

基于负荷矩模型的油田配电网电压暂降源定位方法

孙东¹, 仇志华², 邹兵³, 李炜¹, 赵一龙²

- (1. 中国石化股份胜利油田分公司技术检测中心, 山东 东营 257000;
2. 中国石油大学(华东)信息与控制工程学院, 山东 青岛 266580;
3. 中国石化股份胜利油田分公司运行管理中心, 山东 东营 257000)

摘要:随着油田敏感负荷的大量使用,电压暂降问题日益突出;近年来,油田配电网推进信息化建设,为实现电压暂降源区段定位提供了数据支撑。文中基于干线式配电网结构特点与负荷矩模型,以负荷矩近似相等为出发点,建立电压监测值与线路电气距离之间的约束关系,构建了适用于干线式网络负荷分布特征的信息监测点确定方法,并通过距离系数与电压损失之间的线性关系表征线路的稳态电压分布情况,利用电压增量与监测点间电气距离之间的关系进行电压暂降源区段定位。仿真结果证明了该方法的有效性。

关键词:配电网;负荷矩;电压暂降源;监测点;区段定位

中图分类号:TM73

文献标志码:A

文章编号:2096-3203(2019)04-0118-06

0 引言

随着油区敏感性用电设备的大量使用,电压暂降影响越来越大,已引起业界广泛关注^[1-2]。电压暂降源区段定位是分析暂降原因进而制定解决方案的前提^[3-4],有助于电力部门和用户之间区分暂降责任,协调缓解纠纷^[5]。近年来,油田配电网积极推进信息化建设^[6],在井口安装了远程监测终端,获取电压、电流等信息^[7]。因此,基于油田远程测控终端(remote terminal unit, RTU)数据研究电压暂降源的快速定位方法,具有重要的工程意义。

目前,业界已针对暂降定位问题进行了大量研究,扰动功率能量法具有普遍适应性^[8-9],但缺乏严密的算法;系统参量斜率法易于实现^[10],但三相的直线斜率符号不一致时便无法判断;功率因数等因素会影响实部电流法的判断结果^[11];距离阻抗继电器法可以得到阻抗幅值和相角的变化情况^[12],但永久性故障时可能发生误判。上述方法主要集中在扰动源上下游的界定,没有涉及精确定位问题。文献[13]提出了基于多重判据的电压暂降源定位方法,有效减少了故障点判断循环过程;文献[14]提出了电压暂降可观约束下的监测点优化配置方法;文献[15]提出了粒子群算法的监测优化配置方法,综合考虑了配置节点的优先级;文献[16-18]分别考虑了模糊控制、可观性、故障电阻在优化配置方面的应用。上述方法主要讨论了扰动源监测点优

化方法,没有涉及油田配电线路及油井侧监测信息数据冗余情况下扰动源定位问题。此外,馈线自动化技术能够有效解决故障区段问题^[19-21],但未实现扰动下的电压暂降源定位。负荷矩模型可用于电压快速估算中,耗费时间大幅减少^[22],可用于改善电压暂降源的定位速度。

文中针对油区辐射型配电网,给出了一种利用负荷矩模型的电压暂降源定位方法,通过建立干线式等效模型、合理确定 RTU 数据选择原则,分析了负荷矩近似相等下的监测数据特征与暂降源定位机理,并通过仿真验证表明了其对于研究较小扰动带来的电压暂降源定位的优势。

1 干线式线路负荷矩模型

通常,配电线路供电半径较短,在分析计算线路电压损失时,往往忽略其电压降落的横向分量,仅计及其纵向分量;并利用额定电压代替各点的实际电压计算线路电压损失,其简化模型如图1所示。

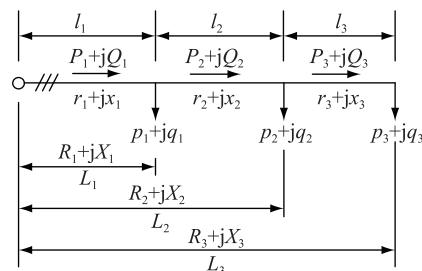


图1 干线式配电网简化模型

Fig.1 Simplified model of trunk line distribution line

其中 p_i, q_i 分别为各支线的负荷有功、无功功率; P_i, Q_i 分别为各段干线的有功、无功功率; $l_i, r_i,$

收稿日期:2019-03-11;修回日期:2019-04-19

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51477184);山东省自然科学基金资助项目(ZR2019MEE057)

