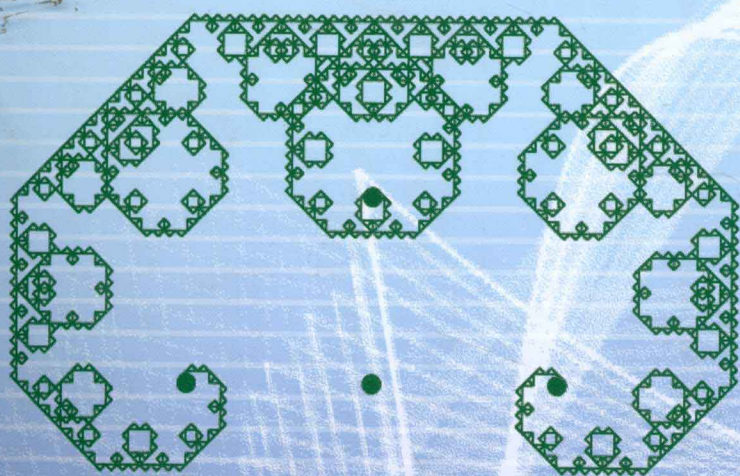


蒋云鹏◎著

几何画板5.0

在教学中的深度应用



深度应用
简单易学
技术创新
使用高效

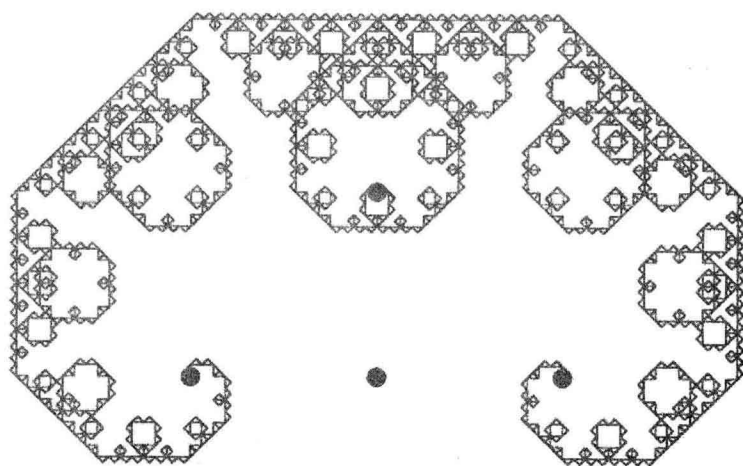


上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL
PUBLISHING HOUSE

蒋云鹏◎著

几何画板5.0

在教学中的深度应用



上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL
PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

几何画板5.0在教学中的深度应用/蒋云鹏著

—上海:上海教育出版社,2011.8

ISBN 978-7-5444-3665-6

I.①几… II.①蒋… III.①几何—计算机辅助教学

—应用软件 IV.①018-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第157000号

责任编辑 张莹莹

赵海燕

封面设计 陆 弦

几何画板5.0在教学中的深度应用

蒋云鹏 著

出版发行 上海世纪出版股份有限公司

上 海 教 育 出 版 社

易文网 www.ewen.cc

地 址 上海永福路123号

邮 编 200031

经 销 各地新华书店

印 刷 上海颀辉印刷厂

开 本 889×1194 1/16 印张 11.5 插页 2

版 次 2011年8月第1版

印 次 2011年8月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5444-3665-6/G·2831

定 价 32.00元

(如发现质量问题,读者可向工厂调换)

序

世界著名数学家陈省身先生在《数学百科全书》的序言中写道：“在人类的思想史上，数学有一个基本而独特的地位。几千年来，从巴比伦的代数，希腊的几何，中国、印度、阿拉伯的数学，直到近代数学的伟大发展，虽然历史时有中断，但对象和方法是一致的。数学的对象不外乎‘数’与‘形’，虽然近代的观念，已与原始的意义，相差甚远。数学的主要方法是逻辑的推理。”从数学的哲学来看本书的内容，可能更有意思。

数学的哲学基础是实证主义(positivism)和理想主义(idealism)。理想主义者相信观念是实在的存在，不能靠直观来证明数学定理的成立，我们不能用有限的几次计算来确定一个运算定律，因为有限次的计算可能仅仅是某些特例；不能用一幅图来证明一个几何定理，因为图形可能引起错觉，所以必须用逻辑推理来证实，进行理性判断。虽然，谁也无法看到“数列 $\frac{1}{2}, \frac{1}{2^2}, \dots, \frac{1}{2^n}, \dots$ 趋向于0”这个无限的过程，因为人的生命是有限的，但是通过逻辑推理论证，人们依旧相信其极限确实存在而且为0。这便是理想主义的真实写照。

