



门电路测试与应用

实验目的

- ◆ 熟悉数字逻辑电路实验箱的结构和用法。
- ◆ 掌握数字逻辑电路测试方法与测试的原理。
- ◆ 测试与门、或门、非门、与非门和异或门的逻辑功能。
- ◆ 学习用基本逻辑门电路设计组合逻辑电路。

实验原理

数字电路实验，主要使用的是中小规模集成电路。

集成逻辑门电路是小规模集成电路，是最基本的数字集成单元，能够实现基本和常用的逻辑运算，应用最广泛的是TTL和CMOS这两类集成门电路。

三种基本逻辑运算

与运算

$$Y=A \text{ AND } B=A \cdot B$$

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

或运算

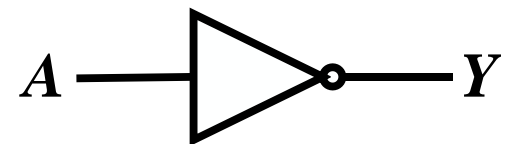
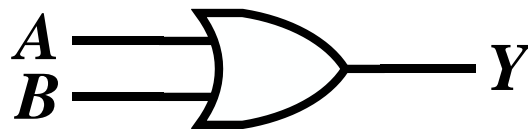
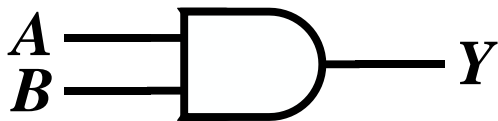
$$Y=A \text{ OR } B=A+B$$

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

非运算

$$Y = NOT \ A = A'$$

<i>A</i>	<i>Y</i>
0	1
1	0

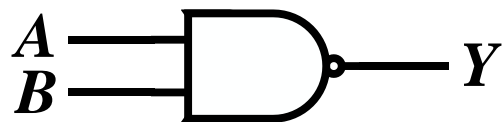


两种复合逻辑运算

与非运算

$$Y = (A \cdot B)'$$

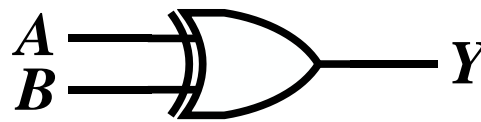
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



