

计算机方法在 采矿工业中的应用

国际讨论会论文集选译
(矿井通风部分)

煤炭工业出版社



计 算 机 方 法
在采矿工业中的应用
国际讨论会论文集选译
(矿 井 通 风 部 分)

高 纆 麟 刘 方 鑫 译
吴 秉 钧 戴 琰 琳

煤 炭 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本译文集是选译自第7届到第14届的“计算机方法在采矿工业中的应用”国际讨论会论文集中选译出来的,共9篇文章。其中有7篇文章论述有关矿井的通风网络问题和通风的自动调节方法,两篇文章论述怎样选择和使用计算机。大部分论述的内容都是有关采煤工业的。每篇文章之后都附有参考文献,以供进一步地研究和参考。

本书可供从事采矿工作的工程师、技术人员以及采矿高等院校教师、研究生和高年级学生学习参考。

计算机方法在采矿工业中的应用

国际讨论会论文集选译

(矿井通风部分)

高维麟 刘方鑫 译
吴秉钧 戴琰琳

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16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 $787 \times 1092^{1/32}$

印张 $4^{3/16}$

字数90千字

印数1—2,000

1981年11月第1版

1981年11月第1次印刷

书号15035·2439 定价0.55元

译者序

自从1946年电子数字计算机问世以来,虽然仅三十多年,但发展非常迅速,其应用领域正在不断地扩大,可以说没有一个行业不和计算机这个先进的计算工具打交道的。

1950年,全世界只不过拥有30多台数字计算机,十年之后就发展到6千多台。到1970年,仅美、日、苏三国的装机容量就已超过了8万台。由于工农业生产、科学研究、经济以及军事建设等各方面需要大量使用计算机,因而推动了计算机技术的迅速发展。

为了在采矿工业中迅速推广使用计算机,1961年首先由美国亚利桑那州大学发起,组织了第1届的国际性的讨论会,研究并讨论了在采矿工业中怎样应用计算机来解决所面临的各種复杂问题。此后,每隔一两年就要召开一次这样的会议。

计算机应用论文集的内容很广泛,我们这次选译了由第7届到第14届讨论会上所发表的有关煤矿通风网络的研究、求解和自动调节方面的文章共9篇。其中有3篇是论述金属矿的、2篇是论述选用计算机时应考虑的问题。译文中有有关计算机如何选用问题的论述,虽然是1968年发表的,然而对于我们来讲,现在仍然有一定的参考意义。我们翻译这几篇文章的目的,是为了引起从事煤矿工程技术工作的同志们对计算机技术的兴趣,重视这方面问题的研究和应用。

在翻译过程中,发现原文中的错误都已做了订正,一般不加译注。

1981.10/01

本书第 1、4 两篇由刘方鑫同志翻译；第 2 篇由吴秉钧同志翻译；第 5 篇由戴琰琳同志翻译；其余 5 篇由高绋麟同志翻译；最后由高绋麟同志加以整理。译文承戴国权同志、王玉同志详加审阅，特此致谢。

译 者

一九八一年二月于中国矿业学院
自动化系计算机教研室

目 录

一、选用计算机设备的一些准则	1
二、在科研中使用小型计算机和分时 服务终端设备的比较	14
三、美国煤矿通风系统	25
四、网络分析在矿井通风中的应用	39
五、井下通风网络的分析和风流温度的估算	54
六、矿井中沼气涌出的数学模型	79
七、矿井通风网络——一个一般解	92
八、计算机在设计、校验和控制矿井 通风中的应用	104
九、矿井通风的自动调整	114

选用计算机设备的一些准则

[美国]Austin R. Brown, JR.

在这届讨论会上，有许多篇文章论述了有关计算机在采矿领域中的应用问题。我们已经参观了一些小型计算机和分时服务系统终端的表演。您一定会希望把这些新技术应用到您的工作岗位上。但您怎样做才合适呢？是否要买（或租）一台计算机呢？或是签署一台分时服务系统终端呢？您准备怎么办？

本文即将就怎样来确定这些问题的一些准则进行论述。您自己买一台计算机好？或签署一台分时服务系统终端好？您选用一台专用计算机好？或是通用的服务装置好？在这些问题之间怎样来选择？现在我们就来提供一些需要考虑的因素。但对这些因素，我们并不能提出具体的衡量方法，因为这些因素是同您需要做的工作的性质、范围以及工作地点等因素密切相关的。

