

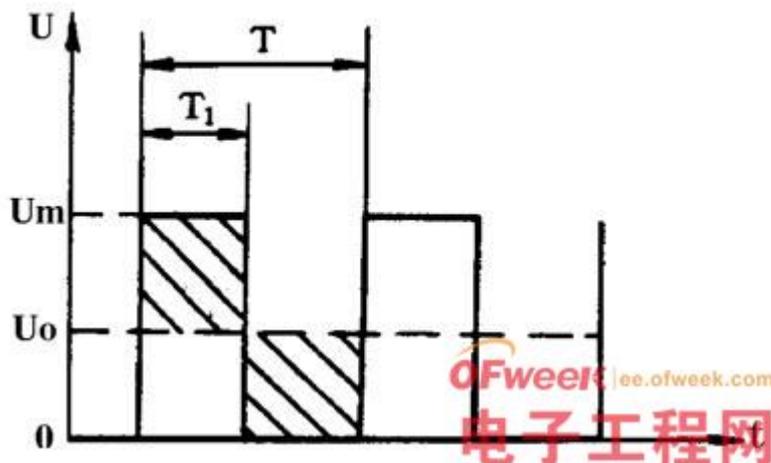
简介开关电源基本结构电路原理

传统的线性稳压电源虽然具有电路结构简单、工作可靠的优点，但它也存在着效率低（只有 40%—50%）、体积大、铜铁消耗量大、工作温度高及调整范围小等缺点。为了提高效率，人们研制出了开关式稳压电源。开关式稳压电源的效率可达 85% 以上，它具有稳压范围宽，稳压精度高、不使用电源变压器等特点，是一种较理想的稳压电源。正因为如此，开关式稳压电源被广泛应用于各种电子设备中。

一、开关式稳压电源的基本工作原理

开关式稳压电源接控制方式分为调宽式和调频式两种，在实际的应用中，调宽式使用得较多，在目前开发和使用的开关电源集成电路中，绝大多数也为脉宽调制型。因此下面就主要介绍调宽式开关稳压电源。

调宽式开关稳压电源的基本原理可参见下图。



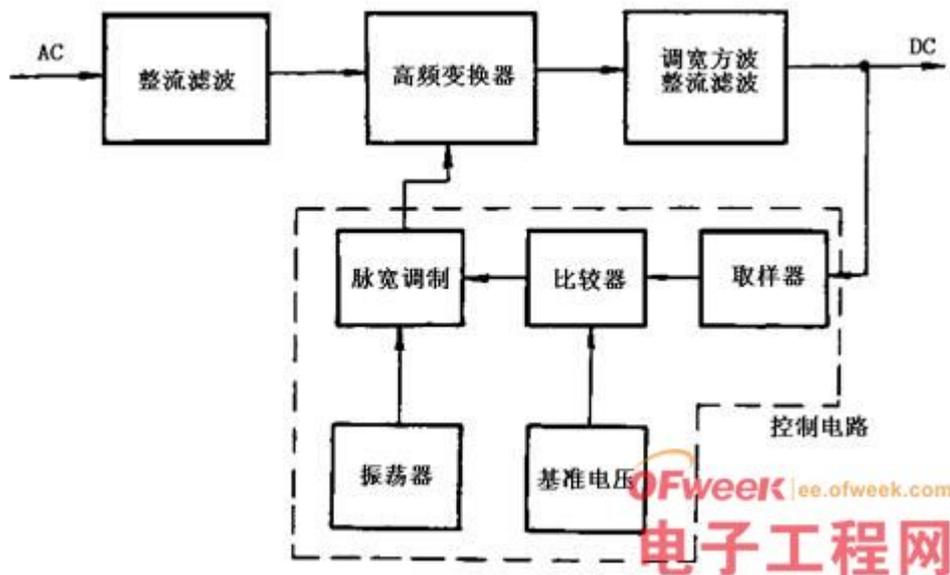
对于单极性矩形脉冲来说，其直流平均电压 U_o 取决于矩形脉冲的宽度，脉冲越宽，其直流平均电压值就越高。直流平均电压 U_o 可由公式计算，即 $U_o = U_m \times T_1 / T$

式中 U_m 为矩形脉冲最大电压值； T 为矩形脉冲周期； T_1 为矩形脉冲宽度。

从上式可以看出，当 U_m 与 T 不变时，直流平均电压 U_o 将与脉冲宽度 T_1 成正比。这样，只要我们设法使脉冲宽度随稳压电源输出电压的增高而变窄，就可以达到稳定电压的目的。

