

文章编号:1000-582X(2007)07-0030-04

# 输油泵机组远程状态监测系统的设计与实现

徐 聪,汤宝平,姚金宝

(重庆大学机械工程学院,重庆 400030)

**摘 要:**针对输油泵机组的监测现状,研究了通过运用网络技术、数据库技术、Net Remoting 技术来构建输油泵机组远程状态监测系统,使其具备实时数据监测与报警、监测数据存储、远程监测、网络数据共享、故障分析等功能。对输油泵机组远程状态监测系统总体结构设计以及各具体功能的实现进行了详细的分析。该系统实现后,应用于某油库输油泵机组的状态监测,运行结果表明系统能够有效的减轻现场维护人员的劳动强度,降低输油泵机组的事故发生率和维护成本,实现了的设计初衷。

**关键词:**输油泵机组;状态监测;远程监测;数据库;数据共享

**中图分类号:**TP277

**文献标志码** A

电机—输油泵机组是油田原油储运的关键设备,其运行方式一般为4班24h连续运行,定期停机检修。在运行过程中,一般采用人工定时或不定时巡检抄表的方式来查看机组的运行状态。这种运行方式存在以下问题:首先泵房和电机房噪声大,温度高,人工巡检抄表时工作环境恶劣。其次巡检的工作方式不能及时准确的发现设备的故障。最后定时维护的方式一方面难以及时发现故障,另一方面则对无故障机组停机检修,造成维护成本上升。

以上情况表明,需要一种能够实现无人现场值守、及时发现设备故障、并且能够给出合理设备维护报告的输油泵状态监测系统<sup>[1]</sup>。将网络技术和数据库技术引入到输油泵状态监测系统中来,构建企业级的网络化监测系统,可以满足上述的要求。网络技术和 Remoting 技术的引入可以有效减少工作强度,实现远程测试。数据库的引入使系统在层次结构更加清晰明确,便于扩展;功能上可以对现场中数量巨大、种类繁多的监测数据实现有效的存储和管理,为设备的维护分析提供了一个强有力的支持平台<sup>[2]</sup>。还可以通过 Web 服务器,给其他的用户(例如科研院所、高校等)提供测试数据共享,以加强企业和科研机构的合作和交流。

## 1 系统结构设计

输油泵机组远程监测系统主要有3个层次的体系结构(图1所示)。下层是现场数据采集层,由数据采集器和传感器组组成。中间层是现场数据处理层,由与数据采集器通讯的硬件和处理软件组成<sup>[3]</sup>。上层是企业级的监测中心层,由企业监测分析站、数据库服务器,和 Web 服务器组成,3者与现场输油泵机组构成企业内监测网络,由 Web 服务器提供 Internet 访问接口。

输油泵状态远程监测系统的监测对象为五台输油泵机组。每台机组都由一台油泵和一台异步电机组成。系统在每个油泵的出口、前后轴承座、平衡管安装传感器,获取油泵出口压力和温度(p1、t1)、前后轴承座温度(tb1、tb2)、振动加速度(ab1、ab2)、平衡管压强(p)、流量;在每个电机定子、前后轴承座、安装传感器,获取电机定子温度(td3)、电压(ua、ub、uc)、电流(ia、ib)和前后轴承座温度信号(td1、td2)、振动加速度(ad1、ad2)。现场的数据采集器获得以上信号,在现场监测站的显示实时数据,并监视这些数据,在其超出限定值时给出报警提示。同时通过数据服务组件将实时数据发送到数据库服务器和企业级分析站,以建立

收稿日期:2007-02-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50405009);教育部新世纪人才支持计划资助项目(NCET-04-0849);重庆市自然科学基金资助项目(2006BB2242)。

作者简介:徐聪(1982-),男,重庆大学硕士研究生,主要从事智能测试及仪器研究。汤宝平(联系人),男,教授,博士生导师,(E-mail) bptang@cqu.edu.cn。

监测数据库和实现远程监测。企业级监测分析站可查看实时监测数据,对现场监测站进行实时的操作,还可运行数据分析程序,输出设备维护报告。Web 服务器则是为外网用户提供通过 Web 浏览器来访问本地数据访问的平台。

