

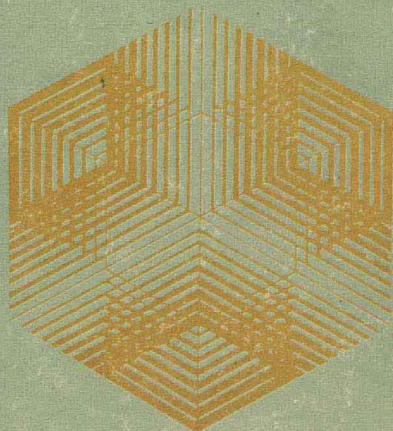


中央广播电视大学教材

微型计算机接口技术 实验

WEI XING JI SUAN
JI JIE KOU JI SHU
SHI YAN

傅麒麟 编



中央广播电视大学出版社

微型计算机接口技术实验

傅麒麟 编



中央广播电视大学出版社

(京)新登字 163 号

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机接口技术实验/傅麒麟编. —北京:中央广播电视大学出版社,1994.5
电视大学教材
ISBN 7-304-00979-9

I. 微… II. 傅… III. 微型计算机-接口设备-电视教育-教材 IV. TP360.34

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 05113 号

微型计算机接口技术实验

傅麒麟 编

中央广播电视大学出版社出版

社址:北京西城区大木仓 39 号北门 邮编:100032

北京龙华印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本 787×1092 1/16 印张 4.875 千字 120

1994 年 2 月第 1 版 1994 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—13000

定价:3.15 元

ISBN 7-304-00979-9/TP·46

目 录

前言	(1)
第一章 实验环境	(3)
第一节 关于实验装置的介绍	(3)
一、实验装置总体说明	(3)
二、个人计算机的软硬件资源	(3)
三、实验台	(8)
四、个人计算机硬件资源的延伸与利用	(8)
第二节 对实验装置的初步认识	(10)
一、几个基本信号的测量	(10)
二、地址译码及读写控制	(11)
三、中断控制器 8259A 的使用	(16)
四、8253 计数/定时器性能测试	(19)
第二章 实验内容	(21)
实验一 内存扩展	(21)
实验二 用并行口实现与 LED 数码管的接口	(24)
实验三 交通灯控制	(30)
实验四 集成电路测试	(35)
实验五 步进电机控制	(38)
实验六 8253 用作频率计实验	(45)
实验七 异步通信实验	(47)
实验八 同步通信实验	(54)
实验九 模拟波形发生器	(56)
实验十 音乐产生器	(58)
实验十一 模拟信号输入计算机的实验	(62)
实验十二 温控系统实验	(64)
附录	(67)
附录一 动态调试程序 DEBUG 的主要命令	(67)
附录二 软件中断与系统调用	(70)

前 言

《微机接口技术》是一门具有很强实践性的课程。从理论上学会了处理接口问题的原则和方法,会做一些教师规定的习题,只能说初步掌握了这门技术。而要说真正学会接口技术,必须通过不断地实践才能达到。为此,我们专门编写了这本实验教程,作为初级实习用的指导材料,与《微机接口技术》教材配合使用。

我们所说的实践,是在理论指导下的实践。其中最基本的理论就是接口技术中阐明的基本原理,以及各种实用的方法。此外,《计算机组成原理》中所讲述的基本概念,特别是其中输入输出章节的内容,对于从总体上把握 I/O 接口的处理方法是十分重要的。在实验中所用的元器件,绝大部分是集成电路,且主要是数字集成电路。所以,我们必须运用在《数字逻辑电路》中所学的知识,准确地理解各种型号集成电路的外部特性,正确地用到接口电路中去。由于我们的实验是在个人计算机上进行的,那么在设计接口程序时,必然要求具备熟练运用 8086 汇编程序设计的能力。从这个意义上讲,接口实验又是一个综合性的实验,它必须把已学过的知识有机地结合起来,才能取得良好的效果。实际上这种综合性只不过是还事物的本来面貌而已。因为这些知识本来就是一个整体,只是为了学习方便,才把它们分成几个相对独立的课程,通过这里所规定的实验,再把它们综合在一起。

作为一个在第一线工作的技术人员,需要掌握大量的实践技能。综合起来讲,这些技能包括:掌握初步的接口设计能力,会进行简单并行接口、串行接口以及模拟接口的电路设计,还包括对大规模集成接口电路使用中的软硬件问题;了解印刷电路板的制作过程,学会装配和调试的基本方法;初步掌握排除硬件故障的方法和手段;较熟练地使用常用仪表,如三用表、示波器等。在软件方面,应运用汇编程序设计的基本方法,进行接口程序的设计,掌握其特点和方法,同时还应了解接口程序与主程序的接口方法。

