

[GIS]

TBEA新型550 kV GIS的研制与开发

文/特变电工（沈阳）高压开关研究所 高 辉 高国宪 孟维东 常 越

500 kV等级电网是中国、俄罗斯、印度尼西亚等多国的骨干网架，550 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550 kV GIS可以满足各国对550 kV GIS的市场需求。介绍了TBEA自主研制开发的新型550 kV GIS的主要技术参数；详细介绍了其主要组成元件断路器、隔离开关、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；对关键元件断路器的绝缘性能、开断性能进行了数值仿真；对隔离开关、套管等元件的绝缘性能进行了数值仿真。新型550 kV 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。新型550 kV GIS采用模块化设计，布置灵活，可以满足多种接线方式。

500 kV等级电网是中国、俄罗斯及印度尼西亚等多国的骨干网架，550kV GIS是保证其安全可靠运行的关键设备。

特变电工（TBEA）开发研制550 kV GIS，不仅可以满足我国等多个国家对550 kV GIS的市场需求，同时可以进一步提高TBEA产品的市场竞争力，扩大其市场占有率；因此，其经济意义及社会意义重大。

TBEA采用三维建模、虚拟装配、电场仿真、气流场仿真、机械强度仿真等多种计算机辅助设计手段，自主研制开发了新型的550 kV GIS，该GIS具有占地面积小，结构紧凑，安装方便，可靠性高，耐候性好，适用于沿海及高海拔地区等特点，其技术性能达到国际同类产品领先水平。

550 kV GIS总体结构及参数

550 kV GIS总体结构为三相分箱式（见图1），主要元件断路器（CB）、电流互感器（CT）、隔离开关（DS）、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，可满足各种接线方式的要求。

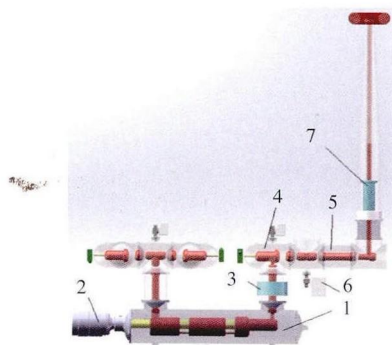


图1 550 kV GIS主要组成元件

1—断路器 2—断路器操动机构 3—电流互感器
4—隔离开关 5—母线 6—快速接地开关 7—套管

表1 550 kV GIS主要技术参数

额定电压/kV	550
额定电流/A	4000
额定频率/Hz	50
额定短路开断电流/kA	63
额定峰值耐受电流/kA	171
额定雷电冲击耐受电压/kV	对地 1675 断口 1675 + 450
额定操作冲击耐受电压/kV	对地 1300 断口 1175 + 450
额定短时工频耐受电压/kV	对地 740 断口 740 + 318

550 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。

550 kV GIS用断路器结构外形见图2。

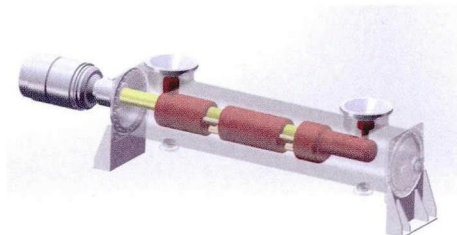


图2 550 kV CB结构外形图

550 kV 断路器设计结构具有以下特点:

- 1) 断路器为双断口结构, 每个断口设置有均压电容。灭弧室采用经典的压气式双向吹拂灭弧原理。
- 2) 可以配置合闸电阻。
- 3) 绝缘水平高, 断路器断口耐受电压可以达到 $(1675 + 450)$ kV。
- 4) 开断能力强, T100a开断基于时间常数毫秒。
- 5) 铝合金外壳设计, 涡流损耗小; 重量轻, 对基础的载荷小, 吊装运输方便。
- 6) 配液压弹簧操动机构, 体积小、效率高、可靠性高、无任何外漏管路, 减小了外漏油可能性。
- 7) 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。
- 8) 断路器近地布置, 重心低, 抗震能力强; 且易于安装、操作及维护。

断路器的绝缘性能是其基本性能。为提高550 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。优化后的断路器在断口联合电压 $(1675 + 450)$ kV作用下的电位等值云图分布见图3。

