



焊接过程的微计算机 测示和控制

：
吴 林 徐庆鸿 编

新 时 代 出 版 社

77.7
274

焊接过程的微计算机 测 示 和 控 制

吴 林 徐庆鸿 编



新 时 代 出 版 社

8710138

内 容 简 介

本书是在焊接过程测示和控制中应用微计算机的入门书。

全书共分十章，前二章是从应用角度介绍微计算机的工业应用特点及其基本结构和操作；三、四章介绍通道设计和应用程序设计的基本知识；五、六、七章介绍微计算机测示和控制焊接过程的各种应用；八、九、十章介绍微计算机图象处理和模式识别技术在焊接中的应用，以及微计算机其他新技术在焊接中的应用。

本书可供从事焊接专业的大专院校师生、研究生、工程技术人员、以及从事微计算机工业应用的工程技术人员参考。

DTG/24

焊接过程的微计算机 测示和控制

吴 林 徐庆鸿 编
责任编辑 张赞宏

新时代出版社出版 新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 13.75印张 317千字

1986年12月第1版 1986年12月北京第1次印刷

印数：40001—2150册

统一书号：15241·73 定价：2.85元

前 言

采用微计算机对焊接过程进行测示和控制是现代焊接技术的最新发展之一，它已给焊接生产和研究带来了革命性的变化，并已引起国内、外焊接工作者的重视。

在我国，微计算机在焊接中的应用虽然起步较晚，但许多单位都在开始这方面的研究和应用工作。为了适应发展的需要，我们编写了本书，供参考。

本书对微计算机的内部结构不做详细的介绍，而是从应用微计算机的角度，介绍微计算机的工作过程和如何使用它，并着重介绍微计算机的工业测示和控制通道的设计，应用程序的设计，以及尽可能具体地介绍微计算机在焊接过程测示和控制中的各种应用。

本书力求在文字上通俗易懂，一般不用数学方式表达，着重从物理概念上介绍。

在本书编写过程中，哈尔滨工业大学焊接教研室陈定华教授、微计算机焊接应用小组，以及各有关单位曾给予许多指导和帮助，在此谨致谢意。

由于编者的水平有限，而且微计算机的焊接应用正在迅速发展，因此，本书在内容上一定有不全面和存在许多缺点，请读者批评指正。

目 录

第一章 概述	1
第一节 微计算机在焊接中的应用	1
第二节 微计算机的几个基本概念	2
第三节 几种应用较广的微处理器	5
第四节 微计算机和其他计算机的区别	7
第五节 如何合理选用微计算机	8
第二章 微计算机的结构和操作	12
第一节 微计算机是怎样工作的	12
第二节 微计算机的中央处理单元——微处理器	15
第三节 微计算机的结构和操作	25
第三章 微计算机程序设计基础	39
第一节 程序语言	39
第二节 微计算机的指令格式	42
第三节 微计算机的寻址方式	44
第四节 微计算机基本指令分类	46
第五节 汇编语言程序	53
第六节 汇编语言程序设计方法	57
第四章 微计算机系统的输入和输出通道设计基础	63
第一节 模拟信号和数字信号	63
第二节 通道设计的一般原则	64
第三节 单路数字量通道的设计	66
第四节 多路输入通道的设计	68
第五节 多路输出通道的设计	74
第六节 计数器定时器电路	77
第七节 通道设计的几个实例	81
第五章 微计算机测示和分析焊接过程	93
第一节 微计算机测示系统的构成	93
第二节 DS弧焊参数测量仪	100
第三节 汉诺威电弧分析仪	106
第四节 电阻焊质量监测装置	109
第六章 微计算机数控技术在焊接和切割中的应用	113
第一节 微计算机数控的基本原理	113
第二节 单板微计算机数控切割机	118
第三节 微计算机控制的零件形状编码切割	121
第四节 微计算机数控电子束焊机	123
第七章 微计算机自动控制焊接过程	129
第一节 微计算机焊接过程自动控制的概述	129

第二节	微计算机实现的 PID 调节	131
第三节	焊接参数的微计算机反馈控制	134
第四节	焊接过程状态和质量的微计算机控制	142
第五节	焊接过程的微计算机自适应控制	147
第八章	微计算机图象处理技术在焊接测示和控制中的应用	150
第一节	图象处理的基本原理	150
第二节	微计算机测量钎焊钎着面积和填缝速度	155
第三节	微计算机测定焊接温度场	157
第四节	微计算机图象处理焊接对中	168
第九章	微计算机模式识别技术自动检验焊缝缺陷	176
第一节	检测系统	176
第二节	焊缝 X 光片的图片特点	177
第三节	焊缝 X 光片的图象处理	178
第四节	焊接缺陷的微计算机识别	188
第五节	提取缺陷特征函数的某些特殊方法	193
第六节	人机对话和结果输出	194
第十章	微计算机在焊接生产过程自动化中的应用	197
第一节	微计算机焊接规范参数计算系统	197
第二节	监视和控制 37 个参数的微计算机焊接生产控制系统	199
第三节	焊接生产的多级计算机控制系统	201
第四节	焊接机器人	203
参考文献		213

