

电子计算机 在地层分析中的应用

[美] J. W. 哈博 D. F. 梅里亚姆 著

科学出版社

电子计算机在地层分析中的应用

[美] J. W. 哈博 D. F. 梅里亚姆 著

张启锐 译

刘绂堂 王长庚 校
钟元昭

科学出版社

内 容 简 介

本书主要是介绍用高速电子计算机分析地层资料的一些基本方法，并扼要地说明了哪些数学方法适用于哪些地质工作分析。所研究的对象比较广泛，包括地层的划分对比，沉积地层褶皱形态的构造分析，油气运移的研究，各种野外观测数据的存取、制图与分析，以及沉积盆地地质发展过程的模拟等。书中还附有大量图表和文字说明。

本书可供从事地层学、沉积学、构造地质学、古生物学以及石油地质和其他矿业的地质工作者、科研人员和有关院校师生参考。

J. W. Harbaugh & D. F. Merriam
COMPUTER APPLICATIONS IN
STRATIGRAPHIC ANALYSIS
John Wiley & Sons, Inc.

电子计算机在地层分析中的应用

〔美〕 J. W. 哈博 D. F. 梅里亚姆 著

张启锐 译

刘绶堂 王长庚 校

钟元昭

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1978 年 12 月 第 一 版 开本：787×1092 1/16

1978 年 12 月 第一次印刷 印张：16

印数：0001—11,100 字数：368,000

统一书号：13031·903

本社书号：1279·13—14

定价：1.80 元

译 者 的 话

电子计算机应用于地质工作是近二十年的事。特别是近年来发展很快，它已渗透到地质学的各个分支。我国在这方面也已有十几年的历史。目前，我国电子计算机技术已相当发展。这为进一步推动计算机在地质工作中的使用提供了丰厚的物质基础。

由于电子计算机在极短的时间内能进行大量的运算，这不仅可以大大减少许多繁重的劳动，实现自动化，而且使许多过去无法实现的一些设想，借助于计算机则有可能实现。如地质工作中数量十分可观的资料和数据的管理、使用和分析是件十分棘手的工作，致使大量资料得不到充分的利用。随着现代技术的发展，地质资料和数据的增长速度只会更快。面对这一课题，我们通过计算机的使用就有可能较好地解决它。因此，遵照毛主席关于“古为今用，洋为中用”的教导，在总路线精神的指引下，尽可能采用最先进的科学技术，推动我国的地质工作，发展社会主义建设事业，是我们从事地质工作的同志义不容辞的光荣职责。

地质学是一门古老的学科。但由于种种原因，它至今还基本上处在定性的描述阶段，数学这一强有力的工具，尚待进一步更广泛地在地质学各学科中使用。正象马克思指出的，一种科学只有在成功地运用数学时，才算达到了真正完善的地步。许多地质工作者在这方面早已做了大量的探索，积累了丰富的经验，有的还作出了十分可喜的成果。因此，只要我们坚持实践，勇于创新，大胆地把数学和计算机引进到自己的工作中来，那么，可以预见在不久的将来，我国的地质工作将出现一个巨大的飞跃。

为了上述目的，了解一下国外的情况是有益的。毛主席教导我们：“对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。”本着这一教导，译者选择了这本书，供有关工作者参考。

这本书有几个特点：(1)它综述了西方地质工作中使用电子计算机的主要方面，这为我们了解情况提供了方便。(2)它是写给地质人员看的，重点说明了在什么条件下使用计算机有利，并较浅显地说明了哪些数学方法适用于哪些地质工作；然后，对各种应用都详细地叙述了一个以上的地质实例，这对加深理解是很有助益的。(3)因为本书的宗旨是要让地质人员了解计算机的功能，以及各种数学方法所能解决的地质问题；所以，书中的图表和文字的说明较丰富，而数学原理的证明和推导则尽量减少其篇幅。这就使得一般的地质人员都能看得懂，而不至于一开始就碰到大量的数学问题；因为一般地质工作者比较少地使用数学工具，对较复杂的数学理论的了解则较少，国外如此，国内也基本如此。(4)本书涉及的地质学领域比较广。本书名为《电子计算机在地层分析中的应用》，所谓的地层分析，是一个很广泛的概念。包括地层的划分对比，沉积地层褶皱形态的构造分析，沉积相的划分与分析，沉积盆地地质发展过程的模拟，油气运移的研究，各种野外观测数据的存取，制图与分析，各种地质特征(包括岩石矿物的结构构造、化学分析数据、各种岩性、化石种类的数量等)的综合分析等。(5)书后列有大量的参考文献，可供查阅。不过

