

# 空气压缩机站远程监控系统的研究与实现

蔡丽丽<sup>1</sup>, 雷天友<sup>2</sup>

(1. 河南广播电视大学省直分校 郑州 450008; 2. 郑州大学科研处 郑州 450001)

**【摘要】**为了实现大型运行设备群的远程监控,提出了基于以太网络的空气压缩机站远程监控系统设计方案。系统基于以太网技术构成空气压缩机站信息传输网络体系,实现了空气压缩机运行过程的远程网络化监测与控制。通过该系统,能及时了解和观察关键设备的工作状态及各种运行参数,为设备的管理和维护提供了保障。论述了系统硬件的组成、实现方法以及专家系统在系统中的应用。最后就基于组态软件的系统应用软件的设计与开发进行了阐述。实际运行表明,系统运行稳定,操作方便,能有效减少设备维修量,保证了供风质量,达到了设计要求。

**关键词** 空气压缩机; 组态软件 以太网; 故障诊断; 远程监控  
**中图分类号** TP273 **文献标识码** A

## Implementation of Remote Monitoring for the Air Compressor Station

CAI Li-li, LEI Tian-you<sup>2</sup>

(1. Central School, Henan Radio & TV University Zhengzhou 450008;  
2. The Scientific Research Department, Zhengzhou University Zhengzhou 450001)

**Abstract** A Ethernet-based remote monitoring design of air compressor station is presented in this paper. The operating equipments in the air compressor station can be observed and controlled remotely and intelligently through the designed information transmission network; the operating condition and parameters of the main equipments can be learned in time, so the maintenance of the equipments can be insured. The composition and realization of hardware and the expert system used here are discussed. The development of application software system based on configuration software is introduced. The practical operation shows that the system has the characteristics such as working stably, easy operation, etc. It can meet the requirement in equipment maintenance and wind-supply quality.

**Key words** air compressor; configuration software; Ethernet; fault diagnosis; remote monitoring

空气压缩机是机车制造、维修过程中主要的动力供应源之一,它的运行状态好坏直接影响到机车车辆的安全。随着计算机技术、通信技术、控制技术的迅速发展,铁路交通部门迫切需要结合网络实现对设备运行情况的集中管理和远程监控。系统采用IPC工控机对生产过程控制系统进行监控,Client/Server体系结构和TCP/IP的通讯方式,将实时数据和控制信息通过以太网与数据库服务器进行交互<sup>[1]</sup>,实现了现场设备运行数据的实时采集和快速集中,为整个系统的调度、协调提供了可靠的保证。

### 1 空气压缩机站及工作原理概述

空气压缩机站组成框图如图1所示。

空气压缩机站有四台空气压缩机,它们输出的压缩气体都存储在一个储气罐中,系统根据现场生

产用风量多少的实际需要,自动启动或停止空气压缩机运行的台数,调节风量大小。系统对空气压缩机运行参数(温度、压力、电流等)进行实时监测,根据运行参数对空气压缩机的故障进行分析、诊断,同时,通过以太网进行压缩机的远程监测和控制。

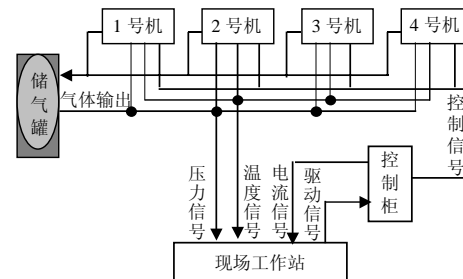


图1 空气压缩机站组成框图

收稿日期: 2006-05-15

基金项目: 河南省科技攻关项目(981120436)

作者简介: 蔡丽丽(1963-), 女, 硕士, 副教授, 主要从事电子及电气自动化方面的研究。

## 2 系统的组成

### 2.1 控制与管理的结构模式

系统控制与管理的结构模式分为三层。第一层为设备层,其主要任务是空气压缩机运行状态与运行参数的监测。第二层是控制层,控制层的作用是建立设备之间的联系,控制各设备间的协调工作。第三层是管理控制层,其主要任务是对空气压缩机的主要运行参数进行动态监测、故障分析、远程操作等,它基于企业内部的以太网。该层以管理控制为主,它可以通过第二层访问各空气压缩机运行状态以及运行参数,并有权限的对设备层进行远程操作<sup>[2-3]</sup>。

