

动态无功补偿装置在220 kV 变电所的应用

胡晓艳

(浙江电力职业技术学院, 杭州 310015)

摘要:介绍了动态无功补偿装置的性能、运行方式及控制策略,采用新型动态无功补偿装置进行动态无功补偿,能有效稳定系统电压,改善不平衡及谐波引起的电能质量,提高电网电压合格率,从而提高系统安全性。

关键词:动态;无功补偿;谐波

中图分类号:TM714.3

文献标识码:B

文章编号:1007-1881(2009)04-0060-03

Application of STATCOM in 220 kV Substation

HU Xiao yan

(Zhejiang Electric Power Vocational Technological College, Hangzhou 310015, China)

Abstract: Novel dynamic reactive power compensation devices is used for dynamic reactive power compensation. Using rapid reactive power compensation, to improve and enhance the effective stability of the system voltage unbalance and harmonics on the power quality issues, and improve the passing rate of voltage, thereby enhance the system security.

Key words: dynamic reactive power compensation; harmonic

随着经济的发展城市用电负荷急剧增长,由于环保等因素的制约,作为动态电压调节的发电厂和调相机不允许建在城区,电网特别是受端电网缺乏动态无功电压的支撑的问题日益突出。由此产生了许多负面影响,主要表现在以下几个方面:

(1)故障时缺乏动态的无功电压支撑,引起大面积的低压甩负荷。

(2)故障后引起潮流转移,造成大面积停电。

(3)突增电动机负荷引起无功和电压的恶性循环,直至电压崩溃。

(4)突增负荷引起过流切线路的恶性循环,以至电压崩溃。

这些情况在发达国家的负荷中心(如巴黎和东京)都发生过,需要用动态无功电压进行支撑。利用现代大功率电力电子器件构成的无功补偿装置(SVG),可以解决这一问题。

1 动态无功补偿装置性能及功能

1.1 动态无功补偿装置的性能

针对220 kV 变电所而言,动态无功补偿成套装置以220 kV 母线无功功率以及35 kV 母线电压作为控制目标,自动连续调节SVG 的输出容量,动态跟踪电网电能质量变化,并根据系统负荷变化情况动态调节无功输出,保证系统无功功率就地平衡。

SVG 装置本身具有20%过载能力,动态响应时间不大于10 ms,自动跟踪系统无功变化情况,可实现变电站接入点的实时功率因数高于0.98。输出无功电流独立于接入电压,能快速维持负荷所需的正常电压,避免发生无功不足和电压降落间的恶性循环。

SVG 成套装置采用IGBT 高频开关器件,可实现13次以下谐波的有源滤波功能。不仅装置本身从根本上避免了谐振的问题,大大提高了运行安全性,而且可以净化电网,保证变电站设备的安全运行。

1.2 成套装置的其他功能

(1)可实现自动检测、远方自动投切和现场手动投切,各种方式之间有可靠的闭锁,防止发生事故。检测、控制完全自动,可实现无人值

守。

(2)具有供值班员使用的参数设置功能，所有设置的内容可保存十年以上而不丢失，不受停电和干扰信号的影响。

(3)可分别显示高、低压侧的电压、电流、功率因数、无功功率、有功功率；SVG 装置的输出电流、无功容量；逆变器各个模块的工作状态；相应的高压断路器的通断状态；各类保护动作情况及故障告警信息；冷却系统的工作状态等。

(4)事件顺序记录及通信功能。当各类保护动作或监视的状态发生变化时，控制器将自动记录事件发生的类型、相别及动作值，事件按顺序记录，可进行查询，并以通讯方式远传。动作次数可永久保存，即使掉电也不丢失。事件清除靠手工操作实现。具有 RS - 232 或 RS - 485 通信接口和成熟的接口程序，可全面可靠地实现遥信、遥控。

(5)保护和闭锁功能。控制器具有 TA , TV 断线检测及闭锁调节功能；微机内部出现任何电路故障均不会有误动作。当电容器开关故障跳闸时，报警并闭锁微机控制器的无功出口。当 SVG 发生故障时，SVG 自动闭锁，并发出报警信息，但不影响电容器组的正常运行。

2 动态无功补偿装置的运行方式及控制策略

SVG 装置有开环调试运行、恒无功运行和电压稳定运行3 种运行方式，可以根据运行要求对运行方式进行选择。其中开环调试方式仅用于运行前的调试。

(1)恒无功运行方式。在恒无功运行方式下，SVG 装置将输出恒定的无功功率 Q_R ，无功出力目标值 Q_R 可以从额定容性无功功率到额定感性无功功率之间任意设定。

