新型智能无源滤波装置的设计及其关键技术的研究

(江苏现代电力科技股份有限公司 王新明 江苏南通 226005)

摘要: 传统式低压无源滤波装置一般是由电容器和电抗器简单的串接而成,设计时回路特征频率固定,普遍存在参数设计理想性与实际制造工艺的差异、模块块化水平低、易产生谐振、智能化程度低、而且后期维护费用高。本文针对存在的系列问题,提出一种将某次谐波的消谐及其自动调谐、运行安全保护、故障自诊断、系统联机等功能一体化、集成化为组合电器,可以方便地设计和组装成各种规格、各种要求的低压无源滤波装置,适应不同谐波场合的应用。

关键词:自动调谐、回路特征频率、低压无源 滤波装置

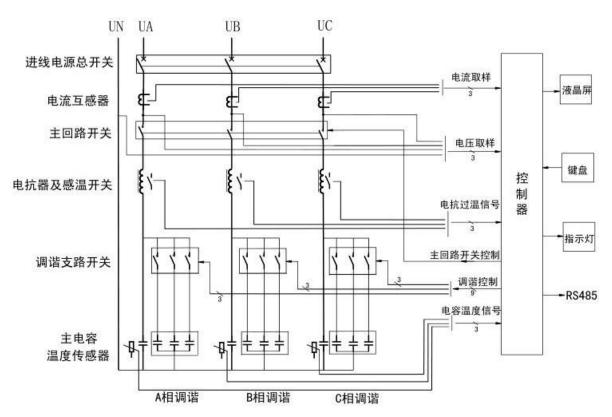
0 引言

目前传统式的低压无源滤波装置,通常主回路是由电容器和电抗器简单的串接而成。通过对电容器的电容量参数和电抗器的电感量参数的匹配性,使LC串联电路满足某次谐波的特征频率,回

路阻抗最小,从而起到滤波的作用。参数值分散、准确度要求高,给电容器和电抗器的设计、生产带来很大的困难。在电容器和电抗器运行相当一段时间后,电容容量易发生衰减,导致回路的频率发生变化,直接影响滤波效果或易发生谐振而导致无源滤波补偿装置过载而烧毁,这样需要电容器或电抗器的整台调换,后期维护费用较大。此外在发生系统谐振时,不能迅速通过改变主回路参数来抑制系统谐振而导致运行安全性较差。还存在装置体积大、集成化、智能化程度低等系列问题,对此提出新型智能无源滤波装置的设计及其实现的关键技术。最后通过装置现场运行验证了该设计的相关性能的优越性。

1 新型智能无源滤波装置的设计

装置进行技术集成包括微电子软硬件、微型 传感、微型网络以及消谐与无功模糊控制等相关 技术。其基本原理图如下图 1 所示:



装置设计的一次主回路主要包括进线电源总 开关、主回路开关、电抗器、电力电容器等组成, 其中每相有一组主低压电力电容器和一组可调低 压电力电容器,然后与电抗器串接在回路中。可 调低压电力电容器通过开关电器后再与主电容器 并联,通过控制可调低压电力电容器的投切来改 变主回路的电容输出容量。主回路的特征频率计 算公式如下:

$f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

其中 L 为电抗器的电感量,设计制造后电感量值已固定,C 为主电力电容器和可调电力电容器的总容量,主电力电容器制造后电容量已固定,每相可调低压电力电容器有三路输出容量,每相调谐支路开关有三路,分别控制对应相的可调电力电容器,各路的输出容量设计近似成1:2:4。通过改变每相的调谐支路开关的投切状态,从而可获得 8 种不同的电力电容器容量的组合,可实现较细微的调节装置的主回路谐振频率。

2 相关的关键技术

2.1. 自动调谐技术

产品采用自动调整谐振参数, 使其自动保持在吸收较多谐波而又避免谐振的最佳状态。采用自动调谐技术,突破传统无源滤波装置回路特征频率不可调的模式。装置设计的关键部分还包括控制器,用于谐波测量分析及自动调谐控制。 控制器通过对回路的相关电量参数进行测量、计算和分析,得出主回路的谐振频率和吸收电流,使滤波装置作于最佳的吸收谐波状态。

2.2 智能化集成组合电器技术

产品进行技术集成,包括微电子软硬件、 微型传感、微型网络以及消谐与无功补偿模糊控 制等技术。基于无源滤波与无功补偿的模糊控制 技术兼顾了谐波与无功、电压、功率因数的优化 控制技术。发展智能化集成组合电器技术,突破 传统的无源滤波补偿装置众多功能元器件分立式 的组装模式。

