

高等学校教材

# 微机在光电 技术中的应用

辛德胜 申铨国 编著

兵器工业出版社

# 前 言

光电技术是现代高技术的重要组成部分，它广泛地应用于各个领域。目前，微型计算机的飞速发展引起了各个技术领域的重大变革，光电技术领域亦是如此。微型计算机应用于光电技术领域，进一步扩展了光电技术的应用范围，特别在科学研究、航天、军事工业、通信等方面发挥着越来越重要的作用。微型计算机与光电技术相结合，使光电装置和光学仪器实现了智能化和数字化，并进一步推动了生产过程的自动化。计算机技术已成为光电技术不可分割的一部分。

本书共分六章，第一章和第二章介绍了微机在光电技术中的应用概况和常用的微机系统；第三章和第四章叙述了微机的数据采集和接口技术；第五章和第六章着重介绍微机化光电系统的设计和应用实例。本书还系统地介绍了数据和接口技术的理论基础，重点叙述了微机化光电系统的设计及应用。书中所举应用实例是编者在多年科研工作的基础上整理而成的。其实用性及针对性强，并尽量适应现代科学技术发展水平和我国国民经济发展的需要。

本书将给光电技术及相近专业的本科生提供微机在光电技术中应用的基础知识和实际应用知识。使学生在进一步巩固和深入已学的微机和光电技术知识的基础上，掌握衔接光电技术和计算机技术的知识和技能，培养学生在光电技术中引入计算机技术的能力。同时，本书还可作为从事光电技术、检测技术和计算机应用的工程技术人员的参考书。

本书由北京理工大学刘巽亮教授主审，刘教授对本书进行了认真细致的审阅和修改，并提出了许多宝贵意见。北京理工大学的周仁忠教授，吉林工业大学光电教研室的许多老师都对本书的出版给予了大力的支持和热情帮助，林晓珑等同志为本书绘制全部图稿，编者在此一并表示深切的谢意。

由于编者的水平所限，不足和错误在所难免，恳请读者批评指正。

编者

1990年12月

# 目 录

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| <b>第一章 绪论</b> .....          | ( 1 )   |
| §1.1 概述 .....                | ( 1 )   |
| §1.2 光电技术 .....              | ( 1 )   |
| §1.3 微机在光电技术中的应用概况 .....     | ( 3 )   |
| <b>第二章 常用的微机系统</b> .....     | ( 6 )   |
| §2.1 微机系统的组成 .....           | ( 6 )   |
| §2.2 Z80微机系统 .....           | ( 7 )   |
| §2.3 Intel8088微机系统 .....     | ( 15 )  |
| §2.4 单片微型计算机 .....           | ( 19 )  |
| <b>第三章 微机数据采集技术</b> .....    | ( 29 )  |
| §3.1 概述 .....                | ( 29 )  |
| §3.2 数据转换的理论基础 .....         | ( 31 )  |
| §3.3 数/模转换器.....             | ( 41 )  |
| §3.4 模/数转换器.....             | ( 50 )  |
| §3.5 采样/保持电路.....            | ( 58 )  |
| <b>第四章 微机的接口技术</b> .....     | ( 64 )  |
| §4.1 概述 .....                | ( 64 )  |
| §4.2 外设接口的寻址方式 .....         | ( 67 )  |
| §4.3 外设接口的数据传送与控制 .....      | ( 69 )  |
| §4.4 典型的接口芯片及应用 .....        | ( 81 )  |
| §4.5 标准总线 .....              | ( 113 ) |
| <b>第五章 微机化光电系统的设计</b> .....  | ( 122 ) |
| §5.1 系统的设计过程及微机的选择 .....     | ( 123 ) |
| §5.2 小信号放大及其芯片 .....         | ( 126 ) |
| §5.3 光电信号的修整 .....           | ( 131 ) |
| §5.4 数据采集系统元器件的选择 .....      | ( 137 ) |
| §5.5 微机应用系统的抗干扰措施 .....      | ( 139 ) |
| <b>第六章 微机化光电系统应用实例</b> ..... | ( 153 ) |
| §6.1 微机在光电检测中的应用 .....       | ( 153 ) |
| §6.2 微机在光电控制中的应用 .....       | ( 157 ) |
| §6.3 微机在图像处理中的应用 .....       | ( 162 ) |
| §6.4 微机在医学仪器中的应用 .....       | ( 166 ) |
| <b>参考文献</b> .....            | ( 170 ) |

# 第一章 绪 论

## § 1.1 概 述

光电技术使得传统的光学仪器实现了自动化，而光电技术与计算机技术的结合能使传统的光学仪器实现智能化。这是目前光电技术发展的一个方向。

自1946年第一台电子计算机设计和运行以后，计算机主要朝着大型和快速的方向发展。70年代微处理机的兴起，引起了计算机行业的变革。一方面是小型机的微型化，另一方面，大中型计算机公司也不得不重视微型机系统的开发。因为，微型计算机和单板机价格低廉，又具有一定的功能。所以，在实时数据处理、过程控制、光学仪器及其它仪器仪表配套等方面应用很广。它的出现促进了光电技术的发展，加速了人工智能化的实现。

随着大规模和超大规模集成电路的发展，使得微型计算机系统的体积大大缩小，功能相当完善，处理速度不断提高，成本大大降低。单片计算机就是其典型的成就之一。此项成就使计算机作为一个部件出现在光学仪器及其它仪器仪表之中，形成智能化的光电仪器仪表。尽管单片计算机具有上述优点，但仍不能取代目前广泛使用的单板机及其它类型的微机，一是因为各自的应用领域不同，二是因为单片机的最小用户系统的形成要由用户自己建立。

