

开关稳压电源启动电路的实践和分析

许昌继电器研究所 陈尚忠

开关稳压电源通常由控制电路，驱动电路，变换器电路及整流输出电路等部分组成，而控制和驱动电路一般又是由本电源的输出反馈供电的，因此在输出电压未建立起来以前，应该由一个启动电路来暂时代替电源反馈供电的职能。一旦启动成功，即建立闭环运行的条件满足时，就可以断开启动电路。

这种启动时使用的辅助电压一般认为有以下几种选择。（1）采用50周小型电源变压器。这种方法只局限于采用50周工频电源供电的开关电源，在继电保护设备中用直流电压供电的开关电源不能用此法作为供启动的辅助电源。（2）由直流高压连接小型变换器电源。（3）在高频脉冲输出变压器上附加一个绕组，耦合出一部分高频脉冲，再经整流、滤波、稳压得到。（4）采用由直流高压经电阻降压和稳压管稳压的方法。

电力系统继电保护设备都是以直流220V或110V供给的，因此第一种方案是不可取的，第二种方案由图1所示。

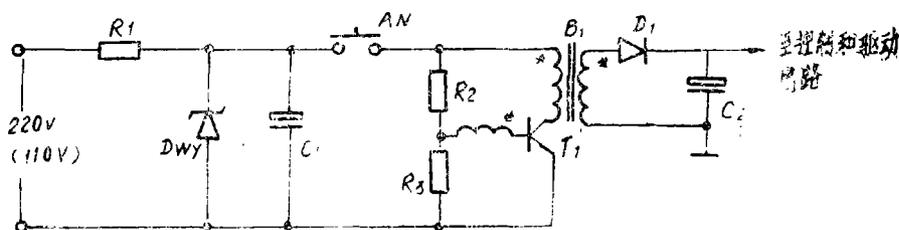


图1

当电路和电网接通时，220V交流电压经 R_1 对 C_1 充电，达到 Dwy 所能稳压的电压值。

当AN按下时，使由 R_2 、 R_3 、 T_1 和 B_1 组成的自激变换器工作，其次级线圈经整流滤波，输出所需直流启动电压，供给控制电路和驱动电路。在这个电路中， R_1 和 C_1 的选取要考虑到：在启动完成之后， R_1 和稳压管 Dwy 始终接在高压直流回路中， R_1 只能根据 Dwy 的限定电流选取。 R_1 选小了会增大损耗和发热。开关电源输出电压的建立需要一定的时间，控制电路和驱动电路要消耗一定的功率。如果要依靠电容器 C_1 的储能来完成启动功能， C_1 的容量要选得很大，（应在实验中确定）AN复位之后，晶体管 T_1 停止工作，控制电路和驱动电路由输出电压反馈供电。

这一方案， C_1 的容量需选得很大，而且需要单独设计小型变换器电路，使整个电源电路复杂化，即使 T_1 采用中功率晶体管，它的启动能力也十分有限。

第三种方案为辅助电源的方式，即在高频脉冲输出变压器上附加一个绕组，经整流、滤波、稳压后作为辅助电源，供给控制和驱动电路。这种辅助电源也有个启动问题。通常在直流输入开关和高压滤波电容之前串入一个扼流圈，并在扼流圈上附加一个启动绕组。电路如图 2 所示。

