

# 数字电路与数字系统

## 面包板实验讲义

吴海军

计算机科学技术与软件工程国家级实验教学示范中心

2018 年 4 月

## 目录

第一部分 实验基础知识 .....	3
1 实验的基本过程 .....	3
1.1 实验预习 .....	3
1.2 实验记录 .....	4
1.3 实验报告 .....	4
1.4 操作规范和常见故障检查方法 .....	5
2 实验平台简介 .....	7
2.1 实验箱介绍 .....	7
2.2 万用表 .....	10
2.3 虚拟仿真工具 Logisim .....	15
3 集成电路芯片简介 .....	19
3.1 集成电路的型号命名法 .....	19
3.2 数字集成电路的分类 .....	19
3.3 74HC 系列 COMS 集成电路 .....	20
第二部分 面包板实验 .....	22
实验 1 门电路逻辑功能及性能测试 .....	22
实验 2 组合电路实验 .....	27
实验 3 时序电路实验 .....	29
实验 4 时序器件实验 .....	31
实验 5 综合实验 .....	33
项目 1: 数字时钟设计 .....	33
项目 2: 交通灯控制电路设计 .....	33
项目 3 模拟打乒乓球游戏(推荐) .....	33
项目 4: 自主设计实验 .....	34
附录 A 部分芯片引脚图 .....	35
附件 B 南京大学计算机机房安全与管理规定 .....	41
附件 C 南京大学实验室学生实验须知 .....	43

# 第一部分 实验基础知识

随着科学技术的发展,数字电子技术在各个科学领域中都得到了广泛的应用,它是一门实践性很强的技术基础课,在学习中不仅要掌握基本原理和基本方法,更重要的是学会灵活应用。因此,需要配有一定数量的实验,才能掌握这门课程的基本内容,熟悉各单元电路的工作原理,各集成器件的逻辑功能和使用方法,从而有效地培养学生理论联系实际和解决实际问题的能力,树立科学的工作作风。

实验科学是科学发现的三大支柱之一,推动着人类文明进步和科学技术的发展。

实验科学亦称“经验自然科学”。指18世纪以前的经典自然科学或以实验方法为基础的科学。与“理论自然科学”相对。12世纪起在西欧一些大学兴起,最早的倡导者是英国的R.培根。对实验科学产生巨大影响的是17世纪英国的F.培根。他指出科学必须是实验的、归纳的,一切真理都必须以大量确凿的事实材料为依据,并提出一套实验科学的“三表法”。一般把那些实验性较强的科学称为**实验科学**。伽利略的物理学、动力学,牛顿的经典力学,哈维的血液循环学说以及后来的热力学、电学、化学、生物学、地质学等等都是**实验科学**的典范。绝对的实验科学要求能够历史重演,屡试不爽,这是实验科学。

计算机学科是一门实践性很强的学科,实验是必不可少的教学环节,通过实验不仅能巩固和加深理解所学的理论知识,更重要的是在建立科学实证思维方面,在掌握基本的测试手段和方法上,在提高学生的实践动手能力等方面,为学生毕业后的岗位工作起到打基础的作用。课程教学中,通常设计三种类型的实验:

基础验证型:巩固基础知识,培养基本动手能力;

综合设计型实验:综合运用课程知识,全面培养实验能力;

研究创新型实验:超出课程内容,培养学生创新思维能力。

## 1 实验的基本过程

尽管各个实验的目的和内容不同,为了培养严谨的实验习性,启发学生独立完成实验项目并能有所创新。在实验之前必须了解实验规则和相关实验设备及器件特性,才能开始准备实验。实验的基本过程,应包括:确定实验内容、选定最佳的实验方法和实验线路、拟出较好的实验步骤、合理选择仪器设备和元器件、进行连接安装和调试、最后写出完整的实验报告。

在进行数字电路实验时,充分掌握和正确利用集成器件及其构成的数字电路独有的特点和规律,可以收到事半功倍的效果,对于完成每一个实验,应做好实验预习、实验记录和实验报告等环节。

### 1.1 实验预习

认真预习是做好实验的关键。预习好坏,不仅关系到实验能否顺利进行,而且直接影响实验效果。预习应按本教材的实验预习要求进行,在每次实验前首先要认真复习有关实验的基本原理,掌握有关器件使用方法,对如何着手实验做到心中有数,通过预习还应做好实验前的准备,写出一份预习报告,其内容包括:

1. 绘出设计好的实验电路图,该图应该是逻辑图和连线图的混合,既便于连接线,又反映电路原理,并在图上标出器件型号、使用的引脚号及元件数值,必要时还须用文字说明。
2. 根据实验内容,拟出实验方法和步骤,设计实验表格。
3. 将实验电路设计进行工程化,以便布线。
4. 初步估算(或分析)实验结果(包括各项参数和波形),写出预习报告。

5. 考虑实验可能的故障情况，预先考虑排除故障的方法和措施。

## 1.2 实验记录

实验记录是实验过程中获得的第一手资料。测试过程中所测试的数据和波形必须和理论基本一致，所以记录必须清楚、合理、正确，若不正确，则要现场及时重复测试，找出原因。实验记录应包括如下内容：

1. 实验任务、名称及内容。
2. 实验数据和波形以及实验中出现的现象，从记录中应能初步判断实验的正确性。
3. 记录波形时，应注意输入、输出波形的时间相位关系，在座标中上下对齐。
4. 实验中实际使用的仪器型号和编号以及元器件使用情况。
5. 严禁带电接线、拆线或改接线路。
6. 发生小故障时，应独立思考，耐心排除，并记下排除故障过程和方法。实验过程中不顺利，并不是坏事，常常可以从分析故障中增强独立工作的能力。相反，实验“一帆风顺”不一定收获大，能独立解决实验中所遇到的问题，把实验做成功，收获才是最大的。
7. 发生焦味、冒烟故障，应立即切断电源，保护现场，并报告指导老师和实验室工作人员，等待处理。
8. 实验结束时，可将记录结果送有关指导老师审阅签字。经老师同意后方可拆除线路，清理现场。
9. 室内仪器设备不准随意搬动调换，非本次实验所用的仪器设备，未经老师允许不得动用。没有弄懂仪器设备的方法前，不得贸然使用。若损坏仪器设备，必须立即报告老师，作书面检查，责任事故要酌情赔偿。
10. 实验要严肃认真，要保持安静，整洁的实验环境。

## 1.3 实验报告

实验报告是培养学生科学实验的总结能力和分析思维能力的有效手段，也是一项重要的基本功训练，它能很好地巩固实验成果，加深对基本理论的认识和理解，从而进一步扩大知识面。

撰写实验报告，是总结、归纳实验结果、深化实验内容的一个重要步骤。实验报告是一份技术总结，要求文字简洁，内容清楚，图表工整。报告内容应包括实验目的、实验内容和结果、实验使用仪器和元器件以及分析讨论等，其中实验内容和结果是报告的主要部分，它应包括实际完成的全部实验，并且要按实验任务逐个书写，每个实验任务应有如下内容：

1. 实验目的
2. 实验原理
3. 实验器件，列出实验的环境条件，使用的主要仪器设备的名称编号，集成芯片的型号、规格、功能。
4. 实验步骤和实验数据，扼要记录实验操作步骤，认真整理和处理测试的数据，绘制实验原理电路图和测试的波形，并列出表格或用坐标纸画出曲线。
5. 实验结果分析与讨论，对测试结果进行理论分析，作出简明扼要的结论。找出产生误差的原因，提出减少实验误差的措施。
6. 记录产生故障情况，说明排除故障的过程和方法。
7. 写出本次实验的心得体会，以及改进实验的建议。

## 1.4 操作规范和常见故障检查方法

实验中操作的正确与否对实验结果影响甚大。因此，实验者需要注意按以下规程进行。

1. 搭接实验电路前，应对仪器设备进行必要的检查校准，对所用集成电路进行功能测试。
2. 搭接电路时，应遵循正确的布线原则和操作步骤（即要按照先接线后通电，做完后，先断电再拆线的步骤）。
3. 掌握科学的调试方法，有效地分析并检查故障，以确保电路工作稳定可靠。
4. 仔细观察实验现象，完整准确地记录实验数据并与理论值进行比较分析。
5. 实验完毕，经指导教师同意后，可关断电源拆除连线，整理好放在实验箱内，并将实验台清理干净、摆放整洁。

布线原则和故障检查时在实验操作中有着极其重要的地位。

### （一）布线原则：应便于检查、排除故障和更换器件。

在数字电路实验中，有错误布线引起的故障，常占很大比例。布线错误不仅会引起电路故障，严重时甚至会损坏器件，因此，注意布线的合理性和科学性是十分必要的，正确的布线原则大致有以下几点：

1. 接插集成电路芯片时，先校准两排引脚，使之与实验底板上的插孔对应，轻轻用力将芯片插上，然后在确定引脚与插孔完全吻合后，再稍用力将其插紧，以免集成电路的引脚弯曲，折断或者接触不良。
2. 不允许将集成电路芯片方向插反，一般 IC 的方向是缺口（或标记）朝左，引脚序号从左下方的第一个引脚开始，按逆时针方向依次递增至左上方的第一个引脚。
3. 导线应粗细适当，一般选取直径为 0.6~0.8mm 的单股导线，最好采用各种色线以区别不同用途，如电源线用红色，地线用黑色。
4. 布线应有秩序地进行，随意乱接容易造成漏接错接，较好的方法是接好固定电平点，如电源线、地线、门电路闲置输入端、触发器异步置位复位端等，其次，在按信号源的顺序从输入到输出依次布线。
5. 连线应避免过长，避免从集成器件上方跨接，避免过多的重叠交错，以利于布线、更换元器件以及故障检查和排除。
6. 当实验电路的规模较大时，应注意集成元器件的合理布局，以便得到最佳布线，布线时，顺便对单个集成器件进行功能测试。这是一种良好的习惯，实际上这样做不会增加布线工作量。
7. 应当指出，布线和调试工作是不能截然分开的，往往需要交替进行，对大型实验元器件很多的，可将总电路按其功能划分为若干相对独立的部分，逐个布线、调试（分调），然后将各部分连接起来（联调）。

### （二）故障检查

实验中，如果电路不能完成预定的逻辑功能时，就称电路有故障，产生故障的原因大致可以归纳以下四个方面：

1. 操作不当（如布线错误等）
2. 设计不当（如电路出现险象等）
3. 元器件使用不当或功能不正常
4. 仪器（主要指数字电路实验箱）和集成器件本身出现故障。

因此，上述四点应作为检查故障的主要线索，以下介绍几种常见的故障检查方法：

#### 1. 查线法：

由于在实验中大部分故障都是由于布线错误引起的，因此，在故障发生时，复查电路连线为排除故障的有效方法。应着重注意：有无漏线、错线，导线与插孔接触是否可靠，集成电路是否插牢、集成电路是否插反等。

#### 2. 观察法：

用万用表直接测量各集成块的  $V_{cc}$  端是否加上电源电压；输入信号、时钟脉冲等是否加到实验电路上，观察输出端有无反应。重复测试观察故障现象，然后对某一故障状态，用万用表测试各输入/输出端的直流