同时，数学又是实证主义的。实证主义者认为：任何存在的事物，皆以某种可以估测的量存在。任何正确的数学命题，都是可以在实际中加以验证。几何画板提供了一种数学实证的工具，它是一种适合于中小学基础教育的计算软件，它为观测和研究方程解的存在与否、方程解的个数、函数的性质、函数中自变量与因变量的种种变化、几何中条件与结论的相依关系提供了有效的工具。几何画板为学生提供了进行数学实验、数学探索的工具，也为教师提供了进行形象教育的工具。一个精心设计的动画往往比教师的讲解更具有说服力。几何画板使用方便，所需要的设备简单。因此，自从几何画板引进中小学数学教学以来，不胫而走，风行于全国许多中小学。在上海，几何画板的应用已成为教育改革中一道亮丽的风景线。在许多教学观摩活动中，都可以见到几何画板的出色表现。

另外，据说几何画板在物理教学和研究中也有精彩表现，有的中学物理教师用几何画板做实验，实现了物理现象演示、原理分析、数学建模同步，甚至为质优生开设数理综合课，用有效的实际工作解释物理与数学的关系。我赞同蒋云鹏老师的观点“许多数学理论和方法是从研究物理开始的，这些数学内容在形式化之前就是物理，而当物理从具体事物现象逐步抽象出一般原理，并脱离实物实验进入演绎推理阶段时，就变成了数学”。可见运用几何画板不仅是为了形象化，更有沟通学科联系，揭示物理本质的深意。

总而言之，几何画板的“走红”，既是数学和数学的哲学基础所决定的，也是数学教学实践所证实了的。

蒋云鹏老师，多年来潜心研究几何画板在数学教学、数学学习中的应用，成绩卓著。不久前，蒋云鹏领导的团队出色地完成了一个上海市教育委员会的科研项目，其主要内容之一，就是几何画板在数学课堂教学和学生学习中的应用，并对改善中学生学习方式、促进理解性地学习数学提供了思路和方法。

蒋老师告诉过我一个故事,当他孜孜以求,克服种种困难,在屏幕上画出所预想的图像时,他是那样兴高采烈。旁观者说,不就画了一个图吗,有什么值得那样高兴。他说,冷静下来想想,确实也是如此。但我们认为,正是这种持久的研究兴趣和孜孜不倦的追求,才使他的几何画板应用进入了出神入化的境界。

基础教育,尤其中学教育,需要几何画板。希望本书的出版,能促进几何画板的推广、普及和应用研究,使几何画板在教育中发挥更大的作用。

袁震东

2011年6月

前言

几何画板(The Geometer's Sketchpad)软件是一款优秀的教学软件,它被公认为 21 世纪的动态几何。从 1996 年开始,我国教育部全国中小学计算机教育研究中心大力推广“几何画板”软件。它不仅简单易学,而且随着其版本从 3.05 升级到 5. x,它的功能越来越强大。因而,几何画板越来越多地在数学和物理的教学中得到应用,受到广大教师的欢迎。2009 年底“几何画板 5.0”汉化版问世,在保持其精准的几何数字化描述和动态的参数变化交互功能的前提下,扩展了许多功能,对原有过于“严格数学化”的功能和操作方法,“放宽”了许多限制,使它可以处理的问题更加宽泛,有些非数学和物理专业的人员,甚至小学生也可以使用它。由此,“在玩中学数学,在玩中增智慧”变得更加可信、可行。

本书在内容安排上,为适用于不同起点(未学习过几何画板、学习过几何画板 4.0 或其他)的用户的阅读需求,特意安排了首尾两章,分别详细介绍几何画板 5.0 的功能和基本操作,以及功能特色与使用技巧,可理解为功能篇;中间六章(第 2 章至第 7 章)以教学实际中比较典型的一些实例介绍课件做法和对应的功能,可理解为应用篇。书中许多实例的思路和具体操作方法,来自著者在教师培训过程中,一线教师提出的问题。这些思路和方法客观上不一定是最合理简洁的,但为了尽可能贴近读者,尽量保留提供者原来的思路 and 做法,编写时针对性地在技术上体现几何画板 5.0 的特点,考虑基础性与普适性的结合。有些不同的思路、纯技术技巧性的问题尽可能在每个问题之后的“经验提示”中说明,该部分也体现了作者对运用技术的一些基本主张,如特殊性与一般性、自动化程度与可操控性的关系、得到结果与凸显过程的关系等。

