

# GP02 开关电源的电路分析

GP02 开关电源属于自激间歇振荡电源，该电源采用三肯公司生产的开关电源专用集成电路 STR - X6759N 和 STR-V152。该系列集成电路组成的开关电源具有电源电压适应范围宽，能在 150V~260V 交流电压范围内正常工作。输出功率大，可提供 150W 以上的功率。该开关电源设计有过流、过热、过压保护电路，一旦开关电源稳压电路中的取样放大电路出故障，造成输出电压过高，或负载过重导致开关电源过流，设计在集成块内部的过压、过流保护电路便会立即启动进入保护状态，使开关电源停止工作，有效避免故障范围扩大。

根据电路结构和作用，该开关电源可分为进线滤波和整流滤波电路、主开关电源电路、副开关电源电路三大部分。

## 1. 进线滤波和整流滤波电路

长虹 GP02 开关电源采用三级进线滤波器。第一级进线滤波器由 L801、C860、C861、C862，组成。交流 220V 电压经延迟保险丝 FU801 加在第一级进线滤波器上。在第一级进线滤波器中，L801 的作用是对电网中的对称性干扰进行滤波。由于 L801 两个绕组方向相同，流入两个绕组的电流方向始终相反，故由市电进入的对称干扰产生的磁场方向始终相反，互相抵消。对于非对称干扰，则由接在 L801 两端的电容 C860、C861、C862 与 L801 组成的两个  $\pi$  型低通滤波器进行滤除。

220V 交流电经第一级进线滤波器滤除通过电网串入的对称性和非对称性干扰后，再进入由 C863、C8864、L802 组成的第二级进线滤波器进行滤波。第二级进线滤波器的电路结构与第一级完全相同。第三极滤波由 T804、T805 组成。GP0 开关电源设计多级进线滤波器的目的是增强开关电源的抗干扰能力，提高电视机的电磁兼容性。

在进线滤波器中，C860、C861 串联后，中点接在冷地上，目的是使电视机开关电源第一级进线滤波器的高频地电位与整机冷地高频地电位相等，防止电视机中的高频脉冲信号通过接地回路对电视机本身造成干扰。

进线滤波电路中的 RP801 为压敏电阻，其特性是当加在电阻两端的电压高到一定程度时，电阻就会击穿短路，电阻击穿短路后，接在电阻前面的保险丝 FU801 就会熔断，从而有效避免市电过高导致开关电源过压损坏。所以，在电路中，通常将 RP801 称之为过压保护电阻。

从电路结构上看，进线滤波器的第一、二级接在保险丝 FU801 的后面，桥式整流滤波电路中的前面。220V 交流电通过保险丝 FU801、第一、二级进线滤波器输往桥式整流滤波电路。因此，进线滤波器出故障，应当有三种故障表现形式：

一是电视屏幕上出现高频干扰；二是电视机在使用过程中，对其它电器设备造成干扰；三是造成电源保险丝 FU801 熔断。所以，检修 GP02 开关电源故障时，只有出现 FU801 熔断故障，才对进线滤波电路进行检查。

桥式整流滤波电路由 BD801、C800 等元件组成。桥式整流滤波电路的作用是对交流 220V 电压进行整流滤波。在图 1 所示电路中，电源开关一旦接通，交流 220V 电压经进线滤波器处理后，直接加到由 BD801 组成的桥式整流电路上，由桥式整流电路进行整流，C800 滤波得到约 296V 左右的直流电压，然后分成两路，一路经 T801(1)-(3)绕组和 T802(1)-(3)绕组加到 IC801 的(1)脚，作为 IC801 内部开关管的工作电压；另一路经 T806(1)-(3)绕组加在 IC800(1)脚，作为 IC800 内部开关管的工作电压。

## 2. 副开关电源电路

副开关电源主要由 IC800、T806、IC805、IC808、Q804 等元件组成。该部分电路的作用是为整机提供+5V 直流工作电压。

IC800 的(1)脚为内部开关管的“D”极，(3)脚为过流保护检测端，(4)脚为电源端，(6)脚为过载保护和稳压信号输入端，(8)脚为启动电压。副开关电源的振荡电路完全由 IC800 内部相关电路组成。电源开关接通后，整流滤波电路产生的 296V 左右直流电压经 D808 加到 IC800 的(8)脚，经集成块内部二次稳压后作为振荡电路的启动电压，振荡电路得电后开始振荡，振荡电路产生的振荡脉冲信号经集成块内部相关电路(门限电路、驱动器等)处理后，直接输往开关管的控制极。

