

无级调容智能滤波技术在充电站中的应用研究

国网安徽省电力有限公司阜阳供电公司 周晓云 卜婷婷 肖奔奔 齐连伟 胡晓霞
安徽省合肥华威自动化有限公司 李永祥 柴迪运

摘要: 提出一种无级调容移相变压器, 不仅能够降低变压器损耗, 而且与有源滤波器结合使用能够抑制并补偿充电站所产生的谐波, 提高电能质量, 并通过仿真验证了该方法的有效性。

关键词: 电动汽车充电站; 无级调容移相变压器; 有源滤波器; 集中控制

1 引言

前, 电动汽车充电站随着电动汽车的普及而逐渐推广, 而大规模的充电站建设, 变压器的损耗造成了大量的电能浪费; 而且电动汽车充电站中的充电机属于典型的非线性设备, 在充电过程中会产生大量的谐波, 严重影响电网的电能质量^[1]。本文旨在降低充电站变压器损耗的同时能够抑制并补偿充电站工作过程中所产生的谐波电流。

2 无级调容移相变压器

因为充电站的谐波电流含量比较大, 本文利用12脉波移相整流变压器, 使得不同极性的谐波互相叠加从而降低谐波含量, 考虑到变压器损耗较大, 将12脉波移相整流变压器技术与无级调容相结合, 从而实现降低变压器损耗的同时抑制一定量的谐波电流^[2]。

2.1 移相变压器抑制谐波原理

在大功率整流的场合中时常通过多脉波整流技术来抑制谐波, 利用整流电路的多重联结, 使整流桥之间产生的谐波互相抵消^[3]。多脉波整流利用移相变压器产生两组存在合适相位差的三相电压, 也即连接组别分别为 $Yy0 \pm 15^\circ$ 和 $Dd0 \pm 15^\circ$ 或 $Dy11 \pm 15^\circ$ 和 $Yd11 \pm 15^\circ$ 等。以 $Dd0 \pm 15^\circ$ 为例进行说明。

移相变压器高低压绕组都采用 D 接法, 从而抑制三次谐波回馈电网^[4]; 通过一二次绕组的不同连接组别实现不同的移相角度, 使变压器二次绕组的

同名端线电压之间有一个相位差。利用不同性的谐波电流的叠加从而减少谐波电流的含量^[5]。

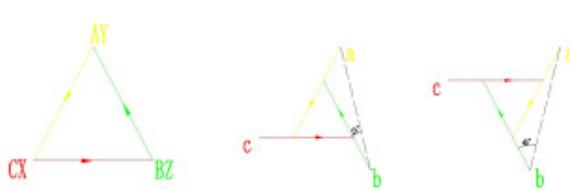


图1 Dd0连接组别电压矢量图

2.2 无级调容变压器原理

无级调容变压器一改传统单容量变压器的设计思路, 它将变压器的容量分为几个容量段, 在容量段内, 利用有载调磁开调节高压侧的线圈匝数改变磁密从而实现该容量段内的无级调容。

无级调容变压器主要包括三组高低压线圈和一个闭合的磁路-铁芯组成, 高压线圈含有多个抽头并分别与对应的容量段接线柱相连接。根据电磁感应定律^[6]:

$$\begin{aligned} e_{Ax} &= -N_1 \frac{d\phi_m}{dt} = -\omega N_1 \phi_{\max} \cos \omega_1 t \\ &= \omega N_1 \phi_{\max} \sin(\omega_1 t - 90^\circ) = E_{1m} \sin(\omega_1 t - 90^\circ) \end{aligned}$$

可以发现, 当保持输入电压恒定时, 利用有载调磁开关改变高压侧线圈匝数时 $d\phi_m$ 就发生了变化。当负载较小时, 利用低压侧的电流采样数据, 控制器控制有载调磁开关改变线圈匝数, 从而使得变压器的 ϕ_m 减小, 进而降低变压器的空载损耗, 使得变压器的损耗符合国家的标准。

3 有源滤波器在充电站的应用

有源电力滤波器具有动态抑制谐波和无功补偿



目前,电动汽车充电站随着电动汽车的普及而逐渐推广,而大规模的充电站建设,变压器的损耗造成了大量的电能浪费;而且电动汽车充电站中的充电机属于典型的非线性设备,在充电过程中会产生大量的谐波,严重影响电网的电能质量。



