

应用电流型控制器改造卷烟机电源^{*}

杨 炳 聪

(华侨大学产业办, 泉州 362011)

摘要 介绍电流型控制 PWM 开关电源的原理及其优点, 以改造卷烟机电源的实践说明用电流型代替电压型控制开关电源的优越性, 并指出其普遍适用性.

关键词 PWM 开关电源, 电流型控制器, 卷烟机

分类号 TM 571.2

1 电流型控制器

被誉为“20 kHz 电源技术革命”的脉宽调制(PWM)开关电源^[1], 以其显而易见的优点几乎取代了传统的直流稳压电源. 然而, 随着时间的推移, 开关电源的缺陷也不断地暴露出来. 细究其原因, 多数是由于先前的开关电源都是由电压型来控制 PWM 电路. 而电压型本身有着稳定性差、响应慢, 以及工作时电流不参与稳压控制等等不完善之处. 针对电压型控制器的缺点, 人们已研制出一类高性能的电流型控制器集成电路. 这类器件较为典型的如 UC2842, UC3842等.

1.1 电流型控制器的工作原理

这类器件之所以称为“电流型”, 只是为了区别于仅靠输出电压反馈来进行稳压的电压型控制器. 电流型控制器也有输出电压反馈控制部分. 同时又增加了对电路(一般是对开关管)进行电流检测和控制, 即对电路实行双重监控. 电流检测控制自成一个闭环控制系统, 有效地弥补了电压型控制的不足, 使开关电源更完善.

电流型控制器的工作原理如图1所示. 当开关电路的电流变化时, “电流反馈”经采样变换成电压后送入 PWM 电路, 改变其输出脉冲的占空比, 以使输出电压保持正常值. 同样, 输出电压的变化经“电压反馈”进入 PWM 电路, 从而达到稳压的效果. 当输出电压的变化是由于开关电路之初级电流变化所致时, “电流反馈”与“电压反馈”电路同时给 PWM 电路馈送这种变化信号, 两种反馈信号相互“叠加”的结果加剧了 PWM 电路占空因数的变化. 因此, 电流型控制器对电路的变化能更迅

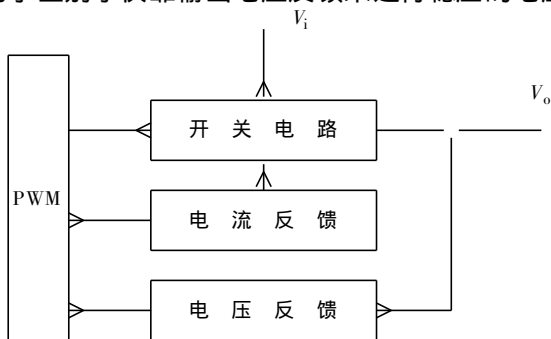


图1 电流型控制器原理框图

变其输出脉冲的占空比, 以使输出电压保持正常值. 同样, 输出电压的变化经“电压反馈”进入 PWM 电路, 从而达到稳压的效果. 当输出电压的变化是由于开关电路之初级电流变化所致时, “电流反馈”与“电压反馈”电路同时给 PWM 电路馈送这种变化信号, 两种反馈信号相互“叠加”的结果加剧了 PWM 电路占空因数的变化. 因此, 电流型控制器对电路的变化能更迅

速、更准确地予以响应。

1.2 电流型控制器的优点

从电流型控制器的工作原理及其应用实践,都说明了该类器件普遍具有五个方面的优点。

(1) 对输入电压的响应快。其内设的电流检测器随时监测输入电路的情况,对电网的过电压、高频干扰乃至开关电路本身的脉冲干扰等而导致开关管电流的急剧变化,都能予以抑制。它既保护了开关管,也保护了其他相关的元器件。这是避免浪涌电压而造成功率管损坏的有效途径^[1]。

(2) 完善的过载保护功能。器件内的 PWM 锁存器保证了逐个脉冲幅值及电流的限制能及时、灵敏地进行。也即当电流检测电路某一周期的输出显示出大电流信号时, PWM 电路就立即调整输出脉冲的宽度,纠正这种电流增大的倾向。因此,无须另设过载或短路保护电路,大大地提高了电路工作的可靠性。

