

# 微型计算机技术实验

(高校工科非电专业适用)

任仕纯 黄义源 编

高等教育出版社

# 微型计算机技术实验

(高校工科非电专业适用)

任仕纯 黄义源 编

高等教育出版社

这是一本主要适用于高校工科非电专业的微型计算机技术实验教材。

本教材注意基本功训练,写得通俗易懂,适于初学微型计算机技术的人学习。完成全书实验共需20学时左右,其中数字电路实验约占30%,微机实验约占70%。本书实验包括:门电路的应用、触发器、计数译码显示、多谐振荡器、存储器、简单程序、分支与循环、堆栈和子程序、算术运算程序、PIO接口、CTC接口、数模和模数转换器、显示和转贮、应用实验等。全书实验程序36个。完成本书的实验便可掌握微机技术的基本技能。(附有\*号的实验要求稍高)

本书主要适用于高校工科非电专业学生,但也完全适于其他初学微型计算机的人员,尤其是各类工程技术人员。

本书经清华大学梁毓厚副教授审阅,并经湖南大学机械系学生试用。

责任编辑 王缉惠

〔京〕112号

### 微型计算机技术实验

(高校工科非电专业适用)

任仕纯 黄义源 编

\*

高等教育出版社出版  
新华书店北京发行所发行  
天津新华印刷二厂印装

\*

开本787×1092 1/16 印张7.25 字数170 000

1988年9月第1版 1993年8月第4次印刷

印数 14 252—17 813

ISBN 7-04-001106-9/TP·33

定价 2.40元

## 前 言

本书是学习微型计算机技术的实验教材，与《微型计算机技术》教材配套使用，主要适用于高校工科非电类专业学生和初学微机的各类工程技术人员。

非电类专业学习微型计算机，主要是用它来研究和解决本专业的问题，推动本专业科学技术的发展，微型计算机的应用，包括硬件和软件两方面的问题。本书围绕这两个方面安排了14个实验，每个实验由浅入深地安排了较丰富的内容，各专业可根据自己的学时和需要灵活选用。完成全书实验约需20学时，其中数字电路实验占30%，微机实验占70%。学过数字电路的读者，可从实验五开始。

湖南大学杨素英同志编写了实验六和实验十三的初稿。清华大学梁毓厚副教授审阅了书稿，提出了许多宝贵意见。在本书的编写过程中，湖南大学杨贻馨教授给予了大量的帮助，在此一并表示深切的感谢。

由于我们的学识水平有限，书中难免有错误和不妥之处，殷切期望读者批评指正。

编 者

1987年2月于湖南大学机械电子学教研室

# 目 录

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 实验一 逻辑门电路的应用              | 1   |
| 一、与非门的控制作用                | 2   |
| 二、或非门的控制作用                | 2   |
| 三、用与非门组成异或门               | 4   |
| 实验二 触发器及其应用               | 6   |
| 一、基本 RS 触发器               | 8   |
| 二、JK 触发器的功能和应用            | 8   |
| 三、D 触发器的逻辑功能和应用           | 10  |
| 实验三 计数器及译码显示              | 12  |
| 一、任意进制计数器                 | 15  |
| 二、计数、译码、显示                | 16  |
| 实验四 多谐振荡器                 | 17  |
| 一、与非门组成的多谐振荡器             | 17  |
| 二、555 定时器作多谐振荡器           | 18  |
| *三、单稳触发电路                 | 19  |
| *实验五 存储器                  | 22  |
| 一、存储器的读写操作                | 23  |
| 二、存储容量的扩展                 | 24  |
| 实验六 简单程序                  | 28  |
| 一、单板机使用练习                 | 32  |
| 二、两个 8 位数相加               | 36  |
| 三、“鸡兔同笼”问题                | 38  |
| 四、相对转移中偏移量的计算             | 39  |
| 实验七 分支与循环                 | 42  |
| 一、标志寄存器各标志位的检测            | 43  |
| 二、分支程序                    | 44  |
| 三、分支表                     | 45  |
| 四、用计数器控制循环                | 47  |
| 五、排序                      | 48  |
| 实验八 堆栈和子程序                | 50  |
| 一、16 进制转换成 ASCII 码        | 50  |
| 二、调用乘法子程序计算 $y = ab + cd$ | 52  |
| 三、子程序嵌套                   | 54  |
| *实验九 算术运算程序               | 57  |
| 一、多字节加法运算                 | 57  |
| 二、10 进制多字节运算              | 58  |
| 三、简单的乘除法                  | 60  |
| 四、8 位有符号数的乘法              | 61  |
| 五、8 位有符号数的除法              | 63  |
| 实验十 PIO 接口                | 66  |
| 一、简单的输入输出                 | 67  |
| 二、联络线控制的输入输出              | 68  |
| 三、位控状态下的多重中断              | 70  |
| 实验十一 CTC 接口               | 74  |
| 一、用 CTC 作计数器              | 75  |
| 二、计数中断                    | 76  |
| 三、CTC 作定时器                | 77  |
| 四、较长时间的定时                 | 78  |
| 实验十二 数模和模数转换器             | 81  |
| 一、单路模数转换                  | 81  |
| *二、多路模数转换                 | 84  |
| 三、数模转换                    | 86  |
| 四、利用数模转换器产生锯齿波            | 86  |
| 实验十三 显示与转贮                | 88  |
| 一、在 6 位显示器上显示同一字符         | 89  |
| 二、在不同位上显示不同的字符            | 89  |
| 三、循环显示“0~F”的 16 进制字符      | 91  |
| *四、显示存贮单元中的数据             | 91  |
| 五、利用录音磁带作外存               | 93  |
| *实验十四 应用实验                | 96  |
| 一、顺序控制                    | 96  |
| 二、步进电机的控制                 | 98  |
| 三、模拟量的数据采集                | 101 |
| 四、接口的扩展                   | 104 |

