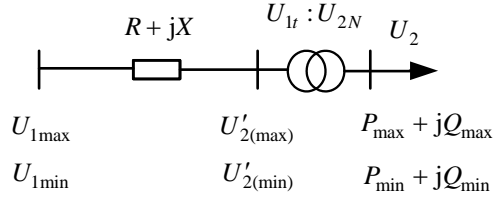


无载调压变压器分接头的选择

简单系统如图。图中阻抗是折算至高压侧的变压器串联阻抗与线路电抗之和，故变压器已是理想变压器。大、小方式负荷已知；根节点大、小方式下的电压分别为 $U_{1\max}$ 和 $U_{1\min}$ ，由上级控制，故为已知。求分接头 U_{1t} 使负荷节点电压 $U_1 \in [\underline{U}_2, \bar{U}_2]$ ，负荷节点电压的上、下界 $\underline{U}_2, \bar{U}_2$ 已知。



解：

Step1: 忽略网络功率损耗，不计电压降横向分量，计算理想变压器高压侧电压 $U'_{2(\max)}$ 和 $U'_{2(\min)}$ 。即

$$\begin{cases} U'_{2(\max)} = U_{1\max} - \frac{P_{\max} R + Q_{\max}}{U_{1\max}} \\ U'_{2(\min)} = U_{1\min} - \frac{P_{\min} R + Q_{\min}}{U_{1\min}} \end{cases}$$

Step2: 排列 U'_2 的运行区间。

如果 $U'_{2(\max)} < U'_{2(\min)}$ ，则运行区间为 $U'_2 \in [U'_{2(\max)}, U'_{2(\min)}]$ ，按照调压要求，

$$U_2 = kU'_2 \in [kU'_{2(\max)}, kU'_{2(\min)}] \in [\underline{U}_2, \bar{U}_2]$$

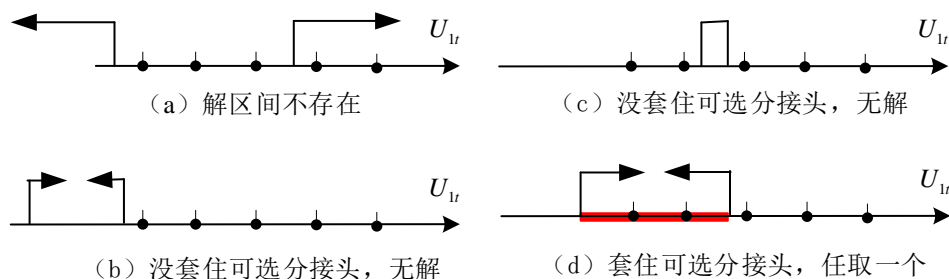
即有

$$\begin{cases} \frac{U_{2N}}{U_{1t}} \times U'_{2(\max)} \geq \underline{U}_2 & \text{大方式负荷节点电压不低于下界} \\ \frac{U_{2N}}{U_{1t}} \times U'_{2(\min)} \leq \bar{U}_2 & \text{小方式负荷节点电压不高于上界} \end{cases}$$

如果 $U'_{2(\max)} > U'_{2(\min)}$ ，则运行区间为 $U'_2 \in [U'_{2(\min)}, U'_{2(\max)}]$ ，按照调压要求，即有

$$\begin{cases} \frac{U_{2N}}{U_{1t}} \times U'_{2(\min)} \geq \underline{U}_2 & \text{小方式负荷节点电压不低于下界} \\ \frac{U_{2N}}{U_{1t}} \times U'_{2(\max)} \leq \bar{U}_2 & \text{大方式负荷节点电压不高于上界} \end{cases}$$

Step3: 联立求解上边的不等式。如果解区间“套住”了可选分接头，则从其中选择距解区间中点最近的一个。如果解区间未“套住”可选分接头，则该调压问题不能由无载调压变压器完成。



【例 5-4】图 5-15 所示 110kV 系统中，已给出线路和降压变压器折算到高压侧的参数以及最大和最小负荷。最大负荷时，母线电压 U_s 为 115kV，最小负荷时为 110kV。低压母线电压允许范围为 10~10.5kV，试选择变压器的分接头。如果低压母线在最大负荷时要求不低于 10.5kV，而在最小负荷时要求不高于 10kV，则分接头位置如何？

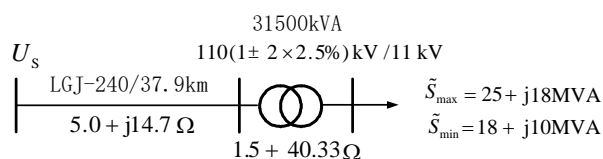


图 5-15 [例 5-4]中的系统

【解】合并线路和变压器的阻抗，得 $R_\Sigma + jX_\Sigma = 6.5 + j55.03 \Omega$

第一问：

$$\text{Step1: } \begin{cases} U'_{2(\max)} = U_{1\max} - \frac{P_{\max} R + Q_{\max} X}{U_{1\max}} = 115 - \frac{25 \times 6.5 + 18 \times 55.03}{115} = 104.973 \\ U'_{2(\min)} = U_{1\min} - \frac{P_{\min} R + Q_{\min} X}{U_{1\min}} = 110 - \frac{18 \times 6.5 + 10 \times 55.03}{110} = 103.934 \end{cases}$$

Step2: U'_2 的运行区间为 $U'_2 \in [U'_{2(\min)}, U'_{2(\max)}]$ ，可见，不等式约束为：小方式负荷节点电压不低于下界和大方式负荷节点不高于上界。即

$$\begin{cases} \frac{U_{2N}}{U_{1r}} \times U'_{2(\min)} \geq \underline{U}_2 \\ \frac{U_{2N}}{U_{1r}} \times U'_{2(\max)} \leq \bar{U}_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{11}{U_{1r}} \times 103.934 \geq 10 \\ \frac{11}{U_{1r}} \times 104.973 \leq 10.5 \end{cases}$$

Step3 解之，得

$$\begin{cases} \frac{11}{U_{1r}} \times 103.934 \geq 10 \\ \frac{11}{U_{1r}} \times 104.973 \leq 10.5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_{1r} \leq \frac{11}{10} \times 103.934 = 114.327 \\ U_{1r} \geq \frac{11}{10.5} \times 104.973 = 109.972 \end{cases}$$

解区间存在。依题，可选分接头为 (104.5, 107.25, 110, 112.75, 115.5)，解区间套住了 110 和 112.75 两个分接头。则解为取定 $U_{1r} = 112.75 \text{ kV}$ 。（取大的对运行中根节点电压切换时电压不越界有利。课时有限，无法展开论述）

第二问

由第一问的计算已知， U'_2 的运行区间为 $U'_2 \in [U'_{2(\min)}, U'_{2(\max)}]$ ，同乘以相同的变比 U_{2N}/U_{1r}

不可能使 $U_{2(\min)} > U_{2(\max)}$ 。

除约定外，在手算潮流的基础上，无额外公式需要死记。