# 直流稳压电源的原理分析与组装

## 任务描述

手机在充电时，需要一个匹配的电源适配器(充电器)，电源适配器给手机提供一个稳定的工作电压，保证正常的充电。在日常生活中，如果因输入电压的波动或负载发生变化，导致电压忽高忽低，这样就会使用电设备因工作电压不稳定而损坏。本任务就是对串联型稳压电源工作原理进行分析，对串联型稳压电源进行安装、调试，制作一个能输出稳定电压的电子产品。

## **知识能力目标**

**【知识目标】**

1.知道直流稳压电源的组成、作用。

2.掌握直流稳压电源的组成结构，各元器件的名称、作用。

3.掌握直流稳压电源的工作原理。

**【能力目标】**

1.能识别直流稳压电源，分清电源中各元器件的名称及作用。

2.会正确清点、识别、选择与检测直流稳压电源中的元器件。

3.能按电子产品安装工艺要求安装、焊接元器件，并用仪器进行正确调试。

**【安全须知】**

1.注意用电安全，防止触电事故发生，连接交流电源时应将电压调到规定值。

2.电烙铁焊接元器件时防止烙铁头对人和物的伤害。元器件安装极性要正确，特别是防止大容量电容极性接反而导致通电后发生炸裂。

3.仪器、仪表在使用时应正确选用挡位，禁止在使用过程中旋转仪器、仪表量程开关。

4.电路组装完毕应用万用表进行短路检测，防止短路性故障烧坏电源，调试结束后应对仪器、仪表进行恢复。

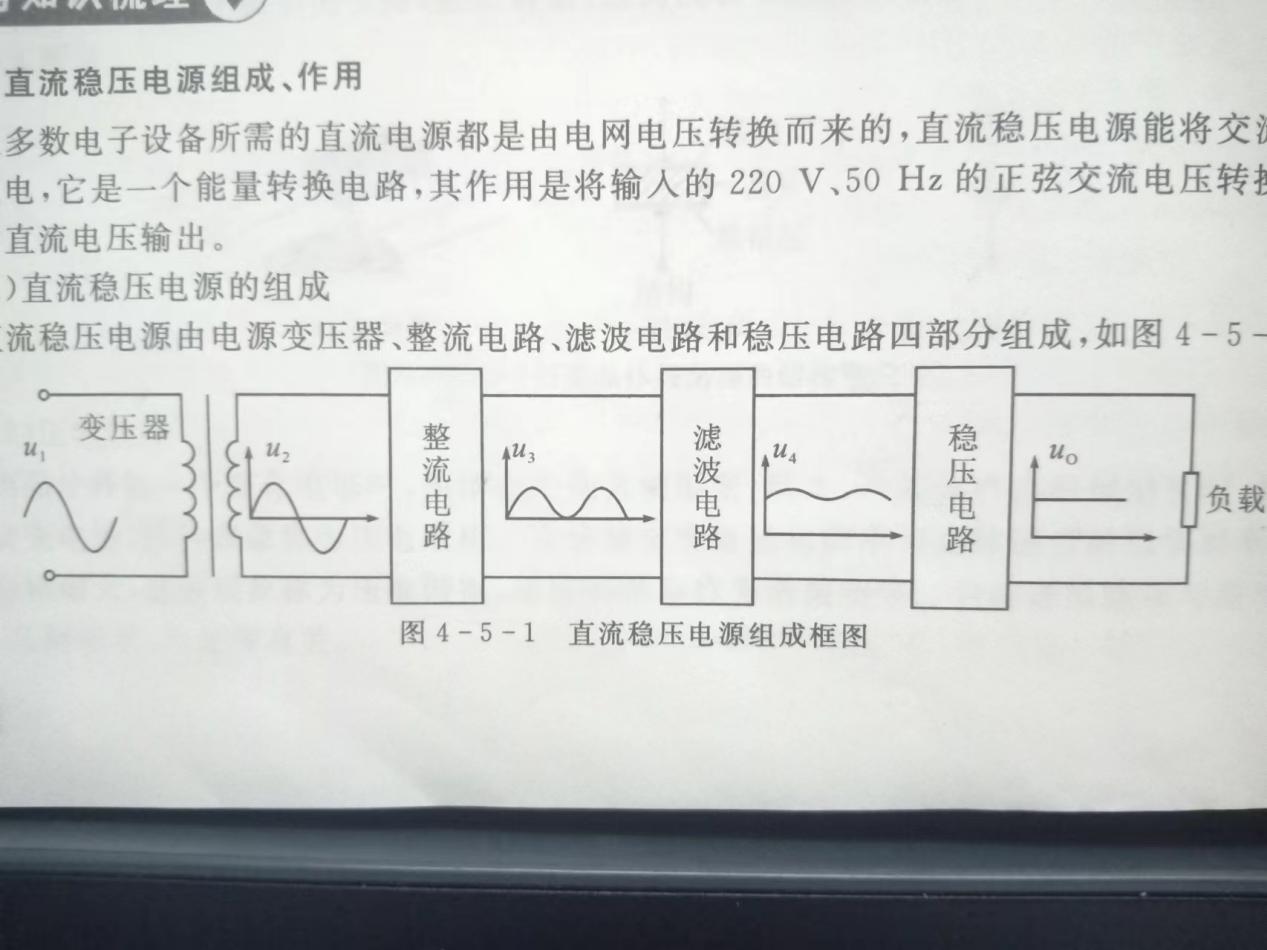
## **任务知识梳理**

**1.直流稳压电源组成、作用**

大多数电子设备所需的直流电源都是由电网电压转换而来的，直流稳压电源能将交流电转换成直流电，它是一个能量转换电路，其作用是将输入的220V、50Hz的正弦交流电压转换成一个稳定的直流电压输出。

(1)直流稳压电源的组成

