

文章编号:1671-251X(2012)11-0027-04

廖青华,杨柳林,李璨. 工矿供电系统谐波治理新方法研究[J]. 工矿自动化,2012(11):27-30.

工矿供电系统谐波治理新方法研究

廖青华¹, 杨柳林², 李璨²

(1. 河南机电高等专科学校电气工程系, 河南 新乡 453000;

2. 广西大学电气工程学院, 广西 南宁 530004)

摘要:针对现有无源滤波器滤波效果较差,易出现谐振过电压、谐波放大等现象的问题,提出一种基于基波谐振原理的谐波治理新方法。该方法在电网与无源滤波器之间的三相线路中分别串联一组由电感和电容组成的基波谐振电路,迫使谐波电流最大限度地流入无源滤波器,从而大幅提升滤波器的效率。实验结果表明,增加基波谐振电路后,电流畸变率从10.6%下降为0.942%,滤波效果更佳。

关键词:供电系统;谐波治理;无源滤波器;基波谐振

中图分类号:TD611 文献标志码:A 网络出版时间:2012-11-01 14:38

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20121101.1438.009.html>

Research of New Method of Harmonic Elimination of Power Supply System of Mine Industry

LIAO Qing-hua¹, YANG Liu-lin², LI Can²

(1. Department of Electrical Engineering of Henan Mechanical and Electrical Engineering College, Xinxian 453000, China. 2. College of Electrical Engineering of Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: For problems of poor filtering effect and easily leading to resonance overvoltage and harmonic amplification of existing passive filter, the paper proposed a new method of harmonic elimination based on fundamental resonance principle. The method seriesly connects a fundamental resonant circuit composed by inductance and capacitance in three-phase line between electricity grid and passive filter, so as to force harmonic currents to flow into passive filter and significantly enhance efficiency of the filter. The experimental result shows that the current distortion rate drops from 10.6% to 0.942% after adding fundamental resonant circuit, which indicates the new method has better filter effect.

Key words: power supply system, harmonic elimination, passive filter, fundamental resonance

0 引言

工矿企业中的电弧炉、中频炉、变频装置、直流电源等设备对于供电系统来说属于非线性负载^[1]。由于这些非线性负载工作方式特殊,在冶炼工程中会产生大量的非正弦周期电流,造成供电系统的谐波污染。谐波的出现会直接影响供电系统的正常运行^[2-3],也关系到整个企业的供电安全。目前由谐波引起的一系列电能质量问题引起了企业电力工作者

的密切关注。谐波治理方法有无源滤波和有源滤波两种。无源滤波器结构简单,设备投资较少,但难以达到较好的滤波效果,且滤波支路与供电系统的等值阻抗相并联,当网络结构发生变化时,容易出现谐振过电压、谐波放大等现象。有源滤波器滤波效果较好^[4-6],但成本高,技术难度大。本文提出一种基于基波谐振原理的谐波治理新方法,采用由电感与电容组成的基波谐振电路与无源滤波器进行谐波抑制。

收稿日期:2012-08-13

基金项目:广西研究生教育创新计划资助项目(GXU11T32520)

作者简介:廖青华(1978—),女,湖南新化人,讲师,硕士,主要研究方向为电力系统分析、电能质量分析。E-mail: lqh2004nn@163.com

1 滤波原理

1.1 问题分析

目前国内外供电系统使用较多的是无源滤波器,其采用电容和电感元件组成滤波电路,在谐振频率下合成阻抗为零,迫使该次谐波电流流向滤波支路,不能传送到供电系统。滤波电路与谐波源并联,除起滤波作用外,还兼顾无功补偿的需要。无源滤波器分为单调谐、双调谐、高通滤波器等,工程中一般常用几组单调谐滤波器和一组高通滤波器构成滤波装置。图1为供电系统的简化谐波等效电路, $\dot{I}_n$ 为谐波源的 n 次谐波电流, $\dot{I}_{Sn}$ 为流入电力系统的谐波电流, $\dot{I}_{fn}$ 为流入滤波器的谐波电流。

