

# 电力系统的集成保护

薄志谦<sup>1</sup>, 和敬涵<sup>2</sup>, 董新洲<sup>3</sup>

(1. AREVA T&D Automation, 英国; 2 北京交通大学, 北京 100044; 3 清华大学, 北京 100084)

**摘要:** 通过介绍一种新颖的配电网保护方案来阐述集成保护的优越性。这个基于暂态极性方向比较的保护方案以伴随故障出现的暂态电流信号的检测和处理为基础, 在配电网的各个变电站安装有专门设计的保护继电器, 继电器的暂态检测单元检测故障生成的故障分量电信号, 并将暂态极性识别算法应用于叠加故障分量信号上, 判断信号的极性。通过对来自连接到变电站的所有线路的信号极性进行比较, 可以确定出故障的方向。通过处理来自各变电站的方向信息, 判别出实际的故障线路, 从而实现电网的集成保护。

**关键词:** 暂态保护; 极性比较; 集成保护

中图分类号: TM77

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2005)14-0006-05

## 0 引言

自过电流继电器在电力系统第一次问世以来, 至今已过了一个世纪。大部分的保护原理, 如图 1 所示的过电流保护、方向保护、距离保护以及差动保护, 都是在上个世纪三十年代以前研究出来的。事实上, 所有这些继电器原理, 都是以故障检测中工频信号的测量为依据。随着现代技术的进步, 保护装置技术从机电式、晶体管式、集成电路式发展到了微处理机式。目前, 在电力系统保护领域里, 以微处理机为基础的数字式继电器已逐步取代传统继电器。然而, 基于工频信号的各种保护原理仍然发挥着主导作用。

计算机的应用在电力系统保护的发展过程中是一个重要里程碑。上个世纪六十年代后期, 洛克菲勒<sup>[1]</sup>引入了一种基于中央计算机系统的集中式变电站保护系统。这种保护方案提供了一个理想的环境来全面的集成保护, 保护装置不仅监视电厂(站)的独立装置, 而且监视整个网络。但迄今为止, 这个想法尚未投入实用, 之所以如此, 是因为过去一段时间来, 计算机硬件、软件以及通信技术尚不支持这样的想法。尽管如此, 在引入了计算机继电保护后, 用于电力系统保护的数字技术<sup>[2~9]</sup>已经得到了快速发展。上个世纪八十年代, 保护装置中引入了微处理器后, 实现了分布式处理平台, 这些分布处理平台专门保护基于传统方法的系统的各独立装置, 以后备保护的形式, 提供有限的集成保护。

上个世纪七十年代后期, 随着电力网络的不断扩张, 对快速清除故障、从而改进系统稳定性的需求, 引发了人们利用非工频故障检测技术来提高继

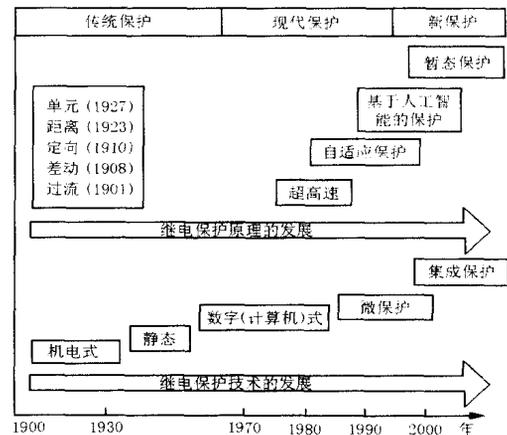


图 1 继电器发展史

Fig 1 History of relay development

电器响应速度的研究热情。从而导致了人们对基于行波和叠加故障分量的所谓超高速继电器的研究<sup>[10~16]</sup>, 利用故障生成的暂态过程来实现输电线路的保护。但是, 由于当时的数字处理技术限制了基于这些原理的保护的研究, 因此没有能够成为电力线路中的主要保护装置。

