

基于 CAN 总线的 750 kV 避雷器阻性电流在线监测系统

潘亮亮

(宁夏电力公司 超高压分公司, 宁夏 银川 750011)

摘要: 阐述了基于总线式的 750 kV 氧化锌避雷器(MOA)阻性电流在线监测原理。利用单片机和可编程的 CAN 控制器,设计了一套基于 CAN 总线技术的 MOA 阻性电流在线监测系统,包含信号采集、现场测量、总线通信及专家系统等功能模块。通过传感器、信号处理单元及 CAN 总线实现数据的本地监测及传输,通过基于专家系统的软件处理算法完成数据的查询、诊断及预警功能,实现了对 750 kV 避雷器远程监测的现场测量及数字化。现场运行情况良好,验证了其有效性。

关键词: 750 kV; 阻性电流; CAN 总线式; MOA; 在线监测系统

中图分类号: TM 835; TP 39

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2010)12-0110-03

0 引言

750 kV 系统用无间隙金属氧化物避雷器(MOA)是为配合 750 kV 输变电示范工程建设,为系统提供过电压保护而进行研制开发的。该产品是使 750 kV 交流系统中电气设备免受雷电及操作过电压损坏的重要保护电器^[1-3]。

750 kV 系统用 MOA 在我国为首次研发^[4]首次使用,其运行时间短,维护经验少。而 MOA 无串联间隙,在运行中长期直接承受电力系统运行电压的作用,阀片将逐渐产生劣化;因结构不良导致密封不严,使阀片在运行中容易受潮;阀片受潮后泄漏电流增大又会加剧劣化,从而进一步导致泄漏电流增大,产生有功损耗,形成热崩溃,甚至导致 MOA 损坏或爆炸,从而使被保护设备失去保护,影响电网安全^[5-7]。

目前,多数 MOA 阻性电流在线监测系统是将被测信号引入站内主机,然后由主机进行集中检测和处理的^[8-9]。但由于被测信号很小,而与低电压等级变电站相比,750 kV 变电站内电磁干扰和杂散电容的影响大,加上到模拟量传输过程中的引入干扰,传统监测系统无法保证测量结果的有效性和稳定性。本文提出将总线式结构应用于 750 kV MOA 在线监测系统,其监测单元具备信号提取、数字化和处理功能,采用全数字化通信方式,彻底消除了电磁干扰导致的模拟信号传输失真,实现了 750 kV MOA 阻性电流的实时测量。

1 CAN 总线式在线监测系统

CAN 总线式 750 kV MOA 阻性电流在线监测系统包括本地监测系统、数据管理系统两大部分,它们之间通过局域网服务器连接用以实现监测终端用户

的远程监测和系统维护。通过局域网,用户可以实现对 MOA 的实时监控、历史数据查询及生成诊断报告等操作。图 1 为 CAN 总线式 750 kV MOA 阻性电流在线监测系统的结构示意图。

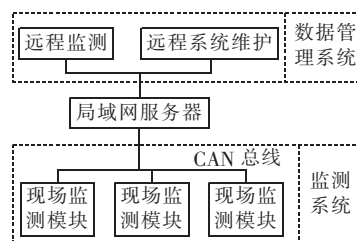


图 1 CAN 总线式 750 kV MOA 阻性电流在线监测系统结构

Fig.1 Structure of CAN-bus-based online resistive leakage current monitoring system of 750 kV MOA

2 本地监测系统

本地监测系统分为传感器、本地监测单元、CAN 控制器与 CAN 收发器 4 部分,如图 2 所示。本地监测单元实现信号的采集、数据本地化处理及存储。传感器将采集到的数据通过 A/D 转换器存入处理器进行处理。当收到查询命令时,由总线控制器对处理器进行访问后,CAN 收发器将数据发出。本地监测模块结构图如图 2 所示。