电平，从而判断出是否是插座板、集成块引脚连接线等原因造成的故障。

### 3. 信号注入法

在电路的每一级输入端加上特定信号，观察该级输出响应，从而确定该级是否有故障，必要时可以切断周围连线，避免相互影响。

### 4. 信号寻迹法

在电路的输入端加上特定信号，按照信号流向逐级检查是否有响应和是否正确，必要时可多次输入不同信号。

### 5. 替换法

对于多输入端器件，如有多余端则可调换另一输入端试用。必要时可更换器件，以检查器件功能不正常所引起的故障。

### 6. 动态逐线跟踪检查法

对于时序电路，可输入时钟信号按信号流向依次检查各级波形，直到找出故障点为止。

### 7. 断开反馈线检查法

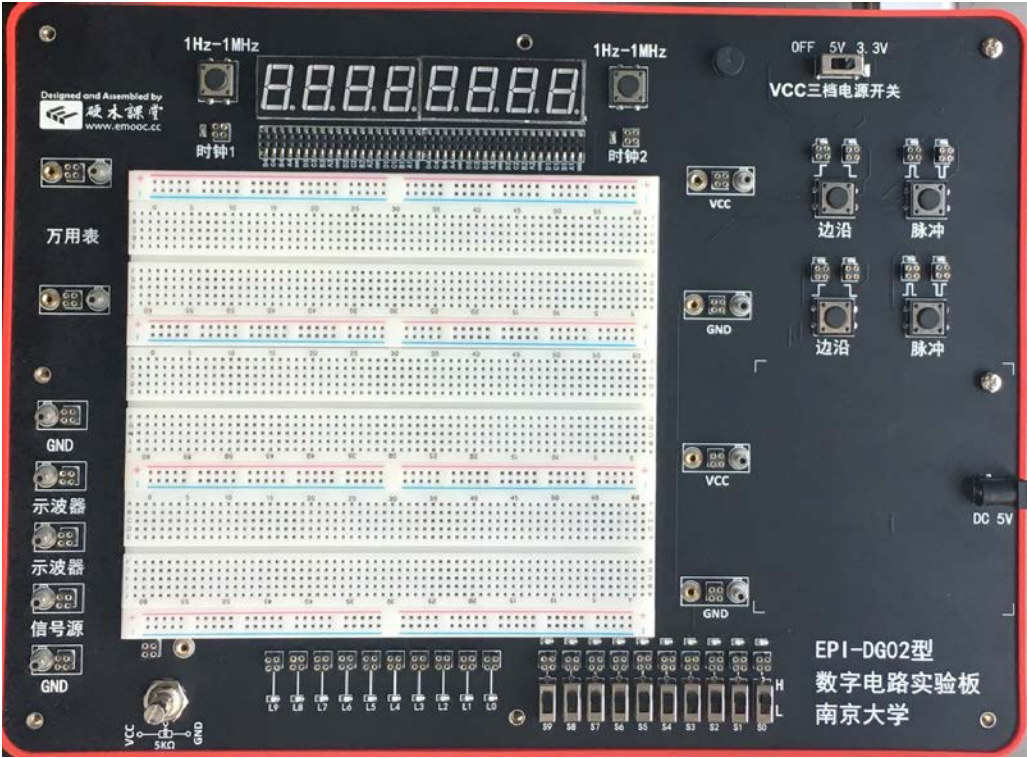
对于含有反馈线的闭合电路，应该设法断开反馈线进行检查，或进行状态预置后再进行检查。

以上检查故障的方法，是指在仪器工作正常的前提下进行的，如果实验时电路功能测不出来，则应首先检查供电情况，若电源电压已加上，便可把有关输出端直接接到 0—1 显示器上检查，若逻辑开关无输出，或单次 CP 无输出，则是开关接触不好或是内部电路坏了，一般就是集成器件坏了。

需要强调指出，实验经验对于故障检查是大有帮助的，但只要充分预习，掌握基本理论和实验原理，就不难用逻辑思维的方法较好地判断和排除故障。

## 2 实验平台简介

### 2.1 实验箱介绍



EPI-DG02 型数字电路实验箱是我系定制的一款面向《数字电路》等基础课程的通用实验箱，它由硬件和软件两大部分组成。硬件上提供《数字电路》课程所需要的配套输入输出资源和外设，外壳采用 ABS 塑料开模设计，轻便牢固，美观大方。

硬件设计：

#### 一、电源部分

板卡采用 5V 供电，输出 5V 或 3.3V 通过推动开关切换。输入提供过压保护，输出提供短路保护和告警。

功能	指标
电源输入	5V/2A 输入，提供输入过压保护，和输入短路保护；
电源输出 Vcc	5V/3.3V 可切换，额定电流 1A，提供电源输出短路保护，并在短路时发出蜂鸣器报警；

#### 二、实验操作区域

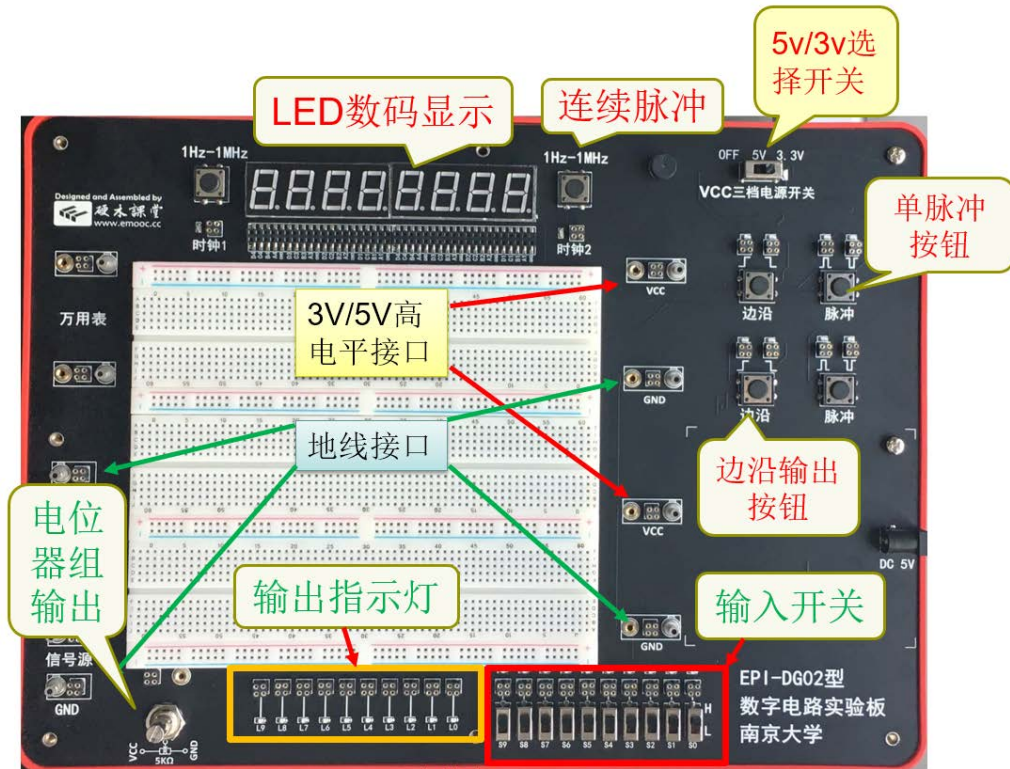
功能	指标	主要器件
----	----	------



实验操作区域	提供可替换的面包板实验区域，采用 3 条进口品质面包板；并可插接配套实验板卡；	3 条进口高品质面包板，2mm 板厚 PCB
实验接口区域	提供方便与台式仪器，包括示波器、信号源、万用表探头的转接接口；	探针，贴片排母

### 三、数字输入和输出部分

功能	指标
数字输出功能	输出高电平 $V_{cc}$ 跟据供电电源可在 5V 和 3.3V 间切换，所有输出提供 ESD 保护和短路保护；
连续脉冲输出	独立 2 路，从 1Hz 到 1MHz 以 10 倍步进可调，并在数码管上闪现当前选择频率；
单次边沿输出	独立 2 路，每路提供一路消抖的上升沿和一路下降沿；
单次脉冲输出	独立 2 路，每路提供一路正脉冲和一路负脉冲，脉冲宽度 250ms；
逻辑电平开关输出	提供 10 路逻辑电平开关输出 $S_0-S_9$ ；
数字输入功能	所有输入电平兼容 5V 和 3.3V，提供 ESD 保护和过压保护；
数码管输入	8 路带译码数码管 4 位输入端 A、B、C、D；
LED 灯电平输入	10 路 LED 灯电平输入 $L_0-L_9$ ；
0-5V 电位调节输出	提供一路多圈电位器提供 0-5V 输出电位调节；



### 四、包装部分

实验箱采用专门开模的 ABS 塑料箱体，轻便美观。同时提供提供坚固手提箱收纳实验平台和配套线缆；

功能	指标	关键器件
包装	<ul style="list-style-type: none"> <li>实验平台外壳需采用 ABS 塑料开模；</li> <li>提供坚固手提箱收纳实验平台和配套线缆；</li> </ul>	ABS 箱体：专用模具开模 坚固手提箱：LT-3527



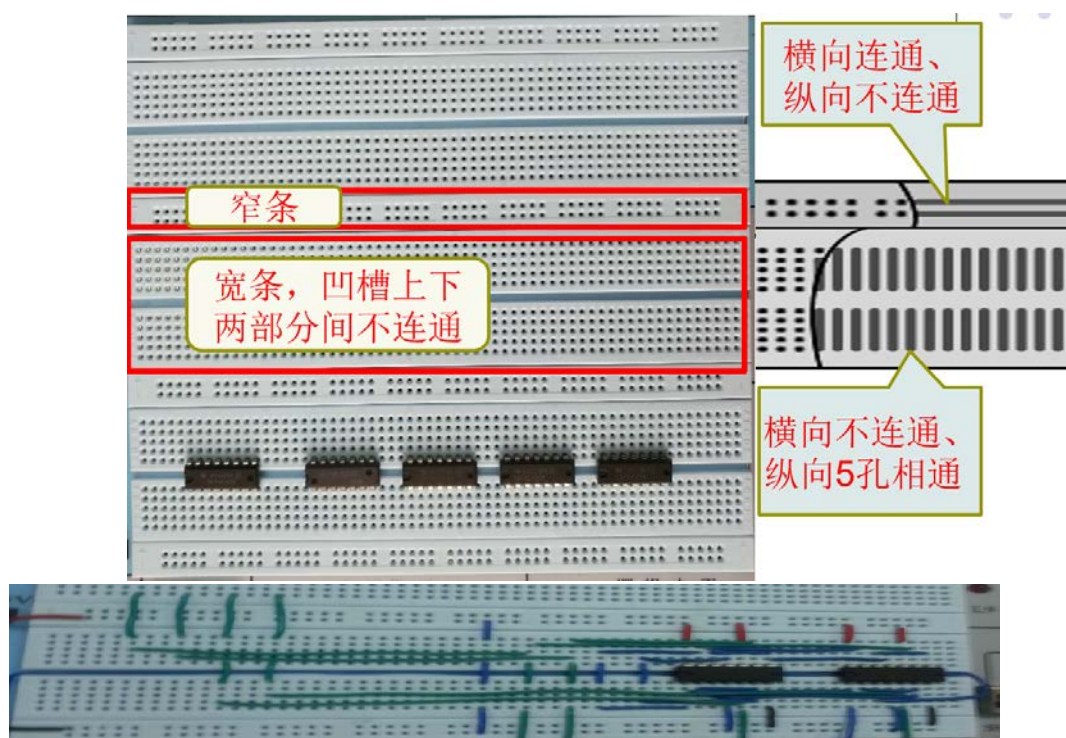


## 五、面包板结构

面包板是实验室中用于搭接电路的重要工具，熟练掌握面包板的使用方法是提高实验效率，减少实验故障出现几率的重要基础之一。面包板的外观和内部结构如下图所示，常见的最小单元面包板分上、中、下三部分，上面和下面部分一般是由一行或两行的插孔构成的窄条，中间部分是由中间一条隔离凹槽和上下各 5 行的插孔构成的宽条。

窄条横向连通、上下两行之间电气不连通。宽条是由中间一条隔离凹槽和上下各 5 行的插孔构成。在同一列中的 5 个插孔是互相连通的，列和列之间以及凹槽上下部分则是不连通的。

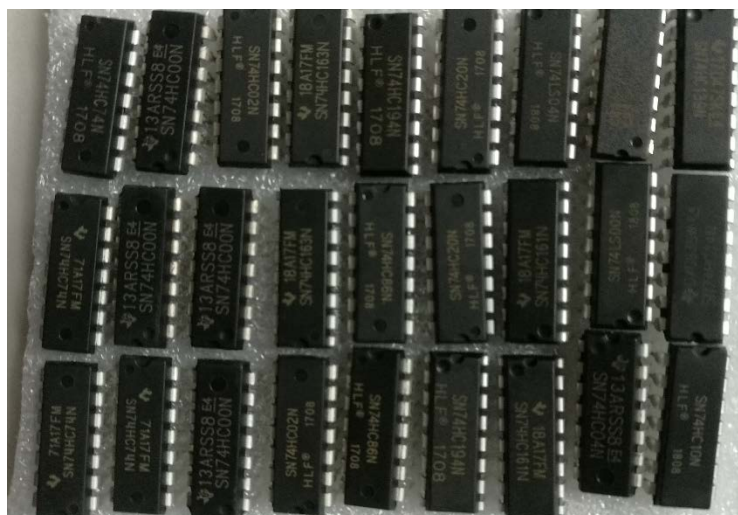
中间宽条用于连接电路，由于凹槽上下是不连通的，所以集成块一般跨插在凹槽上。由于集成块电源一般在上，接地在下面，如此布局有助于将集成块的电源脚和上面第二行窄条相连，接地脚和下面窄条的第一行相连，减少连线长度和跨接线的数量。



