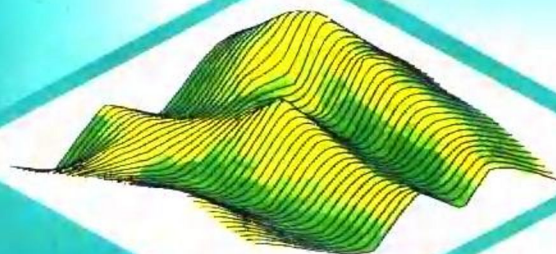
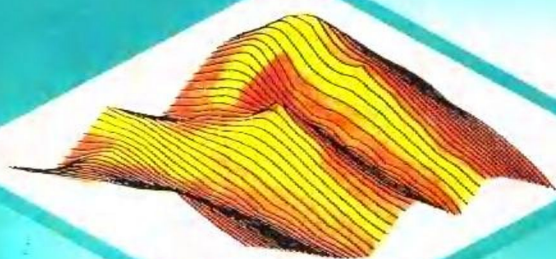


# 实用计算机 地质制图

黄健全 罗明高 胡雪涛 编著



地质出版社



實用計算機

應用範圍

1999 2000 2001 2002



1999 2000 2001 2002

# 实用计算机地质制图

黄健全 罗明高 胡雪涛 编著

地质出版社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

本书介绍了用计算机绘制地质图件的方法、原理及其程序设计,并详细介绍了最常用的优秀绘图软件的使用方法。全书共九章,前三章为有关计算机制图的基本原理、方法;后六章为各种常用地质图件的计算机绘图原理及软件使用方法,并附有大量实例图件。读者掌握此书后,经过一定量的练习,就可以运用书中所介绍的软件绘出令人满意的地质图件。

本书供地质、石油地质及有关地学工作者参考,并可作为高等院校相关专业师生的参考教材。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

实用计算机地质制图/黄健全等编著.-北京:地质出版社,1998.12

ISBN 7-116-02603-7

I. 实… I. 黄… III. 计算机制图-地质图 IV. P623.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 33951 号

## 地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:丁 群 刁淑娟 陈军中

责任校对:关风云

\*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张:14.375 字数:337000

1998 年 12 月北京第一版·1998 年 12 月北京第一次印刷

印数:1—1200 册 定价:30.00 元

ISBN 7-116-02603-7

T·48

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

# 前 言

近年来,随着微型计算机的迅速普及,计算机制图已从实验阶段进入实际应用阶段。数量众多的由微型计算机支持的制图系统相继建立,大量优秀的绘图软件得以广泛普及,并成功应用。由于在地质学领域中使用了计算机,地质学已经逐渐发展到定量阶段。人们利用电子计算机具有的制图功能,可将地质研究成果自动、迅速、准确地用图形显示出来。用图来表示地质研究成果是地质工作的传统。利用计算机辅助地质制图能减轻地质工作者的制图负担,从而把他们更多的精力集中于地质分析和研究工作。因此,目前广大地质工作者迫切需要了解和掌握有关这方面的知识。由于计算机图形学涉及到许多方面的知识,如图形学基础、数学基础、程序设计方法和计算机科学等,地质工作者在学习过程中难免会遇到一些障碍,且大量的科研和生产任务也使得他们难以有充足的时间进行系统的学习。有鉴于此,为了帮助广大地质工作者克服在使用计算机绘制地质图件过程中遇到的困难,能够熟练掌握地质行业常用的绘图软件,在实际工作中灵活运用,我们编写了本书。

本书除了介绍计算机图学方面的基本原理、方法外,用了较多的篇幅分类讨论了各种常用地质图件的计算机绘图原理,详细介绍了目前在地质学中广泛应用的绘图软件的使用方法,并附有大量实例图件。读者通过学习,不仅可以了解计算机制图的原理,更重要的是能切实掌握计算机绘图的方法和步骤,培养实际制图能力。本书在叙述上,力求对原理、方法的介绍简单、明了,对软件使用方法的介绍翔实、具体;所介绍的图形不仅对地质学,对地球物理、地理等学科也是有意义的。

本书的编写得到了西南石油学院科研处和勘探系领导的大力支持和帮助;钟大康副教授主审了本书稿,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此作者表示衷心的感谢。

