

110千伏及以下变电站可控硅整流操作电源

湖南省变电修试安装公司 贺一非

内 容 提 要

从变电站高压电源进线供电的可控硅整流操作电源，其特点有：

- 1、电源具有完全的独立性，只要高压电源线路有电压，变电站即具备有操作电源。如果是新建变电站，只要电源线路能带电，即可供给施工用电。
- 2、电压稳定度好。当交流电源电压在25—100% U_H 范围变动时，直流输出电压变动 $< \pm 3\%$ 。
- 3、电压可调范围大，特别是对开关进行80—115% U_H 下大电流操作很方便。
- 4、结构简单，占地小，维护工作量少。
- 5、造价低，投产工期短。

(一) 前 言

近二十年来，国内电网110KV及以下变电站的开关操作直流电源，为了节省基建投资和简化维护工作，多数不采用蓄电池组，而以交流整流的直流装置来代替，由于这种整流电源的可靠性受交流电源异常运行影响很大，当交流侧发生短路故障，交流电压降低或消失都会使直流电压随之降低或消失。因此要有一定的辅助设施，常用的有①采用复式整流装置，当交流侧发生故障时，仍有直流输出；②配置一定容量的电容器储能，以便交流故障时短时间放电助动；③采用小型的镍镉碱性蓄电池等，所有这些措施是为保证开关跳闸而采取的，对开关的自动合闸，特别是合闸电流很大的电磁操作机构，一旦交流侧故障，上述措施就明显地存在功能不能满足的问题，而开关带故障合闸，实际是常有的。如线路倒杆混线事故后，开关自动重合闸和手动强送电，或是误带地线合闸等。

事故分析和试验结果证明，使用GKA类型的整流装置操作开关的电磁机构时，如其交流电源直接接自本变电站低压母线，当开关合在短路故障上时，则可能出现喷油或爆炸事故。因为当开关的动触头尚未接触到静触头前如已出现预放电，故障电流的电磁力和预放电电流热分解绝缘油的气体压力，使开关增大拒合力，同时操作电源电压降低

甚至到零，这时电磁机构失去励磁，使动触头离开，至离开一定距离后电弧熄灭，故障断开，交流电压回升，直流电压也随即恢复，电磁机构又使动触头前进，再次发生放电，电压又降低，动触头又要离开，如此反复动作，在短时间内，绝缘油被分解出大量气体，致使开关喷油或爆炸。

针对上述存在的问题，解决的办法：一是设法从外部引入独立的交流电源；二是使用储能机构代替电磁操作机构；三是其他方式。

一、引入外电源

要给采用交流整流操作的110K V及以下变电站解决合闸用独立的交流电源，实际上存在许多困难。

1、多数变电站附近一般都没有电厂的独立电源可利用，只能从临近的变电站以6—35K V的配电线路引来“外电源”。这至少需要建5—20公里的线路及一个变压器台，投资大，很不经济。事实上，即算有这么一条线路也很难保证只供操作电源专用，因而可靠性也会大为降低。

2、这个临近变电站与本变电站往往就联在一个电力网内，即由同一个220/110K V变电站供电，甚至还可能是接在同一条110K V线路上，遇到电力网事故，两个变电站同时受到影响，所以很不可靠，特别是当开关合于短路故障时，由于电压降落很大，不能达到开关合闸功率的最低需要。

因此，引入外电源作为交流整流操作的合闸电源，很难达到要求。

二、使用储能机构

1、改造为空气储能机构，需要装设空气压缩机、储气罐及环形管道、阀门等，维护工作量较大，经常需要更换易损件。

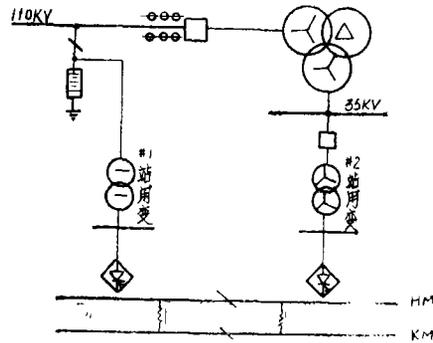
2、换用弹簧储能机构或液压储能机构，上述两种机构，当新建变电站所需各型开关配套能够供应时可以选用，但对大量已运行电磁操作机构的变电站，要进行更换，则耗费将是很大的。而且仅只解决合闸问题，遇到全站停电时，通讯和修试电源等仍然需要另外解决。

（二） 研制可控硅整流方案

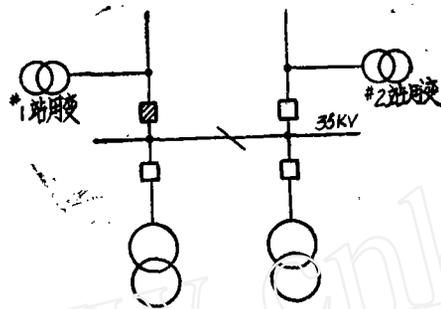
从许多电网的实际情况看，鉴于硅整流电源受交流电源变化影响的严重性，为了人身和设备安全，现阶段不得不将线路自动重合闸停用，但就地操作的开关，当必须进行强送电时，则是冒着危险进行的。为此已经有不少的变电站，不惜再投入较多的人力物力改装了蓄电池组。

