



软件使用手册

海洋地质综合研究大队
北京四〇一研究所
上海电子计算机厂

TQ—6 电子计算机

软件使用手册

海洋地质综合研究大队
北京四〇一研究所
上海电子计算机厂

前 言

为适应计算工作的需要，我们在阅读兄弟单位的有关资料的基础上，改编和摘录了以下几个方面的资料，汇编成本使用手册，为使用者提供方便。这些内容是：

第一部分：TQ—6 机硬件概况

第二部分：TQ—6 机BCY语言简介

第三部分：上机操作过程。本部分主要介绍了二个单道管理程序的使用方法。

第四部分：扩充库过程。库过程为广大计算人员所需要，我们在修改BCY编译程序的基础上，扩充了这部分的内容。若使用者感兴趣，自己亦可往内加进新的库过程，或将自己的BCY语言程序以库过程形式往内添入，使库过程带成为一个BCY语言程序包。

最后是附录，内容有TQ—6 机指令表、交换器控制字指令、纸带穿孔方法等。

以上各部分，除第四部分是我们根据一般科学计算而编写以外，其它各部分，大多摘编于TQ—6 机的出厂资料和五机部二〇三研究所的资料。另外还参考了水电部电力局的资料。

在本手册的编写过程中，还受到了许多用户的关心和支持，在此表示感谢。

海洋地质综合研究大队
北京四〇一研究所
海电子计算机厂

目 录

第一部分 硬件概况	1
§ 0.1 全机结构及主要性能.....	1
§ 0.2 内存专用单元.....	4
§ 0.3 中断状态字.....	6
§ 0.4 程序状态字.....	7
§ 0.5 数在机器中的表示形式.....	9
第二部分 TQ—6 机的BCY语言简介	11
第一章 语言的基本成份	12
§ 1.1 基本符号、名字和数.....	12
§ 1.2 函数和标准函数.....	14
§ 1.3 简变、下变、字和操作变量.....	17
§ 1.4 表达式.....	20
第二章 语句的使用	24
§ 2.1 计算语句.....	24
§ 2.2 转向语句.....	25
§ 2.3 空语句.....	26
§ 2.4 停语句和暂停语句.....	27
§ 2.5 条件语句.....	28
§ 2.6 循环语句.....	29
§ 2.7 盘、带传送语句.....	30
§ 2.8 复合语句和分程序.....	31
第三章 过 程	35

§ 3.1 过程的一般形式	36
§ 3.2 库过程	40
§ 3.3 输入、输出标准过程	42
§ 3.4 其他标准过程	47
第四章 例题、程序及其他	50
§ 4.1 例题	50
§ 4.2 程序编制技巧及注意事项	56
§ 4.3 程序的修改与调整	62
§ 4.4 BCY与ALGOL-60语言的区别	66
第三部分 上机操作过程	70
第五章 自动化单道管理下BCY语言程序的运行	70
§ 5.1 源程序的书写与穿孔	70
§ 5.2 控制台与控制台命令	71
§ 5.3 上机操作过程	84
§ 5.4 编译过程中的输出内容	87
第六章 编译概貌、特殊处理及故障分析	102
§ 6.1 BCY编译过程概貌	102
§ 6.2 上机操作中的一些特殊处理	103
§ 6.3 故障分析	106
第七章 自动化单道管理下手编程序的运行	113
§ 7.1 内存分配	113
§ 7.2 转主控指令的使用控制字	113
§ 7.3 上机操作过程	120
第八章 手编单道管理下手编程序的运行	122
§ 8.1 内存分配	122
§ 8.2 转主控指令的使用控制字	122
§ 8.3 纸带穿孔	126

