

10kV 高压相位无线检测系统

杨学昭¹, 郑河清², 宋百平¹, 任业生³

(1. 中原工学院电子信息学院, 河南 郑州 450007; 2. 河南省化学工业学校, 河南 郑州 450042;
3. 河南省电力公司郑州供电公司, 河南 郑州 450006)

摘要: 相位检测在供电系统中十分重要。根据三相工频电压的相位, 利用微控制器测量降压后的相位差, 通过无线收发芯片实现两路 10kV 高压电网间的相位测量, 避免了常规有线测量的可靠性低、安全性差的缺点。给出了测量和控制电路、程序的流程图。所设计的无线相位测量仪, 安全性高, 使用效果好, 测量准确, 具有很大的推广应用价值。

关键词: 高电压; 相位; 无线收发; 单片机; 测量

The wireless measuring system of phase in 10kV high-voltage

YANG Xue-zhao¹, ZHENG He-qing², SONG Bai-ping¹, REN Ye-sheng³

(1. Zhongyuan Institute of Technology, Zhengzhou 450007, China .2.Henan Chemical Industry School , Zhengzhou 450042,China;
3.Zhengzhou Power supply Company, Zhengzhou 450006,China)

Abstract: It must be checked the voltage phases in the power system when two power systems or transformers work in the parallel system in order to keep the safety of the power grid system . So it is important to check the power phase in high-voltage power supply system .It is realized the 10Kv high voltage phase measurement based on difference of three low-voltage phases used MCU(Micro-Control Unit) through wireless receiver/ transmitter, and avoided some shortages of the ordinary wire measurement . It is given the measurement and control circuits、software diagram of the measurement system in the paper. The wireless phase measuring instrumentation has better value of implement as its high in safety, good effect on application , accurate in measurement.

Key words: high-voltage; phase; wireless receive and transmitter; MCU; measurement

中图分类号: TM835.1 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)23-0054-02

0 引言

电力系统中两个系统并网或两台变压器并联运行都需要进行核相, 经过核相使相位相同的两相互相连接, 实现系统并网或两台变压器并联的安全性。因此, 电压相位检测在高压供电系统中十分重要。一旦相位极性相反, 会造成电网瘫痪, 大面积停电, 损失巨大, 同时, 相位校验仪的使用安全性也至关重要。常规的核相仪使用两个核相棒, 利用电压的相量差, 并通过导线相连测量相位, 这样使用不方便, 安全性差。因此, 我们采用通过检测电压的相位, 利用无线传输方式, 使用单片机控制实现高压相位的测量。这样不仅提高了系统的可靠性, 安全性也大为提高。

1 检测原理

根据三相电源的相位如图 1 所示, 通过单片机

计时方法, 确定两相相位是否相同。

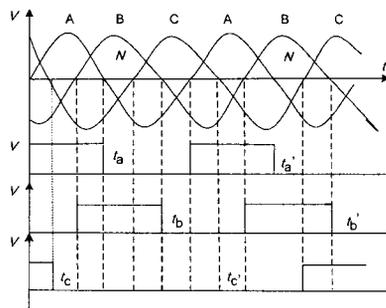


图 1 三相电源的相位测量原理图

Fig.1 Phase measurement principle of three-phase power

两个核相棒(主棒和从棒)分别连接在待测电压两相位端, 经降压、过零比较后, 在产生过零信号时, 主棒开始计时, 同时从棒在过零信号时刻, 通过无线芯片向主棒发出过零信号, 待主棒收到该

信号（从棒在过零信号）时，主棒停止计时，根据主棒的计时时间确定两相位是否相同。例如，如果接 A 相，从棒也接 A 相，主棒在 t_a 时刻开始计时，因也接 A 相，从棒在 t_a 时刻向主棒发送信号，主棒收到该信号时停止计时，根据无线收发芯片的波特率及发送的数据位，确定该时间值为同相时测量值。

