

750kV同塔双回输电线路与油气管线平行接近仿真计算与分析

乌小锋

中国能源建设集团陕西省电力设计院有限公司 陕西西安 710054

摘要: 本次采用CDEGS软件对750kV同塔双回路与油气管线平行接近进行仿真计算,在输电线路各运行工况下对管道的电磁影响均符合限值要求的情况下,得到输电线路和管道不同平行长度下对应的安全间距,为后续设计提供依据。

关键词: 750kV同塔双回;油气管线;感应电压;平行接近

Simulation Calculation and Analysis of Parallel Approach Between 750kV Double Circuit Transmission Line on the Same Tower and Oil and Gas Pipeline

WU Xiaofeng

China Energy Engineering Group Shaanxi Electric Power Design Institute Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi 710054

Abstract: This time, CDEGS software is used to simulate the parallel approach of 750kV double circuits on the same tower and oil and gas pipelines. Under the condition that the electromagnetic impact of the transmission line on the pipeline under various operating conditions meets the limit requirements, the corresponding safety distance between the transmission line and the pipeline under different parallel lengths is obtained to provide a basis for subsequent design.

Keywords: 750kV double circuit; Oil and gas pipeline; Induced voltage; Parallel approaching

随着能源工业的不断发展,高压输电线路和油气管道建设规模日益增长,能源建设用地越来越紧张,尤其是在西北油气资源丰富,750kV做为西北主网不可避免与油气管线平行接近。750kV同塔双回输电线路电压等级高、输送容量大、电磁环境影响大,会影响其附近的油气管线操作人员安全、管线绝缘层及管线阴极保护设备,进而腐蚀油气管线。因此迫切需要研究750kV同塔双回线路与油气管线的平行接近距离。

一、750kV交流输电线路参数

导线采用6×JL/G1A-400/50钢芯铝绞线,分裂间距400;地线采用双地线,地线型均为OPGW-120复合光缆。750kV输电线路系统参数及短路电流计算如表1~2所示。

二、管道相关参数

表3列出了西北常用的4种油气管道参数。

表1 750kV同塔双回输电线路系统参数

标称电压	750kV
最高运行电压	800kV
功率因数	0.95
单回正常输送容量	2300MVA
单回最大输送容量	4000MVA

表2 750kV输变电工程短路电流计算表(单位:kA)

母线名称	单相短路
750kV变电站A母线	37.8
线路中点	17.5
750kV变电站B母线	24.5

三、建模方法

本次采用加拿大SES公司基于矩量法开发的CDEGS软件包进行模拟计算,该软件包在分析输电线路对输油输气管道的电磁影响方面具有强大功能,被国际大电

表3 油气管道参数

序号	管道名称	埋深 (m)	外径/内径 (mm)	防腐层类型/厚度 (mm)	防腐层电阻率 ($\Omega \cdot m^2$)
1	管道1	1.5	1219/1179	3PE/3	10^5
2	管道2	1.5	610/591	3PE/3	10^5
3	管道3	1.5	219/212	3PE/3	10^5
4	管道4	1.5	508/492	FBE/0.4	3×10^4

网会议推荐使用，在国际上解决了大量工程问题。采用CDEGS软件中SESTLC和HIFREQ部分对输电线路和油气管线邻近部分进行建模。以输电线路为基准，测量输气管道相对输电线路的走向和位置。

四、计算分析

4.1 输油输气管道的交流腐蚀强度

由于交流腐蚀确定的首要因素为交流电流密度，评估埋地管道的交流腐蚀强度应为交流电流密度而非交流电压。当管道上的交流干扰电压不高于4V时，可不采取交流干扰防护措施，高于4V时，应采用交流电流密度进行评估。管道受交流干扰的程度可按下标进交流干扰程度的判断指标的规定判定。判断为“弱”时可不采取交流干扰防护措施^[1]。

