

# 半桥式他激型开关电源自激问题的探讨

章祝华\*

**摘 要** 由于以脉宽调制芯片 TL494 为核心的半桥式他激型开关电源电路的特殊结构,一种有害的自激现象在电源的运行过程中自始至终处于待发状态,本文就此问题进行探讨。

**关键词** 半桥式他激型开关电源 自激式 他激型 辅助电源 启动电阻

## Discussion on Self-excited Issue of Separately Switching Power Supply with Semibridge

Zhang Zhuhua

**Abstract** Because of its special circuit structure of separately switching power supply with semibridge which takes the pulse-width modulator TL494 as the core, there is a harmful self-excited phenomenon in waiting state, during the running process from start to finish. It is discussed in this article.

**Keyword** Switching Power Supply with Semibridge Self-Exciting Extra-exciting Assistant Power Supply Starting-Resistor

### 1 一种困惑的故障现象

一台联想开天 P4 型主机在运行中突然停机,主机面板灯全暗。此 ATX 电源型号为 HK350-11P,采用替换法,判断为电源故障。用万用表检测输出级,各路均无输出电压。拆开故障电源,从电路结构判断此电源是以 TL494 为脉宽调制电路的半桥式他激型 ATX 开关电源。对于 ATX 电源,他必定有一独立于主开关电源的辅助电源。由于主电源的启动及控制电路的供源一般是靠独立辅助电源来承担的。判断 ATX 电源故障首先应先判断独立辅助电源是否有故障,经查其+22V、+5VSB 均为 0V,说明独立辅助电源是一故障点。先将其修复,再检查主开关电源前级两开关管、保险丝均完好,这可断定主开关电源无破坏性故障点。利用 ATX 连接器 14 脚 PS-ON (引线为绿色) 高电平关,低电平开这一原理可将其对地短接,强制主电源启动(此方法是常用来判别电源的好坏及解决主板 PS-ON 对主电源开启无效时的一种简便有效的办法)。但电源仍无法启动,现可断定主电源也存在故障,用万用表 10  $\Omega$  档检测各路输出电压端对地电阻值(此方法常用来快速判别输出整流管是否反向击穿)发现+12V、+3.3V 端正反向电阻均为无穷小。拆下两路输出整流管,查验并无损坏,损坏的则是并接在两路上的稳压管 D\* (图 1)。从电路分析,D\* 的作用是构成一不可恢复的过压保护电路。更换损坏的 D\*,电源恢复正常,接上负载一直运行良好。两只 D\* 同时损坏,说明输出电路在运行中必存在过电压现象才把两 D\* 击穿。这种过电压现象是如何产生,确有些困惑。

### 2 D\* 损坏原因

为查明 D\* 的损坏原因,将修复的电源重新拆开。经认真分析得出:由于电源是在运行中损坏且主电源前级输入

直流高压正常,可断定独立辅助电源损坏是自身引起的。而独立辅电源+22V 一路是为主电源后级 TL494 及周边电路启动与供源的。看来在主电源运行中因独立辅助电源损坏即无+22V 输出是导致 D\* 损坏的最大的原因。做如下试验:

(1) 先将辅助电源+22V 与主电源相连处  $V_p$  断开,接上一小开关 K。将开关闭合,开关电源不要连接负载。将 PS-ON 对地短接,接通市电,风扇转动,电源正常运行。将小开关 K 断开,电源停止运行。再将小开关 K 闭合,风扇不转,可断定主电源出故障。先检查两只 D\* 已被击穿,这证明了两只 D\* 击穿的原因是独立辅助电源损坏造成的。

(2) 为证明破坏性高压的存在,将两只 D\* 去掉。为防止高压损坏输出级滤波电容及其它元件,用调压器将调压档转到 120V,在输出+5V 端接上电压表。将小开关 K 闭合,接通市电风扇转动,电源正常运行。再将小开关 K 断开,风扇加速,+5V 上升且电源发出吱吱叫声。瞬间将调压器调到 200V,风扇急速转动,+5V 接近翻倍,立即切断市电。这证明了当电源运行中,+22V 断开导致主电源转入非稳压的失控自激状态。如此高的输出电压瞬间将两 D\* 击穿即输出端对地短路,自激停止保护了负载。

### 3 自激原因的分析

图 1 是半桥式他激型开关电源,图 2 为半桥式自激型开关电源。比较两电源,它们不同之处在半桥式他激型具有他激驱动变压器 T1 与主变压器 T2。而半桥式自激型则是自激反馈绕组在主变压器上即同一变压器 T\*。细心观察一下,只要把图 1 中 T1 次级绕组去掉由于 T1 初级  $N_p$  绕组与 T2 初级  $N_q$  是串联的,这两串联的绕组就相当于图 2 的  $N_{p^*}$ 。从此就不难看出:当 T1 的次级绕组去掉,半桥式他激型就变成半桥自激型了。由于脉冲占空比控制信号即稳压

修改稿收到日期:2004-05-14

\* 章祝华 福建农林大学计算机与信息学院计算机室实验师 (350002)

