

DOI:10.12158/j.2096-3203.2021.01.023

输电线路雷击接地散流与附近管道过电压防护研究

高晓东¹, 安韵竹², 毕斌¹, 牛景光³, 咸日常², 韩正新¹

(1. 国网山东省电力公司检修公司, 山东 济南 250118;

2. 山东理工大学电气与电子工程学院, 山东 淄博 255049;

3. 国网山东省电力公司淄博供电公司, 山东 淄博 255030)

摘要:由于传输走廊紧张,我国架空输电线路建设与输油输气管道常平行或交叉架设。“两线一地”电磁干扰问题、管道安全与防护是热门研究课题,但有关雷击输电线路时临近管道感应过电压的研究较少。文中采用电磁分析软件 CDEGS 建立简化的杆塔-管道模型,分别针对线路与管道的间距、地质条件及杆塔接地网结构对管道的电磁干扰影响进行仿真,计算分析输电线路杆塔逼近油气管道情况下管道防腐层雷电过电压的影响因素和防护效果,给出管道过电压防护的相关施工建议。研究结果可为输电线路及油气管道“两线一地”综合能源管廊建设和技术改造提供参考。

关键词:雷击散流;管道过电压;间距;地质条件;杆塔接地网

中图分类号:TM86

文献标志码:A

文章编号:2096-3203(2021)01-0162-05

0 引言

由于我国输电线路架设走廊占地面积较大,架空线路沿途与石油天然气行业的油气管道时有临近和交叉,输电线路和油气管道“两线一地”(即输电线路与油气管道在同一架设走廊敷设)带来的电磁干扰问题日益突出^[1-3],管道安全运行与防护问题愈发受到关注^[4-5]。输电线路对埋地油气管道的电磁影响主要包括感性、阻性耦合 2 个方面。不同于正常工况下的感性耦合,雷击时阻性耦合占据主导作用^[6],大部分雷电流沿着距离雷击点最近的杆塔及其接地网流入大地,不仅会在杆塔附近的土壤中形成地电位升,还会对临近油气管道产生强烈的电阻耦合干扰^[7-8]。若油气管道、外防腐层感应出较高的电压,有可能造成局部防腐层缺陷,从而加速管道的腐蚀,严重时超过防腐层的耐受电压安全限值,甚至可能击穿防腐层并对管道本体造成损伤。

雷击不仅是造成输电线路故障的主要自然原因^[9-10],还会对临近埋地管道产生威胁。但目前高压输电线路对埋地管道的电磁干扰研究多集中于正常运行工况下的稳态干扰和输电线路发生故障情况下的干扰,有关雷击线路的研究较少。此外,杆塔接地装置可以将雷电流泄流入大地,是电力系统防雷接地的重要部分^[11-12]。直流偏磁是接地体对附近电力设备的主要影响^[13-15]。目前针对杆塔

接地网雷电流散流过程对线路附近埋地管道雷电过电压影响的研究较少,且主要考虑雷电流、档距、管线间距对临近管道雷电过电压的影响^[6,16-19],未充分考虑杆塔接地网形状对散流过程的影响。

文中主要研究杆塔接地网散流过程对输电线路杆塔逼近埋地油气管道的过电压影响。通过仿真计算分析了“管-线”间距、地质条件及接地网形状对输电线路杆塔逼近油气管道情况下管道雷击过电压的影响规律。相关结论可为共用走廊的管道-线路工程设计、施工与改造提供参考。

1 仿真模型及参数

雷电直击输电线路时,雷击点一般位于距离输电线路杆塔 50 m 的范围内。文献[6]研究了雷击超高压交流输电线路对管道的电磁影响,结果表明,距离杆塔 50 m 范围内,雷击点对杆塔入地电流和避雷线分流基本无影响,且当管道十分接近输电线路某一基杆塔时,分析管道上的电磁干扰可不考虑该线路其他杆塔的入地电流影响。因此文中设定油气管道和输电线路的间距为 50 m。

