

杨成伟 著

彩色电视机

电源故障检修丛书

松下篇

辽宁科学技术出版社

彩色电视机电源故障检修丛书

松下篇

杨成伟 著

辽宁科学技术出版社

· 沈阳 ·

图书在版编目(CIP)数据

彩色电视机电源故障检修丛书:松下篇/杨成伟著. —沈阳:
辽宁科学技术出版社, 1999. 1

ISBN 7-5381-2829-8

I. 彩… II. 杨… III. ①彩色电视-电视接收机, 松下牌-
电源-故障检测 ②彩色电视-电视接收机, 松下牌-电源-故障
修复 IV. TN949. 12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 15946 号

辽宁科学技术出版社出版
(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)
沈阳市北陵印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本: 787×1092 毫米 1/16 字数: 240 千字 印张: 10

印数: 1—4,000

1999 年 1 月第 1 版

1999 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 刘绍山 谷迁乔
封面设计: 邹君文

版式设计: 于 浪
责任校对: 刘 庶

定价: 15.00 元

前 言

彩色电视机电源电路是损坏率最高、检修难度最大的一部分电路。彩色电视机电源虽然几经改进,已趋于稳定可靠,但仍因种种原因常发生故障,约占整机损坏率的80%以上。

由于电源技术的纷繁复杂,在检修中所反映的难度不仅仅是故障原因不易彻底清除,而且还时常需要付出连续烧件的代价,使维修人员望而却步。

自从彩色电视机在我国普及以来,电源的检修技术始终是一个难题,为了解决这个难题,曾有众多人士为之付出了大量的努力,并总结归纳了很多十分宝贵的经验和方法。然而,仍然有许多问题在困扰着电源检修工作的顺利进行,比如,开关脉冲占空比的改变,引起电流升高,从而烧行管等问题。

在过去的维修、教学、培训的实践中,在众多的关于彩色电视机故障维修的图书中,还未见到系统全面地介绍彩色电视机电源电路的工作原理与故障检修的内容。虽然社会上一些人员采取多种办学、培训的方法,试图普遍提高彩色电视机检修队伍的技术水平,但也因初学者不断增加,使电源检修技术显得仍很薄弱。

笔者本着循序渐进、溯本追源的思想原则,将不同时期的中外彩色电视机分门别类,用典型电路作定性分析,结合实例进行定量研究,运用基本原理阐明故障原因,从根本上揭示从量变到质变的损坏过程,辨明国产彩色电视机与进口彩色电视机的内在差别,为中外彩色电视机的电源故障检修提出完整的科学依据。

笔者根据自己多年的检修经验,撰写了这套《彩色电视机电源故障检修》丛书,其目的是为了帮助广大电视机维修人员,特别是初学者从根本上了解并掌握电源电路的基本原理与检修技术,从而根治电源电路中的常发故障,为广大用户排忧解难,更好地服务于社会。《彩色电视机电源故障检修》丛书第一批推出松下篇、东芝篇、三洋篇、索尼篇和飞利浦篇,今后将根据彩色电视机的发展状况陆续推出新篇或补充新内容。

本书为丛书的第一本,首先全面介绍了各种彩色电视机电源技术的基本原理,然后针对采用松下机芯的国内外彩色电视机的电源电路详细介绍了各种故障检修思路与检修方法。

本书的最大特点是结合实际电路从理论上系统介绍了在彩色电视机开关电源电路中常用的几种形式以及二次电源的应用,并根据具体机芯全面解析实际电路中的性能要求及故障检修思路,力求从根本上弄懂弄通每种电源的工作原理,从中找出最佳的检修方法,并根据检修实例的解析,揭示电源检修技术的奥秘。

为维修时容易核对机型,书后特列出电源电路相同的彩色电视机型号一览表。

参加本书编写的有杨成伟、滕素贤、杨丽华、夏庆城、郑重、张亚丰等,由于作者水平有限,不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作 者

1998年8月

目 录

前 言

第一章 彩色电视机电源的原理与分析	1
第一节 彩色电视机中的主电源电路	2
一、电感储能式开关稳压电源	4
二、调宽式开关稳压电源	9
三、调频式开关稳压电源	13
四、可控硅稳压电源	17
五、集成电路稳压电源	22
六、辅助电源	25
七、开关式稳压电源的效率及其性能要求	27
八、干扰及其抑制	29
九、可靠性和保护电路	31
第二节 彩色电视机中的二次电源	34
一、回扫变压器的基本原理与特性	35
二、回扫变压器的主要作用	36
三、回扫变压器的技术要求	38
四、二次电源的产生原理	43
五、二次电源的技术特性与要求	48
第二章 松下彩色电视机电源故障检修	51
第一节 松下 M11 机芯电源电路分析与检修	51
一、开关稳压电源电路分析	53
二、行输出二次电源电路分析	55
三、元器件的型号、特性、作用及代换	57
四、检修实例解析	61
第二节 松下 M12 机芯电源电路分析与检修	68
一、开关稳压电源电路分析	70
二、行输出二次电源电路分析	70
三、元器件的型号、特性、作用及代换	71
四、检修实例解析	73
第三节 松下 M14C 机芯电源电路分析与检修	77
一、CPU 控制系统的电源电路分析	79
二、主机开关稳压电源电路分析	79
三、行输出二次电源电路分析	80
四、元器件的型号、特性、作用及代换	80

五、检修实例解析	83
第四节 松下 M15L 机芯电源电路分析与检修	86
一、采用 STR50213 厚膜块的电源电路分析	86
二、采用 STR51213 厚膜块的电源电路分析	88
三、元器件的型号、特性、作用及代换	92
四、检修实例解析	94
第五节 松下 M15M 机芯电源电路分析与检修	98
一、电源电路分析	98
二、行输出二次电源电路分析	103
三、元器件的型号、特性、作用及代换	103
四、检修实例解析	106
第六节 松下 M16M 机芯电源电路分析与检修	109
一、主电源电路分析	110
二、行输出二次电源电路分析	118
三、元器件的型号、特性、作用及代换	119
四、检修实例解析	125
第七节 松下 C150 机芯电源电路分析与检修	129
一、开关稳压电源电路分析	129
二、行输出二次电源电路分析	136
三、元器件的型号、特性、作用及代换	138
四、检修实例解析	141
第八节 松下三超画王 M17 机芯电源电路分析与检修	144
一、STR-M6529F04 工作原理	145
二、保护电路的工作原理	145
三、检修实例解析	147
附 电源电路相同的彩色电视机型号一览表	153