2.3 避免谐振技术

主电路每相包含一个电流取样互感器,控制器通过对其进行取样,可以测量主回路的基波电流和吸收的谐波电流。通过对滤波主回路电流的实时监测,当谐波电流超过保护设定值时,则加速控制调谐开关的投入使得滤波回路严重失谐从而避免谐振,实现对主回路的电容器和电抗器的保护。

2.4 多种保护功能

主电力电容器设置有温度传感器,控制器通过对温度传感器的信号采样对其温度进行监测,当温度超过设定保护值时,控制器跳开主回路的开关,以保护主电容。控制器通过电抗器感温开关的遥信输入信号对电抗温度进行监测,当电抗温度异常,超过感温开关的额定值时,控制器跳开主回路开关,以保护电抗防止其过温运行。对主电抗和主电容的实时温度监测,提高了装置电气运行的可靠性及安全性。

2.5 在线检测技术

装置可通过 GPRS 网络和后台服务器相连,把装置的运行电压、回路的基波电流、谐波电流、 电容器运行温度、电抗器运行温度及调谐状态等 信息发给后台。然后可通过开发手机 APP 软件, 从对应的服务器读取数据,从而实现对装置的在 线监测、故障诊断等功能。

3 与同类产品的比较

装置主回路采用主电力电容和可调电力电容器相结合的方式,以非线性方式自动改变与主电力电容器并联的可调电力电容器的容量达到调整主回路总电容器的容量,有效吸收某次谐波频率点的谐波电流。与传统无源滤波装置相比如下表:

项目	传统无源滤波补偿装置	新型智能无源滤波补偿装置			
自动调谐	无	有			
回路频率	固定	可调			
可靠性	一般	好			
吸收谐波能力	一般	较好			
避免谐振技术	无	有			
在线检测	无	有			

4 应用实例

新型智能无源滤波装置在一些谐波较大的工业场合取得了良好效果。例如某塑料制品厂,其中变压器容量为800kVA,非线性负荷主要包括较多的变频器以及直流电机等,设备运行时5,7次谐波较大,导致变压器发热量大、设备运行的噪

声较大。经设计一个 5 次滤波调谐支路,额定容量为 150A 的新型无源滤波装置,在装置投运后,5 次谐波电流含量明显降低,变压器运行温升降低 10 度左右,而且电气设备运行噪声比之前明显变小。 下表为装置投运前后系统侧电流、基波电流及 5 次谐波电流含量的数据:

系统侧	IA相单用油		A相5次谐 波含量		B 相基波 电流	B 相 5 次 谐波含量			C 相 5 次谐 波含量
装置投运前(A)	569. 6	548. 4	112.8	568. 4	547. 1	113. 1	547. 1	526. 6	108. 9
装置投运后(A)	476. 4	466. 5	37. 2	479. 4	469. 5	35. 5	456. 1	447. 4	26. 9

从上表数据可看出,A 相 5 次谐波含量从 112.8A 降至 37.2A,B 相 5 次谐波含量从 113.1A 降至 35.5A,C 相 5 次谐波含量从 108.9A 降至 26.9A,A 相的 5 次谐波吸收能力 67%、B 相的 5 次谐波吸收能力 68.6%、C 相的 5 次谐波吸收能力 75.3%。由此看出,该新型无源滤波装置的谐波吸收能力较强。(国标 GB/T 15576 中规定:带滤波功能的装置在投入后电流谐波含量应减少到规定值的 50%以上)

5 讨论

新型智能无源滤波装置将某次谐波的消谐及 其自动调谐、运行安全保护、故障自诊断、系统 联机等功能一体化、集成化为组合电器,可以方 便地设计和组装成各种规格、各种要求的低压电力滤波装置,适应不同谐波场合的应用。智能电网是当今电网的发展方向,谐波治理与无功补偿设备是电网重要组成部分。本文提出一种结构新颖、成本较低、容易生产的可调谐的低压电力滤波装置,可以积木式组成各种低压电力滤波装置,使其结构简洁,设计、生产方便,并且可调性、可靠性和可维性好。同时相对于有源滤波装置,具有性价比高,价格相对较低,不仅能够进行可靠的无功补偿,而且能够消除和抑制电网谐波和闪变,提高电网的电能质量,对于智能电网的技术发展具有很大的意义。

参考文献

- 【1】施文冲. 现代电力无功控制技术与设备. 北京: 中国电力出版社. 2010
- 【2】王兆安等. 谐波抑制和无功功率补偿. 北京: 机械工业出版社. 2006

【3】罗安. 电网谐波治理和无功补偿技术及装备. 北京: 中国电力出版社. 2006