

一种用于 GIS 局部放电信号在线监测的数据融合管理系统

唐 炬, 廖 华, 张晓星, 许中荣

(重庆大学 高电压与电工理论新技术教育部重点实验室, 重庆 400044)

摘要: 气体绝缘组合电器(GIS)特高频局部放电信号为上升沿和脉宽均为纳秒级的陡脉冲信号, 它是表征设备绝缘状态的重要特征量。为在线实时监测和信号处理, 提出一种基于 LabVIEW 的文件数据融合管理的方法, 将文件管理和数据库管理的优势相融合, 构成一种适合陡脉冲信号数据存储的文件数据融合管理系统。介绍了 GIS 在线监测系统后, 叙述了数据管理的要求、常用方法, 数据融合管理系统的数据库操作、陡脉冲局部放电波形数据的保存、数据库信息查询等关键技术。实践表明, 所构建的文件数据融合管理系统能有效地管理大量的陡脉冲局部放电监测数据。

关键词: 监测系统; 数据管理; LabVIEW

中图分类号: TM 835

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2007)11-0063-04

1 GIS 在线监测系统简介

气体绝缘组合电器(GIS)运行可靠性高, 越来越广泛地用于电力系统。但在生产、安装及长期运行过程中, GIS 内部不可避免地会不同程度地存在各种绝缘缺陷^[1], 从而引发局部放电, 进而导致绝缘事故。因此, 对 GIS 进行局部放电检测有重要意义。

GIS 局部放电时会产生持续时间仅为纳秒级的脉冲电流, 波头上升时间约为 1 ns^[2-4], 典型波形如图 1 所示, 其等值频率为兆赫兹数量级。

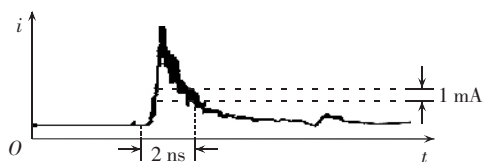


图 1 SF₆ 脉冲放电电流波形图

Fig.1 Current waveform of SF₆ PD pulse

在研制的 GIS 局部放电在线监测及故障诊断系统中, 除需要高速数据采集系统外, 还需要构建大容量数据管理系统, 以便存储大量陡脉冲信号数据, 才能满足对 GIS 局部放电信号的实时分析和模式识别。因此, 如何建立有效的数据管理系统成为一个极为关键的技术问题。

在综合了数据库管理和文件管理方法的优缺点基础上, 提出了一种基于 LabVIEW 平台, 并能满足对 GIS 局部放电信号在线监测要求的数据融合管理方法, 构建了一种文件系统管理与数据库管理相结合的数据融合管理系统。

所研制的 GIS 局部放电超高频在线监测系统主要由超高频微带天线传感器阵列、超高频信号传输单元、信号调理单元、数字 I/O 控制单元、高速数据采集单元和计算机等组成, 主要完成待检测 GIS 变电站的局部放电信号的超高频法的手动监测和自动循环监测, 同时对采集到的局部放电信号数据进行管理 and 智能分析, 进而对 GIS 变电站的绝缘状况进行综合评判。系统的整体结构如图 2 所示。

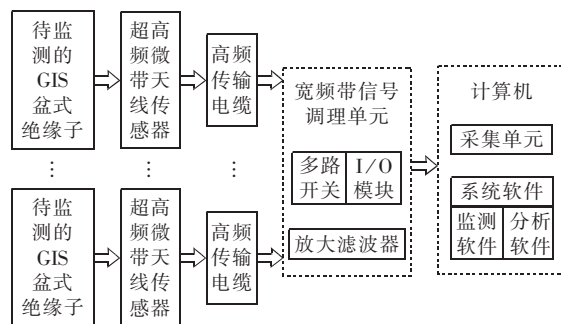


图 2 GIS 局部放电在线监测系统原理图

Fig.2 Principle diagram of GIS PD online monitoring

2 对数据管理的要求和常用方法

数据管理是信息系统的一个功能, 其作用在于组织数据和方便各类用户使用数据, 其中包括数据的采集、存储、查询、分析和删除等任务。

在 GIS 局部放电在线监测系统中, 如何对数据进行有效的管理是一个最基本也是极其重要的问题。因此, 对该系统数据管理提出的基本要求是:

a. 数据采集卡采集大量的局部放电数据, 在线监测系统应该能够有效地保存这些数据, 并且在某些历史数据不再需要时应能删除掉;

b. 当运用在线监测系统的数据分析功能对历史数据进行分析时, 获取分析所需要的数据则涉及到

对历史数据的按时间、设备号等构成的条件进行查询,即能按条件对历史数据进行查询;

c. 被查询出来用来分析的数据在有些场合希望对某些关键字有序(如对时间有序等),这就要求能对这些数据按指定的关键字排序。

常用的能实现系统数据管理的方法有 2 种,即利用数据库管理系统管理数据和利用文件系统管理数据^[5-8]。这 2 种数据管理方法用于 GIS 局部放电在线监测系统对数据管理都有各自的优势。数据库管理的优势表现在关系数据库的 SQL 语言是非过程性语言,对数据的查询或操作非常简单,数据的独立性较好。文件系统管理的优势在文件读写速度快、占用磁盘空间少、检索方便快捷等。所研制的 GIS 局部放电超高频在线监测系统的数据具有数据文件大(若用文本方式存储,每个波形就有 2 M)、数量多(每天要采集上百个波形)的特点。如果只用数据库存储,一天的数据就能让普通的数据库完全瘫痪,同时关系型数据库不适用于实时处理系统;如果只用文件系统管理,可以满足实时性,但因为数据文件数量很多,单单是遍历文件就是一个很大的开销,必须自行构造数据管理系统,增加许多工作。所以仅采用其中一种数据管理技术,不能满足系统的要求。

3 数据融合管理系统

GIS 局部放电在线监测系统的数据采集具有采集通道多、采样速度高和数据量大等特点,要求系统能实时、快速地对放电数据进行操作,即对文件的打开、读取、保存和关闭速度都较快,因此,利用文件方式管理放电脉冲数据能很好地满足实时性的要求。另外要能有效的对放电波形数据的相关统计信息进行有效的保存、查询和管理,而数据库系统具有适合管理多种类型的数据管理功能,能有效地管理放电陡脉冲统计信息。综合 2 种数据管理方法的特点,提出了基于 LabVIEW 的文件系统管理和数据库系统管理相结合的数据融合管理新方法,由此构建出用于 GIS 陡脉冲数据存储的文件数据融合管理系统,其数据的处理流程如图 3 所示。

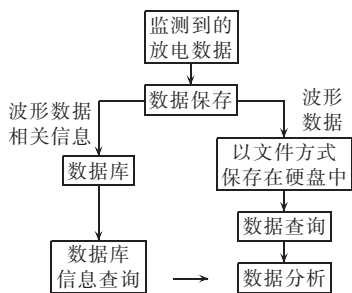


图 3 数据后台处理流程图

Fig.3 Flowchart of background data processing

该数据融合管理系统是根据 GIS 局部放电信号的特点,充分发挥了 2 种常用数据管理方法的优点,具有数据存储快捷、查询和管理方便等特点。它将

监测到的大量脉冲波形数据通过文件形式保存在硬盘中的同时,将相应的统计信息(包括波形数据以文件形式保存的文件名)一并保存在数据库中。通过用文件名联系,将 2 种常用数据管理方法下保存的数据联系在一起,实现了 2 种方法的有机融合。

3.1 数据库操作

基于开放数据库互连 ODBC (Open DataBase Connectivity) 接口和 LabVIEW 数据库驱动程序,采用 LabVIEW 和 SQL Server 2000 数据库的互连及 LabVIEW 对数据库的读写操作,从而实现了统计信息的存储和历史查询^[8-13]。

