

# 海信技术培训

## TLM3277电源电路分析与维修





由图1的方框图可以看出，这个机型的电源是由3个开关电源组成的。即：主电源、背光电源和待机电源。

主电源的供电取自整流后未滤波的脉动直流，背光灯的+ B 高压及 Vcc 启动电压均由主电源的 P F C 电路提供，只有主电源工作，背光灯才能工作。保证了电源的时序关系，即主电源出现故障，背光电源也不可能正常工作。

待机电源、C P U 及继电器供电，这一路功率较小由交流电源直接供电。

该开关电源有较宽的电压适应范围（8 5 V — 2 6 5 V）。

该机共有 5 路输出电压。

1、小信号电源 12V / 3A 液晶屏逻辑电路、驱动电路及伴音前端电路供电。

2、小信号电源 5V M / 3A 小信号电路及视频前端电路供电。

3、伴音功放电源 14V / 3A 伴音功放输出部分的供电。

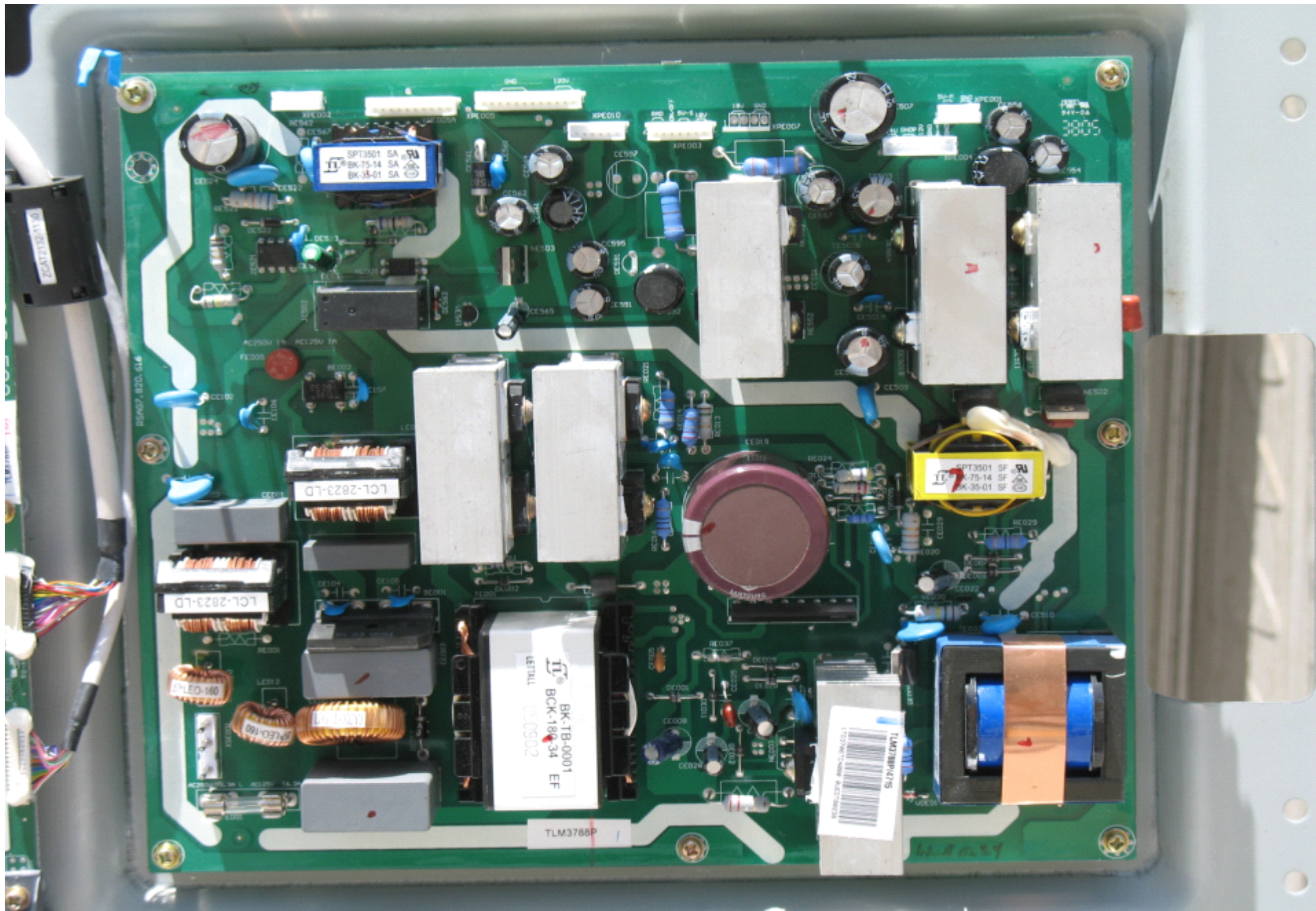
以上 3 路供电均由主电源供电，输出功率约60W。

4、背光电源 24V / 6A 背光灯高压变换器供电。

这一路供电的输出功率约140W。

5、待机电源 5V / 2A C P U、存储器及 F L A S H 供电。

