

013大型通用集成 电路电子计算机

中国科学院计算技术研究所

一九七七年十月

TP33-369

前 言

013 机是一台大型集成电路通用数字电子计算机，该机于 1976 年初经签定，已交付使用。

013 机是在毛主席“独立自主、自力更生”方针的指引下，从设计到交付使用，共用了三年多时间研制成功的。

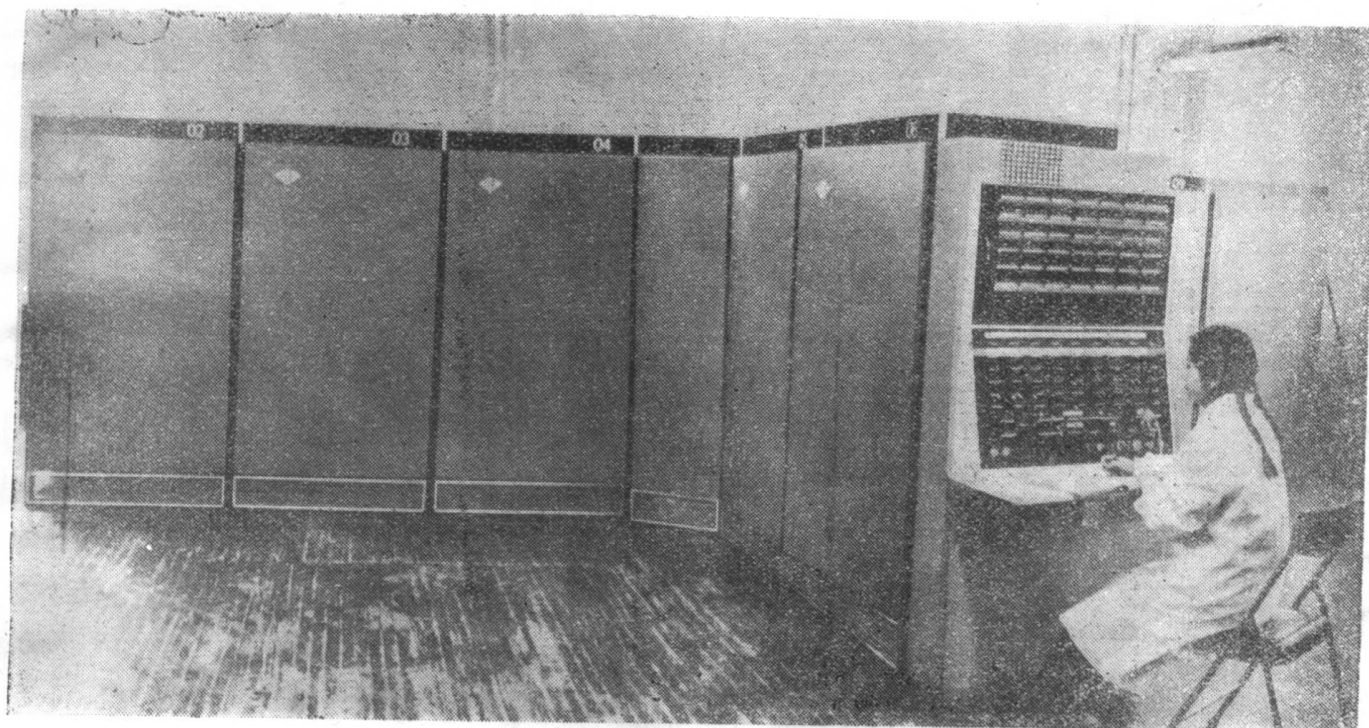
该机采用了电流开关组件（ECL），平均运算速度为 200 万次/每秒。外部设备比较齐全，工作较稳定。全部采用国产器材。

本书对 013 机每个部件的主要指标、工作原理、技术特点作了全面介绍。读者可以从这本书中了解到 013 机的全貌和特点。

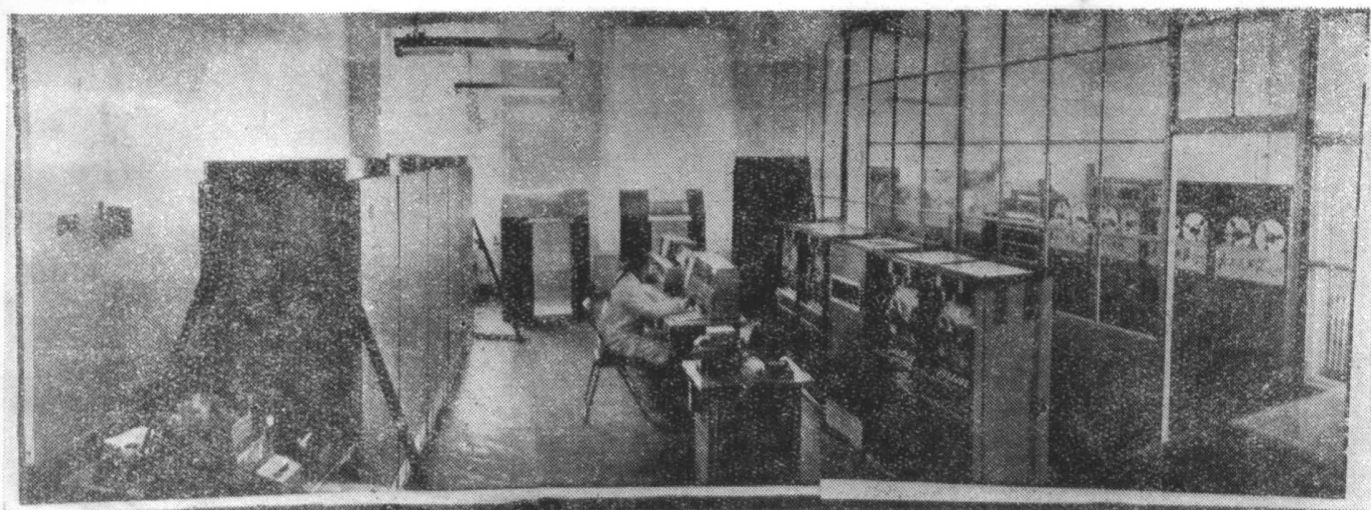
本书可供从事计算技术方面的工程技术人员、大专院校计算机专业和自动化专业的师生参考。

