

# 无功功率补偿装置的改进

邓景滨

(哈尔滨船舶锅炉涡轮机研究所)

〔提要〕 本文介绍一种计算机控制的工厂供电系统的无功功率补偿装置，它包括一种大功率的无冲击电流的硅可控开关，用以通、断电容器电路，这种设备具有高可靠性、长寿命的特点，达到节电的目的。

主题词 电子开关 节电

## 一、硅可控开关的电路结构及特点

该项硅可控开关由大功率硅可控元件组成的主电路及脉冲触发控制电路组成。图一

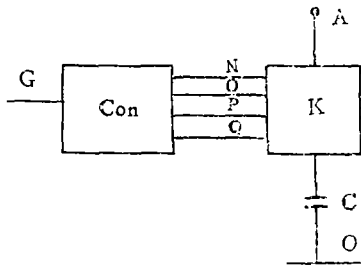


图1 硅可控开关的电路结构原理图

是它的电路结构框图，其中 $K$ 是单向硅可控元件组成的主电路开关， $N$ 、 $O$ 、 $P$ 、 $Q$ 是它的触发控制端， $A$ 是交流相电压的端点， $C$ 为无功功率补偿电容器， $O$ 点为交流电力网的中点、 $C_0$ 为控制电路， $G$ 为控制电压输入端。

硅可控元件用以供给电容器容性电流，由控制电路保证电流的连续性、波形无畸变。在控制电路的 $G$ 点加控制电压时，接通电容器电路，此时主电路中没有冲击电流，电容器电路中的电流按正弦规律达到稳态值。当 $G$ 点的控制电压为0时，硅可控开关断开，由于硅可控元件的特性及控制电路共同作用的结果，电容器电路中的电流自动按正弦规律回到初始值。

由于主电路配有硅可控元件的保护环节，在主电路不导通时，补偿电容器中流过几十毫安的初始电流，但不影响电路的工作，在电容器上的电压降也在安全电压以下（不超过20伏），对电容器的寿命及操作人员的安全都没有危害。

该项硅可控开关还有无运动部件、无火花，因而寿命长、动作速度快（每分钟最大可达1500次）、对无线电设备干扰极小、控制方便，适于计算机及其它无接点控制系统等特点。这就使它易于在结构上发展成为防火防爆型的电气设备。同时也可用于电阻负载的快速自动控制（如电阻炉等）方面。

本文收到日期：1987年10月20日

该开关的样机试验记录的波形图表明,它符合上述的各项特点。在环境温度为48℃时仍能可靠地工作。

本项技术已报请专刊,在待批中。

## 二、提高补偿装置经济效益的方法

过去,许多工厂补偿装置装在车间或工厂变电所内,接在变压器的低压侧。这固然节省了一些控制设备的投资,也在减少变压器的铜损耗及铁损耗方面收到一定的经济效益,但这并没有充分发挥其效益;因为变电所至车间,车间至电动机端的线路上的无功电流损耗并没有减少。下面用两个实例说明这一事实。

例一:

75kW电动机带动26.85kW负载,  $\cos\varphi = 0.66$ ,线电流为56A。以20kVA的三相电容器作无功功率补偿,  $\cos\varphi$ 提高到0.91,线电流降到40.8A,只是在 $0.375\Omega$ 的馈线上就减小损耗1.58kW,连续工作一年节约费用692美元<sup>[1]</sup>。

例二:

国产BJ2020龙门刨,电动机功率50kW。经测算,在一般情况下输出18kW功率,  $\cos\varphi = 0.65$ 。如果用21kVA的电容器作无功功率补偿,在馈线上减少损耗1.05kW,一年节约费用1440元人民币。

可见补偿装置越是向供电网络的末端发展越能充分发挥其经济效益,如果上述两例中的补偿电容器不是装在电动机处,而是装在变压器低压侧,每年则少节约了692美元或1440元人民币。

