

电视机中的 开关电源

张毅 高庆等 编著

.55

人民邮电出版社

内 容 提 要

开关电源是六十年代出现的一种新型稳压电源。它具有功耗小、效率高、稳压范围宽以及体积小、重量轻等优点。目前已在多种电子仪器和设备中应用。

本书主要介绍电视机中用的开关电源。先分析了开关电源的工作原理及其单元电路,并介绍了电视机中用的几种开关电源。接着介绍了交流电源与机架不隔离和与机架隔离的两种开关电源的设计方法,还介绍了开关电源用的控制集成电路的功能及各端子的作用。最后对几种开关电源的实际电路进行了分析。

可供从事电子工业的工程技术人员参考。

电视机中的开关电源

Dianshiji Zhong De Kaigundianyun

蔡 清 高厚琴 编译

责任编辑:胡美霞

•

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

•

开本: 787×1092 1/32 1984年10月 第 一 版

印张: 9 4/32 页数: 146 1984年10月 河北第一次印刷

字数: 207 千字 印数: 1—37,000 册

统一书号: 15045·总2925—无6299

定价: 0.90 元

前 言

电子仪器和设备大都是从电网电源取得能量，转换成所需要的直流电源。我们常称这种直流电源为二次电源。随着科学技术的不断发展，对电子仪器和设备的精密度、稳定度、可靠性等技术指标的要求越来越高，而影响这些指标的最大因素之一是二次电源工作性能的稳定程度，因此研制稳定可靠的稳压电源，就成为电子科学中一个重要课题。

六十年代出现了一种新型的稳压电源，即本书所介绍的开关式稳压电源，简称为开关电源。它具有管耗小、效率高、稳压范围宽以及体积小、重量轻等优点。目前已在各种电子仪器和设备，如电子计算机、自动控制设备。航空和宇宙飞行器，发射机以及电视接收机中，得到了广泛的应用。开关电源的电路种类很多，由于设备的要求不同，所采用的线路也各不相同。本书着重讨论电视接收机中所用的开关电源，功率为100瓦上下，输出电压100~150伏左右，直接供行输出级电源，只用一个开关管调整。

本书的部分内容取材于(英)马拉公司的刊物，“马拉技术通讯”1977~1978年间连续登载的四篇文章的内容。其中涉及电视接收机用开关电源的设计观点(135期)，所采用的控制集成组件的结构及内部电路介绍(136期)，以及用于电视接收机的两种类型开关电源的设计(137、139期)。它是飞利浦公司半导体应用实验室的研究成果，并已用于实际的电视接收机上。效果良好，且很有特点。

为了使读者对开关电源有一个较为全面的了解，编者在第

一章中补充了开关电源的基本原理，基本单元电路及其工作原理。在本书的最后一章还介绍了另外几种用于电视接收机上的开关电源电路，对其工作原理进行了较为详细的分析。虽然它与书中所着重介绍的两种电路无甚关联，设计的观点也不同，但为了便于比较对照，也把这些电路介绍出来供读者参考。

本书可供电视接收机生产和维修部门的技术人员以及电视专业师生、业余爱好者参考。

北京广播学院孙振先同志认真审阅了本书的全部初稿，提出了许多宝贵的意见，特在此表示深切的谢意。

由于我们的水平和经验有限，书中可能有不少不当之处和错误，敬希读者批评指正。

编译者

1982.11.9.

目 录

第一章 开关式稳压电源的工作原理及其单元电路	… (1)
1.1 电视接收机用直流电源的发展概况	… (1)
一、早期的直流电源	… (1)
二、串联式稳压电源	… (2)
三、泵电源	… (4)
四、开关电源	… (10)
1.2 开关电源的工作原理	… (11)
一、开关电源中开关的作用	… (11)
二、开关电源电路的组成	… (14)
三、开关电源的稳压过程	… (15)
四、几种开关电源电路的工作原理	… (16)
1.3 开关电源的控制环路单元电路	… (39)
一、对控制环路的要求	… (39)
二、取样比较电路	… (39)
三、激励器	… (41)
1.4 保护电路	… (54)
一、过流保护电路	… (54)
二、过压保护电路	… (57)
三、其它类型的保护电路	… (60)
1.5 开关电源的性能	… (63)
一、开关电源的效率	… (63)
二、开关电源的稳压范围	… (66)
三、开关电源的优缺点	… (67)
第二章 适用于电视接收机的开关电源电路	… (72)

