

浅谈高压 MCR+FC 装置的运行案例分析

姜永立

合肥华威自动化有限公司 安徽合肥 230000

摘要：矿场设备有传输、抽水、通风等各类设备，其中主、副井是典型的变频拖动的非线性冲击负荷，它对电网电能质量污染严重，使供电系统出现很大的电压波动和幅值很大的谐波电流，当绞车启动时功率因数很低，仅在 0.1 ~ 0.2，在稳定运行阶段，功率因数有所提高，但仅能达到 0.7 左右，基于上述原因，采用 MCR+FC 装置能够高经济效益比的对供电线路进行谐波治理和无功补偿。

关键词：MCR+FC 装置；谐波治理；动态无功补偿；铁矿

1 背景概述

某矿场是一个大型现代化铁矿，矿上设备有传输、抽水、通风等各类设备，其中主、副井是典型的变频拖动的非线性冲击负荷，它对电网电能质量污染严重，使供电系统出现很大的电压波动和幅值很大的谐波电流，当绞车启动时功率因数很低，仅在 0.1 ~ 0.2，在稳定运行阶段，功率因数有所提高，但仅能达到 0.7 左右，基于上述原因，必须对供电线路进行谐波治理和无功补偿。系统如图一所示：110kV 两路进线，正常情况下两主变一主一备（单台主变容量 20000kVA，电压 110/10.5kV），10kV 母联开关闭合。

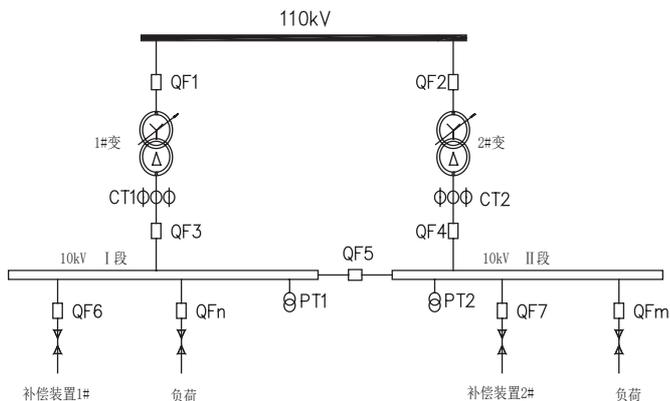


图 1 供电系统图

2 系统谐波测量

测试时矿上两台主变 1# 运行，2# 备用，10kV 两母联开关闭合，两段装置处于投运状态。根据以上情况，对系统电能质量进行了测量。

★无功功率 (Q) 变化范围：1.7Mvar ~ 3.7 Mvar。

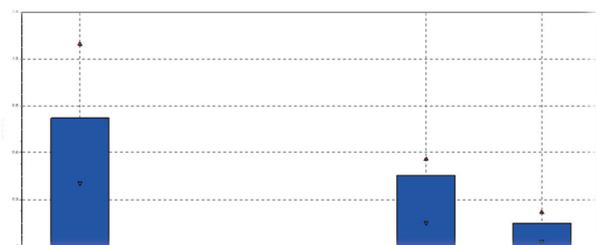


★功率因数 (COS φ) 变化范围：0.6 ~ 0.85。



★电压谐波畸变率：

电压总谐波畸变率 THDu < 0.9%；5 次电压谐波畸变率 HRU5 < 0.57%；7 次电压谐波畸变率 HRU7 < 0.1%。



3 方案设计

相对高压 SVG 和传统高压电容补偿装置, MCR+FC 装置中 FC 电容补偿支路采用高压真空接触器分级投切, 并根据系统容性无功需求分级投入电容器。在 FC 电容分级补偿的基础上, 通过 MCR 磁控电抗器动态连续调节感性无功, 使 MCR+FC 装置在成本费用较少情况下满足用户的要求。同时, MCR+FC 装置一次系统结构简单, 各元器件技术成熟, 控制策略清晰, 受环境影响小。

MCR+FC 装置主要由电容补偿支路和磁控电抗器平衡支路构成, 如图二所示。电容补偿支路提供容性无功; 磁控电抗器输出感性无功, 用以平衡电容器的容性输出。装置响应时间为 $\leq 200\text{ms}$, 能及时跟踪负荷变化, 快速补偿。

