

[线损管理]

基于PMS系统的公变无所属线路分析与研究

文/国网上海市电力公司市北供电公司 李冰若 夏 澍

基于PMS系统，分别从图形拓扑、台账信息两方面分析造成公变无所属线路的异常原因，总结出五类异常原因，并提炼了一种准确有效的辨识分析方法与治理措施。该方法能够有效提升同期线损率，有利于提升电网设备的精益化运维管理及现场电力工作的安全性。

线损率是一项反映供电企业生产经营水平的综合性技术经济指标，近年来，电网系统“采集全覆盖”“营配全贯通”的大力推进，为线损管理提供了坚实的数据基础。国网公司对各供电公司的线损工作采取分区、分压、分线和分台区的“四分”考核管理体系，并严格督查营配贯通档案问题的治理。其中，公变无所属线路导致线-变关系缺失，是造成10 kV分线线损率异常的一个主要原因。同时，由于线-变关系基于生产管理系统（Power Production Management System，PMS）拓扑而成，需要完整、正确的图形拓扑与台账信息做支撑，因此，对于公用变压器（简称公变）无所属线路问题，PMS2.0必然存在对应的图形、台账问题，不仅影响到电网设备的精益化运维管理，甚至可能造成电力安全事故。

但是，营配贯通档案问题清单由国网一体化系统每月下发到各供电公司进行治理，并未有一种统一的辨识分析方法。并且，由于PMS图形与台账异常问题涉及较多部门且关联繁杂，各部门分别对清单从各自角度进行分析处理，造成工作冗余，效率低下，甚至出现分析不出原因的情况。目前，仅有少量文献中对线-变关系有简单涉及，并无文献对公变无所属线路问题进行研究。

因此，本文基于PMS2.0系统，分别从图形拓

扑、台账信息两方面分析造成公变无所属线路的异常原因，总结出常见异常图形及台账类型，并提炼出一种辨识分析方法步骤，以及对应整改措施。该方法能广泛应用于各供电公司，有效提升同期线损率。同时，能有针对性地治理PMS2.0图形及台账错误，有利于提高电网设备的精益化运维管理；并且保证图形与现场的一致性，有效保障现场电力工作的安全性。

公变无所属线路对线损率的影响

10 kV分线线损率为供、售电量的差值与供电量的百分比，表达式为

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

式中， η_{st} 是线损率； W_i 是线路供电量； W_o 是线路售电量。

线路供电量为供电侧电能表计的电量，取自电能量采集系统；售电量为线路售电侧关联的公变和中压用户的电量总和，可表示为

$$W_o = \sum_{i=0}^{N_c} W_{ci} + \sum_{j=0}^{N_u} W_{uj} \quad (2)$$

式中， W_{ci} 是公变电量，即为公变关联台区的供电量，取自用电采集系统； W_{uj} 是中压用户用电量，一般取自负控或用采系统； N_c 是公变数量， N_u 是中压用户数量。

10 kV线路的拓扑结构如图1所示。

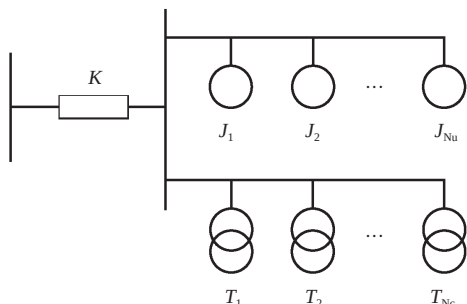


图1 10 kV线路拓扑结构

10 kV线路属于配网线路，多回路、多拉手且运行方式切换频繁，并且需要正确的线-变关系做支撑。在线损计算中，如果对线路进行拓扑分析时，公变 $T_m(0 \leq m \leq N_c)$ 无法找到对应线路，则线-变关系缺失，导致售电量中 W_{cm} 的电量缺失。结合式(1)和式(2)，可得线路的线损率计算值与实际值之间关系为

$$\eta'_{st} = \eta_{st} + \frac{W_{cm}}{W_i} \times 100\% \quad (3)$$

由式(3)可知，公变无所属线路会造成其对应线路的线损率异常偏大。

公变无所属线路异常分析

1. 基于PMS系统的线-变关系分析

PMS系统是面向国网公司总部、省公司和各级运维检修单位的统一精益生产管理信息系统，业务范围主要包括输、变、配电设备台账、图形管理及运行、检修管理等，为智能电网建设提供强有力的支撑。同时，也为线损管理提供基础数据模型。

