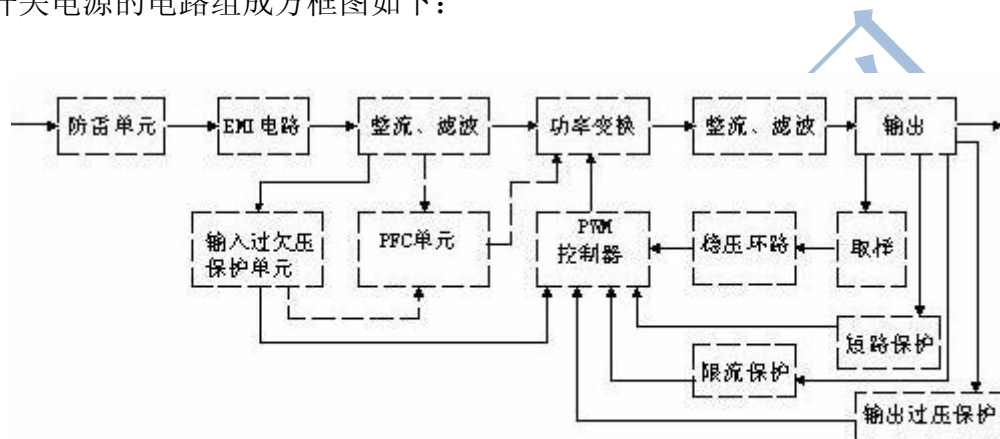


开关电源原理及各功能电路详解

一、开关电源的电路组成

开关电源的主要电路是由输入电磁干扰滤波器（EMI）、整流滤波电路、功率变换电路、PWM 控制器电路、输出整流滤波电路组成。辅助电路有输入过欠压保护电路、输出过欠压保护电路、输出过流保护电路、输出短路保护电路等。