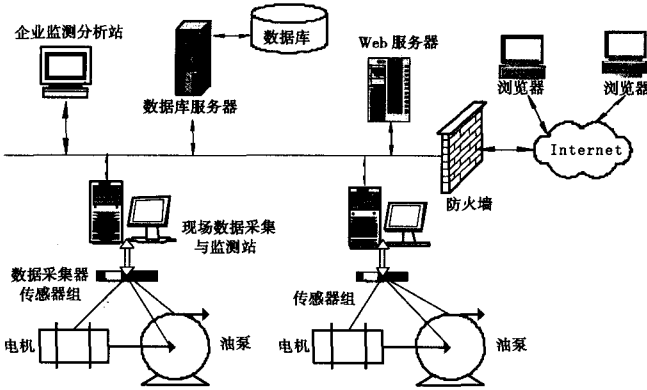


图1 轴油泵机组远程监测系统结构图

本文使用 VS. net2003 开发环境来开发系统中的应用程序。数据库的选择上在满足系统要求的基础上,考虑到降低数据库开发、维护的成本和难度,选用微软最新推出的 SQL 2005 来构建系统数据库。

## 2 系统实现

### 2.1 现场监测站实现

现场输油泵机组监测站实现数据采集、数据显示、实时数据传输到数据库和企业监测站、实时报警等功能。现场数据通过传感器加数据采集卡以 A/D 转换的方式来获得的。压强使用 KYB600P 系列工业压力变送器、温度采用 PT100 铂电阻温度传感器、电压采用电压互感器降为 -5 ~ 5 V 低压、电流采用电流互感器降为 0 ~ 5 A 电流,然后将以上数据送工控机进行 A/D 转换得到实时的监测数据。振动加速度通过加速度传感器进行测量。功率因数和电机输入功率通过对电流交流采样、A/D 转换的数据进行 FFT 分析后计算而得。泵流量和泵效是通过泵进出口压强计算出扬程后,再根据泵的特性曲线,通过曲线拟合和插值计算而得。实时监测程序运行界面如图 2 所示。

当所测的数据超过程序的限定值时,实时监测程序会根据超限的不同类型给出不同的报警提示,如图 2 所示,黄色表示超出下限定值,红色则表示机组在超上限状态运行。除了上文所提到的一般的监测功能外,现场站还运行数据服务组件和远程对象,分别用来向数据库和企业级监测站发送实时监测数据和实现远程监测。

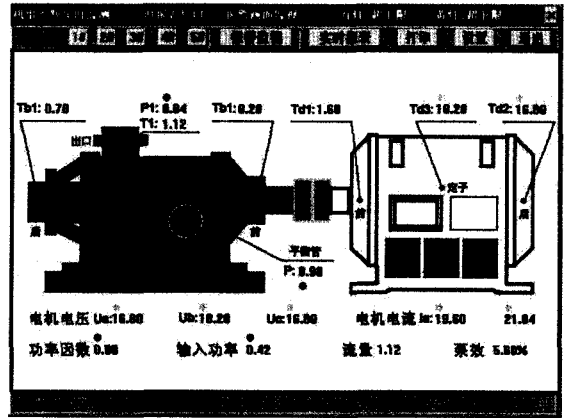


图2 系统实时监测界面

### 2.2 远程监测实现

企业级监测分析站要实现无人值守监测仅仅依靠获得现场站数据是不够的,因为在监测过程中可能会需要更改一些监测设置。例如修改数据采集的一些参数、修改报警的设定值等等。因此企业级的分析站需要具备与现场站程序实现通讯并且能够远程干预现场监测站测试过程的能力。开发时选用 . Net Remoting 技术来实现这一功能, Remoting 允许客户端应用程序在远程计算机上实现远程组件并像使用本地组件一样使用它们。它的工作原理如图 3 所示,客户端可以通过 Remoting 来访问在远程计算机上的服务器对象, Remoting 封装了远程访问的细节,关于 Remoting 技术的原理问题本文在此就不作赘述。