§ 8.4 控制台 和控制台 命令	128
§ 8.5 上 机 操 作 过 程	132
§ 8.6 各 种 设 备 信 息 表	133
第四部分 扩充库过程	141
1. 一元N点成组插值(§ LAGN)	141
2. 一元三点插值(§ LAG3)	144
3. 埃特金逐步插值(§ ATKIN)	147
4. 带有一阶导数的埃尔米特插值(§ HER)	149
5. 龙贝方法计算单重积分(§ ROMBERG)	152
6. 高斯方法计算多重积分(§ GSI)	156
7. 高维数值积分的数论方法(§ HW)	161
8. 约当逐行消去法求介线性代数方程组 (§ GJ)	167
9. 全主元高斯消去法求介线性代数方程组 (§ GS 2.)	172
10. 列主元求介一系列线性代数方程组 (§ GS 1)	176
11. 平方根法介对称线性代数方程组 (§ LSQRT)	179
12. 追赶法介三对角型方程组(§ TRID)	183
13. 高斯~塞德尔迭代法介线性代数方程组 (§ GS)	186
14. 共轭斜量法介线性代数方程组(§ CG)	189
15. 行主元约当消去法求逆矩阵 (兼求行列式值)(§ INVERSION)	192

16. 对称正定矩阵求逆 (§ INVT 2)	198
17. 幂方法计算绝对值最大的特征值和相应的特征向量 (§ POWER)	201
18. 雅可比方法计算对称矩阵的特征值和特征向量 (§ JACOBI)	205
19. 定步长尤拉法介常微分方程 (§ EULER)	211
20. 定步长基尔法介常微分方程组 (§ GILL)	213
21. 变步长龙格—库塔法介常微分方程组 (§ RK)	217
22. 求高次代数方程的全部实根 (§ NM)	221
23. 高次代数方程的求根 (§ SPERC)	224
24. 下降法介非线性方程组 (§ NL1)	228
25. 拟牛顿法介非线性方程组 (§ NL2)	232
26. 超定方程组的最小二乘法 (§ LS)	237
27. 宽行图形输出 (§ CURVE)	241

附录:

1. TQ—6 机指令系统表	248
2. 交换器控制字指令	254
3. 设备编码表	268
4. 纸带与穿孔	271
5. 源程序书写限制表	279
6. 各种常数表	280
7. TQ—6 机BCY语言语法规则	283

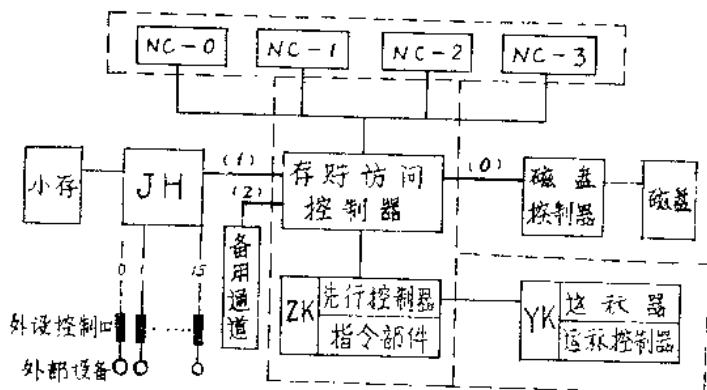
第一部分 硬件概况

TQ—6机是上海电子计算机厂(原上无十三厂)学习、接受华东计算技术研究所的 655 机科研成果,进行批量生产的一种大型通用数字电子计算机。

本机采用集成电路,设有中断系统和外部通道,具有主机与外设并行工作的能力。本机储存容量大,计算速度快,解题能力强,可用于工程设计、光学、化学分析、航空、天气预报、地质勘探、天体研究以及人造卫星的发射等大型复杂题目的计算。为使软件及程序设计人员使用本机时对硬件情况有所了解,现将本机硬件概况介绍如下:

§ 0.1 全机结构及主要性能

全机结构如图 1 所示。



(续1) 全机结构图

其中, NC—0、NC—1、NC—2、NC—3 表示四个内存体; ZK表示主控制器; JH表示交换器; YK表示运行控制器。

(一) 内存存储器

总容量为131072个单元, 由四个容量为32768个单元的磁芯组成。每个单元有50位(包括一位奇偶校验位和一位备用位), 存取周期约为 $2\mu\text{S}$ 。四个磁芯体采用完全交错的排列形式, 从而减少了对连续单元访问的等待时间。内存存储器受存储访问控制器的控制, 并通过存储访问控制器与机器其他各部分发生联系。