2.1	它激式开关电源	(73)
一、	典型的电源与机架不隔离的正激型变换器开关电源电路	(73)
二、	典型的电源与机架不隔离的反激型变换器开关电源电路	(76)
三、	典型的电源与机架隔离的变压器型开关电源电路	(78)
四、	自耦变压器型的开关电源电路	(82)
2.2	自激式开关电源	(82)
一、	自激式反激型变换器开关电源	(84)
二、	自激式正激型变换器开关电源	(85)
三、	自激式开关电源存在的问题	(90)
四、	采用电流互感器驱动自激式开关电源	(92)
2.3	用开关电源直接激励行输出级	(95)
一、	直接激励行输出级的工作原理	(95)
二、	用开关电源直接激励行输出级的电路介绍	(100)
三、	其它类型的开关电源电路简介	(104)

附录

一、	行激励脉冲占空系数可容许的范围	(107)
二、	三种变换器型式开关电源直接激励行输出级时, 可能达到的稳压范围	(114)
三、	采用开关电源直接激励行输出级的故障情况	(124)

第三章 交流电源与机架不隔离的开关电源的设计

	计	(128)
3.1	正激型变换器的设计	(129)
一、	占空系数范围	(129)
二、	输出扼流圈的选择	(131)
三、	滤波电容的确定	(135)
四、	开关电源的输出管	(136)
五、	续流二极管的选取	(150)

3.2	从开关电源获得辅助电源	(151)
一、	辅助电源的限额	(152)
二、	辅助电源理论限额的设计考虑	(153)
3.3	激励级的设计考虑	(157)
一、	对输出级激励方式的选择	(157)
二、	激励变压器的设计	(158)
三、	激励管的选择	(159)
四、	几个附加网络的设计选择	(160)
3.4	设计举例	(162)
一、	技术要求	(164)
二、	计算	(165)
3.5	实际电路	(168)
一、	电路说明	(168)
二、	实测波形	(172)
第四章	交流电源与机架隔离的开关电源的设计	(177)
4.1	反激型变换器的设计	(178)
一、	占空系数范围	(178)
二、	输出扼流圈的选择	(178)
三、	滤波电容的确定	(181)
四、	开关电源输出管	(181)
4.2	变压器式开关电源	(182)
一、	占空系数范围	(182)
二、	输出变压器	(183)
三、	输出管的选取	(185)
四、	输出管的过载保护	(190)
4.3	辅助电源	(194)
4.4	干扰的抑制	(195)
一、	降低可见干扰	(196)

二、减少交流电源的污染	(199)
4.5 设计举例	(200)
一、技术要求	(200)
二、初步计算	(202)
三、输出变压器	(204)
4.6 实际电路	(206)
一、电路说明	(206)
二、实测波形	(210)
第五章 开关电源用的控制集成电路	(215)
5.1 对开关电源控制集成电路的要求	(216)
5.2 控制集成电路TDA2640	(217)
一、TDA2640的功能	(217)
二、TDA2640的控制环路	(217)
三、TDA2640的方框图及各端子的作用	(219)
5.3 同步信号处理集成电路TDA2571	(223)
5.4 控制集成电路TDA2581	(225)
一、TDA2581的功能	(227)
二、电源电压	(228)
三、完整的控制回路	(229)
四、TDA2581各端子的功能	(231)
5.5 TDA2640或TDA2581的占空系数控制环路的 增益和稳定度	(235)
第六章 电视接收机用开关电源电路实例介绍	(239)
6.1 日立CTP-216型彩色电视机所用的开关电源电 路	(240)
一、方框图	(242)
二、变换器的型式及其特点	(243)
三、各级的工作原理	(244)