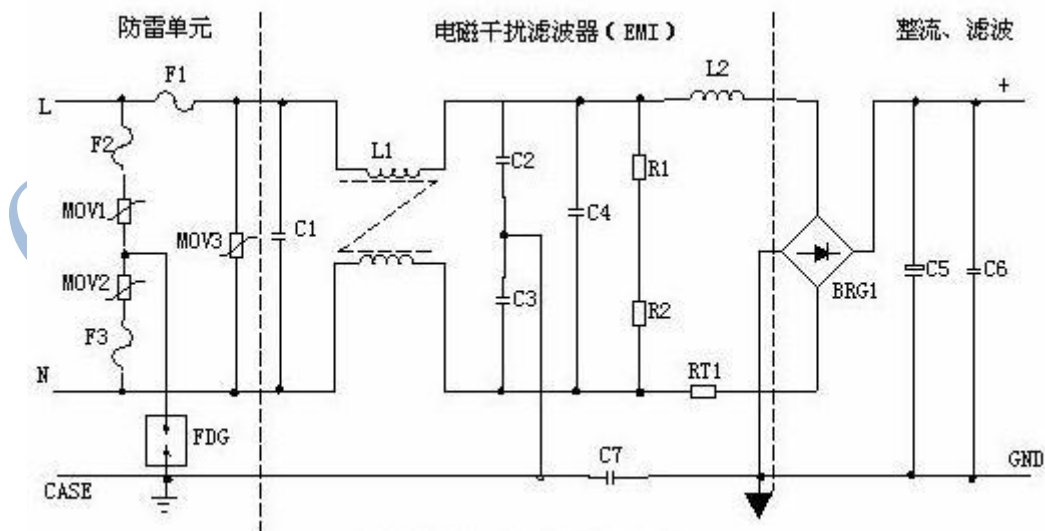
开关电源的电路组成方框图如下：



开关电源电路方框图

二、输入电路的原理及常见电路

1、AC 输入整流滤波电路原理：



输入滤波、整流回路原理图

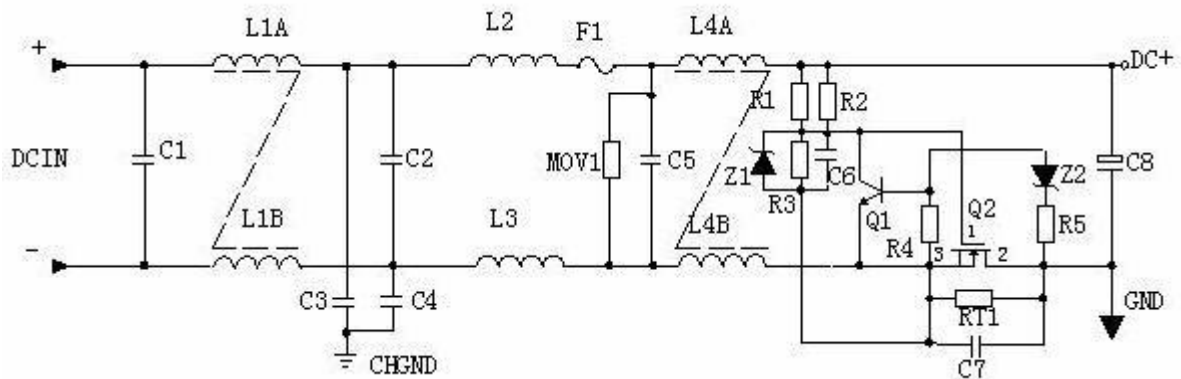
① 防雷电路：当有雷击，产生高压经电网导入电源时，由 MOV1、MOV2、MOV3：F1、F2、F3、FDG1 组成的电路进行保护。当加在压敏电阻两端的电压超过其工

作电压时，其阻值降低，使高压能量消耗在压敏电阻上，若电流过大，F1、F2、F3 会烧毁保护后级电路。

② 输入滤波电路：C1、L1、C2、C3 组成的双 π 型滤波网络主要是对输入电源的电磁噪声及杂波信号进行抑制，防止对电源干扰，同时也防止电源本身产生的高频杂波对电网干扰。当电源开启瞬间，要对 C5 充电，由于瞬间电流大，加 RT1(热敏电阻)就能有效的防止浪涌电流。因瞬时能量全消耗在 RT1 电阻上，一定时间后温度升高后 RT1 阻值减小 (RT1 是负温系数元件)，这时它消耗的能量非常小，后级电路可正常工作。

③ 整流滤波电路：交流电压经 BRG1 整流后，经 C5 滤波后得到较为纯净的直流电压。若 C5 容量变小，输出的交流纹波将增大。

2、DC 输入滤波电路原理：



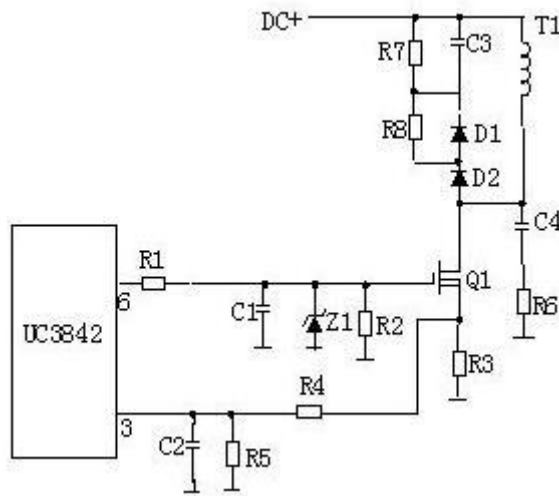
① 输入滤波电路：C1、L1、C2 组成的双 π 型滤波网络主要是对输入电源的电磁噪声及杂波信号进行抑制，防止对电源干扰，同时也防止电源本身产生的高频杂波对电网干扰。C3、C4 为安规电容，L2、L3 为差模电感。

② R1、R2、R3、Z1、C6、Q1、Z2、R4、R5、Q2、RT1、C7 组成抗浪涌电路。在起机的瞬间，由于 C6 的存在 Q2 不导通，电流经 RT1 构成回路。当 C6 上的电压充至 Z1 的稳压值时 Q2 导通。如果 C8 漏电或后级电路短路现象，在起机的瞬间电流在 RT1 上产生的压降增大，Q1 导通使 Q2 没有栅极电压不导通，RT1 将会在很短的时间烧毁，以保护后级电路。