本书是1968年出版的,只涉及1968年以前的主要数学方法,并且侧重在石油地质工作中用到的主要方法。其他地质学分支独特采用的一些方法,如金属矿床的评价预测等则未包括在内。此外,用途很广的判别分析,书中只简单介绍了原理,列出了计算公式,但却没有实例,这是本书不足之处。

最后,由于译者水平有限,加以时间仓促,缺点和错误在所难免,衷心希望读者批评指正。

序 言

本书的目的在于介绍和说明用高速电子数字计算机来分析地层资料的某些主要方法。重点则放在处理那些与沉积盆地的空间关系有关的地层问题和构造问题时将会用到的各方面的技术。这里所选择的应用实例,根据我们的估计,都能有效地说明地质工作者是怎样应用他们所广泛采用的方法。其中有一些方法已在堪萨斯地质调查所过去四年中所出版的计算程序丛书上发表。

从我们最初和电子计算机打交道的时候开始,我们就意识到有尽快为地质工作者编写出一本计算机方法汇编的必要性。本书就是专门为地质工作者而写的这样一本汇编。在编写本书时就已经在地学上得到比较广泛应用的计算机方法,大部分都已收集在这本书里,但并不是在地层分析中所应用的全部计算机方法都已包括进去。在所提供的许多方法中都包括有作图方面的应用实例;但是有些在本质上属于统计方面的方法,例如处理沉积物的粒度参数的方法,则未包括在内。这本书里所介绍的方法都是我们在研究美国中部大陆,特别是堪萨斯州的地质问题时所用过的方法,这些方法大部分都与石油地质有关。虽然从完整性来看,最好能再有一些别的方法和应用实例,但是我们的经验、兴趣和时间为我们设置了许多限制。

若干年前,当我们开始用趋势面方法来分析地层和构造数据时,我们才第一次认识到应用计算机的好处。最早应用计算机来处理这类数据的是本书作者之一(梅里亚姆),他在1963年曾经因为这项工作而在斯坦福大学花了一个学期的时间,当时,本书的另一位作者哈博恰好也在斯坦福大学研究趋势面方法和其他一些方法。我们当时就决定把计算机程序及其应用结果在堪萨斯州地质调查所的专门出版物上加以发表,供其他工作人员使用。这一大胆的尝试是这样成功,竟使这些程序很快就在世界范围内得到应用。1966年,堪萨斯州地质调查所创办了计算机文献丛刊,专门介绍计算机在这方面的应用。这两种丛刊为本书的问世提供了很多方便的条件。从我们两人开始合作之日起,我们就打算把这一领域的资料汇集起来并按一定的顺序把这些资料编写成一本书,从而使其他地质工作者能和我们一起共享地学上的这一新方法。

根据我们的设想,这本书主要是一本参考书,但也可用作教科书,尤其可以用来作为一本补充教材。攻读地层学,沉积学,构造地质学和古生物学的学生,将会发现这些方法是很实用的。此外,在石油部门和其他采矿工业工作的地质工作者也会发现本书是有助益的。最后,本书对于非地质工作者也可能是有用的,因为其中许多方法在地质学以外的其他领域也都会得到应用。

可以预料,本书的使用者将会具有不同的知识基础。在理想的情况下,他们至少应当具有普通地质学的基础知识,代数演算知识和初等统计学知识。本书的读者虽然不必一定要有微积分和矩阵代数方面的初步基础,但是具有这方面的知识也是很有益的。本书的使用者并不需要具备计算机硬件的知识以及编制计算机程序的知识。但是,不言而喻,具有计算机的实践经验将会提高本书读者在应用本书所介绍的方法上的兴趣和理解。

在介绍各种计算机方法时,我们力图尽可能从直观和图表的角度来加以介绍,相信这样做将会使本书对于那些不想多纠缠于数学的地质工作者更有用处。在另一方面,当我们认为某些数学细节对进一步加深理解有所帮助时,我们也毫不犹豫地对这些细节作一些必要的阐述。