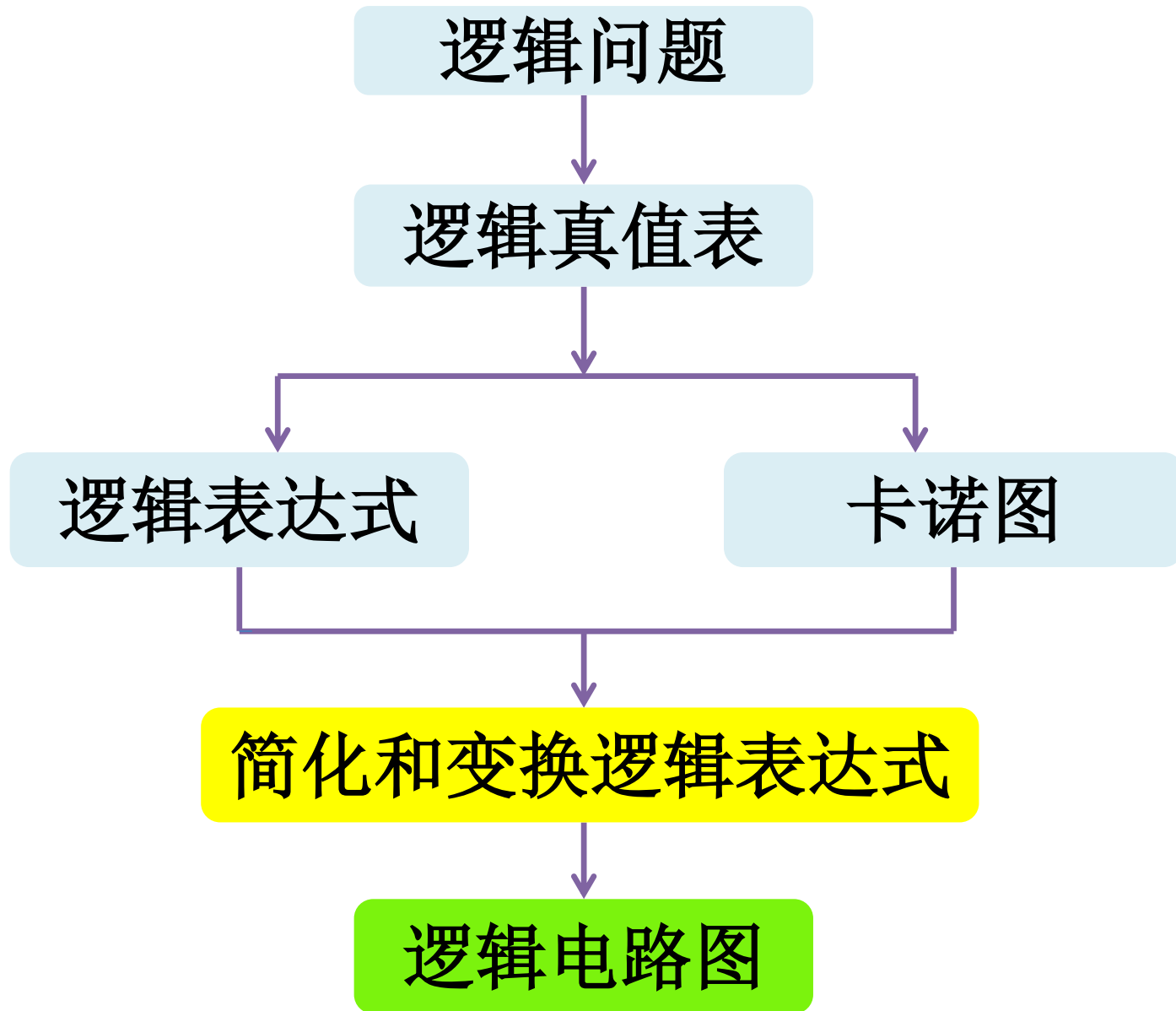
异或运算

$$Y = A \oplus B$$

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Y</i>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



>> 组合逻辑电路的设计



例：用与非门设计一个四输入多数表决电路。

解：根据题意当四个输入端中有三个或四个为1时，输出才为1，否则输出为0。
可列出真值表。 填写卡诺图

C D \ A B		C D			
		00	01	11	10
A B	00	0	0	0	0
	01	0	0	1	0
	11	0	1	1	1
	10	0	0	1	0

$$Y = ABC + BCD + ACD + ABD$$

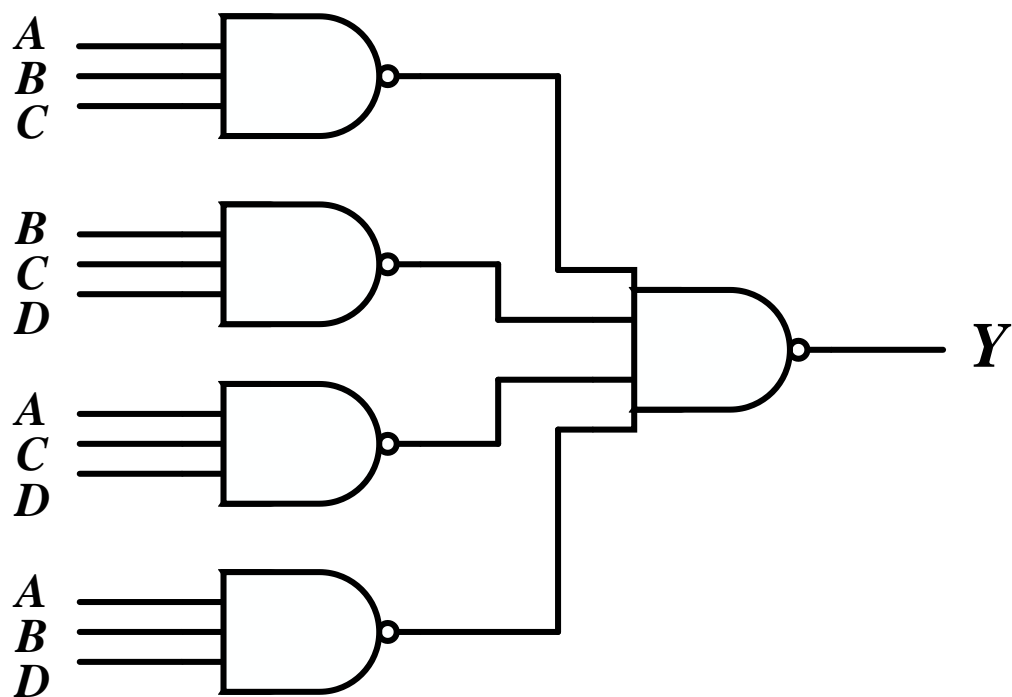
$$= ((ABC)' \cdot (BCD)' \cdot (ACD)' \cdot (ABD)')'$$