第一章 概 述

第一节 微计算机在焊接中的应用

在焊接生产和研究中应用微计算机技术虽然只有七、八年的历史,但是,它已经是现代焊接技术的一个重要方面,并且正以愈来愈快的速度发展。目前,微计算机在焊接中已有下列应用:

一、焊接计算和设计

1. 对各种焊接工程和研究项目进行数学运算。例如,采用热传导方程计算焊接热场和焊接热循环,从而预测焊接接头的金相组织和机械性能。又如,采用有限元方法计算焊接结构的残余内应力和残余变形,从而优选合理的工艺措施等。

2. 对焊接试验数据进行整理、运算、分析、归纳和处理、规律的总结、建立数学方程或绘制图表。例如,对大量焊接生产和试验的规范数据进行整理和回归分析,总结出焊接各种材料、不同板厚的工件的最佳焊接规范参数选定公式等。

3. 把微计算机和自动绘图机联结成系统,进行焊接结构、装置和设备的计算机辅助设计。例如,用微计算机计算和设计焊接变压器和电抗器,确定各种参数、绘制电路图、布线图和机械工程图,并可设计多种方案和自动进行优选。

二、焊接过程的测量、记录和分析

1. 测量和综合分析焊接过程的多参数 采用微计算机可以实现焊接过程的多参数测量,例如焊接电流、电压、速度、压力、以及气体流量等。微计算机还可以从已测得的参数精确地计算出许多其他参数,例如,可以计算出焊接热输入、功率、电流的有效值、最小值和最大值、以及焊接短路过渡过程中的瞬时燃弧功率和短路功率等,从而大为扩大了测量的范围和功能。微计算机还可以对测得的大量数据做综合分析。例如,综合多个参数的数据,确定焊接过程是否正常并报警。又如对大量数据做数理统计分析,从而找到焊接复杂过程的统计规律等。

2. 高精度、自校正的测量焊接过程 采用微计算机可以通过多点或多次测量、取平均值的办法来提高测量精度。也可以采用数字滤波程序,消除测量过程中的各种干扰信息。还可以采用校正程序,自动补偿测量传感器的非线性误差和零点飘移。因此,可以实现相当高精度的测量。

3. 快速、实时测量焊接过程 在微计算机测量系统中,如果采用高速模/数转换器,例如采用转换时间为 $4\mu\text{s}$ 的转换器,则每秒钟就可以测量几十万个数据,这样的测量速度,可以满足各种快速变化焊接过程的实时测量要求,也为实时控制焊接过程提供基础。

4. 智能检测焊接过程 现在,已经实现了微计算机和摄像系统或红外摄像系统的联接,采用计算机图象处理和模式识别技术,已成功地测示了各种焊接方法的温度场及其动态过程,并且可以自动识别各种焊接图象和输出判别结果。例如已经可以自动识别各种焊接缺陷、分析焊接接头的金相组织等。还可以把微计算机和声音系统联接起来,利用计算机声音识别技术,自动分析和识别某些焊接过程中的声音信息,例如等离子焊接

与切割,以判断焊接过程是否正常及焊接质量的优劣,并为焊接过程声音控制提供条件。

三、焊接过程的控制

1. 稳定控制焊接过程的参数 现在已有多种型号的焊机采用微计算机控制。例如全自动CO₂焊机、真空电子束焊机、大功率激光焊机等,都用微计算机进行自动顺序控制、自动选择焊接规范参数和实时稳定焊接规范参数。

2. 控制焊接工件的自动定位和焊缝轨迹 采用微计算机数控代替常规数控,具有精度高和通用性大等优点,其定位精度可达0.0025mm。因此,一些焊接生产系统已开始采用微计算机控制焊接机头或工件的运动轨迹、及各种焊接工装夹具的定位和运动。

3. 控制焊接过程的质量 微计算机和传感器联接,可以构成各种焊接过程的质量控制系统。它不是控制一个或几个焊接参数,而是自动控制焊接的质量。例如,焊缝宽度适应控制、焊接溶池大小的适应控制、焊缝背面熔宽的适应控制、以及点焊焊核大小的适应控制等。从而把焊接过程的自动控制提高到一个新水平。

4. 用可编程序自动化控制焊接生产线 采用微计算机控制焊接生产线,由于改变不同的程序可以实现微计算机的不同控制,因此,这种生产线无需改装设备,只要改变程序,就可以自动化生产另一种焊接件,这种适用于小批量或中批量产品的自动化生产线称为可编程序自动化生产。这是一种很有发展前途的自动化生产新方式。

四、焊接机器人

现代工业生产中,已经采用了相当数量的焊接机器人。它大体分为二类:一类是点焊机器人,它能自动进行点焊操作;一类是弧焊机器人,它能自动进行弧焊操作。这二类焊接机器人都属于第一代机器人,因为从智能上看,它只具有记忆功能,靠人对它示教,机器人记住每一步示教,然后重复再现示教的动作。这种焊接机器人,它的控制部分并不是采用完整的微计算机,但已采用了许多计算机技术,如采用编程序控制方式、记忆存储装置等。现在,已经在研制第二代焊接机器人,这种机器人带有视觉、听觉和触觉功能,它完全由微计算机控制,是一种具有人工智能的机器人。

