



同濟大學  
TONGJI UNIVERSITY

# 电子电路课程实验报告

学院：电子信息工程学院

专业：电子信息工程

学号：1951706

姓名：黄锴康

完成时间：2021/7/22

## 一、 实验室限定器件

### 1.1 实验室材料清单

器件	标称值	数量	封装	备注
电阻	1k	11	1/4W,直插	1%精度
	2k	1		
	10k	2		
	18k	1		
	20k	4		
	39k	1		
	100k	2		
	180k	1		
	200k	2		
	300k	1		
	470k	1		
	910k	1		
	1.8M	1		
	9.1M	1		

器件	标称值	数量	封装	备注
电容	0.1 $\mu$ F	14	直插	
	22 $\mu$ F/25V	3	铝电解, 圆柱形	
	100 $\mu$ F/16V	2	铝电解, 圆柱形	
二极管	1N4148	4	DO-35	
	10k	2	3296	
	MC14433	1		
集成片	ULN2003	1		
	CD4511	1	DIP 封装	
	TL062	2		
	TL431	1		
双排针		1	直插	
短路帽		5		
电路板	60*34 孔	1	单面板	160*100mm

### 1.2 金属膜电阻

实验室采用**金属膜色环电阻**，金属膜电阻外观特点是蓝色，并有五个色环。金属膜电阻具有体积小、噪声低、稳定性好等优点，缺点是相对碳膜电阻成本较高，常用作紧密和高稳定电路。由于实验板为洞洞板，所以电阻使用均为直插式。

### 1.3 电容选择

在本实验中我们使用了三种电容，一种是**独石电容(黄色)**，一种是**铝电解质电容**，还有一种是**CBB 电容**。CBB 电容即是聚丙烯电容，其特点是稳定性好，用于要求较高的电路，

在本实验中我们将其接在 MC14433 芯片做**积分和调零电容**；独石电容具有可靠性高和电容量大等优点，在本电路中用作滤波和**旁路电容**。；铝电解质电容是具有极性的电容，在接入电路时由需要注意电容极性的正负，带有极性的电容值较大，在本实验中用作电源滤波和交流调理电路滤波。

1.4 集成片封装选择

具体芯片选择在后文详细阐释，这里谈谈芯片封装。实验室中选择 DIP 封装，即双直插封装。这是一种相对古老的封装，这类封装特点是焊接容易、散热性能较好，在面包板和洞洞板上焊接，但不适用高频放大器。

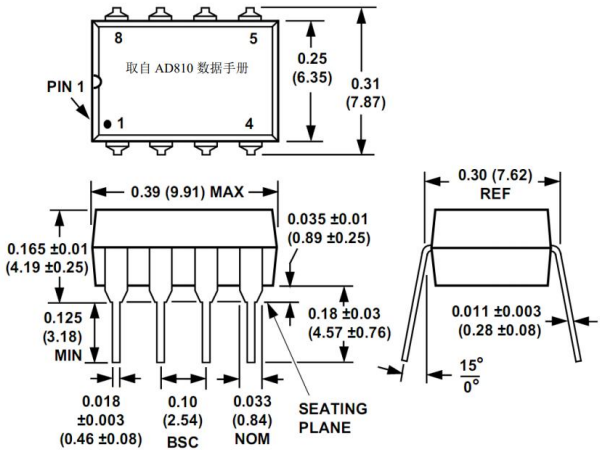
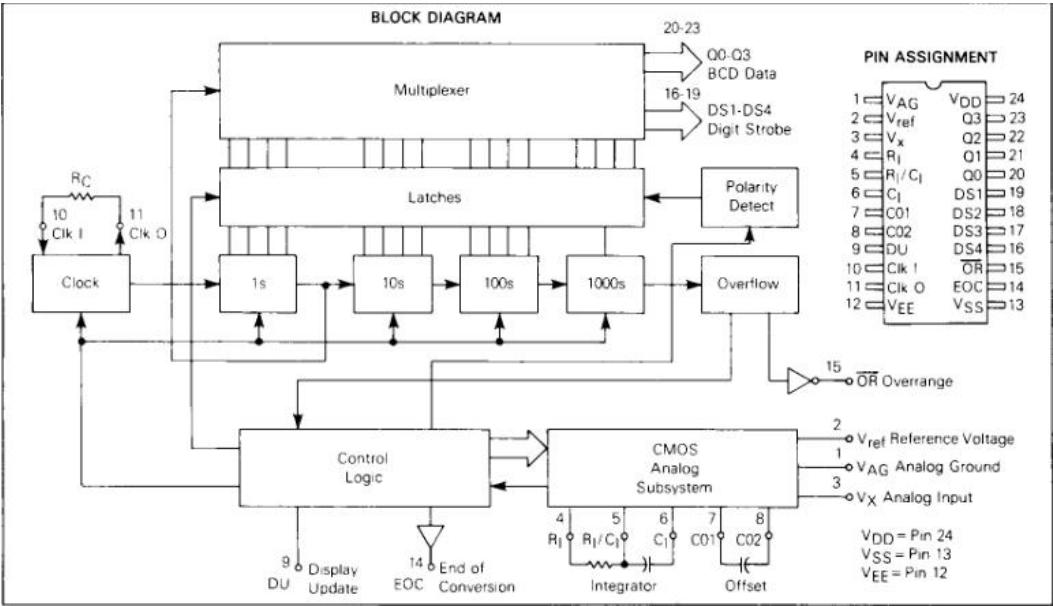