如果说大型计算机在国防尖端和科学研究中起着巨大的作用，那么微型计算机由于它的成本低、体积小才真正使计算机渗透到了各个技术领域。

微型计算机应用于光电技术，使光电仪器实现了智能化。智能化的光电仪器是由光电系统和计算机系统构成，其结构框图如图1-1所示。图中的光机系统是光学系统和光学机械系统的组合。它将携带信息的光信号进行适当的处理，以适应光电传感器的需要。光电传感器将光信息转换成电信号送入电路系统。放大及处理电路的作用是对光电传感器输出的电信号作放大、修整、变换等处理，使之形成微机系统能够处理的信号。A/D转换器将上述的模拟电信号转换成数字信号，微机将此数字信号进行采集、存贮、运算等处理。其结果由输出设备进行记录、显示、打印、绘图、控制、转储、通信等。

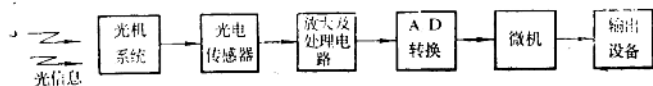


图1-1 微机光电系统的组成

## § 1.2 光 电 技 术

光电技术是研究光电系统中光电信号和电光信号的形成、传送、采集、变换及处理方法的技术科学。广义的光电技术包括光电变换、电光变换及光电子学技术。光电变换技术又包

括光电检测、光电控制及图像处理与分析。电光变换技术包括电致发光和显示及光参量的电调制和控制等。光电技术的处理对象可以是光学的、电学的或其它的非光学量。利用被研究对象对入射辐射的反射、吸收、透射、衍射、干涉、散射等光学属性的不同，将被研究的信息调制到光载波的特征参量上。这些参量可以是光通量的强度、变化的频率或相位；也可以是光波动的振幅、光频率、相位、偏振方向等。这一调制过程是光电技术的一个基本过程。

单独地利用光电变换技术或电光变换技术或相互结合地利用这些技术可以组合成各种类型的光电系统。广义的光电系统包括光电能量系统和光电信息系统。前者的功能是解决有关大功率光辐射能量的产生和利用以及向其它能量形式的转换。这是一个专门的技术分支。而光电信息系统指的是综合利用光辐射或电子流作为信息载体，通过光电或电光的相互变换，以光学或电子学的方法进行信息的采集、传输、处理或存储显示，并最终实现确定目的的系统。如图1-2所示。图1-2(a)所示的过程是利用光电技术构成的光电系统，由于加入了计算机系统使其成为智能化的光电系统。其较典型的实例是具有人工视觉的机器人。图1-2

(d)所示的过程是利用电光变换技术组成的光电系统，投影电视机的工作过程正是如此。在图1-2(b)的体系中由两种技术相结合组成的光电系统，利用传统的光学和机械系统经过光电变换形成电信号，由电子系统处理再经过电光变换形成光信号。电视技术的摄像和显像可以看作此类系统的代表。图1-2(c)所示的过程是电信号经过电光变换后得到的可在光路中传输的光信号，再经过光电变换成为电信号作常规处理。典型应用是光纤通信和光电测距。

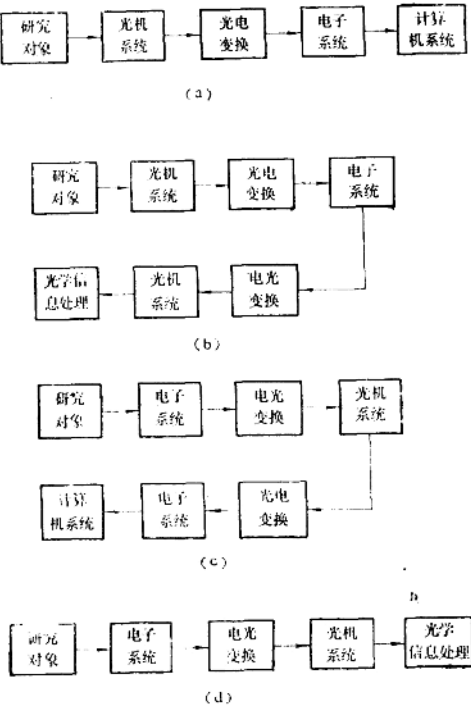


图 1-2 光电信息系统的组成

2. 控制跟踪型

这种技术的主要特点是以光电检测为基础，通过自动控制系统使被测对象相对它的目标

基准实现跟踪控制或恒值调节。控制跟踪系统在军事上的应用主要是对运动目标的跟踪,例如激光制导,热定向仪,飞行物的自动跟踪和星体的自动导航系统等。在工业中常用来对被控制对象进行恒值控制,如精密控制台的自动定位;工业图形的加工成型;状态参量的极值控制;以及具有视觉能力、按目标行走的智能机器人等。这类系统实际上是一种有光电检测能力的反馈控制系统。光电传感器在闭环回路中作为信号反馈元件,控制系统根据光电传感器检测到的相对平衡状态的偏差信号实现伺服跟踪控制。

### 3. 图像分析测量型

光电法图像分析测量技术的主要研究对象是二维或三维的光强空间分布。这可以看作是广义的、多参量的光电检测。它有两个基本的分支,即图形检测和图像分析。图形检测的目的是同时完成图形几何坐标和光密度等级的精密测量。而图像分析则是以图形测量为前提,进一步完成复杂景物的光信息采集、判读、识别以及图像的运算处理。这是当前光、机、电、算混合型光电技术发展的重要标志。为了进行图像分析测量,首先,需要有摄像装置,完成从空间到时间和从光量到电量的转换。其次要有丰富的计算机硬件和软件配置。以便贮存大量的数据并对变换后的数字图像进行变换处理和数值分析。

