

电子计算机在 农业上的应用

刘 福 编著
余友泰 审订



农村读物出版社

电子计算机在农业上的应用

刘 福 编著

余友泰 审订

农村读物出版社

责任编辑 张新岳 陈树春
杨海河 赵海兰
封面设计 方大伟

电子计算机在农业上的应用

刘 福 编著

余友泰 审订

*

农村读物出版社出版
黑龙江省新华书店发行
东北农学院印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 15.125印张 34.2万字

1985年3月第1版 1985年3月第1次印刷

印数 1—5000册

书号: 16267·48 定价: 2.70元

前 言

为在农业中更加广泛地普及与应用电子计算机技术，我们将农业科学领域中常用的数字模型和计算机程序介绍给农业院校的师生及广大的农业科技工作者，以适应教学、生产、科研工作的需要，这就是编写本书的目的。

在计算机高级语言中，最简单、易学、易懂的是BASIC语言，它特别适于初学者计算使用。因此本书全部应用程序都以BASIC语言来编写。但对于BASIC语言的基本论述，由于篇幅所限不能详细介绍，读者可以参考介绍BASIC语言的书。

本书第一、二章简单介绍了电子计算机的一般知识和BASIC语言的基本语法概念。以后各章则是按农业学科分类介绍数学模型和应用程序。其中第三章农业常用工程数学，第五章农业系统工程，前人已有典型的算法和程序，编者只是把它移植到农业中来进行实际应用。本书中部分数学模型和程序是引用他人的研究成果，我们在实践中考验证明是可行的，故予以收录；另有一部分应用程序则是根据建立的数学模型编制的。

有的数学模型多种学科都有应用，例如线性规划模型，在大农业系统结构优化、农作物最佳种植比例、农机最佳动

力配备、畜禽饲料配方、农村能源优化模型等都要用到。在这种情况下，就只介绍数学模型的具体构造方法，而不再重复地列写程序清单。

需要指出的是，书中的程序虽是在苹果系列微型机上实算通过的，但在其它型号计算机上应用时，只要在个别语句上稍加修改，即可应用。

书中各章节引用的资料全部列于书末的参考文献中，他们是按章节的次序排列的，以便读者在需要时去查找原文。在这里，谨向资料的各位作者表示谢意。

在本书编写过程中余友泰教授、戴有忠副教授多次提出修改意见，给予了热情地关怀和鼓励，在此，谨致衷心的感谢。

由于编者水平有限，加上时间比较仓促，疏忽和不妥之处在所难免，敬请读者和各行各业专家们给予批评指正。

编 者

一九八四年十二月

目 录

第一章 电子计算机及程序系统的发展概况	1
(一) 计算机系统的构成.....	2
(二) 电子计算机的发展概况.....	3
(三) 程序设计方法的发展概况.....	11
第二章 BASIC 语言的基本知识	16
(一) BASIC 程序的构成.....	17
(二) BASIC 语言的特点和分类.....	18
(三) BASIC 程序的运行.....	19
(四) BASIC 语言的基本表达方式.....	20
第三章 农业常用工程数学	29
(一) 高斯消元法求解多元线性代数方程组.....	29
(二) 牛顿迭代法求高阶代数方程的实根.....	44
(三) 蒙特—卡洛法求定积分.....	50
(四) 龙格—库塔法解微分方程组.....	59
(五) 矩阵运算符程序.....	72
第四章 农业数理统计	93
(一) 回归分析.....	93
(二) 多元二次曲线回归.....	109
(三) 回归旋转设计.....	114
(四) 模糊聚类分析.....	134
第五章 农业系统工程	159
(一) 线性规划解法之一(单纯形法).....	159
(二) 线性规划解法之二(元数换算法).....	183

