

实用高压电力线路无线核相仪的设计

张金波^{1,2},王 俊¹,范梅荣¹,冯媛媛¹

(1.河海大学 计算机及信息工程学院,江苏 常州 213022;
2.河海大学 电气工程学院,江苏 南京 210098)

摘要: 提出了一种无线方式对高压电力线路不同相之间的相位进行间接检测的方法,主要利用无线理论采集电力线路的相位信息,通过发送和接收两个装置,实现了高压线路相位的无线检测。介绍了高压电力线路无线核相仪的发送装置及接收装置的设计原理。该方法还可以进一步推广到无线方式的高压线路电力参数检测。
关键词: 电力线路; 相位间接检测; 无线; 核相
中图分类号: TM 930.9 文献标识码: B 文章编号: 1006-6047(2005)10-0065-03

0 引言

相位是周期(准周期)信号的三大要素之一,相位和相位差的测量,是电子测量和信号处理的重要内容。高、低压线路经常要进行相位和相位差的检测,例如,测量三相电路不平衡度需要测量三相线路电压的相位差,避雷器阻性电流的检测需要测量电压和总电流相位差,新发电站并网、新变电站投产前、输变电工程扩建、改造或主设备大修后,竣工投运现场经常要做核相试验,即所谓的定相,包括核对相序和核对相位,需要测量并网的两电网对应相的相位差。

目前,国内高压电力线路核相均采用有线方式,核相时需要 4 人进行,1 人担任指挥,2 人穿绝缘靴、戴绝缘手套担任核相员,1 人仪表记录。核相工作根据指挥人员的命令进行,高压操作员将高压

引线固定在绝缘棒上,长短适宜,用绝缘棒引高压线接触高压电源点时,动作协调,两人相互照应,以免出现差错,造成危险^[1-3],这种方法存在的问题是对于高压线路,尤其是对高压架空线路的相位检测时,要求两个装置同时与两根导线接触,采用有线方式拖线很长使用很不方便,且具有一定的危险性。因此,采用无线核相方式势在必行。现介绍采用无线方式的高压电力线路无线核相方法。

1 无线核相仪总体结构

高压电力线路无线核相仪由发送装置和接收装置两部分组成,如图 1 所示。

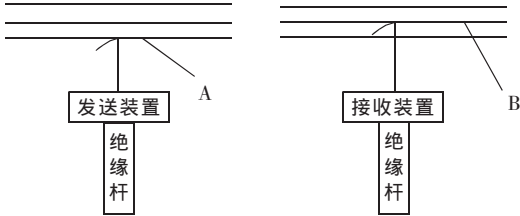


图 1 高压电力线路无线核相仪的总体结构图
Fig.1 The structure of wireless phase detector for high voltage transmission line

收稿日期: 2005-04-30
基金项目: 河海大学常州校区科技创新基金资助项目(04B002-02); 常州市科技攻关资助项目(CE20040431); 中华人民共和国专利项目(0520110018.3)

Research on soft starter controller of magnetic control motor

WANG Jun, CHEN Bai-chao, PAN Jing, YUAN Jia-xin

(School of Electric Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: A soft starting scheme of magnetic control motor is presented to avoid the discontinuous current-limiting of step starter regulation and the difficult maintenance and high price of stepless soft starter. A magnetic valve controllable reactor is set in series with the motor stator for soft starting, which starts motor smoothly according to the starting characteristics demanded by loads and reduces effectively the impact on power system. The working principle of magnetic control soft starting and the working characteristics of the magnetic valve controllable reactor are introduced, as well as the hardware and main program flow of the controller. Dozens of equipment have put into operation with good performance.

Key words: soft starter; magnetic saturation; controllable reactor; single chip

接收和发送装置上均装有电极,可以同被测导线相连,同时电极又作为发送装置发射信号的天线和接收装置接收信号的天线,使用时发送装置和接收装置用绝缘操作杆挂在导线上。

发送装置正常工作后将采集的电网电压信号进行处理及调制后发射,接收装置将接收到的发送装置的电网电压信号解调后与接收装置本身采集到的电网电压信号进行实时比较,即可测出其相位差值。由于目前国内电力线路核相时,何为同相何为异相尚无统一的标准,通常(国外产品)在电力线路核相时认为相位差值小于 10°为同相,相位差值大于 30°为异相,本高压电力线路无线核相仪采用此项标准。