x_i 分别为各段线路的长度、电阻和电抗; L_i, R_i, X_i 分别为各个负荷到电源之间的干线长度、电阻和电抗, $i = 1, 2, 3$ 。

为简化分析,利用额定电压 U_N 代替各节点处的实际运行电压,此时, L_i 段干线的电压损失为:

$$\Delta U_i = (P_i r_i + Q_i x_i) U_N \quad (1)$$

n 段干线的总电压损失为各段干线的电压损失之和,即:

$$\Delta U = \sum_{i=1}^n \Delta U_i = \sum_{i=1}^n \frac{P_i r_i + Q_i x_i}{U_N} \quad (2)$$

也可将其表示为各支线的负荷,即:

$$\Delta U = \sum_{i=1}^n \Delta U_i = \sum_{i=1}^n \frac{p_i R_i + q_i X_i}{U_N} \quad (3)$$

式中: n 为支路负荷 p_i 的个数。进一步求得其电压损失的百分数为:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_N \times 10^3} \times 100 = \frac{1}{10U_N^2} \sum_{i=1}^n (p_i R_i + q_i X_i) \quad (4)$$

若各段线路的导线类型相同,则有:

$$\Delta U\% = \frac{1}{10U_N^2} \left(r_1 \sum_{i=1}^n p_i L_i + x_1 \sum_{i=1}^n q_i L_i \right) = \frac{1}{10U_N^2} \left[(r_1 + x_1 \tan \theta_i) \sum_{i=1}^n p_i L_i \right] \quad (5)$$

即:

$$\Delta U\% = \frac{1}{10U_N^2} \left[(r_1 + x_1 \tan \theta_i) \sum_{i=1}^n F_i \right] \quad (6)$$

式中: $F_i = p_i L_i$ 为第 i 个负荷分支到干线出口的负荷矩; θ_i 为第 i 分支线路上负荷功率因数角。

与力学中的力矩概念类似,负荷矩为线路负荷功率与负荷至母线间的电气距离的乘积,由式(6)可以看出,当各分支线路上的负荷功率因数及其负荷矩大小近似相等时,分支负荷对电压跌落程度的影响接近相等。

2 RTU 选点原则及扰动源定位方法

为便于分析线路电压分布规律,并考虑到负荷实际分布情况,可采用负荷矩近似相等的方法对监测信息进行筛选。为保证所选监测点的电压与所在支路接入干线处的电压近似一致,监测点应满足如下要求:负荷监测点与干线之间的距离较短,其测量电压直接作为分支接入点处的干线电压;或者负荷监测点所在分支中所有负荷电流均可量测,利用监测电流与分支参数计算得到该支路接入点的干线电压。

具体数据量测点选择规则如下:(1) 根据该馈线线路的网架结构和负荷分布情况,计算线路总负荷矩。(2) 根据满足上述监测点选取要求的 RTU 时空位置,以负荷距近似相等为原则,确定能够等分负荷距的监测点数量,假定为 N ,即将该条线路分为 $N + 1$ 段。(3) 若有多组数据监测点能够满足上述要求,可根据各组采集数据分析的结果交集判断扰动源位置。

针对干线式网络可能出现不能整分负荷的情况,以各段负荷矩大小与第一段线路内负荷矩大小的偏差超过第一段线路内负荷矩大小的 10% 为依据,引入修正系数 k_i 对各段线路内的负荷矩进行修正,即在第 i 个监测点位置出现此种情况,则可根据该负荷不能均分的剩余部分的功率大小 P_{left} 与该负荷与母线的距离 L_i 进行修正,此时第 i 个监测点与第 $i - 1$ 个监测点之间的的负荷矩为:

$$F'_i = \frac{\sum F}{N + 1} + P_{\text{left}} L_i \quad (7)$$

其修正系数 $k_i = F'_i / F_i$ 。第 i 个监测点与第 $i + 1$ 个监测点间负荷矩之和为:

$$F'_{i+1} = \frac{\sum F}{N + 1} - P_{\text{left}} L_i \quad (8)$$

其修正系数 $k_{i+1} = \frac{F'_{i+1}}{F_{i+1}}$ 。即可求得各段线路负荷矩 F_i ,从而确定各监测点的位置 L_i 。

此时,各段负荷矩之间的关系为 $F_1 = F_2 = \dots = F_n$,则各段负荷矩造成的电压损失为 $\Delta U_1 = \Delta U_2 = \dots = \Delta U_n$,因此在实际监测点得到的电压 U_1, U_2, \dots, U_n 存在以下关系:

$$\begin{pmatrix} U_1 - U_0 \\ U_2 - U_1 \\ \vdots \\ U_n - U_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{L_1}{L_1} & \frac{L_1}{L_2} & \frac{L_1}{L_3} & \dots & \frac{L_1}{L_n} \\ 0 & \frac{L_2 - L_1}{L_2} & \frac{L_2 - L_1}{L_3} & \dots & \frac{L_2 - L_1}{L_n} \\ 0 & 0 & \frac{L_3 - L_2}{L_3} & \dots & \frac{L_3 - L_2}{L_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \frac{L_n - L_{n-1}}{L_n} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \Delta U_1 \\ \Delta U_2 \\ \vdots \\ \Delta U_n \end{pmatrix} \quad (9)$$

即:

$$\begin{pmatrix} U_1 - U_0 \\ U_2 - U_1 \\ \vdots \\ U_n - U_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \Delta U_1 \\ \Delta U_2 \\ \vdots \\ \Delta U_n \end{pmatrix} \quad (10)$$

其中 a_i 为距离系数 ($1 \leq i \leq n$), 大小为行元素之和, 即:

$$\begin{cases} a_1 = \frac{L_1}{L_1} + \frac{L_1}{L_2} + \dots + \frac{L_1}{L_n} \\ a_2 = \frac{L_2 - L_1}{L_2} + \frac{L_2 - L_1}{L_3} + \dots + \frac{L_2 - L_1}{L_n} \\ \dots \\ a_n = \frac{L_n - L_{n-1}}{L_n} \end{cases} \quad (11)$$

L_i 在线路网架结构和负荷分布确定时已可知, 因此确定监测点个数后即可确定各距离系数大小, 获得监测点电压值与线路电气距离间的约束关系。

当在区段 i ($1 \leq i \leq n$) 内的扰动源引起电压暂降事件时, 可认为第 i 段区域内的注入电流突然增大, 即 F_i 突增, 则 ΔU_i 也突增; 由于该馈线为辐射性网络, 因此, 在前 i 个监测点处测得的电压将不再满足上述与线路电气距离间的约束关系, 而前 i 个监测点处测得的电压较稳态时的增量 $\Delta U'_i$ 将与距离增量 ΔL_i 即 $L_i - L_{i-1}$ 成正比, 如式(12)所示, 该扰动源定位的简易流程如图2所示。

$$\begin{pmatrix} U_1 - U_0 \\ \vdots \\ U_i - U_{i-1} \\ \vdots \\ U_n - U_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_i \\ \vdots \\ a_n \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \Delta U_1 \\ \vdots \\ \Delta U_i \\ \vdots \\ \Delta U_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{L_1}{L_i} \\ \vdots \\ \frac{L_i - L_{i-1}}{L_i} \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \times \Delta U'_i \quad (12)$$

因此利用尾项可为扰动源的区段定位提供依据, 当有 j 种监测点方案可供选择时, 可利用 j 组数据的定位结果重叠区域作为定位的最终结论, 以提高其准确性。利用其电压增量与距离的线性关系随机取点也具有该特征, 但是与采用全部可行的数据监测点相比, 其速度较快, 所需处理的监测位置个数由全部可行的数据监测点 N 减少至 j 组方案中包含的点数 $\sum_{i=1}^j N_i$, 其中 N_i 为第 i 种方案中包含的数据监测点数; 由于小扰动导致的电压暂降大部分来源于电机起动, 因此与按各段线路长度均匀取点相比, 此种方法充分考虑了油井负荷的分布情况及其对线路电压损失造成的影响。

