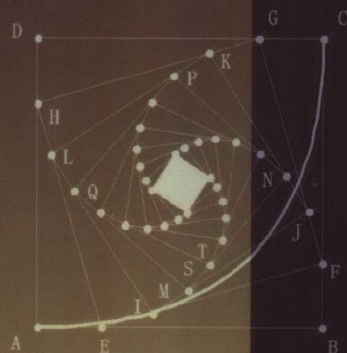


几何画板

新版特色与实用技巧

陶维林 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



几何画板

新版特色与实用技巧

陶维林 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

几何画板 4.05 版由美国 Key Curriculum Press 公司于 2003 年 9 月推出。几何画板是一个适合于中学数学教师、物理教师开展计算机辅助教学以及学生学习的工具软件平台。本书总结编者近几年来用几何画板开展计算机辅助数学教学的实践与经验,为满足同行开展计算机辅助数学教学实验研究的需要而编写,最大特点是“实用”。全书共分为四章和一个附录,除介绍新版几何画板软件的基本特色、有关的操作约定及如何进行几何画板的用户参数设置外,主要以范例的形式介绍如何用新版几何画板进行制作。读者只要认真学习每一个范例就能熟练地掌握新版几何画板。

本书适用对象是中学数学(物理)教师、大专院校数学系的学生以及中学生。可作为中学数学教师继续教育的教材以及大专院校数学系计算机辅助教学的教材,也可以作为中学生课外活动、研究性学习、选修课的教材。

4.05 版几何画板软件共享版下载网站:

<http://www.keypress.com/sketchpad/evaluation/index.html>。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

几何画板新版特色与实用技巧/陶维林编著. —北京:清华大学出版社,2003.11

ISBN 7-302-07565-4

I. 几... II. 陶... III. 几何课—计算机辅助教学—应用软件—中学—教学参考资料

IV. G634.633

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 100858 号

出 版 者: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社总机: 010-62770175

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 郑寅堃

封面设计: 张范云

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

装 订 者: 三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所\清华大学出版社出版发行

开 本: 185×260 印张: 14.75 字数: 350 千字

版 次: 2003 年 11 月第 1 版 2003 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-07565-4/TP·5564

印 数: 1~5000

定 价: 22.00 元

前 言

几何画板(The Geometer's Sketchpad)是美国的优秀教育软件,由 Nickolas Jackiw 设计, Nicholas Jackiw 和 Scott Steketee 程序实现, Key Curriculum Press 出版。3.05 版由人民教育出版社 1995 年引入我国并汉化。

2001 年 6 月底推出几何画板 4.0 版,2003 年 9 月推出 4.05 版(演示版可由 <http://www.keypress.com/sketchpad/evaluation/> 下载得到)。每一次版本的更新都使得功能有所加强,使用也越来越方便。尤其在画函数图像方面的改进更为突出。其他如分页功能、文本的数学格式编辑、对象的色彩等都显示出新版的鲜明特点。

几何画板的最大特色是动态性,能在变动状态下保持对象间不变的几何关系。

几何画板是一个适合于数学教学和学习的工具软件平台,既可用于平面几何、平面解析几何、代数、三角、立体几何等学科的教学或学习,也可用于物理、化学、机电等课程的教学。

实践已经表明,几何画板以其学习容易、操作简单、功能强大、品质优秀成为广大中学数学教师开展计算机辅助教学的首选软件已经是不争的事实。我相信,几何画板最终会被每一个中学数学教师所接受。

教师使用几何画板,使静态的图形变为动态,抽象的概念变得形象,枯燥的内容变得有趣,使课堂教学生动起来。利用几何画板,可以暴露知识发生、发展的过程,更好地揭示知识之间的内在联系。教师使用几何画板,把原先讲不清楚的问题讲清楚了。有了几何画板,在教师的指导下,有些教学内容可以让学生亲自进行操作、观察、分析,不必再用“教师讲学生听”的传统教学方式。

越来越多的学生也喜欢上几何画板。同学们用几何画板去发现、探索、总结数学规律,俨然成为一个“研究者”。他们用几何画板做数学实验,发现了令老师也吃惊的新结论。他们在这里找到了成功,找到了自信,找到了乐趣。几何画板的运用正在使学生参与到教学中来,改变着学习方式,开发了他们的智力,促进了素质教育。

几何画板进入课堂,改变了教学内容的呈现方式,改变了教师的教法与学生的学法,使数学教学过程发生了重大变化。新的教学模式出现,教育观念在不断更新,数学课堂教学改革进入了一个新的阶段。