本书由黄健全主编,第一、二、八、九章由黄健全编写,第五、六章由黄健全、罗明高编写,第三、四、七章由黄健全、胡雪涛编写。全书由黄健全统稿、定稿。

西南石油学院 作者

1998年4月

# 目 录

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| <b>第一章 绪 论</b> .....            | (1)  |
| 1.1 计算机绘图的发展及计算机图形学的内容 .....    | (1)  |
| 1.2 计算机图形学的应用 .....             | (2)  |
| 1.2.1 交互式绘图 .....               | (2)  |
| 1.2.2 计算机辅助设计与制造 .....          | (2)  |
| 1.2.3 模拟系统 .....                | (3)  |
| 1.2.4 制作动画片 .....               | (3)  |
| 1.2.5 计算机辅助教育 .....             | (3)  |
| 1.3 计算机绘图在地质学中的应用 .....         | (3)  |
| 1.4 计算机制图与手工制图的比较 .....         | (4)  |
| 1.5 本书编写目的 .....                | (5)  |
| <b>第二章 有关计算机绘图的基本知识</b> .....   | (8)  |
| 2.1 计算机绘图系统 .....               | (8)  |
| 2.1.1 绘图仪 .....                 | (8)  |
| 2.1.2 图形显示设备 .....              | (11) |
| 2.1.3 图形输入设备 .....              | (13) |
| 2.1.4 绘图软件的组成与分类 .....          | (16) |
| 2.2 绘图仪的作图原理.....               | (19) |
| 2.2.1 绘图笔的动作 .....              | (19) |
| 2.2.2 绘图笔的走向 .....              | (19) |
| 2.2.3 直线的插补 .....               | (20) |
| 2.2.4 圆弧的插补 .....               | (22) |
| 2.2.5 绘图仪命令及使用 .....            | (24) |
| 2.2.6 图形显示原理 .....              | (26) |
| 2.3 计算机图形学中的几种坐标系.....          | (26) |
| 2.3.1 用户坐标系 .....               | (27) |
| 2.3.2 设备坐标系 .....               | (27) |
| 2.3.3 归一化坐标系 .....              | (27) |
| 2.3.4 三种坐标系之间的关系 .....          | (27) |
| 2.4 计算机地质绘图的基本步骤.....           | (27) |
| <b>第三章 绘图语言和绘图方法基础</b> .....    | (29) |
| 3.1 图形语言的熟悉和使用.....             | (29) |
| 3.1.1 Visual Basic 图形方法概述 ..... | (29) |
| 3.1.2 基本的图形方法 (语句) .....        | (30) |
| 3.2 基本图形的设计和编程示例.....           | (44) |

|            |                       |       |
|------------|-----------------------|-------|
| 3.2.1      | 多边形的生成                | (44)  |
| 3.2.2      | 在屏幕上绘各种图形             | (45)  |
| 3.2.3      | 绘 Lorenz 渐近曲线         | (49)  |
| 3.2.4      | 绘橡筋线                  | (51)  |
| 3.2.5      | 绘直方图                  | (53)  |
| 3.3        | 图形的移动、放缩、旋转和剪辑        | (59)  |
| 3.3.1      | 图形的移动                 | (59)  |
| 3.3.2      | 图形的放缩                 | (61)  |
| 3.3.3      | 图形的旋转                 | (65)  |
| 3.3.4      | 图形的剪辑                 | (67)  |
| <b>第四章</b> | <b>直角坐标系类图形的绘制</b>    | (73)  |
| 4.1        | 曲线的插值和平滑              | (73)  |
| 4.2        | 二维绘图软件 GRAPHER 文件和配置  | (74)  |
| 4.2.1      | GRAPHER 的文件类型         | (74)  |
| 4.2.2      | GRAPHER 的配置           | (76)  |
| 4.3        | GRAPHER 主菜单及绘图初步      | (76)  |
| 4.3.1      | GRAPHER 主菜单           | (76)  |
| 4.3.2      | 绘制一个最简单的图形            | (77)  |
| 4.4        | GRAPHER 的菜单及使用详解      | (78)  |
| 4.4.1      | GRAPHER 的功能键          | (78)  |
| 4.4.2      | 产生或修改绘图数据文件           | (78)  |
| 4.4.3      | 图形格式化                 | (88)  |
| 4.4.4      | 屏幕看图                  | (91)  |
| 4.4.5      | 图形文件存盘                | (92)  |
| 4.4.6      | 图形的打印输出               | (92)  |
| 4.4.7      | 改变 GRAPHER 的缺省运行参数    | (92)  |
| 4.5        | 简单回顾                  | (93)  |
| <b>第五章</b> | <b>地质等值线图的绘制</b>      | (96)  |
| 5.1        | 曲面的拟合和插值              | (96)  |
| 5.1.1      | 接近点距离加权平均法 (N-P 法)    | (96)  |
| 5.1.2      | 按方位取点加权法              | (97)  |
| 5.1.3      | 移动曲面插值法               | (98)  |
| 5.1.4      | 三次样条函数插值              | (98)  |
| 5.1.5      | 克里金插值                 | (99)  |
| 5.2        | 等值线图的绘制原理             | (99)  |
| 5.2.1      | 网格尺寸的确定               | (100) |
| 5.2.2      | 绘制等值线图的原理             | (100) |
| 5.2.3      | 矩形域等值线的绘制 (格网法绘制等值线图) | (101) |
| 5.2.4      | 三角网方法绘制等值线图           | (106) |
| 5.2.5      | 在等值线上标记               | (109) |
| 5.3        | SURFER 概览             | (110) |
| 5.3.1      | SURFER 的功能            | (110) |