(2)电压稳定运行方式。在电压稳定运行方式下，采用稳态过程电压稳定控制策略。在稳态运行条件下，SVG 装置以稳定35 kV 母线电压为目标，决定装置的无功出力。

(3)稳态过程的电压稳定控制策略。在稳态过程中，SVG 装置通过调整无功出力以稳定35 kV 母线电压，35 kV 母线电压的稳压目标值 U_{R35} 可以设定。

此时的控制策略如图1 中的稳态电压调节控制环节所示，SVG 的无功输出参考值就是稳态电压调节控制环节的输出。在本项目的实际运行中，采用电压稳定运行方式，以对35 kV 母线电压进行控制及闪变抑制。

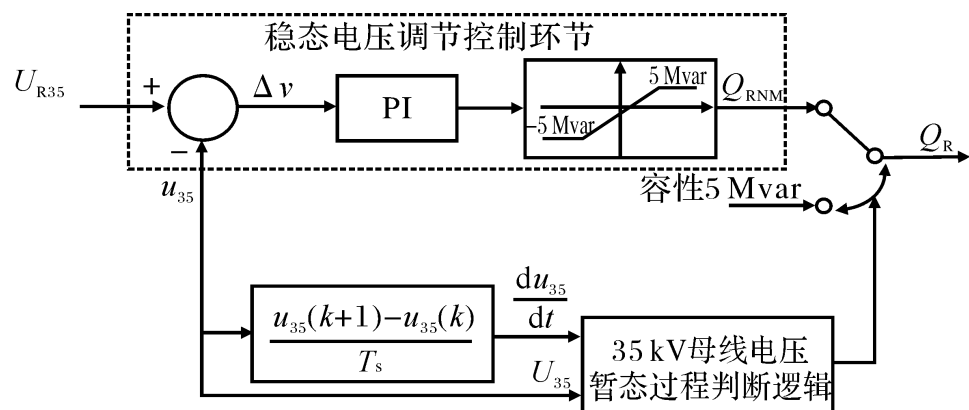


图1 电压稳定控制算法原理框图

3 动态无功补偿方案

3.1 某220 kV 变电所主接线

变电所有2 台容量为150 / 150 / 60 MVA 的主变，结线组别 YN δ 0 δ 11。220 kV 侧有两回电源进线，2461 线引至1 号主变220 kV 侧，2462 线引至2 号主变220 kV 侧，220 kV 侧两段母线通过母联开关相联；系统110 kV 侧现有8 回出线；系统35 kV 侧有两段母线，35 kV 一段母线下有两回负荷出线，两组并联电容器补偿装置，35 kV 一段母线下同样有两回负荷出线，两组并联电容器补偿装置。

