

# 晶体管31cm黑白电视机稳压电源的 计算机辅助分析与设计

陈柏孙 陆建中

## 一、前言

晶体管电视接受机稳压电源的性能,对电视接收机整机性能影响很大。我们用自己编制的程序,对一个常用的晶体管31cm电视机的电源进行了辅助分析,并在此基础上设计了二种稳压电源。

## 二、稳压电源基本原理

一般电源输出端电压波动可用下式来描写:

$$dE_o = \left( \frac{\partial E_o}{\partial E_i} \right) dE_i + \left( \frac{\partial E_o}{\partial I_o} \right) dI_o + \left( \frac{\partial E_o}{\partial T} \right) dT \quad (1)$$

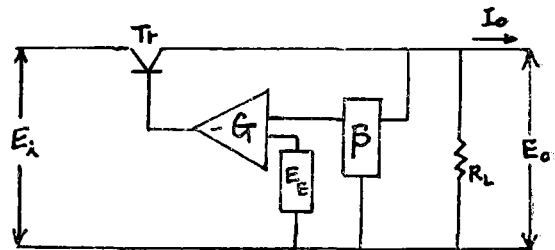
式中:  $E_o$ ——稳压电源的输出电压;

$I_o$ ——负载电流;

$E_i$ ——输入电压;

$T$ ——环境温度。

图1表示了用负反馈系统的稳压电源的框图。



图一

检出电压  $\beta E_o$  和基准电压  $E_E$  的电压差即误差电压,在稳压源的输入电压  $E_i$  含有纹波电压或输入电压波动  $\Delta E_r$  时,输出电压的波动  $\Delta E_o$  为:

$$\Delta E_o = \Delta E_r + G\beta \Delta E_o \quad (2)$$

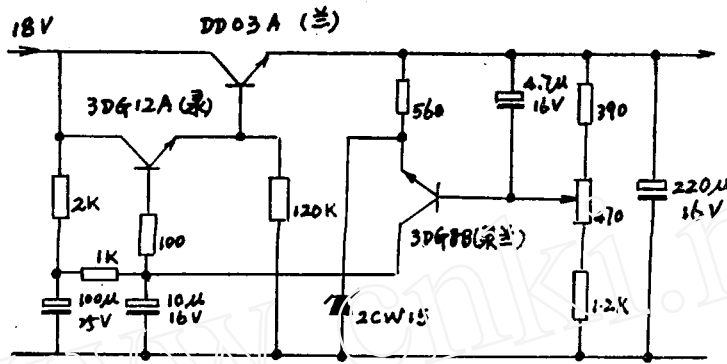
$$\Delta E_o = \Delta E_r / (1 - G\beta) \quad (3)$$

