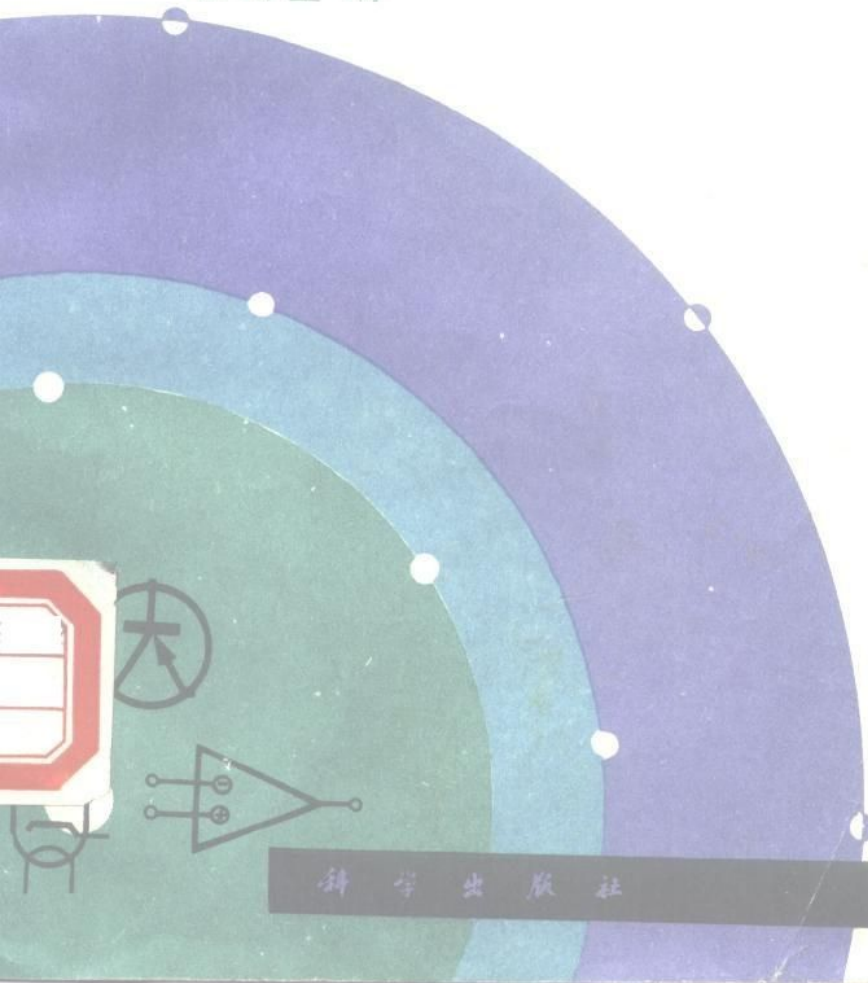


电子文库

6

彩色电视机开关电源

程新生 编



科学出版社

电子文库 6

彩色电视机开关电源

程新生 编

科学出版社

1988

内 容 简 介

本书详细介绍了目前彩色电视接收机中采用的一种新电路技术——开关稳压电源。着重讨论开关稳压电源的工作原理,它与传统的连续调整稳压电源的差异,开关电源干扰的抑制方法,开关电源与电网隔离的措施等,并详细介绍了十四种名优彩色电视接收机的开关稳压电源电路。

本书的特点是:物理概念阐述清楚,写得深入浅出,通俗易懂;既有详细的定性分析,又有适度的定量分析和电路估计。

本书可供电视工程技术人员阅读,也可作大专院校有关专业师生的参考书,更是广大电视技术爱好者、电视机维修人员和电视机技术工人的一本案头好书。

电 子 文 库 6

彩色电视机开关电源

程 新 生 编

责任编辑:陈 忠 唐正必

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

北京春雷印刷厂印刷

科学出版社发行 新华书店北京发行所经销

*

1988年6月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1988年6月第一次印刷 印张: 6 插页: 1

