

An abstract graphic on the left side of the cover, consisting of a series of orange lines forming a wireframe mesh. The mesh is composed of many small squares, some of which are distorted into trapezoids or other shapes, creating a sense of depth and perspective. The lines are thin and the overall color is a warm orange.

机械工业部高校协编教材

计算机绘图

A red rectangular stamp with a decorative border, located in the bottom left corner of the cover. It contains some text in Chinese characters, which is partially obscured by the binding of the book.

湖南大学 合肥工业大学 吉林工业大学 武汉工学院

机械工业部高校协编教材

计 算 机 绘 图

湖南科学技术出版社

内 容 简 介

本书以微机绘图系统为主，系统地介绍计算机绘图方面的知识和编制绘图程序的思路、方法和技巧。并适当地介绍了曲线、曲面，交互式计算机绘图、计算机辅助设计、立体造型技术等内容。

书中程序用 BASIC 语言编写，且均上机通过，并有说明，附录中还提供了 APPLE (II) 机型图形显示子程序和有关实例，便于普及和指导学员上机实践。在内容安排和格式上也不拘于某一固定模式，做到能适用于多种机型和不同类型绘图机。

本书可作为高等工科大专院校学生“计算机绘图”课的普及型教材，也可供有关科研和工程技术人员学习、参考。

机械工业部高校协编教材

计 算 机 绘 图

湖南大学 合肥工业大学

吉林工业大学 武汉工学院

主 编 江 涛 主 审 姜永林

责任编辑：周翰宗

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路 14 号)

湖南大学印刷厂印刷

1985年11月第 1 版第 1 次印刷

开本：767×1092毫米1/32印张：9.375 字数：206,000

印数： 1—21,000

统一书号：15204·153 定价：1.55元

前 言

本书参照一九八四年全国高等工业学校“计算机绘图”教学研讨会上制订的“计算机绘图”课程教学大纲的精神，按照 20~40 学时的要求编写的。

一九八四年八月，机械工业部部属 21 所高等工科院校，在工程图学学科第四次协作会议上，一致通过决议：为使學生从入学开始就贯彻“计算机应用不断线”的方针；为适应教学改革需要和促进部属高等院校进一步开展“计算机绘图”的教学研究和科研工作，协作编写一本适合各院校使用的“计算机绘图”普及型教材。

经过多次反复讨论和协商，结合本系统专业设置的特点和近年来“计算机绘图”课程的教学实践，集思广益，团结协作，共同努力，于一九八五年元月写出初稿，二月上旬在上海召开了审稿会，对该教材初稿进行了审议与修改，对“计算机绘图”一书最后定稿。

全书共分七章，前六章是编者前期学习、工作和实践的总结。第七章是有关计算机辅助设计、交互式计算机绘图和立体造型技术方面的内容，由于篇幅和教学时数有限，只作简单介绍，今后随着计算机绘图的发展和进一步推广应用，再逐步深入扩展。

本书的主要特点是增加了微机绘图系统方面的内容，符合当前“微机应用”的需要和发展趋势。各章节内容难易适中，深入浅出、通俗易懂，基本上符合学生的认识规律和教学要求。所有程序都用扩展 BASIC 语言编写，并上机通过，便于普及和指导學生上机实践。编制绘图程序的思路和方法力

求多样化,并做到适用于多种机型和不同类型的绘图机。为此,无论从内容和格式均不拘于某一固定模式,让学生开阔思路、增长分析问题和编制绘图程序的能力。

本书作为高等工科院校学生“计算机绘图”课的普及型教材比较适宜,也可供有关科研和工程技术人员学习、参考。

本书由湖南大学江涛同志主编。第一、三、七章和附录二、三由江涛编写;第二章由合肥工业大学杨光铎编写;第四章和附录一由武汉工学院李爱华编写;第五章由吉林工业大学任开明编写;第六章由湖南大学周寿清编写。