直流稳压电源由电源变压器、整流电路、滤波电路和稳压电路四部分组成，如图1所示。

图1 直流稳压电源组成框图

(2)直流稳压电源各部分作用

①变压器是把电网提供的交流市电变为实际所需要的低压交流电。

②整流电路是把交流电转变为脉动直流电。但是整流后的直流电还不是理想的直流电，其中还包含有较多的交流成分。

③滤波电路是对整流后不十分理想的直流电进行一次过滤，滤掉其中还包含的交流成分。当电网电压或负载发生变化，会引起直流输出电压的不稳定。稳压电源就是利用自动调整的原理把不稳定的直流电压变为稳定的直流电压输出。

常用的稳压电源有稳压管稳压电源、线性稳压电源和开关型稳压电源，其中线性稳压电源又分为串联型稳压电源和集成线性稳压电源(三端集成稳压器)。

**2.串联型稳压电源工作原理**

(1)电路原理图

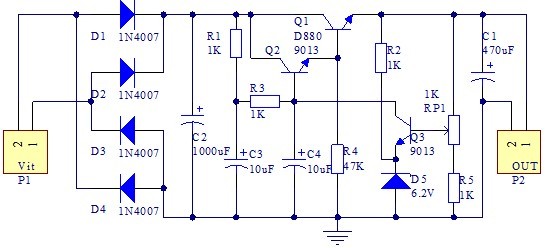
串联型稳压电源的电路原理图如图2所示。

图2 串联型稳压电源原理图

(2)电路结构

电路由桥式整流电路(D1~D4)、滤波电路C2、稳压电路等构成，稳压电路由调整电路(Q1和Q2组成复合调整管)、比较放大(Q3)、基准稳压(D5)、取样电路(RP1和R5)等组成，R1、R3偏置电阻，C3、C4电子滤波器，R4减小复合管穿透电流，R2保护电阻，与稳压二极管D5一起提供一个基本稳定的基准电压，C1稳压输出滤波电容。

(3)稳压电路工作原理

稳压电路是一个具有放大环节的串联型稳压电路，电路由Q1和Q2组成复合调整管，它与负载串联。起电压调整作用；Q3为比较放大管，其作用是将电路输出电压的取样值和基准电压比较后进行放大，然后再送到调整管进行输出电压的调整。这样，只要输出电压有一点微小的变化，就能引起调整管的UCE发生较大的变化，提高了稳压电路的灵敏度，改善了稳压效果。