3.1.1 ODBC

ODBC 是一种广泛应用的数据库接口标准。它定义了与数据库无关的编程模型,提供了一套统一的编程接口,可以访问任何具有 ODBC 驱动程序的数据库。SQL Server 2000 支持 ODBC。对 ODBC 驱动进行注册后,建立 SQL Server 2000 数据源,应用程序通过与数据源进行连接,实现对数据库的插入、更新、查询、删除记录等操作^[14-15]。

3.1.2 数据库操作的实现

通过调用 Database Connectivity Toolset 中的函数,编写了 LabVIEW 对数据库的操作程序。图 4 所示为利用 SQL Toolkit 对数据库操作的 VI 图^[16]。

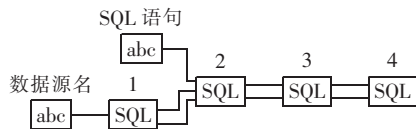


图 4 利用 SQL Toolkit 操作数据库

Fig.4 Database operation using SQL Toolkit

在图 4 中,数据库操作程序包括 4 个部分:第 1 部分为 Connect.VI,其作用是和 ODBC 数据源名对应的 SQL Server 2000 数据库连接起来,以便对数据库进行操作;第 2 部分为 Execute SQL.VI,其作用是执行指定的 SQL 语句,根据 SQL 语句可实现写数据库、读数据库及数据库查询功能;写操作,即插入数据,其操作步骤是绑定参数、给参数赋值、写入数据库。绑定参数的数据类型必须与数据库表中的相应列的数据类型一致;第 3 部分为 End SQL.VI,用来结束 SQL 语句的执行;第 4 部分为 Disconnect.VI,和 ODBC 数据源断开连接。

3.2 陡脉冲局部放电波形数据的保存

研制的 GIS 局部放电在线监测系统所用的高速采集系统,其采样频率最高可达 5 GS/s(表示 5×10^9 个点每秒),存储深度 8 MB,要求对采集到的放电数据按照以下要求进行保存:将采集到的放电波形数据以 txt 文件的格式保存在硬盘中;同时将相应的放电波形的相关统计信息保存到数据库中。文中所构建的数据融合管理系统中,数据文件的文件名中包括了设备号、采样日期和采样时间等信息,对其进行有条件查询非常方便快捷。

基于数据量大的特点,将采集到的脉冲波形数据按照日期归类,某天采集到的数据自动保存在当天的

文件夹里,这种做法对数据查询比较方便。图 5 所示为将放电数据以文件形式保存的程序流程图。

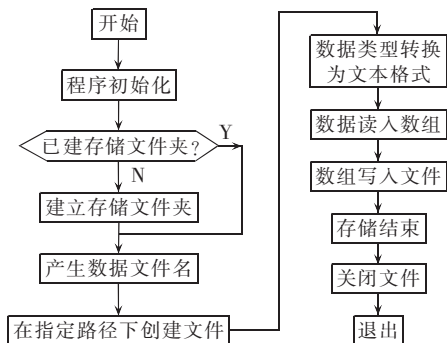


图 5 数据以文件形式保存的程序流程图
Fig.5 Flowchart of data-file storage

数据库保存脉冲数据统计信息的程序是根据图 4 所介绍的数据库的实现方法设计的。该数据库中主要保存了脉冲放电数据的采集日期、采集时间、设备号、最大放电量、预警值和数据文件名等统计信息。图 6 所示为统计信息保存到数据库的程序流程图。