## 六、实验器材及清单



芯片名称	数量
74LS00	1
74HC00	4
74HC02	2
74LS04	1
74HC04	1
74HC10	1
74HC14	1
74HC20	2
74HC74	4
74HC86	2
74HC125	1
74HC139	1
74HC161	2
74HC163	2
74HC194	2
小剪刀	1
镊子	1



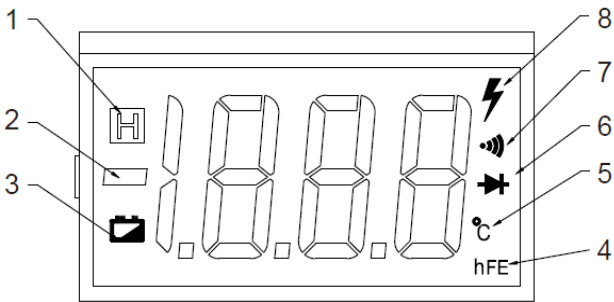
## 2.2 万用表

UT39A是为3位半手持式数字万用表, 功能齐全, 性能稳定, 结构新潮, 安全可靠。整机电路设计以大规模集成电路, 双积分A/D转换器为核心, 并配以全功能过载保护, 可用于测量交直流电压和电流、电阻、电容、温度、频率、二极管正向压降及电路通断, 具有数据保持和睡眠功能。

1、测量范围

基本功能	量 程
直流电压	200mV/2V/20V/200V/1000V
交流电压	2V/20V/200V/750V
直流电流	20μA/200μ A/2mA/20mA/200mA/10A
交流电流	200μ A/20mA/200mA/10A
电阻	200Ω/2kΩ/20kΩ/200kΩ/2MΩ
电容	2μF

± (4%+3)



2、外表结构



3、显示屏指示

- 1. 数据保持提示符
- 2. 显示负的读数
- 3. 电池欠压提示符
- 4. 晶体管放大倍数提示
- 5. 温度：摄氏符号
- 6. 二极管测量提示符

- 7. 电路通断测量提示符
- 8. 高压提示符号

#### 4. 操作前注意事项:

- (1) 仪表具有电源开关,同时设置有自动关机功能,当仪表持续工作约15分钟后会自动进入睡眠状态,因此,当仪表的LCD上无显示时,首先应确认仪表是否已自动关机。
- (2) 开启仪表电源后,观察LCD显示屏,如出现电池欠压提示符,则表明电池电力不足,为了确保测量精度,须更换电池。
- (3) 测试棒插孔旁边的正三角形中有符号感叹号的,表示输入的电压或电流不应超过指示值。
- (4) 测试前功能开关应置于需要的量程。

#### 5. 使用方法:

##### 操作步骤:

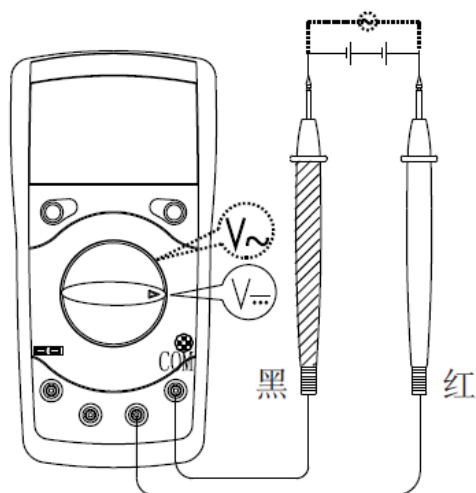
- (1) 选功能:黑色表笔接COM口,红色表笔根据功能选择相应的接口
- (2) 选量程:从大到小尝试,最后指针接近量程(误差较小)。
- (3) 读数:读取有效位数
- (4) 注意事项:测量时,手指不允许碰到表笔金属部分; 关闭电源后,才能测线路中的电阻。

##### 功能选择:



- 1)、直流,交流电压的测量。



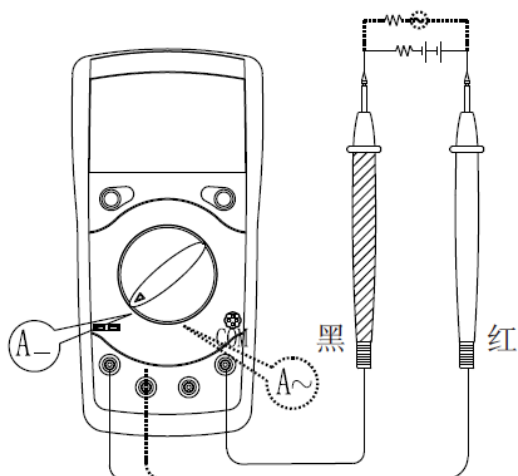


(1) 将红表笔插入“V/Ω”插孔,黑表笔插入“COM”插孔。

(2) 将功能开关置于直流“V-”或交流“V~”量程档,并将测试表笔并联到待测电源或负载上。

(3) 从显示器上读取测量结果。

(4) 在显示直流电压值的同时,将显示红表棒端的极性。如果显示器只显示“1”,表示超过量程,功能开关应置于更高的量程(下同)。



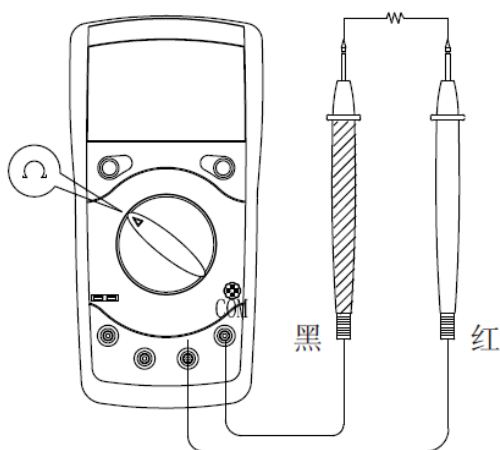
## 2)、直流,交流电流的测量。

(1) 将红表笔插入 mA 或 10A或20A 插孔(当测量200mA以下的电流时,插入 mA 插孔;当测量200mA及以上的电流时,插入 10A或20A 插孔),黑表笔插入 COM 插孔。

(2) 将功能开关置直流“A-”或交流“A~”量程,并将测试表笔串联接入到待测负载回路里。

(3) 从显示器上读取测量结果。

(4) 在显示直流电流的同时,将显示红表棒端的极性。



## 3)、电阻的测量。

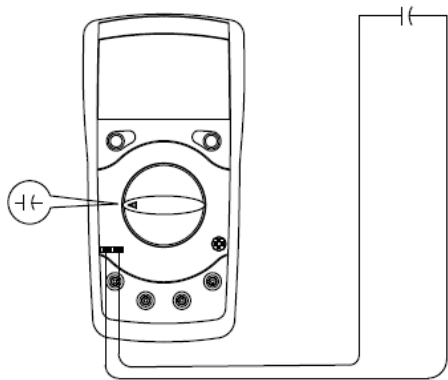
(1) 将红表笔插入“V/Ω”插孔,黑表笔插入“COM”插孔。

(2) 将功能开关置于Ω量程,将测试表笔并接到待测电阻上。

(3) 从显示器上读取测量结果。

(4) 如果被测电阻值超过了所选的量程的最大值,显示器将显示“1”。应换向更高的量程。电阻开路或无输入时,也显示“1”,应注意区别。

## 4)、电容测量。



- (1) 将功能开关置于电容量程档。
- (2) 将待测电容插入电容测试输入端, 如超量程, LCD上显示“1”, 需调高量程。
- (3) 显示器上显示电容读数。

#### 5)、二极管和蜂鸣通断测量。

- (1) 将红表笔插入 “ V/Ω ” 插孔, 黑色表笔插入 “COM” 插孔。
- (2) 将功能开关置于二极管和蜂鸣通断测量档位。
- (3) 如将红表笔连接到待测二极管的正极, 黑表笔连接到待测二极管的负极, 则LCD上的读数为二极管正向压降的近似值。
- (4) 如将表笔连接到待测线路的两端, 若被测线路两端之间的电阻大于 $70\ \Omega$ , 认为电路断路; 被测线路两端之间的电阻 $\leq 10\ \Omega$ , 认为电路良好导通, 蜂鸣器连续声响; 如被测两端之间的电阻在 $10\sim 70\ \Omega$ 之间, 蜂鸣器可能响, 也可能不响。同时LCD显示被测线路两端的电阻值。

#### 6)、晶体管参数测量 (hFE)。

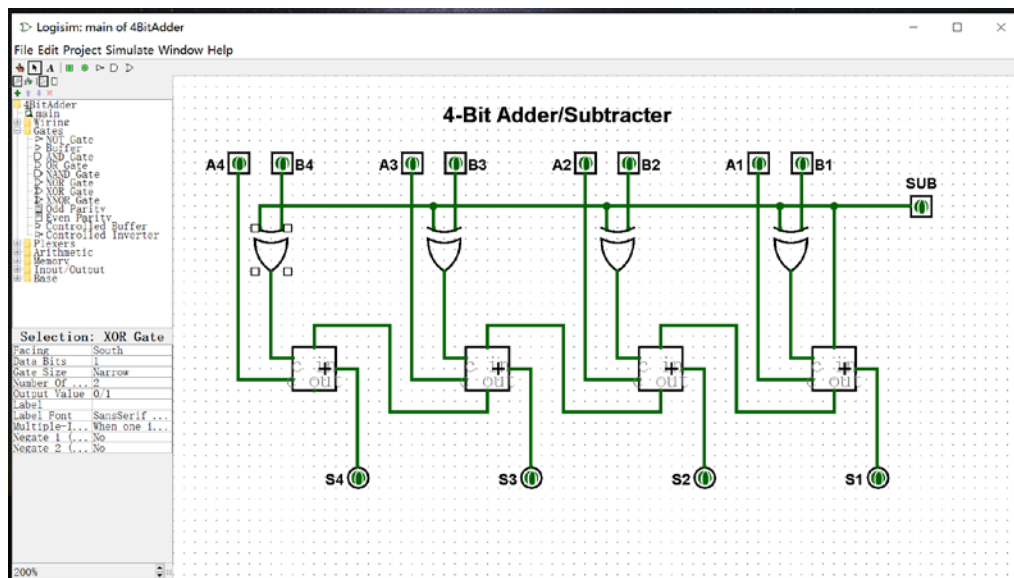
- (1) 将功能/量程开关置于 hFE
- (2) 决定待测晶体管是PNP或NPN型, 正确将基极 (B)、发射极 (E)、集电极 (C) 对应插入四脚测试座, 显示器上即显示出被测晶体管的放大系数hFE近似值。



