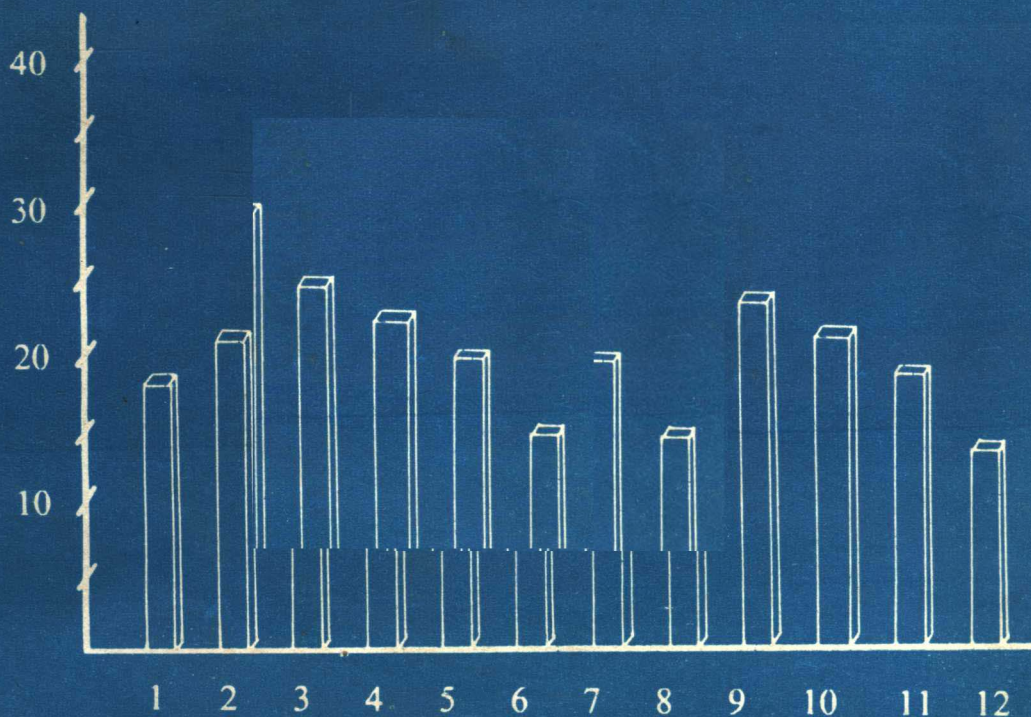


微 计 算 机

制 图 原 理 及 应 用

据 建 华



云 南 大 学 出 版 社

内 容 简 介

本书介绍微计算机制图的基本原理和方法。通过用 IBM-PC 的 BASICA 语言中专用绘图命令编写的 97 个程序实例,系统地介绍了从二维到三维图形的处理。还介绍了从简单的动画技术到一些实用性很强的绘图软件编程技巧。

本书作为一本入门的初级读物,奉献给需要用微机制图的专业人员和初学者。本书适合作为大专院校和培训班的教材。

微计算机制图原理及应用

褚建华 编著

责任编辑:吴玉树

*

云南大学出版社出版

(云南大学校内)

昆明市大观印刷厂印刷

*

开本:787×1092/16 印张:15 字数:360千字

1990年7月第一版 1990年7月第一次印刷

印数:0001-3,500

ISBN 7-81025-066-3/TP·3 定价:4.50元

前 言

近年来,随着计算机制图这一新的应用技术在国内的迅速发展,大大地拓宽了国内计算机应用的领域。由于人们接受的所有外部信息中,约有70%以上是以图象的形式通过视觉获取的,所以利用计算机产生图形或对图形进行各种变换处理,对于帮助人们获取信息、提高获取信息的效率都有十分重要的意义。目前,计算机图形学已从专门的科研应用发展成各行各业所需要的应用技术。如商业、教育、工程设计、建筑设计、气象、地球物理、地质、地理、军事、办公自动化、自动控制等各个领域都需要用计算机从各种不同的角度进行大量的图形处理。这也就为计算机制图提供了广阔的应用领域。

在八十年代初期,我们所知道的“计算机制图”大多需要配备一套价格昂贵的专用绘图设备(如配大中型绘图仪),这说明过去计算机制图对外部硬件设备的要求是很高的。我国目前使用最多的计算机是以IBM PC和长城0520系列为主的微型计算机(或其他兼容机),这些微机的价格较低,一般中小型企业事业单位都已配备。若能充分利用这些设备,完全可以通过一部普通的微机和一台点阵式打印机绘制出一些常用图形,而不必再专门购置一台绘图仪。本书所要介绍的制图方法,主要就是在微机和打印机上进行的。

本书内容深入浅出,从简单的图形处理到复杂图形的绘制,从二维视图到三维视图的处理都进行了讨论,还涉及到消除隐藏面这样一些较复杂的内容,并给出了97个程序和例子。在部分制图程序的讨论中包含了一些数学公式,这些数学公式可以帮助您绘制各种不同的图形和进行复杂的图形变换。这些数学问题一般都很简单,并不一定要有大学程度才能理解,若读者已掌握了中学数学知识就能理解制图方法。本书还介绍了一些实用管理图形的绘制方法,这类例子中的程序可以马上应用到实际工作中去。读者在掌握了本书所介绍的制图方法和技巧后,只要多进行实践,定能大大提高制图工作的效率。

计算机制图是一个很广泛的领域,本书仅是作为一本入门的初级读物奉献给读者,因此本书只涉及到用BASIC语言进行的微机制图的基本方法,而对于其它高级语言编写的绘图软件以及专用的绘图输入、输出设备,仅作了简单的介绍。

本书在每章末都配有习题,供读者练习。本书可作为理、工科和经济管理类大专院校有关专业或计算机应用培训班的教材,也可作为从事科研、设计及管理的机械、建筑、气象、地质、地理、航空、纺织和自动化等多种学科的工程技术人员制图参考书。也可以作为一本计算机制图程序集或手册使用。

本书在编写的全部过程中得到了云南大学地球科学系领导的鼓励和帮助;另外还得到庄真副教授、丛连理讲师、胡毅力讲师、赵华柱工程师和刘英助理工程师的具体指导和帮助;胡国梁副教授审阅了全部书稿,在此特向以上同志表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,错误在所难免,恳请专家和读者给予批评指正。