本书安排了两类不同水平的实验:性能测试型的实验和设计调试型的实验。在后一部分中,每个实验给出了该实验的目的和要求,以及这个实验的设计提示,使每一个实验者不但知道要做什么和怎样做,而且知道为什么要这样做。每一个实验中还给出了一个参考电路,大部分实验给出了一个参考程序,这些电路和程序经过验证是正确的,可供参考;但它并不是唯一的,更不是最佳的,学生可以从中受到启发,而不应受到束缚。与教材相配合,实验涉及各种不同的接口类型,而且难度也各不相同。指导教师应根据设备条件,以及学生的实际情况,在每学期中至少选做三到四个实验。由于实验情况的复杂性,本书不可能给出很具体的步骤。实验中所需的一些基本知识、正规的操作步骤,以及实验中碰到的一些现象的处理,请指导老师给予必要的讲解和指导。为使学生能更灵活地处理各种问题,对实验环境有一个较深入的了解是必要的。所以在本书专门对实验所依赖的软、硬件作了详尽的说明,实际上这又提供了一个具体接口方法的学习机会。附录中给出了一些实用资料,缓解了学生难以获得足够资料的困难,学生也可以从中学到如何查阅和利用资料的方法。

在王景玉工程师和冯宝理讲师指导下,由牛建军和夏远同学将本书中的实验全部实践过一遍,许多参考程序都由此而来。此次成文时冯宝理同志又对全部内容重新审阅一次,并对书

中的具体内容提出宝贵的修改意见。谨在此表示深切的谢意。

由于编者水平有限,且以个人计算机作为实验母机的方法,还有待于进一步摸索经验,书中错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

1993 年 10 月

第一章 实验环境

第一节 关于实验装置的介绍

一、实验装置总体说明

全部实验装置的结构图表示在图 1-1 中,系统由三部分组成。个人计算机中的处理机既可以支持机内原定的各项工作,同时又可以对外接的实验电路进行读写。机内扩充槽所提供的各种总线接口信号,成为我们接口实验的基础,也就是说接口电路与系统总线连接时可用的信号都已经展示在这里了。由扩充槽引出的总线中各信号经缓冲、驱动后,通过电缆插入实验台,使实验台成为个人计算机总线的-一个外部扩展。实验台上装有若干块面包板,供实验者在其上插接元器件,以及连接引线。实验所需的各总线信号,也采用插接的办法从实验台上取得,这些信号基本上与机内总线上的一样;只是在时间上略有延迟。

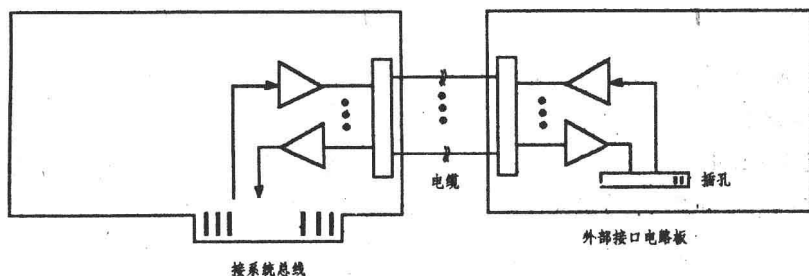


图 1-1 实验装置结构图

实验台上所搭接口电路工作所需的电源,可以有两种方法提供。一是由专门的稳压电源供电,它必须供给 $\pm 5V$ 和 $\pm 12V$ 四组稳定的电压,由于实验所用的元器件数量不多,耗电不大,所以对电源电流的容量要求并不严格。但请注意,电源的地线必须与来自个人计算机的地线连接在一起。另一种办法是从个人计算机中引出各信号的同时,也把机内的四个电源引出到实验台上,利用机内电源的余量直接供给外接电路使用。这种办法通常是在提供外接电源有困难时才采用的。

二、个人计算机的软硬件资源

个人计算机具有丰富的软硬件资源,这为我们进行接口实验创造了有利的条件。为能在实验中正确地运用它,下面先对有关的资源情况作一介绍。

1. 硬件资源

个人计算机的硬件资源包括主机板和各种扩充接口板,以及一些必不可少的外设,如键盘、显示器、磁盘驱动器等。但是作为接口实验,更关心的是它所提供的系统总线。主机板上装有 5~8 个插槽,向接口电路提供系统总线上各种可用的信号。

