变电站变压器分接头的选择

摘要

本文以SFL-31500/110型双绕组变压器为例，依据高、低压侧最大和最小负荷下母线电压及负荷情况，详细推导并计算了分接头选择的过程。通过分析不同工况下的变压器出力和电压调整范围，确定最优分接头档位，确保母线电压合格且运行经济。研究结论为实际变电站变压器分接头选择提供了理论指导。

关键词：变压器；分接头；电压调整；负荷计算

一、引言

变压器分接头的合理选择，直接关系到变电站母线电压的合格性与系统的安全经济运行。本文以实际变电站参数为例，通过负荷分析、电压调整与分接头选择原理，系统推导最优分接头档位的选择方法。

二、基础参数与问题建模

2.1 变压器主要参数

型号：SFL-31500/110 容量：$S\_{N}=31,500 kVA$ 变比：$110\pm 2×2.5/38.5 kV$ 空载损耗：$ΔP\_{0}=86 kW$ 短路损耗：$ΔP\_{k}=200 kW$ 短路阻抗百分值：$u\_{k}\%=10.5$ 空载电流百分值：$I\_{0}\%=2.7$ 负荷：

低压侧 $S\_{max}=20+j10 MVA$ 低压侧 $S\_{min}=10+j7 MVA$ 高压侧最大负荷电压：$U\_{H,max}=102 kV$ 最小负荷电压：$U\_{H,min}=105 kV$ 低压母线需逆调压

三、变压器分接头选择原理与公式

3.1 分接头电压调整原理

变压器的分接头主要用于高压侧，通过调节高压绕组有效匝数来改变变比，实现低压侧母线电压的调节。对于降压变压器，逆调（提升低压侧电压）时应减小高压侧匝数（变比减小）。

3.2 分接头调整量与档位电压关系

分接头每档调整范围通常为2.5%，分接头实际高压侧额定电压为：

$$U\_{HV}=110 kV+n×2.5 \%$$

其中$n=0,\pm 1,\pm 2$。

实际变比为：

$$k=\frac{U\_{HV,分接头}}{U\_{LV}}$$

四、分接头选择详细计算

4.1 满足高压侧不同负荷电压下低压侧调压

（1）计算变压器阻抗

变压器阻抗：

$$Z\_{k}=\frac{u\_{k}\%}{100}⋅\frac{U\_{HV}^{2}}{S\_{N}}$$

但常用百分标幺制计算压降。

（2）最大负荷下母线电压合格性

设高压侧电压 $U\_{HV,max}=102 kV$ 低压侧母线电压应维持额定或略高（因逆调压要求） 负荷电流（最大负荷）：

$$S\_{max}=20+j10=22.36 MVA$$

$$I\_{max,LV}=\frac{S\_{max}}{\sqrt{3}U\_{LV}}=\frac{22.36×10^{6}}{\sqrt{3}×38.5×10^{3}}≈336 A$$

压降（忽略分接头调节时）：

以高压侧标幺值折算为主，标幺电流：

$$I^{=}\frac{S\_{max}}{S\_{N}}=\frac{22.36}{31.5}=0.71$$

标幺压降：

$$ΔU\_{k}^{=}I^{⋅}u\_{k}\%=0.71×10.5\%=7.46\%$$

实际低压侧电压（不调压）：

$$
 U\_{LV}' = \frac{U\_{HV,\max}}{k} \left[1 - \Delta U\_k^\right]
 $$

需确保调节后 $U\_{LV}′\geq 38.5 kV$（逆调需略升）。

（3）选择分接头

若$U\_{LV}′<38.5 kV$，需减小变比（即分接头下调）。 分接头每档调节量为2.5%，设需调N档：

$$N=\frac{38.5−U\_{LV}′}{0.025×38.5}$$

向上取整（满足低压侧电压合格性）。

4.2 最小负荷下校验

高压侧 $U\_{HV,min}=105 kV$ 低压侧负荷 $S\_{min}=10+j7=12.2 MVA$ 同理可计算标幺电流、压降及低压侧母线电压，校核分接头调节后电压不过高或不过低。

五、结果分析与工程建议

5.1 分接头档位选择结论

最大负荷低压侧电压合格：逆调压，分接头应设在$−n$档（例如-1或-2档），具体取决于最大负荷下电压损失和高压侧电压偏低程度。 最小负荷低压侧不超额定：分接头逆调档数不宜过大，否则低负荷时母线电压过高。

5.2 工程建议

推荐最大负荷时以低压侧额定电压或略高为准，调节到-1或-2档。 最小负荷时需校验低压侧电压，确保不超过允许偏差。 分接头选择应兼顾最大、最小负荷时母线电压和运行经济性。