在此,感谢上海市闵行区教师进修学院院长徐国梁先生,是他敏锐地发现教师培训中,教师的热点需求和几何画板 5.0 高品质的应用价值,并热情鼓励、支持出版此书;感谢华东师范大学袁震东教授,是他认真审阅书稿,并惠赠序言;感谢我的同事张依昕、卢文卿、陈华、沈建国老师,是他们为本书提供实例,并做了部分文本录入工作;感谢我的妻子黄东妮女士,是她提供阅读感受与修改意见,并帮助校对全部书稿;感谢上海教育出版社赵海燕、张莹莹两位编辑及刘祖希先生,是他们为本书提出了许多建设性建议,并在出版过程中付出了大量辛勤劳动。

由于几何画板研究解决问题和处理制作方法可以无限开发,有许多几何画板高手(如陶维林、刘胜利、邱发文、江玉军、霍焰、李玉强、周传高、官长寿,等等)在深入研究几何画板的基础上,创作了许多平台性软件(如立体几何平台)、功能性工具软件(如函数绘图器、数列发生器、万能坐标系、圆锥曲线画规,等等)都具有非常强的集成化功能,这些优秀作品发布在有关网站上,成为重要的免费共享资源,在此谨向

提供学习资源的作者们表示深切的敬意。本书不能在有限的篇幅对这些高水平作品进行解读,只是针对教学的一般需求,给出一些较有代表性的最基础的例子,有兴趣的读者可以通过几何画板 5.0 的自定义工具和大量的帮助文件,进行深入研究。

因作者自身的研究能力和认识水平有限,本书难免有谬误稚拙之处,望读者指正。

电子邮件:jjyyp999@yahoo.com.cn

目录

第 1 章 几何画板功能简介 1

- 1.1 几何画板窗口 1
- 1.2 几何画板的参数设置 2
- 1.3 工具箱和基本作图 5
- 1.4 选取、拖动、删除、标签等基本操作 11
- 1.5 “构造”菜单作图 14
- 1.6 “变换”菜单作图 17
- 1.7 度量与计算 24
- 1.8 按钮的制作 27

第 2 章 平面几何 34

- 2.1 三角形的重心演示 34
- 2.2 三角形的中位线定理演示 35
- 2.3 三角形的内角和定理演示 37
- 2.4 全等形的制作与控制 40
- 2.5 相似形的制作与演示 42
- 2.6 勾股定理的证明 44
- 2.7 圆中有关角的关系演示 49
- 2.8 圆的切线 50
- 2.9 动点轨迹图形 50
- 2.10 运动合成 52

第 3 章 立体几何 55

- 3.1 棱柱、棱锥、棱台 55
- 3.2 多面体的割补 58

- 3.3 二面角 60
- 3.4 异面直线 61
- 3.5 三视图的演示 62
- 3.6 圆的斜二测作法 65
- 3.7 旋转体的展开与分割 66
- 3.8 一个平面图形在另一个平面上的投影 69
- 3.9 球体及动态截面演示 70
- 3.10 球体积公式及球面距离 72

第4章 函数 75

- 4.1 用系统默认自变量绘制不可变的函数图像 75
- 4.2 用“新建参数”作为自变量绘制函数图像 76
- 4.3 用数轴上点的横坐标作为自变量绘制分段函数图像 78
- 4.4 函数型问题研究 79
- 4.5 图片函数的应用 81
- 4.6 符号函数的应用 82
- 4.7 函数图像的运动变换 85
- 4.8 函数曲线的叠加 87
- 4.9 函数扇区的形成与变换 88
- 4.10 导函数与定积分 90

第5章 解析几何 92

- 5.1 椭圆 92
- 5.2 双曲线 96
- 5.3 抛物线 98
- 5.4 用平面截圆锥的动态演示 100
- 5.5 圆锥曲线的切线与法线 102
- 5.6 直线的参数方程 104
- 5.7 旋轮线(摆线)演示 109
- 5.8 渐开线 115
- 5.9 极坐标系 118

第 6 章 迭代方法 124

- 6.1 分形几何 124
- 6.2 几种简单装饰图案 127
- 6.3 数列图像及其几何表示 129
- 6.4 递推数列的图像与求和 134
- 6.5 函数迭代 136
- 6.6 曼德尔勃罗特集 138

第 7 章 小学数学和简单的物理现象 141

- 7.1 自动出题 141
- 7.2 简单统计图表 143
- 7.3 简单几何图形面积 144
- 7.4 分子热运动演示 145
- 7.5 几个力学现象 146
- 7.6 透镜成像原理演示 149