首先让我们谈些基本原则。我们所谈的是一台解题计算机，所涉及到的题目大部分是工程方面的，或具有数学性质的，而不是那种业务上的数据处理类型。在计算机运行中，常需要能使它迅速地改变工作方式，也常常需要进行包括人工干预在内的一些操作。所碰到的题目可能是一些常规性的，因而可以使用同样的程序一遍又一遍地使用、或者说每当遇到一个新的题目才需要一个新的程序。这些题目可能是简单的，也许是较为复杂的。总之，工程师、科学家或经

理是不会雇用—个职业程序员来操作计算机的，而是自己上机并且希望能立即得到答案。

假定或者您目前还没有计算机，或许已有些题目需要安排去算，或许已编出程序等待着上机求解，也许您离数据处理计算机所在地很远，或许虽然有一台研究用的大型计算机，但对您来讲，要取得您所需要进行的数据存取和随时使用却很困难。

现在市场上可以提供多种类型的计算机和分时服务终端。一台小型独自使用的计算机的价格，大约在一万到五万美元左右，粗略地讲为从PDP-8S到IBM-1130。至少有六家制造公司生产价钱在这个范围内的通用数字计算机。我们将不考虑价钱在三千到五千美元之间的那种台式电子计算机，尽管这类计算机当中也有一些具有存贮程序的特点，使它们的性能可以接近于一台低档的小型计算机。当然，如果您的程序较小而且大部分是通用的，那么这类计算机也可以考虑使用。

分时服务终端可以由若干个计算机制造厂及多数商业康采恩来提供。仅在洛杉矶地区至少已有二十三家分时服务公司，连新开业的几家在内似乎每天都在营业。在丹佛地区，有两家分时服务公司，一家是由通用电气公司（G. E.）提供服务的，另一家是由里约格兰得铁路公司（Rio Grande Railroad）提供服务的。上个月我还收到了圣路易、休斯顿、旧金山和洛杉矶等地区分时服务公司的广告，它们都希望为这里的用户服务。

小型计算机和分时服务终端有其共同的特点。输入/输出的基本型式是个类似打字机的设备，通常或是使用一台电传打字机，或是使用一台每秒钟可以打印15个字符的IBM

Selectric型的电动打字机。一般也还可以采用一些低速的、机械式的输入/输出装置作为补充。最普通的就是使用穿孔纸带，但有时也用穿孔卡片。有许多种语言可以用来编写程序，也包括那些高级的面向过程的语言在内，通常都带有自选简易输入/输出的特点。独自使用的计算机以及分时服务系统的终端，所使用的语言常常具有会话性质。譬如说，输入每一条指令后，或者选取立即执行，或者进行语法检查。这类会话式的语言，通常都是从 FORTRAN 或 Dartmouth 的 BASIC或是兰得公司 (Rand Corporation) 的 JOSS 中派生出来的。

设想，您坐在一台自己的打字机面前，而这台打字机通过一条电缆由墙孔中接到那一边。那么，在墙的那一边是什么设备呢？它是否是电话系统中的一个装置，再通过它接到一个按照分时服务方式运行的大型计算机上去呢，还是一个您自己的小型计算机？我们首先讨论一下在选取独自运行的计算机方面需要考虑的一些因素，其次是那些分时服务系统终端，最后再在两者之间进行比较。

就独自运行的计算机来讲，需要考虑的因素是软件、硬件、制造厂家的支援以及价钱等等。往往在说明一台计算机性能的时候，首先第一句就问“它的速度有多大？”这问题的实质是指机器内部的运行速度，也就是指其内存的存取周期。在我们即将讨论的这类计算机当中，这个指标是无关重要的。有两个原因，其一，对于一些小型题目来讲，数据的输入/输出的慢速性掩盖了那些在这类计算机内部运算速度之间存在的主要差别；其二，就我们所考虑的这类计算机的整体来讲，字长都较短，通常是 12 到 16 位二进制位，在科学研究中应用的每一个精确数字，都需要采用机器的几倍字

长，然而这类机器进行多倍字长的运算方法都各不相同。程序也要用高级语言写出，如FORTRAN等，并通过编译和翻译程序把它们转换成机器语言。程序也经常不被译成机器语言而被译成伪语言（伪指令），这种语言的每一条指令在执行过程中再被解码，或者说再被“解释”。对运算的处理方法和对程序的解码质量，在很大程度上是和该机的指令系统结构及厂家提供的编译程序质量有密切关系。