针对过去交流整流电源的主要问题是受交流电源电压变化的影响而提出的可控硅整流操作电源的方案，其工作依据是：当降压变电站主变压器负载侧三相金属性短路时，其高压电源侧残压，经高压站用变压器供给可控硅整流桥整流后的直流输出电压，仍能保持直流操作母线规定的运行水平，满足开关机构操作的需要。

1、站用电源接线示意图



图一 110KV变电站站用电源接线示意图



图二 35KV变电站站用电源接线示意图

注：整流桥及直流母线部分与110KV变电站相同

#1 高压站用变压器，接于主变电源开关的外侧，只要电源高压线路有电，则高压站用变压器就能供应全站运行、操作、通讯、远动、事故照明、检修试验用电的需要。

对110KV变电站，当#2站用变接自相邻变电站35KV电源线路时，与#1站用变压器可互为备用。

2、高压站用变压器参数的选取：

变压比，按保证变电站主变压器负载侧三相短路时，高压电源侧残压经高压站用变及整流隔离变变压后为250伏的原则来选定，参考国内一般电力网实际情况，110KV变电站主变压器单台容量不超过31500KVA，负载侧三相短路时，110KV侧残压在额定电压的50%以上。35KV变电站则由于主变容量小，残压更高，据此，高压站用变压器的变压比选定为：

110KV站用变压器单相式 $110/\sqrt{3}KV/230 \pm 5\%V$ 、整流隔离变变比230/250-500伏。

110KV站用变压器选取单相式，主要是简化一次设备，具体要求这样的单相高压站用变压器绝缘水平高于一般110KV单相P、T。

35KV三相站用变压器变比选35/0.4KV。

高压站用变压器容量，除了负担控制保护开关跳合闸冲击负载外，并应负担全站辅机、通讯、远动、事故照明及检修试验的需要，故变压器容量选取50KVA，对35KV

三相站用变压器，由于国家已有配套产品，取其最小的100KVA。

3、站用交流及可控整流电源系统结线图如图三

(1) #1、#2站用变压器正常都接入站用系统供电。其中交流230V级电压负载，正常时由#1站用变供电。只有当#1变230V失压时，切换改由#2变供电。

#1站用变低压供230/500V可控整流桥一组，与#2站用变低压供400/500V可控整流桥一组分别进HM合闸母线I、II段。由于两个可控桥都有较大的稳压范围，在系统事故电压下降时，具备了按残压保证合闸母线电压来满足开关操作合闸的需要，同时备有250伏普通整流桥一组

二次控制保护KM母线由HM母线经滤波后供电。

当变电站可能出现各种故障时，可控整流电源的工作情况：

① 主变6~35KV侧任何性质的故障，由于高压电源110KV侧残压都不会低于 $50\%U_H$ ，故#1站用变供#1可控整流桥可以保证直流输出需要水平。

② #1高压站用变接于110KV B相时，主变110KV侧A相对地短路、C相对地短路、AC两相短路和两相接地短路、AB或BC两相短路时，B相电压能保证输出的需要。仅B相对地短路及AB、BC两相接地短路时，#1站用变承受电压严重下降可能至零，此时由#2站用变AC线电压经#2可控整流桥保证直流输出。

③ 当出现特殊情况遇到主变压器绕组至高压电源进线开关之间发生三相短路故障时，#1、#2站用变压器都不能保证输出，但此时主变压器已失去继续供电的条件，故操作电源的要求只限于能将高压进线开关断开就可以了。为此，要保证主变差动保护可靠动作于跳闸，配置储能电容器组或是由110KV开关电源进线电流互感器二次绕组取一组(D级)构成的电流源供电来解决。

关于上述进线开关至主变压器绕组之间发生三相短路故障的问题，一般讲带这样严重故障进行手动合闸的可能性是较少的。但为了防止万一出现，例如忘记拆除三相短路接地的接地线，而进行手动合闸的误操作，可以采用下述方式来解决：

A、进线开关配置专用的储能电容器组辅助合闸，这个办法简单，对旧有变电站改造较方便(试制的第一套成品，配有3万微法电容器供辅助合闸用)。

B、进线开关选用储能机构，例如SW4-110，从而使35KV及以下的大量电磁机构开关能继续广泛应用。

(2) 系统结线图的其他几点：

① 直流输出电流表使用硅整流管旁路方式，小电流时能正常读数，大电流时扩展了量程，一表两用，使通常直流检测人工操作方式成为无接点直读式，免除了人工操作和在操作过程中可能遇到大电流冲击带来的危害。