# 实验一 逻辑门电路的应用

## 实验目的

1. 了解逻辑门的控制作用和功能；
2. 了解由与非门组成其它逻辑门的方法；
3. 了解多余输入端的处理方法。

## 简要说明

本实验用T 063(74LS 20) 4 输入端双与非门或 2 输入端 4 与非门 T 065(74LS 00) 作为基本元件,其电路图、引线封装图示于图 1-1(a)(b)(c)中。

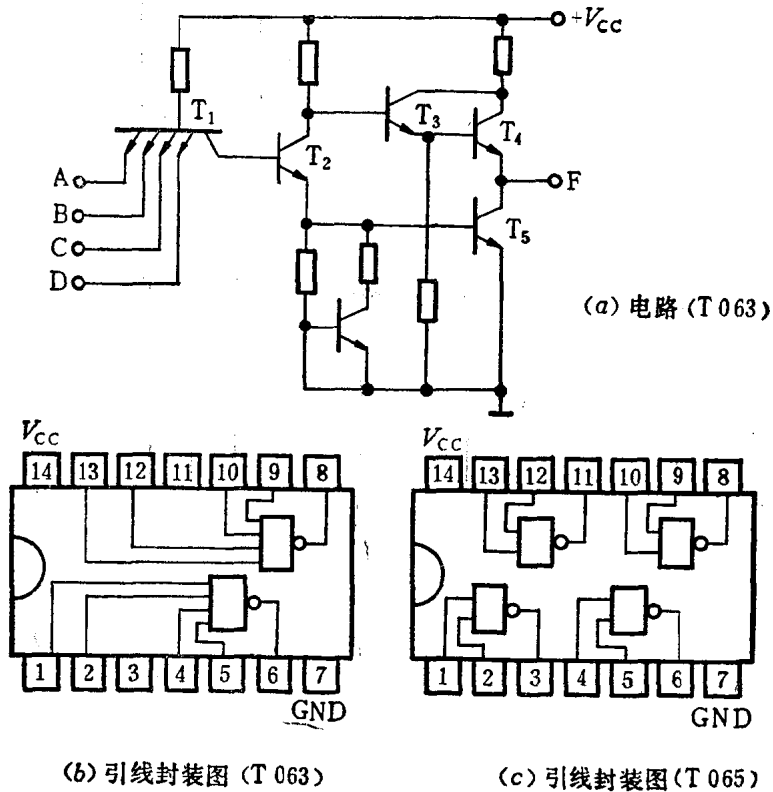


图 1-1 与非门

在T 063 电路中,以多发射极晶体管  $T_1$  为主组成与门,以  $T_5$  为主组成非门,两者串接起来构成与非门,由  $T_3$ 、 $T_4$  等组成的射极输出器作为  $T_5$  的负载,以改善输出极的动态特性,使输出电压

