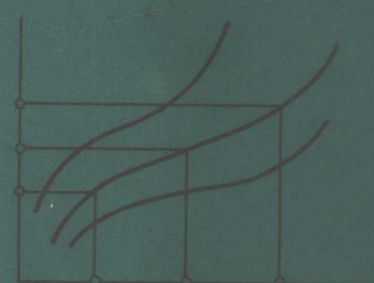
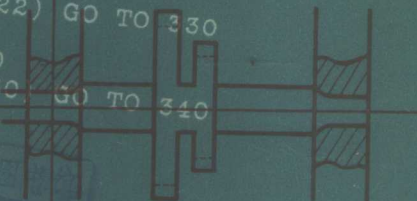


576
7/9023

机械零件的程序设计

```
064 064 GZ1=C1+C2*SGMB(IB)
077 065 VA2=-C3*DB3(K)
078 066 GZ2=1.0-EXP(VA2)
079 067 VA3=-C4*DRO
080 068 GZ3=1.0-EXP(VA3)
081 069 VA4=-C5*(1.0-DD)
082 070 GZ4=1.0-EXP(VA4)
083 071 VA5=-C6*(PI-THETA)
084 072 GZ5=1.0-EXP(VA5)
085 073 BETAZ=1.0+GZ1*GZ2*GZ3*GZ4*GZ5
086 074 COEF=0.64
087 075 VAZB=-5.33*(K
088 ZETA1B=1.0-COEF*VAZB
089 076 SGMWZC=EM(IC)*SGMB(IC)+EN(IC)
090 077 IF(K.GE.2) GO TO 220
091 078 WRITE(6,1002) K,BETAZ,ZETA1B,ZETA2
092 079 SFS=J.1
093 080 RITE(6,1002) K,BETAZ,ZETA1B,ZETA2
1002 FORMAT(1H,28X,2HK=,I2/31X,6HBETAZ=,F10.4,5X,7HZETA1B=
1003 FORMAT(1H,30X,6HSGMSC=,F10.3,1X,8HKG/MM**2,5X,
220 T=30.0
ELC=2.0*T
DETERMINATION OF DIMENSIONS OF BOLT
RK=(1.5+ELC/(2.0*DC(K)))*2-1.0
IF(IC.LE.15) GO TO 300
RK=RK/2.0
GZS=0.9
GZ3=0.25
FS=(1.0-GZ3+RK)/((1.0-GZ3)*GZS*(1.0+RK))*F
FO=RK/(1.0-GZ3+RK)*GZS*FS
FMB=0.5*(GZS*FS+FO)
F1=2.0*(FMB-FO)
FVB=F1/2.0
FEB=ALPHAZ/C*FMB+SFM*BETAZ/(ZETA1B*ZETA2)*SGMSB/SGMWZB*FVB
D1=SQRT(4*SFS/(PI*SGMSB)*FEB)
IF(DB3(K).LE.D1) GO TO 410
ELB=ELC+H(K)+TW(K)
L1K=L1(K)
L2K=L2(K)
DO 20 L=L1K,L2K
IF(ELS(L).GT.ELB) GO TO 320
20 CONTINUE
320 IF(L.GE.22) GO TO 330
M=1
GO TO 350
330 IF(L.GE.30) GO TO 340
M=2
GO TO 350
340 M=3
350 S=SS(K,M)
DB1=D(K)
ELB1=ELS(L)-S
DB2=D2(K)
ELB2=ELS(L)-S-ELB1
ELB3=ELB-(ELB1+ELB2)
WRITE(6,1004) RK,FEB,D1,ELB,S,ELB1,ELB2,ELB3
1004 FORMAT(1H,30X,3HRK=,F10.3,5X,4HFEB=,F10.3,1X,2HKG,5X,3HD1=,
1 F10.3,1X,2HMM,5X,4HEL1=,F10.3,1X,2HMM/31X,2HS=,F10.3,
2 1X,2HMM,5X,5HEL1=,F10.3,1X,2HMM,5X,5HEL2=,
3 F10.3,1X,2HMM,5X,5HEL3=,F10.3,1X,2HMM,5X,5HEL3=,
SPRING CONST. OF BOLT
EB=21000.0
```



