

一.电阻(R)

电阻器（Resistor），对电流产生阻碍作用的电子元件，是一个限流元件。同时是电子电路中应用数量最多的元件。电阻器在电路中主要用来调节和稳定电流与电压，可作为分流器和分压器，也可作电路匹配负载。根据电路要求,还可用于放大电路的负反馈或正反馈、电压-电流转换、输入过载时的电压或电流保护元件，又可组成 RC 电路作为振荡、滤波、旁路、微分、积分和时间常数元件等。

常用单位：欧姆（ Ω ），千欧（ $k\Omega$ ），兆欧（ $M\Omega$ ），吉欧（ $G\Omega$ ）、太欧（ $T\Omega$ ）

$1 k\Omega = 10^3 \Omega$

分类：

1. 按阻值特性分为固定电阻、可变电阻、特种电阻。

阻值不能改变的称为固定电阻器。阻值可变的称为电位器或可变电阻器。

2. 按制造材料：碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻、无感电阻、薄膜电阻、水泥电阻等等。

底色通常为米色电阻是碳膜电阻；底色通常为天蓝色电阻是金属膜电阻



电阻器标识：

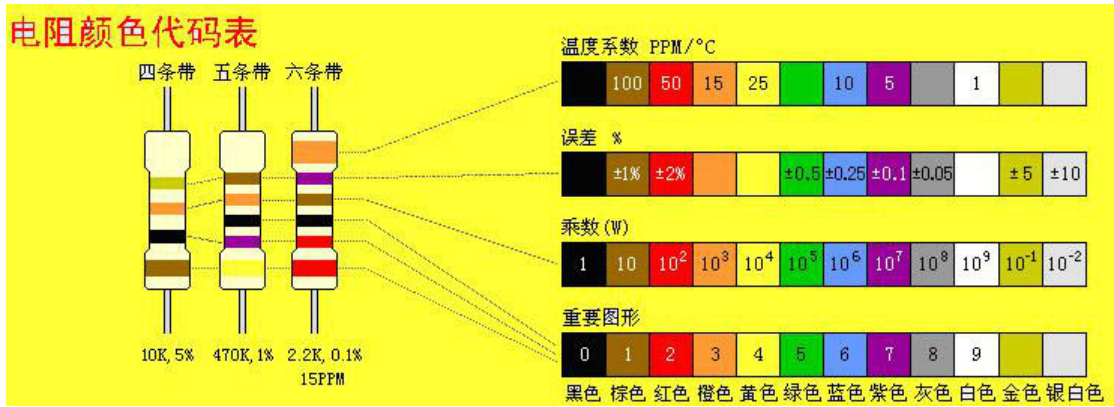
1. 数字索位标称法(一般矩形片状电阻采用这种标称法)

数字索位标称法就是在电阻体上用三位数字来标明其阻值。

它的第一位和第二位为有效数字，第三位表示在有效数字后面所加“0”的个数。这一位不会出现字母。例如：“472”表示“4700 Ω ”；“151”表示“150”。

如果是小数，则用“R”表示“小数点”，并占用一位有效数字，其余两位是有效数字。
例如：“2R4”表示“2.4Ω”；“R15”表示“0.15Ω”。

2.色环标识法



使用注意事项：

电阻在使用前要进行检查，检查其性能好坏就是测量实际阻值与标称值是否相符，误差是否在允许范围之内。方法就是用万用表的电阻档进行测量。

测量时要注意：

- 1、要根据被测电阻值确定量程，使指针指示在刻度线的中间一段，这样便于观察。
- 2、确定电阻档量程后，要进行调零，方法是两表笔短路（直接相碰），调节“调零”电器使指针准确的指在Ω刻度线的“0”上，然后再测电阻的阻值。另外，还要注意人手不要碰电阻两端或接触表笔的金属部分。否则会引起测试误差。
- 3、不能带电情况下用万用表电阻挡检测电路中电阻器的阻值。在线检测应首先断电，再将电阻从电路中断开出来，然后进行测量。

