

# 配网自动化条件下的 FTU 优化配置

徐 飞

(广东省电力设计研究院, 广东 广州 510663)

**摘要:** 目前配电网一次网架的优化开关配置研究较多, 提出了很多的算法来进行一次开关的优化配置。然而, 很少从建设配电网自动化之后, 在远程遥控这个层面对配电网的可靠性和经济性进行研究。重点分析了一次网架、可靠性和经济性三个方面对配电网自动化规划中终端配置方案的影响; 考虑配电网自动化的建设给配电网的可靠性和经济性带来的影响, 在可靠性和经济性双重约束条件下优化终端的配置, 使在可靠性满足要求的基础上, 经济上达到最优; 建立数学模型, 并将数学模型代入一个实际网络中, 进行了详细计算, 证明了该模型的实用性。

**关键词:** 配电网; 配电网自动化规划; 可靠性; 经济性; 优化模型

**Abstract:** There are already many researches of switch configuration optimization in distribution network and also lots of algorithms which could optimize the allocation, but there is almost no research in the reliability and economy as viewed from the remote control after establishing the distribution automation. The influences of the network construction, the reliability and the economy on the terminal configuration program in distribution automation planning are analyzed. Considering the impact of distribution automation construction on the reliability and economy of distribution network, the terminal configuration is optimized under the constraints of reliability and economy, which could achieve the optimal economy when the reliability meets the requirements. The mathematical models are established and put into an actual distribution network, then a detailed calculation is carried out which proves the practicability of the proposed model.

**Key words:** distribution network; distribution automation planning; reliability; economy; optimization model

中图分类号: TM769 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2013)02-0048-06

国内逐步形成电力市场, 要求越来越高的电能质量、经济性和供电可靠性来满足用户需要; 这就使得电力运营商一定要考虑在满足系统运行安全性的前提下, 提高系统运行的经济性。配电网位于电力系统的末尾, 与电力用户直接相连, 因此配电网的经济、安全运行被提高到一个非常重要的层面<sup>[1]</sup>。

目前, 配电网一次网架的优化开关配置研究较多, 提出了很多的算法来进行一次开关的优化配置<sup>[2-7]</sup>。配电网开关优化就是制定出配电线路上各种开关的最优位置和对应的开关数量, 达到提高电网可靠性和降低电量损失的目的, 使得网架经济、安全运行<sup>[8]</sup>。然而, 很少从建设配电网自动化之后, 在远程遥控这个层面对配电网的可靠性和经济性进行研究。

文献[1]提出了综合费用的目标函数, 并且在一定的供电可靠性的约束条件下建立数学模型; 文献[8]运用了等年值法建立了配置开关的模型, 考虑了开关投资费用、运行维修费用和停电损失对开

关配置的影响, 在此基础上利用了免疫算法来求解。文献[12]在馈线自动化的基础上, 提出了一种规划模型, 同样采用遗传算法来求解; 文献[16]把含有复杂分支线的配电网简化成为等效的配电网, 并在此基础上进行了可靠性的计算, 建立了环网开关优化配置模型; 文献[19]针对中国农村电网和城市电网提出了一种多目标混合数学模型; 文献[20]考虑到了利用投资来修改辖区指数区间, 从而计算需要新建多少分段开关, 在此基础上将供缺电量当作评价指标; 文献[21]给出了双层优化配置方案, 确定最优分段开关数量和最恰当的安装位置。这几篇文章主要从配置方案的模型入手, 提出比较多的优化模型, 完善开关配置的约束条件。

在原有模型的基础上, 以下几篇文章主要针对算法进行的改进。文献[15]提出了一种改进遗传算法在配电网开关优化配置中的应用, 并且具体分析了改进措施; 文献[14]主要对优化模型的算法进行改进, 提出了动态规划算法; 文献[17]提出了运

用灾变遗传算法来求解优化模型;文献[20]提出用枚举法进行计算开关的优化配置;文献[21]提出了两层优化方法,外层采用二分法,内层利用缺供电量来进行评价。

以上都是对一次开关优化配置的研究,没有针对目前大量建设的配电网自动化后的配电网的终端进行的优化分析,而文献[18]考虑到了在配电网自动化条件下,不同网络结构和不同的开关类型,可靠性和经济性等的差别,但是没有详细分析不同典型接线的具体数据。

