开式网络的潮流计算

摘要

本文针对典型开式（径向）网络，结合给定的系统参数，详细推导了输电线路和变压器的等值参数，并采用节点电压法对高压侧母线电压进行了潮流计算。通过逐步推演每一环节的电流、电压与损耗变化，定量揭示了各环节对母线电压的影响。结果表明，在50MW、功率因数0.9的负荷下，变电所高压侧母线电压约为110.72kV，满足电网电压合格范围。文末结合计算过程对各影响因素进行了深入讨论。

关键词：开式网络；潮流计算；节点电压法；电压损失；电力系统

一、引言

开式（径向）配电网络因其结构简单、运行安全、便于维护，广泛应用于中低压供电系统。进行潮流计算能够评估母线电压水平，指导网络规划与运行调整。本文以某变电所双回线供电网络为例，系统梳理各环节参数计算、潮流方程推导与节点电压分析过程，旨在为工程应用提供详细的技术参考。

二、系统参数与模型

2.1 网络结构与参数

系统接线如图1所示，电源A点电压为116kV，经两回线路送至变电所a，经过两台变压器并联降压至b点（负荷侧）。主要参数如下：

线路长度 单回线路参数： 变压器容量 ，短路阻抗 ，短路损耗 ，空载损耗 负荷 ，功率因数

2.2 基本计算参数

线路为双回并联，总等值阻抗折算 变压器为双台并联，总等值阻抗折算 节点命名：A为电源侧，a为变电所高压母线，b为负荷侧

三、等值参数计算

3.1 输电线路等值阻抗

单回线路总阻抗为

双回并联后等值阻抗为

其模值与相位为

3.2 变压器等值阻抗

每台变压器的基准阻抗为

短路阻抗百分数折算为阻抗值

双台并联后

短路损耗折算为有功阻抗分量

最终

四、负荷侧参数计算

4.1 负荷等效视在功率和电流

折算至高压侧，负荷电流为

复数形式为

所以

五、潮流计算详细步骤

5.1 等值电路建模

电源节点——线路阻抗——变电站节点——变压器阻抗——节点（负荷端）

5.2 母线电压计算

（1）负荷端（b点）电压

负荷吸收的复功率为

其对应的相量电流为

$$
I\_L^ = \frac{S\_L^}{\sqrt{3} U\_b}
$$

但因母线电压未知，需反向迭代，初步假定低压侧10kV侧为额定值，计算高压侧所需电流。

（2）变压器高压侧电压（a点）计算

先假定 （线电压），变压器等效高压侧线电压 为

但准确推算应采用节点电压法，逐级累加压降：

变压器高压侧到低压侧压降

计算：

则

线路两端压降

（3）源侧（A点）到高压母线（a点）压降

将复数形式转换为实部和虚部相减（略去相角细致分解，以幅值为主）：

（4）高压母线到变压器低压侧电压

由于负荷侧是10kV，需折算至低压侧，以上计算是在高压侧基准上，需结合实际变比做进一步修正。

六、计算结果分析与物理意义

6.1 电压损耗来源

线路压降主要由线路阻抗和大电流负荷共同决定，约占压降的一半； 变压器压降则与其短路阻抗直接相关。

6.2 电压裕度分析

计算得到高压侧母线电压约为 （略有简化，可通过潮流软件进一步优化修正），相较于额定 降低 4.5%，在±10%范围内，符合国标要求； 若负荷增大或线路阻抗增加，母线电压将进一步下降； 可通过调整无功补偿（提高功率因数）或增设并联电容等方式提升电压质量。

6.3 典型误区说明

若忽略线路和变压器的无功分量，计算结果会明显偏高； 实际工程中，节点电压应采用复数法迭代计算，提高精度； 本文假设系统为三相平衡，若存在不平衡或谐波需进一步修正建模。

七、结论

本文基于实际工程参数，详细推导了开式网络下潮流计算的全流程，清楚地刻画了各环节对电压损耗的贡献。经分析，变电所高压侧母线电压约为110.72kV，低压侧折算后基本满足运行要求。上述分析方法适用于类似径向供电网络的快速计算与设计评估，对电力系统规划和运行具有重要参考价值。