

第 1 章

教学实验的主要设备

1.1 BH-86 型通用微机实验培训装置的特点

本“实验指导”的内容包括四大部分：

1. 计算机基础知识及微机基本电路的组成实验。
2. PC 系列机(8086/8088/80286/80386)的硬件及输出/输入接口电路实验。
3. PC 系列机的程序(汇编语言、宏汇编等)设计调试及编辑练习实验。
4. PC 系列机的综合应用(硬件系统的组成及程序开发的步骤等)及实用培训。

为了满足上述要求,《微型计算机原理及应用(第二版)》一书的作者研制了“BH-86 型通用微机实验培训装置”,该装置具有下列优点:

1. 节省教师的实验准备时间;
2. 节约实验器材;
3. 提高学生的实验效率。

BH-86 型的实验培训装置的特点是采用了“单板积木式”的设计思想。而 BH-86 型设备,之所以称为“装置”,是因为它只须和任何一种 IBM PC 机相连就能组成实验系统。由于各教学单位现有的 PC 系列机都属于商品型的,只能在键盘上操作使用(不宜开盖,揭出主机板任由学生做实验。即使取出主机板,也不可能直接从其中焊出引线,切断印刷电路,自由拼组成各种试验电路),因此,必须有一套辅助装置与任何一种 IBM PC 系列机相连接,即可在此装置上进行硬件拼接,组成各种实验系统,以满足《微型计算机原理及应用(第二版)》一书中所阐述的原理性试验。这套装置就是“BH-86 型通用微机实验培训装置”。

下面较形象地说明“单板积木式”结构的特点及其操作实例。

如图 1-1,在一块单板上预先制好若干块基本电路,每块电路就称为“电路积木块”。图 1-1 中的电路积木块为 19 块,标以(A),(B),(C),…,(R),(S)。

根据 BH-86 型装置的布置,这 19 个积木块的具体电路为:

- (A) 单脉冲发生器电路;
- (B) 时钟脉冲发生器电路;
- (C) 数/模转换(DA0832)电路;
- (D) 可编程计数器/定时器(8253)电路;
- (E) 模/数转换(ADC0809)电路;
- (F) 单板机 I/O 地址电路;
- (G) 逻辑电路芯片插座区;
- (H) 电平开关电路;

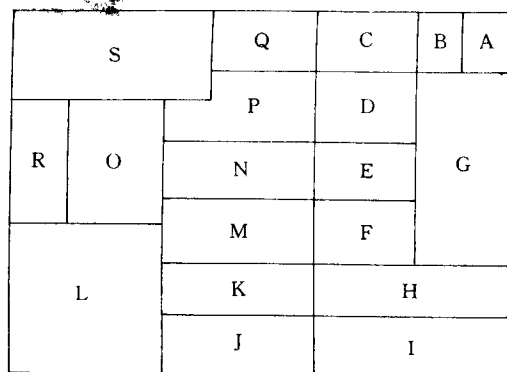


图 1-1 “单板积木式”示意图

- (I) 发光二极管(LED)显示电路;
- (J) 计数器分频电路;
- (K) 可编程并行通信接口(8255A)电路;
- (L) 可编程串行通信接口(8251A)电路;
- (M) 十六进制键盘电路;
- (N) 七段数码显示电路;
- (O) 随机存储器(RAM6116)电路;
- (P) 中继电路;
- (Q) 直流电源及控制电路;
- (R) PC 总线接口;
- (S) 与 PC 机连接的接口电路。

显然,这些电路所用 IC 芯片和其它元器件的大小和数量都不可能完全相同,因而它们在单板上所占的面积也是不同的。示意图上只是形象地标出它们的相对位置,实际上,这些相对位置在实际制作电路板时也有所调整,与图 1-1 示意图略有不同。

在单板上将实验所需的基本电路积木化后,进行教学实验准备工作和实验操作可以事半功倍。

学员进行实验操作时必须遵循下述的实验三步骤:

第一,必须研读实验指导书,并在单板上选好所需的电路积木;

第二,在不通电条件下,按实验指示书所提示的方法将各积木块的“输出”与“输入”用连线接好;

第三,经检查无误后,才可通电(接通电源)进行实验测试所需的参数和数据。

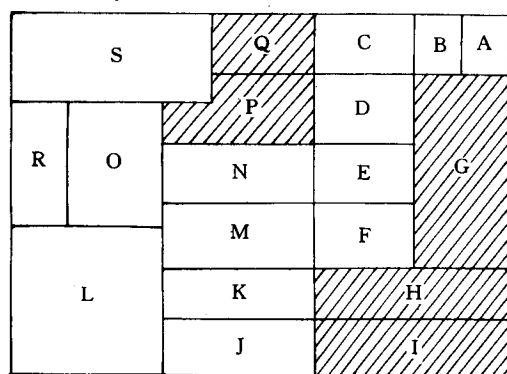
下面举例说明在单板上选定所需电路积木块的方法。

[例一] 逻辑电路实验

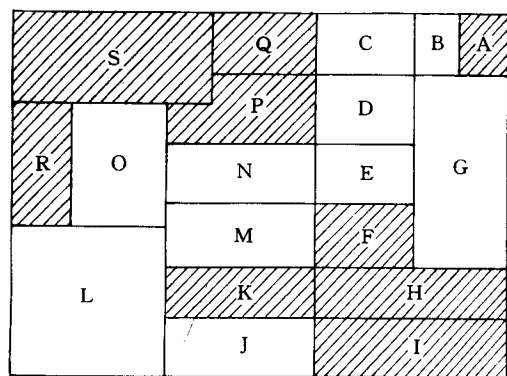
在单板上,⑥积木块是专供逻辑电路实验的,所以必须选用此积木块。注意,⑥积木块上有两种插座,一种是 14 芯的(有 4 个),一种是 16 芯的(有 2 个)。必须根据所测试的逻辑电路器件的封装插针数选用。

