

的期望值。

图 2 示出了该电路的 PWM 控制器原理框图。流经变压器原边 N_1 线圈的电流 i_1 经检测电阻 R_s (该阻值很小) 形成 $e_s = i_1 R_s$ 压降, 与 i_1 经加减运算电路后得 $e_s - \beta_1 e_1$ 并送入 PWM 控制器 1 #。其输出 V_{s1} 作为开关管 S_1 的驱动信号, S_1 的导通时间为 T_{on1} 。它采用的是前馈控制^[1], 目的是把 e_1 和 i_1 的扰动所引起的系统瞬态误差减到最小, 以改善系统的瞬态响应。

在 V_{s1} 的控制下, e_1 经 N_1, N_3 变换后供负载 R_0 取用。但仅用这样的控制, R_0 两端电压 e_0 会产生幅值很大的频率为 2 倍 e_{ac} 频率的纹波。为了消除 e_0 的这种低频纹波, 我们采用另一路反馈控制。即把 E_r , e_0 经运算电路运算得 $E_r - \beta_2 e_0$ 送入图 2 的 2 #

PWM 控制器中。因 V_s 的周期 $T_s = 1/f_s$ 为总开关周期。显然, 对 PWM 控制, 开关频率 f_s 为一个定值 (即周期 T_s 固定)。但一个周期 T_s 中, T_{on} 和 T_{off} 是变化的。 S_1 和 S_2 的导通时间之和 $T_{on1} + T_{on2} = T_{on}$ 。因此, 只要把 T_{on1} 与 T_{on} 取异或即可得到 S_2 的驱动波形 V_{s2} 。其中 S_1 的导通时间 T_{on1} 采用前馈控制。而 T_{on} 则采用反馈控制。可以推出, i_1 在 T_{on1} 期间, 应与工频电源电流 i_{ac} 的全波整流波形相似; 而 i_2 则与 i_1 的相位相反。 $i_0 = e_0/R_0$ 应是一无纹波的固定值。其中 i_1, i_2 按线圈 N_3 进行规格化。电池 E_B 传送到负载部分的电流与 $(i_0 - i_1)$ 的量相当。

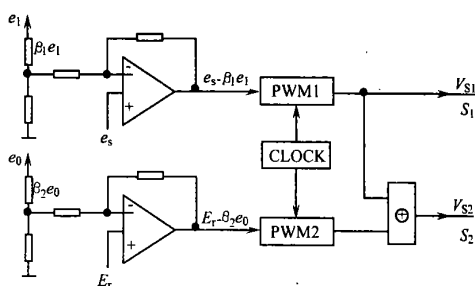
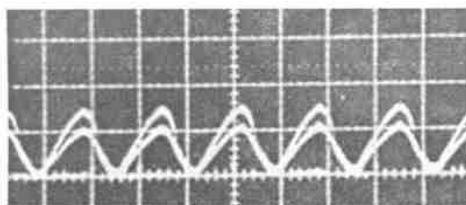


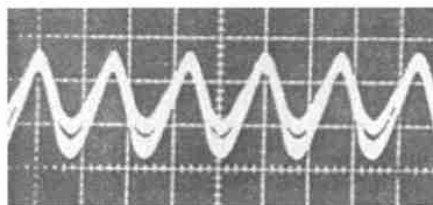
图 2 PWM 控制原理图

2 实验结果

i_1, i_2 的实测波形如图 3 (a), (b) 所示, 可见实测与理论推断是一致的。单输入单输出的 DC/DC 变换器 (不含 E_B 部分) 时, e_{ac}, i_{ac} 和 e_0 的实测波形如图 4 (a), (b) 所示。由于采用前馈控制, i_{ac} 虽有较好波形, 但输出电压 e_0 则有约 280 mV 的纹波。且此时电容 C 的容量要很大, 约 10 000 μF 。可见, 想用增大

