

创维液晶电视电源部分原理及维修

第一章：创维液晶电源简介：



1、序：

随着平板电视的大量上市，液晶电视在平板彩电中占有重要角色，创维公司以前的液晶电视电源基本以外购为主，为加强产品的竞争力，降低成本，现公司自 2006 年开始，将以自产电源为主，作为创维用户服务部一线工程师，也应该积极的去学习此电源的工作原理及维修方法，以适应公司发展的需要。

其实液晶电源的工作原理并不比 CRT 彩电开关电源的原理复杂，只是它的排版布线更紧密，且大量采用贴片元件，所以给我们的感觉是比较陌生。只要了解了它的工作原理，其维修方法基本与 CRT 彩电相同。

2、液晶电源要求：

大屏幕液晶电视电源的要求、技术难点，从可靠性、保护功能、成本等方面综合考虑，开发面向液晶电视的新型开关电源技术。突出的体现了高可靠性、高安全性、保护功能齐全、电路简洁、性价比较高的适合大屏幕液晶电视的开关电源技术。

LCD 电源电路结构较复杂，各部分电路不但在功能上相互配合、相互渗透，且各电路参数设置非常严格，稍有不当地则电路不能正常工作。

根据市场和液晶电视机发展的要求，对此液晶电源技术要求为：

2. 1 高安全性：虽着消费者权益得到越来越广泛的关注，必须确保消费者的个人使用安全性。否则一旦出现安全事故，尤其是在国际市场上，将面临巨额罚款，企业的生存权、信誉将受到严重打击。

2. 2 高可靠性：随着新型显示材料的出现和电视机功能越来越复杂以及液晶电视的发展，如何解决高可靠性问题成为日益严重的课题，是必须考虑的问题。

3. 3 保护齐全：只有保护功能设计齐全，才有可能在错误动作发生时，使电源得到有效保护，避免引起更大故障或事故，同时保护部分误动作恢复后，要求电源可以恢复工作。

3. 4 电路简洁：电视机是一种民用产品，对于维护人员，简单的电路便于维护，电路尽可能简洁是必要的，尤其是减少分立件的数量，可以有效的减少设计误差，提高可靠性。减少故障点。

3. 5 性价比高：电视行业作为一个成熟的产业，成本竞争成为这个行业的特点。因此，在保证高性能的基础上，如何降低设计成本也是必须考虑的问题，性价比的高低，直接决定了该电源是否能得到大规模的推广使用。

综上所述，这一新型电源技术就是在充分考虑了以上要求的基础上开发出的。

3、液晶电源的功能特点：

创维液晶大屏幕彩电电源分为主电源和待机电源两部分组成，其中主电源部分由一个相对独立的开关电源组成，这是充分考虑了液晶电视工作时的内环境温度提出的设计思路。

低待机功耗技术是电视机行业发展的一个趋势，此电源采用了副电源待机，提高了待机电源的工作效率，可以满足不同的待机功率输出要求。

谐波抑制技术已越来越被电子行业所关注，创维大屏幕液晶电源采用有源 PFC 技术，功率因数可达 99%以上，同时极大的提高了电源的工作效率，理论上效率可达 90%，实测在 85%以上。

可靠性设计是电源设计的核心部分，我们已经使用可靠性系统设计中的有关设计和实验方法进行优化设计：

通过建模、电应力分析、可靠性预计、可靠性分配我们进行了优化设计，通过加速试验、可靠性增长试验等方法我们对电源可靠性进行了充分验证。

我们还从元器件选用、降额使用、热设计等方面对该电源技术进行了优化设计。

对于影响半导体失效最关键部分 ESD 静电防护部分也进行了全面考虑。

4、创维公司液晶电视的电源特征：

4. 1 公司所使用的液晶电源都为开关电源；

4. 2 目前有内置电源与外置电源之分，早期 26 寸以下的液晶电源为外置电源模块，即我们也称之为适配器；

4. 3 现在全部为内置电源，后续将会由二合一（将背光板与电源部分合在一起）的电源取代现有的电源及背光板。

4. 4 输出电压与电流：

创维的液晶电源输出的电压基本只有三种电压输出：向 CPU 供电的 5V 电压输出、12V 与 24V，不同屏幕大小时配电源板输出的电流不同，如下：（以下数据供参考）。

32 电源：输入电压：AC110V-240V/47-63Hz

+5V：0.1-0.5A：CPU 供电；

+12V：0.5-4A：主板供电；

+24V：0.5-6A：伴音功放与背光板供电；

37 电源：输入电压：AC110V-240V/47-63Hz

+5V：0.1-0.5A：CPU 供电；

+12V：0.5-4A：主板供电；

+24V: 0.5-7A: 伴音功放与背光板供电;

42 电源: 输入电压: AC110V-240V/47-63Hz

+5V: 0.1-0.5A: CPU 供电;

+12V: 0.5-4A: 主板供电;

+24V: 0.5-10A: 伴音功放与背光板供电;

46 电源: 输入电压: AC110V-240V/47-63Hz

+5V: 0.1-0.5A: CPU 供电;

+12V: 0.5-4A: 主板供电;

+24V: 0.5-12A: 伴音功放与背光板供电;

第二章 开关电源相关名词介绍:

开关电源又名直流电源供应器, 它为一将交流电源转换成所需直流电源的装置。一个良好的电源供应器必须符合所有功能规格、保护特性、安全规范(如 UL、CSA、VDE、DEMKO、SEMKO 等之耐压、抗燃、漏电流、接地等安全规格)、电磁兼容能力(如 FCC、CE 等之传导与幅射干扰)、可靠度(如烧机之寿命测试)、及其它之特定需求等。

一、电源供应器包括下列之型式:

AC-DC: 如个人用、家用、办公室用、工业用(桌上型 PS/2 或 ATX 计算机、外围、传真机、充电器)

DC-DC: 如可携带式产品(行动电话、笔记型计算机、摄影机)

DC-AC: 如车用转换器(12V~115/230V)、通信交换机之振铃信号电源

AC-AC: 如交流电源变压器、变频器、UPS 不断电电源

以上之输出还包含电压源(一般大多数为电压源)或电流源(如电池充电器)之单组输出或多组输出(视需求而定)之各种结构。

电源供应器之设计、制造及品质管制等测试需要精密的电子仪器设备来仿真电源供应器实际工作时之各项特性(亦即为各项规格), 并验证能否通过。实务上, 电源供应器有许多不同的组成结构(单输出、多输出、及正负极性)和输出电压、电流、功率之组合, 因此需要具弹性多样化的测试仪器才能符合许多不同规格之需求。

二、电气功能(Electrical Specifications)及测试

一个电源供应器品质的好坏, 可通过对其电气功能的测试得到检验, 分别详细说明如下:

1、功能(Functions)测试:

输出电压调整(Hold-on Voltage Adjust);
电源调整率(Line Regulation);
负载调整率(Load Regulation);
综合调整率(Conmine Regulation);
输出涟波及噪声(Output Ripple & Noise, RARD);
输入功率及效率(Input Power, Efficiency);
动态负载或瞬时负载(Dynamic or Transient Response);
电源良好/失效(Power Good/Fail)时间;
起动(Set-Up)及保持(Hold-Up)时间。

2、保护动作(Protections)测试:

过电压保护(OVP, Over Voltage Protection);
短路保护(Short);
过电流保护(OCP, Over Current Protection);
过功率保护(OPP, Over Power Protection)。

3、安全(Safety)规格测试:

输入电流、漏电电流等;
耐压测试:电源输入对地, 电源输出对地; 电路板线路须有安全间距;
阻燃: 零组件需具备抗燃之安全规格, 工作?度须于安全规格;
机壳接地: 需于 0.1 欧姆以下, 以避免漏电触电之危险;
变压输出特性: 开路、短路及最大伏安(VA)输出;
异常测试: 散热风扇停转、电压选择开关设定错误。

4、电磁兼容(Electromagnetic Compliance)测试:

电源供应器需符合 CISPR 22、CLASS B 之传导与辐射的 4dB 余裕度, 电源供应器需在以下三种负载状况下测试: 单个输出为空载、多个输出为 50%负载、单个输出为 100%负载。

传导干扰/免疫: 经由电源线之传导性干扰/免疫

辐射干扰/免疫: 经由磁场之辐射性干扰/免疫

5、可靠度(Reliability)测试:

烧机寿命测试: 高温(约 50-60 度)及长时间(约 8-24 小时)满载测试。

6、其它测试:

ESD: Electrostatic Discharge 静电放电(人或物体经由直接接触或间隔放电引起)在 2-15KV 之 ESD 脉波下, 待测物之各个表面区域应执行连续 20 次的静电放电测试, 电源供应器之输出需继续工作而不会产生突波(Glitch)或中断(Interrupt), 直接 ESD 接触时不应造成过激(Overshoot)或欠激(Undershoot)之超过稳压范围之状况、及过电压保护(OVP)、过电流保护(OCP)等。此外, 于 ESD 放电电压在高达 25KV 下, 应不致造成零件故障(Failure)。