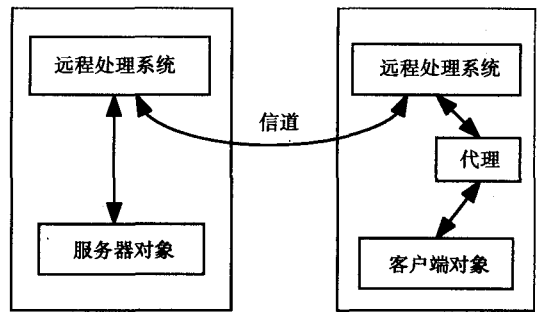


图3 Remoting 工作原理图

通过 Remoting 提供的框架,本文在输油泵机组的现场监测站实现一个远程对象,在现场监测站监测程序运行时,该远程对象也会同时被启动加载,客户端也就是本系统中的企业级分析站,则通过 Remoting 来访问远程对象。为了方便和直观地对现场监测程序进行操作,笔者在所开发的远程对象本身中封装了事件,采用响应事件的方式来实现对现场监测程序进行控制操作。即在企业级的监测站上访问远程对象、触发远程对象中封装的事件,而远程对象实际所在的现场监测站则响应这些事件,从而实现远程监测<sup>[4]</sup>。为了操作

的直观性,在企业级监测分析站上采用和现场站一致的监测程序界面。最后需要说明的是实时监测数据从现场站发送到企业级分析站是用 socket 方式来实现的,本文在开发过程中曾尝试过使用 Remoting 来实现,但速度与 socket 相比差距明显。

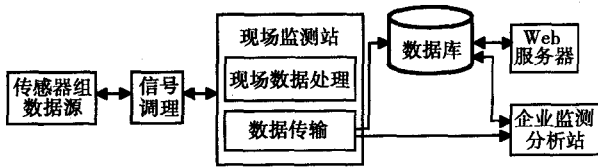


图 4 系统数据流程图

企业级监测站除实现远程监测等实时功能外,还需要对实时监测数据进行进一步的分析来得到油泵机组的维护报告及报表。例如对异步电机电流的监测值做频谱图,通过观察在供电电流频率周围的边频带来揭示损坏的转子导条和与旋转机械有关的机械问题。

对轴承温度监测历史数据进行分析,可以为轴承摩擦方面提供有用的信息。对轴承加速度的测量数据进行统计处理观察轴承频率分量的分布,可以揭示轴承是否存在故障等<sup>[5]</sup>。实时数据库为这些应用程序提供了强有力的支持。

2.3 实时数据库的实现

数据库的引入使输油泵机组状态监测系统层次结构明晰<sup>[6]</sup>,从系统的数据流程图(图 4)可以看到整个系统都是围绕监测数据来完成各自的功能。数据在数据库中是以数据表的形式储存的,因此在将数据存入到数据库之前,需要设计好数据库中的数据表,以便向表中添加数据。根据输油泵系统的监测对象,设计时为每台输油泵机组设计四个数据表:分别是电机实时数据表、电机报警数据表、输油泵实时数据表、输油泵报警数据表。各表的字段项如表 1。

表 1 字段项

电机实时数据表列名	输油泵报警数据表列名	电机报警数据表列名	实时数据
前轴承温度/℃	报警时间	报警时间	油泵出口压强/MPa 油泵出口温度/℃ 油泵前轴承温度/℃ 油泵后轴承温度/℃ 前轴承加速度/(m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> ) 后轴承加速度/(m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> ) 油泵平衡管压强/MPa 油泵流量/(m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> ) 油泵效率/%
后轴承温度/℃	报警数据字段名	报警数据字段名	
前轴承加速度/(m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	报警数据值	报警数据值	
后轴承加速度/(m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup> )			
定子温度/℃			
A 相电压/V			
B 相电压/V			
C 相电压/V			
A 相电流/A			
B 相电流/A			
功率因数 cos(α)			
电机输入功率/kW			

实际使用中采用数据表的创建时间加上设备名称来作为表名。数据表创建完毕后,就可以将实时数据添加进来,在实际应用时发现现场有多种数据需要添加到不同的数据表中,而每次添加都需要与数据库建立连接,这对于数据库服务器以及数据库本身的性能都是一个很大的考验。因此需要采取必要的措施来减轻数据库服务器的负担。

通过采用 Visual Stdio. net 2003 中自带的 ADO. Net 组件可以通过调用 DataSet 方法来避免上文中提到的问题。在实时数据表创建完毕后,运行在现场监测站的数据服务组件会首先将数据库中需要更新的数据表使用 DataSet 的 Fill DataSet 方法读入到本地的内存中然后就关闭掉与数据之间的连接,再将采集到的数据按照分类添加到对应的数据表中,在间隔一定的时

