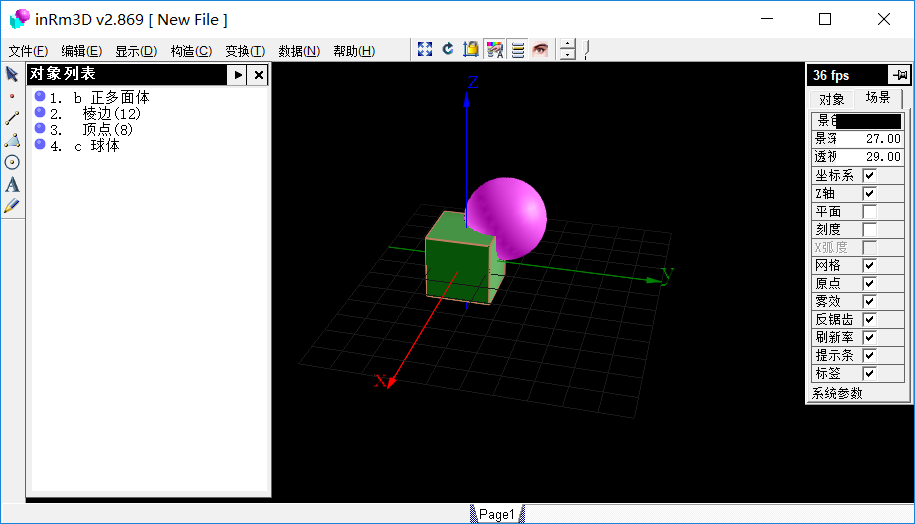
工具栏

菜单栏

标题栏

动态工具栏

状态栏



**退出**：点击窗口右上角的关闭按钮，或点击菜单“文件/退出”，即可退出inRm3D。

运行inRm3D软件后，画板提供的基本绘图环境称为“场景”，画板构图即在场景中进行。默认场景是深色背景下的一个三维坐标系。场景控制就是设置构图的前提环境，包括设置坐标系和各种基本参数。

在窗口中空白处按住鼠标左键拖动，可拖转坐标系从任意角度观察几何模型。水平拖动则几何模型绕Z轴旋转，竖直拖动则几何模型围绕过原点的水平线旋转，［Ctrl+拖动］则几何模型围绕过原点的竖直线旋转。

用［Ctrl＋滚轮］，可以改变景深[[4]](#footnote-4)（视野范围和对象大小同时改变）。

按住[Alt]并拖动空白处，可移动坐标系。按住[Alt]并双击空白处（或按［Ctrl+Shift+O］）可将坐标系移到屏幕中心。

按住[Shift]拖动坐标轴可改变正向长度，按住[Ctrl]拖动坐标轴可改变负向长度。

欲使场景恢复到初始状态，可点击场景属性中【恢复】按钮。

软件界面有标题栏、菜单栏、状态栏、窗口大小控制等等。菜单栏分为“文件”、“编辑”、“显示”、“构造”、“变换”、“数据”和“帮助”等。菜单的具体功能将在后边详细介绍。以下介绍专属界面。

2.1.1 环境工具栏

菜单栏的右侧是“环境工具栏”，用于设置对象的显示状态。



当鼠标悬停在环境工具栏图标上时，会出现功能提示，图标自左向右依次是：

全屏［Shift+Esc］：扩大背景（画板显示区域）至显示器最大显示范围。菜单、工具栏、状态栏等均被隐藏，仅在屏幕右下角显示一个还原按钮。



场景旋转［R］：使场景自动旋转。旋转时可用鼠标拖拽（或用键盘方向键）控制转向和转速。



锁定视角［L］：锁定视角，不再能用鼠标拖转场景。注意：若选择了一个对象，则快捷键L用于锁定被选择的对象。



* 属性［P］：弹出或隐藏属性框。若选择了某个对象，则显示对象属性，否则显示场景属性。用鼠标右击某个对象，也将弹出属性框。

对象列表：按创建的顺序罗列所有对象。若因对象过多而不易捕捉到希望选定的对象，则可在对象列表中选定。此列表中的对象序号并非一成不变，某个对象的删除或恢复都可能改变其它对象的序号，但各对象的先后顺序不会改变。如欲改变对象的先后顺序，可使用菜单“编辑/次序…”。

对象前的蓝色球控制显隐，点击选中对象，背景变蓝色，其子对象背景变灰色。其父对象背景变淡蓝色。

全显［A］：显示或隐藏所有被隐藏（或被剪裁）的对象。（图标改成彩色的了）



插入/删除层：向上的箭头是插入一层，向下的是删除一层。在inRm3D中最多可以插入24个层。



一个复杂的几何模型中，可能会因众多对象相互遮挡而使模型显得杂乱无章。虽然可以把某些对象隐藏掉，但编辑时仍然需要全部显示出来。可以用“层”来控制各对象的显示与隐藏状态，让不同的对象在特定的层显示。通过指定某层为当前层而显示特定对象。一般把模型的成品放在最后一层。（详见5.1章节）

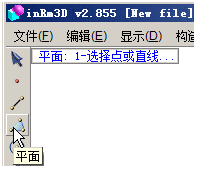
对象在各层的显示状态。数字为层数（红色表示当前层，用左右方向键可切换当前层）。点击某对象，使用层状态控制板可设置该对象在各层上的显示状态。上排带有数字的按钮为该对象在各层的显隐状态（按下表示隐藏），下排按钮为标签的显隐状态（若该对象被隐藏，则相应的标签将自动隐藏）。按Esc键或用鼠标右键点击场景，这个带有层号的层控制板将变为下述滑块控制的形式。



层控制滑块：用鼠标拖动滑块以切换层（或选定后用快捷键［**→**］、［**←**］）。比如某个作品设置了5个层，在每个层上有特定的显示对象，当鼠标或者快捷键控制滑块自左向右滑动的过程中，也就是依次选定了1、2、3、4、5层。当选定某个层时，这个层就是当前层，只有设在本层中显示的对象和标签才会显示。



2.1.2 工具栏



窗口的左边是“工具栏”，自上而下的工具依次为选择、点、直线、平面、圆、文字和标记等工具。鼠标悬停到这些工具图标上方时，会出现工具名称提示条。鼠标点取某一个工具时，在状态栏有鼠标状态描述，在场景的左上方，会出现本工具使用向导。右图为点击“平面”工具时场景左上角和状态栏的显示情况。

1、 **选择**：使用“选择”工具时，当鼠标移动到对象上方并显示对象类型名称时，按下鼠标左键则选定该对象。选中的对象被粉色包围。再次点击“选择”工具或者按[Esc]键，就释放了对象（粉色退去）。



在三维场景中，多个对象有可能会互相遮挡（重叠），当鼠标在多个重叠（重合）对象上移动时，将首先提示选择较小的对象（点、线、面…），如果多个相同类型的对象重叠了（如多条线重叠或者重合），可以在同一位置多次点击而轮番选择特定对象。

可以先按住［Shift］键，再用鼠标左键框选文本、参数（度量值、计算值）或控制按钮等对象。框选了多个文本、参数或控制按钮后，可以用［Shift+Enter］对所选对象按制作先后重新排列，按照最先构造的对象位置纵向排列，之后还可用［Shift+Enter］或［Ctrl+Enter］调整间距 。

在win7系统中，有时鼠标悬停在对象上却不出现名称提示，就不能选定对象了。有两个方法解决：一是点击对象列表，在列表中选取对象。二是鼠标点窗口标题栏，拖动窗口移动位置后就可以选对象了。

2、 **点：**点击该图标，一个球状小点将随着光标移动（光标右下角的“+”号表示画板处于添加对象状态），按下鼠标左键则构造了一个点。随着鼠标移动的还有一至三条白色虚线，是鼠标在三维空间里的位置指示线。三维坐标系中有三个坐标平面，默认点都是构造在视点比较“正”对着的坐标平面中。当点工具处于按下状态时，可多次点击以构造新的点对象。可用三种方式结束构造：点击“选择”按钮、按[Esc]键、按下鼠标右键。



用鼠标在三维空间里控制（拖动）一个点，只能在二维平面上控制，至于在哪个二维平面上控制，则视当前哪个坐标平面更平行于屏幕。若想在第三维上控制，可按住［Ctrl］键再拖动这个点（或者转动坐标系后拖动点）。

拖动一个点时，可按住［Shift］键来粘滞（吸附）整数坐标格点，也可按住［Ctrl+Shift］键粘滞第三维的整数坐标格点。

inRm3D在构造一个新对象时，将赋予该对象默认的属性，构造之后可按需修改属性。若欲构造一个坐标为（1,2,3）的点，可先构造一个自由点，因为默认都是在比较正对的那个坐标平面上，故必定有一维坐标值为0，修改其属性中的三维坐标值为x=1、y=2、z=3，就构造了需要的点。如果不希望某个对象被鼠标无意拖动，可勾选其“锁定”属性。

3、 **直线：**点击该图标，依次点击已构造的两个点（或点击空白处以构造新的点），则可构造出一条线段。在inRm3D中，直线和射线是通过设置线段属性的“直线”和“射线”来实现的，而且都是使用有限长度的线段表示射线和直线。



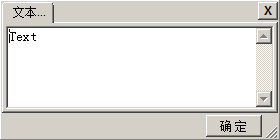
4、 **平面：**点击该图标，在画板左上方会出现此工具的操作向导。因为“非共线的三个点”或者“一条直线与不在直线上的一个点”均能确定一个平面，故构造平面工具的第一个步骤就是“1-选择点或直线”。当场景中有点或者直线时，可以选择点或者在直线上构造一个点。如果场景中没有点或者直线，可以在空白区域直接构造能确定平面的关键点。然后，根据提示继续选择确定平面的关键要素以构造平面。在inRm3D中，用三角形或者四边形等图形表示一个平面，但平面范围不仅仅在三角形或者四边形以内。



5、 **圆：**在三维空间中定义一个圆，必须确定圆心和圆所在平面。构造圆时，先选择一个点作为圆心，再选择一个对象确定圆所在平面的法线。如果后选的对象也是一个点，则将圆心与该点之连线作为圆所在平面的法线[[5]](#footnote-5)，否则用后选直线、平面或圆的法线作为圆所在平面的法线。构造圆时将赋予默认半径，然后可以按住［Shift］拖动圆周，或在属性框中修改半径等值。



点、线、平面、圆的具体构造操作和属性，详见“构造”章节。



6、 **文本：**点击该图标，在屏幕的适当位置按下鼠标，画板将弹出一个文本编辑框并显示默认文本“Text”，输入适当的文字，点击【确定】即可（如右图）。文本对象一般是显示在屏幕的固定位置上，也可将其“绑定”在某个点对象上。双击文本对象即弹出文本编辑框。右键文本可以弹出文本的属性对话框，调整文本的位置、多行文本的行距和显示状态等。



以下为“文本”的属性设定。

**标签**：点击字母，可以修改标签名称，点击标签右边的色块，可以修改标签的字体、字号、颜色等。

**X、Y**：文本对象的屏幕位置（自场景左上角开始计算文本距离，数值单位是像素）。



**绑定：**点击“绑定”后边的输入框，然后点击场景中某个点对象即可（也可以右键输入框，在弹出菜单中选择点对象）。默认把文本左下角绑定到某个点对象，若点对象移动则文本随动，但移动文本，绑定的点不动。删除绑定输入框内点标签字符，即解除绑定。

**隐阈：**在±99之间。控制文本隐藏的值。当此值大于“显阈”属性时，隐藏文本。

**显阈：**在±99之间。控制文本显示的值。当设定值大于等于“隐阈”属性时，显示文本。

这“隐域”和“显域”两个阈值都可以与场景中的某个数值对象或点对象关联，得到变化的值。关联方法是：在阈值输入框中点击场景中已有对象，则已有对象的标签进入到阈值框内，已有对象的适当值就成为阈值了。当关联的对象变化时，其值的变化能控制文本的显示与否。比如，将一个约束点与文本显域阈值关联，约束点在线段上的比例值就与文本隐域值比较大小而控制文本的显示与否。

转角：

**转角：**方总还没做好。。。这个属性忽略掉即可

**透明度：**设置文本字体的透明度，值域为0－1。1为不透明。输入值域范围以外的数字，自动接近阈值。

**行距：**某个文本有多行时，以像素为单位改变文本行间距。

**前置**：使文本处于屏幕的最上层而不被其它对象遮挡。

**锁定：**避免文本被鼠标拖动。

**可选：**是否允许鼠标左键选定。设置为不可选时，需要用鼠标右键才能选定。

**显示：**设置文本是否显示。

**7**、 **标记：**给线状对象、线线交角、线面交角和二面角等加上标记，或在场景里涂鸦。点标记工具后：



* 点击线状对象，则在点击位置作标记。
* 从一条直线拖到另一条直线，则在两直线交点处作角度标记（笔划从先接触的那条线上起）。
* 从一条直线拖到另一个平面，则在线和面交点处作角度标记。
* 从一个平面拖到另一个平面，则在两面相交处作角度标记。

标记位置可在标记对象上拖动（双击标记可恢复其初始位置）。

用标记笔可在屏幕背景上任意涂鸦。涂鸦时可用右键结束一个笔划，每个笔划都可以单独被拖动。涂鸦时的线型和颜色可用菜单“编辑/线型”、“编辑/颜色”调整。涂鸦内容均为临时对象而不能随文档保存。

以角度标记-“角标注”为例介绍标记属性：

**标签**：标签字符。点击标签字符右边的色块，可修改标签的字体、字号、颜色等。



**颜色**：标记符的颜色。

**线径**：标记符的边线线径。最高线径为99。

**边数**：标记符的形状（正多边形的边数。线的标记才有此选项，角标记没有）。

**间隔**：标记笔划的间隔。当标记使用了多个笔划时，间隔最大0.5。

**半径**：标记符的大小。最大半径为2。

**弧度/角度：**当角的度数被“标记”出来时，使用的制式。

**透明度：**标记符的透明度。其值在0到1之间，“0”为全透明。

**方向角：**只适用于2D状态（F4）的线线角

水平面上的角标注

**填充**：标记符是否填充内部。

**补角：**标记当前角的补角。

**优角：**标记当前角的优角（默认角标记都是在劣角位置）。

**对顶角：**标记当前角的对顶角。

因为两条线相交有4个角，其角标记也就在4个位置可选。

**锁定**［L］**：**锁定标记位置，避免被鼠标拖动。

**可选：**能否用鼠标左键选定（锁定后仍可用右键选定）。

**显示**［H］**：**是否显示标记符。

**标注：**是否标注角度值（用角度值代替标签）。

**笔划：**在一个标记中，标记笔划的数量。

**精度：**角度值的显示精度。在下拉列表中选择合适的精度。

2.1.3 控制

**场景控制**：用鼠标左键拖动画板的空白处，可改变场景的视角。按住Alt并拖动场景，将移动坐标系（按住Alt 并双击场景则将坐标系恢复到场景中心）。可用Q键恢复默认视角，亦可用Ctrl+Q键设置默认视角。



**移动鼠标**：在inRm3D场景中移动鼠标，若鼠标的光标“接触”到图形对象，光标右下角将显示所接触到的对象类型。如接触到一个点，光标右下角会显示“点”字样。因为三维画板中使用了许多图片对象，更多地需要调用内存资源，频繁调用可能引起鼠标刷新不够，当鼠标在对象上悬停时，右下角不显示对象名称，就不能选中对象了。解决方法是：用鼠标拖一下画板窗口的标题栏移动一下窗口位置，再回到画板中即可。

**选择对象**：当鼠标接触到某个对象、光标右下角显示对象类型时，点击鼠标左键则该对象被选定。在已被选定的对象上再次点击则取消选定。可以连续点击并选定多个对象。若多个同类型的对象互相重叠，则可多次点击以轮流选择。

按住［Shift］键并拖动鼠标，可以框选多个“点”对象、参数（度量值、计算值）对象、文本和控制按钮等。

**拖动对象**：可用左键拖动点、直线、圆、三维实体等对象（若其父对象是自由点或约束点，则同时拖动父对象）。

用左键点击或拖动一个对象的标签，相当于选择或拖动该对象。

用右键点击某对象，将弹出对象属性框。此为唯一性选定，即同时取消对其它对象的选定。

用右键拖动某对象，则移动该对象的标签位置（若为线状对象，按下［Ctrl］则可沿线拖动标签）。

**动态工具**：如果选定了某些特定对象，在窗口左边的工具栏下方会自动出现以选定对象为父对象的构造工具。比如，选定一条线段后，与线段相关的三个工具就会自动出现在工具栏中（分别是度量长度、构造约束点、构造中点等，如右图）。点击动态工具即可直接利用父对象构造相应的对象。

**页面控制栏**。画板底部为当前画板文档的页面控制。用右键点击页面名称，会弹出页面控制菜单：

* 增加空白页：在当前的文档中增加一个空白页。
* 复制当前页：增加一个页面，并复制当前页的内容。
* 文件…：在新增页面中打开一个“.sgf”文档。可以用鼠标把一个模型文件直接拖入画板。相当于合并了另外一个画板文档的内容。
* 删除当前页：删除当前页。注意：删除的页面不能再恢复。



* 重命名：为当前的页面重新命名。亦可直接双击页名称以重命名。

如果一个文档有多个页面，可以点击页面标签切换显示页，也可用［PageUp］键和［PageDown］键以逐页显示（翻页）。按住［Shift］键并拖动页面名称，可改变页面排列次序。双击页面名称，可以直接编辑名称。

2.2 场景属性

点击菜单“编辑/属性”或点菜单栏右侧的属性工具，会弹出对象或场景的属性框，可以修改场景属性，如：背景颜色、坐标轴长度和颜色、反锯齿（使得对象更光滑）等等。场景属性中包括可见的场景设置和默认的系统参数设置。对于属性是数值的项目，点击属性值，可直接输入属性值。若不点击属性值（鼠标非编辑数值状态），先按住［Ctrl］键，然后用鼠标左键在属性值上拖动，即可动态改变属性值（垂直拖动的变化量是水平拖动变化量的十倍）。



**fps**：计算机屏幕的刷新率[[6]](#footnote-6)，展示计算机的计算和显示性能。

“图钉”：当图钉处于钉上状态时（只见钉尾部），属性框将始终显示。否则，需要右键对象才能出现属性框。

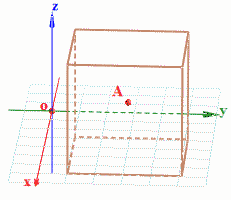
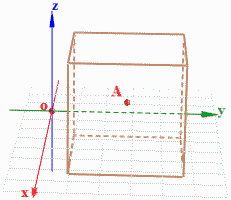