印数: 0001—32,100 字数: 133,000

ISBN 7-03-000494-9/TN·28

定 价: 1.75 元

目 录

第一章 彩色电视机开关稳压电源概述·····	1
第一节 开关稳压电源特点·····	1
第二节 开关电路的基本工作原理·····	10
第三节 开关电源的开关干扰及电网隔离措施·····	40
第二章 彩色电视机开关电源电路的分析·····	53
第一节 夏普C 1411DK彩色电视机开关电源·····	53
第二节 日立CPT1838彩色电视机开关电源·····	65
第三节 夏普C 1834DK型彩色电视机开关电源·····	77
第四节 三洋CTP3515型彩色电视机开关电源·····	84
第五节 上海Z237-1型彩色电视机开关电源·····	100
第六节 日立CTP-216D彩色电视机开关电源·····	113
第七节 金星C37-401彩色电视机开关电源·····	130
第八节 胜利7175PK型彩色电视机开关电源·····	144
第九节 北京839型彩色电视机开关电源·····	150
第十节 松下TC 483D型彩色电视机开关电源·····	154
第十一节 索尼KV 1400CH型彩色电视机开关电源·····	160
第十二节 丰泽(ITT)CVC20/2型彩色电视机开关电源·····	168
第十三节 飞利浦KT3彩色电视机开关电源·····	180
第十四节 三洋CTP3904(83P)彩色电视机开关电源·····	183

第一章 彩色电视机开关稳压电源概述

直流稳压电源是电视机的能源供给中心。由于电视机各部分的电路需要由不同的直流电源供电，因此它应具有十几伏的低压，几百伏的中压及上万伏的高压等多种电源电压。

在电视机中，稳压电源是非常重要的电路部分，它的性能的好坏会直接影响到图象与伴音质量，因此必须符合一定技术指标。

近年来，随着电子技术的发展，电视机制造中已采用很多新技术和新的元器件，同时，在电路结构形式上也有了很大的改进与提高。其中开关稳压电源是七十年代以来发展非常迅速的新技术，它已被广泛应用在电视机中，逐步取代了传统的连续调整的串联稳压电源。从而使电视机的性能、效率，以及可靠性都得到了进一步提高。

第一节 开关稳压电源特点

以前在电视机中常采用的连续调整串联稳压电源，它的电路比较简单，稳压性能较好，已有成熟的电路技术，并得到了广泛的应用。我们在讨论开关稳压电源时，先将这两种电源作一比较。

一、开关电源与连续调整稳压电源的比较

1. 连续调整串联稳压电源

连续调整串联稳压电源的方框图见图 1-1。它包括电源变压器、整流滤波电路、串联调整晶体管、取样电路、基准电压电路、比较放大器等部分。电网输入的 220V 交流电压，经电源变压器变换成所需的较低电压，再经整流滤波取得未稳定的直流电压（该电压随电网电压的变化而变化）。调整晶体管 Q 串联在输入电压 E_i 与输出电压 E_o 之间，输出电压的稳定是依靠调节串联调整晶体管集-射极之间的压降 U_{ce} 来完成的。当输出电压 E_o 变化时，通过取样电路将输出电压的变化与基准电压进行比较，经过比较放大器的放大去控制串联调整晶体管的压降，从而达到输出电压稳定的目的。