现代科学技术的不断发展, 为电力系统继电保护的研究提供了很多新的手段, 推进了上个世纪八十年代和九十年代的自适应保护<sup>[17, 18]</sup>和基于人工智能(AI)的保护技术<sup>[20~24]</sup>的发展, 从而使保护继电器的性能得到了极大提高。然而, 这些发展主要集中于传统继电器原理的改进上, 一直没有产生新的有重要意义的应用自适应技术和人工智能技术的继电器原理。

近年来, 微型计算机技术以及新式传感器技术的快速发展, 使得过去认为不可能的故障检测技术

变为可行,进一步激发了人们把故障产生的暂态过程应用于保护的興趣。研究发现,故障产生的高频暂态过程,不仅可以被检出,而且可以用于开发新的保护原理和保护技术<sup>[25]</sup>。人们在高频暂态过程检测的研究中,做了相当大的努力,提出了很多新技术建议<sup>[26-31]</sup>,并就相关的测量和信号处理技术进行了大量研究<sup>[32-33]</sup>。

同时,继电器通用硬件技术的发展,以及多种通信技术及方案的可利用性,使人们再次想起了集成保护的概念。研究发现,从多个发电厂(站)电力设备所获得的信息中,有更多的信息可以用于推导新的保护原理和方案,相对于现有的针对单独电设备的独立保护技术,这些保护原理和方案具有明显的优势。在这点上,人们发现,基于暂态过程的新式保护技术不仅继承了单个电设备保护的特点,而且在现代通信技术的支持下,新式保护技术还可以用来创造新的电力网络集成保护方案。

在这方面,近年来有许多带有集成性质的新保护方案的研究,例如:

双回线的保护,包括横差及方向比较等方案<sup>[34-38]</sup>。

基于全球卫星定位系统(GPS)的超高压线路保护<sup>[39,40]</sup>,该保护通过记录和比较故障暂态行波到达网络各电厂站的时间来确定故障的位置。

配网自动化保护<sup>[41-42]</sup>,该保护由一个继电器负责保护相邻的两条线路并具有配网自动化功能。

母线与线路的集成保护<sup>[43-44]</sup>,该保护由一个继电器负责与变电站相连的所有的线路的故障方向保护和母线的保护。

本文通过介绍一种用于配电网保护的新式方向故障检测技术方案来阐述集成保护的优越性,这种技术以故障生成的非工频暂态电流分量的检测和比较为基础。检测装置安装在变电站,由继电器来收集故障生成的暂态信号,然后计算出信号的叠加分量。通过比较信号的极性和电平,可以推导出故障方向的判据。当故障发生在母线上时,检测器也能正确判别。研究表明,新的技术方案不仅为单独输电线路和设备提供了新的保护,而且还具有集成保护特性。

## 1 方案的基本原理

我们利用图 1 所示的典型配电网来说明该建议方案。在输电线系统的各个位置,安装着电流互

感器,在其上方,用箭头标注着电流的方向。

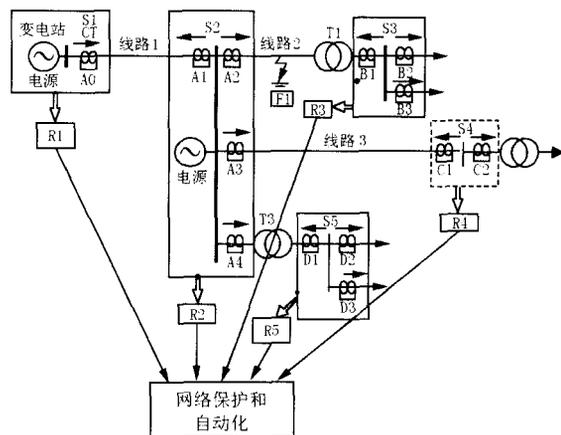


图 2 典型的配电网

Fig 2 Typical transmission network

故障发生在系统中任何地方,都会在系统中产生暂态电流,这个信号将传播到网络的不同部分,并将被各个位置的继电器及时检出。根据与故障有关的电流互感器的位置、电源的位置以及线路负载条件等等,在各电流互感器上检出的暂态电流大小和极性,但最重要的是这些信号的极性变化遵循一定的模式,这一点使得故障线路的识别成为可能。