2 无线核相仪的设计

2.1 发送装置的设计

发送装置由发送天线及信号采集处理电路、信号限幅及滤波电路、发送模块、频率可调方波发生器、驱动模块和声光信号电路等组成,如图 2 所示。

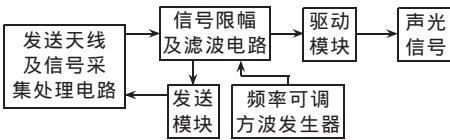


图 2 发送装置的原理框图

Fig.2 The principle diagram of transmitters

发送天线同时作为信号采集处理电路(简称电极),当高压线路核相时,电极与被测高压线路相接触,在电极上耦合出频率为工频的电磁信号,电磁信号在电极电感线圈上感应出电动势,通过限幅和滤波电路取出电网电压信号,送到窗口比较器整形后(方波信号)再分为两路:一路送至声光显示电路进行声光显示,表示装置已经正常工作;另一路送至发送模块进行 ASK 调制,经过发送模块调制后的电网电压方波信号又送回至天线发送到接收装置^[4-8]。

发送模块的载频信号由声表面谐振器(SAW resonator)产生,频率可达数百兆赫(443.92 MHz),该信号与采集所得的信号进行 ASK 调制。

调制电路如图 3 所示。

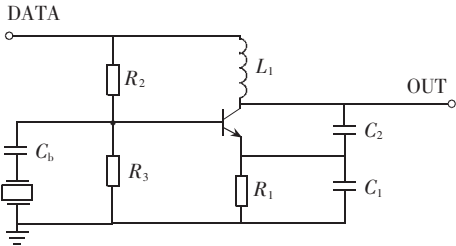


图 3 考毕兹振荡电路

Fig.3 Colpitts oscillating circuit

图中 C_1, C_2, L_1 构成考毕兹振荡器,其振荡频率 f 由下式给出:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 C_1 C_2 / (C_1 + C_2)}}$$

振荡频率 f 必须接近谐振器的固有频率,信号从 DATA 端输入,当信号为高电平时,振荡电路工作,OUT 端输出信号;而当信号为低电平时,电路停止工作。这样便实现了信号的 ASK 调制。调制信号再送入发送芯片,就能达到无线传输的目的。

频率可调方波发生器用于产生与工频信号接近的基准方波信号,该信号主要用于设备自检时模拟电网电压信号,只有自检成功表明设备工作正常,才可以进行高压线路相位的检测。频率可调方波发生器在接收装置中的作用与此同。

驱动模块和声光信号用于指示设备是否正常工作,当发送装置正常工作时,驱动模块将所得到的经过处理的信号进行相应的转换,驱动声光电路,发出正常工作时的声光指示信号。

2.2 接收装置的设计

接收装置由接收天线及信号采集处理电路、信号限幅及滤波、接收模块、频率可调方波发生器、积分窗口比较器和声光显示电路等组成,如图 4 所示。

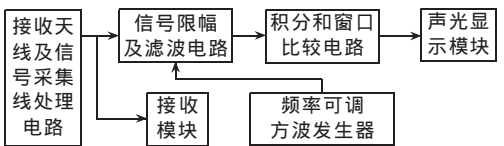


图 4 接收装置原理框图

Fig.4 The principle diagram of receiver

接收天线同时作为信号采集处理电路(简称电极),其信号采集处理原理同发送装置,采集到的电网电压信号(图 5 所示信号 B)与接收模块接收到的发送装置发送的电网电压信号(图 5 所示信号 A)解调后同时送到比较电路获得两条被测量线路的相位差 ϕ (脉冲信号)。假设信号 A 和信号 B 是相位差为 ϕ 的两个同频信号,那么信号 \bar{A} 和 B 相与即可得到相位脉冲信号如图 5 所示,然后将相位脉冲信号送到积分电路(见图 6),转换成电压信号(电压的大小取决于相位差),然后送到比较器比较,如果两个信号为同相(相位差在 $\pm 10^\circ$ 以内),那么积分所得电压相应地比较低,比较器输出低电平。若两信号异相(相位差超过 $\pm 30^\circ$),那么所得电压相应地比较高,比较器输出高电平(R_3 可调电位计可以微调积分后电压)。比较器输出信号送到驱动模块主要用于驱动蜂鸣器