四、电源转换电路·····	(249)
五、启动电路·····	(251)
六、保护电路·····	(253)
七、小结·····	(257)
6.2 日立CTP-236D型彩色电视机所用的开关电源 电路·····	(259)
一、概述·····	(259)
二、方框图·····	(259)
三、工作原理·····	(261)
6.3 三菱18CK-35P型、45P型彩色电视机开关电源 电路·····	(265)
一、等效电路及方框图·····	(266)
二、各部分的工作原理·····	(269)
6.4 松下TC-482型彩色电视机开关电源电路·····	(272)
一、概述·····	(272)
二、工作原理·····	(274)
6.5 采用电流互感器的自激式反激型开关电源电 路·····	(277)
一、电路的组成·····	(277)
二、电流开关的工作原理及稳压过程·····	(279)
三、启动电路·····	(280)

第一章 开关式稳压电源的工作原理 及其单元电路

内 容 提 要

本章以电视接收机用直流电源的发展概况为前导，略述串联式稳压电源及泵电源的工作原理，然后引出开关电源，以便比较和了解。对开关电源的工作原理及三种类型开关电源电路（从原理上讲是两种）作了详细的介绍。推导出三种类型的开关电源电路在稳压过程中，输入电压 V_i 变化，保持输出电压 V_o 稳定时，开关管相应改变导通时间的关系式，即 V_o 为定值， V_i 与激励脉冲占空系数 δ 的关系式，并用波形图形象地表明其稳压原理。对开关电源电路中的控制环路、激励器、保护电路等单元电路的工作原理及要求作了说明。最后讨论开关电源的性能，以及它与串联式稳压电源比较有哪些优缺点。

1.1 电视接收机用直流电源的发展概况

一、早期的直流电源

早期的电视接收机所用的直流电源较为简单，它是由电网电源经电源变压器升压（或降压），整流后得到脉动直流，再经过简单的滤波电路滤波后得到的。电路中一般没有稳压装置，或只有不能检测输出电压的简单稳压电路（如在直流电源

输出端并联一稳压管)。采用这样的电源自然不能保证电视机的质量。如果外电不稳,必然影响到各部电路的正常工作。在电网电压下降到一定程度时,会使整机的灵敏度下降,图象模糊、杂波明显、同步不稳,甚至不能同步。彩色电视机就会失去色彩,只有不稳定的黑白图象。由于电源的波纹系数较大,使画面上出现明暗的干扰条纹或滚道。波纹电压若进入行同步系统,则引起光栅扭动。另外由于电源内阻大,各部分电路还会通过电源内阻的相互耦合而构成干扰(例如场扫描的脉冲电流经过电源内阻耦合到伴音中,形成蜂音)。严重时,甚至无法收看。引起上列情况大多发生在用电洪峰期间。

二、串联式稳压电源

为了改进质量,提高收看效果,必然要对直流电源的性能提出更高的要求。首先是增加较为复杂的稳压电路,以消除电压不稳和滤波不好带来的上述影响。其中应用最为普遍的是串联式稳压电路。其稳压的基本原理可以理解为一个调压电阻 R 与负载电阻 R_L 相串联的电路,如图1-1(a)所示。当输入电压 V_i 增加时,我们可以使调压电阻 R 的阻值自动增大,使输入电压 V_i 的增加量全部降在调压电阻 R 上,这样,输出电压即可维持不变。若遇有 V_i 稳定,而负载电流增加时,我们可以相应地使 R 的阻值自动减小,使 R 上的压降不因负载电流增加而改变,因而维持输出电压不变。图1-1(b)为串联式稳压电源的结构方框图。它主要由取样、比较放大、基准电压及调整管等四个主要环节组成。其工作过程是:从取样电路上取出输出电压的一部分,与由稳压二极管提供的基准电压相比较,其差值经比较放大器放大后用来控制调整管的基极,以改变调整管的内阻,从而改变其管压降 V_{ce} 。当输出电压 V_o 与给定的基准电