哈 博

梅里亚姆

1968年3月

目 录

第一章 引论	1
什么时候用电子计算机	2
电子计算机的类型	2
方法的选择	6
第二章 资料系统	7
引言	7
计算机资料系统的主要应用	10
油井资料系统	11
资料的显示	16
第三章 作图方法	24
绘等值线图	24
方向数据的作图	31
作相图	37
第四章 时间-趋势分析	41
时间-趋势分析法的数学原理	42
地层对比中的时间-趋势分析	43
第五章 多项式趋势分析	47
最小二乘法准则	47
趋势函数的分类	48
方程系数的计算	50
统计的度量	52
数据点的间距	57
用趋势面作构造分析	58
厚度图的趋势面分析	70
方向数据的发展趋势面分析	76
对沉积相的趋势面分析	76
四变量趋势面分析	83
第六章 调和趋势分析	93
规则间距数据的单傅里叶级数	94
规则间距数据的二重傅里叶级数	106
不规则间距数据的二重傅里叶级数	125
傅里叶面和多项式面的比较	128
第七章 分类系统	133
相似系数的类型	135
聚类分析	148
因子分析	153
判别函数分析	177

第八章 模拟	181
引言	181
动水油捕的静态确定性模拟	188
蒸发沉积作用的动态确定性模拟	195
三角洲沉积作用的动态确定性模拟	199
地层层序的动态概率模拟	206
浅海沉积作用的动态确定概率模拟	210
动水条件下油捕的动态确定概率模拟	219
参考文献	223
附录	238
计算机(一般的)	238
计算机(程序设计)	238
词汇和辞典	238
统计学(一般的)	238
统计学(地质学的)	239
计算机程序来源	239
书志学	239
英汉词汇索引	240

第一章 引 论

电子计算机的问世，同望远镜和显微镜的问世一样，是科学进入到一个新时代的标志。一幅新的远景已展现在我们面前，许多新的设想正在被激发出来，许多崭新的技术正在涌现。地质学并没有被排除在这场科学革命之外。但是，地质工作者和其他领域的科学工作者相比，在采用电子计算机方法方面，则显得不那么快。其所以会出现这种情况是有一些原因的，最主要的是因为地质学在过去主要是定性的和描述性的。然而，在今天，地质学在研究问题时已日益着重于采取分析的方法了。电子计算机已经为地质工作者所使用的这一事实本身，就是这一变化的一个反映。例如，近年来，在地质学上已出版了大量用计算机来处理地质资料的论文，就是这方面的一个见证（见图 1-1）。

当地球物理工作者把他们的计算工作从使用计算尺和普通计算机转变为使用电子计算机时，他们就能较容易适应这个电子计算机时代，因为这是不涉及到研究方法上的改变的一种自然过渡。但是，对于地质工作者来说，要使用电子计算机，首先就要求在研究方法上来一个巨大的变化。因为要使传统的地质问题变成适合于计算机的计算形式的这一过程本身，就要求在叙述地质问题时应当采取实质上的解析方式和具有逻辑上的严格性。

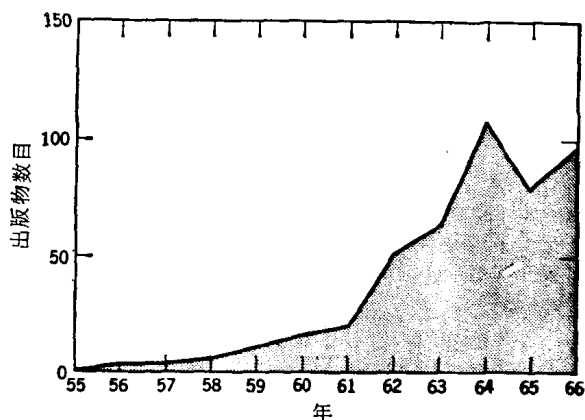


图 1-1 1955 年以来涉及计算机应用的地质刊物数。
据 Merriam (1966) 改制。

地质工作者千万不要把计算机简单地看成一台巨大的计算机器，或仅仅把它们看成是一件能节省劳力的工具，而应把它们看作是这样一种机器：它们不但能帮助我们明确问题，还能把研究这些问题的方法简练地加以陈述并对这些方法进行检验。