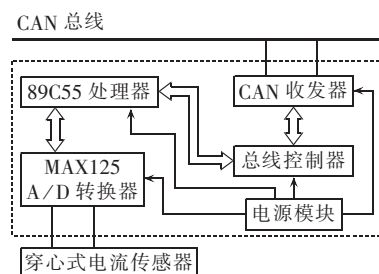


图 2 本地监测模块结构图

Fig.2 Structure of site monitoring module

2.1 传感器

在线监测系统中,传感器是取样器件也是关键器件,其性能的优劣直接影响测量精度及系统分析诊断的可靠性和准确性^[10-11]。所设计的监测系统采用了先进的自动补偿式电流传感器,除了选用起始导磁率较高、损耗较小的坡莫合金作铁心外,还采用了深度负反馈补偿技术,能够对铁心的激磁磁势进行全自动补偿,保持铁心工作在接近理想的零磁通状态,同时对线圈进行双层屏蔽,有效提高传感器角差和比差的稳定性^[12]。这种穿心结构(穿心孔径 Φ 为 25 mm)的电流传感器在检测 100 μA ~ 1 000 mA 的工频电流信号时,相位变换误差均不大于 $\pm 0.01^\circ$ ($\tan \delta$ 误差约为 0.02 %),并且不受环境温度及电磁干扰的影响,有效提高了取样的精确性。

2.2 信号处理单元

本地监测模块的信号处理单元中包括 A/D 转换器、处理器、总线控制器、总线收发器及电源模块 5 部分。传感器将采集到的信号通过 A/D 转换器转换后传送至处理器。处理器是本地监测模块的核心,主要实现数据的处理及存储等功能。本系统采用 89C55 型处理器,它与常用的 Intel 80518 微处理器相比有内存大、工作电压范围宽、集成度高、运行速度快等优点^[13],可以满足 750 kV 设备监测系统的数据处理及存储要求。

CAN 控制器采用 SJA1000 芯片,它支持 CAN 2.0 规范,在硬件上集成了物理层和数据链路层的功能,可以完成对数据帧处理。总线收发的电平转化功能由高速 CAN 收发器 TJA1040 实现。

2.3 总线设计

本系统采用了在通信能力、可靠性、实时性、灵活性、易用性、传输距离远、成本低等方面有着明显优势的 CAN 总线作为传输通道^[14-15]号,传输距离达到 10 km 时,CAN 总线仍可提供高达 5 Kbit/s 的数据传输速率,而且其最高传输流量可达 300 帧/s。

3 数据管理系统

数据管理系统是以专家系统为主要构架,包含历史数据查询、诊断分析及状态预警等功能。系统功能结构如图 3 所示。

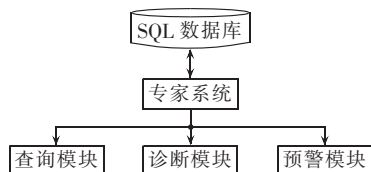


图 3 数据管理系统

Fig.3 Data management system

通过局域网通信方式,数据管理系统可定时获得被测设备的监测数据,并自动装载到 SQL 数据库,实现实测值与历史值的对比分析。

系统根据绝缘参数特征值的相对变化量,提供

数据诊断功能。此外,监测系统的上层软件还为设计专家系统的人员提供了访问数据库和显示结果(包括特征量、曲线、表格等)的工具,专业人员可利用这些接口开发出更为完善的诊断模块。

在诊断系统中,还嵌入了发展趋势预测模块,对监测数据进行分析判断(具有监测数据分析、查询、打印等功能),筛选出绝缘参数异常的设备,及时发出状态预警信号,形成监测报告,并提供包括绝缘参数变化趋势图在内的相关信息,便于管理人员做出更为精确的诊断。

4 应用实例

本系统以某变电站 750 kV MOA 为例,对其运行状态下的阻性电流 i 、阻性电流与容性电流比值 γ 及运行电压测量量 u 等参数进行实时监测,实验表明所设计的系统能真实有效地反映被测设备的运行状态,其结果如图 4~6 所示(图 4 中,曲线 1、2、3 分别为 A、B、C 相阻性电流 i ;图 5 中,曲线 1、2、3 分别为 A、B、C 相阻容比 γ ;图 6 中,1、2、3 分别为 A、B、C 相电压 u)。