用万用表测出的电阻值接近标称值，就可以认为基本上质量是好的，如果相差太多或根本不通，就是坏的。

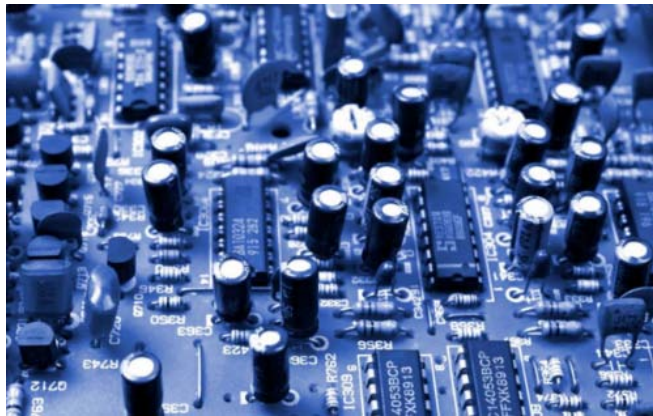
二.电容(C)

电容器（Capacitor），容纳电荷的器件。电容器必须在外加电压的作用下才能储存电荷。

国际上统一规定，给电容器外加 1 伏特直流电压时，它所能储存的电荷量，为该电容器的电容量（即单位电压下的电量），用字母C表示。电容量的基本单位为法拉（F）。在 1 伏特直流电压作用下，如果电容器储存的电荷为 1 库仑，电容量就被定为 1 法拉，法拉用符号F表示， $1F=1Q/V$ 。在实际应用中，电容器的电容量往往比 1 法拉小得多，常用较小的单位，如毫法（mF）、微法（ μF ）、纳法（nF）、皮法(pF)等，它们的关系是：

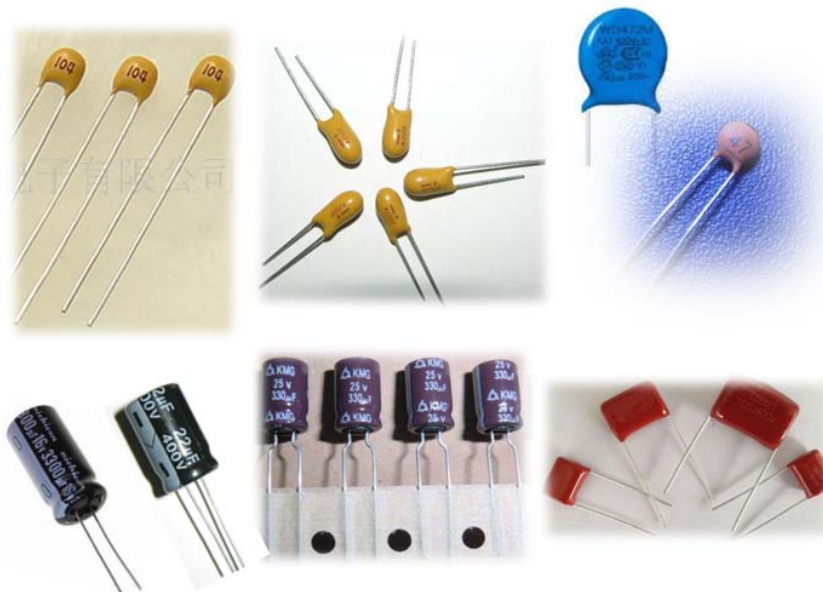
$1F（法拉）=1000 mF（毫法）=10^6 \mu F（微法）=10^9 nF（纳法）=10^{12} pF（皮法）。$

电容器的作用主要有：耦合、滤波、退藕、高频消振、谐振、旁路、积分、微分、分频、补偿等作用。



分类：

当前常见的电容器可以分为五大类：云母电容器、陶瓷电容器、薄膜电容器、电解电容器、可调电容器。最常用的电解电容器有铝电解电容器和钽电解电容器。



电容器标识:

1. 直标法

用数字和单位符号直接标出。如 $1\mu\text{F}$ 表示 1 微法，有些电容用“R”表示小数点，如 R56 表示 0.56 微法。

2. 文字符号法

用数字和文字符号有规律的组合来表示容量。如 p10 表示 0.1pF 、1p0 表示 1pF 、6P8 表示 6.8pF 、2u2 表示 $2.2\mu\text{F}$ 。