EFT: Electrical Fast Transient or burst 一串切换噪声经由电源线或 I/O 线路之传导性干扰(由电力站或建筑物引起)。

Surge: 经由电源线之高能量瞬时噪声干扰(电灯之闪动引起)。

VD/I: Dips and Interrupts 电源电压下降或中断(电力分配系统之故障或失误所引起, 例如电力站之过载或断路器之跳闸所引起)

三、功能测试 :

1、 输出电压调整

当制造交换式电源供应器时, 第一个测试步骤为将输出电压调整至规格范围内。此步骤完成后才能确保后续的规格能否符合。

通常, 当调整输出电压时, 将输入交流电压设定为正常值(115Vac 或 230Vac), 并且将输出电流设定为正常值或满载电流, 然后以数字电压表测量电源供应器的输出电压值并调整其电位器(VR)直到电压读值位于要求之范围内。

2、电源调整率

电源调整率的定义为电源供应器于输入电压变化时提供其稳定输出电压的能力。此项测试系用来验证电源供应器在最恶劣之电源电压环境下, 如夏天之中午(因气温高, 用电需求量最大)其电源电压最低; 又如冬天(因气温低, 用电需求量最小)其电源电压最高。在前述之两个极端下验证电源供应器之输出电源之稳定度是否合乎需求之规格。

为精确测量电源调整率, 需要下列之设备:

能提供可变电电压能力的电源, 至少能提供待测电源供应器的最低到最高之输入电压范围。

一个均方根值交流电表来测量输入电源电压。 一个精密直流电压源具备至少高于待测物调整率十倍以上。 以及连接至待测物输出的可变负载。

测试步骤如下: 于待测电源供应器以正常输入电压及负载情况下热机稳定后, 分别于低输入电压(Min), 正常输入电压(Normal), 及高输入电压(Max)下测量并记录其输出电压值。

电源调整率通常以一正常之固定负载(Nominal Load)下, 由输入电压变化所造成其输出电压偏差率(deviation)的百分比, 如下列公式所示:

$$V0(max) - V0(min) / V0(normal) * 10\%$$

电源调整率亦可用下列方式表示之: 于输入电压变化下, 其输出电压之偏差量须于规定之上下限范围内, 即输出电压之上下限规格内。

3、负载调整率

负载调整率的定义为电源供应器于输出负载电流变化时, 提供其稳定输出电压的能力。此项测试系用来验证电源供应器在最恶劣之负载环境下, 如个人计算机装置最少之接口且磁盘驱动器均不动作(因负载最少, 用电需求量最小)其负载电流最低; 又如个人计算机的装置最多之接口, 且磁盘机有动作(因负载最多, 用电需求量最大)其负载电流最高。在前述之两个极端下验证电源供应器之输出电源之稳定度是否合乎需求之规格。

所需的设备和连接与电源调整率相似, 唯一不同的是需要精密的电流与待测电源供应器的输出串联。

测试步骤如下: 于待测电源供应器以正常输入电压及负载情况下热机稳定后, 测量正常负载下之输出电压值, 再分别于轻载(Min)、重载(Max)负载下, 测量并记录其输出电压值(分别为 Vmax 与 Vmin), 负载调整率通常以正常之固定输入电压下, 由负载电流变化所造成其输出电压偏差率的百分比, 如下列公式所示:

$$V0(max) - V0(min) / V0(normal) * 100\%$$

负载调整率亦可用下列方式表示: 于输出负载电流变化下, 其输出电压之偏差量须于规定之上下限电压范围内, 即输出电压之上下限规格内。

4、综合调整率

综合调整率的定义为电源供应器于输入电压与输出负载电流变化时, 提供其稳定输

出电压的能力。这是电源调整率与负载调整率的综合,此项测试系为上述电源调整率与负载调整率的综合,可提供对电源供应器于改变输入电压与负载状况下更正确的性能验证。

综合调整率用下列方式表示:于输入电压与输出负载电流变化下,其输出电压之偏差量须于规定之上下限电压范围(即输出电压之上下限规格内)或某一百分比界限内。

5、输出噪声

输出噪声系指于输入电压与输出负载电流均不变的情况下,其平均直流输出电压上的周期性与随机性偏差量的电压值。输出噪声是表示在经过稳压及滤波后的直流输出电压上所有不需要的交流及噪声部分(包含低频之 50/60Hz 电源信号、高于 20 KHz 之高频切换信号及其谐波,再与其它之随机性信号所组成)),通常以 mVp-p 峰对峰值电压为单位来表示。

一般的交换式电源供应器的规格均以输出直流输出电压的 1%以作为输出噪声之规格,其频率为 20Hz 到 20MHz(或其它更高之频率如 30MHz、50MHz 等)。

电源供应器实际工作时最恶劣的情况(如输出负载电流最大、输入电源电压最低等),若电源供应器在恶劣环境状况下,其输出直流电压加上噪声后之输出瞬时电压,仍能维持稳定的输出电压不超过输出高低电压界限情形,否则将可能会导致电源电压超过或低于逻辑电路(如 TTL 电路)之承受电源电压而误动作,进一步造成死机现象。

例如 5V 输出,其输出噪声要求为 50mV 以下(此时包含电源调整率、负载调整率、动态负载等其它所有变动,其输出瞬时电压应介于 4.75V 至 5.25V 之间,才不致引起 TTL 逻辑电路之误动作),而 12V 输出其输出噪声要求为 120mV 以内,24V 输出其输出噪声要求为 240mV 以内。

在测量输出噪声时,电子负载的 PARD 必须比待测之电源供应器的 PARD 值为低,才不会影响输出噪声之测量。同时测量电路必须有良好的隔离处理及阻抗匹配,为避免导线上产生不必要的干扰、振铃和驻波,一般都采用双同轴电缆,并使用差动式量测方法(可避免地回路之噪声电流),来获得正确的测量结果。

6、输入功率与效率

电源供应器的输入功率之定义为以下之公式:

$$\text{True Power} = P_{\text{av}}(\text{watt}) = V_1 \int i_1 dt = V_{\text{rms}} \times I_{\text{rms}} \times \text{Power Factor}$$

即为对一周期内其输入电压与电流乘积之积分,需注意的是 $\text{Watt} \neq V_{\text{rms}} I_{\text{rms}}$ 而是 $\text{Watt} = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \times \text{P.F.}$, 其中 P.F.为功率因素(Power Factor),通常电源供应器的功率因

素在 0.6~0.7 左右, 而大功率之电源供应器具备功率因素校正器者, 其功率因素通常大于 0.95, 当输入电流波形与电压波形完全相同时, 功率因素为 1, 并依其不相同之程度, 其功率因素为 1~0 之间。

电源供应器的效率之定义为:

$$\frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \text{True Power (watts)}$$

即为输出直流功率之总和与输入功率之比值。通常个人计算机用电源供应器之效率为 60%~70%左右。效率提供对电源供应器正确工作的验证, 若效率超过规定范围, 即表示设计或零件材料上有问题, 效率太低时会导致散热差而影响其使用寿命。

由于近年来对于环保及能源消耗愈来愈重视, 如计算机能源之星「Energy Star」对电源供应器之要求: 于交流输入功率为 30Wrms 时, 其效率需为 60%以上(即此时直流输出功率必须高于 18W); 又对于 ATX 架构之电源供应器于直流失能(DC Disable)动态其输入功率应不大于 5W。因此交流功率量测之仪表需要既精确又范围广, 才能合乎此项测试之需求。

7、动态负载或瞬时负载

一个定电压输出的电源供应器, 于设计中具备回授控制回路, 能将其输出电压连续不断地维持稳定的输出电压。由于实际上回授控制回路有一定的频率, 因此限制了电源供应器对负载电流变化时的反应。若控制回路输入与输出之相移于增益(Unity Gain)为 1 时, 超过 180 度, 则电源供应器之输出便会呈现不稳定、失控或振荡之现象。

实际上, 电源供应器工作时的负载电流也是动态变化的, 而不是始终维持不变(例如硬件、软件、CPU 或 RAM 动作等), 因此动态负载测试对电源供应器而言是极为重要的。电子负载可用来仿真电源供应器实际工作时最恶劣的负载情况, 如负载电流迅速上升、下降之斜率、周期等, 若电源供应器在恶劣负载状况下, 仍能够维持稳定的输出电压不产生过高激(Overshoot)或过低激(Undershoot)情形, 否则会导致电源之输出电压超过负载组件(如 TTL 电路其输出瞬时电压应介于 4.75V 至 5.25V 之间, 才不致引起 TTL 逻辑电路之误动作)之承受电源电压而误动作, 进一步造成当机现象。

8、电源良好/失效时间(Power Good、Power Fail 或 Pok)

电源良好信号, 简称 PGS(Power Good Signal 或 Pok High), 是电源供应器送往计算机系统的信号, 当其输出电压稳定后, 通知计算机系统, 以便做开机程序之动作。

而电源失效信号(Power Fail 或 Pok Low)是电源供应器表示其输出电压尚未达到或

下降超过于一正常工作之情况。

以上通常由一「PGS」或「Pok」信号之逻辑改变来表示, 逻辑为「1 或 High」时, 表示为电源良好(Power Good), 而逻辑为「0 或 Low」时, 表示为电源失效(Power Fail),:

电源供应器的电源良好(Power Good)时间为从其输出电压稳定时起到 PGS 信号由 0 变为 1 的时间, 一般为 100ms 到 2000ms 之间。

电源供应器的电源失效(Power Fail)时间为从 PGS 信号由由 1 变为 0 的时间起到其输出电压低于稳压范围的时间, 一般认为 1ms 以上。博计的 3600A 可直接测量电源良好与电源失效时间, 并可设定上下限, 做为是否合格的判别。

9、激活时间(Set-Up Time)与保持时间(Hold-Up Time)

激活时间为电源供应器从输入接上电源起到其输出电压上升到稳压范围内为止的时间, 以一输出为 5V 的电源供应器为例, 激活时间为从电源开机起到输出电压达到 4.75V 为止的时间。

保持时间为电源供应器从输入切断电源起到其输出电压下降到稳压范围外为止的时间, 以一输出为 5V 的电源供应器为例, 保持时间为从关机起到输出电压低于 4.75V 为止的时间, 一般为 17ms 或 20ms 以上, 以避免电力公司供电中于少了半周或一周之状况下而受影响。

10、其它

Power Up delay: +5/3.3V 的上升时间(由 10%上升到 90%电压之时间)

Remote ON/OFF Control: 遥控「开」或「关」之控制

Fan Speed Control/Monitor: 散热风扇之转速「控制」及「监视」

11、保护功能测试

11.1 过电压保护(OVP)测试:

当电源供应器的输出电压超过其最大的限定电压时, 会将其输出关闭(Shutdown)以避免损坏负载之电路组件, 称为过电压保护。过电压保护测试系用来验证电源供应器当出现上述异常状况时(当电源供应器局部之回授控制电路或零件损坏时, 有可能产生异常之输出高电压), 能否正确地反应。

过电压保护功能对于一些对电压敏感的负载特别重要, 如 CPU、内存、逻辑电路等, 因为这些贵重组件若因工作电压太高, 超过其额定值时, 会导致永久性的损坏, 因而损失

惨重。

11. 2 短路保护测试

当电源供应器的输出短路时，则电源供应器应该限制其输出电流或关闭其输出，以避免损坏。短路保护测试是验证当输出短路时(可能是配线连接错误，或使用电源之组件或零组件故障短路所致)，电源供应器能否正确地反应。

11. 3 过电流保护 OCP 测试

当电源供应器的输出电流超过额定时，则电源供应器应该限制其输出电流或关闭其输出，以避免负载电流过大而损坏。又若电源供应器的零件损坏而造成较正常大的负载电流时，则电源供应器也应该关闭或限制其输出，以避免损坏或发生危险。过电流保护测试是验证当上述任一种情况发生时，电源供应器能否正确地反应。

11. 4 过功率保护 OPP 测试

当电源供应器的输出功率(可为单一输出或多组输出)超过额定时，则电源供应器应该限制其输出功率或关闭其输出，以避免负载功率过大而损坏或发生危险。又若电源供应器的零件损坏而造成较正常大的负载功率时，则电源供应器也应该关闭或限制其输出，以避免损坏。

过功率保护测试是验证当上述任一种状况发生时，电源供应器能否正确地反应。

本项测试通常包含两组或数组输出功率之功率限制保护，因此较上述单一输出之保护测试(OVP、OCP、Short 等)稍具变化。

第三章 开关电源的基本电路构成

一般地，开关电源大致由输入电路、变换器、控制电路、输出电路四个主体组成。

如果细致划分，它包括：输入滤波、输入整流、开关变换电路、采样、基准电路、比较放大、PWM 控制（频率振荡器）、开关管驱动、输出整流、输出滤波电路等。

实际的开关电源还要有保护电路、功率因素校正（PFC）电路、同步整流驱动电路及其它一些辅助电路等。下面是一个典型的开关电源原理框图 3-1。

开关电源的电路构成原理：

一、 输入电路：

线性滤波电路（EMC 滤波）、浪涌电流抑制电路、浪涌电压抑制电路、整流电路；

作用：对电网输入的交流电源进行净化及防止电源向外干扰，并转化为直流电源。

1、线性滤波电路：

抑制谐波和噪声（EMC 滤波）。

2、浪涌电流抑制电路、浪涌电压抑制电路：

抑制开机瞬间的浪涌电流及输入的瞬间高电压。

3、整流电路：

把交流变为直流。

有电容输入型、扼流圈输入型两种，开关电源多数为前者。

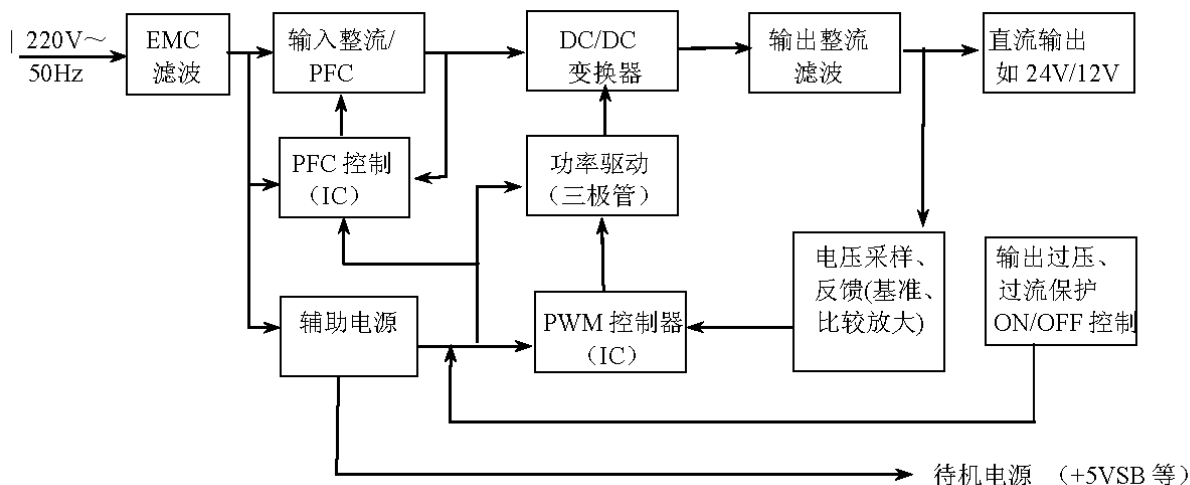


图 3-1：开关电源原理框图

二、变换电路：

含开关电路、输出隔离（变压器）电路等，是开关电源电源变换的主通道完成对带有功率的电源波形进行斩波调制和输出。

这一级的开关功率管是其核心器件。

开关电路：

驱动方式：自激式、它激式。

变换电路：隔离型、非隔离型；谐振型。

功率器件：最常用的有 GTR、MOSFET、IGBT。

调制方式：PWM、PFM、混合型三种。PWM 最常用。

三、控制电路：

向开关功率管提供调制后的矩形脉冲驱动信号，达到调节输出电压的目的。

- 1、振荡器：产生高频振荡波；
- 2、基准电路：提供电压基准；

- 3、 反馈输入控制：采样的信号经与比较器比较放大后，用于调制驱动；
- 4、 驱动输出：为开关功率管的开通与关断提供控制信号。

四、输出电路：

整流、滤波，把输出电压整流成脉动的直流，并平滑成低纹波直流电压。

第四章：创维液晶 37—42 英寸电视电源原理

创维现在自己生产的电源方案较多，本篇文章拿出生产是较大同时具有代表的 37—42 英寸的液晶电源来叙述它的原理，详细电路图参照《附图：37 寸电源图纸》。此电源由以下几部分组成：

- 1、 输入滤波整流电路；
- 2、 功率因素（PFC）校正电路；
- 3、 副电源电路；
- 4、 +12V、+24V 的主开关电源系统；

一、输入滤波整流电路

开关电源虽然具有许多优点并得到广泛的应用，但由于它具有严重的射频干扰，在线性电路中的应用一直受到很大的限制。开关电源是把工频交流整流为直流后，再通过开关变为高频交流，其后再整流为稳定直流的一种电源，这样就有工频电源的整流波形畸变产生的噪声与开关波形产生的噪声。在输入侧泄露出去就表现为传导噪声和辐射噪声，在输出侧泄露出去就表现为纹波。同时外部噪声会进到电子设备中，而供给负载的电源噪声也会泄露到外部。若电源线中有噪声电流通过，电源线就相当于天线向空中辐射噪声。而这些噪声都会影响设备的正常工作。要想使其得到更广泛的应用，满足电磁兼容性的有关指标，就需要有效地抑制开关电源的干扰。

杂讯干扰的途径有两种：传导干扰与辐射干扰。以下分别对两种干扰的特性与抑制方法做一介绍。

1.1 传导干扰及其抑制措施：

从导线传入的干扰称为传导干扰，其干扰能量通过导体进行传播，开关电源的输入、输出引线都是传导干扰的媒介。

开关电源产生的干扰会沿电源引线进入电网，污染电网，使同一电网的电子设备受到干扰。同时电源的输出线还将把干扰噪声传递给负载，使作为电源负载的电子设备直接受到干扰，当这种干扰幅度若大到一定程度，会影响线性电路和一些小信号电路的正常工作。