的上升沿和下降沿较陡。

该电路的逻辑表达式为

$$F = \overline{A \cdot B \cdot C \cdot D}$$

从逻辑表达式可知,与非门的功能只有两种状态:当输入全 1 时,输出为 0;输入有 0 时,输出为 1。即:有 0 出 1,全 1 出 0。

## 实验内容

### 一 与非门的控制作用

1 将任一输入端接连续脉冲源,其余输入端接 1 电平,如图 1-2(a),用双踪示波器观察输入输出波形,注意输入波形与输出波形之间的相位关系。

2 将任一输入端接连续脉冲源,其余输入端全部接 0 电平(即地),如图 1-2(b)用示波器观察

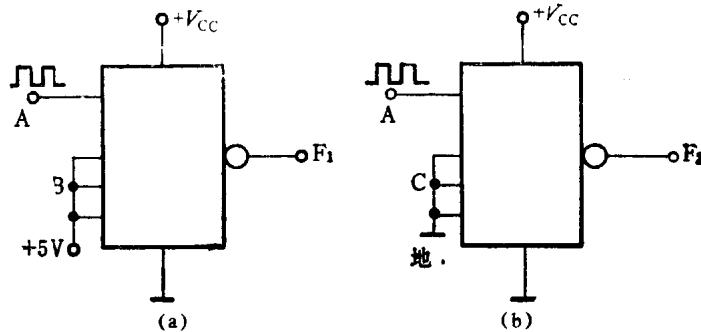
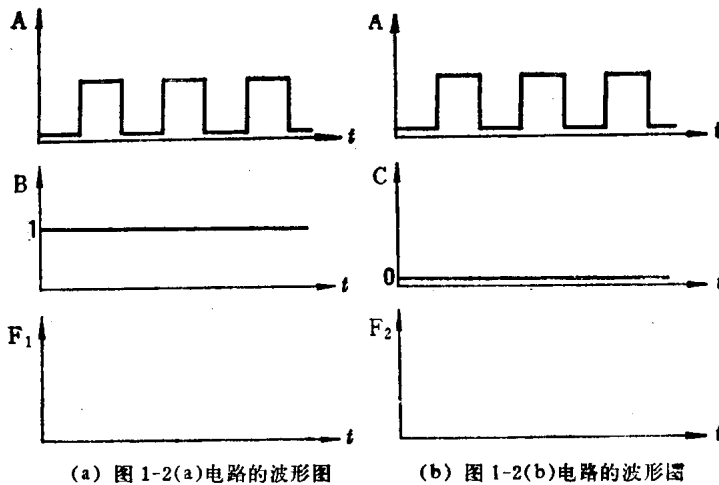


图 1-2 与非门的控制作用

其输出波形,或用电压表量出此电压,从而确定输出电压是 1 还是 0。

3. 从 1、2 两项结果,分别描出输入与输出的波形图。



(a) 图 1-2(a) 电路的波形图 (b) 图 1-2(b) 电路的波形图

图 1-3 与非门波形图

### 二、或非门的控制作用

1. 用与非门 T 065 接成如图 1-4 所示的或非门电路。

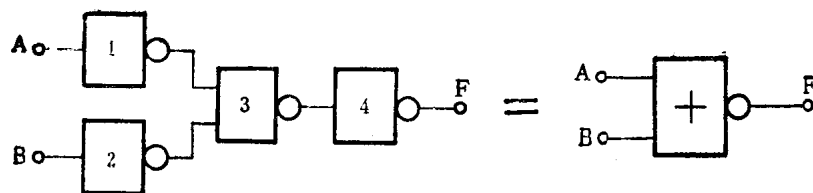


图 1-4 由与非门组成或非门电路

2. 按照真值表(表 1-1)加输入信号,测出其相应的输出状态并填入真值表中,分析或非门的逻辑功能,写出逻辑表达式。

表 1-1 或非门真值表

| 输 入 |   | 输 出 |
|-----|---|-----|
| A   | B | F   |
| 0   | 0 |     |
| 0   | 1 |     |
| 1   | 0 |     |
| 1   | 1 |     |

