

彩色电视机 开关电源原理与维修集萃

李雄杰 编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

彩色电视机

开关电源原理与维修集萃

李雄杰 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书在介绍彩电开关电源基本工作原理的基础上,集萃了进口彩电与国产彩电共50种开关电源电路的分析,列举了常见故障的检修方法,给出了故障检修流程图、主要测试点数据及元器件的代换法,并深入地分析了微处理器对开关电源的控制过程,是检修彩色电视机的必备工具书。

本书可供彩电检修人员、电视技术人员及电子爱好者阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

彩色电视机开关电源原理及维修集萃/李雄杰编. - 北京:电子工业出版社,1993.9

ISBN 7-5053-2115-3

I. 彩… II. 李… III. ①彩色电视-电视接收机-开关电路-原理 ②彩色电视-电视接收机-开关电路-故障修复 IV. TN949.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 30098 号

书 名:彩色电视机开关电源原理与维修集萃

编 者:李雄杰

责任编辑:吴金生

印 刷 者:北京天宇星印刷厂

出版发行:电子工业出版社 URL:<http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:518 千字

版 次:1993 年 9 月第 1 版 2001 年 4 月第 13 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-2115-3
TN·628

定 价:20.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

前 言

目前,进口彩色电视机及国产彩色电视机的电源均采用了开关电源电路。开关电源具有效率高、稳压范围宽、机内温升低等优点,是彩色电视机、录象机及其它一些电子设备电源电路的主流和发展方向。

开关电源虽然优点明显,但电路复杂、种类繁多,这给电路分析带来一定的困难。懂得了几种常用开关电源电路,但当给出一种新型的开关电源电路时,也不一定能分析清楚。彩色电视机中的开关电源是最易发生故障的电路之一。检修新手见之望而生畏,有经验的检修人员也难免不出差错,当连续击穿昂贵的开关管或损坏厚膜块时,就有些害怕而不敢再检修了。

本书写作的目的,就是帮助读者检修彩色电视机开关电源电路。本书共分十章,在介绍彩电开关电源基本工作原理及常见类型的基础上,集萃了日立、松下、东芝、夏普、索尼、三洋、JVC、飞利浦、汤姆逊等进口彩电及国产彩电共50种开关电源的电路分析,并列举了常见故障的检修方法,给出了主要测试点的波形及电压、电阻数据,绘制了故障检修流程图,介绍了元器件损坏后的代换方法。另外,本书还详细介绍了遥控彩电中的微处理器对开关电源的启动与控制过程,对大屏幕彩电、多制式彩电中的开关电源也作了介绍。

为使读者在学习本书后能极方便地进行维修工作,本书在分析原理时所使用的电路图及各种符号均力图与厂家所提供的电原理图及符号尽可能一致,这样有些符号和规定就与国家标准有出入,请读者注意并谅解。

由于作者水平有限,加之时间仓促,因此书中难免有不少疏漏或差错,恳请广大读者不吝指教。

愿本书能成为彩色电视机检修者的良师益友。

作者

1992年10月

目 录

第一章 开关电源的类型与基本工作原理	(1)
第一节 开关电源的特点及其类型	(1)
第二节 开关电源的基本工作原理	(4)
第三节 开关电源的激励与稳压	(13)
第四节 用开关电源直接激励行输出级	(19)
第五节 开关电源中的保护措施	(22)
第二章 日立彩电开关电源	(28)
第一节 日立NP6C机芯开关电源	(28)
第二节 日立NP8C机芯开关电源	(32)
第三节 日立NP82C机芯开关电源	(38)
第四节 日立NP84C机芯开关电源	(43)
第五节 日立G7PN机芯开关电源	(48)
第六节 日立G9PL机芯开关电源	(54)
第三章 松下彩电开关电源	(64)
第一节 松下M11机芯开关电源	(64)
第二节 松下M12H机芯开关电源	(68)
第三节 松下M15L机芯开关电源	(72)
第四节 松下M15M机芯开关电源	(78)
第五节 松下C150机芯开关电源	(86)
第四章 东芝彩电开关电源	(93)
第一节 东芝X53P机芯电源电路	(93)
第二节 东芝X56P机芯开关电源	(96)
第三节 东芝L851机芯开关电源	(102)
第四节 东芝288D6C彩电开关电源	(109)
第五节 东芝2500XH彩电开关电源	(115)
第五章 夏普彩电开关电源	(123)
第一节 夏普C-1411机型开关电源	(123)
第二节 夏普C-2010DK机型开关电源	(126)
第三节 夏普NC-I机芯开关电源	(129)
第四节 夏普NC-II机芯开关电源	(133)
第五节 夏普3P-SS机芯开关电源	(139)
第六节 夏普7P-SR1机芯开关电源	(142)
第六章 索尼、三洋彩电开关电源	(148)
第一节 索尼KV-1842HK彩电开关电源	(148)
第二节 索尼KV-1882CH彩电开关电源	(153)
第三节 索尼KV-2184TC彩电开关电源	(159)
第四节 索尼KV-2900T彩电开关电源	(162)