这一路输出功率约10W。

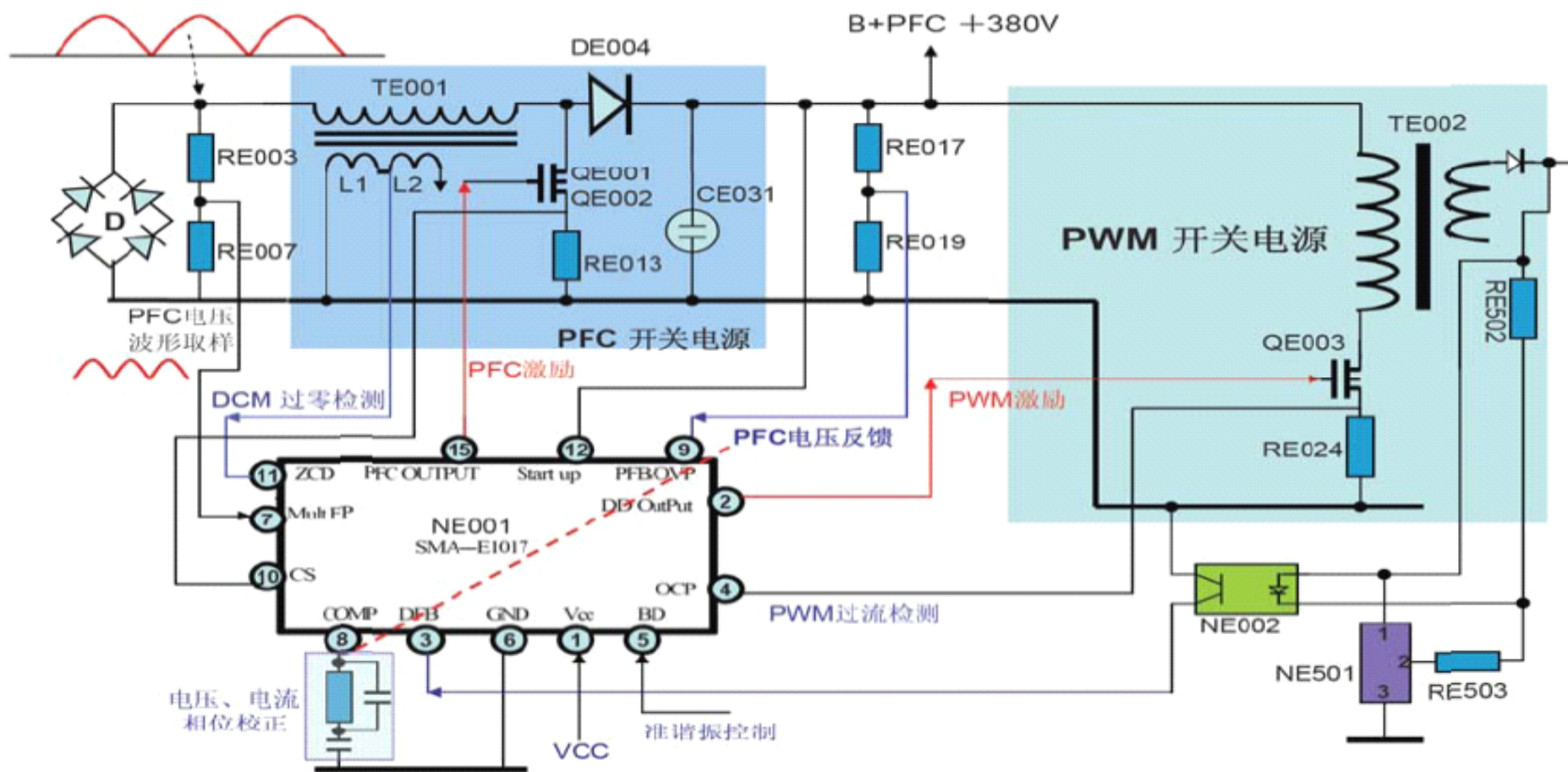


Hisense 海信

图 2 电源板实物图

## 一、主电源电路分析

在主电源电路中包含了两个部分，一是PFC部分，另一个是PWM部分。它采用了一块组合集成电路SMA-E1017。该集成电路的PFC工作模式是工作于在非连续导通模式，即DCM方式。



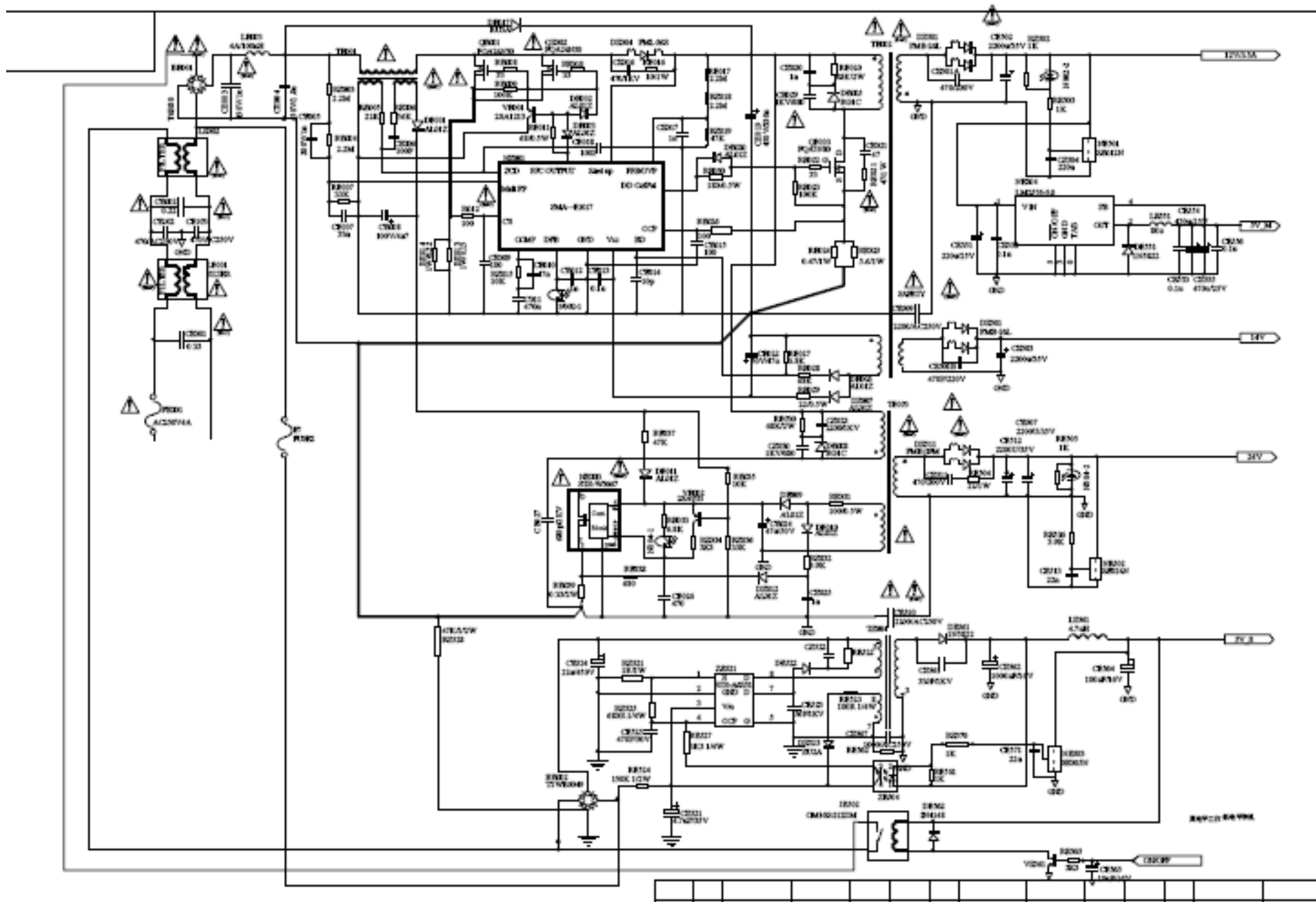


图4 电源原理图

图3是主电源框图，在图中EN001上划分的红色虚线，其左上部分为PFC处理部分，红色虚线的右下部分为PWM部分。其中NE001的7、8、9、10、11、15脚是PFC部分工作。2、3、4、5脚是PWM稳压输出部分工作。6脚为公共地，1脚为PWM部分VCC供电。

第12脚 启动 (Start UP)

开机整流未经滤波的脉动直流经DE017经电容CE019滤波加到SMA-E1017第12脚使电路启动，此时TE002次极线圈的感生电势经过DE007整流、CE022滤波对1脚提供VCC，VCC的提供，振荡加强VCC逐步上升，当VCC达到17.5V时电路趋于稳定，正常工作为22V—24V。

