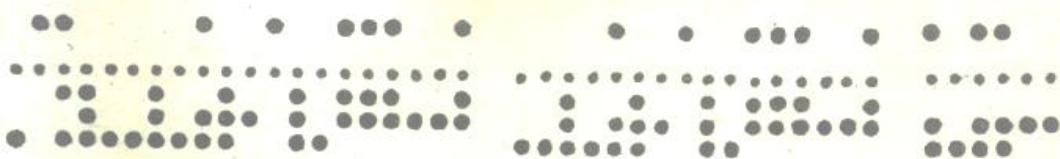


DJS—21型电子数字计算机

算法语言

刘开瑛 邢作林



山西人民出版社

DJS—21型电子数字计算机

算 法 语 言

刘开瑛 邢作林

山西人民出版社

DJS—21 型电子数字计算机
算法语言

刘开瑛 那作林

山西人民出版社出版 (太原并州路七号)
山西省新华书店发行 山西新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 $1/32$ 印张: $10\frac{15}{16}$ 字数: 230千字

1978年11月第1版 1979年5月太原第1次印刷

印数: 1—54,000册

书号: 15088·94 定价: 0.85元

前 言

DJS—21型电子数字计算机（简称121机）是我国自行设计和制造的一种中型晶体管通用电子数字计算机，可供一般科技计算和实时控制使用，是国内使用较广的电子数字计算机之一。本书是想为初次接触121机和ALGOL 60算法语言的广大读者，提供一本用ALGOL 60算法语言编写源程序并能上121机操作的教材或自学读物。

由于国内应用比较广泛的121机的ALGOL 60算法语言与国际上原算法语言ALGOL60报告基本相同，因此，本书在编写过程中除个别章节外，基本上都是按照Peter Naur等写的《关于算法语言ALGOL60修正报告》（见附录一）的体系和内容组织材料的；对于它们的不同之处，我们已在有关段落中加以说明。正因为如此，不论对于研究、学习ALGOL60算法语言本身，还是对于使用已配备ALGOL60算法语言编译系统的其他型号的电子数字计算机（如国产的DJS—6机、DJS—8机、X—2机、TQ—16（709）机以及DJS—11机等），用算法语言ALGOL60编写源程序时，本书都可作为参考资料。

为使本书作为一个推广ALGOL60算法语言的普及性读物，在编写中，力求概念明确，条理清楚，通俗易懂，便于阅读和查用。为了自学方便，除在正文中安排了数量较多的例题外，还在各个章节的末尾安排了足够数量的习题和思考

题；同时，为了使具有中等文化程度的读者阅读方便，这些内容一般以初等数学的范围为限，以说明算法语言的结构和语法规则为目的，尽量避免那种专门性较强或使用高等数学计算的例子。这样可使读者在阅读本书时，能更好集中精力于掌握语言工具本身，尽快具备自编ALGOL60算法语言程序和独立使用计算机的能力。

对于本书中的缺点和错误，欢迎读者批评指正。

编者

1978年7月

目 录

第一章 绪 论

第一节 电子计算机算题过程概述.....	1
第二节 DJS—21型 电子数字计算机简介.....	4
第三节 程序设计语言	7
第四节 DJS—21机 算法 语言编译系统概况.....	11

第二章 基本概念

第一节 引言.....	15
一、ALGOL 60源程序示例.....	15
二、说明和语句的分类.....	17
第二节 基本 概念.....	18
一、基本符 号.....	18
二、标识符.....	21
三、数.....	24
四、行.....	29

第三章 表达式

第一节 变量和标准函数.....	31
一、变 量.....	31
二、标准函 数.....	36
第二节 算术表达式	38
一、简单算术表达 式.....	39
二、条件算术表达 式.....	44
第三节 布尔表 达 式.....	50

一、简单布尔表达式	51
二、条件布尔表达式	58
第四章 类型说明和数组说明	
第一节 类型说明	61
第二节 数组说明	64
第三节 外存数组说明	68
第五章 无条件语句	
第一节 赋值语句	72
一、赋值语句的语法结构	72
二、赋值语句的使用	73
三、多重赋值语句	77
第二节 输入/输出语句	82
一、121机 ALGOL60 程序的结构	82
二、121机ALGOL60算法语言的输入/输出语句	84
第三节 开关说明、命名表达式、 转向语句和空语句	105
一、转向语句的一般形式	105
二、标号	106
三、开关说明	107
四、命名表达式	111
五、空语句	114
第四节 复合语句和分程序	118
一、复合语句	118
二、分程序	120
三、标识符的作用域	126
四、分程序的出口和入口	135
五、动态数组	136