第五节	三洋79P机芯电源电路	(166)
第六节	三洋80P机芯开关电源	(169)
第七节	三洋83P机芯开关电源	(173)
第七章	JVC、日电和三菱彩电开关电源	(180)
第一节	JVC六片机芯开关电源	(180)
第二节	JVC四片机芯开关电源	(185)
第三节	JVC两片机芯开关电源	(190)
第四节	JVC直角平面彩电开关电源	(194)
第五节	日电T ₁₄ 两片机芯开关电源	(200)
第六节	三菱CT-1811HD/2011HD开关电源	(203)
第八章	欧洲产彩电开关电源	(207)
第一节	飞利浦KT3彩电开关电源	(207)
第二节	飞利浦CTO机芯开关电源	(211)
第三节	汤姆逊(沙巴)20英寸彩电开关电源	(218)
第四节	德律风根415机芯开关电源	(223)
第五节	根德(GRUNDIG)彩电开关电源	(227)
第六节	丰泽CVC20/2彩电开关电源	(231)
第七节	罗兰士3302/3303彩电开关电源	(235)
第九章	国产彩电开关电源	(241)
第一节	佳丽EC-227T可控硅稳压电源	(241)
第二节	佳丽EC2061AR彩电开关电源	(246)
第三节	佳丽EC2123彩电开关电源	(251)
第四节	北京839-1彩电开关电源	(255)
第五节	厦华XT-5103彩电开关电源	(259)
第六节	菊花FS532彩电开关电源	(264)
第七节	北京8320彩电开关电源	(269)
第八节	环宇54C-2R彩电开关电源	(274)
第十章	彩电开关电源中的特殊元器件	(280)
第一节	储能变压器与互感滤波器	(280)
第二节	开关功率调整管与厚膜电路	(286)
第三节	单向与双向可控硅	(291)
第四节	其它特殊元器件	(295)
附录:	彩色电视机开关电源检修速查索引	(302)

第一章 开关电源的类型与基本工作原理

七十年代以来,彩色电视机电源绝大多数都是采用开关稳压电源,从而结束了串联型稳压电源为主的局面。实践证明,开关稳压电源比传统的串联型稳压电源具有更多的优越性。目前,开关稳压电源已成为彩色电视机、录象机及其它一些电子设备电源的主流和发展方向。

传统的串联型稳压电源电路示意图如图1-1所示。它先对220V/50Hz交流电进行变压器降压,然后对降压后的交流电进行整流与滤波,以产生比预定输出直流电压高得多的直流电压 U_i 。最后,调整管 Q_2 在比较放大电路输出的控制下对 U_i 的波动自动作出调整,使输出直流电压 U_o 稳定,而不受电网电压波动及负载电流变化的影响。

传统的串联型稳压电源其主要缺点是:①效率低,因为负载电流全部经调整管流通,调整管要处于放大状态,c-e间必须有足够余量的压降,因而调整管的功耗很大,使稳压电源的效率仅为50%左右。②存在着一个体积大且又笨重的工频变压器。③调整管与工频变压器一般发热厉害,散发出的热量使整机温升提高,使电视机的可靠性与稳定性变差。

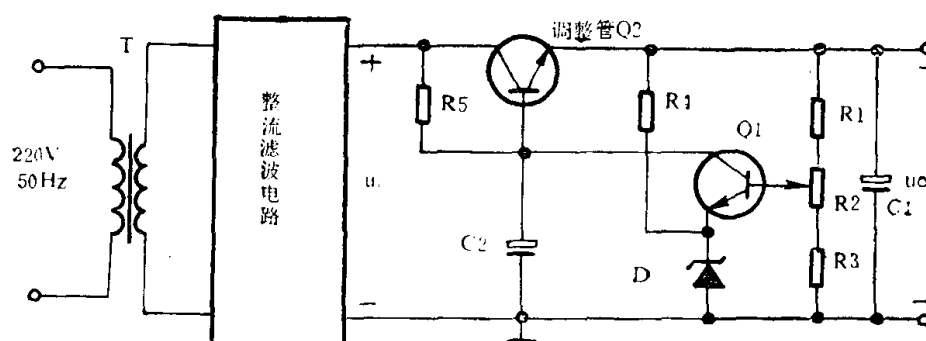


图 1-1 串联型稳压电源电路示意图

对于小尺寸的黑白电视机来说,因其功率小,行偏转电路采用12V电压供电,这12V的供电电压不可直接由220V交流整流获得,故一般采用串联型稳压电源电路。彩色电视机的行输出电路供电目前均在100V以上,且功耗又大,若仍采用串联型稳压电源,则功耗问题更加突出,故彩色电视机均采用了开关稳压电源电路。开关稳压电源电路直接对220V交流电整流滤波,省去了笨重的工频变压器。而且开关电源的调整管工作在开关状态,功耗极小,从而极大地提高了电源的效率。

第一节 开关电源的特点及其类型

一、开关电源的特点

(1) 效率高。开关电源的调整管工作在开关状态,因此调整管功耗极小,效率可达80%以上。通常,14英寸彩电的功耗小于60W,18英寸彩电的功耗小于65W,20英寸彩电的功耗小于70W,21英寸直角平面彩电的功耗小于90W,25英寸大屏幕彩电的功耗小于160W。

(2) 稳压范围宽。开关电源交流输入电压在130~260V范围内变化时,输出直流电压的变化在2%以下,而且在输入交流电压变化时始终保持开关电源电路的高效率。串联型稳压电源当交流输入电压低于160V时,输出电压便不能稳定,而输入交流电压偏高时则效率又降低。

(3) 重量轻、体积小。由于开关电源电路直接对220V/50Hz交流电进行整流滤波,因而也就革除了笨重的50Hz工频变压器,使电源的重量仅为原来的四分之一。体积也大大缩小,节省了大量漆包线与硅钢片。另外,由于开关电源工作频率很高,使滤波电容的容量也大大减小,从而进一步使重量减轻、体积缩小。

(4) 机内温升低,提高了整机的稳定性与可靠性。由于开关调整管一般不会过份发热,储能变压器发热也较轻,所以机内温升低,使整机的热稳定性与可靠性极大地提高。而且开关电源可以方便地设计过压过流保护电路,一旦电路发生过压过流故障,保护电路能自动地使开关电源电路停止工作,从而防止了故障范围的扩大。