3. 按图 1-5 连接好线路,观测输出波形,观察或非门的控制作用。

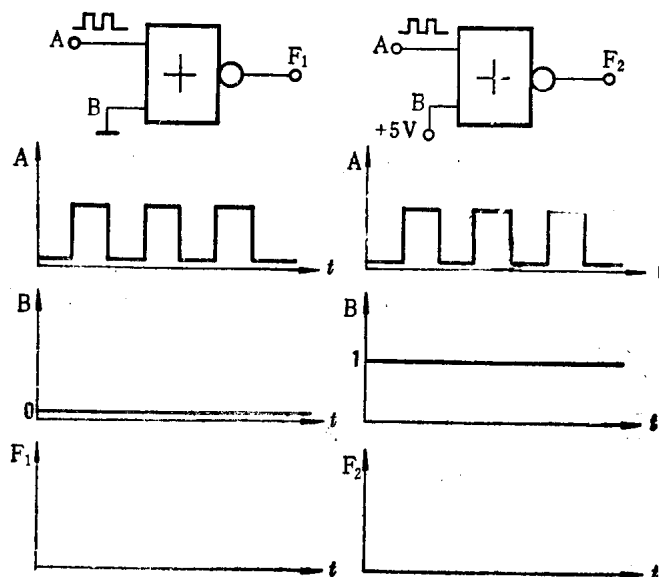


图 1-5 或非门的控制作用

4. 在图 1-4 电路中,去掉门 4,从门 3 输出,就是或门。在图 1-4 电路中,去掉门 1、门 2,则门 3、门 4 组成与门。按表 1-2 和表 1-3 对以上或门及与门加输入信号,测出相应的输出状态,

表 1-2 或门真值表

| 输 | 入 | 输 | 出 |
|---|---|---|---|
| A | B | F |   |
| 0 | 0 |   |   |
| 0 | 1 |   |   |
| 1 | 0 |   |   |
| 1 | 1 |   |   |

表 1-3 与门真值表

| 输 | 入 | 输 | 出 |
|---|---|---|---|
| A | B | F |   |
| 0 | 0 |   |   |
| 0 | 1 |   |   |
| 1 | 0 |   |   |
| 1 | 1 |   |   |

验证或门和与门的逻辑关系。并按照图 1-5 连接线路,观察或门和与门的控制作用。

5. 总结与门、与非门、或门、或非门控制作用的异同。

6. 在图 1-4 中,门 1、门 2、门 4 都只使用了一个输入端,没使用的那个输入端称为闲置端。与非门闲置端一般按下列方法处理:

(1) 接高电平。可直接接到  $V_{CC}$  (+5 V) 上,但最好是经一个数千欧的电阻接  $V_{CC}$ 。

(2) 与信号端并联使用。

(3) 自然悬空。

注意,与非门的闲置端不能接地(为什么?),或非门的闲置端不能接高电平(为什么?)。请实际验证之。

### 三、用与非门组成异或门

图 1-6 是由 4 个与非门组成的异或门电路。

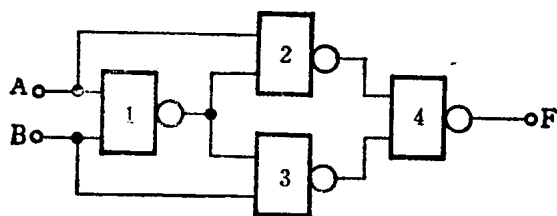


图 1-6 异或门

1. 按图 1-6 接好线路。

2. 按照真值表 1-4 加入输入信号,测出相应的输出状态,说明异或门的功能。

表 1-4 异或门真值表

| 输 入 |   | 输 出 |
|-----|---|-----|
| A   | B | F   |
| 0   | 0 |     |
| 0   | 1 |     |
| 1   | 0 |     |
| 1   | 1 |     |

### 设备与器件

1. 双线示波器 1 台
2. 稳压电源 1 台
3. 万用电表 1 只
4. 通用实验底板或数字逻辑实验箱

通用实验底板上应有插件板,1 组(8 个)能置 1、置 0 的逻辑开关,单脉冲和连续脉冲源,显示逻辑状态的发光二极管等。见附录一。

5. 4 输入端双与非门(T 063) 1 只
6. 2 输入端 4 与非门(T 065) 1 只
7. 1 k $\Omega$  电阻 3 只

### 实 验 要 求

1. 预习实验内容。掌握与非门的逻辑功能和控制作用;掌握用与非门组成与门、或门和或非门的方法。
2. 拟好实验所用各真值表的数据和波形图,以便实验中验证、对照。
3. 独立完成实验。
4. 写出实验报告。报告内容应包括:
  - (1) 实验目的;
  - (2) 实验数据、表格和波形图;
  - (3) 需要讨论的问题;
  - (4) 心得体会,对实验的意见和要求。