## 三、计算机控制系统

在补偿装置中,根据所需的每相总的补偿电容量,将其分成等容量的标记号为 $n(n=0、1、2、3\dots)$ 的几组,每组的电容伏安数为 $S_0$ ,各相相同组号的电容器组用一组硅可控开关控制其接通或断开。每组三相硅可控开关的控制端都接到计算机控制系统输出接口电路锁存器的某一位输出数字线上(必要时可通过驱动器),这样就能使用控制字使各组电容器的硅可控开关处于某种所需要的通断状态;例如第0组开关的控制端接到锁存器的 $D_0$ 线上,第1组接于 $D_1$ 线上…。如果令第0组接通,则向锁存器给出控制字01H,而令其断开则给出00H控制字,如果令第0组及第1组同时接通,则应给出控制字03H…。依此类推,即可写出几组电容器在各种组合的通断状态下应给出的控制字。计算机根据测量,计算的结果输出这些相应的控制字即可达到最佳的无功功率补偿。输出端口的地址由电路设计时确定,并由地址译码器给出控制电压,加至输出接口的选片端。

控制系统用相敏电路式的无功功率测量电路测出 $S_A$ 的数值,经过模数转换电路变成数字量输入计算机。

控制系统的流程图如图 2 所示, 在这种程序的控制下, 负载的无功功率被补偿到小于单组电容器的容值伏安数  $S_0$ 。在一般情况下是能够满足要求的。如果经控制系统调整的结果, 无功功率  $S_A$  为负值, 其绝对值小于  $S_0$ ; 即电网端点局部呈容性负载, 也是可以的, 因为它会被周围的感性负载所吸收。

控制系统根据测得的无功功率  $S_A$  的大小及正负情况分别快速增加或减少投入的电容器组数, 使无功功率被补偿到很小的范围内。当电网所需补偿的无功功率大于电容器所能供出的容性 kVA 值时, 全部电容器均被投入。计数器  $B$  的值达到最大的电容器组数  $B_m$ 。这就能保证设备能发挥出最大的潜力。

### 参 考 文 献

- [1] Fridrik J. Seufert: Avoiding Power factor Penalty Charges, *Jor Electrical Consultant* July/ August 1985
- [2] Patrck J. Couleran: Contrcled starting of AC Induction Mortors, *IEEE* Vol. 1, A-19 November/December 1983.

## Improvement of Wattless Power Compensation Equipment

Deng Jingbin

(Harbin Marine Boiler and Turbine Research Institute)

### Abstract

This paper gives an account of a computer controlled wattless power compensation equipment for factory power supply systems. It consists of a high power, current shock-free silicon controlled rectifier to close or switch off a capacitor circuit. The equipment is characterized by high reliability and long life, and conducive to saving electric power.

**Key words:** electronic switch, electric power saving

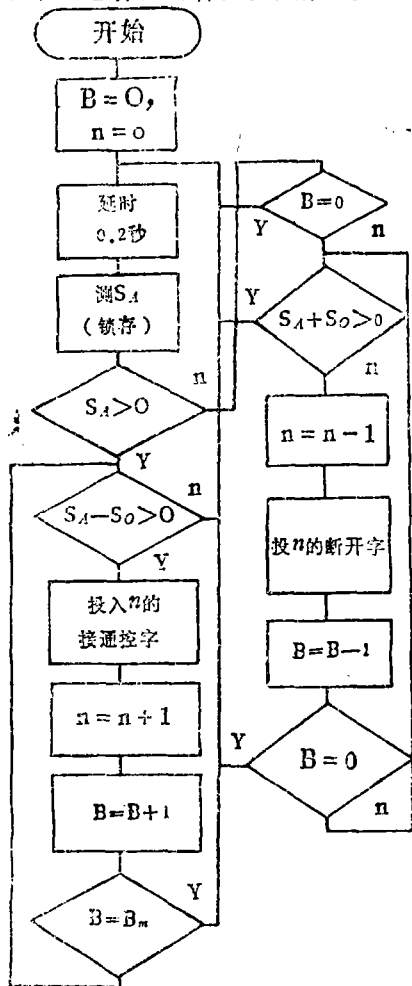


图 2 控制系统流程图