

Analysis on Energy Saving and Consumption Reduction of Reactive Power Compensation Transformation of Power Supply System in Large Flour Mills

Fabo Lu

Inner Mongolia Hengfeng Group Silver Grain Noodle Co., Ltd., Bayannur, Inner Mongolia, 015000, China

Abstract

The main power equipment of large flour mill is three-phase asynchronous motor. Because the motor is inductive load and absorbs more reactive power, the power factor of power supply system is low, only about 0.85. In order to save energy and reduce consumption, improve the overall power factor of the power supply system, improve the utilization rate of active power, improve power quality, reduce electricity charges and reduce production costs, a reactive power compensation transformation project is specially implemented. After the transformation is completed, the effect is good and the economic benefit is obvious.

Keywords

power supply system; reactive power compensation; transformation; energy saving and consumption reduction

大型面粉厂供电系统无功补偿改造节能降耗分析

卢法波

内蒙古恒丰集团银粮面业有限责任公司, 中国·内蒙古 巴彦淖尔 015000

摘要

大型面粉厂生产主要动力设备为三相异步电动机, 由于电动机为感性负载, 吸收无功功率较多, 造成供电系统功率因数较低, 仅在0.85左右。为实现节能降耗, 提高供电系统整体的功率因数, 提高有功功率利用率, 改善电能质量, 降低电费、降低生产成本, 特实施了无功补偿改造项目, 改造完成后, 效果良好, 经济效益明显。

关键词

供电系统; 无功补偿; 改造; 节能降耗

1 大型面粉厂无功补偿改造背景

大型面粉厂一条生产线设备更新改造后, 负荷容量较之前增加较多, 功率因数仅在0.85左右, 没有达到补偿要求, 为提高无功补偿的灵活性、提高功率因数、减少电费投入、降低生产成本, 决定对供电系统进行无功补偿改造。

2 功率因数高低对供电系统的影响

功率因数是电力系统的一个重要技术数据, 是衡量电气设备效率高低的系数。功率因数较低, 说明电路用于交变磁场转换的无功功率较大, 在供电系统中输送的有功功率维持恒定的情况下, 无功功率增大, 就增加了线路的供电损耗。

供电系统的功率因数降低将会引起以下问题:

①增加电网中输电线路上的有功功率损耗和电能损耗。功率因数低时, 在保证输送同样的有功功率时, 无功功率就

要增加, 这样势必就要在输电线路中传输更大的电流, 使得输电线路上有功率损耗和电能损耗增大。

②功率因数过低还将使线路的电压损耗增大, 结果负荷端的电压就要下降, 甚至会低于允许偏移值, 从而严重影响异步电动机及其他用电设备的正常运行。特别在用电高峰季节, 功率因数太低会出现大面积地区的电压偏低, 将给工农业生产, 造成很大的损失。

③电力系统内的电气设备容量不能充分利用, 因为发电机或变压器都有一定的额定电压和额定容量, 在正常情况下, 这些参数是不容许超过的, 若功率因数降低, 则有功出力也将随之降低, 使设备容量不能得到充分利用^[1]。

另外, 目前供电部门征收电费将用户的功率因数高低作为一项重要的经济指标, 《全国供用电规则》规定了高压供电的工业用户和高压供电装有带负荷调整电压装置的电力用户, 以及100kVA(kW)及以上的电力用户功率因数为0.90以上, 其他功率因数不低于0.85。供电部门将根据用户执行的情况在收取电费时, 分别作出奖励、不奖不惩、罚款

【作者简介】卢法波(1985-), 男, 中国山东济南人, 本科, 从事电气自动化控制研究。

等处理。对功率因数未达到上述规定的新用户，供电部门可拒绝接电；对长期不增添无功补偿设备又不申明理由的用户，供电局可停止或限制供电。

3 提高功率因数对用户端的好处

①通过改善功率因数，减少了线路中总电流和供电系统中的电气元件，如变压器、电气设备、导线等的容量，不但减少了投资费用，而且降低了本身电能的损耗。

②良好的功因数，减少供电系统中的电压损失，可以使负载电压更稳定，改善电能的质量。

③可以增加系统的裕度，挖掘出了发供电设备的潜力。如果系统的功率因数低，那么在既有设备容量不变的情况下，装设电容器后，可以提高功率因数，增加负载的容量^[2]。举例而言，将1000kVA变压器的功率因数从0.8提高到0.98时，补偿前是 $1000 \times 0.8 = 800\text{kW}$ ；补偿后是 $1000 \times 0.98 = 980\text{kW}$ ；同样一台1000kVA的变压器，功率因数改变后，它就可以多承担180kW的负载。

