

[电网建设]

10 kV配电网节能降耗

文/内蒙古自治区呼伦贝尔市陈巴尔虎旗神华宝日希勒能源有限公司 孟祥坤
北京华商三优新能源科技有限公司 秦世伟
北京中绘立得工程设计有限公司 张晋

10 kV配电网位于电力系统的末端，在整个配电网系统的总损耗中，其能量损耗占据的比例是非常大的，实现10 kV配电网的节能降耗不仅有助于实现国家节能减排目标，还能提高企业自身的经济效益。因此，对10 kV配电网节能降耗的问题进行了具体分析，供相关人员参考。

10 kV配电网在我国电网建设中长期居于主要地位，它的节能性、经济性和安全性都与终端用户和供电企业的切身利益密切相关。但是10 kV配电网的建设和发展现状不容乐观，主要表现在网架结构较为薄弱，基础设施老化现象较为严重，管理滞后等，从而使它在运行过程中电能资源的浪费比较严重。

10 kV配电网经济运行区的确定

10 kV配电网的损耗由两部分组成：一是配电变压器在进行电磁转换时，铁心上会产生涡流，从而产生损耗，它与运行负荷无关，因此称为固定损耗，又称空载损耗或铁损。二是电流通过10 kV配电线路或配电变压器线圈电阻产生的损耗，它直接与配电网的运行负荷相关。因此称为可变损耗，其中配电变压器线圈电阻产生的损耗又称短路损耗或铜损，10 kV配电线路产生的损耗又称线损。这样，10 kV配电网的总线损率也是由两部分组成：固定损耗率和可变损耗率。其中，固定损耗率与线路负荷电流成反比，可变损耗率与线路负荷电流成正比。

通过10 kV配电网的运行参数和结构参数，能对总线损率、固定损耗率和可变损耗率进行有效的计算。在10 kV配电网最佳经济运行点的情况下，固定损耗率与可变损耗率是相等的，固定损耗所占比重与可变损耗所占比重相等，其配电网

的运行状态是最佳的，此时10 kV配电网负荷电流称为经济负荷电流，同样的，10 kV配电网的线损率处于最低状态。当10 kV线路负荷电流处于经济负荷电流值的 $-5\% \sim +15\%$ 之间，线损率基本保持在一个水平，而且接近最低线损率，这个区域即为10 kV配电网经济运行区。

如果线路上低损耗配电变压器较多，其空载损耗较小。导线截面较大时，10 kV线路负荷电流可以调控到经济负荷电流值的 $+20\%$ 左右，此时线损率仍处于接近最低线损率的水平。

10 kV配电网线损产生的原因分析

1. 电阻作用对于线损的影响

从当前大部分10 kV配电网线路的使用情况来看，绝大多数配电网线路的制作材料采用的都是铜或者铝，而如果使用铜或者铝作为导体材料的话，就会存在一定的阻抗，这时候就会产生阻抗损耗，这也是线路损耗的一种。

2. 磁场作用对于线损的影响

磁场作用也是导致10 kV配电网线损产生的一个重要原因。电磁之间是相互转化的，通电设备和线路附近必然会产生磁场。由于磁场作用的存在，电网线路就必须克服这种磁场力做功，其中的电气设备也会由于磁场作用的存在而产生一些磁滞或是涡流，进而线路损耗也就产生了。

3. 维护及与客户沟通等方面的原因

当前10 kV配电网的规模和长度都在不断增加,这和用电需求的不断扩大有着很大的关系,给电网的管理带来了新的挑战。但是也正是这个原因,使得10 kV配电网在日常维护各方面的问题也层出不穷,比如控制措施不到位、管理不严格及当地客户不配合等,使得电量统计工作难以进行,加上窃电方式的层见叠出,这些也都是造成损耗的原因,这些问题解决不好也是影响电力企业效益的重要因素。

10 kV配电网节能降耗的具体措施

1. 调整好10 kV线路的用电负荷和用户的用电时间

在电网线损理论计算的基础上,首先将每一条10 kV线路的经济负荷电流值计算出来,然后根据此值将用户的用电负荷上报,并调整好,最后进行用电负荷的估算。当实际用电负荷电流接近或达到经济负荷电流时,将线路投入运行,并从线路出口电流表观察实际用电负荷,以便健全和完善下次的调荷工作,尽量减少线路的空轻载运行时间或者过负荷运行时间。

在轻负荷线路中,线路的负荷处于比较小的状态,采用集中供用电时间的方式能有效地避免线路的轻载运行。进行用户用电时间安排时,保证在用电时间范围内,进行线路的投入保证供电的运行,而在其他时间线路则处于停运状态,或者可以采用轮流定时供电方式,对线路的运行进行控制。

在重负荷线路中,线路处于负荷较大的情况时,将用户用电时间分散安排开,能有效地避免线路的过负荷运行。相关的用户用电可以提前做好时间安排,在线路过负荷高峰时,可以进行适时的调整,恢复供电要在高峰期完成之后进行。

在不适合限电,用电时间又较集中的地区,建议推广使用调容变压器。通过在负荷峰谷时间段调整配电变压器容量,来实现削峰填谷的目的,以最大程度降低线损。

2. 合理安排电网方式

在满足供电可靠性前提下,降低非正常方式引起的线损。跟踪主变压器负荷变化,及时关停备轻载主变压器,降低主变压器铁损。加强AVC系统维护,确保AVC运行正常;优化策略,提高末端负荷站的关口功率因数,减少无功在线路上流动的损耗。

