

[GIS]

印度420 kV GIS电站 VFTO研究

文/北京ABB高压开关设备有限公司 刘 刚
ABB（中国）有限公司 赵雁鸱

400 kV电网是印度的骨干网架，420 kV GIS设备是保证其安全可靠运行的关键设备。当GIS中隔离开关操作时，其动、静触头间会发生多次重击穿，产生快速瞬态过电压（VFTO）。VFTO对GIS或变压器的绝缘性能可能造成破坏。结合印度420 kV GIS电站，对隔离开关操作引起的VFTO进行了数值仿真，计算结果表明该电站隔离开关操作引起的VFTO不会对GIS的绝缘性能造成破坏，为运行调度人员操作隔离开关提供了理论参考，同时也为后续420 kV变压器在VFTO作用下的绝缘可靠性分析提供了输入数据。

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。

400 kV等级电网是印度电网的骨干网架，420 kV GIS设备由于其占地面积小、维修周期长和耐候性好等诸多优点而在印度电网得到广泛应用。

GIS中隔离开关主要用于母线的投入或隔离等。当隔离开关操作时，其动、静触头间会发生多次重击穿，产生快速瞬态过电压（VFTO）。根据相关研究，VFTO幅值可能达到设备额定运行电压峰值的2.5~3倍，且其具有纳秒级的电压变化率等超高频特征。一般说来，VFTO的危害包括对GIS设备的绝缘破坏，对变压器等绕组类设备的绝缘破坏，对低压设备的高频电磁干扰等。

420 kV GIS设备结构及技术参数

420 kV GIS设备总体结构为三相分箱式，典型双母线进出线间隔布置如图1所示。

420 kV GIS的主要技术参数如表1所示。

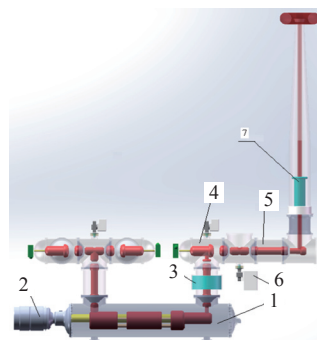


图1 420 kV GIS双母线典型间隔

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1 420 kV GIS主要技术参数

额定电压/kV	420
额定雷电冲击耐受电压/kV	对地 1 675
	断口 1 675 + 450
额定操作冲击耐受电压/kV	对地 1 300
	断口 1 175 + 450
额定短时工频耐受电压/kV	对地 740
	断口 740 + 318

印度420 kV GIS电站VFTO仿真

隔离开关操作引起的VFTO特性与电站布置方

式、母线上的残压和隔离开关操作方式等众多因素有关。

印度420 kV GIS电站采用经典的一倍半接线，其单线图及具体的GIS布置如图2所示。

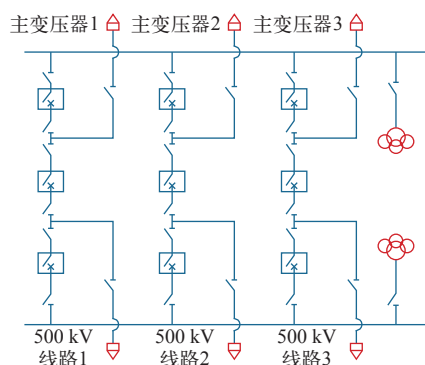


图2 印度420 kV MOTIHARI电站单线图

针对该420 kV GIS电站的具体布置，应用电磁暂态程序ATP对隔离开关操作产生的VFTO进行了仿真分析。考虑最苛刻工况，一线一变，具体如图3所示。红色路径为带电路径，红色椭圆内的隔离开关为被操作的隔离开关，假设隔离开关动侧的短母线带有残余电压 -1 p.u. ($420 \times 1.414/1.732 = 343$ kV)，假定关合时动静触头间击穿