以上介绍,只是微计算机在焊接中已经应用的若干主要方面,其应用的面每年都在扩大,展望未来,可以预料,微计算机可以应用于焊接领域的所有方面。

第二节 微计算机的几个基本概念

一、微计算机和微处理器

首先,要从概念上区分微计算机和微处理器(Microcomputer and Microprocessor)。微处理器本身不是计算机,它是微计算机的控制和处理部件,而微计算机则是具有完整运行功能的计算机。

微计算机的构成,它的最基本的部分是三个器件和三条总线。如图1-1所示。三个器件就是微处理器、存储器和输出/输入电路。而这三个器件之间由数据、地址和控制三条总线互相连接。这就是一台最简单的微计算机,而任何更复杂的微计算机都是在这个基础上加以扩充。

在图1-1中的虚线框图部分,就是微处理器,它是微计算机中的核心部分。微处理器是微计算机的控制和运算部件,它指挥着计算机的一切操作,因此,又称它为微计算机的中央处理单元或中央处理器,英文缩写符号是CPU,它是英文Centre Processing

Unit的缩写。为了区别微计算机和大、中型计算机的中央处理器，有时把微计算机的中央处理器称为 MPU。

微处理器由三个部分构成，由数据、地址和控制三条内部总线把它们连接起来。微处理器的三个基本部件是：

1. 算术和逻辑运算部件 此部件的英文缩写是 ALU。它是微处理器的运算部件，能执行加法、减法、“与”（AND），“或”（OR）和移位等算术和逻辑运算操作。

2. 寄存器 寄存器的英文名为 Register。它的作用是暂时存放信息和数据，是微处理器在处理信息前暂时存放数据和在处理信息后暂时存放结果的部件。

3. 控制部件 由它对程序中的指令进行译码，并发出各种控制信号，它是微处理器的总指挥部分。

微处理器是由三个基本部分构成，并不是说它一定要由三块集成电路组装而成，而是指它的功能而言。从外形上看，有的型号的微处理器是由三块集成电路构成，如 Intel 8080 型微处理器，就是由 8080、8228、8224 三个集成电路块组成。随着大规模集成电路工艺技术的发展，元件集成度在不断提高，新一代微处理器的三个基本部分都集成在一块片子上。如 Intel 8085 型微处理器、Z-80 型微处理器、M6800 型微处理器、M6502 型微处理器等。

二、单片机、单板机和多板机

微计算机的外形也是多种多样的，就其外形分类，可以分成单片机、单板机和多板机三类。

单片机就是把微计算机的所有部件，全部集成在一片集成块上。它是一种简单功能的微计算机，一般都是为专门用途而定做的。这种类型的微计算机程序都是固定的，字长较短，一般只用二进制的 4 位字长，而且不需外加扩充存储器和外接其他外部设备。它的特点是结构简单、体积小、价格低、功能专用、适于大批量生产。

单板机是把微计算机的所有部件装在一块印制电路板上，它是比单片机高一档的微计算机，主要用来做教学实验、人员训练。也可以用于简单的工业控制。单板机尽管其规模不大，但完全是独立的微计算机，它的字长一般为 8 位，并具有扩大存储容量和增加输入/输出接口数目的能力。

多板机是由若干块印制电路板构成的微计算机，它是目前通用微计算机的主要形式。其字长一般为 8 位，已出现 16 位字长的微计算机，这类微计算机的内存容量为 64K，它的软件系统也相当成熟，因此，可以做许多方面的用途。

三、微计算机的硬件和软件

微计算机和人们熟悉的控制装置不一样，一般的自动控制机是按控制要求，设计和配置固定的电路和操纵按钮，然后在人的操作下，一步步完成固定的控制任务。而微计算机的工作，是先由人按控制要求编制好完成整个任务的程序，并把这个程序输入微计

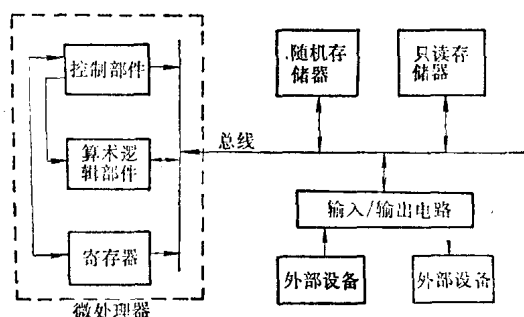


图1-1 微计算机基本构成图

算机，然后给微计算机一个开始工作的命令，微计算机就完全按程序一步步地自动操作，直到任务完成。微计算机在执行程序过程中，可以完全不要人的参与而自动进行。所以，微计算机的工作，不仅决定于微计算机机器本身，而且，非常重要也决定于程序的设计和编制，而微计算机能够接受和处理何种复杂程度的程序，又决定于微计算机内部的微程序设计，这称为微计算机系统结构程序设计。因此，完整的微计算机概念，是由微计算机硬件和软件两部分组成。