即纹波电压或者输入电压的波动,经过稳压电源后,减为原来的  $1/(1 - G\beta)$ 。

## 三、对一个常用的稳压电源的CAD分析

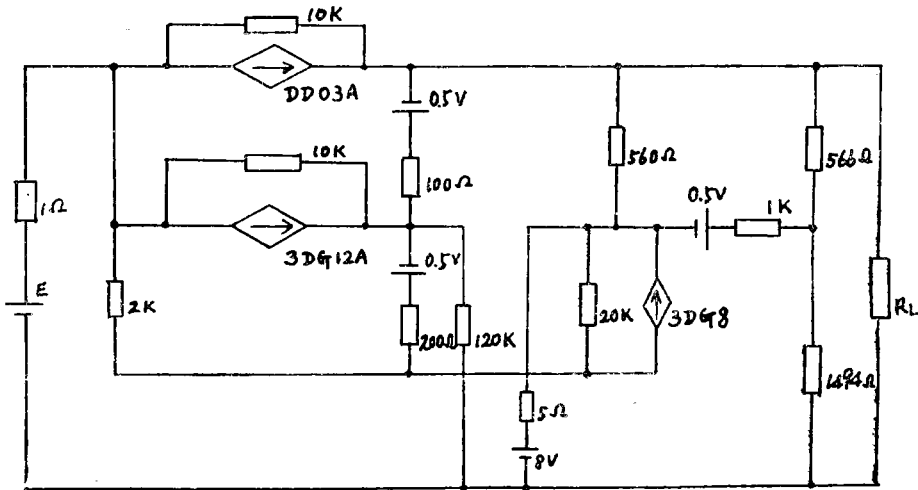
图2是飞跃12D3电视机用的稳压电源,是目前国内用得最多的一种线路。

本文于81年1月17日收到



图二

(一)等效电路



图三

(二)数据输出

1. 各节点的电压, 各支路的电流、电压、功率及各元件的电压、电流、功率。

number	branch voltage	branch current	branch power	node voltage
1	-19.0013	1.09873	-20.8772	19.0013
2	3.87179	1.93589e-3	7.49537e-3	15.1295
3	.552284	2.61421e-4	1.44379e-4	14.5772
4	4.42407	2.13561e-2	9.44809e-2	11.9277
5	2.64946	2.14946e-2	.056949	8.12716
6	7.07353	1.07544	7.60713	8.64371
7	3.80058	6.78675e-3	2.57936e-2	
8	8.12716	8.47727e-3	6.88961e-2	
9	.516554	1.65539e-3	8.55097e-6	

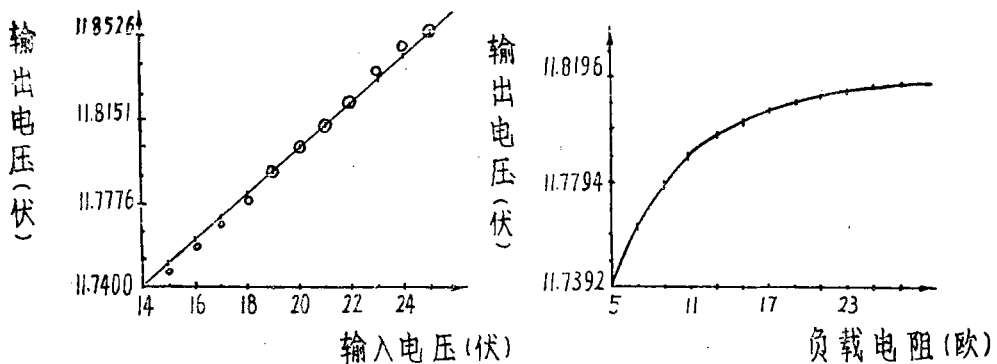
10	7.00232	1.67443e-3	1.17249e-2
11	3.28403	5.80217e-3	1.90545e-2
12	8.64371	5.78562e-3	5.00092e-2
13	14.5772	1.21477e-4	1.77079e-3
14	11.9277	1.08434	12.9337

2. 输出对于各元件的灵敏度。

no = 4

ele	unnormaf	normal
1	•24751	2.07508e-3
2	173.92	7.29055e-3
3	-2.31654	-9.71071e-4
4	2.71225	2.2739e-5
5	-1.19178	-9.99167e-4
6	•414588	3.47583e-6
7	76.6955	1.14822e-2
8	-2.57638	-1.43999e-2
9	9.74939	8.17371e-4
10	-172.825	-7.24468e-4
11	-1867.85	-•276674
12	4915.58	•275845
13	-9.26519	-6.47314e-6
14	-•967795e	-7.37619e-3
15	-4.08568e-4	-2.74029e-3
16	1.60269e-4	1.07493e-3
17	1.25982e-3	5.28105e-3

(三) 计算结果分析



图中“•”为计算值 “。”为实测值

输出特性曲线

稳压系数 $S$ ，动态内阻 $r_n$ 分别为：

$$S = \frac{\Delta V_{sc}}{\Delta V_{sr}} \cdot \frac{V_{sr}}{V_{sc}} = \frac{11.8431 - 11.7494}{24 - 15} \times \frac{19}{11.791} = 1.68e - 2$$

$$r_n = \frac{\Delta V_{sc}}{\Delta I_{fz}} = \frac{11.8196 - 11.7392}{2.3478 - 0.4076} = 3.88e - 2$$