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

例：用与非门设计一个四输入多数表决电路(续)

$$Y = ABC + BCD + ACD + ABD$$

$$= ((ABC)' \cdot (BCD)' \cdot (ACD)' \cdot (ABD)')'$$



》》 TTL集成电路使用规则

1. 电源电压：电源极性绝对不允许接错。
2. 闲置输入端处理方法：悬空，相当于接高电平，但易受外界的干扰，对于接有长线的输入端，使用集成电路较多的**复杂电路**，必须按逻辑要求接入电路，**不允许悬空**。
3. 输出端不允许直接接+5V或接地。输出不允许并联使用（集电极开路门和三态输出门除外。）
4. 在装接电路，改变电路连接或插、拔电路时，均应切断电源，**严禁带电操作**。

CMOS集成电路使用规则

1. 电源电压：电源电压不能接反。
2. 闲置输入端处理方法：所有多余的输入端不能悬空，应按照逻辑要求直接接VDD或VSS（地）。
3. 输出端不允许直接接VDD或地。除漏极开路输出门及三态门外，不允许两个器件的输出端连接使用，否则将导致器件损坏。
4. 在装接电路，改变电路连接或插、拔电路时，均应切断电源，严禁带电操作。

逻辑门电路功能与性能的测试

1. 静态测试法：给门电路输入端加固定的高(H)、低(L)电平，用示波器、万用表或发光二极管(LED)测出门电路的输出响应。
2. 动态测试法：给门电路输入端加一串脉冲信号，用示波器观测输入波形与输出波形的同步关系。

故障的排除

数字电路实验中，故障基本分为三种：元器件故障、接线问题和设计错误。

元器件故障：测试器件的功能，判断其是否失效。

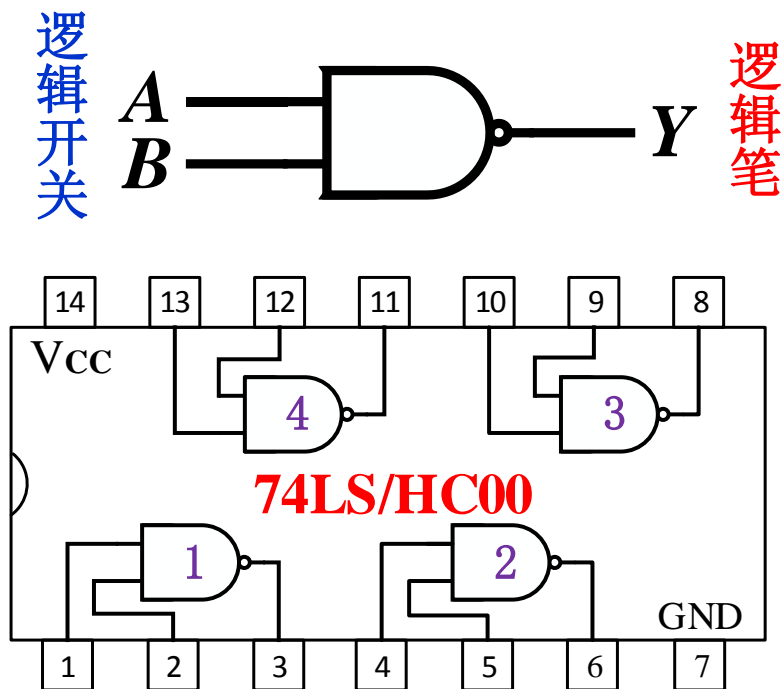
接线问题：检查导线通断，排查错误的接线，用逻辑笔查找虚连的导线。

设计错误：认真分析问题所在，掌握原理，重新设计。

实验内容

1. 验证各逻辑门的功能，列出其真值表。

（以与非门74LS00为例，输入端输入高低电平，输出端使用逻辑笔显示其逻辑功能，填写表格）

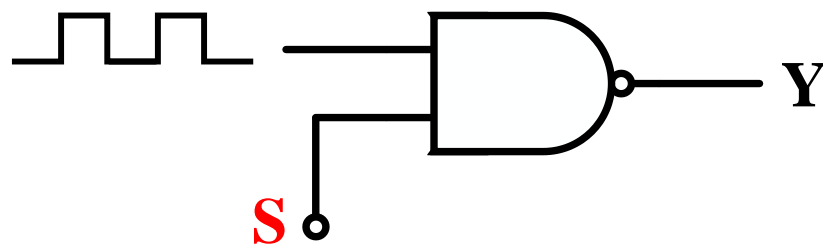


输入		输出			
A	B	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

请按同样方法测试74LS08、74LS32、74LS04、74LS86、74LS20的功能。

2.动态测试

选用一个与非门按下图连线，将一个输入端接连续脉冲源（频率为 **20KHz**），**S**接任一逻辑电平开关，用示波器观察并记录S分别输入高电平**H**和低电平**L**时的输入、输出波形。