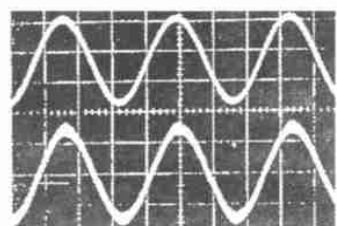


(a) i_1 实测波形

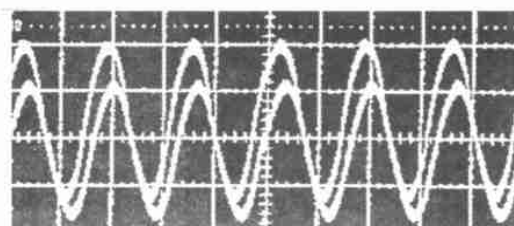


(b) i_2 实测波形

图 3 i_1 和 i_2 波形



(a) e_{ac}, i_{ac} 实测波形图



(b) e_0 实测波形图

图 4 单输入单输出实测波形

垂直: e_{ac} 为 20 V 格⁻¹, i_{ac} 为 100 mA 格⁻¹; 水平: 5 ms 格⁻¹

C 的容量来减小纹波是困难的。

图 5 (a), (b) 为采用 2 输入 1 输出的 DC/DC 变换器时 e_{ac}, i_{ac} 和 e_0 的观测波形。此时 e_0 的纹波抑制在 80 mV 左右, 这个值是较小的。 i_{ac} 的波形基本上为正弦波, 高次谐波也被抑制了。

只要进一步优化前馈和反馈控制回路各参数, e_0 的纹波会进一步减小。

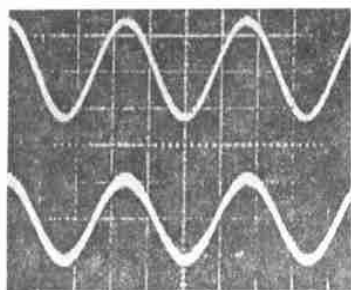
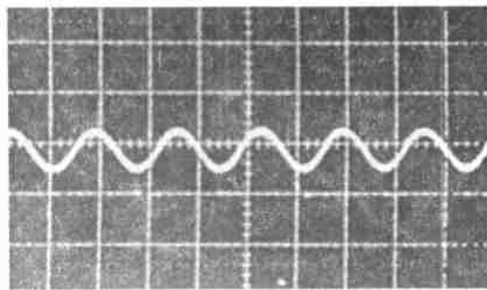
(a) e_{ac}, i_{ac} 实测波形图(b) e_0 实测波形

图 5 双输入单输出实测波形

垂直: e_{ac} 为 20 V 格⁻¹, i_{ac} 为 100 mA 格⁻¹; 水平: 5 ms 格⁻¹

3 结束语

由上面的分析和测量可见, 采用两输入的 DC/DC 变换器的好处. 它既抑制输入电流的高频分量, 降低输出电压 e_0 的纹波, 又提高了功率因数. 因此, 使整个变换器的性能得到令人满意的改善.

如果采用多于两个输入 (如三输入以上), 可推想在抑制高频分量和降低 e_0 纹波方面会有更好的效果. 但是, 其控制部分的参数必须经过优化.

参 考 文 献

- 1 蔡宣三, 龚绍文. 高功率电子学——直流-直流变换器部分[M]. 北京: 科学技术出版社, 1993. 333 ~ 357
- 2 阮新波, 严仰光. 直流开关电源的软开关技术[M]. 北京: 科学技术出版社, 2000. 34 ~ 41
- 3 林渭勋. 现代电力电子电路[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2002. 122 ~ 130
- 4 王 聪. 软开关功率变换器及其应用[M]. 北京: 科学技术出版社, 2000. 101 ~ 108
- 5 Thottuvelil V J, Verghese G C. Analysis and control design of paralleled DC/DC converter with current sharing [J]. IEEE Trans. On Power Electron., 1998, (13): 635 ~ 644

Realizing the Suppression of Harmonic Waves and Ripple Waves by Adopting Multiple Input DC/DC Converter

Zheng Yaolin Yang Hong

(College of Electromech. Eng. & Auto., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou, China)

Abstract As power supply of electronic instruments and equipments, DC/DC converters of switching mode are so increasingly adopted that the content of high order harmonic waves in power frequency supply increases and they are restricted by International Electro-technical Commission (IEC). The authors suggest to adopt multiple input DC/DC converter for suppressing high order harmonic waves of input current on which good effect has been obtained. By means of feedforward control in combination with feedback control, low frequency ripple waves of output voltage exhibit a decrease from about 280 mV of one input to about 80 mV of multiple input; while power factor exhibits an increase. Thus the distortion factor of harmonic waves decreases.

Keywords multiple input, converter, harmonic distortion, ripple waves of output voltage, power factor