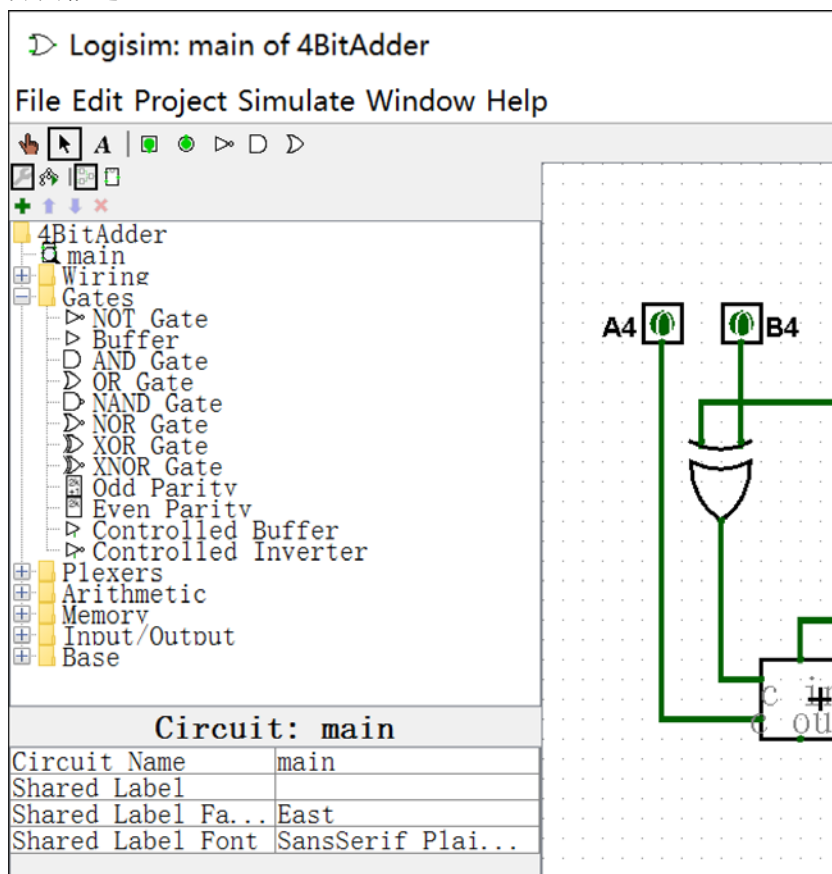
## 2.3 虚拟仿真工具 Logisim

Logisim (<http://www.cburch.com/logisim/>) 是Carl Burch开发的一个设计和模拟数字逻辑电路的图形化教学工具，其界面简洁、操作简单，功能却十分强大。非常便于学习逻辑电路设计的基本概念，能够从简单的子电路分层构建较复杂的数字电路。

其基本界面如下所示：






界面概述








第一行显示正在编辑的文件名称。

第二行显示菜单栏toolbar。


左半部分有三个工具按钮：

1. Poke tool () 点戳工具：用于改变输入端引脚的赋值。选中点戳工具后，用鼠标点击输入端引脚，它的输入值就会切换。
2. Edit tool () 编辑工具：选中编辑工具后，用鼠标选择电路中的部件，可以进行拖曳、删除等操作。当光标停在一个端口时，一个绿色的小圆圈将围绕端口，此时，只需按下鼠标左键，就可以进行器件间的连线。
3. Text tool () 文本工具：在器件的输入输出端或器件边单击鼠标左键，用于输入引脚或器件标识符。

右半部分：



1. Input tool () 输入工具：选中输入工具后，在画布任意位置单击鼠标左键后，放置一个输入引脚。
2. Output tool () 输出工具：选中输入工具后，在画布任意位置单击鼠标左键后，放置一个输出引脚。
3. NOT gate tool () 非门工具：选中输入工具后，在画布任意位置单击鼠标左键后，放置非门。
4. AND gate tool () 与门工具：选中输入工具后，在画布任意位置单击鼠标左键后，放置与门。
5. OR gate tool () 或门工具：选中输入工具后，在画布任意位置单击鼠标左键后，放置或门。

第三-五行，导航面板Explorer Pane

1、按钮，在导航面板中显示项目子电路和元器件库：Logisim将各类工具集成到元器件库中，点击该按钮可以展示系统集成的元器件库，双击某个元器件库，将展开包含的元器件，选中某个元器件后，可在画布任意位置单击鼠标左键后，放置该元器件。

Logisim已经集成的元器件库有：

1. Wiring连接线：用线相互连接的组件。
2. Gates门电路：执行简单的逻辑功能组件。
3. Plexers器件：更复杂的组合器件，如多路复用器和解码器。
4. Arithmetic算术：执行运算部件。
5. Memory存储器：能存储数据的器件，如触发器，寄存器和RAM等。
6. I/O输入输出：用于和用户交互的组件。
7. Base基础工具库：使用Logisim时不可或缺的工具。

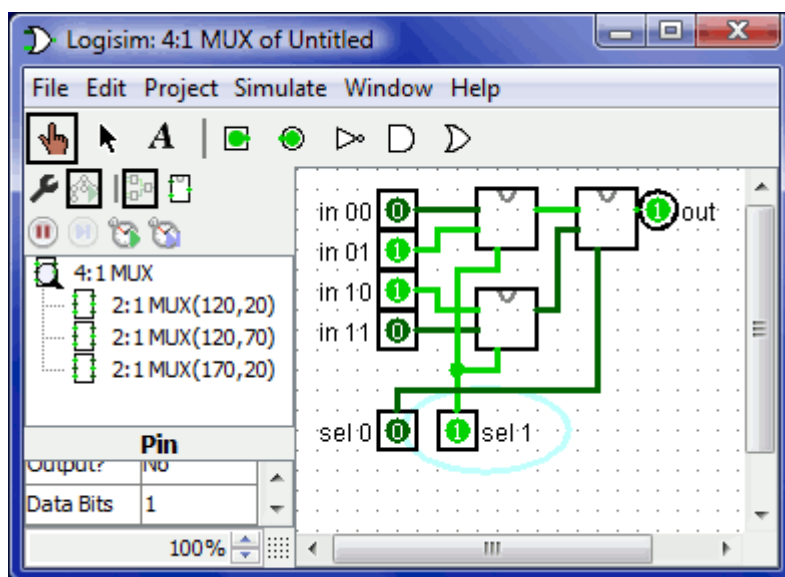
2、按钮，view the simulation hierarchy显示仿真层次：当电路设计结束后，需要模拟输入数据，测试电路的输出结果，检测可能存在的故障。在一个大的系统中，可以仿真每个子电路的运行，检测它的运行结果。Logisim中有三种方法进入电路模拟状态，1、是点击“”按钮。2、是通过“Project”菜单选择的“View Simulation Tree”菜单栏。3、使用点戳工具后，在点击选中的元器件。在电路模拟状态中，通过点击输入引脚的图形来改变输入数值，从而改变器件的输出，来检查数字电路的正确性。


Disable/enable signals propagating through circuits:信号传输使能



step signal propagating through circuit once: 信号单步传输


disable/enable clock ticks:时钟单步使能


tick clocks once: 时钟单步执行





3、 显示电路内部结构，可对电路结构进行编辑修改。


4、 显示电路的外观，可对电路外观进行修改，相当于一个传统的绘图程序，通常用一个矩形方框表示电路的外观，输入端口用方形表示，输出端口用圆形表示。当选中（）按钮后，工具栏的图标也随之改变。


 选择，移动，复制和粘贴的形状。


 添加或编辑文本。


 创建一个线段。按住Shift键拖动，生成线的夹角为 $45^\circ$ 的倍数。


 创建二次贝塞尔曲线。对于第一个拐点，在这里您可以指定曲线的端点，按住Shift键拖动保持端点间的角度为 $45^\circ$ 的倍数。然后单击以指示控制点的位置；按住Shift键单击确保曲线是对称的，而按住Alt键，通过控制点绘制曲线。

 创建连接线，其顶点由点击次数的连续指示的序列。移单击确保先前顶点和当前的一个之间的角度为 $45^\circ$ 的倍数。双击或按回车键来完成的形状。

 通过从一个角拖到对面的角落创建一个矩形。按住Shift键拖动来创建一个正方形，并按住Alt键，创建从中心开始的矩形。


 通过从一个角拖到对面的角落创建带圆角的矩形。按住Shift键拖动来创建一个正方形，并按住Alt键，创建从中心开始的矩形。

 通过从边框的一角拖动到对面的角落创建一个椭圆形。按住Shift键拖动来创建一个圆，并按住Alt键，创建从中心开始的椭圆形。

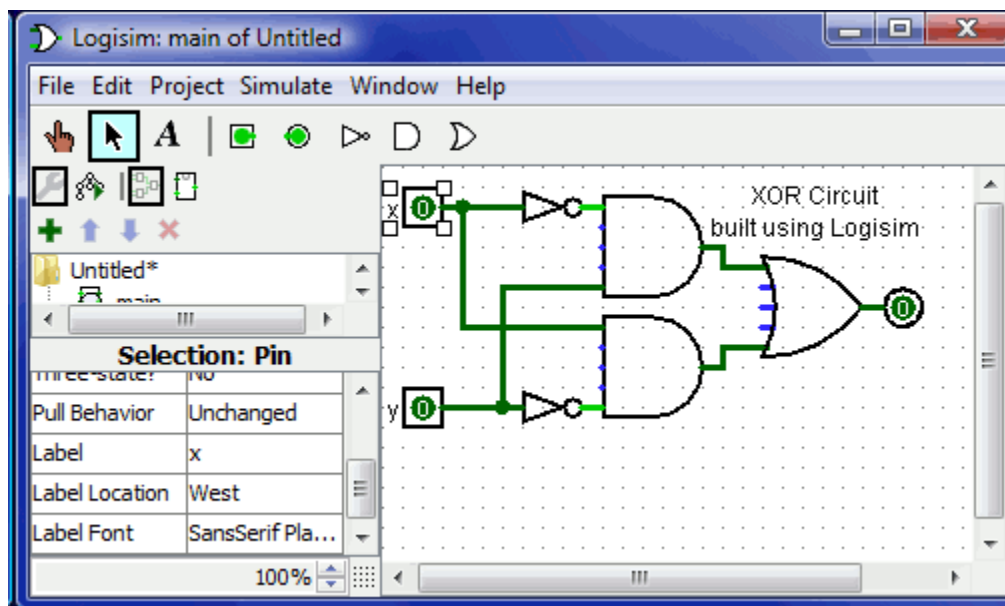
 创建一个任意多边形，其顶点通过点击继承的表示。移单击确保了顶点是在与前一个 $45^\circ$ 角。双击，按Enter键，或单击开始顶点来完成的形状。

第六行，属性表Attribute table

许多元器件都具有的属性，这是配置元器件如何表现或将出现的属性。属性表是用于查看和显示元器件的属性值。

选择您想要查看哪个元器件的属性，使用编辑工具单击元器件（）。要修改属性值，双击该值。修改属性将取决于哪些属性要更改的接口。

也可以点击工具栏中元器件的图标，修改工具栏中元器件的缺省属性。



### 3 集成电路芯片简介

#### 3.1 集成电路的型号命名法

集成电路现行国际规定的命名法如下：器件的型号由五部分组成，各部分符号及意义如下表所示：  
器件型号的组成

第零部分		第一部分		第二部分	第三部分		第四部分	
用字母表示器件符合国家标准		用字母表示器件的类型		用阿拉伯数字和字母表示器件系列品种	用字母表示器件的工作温度范围		用字母表示器件的封装	
符号	意义	符号	意义		符号	意义	符号	意义
C	中国制造	T	TTL 电路	TTL 分为： 54/74 × × × <sup>①</sup> 54/74H × × × <sup>②</sup> 54/74L × × × <sup>③</sup> 54/74S × × × 54/74LS × × × <sup>④</sup> 54/74AS × × × 54/74ALS × × × 54/74F × × × CMOS 为： 4000 系列 54/74HC × × × 54/74HCT × × × ：	C	0℃ ~ 70℃ <sup>⑤</sup>	F	多层陶瓷扁平封装
		H	HTL 电路				B	塑料扁平封装
		E	ECL 电路				H	黑瓷扁平封装
		C	CMOS				D	多层陶瓷双列直插封装
		M	存储器				J	黑瓷双列直插封装
		μ	微型机电器				P	黑瓷双列直插封装
		F	线性放大器				S	塑料单列直插封装
		W	稳压器				T	塑料封装
		D	音响、电视电路				K	金属圆壳封装
		B	非线性电路				C	金属菱形封装
		J	接口电路				E	陶瓷芯片载体封装
		AD	A/D 转换器				G	塑料芯片载体封装
		DA	D/A 转换器				：	网格针栅阵列封装
		SC	通信专用电路				SOIC	小引线封装
		SS	敏感电路				PCC	塑料芯片载体封装
		SW	钟表电路				LCC	陶瓷芯片载体封装
		SJ	机电仪电路					
		SF	复印机电路					
		：						

