

高等学校教学参考书

煤田地质 普查勘探 矿井地质

IBM-PC/XT〔0520〕系列计算机应用程序库

许友志 主编

煤炭工业出版社

高等学校教学参考书

煤田地质 普查勘探 矿井地质

IBM-PC/XT(0520)系列

计算机应用程序库

许友志 主编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍目前在煤田地质、普查勘探和矿井地质中常用计算方法的计算机程序,包括:煤田地质中的地质数据统计分析、绘制等值线图、回归分析、趋势面分析、逐步判别、聚类分析、最优分割、因子分析、对应分析、曲面样条函数、数字滤波、互相关分析和最大熵谱分析;普查勘探中的孔斜计算、距离幂倒数法插值计算、储量计算的等高线-地质块段法、三角形法、多边形法和克立格法;矿井地质中的储量、损失量、“三量”管理、统计分析和各类汉字报表输出等三十多个应用程序。

全部程序采用目前广泛使用的BASIC语言和FORTRAN77语言编写,并在煤炭部选型推广的IBM-PC/XT(0520)系列微型机上调试通过,略加修改即可在其它微型机上运行。本书取材广泛,实用性强,反映了国内、外最新技术成果。

本书可作为高等院校大学生、研究生和教师的重要教学参考书,同时对从事煤田地质、普查勘探和矿井地质专业的工程技术人员、计算机人员和科研人员也是一本实用性较强的计算机应用程序手册。

责任编辑:宋德淑

高等学校教学参考书
煤田地质 普查勘探 矿井地质
IBM-PC/XT(0520)系列计算机应用程序库

许友志 主编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092mm^{1/32} 印张20^{1/8}

字数478千字 印数1—1,280

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

ISBN 7-5020-0196-4/TD·186

书号 3039

定价 4.00元

前 言

《煤田地质 普查勘探 矿井地质 IBM-PC/XT (0520) 系列计算机应用程序库》是一本为煤炭高等院校地质专业编写的教学参考书,同时也是为从事煤田地质、普查勘探和矿井地质专业的工程技术人员、计算机人员和科研人员编写的一本实用的计算机应用程序手册。

本书共分三篇。第一篇为煤田地质常用计算机程序,包括:地质数据统计分析及绘制直方图和频率曲线程序、绘制等值线图程序、回归分析程序、趋势面分析程序、逐步判别分析程序、聚类分析程序、最优分割程序、因子分析程序、对应分析程序、曲面样条函数程序、数字滤波程序、互相关分析程序和最大熵谱分析程序等;第二篇为普查勘探常用计算机程序,包括:孔斜计算程序、距离幂倒数法插值计算程序、等高线-地质块段法储量计算程序、三角形法储量计算程序、多边形法储量计算程序和克立格法计算程序等;第三篇为矿井地质常用计算机程序,包括:生产矿井储量动态统计分析程序、全国统配煤矿储量统计程序、矿产储量增减原因分析程序、储量和损失量及损失率统计分析程序、储量和采出量以及损失量和损失率分类统计程序、生产矿井期末三个煤量统计程序等,共三十多个实用程序。这些程序多数是我们近年研究成果的总结,有些是移植和改造国内、外已公开发表的有关程序。

全部程序采用目前广泛使用的BASIC语言和FORTRAN77语言编写,并在煤炭部选型推广的IBM-PC/XT (0520)系列微型机上调试通过,略加修改即可在其它微型机上运行。每个程序均附有程序功能、数学模型、数据库结构、使用说明、程序框图、源程序和计算实例等方面的内容。

本书内容丰富,取材广泛,实用性强,它涉及到煤田地质、普查勘探和矿井地质的各个领域,反映了国内、外最新技术的成果。程序设计优化,模块化程度高,通用性好,便于维护,具有丰富的中、西文图表输出功能。程序操作简便,采用屏幕提示,人机对话,易于推广应用。

计算机系统硬件配置:IBM-PC/XT (0520) 微型机或兼容机,512KB或640KB RAM,1个或2个360KB软盘驱动器,1个或2个10MB硬盘;12英寸彩色显示器;24针9400型或3070型或2024型汉字打印机。计算机系统软件配置:DOS V2.0/2.1操作系统;电子工业部六所的汉字操作系统(CCDOS 2.00);汉字数据库(C-dBASE II 或 C-dBASE III);高级语言BASIC及其编译程序,FORTRAN77及其编译程序(V3.30)。

本书由中国矿业学院许友志(前言、绪论、第一篇的第一、二节和第二篇)、孙洪泉(第一篇的第三、四节)、余志伟(第一篇的第五、六、七、八、九、十节)、王双红(第一篇的第十一、十二、十三节)、丁广成(第三篇)编写。许友志主编。

本书在编写过程中,得到中国矿业学院地质系主任邵震杰副教授、自动化系计算机应用研究室主任孙辑正教授的热情指导与帮助,并审阅了有关内容,提供了宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，时间仓促，书中会有不少缺点和错误，竭诚希望广大读者批评指正。