图 1.一种 DIP 封装外形图（单位：mm）

二、 实验电路

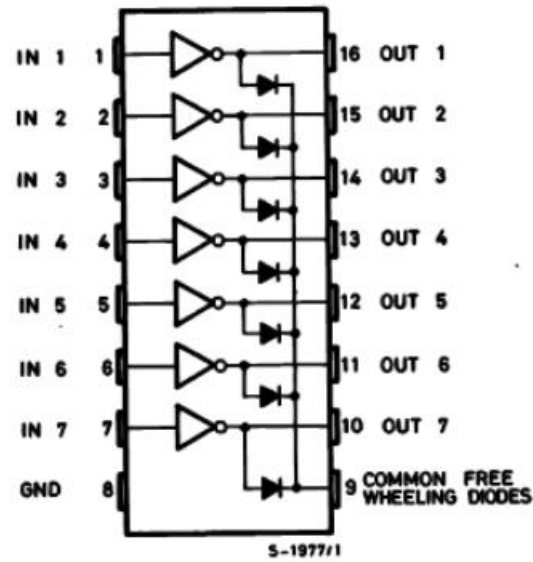
2.1 MC14433 芯片

MC14433 芯片具有外接元件少，输入阻抗高，功耗低，电源电压范围宽，精度高等特点，并且具有自动校零和自动极性转换功能，只要外接少量的阻容件即可构成一个完整的 A/D 转换器，其主要架构与引脚图如下：



2. 2 ULN2003A 芯片

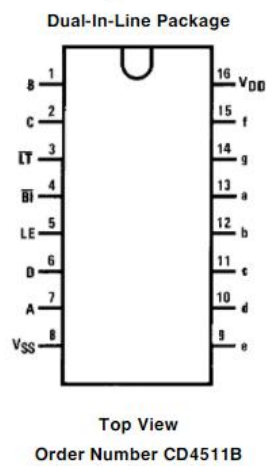
ULN2003 是高耐压、大电流复合晶体管阵列，用于替代 MC1413。在本实验中用于做驱动。并且本芯片不需要接入电源，但要注意与其他芯片共地。



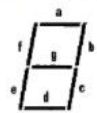
2. 3 CD4511 芯片

CD4511 芯片是 7 段译码器，用于驱动共阴 LED 显示器。具有 BCD 转换、消隐和锁存控制、七段译码和驱动等功能。

Connection Diagram



Segment Identification



Truth Table

Inputs							Outputs							
LE	BI	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Display
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	B
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
1	1	1	X	X	X	X				*				*

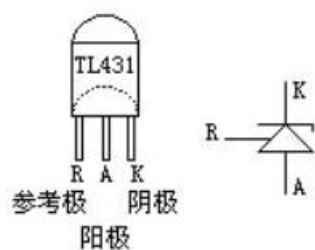
X = Don't Care  
\*Depends upon the BCD code applied during the 0 to 1 transition of LE.