10 kV分线线损通过PMS系统获取线路档案信息，生成计算对象。针对计算对象，基于图形获取公变与其线路之间的拓扑关系，同时需要公变与线路台账信息中相关“字段”做支撑。因此，正确、完整的图形以及台账信息是保证线-变关系的基础条件。

2. PMS图形异常分析

公变为使用性质为公用的变压器，分为柱上变压器和配电变压器，通常简称为杆变和配变。杆、配变与所属线路的连接方式不同，在PMS图形上也有所区别。

在PMS图形上，杆变本体通过跌落式熔断器连接到杆塔上，上级线路直接为10 kV馈线；而配变则归属于开关站、配电站或者箱式变电站等，

通常需要通过负荷开关、站内熔断器和隔离开关等与10 kV母线相连，仅有部分配变的上级线路直接为10 kV馈线，较多配变的上级线路为10 kV主线，再通过主线与所属馈线建立关联。

在10 kV线路线损线-变关系程序分析过程中，线路通过跌落式熔断器与杆变建立相关联，通过负荷开关、站内熔断器和隔离开关等开关以及相应主线与配变相关联。因此，如果图形出现异常，将导致公变无法关联到其所属线路，线-变关系缺失。对于在运公变，图形异常主要有以下三种情况：

1) 开关状态错误。对于杆变，开关对应为跌落式熔断器；对于配变，则开关包括负荷开关、站内熔断器和隔离开关等。现场熔断器应为闭合状态，但是如果由于人员图形操作失误，导致熔断器在图形上为断开状态，杆变图形失电，则线-变关系分析时，无法分析到杆变，导致其所属线路线损率不合理。同时，熔断器断开状态与现场不一致，为现场电力工作带来安全隐患。

2) 设备图形绘制错误。由于绘图人员失误，公变、开关或者接线开关图形绘制错误，将导致线-变关系程序无法识别。尤其杆变，如果本体直接被绘制连接在杆塔上，则无法与线路正常关联，对于现场确实无熔断器的，应将杆变与杆塔通过超连接线连接。

3) 公变与线路的连接方式绘制错误。由于线-变关系分析时，程序将判断公变与中压用户接入点均为终端设备，如果公变被错误绘制在其他公变或者中压接入点下，则导致该公变无法被解析出。

3. PMS台账异常分析

在10 kV线路线损线-变关系分析过程中，程序会识别通过线路、公变的某些台账信息中的字段进行需要完整、正确的台账信息做支撑。如果台账信息出现错误异常，将导致公变无法关联到其所属线路，线-变关系缺失。对于在运公变，台账错误主要有以下两种情况。

1) 线路台账信息错误。对于10 kV馈线，如果台账信息错误，线路无法生成计算模型，则会导致公变找不到所属线路。另外，对于上级线路为主线的配变，如果主线台账未发布，则将导致配变所属馈线的线-变关系分析出现异常。

2) 开关台账信息错误。对于跌落式熔断器、负荷开关、站内熔断器和隔离开关等，台账信息

中的字段“开关状态”“常开状态”均被线-变关系程序识别，如果字段有误，则导致公变无所属线路。如图2所示。

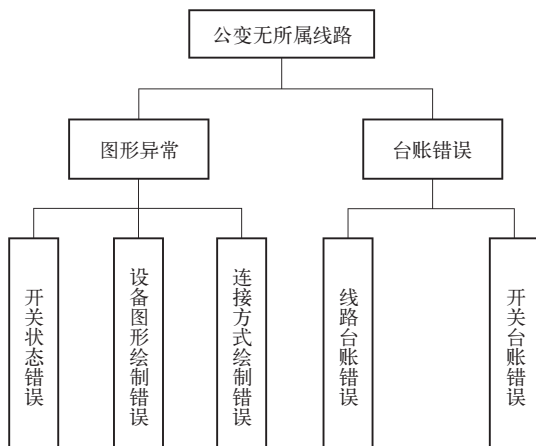


图2 公变无所属线路异常原因结构图

而对于一些未投运、已退运公变，实际电量为0，由于台账信息未与现场运行状态保持一致，显示“在运”，甚至一些现场已拆除的公变，不仅图形未删除，而且台账中仍为“在运”，都会造成出现公变无所属线路的情况。虽然不影响10 kV所属线路线损率，但是会对设备的运行管理造成困扰。

