

[电网]

ZHW17-40.5复合式组合电器的开发设计

文/西安西电高压开关有限责任公司 古王荣 张延超 吉 利

为了适应城网及农网的建设和改造，特别设计了一种用于35 kV变电站的复合式组合电器，介绍了这种ZHW17-40.5复合式组合电器的技术参数、结构组成、工作原理等有关内容，该产品的应用将为城网及农网的建设和改造以及后期的运行检修提供方便。

在我国城市及农村的配电网中，35 kV变电站分布广泛，数量众多，随着社会的不断发展，用电量需求越来越大，电能质量的要求不断提高，对变电站中的断路器、隔离开关及电流互感器等输变电设备的要求也越来越高。所以输变电设备产品需要不断的升级、改造来保证工业和生活用电的稳定性和可靠性。建设安全可靠、节能环保、技术先进、管理规范的新型智能配电网，将使我国农村用电情况发生根本性变化。

目前我国的40.5 kV变电站的开关设备主要为户内开关柜和户外敞开式开关设备两种，户内的开关柜设备比较紧凑，但对环境要求比较高，需要建配套的房屋；敞开式开关设备，造价比较低，但由于各种设备导电及连接部分暴露在空气中，所以受环境影响比较大，可靠性不高。敞开式变电站的建设需要占用大量的耕地面积，已不符合我国目前减少耕地占用的土地使用政策。所以城网及农网建设及改造升级急需一种性能可靠、占地小、安装简单的产品。根据这种市场需要，西安西电高压开关有限责任公司（以下简称西开有限公司）设计开发了一种ZHW17-40.5复合式组合电器，该产品为一种新型的组合电器，在小型化、高参数、免维护、智能化等方面取得了重大进展，是一种比较理想的40.5 kV变电站开关设备的替代产品。ZHW17-40.5复合式组合电

器的使用可以减少耕地占用面积，合理控制工程造价，保证电网长周期安全可靠运行和提高电力企业经济效益。

ZHW17-40.5复合式组合电器

ZHW17-40.5型复合式组合电器是将传统空气绝缘开关设备的CB、DS、ES、CT、PT元件等设计成单独的封闭模块，通过模块化设计及装配来满足所需功能，保证产品的最佳性能。其主要特点是紧凑性和模块化设计，又可称HGIS（Hybrid Gas Insulated Switchgear）。它既有GIS的紧凑、可靠性高、少维护又有AIS布置灵活的特点，其模块化设计能确保实现所有变电站布置接线要求，同时更有现场安装简单、快捷的特点。

ZHW17-40.5包括基本元件断路器（CB）、隔离开关（DS）、接地开关（ES）、电流互感器（CT）、快速接地开关（FES），电压互感器（PT）、避雷器（LA）等，和架空母线配合使用，也可配电子式电流互感器和电子电压互感器，构成新型数字化的智能开关站，作为电力系统的控制、保护、测量及检修之用。

主要技术参数

主要技术参数如表1所示。

表1 主要技术参数

序号	名称	单位	参数
1	额定电压	kV	40.5
2	额定频率	Hz	50
3	额定电流	A	2 000
4	额定开断电流	kA	31.5, 40
5	额定短时耐受电流	kA	31.5, 40
6	额定峰值耐受电流	kA	80, 100
7	额定短路持续时间	s	4
8	额定SF ₆ 气体压力 (20℃)	MPa	0.5
9	额定绝缘水平	额定短时工频耐受电压	对地/相间
		(1min有效值)	断口间
		雷电冲击耐受电压	对地/相间
		(峰值)	断口间
10	隔离开关开合母线转换电流	开断电流	A
		试验电压	V
		电磁耦合	额定感应电流
		额定感应电压	kV
11	接地开关开合感应电流	静电耦合	额定感应电流
		额定感应电压	kV
		SF ₆ 年漏气率	≤0.5%