3. 大力推进节能技术改造

加快推进城市配电网改造、35 kV及以下农村配电网升级改造、生产技改和大修等电网建设改造工程进度,进一步缩短供电半径,减少迂回供电,更换老旧设备,解决过负荷、卡脖子线路和高能耗变压器等因素引起的设备高损问题,积极采取一切有效措施,加大电网降损改造力度。

4. 严格计量管理

进一步推进更换低压智能表,进行高供低计改造,减少变压器损失,推广预付费装置等工作,并加强对低压智能表的换表管理,减少在换表过程中造成的电量损失。加强关口计量装置现场检测,切实解决互感器检定周期长、故障难以及时发现的问题,确保关口计量准确可靠。对各级表计均校验后多重加封,减少窃电现象的发生。

5. 线路上可采取节能措施

(1) 优化配电网络结构

当前,10 kV配电网络结构设计不科学、不合理,而配电网络结构设计、规划的科学性和合理性是配电网运行经济节能的重要保障。因此,通过优化配电网络结构可以有效地降低电能损耗。优化配电网络结构可以采取如下举措。

1) 将供电的电源设置在用电负荷的关键位置,通常是指中心区域,再将配电网络结构设置为辐射网或环网,从而有效地降低电能损耗。

2) 缩短供电线路的半径。因线路阻抗的存在,电流无论经过何种线路,都会产生电能的损耗,而供电线路越长,电能损耗就越大。为了降低10 kV配电网中的电能损耗,供电线路的半径以在15 km以内为宜,如果超过15 km,则电能损耗的量会增大很多。

(2) 科学选择线路截面

阻抗越大,电能损耗越大,而线路阻抗的大小通常与电缆(导线)的截面和材质有关。阻抗为电阻和感抗的矢量和。一般来讲,导体的截面越小,电阻越大。因此在电压等级不变的情况下,应当尽可能地选择较大的导线截面,虽然这可能会增加线路的成本,但对于用电量需求较大的区域,考虑到未来的发展,这种选择具有一定的经济性。线路路径的局限性,也会限制电缆(导线)截面的增大。故需要在线路路径的局限性和降低线路阻抗之间找到一个平衡点。

6. 线损管理的创新方法研究

营销系统线损管理辅助决策应用研究完善营

(下转第50页)

测试分析：①从上述谱图可以看出，各测点频域模式谱图整体较基线有向上偏移，表明有疑似局部放电信号存在；②根据各测点叠加图谱，可以看出2#主变压器10 kV侧管母接头处的甚高频信号偏移较大，其最大幅值 >30 dBmV，其余测点未发现疑似局部放电信号；③选取2#主变压器10 kV侧管母接头处进行时域模式测量，发现脉冲信号的存在，并进行了相位分析，时域模式图谱和相位图谱清晰表明了信号源于2#主变压器10 kV侧管母接头处。

测试结论：通过甚高频频域模式谱图分析对



图14 故障图片

比、时域模式测量和相位分析，分析本次疑似局部放电信号位于2#主变压器10 kV侧管母接头处。故障图片如图14所示。

经验分享

1) 通过高频带局部放电带电检测，可发现变电站设备存在异常局部放电信号，可初步判断疑似局部放电信号来源（本例位于2#主变压器的外部设备）。

2) 通过甚高频频域模式谱图分析对比、时域模式测量和相位分析，可分析和定位局部放电源（本例疑似局部放电信号位于2#主变压器10 kV侧管母接头处）。

3) 在例行的电力设备巡检工作中，应用多种方法对电力设备进行局部放电的综合测试和定位是非常有必要的，这些方法包括高频带、甚高频等，每一种方法有各自的特点和技术优势。EA

（收稿日期：2020.09.13）

（编辑：朱金凤）

（上接第37页）

销管理系统线损管理，只有定位分析出线损偏高的真正原因，确定是管理线损还是技术线损导致的线损率偏高，才能进一步制定有针对性的降损措施。

（1）线损智能预警

根据趋势分析定制出线损上限，在营销系统统计线损上，固定日或周期性对线损进行统计对比，线损超过上线则提示预警。通过线损预警管理手段，提前对可能出现的高损及负荷态势发布预警，做好线损预测，提前布置落实预控防范措施，避免线损大幅波动。

（2）线损智能分析异常处理

根据理论线损的计算，得出线损预估指标值，指标值与实际统计线损值进行对比，根据差距实行等级预分析处理。

7. 合理装设无功补偿设备，落实无功设备管理责任

大量使用非线性设备，例如整流器、变压器

和变频器等，导致大量的谐波注入电网，使电能质量恶化，以及电网的电压、电流波形畸变，导致电力设备温度上升，绝缘加速老化，电能损耗增加。抑制谐波无功功率补偿装置的应用有利于稳定负荷的无功功率补偿兼滤除谐波的电力系统，既吸收和滤除谐波电流，降低谐波畸变率，又兼顾无功功率补偿，改善电能质量，减少网络损耗。电网谐波电流大和功率因数低的问题需要充分有效地解决，达到节能降损的效果。因此，要合理装设无功补偿设备。

综上所述，有效降低配电网损耗，保证其经济运行，是降低企业运维成本的有效途径。配电网降损工作除了落实各种技术措施和管理措施外，还需结合配电网实际需求，因地制宜，选择适合本地电网的降损措施，要更好地服务于社会，以获得更好的经济效益。EA

（收稿日期：2020.08.13）

（编辑：朱金凤）