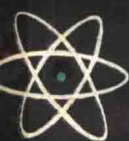


电子技术丛书



程序设计基础

电子技术丛书

程序设计基础

崔连亭 编
韩太鲁

山东科学技术出版社

一九八〇年·济南

内 容 简 介

本书结合国产 DJS—130 电子计算机的符号指令，通过大量实例，系统地讨论了程序设计的一般方法，并对汇编语言及其应用作了概要说明。本书可供程序设计人员，高等院校、中等专科学校有关专业师生参考。

电子技术丛书
程序设计基础
崔连亭 韩人曾 编

*

山东科学技术出版社出版
山东省新华书店发行
山东新华印刷厂潍坊厂印刷

787 × 092 毫米 32 开本 16.75 印张 129 千字
1980 年 9 月第 1 版 1980 年 9 月第 1 次印刷
印数：1—1

书号 15195·72 定价 0.56 元

出 版 说 明

电子技术是目前应用最广泛的先进技术之一，是衡量一个国家现代化水平的标志。为了普及电子技术知识，提高电子技术水平，早日实现四个现代化，我社决定编辑出版这套《电子技术丛书》。

这套丛书由山东大学《电子技术丛书》编委会主编。本丛书包括通讯、电视、微波技术、信息处理、电子器件及计算机等方面的内容，将分专题陆续编辑出版。本丛书力求做到理论联系实际、文字通俗易懂、内容简明扼要、切合实用，尽量方便广大读者阅读。

本丛书可供从事电子工业生产、科研的有关人员，高等院校、中专电子学专业师生及业余爱好者参考。

山东科学技术出版社

一九七九年六月

前 言

电子数字计算机是二十世纪突出的科学技术成就之一，现已在人类社会的各个领域得到广泛应用。早期应用电子计算机时，必须直接运用计算机的指令编制计算程序，这种程序通常称为手编程序。随着电子计算机技术的迅速发展，在手编程序的基础上，相继出现了符号指令、汇编语言和 BASIC、ALGOL、FORTRAN 等算法语言。使用算法语言编制程序非常方便，但机器首先要将该程序翻译成机器指令描述的程序，然后才能执行。这个翻译过程的程序，一般是用手编程序或汇编语言实现的。电子计算机的应用越广泛，这种程序也越庞大、复杂。因此，对于编制程序人员来说，手编程序和汇编语言是非常重要的。为了适应科技人员学习、使用手编程序和汇编语言的需要，我们编写了《程序设计基础》一书。

本书结合介绍国产 DJS—130 电子计算机的符号指令，系统地讨论了程序设计的一般方法，并对汇编语言及其应用作了概要说明。本书在编写中，注意从实际问题入手，通过典型例子说明问题。叙述时，力求简明扼要、深入浅出，使

读者通过学习本书,不仅具有实际操作 DJS—130 机的能力,而且能掌握使用其他机器语言或汇编语言编制程序的方法。本书可供程序设计人员,高等院校、中等专科学校有关专业师生参考。

编 者

一九七九年五月

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 数制及其转换方法	1
第二节 二进制数在计算机中的表示方法	11
第三节 浮点数、整数及字符	16
第四节 逻辑代数基础知识	20
第二章 简单程序设计	32
第一节 解题过程和程序概念	32
第二节 DJS—130 机结构简介	35
第三节 DJS—130 机的运算指令	36
第四节 停机指令和存取指令	42
第五节 上机实习	46
第三章 循环程序和分支程序	50
第一节 简单循环程序	50
第二节 多重循环程序	61
第三节 变址方法	68
第四节 间接寻址方法	76
第五节 分支程序	88
第六节 非记数循环程序	109
第四章 主程序和子程序	118
第一节 子程序的概念	118

第二节	编制子程序的方法	121
第三节	子程序举例	129
第五章	外设服务程序	143
第一节	概 述	143
第二节	一般输入、输出指令	152
第三节	特殊输入、输出指令	163
第六章	汇编语言及其应用	174
第一节	汇编语言简介	174
第二节	管理程序、常用的广义指令及输出格式	188
第三节	源程序错误标志、源程序纸带穿孔及上 机操作过程	201
附 录		
	DJS—130 机控制台面板简介	205

