

谈以主表计量信息为计费依据的合理性

周 敏¹, 谭开斌²

(1. 四川电力职业技术学院, 四川 成都 610072; 2. 成都电业局, 四川 成都 610000)

摘 要:专线供电模式中, 线路电抗性质所引起的无功损耗对线路两侧无功计量量值的影响, 是客观事实。分析损耗的形成对力调考核的顺利执行有积极的作用。以实测数据, 分析线路电抗对主、考核表无功量值的影响趋势, 对按照容性、感性无功绝对值之和考核力调提供技术分析思路。

关键词:线路电抗; 无功损耗; 力调考核

Abstract: In the special power supply model, the reactive power losses caused by the line reactance have an influence on the measurement of reactive power on both sides of the line, which is an objective fact. Analyses on the formation of power losses have a positive effect on the implementation of assessment of power factor. Based on the measured data, the trend of the influence of line reactance having on the measurement of reactive power is analyzed, and a new method is introduced using the sum of absolute value of inductive power and absolute value of capacitive power for the assessment of power factor.

Key words: line reactance; reactive power loss; assessment of power factor.

中图分类号: TM933 文献标识码: B 文章编号: 1003-6954(2008)02-0069-03

客户专线电能计量的标准配置为在专线两侧分别安装主计量装置、考核计量装置。按照《供用电营业规则》的相关规定, 以产权分界点(专线电源侧计量点)为计费结算关口, 即以主表为计费电能表。在实际运作中, 结合规范功率因数调整电费的收取, 特别是多功能电能表的普及, 对用电客户按照容性无功、感性无功的绝对值之和, 计算月加权平均功率因数的技术手段已经健全。由于供电方是以主表计量信息为计费依据, 而受电方是以副表信息来比对供电方电费收取的合理性, 两套计量装置记录数据的差异关系到电费的顺利结算, 上、下网无功参与力调将直接影响客户的经济利益。特别是涉及到力调电费的确认, 需要提供技术支撑并得到客户的认可, 为此, 对专线无功电量的分析是计量管理的重要课题。

从输、配网运行理论得知, 当线路参数达到一定的数值后, 线路电抗除表现为线路有功损耗外, 还会影响无功潮流, 并由此引起线路两侧无功计量量值的变化。

下面以实例分析专线线路电抗对计量的影响。

1 线路与主要参数

35 kV“三氮线”是供电局直供 I 类。

客户玖源公司专用线路。线路全长 9.3 km(架

空线路)加 0.15 km 电缆。该公司属化工生产企业, 负荷稳定, 正常情况下, 负荷在 20 000 kW 左右(三班制, 长期运行在计量装置标定值的 80%左右), 潮流方向单一(下网)。计量关口主表设在电源侧(站端), 示意图见图 1。

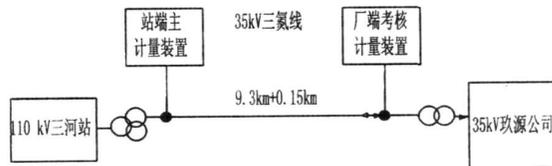


图 1 计量关口主表设在电源测(站端)示意图

2 问题的提出

用户提出就地对功率因数补偿后功率因数已完全满足系统的要求达 0.978, 但线损仍然较大。在对线路两端主表、考核表电量数据分析中, 其无功电量存在较大差异。针对抄表环节所反映的情况, 制定方案, 对专线两侧计量装置进行电量数据采样见表 1。

有功电量部分: 采样期间, 站、厂端电量的差值趋势满足线损对有功电量的影响趋势。实测数据, 站端比厂端多 1.78%(其中包含两侧互感器合成误差、电能表基本误差、二次压降合成误差对计量带来的影响)。

表1 玖源公司 35 kV“三氮线”厂、站端电量数据采集对比分析表

抄表时间	站 端		厂 端		运行参数 (2005.05.10)
	有功电量	无功电量	有功电量	无功电量	
2005.05.10	7 152.67	1 936.08	9 966.87	2 244.81	站端: $\cos \varphi=0.967$
2005.06.14	7 734.51	2 090.00	10 538.36	2 366.63	厂端: $\cos \varphi=0.978$
电量差量	581.84	153.92	571.49	121.82	负荷率: 80%
差量百分比	有功部分: 1.78%		无功部分: 20.85%		
站、厂端 功率因数差量	1.14%				

备注: 采样以站端为基准。共 35 天。(表中电量数字未乘以变比!)