注：① 74：国际通用 74 系列（民用）；54：国际通用 54 系列（军用）；

#### 3.2 数字集成电路的分类

目前，已经成熟的集成逻辑技术主要有三种：TTL 逻辑（晶体管—晶体管逻辑），CMOS 逻辑（互补金属氧化物-半导体逻辑）和 ECL 逻辑（发射极耦合逻辑）。

1. TTL 逻辑：TTL 逻辑于 1964 年由美国德克萨斯仪器公司生产，其发展速度快，系列产品多。有速度和功耗折中的标准型；有改进型，高速的标准肖特基型；有改进型、高速及低功耗的肖特基型。所有的 TTL 电路的输入、输出均是兼容的。
2. CMOS 逻辑：CMOS 逻辑的特点是功耗低，工作电源电压范围宽，速度快。CMOS 逻辑有 CC400 系列，CC4500 系列和 54/74HC(AC)00 系列。
3. ECL 逻辑：ECL 逻辑的最大特点是工作速度高。因为在 ECL 电路中数字逻辑电路形式采用非饱和型，消除了三极管的存储时间，大大加快了工作速度。MECLI 系列是由美国摩托罗拉公司于 1962 年生产的。后来又生产了改进型的 MECLII，MECLIII 型及 MECL10000。以上几种数字逻辑电路的有关参

数见下表 所示

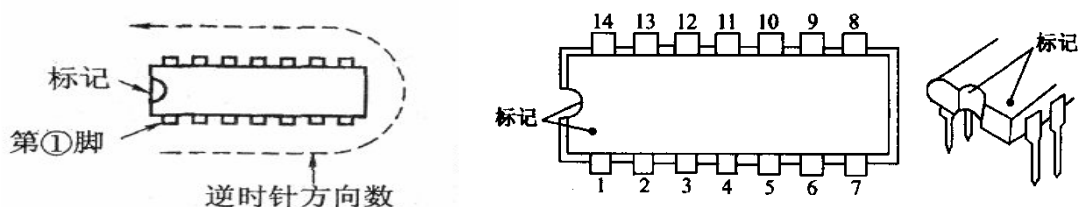
表 几种逻辑电路的参数比较

电路种类	工作电压	每个门的功耗	门 延 时	扇出系数
TTL 标准	+ 5V	10mW	10ns	10
TTL 标准肖特基	+ 5V	20mW	3ns	10
TTL 低功耗肖特基	+ 5V	2mW	10ns	10
BCL 标准	- 5.2V	25mW	2ns	10
ECL 高速	- 5.2V	40mW	0.75ns	10
CMOS	+ 5V ~ 15V	$\mu$ W 级	ns 级	50

### 集成电路外引线的识别

使用集成电路前，必须认真查对识别集成电路的引脚，确认电源（Vcc）、地线（GND）、输入、输出、控制等端的引脚号，以免因接错而损坏器件。引脚排列的一般规律为：

扁平型和双列直插型集成电路：识别时，将文字、符号标记正放（一般集成电路上有一圆点或有一缺口，将圆点或缺口置于左方），由顶部俯视，从左下脚起，按逆时针方向数，依次 1. 2. 3……如下图。双列直插型广泛用于模拟和数字集成电路。



双列直插型集成电路引脚识别

## 3.3 74HC 系列 COMS 集成电路

- 在 54/74HC（AC）00 系列中，54 系列是军用产品，74 系列是民用产品，两者的不同点只是特性参数有差异，两者的引脚位置和功能完全相同。
- 74HC（AC）00 系列推荐工作条件：  
电源电压范围：2~6V；工作温度：陶瓷封装-55~+125° C，塑料封装-40~+85° C
- 74HC（AC）00 系列的极限参数：  
电源电压 V<sub>aa</sub>：-0.5~+7V；输入电压 V<sub>i</sub>：-0.5~V<sub>aa</sub>+0.5V  
输出电压 U<sub>o</sub>：-0.5~V<sub>aa</sub>+0.5V；输出电流 I<sub>o</sub>：25mA  
允许功耗 P<sub>d</sub>：500mW；保存温度：-65~+150° C
- 常用 54/74HC（AC）00 系列芯片的型号和功能。

型号	功能	型号	功能
74HC00/AC00	四 2 输入与非门	74HC74/AC74	双 D 触发器
74HC04/AC04	六反相器	74HC75/77	4 位 D 锁存器
74HC10	三 3 输入与非门	74HC76	双 JK 触发器
74HC20	双 4 输入与非门	74HC86	四 2 输入异或门
74HC21	双 4 输入与门	74HC90	二进制加五进制计数器
74HC30	8 输入与非门	74HC95	4 位左/右移位寄存器
74HC48	BCD—7 段译码器	74HC107/109	双 JK 触发器



74HC353	双 4—1 多路转换开关	74HC154	4 线—16 线译码器
74HC160/162	同步十进制计数器	74HC161/163	四位 BCD 码同步计数器
74HC190/192	同步十进制加/减计数器	74HC191/193	同步二进制加/减计数器

#### 5、关于用 HC（AC）CMOS 直接替代 TTL 的问题：

一个由 TTL 组成的系统全部用高速 CMOS 替换是完全可以的。但若是部分由高速 CMOS 替换，则必须考虑它们之间的逻辑电平搭配问题。由于 TTL 的高电平输出电压较低（2.4~2.7V），而高速 CMOS 要求的高电平输入电压为 3.15V，因此必须设法提高 TTL 的高电平输出电压才能配接。方法是，在 TTL 输出端加接 1 个连接电源的上拉电阻。如果 TTL 本身是 OC 门，则已有上拉电阻，这时就不需再接上拉电阻了。

另一个应注意的问题：TTL 电路输入端难免出现输入端悬空的情况，TTL 电路的输入端悬空相当于接高电平，而 CMOS 电路的输入端悬空可能是高电平，也可能相当于低电平。由于 CMOS 的输入阻抗高，输入端悬空带来的干扰很大，这将引起电路的功耗增大和逻辑混乱。因此，对于 CMOS 电路，不用的输入端必须接  $V_{dd}$  或接地；以免引起电路损坏。

# 第二部分 面包板实验

## 实验 1 门电路逻辑功能及性能测试

### 一、实验目的

- 1. 掌握了解 CMOS、TTL 系列门电路的逻辑功能。
- 2. 熟悉门电路基本性能参数的测试方法。
- 3. 熟悉实验箱的使用和掌握实验测试设备的操作方法。

### 二、实验仪器及器件

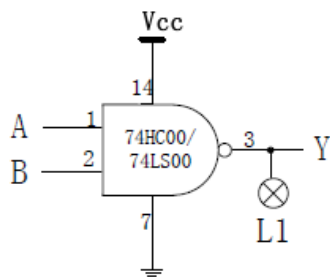
- 1. 实验仪器：数电实验箱、数字万用表
- 2. 器件：
  - 74LS00 四路二输入端与非门 1 片
  - 74HC00 四路二输入端与非门 1 片
  - 74LS04 六路反相器 1 片
  - 74HC04 六路反相器 1 片
  - 74HC14 六路斯密特反相器 1 片
  - 74HC125 三态门 1 片

### 三、实验步骤

本实验所用到的集成电路的引脚功能图见附录。选择实验用的集成电路，按自己设计的实验接线图接好连线，特别注意 Vcc 接电源线、GND 接地。线连接好后经检查无误方可通电实验。

#### 1. 门电路功能验证

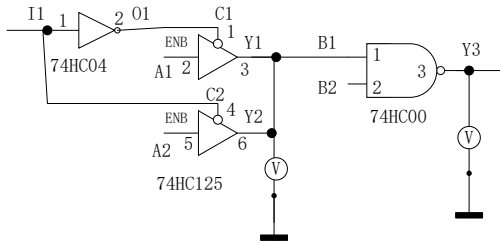
任选 74HC00 中任意一个两输入与非门，验证与非门电路的功能：输入端 A、B 分别接逻辑电平开关 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>，输出端 Y 接 LED 逻辑电平指示灯输入端 L<sub>1</sub>，芯片 7 脚接地，14 脚接电源。改变逻辑电平开关 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub> 的电平状态，观察 LED 指示灯 L<sub>1</sub> 的状态，并将输出状态填入表中：



输 入		输 出
S1	S2	74HC00
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	
逻辑表达式		
逻辑功能		

### 2. 三态门逻辑功能测试

根据下图，将74HC125中两个三态门的输出端Y1和Y2连接到74HC00一个与非门输入端B1，74HC125的使能端C1、C2分别接到74HC04反相器输出端O1和输入端I1，74HC04输入端I1、74HC125的输入端A1和A2以及74HC00的另一个输入端B2分别连接到逻辑电平开关上。测试当输入端逻辑电平设置为不同值时，三态门输出端Y1/Y2和与非门输出Y3的电压值，并把测量到的数据填入下表中。

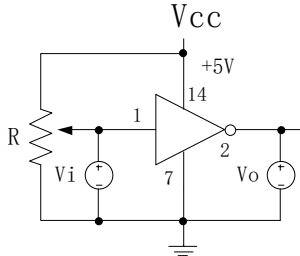


输入电平				输出电压	
I1	A1	A2	B2	Y1/Y2	Y3
L	L	L	L		
		L	H		
		H	L		
		H	H		
	H	L	L		
		L	H		
		H	L		
		H	H		
H	L	L	L		
		L	H		
		H	L		
		H	H		
	H	L	L		
		L	H		
		H	L		
		H	H		

### 3. 测试三种不同系列反相器 74LS04、74HC04、74HC14 电压传输特性（验收）

门电路的输出电压 $V_o$ 随输入电压 $V_i$ 而变化的曲线 $V_o=f(V_i)$ 称为门的电压传输特性，通过它可读得门电路的一些重要参数，如输出高电平 $V_{OH}$ 、输出低电平 $V_{OL}$ 、关门电平 $V_{OFF}$ 、开门电平 $V_{ON}$ 、阈值电平 $V_T$ 及直流噪声容限等值。

（1）将反相器04的输入端1脚连接到电位器的输出，调整电位器，严格按照上升和下降次序连续输入相应的电压值；把万用表测试量程换到20V，测量输出端2脚的电压，画出74LS04、74HC04、74HC14的电压传输特性曲线（两人一组，同时使用两只万用表）。



输入 $V_i$ 单调上升 (V)	74LS04 输出 $V_o$ (V)	输入 $V_i$ 单调下降 (V)	74LS04 输出 $V_o$ (V)
0.0		5.0	
0.5		4.5	
1.0		4.0	
1.5		3.5	
2.0		3.0	
2.1		2.5	
2.15		2.4	
2.2		2.35	
2.25		2.3	
2.3		2.25	
2.35		2.2	
2.4		2.15	
2.5		2.1	
3.0		2.0	
3.5		1.5	
4.0		1.0	
4.5		0.5	
5.0		0.0	

输入 $V_i$ 单调上升 (V)	74HC04 输出 $V_o$ (V)	输入 $V_i$ 单调下降 (V)	74HC04 输出 $V_o$ (V)
0.0		5.0	
0.5		4.5	
0.8		4.0	
0.85		3.5	
0.9		3.0	
0.95		2.5	
1.0		2.0	
1.05		1.5	
1.1		1.15	
1.15		1.1	
1.5		1.05	
2.0		1.0	
2.5		0.95	
3.0		0.9	
3.5		0.85	
4.0		0.8	
4.5		0.5	
5.0		0.0	

注：如果输出电压不在密集测量区域发生跳变，请调整跳变点附近输入电压的变化幅度为0.05V。

输入 $V_i$ 单调上升 (V)	74HC14 输出 $V_o$ (V)
0.0	
0.5	
1.0	
1.5	
2.0	
2.5	
2.55	
2.6	
2.65	
2.7	
2.75	
2.8	
2.85	
2.9	
3.0	
3.5	
4.0	
4.5	
5.0	

输入 $V_i$ 单调下降 (V)	74HC14 输出 $V_o$ (V)
5.0	
4.5	
4.0	
3.5	
3.0	
2.5	
2.0	
1.9	
1.85	
1.8	
1.75	
1.7	
1.65	
1.6	
1.55	
1.5	
1.0	
0.5	
0.0	

注：如果输出电压不在密集测量区域发生跳变，请调整跳变点附近输入电压的变化幅度为0.05V。  
在同一张图上分别画出 74LS04、74HC04、74HC14 电压传输特性曲线(包括上升和下降两种情形)