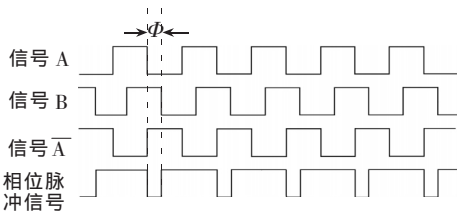


图 5 电压相位差的测量原理

Fig.5 Phase difference measurement between HV power lines

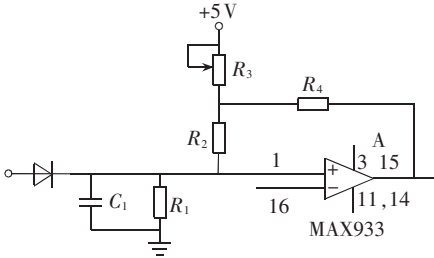


图 6 积分电路和比较电路

Fig.6 Integration circuit and comparison circuit

和发光管,即声光信号。核相时,若同相蜂鸣器连续鸣叫,全部发光管连续闪烁,若异相蜂鸣器不叫,此时只有一只发光管亮说明异相,且线路有电^[5~8]。

3 结语

高压电力线路无线核相仪可以方便、安全地对 6~35 kV 高压电力线路的相位进行检测,相位检测时装置之间无须导线连接,相位信息的传送采用无线方式,而装置供电采用 9 V 电池,这样使高压电力线路核相更为简便、安全。

高压电力线路无线核相仪在设计时采用屏蔽、数字地和模拟地严格一点共地,加去耦电容、放电管以及减小地环路面积等措施成功地解决了强磁场抗干扰问题、无线数据通信问题,利用限幅电路和比较电路解决无线方式相位的采集问题。此方法可进一步推广应用到无线方式的高压线路电力参量的检测,其关键的技术是如何提高测量精度。

参考文献:

[1] 何连兵. 实用的电力系统核相方法[J]. 农村电气化, 1998, (8):11-12.
HE Lian-bing. Practical phase-detection method for power system[J]. **Rural Electrification**, 1998, (8):11-12.
[2] 欧阳青. 输变电工程投运现场核相试验方法[J]. 电力

安全技术, 2002, (2):21-23.
OUYANG Qing. Phase-detect experimental procedures in transmission projects operation field[J]. **Electric Safety Technology**, 2002, (2):21-23.
[3] 陈本礼. 厂用电源系统 6 kV 母线的核相[J]. 湖北电力, 1999, (4):56-57.
CHEN Ben-li. Phase sequence verification for the 6 kV bus bar of the auxillary power system[J]. **Hubei Electric Power**, 1999, (4):56-57.
[4] 张金波, 陆 昊, 梁瑞宇, 等. 电力电量参数测量系统的设计[J]. 计算机测量与控制, 2004, (3):223-227.
ZHANG Jin-bo, LU Hao, LIANG Rui-yu, et al. Design of measurement system of electric parameters[J]. **Computer Measure & Control**, 2004, (3):223-227.
[5] 吴百诗. 大学物理(上)[M]. 西安:西安交通大学出版社, 2003.
[6] 顾宝良. 通信电子线路[M]. 北京:电子工业出版社, 2001.
[7] 黄智伟. 射频集成电路芯片原理与应用电路设计[M]. 北京:电子工业出版社, 2004.
[8] 刘公致, 郭裕顺. 一种较精确的相位测量方法[J]. 杭州电子工业学院学报, 1999, 19(1):44-50.
LIU Gong-zhi, GUO Yu-shun. An accurate phase measurement method[J]. **Journal of Hangzhou Institute of Electronic Engineering**, 1999, 19(1):44-50.

(责任编辑:戴绪云)

作者简介:

张金波(1967-),男,黑龙江双城人,副教授,博士研究生,研究方向为电力系统参数检测及其自动化控制(E-mail: zhangjb@hhuc.edu.cn);
王 俊(1982-),男,江西景德镇人,硕士研究生,研究方向为通信与信息系统;
范梅荣(1979-),男,江苏仪征人,硕士研究生,研究方向为通信与信息系统;
冯媛媛(1983-),女,北京人,研究方向为自动化控制。

Design of wireless phase detector for high voltage power transmission line

ZHANG Jin-bo^{1,2}, WANG Jun¹, FAN Mei-rong¹, FENG Yuan-yuan¹

(1.College of Computer & Information Engineering, Hohai Univ., Changzhou 213022, China;
2.College of Electrical Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract: A wireless method is put forward to indirectly detect phase differences among different high voltage transmission lines, which applies a receiver and a transmitter to acquires line phase information based on radio theory. The design principles of the wireless phase detector are described, including receiver and transmitter. The proposed method can also work for wireless electric parameter measurement of high voltage lines.

The project is supported by Technological Innovation Fund Project of Changzhou Campus of Hohai University(04B002-02) and Changzhou Scientific and Technological Project(CE20040431).

People's Republic of China Patent Project(0520110018.3).