上海科学技术出版社

5
9023

机械零件的程序设计

〔日〕小川 潔 著

汪 一 麟 等 译

上海科学技术出版社

内 容 简 介

本书是关于机械零件程序设计的一本入门书。书中概述了计算机辅助设计的基本原理,比较详细地介绍了某些典型零件的设计步骤和设计方法,旨在说明设计人员在设计机械零件时如何编制计算机程序。全书分概论、设计系统自动化基础、紧固件、轴和联轴器、轴承、带传动、齿轮、弹簧等八章。本书可供从事机械设计的工程技术人员使用,也可供高等工业院校机械专业的师生参考。

机 械 零 件 的 程 序 设 计

〔日〕小川 潔 著

汪 麟 等 译

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 9.5 字数 225,000

1981年2月第1版 1981年2月第1次印刷

印数 1-30,000

书号: 15119·2091 定价: (科五) 1.10 元

译 者 的 话

为了推广电子计算机在机械设计方面的应用,以适应我国四个现代化的需要,我们翻译了日本东京工业大学教授小川潔所著的《机械零件的程序设计》(原名《机械设计系统的程序编制》)一书。本书是机械零件程序设计方面的一本入门书。书中概述了计算机辅助设计的基本原理,介绍了某些典型零件的程序设计步骤和方法,目的是使设计人员在较短的时间内掌握计算机程序编制方法。本书的翻译分工如下:序言、第六章、第八章和附录由汪一麟翻译,第一章由倪庆兴翻译,第二章由俞长高翻译,第三章由朱永铭翻译,第四章由翁世修翻译,第五章由吴世华翻译,第七章由於燕荪翻译,最后由汪一麟整理和统校。由于我们的理论水平和实践经验不够,加上时间匆促,译文中定有错误和不当之处,恳请读者予以批评指正。

1978年10月

序 言

作者曾编著《机械设计系统》一书,试图实现机械设计的系统化,但就设计系统的练习实例来说,目前迫切需要介绍一些不用手算而仅用电子计算机作自动设计的程序编制方法。为此,决定说明对初学者也易于理解的机械设计系统的自动化问题。

编写本书的目的,是要使读者掌握系统的程序设计方法,从而能作完全不用手算的自动设计。如根据《机械设计系统》一书中列举的具体设计系统通过手算来作设计时,即使按照规定的步骤进行,也要花费一个多小时的设计时间才能获得设计结果,而用电子计算机作自动设计,只需5秒钟左右的时间就能算出设计结果并书写在输出纸上。同时,所需费用也随着电子计算机利用率的不断提高而日益降低(目前相当于一杯咖啡的价格),可以预料,将来人人都能作迅速的设计。因此,设计人员必须掌握系统的程序设计方法,而且要会制定能编制程序的设计系统。

为此,首先要绘制设计系统的程序框图,然后在此基础上,用易于实现设计资料系统化的技巧编制源程序。编制电子计算机程序时,有很多的处理规则,但设计人员不一定要具备很多的知识。所以,本书不准备介绍程序的各种规则,而只列举实例来说明如何编制能直接输入电子计算机的程序,以利设计人员学习。为此,书中省略了冗长的程序编制过程,而着重于讲解如何组合应用简单的技巧来编制差错少的程序。

因此,从事机械设计的学员和机械工程技术人员,即使对电子计算机一无所知,也能立即编出具体的程序进行自动设计。此外,读者在读完本书后,就能提高阅读有关电子计算机一般文献的理解力,进而掌握为使用复杂的计算技巧来编制其他型式计算机的程序所需的基础知识。