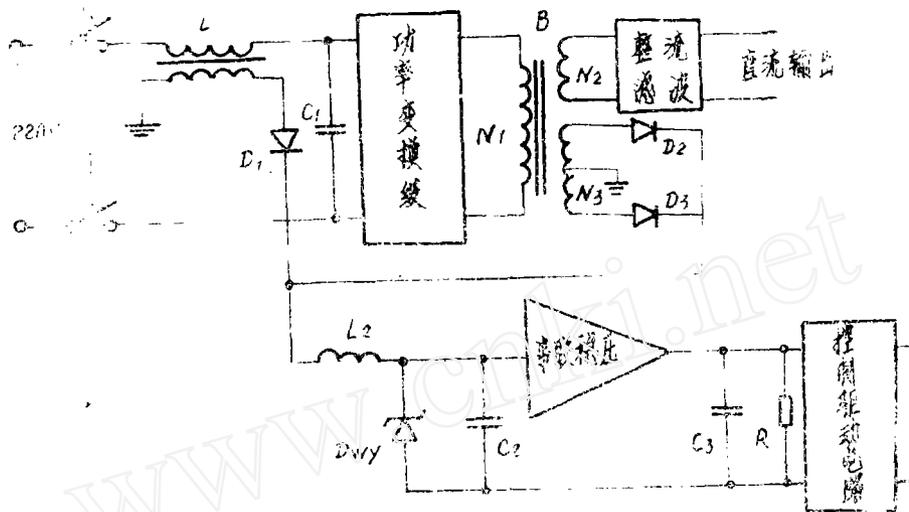


图 2

当开关K闭合时，高压滤波电容 C_1 上的充电电流很大，在扼流圈 L_1 上会产生一定的电动势。付边耦合出来的电动势，经整流后送至辅助电源部分并产生输出。这种电路也显得颇为复杂，而且启动能力也十分有限，特别在有载启动时更困难。并且波动较大，还需要 L_2 、 D_{wy} 滤波、限幅等措施，以避免大脉冲信号影响后面电路的工作。

这个电路，反馈绕组的加入使高频输出变压器的制作工艺难度增加，而且又加了一级串联稳压，使整个电路更加复杂化。

第四个方案是采用直流高压直接经电阻降压和稳压管稳压之后作为控制和驱动电路的启动电压源。有人认为，此方案实际上并不可行，因为它的降压电阻上的热损耗实在太。并且和高压部分没有隔离作用。实用中只要克服了上述二个缺点，其优点是极其明显的。首先，这一方案电路比较简单，而且便于调整启动能力，便于控制启动所需要的时间要求等。

电路如图 3 所示。采用按键启动，AJ 选用三转换按键，图示按键处于复归状态，（AJ 为非自锁式按键），在启动时，首先闭合开关K。当AJ 往下按时 R_1 、 R_2 成为并联，给控制和驱动电路供电。AJ 复位便完成了启动， R_1 继而断开。 R_2 根据稳压管 D_{wy} 的最小稳定电流选取，所以在电源正常运行时 R_2 上的热损耗比较小。 R_1 根据控制及驱动电路工作电流的大小决定，也就是说，控制电路和驱动电路的工作电流主要经 R_1 提供， R_2 只是提供 D_{wy} 稳压所需要的最小稳定电流，调整 R_1 的数值即可改变其启动能力， R_1 所能提供的电流和控制，驱动电路所需要的电流之间的差值由 D_{wy} 调节。当然， R_1 所能

提供的电流应稍大于后边电路所需要的电流。在此电路中， C_2 的容量也可以选得比较小。在启动完成之后， R_1 是悬空的，它不损耗功率，因此解决了热损耗过大的问题。AJ既实现了启动功能，在启动完成并复归后又起到了和电网或高压侧的隔离作用。

我们知道开关稳压电源输出电压的建立是需要一定的时间的，控制AJ在启动时的维持时间即能满足启动时间的要求。

图中D构成输出电压的反馈供电回路，并避免在启动时，电源的输出负载 R_L 通过 R_1, R_2 吸取直流高压侧的电流。影响正常启动，而且使 R_1 的选取与负载 R_L 大小无关。

上述方案采用了手启动的方式。但是电力系统继电保护设备往往要求在停电后，重新恢复供电时，能够实现自启动，以便及时执行继电保护功能。为了满足这个要求，只要把启动按键改为继电器即可。自启动继电器接在电源的输出端。电路如图4所示。

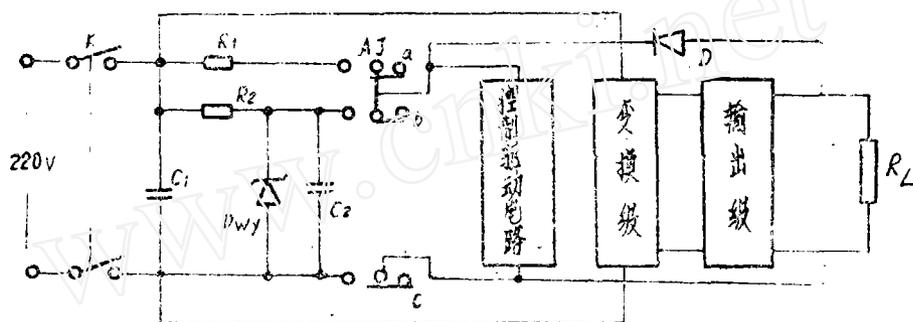


图 3

需要指出的是，一般开关稳压电源都实现软启动，即输出电压建立是呈电容充电上升曲线的，需要一定的时间。这样，第一，可以避免对电源所带负载的冲击，免除启动过电压危及元器件的安全。第二，有利于实现启动。