产品结构

复合式组合电器又称为插接式开关装置，单元间隔独立设计，除母线外所有高压带电部件都封装在一个充有SF₆气体的铸铝壳内，三相分相。

ZHW17-40.5复合式组合电器采用三相机械联动的操作方式，断路器配用一台CT20弹簧操动机构进行驱动；三工位隔离/接地开关配有一台CJ16G电动机构操作。产品可将产品的二次控制部分及一些辅助的元件集成安装在汇控箱内，方便用户接线。产品共用一个底架，方便运输、安装。

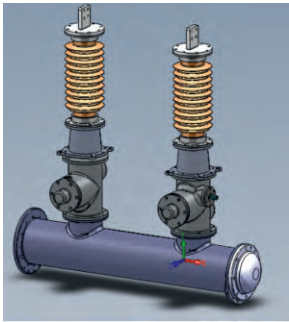


图3 单相结构

1. 断路器

ZHW17-40.5断路器采用LW24-40.5断路器，配一台CT20弹簧操动机构。

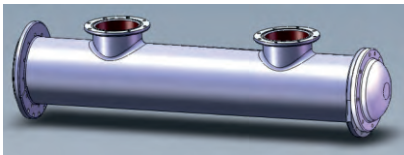


图4 断路器

灭弧室采用压气+自能式灭弧结构，单断口、变开距，静触头系统和中间触头系统被固定在灭弧室的两端，动触头由绝缘拉杆带动在灭弧室中运动。

在这种混合气室中，压气与热膨胀在一个气室内完成，断路器分闸时拉杆带动气缸高速运动。运动过程中，一方面压气缸内的SF₆气体被压缩增压，另一方面，利用电弧产生热能对压气缸内的SF₆气体增压。分闸过程中，高速的SF₆气体通过喷口将气体聚集，吹向电弧，以便有效地对电弧进行冷却。电弧在过零点熄灭，此后只要SF₆的

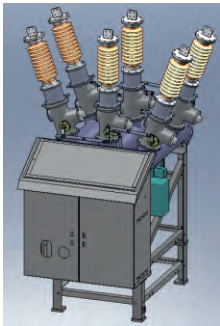


图1 外形及主接线图

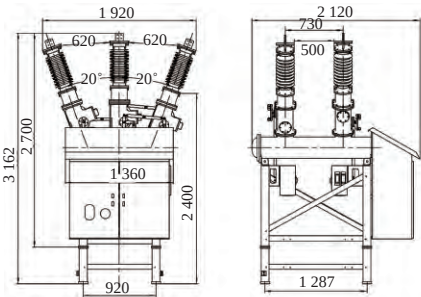


图2 主要尺寸

介质恢复强度大于断口间的电压恢复强度，电流就被成功开断。

复合式组合电器的断路器和CT部分配合也可独立使用，这样就简化成为W24-40.5罐式六氟化硫断路器。



图5 LW24-40.5断路器

2. 三工位隔离/接地开关

三工位隔离/接地开关（以下简称三工位开关）为三机械联动，配用1台CJ16G电动操动机构，需要时也可以配手动机构。通过三工位动触头的运动，来实现开关接通、隔离或接地的功能。三工位的设计也实现了隔离开关和接地开关的机械连锁，可减少控制部分的连锁环节，提高产品可靠性。

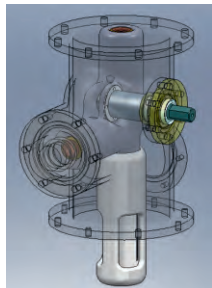


图6 三工位隔离/接地开关

拐臂带动隔离/接地动触头运动，拐臂转 $\pm 50^\circ$ ，逆时针转 50° ，三工位的接地开关合，隔离开关分；顺时针转 50° ，三工位的接地开关分，隔离开关合；在中间位置，隔离开关和接地开关都断开。