013 机的研制成功是社会主义大协作的产物。研制该机过程中，得到了中国科学院 109 厂以及四机部和北京市所属有关兄弟厂的大力协助，借此机会，对他们表示衷心地感谢。

由于时间短促和水平所限，书中难免有不妥和错误之处，欢迎读者指正。



013机中央处理机和内存部分



013机外围设备部分

目 录

第一章 概况	李润斋、赵仁昌执笔 (1)
1.1 主要性能.....	(1)
1.2 指令系统.....	(2)
1.3 主要技术措施及特点.....	(3)
1.4 整机总框图及硬件概况.....	(6)
1.5 机房布局.....	(7)
1.6 电源、通风、器件、结构及组装.....	(7)
1.7 软件概况.....	(10)
第二章 运算控制部件	敖大振执笔 (12)
2.1 运控与整机的联系.....	(12)
2.2 运控的组成部分.....	(12)
2.3 算术运算.....	(13)
2.4 逐位开方算法.....	(14)
第三章 指令控制部件	张修、李树貽执笔 (21)
3.1 指令控制部件的职能.....	(21)
3.2 指令具有下列三个主要特点.....	(21)
3.3 指令的组成部分.....	(22)
3.4 指令的执行.....	(25)
3.5 地址转换机构.....	(26)
3.6 循环指令.....	(28)
第四章 013机存储控制部件	许庆得执笔 (30)
4.1 概述.....	(30)
4.2 存控结构.....	(31)
4.3 013机存控的一些特点.....	(35)
第五章 单元线路	程文铨执笔 (38)
5.1 ECL 组件.....	(38)
5.2 基本逻辑单元.....	(44)
5.3 传输.....	(47)
5.4 干扰.....	(49)
5.5 TTL 组件.....	(50)
第六章 磁心存储器	王振山执笔 (54)
6.1 电流驱动系统.....	(55)
6.2 读出放大系统.....	(56)
6.3 提高存储器可靠性的措施.....	(58)
6.4 实验结果.....	(59)
第七章 双轴磁心半固定存储器	刘玉执笔 (60)
7.1 概述.....	(60)

7.2 存储单元	(61)
7.3 磁心体	(64)
7.4 总体情况	(65)
7.5 读出系统	(67)
7.6 系统工作范围	(69)
7.7 小结	(70)
第八章 双极型半导体存储器	张海门执笔 (71)
8.1 概述	(71)
8.2 半导体存储器的逻辑框图	(71)
8.3 存储单元及其工作原理	(72)
8.4 外围电路及其工作原理	(73)
8.5 提高可靠性的几点说明	(75)
第九章 磁膜存储器	苏振泽执笔 (76)
9.1 简述	(76)
9.2 磁膜存储体结构	(76)
9.3 字驱动系统	(77)
9.4 数位的写入和读出	(79)
9.5 存储器的结构和调整	(80)
第十章 交换器简介	刘正义执笔 (82)
10.1 概述	(82)
10.2 外部指令的功能	(83)
10.3 控制字的功能	(84)
10.4 主机如何使用外部设备	(85)
10.5 交换器如何控制外部设备工作的	(85)
10.6 交换器如何完成各子通道并行工作的	(86)
10.7 子通道请求的排队	(86)
10.8 交换器和子通道的联接	(87)
第十一章 磁盘存储器	席克执笔 (88)
第十二章 键盘显示器及针形打印机	万永熙执笔 (92)
12.1 功能简介	(92)
12.2 工作原理简介	(96)
第十三章 静电印刷简介	朱传乃执笔 (97)
13.1 静电印刷的基本原理和结构	(98)
13.2 静电印刷基本参数	(99)
13.3 静电印刷的逻辑功能	(100)
13.4 静电印刷使用过程	(106)
第十四章 光电输入机	李萃先执笔 (107)
第十五章 宽行打印简介	李汉芬执笔 (108)
第十六章 磁带存储器	陆家运执笔 (110)
16.1 概况	(110)

