

# 关于二极管限幅电路的讨论

行小帅 古辉

在电子技术中,常用二极管限幅电路将脉冲波形进行整形和变换。例如,在电视中的抗干扰电路就是利用了二极管限幅电路来消除干扰信号的。在一般的文献中对二极管限幅电路原理只是作定性的描述,本文应用基尔霍夫电压定律对二极管限幅原理作了定量的讨论。

根据二极管在电路中的不同位置,限幅电路有两种基本形式,即串联限幅电路和并联限幅电路,根据限幅的波形不同又可分为三种形式,即上限幅、下限幅和双向限幅。限幅电路的种类繁多。在此仅讨论四种基本形式,即串联上限幅电路、并联下限幅电路、并联双向限幅电路和串联双向限幅电路。在讨论限幅电路的原理时,为了简化分析,可将二极管视为理想的开关来处理:二极管导通时,其正向电阻视为零;截止时,其反向电阻视为无穷大。

## 一、串联上限幅电路

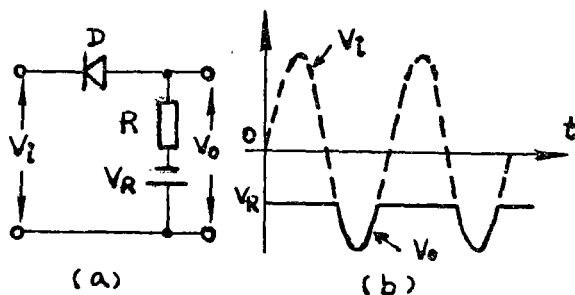


图1 串联上限幅电路

图1(a)所示电路为串联上限幅电路,设输入信号  $V_i$  为正弦信号,其工作原理分析如下:

1. 当在正弦波的正半周时,输入信号  $V_i$  与限幅电平  $V_R$  串联,通过电阻  $R$  加在二极管  $D$  的两端,由于二极管  $D$  反向偏置(反向偏置电压为  $V_i + V_R$ )而截止,电路中  $i = 0$ ,即以输出电压为:

$$V_o = V_R$$

即输出电压为限幅电平  $V_R$ 。

2. 在负半周情况下,当  $V_i < V_R$  时,二极管  $D$  仍处

于反向偏置,输出电压  $V_o = V_R$

当  $V_i > V_R$  时,忽略二极管的门限电压,二极管处于正向偏置而导通,所以  $V_o = V_i$ 。事实上,根据基尔霍夫电压定律有:

$$V_o = V_R + iR = V_R + \left(\frac{V_i - V_R}{R}\right)R = V_i$$

$$(\because i = \frac{V_i - V_R}{R})$$

此时输出电压的波形就是输入电压  $V_i$  负半周的波形。

综合起来,电路的输出波形如图1(b)中的实线所示。

## 二、并联下限幅电路

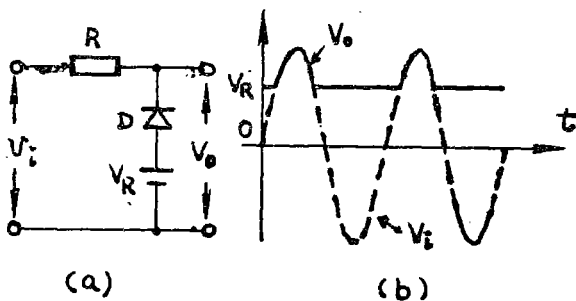


图2 并联下限幅电路

图2(a)所示电路为二极管并联下限幅电路,设输入信号为正弦信号,其限幅原理可分析如下:

1. 在输入信号正半周的情况下,当  $V_i < V_R$  时,限幅电平  $V_R$  使二极管正向偏置而导通,输出电压的波形为限幅电平,即  $V_o = V_R$ 。根据基尔霍夫电压定律有:

$$V_o = V_i + iR = V_i + \left(\frac{V_R - V_i}{R}\right)R = V_R$$

$$(\because i = \frac{V_R - V_i}{R})$$

即此时输出电压为限幅电压  $V_R$ 。

当  $V_i > V_R$  时,二极管  $D$  反向偏置而截止,即以  $V_o = V_i$ ,此时输出电压与输入信号的电压波形一致。

2. 在输入信号为负半周时,加在二极管两端的电

压为  $V_i + V_R$ ，二极管  $D$  处于正向偏置而导通，所以输出电压的波形为限幅电平，即为  $V_o = V_R$ 。事实上根据基尔霍夫电压定律有

