3D 几何画板使用教程

作者: 欧阳耀斌 (修订: 唐家军)

	目 录	
§ 1	工具整体介绍	2
	§1.1 前言	2
	§1.2 安装工具的方法	3
	§1.3 工具原理	3
§ 2	基本工具	5
	§2.1 建立坐标系5	5
	§2.2 三棱锥和三棱柱7	7
	§2.3 长方体)
	§2.4 正交视图定点10)
	§ 2.5 xyz 坐标定点11	L
	§2.6 点的匹配11	l
	§2.7 线段上定点12	2
	§2.8 中点	2
	§2.9 定比分点12	2
	§2.10 点在正交视图投影13	3
	§ 2.11 公垂线	3
	§ 2.12 平行线	1
	§2.13 平面的单位法向量14	1
	§2.14 匹配点的技巧14	1
	§ 2.15 线面交点 面面交线15	5
	§2.16 获取点的坐标15	5
	§2.17 距离工具15	5
	§2.18 垂线工具16	5
	§2.19 夹角工具16	5
	§2.20 向量工具16	5
	§2.21 面积体积工具16	5
§ 3	旋转17	7
	§3.1 介绍17	7
	§3.2 定轴转动17	7
	§3.3 定点转动19)
§4	着色工具)
	§4.1 介绍)
	§ 4.1.1 线段着色)
	§ 4.1.2 线段虚实	l
	§4.2 材质灯光控制	1

第1页共31页

	§4.3 面的着色	26
	§4.4 函数发生器	27
	§4.4.1 函数发生器1用法	27
	§4.4.2 函数发生器 2 的用法	28
§ 5	修订者后记	30

§1 工具整体介绍

§1.1 前言

这是一个几何画板软件的自定义工具。

几何画板是一个数学平台,能解决平面几何、平面解析几何的大多数问题。但是,遇到立体几何问题就无能为力了。可喜的是,几何画板提供了创建自定义工具的功能,正是利用这个功能,我做成了这个立体几何平台—3D几何画板。

在这套工具问世之前,网上已经出现的一些由几何画板衍生的立体几何工具。其中有美国保罗的 3d工具和霍焰老师制作的立体几何平台,还有Infinte网友的3d平台。保罗的工具有中心投影和正投 影两种显示方式,但是测量功能欠缺;霍焰老师的工具测量功能齐全,但是只能提供正投影的显示方式, 立体感稍稍不足;Infinte网友的工具界面友好,另外具备表面的材质编辑功能和灯光功能,但是测量 功能较少。这些工具各有所长,用法各异,都是通过几何画板本身的自定义工具功能,通过计算用平 面图象表现立体效果。

本着这样的思路,我决定自己制作一套几何画板工具,综合它们的优点,并力求为高中立体几何 的学习服务。我的这套工具集成了较多的测量与作图功能,如直接测量面与面的夹角,作公垂线等。 另外,相比前面提及的工具,我还增加了空间旋转等功能,以满足立体几何教学的需要。这套工具一共 分成3个部分:

一是基本工具。主要是实现立体图形的构造、测量功能。利用这个工具基本可以解决高中立体几何题了。

二是旋转工具。主要是实现空间点绕轴的旋转。利用这套工具可以制作立体图形的展开动画。

三是着色工具。这套工具包含线段虚实工具(即将被平面遮挡的线段自动调至较浅颜色),平面着 色工具以及二元函数的绘制工具。

利用这三个部分的工具,可以解决高中立体几何的大多数问题了。

讲讲我制作这套工具的经过吧。我在2007年初有了制作这套工具的想法,解决了3d核心的计算问题后,于1月初制成最初版本。当时只能通过参数坐标值绘出点。后来参考霍焰老师的工具,解决了反求空间点的难题。并据此制作出这套工具的第一版,发上了人民教育出版社的论坛。到了大概10月份,我有了重写这套工具的想法,于是把先前的工具全部重新制作,改进了3d核心的算法,并增加了许多工具。以后的两个多月时间里,我利用空余的时间又陆续增添的一些工具,终于达到现在的规模。

最后,希望我的工具能给更多的人带来方便!