**场景属性：**

**景色**：场景背景颜色。单击色块将显示颜色选框；点击其中的【．．】，可选择其它颜色。

**景深**［Ctrl+鼠标滚轮］：模型在屏幕上的显示深度。改变景深的同时，模型同步进行缩放。景深值在2到300之间，数字越大，模型越小。

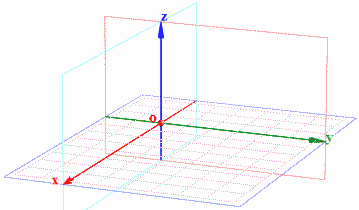
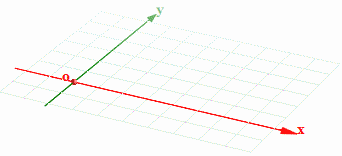
**透视**：模拟自然界中的透视效果（近大远小、近高远低．．．）。如下图左，可见平面网格线有明显的透视效果。透视度在0～64之间，效果相当于改变视点与模型的距离，若透视度为0则相当于正交投影（下图右）。



**坐标系**：是否显示坐标系。三条坐标轴的长度可以分别用［Shift］或［Ctrl］键拖动改变。

Z**轴**：是否显示Z轴（下图左是不显示Z轴状态）。

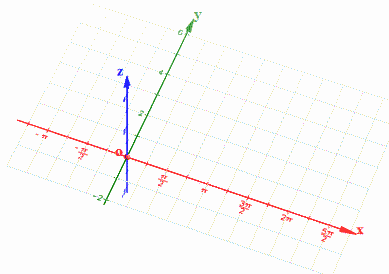
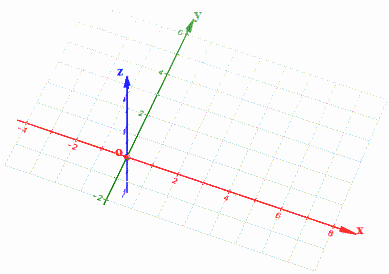
**平面**：是否显示坐标平面（下图右）。点击平面轮廓线，即可选中坐标平面。在不显示坐标平面时，可点击坐标轴的标签以选择相应的坐标平面（若点击x，则选择了x=0的平面）。



**刻度**：是否显示坐标轴的刻度线和刻度值（下图左）。

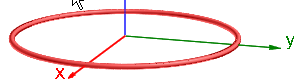
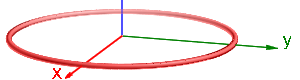
**X弧度**：X轴为弧度刻度值（下图右）。只有x轴可以设定为弧度刻度值。

**网格**：是否显示模拟 XOY 平面的网格线。网格线能给出场景底面的感觉，增加三维效果。



**原点［O］**：是否显示坐标原点及其标签“O”。拖动原点可移动坐标系，双击原点则使之回到场景中心。

**雾效［G］**：是否雾化远处的对象（远处不清晰，下左图），强化三维物体的层次感。雾效的强度取决于坐标轴线长度（越长越明显）。此功能会显著增加系统的负担，如屏幕显示表现迟滞，请取消这个功能（下右图）。



**反锯齿［S］**：弱化计算机屏幕图像的“锯齿”现象，提高显示质量。但这需要较高CPU（PIII以上）和较好显示卡（16M以上显示内存、支持OpenGL指令集及3D加速功能）且有足够的内存（128M或以上）支持。若计算机硬件配置较抵，“反锯齿”会明显降低显示质量和显示速度。

**刷新率**：是否在属性框的左上角显示屏幕的刷新率。

**提示条**：显示工具按钮上的工具名称提示。

**标签**：新创建对象时是否显示标签。



**系统参数**：设置系统在创建新对象时使用的默认值和颜色，其参数项详见右图。

* **点**：点径和颜色。假设点是一个圆形，点的大小就是圆半径，在0到几百之间。点径为0的点只有标签，看不到点的存在。系统默认点径是6。默认新建点的颜色可以点击色卡任意选择，默认为红色。
* **直线**：直线的粗细和颜色。默认线径为2，蓝色。
* **圆**：圆周线的粗细和颜色。默认线径为2，黄绿色。
* **平面**：平面轮廓线的粗细和颜色，默认线径为1，墨绿色。
* **实体**：三维实体的棱边线的粗细和颜色，默认线径为3，土黄色。
* **曲线**：曲线的粗细和颜色，默认线径为3，墨绿色。
* **曲面**：曲面轮廓线的粗细和曲面的颜色。默认线径为1，红色。
* **数据**：参数值、计算值、度量值等的显示精度和颜色。有效精度范围在1到8之间，表示小数点后的精确位数，红色。
* **选择**：选定点或线状对象后，对象会被显著的选择色所包围，默认线径为2，粉色。
* **标签**：创建对象时的默认标签字体大小。点击颜色块会弹出字体设置窗口。

因为场景中包含了坐标系，故对于坐标轴的属性设置也会直接影响场景的效果。右击某一条坐标轴，可以在属性里设置坐标轴长度。按下[Shift]或[Ctrl]，可以拖动坐标轴正负向长度。

**保存**：保存当前自定义场景。将自行设置的场景参数保存在inRm3D.ini文件中。

**恢复**：恢复保存在inRm3D.ini文件中的场景参数。如果打开了某一个模型文件，而又不喜其场景效果，则可点击“恢复”按钮，将之放置到自己设置的场景中。

2.3 快捷键

当鼠标点击“选择”箭头工具，或者按键盘Esc键后，在半角英文键盘时，画板快捷键可以起作用。

**1**～**0**（以及Ctrl+**1** ～ Ctrl+**0**）：跳转至相应层。画板最多支持构造24个层，前20个层可以使用快捷键直接跳转。1～0为跳转到1～10层，Ctrl+1～Ctrl+0跳转到11～20层。

Shift+**1**～Shift+**0**（以及Ctrl+Shift+**1**～Ctrl+Shift+**0**）：设置被选定的对象在相应层的隐藏属性，增加Ctrl键则层号加10。先选定对象，按下快捷键，则选定的对象将在相应的层隐藏，再按一次，则在相应的层显示。

Shift+Esc：全屏或常规显示。

**A**（**A**ll）：全显。是否显示所有被隐藏（或者是被平面剪裁掉）的对象。使用“显阈”和“隐阈”控制的对象不受此控制。如果在“全显”状态下选定某个对象并执行隐藏操作，虽然该对象被设置成隐藏，但因“全显”而依然可见。

**F**（**F**ull）：填充或线框化曲面或实体对象。比如，选定立方体，按此键设定是否填充表面。

**G**（fo**g**）：设置或取消“雾效”。

**H**（**H**ide）：设置或取消被选定的对象在当前层的隐藏状态。在设定隐藏对象时，对象隐藏的状态受“全显”功能控制。当全显状态，对象设定的隐藏，也会因为全显而暂时显示，当取消全显时，对象隐藏。

**K**（Tag）：设置或取消被选定对象的标签在当前层的隐藏状态。

**L**（**L**ock）：锁定或释放视角。若选定了某个对象，则锁定或释放该对象。

**M**（**M**ove）：使移动步长[[7]](#footnote-7)大于零的对象自动移动或停止。

**O**（**O**rigin）：显示或隐藏坐标原点。

**P**（**P**roperty）：显示或隐藏属性框。

**Q**：恢复（由Ctrl+**Q**设置的）默认视角。如果选择了一个平面，则将视点移到该平面的正方。

**R**（**R**otate）：是否自动旋转场景。

**S**（**S**mooth）：设置或取消反锯齿效果。

**X**/**Y**/**Z**：将视点移到X、Y、Z轴的正方向。

Ctrl+**A**（Select **A**ll）：选定全部对象。若先选择一个对象（点、线、圆、平面…）则全选同类型的对象。

Shift+A：若先选择一个对象（点、线、圆、平面…）则全选同类型同模式的对象。

Ctrl+Shift+**A**：若先选择一个对象（点、线、圆、平面…）则全选同类型同模式且同父对象的对象（例如，先选择某个立方体的所有顶点，再按Ctrl+Shift+**A**则选择该立方体的所有顶点）。

Ctrl+**M**：逐点生成（暂停）轨迹线。

Ctrl+**N**（**N**ew）：新建文件。

Ctrl+**O**（**O**pen）：打开文件。

Ctrl+**Q**：设置默认视角。

Ctrl+**S**（**S**ave）：保存文件。

Ctrl+**T**（**T**race）：设置或取消被选定对象的追踪状态。

Ctrl+**Z**（Undo）：撤消操作。

Ctrl+**R**（**R**edo）：恢复操作。

Ctrl+Shift+**O：**将坐标系原点移动到屏幕中心（按住Alt并双击空白处，效果相同）。

Del（**Del**ete）：删除被选定的对象。

PgUp/PgDn：多页面文档翻页。

Shift+**→**/**←/↑**/**↓：** 改变约束点的约束值、改变曲线顶点数、改变曲面网格数；改变参数、度量、算式、按钮、文本的位置。

Ctrl+**→**/**←**：改变层；场景自动旋转时调整横向转速。

Ctrl+**↑**/**↓**：遍历对象（按照构造顺序逐一选定单一对象，对象列表随动）；场景自动旋转时调整竖向转速。

Alt+**↑**/**↓**：选定某对象的父对象或子对象。

Alt+/ ：选定多个对象时，加上序列标签。

＋/－：增减参数值（增减量为参数的“步长”属性值）。若选择一个迭代象，则增减迭代深度。

**F1**（Help）：打开帮助文件 inRm3D Help.htm。

Esc（**Esc**ape）：场景复原。取消所有对象的选择状态、终止添加对象的过程、停止自动移动的对象。

Space：（空格键）连续创建相同类型的对象。当使用菜单选项中的工具构造对象后，按空格键相当于再次点击相同的菜单项。对于使用菜单选项创建多个相同类型的对象十分有用。

Shift+Enter（Ctrl+Enter）：将选定的参数、度量、算式、按钮、文本按创建时间顺序，依照其中第一个创建的对象位置，纵向自动排列整齐。若已排列整齐则增加（减少）间距。

3 对象及属性

**3.1 对象**

inRm3D可以构造多种基本几何对象，了解这些几何对象的构造方法和属性，是构造几何模型的基本要求。全部基本几何对象均列于“构造”菜单中。“构造”菜单是最常用的菜单，每个选项名称直接代表几何对象。



3.1.1 创建几何对象

inRm3D可用两种方式创建几何对象。

第一种方式是“先菜单后选择”，即先点击“构造”菜单下的某一菜单项，然后按屏幕提示逐一选定关联对象（即父对象），即可构造出所需要的对象。在创建对象的过程中可按［Esc］键（或右击背景）中止创建。



工具栏中的工具（点、直线、圆、平面）有着与构造菜单下同名选项相同的构造功能。

第二种方式是“先选择后工具”。即先选定一个或几个对象，把它们作为父对象来构造所需要的对象。当选定某些对象时，画板左边工具栏的下方会自动出现一些与已选对象相关的动态工具栏，点击相应的工具就能快速构造对象。如在场景中选定两个点后，以这两个点为父对象可以构造的子对象的工具都自动的显示在动态工具栏列中（如右图）。自上而下分别是：度量距离、合并点到对象、中点、线段、射线、直线、垂线、中线、点法圆、路径、垂面、中面、正多边形、球、圆台、棱台和长方体等。点击这些动态工具，场景中就会分别构造出那个与这两个点相关的子对象。

创建新对象时先赋予默认的属性值，创建之后可修改或设置属性值。

用鼠标右键点击某个对象，自动弹出该对象的属性框，可在其中编辑该对象的几何属性和视觉效果属性。当场景属性中的“图钉”处于钉住（只能看到钉子帽）状态时，用鼠标左键点击对象也将弹出其属性框。

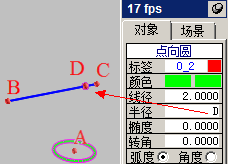
对象的属性关联（属性值来自其他对象的变化）是动态几何软件的最重要特性。inRm3D中几乎所有的对象都与其它对象相关联（自由点在创建时虽不需要父对象，但其三维坐标值也是可以和其它对象关联的）。某些基本对象可直接与后续对象关联，其关联值就是其基本几何属性（如约束点的约束值、直线的长度、圆的半径、点间的距离等）。在修改当前对象的数值属性时，如果点击场景中已有的对象（也可以右键值框在菜单中选择对象），则被点击的对象标签将显示在当前对象的数值属性中，被点击的对象几何属性值就关联到当前对象。当关联对象变化时，其相关的值就对当前对象发生作用。

可关联的对象称为值对象，用于关联的属性值称为关联值。值对象的关联值分别为

自由点：与被关联对象的空间距离；

约束点：约束值；

直线、轨迹线、函数曲线：长度；



圆：半径；

正多边形：外接圆半径；

缩放变换：缩放值；

旋转变换：旋转角度。

向量的方向与模都可以和其它对象关联。

如：使用圆工具，在绘图区域中任意构造一个圆O\_2；使用线工具，在绘图区域中任意构造一条线段BC；使用点工具在线段上构造点D；右键圆O\_2（打开其属性框）；点击“半径”属性值，使之处于编辑状态，用鼠标单击点D，此时“半径”属性值变为“D”，则点D的关联值，即点D在线段BC上的约束值（可以是定比或定距约束方式）就成为圆O\_2的半径值拖动点D，圆的半径即随之改变。

还可以在“半径”属性值的右键菜单里选择关联对象。

3.1.2 对象的通用属性

inRm3D构造的每个对象都有自己的属性组，其中某些属性是多数对象都具有的，具有通用性。

**标签：**对象外显的名称。创建对象时，画板将按对象类型自动生成序列标签。标签字符可任意编辑。字符对［］之间的字符将以下标形式显示（如“A[12]”将显示为“A12”）；字符对｛｝之间的字符将以上标形式显示（如“A{12}”将显示为“A12”）。标签的位置可用鼠标右键拖动。直线、圆、轨迹线、曲线等线状对象的标签还可用“Ctrl+鼠标右键”沿线拖动。点击标签属性右边的颜色块，则进入字体、字形、大小、效果、颜色和字符集等多种设置。

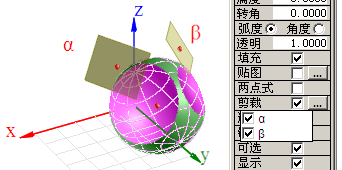
**颜色：**对象的显示色彩。点击颜色色块，会弹出调色板。面状对象（平面、实体、曲面）可设置正反两种颜色。实体的外部面为正面，内部面为反面。逆时针构造平面，可视面为正面（右手规则[[8]](#footnote-8)）。

**转角：**依据其他对象构造的线段、射线，比如切线、垂线等，可以通过修改转角属性，对其方向进行调整。比如一条线的垂线，可以通过调整垂线转角的大小，使得垂线从不同的角度继续垂直原来的线。当圆改变椭度转换为椭圆时，转角是椭圆长轴在椭圆平面内围绕圆心旋转的角度。在旋转曲面中，转角是母线围绕轴线旋转的角度。在多种几何体中，转角是几何体绕中轴旋转的角度。

**透明度**：设定对象的透明度属性。值在0到1之间，0是完全透明。

**锁定**：锁定对象的几何属性，避免被鼠标无意拖动。比如，在属性框中设置了一个自由点的x、y、z坐标值后勾选“锁定”，则这个点就不能被任意拖动了。

**剪裁：**用平面剪裁对象。比如，先选择一个球体，在属性框中勾选“剪裁”属性，按钮下方会弹出一个截面列表（初始为空），此时可点选场景中的某个平面，该平面将自动进入截面列表中，如果平面与球体相交，该平面反面的球体部分将被剪裁掉（见右图）。点击【...】按钮后，在已经列出的截面列表里再次勾选某个平面，可以增加一个剪裁平面。可切换剪裁方向（平面正反方向调转，总是处于平面的反面的球体被剪裁掉）。



每个对象最多可选择6个剪裁截面。欲将某个剪裁平面从列表中删除，可在“对象列表”中选择后按Del键。想要取消某个剪裁平面，在【...】内，取消勾选即可。“点”对象不能被剪裁。上图是一个球被两个面剪裁的效果。被剪裁的部分可以用菜单“编辑/全选”（或用快捷键A）显示出来。

**可选：**允许对象被鼠标左键选定。对已经设置为“不可选”的对象，需要用右键选定。

**显示：**设置对象在当前层显示与否。

**痕迹：**对象移动时将留下痕迹。痕迹的长短由“**笔划**”属性确定。这个属性将耗费大量的计算机资源。

**笔划：**痕迹的长度。痕迹越长，计算机耗费的资源也越多。

**父对象：**创建对象必须依附的关联对象。若删除父对象，本对象将自动删除。

**子对象：**显示依附本对象构造的子构件。

本章主要介绍从菜单选项构造各种对象，同时对各个子菜单的功能图标一一介绍。如果先选定场景中已有的对象，再使用动态工具构造对象，动态工具图标和菜单中相同图标具有构造相同对象的功能。

3.2 点

点是几何模型中最基本的对象，在inRm3D中，除函数图象（函数曲线、函数曲面）以外的所有几何模型都是由点对象开始逐步创建的。

自由点：在三维坐标系中可任意移动位置的点。



约束点：受另一个几何对象（直线、圆、圆弧、平面、球、圆台、棱台的棱边、正多面体的棱边等）约束的点，这样的点只能在父对象规定的路径上或者范围内移动。



交点：两个线状对象（直线、圆、圆弧、函数图象、轨迹线、相贯线等）的交点、线状对象与面状对象（平面、三维实体、曲面等）的交点。



中点：两对象（点和点、点和直线、点和平面、异面直线）间距之中点。



等分点，等分各类线状对象，等分数决定点数，等分点决定被操作的是哪个点。

最近点，一个对象上的一个到另一点距离最近的点。用处，比如快速定垂足。

**点的通用属性**

**点径**：点的直径大小。

**X**、**Y**、**Z**：点的三维坐标。仅自由点的坐标值可以修改。修改自由点的坐标值，就能得到位置确定的点。

**点形**：点的外形，有圆形、球形、钻形和立方形等4种（如下图）。



3.2.1 自由点

**作图**

方法1，菜单：“构造/点/自由点”，将鼠标移到三维坐标系中任意位置，按下鼠标。

方法2，点击工具栏里的“点”工具，将鼠标移到三维坐标系中任意位置，按下鼠标。

**说明**

在用鼠标拖动自由点时，因为鼠标只能控制二维方向，所以只能使自由点在一个二维平面上被拖动，这个二维平面是三个坐标平面中更接近平行于屏幕的一个。若想在“第三维”上拖动自由点，可按下［Ctrl］键。如果按住［Shift］键拖动自由点，则将自动吸附坐标网格点，按住［Ctrl+Shift］则在第三维上吸附网格点。