(5) 易于实现多路电压输出与遥控。开关电源可借助储能变压器用不同匝数的次级绕组以获得不同数值的输出电压,而且不同的电压之间不会产生相互干扰。另外,可通过控制调整管的开关状态,来实现对电源电路的遥控,以达到遥控关机的目的。

(6) 电路复杂,维修麻烦。开关电源电路比传统的串联型稳压电源电路复杂些,串联型稳压电源电路基本定型,不同电视机其电源电路几乎完全相同。而彩电的开关电源电路种类很多,学习有困难。而且开关调整管也常被击穿,目前采用厚膜电路为多,换一块厚膜电路价格较贵。开关电源底板(接地点)带电,安全性能也较差。

(7) 高次谐波幅射易对图象构成干扰。开关管一般工作在行频以上频率,脉冲电压幅度达500V_{pp}以上,因而高次谐波丰富,当某些谐波频率落在电视机接收频段内时,会窜入天线对屏幕图象构成较严重的干扰。在开关电源电路中往往并入许多小电容,或串入许多小电感,以对高次谐波进行滤除或抑制。在开关管的管脚上往往套些小磁环,以进行磁屏蔽。

(8) 输出纹波大,瞬态响应差。由于开关过程产生的纹波较大,其输出电压中的纹波大约为0.1~0.01V,比串联型稳压电源的纹波大10~100倍。另外,开关电源用电感来储存能量,它对各种变化的响应时间较长。开关电源的稳定调节只是在开关管饱和期间进行,通过改变其饱和期的长短来实现稳压,因而响应速度较慢。

从以上分析可知,开关电源也存在缺点,但其优越性还是很显著的,只要精心设计,合理布局,严密屏蔽,选用质量高的元器件,开关电源的缺点是不难克服的。至于电路复杂,从目前集成电路、厚膜电路的发展趋势看,也是不难解决的。

二、彩色电视机开关电源的几种类型

开关稳压电源主要由开关调整管、储能变压器、稳压控制电路、激励脉冲产生电路组成,它直接把220V/50Hz交流电整流成约300V的直流电压,然后进行直流-直流变换,把300V直流电压变换成各种所需数值的直流输出电压。

开关电源种类繁多,不胜枚举,有单端变换式、推挽变换式、半桥变换式、全桥变换式等。在彩色电视机中使用的一般均为单端变换式,常见类型有以下几种:

1. 按储能电感与负载连接方式分类

(1) 串联型开关电源

所谓串联型即开关管、储能变压器、负载三者串联，基本框图如图1-2所示。主要特点是，开关管Q击穿后，300V直流电压直接传送到输出端。

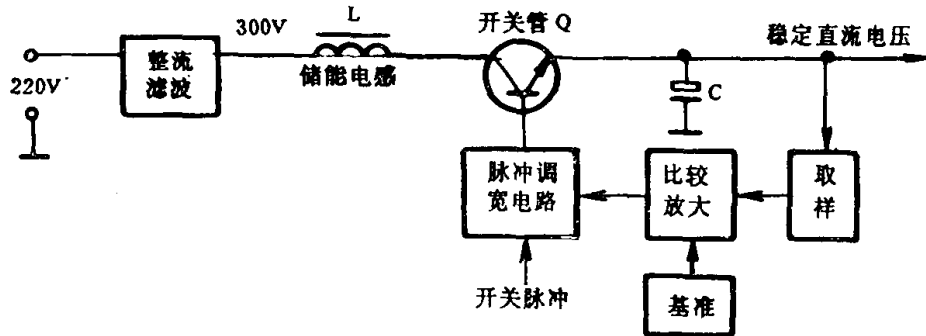


图 1-2 串联型开关电源基本框图

(2) 并联型开关电源

所谓并联型即开关管或储能电压与负载并联，基本电路框图如图1-3所示。主要特点是，当开关管Q击穿后，300V直流电压不会传送到输出端而被短路。

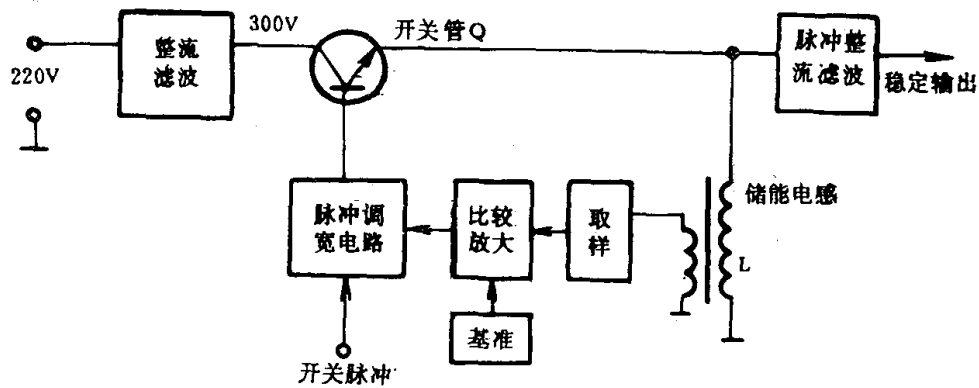


图 1-3 并联型开关电源基本框图

(3) 变压器耦合并联型开关电源

变压器耦合并联型开关电源其基本电路框图如图1-4所示。其主要特点是，开关管Q击

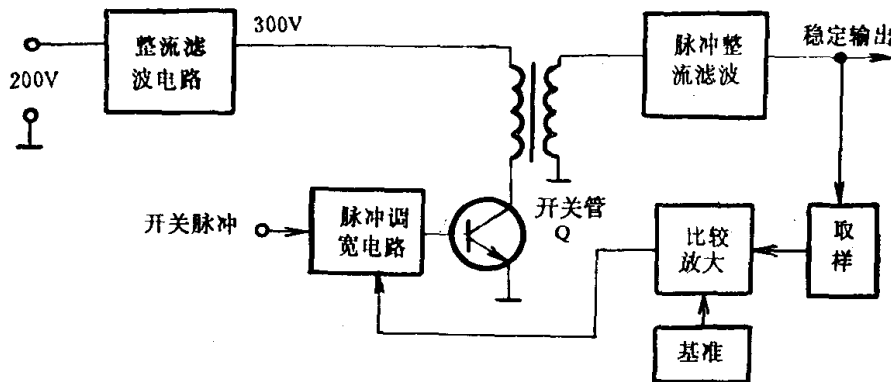


图 1-4 变压器耦合并联型开关电源基本框图

穿后, 300V仍不会传送到输出端而被短路。另外, 输出电压由储能变压器T的次绕组产生。目前, 这种电路采用较多。

2. 按激励脉冲产生分类

不管何种开关电源, 其开关管Q都必须工作在截止和饱和状态, 所以必须在开关管Q的基极加上开关激励脉冲, 按激励脉冲的产生进行分类, 有自激式与它激式两种形式。

(1) 自激式

所谓自激式是指开关管Q既起开关作用, 又是开关脉冲间歇振荡的主要元件之一。一般在储能电感或储能变压器旁边添加一个正反馈绕组, 以正反馈形式把感应脉冲馈送到开关管的基极, 构成自激间歇振荡电路。

(2) 它激式

所谓它激式是指开关管不参与激励脉冲的振荡过程, 激励脉冲由独立的振荡电路产生。

3. 按稳压控制方式分类

一般开关电源均有稳压措施, 否则当交流电网电压波动时, 或负载电流变化时, 将引起输出电压极不稳定。稳压的最终方式是控制开关管饱和期的长短, 有脉冲宽度控制方式及频率控制方式两种。

(1) 脉冲宽度控制方式

脉冲宽度控制方式即控制激励脉冲的宽度, 而激励脉冲的频率保持不变。为了使激励脉冲频率保持不变, 通常从行输出电路中引出行逆程脉冲加到开关电源电路, 从而对开关脉冲振荡器进行触发同步。

(2) 频率控制方式

所谓频率控制方式即在控制激励脉冲宽度的同时, 不固定激励脉冲的频率, 从而使激励脉冲的频率也随之变化。这种控制方式不需要引入行逆程脉冲触发同步, 其工作频率一般较高。

第二节 开关电源的基本工作原理

一、串联型开关电源

串联型开关电源基本原理图如图1-5所示。其中Q为开关功率管, 受开关脉冲激发, 工作在截止与饱和状态, D为续流二极管, L为储能电感, C为输出电压滤波电容, R_L 代表负载。

1. 基本工作过程

在图1-5(a)中, 当开关管Q饱和导通时, 输入电压经Q和L给C充电, 一方面使滤波电容C建立起输出直流电压, 另一方面使储能电感L中的磁能不断增长。当Q截止时, L感应出右正左负电压, 续流二极管D导通, L中的磁场能量经D向C及负载释放, 以便使C上的直流电压更平滑。输出直流电压 U_o 的高低由开关管Q的饱和期长短决定, 即由基极激励正脉冲宽度决定。如日立NP82C机芯彩色电视机就是采用这种电路。

在图1-5(b)中, 开关管Q与储能电感L的位置调换了一下。当开关管Q饱和时, 输入电

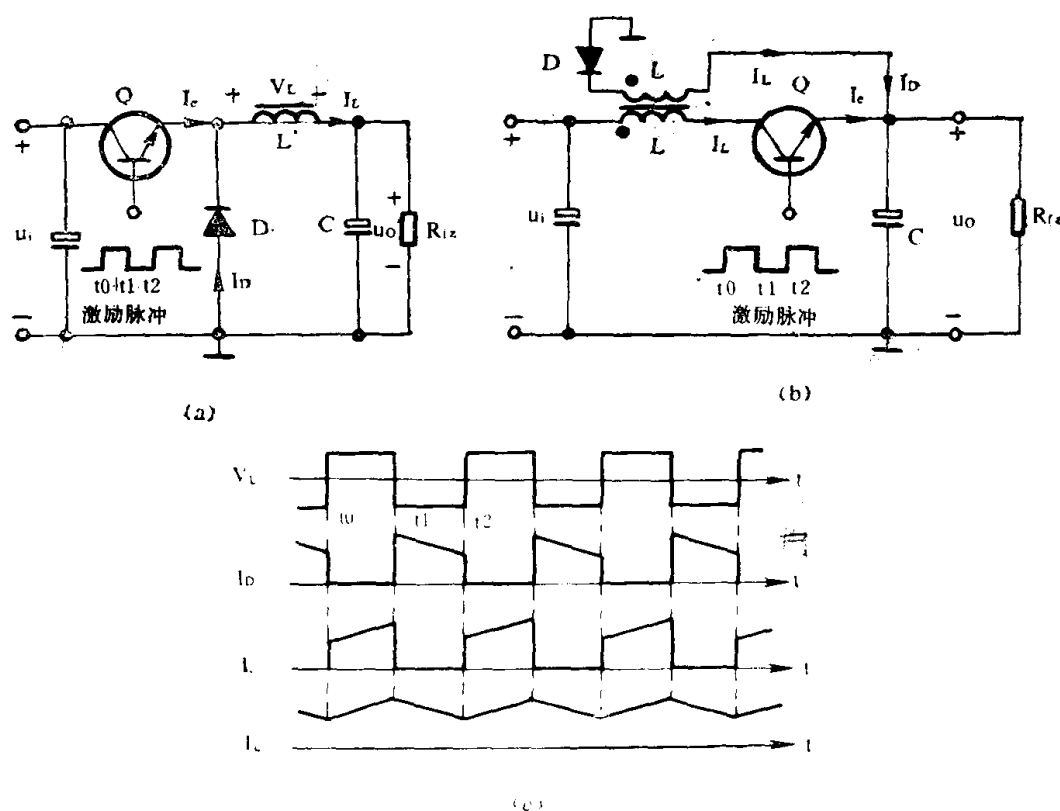


图 1-5 串联型开关电源基本原理图

压也经Q和L给C充电，续流二极管D此时截止。当开关管Q截止时，续流二极管导通，储能电感在Q饱和期间建立起来的磁场能量经次绕组连接的续流二极管D向C及负载释放，使输出直流电压更加平滑。如东芝二片机开关电源就属于这种电路。