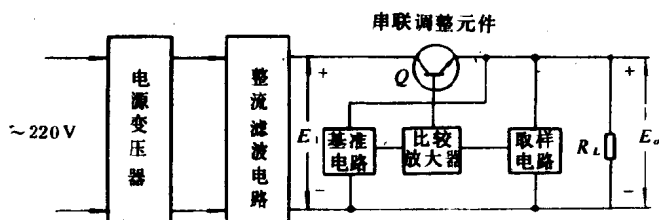


图 1-1 连续调整串联稳压电源方框图

稳压是通过调节晶体管的压降来实现的。因为调整晶体管在放大区工作，而且全部负载电流 I_o 都通过调整晶体管，所以它的管压降就大，功耗也较大，其功耗为

$$P = U_{ce} \cdot I_o$$

由于调整晶体管功耗大，造成了机内的温升高，可靠性变差。特别是当电网负荷轻而电压上升时，多余的电压将全

部降在调整管上，容易导致调整晶体管损坏。从能源的消耗来看，它的效率也很低，一般只在50%左右。

2. 开关稳压电源

串联开关稳压电源基本电路如图 1-2(a)所示。开关晶体管 Q 串联在输入电压 E_i 与输出电压 E_o 之间。当晶体管的基极输入开关脉冲信号，晶体管则被周期性地开关，处在饱和导通和截止两个状态。假定晶体管 Q 为理想开关，饱和导通期间的集电极之间的压降近似为零。输入电压 E_i 经 Q 加至输出端。在晶体管截止期间，输出为零。晶体管经周期性开关后在输出端得到脉冲电压，且经滤波电路可得到其平均直流电压，因此输出电压 E_o 为

$$E_o = E_i \frac{T_c}{T}$$

式中 T_c 为开关导通时间， T 为开关脉冲周期。

串联开关稳压电路，可通过改变开关脉冲的占空比，即开关导通时间 T_c 来控制输出直流电压值。

开关稳压电路方框图如图 1-2(b)所示。由输入的交流电压或负载电流的变化所引起的输出电压的变化，同样可通过取样电路取出其变化量与基准电压作比较，其误差电压通过比较放大器放大，控制（即调制）开关脉冲宽度，达到稳定直流输出电压的目的。脉冲宽度调制电路的功能是对开关脉冲宽度进行调制，即用误差电压作为调制信号，使开关脉冲宽度受误差电压控制。

由于开关稳压电源的晶体管工作在开关状态，截止期间，晶体管无电流，因此不消耗功率。而导通时，晶体管的功耗为饱和压降乘以电流。电路的功耗很小，效率高，机内温升也

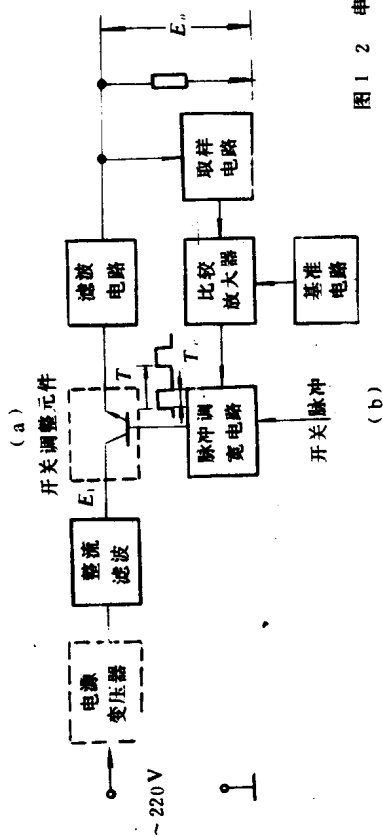
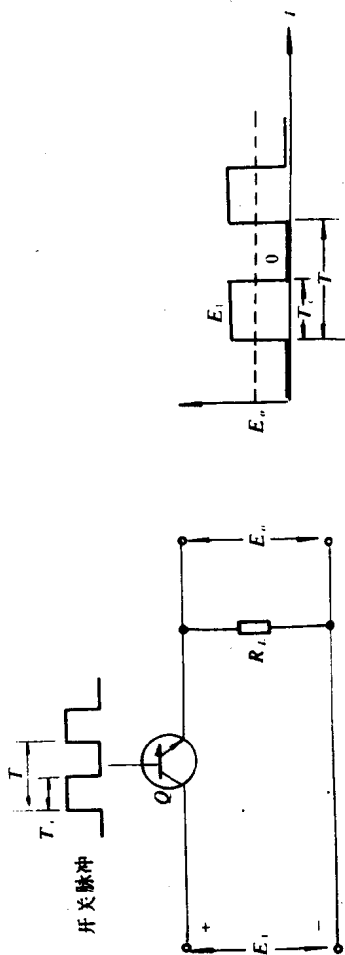