因此，需要检验的最重要的性能就是软件质量。首先碰到的就是为该机提供的语言。每部机器都装有FORTRAN，这部机器上有吗？这种价格的计算机，常略去了一些标准FORTRAN的特点。可能只允许使用一维的下标变量而不是三维的；可能不允许使用算术函数；可能对其子程序的功能加以限制等等。此外，还能提供哪些其它类型的通用语言，怎样才能把它应用到您的题目中去。例如，Hewlett-Packard能提供BASIC语言，Digital Equipment提供FOCAL，它是JOSS的另一种形式。还能提供一些专用的语言吗？一些制造厂可以提供打印文本一类的语言。IBM-1130可以提供在土木或机械工程中常用的COGO和STRESS两种语言。这里，最重要的问题就是它们提供的这些专用语言是否和您的题目配合得很合适。许多通用语言和专用语言的性能都是很好的，但它们常常需要占用很多内存空间。那么这个系统要占用多少内存空间呢？有多少内存空间可以提供给您的题目使用呢？

我们希望完全不用自己编程序，而是希望厂家能提供现成的我们所需要的程序。但通常这是不可能的。制造厂为这类新型的小型机提供的那些程序的数量及其复杂程度必竟是有限的。然而，就某一种计算机来讲，如IBM-1130，在市

场上出现以来已经不少时间了，并且已经有许多家象您这样的用户，制造厂已经能够为它再生产的类似的计算机建立一个程序库，因而这时您就可以找到由厂家提供的许多有用的程序。有些制造厂为一些特殊的小范围内的市场提供在这个领域中应用的软件包，但常常是要多付一些钱的。例如，联机的数据实时检测和数控式机床等方面就属这类情况。您能从中找到可以应用的某一个。说几句前车之鉴的话或许是有益的。每个机器都有一个“数学库”，但它是否只有由FORTRAN编译程序导出的浮点程序，或者它是否包括那样一些程序，如：最小二乘法，多项式曲线拟合等；或者它是否已经超过了这个范围而还带有线性规划软件包呢？如果说已经有了一些应用程序，如绘制等高线，梁的设计和统筹方法等等，但它们是否完整而且是否有足够的能力来解决一些有意义的题目。或者说，它们只是适用于表演？当使用由厂家提供的程序时，在算题过程中对误差界又能给出什么样的信息呢？

我在前面谈到的对硬件的看法并不意味着硬件之间的差别不需要考虑。您可以而且应当准备一些典型的“标准检查程序”，并使它们在您感兴趣的那些计算机上运行，以便比较它们之间有效的整机运行速度，这种检查不仅能看出它们计算的时间长短而且也可以看出是否好用。

在硬件方面要考虑的主要问题是该系统具有潜在的扩展能力如何？大多数小型计算机，其内存基本装备容量是4 K (4096) 字。一般讲，内存容量是可以扩展的，有时可以扩展到32 K (32768)字。这样扩展后，就可以用它来解算较大的题目，同时也常常可以使用更为完善的和具有多种功能的一些语言。有时还可以增添一些辅助存储器，如：磁盘、磁

鼓或磁带等。也可以增添一些额外的和高速形式的输入/输出装置，其中包括卡读、卡穿机和行式打印机等。典型的打印机速度可高达每分钟三百行。大部分这类计算机可添一个价格约一万美元的步进式绘图机。这类计算机有一部分可以使用各种类型的、复杂程度各不相同的CRT显示装置（使用显象管的电子束扫描显示设备），这种显示装置常使用在不需要打印输出而需要人机联系频繁的情况下。这类小型计算机中的某些机器是为了联机实时数据检测而专门设计的，因而可以提供模数转换器一类的设备在计算机上应用。这种机器的结构很容易了解，大约一万美元的机器需要价格为一万美元的外部设备来装备。

就小型独自使用的计算机来讲，特别是安装在边远地区的一些机器，关键性的问题就是厂家的支援。最关心的头等大事就是硬件维护问题。计算机有了毛病，谁来修理呢？不是所有的小型计算机制造厂都设有全国性的服务性组织。就拿IBM公司来说，他们希望能为全国各地服务，但在边远偏僻的地区，打电话要求他们来维修机器排除故障时，他们响应的时间也不会太好。因此您需要考虑，由您自己的工作人员进行维修。在这种情况下，您需要考虑的是维修的技术水平如何？制造厂能否提供培训的机会？能供给多少备用零件？自己维修时，厂家对该机的改进方面提出意见的可能性如何？在大修时，制造厂提供专业维修人员的可能性如何？