16.2	磁带控制器简介	(110)
16.3	磁带的使用方式和使用过程	(111)
16.4	互换性的调整与检查	(115)
第十七章	013机控制打字机说明	陶学潜执笔(116)
17.1	概述	(116)
17.2	6810型球形控制打字机(以下简称控打, 暂缺穿孔读孔部件)简介	(116)
17.3	013机控打接口	(123)
17.4	附: 有关6810型控制打印机电控箱逻辑功能修改的几点简单说明	(127)
第十八章	使用台显示器	贾沛长执笔(127)
18.1	概述	(127)
18.2	原理框图及各部份作用	(128)
18.3	显示指令系统	(130)
18.4	基本指标	(130)
18.5	部件功能说明	(131)
18.6	主要使用方式举例	(138)
18.7	结束语	(138)
第十九章	电源简介	张广明执笔(138)
19.1	013机供电系统概况	(138)
19.2	全机稳压电源类型、指标及线路特点	(141)
19.3	013机电源保护系统	(148)
19.4	大型组件计算机供电系统研制和调整中的有关问题	(152)
第二十章	机器组装	白径天执笔(154)
20.1	前言	(154)
20.2	标准机柜	(154)
20.3	插件及接插件	(157)
20.4	底板及走线	(159)
20.5	通风散热系统	(164)
20.6	电源系统组装	(168)
20.7	三控组装	(170)
20.8	主存组装	(172)
20.9	半固定存储器组装	(174)
20.10	控制台组装	(178)
第二十一章	汇编系统	李开德执笔(180)
21.1	013机汇编系统的主要特点	(180)
21.2	013机汇编语言	(180)
第二十二章	BCY算法语言	邱基文执笔(188)
22.1	程序	(189)
22.2	条件表达式、条件语句和计算语句	(189)
22.3	简变说明、高速简变说明、场说明	(189)
22.4	已赋值量说明和已赋值量	(190)

22.5	开关说明和转语句.....	(190)
22.6	循环语句.....	(190)
22.7	过程说明和过程语句.....	(190)
22.8	变址说明和变址传送语句.....	(191)
22.9	盘带说明和盘带传送语句.....	(191)
22.10	空语句、完结语句.....	(191)
22.11	格式说明和标准过程.....	(191)
22.12	带上源程序标过说明和标准程序库.....	(193)
22.13	代码语句及高速代码语句.....	(193)
22.14	BCY013 机编译系统概况.....	(193)
22.15	结束语.....	(194)
第二十三章 013机FORTRAN系统..... 周少柏执笔		(194)
23.1	前言.....	(194)
23.2	程序及其书写格式.....	(195)
23.3	013机FORTRAN语言字符集、名字.....	(197)
23.4	常数、变量、数组元素及表达式.....	(197)
23.5	赋值语句.....	(201)
23.6	控制语句.....	(202)
23.7	输入/输出语句.....	(206)
23.8	说明语句.....	(208)
23.9	过程.....	(209)
第二十四章 操作系统简介..... 刘国珩执笔		(211)
24.1	概述.....	(211)
24.2	作业状态和作业调度.....	(212)
24.3	作业控制.....	(213)
24.4	存储管理.....	(214)
24.5	输入输出管理.....	(215)
24.6	文件管理.....	(216)
24.7	系统结构.....	(217)

第一章 概 况

013机是一台平均运算速度为每秒200万次的大型集成电路通用数字计算机。主要用于解决国防和国民经济建设中提出的科学计算和工程计算题目。

该机采用了并行操作、多道运行、中断控制、虚拟存储、海明码校验、故障诊断、监督、较完整的奇偶检测系统等设计思想。其外部设备较全，使用方便，其中还用了静电曲线（或符号）输出、键盘显示、磁盘等部件。内存、电源、通风、结构也有不同程度的创新和改进。该机采用高速电流开关组件、宽带放大器组件。用半导体存储器作交换器缓存。同时还采用了多层（8层）印制板以及其它新工艺。在研制过程中，由于应用计算机作为自动化手段，所以收到了较好的效果。

1.1 主要性能

013机的主要性能列入表 1

表 1 013 机 的 主 要 性 能

主 频		6 兆 周 (167 毫 微 秒/每 拍)
平均运算速度		200万次/秒
字 长、字 符		字长48位,字符长8位
指 令		93条,定长24位/条
控制型指令处理时间		334ns (2 拍)
运 算 速 度	浮 点 加	0.423 μ s (2.54拍)
	浮 点 乘	1 μ s (6 拍)
	浮 点 除	3.18 μ s (19.1拍)
	开 方	7 μ s (42拍)
内 存 容 量		144K字
磁 盘 容 量		3328K字 (约340万字)
外 部 子 通 道 数		20个

程序系统（可多道运行）	汇编语言，BCY语言，公式翻译语言。 小操作系统（过渡系统），大操作系统。
稳 定 情 况	交机稳定考验结果： 1. 平均稳定时间：15小时8分钟， 2. 最长稳定时间：38小时15分钟， 3. 有效使用率：98.9%。

注（1）1K=1024；

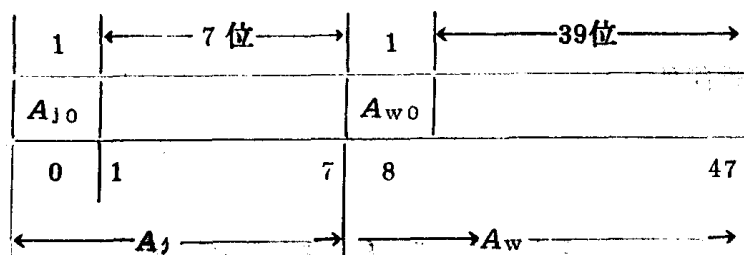
（2）全部外部设备参加稳定性考验，考验题目20个，计算平均稳定时间和最长稳定时间包括了偶然性跳动。