**DE017的作用：**每次在开机电源开关接通的瞬间，此时，加到电感上的可以是交流正弦波的任意瞬时值，如果是在正弦波的过零点附近，那么在电感TE001上电流的增长将是比较缓慢，其TE001上的自感电势也比较低，如果在电源开关接通的瞬间是在正弦波的最大值峰点附近，那么给电感所加的是一个突变的电压，会引起电感上产生极大的自感电势，该电势会大于所加电压的两倍，并形成较大的电流对后面的电容充电，轻则引起输入电路的保险丝熔断，重则引起滤波电容及斩波管击穿。设置DE17后在接通电源的瞬间，由DE17导通并对CE019充电，使流过TE001的电流大大减小，产生的自感电势也要小得多，对滤波电容和斩波管的危害及保险丝的熔断可能也要小得多（在开机正常工作时，由于DE017右面为B+PFC，电压比左面高，DE017呈反偏截止状态）。

表1 SMA-E1017各脚功能介绍

管脚	符号	说明
1	Vcc	供电脚
2	DD OUT	PWM驱动输出
3	DFP	PWM稳压控制
4	OCP	PWM部分过流检测
5	BD	PWM部分准谐振检测
6	GND	接地
7	MuLt FP	PFC部分正弦基准输入
8	COMP	相位补偿（电压/电流相位调整）
9	PMB/OVP	PFC电压反馈（输出过压保护）
10	CS	PFC部分MOSFET过流检测（保护）
11	ZCD	PFC过“零”检测
12	Start UP	启动
13	CN	
14	CN	
15	PFC OUC PFC	PFC激励输出



### **第7脚：PFC部分正弦半波波形取样输入（Mult FP）。**

这个脚输入的是全波整流后的电压的分压，这个电压的波形是把整机电流波形进行正弦化的必要波形。该脚接在串联分压电阻RE003、RE004、RE007的分压点上，其分压点上的电压波形即是整流桥堆输出的波形（因为整流后无滤波电容，波形是正弦半波）。该波形经电阻取样输入NE001（SMA-E1017）的第7脚，NE001内部的激励电路以此波形为依据控制斩波管QE001、QE002使斩波电流的包络和此电压波形形状相同。

### **第8脚：PFC电压电流相位调整（COMP）**

这个脚的作用是PFC的相位校正，其外接元件是用于调整电压和电流的波形之间的相位的（电流略滞后于电压有利于控制电路的稳定工作），当电源出现启动不良工作不稳定时，就可以通过改变其外接低通滤波电路的时间常数来改善。

### **第9脚：PFC / OVP B+PFC电压检测及稳压控制**

这个脚输入的是B+PFC（380V）的电压的分压，类似于开关稳压电源的控制信号，其电位决定了380V电压的高低。外接在分压取样电阻RE017、RE018、RE019的分压点上，分压点电位的变化直接反应B+PFC的变化，NE001 SMA-E1017内部根据9脚的变化来调整15脚的激励输出，使B+PFC电压趋于稳定（其电路类似于普通开关电源的稳压控制电路）。

## 第10脚：斩波管源极电流检测输入端（CS）

这个脚输入的斩波管QE001、QE002源极（S）电阻端电压，在斩波管QE001 QE002的漏极电阻RE013、RE014上进行源极电流取样。当斩波管过流时，该取样电压上升，输入第10脚内部保护电路，用以控制斩波管激励脉冲，使斩波电流得以控制。

## 第11脚：过零检测输入（ZCD）

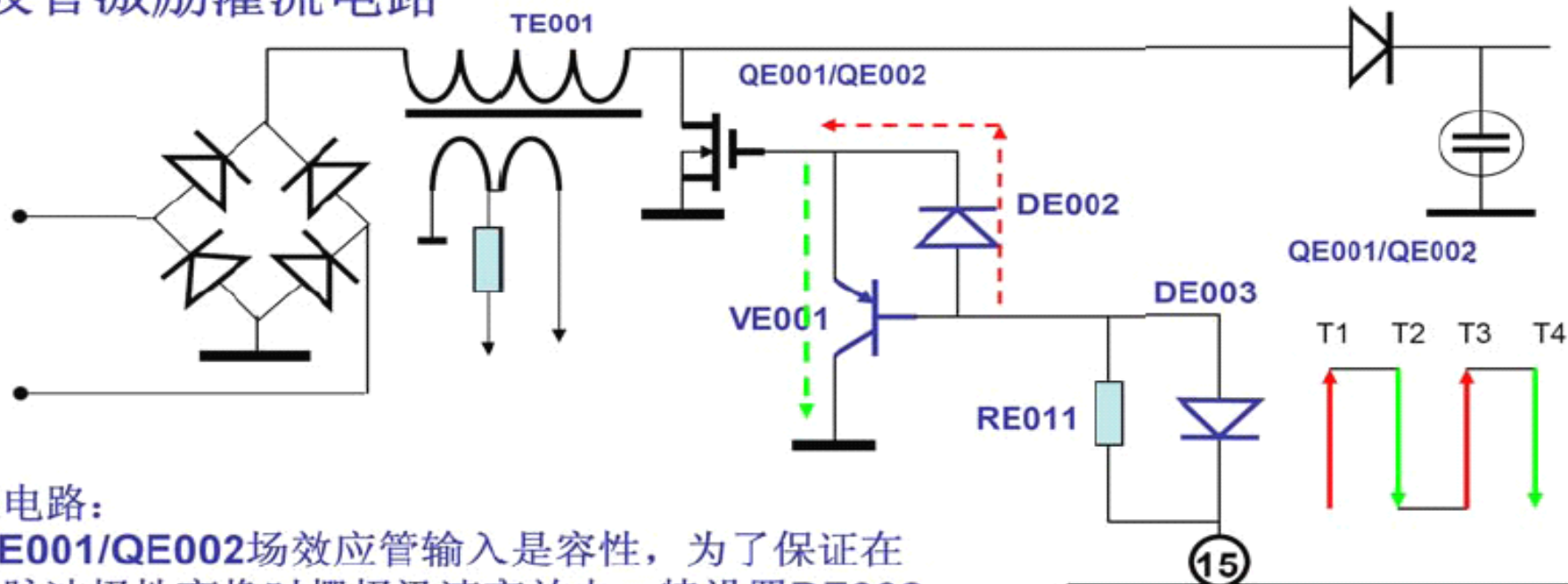
SMA—E1017的PFC采用临界电流检测方式，这个脚是过零电流检测输入脚，PFC开关就是在过零点时打开。TE001是PFC部分的储能电感，由于该PFC电路工作在DCM方式，所以在电路中必须对被斩波电压进行“过零识别”以控制PFC激励脉冲的“启”和“停”，在TE001设置付线圈L1并经RE005输出，向SMA—E1017第11脚提供一识别信号，以控制NE001内部PFC部分振荡器在过零时的“启”和“停”，图10中TE001中的黑点标明是线圈的同名端，千万不能接反，否则无法工作，RE005是限流电阻。这也是DCM方式的特有电路。

## 第15脚：斩波管QE001/QE002激励输出（PFC OUT PFC）

第15脚输出斩波激励脉冲，经过“灌流电路”激励QW001/QE002工作，VE001、DE002组成灌流电路，RE011是限制QW001/QE002栅—原极初始充电的限流电阻，DE003是激励脉冲下降沿促使栅—源迅速放电的放电二极管。工作过程如下：在激励脉冲上升沿（T1时间）；VE001截止，DE002导通对栅—源充电，形成栅—源电场，斩波管迅