利用电磁分析软件 CDEGS 建立模型时忽略其他杆塔地网和地面以上部分,仅考虑 1 基杆塔的接地网和临近管道。雷电流采用标准雷电流波形,即波头时间为 2.6 μs ,半峰值时间为 50 μs 。采用#字型接地网结构,如图 1 所示,将其命名为#A 型。 L_{gA1} 为方框地网的边长; L_{gA2} 为外沿线长度; D_g 为临近管道侧接地体末端与管道之间的水平距离,管道由相对地网对称的中心位置分别向两侧延伸 2 km 后远

收稿日期:2020-07-11;修回日期:2020-08-25

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51807113);山东省自然科学基金资助项目(ZR2016EEQ20)

离线路。具体参数为:接地体埋深 0.8 m, $L_{gA1} = L_{gA2} = 18$ m,材料为直径 10 mm 的镀锌圆钢,相对电阻率为 109.7,相对磁导率为 636;油气管道埋深为 2 m,外直径为 1 016 mm,壁厚为 20 mm;外侧防腐层厚度为 3 mm,管道材料为低碳钢,相对电阻率为 100,相对磁导率为 300,防腐层为 3 层聚乙烯结构(3PE),电阻率为 $10^5 \Omega \cdot m$,相对介电常数为 3。

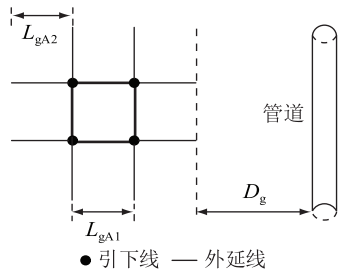


图 1 #字型接地网与临近管道模型
Fig.1 # shaped grounding grid and closer pipeline module

2 D_g 对防腐层感应过电压 U_{ci} 的影响

雷电流经杆塔入地会产生强烈的阻性耦合,由于地电场衰减速度很快,所以通常阻性耦合的作用范围较小。因此,“管-线”间距 D_g 成为影响管道防腐层感应过电压 U_{ci} 的重要因素。为了分析 D_g 对 U_{ci} 的影响,取管道周围土壤电阻率 ρ 为 $200 \Omega \cdot m$, D_g 为 5~80 m。不同 D_g 下, U_{ci} 沿线分布如图 2 所示。文中所述 U_{ci} 为管道防腐层感应过电压的最大值。

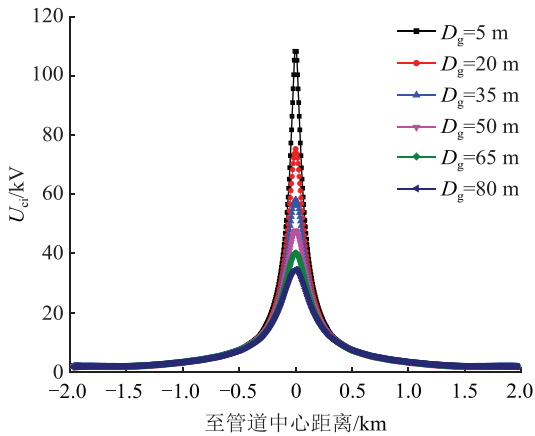


图 2 U_{ci} 随不同 D_g 的沿线分布
Fig.2 Distribution of different D_g on U_{ci}

由图 2 可知, U_{ci} 沿线呈对称分布,管道中心点处的 U_{ci} 最高,由管道中心向管道两侧 U_{ci} 逐渐降低。 D_g 对距杆塔接地网较近管道段的 U_{ci} 影响非常大, U_{ci} 随着 D_g 的增大而显著减小。 D_g 由 5 m 增加至 80 m 时, U_{ci} 由 107 kV 降低至 34 kV,降幅约 68.22%。若采用 3PE 防腐层,其 50%放电电压为 93 kV。若