### 1 可靠性分析

在配电网自动化改造的初期,重点针对配电网中典型接线方式进行配套自动化改造,然而不同的接线模式,其平均倒闸操作时间、平均故障定位时间和平均转供电时间等参数不同,对可靠性的影响也不同。

(1) 单电源辐射接线模式。该接线模式,在一个负荷点发生故障时,故障点及其后的负荷点均被切断,供电可靠性较低,配电网自动化建设主要影响平均倒闸操作时间  $T_1$  和平均故障定位时间  $T_2$ 。

(2) 多电源的联络接线方式,包括手拉手接线、“3-1”接线方式和多分段多联络接线方式等,在对这些接线模式进行可靠性评估时,需要考虑负荷转移的情况,以准确判断出每次故障或检修时受停电影响的户数。这种接线方式下,配电网自动化的建设影响平均倒闸操作时间  $T_1$ 、平均故障定位时间  $T_2$  和平均转供电时间  $T_3$ 。

除去平均倒闸操作时间  $T_1$ 、平均故障定位时间  $T_2$  和平均转供电时间  $T_3$ ,造成系统停电的还有其它因素,比如计划停电、拉闸限电、系统维护检修和故障修复时间等,这里将这些时间总和记为  $T_{\Delta}$ 。

系统平均停电持续时间指标 SAIDI(小时/户·年),记作  $\gamma_{SAIDI}$ ; 平均供电可靠率指标 RS(%),记作  $\gamma_{RS}$ ;

综上所述,配电网自动化建设后,在整个网络的供电可靠性计算公式如下。

$$\gamma_{SAIDI} = \frac{\sum_{i=1}^m [\sum_{j=1}^{N_i} (T_{ij} \cdot \lambda_{ij} / N_i)]}{\sum_{i=1}^m N_i} \quad (1)$$

$$\gamma_{RS} = (1 - \gamma_{SAIDI} / 8760) \times 100\% \quad (2)$$

式中  $N_i$  为馈线  $i$  的负荷点数量;  $T_{ij}$  为馈线  $i$  上因负荷点  $j$  故障导致的停电时间;  $\lambda_{ij}$  为  $i$  馈线上负荷点  $j$  的故障(次/年);

以手拉手接线方式(如图1所示)说明,馈线  $i$  上因负荷点  $j$  故障导致的停电时间  $T_{ij}$  的推导过程。

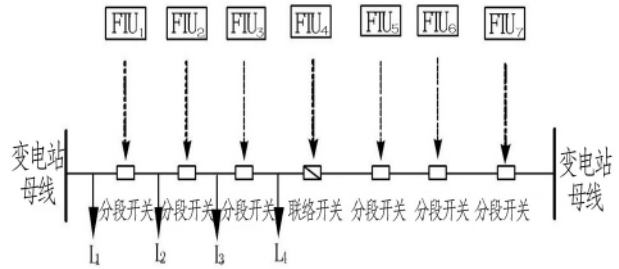


图1 手拉手接线方式

如图1所示,终端 FTU<sub>1</sub> ~ FTU<sub>4</sub> 和负荷点 L<sub>1</sub> ~ L<sub>4</sub> 组成了一回 10 kV 线路,与另一回线路联络,形成手拉手典型接线方式,其中 FTU<sub>1</sub> ~ FTU<sub>3</sub> 为分段开关,FTU<sub>4</sub> 为联络开关。

针对左边一回 10 kV 线路来说,将 FTU<sub>1</sub>、FTU<sub>3</sub> 和 FTU<sub>4</sub> 配置为三遥终端,那么:

(1) 当负荷点 L<sub>1</sub> 发生故障时,远程遥控断开三遥终端 FTU<sub>1</sub> 配合出线断路器切断负荷点 L<sub>1</sub> 的故障,然后遥控闭合三遥终端 FTU<sub>4</sub>,将负荷点 L<sub>2</sub> ~ L<sub>4</sub> 转由联络线路供电;

(2) 当负荷点 L<sub>2</sub> 发生故障时,远程遥控断开三遥终端 FTU<sub>1</sub> 和 FTU<sub>3</sub> 切断负荷点 L<sub>2</sub> 的故障,同时也切断了负荷点 L<sub>3</sub>,负荷点 L<sub>1</sub> 不受影响,然后遥控闭合三遥终端 FTU<sub>4</sub>,将负荷点 L<sub>4</sub> 转由联络线路供电;