4 无功补偿项目实施方案

4.1 如何提高功率因数

4.1.1 提高自然功率因数

自然功率因数是在没有任何补偿情况下，用电设备的功率因数。提高自然功率因数的方法：合理选择异步电机；避免变压器空载运行；合理安排和调整工艺流程，改善机电设备的运行状况；在生产工艺允许条件下，采用同步电动机代替异步电动机。

4.1.2 采用人工补偿无功功率

装用无功功率补偿设备进行人工补偿，电力用户常用的无功功率补偿设备是电力电容器^[2,3]。

通过实地调研，决定采用总配电室集中补偿与生产车间配电室就地补偿的方式，来提高功率因数。

4.2 技术方案

现总配电室安装有三台10kV变压器，总容量为3500kVA，根据系统要求，需采用总配电室集中补偿和车间配电室就地补偿相结合的方式，来满足补偿需要，以保证功率因数稳定在0.95以上。

4.2.1 补偿容量计算

主变无功损耗计算：

$$Q_{\text{主变}} = \text{空载无功功率} + \text{负载无功功率}$$

即无功损耗为：

$$\Delta Q = Q_0 + K_T \beta^2 Q_K$$

$$Q_0 \approx I_0 \% S_N, Q_K \approx U_K \% S_N$$

式中， K_T 为负载波动损耗系数； β 为平均负载系数；

Q_K 为额定负载漏磁功率(kvar)； $U_K\%$ 为阻抗电压(短路电压百分比)^[4]。

无功补偿容量按照常规设计经验，变压器的无功损耗按额定容量的20%~40%考虑，较多采用30%，则总配电室三台主变的无功损耗约为1050kVar。

4.2.2 车间二次配电室补偿容量计算

经过车间实际测试的数据分析可知，一线车间有功功率95%时间段内为2000kW，功率因数为0.85左右，二线车间有功功率95%时间段内为1600kW，功率因数为0.85左右。

补偿容量为：

$$Q_{\text{二次}} = P (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

式中， $Q_{\text{二次}}$ 为电容器基波容量，kVar； P 为系统的有功功率，kW； $\tan \phi_1$ 为补偿前的功率因数角； $\tan \phi_2$ 为补偿后的功率因数角。

以二次配电室母线目标功率因数为0.95，则从0.85补偿到0.95，补偿因子为0.6kVar/kW。

则：

$$Q_{\text{一线}} = 2000 \times 0.6 = 1200\text{kVar}$$

$$Q_{\text{二线}} = 1600 \times 0.6 = 960\text{kVar}$$

由于受生产的连续性限制，有时负荷小的时候无功需求很小，因此安装全自动无功补偿投切装置，根据需要将电容器组投入系统中提供所需的无功功率^[2]。

5 项目节能降耗效益分析

无功补偿项目改造完成后，将可以补偿变压器、电动机等感性负载所消耗的无功功率，减少由电网电源侧向公司感性负荷提供的无功功率，减少了无功功率在电网中的流动，因此可降低输电线路的电能损耗，实现节能降耗。

经过一段时间的运行分析，与未改造前同产量月份相对比，月用电量消耗可降低5%左右。另外，无功补偿项目改造完成后，公司供电系统功率因数高于供电部门的考核值0.9，每月供电部门会给予一定的力调电费减免，因此改造后经济效益明显。

参考文献

- [1] 米勒, 胡国根. 电力系统无功功率控制[M]. 北京: 水利电力出版社, 1990.
- [2] 梁志勇. 静止无功补偿设备运行综述[J]. 电力电容器, 1997, 18(2): 41-45.
- [3] 王剑, 张丹丹. 工厂供电系统无功补偿技术及问题分析[J]. 科技创新导报, 2014(5): 1.
- [4] 刘彬. 无功补偿技术在电气自动化中的应用分析[J]. 中国新技术新产品, 2016(7): 16.