负责本书审稿的有:上海机械学院丁亚军、姜永林;江苏工学院鲍效敏、王士贝;沈阳机电学院吕孟文;甘肃工业大学李载欣等同志。

全书由姜永林同志主审,经主审对原稿作了认真审阅后,提出了许多宝贵的建设性的意见。为了配合教学,本书还配有磁盘和幻灯片,可供教师选用,鲍效敏、吕孟文两同志在这方面付出了辛勤的劳动,做了大量的工作。此外在本书的编写过程中,还得到王雁秋、王荣本两同志以及湖南大学机械制图教研室许多同志的协助,杨慧庄、陆静静等同志参与了本书的插图工作,在此,谨对以上同志表示深切的谢意。

“计算机绘图”在我国还是一门新设课程,如何确定教材的基本内容和组织教材体系,这本身就是一个有待探讨的问题。而兰州第四次协作会议后任务紧迫、时间仓促,加之我们的学识和水平有限,成熟的经验和资料不多,又是初次编写,错误和不当之处有待授课教师、学生和同行学者批评指正,以便对教材进一步充实修正,使之渐臻完善。

编 者

一九八五年四月

目 录

第一章 绪 论

- § 1.1 计算机绘图的兴起与发展..... (1)
- § 1.2 计算机绘图的应用..... (6)
- § 1.3 学习《计算机绘图》的目的、任务和方法..... (10)

第二章 计算机绘图系统

- § 2.1 计算机绘图系统..... (13)
- § 2.2 硬设备简介..... (16)
- § 2.3 计算机绘图系统及其工作过程..... (21)
- § 2.4 绘图机的工作原理与功能..... (25)
- § 2.5 直线插补原理..... (32)
- § 2.6 圆弧插补原理..... (44)
- § 2.7 绘图机的结构类型简介..... (48)
- § 2.8 微型机绘图系统..... (53)

第三章 计算机绘图软件系统

- § 3.1 绘图软件与绘图语句..... (59)
- § 3.2 绘图软件设计的方法与步骤..... (64)
- § 3.3 绘图子程序设计..... (81)

第四章 图形变换的矩阵方法

- § 4.1 二维图形变换..... (114)
- § 4.2 齐次坐标..... (133)
- § 4.3 三维图形变换..... (139)
- § 4.4 正投影变换..... (152)
- § 4.5 轴测投影变换..... (165)

第五章 绘图程序设计

- § 5.1 平面图形的程序设计..... (178)
- § 5.2 零件图的程序设计..... (196)
- § 5.3 正投影图与轴测图的程序设计..... (212)

第六章 曲线曲面简介

- § 6.1 引 言..... (224)

§ 6.2 线性插值——牛顿插值——拉格朗日插值.....	(522)
§ 6.3 曲线拟合.....	(240)
§ 6.4 曲面简介.....	(244)

第七章 交互式计算机绘图简介

§ 7.1 计算机辅助设计.....	(249)
§ 7.2 交互式计算机绘图系统.....	(255)
§ 7.3 立体造型技术.....	(261)

附录一 矩阵运算规则.....	(268)
-----------------	-------

附录二 APPLE (I) 机常用图形显示子程序.....	(275)
-------------------------------	-------

附录三 APPLE (I) 机——WX4675绘图机系统绘 图程序实例.....	(287)
---	-------

第一章 绪 论

§ 1.1 计算机绘图的兴起与发展

计算机绘图又称自动绘图，是随着电子计算机技术的发展而逐渐形成的一门新兴的交叉学科。六十年代初，美国麻省理工学院发表了《SKETCHPAD》程序系统——一种人机对话系统，从此以后，计算机绘图的研究和发展逐渐在世界各主要工业国兴起。特别是近十几年，它在硬件与软件方面都得到了飞速的发展，交互式计算机绘图的使用，已使传统的工艺设计、工程设计发生了巨大的变化。可以预期，不久的将来计算机绘图这一学科将会显示出巨大的生命力。

