

变压器经济运行在变电站的实践

侯元文, 张青峰

(济源供电公司, 河南 济源 454650)

摘要: 在变压器经济运行理论分析的基础上, 计算出了 35 kV 典型变电站变压器经济运行点, 对典型日负荷曲线和变电站负荷性质进行了分析, 提出了一种变压器经济运行时段控制法, 确切地给出变压器经济投切的时机, 优化了变压器运行方式, 同时不增加设备动作次数。运行实践表明该方法可有效降低变压器自身的综合功率损耗, 具有较好的经济效益。

关键词: 变压器; 经济运行方式; 时段控制法; 变电站; 实践

Practice of transformer economic operation in the substation

HOU Yuan-wen, ZHANG Qing-feng

(Jiyuan Power Supply Company, Jiyuan 454650, China)

Abstract: This paper calculates the economic operation point of 35 kV typical substation and analyzes typical daily load curve based on the analysis of theoretical of transformer economic operation. The time-interval control method is presented. And ultimately the optimal switch-on/off time is determined, transformer's operating mode is optimized, and actions times of equipment is not increased at the same time. Operation practice shows that the method can effectively reduce the transformer's complex power loss, with better economic benefits.

Key words: transformer; economic operation; time-interval control method; substation; practice

中图分类号: TM732 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)10-0147-03

0 引言

变压器经济运行是指在技术条件允许并能保证安全生产的条件下, 通过优化运行方式使变压器在电能损耗较低的状态下运行。主变经济运行方式在变电站的具体运行实践, 要在兼顾技术、经济等前提条件下, 综合考虑变电站负荷状况、设备投退等众多因素, 制定出切实可行的变电站主变经济运行方案。

本文通过理论分析, 以我公司 35 kV 亚桥变电站进行实践, 在充分分析负荷性质及特征的基础上, 提出了一种变压器经济运行分时段控制法, 经过理论计算和变电站负荷分析最终确切地给出了变压器投退的时机, 通过一年多的实际运行, 经济效益可观。本经济运行方案获得了我公司 QC 成果一等奖, 河南省电力公司 QC 成果二等奖。

1 典型变电站的主变经济运行方式的理论分析

典型变电站主变 A、主变 B 容量相同, 主变单独运行及主变 A、B 并列运行三种方式下负荷与变

压器的损耗特性曲线如图 1 所示。由特性曲线可知, 当变电站负荷 $S < S_1$ 时, 主变 A 运行最经济, $S_1 < S < S_2$ 时, 主变 B 运行最经济, $S > S_2$ 时, 主变 A、B 并列运行最经济, 损耗最小。

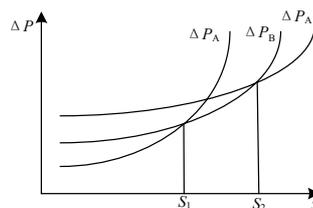


图 1 变压器负荷—功率损耗特性曲线

Fig.1 Load-loss curves of transformer

1.1 单台变压器经济运行临界负载 S_1 的确定

主变 A、主变 B 单独运行时, 变压器的综合功率损耗分别为:

$$\Delta P_A = P_{0A} + \left(\frac{S}{S_{eA}}\right)^2 P_{kA} \quad (1)$$

$$\Delta P_B = P_{0B} + \left(\frac{S}{S_{eB}}\right)^2 P_{kB} \quad (2)$$

式中: P_{0A} 、 P_{0B} 分别为变压器 A、B 的空载损耗; P_{kA} 、 P_{kB} 分别为变压器 A、B 的短路损耗; S_{eA} 、 S_{eB} 分

别为变压器 A、B 的额定容量； S 为变压器的实际视在功率。

令 $\Delta P_A = \Delta P_B$ ，即联立以上两式 (1)、(2) 求解，得：

$$S_1 = \sqrt{(P_{0B} - P_{0A}) / (\frac{P_{kA}}{S_{eA}^2} - \frac{P_{kB}}{S_{eB}^2})} \quad (3)$$

即：主变 A、B 单独运行时，当变电站负荷 $S < S_1$ 时，主变 A 运行最经济；当变电站负荷 $S > S_1$ 时，主变 B 运行最经济。

1.2 单台与两台主变并列经济运行方式临界负载点 S_2 的确定

根据图 1 所示，假设当变电站负荷 $S_1 < S < S_2$ 时，主变 B 单独运行较主变 A 经济，当负荷 $S > S_2$ 时，两台主变并列运行经济。由于两台主变并列运行时变压器的综合功率损耗为：

$$\Delta P_{AB} = P_{0A} + [\frac{S \cdot S_{eA}}{(S_{eA} + S_{eB})^2}]^2 P_{kA} + P_{0B} + [\frac{S \cdot S_{eB}}{(S_{eA} + S_{eB})^2}]^2 P_{kB} \quad (4)$$

