

基于主从逆变器的无感消弧有源接地补偿系统

陈忠仁^{1,2}, 张波¹

(1. 华南理工大学 电力学院, 广东 广州 510640; 2. 中山职业技术学院, 广东 中山 528404)

摘要: 设计了一种基于主从逆变器的无感消弧有源接地补偿系统, 由补偿接地故障电流的基波分量与有功分量的主逆变器以及补偿谐波分量的从逆变器组成。在电网正常时, 通过恒频注入法和不对称电压法综合计算得到故障电流的基波分量与有功分量; 在电网发生单相接地后, 检测流过中性点的故障电流, 利用快速傅里叶算法提取出谐波分量, 然后迅速投入主从逆变器进行补偿输出, 实现故障电流的全补偿, 从而使得残流在总体上达到一个较低的水平。计算机仿真验证了以上设计的可行性和有效性。

关键词: 逆变器; 主从逆变器; 无感消弧; 有源接地; 补偿

中图分类号: TM 464

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-6047.2014.06.011

0 引言

我国中压配电网的中性点选择经消弧线圈接地, 可使单相接地故障后的残流减小到一个较小的数值, 有效地抑制了弧光接地过电压的产生, 降低了铁磁谐振的发生概率, 保证了供电的连续性和可靠性, 因此得到了广泛应用。但无论是较早出现的调气隙式、调匝式消弧线圈, 还是稍晚出现的调容式、调偏磁式、高短路阻抗式消弧线圈, 其电容电流补偿的一次设备——电抗器仍然是传统的铁芯线圈式结构。这种结构需要消耗大量的铜铁材料, 造价昂贵, 体积庞大^[1-2]。此外, 目前运行的自动跟踪补偿消弧线圈属于无源结构, 只能补偿接地故障电流中的基波分量(电容电流), 对于有功分量和谐波分量则无能为力。随着城市及工矿企业配电网中非线性负荷的大量增加, 故障电流中的谐波及有功分量也随之大幅增加, 这就使得单相接地时, 现有的消弧线圈因无法对谐波及有功分量进行补偿, 残流显著增大, 产生弧光接地过电压, 甚至快速发展为相间短路事故。因此研制新型无感消弧有源接地补偿系统是配电网现实而又迫切的需要^[3-11]。

1 基于主从逆变器的无感消弧有源接地补偿系统组成

无感消弧有源接地补偿系统^[12]的组成见图1。

在接地变压器(Z形接法)引出中性点处接入真空接触器 K_1 , 由测控系统进行控制。在电网正常时 K_1 断开, 测控系统可通过装在 K_1 前端的电压互感器读入电网不对称电压 E_0 , 一旦系统发生接地, 则 E_0 上

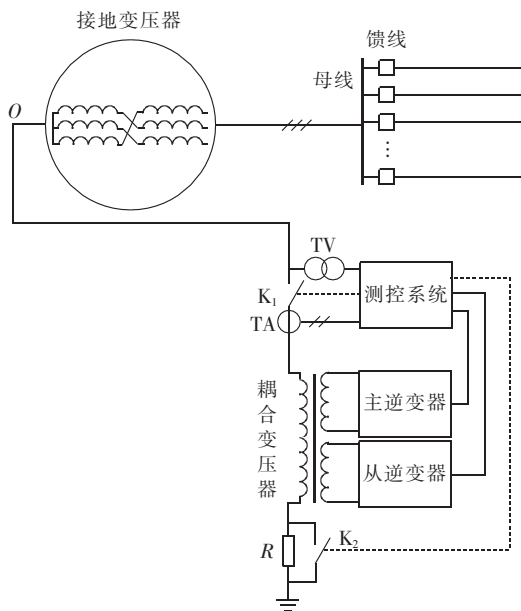


图1 无感消弧有源接地补偿系统组成

Fig.1 Composition of non-inductive arc-suppression and active grounding compensation system

