

编者按 随着电子技术的发展, 数字电路的应用日益广泛。本刊应读者要求, 从本期起, 在《学习与思考》栏里陆续介绍数字电路的基本知识和应用实例, 并在每篇文后附有思考题, 供读者学习与思考。

一、什么是数字电路

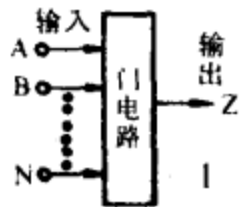
在近代电子设备中, 通常将电路分为模拟电路和数字电路两类。前者涉及的是模拟信号, 即连续变化的物理量, 例如正弦波电压; 后者涉及的是数字信号, 即断续变化的物理量, 它在时间上及数值上都是不连续的。例如三极管从截止到饱和反复转换的过程中, 会产生一连串脉冲, 这就是数字信号。一般将用来传输、控制或变换数字信号的电子电路称为数字电路。

数字电路通常只有两种工作状态, 输出高电位或低电位 (这里的电位也可以称为“电平”), 一般

情况下, 对于正逻辑来说, 高电平用“1”表示, 低电平用“0”表示, 而不再说电位的具体数值。数字电路可以用分立元件或集成电路组成。本文以分立元件的门电路引出概念, 后续内容均以集成电路为主介绍其应用及实例。

二、二极管“与”门电路

“门电路”的概念是由日常生活中的“门”演变而来的。“门”有“开”和“关”两种可能性, 而且是在一定条件下实现的。“门电路”是具有多个输入端和一个输出端的逻辑电路, 它按一定条件控制信号的通过 (见图1)。最基本的门电路有



三种: “与”门、“或”门和“非”门。

“与”字是“和”的意思, 例如植物的生长条件要有光“和”水“和”肥等, 缺一不可, 它们是“与”的关系。又如图2(a)电路, K_1 是电源总开关, K_2 是房间里的分开关, 共同控制一个电灯, 只有 K_1 、 K_2 都合上时, 灯才会亮, 否则不亮, 这就是“与”的逻辑关系。这种因果关系可以归纳为: “只有当决定一件事情的各种条件全都满足之后, 这件事情才能发生。”

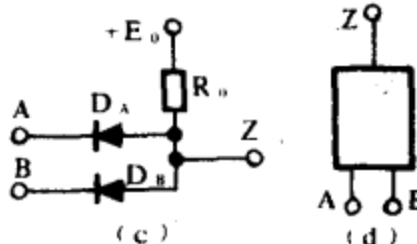
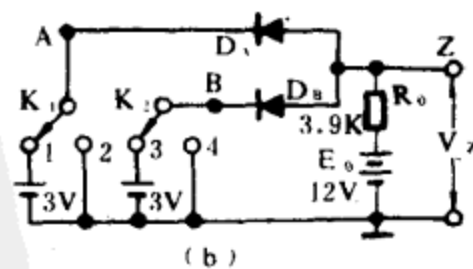
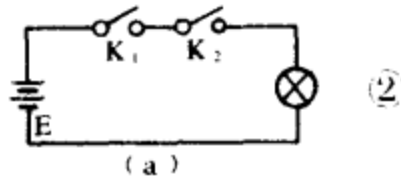


图2(b) 是用二极管组成的“与”门电路, 它可能有四种工作情况 (忽略二极管的导通压降):

① K_1 置2位, $V_A = 0V$; K_2 置4位, $V_B = 0V$ —— D_A 、 D_B 均导通, $V_Z = 0V$;

② K_1 置1位, $V_A = 3V$; K_2 置4位, $V_B = 0V$ —— D_B 优先导通, 使 $V_Z = 0V$; 这时 D_A 承受反向电压而截止, 它把 V_A 高电平 (3V) 与输出端隔离开来。

③ K_1 置2位, $V_A = 0V$; K_2 置3位, $V_B = 3V$ —— $V_Z = 0V$;

④ K_1 置1位, $V_A = 3V$; K_2 置3位, $V_B = 3V$ —— $V_Z = 3V$ 。

这四种情况列成表1。若以“1”表示高电平, “0”表示低电平, 则可列表2。一般将这种

表1

输入		输出
V_A	V_B	V_Z
0V	0V	0V
3V	0V	0V
0V	3V	0V
3V	3V	3V

表2

A	B	Z
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

用“1”和“0”表示各种可能发生的逻辑关系的表格称为“真值表”。

由上述可见, 只有全部的输入端都是高电平时, 输出端才是高电平; 只要其中一个是低电平, 输出端就是低电平。这就是与门电路的特点。由表2明显看出, 只有 $A = 1$, $B = 1$ 时才有 $Z = 1$, 否则 Z 为“0”。这个关系也可以用逻辑式 $Z = A \cdot B$ (读作“A 与 B”) 来表示。它说明当 $A = 1$ 时, Z 的状态就由 B 决定, 因此我们可以用 A 作控制端, B 连接信号输入端。当 $A = 1$ 时, 门打开, 信号 B 被传输; 而当 $A = 0$ 时, Z 总是“0”, B 的信号进不去, 表示门封锁。图2(c) 是(b)图的简化形式, 图中“地”端没有标出, 电源 E_0 及各输入端分别用一个端子表示。图2(d) 是与门电路的逻辑符号。