3. 色标法

用色环或色点表示电容器的主要参数。电容器的色标法与电阻相同。

4. 数学计数法: 数学计数法一般是三位数字，第一位和第二位数字为有效数字，第三位数字为倍数。

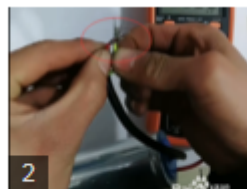
使用注意事项:

1. 电解电容正负不可接错，若反接可能会引起爆炸。

2. 固定电容器的检测方法



1 将万用表打到标有F的电容挡上



2 将被测电容两极短接进行放电。



3 将万用表表笔与电容两端连接。



4 读取测量数值

- 将万用表打到电容档 F
- 将被测电容两级短接进行放电
- 将万用表表笔与电容两端连接
- 读取测量数值
- 与被测电容标称值进行比较

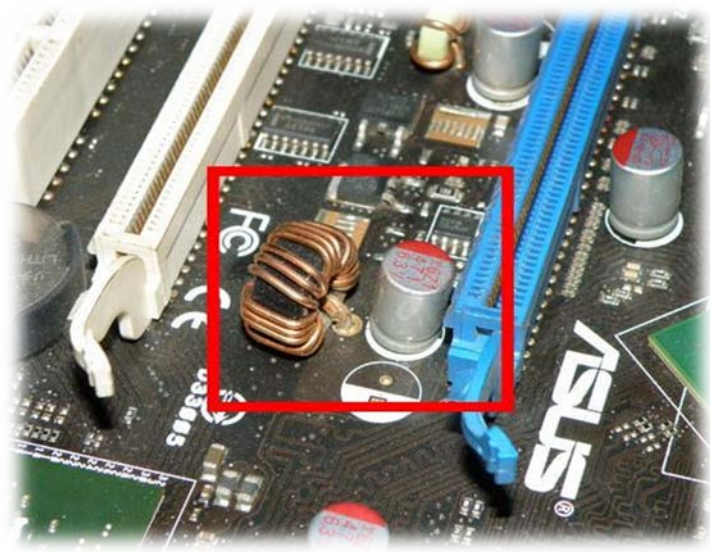
三.电感

电感器(Inductor)，阻止电流的变化，是能够把电能转化为磁能而存储起来的元件。

如果电路中电流每秒变化 1 安培，则会产生 1 伏特的感应电动势，此时电感定义为 1 亨利。由于电感是由美国的科学家约瑟夫·亨利发现的，所以电感的单位就是“亨利”。电感线圈的电感量 L 的大小，主要取决于线圈的圈数、结构及绕制方法等因素。

电感单位: 亨(H)、毫亨 (mH)、微亨 (μH)、纳亨 (nH)，他们的换算关系为: 1H=1000mH=10⁶μH=10⁹nH。

电感器在电路中主要起到滤波、振荡、延迟、陷波等作用，还有筛选信号、过滤噪声、稳定电流及抑制电磁波干扰等作用。电感在电路最常见的作用就是与电容一起，组成 LC 滤波电路。



分类:

1. 自感器和互感器

由单一线圈组成的电感器称为自感。当线圈中有电流通过时候，线圈的周围就会产生磁场。当线圈中电流发生变化时，其周围的磁场也产生相应的变化，此变化的磁场可使线圈自身产生感应电动势，这就是自感。

两个电感线圈相互靠近时，一个电感线圈的磁场变化将影响另一个电感线圈，这种影响就是互感。互感的大小取决于电感线圈的自感与两个电感线圈耦合的程度，利用此原理制成的元件叫做互感器。

2.一般电感和精密电感

| | 精密电感 | | | 一般电感 | | |
|----|------|----|----|------|-----|-----|
| 符号 | F | G | J | K | L | M |
| 误差 | 1% | 2% | 5% | 10% | 15% | 20% |

如 100M 即为 10nH 误差 20%

3. 按照外形，电感器可分为空心电感器(空心线圈)与实心电感器(实心线圈)。按照电感量，可分为固定电感器和可调电感器。按封装形式，可分为普通电感器、色环电感器、环氧树脂电感器、贴片电感器等。