图 1 2 串联开关稳压电源方框图

低。所以开关稳压电源比连续调整串联稳压电源有明显的优越性。

开关稳压电源通常可省去电源变压器（为了避免与铁氧体脉冲变压器混淆，电源变压器又称为工频变压器）。电网输入的220V交流电压，可直接进行整流滤波，也即图中的虚线方框可省去。从而使电源电路的效率得到提高，体积缩小，重量减轻。

二、开关稳压电源的优越性

开关稳压电源在电路结构形式上作了改进，使电视机中的电源部分具有小型化，轻量化，效率高等很多优点。

效率高 开关稳压电源的调整晶体管工作在开关状态，因此开关晶体管功率损耗很小，效率可大大提高，其效率通常可达到80-90%左右。

体积小、重量轻 开关稳压电源可将电网输入的交流电压直接整流，这样就可去掉笨重的电源（工频）变压器，节省了大量漆包线和硅钢片，使电源的体积大大缩小，其重量约为原来的五分之一。

稳压范围宽 开关稳压电源当输入的交流电压在150V-250V范围内变化时，都能达到良好的稳压，输出电压的变化在2%以下。而且在输入电压发生变化时，始终能保持稳压电路的高效率。因此开关稳压电源适用于电网电压波动很大的地区，即使在电网电压很低时仍能保证电视机正常收看，而且，电网电压升高时，稳压电路也不会产生故障。

安全可靠 开关稳压电路中，具有自动保护电路。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，保护功能灵敏可靠。

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其开关信号,由于开关频率高,滤波电容的容量可大大减小。

功耗小 由于晶体管工作在开关状态,功率消耗小,不需要采用大散热器。此外,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,有利于提高电视机的可靠性与稳定性。

开关稳压电源虽然有人们公认的上述优点,但它还存在一些问题,如控制电路比较复杂,频率较高的开关脉冲容易对图象造成干扰等。近年来,涌现出了不少彩色电视机的新颖电路,其中包括各种类型的开关稳压电源。这些开关稳压电源,具有效率高、性能优良、开关干扰小等特点,尤其是控制电路部分已集成化,使开关稳压电源的元器件数量大幅度地减少,可靠性得到了进一步提高。

三、开关稳压电源的种类

开关稳压电源的技术发展非常迅速,国内外制造的各种电视机中,所用的电路结构有很多形式。下面对电视机中常用的开关稳压电路作简单分类:

1. 按开关晶体管的连接方式分类

串联型开关稳压电源 如图 1-2 所示,开关晶体管串联在输入电压 E_i 与输出负载之间。正常工作时,可从行扫描输出电路取出行频开关脉冲,经放大整形、驱动开关晶体管,在开关脉冲作用下,使开关晶体管周期性地闭合与断开。

串联开关稳压电源输出的直流电压值决定于开关晶体管的导通时间 T ,电路的稳压则是依靠对开关脉冲的宽度调制。当输出直流电压由于某种原因而导致升高时,通过取样电路

与基准电压比较，经比较放大器放大后的输出误差电压，去控制脉冲宽度调制电路，使开关脉冲宽度变窄，进而使开关晶体管导通时间减小，结果又使输出电压减小，补偿了原来的输出电压的变化，获得了稳定输出直流电压 E_o 。

