电网技术 2010, 34(1) 90-97 DOI: ISSN: 1000-3673 CN: 11-2410/TM

电力系统

并联电感型混合有源滤波器及其控制策略

郑建勇[1],张愉[2],丁祖军[3]

1．苏州市电气设备与自动化重点实验室，江苏省 苏州市 215123； 2．东南大学 电气工程学院，江苏省 南京市 210096； 3．淮阴工学院 电子与电气工程学院，江苏省 淮安市 223003

摘要：

提出一种适用于三相电路的并联电感型混合有源滤波器拓扑结构，对其工作原理进行分析，并对这种拓扑结构下的3种控制策略进行比较研究，通过电路的等效变换，揭示出各种控制策略下有源滤波器的作用。该混合有源滤波器的有源部分通过单相变压器与附加电感并联后再与无源滤波器串联，最后并入电网。附加电感提供了基波电流通路，控制有源滤波器为谐波电流源，就可以迫使基波电流流入附加电感，而有源滤波器仅流过谐波电流，从而有效降低了有源部分的容量，使之适用于大功率场合。通过仿真和实验，证明新型混合有源滤波器可以有效抑制谐波，3种控制策略中以复合控制的滤波效果最好。

关键词： 混合有源滤波器 拓扑结构 控制策略 复合控制 谐波补偿 电路变换

A Novel Parallel Inductor Type Hybrid Active Power Filter and Its Control Strategy

ZHENG Jian-yong ,ZHANG Yu ,DING Zu-jun

1. Suzhou Key Laboratory of Electrical Equipment and Automation, Suzhou 215123, Jiangsu Province, China; 2. School of Electrical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, Jiangsu Province, China; 3. School of Electronics and Electrical Engineering, Huaiyin Institute of Technology, Huaian 223003, Jiangsu Province, China

Abstract:

A topological structure of a parallel inductor type hybrid active power filter for three-phase circuit is proposed and its working principle is analyzed, meanwhile the comparative research on three control strategies for such a topological structure is carried out. By means of equivalent transformation of circuit, the behaviors of the proposed hybrid active power filter under different control strategies are revealed. Firstly, via coupling transformers, the active parts of this hybrid active power filter are in parallel with additional inductors, then the parallel components are connected in series with passive power filter to compose hybrid active power filter, finally the hybrid active power filter is connected in parallel with power network. The additional inductors provide the path for fundamental current of the filter branch and the active filter is controlled as a harmonic current source, thus the fundamental current will be forced to flow into additional inductor while only harmonic currents pass through active filter, thus the capacity of active filter can be effectively decreased, for this reason it makes the active filter suitable for the occasion of high power. The proposed topology and three kinds of control strategies are validated by experiments and simulation with laboratory prototype of the proposed hybrid active power filter, and simulation and experiment results show that the proposed hybrid active power filter can effectively suppress harmonics, besides, among the three control strategies the compound control can provide the best filtering effect.

Keywords: hybrid active power filter topological structure control strategy compound control harmonic compensation circuit transformation

收稿日期 2008-12-08 **修回日期** 2009-07-30 **网络版发布日期** 2010-02-02

DOI:

基金项目:

通讯作者: 张愉

作者简介: 郑建勇(1966—)，男，教授，博士生导师，研究方向为电力电子与电力传动，E-mail：jy_zheng@seu. edu.cn。张愉(1984—)，男，硕士研究生，研究方向为电力系统谐波抑制及无功补偿，E-mail：fisherb13@ 163.com。丁祖军(1979—)，男，讲师，研究方向为电力系统谐波抑制及无功补偿。