公变无所属线路辨识分析流程

对于公变无所属线路，根据PMS系统图形和台账情况，并结合用电采集系统中公变关联台区的电量，以及对应10 kV线路的线损情况，可对异常原因进行辨识分析，具体流程如下。

步骤1：针对营配贯通档案问题清单中公变无所属线路问题，首先在用电采集系统中查询公变对应台区的电量情况。如果台区电量正常且其所属线路修复后线损率降至合理，则转步骤2；如果台区电量为0，则转步骤6。

步骤2：查询PMS2.0公变图形的带电状态。如果公变图形失电，则检查对应开关是否拉开，以及设备图形绘制是否正确，较多情况下为操作异常导致图形上开关拉开，该情况需请调度部门帮忙核查处理；如果图形正常带电，则转步骤3。

步骤3：检查公变与线路的连接方式绘制是否正确。如果图形连接有误，则需请绘图组帮忙修改；如果无误，则说明图形无异常，需进一步核查相关台账信息。

步骤4：核查公变对应线路的台账信息。首先

核查公变对应馈线是否生成计算对象，如果未生成计算对象，则核查线路台账并修改错误字段，此情况发生较少；如果线路已生成计算对象，则对于配变，核查其上级线路的台账信息是否已发布，此情况较多一般出现在新建配变台区；如果线路台账无误，转步骤5。

步骤5：核查公变对应开关的台账信息。对于跌落式熔断器、负荷开关、站内熔断器和隔离开关等，台账信息中的字段“开关状态”均应为“闭合”，“常开状态”为“常开”。台账错误信息一般由设备主人修改。

步骤6：对于台区电量为0的公变，可向营销部门确认是否已无用户，再由绘图组将图形删除，运检部进行现场拆除。

步骤7：异常原因核查处理后，对公变线-变关系及所属线路线损率跟踪观察一个周期，保证分析处理无误。

应用实例

为了验证所提出公变无所属线路异常辨识方法，对某供电公司2月份营配贯通档案问题清单中15个异常杆、配变进行分析处理。首先查询最新周期公变对应台区的电量情况，以及国网一体化系统中台区对应所属线路的电量及线损率，并根据带电台区的电量对线路线损率进行修复，具体情况如表1所示。

根据表1可看出，公变台区电量均正常，且所属线路线损率修复后均降至合理范围，接下来将根据辨识步骤对各公变分别进行分析处理。

对于杆变“盛桥化肥”，查询到其PMS图形失电，跌落式熔断器处于拉开状态，如图3所示。则可初判异常原因为熔断器图形状态有误。通过调度协助核查，发现熔断器现场确实为闭合状态。图形修正后其线-变关系恢复正常。

对于“国权1088南箱甲_箱变”等均关联到线路“高15国权1188甲”的7个配变，核查其PMS图形后发现，“国权1188弄站_1#配变”的进线开关“高15高镜甲”图形上为断开状态，导致下面相连的“国权1188一号站_1#配变”“国权1088南箱甲_箱变”“国权1088箱甲_箱变”“国权1088弄站_1号配变”“国权1188箱甲_箱变”“国权1188箱甲_箱变”“国权1188箱丙_箱变”及“变国权1188箱丙_箱变”均处于失电状态。通过调度核查，发现现场开关为闭合状态，配变均为正常运行，修正后其线-变