教育部颁发的《普通高中数学课程标准(实验)》指出:现代信息技术的广泛应用正在对数学课程内容、数学教学、数学学习等方面产生深刻的影响。高中数学课程应提倡实现信息技术与课程内容的有机整合(如把算法融入到数学课程的各个相关部分),整合的基本原则是有利于学生认识数学的本质。高中数学课程应提倡利用信息技术来呈现以往教学中难以呈现的课程内容,在保证笔算训练的前提下,尽可能使用科学型计算器、各种数学教育技术平台,加强数学教学与信息技术的结合,鼓励学生运用计算机、计算器等进行探索和发现。

笔者是从事中学数学教学的一线老师,本书是为同行更好地开展计算机与数学教学整合研究而编写的。

本书的最大特点是“实用”,所选例子大多直接与中学数学教学实际相联系。

全书共分为四章。

第一章“新版简介”,介绍几何画板 4.05 版软件的安装、有关操作约定及如何进行几何画板的用户参数设置,还把菜单的主要功能列成“菜单功能列表”,便于学习与查询,为学习第二章几何画板的具体制作范例做必要的准备。

第二章“新版特色范例”是本书的主要章节,分为 20 节,由 50 个范例组成。每一节由“范例”和“新版特色”两个部分组成。“新版特色”主要指出新版新增加的特色,有些与 3.05 版加以比较。这一章的目的是使读者在学习一个个范例的过程中了解新版特色。这些范例制作过程的总和涵盖了新版几何画板的所有操作特点,读者只要认真学习每一个范例就能比较熟练地掌握新版几何画板。

第三章“实用技巧”也是本书的主要章节,共分 20 节,由 38 个范例组成。这些范例以课件制作为例说明灵活运用几何画板的功能,为把几何画板应用于教学提供参考,另一方面也供对几何画板有兴趣的老师学习与研究,以提高制作技巧。本章每一个范例由“学习目的”、“操作步骤”两个部分组成。在制作过程中随时结合具体操作过程给以“经验点拨”。

第四章“精彩应用”收集了编者用几何画板做数学实验发现的几个有趣数学结论,供有兴趣的读者参考。

为方便阅读,操作步骤中插入了大量的图片。考虑到一些读者不必掌握几何画板的所有功能,各范例操作步骤之间基本上是独立的。每个范例都提供了较为详细的操作步骤,读者可以直接学习认为需要的某个范例。当然,这样做可能会缺乏系统性。

在制作过程中,吸取了一些几何画板爱好者的制作经验,在此表示谢意。

由于时间仓促,水平有限,缺点错误在所难免,恳请读者不吝指正,以便再版时纠正。

联系 E-Mail: taobei@jlonline.com。

南京师范大学附属中学 陶维林

2003 年 9 月

目 录

第一章 新版简介	1
1.1 几何画板的安装	1
1.2 几何画板用户参数设置	5
1.3 几何画板工具箱	9
1.4 几何画板菜单功能列表	13
第二章 新版特色范例	21
2.1 轨迹与踪迹	21
2.2 文档分页与页面管理	25
2.3 画函数的图像	30
2.4 动画按钮的运用	38
2.5 自定义工具的定义、使用与管理	44
2.6 制表与根据表格数据画点	54
2.7 几何画板对象的编辑、合并与拆分	58
2.8 移动按钮的运用	65
2.9 系列按钮的运用	69
2.10 链接按钮的运用	75
2.11 多个坐标系与屏幕滚动的用法	79
2.12 极坐标与参数方程	82
2.13 自定义坐标系	89
2.14 几何分形	91
2.15 数列的图像、前 n 项的和与积	113
2.16 函数迭代	122
2.17 对象颜色与数字的关联	127
2.18 导数与定积分	134
2.19 三维坐标系中的曲线与曲面	139
2.20 文件的网上发布	151
第三章 实用技巧	154
3.1 圆与正多边形的滚动	154
3.2 交集与差集	161
3.3 转动的几何体	163

3.4	正多面体与 C_{60} 分子模型	166
3.5	在 PowerPoint 中链接几何画板	168
3.6	一组有趣的制作技巧	171
3.7	滚动的字幕	179
3.8	分段函数图像的几何作法	181
3.9	分段函数图像的代数作法	184
3.10	追及问题	186
3.11	任意角	188
3.12	圆锥侧面的展开	190
3.13	正方体截面的三视图	192
3.14	长方体侧面的展开	195
3.15	时钟与秒表的制作	198
3.16	椭圆规及有关问题	202
3.17	用平面截圆锥侧面	204
3.18	直线与圆锥曲线的交点	205
3.19	圆锥曲线的平行弦与定长弦	207
3.20	学习他人范例提高制作技巧	210
第四章	精彩应用	221
4.1	圆锥曲线的有趣演变	221
4.2	三角形外心轨迹的探求	223
4.3	圆锥曲线的又一种统一方式	228
附录	通过键盘实现的功能	230