第六章 条件语句和循环语句

第一节 条件语句	140
一、引例	140
二、条件语句的两种类型	141
三、关于条件语句的二义性问题	145
四、几点注意	149
五、固有量	155
第二节 循环语句	162
一、引例	162
二、循环语句的一般形式	164
三、算术表达式型循环语句	165
四、步长型循环语句	167
五、当型循环语句	173
六、几个问题的说明	175

第七章 过程

第一节 过程的概念及其分类	189
第二节 有参一般过程	192
一、引例	192
二、过程说明	193
三、过程语句	198
四、过程的调用	203
五、形参的赋值化	207
第三节 无参一般过程	215
第四节 函数过程	219
第五节 过程的使用	227

第八章 DJS—21机算法语言使用说明

第一节 纸带的准备	237
-----------	-----

一、源程序与数据的书写格式.....	237
二、纸带的穿孔方法.....	239
三、修改源程序和修改数据的穿孔方法.....	241
四、纸带的排列格式.....	246
第二节 上机操作方法.....	247
一、电传打字机的使用方法.....	247
二、上机算题的一般操作步骤.....	248
三、现场操作指令表.....	250
四、开关用法.....	253
五、磁带使用方法.....	254
附录一 关于算法语言ALGOL60的修正报告.....	257
附录二 DJS—21型电子计算机指令系统表.....	307
附录三 DJS—21型电子计算机算法语言与ALGOL60的区别...	323
附录四 DJS—21机算法语言语法错误性质表.....	326
附 图 DJS—21 机控制台面板图	

第一章 绪 论

第一节 电子计算机算题过程概述

电子计算机是由各种电子元件组成的一种现代化的计算工具。按照其工作原理，一般分为电子模拟计算机和电子数字计算机两大类。电子模拟计算机是一种模拟计算工具，它是利用某种连续的物理量（例如电压、电流或长度等）表示被研究物体中的变量，而且用这种物理量的变化来实现计算的，计算的结果仍然用这种物理量来表示，并常常用图形显示出来。电子数字计算机是一种数字处理工具，它是利用电信号的有无和个数来表示数，用算术运算和逻辑运算等法则进行计算，计算的结果仍然用电信号的有无和个数来表示，并常常用数字打印机，显示出结果来。

电子数字计算机的主要特点是：运算速度快，存贮容量大，通用性好，并具有一定的逻辑加工能力。因此，从1946年第一台电子数字计算机出现算起，经过三十多年，不仅电子计算机本身有了巨大发展，而且电子数字计算机的应用范围越来越广泛，在工业、农业、国防建设和社会生活的各个方面产生了深刻的影响。通常，电子数字计算机都简称为电子计算机或计算机。本书所说的电子计算机（或计算机），都是指的这种通用的电子数字计算机。

对于平常的算题方法来说，我们都很熟悉用算盘作为计

算工具进行算题的手工操作方式。试问，如果仍用这种使用算盘算题的手工操作方式来使用电子数字计算机算题，可以吗？显然不行！这是因为手工操作方式同具有高速运算能力的电子计算机的特点是根本不相适应的。1946年世界上第一台电子数字计算机（ENIAC）就是以每秒完成5000次加法运算，400次乘法运算的速度问世的；经过三十年来的发展，现在每秒钟进行几万次或几百万次运算的计算机已经十分普遍，每秒几千万次或上亿次的计算机也已投入使用。对于如此高速运算的电子计算机，如果还用手工方式操作，即每次运算都通过手工控制，那么，运算的高速度就没有任何意义了。因此，使用电子计算机必须采用程序控制的方式。所谓程序，就是为使计算机实现预期目的（例如计算某一问题等）而编排的一系列操作或计算步骤，用机器所能接受的信息描述出来，描述的结果就叫做“程序”。设计和编制程序的过程，称为“程序设计”。以使用电子计算机进行算题来说，人们必须根据计算问题的“数学模型”，选定最适宜的计算方法，事先设计和编出程序，然后将程序输入计算机内，由计算机按程序所规定的计算过程自动地进行计算。

那么，程序又是怎样指挥机器进行工作的呢？我们知道，人们用算盘算题要用脑和手，机器没有手，也没有脑袋，当然不能思维，但有“通电”和“断电”现象。而具有类似这两种稳定状态的机器部件是很多的，如晶体管的“通导”与“截止”，“门”电路的“有脉冲”与“无脉冲”，磁性材料的“正剩磁”与“负剩磁”，双稳态电路的“高电位”与“低电位”等都是，电子计算机正是利用了这些特

性，采用二进制进位法，事先设计好电路，通过代码关系，借纸带或卡片的“有孔”、“无孔”来建立外界程序与机器内部的联系。象算盘算题要用到算盘、笔、纸、手、大脑一样，现代电子计算机由下列五部分组成：