第一章 彩色电视机电源的原理与分析

彩色电视机电源是彩色电视机中各功能电路所必须的基本能源,是使整机能否达到各项性能指标的必要条件,更是影响图像与伴音质量的重要因素。因此,对彩色电视机电源的设计、调整与测试都一直有较高的要求。

彩色电视机电源一般包括两部分,即直流稳压电源和行输出二次电源。直流稳压电源,主要从机外市网电压中获得电能,它主要输出 110V 左右的直流电压,供给行扫描及其输出级电路;行输出二次电源,主要利用行扫描逆程期间所形成的反峰脉冲,为图像中放、色度解码、视频放大等电路提供电能。

在一些早期的彩色电视机中,其主电源部分往往采用的是一些串联调整式稳压电路,它具有稳压性能好、电路简单等优点,但是存在稳压范围窄、效率低等缺点。进入 60 年代以后出现了开关式稳压电源,它具有效率高、稳压范围宽、体积小、重量轻等突出优点,但仍然存在电路复杂、成本高等不足。随着电子技术的飞速发展,以及近年来大屏幕彩色电视机的问世与普及,一些新颖和优良的彩色电视机电源不断出现,从而使电视机的性能、价格、重量、效率以及可靠性都进一步得到完善和提高。

开关式稳压电源主要分为电感储能式、导通角可控的可控硅整流式等数种类型。在彩色电视机中广为应用的是电感储能式开关电源。它们的主要性能要求是:

(1)有良好的稳压特性 当电网交流电压发生变化或直流电源输出负载电流改变时,稳压电路输出的直流电压均应基本不变。

(2)纹波电压小 输入交流电压经整流、滤波、稳压后,应得到纯净的直流电压,要求直流电源电压上所叠加的 50Hz 与 100Hz 残留纹波越小越好。

(3)电源内阻小 稳压电源电路应具有小内阻,一般要求在 0.3Ω 左右,这样能保证稳压性能。在负载电流变化时,不会引起输出直流电压改变。同时由于电源内阻小,各部分电路之间的信号不会相互干扰。如果电源内阻大,则放大器之间就通过电源内阻的耦合引起振荡。例如:扫描信号通过电源内阻,耦合至伴音电路会产生场频蜂音,当然其他电路之间的相互干扰也会产生类似故障。

(4)环境温度对输出电压的影响小 电视机要求在环境温度变化时,稳压电源的直流输出电压不变。由于在稳压电源电路中有变压器、调整管等功率损耗大的主要发热元件,所以会散发出热量,使电源电路周围温度升高。而稳压电路的二极管、三极管等元件在温度较高的情况下工作。会造成直流工作点漂移,特性变坏,从而引起输出直流电压变化,影响整机正常工作,严重时甚至可能使元器件损坏。为此要求稳压电源电路受温度的影响要小。

(5)输出噪声小 交流电网输入端常有各种电干扰和工业干扰窜入。因此,要求稳压电路能滤除由电网窜入的各种干扰,同时还要求电源电路本身产生的噪声小,以防止对电视图像、声音产生干扰。

第一节 彩色电视机中的主电源电路

在早期电视机中所采用的串联型稳压电源,主要依靠调节串联调整管的集—射之间的压降 U_{ce} 来达到稳压目的。由于调整管工作在放大区,所以管压降较大,而且全部负载电流要通过调整管,因此功率损耗大,效率很低,而且机内温升高。特别在输入电压升高时,多余的电压将全部降在调整管上,容易造成调整管的损坏,可靠性较差。近年来,开关型稳压电源得到广泛应用。

1. 开关稳压电源的优越性

开关型稳压电源的优越性主要表现在:

(1)效率高 开关型稳压电源的调整晶体管工作在开关状态,因此其功率损耗很小,效率可大大提高,通常可达 80%~90%。

(2)重量轻 开关稳压电源常采用电网输入的交流电压直接整流,这样就省去了笨重的电源变压器,节省了大量漆包线和硅钢片,使电源的重量约为原来的 1/5,而且体积也大大缩小。

(3)稳压范围宽 开关型稳压电源在输入交流电压从 130V 至 260V 变化时,都能达到良好的稳压效果,使输出电压的变化在 2% 以下,而且在输入交流电压变化时,始终保持稳压电路的高效率。

(4)可靠安全 在开关型稳压电路中,具有保护电路。当稳压电路、行扫描输出电路及高压电路出现故障或负载短路时,能自动切断电源,并保护电路灵敏可靠。

(5)滤波电容容量小 稳压电路中的开关晶体管采用行频脉冲作为开关信号,电源的开关过程对电视图像所造成的干扰可减至最小,而且由于电源开关频率高,滤波电容的容量可大大减小。

(6)功耗小 由于晶体管工作在开关状态,所以不需要采用大散热器,机内温升亦低,周围元件不致因长期工作在高温环境下而损坏。

2. 开关型稳压电源的种类

开关型稳压电源的种类较多,按其开关晶体管的连接方式来分,有:

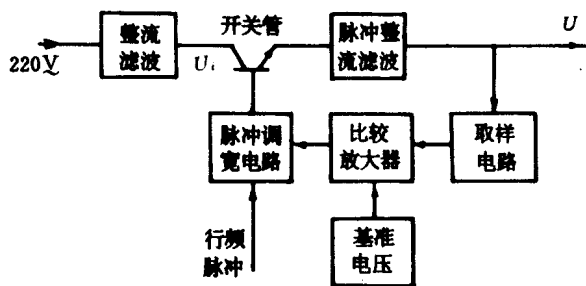


图 1-1 串联型开关稳压电源方框图

(1)串联型开关稳压电源 在串联型开关稳压电源中,开关晶体管串接在输入电压与输出负载之间,正常工作时,从行扫描输出电路馈来的行频开关脉冲经推动级放大整形、驱动开关晶体管,在推动管输出脉冲作用下,使输入与输出之间周期性闭合与断开。当晶体管导通时输出端为输入电压 U_i ,在晶体管截止时,输出端电压为 0,这样,输入不稳定的直流电压