(3) 当负荷点 L<sub>3</sub> 发生故障时,远程遥控断开三遥终端 FTU<sub>1</sub> 和 FTU<sub>3</sub> 切断负荷点 L<sub>3</sub> 的故障,同时也切断了负荷点 L<sub>2</sub>,负荷点 L<sub>1</sub> 不受影响,然后遥控闭合三遥终端 FTU<sub>4</sub>,将负荷点 L<sub>4</sub> 转由联络线路供电;

(4) 当负荷点 L<sub>4</sub> 发生故障时,远程遥控断开三遥终端 FTU<sub>3</sub> 配合常开联络开关 FTU<sub>4</sub> 切断负荷点 L<sub>4</sub> 的故障,负荷点 L<sub>1</sub> ~ L<sub>3</sub> 不受影响;

其他配置方案同理可推。

综上所述,设配电线路上 2 个三遥终端之间为 1 个独立段,加上出线断路器,则一回配电线路有  $F_{mi}$ (馈线  $i$  上三遥终端的个数) 个独立段。一个负荷点故障后,配电线路上所有负荷点的停电时间可以分为 3 类:①故障负荷点所在独立段之前的负荷点;②故障负荷点所在独立段中间的负荷点;③故障负荷点所在独立段之后的负荷点。

配电线路上所有的负荷点的停电时间满足如下公式。

$$\Delta T \begin{cases} 0 & \text{故障段之前的负荷点} \\ T_2 + T_1 + T_4 & \text{故障段中间的负荷点} \\ T_2 + T_3 & \text{故障段之后的负荷点} \end{cases}$$

在配电网网架中,  $m$  条馈线上因负荷点故障导致的停电时间  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{N_i} T_{ij}$ , 计算流程如图2所示。

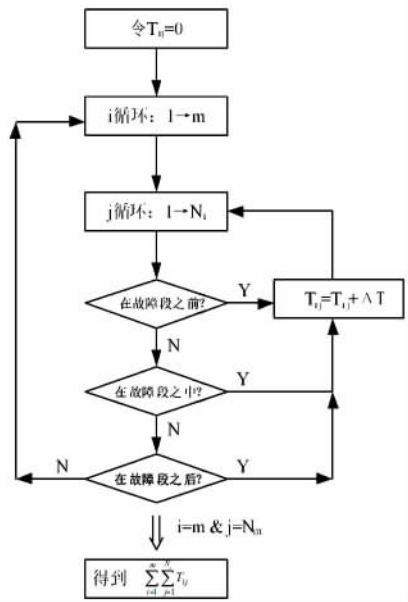


图2  $T_{ij}$  求解流程图

(1) 令  $T_{ij}$  为 0, 馈线  $i$  从 1 到  $m$  循环, 分别对配电网中的馈线进行计算;

(2) 在馈线  $i$  循环中, 一条馈线中对所有负荷点  $j$  进行从 1 到  $N_i$  循环;

(3) 判断该负荷点在故障段之前、之中还是之后, 对  $T_{ij}$  进行累加;

(4) 当  $i = m$  并且  $j = N_m$ , 也就是说两层循环完成后, 得到  $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{N_i} T_{ij}$ 。

## 2 经济性分析

配电网自动化一方面给配电网运行管理带来了全方位的效益, 另一方面其自身的建设涉及范围广, 投资大, 实施时间长, 运行维护成本也不容忽视。因此在配电网自动化规划与建设中必须在投资与效益间取得合理的平衡。

总体来说配电网自动化系统带来的直接经济效益主要包括提高供电可靠率多售电量和自动化条件下

节省的人工设备费用。但由于新增大量配电自动化设备, 同时需增加维护人员及维护费用。

(1) 电量损耗造成的费用  $S_1$

随着配电网自动化的建设和投入使用, 提高了配电网的可靠性, 减少了因故障停电而损失的电量。以规划年度的售电量为基数, 配电自动化系统提高供电可靠率, 电量损耗造成的费用  $S_1$  为