(2) 比较电压传输特性曲线，说明各自的特性。

(3) 从传输特性曲线计算出 74LS04、74HC04、74HC14 三种门电路的电压特性：

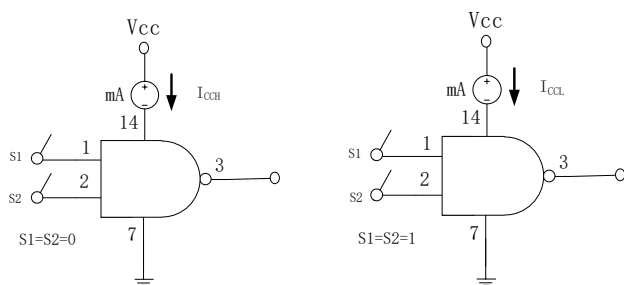
	74LS04	74HC04	74HC14
输出高电平 ( $V_{OH}$ )			
输出低电平 ( $V_{OL}$ )			
输入高电平 ( $V_{IH}$ )			
输入低电平 ( $V_{IL}$ )			
阈值电平 $V_T$			
低态直流噪声容限			
高态直流噪声容限			

#### 4. 测量空载电流 $I_{CCL}$ 和 $I_{CCH}$ (选做实验)

(1) 与非门处于不同的工作状态，电源提供的电流是不同的。 $I_{CCL}$ 是指所有输入端接高电平时，输出端空载时，电源提供器件的电流。 $I_{CCH}$ 是指输出端空截，所有输入端接地，电源提供给器件的电流。通常  $I_{CCL} > I_{CCH}$ ，它们的大小标志着器件静态功耗的大小，器件的最大功耗为  $P_{CCL} = V_{CC} I_{CCL}$ 。

拆除 14 脚与 +5V 电源的连线，将万用表量程设置成直流电流 20mA，并将万用表的“+”极连接到 +5V，万用表的“-”极连接到 14 脚，拆除负载 L1。分别设置  $S1=S2=0$  和  $S1=S2=1$ ，读出万用表中的数值，并记录下来。

按如下电路图，分别测试 74HC00 和 74LS00 的空载电流  $I_{CCL}$  和  $I_{CCH}$ 。



	输 出	
	74HC00	74LS00
$I_{CCL}$		
$I_{CCH}$		

## 四、实验报告

- 1、记录、整理实验结果，并对结果进行分析。
- 2、比较一下 TTL 逻辑门与 CMOS 逻辑门的异同点。
- 3、说明三态门的特性及其应用
- 4、说明斯密特反相器的特性及其应用



## 实验 2 组合电路实验

### 一、实验目的

1. 掌握利用基本门电路实现组合逻辑电路的方法
2. 掌握使用组合器件实现组合逻辑电路的方法
3. 掌握组合器件的级联扩展的方法。

### 二、实验设备和环境

1. 数字电路实验箱 1 个
2. 数字万用表 1 个
3. 集成电路

74HC00	四路 2 输入与非门	4 片
74HC02	四路 2 输入或非门	2 片
74HC04	六路反向器	1 片
74HC10	三路 3 输入与非门	1 片
74HC86	四路 2 输入端异或门	1 片
74HC20	2 路 4 输入与非门	1 片
74HC04	反相器	1 片
74HC139	2-4 译码器	1 片
74HC153	双四选一数据选择器	1 片

### 三、实验内容和步骤

1. 利用基本逻辑门电路器件实现 1 位二进制数的全加器
  - (1)、列出真值表，化简后分别写出求和位和进位的逻辑表达式。
  - (2)、画出电路原理图，要求标注器件编号、引脚号、输入输出信号名称等。
  - (3)、在 logisim 软件中，实现该电路原理图，验证电路功能，保存设计文件并导出电路图，并插入到实验报告中。
  - (4)、在面包板实验箱上实现该电路，填写真值表。

输入			输出	
A	B	C <sub>in</sub>	S	C <sub>out</sub>
0	0	0		
1	0	0		
0	1	0		
1	1	0		
0	0	1		
1	0	1		
0	1	1		
1	1	1		

- 2、分别以 1 片 2-4 译码器 74HC139 和 1 片 4 选 1 多路选择器 74HC153 为主加上尽可能少的逻辑门电路实现一位二进制数全加器。（验收）
  - (1)、画出电路原理图，要求标注器件编号、引脚号、输入输出信号名称等。
  - (2)、在面包板实验箱上实现该电路，填写真值表。

3、利用基本逻辑门电路设计一个 4 位二进制数的检测电路，当输入无符号二进制数为 2、3、5 的倍数时，输出 1。将输入、输出端分别接入到 1 只 7 段数码显示管上，当输出为 1 时，数码管显示 1，输出为 0 时，数码管显示 0。（验收）

要求：设计出最简的逻辑电路图。并在 Logisim 中实现，保存电路设计文件、导出电路图，并粘贴到实验报告中；在面包板实验箱中实现该电路，列出真值表，验证设计电路的逻辑功能（提示可以使用 4 输入与非门 74X20）。

4、利用 logisim 实现课本图 6-73 的 7 位汉明码纠错电路，要求：输入一个错误汉明码验证电路正确性，保存电路设计源文件，导出电路图到实验报告中。

5、设计一公用计算机房的分时上机控制电路。此控制电路策略如下：用 A、B 两个控制端表示时间段，00：表示上午，01：表示下午，10：表示晚上。有三个年级的学生需要上机，但在不同的时间段，他们上机的优先顺序不同：上午为 1 年级>2 年级>3 年级，下午为 2 年级>1 年级>3 年级，晚上为 3 年级>2 年级>1 年级。电路的输出 Y1、Y2 和 Y3 为 1 时分别表示 1 年级、2 年级和 3 年级学生能上机。采用合适组合逻辑实现该电路，要求写出设计全过程,并画出逻辑电路图。（选做）

## 四、思考题

1. 总结组合逻辑电路的分析和设计方法。
2. 说说组合器件级联扩展的实现方法。

# 实验 3 时序电路实验

## 一、实验目的

- 1. 熟悉并掌握各种触发器的特性和功能测试方法。
- 2. 学会正确使用触发器集成芯片。
- 3. 了解不同触发器之间的相互转换。

## 二、实验设备与器材

- 1. 数字电路实验箱 1 个
- 2. 万用表 1 台
- 3. 集成电路
  - 74HC00 与非门 2 片
  - 74HC74 双 D 触发器 2 片
  - 74HC10 3 路 3 输入与非门 2 片
  - 74HC20 2 路 4 输入与非门 2 片

## 三、实验内容及实验步骤

### 1、利用 74HC00 中的与非门设计 D 触发器，并验证逻辑功能

参考下面的电路原理图，利用 Logisim 设计带使能端的 D 锁存器，并通过 D 锁存器构建主从式 D 触发器，首先在 Logisim 中验证其功能，导出主从式 D 触发器的电路设计图。

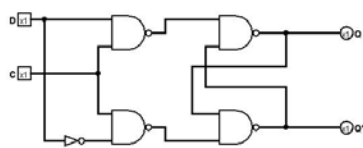


图 1: D 锁存器

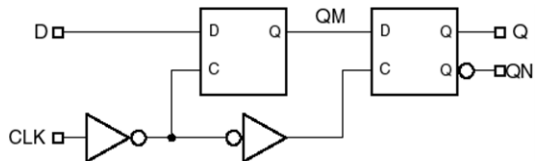


图 2: 主从式 D 触发器

在面包板实验箱中验证主从式 D 触发器的功能。输入端 D 接到面包板的逻辑开关，使能端 C 先接到逻辑开关，主锁存器的输出  $Q_m$ 、从锁存器的输出 Q 分别接到 LED 指示灯上，改变输入端 D 的赋值；观察实验结果。其它保持不变，将使能端接到单步脉冲上升沿输出端，改变输入端 D 的赋值；观察实验结果。整理上述实验数据，将结果填入下表中。

C	D	Q	$Q_m^*$	$Q^*$
0	0	0		
		1		
0	1	0		
		1		
1	0	0		
		1		
1	1	0		
		1		
上升沿↑	0	0		
		1		
上升沿↑	1	0		
		1		

### 2 、时序电路设计-模 10 的 二进制可逆计数器。（验收）

利用 74HC74 中的 D 触发器，设计一个模 10 的二进制可逆计数器。要求带有置数端和清零端，当置数

端有效时，在下一个时钟周期后读入 D 输入端的数值。当清零端有效时，D 触发器的状态输出为 0。计数一个计数周期后，输出为 1。将时钟端接单步脉冲源，输出端 Q3、Q2、Q1、Q0 分别接逻辑指示灯的输入端和七段数码管的输入端。

系统加电后，逐步单击单次脉冲，观察并列表记录 Q3~Q0 的状态。

检查系统是否能自启动，初值赋予无效状态后，系统能否回到有效状态？输出是否正确？如果有问题，请添加必要的门电路进行修正。

写出设计步骤、画出电路图，并用 logisim 验证结果，并导出电路设计图，观察并记录计数器输出的状态变化。

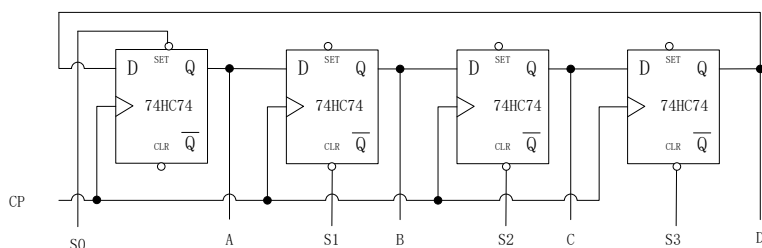
### 3、时序电路设计-串行二进制数检测器（密码锁）（验收）

利用 74HC74，设计一个“1001...”序列检测器，用来检测串行二进制序列，要求每当输入 4 位二进制数为“1001”时，检测器输出为 1，否则输出为 0。输入端接到某个逻辑开关上，输出端分别接到输出指示电平，CP 使用连续脉冲计数，记录各触发器输出状态。

写出设计步骤、画出电路图，并用 logisim 验证结果，检测系统是否能自启动。

### 4、触发器的应用-自循环移位寄存器（选做）

利用 2 片 74HC74，按下图接线，分别通过置位和清零端将四个 D 触发器的初值置为 1000，四个输出 A、B、C、D 分别接到输出指示电平，CP 使用连续脉冲计数，记录各触发器输出状态。



请添加必要的门电路，使得无论触发器的初始值是什么，都能实现电路的自启动，经过一段周期后，输出始终在“1000-0100-0010-0001”之间循环。画出电路图，设置有干扰的初始值，观察并记录计数器输出的状态变化。

## 四、实验报告要求

1. 整理实验结果。
2. 画出触发器相互转换的逻辑电路。
3. 总结置位、复位端的作用。
4. 总结 D 触发器的状态变化与时钟的关系。

## 实验 4 时序器件实验

### 一、实验目的

1. 掌握常见时序器件的逻辑功能和使用方法。
2. 掌握时序器件的级联扩展的方法。
3. 掌握使用时序器件实现数字系统设计的步骤。

### 二、实验设备与器材

- 1、数字逻辑电路实验箱。
- 2、芯片

74HC00	四路两输入与非门	1 片
74HC02	四路两输入或非门	1 片
74HC74	双 D 触发器	2 片
74HC161	四位二进制异步清零计数器	1 片
74HC163	四位二进制同步清零计数器	1 片
74LS194	双向移位寄存器	2 片

### 三、实验内容及实验步骤

- 1、分别利用 1 片 74HC161 清零端加一个逻辑门电路设计并实现 0, 1, ..., 11 模 12 的计数器；以及 1 片利用 74HC163 的置数端加一个逻辑门电路，设计并实现 3, 4, 5, ..., 14 模 12 的计数器，分别将输出连接到一个 7 段数码管显示。

- 1). 写出设计步骤.
- 2). 写出状态转移表
- 3). 写出逻辑表达式.
- 4). 画出电路图，并在 logisim 中模拟验证，提交 logisim 电路源程序。
- 5). 通过实验分析验证所设计的电路是否正确

- 2、利用 3 片 74HC163（74HC161）及少量逻辑门电路，设计自己学号后 3 位（如果后 3 位学号小于 100 的，则加上 100 后，进行计数）的 BCD 加法计数器，输入 1Hz 的连续脉冲累加计数，并将输出连接到三个 7 段数码管显示。（验收）

- 1). 写出设计步骤.
- 2). 写出状态转移表
- 3). 写出逻辑表达式.
- 4). 画出电路图，并在 logisim 中验证，提交 logisim 电路源程序。
- 5). 通过实验分析验证所设计的电路是否正确

- 3、利用一片 74LS194、74HC86 和 74HC02，利用 74LS194 左移功能，实现一种 4 位的包含全 0 状态的线性反馈移位计数器 LSFR。观察输出端的状态变化，将结果记录下来，并连接到 7 段数码管显示。（验收）

- 1). 写出设计步骤.
- 2). 写出状态转移表
- 3). 写出逻辑表达式.
- 4). 画出电路图，并在 logisim 中验证，提交 logisim 电路源程序。

5). 通过实验分析验证所设计的电路是否正确

4、利用 74LS194 左移功能和少量门电路，完成二进制序列“1000111101”的循环生成，并通过 L0-L9 指示灯显示。

1). 写出设计步骤.