(三) 线性规划与非线性规划的蒙特·卡洛解法·····	208
(四) 动态规划: (最优路径问题)·····	213
(五) 非线性规划: (拉格朗日法)·····	224
第六章 农牧业生产及农业经济 ·····	243
(一) 作物遗传育种的格列芬模型·····	243
(二) 畜牧业发展的系统动态模型·····	262
(三) 畜禽饲料配方·····	286
(四) 用边际分析法确定肉猪最佳出栏条件·····	309
(五) 投入产出分析·····	321
第七章 生态系统 ·····	330
(一) 生态系统的动态模型·····	330
(二) 微分方程模型·····	335
(三) 来斯里矩阵模型·····	340
(四) 发展型来斯里矩阵模型·····	350
(五) 马尔柯夫模型·····	365
第八章 预测模型 ·····	377
(一) 预测学概述·····	377
(二) 递推及残差识别预测模型·····	385
(三) 时间序列预测技术·····	407
(四) 离散型人口预测模型·····	432
第九章 农村能源 ·····	448
(一) 能源问题的严重性·····	448
(二) 农村能源供求系统·····	452
(三) 大农业结构能源模型·····	459
参考文献 ·····	475

第一章 电子计算机及程序 系统的发展概况

什么是算法语言？

语言是人们交流思想的工具。我们人类的语言，如汉语、英语、日语、俄语等，称为自然语言。

每台计算机都配有一套语言，我们叫它机器语言。这种机器语言对各种不同的计算机来说，一般是不相同的。也就是说每种计算机只懂得它自己的那一套语言——二进制代码和机器指令。

由于电子计算机不懂得人类的自然语言，所以我们和它打交道必须用机器语言，但这种语言太复杂，不易掌握。人们就创造出一种使用计算机的专门语言——算法语言。

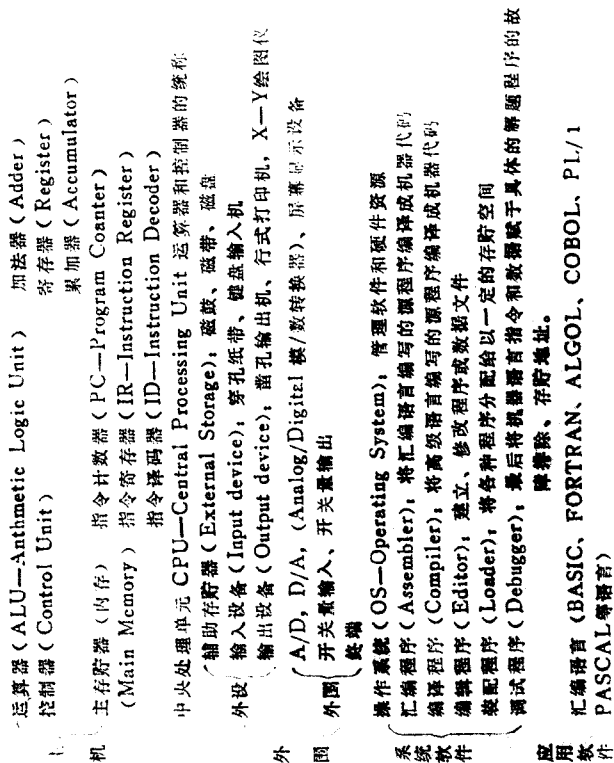
从广义上说，算法语言就是人和计算机进行信息交换的工具。

具体地说，算法语言是用于描述各类算法的程序设计语言。它不依赖于具体的计算机，比较接近数学语言，便于更多的人使用计算机算题。

程序设计语言包括：用于数值计算的算法语言，如：ALGOL, FORTRAN, BASIC, BCY 等；用于商业数据处理的语言，如：COBOL；用于数控机床的语言，如：APT；为特定的计算专门设计的汇编语言。

它们都有一套基本符号和这些符号的组合规则（语法）以及这些符号组合的含义（语义）。

(一) 计算机系统的构成



计算机系统

(二) 电子计算机的发展概况

世界上第一台电子计算机 是于 1943 年 开 始 研 制 的，1946 年 研 制 成 功 并 投 入 使 用，名 为 埃 尼 阿 克 ENIAC(Electronic Numerical Intergrator And Calculator) 即 电 子 数 字 求 积 仪 和 计 算 器。是 美 国 宾 夕 法 尼 亚 大 学 为 陆 军 马 里 兰 州 阿 伯 丁 靶 场 研 制 用 来 计 算 “射 表” 的。