编者

1989年11月

目 录

第一章 微计算机制图原理简介	1
§ 1.1 引 言	1
1.1.1 微计算机与制图的关系	3
1.1.2 微计算机制图的一些代表性应用	4
1.1.3 微计算机制图简史	8
§ 1.2 微计算机制图系统的设计原理	9
1.2.1 微计算机制图系统	9
1.2.2 微计算机图形显示原理	10
§ 1.3 微计算机制图系统的硬件和软件	12
1.3.1 计算机制图系统的硬件	12
1.3.2 微计算机制图系统的软件	18
第二章 基本图形的处理	21
§ 2.1 简单的制图方法	21
2.1.1 PRINT 语句绘图方法	21
2.1.2 象素绘图概念	22
2.1.3 文本方式和图形方式的选择	24
2.1.4 点的绘制	28
2.1.5 线的绘制	30
§ 2.2 简单图形的绘制	31
§ 2.3 简单数值图表的处理	41
2.3.1 数据坐标图	42
2.3.2 直方图	46
§ 2.4 曲线图形的处理	50
2.4.1 圆的绘制	50
2.4.2 椭圆的绘制	53
2.4.3 其它曲线的绘制	54
2.4.4 用曲线作馅饼图和曲线函数图	56
2.4.5 用曲线设计艺术图案	60
第三章 复杂图形的处理	69
§ 3.1 图形的基本变换	69
3.1.1 位置的变换 (平移变换)	69
3.1.2 尺寸的变换 (缩放变换)	72
3.1.3 方位的变换 (旋转变换)	78
§ 3.2 动画设计原理	82
3.2.1 点和圆的运动	82
3.2.2 线和复合图形的运动	89
3.2.3 动画游戏的设计	94

§ 3.3 屏幕中的窗口技术	98
3.3.1 强调聚光	98
3.3.2 抹除和剪切	101
§ 3.4 二维视图变换	108
3.4.1 视图概念	109
3.4.2 二维视图变换	109
3.4.3 图形移动和缩放	115
第四章 扩展制图方法	120
§ 4.1 图象定义语言	120
4.1.1 全程移动命令	121
4.1.2 局部移动命令	122
4.1.3 移动变化命令	123
4.1.4 设置参数命令	125
4.1.5 调用子程序命令	128
4.1.6 区域填色命令	129
§ 4.2 任意图形的上色	130
4.2.1 PAINT 命令	130
4.2.2 用“涂片”填色	136
4.2.3 PAINT 命令和 BoxFill 命令比较	139
4.2.4 PAINT 命令的应用	139
§ 4.3 图形阵列的显示	143
4.3.1 GET 和 PUT 命令	143
4.3.2 PUT 命令的 action 参数	146
4.3.3 实用编程举例	157
第五章 三维图形的处理	163
§ 5.1 三维视图的概念	163
§ 5.2 隐藏线和隐藏面的消除	164
5.2.1 隐藏面的消除	165
5.2.2 隐藏线的消除	169
§ 5.3 透视图	174
§ 5.4 三维图表	177
§ 5.5 三维图形的基本变换	183
5.5.1 平移变换	183
5.5.2 缩放变换	186
5.5.3 旋转变换	193
第六章 微计算机制图应用	200
§ 6.1 曲线拟合应用	200
§ 6.2 管理图形的应用	208
§ 6.3 图形库的设计方法	220
§ 6.4 绘制汉字的方法	225
§ 6.5 气象图的绘制	231

第一章 微计算机制图原理简介

§ 1.1 引言

在迅速、准确地传送信息方面,图象的价值早就得到了人们的承认。人的大脑通过五官接受各种各样的信息,而所有信息量的 70% 是以图象的方式通过眼睛接受的。有史以来,人类为了建立直观的展示品(文件、图表等),发展了各式各样的印刷、摄影以及复印等方法。如今,现代的数字计算机又把我们带进了计算机图形处理这一崭新的时期。

在传统的制图中,通常用丁字尺、三角板画直线,用圆规画圆和弧,用曲线板或曲线尺连接曲线,也即是靠手工作业画出图形。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。而在计算机绘图中,只需用计算机通过绘图程序控制图形显示器(或终端屏幕)或 X-Y 绘图仪输出图形即可。

例 1-1、画出如图 1-1 所示图形(各点坐标如图 1-1 所示)。绘图程序如下:

```
10 SCREEN 1
```

```
20 LINE (20, 10) - (40, 50),, B
```

(画左上角坐标(20, 10), 右下角坐标(40, 50)的矩形)

```
30 LINE (10, 20) - (50, 40),, B
```

(画左上角坐标(10, 20), 右下角坐标(50, 40)的矩形)

```
40 END
```

执行该程序时,计算机在屏幕上显示出所希望得到的图形。

当然这个例子是太简单了,但假如我们要画图 1-2 至图 1-5 所示的图形,若采用手工作业将是很麻烦的,但是当读者学完本课程后,就会感到用计算机画这样的图形并不困难。随着学习的不断深入,读者将体会到计算机绘图比起手工绘图来最大的优点是速度快、精度高、质量好,便于存储和复制。

作为这门学科的入门,我们从计算机绘图的应用着眼,来研讨从事不同职业的人们如何运用计算机图形处理技术。我们将介绍一些微计算机制图的简单原理,然后概述一些微机图形处理的软硬件。