表1 公变台区电量、所属线路线损及修复后线损情况

设备类型	公变名称	台区供电量/kW·h	台区售电量/kW·h	对应所属线路	原供电量/kW·h	原售电量/kW·h	原线损率(%)	修复后线损率(%)
杆变	盛桥化肥	4 733.2	4 700	桥13石洞	61 080	55 833.23	8.39	0.84
配变	国权1088南箱甲_箱变	3 018	2 991.89	高15国权1188甲	120 456	69 196.1	42.55	5.74
配变	国权1188弄站_1#配变	6 468	6 334.05	高15国权1188甲	120 456	69 196.1	42.55	5.74
配变	国权1188一号站_1#配变	3 724	3 698.02	高15国权1188甲	120 456	69 196.1	42.55	5.74
配变	国权1088箱甲_箱变	10 096	9 667.12	高15国权1188甲	120 456	69 196.1	42.55	5.74
配变	国权1088弄站_1#配变	12 016	11 584.2	高15国权1188甲	120 456	69 196.1	42.55	5.74
配变	国权1188箱甲_箱变	4 808.41	4 845.12	高15国权1188甲	120 456	69 196.1	42.55	5.74
配变	国权1188箱丙_箱变	4 200.78	2 411.15	高15国权1188甲	120 456	69 196.1	42.55	5.74
配变	长寿433 (2#站变)	8 774	8 068.72	普38西新乙	237 456	22 4183	6.09	1.89
配变	长兴_1#站变	21 068	1 955.35	陵14中兴大统西	—	—	—	4.12
配变	中兴大统西_1#配变	6 264	5 931.81	陵14中兴大统西	—	—	—	4.12
配变	中兴长兴一号站变	9 386	13 481.7	陵14中兴大统西	—	—	—	4.12
配变	中兴长兴二号站变	19 720	18 947.88	陵14中兴大统西	—	—	—	4.12
配变	沪西150号箱变	915	858	陵14中兴大统西	—	—	—	4.12
配变	胶州1216弄1#北 (2#站变)	5 417	4 987.45	普39叶泵乙	85 301	75 713.17	11.24	4.49

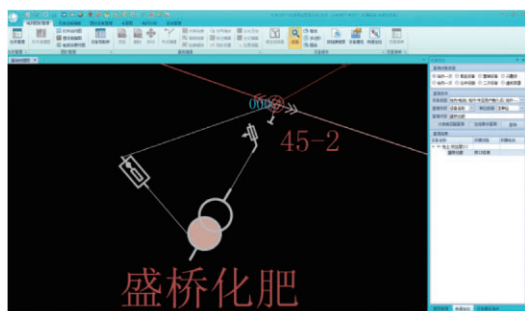


图3 杆变“盛桥化肥”熔断PMS图形状态错误

关系恢复正常。

对于配变“长寿433 (2#站变)”，其PMS图形上开关状态正常，但是被绘制在中压接入点“长寿苑乙”下。则可判定图形绘制错误，通过绘图组将其正确绘制在所属线路下之后，线—变关系恢复。

对于“中兴大统西_1#”等归属于线路“陵14中兴大统西”的5个配变，核查发现线路与公变PMS图形均无异常，供电范围分析也正常，但是“陵14”并未参与线损计算。通过核查，“陵14”台账信息中字段“设备状态”为“退役”。通过核查发现该线路由“退役”状态重新投运，台账未更新，修正后该线路参与线损计算，线—变关系恢复正常。

对于配变“胶州1216弄1#北 (2#站变)”，首先核查其PMS图形无异常，然后核查相关台账信息，发现其与上级线路相连的熔断“箱变10 kV熔断”台账错误。熔断台账信息中的字段“开关状态”为“空”。通过修改该字段为“闭合”后，线—变关系恢复正常。

另外，利用本文所提的异常辨识方法对某供电公司2018年公变无所属线路共96例进行分析，都能准确找出异常原因，且整改后线—变关系均恢复正常，所属线路合理率恢复合理，分析结果如表2所示。由此可见，本文所提辨识方法具有较好的适用性。同时，有利于提升电网设备的精益化运维管理。

表2 辨识结果

异常原因	数量
开关状态错误	27
设备图形绘制错误	7
公变与线路的连接方式绘制错误	4
线路台账信息错误	34
开关台账信息错误	15
公变已退运，电量为0	9

结束语

本文分析了公变无所属线路对10 kV分线线损率的影响；基于PMS2.0系统，分别从图形拓扑、台账信息两方面分析造成线—变关系异常原因，总结出常见五类图形及台账异常类型；并提炼出一种辨识分析方法步骤，以及对应整改措施；通过实例验证该辨识方法的有效性、准确性，不仅能有效降低10 kV分线线损率，而且有针对性地治理PMS2.0图形及台账错误，有利于提高电网设备的精益化运维管理；同时保证图形与现场的一致性，能有效保障现场电力工作的安全性。该方法能广泛应用于各供电公司。EA

(收稿日期：2020.10.13)

(编辑：朱金凤)