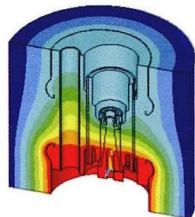


图3 550 kV CB断口间电位等值云图分布

断路器的开断性能是其关键性能。断路器的开断性能取决于电流过零瞬间灭弧室动静触头间 SF_6 气体的流场分布。

550 kV断路器开断线路充电电流时断口间的 SF_6 气体密度分布见图4。



图4 550 kV CB小电流开断断口间 SF_6 密度分布

该550 kV断路器已在中国申请专利保护。

2. 隔离开关 (DS)

GIS中隔离开关的主要功能是在设备维修时将线路中的各元件进行可靠隔离。

550 kV GIS用隔离开关结构外形见图5。

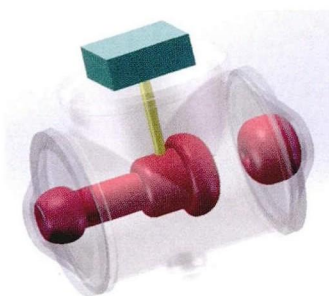


图5 550 kV 隔离开关

550 kV 隔离开关设计结构具有以下特点:

- 1) 隔离开关可以和接地开关方便组合, 有效节省了空间。
- 2) 触头连接采用新型的多道圈弹簧触头联接技术, 实现了4000 A的额定通流要求。
- 3) 配电动弹簧操动机构, 采用可靠的三相联动操动方式。
- 4) 具有检查触头位置的观察窗。
- 5) 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。

隔离开关绝缘拉杆在雷电冲击耐受电压1675 kV下的电位等值云图分布见图6。

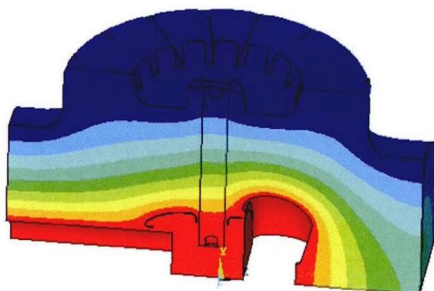


图6 550 kV DS电位等值云图分布

隔离开关外壳在1MPa压力下的位移等值云图分布见图7所示。

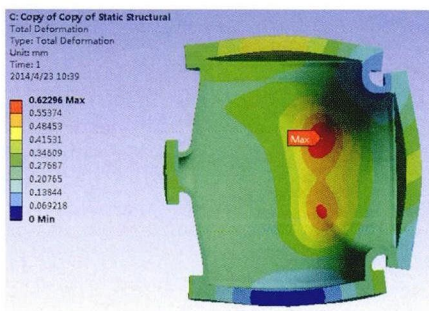


图7 550 kV DS外壳位移等值云图分布

该550 kV隔离开关操动机构已在中国申请专利保护。

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。

550 kV电流互感器结构见图8。

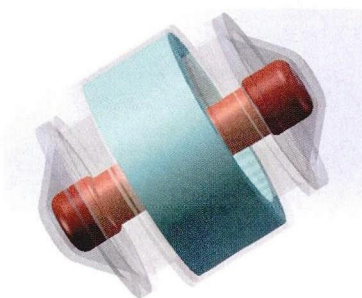


图8 550 kV CT结构图

550 kV CT设计结构具有以下特点:

- 1) 采用独立气室设计, 运行维护方便。
- 2) 采用常规的电磁式结构, 高压导体组成一次绕组, 二次绕组直接环绕在主回路上。
- 3) 可以提供国际标准规定的任何精度。
4. 快速接地开关 (FES)

550 kV快速接地开关的结构外形见图9。



图9 550kV FES 结构图

550 kV FES设计结构具有以下特点:

- 1) 配电动弹簧操动机构, 机械寿命10000次。
- 2) 具有开合感应电流和关合短路电流峰值的

能力。

5. 套管 (BG)

套管是GIS的重要组成部分, 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。

550 kV SF₆/AIR套管的结构外形见图10。



图10 550 kV BG结构外形图

550 kV 套管在雷电冲击耐受电压1675 kV下的电位等值云图分布见图11。

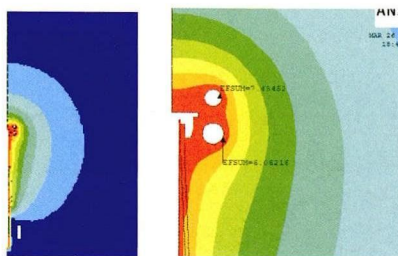


图11 550 kV BG电位等值云图分布

6. 550 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, 550 kV GIS可选配的智能组件设备见图12。