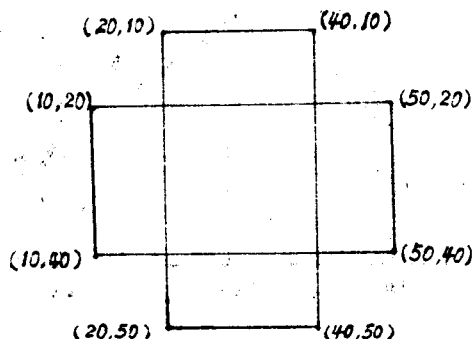


图 1-1、两矩形叠加

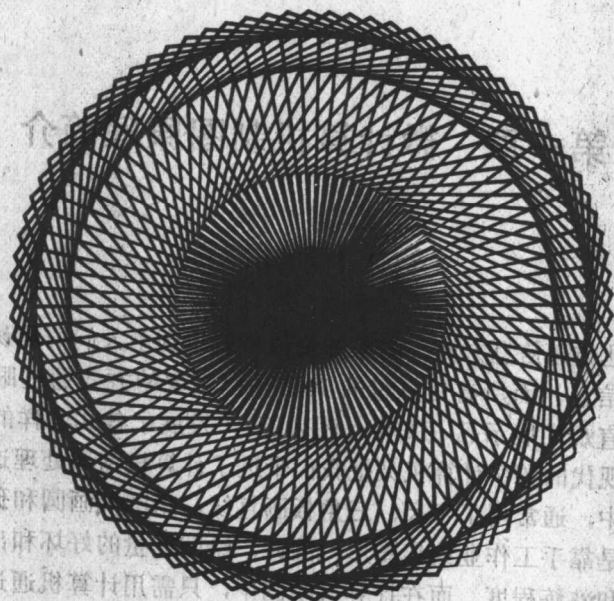


图 1-2 艺术图案

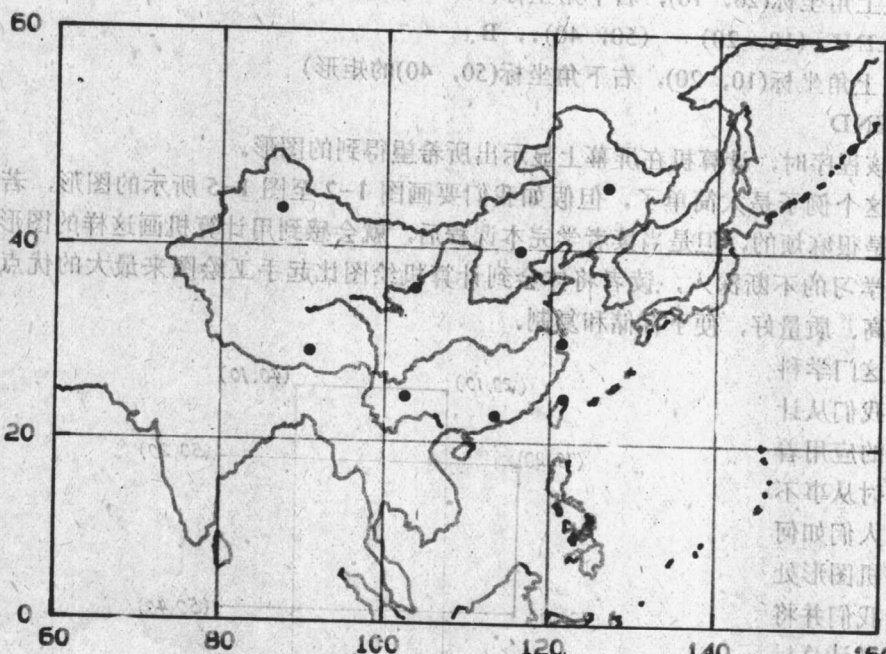


图 1-3 计算机绘制的地图

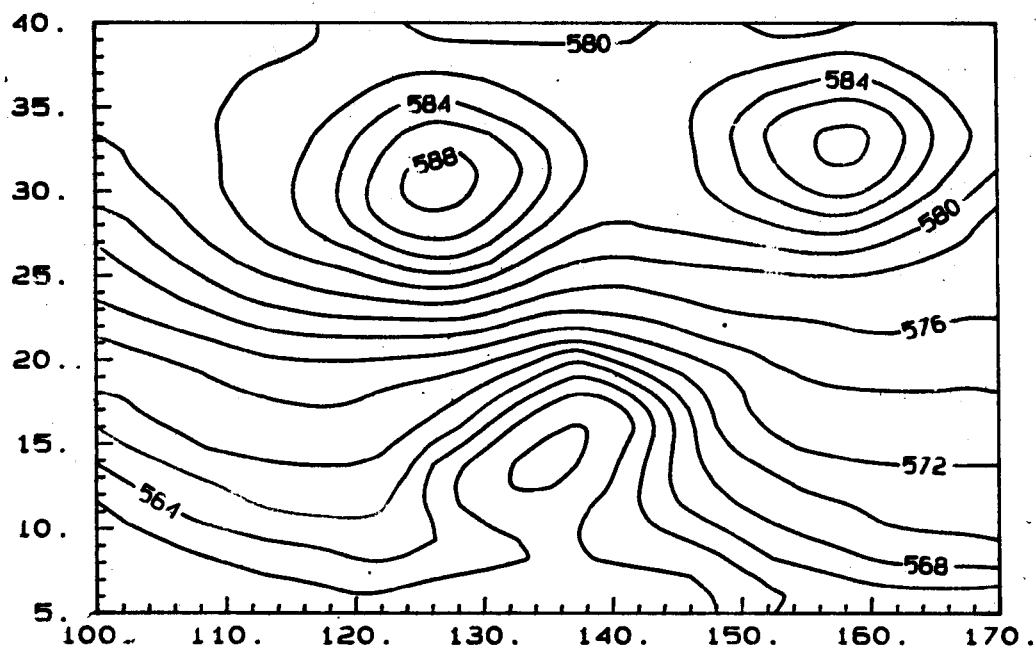


图 1-4 计算机绘制的等值线图

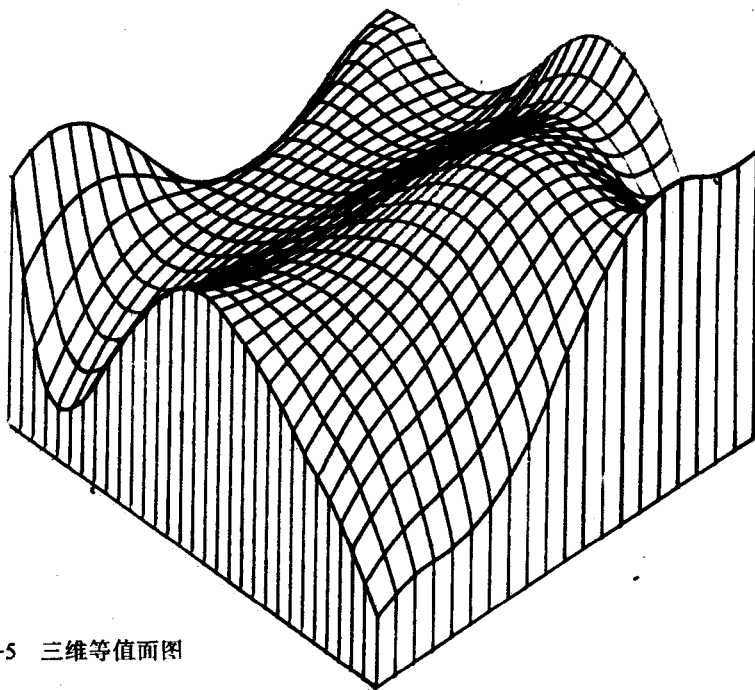


图 1-5 三维等值面图

1.1.1 微计算机与制图的关系

“制图”这一名称是用来表示娱乐、广告、商业、医学、教育、科研和工程诸领域的综

合性图形的制作过程。当所需要绘制的图形质量要求很高时，往往需要聘请专门的绘图人员来承担制图任务。这样做既花钱，又费时。于是人们编制了一整套绘图程序，把绘图工作交给计算机去做，这等于雇用了一个廉价的“自动绘图师”。这样就把计算机和制图联系在一起了。而且制图过程特别是按一定规则制成的图，确实有必要进行自动化处理。

计算机有许多用途，如一般的科学计算、统计、办公自动处理文字、文件、绘图等等。近年来，我国微计算机事业发展很快，一般的企事业单位都有了微机，但由于未将各类制图任务交给计算机去完成，以至于大批价格昂贵的计算机仅限于作一般的计算和文字处理，使计算机的利用率极低。因而计算机制图技术的推广和应用，将更广泛的开发和利用现有的计算机资源。

应提及的是，自动制图既不是使人失去主动性，也不是胡编乱画。计算机只是作为人类技能延伸的有力工具，它能按我们自己选定和拟订的图象技术要求去执行。计算机将会毫不厌倦地一遍又一遍地反复完成图象的草图，并且还可以探究不同的布局、不同的透视图、不同的颜色等等，直到我们对结果满意时为止。