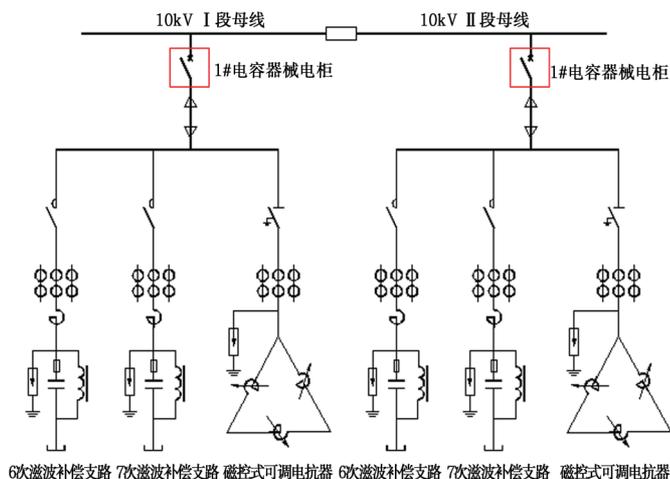


图 2 MCR+FC 一次系统图

单套装置主要由隔离开关 (QS)、智能控制器 (HWMSVC)、真空接触器 (JCZ5)、滤波电容器 (AAMr)、干式铁芯滤波电抗器 (LKSC)、电流互感器 (LFS)、放电线圈 (FDGE)、氧化性锌避雷器 (HY5WR、HY5WS)、磁控电抗器 (MCR) 以及控制屏组成; FC 采用户内柜结构安装, MCR 电抗器户内布置, 控制屏安装在集中控制室内。

★ FC 支路:

5 次: 装机容量 3000 kvar, 基波补偿容量 2227 kvar;

7 次: 装机容量 2400 kvar, 基波补偿容量 1740 kvar;

总安装容量 5400 kvar, 基波补偿容量 3967 kvar。

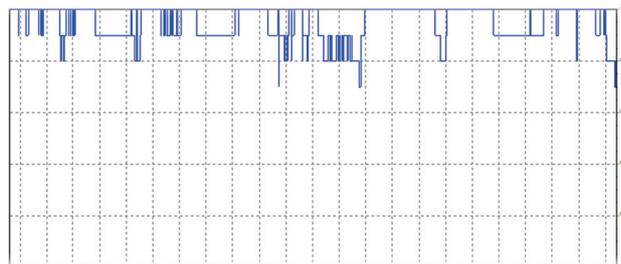
★ MCR 支路: 额定容量 2500 kvar。

4 装置投运后效果

★ 无功功率 (Q) 变化范围: 0.1Mvar ~ 0.78 Mvar。



★ 功率因数 (COSφ) 变化范围: 0.97 ~ 1。

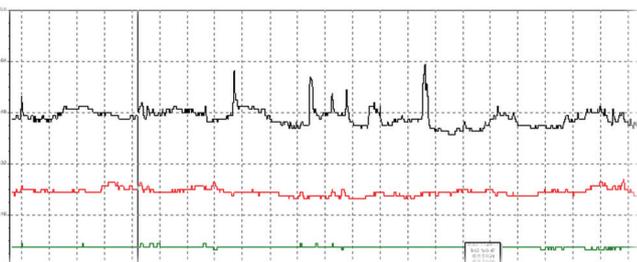


★ 电压谐波畸变率:

电压总谐波畸变率 THDu < 0.64%, 5 次电压谐波畸变率

HRU5 < 0.26%,

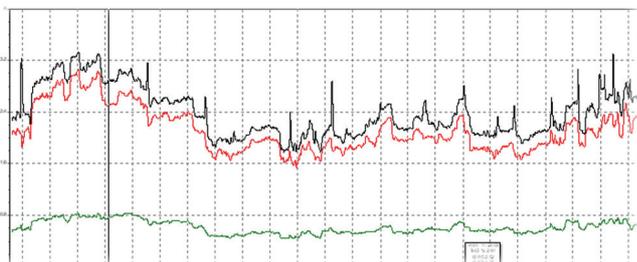
7 次电压谐波畸变率 HRU7 < 0.06%。



★ 电流谐波畸变率:

电流总谐波畸变率 THDi < 3.02%, 5 次电流谐波畸变率 HRI5

< 2.65%, 7 次电流谐波畸变率 HRI7 < 0.75%。



结论

(1) 投运后系统电能质量指标分别为:

★ 电压总谐波畸变率 THDu < 4%;

★ 电压波动值 Ut < 2%;

★ 平均功率因数 (Q) 达到 0.98 以上。

(2) 装置实现 0 ~ 4000 kvar 容性无功无级调节输出不会出现过补偿现象, 不与系统发生谐振。

(3) 动态响应时间: $\leq 200\text{ms}$ 。

结语

装置投运后, 各项谐波指标在国标允许范围内, 没有对供电系统造成谐波污染, 功率因数从补偿前的 0.7 左右提高至 0.98 以上, 不仅减小电压波动, 稳定了系统电压, 线路及主变无功损耗也大大减少。

参考文献:

[1]NB/T 42028-2014 磁控电抗器型高压静止无功补偿装置 (MSVC)。

[2]DL/T 1217-2013 磁控型可控并联电抗器技术规范。

[3]吴克昌, 供电系统谐波. 北京: 中国电力出版社, 1998。