除⑥积木块外,还必须有电源块④、电平开关电路⑨、LED 显示电路①。

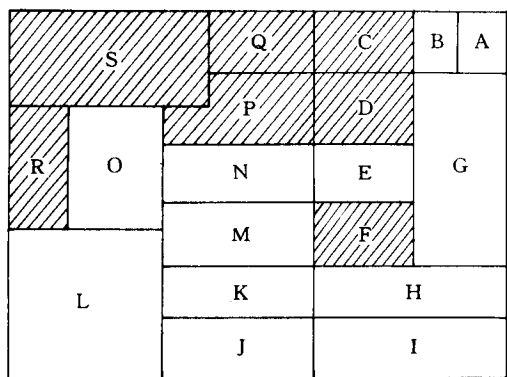
因此要完成此实验,只需用到④,⑥,⑨及①四个电路积木块。



(a)



(b)



(c)

图 1-2 不同实验由不同积木块组成

(a) 实验一: $G + H + I + Q + P$

(b) 实验二: $A + F + H + I + R + S + K + P + Q$

(c) 实验三: $C + F + P + Q + R + S$

(2) 本装置可为非计算机类各专业的教学实验服务。

3. 灵活性好

本装置的灵活性从图 1-2(a), (b), (c) 的三个例中可看出, 这是在教学实验上的灵活性。在

在实际接线过程中, 还常常需要中继电路 $\textcircled{P}$, 以便并联连接, 请参阅图 1-2(a), 其中有阴影斜线的为选中的积木块。

[例二] 并行接口实验

做此实验的中心积木块应为 $\textcircled{K}$, 同时还需要电源电路块 $\textcircled{Q}$ 、与 PC 机相连接的电路块 $\textcircled{S}$, PC 机接口地址电路 $\textcircled{F}$ 、PC 机扩展卡引出端子排 $\textcircled{R}$ 、单脉冲电路块 $\textcircled{A}$ 、电平开关电路块 $\textcircled{H}$ 及 LED 显示电路块 $\textcircled{I}$ 。所选用电路块见图 1-2(b), 其中电路块 $\textcircled{P}$ 也是需要的。

[例三] 数/模转换实验

此实验的主要电路块为 $\textcircled{C}$, 同样还需要其他电路块为 $\textcircled{F}$, $\textcircled{P}$, $\textcircled{Q}$, $\textcircled{R}$ 及 $\textcircled{S}$ 。见图 1-2(c)。

由此可见, 有了“单板积木式”结构的实验装置, 准备实验及进行实验, 都可收到事半功倍的效果。

由于采用了“单板积木式”的结构特点, BH-86 型通用实验培训装置还能具有下列的优点:

1. 专用性强

本实验培训装置与非计算机类专业教材《微型计算机原理及应用(第二版)》及《微型计算机原理及应用实验指导》二书紧密配合, 形成三合一的教学工具。只要这样一套实验装置, 就可完成本教科书中相关内容的实验, 包括计算机基础知识、微型计算机的基本组成电路、微型计算机的原理及接口电路以及汇编语言(包括宏汇编)的程序设计等。因此, 本实验培训装置是与《微型计算机原理及应用(第二版)》配套使用的, 并使其更有利于教师的实验准备和学生的实际操作。

2. 通用性广

本实验培训装置的通用性表现在以下两方面:

(1) 本装置可以与 IBM PC 系列机(及其兼容机)组成完整的实验系统。PC 系列机在中国的很多教学单位是很普遍的, 因此本装置在设备配套方面通用性很强。

开发某个具体应用系统时,也可在本装置上进行实验,这样可省却购买元器件、在面包板上插接连线(这是最容易出错的)等费功费事的琐碎工作,从而可以提高研制效率。

4. 体积小,集成度高

本装置在一块单板(约 $35 \times 30\text{cm}^2$)上制作 19 个电路块,其中包括 40 多个集成电路芯片和数十个电阻电容及其它元器件,自备专用直流电源,几乎可以不用任何测试仪表,即可进行数十个实验。所有这些,只需装于一个小箱中,即可随处进行实验,这是本装置的特别优异之处。

综上所述,BH-86 型通用微机实验培训装置的特点为“单板积木式”结构,具有专用性强、通用性广、灵活性好及体积小集成度高等四大优点。

1.2 BH-86 型通用微机实验培训装置的电路结构

BH-86 型通用微机实验培训装置是采用“单板积木式”电路结构,其表现方式为在一块(约 $35 \times 30\text{cm}^2$)双面铜箔板上腐蚀出具有 19 个独立电路的印刷电路块。所以称其为“积木”,就是因为可以将它们根据图纸要求而选用其中的若干块组成一个完整的实验系统。因此,本节先要介绍一下这 19 个“电路积木”的特点及其用途。这样有利于学员对下面几章中阐述实验指导书时的理解和操作。

BH-86 型实验培训装置主板上的 19 个电路积木可分为三大类:

第一类为公共(公用)电路,包括:

- (A) 单脉冲发生器电路
- (B) 时钟脉冲发生器电路
- (F) 单板机 I/O 地址电路
- (H) 电平开关电路
- (I) 发光二极管(LED)显示电路
- (P) 中继电路
- (Q) 直流电源及控制电路
- (R) PC 总线接口
- (S) 与 PC 机连接的接口电路

第二类为计算机基础知识及微机基本电路实验专用电路。这一类包括的“电路积木”只有一个:

- (G) 逻辑电路芯片插座区

第三类为与 IBM PC 型系列微机组组成实验系统的专用电路,包括:

- (C) 数/模转换(DAC0832)电路
- (D) 可编程计数器/定时器(8253)电路
- (E) 模/数转换(ADC0809)电路
- (J) 计数器分频电路
- (K) 可编程并行通信接口(8255A)电路
- (L) 可编程串行通信接口(8251A)电路
- (M) 十六进制键盘电路
- (N) 七段数码显示电路
- (O) 随机存储器(RAM6116)电路

这些电路已分别画出,并附于本章之后(图 1-4 至图 1-22)。

所谓公共电路(公用电路),如第一类中所列的 9 块“电路积木”,也可称为辅助性电路。它们在各个实验系统中和各专用电路相配合而组成可进行实验测试的完整系统。比如:

④是产生直流电源(+5V,±12V)的,显然是各个实验系统都必须的。在 BH-86 型实验装置上设有一个电源转换开关,既可用 PC 机本身的电源,也可用本装置独立设置的电源。在此提请注意:一般情况下应采用本装置提供的专用直流电源,尽量不用 PC 机的内部电源,以免加重 PC 机内部电源的负担。在做计算机基础电路实验和微机基本电路实验时,当然应选用本装置提供的专用直流电源,因为此时不必与 PC 机联系在一起。