三、二极管“或”门电路

“或”就是“或者”的意思，例如人吃的食品，“或”吃米饭，“或”吃面包，有其中一种或两种全有都能解决吃的问题。对于电路，见图3(a)，用并联的两个开关 K_1 、 K_2 来控制一个灯，只要有一个开关合上，灯就可以亮，即合上 K_1 或 K_2 或同时合上 K_1 、 K_2 ，灯都亮，这就是“或”的逻辑关系。这种因果关系可以归纳为：“在决定一件事情的各种条件中，只要有一个条件或几个条件具备，这件事情就会发生。”

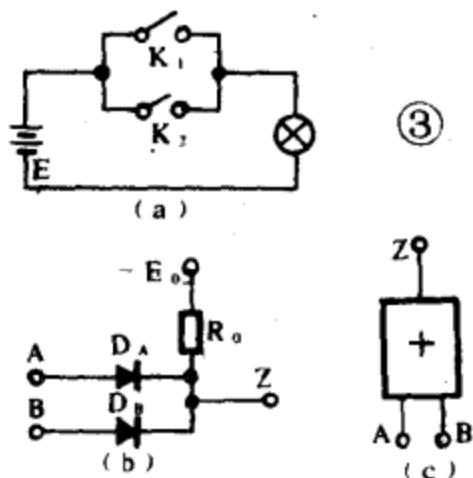


图3(b)是用二极管组成的或门电路的简化形式，它也有四种工作情况。其真值表如表3所列。从表中可知，只要有一个输入端是高电平时，输出端就是高电平，即或门电路的规律。这种关系的逻辑式为 $Z = A + B$ (读作“ A 或 B ”)。图3(c)是或门电路的逻辑符号。

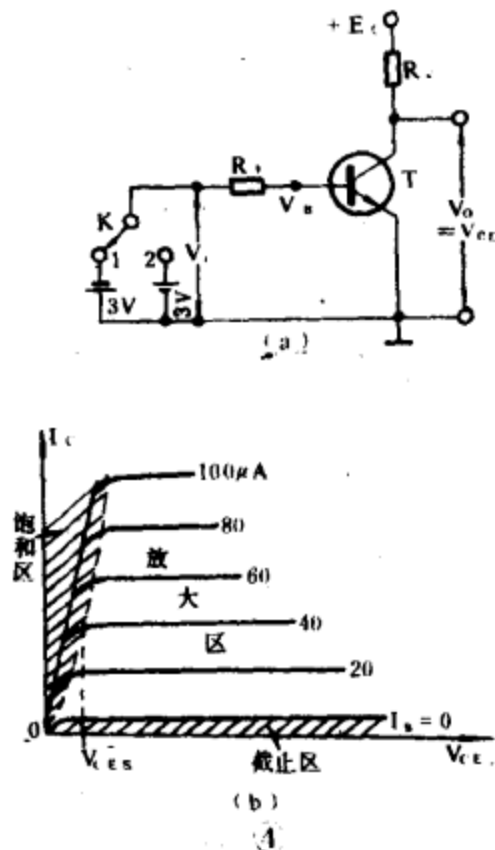
表 3

A	B	Z
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

四、三极管的开关特性

本刊1981年11期讲过三极管的特性曲线，它有三个工作区：截止区、放大区及饱和区，见图4(b)。设图4(a)中 T 为硅管，令开关 K 置1位使输入电压 $V_i = -3V$ ，经 R_0 后， $V_B < 0.5V$ ($0.5V$ 是死区电压)时， $I_B = 0$ ， $I_C \approx 0$ ，三极管处于