三、功率变换电路

1、MOS 管的工作原理：目前应用最广泛的绝缘栅场效应管是 MOSFET (MOS 管)，是利用半导体表面的电声效应进行工作的。也称为表面场效应器件。由于它的栅极处于不导电状态，所以输入电阻可以大大提高，最高可达 10^5 欧姆，MOS 管是利用栅源电压的大小，来改变半导体表面感生电荷的多少，从而控制漏极电流的大小。

2、 常见的原理图：

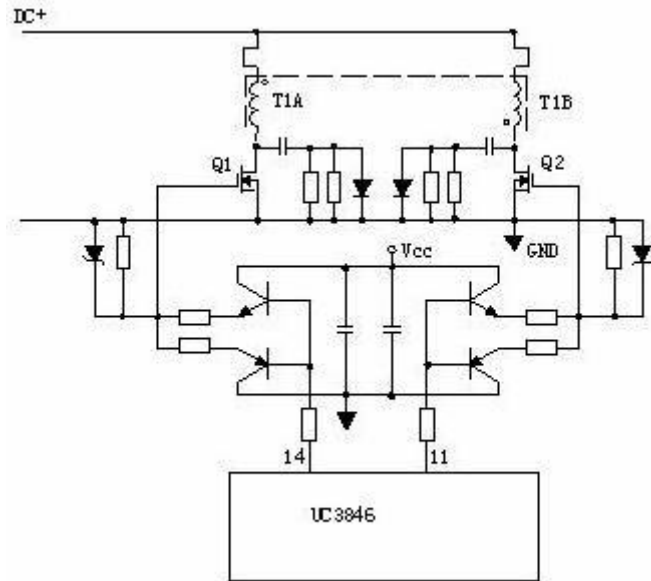


3、 工作原理：

R4、C3、R5、R6、C4、D1、D2 组成缓冲器，和开关 MOS 管并联，使开关管电压应力减少，EMI 减少，不发生二次击穿。在开关管 Q1 关断时，变压器的原边线圈易产生尖峰电压和尖峰电流，这些元件组合一起，能很好地吸收尖峰电压和电流。从 R3 测得的电流峰值信号参与当前工作周波的占空比控制，因此是当前工作周波的电流限制。当 R5 上的电压达到 1V 时，UC3842 停止工作，开关管 Q1 立即关断。R1 和 Q1 中的结电容 CGS、CGD 一起组成 RC 网络，电容的充放电直接影响着开关管的开关速度。R1 过小，易引起振荡，电磁干扰也会很大；R1 过大，会降低开关管的开关速度。Z1 通常将 MOS 管的 GS 电压限制在 18V 以下，从而保护了 MOS 管。Q1 的栅极受控电压为锯齿形波，当其占空比越大时，Q1 导通时间越长，变压器所储存的能量也就越多；当 Q1 截止时，变压器通过 D1、D2、R5、R4、C3 释放能量，同时也达到了磁场复位的目的，为变压器的下一次存储、传递能量做好了准备。IC 根据输出电压和电流时刻调整着⑥脚锯齿形波占空比的大小，从而稳定了整机的输出电流和电压。C4 和 R6 为尖峰电压吸收回路。