第 8 章 新版功能与使用技巧 151

- 8.1 多边形工具的妙用 151
- 8.2 图片处理 154
- 8.3 电子琴制作 159
- 8.4 解密高手思路 162
- 8.5 几何画板和其他常用软件的配合使用 166

附录 几何画板的深度应用激发命题灵感 170

第 1 章 几何画板功能简介

1.1 几何画板窗口

如图 1-1-1 所示,点击“开始”→“程序”→“几何画板 5.02 最强中文版”→“主程序”→“GSP 5.02 简体中文版”,或者双击桌面上的几何画板的快捷方式图标,即可开启几何画板窗口。

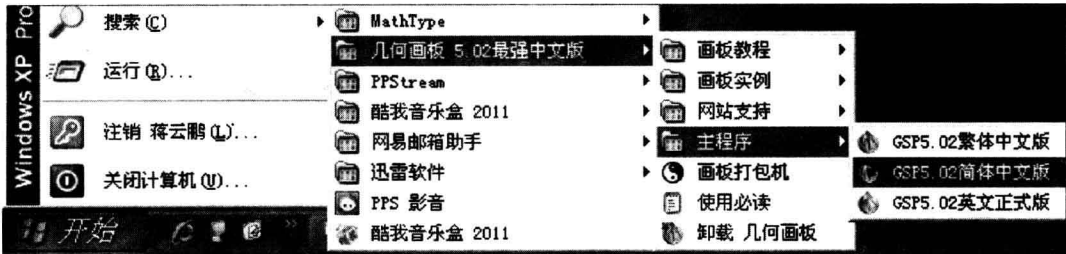


图 1-1-1

几何画板窗口中各组件的名称见图 1-1-2 中的标示。



图 1-1-2

系统自动打开新画板时,系统默认文件名为“未命名 1”,若再打开一个新画板,则继续自动命名为“未命名 2”。每次画完图后,文件名可以根据实际需要重新命名。

用鼠标单击窗口左上角的控制窗口菜单(几何画板的图标),或单击标题栏下方的图标,可以对当前窗口进行移动、最大化、关闭等操作。

1.2 几何画板的参数设置

一、参数选项

启动几何画板,在菜单栏中由“编辑”→“参数选项”命令,打开“参数选项”对话框,如图 1-2-1 所示。

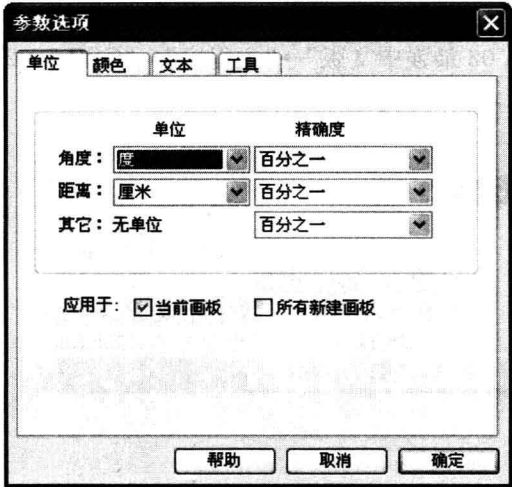


图 1-2-1

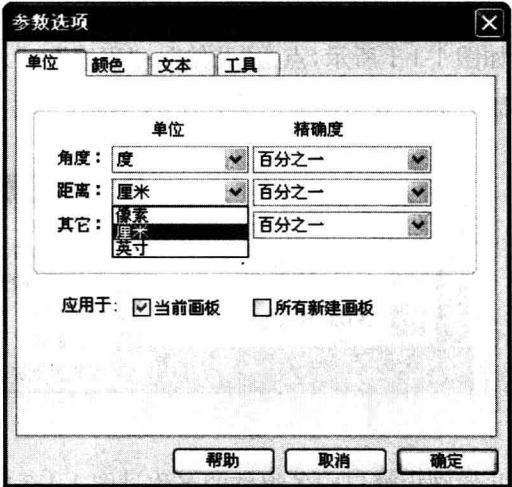


图 1-2-2

(1) “单位”选项卡。

单击“角度”右边的▼按钮,可把角的单位设置为度、弧度或方向度。单击“距离”右边的▼按钮,如图 1-2-2 所示,可把距离的单位设置为厘米、像素或英寸。

对“角度”、“距离”的“精确度”也可以根据需要作相应的设置,在图 1-2-2 中,角度、距离的精度都是百分之一。可设置的最大精度为十万分之一。

(2) “颜色”选项卡。

勾选“使用新颜色时自动更新”可为所画的点、线、圆、绘图、轨迹等设置颜色。如单击“背景”,系统默认为白色(图 1-2-3),点击色块则打开了“颜色选择器”(图 1-2-4),选择想要的颜色即可。