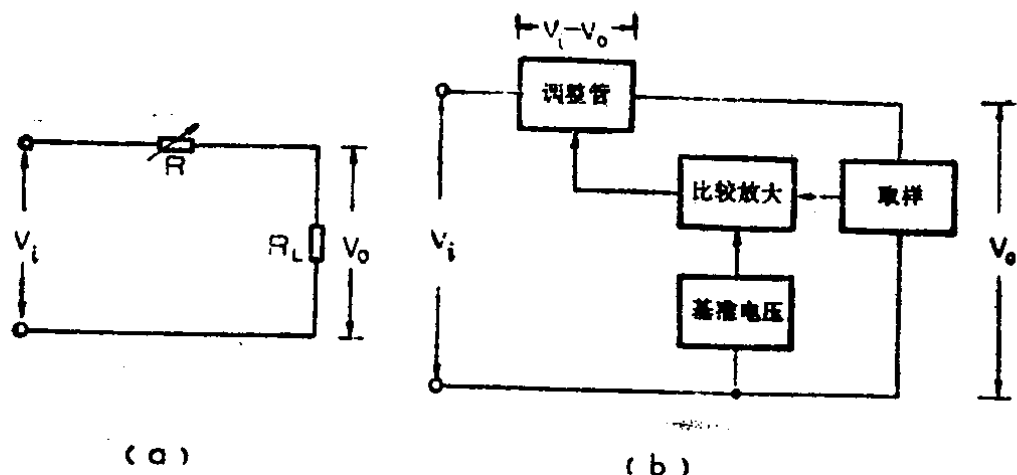


图 1-1 串联式稳压电源的稳压原理及其方框图

压值发生偏离时，都要引起调整管的内阻产生一个能使输出电压返回到给定值的变化，达到稳定输出电压的目的。

从上述可知，这种稳压电路的实质是一个负反馈环路的自动控制过程。它是把直流输入电压与直流输出电压之差值降在调整管上（即改变集射极间的压降 V_{ce} ）来进行稳压的。即用调整管管压降的增减来达到稳压的目的。

这种电路的稳压效果还是令人满意的，其波纹系数可作到小于千分之一，电源内阻只有零点几个欧，而且稳定可靠，设计、生产、维修都比较容易。但是，这种电路的最大缺点是调整管工作在放大区，管压降大，造成大的功耗，因而大大地限制了它的稳压范围。特别是电视接收机级数多，且电路特殊，比一般电子设备的工作电流大，问题就更为突出。在设计这种稳压电源时，为了适应各地电网电压的变化，希望稳压的范围宽些；另外为了节约能源，减轻用户的电费负担，又要求耗电量小些。采用串联式稳压电源无法同时解决这两个问题。因为稳压范围越宽，未经稳压的输入直流电源 V_i 越高，使得调整管的管压降 V_{ce} （ $V_{ce} = V_i - V_o$ ，见图1-1(b)）增大，以便在电网电压降落时，仍能保持 V_i 大于 V_o ，有调整的余地。这样调整

管的管耗必然大，功耗大，效率低。如果要求耗电量小，则在设计时，应使在正常电网电压时的 V_i 取得小些，这样调整管的管压降小，功耗小，效率高。但在电网电压降低时，因 V_i 下降不能保持大于 V_o ，至使 V_o 低于正常值，达不到稳压的目的，即稳压范围变窄。二者互相矛盾。

除上述问题外，由于调整管功耗大，所以须备有散热面积很大的散热片，这就增加了电源部分的体积和重量。另外采用这种稳压电路，还需要有一个电源变压器，更增加了电视机的体积和重量，并带来成本高，工艺复杂等缺点。多年来人们都在致力于去掉这又大又笨的电源变压器。

三、泵电源

泵电源是一种专用于电视接收机的稳压电源。这种稳压电源直接从220伏电网电源整流，然后转换成低压电源，可以节省一个电源变压器，而且电路简单，启动方便，稳压效果尚称满意。匈牙利的超星牌TA-5301（24英寸），TA-3301（20英寸）、TC-1612（12英寸）等型号的黑白电视接收机，是采用泵电源电路进行稳压的，波兰生产的耐普登DT-625型黑白电视机的电源也属于这种类型。现以匈牙利超星牌TA-5301的泵电源为例，作一简单介绍，以便比较。

