

中 小 学 生 信 息 科 学 知 识

图 形 与 图 像

主 编：李广建

副主编：邓俊强 曹正斌



北京科学技术出版社

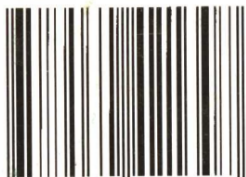
责任编辑：李可亮
装帧设计：视线意典



- 信息科学导论
- 信息存储与检索
- 办公自动化系统
- 汉字信息处理
- 数据库系统
- 信息与教育
- 网络与通讯
- 多媒体与多媒体技术
- 信息资源管理
- 信息系统分析与设计
- 图形与图像
- 计算机技术
- 信息学方法论
- 信息经济与信息产业
- 因特网
- 信息高速公路



ISBN 7-5304-2130-1



9 787530 421307 >

ISBN 7-5304-2130-1/Z · 947
(全16册)总定价：108.00元

中华万有文库

总 顾 问 费孝通

总 主 编 季羨林

副总主编 柳 斌

科普卷·中小学生信息科学知识

图 形 与 图 像

编 著 王 卫

《中小学生信息科学知识》丛书编委会

主 编 李广建

副主编 邓俊强 曹正斌

编 委 高 聪 吴钢华 邓俊强

李广建 曹正斌 徐仁信

耿 骞

北京科学技术出版社

中华万有文库

总 顾 问 费孝通
总 主 编 季羨林
副总主编 柳 斌

《中华万有文库》编辑委员会

主 任: 刘国林

秘书长: 魏庆余 和 龚

委 员: (按姓氏笔画为序)

王寿彭	王晓东	白建新	任德山
刘国林	刘福源	刘振华	杨学军
李桂福	吴修书	宋士忠	张 丽
张进发	张其友	张彦民	张晓秦
张敬德	罗林平	封兆才	和 葵
金瑞英	郑春江	胡建华	侯 玲
祝立明	贾 斌	顾士熙	高文元
游铭钧	章宏伟	常汝吉	彭松建
韩永言	葛 君	鞠建泰	魏庆余

总 序

本世纪初叶，商务印书馆王云五先生得到胡适之、蔡子民、吴稚晖、杨杏佛、张菊生等 30 余位知名学者、社会贤达鼎力相助，编纂出版了《万有文库》丛书。是书行世，对于开拓知识视野，营造读书风气，影响甚巨，声名斐然，遗响至今不绝。

1000 多年以前，南朝齐梁学者钟嵘在《诗品》中以“照烛三才，晖丽万有”来指说天地人间的广博万物。今天，我们全国各地的数十家出版发行单位与数千名作者以高度的历史责任感，联袂推出《中华万有文库》，并向社会各界读者，特别是青少年读者做出承诺：

传播万物百科知识，营造有益成功文库。

我们之所以沿用《万有文库》旧名，并非意图掠美。首先，表明一个信念：承继中国出版界重视文化积累、造福社会、传播知识的优秀传统，为前贤旧事翻演新曲，把旧时代里已经非常出色事情在新时代里再做出个锦上添花。其次，表明我们这套丛书体系与内容的鲜明特点。经过反复论证，我们决定针对中小学生在提倡素质教育的需要和农村、厂矿、部队基层青年在提高文化与科学修养的同时还要提高劳动技能的广泛需要，以当代社会科学与自然科学的基础知识为基本立足点，编纂一套相当于基层小型图书馆应该具备的图书品种数量与知识含量的百科知识丛书。万有的本意是万物。百科知识是人类从自然界万物与社会万象之中得到的最重要的收获。而为表示新旧区别，丛书之名冠以中华。这就是我们这套丛书的缘起与名称的由来。

《中华万有文库》基本按照学科划分卷次，各卷之下按照内容分为若干辑，每一辑大体相当于学科的一个二级分支，各卷辑次不等；各辑子目以类相从，每辑 10 至 20 种不等，每种约 10 万字左右，全书总计约 300 辑 3000 种。《中华万有文库》不仅有传统学科的基本知识，而且注意吸收与介绍相关交叉学科、新兴学科知识；不仅强调学科知识的基础性与系统性，而且注重针对读者的年龄特点、知识结构与阅读兴趣而保持通俗性和趣味性；不仅着眼于帮助读者提高文化素质与科学修养，而且还注重帮助读者提高社会生存能力与劳动技能。