速导通。在激励脉冲平顶持续时间（T1—T2时间），由于电场的持续导通维持，此时导通呈阻性。在激励脉冲下降沿（T3时间）；VE001导通DE002截止，所充电荷通过VE001迅速放电；斩波管迅速关断，完成一个斩波周期。

## 斩波管激励灌流电路



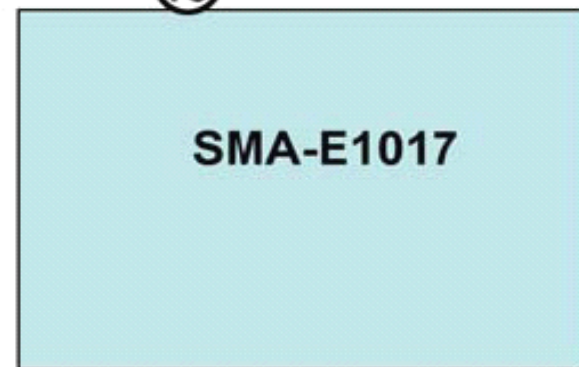
灌流电路：

QE001/QE002场效应管输入是容性，为了保证在激励脉冲极性变换时栅极迅速充放电，特设置DE002，VE001灌流电路，其工作过程如下：

T1时间脉冲上升VE001截止，经过DE002对GS迅速充电。

T2时间脉冲下降DE002截止，VE001导通，栅极积累的电荷经VE001迅速放电。

从而保证容性输入特性的场效应管，迅速导通/关闭。



## 第2脚：PWM激励输出（DD OUT）

这个脚输出的是PWM激励信号，激励开管QE003工作，RE050是QE003输入限流电阻，DE020是使在输入脉冲下降沿时迅速放电的泄放二极管，RE023是MOS管G—S电荷释放电阻。RE025、RE026是源极电阻，也是QE003电流取样电阻。稳压输出管QE003的栅极经过DE020和RE050接到PWM激励输出的第2脚。RE050是栅极充电（场效应管输入为容性）限流电阻，DE020是在脉冲下降沿迅速放电的使脉冲后沿陡峭的泄放二极管。

**RE023的作用:**RE023为PWM开关管QE003的G—S泄放电阻，由于QE003是MOS管，输入为容性，关机后G—S所充的电荷必须释放，否则在此开机瞬间由于此电荷产生的电场会使MOS管还没工作就瞬间短路烧坏。

RE025、RE026是QE003源极电阻，SMA-E1017的过流检测（OCP）则由该电阻上进行取样经RE026输入SMA-E1017的第4脚，其OCP门槛电压VOCP为0.62V。

## 第3脚PWM稳压控制（DFP）

这个脚输入的是PWM稳压输出电压的调制，用于控制开关稳压电源的输出。其主要由基准电源NE050、RE502、RE503、N002组成，NE050中间的端子是基准电压，精确选择RE502 RE503的阻值，可以控制流过N002的电流，使输出电压为标准值。

## 第4脚PWM部分过流检测（OCP）

这个脚输入的是MOSFET的源极限流电阻上的压降，OCP门槛电压VOCP为0.62V。

当PWM输出管过流时VOCP电压上升，电路保护。

4脚接输出开关管源极电阻上端，当开关管QE003过流时，该取样电压上升到0.62V（门槛电压）时PWM激励输出的第2脚停止输出，保护开关管及电路的损坏。

### 第5脚 PWM部分准谐振检测（BD）

5脚为准谐振检测控制端，根据输出开关变压器的初级电感及分布电容，适当的调整RE027、RE028的分压比，使PWM开关管在准谐振谐的振波形底部开始导通。为了提高开关电源的效率，NE001 SMA-E1017的PWM部分工作在准谐振方式。输出管工作在“开”与“关”的状态，当输出开关管“关”后，再次“开”通，必须在漏极“振零”波形的低谷区域，由于“振零”的频率由TE002的初级电感和其分部电容决定，频率会比较高、周期短，开关管再次导通难以控制在低谷区域内。这样就采取加大其分布电容的办法来降低频率、延长低谷区域的时间，使开关管的再导通始终在低谷区域。



## 二、背光灯24V供电电源电路分析

TLM-3277的液晶屏背光部分是由16根CCFL（冷阴极荧光灯）组成，所需功率约130W。所以该24V背光灯供电源的功率输出约大于120W。

该电路的供电由主电源的B+PFC（380V）提供。STR-W5667的启动Vcc由主电源PFC部分蓄能电感TE001的付线圈产生的感生电势经DE001整流后提供，该Vcc的大小于主电源的负载小信号电路的工作电路成正比，当小信号电路不正常，该Vcc可能不正常，该背光灯电源也无法正常启动，这也保证了只有小信号电路正常工作，背光灯才能点亮的时序关系。