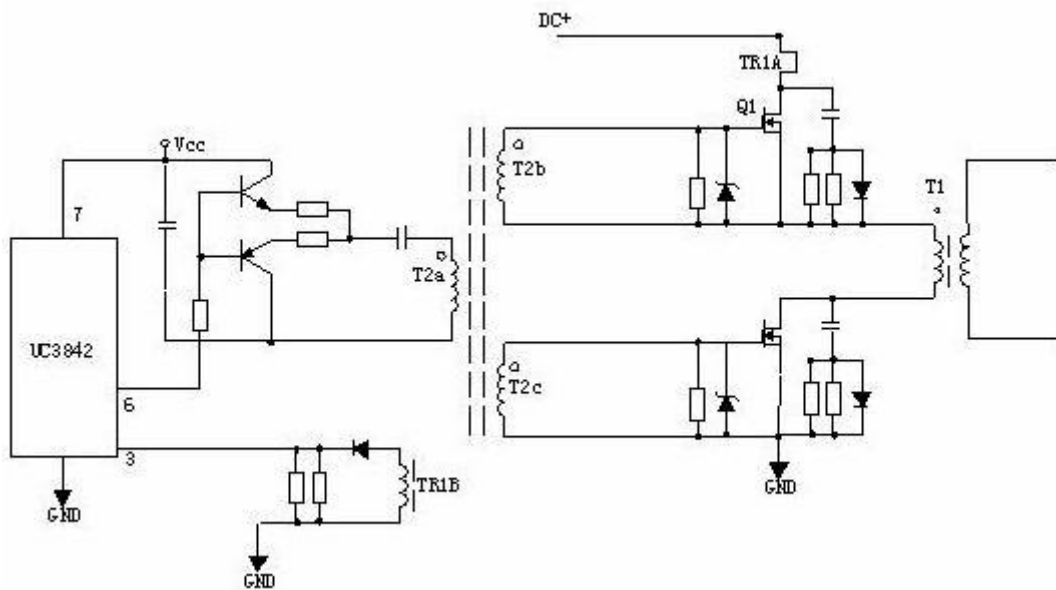
4、 推挽式功率变换电路：

Q1 和 Q2 将轮流导通。



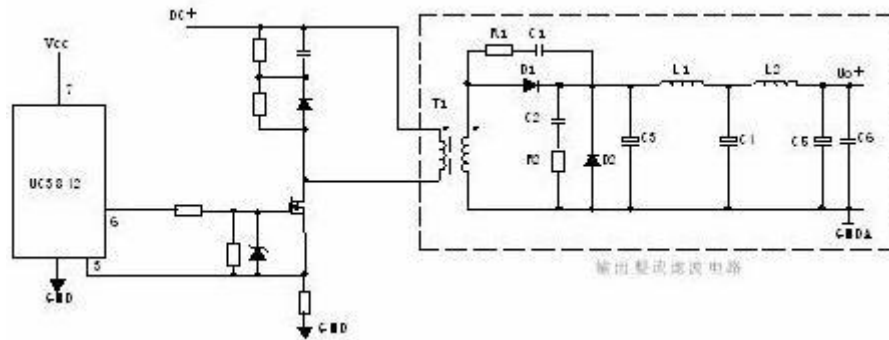
5、有驱动变压器的功率变换电路：

T2 为驱动变压器，T1 为开关变压器，TR1 为电流环。



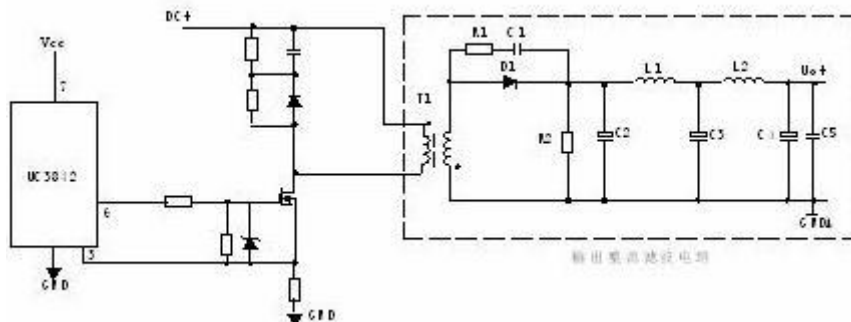
四、 输出整流滤波电路：

1、 正激式整流电路：



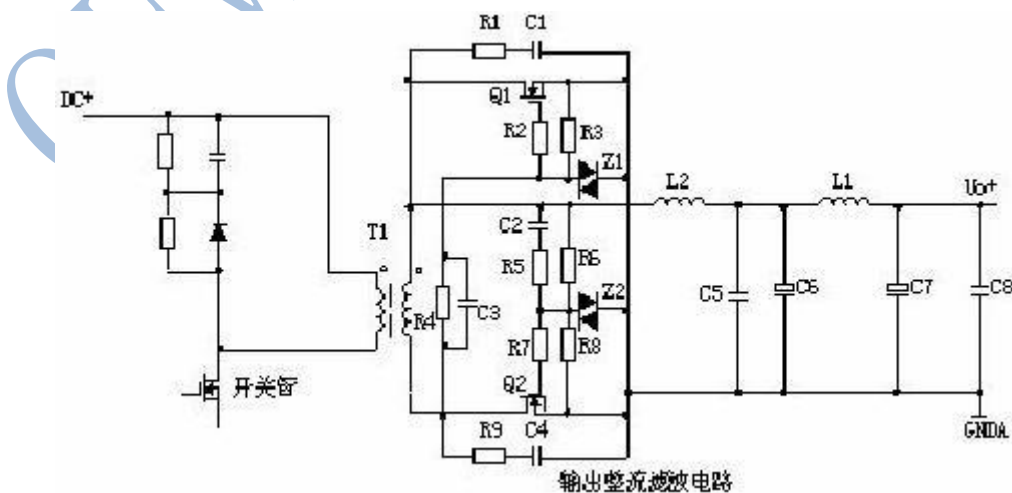
T1 为开关变压器，其初极和次极的相位同相。D1 为整流二极管，D2 为续流二极管，R1、C1、R2、C2 为削尖峰电路。L1 为续流电感，C4、L2、C5 组成 π 型滤波器。