### 2.2 网络组成结构

系统网络结构如图2所示。系统采用客户/服务器模式,以太网TCP/IP网络协议作为系统的通信协议,利用现场监控主机作为服务器。该服务器具有I/O服务器、历史数据服务器、报警服务器、登录服务器和Web服务器等功能<sup>[4-5]</sup>。网络上一个节点计算机作为服务器端,其他多个节点计算机作为其客户端。客户端通过网络服务程序可以访问到服务器端的过程数据,客户端没有数据库,过程I/O数据全部集中连接在服务器端<sup>[6]</sup>。

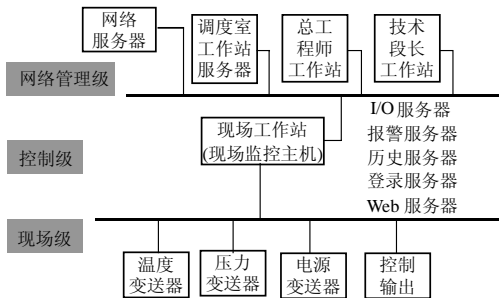


图2 系统的网络结构

## 3 系统的设计与实现

### 3.1 系统要求

空气压缩机站远程监控系统应满足以下要求:

(1) 信号采集:对四台空气压缩机温度、压力和电流等标准信号的采集,以及储气罐信号的采集,并对采集的数据进行处理和运算。同时根据建立的专家系统规则及智能控制系统进行自动控制。(2) 远程操作:通过以太网进行有权限的远程控制、操作控制、参数整定、系统设置、动态监视、查询、打印、报警等。(3) 动态显示:动态显示参数棒图、压缩机运行状态图、故障事件报警、电源开关状态等。

(4) 报表操作:查询实时和历史报表,打印实时和历史报表,任意设定打印历史报表的起始时间。

### 3.2 系统的硬件配置

现场配有一台监控主机,负责数据的采集、事务的处理和监控服务器的功能<sup>[7]</sup>。监控主机选用研华PIII850、128 MB内存、40 GB硬盘的工业计算机。系统的检测、变送器件和控制驱动器件主要有压力传感器、温度传感器、电流传感器、变送器、A/D采集卡、DI/O卡等。其中,压力传感器输入信号范围为0~1.6 MPa,变送器类型YTT-150JCIII;温度传感器Pt100的输入信号范围0~200℃;变送器类型I-2000,变送器输出信号范围均为电流4~20 mA;A/D板为PC-6319光电隔离模入接口卡,采用光电隔离技术使被测信号与计算机之间的电气完全隔离,减少现场信号的干扰,适合恶劣环境下现场信号的采集,同时符合PC/ISA总线标准的IBM-PC/AT系列原装及兼容机。在生产过程中,还有大量的开关信号需要处理。开关量输入通道的作用是把生产过程中的各种不同类型的开关信号通过它转换成计算机可以识别的信息,而开关量输出通道的作用是把计算机中二进制代码表示的开关信息,转换成能驱动现场设备信号的开关信号。这些开关信号可以控制电机的启动和停止,控制阀门的开启和关闭,执行机构的动作,指示灯的亮灭。系统选用PC-6403光隔离D/O卡,它具有32路光隔离开关量输出通道。

### 3.3 系统的软件设计

#### 3.3.1 系统软件结构

采用“组态王”软件作为系统的开发平台,整个系统以模拟动画显示为主。系统由数据采集预处理模块、可视化监测模块、监测数据库模块、设备运行状态可视化模块、故障诊断模块、网络通信模块等六部分组成<sup>[8-9]</sup>。