由于传导干扰主要是通过输入输出引线进行传播，因而相对来说传导干扰的抑制要容易些，主要方法是加接输入输出滤波器。

在开关电源的输入侧要介入电容与电感构成的滤波器，用于抑制交流电源产生的 EMI，而该滤波器也称为电磁兼容（EMI）滤波器。其电路如下图 3-1 所示。

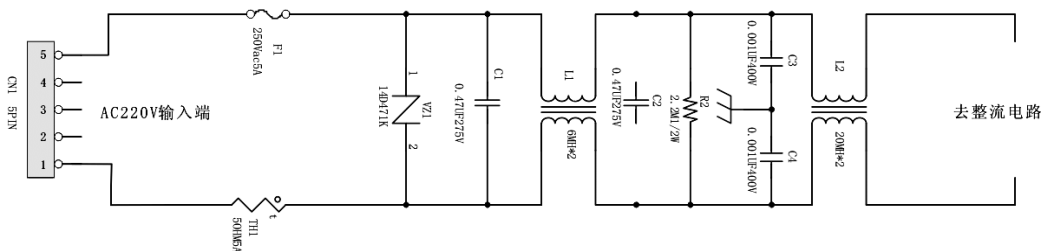


图 3-1: 37 电源输入滤波电路

该滤波器是一典型的低通滤波器，使开关电源产生的一些高频脉冲干扰经过它后得到极大的衰减，能较好的滤除来源于电网或者传入电网的干扰，使其符合 FCC、CE、VDE 等标准。

图中 L1、L2 为共模扼流圈，它是绕在同一磁环上的两只独立的线圈，圈数相同，绕向相反，在磁环中产生的磁通相互抵消，磁芯不会饱和，主要抑制共模干扰，感值愈大对低频干扰抑制效果愈佳。这样绕制的滤波电感抑制共模干扰的性能大大提高。

C3、C4 为共模电容，主要抑制差模干扰，即火线和零线分别与地之间的干扰。电容值愈大对低频干扰抑制效果愈好，在这里选用 102PF/250V。

C1 为差模电容，主要抑制共模干扰，即抑制火线和零线之间的干扰。电容值愈大对低频干扰抑制效果愈佳，在这里选用 0.47uF/300V。

图中 CN1 为插座，接电网电压。F1 为保险丝，电路中采用了规格为 5A/250V 的保险丝，它在高压或大电流时熔断，可防止设备在突发的高压或大电流时引起的破坏。TH1 为负温度系数热敏电阻，开机瞬间温度低，阻抗大，防止电流对回路的浪涌冲击。常温下其规格为 3A/5Ω。R2 对抗干扰电容起泄放作用，可于关机后迅速消耗掉 C1 储存的电，防止带电损坏元件或对人造成电击伤害。它们的规格都为 2.2MΩ，一般采用金属釉材料。

输出端的干扰抑制，主要也是靠高频滤波器。

滤波电感由于工作在直流大电流状态下，磁芯在较大的磁场强度下工作，容易饱和，一旦饱和，电感即失去滤波作用。因此必须采用饱和磁场强度很大的恒 μ 磁心，如铁镍钼磁粉芯等金属磁芯。

由于输出干扰的频谱相当丰富，从几十赫兹到几十兆赫兹均含分量。由于在高频的情况下，滤波电容等效由纯电容（C）、等效串联电阻（RES）和等效串联电感（LES）构成的串联电路。在工作频率 f 超过电容器的自谐振频率 f_r 时，电容器就起到电感的作用。

此外，输出干扰的幅度还与 PCB 板的布线有很大关系，不合理的布线往往会使干扰幅度大几倍，尤其是接地点的安排特别重要。

1.2 辐射干扰及其抑制措施

从空间传入的干扰称为辐射干扰，一般是指耦合干扰，即干扰能量通过空间介质进行近场感应。由于开关电源一般工作在低压大电流情况下，因而磁场干扰大于电场干扰。主要由开关变压器的漏感、开关功率管在开关转换时的大电流脉冲、开关二极管反向恢复的硬特性等引起。

辐射干扰的抑制主要靠屏蔽。对电场可采用导电良好的材料，而磁场屏蔽则应采用导磁率较高的材料。在本文中就不作详细论述。

抑制干扰最有效的方法，是尽量减少干扰源的干扰能量。对开关电源变压器要减少其漏感，并选择开关参数优良的晶体管和软恢复的开关二极管。

二、功率因素（PFC）校正电路

2. 1、什么是功率因素补偿，什么是功率因素校正：

功率因素补偿：在上世纪五十年代，已经针对因具有感性负载的交流用电器具的电压和电流不同相（图 3-2）而引起的供电效率低下，提出了改进方法（由于感性负载的电流滞后所加电压，电压和电流的相位不同，使供电线路的负担加重，导致供电线路效率下降，这就要求在感性用电器具上并联一个电容器，用以调整该用电器具的电压、电流相位特性。例如：当时要求所使用的 40W 日光灯必须并联一个 $4.75\mu\text{F}$ 的电容器）。用电容器并联在感性负载的两端，利用电容上电流超前电压的特性，用以补偿电感上电流滞后电压的特性，使总的特性接近于阻性，从而改善效率低下的方法叫做功率因素补偿（交流电的功率因素可以用电源电压与负载电流两者相位角的余弦函数值 $\cos \phi$ 表示）。

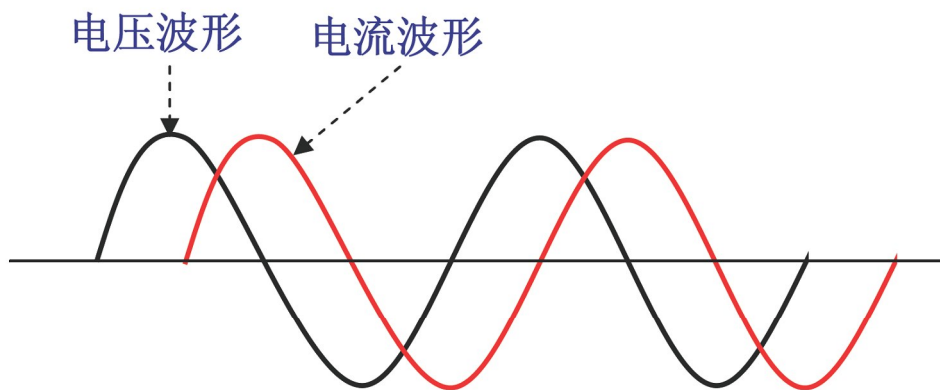


图 3-2 在具有感性负载中供电线路中电压和电流的波形

从上世纪 80 年代起，用电器具大量采用效率高的开关电源，由于开关电源都是在整流后，用一个大容量的滤波电容使该用电器具的负载特性呈现容性，这就造成了交流 220V 在该用电器具供电时，由于滤波电容的充、放电作用，在其两端的直流电压上出现略呈锯齿波的纹波。滤波电容上电压的最小值远非为零，与其最大值（纹波峰值）相差并不多；根据整流二极管的单向导电性，只有在 AC 线路电压瞬时值高于滤波电容上的电压时，整流二极管才会因正向偏置而导通，而当 AC 输入电压瞬时值低于滤波电容上的电压时，整流二极管因反向偏置而截止。也就是说，在 AC 线路电压的每个半周期内，只是在其峰值附近，二极管才会导通；虽然 AC 输入电压仍大体保持正弦波波形，但 AC 输入电流却呈高幅值的尖峰脉冲，如图 3-3 所示。这种严重失真的电流波形含有大量的谐波成份，引起线路功率因素严重下降。

在正半个周期内（ 180° ），整流二极管的导通角大大小于 180° ，甚至只有 $30^\circ \sim 70^\circ$ ；由于要保证负载功率的要求，在极窄的导通角期间，会产生极大的导通电流，使供电电路中的供电电流呈脉冲状态。它不仅降低了供电的效率，更为严重的是，它在供电线路容量不足或电路负载较大时，会产生严重的交流电压波形畸变（图 3-4），并产生多次谐波，从而干扰了其它用电器具的正常工作（这就是电磁干扰—EMI 和电磁兼容—EMC 问题）。