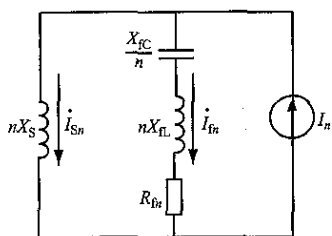


图1 供电系统的简化谐波等效电路

由图1可求出流向电力系统与流向滤波器的谐波电流分别为

$$I_{Sn} = I_n \frac{R_{fn} + nX_{fl} - X_{fc}/n}{nX_s + R_{fn} + nX_{fl} - X_{fc}/n} \quad (1)$$

$$I_{fn} = I_n \frac{nX_s}{nX_s + R_{fn} + nX_{fl} - X_{fc}/n} \quad (2)$$

谐波阻抗为

$$Z_n = \frac{nX_s(R_{fn} + nX_{fl} - X_{fc}/n)}{nX_s + R_{fn} + nX_{fl} - X_{fc}/n} \quad (3)$$

谐振频率下的谐波电流为

$$I_{Sn} = I_n \frac{R_{fn}}{nX_s + R_{fn}} \quad (4)$$

$$I_{fn} = I_n \frac{nX_s}{nX_s + R_{fn}} \quad (5)$$

无源滤波器的滤波效果决定于 nX_s 与 R_{fn} 的大小关系, nX_s 越大,滤波效果越好。但是电网的等效阻抗 X_s 是一个非常小的值,而且随着系统容量的不断增大, X_s 会不断减小。当无源滤波器在大系统中投入运行时,有 $nX_s \approx R_{fn}$,此时谐波源产生的该次谐波电流几乎只有一半被滤波器分流,剩余的一半直接流向了电网。无源滤波器的滤波效果较差,需要对其进行改进。

1.2 改进方法

在无源滤波器与电网之间串联一组电感和电

容,使其组成基波谐振电路,如图2所示。其中虚线框内为谐振电路,其单相等效电路如图3所示。该谐振电路对基波电流无影响,但是对谐波产生了较大的阻抗,即 $nX_L > \frac{X_C}{n}$,这样可迫使谐波电流最大限度地流入滤波器中,从而有效提高滤波器的滤波效果。

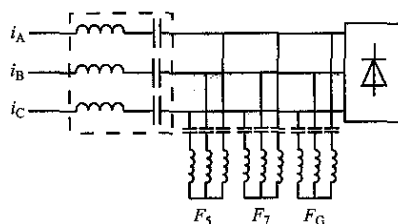


图2 基于基波谐振原理的三相无源滤波电路

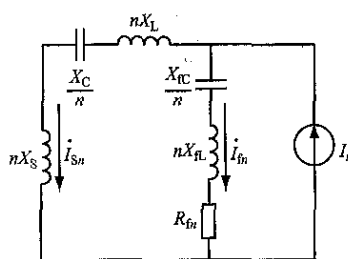


图3 改进后的供电系统单相等效电路

系统改进后,流向电网与流向滤波器的谐波电流分别为

$$I_{Sn} = \frac{I_n(R_{fn} + nX_{fl} - \frac{X_{fc}}{n})}{nX_s + nX_L + \frac{X_C}{n} + R_{fn} + nX_{fl} - \frac{X_{fc}}{n}} \quad (6)$$

$$I_{fn} = \frac{I_n(nX_s + nX_L - \frac{X_C}{n})}{nX_s + nX_L - \frac{X_C}{n} + R_{fn} + nX_{fl} - \frac{X_{fc}}{n}} \quad (7)$$

谐波阻抗为

$$Z_n = \frac{(nX_s + nX_L + \frac{X_C}{n})(R_{fn} + nX_{fl} - \frac{X_{fc}}{n})}{nX_s + nX_L + \frac{X_C}{n} + R_{fn} + nX_{fl} - \frac{X_{fc}}{n}} \quad (8)$$