(3) 负载响应快,电路的稳定性好。负载的每一微小波动必定引起输出电压的变化,同时也将引起输入电路电流的变化。这些变化通过电压反馈电路及电流反馈电路同时送到 PWM 电路,前者经误差放大后改变比较器的阈值电平(反相端),后者直接控制比较器的同相端,两者同向地(因而加剧)改变了比较器的输出。这就改变了 PWM 的输出,因而能很快使电路的输出得以稳定。

(4) 降低电路的损耗,提高开关电源的效率。电压型控制器大多须另设供电电路而增加了损耗,电流型则不必。典型的电流型控制器本身耗电都较少,且因其固有转换快等功能而减少了功率管的损耗,这些都进一步提高了开关电源的效率。

(5) 此外,诸如电路简单、成本低廉、维修方便,也都比电压型控制器优越得多。

2 对卷烟机电源模块的改造

2.1 问题的提出

卷烟厂原先进口的卷烟自动包装机等生产机械,都用到电源模块 EA-PSMPS812406。由于实际生产条件及设计本身的原因,该模块故障率很高。国内配件缺乏,难以修复,每年需花费数十万元外汇到生产厂家求购而影响生产。因此,厂家提出该项研究任务。

2.2 原电路的剖析

2.2.1 电源模块的技术数据 输入电压为 AC187~242 V,开关频率约 33 kHz,输出电压为 DC24 V,输出电流为 6 A,电压稳定度小于 0.3%,纹波电压小于 80 mV,输入/输出绝缘大于 4.5 kV,工作温度为 20~85℃。

2.2.2 电源模块工作原理 原电路是电压型控制的 PWM 开关电源,其原理框图示于图 2。图中的 PWM、整形、取样放大各由一片集成电路及外围元件构成。在输入端及开关电路后,分别设置 DC12 V 和 DC8 V 的稳压电源以供这些集成电路正常工作。该电路的稳压过程:输出电压的变化经“取样放大”后,从“光电耦合”送至“PWM”,控制其输出脉冲宽度;进而,改变“开关电路”中 VMOS 管的导通时间,使输出电压恢复正常值。总之,该电路的稳压仅由反馈电压来实现,属单闭环系统。

2.2.3 原电路主要缺点 一方面,电压型控制开关电源所固有的响应慢、稳定性差、电流不参与稳压过程,没有对过电流的保护作用等一系列弊端,都是该电路的主要缺点。另一方面,系统

中的PWM 电路需要另用一套变压、整流、滤波,因而使电路变得复杂、笨重、耗电,并且增加了故障隐患(在对多台损坏的电源模块的检查中发现,该电源变压器已烧毁的占50%以上).此外,选用的集成电路外围元件多、要求高、不易购买等,都给维修带来诸多不便.

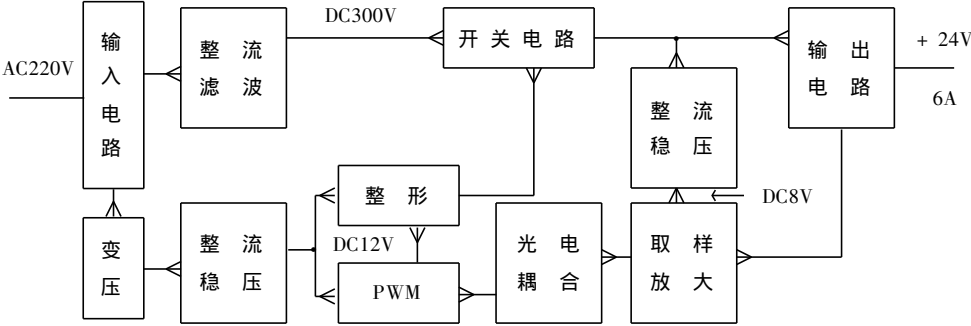


图2 原电路原理框图

除此之外,原电路在输入回路、输出滤波网络和超温保护等的设计比较合理,故障率也较低,改造时无须变动.

2.3 对原电路的改造思路

2.3.1 设计方案 根据2.2.1节的参数要求,结合原电路的具体情况,对该模块进行改造的最有效方法是以电流型控制代替原电路的电压型控制.我们选用专门为隔离式开关电源及DC-DC 变换而设计^[6]的高性能电流型控制器集成电路 UC3842,构成如图3所示的原理框图.