四.二极管

二极管，（英语：Diode），一种具有两个电极的装置，最常用的电子元件之一，它最大的特性就是单向导电，也就是在电路中，电流只能从二极管的正极流入，负极流出。

二极管的作用有整流电路，检波电路，稳压电路，各种调制电路，主要都是由二极管来构成的。

分类：

1. 按所用半导体材料可分为锗二极管和硅二极管。
2. 按作用可分为：整流二极管（如 1N4004）、隔离二极管（如 1N4148）、肖特基二极管（如 BAT85）、发光二极管、稳压二极管等。
3. 按管芯结构可分为点接触性二极管、面接触性二极管及平面型二极管。



二极管识别：

小功率二极管的N极（负极），在二极管外表大多采用一种色圈标出来，有些二极管也用二极管专用符号来表示P极（正极）或N极（负极），也有采用符号标志为“P”、“N”来确定二极管极性的。发光二极管的正负极可从[引脚](#)长短来识别，长脚为正，短脚为负。

使用注意事项：

1. 正向偏置：在电路中，将二极管的正极接在高电位端，负极接在低电位端，当正向压降达到阈值电压时二极管就会导通。硅二极管的正向导通压降约为 $0.6\sim 0.8V$ ，锗二极管的正向导通压降约为 $0.2\sim 0.3V$ 。
2. 反向偏置：在电路中，将二极管的正极接在低电位端，负极接在高电位端，二极管处于截止状态。
3. 普通二极管的检测（包括检波二极管、整流二极管、阻尼二极管、开关二极管、续流二极管）是由一个 PN 结构成的半导体器件，具有单向导电特性。通过用万用表检测其正、反向电阻值，可以判别出二极管的电极，还可估测出二极管是否损坏。向电阻越小越好，反向电阻越大越好。正、反向电阻值相差越悬殊，说明二极管的单向导电特性越好。若测得二极管的正、反向电阻值均接近 0 或阻值较小，则说明该二极管内部已击穿短路或漏电损坏。若测得二极管的正、反向电阻值均为无穷大，则说明该二极管已开路损坏。

五.三极管

三极管，（英语：Transistor），全称应为半导体三极管，也称双极型晶体管、晶体三极管，是一种控制电流的半导体器件。三极管是半导体基本元器件之一，具有电流放大作用，实质是三极管能以基极电流微小的变化量来控制集电极电流较大的变化量，是电子电路的核心元件。

三极管是在一块半导体基片上制作两个相距很近的 PN 结，两个 PN 结把整块半导体分成三部分，中间部分是基区，两侧部分是发射区和集电区。

三极管主要用于放大电路中起放大作用。

工作状态：

截止状态，饱和状态，放大状态。

分类：

1.根据其排列方式，分为 PNP 和 NPN 两种

常用的 PNP 型三极管有：9012、9015 等型号；NPN 型三极管有：9011、9012、9013、9014、9018、3DG6 等型号

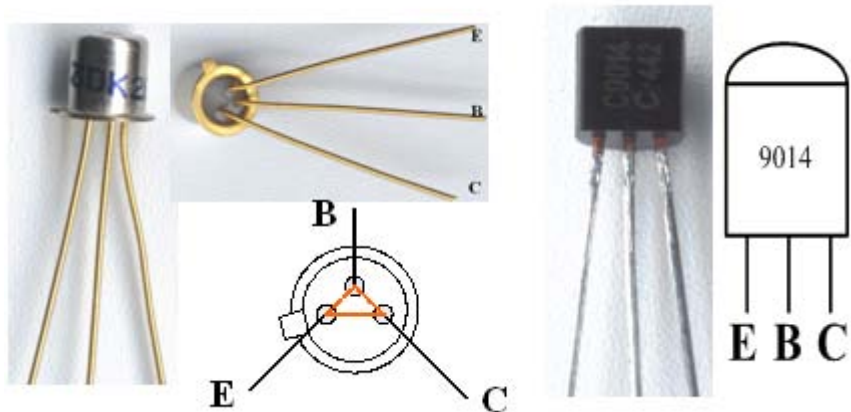
2. 按材料分有两种：锗管和硅管



使用注意事项：

1. 三个引脚识别：

常用晶体三极管的封装形式有金属封装和塑料封装两大类，引脚的排列方式具有一定的规律。对于小功率金属封装三极管（如下左图 3DK2），按底视图位置放置，使其三个引脚构成等腰三角形的顶点向上，从左到右依次为 E、B、C；对于中小功率塑料封装三极管（如下右图 9014），使其平面朝向自己，三个引脚朝下放置，从左向右依次为 E、B、C。