(3) “文本”选项卡。

如图 1-2-5 所示,在第一个框“自动显示标签”中,有两个选项,若选中“应用于所有新建点”选项,则画出的点会自动标注英文大写字母 A、B、C、…、A1、B1、…,称为点的标签;若只选“应用于度量过的对象”,则画出的点不带标签,当度量与这些点有关的值时,再自动显示标签。

在第二个框“新对象标签式样”中,单击“改变对象属性…”按钮,出现“文本样式”对话框(图 1-2-6),从而可以对标签、说明、变量 & 函数、操作类按钮、表格、数轴刻度值进行设置。

第三个框有 4 个选项。若选择“编辑文本时显示文字工具栏”,则当编辑文本时,在任务栏的上面会自

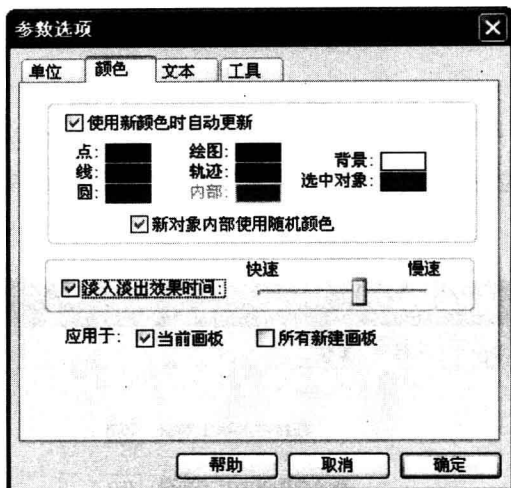


图 1-2-3

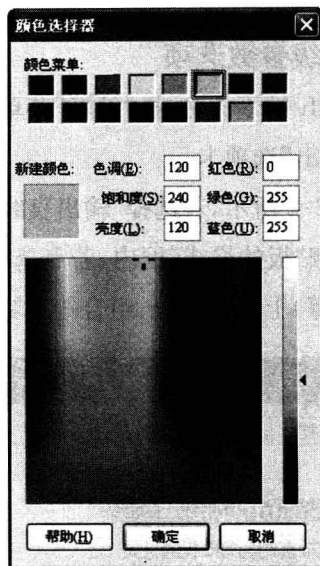


图 1-2-4

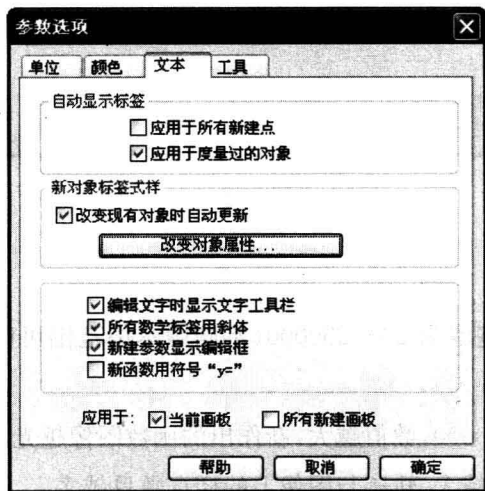


图 1-2-5

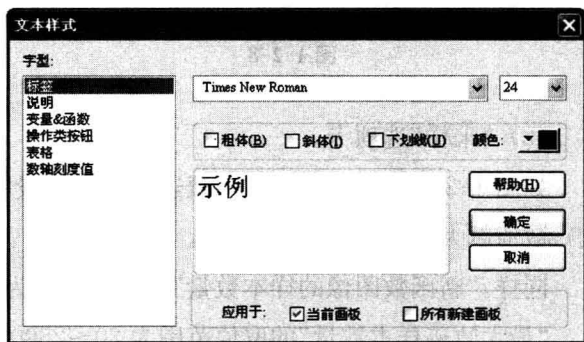


图 1-2-6

动显示文本工具栏 ，利用文本工具栏可以设置字体、字形、字号、颜色等；若选择“所有数学标签用斜体”，则界面上所有字母标签、参数、公式均显示斜体；若选择“新建参数显示编辑框”，则新建的参数在界面上显示的编辑框(如 $t_1 = 1.00$)，可以直接修改；选择“新函数用符号‘y=’”，则每个新建函数都表示为“y=…”的形式，否则，自动显示为“f(x)…”的形式”。