2、反激式整流电路：



T1 为开关变压器，其初极和次极的相位相反。D1 为整流二极管，R1、C1 为削尖峰电路。L1 为续流电感，R2 为假负载，C4、L2、C5 组成 π 型滤波器。

3、同步整流电路：





述如下:



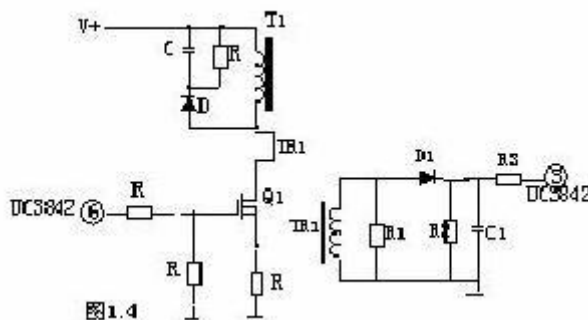
4、 下图是常见的限流、短路保护电

V_+ ————— T_1



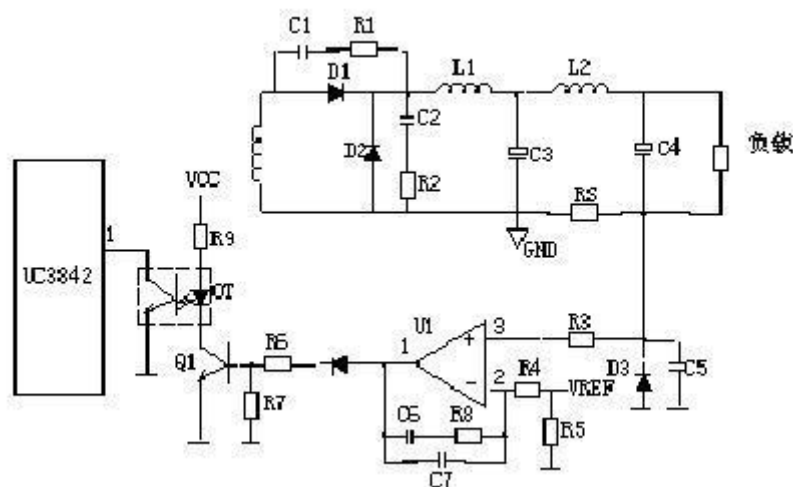
当输出电路短路或过流，变压器原边电流增大，R3 两端电压降增大，③脚电压升高，UC3842⑥脚输出占空比逐渐增大，③脚电压超过 1V 时，UC3842 关闭无输出。