1.2 指令系统

（1）数的表示

数有浮点数和整数两种形式，均用补码系统。

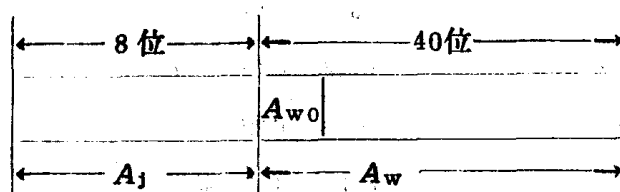
①浮点数：48位。



设一个浮点数表示为 $A = 2^{A_j} A_w$ 。

其中 A_j 为阶码部份，共8位。各位记为 A_{ji} ，其中 $i = 0 - 7$ 。阶码为负时，以补码表示。 A_{j0} 表示阶码符号。 $A_{j0} = 0$ 表示阶码为正， $A_{j0} = 1$ 表示阶码为负。 A_w 表示数的尾数部份。 A_{w0} 表示数的正负。 $A_{w0} = 0$ 表示 A 的值大于零或等于零。 $A_{w0} = 1$ 表示 A 的值小于零。规格化浮点数尾数的范围为 $[-1, -(0.5 + 2^{-39})], 0, [\frac{1}{2}, (1 - 2^{-39})]$ 。

②整数



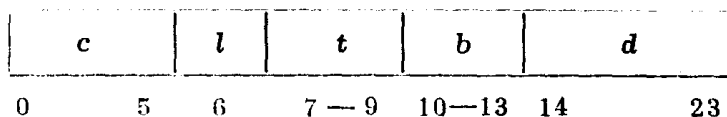
A 的最左8位（0—7位） A_j 的标准形式为全0，即 $A_{ji} \equiv 0$ ($i = 0 - 7$)； A 的右边40位（8—47位）表示 A 的值。整数为负数，用补码表示。 A_{w0} 为整数的符号位。 $A_{w0} = 0$ 表示数 A 大于或等于0， $A_{w0} = 1$ 表示数 A 小于0。整数表示范围为 $[-2^{39}, (2^{39} - 1)]$ 。

对于整数运算指令，不要求最左8位为标准形式，但操作结果必须是标准形式。当用浮点比较指令对两整数进行比较时，要求被比较的两个数为标准形式，即 $A_j \equiv 0$ 。

(2) 指令

指令用半字长表示, 指令分为运算型和控制型两类。其中运算型指令48条, 控制型指令为45条。

① 运算型指令形式



其中c为操作码。

l为累加器地址。

b为变址寄存器地址。

d为一个21位的二进制数, 其中尾数9位, 即指令中的15—23位, 其余各位均与指令中第14位相同。

t为控制形成有效地址D和执行变址副操作的特征位。

当 $t = 0$ $D = bd$ (即指令中10—23位作为地址)。

$t = 1$ $D = (b_0) + bd$ (b_0 为0号变址)

$t = 2$ $D = (b) + d$

$t = 3$ $D_{\text{间}} = (b_0) + bd$ ($D_{\text{间}}$ 为间接地址, 定义见后)

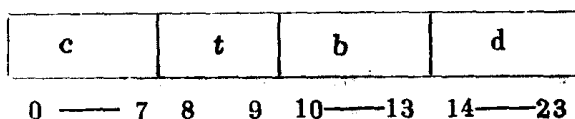
$t = 4$ $D = (b) + d, (b) + 1 \rightarrow b$

$t = 5$ $D = (b) + d, (b) + d \rightarrow b$

$t = 6$ $D = (b) + (d')$ (d' 指变址单元地址, 由d的尾4位表示)

$t = 7$ $D_{\text{操}} = bd$ ($D_{\text{操}}$ 为立即操作数, 其中0—33位自动补0)

② 控制型指令形式



其中c为操作码, 最左边2位为11。

t为控制形成有效地址D的特征位。

当 $t = 0$ $D = bd$

$t = 1$ $D = (b_1) + d$ (b_1 为1号变址)

$t = 2$ $D = (b) + d$

$t = 3$ $D_{\text{间}} = (b_1) + bd$

$D_{\text{间}}$ 定义如下:

当 $t = 3$ 时, $D_{\text{间}}$ 一定为数地址表示, 它允许指向主存储器、半固定存储器、高速存储器。在 $D_{\text{间}}$ 所指出单元中, 第26位为间接特征“J”, 第27~47位为全长地址。当 $J = 1$, 表示该全长地址仍为间接地址, 当 $J = 0$, 表示间接链结束, 该全长地址为有效地址, 这样就可以实现多次间接。

1.3 主要技术措施及特点

(1) 机器运算速度快

提高速度的措施如下:

①三控、通道交换器和双轴磁心半固定存储器、双极型半导体存储器、磁膜高速存储器(以下分别简称半固定、半导体、高速存储器)的外围电路都用高速电流开关组件,其级延迟平均小于 4ns 。为了提高存储器速度,还采用了频宽为 $0\sim 50$ 兆的宽带放大器组件和高频功率管以及其它高速组件等。