每个时代，图书最大的读者群是 10 至 20 岁左右的青少年。每个时代能够影响深远的图书，是那些可以满足社会需要，具有时代特点，在最大的读者群中启蒙混沌、传播知识、陶冶情操、树立信念的优秀图书。我们相信，只要我们老实地做下去，经过几个甚至更为漫长的寒暑更迭，将会有数以百万计的青少年读者通过《中华万有文库》而打开眼界，获取知识；《中华万有文库》将会在他们成长的道路上留下鲜明的痕迹，伴随他们一同走向未来，抵达成功的彼岸。

天高鸟飞，海阔鱼跃。万物霜天，凭知识力量，竞取成功，争得自由。在现代社会中，任何人都没有任何理由拒绝为了获取力量而读书。这是《中华万有文库》编纂者送给每一位本书读者的忠告。

追求完美固然是我们的愿望，但是如同世间只有相对完善一样，《中华万有文库》卷帙庞大，子目繁多，难免萧兰并擷，珉玉杂陈。这些不如人意之处，尚盼大家幸以教之。我们虚心以待。是为序。

《中华万有文库》编委会

目 录

第一章 当今世界的计算机图形	(1)
第二章 计算机图形绘制的基本原理	(11)
第一节 图形的显示	(12)
第二节 计算机图形的基本绘制	(17)
第三章 图形的变换和裁剪	(33)
第一节 图形的几何变换	(33)
第二节 窗口视图变换	(38)
第三节 图形的裁剪	(42)
第四章 计算机绘图基本命令及绘图实例	(45)
第一节 基本绘图命令	(45)
第二节 计算机绘图实例	(52)
第五章 三维造型与描绘	(62)
第一节 三维空间物体的描述与二维显示	(63)
第二节 真实感图形的形成	(68)
第三节 实物造型	(72)
第六章 分形与自然景物的绘制	(76)
第一节 分形几何——描述自然界非规则对象 的几何学	(76)
第二节 自然景物的绘制——分形图	(78)

第三节	分形图绘制举例	(85)
第四节	分形图的应用	(93)
第七章	图像与计算机图像	(95)
第一节	人类视觉与图像的形成	(96)
第二节	图像与图像信息	(98)
第三节	计算机图像的数学描述	(101)
第八章	计算机图像的获取	(104)
第一节	图像的输入	(104)
第二节	图像信息的存储与读取	(109)
第九章	图像的处理	(115)
第一节	引言	(116)
第二节	图像处理的例子	(119)
第三节	图像增强	(125)
第四节	图像压缩	(132)
第十章	图像的分析与理解	(136)
第一节	引言	(136)
第二节	图像分析	(138)
第三节	图像理解	(147)
第四节	计算机视觉	(151)
第十一章	图像处理与分析的应用	(157)
第十二章	计算机图形与图像的新领域	(162)

第一章 当今世界的计算机图形

用下面这个问题来开始计算机图形的讨论是合乎逻辑的，什么是计算机图形？简单的定义就是：计算机图形是由计算机产生的图像。在计算机图形领域中，艺术地模仿生活，产生与照片中捕获的图像完全没有区别的栩栩如生的图像，当今的计算机已有了相当的能力。计算机图形不受现实主义的框架限制，有时它们甚至能深入想象的王国纵情驰骋，一如你在电影中看到的由计算机处理的特殊效果的演示。

计算机图形科学始于六十年代初期。当时 Ivan Sutherland, 这个最早的计算机图形公司 Evans & Sutherland 的共同创立者，在 MIT 攻读博士学位期间为 TX-2 计算机开发了一个绘草图的程序。自那以来，经过多年广泛而深入的研究，已使计算机发展到如今堪称艺术的状态。计算机图形不在仅仅存在于学术界的殿堂，它们无处不在，以无数的方式触及我们的生活。