D_g 过小,则 U_{ci} 极可能导致防腐层损伤。增大 D_g 可以显著降低 U_{ci} ,是油气管道过电压防护的有效措施。另外,较高的感应电压集中在管道中心及周围区域,分析管道不同位置(距管道中心距离)的 U_{ci} 随 D_g 的变化规律,如图 3 所示。

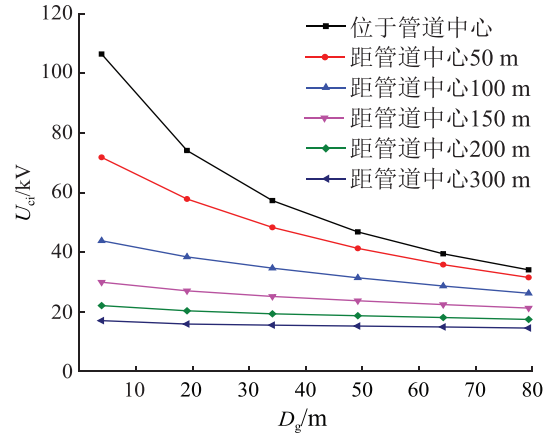


图 3 管道不同位置 U_{ci} 随 D_g 的变化
Fig.3 Influence of D_g on U_{ci} at different positions of pipeline

由图 3 可知,距离管道中心越远,管道段的 U_{ci} 越小,且受 D_g 影响也越小。从管道中心向外延伸过程中, U_{ci} 降速很快,在距离中心 0~300 m 过程中, U_{ci} 从 107 kV 降低至约 17 kV,说明雷击对距雷击点最近的管道段威胁最大,对远处管道威胁较小。

3 地质条件对 U_{ci} 的影响

地质条件是影响雷电流在大地中散流的重要因素之一,管道工程受雷电流冲击的强烈程度因周围地质环境而异。分析不同地质条件下的 U_{ci} ,选取单层土壤模型进行仿真; ρ 为 50~1 500 $\Omega \cdot m$; D_g 分别为 5 m, 20 m, 35 m。不同地质条件下 U_{ci} 计算结果如图 4 所示。

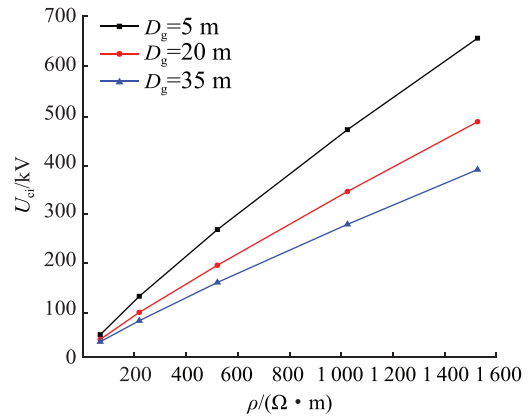


图 4 单层土壤中 U_{ci} 与 ρ 的变化关系
Fig.4 Influence of single layer soilstructure ρ on U_{ci}

由图4可知, U_{ci} 随着 ρ 的增大近似线性增长。这是由于 ρ 越高, 其对雷电流向远方散流的阻碍作用越强, 管道防腐层外的电流密度越大, 导致 U_{ci} 升高。在 ρ 为 $1\,500\ \Omega\cdot\text{m}$ 的极端土壤条件下, 不同 D_g 的 U_{ci} 高达 $631\ \text{kV}$, $461\ \text{kV}$, $364\ \text{kV}$, 明显超过了3PE防腐层的50%放电电压 $93\ \text{kV}$ 。说明在较高 ρ 和较小 D_g 的情况下, 管道防腐层易受雷电影响而损伤防腐层。

为了分析双层土壤结构对 U_{ci} 的影响, 选取如表1所示的6种双层土壤结构S1—S6。采用表1土壤结构参数, 取 D_g 为 $20\ \text{m}$ 进行仿真。不同双层土壤结构下, U_{ci} 的沿线分布如图5所示。