2008-2-5

第2页共31页

§1.2 安装工具的方法

确保几何画板指定的工具文件夹中含有如图序号为41到43的工具文件。几何画板5.05安装时,将 这几个工具放在了默认路径下的tool folder下,通过"选择工具文件夹"将自定义工具文件夹指向这 几个工具所在的文件夹,几何画板启动时,3d工具自动加载。



§1.3 工具原理

现在讲讲工具的核心算法一3d换算。

这套工具利用中心投影的算法。如图蓝色的点代表摄像机(即观察者在空间的实际位置),屏幕代 表平面,只要在空间点与摄像机间作一连线,求出此线与平面交点,并求出交点在平面的坐标系(较 小的坐标轴代表这个坐标系的xy轴)上的坐标值,按此值显示平移center点即可。为了方便后边的讲 解,请记住红绿蓝分别代表xyz轴。



第3页共31页

这就是全套工具。

	10 蚂蚁坐标系	•	L	
	11 飞狐坐标系	►	L .	
	12 老巷工具集			
i	13 函数工具	•		3d核心
_	14 标记工具	•		建立三维坐标系
	15 箭头工具	•		【几何体】三棱锥
· ·	16 比例	•		【几何体】三棱柱
	17 共轭	•		【几何体】长方体
	18 反演	•		【作图】正交视图定点
	19 射影几何	•		【作图】xyz坐标定点
	20 圆锥曲线A	►		【作图】线段上定点
	21 圆锥曲线B	•		【作图】中点
	22 圆锥曲线C	►		【作图】定比分点
	23 特殊线与圆	•		【作图】点在正交视图投影
	24 文本工具	►		【作图】公垂线
	25 向 <u>量工具</u>	•		【作图】平行线
	26 动画工具	•		【作图】平面的单位法向量
	27 滑块工具	•		【作图】线面交点
	28 物理工具	•		【作图】面面交线
	29 外观工具	•		【度量】获取点的坐标
	30 艺术工具	•		【距离】点到点
	31 解集工具	►		【距离】点到线
	32 立几平台	•		【距离】点到平面
	33 立体几何	►		【垂线】点到直线
	34 曲线工具	•		【垂线】点到平面
	35 其它工具	►		【夹角】线面
	36 排列组合	•		【夹角】面面
	37 度量工具	•		【夹角】向量(线线)
	38 算法框图工具	•	\checkmark	【向量】坐标
	39 三维透视	•		【向量】数量积
	40 实体工具	•		【面积】三角形
	41 [3d]基本工具	×		【体积】三棱锥
	42 [3d]若色工具	•		

26 动画工具	•	【线着色】颜色滑块
27 滑块工具	•	【线着色】彩色
28 物理工具	•	【线着色】灰度滑块
29 外观工具	•	【线着色】灰度
30 艺术工具	•	【线虚实】控制台
31 解集工具	•	【线虚实】凸多面体虚实
32 立几平台	•	【单面线虚实】三角面遮挡
33 立体几何	•	【单面线虚实】四边面遮挡
34 曲线工具	•	【多面线虚实】三角面遮挡判断
35 其它工具	•	【多面线虚实】四边面遮挡判断
36 排列组合	•	【多面线虚实】最终虚实
37 度量工具	•	【面着色】材质灯光控制
38 算法框图工具	•	【面着色】三角面着色
39 三维透视	•	【面着色】四边面着色
40 实体工具	•	【函数】函数发生器1
41 [3d]基本工具	•	【函数】函数发生器2
42 [3d]着色工具	•	【函数】函数发生器3
43 [3d]旋转	•	定轴旋转控制台
44 复数工具	•	定点旋转控制台
45 分形工具	•	定轴转动
选择工具文件夹		定点转动

下面就该讲讲这套工具的用法了

§2 基本工具

§ 2.1 建立坐标系

坐标系是这套工具的基础,它提供了对视角、缩放比例、点的空间位置的控制。因此,每次使用 这套工具,第一步必须新建坐标系。

点击自定义工具,"[3D]基本工具"-"建立三维坐标系",在绘图区域中点击一下即可建立坐标系。 建立坐标系之后,必须初始化。为此,点击"初始化"按钮。这时可以见到如图情况。



下面对界面进行说明。

左上方提供对视角及缩放比例的控制,右方的坐标格是正交视图。右上方显示空间点在xoy平面的 投影(实际上是图形沿着z轴正方向的仰视图),右下方显示空间点在yoz上的投影(实际上是图形沿着 x轴负方向的侧视图)。利用"正交视图定点"工具(后面讲述),可以方便地在这两个图控制空间点的 位置。