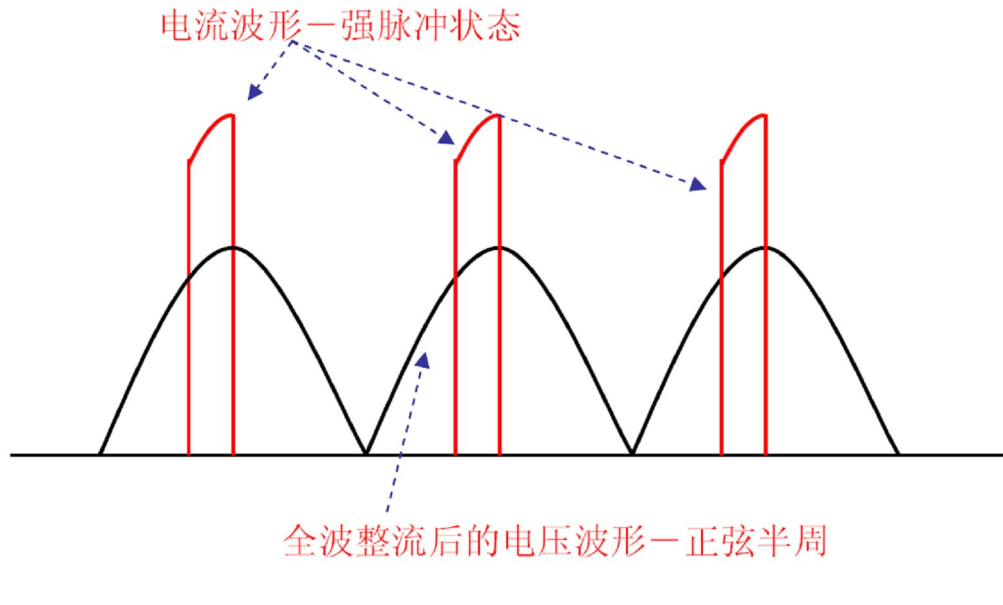


图 3-3 全波整流电压和 AC 输入电流波形

自从用电器具从过去的感性负载（早期电视机、收音机等电源均是采用电源变压器的感性器件）变成带整流及滤波电容器的容性负载后，其功率因素补偿的含义不仅是供电的电压和电流不同相位的问题，更为严重的是要解决因供电电流呈强脉冲状态而引起的电磁干扰（EMI）和电磁兼容（EMC）问题。

这就是在上世纪末发展起来的一项新技术（其背景源于开关电源的迅速发展和广泛应用），其主要目的是解决因容性负载导致电流波形严重畸变而产生的电磁干扰(EMI)和电磁兼容(EMC)问题，所以现代的 PFC 技术完全不同于过去的功率因素补偿技术，它是针对非正弦电流波形畸变而采取的，迫使交流线路电流追踪电压波形瞬时变化轨迹，并使电流和电压保持同相位，使系统呈纯电阻性的技术（线路电流波形校正技术），这就是 PFC（功率因素校正）。所以现代的 PFC 技术既完成了电流波形的校正，也解决了电压、电流的同相问题。

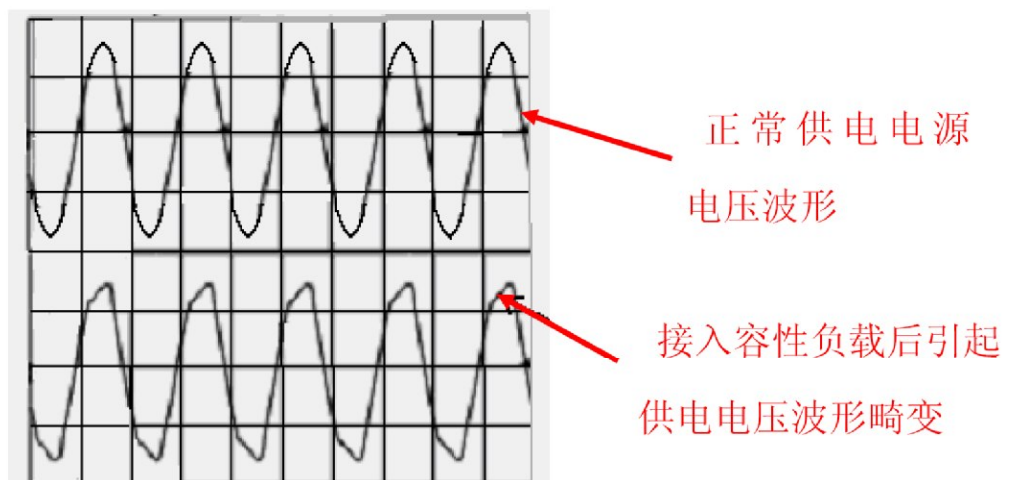


图 3-4 正常供电电压波形和接入容性负载后电压波形畸变

由于以上原因，要求用电功率大于 85W 以上（有的资料显示大于 75W）的容性负载用电器具，必须增加校正其负载特性的校正电路，使其负载特性接近于阻性（电压和电流波形同相且波形相近），这就是现代的功率因素校正（PFC）电路。

2. 2 怎样进行功率因素校正：

2. 2. 1 功率因素校正：（PFC）

我们目前使用的电视机，由于采用了高效的开关电源，而开关电源内部电源输入部分，无一例外的采用了二极管全波整流及滤波电路，如图 3-5A 所示，其电压和电流波形如图 3-5B 所示。

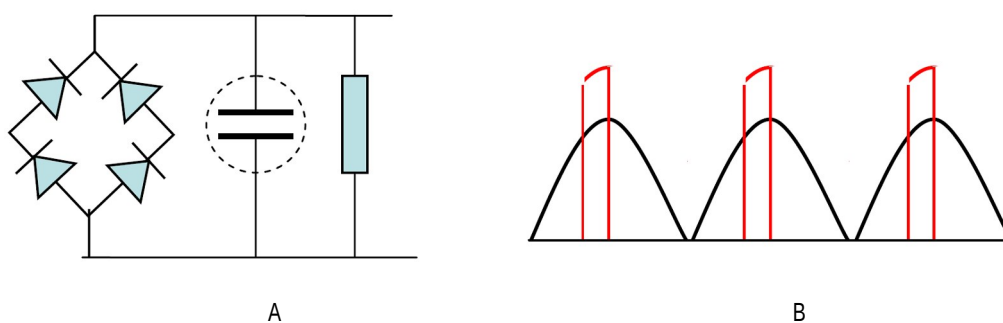


图 3-5 全桥整流滤波电路及电压和电流波形图

为了抑制电流波形的畸变及提高功率因素，现代的功率较大（大于 85W）具有开关电源（容性负载）的用电器具，必须采用 PFC 措施，PFC 分为有源 PFC 和无源 PFC 两种方式。

2. 2. 2、无源 PFC 电路：

不使用晶体管等有源器件组成的校正电路，一般由二极管、电阻、电容和电感等无源器件组成。

目前国内电视机对过去设计的功率较大的电视机，在整流桥堆和滤波电容之间加一只电感（适当选取电感量），利用电感上电流不能突变的特性来平滑电容充电强脉冲的波动，改善供电线路电流波形的畸变，并且利用电感上电压超前电流的特性也补偿滤波电容电流超前电压的特性，使功率因素、电磁兼容和电磁干扰得以改善，如图 3-6 所示。

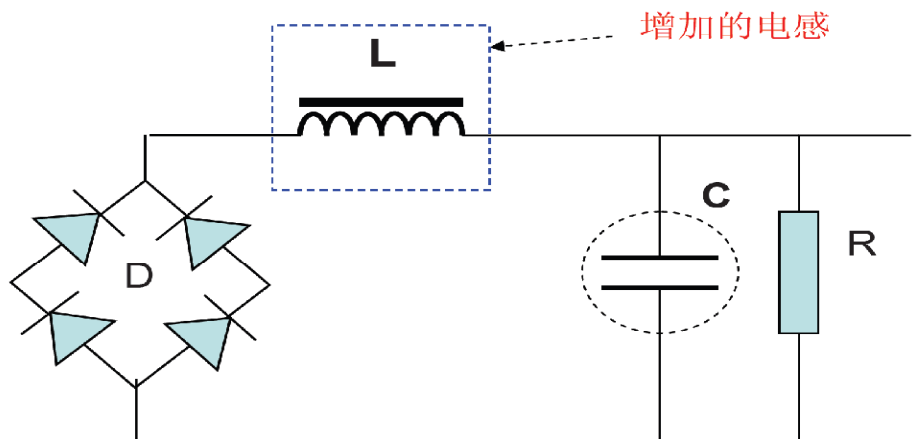


图 3-6 无源 PFC 电路

此种方式还不能称为真正的无源 PFC 电路，只是一种简单的补偿措施，可以应用在前期设计的无 PFC 功能的设备上，简单的增加一个合适的电感（适当选取 L 和 C 的值），从而达到具有抑制电流瞬时突变的目的；但是这种简单的、低成本的补救方法，输出纹波较大，滤波电容两端的直流电压也较低，电流畸变的校正及功率因素补偿的能力都很差，而且 L 的绕制及铁芯的质量控制不好，会对图像及伴音产生严重的干扰，只能是对于前期无 PFC 设备使之能进入市场的临时措施。

2. 2. 3、有源 PFC 电路的原理：

有源 PFC 电路则有很好的效果，基本上可以完全消除电流波形的畸变，而且电压和电流的相位可以控制保持一致，它基本上完全解决了功率因素、电磁兼容、电磁干扰的问题，但是电路非常的复杂。其基本思路是在 220V 整流桥堆后去掉滤波电容（以消除因电容充电造成的电流波形畸变及相位变化），由一个“斩波”电路把脉动的直流变成高频（约 100KHz）交流经过整流滤波后，其直流电压再向常规的 PWM 开关稳压电源供电，其过程是

AC→DC→AC→DC。

有源 PFC 电路的基本原理是在开关电源的整流电路和滤波电容之间增加一个 DC—DC 的斩波电路，如图 3-7 所示（斩波电路等于附加一个开关电源）。对于供电线路来说，该整流电路输出没有直接接滤波电容，所以其对于供电线路来说呈现的是纯阻性的负载，其电压和电流波形同相、相位相同。斩波电路的工作也类似于一个开关电源，所以说有源 PFC 开关电源就是一个双开关电源的开关电源电路，它是由斩波器（我们以后称它为：“PFC 开关电源”）和稳压开关电源（我们以后称它为：“PWM 开关电源”）组成的。