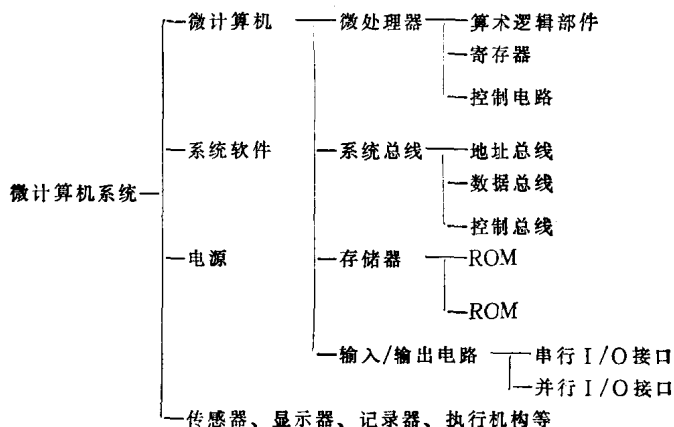
微计算机硬件又称硬设备，它就是人们一般所说的微计算机。它包括微计算机的主机和全部外部设备。外部设备主要是指基本输入设备，如键盘、穿孔机、读入机等；输出设备，如显示器、打印机、绘图机、伪着色处理机等；外存储器，如磁盘机，磁带机等；以及电源、控制台和接口箱等。

微计算机的软件又称软设备，它是管理和运行微计算机的各种程序的总称，包括算法语言，如汇编语言、BASIC语言、FORTRAN语言、PASCAL语言等；以及它们的编译程序，操作系统，如微计算机管理程序、自动查错程序、直接命令程序、各条指令的微程序、外部设备的引导程序等，以及各种应用程序。

四、微计算机和微计算机系统

在实际工程中，例如实时测示和控制焊接过程，简单地把微计算机和焊机连接起来是不行的。必须要有可提取焊接状态参数的传感器、可调整焊机规范参数的执行机构，而且还要有能把工业上的各种模拟量转换成数字量的通道和接口。这些外部设备和微计算机、电源等连接在一起，再加上完成上述任务所需要的一整套软件系统，就是一个完整的控制装置，称为微计算机系统。表 1-1 列出了一个微计算机系统必须包含的基本部分。

表1-1 微计算机系统的组成



焊接工作者要想把微计算机应用到某项具体的焊接任务中去，并不需要自行设计微计算机，只要会正确选择通用微计算机就可以了，但是配置整个系统，常常需要自行设计，或者和有关专业配合。

第三节 几种应用较广的微处理器

现将几种应用较广的微处理器简要介绍如下。

一、8080A 微处理器

8080A 微处理器是 Intel 公司用 NMOS 技术制造出的微处理器。它的字长为 8 位，内存容量为 64K（即 65536 个字节），有 78 种不同的指令。图 1-2 为 8080A 微处理器的主要元件和其外部接线图。

8080A 片需要外接 +5、+12、-5V 三种电压的电源，以及两个定时输入 $\phi 1$ 和 $\phi 2$ 。定时信号的相位和脉冲周期等都必须正确。Intel 公司生产的 8224 片就是专供 8080A 定时用的。8080A 的最高频率为 2MHz。

8080A 有 10 个供用户使用的寄存器，其中 16 位的程序计数器是把所要执行程序的指令地址置于地址总线上。8 位累加器是用于算术和逻辑运算并储存结果。6 个 8 位的一般用途寄存器，它们是用来暂时存储数据的，还可以成对的使用，如 B 和 C、D 和 E、H 和 L，这样它们就是 16 位的寄存器。还有一个 16 位的堆栈指示器和一个 8 位的标志寄存器。

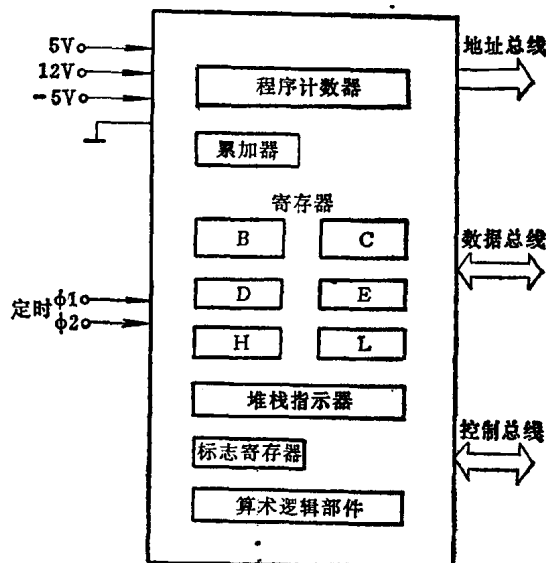


图1-2 8080A 微处理器

8080A 的 ALU 可以进行加、减、比较、平移、转动、“与”、“或”、“异或”等运算和逻辑操作，也可以做二——十进制运算，称为 BCD 运算，但必须在每次 BCD 运算之后加一特殊的十进制调整指令，以校正 BCD 的运算结果。

8080A 的工作频率为 2MHz，也就是说，它的周期是 500ns (10^{-9} s)。8080A 执行一次加法 (ADD) 运算需要 7 个时钟周期，所以它完成一次 8 位数相加需要 $0.5 \times 7 = 3.5 \mu\text{s}$ 。还有一种 8080A-1 微处理器，它的时钟频率为 3.125MHz，比 8080A 约快百分之六十。Intel 公司还生产了一种 8085 微处理器，它是把 8080 (CPU)、8228 (系统控制器)、8224 (时钟) 三片电路集成到一块片子上，而且仅使用一个 +5 伏电源，它的控制功能和中断输入都要比 8080A 多。