**属性**

**X**：点的X坐标值。

**Y**：点的Y坐标值。

**Z**：点的Z坐标值。

3.2.2 约束点

**作图**

方法1：菜单“构造/点/约束点”，将鼠标移动到一个约束对象（直线、圆（弧）、轨迹线、相贯线、平面、球、圆台、棱台的棱边、正多面体的棱边等）上，按下鼠标。

方法2：使用“点”工具，将鼠标移到某些路径上或者面内部，按下鼠标。

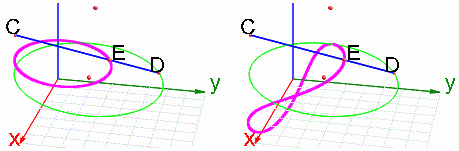
方法3：选择一个约束对象，点击动态工具栏里的“约束点”工具。

**说明**

约束点只能在约束对象上移动。用鼠标拖动约束点时，如果设置了“限制”属性，则不能被拖到“起值”和“终值”之外（可按下［Shift］以临时取消限制）；如果未设置“限制”属性则不受限制的拖动（可按下［Shift］以临时设置限制）。

**属性**

**定比、定距**：约束方式。若约束方式为“定比”，则当约束线段长度变化时，约束点至线段两端的距离比值不变。若约束方式为“定距”，则约束点到线段起点的距离为定值。



右图所示轨迹线中，点C是自由点，点D是圆上的一点，点E是线段CD上的约束点（任意位置），选定点D和E构造轨迹（点D为驱动点）。左图中的点E是定比约束，右图中的点E是定距约束（CE的距离为定值）。可见两种约束方式所产生的轨迹线效果是截然不同的。

**比例（关联值）**：约束方式为“定比”时，约束点至线段起点的距离与线段长度之比值。

**距离（关联值）**：约束方式为“定距”时，约束点至线段起点的距离值。

**起值**：约束点的起点位置（仅当勾选“限制”属性时有效）。

**终值**：约束点的终点位置（仅当勾选“限制”属性时有效）。

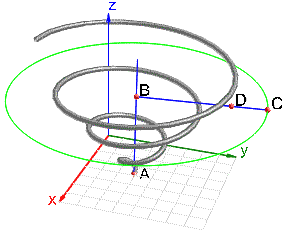
当约束值是“定比”动画点时，起值0到终值1就是点在整个线段上运动；起值0.2到终值0.75就是点从线段一端0.2比例处到0.75比例处之间动画。“起值”和“终值”两个数值决定约束点的运动范围。适当选用负数值和较大值，可使约束点在更的范围上运动。使用“定距”时，“终值”点入其受约线段关联，可以设定点运动终点就是线段终点。

**弧度（关联值）：**当受约对象为圆时，约束点在圆周上的位置。

**dX、dY：**当受约对象为平面时，以平面边框的某一对相邻边为参照系的坐标，确定约束对象的位置。

**步长**：约束点连续动画时每次移动的最短距离。这是inRm3D控制动态效果的前提属性。选定一个约束点，设置其步长大于0（若步长为0则静止），可用M键来触发约束点的移动或停止。

右图是螺旋轨迹线，构造过程如下：



1、构造点自由点A；

2、用点A和z轴，构造平行线；

3、在平行线上构造点B；

4、以点B为圆心、线段AB为法线，构造圆；

5、在圆周上构造点C；

6、构造线段BC；

7、在线段BC上构造点D。

8、设置点B的步长为0.01；设置点C的步长为0.2；设置点D的步长为0.008。

9、用点D和点B构造“轨迹线”。然后可按快捷键M，即见动态效果。

B、D、C三点的步长都会影响螺旋线的形状（B的步长影响螺旋线上下的密度，D的步长影响螺旋线直径变化速率，C的步长影响螺旋线长度速率）。

**限制**：使约束点的移动范围限制在线段的起终值属性范围以内（线段上的点以内），或限制在平面或圆的边缘以内（平面上的点或圆上的点）。

**双向**：约束点动画移动到受约对象某一个端点（如线段端点）时将反向移动。

**随机**：约束点动画移动时，其位置是随机的（此时步长属性失效）。

**边缘：**平面（或圆）上的约束点，被约束到只能在平面（或圆）的边缘（边界）移动。

3.2.3 交点

**作图**

方法1，菜单：“构造/点/交点”，先选定一个线状对象（直线、圆、圆弧、轨迹线、相贯线、函数曲线等），再选定另一个线状对象或面状对象（平面、三维实体、曲面、函数曲面等）。

方法2，先选定如上对象，再点动态工具栏的“交点”工具。

**说明**

两个对象的交点数量有时是不确定的。两条直线的交点、直线与平面的交点只有一个；直线与圆、直线与三维实体表面的交点最多有两个；两个圆（椭圆）的交点可能有四个；圆与三维实体的交点可能有二十个，而与轨迹线、相贯线、曲线、曲面有关的交点，则数目不定。inRm3D最多能作出两个对象的三十二个交点。

与轨迹线、相贯线、曲线或曲面有关的交点，计算量非常大。减少轨迹线的轨迹点密度或曲线、曲面网格的密度将显著提高计算速度。

与椭圆、轨迹线、相贯线、曲线或曲面有关的交点，都是用几何法计算的，只能满足于视觉要求，若用于后续计算则有误差。

作直线与圆的交点时，若直线不平行于圆所在平面，则将把圆作为平面处理而得到直线与平面的交点。

作两个异面圆的交点时，将把第二个圆当作平面处理，相当于作圆与平面的交点。

**属性**

**限制**：只显示位于线段之内（或平面之内）的交点。

3.2.4 中点

**作图**

方法1，菜单：“构造/点/中点”，然后，

◆选定一个三点圆或三点圆弧，则作圆心点；

◆选定一个平面，则作该平面之形心点。若选择一个三角形，则作“四心”之一（重心、外心、内心、垂心。由“四心”属性确定）。

◆选定两个点，则作这两点之中点；

◆选定一条线段，则作该直线段之中点；

◆选定一个点和一条直线，则作点与直线之间距的中点；

◆选定一个点和一个平面，则作点与平面之间距的中点；

方法2，先选定如上对象，再点击动态工具栏里的“中点”工具。



**属性**

**四心**：若为三角形的中点，可选择重心、外心、内心、垂心。

3.2.5 最近点

**作图**

方法1，菜单：“构造/点/最近点”，然后选定一个点和一条线（直线、圆、轨迹线、曲线等）或平面，则在所选线（平面）对象上作距离选定点最近的点。

方法2，先选定如上对象，再点击动态工具栏里的“最近点”工具。

3.2.6 等分点

“等分点”是一组点的集合，但只有一个等分点能被直接引用，由“等分值”来控制引用的点。

**作图**

方法1，菜单：“构造/点/等分点”，然后选定一条线状对象（直线、圆、轨迹线、曲线等），则在所选对象上作等分点（默认等分数为5，可以在属性里修改等分数）。

**属性**

**等分数**：所选对象的等分数。

**等分值**：定义引用点位置的控制值。

3.3 直线

几何意义上的直线是无限延伸的（端点在无限远处），而计算机屏幕无法表现“无限”，所以在inRm3D中，所有的直线都用有限线段来表示。可以用线段的“射线”和“直线”属性模拟射线或直线。

**作图**

方法1，菜单：“构造/直线”，然后点击以下选项：

[两点线](file:///D:\FangXQ\inRm3D\Help_cn\SubWeb\线-两点线.htm)：以两点定义的线段。



射线：以两点定义的射线（点的顺序决定射线方向）。



直线：以两点定义的直线（点的顺序决定直线方向）。



平行线：与某直线平行的直线。



垂线：与某直线或平面垂直的直线。



切线：与某圆或者曲线相切的直线。



中线：两条直线夹角的中线；直线与平面夹角的中线；三个点定义的角的中线；一个点和一条直线定义的角的中线。角的中线的角分比是0.5时，也叫角平分线。



相贯线：平面和三维物体相交的表面交线；两个三维物体相交的表面交线。



方法2，先选定如上对象，再点击动态工具栏里的相关工具。

渐近线/准线，匹配圆锥曲线使用，交换可作另一根，双曲线时可在两种线间切换，抛物线由于构图时已作出，故没有。

**通用属性**

**线径**：线的粗细。

**长度（关联值）**：线的长度。只在设置了“直线”或“射线”属性后才可修改。

**线型**：实线、虚线、点虚线、点划线以及相对应的四种管状线。

**端点色**：直线的颜色从起点颜色逐渐变化到终点颜色。如果是管状实线且端点大小不同，则线段随端点而改变粗细且颜色渐变。

**射线**：在视觉上，将线段往其向量方向延长，默认长度为20（可任意设置）。

**直线**：在视觉上，将线段往两端延长，默认长度为40（可任意设置）。

**剪裁**：指定平面与直线相交，平面反面侧的直线被剪裁掉。

**遮挡**：被平面对象或多面体对象遮挡的部位是以虚线显示。

**端点**：在线的一端或两端画上箭头。

3.3.1 线段、射线、直线

**作图**

方法1，菜单：“构造/直线/线段/射线/直线”，再先后选定两个点状对象。

方法2，先选定两个点状对象，再点击动态工具栏里的“线段/射线/直线”工具。

**说明**

线段、射线、直线三者之间可以互相切换，除了视觉效果不一样，其几何属性完全一样。

线段的向量方向与创建线段时选定端点的次序有关，其向量模为线段的长度。

**属性**

**射线**：在视觉上，将线段往其正方向延长，默认长度为20（可任意设置）。

**直线**：在视觉上，将线段往两端延长，默认长度为40（可任意设置）。

3.3.2 平行线

**作图**

方法1，菜单：“构造/直线/平行线”，然后先选定一个点对象作为平行线的基点，再选定一个参照对象（直线、圆或平面）。

方法2，先选定一个点状对象和一条直线或平面，再点击动态工具栏里的“平行线”工具 。



**说明**

创建平行线时，若参照对象为圆或平面，则所作平行线与参照平面和xOy平面的相贯线平行。若参照平面与xOy平面平行，则所作平行线与x轴平行。

与平面平行的直线是个直线束，可用“角度”属性定义。

**属性**

**角度**：若平行线的参照平面也是一个平面平行，则用该属性来定义平行线的向量。

**反向**：使向量方向与参照向量相反。

**直线**：在视觉上，向量从直线的中点向两端延伸。

3.3.3 垂线

**作图**

方法1，菜单：“构造/直线/垂线”，然后，

◆ 先选定一个基点，再选定一条直线（或一个点），则以基点为起点作直线（或两点定义的直线）的垂线。若基点位于直线上，则所作垂线与xOy平面平行（该垂线的方向角可在属性中修改）。

◆ 先选定一个基点，再选定一个平面，则以基点为起点作平面的垂线。如基点位于平面上，则垂线的向量方向与平面的法向量[[9]](#footnote-9)相同。

◆ 先后选定两条直线，则作两条直线的公垂线。若两条直线平行，则在第一条直线的基点处作公垂线。

◆ 先选定一条直线，再选定一个平面，则在平面内作直线的垂线。垂线的起点是直线与平面的交点（若直线和平面平行，则起点是直线起点在平面上的投影点）。

方法2，先选定如上对象，再点击动态工具栏的“垂线”工具 。



**属性**

**转角**：相对于一条直线的垂线，是一个直线束。可以在“过基点与原直线垂直的平面内”，绕基点旋转一定角度。

**直线**：在视觉上，向量从直线的中点向两端延伸，但其向量方向不变。

3.3.4 切线

**作图**

方法1，菜单：“构造/直线/切线”，然后，

◆ 先选定一个基点，再选定一个圆，则作圆的切线。若基点与圆不共面，则切线的起点为基点在圆所在平面上的投影。

◆ 先后选定两个圆（两个圆的“椭度”属性均为0），点击动态工具栏中的切线工具，作两个圆的公切线。若两圆不共面，则在第一个圆所在平面上作公切线。

◆ 先选定一个基点，再选定一条曲线（轨迹线、函数曲线、相贯线、手绘曲线等），则在曲线上距基点最近点处作曲线之切线。

方法2，先选定如上对象，再点动态工具栏的“切线”工具 。



**说明**

两个圆的公切线，两个参照圆都必须正圆（“椭度”属性为0）。一次只能构造一条切线，想得到对称的另外一条切线，只能在属性中勾选“交换”，再构造第二条切线。

**属性**

**长度**：只有设置了“直线”或“射线”属性，切线长度才可调。

**直线**：在视觉上，向量从直线的中点向两端延伸，但其向量方向不变。

**交换**：如果基点在圆上，则作当前切线的共轭[[10]](#footnote-10)切线（切线换个相反方向）；如果基点在圆外，则做圆的另一条切线。

**内切**：两圆公切线的内外切转换。

3.3.5 中线

**作图**

方法1，菜单：“构造/直线/中线”，选定两条直线、或一条直线和一个平面、一个点或一条直线、或三个点。

方法2，先选定如上对象，再点击动态工具栏里的“中线”工具 。



**说明**

中线的向量方向与两条参照直线有关。其起点为两条参照直线的交点，如两条参照直线异面，则其起点为两条参照直线之公垂线的中点。其向量模可在属性框中设置，或按住［Shift］键用鼠标左键拖动。

如果第二个参考对象为一平面，则以直线与平面的交点为中线的起点。

**属性**

**直线**：在视觉上，中线向其向量的正反向延伸，但其向量方向不变。

**角分比**：中线跟第一条参照直线的夹角，与两条参照直线夹角之比。默认值为0.5，即角平分线。

**反向**：使向量方向与参照向量相反。

**外分**：先将第二条参照直线的向量取反，再作中线（相当于做补角的中线）。

3.3.6 相贯线

**作图**

方法1，菜单：“构造/直线/相贯线”，然后选定两个面状对象，则作这两个对象的相贯线。“面状对象”为平面、多面体及各种曲面。

方法2，先选定两个面状对象，再点击动态工具栏里的“相贯线”工具 。



**说明**

圆（弧）可以像平面一样用于构造相贯线（圆和弧都代表所在平面）。

两个平面的相贯线是一条直线，具有与直线对象相同的属性。不论两个平面在视觉上是否相交，都会作出它们的相贯线（在两个平面的交角很小的情况下，相贯线有可能会看不见）。

**属性**

**长度**：相贯线的长度（自动计算）。该长度由几何法算得，若用于后续计算则有误差。

**填充**：以构造内部的方式填充一个面和一个几何体相贯线的封闭区域。

**3.3.7** 渐近线/准线，匹配圆锥曲线使用，交换可作另一根，双曲线时可在两种线间切换，抛物线由于构图时已作出，故没有。

3.4 向量、向量运算

向量：以一个点和一组三维偏量定义的向量，或以一点和两个方向角定义的向量。



向量具有与线段相同的各种属性。

3.4.1 向量

**作图**

方法1，菜单：“构造/向量/向量”，再选定或构造一个点状对象作为向量的起点，inRm3D将以默认的三维分量作一条向量。

方法2，选定一个点，再点动态工具栏中的“向量”工具，在子菜单中选“向量”。



**说明**

向量的三维分量可以在属性框中设置，亦可关联其它对象。向量的关联值为该向量的模（长度）。可以按［Shift］拖动其x、y分量，也按［Ctrl］拖动其z分量。

3.4.2 角向量

**作图**

方法1，菜单：“构造/向量/角向量”，再选定或构造一个点状对象作为向量的起点，inRm3D将以默认的水平转角和垂直转角作一条向量。

方法2，选定一个点，再点动态工具栏中的“向量”工具，在子菜单中选“角向量”。



**说明**

角向量用水平转角（向量在XY平面上的投影与X轴的夹角）和垂直转角（向量与XY平面的夹角）定义；向量的模即向量长度，它们都可在属性框中设置。可用［Shift］拖动其向量模，也可用［Ctrl］拖动其矢量方向（左右改变水平转角、上下拖动改变仰角）。角向量的方向与模都可以关联其它对象。

**属性**

**弧度/角度**：以弧度或角度定义向量角。

3.4.3 向量和

**作图**

方法1，菜单：“构造/向量/和”，先后选定两个向量（或直线），inRm3D将以第一个向量的起点为基点作一条和向量。

方法2，选定两个向量，再点动态工具栏中的“向量”工具，在子菜单中选“和”。



**说明**

和向量关联到其他对象的值为模长。

**属性**

**运算：**下拉切换“和”、“差”和“叉积”。

3.4.4 向量差

**作图**

方法1，菜单：“构造/向量/差”，先后选定两个向量（或直线），inRm3D将以第一个向量的起点为基点作一条差向量。

方法2，选定两个向量，再点动态工具栏中的“向量”工具，在子菜单中选“差”。



**说明**

差向量关联到其他对象的值为模长。

**属性**

**运算：**下拉切换“和”、“差”和“叉积”。

3.4.5 向量叉积

**作图**

方法1，菜单：“构造/向量/叉积”，先后选定两个向量（或直线），inRm3D将以第一个向量的起点为基点作一条叉积向量。

方法2，选定两个向量，再点动态工具栏中的“向量”工具，在子菜单中选“叉积”。



**说明**

叉积向量的方向与两个参照向量垂直，模长为两个参照向量形成的平行四边形的面积。

叉积向量关联到其他对象的值为模长

**属性**

**运算：**下拉切换“和”、“差”和“叉积”。

3.5 圆、弧和曲线

点法圆：任意平面上的圆。



三点圆：过任意三点的圆。



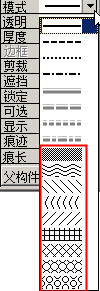
点法弧：绕任意直线的圆弧。



三点弧：过任意三点的圆弧。



轨迹线：点状对象随其驱动对象移动而形成的轨迹。



相贯线：两个面状对象之交线。



路径：将若干点状对象和线状对象连接成一条曲线。



圆锥曲线第一定义

（抛物线、椭圆、双曲线）：用焦点和准线定义的圆锥曲线。



第二定义：到定点（焦点）和定直线（准线）距离之比小于1的点的轨迹为椭圆；

到定点（焦点）和定直线（准线）距离之比等于1的点的轨迹为抛物线；

到定点（焦点）和定直线（准线）距离之比大于1的点的轨迹为双曲线；

函数曲线：用几何表达式描述的曲线。



**说明**

圆或圆弧创建后，可以像平面一样（圆和圆弧确定的平面）用于构建平行面、垂面、相贯线等。

**通用属性**

**线径**：曲线的粗细。

**模式**：曲线的样式和圆（弧）、面内部填充模式，可在“模式”属性中设置。右图罗列了线和面的“模式”，上半部是8种线型，下半部是9种内部填充样式。当对象是封闭图形时，可以选9种面型（红色框内）填充面内部和选用8种线型显示其边界。

**遮挡**：被平面对象或多面体对象遮挡的部位是否以虚线显示。

3.5.1 点法圆

**作图**

方法1，点击工具栏里的“圆”工具，然后

▲先后选定一个点对象和一个直线（圆或平面）对象，则以所选点为圆心（默认半径为3）作圆，圆周位于所选直线（圆或平面）为法线的平面上。

▲先后选定一个直线（圆或平面）对象和一个点对象，则以所选直线为中轴线、过所选点作圆。若选择一个圆，则其中轴线即所作圆的中轴线；若选择一个平面，则其外接圆中轴线即所作圆的中轴线。