## 实验二 触发器及其应用

### 实验目的

1. 了解基本RS触发器的组成、逻辑功能及其应用；
2. 掌握JK触发器的逻辑功能和计数作用；
3. 掌握D触发器的逻辑功能和用其组成移位寄存器的方法。

### 简要说明

1. 触发器是具有记忆功能的器件,用两个与非门可以组成基本RS触发器。图 2-1 (a)和(b)分别表示基本RS触发器的电路和符号。 $\bar{S}$  和  $\bar{R}$  分别称为置位端和复位端,  $Q$  端为输出端,其状态为触发器的状态。

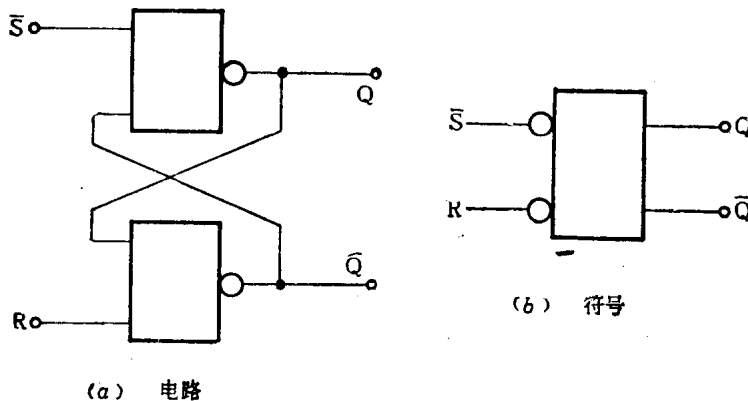


图 2-1 基本RS触发器

RS 触发器常与机械开关配合使用,以消去因机械开关的抖动引起的干扰,如图2-2所示。

2. 数字系统中的基本触发器是JK触发器和D触发器。本实验所用的JK触发器为 T 079,其引线排列如图2-3所示。

图中1~7引脚为第一个JK触发器的引脚,9~15引脚为第二个JK触发器的引脚,其中:

$R_D$ ——直接置0端(复位)

$S_D$ ——直接置1端(置位)

J、K——控制输入端

CP——时钟脉冲输入端

Q、 $\bar{Q}$ ——输出端

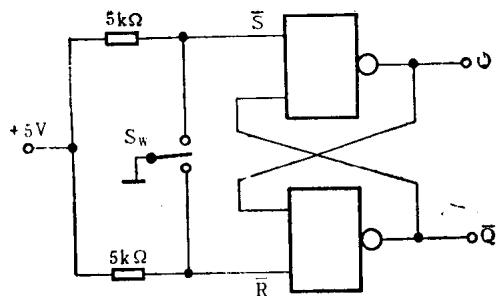


图 2-2 机械开关的去抖动电路

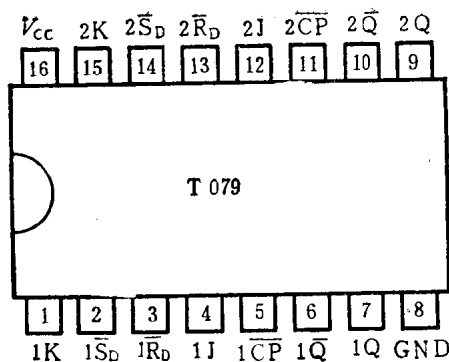


图 2-3 T079引脚排列

16脚——接+5V电源

8脚——接地

JK触发器的功能总结如下,相应的真值表如表2-1所示。

表 2-1 JK触发器真值表

| $t_n$ |   | $t_{n+1}$   |
|-------|---|-------------|
| J     | K | Q           |
| 0     | 0 | $Q_n$       |
| 0     | 1 | 0           |
| 1     | 0 | 1           |
| 1     | 1 | $\bar{Q}_n$ |

J、K全高,分频计数;

J、K全低,入后不变;①

J0、K1,入后出0;

J1、K0,入后出1。

### 3. D触发器

图2-4为D触发器的逻辑符号,表2-2为其真值表。

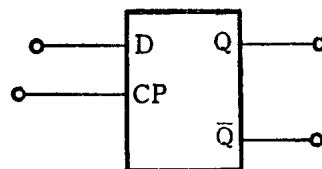


图 2-4 D触发器

表 2-2 D 触发器真值表

| $t_n$ | $t_{n+1}$ |
|-------|-----------|
| D     | Q         |
| 0     | 0         |
| 1     | 1         |