通过开关晶体管后输出周期性脉冲电压,再经过滤波后,就取得平均直流电压 U 。该电路输

输出电压与开关晶体管输出脉冲的占空比有关,即 $U=U_i \frac{t_c}{T}$, 式中 t_c 是晶体管导通时间, T 是开关周期。

由于输入的交流电压或负载电流变化,会引起输出电压变化,因此可通过取样电路取出其变化量与基准电压相比较,经比较所得到的误差电压再经比较放大器放大、控制推动级的输出脉冲宽度达到稳定值,也就是直流输出电压得以稳定。见图 1—1 所示。

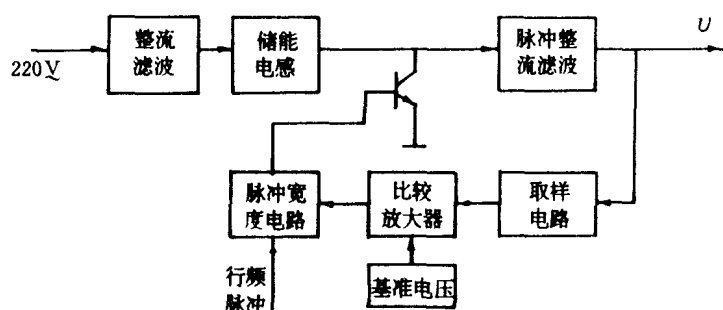


图 1—2 并联型开关稳压电源方框图

(2) 并联型开关稳压电源 在并联型开关稳压电源中,开关晶体管与输入电压及输出负载并联,同样采用行频脉冲开关晶体管,其方框图见图 1—2。

(3) 脉冲变压器耦合并联型开关稳压电源 在脉冲变压器耦合并联型开关稳压电源中,

开关晶体管与脉冲变压器初级并接在输入端,开关晶体管在行频脉冲控制下,周期性导通截止。其集电极输出脉冲电压通过变压器耦合在次级,使次级取得脉冲电压,经整流滤波后获得直流输出电压 U 。同样通过取样与基准电压比较,两者间的误差电压由比较放大器放大后去控制开关脉冲的占空比,从而稳定输出直流电压。其方框图见图 1—3。

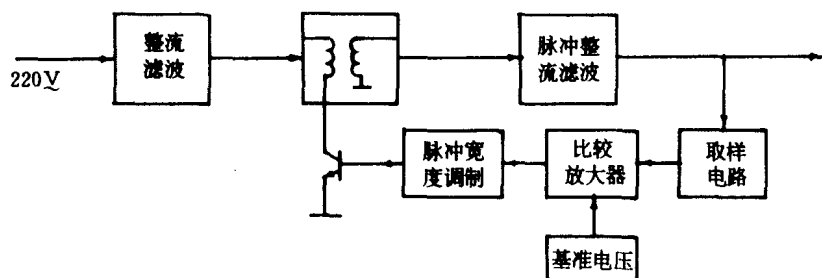


图 1—3 脉冲变压器耦合并联型开关稳压电源方框图

开关式稳压电源都要有一个启动过程,才能够进入正常工作状态,如果按启动方式分类,则有:

(1) 他激式开关稳压电源 他激式开关稳压电源电路必须附加一个振荡器,由振荡器产生的开关脉冲控制开关晶体管的截止与导通,这个振荡器通常是多谐振荡器。当电源电路启动后,有直流电压输出,电视机也开始正常工作,这时由行扫描输出电路提供行频脉冲作为电源开关信号,振荡器停止振荡,所以振荡器只须在开机时工作,用于启动开关电路。

(2) 自激式开关稳压电源 在自激式开关稳压电源中,利用电路中的开关晶体管、高频变压器构成正反馈环路,来完成自激振荡,使开关稳压电源有直流电压输出。当电视机正常工作时,自激振荡受到行频脉冲控制,使其与行频同步,从而解决了开关电源电路的独立工作能力。也就是说,即使在行扫描电路发生故障时,电源电路仍能自激振荡,而有直流电压输

出,从而方便了电视机的维修与调整。

开关式稳压电源能够输出稳定电压,主要是通过控制开关晶体管的导通与截止时间的比值来实现的,因此如果按稳压的控制形式分类,则有:

(1)脉冲宽度调制方式 开关稳压电路输出直流电压正比于开关晶体管的导通时间,而反比于开关脉冲的重复周期。当输出电压不稳定时,可通过取样比较,将误差值放大后去控制脉冲的周期或开关晶体管导通时间,这一反馈控制过程可调整输出电压,使之达到稳压的目的。在电视机中,经常采用固定频率,通过改变脉冲宽度来控制输出电压,而开关脉冲频率由行频来锁定。

(2)频率调制方式 这种方式是通过反馈来控制开关脉冲频率,即周期,使输出电压达到稳定。频率调制方式开关稳压电源在电视机中应用较少。

在彩色电视机开关稳压电路中,如果按开关管的应用方式分类,又有单端式、推挽式、半桥式、全桥式四种。单端式仅有一个开关晶体管,推挽式也就是半桥式采用两个开关晶体管,全桥式采用四个晶体管。目前电视机中的开关式稳压电源都采用的是单端式。

开关稳压电源根据其输出直流电压值的大小,还可分为升压式、降压式两种。

总之,彩色电视机中的主电源电路,是在串联型稳压电源的基础上,逐步改善发展到开关式稳压电源的,而开关式稳压电源,虽然形式多样,但总结起来不外乎三点,即利用了电感储能、脉宽调制、频率调整来达到稳定直流电压的目的。为了彻底揭示彩色电视机电源检修技术的奥秘,必须首先从根本上弄懂弄通彩色电视机电源电路的工作原理及其发展过程。否则将只能是知其然而不知所以然。

