

## 2. 基于单片机控制的开关电源的可选设计方案

由单片机控制的开关电源，从对电源输出的控制来说，可以有三种控制方式，因此，可供选择的设计方案有三种：

(1) 单片机输出一个电压(经D/AC芯片或PWM方式)，用作开关电源的基准电压。这种方案仅仅是用单片机代替了原来开关电源的基准电压，可以用按键设定电源的输出电压值，单片机并没有加入电源的反馈环，电源电路并没有什么改动。这种方式最简单。

(2) 单片机和开关电源专用PWM芯片相结合。此方案利用单片机扩展A/D转换器，不断检测电源的输出电压，根据电源输出电压与设定值之差，调整D/A转换器的输出，控制PWM芯片，间接控制电源的工作。这种方式单片机已加入到电源的反馈环中，代替原来的比较放大环节，单片机的程序要采用比较复杂的PID算法。

(3) 单片机直接控制型。即单片机扩展A/DC，不断检测电源的输出电压，根据电源输出电压与设定值之差，输出PWM波，直接控制电源的工作。这种方式单片机介入电源工作最多。

## 3. 最优设计方案分析

三种方案比较第一种方案：单片机输出一个电压(经D/AC芯片或PWM方式)，用作开关电源的基准电压。这种方案中，仅仅是用单片机代替了原来开关电源的基准电压，没有什么实际性的意义。第二种方案：由单片机调整D/AC的输出，控制PWM芯片，间接控制电源的工作。这种方案中单片机可以只是完成一些弹性的模拟给定，后面则由开关电源专用PWM芯片完成一些工作。在这种方案中，对单片机的要求不是很高，51系列单片机已可胜任；从成本上考虑，51系列单片机和许多PWM控制芯片的价格低廉；另外，此方案充分解决了由单片机直接控制型的开关电源普遍存在的问题——由于单片机输出的PWM脉冲频率低，导致精度低，不能满足要求的问题。因此，单片机和PWM芯片相结合，是一种完全可行的方案。第三种方案：是最彻底的单片机控制开关电源，但对单片机的要求也高。要求单片机运算速度足够快，且能输出足够高频率的PWM波。DSP类单片机速度够快，但价格也很高，占电源总成本的比例太大，不宜采用。廉价单片机中，AVR系列最快，具有PWM输出，但AVR单片机的工作频率仍不够高，只能是勉强

使用。

比较分析后的结论。通过以上比较分析，笔者认为：第二种方式，即单片机和开关电源专用PWM控制芯片相结合是目前基于单片机控制的开关电源的最优设计方案。

#### 4. 基于89c51 单片机控制的开关电源

根据上述最优设计方案的结论，下面举出一个基于此最优方案下的实例，本实例根据典型PWM芯片TL494 的应用特点，设计了一种基于单片机89c51 辅助控制的正向变换器方式开关电源。

##### 4.1 工作原理

4.1.1 电源软起动的实现正向变换器方式的开关电源在输入电压接通时，会产生极强的充电电流，因此需要通过软起动使输出电压平缓地上升。TL494 具有软起动功能，只要在4 脚与14 脚间接上电容器，即可使得 $t_{on}$  慢慢扩宽，从而实现软起动。

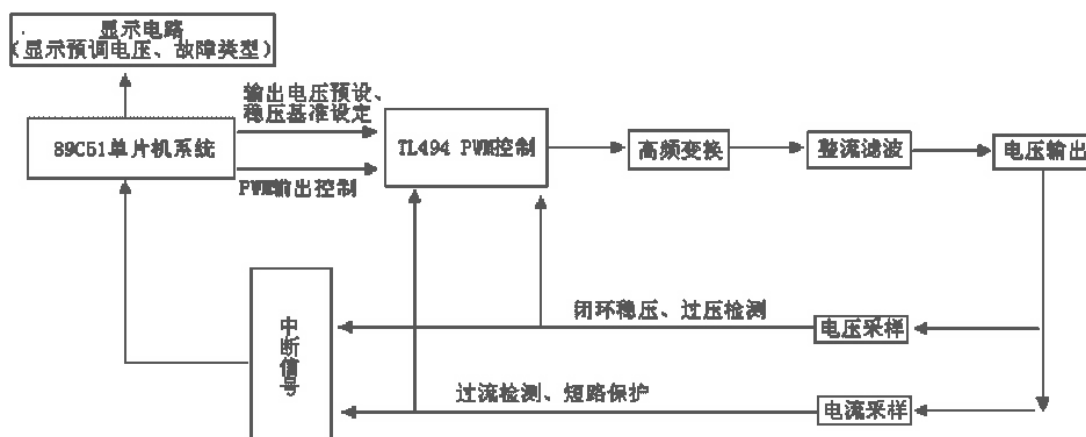
4.1.2 输出电压的可调整与稳压控制开关电源是借助晶体管的开/关(ON/OFF)来实现能量交换的，其输出控制，由晶体管的导通时间决定，流行的方法是采用PWM控制，具体的方法是控制晶体管导通的占空比。即：控制脉冲信号的频率已定(周期已定)，调整占空比就是调整脉冲有效电平的宽度。比如：要提高输出电压，只需调宽控制脉冲有效电平的宽度即可。同理，其稳压原理也是基于此。TL494 的4 脚是死区时间校正端子，此脚上给定一电压值，可得到一固定脉宽信号输出。其原理是：TL494 内部振荡器的三角波电压在0.2V~1.3V 之间，三角波电压高于引脚4 的电压的时间就是控制信号的 $t_{on}$ 。因此，通过调整设定引脚4 的电压便可调整PWM输出的 $t_{on}$ 时间，从而使得输出电压可调。根据TL494 的资料手册，4 脚死区控制电压的典型值为：2.8V 时，对应 $T_{ton}=0$ ；0V 时，对应最大的 $t_{on}$ ，在这段电压范围内，对应的电压值对应了固定的脉宽输出，以高频变换也就得到了相应的电压输出，由此输出可调的目的也就达到了，这种功