|        |                            |       |
|--------|----------------------------|-------|
| 5.3.2  | SURFER 的运行要求 .....         | (111) |
| 5.3.3  | SURFER 的安装 .....           | (112) |
| 5.3.4  | SURFER 的菜单 .....           | (112) |
| 5.3.5  | 保存 SURFER 菜单值及设置 .....     | (115) |
| 5.3.6  | SURFER 的执行顺序 .....         | (115) |
| 5.3.7  | SURFER 的坐标系 .....          | (115) |
| 5.4    | 网格化 .....                  | (116) |
| 5.4.1  | 随机菜单 (Random menu) .....   | (116) |
| 5.4.2  | 函数菜单 (Equation menu) ..... | (125) |
| 5.4.3  | 修改菜单 (Modify menu) .....   | (127) |
| 5.4.4  | 用户配置 (Environ menu) .....  | (132) |
| 5.4.5  | 网格文件的格式 .....              | (133) |
| 5.5    | 绘制等值线图 .....               | (134) |
| 5.5.1  | 输入 (Input) .....           | (134) |
| 5.5.2  | 等值线分级 (Level) .....        | (135) |
| 5.5.3  | 尺度 (Scale) .....           | (137) |
| 5.5.4  | 等值线 (Conline) .....        | (137) |
| 5.5.5  | 文本 (Text) .....            | (139) |
| 5.5.6  | 在屏幕上编辑等值线图 .....           | (142) |
| 5.5.7  | 边框 (Border) .....          | (143) |
| 5.5.8  | 边界线 (XY line) .....        | (143) |
| 5.5.9  | 网格线 (MESH) .....           | (145) |
| 5.5.10 | 粘贴 (Post) .....            | (145) |
| 5.5.11 | 输出 (Output) .....          | (149) |
| 5.5.12 | 用户配置 (Environ) .....       | (151) |
| 5.6    | 屏幕看图 .....                 | (152) |
| 5.7    | 画图输出 .....                 | (155) |
| 5.8    | 图形的重叠与拼接 .....             | (156) |
| 5.9    | SURFER 中其它程序的功能和使用 .....   | (157) |
| 5.9.1  | 概述 .....                   | (157) |
| 5.9.2  | UTILITY 的使用 .....          | (157) |
| 第六章    | 曲面图的绘制 .....               | (165) |
| 6.1    | 概述 .....                   | (165) |
| 6.2    | 图形的透视变换 .....              | (166) |
| 6.2.1  | 平面网格的透视变换 .....            | (166) |
| 6.2.2  | 等值点的透视变换 .....             | (168) |
| 6.3    | 隐藏线的判别和消隐处理 .....          | (169) |
| 6.3.1  | 单侧消隐处理 .....               | (171) |
| 6.3.2  | 双侧消隐处理 .....               | (171) |
| 6.4    | 利用 SURFER 绘制曲面图 .....      | (172) |
| 6.4.1  | 输入 (Input) .....           | (172) |
| 6.4.2  | 看图 (View) .....            | (173) |

|            |                          |              |
|------------|--------------------------|--------------|
| 6.4.3      | 线的类型 (Linetype)          | (175)        |
| 6.4.4      | 基面 (Base)                | (177)        |
| 6.4.5      | 文本 (Text)                | (177)        |
| 6.4.6      | 轴 (Axes)                 | (178)        |
| 6.4.7      | 图幅 (Size)                | (178)        |
| 6.4.8      | XY 线 (XY Line)           | (179)        |
| 6.4.9      | 粘贴 (Post)                | (179)        |
| 6.4.10     | 输出 (Output)              | (180)        |
| 6.4.11     | 用户设置 (Environ)           | (180)        |
| <b>第七章</b> | <b>地层剖面图和综合柱状图的绘制</b>    | <b>(181)</b> |
| 7.1        | 剖面图绘制简介                  | (181)        |
| 7.1.1      | 绘制地形剖面图                  | (181)        |
| 7.1.2      | 绘制地质横剖面图                 | (183)        |
| 7.2        | 柱状图绘制简介                  | (184)        |
| 7.2.1      | 单井柱状图                    | (184)        |
| 7.2.2      | 地层对比图                    | (184)        |
| <b>第八章</b> | <b>其它类型地质图件的绘制</b>       | <b>(187)</b> |
| 8.1        | GRAFTOOL 概述              | (187)        |
| 8.1.1      | GRAFTOOL 的功能             | (187)        |
| 8.1.2      | GRAFTOOL 要求的系统配置         | (188)        |
| 8.1.3      | GRAFTOOL 的安装和启动          | (188)        |
| 8.1.4      | GRAFTOOL 的菜单             | (188)        |
| 8.1.5      | GRAFTOOL 的屏幕组织和屏幕模式      | (191)        |
| 8.1.6      | GRAFTOOL 的文件类型           | (192)        |
| 8.2        | GRAFTOOL 的使用方法           | (194)        |
| 8.2.1      | 图形剖析                     | (194)        |
| 8.2.2      | 基本绘图步骤                   | (195)        |
| 8.2.3      | GRAFTOOL 的使用方法           | (195)        |
| 8.2.4      | 对象编辑                     | (200)        |
| 8.3        | GRAFTOOL (缩写 GT) 的数据文件格式 | (202)        |
| 8.3.1      | 数据文件格式                   | (202)        |
| 8.3.2      | 曲线数据格式                   | (203)        |
| 8.3.3      | 曲面数据格式                   | (203)        |
| 8.3.4      | 条形图、柱形图和扇形图数据格式          | (204)        |
| 8.4        | Harvard Graphics 简介      | (205)        |
| <b>第九章</b> | <b>Auto CAD 及其应用简介</b>   | <b>(207)</b> |
| 9.1        | 概述                       | (207)        |
| 9.2        | Auto CAD 的安装和使用          | (207)        |
| 9.3        | Auto CAD 的实体生成功能         | (209)        |
| 9.4        | 属性及块                     | (211)        |
| 9.4.1      | 块                        | (211)        |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 9.4.2 带属性的块 .....            | (212) |
| 9.5 Auto CAD 的尺寸标注功能 .....   | (212) |
| 9.6 阴影线填充(打剖面线)功能 .....      | (214) |
| 9.7 Auto CAD 的三维实体造型功能 ..... | (214) |
| 9.8 Auto CAD 的实体编辑修改功能 ..... | (215) |
| 9.8.1 圆角修整 .....             | (215) |
| 9.8.2 等距曲线的生成 .....          | (216) |
| 9.8.3 按矩形或辐射形对实体进行阵列 .....   | (216) |
| 9.9 Auto CAD 的显示控制功能 .....   | (218) |
| 9.10 Auto CAD 的查询功能 .....    | (219) |
| 9.11 Auto CAD 的其它功能 .....    | (219) |
| 9.11.1 幻灯片和幻灯片库 .....        | (219) |
| 9.11.2 形文件 .....             | (219) |
| 9.12 Auto LISP 语言及功能简介 ..... | (220) |
| <b>主要参考文献</b> .....          | (222) |