升为相电压, 测控系统控制 K_1 立即吸合, 接入逆变器以对电网的故障电流迅速进行补偿。TV、TA为装设在中性点处的电压互感器和电流互感器, 藉此可将中性点电压、电流等引入测控系统。耦合变压器串入中性点, 其二次有2个绕组, 可分别接入主、从逆变器。主逆变器实现故障电流基波与有功分量的补偿, 容量较大; 从逆变器实现故障电流谐波分量的补偿, 容量较小。主、从逆变器均内置有DSP, 作为下位机和测控系统进行通信, 接受测控系统的实时控制。耦合变压器的一、二次绕组的变比为6000/600, 主要作用是将逆变器与高压系统隔离开来, 有利于逆变器的长期可靠运行, 并降低了成本。 R 为限压电阻, 在测量电容电流时投入, 以限制中性点可能出现的线性谐振过电压, 在单相接地发生时通过 K_2 的闭合短接而退出。

收稿日期: 2013-04-26; 修回日期: 2014-03-12

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(50937001); 中山市科技计划项目(20123A346)

Project supported by the Key Program of National Natural Science Foundation of China(50937001) and the Science and Technology Program of Zhongshan City(20123A346)

2 基于主从逆变器的无感消弧有源接地补偿系统测量原理

新型的有源接地补偿系统采用逆变器进行补偿,无电感接入,因此基频谐振法、变频谐振法、电压三角形法等传统的电容电流测量方法也就不再适用^[13]。此外,为实现有功分量、谐波分量补偿的要求,还需要对这 2 种分量进行有效测量。根据有源接地补偿系统的特点,采用了电容电流与有功电流测量的 2 种方法:恒频注入法与不对称电压法。

2.1 恒频注入法

在电网正常时,利用从逆变器,通过耦合变压器向电网一次侧注入恒频信号,其注入电流 $i_s(t)$ 可通过安装在中性点的 TA 测得。信号注入到一次系统后,通过系统的等效分布电容构成回路。注入信号在接地变压器的零序电感和等效分布电容上产生的压降 $u_{TV}(t)$ 可通过安装在中性点处的 TV 测得。与等效分布电容的容抗相比,线路自身感抗很小,可以忽略不计。对图 1 所示的系统进行分析,忽略耦合变压器的激磁阻抗,得到注入信号的零序等值电路如图 2 所示。图 2 中, $e_s(t)$ 为等效到一次侧的注入信号源; L_0 为接地变压器的零序电感; L_σ 为耦合变压器的漏电感; $3g$ 为三相线路对地的泄漏电导; $3C$ 为三相线路对地的分布电容。 L_0 很小,可以忽略不计。经简化后可得到图 3 所示的计算电路。

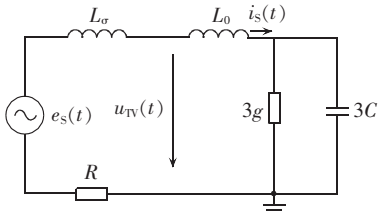


图 2 注入信号零序等值电路

Fig.2 Zero-sequence equivalent circuit of injected signal

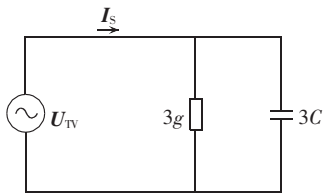


图 3 简化后的计算电路

Fig.3 Simplified circuit for calculation

由图 3 可得到:

$$\frac{I_s}{U_{TV}} = 3g + j\omega_s 3C \quad (1)$$

$$\omega_s = m\omega_1 \quad (2)$$

其中, ω_s 为注入信号角频率; ω_1 为基波角频率; m 为一常数。

将式(2)代入式(1)可得:

$$\frac{I_s}{U_{TV}} = 3g + j\omega_s 3C = 3g + jm \frac{1}{X_C} \quad (3)$$

整理可得到:

$$3g = \operatorname{Re} \left(\frac{I_s}{U_{TV}} \right) \quad (4)$$

$$X_C = \frac{m}{\operatorname{Im} \left(\frac{I_s}{U_{TV}} \right)}$$

X_C 与 $3g$ 求出之后,即可求得系统的电容电流和有功电流。此外,注入信号的频率 ω_s 的选取要与电力系统固有的工频和整倍数次谐波频率相区分,为一间谐波信号;且注入频率不能太高,因为频率越高,线路的感抗越大,容抗越小,分布电容测算的误差也越大^[14]。本文选取的注入信号频率为 87 Hz。为了减少对电网的干扰,注入信号幅值也不能太大,一般取 2~3 A。恒频注入法适用于不对称度较小的电网。对于不对称度较大的电网,由于中性点电压较大,对恒频注入法的测量精度有着较大的影响,可采用下述的不对称电压法。

2.2 不对称电压法

接于中性点的真空接触器 K_1 ,除了可将无感消弧有源接地补偿系统退出运行之外,亦可对电容电流的测量发挥作用。由图 1,当 K_1 断开时,TV 测得的电网不对称电压 E_0 即为 K_1 断口上的电压。当 K_1 闭合后,TA 测得的即为中性点电流 I_0 ,由此可得零序等值电路如图 4 所示^[15]。

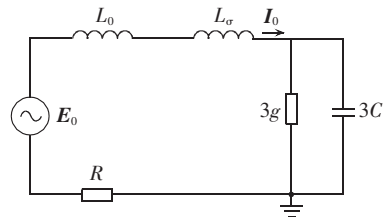


图 4 电网正常时的零序等值电路

Fig.4 Zero-sequence equivalent circuit when grid is normal

令 $L = L_0 + L_\sigma$, 三相线路泄漏电阻 $R_0 = \frac{1}{3g}$, 由图

4 可知:

$$\frac{E_0}{I_0} = R + \frac{R_0 \frac{1}{j\omega 3C}}{R_0 + \frac{1}{j\omega 3C}} + j\omega L =$$

$$R + \frac{R_0}{1 + (R_0\omega 3C)^2} + j \left[\omega L - \frac{R_0^2\omega 3C}{1 + (R_0\omega 3C)^2} \right] \quad (5)$$

$$R + \frac{R_0}{1 + (R_0\omega 3C)^2} = \operatorname{Re} \left(\frac{E_0}{I_0} \right) \quad (6)$$

$$\omega L - \frac{R_0^2\omega 3C}{1 + (R_0\omega 3C)^2} = \operatorname{Im} \left(\frac{E_0}{I_0} \right) \quad (7)$$

由于 R 、 L_0 、 L_σ 在工频下均为已知,由式(6)、式

(7)联立求得 R_0 和 $3C$ 后,则系统的电容电流和有功电流也就可以求出。对于不对称度较大的配电网,由于 E_0 较大,可保证良好的测量精度。

针对中压配电网不对称度的大小,将恒频注入法与不对称电压法结合起来应用。对于不对称度较小的电网, E_0 较小,以恒频注入法测量为主,以不对称电压法测量为辅;对于不对称度较大的电网, E_0 较大,以不对称电压法测量为主,以恒频注入法测量为辅。根据所测得的不对称电压大小,对 2 种方法测得的数据设置不同的权重,然后进行加权平均,如此处理后,可有效提高电容电流与有功电流的测量精度。

2.3 谐波电流的检测

上述 2 种方法可在接地故障发生前检测计算得到系统的电容电流和有功分量,而谐波分量的检测无法在故障发生前得到,这是因为接地故障的发生具有随机性和复杂性,在电网中何时何地发生单相接地无法预测,这就导致故障电流中的谐波分量的检测在接地前是无法做到的。但主从逆变器的设计可从另外一个角度提供解决问题的思路:在接地故障发生后,逆变器暂不投入,此时装设在中性点的 TA 检测得到的即为接地故障电流,利用快速傅里叶算法从中提取出谐波分量,然后迅速控制主逆变器投入以补偿电容电流和有功分量,再启动从逆变器对系统谐波和主逆变器产生的谐波进行补偿(主逆变器确定后,其产生的谐波可事先测算得到),由此可使接地故障电流全部得到补偿。