机械工业的规范和说明书之类的文件上目前使用的重力单位,即将改为国际单位制SI,因此决定将这种单位制的换算步骤附于书末。

最后,作者对用作参考的各书著者以及协助编制书中程序的东京工业大学机械零件实验室下嶋浩博士和塚本美弥子先生表示深切的谢意。

小川 潔 1977年1月

目 录

第一章 概论	1	五、轴设计系统的程序编制	68
一、设计系统自动化步骤	1	习题	85
二、框图	1	第五章 轴承	86
三、卡片	3	一、轴承种类	86
四、程序记录纸	9	二、设计例题	86
五、输出记录纸	10	三、动压径向轴承设计系统的手算	86
六、程序语言	10	四、动压径向轴承设计系统的框图	93
七、程序编制	17	五、动压径向轴承设计系统的程序编制	93
习题	22	习题	105
第二章 设计系统自动化基础	23	第六章 挠性传动装置	106
一、设计资料图表系统化	23	一、设计例题	106
二、资料图表的处理方法	23	二、带传动装置设计系统的手算	106
三、资料表的字域说明	24	三、带传动装置设计系统的框图	111
四、资料图的程序编制	27	习题	111
习题	36	第七章 齿轮	113
第三章 紧固件	37	一、设计例题	113
一、紧固件种类	37	二、外啮合正齿轮设计系统的手算	114
二、设计例题	37	三、外啮合正齿轮设计系统的框图	123
三、紧固螺栓设计系统的手算	37	四、外啮合正齿轮设计系统的程序编制	123
四、紧固螺栓设计系统的框图	41	习题	140
五、紧固螺栓设计系统的程序编制	42	第八章 弹簧	141
习题	59	一、弹簧种类	141
第四章 轴和联轴器	61	二、设计例题	142
一、轴和联轴器种类	61	三、螺旋弹簧设计系统的手算	142
二、设计例题	61	四、螺旋弹簧设计系统的框图	144
三、轴设计系统的手算	61	习题	144
四、轴设计系统的框图	66	附录 国际单位制 SI 的换算示例	145

第一章 概 论

一、设计系统自动化步骤

1. 设计系统 为了进行机械设计, 必须制定设计系统。有关这个问题已在作者所著《机械设计系统》^①一书中作了说明, 这里从略。

2. 设计系统框图 在制定了设计系统以后, 要绘制框图, 以实现设计系统在运算和操作上的系列化, 并了解数据流向和计算进行情况, 以此作为编制程序的基础。

3. 资料图表的系统化 设计所需的资料表、规格表和图中所列的资料, 即数据的名称和种类等, 必须加上符号和标号, 用程序语言来表达。

4. 数据的字域说明 为了把上述的系统化数据编排在数据表上, 要按字域说明符排列数据, 以此作为制订数据卡片的基础。

5. 执行系统的编制 为了把程序和数据卡片联系起来并按正确的顺序输入电子计算机, 需要编制执行系统, 以此作为制订所需的控制卡片的基础。

6. 源程序 根据框图, 把源程序书写在 FORTRAN 程序表上, 以此作为制订源程序卡片的基础。

7. 卡片 把写到上述各表上的程序语句逐行地打印穿孔(一张卡片上打一行), 并按照控制卡片、源程序卡片、数据卡片的顺序排列成组。

8. 设计结果 把程序卡片按正确的顺序输入电子计算机进行运算, 于是设计结果和计算时间等以输出表的形式书写在输出记录纸上。

二、框 图

设计系统的框图就是按框图符号用图式来表示系统操作的系列化、数据流向和计算进行情况等。

框图符号可参照日本工业标准 JISC6270, 其主要符号如表 1-1 所示。应该指出, 框图符号所附的文字, 不论流向如何, 都要按从左到右、从上到下的读法书写, 而且要把文字尽可能写在符号内部。

试绘制下列例题的框图。

在级数之和

$$a = 1 + 1/2 + 1/3 + \cdots + 1/100 = 1 / \sum_{i=1}^n i, \quad n = 100$$

中, 为使 $a=5$, 应取到右边第几项之和, 即求 i 项之值。

按照下列步骤求解:

1. 注解行 级数之和。
2. 把数值 0.0 存贮到 a 中。
3. 从 $i=1 \sim 100$, 每次增加 1, 重复执行到语句标号 10 为止(参看本章第六节 9)。