# 第一章 绪 论

## 1.1 计算机绘图的发展及计算机图形学的内容

人类使用图形、图画的形式来表达思想,表达客观世界,已有悠久的历史。这主要是由于图形、图画具有直观、形象和便于技术交流的缘故。为了绘制各种图形、图画,人们在实践中不断地创造出各种绘图工具,从简单的直尺、圆规到三角板、丁字尺、多用板,发展到复杂的机械式绘图机,但都未能摆脱手工式绘图的状态,直到今日仍在继续延用。而手工作业又是一项劳累、繁琐、费时的的工作,绘图速度慢、精度低。

制图的过程就是把组成空间物体的几何要素(点、线、面)静态地或动态地表示在平面上。把空间物体转换为平面上的图形,是以画法几何、解析几何及数学分析为依据,按一定的数学规律来进行的。也就是说,任何空间物体的几何数据都可以用图来表示;反之,图形也可以用数字来描述。最简单的例子就是点,点可以用它的坐标值( $x$ 、 $y$ 、 $z$ )来表述其空间位置,并可绘出其投影图和立体图;反之,根据点的投影图和立体图也可以得出其坐标值。由于有了图和数字的联系,人们可以用计算机和图形处理设备所构成的计算机绘图系统来实现计算机绘图。

所谓计算机图学就是研究在计算机的辅助下产生图形的科学。1963年,美国麻省理工学院 Ivan Sutherland 首次发表关于人机对话图形系统的论文——“SKETCHPAD”;1964年 Chase Chasen 发表了人机系统计算机辅助设计论文——“Man-Computer System CAD”;1963年 Tektronix 公司首先研制成存储管式显示器。所有这些均促进了计算机绘图科学的发展。70年代是计算机绘图的成熟时期。1973年,在美国召开了计算机图学首次会议,以后每年举行一次,一直延续至今。该会议是规模较大、水平较高的国际会议。后来,William M. Newman, Robert F. Sproull 和 Chasen 等人的计算机图学著作相继出版。70年代后期,光栅和矢量刷新显示装置已经商品化。同时,在这期间解决了隐藏线和隐藏面、显像、体素造型和纹理等的基本算法问题。

80年代以来,计算机图学,得到进一步发展,主要体现在以下几方面:

(1) 计算机图形系统的开发 GKS (Graphics Keernel System) 图形的核心系统是原西德研制的,1982年纳入国际计算机标准。1983年,美国国家标准局(ANSI)将 GKS 扩充,提出 ANS-GKS 图形系统。美国还制定了计算机绘图标准——Core System。

(2) 三维图形显示达到更高标准 随着光栅扫描技术的发展,现已能在高分辨率的彩色图形显示器上动态显示物体表面的光照程度、颜色浓淡和阴影变化。这种三维图形真实感很强,看上去已与实物照片没有区别。