第一章 基础知识

第一节 数制及其转换方法

一、计数制

在日常生活中，大家习惯于十进制数。十进制数的每一位数字可以是 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 中的任意一个，其进位关系是逢十进一，借一当十。任何一个有限位十进制数 N ，均可表示为：

$$\begin{aligned} N &= a_n \cdot 10^n + a_{n-1} \cdot 10^{n-1} + \cdots + a_0 \cdot 10^0 \\ &\quad + a_{-1} \cdot 10^{-1} + \cdots + a_{-q} \cdot 10^{-q} \\ &= \sum_{K=-n}^{-q} a_K \cdot 10^K \end{aligned} \quad (1-1)$$

式中： $0 \leq a_K \leq 9$ 。

例如：

$$\begin{aligned} 203.54 &= 2 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 3 \times 10^0 \\ &\quad + 5 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

在十进制数中，把 10 称为计数系统的基数。

大家熟悉 60 进制，如 60 秒为 1 分，60 分为 1 小时。此进位制系统的基数为 60。

任何一个大于 1 的正整数，都可以作为一个特定进位制的基数。

二、二进制数

二进制数的基数为 2，每一位数字为 0 或者 1，进位关系是逢二进一、借一当二。由此得如下规则：

$$0 + 0 = 0 \quad 0 + 1 = 1 \quad 1 + 0 = 1 \quad 1 + 1 = 10$$

$$0 - 0 = 0 \quad 1 - 0 = 1 \quad 1 - 1 = 0 \quad 10 - 1 = 1$$

$$0 \times 0 = 0 \quad 0 \times 1 = 0 \quad 1 \times 0 = 0 \quad 1 \times 1 = 1$$

按上述规则作如下运算：

加法：

$$\begin{array}{r} 10 \\ +) 10 \\ \hline 100 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \\ +) 11 \\ \hline 110 \end{array} \quad \begin{array}{r} 101 \\ +) 101 \\ \hline 1010 \end{array}$$

减法：

$$\begin{array}{r} 10 \\ -) 1 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 110 \\ -) 11 \\ \hline 11 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1010 \\ -) 101 \\ \hline 101 \end{array}$$

乘法：

$$\begin{array}{r} 1011 \\ \times) 1001 \\ \hline 1011 \\ 0000 \\ 0000 \\ +) 1011 \\ \hline 1100011 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1111 \\ \times) 1111 \\ \hline 1111 \\ 1111 \\ 1111 \\ +) 1111 \\ \hline 11100001 \end{array}$$

除法：

$ \begin{array}{r} 1001 \\ 1011 \overline{) 1100011} \\ \underline{1011} \\ 001011 \\ \underline{0000} \\ 01011 \\ \underline{0000} \\ 1011 \\ \underline{1011} \\ 0 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 1111 \\ 1111 \overline{) 11100001} \\ \underline{1111} \\ 1101001 \\ \underline{1111} \\ 101101 \\ \underline{1111} \\ 1111 \\ \underline{1111} \\ 0 \end{array} $
--	---

计算机中采用二进制计数制主要有两个原因：一是二进制数运算简单，便于实现；二是因为物理上具有两种不同稳定状态的器件很多（如电灯的亮和灭，磁心的两个磁化方向），它们都可以用 1 和 0 来表示。

根据二进制数运算规则及十进制数的表示方法，有：

$$1 + 1 = (10)_2 = (2^1)_{10}$$

$$(10)_2 + (10)_2 = (100)_2 = (4)_{10} = (2^2)_{10}$$

$$(100)_2 + (100)_2 = (1000)_2 = (8)_{10} = (2^3)_{10}$$

式中：()₂ 表示二进制数；()₁₀ 表示十进制数。

同理，下列等式成立：

$$(1)_2 = (2^0)_{10}$$

$$(10)_2 = (2^1)_{10}$$

$$(100)_2 = (2^2)_{10}$$

$$(1000)_2 = (2^3)_{10}$$

.....

$$(0.1)_2 = (2^{-1})_{10}$$

$$(0.01)_2 = (2^{-2})_{10}$$

$$(0.001)_2 = (2^{-3})_{10}$$

.....