谐振频率下的谐波电流为

$$I_{Sn} = \frac{I_n R_{fn}}{nX_s + nX_L + \frac{X_C}{n} + R_{fn}} \quad (9)$$

$$I_{fn} = \frac{I_n(nX_s + nX_L - \frac{X_C}{n})}{nX_s + nX_L - \frac{X_C}{n} + R_{fn}} \quad (10)$$

由于串联了谐振电路, $nX_s + nX_L - \frac{X_C}{n}$ 的值远

远大于 R_{in} ,则 $I_{in} \gg I_{Sn}$

在供电系统与无源滤波器之间串联了基波谐振电路后,由于谐振电路对谐振呈现的高阻抗特性,迫使谐波电流几乎全部流入滤波器。

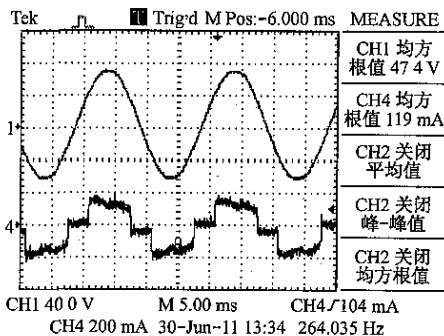
2 谐波治理实验

为验证谐波治理新方法的效果,用三相整流电路来模拟工矿企业中的非线性负载,对于实际应用中其他种类的非线性负载同样适用。为谐波源配备一组5次、7次和高通滤波器,无源滤波器参数见表1。

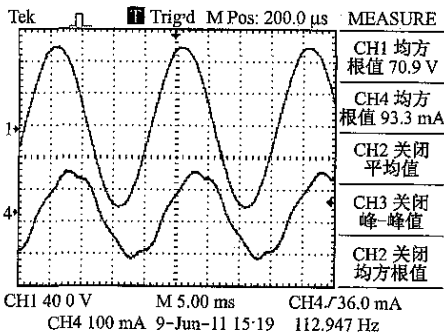
表1 无源滤波器参数

参数	5次滤波器	7次滤波器	高通滤波器
Q值	30	30	30
电阻/ Ω	0.14	0.12	7.30
电容/ μf	160	130	60
电感/mH	2.50	1.60	1.40
补偿容量/(kV·A)	30.50	10.73	26.1

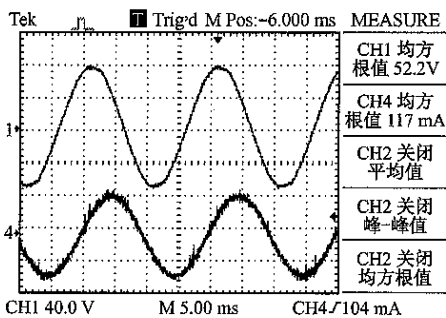
利用示波器测量整流负载原始电压电流波形、加入滤波器后的电压电流波形和加入滤波器及基波谐振电路后的电压电流波形。A相电压电流实测波形如图4所示。利用示波器分析电流的谐波含量,3种情况下电流的各次谐波含量见表2。



(a) 未加滤波器



(b) 加入滤波器



(c) 加入滤波器及基波谐振电路

图4 3种情况下A相电压电流实测波形

表2 3种情况下电流的各次谐波含量

谐波次数	各次谐波电流含量/%		
	未加滤波器	加入滤波器	加滤波器及基波谐振电路
1	100	100	100
3	0.160	0.220	0.003
5	23.10	8.302	0.332
7	10.83	3.292	0.055
9	0.021	0.017	0.002
11	8.753	2.693	0.031
13	6.261	1.245	0.081
17	5.290	0.399	0.050
19	4.587	0.238	0.064
21	0.021	0.024	0.009
23	3.859	0.629	0.028
25	3.393	0.191	0.051

实验可知,负载原始电流波形畸变率为30.2%,其主要谐波为特征谐波,次数为 $6k \pm 1$ ($k=1,2,3 \cdots$);装设一组无源滤波器后,电流畸变率下降为10.6%,各相应次谐波电流也大幅度减小;再在电路中串入基波谐振电路后,电流畸变率进一步下降为0.942%,较好地满足了GB/T 14594—93《电能质量 公用电网谐波》的要求。