RP1和R5组成取样电路。当输出电压变化时，通过取样电路加到比较放大管Q3的基极的电压也随之变化。

串联型稳压电路的稳压原理是：当输入电压Ui增加或负载电流减小，使输出电压UO增大时通过取样电路的分压使Q3的基极电位VB3升高，而Q3的发射极是比较稳定的基准电压，因此，三极管Q3的发射结电压也升高，于是Q3的集电极电流IC3增大，从而使三极管Q3的集电极电位VC3降低，继而使调整管Q2的基极电位VB2降低，则Q2的集电极电流IC2随之减小，三极管Q1的压降UCE1增大，使输出电压UO降低，从而维持了输出电压UO基本不变。实质上，稳压的过程就是电路通过负反馈使输出电压维持稳定的过程。

(4)输入电压的调节

在输入电压能让稳压电路正常工作时，输出电压的大小由如下公式决定。

可见，改变RP1的大小即可改变输出电压的大小。

**3.组装直流稳压电源**

(1)清理元器件

按原理图列清单，如表1所示，清点元器件，在清点结果处打“√”。

**表1 元件清单**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 型号规格 | 位号 | 数量 | 清点结果 | 序号 | 型号规格 | 位号 | 数量 | 清点结果 |
| 1 | 1N4007 | D1~D4 | 4 |  | 8 | 10uF | C3、C4 | 2 |  |
| 2 | 6.2V | D5 | 1 |  | 9 | 470uF | C1 | 1 |  |
| 3 | 1KΩ | R1、R2、R3、R5 | 4 |  | 10 | 1KΩ | RP1 | 1 |  |
| 4 | 47KΩ | R4 | 1 |  | 11 | 2P | X1、X2 | 2 |  |
| 5 | 9013 | Q2、Q3 | 2 |  | 12 | 43\*62mm | 电路板 | 1 |  |
| 6 | D880 | Q1 | 1 |  | 13 |  | 扇热片 | 1 |  |
| 7 | 1000uF | C2 | 1 |  |  |  |  |  |  |

(2)电子元器件识别与检测

根据提供的套件选取所规定的元器件，并将识别、检测结果填写在表2中

**表2 元器件识别与检测**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 元件代号 |  | | | | | | | | | | | |
| 1 | R4 | 电阻值 | |  | | | 万用表测试 | | 量程 | | |  | |
| 色环顺序 | |  | | | 测试值 | | |  | |
| 2 | Q1 | 画出Q1示意图，标出引脚电极 | | |  | | | | Q1与Q2组成复合管是NPN型还是PNP型 | | |  | |
| 3 | Q2 | 万用表量程 | | | 发射结正向测试 | | | | | 集电结反向测试 | | | |
|  | | |  | | | | |  | | | |
| 4 | C1 | 参数标注方法 | | | | | | 容量 | | | | | |
|  | | | | | |  | | | | | |
| 5 | D5 | 名称 |  | | | 正向测试值 | | |  | | 反向测试值 | |  |

(3)直流稳压电源安装、焊接

按所给原理图及元件清单，准确选择各元器件，特别注意有标记的元器件，按电子产品安装工艺要求进行各元器件安装、焊接。

①安装要求

元器件安装无错漏，元器件、导线安装及元器件上字符标示方向均应符合工艺要求；电路板上插件位置正确，接插件、紧固件安装可靠牢固;线路板和元器件无烫伤和划伤处，整机清洁无污物，元器件参数选用正确，整体布局美观。

②焊接要求

在印制电路板上所焊接的元器件的焊点大小适中、光滑、圆润、干净，无毛刺；无漏、假、虚、连焊，引脚加工尺寸及成形符合工艺要求；导线长度、剥线头长度符合工艺要求，芯线完好，捻线头镀锡。

**4.直流稳压电源通电前的检查**

(1)目测

检查元件是否安装焊接完成，防止漏装漏焊;检查元件是否有装错，特别是有极性元件和形状相同而参数不同的元件要认真检查。检查焊点有无假焊、虚焊、连焊等，对焊点不规范的可进行补焊。

