

电子数字计算机原理 习题解答

梁曼君 杜玉桥 编

8711
8

合肥工业大学电子工程系

前 言

为配合“电子数字计算机原理”课程的学习，我们试编了这本“电子数字计算机原理习题解答”。本书共分六章，收集了近百道习题，最后附一个课程设计：设计一个四位十进制整数加减计算器，以对数字计算机原理课程的学习作一简单小结。本习题解答可供大专院校师生及其它从事与计算机有关人员学习计算机原理课程的参考。

本书部分内容虽经一定时间的教学实践，但由于编者水平有限，加之时间仓促，书中定有不少缺点和错误，敬请读者批评指正。

编 者

1982. 2.

目 录

第一章	绪论.....	3
第二章	运算基础.....	17
第三章	运算器.....	30
第四章	存储器.....	54
第五章	控制器.....	83
第六章	外部设备.....	99
	课程设计.....	107

第一章 緒論

1—1. 試用簡框說明計算機進行數值計算和實時控制的过程，並比較其特點。

答：A，數值計算過程框圖如圖 1—1 所示。

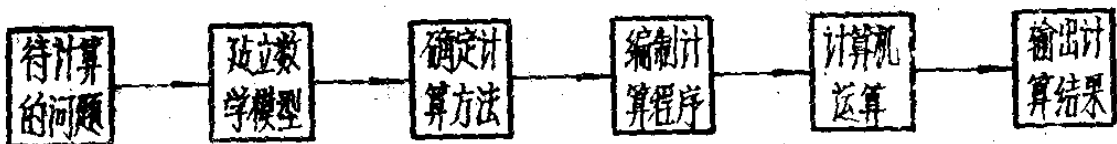


圖 1—1 數值計算過程框圖

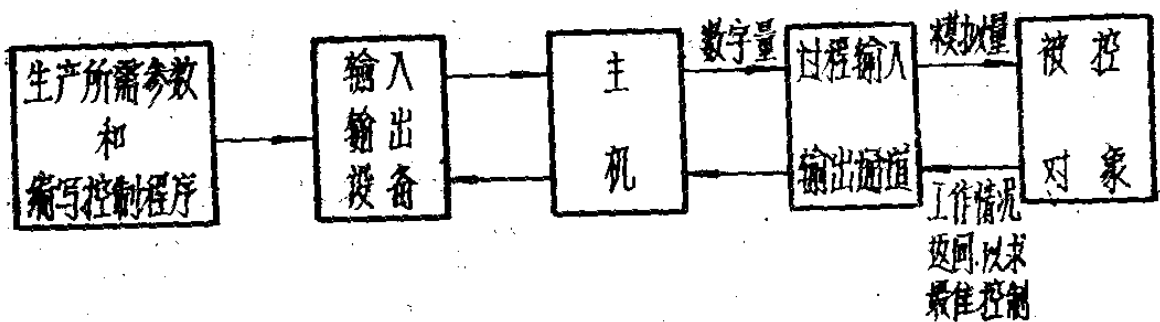


圖 1—2 實時控制過程框圖

在用計算機進行數值計算時，待計算的問題往往比較複雜，故這裡主要要解決算法問題，即要尋求到一種能為數字計算機接受的計算方法，同時要求計算機有一定的運算速度和精度。

B，實時控制過程框圖如圖 1—2 所示。

在用計算機進行實時控制時，如何把生產過程的信息送到計算機中，是必須解決的問題。實現計算機與生產過程之間聯

系的中间环节称为“过程输入/输出通道”（或称外围设备）。它们一方面把控制对象的生产过程参数取出，变换成电子计算机能够接受的二进制代码，送给计算机进行处理；另一方面把计算机发出的控制命令和其它数据信息转换成控制变量送给被控对象。主机按照人们预定建立的数学模型，自动地分析，计算，作出判断。然后不断地通过外围设备向被控对象发出数据信息和控制命令以实现对被控对象的生产过程的自动控制。