的优点,已经得到了广泛的应用,成为目前治理电能质量问题的主要设备。在传统的充电站谐波治理中,一般采用的是独立控制系统的 APF 进行动态的谐波和无功补偿,这样虽然简单方便,但是无疑增加了现场的运行成本和调试安装的难度,本文采用的 APF 控制系统与无级调容变压器的控制系统进行了集中处理,两者采用的是同一个控制系统,这样就实现了无级调容与谐波治理的集中控制,大大简化了现场调试与维护的工作。

4 仿真分析

根据充电站的现场情况,搭建如图2所示的仿真模型。其中充电部分采用的是12脉波可控整流桥,变压器高压侧采用三角形接法,可以抑制负载侧的3次谐波进入电网,两端低压侧则采用 $Dd0 \pm 15^\circ$ 接法,在网侧与负载之间并联接入有源滤波器。

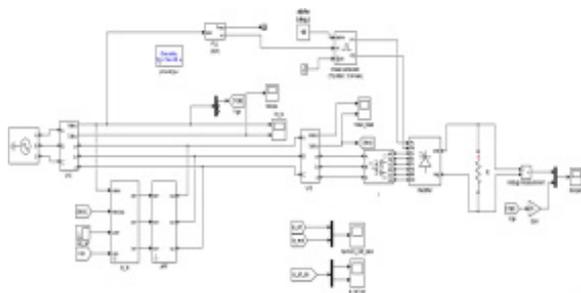


图2 整体系统仿真模型

如图3所示,采用有源滤波器并入电网后,可发现有源滤波器的滤波效果达到了预期的效果,谐波畸变率控制在了3.06%,符合电网谐波治理的标准规范。

根据法拉第电磁感应定律的分析可知,当系统负载降低时,有载调磁开关调动高压线圈匝数时变压器铁心的磁通 $d\phi_m$ 就发生了变化,从图4可以看

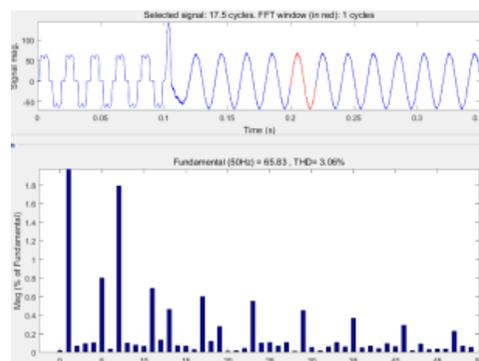


图3 整体系统的网侧电流分析

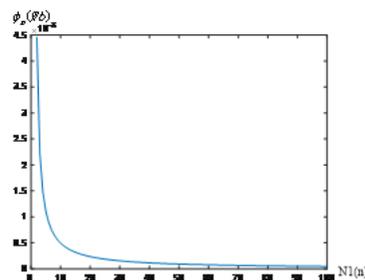


图4 磁通与 N1 关系曲线

出,当 N_1 增加时 ϕ_m 逐渐减小,从而空载损耗也随之下降。

5 结语

无级调容智能滤波技术在充电站中的应用,使得充电站因变压器容量不可调而带来的电能浪费问题和目前充电站产生大量谐波的污染问题得到了妥善的解决,对于城市充电站的建设具有很好的指导意义。❏

参考文献

- [1] 李超. 变压器动态经济运行与降损分析 [D]. 山东大学, 2011.
- [2] 景希云. 配电变压器的降损措施 [J]. 民营科技, 2011(10):12-12.
- [3] 厉志辉. 电动汽车充电站对电网影响 [D]. 山东大学, 2013.
- [4] 高赐威, 张亮. 电动汽车充电对电网影响的综述 [J]. 电网技术, 2011, 35(2):127-131.
- [5] 高赐威, 张亮. 电动汽车充电对电网影响的综述 [J]. 电网技术, 2011, 35(2):127-131.
- [6] 廖彬, 刘俊峰, 刘涛, et al. 有载调容配电变压器安全经济运行控制策略研究 [J]. 云南电力技术, 2018, 46(06):61-63+66.