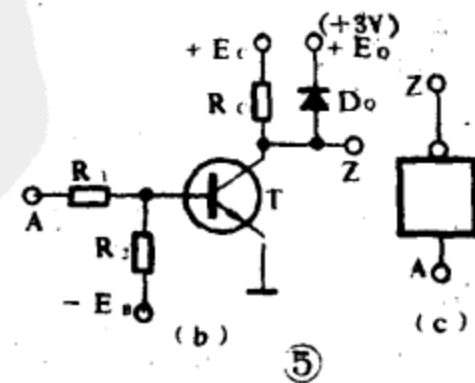
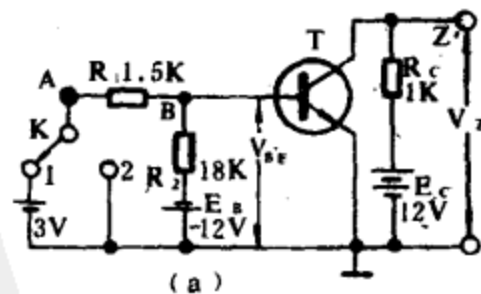
截止状态。因 $I_C \approx 0$ ， $I_C R_C \approx 0V$ ，所以 $V_{CE} \approx E_C$ ，即输出电压 $V_O = V_{CE} \approx E_C$ ，为高电平；当 K 置2位时， $V_i = +3V$ ，经 R_0 使 $V_B > 0.7V$ ，三极管处于饱和状态， $V_{CE} = V_{CES}$ (饱



和管压降约 $0.3V$)，这时 $V_O = V_{CES} \approx 0.3V$ ，为低电平。

可见，当三极管工作在截止区时，相当于管子 $C-E$ 间断开；而工作在饱和区时，相当于管子 $C-E$ 间短路。这种特性称之为开关特性。

五、三极管“非”门电路



“非”字有否定的意思，例如在选举班长时，有人提名某同志为候选人，而你表示反对，这就是“非”的意思。对于电路，见图5(a)，当 K 置1位时， $V_A = 3V$ ，在 R_1 、 R_2 、 R_C 及电源 E_C 、 E_B 电压数值配合适当时，管子 T 饱和

和导通， $V_Z \approx 0.3V$ ；当 K 置2位时， $V_A = 0V$ ，管子截止， $V_Z \approx E_C$ 。所以若输入端是高电平时，则输出端是低电平，若输入端是低电平时，则输出端是高电平。这就是非门电路的规律。真值表见表4。逻辑式为 $Z = \bar{A}$ (读作“ A 反”或“ A 非”)。

图5(a)中的电阻 R_2 及负电源 E_B 用以保证三极管可靠截止。当输入电压

$V_A = 0V$ 时，管子 $V_{BE} = \frac{1.5K}{1.5K + 18K} \times (-12V) = -0.92V$ ，因此在较小的干扰信号作用下，不会使三极管误导通。而当 $V_A = 3V$ 时，则 $V_{BE} > 0.7V$ ，三极管充分饱和，不易受外界影响。

图5(b)是(a)的简化形式。图中 D_0 是箝位二极管(多用锗管)，当输出电压 V_Z 是高电平时， D_0 导通，使 V_Z 不超过 $3.3V$ ，以便与后面的电路相配合。图5(c)是“非”门电路的逻辑符号。

六、“与非”门电路

电路如图6(a)所示，它是由图2(c)与门电路和图5(b)非门电路组合而成的。当 $A = “1”$ 、 $B = “1”$ 时，与门输出 $Z_1 = “1”$ ，非门输出端 $Z = “0”$ ，而其它情况时， Z_1 均为 0 ， Z 均为“1”。真值表见表5。

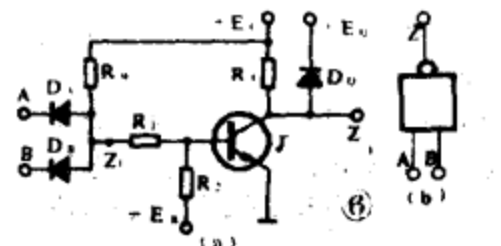


表 5

A	B	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

电子信箱

1. 江苏南通陈运源、黑龙江徐清问 自装一台凯歌4D8型电视机, 图象和伴音都不错, 就是图象边缘常会扭曲成锯齿状, 如图所示。当电视信号较弱时, 扭曲更厉害。查机内高压部位均无打火现象, 不知何故, 怎么解决?