集成块 IC800 内部的开关管为脉冲放大管，其作用是对驱动器输来的脉冲信号进行放大。开关管的漏极电压由交流 220V 整流滤波电路提供。

开关管在驱动电路输出的脉冲信号作用下，进入开关工作状态，在漏极和源极之间形成变化电流。该变化电流流过开关变压器 T806 的(1)-(3)绕组，在 T806(1)-(3)绕组中产生周期性的变化磁场，此变化磁场通过变压器 T801 的互感作用，在开关变压器的次级产生感应电压，次级产生的感应电压经接在开关变压器次级的整流滤波电路 D815、C823、C825、C837 整流滤波后，形成+5V 整机所需要的+5V 直流电压。

开关电源振荡电路由开始振荡进入稳定振荡状态后，以 IC805、IC808 为主组成的稳压电路启动进入工作状态，对由整流滤波电路 D815、C823、C825、C837 整流滤波后形成的+5V 直流电压进行稳压。

D817、C813 组成的整流滤波电路对 T806(4)-(6)绕组输出的脉冲电压进行整流滤波，得到约 20V 左右的直流电压。该电压分为两路，一路直接加到 IC800 的(4)脚，作为 IC800 稳定工作时的供电电压；另一路经 D819、R817A 送往 Q801 的发射极，既作为 IC801 进入工作状态的启动电压，又作为 Q801 两路供电电压中的一路。

副开关电源的稳压电路由集成块 IC800 内部相关电路和 IC 808、IC805 等元件组成。IC805 为取样放大专用组件，该组件等效于一个接有固定偏置的单管取样放大电路；IC 808 为光耦合器。在开关电源中，使用光耦合器能将开关电源的热地和信号处理及行场扫描电路中的冷地进行隔离。

稳压电路的稳压过程如下：当由于某种原因引起开关电源输出电压升高时，取样组件 IC805(1)脚电压和光耦合器 IC 808 初级二极管正端电压将同步上升，IC805(1)脚电压上升后，通过 IC805 内部电路的作用，使 IC805(2)脚电压下降，也意为着 IC808 初级二极管的负极电压下降。此时，光耦合器 IC808 导通增强，由光耦合器输往集成块 IC800(6)脚的电流增加，(6)脚输入电流的增加量通过集成块 IC800 内部比较放大电路处理后，形成控制电压加在振荡电路上，对决定振荡脉冲频率的 RC 时间常数的充放电时间进行控制，使振荡电路产生的振荡脉冲频率降低，开关管导通时间缩短，开关电源的输出电压下降恢复到正常值。

开关电源输出电压下降时，取样组件 IC805 的(2)脚电压和光耦合器初级二极管正端电压将同步下降，IC805 的(2)脚电压上升，此时，光耦合器导通减弱，由光耦合器次级注入集成块 IC800(5)脚的电流减少，(5)脚注入电流减少后，经集成块内部电路的作用，使振荡电路的振荡脉冲频率升高，开关管导通时间延长，开关电源输出电压上升达到正常值。

待机控制电路由 Q804、IC804、Q801 组成。本开关电源中的待机控制电路仅对主开关电源工作状态进行控制。在电视机工作在待机状态时，使主开关电源停止工作。待机控制电路中的 IC804、R809 组成 Q801 的基极偏置电路。电视机工作在待机状态时，液晶电视主信号电路板中的控制系统电路输出的“POWER”控制电压为低电平“0V”，Q804 截止，光耦合器 IC804 截止，此时，Q801 基极因无电流而处于截止状态，主开关电源中 IC801 无工作电压停止工作。用遥控器或本机二次开机键开机，电视机由待机状态转为正常工作后，主信号处理板输出的“POWER”端电压由低电平变为高电平(约 4.8V)，Q804 饱和导通，IC804 导通。IC804 导通后，次级极间电阻成为 Q801 基极的偏置电阻，Q801 因基极得到正常偏置电压启动进入工作状态。