(3) 微型计算机绘图系统迅速发展 近年来,由于微型计算机性能不断提高,外围设备不断完善,绘图软件功能不断增强,在二、三维图形绘制方面,微型机系统已能取代

中、小型机系统。许多原来要依赖于工作站才能完成的绘图任务，现在都可由微机轻而易举地实现。

(4) Windows 及 Windows 环境下大量绘图软件的推出，使用户可以迅速掌握绘图软件的使用方法，为计算机制图学的迅速发展打下了良好的基础。

计算机绘图，目前可分为两类：

(1) 被动式绘图 (passive graphics) 由人输给计算机全部绘图信息后，计算机控制绘图设备输出图形。在绘图过程中，人无法进行干预。

(2) 交互式绘图 (interactive graphics) 在计算机绘图过程中，图形显示在屏幕上。人可以利用键盘、光笔、鼠标等输入设备输入各种命令或图形数据，以实现图形的删、增、改，取得满意的结果后，再进行绘图。交互式绘图是计算机图形学这门科学中的一个重要组成部分，目前发展最快。

一般来说，计算机制图学的主要研究任务包括：

- (1) 图形的数学处理方法；
- (2) 图形输入的数据结构和方法；
- (3) 研究编制图形的显示与绘制程序的方法；
- (4) 研究交互式绘图的有关问题；
- (5) 解决在实际应用中的一些图形处理问题。

计算机图形学研究的具体内容则主要集中在以下方面：

- (1) 基本图形软件包的编制；
- (2) 交互式绘图系统的建立；
- (3) 基本算法，如开窗剪裁，隐线消除，交、并、差运算等；
- (4) 自由曲线与曲面的构造；
- (5) 体素造型；
- (6) 专用软件的研制；
- (7) 图形数据库、图形库的建立；
- (8) 图形软件的标准化。

## 1.2 计算机图形学的应用

计算机图形学被应用最广泛的是在工业、商业、政府统计部门、教育、娱乐等方面，最近还广泛用于家庭。它已涉及了几乎所有的领域。下面是图形学一些有代表性的方面。

### 1.2.1 交互式绘图

计算机图形学经常被用来绘制数学、物理以及经济方面的二维、三维图形，如各种函数曲线、直方图、线图、饼图、工作进程图等，还可以用来在纸上或胶片上产生高精度的线画图，如地理图、地形图、气象图、等值线图等等。这些图的特点是以有意义的和简明的图形方式表示数据模型和变化趋势，以增强人们对复杂现象的理解。比起一个个枯燥数字，它更易被人们接受。

### 1.2.2 计算机辅助设计与制造

在计算机辅助设计 (CAD) 和辅助制造 (CAM) (computer aided design and computer

aided manufacture) 中,交互式绘图技术可用来进行机械、电气、电子装置的元部件和各种结构的设计,以及模具加工、建筑工程等。如,化工厂、发电厂的房架结构的各种管道布置图、建筑物的外观模型、室内采光分析,以及机械行业中汽车车身、飞机和船的壳体中三维曲面及其内部结构的设计与制造等。目前,CAD 在石油、地质行业也得到了广泛的应用。

### 1.2.3 模拟系统

实时模拟图像正在被越来越广泛地用于航天、航空飞行的驾驶和试验等工作。所谓实时模拟就是由计算机产生表现真实图像和模拟对象随时间变化的行为和动作。通过观察以图形方式表现出的变化效果,我们不仅可以研究数学图形,而且可以研究科学现象的数学模型,如液体流动、热流、相对论、核反应、化学反应、生理系统与器官的活动状态,以及各种机器、建筑物有负载时的结构变形等。还可用于飞机驾驶的模拟训练。飞行模拟训练就是让飞行员坐在一间特制的屋子里,面前摆着各种仪表和数字显示器,周围墙壁上放上大型显示屏。当显示屏显示出各种“机”外景物时,驾驶员的感觉如同真正在天空驾驶一样。对于屏幕上出现的各种景物,如云雾、烟、夜晚灯光,以及不同大小和形状的其他飞机、飞行物等特殊景物,驾驶员做出各种反应,操作飞机运行。这时,各种仪表显示器也显示出各种相应数据,一切都如同在天上发生的一样。在这种驾驶室里驾驶员可以用最低廉的费用,最安全地学会驾驶。

### 1.2.4 制作动画片

用图形学的方法产生动画片,其形象逼真、生动。在使用高分辨率显示器的情况下,图像具有很高的欣赏价值。更重要的是,用这种方法制作动画片成本低。画动画片时,往往一幅图和下一幅图之间仅有很小的区别,或背景完全相同,用人来完成,就不得不做大量重复性工作,而用计算机来做,这些重复的图形数据可存储在计算机内,需要时直接调出来,再加以稍微改动就成了下一幅图。有时,一幅图和另一幅图之间景物不变,仅各部分比例或角度发生变化,就可以利用绘图软件中窗口旋转、缩放等功能,毫不费力地完成这一工作,既准确又迅速。

### 1.2.5 计算机辅助教育

正在兴起的计算机辅助教育(CAI),就是利用计算机图形学产生各种图像、图表、实验器具和实验内容等,使教学过程更形象、更直观、更生动,能提高学生的学习兴趣和教学效果。