表1 土壤结构参数
Table 1 Soil structure parameters

分层	参数	类型					
		S1	S2	S3	S4	S5	S6
上层	$\rho/(\Omega\cdot\text{m})$	50	50	50	2 000	2 000	2 000
	厚度/m	5	7	9	5	7	9
下层	$\rho/(\Omega\cdot\text{m})$	2 000	2 000	2 000	50	50	50
	厚度/m	∞	∞	∞	∞	∞	∞

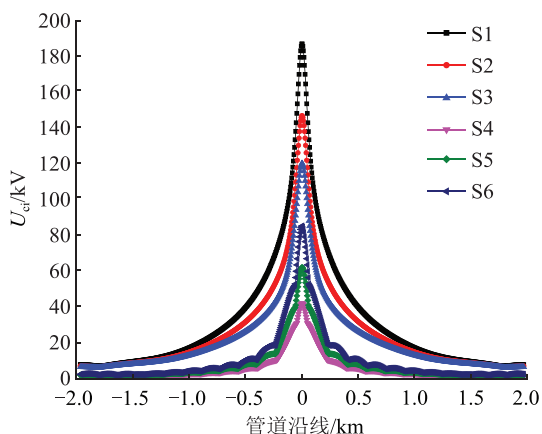


图5 U_{ci} 沿线分布与双层土壤类型的关系

Fig.5 Influence of two layer soil on U_{ci}

由图5可以看出, S1—S3 结构中的 U_{ci} 均高于 S4—S6 结构中的 U_{ci} , 且随着低电阻率土壤区域的扩大, 结构中的 U_{ci} 显著降低。这是由于上、下层 ρ 差距非常大, S4—S6 无穷大面积的优质土壤更有利于雷电流在大地中扩散, 有效降低了雷电流对临近管道的电磁干扰。实际工程中, 当土壤的地表电阻率较高、深层电阻率较低时, 可以通过钻井构造垂直接地的方式, 有效改善雷电流散流过程, 从而降低 U_{ci} 。

4 接地网形状对 U_{ci} 的影响

接地网是雷击线路散流的重要装置, 影响杆塔

的散流过程。改变接地体的结构会影响雷电流的泄散方向, 若雷电流向远离油气管道方向泄散, 则会降低 U_{ci} 。为了研究杆塔接地网形状对 U_{ci} 的影响, 对#A型接地网进行改造: 把垂直朝向管道一侧的2根接地体分别移至背侧2根接地体末端, 命名为#B型; 在#B型基础上再将平行于管道并且距离较近的2根接地体移至较远的接地体末端并连接, 命名为#C型, 如图6所示。

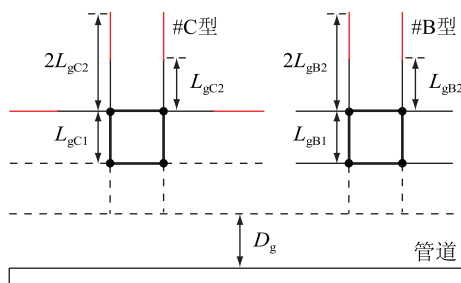


图6 2种形状接地网

Fig.6 Two types of grounding grids

为了分析不同 D_g 下, 3种杆塔接地网模型对输电线路临近 U_{ci} 的影响, 取 $L_{gA1}, L_{gA2}, L_{gB1}, L_{gB2}, L_{gC1}, L_{gC2}$ 相等且均为 $18\ \text{m}$, ρ 为 $200\ \Omega\cdot\text{m}$, D_g 为 $5\sim 80\ \text{m}$ 进行仿真计算。 U_{ci} 的降压效率为 η , 计算结果如图7和表2所示。

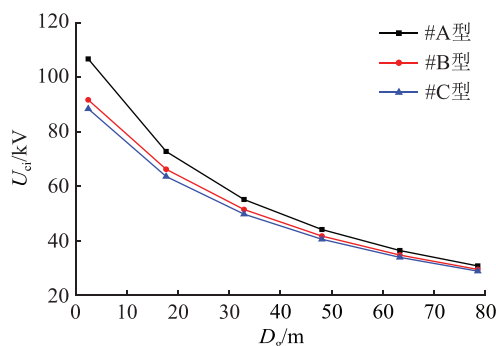


图7 3种接地网在不同 D_g 下的 U_{ci}

Fig.7 U_{ci} at different D_g under three types of grounding grids

表2 不同 D_g 下#B型和#C型接地网的 η
Table 2 η of grounding grids #B and #C under different D_g