②三控采用先行控制。

③13万主存以“准模4”方式工作。所谓“准模4”也还是4个体交叉工作,但在同一时间(即每拍)只能访问一个体。这主要是为了节省器材。为了提高效率,存控增添了“检查体封”、“先行取数循环”等线路。

④采用高速存储器。高速存储器作为内存的一部份,存放程序主循环部份,从而缩短了因访问主存磁头而引起的等待时间。根据部份题目计算结果比较,主机运算速度提高了 $27\%\sim 47\%$ 。

⑤提高运算器速度。

⑥增加功能指令。

(2) 为了扩大随机访问存储量,应用磁盘和虚拟存储系统

这有利于操作系统进行多道程序管理。虚拟存储器是由128K字主存和4台容量为832K字的磁盘组成,用一套地址转换线路和一套存储管理程序来实现。存储量调度是以页为单位,每页为512字。

由于磁盘不是固定头,引臂需一定时间,影响效率。因此,虚拟的效果还需通过今后的实践探索改进。

(3) 采用通道交换器,外部设备比较全,并采用了一些较新技术

主要有磁盘、键盘显示、静电曲线等。另外,对一些常规外部设备也进行了改进。如磁带机可互换并采用双缝头,光电机可以快速启停。

(4) 体系设计具有较完整的奇偶检查系统和故障诊断设备

①中央处理机及其连接部件中,对指令、数、地址、重要信息流设有奇偶位。在信息传输、运算、处理的闭环过程中进行奇偶检查。功能部件,如计数器、加法器、乘法器等设有树形奇偶检查线路。

②主存、高速、半固定存储器设有奇偶检查位。地址、数码均有奇偶检查位。

③磁盘通道设有奇偶检查。

④交换器通道与外部各子通道设奇偶检查。

奇偶检查错误结果分别由指示灯显示,便于故障定位。这也便于区分是硬件故障还是软件故障。

(5) 为了对机器运行情况做定量分析研究,主机设有监督器

监督器可统计题目运行的各种参数。如机器速度、转移指令所占比例、浮点加法平均拍数等,共可统计16个项目。

(6) 大型计算机器件多,工艺复杂,可靠性工作必须贯彻研制的全过程

解决可靠性,主要从以下几方面着手:

①设计留有余地,防止边缘设计。

②主存、磁带采用海明校验。

③对元器件认真挑选和老化筛选。

- ④认真做好线路定型和模型机（或样机）技术考验。
- ⑤把好工艺质量关。
- ⑥确保通风质量。
- ⑦将配备完整的操作系统，可多道程序运行。

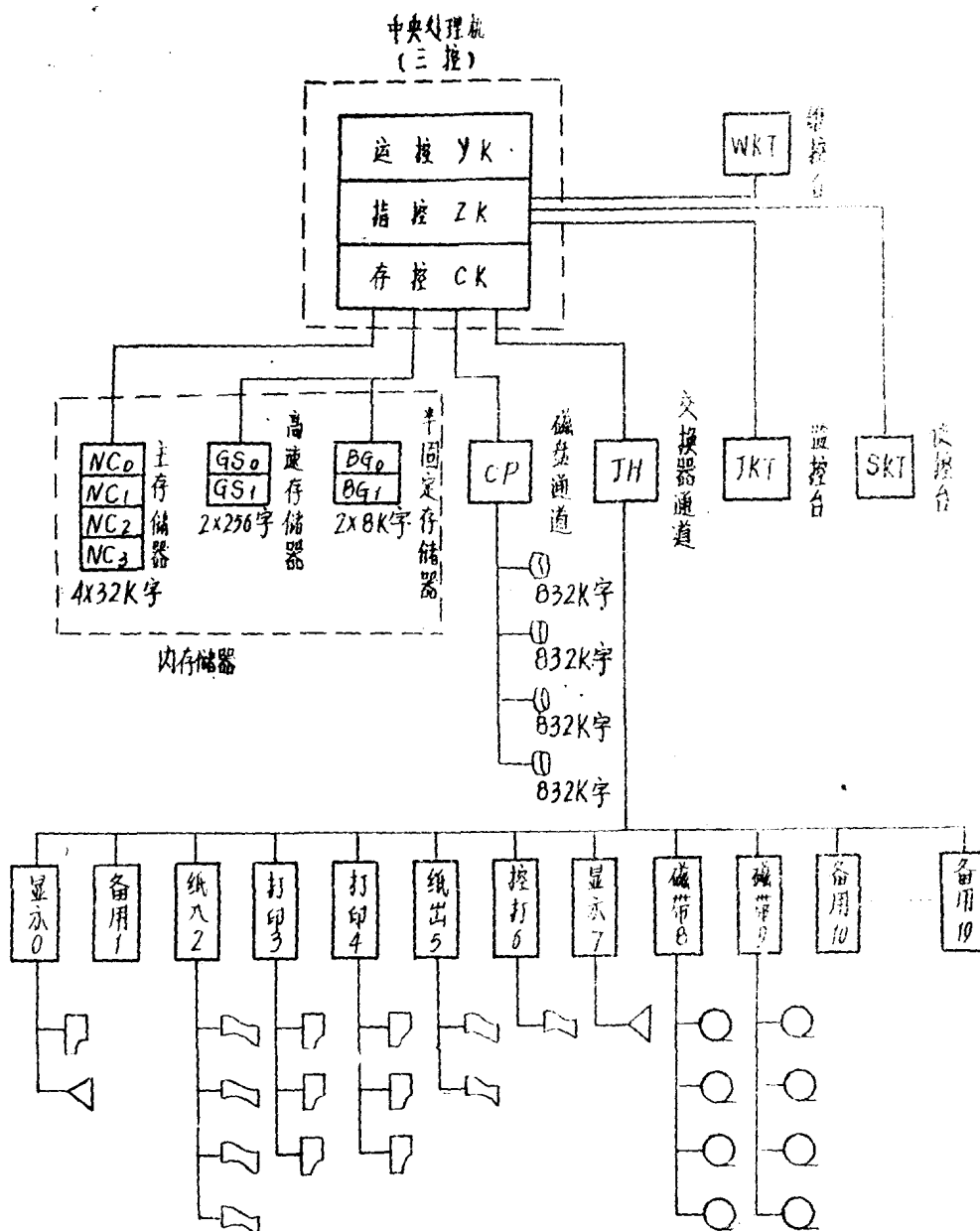


图1 整机总框图

1.4 整机总框图及硬件概况

013机是单机结构，它由中央处理机、内存储器、磁盘、交换器和多种外部设备组成。总框图见图1。

中央处理机（简称三控）包括指令控制器、运算器、存储控制器三个部份。维控台由维护机器人员使用，监控台、使控台由操作员和用户使用。存储器有5种共11台。其中4台主存、2台半固定、2台高速存储器，都作为内存储器与三控直接连接。其它3台中，1台半导体存储器用在通道交换器，作为缓冲存储器用，另外两台分别用于静电曲线显示和键盘显示。各存储器的主要性能列入表2。

表 2 各种存储器性能

序号	名称	台数	容量/台	位数	存储单元	周期	读出时间	存取方式	外围电路		
									驱动	逻辑	放大
1	磁心存储器	5	32K字	48+8	磁心尺寸0.6×0.4mm	1.5μs	800ns	二度半电 流重合法	分立	TTL	分立
2	半固定	2	8K字	48+1	双轴磁心	500ns	300ns	二度二线	分立	ECL	固体
3	高速	2	256字	48+1	双层耦合膜	330ns	150ns	字选法	分立	ECL	固体
4	半导体	1	64字	48+2	双极型集成度2×8	160ns	60 ns	字选法	固体	ECL	固体
5	显示存储器	1	2048字节	8+1	磁心尺寸0.6×0.4mm	1.8μs	1μs	三度三线	分立	TTL	固体

注：（1）中有一台容量是（32+8）位×32K。每台有8位作为海明校正用。

主机与外部设备有两条通道：一条是磁盘通道，有4台磁盘；另外一条是交换器通道。交换器通道下最多可设20个子通道。各子通道的具体分配参阅图1。

- 0 通道：1台光笔显示和1台静电输出机；
 - 2 通道：4台快门停光电输入机；
 - 3、4 通道：各接2台宽行打印机（可扩充为3台）；
 - 5 通道：2台纸带穿孔输出机；
 - 6 通道：1台控制打字机；
 - 7 通道：键盘显示器1台；
 - 8、9 通道：各接4台磁带机；
- 其它11个通道用作扩充功能的备用通道。

各外部设备的主要性能列入表3（见8页）

运算器执行各种算术运算和逻辑运算。运算器执行的各种运算型指令和在运算器中进行运算的操作数，都由指令控制部件控制，提前从内存取出来，做好必要的加工，暂存在先行栈中。先行栈由一些寄存器组成，共有先行指令寄存器2个（可放4条指令）、先行取数寄存器4个、后行送数寄存器2个。运算器所用的指令和操作数都从先行栈取出，运算结果也先送后行送数寄存器，然后再送入内存，或者为后面运算所直接取用。有了快速先行栈，机器可以并行操作，运算器摆脱了内存速度不匹配的影响，故发挥了高速运算的效能。

全部速度较慢的外部设备都经交换器同内存储器交换信息，主机只在信息交换开始前和

结束后两次以极短时间加以管理即可，其余时间交换器都能独立工作。交换器有容量为64字的快速小存储器作为缓冲，在控制字的操纵下对所有通道上的外部设备进行分时控制，保证这些外部设备和主机都能同时工作，充分发挥设备的效能。

速度较快的磁盘存储器另设一套单独控制线路，也是由控制字操纵同主存交换信息。

接在交换器上的各台外部设备都配有相应的控制线路。控制线路都安装在单独的机柜中。这些控制线路中包括有缓冲寄存器（或存储器）和相应的逻辑控制线路。交换器和各外部设备之间的交换以字节（8位）方式进行传送，即代码线只有8根。交换器和主机间信息交换以字（48位）为单位，即代码线为48根（这里均未包括奇偶位）。