第一类中的①和②两个“电路积木”也是在做各种专用电路实验时常会用到的,它们发生系列(时钟)脉冲和单个脉冲,既可用于作同步信号,也可用作数字信号或脉冲信号。在实验系统进行测试,获取数据时,这些都是常用的输入信号。

③用开关来设定一条线路的电平高低。开关 K1 至 K12 中任一个开关接至+5V 电位时,与其相应的线路为高电位。反之,如接至 GND 时,则其相应的线路为 0 电位。这样,在实际电路中的快速电平变化,在这里就可以用逐步改变电平变化的操作来测试和获取电平变化的数据。这对电路功能的研究是十分有利的。

⑤用以显示某一条线路的电平高低。高电平,则与其相联系的 LED(L1 至 L12 共有 12 个 LED 管)发亮;反之,如是低电平,则该路的 LED 不亮。这相当于用电压表去测量各线路的电位。电位高(+5V)则指示约+5V 的电压值;电位低(0V),则指示约+0 伏的电压值。用 LED 显示电路,则不必逐条电路去测量电压值,而且还能同时保持各条线路的电平状态,从而读取二进制数的电路状态。

对于初学者,①、②、③、⑤及④也可以用来做独立的实验,即验证各个电路本身的真实和可靠性。

⑥称为“中继电路”的原因是用以扩大各路的并联能力,它的结构很简单,只是一排排的插孔。当一路要与几路接通时,可以通过⑥的任一插孔排来扩大其并联的能力。

第二类只有一个⑦“电路积木”,它是一个逻辑电路芯片的插座区。其中共有 6 个插座,4 个是 14 芯的,两个是 16 芯的,可以随意将这两类封装的芯片插上,而其插脚可以通过印刷电路板做好的插孔引出,在中继电路⑥的支持下接成各种逻辑电路,以供测试实验。这就十分有利于电路的组成和测试。在⑦这个“电路积木块”上,插上各种集成电路,如门电路芯片,触发器芯片,计数器芯片等即可进行计算机基础电路及微机基本组成电路的测试实验。

第三类是做 PC 机硬件实验及接口实验的专用电路。这些电路在使用时有下述几个共同的特点:

1. 可以使用 PC 机的内部电源(由电源电路块④上的“短路片”插上来实现),也可用本装置上的专用直流电源(+5V,±12V 电源)。在拔出上述“短路片”后,插上直流电源连接插头,接通电源开关来实现。

2. 必须和 PC 机实行联机,以便和 PC 机实现其硬件资源共享,尤其是必须用到 PC 机内的 CPU 及操作系统。因此,⑧和⑨这两个“电路积木块”就是必不可少的。同时还需要在 BH-86 和 PC 机之间的连接电缆上增设一个辅助卡。该辅助卡由 BH-86 型通用微机实验培训装置中专用,实验准备时,由实验教师把它插入 IBM PC/286/386/486 的空槽中。关好机箱后,用一条 60 线扁平电缆把它和单板机的 J1 插口连接。

3. 在进行各种专用电路实验时,经常要用到 PC 机的内存存储器,寄存器及 PC 机的内部定

义了的接口地址。因此本装置上也有一个称为单板机接口地址电路⑤的积木块。此电路的设置可以保证 BH-86 装置与 PC 机的内部硬件结构在地址分配上能够吻合。

第三类专用电路块中的其它 9 个电路块(③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩及⑪)都是以一种芯片(如 6116、8255A、8251A、8253、DAC0832、ADC0809 等)或某种元器件(如键盘、七段数码管等)为主来形成的。当然,这些专用电路将组成研究 PC 机的硬件及接口的实验系统,它们的特点及使用方法将分散在各个实验指示书中阐述。

1.3 BH-86 型通用微机实验培训装置的使用准备和注意事项

BH-86 型通用微机实验培训装置附有使用说明书,任何一位使用者在做实验前都应该仔细阅读该说明书。本节要介绍的是教师在准备实验时应进行的步骤和注意的问题。

这本《微型计算机原理及应用实验指导》是与《微型计算机原理及应用(第二版)》配合,并以“BH-86 型通用微机实验培训装置”为典型设备而编写的。负责指导学生进行本课程教学实验的教师在准备教学及准备实验时必须注意下述几个问题:

首先,使学习本课程的学生明确学习本课程的目的。与计算机类的学生相比,非计算机类的学生无论在计算机的先修课程的学时和深度上以及学习本课程的学时和要求上都有很大的区别。因此,非计算机类专业学生学习本课程的目的:对 IBM PC 型系列微型计算机具有较完整的一般性认识,在其结构理论上有着清楚的了解。

其次,微型计算机作为一个可以整体采用的装置,将是非计算机类专业学生的专业范围内的应用工具。因此,对其输入/输出特性的较完整的认识才是他们最关心的问题。所以对微型计算机的核心部件 CPU 只作理论性的讲述,而在本课程的实验中不会有这方面的实验项目。CPU 及其 BIOS(基本输入输出系统)及 MS DOS(IBM PC 系列的操作系统)在本实验指导中将作为可以直接应用的部件及软件。

第三,为了切合非计算机类专业学生的特点,本课程的内容在选材上要广,从基础知识到计算机结构、软件编制等都要涉及。此外,还要求有一定的应用能力,故在课程的理论教学上(即在本课程的主教科书中)编入了单片计算机及可编程逻辑控制器。因为它们是微型计算机的实用形式。在本实验指示书中,在最后两章将有这方面的实验指导,可供教师选用。

第四,为了填补非计算机类专业的电子学课程的不足,本课程的计算机基础知识及微型计算机的基本组成电路的实验内容也是必须安排学习的。这些内容不但有利于学生对电子学内容的复习,而且更有利于他们对电路组成的理解和动手能力的培养。

总之,作为指导非计算机类专业学生学习本课程的教师(包括实验指导教师),首先要明确学生学习本课程的目的,其次要掌握好学习的深度及广度。在《微型计算机原理及应用(第二版)》一书、本实验指导及“BH-86 型通用微机实验培训装置”的“三合一”的配合下,大家一定可以把本课程的教学任务圆满完成。