D_g/m	#A型		#B型		#C型	
	U_{ci}/kV	$\eta/\%$	U_{ci}/kV	$\eta/\%$	U_{ci}/kV	$\eta/\%$
5	107.03	13.49	92.59	13.49	89.43	16.44
20	74.39	8.42	68.13	8.42	65.56	11.87
35	57.45	6.13	53.93	6.13	52.29	8.98
50	46.84	4.87	44.56	4.87	43.43	7.28
65	39.47	4.10	37.85	4.10	37.04	6.16
80	34.01	3.53	32.81	3.53	32.18	5.38

由图7和表2可知, D_g 较小时3种杆塔接地网形状对 U_{ci} 的影响较为明显,采用改变接地网形状的方式可以在一定程度上降低 U_{ci} 。但是随着 D_g 增大, U_{ci} 趋近相同。这是由于 ρ 值较低,为 $200 \Omega \cdot m$,雷电流在土壤中的散流良好,绝大多数的雷电流已通过土壤散流,杆塔接地网结构对散流的实际影响并不大,所以对 U_{ci} 的降低效果不够明显。

为了分析 ρ 对 U_{ci} 的影响,选取间距 D_g 为20 m, ρ 为 $50 \sim 1\,500 \Omega \cdot m$, U_{ci} 计算结果如图8和表3所示。

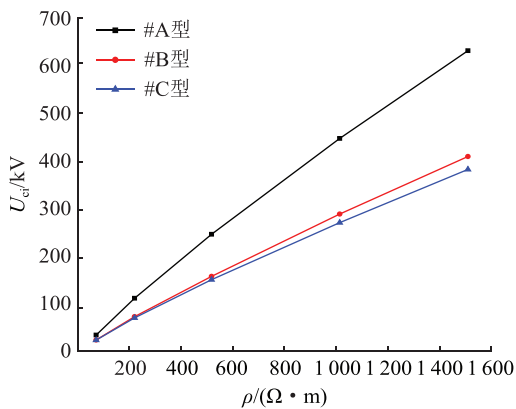


图8 不同 ρ 下的 U_{ci}

Fig.8 U_{ci} under different ρ

表3 不同 ρ 下#B型和#C型地网的 η

Table 3 η of grounding grids #B and #C under different ρ

ρ / ($\Omega \cdot m$)	#A型		#B型		#C型	
	U_{ci} /kV	U_{ci} /kV	η /%	U_{ci} /kV	η /%	
50	29.02	18.52	36.18	18.32	36.87	
200	107.03	68.13	36.34	65.56	38.75	
500	242.66	153.31	36.82	146.41	39.66	
1 000	445.64	285.52	35.93	267.30	40.02	
1 500	631.70	407.35	35.52	379.93	39.86	

由图8和表3可知,#B型和#C型接地网对 U_{ci} 的降低效果非常明显。这是由于高电阻率土壤会极大地阻碍雷电流向远方散流,该情况下电阻较低的金属接地体为雷电流提供相对容易通过的路径,#B型和#C型接地网将靠近管道的接地体移至较远的位置,使得雷电流更少朝着管道方向扩散,从而降低 U_{ci} 。在实际工程中,可以通过改变接地网形状降低雷击线路时的 U_{ci} 。

计算不同 ρ 的接地网接地电阻,如表4所示。 R_A, R_B, R_C 分别为#A型、#B型和#C型接地网的接地电阻。由表4可知,接地电阻值均满足我国电力行业的规程要求。可见,改变结构后,接地电阻减小,接地网防雷性能提升。