(2)仪表检查

用万用表检测电路输入端和输出端电阻，将万用表置于电阻挡 ，测得输入端电阻为 ，输出端电阻为 ，由此判断输入端和输出端 (正常/短路/开路)。

**5.直流稳压电源通电调试**

将交流15.0+0.1V接入X1端子，如果在实训室没有较低交流电压输出设备时，可直接用直流稳压电源输出直流18.0士0.1V电压接在X1端子。

接通电源，调节RP1，使输出端X2两端电压为12.0±0.1V，然后用万用表按要求检测各测试值填入表3中。

**表3 各点测试值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 万用表量程 | 测试点 | 测试值 |
| 1 |  | A点电位 |  |
| 2 |  | B点电位 |  |
| 3 |  | C点电位 |  |
| 4 |  | D点电位 |  |
| 5 |  | E点电位 |  |

**【总结】**

元件安装顺序原则：先贴片元件后通孔元件，先低矮小元件后高大元件，相似元件与极性元件要分清，注重规范与标准，安装与焊接重工艺。

## **知识检测**

1.电路原理图中D1~D4组成了 电路，C2在电路中起 作用，Q3在电路中起 作用，电阻R2在电路中起 作用。

2.在电源输入端X1处接直流电源时是否要考虑直流电源极性，为什么?

3.当电路能按要求正常工作时，输出电压的调节范围是多少?

4.在调试时，RP1顺时针旋转到底，输出电压是增大还是减小?

5整流二极管一只极性接反或开路会出现什么后果?

6.稳压二极管工作于什么状态，如果接反输出电压是增大还是减小?

7.更换稳压值较大或较小的稳压二极管，输出电压如何变化?

8.Q1和Q2组成复合管的作用是什么?指出与复合管等效的三极管类型。

## **知识拓展**

**1.三端集成稳压电源简介**

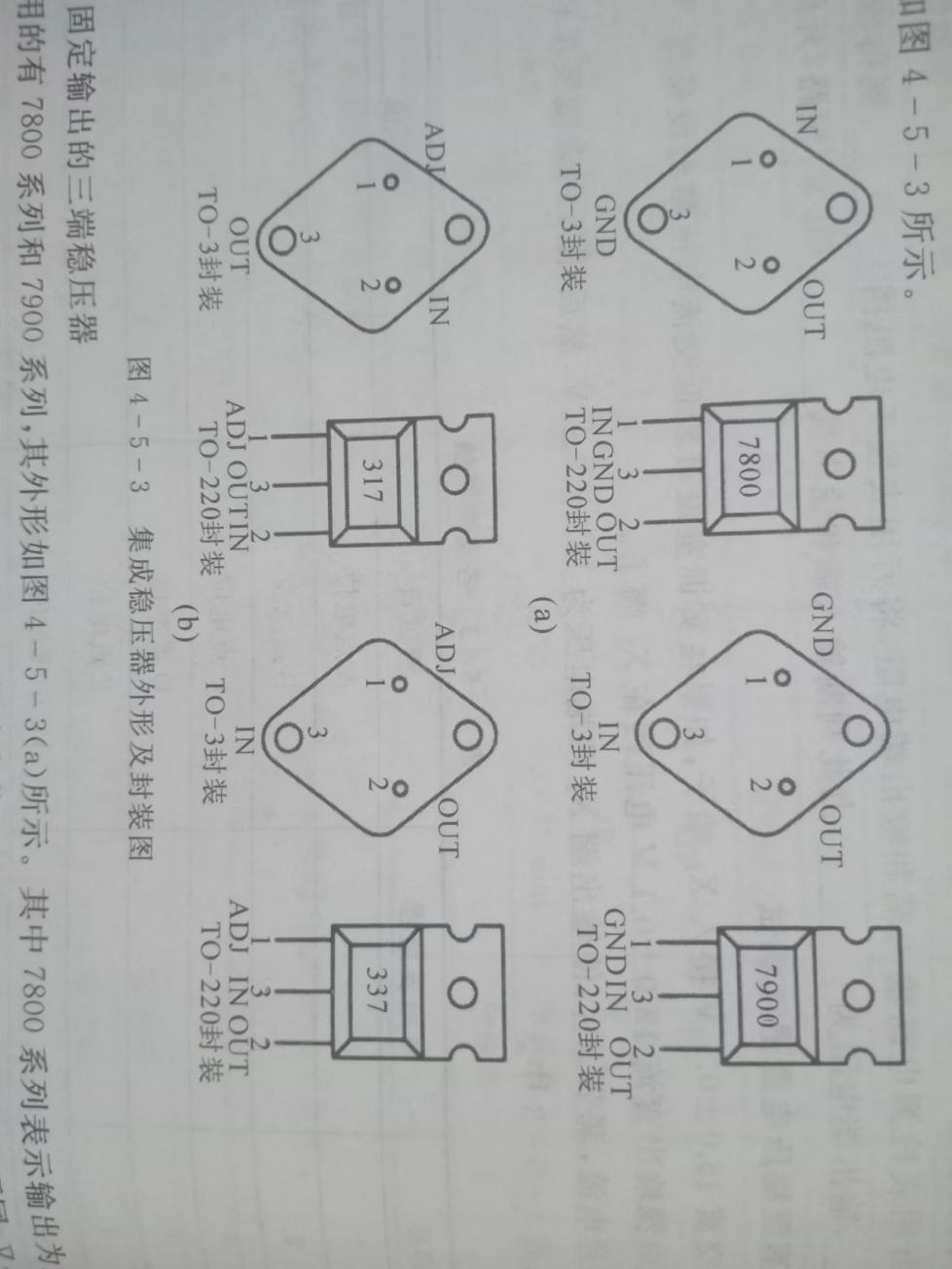
集成稳压器将取样、基准、比较放大、调整及保护环节集成于一个芯片，可分为三端固定式、三端可调式和多端可调式等。三端稳压器有输入端、输出端和公共端(接地)三个接线端点，由于它所需外接元件较少，便于安装调试，工作可靠，因此在实际使用中得到了广泛应用。集成稳压器的外形及封装如图3所示。