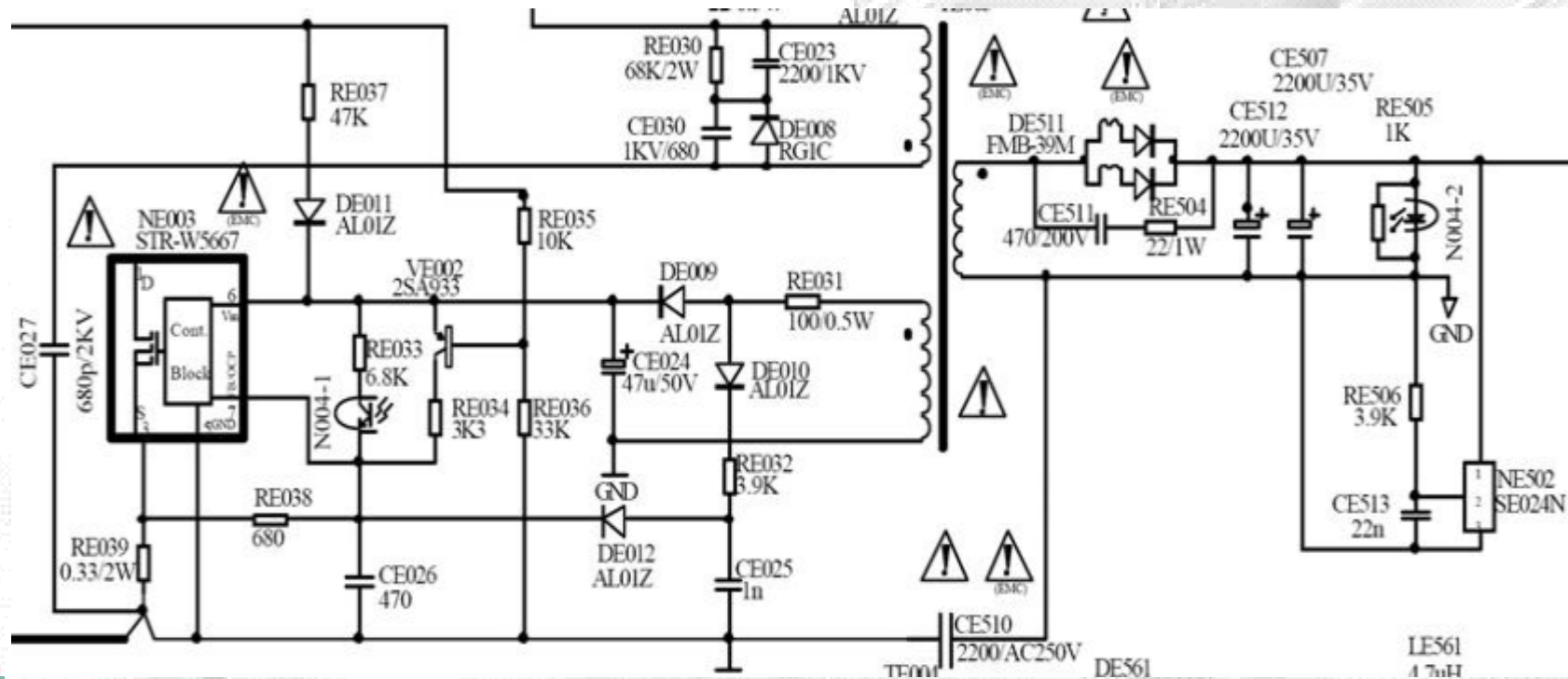


图6 背光电源电路

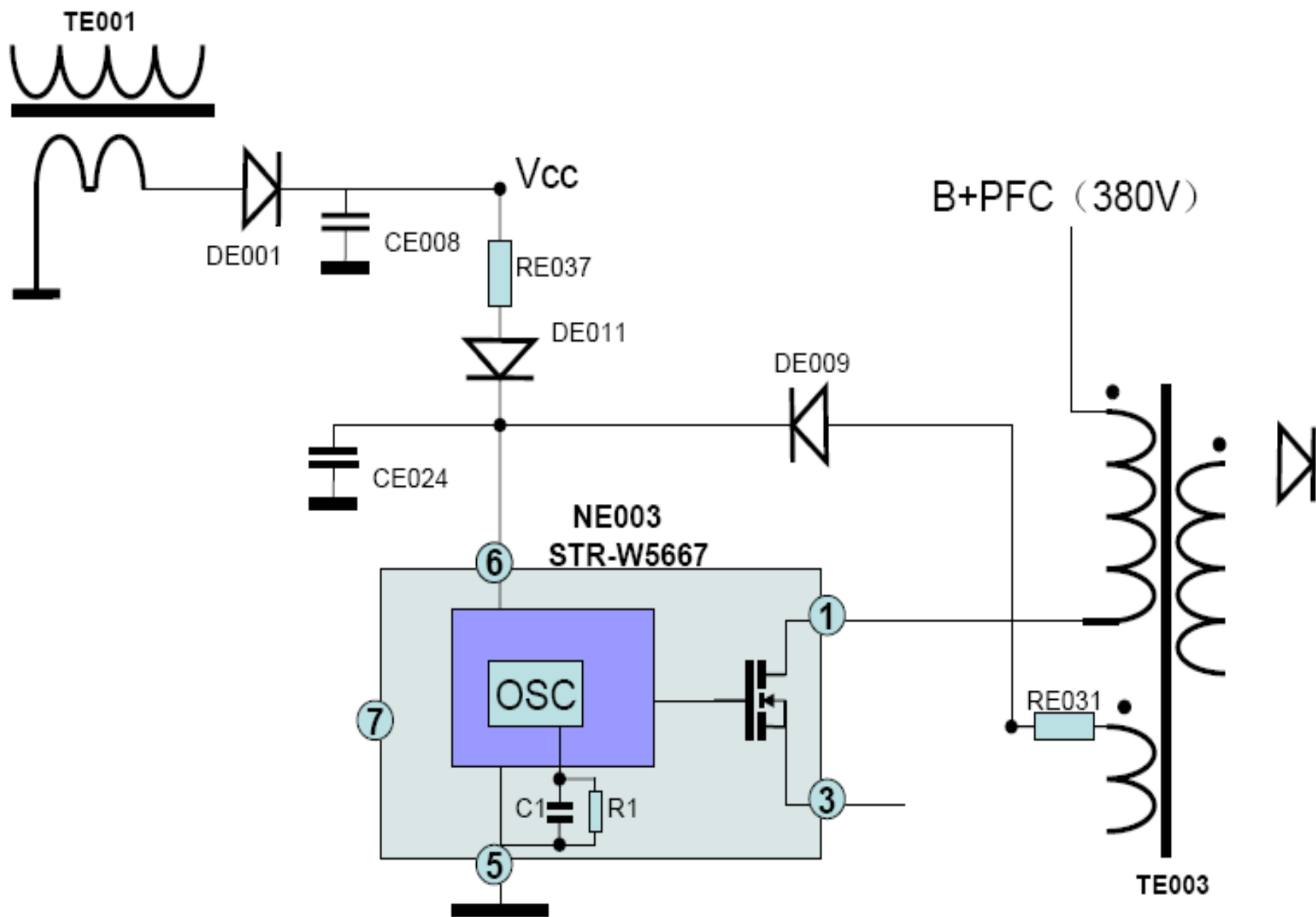


图7 启动电路

## 启动过程：（见图7）

当主电源工作后，主电源向该24V背光灯电源提供启动V<sub>cc</sub>（40V）和工作电源B+PFC（380V）V<sub>cc</sub>经过RE037、DE011加到 NE003第6脚，由于RE037阻值较大及CE024 的充电作用，NE003第6脚电压逐步上升，当上升到阈值电压16V时，NE003内部的电路开始启动，NE003第6脚电流也开始大幅上升（由于RE037较大 NE003第6脚电压会下降），此时由于电路的启动（弱振状态），TE003的感生电势经DE009整流CE024滤波，又加于NE003第6脚使电压上升并为持在22V~23V左右，B+PFC电压经TE003的初级加于NE003第1脚，背光灯24V开始正常工作。（NE003第6脚电压大于34V则进入过压保护）

## NE003（STR-W5667）内部振荡器的工作：（见图8）

IC内部振荡器是通过对C1的充放电形成振荡脉冲的。放电时间常数C1R1（约50μS）决定了MOSFET的关断时间，在PRC工作状态下，稳压过程是由固定的截止时间（T<sub>off</sub>），通过改变导通时间（T<sub>on</sub>）来实现的。当MOSFET导通时，电容C1被充电到6.5V，同时漏极电流I<sub>d</sub>流过电阻RE039，在RE039上产生锯齿波电压V<sub>d</sub>，V<sub>d</sub>经RE038反馈至IC第7脚OCP/FB端口。当第7脚电压上升到阈值1V时，集成电路内部电压比较器1翻转，控制振荡器输出反相的低电平，并通过驱动电路迫使MOSFET截止。MOSFET截止后，电容C1通过内部电阻R1放电，电容C两端电压按恒定的放电时间常数 C\*R 线性下降。