光电技术兼备有光学和电子学各自的优点,因此它具有如下特点:

1. 能够获取和处理各种光学信息以及那些可以转换为光学信息的非光学参量。其中包括表示物质内部属性的原子分子结构或电子的能级分布,也包括物体的外观属性和运动参量。被检测的物体可以是巨大的空间物体,也可以是微小的精细结构。甚至可以通过光导纤维探测人体内部器官或危险场地的工作参量。

2. 能进行远距离,非接触、快速、高灵敏度的实时测量。因为检测器所接收的光辐射量只是总辐射量中很小的一部分,几乎不影响被测物体的能量状态。由于综合运用了光电滤波手段,可以提高检测的信噪比和信号传输能力。保证了测量的可靠性。

3. 能进行复杂信息的多种形式的运算处理。不仅能作一维时间信号的测量,而且也能作二维或三维空间信号的测量。可对光或电信号做多种运算处理。

4. 能代替人眼和人脑的部分功能,组成有一定视觉能力和判断识别能力的智能化装备。尽管完全代替人眼的光电传感器目前尚未实现,但许多光电传感器在单项指标(如光谱灵敏度、覆盖范围、测量灵敏度、动态响应速度和最小敏感单元的尺寸)已达到或大大超过了人眼的能力。

目前,光电技术的应用遍及军事、科学研究、工业、农业、宇宙和环境科学以及医疗卫生和民用等各个领域,已经成为现代科学技术和人民生活中不可缺少的环节。今后还将产生更重要的影响。

## §1.3 微机在光电技术中的应用概况

在光电技术领域中,微机除用于科学计算外,主要还应用于以下三个方面:(1)光学信息处理;(2)光电仪器的过程控制;(3)光电仪器的功能扩展与智能化。

目前国外的许多光学仪器都装上微机,因而功能齐全,使用灵活。特别是光谱分析仪器,自1975年珀金-埃尔默(Perkin-Elmer)公司生产第一台微机控制的红外分光光度计以

来,已出现多种微机控制的紫外—可见光—近红外双波长分光光度计以及和分光光度计相近的光声光谱仪。如美国Nicolet公司的红外分光光度计,就配有一台微机,对红外光谱信号可进行快速傅里叶变换,由CRT显示或由打印机输出;日本的340型紫外—可见—近红外分光光度计也配有微型机;珀金—埃尔默公司生产的552、554、555型微机控制的紫外—可见分光光度计等等。微机控制的分光光度计,计算机不仅起着数据收集、处理作用,而且起着自动控制分光光度计的整个操作过程和自动调整各项工作参数的作用。复杂的光学仪器,只有配上微机才能扩大功能,才具有竞争能力。在光学图像处理方面,采用微机是比较多的。由摄像机摄取的图像信息,经A/D转换后送入微机进行数字图像处理,或去噪声;或轮廓提取;或局部放大;或进行测量等等,再经D/A变换送入CRT显示。这在医用光学、天文学及遥感技术方面是非常有用的。在光学技术中,采用数字图像处理技术处理干涉条纹。日本佳能(Canon)公司生产的ZYGO MARK3相位测量干涉系统,就是典型的例子。数字图像处理技术也用于电视图像的处理,用以改善电视图像的质量。并且可用于图形测量或自动对准。数字化的图像信息便于存贮和再现,同时微机还可以对图像中的某一部分进行特殊的处理。若采用CCD器件与微机接口就更加方便。如光学显微镜上装上电脑。由CCD器件成像,然后送入电脑进行数据处理。另外在光学信息处理中计算机作出的全息图不仅噪声受胶片非线性影响较小,并有较好的光学效率,且物体的全息图由程序设定。因此这项技术在物体的三维显示,光学滤波器的制造等领域得到广泛的应用。在激光技术领域,激光调谐最常用的器件是衍射光栅。衍射光栅可用微机控制的步进电机来带动,若给出所需的波长值,光栅就自动旋转到适当的角度。美国伊利诺斯(Illinois)大学用单板机控制衍射光栅的激光调谐系统,其精度可达 $0.09^\circ/\text{步}$ 。由于微机可作为各种图形发生器,该大学用单板机去控制激光束的扫描系统,用在激光束对半导体材料退火的过程中。其扫描速率达 $33.6^\circ/\text{s}$ ,分辨率为 $0.034^\circ/\text{步}$ 。它可以产生6种以上的扫描图案。在光学冷加工方面,美国已用微机控制平面加工,提高了加工精度;在光学镀膜方面用微机控制膜层厚度。在民用方面,日立公司的激光可视唱片的放像系统装有电脑,可随意选择节目。还有装有电脑的高级照像机,以及配有微机的电子显微镜、红外望远镜等。总之,国外配有微机的光学仪器已趋于商品化,而且,正在深入和普及。

国内也已开展了这方面的工作。在光谱测量方面,中国科学院化学研究所将CROMEMCO微型计算机与PK-180红外光谱仪组成联机系统,用于红外光谱的数据采集和处理。大大增强了PK-180红外光谱仪的功能;上海科技大学采用国产的微机系统对原子分光光度计进行数据和图像处理,采样32次求平均值,进行曲线拟合,提高了测量精度和速度;北京光学仪器厂在机械工业部自动化所的协助下,用单板机制成直读光谱仪和小光量计;合肥工业大学将微机用于光栅精密测量系统和红外光度计计数、数据处理系统。在光学参量测试方面,上海冶金研究所用国产微机实现了薄膜参数测量;清华大学精密仪器系用单板机处理激光陀螺信息,能实时测量激光陀螺的零点漂移、转速及转过角度。该系采用单板机对显微镜下的微图形进行测量及自动对准。吉林工业大学用单板机实现的光纤探头皮肤颜色测定仪,该仪器可实现皮肤疾病的诊断和指导治疗过程;用单片机实现的动态视力测试仪、暗适应能力测试仪及驾驶员反应时间测试仪。上述三种仪器可对汽车驾驶员、飞行员及其它特殊行业的人员进行动态视力、眼睛从明亮到黑暗的适应能力及当眼睛受到刺激信息后手和脚的反应快慢进行定量的测试。用PC机实现的文件图表存贮和通信装置可实现办公自动化,该装置

