

智能动态无功补偿及滤波装置在我厂供电系统中的应用

吕志三

(山西兰花科技创业股份有限公司化肥有限公司)

摘要: 简述了我厂低压供电系统中存在的功率因数低、谐波分量较大等问题,并以尿素变电所低压供电系统为例,介绍了 TSF 型智能动态无功补偿及滤波装置在供电系统中的具体应用,包括治理方案、该装置组成特点、工作原理及实际运行效果。对工矿企业低压供电系统无功补偿、谐波治理和保证供电系统安全稳定经济运行具有一定借鉴作用。

关键词: 供电系统; 动态; 无功补偿; 滤波治理

随着我厂生产规模不断扩大,多次进行技术改造,大量变频器、可控硅整流和交流调压等电力电子设备在我厂低压供电系统中广泛使用。这些非线性负荷设备运行时需吸收无功功率,使配电系统功率因数降低,同时产生高次谐波电流或电压,引起供电系统电压波动,造成电压不对称和波形畸变,危害系统安全稳定。传统的静态无功补偿装置已无法较好地解决这些问题。因此决定采用智能型动态无功补偿及滤波装置,补偿系统无功功率,提高功率因数,抑制治理谐波分量。下面介绍 TSF 型智能动态无功补偿及滤波装置在我厂尿素变电所低压供电系统中的应用。

1 尿素变电所低压供电系统概况

1.1 该系统基本运行情况

尿素变电所变压器型号 S9-2000/6,容量 2000KVA,电压组合 6300+5%/400V,连接组标号 Yyn0 短路阻抗 5.44%。主要负荷有三相异步电动机、变频器、同步电动机励磁可控硅整流装置等。变压器日常运行电压约为 390V,电流 2000A 左右。

1.2 该系统未治理前存在的问题

(1) 无功分量较大,功率因数较低。正常运行时平均功率因数约为 0.83 左右,无功损耗比较严重。电流电压有一定波动,对系统有一定冲击。

(2) 系统谐波成份较大,特别是 5 次谐波比较严重,而且含有 3 次、7 次、11 次和 13 次等谐波,导致电压不对称和波形畸变,对电网内用电设备构成一定干扰,影响部分电气设备正常运行和使用寿命,且造成一定电能损耗。

(3) 原先安装传统的机械开关投切电容器无功补偿装置根本无法投入运行,常造成电容器损坏、熔断器熔断和接触器烧毁等故障。

2 治理方案

在低压配电室进行集中补偿治理,如图 1 所示,在变压器低压母线侧采用 TSF-1-400/650D 智能动态无功补偿及谐波治理装置与被补偿负荷设备并联。总电容器补偿容量为 650Kvar,分为容量不等的 4 组,各组补偿容量分别为 70Kvar、100Kvar、160Kvar 和 320Kvar,各组电容器串联电抗器容量依次相应为 3.05Kvar、4.17Kvar、6.9Kvar 和 13.6Kvar,各组电抗器的电抗值大约为相应电容器容抗值的 5%左右。每组电容器与电抗器串联后再作三角形联接,共组成 4 组 L-C 电容滤波器,由 DQS201 智能动态投切模块投切,如图 2 所示。

3 该装置组成特点及工作原理

3.1 该装置组成特点

该装置具有智能检测监控,可频繁零电流投切,投切无涌流、无冲击,实时快速动态响应,响应时间 $\leq 30\text{ms}$,无功补偿同时滤除谐波等功能特点。主要由 DQC3000B 智能监控终端、DQS201 智能动态投切模块、L-C 电容滤波器组和其它测量控制保护元件等几大部分组成。