真值表中的  $t_n$  为CP到来之前的时刻,  $t_{n+1}$  为CP作用后的时刻,可见, D触发器的输出Q跟随

① 所谓“入后”,是指触发信号输入以后。

D 在CP到来之前的状态。

## 实验内容

### 一、基本RS触发器

1. 用与非门按照图2-5连接,构成基本RS触发器。

可用万用表测试Q和 $\bar{Q}$ 端的输出电平,也可用发光二极管显示Q和 $\bar{Q}$ 的状态。

按照真值表(表2-3)加输入信号( $\bar{R}$ 和 $\bar{S}$ )于触发器,将测出的Q和 $\bar{Q}$ 的状态填入表中,即可得出基本RS触发器的逻辑功能。

表 2-3 RS 触发器真值表

| $\bar{R}$ | $\bar{S}$ | Q | $\bar{Q}$ |
|-----------|-----------|---|-----------|
| 0         | 0         |   |           |
| 0         | 1         |   |           |
| 1         | 0         |   |           |
| 1         | 1         |   |           |

$\bar{R}=0, \bar{S}=0$ 时 RS 触发器是不定状态。按下 $S_S$ 和 $S_R$ ,然后同时松开(注意须同时),然后测试Q的状态,重复做若干次,便可观测到Q可能为1,也可能为0,即为不定状态。

2. 图2-2所示为去抖动开关电路,实际上是一个手动的单脉冲发生电路,每按一下微动开关 $S_w$ ,便从Q端输出一个脉冲。这个电路在后面的接口实验中要多次用到。按图2-2连好电路,用发光二极管(LED)检验Q端输出的单脉冲情况。

### 二、JK触发器的功能和应用

1. JK 触发器的逻辑功能

按图2-6接好电路。

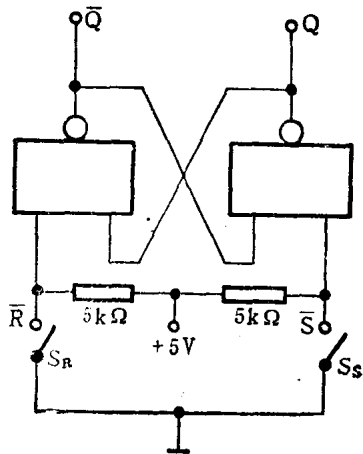


图 2-5 基本RS触发器

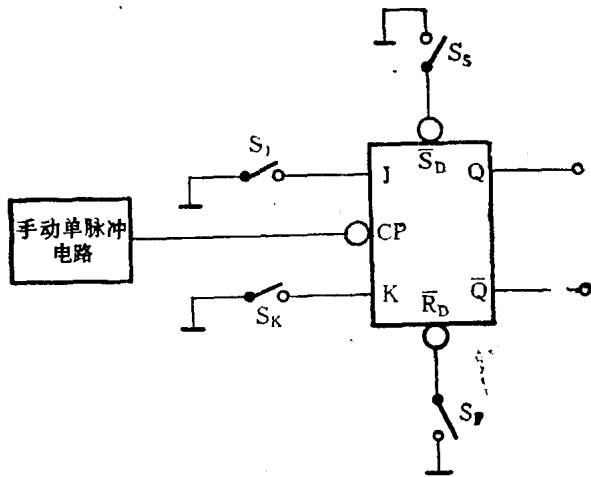


图 2-6 JK触发器逻辑功能实验

图中 $S_S, S_R, S_J, S_K$ 分别为接在 $S, R, J, K$ 各引脚上的开关。 $S_S$ 和 $S_R$ 用于将JK触发器置1和置

0,这两个开关最好用微动开关或其它按键开关,按下后开关闭合,松开后又自动断开。如是钮子开关,则先将开关闭合,完成置1置0功能后,应立即将开关断开,才能进行后面的操作。