发生在电源电压峰值处。主要监测被操作隔离开关动静两侧（测量点1和测量点2）、变压器入口处（测量点3）的VFTO。计算线路中忽略了高压母线及高压设备的高频电阻。

由于该420 kV GIS电站A、B、C三相母线长度略有不同，因此对A、B、C三相的VFTO分别进行计算。B相隔离开关动侧和变压器入口处的电压波形计算结果如图4~图6所示，A、C两相的计算结果图形大致类似，不再赘述。

对应A、B、C三相，监测点1和监测点3处的VFTO最大值对比如表2所示。

由图4~图6及表2可知，该420 kV GIS电站操作隔离开关产生的VFTO最大值为749.32 kV，发

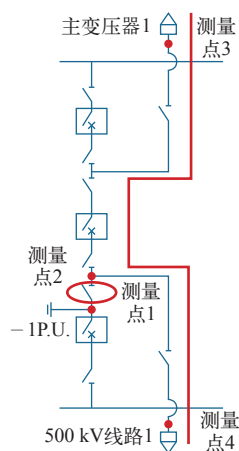


图3 计算工况

注：操作隔离如红色椭圆部分所示，各监测点如黑点所示。

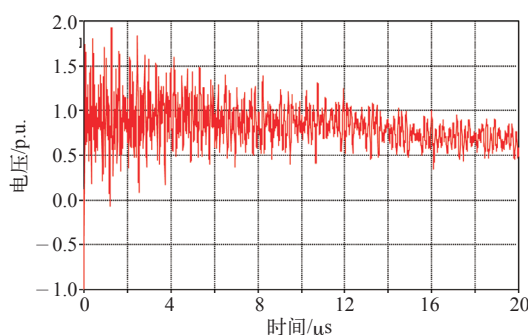


图4 操作隔离开关动侧的VFTO（测量点1，时长20 μs）

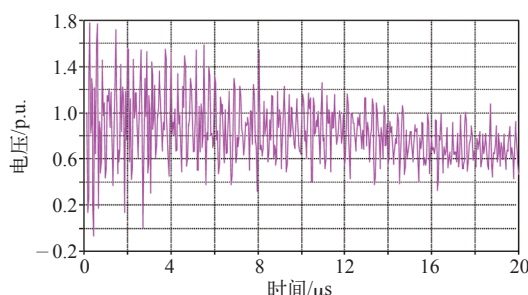


图5 变压器入口处的VFTO（测量点3，时长20 μs）

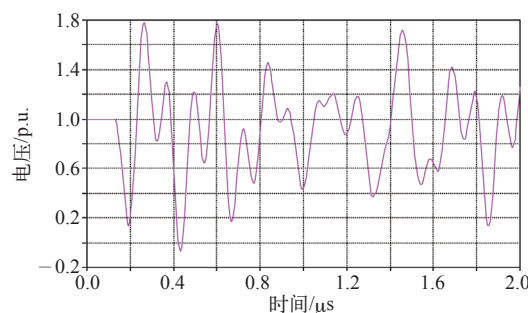


图6 变压器入口处的VFTO（测量点3，时长2 μs）

表2 关键部位VFTO电压最大值

相名	测量点	电压最大值/p.u.	电压最大值/kV
B	测量点1	1.818 3	623.68
	测量点3	2.184 6	749.32
A	测量点1	1.736 2	595.52
	测量点3	1.782 2	611.29
C	测量点1	1.925 7	660.52
	测量点3	1.779 7	610.44

生在主变压器入口处。

MOTIHARI电站420 kV GIS设备对地雷电冲击耐受电压1 675 kV。对比表2中各点的VFTO幅值可知，该电站隔离开关操作引起的VFTO不会对420 kV GIS设备绝缘造成任何破坏。VFTO对变压器的绝缘性能影响还需要进行进一步的计算评估。EA

（收稿日期：2017.10.09）

（编辑：刘群彦）