(1) DQC3000B 监控终端。该终端有相对独立的控制、监控两个功能模块,采用 DSP 数字信号处理

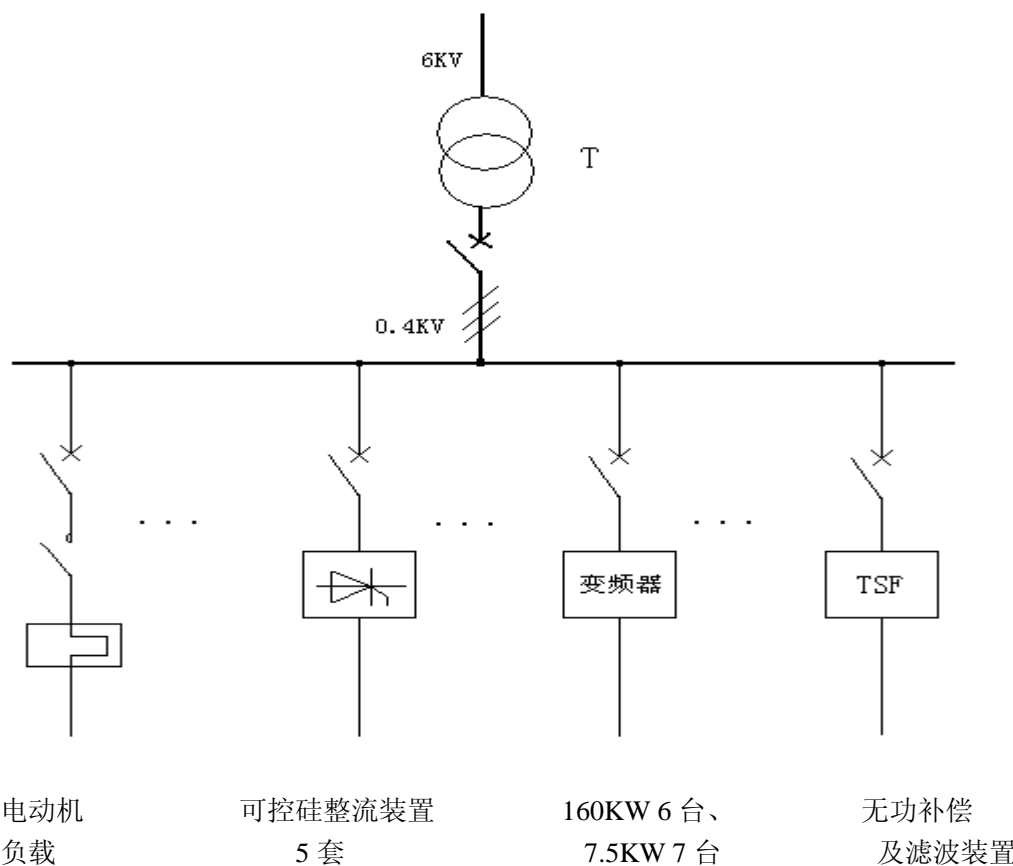


图 1 变电所低压系统主接线图

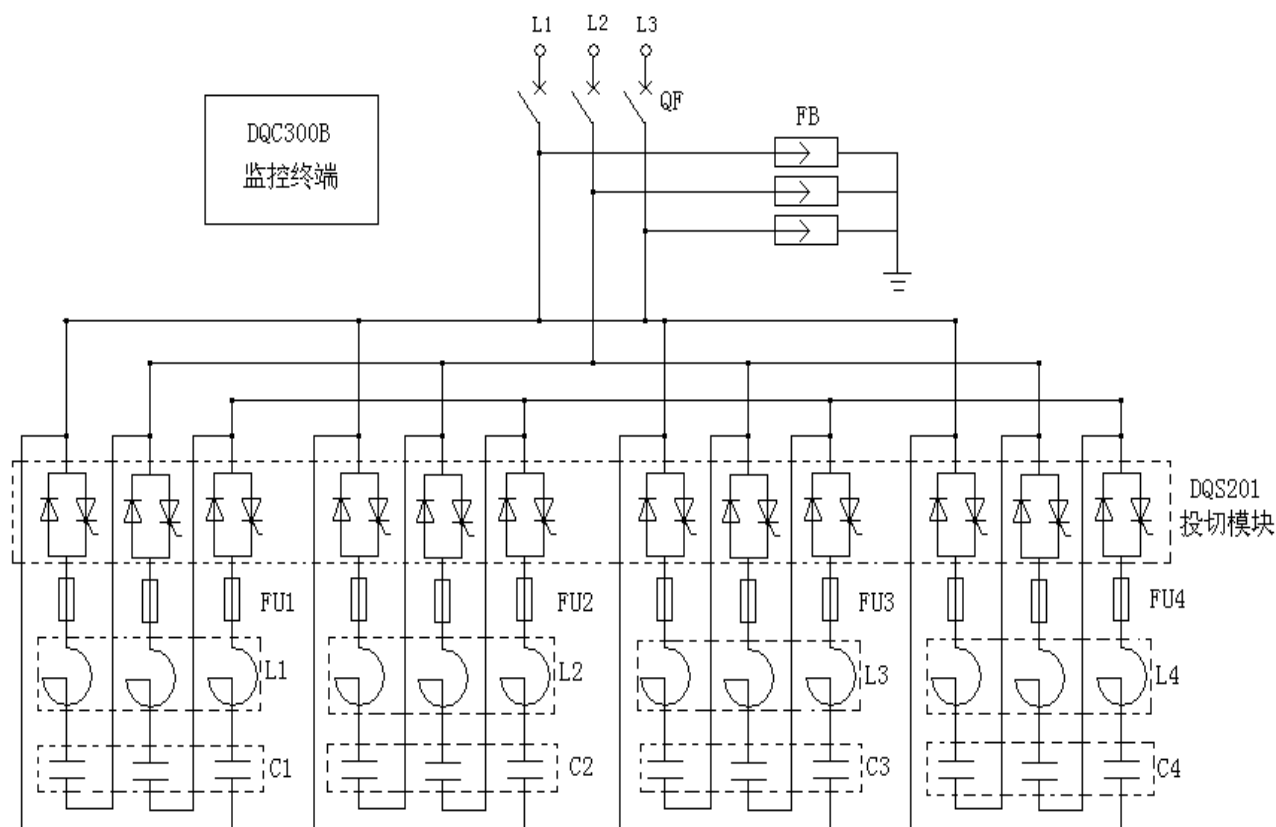


图2 TSF型装置主接线图

和 ARM 微处理器组成的双处理架构,是集动态无功补偿控制、谐波分析、电力参数测量、越限检测与保护、事件记录和数据通讯等功能于一体新型监控设备。能快速跟踪配电系统无功负荷变化,实时动态响应,控制响应时间 $\leq 10\text{ms}$ 。

(2)DQS201 智能动态投切模块。投切模块分为 4 组,分别对容量不等的 4 组 L-C 电容滤波器组进行投切。晶闸管采用美国 IR 公司生产的反并联可控硅模块,能满足动态补偿滤波器组的特殊要求,同时配置智能型微机数字驱动保护模块。采用先进大功率晶闸管电流过零点投切技术,在 10ms 内完成投切,实现零电流投入零电流切除,确保无涌流、无冲击,运行稳定安全可靠。

(3)L-C 电容滤波器组。动态滤波器组采用带通、高通组合结构,总补偿容量为 650Kvar,分为容量不等的 4 组。电容器采用真空浸渍、阻燃、防爆和自愈性能的滤波电容器,基波电流与谐波电流比 $> 1:2.5$,滤波电抗器采用铁芯闭合磁路结构,不产生射频干扰, Q 值 ≥ 50 。

3.2 装置工作原理