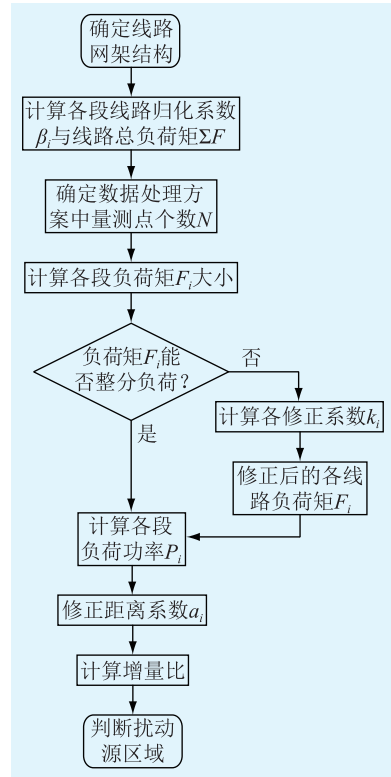


图2 扰动源定位简易流程

Fig.2 Simple flow chart of disturbance source location

3 算例分析

算例以胜利油田某变电站馈线及其所带负荷为分析对象, 基于 Matlab 软件建立了仿真模型。该馈线的数据信息如表1所示。该辐射型干线式线路模型拓扑简化分析结构如图3所示。

表1 仿真模型的数据信息
Table 1 Simulation model data information

参数	数值
电压等级/kV	6
短路电流/kA	3.64(最大运行方式) 2.77(最小运行方式)
短路容量/(MV·A)	55
负荷功率因数	0.83~0.93

其中该馈线线路总负荷距约为 $2\ 000\ \text{kW}\cdot\text{m}$, 满足符合量测点选择要求的可用 RTU 点数为 A—G 点, 那么根据负荷矩近似相等的分析原则及线路负荷分布情况可以得出该馈线结构确定采用监测点的个数为 3 个和 4 个, 采用装有 RTU 点的集合分别为距母线电气距离 0.8 km, 1.7 km, 2.2 km, 5.5 km 的 ACEG 点和距母线电气距离 1 km, 2 km, 5.4 km 的 BDF 点处。

在稳态条件下, BDF 点和 ACEG 点的监测装置测得的同步电压情况如表2和表3所示, 其中距离

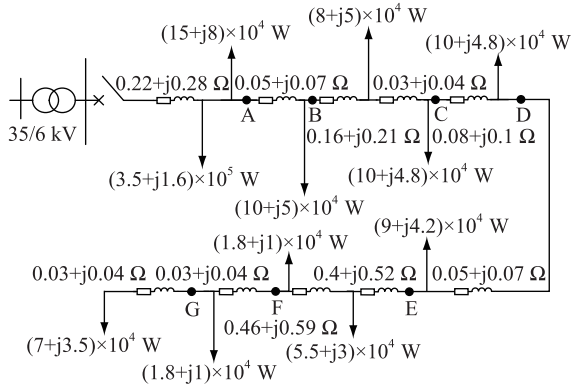


图3 胜利油田某馈线拓扑结构与负荷参数
Fig.3 Topological structure of a feeder line trunk line model

系数 a 为理论计算值,在稳态条件下 a 应与电压损失值 U 成线性关系,其比值应该近似相等。

表2 稳态条件下 BDF 点 a 与 U 的关系

Table 2 Relationship between a and U at BDF point

监测点	a	U/V	U/a
B	1.864	46.35	24.87
D	0.864	20.94	24.24
F	0.867	21.10	24.34

表3 稳态条件下 ACEG 点 a 与 U 的关系

Table 3 Relationship between a and U at ACEG point

监测点	a	U/V	U/a
A	2.12	40.75	19.22
C	1.26	21.92	17.39
E	0.41	6.91	16.85
G	1.19	19.26	16.18

可以看出,在按照负荷矩近似相等原则的布点方法下,虽然每段线路的功率因数、负荷矩大小存在一定差异,但是 BDF 方案与 ACEG 方案下的电压损失值与距离系数的比值大小基本一致。

通过设置 E、F 间某点附近启动大功率电机模拟电压暂降事件,在该电压暂降事件条件下,BDF 点和 ACEG 点的的监测装置测得的同步电压情况如表 4 和表 5 所示,其中, $\Delta L_i = L_i - L_{i-1}$ 。可以看出,在线路中发生电机启动等较小电流引起的电压暂降时,按照负荷矩近似相等原则的布点方法下,BDF 3 个监测点测得的增量比值大小曲线中可以明显看出扰动源的位置处于 D、F 点之间;ACEG 4 个监测点测得的增量比值大小可以明显看出扰动源的位置处于 E、G 点之间。因此,可以判断该扰动源位于监测点 E 和 F 之间的线路区段,如图 4 所示。