从 第 一 台 电 子 计 算 机 问 世 到 今 天，已 有 三 十 多 年 的 历 史。在 这 三 十 多 年 中，电 子 计 算 机 的 发 展 很 快，特 别 是 进 入 七 十 年 代 以 来，它 的 发 展 更 加 迅 速。从 电 子 计 算 机 所 采 用 的 电 子 器 件 来 看，经 历 了 从 电 子 管 计 算 机，晶 体 管 计 算 机，集 成 电 路 计 算 机 到 大 规 模 集 成 电 路 计 算 机 等 四 个 发 展 阶 段，通 常 称 为 电 子 计 算 机 的 “四 代”。

如 果 将 1946 年 生 产 的 电 子 管 计 算 机 ENIAC (第 一 代) 与 1977 年 生 产 的 微 型 计 算 机 Intel 8048 (第 四 代) 作 一 简 单 比 较，可 以 看 出，由 于 微 电 子 学 的 发 展 给 电 子 计 算 机 带 来 了 惊 人 的 变 化。

	ENIAC 埃尼阿克 (第一代)	Intel 英特尔 8048 (第四代)
大 小	150 米 ²	4 平方毫米 (芯片)
重 量	30 吨	40 克
器 件	18000 个电子管	大规模集成电路
运 算 速 度	5 千次/秒	10 万次/秒
功 耗	150 千瓦	8 瓦
价 格	4000 万美元	40 美元
可 靠 性	较差	很高

从电子计算机的整机结构来看，正向着“微、巨、网”三个方向发展。一是“越来越小”，即向着小型、微型机方向发展；二是“越来越大”，即向着大型、巨型计算机方向发展；三是“越来越多”，即把不同地点的许多计算机联成计算机网络。目前，世界各国正在研究的各种新型计算机，其中主要包括超大规模集成电路计算机，智能计算机（机器人）和光计算机。

1. “四代”电子计算机

第一代：电子管计算机时代（1946—1958），代表机型 ENIAC，这一代计算机中的逻辑电路是由电子管组成的，因而体积大、耗电多、运算速度慢，存储容量小，可靠性差，计算机的软件也只有机器语言。第一代计算机是原始而笨重的，一般只用于科学计算和军事方面。然而，第一代计算机所采用的技术基础，二进制与程序存储却奠定了现代计算机的技术基础。

我国于1958年和1959年先后生产了103型（DJS—1）和104型（DJS—2）电子管计算机。

第二代：晶体管计算机时代（1958—1964），这一代计算机中的逻辑电路是由晶体管组成的，其性能有很大提高。计算机的软件也由机器语言发展为汇编语言和程序语言，计算机外围设备由几种发展到几十种。因此，第二代计算机开始广泛用于工程计算，数据处理，工业控制等方面。

我国于1964年开始，生产了多种型号的晶体管计算机，如109—乙型、108—乙型（DJS—6型）、X—2型、441—B

型等电子计算机。

第三代：集成电路计算机时代（1964—1970）。这一代计算机的逻辑电路是由中、小规模集成电路所组成，计算机的体积和耗电显著减小，运算速度和存贮容量有了较大的提高。计算机的软件更进一步完善，出现了高级程序语言和完善的操作系统，可靠性进一步提高，价格下降，应用范围进一步扩大。

我国于1971年开始生产了多种型号的集成电路计算机，此外还研制了DJS—100、DJS—180和DJS—200等系列。

我国生产的集成电路计算机

型 号	运 算 速 度	制造年份
709 (TQ—16)	20万次/秒	1971
105 (DJS—11)	100万次/秒	1973
DB (DJS—130)	200万次/秒	1976
华东所X机	500万次/秒	1978

第四代：大规模集成电路计算机。从七十年代开始，在这一代计算机中，一块几平方毫米的芯片上已可以集成100—15000门电路（1000—10万个元件）从而使计算机的体积和耗电更小，可靠性进一步提高，价格进一步降低，出现了由几个片子组成的微型机。