如化学实验课,学生从取烧杯、计量化学试剂开始,一切均在屏幕上执行。先用光标把“烧杯”取来,再用屏幕上的“秤”,称出该取出的化学试剂,放在“烧杯”里,加“水”、加“热”,学生可从屏幕上直接看到所出现的化学现象。当学生违反操作规程时,实验可能做不出结果来,或者发生“爆炸”等等。然后计算机还可自动演示一遍该实验的步骤。

以上仅仅是计算机图形学的几个最主要的用途。随着计算机技术的不断发展,计算机图形学一定会得到更广泛、更深入的应用。

## 1.3 计算机绘图在地质学中的应用

传统地质学主要是定性的和描述性的。由于地质科学研究中使用了计算机,地质学研

究已经逐渐发展到定量阶段。利用电子计算机具有的制图功能,已经能使地质研究成果自动、迅速、准确地用图形显示出来。

计算机制图与每个地质工作者都有密切的关系。用图来表示地质研究成果是地质工作的传统。据粗略估计,地质工作的制图作业占一个地质工作者全部工作时间的三分之一以上。利用计算机自动制图能减轻地质工作者的制图负担,从而把更多的精力集中于地质分析工作。

地质、地理、地球物理等各专业部门在 20 世纪 60 年代和 70 年代即开始采用计算机绘制等高线图、曲面图、剖面图等。在很多数学地质的专门著作中,均有讨论使用计算机绘图方法的章节,越来越多的地质文献和地质报告中已有直接采用计算机所绘制的插图和附图。国内外已出版了一系列的有关计算机绘制地质图件的专著。如 1981 年地质出版社出版的《电子计算机制图方法及应用》(李鸿吉著)就是其中一例。目前,国内已有不少专为地质工程编制的地质数据库系统和制图软件,已能够对地质数据(如井位、分析化验数据、岩性变化等)按要求进行常规的统计分析,并制作各种地质图件,如柱状图、平面图、剖面图等等。

由于计算机图形学涉及到许多方面的知识,如图形学基础、数学基础、程序设计方法和计算机科学等,地质工作者在学习计算机制图学的过程中难免会遇到一些难以克服的障碍。诚然,如果要针对各自专业领域的一些特殊要求编制绘图软件,这些知识是必不可少的。大多数地质工作者都面临一些共同的问题,如等值线图、剖面图、曲面图、线图、棒图、饼图的绘制等。所幸,目前一些流行的并在地质领域得到广泛应用的绘图软件包,如 GRAPHER、SURFER、GRAFTOOL、HARVARD GRAPHICS、AUTO CAD、Corel DRAW、Photoshop、Photostyler 等以及这些软件的相互结合使用,已经能很好地胜任大多数的地质绘图任务。因此,对于一般的地质工作者来说,无需通晓计算机制图学的全部理论和原理,只要能够熟练地了解和掌握已有的绘图软件,并能够在自己的研究工作中灵活地运用它们,就能发挥自己的特长,迅速取得成效,绘出精美的地质图件,达到事半功倍的效果。因此,本书除了介绍计算机制图学方面的基本原理、方法外,还用了较多的篇幅介绍目前在地质学中应用很广的制图软件的绘图原理及使用方法。希望通过对这些软件的解剖,使读者能够迅速地掌握计算机绘制地质图件的方法,并能自如地使用各种软件。

## 1.4 计算机制图与手工制图的比较

与传统的手工制图相比,计算机制图有如下的优越性:

(1) 快速性:地质研究中有大量的制图工作。从现场调查(包括普查和勘探)、整理资料、制图,到写总结报告是通常的工作流程。其中,整理资料和编制图件是耗费地质工作者大量时间和精力两个环节。计算机绘图能显著提高这两个环节的工作效率,缩短这两个环节的周期。

把计算机制图引入到地质工作中后,许多研究者作过手工制图与计算机制图的速度对比,结果表明,计算机制图的速度往往是手工制图速度的几倍、几十倍,特别是对那些需要经过坐标变换、投影变换的图形,如曲面图、栅状图等,计算机的制图速度比手工更快得多。

(2) 准确性：在程序给定以后，它就按固定的方法来处理数据，不会因人而异、因地而异、因时而异。手工作图的影响因素很多，熟练的制图人员作图质量会很高，而生手失误的可能性就很大。在机器制图和手工制图的比较中，常常会发现手工作图错连和漏连的部分。

当然，计算机制图也有一些问题，如计算机制图也有画错的时候，这往往是由于机器不稳定或绘图程序中考虑不周的缘故。此外，计算机制图尚不能主动去考虑具体的地质情况。这些都是需要在使用计算机制图时特别留意的。

## 1.5 本书编写目的

前已述及，本书除了介绍计算机绘制地质图件的方法、原理外，还详细介绍了计算机地质绘图中最常用的优秀绘图软件的使用方法；其中，主要介绍了 Surfer 和 Grapher 的使用方法和作者的使用经验。为什么要选择这两个软件作重点介绍？这是作者根据地质行业的特点并考虑到它们在地质和石油行业计算机绘图中已得到广泛应用而确定的。