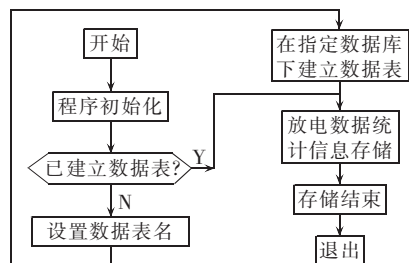


图 6 数据保存到数据库程序流程图
Fig.6 Flowchart of saving data into database

3.3 数据库信息查询

为显示存入数据库中波形数据的相关信息,了解设备运行中一段时间内放电量的变化趋势,数据管理系统设计了数据库信息查询功能,包括历史记录查询和历史曲线趋势查询,突出了数据库管理方便的优势。历史记录查询是将历史数据按照一定条件(指定时间、指定设备)进行查询,将在监测过程中以文件形式保存到电脑硬盘上的波形数据再现出来,同时显示该信号的一些特征信息,如设备号、测试日期、测试时间、最大放电量、预警值等。通过查询出的结果初步判断指定设备在某时间段内的绝缘状况,并可通过后续数据分析(小波去噪、模式识别等)对设备的绝缘状况进行深入了解。该功能是基于文件管理系统的,查询快速方便。历史记录查询流程如图 7 所示,历史记录查询界面如图 8 所示。

历史曲线趋势查询界面显示了指定设备需要查询的时间段内 GIS 局部放电在线监测最大放电量时间的关系。通过该曲线可以使用户很方便的了解指定设备在特定时间段内的运行状况及发展趋势,以便掌握设备的绝缘状况。图 9 为实验室内 GIS 模拟装置产生的局部放电历史趋势曲线。