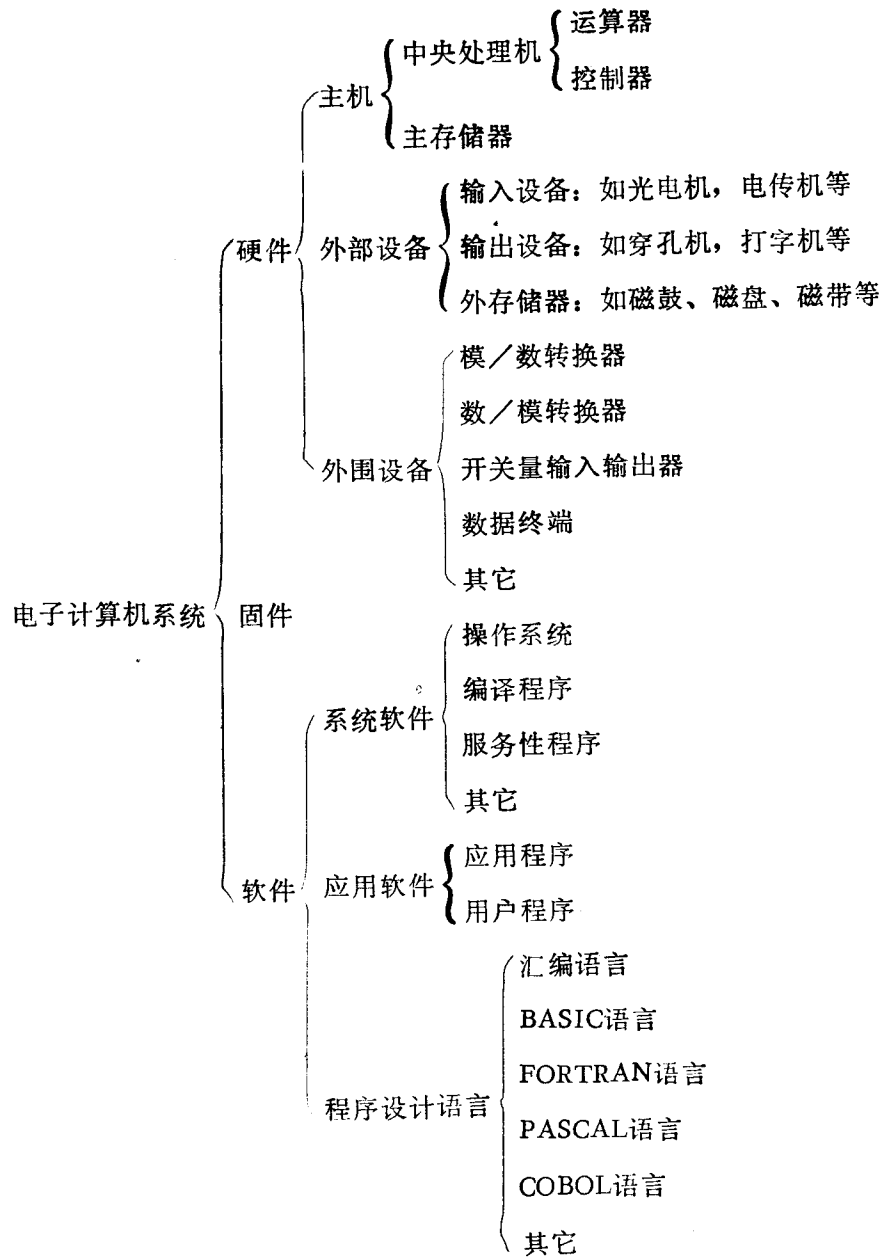
对用作实时控制的计算机，要求：（1）要有比较完善的中断系统，以便能迅速地响应生产过程发出的中断请求，实时地与生产过程交换信息。（2）因为许多生产过程不能停顿，所以要求计算机要有高度的可靠性。（3）要有方便的人机联系措施，以便对生产过程进行必要的干预。