② 设有直流熔丝熔断报警信号。

③ 直流母线分段，可利用可控电源直接供给调试需要。

(3) 研制试验及正式投入系统运行情况。

可控整流操作电源方案从1976年开始研究，1978年设计试制，第一套成品于1979年6月进行了额定电压下的短路合闸试验，达到了预定指标即：

① 一次电压在额定值下当开关合闸于三相短路故障使电压突降至 $50\%U_H$ ，直流输出电压稳定度好，波动 $<\pm 3\%$ 。

② 一次电压在额定值下，控制母线输出电流波纹系数，负载电流为1安时 $<0.8\%$ ；负载电流为10安时 $<2\%$

根据水利电力部和机械工业部有关文件、规程及生产运行实际，对变电站采用交流整流操作电源的基本要求是：

硅整流合闸源直流输出电压，在正常和事故情况下应保证开关操作机构合闸线圈的端子电压，当关合电流小于50千安（峰值）时，不低于额定操作电压值的80%，等于或大于50千安（峰值）时，不低于85%，均不得高于额定操作电压值的110%，以确保开关短路合闸和重合闸时的工作可靠性。

变电站应保证在正常和各种事故情况下，有可靠的控制保护和跳闸电源，同时也要解决通讯、运动和事故照明的电源。

从可控硅整流电源试验的结果是可以实现上述要求的。

第一套成品（供110KV开关电磁机构跳合闸配备了储能电容器组），已于1980年5月19日作为湖南省湘潭电业局易俗河110KV变电站的站用电源屏正式投入了运行（原设计土建考虑了蓄电池组，后来压缩投资取消了）。三年多来，已经受母线直接短路、全站失压、10KV和35KV配电线路的瞬时和永久短路故障四十次以上，保护动作开关跳闸，重合闸成功及重合闸再跳闸均工作正常，装置的各种类型电子器件，经历了寒暑考验，运行中未出现过障碍。

运行中对整套电源装置的监察检查，一般定期检查或交接班时，运行人员可以通过人工操作，依次退出投入两个整流桥，直接观察可控桥开放接带负载，掌握装置的完好状况。即相当于进行电源装置的整组传动检查，操作简单方便。

第二套成品已发交湖南省益阳电业局，这一套主要的不同点：

供110KV开关跳闸采用电源进线开关电流互感器组成的电流源与可控整流电压源合成的复式整流。

加宽了对高压电源残压降落的幅度，允许降低至 $25\%U_H$ 。

三、结束语

根据前一段的实践，我们感到交流整流作为变配电站的操作电源仍然有它可取的地方。

一、由于交流整流电源来自本变电站高压电源进线，只要高压电源线路有电，本变电站即有操作电源，故具有完全的独立特点，不受相邻变电站的牵制。

二、当本变电站全停，且无相邻变电站电源供给检修用电时，本变电站单相高压站用变压器可供给单相低压用电，并可采取裂相措施解决三相用电需要。

三、本整流电源由于有两组可控整流桥，需要时可以分出一组可控桥作为调压电源供给试验使用，因此可免除修试工作要携带大批电源设备及自带小容量电源不能保证稳

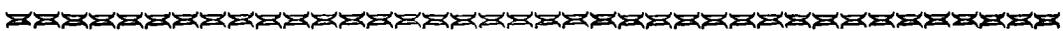
定的问题。过来，由于一般蓄电池组调压环最低为102个，其电压通常在215伏以上，要取80% U_H 即176伏必需另外采取措施。当采用本整流电源时对开关进行80~115% U_H 的操作合闸试验就非常方便。

四、一般能实现操作电源本身检修不停电。

五、运行中不需进行任何检测操作，减轻运行人员负担，具备无人值班的条件。

六、本整流电源可制成柜式，这样能较方便地与变电站原有的交直流屏配套，实现操作电源可靠性的提高，减少改造费用。

七、由于水平有限，试制的装置还只有三年多一点的运行时间，认识还很不够，热忱地欢迎提出批评改进意见，以便进一步完善。



(上接64页)

根据所选定的造型方案，绘制确认的造型加工图。

机械产品造型应体现出符合标准化原则的正规美，符合产品使用要求的功能美，符合人体工程学的舒适美，符合现代加工手段的工艺美，符合心理学特征的色彩美，符合总体布局的结构美。这样，通过产品的造型设计，把产品的功能质量，价值都能提高到一个新的水平。

产品造型设计师必须把造型设计当作与产品质量、经营销售、市场竞争有关的重要问题来对待，把我国机械产品的设计水平提高到一个新的水平。

主要参考文献

- 1、《国外表面处理技术发展水平和动向》，津青，《技术市场》1983、1、20
- 2、《保护工业品外观设计的积极意义》，史欣耕，《技术市场》1983、3、20
- 3、《当前国外机械产品造型的动向》，维铁，《机械工业通讯》No1, 1983
- 4、《关于工业美术学问题》，张协和，《材料保护》No4, 1982