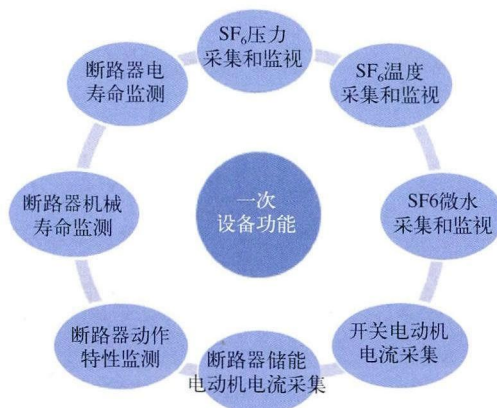


图12 550 kV GIS智能组件

550 kV GIS型式试验验证

TBEA自主研发的新型550kV 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。

550 kV CB绝缘型式试验极布置见图13, 该断路器一次性顺利通过整套绝缘型式试验。



图13 550kV CB绝缘型式试验极

550 kV GIS典型布置方式

550 kV GIS采用模块化设计, 布置灵活, 满足一倍半接线、三分之四接线、双母接线及桥型接线等多种方式。

典型的550 kV一倍半接线布置方式见图14。

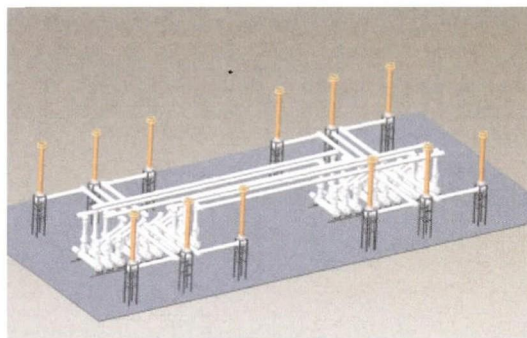


图14 550 kV GIS典型一倍半接线

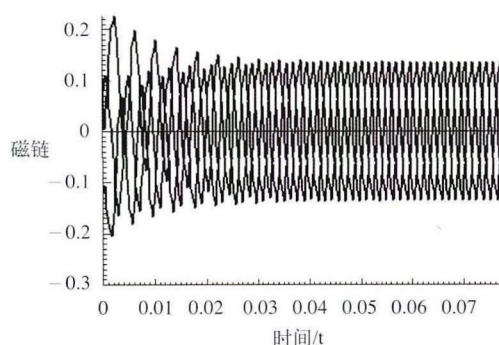
结束语

TBEA成功研制了高参数、高性能具有完全自主知识产权的新型550 kV GIS, 不仅为我国等国提供了经济、可靠的技术和设备保障, 同时也较大地提高了TBEA公司在超高压 GIS市场中的竞争力, 扩大了其市场占有率。EA

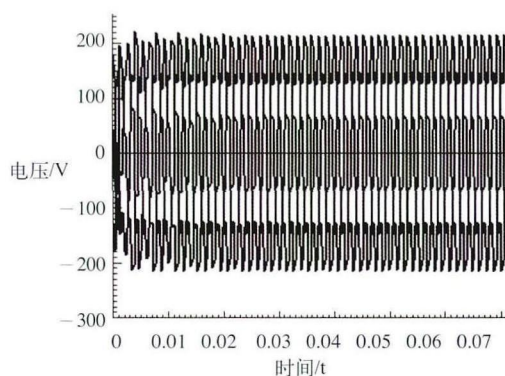
(收稿日期: 2015.06.01)

(编辑: 白文亭)

(上接第51页)



(c) 磁链波形



(d) 反电势波形

图6 角度位置控制下电动机性能波形

结束语

本文在Ansoft Maxwell 2D环境下建立了SFPM电动机的仿真模型, 完成了对SFPM电动机系统的仿真研究。仿真结果准确反映了SFPM的磁场分布, 为电动机结构参数优化设计提供依据。电磁参数的分析为建立SFPM的非线性模型提供了电

特性参数, 为在其他环境(如Matlab)下SFPM电动机建模提供了依据; 电流和转矩反映了SFPM的基本性能, 尤其为如何选择最优的开通角和关断角提供了依据。EA

(收稿日期: 2015.06.01)

(编辑: 白文亭)