5、下图是用电流互感器取样电流的保护电路，有着功耗小，但成本高和电路较为复杂，其工作原理简述如下：



输出电路短路或电流过大, TR1 次级线圈感应的电压就越高, 当 UC3842③脚超过 1 伏, UC3842 停止工作, 周而复始, 当短路或过载消失, 电路自行恢复。

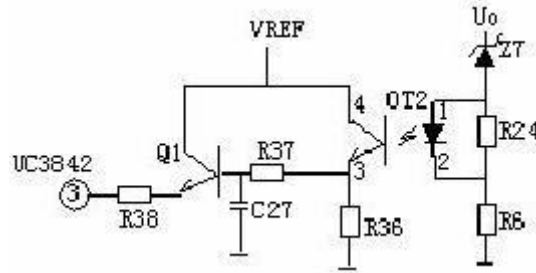
七、输出端限流保护



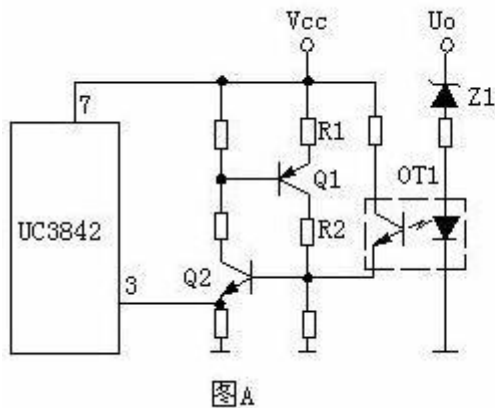
上图是常见的输出端限流保护电路，其工作原理简述如上图：当输出电流过大时，RS（锰铜丝）两端电压上升，U1③脚电压高于②脚基准电压，U1①脚输出高电压，Q1 导通，光耦发生光电效应，UC3842①脚电压降低，输出电压降低，从而达到输出过载限流的目的。

八、输出过压保护电路的原理

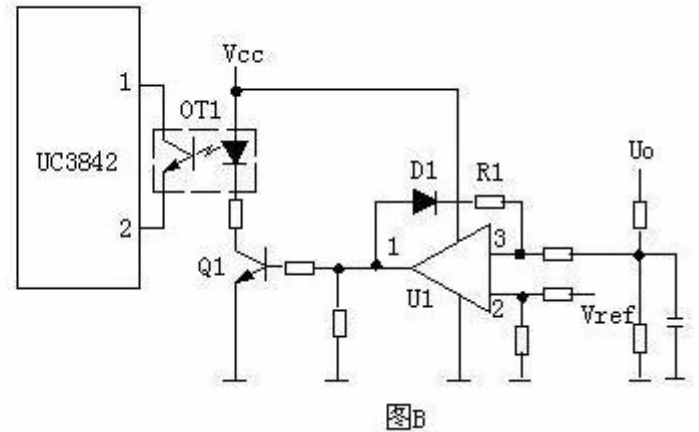
输出过压保护电路的作用是：当输出电压超过设计值时，把输出电压限定在一安全值的范围内。当开关电源内部稳压环路出现故障或者由于用户操作不当引