图 4 中,EF 段为快速判断的扰动源位置大致区域,利用表 4 中的数据可以发现,故障区域的增量设

表 4 电机启动引起的电压暂降条件下 BDF 点距离增量与电压损失增量的关系

Table 4 Relationship between BDF point distance increment and voltage loss increment under voltage sag caused by motor starting

监测点	ΔL_i	$\Delta U'_i$	$\Delta U'_i/\Delta L_i$
B	1	80.62	80.62
D	1	87.59	87.59
F	3.4	13.52	3.98

表 5 电机启动引起的电压暂降条件下 ACEG 点距离增量与电压损失增量的关系

Table 5 Relationship between ACEG point distance increment and voltage loss increment under voltage sag caused by motor starting

监测点	ΔL_i	$\Delta U'_i$	$\Delta U'_i/\Delta L_i$
A	0.8	72.55	90.69
C	0.9	83.63	92.92
E	0.5	47.14	94.28
G	3.3	-0.84	-0.25

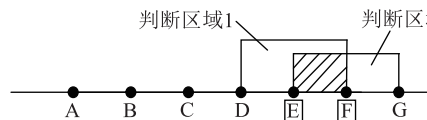


图 4 扰动源位置判断区域

Fig.4 Disturbance source position judgment area

比与正常区域相比差异较大,可以作为稳定判据。

通过设置 E、F 间某点附近发生三相短路模拟故障引起的电压暂降事件,此时 BDF 点和 ACEG 点的监测装置测得的电压相关指标如表 6 和表 7 所示。

表 6 故障引起的电压暂降条件下 BDF 点距离增量与电压损失增量的关系

Table 6 Relationship between BDF point distance increment and voltage loss increment under voltage sag caused by fault

监测点	ΔL_i	$\Delta U'_i$	$\Delta U'_i/\Delta L_i$
B	1	483.86	483.86
D	1	501.74	501.74
F	3.4	83.32	24.5

由表 6 和表 7 可以看出,在线路中发生接地故障等较大电流引起的电压暂降时,其扰动源位置区段的判断结果与小扰动引起的电压暂降判断结果一致,且其判据更为明显,判断结果同图 4 所示。

因此系统正常运行时的电压分布规律、大功率电动机启动与故障引起的电压暂降分布情况的仿真结果,与文中提出的负荷矩近似相等原则选取监测点数据方法的理论分析结论一致,对于负荷扰动

表7 故障引起的电压暂降条件下 ACEG
点距离增量与电压损失增量的关系

Table 7 Relationship between ACEG point distance
increment and voltage loss increment under
voltage sag caused by fault

监测点	ΔL_i	$\Delta U'_i$	$\Delta U'_i/\Delta L_i$
A	0.8	384.73	480.91
C	0.9	448.82	498.69
E	0.5	254.19	508.38
G	3.3	-19.26	-5.84

与故障引起的暂降源定位判据特征差异明显,能够实现油田配电网电压暂降源的准确区段定位。

4 结论

为实时掌握线路上的电压分布情况,并根据监测终端的同步数据合理判断扰动来源的区段,文中基于负荷矩理论,提出了负荷矩近似相等情况下的监测终端布点方案,根据油田实际线路数据,研究了该种布点方案下的电压分布规律与暂态条件下的监测数据特征,结论如下:

(1) 基于负荷矩近似相等原则确定 RTU 选点方案,所监测的数据具有稳态时的距离系数与电压损失值成线性、暂态时故障区段电压损失增量与距离增量呈非线性的特征。

(2) 油田某馈线的仿真结果表明,该种电压暂降源定位方法下,扰动源区段与正常区段的定位判据特征差异明显,可以作为扰动源定位的稳定判据。

本文得到中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(18CX05025A)资助,谨此致谢!