4.2 750kV正常运行时对各输油输气管道的感应电压

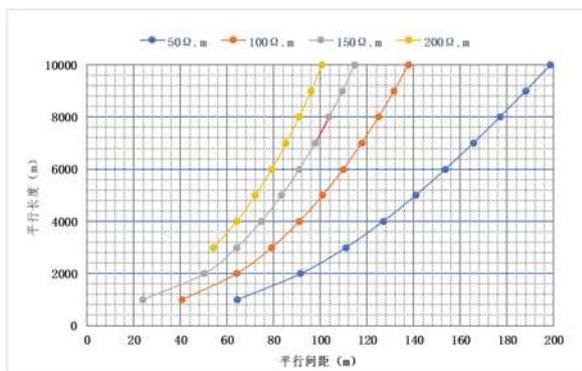


图1 750kV与管道1平行长度及距离

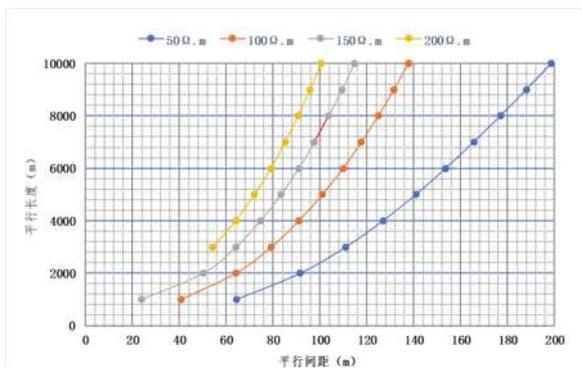


图2 750kV与管道2平行长度及距离

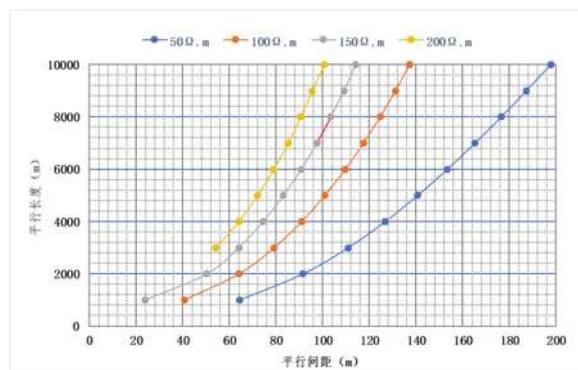


图3 750kV与管道3平行长度及距离

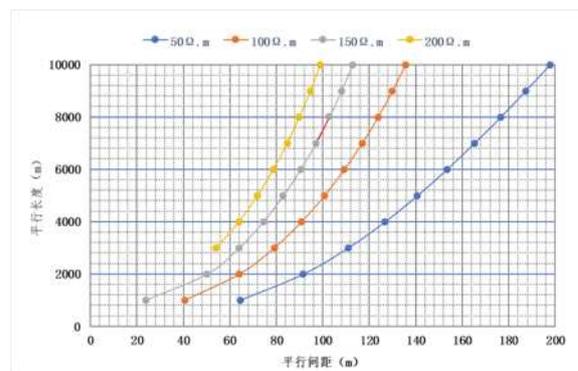


图4 750kV与管道4平行长度及距离

4.3 单相接地故障时对输油输气管道的感应电压

为计算750kV输电线路发生单相接地故障时管道上可能产生的最大管道对地电压，依据各处发生单相接地时产生的短路电流，进行插值处理，计算中模拟了不同杆塔段发生单相接地故障时管道对地电压分布，并将管道上的每处位置可能产生的最大对地电压值相连，形成管道最大对地电压的包络线。

图5 ~ 8分别列出了不同土壤电阻率、不同平行间距、埋深1.5m、平行长度10000m时，管道1 ~ 4的感应电压。

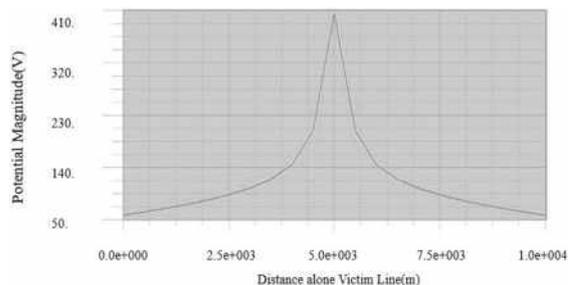


图5 与管道1感应电压

由图5 ~ 8可以看出，当输电线路与管道平行长度10000km，系统发生单相接地故障时，除土壤电阻率50Ω.m时管道最大感应电压未超过1000V外，其余土壤电阻率100Ω.m以上管道对地最大电压均超过1000V，但