① 小川 源:《机械设计系统》 森北出版社, 1973。

表 1.1 框图符号

符 号	名 称	含 意	符 号	名 称	含 意
	处理	表示各种处理功能		穿孔卡片	表示以穿孔卡片为媒介的输入输出功能
	判定	表示几种路线的判定和开关操作		卡片组	表示一组穿孔卡片
	准备	表示开关的设置、变址寄存器的改变、程序初始值的设定、改变程序本身的指令		流线	表示连接符号的功能。流线也可相互交叉
	预定的处理	表示在其它场合定义的指令群和处理过程		连接符号	表示对框图之外场合的输入输出
	手工操作	表示用手工操作的处理过程		端符号	表示框图的开始、结束、停止、中断等的端点
	输入输出	表示输入输出功能		注解	表示为理解而附加说明或提示的功能

4. 如上所述, i 为整数, 但是在下列步骤 5 的表达式中含有实数(有小数的数), 所以为了避免在同一式子中混有整数和实数而造成计算机停机, 必须把整型变量 i 转换为实型变

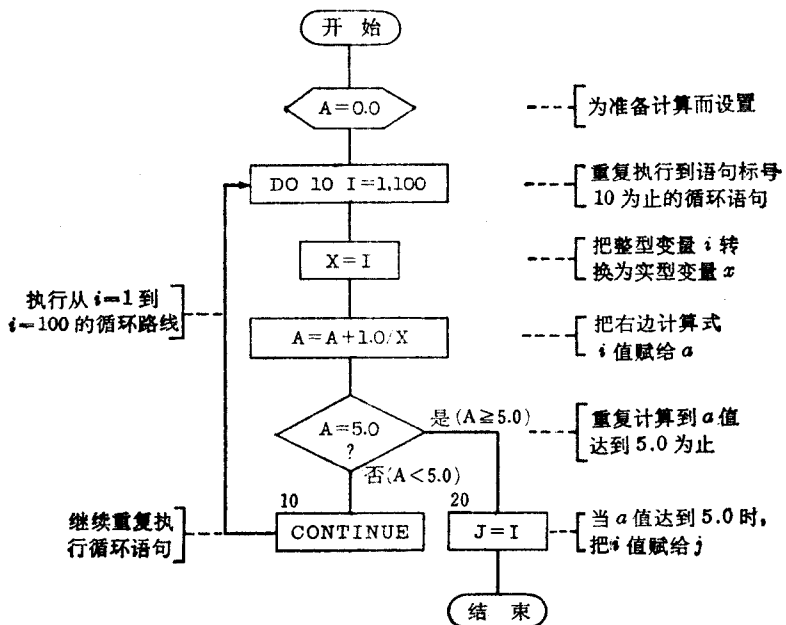


图 1.1 框图

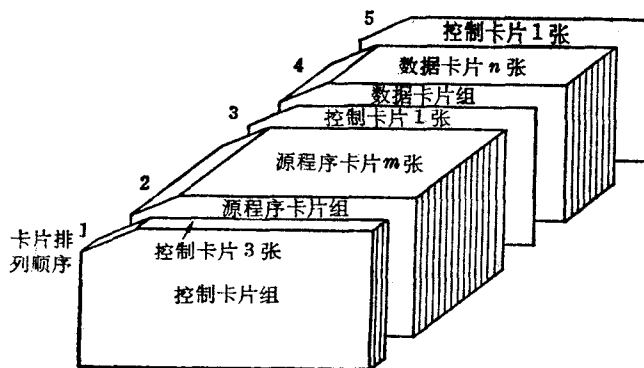


图 1-3 卡片的具体排列顺序

2. 卡片 图 1-4 表示实际的穿孔卡片，为了把它自动输入电子计算机，长、短边的长度和棱边(左上角切边)的尺寸应按照 JISC 6244 对交换信息用的穿孔卡片所作的规定。