C1上电压波形

6.5V

3.7V

(7)脚电压波形

0.73V

0V

MOSFET激励波形

当C1两端电压下降到3.7V时，振荡器输出再次反相，为高电平，使MOSFET再次导通，C1两端的电压再次跳升到6.5V，振荡器开始下一周期工作。放电时间常数  $C \cdot R$  决定（约为50us）决定了MOSFET的截止时间，而第7脚电压上升的快慢决定了MOSFET的导通时间，至于什么时间开始再导通，由准谐振方式决定。准谐振方式就是使 MOSFET在VDS（振零）的谐振周期的半周处导通。

### 准谐振原理：（见图9）

因 NE003第7脚电压上升的快慢决定开关管的导通时间长短而NE003内C1放电的快慢决定开关管截止时间长短，开关管截止时，其源极与漏极间有较大的脉冲电压，该脉冲电压的后沿在下降到低电平之前，因NE003内C1放电使开关管已进入导通状态，这样开关管就会有较大的导通损耗，为减少这种损耗就要在漏极和地间在MOSFET管关断时自感电势和分部电容产生的振零波形的“谷点”要落在MOSFET再次导通点的时间上。但是为实现这样一个目的需要如下两个条件：

（1）在漏极和地之间要有一个合适的电容CE027存在，由他和初级电感构成 LC振荡回路，以便形成漏—源极之间振零电压谐振波形有一个略宽的适当范围。由此可见这个CE027电容非常关键。

（2）在栅极的驱动信号中要有一个合适的延迟时间，以保证当准谐振信号下降到0.73V以下、MOSFET开始导通时恰好处于振零波形的最低处。

从原理图中可知开关变压器TE003初级绕组①②与电容CE027组成一个LC串联谐振电路，CE027接在开关管的漏极（NE003(1)脚）与地之间，在开关变压器向次级放完能量后，电容CE027经初级绕组①②放电CE027与初级绕组发生谐振CE027的两端产生谐振电压，若在该谐振电压的最低点（即谐振开始后的1 / 2周期处）使开关

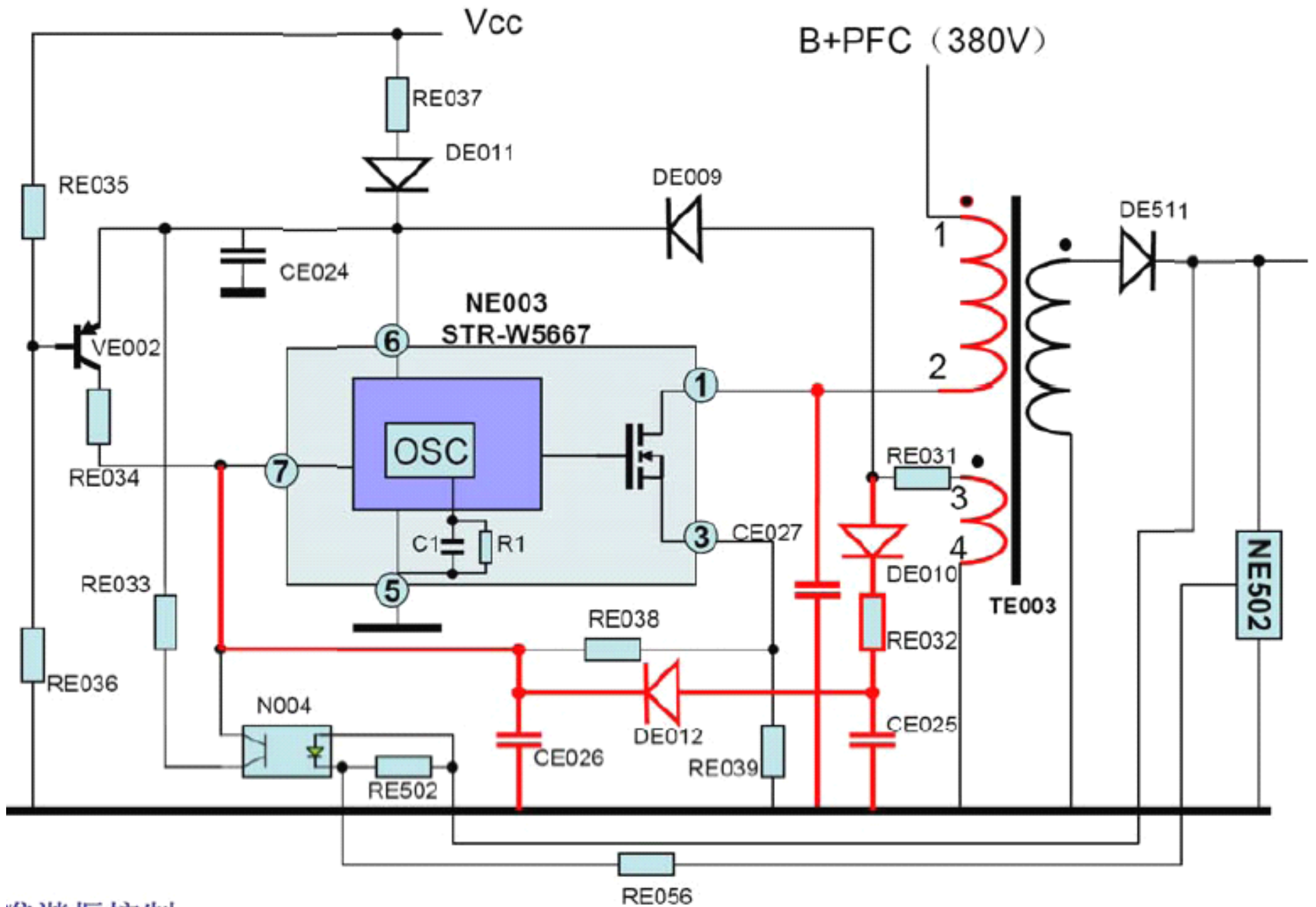


图9 准谐振电路

管导通，则可将开关管的导通损耗降至最小（适当选取CE027的大小，可使开关管再次导通时其位置正好在谐振曲线的谷点，此时损耗会降至最小）。

为达到开关管在CE027两端电压最低时才导通的目的，电路中还采用了延迟导通措施。延迟导通电路由DE010、RE032、CE025、DE012、CE026等组成，这样在CE027与TE003初级绕组①②发生谐振时，绕组①②上的谐振电压会感应到驱动绕组TE003③④绕组，其感应电压经DE010、RE032、DE012对CE025、CE026充电，使得NE003（7）脚的电压，在TE003能量放完后不会立即下降到0.73V以下，开关管便一直处于截止状态；只有当CE025、CE026放电，使NE003第7脚电压降到0.73V以下后，开关管才导通，适当选择CE025、CE026大小，延迟MOSFET的导通时间，使开关管正好在CE027端电压最低时导通，从而实现降低开关管导通损耗的目的，这就目前开关电源为了降低损耗、提高效率而广范应用的准谐振技术的原理。