1.4 其它必须的辅助仪器仪表

采用 BH-86 型通用微机实验培训装置为非计算机类专业学生开出实验,一般地说,可以

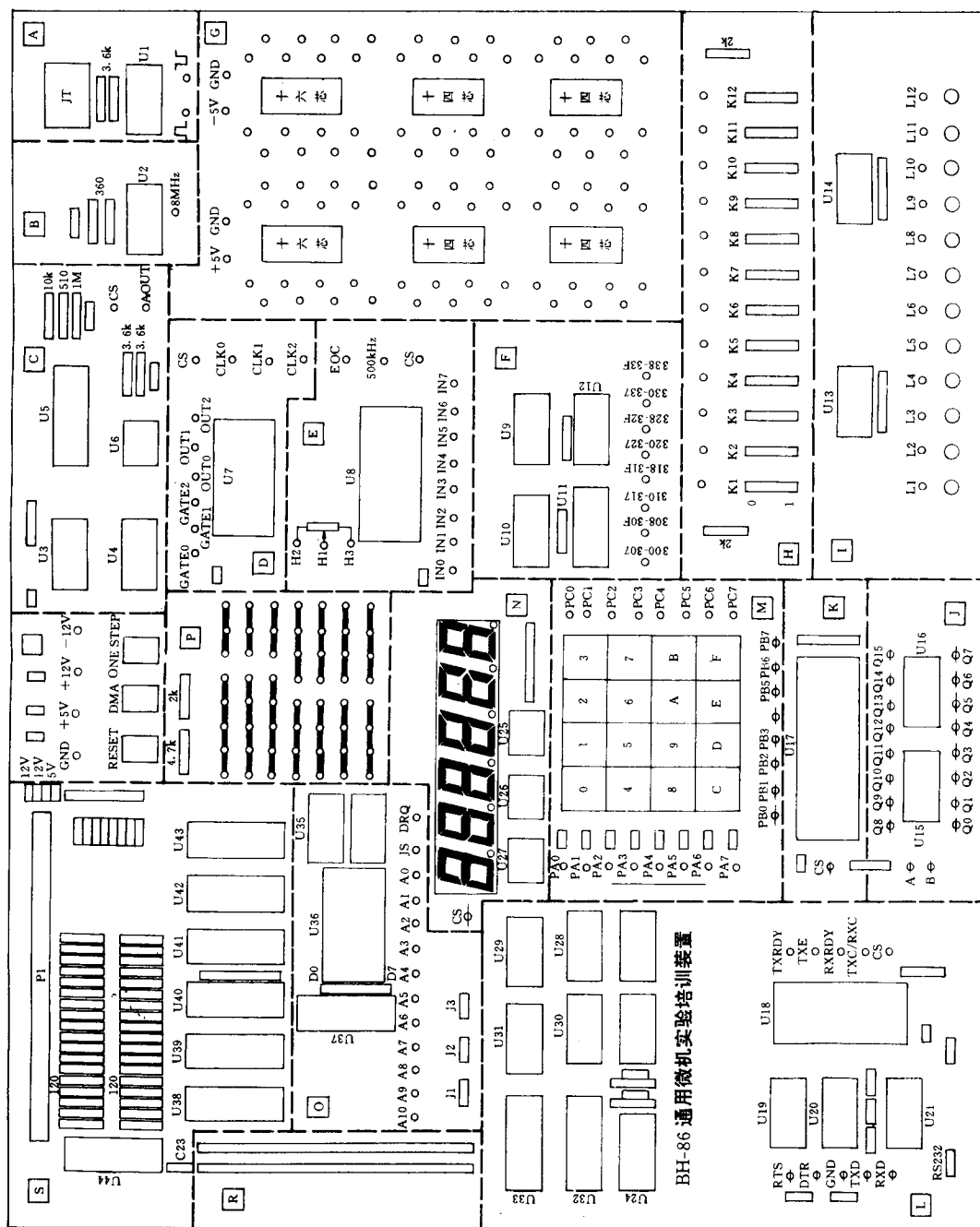


图 1-3 BH-86 通用微机实验培训装置面板布置图

自成系统,不必增加很多仪器仪表。因为本装置除有各种实验所必须的主要元器件及电路外,还有进行实验所必须的两类工具:

其一是信号源发生器——本装置中的时钟脉冲发生器电路⑧、单脉冲发生器电路⑨及电平开关电路⑩。它们能产生系列脉冲、单脉冲及数字信号,以适应实验时测试的需要。

其二是信号显示器——本装置中的LED显示电路⑪及七段数码管显示电路⑫。它们可以显示电位高低、输出信号排列及数字显示,这就可以显示实验的结果数据。

但是,任何设备都不可能是万能的,在一定的条件下,还需要某些简单仪器仪表的协助才能使实验保证无误地进行下去。

在做本装置的实验时,下列仪器仪表及工具是必须预备的:

1. 万用表——这是在检查电路时,常需采用的简单仪表。当然,这里所需的万用表必须是高输入阻抗式的,如电子式万用表即可。建议采用数字万用表DT890A、DT930A或DT9203、9204(四位半数字万用表)以及DT9204、DT9205等三位半数字万用表。

2. 示波器——这可用以检查脉冲发生器电路是否正常,在进行逻辑电路实验时,也可用以检测输入波形与输出波形的关系等。建议采用双踪示波器。

3. 起拔器——这是为了保护元器件,尤其是IC器件,以免其插针变形。学生在插入和拔起集成电路芯片时,必须采用起拔器。

4. 镊子——这是用以插入或拔出连线插针时必须具备的工具,因为装置插孔较密,用手指直接去插拔连线插针,容易弄错。在有些集成电路的插脚不幸有点弯曲时,也可用镊子校正。

本章附图: BH86 型实验装置 19 个电路积木的电路原理图。

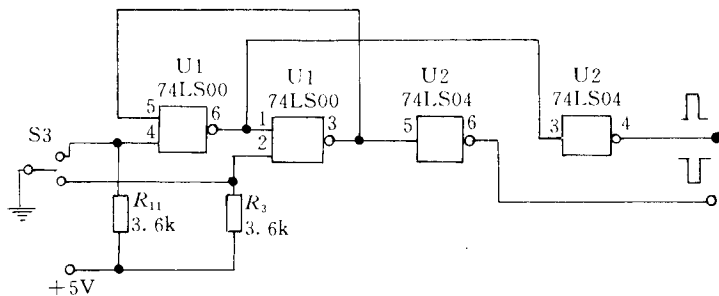


图 1-4 单脉冲发生器电路(A 块)