在利用快速傅里叶算法计算谐波时,由于接地故障电流所含谐波为单相谐波,故可将一维信号扩展到二维空间,定义正交,利用正交来求出基波分量和各次谐波分量,可大幅加快谐波检测的速度,缩短采样时间,具体算法可参考文献[16]。缩短采样时间利于故障后补偿电流的及时输出。

3 测控系统的硬件组成与控制流程

测控系统是有源接地补偿系统的核心部分,关系到电容电流检测的精确与否以及输出电流能否有效地对故障电流进行全补偿。其硬件组成如图 5 所示。

测控系统的硬件由四大部分组成:

a. 检测配电网电容电流、有功分量、谐波分量的前向通道,包括装设在中性点的 TV、TA、信号调理电路、谐波检测电路、注入信号检测电路、相位差检测电路等;

b. 人机接口电路,包括液晶显示器、独立按键,主要完成参数的设置、菜单操作、数据图形的显示等功能;

c. 微处理器,作为上位机,一方面完成电容电流、

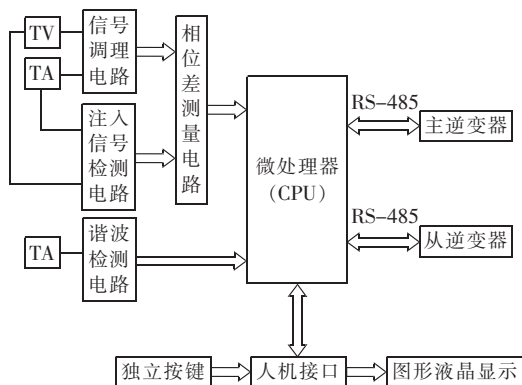


图 5 测控系统的硬件组成框图

Fig.5 Block diagram of measuring and control system

有功分量、谐波分量的计算和分析,另一方面通过 RS-485 通信,将数据传送到主从逆变器,指挥其输出补偿电流,实现对整个系统的监测;

d. 从逆变器,内置有 DSP,作为下位机,接收上位机传送过来的数据,按要求输出补偿电流,并将其运行状态报告给上位机。

其主程序流程图如图 6 所示。

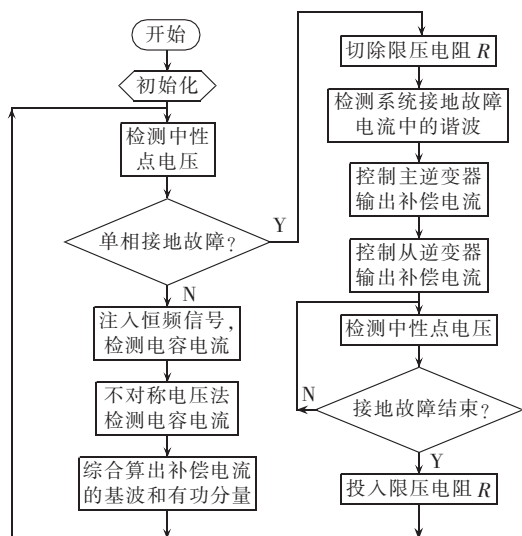


图 6 主程序流程图

Fig.6 Flowchart of main program

4 系统仿真分析

利用 MATLAB 提供的 Simulink 仿真工具对有源接地补偿系统进行仿真。在所搭建的仿真系统模型中,主变压器变比为 35 kV/10 kV,接线方式为 Δ/Y_0 ,此种变压器的零序阻抗较小,从零序等值的效果看,替代 Z 形接法变压器作为接地变不影响仿真分析。在中性点通过三绕组耦合变压器分别接入主、从逆变器。仿真系统 3 条出线的长度分别为 130 km、175 km、151 km,对地分布电容为 7.751×10^{-9} F/km,系统标准相电压 $U_\phi = 10000/\sqrt{3}$ V,计算得到系统电容电流为:

$$I_c=3\omega CU_\varphi=3\times314\times(130+175+151)\times$$
$$7.751\times10^{-9}\times10000/\sqrt{3}\approx19.23\text{ (A)}$$