2. 三极管基极判别:

具体方法是将多用电表调至电阻挡的 $R \times 1k$ 挡, 先用红表笔放在三极管的一只脚上, 用黑表笔去碰三极管的另两只脚, 如果两次全通, 则红表笔所放的脚就是三极管的基极。如果一次没找到, 则红表笔换到三极管的另一个脚, 再测两次; 如还没找到, 则红表笔再换一下, 再测两次。如果还没找到, 则改用黑表笔放在三极管的一个脚上, 用红表笔去测两次看是否全通, 若一次没成功再换。这样最多量 12 次, 总可以找到基极。

3. 定管型:

找出三极管的基极后, 我们就可以根据基极与另外两个电极之间 PN 结的方向来确定管子的导电类型。将万用表的黑表笔接触基极, 红表笔接触另外两个电极中的任一电极, 若表头指针偏转角度很大, 则说明被测三极管为 NPN 型管; 若表头指针偏转角度很小, 则被测管即为 PNP 型。

六.集成运算放大器

集成运算放大器（Integrated Operational Amplifier）简称集成运放，是由多级直接耦合放大电路组成的高增益模拟集成电路。集成运放作为通用性很强的有源器件，它不仅可以用于信号的运算、处理、变换和测量还可以用来产生正弦或非正弦信号。

集成运放的组成：



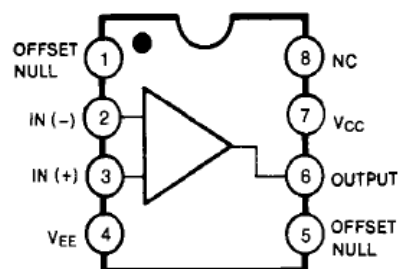
1. 偏置电路：为各级电路提高稳定合适的偏置电流，并使整个运放的静态工作点稳定且功耗较小。
2. 输入级：具有与输出同相和反相的两个输入端，较高的输入电阻和抑制干扰及零漂的能力。
3. 中间级：主要进行电压放大，具有很高的电压增益。
4. 输出级：为负载提供足够的电压和电流，具有很小的输出电阻和较大的动态范围。

集成运放的主要应用：

1. 完成比例、求和、积分、微分、对数、反对数、乘法等数学运算。
2. 信号处理。
3. 波形产生。
4. 信号测量。

常用的集成运放：

1. $\mu A741$ ：通用集成运放，双列直插式封装，8 个引脚。

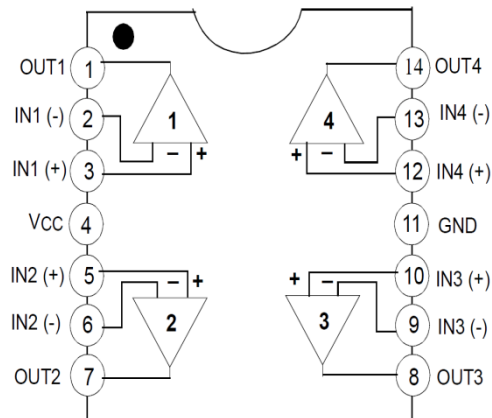


- 1 和 5 位偏置（调零端）
- 2 为正向输入端
- 3 为反向输入端
- 6 为输出

- 4 接负电源
- 7 接正电源
- 8 空脚

μA741 采用双电源供电方式，7 接正电源组的正极，4 接负电源组的负极，切忌不能接错。

2.LM324：四运算放大器，采用 14 脚双列直插塑料封装，外形如图所示。它的内部包含四组形式完全相同的运算放大器，除电源共用外，四组运放相互独立。



使用注意事项：

1、集成运放的电源供给方式

集成运放有两个电源接线端+VCC 和-VEE，但有不同的电源供给方式。对于不同的电源供给方式，对输入信号的要求是不同的。

（1）对称双电源供电方式

运算放大器多采用这种方式供电。相对于公共端（地）的正电源（+E）与负电源（-E）分别接于运放的+VCC 和-VEE 管脚上。在这种方式下，可把信号源直接接到运放的输入脚上，而输出电压的振幅可达正负对称电源电压。