1. 什么是计算机绘图

什么是计算机绘图呢？简单说来，就是利用计算机贮存、产生图形输出，由自动绘图机（包括图形打印机）绘出图形。若图形在阴极射线管（CRT）屏幕上显示出来，则叫计算机图形显示（Computer Graphic Display）。计算机绘图和图形显示表现图形的形式各有不同，但它们的基本原理及处理方法是具有共同性的。

计算机绘图包括静态的计算机绘图（Computer Graphics）和动态的交互式绘图（Interactive Computer Graphics）二种。

交互式动态绘图的特点是用户能控制显示图形，画面可动，但需要昂贵的硬设备与复杂的交互绘图软件的支持，目前很难在教学中普遍运用。本书只在第七章中作一简略介

绍。因此，本课程中述及的计算机绘图主要是前者。

为了理解计算机绘图的过程，我们不妨和手工绘图作一形象对比。通常手工绘图要用各种绘图工具才能画出图形，这时，人的头脑构思了设计方案，存贮了图形数据，按排绘图步骤，而人的手则起执行作用。若用计算机“代替”人的大脑作为“电脑”，用绘图机代替人的手和绘图工具作为执行部件，把图形数字化了的信息（包括图形数据和绘图步骤）通过计算机运算、处理、输出指令脉冲，控制绘图机自动完成图形绘制。

2. 计算机绘图发展概况

绘图是工业生产中不可缺少的环节。长期以来，绘图都是手工操作，这种落后状态，严重地阻碍着生产和科学技术的发展。电子计算机技术的应用使绘图工作摆脱了传统的手工方式。电子计算机能高速处理和存贮大量的信息，它不仅能进行科学计算，当配备自动绘图机等有关外围设备和软件后，就能用来绘制各种复杂的图形。

1952年美国试制成功第一台三坐标数控铣床，而美国格伯（Gerber）科学仪器公司根据数控机床的原理于1958年生产了世界上第一台平台式自动绘图机。

与此同时，美国卡尔康（Calcomp）电子产品公司于1960年研制成一种代替行式打印机的滚筒式自动绘图机，具有高速绘图的性能，适应了输出图形化的要求，为“人——机对话”打下了物质基础。除美国外，日本在自动绘图机的研制方面也居世界前列。1963年日本富士通讯机公司，完成了日本第一台自动绘图机的研制工作，其次挪威、西德、苏联、法国等国家对计算机绘图都予以应有的重视，进行研究和发

及其外围设备从某个侧面反映了一个国家的科学技术水平。

光笔图形显示器(如图1—1所示)在国外于六十年代就开始研制,到七十年代已大量推广应用,后来用来进行自动绘图、自动设计。七十年代出现了超高速、高精密的平面电机驱动的自动绘图机(如图1—2所示)。



图1—1 光笔图形显示器

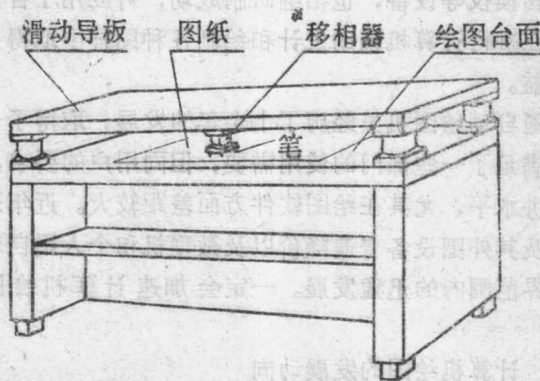


图1—2 平面电机驱动绘图机

我国开展这方面的研究与应用起步比较晚，七十年代初，上海求新造船厂、原六机部十一所，浙江大学合写的“小型通用计算机应用插补法绘图”一文是国内发表最早的论文，接着中国科学院的杨学平同志发表了“计算机绘图的数学方法”一文及以后的“计算机绘图”一书，对我国这一学科的研究工作起了促进作用。近一、二年来，在立体造型技术、交互式计算机绘图软件方面的研制，又有了新的突破，为本学科的深入发展作出了贡献。