例如,在图 2 所示“F1”上的故障点,在故障位置上产生的暂态电流信号将流过所有的电流互感器。所有继电器检出的暂态信号极性,包括两组不同的极性,第一组电流互感器,都指向故障点,其检出的信号极性是相同的,该极性可正可负,取决于故障相电压信号在故障发生时的极性;第二组电流互感器的指向背离故障点,它们所检出的信号极性也是相同的,但其极性与第一组相反。方案中,各变电站母线处安装了专门设计的方向继电器,用来根据暂态极性比较技术检测故障方向,然后通过对各继电器位置上检出的方向进行比较,推导出实际故障区段。

建议方案主要由两大部分组成:一是单一电器设备的保护,二是配电网保护及自动化。

### 1.1 单一电器设备的保护

对于单一线路段保护,由各继电器检出的故障暂态电流信号的极性信息,通过通信线路发送至受保护线路段对端的配套继电器。将两端的极性比较,即可判定出故障是否在保护区内。故障若在“F1”处,线路 2、变电站 S2 和 S3 两端的继电器会测出极性相同的信号。因此,线路 2 两端的继电器检出的信号可以指出故障是在变电站 S2 和 S3 之间。

极性比较技术还适用于输电线以外的其它电力设备,如变压器<sup>[28]</sup>和母线<sup>[29]</sup>。将受保护设备两端的电流暂态信号极性比较,可以确定出故障是否在保护区段内;极性相同,则表示故障出现在保护区段内;极性相反,则表示故障出现在保护区段之外。

提取故障暂态电流信号的方法,大体上可以划分为两种基本类型:

1) 高频信号带的提取。采用这种方法,能提供极快速的响应,并且可以针对受保护系统的特殊需要而设计<sup>[25]</sup>。

2) 故障叠加分量成分的提取。通过在程序中植入一个叠加分量成分提取算法,现有数字继电器可以很容易实现该技术。

本文用叠加分量成分提取法对此保护方案进行描述。

## 1.2 网络保护和自动化方案

对于网络保护和自动化而言,从各继电器位置所测出的极性信号将被发送至网络保护自动化单元。通过比较从网络内各变电站获得的信号的极性,该装置能够确定出故障的线路或设备。

## 2 继电器设计

图 3 所示是提出的继电器装置的方框图。其中包括故障检测、选相元件、叠加分量信号提取、计数器、极性检测以及极性和电平比较器。此外,还包括两个通信接口和一个决策单元。

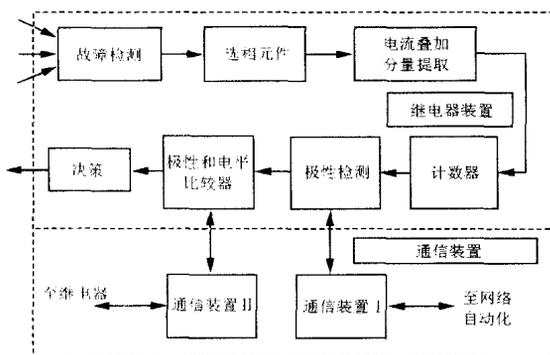


图 3 继电器装置方案

Fig 3 The proposed relay unit

### 2.1 故障叠加分量成分的提取

如图 3 所示,故障电流的叠加分量是从采样电流值中得出的,这些采样电流值在存储器中延迟了一个周期。从最近的样本中减去延迟的样本,就形成故障电流叠加分量,方案假定采样频率是工频的整数倍数。

### 2.2 极性检测和比较

继电器保护的中心部分是极性检测和比较装置。一旦装置测出故障信号,具有自适应算法的数字计数器便于该信号。如果故障叠加信号电平大于自适应阈值电平,在超出计数器所确定的限制时间之后,便可以确定出故障生成的暂态信号的极性。然后极性信息传递到下一个阶段,与保护装置另一端测出的极性进行比较。只有当继电器已经接收到与其发送信号极性相同的信号时,才作出最终的跳闸决策。