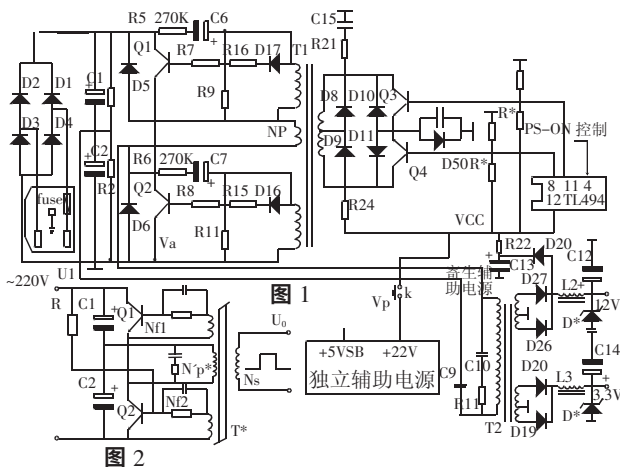


图 1 半桥式他激型主开关电源

图 2 半桥式自激型开关电源

信号是通过 T1 次级耦合到初级的，故这种自激是非稳压的。从此分析及以上试验再从图 1 不难得出，在主开关电源运行中当独立辅助电源+22V 中断造成由 Q3、Q4、R\* 等组成具有对 TL494 输出信号进行前级放大，无信号输入防自激电路失去作用（在 TL494 方波输出端 8、11 脚处于待命状态时或 TL494 损坏导致 8、11 脚无信号输出，22V 通过两 R\* 正向偏置 NPN 晶体管 Q3、Q4 基极使其饱和导通将 T1 次级绕组对地短路，使自激停止）。这相当 T1 次级断开即他激运行瞬间转为无稳压状态的自激运行。

#### 4 自激存在的利弊

以上分析可得出：采用耦合变压器 T1 与前级隔离，以脉宽调制组件 TL494 为 PWM 控制的半桥式他激型开关电源，由于其电路的特殊结构导致自激与他激状态同时并存。在 INTEL 公司推出 ATX 标准前，半桥式他激型开关电源也采用过独立辅助电源，其只有一路+22V 输出，起着为电源启动，控制电路供源作用。到 IBMPS2 时期为了解成本

和空间，利用半桥式自激这一特点省去了独立辅助电源。在主开关电源中增加了 R5、R6 两只启动电阻构成的双臂启动电路及 D20、R22、C13 组成的寄生辅助电源（图虚线框）。这种电路的工作原理是利用 R5、R6 两只启动电阻轮番对 Q1、Q2 正向偏置让电路产生自激，在 T2 次级产生方波通过寄生辅助电源启动 TL494 及周边电路再经耦合变压器 T1 控制 Q1、Q2 瞬间转为他激运行。到了 ATX 时期，由于其主板连接器上增加一路+5VSB（第 9 脚，紫色），此+5VSB 必须完全独立于主开关电源即一旦主机电源接通市电，+5VSB 就自始至终存在，这就是 ATX 风格所在。由于+5VSB 的独立性，ATX 又重新起用独立辅助电源，并附上+22V 一路起着直接启动和为控制电路供源（见图 1 独立辅助电源），从而省掉 R5、R6 启动电阻及寄生辅助电源。这时自激变得有弊而不利了。

#### 5 结论

以上探讨得出：半桥式自激型开关电源由于其电路的特殊结构，导致电源在运行中有害的自激现象自始至终处于待发状态。在 IBMPS2 电源中，则利用瞬间的自激来完成电源的间接启动，这是自激的有利一面。而 ATX 电源中电源的启动是靠独立辅助电源+22V 直接来完成的，从而自激变得是有害的。为了防止电源运行中独立辅助电源损坏，造成主电源自激。现时的半桥式他激型 ATX 电源采用两种方法来防止在电源运行中独立辅助电源中途损坏造成主开关电源自激。一种是在主电源中增加了寄生辅助电源即两种辅助电源同时并存，如 SPI-235HA 型、银河 YH-2508B 型 ATX 电源。另一种则是在开关主电源输出端增加稳压管 D\*（图 1），构成不可恢复的过压保护电路，如 CODE-GEN200XA 型、联想 HK350-11AP 型。笔者认为要使电源运行中更为安全且损坏维修方便，可将第二种防范类型变成第一种即增补独立辅助电源。

（上接第 32 页）

具体代码如下：

```
Dim fs As Scripting.FileSystemObject
Dim fld1 As Scripting.Folder
Dim fld2 As Scripting.Folder
Dim fil As Scripting.File
Private Sub Command1_Click ()
Set fs = New Scripting.FileSystemObject
List1.Clear
List2.Clear
FileSearch "C:\", "COMMAND.COM"
Set fs = Nothing
End Sub
Sub FileSearch (strPath as String, strFile as String)
Set fld1 = fs.GetFolder (strPath)
```

```
List2.AddItem fld1.Path
Do While List2.ListCount>0 '判断队列是否为空
List2.ListIndex = 0
Set fld1=fs.GetFolder (List2.Text) '取得置于队首的文件夹
List2.Removeitem 0
For Each fil In fld1.Files '搜索当前文件夹下所有文件
If UCase (fil.Name) = strFile Then List1.AddItem fil.Path
Next
For Each fld2 In fld1.SubFolders
List2.AddItem fld2.Path
Next
Loop
End Sub
```