本书所介绍的是在研究沉积盆地的地层问题和构造问题时可以借助电子计算机来进行的一些方法。之所以要应用这些方法有三个主要原因：(1) 能节省时间和精力；(2) 能对已经掌握的数据进行分析；(3) 能为我们提供解决问题的实验方法。其所以会节省时间是因为采用这些方法以后可以使常规计算、数据作图以及资料的存储和检索等都做到自动化。对数据进行分析，主要可以把大量数据内部的复杂相互关系化为简单的相互关系。其所以要用计算机来为我们提供解决问题的实验方法，是在于对地质过程及其影响进行模拟或仿效。这些用途在许多应用中是彼此重叠的。

本书的一个总体计划是要说明少数计算机方法的原理以及它们在地质上的应用。对于每一种方法的一般地质应用，我们只作概括的介绍，而对于它的数学要点则作较为详尽的说明。在讨论了有关的方法应如何对数据进行选择和使用之后，接着介绍此方法在一

个或几个地质问题上的应用实例。在所介绍的这些方法中，有许多已在地质学的其他领域中加以应用，有的还在地质学以外的一些领域中加以应用。

什么时候用电子计算机

关于是否要用电子计算机这一问题，取决于各种不同的因素。在数据的数量不多的情形下，本书所介绍的大多数方法，都可以不用电子计算机，只须用人工或普通计算工具

就可以了。但是，如果要用电子计算机的话，那末在以下这三条准则中至少有一条应当得到满足（见图 1-2）。

这三条准则如下：

1. 要处理的数据，数量很大；
2. 问题涉及许多数学演算；
3. 待检索的数据，数量很大；或者希望要从大资料库中把资料检索出来。

除了满足上述准则中的一条准则外，如果有一个问题需要通过电子计算机来处理，那就必须能够把这个问题明确起来，以便使得这个问题最后能够作为一组比较简单的逻辑语句和代数语句而表现出来。这是因为控制计算机操作的指令程序必须是明确的、严格的和毫不含糊的。此外，与此问题有关的数据必须能够转化为一种可以用数字、字母或其他简单符号来加以表示的形式。在一般情况下，即使我们根本不打算用计算机来处理这个问题，用逻辑语句和代数语句来把问题明确表示出来的这一过程本身就具有巨大的意义。

在应用本书所叙述的方法时，为了处理数据，需要有一台电子计算机和一套合适的指令程序。编出一套复杂的程序需要花费很大的人力和财力。不少人往往由于不知道自己的工作重复的，因而分别各自编出了一些相同的或类似的程序。为了避免这种徒劳的重复并为这一事业服务，堪萨斯州地质调查所已把与本书所介绍的大部分方法有关的计算程序公布于众。此外，我们还把有关各种计算机程序的文献附在本书的附录中供参考。

许多地质工作者初次打算应用电子计算机来处理他们的问题时，常常会感到苦恼。因为有关计算机的各种问题，如操作原理，计算机硬件的说明，计算机的程序编制，计算机在许多领域中的应用实例以及计算机程序的原始资料等等，都有大量的文献。因此，为了帮助读者解决这个问题，我们有选择地把有关计算机使用的各个方面的书目及其他文献也列在附录中以供读者们参考。

电子计算机的类型

电子计算机共有两大类，即模拟计算机和数字计算机。模拟计算机是测定“量”，而数

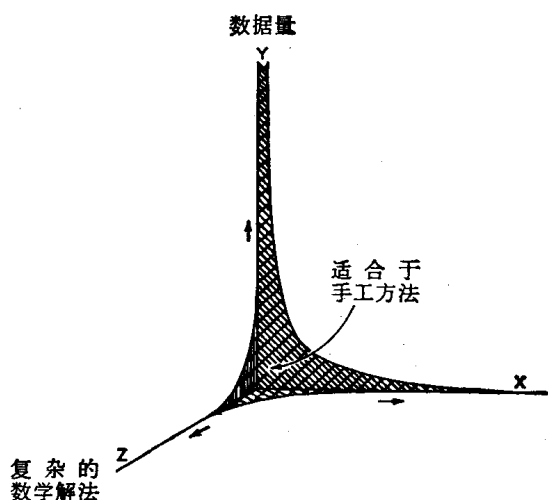


图 1-2 XY, YZ 和 XZ 平面上的曲线构成一个面，它包围了可用人工处理(中心部分)或用计算机(沿轴离开原点)处理的问题的特征。这个面的边界是模糊的，不过为了突出这幅图的目的就把它们表示为明确的线。据 Dillon (1964)。