1—2. 是否什么问题都能用计算机求解？选用计算机时应考虑哪些因素？

答：一般讲对任何一个问题，如果能找到其适合于计算机进行运算的算法，此问题就能用计算机求解。但实际上往往有些问题如：流体力学中的三维 Navier—Stokes 方程，若不简化，需要进行 10^{18} 次运算，即使用百万次/秒机对它进行运算，也需要算330个世纪，因此，对这类问题用百万次/秒计算机实际上是不能求解的。所以，在选用计算机时，要考虑机器的运算速度，存储容量，精度（字长）等，是否满足要求。

1—3. 一个完整的数字电子计算机系统由哪几部分组成？并说明什么是硬件？什么是软件？何谓“硬件软化”和“软件硬（固）化”？

答：A，数字电子计算机系统如下所示：（见插页表）



B, 硬件: 它是组成计算机的物质基础。通常是由“硬设备”和“硬件结构”两大部分组成:

a, “硬设备”: 一般指电子器件, 印刷电路板, 电缆, 机械另件……等, 可以为人们感知的物件。

b, “硬件结构”: 指“硬设备”的组成方式, 方法或结构方案, 使“硬设备”形成一个具有确定功能的整体。

C, 软件: 通常指使计算机服务于某些目的, 实现计算机本身的自动管理, 提高计算机的功能和使用效率的各式各样的程序。

在早期的计算机中, 硬件和软件的差别是十分明显的, 但是随着大规模集成电路的发展, 过去那些明显地要通过编制程序(软件)才能实现的操作, 现在可以直接通过硬件来完成, 其执行速度往往更快。相反, 随着微程序控制的出现, 过去一些需直接通过电路来实现的指令, 在微程序控制的计算机中, 又可通过一个运行在最低级的微程序来执行, 这就把电路网络的硬连接, 变成了程序的软连接, 以提高机器的灵活性和系统性。从这里可以看出: 在一定的条件下, 原来是硬件实现的操作可以改由软件来实现。同样原来是软件实现的操作也可以换成硬件来完成。这就是所谓的“硬件软化”和“软件硬(固)化”。因此, 现在要明确划分软、硬件界线已经显得比较困难了。对于计算机设计者来讲, 采用硬件方案或是软件方案, 这取决于价格, 速度, 存储容量, 可靠性……等因素, 持有不同目标的设计者可以作出不同的决定。

1—4. 画出多级计算机系统结构示意图, 并说明各级的作用。

答: 如果一个计算机系统具有 L_1 到 L_n 种语言, L_1 是最低级的语言, 用 L_1 编写的程序由实在的机器通过电路直接实

现，不需要任何解释或翻译。它顶上的各级分别以它下面的级作基础，得到下面级的支持，並较下面的级使用方便。最顶上的一级语言实现起来最复杂，也最方便人的使用。我们称这样的计算机系统为多级计算机系统。现代大多数计算机都是由两级以上组成的。一般常见的五级计算机系统示于图 1—3。