$$S_1 = (1 - \gamma_{RSnew}) \times E \times C_1 \quad (4)$$

式中  $\gamma_{RSnew}$  为建设配电网自动化后的可靠性;  $E$  为预测售电量;  $C_1$  为综合电价。

(2) 自动化系统故障处理检修费用  $S_2$

除了提高供电可靠率外, 配电自动化系统还能够直接减少配电网故障处理、运行维护工作量和工器具使用费用。通过自动化系统, 在线路发生故障时, 能够自动定位, 减少运行维护人员监测故障的时间和行程。

$$S_2 = C_2 \times (F_{III}\% + F_{II}\%) \times S_g \quad (5)$$

式中,  $C_2$  为线路跳闸次数;  $F_{III}\%$  为三遥终端覆盖率;  $F_{II}\%$  为二遥终端覆盖率;  $S_g$  为自动化条件下 1 次故障查找和隔离的费用。

(3) 减少开关操作人员

由于实现了部分开关的遥控操作, 可以减少一次开关设备操作人员, 从而减少了费用  $S_3$ 。

$$S_3 = C_3 \times S_c \quad (6)$$

式中,  $C_3$  为一次开关设备操作人员数量;  $S_c$  为操作人员费用;

(4) 自动化系统增加的自动化维护费用  $S_4$

自动化系统一方面使配电网运行维护高效、安全可靠, 另一方面也需要耗费一定的人力物力对自动化系统进行维护。

$$S_4 = C_{III4} \times S_{IIIw} + C_{II4} \times S_{IIw} \quad (7)$$

式中,  $C_{III4}$  为三遥配电终端维护人员数量;  $S_{IIIw}$  为三遥终端维护人员费用;  $C_{II4}$  为二遥配电终端维护人员数量;  $S_{IIw}$  为二遥终端维护人员费用。

(5) 配电网自动化建设费用  $S_5$

配电网自动化建设包括: 配电网自动化系统的建设、配电终端的建设和通信设备建设等, 建设总费用  $S_5$  为

$$S_5 = S_{\Delta} + C_{III} \times F_i \times F_{III}\% + C_{II} \times F_i \times F_{II}\% + C_I \times F_i \times (1 - F_{III}\% - F_{II}\%) \quad (8)$$

式中  $S_{\Delta}$  为除终端外的投资, 设为常量;  $C_{III}$  为三遥终

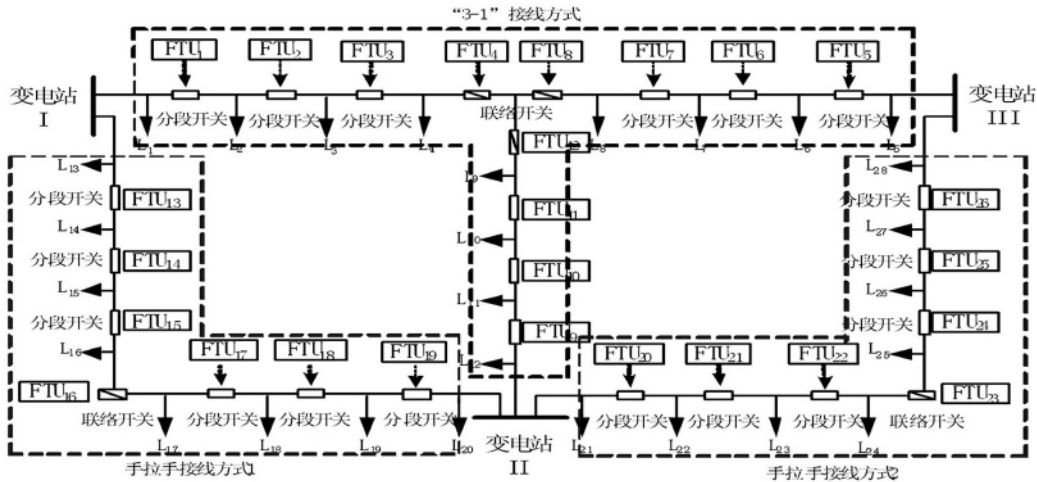


图3 实际网架图

端单价;  $C_{II}$  为二遥终端单价;  $C_I$  为一遥终端单价;  
 $F_{III}\%$  为三遥终端覆盖率;  $F_{II}\%$  为二遥终端覆盖率。