机器采用多部件并行工作方式。指令控制器、运算器、交换器、磁盘存储器都有代码线和内存相连，交换信息。这4部份一共有13个通道可以随机地访问内存。每一个通道可以访问不同类的存储器，或者同一类存储器的不同体。而每个体在某一特定周期内只允许被访问一次。在多部件并行工作方式下，有可能同时几个通道访问同一个体。为了保证工作正常进行，而不发生混乱，就需要一套控制线路对存储器统一管理，通过它的排队线路来统一调度。这个控制线路就是存储器控制器（简称存控）。在保证机器一定速度下，尽量使存控简化。013机中主存的4个体用一套控制线路，称为“主存控”。高速和半固定存储器工作周期相近，合用一套控制线路，称为“高速存控”。这两套线路的工作原理基本相同。

交换器也有类似的排队控制情况，因为从各传输通道上的外部设备来的请求访问是随机的。

1.5 机房布局

013全机共有47个机柜（不包括辅助设施），其中逻辑线路18个，外部设备24个，控制台2个，电源3个。机房占地面积266M²。机房是利用现有房屋。布局如图2所示。为了利用原有房间，主机与外部设备分别在二个房间中。磁盘单独在一个房间，主要是磁盘对空气净化要求较高，进入磁盘间空气要经过一个中效过滤器，然后再经过一次过滤才送入磁盘。另一方面，磁盘有一条通道直接进入主机，因此尽量靠近主机。三控与外部的通道交换器力求尽量靠近，现在是20米。主机机柜布置成“十”形，使电源与各部份，主机与各存储器的走线能尽量缩短。磁带机本身没有空气过滤装置，因此也单独隔了一间，以保持清洁。外部设备机房受原有房间限制，布局较挤。

1.6 电源、通风、器件、结构及组装

（1）电源

整机功率为61KVA（实际功耗为40KW）。全机稳压电源有207台，主要线路形式有4种。

- ①大电流电源，电压±5V，最大电流160A。
- ②小电源，电压范围±5V—±30V。每台电流10A。
- ③电源小插件，用小插件型式，直接插到底板上。
- ④外部用特殊电源。

为了减小各部件之间干扰和传输压降，采用半分散式供电方式。除大电源有单独机架

表3 外部设备性能

性能	打印机	静电输出	穿孔	性能	磁盘	性能	磁带
印刷速度 (行/秒)	5~10	30	100排/秒	容量	832K字/ 每台	走带速度	2米/秒
字符数/ 行	120	120		盘面数	10片/每 台	记录密度	20位/毫米
字符种类	64	96		道数/盘面	260道/面	记录方式	不归零
缓冲存储 器	有	有		记录密度	13~ 20位/毫米	道数	16
台数	4	1		记录方法	不归零	容量	150~200 万字/每盘
通道数	2	1		转速(转/分)	1500	带长	750~1000米
与主机连 接方式	通过交换器	通过交换器		平均等待时间	750毫秒	带宽	25.4毫米
其它		可曲线输出 5秒/幅		数据传输率 (千字节/秒)	外区900 里区600	台数	8
				台数	4	通道数 特点	2 双端头、快启 停、8台可互换

性能	键盘显示	性能	光电机	性能	光笔显示	性能	控打
显示屏规 格	12 吋	带速	2米/秒即 800字符/秒	显示屏规格	12 吋	字符	95
屏幕容量 (字符数)	24×80	启动时间	<10毫秒	时 钟	主频2兆 周, 字编4 兆周	编码形式	SJ939-75
字符种类	128(包括 控制符)	停止距离	1.5±0.5 毫米	汉 字	点阵15× 20, 种类, 随机安排	速 度	15字符/秒
缓存容量 (字符数)	2048	纸带容量	8万字符/ 每 盘	人机联系	键盘, 光笔、程 序键16个	方 式	红、黑色两 种
字 形	7×9点阵	工作方式	8 单 位	三维显示 携 贝 其 它 备 注	可 能 可 能 属于后上部 件	字符数/行	120