(二) 存储访问控制器

它是外部设备通道、中央控制器和内存存储器之间的连接器, 其主要功能:

1. 接收外部设备通道, 主控制器送来的访问存储器的请求, 并按事先约定的优先次序进行排队;
2. 控制存储器的读出(包括查偶)和写入(包括求偶);
3. 为外部设备和主控制器建立必要的回答状态。

(三) 中央控制器

中央控制器(即主控制器)由以下三个主要部件构成:

1. 先行控制器

它包括一个指令计数器, 三个指令先行站, 三个操作数先行站, 一个写入寄存器和一个存放四条指令的操作码寄存器。先行控制器的功能是: 先行取指令, 先行取操作数等。

2. 指令部件

它包括指令寄存器, 变址加法器, 15个变址寄存器等。通过指令部件完成: 执行控制指令、变址指令及求出真地址

等。

3. 中断控制

处理各种中断，本机具有三级中断：0级中断，为主控状态下程序性例外；1级中断，为目的状态下程序性例外；2级中断，为外部设备中断。

（四）运算器

它是本机高速处理部件，一切算术指令、逻辑指令均由它完成，但在结构上仅与主控制器发生联系（从操作码寄存器取指令，从操作数先行站取操作数，将结果送至写入寄存器）。而其本身又分为二大部分：

1. 高速运算器

它包括A、B、C、D四个可编地址寄存器，中间寄存器E，乘法寄存器F和完成高速乘法、除法所需的乘法器、加法器等。

2. 为完成高速运算、逻辑操作等指令所需的独立控制部件。

（五）通道及外部设备

一切外部设备（包括外存储器）均通过通道与存储访问控制器发生联系。本机在设计时有三个通道：

0 通道—为磁盘通道；

1 通道—为交换器通道；

2 通道—为备用通道。

TQ—6机具有较高的运算速度，但外设因受机械动作的限制，其工作速度远不能与主机匹配。为解决这一矛盾而增设了主机与外设之间的中间站—交换器。

交换器采用一套公共的逻辑控制部件，分时处理十六个子通道与主机的内存储器交换信息。交换器并配有容量为

256单元(相当400(8)单元)、存取周期为0.8 μ S的磁膜存储器,称作交换器存储器(简称“小存”),它是主控制器、交换器和外设之间传输信息用的缓冲存储器,是一个快速小容量的存储系统。

交换器控制外设和主机内存储器之间的信息交换,使设备尽量少地占用主机的工作时间;在全部外设工作频率不超过交换器工作能力时,交换器可使十六个子通道并行工作。这样大大提高了机器的运算速度和外设的使用效率。

交换器16个子通道外设分配如下表:

子通道序号	所接外设名称	外设规格及特性
1~3	宽行打印机 (3台)	KSY—120—64型,速度:20行(数字)/秒或10行(字母)/秒
4~7	磁带机(4台)	ZDC—1型,带速2m/s,具有互换性
8~9	光电机	RG—6,800字符/秒;RG—5A,1180字符/秒,5~8单位通用
10~11	x—y数字式 曲线绘图仪	LE—5型,200步/秒, 0.2mm/步
12	控制台排码 开关通道	48位,250K字符/秒
0,13,14	备 用	
15	控制台电传 打字机	BD055型,7—8字符/秒, 供人机联系用

交换器控制字形式见附录2。

设备编码表见附录3。

§0.2 内存专用单元

TQ—6机在内存存储器中专门拨出一批单元供管理程序使用,这一批单元称为专用单元。其在内存中的绝对地址和功

用见下表:

绝对地址	功 用	绝对地址	功 用
000000		000024	空
1	四个开关存	000025	0级中断字存放单元
2	储器只读不	26	1级中断字存放单元
3	能写	000027	空
000004		000030	存放第0级中断程序状态字
⋮	八 个	31	存放第1级中断程序状态字
⋮	空白单元	32	存放第2级中断程序状态字
000013		33	转主控程序状态字
000014	0通道中断字存放单元	000034	第0通道控制字链头地址
15	1通道中断字存放单元	35	第1通道控制字链头地址
16	2通道中断字存放单元	36	第2通道控制字链头地址
000017	空	000037	空
000020	2级中断入口		
21	转主控入口		
22	0级中断入口		
23	1级中断入口		

§ 0.3 中断状态字

当机器出现中断时，记录各中断性质触发器所处的状态信息字，分“0”级、“1”级中断字和“2”级中断字两种形式，它们分别存放在固定单元：

$$\left\{ \begin{array}{l} 000\ 025 \text{ 存放第 0 级中断字} \\ 000\ 026 \text{ 存放第 1 级中断字} \\ 000\ 015 \text{ 存放第 1 通道中断字} \end{array} \right.$$

1. 0 级、1 级中断字的形式：

48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
Z _e	Z _y	F _e	D _y	C _e	G ₁₁	G ₁₂	D _{TJ}	T _M	J ₀₁	J ₀₂

37	36	35	29	28	22	21	15	14	8	7	1
J _{R2}	J _{R1}	C ₀ ^{7K}	C ₀ ³	C ₀ ²	C ₀ ¹	C ₀ ⁰					

其中第41~48位表示程序性例外情况的各种中断指示位：

Z_e——指令字偶么错中断标志；

Z_y——指令字地址越界中断标志（只有1级中断才有）；

F_e——非法操作码中断标志；

D_y——操作数地址越界中断标志（唯1级中断有）；

C_e——操作数偶么错中断标志；

G₁₁——非法操作数（如除数非规格化数或“0”等）；

G₁₂——运算结果溢出；（G₁₁、G₁₂亦称算术例外）

D_{TJ}——动态停机中断标志（主机的一些逻辑状态转错，从而使机器出错，不能继续执行指令操作，称之为动态停机）。

第36~40位是中断时先行操作码站工作状态（寄存）标

志，它反映了 C_0 即操作码堆积情况。

C_0^{TK} ——中断时运算器现行指令的操作码，最右二位是字节标志。

C_0^I ——中断时，先行指令站各操作码寄存器中的操作码，右面二位是字节标志。（ $i = 0, 1, 2, 3$ ）

2. 2级中断字的形式：

48	40	39	38	37	36	35	34	19	18	17	16	I
空	白	/	/	备用	/			备用				

第1~16位表示交换器16个子通道的中断标志

第19~34位表示对应通道的小存错或大存（偶么）错或者交换器指令OP_i比较不等的出错标志。

第36位表示交换器取本通道控制字链的开始地址出错（这由内存专用单元000035存放）。

第35（时钟中断），38、39位现未用。

§ 0.4 程序状态字

机器在当前运行的程序中改变程序的状态时，记录或发送给程序状态触发器的信息字称为程序状态字。

程序状态字是程序在机器中运行时所具备的各程序状态在机器中的存取格式。它由状态指示器、开始块地址寄存器、结束块地址寄存器、指令地址计数器、字节计数器组成，它们在程序状态字中的位置分布如下：

48	41	40	33	32	25	24	19	18	17	16	1
状态位	结束块地址	开始块地址	指示位	字节计数器	指令地址计数器						

当程序在运行时发生各种中断或目的程序要使用外设而通过“转主控”指令进入管理程序时，程序状态触发器的信息就送进相应的固定单元记录下来，当管理程序处理中断或“转主控”命令完毕时，又通过“返回”指令将相应的固定单元中的程序状态字送入程序状态触发器，以便继续执行目的程序。

程序状态字的具体含义如下：

48	47	46	45	44	43	42	41	40	33		
T _{CP}	T _T	T _{WP}	T _{XP}	T _{SP}	T _W	T _{W'}	/	X _X			
32	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	1
S _X	S _{Z^K}	S _{Z^{K'}}	S _{Y^K}	T _{Pj}	T _{CC}	/	J _S	J _Z			