### 3. 主开关电源电路

主开关电源主要由 IC801、T801、T802、IC807、IC803、Q801 等元件组成。该部分电路的作用是为整机提供+12V、+24V 直流工作电压。

IC801 为主开关电源的核心电路，集成块内置振荡、驱动放大、比较器、过流、过压、过热保护等电路。IC801(1)脚为内接开关管的“D”极，(2)脚为内接开关管的源极/地，(4)脚为电源端，(5)脚为软启动/过载检测，(6)脚为稳压控制输入，(7)脚为过流保护检测端。

开关电源的振荡电路完全由 IC801 内部相关电路组成。用遥控器或本机键开机，副电源中的 Q804、IC804 饱和导通，Q801 因基极获得正常偏置电压启动进入工作状态，副电源中 D817 负端输出的 20.85V 电压经 D819、R817A、Q801 加到 IC801 的 (4) 脚，当 (4) 脚电压达到 18V 以上时，集成块内部振荡电路开始振荡，振荡电路产生的振荡脉冲信号经集成块内部门限电路、驱动器等处理后，直接输往开关管的控制极。

开关管在驱动电路送来的脉冲信号作用下进入开关工作状态，在漏极和源极之间形成变化电流。该变化电流流过开关变压器 T801 和 T802 的 (1)-(3) 绕组，在 (1)-(3) 绕组中产生周期性的变化磁场，此变化磁场通过变压器 T801、T802 的互感作用，在开关变压器的次级产生感应电压，次级产生的感应电压经接在开关变压器次级的整流滤波电路 D811、D812、C810、C812、D840、D841、C819 C811、C821 整流滤波后，形成压路机所需要的 +12V、+24V 直流电压。

开关电源振荡电路由开始振荡进入稳定振荡状态后，以 IC807、IC803 为主组成的稳压电路启动进入工作状态，对由整流滤波电路形成的 +12V、+24V 电压进行稳压。

D807、C805 组成的整流滤波电路对 T801 和 T802 (4)-(6) 绕组输出的脉冲电压进行整流滤波，得到约 20V 左右的直流电压加在 Q801 的发射极，作为 Q801 的工作电压。Q801 组成的电路为单管稳压电路，该稳压电路的供电采用双电源供电，目的有两个，一是降低电源的内阻。二是增大单管稳压电路的注入电流，保证主开关电源振荡电路稳定工作时获得足够的电流。

主开关电源的稳压电路由集成块 IC801 内部相关电路和 IC 807、IC803 等元件组成。IC807 为取样放大专用组件，IC803 为光耦合器。稳压电路的稳压过程如下：当由于某种原因引起开关电源输出电压升高时，取样组件 IC807 (1) 脚电压和光耦合器 IC 803 初级二极管正端电压将同步上升，IC807 (1) 脚电压上升后，通过 IC807 内部电路的作用，使 IC807 (2) 脚电压下降，光耦合器 IC803 导通增强，由光耦合器输往集成块 IC801 (6) 脚的电流增加，(6) 脚输入电流的增加量通过集成块 IC801 内部比较放大电路处理后，形成控制电压加在振荡电路上，对决定振荡脉冲频率的 RC 时间常数的充放电时间进行控制，使振荡电路产生的振荡脉冲频率降低，开关管导通时间缩短，开关电源的输出电压下降恢复到正常值。

开关电源输出电压下降时，取样组件 IC807 的 (2) 脚电压和光耦合器初级二极管正端电压将同步下降，IC807 的 (2) 脚电压上升，此时，光耦合器导通减弱，由光耦合器次级注入集成块 IC801 (6) 脚的电流减少，(6) 脚注入电流减少后，经集成块内部电路的作用，使振荡电路的振荡脉冲频率升高，开关管导通时间延长，开关电源输出电压上升达到正常值。

开关电源中的 D805、R807A、D806、C803、R802A 组成的电路，既为 IC801 (7) 脚提供 0.75V 的固定偏置电压。又组成 IC801 内部开关管的导通延迟电路。

D805、D804、D802、R804A、C801、R807A、R805A、R802A 与集成块内部相关电路组成过流保护电路。该电源的过流保护采用负电压检测型，过流保护门坎电平为 $-0.95\text{V}$ 。D805、R807A、D806、C803、R802A 组成的电路，既为 IC801(7) 脚提供  $0.75\text{V}$  的固定偏置电压。又组成 IC801 内部开关管的导通延迟电路。

T801 和 T802(4)-(6) 绕组输出的脉冲电压，R802A、R804A、C801 组成电源输出端负载出现短路，或整流滤波电路有元件击穿导致电源输出电流过大时，电源输出端电压