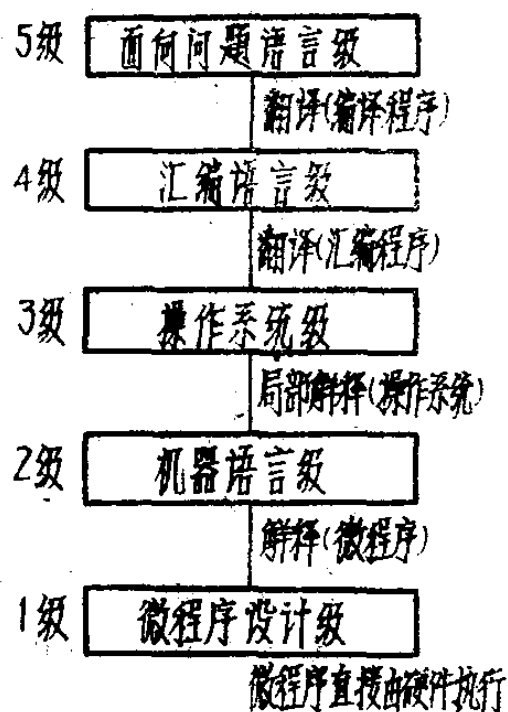


图 1—3 现代常见的五级计算机系统示意图

最底下的第一级是实在的硬件级，它的功能是执行微程序解释程序，所以把它称为微程序设计级。

通过微程序解释的语言就是一般所说的“机器语言”。所以由微程序设计级支持的第二级为机器语言级。

第三级通常是一个混合级。它的语言中的大多数指令是 2 级语言中的指令，同时还有一组提高机器功能的新指令，这些新指令是通过运行在 2 级上的解释程序实现的，这个解释程序被称之为“操作系统”。取此级称之为“操作系统级”。

第四级是汇编语言级，1，2，3 级的机器语言是数字式

的，而此级是一种符号形式语言，这一级为人们提供了一种较为方便的编写程序方法，用汇编语言编写的程序首先要翻译成 1，2，3 级的语言程序，执行这个翻译任务的程序称之为“汇编程序”。

组成第五级的语言是为满足应用程序员求解问题时的使用方便而设计的。这些语言有多种如：ALGOL60，BASIC，FORTRAN，PASCAL，COBOL……等。用这些语言书写的程序通常是经过大家称之为编译程序翻译或解释为 3，4 种语言程序，然后才能被执行。

5 级以上可能还有更高的级，用以提供某些应用的专门程序，这些级是近代计算机系统研究的又一重要领域。

1—5，电子计算机系列是怎么回事？系列机有什么特点？

所谓电子计算机系列是指大小不同，功能不同的若干种型号的电子计算机。它们之间存在着一定的关系，这就是功能上的延伸性和使用上的相容性。对于计算机系列来说，大型机的功能必须包含小型机的所有功能，在小型机上做的题目的程序纸带，可以拿到同一个系列的大型机上去做，这就是向上兼容，只有系列机才具有此特点。

计算机系列是一个族系。在硬件的设计和制造方面有着统一的规范和要求。对于软件的研制，它有着延续性，充分利用了已有成果，避免了重复性劳动。对于使用者来说，它又提供了方便，不必由于机器的更新而改变原来的程序。研制系列计算机是国际上普遍采用的重要发展方向。

现在我国投入批量生产的系列机有：DJS—200 中型计算机系列，DJS—180，100 小型机系列等。

1—6，画出一般电子计算机的硬件组成简框图，并说明

各部件的作用。

答：一般计算机的硬件组成简框图 1—4 所示。

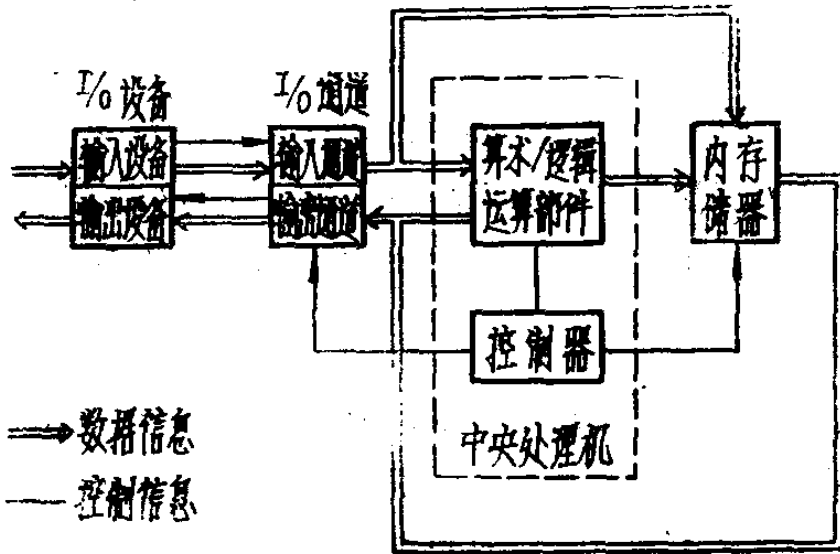


图 1—4 一般计算机的硬件组成简框图。

图中各部件的作用如下：

A，**控制器**：是全机的指挥中心，负责对控制信息进行分析，通过分析发出各种操作控制信号，以使机器各部分自动协调的工作，实现程序、数据的输入，数据信息的**运算**及所得结果的输出等。