（2）单电源供电方式

单电源供电是将运放的-VEE 管脚连接到地上。此时为了保证运放内部单元电路具有合适的静态工作点，在运放输入端一定要加入一直流电位。此时运放的输出是在某一直流电位基础上随输入信号变化。对于交流放大器，静态时，运算放大器的输出电压近似为 $V_{CC}/2$ ，为了隔离掉输出中的直流成分接入电容 C3。

2、集成运放的调零问题

由于集成运放的输入失调电压和输入失调电流的影响，当运算放大器组成的线性电路输入信号为零时，输出往往不等于零。为了提高电路的运算精度，要求对失调电压和失调电流造成的误差进行补偿，这就是运算放大器的调零。常用的调零方法有内部调零和外部调零，而对于没有内部调零端子的集成运放，要采用外部调零方法。

七.TTL/CMOS 数字集成电路

数字集成电路产品的种类很多，若按电路结构来分，可分成 TTL 和 MOS 两大系列。
TTL（Transistor-Transistor Logic）**数字集成电路**以双极型晶体管为开关元件，所以又称双极型集成电路。双极型数字集成电路是利用电子和空穴两种不同极性的载流子进行电传导的器件。
CMOS（互补型金属氧化物半导体电路 Complementary Metal-Oxide-Semiconductor）**数字集成电路**由绝缘场效应晶体管组成，由于只有一种载流子，因而是一种单极型晶体管集成电路。

集成电路规范：

1. TTL 器件

5400/7400 系列是主流的通用器件。7400 系列为民用品，而 5400 系列为军用器件，两者之间的差别仅在温度范围。

TTL 集成器件分八大类，如下表所示。

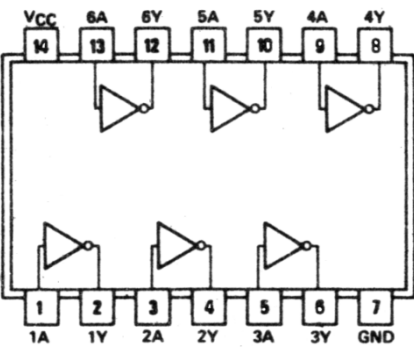
| 种类 | 字头 | 举例 |
|--------------|-------|------------------|
| 标准 TTL | 74- | 7420,74193 |
| 高速 TTL | 74H- | 74H20,74H193 |
| 低功耗 TTL | 74L- | 74L20,74L193 |
| 肖特基 TTL | 74S- | 74S20,74S193 |
| 低功耗肖特基 TTL | 74LS- | 74LS20,74LS193 |
| 先进肖特基 TTL | 74AS | 74AS20,74AS193 |
| 先进低功耗肖特基 TTL | 74ALS | 74ALS20,74ALS193 |
| | 74F | 74F20,74F193 |