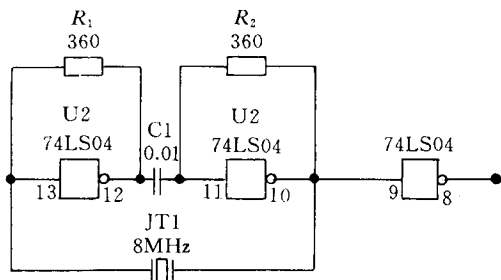


图 1-5 时钟脉冲发生器电路(B 块)

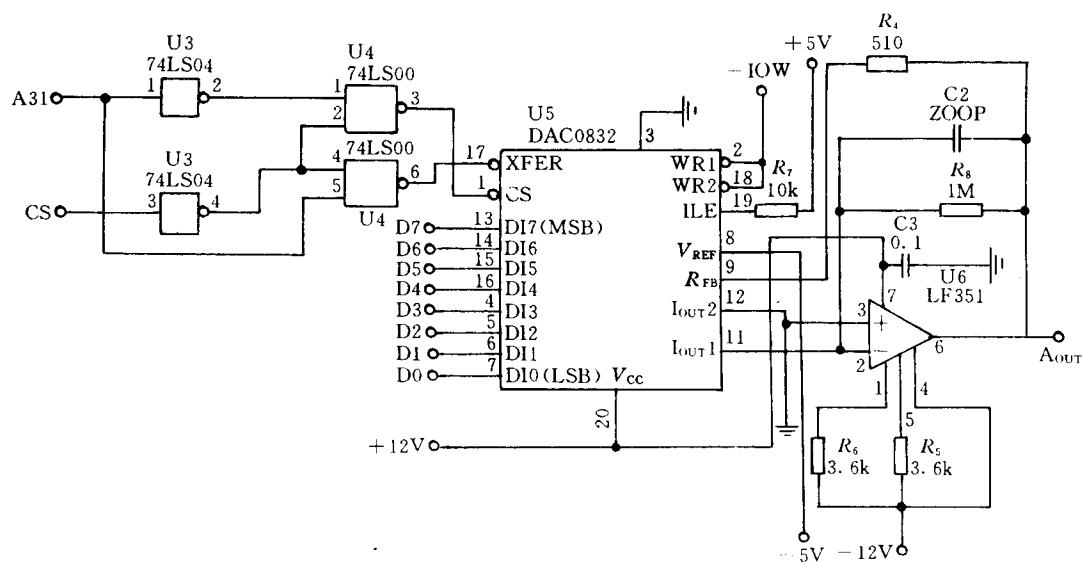


图 1-6 数/模转换(DAC 0832)电路(C 块)

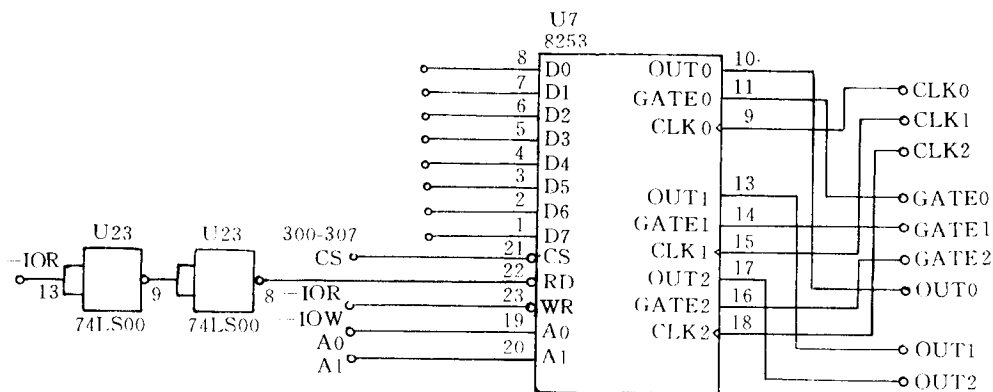


图 1-7 可编程计数器/定时器(8253)电路(D 块)

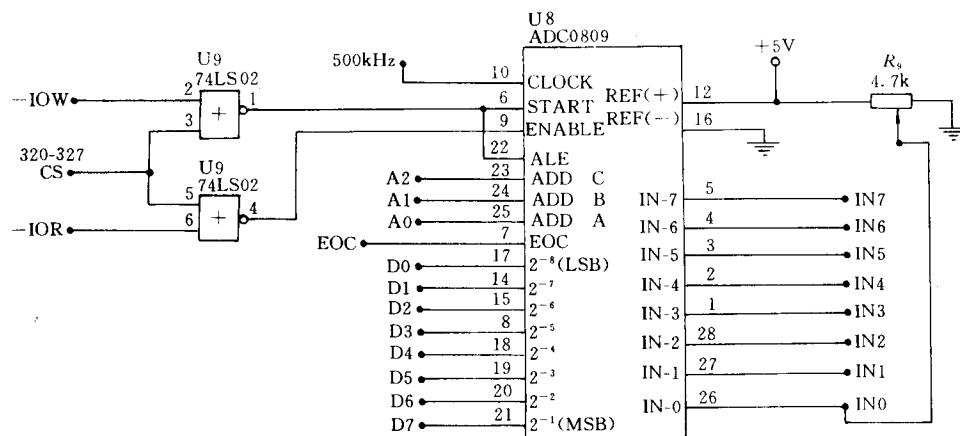


图 1-8 模/数转换(ADC 0809)电路(E 块)