许多人都与制图领域直接有关系，随着计算机制图的不断发展，越来越多的人将受其影响，而价格便宜的个人计算机的出现更有可能大大促进计算机制图的发展。

1.1.2 微计算机制图的一些代表性应用

目前，计算机制图已应用于工业、商业、办公、教育、娱乐等许多不同的领域。由于一般的显示设备的价格越来越便宜，甚至可以用普通彩色电视机来代替，所以计算机制图的应用领域是宽广的，而且增长得很快。下面，我们列出某些领域的代表性例子。在本书后面的章节中，我们还将回头来讨论其中的某些部分。

一、生产及管理中的制图应用

目前，应用图形最多的部门仍然是大量的企业单位和政府机关，这些部门随时都需要利用图表来显示和传递生产和管理中的大量信息。例如表示经济函数的二维及三维图形、直方图、曲线图、表示百分比的扇形图、工作进程图、库存图、生产综合统计图（如图1-6）以及大量的其它图形。

二、科学技术中的制图应用

在科研工作中，需要绘制大量的数学、物理等图象。如引入了计算机制图，就可以很方便地在图纸上或胶片上绘制出高精度的图形。例如地理图、地质勘察图、海洋地理图、波谱分析图、等值线图、立体曲面图、气象要素分布图（如图1-7）等等。

三、计算机辅助绘图及设计

在计算机辅助设计（CAD）中，计算机显示给自动工程制图、绘制建筑平面图或其它种种制造过程提供了一种有效的手段。用CAD方法制作设计图时，只需要向计算机图形处理系统送入适当的机器零件尺寸，就能产生零件的从任何视角观察的外形图或透视图。

在汽车、飞机和宇宙飞船的设计里，设计工程师用CAD技术帮助设计表面轮廓，可以在电视屏幕上显示出细线骨架来检验汽车、飞机或飞船的形体外观。这种方法既可以设计单独的零部件，又可以在整体设计过程的每个阶段，对计算机产生的显示图形做更多的、更细致的工作，使得设计者能从一个直观的物体透视图看出想要得到的最终产品是

卷烟车间班组产量对比图 单位(千箱)