与此同时,极性信号还将被发送至网络保护自动化单元,用于网络保护和自动化。

### 2.3 通信装置 I 和通信装置 II

在继电器中有两个通信接口,其中一个用于本地线路(或设备)保护,另一个则用于网络保护和自动化。保护方案仅需求“开”或“关”通信信号,分别代表正极性或负极性。

**通信装置 I** 一旦极性检测装置确定了信号极性,极性信号将通过通信装置 I 发送至网络保护自动化装置。网络保护自动化装置从网络中的所有继电器处接收信号。比较获得的信号,就能够确定实际故障线路段。此外,该接口还可以用于接收来自网络保护自动化装置的指令(例如,跳闸信号)。

**通信装置 II** 用来与其它单个线路(或设备)保护装置继电器进行通信。在本地端测出的极性信号,发送给受保护线路的另一端继电器。同样,在受保护线路两端的信号极性如果相同,表示出现了内部故障。

## 3 结语

本文通过配电系统的一个新的保护方案来阐述集成保护的优越性,该方案采用暂态极性比较技术,以来自于受保护网络所有位置的故障生成暂态叠加电信号检测为基础,对所获得的信号极性进行比较,其结果可以指示出实际故障区段。如同其它基于暂态信号的保护方案一样,该方案对故障类型、故障电阻以及线路负荷等也不敏感,可以提供快速响应。本文同时认为随着微处理机、通信以及新传感器技术的飞速发展,集成保护这一代表今后电力系统保护发展方向的技术领域会有广阔的前景。