与门对脉冲的控制作用同理，参考前面实验内容，对**与门**、**或门**、**异或门**进行动态测试。

3. 设计一个用A、B、C、D四个开关控制一盏灯L的电路，要求改变任何一个开关状态都能使L的状态（亮或灭）发生改变。

4. 设计一个保险箱用的4位代码数字锁，4位代码A、B、C、D四个输入端和一个开锁用的钥匙孔输入端E，当开锁时（ $E=1$ ），如果输入的代码（例如1011）与设定的密码相同，则保险箱打开（输出 $Y=1$ ），否则电路发出报警信号（输出端 $Z=1$ ）。

5. 设计一个**全加器**，要求用**异或门**和**与非门**实现。

* 6. 用X、Y两台水泵给水箱供水，水箱内从高到低设有A、B、C三个水位检测元件。要求水位在C点以下，X、Y同时工作；水位在B、C之间，X工作；在A、B之间Y工作；高于A点，两台水泵停止工作。

实验设备与器件

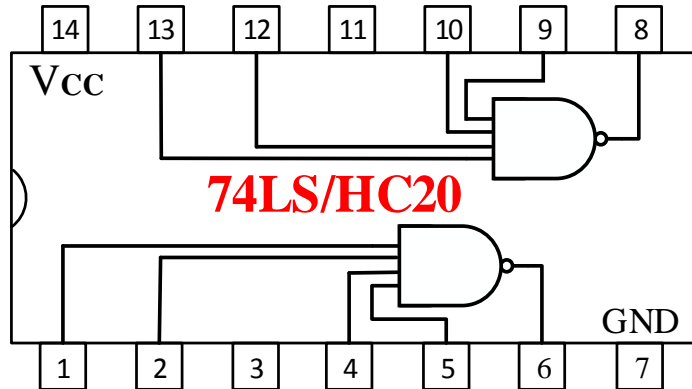
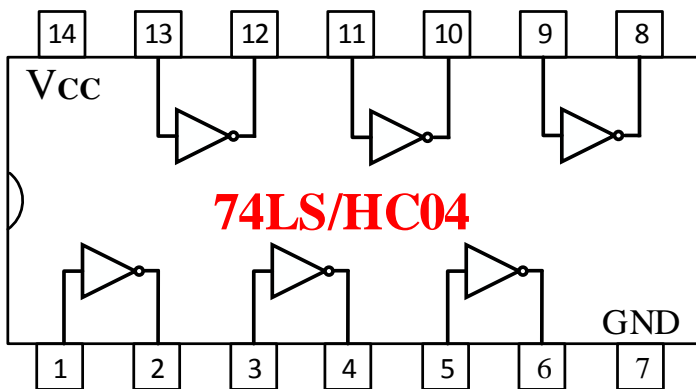
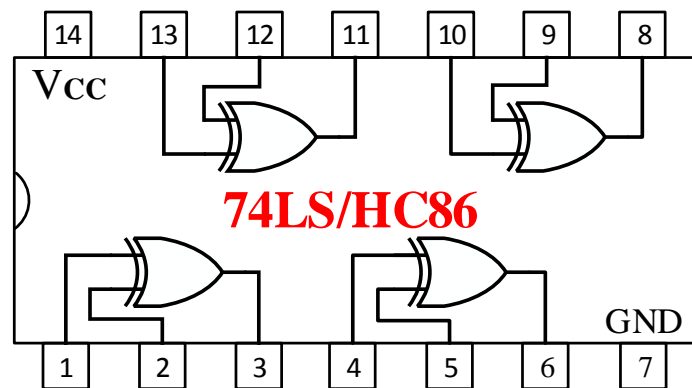
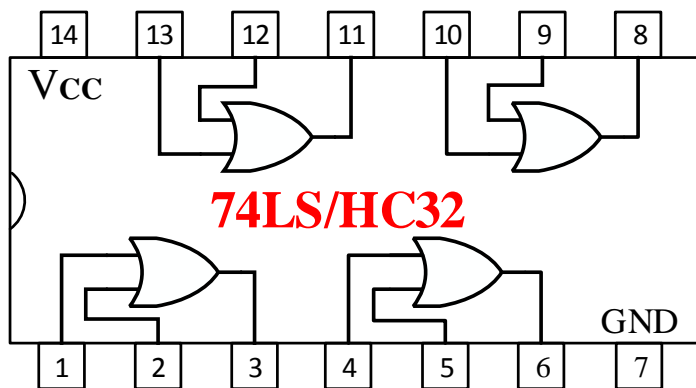
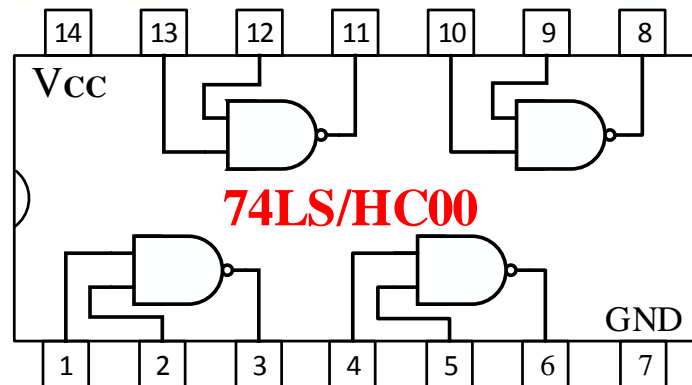
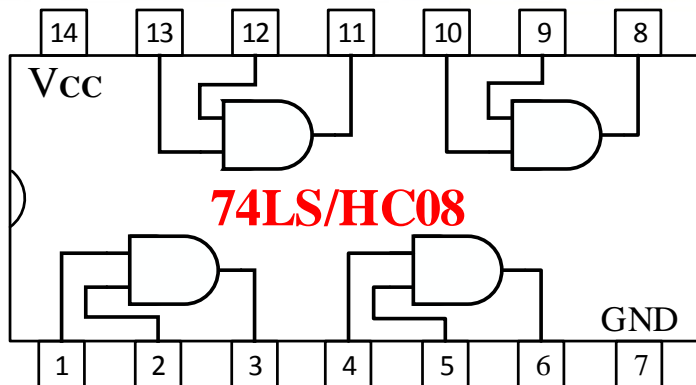
1. 数字逻辑电路实验箱、示波器。
2. 74LS 系列、CC4000 系列或 74HC 系列芯片若干。