第一章 新版简介

1.1 几何画板的安装

1. 系统要求

硬件要求

- (1) 486 或 486 以上机型;
- (2) 4MB 以上内存;
- (3) 40MB 以上硬盘剩余空间;
- (4) 光盘驱动器。

软件要求

Windows95(或 Windows 98/2000//ME/XP)。本书以 Windows 98 为例。几何画板 4.05 版。

2. 安装步骤

- (1) 把光盘放入光盘驱动器内, 然后单击屏幕左下方的【开始】按钮(图 1-1)。
- (2) 移动鼠标到【运行】菜单处单击(图 1-2)。

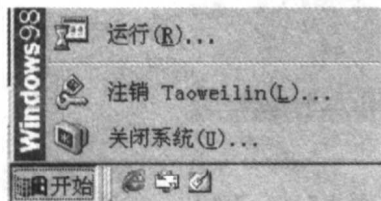


图 1-1

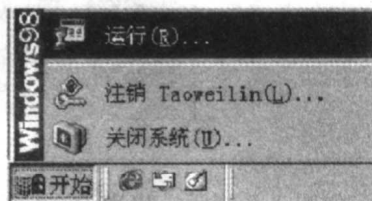


图 1-2

- (3) 在“打开”文本框中键入 G:setup sketchpad(假定你的机器的光驱盘符是 G), 单击【确定】按钮(图 1-3)。

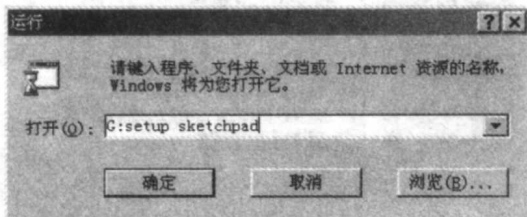


图 1-3

或者如图 1-4 所示, 双击“我的电脑”图标, 然后进入 G 盘, 双击光盘根目录下的 Setup Sketchpad 文件, 进入安装状态。

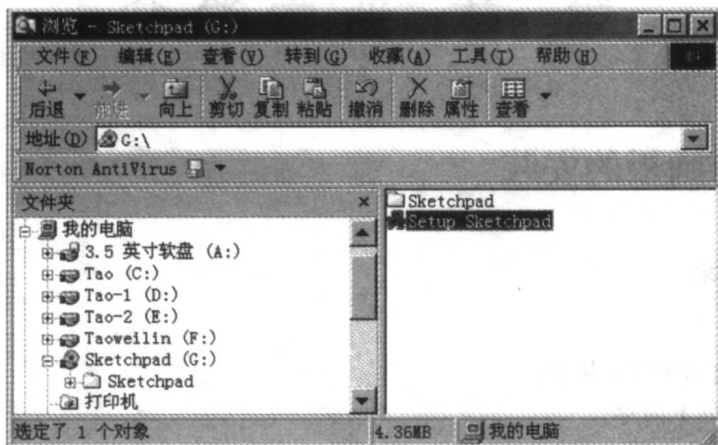


图 1-4

(4) 稍等, 会出现 Welcome 界面。单击【Next】, 继续(图 1-5)。