$$V_o = iR - V_i = \left( \frac{V_i + V_R}{R} \right) R - V_i = V_R$$

$$(\because i = \frac{V_i + V_R}{R})$$

推得输出电压的波形为限幅电平  $V_R$ 。

综合起来，电路的输出波形如图 2(b) 中的实线所示。

### 三、并联双向限幅电路

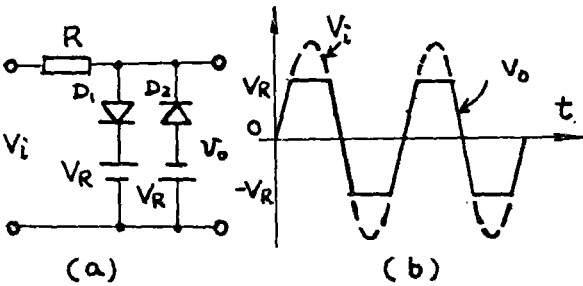


图 3 并联双向限幅电路

图 3(a) 所示电路为并联双向限幅电路，其中  $D_1, V_{R1}$  组成并联上限幅电路， $D_2, V_{R2}$  组成并联下限幅电路，且限幅电平  $V_{R1} = -V_{R2} = V_R$ 。设输入信号为正弦信号，其限幅原理分析如下：

1. 当输入信号正半周时，二极管  $D_2$  总是处于反向偏置而截止。

当  $V_i < V_R$  时，二极管  $D_1$  也处于反向偏置而截止，此时，

$$V_o = V_i$$

输出信号的波形与输入信号的波形一致。

当  $V_i > V_R$ ， $V_i - V_R$  大于二极管  $D_1$  的门限电压，二极管  $D_1$  正向偏置而导通，所以输出电压为限幅电平  $V_R$ 。

2. 当输入信号为负半周时，二极管  $D_1$  总是处于反向偏置而截止。

当  $V_i < -V_R$  时，二极管  $D_2$  也处于反向偏置而截止，所以  $V_o = V_i$ ，此时输出电压的波形与输入信号的波形是一致的。

当  $|V_i| > | -V_R |$ ， $|V_i| - | -V_R |$  大于二极管  $D_2$  的门限电压时，二极管  $D_2$  正向偏置而导通，所以输出电压为限幅电平  $-V_R$ 。

综合起来，电路的输出波形如图 3(b) 中的实线所示。

### 四、串联双向限幅电路

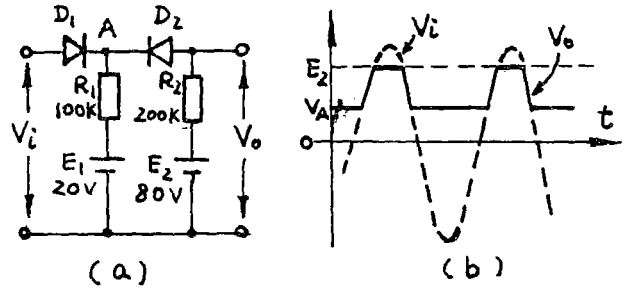


图 4 串联双向限幅电路

图 4(a) 所示的电路为串联双向限幅电路，其中二极管  $D_1$ 、电阻  $R_1$ 、限幅电平  $E_1$  组成串联下限幅电路；二极管  $D_2$ 、电阻  $R_2$ 、限幅电平  $E_2$  组成串联上限幅电路。设输入为正弦波信号，其限幅原理分析如下：

在图 4(a) 所示的电路中，可选电源公共极作为参考点，此时二极管  $D_1$  及  $D_2$  的工作状态主要决定于输入电压  $V_i$ 、A 点电位及电源电压  $E_2$ ，为此先要确定无输入信号时 A 点的电位。当  $V_i = 0$  时，因为  $E_2 > E_1$ ，所以二极管  $D_1$  反向偏置而截止，二极管  $D_2$  向正向偏置而导通，A 点的电位为

$$V_A = \frac{E_1 R_2 + E_2 R_1}{R_1 + R_2}$$

将本电路的参数代入上式，  
 $V_A = 40V$

当  $V_i \leq V_A$  时，二极管  $D_1$  反向偏置而截止，二极管  $D_2$  正向偏置而导通，输出电压  $V_o = V_A$ ，此时电路实现的是下限幅，限幅电平为  $V_A$ 。

当  $V_A < V_i < E_2$  时，二极管  $D_1$  及  $D_2$  均处于正向偏置而导通，输出电压  $V_o = V_i$ ，输出重现输入波形。

当  $V_i \geq E_2$  时，二极管  $D_1$  处于正向偏置而导通， $D_2$  处于反向偏置而截止，输出电压  $V_o = E_2$ ，此时电路实现的上限幅，限幅电平为  $E_2$ 。

这种串联双向限幅电路在输入信号为正弦波时，输出电压波形如图 4(b) 中的实线所示。

本文较详细地分析了四种类型的二极管限幅电路，对于其它类型的限幅电路也可做类似的分析。

### 参考文献

1. 顾德仁等编，《脉冲与数字电路》，人民教育出版社出版，1983 年 3 月。
2. 王毓银编，《脉冲与数字的电路》，高等教育出版社出版，1984 年。

(作者单位 山西师范大学  
 山西大学师范学院)  
 责编 张进峰