图3 集成稳压器外形及封装图

(1)固定输出的三端稳压器

常用的有7800系列和7900系列，其外形如图3(a)所示。其中7800系列表示输出为正电压值，7900系列表示输出为负电压值，00表示输出电压的稳定值。根据输出电流的大小不同，又分为CW78系列，最大输出电流为1~1.5A；CW78M00系列，最大输出电流0.5A；CW78L系列，最大输出电流100mA左右，7800系列输出电压等级有5V、6V、9V、12V、15V、18V、24V等，7900系列输出电压等级有-5V、-6V、-9V、-12V、-15V、-18V、-24V等。如CW7815表明输出+15V电压，输出电流可达15A，CW79M12表明输出-12V电压，输出电流为-0.5A。

(2)三端可调输出稳压器

前面介绍78、79系列集成稳压器，只能输出固定电压值，在实际应用中不太方便。CW117、CW217.CW317、CW337和CW337L系列为可调输出稳压器，其外形如图3(b)所示。

在图3(b)所示电路中，CW317是三端可调式正电压输出稳压器，而CW337是三端可调式负电压输出稳压器。三端可调集成稳压器输出电压为1.25~37V，输出电流可达1.5A。

(3)集成稳压器的应用

①固定输出正电压或负电压的稳压电路

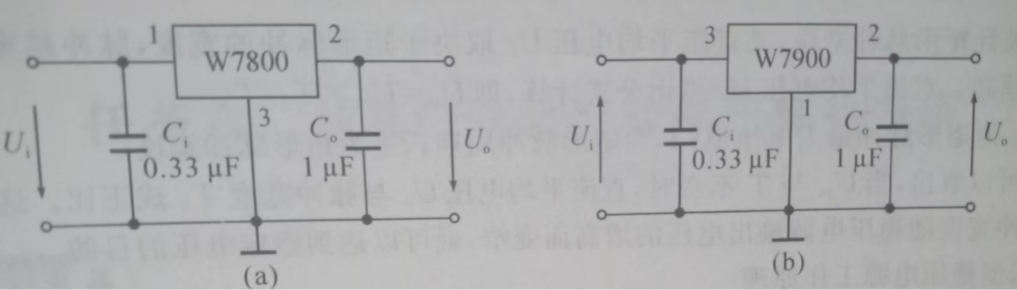
输出固定电压的应用电路如图4所示，其中图(a)为输出固定正电压，图(b)为输出固定负电压。