编 著 者

1987年5月

绪 论

电子计算机是20世纪科学技术的卓越成就之一，是当今新技术革命的重要内容。计算机技术作为一种崭新的生产力，深刻地影响着人类生产和生活的各个领域，有力地推动着整个国民经济和科学技术的发展。计算机已成为煤田地质、普查勘探和矿井地质工作现代化的重要工具。

早在50年代，国外发达国家已开始把计算机应用于地质勘探数据的处理和统计分析，克立格 (D. G. Krige)、西奇尔 (H. S. Sichel) 和戴维杰斯 (H. J. De Wijsian) 于1951年就开始做这方面的工作；在矿床统计分析方面，克立格、马特隆 (G. Matheron) 和海逊 (S. W. Jr Hazen) 分别于1953年、1955年和1958年应用计算机做了大量的实践；在趋势面分析方面，克鲁宾 (W. C. Krumbein) 于1955年最先用于地质研究；阿莱斯 (Allais) 在1956年开展了定量区域评价方面的工作。

计算机在矿业上的广泛应用是从1960年“国际电子计算机和数学在矿业中应用会议” (简称APCOM) 开始的，该组织的目的是交流电子计算机和运筹学等现代应用数学在矿业中研究与应用的成果和经验，反映计算机和系统工程在各国研究和应用的现状及发展趋势。APCOM的发展和应用，可以分为以下四个阶段：

第一阶段 起飞阶段 (1960~1964年)：这一时期主要做的是地质方面的工作，它包括：矿床储量和品位的计算；勘探数据的统计分析；钻孔位置和地球物理测线的最佳布置；区域资源评价等。

第二阶段 大发展阶段 (1964~1972年)：这一时期主要做了有关地质、矿山设计和矿井规划方面的工作，它包括：露天矿的优化设计；矿井中期和长期的规划；勘探的财务分析；产品的监督与调度；过程数据的采集与模拟；矿物设计评价；矿场容量的确定等。

第三阶段 稳定阶段 (1972~1975年)：这一时期计算机没有开拓更多的新领域，主要有四个方面的工作，它包括：地质统计学法确定矿床；计算机绘图 (计算机图示学)；污染控制；人力调度等。

第四阶段 数据库阶段 (1975年至目前)：这一时期世界上主要产煤国家先后都建立了煤炭资源数据库系统，主要有：

1) 美国的“全国煤炭资源数据系统”，简称NCRDS (National Coal Resources Data System)，这是美国地质调查所USGS (United States Geological Survey) 于1974年开始筹建，1984年建成的，包括美国东西部各州煤炭资源的区域性数据和点源数据，主要用来存储和处理全国煤田地质数据，以及地球物理和地球化学数据。此外，美国能源部建立的“煤数据库”，主要包括美国煤的分布、生产和利用的数据资料；还有美国宾夕法尼亚大学建立的“宾夕法尼亚州煤数据库”等。

2) 加拿大的“煤数据库”，这是由加拿大阿尔伯塔调查委员会建立的，包括阿尔伯塔煤的有关原始数据资料。此外，在加拿大还建有“煤文件”，该数据库是由不列颠哥伦比亚矿产资源局建立的哥伦比亚煤矿床原始数据库。

3) 英国的“煤数据库”，这是由国际经济学会煤调查组建立的，包括煤的技术、储量和开采方面的数据库。此外，在英国由国际能源组织建立的“世界煤炭资源和储量数据库”，该数据库主要包括煤田地质和煤质方面的原始数据。

在国内，煤炭系统从1964年开展计算机应用工作以来，其发展大体有以下三个阶段：

第一阶段 起步阶段（1964~1979年）：当时只有少数领导机关、科研设计部门和教学单位有计算机，主要用于科学计算。

第二阶段 教育大发展阶段（1979~1983年）：在此期间，煤炭系统高等院校集中引进了一批计算机，主要用于计算机的教学和人才培养。

第三阶段 生产大发展阶段（1983年至目前）：从1983年开始，煤炭部成立了计算机应用领导小组，并建立了部计算中心，负责煤炭部计算机管理系统的组织和建立工作。当时由煤炭部计算中心和电子工业部六所成立了联合设计组，对“煤炭工业计算机管理系统”进行了总体设计，为计算机在煤炭工业中应用奠定了基础。嗣后，于1984年由中国矿业学院、中国计算机服务公司和徐州矿务局提出的“电脑化矿井统计分析系统与矿务局计算机管理系统”设计方案。其中，矿井级电脑化统计分析系统是由8个子系统、31个模块和7个数据库组成；矿务局级计算机管理系统是由10个子系统、38个模块和9个数据库组成。该设计方案对推动矿务局和生产矿井的计算机应用做出了积极的贡献。