表4 不同 ρ 下#B型和#C型接地网的接地电阻

Table 4 Grounding resistance of grounding grids #B and #C under different ρ

ρ / ($\Omega \cdot m$)	#A型	#B型	#C型
	R_A/Ω	R_B/Ω	R_C/Ω
50	0.769	0.751	0.745
200	3.016	2.9	2.814
500	7.511	7.194	6.95
1 000	15.002	14.353	13.843

5 结论

文中采用CDEGS软件搭建雷击输电线路时“管-线”电磁干扰计算模型,计算分析了雷击线路时 D_g 、地质条件、接地网形式对临近埋地油气管道的暂态影响,得到如下结论:

(1) 雷击输电线路时,距离杆塔最近的管道段受电磁干扰影响最为强烈,从该位置向管道两侧方向的 U_{ci} 迅速降低。

(2) 增大 D_g 可以显著降低管道 U_{ci} ,降低线路对管道造成的电磁干扰,是管道过电压防护的有效措施。

(3) 单层均匀土壤条件下, U_{ci} 与 ρ 近似呈线性关系;双层土壤条件下, U_{ci} 则随着低电阻率土壤区域的扩大而减小。

(4) 将接地网中靠近管道的接地体移至远离管道的一侧可以降低 U_{ci} , D_g 越小且 ρ 越高,则降低效果越明显。

参考文献:

- [1] 李自力,杨燕. 金属管道交流腐蚀研究新进展[J]. 石油学报,2012,33(1):164-171.
LI Zili, YANG Yan. New progress in studying alternating current corrosion on metal pipelines[J]. Acta Petrolei Sinica, 2012, 33(1):164-171.
- [2] 董亮,姜子涛,杜艳霞,等. 地铁杂散电流对管道牺牲阳极的影响及防护[J]. 石油学报,2016,37(1):117-124.
DONG Liang, JIANG Zitao, DU Yanxia, et al. Influence and protection of metro stray current on pipeline sacrificial anode[J]. Acta Petrolei Sinica, 2016, 37(1):117-124.
- [3] 丁清苗,范玥铭,莫小元,等. 基于正交试验的机场供油管线的腐蚀影响因素研究[J]. 材料导报,2015,29(S2):271-274.
DING Qingmiao, FAN Yueming, MO Xiaoyuan, et al. Research on the factors of oil supply pipeline corrosion at airport based on the orthogonal test[J]. Materials Review, 2015, 29(S2):271-274.
- [4] 李伟,杜艳霞,王洁军. 直流杂散电流干扰缓解方法及其适用性[J]. 工程科学学报,2016,38(7):958-966.
LI Wei, DU Yanxia, WANG Jiejun. Mitigation methods and their applicability for DC stray current interference[J]. Chinese Jour-