字计算机则是数“数”。在模拟计算机中,把“量”输入计算机之前,是对“量”进行测量,而不是对“量”进行计数。模拟计算机能对输入的信息进行处理,能执行各种数学运算并能用图表的形式输送出去。“analog”(模拟)这个字来源于希腊字“analogos”,意思是比例相等。

模拟计算机比数字计算机简单而直接。但是,一般说来,模拟计算机并不是一种精确度很高的工具。它最适合于那些只要求精确度达到三位数到四位数、程序的灵活性并不十分重要而且只有一个自变量的问题。凡是可以使用模拟形式的数据,例如速度、温度或比率可以用变化的电压来模拟,都可以直接送入模拟计算机里。我们所熟悉的计算尺就是简单模拟计算机的一个例子。

数字计算机有大有小,有简有繁。现金记录机和算盘,都是简单形式的数字计算机。由于所用的是数字,因此实际上任何精度都可通过取足够位数而达到。

大部分电子数字计算机都有五种基本部件(见图 1-3): (1) 执行算术和逻辑运算的累加器; (2) 记忆器或存储器, 它可同时包括内存储器 and 外存储器, 其职能是储存各种信息(包括指令程序、输入的数据和计算结果); (3) 指挥计算机运算的控制器; (4) 信息输入装置; (5) 信息输出装置。

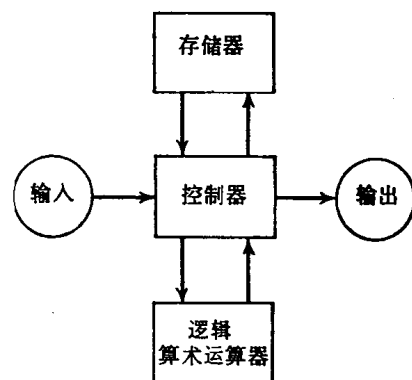


图 1-3 数字计算机的组成。
据 IBM (1961)。

累加器的职能是累积信息,并根据它们收到的指令对信息采取行动。信息既可存储在累加器中,也可从它的存储器中检索出来。例如从存储器中取出一个数,并把它放到累加器中,就可以完成加法的演算。根据专门的指令,第二个数就会加到已在累加器中的那一个数上,这时,累加器内就会存有这两个数的和。这个和既可以根据指令留在累加器中而作进一步的运算,也可以根据指令而被传送到存储器内。进行减法演算时,在负号被识别后,便可得出两数之差,同时还会附上一个正号或负号。乘法和除法,则是通过重复的加或减来进行的。

大多数数字电子计算机,在它们的内部运算中都采用二进制算术。二进制只用两个数,即 0 和 1。计算机很适合于用二进制来进行演算,因为它实际上是由大量分别处在这种或那种状态的元件所组成。数 1 可由一种状态来代表,0 则由另一种状态来代表。现在把几个二进制数以及与其相当的十进制数列在下面以资比较:

十进制	二进制
0	0
1	1
2	10
3	11
123	1111011

数字计算机也能执行由真-伪或是-否这类判定所组成的简单逻辑运算。诸如 FORTRAN 或 ALGOL 等一类计算机原始语言,为我们提供了在对问题求解时应当按步骤来指挥计算机的一些简化方法,并为计算平方根、取幂和使用三角函数等一类运算做好准备。图 2-6 中所示的就是计算机程序的简单框图的一个实例。

