

10 kV 分线线损计算模型的应用

在电量与线损管理中，配网线路的线损计算是支撑降损的关键。根据配网线路多回路、多拉手、运行方式切换频繁的现状，通过研究，本文针对典型线路分析，提出了多种分线线损的计算模型，论述了其为线损管理带来的提升，具有较强的实用价值。

范晓楠¹ 李昕钰¹ 扈晨¹ 李海鲲²/1.国网北京市电力公司 2.国网信通亿力科技有限公司



范晓楠/助理工程师

关键词/Keywords

线损模型 ·
精益化管理 ·
电网结构 ·

0 引言

随着企业的不断发展，电网规模相应扩大，电网结构日趋复杂，企业对电网供电可靠性要求也日益增强，导致配网线路线损计算十分复杂，从而成为了业界关注的难点和重点。

线损^[1]是指一个供电区域或电力网在给定时间内，输电、变电、配电各环节中所损耗的全部电量，因此线损电量通常是电能表所记的总供电量和总售电量相减得出。传统的在联络电量无法计算的情况下，通过拓扑关系，将发生导切的线路合并成一个线路单位计算，导致计算结果模糊，不利于深入分析和发现问题，也不能为线损管理提供精确有力的支撑。故本文结合智能电表采集覆盖、配网自动化建设、营配贯通的推进和数据中心建设等工作现状，开展 10 kV 分线线损计算模型探讨与应用，推进提高分线线损管理的精益化和自动化管理水平。

1 配电网结构与线损计算

北京电力公司配网线路充分考虑供电可靠性，在其线路结构设计上采

用多回路和多处联络的方式，构建了复杂多变的电网结构，从而使传统的线损计算制约于联络开关无法全计量全采集，供电电量细化程度不够以及交叉互供电量无法准确计算等因素影响，导致传统分线线损计算会出现线损率结果不客观的情况。通过考察研究北京市电力公司的网架结构，本文总结提炼了配电线路中比较复杂的三种典型接线方式，并深化利用信息化建设成功，通过配网自动化系统采集各联络开关的电流、电压遥测量，计算生成该联络开关点的功率值。再利用主站系统将该功率值按 5 min 时间间隔的频率进行积分计算，形成电量值。最后结合数据采集与监视控制系统（Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA）中的开关状态判断电源方向，计算分线线损。以下对三种典型线路的计算模型以及引入信息化建设成果后的精益化提升进行详细说明。

2 三分段三联络线损计算模型

如图 1,以大兴公司 218 磁各庄线为例，该线路与魏善庄变电站的韩村线、邢各庄变电站的西磁路形成三联络。设 218 磁各庄线出线开关电量为 K_1 ，韩村线出线开关电量为 K_2 ，西磁路线出线开关电量为 K_3 ；磁各庄线下用户电量分别为 $E_{11}, E_{12}, E_{13}, \dots, E_{1N}$ ；韩村线下用户电量分别为 $E_{21}, E_{22}, E_{23}, \dots, E_{2N}$ ；西磁路下分别为 $E_{31}, E_{32}, E_{33}, \dots, E_{3N}$ 。