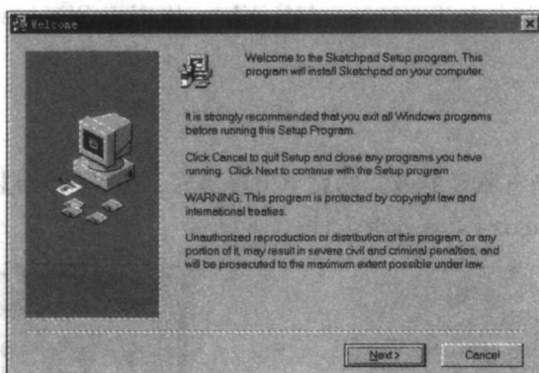


图 1-5

(5) 如图 1-6 所示, 出现 Read Me File 窗口, 单击【Next】按钮, 继续安装。

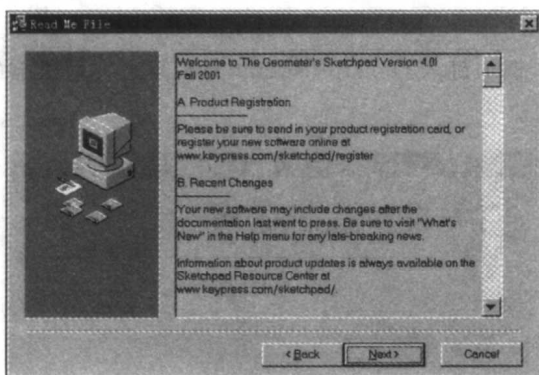


图 1-6

(6) 如图 1-7 所示, 键入姓名以及单位后, 单击【Next】按钮, 继续安装。

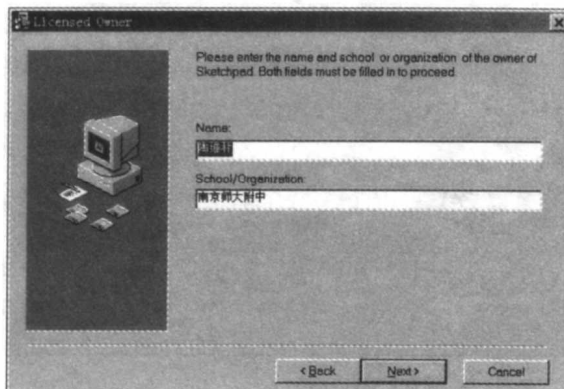


图 1-7

(7) 如图 1-8 所示, 出现安装路径选择, 一般不必改动, 单击【Next】按钮, 继续安装。

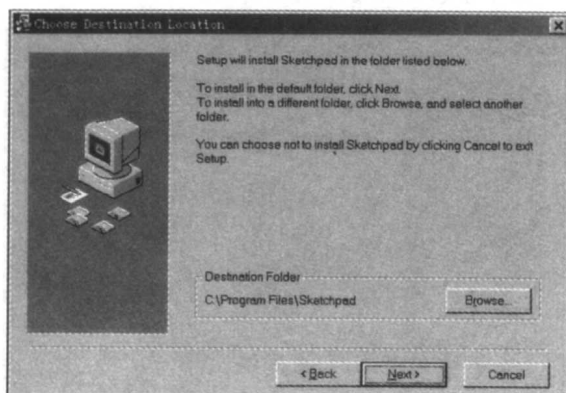


图 1-8

(8) 如图 1-9 所示, 出现如何安装提问。接受默认状态 Full Install(完全安装), 不必选择 Custom Install(自定义安装)。单击【Next】后进入文件复制状态(如图 1-10)。

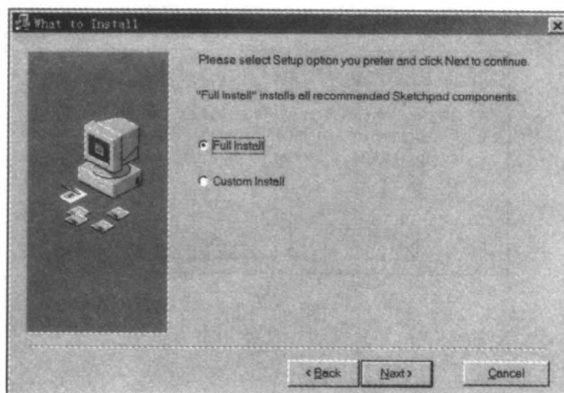


图 1-9

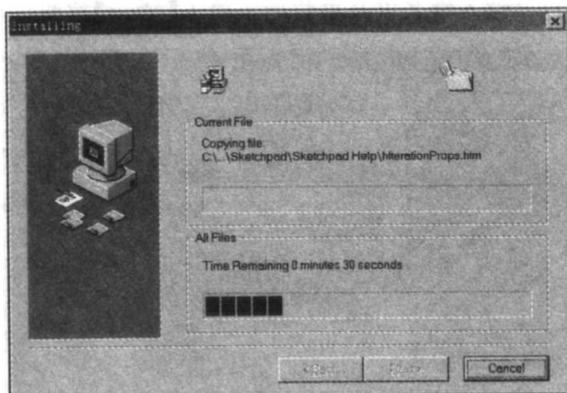


图 1-10

(9) 如图 1-11 所示, 出现 Installation Complete 窗口, 要注册则单击【Register】按钮, 进入注册状态。一般单击【Finish】, 完成安装。

