

[线损治理]

考虑多重影响因素下的10 kV分线同期线损分析方法

文/闫音蓓 吴昊 罗易 史光宇 张悦 黄李璇
国网上海市电力公司市北供电公司

10 kV分线同期线损率已经成为衡量供电企业管理水平与经营能力的重要指标之一。从10 kV线损异常原因的对比研究出发，提出了一种规范的10 kV分线同期线损分析方法，通过分层递进的分析思路，快速准确地定位线损异常的具体原因，并及时消缺。该方法可广泛运用于10 kV分线数据治理与降损工作，使线损分析工作提质增效。

在配电网中，10 kV电压等级的线路数量庞大，承担着连接变电站侧与供电点的重要使命，故治理10 kV线损具有重要意义。配电网10 kV分线的同期线损治理是供电企业的一项重要工作，在一定程度上反映了供电公司的管理水平与经营能力。在实际线损治理工作中，线损异常出现的原因各式各样，涉及电力系统中运、配、营、调等多个部门的信息共享与联动消缺。快速定位线损异常情况并及时消缺是10 kV分线同期线损治理工作的核心。全面了解线损指标影响因素对于定位异常数据至关重要。

目前对于10 kV分线同期线损的研究主要集中在异常原因与对应整改措施方面，极少提出具体可行的分析方法。在全面考虑了线损影响因素之后，提出一种对实际线损工作具有指导意义的10 kV分线同期线损分析方法。首先简要阐述了10 kV分线同期线损计算的相关原理；然后线损关键指标计算公式出发，采用层层排除的方法，以系统归类，逐步分析了线损异常原因；最后基于影响因素，提出了一种10 kV线损异常分析方法，对线损治理工作中快速准确定位线损异常原因、快速分部门消缺具有重要意义。

同期线损基本概念与原理

1. 同期线损基本概念

电网将电能从发电厂输送至用户端，在传输过程中，往往伴随着电能的消耗。目前，线损主要采用四分管理，即从分区、分压、分线和分台区四个维度进行线损情况的分类跟踪管理。通过不同部门对不同维度线损的把控，稳步提升电网的综合传输效率。

目前，供电企业的线损管理中，线路损耗涉及技术层面和管理层面两大类问题。其中，技术层面的主要影响因素为输配电网中的电力设备参数。在主网架结构基本确定的情况下，变动较小。管理层面是指由于设备突发故障、计量装置误差和人为因素等一系列原因导致的损耗，可以通过及时发现、及时处理，实现有效降低或消除损耗。故日常的线损工作主要围绕管理层面的治理开展。

综上，10 kV分线同期线损是指10 kV线路涉及的损耗，一般指从变电站10 kV出线出发到10 kV用户与台区之间10 kV线路的线损。其中同期指供电侧与售电侧的统计时间相同，保证了线损计算的准确性和有效性。

日常的10 kV分线同期线损工作主要包括四大

系统，分别为一体化电量与线损管理系统、电能量采集系统、业务运营管理中台系统和SG186系统。

四大系统的信息交互过程如图1所示。

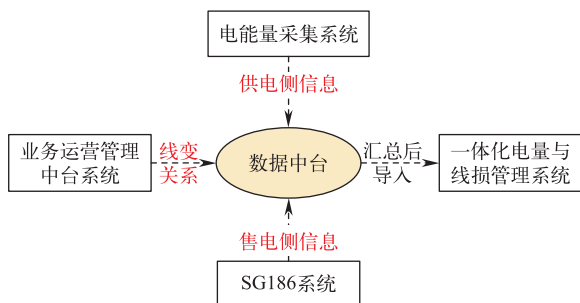


图1 四大系统信息交互图

2. 线损指标基本计算公式

线损率是指在电力网（线路）中损耗的电能在其电源供应电能中的占比，即

$$\delta = \frac{W_i - W_o - W_s}{W_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中， W_i 为线路供电量； W_o 为线路输出电量； W_s 为线路售电量。

图2为线路的基本模型。

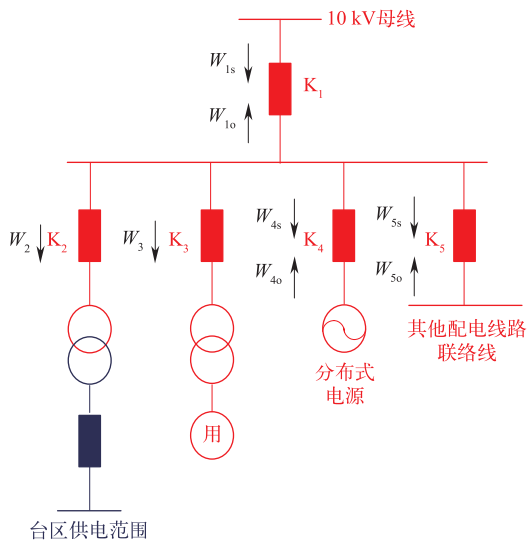


图2 配电线路模型及电量

据图2可知，10 kV分线同期线损率公式为

$$\delta = \frac{(W_{1s} + W_{4o} + W_{5o}) - (W_2 + W_3 + W_{4s}) - (W_{1o} + W_{5s})}{W_{1s} + W_{4o} + W_{5o}} \times 100\% \quad (2)$$

