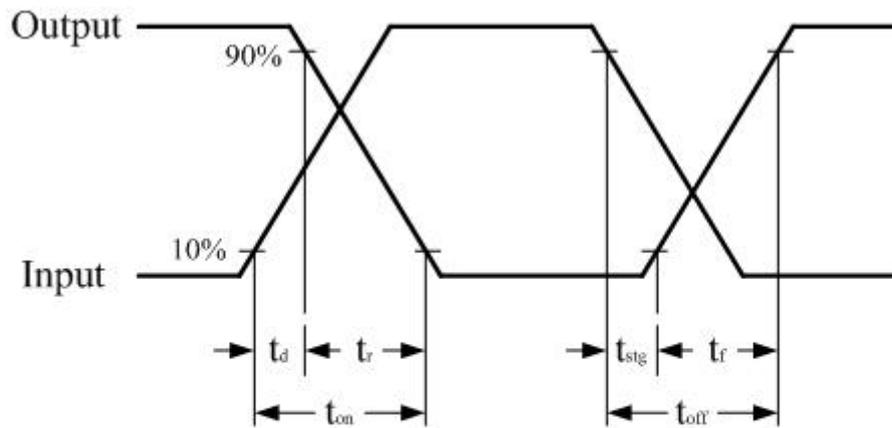


开关电源中开关管的工作分析

开关电源中的开关管从导通到截止，严格来说是一个非常复杂的过程，但我们在进行工作原理分析的时候，一般都会先对一些非主要问题进行简单化。例如，当电源开关管导通或截止的时候，我们就把它看成是一个理想的开关，其工作时只有两种状态，通或断。但实际上开关管的导通和关断都是一个很复杂的过程，它除了通或断之外，还有一个在高频时不能忽视的问题，就是开关管导通时，是从截止区到放大区，然后再由放大区到饱和区的工作过程。这个工作过程需要用微分方程才能求解，在这里我不想对你介绍得太复杂。

简单地说，电源开关管导通和关断都是需要时间的。一般都简单地把开关管导通时间 t_{on} 分为导通延时时间 t_d 和导通上升时间 t_r ，而把开关管关闭时间 t_{off} 分为关闭延时时间 t_{stg} （或称关闭贮存时间）和关闭下降时间 t_f 。



说明：

t_{on} 为导通时间， t_d 为导通延时时间， t_r 为导通上升时间；

t_{off} 为关闭时间， t_{stg} 为关闭延时（或贮存）时间， t_f 为关闭下降时间。

图1 晶体管导通和关闭时间测试波形

图 1 是电源开关管导通和关闭过程的测试波形，实际上图 1 中的测试波形也是被简化过的，实际波形中，波形的上升沿一般是一条变化率为正的指数曲线，而波形的下降沿则是一条变化率为负的指数曲线，为了简单，图 1 中都用直线来取代。

开关电源在第一个工作周期，由于输出电压要对滤波储能电容充电，因为充电电流很大，负载会很重（或相当于负载短路），因此一般的开关电源都要采取软启动措施，开始的时候占空比很小，然后才慢慢地趋于正常，即开始的时候输出功率很小，然后才慢慢变大。或开始的时候，工作电压比较低，然后才慢慢升高到正常值。

严格地说，开关电源永远都工作在非稳定状态，所谓稳定也只是相对而言。例如，开关电源的稳压过程就是这样的：当输出电压升高时，经过取样比较，取样电路会输出一个误差信号给脉宽调制电路，使占空比减小，从而使输出电压降低；当输出电压降低之后，经过取样比较，取样电路又会输出一个误差信号给脉宽调制电路，使占空比增加，从而使输出电压升高，这样反复循环，开关电源的输出电压将永远是按一定的频率在电压的平均值上下摆动，所谓的稳压只不过是输出电压的平均值比较稳定而已。

对于流过开关变压器初级线圈的电流也不是一个稳定值，一般都是一个锯齿波，整流输出电流也一样。对 LED 进行恒流驱动，一般也是指经滤波之后，滤波器输出的电流比较稳定，此稳定也是指平均值，而滤波器的输入电流一般都是一个锯齿波。

开关电源开始的第一个周期一般都认为是从开关管导通算为开始，这主要看你要分析的电路是从哪里切入，如果是指开关电源的所有电路什么时候开始工作，这个可认为是从电源开关一接通就开始工作，如果需要分析各个点的波形，则必须要取电路中的某个器件工作的波形作为参考点（或称同步）。

在开关电源开始的第一个周期，一般取样电路基本上是不工作的，因为输出电压对滤波电容进行充电，需要好几个周期后才能充电到正常值，只有输出电压达到正常值之后，取样电路才能正常工作。不过取样电路没有正常工作之前，其输出电压的绝对值等于 0，这也算是误差信号输出的一种特殊情况（负最大值）。在此种情况下，如果开关电源没有软启动电路，开关管工作时，其占空比将很大，很容易使变压器饱和，并把开关管损坏。