一、电感储能式开关稳压电源

1. 开关变换的基本原理

在开关式稳压电源原理方框图中,可以看出,其核心部分是一个开关式直流——直流变换器。它的输入电压 U_i 一般是由电网电压经整流、滤波获得的脉动直流电压。开关式直流——直流变换器,先把输入电压 U_i 变成有一定占空比的脉冲电压,再将其整流得到输出电压 U_o 。承担直流变换的开关元件是一只大功率晶体管。为使 U_o 稳定,将它与一基准电压进行比较,检出其变化量,经放大后送到开关时间控制电路,通过调整开关脉冲的占空比得到稳定的直流输出电压 U_o 。

2. 开关变换器

电感储能式开关稳压电源,是在开关式稳压电源电路中的直流——直流变换器的输出端串接一个电感 L ,用 L 中储存的能量逐渐释放来满足负载的电

能需要。直流——直流变换器主要由开关管、续流二极管、储能电感以及滤波电容器四个主要部分构成,分别如图1—4、图1—5和图1—6所示。其中滤波电容 C 总是与负载 R_L 相并联,而电感 L 和二极管 D 在三种电路中却有着不同的安排,从而构成了三种特性相异的变换电路。

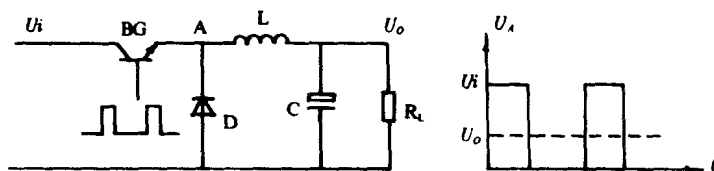


图 1—4 降压型开关变换电路原理

(1)降压型开关电路 图 1—4 为降压型开关变换电路,其中 BG 为开关管,当 BG 导通时,A 点与输入电源直接相连,则有 $U_A \approx U_i$,此时电感 L 中流过线性增长的电流 I_L ,不仅向负载供给能量,而且还储存能量。当 BG 截止时,电感 L 中的电流不能突变,继续向负载提供能量,但此时的电流回路是通过二极管 D 构成的,因此二极管 D 被称作续流二极管。 I_L 正是通过续流二极管 D 继续流动并线性减小的。因此 BG 关断时,电感 L 继续向负载供电的过程,也就是电感 L 中所储存的能量逐渐释放的过程。电容 C 起平滑滤波作用,当线性增长或减小的电流大于负载电流时,它暂存过剩的电荷,而在线性增长或减小的电流小于负载电流时,则补偿不足的部分,从而减小输出电压 U_o 的纹波。在 D 导通时,A 点取地电位,因此 A 点的电压波形如图 1—4 中右边的波形所示。输出电压 U_o 是 U_A 的直流分量,所以称其为降压型开关电源。这种电路的最大特点是:不管开关管是导通还是截止,流过电感的电流都向输出端供电,也就是说输出电流是连续的,而输入电流却是间断的。

(2)升压型开关电路 升压型开关电路如图 1—5 所示,当开关管 BG 导通时 L 中流过线性增长的电流,从 U_i 获得的能量全部储存在电感之中,且 A 点为地电位。开关管关断时,A 点电位升高,当其值达输出电压 U_o 后续

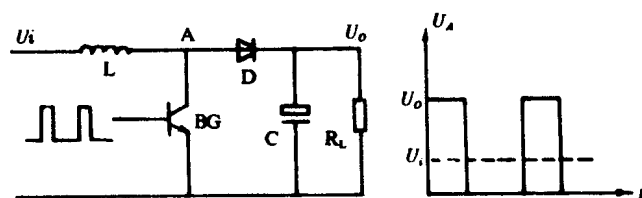


图 1—5 升压型开关变换电路原理图

流二极管导通,L 中的电流经续流二极管、负载及电源继续流动并线性下降。从图 1—5 的右边波形中可以看出,A 点电位的直流分量是 U_i ,所以称其为升压型开关电源。这种电路的最大特点是无论开关管导通或截止, U_i 总向该电路供电,也就是说输入电流是连续的,而输出电流则是间断的。为使纹波不致很大,电容 C 的容量与降压型电路相比应选得更大些。

(3)升降压型开关电路 升降压型开关电路如图 1—6 所示,当开关管 BG 导通时,A 点的电位为 U_i ,当 BG 关断时,由于储能电感 L 中的电流不能突变而使续流二极管 D 导通,A 点电压为 $-U_o$,其波形如图 1—6 中右

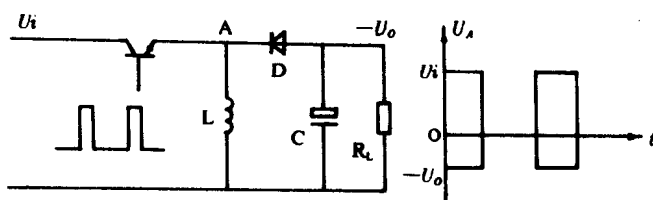


图 1—6 升降压型开关电路原理图

边波形所示。由于电感两端的平均电压为 0,可使 U_o 大于或小于 U_i ,所以这种电路称为升降压型开关电源。它的最大特点是在开关管导通时从 U_i 获取能量,在开关管截止时向输出端供给能量。这也是与前两者相比较最为明显的不同之处。为减小纹波,与升压型电路一样,应选用较大容量的滤波电容 C。

在实际应用中,图 1—4 和图 1—5 所示的开关电路,由于存在控制电路与开关管不便于直接连接的困难,所以只在一些早期电视机中有所应用,近年来则广泛采用利用脉冲变压器的实用型降压和升压型开关变换电路,如图 1—7 和图 1—8 所示。

从图 1—7 和图 1—8 的表面来看,与图 1—4 和图 1—5 区别很大,但实质上其原理是相同的。从图中分析可知,如果脉冲变压器 B 的初级绕组和次级绕组的匝数比等于 1,即 $N_1 = N_2$ 时,把图 1—5 中副边电路上下倒置,然后将原边、副边两绕组的同名端并接在一起,再改