我国煤地学系统计算机应用虽然起步较晚，但发展速度很快。60年代后期，开始在一些研究课题和个别项目中开展电子计算机应用和试验工作。70年代末，先后在煤炭部地质局物探公司和遥感公司建立了两个小型机计算站，从此在煤田地质工作中计算机进入了实用阶段。“六五”期间，在“抓应用，促发展”方针的指导下，特别是后两年，计算机走出了计算站，闯进了煤田地质、普查勘探和矿井地质的各个领域，使古老的煤地学走上了信息化的道路。在应用微机进行地质数据处理，以及建立资源信息系统、管理系统和生产过程的控制系统等方面取得了可喜的成果，从而使煤田地质部门微机的应用进入了煤炭系统的先进行列。煤炭部地质局正在全面开发“煤田地质勘探信息系统”，煤炭部计算中心和生产司制订了“煤矿地质测量信息系统”的总体设计，煤炭科学研究院承担的“全国煤种资源数据库”已列入国家重点项目。到目前为止，微机在煤地学系统应用的主要成果有：“勘探钻孔数据库和地质报告编制软件包”（河南勘探公司）；“地质统计学系统”（沈阳煤矿设计院）；“CAD地质绘图系统”（第一勘探公司）；“煤炭储量计算及管理系统”（中国矿业学院）；“煤种资源数据库”（煤炭科学研究院）；“电测深曲线拟合解释软件及数据库”（中国矿业学院、江苏物探队）；“微机勘探钻孔数据库和煤系地层岩性描述编码方案”（山东矿业学院、北京勘探队）；“利用数学地质方法解释隐伏断层”（山东勘探公司、中国矿业学院）；“古成煤环境分析专家系统”（陕西194勘探队、清华大学）等。上述成果已充分显示出微机在煤地学上应用的广阔前景，且其发展势头有如雨后春笋，愈来愈加迅猛。

计算机应用在坚持以提高经济效益和社会效益的基础上，加快推广和应用步伐，并从单机应用向系统和网络发展，从单项控制向生产全过程自动控制发展，从单项管理向综合管理发展，从典型应用向全行业广泛应用发展，逐步形成以煤炭资源勘探信息系统、煤矿地质测量信息系统、煤田物探数据处理系统、煤田遥感数字图象处理系统和绘图系统，以及管理信息系统等为核心的煤地学领域计算机网络系统，从而使煤田地质、普查勘探和矿井地质工作走上信息化和现代化的道路。

目 录

绪 论	I
第一篇 煤田地质常用计算机程序	1
第一节 地质数据统计分析及绘制直方图和频率曲线程序	1
第二节 绘制等值线图程序	9
第三节 回归分析程序	16
第四节 趋势面分析程序	33
第五节 逐步判别分析程序	53
第六节 聚类分析程序	66
第七节 最优分割程序	90
第八节 因子分析程序	102
第九节 对应分析程序	118
第十节 曲面样条函数程序	132
第十一节 数字滤波程序	149
第十二节 互相关分析程序	155
第十三节 最大熵谱分析程序	158
第二篇 普查勘探常用计算机程序	166
第一节 孔斜计算程序	166
第二节 距离幂倒数法插值计算程序	178
第三节 等高线——地质块段法储量计算程序	196
第四节 三角形法储量计算程序	198
第五节 多边形法储量计算程序	215
第六节 克立格法计算程序	225
第三篇 矿井地质常用计算机程序	237
第一节 生产矿井储量动态统计分析程序	237
第二节 全国统配煤矿储量统计程序	238
第三节 矿产储量增减原因分析程序	266
第四节 储量、损失量、损失率统计分析程序	276
第五节 储量、采出量、损失量及损失率分类统计程序	285
第六节 生产矿井期末三个煤量统计程序	300
参考文献	313

第一篇 煤田地质常用计算机程序

第一节 地质数据统计分析及绘制直方图和频率曲线程序

一、程序功能

本程序主要用于地质数据统计分析, 绘制直方图和频率曲线图。程序首先根据输入的样品个数和样品值, 计算并输出样品的平均值、方差、均方差和变异系数; 然后, 再根据输入分级幅度 A (X 轴)、分级频率值 C 和分级频率数 R (Y 轴), 经过计算机程序的一系列运算, 最后显示并打印直方图和频率曲线图。

二、数学模型

(一) 地质数据统计分析

1. 样品平均值

$$\bar{M} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i \quad (1-1)$$

2. 样品方差

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2 \\ &= \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n m_i^2 - n\bar{m} \right) \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i^2 - \bar{m}^2 \end{aligned} \quad (1-2)$$

3. 样品标准差

$$SD = \sqrt{S} \quad (1-3)$$

4. 变异系数

$$CV = SD/\bar{M} \quad (1-4)$$

式中 n ——样品个数;

m_i ——样品值;

$\bar{M}$ ——样品平均值;

S ——样品方差 (σ);