当线路侧需要接地时，该三工位开关可以反装实现该功能。

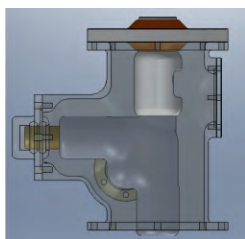


图7 三工位隔离/接地开关

该结构也可以取消接地开关，配用单隔离机构，实现单隔离功能。

此处结构比较复杂，不仅有断路器的直动，而且有三工位的转动，对绝缘拉杆的要求比较高，电场分析如下：

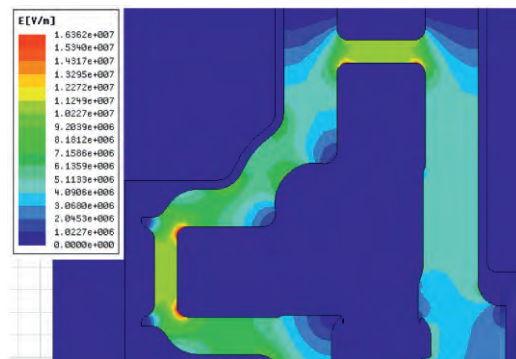


图8 电场分析

三工位机构采用CJ16G机构，放置在断路器下部，通过连杆进行操作。

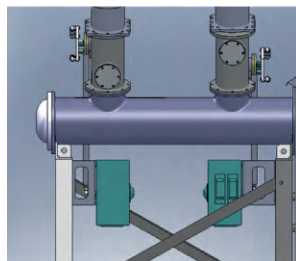


图9 三工位机构布置

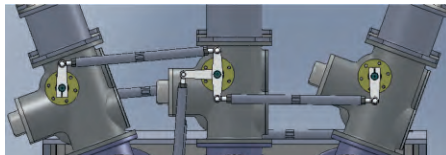


图10 三相传动

该三工位也可配手动操作机构进行操作。

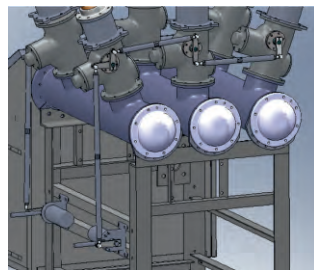


图11 配手动机构图

3. 电流互感器

ZHW17-40.5复合式组合电器所配用的电流互感器，是西开公司在现有成熟产品LHM-40.5电流互感器的基础上，将电流互感器设计为一个独立的模块，放置在套管的下部，可以在不拆卸