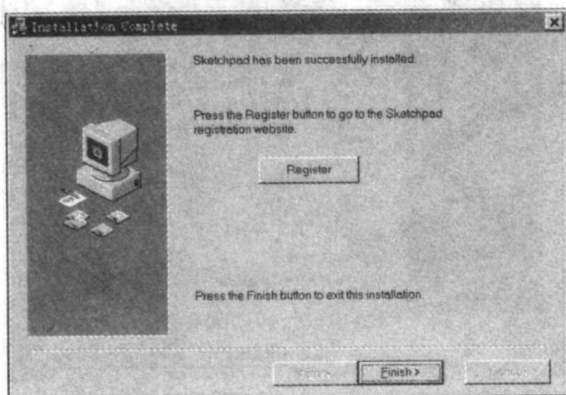


图 1-11

(10) 如图 1-12 所示, 系统提问是否要重新启动计算机。单击【OK】, 重新启动计算机使安装生效。

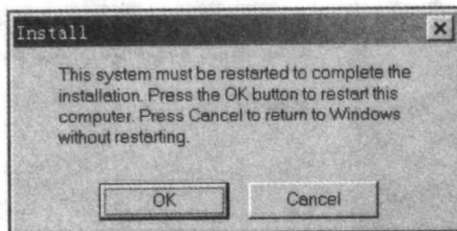


图 1-12

1.2 几何画板用户参数设置

几何画板允许用户对系统参数进行设置。参数在设置以后直到下次改变以前，系统一直保持用户的设置。

1. 一般参数设置

单击【Edit】菜单下的【Preferences】(参数设置)命令，进入参数设置对话框(如图 1-13)。

这里分成三大部分。当前显示的是有关 Units(单位)的设置。

● Units

单击 Angle 窗口右边的按钮 ▾，显示角度单位的三种选择(图 1-14)：

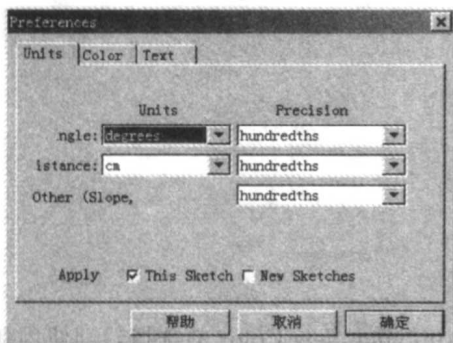


图 1-13

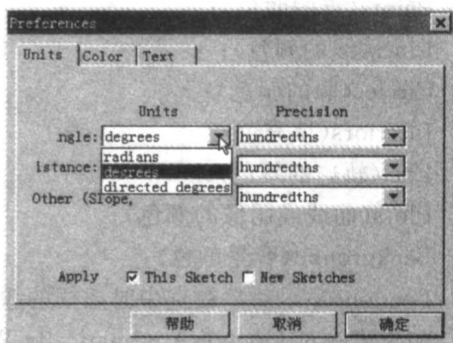


图 1-14

radians(弧度)，范围是 $-\pi \sim \pi$ ；

degrees(角度)，范围是 $0^\circ \sim 180^\circ$ ；

directed degrees(方向度)，范围是 $-180^\circ \sim 180^\circ$ 。

单击 Distance 右边的按钮 ▾，显示长度单位的三种选择：

pixels(像素)；cm(厘米)和 inches(英寸)。

不论对于角度还是长度，都可以设置其 Precision(精确度)。其精确度都有 5 种选择：

units(精确到个位 1)；tenths(精确到十分位 0.1)；Hundredths(精确到百分位 0.01)；Thousandths(精确到千分位 0.001)；Ten Thousandths(精确到万分位 0.0001)；Hundred Thousandths(精确到十万分位 0.00001)(图 1-15)。

Other(Slope, Ratio, ...) (其他(斜率，比，……))的精确度是指度量出的线(线段、射线、直线)的斜率、两条线段的比、新建参数值以及它们的计算结果的精确度。

Apply(应用对象)：This Sketch(当前画板)或者 New Sketches(新画板)。

● Color

单击【Color】(颜色)选项卡, 进入关于颜色的设置(如图 1-16)。

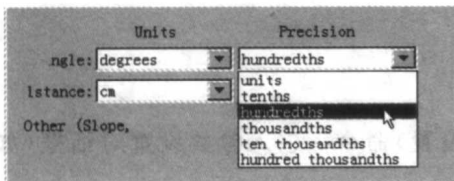


图 1-15

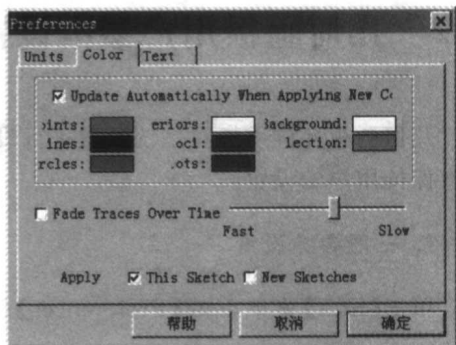


图 1-16

各项含义如下:

Update Automatically When Applying New Color(使用新的颜色时自动更新);

Points(点的颜色);

Lines(线的颜色);

Circles(圆的颜色);

Interiors(填充色);

Loci(轨迹的颜色);

Plots(曲线或图像的颜色);

Background(背景颜色);

Lecton(显示对象被选中时虚框的颜色)。

如果清除对 Update Automatically When Applying New Color 的选择, 则使用新的颜色时不会自动更新。

Fade Traces Over Time 是指由【Display】(显示)菜单的【Trace】(追踪)命令形成的对象踪迹自动淡出的时间(快慢)。

● Text

单击【Text】(文本)选项卡, 如图 1-17 所示, 显示文本的设置, 主要有 5 个复选框。

For All New Points: 为所有新绘出的点加注标签。

As Objects Are Measured: 对被度量的对象自动显示涉及的点的标签(坐标原点、单位点除外)。当前一选项被选择时就失去意义。

Show Text Palette When Editing Capt: 用【文本】工具编辑说明时自动打开文本编辑工具箱(单击【Display】菜单的【Show Text Palette】可打开文本编辑工具箱)。

This Sketch: 应用于当前打开的画板(在画点时加注标签)。

New Sketches: 应用于所有打开的画板(在画点时加注标签)。

最后两个选项至少选择一个, 也可以全部选中(不可以都不选)。

2. 高级参数设置

按住 Shift 键, 单击【Edit】菜单下的【Advanced Preferences】, 进入高级参数设置对

对话框(如图 1-18)。

● Export

【Export】(输出)选项卡如图 1-18 所示。

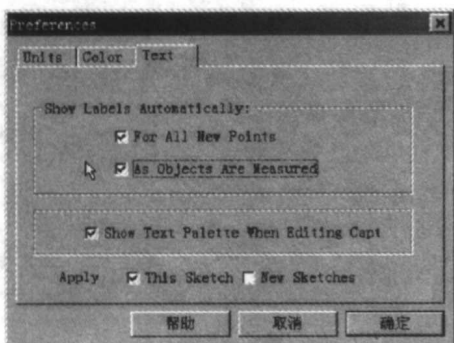


图 1-17

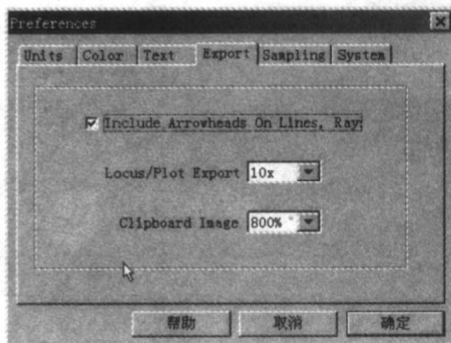


图 1-18

Include Arrowheads On Lines, Rays: 在打印或者粘贴到其他文件中时, 直线与射线是否显示箭头。

Locus/Plot Export: 轨迹或者图像打印质量。最大为 10×, 通常设置成 5×。

Clipboard Image: 剪贴板图形放大比例。最大为 800%, 通常设置为 100%。比如设置放大率为 800% 后, 把一个圆复制到剪贴板再粘贴到 Word 中, 这个圆会很大很大。

● Sampling

【Sampling】(样点数目)选项卡如图 1-19 所示。

Number of Samples for New Point: 为新产生的轨迹(由【Construct】菜单的【Locus】产生)设置样点数目(像素), 范围是 10~200 000。数字越大轨迹越平滑。

Number of Samples for New Function: 为新产生的函数图像设置样点数目(像素), 范围是 10~200 000。数字越大图像越平滑。

Maximum Number of Locus/Plot: 在编辑轨迹或者函数图像的属性时, 规定轨迹与图像上的样点数目的最大允许改变值, 范围是 10~200 000。

Maximum Number of Iteration: 规定循环(由【Transform】菜单的【Iterate】产生)所产生的对象的最大数目, 即最大循环深度, 范围是 10~100 000。

● System

【System】(系统参数)选项卡如图 1-20 所示。

Ideal Normal(1.0): 正常动画速度。动画速度为中速(或者说正常速度)时的(常规)值为 1.0, 图 1-20 中显示的速度为 2.381cm/s。