从输出特性曲线可见，计算结果与实测数据非常接近。

由灵敏度分析数据知，输出对于取样电阻的灵敏度最高，其余依次为：稳压管的动态内阻，稳压管的限流电阻等，这些与对电路的定性分析结论相符。另外，从灵敏度数据中，我们还可以看到，调整管的灵敏度4倍于推动管的灵敏度。由此，我们可以知道，对于用复合管做调整的稳压电源，对于输出的影响，调整管大于推动管，而不是简单的两管相乘。这点对于调试稳压电源是很有参考价值的。

在对电源作机模拟试验时，计算结果表明：当输出端 $V_{o}$ 电压下降到8.3伏时，取样管3DG8的eb极间出现-2.06伏的反向偏压。实测发现，当输出电压降到7.8伏时，取样管的eb极间有-2.12伏的反压。虽然3DG8的 $BV_{ebo}$ 标称值为4伏，但在关机时有2伏以上的反压存在于eb极间，显然对取样管是不安全的。

#### 四、用CAD辅助分析设计的两个电路

(一)电路 I：为了消除取样管在关机过程中eb极间产生反压，可以将稳压管的限流电阻去掉。这时，稳压管的工作电流改由取样管供给；稳压管2CW15的工作电流为5~10mA，考虑到如果取稳压管的工作电流为5mA，则取样管的工作电流也为5mA，为了使复合调整管的工作处于最佳状态，则推动管的基极注入电流也应为5mA左右。这样，即使推动管的 $\beta$ 取50，注入调整管DD03基极的电流也将达250mA，显然，调整管DD03是无法正常工作的。解决的办法是改取稳压管的工作电流为10mA，则取样管的工作电流也为10mA，去掉推动管。若调整管DD03的 $\beta$ 为100，则当输出电流为1A时，基极注入电流为10mA。这时，电路在较好的状态工作。考虑到调整管由复合管改为一个管子后，由于增益的下降，而使电压稳定度下降，为了提高电压稳定度，而又不增加调整管的管耗，我们采取了如图4所示的改进。从行输出管的行自举电路，加一个限流电阻作稳压电源的辅助电源。放大管3DG12的负载电阻通过一个如图示的二极管，连接到调整管DD03的集电极，其工作过程是：开机时，二极管2CZ82A正向导通，稳压电源和一般稳压电源一样，建立工作状态。电源一开始工作，从行输出管提供的辅助电源，电压为24伏，而电源的输入电压是18伏，二极管2CZ82A反向偏置，进入截止状态。

对这个电路作以上改进的优点是明显的。首先，取样放大电路集电极的供电电压，不再是整流后的输入电压，而是经过稳压后从行输出管自举电路供给的电压。这样，输入电压的波动就不会直接影响调整管的基极，从而使电源稳压性能得以改善。其次，由于在不提高电源输入电压的情况下，提高了辅助电源的电压(24伏)，能选足够大的取样放大管的负载电阻，尽可能的提高了放大级的电压放大倍数。从而提高了电压稳定度，降低了稳压系数。由于没有提高电源的输入电压，所以也就没有增加调整管的管耗及降低稳压电源的效率。这是