微型计算机的发展使电子计算机的应用深入到包括日常生活在内的各个领域，如：家用电器设备、娱乐设备等，出现了个人用计算机的时代，这对人类社会的发展起到了“革

命性”的影响。

2. 小型计算机和微型计算机

(1) 小型计算机

小型计算机也称为小型多功能电子计算机。它的特点是结构简单,体积小,重量轻,操作简单,性能很好。国外代表机型是1965年美国数据通用公司(DGC公司)生产的NOVA(诺瓦)型计算机及数据设备公司(DEC公司)生产的PDP—11型计算机。PDP—11系列小型计算机由中央处理机CPU(运算器和控制器的总称)内存贮器,输入输出装置以及外存贮器等组成。此外,PDP—11计算机,还采用了通用寄存器,堆栈、微程序设计,虚拟存贮器等新技术,从而进一步提高了小型计算机的性能。

我国自1974年以来,生产了多种型号的小型计算机,其中主要有DJS—100系列中的DJS—130计算机(与美国的NOVA系列相对应),DJS—180系列中的DJS—183计算机(与美国的PDP—11系列相对应),除此之外,还自行设计了多种型号的小型计算机,如DJS—154型计算机等。

(2) 微型计算机

随着大规模集成电路的发展,可以把计算机的运算器、控制器、存贮器以及它们的外围设备的连接电路做在一片或数片大规模集成电路上,这就出现了微处理器片,半导体存贮器片以及外围接口电路片等功能较完善的大规模集成电路。

微处理器(MPU)的功能相当于电子计算机中的运算器和控制器,它是全机的信息处理中心,所以也称中央处理

机 (CPU)。

半导体存贮器分为随机存贮器 RAM(Random Access Memory) 和只读存贮器 ROM(Read Only Memory)。

外围接口电路的功能是实现计算机的主机 (运算器、控制器和存贮器的总称) 与外围设备之间的连接。

微型计算机就是由微处理器 (MPU) 半导体存贮器 (RAM、ROM)、外围接口 (I/O) 和时钟发生器等大规模集成电路片子组成的一种超小型电子计算机。

世界上第一台微型计算机是于1971年美国英特尔公司生产的MCS-4 微型计算机, 后来又生产出Micro NOVA (微诺瓦)、LSI-11 等。1974 年美国莫托罗拉公司研制成功的M6800 微型计算机, 1977 年美国英特尔公司研制的Intel-8048微型计算机。

这种微型机体积小, 价格便宜、灵活性大, 它们不是作为计算机系统来使用, 而是作为“部件计算机”组装在其它设备上或作为计算机系统的终端使用, 例如可装在自动拍照的照像机上, 家用炊事用具上, 洗衣机上, 进行自动控制, 因此, 国外常把微型机称为“电脑”。微型机的主要缺点有两个: 一是运算速度较低, 二是很难利用本身来研制其软件, 而需要用大型机或小型机来研制。

3. 大型和巨型计算机

随着科学技术的发展, 需要快速计算大量复杂的题目和处理大量的数据, 这就要求电子计算机具有很高的运算速度, 很大的存贮容量以及备置很多的外围设备。为此, 就需要研制出大型计算机, 进而发展到巨型计算机, 巨型机具有

三个“一千万”：运算速度1000万次/秒以上；内存贮器容量1000万以上；价格1000万美元以上。

巨型机为了提高运算速度大多采用多机结构。例如，美国的伊利阿克—Ⅳ（ILLIAC—Ⅳ）巨型机，它由64台处理机组成并行阵列式计算机，一台B—6500计算机和其它外围设备及激光存贮器等组成。整个系统是在B—6500计算机的统一管理之下运行的，运算速度可以达1.5亿次/秒。