方法2，菜单：“构造/圆（弧）/点法圆”，之后的操作跟方法1相同。

方法3，先选定一个点对象和一个法线对象，再点击动态工具栏里的“点法圆”工具。注意选定对象的顺序。

**说明**

法线对象可以是点、直线、平面或者是另外一个圆（弧）。法线对象若为点，则圆周所在平面的法向量将从圆心指向该点；若为直线，则法向量为该直线的向量；若为平面或圆，则法向量为该平面或圆的法向量。

若以“圆心+法线”方式作圆，inRm3D将先以默认半径构造一个圆，之后可任意设置其“半径”属性，或按［Shift］用鼠标拖动圆周以改变半径。

**属性**

**半径（关联值）**：圆（弧）的半径可与其它对象关联，比如点击了一个参数，则以参数值作为半径；点击了一条线段，则以线段长度作为半径；点击一个自由点或交点，半径就是圆心到该点的距离。

**椭度**：椭圆度（0～1）。从0到1，由正圆逐渐变为椭圆，直至线段。

**转角**：椭圆长轴的转角（0～2π）。椭圆长轴在椭圆平面内围绕圆心旋转的角度。当椭度为零时（正圆），这个属性似乎没什么意义，但可决定圆周上约束点的起点坐标。

**厚度**：使得圆在空间有一个厚度，相当于圆柱的轮廓。只有选第一种线型或第一种填充面型，才可以使用厚度选项。

**边框**：实心模式时同时显示边界。当“模式”使用了9种填充方式之一时，这个选项确定是否显示圆周。

3.5.2 三点圆

**作图**

方法1，菜单：“构造/圆（弧）/三点圆”，再先后选定不共线的三个点。

方法2，先后选定不共线的三个点，再点击动态工具栏里的“三点圆”工具 。



**说明**

三点圆的法线方向由三个参照点的选定顺序按“右手规则”确定。也可如此理解，哪个面看过去三点逆时针，就朝自己。

可用菜单“构造/点/[中点](file:///D:\FangXQ\inRm3D\Help_cn\SubWeb\点-中点.htm)”作三点圆的圆心。

**属性**

**半径（关联值）**。

**外接、内切**：外接于三点，或内切于三角形。

**厚度**：使得圆在空间有一个厚度，相当于圆柱的轮廓。只有选第一种线型或第一种填充面型，才可以使用厚度选项。

**边框**：实心模式时同时显示边界。当“模式”使用了9种填充方式之一时，这个选项确定是否显示圆周。

3.5.3 点法弧

**作图**

菜单：“构造/圆（弧）/点法弧”，然后

1. 先后选定两个点A和B，则以点A为起点、点B为圆心作圆弧，圆弧所在平面法线平行于z轴，默认弧角为1；
2. 先后选定点A和直线b，则以点A为起点、直线b为中轴作圆弧，默认弧角为1；
3. 先后选定点A和圆b，则以点A为起点、圆b的中心法线为中轴作圆弧，默认弧角为1；
4. 先后选定点A、直线b（或圆b）、点C，则以点A为起点、直线b（或圆b的中心法线）为轴线、点C为终点作圆弧。
5. 先后选定点A、点B、点C，则在该三点所在平面上以点A为起点、点B为圆心、点C为终点作圆弧。

动态工具：若先选定了上述对象，动态工具栏里将出现“点法弧”工具 。



**说明**

圆弧方向按“右手规则”确定。

inRm3D将以默认弧长创建圆弧，之后可任意设置其“弧长”属性，或按［Shift］键并用鼠标拖动圆弧以改变弧长。

**属性**

**半径（关联值）**：圆弧的半径。已经关联到“点”和“轴”。

**弧长/弧角**：圆弧的弧长（定弧模式时）或弧角（定角模式时）。可与其它对象关联。若关联对象为值对象，则以关联值为圆弧的弧长。若关联对象为非值对象的点，则圆弧将以该点与圆弧中轴所作平面为终点。

**定角、定弧**：圆弧的半径改变时，圆弧的变化方式。“定角”就只能变化弧长，“定弧”就只能变化弧度。

**厚度**：使得弧在空间有一个厚度。只有选第一种线型和第一种填充面型，才可以使用厚度选项。

**反向**：按“左手规则”画圆弧。

**边框**：实心模式时同时画出圆弧。在“模式”中使用了后9种模式之一填充，就是“实心模式”。

**扇形**：实心模式时显示为扇形（默认为弓形）。

3.5.4 三点弧

**作图**

方法1，菜单：“构造/圆（弧）/三点弧”，再先后选定不在一条直线上的三个点对象。

方法2，选定不在一条直线上的三个点对象，再点击动态工具栏里的“三点弧”工具 。



**说明**

三点弧的法线方向由三个参照点的选定顺序按“右手规则”确定。

可用菜单“构造/点/中点”作三点弧的圆心。

**属性**

同于点法弧

3.5.5 轨迹线

**作图**

方法1，菜单：“构造/曲线/轨迹线”，先选定一个轨迹点，再选定一个驱动轨迹点的约束点。

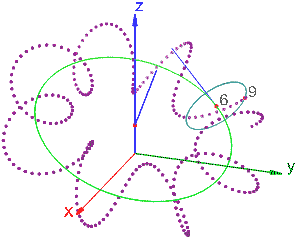
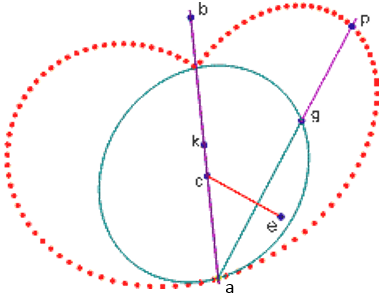
方法2，选定一个轨迹点和一个驱动轨迹点的约束点，再点击动态工具栏的“轨迹线”工具 。



**说明**

轨迹线的轨迹点密度主要取决于驱动点的步长属性。为避免轨迹点的密度过大而占用过多的计算机资源，轨迹点的数量上限限制在1024点。

下左图是心脏线：直线ab和蓝色圆在一个平面内，gk垂直ab于点k，点p位于直线ag上且pg=kg，当点g沿圆周移动时，点p的轨迹即“心脏线”。轨迹线的父对象有两个：一个是形成轨迹线的轨迹点，另一个是驱动轨迹点的约束点。建立轨迹线时必须注意的是：驱动点必须创建于轨迹点之前，其驱动范围与驱动点起终值属性有关。



上右图是三维轨迹线：做绿色圆，在圆上构造点6，过点6做绿色圆的切线，以此切线作为蓝色小圆（半径为1）的法线。在小圆上构造一个点9，设置点9的步长为0.1，点6的步长为0.01，以点9为轨迹点、点6为驱动点可构造一条轨迹线。

可以用菜单“显示/逐点描绘”（或按［Ctrl+M］键），逐点描绘轨迹线。

**属性**

**长度**：轨迹线的长度。这是用尺规法度量得到的值，若用于后续计算则误差较大。

**阈值**：当轨迹中两个采样点之间距大于阈值时，不予连接。

**随点：**轨迹线宽和颜色随轨迹点变化。如果轨迹点的属性变化是动态的，轨迹的特性随着改变。比如点9的颜色使用“显示/颜色/参数”，在参数值框中，点入点6，点6的变化属性就决定了点9的颜色是变化的。勾选了“随点”，轨迹线就是随着点9的颜色，轨迹线各段渐变。

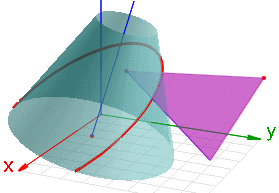
**连线**：用线连接各轨迹点。相当于拟合采样点为曲线。

**跟随**：在驱动点当前位置上终止轨迹线。勾选了这个选项，已经构造的轨迹大多部分消失，只留下驱动点从起值到当前位置驱动的轨迹。驱动点在受约对象上移动时，轨迹线长短随之变化。

**简控**：当轨迹点受多个驱动点控制时，忽略中间驱动点的步长，相当于单点直接驱动。勾选了本项，在上例中，点9的步长就会被忽略，点6就驱动在小圆上固定位置的点9，轨迹变成一个圆。

3.5.6 相贯线

**作图**



方法1，菜单：“构造/曲线/相贯线”，再选定两个面状对象。

方法2，先选定两个面状对象，再点击动态工具栏中的 。



**说明**

“面状对象”系指平面、球、圆台、多面体、各种曲面（函数曲面）等

圆（弧）可以代表平面用于构造相贯线。

作两个平面的相贯线时，不论两个平面在视觉上是否相交，都会作出它们的相贯线（在两个平面的交角很小的情况下，相贯线有可能会超出屏幕边界）。

两个平面的相贯线，具有与直线对象相同的属性。

作平面与曲面的相贯线时，将只考虑曲面的边界而不考虑平面的边界（即将有界平面当作无限平面处理，如右图）。

两个曲面之间的相贯线计算量非常大，降低相关曲面的网格密度可显著提高计算速度。

**属性**

**长度**：相贯线的长度（自动计算）。该长度由几何法算得，若用于后续计算则有误差。

**填充**：以构造内部的方式填充一个面和一个几何体相贯线的封闭区域。

3.5.7 路径

**作图**

方法1，菜单：“构造/曲线/路径”，然后逐一选定构成路径的点、线、圆、曲线或平面，用右键结束选定。

方法2，逐一选定构成路径的对象，再点动态工具栏中的“轨迹线”工具 。



**说明**

把多个对象连接成线，构造一条新的通路，在通路上构造的点，可以连续在通路上移动，故这个通路被称为“路径”。若选定的对象中有平面对象，则将该平面的边框作为路径组成部分。

“路径”的属性及性质与轨迹线、曲线等相同，可用于构造约束点、交点和曲面。

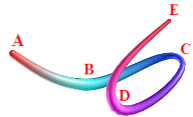
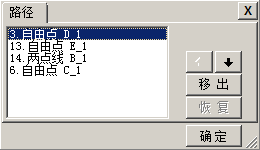
**属性**

**圆滑**：用贝塞尔曲线[[11]](#footnote-11)描绘由点对象构成的路径。

**密度：**贝塞尔曲线的采样密度。

**随点：**线宽和颜色随着路径构造点而变化。如下右图，路径由5个点连接而成，5个点的颜色和点径不同，路径“线型”为管状，勾选了“随点”后的路径各段不同。

双击路径将弹出路径编辑框，可以移出或改变对象顺序。点击画板中的对象，会直接添加新对象。也可以在列表的右键菜单里选添新对象。



3.5.8 抛物线

**作图**

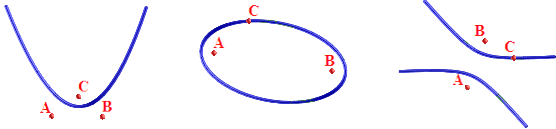
菜单：“构造/曲线/圆锥曲线第一定律”，先后选定三个点（前两点相当于准线）。

**说明**

inRm3D将以默认长度构造抛物线，之后可以按住［Shift］用鼠标拖动其长度。

**属性**

**单边**：构造对称轴一侧“半条”抛物线。



3.5.9 椭圆

**作图**

菜单：“构造/曲线/圆锥曲线第一定律”，然后选定三个点，以前2点为焦点，作过第3点的椭圆。

3.5.10 双曲线

**作图**

菜单：“构造/曲线/圆锥曲线第一定律”，然后选定三个点，以前2点为焦点，作过第3点的双曲线。

**说明**

inRm3D将以默认长度构造双曲线，之后可以按住［Shift］用鼠标拖动其长度。

**属性**

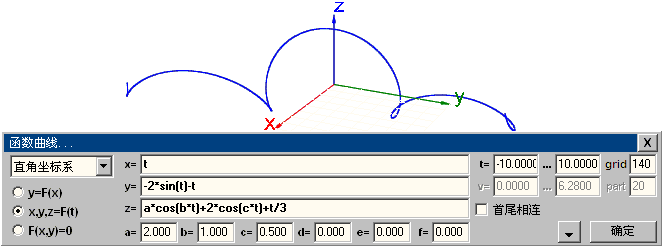
**单边**：构造“半支”双曲线。

**3.6 函数曲线**

函数曲线是可以用函数解析式表达的曲线。

**作图**

菜单：“构造/函数曲线”，在弹出的函数编辑框中编辑函数式。

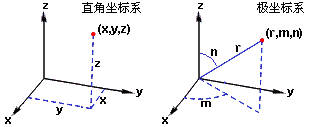


**说明**

坐标系：inRm3D可解释两种坐标系的函数曲线方程式。

◆ 直角坐标系：一般方程式为y=F(x)，参数方程式为x,y,z=F(t)，隐函数方程式为 F(x,y)=0

◆ 极坐标系：一般方程式为r=F(m)，参数方程式为r,m,n=F(t)；隐函数方程式为 F(r,t)=0



请特别注意：参数方程式中的自变量名是t，而一般方程式中的自变量名则视不同坐标系分别为x（直角坐标系）和t（极坐标系）。



表达式：函数方程式中可使用5个算术操作符：+（加），-（减），\*（乘），/（除），＾（幂）。点击“确定”按钮前的下拉三角，可以点选相关函数和特殊值π和e。

十一个一元函数：

abs(n)：绝对值。返回n的绝对值。

int(n)：整数值。返回n整数值。

fr(n)：小数值。返回n的小数值。

sqr(n)：平方。返回n的平方。

sqrt(n)：平方根。返回n的算术平方根。

exp(n)：自然常数e为底的指数。返回e的n次方。

ln(n)：自然对数。返回以e为底，n的对数。

round(n)：四舍五入。Round（-1.5）返回-1。

random(n)：随机数。返回小于参数值且≥0的随机整数，如random(10)等于0至9的随机数。

heav(n)：正数。当n≥0时返回1。当n<0时，返回0。

sgn(n)：数符号。当n＜0、n＝0、n＞0时，分别返回 -1、0、1。

七个二元函数：

max(a,b)：较大值。若a>b则返回a。

min(a,b)：较小值。若a>b则返回b。

equal(a,b)：相等。若a＝b则返回1，否则返回0。

note(a,b)：不相等。若a≠b则返回1，否则返回0。

less(a,b)：小于。若a<b则返回1，否则返回0。

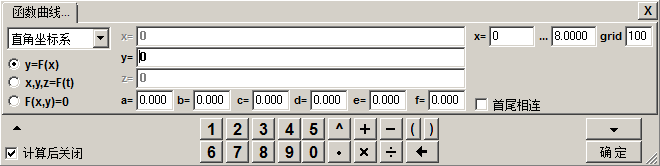
lesse(a,b)：小于等于。若a≤b则返回1，否则返回0。

rad(a,b)：斜边长。即sqrt(sqr(a)+sqr(b))

十二个三角函数：sin、cos、tan、sinh、cosh、tanh、arcsin、arccos和arctan；arcsinh,arccosh,arctanh分别对应正弦、余弦、正切、双曲正弦、双曲余弦、双曲正切、反正弦、反余弦和反正切，反双曲正弦、反双曲余弦、反双曲正切函数。

两个常量：圆周率pi、自然常数ei。

以下是直角坐标系中的y=f(x)的函数输入面板：



第一个下拉箭头可选“直角坐标系”和“球面坐标系”。在此选项的下方，有三个函数解析式组成选项。第一个为一般的函数表达方式，第二个为参数曲线表达方式，第三个是方程(隐函数)表达方式。选择合适的函数解析式表达方式，然后编辑函数即可。下面介绍第一、三种解析式使用方法（第二种看以上的案例即可）。

勾选“y=F(x)”函数解析式后，在函数编辑框中，不可用选项自动虚掉。在“y=”的后边，使用键盘输入“x”，再使用函数编辑器的面板围绕“x”输入各种计算符号组合即可。如“3\*x^2+5”就是抛物线。

勾选“F(x,y)=0”函数解析式后，在函数编辑框中，不可用选项自动虚掉。在“Z=”的位置，出现“0=”提示，可以在后边输入方程的另一部分。比如，“x^2+(y-2)^2=5”这个方程内含隐函数，在这个函数编辑器中的“0=”后边，使用键盘输入“x^2+(y-2)^2-5”，就可以了。点击【确定】钮即绘制出一个圆。

请特别注意：在一般书写方程式时惯用的“3x”、“ax”等写法在inRm3D中将不被认可，应写成“3\*x”、 “a\*x”等形式。这些函数支持函数嵌套，即可以组合为复合函数。

在解析式的编辑过程中，有6个常数可以通过键盘输入小写字母a、b、c、d、e、f，编辑到解析式中，他们代表函数编辑框中这6个字母后边值框内的值，在解析式中发挥作用。这六个常数可以在这个编辑器中输入数值，还可以通过点击场景中某些对象，那些对象的关联值就直接参与了函数解析式的组成，关联对象变化时，函数图象就随着变化。

在编辑器的右上角，有三个数字框。“X=”的后边两个框是自变量x的范围，也就是定义域。“Grid”的后边是自变量的采样数。随着勾选解析式的不同，此处会出现不同的自变量定义域输入框。

在编辑器的右部中间，有“首尾相连”。勾选后，函数图象的开始点和结束点使用线段相连。此时连续的图象会变为封闭线。

如果编辑的函数解析式有语法错误，点击“确定”后，会出现错误提示。如果编辑的函数解析式输出结果不合理，会在“对象列表”中出现这个函数名称，但被画上了横删除线。

双击函数曲线或在对象列表中选择函数曲线，会弹出函数编辑框，可编辑函数。

“计算后关闭”：修改函数解析式后，点击“确定”，不关闭函数编辑器，方便看到图象持续修改函数。

**属性**

**长度**：图象线的长度。系用几何法自动计算，若用于后续计算则误差较大。

**限制**：将图象限制在“坐标系”范围内。

**连线**：用线段连接各采样点以模拟曲线。若采用了较大的采样数，即使不设置“连线”，图象也会因为采样点间距离很小而显示为“连线”状态。

**阈值**：若两个采样点之间距离高于此值，将不予以连接。

**3.7 平面和多边形**

几何概念中的平面是无界限的，但在视觉上总是用有界图形来表示一个平面。在inRm3D三维场景中，一般用三个点来确定一个平面，该平面的法向量由“右手规则”确定。在创建多边形时，由于所选定的各个顶点可能不一定处于一个平面，inRm3D将以前三个顶点定义平面。