串联开关稳压电源属于降压式稳压电路，即输出电压 E_o 比输入电压 E_i 低。

并联开关稳压电源 如图 1-3 所示。开关晶体管 Q 与输入电压及输出负载并联，同样在开关晶体管基极输入开关脉冲，使其周期性地闭合或断开，输出电压为

$$E_o = E_i \frac{T_c + T_o}{T_o} = \frac{E_i}{1 - \frac{T_c}{T}}$$

式中 T_o 为开关晶体管的截止时间。

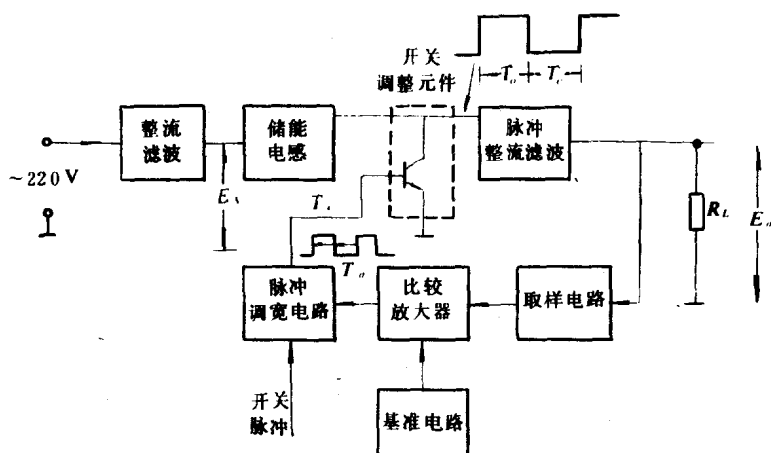


图 1-3 并联开关稳压电源方框图

控制电路与串联开关稳压电源基本相同，晶体管 Q 在开关脉冲的作用下，周期性地处在饱和导通与截止状态，因此在晶体管 Q 的集电极取得大幅度脉冲电压，然后经脉冲整流滤波取得直流输出电压。

电路中的稳压控制也采用脉冲宽度调制方式。当输出电压变化时，通过取样电路将输出电压变化量与基准电压比较，并经比较放大器放大取出误差控制电压，再经脉冲宽度调制电路控制开关脉冲宽度(T_c)来稳定直流输出电压 E_o 。

从以上的输出电压与脉冲宽度 T_c 的关系式中可知，并联开关稳压电源属于升压式电路，即输出电压 E_o 比输入电压 E_i 高， E_o 与 E_i 的关系决定于开关晶体管 Q 的导通时间 T_c 。

脉冲变压器耦合开关稳压电源 如图 1-4 所示。开关晶体管 Q 与脉冲变压器初级并接在输入端，晶体管 Q 在开关脉冲控制下周期性地导通与截止，因此在集电极取得脉冲电压，经脉冲变压器耦合，在次级可得到相应的脉冲电压，然后经整流滤波获得直流输出电压 E_o 。

稳压控制电路也包括取样电路、基准电压电路、比较放大

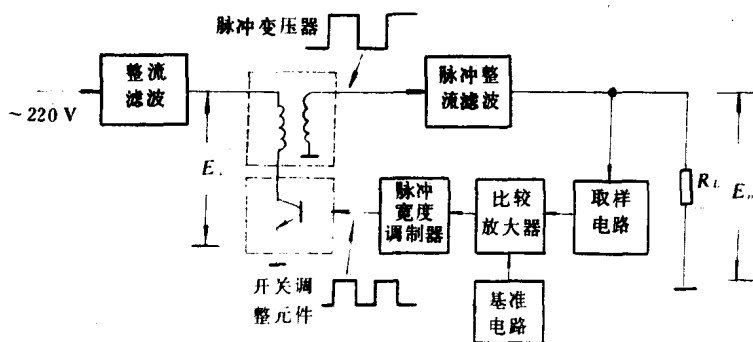


图 1-4 脉冲变压器耦合开关稳压电源方框图

器、脉冲宽度调制电路等部分,稳压控制过程与前面所述相同。

脉冲变压器耦合的开关稳压电源,是通过改变脉冲变压器初次级的匝数比来达到升压或降压的目的。同时,可采用多组次级绕组以获得多档不同值的直流输出电压,使用较灵活方便。

2.按开关稳压电源启动方式分类

按开关稳压电源启动方式不同,可分为自激形式开关稳压电源与他激形式开关稳压电源。

他激式开关稳压电源 这种电源电路必须附加一个振荡器,振荡器产生的开关脉冲,用来开关电源中的开关晶体管,使电路工作并有直流电压输出。振荡器可以是多谐振荡器或其他电路。振荡器可为启动式的,即仅在开机时工作一段时间,当电视机正常工作后,可由行扫描输出电路提供的行频脉冲作为开关信号。这时振荡器可以停止振荡,所以振荡器只是在开机时工作,以启动开关稳压电源电路进入工作状态。