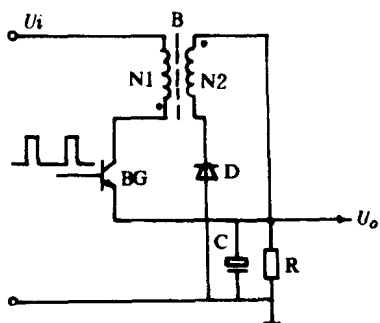


图 1-7 实用型降压型开关变换电路

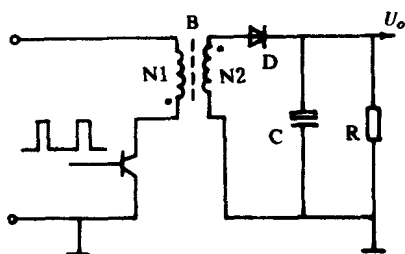


图 1-8 实用型升压开关变换电路

变一下开关管 BG 和续流二极管 D 在各自串联回路中的位置就变成了图 1-6 升降压型开关电路的形式。这种电路的原边和副边即脉冲变压器的初、次级绕组的匝数比可以自由选择,因此给电路设计增加了灵活性。

从理论计算和实际应用都证实,对于降压型电路,即使初次级绕组的匝数比大于 1,其降压特性仍决定于电路的结构,而与匝数比的大小无关。因此当脉冲变压器初、次级绕组的匝数比等于 1 时,其特例就正好是图 1-7,相当于图 1-4,而图 1-8 则相当于图 1-6。这几种开关型变换电路的结构虽然不同,但工作原理是相同的,所以它们都具有共同的规律,都可以用统一的公式表达输出电压与输入电压的关系。

由于三种电路构成不同,所以它们各有特点。降压式电路,由于部分功率未经电能、磁能的转换而直接由输入电源取得,因而效率较高,在同样输出功率的条件下,变压器可以做得小而轻。升压式电路比较简单,如果要求 U_o 比 U_i 高时,有可取的长处。升降压式电路的特点是适用的电压范围宽,既可用于升压,也可用于降压,并且可以利用脉冲变压器将原边电路与副边电路之间隔开,使主机芯与电网绝缘,从而无需使用隔离变压器,为维修人员提供了可靠的人身安全保障,这种机芯通常被称作“冷”机芯。其他两种电路结构,由于输出和输入总是以某种方式连接在一起的,所以如果不用另外的隔离变压器,则机芯地线和大地间将存在电位差,人体不可触及,故称“热”机芯。这种“热机芯”只要设计周到,加工正确,使暴露在机外的任何导体与机芯之间都有可靠的绝缘,那么只要不打开机箱就不会有遭电击的危险。然而最值得注意的是装有输入、输出接口的多功能电视接收机一般应采用冷机芯。

升压型电路实际使用甚少,明显的原因是由电网交流电压整流而得到的直流电压一般都比较高,约 300V 左右,它大于输出电压 U_o ,因而除低压直流供电的情况外,升压型电路不可能用到主电源电路之中。不过,在扫描电路中由行逆程脉冲经整流得到显像管加速极电压的电路,从原理上讲属升压型开关变换电路。

3. 开关时间控制

开关时间控制是开关电源能够输出稳定电压的基础。在上述三种开关型的直流一直流变换电路中,输出电压 U_o 都可以表达为输入电压 U_i 与系数的乘积,而该系数仅与开关脉冲的占空比有关。因此当 U_i 变化时,只要相应地调整开关脉冲的占空比,就有可能使输出电压 U_o 保持不变。在实际电路中,开关脉冲的占空比的调整是由控制电路通过负反馈作用自动实现的。自动调整开关脉冲通常有两种方法,即调宽法和调频法。

(1) 调宽式开关稳压电路 所谓调宽式开关稳压电路,是保持开关频率与行频同步,当输出电压变化时,控制电路自动地调整导通时间的长短,以得到所需的占空比。由于这种控制方式的特点是频率不变,依靠调整导通宽度来稳定输出电压,故称调宽式开关稳压电路。

(2) 调频式开关稳压电路 所谓调频式开关稳压电路,是开关频率不固定,随工作状态

变化而变化的一种电路。当输入电压或输出功率发生变化时,控制电路自动地调整导通或关断时间,或者同时调整导通和关断时间,以得到合适的开关脉冲的占空比,从而保持输出电压不变。这种控制方式的特点是开关脉冲的变化总伴以频率的改变。

在初期的一些彩色电视机中,大多采用调宽式开关稳压电路。由于这种电路必须与行频同步,因此它不能成为一个独立的单元,对维修甚为不便。而调频式开关稳压电路不需要同步信号,从而简化了电路并能使开关稳压电源成为一个独立单元,在冷机芯中隔离也较易实现,所以这种方式被广泛应用。

4. 开关三极管的激励

在开关稳压电路中,开关晶体管的开或关决定于基极注入电流的有或无。这种决定于开关管导通或截止的电流,称为基极激励电流,它通常以两种方式提供给开关晶体管的基极。

(1)它激型开关变换电路 所谓它激型开关变换电路,是指开关管的导通或截止是由一个称作激励级提供的脉冲信号来控制的电路,这种电路通常是由振荡电路、激励电路和输出电路组成。由于这种电路工作稳定可靠,早期大多数彩色电视机采用这种方式,但由于电路比较复杂,除了特殊场合外逐渐被自激型电路代替。

(2)自激型开关变换电路 所谓自激型开关变换电路是这种电路的输出级本身构成自激间歇振荡器,不需要另外的振荡和激励电路。由于自激振荡器有一定的自保护能力,所以不仅电路简单,成本低,而且工作也相当可靠,并且可以独立工作。在新型彩色电视机中几乎都采用自激型开关稳压电路。