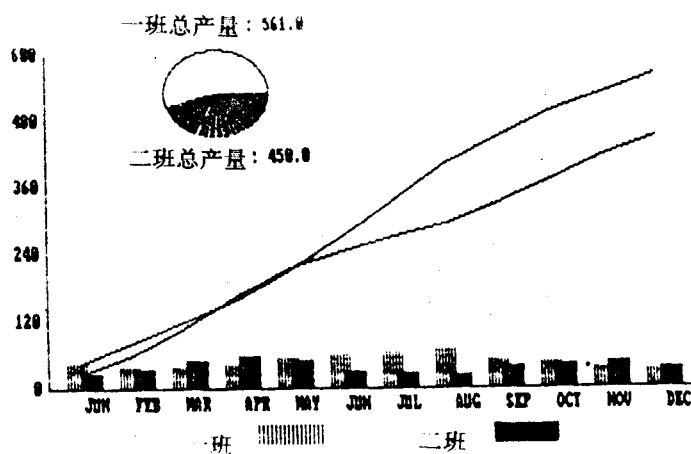


图 1-6. 综合生产统计图

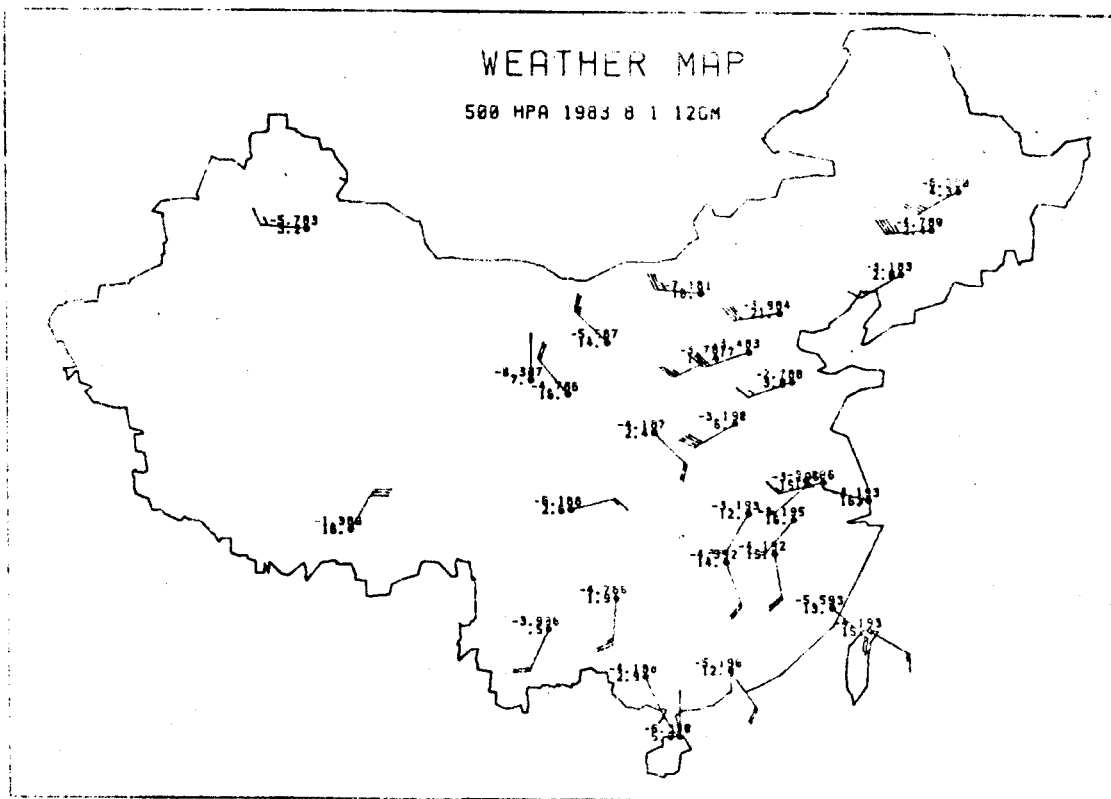


图 1-7. 500 百帕气象要素分布图

怎样的 (图 1-8)

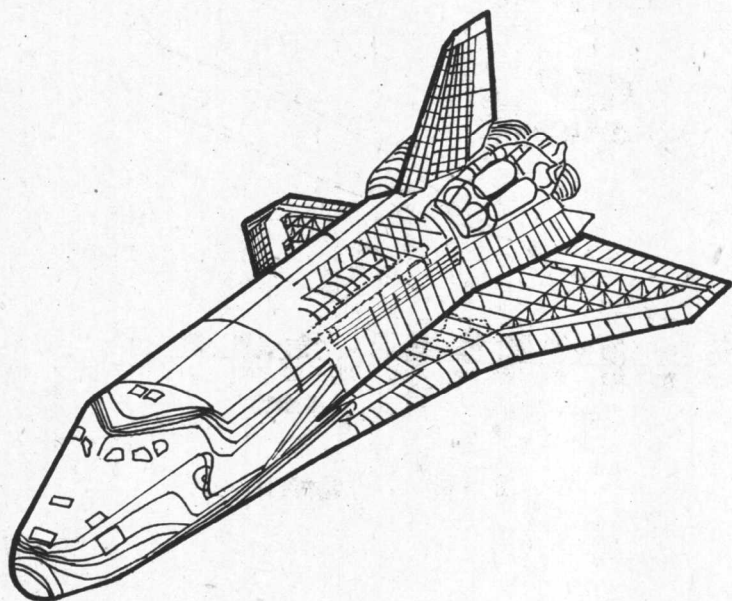


图 1-8、 用 CAD 方法绘制的飞船骨架草图

CAD 方法能用于电气和电子线路的设计: 借助于代表不同元件、器件的图形符号, 电路设计者可以用在屏幕上逐个增添元器件的方法来建立电路图。利用建筑物草图的屏幕显示画面, 电气设计者能提出电气线路或火警系统的不同设计方案。

建筑师也可利用由 CAD 方法产生的建筑物草图来作为设计的助手, 这些设计图可有很多方式来显示。平面布置图对于安排房间的位置、门、窗的方位或各种设备的位置是很有用的 (如图 1-9)。

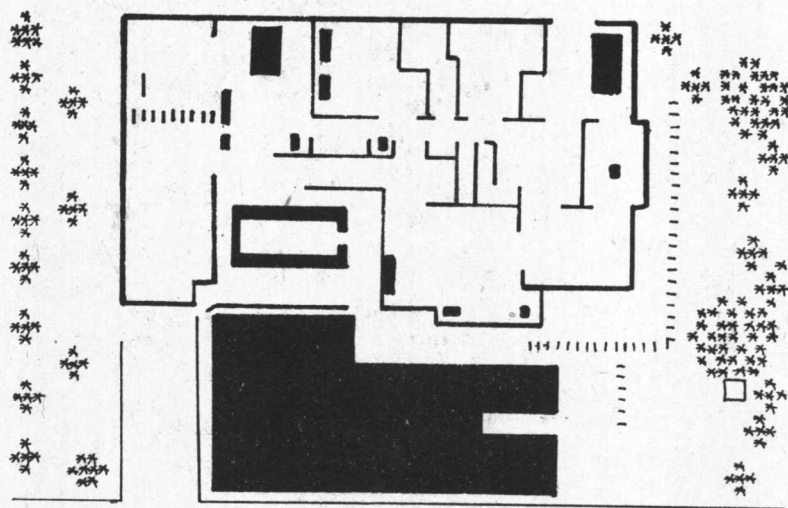


图 1-9、 建筑物设计草图

四、模拟和动画片

由计算机产生的动画片已日益普及，它可以表现真实对象或被模拟对象的随时间变化的行为和动作。通过以图形方式观察变化效果，我们不仅可以研究数学图形（图 1-10），而且可以研究某种科学现象的数学模型。

例如，液体流动、相对论、核反应、化学反应、生理系统与器官以及有负载时结构的形变等。一个比较新的高级动画技术是类似飞行模拟器的应用。模拟器不仅产生固定环境的景色（飞行器在这一环境中运动），而且可以产生诸如云、雾、烟、夜晚灯光以及不同大小和形状的其他飞机等特殊的景物。为练习月球登陆，宇航员在模拟器上演习驾驶登月舱及使母船进入船坞。与此相似，宇宙飞船驾驶员在他们的首航之前，也要在模拟器上进行几年的实际演习。动画片技术还广泛地应用于电子游戏。计算机游戏可实时实地模拟简单的、人工的二维和三维环境，作有趣的动画动作。