参考文献:

- [1] 汪颖,周杨,肖先勇. 电压暂降问题研究现状及面临的挑战[J]. 供用电,2018,35(2):2-9.
WANG Ying,ZHOU Yang,XIAO Xianyong. Research status and challenges of voltage sag problem [J]. Power Supply,2018,35(2):2-9.
- [2] 杨家莉,徐永海. 基于组合赋权与 TOPSIS 模型的节点电压暂降严重程度综合评估方法[J]. 电力系统保护与控制,2017,45(18):88-95.
YANG Jiali,XU Yonghai. Comprehensive evaluation method of node voltage sag severity based on TOPSIS model and combination weights[J]. Power System Protection and Control,2017,45(18):88-95.
- [3] 卢文清,常乾坤,贾东强. 设备侧电压暂降严重程度评估方法研究[J]. 电力自动化设备,2019,39(1):175-182.
LU Wenqing,CHANG Qiankun,JIA Dongqiang. Study on the evaluation method of equipment side voltage sag severity[J]. Electric Power Automation Equipment,2019,39(1):175-182.

- [4] 李夏林,刘雅娟,朱武. 基于配电网的复合电压暂降源分类与识别新方法[J]. 电力系统保护与控制,2017,45(2):131-139.
LI Xialin,LIU Yajuan,ZHU Wu. A new method to classify and identify composite voltage sag sources in distribution network [J]. Power System Protection and Control,2017,45(2):131-139.
- [5] 阚力丰,李华强,李春海. 基于供需协调的电压暂降综合治理策略[J]. 电力系统及其自动化学报,2018,30(6):90-95.
KAN Lifeng,LI Huaqiang,LI Chunhai. The comprehensive management strategy of voltage sag based on supply and demand coordination[J]. Journal of Electric Power System and Automation,2018,30(6):90-95.
- [6] 孙杰贤. 胜利油田“四化”[J]. 中国信息化,2014(10):40-41.
SUN Jiexian. The “four modernizations” of Shengli Oilfield battle [J]. China Informatization,2014(10):40-41.
- [7] 刘冲. 浅谈胜利油田四化建设与成果[J]. 石化技术,2016,23(9):266-274.
LIU Chong. On the construction and achievements of the four modernizations in Shengli oilfield [J]. Petrochemical Technology,2016,23(9):266-274.
- [8] PARSONS A C, GRADY W M, POWERS E J, et al. A direction finder for power quality disturbances based upon disturbance power and energy [J]. IEEE Transactions on Power Delivery,2002,15(3):1081-1086.
- [9] 崔灿,肖先勇,吴奎华,等. 基于 HHT 和特征离散化的电压暂降扰动源分类特征提取[J]. 电力系统保护与控制,2018,46(24):8-15.
CUI Can,XIAO Xianyong,WU Kuihua,et al. Feature extraction in classification of voltage sag sources based on HHT and feature discretization [J]. Power System Protection and Control,2018,46(24):8-15.
- [10] LI C,TAYJASANANT T,XU W,et al. Method for voltage-sag-source detection by investigating slope of the system trajectory [J]. Generation, Transmission and Distribution, IEE Proceedings,2003,150(3):367-372.
- [11] HAMZAH N,MOHAMED A,HUSSAIN A. A new approach to locate the voltage sag source using real current component [J]. Electric Power Systems Research,2004,72(2):113-123.
- [12] PRADHAN A K,ROUTRAY A. Applying distance relay for voltage sag source detection [J]. IEEE Transactions on Power Delivery,2005,20(1):529-531.
- [13] 刘颖英,王同勋,冯丹丹. 基于多重判据的电压暂降故障源定位方法[J]. 中国电机工程报,2015,35(1):103-111.
LIU Yingying,WANG Tongxun,FENG Dandan. A method for voltage sag fault source localization based on multiple criteria [J]. Proceedings of the CSEE,2015,35(1):103-111.
- [14] 张嫣,林涌艺,邵振国. 电压暂降可观约束下的定位监测点多目标优化配置[J]. 电工技术学报,2019,34(11):2375-2383.
ZHANG WEI,LIN Yongyi,SHAO Zhenguo. Multi-objective