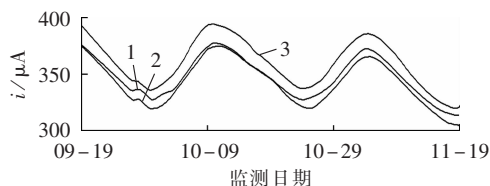


图 4 阻性电流测试

Fig.4 Test of resistive leakage current

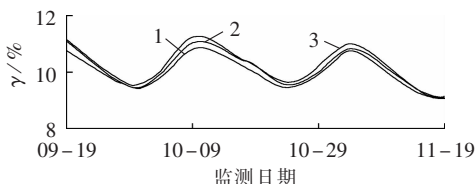


图 5 阻容比测试

Fig.5 Test of resistive-capacitive ratio of leakage current

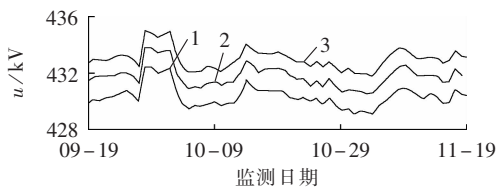


图 6 系统电压测量

Fig.6 System voltage measuring

5 结论

利用 CAN 总线的灵活、高速率、高可靠的数据传输性能研究开发了基于 CAN 总线技术的 MOA 在线监测系统,信号的采集、处理和分析都由现场微机单元独立完成,实现了 750 kV 设备状态监测的就地化。实验结果表明,本系统在高电压强磁场的环境下能真实有效地反映设备的运行状态。

参考文献:

- [1] 张文亮,吴维宁,胡毅. 特高压输电技术的研究与我国电网的发展[J]. 高电压技术,2003,29(9):16-18.
ZHANG Wenliang,WU Weining,HU Yi. Research on UHV transmission technology and development of power network in China [J]. High Voltage Engineering,2003,29(9):16-18.
- [2] 王永强,律方成,张柯,等. 考虑电网谐波影响的 MOA 在线检测方法[J]. 高电压技术,2003,29(9):24-25.
WANG Yongqiang,LÜ Fangcheng,ZHANG Ke,et al. On-line monitoring of MOA considering the influence of humorous voltage in power system[J]. High Voltage Engineering,2003,29(9):24-25.
- [3] 陈梁金,施围. 金属氧化物避雷器对 750 kV 线路进线开关的保护效果研究[J]. 电瓷避雷器,2003(4):36-39.
CHEN Liangjin,SHI Wei. Study on the protective effect of MOA on the input switch in 750 kV transmission line[J]. Insulators and Surge Arresters,2003(4):36-39.
- [4] 何计谋,朱斌,张宏涛,等. 750 kV 系统用无间隙金属氧化物避雷器的研究与开发[J]. 电力设备,2005,6(12):17-20.
HE Jimou,ZHU Bin,ZHANG Hongtao,et al. Research and development of 750 kV MOA without gap[J]. Electrical Equipment,2005,6(12):17-20.
- [5] 王永强,李和明,律方成. 总线式 MOA 阻性电流在线监测系统[J]. 电测与仪表,2009,46(1):34-36.
WANG Yongqiang,LI Heming,LÜ Fangcheng. Bus model on-line resistive leakage current monitoring system of MOA[J]. Electrical Measurement & Instrumentation,2009,46(1):34-36.
- [6] 王永强,律方成,李和明,等. 考虑电网谐波影响的 MOA 在线监测方法与应用[J]. 高电压技术,2003,29(9):24-25.
WANG Yongqiang,LÜ Fangcheng,LI Heming,et al. On-line monitoring of MOA that consider the influence of humorous voltage exist in power system[J]. High Voltage Engineering,2003,29(9):24-25.
- [7] 高峰,郭洁,徐欣,等. 交流金属氧化物避雷器受潮与阻性电流的关系[J]. 高电压技术,2009,35(11):2629-2633.
GAO Feng,GUO Jie,XU Xin,et al. Relation between resistive current and MOA affected with damp[J]. High Voltage Engineering,2009,35(11):2629-2633.
- [8] 史保壮,杨莉,王红斌,等. 总线式变电站绝缘在线监测系统的研究[J]. 电网技术,2001,25(4):36-39.
SHI Baozhuang,YANG Li,WANG Hongbin,et al. Development of bus-model on-line insulation monitoring system for high voltage apparatus in substation[J]. Power System Technology,2001,25(4):36-39.
- [9] 邓雄,刘卫东,傅志扬,等. MOA 泄漏电流网络化在线监测系统[J]. 高电压技术,2003,29(9):22-23.
DENG Xiong,LIU Weidong,FU Zhiyang,et al. The network-model on-line monitoring system of leakage current of ZnO surge arresters[J]. High Voltage Engineering,2003,29(9):22-23.
- [10] 周增堂,李娟,任明辉,等. 基于 LabVIEW 的 MOA 泄漏电流在线监测系统[J]. 西北水力发电,2006,22(3):9-11.
ZHOU Zengtang,LI Juan,REN Minghui,et al. MOA leakage current monitoring system based on LabVIEW[J]. Journal of Northwest Hydroelectric Power,2006,22(3):9-11.
- [11] 党瑞荣,付岳峰. 电容型高压设备绝缘在线监测系统的设计[J]. 电测与仪表,2008,45(4):22-25.
DANG Ruihong,FU Yuefeng. Design of on-line insulation monitoring system for capacitive high-voltage equipment[J]. Electrical Measurement & Instrumentation,2008,45(4):22-25.
- [12] 章伟聪,戴征武,张文祥. 基于 DSP 的分布式容性设备绝缘在线监测系统设计[J]. 电测与仪表,2009,46(4):58-62.
ZHANG Weicong,DAI Zhengwu,ZHANG Wenxiang. The design of distributed insulation on-line monitoring system of capacitive equipment based on DSP[J]. Electrical Measurement & Instrumentation,2009,46(4):58-62.
- [13] 方先存,刘云鹏,李军. 电容型设备绝缘在线监测系统的开发与应用[J]. 高电压技术,2008,34(6):1306-1309.
FANG Xiancun,LIU Yunpeng,LI Jun. Development and application of insulation on-line monitoring system for capacitive equipment[J]. High Voltage Engineering,2008,34(6):1306-1309.
- [14] 赵汉表,林辉,廖胜蓝,等. 基于 CAN 总线的绝缘子污秽在线监测系统[J]. 高电压技术,2005,31(6):29-31.
ZHAO Hanbiao,LIN Hui,LIAO Shenglan,et al. Insulator contamination degree on-line monitoring system based on CAN bus [J]. High Voltage Engineering,2005,31(6):29-31.
- [15] 陈静波,胡金春. 基于 CAN 总线的分布式容错系统实现[J]. 清华大学学报,2009,49(7):1023-1027.
CHEN Jingbo,HU Jinchun. Distributed fault-tolerant system based on CAN bus[J]. Journal Tsinghua Univ,2009,49(7):1023-1027.

(编辑:汪仪珍)

作者简介:

潘亮亮(1982-),女,宁夏固原人,助理工程师,硕士,从事超高压电气设备试验及状态监测工作(E-mail:kash_yap_echo@163.com)。

CAN-bus-based online resistive leakage current monitoring system of 750 kV MOA

PAN Liangliang

(Ningxia Electric Power Corporation Extra High Voltage Branch, Yinchuan 750011, China)

Abstract: The principle of bus-based online resistive leakage current monitoring of 750 kV MOA is presented, which is designed with the singlechip and programmable CAN controller, including the functional modules of signal collection, site measuring, bus communication and expert system. The site measuring and transmission of data are implemented by the sensor, signal processing unit and CAN bus, while the data inquiry, diagnosis and alarm functions are implemented by the algorithms based on expert system. The remote monitoring of 750 kV MOA with site measuring and data transmission is achieved and its effectiveness is verified by excellent site operation.

Key words: 750 kV; resistive leakage current; CAN bus mode; MOA; online monitoring system