图 1-2 表示了个人计算机主机板上主要元器件的配置情况。

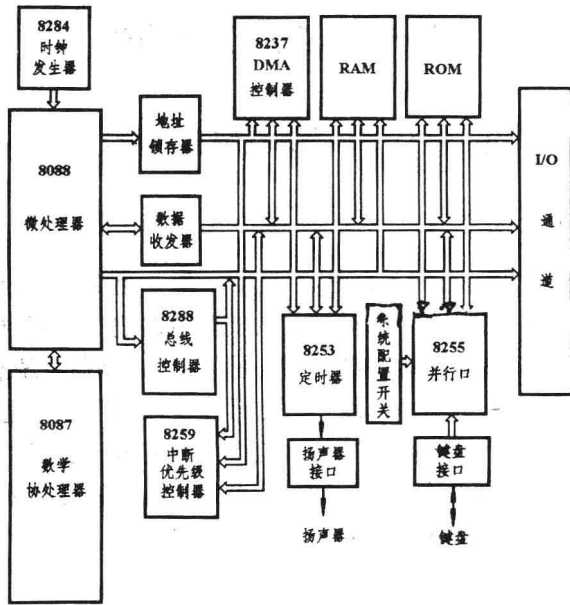


图 1-2 主机板主要元器件配置

主机板上将全部元器件分为以下几个部分：

(1) 处理机部分

主处理机由 Intel8088 担任,这是一个准十六位的处理机。它的内部结构是 16 位的,如运算器,各寄存器等,所以它可以完成 16 位的数据操作。但在外部联接时它只有 8 个数据位,即一次只能传送一个字节数据。在主要特性上它与真 16 位的 8086 CPU 相同,如它们的最大可寻址范围相同,指令系统完全相同,且有基本相同总线周期等。系统板上利用处理机的地址引脚,形成了可在 1MB 范围内对存储器进行寻址的地址总线;而对 I/O 端口的寻址,则只用了 10 位地址线,即可以对 1024 个端口进行寻址。

系统用了一个 8284 时钟发生器/驱动器,对一个晶振进行 3 分频,产生 4.77MHz 的频率,供给 CPU 和系统中其它部件使用。系统设计的基本总线周期为 4 个时钟周期,即 840ns;而 I/O 读写时固定地插入了一个等待周期,于是便设定为 5 个时钟周期,约 1.05 μ s。

主处理机按最大模式工作,所以控制总线中各种控制信号都由 8288 总线控制器产生。系统中还可以插入一个 8087 数值协处理机,以提高系统的运算速度,特别是一些繁复的数学计算。与 8086 CPU 一样,8088 也有很强的中断处理能力,可以有效地管理 256 个中断源。其中包括软中断、不可屏蔽与可屏蔽的外部中断等。

(2) 系统总线的形成

我们知道,8088 CPU 的数据与地址的引脚也是复用的,所以在形成独立的总线时,必须用锁存的办法,把先出现的地址信息锁存起来,让地址线上呈现一个稳定的地址信号。当复用的引脚可以用于数据传输时,数据收发器开始工作,使数据引脚与数据总线连接在一起。由于数据是个双向信号,所以数据的传送方向还要受读或写的控制。

系统总线上连接了存储器、各种高性能的大规模集成电路,以及 I/O 通道。I/O 通道中的各信号并接到几个 62 芯的插座上,供用户选插不同的外部接口。至于,插座上的信号分布情况,参阅主教材中图 4-10,及有关的文字说明。

(3) 存储器

系统总线上接有 ROM 和 RAM 两种存储器。在主机板上安装了 40KB 的 ROM,主要用于存储初始起动程序,基本输入输出程序 BIOS,以及基本 BASIC 语言等。它占用了 1MB 内存范围的最高端地址,即 F6000H~FFFFFH。系统提供的主存 RAM 最大为 640KB,占用了从 00000H~9FFFFH 的内存地址。RAM 可以方便地用动态 RAM 芯片插入插座来安装,根据芯片的容量,系统配置开关进行适当的设置,640KB 可以全部安装在系统板上。也可以使部分装在系统板上,另一部分装在另外的印刷板上,然后插入 I/O 通道的插槽中,作为扩充的内存使用。

此外,系统中还留有 128KB 的存储空间,用来作为显示缓冲区。在各具体机器上,由于使用的显示器各不相同,需要的显示缓冲区大小有很大的差别,占用缓冲区范围各不相同。比如,单色显示器,它就占用从 B0000H~B0FFFH 的 4KB 地址。而如果是中分辨率的彩色显示器,它要占用 16KB 的缓冲区,地址为 B8000H~BBFFFH。要是用高分辨率的彩色显示器,将在这规定的区域范围内,占用更多的地址。

(4) 外围支持芯片

系统板上还安装有几个大规模集成电路,用作部分外围电路的接口。所用的接口电路及它们占用的地址如表 1-1 所示。

表 1-1 各接口电路的端口地址

接口控制电路	使用的口地址范围	BIOS 中使用的口地址
DMA 控制器 8237A-5	000-01F	00-0F
中断控制器 8259A	020-03F	20-21
定时器计数器 8253-5	040-05F	40-43
外围接口片 8255A-5	060-07F	60-63
DMA 页面寄存器	080-09F	80-83
NMI 屏蔽寄存器	0A0-0BF	A0
保留	0C0-0DF	
保留	0E0-0FF	

上述这些端口地址已经为系统所占用,当我们做接口实验时不要使用这些地址,以免发生地址冲突,影响系统的正常工作。对其中一些可为用户所用通道,则要按规定的地址对它们进行正确的编程,使它们正常地工作。