SD ——样品标准差;

CV ——变异系数。

(二) 绘图初始准备计算

为了把用户坐标转换成屏幕坐标或绘图机坐标, 先选定窗口 (W_1, W_2, W_3, W_4), 并在希望的视见区 (V_1, V_2, V_3, V_4) 上表现出来, 且计算机认识计算点的屏幕坐标 (XE, YE) 和用户坐标 (XR, YR) 是相对应的 (图1-1), 其表达式如下:

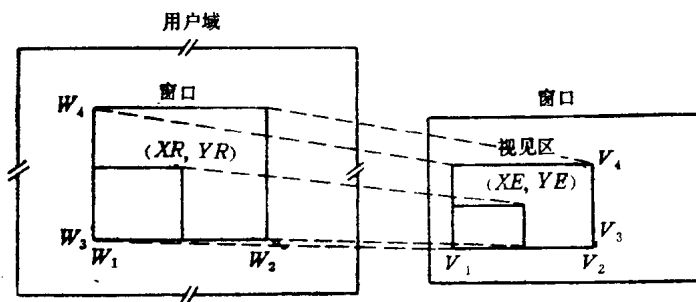


图 1-1 从用户坐标转换到屏幕坐标示意图

$$\frac{XR - W_1}{W_2 - W_1} = \frac{XE - V_1}{V_2 - V_1} \quad \text{和} \quad \frac{YR - W_3}{W_4 - W_1} = \frac{YE - V_3}{V_4 - V_3} \quad (1-5)$$

由式 (1-5) 可得

$$\begin{cases} XE = \frac{(XR - W_1)(V_2 - V_1)}{(W_2 - W_1)} + V_1 \\ YE = \frac{(YR - W_3)(V_4 - V_3)}{(W_4 - W_1)} + V_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} XE = \frac{XR(V_2 - V_1) - W_1(V_2 - V_1) + V_1(W_2 - W_1)}{W_2 - W_1} \\ YE = \frac{YR(V_4 - V_3) - W_3(V_4 - V_3) + V_3(W_4 - W_3)}{W_4 - W_3} \end{cases}$$

$$\begin{cases} XE = \frac{XR(V_2 - V_1) - W_1V_2 + V_1W_2}{W_2 - W_1} \\ YE = \frac{YR(V_4 - V_3) - W_3V_4 + V_3W_4}{W_4 - W_3} \end{cases}$$

$$\begin{cases} XE = \frac{V_2 - V_1}{W_2 - W_1} XR + \frac{V_1W_2 - V_2W_1}{W_2 - W_1} \\ YE = \frac{V_4 - V_3}{W_4 - W_3} YR + \frac{V_3W_4 - V_4W_3}{W_4 - W_3} \end{cases}$$

令

$$A_8 = \frac{V_2 - V_1}{W_2 - W_1} \quad B_8 = \frac{V_1W_2 - V_2W_1}{W_2 - W_1} \quad (1-6)$$

和

$$A_9 = \frac{V_4 - V_3}{W_4 - W_3} \quad B_9 = \frac{V_3W_4 - V_4W_3}{W_4 - W_3} \quad (1-7)$$

则

$$\begin{cases} XE = A_8XR + B_8 \\ YE = A_9YR + B_9 \end{cases} \quad (1-8)$$

(三) 与窗口交点的计算

设线段 $a(X_1, Y_1)$ $b(X_2, Y_2)$ 与窗口交于 d 点 (图1-2), 求 d 点的坐标 (即 $X = W_1$ 与 ab 交点的坐标)。

由图1-2可得

$$\frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1} = \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \quad (1-9)$$

将 $X = W_1$ 代入式 (1-9) 中, 得

$$\frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1} = \frac{W_1 - X_1}{X_2 - X_1}$$

则 d 点坐标为

$$\begin{cases} X = W_1 \\ Y = Y_1 + \frac{(Y_2 - Y_1)(W_1 - X_1)}{X_2 - X_1} \end{cases} \quad (1-10)$$

在平面修剪子程序中, 把相交点坐标 (X, Y) 用 (X_6, Y_6) 来表示, 即 $X_6 = X$, $Y_6 = Y$ 。

为了画出线段的可见部分, 要通过映射和画线子程序, 根据式 (1-8) 可将坐标 (X_6, Y_6) 转换成 (X_5, Y_5) , 即

$$\begin{cases} X_5 = A_3 X_6 + B_3 \\ Y_5 = A_0 Y_6 + B_0 \end{cases} \quad (1-11)$$

由于在屏幕上 Y 轴向下, 需要做一下变换, $Y_5 = 191 - (A_0 Y_6 + B_0)$, 使轴系恢复正常。

(四) 画轴和刻度计算

画轴时, 把原点放在窗口的左下角, 即 $P_0 = W_1$, $Q_0 = W_3$ 。如果原点 $(0, 0)$ 含于直线 $X = W_1$ 和 $X = W_2$ 所限定的平面带内, 则 Y 轴可以看见, 则 $P_0 = 0$; 如果原点 $(0, 0)$ 含于直线 $Y = W_3$ 和 $Y = W_4$ 所限定的平面带内, 则 X 轴可以看见, 则 $Q_0 = 0$ 。