五、过程控制

飞行模拟器和计算机游戏允许用户与现实世界或人工环境的模拟交互作用，而其它的许多应用则使用户与现实世界本身的某些方面交互作用。如显示炼油厂、发电厂和计算机网络的状态，显示器显示出由传感器送来的数据值，这些传感器是连接在系统中的关键元件上的，因而，操作

员可对异常情况作出反应。军事指挥员在指挥过程中，可在显示器上观察战场的数据（车辆的数目和位置、投入的武器、军队的移动、人员的伤亡等），并根据需要，修订其战略战术。机场的飞行控制人员从雷达显示器上观察到计算机产生的标志及状态信息和飞机信号，这比起单独的、没有注释的雷达数据而言，可以更快、更准确地管理空中交通。空间飞行器的控制人员，也可在显示器上监视遥测数据，并在需要时启动补偿装置，进行修正。

六、办公自动化及电子出版

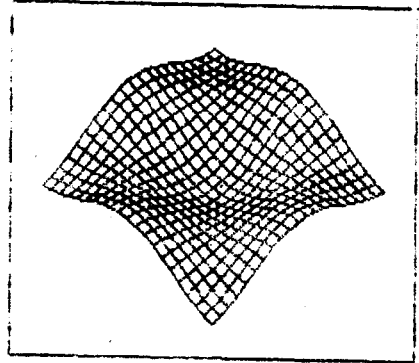
办公自动化的主要内容是信息管理计算机化。在信息的采集、处理、传递和存储等各个环节中，都需要处理大量的图表。电子出版同办公自动化一样，近年来也迅速发展起来了，出版印刷品已不仅包括文字，而且也包括表格、图形及其它二维信息，所有这些都可由计算机制作完成。

七、商业广告

spin? 135

tip? 120

函数 $f(x,y)=\cos(x)\cos(y)$ 立体图



spin? 45

tip? 30

函数 $f(x,y)=\cos(x)\cos(y)$ 立体图

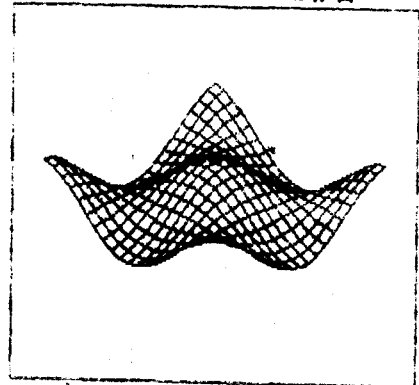


图 1-10 数学曲面图形

计算机制作的广告有很高的艺术性，它可设计并制作出各种商业信息，并用美丽、悦目的图形吸引公众的注意。制作这样的广告可以将商业信息通过远程通讯和电视图象迅速地传播出去，而且还可降低制作广告的成本。另外，教学、科研和商业所需要的幻灯片的制作也可以交给计算机完成。

1.1.3 微计算机制图简史

在电传打印机及行打印机等硬拷贝设备上绘制较粗糙的图形，始于计算机出现的初期。麻省理工学院的 1950 旋风计算机，以计算机驱动的 CRT (Cathode ray tube 阴极射线管) 显示作为输出 (既可作为操作员的输出设备，也可为照像提供输出，以制作硬拷贝)。而五十年代中期的 SAGE 空中防御系统，则是第一个使用指挥和控制 CRT 显示控制台的，在显示器上，操作员可用光笔指示目标的办法来确定一个目标。六十年代初期，伊凡·萨瑟兰德 (Ivan Sutherland) 在 Sketchpad 绘图系统上所作的博士论文工作，是现代交互式计算机图形学的开端，他引入了分层存储符号的数据结构，是通过标准元件的简单重复而得到的。他还开发了交互技术，可用键盘和光笔实现定位，作出选择和绘图。此外，他还提出了直至今日仍在应用的许多其它的基本思想和技术。与此同时，在计算机辅助设计 (CAD) 及计算机辅助制造 (CAM) 的活动中，绘图及其它高强度画图活动实现部分自动化的巨大可能性，对于计算机、汽车和空间工业的许多制造者来说也是很清楚的。六十年代中期，开始出现了许多研究项目及商业产品，其中突出的有：通用汽车公司的多路分时图形控制台；数字图形设计系统；以及以通用汽车公司的样机为基础的 IBM 2250 显示系统。到七十年代初期，在有些大学和工业部门可以找到 Tektronix 存储管机器，但往往都是严加保护的，因为其价格同一辆非常昂贵的汽车一样高，而性能尚不完善。七十年代中期，出现了将计算机制图技术用于电视、电影以及价格便宜的家庭电视游戏机中的某种迹象。但在市场上出现个人计算机之前的两三年中，计算机制图并未成为一般人使用的工具。

APPLE 计算机的出现标志着一个转折点，它也许是人们所期望的第一台真正实用的个人计算机。除此之外，它有几种彩色制图功能。

APPLE 计算机同其它一批计算机 (如 TRS-80、PET 等) 传遍了全世界，同时把制图部件加进现有系统的做法也蓬勃发展了起来。尽管有许多人嘲笑过这种机器，把它们称为玩具计算机、业余消遣计算机；但是另有许多人则以很大的精力从事将计算机变成日常生活助手的研究工作。在七十年代末期，又出现了新浪潮，这包括 ATARI 和 Instruments 的机器。这些机器比 APPLE 能做更精密的图。这类新型计算机可以让程序员在一个固定的背景上分别“搬移”图形和图案。这类计算机介乎游戏比赛和比较严格的研究之间。1981 年夏天，世界上最大的计算机公司——IBM，推出了它的机器，即 IBM PC，这种机器可以绘制彩色图形，因为它装备有彩色/图形转换器，这是装在机内能同一台彩色电视机或监视器连接的专用电路板。由于有这种转换器，为输入数据提供了适用的硬件设施，也提供了十分理想的显示计算结果的方法。近年来在国内广泛使用的长城 0520 系列微计算机，其显示器的性能又有进一步的提高。