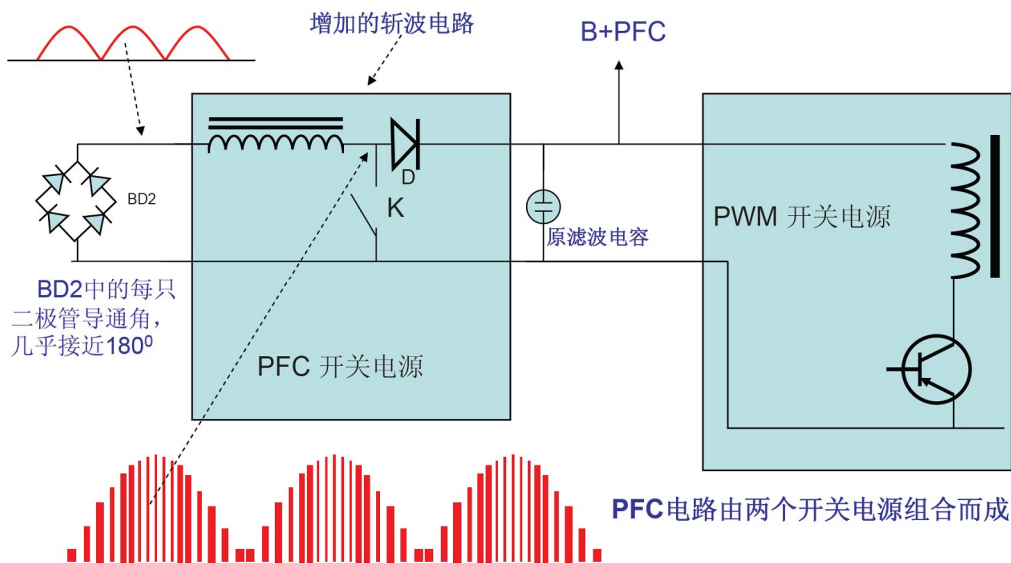


图 3-7 有源 PFC 电路

2. 2. 4、斩波器部分：（PFC 开关电源）

整流二极管整流以后不加滤波电容器，把未经滤波的脉动正半周电压作为斩波器的供电电源，由于斩波器一连串做“开关”工作脉动的正电压被“斩”成图 3-8 所示的电流波形，其波形的特点：（1）电流波形是断续的，其包络线和电压波形相同，并且包络线和电压波形相位同相；（2）由于斩波作用，半波脉动的直流电变成高频（由斩波频率决定，约 100KHz）“交流”电，该高频“交流”电要再次经过整流才能被后级 PWM 开关稳压电源使用；（3）从外供电总的看，该用电系统做到了交流电压和交流电流同相，并且电压波形和电流波形均符合正弦波形，既解决了功率因素补偿问题，也解决了电磁兼容（EMC）和电磁干扰（EMI）问题。

该高频“交流”电再经过整流二极管整流，并经过滤波变成直流电压（电源）向后级的

PWM 开关电源供电，该直流电压在某些资料上把它称为 B+PFC。斩波器输出的 B+PFC 电压会高于原 220V 交流整流滤波后的+300V，一般为 380V~420V，其原因是选用高电压、电感的线径小、线路压降小、滤波电容容量小、滤波效果好，对后级 PWM 开关管要求低等等诸多好处。

黑色实线为电压波形

红色虚线为电流包络波形

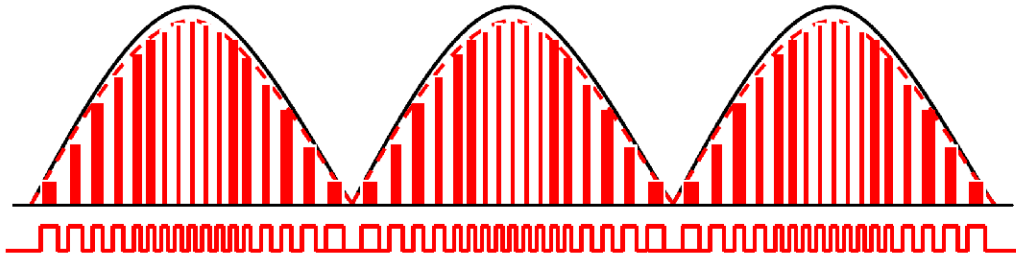


图 3-8 斩波器输出的电压和电流波形图

2. 2. 5、目前 PFC 开关电源部分，起到开关作用的斩波管（K）有两种工作方式：

（1）连续导通模式（CCM）：

开关管的工作频率一定，而导通的占空比（系数）随被斩波电压的幅度变化而变化，如图 3-9 所示。

图中 T1 和 T2 的位置：T1 在被斩波电压（半个周期）的低电压区，T2 在被斩波电压的高电压区， $T1（时间）=T2（时间）$ 。从图中可以看到，所有的开关周期时间都相等，这说明在被斩波电压的任何幅度时，斩波管的工作频率不变。从图 3-10 中可以看出，在高电压区和低电压区，每个斩波周期内的占空比不同（T1 和 T2 的时间相同，而上升脉冲的宽度不同），被斩波电压为零时（无电压），斩波频率仍然不变，所以称为连续导通模式（CCM），这种模式一般应用在 250W~2000W 的设备上。

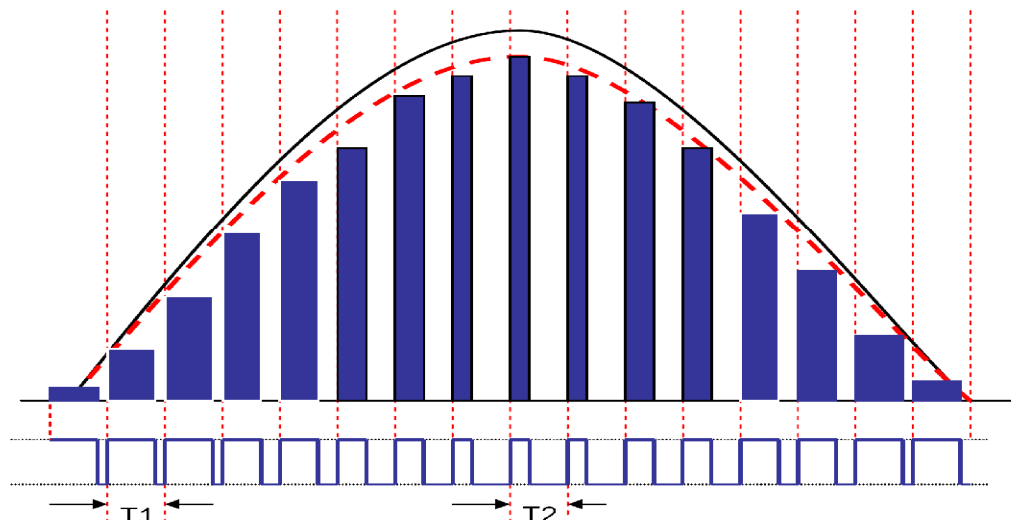


图 3-9 连续导通模式 (CCM)

(2) 不连续导通模式 (DCM):

斩波开关管的工作频率随被斩波电压的大小变化，每一个开关周期内“开”、“关”的时间相等，如图 3-10 所示。T1 和 T2 时间不同，也反映随着电压幅度的变化其斩波频率也相应变化；被斩波电压为“零”时，开关停止（振荡停止），所以称为不连续导通模式 (DCM)，即有输入电压斩波管工作，无输入电压斩波管不工作。它一般应用在 250W 以下的小功率设备上。

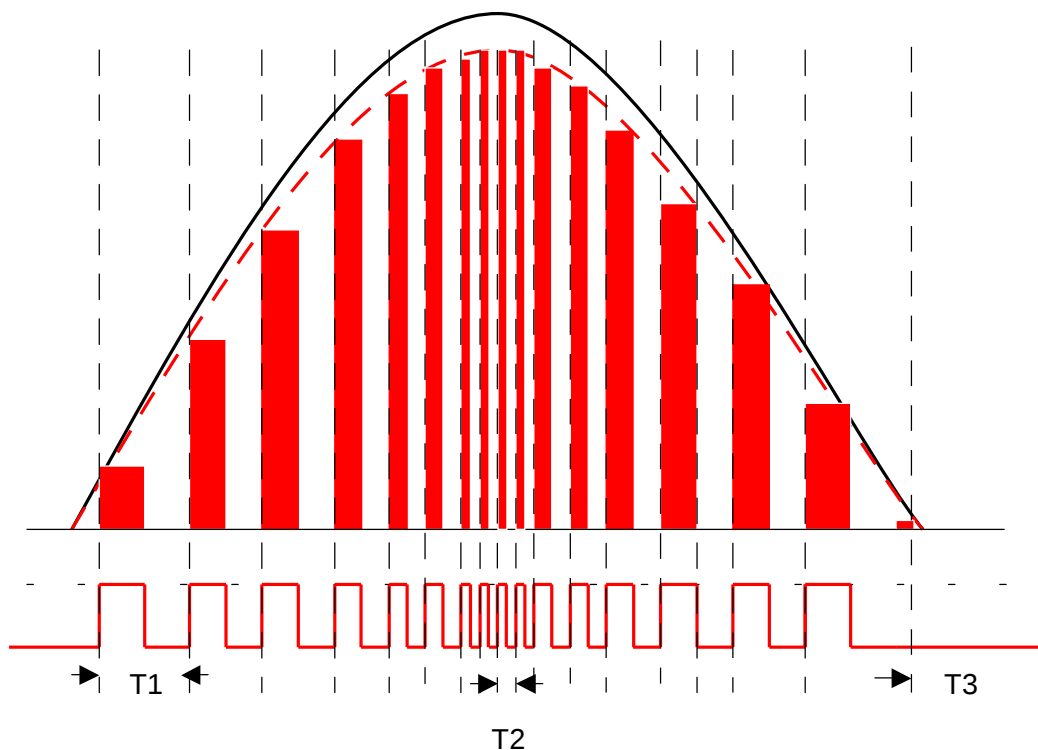


图 3-10 不连续导通模式 (DCM)