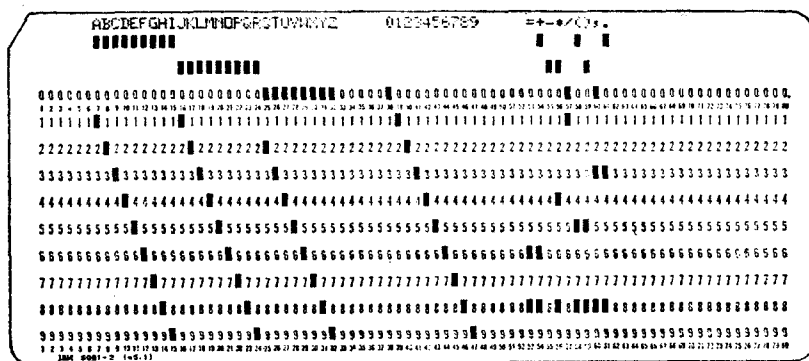


图 1-4 交换信息用的穿孔卡片

卡片第 1 行上的 FORTRAN (formula translation 的缩写) 语言字符是由穿孔员打印的，表达该字符的孔是从其字符下面纵向排列的 12 个位置中选出来穿孔的，电子计算机按照孔的不同布置而用电气方法读取字符。

FORTRAN 程序语言的字符如表 1-3 所示。

表 1-3 FORTRAN 程序语言的字符

字符		
A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9		
特殊字符	名称	含义
	空白	记在程序纸上时，表示为“□”
=	等号	把右边之值赋给左边(把右边的结果存贮到左边)
+	加号	加法运算符号，正号
-	减号	减法运算符号，负号
*	星号	乘法运算符号
**	乘幂	乘幂符号
/	斜线	除法运算符号，格式语句中的换行符号
//		两次换行符号，控制卡片上的指令符号
/*		控制卡片上的运算结束符号
(	左括弧	() 为规定优先运算的符号
)	右括弧	
,	逗号	行的分隔符号
.	点	点，小数点符号

3. 控制卡片 图 1.5a~d 表示控制卡片实例,着褐色。为了向电子计算机发出执行指令,这种卡片的作用是在组成程序主体的源程序卡片之前后发出操作指令。控制卡片的书写格式和张数,大都随计算机的型式及计算中心的工作方式而异。在下列的控制卡片中记入了至少要处理的事项。

卡片1号 这是指令接纳号的控制卡片。如图1-5e所示,在字位号1~2、3~11和12及其以后的地方分别记入指令符号//、指令名称和接纳号。

卡片 2 号，这是指令执行运算的控制卡片。如图 1-5f 所示，在字位号 1~2、3~11、12~14、16~20、24~25、26 的地方分别记入指令符号 //、指令名称、运算、运算标号、运算级别符号(例如符号 A)。在此例中，运算标号由 4 位英文字母和 4 位数字组成。但是，字

[illegible]

图 1.5a 控制卡片 1 号示例

[illegible]

图 1.5b 控制卡片 2 号示例

[illegible]