单击【Display】菜单的【Show Motion Controller】, 在弹出如图 1-21 所示的 Motion Controller(运动控制器)中, 改变 Speed 栏的值可以改变运动速度。

慢速为 Ideal Normal 的 0.33 倍, 快速为 Ideal Normal 的 1.7 倍。数值越大速度越快, 范围是 0~10 000。

Screen: 屏幕分辨率。指每 cm 长度中像素的多少, 也是对 1cm 长的定义。数字越大, 坐标系中显示的单位长就越长; 相反, 数字越小, 显示的单位长就越短。

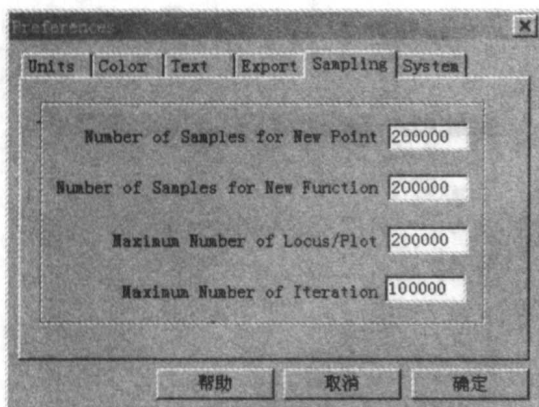


图 1-19

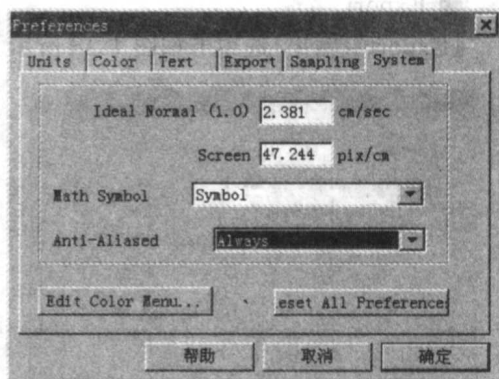


图 1-20

Math Symbol: 设置数学符号的字体。

Anti-Aliased: 消除线条上的锯齿。

这里还有 3 个选项: Always(总是这样做); When Speed Permits(当速度容许时这样做); Never(从不这样做)。

Edit Color Menu: 编辑颜色菜单。

单击【Edit Color Menu】按钮, 弹出颜色编辑对话框(图 1-22)。改变 Color 方框中的颜色可以有 5 种方法(在 Color 框中可以预览所设置的颜色):

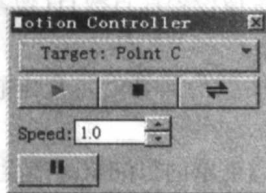


图 1-21

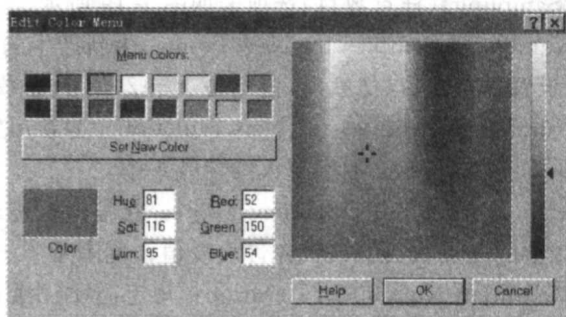


图 1-22

单击 Menu Colors 中的 16 个小方框中的一个;

直接改变 HSL(色调、饱和度、亮度)值;

直接改变 RGB(红色、绿色、蓝色)值;

直接单击右边色彩框中的某个部分;

上下拖动右边的三角形标志 ▼。

Reset All Preferences: 取消用户设置, 重置为系统默认的参数设置。

在参数设置以后, 系统会提示: 必须关闭并重新启动几何画板才能使设置有效。

1.3 几何画板工具箱

按 钮	名 称	功能(选择两个或者两个以上的对象可以按住 Shift 键)
  	【选择】工具。按住不放会出现一排按钮,后两者依次是【旋转】工具、【缩放】工具。不要松开鼠标,拖动到需要的工具按钮处松开鼠标,该工具被选择	都可以用来选择目标、对象。使用【缩放】工具或【旋转】工具都必须先定义“缩放中心”或“旋转中心”
	【画点】工具	用来画点
	【画圆】工具	用来画圆
  	【画线】工具。按住不放会出现一排按钮,后三者依次是【画线段】工具、【画射线】工具、【画直线】工具。不要松开鼠标,拖动到需要的工具按钮处松开鼠标,该工具被选择	用来画线(线段、射线或直线)
	【文本】工具	给点、线、圆、轨迹、图像等对象标注符号或在屏幕上加一段文字注解
	【自定义】工具	记录作图过程,产生作图工具,显示记录内容,进入文档及工具管理等