图4 输出固定电压的应用电路

图中Ci，用以抵消输入端因接线较长而产生的电感效应。为防止自激振荡,其取值范围在0.1~1μF之间(若接线不长时可不用)，CO用以改善负载的瞬态响应，一般取1μF左右，其作用是减少高频噪声。

②固定输出正、负电压稳压电路

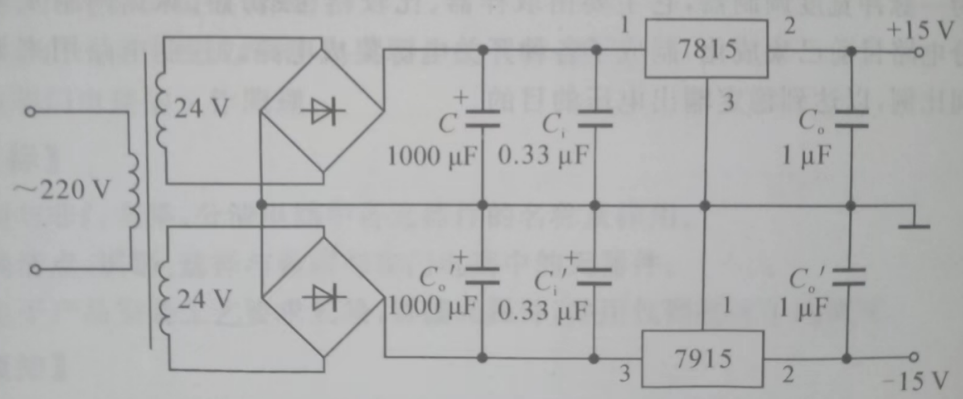
当需要正、负两组电源输出时，可采用W7800系列和W7900系列各一块，按图5所示进行接线，即可得到正、负对称的两组电源。

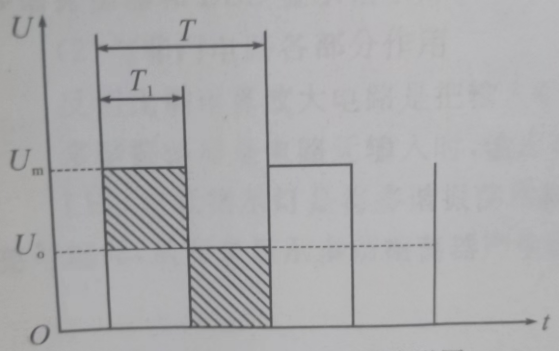
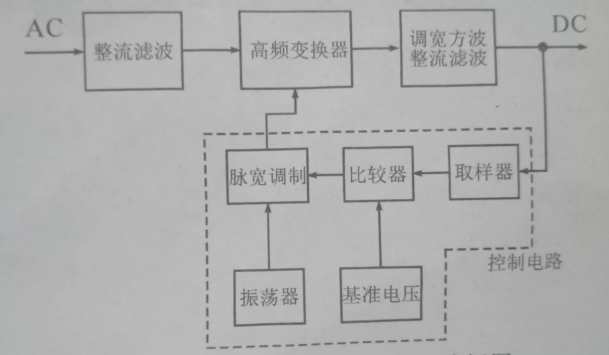
图5 正负对称输出稳压电路

**2.开关型稳压电路简介**

上面介绍的是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。为了提高效率，人们研制出了开关式稳压电源，它的效率可达85%以上，稳压范围宽。除此之外，它还具有稳压精度高、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，开关式稳压电源已广泛应用于各种电子设备中，下面对开关电源的工作原理做简要介绍。

(1)开关型稳压电源的基本原理

开关型稳压电源按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。因此下面主要介绍调宽式开关型稳压电源。调宽式开关型稳压电源的基本原理如图6所示。

图6 基本原理波形图 图7 开关电源基本电路框图

对于单极性矩形脉冲来说，其直流平均电压UO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UO可由公式计算，即UO=Um×T1/TO

式中Um为矩形脉冲最大电压值；T为矩形脉冲周期；T1为矩形脉冲宽度。

从上式可以看出，当Um与T不变时，直流平均电压UO与脉冲宽度T；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。

(2)开关型稳压电源工作原理

①基本电路

开关型稳压电源的基本电路框图如图7所示。

②工作原理

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分的直流电压，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。