Display



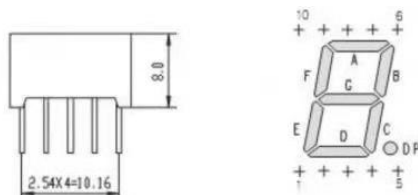
## 2.4 TL431 芯片

TL431 芯片是一个具有良好热稳定性能的三端可调分流基准源，在实际应用中常用作齐纳二极管，做稳压电路使用。

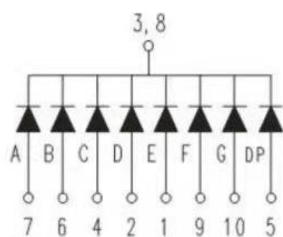


## 2.5 7 段共阴数码管

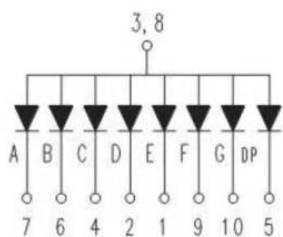
本实验采用共阴数码管，3 和 8 引脚接在一起，用作数码管使能控制端。



图一



图二 (共阴)



图三 (共阳)

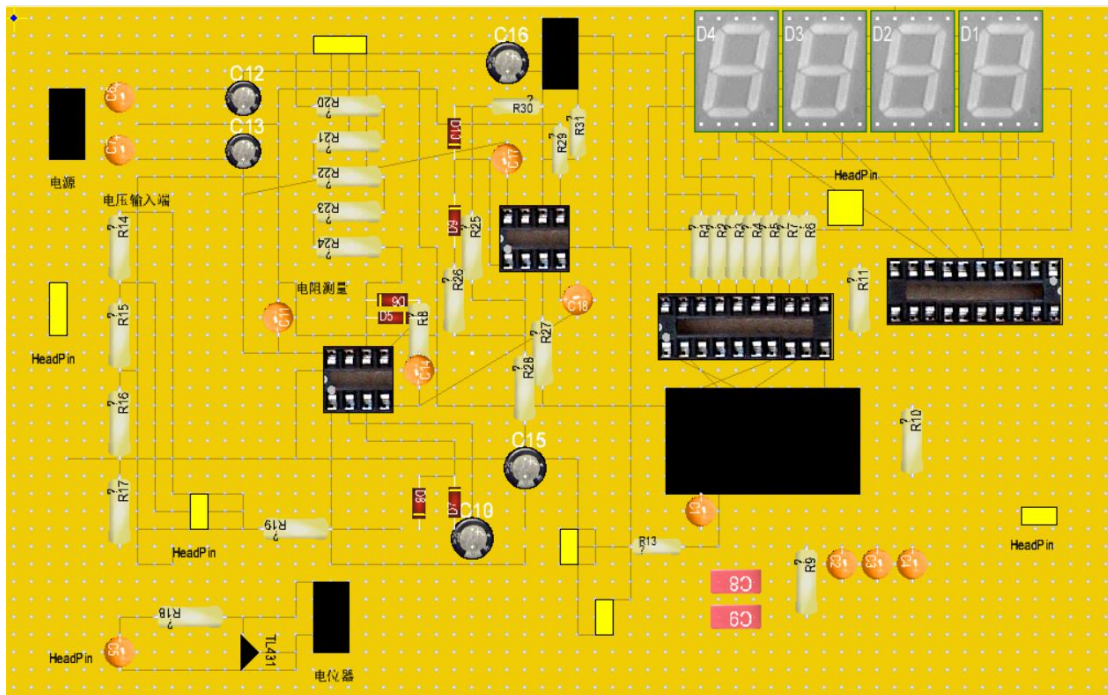
### 三、 电路布线与焊接

#### 3.1 元件布线

我在规划元件摆放的时候主要由以下原则：1) 数字部分与模拟部分尽量分开。2) 元件间布线尽量减少交叉。3) 模拟地与数字地除在 AD 附近相连，其他地方分开。

在布线过程中，模拟电路部分布线交叉比较少，而且飞线用的也较少，但在数字部分飞线就增加了许多，尤其是数位管部分飞线较多，焊接难度较大。

参考其他同学布线设计后，我认为电路可以有以下改进的地方：1) 电源应在电路中间的部分。因为大部分芯片都需要接入电源，位于中间可以减少飞线。2) 数位管位置应预留更多空位。数位管位于电路一角导致只能使用飞线连接。