5. 控制电路的基本原理

在电感储能式开关稳压电源中,要获得稳定的直流输出电压,必须有一个十分完善的控制电路。控制电路通常要由取样比较、误差放大、开关时间调整和必要的辅助电路组成,其中还包括各种保护电路。控制电路的形式是多种多样的,但基本上可分为直流控制方式和脉冲控制方式。直流控制方式是一个受稳压输出电压 U_o 变化控制的偏置电流源,通过改变偏流的大小来改变开关管导通时间;脉冲控制方式是指控制电路对开关管提供宽度受 U_o 变化控制的脉冲激励信号。它激型开关变换电路都是脉冲控制式,自激型开关变换电路可以是脉冲控制式,也可以是直流控制式。

在计入开关变换器内阻的开关电源稳压过程中,我们可以把 I_i 和 I_o 分别设定为输入和输出电流的平均值,而开关变压器原边电路的等效内阻为 r_1 ,开关变压器的副边电路的等效内阻为 r_2 。其中 r_1 包括交流整流器的内阻、初级绕组的电阻、开关三极管饱和导通时对应的等效电阻等; r_2 包括次级绕阻的电阻、快速整流器的内阻等。在实际电路中,取样电压可能直接取自输出电压,也可能取自另一个取样绕组(在冷机芯中)。在这两种情况下,副边等效电阻 r_2 对输出有不同的影响。这是因为取样绕组仅有与工作绕组成比例的感应电动势,因此只能反映由于输入电压的变化及输出电流变化在 r_1 上造成的压降所引起的副边感应电动势的变化,而不能反映由 r_2 造成的端电压变化。反映在电路模型上取样电压分别由 r_2 的出端和入端送至控制回路。如图 1—9 所示。

在实际应用中相应的控制信号有两种取样形式,并各有不同影响。

(1)直接取样的影响情况 在直接取样的情况下,考虑到开关变压器两边输入、输出功率相同,而 r_1 和 r_2 又不随工作状态而变化,所以若输出电流 I_o 不变,仅变化输入电压 U_i ,则理论与实践都表明,只要开关电源内部电阻造成的压降分别远小于输入电压 U_i 、输出电

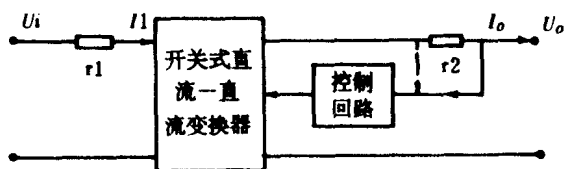


图 1-9 计入内阻的开关电源稳压原理

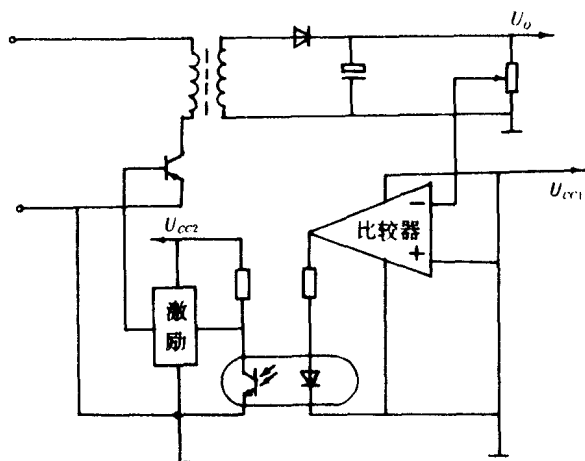


图 1-10 直接取样的冷机芯开关电源

6. 开关晶体管的开关特性

在开关式稳压电路中,所最值得考虑的是开关晶体管的一些要求指标和特性。为了便于

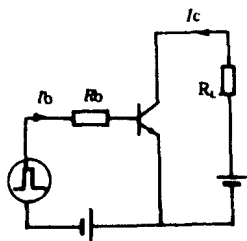


图 1-11 基本电路

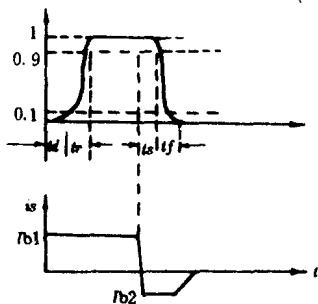


图 1-12 典型波形

用于开关电路的开关管,还要求能承受较高的反向电压。从晶体管的制造来说,高反向电压和短开关时间是一对相互矛盾的参数。对于大功率管,同时满足这两个条件就更为困难。在存储时间 t_s 期间,尽管激励已经反向,但 c、e 极间仍保持低阻导通状态,所以此时管耗不大。为减小开关晶体管的损耗,仅要求 t_f 、 t_r 小。对于重复频率不高的开关电源来说, t_s 大一点也无妨碍,所以不必采用高频开关管,可以像选用行输出管那样,选用高反压管即可。在开关稳压电源中,开关管导通时总是工作在深饱和状态,所以不可忽视 t_s 的影响。

压 U_o ,则内阻对稳压系数的影响就不大;若输入电压 U_i 不变,仅变化输出电流 I_o ,则理论和实践都表明,电源的内阻与稳压系数成反比。

(2)间接取样的影响情况 在间接取样电路中,误差电压主要取自 r_2 之前。在实际电路中由于总存在漏感,即使电路参数完全相同,间接取样的控制电路的灵敏度也要比直接取样的控制电路的灵敏度稍小一些,因此其稳压系数要比直接取样略小。

在实际应用中,对于冷机芯电路来说,由于原边和副边不能有公共地,所以必须采用间接取样方式,因而内阻较大。在对内阻有特殊要求的场合,可如图 1—10 所示的电路那样改为直接取样。采用光电耦合器传递误差信息时,只要其输入和输出端之间能满足耐压要求,就可成为内阻很小的冷机芯电源。

二、调宽式开关稳压电源

图 1—13 是典型的彩色电视机中采用的调宽式降压型开关电源基本电路,图 1—14 示出相应的典型工作波形。这是一个电感储能自激调宽的降压型开关电源。它的主电路即原边电路属于降压型结构,是一个热机芯电源。下面以图 1—13 为例来具体分析开关电源的工作过程。

1. 开关电路的工作过程

开关晶体管 BG1 和开关变压器 B 在图 1—12 中的连接方式是典型的自激间歇振荡器结构,图 1—14 中的波形是振荡稳定后的有关电压、电流波形。开关晶体管进入工作状态时,在一个开关周期内分为四个阶段。