图 1.5c 控制卡片 3 号示例

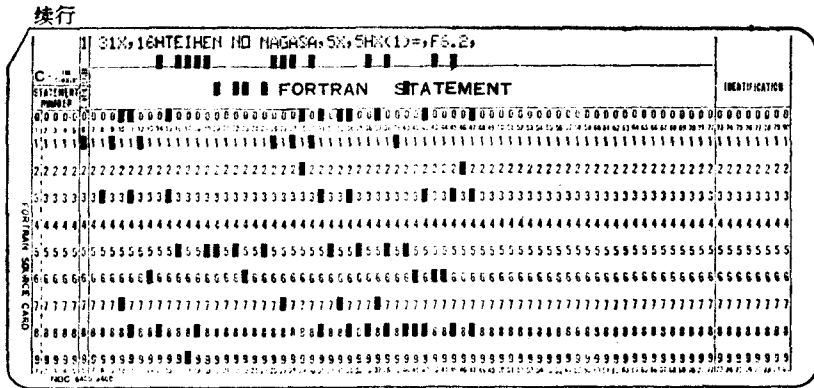


图 1.6c 源程序卡片示例 续行

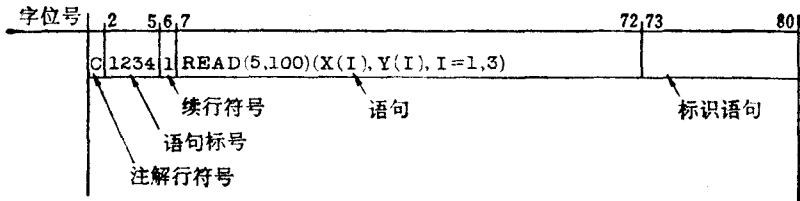


图 1.6d 源程序卡片记录位置的示例

仅由始行组成,有时则由始行和相接的若干续行组成。

始行是记入语句的一行,它可以在字位号 7 到 72 之间记入语句。

续行是当语句长度不能完全放入始行而必须延长和换行时,或者程序设计员想在始行中间将语句换行时,在字位号 6 的位置上记 0 以外的 1 位数字,从而记入继续语句的行。与始行相同的字位号 7~72 的地方是继续语句的记入字域。由于一句语句的续行最多为 19 行,必须超过此行数时,就要把语句分成两句或更多句。

标识语句与电子计算机的计算无关,但可对卡片号、语句说明、顺序、识别、标识等写入必要的备注,并用于替换卡片与穿孔的联系事项。

5. 数据卡片 图 1.7a 表示数据卡片, 着淡黄色。这种卡片是一种记录卡片, 它排列了

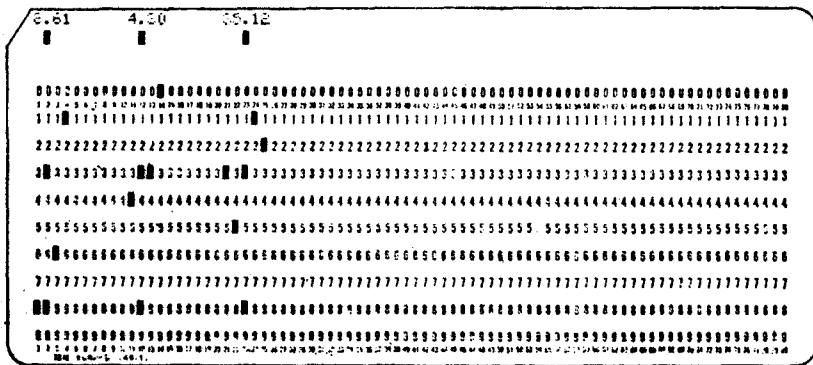


图 1.7a 数据卡片

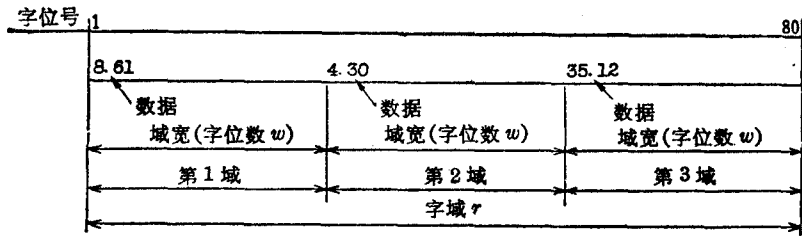


图 1.7b 数据卡片记录位置的示例

源程序卡片语句中出现的资料数据,能随时按照需要参加运算。因此,同上述源程序卡片一样,没有规定记录位置。如果取 80 个字位的范围,就可以根据程序设计员的想法记到适当字位的位置上。但是,在排列数据时,要求记录方法符合字域说明的形式。

四、程序记录纸

上述各卡片与书写到程序记录纸(程序纸也称程序表)上的各行文字相对应,如图 1-8 所示。这样,程序记录纸上的一行是作为一张卡片列出的。因此,如果穿孔员在打字机上打出一行,就有一张卡片穿孔,如果将这种穿过孔的卡片输入电子计算机,就可以自动进行对应于该行的计算。