几乎和硬件维修具有同等重要意义的是软件维修问题，但这事常常被忽略了。当您的程序不能被执行，并且猜想错误可能发生在编译程序的时候，那么这时谁来维修呢？是否有一条完好的通讯线路，把您这里发生的故障现象送到制造厂程序编制员那里，并且可以及时地得到他们的帮助；或者

是仅仅您自己独自地进行检查？您那里是否有用户组织？您能否得到关于软件扩展和改进方面的情报资料？

特别是您在计算机使用上是个新手的话，您自己也需要培训。那么，厂家在程序编制、机器操作运行和维护方面将能开出哪些课程。他们在什么地方举办训练班？是否能在您的所在地举办呢？随后还有什么样的补充内容？特别是在您们那儿能否得到？可以提供什么样的使用手册？它们是否适用？

最后，我们再讨论一下价钱问题。大多数小型计算机都是买的而不是租的，虽然某些制造厂，特别是这类计算机近于上档的，出租较为普遍些。租约通常是一年，包括一个维修合同在内。如果是自己购买的机器并且也需要厂家给予维修的话，则需要单独签订合同。总之，必须留出一些维修费用。这类计算机的运行费用通常是比较低的，但也不能忽视它。用户通常都是自己操作，不需要专设一个程序员，但也需要付出一些费用，如电费、空调费等。在这种运行方式中，程序通常是由用户自己编写，但也有赖于问题的性质和厂家能提供支援的方式而定。您应准备一笔用于研究标准程序和维护系统软件的费用。最后，等待维修或校正系统软件所需的时间耽搁费用也需要考虑。

小型独自使用的计算机的利弊是什么呢？首先，您自己拥有一台长期使用的计算机，一旦交付使用之后，不必增加额外经费就可以扩大经营，直到机时饱和为止。再通过增添一些存储器等，即可按照您的需要把机器扩展到那样一个水平，即保持该系统适合于您所需要的容量。输入/输出也可以是多种用途的。但另一方面也要注意，您不要把自己关在屋子里面而陷于孤立的地位，因为如果您们常常自己来研究程

序的话，就会使您们对于响应那些迅速发展的需要，可能就没有灵活性了。

再者，您可以签署一个分时服务终端，这里需要考虑的因素是，可以进行软件交流的情况怎样，价钱多少？分时中心计算机的硬件和您一点关系也没有。某些分时服务公司并不告诉给您，他们使用的计算机是哪一家生产的。您主要关心的硬件，就是您自己使用的终端，这问题将在通讯线路部分再来讨论。当然，分时服务中心计算机的容量将会影响到您要输入程序的大小。

分时服务公司开业后，它主要的存货就是软件。您有权要求获得第一流的软件，并且您也可以向一个分时服务公司购买您所需要的现成的程序。第一个问题就是语言。有些系统，例如：IBM的QUIKTRAN，仅限于使用一种语言；其它的，例如G.E.，可提供好几种语言。这些语言之间的会话性特点差别也很大，有的由输入每个语句之后就进行完全的诊断、校验和编译，也有的是当全部程序输入完毕之前不进行校验。这些会话式的特性，在诊断上能给出较快的响应，并且也很容易按照一个“台式计算器”的运行方式使用，不过这是通过增加更多的费用而换取的效果。专用系统中的一些语言及其工具是否能被立即掌握，以及能很容易地使用，则因被解决问题范围的大小而不同。关键问题是哪一种语言，或哪些语言对您的题目来讲是适用的。

当您的程序中存在着非法指令或不相容的特性时，所有的系统都能给出、诊断出错误的信息。但诊断的范围大小和是否容易解释也是各不相同的。另外还有一点，某些系统具有可以进行综合调试的特点，某些也有辅助语言。

第二个问题就是程序库。大多数分时服务公司，都能提

供某种标准程序的联机程序库，同时可以为您提供，在主磁盘存储器上寄存您的程序，这样您就可以建立您自己的联机程序库了。您可以经常找到由分时服务公司提供的，在学习语言方面的自学指导程序。希望您能找到通用程序库中的一些程序，如绘图、曲线拟合以及线性方程组求解等。您也可以找到一些较大的程序，如线性规划。也可能有一些关于结构设计、经济分析等用于特殊目的的软件包。希望您尽可能地得到那样一些程序，比在典型的小型独自使用的计算机上能够得到的更多一些，质量更好一些，更通用一些。然而，关键的问题是，和独自使用的计算机一样，它的程序库是否能很好地适合“我”的需要。它有没有为“我”使用的程序。对于一些有意义的题目来讲，这些程序是否足够大？是否完全？“我”能否在方法、假设、误差界等方面得到较完全的信息。