研制自动绘图机的工作于六十年代开始，一九六八年由上海大华仪表厂和上海电工仪表研究所联合研制LZ-5平台式绘图仪成功。为我国电子计算机的图形输出填补了空白。

随着电子计算机技术的发展，七十年代初试制成功了我国第一台大型自动绘图机HTJ-1855（如图1—3所示），该机的研制成功标志着我国自动绘图机的研制工作进入了一个新的阶段。此后，LS12-Y(X)型绘图机、PB-1200型平面电机驱动的绘图机、75—1、75—2型光笔图形显示器、JTS-86型图数转换仪等设备，也相继研制成功，并应用于各个工业部门，在进行计算机辅助设计和绘制各种图样中取得一定的经济效益。

我国自动绘图机虽经历了十余年的发展，取得了一定的成绩，满足了一些部门的使用需要，但同用户的要求，较之世界先进水平，尤其在绘图软件方面差距较大。近年来由于计算机及其外围设备普遍降价以及微型机和个人用自动绘图机在世界范围内的迅猛发展。一定会加速计算机绘图的发展。

3. 计算机绘图的发展动向

纵观国内外情况，计算机绘图有可能朝以下几方面发

展:

(1) 由单纯计算机绘图向 CAD、CAM、CG 三者结合的方向发展。计算机绘图将成为设计、制造“一体化”工作中的一个重要环节。这是工业设计自动化的必然发展趋势。

(2) 由静态绘图向动态绘图发展。静态绘图中,人不

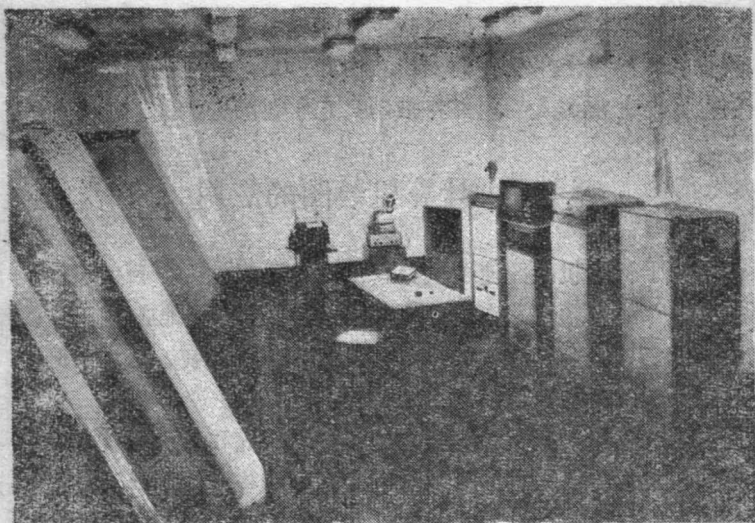


图1-3 HTJ—1855 型大型绘图机

能对图形进行干预。因此,目前在计算机绘图中,都逐渐使用交互式的人机对话,可直接在荧光屏上对图形进行修改,而且还能对设计图形进行动态分析。

(3) 在图形输入上由常规的指令输入向形状记述语言

方向发展。

图形输入是计算机绘图中的关键，各国虽然都已经有了许多绘图软件。但都是建立在常规的指令输入基础上，这种输入方式速度缓慢，且需耗费大量机时和劳动力。所以图形如何输入是目前各种系统研究的首要问题。必然向形状记述语言方向发展。

国外有人预言：到本世纪末，作为联系设计和制造两个生产环节的人工绘图将失去作用，将由全盘自动化的集成生产系统来完成。而要完成这些集成生产系统，必须有多功能的计算机绘图应用软件的支持。由此可见，计算机绘图的发展前景是非常诱人的，并将推动其它学科的进一步发展。