在仿真系统中,去掉耦合变压器及主、从逆变器,使其成为中性点不接地系统,合上接地故障开关使电网发生单相接地,测得电容电流为 19.4 A,验证了 MATLAB 仿真模型的搭建是正确的。

在仿真系统中,使变压器中性点接入主、从逆变器后开始仿真,2 个周期后闭合接地故障开关,使 A 相发生接地,先后闭合主、从逆变器进行补偿。主逆变器补偿系统电容电流和有功电流,从逆变器对主逆变器自身产生的谐波进行补偿。残流 i_d 从接地故障开关处(即接地点)取得,其仿真波形如图 7 所示。主逆变器输出的补偿电流 i_{CP} 波形如图 8 所示。健全相(C 相)和故障相(A 相)的电压波形分别如图 9、图 10 所示。由图可见,在 0.02 s 闭合接地故障开关后,残流先经历一个暂态过程,之后由于主逆变器输出的补偿电流,使其迅速衰减为一个很小的数值。在接地故障开关闭合后,健全相电压升高为线电压,故障相电压经过一段过渡过程后,衰减为零值。

为验证主、从逆变器的补偿效果,利用 MATLAB/

Simulink 中的 FFT 工具,对故障电流进行了仿真。仿真分以下 3 个步骤:

- a. 主、从逆变器均不工作,对故障电流中的基波和各次谐波进行仿真;
- b. 仅主逆变器工作,对故障电流中的基波和各次谐波进行仿真;
- c. 主、从逆变器同时工作,对故障电流中的基波和各次谐波进行仿真。

所得到的仿真结果分别如图 11—13 所示,图中 i_d 为接地故障电流(逆变器补偿后变成残流)。

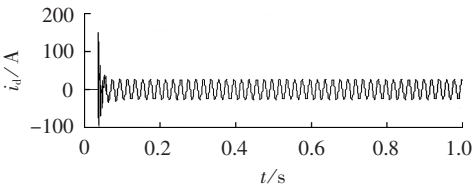


图 11 主、从逆变器均不工作时的故障电流 FFT 分析
Fig.11 FFT analysis of fault current when both master and slave inverters are out of operation

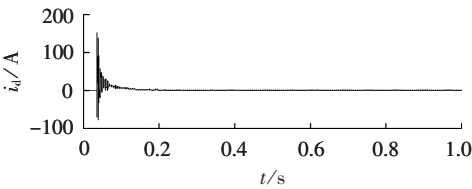


图 12 主逆变器工作时的故障电流 FFT 分析
Fig.12 FFT analysis of fault current when only master inverter is operating

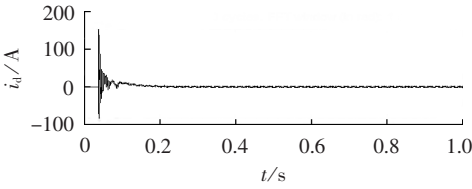


图 13 主、从逆变器均工作时的故障电流 FFT 分析
Fig.13 FFT analysis of fault current when both master and slave inverters are operating

为更直观地进行比较分析,将 FFT 仿真结果的数据列入表 1。由表 1 可知,主从逆变器均不工作时,系统无补偿电流输出,接地故障电流即为系统电容电流,其基波分量的有效值为 19.4 A;由于仿真系统中不含非线性元件,其各次谐波含量甚小,谐波畸变率为 0.03 %。当主逆变器投入运行后,经过其补偿,故障电流中的基波分量已经非常小了(有效值 0.1823 A),这说明主逆变器对电容电流具有非常显