先看左上方。

第一个滑杆控制坐标值的缩放比例(对应k值),拖动它,发现坐标轴端点的数值变了,这说明单 位长度的坐标值变了。

第二个滑杆是控制立体图形的扭曲程度(对应Lens值),实际上对应原理图中摄像机离原点的距离。 这个值越大,图形越接近正投影的效果(同斜二测画法的结果相似)。

之后是两个扇形的滑杆,拖动扇形弧的端点,可以发现空间坐标发生旋转边的扇形。左边的控制 水平旋转,拖动点在下方;右边的控制竖直旋转,拖动点在上方。下图是水平旋转的效果。

还有几个按钮,大家一看就知道什么意思了。"正视图"是沿着红轴方向看,只看到蓝轴和绿轴(同 于右边网格下图)。"俯视图"是沿着蓝轴向下看,只看到绿轴和红轴(方向与右边网格上图相反)。"侧 视图"是沿着绿轴方向看,只看到蓝轴和红轴。

切换到俯视图(正视图、侧视图后),只需点"初始化",即可重新切换到立体图(透视图)。

注意:新建坐标系后,图中的参数名称(Lens, alpha, beta, k),以及点的名称(center)绝对 不能改,其他参数的名称也不能修改,否则后面的工具无法调用同名称参数。

在后边的具体工具讲述中,都是直接讲述工具的使用,而且默认已经在绘图区域中建立了三维坐 标系,而且,图中的参数名称没有被手动改变。

在立体几何中,许多线都是用线段形式表示的,不是直线,请自行了解。

第6页共31页



§ 2.2 三棱锥和三棱柱

三棱锥和三棱柱是立体几何的常见图形,这个工具提供了新建它们的快捷方法。

三棱柱用法:选定"基本工具"一"三棱柱",先在右上方的仰视图绘制出一个三角形,再在右下 方的侧视图确定高。

此工具只需要绘制4个点就可以,前3个在仰视图中绘制三角形,作为棱柱的底面,第4个绘制在侧 视图中,确定棱柱的高。

效果如图,旋转坐标系立体效果更加明显。



三棱锥用法:"基本工具"一"三棱锥",然后在仰视图绘制出底面三角形,并确定另外一点的位置,再在侧视图确定高。

此工具需要在坐标系中绘制5个点,前4个点在仰视图中,其中3个是三棱锥的底面三角形顶点,第 4个是点是三棱椎的高点。第5个点绘制在侧视图中,确定三棱锥的高。



大家可能已经发现立体图中的点都附带上一条线段,这是后面的工具要用的,千万不能删除!(除 非你不需要再用工具)