平面：过一个点和一条直线、或过两条直线、或过任意三点的平面。



平行面：与给定平面平行的面。



垂面：与给定直线或平面垂直的平面。



中面：两个对象的平分面。



多边形（正多边形）：以中点和轴线定义的正多边形，或以多个点为顶点的凸平面。



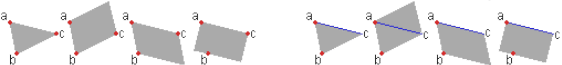
**通用属性**

**模式**：填充模式。其中的线是针对面的边缘线，网格等是针对面内部的填充方式。

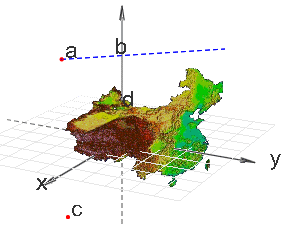
**边框**：在实心模式时同时显示边界框。

**厚度**：使得平面在空间有一个厚度。只有选第一种线型和第一种填充面型，才可以使用厚度选项，厚度数字单位是坐标系网格单位长度。有厚度的平面，视觉上象个几何体。

**形状**：点线式平面和三点式平面的形状可设置成下图所示的四边形（三角形、四边形、菱形和矩形），而垂面、平行面和中面的形状则总是一个矩形。



**贴图**：将一幅图片贴到平面上（右下图）。图片格式必须是bmp、jpg、gif或png。图片左下角的像素颜色为通透颜色，如不希望图片有透明的部分，应该将左下角像素的颜色设置成整个图片中没有的颜色。贴图后，图片将随同平面有正反面展示。贴图方式有三种：



⒈点击平面的“贴图”属性，在弹出的文件框里选定一个图像文件（图片文件必须与模型文件同一目录，否则下次打开该文件时会找不到图片）；

⒉选定一个平面，用鼠标将图片文件直接拖进画板；

⒊如果系统剪贴板里已经复制了一个图片，则可将图片直接粘贴到选定的一个平面上。

后两种方法可以将图片保存在模型文件中，但由于保存的图片数据是文本格式，数据量将比图片源文件大一倍。

**遮挡**：被平面遮挡的线状对象（直线、圆、轨迹线、相贯线等）将以虚线显示。这个属性只在相应的线状对象也已设置了“遮挡”属性后才起作用。

3.7.1 平面

**作图**

方法1，菜单：“构造/平面/平面”，选定一个点和一条直线、或选定两条直线、或选定三个点。

方法2，先选定以上特定对象，再点动态工具栏中的 工具。



**说明**

这实际上是一个过3点的面（直线包含了两个端点），其法向量以三个点按“右手规则”确定。当选了2条直线时，第二条直线只使用了一个起始端点参与构造平面。

3.7.2 平行面

**作图**

方法1，菜单：“构造/平面/平行面”，先选定一个基点，然后，

◆ 选定一个参照平面，则作一个过基点平行于参照平面的平面。

◆ 选定一条参照直线和一个参照点，则作平行于参照直线并过参照点的平面。

◆ 先后选定两条参照直线，则作平行于这两条参照直线的平面。

方法2，选定一个点和一个平面，再点击动态工具栏中的 工具。



**说明**

inRm3D将以基点为中心创建一个矩形平面，该矩形平面平行于参照平面，其法向量与参照平面的法向量相同，其底边与xOy平面平行。平行面的长度和宽度可任意设置，也可按住［Shift］并用鼠标拖动。

**属性**

**长度**：矩形平面的长度。

**宽度**：矩形平面的宽度。

**厚度**：矩形平面的厚度。当“模式”属性设置为实线或实体填充时，可以修改平面厚度。值在-99到99之间。

**边框**：矩形平面的边界。当使用内部填充时，勾选此项，可以显示矩形的边界。

3.7.3 垂面

**作图**

方法1，菜单：“构造/平面/垂面”，先选定一个基点，然后，

◆ 选定一个点，则以基点和该点连线为法线、并以基点为中心作垂面；

◆ 选定一条直线，则以该直线为法线、并以基点为中心作垂面；

◆ 选定一个平面和一个点，则以基点为中心、垂直于该平面并经过该点作垂面；

◆ 选定一个平面和一条直线，则以基点为中心、垂直于该平面并平行于该直线作垂面；

◆ 选定两个平面，则作这两个平面的公垂面（若所选的两个平面平行，则所作垂面将不确定）。

方法2，选定两个点；一个点和一条直线；两个点和一个平面；一个点、一个直线和一个平面；再点击动态工具栏中的 工具。



**说明**

垂面的形状总是一个矩形，其底边与xOy平面平行，垂面的长度和宽度可任意设置，也可按住［Shift］并用鼠标拖动。

**属性**

同于平行面。

3.7.4 中面

**作图**

方法1，菜单：“构造/平面/中面”，然后，

◆ 选定两个点，则作该两点的中垂面；

◆ 选定一个点，再选定一条直线（或平面），则作点与直线（或平面）之间距的中垂面；

◆ 选定两条直线，则作这两条直线之交角的平分面。若两条直线异面，则所作平分面将通过两条直线的公垂线。若两条直线平行，则在第一条直线的起点与第二条直线之间作中垂面；

◆ 选定一条直线和一个平面，则作直线与平面之交角的平分面。若直线和平面平行，则在第一条直线的起点与平面之间作中垂面；

◆ 选定两个平面，则作这两个平面交角的平分面。若两个平面平行，则在两个平面的中间作一个平行面。

方法2，选定以上特定对象，再点击动态工具栏中的“中面” 工具。



**说明**

中面的形状总是一个矩形，其底边与XOY平面平行，中面的长度和宽度可任意设置，也可按住［Shift］并用鼠标拖动。

**属性**

同于平行面。

**3.8 多边形（正多边形）**

**作图**

方法1，菜单：“构造/多边形”，并在下级菜单中选定。

**正多边形**：先选定一个点作为形心，再选定一个法线对象。正多边形有正三角形、正四边形、正五边形、正六边形、正八边形、正十边形、正十二边形等七种。

**正多边形（N）：**先选定一个点作为形心，再选定一个法线对象。在属性中可以修改边数而实现构造正N边形。

**矩形**：先选定一个点作为矩形的一个顶点，再选定一个法线对象。

**凸多边形**：逐个选取多边形的顶点（不能超过48个），按右键或［Esc］键结束选取。多边形的法线由前三个顶点确定。

方法2，选定两个点，再点动态工具栏中的 工具。选一种图形工具，先选定一个点作为形心，再选定一个法线对象。



**说明**

创建多边形时，将同时创建相应的边线（正多边形还将创建相应的顶点）。边线（顶点）可像直线（点）一样使用，但不能被单独删除。删除多边形时，相应的边线（顶点）也将被删除。

**属性**

**转角**：以形心出发法线方向为轴，转过的角度。

**模式**：设定边界线和多边形内部的表现形式。

**顶点**：显示顶点。

**厚度**：当“模式”是线或者面的第一种时（实线边界和实心内部），可设置厚度，面就显示为体。

**边框**：当内部被填充时，是否显示边界。

**3.9 曲面**

inRm3D能简单明了地构建多种形式的曲面。

旋转曲面：线状对象环绕轴线而形成的曲面。



直纹曲面：线段两端均匀滑过两条曲线而形成的曲面（曲面的母线都是线段，故称“直纹”）。



轨迹面：线状对象（直线、圆、圆弧、轨迹线、相贯线、函数曲线、路径等）随其他对象位移而形成的曲面。



**说明**

在计算机屏幕上绘制曲面，实际上是在绘制一系列互相接壤的平面网格。计算和绘制这些平面网格，需耗费相当多的计算机资源，适当减少网格数量将显著提高绘制效率。

**通用属性**

**精度**：采样精度。在1到128之间，数字越大，曲面构图越细腻。

**圆度**：曲面的圆滑程度。在4到64之间，数字越大，曲面越圆滑。

**色随线**：曲面内外表面颜色随着轨迹线颜色，此时属性设定的内外表面颜色失效。

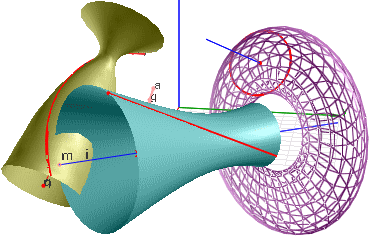
**填充**：填充曲面内部。

**贴图**：将图片贴在曲面上。图片必须是 bmp、jpg、gif、png 等4种格式。图片文件必须位于当前模型文件夹下。贴图方法详见平面的“[贴图](#贴图)”介绍。

**背光**：调整光照效果。

**炫彩**：以七彩着色方式渲染曲面。颜色渐变有径向和横向两种方式选择。

3.9.1 旋转曲面



**作图**

方法1，菜单：“构造/曲面/旋转曲面”，先选定一个线状对象作为母线，再选定一条直线作为轴线。右边三个旋转曲面分别是一段弧、一条线段和一个圆围绕各自的轴线旋转得到的。

方法2，选定一个线状对象和直线，点动态工具栏中的 工具。



**说明**

作为母线的线状对象可以是任意直线、圆、圆弧、轨迹线、相贯线、路径、函数曲线等。

**属性**

**颜色：**曲面的正反两面颜色。

**精度**：轴线方向的网格数。当母线为轨迹线时，网格数就是轨迹线的轨迹点数。

**圆度**：圆周方向的网格数。此采样数越大，越光滑，也就越“圆”。

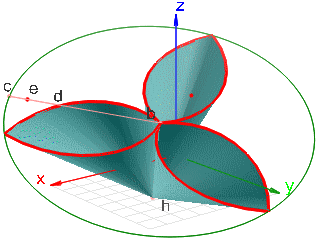
**初角**：母线开始旋转时的角度（默认为0）。可以关联其他对象值。

**转角**：母线转过的角度（默认为6.2832弧度，即360°）。当转角小于360°时，母线旋转不到一周，曲面看似没有封闭。可以关联其他对象值，当关联对象改变时，其值驱动旋转曲面变化。

3.9.2 直纹曲面

**作图**

方法1，菜单：“构造/曲面/直纹曲面”，选定一个点和一个线状对象，或选定两个线状对象。



方法2，选定上述对象，点动态工具栏中 工具。



**说明**

作为直纹曲面的两个边界对象，可以是点、直线、圆（圆弧）或轨迹线，但两个对象不能同时为点。下图所示直纹曲面的两个边界对象，一个是点，另一个是轨迹线。

构造圆bc，在圆上构造点c，构造线段bc，在bc上构造一个点e。设置c和e的步长分别为0.0524和0.05（两个值的比是π:3，）点设为双向移动，使用c和e构造轨迹，得到红色的轨迹。菜单“构造/曲面/直纹曲面”，选自由点h和红色轨迹即可构造直纹曲面。这个曲面的母线就是轨迹上任意一个点与h的连线，都是“直纹”。

**属性**

**色随线**：曲面的颜色随同轨迹线变化。本例中的轨迹线是红色，如果勾选此项，直纹曲面变为红色。勾选了此项，曲面正反面颜色设置失效。

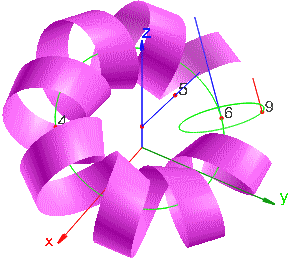
**炫彩**：改变直纹曲面的色彩为横向或者纵向渐变的彩色。点击了任意一种“炫彩”方式，“色随线”自动取消。

3.9.3 轨迹面

**作图**

方法1，菜单：“构造/曲面/轨迹面”，先选定一条线状对象作为轨迹面的母线，再选定一个约束点以限制轨迹面的范围。

方法2，选定一条线和能驱动这条线的点，然后点动态工具栏中的 工具。



**说明**

注意：限制点必须创建于母线之前，且其移动范围与起点和终点属性有关。

在大的绿色圆上构造点6，过点6做圆的切线，以切线为法线构造小绿色圆，在小圆上构造点9，设置9的步长为0.5，点6的步长为0.05。过点9做大圆切线的红色平行线，把平行线设置为较短线。选红色短线和点6构造轨迹面。

**属性**

**跟随**：默认情况下轨迹面在约束点的全程范围内构造轨迹面。勾选了跟随，则轨迹面的“长度”变短，只显示约束点自起点到当前位置驱动的轨迹面，后续的轨迹面随着约束点的位置移动而增加。即轨迹面跟随约束点变化。勾选“跟随”后，［M］键是动态跟随快捷键。

**线簇**：取消面“填充”，以许多性质相同的线代替轨迹面。

以下是“与异面直线等距点之集合（马鞍面）”的案例。

|  |  |
| --- | --- |
| 1 作两条任意异面线段a和b。 |  |
| 2 在线段a上作约束点E。  3 用点E和线段a作垂面α。  4 在线段b上作约束点F。  5 用点F和线段b作垂面β。 |  |
| 6 用平面α和平面β作相贯线c。  7 用点E和点F作中面γ。  8 作相惯线c和平面γ的交点G。  9 用点G和点F作轨迹线d。 |  |
| 10 选择轨迹线d和点E，作轨迹面。完成。 |  |

**3.10 函数曲面**

函数曲面是以几何函数表达式描述的曲面。只能用菜单构造。

**作图**

点击菜单“构造/函数曲面”，在弹出的函数编辑器中编辑函数式：

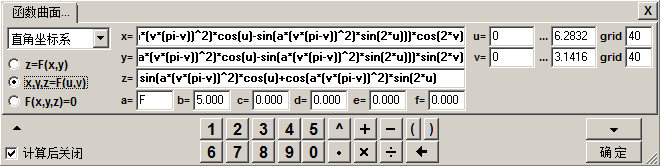


点选“直角坐标系”，点选参数方程选项“X,Y,Z=F(U,V)”，在“X”、“Y”、“Z”后边输入以下参数方程。其中的a、U和V使用键盘直接输入，函数点选函数曲面编辑器中“确定”上方的下拉箭头选择。其中的“pi”表示π，可以键盘输入或者在下拉函数中点入。在“a”后边的值框中，点击y轴上的点F。

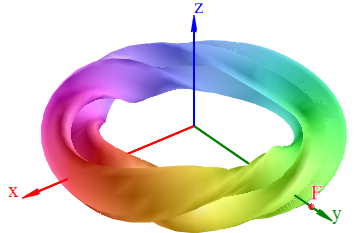
X=(b+(cos(a\*(v\*(pi-v))^2)\*cos(u)-sin(a\*(v\*(pi-v))^2)\*sin(2\*u)))\*cos(2\*v)

Y=(b+(cos(a\*(v\*(pi-v))^2)\*cos(u)-sin(a\*(v\*(pi-v))^2)\*sin(2\*u)))\*sin(2\*v)

Z=sin(a\*(v\*(pi-v))^2)\*cos(u)+cos(a\*(v\*(pi-v))^2)\*sin(2\*u)



描绘的曲面为：



注意：参数a已与约束点F关联（在a后边的输入框中点击F点），拖动点F将得到动态曲面。如果打开画板，复制本例参数方程的后半部到函数曲面编辑器中，修改合适的参数即可得到曲面环。

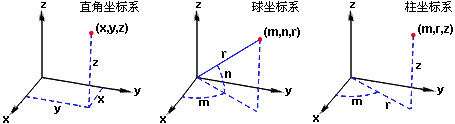
说明

坐标系：inRm3D可解释三种坐标系的函数方程式，

◆ 直角坐标系：一般方程式为z=F(x,y)，参数方程式为x,y,z=F(u,v)；

◆ 球面坐标系：一般方程式为r=F(m,n)，参数方程式为r,m,n=F(u,v)；

◆ 圆柱坐标系：一般方程式为z=F(r,m)，参数方程式为r,m,z=F(u,v)。



请特别注意：参数方程式中的变量名是u和v，而一般方程式中的变量名则视不同坐标系分别为x和y（直角坐标系）、m和n（球坐标系）、m和r（柱坐标系）。

表达式：函数方程式表达中可使用五个算术操作符、十一个一元函数、七个二元函数、九个三角函数和两个常量（详见“[函数曲线](#_函数曲线)”部分）

请特别注意：象一般书写方程式时惯用的“3x”、“ax”等写法在inRm3D中将不被认可，应写成“3\*x”、“a\*x”等形式。

函数曲面编辑器最左边的三个函数表达式分别表示，常规三维函数、参数方程和方程。其用法同函数曲线编辑器。

**常数：**表达式中还可以使用a～f六个常量代数符号以及pi（圆周率）和ei（自然常数）。

如将常量系数与某约束点关联（在输入框内点入点对象），则当约束点移动时，可得到动态曲面。

双击函数曲面，会弹出函数编辑框。

**变量范围：**自变量的阈值。“u=”和“v=”后边的数值。

**grid（网格）：**自变量的采样数。

**计算后关闭：**修改函数解析式后，点击“确定”，不关闭函数编辑器，方便看到图象持续修改函数。

**3.11 实体**

inRm3D能作出多种实体—球体、圆台、棱台以及多种正多面体。

球：以球心和中轴线向量定义的球体。球体可编辑为椭球。



三点球：表面过三个给定点的球体。



圆台：以圆台下底圆心和中轴线向量定义的圆台。



棱台：以棱台下底外接圆圆心和中轴线向量定义的棱台。



多面体：以多面体外接球球心和中轴线向量定义的正多面体。



长方体：以长方体底面形心和中轴线向量定义的长方体。

凸多面体：以多个点定义的凸多面体。

**通用属性**

**填充**：填充表面的内部。

**遮挡**：被遮挡部分的棱边或网格以虚线显示。

3.11.1 球

**作图**

方法1，菜单：“构造/球”。先选定一个点作为球心，再选定一个向量对象以确定球体的中轴线向量。

方法2，选定上述对象，点击动态工具栏的 工具。



**说明**

尽管自然界的球体是没有方向性，但在inRm3D中，为了方便球的运动与变换，球的轴线是有方向的。

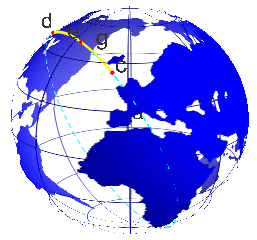
轴线的向量对象可以是点、直线和平面。如果是点，则球轴的方向就是从球心指向该点的向量；如果是直线，则球轴与直线平行；如果是平面则球轴垂直于平面。

创建球体时，如果以两个点定义球轴向量，inRm3D将以该两点间距为半径作球，若拖动该两点，球半径将随之变化。可以在“半径”属性里输入一个半径值（或关联某个对象），以使半径不随两点间距而变化（可按住［Shift］键并拖动球体以改变半径）。若输入一个负值半径，则恢复为以两点间距为半径。