思考题

1. 为了判断74LS20逻辑功能是否正常，至少要测量几组输入？
2. 用与非门和异或门设计一可逆的4位码制变换器。
设计要求：
 - (1) 在控制信号 $C=1$ 时，它将8421码转换为格雷码； $C=0$ 时，它将格雷码转换为8421码；
 - (2) 写出设计步骤，列出码变换真值表并画出逻辑图。

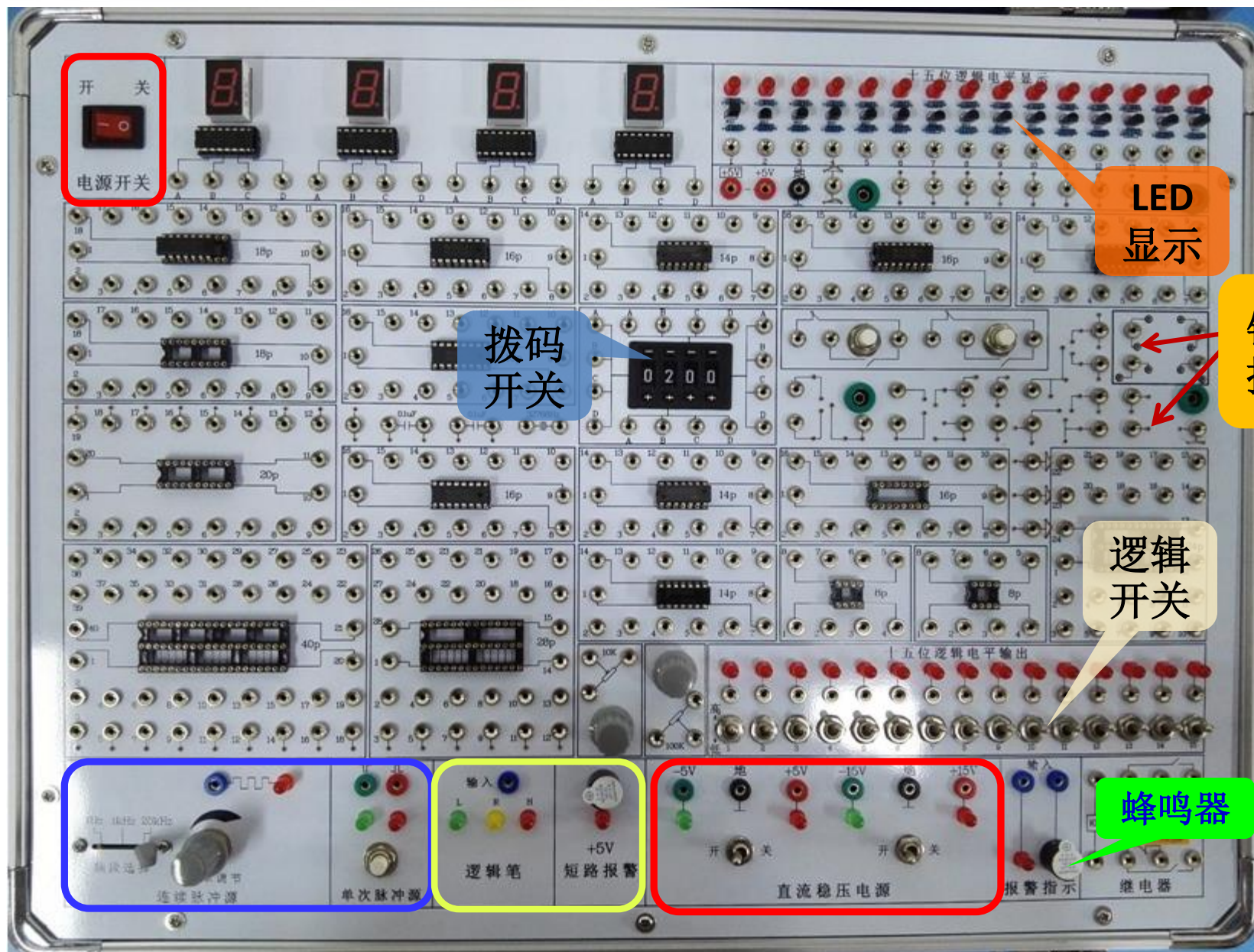
实验报告要求

1. 报告格式：实验题目、实验目的、实验原理、实验内容与实验分析、实验思考题、实验总结和建议、实验数据。
2. 对实验结果进行分析、讨论，要给出必要的说明，画出实验电路图；对设计型实验要给出完整的设计过程。
3. 简述实验中遇到的问题及解决方法。



(Vcc=5V)