如图 3 所示,通过 DQC3000B 监控终端对系统无功负荷变化快速检测,经比较、判断实行快速动态响应,以二进制编码工作方式向 DQS201 投切模块的晶闸管发出通断信号,进行投切控制。控制回路接到通断信号后采用过零触发电路,在 10ms 内快速投切不等容量 L-C 电容滤波器组。电路检测到施加在晶闸管两端电压为零时,发出触发信号使晶闸管导通,当电路检测到晶闸管电流为零时断开晶闸管,对 L-C 电容滤波器组零电流投切。实现对供电系统智能动态补偿无功功率和抑制治理谐波。



图 3 TSF 装置工作原理框图

4 运行效果

该装置投入运行后，经现场各项数据测试并与运行前对比分析，结果如下：

(1)该低压供电系统平均功率因数由 0.83 提高到 0.97 以上；线电压由 390V 提高到 400V 左右；无功功率由 720Kvar 下降到 250Kvar；运行电流由 2000A 降到 1650A 左右，有效降低线路和变压器等电气设备的损耗,提高了设备利用率。

(2)有效抑制治理了谐波，系统电流谐波总畸变率由 7.1%减小到 4.6%，电压谐波总畸变率由 2.9%减小到 2.0%，尤其 5 次谐波电流由 165A 减小到 50A,其他 3 次、7 次、11 次和 13 次谐波电流也有不同程度减小。各次谐波电流和谐波电压均远小于国标限值，使谐波对电网中电气设备危害大为减小,损耗降低。

5 结 语

近些年来，随着电力电子和工业控制技术的不断发展，集微机、电子和机电为一体的动态无功补偿装置的性能和稳定性也在不断提高，价格不断降低，性价比已明显优于传统的机械开关投切电容器的无功补偿装置。该套 TSF-1-400/650D 智能动态无功补偿及谐波治理装置自今年 4 月成功投运以来,运行良好,无功补偿及治理谐波效果明显, 厂里决定逐步在低压供电系统中再安装两套该 TSF 型装置，进一步保证了我厂供电系统安全稳定经济运行。