综上所述,建设配电网自动化之后的总投资  $S$  为

$$S = S_5 + S_1 - S_2 - S_3 + S_4 \quad (9)$$

### 3 模型建立

根据约束条件的分析,可以建立数学模型如下。

目标函数为

$$\min(S = S_5 + S_1 - S_2 - S_3 + S_4) \quad (10)$$

约束条件为

(1) 可靠性约束

$$\gamma_{RS} \geq \gamma_{RS0} \quad (11)$$

式中  $\gamma_{RS}$  为一种终端配置模式下系统可靠性指标;  
 $\gamma_{RS0}$  为给出的系统最低可靠性指标。

(2) 经济性约束

在实际建设中,一个地区的配电网自动化规划往往有一定的投资要求,即

$$S_5 \leq S_0 \quad (12)$$

式中  $S_5$  为配电网自动化建设费用;  $S_0$  为给定的配电网自动化最大建设费用。

### 4 算例分析

南方电网某城市的配电网规划中,重点对某片区进行的一次网架规划,建设完成后由2个手拉手接线方式和1个“3-1”接线方式组成,具体如图3所示。

变电站I、变电站II和变电站III形成“3-1”接

线方式,变电站I和变电站II形成手拉手接线方式1,变电站II和变电站III形成手拉手接线方式2。实际运行中,该片区网络运行灵活可靠,在配套建设配电网自动化后可靠性会进一步提高。

(1) 可靠性计算

去除相同配置,该片区的配置方案有823543个,分别进行可靠性计算,计算结果如图4所示。

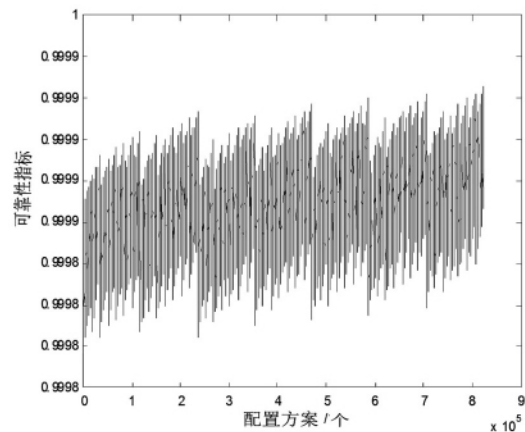


图4 实际网架的可靠率图

(2) 经济性计算

根据经济性分析,假设三遥终端综合单价20万元,二遥终端综合单价5万元,售电量预测值为20GWh(根据当地情况定),一次开关操作人员费用10万元/人,三遥终端维护费用10万元/人,二遥终端维护费用5万元/人。

为去除地区差异性,对计算出的经济指标  $S$  取标么值,具体数据如图5所示。

综上,在给定可靠性指标要求下,可以选出经济指标最低的配置方案。假设该地区可靠性指标要求大于99.989%,则经济指标最小为0.787843,即可选出114种配置方案,考虑当地的负荷特性情况和每

条线路上负荷点的重要性,选出最佳配置方案,根据该片区的实际情况,选出最佳配置方案如表1所示。

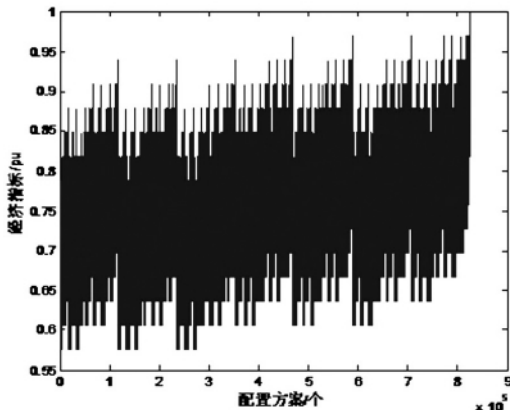


图5 实际网架的经济指标图

表1 最佳配置方案表

FTU <sub>1</sub>	FTU <sub>2</sub>	FTU <sub>3</sub>	FTU <sub>4</sub>	FTU <sub>5</sub>	FTU <sub>6</sub>	FTU <sub>7</sub>
0	1	0	1	1	1	0
FTU <sub>8</sub>	FTU <sub>9</sub>	FTU <sub>10</sub>	FTU <sub>11</sub>	FTU <sub>12</sub>	FTU <sub>13</sub>	FTU <sub>14</sub>
1	1	0	1	1	1	0
FTU <sub>15</sub>	FTU <sub>16</sub>	FTU <sub>17</sub>	FTU <sub>18</sub>	FTU <sub>19</sub>	FTU <sub>20</sub>	FTU <sub>21</sub>
1	1	1	1	0	0	1
FTU <sub>22</sub>	FTU <sub>23</sub>	FTU <sub>24</sub>	FTU <sub>25</sub>	FTU <sub>26</sub>	可靠率 S 标么化	
1	1	1	1	1	99.989% 0.787 843	