芯片引脚图



开 关

电源开关

LED
显示

拨码
开关

针管
插座

逻辑
开关

蜂鸣器

连续脉冲源

单次脉冲源

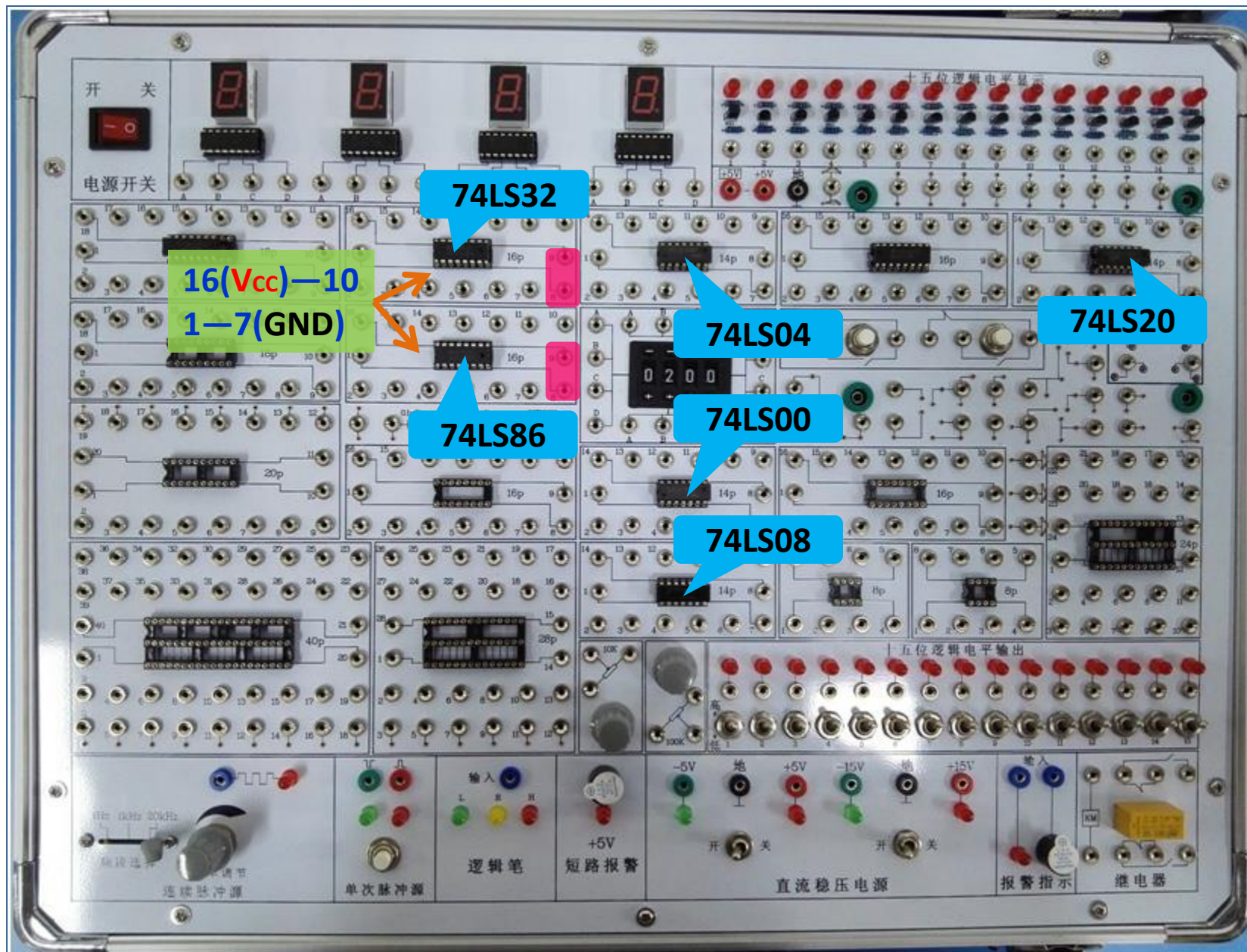