创建球体时，如果以直线或平面定义球轴向量，inRm3D将以默认半径作球，之后可以按住［Shift］键并拖动球体以改变球体半径，或在属性框里设置半径值。

可修改球体的“椭度”或“扁度”属性，将球体“压缩”成椭球。

**属性**



**半径**：球体的半径。

**上截率**：将上部截掉一部分形成球台（值域为0～1）。

**下截率**：将下部截掉一部分形成球缺（值域为0～1）。

**缺口角**：沿纬度挖掉一部分形成球扇，以弧度或角度定义。

**椭度**：径向压扁的程度（值域为0～1）。

**扁度**：轴向压扁的程度（值域为0～1）。

**转角**：球体绕中轴线转动的角度。

**弧度/角度**：旋转角度的值模式。

**圆度**：球面的网格密度。

**贴图**：把图片贴在球体表面。图片格式和贴图方法详见平面的“[贴图](#贴图)”属性（效果如右图）。

**两点式**：如果是以两个点定义的球体，则以这两个点为直径作球。

球面，仅保留最外层，不包括内部。在有缺口角，上截率，下截率时可观察区别。

3.11.2 三点球

**作图**

方法1，菜单：“构造/三点球”，先后选定三个不重合点。

方法2，选定三个或四个点对象，点击动态工具栏里的 工具。



**说明**

创建三点球时，inRm3D将以三个点的外接圆半径作球。可以在属性框里设置半径值，之后可按住［Shift］键拖动球体以改变球半径。若在半径属性里输入一个负值，讲恢复默认的以三点圆外接圆半径作球。

若选择四个点创建三点球，则作该四点的外接球。

**属性**

**半径**：球体的半径。

**转角**：球体绕中轴线转动的角度。

**内切**：内切于以三点定义的三条线段。

**贴图**：把图片贴在球体表面。图片格式和贴图方法详见平面的“[贴图](#贴图)”。

3.11.3 圆台

**作图**

方法1，菜单：“构造/圆台”，先选定一个点作为圆台下底的圆心，再选定一个向量对象作为圆台中轴线向量。向量对象可以是点、直线和平面。如果是点，圆台轴的方向就是球心与点向量；如果是直线，轴与直线平行，方向同于直线；如果是平面，轴垂直平面，方向同于平面法向量。

方法2，选定上述合适对象，点动态工具栏的 工具。



**说明**

可按住［Shift］键，用鼠标拖动圆台以改变下底半径和高度，按住［Shift+Ctrl］键，用鼠标拖动改变斜度（圆柱与锥转换）。

**属性**

**锥度**：圆台上底与下底之比（0值为圆锥，1值为圆柱）。

**半径**：圆台下底的半径。

**圆度**：圆台侧面的网格密度。

**高度**：圆台的高度。

**转角**：圆台绕轴线转动的角度。

**偏移**：在右键菜单里选定一个点，圆台顶面中心将偏移到该点（正圆锥变为斜圆锥）。也可以直接点入场景中的点。

**底面**：填充圆柱上下底面。

**贴图**：可以把图片贴在圆台侧表面。图片格式和贴图方法详见平面的“[贴图](#贴图)”属性。

3.11.4 棱台

**作图**

方法1，菜单：“构造/棱台”，先选定一个点作为棱台下底的形心，再选定一个向量对象以确定棱台的中轴线向量。向量对象可以是点、直线和平面。如果是点，棱台轴的方向就是形心与点向量；如果是直线，轴与直线平行，方向同于直线；如果是平面，轴垂直平面，方向同于平面法向量。

方法2，选定上述合适对象，点动态工具栏的 工具。



**说明**

可按住［Shift］键，用鼠标拖动棱台以改变下底半径和高度，按住［Shift+Ctrl］键，鼠标左键拖动改变侧面斜度（台与锥转换）。

棱台有正三棱台、正四棱台、正五棱台、正六棱台等四种。

创建棱台时，将同时创建相应的顶点和棱边。顶点和棱边不能单独删除。删除棱台时，相应的顶点和棱边也将被删除。棱边可象直线一样使用，用鼠标拖动棱边相当于拖动棱台。按下［Ctrl］键后选定某条棱边，相当于选定棱台。

**属性**

**锥度**：棱台上底半径与下底半径之比（0值为棱锥，1值为棱柱）。可用［Shift+Ctrl+左键］拖动。

**半径**：棱台下底外接圆的半径。可用［Shift］拖动。

**高度**：棱台的高度。可按住［Shift］键鼠标左键拖动。

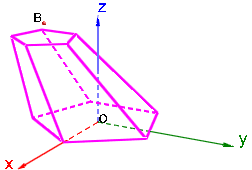
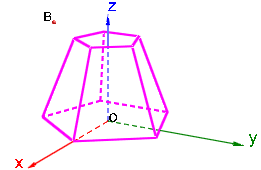
**转角**：棱台相对于中轴线的转角

**顶点**：显示顶点。

**棱边**：显示棱边。

**偏移**：在右键菜单里选定一个点，棱台顶面中心将偏移到该点（形成斜棱台）。也可以直接点入场景中的点（下图是偏移前后的效果）。

**底面**：填充棱台上下底面



3.11.5 正多面体

**作图**

方法1，菜单：“构造/多面体/正多面体”，先选定一个点作为正多面体的形心，再选定一个向量对象确定正多面体的中轴线向量。向量对象可以是点、直线和平面。如果是点，正多面体的方向就是形心与点向量；如果是直线，轴与直线平行，方向同于直线；如果是平面，轴垂直平面，方向同于平面法向量。

方法2，选定上述合适对象，点动态工具栏的 工具，继续选合适的多面体。



**说明**

正多面体有正四面体、正六面体、正八面体、正十二面体和正二十面体等五种。

可按住［Shift］键，用鼠标拖动正多面体以改变其外接球的半径。

创建多面体时，会自动创建相应的棱边和顶点。棱边和顶点不能单独被删除。删除多面体时，相应的棱边和顶点也将被同时删除。按住［Ctrl］键后，选定某条棱边或顶点，相当于选定正多面体。

**属性**

**半径**：正多面体的外接球半径。

**转角**：正多面体相对于中轴线的转角。

**顶点**：显示顶点。

**棱边**：显示棱边。

3.11.6 长方体

**作图**

方法1，菜单：“构造/多面体/长方体”，先选定一个点作为长方体下底面的形心，再选定一个向量对象确定长方体的中轴线向量。向量对象可以是点、直线和平面。如果是点，长方体的轴方向就是形心与点向量；如果是直线，轴与直线平行，方向同于直线；如果是平面，轴垂直平面，方向同于平面法向量。

方法2，选定上述合适对象，点动态工具栏的 工具，继续选长方体工具。



**说明**

可按住［Shift］键，用鼠标拖动长方体的长度或宽度，按［Shift+Ctrl］键后，可拖动长方体的高度。

创建长方体时，会自动创建相应的顶点和棱边。顶点和棱边不能单独删除。删除长方体时，相应的顶点和棱边也将被同时删除。按下［Ctrl］后选定某条棱边，相当于选定长方体。

**属性**

**长度、宽度、高度**：长方体的基本尺寸。

**转角**：正多面体相对于中轴线的转角。

**顶点**：显示顶点。

**棱边**：显示棱边。

**偏移**：在右键菜单里选定一个点，长方体顶面中心将偏移到该点，变为斜立长方体。

**角点**：以底面一个顶点为轴线向量起点（构造长方体时，以底面形心为轴线向量起点）。

3.11.7 凸多面体

**作图**

方法1，菜单：“构造/多面体/凸多面体”，选定一系列点对象作为顶点，最后按右键结束选取。

方法2，选定上述合适对象，点动态工具栏的 工具，继续选凸多面体工具。



**说明**

创建凸多面体时，会自动创建相应的棱边。棱边不能单独删除。删除凸多面体时，相应的棱边也将被同时删除。按下［Ctrl］键后，选定某条棱边，相当于选定凸多面体。

对于凸多面体，因其特殊的几何定义，其棱边的数量和顺序是不确定的。

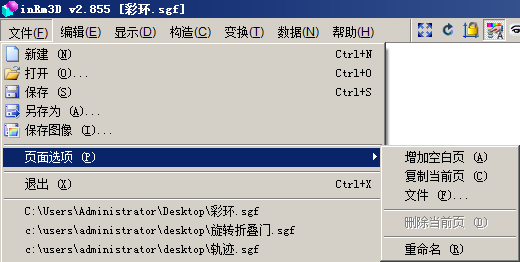
**属性**

**棱边**：显示棱边。4 菜单

inRm3D的菜单包括文件、编辑、显示、构造、变换、数据和帮助等，构造菜单在前边已经详细介绍了，以下按照界面顺序介绍其他菜单选项的具体功能。

**4.1 文件**

文件菜单最少有7项（还有1项动态的），分为4个部分如下图，各项功能为：



1、 新建(N)：建立新模型文档。快捷键为［Ctrl+N］。



2、 打开(O)…：打开已经保存的，由inRm3D建立的模型文档。快捷键为［Ctrl+O］。



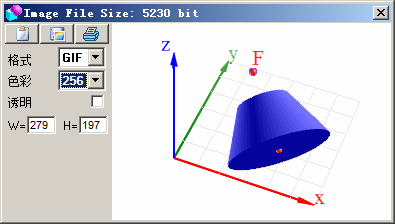
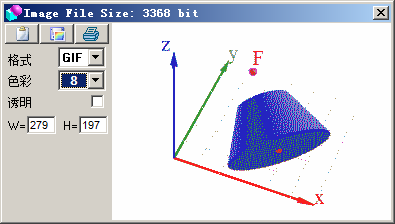
3、 保存(S)：保存当前模型文件，不退出编辑状态，继续编辑。快捷键为［Ctrl+S］。



4、 另存为(A)…：将当前模型以新的文档名保存在新的位置。快捷键为［Alt+F+A］。



5、 保存图像(I)…：保存模型为图像格式。画板提供了方便选取构件保存为平面图像的功能。点击图标，拖动图像框，把需要保存的图像框入，选择合适的格式、色彩、勾选“透明”与否、设定图像宽和高。



上两图为选择不同颜色数的GIF图像效果，当前窗口标题栏为图像文档大小。此窗口被拖动时，标题栏自动变为“选择图像...”，提示可以拖动此窗口框选需要保存为图像的对象。

图像保存格式可以是 GIF、BMP、JPG、PNG 等。

◆ GIF格式的颜色有8色、16色、32色、64色、128色、256色等六种。在设置图像的透明属性时，使用了图像左下角的颜色作为透明色（凡与左下角像素相同颜色的像素将透明）。注意，gif无动态效果。

◆ BMP格式的颜色有1位（黑白）、4位（16色）、8位（256色）、24位（真彩色）等4种。

◆ JPG格式的图像以“色彩”采样率确定图像质量。鼠标输入“色彩”值，在60到100之间，键盘输入在1到999之间，但系统默认最高100的效果。

“W”和“H”的数值，决定了图像的宽和高。可以修改为需要的大小。

6、页面选项(D)

点“页面选项”等同于右键窗口底部的页名称，会有下级菜单，可以添加空白页、复制当前页、删除当前页、插入模型文档、重命名等。在窗口底部的页面栏里，可以按住［Shift］键直接拖动页标签以改变页顺序，双击页名称可以编辑页名称，用键盘［PgUp］和［PgDn］键可以翻页。

7、退出(X)：关闭软件，提示保存模型文档并退出。

8、画板最近打开的模型文档，将会在文件菜单最后列出，方便再次打开。最多可罗列10个模型文档。

**4.2** [**编辑**](file:///D:\FangXQ\inRm3D\Help_cn\SubWeb\构件.htm)

编辑菜单有14项，各项功能为：

1、 **撤消**。撤销新构建操作，快捷键［Ctrl+Z］。inRm3D可记录64步操作。“操作”分三种类型：添加、删除和编辑。



2、 **恢复**。恢复被撤消的操作，快捷键［Ctrl+R］。



3、 **复制**。复制被选定的对象，快捷键［Ctrl+C］。



4、 **粘贴**。粘贴被选定的对象，快捷键［Ctrl+V］。



5、 **删除**。删除被选定的对象（手绘线删除后不可恢复），快捷键［Del］。



6、**清除手绘线**。删除所有手绘线（不可恢复）。

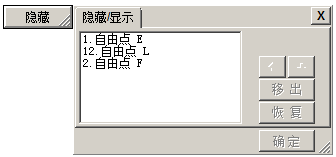
7、 **控制按钮**。可创建5种控制按钮（隐藏/显示、移动、系列、链接等）：



**⑴隐藏/显示：**选定一个或多个对象，点击菜单“编辑/控制按钮/隐藏/显示”即创建一个“隐藏/显示”按钮。点击该按钮，选定对象将交替隐藏或显示。

鼠标移动到控制按钮的右下角的三角区域，光标会变为十字箭头，此时可以,

* 右键：显示该按钮的属性框；



* 拖动：移动按钮位置。按住［Shift］键可拖动按钮大小；
* 双击：弹出控制规则框（见右图）；

在控制对象列表里选定一个对象，可以调整控制顺序，或将之移出列表。可以在右键菜单中添加或移出某个对象，也可以直接点击场景中的某个对象，将之加入到对象列表中。

**属性**

**x、y**：按钮的位置（以象素为单位）。可用鼠标拖动按钮右下角以改变位置。

**宽、高**：按钮的大小。可以按住Shift并拖动按钮右下角以改变按钮大小。

**隐藏**：点击按钮时仅隐藏对象。

**显示**：点击按钮时仅显示对象。

**顺序**：每点击一次按钮，按控制对象顺序依次隐藏/显示一个对象。

**锁定**：将按钮位置锁定，以防无意被鼠标拖动。

**⑵动画**：选定一个或多个约束点（路径上或者平面内封闭区间内部的半自由点），点击菜单“编辑/控制按钮/动画”，即创建一个“动画”按钮。点击该按钮，被控制的各约束点将以各自的“步长”属性和“方向”属性动画。如果步长为0，则不动画。自由点不能做动画。当勾选约束点属性中的“随机”选项时，则约束点将在路径内以随机位置跳动。

动画按钮执行后，按钮上会出现“暂停”或“运行”的小按钮。动画对象的设置同于“显示/隐藏”按钮。在清单空白处按右键，可以在弹出菜单中添加或删除某个对象，还可以直接点击了场景中某个约束点，此点自动加入列表，并能执行动画按钮的动作（步长属性大于0时才会动画）。

当动画的对象是“内部”（平面内部或者圆内部等）的限定点时，动画控制按钮和点的属性结合起来，才会有更好的动画效果。若勾选“随机”，即在平面内随机动画；勾选“双向”，即在平面内部“扫描”动画；勾选“限制”，则只在封闭区域内动画，否则会动画到平面的可视边界之外；勾选“随机”，则在限定范围内随机位置出现；勾选“边缘”，则只在约束内部的边界上运动。动画的对象是参数时，其设置与点相同。

**属性**

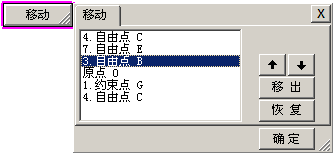
**频率**：各动点的动画频率（次/秒）。

**顺序**：各动点按顺序（控制列表中的排列顺序）动画。否则同时动画。

**单次**：各动点沿各自路径动画一个周期。

**⑶移动**。选定一个欲移动的点和一个目标点，点击菜单“编辑/控制按钮/移动”，即创建一个“移动”按钮。点击该按钮，动点即向目标点方向移动。移动速度取决于按钮的“频率”和“步长”属性，与对象属性步长无关。如果移动的点是路径上约束点，则移动到距离目标点最近的位置停止。

如果同时选择了多个点，也可以编辑控制按钮（移动），同时执行序号2k-1的点向序号2k的点移动。



双击按钮的右下角，会弹出按钮的控制列表，可以移动控制对象的顺序，重新确立移动点和目标。还可以引入场景中的其他点，重新组合移动点和目标点。在控制列表中，不管多个点如何调序，总是按序号2k-1的点向序号2k的点移动。

拟移动对象选定的不是“点”而是“参数”时，同样可以做参数的移动。参数的移动不是参数的位置改变，而是参数的大小以按钮的“步长”属性变化，直到数值等于目标参数的值为止。

**属性**

**频率**：动点的移动频率（次/秒）。

**步长**：移动步长。若步长为0，则直接移动到目标点，否则，频率乘以步长就是移动速度。如果动点是约束点，约束点本身属性中的步长与移动按钮的步长无关。

**顺序**：各动点按顺序移动（否则同时移动）。双击按钮右下角，可以编辑各对象的移动次序。请注意：移动控制的对象列表总是成对排列的。上图中为点C移动到点E、点B移动到点O，点G移动到点C。当同时选了多于三个点，构造移动按钮，此选择才发挥作用。勾选了此项，就以每对儿点为基础，完成了第一个点向第二个点移动，再执行第三个点向第四个点移动，再执行第五个点向第六个点移动，以此类推，各对儿点顺序连续移动。不勾选此项，则所有的奇数序号的点，同时向偶数序号的点移动。

**跟随**：如果移动过程中目标点的位置也在变化，则动点的移动目标亦随之变化。

**⑷系列**。选定若干个按钮，点击菜单“编辑/控制按钮/系列”即创建一个“系列”按钮。点击该按钮，将顺序（或同时）执行所选按钮的动作。

**属性**

**顺序**：按顺序执行有关按钮的动作，否则同时执行。双击按钮的右下角，可以调整有关按钮的顺序。

其他属性同“移动”按钮属性。



**⑸链接**。打开“超链接”文本框里的网页，或打开本地文件，或转到另一个页面上（亦可同时激活该页上的某个按钮）。

所有的控制按钮的右下角部位，都是按钮的编辑触发区。可用鼠标按住此处拖动按钮位置；可按住［Shift］键后拖动此处调整按钮大小；可右键此处弹出按钮属性对话框；可以双击弹出控制对象列表。

8、**全选**［Ctrl+A］。选定场景内全部对象（坐标系除外）。

9、**父对象**［Alt+**↑**］。选定当前对象的父对象。

10、**子对象**［Alt+**↓**］。选定当前对象的子对象。

11、**合并/分离**：可以将一个自由点约束到另一个对象上（点、线、圆或平面），也可以将一个约束点（交点、垂点或变换的点）分离成“自由点”。如果先按下［Ctrl］键再点击菜单“编辑-合并”，则合并的两个点将合二为一。

12、 **图片**。点击菜单“编辑/图片”，在屏幕的适当位置按下鼠标，然后在弹出的文件框里打开一个图像文件。此种方式贴图是引入图片文件的链接，故图片文件和画板文档必须保存在同一个路径下。