B，**运算器**：它根据程序指令规定的功能，在**控制器**控制下直接完成加，减，乘，除，逻辑运算等具体任务。

C，**存储器**：用来存放程序和数据信息。存储器又分**内存**存储器和**外存储器**，内存又称**主存**，它可以直接和**运算器**联系，外存储的容量比内存大得多，它与**运算器**不直接发生联系，但它**可以**成批和内存交换信息。

D，**输入设备**：是变换输入信息形式的部分，即把人们用

某种熟悉的信息形式所表达的问题（包括计算程序和初始数据等）变换为机器内部所能接受和识别的信息形式。

E, 输出设备: 将计算机运算操作结果变换为人或其它机器设备所能接收和识别的信息形式。

F, I/O通道: 由于主机是高速工作部件, 而外部设备是低速工作部件, 为解决这个矛盾通常一台主机要配备多种多台外部设备, 并要求它们能同时工作, 由于这个功能的扩大使得计算机的输入输出控制电路发展成为 I/O通道。在 I/O 通道控制下, 可以实现多台外部设备与主机快速交换信息。

1—7, 何谓总线? 请举例说明常见的总线结构及其特点。

答: 总线是连接计算机各部件间的公共信号线, 计算机利用总线实现各部件间的信息传送。一般总线由地址线, 数据线和控制线组成。

目前大多数计算机都采用总线结构, 使用总线结构的优点是便于实现积木化, 同时也减少了信息传输线的条数。缺点是两种信息代码在总线中不能同时传送。

常见的总线结构有:

A, 以中央处理机为中心的双总线结构。如图1—5所示。

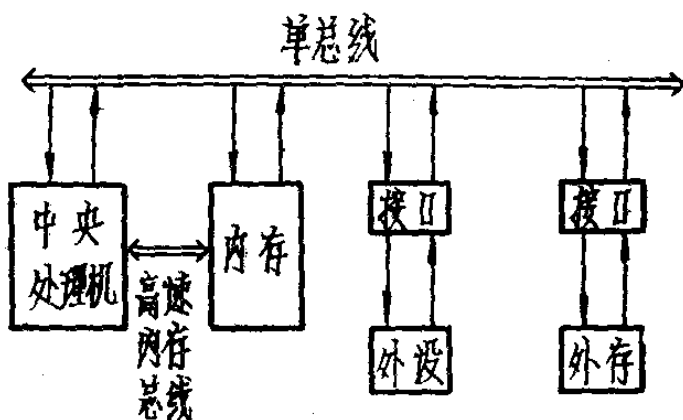


图 1—5 以中央处理机为中心的双总线结构。

它是以CPU为中心。外设和内存交换信息必须要通过CPU，故降低了CPU效率。

B, 单总线结构: 如图 1—6 所示。

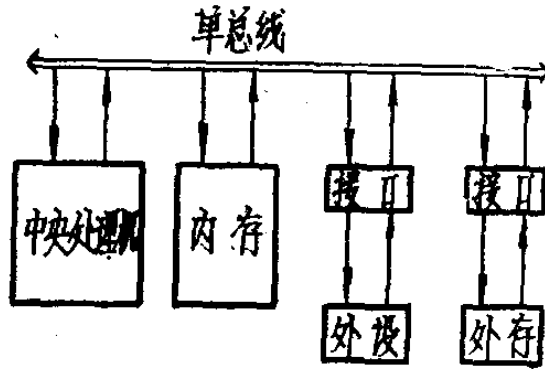


图 1—6 单总线计算机结构。

其优点: (a) 对多处理机及其享外部设备的计算机系统其组成方式简单方便。(b) 系统中各部件间独立性更强, 故每种设备的效率均可很好的发挥。(c) 在同一系列机中, 任何设备不必作改动就可以直接接到速度相差很大的不同机种上。