§ 1.2 微计算机制图系统的设计原理

一个计算机图形处理系统，根据其不同的应用领域，可以有各种不同的建立方式。专用性很强的系统是为了完成特定的功能而设计的，例如，机械设计部门的制图系统备有各种各样的专用零部件图形库；而通用系统则允许我们去创作不同类型的图形和图画。

1.2.1 微计算机制图系统

计算机制图系统，根据其硬件的配备情况及信息传递方式，主要分下面几种：

一、脱机制图系统

如图 1-11 所示，在脱机制图系统中，通常由大、中型计算机进行图形处理，并将处理结果用磁带输出，然后用磁带控制绘图机输出图形。

脱机制图系统使计算机处理和绘图机制图独立进行，从而提高了计算机的工作效率。

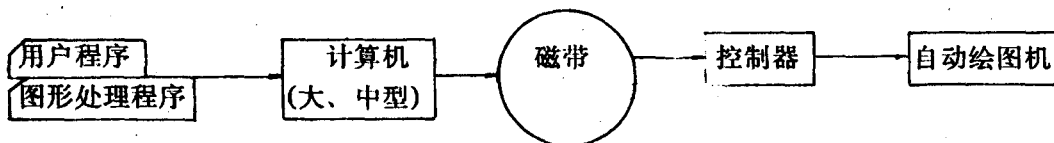


图 1-11、 脱机制图系统

二、联机制图系统

如图 1-12 所示，在这种系统中，由计算机将图形处理信息直接送给绘图机输出图形。由于不需要中间介质（磁带或纸带）传递绘图信息，所以综合处理时间缩短了。但是由于绘图机是机械速度，这样便造成了计算机对绘图机的等待，降低了计算机的工作效率，因此这种系统多用于分时系统中。



图 1-12、 联机制图系统

三、 单机交互制图系统

这种系统又称为会话式图形处理系统（或交互式图形处理系统），如图 1-13 所示。在这种系统中，一般不用大、中型计算机而采用小型、微型机，它把数字化仪、图形显示器、自动绘图机连接了起来，操作员与之进行人——机对话。由于这本身是一个完整的系统，故可独立进行图形处理。随着计算机性能的提高及软件的开发，这种系统会得到广泛的应用。

通过对上述计算机制图系统的分析，我们可以看到，一个计算机制图系统应具有下述功能：

- 1、计算功能：包括设计、分析、计算的程序库和有关图形数据及几何计算的程序库。
- 2、存储功能：在计算机的内外存储器中存放图形数据。尤其是存放图形数据之间的

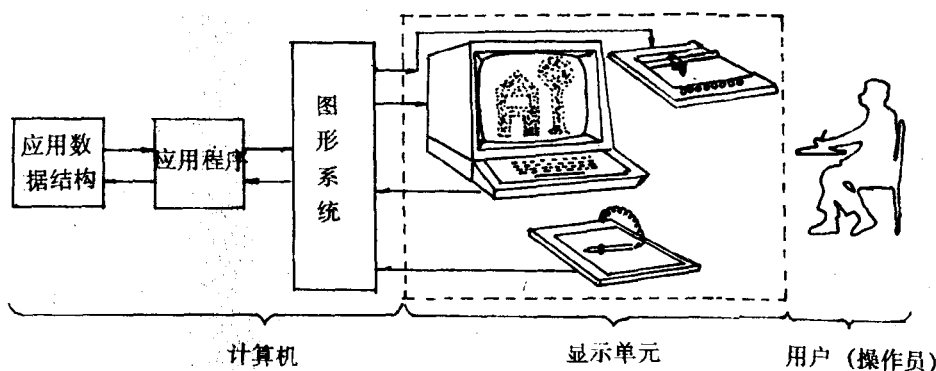


图 1-13、 单机交互制图系统

相互联系，可根据用户的要求快速实现实时的检索；图形的变更、增加、删除等处理。

- 3、对话功能：进行人机通讯，实现图形处理过程中人的干预。
- 4、输入功能：向计算机输入各种命令和图形数据。
- 5、输出功能：输出计算机结果及需要的图形。

为了实现这些基本功能，就要有一套合适的硬件和软件，把计算机的快速分析计算、大容量的存储记忆，同人的直接观察、丰富的经验、卓越的创造力有效地结合起来。

1.2.2 微计算机图形显示原理

大多数计算机图形显示设备都是某种类型的阴极射线管（CRT），图 1-14 说明 CRT 的基本工作情况。一束电子（阴极射线）由电子枪里射出，通过聚焦和偏转系统，撞击在涂有萤光物质的屏幕上。加在电子枪上的电压决定了射出电子的多少。聚焦和偏转系统也受电压控制，它们产生电场和磁场使射线束聚焦到屏幕的一指定点上。电子束撞击萤光层，屏幕上的该点就亮了起来。光点的亮度取决于射线束里的电子数。指挥射线束撞击屏幕的不同点，就可以显示出一幅画面。

屏幕上的萤光物质涂复层激发出的光仅仅持续几分之一秒钟，因此，需要采用一些方法来维持屏幕上的画面，以便我们看清。可有两种基本途径来保持 CRT 上的显示。

保持显示屏上的萤光物质持续发光的一种方法是重复地将电子束射到屏幕的同一点上，这种类型的显示叫刷新或再生 CRT。实践证明，这需要每秒钟刷新屏幕画面近 30 次，否则画面会闪烁。典型的刷新 CRT 系统每秒钟能重画画面 30 到 60 次。另一种方法是使用一个附加的电子枪（The flood gun——读数电子枪）和一个特殊的金属线网屏（collector grid——收集栅）。收集栅的网屏上可存储分布电荷（图 1-15），这类显示叫做直接可见存储管或 DVST。电子枪扫描整个萤光屏一次，收集栅也在此过程中存放了一幅和萤光屏画面相当的电荷图案，读数电子枪发射出连续的低速电子流，激活萤光屏上相应于收集栅上电荷图案的那部分萤光物质，使它们不停地发光，于是屏幕上出现了所要求的画面。