① 8259A 中断控制器

8259A 中断控制器为系统提供了八个外部中断源的输入,分别标志为 IRQ0~IRQ7,而它的 INT 端直接与 CPU 的中断请求 INTR 相连,INTA 的应答信号从 8288 总线控制器取得。

我们知道,8259A 工作以前要进行初始化编程,系统中的这部分工作是在 BIOS 中完成的。对 8259A 预置的工作方式如下:

- * 工作在 8086/8088 CPU 组成的系统中;
- * 单个 8259A 工作;
- * 以 IRQ0 优先权最高,IRQ7 优先权最低的固定优先权方式工作;
- * 中断矢量初始值设定为 08H,即把中断类型码设定为 08H~0FH;
- * 外部中断请求输入采用边沿触发方式;
- * 中断服务结束时,用一般中断结束命令 EOI;
- * 采用一般屏蔽方式,利用中断屏蔽寄存器 IMR 对各中断申请进行屏蔽与否控制。

因为系统板上已经使用了这个中断控制器,所以用户在应用它产生自己所需的中断时,首先要搞清楚八个中断源的分配使用情况。表 1-2 就是这个 8259A 的使用情况。

表 1-2 中断源的使用情况

中断源	分配使用情况	中断类型
IRQ0	电子钟时间基准	08H
IRQ1	键盘	09H
IRQ2	预留给用户中断源	0AH
IRQ3	异步通信(COM2)	0BH
IRQ4	异步通信(COM1)	0CH
IRQ5	硬盘驱动器	0DH
IRQ6	软盘驱动器	0EH
IRQ7	并行打印机	0FH

从表中可以看出,只有 IRQ2 可以给用户扩展用,如你使用它,就应在 0AH×4 开始的四个地址中写上中断矢量地址,并在相应位置的存储器中存入中断处理程序。

② 8253—5 计数器/定时器

8253—5 有三个通道,它们已经在 BIOS 中进行了初始化工作,它们所用的口地址为:

- CNT0: 40H
- CNT1: 41H
- CNT2: 42H
- 工作方式寄存器: 43H

所设置的工作方式为:

- CNT0:标准时间发生器,产生一个约 18.2Hz 的频率;
- CNT1:动态 RAM 刷新定时产生器,输出一串周期为 15.12μs,宽度为 840ns 的脉冲;
- CNT2:扬声器音调发生器,可以根据输出频率要求设置初始值。BIOS 中这个值设置为 533H,对应输出方波频率为 1KHz。

上述三个通道中,CNT0 所产生的标准时间可以为用户所用,用户通过中断调用的方法,使计数器每 54.9ms 产生一次的中断中能够执行用户所需的程序。CNT2 产生的音调,可以用程序改变初始计数值的方法来控制。而 CNT1 是不允许用户自行更动的。

③8255A—5 可编程外围接口芯片

系统板上的 8255A—5 用于无通信联络的基本输入输出方式,即方式 0 工作。它的三个端口地址安排为:

PA 口数据:	60H
PB 口数据:	61H
PC 口数据:	62H
工作方式字:	63H

PA0~PA7 在加电时工作于输出状态,输出一些检测用的标志信号;正常工作时为输入方式,与键盘接口电路相连,用来读取键盘扫描码。PB0~PB7 在输出状态下工作,输出系统内部所需的一些控制信号。PC0~PC7 在输入状态下工作,用以读取系统配置开关的设置情况,以及奇偶校验情况和扬声器状态。

这个接口芯片的三个数据口都被系统占用,用户不能使用。

④8237 DMA 控制器

8237 DMA 控制器共有四个通道,分别标记为 CH0~CH3。其中 CH0 用作动态 RAM 的刷新控制,刷新时间由 8253—5 的 CNT1 提供,它的优先级最高。CH2 与 CH3 分别作为软磁盘的硬盘读写数据时,实现 DMA 传输的控制用。CH1 是为用户预留的,可以通过编程确定它的工作方式。然后,由 DRQ1 向 8237 送入 DMA 的请求信号,从 DACK1 得到响应,开始一次 DMA 操作。

用户在使用这个通道时应该注意,8237 只有 16 位地址输出,而实际寻址却在 1MB 范围内进行,需要 20 位地址线。缺少的四条地址线,由系统板上的页面地址寄存器提供。这个寄存器由 74LS670 担当,内含四个 4 位寄存器。给它们写入内容时,用的端口地址是 80H~83H。但是,请注意:由于 CH0 用于刷新,不需要页面地址,所以实际只用三个寄存器。它们的地址为:

CH1:	83H
CH2:	81H
CH3:	82H

DMA 操作中需要输出地址时,寄存器由 8237 输出的 DACK_n 作为地址控制,与 8237 同时输出地址的高四位,而不需要专门的读出指令。

主机板上除上述的主要元器件外,还有与键盘连接的电路,以及与扬声器连接的有关电路。此外,机内的稳压电源,提供正、负 5V 和 12V 电压。通过插接方式接入主机板,并把这些电压接入到扩展槽中,供各种外围接口电路使用。