在画好的 X 轴和 Y 轴上分别刻度, 刻度选择单位为 U 和 V 。设变量 T_3 和 T_0 是刻度线长度, 分别等于窗口横、竖边长的2%。

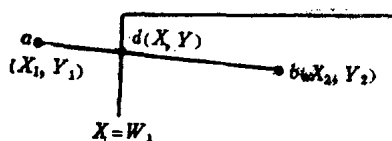


图 1-2 与窗口交点计算示意图

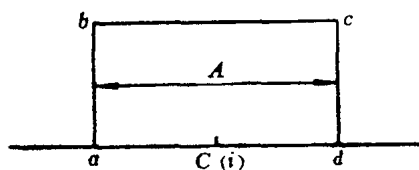


图 1-3 画连续矩形计算示意图

(五) 画连续矩形的计算

抬笔移动至 a , 然后将 b 、 c 和 d 联接起来 (图1-3)。各点的坐标如下:

$$\begin{aligned} a & (C(i) - A/2, W_3) \\ b & (C(i) - A/2, R(i)) \\ c & (C(i) + A/2, R(i)) \\ d & (C(i) + A/2, W_3) \end{aligned} \quad (1-12)$$

三、使用说明

(一) 主要标识符说明

1. 简单变量说明

N	样品个数;
A	分级幅度;
M	样品平均值;
VAR	样品方差;
SD	样品标准差;
CV	变异系数;
U	X轴的刻度单位;
V	Y轴的刻度单位;
C = R = 0	输入数据最后告警值。

2. 数组变量说明

X(I)	样品值;
C(I)	分级频率值;
R(I)	分级频率数;
W ₁	窗口变量最小横坐标;
W ₂	窗口变量最大横坐标;
W ₃	窗口变量最小纵坐标;
W ₄	窗口变量最大纵坐标;
V ₁	视见区变量最小横坐标;
V ₂	视见区变量最大横坐标;
V ₃	视见区变量最小纵坐标;
V ₄	视见区变量最大纵坐标;
A8, B8, A9, B9	中间转换值;
(XR, YR)	计算点的用户坐标;
(XE, YE)	计算点的屏幕坐标;
(P9, Q9)	虚设原点;
T8, T9	刻度线段长度变量;
U8, V8	提供的调整量;
(X5, Y5)	测试点的坐标;
(X6, Y6)	要画的线段与窗口一个边交点的坐标。

(二) 操作说明

(1) 原始数据输入顺序。首先输入样品个数 N 和样品值 $x(i)$, 然后再输入分级幅度 A 、分级频率值 $C(i)$ 和分级频率数 $R(i)$, 最后输入数据告警值 $C=0$ 及 $R=0$ 。

