

[GIS]

新型145 kV 3 150 A GIS研制与开发

文/特变电工（沈阳）高压开关研究所 高 辉 高国宪 孟维东 沈 石 白 刚

132 kV等级电网是印度、伊朗、沙特阿拉伯及马来西亚等中南亚国家的基本网架，145 kV GIS是保证其安全可靠运行的关键设备，开发研制高可靠性145 kV 3150 A GIS可以大大提高132 kV输电线路的输送能力；因此，其经济意义及社会意义重大。介绍了TBEA自主研制开发的新型145 kV 3150 A GIS的主要技术参数；详细介绍了其主要组成元件断路器、隔接组合、电流互感器、母线、快速接地开关、套管等元件在设计结构上的独特特点；对关键元件断路器、隔接组合、套管的绝缘性能进行了数值仿真。新型145 kV GIS在国家高压电器质量监督检验中心（西安）进行了整套型式试验验证。新型145 kV GIS采用模块化设计，布置灵活，可以满足双母接线、单母接线等多种方式。

电力工业是一个国家经济发展的命脉。随着各国经济建设的蓬勃发展，对电网建设也提出了更高的要求，建设更为高效，更加坚强可靠的拓扑化电网，保证电源的可靠供应是各国电网建设的重中之重。

132 kV等级电网是印度、伊朗、沙特阿拉伯及马来西亚等中南亚国家的基本网架，145 kV GIS是保证其安全可靠运行的关键设备。目前世界上生产145 kV GIS的厂家虽有很多，但额定电流大多数局限在2 000 A或2 500 A，难以满足多数国家132 kV输电线路3 150 A的要求。通常上讲，两条132 kV 3150A输电线路的输送能力强于三条132 kV 2 000 A输电线路的输送能力。因此，研制开发高性能145 kV 3 150 A GIS，其经济意义及社会意义重大。

特变电工（TBEA）是中国重大装备制造业的核心骨干企业，为进一步满足中南亚国家对145 kV GIS的市场需求，增加产品的市场竞争能力，TBEA自主研制开发了新型的145 kV 3 150 A GIS。该新型145 kV GIS具有占地面积小，结构紧凑，可靠性高，安装方便，耐候性好等特点，

其技术性能达到国际同类产品领先水平。

145 kV 3 150 A GIS总体结构及参数

145 kV 3 150 A GIS总体结构为三相共箱式（见图1），主要元件断路器（CB）、电流互感器（CT）、隔接组合（DES）、母线（GIB）、快速接地开关（FES）及套管等均采用标准化组件，整体GIS积木式布置，结构紧凑，性能可靠，最小间隔800 mm，标准间隔1000 mm，可满足各种接线方式的要求。

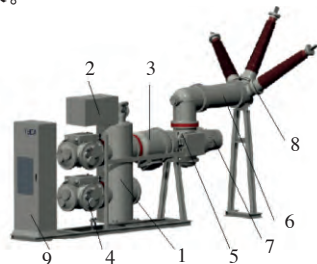


图1 145 kV 3 150 A GIS主要组成元件
1—断路器 2—断路器操动机构 3—电流互感器
4—母线隔接组合 5—线路隔接组合 6—母线
7—快速接地开关 8—户外套管 9—汇控件

145 kV 3 150 A GIS 的主要技术参数见表1。

表1 145 kV 3 150 A GIS主要技术参数

额定电压/kV	145
额定电流/A	3 150
额定频率/Hz	50
额定短时开断电流/kA	40
额定峰值耐受电流/kA	100
额定短路持续时间/s	4
额定雷电冲击耐受电压/kV	对地 650 断口 750
额定短时工频耐受电压/kV	对地 275 断口 315

145 kV GIS主要组成元件的结构特点

1. 断路器 (CB)

GIS中断路器的主要功能是用来切断和关合高压电路中各种空载电流、负荷电流及严重的短路故障电流。

145 kV 3 150 A GIS用断路器外形如图2所示。

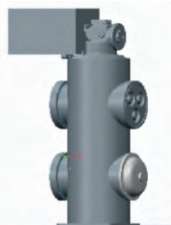


图2 145 kV CB结构外形图

145kV 断路器设计结构具有以下特点:

- 1) 灭弧室采用最新研发的自能式双向吹拂灭弧原理, 所需机构操作功小, 稳定可靠。
- 2) 配用弹簧操动机构, 安装在断路器顶端, 体积小, 结构紧凑而简单, 运行安全可靠。
- 3) 铝外壳设计, 重量轻, 吊装运输方便。
- 4) 机械寿命10000次, 满容量开断20次, 在容性电流开合过程中具有非常低的重击穿概率。