表 1 FFT 仿真数据分析

Tab.1 Analysis of FFT simulation data

步骤	总畸变率/%	基波有效值/A	5 次谐波含量/%	7 次谐波含量/%
a	0.03	19.4000	0.01	0.01
b	336.81	0.1823	2.92	3.57
c	148.34	0.5740	1.44	1.00

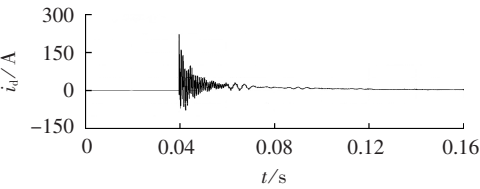


图 7 逆变器补偿后的残流波形
Fig.7 Residual current after inverter compensation

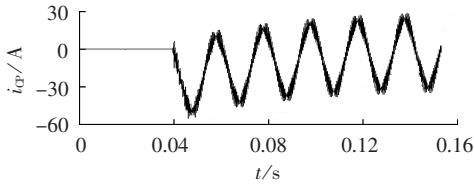


图 8 主逆变器输出补偿电流波形
Fig.8 Compensating current of master inverter

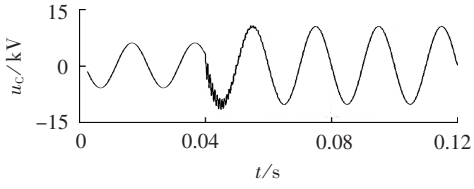


图 9 健全相电压波形
Fig.9 Voltage of sound phase

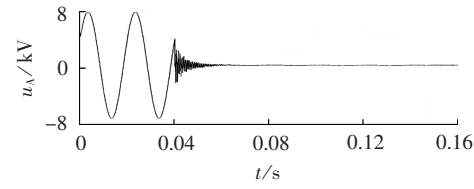


图 10 故障相电压波形
Fig.10 Voltage of faulty phase

著的补偿作用;与此同时,主逆变器也不可避免地产生了各次谐波,谐波总畸变率达到了336.81%。为了抑制主逆变器产生的谐波,投入从逆变器,接地故障电流中的5、7次谐波的含量明显降低,谐波畸变率也下降至148.34%,这验证了从逆变器的谐波补偿作用。由此证明,主、从逆变器的设计,既可补偿故障电流中的基波电流分量,又可补偿故障电流中的各次谐波分量,达到了全补偿的效果。

5 结论

在传统的消弧线圈无法对接地故障电流中日益增大的谐波及有功分量进行补偿,导致残流难以控制在规定范围内的情况下,设计了基于主从逆变器的无感消弧有源接地补偿系统,通过恒频注入法和不对称电压法2种方法的综合,实现了对电容电流和有功分量的准确测量;通过故障后对系统接地故障电流中所含谐波的检测,计算得到谐波分量和主逆变器所产生的谐波,从而控制主从逆变器进行补偿输出,进而实现了接地故障电流的全补偿。计算机仿真分析验证了它的可行性、有效性。通过进一步完善,有望进入到样机研制阶段,达到实用化水平。

参考文献:

- [1] 要焕年,曹梅月. 电力系统谐振接地[M]. 北京:中国电力出版社,2000:183-185.
- [2] 李景禄. 实用配电网技术[M]. 北京:中国水利水电出版社,2006:157-177.
- [3] 侯妙兴. 接地电流中有功分量和高次谐波对电网的影响[J]. 高电压技术,1999,25(4):61-63.
HOU Miaoxing. The effect of active component and high order harmonics of neutral current on distribution network operation[J]. High Voltage Engineering,1999,25(4):61-63.
- [4] 金百荣,李电. 电网谐波对消弧线圈接地系统的影响[J]. 高压电器,2009,45(4):89-92.
JIN Bairong,LI Dian. The impact of power grid harmonics on grounding system of arc-suppression coil[J]. High Voltage Apparatus,2009,45(4):89-92.
- [5] 李晓波,王崇林. 零残流消弧线圈综述[J]. 电力自动化设备,2011,31(6):116-121.
LI Xiaobo,WANG Chonglin. Survey of zero-residual-current arc suppression coil[J]. Electric Power Automation Equipment,2011,31(6):116-121.
- [6] 蔡旭,刘杰. 偏磁式消弧线圈的动态调谐装置[J]. 电力系统自动化,2002,26(15):53-56.
CAI Xu,LIU Jie. Dynamic resonance adjustment device of arc-suppression coil with magnetic bias[J]. Automation of Electric Power Systems,2002,26(15):53-56.
- [7] 曾正,杨欢,赵荣祥,等. 多功能并网逆变器研究综述[J]. 电力自动化设备,2012,32(8):5-15.
ZENG Zheng,YANG Huan,ZHAO Rongxiang,et al. Overview of multi-functional grid-connected inverters[J]. Electric Power Automation Equipment,2012,32(8):5-15.
- [8] 李斌,束洪春. 基于瞬时零序功率的谐振接地系统单相接地选线新方法[J]. 电力自动化设备,2013,33(4):65-72.
LI Bin,SHU Hongchun. Faulty line detection based on instantaneous zero-sequence power for resonant earthed system[J]. Electric Power Automation Equipment,2013,33(4):65-72.
- [9] 齐郑,杨以涵. 中性点非有效接地系统单相接地选线技术分析[J]. 电力系统自动化,2004,28(14):1-5.
QI Zheng,YANG Yihan. Analysis of technology of fault line selection for single-phase-to-earth fault in neutral point non-effectively grounded system[J]. Automation of Electric Power Systems,2004,28(14):1-5.
- [10] 叶建新,黄健豪,张禄亮,等. 东莞配电网谐波对配电变压器危害分析[J]. 电力自动化设备,2011,31(7):146-149.
YE Jianxin,HUANG Jianhao,ZHANG Luliang,et al. Analysis of harmonic harm to distribution transformers[J]. Electric Power Automation Equipment,2011,31(7):146-149.
- [11] 吴传平,罗安,涂春鸣,等. 高压配电网谐波及无功综合动态补偿系统研究[J]. 电力自动化设备,2011,31(4):17-22.
WU Chuanping,LUO An,TU Chunming,et al. Control scheme of integrated dynamic compensation system for HV power distribution grid[J]. Electric Power Automation Equipment,2011,31(4):17-22.
- [12] AMEZUA A,GUTIERREZ I. Active earthing system to optimise power quality in MV networks[C]//9th International Conference on Electrical Power Quality and Utilization. Barcelona,Spain:IEEE,2007:54-58.
- [13] 陈忠仁,吴维宁,陈家宏. 配电网自动消弧装置的测量跟踪问题[J]. 电力系统自动化,2004,28(10):85-87.
CHEN Zhongren,WU Weining,CHEN Jiahong. Measuring and tracing of automatic arc-suppression devices in distribution networks[J]. Automation of Electric Power Systems,2004,28(10):85-87.
- [14] 丛伟,李盼盼,李洪涛,等. 基于恒频注入信号的消弧线圈自动跟踪补偿技术研究[J]. 电力系统保护与控制,2010,38(19):185-189.
CONG Wei,LI Panpan,LI Hongtao,et al. Automatic arc suppression coil compensation technology based on fixed-frequency signal injection method[J]. Power System Protection and Control,2010,38(19):185-189.
- [15] 曲铁龙,董一脉,谭伟璞,等. 基于单相有源滤波技术的新型消弧线圈的研究[J]. 继电器,2007,35(3):29-33.
QU Yilong,DONG Yimai,TAN Weipu,et al. Research on new type arc-suppression coil based on single-phase active power filter technology[J]. Relay,2007,35(3):29-33.
- [16] 姜齐荣,赵东元,陈建业. 有源电力滤波器[M]. 北京:科学出版社,2005:45-48.