第8页共31页

§ 2.3 长方体

长方体是立体几何最常见的图形,下面讲述新建方法。

用法:先新建三个参数分别代表长宽高,再点击"基本工具"一"长方体",顺次点击这三个参数 即可,改变参数值即可改变长宽高。

参数有无单位都可以,长在红轴(x)方向,宽在绿轴(y)方向,高在蓝轴(z)方向。效果如图。



有时由于长宽高过大,会出现这样的情况。



第9页共31页

这时只需调节k值(通过拖动对应的滑杆),即可缩小图形。如图形太小,用同样方法也可解决。

§ 2.4 正交视图定点

这是很重要的一个工具,利用它可以直接在右侧正交视图(仰视图和侧视图)中确定点的位置, 工具自动计算出点在中央立体图的位置

用法:点击"基本工具"一"正交视图定点",先在右上方确定点在仰视图的位置,再在右下方确 定点的高度。效果如图。



可以利用右方灰色的栅格,定出特殊坐标(例如:坐标值是整数的点),如图。但事前要算出每格 代表多少坐标值。

	1		
		-	
1	1	4	

也可以在正交视图新建几何图形(例如:圆),把点定在图形上,这样空间点就被约束在图形上了。 利用这种方法,以及几何画板自身的轨迹功能,可以画出空间曲线。

在仰视图中绘制圆,将动点合并到圆上。选中动点和三维坐标系中的点,"构造"-"轨迹"即可 构造出空间曲线。如图。



§ 2.5 xyz 坐标定点

用法:新建三个参数(有无单位均可)作为xyz值,再选"基本工具"一"xyz坐标定点",顺次点 击参数即可在三维坐标系中确定点。

§ 2.6 点的匹配

在继续之后的学习前,必须讲讲如何匹配点。这一节非常重要,希望大家注意。

基本工具中剩下的工具,都是通过直接匹配立体图中的点(而不是它在正交视图的投影),通过计 算出空间点的坐标,再完成其余的操作(如:计算点与点的距离)。

但是,只知道点在立体图中的相对位置,是无法计算出点的空间坐标的(因为不同位置的两个空间点在某些角度看上去是完全可以重叠的,这样就无法判断看到的是哪个点)。怎么办呢?在这个问题上,我运用了霍焰老师的方法(在此感谢霍焰老师想出了这么好的方法!)画出空间点时,令它附带一根线段(就像刚才大家看到的那样),线段的倾斜程度代表点的z坐标,而线段的中点就是那个空间点。这样,我们反求空间点的坐标时,只需确定它附带的线段,再度量它的斜率,然后作出线段的中点(这个点与空间点重合,作出中点可以省去匹配空间点的一步),通过计算中点在屏幕的位置(实际上是得出它相对于屏幕坐标平面的坐标值),结合通过斜率得出的z值,即可计算出它的空间坐标。

讲了这么多,也许大家并不知道我讲什么。但没关系,我想告诉大家的是当以后的工具提到匹配 某个点时,不是匹配(点击)这个点本身,而是匹配(点击)它附带的线段。

鼠标靠近那条线段时,线段会变成蓝色,当使用工具需要匹配点时,线段会变红。如图:

第 11 页 共 31 页



这时只需点击一下,就算匹配了这个点。 匹配点的方法:点击它附带的小线段。

§ 2.7 线段上定点

这个工具可以直接在立体图作出线段上的一点,可以在立体图移动它的位置,工具自动计算出点的三维坐标。



用法:匹配(如果不知道匹配是什么意思,请看上一节)线段的两个端点即可。生成的点其实是 在线段的端点决定的直线上,可以拖动它在线段所在的直线上移动,当然,可以移动到线段上了。 注意:如果旋转视角,点的坐标会改变,这时必须重新调节坐标。

§ 2.8 中点

绘制出空间线段中点。

用法:选中工具,匹配所求线段两个端点即可。 使用平面几何方法,选中线段,ctrl-m也能构造出中点,但没有空间感。

§ 2.9 定比分点

作出线段的定比分点(如三等分点)。 用法: 1、新建一个参数,表示比例;如图,参数t4的意义是AC/AB=0.6。 2、选中工具,点击参数,匹配所求线段两个端点。点C的三个坐标自动计算并显示出来。



§ 2.10 点在正交视图投影

有时需要获得空间点在右侧正交视图的位置。

用法:选中工具,匹配空间点,在右侧的正交视图中自动出现点的投影。 出现如下图形。



浅蓝色的点和线段就是中点在正交视图的位置,旋转坐标系会显示的很清晰。

§ 2.11 公垂线

做出两条异面直线的公垂线(其实是公垂线段)。 用法:选中工具,先匹配线段1的两端点,再匹配线段2的两端点。效果如图:



第 13 页 共 31 页

§ 2.12 平行线

用法: 先匹配直线上两点, 再匹配线外一点



这个工具实际上是计算线上的两点组成的向量,再将线外一点按这个向量平移,故平行线用平行 的线段表示。

§ 2.13 平面的单位法向量

用法:选中工具,匹配平面上三点。 其中自匹配的第一个点向上做出平面的法向量。如图:



粗线就是法向量,其长度为1。

§ 2.14 匹配点的技巧

相信大家听了这么多,对于一些工具先匹配哪个点,后匹配哪个点也不能全部记住(我也记不住)。

第 14 页 共 31 页

怎么办呢?不用担心,我在制作工具的时候,写了工具提示,可以提示实用工具时匹配点的顺序。提示在哪里?就在屏幕的左下方的状态栏中。如图。



这样,应用工具看着提示做就行了。以后的工具用法介绍也可以简写了。

§ 2.15 线面交点 面面交线

绘制出线面交点和面面交线。

用法:

线面交点:选中工具,依次点击线段的两个端点(此线段不在平面内或与平面平行),平面内不在 一条直线上的3个点,就构造出线与面的交点。

面面交点:对于两个相交的平面,依次点击第一个面内不在一条直线上的三个点和另一个平面内 不在一条直线上的3个点。就构造出两个面的交线。

§ 2.16 获取点的坐标

将点的坐标显示出来。

用法:选中工具,按照工具提示,匹配相应的点就行了。 以后的工具用法都是选中工具,按照工具提示,匹配相应的点就行了。看看效果吧。



§ 2.17 距离工具

有三个: 点到点的距离, 点到线的距离, 点到平面的距离。

点到点的距离:选定工具,依次匹配两个点,绘图区域中自动出现两点的距离。

点到线的距离:选定工具,依次匹配线外一个点、线段上2个点,绘图区域中自动出现点到直线的 距离显示。

点到平面的距离:选定工具,依次匹配线外1个点、平面内不在同一条直线上3个点,绘图区域中 自动出现点到平面的距离显示。

§ 2.18 垂线工具

有两个:分别是作出点到直线的垂线(依次匹配点、直线上的2个点),点到平面的垂线(依次匹配点、平面内不在同一直线上的3个点),并显示出垂足。因为是立体显示,故使用标记笔标记垂直的 角度并不能出现平面中的直角符号。

§ 2.19 夹角工具

也有三个:线面,面面,线线夹角工具。

线面:选定工具,依次匹配平面内不在同一直线上3个点,线段的2个点,绘图区域中自动出现线 面夹角值和夹角的余弦。

面面:选定工具,依次匹配平面内不在同一直线上3个点,另一个平面内不在一条直线上的3个点, 绘图区域中自动出现面面夹角值和夹角的余弦。

线线夹角:选定工具,依次匹配两条线段的4个端点,绘图区域中自动出现线线夹角和余弦值。

其中线线夹角实际上是向量的夹角,所以要注意向量的方向,有钝角时换算成锐角就行了。这个 工具效果如图:



§ 2.20 向量工具

向量坐标:选定工具,依次匹配向量的起点和终点,在绘图区域中自动出现向量的坐标值。坐标 值是显示向量在xyz三个方向上的向量值。

向量数量积(内积):选定工具,依次匹配两个向量的起点和终点,在绘图区域中自动出现向量的 坐标值。

§ 2.21 面积体积工具

三角形面积:选定工具,依次匹配三角形的3个顶点,在绘图区域中就会出现空间三角形的度量面积。

三棱锥体积:选定工具,依次匹配三棱锥的4个顶点,在绘图区域中就会出现三棱锥的度量体积。

第 16 页 共 31 页

至此,基本工具包里的工具就介绍完了。利用这些工具,可以解决高中立体几何的大部分问题。 下面介绍旋转工具。

§3 旋转

§ 3.1 介绍

这套工具有两个: 定轴旋转和定点旋转。

定轴旋转的意思是确定空间的两个点,以这两个点的连线为轴,算出另一个点绕轴旋转后得出的 新点。

定点旋转的意思是确定空间的一个点,以及一个向量,使旋转轴经过这个点,方向沿着向量的方向,再算出另一个点绕这根轴旋转后得出的新点。

利用这两个工具,可以做出几何体的展开动画。

§ 3.2 定轴转动

用法:

1、选定"[3D]旋转"一"定轴旋转控制台",绘图区域中会出现三点扇形控制台; 新建控制台后的情况如图:

定轴旋转角度 = 52.21°



2、选定"[3D]旋转"一"定轴转动",将要作为轴的直线上的两点附带的线段分别手动命名为轴 始点、轴终点。也可以直接在轴直线上取两个点,命名为轴始点、轴终点;

3、匹配需要进行旋转操作的点。

其中,参数定轴旋转角度控制之后的旋转角度,正常情况名称"定轴旋转角度"不能更改。但是 如果在作出一个旋转效果后,想再作一个独立的旋转效果(即旋转角度独立控制),那么必须将先前的 参数改名,再新建一个控制台。改名后原来的旋转效果不受影响,而新的旋转效果会自动匹配新的角 度。

如果想以另一根轴旋转,则必须将原来作为轴的线段改为其他名字,再将新轴上的两点分别改名为轴始点,轴终点。改名后原来的旋转效果不受影响。

其实也可以不给轴起名,这时应用工具时需要匹配作为轴的两点,但要注意如果希望多个点绕同 一个方向旋转,每次必须匹配同一个点作为始点,同一个点作为终点。也就是说,轴的方向决定了旋 转角度的方向。