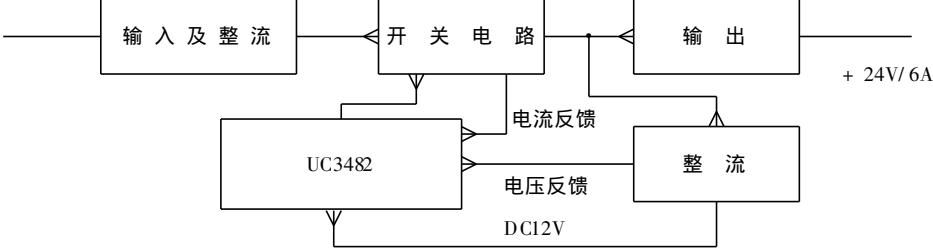


图3 改造后原理框图

在图3中,电流反馈信号是由开关电路的VMOS 管的电流经采样转换成电压而得,它形成第一闭环控制系统.而电压反馈信号则是由开关变压器的一组次级电压整流形成,是第二闭环控制系统.双闭环控制回路的构成将使电路的许多性能都明显优于原电路.

2.3.2 关于 UC3842 集成电路 UC3842的内部原理框图及各引脚功能如图4所示,其中“8”,“4”端外接阻容时基元件.从图中我们不难看出,UC3842输出脉冲的宽度主要由比较器(电路设定之后)调制;PWM 信号的上升沿由振荡器决定,下降沿则由功率管电流和输出电压共同确定.

应用 UC3842,其主要优点有五个方面.(1) 器件内部经精心设计,功能齐全.(2) 其电压反馈输入端“2”和电流信号输入端“3”提供组成双闭环控制电路的可行性.(3) 器件易得,外围元件少.(4) 对电源要求不高,启动后供电电压可在10~30V 任选,耗电少(约10~15mA,不工作时仅1mA),可以靠自馈电绕组提供.(5) 输出端“6”的内部为图腾柱式,驱动能力为±1A,在负载电容为1000pF 时,上升下降时间仅为50ns,特别适于驱动VMOS 管^[8,3].

2.4 实际电路及说明

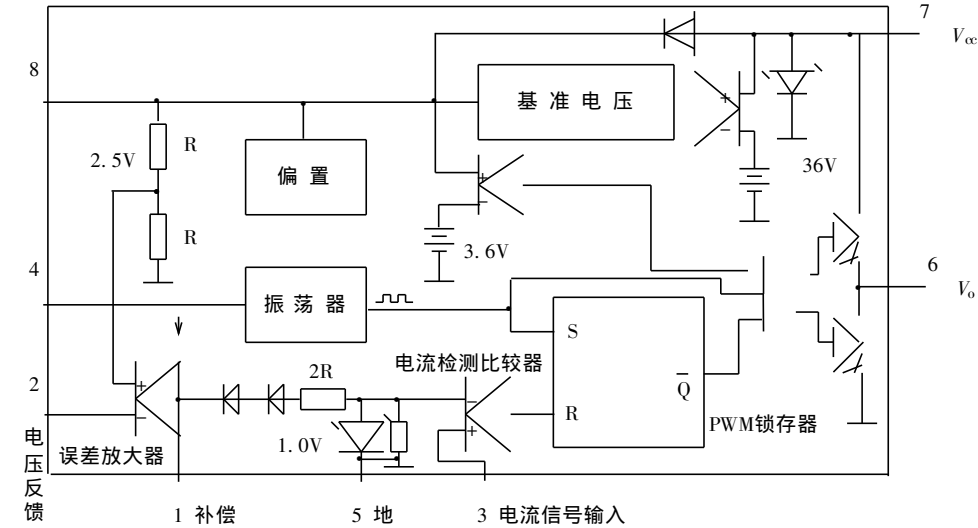


图4 UC3842内部原理图

2. 4. 1 改造后的电路 经反复调试, 我们完成了电流型控制代替电压型控制的实践, 并对电路中的器件 VMOS 管增加了保护措施, 成功地对原电路进行改造, 主要部分电路见图5. 由图可以看出, 这是一个电流控制型单端正激式开关电路^[6].