从对开关电源稳压电路和待机控制电路的分析，可以得出如下结论：

待机控制电路是开关电源中的辅助电路，稳压电路才是开关电源中的主要电路。待机控制电路是为了改变电源工作状态设计的，待机控制电路对相关电路的控制结果是促使开关电源工作在待机状态时，输出电压下降；稳压电路则是为了保证开关电源有稳定的输出电压设计的。稳压电路和待机控制电路不仅在开关电源中所发挥的作用正好相反，而且工作状态也是相反的。待机控制电路工作时，稳压电路不工作；稳压电路工作时，待机控制电路不工作。稳压电路和待机控制电路在开关电源中的这种特性，决定了两种电路处于不同工作状态或出故障时，对开关电源输出电压的影响。

就其工作状态来讲，待机控制电路 VQ822、VQ832 只工作在两种状态：饱和导通状态和截止状态。工作在饱和导通状态时，开关电源的输出电压下降；工作在截止状态时，开关电源输出电压转到正常值。所以，在开关电源中，待机控制电路出故障，只会造成开关电源输出电压低于正常值，而不会出现输出电压高故障。因此，在检修开关电源输出电压低故障时，判定待机控制电路是否存在故障的有效方法是将待机控制电路从电路中断开，若断开待机控制电路后，开关电源输出电压恢复到正常值，则可判定开关电源输出电压低故障在待机控制电路。检修待机控制电路时，应当只对 VQ832、VQ22、VD836 组成的电路进行检查就可以了。

稳压电路的作用既然是对开关电源输出电压的高低进行调整，最终保证开关电源输出电压不变。因此，对开关电源而言，稳压电路出故障，应当有两类故障现象：一是开关电源输出电压高，二是输出电压低。在开关电源输出电压高故障中，又有不同的故障表现形式。归纳起来，又有如下几种故障现象：(1) 开关电源有稳定的、高于正常值的电压输出；(2) 开关电源只在开机瞬间有大大高于正常值的电压输出，其输出电压很快降为“0”；(3) 开关电源工作在待机状态时，有比待机时正常电压高的电压输出，在由待机状态转为正常工作状态后，输出电压正常；(4) 开关电源工作在待机时，输出电压正常，在由待机状态转入正常工作状态后，输出电压高于正常值。

在输出电压高的四种故障现象中，第一、二种故障现象的故障范围应当在稳压电路和待机控制电路中的公共通道电路。稳压电路和待机控制电路的公共通道

电路由 NQ838、NQ821 组成，因此，在检修开关电源有稳定的、高于正常值的电压输出和开机瞬间有较高电压输出，但很快降为“0”故障时，检查范围应当局限于 NQ838 周边电路和 NQ821。提出上述观点的理由是：在开关电源中，在 NQ838 周边电路和 NQ821 正常情况下，只有待机控制电路和稳压电路中的取样组件同时损坏的情况下，才会出现开关电源有稳定的、高于正常值的电压输出和开机瞬间有较高电压输出，并很快降为“0”故障。而实际上，电视机开关电源中待机控制电路和稳压电路中的取样组件电路同时损坏的概率很小，在同一电路中几乎不可能，这就说明第一、二种故障现象的故障范围在 NQ838 周边电路和 NQ821。

在开关电源输出电压高的第三种故障现象中，开关电源由待机状态转到正常工作状态后，输出电压正常，说明开关电源中的稳压电路不存在故障，由此进一步说明 NQ838 周边电路和 NQ821 是正常的，这就很清楚的说明，造成第三种故障的原因是待机控制电路存在故障，检修时，只要对由 VQ833、VD836 组成的待机控制电路进行检查就行了。

对于开关电源输出电压高的第四种故障，应当说其故障表现形式与第三种故障表现形式有相似之处。由于开关电源工作在待机状态时，输出电压正常，这就说明，待机控制电路和由 NQ821、NQ838 组成的电路不存在故障，在稳压电路中，如果待机控制电路和由 NQ821、NQ838 组成的电路不存在故障，其故障就只能在稳压电路中的取样组件电路了，所以，检修第四种故障时，仅对稳压电路中的取样组件 NQ833 进行检查就行了。

稳压电路和待机控制电路出故障造成的第二类故障在此不做过多的赘述。