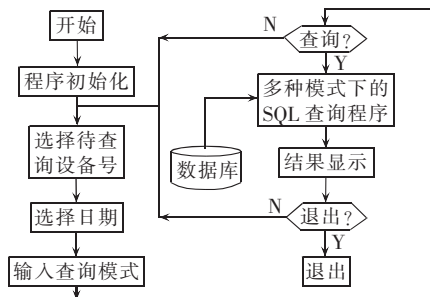


图 7 数据库查询流程图
Fig.7 Flowchart of database query

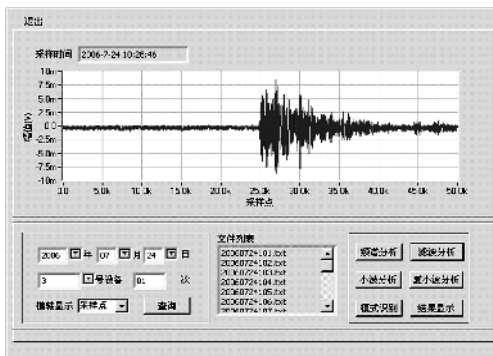


图 8 历史数据查询界面
Fig.8 Interface of historical data query

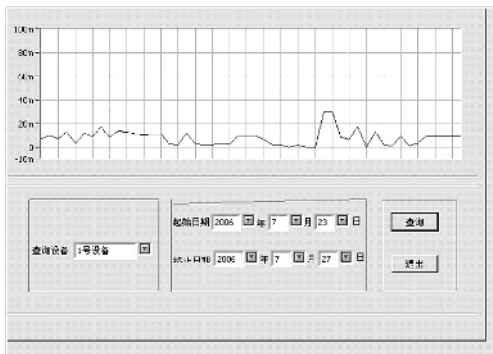


图 9 模拟装置的 PD 历史趋势
Fig.9 PD historical trend of Lab GIS

本系统已成功运行于某 220 kV 的 GIS 变电站。GIS 变电站现场局部放电历史趋势如图 10 所示。

从图 9 和图 10 局部放电历史趋势对比可看到,装有人工缺陷的实验室 GIS 模拟装置的放电量比较大,如果不采取应对措施可能会导致绝缘击穿事故。

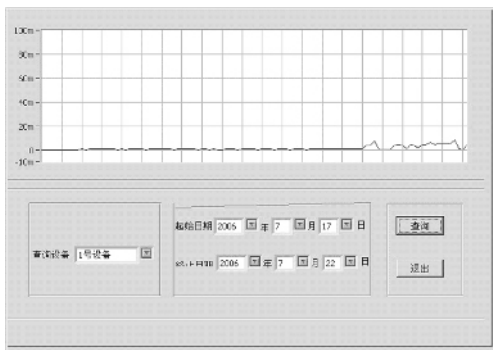


图 10 现场 PD 的历史曲线趋势
Fig.10 PD historical trend of site GIS

对某 220 kV GIS 变电站监测到的放电量较小,远不能对 GIS 的正常运行构成影响。

通过对构建的数据管理融合系统应用,表现出比单独用文件系统管理或数据库系统管理更为明显的优势,即在数据量比较大的时候,文件读写速度具有数据库系统管理的快速优点;在查询历史数据时,具有文件系统管理所需的较少时间;在大容量数据存储时,数据以文件的形式存储在磁盘上,其同样数量的数据所占磁盘空间比单独用数据库存储数据小得多,降低了对系统硬件配置的要求。

4 结论

在比较了文件系统管理方法和数据库管理方法优缺点的基础上,结合 GIS 陡脉冲局部放电信号在线监测的特点,提出一种基于 LabVIEW 文件数据融合管理的方法,将文件管理和数据库管理的优势相融合,构建了一种适合陡脉冲信号串数据存储的文件数据融合管理系统,它具有存储数据速度实时、快速,数据查询快捷、管理方便,可以对大量陡脉冲局部放电信号数据进行有效管理。实用表明,构建的文件数据融合管理系统能有效地管理大量的陡脉冲局部放电监测数据。

参考文献:

- [1] 苑舜. 高压开关设备状态监测与诊断技术[M]. 北京:机械工业出版社,2001.
- [2] BAUMGARTNER R,FRUTH B,LANZ W,et al. Partial discharge—part x:PD in gas-insulated substations-measurement and practical considerations[J]. IEEE Electrical Insulation Magazine, 1992, 8(1):6-27.
- [3] 唐炬,刘明军,彭文雄,等. GIS 局部放电外置超高频检测系统[J]. 高压电器,2005,41(1):6-9.
TANG Ju,LIU Ming-jun,PENG Wen-xiong,et al. Outside detection system of partial discharge in GIS with UHF method[J]. High Voltage Apparatus,2005,41(1):6-9.
- [4] 孙才新,许高峰,唐炬,等. 检测 GIS 局部放电的内置传感器的模型及性能研究[J]. 中国电机工程学报,2004,24(8):89-94.
SUN Cai-xin,XU Gao-feng,TANG Ju,et al. Model and performance of inner sensors used for partial discharge detection in GIS[J]. Proceedings of the CSEE,2004,24(8):89-94.
- [5] 王晓燕,冯江,温如春,等. 基于虚拟仪器技术的数据管理方法研究[J]. 微计算机信息,2005,21(9):142-144.
WANG Xiao-yan,FENG Jiang,WEN Ru-chun,et al. Method research of data manage based on VI[J]. Control & Automation, 2005,21(9):142-144.
- [6] 谷玉海,张桂彬,胡究能. 基于 LabVIEW 的数据存储及报表设计方法[J]. 北京机械工业学院学报,2007,22(1):9-11.
GU Yu-hai,ZHANG Gui-bin,HU Xian-neng. A method of data storage and report design based on LabVIEW [J]. Journal of Beijing Institute of Machinery,2007,22(1):9-11.
- [7] 尹仁平,刘刚,汪立新,等. LabVIEW 中的数据库访问[J]. 电子测量技术,2006,29(3):51-52.
YIN Ren-ping,LIU Gang,WANG Li-xin,et al. Access to access database in LabVIEW[J]. Electronic Measurement Technology, 2006,29(3):51-52.