表 1-1 本书所介绍的主要计算机方法索引,附有

方 法	章 次	方法描述	问		
			地层对比	决定地层缺失	相的描述和分类
信息的存储与检索	2	信息的选择存储和检索			某种岩相和生物相的数据存取
自动绘制等值线	3	绘制能够客观地、重复地拟合数据点的等值线图			制备数值相图
时间趋势分析	4	修匀排列成规则序列的数据	压低“噪声”数据并突出大规模的趋势		
二变量多项式趋势分析(曲线拟合)	5	根据最小二乘方准则对数据点拟合直线或光滑曲线			沉积地层纵向变化趋势的客观描述
三变量多项式分析(曲面拟合)	5	用最小二乘法拟合曲面,提供一地区的参数的概括数值描述.趋势的消除,突出规模较小的变化		为了进行比较,对一系列构造面拟合简单的趋势面	沉积参数的空间分布
四变量多项式分析(空间拟合)	5	在三维空间中参数的分布.通过多项式的系数提供参数分布的数值描述.也用来计算剩余			三维空间中岩性比例分布
单傅里叶级数调和分析	6	用调和项来描述参数关于时间或距离的变化(诸如二维空间内的地貌剖面之类),它们是取样区间长度的规则分数(如1/2, 1/3...等,——译者注)	波谱作为不同地层剖面的数值描述,然后可用它进行剖面间的客观比较		可作为地层剖面层序中岩性变化的数值描述,然后可以进行相的描绘
二重傅里叶级数调和分析	6	用调和项来描述参数关于两个地理维度的变化,它们是长方形取样区间的长度和宽度的规则分数		对构造面拟合二重傅里叶级数,以便进行数值比较	对地理分布上有周期的,如砂岩体之类的沉积相进行分析,内插和外推
相似系数矩阵的聚类或因子分析	7	确定所有可能的变量对之间(或者一组数据中所有可能的样品对之间)的相似关系,然后把相似系数聚合或聚集成客观的组			把取样地点客观地划分成相
交叉连带分析	7	确定非数字资料序列之间的相似程度	描述和比较地层层序的客观方法	寻查地层层序中的缺失	根据地层层序,估计与标准地层剖面的相似程度
动水油捕的模拟	8	建立并内插油重力值,电位面和油等势面,以便制作关于油等势面的构造高程圈闭图			
海洋沉积作用的模拟	8	模仿沉积作用、构造挠曲和海洋生物相互作用的过程			用实验产生相

方法的简短描述和可能应用这些方法的地层问题表

题				
沉积旋迴的识别	沉积环境	构造历史	“平原型”褶皱的形态	油 捕
				有选择地提取某一特定产油带的地下数据
			构造数据的客观解释	寻找构造高点
垂直层面进行修匀以挑选出明显的旋迴				
		把圈闭随深度的变化图, 外推到取样点的深度以下	从构造剖面图上减去趋势, 供以后进行剩余分析	把孔隙度、温度外推到取样点的深度以下
	分析如海水盐度之类的环境参数的空间分布	确定对不同构造面所拟合的, 次数相当的趋势面所说明的总平方和的百分数, 作为褶皱复杂性的度量	从较大的褶皱中分离并突出小规模褶皱(即区域中的剩余)	突出可能成为油捕构造的构造异常
	沉积盆地的海水中化学参数的空间分布			三维空间中渗透率和孔隙度变化的分布
在层状岩石和纹泥层序中分离和辨明旋迴中变化的振幅和周期长度	分析雨量、温度之类的环境参数随时间的波动; 也可对树的年轮数据和纹泥数据进行比较		构造剖面的分析	
	对环境性质进行分析, 以决定是否有旋迴性变化存在	用指定周期长度的褶皱的递增振幅增量分析构造史	褶皱系统的描述和褶皱间的客观比较	
	环境参数的客观分组			
确定旋迴层序的规模、对称性和特性	交错相的客观描述			
	主要环境因素的实验再造	用实验再现构造发展, 以展示沉积物分布和它的关系		

方法的选择

计算机方法的选择取决于问题的性质和处理问题的目的。例如,现在我们假定,这里有一个地质问题是要确定、描述和解释某一沉积盆地的地质构造。同时,还假定有关这个地质构造的资料可以从人们为了寻找石油而在此盆地中所打的钻井的电法探测、放射性探测和声波探测记录中查到。在这种具体情况下,使用这些资料的步骤,大体如下:一、资料的检索;二、对资料进行初步处理和转换,以便使它们适于用以进行今后的分析;三、对资料进行分析;四、把分析结果显示出来。对上述每一步骤,我们都能很有效地用计算机来进行。现在,我们考虑如何选择每一步骤所用的方法。