#### 3.2 电路焊接

元器件的焊接难度最大的是对元器件的固定。由于焊接时必须将洞洞板倒置，因此焊接过程中元器件固定也是个问题，我使用镊子按着，但难免会有固定不稳的问题，因此如果电路板元器件和焊锡面在同一面将会降低焊接难度。

焊接过程要用电烙铁加热焊盘，然后缓慢送锡。若是锡条直接接触电烙铁，可能会导致锡只会熔化，而不会焊在焊盘上。正常焊接的焊点呈圆锥形，若是缺了一部分有可能导致接触不良、假焊等情况发生。

本次电路走线采用拖焊与飞线混合的方式走线。拖焊需要将要连接的焊盘，先焊上锡，再两个锡点中间送锡。尤为注意的是连接两点时只能让一个锡点处于液态，否则不能将两个锡点连在一起。

### 四、 数据测量和处理

#### 4.1 直流电压测量

实际值	测量值	相对误差	量程
1.499V	1.496 V	0.001	2V
-0.602V	-0.602V	0.000	
-1.021V	-1.019V	0.002	
5.02V	4.92V	0.019	20V
-4.99V	-4.89V	0.020	
12.05V	11.74V	0.025	
5.03V	4.86V	0.033	200V
12.09V	11.78V	0.025	
14.99V	14.68V	0.020	

#### 4. 2 交流电压测量

实际值	测量值	相对误差	量程
1.078V	1.076 V	0.001	2V
-0.502V	-0.498V	0.002	
-1.021V	-1.018V	0.001	
5.52V	5.41V	0.021	20V
-5.49V	-5.34V	0.018	
7.35V	7.14V	0.017	
7.35V	7.10V	0.024	200V
5.09V	11.78V	0.029	
14.99V	14.68V	0.030	

#### 4. 3 电阻测量

实际值	测量值	相对误差	量程
0.498	0.492	0.014	2k
0.998	0.992	0.006	
9.97	9.94	0.003	20k
4.99	4.95	0.008	
90.8	90.3	0.005	200k
46.9	46.7	0.004	
465	464	0.002	2M
1800	1794	0.003	

## 五、 误差分析

- 电阻分压电路因为电阻精度不够产生误差。
- 运算放大器是否表现为理想运放特性，即正相、反相输入端是否为零。
- 电路走线过程是否产生较大电阻，芯片引脚不稳以及导线虚焊、短路都会严重影响电路正常工作。

## 六、 心得体会

### 6.1 故障排查

在电路一开始上电时，我发现显示电路一直在跳动，并且跳动很有规律，因此我猜测电路 AD 转换模块工作频率不正常，在重新检查电路后我发现 MC14433 芯片的共地端焊接出现问题，我重新将数字地与模拟地接好，发现芯片正常工作，显示电路也正常显示。

在调整电阻测量电路的过程中，我发现电阻测量值与实际值相差很大，一开始我以为是基准电压问题，我重新检查电路后，发现我将 100k $\Omega$  的保护电阻接入测量电路，导致测量电路比例系数有误，重新接线后电阻测量基本没问题，而且误差在允许的范围内。

同时在帮助同学的过程中，也有一个很有意思的故障。一位同学的板子出现某个量程电阻测量值误差很大的情况，大量程测小电阻的误差很大，起初我们以为是电阻测量电路有问题，在更换电阻、芯片以及重新焊接后都没有解决故障，后来我们和老师顺着电路查看，发现是由于接入基准电压时滤波电路没有接好，只接了滤波电容而没有接滤波电阻。其实在之前也有很奇怪的现象，每次只有短接了接线帽，电压测量值才能精准显示，当时我们不以为意，实际上将接线帽短接就是将滤波电容接地，把电容累积的电荷放电，电路才能正常工作。当发现滤波电路的问题后，我们将先前的奇怪问题也一并解决了。

### 6.2 心得与收获

- 电路是一个整体，电路部分功能出现问题可能原因是先前电路不稳而导致，在排查故障的过程中一定要跟随信号检测。
- 在排除故障的过程中要合理使用仪器，示波器与万用表的欧姆档是很好检测电路故障的仪器。
- 在排除故障过程要熟悉电路，确保了解电路某部分正常工作情况。