考虑完软件之后，您需要注意的是通讯系统和终端这两方面的问题。大约都是这种情况，使用电话系统中的一些装置。一般情况，您所需要的终端设备是由分时服务公司确定的。通常是ASR33或ASR35电传打字机，或IBM2741或IBM1050远距离通讯终端。有些分时服务公司可以接受各类不同型号的终端，而另外一些则相反，仅限于使用某些专用的单一型号的终端装置。如果您使用电传式设备，您可以选用TWX装置，数据电话装置或普通电话加上一个音频耦合器。IBM终端允许选用后面两种设备。虽然可以租到能传输较大容量的专用线路，但通常还是采用通过拨号接到线路上去的方法。在那些分时服务公司和电话公司的线路上，允许使用一个以上的终端/通讯线的地方，需要考虑的因素是：我们需要的和可能得到的通讯线路的服务质量如何？终端的多用性和

耐久性如何？以及租用通道费用如何？有关租用费用，下面还要讨论。

当您选用终端设备时，需要考虑哪些特点呢？我的意见是，请您不要考虑选用那些没有机械式输入能力的终端设备，如在电传机上不能用纸带输入，或在一个IBM1050上不能用卡片读入，这类终端请您不要去考虑选用。市场上可以供应各种型号的电传式输入机，但在耐久性、联机、脱机运行方式等方面的性能是各不相同的。IBM的以电传打字机为基础的一些终端设备，具有自选输入/输出和控制等功能。CRT式的终端设备现在使用得很广泛，既包括那些由分时中心计算机制造厂生产的，也包括那些由厂家单独生产的在内。在某些分时服务公司的一些终端上配有步进式的绘图机。然而，您仅仅限于能使用那些您已签署过的那个或那些分时服务公司所要求的性能一样的终端及其辅助设备，不过要知道，终端设备越复杂，花钱也越多，使用和维修也就越困难。如果您的终端不是由电话公司提供的话，则还必须考虑哪里可以提供维修业务。

分时服务终端装置的费用是分散而零碎的，变化范围很大，因而常常难于预测。包括所需要的数据组在内的终端设备，每个月约67到150美元。如果需要一条新的电话线路，每个月最多付出20美元。如果现有电话线路可以使用的话，也需要多加一些费用。这是因为大多数电话公司，由于传输数据占用线路的时间较长，因而收费也较多。通讯费用是由分时服务公司所在地的位置及其服务方式而定，一般当地的电话线路不收费，长途线则收费很高。如果不是在本地区电话线路服务范围之内，TWX信息收费要比电话低。如租用电话线路，或采用IN-WATS服务方式时，某些分时服务系统

可以扩展到当地服务范围以外，距中心计算机较远的地区。例如G.E.公司，使用装在菲尼克斯、洛杉矶和达拉斯等地的，按不同方式工作的计算机，为丹佛地区用户提供当地的通讯系统服务，开业已久了。总之，通讯线路的费用在分时服务系统中按常规使用方式来考虑，只有在当地电话线路费用范围内，或者接近于这个范围，那么在经济上才是合理的。在特殊情况下，例如所运行的程序是唯一适合于您需要的时候，那么上面所述的状况才会改变。

分时服务终端的费用有三个部分，即：终端接通时间费，使用中央处理机的时间费和在中央磁盘文件内存贮程序的存贮时间费。不同服务对象，价格也不相同，其价目表是根据他们对各种费用进行分析后而确定的，而且还由他们希望鼓励哪种运行方案来确定。这里可以提供按不同收费办法的各种服务方式，用户可以采用经过仔细考虑的搭配方案以降低用费。例如，设想我们有两种相似的服务方式，一种是只收线路接通后的时间费，另外一种所收的线路时间费用较少但要收使用中央处理机的时间费。如果主要是按这样方式使用机器，即已经写好了程序，用最少的时间进行输入/输出，而需较长时间等待机器运行得出结果，这样，我们就可以选用第一种服务方式。反之，如果主要的是编写和调试较短的程序，使用终端的时间较长而使用中央处理机的时间较短，那么这时就应该选用第二种服务方式。一些大规模的分时服务终端用户，都对使用方案进行仔细地分析，以降低他们在各种不同用途之下的费用。

除了我们在这里考虑的这类分时服务终端之外，还有一些可以提供远距离计算的服务公司。他们中的大多数都是专业性的，服务方向是数据处理，大多数都不能进行瞬时的数