用摄像机将图表、文件摄取并存入微计算机，经处理后供调用或传递。光电仪器的微机化目前国内尚处在科研试制阶段，定型的配有微机的光学仪器还不多，有待于进一步的开发。

微机进入光电技术领域并取得一席之地，是科学发展的必然。而且它将有力的促进光电技术的发展。

## 第二章 常用的微机系统

### §2.1 微机系统的组成

微型机是个很常见的术语，它是微处理器、微型计算机、微型计算机系统这三个概念的统称。

微处理器（简称CPU）也称微处理机。它是一个大规模集成电路器件，在器件里包含有数据通道、多个寄存器，控制逻辑和运算逻辑部件。有的器件中还包含时钟电路，它为器件工作提供定时信号。控制逻辑可以是组合逻辑，也可以是程序存储逻辑，它执行机器语言描述的指令系统。这种完成计算机中央处理功能的器件称为微处理器。通常由单片组成，也有由2~3片组成的。

微处理器并非是一个完整的计算机，它只能完成对信息的控制和处理，而一台完整的计算机除了中央处理部件外，还应包括存储器、输入/输出电路、系统总线、某些缓冲和驱动逻辑电路及支持电路。这样一台完整的计算机就叫作微型计算机（MC）。

上述的微处理器、微型计算机，都是从硬件的角度来定义的。而计算机的使用是离不开软件的。我们将配置有系统软件、外围设备、系统总线接口的微型计算机，称之为微型计算机系统（简称MCS）。

图2-1给出了微型计算机的基本组成形式，它由五大部分组成。

（1）运算器（ALU）又称算术逻辑单元，是计算机用来进行各种算术运算和逻辑运算的核心部件。

（2）存储器（MR）是计算机用来存放程序和数据的部分。通常分为只读存储器（ROM）和随机存储器（RAM）两种。

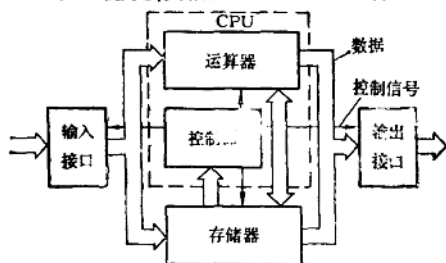


图2-1 微型计算机的基本组成

（3）控制器（Control Unit）用来指挥和控制计算机按照人们事先编好的程序一步一步协调地工作。

（4）输入接口（Input Interface）用以协调计算机与输入设备之间的工作。

（5）输出接口（Output Interface）用以协调计算机与输出设备之间的工作。

接口电路通常由单片集成电路组成。

将上述五个部分加上键盘、显示器及一些支持电路（电源、时钟电路、译码电路及复位电路等）安装在一块印刷电路板上组成最小的计算机系统称之为单板计算机。就系统的用途和规模来说，它的使用价值很高，TP801单板机是目前普遍使用的机型之一。

随着大规模集成电路的发展，出现了单片计算机，它将图2-1所示的五个部分集成在一

片功能芯片之中。现普遍使用的是MCS51系列单片机，只要配置显示器、键盘及简单的支持电路就可构成最小计算机系统。具有价格低廉、功能强，适用工业应用等优点。但此种最小计算机系统的制作要由用户自行完成。而使用单板计算机可省此麻烦。因此，现在单板机的使用还很普遍。

若在2-1图所示结构的基础上，配上键盘、CRT显示器、磁盘驱动器等输入输出设备作为一个计算机系统来出售，通常把这种系统称为个人计算机。厂家在提供个人计算机的同时还提供软件，只要理解了厂家所提供的语言，就可以在一定程度上使用个人计算机。但是如果想要利用个人计算机建立一个检测或控制系统，则必须充分理解计算机的结构和原理。以实现适当的硬件配置。

## §2.2 Z80微机系统

### 2.2.1 Z80微处理器

Z80微处理器是美国Zilog公司在吸收了8080微处理器的经验后研制出的8位微处理器。它除了包含原8080的全部指令外，还增加了许多指令，Z80微处理器与8080相兼容，且性能比8080更为优越。它的应用十分广泛，在同类产品中占有重要地位。

Z80微处理器的结构简图如图2-2所示，它包括五个部分：（1）内部寄存器组，18个8位寄存器，4个16位寄存器；（2）算术逻辑单元（ALU）；（3）指令寄存器（IR）；（4）指令译码器；（5）定时及控制电路。

Z80微处理器具有如下特点：

（1）指令功能比较齐全。共有158条指令，十种寻址方式，寻址范围为64k字节。

（2）设有两组通用寄存器（AF、A'/F'；BC、B'/C'；DE、D'/E'；HL、H'/L'），可由指令相互切换工作，提高了程序转换及数据处理速度。

（3）设置了一些专用寄存器。其中IX、IY两个16位的变址寄存器，增加了寻址灵活性；中断页面寄存器（I），可以在RAM的任何区域指定向量中断的入口地址；刷新寄存器（R），由它指定刷新行地址，一行刷新后R自动加