作者简介:



陈忠仁

陈忠仁(1971-),男,河南信阳人,副教授,博士研究生,主要从事消弧线圈与接地选线技术的研究(E-mail:chenzhen0520@163.com);

张波(1962-),男,福建三明人,教授,博士研究生导师,博士,研究方向为电力电子与电力传动。

电动机微机自动测试系统测试误差分析及改进方法

王 博,赵海森,李和明,罗应立,张 虹

(华北电力大学 新能源电力系统国家重点实验室,北京 102206)

摘要: 从系统测量精度的角度出发,研究非标设备对电压、电流、电功率等电气量测试误差的影响。结果表明,测试系统有功功率测试误差为电压、电流、功率因数及采样环节测试误差之和,且标称相对误差会随被测电气量的减小而增大。在此基础上,提出互感器在全量程范围内进行变比、相位修正措施,以及消除因频率波动引起计量误差的解决方案。试验结果表明,电机负荷高于 20% 时,有功功率测试误差可由 1.2% 降低至 0.35%。

关键词: 电动机; 互感器; 自动测试; 测量误差; 误差分析; 功率测量; 数据采集

中图分类号: TM 351

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-6047.2014.06.012

0 引言

自“十一五”计划推行节能减排政策以来,我国各行业短期内涌现出大量节能产品及节能控制装置,电动机产业也不例外。企业在选购新电机时或旧电机维修后再次投入使用前,有必要对电机进行准确的性能参数测试。微机测试系统操作简便、自动化程度高,可大幅缩短测试时间,提高工作效率,近年来得到广泛的推广应用^[1]。检测结果是评价产品质量优劣的依据,而电动机微机自动测试系统又是人为设计、搭建及编程实现的测试平台,系统的测试误差受多方面影响^[2]。以有功功率测量为例,文献[3-4]讨论了仪用互感器出厂误差对测量结果的影

响,并给出了相应的修正方法;文献[5-6]分析了电压互感器(TV)二次引线压降引起电度量误差的机理,并给出了相应的补偿措施及引线布线规则;文献[7-9]指出在电源波形畸变情况下应采用各次谐波功率求和算法,常规算法会引起较大的计算误差;文献[10]介绍了三相不对称负荷对功率测量误差的影响及校正方案。在实际使用过程中,上述文献所述的各误差因素及改进措施的使用场合均有一定的限制,移植性不强;且采用上述措施后,通常只定性认为系统精度会有所提高,但具体各环节测试误差与系统整体误差之间的关系并无明确说明。所以,受到多个因素影响的微机测试系统整体测试误差就是一个值得分析、讨论的问题。

微机测试系统有其独特的结构特点:2 级 TV 串联;电流互感器(TA)需经精密电阻完成电流信号向电压信号(I/U)的转换;信号经数据采集卡 A/D 采样后送入微机处理。鉴于以上特点,本文从电压、电流

收稿日期:2013-08-16;修回日期:2014-04-25

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51307050);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2014XS05)

Project supported by the National Natural Science Foundation of China(51307050) and the Fundamental Research Funds for the Central Universities(2014XS05)

Non-inductive arc-suppression and active grounding compensation system based on master-slave inverters

CHEN Zhongren^{1,2}, ZHANG Bo¹

(1. College of Electric Power, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2. Zhongshan Polytechnic, Zhongshan 528404, China)

Abstract: A non-inductive arc-suppression and active grounding compensation system based on master-slave inverters is designed to effectively compensate the active-power and harmonic components of grounding fault current, which is composed of a master inverter for compensating the fundamental and active components and a slave inverter for compensating the harmonic components. During normal operation, both constant frequency injection method and asymmetric voltage method are used to respectively measure the fundamental and active component of grounding fault current. When single-phase grounding fault occurs, the fault current at neutral point is detected and its harmonic component is extracted by FFT algorithm. The master and slave inverters are then quickly switched on to completely compensate the grounding fault current and keep the residual current at a lower level. The feasibility and effectiveness of the designed system are verified by computer simulations.

Key words: electric inverters; master-slave inverter; non-inductive arc-suppression; active grounding; compensation