

动态无功补偿技术在电力系统中的应用

何山

北京金自天正智能控制股份有限公司 北京 100070

[摘要]随着我国工业体系的快速发展,在电力系统中应用的不断增加的电气设备装机容量给电力部门带来越来越大的压力,动态无功补偿装置做为电力系统中必不可少的设备,可以有效提高供配电系统功率因数和改善电力系统稳定性。本文阐述了目前电力系统中应用广泛的动态无功补偿技术,并简单对比了不同无功补偿技术的区别。

[关键词] 电力系统; 无功功率; 动态无功补偿; 滤波装置

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.09.1551

0 引言

近几十年来,随着我国冶金和矿山等重工业行业的快速发展,电气设备不断向着大型化、高速化和高性能方向发展,大量增加的大功率非线性负荷对于电网的无功冲击和谐波污染呈现出不断上升的趋势,电网系统的稳定性问题更加凸显,对于动态无功补偿技术和设备的需求越来越大。

目前我国电网中普遍存在着无功补偿不足的情况,尤其是10kV电压等级以上电网的无功需求量很大,有效合理的配套和使用无功补偿与谐波治理装置来补偿电网中的无功功率,不仅可以达到节能降耗的目的,还可以减少电网中电气设备的损害及由谐波引起事故。

电气设备的冲击负荷会造成电网电压的波动和电压下降等不良影响,做为电力系统中必不可少的设备,动态无功补偿装置对于解决冲击负载所产生的无功冲击有较强的适应性,可以明显改善电网电压的波动,提高供配电系统的功率因数,改善电力系统的稳定性,同时还能够提高输配电设备和用电设备的用电效率,降低用电成本等。

1 无功补偿技术的发展

传统的补偿谐波和无功功率的方法是采用无源滤波器,通常由电力电容器、电抗器和电阻器串联组合而成,在系统负荷变化率不高的工况下,无源滤波器是应用比较广泛的提高功率因数的一种方法,但是这种调节手段因调节不连续、响应速度慢,很难满足系统运行状态快速变化时的需求。

当用电负荷变化较快时尤其是冲击性负荷情况下,需要快速的进行无功补偿才能保证电力系统的稳定性和用电设备的运行效率。早期冶金行业大量应用的静止型无功补偿装置SVC(Static Var Compensator)在电网无功补偿方面发挥了显著作用,典型的SVC系统是由TCR(Thyristor Controlled Reactor)+FC(Fixed Capacitor)组成的,即晶闸管相控电抗器+固定电容器组,SVC使用晶闸管元件做为电子控制器件,通过控制晶闸管元件的导通来投切电抗器和电容器组实现无功补偿的功能,但是由于晶闸管控制电抗器投切的过程中会产生大量高次谐波污染电网,所以一般都会同时配置多通道的滤波装置来保证补偿效果。

随着电力电子技术和现代控制理论的快速发展,一种技术含量更高、经济效益更显著的新型设备SVG(Static Var Generator)应运而生,SVG静止型动态无功发生器又称静止同步补偿器,采用新一代的全控型开关电力电子IGBT器件(绝缘栅双极型晶体管),SVG通过PWM脉宽调制控制技术,具有补偿系统感性和容性无功、提高电力系统稳定性和动态性能等功能。

2 无功补偿技术的工作原理

SVC可以根据电网需求而提供容性无功,也可以吸收电网多余的感性无功,通过对可控硅触发角的调整来控制流过电抗器的电流和导通时间,从而改变电抗器输出的感性无功容量,电容器组提供固定的容性无功,感性无功和容性无功相互抵消,从而实现总的输出无功功率的连续可调,保证SVC的无功量能够将电网电压稳定在规定范围内,起到电网无功补偿的作用。

SVG以大功率电压型逆变器为核心,相当于一个可变的无

功电流源,通过调节逆变器输出电压的幅值及相位,来迅速吸收或发出所需的无功功率,其无功电流可以跟随负荷无功电流的变化而快速变化,SVG可以直接发出感性或容性无功,从感性到容性全范围内连续调节实现容性感性双向补偿,从而能够更加快速的连续动态平滑调节无功功率,补偿效果更好。

3 不同无功补偿技术的区别

静止型动态无功发生器SVG与静止型动态无功补偿SVC相比,具有响应更快、吸收无功连续、谐波电流小、损耗低、设备容量及安装面积较小等优点。

● 响应速度

SVC的响应速度较快 $\leq 20\text{ms}$,SVG的响应速度更快 $\leq 5\text{ms}$,在相同的补偿容量下,SVG对电压波动和闪变的补偿效果更好。

● 电压特性

SVC是阻抗型特性,输出容量受母线电压的影响大,系统电压越低时,输出无功电流的能力成比例降低,不具备过载能力。SVG具有电流源特性,输出容量受母线电压的影响小,输出的无功电流与系统电压没有关系,SVG的低电压特性好,具备较强的过载能力。

● 安全性能

SVC通过控制可控硅阀组的触发角度来调节电抗器和电容器的投切效果,运行中容易发生谐振和谐波放大现象,导致电网用电设备出现安全事故。SVG是有源型补偿装置,采用新型可关断器件IGBT构成的电流源装置,可以有效避免谐振现象,大大提高系统运行的安全性能。

● 谐波特性

SVC利用可控硅来控制电抗器的等效阻抗,自身会产生大量的谐波,必须配套多组的滤波器通道来滤除SVC自身产生的谐波含量。SVG采用载波移相脉冲调制方法,可以抑制系统的谐波,大大减少了补偿电流中的谐波含量。

● 占地面积

在相同的补偿容量下,SVC的电抗器体积较大,为了抑制谐波而配套的滤波器占地面积较大,SVC装置整体占地面积较大。而SVG使用的电抗器和电容器数量较少,占地面积相比SVC可以至少减少一半以上,可布置在户内。

4 结语

本文通过对电力系统中常用的动态无功补偿技术的研究,简单介绍了动态无功补偿技术的发展历程和工作原理,分析阐述了不同动态无功补偿技术的区别和优缺点,对于目前在电力系统中动态无功补偿装置的配套选型等有着一定的借鉴和参考意义。

参考文献

- [1] 翁利民,张莉.SVC与SVG的比较研究[J].冶金动力,2005(5):1
- [2] 武丽霞.动态无功补偿装置(SVG)的研究及应用[J].能源与节能,2014(3):155

作者简介:

何山(1975.10—),男,河北省井陘县,汉族,学士(1997年毕业于中南工业大学工业自动化专业),高级工程师。