二、开关式稳压电源的原理电路

1、基本电路



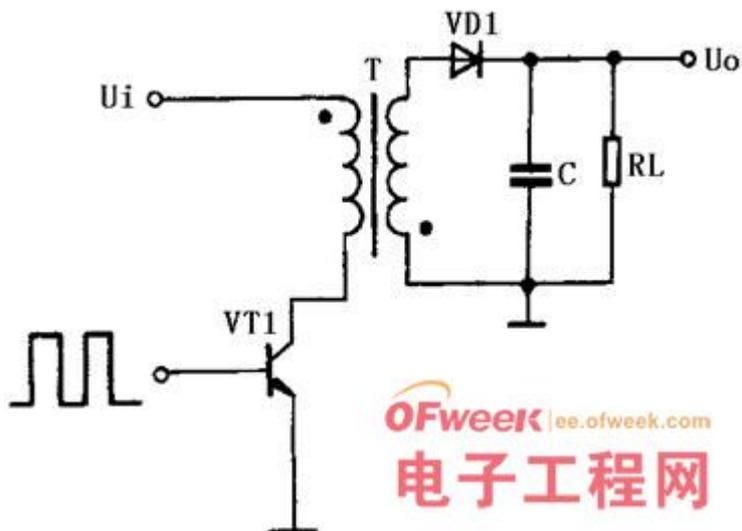
开关式稳压电源的基本电路框图如图二所示。

交流电压经整流电路及滤波电路整流滤波后，变成含有一定脉动成份的直流电压，该电压进入高频变换器被转换成所需电压值的方波，最后再将这个方波电压经整流滤波变为所需要的直流电压。

控制电路为一脉冲宽度调制器，它主要由取样器、比较器、振荡器、脉宽调制及基准电压等电路构成。这部分电路目前已集成化，制成了各种开关电源用集成电路。控制电路用来调整高频开关元件的开关时间比例，以达到稳定输出电压的目的。

2. 单端反激式开关电源

单端反激式开关电源的典型电路如图三所示。电路中所谓的单端是指高频变换器的磁芯仅工作在磁滞回线的一侧。所谓的反激，是指当开关管 VT1 导通时，高频变压器 T 初级绕组的感应电压为上正下负，整流二极管 VD1 处于截止状态，在初级绕组中储存能量。当开关管 VT1 截止时，变压器 T 初级绕组中存储的能量，通过次级绕组及 VD1 整流和电容 C 滤波后向负载输出。

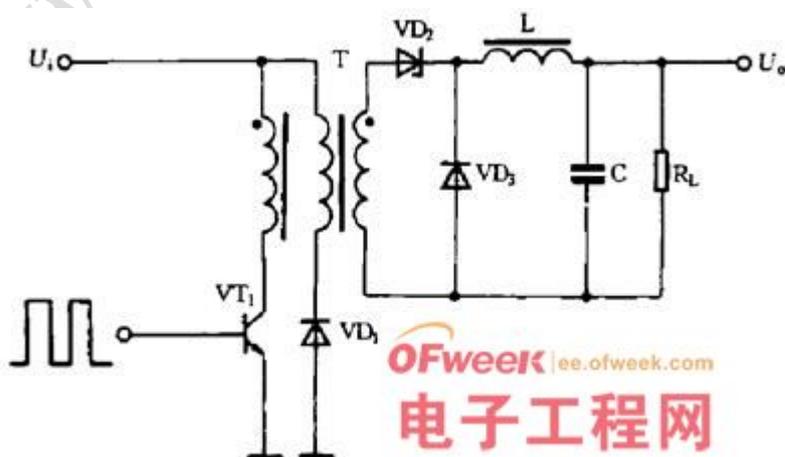


单端反激式开关电源是一种成本最低的电源电路，输出功率为 20—100W，可以同时输出不同的电压，且有较好的电压调整率。唯一的缺点是输出的纹波电压较大，外特性差，适用于相对固定的负载。