数据采集预处理模块主要完成对被控设备现场数据的采集和数据预处理,如对温度信号、压力信号等变量的采集,以及变量的转换、标定、报警值的设定等。可视化监测模块以模拟动画的形式显示空气压缩机的各种运行参数和运行状态。显示的主要信息有:空气压缩机的温度、压力、电流信息,空气压缩机的运行状态、开关的状态、运行时间和运行过程中出现的异常报警等。监测数据库模块监测数据库保存的所有监测数据,为事故追忆、优化分析以及报表的处理提供依据。故障诊断模块主要完成对系统运行设备的诊断,保障系统设备的安全使用。

### 3.3.2 应用程序的设计

整个系统设计有主操作画面、运行参数柱状图画面、车间动态运行画面、机组运行画面、报警画面、报表及查询画面等,能够动态地实现空气压缩机的远程监控与故障诊断。空气压缩机站运行动态图如图3所示。



图3 空气压缩机站运行动态图

### 3.4 专家系统与智能控制在系统中的实现

空气压缩机故障诊断专家系统是把压缩机行业中丰富的实践经验集中起来,并以某种形式存入计算机,把判断过程编成具有推理能力的程序,使得计算机像人类专家一样能够诊断出故障所在<sup>[10]</sup>。空气压缩机常见故障可分为两大类。一类是流体性质的,属于机器热性能故障,主要表征为机器工作时排气量不足,排气压力、温度及级间压力、温度异常等;另一类是机械性质的,属于机械功能故障,主要表征为机械工作时异常的响声、振动和过热等。引起故障的原因不同,所采取的分析、诊断故障的方法也不同。考虑到本系统需要监测空气压缩机运行时的压力、温度以及电流等参数值,将这些数据进行处理,然后通过专家系统进行诊断、分析空气压缩机的整体性能方面或部件性能方面存在的故障,预测故障发展的趋势。考虑到系统的实时性,该系统采用产生式知识表达方法和正向推理机制。

将专家系统引入空气压缩机站的远程监控系统的故障诊断中,配合控制,可使整个系统的安全性得到增强。

### 3.5 现场调试

#### 3.5.1 采样时间( $T_C$ )与显示刷新时间( $T_S$ )

系统的采样时间是指采样信号的时间间隔。理论上,采样时间越小,采样的数据越能反映现场模拟信号的实际值。但是,由于计算机程序在执行过程中需要花费一定的时间,同时计算机对系统的参数完整采集一遍也需要一定的时间。当采样时间选

取过小时,可能发生计算机不能完整地采集系统参数,使某些信号永远无法真实地被采集到计算机内,导致计算结果误差大,不能真实地反映现场信号的实际情况。由于系统信号包含变化速度慢的温度信号和变化速度快的压力信号,因此要求在现场调试系统时,一方面要保证温度信号采样的实时性及不采样的连续性;另一方面还要保证快速变化的压力和电流信号的实时性和快速变化的要求。根据这些特点,结合现场的实际情况,当采样时间取60 ms时,完全能够反映现场信号系统参数的变化要求,同时也可保证系统测量误差不超过0.5%。

显示刷新时间是对采样数据重新显示的时间间隔。显示刷新时间越小,所显示的数据变化越快,越能及时显示采样数据,但会使人眼产生疲劳,甚至无法看清显示数据;显示刷新时间越大,所显示的数据变化越慢,显示采样数据越稳定,但是,会使变化速度快的信号无法得到及时的显示。根据现场信号的性质和实际情况,显示刷新时间取值为5~6 ms,完全能满足系统的要求。

#### 3.5.2 信号调理参数的调试

系统采集的参数有:温度、压力和电流。首先进行相应参数的工程量转换,将检测到的传感器的电流值转换成相应的温度值、压力值和电机的电流值,使计算机显示、记录的数值为实际现场对应的温度、压力和电流值,同时进行信号滤波参数的调试。由于温度变化较慢,而压力和电流信号变化较快,因此,采取不同的计算方式和不同的滤波系数,以使处理后的测量信号既能够滤除干扰,较稳定地反映被测信号的真实值,又不至于产生太大的时间滞后。