联立式 (2) 和式 (4)，令 $\Delta P_{AB} = \Delta P_B$ 求解，得：

$$S_2 = \sqrt{\frac{P_{0A}}{\frac{P_{kB}}{S_{eB}^2} - \frac{P_{kA} + P_{kB}}{(S_{eA} + S_{eB})^2}}} \quad (5)$$

2 主变经济运行理论在变电站的实践和运用

主变经济运行的理论表明，根据变电站负荷变化适时投退变压器可有效降低变损。然而在实践中，根据负荷变化曲线频繁切换变压器选择运行经济状态是不经济的，也是不允许的。主变经济运行理论在变电站的实践要在充分考虑该站负荷性质及变化规律的基础上，兼顾技术经济两大因数，制定切实可行的运行方案。下面以我公司 35 kV 亚桥变为例进行分析。

2.1 35 kV 亚桥变简介

表 1 变压器技术参数

Tab.1 Transformer technical parameters

主变编号	#1	#2
型号	SFZ7-10000/35	SF7-10000/35
额定容量 $S_N/kV \cdot A$	10 000	10 000
空载损耗 P_0/kW	12.55	12.31
短路损耗 P_k/kW	53.80	54.75
空载电流 $I_0/\%$	0.52	0.45
短路阻抗 $U_k/\%$	7.3	7.4

主变两台：1#主变 SFZ7-10000/35，2#主变 SF7-10000/35，1#、2#变可并列运行，负荷主要为城区居民用电和部分工业负荷，波动较大，亚桥变

平时一台主变运行，满负荷时投入另一台主变，每月 15 日进行主运行变压器的倒换。

亚桥变电站的主变参数如表 1。

亚桥变电站 2006 年 12 月-2007 年 5 月 35 kV 亚桥变主变损耗率 (含站内设备损耗)，如表 2。

表 2 主变月度损耗率

Tab.2 Main transformer loss rate monthly

月度	06.12	07.01	07.02	07.03	07.04	07.05
损耗率/ (%)	1.62	1.58	1.60	1.61	1.59	1.62

2.2 主变损耗及经济运行点的分析

根据以上理论分析，将表 1 中主变技术参数分别代入式(1)、式(2)及式(4)，计算出不同负荷时的变压器功率损耗，可画出亚桥变电站的负荷—损耗特性曲线如图 2。

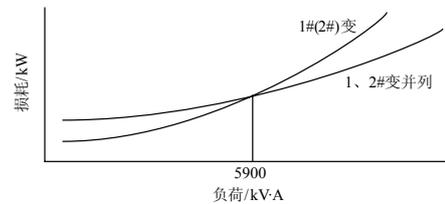


图 2 典型变电站负荷—损耗特性曲线

Fig.2 Load-loss curves of the typical substation

图示曲线分别为 1#变压器、2#变压器及 1#、2#变压器并列运行三种情况下负荷和变压器损耗的特性曲线。由特性曲线可知，由于 1#、2#变压器参数非常相近，可近似认为在相同负荷的条件下，1#、2#主变损耗相等。根据式 5 可计算 1# (或 2#) 变压器单独运行和两台变压器并列运行时的临界负载功率 $S_2 = 5900 kV \cdot A$ 。即当变电站内负荷 $S < 5900 kV \cdot A$ 时，1# (或 2#) 变压器单台运行最经济，当 $S > 5900 kV \cdot A$ 时，1#和 2#变压器并列运行最经济。

2.3 经济运行方式在变电站的具体实践

一个变电站的负荷大小根据该站负荷的性质遵循一定的规律，因此，可以把一天 24 h 分为两个时段，即高峰负荷时段和低谷负荷时段，规定在高峰时段内达到适当负荷 (如上分析的 S_2) 时，投入非主运行变压器并列运行，一般不再退出。在低谷负荷时段降至适当负荷时，允许退出非主运行变压器，一般不再投入。主运行变压器的选择可根据该站负荷大小选择损耗较小的变压器，而将损耗较大的变压器做为备用变压器。下面对亚桥变的负荷大小及变化规律进行统计和分析，做出亚桥变电站典型负荷曲线如图 3。