## 参考文献:

[1] Rockerfeller G.D. Fault Protection with Digital Computer

- [J]. IEEE Trans on PAS, 1969, 88(4): 438-461.
- [2] Mann B J, Morrison I F. Digital Calculation of Impedance for Transmission Line Protection[J]. IEEE Trans on PAS, 1971, 90(1): 270-279.
- [3] Sachdev M S, Wind D W. Generator Differential Protection Using a Hybrid Computer[J]. IEEE Trans on Power Apparatus and Systems, 1973, 92(6): 2063-2072.
- [4] Phadke A G, Brahim M, Hlibka T. Computers in EHV Substation, Programming Considerations and Operating Experience[A]. CIGRE Study Committee No. 34 Colloquium. Philadelphia(USA): 1975.
- [5] McLaren P G, Redfern M A. Fourier-series Techniques Applied to Distance Protection[J]. Proceedings of the IEE, 1975, 122(11): 1301-1305.
- [6] Ranjbar A M, Cory B J. An Improved Method for the Digital Protection of High Voltage Transmission Lines[J]. IEEE Trans on PAS, 1975, 94(2): 544-550.
- [7] Malik O P, Dash P K, Hope G S. Digital Protection of a Power Transformer[A]. IEEE PES Winter Meeting New York: 1976. 1-7.
- [8] Gilbert J G, Udren E A, Sackin M. Evaluation of Algorithms for Computer Relaying[A]. IEEE PES Summer Meeting Mexico City: 1977. 1-8.
- [9] Russell B D. Microprocessor Applications of Interest to Substation Protection Engineers[A]. IEEE PES Summer Meeting Mexico City: 1977.
- [10] Takagi T, Baba J, Uemura K, et al. Fault Protection Based on Travelling Wave Theory-Part I Theory[A]. 1977 PES Summer Meeting Mexico City(Mexico): 1977.
- [11] Dommel H W, Michels J M. High Speed Relaying Using Travelling Wave Transient Analysis[A]. 1978 PES Winter Meeting New York: 1978.
- [12] Chan M, Liberman S. Ultra High Speed Relay for EHV/UHV Transmission Lines-development, Design and Application[J]. IEEE Trans on PAS, 1978, 97: 2104-2112.
- [13] Johns A T. New Ultra-high Speed Directional Comparison Technique for the Protection of EHV Transmission Lines[J]. Proc IEE, 1980, 127(C): 228-239.
- [14] Vitins M. A Fundamental Concept for High Speed Relay[J]. IEEE Trans on PAS, 1981, 100: 63-168.
- [15] Crossely P A, McLaren P G. Distance Protection Based on Travelling Waves[J]. IEEE Trans on Power Apparatus and Systems, 1983, 102: 2971-2983.
- [16] Christophouls C, Thomas D, Wright A. Scheme, Based on Travelling Waves, for the Protection of Major Transmission Lines[J]. IEE Proceedings, 1988, 135: 63-73.
- [17] Horowitz S H, Phadke A G, Thorp J S. Adaptive Transmission System Relaying[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1988, 3(4): 1436-1445.
- [18] Rockerfeller G D, Wagner C L, Linders J R, et al. Adaptive Transmission System Relaying Concepts for Improved Performance[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1988, 3(4): 1446-1458.
- [19] Sidhu T S, Singh H, Sachdev M S. Design, Implementation and Testing of an Artificial Neural Network Based Fault Direction Discriminator for Protecting Transmission Lines[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1995, 10(2): 697-706.
- [20] Dalstein T, Friedrich T, Kulicke B. Multi Neural Network Based Fault Area Estimation for High Speed Relay[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1996, 11(2): 740-747.
- [21] Fitton D S, Dunn R W, Aggarwal R K. Design and Implementation of an Adaptive Single Pole Autoreclosure Technique for Transmission Lines Using Artificial Neural Networks[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1996, 11(2): 748-755.
- [22] Bastard P, Meunier M, Regal H. Neural Network-based Algorithm for Power Transformer Differential Relays[J]. IEE Proc—Gener, Transm and Distrib, 1995, 142(4): 386-392.
- [23] Kezunovic M, Rikab I, Sobajic D. High Speed Fault-detection and Classification with Neural Nets[J]. Electric Power System Research, 1995, 34(2): 109-116.
- [24] Bo Z Q, Aggarwal R K, Johns A T, et al. A New Phase Selection Technique Based on Fault Generated High Frequency Noise Using Neural Networks[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1997, 12(1): 106-115.
- [25] Bo Z Q, Jiang F, Chen Z, et al. Transient Based Protection for Power Transmission Systems[A]. IEEE PES Winter Meeting Singapore: 2000.
- [26] Johns A T, Aggarwal R K, Bo Z Q. A Novel Non-unit Protection Technique for EHV Transmission Systems Based on Fault-generated Noise, Part I-Signal Measurement Part II-Signal Processing[J]. IEE Proc—Gener, Transm and Distrib, 1994, 141(2): 133-147.
- [27] Bo Z Q. A New Noncommunication Protection Technique for Transmission Lines[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1998, 13(4): 073-1078.
- [28] Bo Z Q, Weller G, Lomas T. A New Technique for Protection of Power Transformer[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2000, 15(3): 870-875.
- [29] Jiang F, Bo Z Q, Chen Z. Protection of Busbar Based on Transient Detection Using Wavelet Transform[A]. IPEC'01, Proceedings of the International Power Engineering Conference Singapore: 2001.
- [30] Dong X Z, Ge Y, He J. Surge Impedance Relay[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2005, 20(2): 1247-