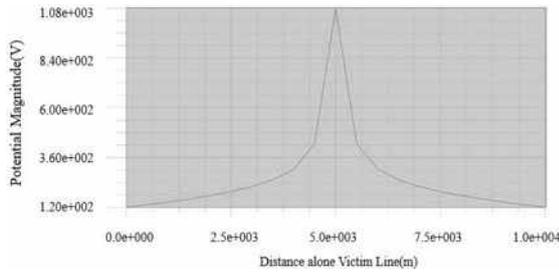


图6 与管道2感应电压

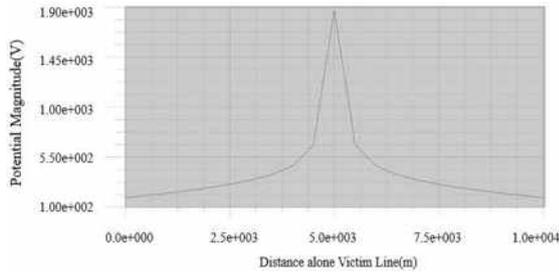


图7 与管道3感应电压

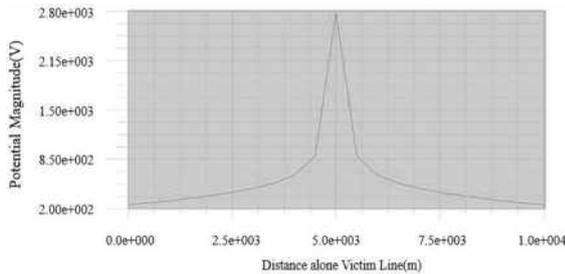


图8 与管道4感应电压

未超过管道安全的允许耐压57kV (3PE)。管道对地电压较高只在管道操作人员可能接触到管道金属伸出地面的部分(如管道的电位测试桩等)处才可能产生影响。

4.4 雷击时对输油输气管道的干扰电压计算

由于雷电流是一个单极性非周期的脉冲波形, 在开始很短的时间内上升到幅值, 然后迅速衰减。雷电流的频谱很宽, 雷击杆塔后避雷线电流和杆塔入地电流逐级衰减很快, 大约经过5个档距后(约2km)基本可以忽略不计。在雷击点附近, 雷电流绝大部分(约80%~90%)

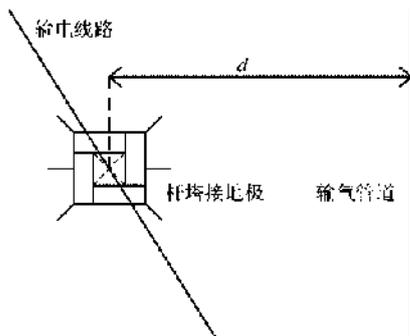


图9 输电线路杆塔与输气管道的相对位置

通过雷击点处杆塔泄放入地, 仅有少部分(约20%~25%)沿着避雷线向远处传播。

FFTSES计算时雷电流幅值取100kA, 波头时间为 $2.6\mu s$, 半波时间为 $50\mu s$, 最大频率为6.5MHz, 计算可得导体段长度在土壤中不超过6.37m, 在空气中不超过7.32m, 计算中统一取导体段长度为5m。