二、Z-80 微处理器

Z-80 微处理器是 Zilog 公司在 8080 基础上改进后制造的 NMOS 微处理器，也是目前人所公认的微处理器典型。图 1-3 是它的主要元件简图。

Z-80 的时钟频率为 2.5MHz，Z-80A 微处理器的时钟频率为 4MHz。Z-80 和 Z-80A 执行某些特定指令所需要的机器周期也较 8080A 要少，故有较快的速度。Z-80 的字长为 8 位，内存为 64K，有 158 种不同的指令，其中包括 8080A 的全部 78 种指令。它只需要一个 +5V 电源和一个定时输入。

Z-80 有 22 个寄存器，如图 1-3 所示，它们分成两组，每一组都包括一个累加器、一

个标志寄存器、六个一般用途寄存器。这样，就扩大了可使用的寄存器的范围，程序中可用一条指令来选择使用那一组寄存器。此外，还有二个16位的变址寄存器和一个16位的堆栈寄存器。另有二个8位寄存器是比较特殊的，这就是中断向量寄存器IV(Interrupt Vector)和记忆更新计数器MRC(Memory Refresh Counter)。IV是在外来中断时帮助CPU决定必须从内存的何处提取下一条指令。MRC则用于当微计算机装有动态存储器

时，因动态存储器必须连续在一最短时间内更新（重写），而MRC就可用来追踪动态存储器更新的地址。

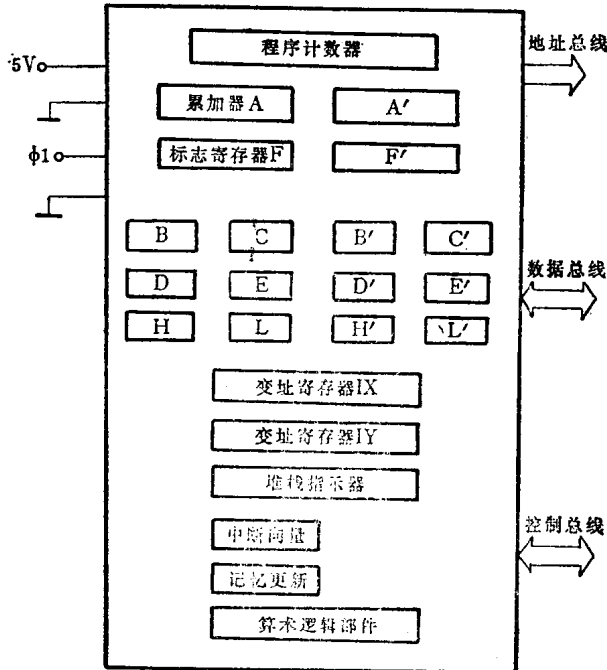


图1-3 Z-80微处理器

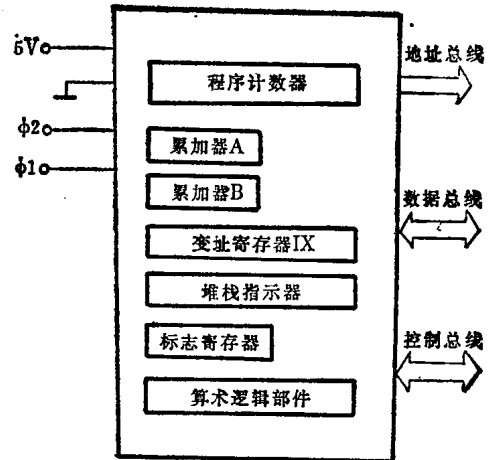


图1-4 6800微处理器

Z-80的ALU所执行的运算，大致与8080A相同，但比8080A速度快，而且可以执行8080A和其他微处理器无法执行的运算。例如，Z-80有指令可用来测试和改变寄存器或存储器中数据的各位状态、并可将内存中任意大小的数据块集团地由内存某一区转移到另一区域、或转移至另一输出港口。因此，Z-80是目前最具潜力的微处理器。

三、6800微处理器

6800微处理器是Motorola公司制造的NMOS微处理器。图1-4是它的主要元件和外部接线图。

与8080A和Z-80比较，6800可以说是一种不论硬件或软件都十分单纯的微处理器。其字长为8位，内存容量64K，指令共有72种，时钟频率为1MHz。虽然它的时钟频率低于8080A，因为它执行一条指令所需要的机器周期比8080A少，所以其执行指令的速度并不慢。例如，执行一次加法运算ADD，6800需4个周期，即4μs，而8080A需7个周期，即3.5μs。

6800微处理器只使用一个+5V电源，但其定时需双相φ1和φ2。6800只有6个寄存器，其中包括一个16位程序计数器、二个8位累加器、一个16位变址寄存器、一个16位堆栈指示器、一个8位标志寄存器。两个累加器分别用于执行不同的指令，因此，必须在指令上指定使用那个累加器。其8位的ALU和8080A完全相同，包括用十进制调