(2) 计算结果输出顺序。首先显示并打印样品个数 N 、平均值 M 、方差 VAR 、均方差 SD 和变异系数 CV , 最后显示并打印直方图和频率曲线图。

四、程序框图

地质数据统计分析、绘制直方图和频率曲线程序框图, 见图1-4。

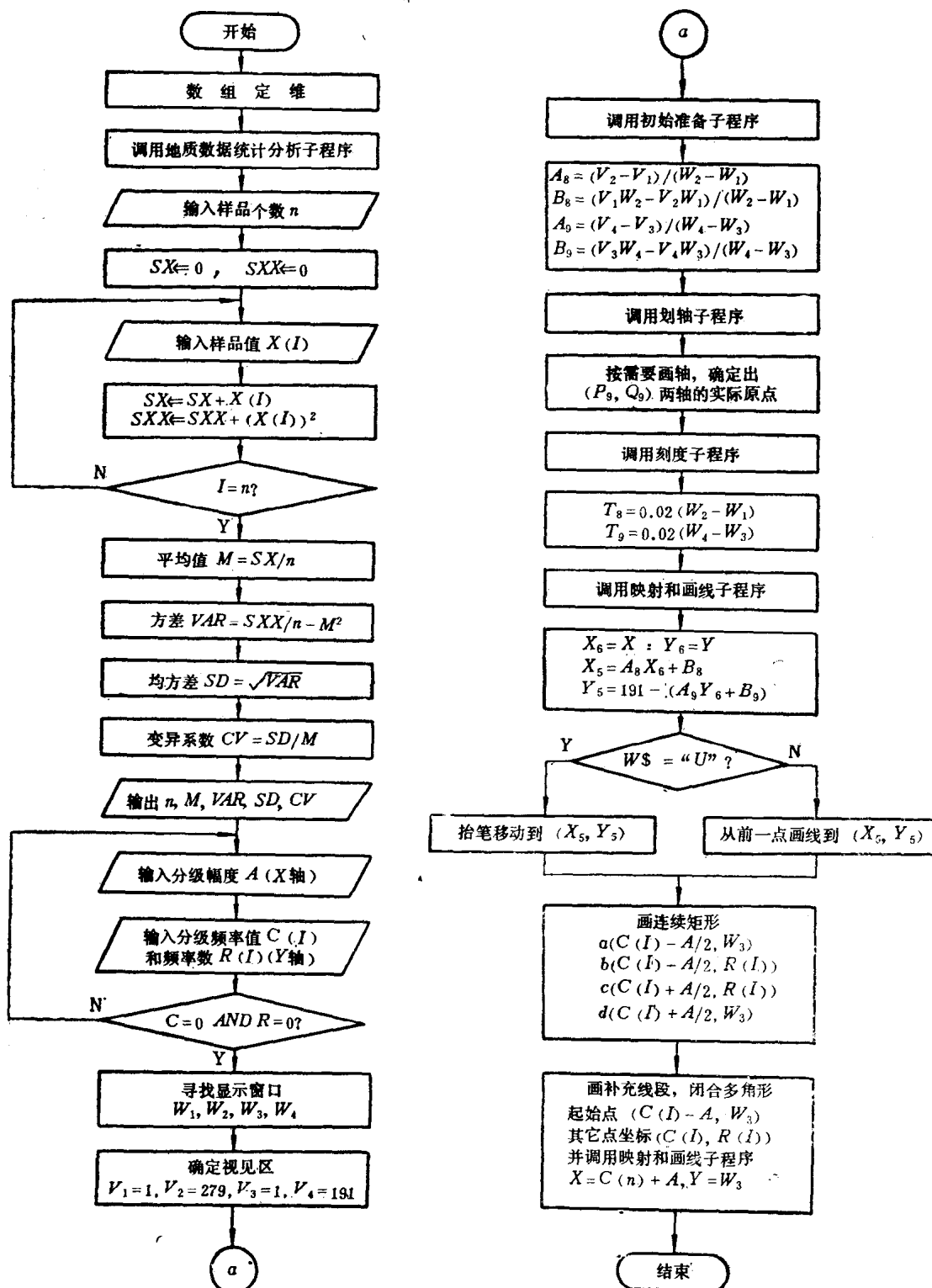


图 1-4 地质数据统计分析、绘制直方图和频率曲线程序框图

五、源程序

```

10 REM PROGRAM GEOST1.BAS
20 REM
30 REM 地质数据统计分析,绘制直方图和频率曲线主程序
40 REM
50 SCREEN 1 : CLS
60 KEY OFF : COLOR 1,1
70 DIM C(50),R(50),X(200)
80 COSUB 500
90 READ A
100 N=0
110 W1 = 1E+20 : W2 = -1E+20 : W3 = 0 : W4 = -1E+20
120 READ C,R : IF C = 0 AND R = 0 THEN 180
130 N = N + 1 : C(N) = C : R(N) = R
140 IF C < W1 THEN W1 = C
150 IF C > W2 THEN W2 = C
160 IF R > W4 THEN W4 = R
170 GOTO 120
180 W1 = W1 - A : W2 = W2 + A
190 V1 = 1 : V2 = 279 : V3 = 1 : V4 = 191 : GOSUB 830
200 SCREEN 1 : COLOR 9,0 : GOSUB 970 : U = A : V = 1 : GOSUB 1080
210 FOR I = 1 TO N
220 X = C(I) - A / 2 : Y = W3 : W$ = "U" : GOSUB 890
230 Y = R(I) : W$ = "D" : GOSUB 890
240 X = C(I) + A / 2 : GOSUB 890
250 Y = W3 : GOSUB 890
260 NEXT I : SCREEN 1 : COLOR 9,1
270 X = C(I) - A : Y = W3 : W$ = "U" : GOSUB 890 : W$ = "D"
280 FOR I = 1 TO N
290 X = C(I) : Y = R(I) : GOSUB 890
300 NEXT I
310 X = C(N) + A : Y = W3 : GOSUB 890
320 PRINT CHR$(7)
330 END
340 DATA 103
350 DATA 1.38,1.64,1.50,1.32,1.44,1.25,1.49,1.57,1.46,1.58
360 DATA 1.40,1.47,1.36,1.48,1.52,1.44,1.68,1.26,1.38,1.76
370 DATA 1.63,1.19,1.54,1.65,1.46,1.42,1.47,1.35,1.53,1.21
380 DATA 1.40,1.35,1.61,1.45,1.35,1.42,1.50,1.56,1.45,1.28
390 DATA 1.14,1.24,1.29,1.33,1.36,1.38,1.42,1.43,1.47,1.45
400 DATA 1.48,1.52,1.57,1.61,1.71,1.26,1.30,1.34,1.37,1.39
410 DATA 1.41,1.44,1.46,1.44,1.49,1.51,1.56,1.59,1.31,1.35
420 DATA 1.37,1.40,1.39,1.45,1.45,1.43,1.50,1.48,1.55,1.62
430 DATA 1.32,1.36,1.34,1.41,1.40,1.46,1.44,1.46,1.51,1.50
440 DATA 1.54,1.42,1.38,1.47,1.43,1.47,1.52,1.49,1.53,1.45
450 DATA 1.44,1.50,1.52
460 DATA 0.05
470 DATA 1.15,1,1.20,2,1.25,3,1.30,6,1.35,12,1.40,16,1.45,26
480 DATA 1.50,17,1.55,9,1.60,5,1.65,3,1.70,2,1.75,1,0,0
490 REM
500 REM 地质数据统计子程序
510 REM
520 READ N
530 LPRINT : LPRINT : LPRINT
540 LET SX=0
550 LET SXX=0
560 FOR I=1 TO N
570 READ X(I)
580 LET SX=SX+X(I)
590 LET SXX=SXX+X(I)^2
600 NEXT I