(1) 导通阶段 在此阶段 BG1 饱和导通, 其集电极电压 U_c 与输出电压 U_o 相等。 I_c 线性上升。反馈绕组 N3 的感应电压向 BG1 提供正向基极电流, 维持 BG1 饱和导通。绕组 N2 的感应电压使 U_b 为高电位, 因而二极管 D1 截止。副边电流 I_D 为 0。

(2)由导通向截止翻转阶段 由于反馈电压经过电容 C_1 和电阻 R_1 加到 BG_1 的基极,基极电流以时间常数 R_1C_1 按指数规律下降,当 I_b 降到 0 后,再经存储时间 t_s , BG_1 退出饱和状态, I_c 由峰值急速下降,又引起 U_c 急速上升, U_b 急速下降。当 U_b 下降至略低于 0V 时, D_1 导通, U_b 保持在 0V 左右, U_c 不再升高,翻转过程结束。

(3)截止阶段 D1 的导通,标志截止阶段的开始。在截止期间 BG1 的 U_c 维持高电压, U_b 则

(4)由截止到导通的翻转 如图 1--13 所示,作为行同步脉冲信号的正极性逆程脉冲经电阻 R_2 和电容 C_2 也加到 BG_1 的基极。在此同步信号的触发下, BG_1 将脱离截止而进入放大状态,并由于 N_3 引入的正反馈作用,使 BG_1 迅速变为饱和导通状态。 U_c 降至 U_o , U_b 升高, D_1 截止。

需要指出,这个电路是一个自激间歇振荡器,即使没有同步信号或者同步信号来得迟,它也能自发地由截止向导通翻转。

2. 控制电路的工作过程

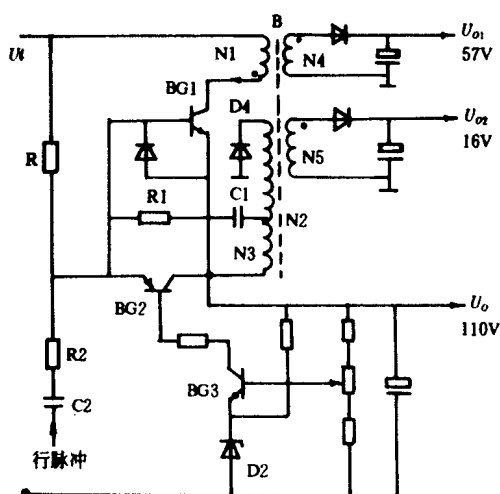


图 1-13 调宽式降压型开关电源基本电路

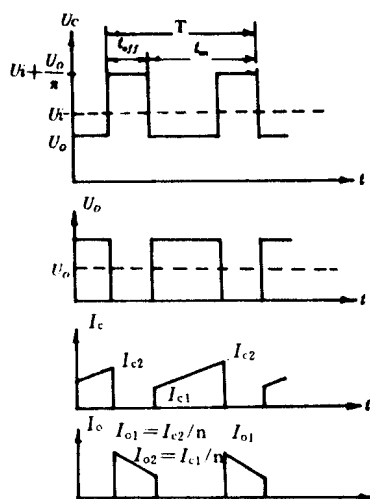


图 1-14 典型工作波形

图 1—13 中的控制电路是一个典型的直流控制环路。三极管 BG3, 稳压二极管 D2 以及有关电阻组成了单管取样比较和误差放大电路。由于某种原因(例如 U_i 升高)使 U_o 升高时, BG3 集电极电流加大, 控制管 BG2 的集电极电流也加大。BG2 并接在 BG1 的 b、e 极间。当反馈绕组 N3 向 BG1 提供正向基流时, BG2 起到分流作用, 分流越大, BG1 的激励电流就越小, 正偏流维持的时间越短并使基区的过剩载流子减少, 这将造成 t_s 减小。当 BG1 进入反偏后, 流经 BG2 的电流又成了 BG1 的反向基流, 该电流越大, 过剩载流子消失越快, 也使 t_s

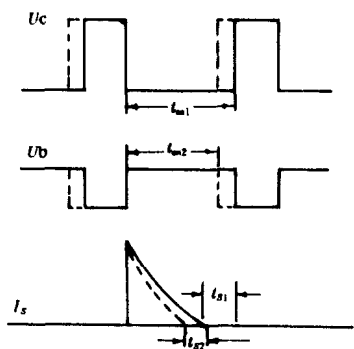


图 1 15 导通时间的控制

减小。这种多重作用都会使 BG1 提前截止, 占空比减小, 使 U_o 下降, 从而抵消原来 U_o 的上升, 使 U_o 趋于稳定。图 1—15 是 BG1 的 U_c 、 U_b 和 I_b 的波形图。图中实线对应于 BG2 电流小的情况, 导通时间长; 虚线对应 BG2 电流大的情况, 导通时间变短。此外还可以看到, U_o 下降时 BG2 的集电极电流减小, t_{on} 加大, 在 BG2 截止时, t_{on} 将达到最大值, 此后导通时间无法再增大, 这个极限对应于能保持稳压输出的最低输入电压。为了扩展稳压范围的下限, 必须提供充分的激励, 但过大的激励不仅消耗过多的激励功率, 还使控制管 BG2 负担太重。为了得到充分而

合适的激励, 恰当地选择反馈绕组的匝数 N3 和 R1、C1 的大小。由于 BG2 并接在 BG1 的基极和发射极之间, 它的正向工作电压很低, 所以常采用 PNP 管, 并要求它有较强的负荷能力。

3. 电路参数的设计

为了能充分了解并掌握开关稳压电源电路的工作原理, 并为检修工作直接服务, 作为一名科技型彩色电视机检修人员, 不仅要懂得开关稳压电源的基本原理, 还要对电路参数的设计具有一定程度的了解。