作者Email: fisherb13@163.com

参考文献：

[1] 王兆安，杨君，刘进军．谐波抑制和无功功率补偿[M]．北京：机械工业出版社，1998：220-385． [2] 陈国柱，吕征宇，钱照明．有源电力滤波器的一般原理及应用[J]．中国电机工程学报，2000，20(9)：17-21．Chen Guozhu，Lü Zhengyu，Qian Zhaoming．The general principle of active filter and its application [J]．Proceedings of the CSEE，2000，20(9)：17-21(in Chinese)． [3] Akagi H．New trends in active filters for power conditioning[J]．IEEE Trans on Industry Applications，1996，32(6)：1312-1322． [4] El-Habrouk M，Darwish M K，Mehta P．Active power filter: a review[J]．IEE Proceedings of Electric Power Application，2000，147(5)：403-413． [5] 李战鹰，任震，杨泽明．有源滤波装置及其应用研究综述[J]．电网技术，2004，28(22)：40-43． Li Zhanying，Ren Zhen，Yang Zeming．Survey on active power filter devices and their application study[J]．Power System Technology，2004，28(22)：40-43 (in Chinese)． [6] 付青，杨耕，郭希铮．考虑电源电压畸变时的有源电力滤波器控制方法[J]．电工技术学报，2006，21(3)：47-51． Fu Qing，Yang Geng，Guo Xizheng．Control method for active power filter considering harmonic voltage in power source[J]．Transactions of China Electrotechnical Society，2006，21(3)：47-51(in Chinese)． [7] 唐卓尧，任震．并联型混合滤波器及其滤波特性分析[J]．中国电机工程学报，2000，20(5)：25-29． Tang Zhuoyao，Ren Zhen．Hybrid filter connected in series APF with PF and compensating characteristic analysis[J]．Proceedings of the CSEE，2000，20(5)：25-29(in Chinese)． [8] Fujita H，Akagi H．A practical approach to harmonic compensation in power systems-series connection of passive and active filters[J]．IEEE Trans on Industry Applications，1991，27(6)：1020-1025． [9] Detjen D，Jacobs J，De Doncker R W，et al．A new hybrid filter to dampen resonances and compensate harmonic currents in industrial power systems with power factor correction equipment[J]．IEEE Trans on Power Electronics，2001，16(6)：821-827． [10] 肖湘宁，徐永海，刘昊，等．混合型有源电力补偿技术与实验研究[J]．电力系统自动化，2002，26(5)：39-44． Xiao Xiangning，Xu Yonghai，Liu Hao，et al．Analysis of hybrid power compensator and its experimental study[J]．Automation of Electric Power Systems，2002，26(5)：39-44(in Chinese)． [11] 邹祖冰，蔡丽娟，贺佳兵．并联混合电力有源滤波器的非线性控制算法[J]．电网技术，2004，28(20)：43-47． Zou Zubing，Cai Lijuan，He Jiabing．Nonlinear control algorithm of active power filter for AC/DC hybrid power grid[J]．Power System Technology，2004，28(20)：43-47(in Chinese)． [12] 王成，肖先勇．基于控制延迟补偿的混合有源滤波器的研究[J]．电网技术，2006，30(7)：59-63． Wang Cheng，Xiao Xianyong．A hybrid active power filter with control delay compensation[J]．Power System Technology，2006，30(7)：59-63(in Chinese)． [13] 常永亮，蒋外文，涂春明．基于谐振阻抗型混合有源滤波器谐波分析与治理装置[J]．电网技术，2005，29(17)：76-81． Chang Yongliang，Jiang Waiwen，Tu Chunming．Harmonic analysis and eliminating device based on resonant impedance type hybrid active filter[J]．Power System Technology，2005，29(17)：76-81(in Chinese)． [14] 汤赐，姚舜，帅智康，等．新型注入式混合有源滤波器的稳定性研究[J]．电网技术，2006，30(20)：56-60． Tang Ci，Yao Shun，Shuai Zhikang，et al．Research on stability of new injection type hybrid active power filter[J]．Power System Technology，2006，30(20)：56-60(in Chinese)． [15] 曾令全，曾德俊，吴杰，等．用于有源滤波器谐波检测的一种新的自适应算法[J]．电网技术，2008，32(13)：40-44． Zeng Lingquan，Zeng Dejun，Wu Jie，et al．A novel adaptive algorithm applied in harmonic detection of active power filter[J]．Power System Technology，2008，32(13)：40-44(in Chinese)． [16] 颜晓庆，杨君，王兆安．并联混合型电力有源滤波器的研究[J]．电力电子技术，1998(4)：4-6． Yan Xiaoqing，Yang Jun，Wang Zhaoan．The study on hybrid shunt active power filter[J]．Power Electronics，1998(4)：4-6(in Chinese)． [17] 谭甜源，罗安，唐欣，等．大功率并联混合型有源电力滤波器的研制[J]．中国电机工程学报，2004，24(3)：41-45． Tan Tianyuan，Luo An，Tang Xin，et al．Development of high-capacity hybrid power filter[J]．Proceedings of the CSEE，2004，24(3)：41-45(in Chinese)． [18] 范瑞祥，罗安，李欣然．并联混合型有源电力滤波器的系统参数设计及应用研究[J]．中国电机工程学报，2006，26(2)：106-111． Fan Ruixiang，Luo An，Li Xinran．Parameter design and application research of shunt hybrid active power filter[J]．Proceedings of the CSEE，2006，26(2)：106-111(in Chinese)． [19] 唐欣，罗安，涂春鸣．新型注入式混合有源滤波器的研究[J]．电工技术学报，2004，19(11)：50-55． Tang Xin，Luo An，Tu Chunming．Study of new injection type hybrid active power filter[J]．Transactions of China Electrotechnical Society，2004，19(11)：50-55(in Chinese)． [20] 王跃，杨君，王兆安，等．电气化铁路用有源电力滤波器的控制系统[J]．电力电子技术，2003，37(1)：1-3． Wang Yue，Yang Jun，Wang Zhaoan，et al．Control system of active power filter for electrified railways[J]．Power Electronics，2003，37(1)：1-3(in Chinese)． [21] 王跃，王兆安．复合控制的新型并联HAPF的稳态特性研究[J]．电力电子技术，2004，38(6)：13-15． Wang Yue，Wang Zhaoan．Steady state characteristics of a novel shunt hybrid active power filter adopting the combined control approach[J]．Power Electronics，2004，38(6)：13-15(in Chinese)．