套管的情况下装卸,实现整体检修、更换,使复合式组合电器的布置方式更加灵活多变。

套管式结构精度、次级组合、二次容量根据工程需要配置,也可以配置电子式电流互感器,安装在断路器的任意一侧或两侧。

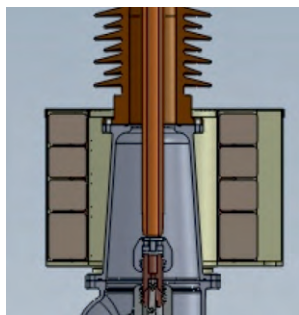


图12 电流互感器

4. 充气套管

充气套管如图13所示。

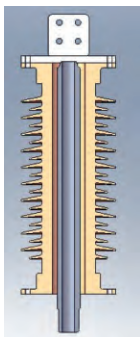


图13 充气套管

进出线通过套管与设备相连,可根据用户要求提供瓷套管或复合套管。

5. 底架

产品的底架采用角钢焊接,分成两部分,用螺栓连接,为了厂内方便装配和运输,下部底架可以不装配,到现场再连接,保证产品高度。

不论一次侧配置如何,底架标准化设计、采用同一种支架,占地面积小,便于变电站改造简化基础,该底架和LW24-40.5断路器尺寸保持一致,更利于该断路器产品的改造。

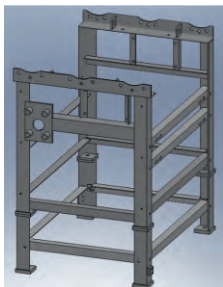


图14 底架

设计特点

1) 40.5 kV复合式组合电器的研究,在国内起步比较晚,可参考资料较少,为了针对国内市场需求,进行了深入研究,开发新结构,并申请了多项专利。

2) 由于产品电压等级较低,在设计上尽可能地缩小产品体积,专门设计了三工位开关,产品零部件设计上尽可能减少数量,断路器及机构、套管等零部件采用现有的结构,零部件的通用性好,并且技术成熟,可靠性高、成本低。

3) 为了减小产品整体协调性,机构挂在产品下部,汇控柜和断路器的机构箱做成一体,在厂内进行完整配线,运输时可整体运输,减少了现场安装工作量。

性能结构特点

(1) ZHW17-40.5产品和敞开式设备比较,占地面积大大减少,由于元件组合,缩短了设备间接线距离,节省了各设备的布置尺寸,相对于传统的AIS,大大缩小了高压设备纵向布置尺寸,减少占地面积达40%~60%。

(2) 功能元件集成在密封的SF₆气室中,受环境影响小,解决了户外隔离开关运行可靠性问题,同时由于各元件组合,大大减少了对地绝缘套管和支柱数,这也减少了绝缘支柱因污染造成对地闪络的概率,可靠性大大提高。

(3) 由于采用在制造厂预制式整体组装调试、模块化整体运输和现场施工安装的方式,现场施工安装更为简单、方便。同时减少了变电站支架、钢材需用量,又由于基础小,工程量少,混凝土用量少,大大减少了基础工作和费用开支。

(4) 由于HGIS模块化,非常灵活,性价比高,特别适用于老式变电站的改造。对于敞开式变电站的改造,由于ZHW17-40.5设备每个间隔通过套管进出线,产品每个间隔相对独立,这样就可以在不影响其他设备供电的情况下进行安装调试,对停电的时间和范围大大缩小,减少了老变电站升级改造的施工难度和投资规模,可有效加快变电站的建设速度。

(5) 产品体积小,运输时只需拆掉底架,整台产品充0.1 MPa的SF₆气体,现场可以直接充气到额定表压,这样减少了现场的工作量。二次电缆间隔内部可在厂内连接好,现场只需连接间隔间的电缆,即可实现二次控制及保护功能。

(6) ZHW17-40.5采用模块化设计,每个模块具有单独的功能,模块之间的接口相同,易于改造扩建,如果对原来的电站改造,只需更换相应的模块,非常方便。

(7) ZHW17-40.5产品可安装电子式电流互感器、电子式电压互感器、信号采集器、合并单元、智能单元来实现产品的数字化,智能化,实现变电站无人值守化。

(8) 40.5 kV高压电器产品,由于电压等级较低,生产厂家较多,产品设计的成本起重要作用,产品的高性价比成为关键。

型式试验

ZHW17-40.5复合式组合电器2014年6月在国家高压电器质量监督检验中心完成所有型式试验,2014年12月通过公司鉴定,2015年6月通过中国机械工业联合会组织的技术鉴定,综合技术性能达到国际先进水平。



图15 绝缘试验



图16 局放试验



图17 冰冻试验



图18 开断试验T100S

工程应用

第一台ZHW17-40.5复合电器应用在山东省金乡县卜集变电站运行。



图19 ZHW17-40.5复合式组合电器

结束语

综上所述,ZHW17-40.5复合式组合电器,该产品结构紧凑,性能先进,是一种理想的40.5 kV变电站开关设备,尤其在城网、农网改造中,有着比较大的优势。

ZHW17-40.5复合式组合电器的研制,开发了一种低成本高可靠性的组合电器,为我国的电网建设提供了一种新型的优质高压电器设备。EA

(收稿日期:2015.10.31)

(编辑:白文亭)