

文章编号:1001-1609(2003)02-0044-03

# 高压断路器机械状态在线监测装置的研究

常 广, 王 毅

(北方交通大学电气工程学院, 北京 100044)

## AN ON-LINE MECHANICAL CONDITION MONITORING DEVICE FOR HIGH VOLTAGE CIRCUIT BREAKERS

CHANG Guang, WANG Yi

(Northern Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**摘要:** 描述了利用单片机实现高压断路器机械状态在线监测的智能装置及其考虑的监测因素。该智能装置可以长期在线监测高压断路器动作过程中的机械参量,为断路器机械故障诊断和状态预测提供依据。

**关键词:** 高压断路器; 在线监测; 单片机

**中图分类号:** TM561      **文献标识码:** A

**Abstract:** In order to obtain the mechanical characteristics of high voltage circuit breakers, an embedded microprocessor is properly used in the monitoring device, that is described in the paper. The mechanical characteristics of high voltage circuit breakers are monitored through long-term recording the signal during the operation. The data recorded are utilized for diagnosing fault and may be employed in fault prediction and condition-based maintenance.

**Key words:** high voltage circuit breaker; on-line monitoring; microprocessor

## 1 引言

断路器性能的可靠性关系到电力系统的安全运行。CIGRE 对高压断路器的可靠性所作的两次世界范围的调查,以及我国电力系统对高压开关设备事故的统计分析均表明,断路器主要故障为机械故障,而其中大多数故障是操动机构的问题。因此,加强机械故障的检测、提前发现潜在故障,对降低设备故障率,提高电力系统的安全性和可靠性具有十分重要的意义<sup>[1,2]</sup>。

断路器的检测技术大体上经历了从离线测试、周期性在线检测、长期在线监测的发展过程。20 世纪 90 年代出现了微型高压开关机械特性测试仪。国外目前已有功能较齐全、抗干扰性能较高的产品。国内一些单位和厂家也在开展断路器机械特性监测

和故障诊断方面的工作。对断路器实施在线监测,随时掌握断路器的运行状态,以便及时采取预防措施,避免停电事故发生成为迫切的需要<sup>[3-5]</sup>。

目前断路器在线监测中值得注意的问题是:①现有的在线监测系统功能不完善,缺乏足够的数据库积累,即使有了大量数据,故障诊断的分析能力也不足。因此,需建立数据库,并加强故障诊断方面的工作;②以往系统所关心的是机械参量的计算结果,而对机械运动过程关心不多;③监测仪器寿命过短,精度不够高。在实际应用中应尽量提高系统的性能价格比<sup>[6,7]</sup>。

研制新的高压断路器在线监测智能装置的目的在于对高压断路器分、合闸过程中的信号进行记录,提供更高精度、更高时间分辨率的数据,以改善系统的性能价格比。为进一步的故障诊断和预测工作做准备,提供一种积累数据的有效手段。

## 2 在线监测系统的基本构成

整个系统由上位机及多台在线监测装置组成。各在线监测装置通过传感器及变送器界面采集来自真空断路器的动作信息,一旦符合启动条件(如断路器分、合闸信号的出现等),在线监测装置即开始采集数据,具体功能可以由用户设定。上位机和各在线监测装置之间通过 RS485 接口相连,如图 1 所示。上位机顺序查询各个在线监测装置。一旦查询到“有数据”应答,即表明该装置已经记录了所监测断路器的动作数据,立刻按日期及设备序号将数据存盘待用。非访问期间,上位机可对数据进行整理、分析,计算出各断路器的机械参量,搜索可打印的数据,打印动作过程曲线等。随着数据的积累,系统对故障及其发展趋势作出预测和诊断,可依据故障的模式和等级,作出报警。若借助专家系统,可对设备

检修提出合适的建议。另一方面,这些数据可提供给厂家,为日后产品的设计优化提供参考。

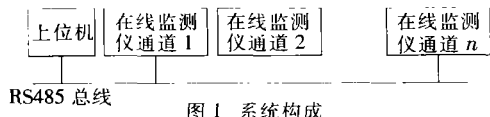


图1 系统构成

### 3 在线监测装置的实现

在线监测装置的一个通道分为主控板和接口板两部分,这种结构是为了系统的运用尽可能的灵活,仅需更换接口板和改变主控板的程序,即可使各通道适用于不同的测量要求,提高了系统的性价比。最多可将4个通道插接到接线主面板上,数据采集通道和接线主面板装在一个机箱中而组成完整的在线监测装置。目前所设计的每台上位机所带的通道数为16个,若需要接更多的通道,更换更好驱动能力的RS485通讯芯片即可。结构如图2所示,虚框中为其中的一个通道,每一台在线监测装置最多可有4个这样的通道。