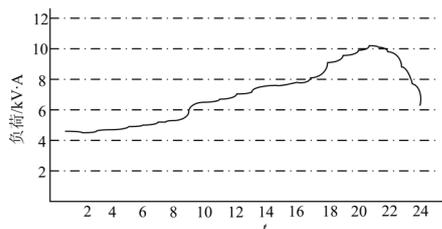


图3 变电站典型日负荷变化曲线图

Fig.3 Typical daily load curve of substation

根据图3分析, 我们可采用变压器经济运行的时段控制法, 可将9~24点规定为亚桥变负荷高峰时段, 其余时段为负荷低谷时段(根据负荷变化情况可进行调整)。根据以上分析计算亚桥变主变经济运行时段控制法可确切确定为: 如果变电站负荷 $S > 5\,900\text{ kV}\cdot\text{A}$, 且在9~24点负荷高峰时段内时, 投入备用变压器并列运行, 一般不再退出; 当变电站负荷 $S < 5\,900\text{ kV}\cdot\text{A}$, 且在24点~次日10点负荷低谷时段内时, 退出备用变压器, 一般不再投入(事故及特殊情况除外)。根据现场情况每月15日仍进行1#和2#变压器的轮换操作。

2.4 经济效果分析

从2007年5月20日, 亚桥变采用上述经济运行方案至12月20日, 我们对亚桥变电能损耗进行计算, 下面列出2007年亚桥变电能损耗曲线图如图4。

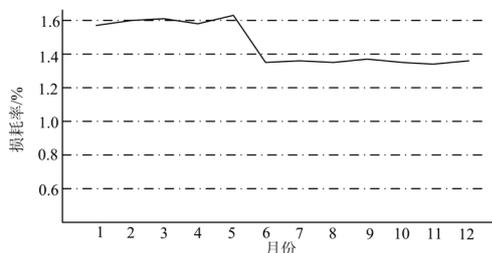


图4 电能损耗比较图

Fig.4 Comparison of energy loss

由图4可看出, 采用本方案前, 变损一般为1.60%左右, 采用本经济运行方案后, 电能损耗率平均降至1.35%以下, 平均降低0.25%。按亚桥变每月供电量450万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 计算, 仅仅采用本经济运行方案, 不需任何设备投资, 一个月可节约电能损耗11 250 $\text{kW}\cdot\text{h}$, 一年可节约电能13.5万 $\text{kW}\cdot\text{h}$, 经济效益可观。

3 结束语

本文在对变电站主变经济运行理论分析的基础上, 通过对35 kV亚桥变典型日负荷曲线进行分析, 提出了一种比较实用的变压器经济运行时段控制法, 在负荷高峰时段当变电站负荷大于经济负荷点投入备用变压器, 在负荷低谷时段当变压器负荷小于经济负荷点时退出备用变压器, 合理地优化了变压器运行方式。实践表明, 本实践方法简单实用, 不增加投资, 仅仅通过解决变压器投退时机就有效地降低了变压器的电能损耗, 经济效益可观。

参考文献

- [1] 胡景生. 变压器经济运行[M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
HU Jing-sheng. Transformers economic operation[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1999.
- [2] 赵平山. 电力变压器经济运行[J]. 河南电力, 1999, (1): 15-17.
ZHAO Ping-shan. Power transformer economic operation[J]. Henan Electric Power, 1999 (1): 15-17.
- [3] 史丽丽. 变压器经济运行的研究[J]. 安徽电力, 1997 (4): 21-24.
SHI Li-li. The study of transformers economic operation[J]. Anhui Electric Power, 1997 (4): 21-24.
- [4] 杨佳, 丁晓群. 一种双绕组变压器经济运行的实用方法[J]. 电力自动化设备, 2006 (2): 40-42.
YANG Jia, DING Xiao-qun. Practical economic operation method of two-winding transformer[J]. Electric Power Automation Equipment, 2006 (2): 40-42.
- [5] 黄向前. 浅谈变电所内变压器的经济运行[J]. 电网技术, 2000, 24 (3): 66-69.
HUANG Xiang-qian. On economic operation of transformers in substations[J]. Power System Technology, 2000, 24 (3): 66-69.

收稿日期: 2009-06-18; 修回日期: 2009-07-13

作者简介:

侯元文(1973-), 男, 工程师, 本科, 长期从事地区电网运行管理工作; E-mail: hyw689292@sohu.com

张青峰(1974-), 男, 工程师, 本科, 从事地区电网规划设计工作。