§ 1.2 计算机绘图的应用

由于计算机绘图速度快，精度高，可靠性强，目前已深入到各个生产领域。在国外计算机绘图已广泛地应用于造船、航空、汽车、建筑、电子、机械、甚至服装、艺术绘画等各个行业的自动设计与制造的过程中。

近几年来，我国计算机绘图在科学研究和工程图教学等方面，也取得了可喜的成绩。有的高等院校开设了“计算机绘图课”，设有“计算机绘图”实验室，在大学一年级的学生中，就学习到最先进的制图技术。

下面介绍一些计算机绘图在各方面的应用实例。

我国某大学研制了一套用 BASIC 语言绘制机械图的软件包。图 1—4 为该大学在国产 DJS-130 机及绘图机上绘制的零件图；图 1—5 为上海某电讯大楼的立体透视图；图 1—6 为飞机外形图；图 1—7 为某大学学生绘制的计算机辅助设

计图案；图 1—8 为各种工程图形。

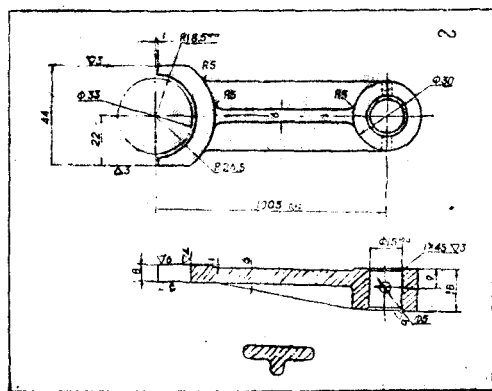


图1—4 零件图

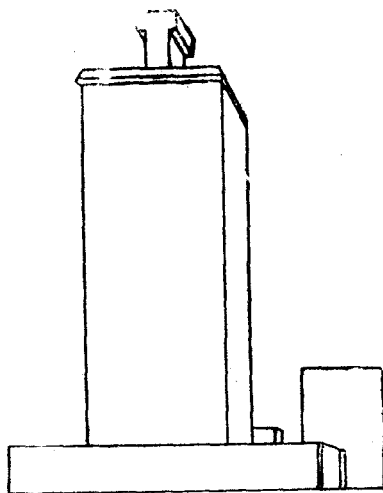


图1—5上海某电讯大楼的立体透视图

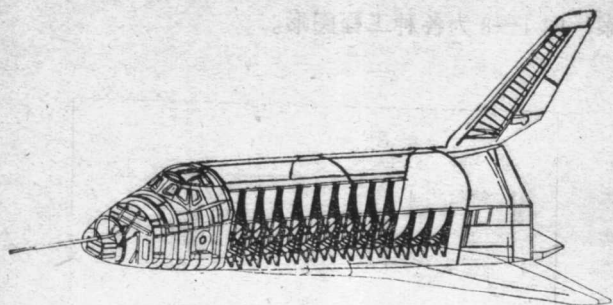


图1—6 飞机外形图

从图 1—4 至 1—8 中图例可以看出，计算机绘图从理论上来说，可以绘制所有的工程图样。其绘图的特点是：规律性强、越复杂的图形，甚至人类不能用手工绘制的高精度、高密度的曲线图样，它都能绘制。以绘制世界海图为例，三十年代是根据三十七万个海深点由日本负责组织人工标绘，到六十年代，海深点已达到 900 万个，仍用人工标绘，就不得不动员 17 个国家分工完成。到了七十年代，海深点高达 3400 万个，手工已无法进行标绘，只能经计算机处理后自动绘制。但目前大部分的工程图样，特别是机械方面的图纸，仍然是人工绘制的。计算机绘图，多用于计算机辅助设计，进行坐标读取，自动测绘，或用于检验数控加工纸带，很少用以单纯绘制一般图形。