线损计算结果出现三种情况，分别为高损（ $\geq 10\%$ ）、达标（ $0\% \sim 10\%$ ）和负损（ $\leq 0\%$ ）。其中，高损与负损均为线损异常情况，日常需进行

处理与消缺。

异常原因分析

以无大批量换表任务及非重点检修季的考核月某天为研究对象，进行线路高负损原因分析。通过原理剖析，找到异常出现的关键特征，为分层递进式分析思路建立基础。

1. 高损情况

考核月某天的数据中高损出现的原因及比例分布如图3所示。

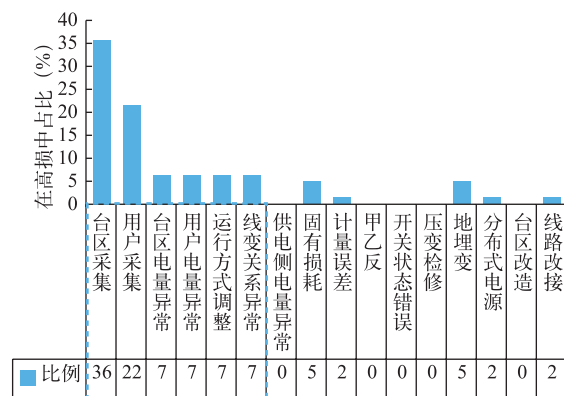


图3 高损原因分析（以考核月某天数据为例）

依据图3可知，10 kV分线高损的原因包括台区采集、用户采集、台区电量异常、用户电量异常、线变台表、运行方式调整和线变关系异常。

台区采集、用户采集的原因：表计损坏或集中器端口损坏、参数不匹配等。体现为一体化系统对应台区与用户缺失表底值。由于10 kV台区、用户数量庞大，故高损的多数原因为表计采集问题，需要重点排查消缺。

台区电量异常、用户电量异常的原因：高压用户、台区采集终端采集/通信异常、电压断线失电压和电流接线异常等。体现为一体化中高压用户间断采集或电量异常偏小、台区负损。

运行方式调整是指由于短时间的检修等任务进行负荷割接时，发生中台图形与现场不一致的情况。表现为电采系统与一体化系统在相同时间出现相同电量变化，成对并正负相对。

线变关系异常指线路、专变、用户点表计或线路与台区表计的不匹配或缺失问题。体现在：新上用户点无关联表计信息、台区无考核计量点、用户或台区未由中台关联至一体化系统等问题。线变关

系异常需要结合四大系统进行逐个排查。

2. 负损情况

考核月某天的数据中负损出现的原因及其比例分布如图4所示。

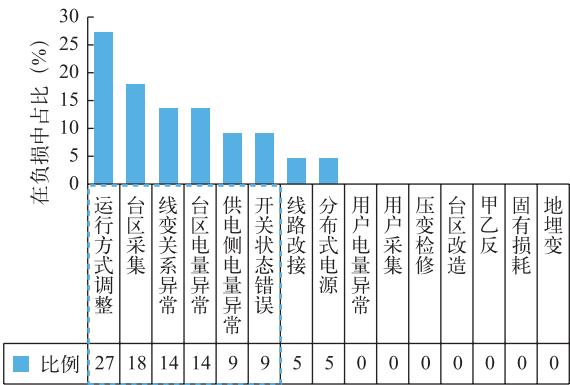


图4 负损原因分析（以考核月某天数据为例）

依据图4可知，10 kV分线负损的原因包括运行方式调整、台区采集、线变关系异常、台区电量异常、计量误差、供电侧电量异常和开关状态错误。

负损中的台区采集问题，原理与高损相同，但由于系统对这一类短期未采集的少数台区电量进行拟合，当拟合的结果偏高时会造成台区的高损，即线路负损。

供电侧电量异常指由于供电侧表计损坏或通信

中断、供电侧换表等问题，造成供电侧电量部分缺失和供电量减少，故线路负损。

开关状态错误指由于开关位置错误造成中台图形中部分用户失点、拓扑关系推送错误或环网等问题。此类情况影响母平电压的稳定，必要时到现场进行核查。

台区电量异常、运行方式调整、线变关系与前者原理相同，不再赘述。

需要注意的是，在日常的线损分析中，导致线路异常线损的原因不止一种，在分析中需要采用电量还原的方法，通过对异常现象的损失电量还原，与合理情况下电量的对比，确定最关键的异常原因并进行消缺。

10 kV线损异常分析方法

1. 方法说明

线损异常原因分析可从两个维度考虑：一是快速排查线路异常原因；二是在不同系统中整合数据。本文结合高损与负损的异常原因分析，提出了一种10 kV分线同期线损的分析方法，如图5所示，横向为单个问题对应的排查步骤，纵向为高损与负损的排查顺序。