- optimization configuration of positioning monitoring points under the constraint of voltage sag [J]. Transactions of Electrical Engineering, 2019, 34(11): 2375-2383.
- [15] 周超, 田立军. 基于粒子群优化算法的电压暂降监测点优化配置[J]. 电工技术学报, 2014, 29(4): 181-187.
ZHOU Chao, TIAN Lijun. Optimization configuration of voltage sag monitoring point based on particle swarm optimization algorithm [J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2014, 29(4): 181-187.
- [16] 唐亚迪, 徐永海, 洪旺松. 基于模糊控制模型的电压暂降监测装置优化配置[J]. 电力自动化设备, 2015, 35(8): 65-71.
TANG Yadi, XU Yonghai, HONG Wangsong. Optimal configuration of voltage sag monitoring device based on fuzzy control model [J]. Electric Power Automation Equipment, 2015, 35(8): 65-71.
- [17] 邱玉涛, 肖先勇. 满足电压暂降与故障位置均可观的监测装置二阶段配置[J]. 电网技术, 2014, 38(11): 3166-3172.
QIU Yutao, XIAO Xianyong. Two-stage configuration of monitoring device that satisfies voltage sag and fault location [J]. Power System Technology, 2014, 38(11): 3166-3172.
- [18] 陈礼频, 杜新伟, 汪伟. 考虑故障电阻随机不确定性的电压暂降监测点优化配置[J]. 电工技术学报, 2016, 31(23): 93-99.
CHEN Lipin, DU Xinwei, WANG Wei. Optimization of voltage sag monitoring points considering random uncertainty of fault resistance [J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2016, 31(23): 93-99.
- [19] 王秋杰, 金涛, 刘军. 计及 FTU 漏报和误报的配电网故障定位分层解析模型 [J]. 电力自动化设备, 2019, 39(1): 141-147.
WANG Qiujie, JIN Tao, LIU Jun. Layered analytical model of distribution network fault location based on FTU missing report and false report [J]. Electric Power Automation Equipment, 2019, 39(1): 141-147.
- [20] 吴栋萁, 杨涛, 黄晓明, 等. 虚实结合的馈线自动化系统测试平台设计 [J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(19): 137-143.
WU Dongqi, YANG Tao, HUANG Xiaoming, et al. Testing platform of feeder automation system with the combination of virtual and reality [J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(19): 137-143.
- [21] 肖小兵, 黄亮亮, 王宇, 等. 分层备用保护型馈线自动化技术研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(7): 164-170.
XIAO Xiaobing, HUANG Liangliang, WANG Yu, et al. Research of distributed feeder automation with level and protective backup [J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(7): 164-170.
- [22] 张林垚, 王凯, 冷正龙, 等. 基于归一负荷矩的中压配电网馈线负荷裕度分析 [J]. 广东电力, 2017, 30(1): 59-62.
ZHANG Linyao, WANG Kai, LENG Zhenglong, et al. Analysis on feeder load margin of middle-voltage power distribution network based on normalized load momenta [J]. Guangdong Electric Power, 2017, 30(1): 59-62.

作者简介:



孙东

孙东(1979),男,博士,高级工程师,从事油田电网节能技术相关工作(E-mail:sundong.slyt@sinopec.com);

仇志华(1977),男,博士,副教授,研究方向为电力系统保护与控制;

邹兵(1968),男,硕士,高级工程师,从事企业电网和电厂的技术管理工作。

Positioning method for voltage sag source of oilfield distribution network based on load moment model

SUN Dong¹, ZHANG Zhihua², ZOU Bing³, LI Wei¹, ZHAO Yilong²

(1. Technical Testing Center, Shengli Oilfield Company, SINOPEC, Dongying 257000, China;

2. School of Information and Control Engineering, China University of Petroleum (East China), Qingdao 266580, China;

3. Operation Management Center of Shengli Oilfield Branch of Sinopec Corp., Dongying 257000, China)

Abstract: With the large-scale use of sensitive loads in oil fields, the voltage sag problem has become increasingly prominent. In recent years, oilfield distribution networks have promoted information construction, providing data support for the realization of voltage sag source segmentation. Based on the structural characteristics and load moment model of the mainline distribution network, the constraint relationship between the voltage monitoring value and the electrical distance of the line is established based on the similarity of the load moments. The information monitoring point suitable for the distribution characteristics of the mainline network load is constructed. Determine the method, and characterize the steady-state voltage distribution of the line by the linear relationship between the distance coefficient and the voltage loss, and use the relationship between the voltage increment and the electrical distance between the monitoring points to locate the voltage sag source segment. Simulation results demonstrate the effectiveness of the proposed method.

Keywords: distribution network; load moment; voltage sag source; monitoring points; section positioning

(编辑 方晶)