整指令做BCD运算等。Motorola公司也生产了速度较快的6800, 其中68A00的时钟频率为1.5MHz, 68B00的时钟频率为2MHz。

四、6502微处理器

6502微处理器是MOS技术公司制造的NMOS微处理器, 它是6800的改进型。图1-5是它的主要元件和外部接线图。

6502微处理器字长也是8位, 内存容量64K, 有70种指令。它的时钟频率为1MHz。其指令执行时间大体和6800相同。由图1-5可以看出, 这种微处理器相当简单, 电源也只需一种+5V电压。

6502微处理器只有6个寄存器, 它们是一个16位程序计数器、一个8位累加器、两个变址寄存器、一个标志寄存器和一个8位堆栈指示器。由于6502的堆栈位置是固定在内存01页, 因此, 堆栈指示器用8位就够了。6502所执行的运算, 大体和8080A、6800相同, 但它在执行BCD运算时, 是自动执行BCD校正, 而不需用

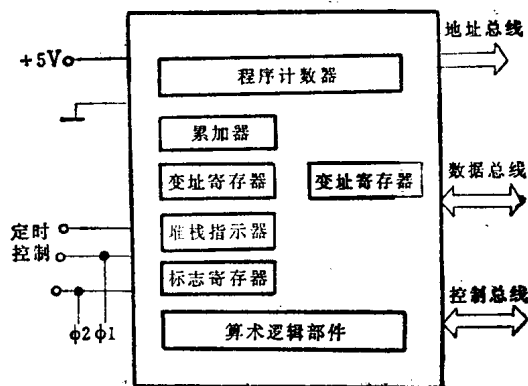


图1-5 6502微处理器

二-十进制运算调整指令来校正BCD结果, 因此, 其BCD算术指令较为优越, 特别是在执行大数据BCD计算中, 其优点尤为突出。MOS技术公司还生产了几种速度较快的6502型微处理器, 其中有6502A、6502B、6502C, 它们的时钟频率分别为2、3、4MHz。

以上四种微处理器是目前应用最广的微处理器, 现在市场上的微计算机, 基本上都是用这几种型号的微处理器作为微计算机的中央处理单元。因为制造厂家的不同, 微计算机的型号五花八门, 十分繁多。了解了这几种主要类型的微处理器, 就可以较容易地掌握各种类型微计算机的主要性能。

第四节 微计算机和其他计算机的区别

计算机除了有许多不同型号外, 按它们的功能, 还可以分为大型机、中型机、小型机和微型机四种, 在这里将介绍微计算机的特点, 以及它和其他类型计算机的区别, 通过这些比较, 可以了解不同计算机的不同应用范围。

一、字长 (Byte)

计算机的字长, 是指计算机一次可以处理的二进制数据的位数, 例如, Z-80微计算机的字长为8位, 就是说它的累加器、寄存器、存储器和数据总线, 都是由8个二进制电路构成的, 它们能储存或传送的数据, 最大为二进制8位。因此, 计算机的字长关系到计算机的精度、功能和速度。

大、中型计算机的字长为32~64位, 一般为32位。小型计算机的字长为16~32位, 16位较普遍。微计算机字长为4~16位, 最常用的是8位。假如要把二个32位的二进制数相加, 大、中型计算机一次操作就可以完成, 如果由微计算机去完成, 就需要把32位数分割成4个8位数, 分4次两两相加, 还要处理每次相加的进位, 显然其速度要慢得

多, 程序也复杂多了。因此, 微计算机不宜于做计算量大和精度很高的任务, 而较适用于控制任务。因为一般工业过程控制中, 计算机接受的数据来自各类传感器和开关, 这些数据只要求计算机做不太复杂的运算, 而且量程范围也有限, 采用较短的字长就够了。当然, 在一些精度要求不高的场合, 微计算机也可以用作独立的数据处理系统。

二、存储容量

计算机的存储容量决定了计算机可以处理的信息量, 如果主存储器容量不够, 就得调用第二级存储器(如磁带、磁盘等), 又称为外存。但调用外存的速度要比调内存慢得多。

大、中型计算机的主内存容量都在1 M以上, 小型计算机的内存容量为64~256 K, 而微计算机的内存容量最大为64 K。由于微计算机的内存容量不大, 因此, 它的操作系统、高级语言编译程序、以及其他软件必须力求紧凑, 尽量少占内存。在微计算机的实际应用中, 常常采用初级语言, 也是由于微计算机内存容量小这个特点决定的。

三、速度

指令执行速度是反映计算机的一项重要指标。大、中型计算机执行一条加法指令大约是十分之几 μs , 而微计算机是 $2\sim 4\mu\text{s}$, 两者相差几十倍。如果考虑到字长的差别, 执行速度的差别就更大, 尤其是有些复杂指令, 如乘、除等, 大、中型机是用硬件实现的, 而微计算机则由软件实现, 需编制子程序, 要运行几十条指令, 因此, 在速度上的差别相当大。微计算机的指令执行速度约为每秒几十万次, 这种速度对计算机运算来说是低速的, 但在处理工业控制的各种信息上, 已能满足相当宽的应用要求。