2. 输出电压 U_o 与占空系数 δ 的关系

不管是图1-5(a)还是图1-5(b)，其电流波形均如图1-5(c)所示，现以图1-5(a)为例说明如下：

在激励脉冲 $t_0 \sim t_1$ 期间，Q饱和导通，电压差 $U_i - U_o$ 加到L两端，由于L电感量大，流过L中的电流线性增大，C被充电且为 R_L 提供电能。在 $t_0 \sim t_1$ 期间，L中的电流变化量为：

$$\Delta I_{L1} = \frac{U_i - U_o}{L} (t_1 - t_0)$$

在 $t_1 \sim t_2$ 期间，Q因基极激励脉冲为低电平而截止，因L中电流不能突变，L两端感应出右正左负电压，经续流二极管D继续流通，即把在Q饱和期间建立起来的磁场能量释放给C与 R_L 。在 $t_1 \sim t_2$ 期间，L中电流减小量为：

$$\Delta I_{L2} = \frac{U_o}{L} (t_2 - t_1)$$

电路在平衡状态下，必然满足 $\Delta I_{L1} = \Delta I_{L2}$ ，于是得到：

$$\frac{U_i - U_o}{L} (t_1 - t_0) = \frac{U_o}{L} (t_2 - t_1)$$

解此方程，得：

$$U_o = \delta U_i, \quad \delta = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0}$$

称 δ 为占空系数（占空比），只要改变激励脉冲占空系数 δ ，就可以实现输出电压 U_o 的调

整与稳定。例如，若要求稳压输出 $U_o = 114V$ ，当电网电压为220V时，经整流输出得到未稳压直流电压 U_i 为286V，则其占空系数 δ 为：

$$\delta = \frac{114}{286} = 0.40$$

若电网电压升到260V，其 $U_i = 338V$ ，则要求占空系数 δ 为：

$$\delta = \frac{114}{338} = 0.34$$

若电网电压降至150V，其 $U_i = 195V$ ，则要求占空系数 δ 为：

$$\delta = \frac{114}{195} = 0.58$$

在实际电路中，占空系数 δ 的大小，由取样基准、比较放大控制电路决定。当输入电压 U_i 升高或负载变轻时，自动减小占空系数 δ ；当输入电压 U_i 下降或负载变重时，则会自动增大占空系数 δ ，从而达到稳压目的。

3. 开关功率管选择

串联型开关电源又称为正激型开关电源，即当开关管饱和导通时，滤波电容 C 与负载得到供电。另外，加入续流二极管 D 也是十分必要的。如果没有续流二极管 D ，则当开关管突然由饱和转为截止时，由于储能电感中的磁场能不能释放，将感应出极高的电压，极易将开关功率管 Q 击穿。接入续流二极管 D 后，当开关管突然由饱和转为截止时， L 中的磁场能通过 D 向 C 释放，一方面使 L 两端的反电压减小，为 U_o 值，使开关管最大集电极-发射极压降为 U_o 值。实际上续流二极管不是理想元件，转换瞬间不可能即刻导通，因此开关管的耐压应大于 U_o 值，并应有足够的余量。另一方面，在 Q 截止期间， L 将释放能量给滤波电容 C 及负载，使滤波电容及负载不管开关管截止还是饱和，能量均有补充，这将使输出电压更平滑，纹波更少些。

4. 储能电感的选择

储能电感量 L 的大小直接影响着开关电源的性能。根据前面公式计算可知，如 L 值愈小，则在开关管饱和期间，电流增量愈大，即 I_c 与 I_L 的峰值愈大；在 Q 截止期间， I_L 和 I_D 的减小速度愈快。反之，电感量 L 值愈大，无论 Q 饱和还是截止， I_L 、 I_c 、 I_D 的变化都将变缓，它们的峰值也必然减小。特别要指出的是，当 L 值过小，在 Q 截止期间， I_L 下降速度太快，致使在 Q 截止结束之前， L 中的磁能已经释放完毕， I_L 降为零。直到下一个周期激励正脉冲到达， Q 再次导通， I_L 才重新出现。这样 I_L 的波形是不连续的，使得输出 U_o 波形纹波增大，带负载能力降低，电源调整率变坏。因此， L 值的选取，必须保证 I_L 的波形能够连续为前提，并略有余量。当然， L 值过大也不好，它使储能电感的成本增高，体积增大，分布电容及漏磁也增大。

5. 加装辅助电源

目前，彩电行输出电路一般采用110V左右的直流电压供电，它使得行输出级效率提高，输出的行锯齿波电流线性良好，因而开关电源输出直流电压也为110V左右，这个电源电压称为主电源电压。其它电路如高频头、中放、解码电路所需的12V电压电源一般均不由开关电源

源直接提供。电视机中所需的低压电源，虽然可以通过在行输出变压器上增加副绕组，以取得逆程脉冲经整流滤波产生，但这样势必加重行输出级的负担，而且经开关电源与行输出两次周折，效率也较低。如果直接从开关电源提供，则不但可以减轻行输出级负担，而且可以使效率提高。如电视机中伴音输出级所需的十几伏直流电压，一般均由开关电源直接提供。