- nal of Engineering, 2016, 38(7):958-966.
- [5] 刘连光,张鹏飞,王开让,等. 地磁暴侵害油气管道的管地电位效应[J]. 电工技术学报, 2016, 31(9):68-74.
LIU Lianguang, ZHANG Pengfei, WANG Kairang, et al. PSP interference effect of geomagnetic storm on buried pipelines[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2016, 31(9):68-74.
- [6] 安宁,彭毅,艾宪仓,等. 雷击超高压交流输电线路对埋地输油输气管道的电磁影响[J]. 高电压技术, 2012, 38(11):2881-2888.
AN Ning, PENG Yi, AI Xiancang, et al. Electromagnetic effects on underground oil/gas pipeline of the lightning strike on EHV AC transmission line[J]. High Voltage Engineering, 2012, 38(11):2881-2888.
- [7] 曹国飞,顾清林,姜永涛,等. 高压直接地极对埋地管道的电流干扰及人身安全距离[J]. 天然气工业, 2019, 39(3):125-132.
CAO Guofei, GU Qinglin, JIANG Yongtao, et al. Current interference of HVDC ground electrode to buried pipelines and its personal safety distance[J]. Natural Gas Industry, 2019, 39(3):125-132.
- [8] 李国庆,黄金龙,杜巍,等. 高压直流输电线路对埋地管道的电磁影响限值分析[J]. 吉林电力, 2018, 46(2):5-8.
LI Guoqing, HUANG Jinlong, DU Wei, et al. Analysis of the electromagnetic effect limit of HVDC transmission line to buried pipeline[J]. Jilin Electric Power, 2018, 46(2):5-8.
- [9] 曾嵘,周旋,王泽众,等. 国际防雷研究进展及前沿述评[J]. 高电压技术, 2015, 41(1):1-13.
ZENG Rong, ZHOU Xuan, WANG Zezhong, et al. Review of research advances and fronts on international lightning and protection[J]. High Voltage Engineering, 2015, 41(1):1-13.
- [10] 陈家宏,赵淳,谷山强,等. 我国电网雷电监测与防护技术现状及发展趋势[J]. 高电压技术, 2016, 42(11):3361-3375.
CHEN Jiahong, ZHAO Chun, GU Shanqiang, et al. Present status and development trend of lightning detection and protection technology of power grid in China[J]. High Voltage Engineering, 2016, 42(11):3361-3375.
- [11] 贾茹,鲁志伟,王艺霖,等. 220 kV 同塔双回线路雷击双回同跳防雷改造[J]. 东北电力大学学报, 2017, 37(3):7-12.
JIA Ru, LU Zhiwei, WANG Yilin, et al. Lightning protection for the flashover of 220 kV double-circuit transmission line on the same tower[J]. Journal of Northeast Electric Power University, 2017, 37(3):7-12.
- [12] 刘溟,曹斌,郑俊杰,等. 输电线路杆塔地网冲击接地电阻现场测量方法[J]. 电瓷避雷器, 2014(4):37-42.
LIU Ming, CAO Bin, ZHENG Junjie, et al. On-site measurement method of impulse grounding resistance of transmission tower grounding network[J]. Insulators and Surge Arresters, 2014(4):37-42.
- [13] 文习山,郭婷婷,何智强,等. 直流偏磁相关问题研究综述[J]. 高压电器, 2016, 52(6):1-8.
WEN Xishan, GUO Tingting, HE Zhiqiang, et al. Review on the related problems of DC magnetic bias[J]. High Voltage Apparatus, 2016, 52(6):1-8.
- [14] 向宇,李健,罗楚军,等. 特高压线路短路故障时对平行油气管道的电磁影响[J]. 陕西电力, 2016, 44(11):88-92, 97.
XIANG Yu, LI Jian, LUO Chujun, et al. Electromagnetic influence of UHV AC transmission line with grounding fault on parallel oil-gas pipeline[J]. Shaanxi Electric Power, 2016, 44(11):88-92, 97.
- [15] 祁正阳,季莞然,李自力,等. 金属管道高压直流干扰腐蚀的研究进展[J]. 材料保护, 2018, 51(6):84-91, 99.
QI Zhengyang, JI Wanran, LI Zili, et al. Research progress of high-voltage direct current interference corrosion in metal pipeline[J]. Materials Protection, 2018, 51(6):84-91, 99.
- [16] 史志强,张浩,熊肖容,等. 雷击高压输电线路对邻近输气管道的电磁影响[J]. 高压电器, 2019, 55(1):178-183.
SHI Zhiqiang, ZHANG Hao, XIONG Xiaorong, et al. Electromagnetic effect on the adjacent gas pipeline of the lightning strike on HV transmission lines[J]. High Voltage Apparatus, 2019, 55(1):178-183.
- [17] 陈登义,谢林峰. 雷击输电线路对地上油气管道干扰影响[J]. 电瓷避雷器, 2017(2):85-89.
CHEN Dengyi, XIE Linfeng. Disturbance and influence of transmission line struck by lightning on above-ground oil and gas pipeline[J]. Insulators & Surge Arresters, 2017(2):85-89.
- [18] 陈邦发,陈斯翔,詹清华,等. 雷击输电线路杆塔接地装置周边地中散流分布特性[J]. 广东电力, 2019, 32(3):119-125.
CHEN Bangfa, CHEN Sixiang, ZHAN Qinghua, et al. Distribution characteristic of ground dispersed current surrounding tower grounding device under lightning transmission lines[J]. Guangdong Electric Power, 2019, 32(3):119-125.
- [19] 彭向阳,金亮,王锐,等. 同塔四回输电线路雷击闪络位置分布特性[J]. 广东电力, 2018, 31(8):147-154.
PENG Xiangyang, JIN Liang, WANG Rui, et al. Lightning strike flashover position distribution characteristic of quadruple circuit transmission lines on the same tower[J]. Guangdong Electric Power, 2018, 31(8):147-154.