2. 软件资源

个人计算机提供了丰富的软件资源,从而大大减轻了实验的软件工作量。常用的软件资源主要有:

(1)DOS 或 CCDOS 操作系统

这是个人计算机上用得最为普及的操作系统,它给使用者提供了较方便的人机交互手段,不但使人们避免了使用繁琐的机器码,而且可以直接使用系统所提供的各种命令。系统还提供了很强的文件管理功能,使我们在实验中可以方便地存取所做的文件。

2. 系统实用程序

系统为了节省开发所需的时间,还提供了许多实用程序。在接口实验中经常要用到的有行

编辑程序(EDLIN)、文字处理程序(WORDSTAR)、链接程序(LINK)以及动态调试程序(DE-BUG)等。前两个实用程序主要用于对源程序进行编辑、修改,而链接则是形成可执行程序不可缺少的步骤。调试程序是对汇编程序进行调试的有效手段,它不但可以对静态的存储器、寄存器状态进行检查和修改,而且可以对程序执行情况进行动态跟踪,从而大大加快了程序调试的速度。

(3)软件中断与系统调用

个人计算机中的软件中断是在程序中安排的中断,只要在程序中需要的地方插入一条中断指令 INT n,就可以根据中断类别的编号,执行相应的中断处理程序。DOS 操作系统中的软件中断可以分为两类,一种是系统调用,另一种是用户自定义的中断处理。前者的编号从 20H ~ 3FH,它调用操作系统中的有关子程序,为用户程序提供一些特定的服务。

INT 21H 中断专门用以作系统功能调用。在 DOS 2.0 中它一共提供了 75 个功能调用,在 DOS 3.0 中增加到 84 个。这些功能调用也用十六进制的数来表示,叫做功能号。在调用时,把功能号置入 AH 寄存器,然后运行 INT 21H 指令即可。其它的一些中断调用,列出在附录中。

除以上这些常用的软件资源以外,还有一些其它的软件。比如,各种高级语言、数据库及一些集成软件等。其中有很多高级语言、数据库都可以与汇编语言链接使用。从而为实验提供了更强大的支持软件。

三、实验台

实验台中有五块面包板、一块接口电路板及一些电源接线柱组成。图 1-3 是一块长面包板表面插孔情况图,板上标有 5、10...55 等字样,表示了板上有 59 列插孔。每一列插孔由中间的横槽分隔成上下两部分,每边有 5 个插孔,上边的 5 个插孔标有 A~E,在电气是互相连通的,下边的 F~J 也是连通的,这就为一个节点需要多方向连接提供了方便。在板的两个边沿上还有 X 和 Y 两行插孔,它们以 5 个孔为一组,组内互相连通,这两排插孔主要用于接续电源线和地线。

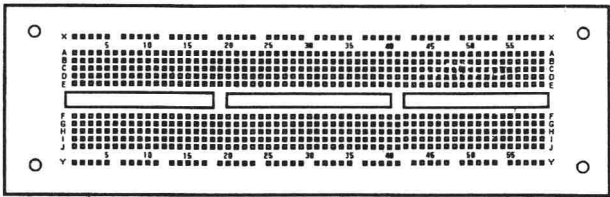


图 1-3 面包板表面结构图

实验台上的接口电路板,作为个人计算机的系统总线与面包板上电路的接口电路,它提供了总线上各个输入输出信号,并且加强了它们的驱动能力。与原始的总线信号相比,这些信号将稍延迟一些,但是对于 5MHz 左右的时钟,这些延迟是允许的,不会对机器的工作产生明显的影响。

四、个人计算机硬件资源的延伸与利用

由于实验是在以个人计算机作为信息源的基础上实现的,所以必须正确、可靠地把系统总线上的绝大部分信号延伸到实验台上。考虑到引线带来的影响,专门设计了两块接口电路板,以平衡信号延迟的影响,并利用缓冲驱动的方法,克服传输损耗带来的影响。其中一块插在个人计算机的扩展槽上,作为系统总线引出用,图 1-4 是这块板的原理图。从这块板引出的各信