- [8] 吴松涛,龚家伟. 在 LabVIEW 中利用 LabSQL 实现数据库访问[J]. 国外电子测量技术,2006,25(4):53-56.
WU Song-tao,GONG Jia-wei. Using LabSQL tools to access database in LabVIEW[J]. Foreign Electronic Measurement Technology,2006,25(4):53-56.
- [9] 毕虎,律方成,李燕青,等. LabVIEW 中访问数据库的几种不同方法[J]. 微计算机信息,2006,22(1):131-134.
BI Hu,LÜ Fang-cheng,LI Yan-qing,et al. Several methods of accessing database in LabVIEW[J]. Control & Automation, 2006,22(1):131-134.
- [10] 杨乐平,李海涛,赵勇,等. LabVIEW 高级程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [11] 李达,魏学哲,孙泽昌. LabVIEW 数据采集系统的设计与实现[J]. 中国仪器仪表,2007,22(1):49-52.
LI Da,WEI Xue-zhe,SUN Ze-chang. The design and realization system based of data acquisition on LabVIEW[J]. China Instrumentation,2007,22(1):49-52.
- [12] 王燕,张俊敏,刘开培. 基于虚拟仪器的谐波检测研究[J]. 电力自动化设备,2005,25(3):30-33.
WANG Yan,ZHANG Jun-min,LIU Kai-pei. Research of harmonic measuring based on virtual instrument[J]. Electric Power Automation Equipment,2005,25(3):30-33.
- [13] 罗文辉. LabVIEW 中的数据库访问[J]. 武汉理工大学学报:信息与管理工程版,2006,28(3):13-16.
LUO Wen-hui. Database acces in LabVIEW [J]. Journal of Wuhan University of Technology:Information & Management Engineering,2006,28(3):13-16.
- [14] 申烛,梅志刚,赵伟,等. 虚拟仪器技术在电子式电流互感器研制中的应用[J]. 电力系统自动化,2003,27(11):53-55.
SHEN Zhu,MEI Zhi-gang,ZHAO Wei,et al. Virtual instrument technology in electronic current transformer [J]. Automation of Electric Power Systems,2003,27(11):53-55.
- [15] 李建华,陈建业,张海波,等. 虚拟仪器技术在 SVC 监测系统中的应用[J]. 电力系统自动化,2003,27(5):65-67.
LI Jian-hua,CHEN Jian-ye,ZHANG Hai-bo,et al. Application of virtual instrument technology to SVC monitoring system[J]. Automation of Electric Power Systems,2003,27(5):65-67.
- [16] 瞿翌. 基于 LabVIEW 的水电站在线实时监测系统[J]. 电力自动化设备,2004,24(2):54-56.
QU Zhao. LabVIEW-based on-line real-time monitoring system for hydropower station[J]. Electric Power Automation Equipment, 2004,24(2):54-56.

(责任编辑:汪玖珍)

作者介绍:

唐炬(1960-),男,四川蓬溪人,教授,博士,博士生导师,主要从事高压电气设备绝缘在线监测及故障诊断研究(E-mail:cqtangju@vip.sina.com);

廖华(1981-),男,广西北流人,硕士研究生,从事 GIS 设备在线监测研究;

张晓星(1976-),男,湖北武汉人,副教授,博士,主要从事电气设备局部放电模式识别研究;

许中荣(1979-),男,江苏大丰人,博士研究生,主要从事高压电气设备绝缘在线监测和故障诊断技术研究工作。

Data fusion management system for GIS PD online monitoring

TANG Ju, LIAO Hua, ZHANG Xiao-xing, XU Zhong-rong

(The Key Laboratory of High Voltage Engineering and Electrical New Technology under
Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Ultra high frequency PD(Partial Discharge) signals reflect the insulation status of GIS(Gas Insulated Switchgear) devices effectively, which are steep pulses with rising edge and pulse width in nanoseconds. A data fusion management method based on LabVIEW is proposed for online monitoring and signal processing, which integrates file management and database management together to construct a data-file fusion management system for steep pulse signal storage. Key techniques are introduced, such as the requirements and ways of data management, the database operations, the PD wave data storage, the database query and so on. Practices show that the data-file fusion management system can effectively manage the massive monitored PD data.

This project is support by the National Natural Science Foundation of China (50577069) and the Pre - research of the National Basic Research Program(2006CB708411).

Key words: monitoring system; data management; LabVIEW