答 造成这个故障的主要原因是行频的引入范围太宽。因为行自动频率控制电路(AFC电路)的抗干扰性能与行频引入范围关系很大, 当引入范围太宽时, 将导致AFC电路的抗干扰性能变劣, 即行频很容易受到各种干扰脉冲的影响而变化, 从而使行同步大范围地不太稳定, 产生上述边缘锯齿状扭曲。当接收较弱的电视信号时, 由于干扰脉冲的影响更突出, 因此扭曲就更明显多见。在4D8型电路中, 如果减小行振荡级中的振荡线圈 Q_{20} 的匝数比、 C_{82} 的容量和 R_{96} 的阻值, 或者增大振荡管 BG_{25} 的 β 值、 C_{81} 的容量和 R_{94} 的阻值等均可使行引入范围变窄。因此, 当出现这种故障时, 首先应检查 BG_{25} 的 β 值, 如小于50, 应考虑调换。如 BG_{25} 正常,

Q_{20} 、 C_{81} 、 C_{82} 也无问题时, 则可用调小 R_{96} 或增大 R_{94} 的阻值来消除故障。但行引入范围也不能太窄, 否则行易失步, 一般 R_{96} 可减小到1~5K, R_{94} 增大到4.7~7.5K。

(元源)

2. 福州朱兆华等问 按飞跃12D1型电路图自装一台电视机, 每次开机半到一小时后场幅就渐渐收缩。2个多小时后, 屏幕上下往往要缺少15~20毫米宽的光栅, 且图象下部有压缩现象。经调换场输出、场振荡管等均无效, 不知如何解决?

答 这种故障是由于场振荡级中的锯齿波形成电容 $3C_4$ 的温度特性不良引起的。一般爱好者在装电视机时, 大容量电容多用CD10、CD11型电解电容。由于这种电容的容量随工作温度的上升而增大较快, 因此如 $3C_4$ 也用了CD型电容, 则随着开机时间的增长, 机内温度逐渐升高, $3C_4$ 的容量也跟着增大, 它两端的锯齿电压幅度就下降, 从而场幅随之减小, 温度愈高, 场幅愈小。通过计算和实测表明, 一般CD10、11型 10μ 电容, 当温度从 $20^\circ\text{C} \pm 5\%$ 升到 55°C 时, 容量增加40%左右、场幅减小8~10%。另外, 当温度升高时, CD型电容的损耗增大也较可观。损耗大, 相当于减少了 $3R_5$ 、 $3C_4$ 锯齿波形成电路的初始充电电流, 从而使场线性变

劣, 光栅下部压缩。因此, 一般 $3C_4$ 要用温度特性良好、损耗较小的CA或CN型固体钽或铌电容。如一时没有, 可把 $3C_4$ 移装到温度不易升高的通风处。(元源)

3. 广西南宁莫云问 我有一部三洋M2429N型收录机, 想给机械注油, 但旋下底板螺丝后, 还被按键开关等挡住, 拉不出机芯, 不知怎样才能拆开。另外该机只有耳机插孔, 用来外接喇叭时声音很小, 当将耳机孔的地线与话筒孔的地线连接起来时, 喇叭声音就大了, 这样接可以吗?

答 要拆收录机的机芯时, 必须把固定机芯的螺丝旋开, 并把旋钮拔掉。三洋牌录音机内, 凡是红色的螺丝都是用来固定机芯的。有些红色螺丝是隐藏在线路板下面的, 可通过线路板的圆孔放入十字改锥, 还有些红色螺丝隐藏在塑料架的深孔中, 要仔细观察才能找到。只有把全部红色螺丝旋开, 才能折开机芯。注油时, 要慎之又慎。盒式机的机械部件多数不必加油, 油多了反而会出其它故障。必要时只能用牙签将机油点入。

外接耳机的地线与收录机输出信号的地线间串有一个120~220欧姆的电阻, 该电阻起衰减作用。如果耳机孔的地线与话筒孔的地线相连, 就把该电阻短路了, 所以外接喇叭从耳机孔上得到的信号不经衰减, 声音就大。这样做是允许的, 只是喇叭阻抗应在4~8欧姆范围内。(高辉)

读者服务窗

① 浙江省绍兴人民路35号绍兴电子管厂, 愿为读者办理本期19页介绍的三种指示管的邮购业务。2E1调谐指示管, 每只3.00元, DE1音量电平和调谐指示管, 每只3.00元, YB1音量电平指示管, 每只4.50元。邮购一至三只, 另加邮费0.50元。

② 河南省安阳市东工路北段电修部为读者办理无感改锥

(又称无感起子或螺丝刀) 邮购业务。这种改锥采用奥氏体不锈钢(1Cr18Ni9Ti)刀杆和模压塑料柄, 具体规格见下表。每套包括2英寸(50×3)和3英寸(75×3)各一支, 售价(包括邮资包装费)0.90元。欲购者请将款汇至河南省安阳市东工路北段电修部。

规格	材料	杆长	柄长
2英寸	奥氏体不锈钢	50mm	50mm
3英寸	1Cr18Ni9Ti	75mm	50mm