任何一个有限位二进制数 M ，都可写成类似式(1—1)的形式：

$$\begin{aligned} M &= a_m \cdot 2^m + a_{m-1} \cdot 2^{m-1} + \cdots + a_1 \cdot 2^1 + a_0 \cdot 2^0 \\ &\quad + a_{-1} \cdot 2^{-1} + \cdots + a_{-q} \cdot 2^{-q} \\ &= \sum_{K=-m}^{-q} a_K \cdot 2^K \end{aligned} \quad (1-2)$$

式中： a_K 为 0 或 1。

例如：

$$\begin{aligned} 11101.011 &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 \\ &\quad + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} \\ &\quad + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \end{aligned} \quad (1-3)$$

$$\begin{aligned} (11101)_2 &= 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 \\ &= (8)_{10} + (4)_{10} + (2)_{10} + 0 \\ &= (14)_{10} \end{aligned} \quad (1-4)$$

以上两个例子不仅说明二进制数可表示成以基数 2 为底的幂级数形式，而且提供了二进制数化为十进制数的方法。在式(1—3)中，只要将各幂次变成十进制数后再相加，不难得到：

$$(11101.011)_2 = (29.375)_{10}$$

十进制数 0~9 与二进制数之间的关系，见表 1—1。

表 1-1

十进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
二进制数	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

二进制数有一个缺点，就是同一个数用二进制数表示比用十进制数表示位数要多，书写很不方便。若采用八进制或十六进制书写，则要方便得多。

三、八进制数、十六进制数及其与二进制数之间的转换

八进制数的进位关系是逢八进一，借一当八。任何一个有限位八进制数 N ，均可表示为：

$$\begin{aligned}
 N &= a_n \cdot 8^n + a_{n-1} \cdot 8^{n-1} + \cdots + a_0 \cdot 8^0 + a_{-1} \cdot 8^{-1} \\
 &\quad + \cdots + a_{-q} \cdot 8^{-q} \\
 &= \sum_{p=n}^{-q} a_p \cdot 8^p
 \end{aligned} \quad (1-5)$$

式中： $0 \leq a_p \leq 7$ ($p = n, n-1, \dots, -q$)。

同理，任何一个有限位十六进制数 M ，可表示为：

$$\begin{aligned}
 M &= b_m \cdot 16^m + b_{m-1} \cdot 16^{m-1} + \cdots + b_0 \cdot 16^0 \\
 &\quad + b_{-1} \cdot 16^{-1} + \cdots + b_{-q} \cdot 16^{-q} \\
 &= \sum_{n=m}^{-q} b_n \cdot 16^n
 \end{aligned} \quad (1-6)$$

式中： $0 \leq b_n \leq 15$ ($n = m, m-1, \dots, -q$)。

八进制数和二进制数之间很容易转换，例如：

$$\begin{aligned}
 (1011101.0111)_2 &= 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 \\
 &\quad + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\
& + 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} \\
& = 1 \times 8^2 + (0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) \\
& \quad \times 8^1 + (1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0) \\
& \quad \times 8^0 + (0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0) \\
& \quad \times 8^{-1} + (1 \times 2^2) \times 8^{-2} \\
& = (135.34)_8
\end{aligned}$$

由此例可得出二进制数转换成八进制数的一个规则，即把二进制数从小数点向前和向后每三位组成一组（不足三位者补0），然后各组化为八进制数。

例如：

$$(101110)_2 = (56)_8$$

$$(1101)_2 = (15)_8$$

$$(1.1011)_2 = (001.101100)_2 = (1.54)_8$$

反之，八进制数化成二进制数，只需把八进制数的每一位展成三位二进制数即可。

例如：

$$(67)_8 = (110111)_2$$

$$(75)_8 = (111101)_2$$

$$(7.6)_8 = (111.11)_2$$

同理，可得出二进制数化成十六进制数的规则，即把二进制数从小数点向前和向后每四位（不足四位者补0）组成一组，然后各组化为十六进制数。

若约定： $(10)_{10} = A$ ， $(11)_{10} = B$ ， $(12)_{10} = C$ ， $(13)_{10} =$

$D, (14)_{10} = E, (15)_{10} = F$, 则有:

$$(11111)_2 = (1F)_{16}$$

$$(1011011)_2 = (5B)_{16}$$

$$(1100.101)_2 = (1100.1010)_2 = (C.A)_{16}$$

反之, 将十六进制数化为二进制数, 只需把十六进制数的每一位展成四位二进制数即可。

例如:

$$(F1)_{16} = (11110001)_2$$

$$(C.5)_{16} = (1100.0101)_2$$

四、八进制数和十进制数之间的转换

1. 八进制数化为十进制数

式(1—5)给出了八进制数化为十进制数的一种方法, 例

如:

$$(37)_8 = 3 \times 8^1 + 7 \times 8^0 = (24)_{10} + (7)_{10} = (31)_{10}$$

式(1—5)可化为如下形式:

$$\begin{aligned} N &= a_n \cdot 8^n + a_{n-1} \cdot 8^{n-1} + \cdots + a_1 \cdot 8^1 + a_0 \cdot 8^0 \\ &\quad + a_{-1} \cdot 8^{-1} + \cdots + a_{-q} \cdot 8^{-q} \\ &= \{ \cdots \{ [(a_n \cdot 8 + a_{n-1}) \cdot 8 + a_{n-2}] \cdot 8 + a_{n-3} \} \cdot 8 \\ &\quad + \cdots + a_1 \} \cdot 8 + a_0 + \{ \cdots \{ [(a_{-q} \cdot 8^{-1} \\ &\quad + a_{-q+1}) \cdot 8^{-1} + a_{-q+2}] \cdot 8^{-1} + a_{-q+3} \} \cdot 8^{-1} \\ &\quad + \cdots + a_{-2} \} \cdot 8^{-1} + a_{-1} \} \cdot 8^{-1} \end{aligned} \quad (1-7)$$

容易看出, 式(1—7)在算法上比式(1—5)简单, 因为整数部分只要依次算出下列各式即可:

$$a_n \cdot 8 + a_{n-1} = s_{n-1}$$

$$s_{n-1} \cdot 8 + a_{n-2} = s_{n-2}$$

$$s_{n-2} \cdot 8 + a_{n-3} = s_{n-3}$$

$$\dots\dots\dots$$

$$s_2 \cdot 8 + a_1 = s_1$$

$$s_1 \cdot 8 + a_0 = s_0 \quad (1-8)$$

式中： s_0 为式(1-7)整数部分的结果。类似地可算出小数部分的结果。例如，对八进制数 $(237.645)_8$ ，按式(1-8)计算得：

$$2 \times 8 + 3 = 19$$

$$19 \times 8 + 7 = 159$$

即八进制数 $(237.645)_8$ 化为十进制数，其整数部分为 159。

对于小数部分，可做如下运算：

$$5 \times 8^{-1} + 4 = 4.625$$

$$4.625 \times 8^{-1} + 6 = 6.578125$$

$$6.578125 \times 8^{-1} = 0.822265625$$

得：

$$\begin{aligned} (237.645)_8 &= (159)_{10} + (0.822265625)_{10} \\ &= (159.822265625)_{10} \end{aligned}$$

2. 十进制数化为八进制数

八进制数化为十进制数时，其整数部分，化为整数部分；小数部分，化为小数部分。十进制数化为八进制数时，也是如此。

任何一个有限位十进制数 N ，如果它已化为有限位八进制数，必是式(1-7)的形式。式(1-7)给出了十进制数化为

八进制数的一种方法。

由式(1—8)可知, a_0 为十进制整数部分除以 8 所得的余数, 商为 s_1 。即:

$$\frac{s_0}{8} \quad \text{商 } s_1 \quad \text{余数为 } a_0$$

依次类推, 得:

$$\frac{s_1}{8} \quad \text{商 } s_2 \quad \text{余数为 } a_1$$

$$\frac{s_2}{8} \quad \text{商 } s_3 \quad \text{余数为 } a_2$$

.....

$$\frac{s_{n-1}}{8} \quad \text{商 } a_n \quad \text{余数为 } a_{n-1}$$

因此, $(N)_{10}$ 的整数部分为 $(a_n a_{n-1} \cdots a_1 a_0)_8$ 。

由式(1—7)可知, 只要依次算出:

$$a_{-q} \cdot 8^{-1} + a_{-q+1} = s_{-q+1}$$

$$s_{-q+1} \cdot 8^{-1} + a_{-q+2} = s_{-q+2}$$

$$s_{-q+2} \cdot 8^{-1} + a_{-q+3} = s_{-q+3}$$

.....

$$s_{-3} \cdot 8^{-1} + a_{-2} = s_{-2}$$

$$(s_{-2} \cdot 8^{-1} + a_{-1}) \cdot 8^{-1} = s_{-1} \cdot 8^{-1}$$

便可求出 $(N)_{10}$ 的小数部分 $s_{-1} \cdot 8^{-1}$ 。

反之, 若将 $(N)_{10}$ 的小数部分化为八进制小数部分, 只要依次算出:

$$(s_{-1} \cdot 8^{-1}) \cdot 8 \quad \text{整数部分为 } a_{-1}$$