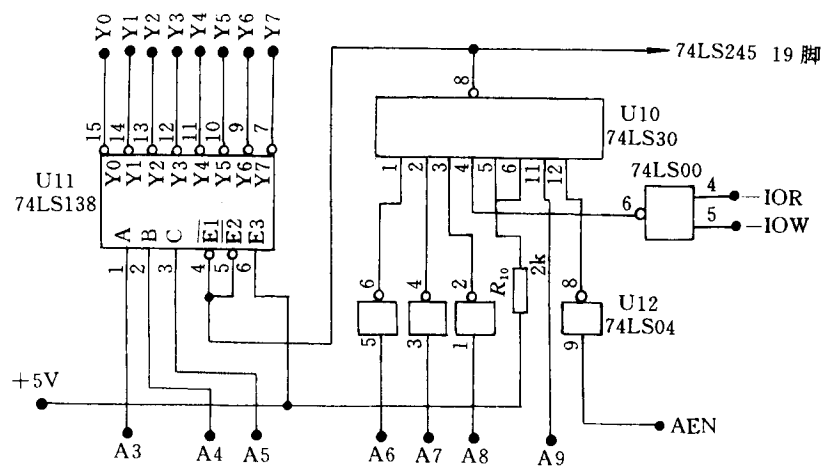


图 1-9 单板机 I/O 地址电路(F 块)

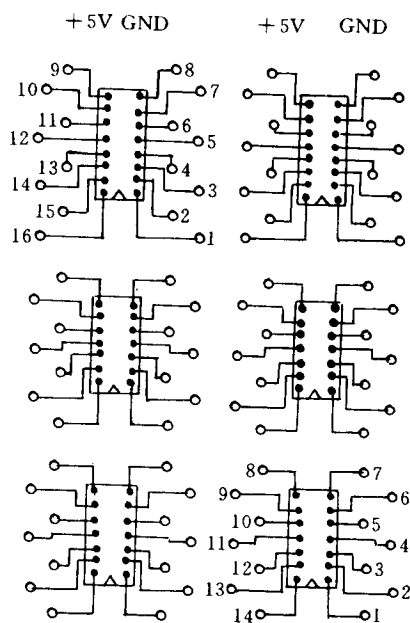


图 1-10 逻辑电路芯片插座区(G 块)

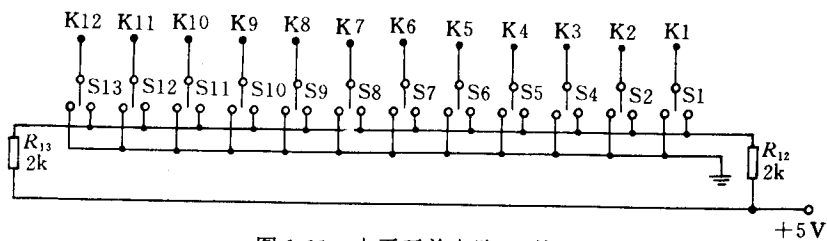


图 1-11 电平开关电路(H 块)

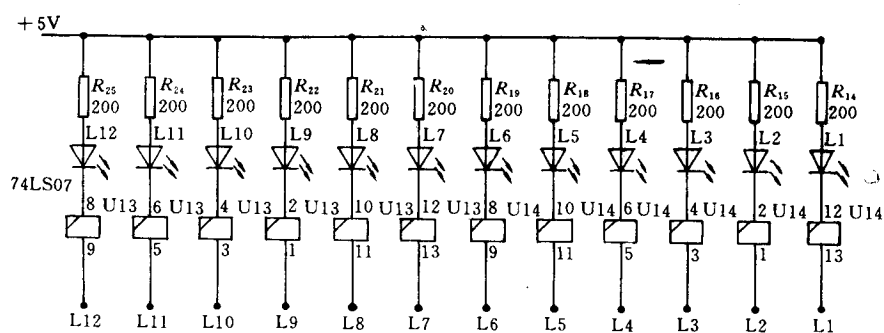


图 1-12 发光二极管(LED)显示电路(I 块)

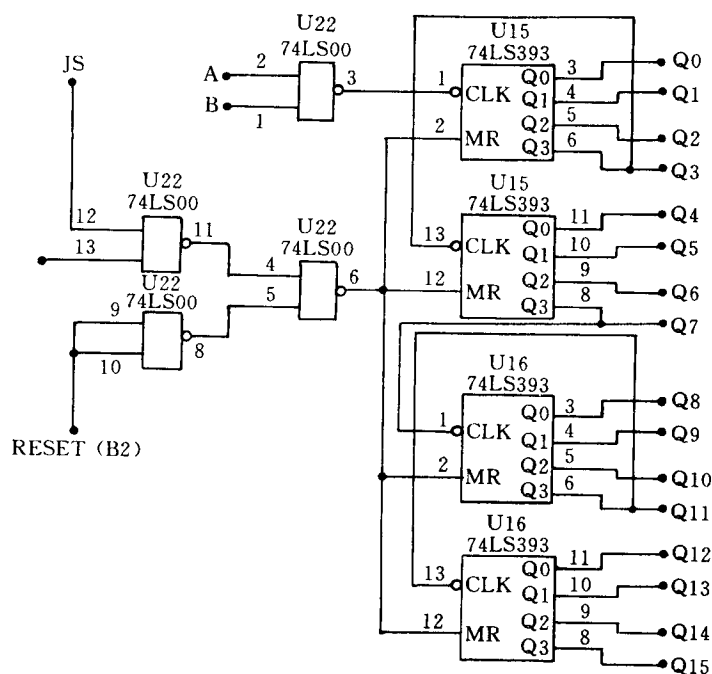


图 1-13 计数器分频电路(J 块)

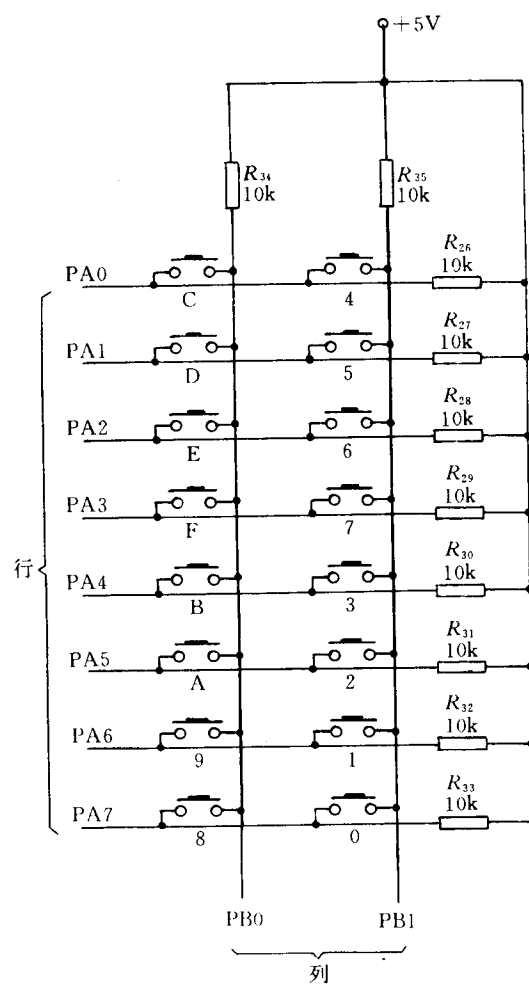
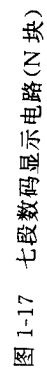