系统并联电容器组无功补偿和SVG 动态无功补偿装置主接线如图2 所示。

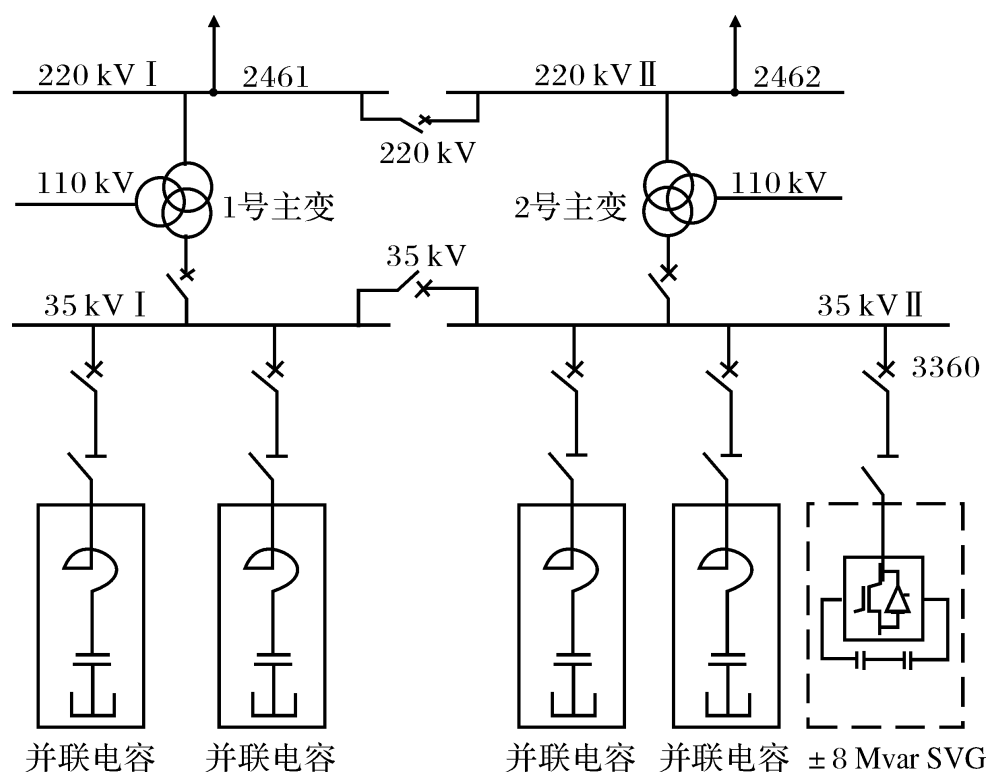


图2 某220 kV 变电所无功补偿主接线图

3.2 SVG 动态无功补偿方案

通过对系统现有并联电容器组补偿装置投切控制，能够保证系统的功率因数在较高水平。但根据负荷波动情况对电容器组进行频繁的投切操作，将会影响电容器和开关设备的使用寿命，且如果由人工操作的话，必须根据负荷情况来手动投切电容器组，存在操作频繁、可行性差的缺点，而且在轻负荷时采用投入电容器组补偿可能会造成过补偿。目前系统变压器容量的利用率只有55%和61%，考虑到以后负荷增加时，则现有的无功补偿设备将无法满足不同负荷无功补偿的要求，必须对无功补偿装置进行扩容。如果采用并联电容器组，则并联电容器组必须进行成组投切，容易造成过补偿。

因此利用系统现有备用的3360 线路上的开关柜，在系统中增加1套8 Mvar 容量、35 kV 直挂式SVG 动态无功补偿装置，安装在35 kV 段母线上（段母线负荷比段重，电容投切较段频繁）。

该SVG 可以实现无功补偿容量从-8 Mvar ~ 8 Mvar 范围内连续动态可调，将35 kV 段母线上1组电容器组长期投入系统，SVG 与电容器组配合可以实现无功功率在0 ~16 Mvar 的范围内连续动态可调。增加SVG 动态无功补偿后，可以达到以下目的：

(1)显著减少电容器的投切次数，延长设备使用寿命。

(2)有效稳定系统电压。

(3)实现无功功率的动态补偿，有效解决欠补偿或过补偿的问题。

(4)增大无功补偿装置总的补偿容量，35 kV

段母线可以实现无功补偿容量最大值为24 Mvar，若35 kV 两段母线并列运行，最大无功补偿容量为40 Mvar。

SVG 与并联电容器组配合进行无功补偿后，

主要工作状态和无功功率补偿范围如表1 所示。

表1 装设SVG 后的无功补偿范围

无功可调范围	无功补偿装置工作状态	备注
-8 ~8 Mvar	SVG 投运 35 kV 段 电容器组退出	
0 ~16 Mvar	SVG 投运 35 kV 段 电容器组投运 组	35 kV 两段母线分 列运行，段母线 补偿范围
8 ~24 Mvar	SVG 投运 35 kV 段 电容器组全部投运	
16 ~32 Mvar	SVG 投运 电容器组投 入3组	35 kV 两段母线并 列运行
24 ~40 Mvar	SVG 投运 电容器组全 部投入	

4 结语

在变电所35 kV 段母线上加装8 Mvar SVG，单独调节SVG 输出无功功率，可以实现无功功率在-8 Mvar ~8 Mvar 的范围内连续自动调节，利用SVG 能够双向调节无功功率的特点，能够保证系统在轻载时不会发生无功倒送，有效稳定系统电压。将35 kV 段母线的一组电容器组投入系统，SVG 与一组并联电容器组配合进行无功补偿，能够实现无功功率在0 ~16 Mvar 的范围内连续自动调节，保证系统在重负荷情况下的无功补偿需求，且不需对电容器组进行频繁投切操作。

SVG 动态无功补偿装置调节速度快，对抑制电压波动与闪变起到显著作用，同时可在系统异常情况下提供动态电压支撑，大大提高电力系统运行的安全稳定性。

收稿日期：2009 -04 -08

作者简介：胡晓艳(1975 -)，女，浙江杭州人，实验师，从事电气控制、继电保护实验、实训教学工作。

(本文编辑：杨 勇)

欢迎投稿 欢迎订阅《浙江电力》