同理，由于 A、B、C 三相的相位差为 120° （即 $20\text{ ms}/3$ ），由此可根据主棒的计时时间值确定待测的两相是否同相位。

2 测控电路

硬件电路主要包括测量电路、主棒和从棒的控制电路。从棒的控制电路和主棒相似，文中主要讨论主棒的控制电路。测量电路由 4 节 7 号电池供电。

2.1 测量电路设计

本电路集信号采集，测量时主棒和从棒两测头分别接触到两个 10 kV 高压两相，通过电阻降压，经过比较器，把某一相的电压信号输入单片机的中断输入端（INT0）。

2.2 主棒的控制电路

控制电路主要由 AT89C2051 单片机、判别相位及监测电压的指示灯、无线收发模块 PTR2000 和看门狗/电压检测电路 MAX813 等组成。如图 2 所示。例如，当主棒接在 A 相时，在检测到其过零点时，向主棒 CPU 发出中断请求，等待接收从棒 CPU 发来的信号。从棒的控制电路和主棒一样，即当其检测到某相过零点时，通过无线芯片向主棒 CPU 发出其过零点的时刻。主棒中断服务程序中根据接收到从棒 CPU 发来的过零点信号的时间及串行收发时间，根据测量原理判断出主棒、从棒此时所接的两相是同相或异相，并使相应的发光二极管亮。看门狗/电压检测电路是保证系统的可靠性，当电池电压低于 4.5 V 时，使 CPU 停止工作，并通过指示灯表示。

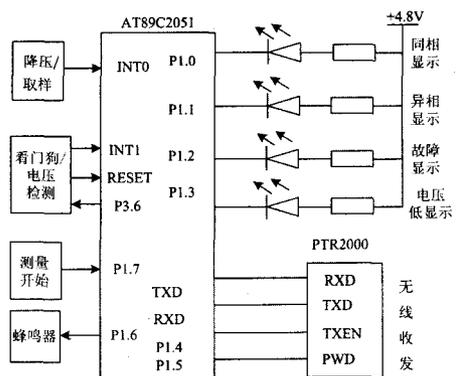


图 2 主棒测量与控制电路图

Fig.2 Measurement and control circuit of host rod

当主棒 10 s 内接受不到从棒发来的信号时，故障等亮。测量开始键按下表明测量开始。

3 软件实现

主棒固定在电网一侧的某一相，从棒在电网的另一侧某一相，分别检测 A、B、C 三相。当相位一致时，语音提示发出相位一致声响，并使同相指示灯亮（绿灯），同时还可以通过无线收发发出同相信号。若不一致，则异相指示灯亮（红灯），语音提示发出不同相声响，并经天线收发发出不同信号给主棒 CPU，更换从棒在另一侧检测直到检测完毕。

以下我们以主棒检测流程为例说明（从棒略）。

主棒检测过零信号采用中断方式（INT0），与从棒之间的联络通讯采用查询方式通过无线收发传送。定时器 T_0 、 T_1 用来作为计时功能。定时器 T_0 在主棒电压过零时开始计时，用来确定主棒接受到从棒过零的时间（含串行通讯收发时间）。定时器 T_1 用来确定测定主棒故障时间（如通讯失败、主棒测不到电压过零、系统异常等故障）。程序中，如果和从棒之间联络失败或主棒信号过零时，在 5 s 内没有收到从棒过零时发来的信号，则认为是无线收发损坏、从棒电源未开、或主从棒没有接在 10 kV 高压上，此时故障灯亮。串口通讯采用单片机的方式 2，即波特率固定（与 T_1 无关）。

主棒主程序流程图如图 3 所示。

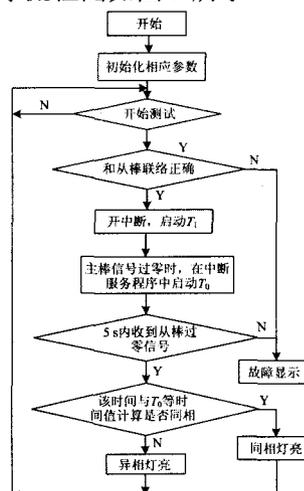


图 3 主棒程序流程图

Fig.3 Flow chart of process for host rod

棒过零标志，等待接收从棒传送来的过零时刻发来的信号。当然，如果在 5 s 内没有收到从棒过零时发来的信号，跳出中断，故障灯亮。

（下转第 68 页 continued on page 68）

5 结语

本论文在分析了变电站自动化系统的发展过程、现状和发展方向的基础上,对变电站自动化系统通信网络的结构和关键技术进行了研究,针对当前存在的问题,提出了一种基于工业以太网组播技术的变电站自动化系统通信网络解决方案,并详细阐述了方案的优势和其中的技术难点。经过实际应用证明,这种方案完全可行,具有广泛的应用前景。

参考文献

[1] 黄益庄. 变电站综合自动化技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.
HUANG Yi-zhuang, Technology of Substation Automation System[J]. Beijing China Electric Power Press, 2000.