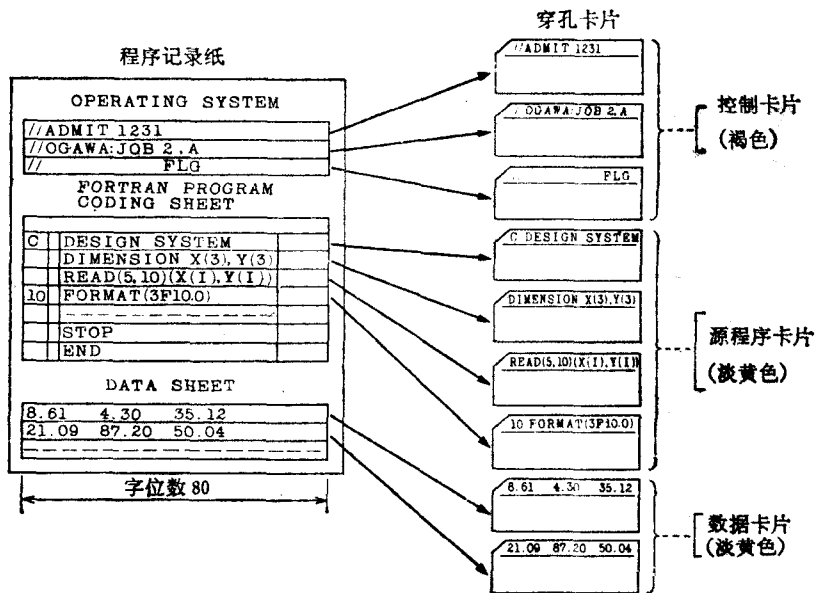


图 1-8 程序各行与卡片的关系

由此可知,为了制订卡片,设计人员首先必须用 FORTRAN 语言将程序文字书写到程序记录纸上,这项工作就是所谓“程序设计”。

书写到程序记录纸上的语言字符必须是表 1.3 所示的字符。按照手写字迹书写在纸上时,穿孔员有时会认错而打出易混字符,为了防止读错,表 1.4 所示的字符必须特别明确地加以表示。

表 1-4 程序字符记录上的注意点

字符(读音)	易错字符(读音)	手写字迹
I (爱)	1 (一)	I 或 i
O (欧)	0 (零)	0 或 θ
Z (才特)	2 (二)	Z
U (优)	V (喂)	U
V (喂)	U (优)	V
, (逗号)	. (点)	, (太明显)
/ (斜线)	1 (一)	/ (太长)
((括号)	C (西)	((太大)

五、输出记录纸

将卡片输入电子计算机, 计算一结束, 就在输出记录纸(也称输出表)上打印出结果, 必须把设计结果明确告诉有关设计和制造人员。

这种输出记录纸, 一页上横向有 133 个字位, 纵向有 66 行, 而其左端第一位作为控制用, 不能打字。因此, 实际上可用作输出行的字位数, 每行为 132 位。图 1-15 表示输出记录纸上所写出的具体输出表。

六、程序语言

编制程序所需要的语言, 在 JISC6201 电子计算机程序语言 FORTRAN(级别 7000)中已有说明, 可供参考。在此说明的仅是为实现后面所述的设计系统自动化而需要的语言。

1. 常数和变量 程序语言中所表示的常数和变量如表 1-5 所示。

例如, 为了表示三角形的形状, 图 1-10 列出了以底边长度 x 毫米和高度 y 毫米作为变量, 而以种类 $i=3$ 的数据作为常数的资料表。设计时, 常用这种类型的资料表。这里, 种类

表 1-5 程序语言的常数和变量

语言举例	名称	含 意
56343	整型常数, 简称整常数	表示整数的常数
-478	有符号的整常数	表示有符号整数的常数
5.634 3.0E3	实型常数, 简称实常数	表示有小数部分的常数 表示 3.0×10^3
-5.63	有符号的实常数	表示有符号实数的常数
(6.5, 1.26)	复数型常数, 简称复数常数	表示 $6.5 + 1.26\sqrt{-1}$
6 字符 6H ALPHA 4 字符 4H C2=	字符型常数, 简称字符常数	表示把字符 H 放到整数 n 的后面, 其后再放由 n 个字符(包括空白位)组成的字符集
I, JJ, K1, L, M2, NB	整型变量, 简称整变量	表示由以 I、J、K、L、M、N 开头的 6 个字符或少于 6 个字符的英文字母和数字组成的整数变量
AMU, HDI, PI, R5, V7, XN, YA, ZS	实型变量, 简称实变量	表示由以 I、J、K、L、M、N 之外的英文字母开头的 6 个字符或少于 6 个字符的英文字母和数字组成的有小数部分的变量