(4) “工具”选项。

如图 1-2-7 所示，对于箭头工具、多边形工具、标记工具、信息工具的设置，建议读者在学习了下一节，了解了工具箱各种工具的功能和用法后，再进行尝试学习。

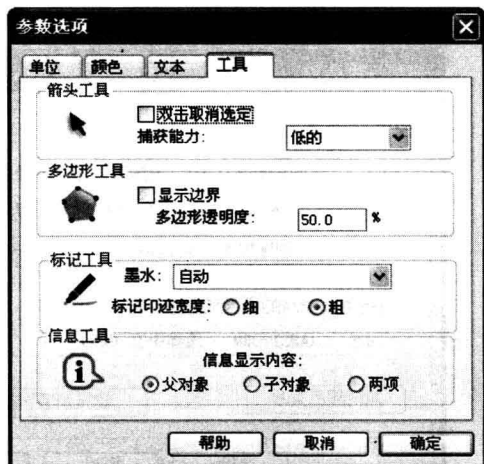


图 1-2-7

二、高级参数选项

按住 Shift 键不放,选择“编辑”菜单的“高级参数选项”命令,打开“高级参数选项”对话框。

(1) “导出”选项卡。

如图 1-2-8 所示,若选择“输出直线和射线上的箭头”,则打印或粘贴到其他文件时显示箭头。在“剪切/复制到剪贴板的格式”框内,若点选“输出图元文件和位图”,则粘贴到其他文件的图形,可以在其软件平台(Word 等)上进行拆分、组合等编辑。

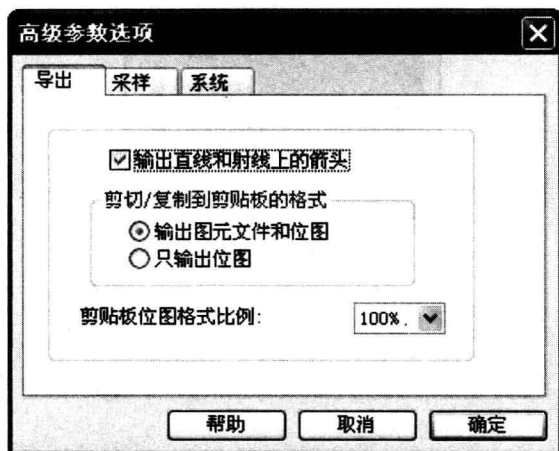


图 1-2-8

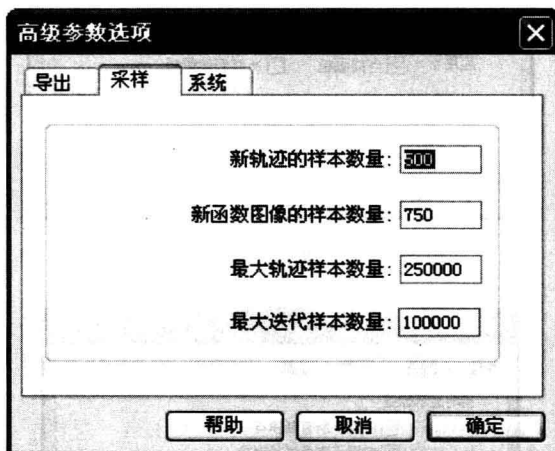


图 1-2-9

(2) “采样”选项卡。

如图 1-2-9 所示,可设置“新轨迹的样本数量”,取值范围为 20~250000(不同版本中范围可能不一致),数值越大,作出的轨迹越光滑。

同样,“新函数图像的样本数量”的取值范围为 20~250000,数值越大,新作出的函数图像越光滑。

“最大轨迹样本数量”的取值范围为 20~250000,数值越大,轨迹与图像上的样点数目越多。

“最大迭代样本数量”的取值范围为 5~400000,数值越大,迭代次数(循环深度)越多。

(3) “系统”选项卡。



图 1-2-10

如图 1-2-10 所示,可以设置动画速度。速度(1.0),表示动画的播放速度为 1.0 厘米/秒,系统默认的正常速度是 2.858 厘米/秒。

可以设置屏幕分辨率。一般无需改变默认状态,可以通过分辨率设置坐标系的单位长度,数值越大,坐标系中显示的单位长度越大。

勾选“对 gsp3/4 的语言支持”,可以解决几何画板 5.0 对老版本 gsp3/4 的文件兼容问题。若不选此项,则打开 gsp3/4 文件时,工具选项和界面文本可能会出现乱码。