第一步是从资料档案中检索出只与该问题有关的资料。在这些资料中可能包括有每一钻井的地理位置,但它们的地理位置既可能是用经纬度表示出来,也可能是用标明区段、城镇名称等方法来表示,甚至还可能用其他地理坐标来表示。除此而外,有时还可能要把某些层位在每一钻井中的深度也检索出来。至于档案中的其他资料则可以不必加以考虑。如果档案中的资料已经成为可供机器操作的形式(例如已经打成穿孔卡片或者已经录在纸带或磁带上),从而已经可以直接用计算机来处理的话,那末就可以用计算机有选择地把这些资料检索出来。完成这项任务的计算程序,其简繁程度取决于资料档案中的资料的特性。在这种情况下,是否要使用计算机应根据钻井的数量的多寡来加以决定。如果所涉及的钻井数量很少,那末用人工从普通的资料档案中把所需要的资料检索出来,就很可能不仅比较经济,而且也比较快。反之,如果所涉及的钻井为数很大,那末把已经作成可供机器操作形式的资料和计算机一同使用,就可能节省大量劳力。

第二个步骤是把已经检索出来的资料转变为与其他计算程序的输入相适应的形式,但如果不需要再作进一步处理的话,则可以用适当的形式把它们显示出来。同样,如果资料的数量很大,就能够很有效地使用计算机。第三个步骤是对资料进行分析。在这里,是否需要用计算机,取决于分析的目的。例如,如果这位地质工作者是打算尽可能详细地把构造轮廓描绘出来的话,那末他们也许会要绘制一系列等高线图。这些等高线图既可以用机器绘图法来绘制,也可先用计算机描点,然后用人工把它们连成等高线。用机器描绘出来的等高线图尽管会失去一些人工图件所具有的真实性,但是它的优点是快速,可靠,客观,并且可以重复绘制。

如果这位地质工作者的目的是要从“区域性的”构造异常中区分出“局部性”的构造异常的话,他就可能会采用多项式趋势面分析法。如果他想根据周期性褶皱来分析构造数据的话,那末采用调和趋势分析法是合适的。如果他希望很客观地把不同层位的构造形态拿来相互对比,那末数字分类法就可能是可取的。如果数据的数量很大,那末这些方法就需要借助于电子计算机,因为用人工来做,计算工作量将是十分巨大的。

最后一个步骤是把分析结果显示出来。而计算机可用来把分析结果作成大家所熟悉的图表形式,其中包括表格,曲线图,地质剖面图,等值线图和立体图等。

现将本书介绍的各种方法及其某些应用概括地列在一张表(见表 1-1)内以供参考。

第二章 资料系统

引 言

地质工作者常常需要把很大一部分时间和精力用在取得资料并对这些资料进行存储、检索、处理和显示等一系列工作上。他们要和各种形式的资料打交道,其中包括印刷的或手抄的实测资料和概念资料,地图,剖面图,素描图,测井记录图,照片和其他图件以及从野外设备和实验室设备记录下来的信号。除此而外,还可罗列出其他一些资料。

地质工作者要想很有效地使用这些资料,就需要把它们分门别类地汇集在一起,既可以按图书馆或普通档案的方式,也可以按穿孔卡片索引,印刷目录或者某种形式的资料库的方式把这些资料编辑起来。如果归档的资料,数量很大,例如在大石油公司的钻井记录档案中,要把新得到的资料编进档案里面并使它们保持一定的编目系统,从而能够从档案中把它们检索出来,是要花费巨大的人力的。

电子计算机是处理资料的有力工具。它可取代许多过去要靠人去做的档案管理工作。电子计算机可以被看作是“处理符号的能手”,能对既有字母又有数码的资料进行处理、存储、传送和作出判定。