利用定轴转动可以制作图形的展开动画,下面简单讲讲方法。

首先,新建定轴旋转控制台。作出顶面4个点绕各自边的旋转效果,再连接相应线段,如图:



这样,四个侧面的展开效果就出来了。

那么,顶面的展开怎样制作呢?我们希望它的一边能与一个侧面连在一起,并随它一起旋转。 怎么做到呢?我们假设顶面与面A1B1B2A2一起旋转,首先我们作出C2、D2绕轴A1B1的旋转效果, 如图:



然后,我们再作c2',d2'绕轴a2',b2'的旋转效果,如图:

第 18 页 共 31 页



隐藏边b2'c2',c2'd2',d2'a2'即可,如图:



这样展开效果就做好了。

§ 3.3 定点转动

用法:

1、先新建定点旋转控制台;

2、将要作为轴的点附带的线段命名为轴点;

3、选定"旋转"一"定点转动",匹配要旋转的一点。

定点旋转控制台如图:



最左边的控制旋转角度。右边的两个控制轴向量的方向。 做成后效果如图(虚线是旋转轨迹,选中绿色控制点和旋转的像点,"构造"-"轨迹"):





图中粉红色的箭头代表轴的方向,蓝色的点是旋转后的结果。 至此,旋转工具包就介绍完了。

§4 着色工具

§ 4.1 介绍

着色工具包含四个方面的工具:线段的着色,即按距离的远近决定线段颜色的深浅;线的虚实,即将被平面遮挡的线段显示为浅色或虚线;面的着色,根据面与光源的位置给面着上不同的颜色;二元函数绘制工具,绘制二元函数图象。

§4.1.1 线段着色

有两个工具,分别是把线段着成彩色和黑白的工具。彩色工具根据离摄像机的远近自动调节线段 的饱和值。

彩色工具用法:

- 1、选定颜色滑块工具,新建一个颜色滑块;
- 2、选定"着色工具"一"彩色",匹配线段两端点;
- 3、调节颜色滑块得到理想的效果。
- 效果如图:



灰度工具用法: 也是先新建灰度控制台,再匹配线段两个端点,最后调节控制台参数。 效果如图:



着色其实就是线段使用参数颜色调整显示的颜色。

§4.1.2 线段虚实

包含五个工具: 凸多面体的虚实效果; 一个三角面的遮挡判断; 一个四边面的遮挡判断; 多个三角面的遮挡判断; 多个四边面的遮挡判断。

凸多面体虚实效果用法:

1、首先确定要出现虚实效果的棱所在的两个面。

2、选定工具,先匹配线段两个端点,再分别匹配两个面上的一点。注意:匹配点是有顺序的,请看图(图中要出现虚实效果的线段是粉红色的那根);



将每条边都做了效果处理,当旋转棱锥时,远离摄像机的棱就自动变为虚线。效果如下:



第 22 页 共 31 页

以下这幅图讲原理。

凸多面体虚实原理

为什么要这样匹配点?

这是控制台:

颜色 = 0.81 饱和度 = 0.73 比率 = 0.30

其中饱和度调节被遮挡部分的深浅,通常调至0到0.4效果较好。比例参数是为了实现多个平面的 遮挡效果而加上的,以后会用到,这里暂时不用。

三角面、四边面遮挡效果:



注意,四边面要保证组成面的四个点共面,才能得出正确的效果。

第 23 页 共 31 页

以下讲述多个平面的虚实效果。这个工具用法比较复杂。 用法:

1、选定"着色工具"一"控制台",新建一个控制台,并把要实现虚实效果的线段两个端点附带的线段分别修改命名为始点、终点;

2、选定"着色工具"一"三角面遮挡判断"(或者四边面遮挡判断),匹配三角面(或四边面)各顶点,这时出现名为"虚实判断"的计算结果。

3、用相同的方法得出所有面的计算结果(都是叫做"虚实判断"),并把这些结果相乘,打开结果 属性,将结果标签命名为"虚实混合"。

4、选中最终虚实工具(选定后直接将工具执行完毕,工具前没有"√"号),这时发现多了一个 点(图中放大的a点),选中这个点和控制台最下方滑杆上的点(就是控制比率参数的点),"构造"-"轨迹"。

完成后的效果如图:



说明:控制台后边的方框显示线段被遮挡部分的颜色,但因为此方框内部有透明度的设置,故 颜色比线段浅一些;控制台的第一个滑动点控制线段的颜色从红到紫变换,第二个滑动点控制线段 被遮挡与否的对比度。第三个滑动点只用于构造轨迹。

§4.2 材质灯光控制

材质灯光控制工具是剩下的两个工具一面着色和二元函数绘制工具的基础。因此在介绍这两个工 具之前必须讲讲材质灯光控制工具各项参数的意义。

用法:选定"着色工具"一"材质灯光控制工具",在画板中新建。 新建后的效果如图:



参数这么多,是不是觉得有点不知所措呢。不要紧,现在我来讲讲各项参数的意义。 灯泡初始化:新建后必须点一下这个按钮,使各项参数复位。 隐藏灯泡:图中黄色的圆形就是灯泡(光源),单击这个按钮可以隐藏它。 红绿蓝:对应最上面的那三个滑杆,控制面的颜色,结果可以在右边的颜色块看到。 对比度:控制亮面与暗面的差异程度,值越大对比越明显。



左边的对比度是1,右边是0.5 倍增器:也就是灯泡的亮度,值越大越亮。



左边倍增器是1.84,右边是2.87。 灯的距离:控制灯泡离Center点的距离,当距离较大时,光线接近于平行光。调大距离的同时必

第 25 页 共 31 页

须调大倍增器的数值,以保持亮度。

衰减:灯光亮度会随距离减少(遵循平方反比规律),此参数控制衰减速度。值越小衰减越快。



左边值是21,右边是3。

分段数: 控制二元函数的分段数, 值越大图象越光滑。



左边分段数是12,右边是102。

正反判断:面的背面会被自动显示成白色,调节这个参数可以把背面着色,而正面成白色。这个参数只有两个值1和-1。

中间的两段弧控制灯的水平和竖直角度。

n₀: 这个参数为工具进行迭代运算时用,不要动它。

§4.3 面的着色

包括三角面和四边面着色工具。

用法:

1、新建材质灯光控制工具(如果已经有就不用新建)

2、选定"着色工具"一"三角面着色"(或四边面着色),匹配面的各顶点。

注意:

1、如果要制作多个面的效果,每次匹配的方向必须一致(必须都是顺时针匹配或逆时针匹配), 否则无法使所有正对着的面都着上色。

2、如果发现面是白色的,把正反控制滑杆拉到另一边,即可显示。 这是效果:



调整绘图区域中的参数和坐标形态,图形随动。

§4.4 函数发生器

在3D空间可以根据xyz函数关系绘制出函数图象。本工具提供了了3个绘制空间函数图象的工具。 这3个工具是:函数发生器1、2和3。

1、采用点的轨迹的方法,通过空间点的轨迹描绘出图象;

2、采用迭代的方法,通过四边面的迭代得出图象;

3、采用轨迹方法,不过是描绘四边面的轨迹。

发生器1和3用前都需要把轨迹的采样数提高。方法是选定"编辑"菜单,再按住shift键,选择"高级参数选项",在采样栏里调高"新轨迹样本数量"和"最大轨迹样本数量"。样本数量越大图象越精确,但是样本数量过大会拖慢运行速度。如果在图象制作完成后通过右键图象,可以临时提高轨迹样本数量,这样只会临时拖慢系统运行速度。

§4.4.1 函数发生器 1 用法

1、新建一个参数命名为"delta",以决定分段数;

2、选中函数发生器1,在右上方的仰视图确定定义域。

3、修改计算式子Cz,输入新的解析式。

说明:

1、Delta的值以20左右为宜,值增大时要同时增加采样率,再重建轨迹,才能保证精确度。

2、定义域方框。下图的B9点只能在线段上移动,它决定了一个绿色的小点的空间位置,故,此方框命名为"定义域"。



3、重建轨迹的方法:先删除图象,选定定义域方框底边上的点(图中的B9),以及三维坐标系中的运动点,再点"构造"菜单下的"轨迹"选项。

4、修改解析式的方法:双击Cz,会出现如下计算:



Cy, Cx分别表示自变量y, x, 这时的解析式就是 $z = sqrt(x^2+y^2)$ 。修改成需要的函数解析式就行了。 下图是 $z = sqrt(x^5+y^5)$ 的空间图象。