为了从开关电源中得到一些低压辅助电压，只要在储能电感上加次级绕组即可，电路如图1-6所示。绕组的匝数比可根据所需辅助电压的高低来选取，其设计与一般变压器的变换比设计相同。

另外，必须注意绕组上的同名端，即次级绕组两个端点不能接错，否则得不到稳定电压。在图1-6中可以看出，当开关管Q饱和时，储能电感L1初级的感应电势左正右负，数值为 $U_i - U_o$ ，它是随电网电压变化的不稳定电压，此时D2不导通。当开关管Q截止后，L1初级的电势右正左负，数值为 U_o ，这是稳定的电压，经初次级互感耦合，在L2上产生左正右负电势，整流管D2导通，C2被充电，L1中的磁场能的一部分经D2向C2释放，得到比较稳定的辅助电压 U_2 。

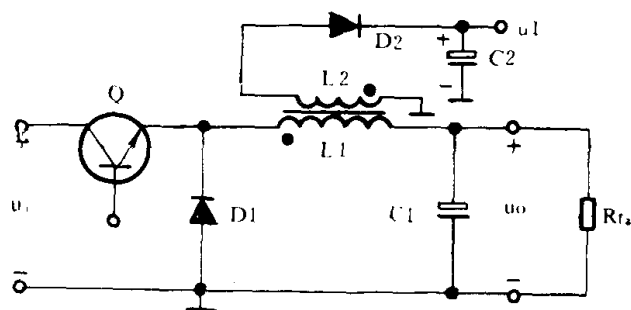


图 1-6 辅助电源电路

增设辅助电源电压后，辅助电源的能量不是直接从输入 U_i 取得，而是经储能电感L储存后再取得，这使辅助电源的添加受到限制。因为在开关管Q截止期间，原储存在L1中的磁场能，除了向主输出 U_o 供给能量外，还要向辅助电源供给能量。如果辅助电源过多，则续流期间供给主输出 U_o 的能量必然减小，使 I_{L1} 电流很快衰减，而且可能出现间断，这是不允许的。因此，对辅助电源的功率必须加以限制，一般应限制到电源总功率的百分之四十以下，否则输出性能会变坏。

6. 串联型开关电源的性能

串联型开关电源在彩色电视机中应用较广，主要有下列优点：

(1) 不管开关管Q是饱和还是截止，滤波电容C及负载均有能量补充。因此，输出直流电压纹波少，带负载能力强。

(2) 开关管承受的峰值电压 U_{ce} 与输入直流电压 U_i 相等（当续流二极管导通时），而续流二极管所承受的反向电压也为 U_i （当开关管饱和导通时），这样对开关管及续流二极管的耐压要求不高。

(3) 电路简单，调整方便。

串联型开关电源有下列缺点：

(1) 由于负载、开关管、储能电感三者串联，因此，机芯底板必然带电，安全性能不好。

(2) 如果开关管c-e击穿, 则全部输入电压 U_i 直接加到负载, 使输出电压 $U_o = U_i$ 而过高, 这将会烧毁其它元件, 因此应有 U_o 过压保护措施。