i 为整数, 因此在程序语言中用整型变量 I 表示; 而尺寸 x 和 y 为有小数部分的变量, 因此在程序语言中用实型变量 X 和 Y 表示。种类 i 的常数 1、2、3 均为整型常数, 而尺寸 x 、 y 的常数值 8.61、4.30、35.12、...、50.04 均为实型常数。表 1.10 是用程序字符表示的资料表。

2. 数组 对于图 1.10 和表 1.10 中所示的三角形底边长度 x 值, 在纵的一列内依次排列 8.61、35.12、87.20, 对于种类 $i=1$ 的对应值, 在横的一行内依次排列 8.61、4.30。这样沿纵、横一个方向依次排列的数组称为一维数组。如果用程序语言表示, 则数组 $X(3)$ 、 $Y(3)$ 、 $I(3)$ 均称为一维数组。

如果接下来把该图作为变量 z 随种类 $l=3$ 、种类 $m=2$ 而变化的资料表, 那么也可以排成表 1.6 的形式。这时, 如 z_{lm} 那样, 沿纵向和横向依次排列的数组, 即沿两个方向依次排列的数组称为二维数组。如果用程序字符 Z 表示, 则数组 $Z(L, M)$ 称为二维数组。表 1.6 表示 $Z(3, 2)$ 的二维数组。

表 1.6 变量 z_{lm} 的资料表

$l \backslash m$	1	2
1	8.61	4.30
2	35.12	21.09
3	87.20	50.04

这里, 如果一般数组用 $a(j_1, j_2, j_3)$ 表示, 则 a 称为数组名, 它是开头字符为英文字母的变量。 j_1 、 j_2 、 j_3 称为数组元素, 它紧接在数组名后面, 以下标的形式写在 $()$ 内, 以表示构成数组的数据数。

3. 维数语句 用程序语言表达的维数语句举例:

DIMENSION $X(3)$, $Y(3)$

的含意为“规定数组变量 x 的三种数据和 y 的三种数据的存贮单元”。一般用 DIMENSION $v_1(i_1)$, $v_2(i_2)$, ..., $v_j(i_j)$, ... 表示, 数组 $v_j(i_j)$ 称为数组说明符。其中数组名 v_j 称为说明符名, 它是把数据卡片上的常数赋给变量而用的变量名。数组元素 i_j 称为常数说明符下标, 它由 1 个、2 个或 j 个元素组成, 是表示数据卡片上所记录的数据的整常数。

4. 格式读语句 用程序语言表达的格式读语句举例:

READ (5, 100) ($X(I)$, $Y(I)$, $I=1, 3$)

是一个命令语句, 其含意为“使用输出设备号 5, 按照语句标号 100 的格式, 从 $i=1 \sim 3$, 每次增加 1, 读入变量 x_i 和 y_i ”。一般用 READ(u, f) k 表示, u 为整数, 它表示输入设备的识别号。 f 为接着记录的格式语句标号。 k 称为输入表, 它规定输入时赋值的变量名和数组元素名。因此, 在存贮单元由维数语句确定的数组中, 把需要适当读入的某数组, 即用逗号隔开的并列变量规定为 k 。

5. 格式写语句 用程序语言表达的格式写语句举例:

WRITE(6, 120) ($X(I)$, $Y(I)$, $I=1, 3$)

是一个命令语句, 其含意为“使用输出设备号 6, 按照语句标号 120 的格式, 从 $i=1 \sim 3$, 每次增加 1, 写出变量 x_i 和 y_i ”。一般用 WRITE(u, f) k 表示, u 为整数, 它表示输出设备的识别号。 f 为接着记录的格式语句标号。 k 称为输出表, 它指示输出时传送数值的变量名和数