可以用鼠标把图像文件直接拖到画板中，或用［Ctrl+V］把事先复制的图片粘贴到画板中。如果已经选择了一个平面或球体，则粘贴到平面或球面上；如果没有选择任何对象，则粘贴到场景的左下角上。用这种方式粘贴的图片将保存在画板文件里，但因画板文件是文本格式，所以图片数据亦将转换为文本，文件大小将增加约一倍。

可选择 bmp、jpg、gif、png 格式的图像文件。图像左下角像素的颜色为透明色。

**属性**

**X、Y**：图像的屏幕位置。

**绑定**：将图片位置绑定于某个点对象。在该属性的右键菜单里选择一个点对象（或先用左键点击该属性，再直接点击场景中的某个点对象），图片左下角即与该点绑定。绑定后，图片依然可以被拖动，但与绑定点的相对位置不变。

**缩放**：图像的显示比例。可以按住［Shift］键并用鼠标拖动图片以缩放比例（以左下角为缩放中心）。

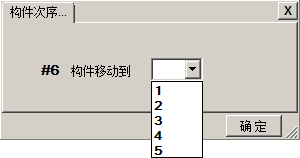
**隐阈**：此值大于显阈值时，隐藏图片。

**显阈**：此值大于等于隐阈值时，显示图片。

**前置**：使图像处于屏幕的最前端而不被其它对象遮挡。

**背景**：显示图像背景色（取消透明效果）。其右边的【...】按钮可以重新选择链接图片。

13、 次序(O)。改变对象的先后次序。如果当前对象需要和其它对象链接，则“其它对象”在对象列表中的位置必须列于“当前对象”之前。而如果“其它对象”已列于“当前对象”之后，就需要将“其它对象”前移。不能将对象移动到该对象的父对象之前或子对象之后。系统自动将可以改变顺序的对象列到下拉选项中了。



14、 属性［P］。显示属性框，也可以点击场景控制栏中的“属性”工具按钮。



**4.3** [**显示**](file:///D:\FangXQ\inRm3D\Help_cn\SubWeb\构件.htm)

显示菜单有十八项，分为三个部分。

1、 点型。设置点的大小和形状。有四种大小（最小、稍小、中等和最大）和四种形状（圆形、球形、钻形和立方形）。



2、 线型。设置线型。有四种线径（极细、细线、中粗和粗线）和三种简单形状（实线、虚线和点线）。在线的属性中，可选的线型总共有八种，菜单里只列出了其中三种。更多线型可在线的属性中设置。



3、 颜色。设置对象颜色。在颜色设置中，有十七个颜色选项卡可以选择，还可以做进一步的颜色设置。点选“其它”后，还有更多的颜色可以选择，还可以打开“规定自定义颜色”，设置任意无级颜色选项。



当点选了颜色选项的“参数”以后，可以弹出下一级设置菜单，有更多选项。当场景中有多个可以作为“参数”的选项时，可以通过点选参数的下拉菜单点选不同的对象。可以是真正建立的参数，可以是携带关联值的线段等等。颜色体系有三个单选点，“红色，绿色，蓝色”是RGB色系，“灰度”就是在黑白色间渐变，“色调，饱和度，亮度”是HSV色系。“参数值域”是参数控制颜色的一个周期值（比如参数值从0可以变化到9，这个值与“参数值域”（循环节长）比的结果为n，就有n个周期）。参数对于颜色的控制，可以设定其周期运转方式，“不循环”是参数值小于阈值下限，颜色就是赤色，参数值在值域之间，颜色就是“赤橙黄绿青蓝紫”的一个周期变化，参数值大于阈值上限，颜色就是深红色。“单向循环”就是颜色在“赤橙黄绿青蓝紫”一个周期以后，继续执行“赤橙黄绿青蓝紫”循环。“双向循环”就是颜色在“赤橙黄绿青蓝紫”一个周期以后，接着执行“紫蓝青绿黄橙赤”循环。



4、 字体…。设置标签字体。对文本标签等设置字体，其中各选项，看对话框中文字要求即可。



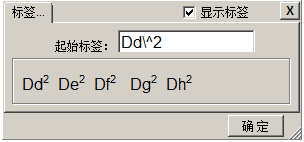
1. 隐藏/显示对象。隐藏/显示被选定的对象。快捷键是［Ctrl+H］。选定对象，［Ctrl+H］对象就被隐藏了。如果点快捷键［A］，这个对象就显示出来了，此时，选定这个对象［Ctrl+H］，这个对象就取消隐藏了。

6、 全显［A］。显示/隐藏全部被隐藏的对象。如果在“全显”状态下设置某个对象为“隐藏”，尽管这个对象被设置成“隐藏”，但却被“全显”了，所以并不会立即消失。只当取消了全显状态，被隐藏的对象才会隐藏。



7、隐藏/显示标签［Ctrl+K］。隐藏/显示被选定对象的标签。如果对象被隐藏，则标签被强制隐藏。

8、标签…［Alt+/］：按字母顺序设置标签。同时选定多个对象时，将按选定顺序为多个对象自动设置标签字串，并按起始标签的末尾字符自动增序。起始标签的规则为：字符“\_”之后的字串为下标字串，字符“^”之后的字串为上标字串。默认为按末尾字符增序设置，但若出现字符“\”，则按“\”左边最近的字符增序，其余字符不变。如：



C：C，D，E，F，G...

C\_1：C1，C2，C3，C4，C5…

C^1：C1，C2，C3，C4，C5…

C\^1：C1，D1，E1，F1，G1…

9、踪迹［Ctrl+T］：对象移动时，显示对象的踪迹，踪迹长短可在对象属性中设置。

10、清除踪迹［Esc］：擦除对象的踪迹。

11、运动：约束点在路径上运动时，有三种控制方式。

启动：选定约束点以属性中的步长自动移动（步长大于0），快捷键是［M］。



终止：终止约束点的自动移动，快捷键是［Esc］。



12、 逐点描绘［Ctrl+M］：逐点显示轨迹线的形成过程（先将所有移动步长大于零的约束点的移动距离置零，然后开始以各自的步长自动移动）。点击逐点描绘以后，这个图标将变为（暂停）。



13、 场景自动旋转［R］：场景自动旋转。可用鼠标拖拽（或用方向键）控制转向和转速。



14、 全屏［Shift+Esc］：全屏显示窗口。



15、视点。设置视觉方向。

将视点移到X轴上［X］。从X轴正半轴看向负半轴，显示YOZ平面。



将视点移到Y轴上［Y］。从Y轴正半轴看向负半轴，显示XOZ平面。



将视点移到Z轴上［Z］。从Z轴正半轴看向负半轴，显示XOY平面。



面对平面…［Ctrl+Q］：选定一个平面，将视点移到其正面或反面。

锁定［L］：锁定所选定的对象。如果未选定任何对象则锁定场景视角。



16、工具栏：是否显示工具栏。

17、状态栏：是否显示状态栏。

18、页面栏：是否显示页面栏。

**4.4 变换**

变换菜单有17项。

可变换的对象是：点、线、圆、曲线、平面、实体、曲面等。

变换所得对象的某些几何属性（颜色、线宽、填充模式等）仍能编辑。

多边形或多面体对象变换后不会自动创建顶点和棱边。

1、**标记中心**：该菜单的示意文字将随选定的对象不同而变化。若选定对象是点，则为“标记中心”（作为缩放或者旋转中心）；若选定对象是线，则为“标记轴”（作为对称轴或旋转轴）；若选定对象是平面，则为“标记平面”（作为对称镜面或投影平面）。可以双击对象以直接作相应的标记，如双击一个点则标记该点为中心、双击一条直线则标记该直线为轴线、双击一个平面则标记该平面为镜面或投影面。

2、**标记角度**：若选定了两条直线、或三个点、或一个计算值，则可标记为默认角度。请特别注意：标记的角度为弧度制。

3、**标记比**：若选定了两条直线、或三个点、或一个计算值，则可标记为默认比值。若先后选定两条直线A、B，则比值为A/B；若先后选择三个点A，B，C，则比值为AC/AB。

4、**标记向量**：将选定的一条线段或两个点标记为默认向量。

5、**标记距离**：将选定的一条线段、或两个点、或一个计算值标记为默认距离。

6、 **平移：**源对象在空间平行位移，形成新的映像。



7、 **旋转：**源对象围绕轴线旋转，形成新的映像。



8、 **缩放：**源对象相对于缩放中心的缩放，形成新映像。



9、 **对称：**源对象对称于点、直线或镜面，形成新的映像。



10、 **投影：**源对象在直线或平面上的投影，形成新的映像。



11、 **向量变换：**源对象按指定矢量位移，形成新的映像。



12、 **反演：**源对象相对于反演中心作反演变换，得到反演对象。



13、**仿射：**源对象经过一个线性变换+平移，形成新的映像。

14 **迭代：**对现有的对象序列按一定的变换规则反复变换，形成新的映像。



15 **三视图：**将所选定的对象投影到三个坐标平面上。



16 **创建自定义变换：**把一个点到另一个点的一系列变换过程定义为一个变换。



17如果有创建的自定义变换，则列于“变换”菜单最后。

4.4.1 平移变换

**作图**

菜单：“变换/平移”，然后选定一个源对象。

**说明**

作平移变换时，inRm3D将以默认的平移量创建对象，之后可在属性框里设置三维平移量，也可用鼠标直接拖动变换得到的对象以改变其三维平移量（左右拖动以改变x方向的平移量、上下拖动以改变y方向的平移量，按下［Ctrl］键并上下拖动以改变z方向的平移量）。

**属性**

**dX、dY、dZ**：相对于源对象的三维平移量。均可与其它对象关联。

4.4.2 旋转变换

**作图**

菜单：“变换/旋转”，先选定一个源对象，再选定一个点或一条直线作为旋转轴。若以点作为旋转轴，则相当于以过此点并平行于Z轴的直线为旋转轴。

若已经标记过轴线，则可以先选择源对象，点击“旋转变换”菜单即可直接完成变换。

**说明**

inRm3D将以默认旋转角度（30度）作变换，之后可在属性框中改变旋转角度，或用鼠标直接拖动变换对象（按［Ctrl］键将以5度粘附）。

**属性**

**弧度/角度**：角度制式。

**转角**：旋转角度，可与其它对象关联。

**反向**：反向旋转。默认方向以右手规则定义（以右手拇指为轴线的矢量方向，则食指为旋转方向）。

4.4.3 缩放变换

**作图**

菜单：“变换/缩放”，先选定一个源对象，再选定一个点对象作为缩放中心。

若已经标记过中心，则可以先选择源对象，点击“缩放变换”菜单即可直接完成变换。

**说明**

inRm3D将以默认缩放值（0.5）作变换，之后可在属性框中改变缩放值，或用鼠标直接拖动缩放对象以改变缩放值（值域为0～1，按［Shift］可超值域拖动，按［Ctrl］键将以0.1的倍数值粘附）。

**属性**

**缩放**：缩放值，可与其它对象关联。

4.4.4 对称变换

**作图**

菜单：“变换/对称”，先选定一个源对象，然后，

* 选择一个点作为对称中心；
* 选择一条直线作为对称轴；
* 选择一个平面作为对称镜面。

**说明**

对称中心对象可以是一个点、一条直线或一个平面。分别对应中心对称、轴对称和平面对称。

若已经标记过中心、轴或平面，则可以先选择源对象，点击“对称变换”菜单即可直接完成变换。

4.4.5 投影变换

**作图**

菜单：“变换/投影”，先选定一个源对象，再选定一条直线或平面作为投影承载对象。

若已经标记过平面，则可以先选择源对象，点击“投影变换”菜单即可直接完成变换。

**说明**

inRm3D将以默认的正投影方式作变换。如果投影在一个平面上，则可以在“光线”属性中设置投影光源或方向。“光线”对象可以是一个点、一条直线或一个平面。还可以设置为“点光源”或“平行光源”。若光线对象是一个点，则以该点与源对象基点连线为平行光线；若光线对象为直线或平面，则以直线的向量或平面的法线为平行光线。

**属性**

**光线**：光线对象。可在右键菜单里选择一个点、直线或平面。

**点光**：以点光源方式投影。

**投影率**：投影对象关于投影目标上正投影点的缩放比例（默认为1）。

4.4.6 向量变换

**作图**

菜单：“变换/向量变换”，先选定一个源对象，再选定一条直线或两个点确定向量。源对象将以向量方向平移，平移距离由属性“比例/距离”定义。

若已经标记过向量，则可以先选择源对象，点击“向量变换”菜单即可直接完成变换。

**属性**

**比例/距离**：按比例平移或按距离平移（默认为比例）。

4.4.7 反演变换

**作图**

菜单：“变换/反演”，先选定一个源对象，再选定一个点，这个源对象相对于反演中心以默认反演幂变换。可以在反演变换体的属性中，修改反演幂的大小。

**说明**

若点A是定点，点A、B、C三点共线，且有向线段AC与AB满足AB·AC=k（k为非零常数），那么点B和点C互为反演点，点A称为反演中心，k称为反演幂。如果点A和点B都是已知点，点C是由点B变换而来的点，此变换就是反演变换。

**属性**

**反演率**：反演幂K的数值。

**负幂**：以现有的反演幂数值K的相反数进行反演。

特别说明：平移、旋转、缩放、对称、投影、向量变换、反演等变换，在inRm3D中，可以先点菜单命令再选对象进行变换，也可以先选对象再点菜单命令。第二种方法变换的关键依据对象，比如旋转中线、轴线、对称镜面等，如果选择变换对象前，已经“标记”好了，在变换时就自动调用。如果没有事先“标记”好，画板会自动找合适的对象作为变换关键依据对象进行变换。

4.4.8 迭代

迭代是一种计算机算法。用数学语言描述就是：

1、将一组初始变量a代入计算过程f(x)，得到结果b=f(a)。

2、将计算结果b代入同样的计算过程，得到结果b=f(b)（b被赋予了新的值）。

3、重复步骤2，重复一定次数或满足一定条件后终止计算。

类似的概念用于inRm3D就是：

1、从一组初始对象a（源像）开始，按一定的步骤构建并绘制几何模型，构建后的模型中包含一组或多组与a相同类型的对象b（映像）。

2、从每一组对象b开始按同样的步骤构建并绘制几何模型，构建后的模型中包含一组或多组与b相同类型的对象b（携带了新含义的b）。

3、重复步骤2，重复一定次数后终止。

**作图**

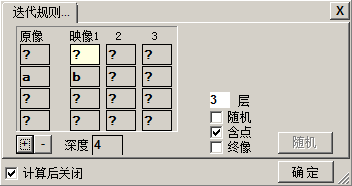
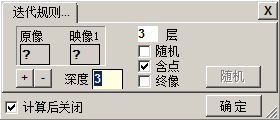
点击菜单“变换/迭代”，然后在弹出的迭代编辑框中设置迭代规则。

**说明**

在迭代中，原像可能不止一个，某个原像的“映像”也可以多个，迭代的“深度”也可以改变，在这个迭代控制面板中，这三个对象或数值的改变都使用点击控制面板上的【+】和【-】按钮来实现。

点击原像的“?”号，用面板上【+】和【-】按钮增加或减少原像数；在右键菜单里选定原像对象。

点击映像的“?”号，用面板上【+】和【-】按钮增加或减少映像数；在右键菜单里选定映像对象。



迭代次数默认为三次，点击“深度”值，用【+】和【-】按钮改变深度（次数）。在右键菜单里，还可以选定能关联深度的对象。上右图就是增加了原像、映像和深度的迭代规则。

在inRm3D的迭代规则编辑框中，可定义原像对象和映像对象、迭代次数（深度）、是否绘制点对象（含点）、是否只绘制最后一次迭代图像（终像）、绘制约束点时约束值是设定值还是随机值（随机）等。

原像对象必须是自由点、约束点、参数值、度量值或计算值，映像对象可以是各种类型的点、度量值或计算值。

**属性**

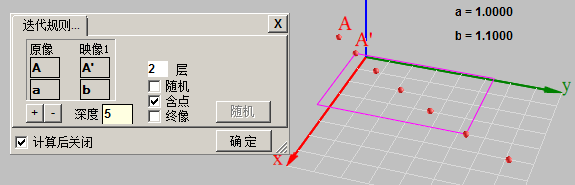
**层**：生成迭代模型时所处的层。在该层上显示的对象将包含在迭代模型中，而该层上隐藏的对象则不会出现在迭代模型中。“3层”表示迭代的像在第3层显示。

**随机**：约束点的约束值是采用源对象设定的值还是随机值。

**含点**：迭代图像中是否包含点对象。

**终像**：只绘制最后1次迭代图像。迭代多次，但中间的迭代像不显示。

这是一个简单的迭代规则和相应的迭代成果：



图中自由点A和参数a是源像对象，计算值b的计算公式为ab\*1.1。平移点A得到平移变换点A’，在点A’的属性中，“dY”值点入b的计算值。其运行原理就是执行第一次平移，以后执行了同样的5次平移，每次y方向的平移距离增加10%，x和z方向增量不变，为1和0。

详细的迭代操作，可以参见5.3案例。

4.4.9 三视图

**定义**

先选定若干个对象，点击菜单“变换/三视图”，则创建三视图对象。

**说明**

将所选定的对象投影到三个坐标平面上。可用鼠标拖动三视图以演示投影过程。双击三视图将弹出对象列表，可增删参与投影的对象。

**属性**

投影率：投影过程。

4.4.10 自定义变换

**定义**

先选定变换前后的两个点（如上例的点A和A’），再点击菜单“变换/创建自定义变换”，则“变换”菜单的底部将出现“变换 A-A’”选项。

**变换**

选定欲变换的对象（不能是迭代映象），点击菜单“变换/变换A-A’”或者按快捷键［F3］。

**说明**

经自定义变换后，直线将变为轨迹线；平面将变为曲面（三角形显示的平面变为四边形显示的曲面）。

**属性**

变换后的点、线、面、体的属性设置同于构造对象的属性设置。

**4.5 数据**

数据菜单有19项，分为两个部分如右图。

4.5.1 参数

点击菜单“数据/参数”，将在屏幕左上角直接创建一个参数。或用［Shift+Ctrl+P］快捷键直接创建参数。

**说明**

参数对象的值很容易被改变，选定参数对象后，用键盘［＋］或［－］键可直接对参数值作递增或递减操作（按照属性中的步长改变）。参数值的大小，不受起值和终值的限定（起值和终值只是作为动画参数时参数值范围）。参数值和步长值可在属性框中编辑。手动设定属性中“值”的大小后，参数值被自动改变（动画按钮）后，用鼠标双击参数将恢复原值。