2.1 未实现配网自动化下线损模型

1) 当月磁各庄线未发生切导路。

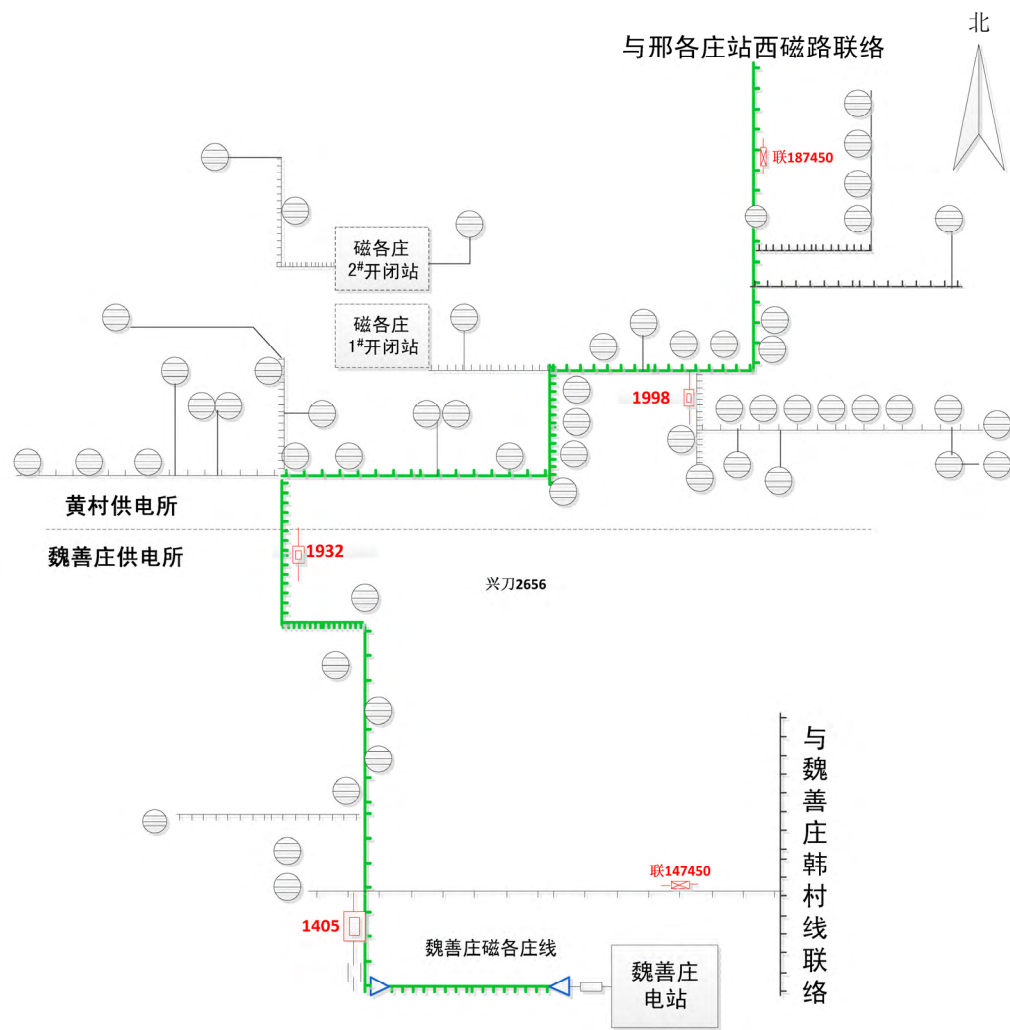


图 1 大兴公司 218 磁各庄线

磁各庄线路线损

$$= \frac{K_1 - \dot{a}_1^N E_1}{K_1}$$

2) 当月只与韩村路发生切导联络。

磁各庄线路打包线损

$$= \frac{(K_1 + K_2) - (\dot{a}_1^N E_1 + \dot{a}_1^N E_2)}{K_1 + K_2}$$

说明：当月只与西磁路发生切导联络公式与以上类同。

3) 与韩村路、西磁路均发生切导联络。

磁各庄线路打包线损率

$$= \frac{(K_1 + K_2 + K_3) - (\dot{a}_1^N E_1 + \dot{a}_1^N E_2 + \dot{a}_1^N E_3)}{K_1 + K_2 + K_3}$$

2.2 实现配网自动化下线损模型

实现配网自动化采集后，假设与韩村路联络开关为 K_4 ，当月供入电量为 K_{41} ，当月供出电量为 K_{42} 。与西磁路联络开关为 K_5 ，当月供入电量为 K_{51} ，当月供出电量为 K_{52} 。

1) 当月磁各庄线未发生切导路与未实现配网公式一致。

磁各庄线路线损率

$$= \frac{K_1 - \dot{a}_1^N E_1}{K_1}$$

2) 当月只与韩村路发生切导联络。

磁各庄线路线损率

$$= \frac{K_1 - (K_{41} - K_{42}) - \dot{a}_1^N E_1}{K_1 - (K_{41} - K_{42})}$$

说明：当月只与西磁路发生切导联络公式与以上类同。

3) 与韩村路、西磁路均发生切导联络
磁各庄线路线损率

$$= \frac{K_1 - (K_{41} - K_{42}) - (K_{51} - K_{52}) - \sum_{i=1}^N E_i}{K_1 - (K_{41} - K_{42}) - (K_{51} - K_{52})}$$