网络的每一台计算机都必须具有唯一的节点名,系统使用TCP/IP协议,同时,对每台联网的机器定义IP地址。用户为了保证数据的正确性,需要每隔一定的时间检测传送链路是否畅通,查询周期设为500 ms。

## 4 结束语

本文提出了基于以太网络的空气压缩机站远程监控系统设计方案,实现了空气压缩机运行过程的远程网络化监测与控制。通过实际运行表明该系统操作方便,安全可靠,减少了设备的维修量,保证了供风质量,达到了设计要求。

(下转第754页)

## 4 结束语

本文针对进位保留阵列乘法器,提出了一种采用累加器实现的内建自测试方案,并对进位保留阵列乘法器的测试特性作了分析。所提出的方案能在较短时间内测试所有非冗余固定型故障,测试集大小适中。由于复用已有累加器作为测试序列生成和响应压缩,该方案可节省硬件占用和系统性能占用。

### 参考文献

- [1] STROUD C E. A designer's guide to built-in self-test[M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [2] PASCHALIS A, GIZOPOULOS D, KRANITIS N. An effective BIST architecture for fast multiplier cores[C]//Proc. of Design, Automation and Test in Europe Conference. Munich: IEEE Press, 1999: 117-121.
- [3] GIZOPOULOS D, PASCHALIS A, ZORIAN Y. An effective BIST scheme for carry-save and carry-propagate array multipliers[C]//Proc. of Asian Test Symposium.

Bangalore: IEEE Press, 1995: 286-292.

- [4] PSARAKIS M, GIZOPOULOS D, PASCHALIS A. Built-in sequential fault self-testing of array multipliers[J]. IEEE Trans. CAD, 2005, 24(3): 449-460.
- [5] MUKHERJEE N, RAJSKI J, TYSZER J. Testing schemes for FIR filter structures[J]. IEEE Trans. Computers, 2001, 50(7): 674-688.
- [6] BAKALIS D, NIKOLOS D, KAVOUSIANOS X. Test response compaction by an accumulator behaving as a multiple input non-linear feedback shift register[C]//International Test Conference. Atlantic: IEEE Press, 2000: 804-811.
- [7] LEE H, HA D. An efficient forward fault simulation algorithm based on the parallel pattern single fault propagation[C]//International Test Conference. Nashville: IEEE Press, 1991: 946-955.

编辑 张俊

(上接第750页)

### 参考文献

- [1] 于海晨, 仲崇权. 基于Internet的控制系统远程监控方案及实例[J]. 计算机自动测量与控制, 2001, 9(5): 14-16.
- [2] 康军, 戴冠中. 工业以太网远程监控系统设计[J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(6): 1633-1638.
- [3] 冯建新, 王光兴, 张大波. 基于网络的设备远程监控系统的设计与实现[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2002, 23(7): 617-620.
- [4] EDUARDO T, FRANCISCO V. Real-time fieldbus communications using profibus networks[J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 1999, 46(6): 1241-1251.
- [5] ALBERT W L, KU C H. Developing a PC-based automated monitoring and control platform for electric power systems[J]. Electric Power Systems Research, 2003, 64(2): 129-136.

- [6] WALSH G, YE H. Scheduling of networked control systems[J]. IEEE Control System Magazine, 2001, (21): 57-65.
- [7] LIAN F, MOYNE J, Tibury D. Network design consideration for distributed control systems[J]. IEEE Trans Control System Technology, 2002, (10): 297-307.
- [8] 吴忻生, 袁鹏. 数字化仓库远程监控系统的设计与实现[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2003, 31(9): 31-34.
- [9] 朱安邦, 黄君良. 基于网络的多台空气压缩机远程监控系统[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2005, 31(2): 41-46.
- [10] ZHU Yong-hong, JIANG Chang-sheng, FEI Shu-min. Robust adaptive dynamic surface control for nonlinear uncertain systems[J]. Journal of Southeast University (English Edition), 2003, 19(2): 126-131.

编辑 漆蓉