

矿热炉低压侧无功补偿增产节电的剖析

马忠义 刘家鼎 刘惠民

(西安华兴电炉有限公司 西安 中国 710068)

摘要 在高压侧增加电容可以提高功率因数,但不能提高变压器的输出功率,本文提出在低压侧合理补偿电容,对矿热炉运行的增产,节电,稳定炉况等效果的原理进行了分析。

关键词 矿热炉 无功补偿 增产节电

中图分类号 TF332.4 文献标识码 B 文章编号 1001-1943(2006)02-0028-03

ANALYSIS OF INCREASING PRODUCTION AND SAVING POWER ON SUBMERGED ARC FURNACE WITH LOW HANDED SIDE REACTIVE COMPENSATION

Ma Zhongyi Liu Jiading Liu Huimin

(Xi'an Huaxing Electric Furnace Co., Ltd., Xi'an, China 710068)

Abstract In order to boost power factor, capacitance is added on the high-handed side, but it can't improve the outwork of the transformer. The paper brings forward sound compensation capacitance on the Low-handed side, analyses the theory of increasing production, saving power and stable state for submerged arc furnace.

Keywords submerged arc furnace, reactive compensation, increasing production and saving power

1 功率因数

在一般的电器中,绝大多数是感性负载,电压和电流就产生了相位差(Φ 角),因此电器消耗的有功功率为:

$$P = UI \cos \Phi$$

式中, $\cos \Phi$ ——功率因数。

因为电压 U 是一定的,当有功功率 P 一定时, $\cos \Phi$ 越小,电流 I 就越大,发电厂的发电机就必须发出更大的电流。供电局收取电费是按有功功率收取,发电机输出的最大电流是有限的,功率因数越低,就相当于发电机的利用率越低,因此供电部门规定:功率因数低于 0.9(有些地区是 0.85),则对企业罚款,功率因数越低,罚款越多。因此,各企业都在电网上并联电容器,以提高功率因数。

要把功率因数从 $\cos \Phi_1$ 提高到 $\cos \Phi_2$ 所需的电容量(无功功率)

$$Q = P(\operatorname{tg} \Phi_1 - \operatorname{tg} \Phi_2)$$

式中, P ——企业的有功功率。

对于电容器厂家来说,同样大小的无功功率,电压越高,电容的价格就越低,因此企业大都采用高压端进行补偿,如图 1 中 C_A ,以减少补偿的成本。

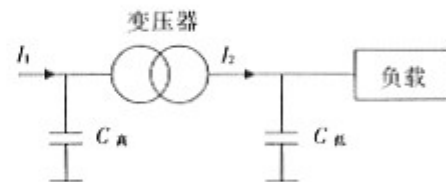


图 1 无功补偿装置连接

Fig. 1 Attach the apparatus of reactive compensation

可以看出,在高压侧进行补偿时,提供同样的有功功率 P ,高压侧的电流 I_1 就会降低,但负载侧的功率因数仍为 $\cos \Phi_1$,变压器的输出功率并不增加,即

$$P = S \cos \Phi_1$$

式中, S ——变压器的容量。

可见, 在高压侧进行补偿时, 仅仅避免了供电局的罚款, 并不能增加变压器的输出功率。

如果在变压器的低压侧进行补偿 (加入 C_{κ}), 功率因数仍能从 $\cos \Phi_1$ 提高到 $\cos \Phi_2$, 与补偿前相比, 提供同样的有功功率时, 变压器的输出电流 I_2 就会减小, 即变压器的输出功率就会增加:

$$P = S \cos \Phi_2$$

综上所述:

(1) 提高功率因数可以在高压侧加电容补偿, 也可以在低压侧加电容补偿。在高压侧加电容补偿成本较低。

(2) 提供同样的有功功率, 加补偿后, 电容前端的电流会减少, 在高压侧加补偿, 线路电流 I_1 会减少, 而在低压侧加补偿, 低压侧电流 I_2 会减少, 换句话说, 高压补偿只能提高功率因数, 不能增加变压器的输出功率。而低压补偿既能提高功率因数, 又能增加变压器的输出功率, 但成本较高。