结论：由此可见，基于配网自动化计算的配网线路线损更为精确性。

3 双环网线路线损计算模型

如图 2，以亦庄兴业变电站和景园街变电站形成双环网线路为例，兴业变电站 253 开关出线

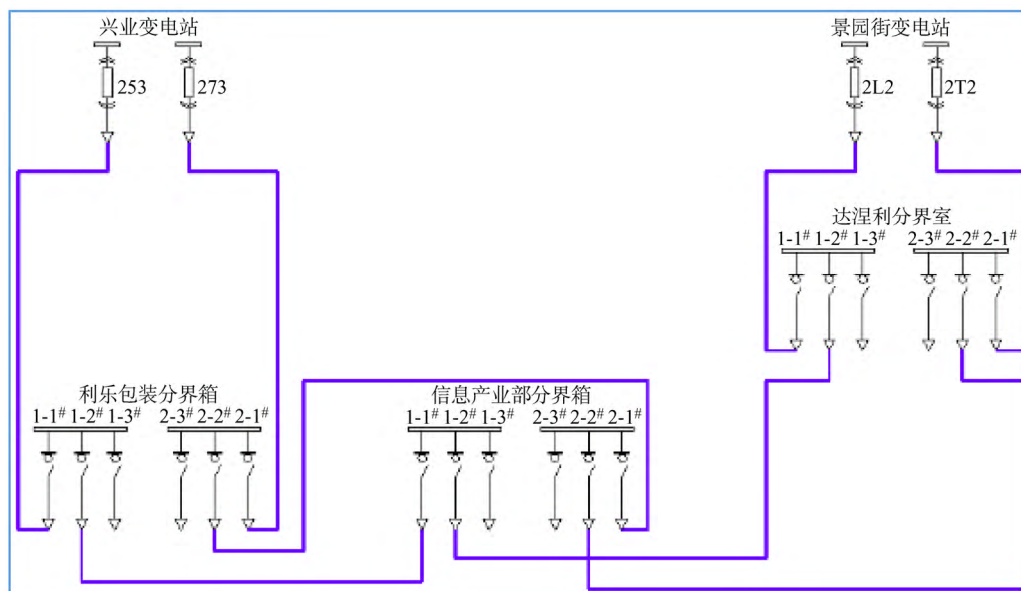


图 2 亦庄兴业变电站和景园街变电站形成双环网线路

3.2 实现配网自动化下线损模型

由于双环网用户电量不会发生交叉，但供电量拆分难度较大，实现配网自动化后可以计算分段线损，假设客户 2（信息产业部）的开关 1-1# 正向电量为 $E_{K_{21}}$ ，反向电量为 $E_{K_{22}}$ ，线路 253 的第一段分段线损模型如下。

253 的第一段分段线损率

$$= \frac{(K_{11} - E_{K_{21}}) + E_{K_{22}} - E_{11}}{K_{11} - E_{K_{21}} + E_{K_{22}}}$$

结论：双环网实现配网自动化后，可以对双环网线路进行分段线损的精细化计算，便于定位高损点，辅助分析高损原因，完善线路精益化

变电站 272 开关出线 and 景园街变电站 272 形成回路 II，以上三个开关月度电量分别为 K_1 、 K_2 、 K_3 。对应四个用户，每个用户都有两个计量点，每个计量点电量为 E_{11} 、 E_{12} 、 E_{21} 、 E_{22} 、 E_{31} 、 E_{32} 。