科学技术的新发明往往使我们对自然界的认识不断发展。正如显微镜帮助了人类去观察微小物体的结构，望远镜把人类的眼力延伸到宇宙深处一样，计算机图形使我们能够在计算机上模拟假想的数学世界，并进一步研究它的规律。它像一个窗口，计算机程序设计者透过它描绘各种物体的形象。这些物体可能是客观存在的真实物体，服从已知的自然规律；

但另一些完全可能是虚构的，仅仅服从程序员在程序中为它们规定的规律。飞机驾驶员在训练时，从计算机的屏幕上可以看到飞行的仿真情况。物理学家也可以利用计算机模拟核反应，在荧光屏上观察粒子之间的碰撞；或者观察火箭以接近光的速度飞行。具体的显示内容千差万别，但却有一个共同点：那就是由一个或几个物体所组成的图形都是由计算机产生和操作的。计算机图形学是在计算机的辅助下产生图形的科学。人们建立起物体的模型，然后在计算机中存贮这个模型，产生出该物体的图像，并对它们进行操作、修改和完善。

早期的计算机仅仅输出大量的数据作为计算的结果。很快地，计算机开始以阴极射线管（CRT）作为它们的标准输出设备，数据以更快速度，更容易地显示出来，从此开始了计算机运算结果以图形形象来揭示其包含的信息的时代。今天，计算机图形学已成为迅速发展的领域，而且应用范围极为广泛。机械零件的加工图和透视图的绘制，错综复杂的集成电路的设计，高速公路的设计规划，汽车与飞机的设计，地图、建筑图以及出版物的制版，甚至服装式样的设计等等，都在大量地应用计算机图形的研究成果。计算机图形还应用于显示复杂的自然和数学现象。例如，有机化学家可能想合成一种物质，他首先创建一个分子的模型并显示出来，然后利用一定的程序，在空白的荧光屏上把简单的分子模型组合起来，逐步合成所要得到的物质。医学工作者可以从荧光屏上观察血液在动脉中流动的情况，用计算机模拟动态的变化，从

而研究血管中产生旋涡的位置，找出动脉硬化的起因。物理学家可以编出程序，用计算机显示基本粒子与其本身所产生的电场之间的相互作用，学生们就能形象地了解微观粒子的世界。数学家也能够用计算机显示抽象的数学函数，把它们显示在二维、三维或多维空间中。

当前，计算机图形已应用在工业、商业、政府部门、教育、娱乐以及家庭中。由于显示设备的价钱日益变得能为一般人所接受，所以计算机图形应用的领域在不断地大量增加，而且速度的增长也是惊人的。下边列举几个具有代表性的例子。

1. 计算机制图用于科学技术和商业

在传统的制图中，通常用丁字尺、三角板画直线，用圆规画圆或圆弧，用曲线板或曲线尺连接曲线，也就是说，靠手工作业绘出图形。因此，绘图质量的好坏和出图速度主要取决于绘图员技术的高低和熟练程度。在计算机绘图中，这些传统的绘图工具一概不用，而用计算机通过绘图程序控制自动绘图仪或图形显示器输出图形。

例如，要画图 1-1 所示的三角形，三角形各顶点的坐标为：(10, 20)、(50, 0)、(40, 60)，绘图程序如下（用 Fortran 编写）：

```
C PROGRAM 1.1
```

```
CALL GINIT (打开绘图机)
```

```
CALL PLOT(10.0,20.0,3) (抬笔移动到(10,20))
```

```
CALL PLOT (50.0, 0.0, 2) (画线到 (50, 0))
```

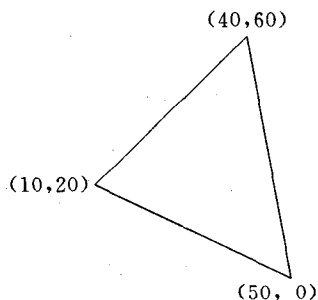


图1-1 三角形

CALL PLOT (40.0, 60.0, 2) (画线到 (40, 60))

CALL PLOT (10.0, 20.0, 2) (画线到 (10, 20))

CALL GSTOP (将画笔送回笔架, 并停绘图机)

STOP

END

执行该程序时, 计算机将源程序加工成绘图机的绘图命令, 指挥绘图机完成绘图操作。

当然, 这个例子是太简单了, 假如我们要画图 1-2 至图 1-5 所示的图形, 采用手工作业将是很麻烦的, 但是当读者读完本书第一部分后, 就会感到用计算机画这样的图形并不困难。通过进一步学习, 也许你能利用计算机画出更为复杂美妙的图形。