(3) 临界导通模式 (CRM) 或过渡模式 (TCM):

工作介于 CCM 和 DCM 之间, 工作更接近 DCM 模式。在上一个导通周期结束后, 下一个导通周期之前, 电感电流将衰减为零, 而且频率随着线路电压和负载的变化而变化。

优点: 廉价芯片、便于设计, 没有开关的导通损耗, 升压二极管的选择并非决定性的;

缺点: 由于频率变化, 存在潜在的 EMI 问题, 需要一个设计精确的输入滤波器。

2. 2. 6 创维 37 液晶电源 PFC 电路工作原理

创维的大屏幕液晶的开关电源, 都加有功率因素 (PCF) 校正电路, 请参见下图 3-11

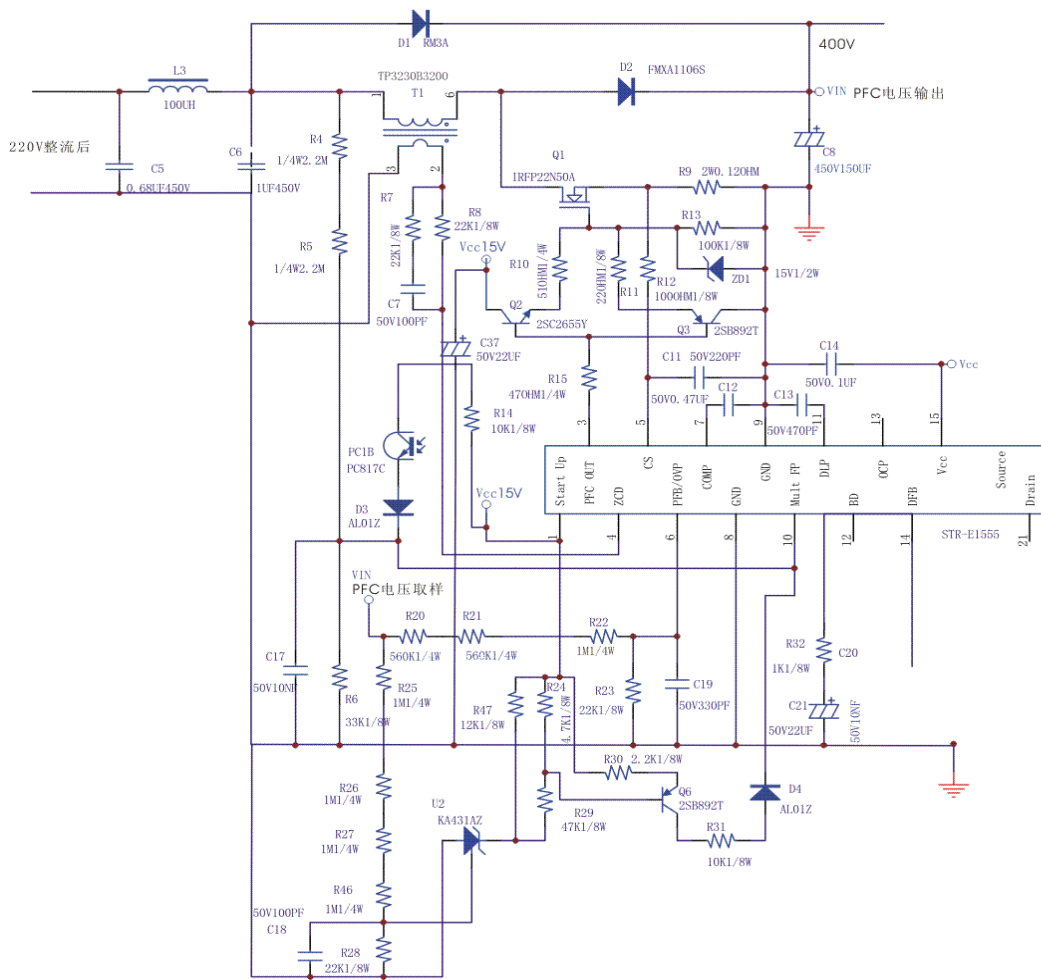


图 3-11 37 液晶电源 PFC 电路图

原理说明: 交流 220V 经桥式整流电路整流后, 经 L3 滤波、抑制干扰后, 送到储能电感 T1, 由 MOS 管 Q1 进行暂波, 并由 D2 进行整流, C8 进行滤波, 得到一个 400V (B+PFC) 的直流电源。此部分相当于一个开关电源, 它将交流 220V 整流后没有滤波的电源送到此电路, 由此电路将它升压成 400V 向主开关电源供电。

当 U1 的第 1 脚有 15V 供电时，此芯片方能正常工作，此电源来自于副电源，由待机控制管 Q5 来进行控制。

U1 (STR-E1555) 的 3 脚输出 PFC 校正的开关信号。由 Q2、Q3 射随放大后，去推动 Q1 的控制栅极。使 Q1 工作在开关状态。

B+PFC (400V 的稳压过程)：因本电源的工作范围宽，市电 110V-240V 此电源都能工作正常，也就表示当输入市电的电压不管是最低交流 110V，还是最高交流 240V，此 B+PFC 的 400V 电压将维持不变。它的稳压过程如下：

当 B+PFC 的 400V 电压下降时，由 R20、R21、R22、R23 上分到的电压也将下降，(正常为 4V) 此电压送到 U1 的第 6 脚。在 U1 内部进行比较，它输入 U1 的 6 脚电压下降时，内部稳压电路起控，使 U1 的第 3 脚输出的占空比的宽度加宽。使 Q1 的导通时间延长，T1 储能增加，从而输出的电压上长。以达到稳压的目的。当 B+PFC 的 400V 电压上升，与此工作过程相反。

PFC 过压保护：当 B+PFC 输出的 400V 电压超出本机限定值时，由 R25、R26、R27、R46、R28 组成的分压电路，在 R28 上的电压也将上升，当此电压上升超过 2.5V 时，电压比较器 U2 将输出低电平，导致 Q6 导通，导致 U1 的第 10 脚为高电平，当 10 脚为高电平时，U1 将进入保护状态，无脉宽调制信号输出，导致本电源无输出。故当本电源不工作时，U1 的第 10 脚也是一个关键测试点。

2. 2. 7 副电源工作原理：

本电源的副电源由 T2、STR-A6159M、D15、U6 等组成一个简单的反激电路，此电路将市电经整流后的电压转换成一个稳定的+5V 电压输出，此+5V 输出电压为 CN8 的第一脚，此电压只要将交流电源接上就应有输出，它主要给主板中的 CPU 提供一个工作电压，使它维持在工作状态，以便接受遥控开关机信号。

此电源的启动脚由 STR-A6159M 第 5 脚来启动，当通电后，市电整流后的电源通过 D10 整流，C22 滤波，再通过三个 36V 稳压管，ZD6、ZD7、ZD8 加到 STR-A6159M 的第 5 脚，此芯片得到此电压，内部开始起振。

STR-A6159M 引脚功能：

- 1 脚：内部 MOS 管的源极；
- 2 脚：STR-A6159M 的供电脚；
- 3 脚：接地脚；
- 4 脚：误差信号输入；

5 脚: 启动脚;

6 脚: 空;

7 脚、8 脚：内部 MOS 管的漏极。

控制方式：本电源为高电平控制方式，即高电平时输出+24V 与+12V，低电平时不输出电压，在开机时，从主板过来的高电平控制信号，通过 CN8 的 3 脚，加到 Q10 的基极，使 Q10 导通，Q10 去控制光藕 PC4 的内部发光管发光，使 PC4 内部的光敏三极管导通，由 PC4 去控制 Q5 导通，由副电源输出的 15V 供电，通过 Q5 的发射极输出，加到主电源芯片 U1 的第 1 脚，此时主芯片工作，输出本机的+12V 与+24V，使主电源完全启动。待机时，以上过程相反，它主要是控制 U1 的供电，在待机时，关断 U1 的代电即可关掉本机的主电源。

副电源电路原理图见图 3-12;