号经将近一米的传输,会产生一定的衰减,所以在这些信号为实验所用之前,再经过一个类似

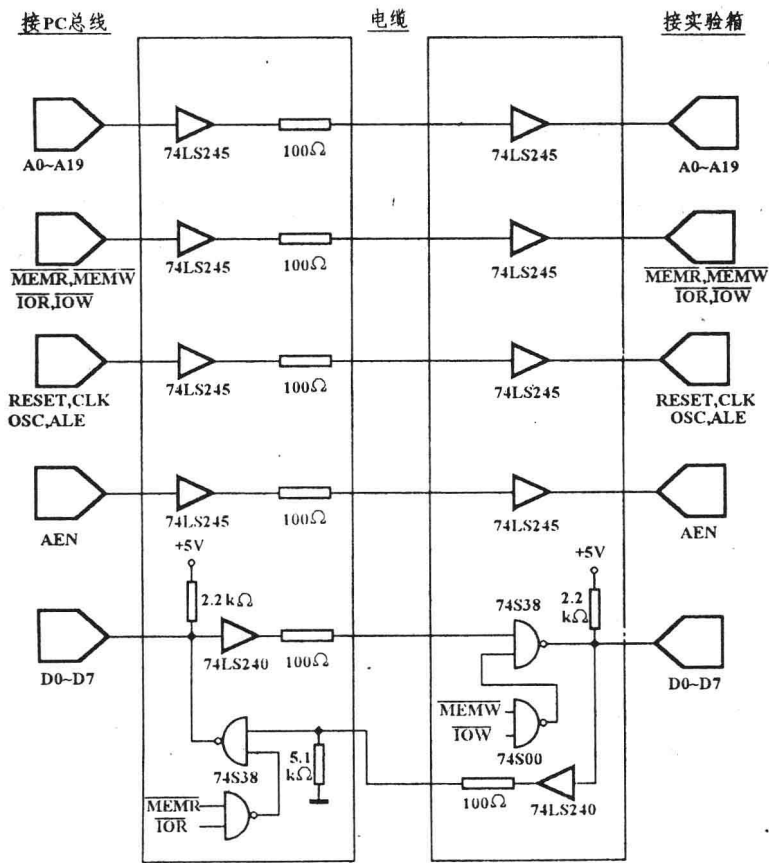


图 1-4 接口板原理图

的接口电路,保证准确地再现系统总线上的各种信号。

如对总线信号进行一下分析,我们就会发现,从信号属性上看大体上可以分为三种。一种是单向传输信号,如地址线及大部分控制信号就属于此类。数据线是双向的信号线,接口电路应该保持这个特性。最后还有一种是多个通道的同一信号以线或方式工作,线或的结果送入 CPU,比如 I/O 通道就绪信号就是一个例子。

单向传输的信号处理比较容易,只要在信号输入和输出处各接上一个缓冲器就可以了。在实际使用时,为了减小传输线上反射波的影响,在两个缓冲器之间加了一个 100Ω 左右的电阻。同时为了使输出的波形更加标准,采用了施密特触发器作为缓冲器。

线或工作的信号都有一个特点,即它在无效时为高电平,有效时就改变为低电平。这种电路的设计,通常都是用 OC 门实现的,在实验系统环境下,输入和输出都用了 OC 门,实际上只是输出门必须保证用 OC 门。当然,OC 门输出端的提升电阻是不能缺少的,其数值视负载大小而定,这里用了 4.7kΩ。

数据线具有双向传输性,但在某一时刻,也还是只有一个传输方向。所以设计上除了保证有两个方向的缓冲器外,更重要的是它们的传输方向必须受到工作状态的控制。图中在两块接口板上都安排了收和发电路,且它们的电路形式是一样的。发送时信号不受控制,而把控制信号安排在接收时起作用。所以,在实验台这一端的接口板上就用 $\overline{\text{MEMW}}$ 和 $\overline{\text{IOW}}$ 相与的信号进

行控制,使实验台上电路接收信号时(CPU 执行写指令时)保证信号从系统总线传向实验台。反之也一样,可以用 $\overline{\text{MEMR}}$ 和 $\overline{\text{IOR}}$ 相与的信号控制反方向的传输。另外,在两块板之间也接了一个电阻,以减小反射波的影响。

第二节 对实验装置的初步认识

上节中我们简要地介绍了实验环境,但是对它的深入了解是做好实验的基础,而对它的进一步加深认识,只有通过实践的办法。所以在这里安排了一些最基本的实验操作,这不但可以使我们了解这套装置中有些什么信号,而且会使我们进一步地了解这些信号的特征,并从中学会测量和使用这些信号的方法。

一、几个基本信号的测量

1. 目的要求

测量系统总线送出的各有关信号,了解每个信号的特点。要求:

- (1)用示波器观察各总线信号的基本形态,学会时间测量和幅度测量的方法;
- (2)学会用双踪示波器比较有关信号的相互关系的方法,尤其应注意掌握选择和调整同步的方法;
- (3)初步了解系统总线上各种信号的测量与 CPU 执行程序之间的关系。

2. 测量内容

(1)对几个周期性信号的测量

OSC:这是一个系统最高时钟,也是所有其它时钟赖以产生的源。正常的时钟应是一个占空度为 50%,频率为 14.31818MHz 的方波(实际频率随具体机器不尽相同)。测量时应注意,如果所用示波器的最高频率受到限制,可能会使波形的显示难以看清,当然也就无法进行具体测量了。

CLK:被称为系统时钟,它的频率应是 OSC 的 1/3,即 4.77MHz,占空度为 33%。注意观察此时钟的特点,并且将它与 OSC 对比起来看。因为 CLK 是系统的主时钟,各部件的工作节拍都由它决定,所以它常常作为各种信号比较的标准。