计算机图形大量地、经常地用于数学的、物理的以及经济函数的二维和三维图形的绘制中。诸如各种直方图、条形或扇形统计图、任务进程图、产品库存和产量变化图及其它丰富多彩的图形。彩色显示终端的应用, 可以用不同的颜色

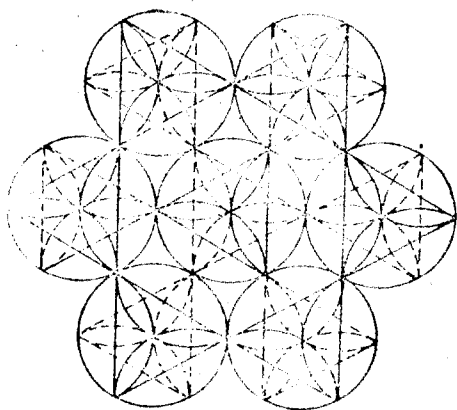


图 1-2 由直线、圆和圆弧组成的图形

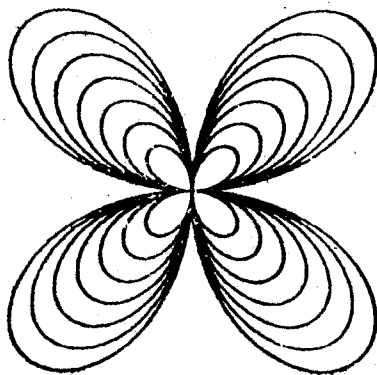


图 1-3 用计算机画的四叶玫瑰线簇

表示出不同的内容，使得重点更突出。计算机图形还用于在

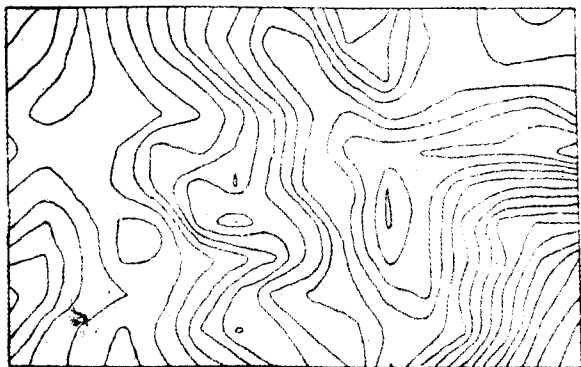


图 1-4 计算机画的等值线图

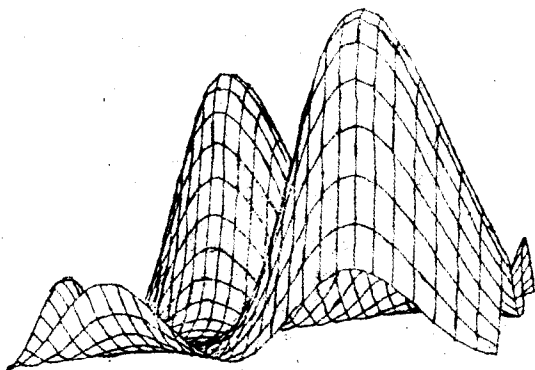


图 1-5 计算机画的曲面图

纸上或胶片上产生高质量的或高精度的地理以及其它自然现象的图形。例如，地图、矿藏图、石油勘探图、海洋图、天气图、等高线图以及人口密度分布图等。以上所列举的图形

都能使观察者更快地更好地理解复杂的现象。

2. 计算机辅助设计

很少有（如果不是没有的话）哪个计算机图形的应用能像计算机辅助设计（CAD）影响工程和制造领域那样影响一个产业。在CAD发明之前，工程设计制图（即用精确的线绘图说明一件产品外观形状并用尺寸指定各个特征的规格和位置）全靠手工用铅笔、丁字尺、绘图模板和其它机械绘图工具来完成，不仅图纸的产生需要耗费大量时间，图纸修改同样也旷日持久。

