

文章编号: 1007-290X(2007)05-0037-03

基于 PC 的水电机组振动监测系统的开发

秦建明, 邵锐

(河南工业大学 电气工程学院, 郑州 450007)

摘要: 针对水电机组运行过程中因振动而引起故障这一问题, 开发出了一种基于 PC 的新型水电机组振动在线监测分析系统。该系统由 PC、专用数据采集箱、摆度、振动传感器及有关功能模块共同组成。重点讨论了系统的实时监测模块、振动分析模块、历史数据管理模块, 该系统能够连续地在线监测机组振动和摆度的变化过程, 可以为机组检修及运行调度提供良好的依据和可靠的信息。

关键词: 水轮发电机组; 振动; 数据采集; 实时监测; 振动分析

中图分类号: TM312; TP277

文献标志码: A

Development of PC-based Vibration Monitoring System for Hydropower Units

QIN Jian-ming, SHAO Rui

(School of Electrical Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: Aiming at the faults caused by vibration of hydropower units, a set of new-style vibration on-line monitoring and analyzing system based on PC has been developed. The system is composed of PC, special data acquisition apparatus, swing vibration sensors and related functional modules. The system modules for the real-time data monitoring, vibration database analysis and historical data management are discussed emphatically in this paper. With this system in monitoring of the vibration, the on-line monitoring of the vibration developing process can be realized. Consequently good basis and reliable information for the maintenance and operation of hydrogenerator sets are provided.

Key words: hydropower unit; vibration; data acquisition; real-time monitoring; vibration analysis

影响和反映水轮发电机组运行状态的参数很多, 机组稳定性是工作性能中的重要指标。以往的水轮发电机组计算机监控系统侧重于对温度和电量的监测, 而对影响机组稳定性的振动和摆度的监测则不够重视。机组振动是一种非常有害的现象, 它令机组的发电质量下降, 使用寿命缩短, 对安全经济运行构成了威胁。当前, 开发实用的水电机组振动监测系统是十分迫切的。振动含有幅值、相位和频率信息, 数据容易测量采集, 由于其反映了机组的故障状态, 因此, 水电机组振动监测将会越来越受到水电厂的重视。

1 系统总体设计

水电机组振动监测分析系统是一套功能较完善的实用系统。它以专用信号采集仪为主体, 以振动

实时监测和振动信号分析处理软件为核心, 加上振动、摆度、压力脉动传感器和输出设备, 共同构成了监测分析系统, 总体结构如图 1 所示。

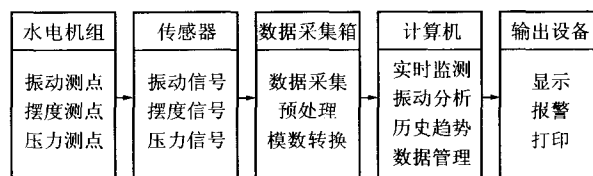


图 1 系统总体结构简图

系统实现过程: 由传感器或其他监测仪表输出的信号经信号采集单元放大、隔离、滤波等预处理后, 按照分析要求转化为数字信号, 传给 PC 进行大量的在线信号加工处理, 对机组进行振动值的实时监测和在线分析、历史趋势分析、数据实时浏览和查询、数据保存和转换等; 还可根据反映机组稳

收稿日期: 2007-01-12

定性状态的各种特征参数和原始数据,进行故障预警、报警,以及对机组状态做监测分析和诊断。

2 振动监测系统硬件构成

实现水电机组振动监测系统的主要任务是硬件的选择和构成设计、软件的功能设计和软硬件的整合。测点的选择是系统工作的前提,根据水电机组振动监测的测点布置原则,系统监测的测点主要布置为:在水轮机顶盖上水平与垂直方向和发电机的承重机架(或推力轴承支架)上水平与垂直方向各设一个振动测点,以测量机组固定部件的振动;在水轮机导轴承与发电机导轴承处的 x , y 方向上各设一对摆度测点,以测量大轴摆度。