2. CMOS 器件

4000 系列、40000 系列为互补场效应管系列；
54/74HC，54/74HCT 系列为高速 CMOS 电路，后者与 TTL 兼容。

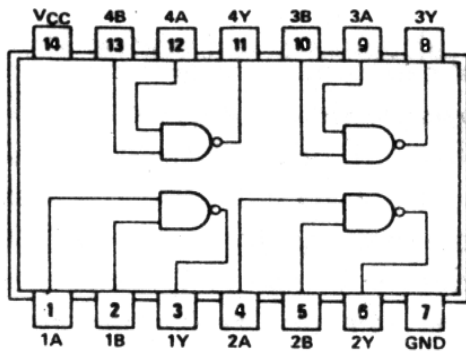
常用数字集成电路：

1. 反相器

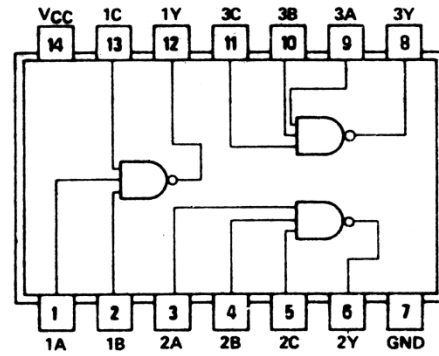


74LS04 六反相器

2. 与非门

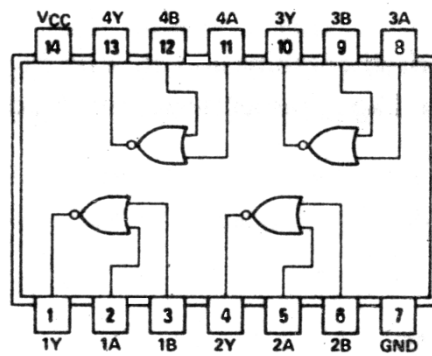


74LS00 二输入四与非门



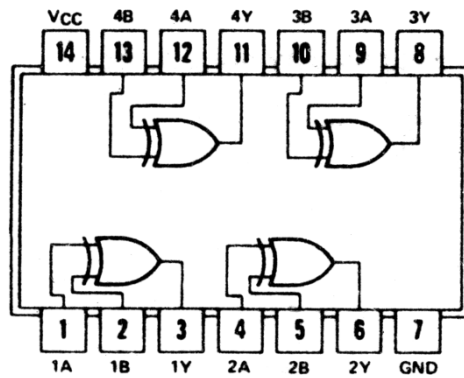
74LS10 三输入三与非门

3. 或非门



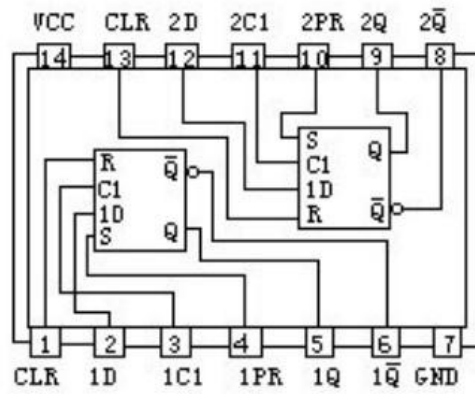
74LS02/74LS28 二输入四或非门

4. 异或门



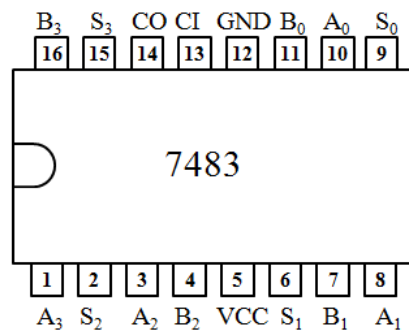
74LS86 二输入四异或门

5. 触发器



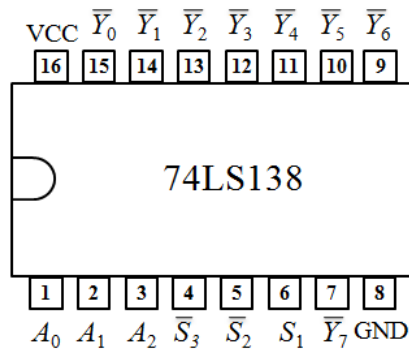
7474 双上升沿 D 触发器

6. 算术运算器

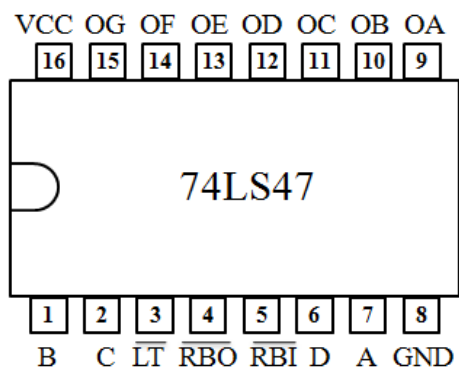


7483 4 位二进制全加器

7. 译码器

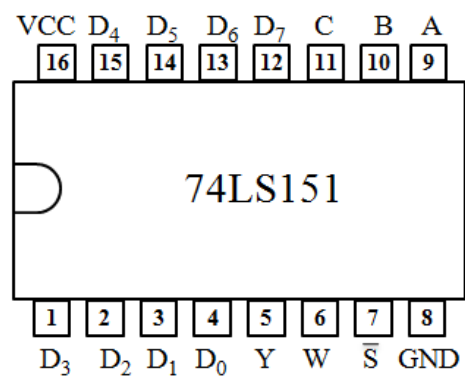


74138 3-8 译码器/数据分配器

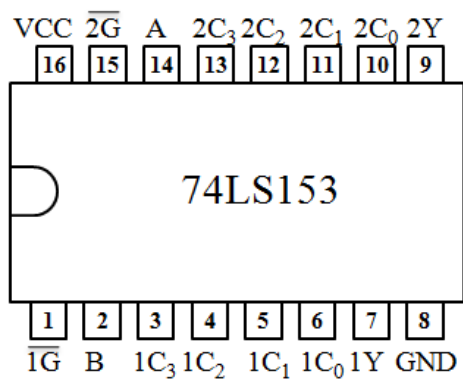


7447 BCD-7 段译码驱动器（低电平输出）

8. 数据选择器

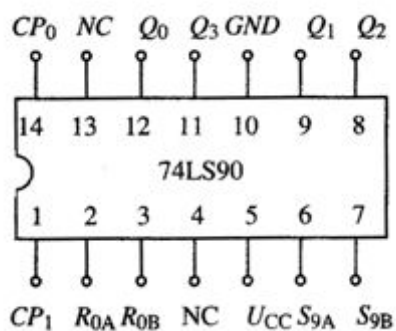


74151 8 选 1 数据选择器（选通输入、互补输出）

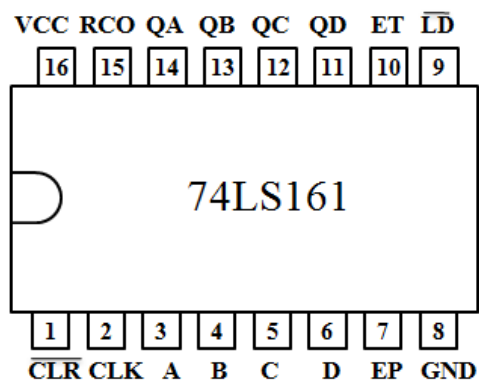


74153 双 4 选 1 数据选择器（选通输入）

9. 计数器



7490 十进制异步计数器（异步清零、置9）



74161 4 位二进制计数器（异步清零、同步预置）

74160 十进制计数器（异步清零、同步预置）