图1-2给出了泵电源的方框图。由于它是通过变压器 B_1 使泵管与行输出级相互提供能量进行稳压的，因而从方框图上不易看出其工作原理。故将其电原理图画出如图1-3所示。图中以 B_1 的铁芯表示符号（虚线）为界，左边为电源的稳压调整电路，右边为行偏转输出级电路， B_1 为行输出变压器，稳压调整电路上的 L_1 、 L_2 绕组就绕在行输出变压器上，因此左右两边的电路是相关连的。

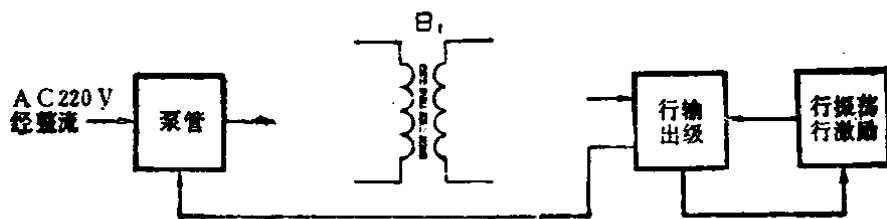


图 1-2 泵电源方框图

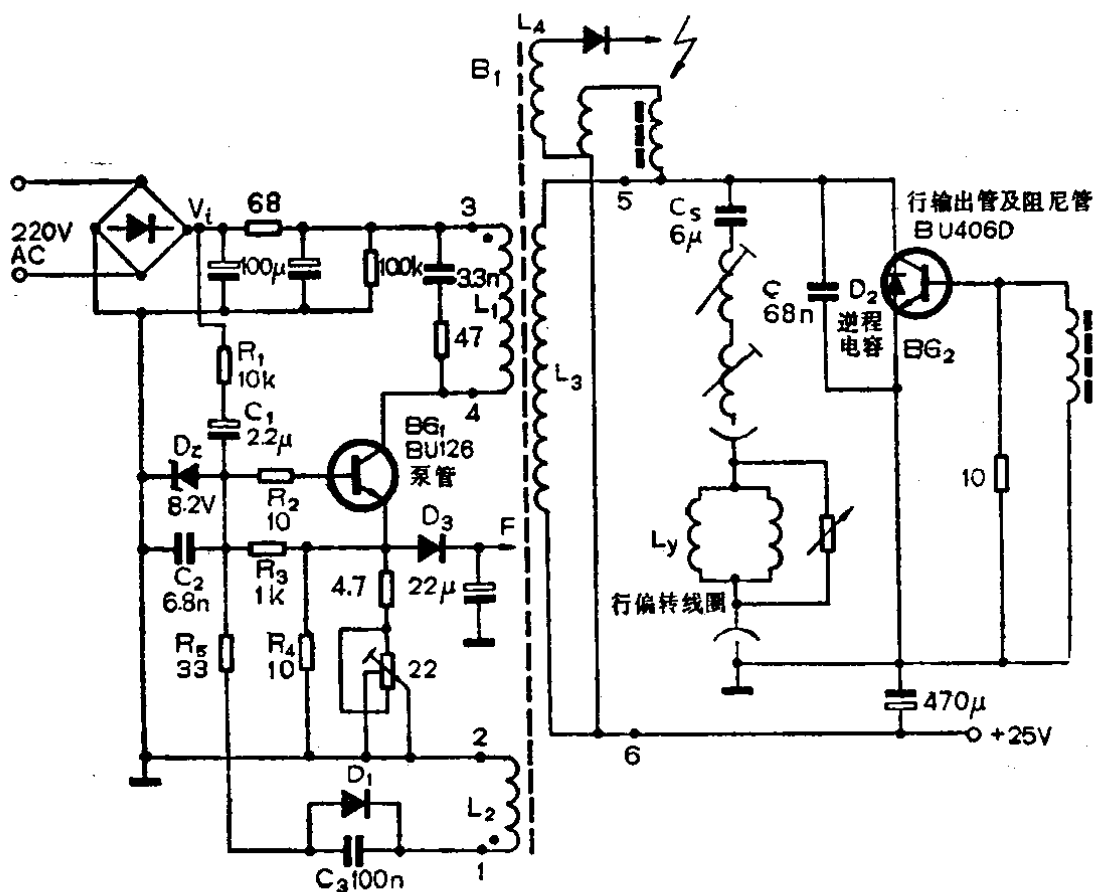


图 1-3 泵电源电路图

220伏电网电源整流后得到的 V_1 约280伏，经 L_1 绕组加至变换管 BG_1 （称它为泵管）的集电极，转换成脉冲波，通过 L_1 耦合至绕组 L_3 。 L_3 上感应的脉冲波经 D_2 整流及电容滤波，在端子6上输出稳定的25伏直流电源，供行输出级的电源和其它各级电源。

BG_2 为行偏转输出管， D_2 为阻尼管并兼电源整流， C 为逆程电容， L_y 为行偏转线圈， C_5 为S形矫正电容，而 L_3 是行输出

变压器的初级、 L_4 则为高压包取得高压。

现在来谈谈泵管是如何把直流转换成脉冲波的。其过程可分为两个阶段，即启动阶段和稳定阶段。

1. 启动阶段

从图1-3可知， V_i 通过 L_1 加至泵管（ BG_1 ）的集电极，如果绕组 L_1 与 L_2 的同名端如图上所示，且泵管基极电位为正时，则泵管电路类似一个集电极输出的自激间歇振荡器。

开机一瞬间，由于 V_i 通过 R_1 对 C_1 充电，而 C_1 与泵管基极相连，因而在 C_1 充电过程中泵管基极为正偏，产生基极电流 i_{b1} 。同时，泵管集电极加有 V_i 电压而使泵管导通，通过 L_1 与 L_2 之间形成的正反馈使泵管振荡，其振荡周期主要决定于基极回路 C_3 通过 R_5 、 R_3 等放电的时间常数。