能具体由单片机来实现。输出电压可调，随即需要解决的是稳压，整机要求稳压精度稍为高一点，若要采用单片机来稳压的话，由于单片机运行一条最简单的指令也需要1 个周期，当采用12M晶振时，一个周期为1 $\mu$ s，显然不符合闭环稳

压的要求，在这时可采用TL494 内置的误差放大器来实现闭环稳压，实现的原理就是运用电压误差放大器实现的电压负反馈电路。单片机来给定每一级需要稳压基准点，以此来实现输出一级电压，稳定一级电压。

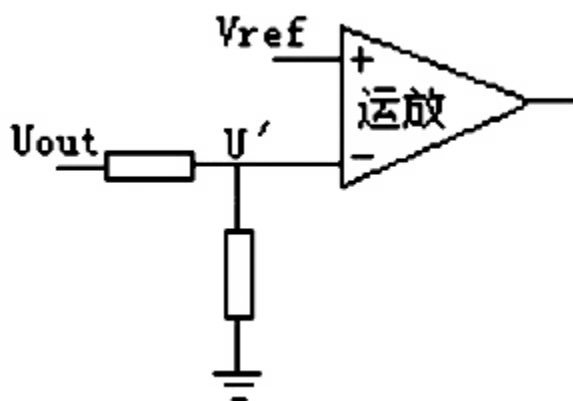
## 4.2 硬、软件实现

4.2.1 硬件实现本电路主要有控制电路、跟踪稳压电路和保护电路组成。原理框图如下所示：



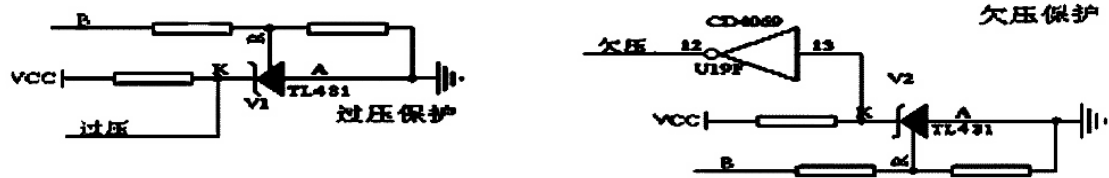
硬件原理框图

输出电压可调控制电路的实现是由单片机通过锁存器 (74LS377) 和D/A转换器 (DAC0800) 实现，当单片机给74LS377 送入数据并由74LS377 将数据锁存，经DAC0800 转换后输出的直流电压给TL494 的4 脚，给定不同的基准稳压电平，即可实现不同的电压输出。



稳压基准源电路应输出电压可调的要求，那么当输出某一电压值时必须要求稳压，根据闭环负反馈的电路原理可知（如左图）， $V_{ref}$  为稳压基准电平， $V_{ref}$  与  $U'$  维持平衡电压值只相差十几个毫伏，当输出电压  $U_{out}$  升高时， $U'$  的

电压值必定升高，则误差放大器的输出电压会下降，使得TL494内部的PWM波输出脉宽变窄。经一系列高频变换滤波得到的输出电压 $U_{out}$ 会降低，从而达到稳压目的。当输出电压为人为调整（升高或降低）时，则须对 $V_{ref}$ 进行相应的调整（升高或降低）才能达到输出稳压的目的。



过压、欠压保护电路

如上图左图所示：过压保护的检测电路是利用TL431来实现的, TL431的内部含有一个2.5V的基准电压，当输入电压B增大，则由两个电阻组成的采样电路所分压得到的电压大于2.5V时，TL431导通，其阴极K输出低电平，给单片机一个中断信号，切断TL494的输出，并通过显示电路显示当前的过压保护状态。

如上图右图所示：检测电路也是利用TL431来实现的，当输入电压B减小时，由两个电阻组成的采样电路所分压得到的电压小于2.5V时，TL431截止，其阴极K输出高电平，经过一个反相器，反相器输出一个低电平，由单片机检测出来后，切断TL494的输出，并通过显示电路显示当前的欠压保护状态。



过流保护电路

## (2)过流保护电路

如上图所示：过流保护电路的实现是通过CA3140和一个PNP型三极管来实现的，当电流采样信号表现为过流时，运放CA3140的6脚输出为一高电平，使三极管关断，74LS32的9脚输出为高电平，关断TL494的PWM波的输出。同时，也给单片机一个中断信号，使显示电路显示过流保护状态。

4.2.2 软件实现本电路的软件结构包括初始化，预设定及故障检测程序等构成的，以单片机AT89C51为软件控制核心。程序结构框图如下图所示。