四、输入/输出数据最高传送率

微计算机一般只用于响应速度不快的外部设备的数据交换和处理上, 即外界和计算机之间的响应时间为 $1/10\sim 1/100\text{ s}$ 的场合。假如所要求的外界响应时间是微秒级的, 则宜采用小型或中、大型机。

五、通用寄存器数目

通用寄存器在CPU中直接与ALU打交道, 可以说, 它是小型快速的存储器, 通常用来保存常用数据和中间结果。大、中型机通常有几十个通用寄存器, 微计算机一般有4~12个。

六、配备的软件

大型机通用性很强, 配备了相当齐全的软件, 还配备有多种高级语言。微计算机由于存储量小, 一般只配有较简单的操作系统和监控程序, 以及汇编程序和一个(或二个)高级语言的编译程序。其用户程序也是有限的。

综合以上各点, 不难看出, 微计算不适宜于从事单纯运算方面的任务, 而适用于工艺过程测示、生产操作的实时控制、数据传送和处理, 以及多级系统的智能终端等方面工作。

第五节 如何合理选用微计算机

目前, 微计算机的种类型号繁多, 性能和价格也差异甚大, 因此, 根据应用要求选择合适的微计算机, 是相当重要而又相当困难的问题。机型选择不当, 会给应用带来许多麻烦, 轻者会增加许多不必要的设备和费用, 重者会因无法满足要求而使系统不能使用。另一类常见的情况是机型选择过高, 结果不能充分发挥微计算机的作用而造成浪费。

选择微计算机机型时,要考虑的问题很多,首先,要明确应用的具体要求,详细的了解微计算机的全部技术性能及它的软件 and 开发系统,其次还要考虑配套设备、环境条件、重量、体积、维修及价格等等。本节从技术角度,介绍选型如何入手和应该注意的几个问题。

一、选型从字长入手

微计算机的核心是微处理器,它决定了微计算机的主要功能。微处理器的主要功能指标是:输入/输出能力、数据处理速度和字长。这三项功能指标是相互关连的,例如,字长愈长,存储器存取次数越少,则数据处理速度越快,输入/输出能力越强。因此,选择机型时,必须把所有性能有机地综合在一起进行考虑。一般说来,选择微计算机时从选择字长入手较恰当。

现在的微处理器,如果按字长来分,有1位、4位、8位、16位等多种。字长是指微计算机内硬件处理的操作数和指令的二进制数位数。字长主要根据应用中要求的数据处理精度和速度选定。一般地说,要求的数据处理精度越高,处理的速度越快,则应选的字长也应越长。例如,若应用系统要求的计算和测量精度为 $1/100 \sim 1/1000$,则应选用8位微计算机,因为它的字长为8位,它的存储单元可存取的最大十进制数为256,其分辨率即 $1/256$ 。

当然,8位微计算机也可以用于要求精度更高的系统,这就是,把寄存器和存储单元成对地使用,一个数据,把它的高8位放在一个存储单元,它的低8位放在另一个存储单元,这样,8位微计算机就可以处理16位的二进制数据,即可处理的最大十进制数为65536,它的精度可达 $1/65536$ 。这样做虽然提高了精度,但会降低微计算机的操作速度,因每处理一次数据,取数据要分2次,处理数据也要分2次,还要处理运算中的进位或借位,而处理的结果,也要分2次存放入存储单元中。显然会使操作速度降低很多。因此,字长的选择要综合考虑应用系统的精度和速度等多方面。

从目前的应用看,虽然16位的微计算机日渐增多,但在数据处理、过程控制和单机控制等方面,仍较多采用8位微计算机。4位微计算机也还在发展,在工业装置的顺序控制上,采用4位机很受重视,因此,不要只注意选用高位数的微计算机,要根据需要合理地选定。

二、仔细地审查指令系统

指令系统是微计算机可以执行的基本操作。指令系统的好坏,直接关系到计算机的使用,因此,选择机型时要对微计算机所能实现的指令条数进行充分的比较,确保所使用的指令包含在指令系统中。

这里所说的指令条数,并不是制造厂商所宣传的指令条数,因为定义指令所使用的方法不同,许多指令可以用不同的方式或不同数位的操作来实现。而在同一条基本指令里的每一变化都产生不同的操作代码,即变成一条不同的指令,仔细审查每个微计算机的指令手册就会发现,现有指令的条数既可减少,也可以增加。例如,Z-80机有158条不同的指令,但是,把所有可能的寻址方式和变量都计算在内,这158条指令就会变成696种操作代码。

要想弄清楚指令条数的确切意义,从而确定微计算机指令系统的真实功能,最可靠的方法是借助于基准程序,这种程序不是厂商提供,而是用户根据使用要求自己编制

的, 用这种程序来比较完成同样任务的若干种机型的功能, 就能确定那种机型最合适。

不同的应用要求的指令配合比不同, 例如, 输入/输出很集中的应用, 应该配有良好的 I/O 指令; 数据处理为主的应用, 应该配有可靠的运算指令、逻辑操作指令和存储访问指令。指令的条数不能确切反映各类指令的配合比, 需要细致地具体分析。有时, 为了适应某些特殊的应用要求, 需要对微计算机的指令进行改装, 即编制一些指令系统中没有的指令, 这些额外指令可以是一个固定的子程序, 当然, 这类额外指令的执行速度较慢。例如, 目前 8 位微计算机的指令系统中, 都没有乘法指令和除法指令, 如果在应用中常常用到乘法和除法, 就可以编一个乘法和除法的子程序, 以备经常调用, 就和使用一条指令一样, 但它的运行速度较慢, 因为要把该子程序全部运行一遍, 一次乘法操作要几 ms。而某些 16 位微计算机的指令系统有乘和除指令, 一次乘法操作只需几十 μ s, 两者相差几百倍。