1。

（4）有较强的中断处理能力。除设可屏蔽中断外，还设有非屏蔽中断。可屏蔽中断则可由程序设置为三种工作方式（方式0，1，2）。

（5）时钟、电源种类单一。它使用单相时钟 $\phi$ 和+5V电源，使用方便。

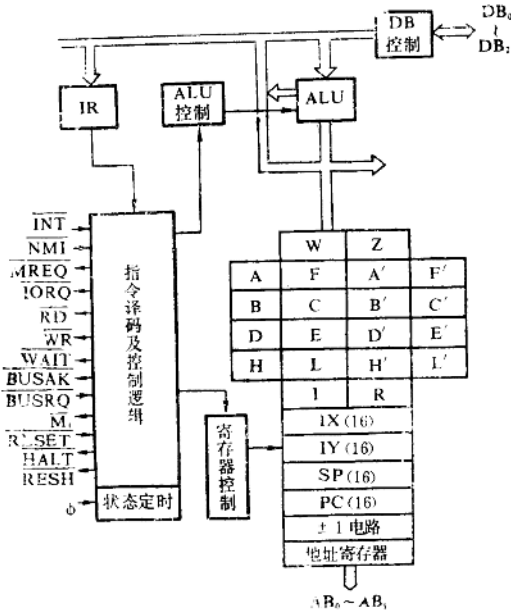


图2-2 Z80—CPU结构简图

Z80微处理器除8条数据线和16条地址线外,还有13条控制线分别说明如下:

处理中断和总线请求(DMA请求)信号: $\overline{INT}$ 为可屏蔽中断请求,低电平有效。如中断开放且无总线请求,则当前指令结束后中断被响应。 $\overline{NMI}$ 为非屏蔽中断请求,优先级仅低于总线请求。 $\overline{BUSRQ}$ 请求即DMA请求。 $\overline{BUSA\overline{K}}$ 为总线请求认可信号,表示CPU已让出总线,供DMA控制传送使用。

处理存储器和I/O读写信号:存储器请求 $\overline{MREQ}$ ,三态输出,低电平有效。它指明地址总线上保持着访问存储器的地址。输入/输出请求 $\overline{IORQ}$ ,三态输出,低电平有效,它表明地址总线上的低8位为进行读或写操作的I/O有效地址。 $\overline{RD}$ 为读信号,三态输出,低电平有效,它表明CPU要从存储器或I/O设备中读出数据,被访问设备用此信号将数据送到数据总线(DB)上。 $\overline{WR}$ 为多信号,三态输出,低电平有效,它表明CPU的DB上保留了要写入存储器或I/O的数据。 $\overline{WAIT}$ 为请求等待输入,用以等待慢速存储器或I/O设备,实现CPU与它们的同步。

机器工作状态信号: $\overline{HALT}$ 信号,低电平有效。表明机器正处于暂停状态。 $\overline{RESET}$ 信号为复位信号,它使PC、I、R寄存器为“0”,并置中断方式为方式0,且禁止中断。 $\overline{RESH}$ 为刷新信号,指明地址总线低7位为动态存储器刷新地址,它与 $\overline{MREQ}$ 配合执行刷新动作。

$\overline{M_1}$ 信号线:低电平有效,指示现行机器周期是取指令操作码周期。

### 2.2.2 TP801A单板计算机

TP801A单板机的中央处理单元为Z80CPU,配有Z80PIO、Z80CTC等接口芯片,它具有2k字节的监控程序,用来管理单板机工作。它常用于光学仪器和其它仪器仪表的控制以及各类机械设备、生产过程的控制和进行数据采集、处理等方面的工作。

TP801A单板机结构框图见图2-3,它以Z80CPU为核心,地址总线(AB)、数据总线(DB)和控制总线(CB)将存储器芯片、I/O接口芯片、键盘、显示器、录音机接口、打印机接口连接起来,配上一些附加电路(如EPROM写入电路、系统时钟电路、上电自动复位电路等)组成的微计算机系统。

#### (1) 中央处理单元

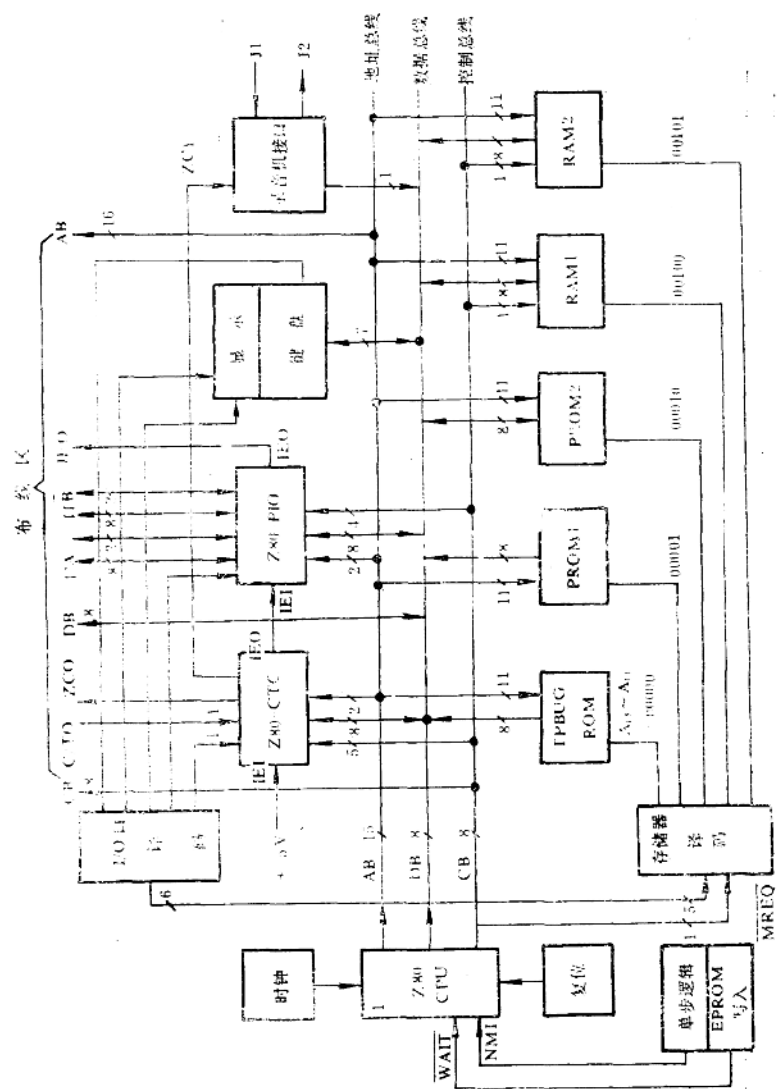
中央处理单元采用Z80CPU,系统时钟频率为1.9968MHz由图2-4时钟电路提供。Z80CPU的复位信号由图2-5复位电路提供。其复位方式有两种:

一种是上电复位,当单板机上电时,由于47k $\Omega$ 电阻和1 $\mu$ F电容的时间常数很大,在其它芯片都接上+5V时, $\overline{RESET}$ 端仍保持着短暂的低电平信号,从而达到CPU上电复位的目的。

另一种是使用 $\overline{RESET}$ 键,当按下此键时,电容器就通过1k $\Omega$ 电阻放电,直到电容器两端电压为低电平时止。这时 $\overline{RESET}$ 端为低电平信号,使CPU复位。

#### (2) 存储器

TP801A内存储器由ROM、RAM和译码电路等组成,可在线使用16k字节存储单元,占有地址空间0000H~3FFFH。使用存储器芯片为2114或2716。2114的10根地址线接至CPU地址总线的 $A_9 \sim A_0$ ,即2114片内可寻址1k字节。2716的11根地址线接至CPU地址总线的 $A_{10} \sim A_0$ ,片内寻址2k字节。TPBUGA监控程序安排在0000H~07FFH间的2k字节存储空间。PROM<sub>1</sub>插座占用0800H~0FFFH的2k字节。PROM<sub>2</sub>插座占用1000H



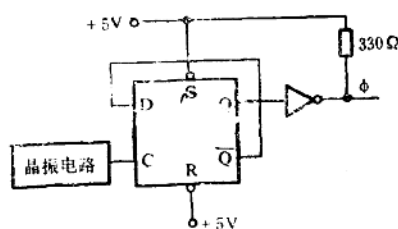


图2-4 时钟电路

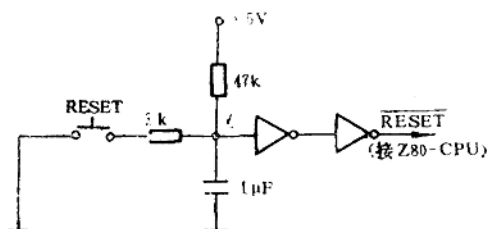


图2-5 复位电路

17FFH的2k字节。1800H~1FFFH间的2k字节空间被TP801P微型打印机的控打程序~TPMP所使用。

系统RAM为4k字节，其中2k字节供用户使用（地址为2000H~27FFH）。另外2k字节（地址为2800H~2FFFH）中的部分单元用作TPBUGA的暂存区和堆栈区。2114或2716的片选信号由74LS138译码器产生，它是对CPU地址总线的 $A_{13}$ 、 $A_{12}$ 、 $A_{11}$ 三条地址线进行译码而实现的。

### (3) I/O接口和外设

TP801A单板机的外设包括键盘、显示器、打印机。接口有键盘接口、显示器接口、盒式磁带机接口、打印机接口、Z80PIO和Z80CTC。

I/O译码电路如图2-6所示。译码器选用了74LS138，允许译码控制信号选定为： $A_7=1$ ， $A_8=0$ ， $A_9=0$ 。当译码控制信号有效时，对地址 $A_4$ 、 $A_5$ 、 $A_6$ 译码，组成8种不同的编码，配合 $A_1$ 和 $A_0$ 得到80H~9FH共32个口地址。32个口地址分成8组，每组占有4个口地址，CPU通过I/O指令与接口交换信息。不同接口的区分靠改变地址信息来实现，类似存储器的地址译码，不同的是地址译码信号采用地址线 $A_7 \sim A_2$ 。在图2-6中 $\bar{Y}_6$ 、 $\bar{Y}_5$ 、 $\bar{Y}_7$ 没有用到，利用这些译码信号，再配上 $A_1$ 和 $A_0$ 就可以为单板机增加新的I/O接口。

在实际应用中为降低仪器成本或减小仪器体积，往往利用Z80CPU、PROM、RAM及一些简单的附加电路形成专用机（如图2-7所示）。此种专用机只能应用于一种特定的仪器或设备中，没有通用性。Z80单板机可作为专用机的开发机。即专用机的程序在单板机上