```



```

610 LET M=SX/N
620 LET VAR=SXX/N-M^2
630 LET SD=SQR(VAR)
640 LET CV=SD/M
650 LPRINT                                     计算平均值,方差,均方差和变异系数"
660 LPRINT
670 LPRINT                                     =====
680 LPRINT
690 LPRINT SPC(15); "样品个数(N) ="; USING"###"; N
700 LPRINT
710 LPRINT SPC(15); "平均值(M) ="; USING"###.##"; M
720 LPRINT
730 LPRINT SPC(15); "方差(VAR) ="; USING"###.##"; VAR
740 LPRINT
750 LPRINT SPC(15); "均方差(SD) ="; USING"###.##"; SD
760 LPRINT
770 LPRINT SPC(15); "变异系数(CV) ="; USING"###.####"; CV
780 LPRINT
790 LPRINT "                                     ====="
800 LPRINT :LPRINT :LPRINT :LPRINT
810 RETURN
820 REM
830 REM  初始准备子程序
840 REM
850 A8=(V2 - V1)/(W2 - W1) : B8=(V1 * W2 - V2 * W1)/(W2 - W1)
860 A9=(V4 - V3)/(W4 - W3) : B9=(V3 * W4 - V4 * W3)/(W4 - W3)
870 RETURN
880 REM
890 REM  映射和画线子程序
900 REM
910 X6 = X : Y6 = Y
920 X5 = A8 * X6 + B8 : Y5 = 191 - (A9 * Y6 + B9)
930 IF W$ = "U" THEN PRESET (X5,Y5) : RETURN
940 LINE -(X5,Y5)
950 RETURN
960 REM
970 REM  画轴子程序
980 REM
990 P9 = W1 : Q9 = W3
1000 IF W1 < 0 AND W2 > 0 THEN P9 = 0
1010 IF W3 < 0 AND W4 > 0 THEN Q9 = 0
1020 X6 = W1 : Y6 = Q9 : W$ = "U" : GOSUB 920
1030 X6 = W2 : W$ = "D" : GOSUB 920
1040 X6 = P9 : Y6 = W3 : W$ = "U" : GOSUB 920
1050 Y6 = W4 : W$ = "D" : GOSUB 920
1060 RETURN
1070 REM
1080 REM  刻度子程序
1090 REM
1100 T8 = .02 * (W2 - W1) : T9 = .02 * (W4 - W3)
1110 U8 = ((P9 - W1) / U - INT ((P9 - W1) / U)) * U
1120 V8 = ((Q9 - W3) / V - INT ((Q9 - W3) / V)) * V
1130 FOR X6 = W1 + U8 TO W2 STEP U
1140 Y6 = Q9 : W$ = "U" : GOSUB 920
1150 Y6 = Q9 + T9 : W$ = "D" : GOSUB 920
1160 NEXT X6
1170 FOR Y6 = W3 + V8 TO W4 STEP V
1180 X6 = P9 : W$ = "U" : GOSUB 920
1190 X6 = P9 + T8 : W$ = "D" : GOSUB 920
1200 NEXT Y6
1210 RETURN