### 稳压控制

稳压控制原理是以固定开关管的截止时间(约50us)调节其导通时间的方式进行的，即上面讲的PRC工作方式。当变压器TE003次级输出电压(+B)上升时，经过取样、比较后，流过光耦N004（1）（2）脚的电流增大，光电耦合器中光敏三极管的内阻减小，输出电流增大，NE003第7脚电压上升，导致输出电压下降。

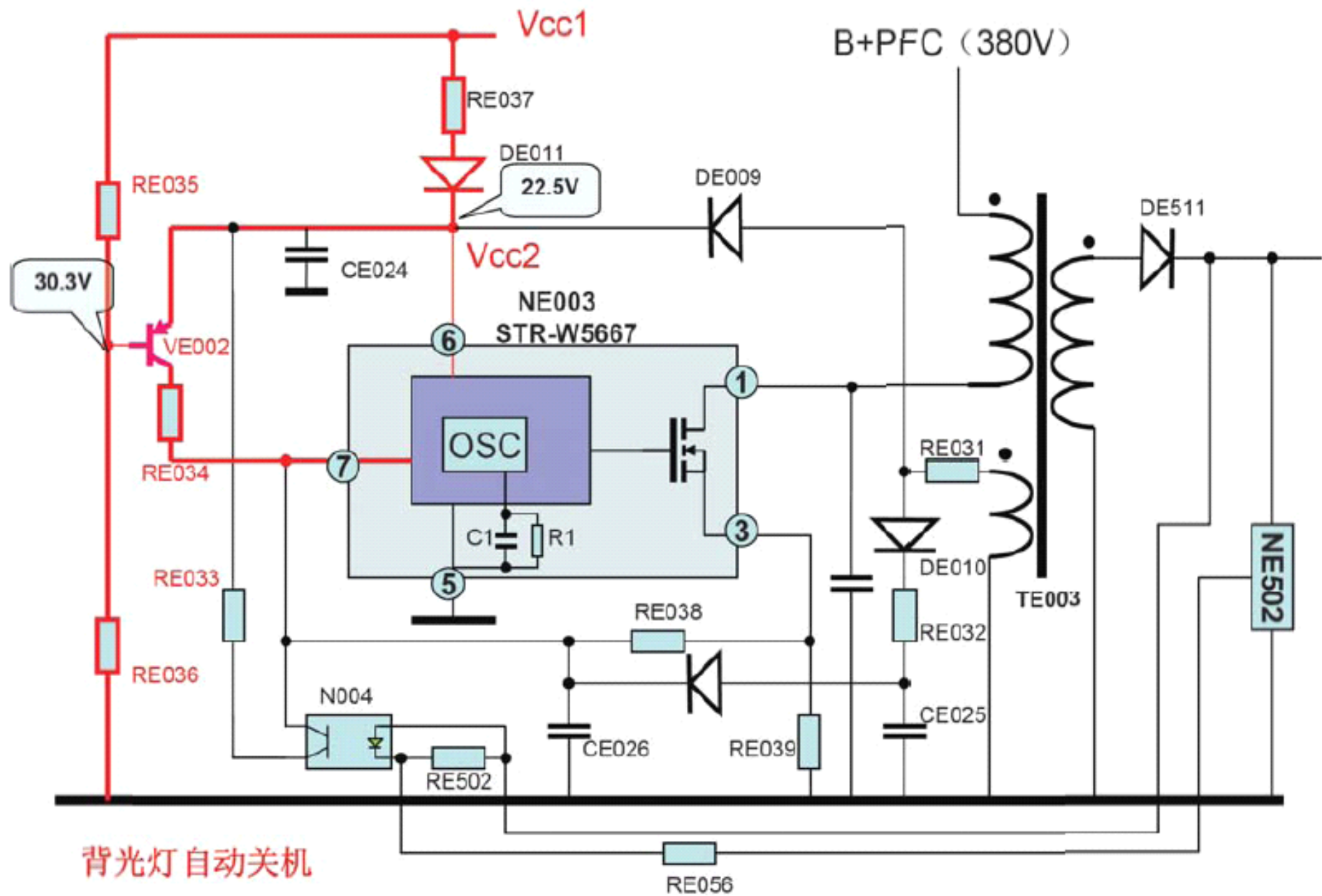
## 背光灯自动关闭电路：

在正常收看的过程中，如果信号电路出现故障，则背光灯供电也会同时停止，防止出现“白板”现象。

**工作原理：**（见图10）

在正常工作时，Vcc1的电压由TE001的付线圈经整流滤波后提供约40V，该电压加到串联电阻RE035（10K）、RE036上，其串联中点电压是30.3V接VE002（PNP）基极，VE002的发射极接NE003第6脚Vcc 供电端，此时VE002反偏截止，当在电视机收看过程，主电源小信号处理部分出现故障时，Vcc1（40V）电压会较大幅度下降，VE002的基极电压（30.3V）也会相应下降，此时VE002会进入导通状态，造成 Vcc2（22.5V）经 VE002、RE034施加于NE003第7脚，（第7脚电压上升会引其内部振荡器停振）使24V背光灯供电停止输出，背光灯自动关闭。





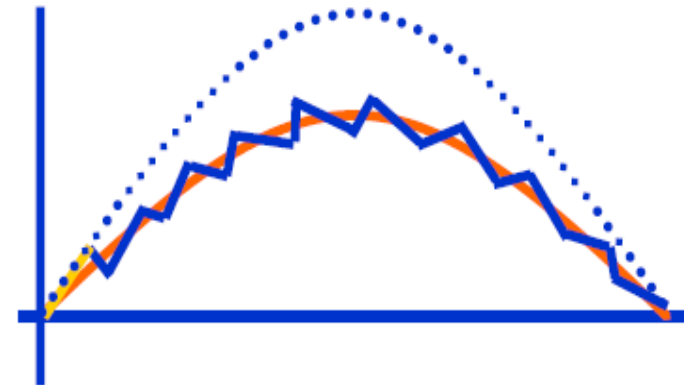
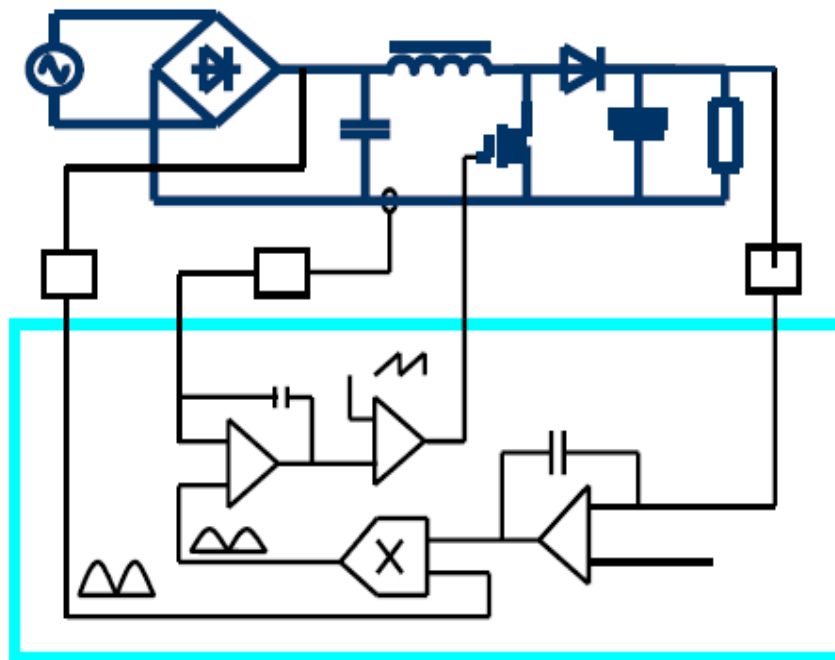
### 三、常见故障分析维修