2). 写出状态转移表

3). 写出逻辑表达式.

4). 画出电路图，并在 logisim 中验证，提交 logisim 电路源程序。

5). 通过实验分析验证所设计的电路是否正确

#### 四、实验报告要求

1. 画出实验内容中的详细实验原理图。

2. 记录、整理实验数据，并对实验结果进行分析。

3. 提交所有的 logisim 电路图源文件--.circ 文件

4. 比较反馈清零法和反馈置数法的异同

5. 总结利用计数器实现任意进制计数器的方法。

6. 设计一个自启动 4 位扭环计数器的原理图。

7. 利用 74LS194 设计实现八位二进制数数据的并行/串行转换原理图。



## 实验 5 综合实验

### 实验要求

- 1、根据实验要求，设计实验方案、设计系统流程图，得出系统状态转移图。
- 2、采用合适的芯片，实现该系统电路图。
- 3、必须先在 Logisim 上模拟实现后，才能在面包板上搭建验证电路。
- 4、完成实验报告，包括 Logisim 电路源文件。
- 5、列出所用元件清单；制定实验方案；记录实验结果。
- 6、有详细设计步骤，逻辑图，实验结果分析。

### 项目 1：数字时钟设计

- 要求：
- 1、数字钟是能够准确的显示时、分、秒时间。
  - 2、能分别设置时、分、秒的初始数值，能整体清零。
  - 3、整点报时（LED 指示灯闪五下）
  - 4、采用 24 小时制，23 点 59 分 59 秒后，显示 0 点 0 分 0 秒

### 项目 2：交通灯控制电路设计

- 要求：
- 1、设计一个十字路口的交通灯控制电路，要求甲车道和乙车道两条交叉道路上的车辆交替运行，绿灯通行时间都设为 30 秒。
  - 2、绿灯结束后，要求黄灯闪亮 3 秒钟，变成红灯，然后才能变换运行车道；
  - 3、黄灯亮时，要求每秒钟闪亮一次。
  - 4、每个方向都有一个行人强制按钮，当本方车道红灯时，按下按钮后，对方车道先闪黄灯 3 秒，然后变成红灯，本方车道变成绿灯。

### 项目 3 模拟打乒乓球游戏（推荐）

要求：设计一个模拟的双人打乒乓球游戏电路，具体要求如下：

1. 用 8 个排成一串的 LED 指示灯表示乒乓球的位置，其中一个亮（或一个暗）表示当前球的位置。
2. 发球后，球从左到右或从右到左运动，即指示灯按顺序从左到右或从右到左发亮（或暗）。
3. 用一个单脉冲按钮作为“接球”的“球拍”，当球运动到两端的接球位置时，接球队员按下接球按钮，接球成功；若接球队员提前或滞后按下接球按钮，则接球失败，对方得 1 分。
4. 接球成功后，球向反方向运动；接球失败则重新发球，对方得分。
5. 接球位置为最后一个位置的前半拍（前半周期）。不能过早或过迟按接球开关，否则接球失败；也不能一直按着接球开关，否则接球失败。
6. 接球失败后，等待裁判按下乒乓球复位开关，然后重新开始发球。
7. 时钟脉冲源可用实验箱上自带的周期为 1 秒左右的时钟源。

8. 采用11分制，在led数码管上显示双方得分，一方满11分后，结束一局比赛。可以显示局比分。  
提示：球位移动可用移位寄存器实现，也可用计数器和译码器联合实现。得失分计数可由计数器完成。

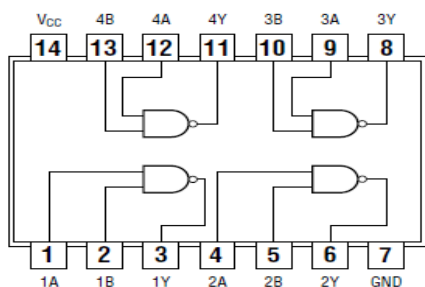
## 项目 4：自主设计实验

### 要求：

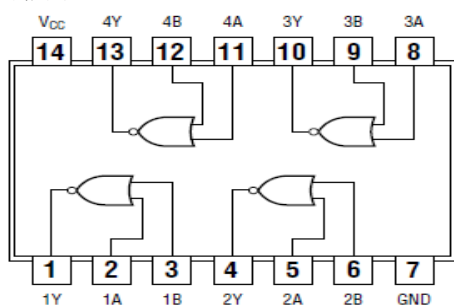
- 1、学习应用数字电路知识，来解决现实生活中的具体问题。
- 2、至少有 4 位二进制数的输入、输出；
- 3、至少使用两个不同的中规模时序集成电路芯片；
- 4、必须先得到老师的批准。