计算机绘图还未能大量推广应用的主要原因是：经济上不合算，软件不够理想，编制绘图程序费时间、费人力。正因为这样，用它来绘制要求准确、图形繁杂、人工较难绘制的曲线曲面比较合适。

尽管如此，计算机绘图是一门现代化的新技术，具有不

可估量的生命力。只要在软件上有更大的突破，做到编程方便、操作简单，就会有很大的实用价值，应用范围会更广泛，对国民经济各部门必将产生深远的影响。

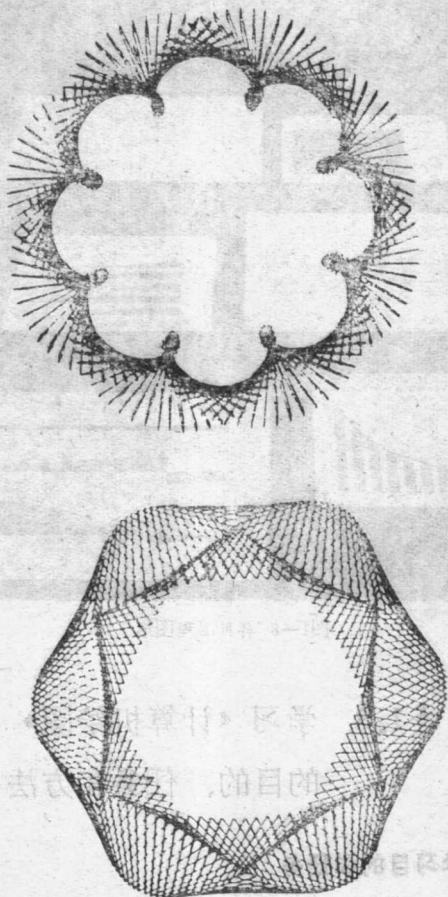


图1—7 计算机辅助设计图案

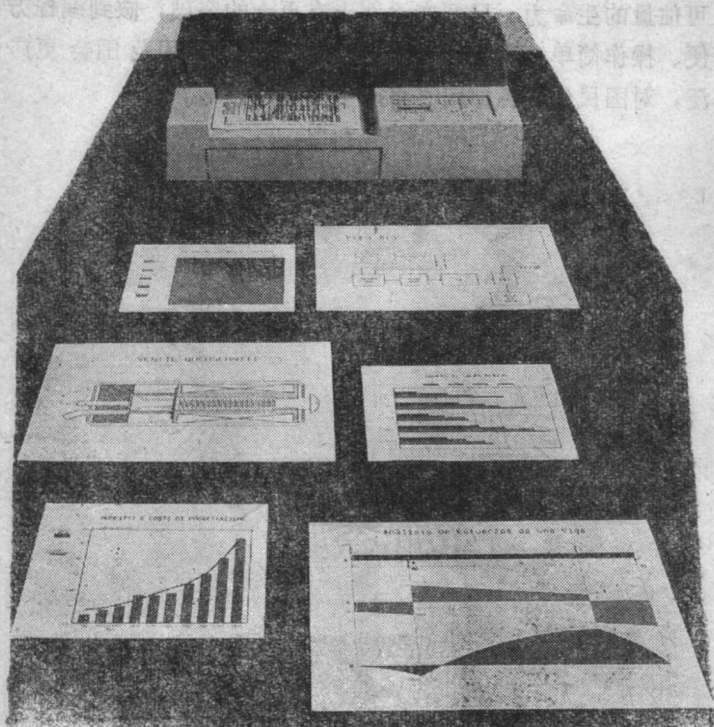


图1—8 各种工程图形

§ 1.3 学习《计算机绘图》 的目的、任务和方法

一. 学习目的和任务

前面所述, 计算机绘图是工程技术人员利用计算机绘图系统来解决绘图问题的一种新技术, 通常仅指对二维和三维