使用注意事项：

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、地、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：

DIP 封装集成电路：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，从左下角起，按逆时针方向数，依次为 1,2,3.....

电路中，电源端 Vcc 一般排列在最左端，接地端一般排在右下端，对于 14 引脚芯片，14 脚为 Vcc，7 脚为 GND。

八.CPLD/FPGA 器件

CPLD(Complex Programmable Logic Device)复杂可编程逻辑器件，是一种用户根据各自需要而自行构造逻辑功能的数字集成电路。其基本设计方法是借助集成开发软件平台，用原理图、硬件描述语言等方法，生成相应的目标文件，通过下载电缆（“在系统”编程）将代码传送到目标芯片中，实现设计的数字系统。常用的如 Altera 的 MAX7000S 系列、Lattice 的 ispLSI 系列、Xilinx 的 XC9500 系列和 Lattice(原 Vantis)的 Mach 系列等。

FPGA（Field Programmable Gate Array）现场可编程逻辑门阵列，属于专用集成电路中的一种半定制电路，常用的如 Altera 的 Cyclone、Xilinx 的 SPARTAN 系列等。

设计语言

常用的语言有 Verilog HDL 和 VHDL

平台

Quartus_II 软件是由 Altera 公司开发的完整多平台设计环境，能满足各种 FPGA，CPLD 的设计需要，是片上可编程系统设计的综合性环境

常用 FPGA:



EP2C5T144C8

EP2C: Cyclone II 系

5: 5k 个逻辑单元;

T: TQFP 封装;

144: 144 脚;

C: 工作温度-商业级 Commercial, 也就是 0~85℃;

8: 速度等级, 8ns (最慢);

使用注意事项:

注意引脚分配时可用 I/O 引脚数量为 89。

不能带电插拔器件。插拔器件、连接或安装线路只能在关断电源的情况下进行。