的确，近年来随着微型计算机的迅速普及，可用于计算机绘图的绘图软件层出不穷，在不同领域都有面向各自领域的优秀图像处理和绘图软件流行，并得到广泛使用，如用于广告、动画制作及用于辅助设计、科研和教育等。概括起来，与计算机绘图有关的计算机软件可分为两大类。一类是主要用于绘制和处理位图类图形的图像处理软件，即一般所称的图像处理软件。这类图像处理软件几乎数不胜数，有的简单，有的复杂，功能也有强有弱。最简单的如 Windows 附件中的“画笔”，可以说凡是使用 Windows 的人，无人不知。如功能全面、赢得众多用户青睐的图像处理软件 Adobe Photoshop 就属此类，其它如 Aldus Photostyler、Photo finish、Corel Draw 等等也都属此类。这类软件虽然功能各异，支持的文件格式和种类也各有不同，但它们产生和处理的图形（如对扫描图形的处理）可以说，都是位图类型的，都是以像素作为最基本的图形单元。第二类是主要基于数据的绘图软件。这类软件主要是对各种数据进行分析 and 处理，然后绘制图形。如用于绘制 X-Y 类型的各种关系曲线的绘图软件、绘制各种等值线图的软件以及制作各类统计图表（如柱形图、条形图、面积图、饼图等）的软件。在这类软件中，以制作各类统计图表的软件较多，也容易使用，比较专门的有 Harvard Graphics、Graftool 等。此外，目前流行的办公套件（如 Office 97）中一般都内嵌有能绘各类统计图的工具。绘制 X-Y 类型关系曲线的软件也较多，比较典型的就是 Golden Software 公司的 Grapher 以及 Graftool。虽然 X-Y 类型关系曲线图件种类很多，但都是以各种不同的形式揭示两个参数之间的关系，也比较简单，一般用户自己通过编程也可以实现计算机绘制。同时，这类图件在各个学科领域均有广泛用途，并不局限于石油、地质领域。各种等值线图（含立体图）的绘制，则相对要复杂得多，需要 X、Y、Z 三个参数，需要进行插值、等值线追踪等运算，并要求有一定的专业知识。专门用于绘制等值线图的商业软件，目前并不多见，最为流行的就是 Golden Software 公司的 Surfer 以及 3D Vision 公司的 Graftool。这两个软件（特别是 Surfer），目前在地质、石油行业都有广大的用户。另外，一些大型软件中有时也附带有用于绘制等值线图的软件，如在一些油藏描述软件包、数值模拟软件包中常常有绘制等值线图的软件。其功能往往不如 Surfer 完善和全面，因而有不少的地质、石油领域的专业软件均直接将 Surfer 等内嵌于其中，作为绘制

各种等值线图的工具。各种等值线图是地质、石油、地理等专业领域最常用的图件，研究人员常常要花费大量的时间来绘制这类图件。为了节约时间、提高效率，广大科研人员都希望能够自如地使用像 Surfer 这类的软件绘制等值线图。其它行业相对较少需要使用这种专业性较强的软件，因而其应用领域较为狭窄，不可能像 Microsoft Office 那样几乎人人都会用到。目前，市面上各种各样计算机方面的通用书籍可谓多如牛毛，面向不同层次、不同读者群的参考资料也到处可见。例如，仅仅是介绍 Microsoft Word 用法的指南、手册、傻瓜系列等等书籍就不知有多少版本。但是，专门适应地质、石油行业专业技术人员需要的参考书籍却又少得可怜，像 Surfer 这样的专业软件的使用手册也见得很少。这给广大的地质、石油技术人员使用计算机绘制地质图件带来了较大的困难。因此，我们编写了本书，希望能对有关人员有所帮助。

本书介绍了有关计算机绘图的一些基本原理，但它并不是一本系统介绍计算机绘图理论的专著。介绍这些基本原理是为了更好地理解和使用像 Surfer 这样的需要专业知识较多的绘图软件。本书重点介绍一些在地质、石油领域流行的专业绘图软件，但也并非是一本简单的软件使用手册或指南。本书介绍软件的法并不只是简单地翻译软件文档资料或帮助文件，而是根据作者的实际使用经验和体会来进行编写，所介绍的过程和方法都是切实可行的。这样，读者在阅读本书的过程中就可掌握该软件的实质，能够迅速学会，并在实际工作中使用这些软件。

本书重点介绍如何使用 Surfer 和 Grapher，其原因和目的已如上述。编者希望通过对这两个软件的介绍和解剖，能使读者不仅能够熟练地使用该软件，而且能够掌握这一类软件的法，达到事半功倍的目的。另一个原因是，其它各种软件的用户手册和指南很容易找到，而系统介绍这类软件用法书籍则很少。此外，该类软件短小精悍，对系统要求不高，在石油地质行业广泛流行，几乎每一个使用计算机绘制地质图件的地质、石油技术人员手头都有这类软件。因此，感兴趣的读者可以从很多途径得到这类软件，甚至可以通过 Internet 访问 Golden Software 公司的网址 <http://www.goldensoftware.com/> 来了解有关信息，直接下载该软件的最新免费 Demo 版及购买该软件。