三机三局图

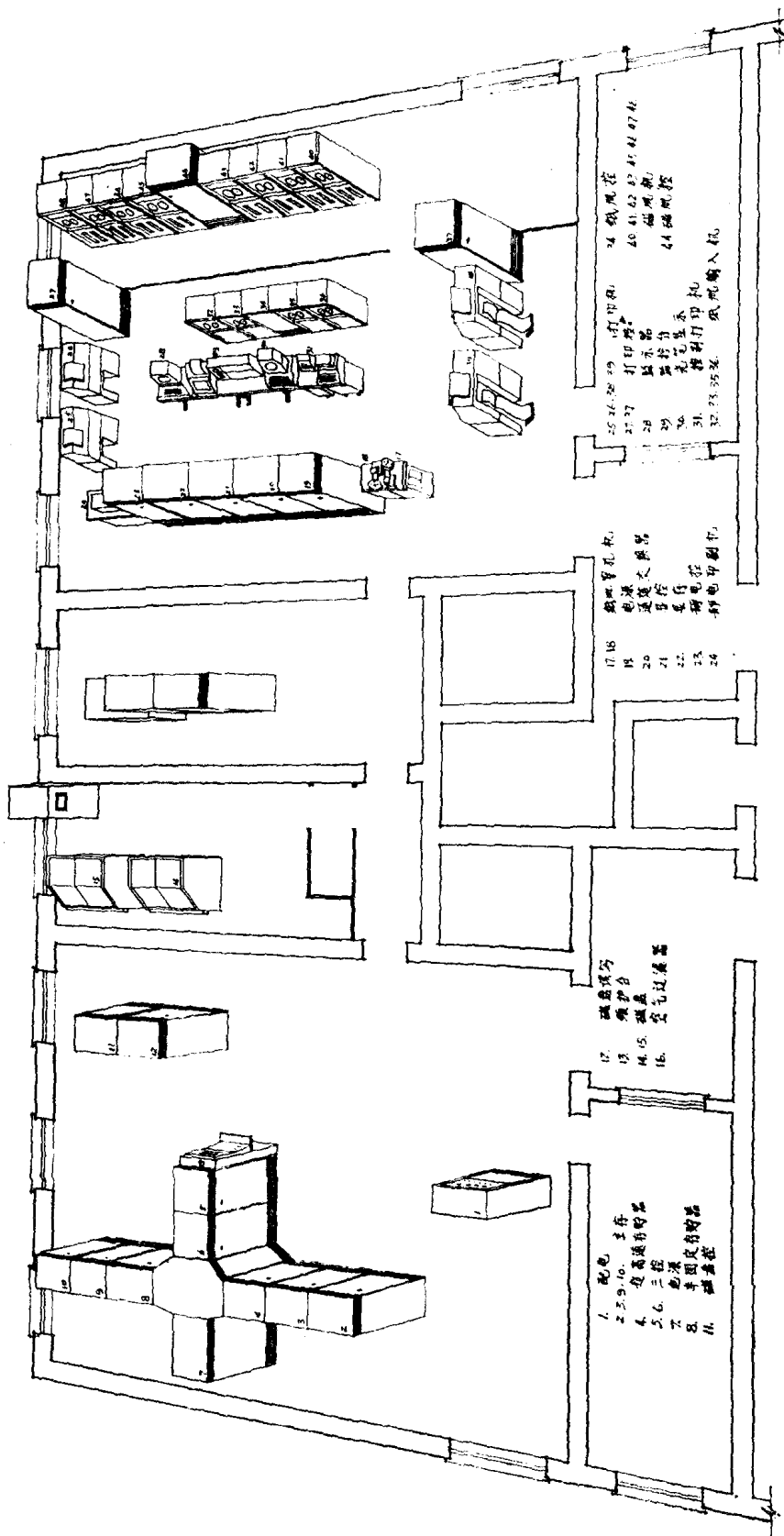


图2 机房布局图

外, 其余各部件电源都放在本机架上。底板采用汇流条形式, 电流密度选在 $1\sim 1.5\text{A/mm}^2$ 。各稳压部件均有过压过流保护。此外, 在电流大的底板处, 还有分路保护。

(2) 通风

由于机器中的部份线路采用ECL线路, 功耗大, 对通风要求高。

013机送风采用风室结构。由空调系统送来的冷空气进入机房地板下的静压室内 (整个机房地板下的地下室是风室), 各机柜直接放在地板上, 从地板上开口对各机柜送风。冷空气经过各机柜插件进入室内, 通过机房内回风口被抽回空调系统。这种形式没有用通风管道, 施工方便造价低, 便于地板下电缆线和信号线的布线和检修, 风压均匀, 便于调节。

有特殊要求的磁盘间, 在送风口处又增加中效过滤器, 以满足净化要求。

(3) 结构及组装

为便于加工, 主要机柜是标准化的。其尺寸为 $1000\times 810\times 1910\text{mm}$ 。一个机柜有前后两块门型底板, 背靠背可以转出来, 便于维修。顶部装电源。两块底板之间侧面, 由侧板堵住, 形成风道。每个机柜最多可装774个插件。机柜之间经过88线转插连接, 传输线用多股双扭线。全机共有47个机架, 31块底板, 4千多块插件。

插件有三种形式: 44线和72线簧片式以及73线针型插头。前两种分别用在外部和主存, 后一种用在装ECL高速线路, 每块板最多装48块ECL组件。为了减小干扰, 每一付压铸铝导轨加了一对接地簧片, 保证接地良好。

主存储器采用分体结构, 每个32K字的体, 分为4个分体, 这样可缩短走线, 提高速度, 减少干扰, 便于维修。

半固定的磁心板, 三面插头。为此, 设计了一种浮动式结构, 从三个方向插, 自动对准。

控制台采用新式换幅机构, 减少了指示灯数量, 控制台的体积比原设计减小到1/5左右。

(4) 器件

上机的各种器件都按一定标准严格挑选, 所有半导体器件都经过老化筛选或长期在模型机上预先筛选。机器采用了TTL和ECL两种组件, 凡要求高速的部件都用ECL组件。ECL组件后期失效率为 $3.2\sim 3.4\cdot 10^{-7}$ 。整机用半导体器件如下:

ECL组件	36200块;
TTL组件	30600块;
二极管组件	11100块;
各种三极管	21000支;
二极管	40200支;
其它	7490个。

1.7 软件概况

013机软件包括操作系统、语言、检查程序三个部份。

随着计算技术的迅速发展, 软件在计算机上的作用愈来愈大, 对软件投的力量也迅速增加。实践告诉我们, 即使一台计算机的硬件十分先进, 但是, 如果它的软件质量不高, 则硬件的先进性也无法发挥出来。如果语言质量不高, 一台每秒平均运算百万次的机器, 也只能