逻辑笔

+5V
短路报警

直流稳压电源

报警指示

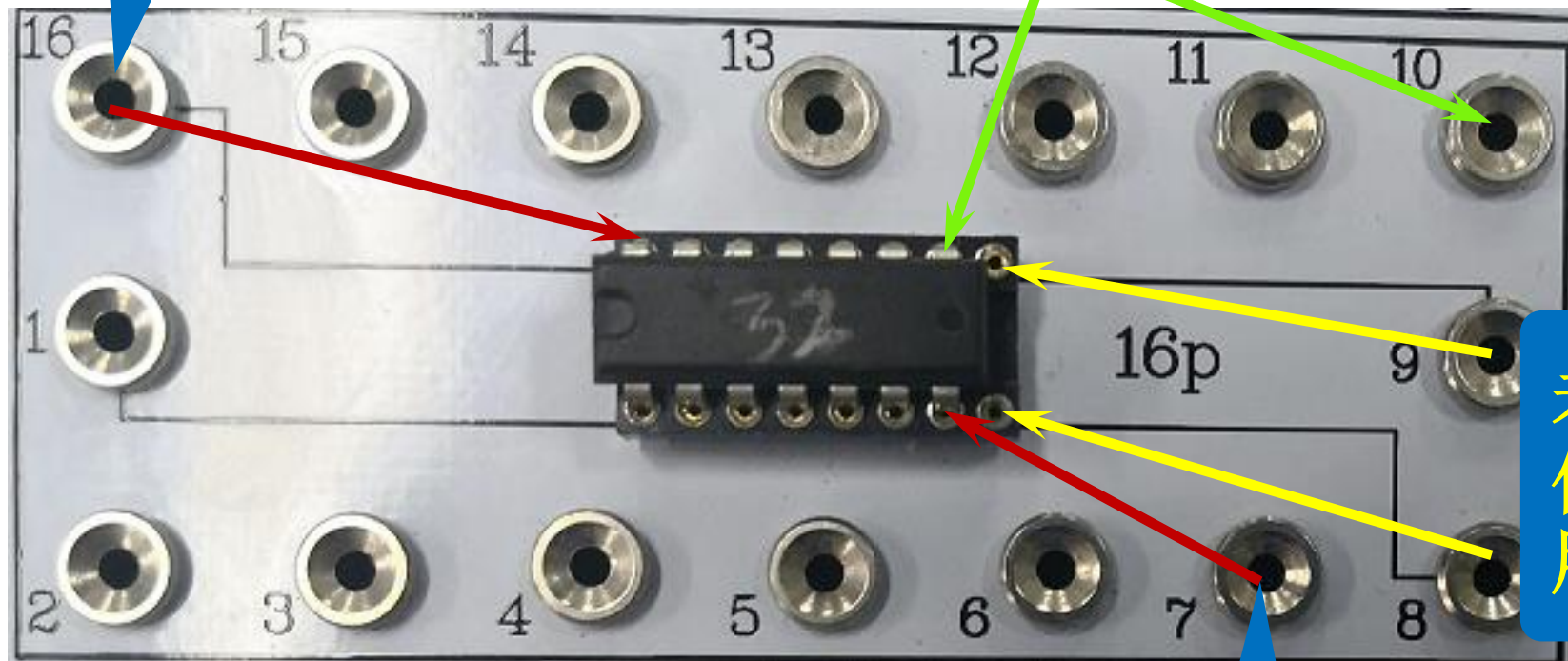
继电器



插座16-10
芯片14-8