作者简介:



高晓东

高晓东(1962),男,硕士,高级工程师,从事输变电设备运维与检修、输电线路防雷与接地相关工作(E-mail:gaoxd1024@163.com);

安韵竹(1988),女,博士,讲师,研究方向为电力系统过电压及防护、气体介质放电等;

毕斌(1986),男,学士,工程师,从事输变电设备运维与检修、输电线路防雷与接地技术相关工作。

Dynamic charging load prediction method of electric vehicle based on wavelet neural network and FCM

ZHANG Tianpei¹, WANG Chengliang¹, CUI Hengzhi², ZHENG Haiyan¹, YANG Qingsheng¹, BIAN Zhengda³

(1. Jiangsu Fangtian Electric Power Technology Co., Ltd., Nanjing 211100, China;

2. State Grid Jiangsu Electric Power Co., Ltd., Nanjing 210024, China;

3. School of Electrical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: With the development of the electric vehicle dynamic wireless charging technology, aiming at the current incomplete theoretical work of dynamic wireless charging modeling, dynamic charging load model is established according to road conditions, and different power is assigned to different vehicles through clustering of EV models and states, so as to complete the establishment of dynamic charging load. Wavelet neural network is used to process and predict the timing sequence information, and then combined with back propagation neural network to predict the traffic flow on the charging road, and the short-term traffic flow forecasting accuracy is 85%. Fuzzy C-means algorithm is used to divide the charging type of EV and the charging power corresponding to the type, and the EV entering the charging road is divided into 7 types. The corresponding charging power is allocated according to various charging types to complete the daily load modeling.

Keywords: electrical vehicle dynamic wireless charging (EV-DWC); wavelet-back propagation neural network (W-BPNN); fuzzy C-means (FCM); EV charging pattern; load model

(编辑 钱悦)

(上接第 166 页)

Lightning grounding dispersion of transmission lines and overvoltage protection of nearby pipelines

GAO Xiaodong¹, AN Yunzhu², BI Bin¹, NIU Jingguang³, XIAN Richang², HAN Zhengxin¹

(1. State Grid Shandong Electric Power Company Maintenance Company, Jinan 250118, China;

2. School of Electrical and Electronic Engineering, Shandong University of Technology, Zibo 255049, China;

3. State Grid Zibo Power Supply Company of Shandong Electric Power Company, Zibo 255030, China)

Abstract: Due to the shortage of transmission corridors, the construction of overhead transmission lines in China is often parallel or cross-erected with oil and gas pipelines. Electromagnetic interference and the pipeline's safety and protection of "two lines and one place" have become research hotspot. However, few studies are on the induced overvoltage of neighboring pipelines when lightning strikes transmission lines. The electromagnetic analysis software CDEGS is used to simulate the influence factors and protective effect of overvoltage induced by lightning of the pipeline anticorrosive coating when the transmission line tower is close to the oil and gas pipeline. A simplified model of the tower and pipeline is established. The distance between the line and pipeline, geological conditions and the structure of the grounding grid of the tower are simulated and analyzed. Corresponding construction suggestions for pipeline overvoltage protection are given. The research results provide reference for the construction and reconstruction of "two lines and one place".

Keywords: lightning current divergence; pipeline overvoltage; spacing; geological conditions; tower grounding grid

(编辑 吴楠)