图 1-16 十六进制键盘电路(M 块)



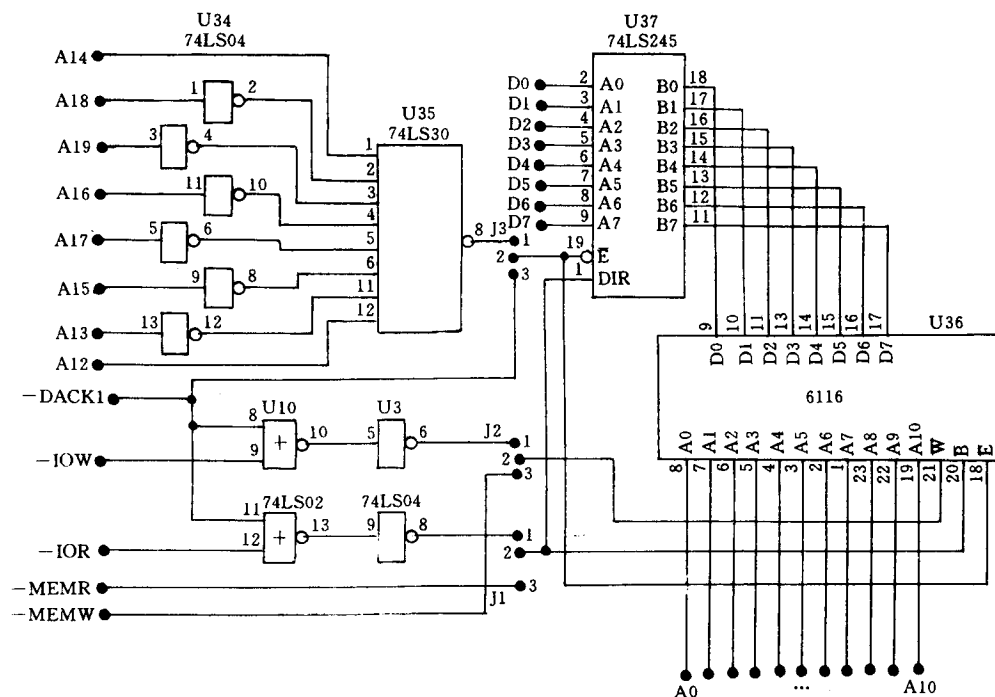


图 1-18 随机存储器(RAM 6116)电路(O 块)

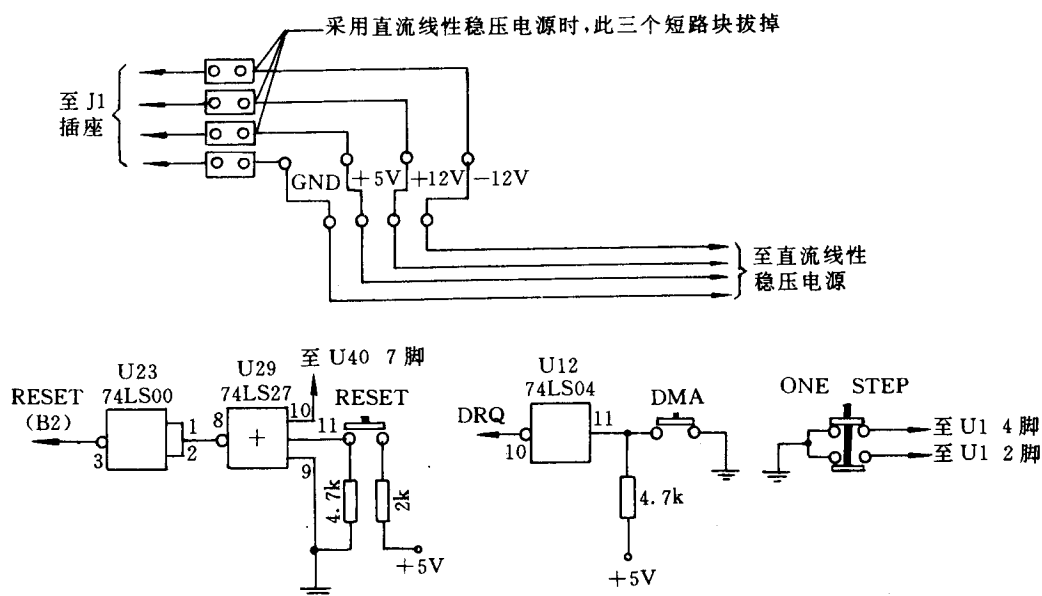


图 1-19 直流电源及控制电路(Q 块)

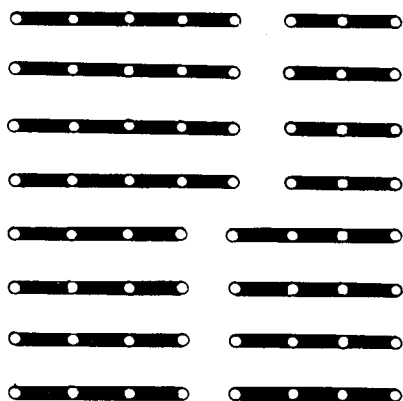


图 1-20 中继电路(P 块)