1. 运算器 相当于算盘，它的功能主要是对数或指令进行各种运算，如加、减、乘、除及其他逻辑运算等。

2. 存贮器 相当于记录纸，它的功能是用来存贮数、指令、程序和结果的。

3. 控制器 起人的大脑作用，相当于神经中枢，计算机靠控制器按照程序自动决定下一步该怎样做，用哪个数，或结果放在哪里等。

4. 输入设备 靠它把人们事先给定的计算步骤和原始数据送入机器内，机器才能按照这些计算步骤有秩序地自动工作。

5. 输出设备 它的功能是将计算结果打印出来。输入输出设备相当于手和笔的作用。

总起来说，通过纸带或卡片“有孔”、“无孔”传递信息，将程序中表达的计算步骤和计算数据，一个个输入到机器内，就要用到输入设备；计算过程的每一步由运算器来执行，从输入的数据到计算的每一步中间结果以及最终结果都要用存贮器；最终结果及其他需要输出的代码的输出都要用到输出设备；而控制器则起着总指挥的作用。它们之间的关系可用图1—1表示出。图中的实线箭头表示指令或数据（包括原始数据、中间结果、最后结果）的输送方向，虚线箭头表示控制方向。

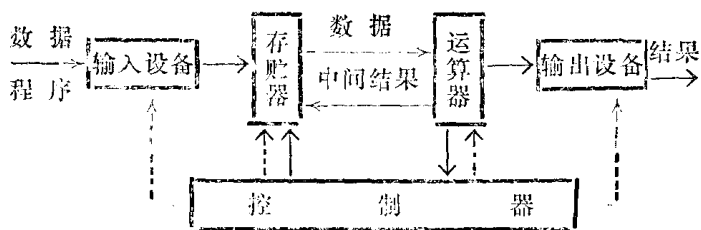


图 1—1

第二节 DJS—21 型电子数字计算机简介

DJS—21型电子数字计算机是一种国产的中型晶体管通用计算机，D、J、S分别是电子、计算机、数字三个词的汉语拼音的头一个字母。通常把DJS—21型计算机简称DJS—21机或121机。

121机的运算速度，若按一般的统计方法，平均运算速度为每秒三万条指令。其计算办法是：加减法操作 $26\mu\text{S}$ ，占30%；乘除法操作 $88\mu\text{S}$ ，占15%；其他操作平均 $16\mu\text{S}$ ，占55%；又因为每次变址操作或间接访问时，要比其他操作多占 $8\mu\text{S}$ ，如果约定变址操作和间接访问占总指令条数的40%，则机器平均运算速度为每秒三万次。

121机由运算器、控制器、存储器、输出输入设备等部分构成。现将各个部件的性能和特点分别简述如下：

1. 运算器的特点

运算器是对送入的代码，根据控制器的命令进行如加、减、乘、除等运算的装置。121机的运算器由寄存器Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ及全加器组成。

寄存器 I 也叫做结果寄存器,一般存放运算的结果,这些结果可以通过全加器与其他代码进行运算。例如做加、减、乘法时, I 中存放被加数,被减数或被乘数,运算完毕后存放结果,做除法时 I 中存放被除数,运算完毕后存放商或余数。

寄存器 II 一般存放从内存取出准备参加运算的数,它通过全加器与 I 中代码进行运算。作乘除运算时, II 中一般存放乘数或商数,所以也叫乘商寄存器。

寄存器 III 用来存放将要执行的指令,或者作长变址时用来存放控制字,所以叫变址寄存器或指令寄存器。

2. 控制器的特点

121机的控制器是由脉冲分配器,指令计数器,译码器,中央控制器以及中断控制线路组成。根据各种不同的操作,通过控制器发送一系列相应的控制信号,控制全机按程序自动工作。

指令计数器是控制器的一个组成部分,它的主要任务是控制指令执行的顺序,在没有遇到转移指令的时候,它保证机器自动地按顺序一条条执行指令。例如,指令计数器现在记的数是 1008,那末机器就去执行地址为 1008 单元中的指令,首先执行左指令。一条指令执行完后,指令计数器自动加 $\frac{1}{2}$ 。计数器的 $\frac{1}{2}$ 那一位如果是 0,表示下一次执行左指令,如果是 1,表示下一次执行右指令。因此,1008 单元的左指令执行完后,机器就接着执行该单元的右指令。右指令执行完后,机器又自动加 $\frac{1}{2}$,变成 1009,同时 $\frac{1}{2}$ 那一位变成零,这就是说,下次执行 1009 单元的左指令。

遇到转移指令时,指令计数器还能根据转移指令的要

求，改变机器执行指令的顺序。

3. 存贮器的特点

存贮器是存贮代码的装置，121 机的存贮器是由内存贮器和由磁鼓、磁带构成的外存贮器组成。

121 机的内存贮器是磁芯存贮器，存取周期 $6\mu\text{S}$ ，容量 8192 个单元，可扩充到 16384 个单元，每个单元可存放 44 位二进制数，其中 42 位是存放数或指令的，其余两位是奇偶校验位。每次从内存取数时，机器都自动进行校验，把取出的数和原来存在那里的数执行比较，如果不一样，就说明取错了，这时机器重新取一次，如果第二次还是错了，就自动停机。