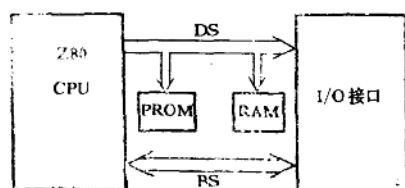


图2-7 Z80专用机框图

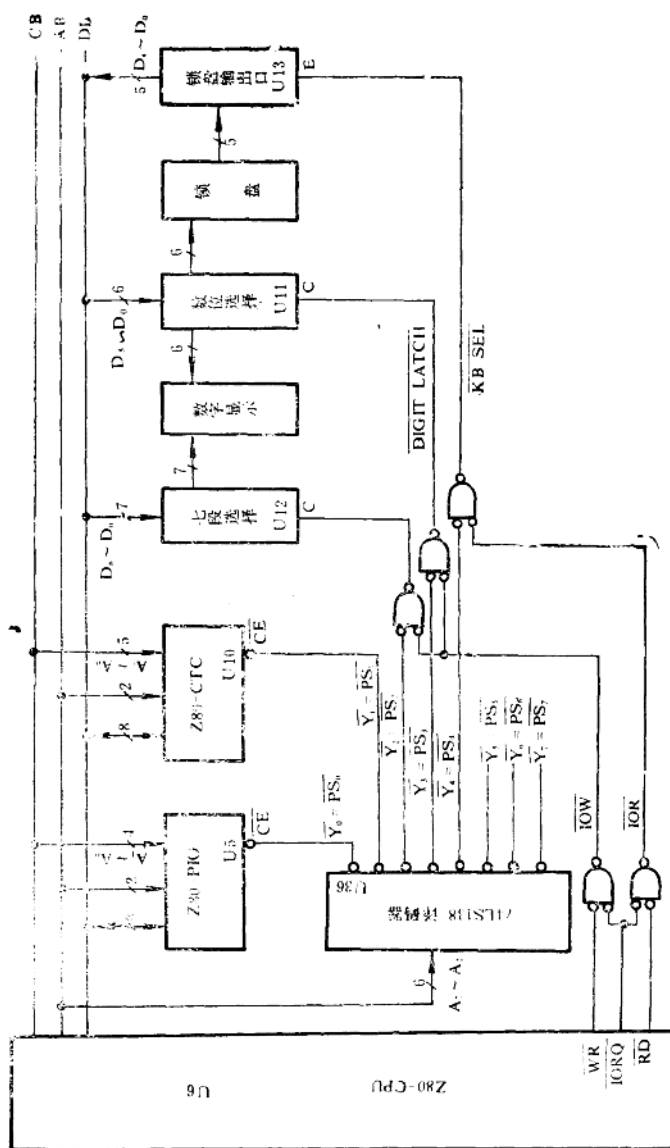
调试成功后，写入EPROM，然后插到专用机的相应插座上，专用机即可正常的运行。

当然，专用机的形成需用户自行设计印刷电路板、I/O接口电路及安装调试。若该智能化仪器或设备作为产品批量生产，使用专用机是十分必要的。否则，可使用现成的单板机，以省去上述之麻烦。

### 2.2.3 CROMEMCO II 微计算机

CROMEMCO II的CPU为Z80A，在主机中有64k字节的RAM。典型的外设是2个或4个8英寸（或5英寸）软磁盘驱动器，键盘显示终端（CRT）和点阵式行打印机。

• 1英寸=25.4mm



主机主要是由四块印刷电路板构成:

### (一) 中央处理器板——ZPU板

它的核心是一片 Z80ACPU, 加上一些附加的中小规模集成电路构成。有如下功能:

(1) 能与S-100总线相连接。S-100总线是按8080的引线规定的, 与Z80的引线有一些差别。通过增加一些附加电路能使Z80的引线信号转换成S-100总线所需要的信号。

(2) 根据需要可以通过开关及相应的电路来选择 4 MHz或2MHz的时钟频率。

(3) 自动跳转。在无控制面板操作的情况下, 可实现在上电后, 机器自动转移到存储器一个固定地址, 并执行程序。转向的地址由印刷板上的开关状态来决定。通常是自动跳转到地址为 C000H的RDOS, 然后由RDOS再引导 CDOS 进入内存, 整个系统由CDOS管理。

(4) 板上有等待状态的选择功能, 最多可选择3个等待状态, 以平衡CPU的速度与RAM不匹配。另外, 还有在 $M_1$ 周期是否需要附加一个 $T_w$ 状态的选择功能。

### (二) 随机存储器板——64kZ板

64kZ的核心是64k字节的RAM阵列, 通常用32片TMS4116—15, 16k×1bit的动态RAM片子构成。

主要的外围电路有:

(1) 体选择。在板上有体选择、块选择的工作方式选择三组开关, 允许存储器最多可以扩展到512k字节。

(2) 由40MHz时钟振荡器及8位时序移位寄存器, 产生RAM所需要的控制时序信号。

(3) “周期启动译码”逻辑。在满足规定条件时, 产生启动、读、写等信号。

(4) 地址寄存器、数据输入寄存器、数据输出寄存器等。

(5) 刷新控制逻辑。控制在CPU运行时或暂停工作时, 产生刷新信号。

### (三) 打印机接口板——PRI板

这是一个典型的并行传送的接口电路板, 它允许CROMEMCO3703或3779点阵式打印机和3355A全格式字符打印机同时工作。它用中断方式与CPU交换信息。

### (四) 磁盘控制器板——4FDC板

此板上除磁盘控制器外, 同时包括I/O接口和RDOS。它主要由三块大规模集成电路构成。

(1) FD1771是磁盘控制器/格式化形成电路, 它能控制5英寸或8英寸磁盘, 最多可带四个磁盘驱动器。

(2) TM5501是一个多功能的I/O接口电路, 它的并行输入端口用于磁盘与CPU交换信息。它的串行端口用于CPU与键盘显示终端接口。

(3) 1k字节的PROM2708, 用于存放RDOS。RDOS包含一个初始引导程序, 它引导存于磁盘上的CDOS。RDOS还包含一个系统监控程序。

CROMEMCO系统Ⅱ的方框图如图2-8所示。

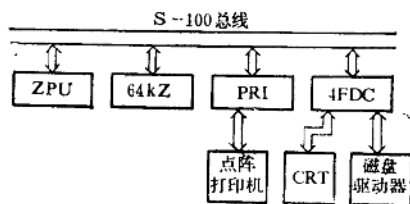


图2-8 CROMEMCO系统Ⅱ方框图

CROMEMCO微计算机可作为TP801单板机的开发机。用户在CROMEMCO微型机上编辑或调试程序,具有速度快、修改程序方便、显示直观、存取方便的优点。当程序编辑完成后微机可将其译成Z80机器码,并给出有错的语句及错误性质。通常调试成功的程序的机器码要由人工送入单板机。当程序较长时,很容易出错且很费时。虽然有的微机系统具有录音接口,但与单板机录音格式不同,若想利用录音机传送数据,还需作一些硬件和软件的修改。