#### 1、电源板炸件的问题：

首先，应分析一下元器件炸裂的原因，PFC电路的场效应管为何击穿？究其原因无非两点：1、场效应管过流；2、场效应管过压。我们知道场效应管过流会损坏，为什么呢？因为在过流时，两个PN结会击穿，而更多的原因是由于Ton周期过长，场效应管在截止时反压过高而损坏。为什么呢？在开关电路中，开关管的集电极加上吸收回路来降低开关管截止时形成的高压，其电压的大小与电流的变化率成正比（正比于 $di/dt$ ）。也就是当开关管截止时，开关管的反压最高，对于软开关电源又是如何呢？所谓软开关就是将开关管开关时的功耗降低趋向于0。{我们知道MOSFET管开关时呈阻性，在其饱和导通时呈低阻特性。在平板维修时，我们会发现IRF7314，MOSFET管的d、s两端压降用我们的万用表是量不出来的，而普通三极管的饱和压降为0.3V。对于使用场效应管的开关电源，开关管之所以热，其原因就是因为开关损耗严重。软开关是指ZCS（zero current switching 零电流开关）和ZVS（zero voltage switching 零电压开关）。}由上可知，开关管在截止时若使用软开关，只能使用ZCS；在使用软开关时，开关在截止期间仍然有高压存在，而这个高压只有零电流时出现。因为在谐振电路中，只有零电流时，电容和电感两端的电压达到最高。由此，我们可以知道，当电流超过正常值时，开关管截止的电压比正常时会高。当这个电压超过其极限值时，就会击穿。也就是Ton的周期过长，会损坏

开关管。我们修普通电源输出电压高，会损坏开关管原因就是如此。  
所以 PFC电源炸件问题地解决应从如下入手：

开机炸件属于反馈检测电路有问题，其关键脚是第9脚（pfb/ovp），该脚直接反映PFC输出电压的高低，及其过压保护。重点检查RE017、RE018 这两个电阻，阻值增大会出现PFC电压高，在早期的机器中出现比较多的是RE017、RE018阻值增大，造成CE019炸裂。还要注意CE017是否漏电，还有一个更为关键脚就是第10脚。该脚为CS，既然是CS而不是OCP，这就决定了它的功能是电流开关（CS为current switching电流开关，而OCP为over current protect过流保护），该脚决定着Ton的时间，由下图可知：





其中左边是一般PFC电源的原理图，右侧是PFC电流波形。由左图可知，PFC电源稳压主要是由输出电压的 $1/K$ 分压后，作为反馈量进行稳压的，这个 $1/K = RE019 / (RE017 + RE018)$ 。由此我们知道，RE017和RE018阻值增大、CE017漏电，都会导致反馈量减小，PFC输出电压升高。早期的77系列B+PFC爆电容的技改之一，R017、R018用五环精密电阻原因就是如此。右边的示意图中，每一个锯齿波就是一个开关周期，这个锯齿波由峰值开始下降，就是开关管由导通变截止的转折点。这个转折点在很大方面是由电流峰值检测控制，所以要重点检查 RE012、RE013、RE014，测量CE009是否漏电。还有一个问题，那就是灌流电路，在通常情况下，场效应管击穿，往往伴随着灌流电路的损坏，这部分电路也要多查一下。通常限流电阻，激励三极管会损坏，灌流电路的元件如检查有误，一般不会马上就烧场效应管，会有较长的滞后过程；那是因为灌流电路不好，会造成激励不足，时间长了才会烧开关管，这种情况在修普通电源（TDA16846、TDA4605、MC44608 等）时应该遇到过。如开机一段时间后，感觉开关管特别烫，这种情况多属于激励有问题，要多查一下灌流电路的元件，这些元件在路基本能够测量出来，但是DE003不能在路测量，因为它并接了一个 $68\ \Omega$ 电阻，开关管损坏，这种二极管有时也会损坏。5V\_M、12V、14V电源的故障率比较低，常常是整流二极管损坏，或是LM2576带载能力弱，其它地方坏的比较少。还有就是24V电源的问题，24V的故障率比较高，因为这一部分占整个电源70%的输出功率，高电压、大电流是故障高发的主要原因，电源厚膜

(STR-X6769、STR-W5667)损坏的比较多。对于此部分，常常出现故障的地方：对于STR-X6769厚膜，CE027、RE009、RE008的损坏几率比较高，RE031、RE032、DE009、DE511也有损坏的，但几率不是很高。对于CE027损坏的，在更换时要选取耐压的电容（最好是2KV的），因为该电容不仅能起到开关管截止时产生高压吸收作用，而且还提供谐振回路，给软开关提供最佳开关点，降低开关功耗。如果它损坏后，电源厚膜很快就会损坏。对于STR-W5667厚膜，常坏的也是RE008、RE009，只是它还有几个并发出现的地方，RE033、RE034、光耦N004。由上我们可知，对于厚膜、场效应管的损坏，我们只要注意吸收回路、检测反馈回路及限流电阻就可以了。不同厂家的PFC电源差异较大（如液晶电源上常用的晶振电源，也是宽电源输入的，对于不同的电源输入有专门的检测电路，为提高输出功率使用场效应管进行整流等等）。为了提高一次维修的成功率，我们可不可以想一些其它的方法：比如说降压维修，我们的电源是宽电源输入（85—264V），降低输入电压会使开关的反压降低，开关管就不容易损坏，24V电源可单独维修等等。实际上不需要这些方法，关键点注意后，维修起来速度比较快，成功率也是很高的（一般不会有恶性的元器件损坏）。还有一个问题就是关于接假负载的问题，一般来说，对于使用STR-W5667的电源，在12V输出上接40W的灯泡，PFC电源就能够启动；而对于使用STR-X6769的电源，12V使用40W的灯泡作为假负载，PFC多数不能启动，要使用100W的灯泡。不过在在接假负载时，要注意将灯泡接在

L562的后面，接在L562的前面会造成12V电源启动困难。为了维修方便，我们可以都使用100W的灯泡作为12V电源的假负载；24V电源的负载要用100W灯泡或更大灯泡作为假负载；24V负载过轻，B+PFC电压会升高，用40W灯泡作为假负载，B+PFC电压一般会升到404V左右。对于5V待机电源的维修可以空载，在空载时，5V电源几乎没有波动。PFC电源要工作，可以将CE565正极直接短接5V\_S，也可以将继电器JE502的两个触点直接短接。