2 低压侧电容补偿优点

矿热炉为低电压大电流设备, 如图 2 所示。

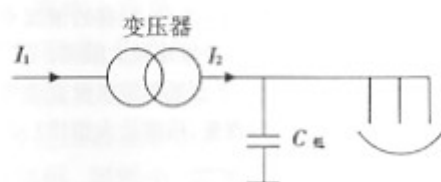


图 2 低压侧补偿装置连接

Fig. 2 Attach the apparatus of Low - pressure side

低压侧补偿的优点:

(1) 短网上的电阻 R 和电抗 X 所造成的压降为:

$$\Delta U = I_2 \sqrt{R_2 + X_2}$$

由于短网较长, 电流又很大, 因此短网压降占工作电压的 10% ~ 15%, 增设低压补偿, 减小了二次电流 I_2 , 也就减少了短网的损耗。

(2) 三相变压器的容量为 $S = 3 U_2 I_2$, 即它与变压器的二次电流成正比, 当要求变压器提供同样的有功功率时, 在低压侧补偿, 使 I_2 减少。这样减少了变压器的容量, 对新建厂来说降低了投资, 对老厂来说就等于增加了电炉的容量, 产量随之提高。

(3) 矿热炉的三相短网不可能完全一致, 短网压

降也就不同, 这样在炉内就出现了强相和弱相, 导致炉况不稳, 炉内坩埚难以沟通, 产量不高。加入低压补偿, 调整电容的补偿量, 可以使弱相变成强相, 达到三相平衡, 使电炉的功率中心, 热力中心和炉膛中心重合, 电炉坩埚扩大, 热量分布合理, 达到增产、降耗的结果。

对矿热炉来说, 低压补偿不是一个简单的电工技术, 必须针对矿热炉的具体情况, 制定出低压补偿的方案, 利用 PLC 设计出相应的数学模型, 才会成功。

3 低压补偿后经济效益的估算

3.1 低压补偿后, 减少变压器和短网的铜损

设变压器的短路损耗为 P_s , 二次额定电流为 I_{2e} , 因铜损和电流的平方成正比, 故

$$\text{补偿前的铜损为: } P_{s1} = P_s I_1^2 / I_{2e}^2$$

$$\text{补偿后的铜损为: } P_{s2} = P_s I_2^2 / I_{2e}^2$$

式中, I_1 、 I_2 ——补偿前后的二次电流。

故铜损减少:

$$\Delta P = P_{s1} - P_{s2} = P_s (I_1^2 - I_2^2) / I_{2e}^2$$

设变压器提供的有功功率相同, 即

$$P = U I_1 \cos \Phi_1 = U I_2 \cos \Phi_2$$

$$\text{故 } I_2 / I_1 = \cos \Phi_1 / \cos \Phi_2$$

3.2 加低压补偿增加设备的输出功率

补偿前变压器输出功率:

$$P_1 = S \cos \Phi_1$$

补偿后变压器输出功率:

$$P_2 = S \cos \Phi_2$$

增加的输出功率:

$$\Delta P = S (\cos \Phi_1 - \cos \Phi_2)$$

可见功率因数由 0.8 提高到 0.9 时, 增加的输出功率:

$$\Delta P = S (0.9 - 0.8) = 0.1 S$$

可见, 提高了变压器容量 10%。

3.3 合理补偿电容

针对炉况, 合理补偿电容, 会使端电压稳定, 炉况容易调到最佳稳定状态, 提高生产效率和降低电耗。至于提高的数据, 要根据原料情况及各单位的情况综合考虑。

据某厂运行情况来看, 产量可提高 5%, 节电 4% 左右。

3.4 效益

功率因数达到国家规定, 减少罚款也是一笔不

小的数字。

某厂因功率因数低每月罚款 3~4 万元, 每年累计达到 40 余万元。

实践证明: 低压补偿在矿热炉上运行, 能获得很大的经济效益。特别是电力紧张时, 更具有现实意义。