本刊中的类似文章

1．刘宝宏 殷威扬 石岩 樊纪超 李亚男.背靠背换流器控制策略的比较与分析[J]. 电网技术, 2010,34(2): 109-114

2．赵成勇 胡冬良 李广凯 龙文.多端VSC-HVDC用于风电场联网时的控制策略[J]. 电网技术, 2009,33(17): 135-140

3．邱建 蔡泽祥 李爱民 刘敏 蔡莹 付轲.基于N-1准则的备自投投退控制策略 [J]. 电网技术, 2009,33(8): 66-71

4．王晓刚 谢运祥 帅定新 .智能控制方法应用于APF的综述与展望[J]. 电网技术, 2008,32(8): 35-41

5. 王铁强 成海彦 周纪录 杨兴宇 宋瑜 .基于分层分区协调控制的河北南网AVC系统设计与实现[J]. 电网技术, 2008,32(26): 157-160
6. 李国杰|阮思烨 .应用于并网风电场的有源型电压源直流输电系统控制策略[J]. 电网技术, 2009,33(1): 52-55
7. 张锋|晁勤|刘洪 .不同控制策略下风电场接入地区电网的稳态分析[J]. 电网技术, 2008,32(19): 89-92
8. 徐志强|李 娜|刘 彪|刁利军 .矩阵变换器双电压合成控制策略抗电网扰动性能分析[J]. 电网技术, 2008,32(13): 45-49
9. 朱韬析|王 超.天广直流输电系统的基本控制策略[J]. 电网技术, 2007,31(21): 22-26
10. 李 承|邹云屏.三相四线动态电压调节器的单周控制策略与仿真分析[J]. 电网技术, 2007,31(2): 52-56
11. 黄 伟|邓 勇|丁晓群|方朝雄|李可文.考虑控制动作顺序的省网电压控制系统[J]. 电网技术, 2007,31(14): 79-83
12. 王 庆|石 岩|陶 瑜|韩 伟.± 800 kV直流输电系统双12脉动阀组平衡稳定运行及投退策略的仿真研究[J]. 电网技术, 2007,31(17): 1-6
13. 涂春鸣 盘宏斌 唐杰 罗安 .企业配电网电能质量补偿系统的设计及应用[J]. 电网技术, 2008,32(9): 10-14
14. 王云玲|曾 杰|张步涵|毛承雄.基于超级电容器储能系统的动态电压调节器[J]. 电网技术, 2007,31(8): 58-62
15. 何国庆 许晓艳 黄越辉 赵海翔 王伟胜.大规模光伏电站控制策略对孤立电网稳定性的影响[J]. 电网技术, 2009,33(15): 20-25