表2-4所示JK触发器真值表中, $Q_n$ 为触发脉冲作用前状态, $Q_{n+1}$ 为触发脉冲作用后的状态。

表 2-4 JK触发器真值表

| $Q_n$ | J | K | $Q_{n+1}$ |
|-------|---|---|-----------|
| 0     | 0 | 0 | 0         |
| 0     | 0 | 1 | 1         |
| 0     | 1 | 0 | 0         |
| 0     | 1 | 1 | 1         |
| 1     | 0 | 0 | 1         |
| 1     | 0 | 1 | 0         |
| 1     | 1 | 0 | 0         |
| 1     | 1 | 1 | 1         |

利用开关 $S_R$ 先将 $Q_n$ 置成0状态。利用开关 $S_J, S_K$ 将J、K端依次设置成表2-4中的某一状态,并从CP端输入单脉冲,用发光二极管或万用表观察Q的状态,填入表2-4中的 $Q_{n+1}$ 栏内。

然后用 $S_S$ 将 $Q_n$ 置成“1”态,重复上述过程。

注意,J=1、K=1的状态是计数触发状态,需反复多输入几个单脉冲,以观测 $Q_{n+1}$ 的变化规律。

## 2. JK触发器的计数作用

将双JK触发器T079按图2-7接好电路,从 $CP_1$ 端输入1kHz的连续脉冲①,用双线示波器观

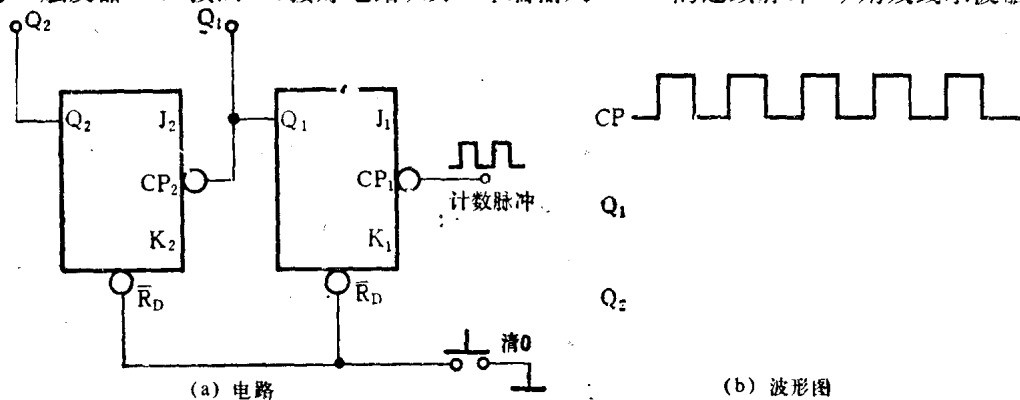
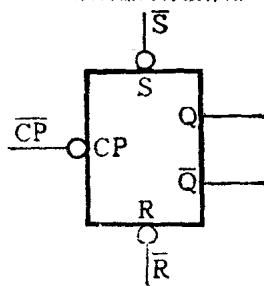


图 2-7 JK触发器的计数作用

① 关于 $S, R, \bar{S}, \bar{R}, CP, \bar{CP}$ 的标注方法如下图:



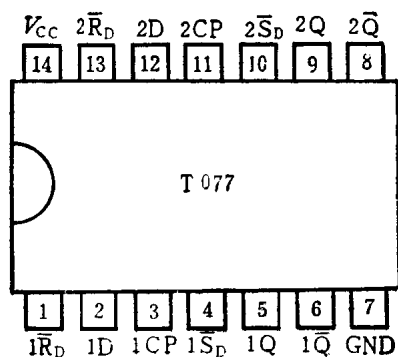


图 2-8 D触发器引脚排列

察CP、Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>的波形,并如实描绘在图(b)上,从中分析理解 JK触发器的计数分频作用。

### 三、D触发器的逻辑功能和应用

双D触发器T077的管脚排列见图2-8所示,下面1~6 为第一个D触发器的引脚,上面8~13为第二个D触发器的引脚。

#### 1. D触发器的功能

本内容可根据表2-5的真值表自拟实验步骤进行实验,并填写真值表。

表 2-5 D 触发器真值表

| $t_n$ | $t_{n+1}$ |
|-------|-----------|
| D     | Q         |
| 0     |           |
| 1     |           |

#### 2. 用D触发器组成移位寄存器

用两片双D触发器接成图2-9 所示的4 位移位寄存器。D端接置数开关S<sub>D</sub>,CP端接手动单脉冲电路,用手动单脉冲作为移位脉冲,Q<sub>1</sub>、Q<sub>2</sub>、Q<sub>3</sub>、Q<sub>4</sub> 分别接发光二极管。