[2] 赵金荣, 王海峰. 基于嵌入式以太网的变电站自动化系统的实现[J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (11): 79-82.
ZhAO Jin-rong, WANG Hai-feng. Implementation of Substation Automation System based on the embedded Ethernet technique[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28 (11): 79-82.

[3] Skeiet T, Johannesse N, Brunner C. Ethernet in Substation Automation[J]. IEEE Control System Magazine, 2002, 22.

[4] 吴在军, 胡敏强, 杜炎森. 嵌入式以太网在变电站通信系统中的应用[J]. 电网技术, 2003, 27.
WU Zai-jun, HU Min-qiang, DU Yan-sen. Application of the Embedded Ethernet in Substation Automation System[J]. Power System technology, 2003, 27.

[5] 孔庆月, 翟少华, 徐明贤. 对传统式分布式系统的改进研究[J]. 黑龙江科技信息, 2007, (6).
KONG Qing-yue,ZHAI Shao-hua,XU Ming-xian. Improvement Research of Traditional Distributed

System[J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2007, (6).

[6] 叶保留, 顾铁成, 陆桑璐, 等. 组播技术综述[J]. 小型微型计算机系统, 2004, 25.
YE Bao-liu, GU Tie-cheng, LU Sang-lu, et al. Multicast Technology Summary[J]. Small Microcomputer System, 2004, 25.

[7] 刘波. IP 组播通信机制及其实现[J]. 计算机工程, 2001, 27.
LIU Bo. The Mechanism and Realizes of IP Multicast Communication[J]. Computer Project. 2001, 27.

[8] 任雁铭, 操丰梅, 等. 基于嵌入式以太网的变电站自动化系统通信网络[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(17).
REN Yan-ming, CAO Feng-mei, et al. Computer Communication Network Based on the Embedded Ethernet Technique for Substation Automation System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25 (17): 79-82.

[9] 汪晓平, 钟军, 等. 网络通信协议分析与应用实现[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
WANG Xiao-ping, ZHONG Jun, et al. The Analysis and Application of Network Protocol[M]. Beijing: Post and Telecom Press, 2003.

[10] 徐力子. 变电站自动化系统 IEC60870-5-103 和 IEC60870-5-104 协议的分析和实施[J]. 电网技术, 2002,26.
XU Li-zi. The Analysis and Application of IEC60870-5-103 and IEC60870-5-104 in Substation Automation System[J]. Power System Technology, 2002,26.

收稿日期: 2008-02-25; 修回日期: 2008-05-21

作者简介:

刘 频 (1981-), 男, 硕士, 从事变电站自动化系统领域的研究与开发; E-mail:liupinvip@163.com

陈 立 (1967-), 男, 博士, 从事电力自动化系统领域的研究。

(上接第 55 页 continued from page 55)

当电源电压低于 4.5 V 时, 在 INT1 中断服务程序内使电压低指示灯亮, 并关闭所有中断源及定时器, 使单片机进入休眠状态。

从棒程序与主棒类似 (略)。

4 结束语

无线芯片实现核相仪结构简单, 安全可靠, 价格低, 具有很大的实用推广价值。该新型高压核相仪使用方便, 安全可靠, 具有发光二极管显示及声音提示功能, 符合电力企业标准化要求。通过选取不同的耐压元件及调节相应的参数, 可以对 6 kV、35 kV 等高压系统核相。

参考文献

[1] 杨学昭, 任跃华, 郑河清. 10 kV 高压相位检测仪[J]. 电测量技术, 2003,(4):17-19.

YANG Xue-zhao, Ren Yue-hua, Zheng He-qing. The Research of New Type 10kv High-voltage Phase Comparator[J]. Electronic Measurement Technology, 2003, (3):17-19.

[2] 黄永康, 曾宪喜. 10kV 定相器的原理及应用[J]. 福建电力与电工, 1997,17(2):39-41.

HUANG Yong-kang ZENG Xian-xi. The Thero and Application of 10Kv comparator[J]. Fujian Power and Electrical Engineering, 1997,17(2):39-41.

[3] GB13398-92, 带电作业用绝缘杆 [M]. 北京: 中国计量出版社, 1992.

GB13398-92, Insulating Rod for Live Working [M]. Beijing: China Metrology Press, 1992.

收稿日期: 2008-02-12; 修回日期: 2008-03-02

作者简介:

杨学昭 (1966-), 男, 副教授, 硕士, 主要从事电气控制、测量与控制自动化的教学与研究。E-mail: Yangxz@zzti.edu.cn