自激式开关稳压电源 在自激式开关稳压电源中,由电源电路中的开关晶体管和脉冲变压器构成的正反馈环路,来完成自激振荡,使开关稳压电源有直流电压输出。电路类似间隙振荡器。当电视机正常工作时,自激振荡器的振荡频率由行输出电路馈来的行频脉冲触发同步。它与他激式电路相比,解决了开关电源电路独立工作的问题,即使在行扫描电路发生故障时,电源电路仍能自激振荡,且有直流电压输出,方便了电视机的维修与调整。

3.按稳压控制方式分类

开关稳压电路的输出电压与开关晶体管的导通时间有关,即决定于开关脉冲的占空比,其稳压控制方式有脉冲调宽和调频两种。

脉冲宽度调制方式 开关稳压电路的输出直流电压正比于开关晶体管的导通时间 T_c ，而反比于开关脉冲的重复周期 T 。在电视机中，经常采用频率（周期）固定的形式，即开关脉冲频率由行频锁定。稳压电路则是通过改变开关脉冲宽度 T_c 来控制输出电压使之稳定，常称为脉冲宽度调制。

频率调制方式 在由频率调制的开关稳压电路中，开关脉冲频率不与行频同步。因开关稳压电源输出电压反比于开关脉冲的周期 T ，当输出电压变化时，可通过取样比较，将误差值放大后去控制开关脉冲周期（即频率），使输出电压达到稳定。

4. 按输出直流电压值的大小分类

按输出直流电压值的大小，开关稳压电源可分为升压式、降压式开关稳压电源，也可分为高压开关稳压电源和低压开关稳压电源。

5. 按开关晶体管的连接方式分类

按开关晶体管的连接方式分类，开关稳压电源可分为单端式、推挽式、半桥式和全桥式四种。单端式仅用一个开关晶体管，推挽式或半桥式采用两个开关晶体管，全桥式则采用四个开关晶体管。目前电视机开关稳压电源常采用单端式。

第二节 开关电路的基本工作原理

开关电路是开关稳压电源的主要部分，以下分别叙述各种形式开关电路的基本工作原理。

一、串联开关电源基本电路

1. 串联开关电路

图1-5为串联开关电源基本电路，电路中的 Q 为开关元

件,二极管为续流二极管,电感 L 为储能元件, C 为滤波电容, R_L 为负载电阻。

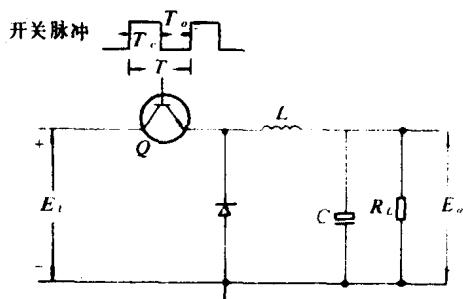


图 1-5 串联开关电路

开关晶体管 Q 串联在输入电压与负载 R_L 之间。在晶体管的基极输入开关脉冲信号,则晶体管 Q 被周期性地开关而处于饱和导通和截止状态。

二极管 D 类似于行输出电路中的阻尼二极管,与开关晶体管处在相反的工作状态。在开关晶体管 Q 导通时, D 则截止;而开关晶体管 Q 截止时,二极管 D 导通,从而使负载电路中有连续的电流流通,故称为续流二极管。二极管 D 不仅提高了电路工作效率,同时改善了输出直流电压中的纹波。在讨论电路工作过程时,假定了开关晶体管 Q 与二极管 D 为理想开关元件。