无功电量部分; 而无功电量则存在较大差量, 站端比厂端多 20.85%。考虑到线路两侧计量装置经现场校核, 均处于正常状态运行, 负荷潮流方向单一, 客户主要负荷为常规工厂动力用电, 没有能够对电能计量产生较为明显影响的类似谐波源, 站、厂之间的 35 kV 输电线路在传输电力时的电抗值以及电抗性(容、感性)是影响两端无功电量的重要因数。

3 测试结果分析

由相关理论得知, 输电线路(架空线路)在输送电力时, 导线的电抗是影响电力网电能损耗和电压损耗的主要成因。

由于电力线路在传输电能时, 其线路的电阻 r_0 、电抗 x_0 、电导 b_0 、电纳 g_0 实际上是延线路均匀分布的。按这种分布参数计算非常复杂, 为了计算方便, 当线路长度小于 300 km 以内时, 常将分布参数的电力线路用集中参数 R 、 X 、 Q 、 B 的等值电路代替, 这样计算误差不大且不需要考虑参数的修正。

对于 35 kV 及以下的架空线路, 由于线路短, 线路电容影响极小, 电导和电纳作微小化处理, 等值电路可由图 1 简化为图 2。

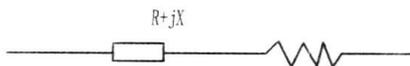


图 2 简化等值电路

由于在计算线路电感时还需要考虑导线的排列方式, 但“三氮线”的实际情况是至少含有两种以上排列方式, 即上字形、水平形, 不同的排列会影响线路电抗, 但影响量对于 9.45 km 的 35 kV 线路是很小的。故本次分析, 主要是了解计算过程、方法, 对线路电抗进行定性分析, 以便印证线路两侧无功电量差的合理

性。

对于 35 kV“三氮线”而言, 架空线路部分: 在忽略电导 b_0 和电纳 g_0 后, 线路的电参数由串联电阻 r 和电感 x_0 组成, 线路电抗呈感性运行。电缆部分: 电路主要参数由串联电阻 r 和电容 l_0 组成, 线路电抗呈容性运行。由于电缆的长度只占线路总长度的 1.59%, 线路以架空线路为主, 两者相抵, 总的电抗仍然呈感性。

由相关资料得知, 导线电阻分直流电阻和交流电阻。对于频率为 50 Hz 的 35 kV 输电线路, 主要由趋肤效应产生的交流电阻并不明显, 实际计算时可不考虑, 通常只取其直流电阻来考虑对线路损耗的影响。

直流电阻由下式计算: $r=r_0 l$ (1)
式中, $r_0=l_0/\nu s$ ——每千米导线的计算电阻, Ω/km (可查表获得);

ν ——给定 20 °C 温度下的导线电导率;

s ——导线的截面积;

l ——电网导线长度。

导线通以交流电后, 在导线周围产生交变磁场的大小, 取决于线路的感抗, 而感抗的大小, 与导线间距、排列方式、直径、相对导磁率和交流频率有关。

在假设线路全部呈“上”字形排列的前提下, 将“三氮线”线路 技术参数输入线损计算程序, 获得以下数据(不含电缆部分的影响量):

$$r_l=0.240\ 850\ \Omega/\text{km} \quad x_0=0.462\ 203\ \Omega/\text{km}$$

三相电网有功功率损耗与无功损耗分别按下式确定:

$$\Delta P_l=3I^2 r_l 10^{-3} \quad (2)$$

$$\Delta Q_l=3I^2 x_0 10^{-3} \quad (3)$$

式中: I ——线路的计算电流, A;

r_l ——线路电阻, Ω ;

x_0 ——线路电抗, Ω 。

将相关数据代入(2)、(3)式,以电流互感器标定电流的80%作为负载平均电流,得到线路的有、无功功率损耗分别为:

$$\Delta P_l = 3I^2 r_l 10^{-3} = 3 \times 320^2 \times (0.240\ 850 \times 9.45) \times 10^{-3} = 699.2\ \text{kW}$$

$$\Delta Q_l = 3I^2 x_0 10^{-3} = 3 \times 320^2 \times (0.462\ 203 \times 9.45) \times 10^{-3} = 1\ 341.8\ \text{kvar}$$