- 1256
- [31] Chen Z, Bo ZQ, Zhang B H, et al Developments in Directional Power Line Protection Using Fault Transients [A]. IEEE/CSEE International Conference on Power System Technology. Kunming (China): 2002
- [32] Dong X Z, Bo ZQ, Redfem M A, et al The Application of the Wavelet Transform of Travelling Wave Phenomena for Transient Based Protection [A]. IPST2003, International Conference on Power System Transients Hong Kong: 2003.
- [33] Redfem M A, Terry S C, Robinson F V P, et al The Application of Distribution System Current Transformers for High Frequency Transient Based Protection [A]. DPSP '2004, 8th International Conference on Development in Power System Protection. Amsterdam: 2004.
- [34] 黄益庄, 李春光. 微处理机方向横差保护装置的研究与应用 [J]. 清华大学学报 (自然科学版), 1997, 37 (1): 45-48.  
HUANG Yi-zhuang, LI Chun-guang Study and Application of Directional Transverse Differential Relaying Protection Device by Microprocessors [J]. Journal of Tsinghua University, Science and Technology, 1997, 37 (1): 45-48
- [35] 董新洲, 李幼仪, 薄志谦. 双回线无通道保护研究 (一)——故障分析和保护原理 [J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (11): 53-56.  
DONG Xin-zhou, LI You-yi, BO Zhi-qian Non-communication Protection of Double-circuit Line Systems, Part One: Fault Analysis and Protection Principle [J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28 (11): 53-56
- [36] 俞波, 杨奇逊, 李营. 同杆并架双回线保护选相元件研究 [J]. 中国电机工程学报, 2003, 23 (4): 38-42.  
YU Bo, YANG Qi-xun, LI Ying, et al Research on Fault Phase Selector of Protective Relay for Double Circuit Lines on the Same Tower [J]. Proceedings of the CSEE, 2003, 23 (4): 38-42
- [37] 索南加乐, 梁振锋, 康小宁, 等. 平行双回线路单回线不对称故障时提取故障分量的新方法 [J]. 西安交通大学学报, 2004, 38 (10): 991-994.  
SUONAN Jia-le, LIANG Zhen-feng, KANG Xiao-ning, et al Novel Fault Components Extraction Application for Asymmetrical Fault on Double-circuit Transmission Lines [J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 2004, 38 (10): 991-994
- [38] RCS-931A/B型超高压线路成套快速保护装置 [Z]. 南瑞继保电气有限公司.  
RCS-931A/B Typed Fas Protection Equipment for EHV Lines [Z]. NARI Relays Electric Co., Ltd
- [39] Bo ZQ, Weller G, Lomas T, et al Positional Protection of Transmission System Using Global Positioning System [J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2000, 15 (4): 1163-1169.
- [40] Chen Z, Bo ZQ, Zhang B H, et al GPS Based Positional Protection Technique using Fault Generated Current Transients [J]. International Conference on Electric Engineering Xi'an (China): 2001. 22-26
- [41] Zhang M, Dong X Z, Bo ZQ, et al Practical Accelerated Overcurrent Protection for Distribution Systems [A]. APAP2004, International Conference on Advanced Power System Automation and Protection Jeju Island (South Korea): 2004.
- [42] Zhang M, Dong X Z, Bo ZQ, et al Evaluation of an Accelerated Overcurrent Protection for Single Circuit Breaker Distribution Feeder [A]. IEEE/PES International Conference on Power Transmission and Distribution Dalian (China): 2005.
- [43] Bo ZQ, Aggarwal R K, Johns A T. A New Directional Relay Based on the Measurement of Fault Generated Current Transients [A]. DPSP97, IEE International Conference on Development in Power System Protection Nottingham: 1997.
- [44] Jiang F, Bo ZQ, Chin P S M, et al A Wavelet Transform Based New Directional Relay Using Transient Current Signals [A]. IPST'99, International Conference on Power System Transients Hungary: 1999. 20-24

收稿日期: 2005-06-07

作者简介:

薄志谦, 1982年取得中国东北大学学士学位, 1988年取得英国贝尔法斯特女王大学博士学位。1989年至1997年, 在巴斯大学电力系统组工作。目前, 在 AREVA T&D 自动化信息系统部门工作, 负责新技术开发。其主要研究方向是电力系统保护和控制。

和敬涵, 1987年毕业于太原理工大学, 1994年取得中国天津大学自动化系硕士学位。目前受聘为中国北京交通大学副教授。其主要研究方向为电力系统继电保护、故障远距离测量和定位。

董新洲, 1983年取得中国西安交通大学电气工程系学士学位, 1991年取得该校硕士学位, 1996年取得该校博士学位。1997至1998年, 在中国天津大学博士后工作站继续其研究工作。目前受聘为中国清华大学教授。其研究方向为电力系统继电保护、故障定位和小波变换的应用。

(下转第 47 页 continued on page 47)