CAD通过用软件命令代替绘图工具并用图形终端代替绘图板，整个地改变了设计者的工作方式。画一条线不再用铅笔和尺子，而是由CAD操作员（用CAD软件的人）在屏幕上找出两个点，然后由计算机把两点连接成一条线。产生一个圆形不是在绘图板上描绘一个圆样的图样，而是由操作员指定圆心和半径，然后由CAD软件画出一个圆。CAD绘图通常要比传统的用铅笔在纸上绘图更加容易，因为反复出现的元素，像齿轮周边的齿状物，可以只画一次然后由计算机按需要复制许多次。进行修改也比较容易，因为像指向某个部分并咔嚓点一下这样简单的动作就能删除图纸的一个完整部分或重新形成该图以适应设计者的技术规范。

在计算机辅助设计领域内，人们利用计算机图形显示来设计电气、机械、电机和电子设备的零件和系统。系统的类型多种多样，它包括建筑物、汽车外形和机体、飞机和轮船的外壳以及它们的内部结构、电话或计算机网络系统等。某

些 CAD 系统能够产生像照片一样的图像,使工程师能够在—一个部件制造出来之前直观地看到它的外观,使建筑师能够在砌第一块砖之前看到竣工后的楼房的样子。

3. 仿真与动画

以计算机制作动画电影来表现真实物体或模拟物体随时间而变化的规律变得越来越普遍。我们不但可以通过图形显示来研究数学函数,而且也能把科学现象数学模型化,再把此数学模型以图形形象表示出来。例如,水流、相对论、核反应和化学反应、生理学系统、动物的器官,这一切都可以通过计算机图形得到。由此产生的一个高技术领域就是计算机动画。这种动画不但具有很高的质量,而且由于利用计算机图形技术减少了绘制动画过程中的步骤,因而大大节约了制作费用。除了产生简单图画之外,目前计算机动画已能创造出具有立体感的动画人物形状,并且也已用在科幻电影中。

计算机动态显示图形的另一个非常成功的应用是飞行训练仿真设备。

把你的眼睛闭上然后开始想象你是一名飞行员,正在穿过雨幕和低悬的浓云向着大雾迷漫的跑道完成一次着陆。一阵中等强度的侧风向机尾施加着压力,就像一只看不见的手使劲地把飞机的后部向侧面推去。你靠左脚坚实地压住方向舵踏板来保持平衡。当你接近地面时,瓢泼大雨一个劲儿地倾泻到你的挡风玻璃上。这时,座舱内的地面临近警报响起了一种尖锐的鸣叫。你一眼就看见了机场跑道的灯光,但它太远了,以至于还没有靠近它,飞机就已碰到了地面。

如果这是真的，你和你的乘客以及机组人员就将陷入一场严重的灾难之中。不过既然这只是一次模拟，你还将活着并且改日还能再飞。今天的飞行员要在复杂的地面飞行模拟器中进行种种不利情况的训练，为处理飞行中有可能发生的类似情况作好准备。

在飞行训练仿真设备中，大型的显示屏代替了驾驶员的挡风玻璃。在这个屏上有飞行员所在的环境的图像，同时还显示出云雾、烟尘、灯光、跑道等。所有这一切随着时间的变化，随着驾驶员操纵飞行器的动作各自按照一定的规律变换形状。于是宇航员可以在仿真设备上学习驾驶登月舱和飞船，练习如何手动操纵飞船着陆；航天飞机的驾驶员们在真正飞行之前，也要在仿真设备上反复实践。

很有意思的是，这样一种高级技术也应用到娱乐和儿童教育中。在电子游戏机中，利用计算机建立一个简化了的二维或三维世界，例如人造的宇宙空间，假想的战场等，参加游戏者操纵驾驶杆指挥飞行器在宇宙空间飞行，或者躲避流星的撞击，或者开炮与假想的太空人作战。计算机将响应操纵者的动作，实时地显示相应的动画。

4. 过程的控制

飞行仿真器和电子游戏机让使用者与假想的世界相互作用，整个过程处于模拟状态。另一类应用却是让用户真正控制他所处的环境。一些敏感元件安装在炼油厂、发电厂或系统的一定部位，利用它们获得有关客观状态的信息。计算机把它们连同工厂或系统的图形一起显示在大型荧光屏上。生