利用微机系统中原有的打印机接口,不需作任何硬件修改,就能实现微机系统至单板机的数据传送。而且软件也很简单。

#### (1) 数据传送的硬件连接

图2-9给出了CROMEMCO微机系统和TP801单板机数据传送的硬件连接图。微机系统的打印接口与TP801的PIO口相连。打印机接口有一个输入口和一个输出口,地址均为54H(表2-1给出了CROMEMCO微机系统的点阵打印机接口的管脚分配及功能)。由于打印机所用的ASCⅡ码仅需7位,故输出口的第7位作为打印机选通信号使用。输入口的第5位作为打印机忙闲的标志,这两个信号构成了微机和打印机的握手信号,而现在需传送的是8位数据,因而输出口的第7位就不能再作为握手信号了。为了保证数据的正确传输,可以用打印机输入口的第5位作为判断TP801输入口(PA口)是否准备就绪的标志。而TP801不作任何同步检测,周期地从输入口读入数据。因此要求TP801读入数据的时间间隔较长。

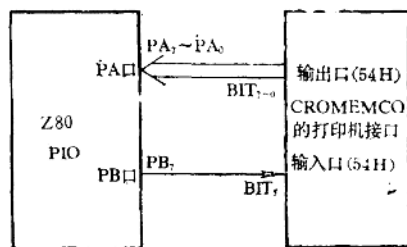


图2-9 数据传送硬件连接图

表 2-1 点阵打印机接口的管脚分配及功能

| 数 据  | P <sub>i</sub> | 输出端口(54H)   | P <sub>in</sub> | 输入端口(54H) |
|------|----------------|-------------|-----------------|-----------|
| bit0 | 13             | Data0       |                 |           |
| bit1 | 25             | Data1       |                 |           |
| bit2 | 12             | Data2       |                 |           |
| bit3 | 24             | Data2       |                 |           |
| bit4 | 11             | Data4       |                 |           |
| bit5 | 23             | Data5       | 17              | BUSY      |
| bit6 | 10             | Data6       |                 |           |
| bit7 | 22             | DATA STROBE |                 |           |
|      |                |             | 15              | ACKNLG    |
|      | 14             | GND         |                 |           |

#### (2) 数据传送软件

在PIO初始化时,首先要在B口的第7位写入“1”后再将其置成输出口,这样可以避免在PB<sub>7</sub>出现一负脉冲,造成丢失一个字节的现象。由于没有双向握手信号,所以在传送数

据时，必须先启动CROMEMCO发送程序，让其等待发送第二个字节，再运行TP801接收程序。

参考程序清单如下：

# CROMEMCO发送程序

```

0000'          0001          ORG      1000H
1000 DD210020  0002 START, LD      IX, 2000H, 取发送区首址
1004 110008    0003          LD      DE, 0800H, 取发送数据长度
1007 DD7E00    0004 LOOP1, LD      A, (IX+0), } 输出一个
100A D354      0005          OUT     (54H), A, } 字节数据
100C DD23      0066          INC     IX,      修改指针
100E DB54      0007 LOOP2, IN      A, (54H), } 判断接收
1010 E620      0008          AND     20H,      端是否
1012 20FA      0009          JR      NZ, LOOP2, } 空闲。
1014 1B        0040 LOOP3, DEC     DE,      判断数
1015 210000    0011          LD      HL, 0000H, } 据是否
1018 ED5A      0012          ADC     HL, DE,   } 发送完。
101A 20EB      0013          JR      NZ, LOOP1,
101C C30000    0014          JP      0000H,
101F          0015          ORG      2000H
          0016          ;
2000 (1000)   0017          END     START

```

# TP801接收程序

```

0000'          0001          ORG      2A00H
2A00 3E4F      0002 START, LD      A, 4FH,   } PIO A口
2A02 D382      0003          OUT     (82H), A, } 置输入方式
2A04 DD210020  0004          LD      IX, 2000H, 取接收区首址
2A08 110008    0005          LD      DE, 0800H, 取接收数据长度
2AOB 3EFF      0006          LD      A, OFFH,  } 向PIO B口
2AOD D381      0007          OUT     (81H), A, } 的第7位写1
2AOF 3EOF      0008          LD      A, OFH,   } PIO B口置
2A11 D383      0009          OUT     (83H), A, } 成输出口
2A13 DB80      0010 AA: IN      A, (80H),   } 输入一个
2A15 DD7700    0011          LD      (IX+0), A, } 字节数据
2A18 3E00      0012          LD      A, 00H,   } B口第7位产
2A1A D381      0013          OUT     (81H), A, } 生负脉冲,
2A1C 00        0014          NOP,           } 表示PIO的
2A1D 00        0015          NOP,           } A口已空闲
2A1E 3EFF      0016          LD      A, OFFH,
2A20 D381      0017          OUT     (81H), A,

```