(3) 辅助电源的负载不能过重, 须限制在电源总功率的40%以内。

(4) 如果主电源电压 U_o 的负载(行扫描)因故障而开路时, 则辅助电源也将因此而无输出, 这给寻找故障带来不利。

二、并联型开关电源

并联型开关电源电路如图1-7所示。其中, Q 为开关功率管, L 为储能电感, D 为续流二极管, C 为滤波电容, R_{Lz} 代表行输出负载。

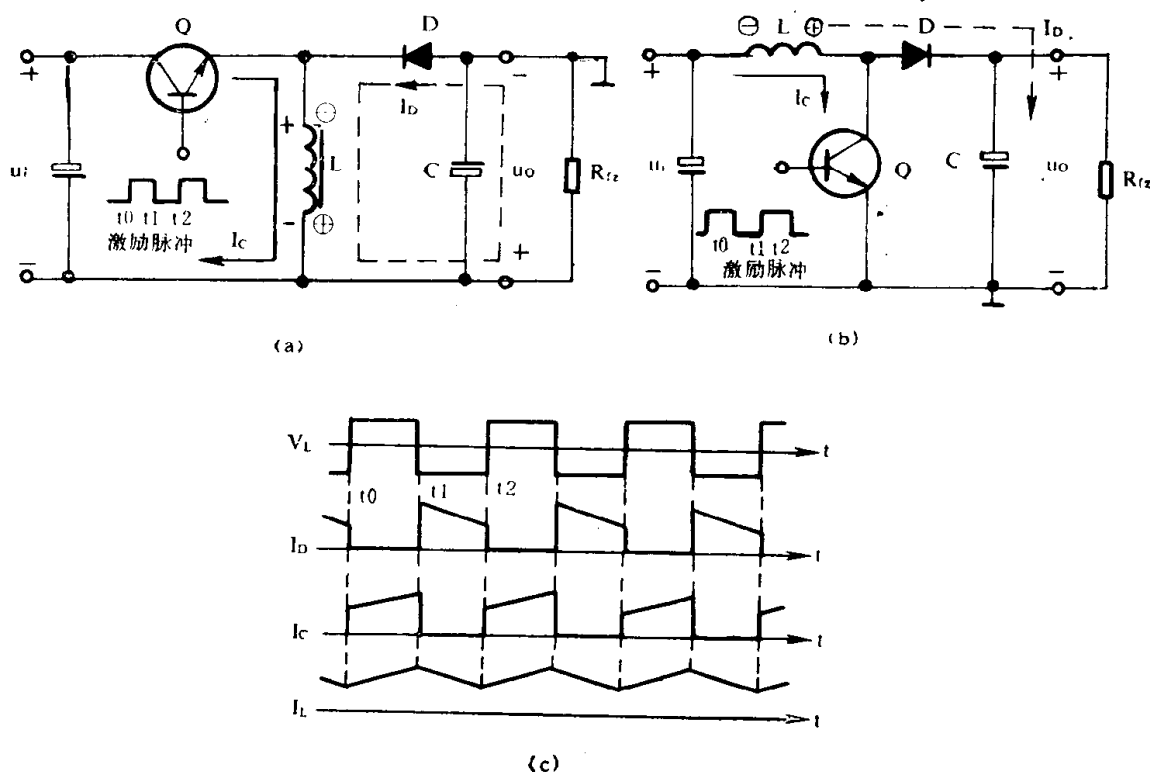


图 1-7 并联型开关电源基本原理图

1. 基本工作过程

在图1-7(a)所示电路中, 当开关管 Q 饱和导通时, U_i 经 Q 和 L 构成回路, L 中的电流线性增大, 此时 D 截止, L 起存贮磁场能量的作用。当开关管 Q 截止时, 由于 L 中电流不能突变, 续流二极管 D 导通, L 中的磁场能量经 D 向负载及滤波电容 C 释放, 建立起输出直流电压。 Q 饱和期越长, 输出直流电压越高。如索尼KV-1882CH彩电就是采用这种电路。

在图1-7(b)所示电路中, 当开关管 Q 饱和导通时, D 截止, L 中的电流线性增大, 即磁场能量增长。当开关管 Q 截止后, 由于 L 中的电流不能突变, L 中的感应电压为右正左负, 该电压与 U_i 迭加使续流二极管导通, 给负载 R_{Lz} 及电容 C 送电, 使输出电压大于输入电压, 形成升压式开关电源。这种电路在彩色电视机中应用不多, 如北京834彩电、汤姆逊彩电采用此电路。

2. 输出电压 U_0 与占空系数 δ 的关系

(1) 图1-7(a) 分析

在激励脉冲 $t_0 \sim t_1$ 期间, 开关管Q基极激励脉冲为正, 从而使Q饱和导通, 储能电感L中的电流线性增大, 即磁场能逐渐增长。与此同时, 续流二极管D截止, L中的电流变化量为:

$$\Delta I_{L1} = \frac{U_i}{L} (t_1 - t_0)$$

在激励脉冲 $t_2 \sim t_1$ 期间, 开关管基极激励脉冲为低电平, 因而Q截止。但由于L中电流不能突变, 所以感应出上负下正的电压, 续流二极管D导通, L中的磁场能向滤波电容C及负载释放, 产生输出直流电压 U_0 , 在 $t_1 \sim t_2$ 期间, L中的电流减小量为:

$$\Delta I_{L2} = \frac{U_0}{L} (t_2 - t_1)$$

在稳定状态下, 必然满足 $\Delta I_{L1} = \Delta I_{L2}$ 关系, 于是得到:

$$\frac{U_i}{L} (t_1 - t_0) = \frac{U_0}{L} (t_2 - t_1)$$

解此方程, 得:

$$U_0 = U_i \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_1} = \frac{\delta}{1 - \delta} U_i, \quad \delta = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0}$$

δ 称为占空系数(占空比)。改变激励脉冲占空系数, 就可以实现输出电压 U_0 的调整与稳定。例如, 若要求稳压输出 $U_0 = 114V$, 当电网电压为220V时, 则经桥式整流滤波后得到未稳定直流电压 U_i 为286V, 则其占空系数 δ 为:

$$\delta = \frac{114}{286 + 114} = 0.29$$

若电网电压升到260V, 则 $U_i = 338V$, 要求占空系数 δ 为:

$$\delta = \frac{114}{338 + 114} = 0.25$$

若电网电压降到150V, 则 $U_i = 195V$, 要求占空系数 δ 为:

$$\delta = \frac{114}{195 + 114} = 0.37$$

在实际电路中, 占空系数 δ 的大小由稳压电路决定。与串联型稳压电源相比较, 发现同样当电网电压在150~260V范围内变化时, 串联型开关电源的占空系数在0.34~0.58范围变化才能稳定, 而并联型开关电源的 δ 变化范围是0.25~0.37。显然, 由于并联型的 δ 变化范围比串联型的 δ 变化范围小些, 这就是说, 当占空系数 δ 变化范围一样时, 并联型开关电源的稳压范围比串联型开关电源的要宽一些。

(2) 图1-7(b) 分析

在激励正脉冲 $t_0 \sim t_1$ 期间, 开关管饱和, 储能电感L中的电流线性增大, 电流增大量为:

$$\Delta I_{L1} = \frac{U_i}{L} (t_1 - t_0)$$

在激励负脉冲 $t_1 \sim t_2$ 期间, 开关管截止, 储能电感L的电压与 U_i 迭加, 使续流二极管导通, R_{f1} 及滤波电容C被提供能量, 形成升压式直流电压输出, 此时L中电流变化量为:

$$\Delta I_{L2} = \frac{U_0 - U_i}{L} (t_2 - t_1)$$

在稳定状态下，必然满足 $\Delta I_{L1} = \Delta I_{L2}$ 关系，于是得到：

$$\frac{U_i}{L} (t_1 - t_0) = \frac{U_0 - U_i}{L} (t_2 - t_1)$$

解此方程，得：

$$U_0 = U_i \left(1 + \frac{\delta}{1 - \delta} \right), \quad \delta = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0}$$

显然，改变占空系数 δ 也可以改变输出电压 U_0 的大小。特别是当开关管始终截止时， $\delta = 0$ ，则输出电压 U_0 就是输入电压 U_i 。若 $\delta = 0.5$ ，则输出电压 U_0 是输入电压的2倍，故这是一种升压式开关电源。