单端反激式开关电源使用的开关管 VT1 承受的最大反向电压是电路工作电压值的两倍，工作频率在 20—200kHz 之间。

3. 单端正激式开关电源

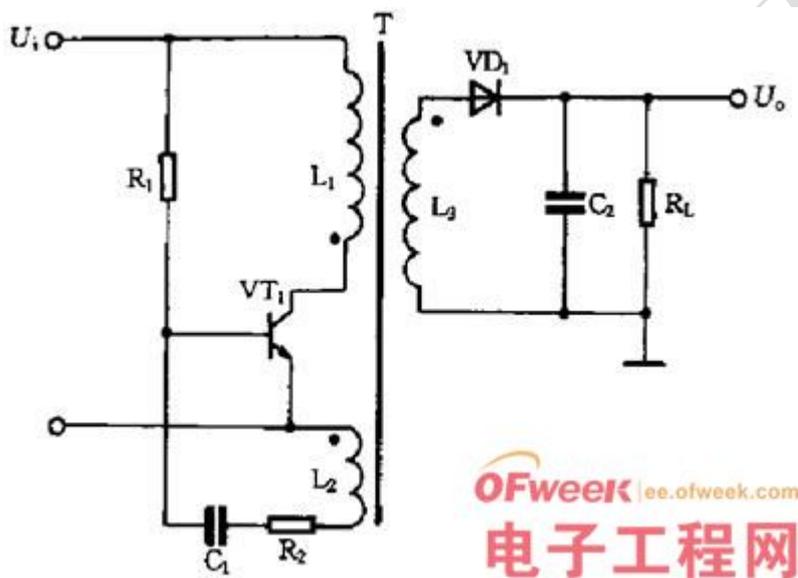
单端正激式开关电源的典型电路如图四所示。这种电路在形式上与单端反激式电路相似，但工作情形不同。当开关管 VT1 导通时，VD2 也导通，这时电网向负载传送能量，滤波电感 L 储存能量；当开关管 VT1 截止时，电感 L 通过续流二极管 VD3 继续向负载释放能量。



在电路中还设有钳位线圈与二极管 VD2，它可以将开关管 VT1 的最高电压限制在两倍电源电压之间。为满足磁芯复位条件，即磁通建立和复位时间应相等，所以电路中脉冲的占空比不能大于 50%。由于这种电路在开关管 VT1 导通时，通过变压器向负载传送能量，所以输出功率范围大，可输出 50—200W 的功率。电路使用的变压器结构复杂，体积也较大，正因为这个原因，这种电路的实际应用较少。

4. 自激式开关稳压电源

自激式开关稳压电源的典型电路如图五所示。这是一种利用间歇振荡电路组成的开关电源，也是目前广泛使用的基本电源之一。

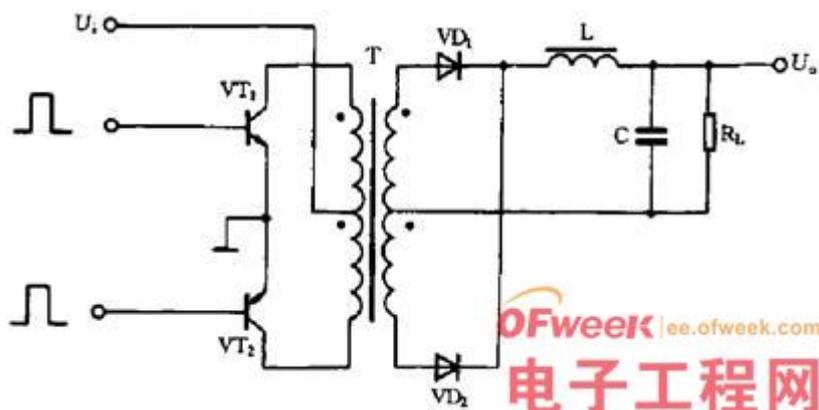


当接入电源后在 R1 给开关管 VT1 提供启动电流，使 VT1 开始导通，其集电极电流 I_c 在 L1 中线性增长，在 L2 中感应出使 VT1 基极为正，发射极为负的正反馈电压，使 VT1 很快饱和。与此同时，感应电压给 C1 充电，随着 C1 充电电压的增高，VT1 基极电位逐渐变低，致使 VT1 退出饱和区， I_c 开始减小，在 L2 中感应出使 VT1 基极为负、发射极为正的电压，使 VT1 迅速截止，这时二极管 VD1 导通，高频变压器 T 初级绕组中的储能释放给负载。在 VT1 截止时，L2 中没有感应电压，直流供电输入电压又经 R1 给 C1 反向充电，逐渐提高 VT1 基极电位，使其重新导通，再次翻转达到饱和状态，电路就这样重复振荡下去。这里就像单端反激式开关电源那样，由变压器 T 的次级绕组向负载输出所需要的电压。