3 结语

基于基波谐振原理的无源滤波新方法在电网与无源滤波器之间的三相线路中分别串联一组基波谐振电路,迫使谐波电流最大限度地流入无源滤波器,从而提高滤波器效率。该方法无需装设大功率电力电子器件和谐波检测电路,大幅降低了电力系统的滤波成本,易于在工矿企业推广使用,也可在已装设的无源滤波器上进行改造,方法简单且维护方便。

文章编号:1671-251X(2012)11-0030-07

韦晓广,陈奎.基于人工蜂群算法的电网故障诊断[J].工矿自动化,2012(11):30-36.

基于人工蜂群算法的电网故障诊断

韦晓广, 陈奎

(中国矿业大学信电学院, 江苏 徐州 221008)

摘要:针对电网故障诊断中的0-1规划问题,从代数和几何角度优化了人工蜂群算法。仿真结果表明,人工蜂群算法具有可行性和合理性,并且综合性能显著优于传统的遗传算法;在两种人工蜂群算法中,基于几何思想的人工蜂群算法具有更好的稳定性和搜索能力,更加适用于对稳定性和精准度要求很高的场合。

关键词:电网故障诊断;人工蜂群算法;代数方法;几何方法;算法优化;0-1规划

中图分类号:TD611 文献标志码:A 网络出版时间:2012-11-01 14:42

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20121101.1442.010.html>

Fault Diagnosis of Power Network Based on Artificial Bee Colony Algorithm

WEI Xiao-guang, CHEN Kui

(School of Information and Electrical Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China)

Abstract:In order to solve 0-1 programming problem in fault diagnosis of power network, the paper proposed optimization methods of artificial bee colony algorithm from aspects of algebra and geometry. The simulation results show that the artificial bee colony algorithm is feasible and reasonable, and the overall performance is significantly superior to traditional genetic algorithms; artificial bee colony algorithm based on geometric has better stability and search capabilities than the algorithm based on algebraic, and is more suitable for occasions with high stability and accuracy requirements.

Key words: fault diagnosis of power network, artificial bee colony algorithm, algebra method, geometry method, algorithm optimization, 0-1 programming

0 引言

电网故障诊断即利用保护和断路器的动作信息识别发生故障的元件和误动作的保护与断路器,找出最能解释警报信号的故障假说。目前国内外已提

出多种故障诊断方法,如逻辑处理方法^[1]、专家系统^[2]、粗糙集^[3]和Petri网络^[4]等。其中专家系统难以获取完备的知识库,无学习能力,并且容错性较差。Petri网络建模时间长,模型重用性差,对网络结构依赖性较大。近年来,智能仿生算法得到了较

收稿日期:2012-08-16

作者简介:韦晓广(1988-),男,江苏盐城人,硕士研究生,研究方向为人工智能在电力系统中的应用。E-mail:wei_xiaoguang@yahoo.cn

参考文献:

- [1] 郝宏昭.六辊可逆冷轧机整流变压器谐波电流分析计算[J].冶金自动化,2009,33(1):57-59.
- [2] 严飞.SVC在攀钢轨梁厂万能轧机上的应用[J].冶金自动化,2010,34(4):47-49.
- [3] 周雪峰.基于FFT算法的电网谐波检测方法[J].工矿自动化,2012,38(3):38-40.
- [4] 汤赐,罗安,范瑞祥,等.新型注入式混合有源滤波器应用中的问题[J].中国电机工程学报,2008,28(18):47-53.
- [5] 武健,何娜,徐殿国.并联混合有源滤波器复合控制策略[J].电力自动化设备,2009,29(3):97-100.
- [6] 王军飞,赵国生,白蓉.一种新型的基于磁通补偿的并联混合型有源电力滤波器[J].电力系统保护与控制,2008,36(13):37-42.