Golden Software 公司是由 Dan Smith 和 Patrick Madison 于 1983 年在美国创立的，Patrick Madison 至今仍是该公司总裁。该公司一直致力于科学图形软件的开发，于 1985 年推出 Surfer，次年推出 Grapher；之后，不断地推出这两个软件的新版本。目前的最新版本是 Surfer 6.02 for Win95，Grapher 1.3 for Win95。此外，该公司的产品还包括 1990 年推出的 Map Viewer 和 1996 年推出的 Didger。这两个软件也是用于科学领域计算机绘图的。

如今，Golden Software 公司在科学图形软件领域已处于领先地位，其上述绘图软件在 125 个国家得到广泛使用，用户包括矿业、工程、医药等领域的研究人员、工程师及科学家。

读者可能会问，既然 Surfer 和 Grapher 已经有了 Windows 环境下的版本，为什么本书仍然主要介绍 DOS 环境下的 Surfer 和 Grapher？首先，目前仍有大量的用户在使用 DOS 下的 Surfer 和 Grapher 来绘制地质图件，而更为重要的原因是，无论何种版本的 Surfer 和 Grapher，其基本原理、功能、用法都是相似的。例如，Surfer 是根据一组  $X$ ， $Y$ ， $Z$  数据来生成等值线图和曲面图。它是基于网格文件的一个绘图软件包，即它首先要将离散的  $X$ ， $Y$ ， $Z$  数据通过某种数学方法转变成网格文件，然后绘制等值线图和曲面图，这一点无论是 DOS 环境下的 Surfer 还是 Windows 环境下的 Surfer 都是一样的。因此，要完全掌握和准

确使用 Surfer，都需要对网格化、光滑、等值线追踪、空白、边界等等有充分的了解。

从软件本身而言，两种环境下的 Surfer 的区别当然也是存在的。Windows 环境下的 Surfer 是图形界面，而 DOS 环境下的 Surfer 菜单则是字符方式的。Windows 环境下的 Surfer 的最大优点是能够充分地利用 Windows 资源，例如，可以充分利用剪贴板（静态数据传输）、DDE（动态数据交换）和 OLE（对象链接与嵌入）以及打印管理等。但 DOS 环境下的 Surfer 也有其优点，例如生成的 PLT 绘图文件格式开放，易于用其他软件修改或生成，而 Windows 环境下的 Surfer 则不具备这一优势，其生成的 SRF 绘图文件难以用其它软件进行修改，输出 WMF 格式的文件后不能再修改，输出 DXF 格式的文件用 AutoCAD 调用时又常有问题等。DOS 环境下的 Grapher 和 Windows 环境下的 Grapher 相比，也有类似的特点。如 DOS 环境下的 Grapher，其 X、Y 轴都可以任意旋转，这为绘制专业领域的一些特殊图件提供了极大的方便，如用于绘制地质领域常用的三角图等。但 Windows 环境下的 Grapher 则没有这一功能，要绘制这种特殊类型的图件则要麻烦得多。

再从用户使用的角度来看，读者都知道，Windows 环境下的应用程序最大的特点是采用统一的格式和类似的图形化界面，对计算机的操作是通过对“窗口”、“对话框”、“图标”、“菜单”等图形界面和符号的操作来实现的。用户的操作方式，可以用键盘，而更多的则是用鼠标来实现的。通过鼠标点击，选择、运行、调度便可轻易地完成，使用非常方便。撇开应用软件本身对专业知识的要求（如 Adobe Photoshop 的使用要有图像处理方面的知识，Surfer 的使用需要了解网格化、等值线光滑、等值线追踪、空白文件、边界文件方面的知识），单就软件菜单的使用而言，Windows 环境下该软件的使用应当说是相当容易的，可以说凡是会用 Windows 的人都可很容易地掌握其用法。仅就 Surfer 和 Grapher 而言，难的是对网格化、等值线光滑、等值线追踪、空白、边界方法的理解和掌握，而不是菜单的使用。因此，可以这样说，只要具有一些 Windows 方面的基本常识，凡是会用 DOS 环境下的 Surfer 和 Grapher 的人都可以轻松地使用 Windows 环境下的 Surfer 和 Grapher；但会用 Windows 环境下的 Surfer 和 Grapher 的人，则不一定会用 DOS 环境下的 Surfer 和 Grapher。

基于上述考虑，本书主要以 DOS 环境下的 Surfer 和 Grapher 为蓝本介绍其使用方法；同时对比介绍 Windows 环境下的 Grapher 和 Surfer。对比介绍 DOS 和 Windows 环境下的绘图软件可说是本书的一大特色。另外，本书还介绍了一些地质上常用的其它绘图软件的使用方法。