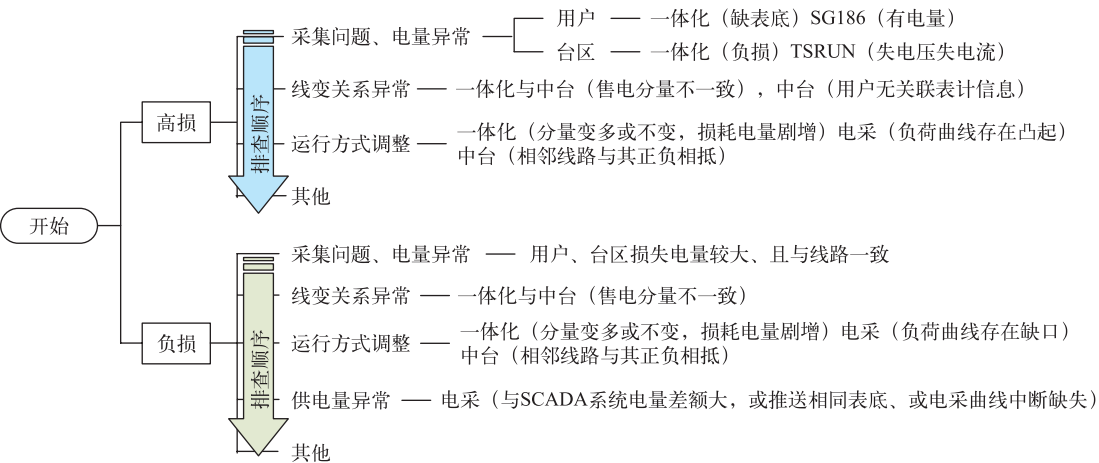


图5 10 kV分线同期线损分析方法

2. 案例分析

某天，变电站A的10 kV线路A出现负损，对其进行分析。首先，在一体化系统中进行区间查询，发现线路损失电量当日突增，疑似存在负荷割接；然后，在电量明细中进行核查，发现无台区或用户

损失电量过大情况，故排除采集与电量异常问题；最后，进入电能量采集系统查看线路负荷曲线，发现其供电侧有一段时间负荷降为0，再到中台中搜索相邻线路进行依次排查，找到与其进行负荷割接的线路。两者线损正负相对，负荷转移时间匹配且

电量一致,电采负荷曲线缺口位置一致。综上,线路A负损是由于运行方式调整所致,如图6所示。



(a) 一体化中线路损失电量突增



(b) 一体化中售电量无异常



(c) 电采系统中供电量降为0

图6 线路A负损分析

结束语

本文从10 kV分线同期线损率计算公式及考核要求出发,对线损异常原因进行分析,并采用层层排除的方法,以系统进行归纳整理,提出了一种10 kV线损异常分析方法,该方法可以快速有效定位异常点,对线损工作提高消缺速度具有重要意义。EA

(收稿日期:2023-05-11)

参考文献

- [1] 杨丽丽. 10 kV配电网的同期线损管理及降损策略探讨[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 218(8): 263-264.
- [2] 李滨, 严康, 罗发, 等. 最优标杆在市级电网企业线损精益管理中的综合应用[J]. 电力系统自动化, 2018, 42(23): 184-191.
- [3] 王若丞. 配电网三相不平衡对线损增加率及电压偏移的影响[J]. 电力工程技术, 2017, 36(4): 131-136.
- [4] 陈佳瑜, 杨剑, 施灵, 等. GIS图形异常对10 kV同期线损的影响分析[J]. 供用电, 2021(4): 64-69, 84.
- [5] 陈好, 仲宇, 王川. 同期系统关于关口表计最小刻度对线路日线损影响问题的探讨[J]. 输电线路, 2020(11): 308.
- [6] 陈佳瑜, 夏澍, 施灵, 等. 基于多系统交互的电缆线路同期线损率异常分析[J]. 电气应用, 2022, 41(3): 67-73.
- [7] 赖荣光, 高成成, 谭武汉. 环网柜联络关口新型高压电能计量装置的研制[J]. 现代信息科技, 2022(12): 40-44.
- [8] 王冬. 10 kV同期线损管理影响因素及提升措施[J]. 农村电工, 2022(3): 49-50.
- [9] 李冰若, 王佩敏, 夏澍. 基于多系统数据信息交互的10 kV分线线损分析[J]. 电气时代, 2021(2): 22-25, 29.
- [10] 安佳坤, 贺春光, 邵华, 等. 一种面向时空全过程的线损变动分析方法[J]. 电力科学与技术学报, 2017, 32(3): 100-105.
- [11] 王屿蓓. 江苏配电网10 kV分线线损应用研究[D]. 北京: 中国矿业大学, 2020. DOI: 10.27623/d.cnki.gzkyu.2020.002504.
- [12] 王月强, 王璐, 黄尚渊, 等. 综合多系统的线损异常诊断方法研究[J]. 电气应用, 2021, 40(3): 49-52.