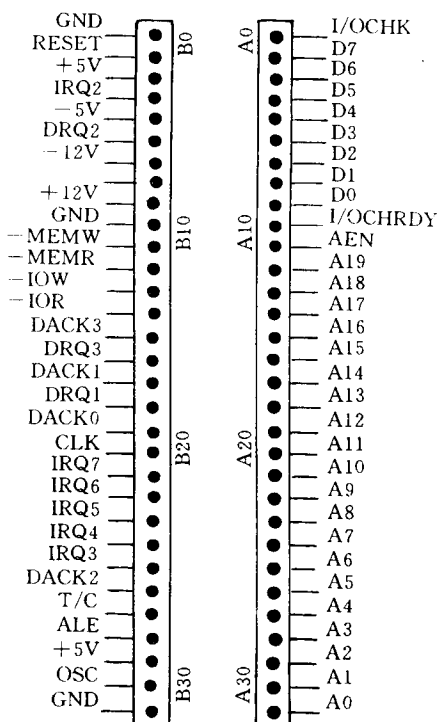


图 1-21 PC 总线引脚端子排列图(R 块)

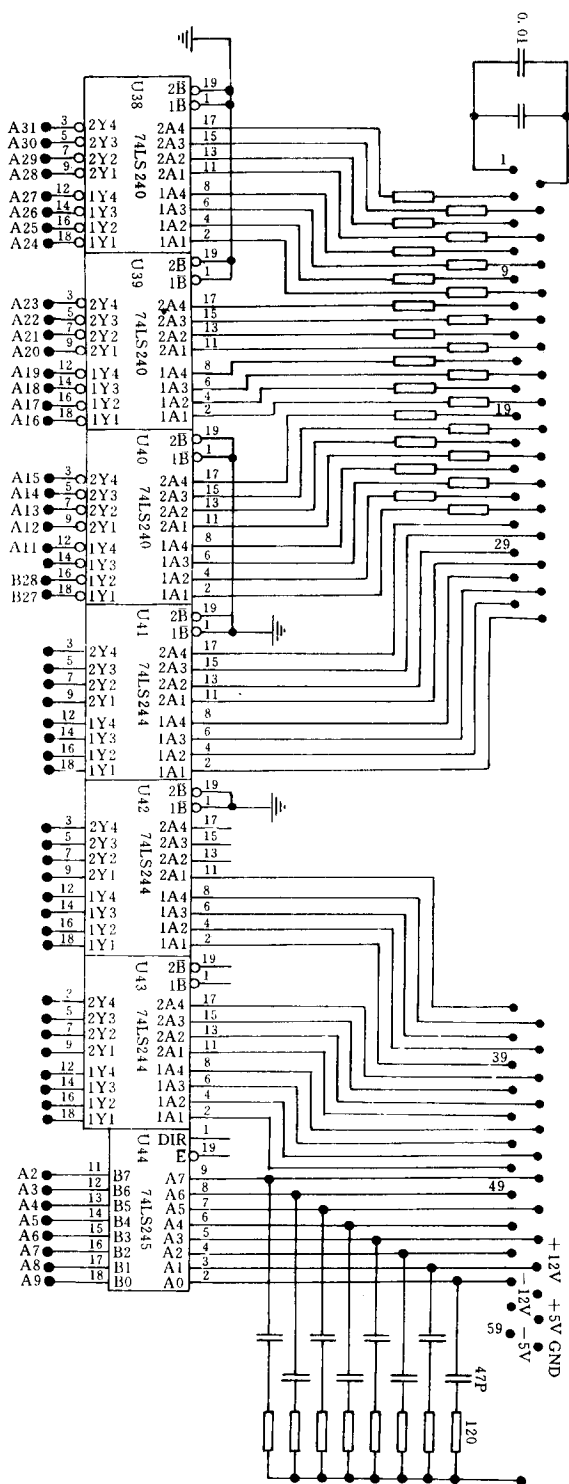


图 1-22 与 PC 机接口电路(S 块)

计算机基础知识及微机基本电路实验

2.1 逻辑电路的基本知识

集成电路按其集成度可分为小规模集成电路(SSI)、中规模集成电路(MSI)、大规模集成电路(LSI)及超大规模集成电路(VLSI)等。在应用上将集成电路按其完成各种功能时的电量变化规律分为模拟集成电路及数字集成电路。在计算机中用得最多的是数字集成电路,数字集成电路中最基本的,也是应用最广的是逻辑电路。逻辑电路的基础是门电路,因此,本节先阐述与逻辑电路有关的集成电路基础知识,这种电路就称为逻辑集成电路。

逻辑集成电路在设计和制造工艺上方法很多,但主要的有下列三种:

TTL——晶体管-晶体管逻辑集成电路;

CMOS——互补对称金属氧化物半导体逻辑集成电路;

ECL——发射集耦合逻辑集成电路。

这三种集成电路各有优缺点,如 ECL 集成电路速度快,但功耗较大,它主要适用于大型高速计算机和高速通讯系统;CMOS 集成电路速度慢,但功耗较低,主要适用于一般测量设备和民用电子装置,如电子手表等;TTL 集成电路的性能介于此二者之间,而且由于其结构简单和品种齐全,因而应用范围很广,既可用于大、中、小型电子计算机,又可用于工业控制设备、仪器及仪表中,还可用于民用电子产品中。

BH-86 通用微机实验培训装置中所用的集成电路均为 TTL 型的,故本节将对 TTL 集成电路中的逻辑集成电路的基础知识加以介绍。

在各类数字集成电路中,TTL 集成电路是国内外生产历史最长久的,至今仍具有广泛的应用性。

评价集成电路优劣的重要指标是可靠性、速度和功耗以及抗干扰性能等。

1. TTL 的可靠性。由于 TTL 集成电路采用了成熟的平面工艺,而且集成的是结型的器件,这种结构本身就决定了器件参数不易受表面状态的影响。这就保证了 TTL 集成电路的参数稳定性和使用可靠性。

2. TTL 的速度和功耗。TTL 集成电路的工作速度介于 ECL 集成电路和 CMOS 集成电路之间,因此用 TTL 集成电路制成的数字系统的运算速度可以从低至每秒数千次到高达每秒数百万次。这样宽广的工作速度范围是 TTL 集成电路应用特点之一。故 TTL 集成电路具有广阔的应用范围。近期发展起来的低功耗肖特基系列 LS-TTL 集成电路,其功耗只有同类型标准系列 TTL 集成电路的 1/5 左右。

3. TTL 的抗干扰性。TTL 集成电路的噪声容限达数百毫伏,而且电路中的晶体管工作于饱和区域,因而 TTL 集成电路工作稳定,简化了系统的设计。另外,TTL 集成电路的输入和输