(2)非周期性信号的测量

ALE:地址锁定信号,在存储器读写时用以表示高位地址已经锁存,而在 I/O 读写时只是用来表明地址可用而已。由此可见,这是一个只有当 CPU 进入总线周期时才出现的信号,而不是一个周期稳定的信号。

D0~D7:八位数据线。选择其中一条数据线,测量它的波形。请注意,由于测量是在实验台上进行的,根据数据线的扩展方法,只有当输出数据时,才能在实验台的数据线上呈现出与机内数据总线上相同的数据。所以,在测量时必须给机器以适当的编程,即给出写存储器或写 I/O 端口指令,使之能测到数据。

A0~A19:二十位地址线。地址线是一组单向输出的信号线,实验台上可以随时测得信号出现的情况。

I/O 和存储器读写控制信号:这类信号一共有四个,即 $\overline{\text{IOW}}$ 、 $\overline{\text{IOR}}$ 、 $\overline{\text{MEMW}}$ 和 $\overline{\text{MEMR}}$ 。这几个信号,都是从系统总线到实验台的输出信号,可以在实验台上方便地测得。但是,它们也是与所执行的指令情况直接有关的。比如,当无特别的操作时,CPU 可能一直执行读存储器的指

令,于是就可以测得 MEMR 信号,如果要测出 I/O 的读写信号,就必须给出适当的 I/O 读写指令,且应该是以多次重复执行的形式出现。

3. 测量注意事项

(1)当使用示波器进行各种信号测量时,为了得到稳定、清晰的显示,应注意正确地使用示波器。首先,应选择合适的扫描周期(速度)。调节扫描周期开关,使示波器的扫描周期与被测信号的周期相匹配,以求在萤光屏上得到若干个信号波形。然后作适当的微调,使显示得以稳定。扫描周期以“时间/格”表示,如 $\times\times\text{ms/div}$ 、 $\times\times\mu\text{s/div}$ 等。其次,为了使显示能够稳定,必须选择适当的同步方式。对一些周期性信号的观测,可以用内同步方式。而在测量非周期性信号时,可以用内同步方式,有时用外同步方式可能会取得更好一些的效果,当然这时必须外接一个合适的外同步信号。

(2)根据示波器的测量原理,要在屏幕上稳定地显示信号波形,要求信号必须是个周期信号。而在上述测量要求中,不少信号都是非周期性的信号,对此示波器将无法把显示稳定下来,观察者只能看到一片模糊的影子。除非用记录示波器,将瞬间信号存储起来,进行重放才行,由于这种示波器的价格过于昂贵,一般很少能用到。所以,在使用普通示波器时,就要利用计算机信号产生的特别方式,即通过编程使产生一个基本稳定的被测信号。比如,要测量 IOR 信号是否正常,就可以编一段循环执行的程序,其中包括一条 IN 指令,使机器按照指令循环的周期,产生周期性的 IOR 信号,当然该信号的脉冲宽度是机器固有的。

(3)时间测量与波形时间比较

观测各种信号的波形,其目的主要不是为了看波形的形状,而是测量它的时间状况。我们可以方便地利用扫描周期指示的数值,以每一格代表的时间为基准,大略地估计出脉冲的占空度和脉冲重复周期。虽然这种测量的精度是不高的,但作为信号形态的基本判断,还是可以的。如果上述测量是用双踪示波器进行的,那末在同一个屏幕上比较两个信号的相位关系就显得更有实用价值了。比较时通常以一个稳定的信号作基准(同步信号),观察被检查信号与基准信号的关系。

4. 测量后的思考

* 对周期信号和非周期信号的测量方法有什么不一样?

* 在前面介绍的对非周期信号测量所用编程方法中,试比较对 ALE 和读写控制信号的显示情况有什么不同,为什么会这样?

* 编程情况改变时,显示的波形会有什么变化?

* 两个波形之间的相位(时间)关系比较有什么用? 比较时应注意一些什么问题?

二、地址译码及读写控制

1. 目的要求

学会对某一确定地址段译码器的设计和实际搭试、检测方法;进而熟悉对某一个确定地址译码器的设计和调试方法;掌握读写控制信号的使用方法。

2. 实验内容及方法

(1)地址段的译码

地址段的译码是接口设计中经常要用到的方法。比如在存储器译码设计中,由于现代所用的每一个存储器芯片中,本身就包含了许多存储单元,所以对存储器芯片的寻址,就是对一个地址段的寻址。因此,产生片选信号的译码器就必然是一个地址段译码器。同样的情况也发生

在一些 IO 端口的地址译码器中,现在许多接口电路都使用大规模集成电路,它们往往要占用几个端口地址,那末用来使选中该接口电路的译码器也可以称为地址段译码器,虽然它所占的地址段比较小。一般译码器的输出都是以低电平为有效的。

①用专用译码器芯片产生起始地址为 A0000H,每段为 16KB 的八个地址选择信号。

* 所用元器件

74LS138:3/8 译码器;