**属性**

**标签**：字体、字号。

**颜色**：前一个调整滑尺的颜色，后一个调整滑块的颜色

**X、Y**：参数在屏幕显示位置（自动计算，数值越小，越靠近屏幕左上角）。不能通过输入数字改变参数的位置。

**绑定**：与任意点绑定位置。点击右边的输入框，再点击场景中的任意点，参数就绑定到这个点上了。也可以在输入框中右键后选择已有的点。

**值**：参数的初始值。双击参数，自动恢复此值。

**起值**、**终值**：滑尺改变参数值或者动画参数时的界限值。下限最大是-999，上限最大是9999。

**频率：**点击动画钮后参数变化的频率

**步长**：用［+］或［-］键调整参数值时，参数变化的幅度值。

**动画：**无法直接勾选，是表示参数是否处于动画中的标志

**双向**：当使用动画参数时，参数在限定的范围内，由小向大变换，是一个单向循环。勾选了“双向”，则参数在限定范围内双向循环（由小变大，再由大变小，继续由小变大）。

**标签：**隐藏点的标签和“=”

**动画钮：**控制动画键的显隐

**随机：**在按下动画钮后参数在起值和终值之间随机变动

**锁定**：固定参数位置不变。

**可选**：鼠标可以选定参数。

**滑尺**：勾选“滑尺”选项，则同时显示手拖滑竿，可用鼠标拖动滑块改变参数大小。双击滑尺将弹出控制对象编辑框。使用这个参数列表可以使得参数在变化中，在不同的区段用不同的值控制不同的对象变化（控制域）。可以在不同的参数区域段添加和删除控制对象，可以像添加表格数据一样修改对话框中的表格数据，以实现用不同的控制量，分别控制不同的变换对象。

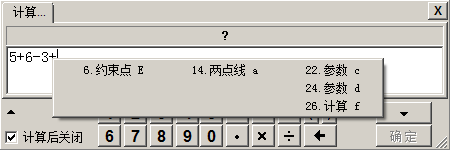
详细的滑尺和参数控制操作，可以参见5.2案例。

**尺长**：滑尺的长度。

**精度**：显示精度（与参数的实际精度有关）。

4.5.2 计算器

点击菜单“数据/计算…”或者快捷键［Alt+=］，都可以调出计算器。在计算器里编辑计算表达式，在标题栏下方会出现计算结果。



在计算器空白区域输入数字、计算符号或者函数都可以进行计算，结果在“？”处显示。计算器左下方的小三角箭头是控制计算器数字面板是否出现的。右下方的小箭头是显示函数的。数字和运算符号可以使用计算器的面板输入，也可用键盘输入。

计算器中可直接插入几何对象的标签字符，相当于使用这些对象的关联属性值参与计算。在计算表达式输入区域右键，系统自动弹出可参入计算的对象，如上图显示了5个对象。点击相应对象，其标签字符就会插入光标所在位置，其属性值会参与计算。如某对象的标签字符为空白，则该对象不会出现在对象菜单里。

可使用5个算术操作符：+（加）、-（减）、\*（乘）、/（除）、＾（幂）；

12个标准函数：

abs(n)：绝对值。返回n的绝对值。

int(n)：整数值。返回n整数值。

fr(n)：小数值。返回n的小数值。

sqr(n)：平方。返回n的平方。

sqrt(n)：平方根。返回n的算数平方根。

exp(n)：自然常数e为底的指数。返回e的n次方。

ln(n)：自然对数。返回以e为底，n的对数。

round(n)：四舍五入。Round（-1.5）返回-1。

random(n)：随机数。返回小于参数值且≥0的随机整数，如random(10)等于0至9的随机数。

max(a,b)：较大值。若a>b则返回a。

min(a,b)：较小值。若a>b则返回b。

rad(a,b)：斜边长。即sqrt(sqr(a)+sqr(b))

12个三角函数：

sin、cos、tan、sinh、cosh、tanh、arcsin、arccos、arctan；arcsinh()，arccosh，arctanh

6个逻辑函数：

heav(n)：正数。当n≥0时返回1。当n<0时，返回0。

sgn(n)：数符号。当n＜0、n＝0、n＞0时，分别返回 -1、0、1。

equal(a,b)：相等。若a＝b则返回1，否则返回0。

note(a,b)：不相等。若a≠b则返回1，否则返回0。

less(a,b)：小于。若a<b则返回1，否则返回0。

lesse(a,b)：小于等于。若a≤b则返回1，否则返回0。

两个常量：圆周率pi、自然常数ei。

注意：在一般书写惯用的“3x”、“ax”等写法，在inRm3D中将不被认可，应写成“3\*x”、“a\*x”等形式。

**属性**

**标签**：显示计算结果时的字体、字号、颜色等。

**X、Y**：屏幕显示位置。

**绑定**：与任意点绑定位置。

**值**：计算结果。

**缩写**：只显示计算结果，不显示标签。

**算式**：显示计算表达式。算式取代了标签。

**锁定**：固定计算结果位置不可移动。

**可选**：可以选定计算结果值。

**精度**：显示精度（与计算精度无关）。

4.5.3向量运算

**操作**

菜单：“数据/向量运算”，再先后选择两个直线、向量、圆或平面对象。

**说明**

两个向量的和、差、叉积、点积，运算结果为三维向量，其值为向量的模长。

**属性**

**运算**：共四种运算（和、差、叉积、点积）。

**格式化**：将各分量等比缩放，使得向量模长为1。

4.5.4 度量

点击菜单“数据”下的度量项，然后按屏幕提示选定对象。或者选定了某些对象后，在动态工具栏中出现度量工具。点击度量工具后，也可以选择度量对象。

◆ 长度/周长：直线长度、圆周长、圆弧长、轨迹线或曲线长度等。

◆ 直径：圆或者弧所在圆的直径。

◆ 面积：圆面积、平面面积、多边形面积、实体对象的表面积。

◆ 体积：实体对象之体积。（凸多面体除外）

◆ 距离：两点之间距、点与直线或平面之间距、直线与直线之间距。

◆ 角度：三点定义的角、两条直线之交角、两个平面之交角、直线与平面之交角。

◆ 比值：由三个点定义的比值、或两条线段长度之比值。

◆ 斜率：直线相对于参考平面的斜率。

◆ 点的值：约束点的约束值（详见下述说明）。

◆ 坐标：点的三维坐标或某个一维坐标。

◆ 向量：向量的三维偏量或某个一维偏量。

◆ 方程：度量平面，直线，圆的方程，以参数方程形式给出。平面以Ax+By+Cz+D=0给出。

**说明**

直线的长度即其关联属性值。

轨迹线或曲线的长度是个近似值，其度量方法是计算各轨迹点之间距之和，所以轨迹点的间距越小则轨迹线的计算长度越准确。

度量角度时，若先后选定A、B、C三点，则将点A定义为角的始边，点B为顶点，点C为终边。

度量比值时，若先后选定三点A、B、C，则其比值为AC/AB。

度量点在路径对象上的点值，其数值在0和1这个闭区间内（就是点分路径的长度比例）。若度量点不是该路径上的约束点，则度量该点在该路径（直线、曲线）上的投影点（最近点）的点值。

假设线段AB是直线AB的一部分，构造线段时是先构造点A，再构造点B，点C时直线AB上的点。点C在线段AB上的点值，当C在不同的位置时，点值有三种变化。点C在线段AB外，接近A，则点值为0；点C在线段AB外，接近B，则点值为1；点C在线段AB内，则点值为0-1之间。

**属性**

**补角**：度量角度时，用π减去度量值。

**字体**：字体、字号、颜色等。

**精度**：显示精度（与度量精度无关）。

**缩写**：仅显示度量值结果。

**4.6 帮助**

帮助菜单共5项，各项功能为：

1、帮助：进入画板使用向导，快捷键是［F1］。

2、画板论坛：进入画板论坛，地址是<http://www.inrm3d.cn/index.php>。

3、中文(繁)/English：切换软件显示语言。点击后依次在中文简体、繁体和英文间轮换。

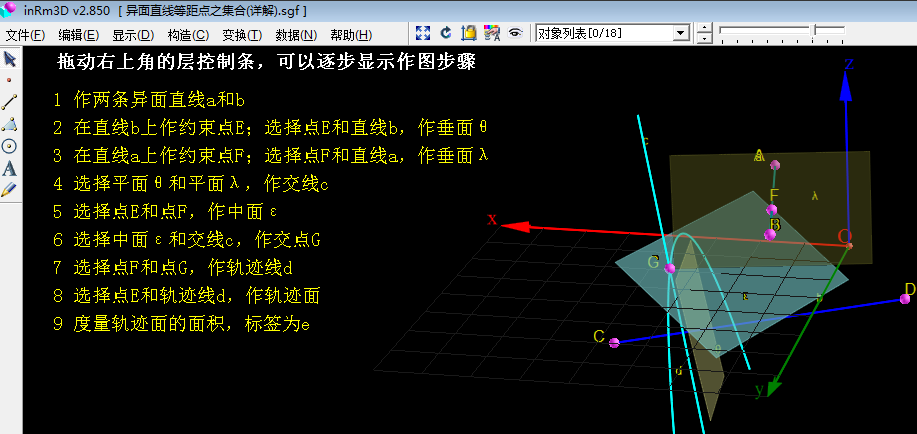
4、关于：显示inRm3D版权信息。

5 其它

**5.1 层的应用**

一个inRm3D几何模型可能由许多对象组成，它们在一定视角上会是重叠在一起的。把对象放置在不同的层显示，能更清晰地看到过程对象和最终作品。通过“异面直线等距点之集合”来说明层的设置与使用。

先按照以下步骤制作各个过程对象，并得到最终的轨迹面。



依次选定过程对象，设定其在不同的层显示。先选择需要的层号，然后设置对象在本层显示与否。层序号弹起，对象在本层显示，层序号陷下，对象在本层隐藏。

1、连续点插入层按钮（上图最右上方的向上箭头按钮），插入9个层。

2、选定直线a和b，在9个层中都显示（点击层序号，弹起9个层序号）。

3、点E和垂面θ在2、3、4、5、6、7、8层显示。

4、点F和垂面λ在3、4、5、6、7、8层显示。

5、交线c在4、5、6、7、8层显示。

6、中面ε在5、6、7、8层显示。

7、交点G在6、7、8层显示。

8、轨迹线d在7、8层显示。

9、轨迹面在8、9层显示。

10、轨迹面的面积值e在9层显示。

以上设置，也可以在构造各个过程对象时，直接就设置好其所在的层和显隐状态。

按Esc键，释放鼠标。此时，层控制滑条可以使用鼠标拖动，也可以使用键盘的左右方向键移动，还可以使用鼠标点击层控制条后，通过滚动鼠标滚轮改变层，都可以实现逐层显示过程对象的效果。

**5.2 参数的应用**

inRm3D中的参数运用比较灵活，因为引入“滑尺”控制参数而且“滑尺”的属性可以灵活编辑，给参数提供了更多的应用。案例，长方体的展开。

|  |  |
| --- | --- |
| 1 新建文件。点击原点和Z轴。如果不见原点，可在场景属性框里勾选“原点”（或按［O］键）。 |  |
| 2 在画板左边的动态工具栏里点击“长方体”，构造长方体。  注：可以按住［Shift］并用拖动长方体来改变其长和宽，也可以按住［Shift+Ctrl］拖动其高度。 |  |
| 3 右键点击长方体，在属性框里勾选“角点”、“顶点”、“棱边”并取消“填充”。  注：拖动长方体的棱边或顶点相当于拖动长方体。 |  |
| 4选择全部顶点（Ctrl+P），显示标签（K）。  在场景属性里隐藏坐标系。 |  |
| 5选择线段a15-a14，菜单：变换/标记轴”（或双击该线段标记轴）。 |  |
| 6 选择点a19，菜单：变换/旋转，得到以默认角度（30度）旋转变换的点a19’。  7 选择点a19’、a14、a15，点击左边动态工具栏里的“平面”按钮，作平面α |  |
| 8 右键点击平面α，在属性框设置“形状”属性为“矩形”。 |  |
| 9 双击棱边a13-a14（标记轴线），旋转点a18得点a18’，作平面β。  双击棱边a13-a16（标记轴线），旋转点a17得点a17’，作平面γ。  双击棱边a15-a16（标记轴线），旋转点a20得点a20’，作平面δ。 |  |
| 10 菜单：数据/参数，创建一个参数b。右键参数b，在属性框里设置“起值”为0，“终值”为5，并勾选“滑尺”。 |  |
| 11 双击滑竿，在参数控制框里设置控制规则：参数域为0~5，控制对象为点a19’，控制域为0~90。“确定”之后拖动滑竿试试，平面α是否动起来了？ |  |
| 12 在参数控制规则里“添加”另三个点。此时4个平面已经能随着滑块的拖动而展开了。  但，还缺个顶面．．． |  |
| 13 双击棱边a14-a15（标记轴），选择点a20和棱边a18-a19，菜单：变换/旋转，得到点a20’和线段a6’。 |  |
| 14 右键线段a6’，使属性“角度”处于编辑状态，用鼠标单击点a19’，角度属性里的数值变成了“a19’”，此时线段a6’的转角属性已经关联到点a19’。同理处理点a20’。拖动点a19’测试一下。 |  |
| 15 双击线段a6’（标记轴），选择点a20’，作旋转变换点a20”。选择点20”和线段a6’，作平面ε。  修改平面ε为矩形。 |  |
| 16 双击参数滑竿，把点a20”“添加”入控制规则。 |  |
| 17 拖动滑块，5个平面可以同时展开了。  如果希望5个平面随着滑块的拖动而逐一展开．．． |  |
| 18 双击滑块，在控制规则中修改参数域。 |  |
| 19 隐藏不需要的对象和标签(选定，“H”隐藏对象，“K”隐藏标签)，修改各平面的颜色。OK。 |  |

**5.3 迭代实例**

inRm3D中的迭代操作灵活方便，只要善于思考，就能作出漂亮的作品。

案例，文竹。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | · | | 4 在线段a上作约束点D，设置属性“比例”为1.7（此时D在线段a外）。  5选择点D和线段a，作圆O1，将半径关联到线段b。  6 在圆O1上作约束点E。 |
| 1 用线段工具在画板上任意点击两下（先A后B，不是双击），作线段a。 | 2 在线段a上作点约束C，设置属性“比例”为0.13。  3 选择点A和点C，作线段b。 | |
|  |  | | |  | |
| 7 在线段a上作约束点F，设置属性“比例”为0.6。  8 选择点F和线段a，作圆O2。圆半径关联点B。 | 9 在圆O2上作约束点G。  10 在线段a上作约束点H，设置属性“比例”为0.37。  11 创建参数n=5。 | | | 12 选择点B和线段a，作圆O3。圆半径关联圆O2。  13 在线段a上作约束点I，设置属性“比例”为0.85。 | |
|  | |  | | | |
| 14 在圆O3上作约束点J。  15 隐藏三个圆O1 、O2和 O3。  16 菜单：变换/迭代，把光标放在“原像”位置，用面板上“＋－”增减原像数目；把光标放在“映象”位置，用“＋－”增减映像数目；把光标放在“深度”位置，点参数“n”。想在某层显示，就输入“层”的序号。  17 把光标分别放在原像、映象、深度的位置上，用鼠标单击画板上的点对象，设置“原像”、“映象”和迭代“深度”。 | |
| 18 选择参数n，用键盘［＋］和［－］键考验你的机器吧。 | | | |

# 6 致谢

首先要感谢复旦大学附属中学信息中心的任杭春老师，是他建议我作这个软件，并首先推荐给数学老师应用于教学实践。

感谢中科院院士张景中教授，他的热情鼓励使我有信心不断的改进这个作品。

感谢安徽巢湖黄麓师范学校的周传高老师，无私的为inRm3D做了大量的测试工作。

感谢著名软件“几何画板”，inRm3D中的基本构思来源于对“几何画板”的理解，还要感谢“超级画板”、“Cabri 3D”等著名画板软件，inRm3D的许多表现手法模仿了这些前辈。

英壬画板软件和使用指南还在不断完善中，感谢板友持续关注。

**制作：方小庆**

**测试：周传高 方益初**

**文档：方小庆 唐家军**

**（2004–2015）**

**吴宇迪（简单修订，为黄色字样）**

**2017.4**

**吴宇迪（简单修订，为绿色字样）**

**2018.8**

鉴于文档实在很长，若有纰漏，[请发邮件至 **wuyudi119@163.com**](mailto:请发邮件至%20wuyudi119@163.com)说明~~（或者就自己改着看也行）~~

1. 一个平面和一个三维物体相交或者两个三维物体相交，都称为相贯，二者相贯所形成的[交线](http://baike.baidu.com/view/2078705.htm)称做[相贯线](http://baike.baidu.com/view/1856465.htm)。 [↑](#footnote-ref-1)
2. 当模型的组成对象比较多时，各对象可放在不同的层，并随层显示或隐藏。 [↑](#footnote-ref-2)
3. OpenGL（Open Graphics Library）是专业的图形程序接口，也是一个功能强大，调用方便的底层图形库。 [↑](#footnote-ref-3)
4. 本为摄影测量与遥感学术语，指照相机在完成聚焦后，在焦点前后一定范围内能形成清晰的像，这个范围称为景深。 [↑](#footnote-ref-4)
5. 始终垂直于某平面的直线叫法线。圆所在的平面与法线垂直。 [↑](#footnote-ref-5)
6. FPS（Frames Per Second）：每秒钟填充图像的帧数（帧/秒）。FPS是测量用于保存、显示动态视频的信息数量。 [↑](#footnote-ref-6)
7. 本意是人走路时一步的距离，在程序语言中，让一个数值在每次运算中改变某个数就是步长。动画点时，点做一次基本运动的距离，就是步长。 [↑](#footnote-ref-7)
8. 右手拇指外的其它手指尖指向构造平面点的构造顺序虚握，拇指尖指的方向就是右手规则确定的方向。 [↑](#footnote-ref-8)
9. 垂直于平面的直线所表示的向量为该平面的法向量。一个平面存在无数个法向量，它们之间相互平行。 [↑](#footnote-ref-9)
10. 共轭：本意两头牛肩上的架子称为轭，轭使两头牛同步行走。共轭即为按一定的规律相配的一对。 [↑](#footnote-ref-10)
11. 贝塞尔曲线(Bézier curve)是应用于二维图形应用程序的数学曲线。曲线由[线段](http://baike.baidu.com/view/476943.htm)与[节点](http://baike.baidu.com/view/47398.htm)组成，节点是可拖动的支点，线段像可伸缩的皮筋。曲线的每一个顶点都有两个控制点，用于控制在该顶点两侧的曲线的弧度。也就是依据4个位置任意的点坐标绘制出的1条[光滑曲线](http://baike.baidu.com/view/1981214.htm)。 [↑](#footnote-ref-11)