

泵站变压器的经济运行

何孔清¹,董泽中²

(1.池州市水电工程公司 安徽 池州 247100;2.池州市水务局 安徽 池州 247100)

摘要 介绍变压器的经济运行概念,并给出变压器由无功损耗而引起的有功损耗增加量换算为有功损耗的计算公式以及确定单台变压器经济负荷和并联运行的多台变压器临界负荷的计算公式.应用实例表明,按照临界负荷值对变压器进行合理调度,既可节省运行费用,又可延长变压器的使用寿命.

关键词 泵站;变压器;经济负荷;临界负荷;经济运行

中图分类号 TM41 **文献标识码** A **文章编号** 1006-764X(2001)08-0069-02

泵站变压器的降损节能,主要考虑以下方面:合理选择变压器的容量,选用节能型变压器,保证变压器的经济运行.变压器的经济运行,是指满足并联运行条件的两台或两台以上的变压器,由于负荷的变化,在保证输出功率满足用户需要的前提下,合理调整变压器的运行状态,使变压器的实际运行功耗最小,而能获得最佳经济效益的运行方式.

电力系统中由于无功功率的存在,使得系统中的电流增大,导致系统的有功损耗增加.因此,变压器的有功功率损耗,不仅与其本身的有功损耗有关,而且与其无功损耗有关.为计算变压器因无功损耗而引起的有功损耗增加量,特引入一换算系数 K_q ,该换算系数与系统的容量、结构及计算点的具体位置等多种因数有关,一般取 $K_q = 0.1^{[1]}$.

1 经济负荷和临界负荷的计算

1.1 单台变压器经济负荷的计算

变压器的损耗包括有功损耗和无功损耗两部分.该无功损耗引起的有功损耗增加量为 $K_q \times \Delta Q_b$,因此,单台变压器在负荷为 S 时的总损耗^[1]为

$$\begin{aligned}\Delta P &= \Delta P_b + K_q \Delta Q_b = \\ &\Delta P_0 + \Delta P_k (S/S_e)^2 + \\ &K_q [\Delta Q_0 + \Delta Q_e (S/S_e)]\end{aligned}$$

即 $\Delta P = \Delta P_0 + K_q \Delta Q_0 + (\Delta P_k + K_q \Delta Q_e)(S/S_e)^2$ (1)

式中 ΔP 为变压器的总损耗; ΔP_b 为变压器的有功损耗; ΔQ_b 为变压器的无功损耗; ΔP_0 为变压器的空载损耗; ΔP_k 为变压器的短路损耗; ΔQ_0 为变压器空

载时的无功损耗; ΔQ_e 为变压器额定负荷时的无功损耗; S_e 为变压器的额定容量.

欲使变压器在经济负荷 S_{ec} 下运行,就必须使变压器单位容量的总损耗即 $\Delta P/S$ 为最小,令 $d(\Delta P/S)/ds = 0$,因而得到变压器的经济负荷 $S_{ec} = \sqrt{(\Delta P_0 + K_q \Delta Q_0)(\Delta P_k + K_q \Delta Q_e)}$.一般情况下, $S_{ec}/S_e = 0.5$ 左右.

1.2 相同容量变压器并联运行时临界负荷的计算

假设某泵站有两台相同容量的电力变压器,其所承担的总负荷为 S ,当该两台变压器并联运行时,每台承担的负荷为 $S/2$,则由式(1)可得到两台变压器的总有功损耗 $\Delta P_{\parallel} = 2(\Delta P_0 + K_q \Delta Q_0) + 2(\Delta P_k + K_q \Delta Q_e)(S/S_e)^2$,同样可以得到两台变压器经济运行的临界负荷为

$$S_{ec} = S_e \sqrt{2 \times \frac{\Delta P_0 + K_q \Delta Q_0}{\Delta P_k + K_q \Delta Q_e}} \quad (2)$$

同理,当有 n 台变压器并联运行时,则 n 台与 $(n-1)$ 台变压器的临界负荷为

$$S_{ec} = S_e \sqrt{n(n-1) \frac{\Delta P_0 + K_q \Delta Q_0}{\Delta P_k + K_q \Delta Q_e}}$$

按上式便得并联运行变压器经济运行的判断条件:

a. 当总负荷 S 满足如下条件时,选择 n 台变压器运行较经济.

$$\begin{aligned}S_e \sqrt{n(n+1) \frac{\Delta P_0 + K_q \Delta Q_0}{\Delta P_k + K_q \Delta Q_e}} &> S > \\ S_e \sqrt{n(n-1) \frac{\Delta P_0 + K_q \Delta Q_0}{\Delta P_k + K_q \Delta Q_e}}\end{aligned}$$

作者简介:何孔清(1954—),男,安徽贵池人,工程师,主要从事水利水电工程的施工管理工作.

b. 当总负荷 S 增加,且满足以下条件时,宜增加 1 台变压器,即选用 $(n+1)$ 台变压器运行较经济.

$$S > S_e \sqrt{n(n+1) \frac{\Delta P_0 + K_q \Delta Q_0}{\Delta P_k + K_q \Delta Q_e}}$$

c. 当总负荷 S 减少,并满足以下条件时,可减少 1 台变压器,以 $(n-1)$ 台变压器运行较经济.