选择传感器主要考虑两个方面,一是传感器的性能,二是被测对象的要求和条件。

振动测量传感器选择:由于大多数的水轮发电机组的转速频率较低,而且压力脉动形成的振动也大都是低、中频的,所以,测量固定部件的振动宜选择适于测低频振动的速度型振动传感器。

摆度测量传感器的选择:水轮发电机摆度的测量属于小位移动态非接触测量,所以,一般应选择电涡流位移传感器,例如常用的 CWY-DO 型,探头直径 6~10 mm,当水轮机主轴直径越大时,就应选择探头直径较大的传感器。

本系统硬件系统由专用数据采集仪、PC、显示器和安装于被测部位的振动、摆度、压力脉动传感器以及打印机组成。其中摆度传感器装于发电机上导轴承、下导轴承和水轮机导轴承的大轴处用来测摆度;振动传感器装于发电机组机架和水轮机顶盖用来测顶盖振动;压力传感器装于尾水管中用来测压力脉动。

并口系列采集仪是新型外置式模数转换产品,它接于计算机并口工作,不需机内插板,体积小,使用方便,适用于笔记本微机或台式微机。使用 EPP 快速并口规范,采集速度可接近机内插卡同等水平,产品中还具有自动数据块采集能力和极高的数据传输效率,可圆满实现实时数据处理、连续快速采集存盘等高级数据采集功能。数据采集仪的工作过程是按照预定的设置通过传感器采集振动数据,并传送给上位计算机,由计算机进行数据分析,以图表方式显示分析结果。它的主要优点:信号预处理单元和转换单元集成在数据采集箱仪内,

提高了系统运行的抗干扰性和稳定性;计算机和数据采集仪之间采用并口连接,系统的通用性好。

3 振动监测系统软件开发

基于 TeeChart 控件开发的发电机组振动数据监测系统,界面友好,功能强大,为振动数据的快速处理提供了可靠手段。本系统选用功能较强、运行效率较高且灵活易学的 Borland C++ Builder 6.0 为开发工具,以 Windows 98/2000/XP 作为操作平台,采用面向对象程序设计思想,综合应用了汇编语言、动态链接库、多线程、图形处理、数据库等技术。它是一个较为复杂的数据采集和处理系统,包含数据采集、数字滤波、实时显示、时域分析、频域分析、其他分析、图形显示、数据库浏览和查询、文件转换、存储、打印等功能。设计时考虑了人机交互界面友好、操作简单方便、提示信息直观、具备功能扩展等特点。

3.1 软件功能简介

系统软件功能主要包括系统参数设置模块、实时数据监测模块、振动分析模块、历史趋势模块和数据管理模块。实时数据监测模块可在线采集振动数据并连续在线监测和显示机组各导轴承处的摆度情况、机架和顶盖的振动情况以及尾水管压力脉动情况,并能以图形方式实时显示幅值;振动分析模块可以对机组各工况进行时域分析、频域分析、相关分析,并以图形方式显示分析结果。系统功能模块如图 2 所示。

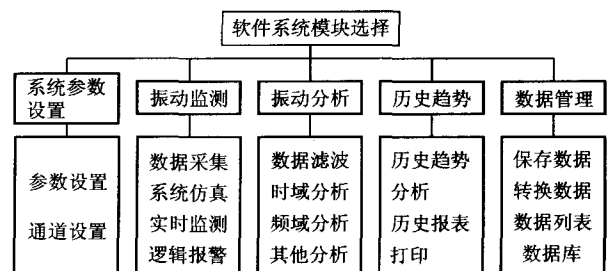


图 2 软件功能模块化结构图

本系统主要实现图形的动态显示功能,因此选用合适的图形显示控件非常重要。在本软件中用 TeeChart 类中的 TChart 控件和 DBChart 来实现上述功能,使程序开发十分方便。TChart 控件和 Timer 控件合用可实现图形动态显示,DBChart