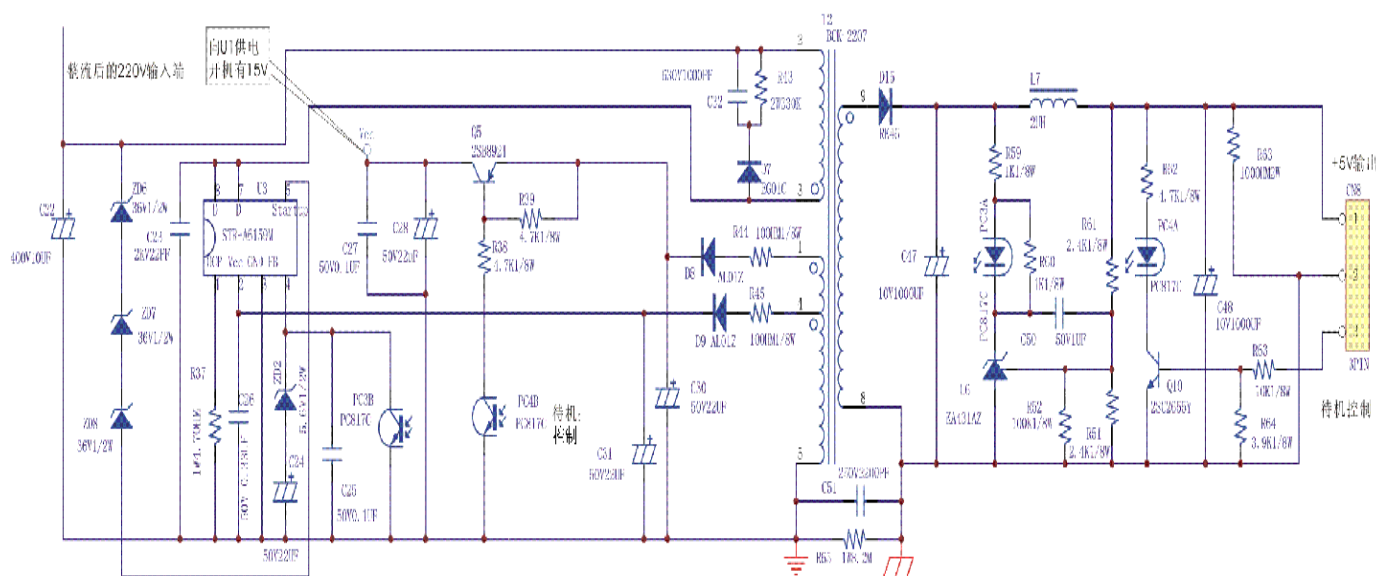


图 3-12 副电源电原理图

2. 2. 8 主开关电源工作原理:

本机的主开关电源，由主电源芯片 U1（STR-E1555）、T3 以及其它的外围电路组成，STR-E1555 内部有 PFC 功能，以它组成的开关电源外围元件少，性价比高。

此部分电路参见主电路图:

工作原理: 由 PFC 电路输出的+400V 电源, 通过开关变压器 T3 的 3 脚-6 脚, 加到 U1 的 21 脚, 此脚是 STR-E1555 内部 MOS 管的漏极, 由内部 MOS 进行开关控制, 从它的源极 (U1 的 17 脚) 输出, 通过 R17 到地。R17 在这里的作用主要有两个, 第一是限流的作用, 第二

是电流取样的作用。当此电阻上的压降超过 0.7V 时,此 0.7V 的电压由 R16 送到 U1 的 13 脚,此时 U1 内部将进行保护, U1 停振, 从而起到过流保护的目的。

稳压原理: 此电源的输出有两组, 一组是+12V, 另一组是+24V, 在稳压的过程中, 先要进行取样, 原理如下图 3-13:

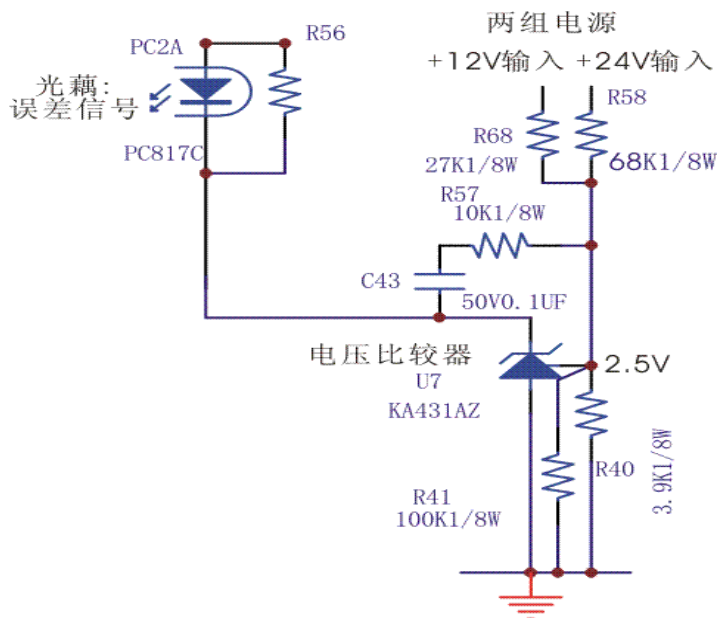


图 3-13 电源取样部分电路图

由上图 3-13 所示, +24V 通过 R58、+12V 通过 R68, 与 R40、R41 组成的分压电路, 此电压的基准值是 2.5V。当此电压降低或升高, 则表示+12V 与+24V 也会同样变化。由电压比较器 U7 去控制光耦 PC2A 内部的发光管, 由 PC2B 的光敏三极管导通或关断, 去控制 U1 内部的 MOS 管导通的时间的长短, 从而达到稳压的目的。

过压保护原理: 此电源的过压检测电路分另在+12V 与+24V 上都设有检测电路。24V 的检测是通过 ZD3 与 D13, +12V 则是通过 ZD4 来完成检测。也就是当+24V 电压上升超过 27V, +12V 电压超过 15V 时, 光耦 PC1A 内部的发光管会亮, 此时去控制 PC1B 的风敏三极管导通, 从而使 U1 的第 10 脚为高电平, U1 检测到此高电平时, 即保护停振, 达到保护的目的。

其它保护电路: 当+24V 高于+12V 时超过 12V 以上时, 由 Q7、Q8、ZD5 组成的自锁电路将会起控, Q7、Q8 将导通, 只要不关电, 此管将一直维持导通, 由 Q7 的集电极输出高电平去控制光耦 PC1A 内部发光管发光 (原电路图此部分未画出), 此时去控制 PC1B 的风敏三极管导通, 从而使 U1 的第 10 脚为高电平, U1 检测到此高电平时, 即保护停振, 达到保护的目的。

2.2.9 电源部分的维修

此电源部分的维修并不复杂，只要了解它的工作原理，其维修方法与 CRT 彩电相同，本文列举一些常见故障的维修方法供大家在维修时参考。

如在检修不开机的故障时，先要查一下副电源的+5V 有没有输出。如+5V 没有输出，则先检修副电源部分。检修主要考虑以下几个方面：

- 1、检查整流后 C22 的电压是否大于 120V（DC）；
- 2、检查电源板输出端有无短路。
- 3、C25.D15 是否损坏短路；
- 4、检查 KA431 反馈电路是否正常；
- 5、检查待机电源的 IC 以及外围元气件有无损坏，电源板有无连焊、飞脚等杂物；
- 6、查副电源芯片有无损坏等；
- 7、检查 R37 的阻值是否正常；
- 8、ZD2 是否正常；
- 9、检查电源板输出端有无短路；
- 10、检查 C32.R43.D7 是否正常。

一般副电源损坏由以上几部分造成的，如副电源正常，还不开机，则要查主电源部分是否正常，可按以下流程进行检修：

1、给 CN8 的第 3 脚一个开机电平，可接高电平（大于 2.5V 即可），如没有此电平，则故障应该在主板上，而不在电源板上。如果有此高电平，还无输出+12V 与+24V。则查主电源部分；

2、查 U1 的代电，先检查 Q5 的 C 极电压是否 15V，如无，则查相关供电电路；

3、否则检查 ON/OFF 电路是否正常工作，如 Q10、Q5、PC4 等是否正常；

4、倘若电压 U1 的供电达到 15V，则测 C8 的正电源端看电压是否超过 400V；

5、如超过 400V 请检查 R20.R21.R22，C19，C23 是否正常，如这几个分压电阻是否有变值现象等，只要 R20、R21、R22、R23 这几个电阻有变值，都会引起此 B+PFC 电压 400V 不正常；

- 7、未超过 400V 请检查输出电压 24V.12V 电压是否有过压现象。
- 8、检查电源的 IC 以及外围元气件有无损坏，电源板有无连焊、飞脚等杂物；
- 9、检查 D14.D12.D11 有无短路；
- 10、检查 24V.12V 输出有无短路；
- 11、PC2 有无短路；

12、可将主电源带负载，如果发现带负载电压迅速下降，而负载又没有过流现象，则要查：检查 R17 是否正常，只要此电阻变大一点，都会引起带不起负载；检查 R18.C9.SARA1 是否正常等。

最后，维修好的电源板要进行老化一段时间，才能交用户使用，以避免个别元件不良，引起再次的损坏。