其中：

T_{CP}：程序屏蔽标志，“1”时一切程序性错误引起的中断均无效。

T_T：机器运行状态标志，“1”表示机器处于“主控”状态；“0”表示机器处于“目的”状态。

T_{WP}：外中断屏蔽标志。“1”表示关闭外中断，即一切外部中断均无效。

T_{XP}：先行屏蔽标志。“1”表示关闭先行运行，即机器处于非先行工作状态。

T_{SP}：算术例外情况屏蔽标志。“1”表示一切算术例外情况（如除数非规格化数、除数为“0”、结果溢出等）的中断均无效。

T_W：运算结果特征标志。

T_{W'}：变址操作结果特征标志。

(以上为状态位)

X_x : 程序结束块地址寄存器。 } 以1024个机器字作为
 S_x : 程序开始块地址寄存器。 } 一块。
 J_s : 指令字节计数器(二位)
 J_z : 指令字地址计数器(十六位)

(以下为指示位)

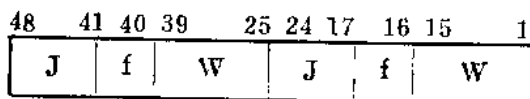
S^{ZK} : 中断时,主控制器现行指令字节标志。
 $S^{ZK'}$: 中断时,主控制器前一指令字节标志。
 S^{YK} : 中断时,运算器现行指令字节标志。
 T_{P_3} : 中断时,主控制器处于 T_{P_3} 节拍标志。
 T_{cc} : 中断时,主控制器操作码未送先行操作码寄存器
 C_0 的标志。

§ 0.5 数在机器中的表示形式

(一) 数在机器中的表示形式

为了充分利用存储单元和简化结构,在本机中,数可以用48位浮点形式或24位浮点形式表示。

1. 浮点半字长形式



J : 阶码,用移码表示。即 $x = 2^P \cdot W$ 在机器内表示为 $2^{P+128} \cdot W$,例 $x = 2^{+5}W$,在机内表示为 $2^{133}W$; $x = 2^{-5}W$ 表示为 $2^{123}W$ 。

f : 数符, $f = 0$ 为正, $f = 1$ 为负。

W : 尾数,用补码表示。

2. 浮点全字长形式

48	41	40	39	1
J	f			W

此处，W占39位，其他参数意义同上。

(二) 数的表示范围

数在TQ-6机中被表示成下列二进制浮点形式：

$$x = \pm 2^J \cdot W$$

其中 $0 \leq J \leq 255$, $0 \leq W \leq 1 - 2^{-39}$, $|x|$ 的范围是

$$[0.293874 \times 10^{-38}, 0.1701412 \times 10^{38}]。$$

如果机器运算结果超过所能表示的数上界（即 $J \geq 256$ ）那么称为上溢。此时，机器发出中断请求。若经机器运算的结果小于或等于机器所能表示的下界，称为下溢，此时一律将此数（机器零）置成标准零，即全“0”。

(三) 规格化数的定义

设数 $x = \pm 2^J W$ ，若其符号位与尾数最高位不等，则称此数为规格化数。

若 x 为正数，则 $f = 0$, $W = .1xx \dots x$ 即 $\frac{1}{2} \leq W < 1$;

若 x 为负数，则 $f = 1$, $W = .0xx \dots x$ 即 $\frac{1}{2} \leq |W| < 1$ 。

值得注意的是，这种定义与一般机器对规格化数定义的方法有所不同。根据这一定义，象 -2^0 这样的数，规格化后的形式举例如下：

$$\begin{array}{ll} -2^{-3}: 3730000000000000 & -2^{-2}: 3750000000000000 \\ -2^{-1}: 3770000000000000 & -1: 4010000000000000 \\ -2: 4030000000000000 & -2^2: 4050000000000000 \\ -2^3: 4070000000000000 & \end{array}$$