可见显示中的彩色是依靠在屏幕上涂复多种萤光物质产生的，不同的萤光物质激发出不同颜色的光，把两种或更多萤光物质激发的光混合在一起就能产生出一系列的颜色。

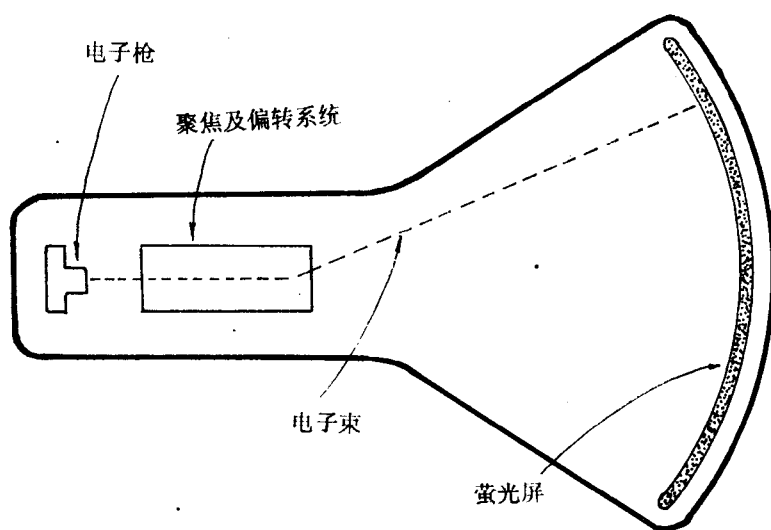


图 1-14、 CRT 的工作原理

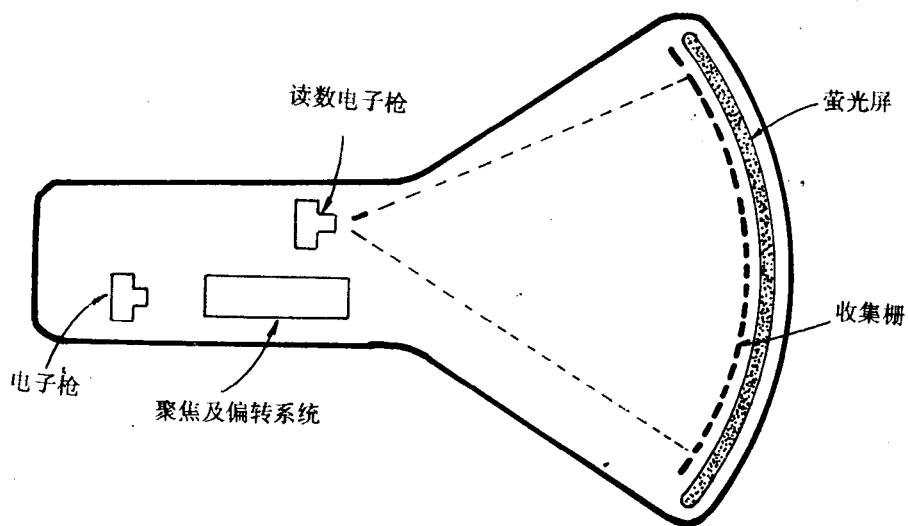


图 1-15、 DVST 的工作原理

很多计算机图形显示装置使用遮蔽屏 CRT 来得到颜色,也就是采用彩色电视机用的那种 CRT。遮蔽屏 CRT 里有一个涂复有细小的三角形图案的萤光屏幕,每个图案都由三个不同萤光物质圆点拼成,一个萤光物质圆点可激发出红光,另一个激发出绿光,第三个激发出蓝光。这种 CRT 里有三只电子枪,每支枪对应一种颜色,还有一个遮蔽屏栅正好安放在萤光屏的背面。遮蔽屏栅的作用是使各电子枪射来的电子聚焦,以便使各电子束仅仅撞击在任何一个三角形图案里的相应萤光物质圆点上。给三只电子枪设置不同强度的电平,就能为每一个萤光物质圆点三角形建立不同的颜色组合。由于每个三角形图案都是如此之小,以致它们看起来就像是屏幕上的一个小彩色点一样。

有些图形显示装置采用射线穿透法来得到彩色,这时,整个屏幕表面分层地涂复以两种萤光物质层,通常是红色萤光物质和绿色萤光物质层。一束较慢的电子只能激发表层,即红色层,产生红光。一束较快的电子将穿透红色层而进入绿色层,从而产生某种红、绿两色的混合光。电子的速度以及屏幕上任何点的颜色,都是由电子束加速电压来调整的。

除了 CRT 方法以外,还可应用其它的技术来构成可见显示。所用的器件包括等离子体平面显示、激光扫描显示、发光二极管 (LEDS) 以及液晶显示 (LCD) 系统等。

图形处理用的显示设备可以作为与主机分离的终端,或者作为独立计算机系统里的一个部件来使用。图形终端一般很少具备或根本不具备处理能力,而必须连接到一台外部计算机上,这可是功能很强的、也可能是小规模的计算系统。然而,某些图形显示设备本身装有计算机处理器,自己就能工作而不必连接到外部计算机上。单个终端和完整的图形处理系统在屏幕尺寸和能力方面,都有很宽的范围可以选用。

§ 1.3 微计算机制图系统的硬件和软件

1.3.1 微计算机制图系统的硬件

计算机制图系统的硬件包括计算机和图形输入、输出设备及其它一些外部设备(打印机等),这里主要介绍一些图形输入、输出设备。

一、常用的图形输出设备

(一) 自动绘图机

自动绘图机是把计算机输出的数据信息变成图形的装置,按其构造可分为滚筒式绘图机和平台式绘图机两大类。

1、常用的各种绘图机

(1) 滚筒式绘图机

滚筒式绘图机的主要特征是绘图纸左右两边带有小孔,通过与滚筒两端链轮上的小齿啮合,随滚筒作正、反方向的旋转运动,即 X 方向的运动,而画笔则作往复的直线运动,即 Y 方向的运动。这两个方向的配合即可画出所需要的图形。图 1-16 是滚筒式绘图机的外貌及结构简图。

滚筒式绘图机的特点是结构简单、紧凑,占地面积小,绘图速度快,但精度较低。故常用于一些对绘图精度要求不高的图形,如绘制机械图、土木建筑图等。

(2) 平台式绘图机