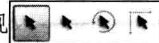
1.3 工具箱和基本作图

几何画板的主要用途之一是用来绘制几何图形。而几何图形的绘制,我们通常是用直尺和圆规,它们配合起来几乎可以画出所有的欧氏几何图形,因为任何欧氏几何图形最后都可归结为点、线、圆。这种公理化作图思想因为“三大作图难题”(化圆为方、三等分任意角、倍立方),曾经引起无数数学爱好者的极大兴趣,从而在数学历史上影响重大、源远流长。从某种意义上讲,几何画板绘图是欧氏几何“尺规作图”的一种现代延伸。因为这种把所有绘图建立在基本元素上的做法和数学作图思维中公理化思想是一脉相承的。

几何画板工具箱按钮名称及其功能如表 1-3-1 所示。

表 1-3-1 几何画板工具箱按钮名称与功能

序号	工具箱按钮	名 称	功 能
①		移动箭头工具、 旋转箭头工具、 缩放箭头工具	分别用于选择、平移、旋转、缩放对象,主要用于选择
②		点工具	画点
③		圆工具	画两点(圆心和圆上的一点)确定的圆
④		线段直尺工具、 射线直尺工具、 直线直尺工具	分别用于画线段、射线、直线
⑤		多边形工具、 多边形和边工具、 多边形边工具	分别用于画无边界线只有内部区域的、有边界线且有内部区域的、只有边界线的封闭多边形
⑥		文本工具	用于做文本说明或给对象加注标签
⑦		标记工具	给线、角等加标记,或用作画笔任意写、画
⑧		信息工具	用该工具指向任何对象,都会显示对象的性质、来源,以及与其他对象的关系等,帮助检查复杂的对象关系和学习他人作品的做法
⑨		自定义工具	记录所做的工作,生产新工具,显示记录内容,进入文档及工具管理等

注:在①、④和⑤的工具集中,往往存在多种工具的切换,切换的方式为:按住鼠标左键不放,并拖动至所需工具位置再松开。如,原工具箱中的按钮为,现在要切换为旋转功能的,可以按住不放,在出现上移动鼠标至处,再松开,此时,工具栏显示的按钮为,即完成了切换。

按住工具框的边缘,可随意拖动到画板窗口的任何位置,不同位置形状不同。试一试,拖动工具框,使其变成如下形状(图 1-3-1)。

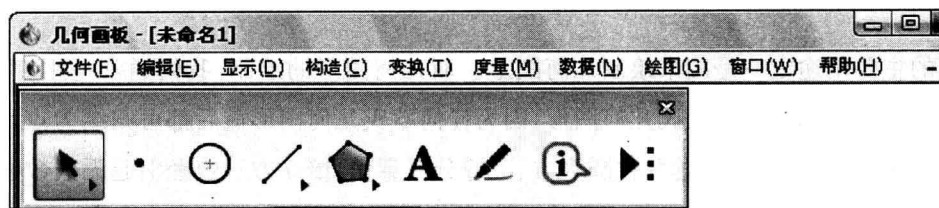


图 1-3-1

根据表 1-3-1 的介绍,请尝试体验一下各种工具的具体用途和功能吧。

选择某项绘图工具时,用鼠标单击一下该工具即可,用完后单击“选择工具”恢复原来状态。

一、选择工具

单击工具箱的  按钮,按钮处于  状态,把鼠标移动到工作区,鼠标处于  状态,表示选中了选择工具。

(1) 选择对象。

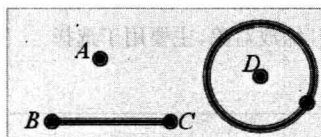


图 1-3-2

选择单个对象:选中了选择工具后,单击要选择的对象,当该对象被选中时,周围有红色边框,如图 1-3-2 所示。

选择多个对象:选中了选择工具后,可以分别单击要选择的每一个对象;也可以拖出一个矩形线框,使得要选择的对象置于线框之中。

选择所有对象:选择“编辑”菜单“全选”命令,或按快捷键 $\text{Ctrl}+\text{A}$ 。

释放被选择对象:选中选择工具后,单击被选中的对象,可以释放被选择的对象。若在空白处单击,则可以释放所有被选择的对象。

在几何画板中,作出的图形、图像、文本、操作按钮、粘贴的图片等都可以作为选择对象。

(2) 拖动对象。

用选择工具选择对象后,按下鼠标左键不放,可以向任意方向拖动对象。

二、画点工具

单击工具箱的  按钮,把鼠标移动到工作区,鼠标处于  状态,箭头顶端粘连着一个点,表示选中了“点工具”;在工作区单击,画出一个点,画出的点处于被选择状态;拖动该点,可以改变点的位置。可见,用点工具画出的是自由点。