3.1 未实现配网自动化下线损模型

由于双环网在用户侧计量清晰，在线损计算时需要打包计算，即回路 I 和回路 II 分别计算线损。

回路 I 打包线损率

$$= \frac{(K_1 + K_3) - (E_{11} + E_{21} + E_{31} + E_{41})}{K_1 + K_3}$$

回路 II 打包线损率

$$= \frac{(K_2 + K_4) - (E_{12} + E_{22} + E_{32} + E_{42})}{K_2 + K_4}$$

管理。

4 双射网线路线损计算模型

如图 3，以亦庄公司景园街变电站双射线线路为例计算分线线损，假设景园街 244 开关电量为 K_1 ，264 开关电量为 K_2 ，下面六户各有两个计量点，电量分别为 E_{11} 、 E_{12} 、 E_{21} 、 E_{22} 、 E_{31} 、 E_{32} ， E_{41} 、 E_{42} 、 E_{51} 、 E_{52} 、 E_{61} 、 E_{62} ，其中 244 线路供电的电量为 E_{11} 、 E_{21} 、 E_{31} 、 E_{41} 、 E_{51} 、 E_{61} ，264 线路供电的电量为 E_{12} 、 E_{22} 、 E_{32} 、 E_{42} 、 E_{52} 、 E_{62} 。但受专业协同影响，部分用户的电量与变压器数据不能完全对应。

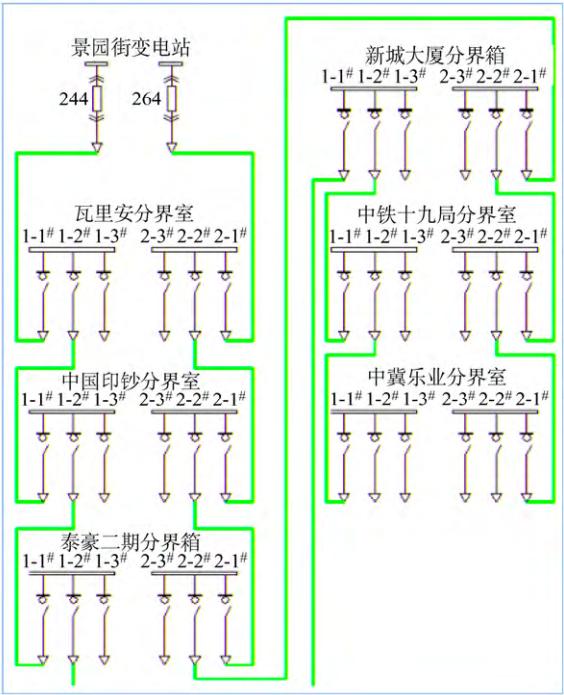


图3 亦庄公司景园街变电站双射线路

4.1 未实现配网自动化下线损模型

1) 当月 244 线路用户计量点电量与配变相对应。

线路 244 线损率

$$= \frac{K_1 - (E_{11} + E_{21} + E_{31} + E_{41} + E_{51} + E_{61})}{K_1}$$

说明：K264 配变与计量点电量有对应关系，公式与以上类同。

2) 假设当 244 线路下用户计量点电量与配变不全部对应。

线路 244 打包线损率

$$= \frac{(K_1 + K_2) - (\sum_1^N E_1 + \sum_1^N E_2)}{K_1 + K_2}$$

4.2 实现配网自动化下线损模型

1) 当月 244 线路用户计量点电量与配变相对应。

线路 244 线损率

$$= \frac{K_1 - (E_{11} + E_{21} + E_{31} + E_{41} + E_{51} + E_{61})}{K_1}$$

说明：K264 配变与计量点电量有对应关系，公式与以上类同。

2) 假设当 244 线路下用户 5 的计量点电量与配变无法对应，可以取开关 2-3# 电量 K52。

线路 244 打包线损率

$$= \frac{K_1 - (E_{11} + E_{21} + E_{31} + E_{41} + (E_{51} + E_{52} - K_{52}) + E_{61})}{K_1}$$

结论：双射网接线方式安装配电自动化采集设备后，双射网线路可以不再打包计算，实现单条分线线损计算，使计算结果更为合理和准确。

5 结束语

通过以上 10 kV 分段线路计算模型的建立，结合配网自动化系统给出的电量和潮流数据，能够实现 10 kV 分段线路的计算，线路线损的精细化程度更上一个台阶。

参考文献

[1] 吴安官，倪保珊．电力系统线损[M]．北京：中国电力出版社，2000．

作者简介

范晓楠（1988-），女，硕士研究生，助理工程师，主要从事电力行业信息化系统建设工作。

（收稿日期：2015-12-10） EA
（编辑：朱金凤）