$$S > S_e \sqrt{n(n-1) \frac{\Delta P_0 + K_q \Delta Q_0}{\Delta P_k + K_q \Delta Q_e}}$$

1.3 两台不同容量变压器并联运行时临界负荷的计算

假设容量较大变压器 B_1 的额定容量为 S_{e1} ,容量较小变压器 B_2 的额定容量为 S_{e2} ,则它们的总损耗分别为

$$\Delta P_1 = \Delta P_{01} + K_q \Delta Q_{01} + (\Delta P_{k1} + K_q \Delta Q_{e1}) (S/S_{e1})^2 \quad (3)$$

$$\Delta P_2 = \Delta P_{02} + K_q \Delta Q_{02} + (\Delta P_{k2} + K_q \Delta Q_{e2}) (S/S_{e2})^2 \quad (4)$$

由式(3)和(4)求得判别这两台变压器经济运行的临界负荷:

$$S_{ec} = S_{e1} S_{e2} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_{01} + \Delta P_{02} + K_q (\Delta Q_{01} + \Delta Q_{02})}{(\Delta P_{k1} + K_q \Delta Q_{e1}) S_{e2}^2 + (\Delta P_{k2} + K_q \Delta Q_{e2}) S_{e1}^2}} \quad (5)$$

由式(5)可知,当实际负荷为 S 时,选择经济运行变压器的条件如下:①当 $S > S_{ec}$ 时,选用较大容量的变压器;②当 $S = S_{ec}$ 时,可任选一台变压器;③当 $S < S_{ec}$ 时,选用较小容量的变压器.

2 应用举例

池州市杏花村排涝站担负着贵池部分城区的排涝任务,装机 10 台,共 1550 kW,配套变压器为 2 台 SL₉-1000/10/0.4. 变压器的有关参数为: $\Delta P_0 = 1.7$ kW, $\Delta P_k = 10.3$ kW, $U_k\% = 5.0$, $I_0\% = 1.0$,根据式(2)求得该站变压器经济运行的临界负荷 $S_{ec} = 578$ kVA.

因此,在 3 台机组排涝时(按 $\cos\varphi = 0.8$ 计算,其容量为 581 kVA),可以任意选择一台或两台变压器投入运行;当需要增加一台机组排涝时,按照经济调度要求就必须将两台变压器都投入运行.例如,在 2000 年的一次暴雨过程中,根据雨量的大小、持续时间和涝情的发展,需要增至 5 台机组运行,按以往的情况运行人员只投运一台变压器,此时该台变压器的损耗可按式(1)计算: $\Delta P_I = 11.94$ kW.

根据经济运行的临界负荷值,将两台变压器都投入运行,此时两台变压器的总损耗: $\Delta P_{II} = 2(\Delta P_0 + K_q \Delta Q_0) + 2(\Delta P_k + K_q \Delta Q_e) (S/S_{e1})^2 = 6.14$ kW.

由以上计算结果可知,当对变压器进行经济运行调度时,每小时节省电能 5.8 kW·h,一天可节省电能 139 kW·h,经济效益明显.

3 结 语

变压器的使用寿命与其绝缘老化程度有关,绝缘老化的快慢取决于绕组温升的高低,而温度的高低又取决于绕组中实际通过电流的大小.在经济运行方式下,变压器绕组中通过的电流总是小于其额定电流,产生的温升相对较小,从而可以相应地延长变压器的使用寿命.因此,泵站的运行管理人员应尽量根据变压器的临界负荷值,对变压器进行合理调度,不仅可以减少电能损耗,同时也能延长变压器的使用寿命.

参考文献:

[1] 陈一才. 高层建筑电气设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1990. 336 ~ 337.

(收稿日期 2001-10-30 编辑 张志琴)

(上接第 62 页)

除个别点沉降速率达 0.31 mm/d 外,一般点均在 0.1 mm/d 以内.考虑仪器及观测误差,实际此阶段大楼已基本稳定.

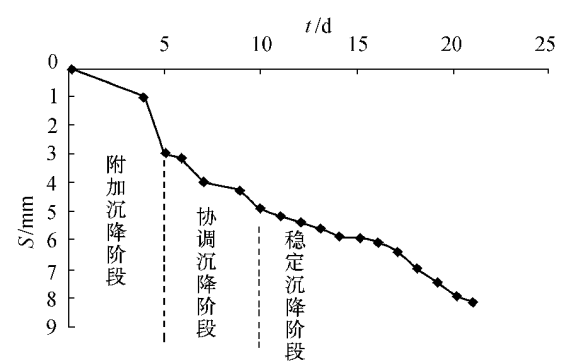


图 3 K4 点典型沉降观测曲线

4 结 语

施工处理的两栋呈“—”字型的建筑物,因底部基础下伏较厚的软弱地层,造成大幅度的不均匀沉降,尤以两楼结合部最为严重.根据变形观测资料及施工设计要求,采用以注浆加固为主,局部掏土纠偏为辅的纠偏方案,即对南楼进行掏土纠偏,其它部位进行全面注浆加固.

在施工竣工后,南楼南侧东段最大沉降量为 40 mm,北侧东段南偏 12 mm,三楼结合部的裂缝南移 10 mm,表明本次纠偏施工取得了预期的效果.

(收稿日期 2001-01-20 编辑 熊水斌)