和数据库连用可实现趋势显示。

3.2 实时监测模块

实时监测模块是本系统的一个关键模块，在底层控制软件上应用了汇编语言和调用动态链接库与底层交换信息；上层系统采用多线程技术，用来控制数据采集，数据采集为辅助线程。实时监测模块又分为数据采集与实时波形显示部分，如图 3 所示。

水电机组运行时既要实现数据采集又要实现实时显示，实时观测显示图形的同时又要连续采集数据，这就需要多线程来控制，即启动主线程之后启动辅助线程。程序中创建了一个新线程文件 CollectionThread.cpp，即创建了一个数据采集线程 CollectionThread，它来实现数据采集功能；线程文件中使用线程函数 void_fastcall TCollectionThread::DoCollect()实现数据采集。

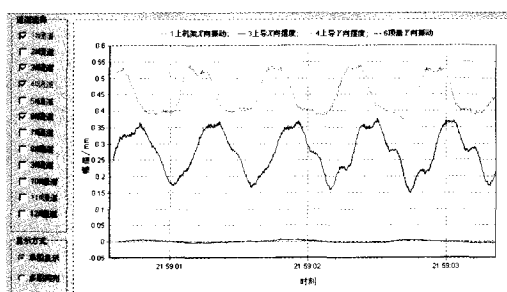


图 3 实时波形显示

3.3 振动分析模块

振动分析模块涉及到数据分析和处理的部分，基本是围绕数据展开的。振动分析所采用的数据来自于数据采集后保存好的数据库文件，文件中的数据是经过滤波处理之后的数据。选择好分析文件之后，文件的具体信息随即显示在界面上。振动分析模块分为时域分析方法、频域分析方法和相关分析方法等。

频谱分析是目前进行故障分析和诊断普遍使用的分析方法，从中可以得到有关信号所含频率成分的重要信息。频谱图还可在指定波形处显示对应点的幅值。频域分析的重点是快速傅立叶变换，因此首先要对经过直流滤波以后的数据进行加窗处理，然后进行快速傅立叶变换，在此基础上，进行幅值

谱分析和相位谱分析等。

3.4 历史数据管理模块

数据采集模块实现了对数据的采集功能，数据在内存中刷新很快，实时监测的动态显示的数据主要来自内存中。振动信号分析大多为静态分析，所用的数据来自数据文件，但由于数据量大，不易保存，系统现采用 Access 数据库，Access 数据库容量较大、功能齐全、独立性强、便于数据共享和数据管理，今后如需扩充数据还可使用 Microsoft SQL Server2000 数据库。

本软件使用的数据库应用程序接口使用的方法是在 Borland C++ Builder 6.0 中通过 ADO 技术和 Access 数据库相结合的方法。ADO 通过 OLE DB 提供的 COM 接口访问数据，适合各种客户-服务器系统的应用。Borland C++ Builder 6.0 中完全支持 ADO 技术，通过 ADO provider 驱动程序来存取各种数据库。

4 结束语

“水电机组振动监测分析系统”是随着整个水电行业综合自动化的发展趋势在国内外有关机组振动监测分析系统的基础上产生的。它通过对现代数据采集技术、通信技术、传感器技术、计算机技术以及数字信号处理技术的综合应用，实现了对水电机组振动状态的实时监测与分析，为机组的状态检修中分析振动原因并采取相应措施提供可靠的实测数据和科学依据，具有广泛的应用前景。此系统在山西省天桥水电厂 1 号机组振动试验中得到应用，效果良好。

参考文献：

- [1] 董毓新. 水轮发电机组振动[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 1989: 21-145.
- [2] 朱时银, 马承志. C++ Builder 5 编程实例与技巧[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001: 353-512.
- [3] 郑松远, 朱玉良. 水轮发电机组在线状态监测故障诊断系统[J]. 华北电力技术, 1998 (11): 23-26.

作者简介: 秦建明(1977-), 女, 山西忻州人。讲师, 工学硕士, 从事发电机组运行状态研究。E-mail: sxqjm25@163.com.

《广东电力》杂志投稿邮箱电子信箱: gddl888@sohu.com