- XIAO Yao, Maun Jean-Claude. Analysis on Error in Power System Frequency Measurement[J]. Power System Technology, 2002, 26(1): 39-42
- [2] 谢小荣,韩英铎. 电力系统频率测量综述[J]. 电力系统自动化, 1999, 23(3): 54-57.
- XIE Xiao-rong, HAN Ying-duo. An Overview on Power System Frequency Measurement[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23(3): 54-57.
- [3] Phadke A G, Thorp J S, Adamiak M G. A New Measurement for Tracking Voltage Phasors, Local System Frequency, and Rate of Change of Frequency[J]. IEEE Trans on PAS, 1983, 102(5): 1025-1038
- [4] 刘渝. 正弦波频率快速估计方法[J]. 数据采集与处理, 1998, 13(1): 7-11.
- LU Yu. Fast Frequency Estimation of Single Tone[J]. Journal of Data Acquisition Processing, 1998, 13(1): 7-11.
- [5] 谢明,张晓飞,丁康. 频谱分析中用于相位和频率校正的相位差校正法[J]. 振动工程学报, 1999, 12(4): 454-458.
- XIE Ming, ZHANG Xiao-fei, DING Kang. A Phase Difference Correction Method for Phase Frequency Correction in Spectral Analysis[J]. Journal of Vibration Engineering, 1999, 12(4): 454-458
- [6] 丁康,钟舜聪,朱小勇. 离散频谱相位差校正方法研究[J]. 振动与冲击, 2001, 20(2): 52-55.
- DING Kang, ZHONG Shun-cong, ZHU Xiao-yong. Phase Difference Correcting Method for Calibration of Discrete Spectrum[J]. Journal of Vibration and Shock, 2001, 20(2): 52-55.
- [7] 刘灿涛,赵伟. 频偏对数字积分法测量相位差影响的研究[J]. 电工技术学报, 2002, 17(3): 63-66.
- LIU Can-tao, ZHAO Wei. Research for the Effect of Frequency Winding to Measuring Phase Difference with Digital Integral Method[J]. Transaction of China Electrotechnical Society, 2002, 17(3): 63-66

收稿日期: 2004-11-20; 修回日期: 2004-12-23

作者简介:

贺建闽(1955-),男,硕士,副教授,研究方向为电气化铁道供电系统、电网电能质量测控技术; E-mail: hjmhyx@163.com

黄治清(1958-),女,副教授,学士,研究方向为电力系统自动化、电网电能质量测控及虚拟仪器设计。

## Power system frequency high-precision measurement based on phase difference correction method

HE Jian-min, HUANG Zhi-qing

(School of Electrical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** Power system frequency is one of the most important indexes of power quality. The high-precision frequency measurement is the base of a great deal of applied technologies. In this paper, a phase difference correction method is presented to correct the power frequency. This method has strong anti-disturbance capability by theoretical analysis and simulation. Frequency measuring accuracy is mainly related to signal-to-noise ratio (SNR), frequency excursion and the length of sampled data. With the characteristic of principle simple, high speed and accuracy, the method can meet the need of real-time frequency measurement in power system.

**Key words:** power system frequency measurement; phase difference correction method; DFT

(上接第 10 页 continued from page 10)

## The integrated protection for power network

BO Zhi-qian<sup>1</sup>, HE Jing-han<sup>2</sup>, DONG Xin-zhou<sup>3</sup>

(1. AREVAT & D Automation, Britain; 2. Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;

3. Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** This paper presents a novel protection and automation scheme for distribution networks called transient polarity directional comparison scheme. The technique is based on the detection and processing of fault generated transient current signals, in which specially designed protection relays are installed at each substation of a distribution network. The transient detection unit of the relay detects the fault generated super-imposed current signals. The transient polarity identification algorithm is then applied to the super-imposed signals to identify the polarity of the signal detected. The direction of a fault is determined by comparison of the polarity of the signals derived from all the line sections connected to the substation. The actual faulted section is identified by processing the directional information from various substations, with which the integrated protection of power network is realized.

**Key words:** transient based protection; polarity comparison; integrated protection