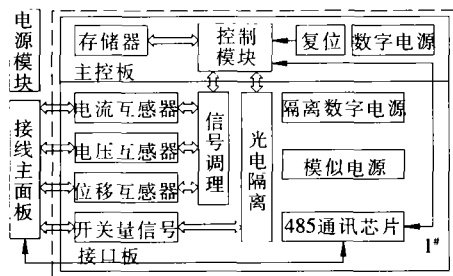


图2 在线监测装置的构成

#### 3.1 硬件部分的实现

高压断路器有许多机械参数,如:分(合)闸速度、分(合)闸时间、三相分(合)闸同期性、触头开距、刚分(合)速度、平均速度、最大速度、触头行程、超程、触头合闸弹跳时间、触头分闸反弹幅值等。从中可以判断出断路器的机械状态,发现拒动、误动等故障。这里通常预示着机械故障,在操动机构和传动系统上具体表现为机构卡涩,部件变形、位移或损坏,分合闸铁心松动、卡涩,轴销松断,脱扣失灵等;在电气控制及辅助回路上表现为二次接线接触不良、端子松动、辅助开关切换不灵、操作电源故障等。

为了得到断路器的这些机械参数,以便对断路器机械状态及故障进行判断,仅对弹簧操动机构而言,在线监测装置需要采集的信号有:储能电机的电压和电流、分合闸线圈电压、三相断口开关量、行程信号、分合闸线圈电流等<sup>[8,9]</sup>。

考虑到该系统所要实现的功能,主控中央单元采用新型的混合信号SOC处理器——C8051F000。

该处理器具有运用灵活、高速、低功耗的优点,主要特点是采用8051内核和流水线指令结构,自带看门狗和多种通讯接口,含有ISP闪速程序存储器和数据存储器,8通道复用的12位ADC,两个12位的DAC,两个比较器,采用3.3V供电电压。芯片管脚可以由开发者灵活定义,采用JTAG接口(完全兼容IEEE 1149.1标准)来实现程序的下载和系统调试,因而,系统的开发调试十分方便;即使已被应用于现场,随时进行一定程度的修改也是可以的。该处理器ADC可编程的最大采集速率为100 ks/s。主控板的存储器采用容量为1M的非易失静态RAM(必要时很容易可以扩展到2M或4M,只需更换同系列的存储芯片,在板上跳线),在最大采集速率时可一次记录5s的数据。C8051F000芯片本身附带串行通讯功能,加上一块RS485通讯芯片就很好地解决了与上位机间的RS485通讯问题。

#### 3.2 软件部分的实现

该系统的采集过程中,由上位机软件控制主动查询各通道来实现通讯过程的控制,在线监测装置的软件只负责控制数据的采集和对上位机的查询被动发出响应。一旦在线监测装置上某通道采集到所需的数据,即可被上位机接收。上位机将采集数据保存成标准的数据格式以供后续的数据处理软件处理或者工作人员查询。随着数据的累积,可以得到断路器的机械参数,从中可以分析出断路器的机械状态信息。断路器的状态变化有的是突变的,有的是逐渐变化的,对于渐变状态,可对变化的趋势作出分析。断路器每次动作的信息都得到记录,从而容易对断路器是否达到设计的机械寿命进行判断。

### 4 试验结果

目前正将该装置应用于ZN28-12/1250型户内高压真空断路器(主回路未加电压)上进行机械故障模式模拟试验。数据采集频率设置为10 kHz,由该装置的数模输出口经光耦隔离驱动晶闸管来控制断路器的动作。图3给出了某次合闸试验过程中一个断口的开关状态、开关行程、线圈电流与电压及电源电压的曲线。可以看出,该断口合闸时触头有弹跳。

图4为某次分闸试验过程中的开关状态、开关行程、线圈电流、线圈电压和储能电动机的电流、电压曲线图(为了显示清晰,只截取了其中部分时间段)。

分析表明,该装置达到了设计要求,抗干扰性能好,能够满足实际应用的需求。能够对高压断路器的控制电源、三相断口开关量、开关行程-时间特性、脱扣电磁铁的线圈回路电流和电压、储能电动机的电流