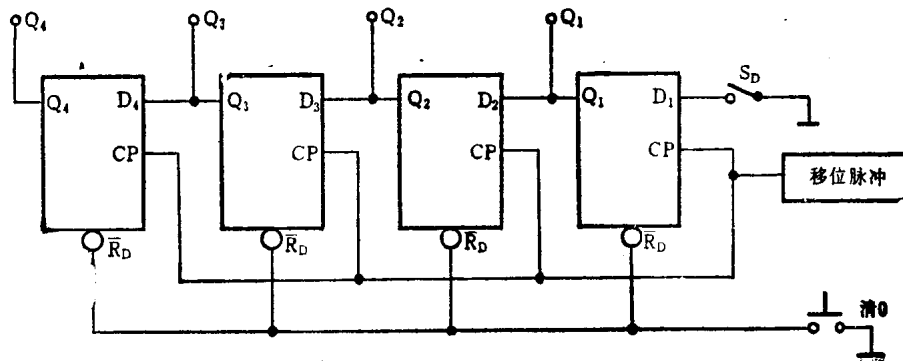


图 2-9 4位移位寄存器

将各位触发器清0后,首先对D置1,并发移位脉冲,使 $Q_1=1$ ,再将 $S_D$ 合上,使D恒为0,然后,连续发移位脉冲,每发一个移位脉冲,数据1往左移一位,相应的发光二极管显示

### 设备与器件

1. T065与非门      1只
2. T079双JK触发器      1只
3. T077双D触发器      两只
4. 稳压电源      1台
5. 双线示波器      1台
6. 逻辑实验箱或实验底板      1块
7. 微动开关      2只

### 实验要求

1. 预习实验内容,掌握基本RS触发器、JK触发器和D触发器的逻辑功能。
2. 拟好表中的数据、波形图和必要的实验步骤。
3. 独立完成实验内容。
4. 写出实验报告。报告内容为:
  - (1) 实验目的;
  - (2) 实验数据、表格和波形图;
  - (3) 问题讨论;

# 实验三 计数器及译码显示

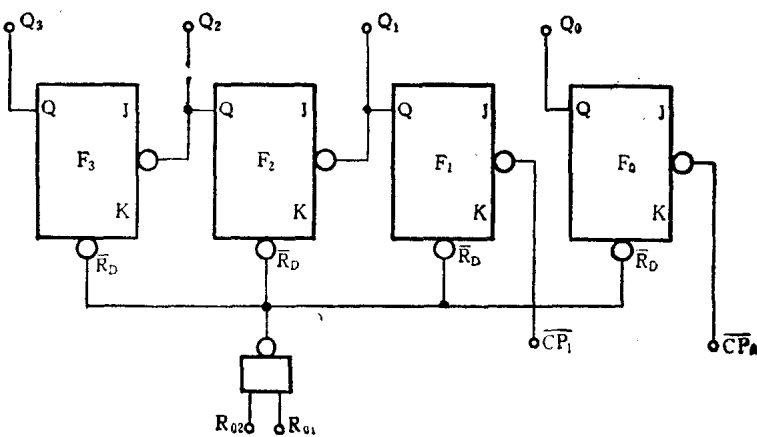
## 实验目的

- 1. 了解任意进制计数器的连接和用法；
- 2. 掌握十进制计数及译码显示方法；
- 3. 学会使用示波器观测分析计数器的输出波形。

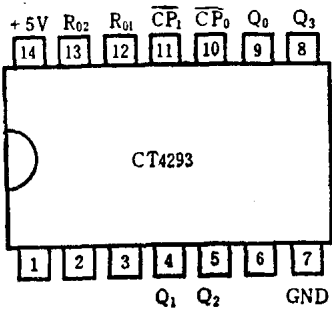
## 简要说明

### 1. 任意进制计数器 CT 4293 (74 LS 293)

CT 4293 的电路结构和引脚排列见图 3-1, 功能表见表 3-1。该电路由 4 位 JK 触发器组成。第 1 位  $F_0$  接成 2 进制,  $F_1, F_2, F_3$  三位串联成 8 进制计数器, 将  $Q_0$  与  $\overline{CP}_1$  连接起来, 则 4 位触发器串联成 16 进制计数器。



(a) 电路结构



(b) 引脚排列

图 3-1 CT 4293 任意进制计数器