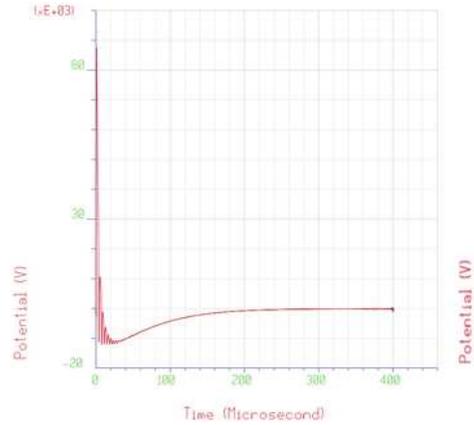


图10 距管道20米时雷击感应电压

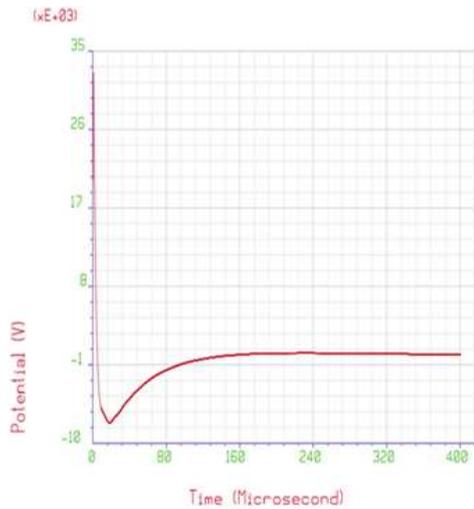


图11 距管道53米时雷击感应电压

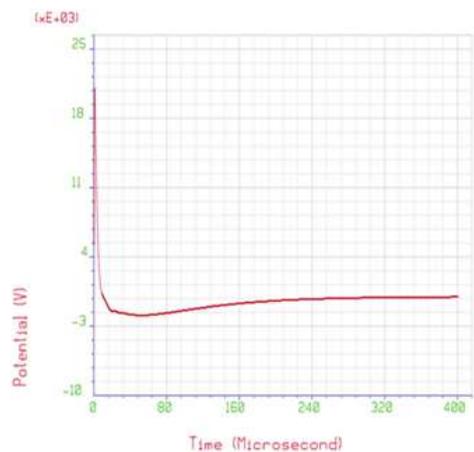


图12 距管道20米时雷击感应电压

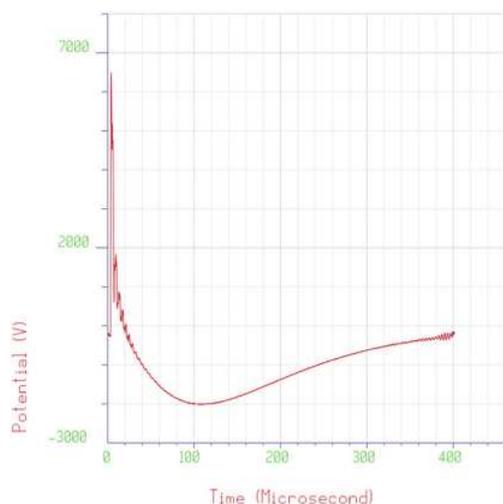


图 13 距管道 53 米时雷击感应电压

从图 10 ~ 13 可以看出, 雷击杆塔时, 距离输电线路最近的杆塔管道电位会有瞬间的抬升, 幅值与离输电杆塔接地极的距离有关。如管道距离电力线路 20 米时的感应电压最大值为 87kV, 从计算结果看均低于 109kV 雷电冲击耐压限值要求。

五、结论与建议

基于仿真计算进行了 750kV 同塔双回交流线路对邻近 4 种类型管道输油输气管道的电磁影响计算, 计算结果表明:

(1) 管道和输电线路相互关系一般情况下有交叉、平行、斜接近, 间距有远有近, 两者绝对平行的很少。本次仿真计算按绝对平行并假设从 1km ~ 10km 的平行长

度不等进行, 其结果偏于保守, 同走廊规划时仅作参考。

(2) 输电线路与管道平行长度对感应电压影响最大, 在满足感应电压限值时, 平行距离越长, 要求的平行间距越大, 基本上呈线性增大; 土壤电阻率和电压等级对感应电压影响较大^[2]。

(3) 输电线路系统单相接地短路电流对管道感应电压影响较大。随着电网的不断发展, 输电线路系统单相接地短路电流也在不断发生变化。在满足正常运行 60V 感应电压、弱腐蚀及故障和雷击时管道安全电压时, 有可能不满足输电线路单相接地故障对人身安全 1000V (故障切除时间为 0.25s) 的电压要求。

(4) 适当考虑在管道由于单相接地短路电流感应电压超过 1000V 处加去耦合器及接地镀带, 即可将单相接地感应电压限制在 1000V 以内^[3]。无需由于单相接地短路电流对管道感应电压超标而增大管道与输电线路的安全距离。

参考文献:

[1]GB/T 50698-2011 埋地钢质管道交流干扰防护技术标准.

[2]李其生等.1000kV 特高压输电线路对地下油气管线的影响[J].电力建设, 2011年2月, 第32卷, 第2期: 10-12.

[3]中国电力科学研究院.交流特高压线路与西气东输管道平行交叉问题的解决方案[R].北京: 中国电力科学研究院, 2008.