表1中,“1”代表安装三遥终端,“0”代表安装二遥终端(说明,在实际工程中,二遥终端和一遥终端功能类似,此处没有安排一遥终端的建设)。

实际网架中,通过以上分析,可以找出终端的最佳配置方案,对配电网自动化规划起到很好的指导作用。

## 5 结 论

目前,配电网一次网架的优化开关配置研究较多,提出了很多的算法来进行一次开关的优化配置。然而,很少从建设配电网自动化之后,在远程遥控这个层面对配电网的可靠性和经济性进行研究。

配电网自动化规划中遇到的影响因素很多,特别是在配电网自动化的终端配置过程中,需要考虑多方面的因素,具体从一次网架、可靠性和经济性4个方面进行分析,找到优化终端配置方案的途径。

在原有研究的基础上,进一步细化和改进,所做工作如下。

(1) 重点分析了可靠性和经济性对配电网自动化规划中终端配置方案的影响;

(2) 考虑配电网自动化的建设给配电网的可靠性和经济性带来的影响,在可靠性和经济性双重约束条件下优化终端的配置,使在可靠性满足要求的基础上,经济上达到最优;

(3) 建立数学模型,并将数学模型代入实际网架中,进行了详细计算,并且对某地区实际网架进行了最佳终端配置方案的选择,证明了该模型的实用性。

### 参考文献

- [1] 陈发堂,吕新慧,鄢学锋. 配电网开关优化配置智能化算法与应用的研究[J]. 华东电力, 2009(10): 1744 - 1747.
- [2] He Y, Andersson G, Allan R N. Determining Optimum Location and Number of Automatic Switching Device in Distribution Systems [C]. In: IEEE Power Tech'99 Conference. Hungary: 1999.
- [3] Levitin G, Mazal - Tov S, Elmakis D. Optimal Allocation of Sectionalizer in Radial Distribution Networks [C]. In: Proceeding of the 1995 Stockholm Power Tech Conference. Stockholm: 761 - 764.
- [4] Celli G, Pilo F. Optimal Sectionalizing Switches Allocation in Distribution Networks [J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1999, 14(3): 1167 - 1172.
- [5] Levitin G, Mazal - tov S, Elmakis D. Optimal Sectionalizer Allocation in Electric Distribution Systems by Genetic Algorithm [J]. Electrical Power System Research, 1994, 31(2): 97 - 102.
- [6] Wang P, Billinton R. Demand - side Optimal Selection of Switching Device In Radial Distribution System Planing [C]. IEE Proceeding - C, 1998, 145(4): 409 - 414.
- [7] Billinton R, Jonnavithula S. Optimal Switching Device Placement in Radial Distribution Systems [J]. IEEE Trans on Power Systems, 1996, 11(3): 1646 - 1651.
- [8] 谢开贵,周家启. 基于免疫算法的配电网开关优化配置模型[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(15): 35 - 39.
- [9] Soudi F, Tomsovie K. Optimized Distribution Protection Using Binary Programming [J]. IEEE Transon Power Delivery, 1998, 13(1): 218 - 224.
- [10] Brown R E, Gupta S, Christie R D, et al. Automated Primary Distribution System Design: Reliability and Cost Optimization [J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1997, 12(2): 1017 - 1022.
- [11] 林功平. 配电网馈线自动化技术及其应用 [J]. 电力系统自动化, 1998, 22(4): 64 - 68.
- [12] 王天华,王平洋,范明天. 馈线自动化规划中环网开关配置的优化算法研究 [J]. 电力系统自动化, 1999, 23(15): 15 - 17, 47.
- [13] 陈泉. 中小城市配电网自动化系统的研究 [D]. 济南: 山东大学, 2010.