计算机的资料系统有以下几个主要优点:(1)可以大大节省用在资料的归档、检索、重新安排和对比方面的劳力;(2)能够极大地缩短为检索资料所需要的总时间(一般可从几天缩短到几小时或者几分钟);(3)可以根据一组既定的标准来检索资料,而在某些情况下,人工检索可能是很困难,甚至在实际上是不可能的;(4)全部对口资料都能根据检索标准检索出来,遗漏的可能性几乎不存在;(5)可以很容易顺应资料在该资料系统中的不断增加;(6)很容易改变资料在该资料系统内的编排方式,而且改变编排方式时不必花费很大的人力和费用;(7)资料一经存入资料系统里,就可以在不发生额外差错的情形下对它进行处理;(8)既可以用便于把资料显示出来的形式,也可以用便于再用计算机对它进行处理的形式从该资料系统中把资料检索出来。

作判定

从计算机的资料存储和检索系统中有选择地把资料检索出来,是通过计算机作判定的功能来进行的。作判定的作业是利用数字电子计算机的二进制数来作出的。“是”的判定可由1来表示,而“否”的判定则由0来表示。图2-1的框图就是作出这项判定的一个实例,在这图中有两条通道,沿哪一条通道走,取决于判定究竟是“是”,还是“否”。

下面举出资料系统的一个简单例子。现在假设在处理地质样品的放射性碳的年龄测定数据时,在这个假想的资料系统中可能包括以下这些资料:

样品的放射性碳年龄

样品中的物质类别

样品数
 进行放射性碳分析的机构
 分析的日期
 样品采集地的纬度
 经度
 取得样品的地质层位名称

现在再假定我们要从这个资料系统中把符合下列这些条件的放射性碳年龄检索出来:

距今 10,000 到 15,000 年的放射性碳年龄;
 样品采自北纬 55° 以南;
 样品中含有木质;
 放射性的分析是由加利福尼亚大学或莱蒙特地质调查所进行的。

单单为了把符合这些标准的放射性碳年龄检索出来,需要作包括数字和字母在内的判定。由于计算机主要是以二进制来操作的,所以包括字母或其他符号在内的判定,可以通过把它们转换为数字的办法来进行。例如,在某一种计算机系统中,W 这个字母是用 66 这个十进制数来表示的,而 O 和 D 这两个字母则分别用 56 和 44 来表示。这样,WOOD (木) 这个字就可以用相当于 66 56 56 44 的这个数的二进制数而表示出来。于是,通过对代表 WOOD (木) 这个字的数是否等于 66 56 56 44 作出判定,计算机就可以自动地把对木质所进行的放射性碳分析结果检索出来。如果要检索的标准不止一项,而是若干项的话,那末可以把计算机的一系列作业形象化地比作是一棵包括一系列“是-否”判定的“判定树”(图 2-2)。

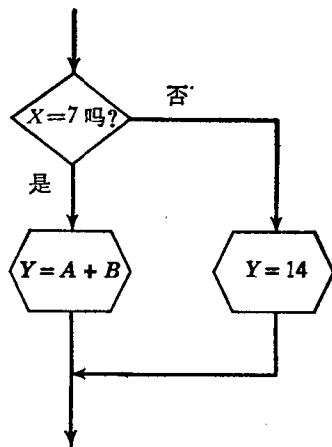


图 2-1 说明计算机被指示去作是-否判定时的两个通道的框图。

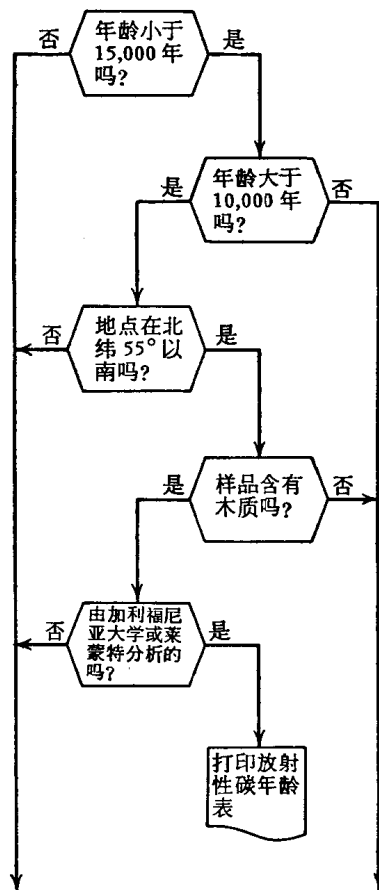


图 2-2 说明假想放射性碳年龄资料的选择提取中的连续是-否判定的“判定树”。