用泵管作自激间歇振荡器式的电源电路，其输出的电压是不稳定的，其幅度将随电网电压的变动而变动，不能稳压，仅供开机时启动之用。等到行输出管工作正常后，用行回扫脉冲去供泵管的激励，才能得到稳定的直流输出。此时泵管不须依靠自激来维持工作，间歇振荡条件消除后，间歇振荡自行停止。

另外为了使行输出管尽快达到正常工作，在泵管开始工作时，从其发射极上经 D_3 整流出约4.5伏的直流电压，从 F 点输至行振集成组件TBA950的 F 端（图上未表示出来），供行振荡器临时电源，使行振荡器提早工作。行输出级工作正常后，行振荡器的供电电压为8.2伏，即TBA950的 F 端的电压为8.2伏，高于泵管发射极的电压， D_3 截止。

2. 稳定阶段

泵管基极的正偏置是依靠开机一瞬间, C_1 尚未充满电获得的。若 C_1 充电至接近 V_i 时, 将直流隔断, 则泵管的基极正偏消失, 间歇振荡将无法维持自激。但是在其停振之前, 行输出级已经工作, 产生行回扫脉冲, 通过行输出变压器, 使得绕组 L_2 感应与行回扫脉冲成比例的电压去推动泵管, 泵管有了回扫脉冲的激励, 将继续工作, 从自激转为它激, 仍输出与行周期相同的矩形脉冲, 使行输出变压器的端子 6 上产生稳定的 25 伏电压。此时泵电源进入稳定状态。从启动到稳定的过程虽然非常短, 但电路上总有一定的延迟, 为了保证泵管进入稳定状态之前 (即行输出级正常工作之前) 间歇振荡器尚在工作, C_1 的充电时间给定为 50 毫秒左右。在此充电时间内, 能保证行输出级进入正常工作, 泵管亦随之进入稳定状态。

稳定后, 行输出级提供泵管的激励功率, 而泵管的输出又给行输出级补充能量。

3. 泵电源的稳压原理

工作正常后, 图 1-3 的泵电源电路可等效成图 1-4 (a), 它是一个变压器耦合放大电路, 放大由行输出级通过绕组 L_3 耦合至绕组 L_2 的行回扫脉冲。泵管的输出就是被放大了的行回扫脉冲。其稳压原理是基于下列两点进行的。