```

六、计算实例

(一) 地质数据统计分析、绘制直方图和频率曲线原始资料

1. 地质数据统计分析原始资料

某勘探区 6 号煤层有 103 个钻孔的煤层厚度值, 见表 1-1。

表 1-1 某勘探区 6 号煤层厚度值

1.38	1.64	1.50	1.32	1.44	1.25	1.49	1.57	1.46	1.58
1.40	1.47	1.36	1.48	1.52	1.44	1.68	1.26	1.38	1.76
1.63	1.19	1.54	1.65	1.46	1.42	1.47	1.35	1.53	1.21
1.40	1.35	1.61	1.45	1.35	1.42	1.50	1.56	1.45	1.28
1.14	1.24	1.29	1.33	1.36	1.38	1.42	1.43	1.47	1.45
1.48	1.52	1.57	1.61	1.71	1.26	1.30	1.34	1.37	1.39
1.41	1.44	1.46	1.44	1.49	1.51	1.56	1.59	1.31	1.35
1.37	1.40	1.39	1.45	1.45	1.43	1.50	1.48	1.55	1.62
1.32	1.36	1.34	1.41	1.40	1.46	1.44	1.46	1.51	1.50
1.54	1.42	1.38	1.47	1.43	1.47	1.52	1.49	1.53	1.45
1.44	1.50	1.52							

注: 煤层厚度单位为 m。

2. 绘制直方图和频率曲线原始资料

由表 1-1 可知, 煤层最厚为 1.76 m, 最薄为 1.14 m, 厚度差为 0.62 m, 取 0.05 m 作为分级幅度, 设 1.13 m 为第一级底边, 其分组情况见表 1-2。

表 1-2 煤厚组段频数分布表

煤厚组段 m	组中值 m	频数 f^*	煤厚组段 m	组中值 m	频数 f^*
1.13~1.17	1.15	1	1.48~1.52	1.50	17
1.18~1.22	1.20	2	1.53~1.57	1.55	9
1.23~1.27	1.25	3	1.58~1.62	1.60	5
1.28~1.32	1.30	6	1.63~1.67	1.65	3
1.33~1.37	1.35	12	1.68~1.72	1.70	2
1.38~1.42	1.40	16	1.73~1.77	1.75	1
1.43~1.47	1.45	26			

(二) 输出结果

(1) 地质数据统计分析输出结果, 见表 1-3。

表 1-3 地质数据统计分析结果表

样品个数	$n = 103$
平均值	$M = 1.44$
方差	$VAR = 0.01$
均方差	$SD = 0.11$
变异系数	$CV = 0.0762$

(2) 直方图和频率曲线输出结果, 见图 1-5。

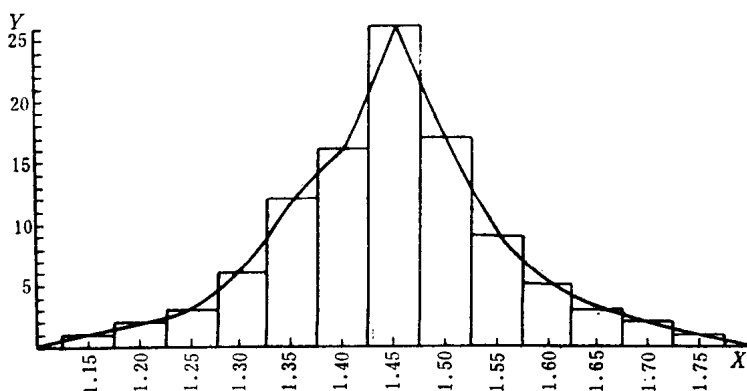


图 1-5 直方图和频率曲线图

第二节 绘制等值线图程序

一、程序功能

本程序主要用于煤田地质中常用的各种等值线图的绘制。程序首先安排输入绘图宽度和绘图域，然后输入钻孔个数、钻孔数据项数和钻孔数据矩阵，最后经过计算机程序的一系列运算，计算并打印出网点值、基准等值线值、间隔值和等值线图。

二、数学模型

人工绘制一幅等值线图，一般需要以下几个工序：首先把实测点（孔位）投绘到一定比例尺的底图上，然后在各实测点之间插入一系列的等值点，最后用光滑的曲线联接同名等值点，即为等值线图。

计算机绘制等值线图，大体也要经过以上几个步骤。首先把实测点（钻孔）投绘到底图上（图1-6a），然后把底图划分成密度较大的网格（图1-6b），再找出每一网格点最近的六个测点（图1-6c），采用距离平方倒数加权法插值计算公式，求出每一网格点的插值（图1-6d），最后实现计算机绘制等值线图。

1. 距离平方倒数加权法插值点至实测点的距离计算公式

$$D_{ih} = \sqrt{(X_{1h} - X_{1i})^2 + (X_{2h} - X_{2i})^2} \quad (1-13)$$

式中 D_{ih} ——插值点至实测点的距离，m；

X_{1h} ——插值点的纵坐标，m；

X_{2h} ——插值点的横坐标，m；

X_{1i} ——实测点的纵坐标，m；

X_{2i} ——实测点的横坐标，m。

2. 距离平方倒数加权法计算网格点插值公式

$$\hat{Z}_h = \frac{\sum_{i=1}^6 (Z_i / D_{ih})}{\sum_{i=1}^6 (1 / D_{ih})} \quad (1-14)$$

式中 $\hat{Z}_h$ ——插值点插值，即距离平方倒数加权平均值；

Z_i ——距插值点最近的六个实测值；