注意:若用点工具在线型(直线型、圆、弧)对象、轨迹或图像上画点,则画出的点只能在这些对象上运动。如,在已知直线 AB 上画一点 C ,点 C 就只能在直线 AB 上运动,即点 C 是直线 AB 上的任意点。

三、画线工具

(1) 画线段工具。

首先,单击工具箱的  按钮,按钮处于  状态,表示选中了“线段直尺工具”。

其次,用线段直尺工具在工作区单击,出现一点,鼠标移动到另一点,再单击,画出一条线段。画出的线段处于被选择状态(两个端点除外),如图 1-3-3 所示。也可以用拖动鼠标的方法画线段,即用线段直尺工具在工作区按下鼠标左键不放,沿任意方向拖动一段距离松开鼠标,即画出一条线段。



图 1-3-3

一条线段包含三个对象,即端点 A、B,以及 A、B 两点之间的线段部分。用选择工具拖动线段,可以移动线段;拖动点 A 或点 B,可以改变线段的长短和方向。可见,用线段直尺工具画出的是自由线段。

(2) 画射线工具。

首先,将线段直尺工具切换到“射线直尺工具”,即把鼠标移到 , 按住鼠标左键不放,拖动鼠标到  处,松开鼠标,完成工具切换。此时,工具箱出现射线直尺工具 , 表示选中了射线直尺工具。

其次,用射线直尺工具在工作区单击,出现一点,鼠标移动到另一点,再单击,画出一条以第一点为端点经过第二点的射线,如图 1-3-4 所示,一条射线包含三个对象,即端点 C、射线上另一点 D、线型部分。画出的射线处于被选择状态(点 C、D 除外)。



图 1-3-4

用选择工具拖动射线,可以平移射线,拖动点 C 或点 D 可以改变射线的方向。

(3) 画直线工具。

用法与线段、射线类同。

四、画圆工具

单击工具箱的  按钮,按钮处于  状态,表示选中了“圆工具”。

用圆工具在工作区单击,出现一点,鼠标移动到另一点,再单击,画出一个圆,画出的圆处于被选择状态,如图 1-3-5 所示。用选择工具在空白处单击,释放被选择的对象;拖动点 B 可以改变圆的半径,拖动点 A 可以改变圆的位置(点 B 称为圆的控制点)。也可以用拖动鼠标的方法画圆。

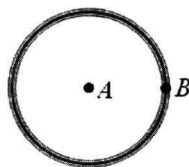


图 1-3-5

注意:画圆工具与画线工具有相同的鼠标状态 。

五、文本工具

单击工具箱的  按钮,把鼠标移动到工作区,鼠标处于  状态,表示选中了“文本工具”。

(1) 编辑文本。

点击文本工具按钮后,在工作区双击或拖动鼠标,出现一个矩形虚线框时,可以编辑文本。比如,给课件添加标题、注释、数学表达式等,如图 1-3-6 所示。

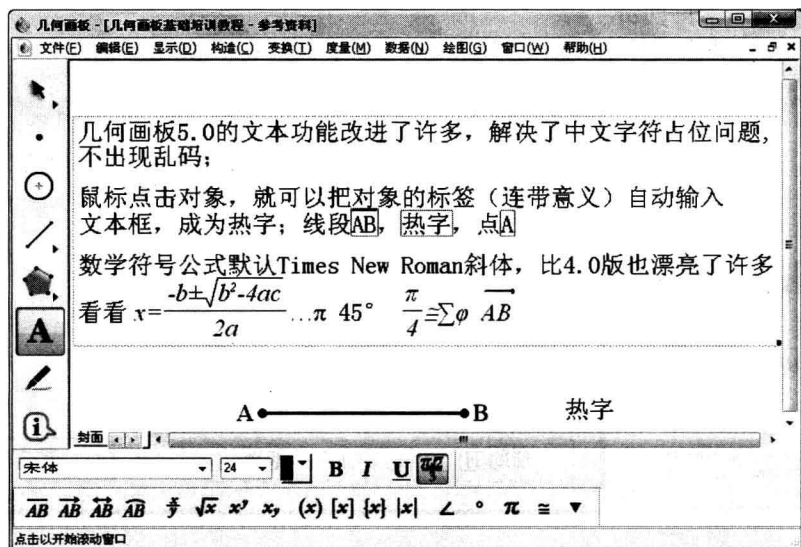


图 1-3-6