145 kV断路器灭弧室开断小电流和大电流时的工作原理如图3所示。图a断路器处于合闸位置; 图b断路器开断小电流时, 依靠压气缸内活塞产生的较高压力 SF_6 气体进行小电流的灭弧; 图c断路器开断大电流时, 依靠电弧能量加热膨胀室内的 SF_6 气体而使其压力升高; 电流过零, 膨胀室内高压 SF_6 气体双向吹拂静动弧触头间的电弧等离子体, 将电弧熄灭。

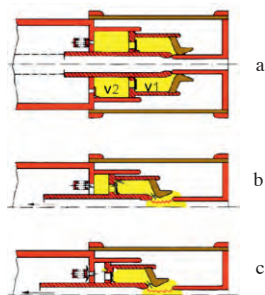


图3 145 kV CB结构外形图

断路器的绝缘性能是其重要性能。为提高145 kV断路器的绝缘性能, 在研发阶段对其电场分布进行了优化设计, 优化后的断路器断口在雷电冲击耐受电压650 kV下的电位等值云图分布如图4所示。

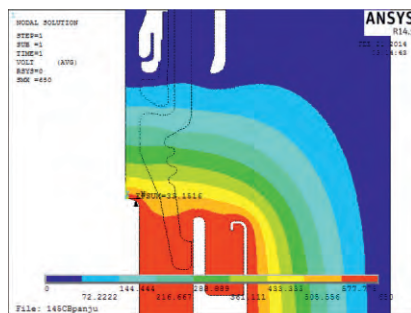


图4 CB断口间的电位等值云图分布

2. 隔接组合 (DES)

GIS中隔接组合的主要功能是在高压电气设备维修时将线路中的各元件进行可靠隔离并安全接地。

145 kV 3 150 A GIS用隔接组合整体结构如图5所示。该隔接组合具有三个工作位置: 1) 隔离开关、接地开关均处于分闸位置; 2) 隔离开关处于合闸位置, 接地开关处于分闸位置; 3) 隔离开关处于分闸位置, 接地开关处于合闸位置。

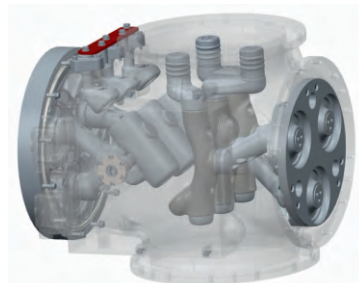


图5 145 kV DES结构图

145 kV 隔接组合设计结构具有以下特点:

- 1) 隔离开关和接地开关组合在一个模块内, 二者共用动触头, 共用操动机构, 该设计实现了隔离开关与接地开关的机械联锁, 从根本上杜绝了误操作风险。
- 2) 触头连接采用新型的多道圈弹簧触头联接技术, 实现了3 150 A的额定通流要求。
- 3) 具有切环流能力, 可以切合容性和感性小电流, 机械寿命10000次。

隔离开关的断口绝缘性能是其重要性能。145 kV隔离开关断口一端承受雷电冲击耐受电压650 kV, 另一端承受工频电压峰值—100 kV (总

的断口绝缘水平为750 kV) 时的电位等值云图分布如图6所示。

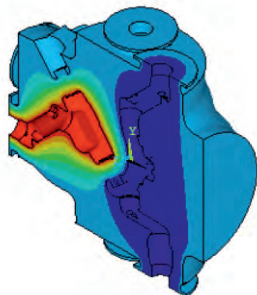


图6 DES断口间的电位等值云图分布

3. 电流互感器 (CT)

GIS中电流互感器是对电力设备的运行状况进行监视和测量的重要设备。

145 kV 3 150 A电流互感器结构如图7所示。

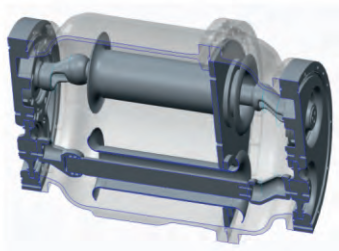


图7 145 kV CT结构图

145 kV CT设计结构具有以下特点:

- 1) 独立气室, 运行维护方便。
- 2) 可采用常规的电磁式结构, 高压导体组成一次绕组, 二次绕组放置在SF₆气室内, 电气性能稳定, 机械强度高。
- 3) 可根据用户要求采用电子式或光电式电流互感器, 实现电站的智能化和数字化管理。

4. 母线 (BUSBAR)

在GIS中, 母线起着传输电流和转化线路的作用, 是GIS中必不可少且用量较大的元件。

145 kV GIS用典型母线结构如图8所示。

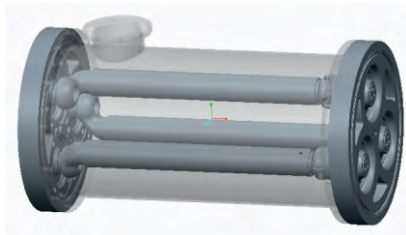


图8 145 kV BUSBAR结构图

145kV母线设计结构具有以下特点:

- 1) 母线壳体选用优质的铸铝合金外壳, 不磁化, 无磁滞损耗, 温升低。

- 2) 防锈性能好, 重量轻, 标准间隔重仅3 t。

3) 经过严格的压力试验和密封试验, 并配以先进的表面涂装工艺技术, 完全可满足户外严酷使用条件的相关要求。

5. 快速接地开关 (FES)

145 kV快速接地开关的结构外形如图9所示。

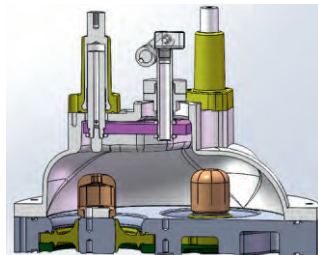


图9 145 kV FES 结构图

145 kV FES设计结构具有以下特点:

- 1) 配电动弹簧操动机构, FES与电动弹簧操动机构是一个整体模块单元。
- 2) 具有开合感应电流和关合短路电流峰值的能力。
- 3) 机械寿命10000次。

145 kV FES在雷电冲击耐受电压650 kV下静触头上的电场强度分布如图10所示。

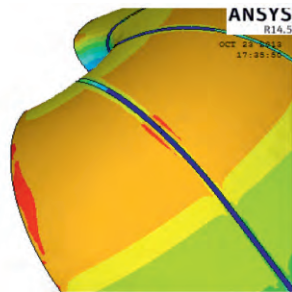


图10 145 kV FES 静触头上的电场分布

6. 套管 (BG)

套管是GIS的重要组件, 其作用是将高电压、大电流引入或引出, 需要具备一定的绝缘耐受能力和载流能力。

145 kV SF₆/AIR套管的机构外形如图11所示。



图11 145 kV 套管结构外形图

145 kV 套管在雷电冲击耐受电压650 kV下的电位等值云图分布如图12所示。

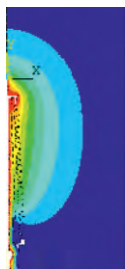


图12 145 kV套管电位等值云图分布

7. 145 kV GIS 智能化检测系统

智能化、数字化是当今变电站建设和发展的热点和方向。变电站采用先进、可靠、集成的智能设备，以全站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化为基本要求，自动完成信息采集、测量、控制、保护、计量和监测等基本功能，并可根据需求支持电网实时自动控制、智能调节、在线分析决策、协同互动。

根据用户要求，145 kV 3 150 A GIS可选配的智能组件设备如图13所示。

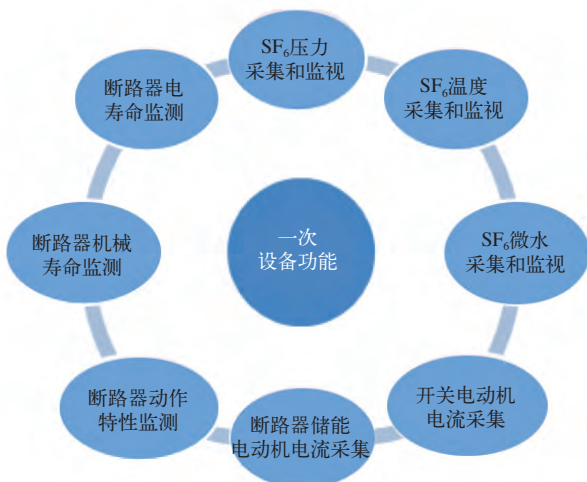


图13 145 kV GIS智能组件

145 kV 3 150 A GIS型式试验验证

TBEA自主研发的新型145 kV 3 150 A GIS在国家高压电器质量监督检验中心（西安）进行整套型式试验验证。

145 kV CB容量试验极布置如图14所示，该断路器一次性顺利通过整套容量试验，电寿命达20次。



图14 145 kV CB容量试验极

双母接线、单母分段接线、桥形接线和环形接线等多种方式。

典型的145kV双母接线布置方式如图15所示。

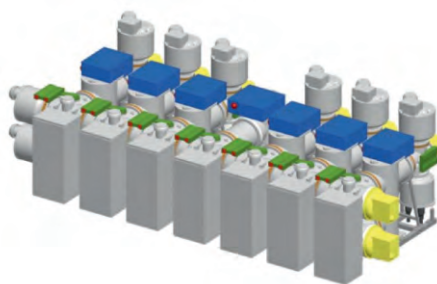


图15 145 kV GIS典型双母接线

结束语

TBEA新型145 kV GIS的成功研制，满足了中南亚国家对145 kV 3 150 A GIS的需求，为减少其输电走廊、降低线路损耗创造了条件，同时也大大提高了TBEA在145 kV GIS市场中的竞争力。EA

（收稿日期：2015.06.01）

（编辑：白文亭）

145 kV GIS典型布置方式

145 kV GIS采用模块化设计，布置灵活，满足