为使巨型计算机具有很大的存贮密度，一般都配备有大容量的内存贮器和外存贮器，而且还配备有脱机数据库，储备大量的数据、程序、资料 and 文件。

大型和巨型计算机除了具有高速度、大容量的特点以外，还有一个特点是运算精度高，这是因为大型机的字长较长，一般都在40位以上，常见的是48位和64位。因而机器所能表示的数的范围较大，运算精度较高。

4. 计算机网络

计算机网络就是用通信线路把几个分布在不同地点的计算机连接起来的一种网络。

所谓“终端”，就是指只配备有终端设备及终端控制器的网络终点。常用的终端设备有电传打字机和键盘显示器等。当终端设备通过终端控制器连接到计算机网络后，就可以用打字机或键盘显示器上的按键向网络中的某一台计算机发出信息（比如要计算题目），并可用打印或屏幕显示的方法从网络中接收信息（比如题目的计算结果），从而实现了远距离使用计算机网络中的任一台计算机。

不难理解，将分布在各地的计算机或终端连接成一个计

算机网络后，便可使参加网络的用户共享网络中的硬件、软件及数据等资源，分散计算机的负担，提高工作的可靠性。

随着计算机应用的普及，计算机网络发展很快。现在，美国有30%的计算机已连接成网络，平均每台计算机带有20个终端设备。美国的计算机网络不仅用在军事上，如北美防空系统，而且也广泛用于银行、商业管理、气象、医疗、铁道、飞机订票、报纸编辑和情报资料检索等民用系统。

ARPA是美国最大的计算机网络，它连接了北美、西欧的大部分地区的计算机，构成一个庞大的计算机网络，所用的通信线路有电话线路，也有卫星信道。

ARPA的网络控制中心在美国东部的波士顿BBN公司，网络的测量中心在美国西部的加利福尼亚大学的洛杉矶分校，网络的信息中心(数据库)在美国西部旧金山附近的斯坦福大学。

我国计算机专家考察组访美，在波士顿麻省理工学院一位教授家里做客。他表演了用家里“终端”通过ARPA网络调用斯坦福大学数据库中保存的10月11日有关中国新闻的情况：(1974年)。

① 用电话机拨网络服务中心的电话号码、拨通；② 把电话机的送话器放在终端设备的相应位置上，这样它的终端便接在ARPA计算机网络上；③ 通过键盘打调入10月11日有关中国新闻的指令；④ 几秒钟后，打印机自动打印出有关中国新闻共五条，其中第四条：基辛格接见黄镇；⑤ 教授再次用键盘打入“调用第四条的详细内容”的指令；⑥ 打印机便打出全部内容共300字。整个表演不到三分钟。

5. 智能计算机

计算机科学的一个新的发展动向是研究智能计算机，通常称为智能模拟，或人工智能，俗称“机器人”。

什么叫智能计算机？到目前为止的一切计算机所具有的基本特点，就是计算机系统都是按照程序所规定的步骤一步步执行的。尽管程序可以根据“逻辑判断”的结果按不同的方向去执行，但这些逻辑判断也都是程序编制人员事先安排好的。智能计算机与此不同，它具有模拟人的智能的功能，也就是说计算机里装定的不是解决某些具体问题的“固定程序”，而是装定了制定这些程序的思维方法。因此，对智能计算机来说，要求它具有能够进行一定的推理和学习的功能，能够自己“积累经验”的功能。这样，当智能计算机遇到某些具体问题时，就能自己编出解决这些问题的程序。以下棋为例，未引入智能模拟的计算机装的是固定程序，一旦输给人以后，只要你按此方法下棋就一定会赢，但装入智能模拟程序后，计算机就会“从失败中吸取教训”改变“棋着”。

智能模拟是一门涉及计算机科学、控制论、信息论、仿生学、神经生理学、心理学等科学的边缘科学，是一门探索模拟人的感觉和思维规律的科学。

智能模拟的具体研究课题如：模式识别、数学定理证明、计算机博弈、自然语言的理解以及智能机器人等。

随着近代科学技术的发展，出现了成千上万的机器人。目前，全世界机器人的总数已达12万。机器人的发展大致经历了三代，第一代是工业机器人：它们没有感觉和思维功