自激式开关电源中的开关管起着开关及振荡的双重作用，也省去了控制电路。电路中由于负载位于变压器的次级且工作在反激状态，具有输入和输出相互隔离的优点。这种电路不仅适用于大功率电源，亦适用于小功率电源。

5. 推挽式开关电源

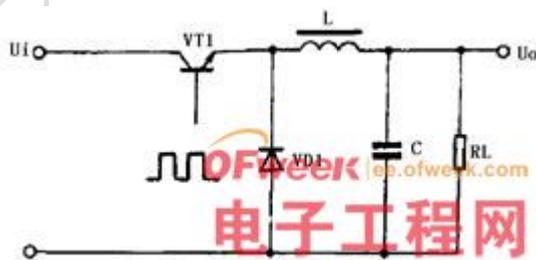
推挽式开关电源的典型电路如图六所示。它属于双端式变换电路，高频变压器的磁芯工作在磁滞回线的两侧。电路使用两个开关管 VT1 和 VT2，两个开关管在外激励方波信号的控制下交替的导通与截止，在变压器 T 次级绕组得到方波电压，经整流滤波变为所需要的直流电压。



这种电路的优点是两个开关管容易驱动，主要缺点是开关管的耐压要达到两倍电路峰值电压。电路的输出功率较大，一般在 100-500W 范围内。

6. 降压式开关电源

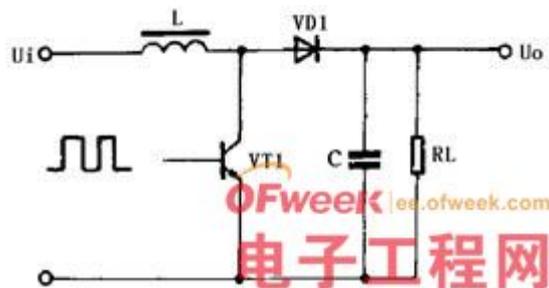
降压式开关电源的典型电路如图七所示。当开关管 VT1 导通时，二极管 VD1 截止，输入的整流电压经 VT1 和 L 向 C 充电，这一电流使电感 L 中的储能增加。当开关管 VT1 截止时，电感 L 感应出左负右正的电压，经负载 RL 和续流二极管 VD1 释放电感 L 中存储的能量，维持输出直流电压不变。电路输出直流电压的高低由加在 VT1 基极上的脉冲宽度确定。



这种电路使用元件少，它同下面介绍的另外两种电路一样，只需要利用电感、电容和二极管即可实现。

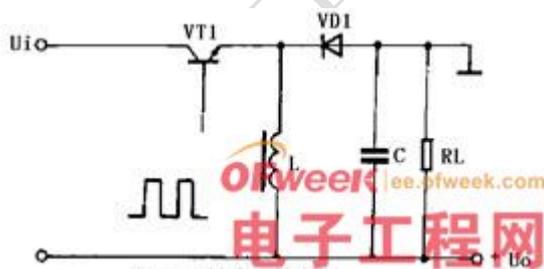
7. 升压式开关电源

升压式开关电源的稳压电路如图八所示。当开关管 VT1 导通时，电感 L 储存能量。当开关管 VT1 截止时，电感 L 感应出左负右正的电压，该电压叠加在输入电压上，经二极管 VD1 向负载供电，使输出电压大于输入电压，形成升压式开关电源。



8. 反转式开关电源

反转式开关电源的典型电路如图九所示。这种电路又称为升降压式开关电源。无论开关管 VT1 之前的脉动直流电压高于或低于输出端的稳定电压，电路均能正常工作。



当开关管 VT1 导通时，电感 L 储存能量，二极管 VD1 截止，负载 RL 靠电容 C 上次的充电电荷供电。当开关管 VT1 截止时，电感 L 中的电流继续流通，并感应出上负下正的电压，经二极管 VD1 向负载供电，同时给电容 C 充电。

以上介绍了脉冲宽度调制式开关稳压电源的基本工作原理和各种电路类型。日常的实际应用中，还会有各种各样的实际控制电路，但无论是什么样的控制电路，也都是在这些基础上衍生出来的。