将采样时间35 d共840 h代入上式,得到理论有功损失有、无功电量为:

$$\Delta W_p = 3 \times 320^2 \times (0.240\ 850 \times 9.45) \times 840 \times 10^{-3} = 587\ 325.63\ \text{kW} \cdot \text{h}$$

$$\Delta W_Q = 3 \times 320^2 \times (0.462\ 203 \times 9.45) \times 840 \times 10^{-3} = 1\ 104\ 432\ \text{kvar} \cdot \text{h}$$

从计算获得的有、无功损耗量值看,均比采样期间主、副计量装置实际记录量差值1.78%和20.85%高,这是因为理论线路损耗功率计算存在技术偏差以及线路参数理想化处理所致。以上推算主要是表达

趋势推演,虽不够精确,但其线路上存在高达20.85%的损耗是毋庸置疑的。

4 结论

“三氮线”长期输送较大电量,负荷侧功率因数在0.96以上,在传输这么大的电能时,线路上产生的无功损耗量值,从以上的分析计算看,并与其用电基数相比,以及加权平均功率因数数值相比,其合理性得到证实。

综上所述,线路电抗所产生的无功损耗是确实存在的,站、厂之间的35kV输电线路在传输电力时的电抗值以及电抗性质(容、感性)是影响两端无功电量的重要因数。而线路电抗的性质,以及负载力率的变化相叠加将反映在主、副计量装置的量值上,了解两侧无功电量的组成,可以为以主表计量信息为计费依据提供更有力的技术支持。

(收稿日期:2008-01-29)

(上接第29页)保持一致,则继续下一操作步骤的执行(所有步骤循环执行)。

在执行过程中,如果出现操作失败或实时状态不一致的情况,则随时中断本张操作票的操作。

3.2 有人值守变电站模式

在有人值守变电站模式下,直接在变电站端开票;交由五防系统进行规则校验,确认当前操作人和监护人是否具有相关的操作权限。通过权限确认后,则从第一步开始逐步解析操作步骤,并将遥控指令发送给当地监控系统(当地功能)。(命令格式:目的设备地址(站号,设备点号),操作项目)。同时记录操作人,监护人信息和操作时间。

当地功能系统接收到五防机的遥控指令后,解析命令格式,获取目的设备信息后,直接向变电站设备或综合自动化装置发送遥控命令,执行操作。

遥控操作完成后,将操作的反馈信息和当前目的设备的状态信息发回五防系统,五防系统对操作结果进行检查,如果操作没有成功,则中断本张操作票的执行;如果操作成功并且实时状态保持一致,则继续下一操作步骤的执行(所有步骤循环执行)。

在执行过程中,如果出现操作失败或实时状态不一致的情况,则随时中断本张操作票的操作。

3.3 并发操作模式(远方和就地同时操作)

在实际的过程中,可能会遇到这样的情况,集控中心和变电站端同时对变电站的设备进行操作。这个时候就必须要考虑就地操作和远方操作的优先级问题。

原则上,就地操作的优先级最高,其次是远方的遥控操作。即先按照变电站端的开票→规则校验→自动执行这一流程进行就地操作;操作完成后将信息反馈到五防系统;接着按照集控站的自动执行流程,执行远方的操作任务。

4 具体运用

新都供电局下辖1个集控中心,1座220 kV变电站,5座110 kV变电站,4座35 kV变电站。基于统一平台的变电站智能操作票系统的投运,进一步提高了变电站的安全防误水平和综合自动化应用水平,充分发挥了计算机网络技术、通信技术和自动控制技术的潜能。该系统的应用使操作票开票工作和倒闸操作这一系列复杂、繁重的工作,变为由计算机辅助自动控制完成,进一步促进电气一、二次设备自动控制水平的提高和电力系统自动化应用水平的提高。该系统在新都局的成功试运行,对成都电业局的其他分局配置该系统的工作具有指导意义。

(收稿日期:2007-12-08)