4、输出过压锁死电路：



图A

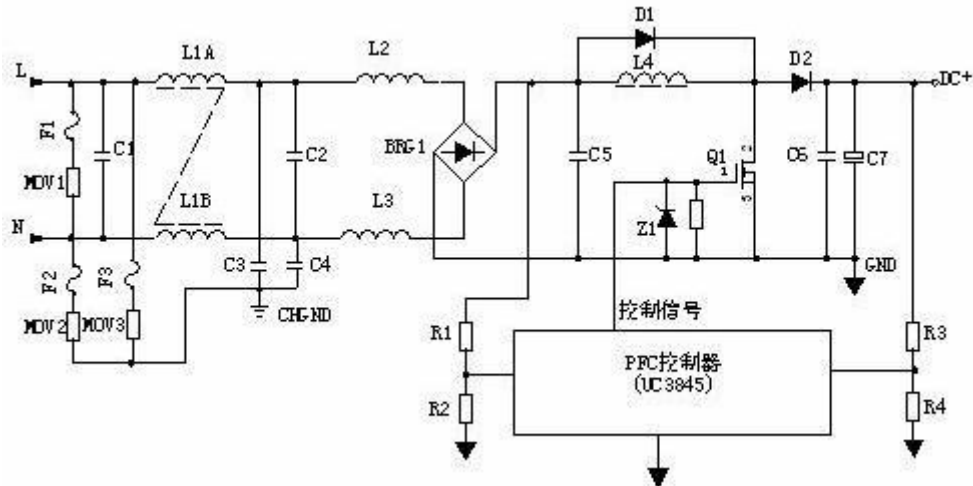


图B

图 A 的工作原理是，当输出电压 U_o 升高，稳压管导通，光耦导通，Q2 基极得电导通，由于 Q2 的导通 Q1 基极电压降低也导通， V_{cc} 电压经 R1、Q1、R2 使 Q2 始终导通，UC3842③脚始终是高电平而停止工作。在图 B 中， U_o 升高 U1③脚电压升高，①脚输出高电平，由于 D1、R1 的存在，U1①脚始终输出高电平 Q1 始终导通，UC3842①脚始终是低电平而停止工作。正反馈？

九、功率因数校正电路（PFC）

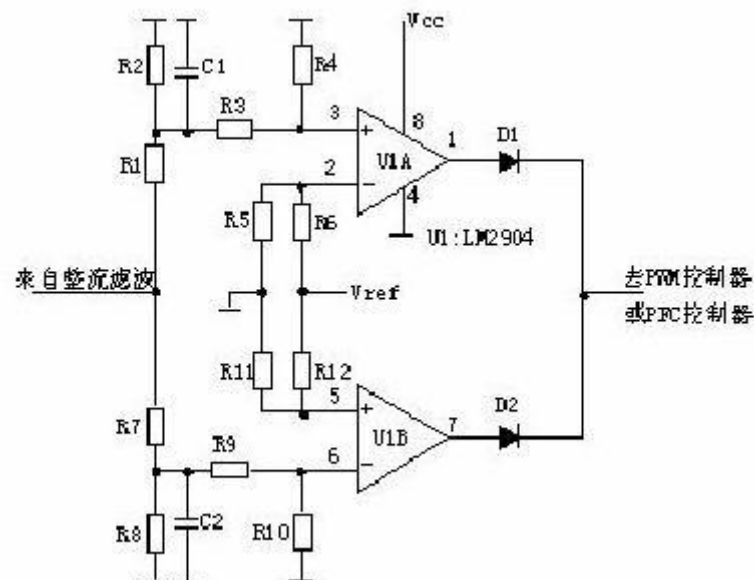
1、原理示意图：



2、工作原理： 输入电压经 L1、L2、L3 等组成的 EMI 滤波器，BRG1 整流一路送 PFC 电感，另一路经 R1、R2 分压后送入 PFC 控制器作为输入电压的取样，用以调整控制信号的占空比，即改变 Q1 的导通和关断时间，稳定 PFC 输出电压。L4 是 PFC 电感，它在 Q1 导通时储存能量，在 Q1 关断时施放能量。D1 是启动二极管。D2 是 PFC 整流二极管，C6、C7 滤波。PFC 电压一路送后级电路，另一路经 R3、R4 分压后送入 PFC 控制器作为 PFC 输出电压的取样，用以调整控制信号的占空比，稳定 PFC 输出电压。

十、输入过欠压保护

1、 原理图：



2、 工作原理：

AC 输入和 DC 输入的开关电源的输入过欠压保护原理大致相同。保护电路的取样电压均来自输入滤波后的电压。取样电压分为两路，一路经 R1、R2、R3、R4 分压后输入比较器 3 脚，如取样电压高于 2 脚基准电压，比较器 1 脚输出高电平去控制主控制器使其关断，电源无输出。另一路经 R7、R8、R9、R10 分压后输入比较器 6 脚，如取样电压低于 5 脚基准电压，比较器 7 脚输出高电平去控制主控制器使其关断，电源无输出。

OFweek 电源网