[14] 谢开贵,刘柏私,赵渊,等. 配电网开关优化配置的动态规划算法[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(11): 29-34.  
[15] 王峻峰,谢开贵,周家启. 配电网开关优化配置的改进遗传算法[J]. 电网技术, 2005, 29(19): 27-32.  
[16] 史燕琨,王东,孙辉,等. 基于综合费用最低的配电网开关优化配置研究[J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(9): 136-141.  
[17] 王东,史燕琨,丛吉远,等. 灾变遗传算法在配电网开关优化配置中的应用[J]. 高压电器, 2004, 40(3): 180-182.  
[18] 王艳松,赵智,陈国明,等. 应用禁忌搜索方法优化配

网的开关配置[J]. 高电压技术, 2005, 31(3): 74-76.  
[19] 许丹,唐巍. 多目标分阶段中压配电线路开关优化配置[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(20): 47-52.  
[20] 曹伟,姚建刚. 配电网主馈线分段开关优化配置的新方法[J]. 微计算机信息, 2009(24): 1-2, 8.  
[21] 葛少云,李建芳,张宝贵. 基于二分法的配电网分段开关优化配置[J]. 电网技术, 2007, 31(13): 44-49.

作者简介:

徐飞(1987),男,主要从事配网自动化及计算机信息处理方面的设计工作。

(收稿日期:2012-12-13)

(上接第34页)

表1 不同模型的测距结果

故障点	模型1			模型2			模型3											
	单相接地	两相接地	三相接地	单相接地	两相接地	三相接地	单相接地	两相接地	三相接地									
80 km	80.46	80.46	80.46	80.46	80.46	80.46	81.95	81.95	80.46	80.46	80.46	80.46	81.95	81.95	78.97	78.97	78.97	78.97
50 km	49.17	49.17	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66	50.66
30 km	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8	29.8

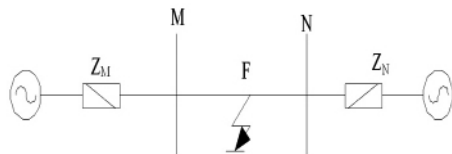


图8 仿真模型1

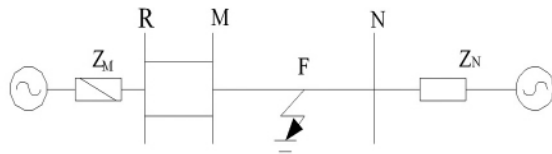


图9 仿真模型2

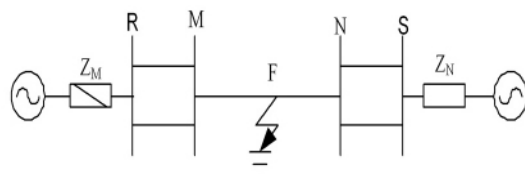


图10 仿真模型3

参考文献

[1] 葛耀中. 新型继电保护和故障测距的原理与技术(第二版) [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2007.  
[2] 李幼仪,董新洲,孙元章. 基于电流行波的输电线路横差保护[J]. 中国电机工程学报, 2002, 22(11): 6-10.  
[3] 康小宁,索南加乐. 基于参数识别的单端电气量频域法的故障测距原理[J]. 中国电机工程学报, 2005, 32(1): 22-27.  
[4] 王志华. 超高压输电线路故障行波定位及高压变频技术研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2004.  
[5] 高淑萍,索南加乐. 基于分布参数模型的直流输电线路故障测距方法[J]. 中国电机工程学报, 2010, 30(13): 75-79.  
[6] 徐青山,陈锦根,唐国庆. 考虑母线分布电容影响的单端行波测距法[J]. 电力系统自动化, 2007, 31(2): 70-73.  
[7] 王志华. 超高压输电线路故障行波定位及高压变频技术研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2004.  
[8] 施慎行,董新洲,周双喜. 单相接地故障行波分析[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(23): 29-32, 53.

作者简介:

孟凡铮(1988),男,工程师,主要从事750 kV电网设备维护;

王喜疆(1985),男,工程师,主要从事电力设备采购供应工作。

(收稿日期:2012-12-22)

5 结论

为了验证算法的有效性,建立了3种仿真模型,表1给出了接地故障发生在不同位置、不同接地电阻的定位效果。3种测距结果显示,这种方法能够实现精确定位,最大误差为2.4%,能够满足单端测距的要求。大量仿真表明行波测距精度受过渡电阻影响不大,过渡电阻只改变其幅值,对精度的影响有限。