单击【Display】(显示)菜单中的【Hide Toolbox】(隐藏工具箱)可以隐藏这个画板工具箱。这是个“开关”选项,要显示画板工具箱,可以单击【Display】(显示)菜单中的【Show Toolbox】(显示工具箱)。

1. 【选择】工具

选中对象的目的是为了对这个对象进行操作,这是因为在 Windows 中,所有的操作都只能作用于被选中的对象上,也就是说,必须先选中该对象,然后才能进行对于该对象的有关操作。在几何画板中,对选中的对象可以进行的操作有:删除、拖动、作图、度量、变换、显示/隐藏标签等等。

提示:在进行所有选择(或不选择)之前,应该先单击画板工具箱中的【选择】工具使鼠标处于箭头状态,你应该习惯于这样做。

(1) 对象被选中的标志是对象周围有虚框,其颜色可以设置(见本章第 4 节)。图 1-23 中的点 C、线段 DE、圆这 3 个对象被选中。点 D、E、A、B 则都没有被选中。

在画板中作出的图形、图像、文字,粘贴的图片,插入的各种图标,产生的控制按钮等都称为“对象”。

(2) 要选中两个或者两个以上的对象可以有多种方法。比如是在选中第一个对象以

后再分别选中其他对象；也可以把要选中的对象用【选择】工具画一个矩形框框住，如图 1-24 所示，即用【选择】工具在矩形的一个顶点处按下，拖动鼠标到另一个对角的顶点处松开，三角形 ABC 的三条边与三个顶点这 6 个对象将都被选中。如果要选中的是屏幕上的所有对象，则可以单击【Edit】(编辑)菜单中的【Select All】或者按快捷键 $\text{Ctrl} + \text{A}$ 。如果选中屏幕上的绝大多数对象，仅少数不选，则可以先按快捷键 $\text{Ctrl} + \text{A}$ ，然后再用【选择】工具单击不要选中的那些对象。用【选择】工具选择对象是一个开关操作，用【选择】工具单击某对象时，该对象被选中，再单击该对象时，该对象又被释放。

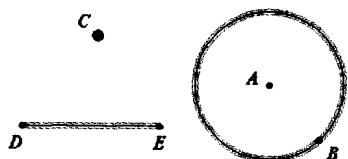


图 1-23

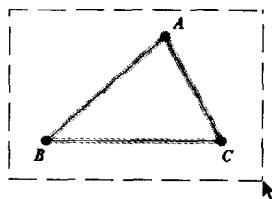


图 1-24

如果屏幕上的对象较多，比如有几个圆、几个点还有几条线，现需要选中“点”而不选中其他对象，可先使工具箱中的【画点】工具处于选中状态，然后按快捷键 $\text{Ctrl} + \text{A}$ ，则所有的点被选中，而其他对象没有被选中，类似地可以仅选中圆或者仅选中线。假定已经选中了所有的点，还要再选中所有的圆(不要用鼠标单击绘图区，否则会释放已经选中的所有点)，只要使【画圆】工具处于被选中状态，再按快捷键 $\text{Ctrl} + \text{A}$ ，则所有的圆又被选中，前面选中的所有点未释放，即已经选中了所有的点和所有的圆。

(3) 都不选中。如果在画板的空白处单击一下，那么所有选中的标记都消失，此刻没有对象被选中。

(4) 修改几何对象的标签也可以用【选择】工具。如图 1-25 所示，当用【选择】工具指向点 D 的标签字母 D 时，【选择】工具呈手状  (中间有一个字母 A)，双击鼠标将弹出标签修改的对话框，可以修改该点的标签。



图 1-25

(5) 用【选择】工具还可以直接作出几何对象间的交点，只要单击这两个对象的相交处即可。

2. 【旋转】工具

使用【旋转】工具旋转对象需要先标记(定义)一个点为旋转中心(用【旋转】工具双击该点即可把该点标记为旋转中心)，然后用【旋转】工具选中一个对象，拖动这个对象将绕旋转中心旋转。用【旋转】工具也可以选择对象。

3. 【缩放】工具

使用【缩放】工具也需要先标记(定义)一个点为缩放中心(用【缩放】工具双击该点即可)，然后用【缩放】工具选中一个对象，拖动这个对象将以缩放中心为中心做位似变换。用【缩放】工具也可以选择对象。