# 附录 A 部分芯片引脚图

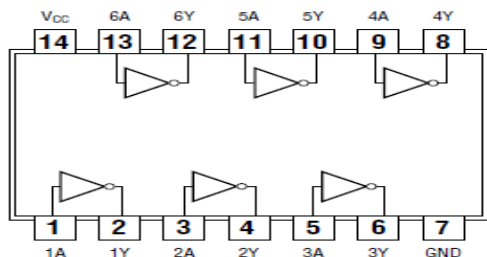
00 四路二输入端与非门



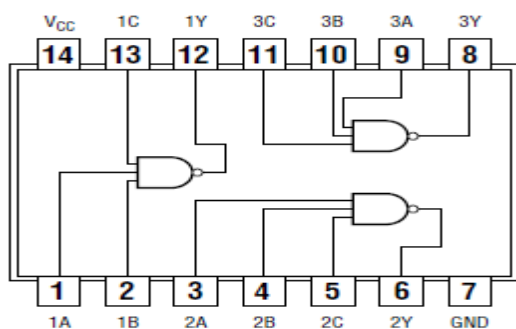
02 四路二输入端或非门



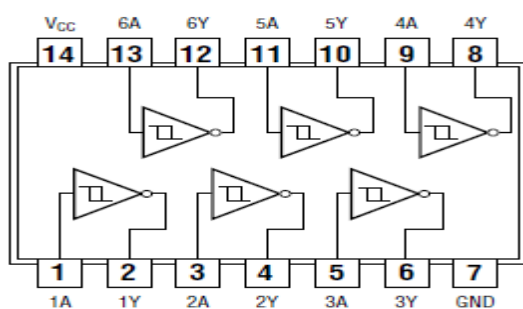
04 六路反相器



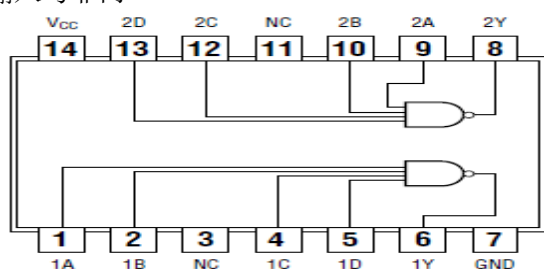
10 三路三输入与非门



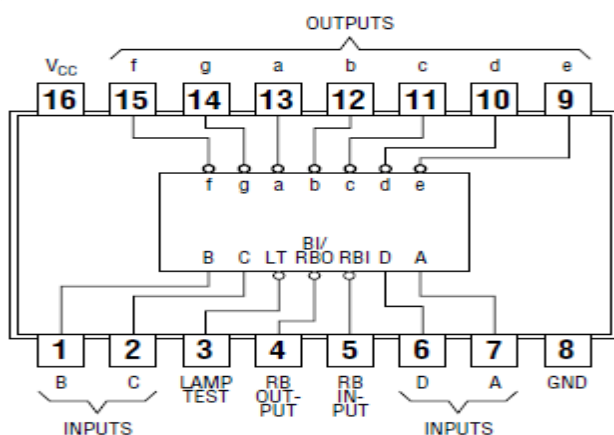
#### 14 六路斯密特反相器



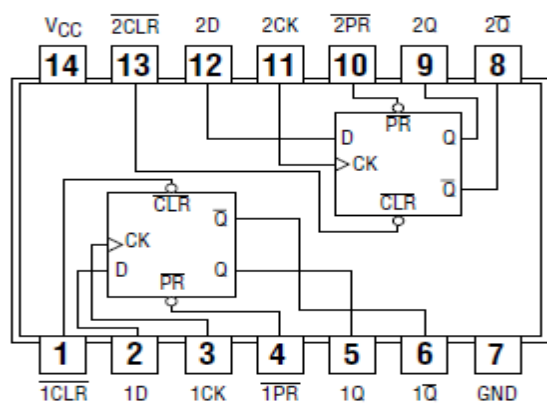
#### 20 2路4输入与非门



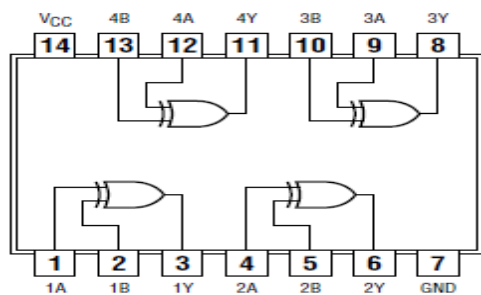
#### 48 BCD 码七段数码管驱动



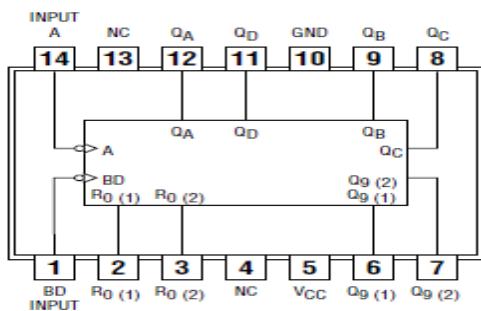
#### 74 双 D 触发器



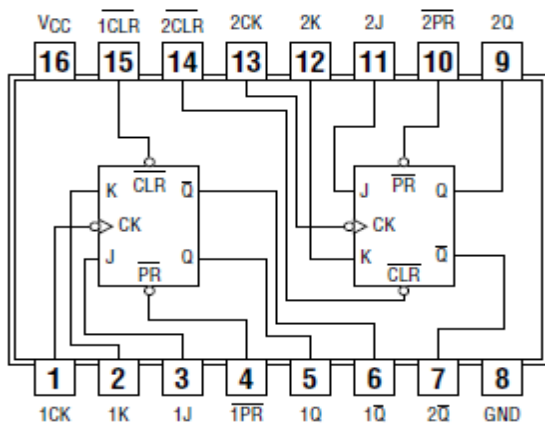
86 四路 2 输入端异或门



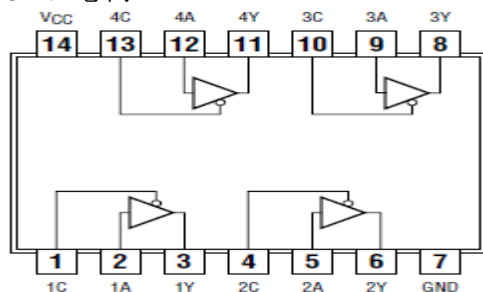
90 十进制计数器



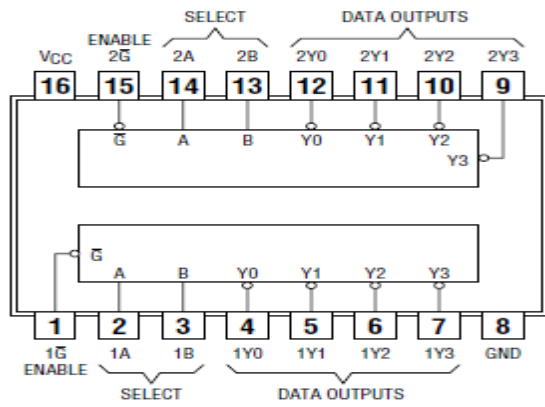
112 双 JK 触发器



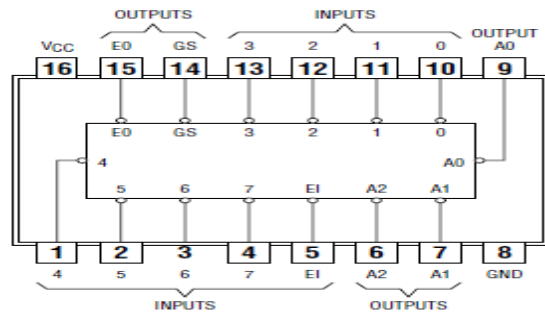
125 三态门



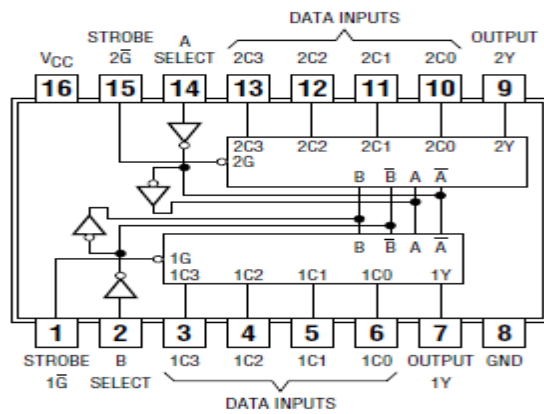
139 2-4 译码器



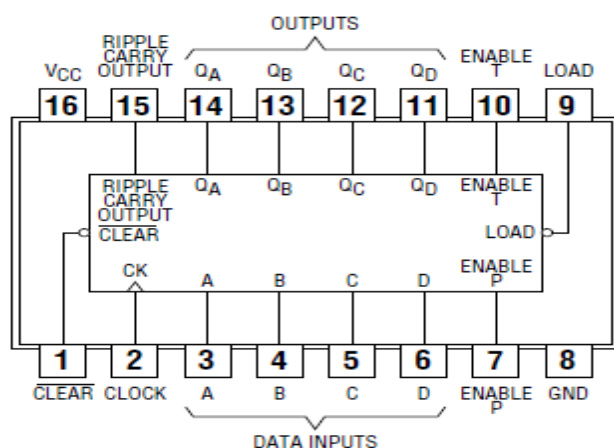
148 8-3 优先编码器



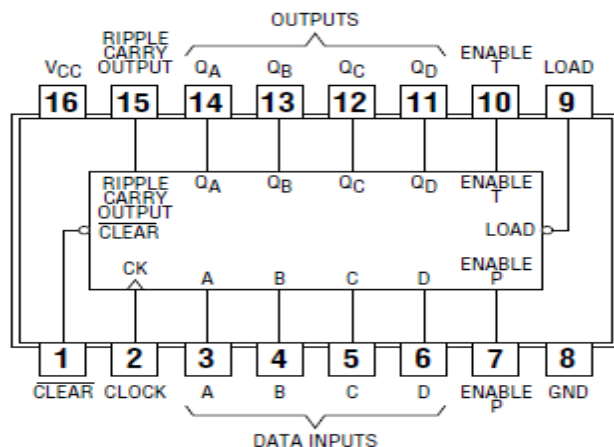
153 4选1选择器



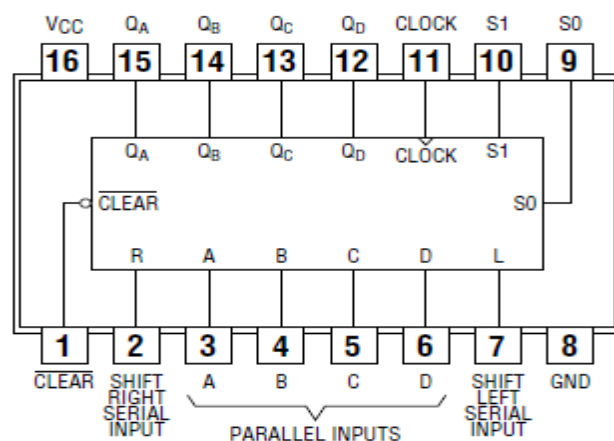
161 四位二进制异步清零计数器



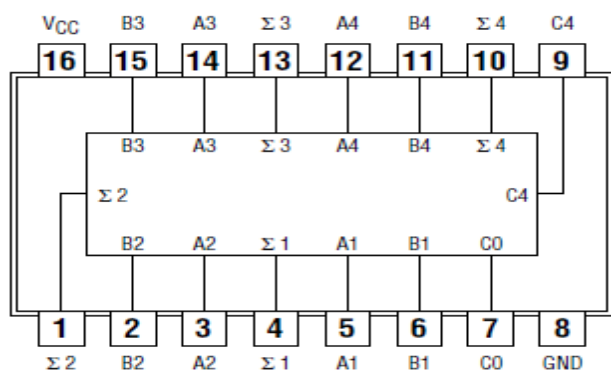
163 四位二进制同步清除计数器



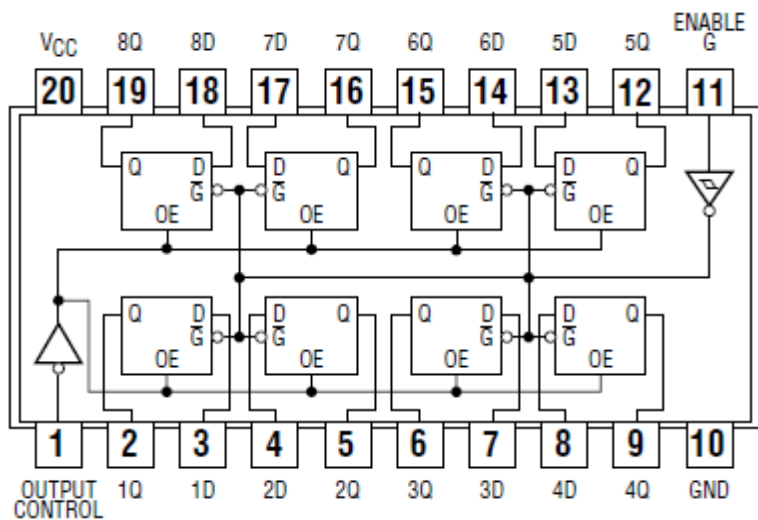
194 四位双向通用移位寄存器



283 4 位先行进位二进制全加器



373 三态同相八 D 锁存器





# 附件 B 南京大学计算机机房安全与管理规定

第一条 为了加强学校计算机机房的安全管理，保证计算机机房安全、规范运行，根据国家有关法律、法规，结合我校实际，特制定本规定。

第二条 计算机机房主要指计算机集中放置的公用机房和计算机数量超过 10 台的自用机房。

第三条 开设计算机机房，严格按照“谁开设、谁管理、谁负责”的原则，明确安全责任，落实安全责任人，落实安全措施。

第四条 计算机机房服务对象为本校师生员工；外来上机人员需严格验证认定是否已办理有关手续。

第五条 计算机机房必须按**规定配备消防安全设施，安装防盗门窗及技防监控设施**。机房管理人员要高度重视计算机机房内的防火、防电、防水、防盗工作，坚持“人离电断”、“人走门（窗）锁”。计算机机房应加强电源管理，执行安全用电制度，不得私拉乱接电源；严格防火制度，禁止将易燃、易爆物品带入机房，机房内不准堆放易燃物，严禁烟火。机房管理人员须掌握消防器材性能及使用方法。

第六条 计算机机房**要建立详细的机器档案（编号、配置）和维护记录（机器编号、故障现象、故障分析、解决步骤及签名）**。每台计算机应保证软硬件配置科学、合理。满足机房各项服务需求的前提下，每台上网计算机安全级别设置为中级，并且启用分级审查功能，保证机器安全及过滤反动、不健康的内容。机房管理人员要保持通讯设备畅通。

第七条 计算机机房管理人员应认真履行职责，**遵守上下班时间，不得无故迟到早退，不得擅自离岗；应注意加强巡视检查**，定期清理用户盘信息，发现病毒或非法内容，及时报告并清理；应每周作一次机器巡检，清理鼠标、键盘等易坏部件，排除安全隐患。

第八条 计算机机房应**安装相应的管理和监控软件，机房管理人员应及时监控计算机及网络运行状况**，对不成功进入、不成功访问、越权存取尝试等进行记录、整理、分析，并采取针对性措施。

第九条 计算机机房为人员密集的公共学习场所，所有进入机房内的人员，应自觉遵守机房的各项管理制度，**保持机房整洁安静，严禁携带雨伞、雨衣等潮湿或脏污的物品进入机房，严禁在机房内大声喧哗、随地吐痰、乱写乱画、吃零食、乱扔废品杂物等**。

第十条 计算机机房内的计算机一旦出现故障，使用者必须立即报告机房管理人员。严禁使用者未经管理人员批准的情况下随意操作使用故障计算机。

第十一条 使用者在使用计算机机房中的计算机时，应遵守安全操作程序，严禁对计算机进行破坏性操作，严禁删除系统文件，严禁在任何计算机上私自安装、卸载、修改计算机程序，严禁在任何计算机上玩游戏、上网聊天、乱设口令或修改机内配置参数。

第十二条 计算机机房的机位，不得私自搬动或调换。机房管理人员为计算机分配的 IP 地址不得自行更改。未经机房管理人员批准，任何人员不得改变网络拓扑结构、网络设备布置、服务器配置和网络参数，危害网络安全。任何人不得擅自进入未经许可的网络系统，不得篡改系统信息和用户数据。超过 50 台计算机的机房必须有 2 个以上安全出口。

第十三条 **严禁在计算机机房登录非法网站、传播有害信息；严禁观看、制作、复制含有反动、色情、迷信等不健康内容的网站或音像制品；严禁盗用他人 IP 地址、用户帐号；不得利用计算机技术侵犯用户合法权益**。一经发现，追究相关人员责任，情节严重者移交公安机关处理。

第十四条 **机房网络服务器以及机房内的计算机病毒防止工作由机房管理人员负责**。任何人不得利用计算机机房在网上制造、传播计算机病毒，不得危害网络安全、不得开设二级代理服务器。计算机使用者发现无法清理的病毒，应立即向机房管理人员报告，以便及时处理。

第十五条 **使用者应严格执行保密规定，不得泄密高科技信息、档案文件等保密资料，不得泄露密码口令**。凡需查用涉密资料者，必须经单位主管领导批准，履行登记手续。

第十六条 计算机机房内发生治安案件和发现非法信息时，需保护好现场，及时报告，积极协助

公安、保卫部门认真追查，严肃处理。

第十七条 凡违反本规定的，学校将根据《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》和学校关于校园网络安全管理的有关规定，依纪依法追究责任人；情节严重者移交公安机关处理。

第十八条 本规定由国有资产管理处负责解释。

第十九条 本规定自发布之日起执行。

## 附件 C 南京大学实验室学生实验须知

- 一、严格遵守实验室的各项规章制度。
- 二、学生实验之前应认真预习实验教材，了解本次实验的目的、原理、方法、步骤及注意事项，并把实验的目的和原理写在实验报告中。未曾预习者或无故迟到者，实验指导老师有权停止其实验。
- 三、进入实验室后，不得高声喧嚣，不得随意串走，不得摆弄与本实验无关的仪器设备，不得在室内做与本实验无关的事。
- 四、学生应以实事求是的科学态度来进行实验，严格遵守仪器设备使用操作规程，实验记录要求准确，不得抄袭他人实验数据，按时完成实验任务，写出实验报告。
- 五、保持实验室的严肃、安静，不得在实验室内大声喧哗、嘻闹，不得在实验室内吸烟和饮食。
- 六、学生实验应该严格遵守操作规程，服从实验指导人员的指导。如因违反操作规程或因不听从指导，而造成实验仪器设备损坏等事故，将按学校的有关规定，对肇事学生进行处理。
- 七、实验过程中如发生故障，应立即向实验指导人员报告，以便及时处理。待故障排除后，方可继续进行实验。
- 八、实验当以安全为首要前提，严防事故，如发现安全隐患或异常情况，应及时报告。
- 九、实验完毕后，应将仪器、工具、药品、试剂等及时清理归还实验室，或按要求保管好。废液、废渣、废物不得随意倾倒，应集中在指定场所，由学校集中后统一处理。实验结束应打扫整理好实验场地，搞好清洁卫生工作。得到实验指导人员同意后，方可离开实验室。