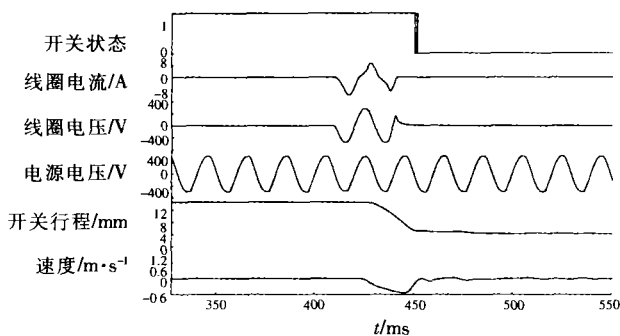


图3 合闸过程试验曲线

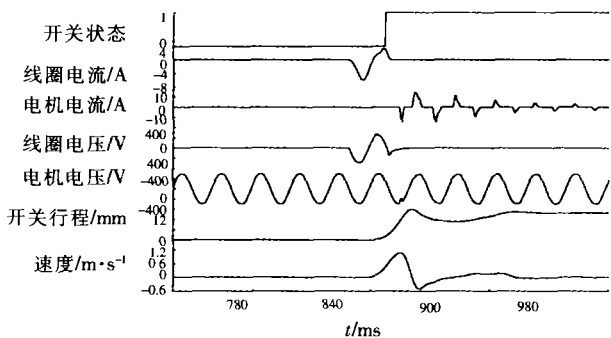


图4 分闸过程试验曲线

和电压进行可靠的监测。在进行8路模拟量和7路开关量测量时,每通道数据采集速率可达12.5 kHz,模拟数据分辨率为12位,一次可记录数据容量为1 M字节,记录时间与采集速率对应。

目前该装置由于采用RS485进行数据通信,数据量大时,通讯时间长,尚不能很好地应用于实时性要求非常高的场所。

## 5 结语

高压断路器机械状态在线监测装置能在线监测断路器的各机械参数,便于及时掌握断路器运行过程中的机械状态,分析诊断和处理机械故障。目前该

装置已用于断路器机械故障诊断的试验中,运行状态良好。试验数据存储在计算机中,主要的统计、处理工作也由计算机完成。

下一步的工作重点是开展高压断路器机械故障诊断和预测的研究;开发和完善上位机软件,建立数据库,与专家系统相结合,开展状态检修工作。

## 参考文献:

- [1] C R Heising, A L Janssen, W Lanz, et al. Summary of CIGRE 13.06 Working Group World Wide Reliability Data and Maintenance Cost Data on High Voltage Circuit Breakers Above 63 kV[A]. Industry Applications Society Annual Meeting [C], Conference Record of IEEE, 1994.
- [2] 杜彦明, 顾霓鸿. 中国电力系统配电开关设备现状及事故分析[J]. 高压电器, 2001, 37(3): 1-5.
- [3] 叶琦娅, 戴文进, 韩秀清. 高压断路器机械性能的检测[J]. 江西电力, 2001, 25(1): 9-26.
- [4] J H Nelson. Electric Utility Considerations for Circuit Breaker Monitoring [A]. Transmission and Distribution Conference and Exposition[C], IEEE/PES, 2001.
- [5] B Clegg, G Ewart, F Brankin. Advances in Circuit Breaker Testing and Condition Monitoring [A]. Monitors and Condition Assessment Equipment [C], IEE Colloquium, 1996.
- [6] W J B Bergman. Selecting Circuit Breaker Monitoring [A]. Transmission and Distribution Conference and Exposition [C], IEEE/PES, 2001.
- [7] M H B Grijp, J S Bedet, R A Hopkins, et al. Condition Monitoring of High Voltage Circuit Breakers[A]. IEEE African 4th[C], 1996.
- [8] 杨武, 丁丹, 荣命哲, 等. 高压开关柜的在线监测和故障诊断[J]. 电工技术杂志, 2001(3): 20-25.
- [9] IEEE Std C37.10.1-2000. IEEE Guide for the Selection of Monitoring for Circuit Breakers[S].

作者简介:常广(1978-),男,湖南汨罗人,硕士研究生,从事机电系统状态检测工作。

(上接第43页)

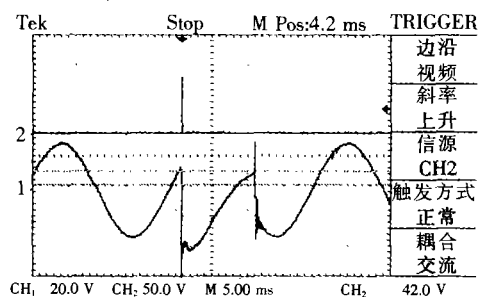


图3 在工频电压峰值前60°施加10 kA冲击电流  
(工频电压峰值为4 kV)

的脉冲信号的相位只与交流正弦波信号的频率有关,不受其他影响。

(2) 同步移相触发器中电容放电能量足够大,能够使点火装置稳定输出约10 kV,波宽约1~3 μs的高压脉冲波,保证点火间隙可靠击穿。

(3) 该装置能够满足金属氧化物避雷器3~6 kV比例单元的动作负载试验中预备性试验的要求。

## 参考文献:

- [1] GB11032-2000. 交流无间隙金属氧化物避雷器[S].

作者简介:施荣(1977-),男,助理工程师,从事避雷器试验工作。