121 机的外存贮器采用立式 G—3 磁鼓两台，每台容量为 16384 个单元，转速 1500 转/分。采用宽为 25.4 毫米的磁带机两台至四台，线速度 2 米/秒。

4. 外部设备概况

121 机外部设备配有光电输入机、快速打印机、电传机及其控制线路。光电输入机作穿孔纸带输入用，采用 RG—2 型五单位和 RG—3 型五~八单位的。其速度为每秒输入 1250 个符号，输入方式采用程序控制。

输出设备采用 CJ—1 型快速打印机，以及 80 行宽行打印机等，作为打印中间结果和最后结果时使用。

此外，还备有国产六单位电传机或 55 型五单位电传机，能打印 52 种字符(字母或符号)，可做为控制台输入输出设备，配合程序自动化使用。

图 1—2 是 121 机的结构框图。

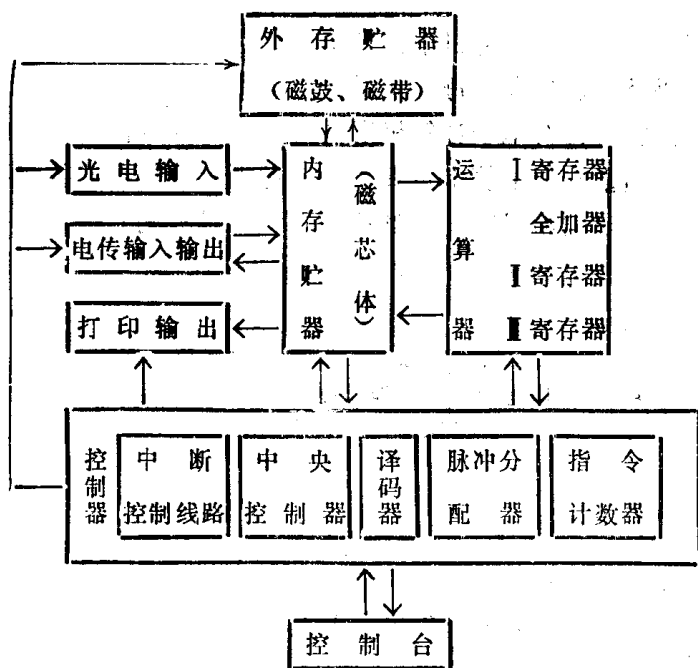


图 1—2

第三节 程序设计语言

如前所述，使用电子计算机的一项重要工作就是编写计算问题的程序。通常有两种编写程序的方法。一种是用数字代码形式的机器语言来编写，即通常所说的手编程序的方法；另一种就是用程序设计语言来编写，即通常所说的程序自动化的方法。

在使用计算机的最初年代里，由于程序设计语言还没有产生，全部程序都是采用手编程序的方法来编写的。手编程序是人们直接写出能在机器上执行的，由一系列机器指令组

成的程序。在电子计算机中，凡用来指定实现某种控制或运算的代码就叫做指令。每一条指令应该指出操作功能和操作对象等内容。每台电子计算机所具有的指令的全体，叫做指令系统。通常它包括算术运算指令、逻辑运算指令和控制指令等。计算机的型号不同，结构不同，所具有的指令结构和指令系统一般也不相同，甚至很不相同。121 机的指令结构如图1—3所示。

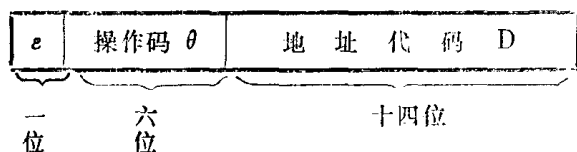


图 1—3

每条指令长度为21位二进制位数，其中 e 表示零变址特征位，占一位； θ 表示操作码，占六位； D 表示地址代码，占十四位。

121 机每个单元共有42位二进制位数，可存放两条指令，其结构为图1—4形式。

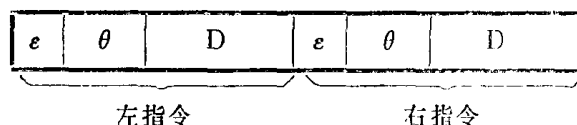


图 1—4

书写每条指令时，若全部采用二进制代码写出，显然有字符过多，不易查对，应用十分不便等缺点。为此，通常采用按照其各部分功能，顺序分组的方法来处理。121 机 每条指令所占21位顺序分为：124 2444。前面的124（共七位）是操作码，后面的2444（共十四位）是地址码。其中的“1”