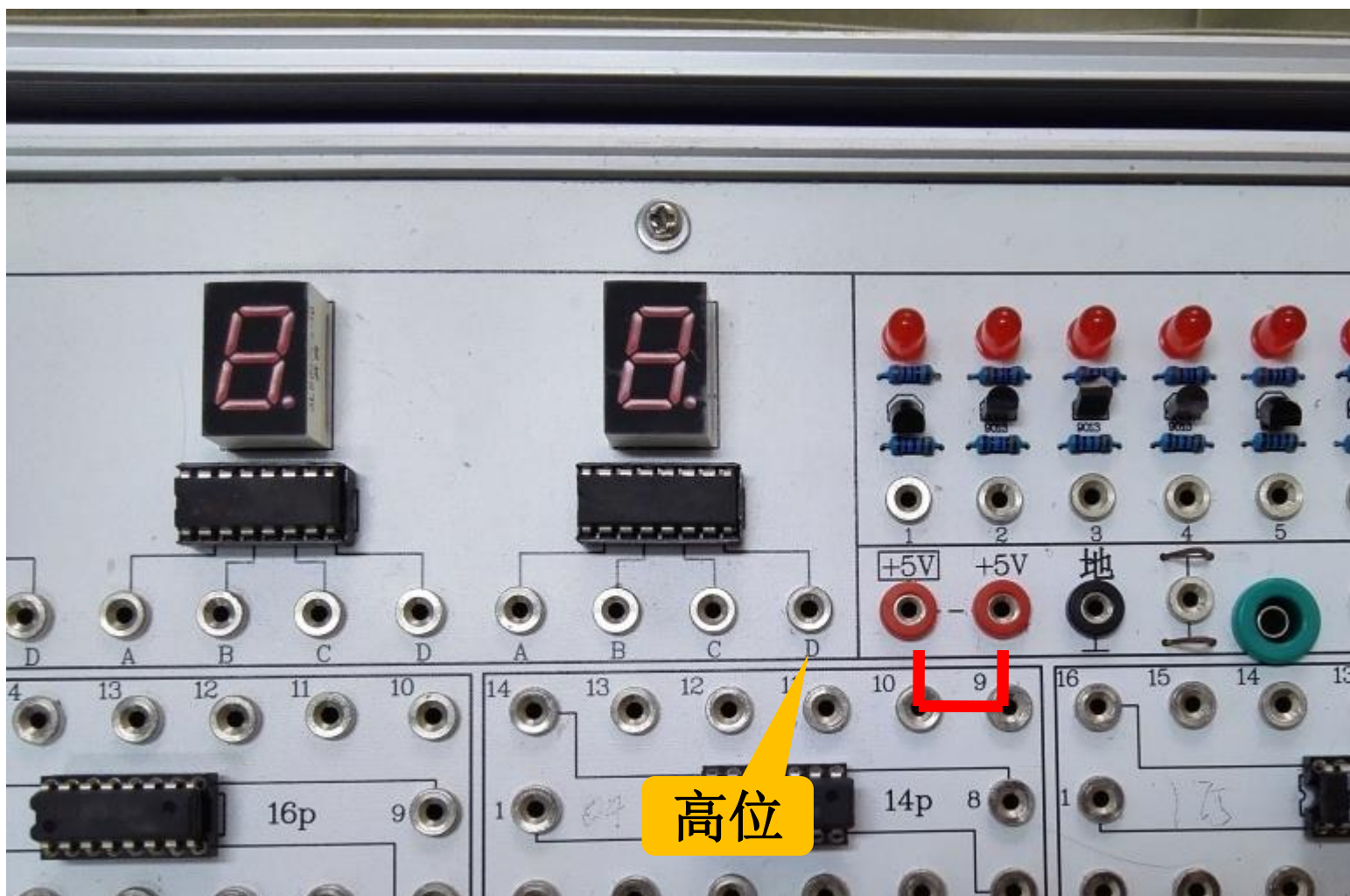
VCC

8脚



未使用

7脚GND



下次实验:单管放大器(101室)

或者 编码器与译码器(102室)