任何一个完整的电路都是根据一定的设计条件来选择电路的基本参数的。在开关稳压电源电路中, 设计条件主要包括: 输入电压 U_i 及其变化范围, 输出电压 U_o , 负载电流 I_o 及其变化范围, 此外还有 U_o 的稳定度、电源内阻、纹波等项要求。所谓基本电路参数指电路的工作状态如开关时间或占空比、开关管的工作电压、工作电流以及开关变压器的各项参数等。

(1) 主要参数之间的定量关系:

①输入电压 U_i 输入电压 U_i 系指供给直流—直流变换器的非稳定直流电压, 它通常由输入的交流电压经整流、滤波而得, 也可以由蓄电池等直流电源提供。在从交流电网取得功率时, 通常不经过工频变压器而是直接经桥式整流、滤波而得到直流电压 U_i 。

②占空比 δ 和导通、关断时间 t_{on} 、 t_{off} 占空比 δ 的变化主要受 U_i/U_o 的影响, 其表达式为 $\delta = 1/[n(U_i/U_o - 1) + 1]$, 当 n 取某一定值时, U_i 的变化将得到对应的 δ 值。在具体的电路中, n 是一个常数, U_o 在正常工作范围内基本保持不变, 因而 δ 可以视为输入电压 U_i 的一元函数 $\delta(U_i)$ 。

由于 $t_{on} = \delta T$ (T 为开关周期, 在行频同步下, $T = 64\mu s$), 可得降压型开关电源在导通时的表达式: $t_{on} = T/[n(U_i/U_o - 1) + 1]$, 该式表明, t_{on} 仅与 U_i/U_o 及 T 有关, 与输出功率的大

小无关,这是调宽式电路的特点。 $t_{\text{off}}=T-t_{\text{on}}$,就无需多加说明。

③集电极电流 I_c 和开关变压器的初级电感量 L_p 如前所述 I_c 的波形呈梯形,开关管导通瞬间 I_c 由 0 跃变到 I_{c1} ,然后线性上升,关断时由 I_{c2} 跃变回 0。设负载的消耗功率为 P_o ,根据能量守恒定律,忽略附加的耗损,有如下情况:

1)若 U_i 不变,仅改变输出功率 P_o ,则 δ 不变,电压波形也不变,仅 I_c 波形的位置上下平移,以从 U_i 中获取与输出相适应的功率补给。 I_c 随 P_o 的变化如图 1—16 所示。

2)随着 P_o 的减小, I_c 的波形平行地下降。当 P_o 下降到某一定值使 $I_{c1}=0$ 时, $I_{c2}=0$,会出现如前所述的由截止向导通的自动翻转。这时因自振频率高于同步时的频率,所以电路不能正常工作,失去稳压性能。

3) I_{c2} 随 P_o 而线性增加,但随 U_i 的变化规律难以一眼看出。从理论的分析结果表明,当 $n \geq 1$ 时, I_{c2} 总是随 U_i 而增加,当 $n < 1$ 时, $I_{c2\text{max}}$ 可能在 $U_{i\text{max}}$ 处出现,也可能在 $U_{i\text{min}}$ 处出现,只要比较这两个电压下哪个 I_{c2} 大,就取哪个 I_{c2} 为最大值。在实际的彩色电视机开关型稳压电源中, n 即使小于 1 也与 1 相近,所以一般说来,对于降压型调宽式电路, I_{c2} 的最大值在 U_i 最大时出现。

④磁芯中的磁通密度 B 开关管导通期间加在初级电感 L_p 的端电压为 (U_i-U_o) 。

由图 1—17 可以看出:由于流过开关变压器的电流存在直流分量, B 的有效利用范围仅是 $B-H$ 曲线线性范围的一半。为了充分利用这个线性区,可在磁芯气隙中放置合适的恒磁材料,施加一个反向的恒定磁通密度 B_c 。当 $I_c=0$ 时, B 不是 0 而是一 B_c 。这样可利用的线性工作范围是 $-B_o \sim B_m$ 。在精心地设计下,线性工作范围可扩大一倍,从而可进一步减小磁芯体积。

(2)主要参数的选择 在讨论了各主要参数之间的定量关系之后,就不难进行合理的参数选择。

①匝数比 n 的确定 在降压型电路中,由于开关管导通和关断期间都向负载提供能量,特别当匝数比 n 接近于 1 时 I_c 和 I_o 合成连续的锯齿电流向输出端供电,占空比 δ 取值的大小对纹波的影响不大。但对于升降压型电路,输出端仅在 t_{off} 期间才得到能量补充, δ 大,纹波就大,因而选择 n 时应使 δ 取值不至过大。

实际上 n 的取值在相当大的范围内都能满足上述要求,但 n 取值不同,会引起一系列参数发生或大或小的变化。在设计中可先选定某一 n 值,一一计算其他各项参数,如有某个或某些参数不甚合适,可调整 n 值,再次计算,直至获得最为满意的一套参数。

②开关变压器初级电感 L_p 的确定 在开关电源应用中,要避免出现自振频率高于行频的不正常状态, L_p 应取大于 $L_{p\text{min}}$ 的适当值。如果 L_p 大,则 I_{c2} 小,开关管功率小,这是有利的方面,但 L_p 大,不仅对开关变压器提高了要求,还使变压器的损耗增加,漏感加大,干扰变大,因此 L_p 的选择要在开关晶体管和变压器之间采取某些折衷。当前开关晶体管的

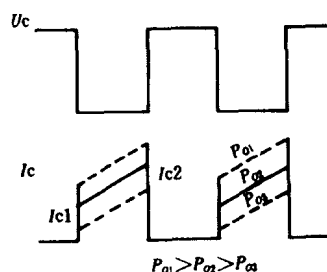


图 1—16 P_o 变化时 I_c 波形的变化

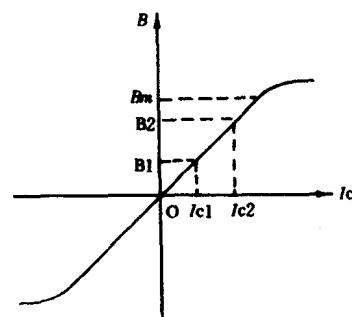


图 1—17 $B \sim I_c$ 近似曲线