其缺点: 由于全部系统部件都连接在“一条”总线上, 所以总线负载很重, 可能使其吞吐量达到饱和甚至不能胜任的程度。为此对于单总线结构的高档机, 在内存储器与CPU之间增设了一条高速内存总线, 从而形成了一种新的面向存储器的双总线结构。如图 1—7 所示。

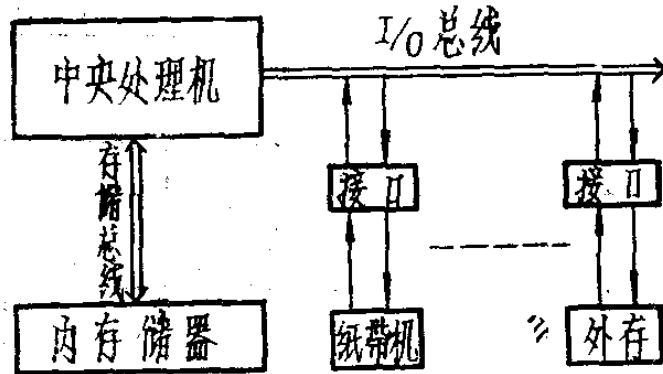


图 1—7 面向存储器的双总线结构

这种双总线结构的特点是：存储器上有两个出口，当外设和内存交换信息时，可以不通过CPU，这样既保持了单总线的优点，又吸取了传统双总线的长处。

1—8. 试以DJS—131机为例说明其数据通路。

答：DJS—131机的硬件结构框图如图1—8所示。

图注：(1) MAR—内存地址寄存器。(2) MBR—内存缓冲寄存器。

(3) CXD—多路开关。(4) IR—指令寄存器。

(5) ID—指令译码器。(6) TSG—时序电路。

(7) μ OSG—微操作信号发生器。(8) CPUBUS—CPU总线。

(9) MBUS—内存总线。(10) I/OBUS—输入输出总线。

(11) DMA—直接存储器存取(12) IC—指令计数器。

(13) Σ —加法器

1—8. DJS—131机硬件结构框图(见插页图)

A. 控制台数据通路

例：求 $2 + 3 = ?$

(a) 将操作数送入通用寄存器(AC)—按存入AC开关。

代码开关置数(分别置2和3) \rightarrow MBR \rightarrow A输入门 \rightarrow Σ \rightarrow CPUBUS \rightarrow AC (AC_0 和 AC_1)

(b) 显示AC, 以检查所置入的数正确否—按显示AC开关。(AC) \rightarrow Σ \rightarrow CXD \rightarrow MBR \rightarrow 指示灯

(c) 置加法指令在内存中的存放地址(例如6000号单元)—按显示开关。代码开关置数(例如6000) \rightarrow MBR \rightarrow Σ \rightarrow CXD \rightarrow MBUS \rightarrow MAR。

(d) 向内存6000单元放加法指令—按存入开关。代码开

关置数 (1, 000, 111, 000, 000, 000) → MBR → 内存。

注：括号内的代码为加法指令机器字。

(e) 执行加法指令—按单指开关。

从内存取指令 → MBR → IR → ID → μ OSG → 取 AC 中操作数
→ Σ → 运算结果至 CPUBUS → AC。

(f) 显示运算结果—按显示 AC 开关。

数据通路如 (b)。

B, 传送后继指令地址的通路:

IC → CXD → MBUS → MAR → 内存。

C, 通用寄存器间的数据通路: 例 AC₀ → AC₁,

(AC₀) → 输入门 → Σ → CPUBUS → AC₁。

D, 内存和各 AC 间的数据通路:

(1) 从 AC → 内存。

AC → Σ → CXD → MBR $\xrightarrow{\text{写令}}$ 内存。

(2) 从内存 → AC。

内存 $\xrightarrow{\text{读令}}$ MBR → A 输入门 → Σ → CPUBUS → AC。

E, 外设与 CPU 间的数据通路。

(1) 从外设到主机:

外设缓冲寄存器 → I/OBUS → CXD → MBR → A 输入门 →
 Σ → CPUBUS → AC。

(2) 从主机到外设:

AC → Σ → CXD → MBR → I/OBUS → 外设缓冲寄存器。

F. 高速外设和内存交换信息的通路 (DMA):

(1) 由内存到外设:

内存 → MBR → I/OBUS → 外设缓冲寄存器。

(2) 由外设到内存:

外设缓冲寄存器 → I/OBUS → CXD → MBR → 内存。

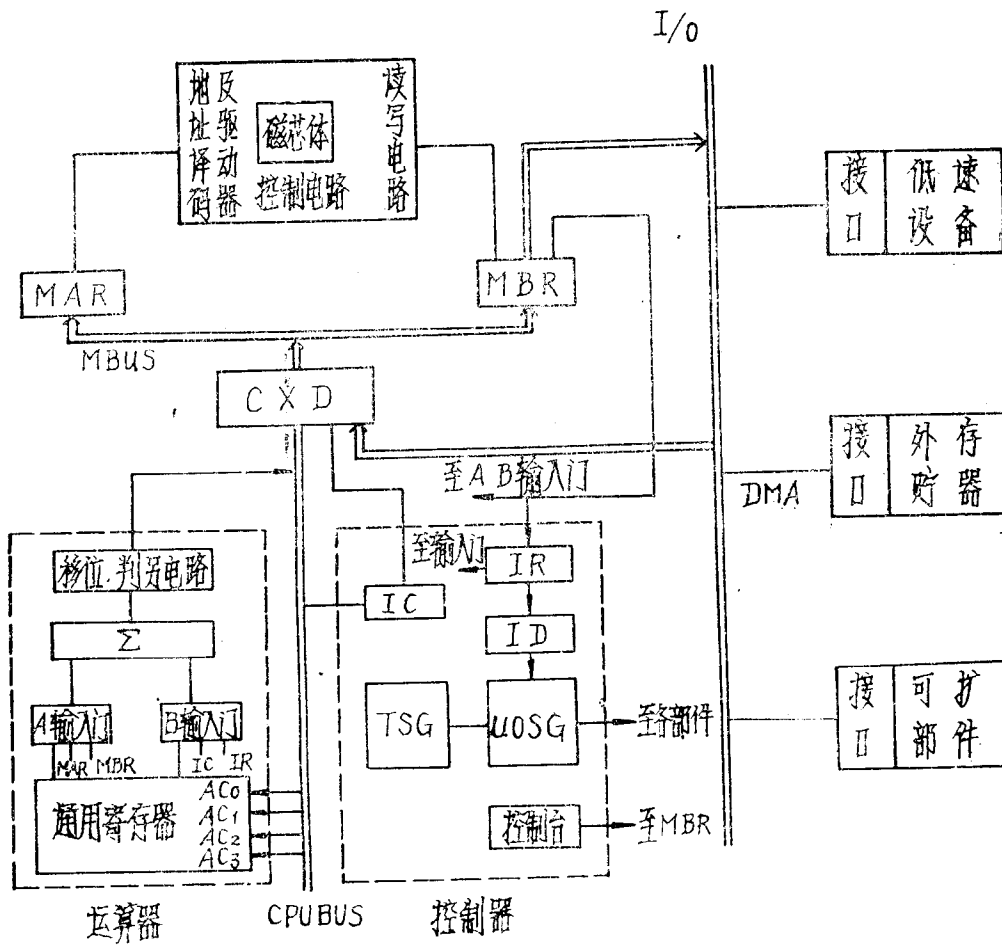


图 1—8 DJS—131机硬件结构框图。