(1) 利用泵管基极上的齐纳管 D_z , 使激励脉冲保持在 D_z 所稳定的电压 (8.2 伏) 上, 因而绕组 L_2 感应的回扫脉冲到来时, 泵管基极激励脉冲的幅度为 8.2 伏 (大于 8.2 伏部分降至 R_5 上)。 C_2 与 D_z 并联, 起稳定作用。此时管子导通, 产生基极电流 I_b 及集电极电流 I_c , 其波形如图 1-4 (b) 所示。由于发射极有 R_4 的

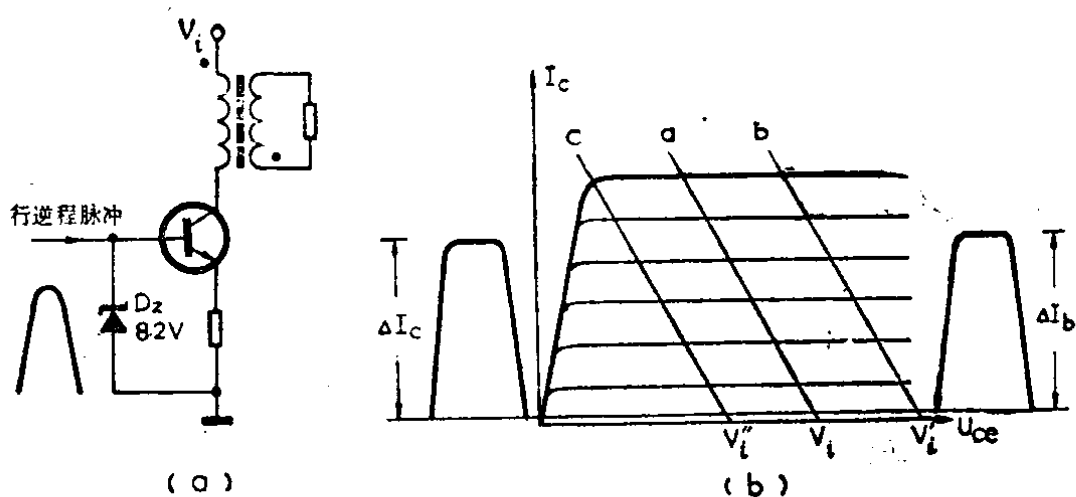


图 1-4 泵电源等效电路及其稳压过程示意图

存在，使 ΔI_c 的幅值限制在 $0.8A$ 左右，泵管工作在放大区，不致饱和，功率从 L 输出至负载。回扫脉冲过去后， C_2 通过 R_5 、 D_1 迅速放电，基极电位恢复为零，泵管截止。下一个回扫脉冲到来时，重复上过程。由于激励的幅度一定，故 ΔI_b 是一定的，又因管子工作在放大区， ΔI_c 也一定。

(2) 泵管选用低饱和压降的功率管，且其输出阻抗很高，即其输出特性(I_c-U_{ce} 特性)很平坦(如图1-4(b)所示)。更保证在 ΔI_b 一定时， ΔI_c 不因集电极电压 V_i 的改变而改变，则输出的 ΔV_o 亦一定。

有了上述条件，可通过图1-4(b)的三根负载线来说明泵电源不随电网电压改变的原理。图中 $a-V_i$ 线为正常输入电压时的负载线(对应于电网电压为 $220V$ 情况)； $b-V_i'$ 线为电源电压升高时的负载线，因电压升高，负载线右移； $c-V_i''$ 为电网电压降低时的负载线，因 V_i'' 小于 V_i ，负载线左移。从这三根负载线可以看出，由于输出特性很平直，而输入的激励脉冲幅度不变(即 ΔU_b 不变， ΔI_b 不变)，则负载线 a 、 b 、 c 所对应的 ΔI_c 几乎是不变的。因此变压器变化的磁通不变，故