3. 开关功率管的选择

并联型开关电源又是一个反激型开关电源，当开关管饱和时，滤波电容C得不到充电，此时负载电流由滤波电容C放电提供。当开关管截止时，滤波电容才能得到电能补充。

对于图1-7(a)电路，开关管截止时，续流二极管导通，此时 U_i 电压与 U_0 电压同极性迭加，使开关管承受了 $U_i + U_0$ 电压，故开关管的耐压应大于 $U_i + U_0$ 值。对于图1-7(b)电路，开关管截止时，续流二极管导通，开关管的c-e极电压为 U_0 ，故开关管的耐压应大于 U_0 ，比图1-7(a)电路的小些。考虑到续流二极管开关特性不十分理想，在Q状态转换瞬间，L上的反电势尖峰很高，因而Q的耐压余量应选得大些。

对开关管Q除了有较高的耐压要求外，还要求它能承受浪涌电流的冲击。在一个周期的开关管饱和导通期间，储能电势必须储足所供出的能量，来满足负载在一个周期中的能量需求。因此，开关管要流过很大的峰值电流，最大电流达安培数量级。

开关管Q虽然工作在开关状态，但其开关特性总不十分理想，损耗总是存在的，而且开关管的损耗直接关系到开关电源的效率。开关管损耗由四种损耗构成：①开关管进入饱和状态后，由于饱和压降 $V_{ce(sat)}$ 不为零，因而存在着饱和导通损耗。②开关管进入截止状态后，由于存在着穿透电流 I_{ce0} ，因而产生所谓的截止损耗。③开关管由截止转变为饱和的过程中，由于存在PN结电容等多种电容效应，使状态转换不能瞬间完成，存在“过渡过程”，因而产生了相当可观的开启损耗。④开关管由饱和导通转变成截止的过程中，同样由于PN结电容等多种电容效应，使状态转换不能瞬间完成，存在着相当可观的关断损耗。为了减小这些损耗，要求开关管的开关特性良好，即截止频率 f_T 高些，以使饱和压降 $V_{ce(sat)}$ 尽可能的小，穿透电流尽可能地接近于零，开关转换能瞬间完成。

4. 储能电感的选择

与串联型开关电源相比，储能电感L的大小影响着 I_L 、 I_D 、 I_C 的波形。当L过小时，在开关管截止期间，时间常数 L/R 过小，磁能释放过快，当Q截止期未结束时， I_L 电流已提前下降为零，出现了 I_L 电流的间断，这将使 U_0 纹波增大，带负载能力降低。因此，要求L的选值以使 I_L 电流不出现间断为前提，一般为几毫亨。

5. 加装辅助电源

在并联型开关电源中加装辅助电源电路，也与串联型开关电源一样，只要在储能电感旁边增加匝数比合适的次级绕组即可，电路如图1-8所示。

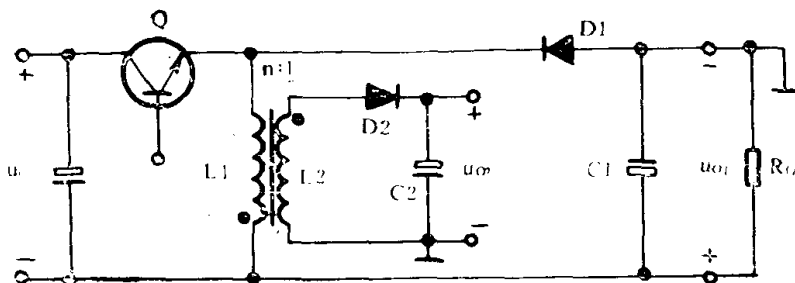


图 1-8 并联型开关电源加装辅助电源电路

在加装辅助电源的电路中，仍然要注意同名端的正确性。图中的同名端极性是正确的，当Q截止后，L1中的电势极性是上负下正，L2中感应电势的极性是上正下负，整流管D2导通，L1中的磁场能不但经续流二极管D1向C1及 R_L 释放，而且也经D2向C2及辅助电源负载释放。辅助电源的直流电压大小为：

$$U_0 = \frac{U_i}{n} \frac{\delta}{1-\delta}$$

其中， n 为初次级匝数比。

6. 并联型开关电流的性能

并联型开关电源主要有列优点：

- (1) 稳定范围较宽，只要稍改变一下激励脉冲的占空比，就可以使输出电压稳定。
- (2) 当开关管被击穿短路时，不会产生输出电压很高的现象，一般只烧保险丝。若主负载因故障断路或人为开路，则辅助电源不受影响，仍然可以正常工作，这有利于故障的判断和便于维修。

并联型开关电源的主要缺点：

- (1) 开关管c-e之间承受的峰值电压较高（开关管截止，续流二极管导通），为 $U_i + U_0$ ，而续流二极管承受的最高峰值电压（开关管饱和，续流二极管截止）也为 $U_i + U_0$ 。
- (2) 储能电感的电感量要大些。因为开关管饱和时，续流二极管截止，L储存能量，而C和 R_L 得不到能量补充。只有当开关管截止后，续流二极管才导通，L中的能量向C与 R_L 释放，所以要求L要储足负载在一周中所需的能量。
- (3) 输出直流电压中有较大的纹波，内阻较大。由于开关脉冲电流与电压幅度都高于串联型，电路会产生更强的辐射干扰。

三、变压器耦合并联型开关电源

变压器耦合并联型开关电源其基本原理图如图1-9所示。其中Q为开关功率管，T为储能变压器，D为整流二极管，C为滤波电容， R_L 代表行输出负载。

在图1-9中，当开关管Q受正激励脉冲激励而饱和导通时，储能变压器T的初绕组中，电