关于启动时间的控制，如图1和图3方案启动时间是由操作人员控制按钮AN或按键AJ的维持时间而定的。

本方案则采用启动继电器动作延时电路以保证启动时间的要求。当开关K闭合时，直流高压经 R_1, R_2 两条支路给控制驱动电路供电，在输出电压的建立过程中， C_3 经 R_4 被充电，当 C_3 上的电位被充到一定值之后，BG导通，即继电器J经过延时吸合，并经继电器J的动断触点 J_1, J_2, J_3 切断与直流高压侧的连接，起到了与高压侧的隔离作用。同时 R_1 支路也被切断，在启动完成后，使启动电路的损耗保持在最低水平。

如果启动继电器不加延时电路，会产生什么现象呢？首先，由于实现了软启动，输出电压的建立是逐渐上升的，而不是突然上升的，故需要一定的时间。其二，各台启动继电器的灵敏度都不一样，而且动作电压一般远小于额定工作电压。第三，由于外电压的建立需要一定的时间，为了可靠地、稳定地建立输出电压。启动时间必须稍长于输出电压建立所需要之时间。由此可见，如果自启动继电器的吸合不加以延时的话，则势必会造成在输出电压尚未达到额定输出值之前，继电器就会吸合，从而自己切断启动电路。而输出电压又没有完全建立，继电器又将释放，又重新接通启动电路，因此会出现重复

启动而总启动不起来的后果。

启动继电器线圈的额定工作电压通常选择在本电源输出电压的二分之一。

设继电器线圈电阻为 R_J ，额定工作电压为 V_H ，晶体管BG的电流放大倍数为 β ，则：

$$\begin{aligned} \text{继电器线圈电流为: } & I_J = V_H/R_J \\ \text{晶体管基极电位: } & V_b = I_J \times R_5 + V_{bc} \\ \text{射极电阻: } & R_5 = V_b/2I_J \\ \text{基极电流: } & I_b \geq I_J/\beta \\ \text{基极电阻: } & R_4 = (V_0 - V_b)/I_b \\ \text{继电器延时吸合时间: } & t = 3R_4 \times C_3 \end{aligned}$$

调整 C_3 的大小即可满足继电器吸合延时所需的时间要求。

稳压管Dwy的稳压值一般选取稍低于输出电压值。 R_3 的串入，为防止在输出电压建立时上升的过程中被Dwy钳位。 R_3 值的选取，应保证在Dwy达到最大稳定电流时， R_3 上端的电位与电源输出电压相等。

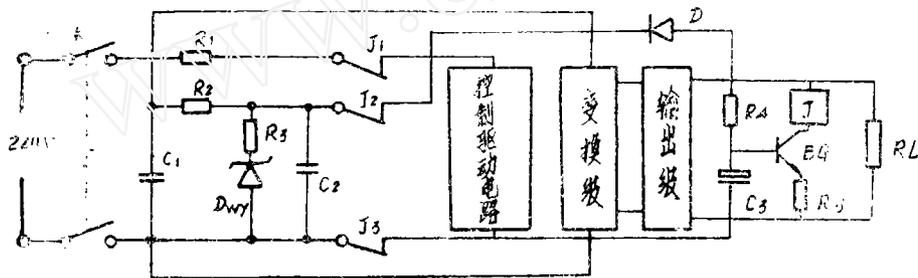


图 4

中国继电器产品检测中心正式成立

根据国务院和机械部有关文件精神，“中国继电器产品检测中心”经过两年多的筹建工作，已于十一月中旬在许昌市正式挂牌成立，新建的三千平方米的测试大楼也即将交付使用。

这个检测中心业务工作由机械部电工局领导，有关认证业务由中国电工产品认证委员会领导，其主要任务是：一、负责本行业申请生产许可证的产品或申请安全与质量认证产品的测试工作。二、接受国务院有关部门和各省、自治区、直辖市的委托，对本行业产品进行测试。三、承担本行业产品全国性质量检查和评比中的测试工作。四、承担本行业科研和新产品开发方面的测试工作，进行新产品鉴定的型式试验和科研成果鉴定试验。五、开展本行业产品测试技术与测试方法的研究工作，根据制订、修订标准的需要，承担有关测试方法及标准的验证。六、对本行业地区性试验站和工厂的产品试验站（室）进行业务指导和负责人员培训工作。（郭冬生报导）