三、根据需要, 选定合适的速度指标

微计算机的操作速度是使用者很关心的一个重要指标, 因为它关系到能否实现工业过程的实时测量和控制, 因此, 在微型机选择时必须认真考虑, 确定合适的速度指标。

首先要指出, 现代微计算机的速度指标不是某一、二个参数就能确切地反映, 甚至会给人以假象, 因此, 是个相当复杂的问题, 不可轻率地根据厂商提供的一、二个参数而断定。例如, 现在微型机的速度指标, 往往是给出基本循环时间、时钟频率、最小指令时间、中断响应时间和加法时间。这些指标都不一定能确切和全面地反映微计算机的操作速度。譬如基本循环时间, 又称为微循环周期, 厂商常常用它来表示每条指令执行的速度, 即每条指令执行时需几个基本循环周期。用这来比较不同微计算机的速度并不可靠, 因为不同机型的基本循环周期并不相同, 因此, 基本循环周期数少的微计算机不一定速度高。又如现在许多微计算机用时钟频率的高低来表示其速度的快慢, 由于微处理器内部结构的不断改进, 这个参数已不能全面地反映微计算机的操作速度。现代微处理器内部包含了若干寄存器, 其存取数据的时间比常规的存储器存取的时间短得多, 不仅微处理器中包含的寄存器个数对速度影响很大, 而且寄存器的类型和灵活性也很重要, 有的寄存器可以用来完成加、减或其他操作, 有的寄存器可以用于循环程序控制、计数甚至变址寻址, 这将大为提高微计算机某些操作的速度, 在这种微处理器结构对速度的影响占主导地位的情况下, 时钟速度就不能全面反映微计算机的速度。即在选择机型时, 不能只看时钟频率的高低。

如果在实际应用中, 外设和微计算机在运行时间上难以同步, 或需随时处理随机事件, 则微计算机的中断能力就变得非常重要。现在很多微型机都具有中断能力, 但中断的方式和级数不等。当中断请求信号由外设发来后, 微处理器中所有寄存器中的信息, 能自动地保存在堆栈区中, 中断解除后, 又能自动地恢复寄存器中原来的信息。这样一来, 一台微计算机就可以巡回执行多项任务或控制若干台外部设备。在这类应用中选择微型机型, 要比较它们的中断响应时间, 中断响应时间越短, 处理外部设备的速度就越快, 但是中断响应快, 并不等于微计算机执行其他指令的速度也快。

综上所述, 可以看出, 微计算机的速度, 难以用一、二个技术指标就能准确的反映, 因此, 最可靠的方法是, 在选择机型时用一个基准程序来进行综合测定, 即让几种微型机都执行同一个基准程序, 测定它们各自的总执行时间, 这样就能准确地比较出那

种机型速度最快。

微计算机的速度越高，价格也越贵。所以在选型时不要盲目追求高速度，要根据实际需要，确定合适的速度指标。

四、计算所需的存储容量

微计算机存储容量的等级很多，小的有1 K，大的有几百K。存储容量，直接关系着微计算机能使用的语言、工作效率以及能处理信息的总量，因此，它是选择机型的重要指标。许多用户往往认为，似乎存储容量越大越好，所以在选型时总是选择存储容量尽可能大的微计算机，而实际上，存储容量大，花钱就多。花钱多对有些应用来说完全是浪费，会显著降低微计算机的性能/价格比。所以，一定要根据自己的应用需要，计算所需的存储容量大小，并适当考虑到今后的扩展，按此去确定所需微型机的存储容量。

五、软件的配置

微计算机的软件非常重要，没有软件它就不能工作，软件不佳，功能也必然差。因此，在选择机型时，必须注意它的软件配置。

微计算机所配置的软件，随其用途、功能的强弱、机器容量的大小以及可带外部设备的多少而各不相同。例如，单板机一般就只配有监控程序，用来管理机器的操作，最多再配备一个 BASIC 语言。而中、高档微计算机不但有自己的监控程序，而且还有自己的系统软件，多种编程程序以及协助编程的实用程序。实用程序包括模拟程序、装配程序以及编辑、修改及汇编等程序，这些实用程序使用户能容易和方便地编制各种应用程序。许多高档微计算机还配置多种高级语言，如 BASIC、COBOL、FORTRAN、PASCAL 等。因此，要想选择理想的机型，并使它能充分发挥作用，就必须详尽地检查所选机型的系统软件及其语言等配置情况。一般来说，高级语言在硬件上投资大，转换成机器语言所需的时间长，但使用方便。汇编语言虽然在编程时占用时间较多，不如高级语言使用方便，但生成的目的程序较短，所占内存容量也比高级语言少，所以在微型机语言中，应用相当普遍。