74LS04:六反相器或 74LS03:二输入端四与非门。

* 设计思路提示

由于要求译码器的每个输出信号都能控制 16KB 的范围,也就是说这 16KB 内的地址不在译码器的译码控制范围内,那末与之相对应的 14 条地址线(A0~A13)就不参加译码器的控制。

利用 A14~A16 三条地址线,作为译码的地址信号,使在译码器的八个输出端,得到地址连续的输出。

更高位的三条地址线 A17~A19,可以用作译码器的门控信号 适当地组合以保证正确的起始地址。

* 参考电路

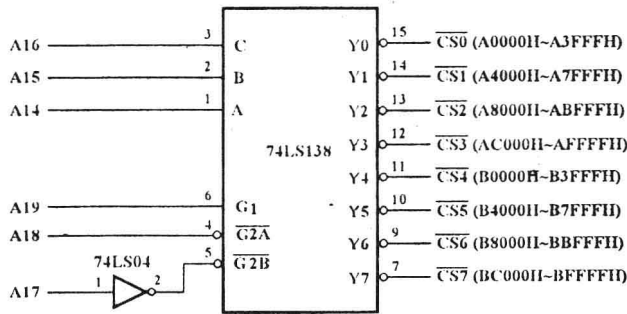


图 1-5 地址译码参考电路

* 搭试与测量

按图将各有关地址线与译码器所用的集成电路引脚连接起来,注意不要忘记电源和地线的连接。

编一段程序,使上述译码器输出中的一个能产生有效输出。利用逻辑笔或示波器检查,看是否在正确的地址下获得正确的输出。

* 实验报告及思考

实验报告应包括这个实验中所涉及的各种内容,如实验的目的要求、基本设计、电路图以及画出所测的波形等,在列出实验结果时,一定要注意写明得出此结果的条件。除此以外,请再考虑几个问题:

• 74LS138 共有八个输出端,在什么条件下它才能得到有效输出?每一时刻有几个有效输出?

• 用逻辑笔和示波器对输出波形进行测量时效果有什么不同?

• 通过修改程序改变输入地址码,再测输出是否有效。结果可能出现有效和无效两种情

况,请分析出现这两种情况的条件是什么?

- 在为测量所编的程序中,指令规定的数据传输方向与测量所得的译码器输出与否则有没有关系?

②用简单与非门产生一个地址段的选择信号

在系统扩展中,经常会碰到只需要增加一段地址的要求,而不是象上面那样要求产生八个地址选通信号。这样,在设计时就可以用一个简单的与非门,完成译码任务。假定所要求的地址仍为 A0000H 开始的一个 16KB 范围,那末基本设计的考虑可以表述如下:

较低的 14 位地址线 A0~A13,仍不参加译码器各电路的控制;

高 6 位地址线 A14~A19 直接作为译码器的输入信号,且使它们在"000101"状态时产生一个有效的地址控制信号。

* 所用元器件

74LS30:八输入与非门;

74LS04:六反相器。

* 参考电路

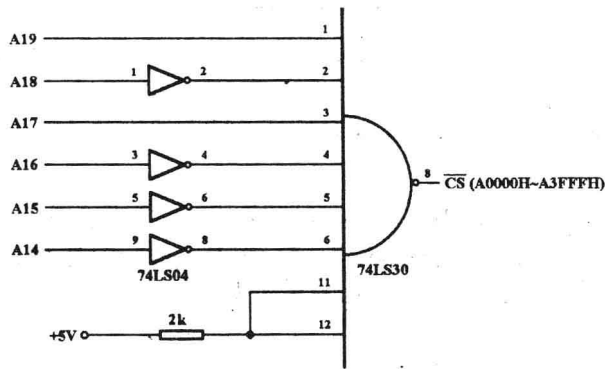


图 1-6 用 74LS30 组成的简单译码器

* 实验后的思考

- 电路中为什么使 A18、A16、A15 及 A14 经过一个反相器再参与译码?
- 如果译码器改用四输入端双与非门 74LS20 中的一个门,地址连接时省略了 A18 和 A19,结果会产生一些重叠的地址,请列出重叠的地址段,并说明这种做法是否可以使用? 如要使用,应注意一些什么问题?

(2)读写控制信号的运用

仅仅进行上述地址译码,得到的结果还是不完全的,必须在译码的条件上加上 I/O 端口或存储器的读或写控制,使译码器的输出能直接用来对相应部件进行寻址。当然也可以把控制条件加在译码输出以后,使译码器的每一个输出都再受到一次控制后,才被用来对部件进行寻址。图 1-7 是这两种情况的示意图。显然,图(a)是把译码条件作为译码器工作与否的条件,它可以对该译码器输出的所有信号进行统一控制,比较简便。图(b)所用方法在译码输出端比较少的情况下,也是可用的,特别当输入端口与输出端口合用同一地址时,这种方法也不见得更复杂。