§4.4.2 函数发生器 2 的用法

函数发生器2用法:

1、新建一个材质灯光控制;

2、选定"着色工具"—"函数发生器2",在右上方仰视图确定定义域。 修改解析式的方法:双击Z(x),出现如图计算:

	z	(x) :	= 0 .((Y (x)·	+X (x))	
		()				
0 *	(Y (x)) + X	(x))			-
7	8	9	+	^	数值(12)	-
4	5	6	-	$\left \left\langle \cdot \right\rangle \right $	函数(E)	-
1	2	3	*	$\overline{[]}$	単位①	-
		-	1.1	201	方程(の)	

这里Y(x)代表自变量y; X(x)代表自变量x,这里的解析式是z=0*(x+y),自然结果是一个平面。修改时只需将x用X(x)代替,y用Y(x)代替(括号内一定要是x,如不能是Y(x^2))。

-	(A) -	1	(=0	1	w? • ¥ (w)?	``
2	(x) =	= sir	1(50	•√Y()	X)2 +X (X)2)
sin	(50 *	sgrt	(Y (x)	^ 2 +	X(x) ^ 2))	_
7	8	9	+	^	数值(2)	=
7	8	9	+	<u> </u> (]	数值(V) 函数(C)	-
7	8	9	+ - *	▲ ()	数值(V) 函数(2) 单位(U)	

现在把解析式修改成z=sin(50*sqrt(x^2+y^2))了,会得出类似波纹的效果。 将k值扩大,能使得平面有更多波纹;分段数目,决定了面的光滑程度。



此图为分段数比较小,就是迭代次数较少,面很粗糙。

函数发生器3用法: 同函数发生器2一样

函数发生器3修改解析式的方法与2一样。

由于轨迹采样所限,发生器3无法得出像上图那样的高精度图象,但它在与2同的分段数时显示速 度明显较快。

为了方便比较,将函数发生器3的函数也修改为z=sin(50*sqrt(Y(x)^2+X(x)^2)),得到图形如下(左右图只是分段数小和大不同。):



至此,这套工具的所有内容就介绍完了,希望大家看完后对我的这套工具有所了解,希望我的这 套工具能够给更多的人带来方便。

§5 修订者后记

几何画板中文版于 1996 年引入我国,因为是原国家教委主推软件,到目前,国内有大量使用者。 因为几何画板在图形处理中功能强大,深受广大教师和学生喜爱。在数学学习中,都是从平面几何到 解析几何,再到立体几何。大家在体验平面几何使用动态图形的美妙后,充分体会到了几何画板对解 析几何的理解,但到了立体几何,却发现几何画板几乎无能为力了。感谢有欧阳耀斌这样的高手存在, 充分利用几何画板的原有功能,为我们开创了一片新天地。

图形的立体化是立体几何学习的难点问题,立体的图形不能动态展示其结构特点,更令一批学生 难以想象构图关系,陷入被动学习的泥潭。欧阳耀斌的作品从立体几何最基本的点、线、面、体入手, 结合高中立体几何学习需要,制作了许多辅助工具。不但展示了个人深厚的画板功力,更展现了个人 人对数学学习的深刻理解。

本工具能够解决我国高中立体几何学习中的大部分图形,可谓教师和学生的好助手。作者在制作 这个工具时尽管只是高中学生(可见,几何画板对学生的学习影响颇大!),但对几何画板和立体几何 的研究已经有很深造诣。特别是对于函数发生器的研究,已经超越了高中数学的境地,进入了空间曲 面几何的领域。目前,网络更加发达,能够实现立体图形制作的软件也越来越多,但与几何画板结合 最为紧密的还是这个 3D 画板工具。因为作者书写的教程过于简单明了,有时会影响到初学者的学习应 用。本人在闲暇之时,演练 3D 工具,并加以修订编辑,以期推动几何画板在立体几何中的应用。因为 不是开发者,而且不在高中任教,不知一线教师所需,故只对原文稿进行修订和补充。尽管想对现有 工具功能进行详尽介绍,但因不能洞察作者的思维,一定有遗漏和不足之处,请板友海涵。各位板友, 特别是一线教师,一定会有更多的新要求,欢迎到论坛交流讨论(www.gspggb.com)。同样期待原作者 或者其他志士推出更方便、更强大的 3D 几何画板!

2012年9月