开关晶体管 Q 的基极输入脉冲为正极性。这时,开关晶体管 Q 为饱和导通,假定此时 Q 的集-射极之间压降近似为零,输入电压 E_i 加至续流二极管的负极,所以二极管 D 截止,等效电路如图 1-6(a)所示。

输入电压 E_i 经 Q, L, C, R_L 形成回路,回路电流经 L 向电容 C 充电,并向负载供电,电感中的电流 I_L 基本上是线性上升

的。电感与电容类似，可作为储能元件。电容是以电能形式储能，当电荷流入使电容两端的电压上升即储存电能，能量表示式为 $\frac{1}{2}CU^2$ 。而电感是以磁能形式储能的。当电感 L 中通过电流后，使它的磁通增加，其能量表示式为 $\frac{1}{2}LI^2$ 。因此，随着电感中电流的上升，它储存的能量就更多。此时在电感 L 两端产生的感应电压为

$$U_L = L \frac{dI_L}{dt}$$

感应电压 U_L 的极性如图所示为左正右负，即感应电压极性是阻止电流的变化的。

开关晶体管基极输入负脉冲 这时， Q 截止。电感中的电流不能跃变，则在电感上所产生的感应电压的极性为左负右正，等效电路如图 1-6(b)所示。电感上的感应电压可使

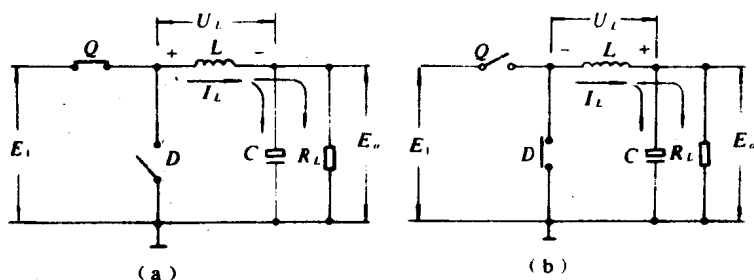


图 1-6 串联开关电路工作时的等效电路

二极管 D 导通，储存在电感 L 中的能量则通过二极管继续向电容充电，同时也供给负载电流，即将电感中的磁能转换为电容的电能或向负载释放。二极管 D 的作用是当晶体管截止时，使电感 L 中的能量通过其继续释放，维持了负载电流的连续性。这里，电感 L 与电容 C 组成了良好的滤波电路，滤去输出

直流电压中的开关脉冲频率的纹波及其谐波。

决定输出电压 E_o 值的因素 开关脉冲为正时,开关晶体管 Q 饱和导通,输入未稳定的直流电压 E_i 加到电感 L 上,电感中的电流 I_L 线性上升,则感应电压为

$$U_L = L \frac{dI_L}{dt}$$

这里感应电压极性,已从物理概念上说明,所以式中未加负号。

假定在电路处于平衡稳定状态时电容 C 上已有直流输出电压 E_o ,则

$$U_L = (E_i - E_o) = L \frac{\Delta I_{L1}}{T_c}$$

式中 ΔI_{L1} 为电感中电流增加量, T_c 为开关晶体管 Q 的导通时间。因此,导通时间 T_c 内电感中电流上升量为

$$\Delta I_{L1} = \frac{(E_i - E_o)}{L} T_c$$

当开关晶体管截止时,电感上感应电压极性相反,二极管 D 导通。电感中的电流通过二极管 D 向电容与负载流动,这时 $U_L = E_o$ 。电感中电流减少量为

$$\Delta I_{L2} = \frac{E_o}{L} T_o$$

式中 T_o 为(晶体管 Q 截止而)二极管 D 的导通时间。

在平衡状态,开关晶体管导通期间内,电感中的电流增加量为 ΔI_{L1} 。开关晶体管截止而 D 导通期间内,电感中电流减少量为 ΔI_{L2} 。在每一个开关周期中电感的电流增加量应等于电流减少量,即达到平衡,此时