一个一举二得的好办法。

根据这些设想，设计了一个如图 4 所示的稳压电源。

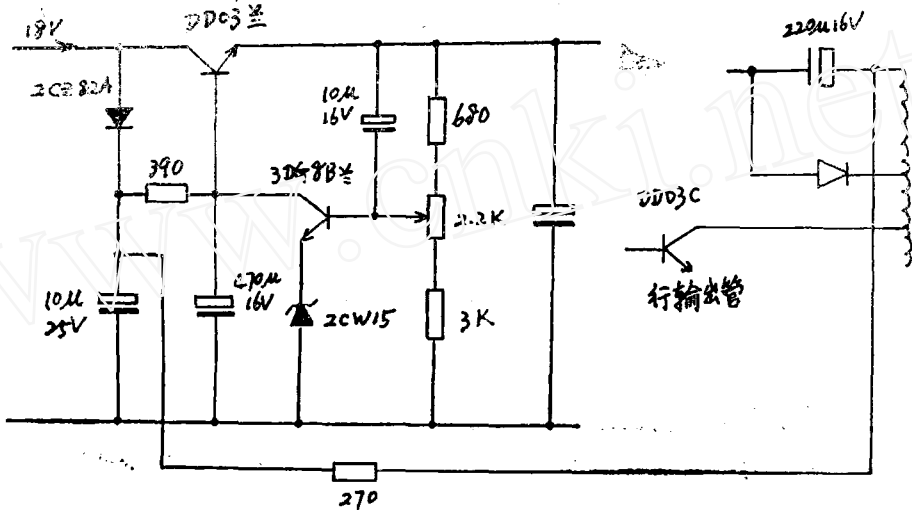


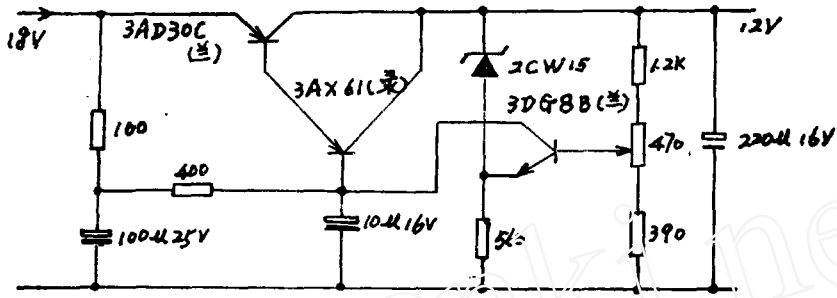
图 四

对该电路进行CAD分析，稳压系数  $S = 5.59e - 3$ ，动态内阻  $r_n = 3.97e - 1$ ，实测  $S = 3.2e - 2$ ， $r_n = 5.58e - 1$ ，CAD 分析与实测符合得较好。从计算结果可以看到，在关机的整个过程中，取样管的eb极间不再出现反压，提高了稳压电源的可靠性。动态内阻比原电路增加一个数量级。为此，对一些国外同类电视机电源进行了 CAD 分析计算。它们的动态内阻也大都都在  $10^{-1}$  的数量级。同时，经实测，31cm晶体管黑白电视机，在正常工作时最大电流变化  $\Delta I_{fz}$ ，不超过150mA。而这对于内阻为  $r_n = 3.97e - 1$  的电源，由于负载的变化而引起的输出电压的变化  $\Delta V_{so} \leq 0.06$  伏，是微不足道的，故电视机完全能很好的工作。我们还在图 4 所示稳压电源的调整管的ec极间并联一只电阻。用计算机进行模拟试验，计算对于不同的  $R$  值时，电源的性能函数指标。当  $R = 27$  欧时， $S = 8.03e - 3$ ， $r_n = 1.37e - 1$ ，调整管功耗为5.823瓦。调整管的 ec 极间并联了27欧电阻后，质量指标下降不大，电源仍符合技术要求。而调整管的功耗减少24.18%。这样，就可以将调整管降低一个功耗挡级以降低成本，或者，可以减少调整管功耗负荷，提高稳压电源的可靠性。电源设计者可以根据电路的规格，电路的技术要求选择适当的  $R$  值。

(二) 电路 II：要使图 2 电路中消除取样管eb间在关机过程中出现的反压，也可采用将稳压管与稳压管的限流电阻位置对调的办法。对调后，取样管的eb极间在关机过程中，不再出现反压。但原来对于输出电压波动的负反馈过程，现在成了正反馈，电源无法正常工作。这时，可将复合调整管改为PNP型晶体管，稳压电源即可正常工作。具体电路如图 5 所示。由于锗管的输出阻抗低于硅管，所以图 5 电源的动态内阻  $r_n$  也较小。计算机分析结果：

$$S = 1.57e - 2$$

$$r_n = 2.74e - 2$$



图五

## 五、结 束 语

综上所述,计算机辅助分析能正确、快速地对电路进行定量计算,并进行模拟试验,可以代替传统的设计方法。提高设计质量,缩短设计周期。

我们在进行上述CAD辅助分析的过程中,实测样机均由上海无线电十八厂提供。分析结果与实测相符。