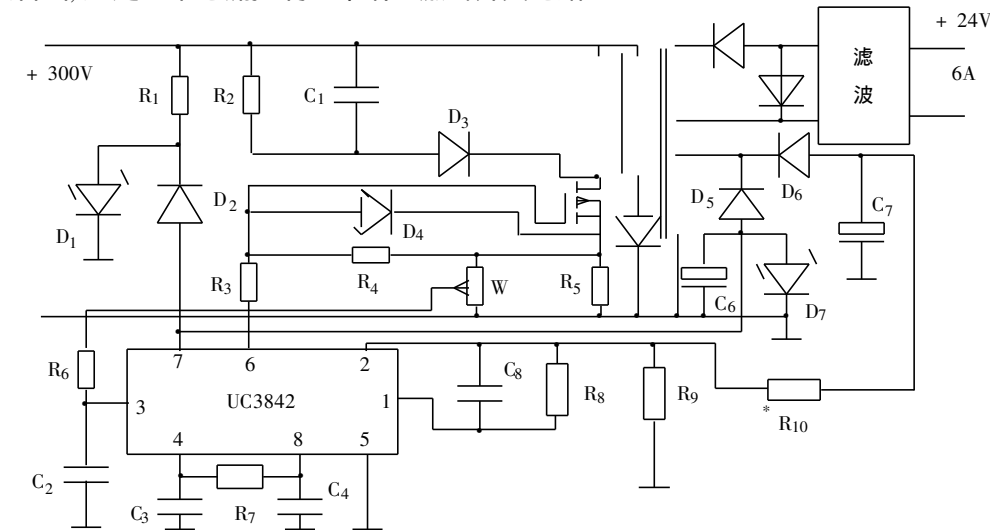


图5 改造后主要部分电路

2. 4. 2 关于电路的说明 (1) UC3842的启动电压, 是由高压(DC300 V)经 R_1 降压、 D_2 整流获得. 正常的工作电压, 则是由开关变压器次级付绕组 (原电路用来提供“取样放大”电源绕组) 电压经 D_5 、 D_7 、 C_6 提供. (2) D_6 、 R_9 、 R_{10} 组成电压反馈信号, 调整 R_{10} 可以改变电压馈入量. (3) 反馈电流信号经 R_5 、 W 采样后的电压, 经 R_6 送入 UC3842. (4) C_3 、 R_7 为振荡器频率的时基元件, 其数值据文 [6] 公式可按振荡器频率 $f = 1.8 / C_3 \cdot R_7$ 选取, 但 C_3 不宜太大, 以避免死区的出现. 实践告诉我们, 该电容容量宜小于 10 nF. (5) D_4 、 R_4 是为防止加在 VMOS 管之栅极的控制脉冲电压超过其栅源击穿电压而设置的, 而 C_1 、 R_2 、 D_3 则是用于吸收脉冲通断过程中因开关变压器的漏感等产生的冲击, 都是用以保护 VMOS 管的.

2.4.3 效果 经实际测试,改造后的电源模块工作时的开关频率约30 kHz. 它的各项指标均达到要求,其如下指标——输入电压范围为 AC100 ~ 250 V,输出电压稳定度小于0.2%,效率大于87%,则优于原电路.

3 结束语

电流型控制器用于卷烟机开关电源,我们仅仅作了初步的探索,自是尚有不够完善之处. 不过,该电源模块经改造后,自1994年底交付使用两年多来,其工作一直十分正常,故障率明显降低,用户反映良好.

电流型控制适用于卷烟机电源,同时也应适用于其他开关电源. 因此,在彩电、录象机等传统使用电压型控制开关电源的场合,都可推广应用.

参 考 文 献

- 1 徐德高,金 刚. 脉宽调制变换器型稳压电源. 北京: 科学出版社, 1984. 1 ~ 10, 207 ~ 226, 311 ~ 356
- 2 程新生. 彩色电视机开关电源. 北京: 科学出版社, 1988. 30 ~ 40
- 3 方佩敏. 高性能电流型控制器. 电子产品维修与制作, 1995, (2): 36 ~ 38
- 4 杨承丰,尹凤鸣. 开关电源. 北京: 人民邮电出版社, 1987. 52 ~ 58

Reconstructing Power Source of Cigarette Making Machine by Applying Controller of Current Type

Yang Bingcong

(School-Run Workshops, Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract A representation is made on the principle and advantage of controlling pulse-width modulated switching power supply by current type controller. Based on the practice of reconstructing the power source of cigarette making machine, the author demonstrates the advantage of controlling switching power supply by current typecontroller instead of by voltage type one; and points out its universal suitability.

Keywords pulse-width modulation, controller of current type, cigarette making machine