后(取决于具体数据表中的数据量最大的字段)使用 DataSet 的 Update Source 方法用已经更新的数据表来更新数据库中的数据表。

2.4 基于数据库的数据共享的实现

数据共享方面,开发时选用 ASP. Net Web Application 来开发外网用户的访问页面。页面提供直接数据表显示、图形化显示数据的功能,与用户共享数据。数据库为 Web Application 提供数据源上的支持,虽然 SQL 2005 支持为数据库引擎实例配置 HTTP 端点和地址,以便从应用程序向其发送 SOAP 请求,数据库引擎实例直接接收包,而无须配置任何中间层服务,如 Internet 信息服务(IIS)服务器。但在应用中,还是建立了 Web 服务器,其目的是分担数据库服务器的负担、将用户与数据库隔离,增加系统的安全性。

考虑到网络安全性和网络状况的不确定性, 在因特网用户访问数据库时, 笔者所开发的网站页面(如图 5 所示)并不直接连接到数据库, 而是访问 Web 服务器内存中使用 DataSet 建立的一个内存数据库, 这样做的好处在于隔离了用户和数据库提高了数据库安全性, DataSet 作为数据源的响应速度比直接连接到数据库更快, 也减轻了数据库服务器的负担。

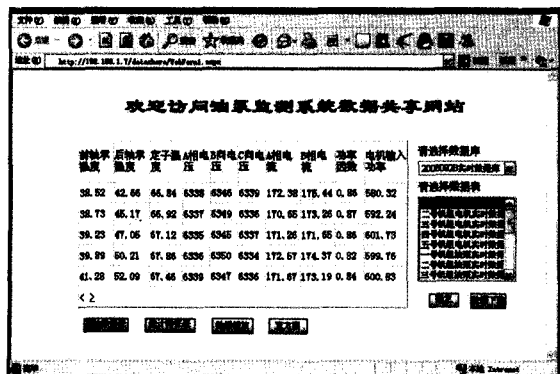


图 5 油泵监测系统数据共享网站

### 2.5 系统运行结果

输油泵机组远程状态监测系统在完成现场安装调试等工作后, 实际运行表明, 该系统技术先进、可靠性高、操作简单、易学易用。系统提供的实时报警、远程监测等功能有效的减轻了现场维护人员的劳动强度。根据企业级监测站提供的故障诊断报告使得机组的维护更有针对性, 选择维护的时机也更加科学和合理。数据共享网站让开发人员随时了解机组的运行状况,

方便与企业交流与合作。

### 3 结 论

输油泵机组远程状态监测系统能够对机组的运行状态进行实时监测, 远程监测, 监测数据存储, 测量值超过限定值时能自行给出报警提示, 对机组的常见故障进行诊断分析, 输出维护报告等。系统的应用能够有效降低机组运行的事故发生率, 减少维护的时间和费用, 减轻管理人员的劳动强度, 确保输油泵机组长期、稳定、高效、低耗地运行。

#### 参考文献:

- [1] 熊良才, 何岭松. 基于 Intranet 的轧机状态监测与故障诊断系统的研制[J]. 冶金自动化, 2000, 24(5): 17-19.
- [2] TORAN F, RAMIREZ D, NAVARRO A E, CASANS S, et al. Design of a virtual instrument for water quality monitoring across the Internet [J]. Sensors and Actuators, 2001, B76: 281-85.
- [3] 彭永胜, 王太勇, 张子谦. 基于 Internet 的泵站远程状态监测与故障诊断系统研究[J]. 振动工程学报, 2004, 17(22): 633-636.
- [4] 费晓琪. Microsoft. Net 平台上用远程对象模型·实现远程监测映像节点[J]. 计算机工程与应用, 2003(7): 141-143.
- [5] QU ZHAO. 网络化水电机组在线状态监测与故障诊断系统[J]. 仪器仪表学报, 2006, 27(1): 54-56.
- [6] 王强. 机电设备远程监测和故障诊断系统的数据管理[J]. 计算机工程与应用, 2004, 40(9): 208-210.

## Design and Realization on Remote Condition Monitoring System for Feeding Oil Pump

XU Cong, TANG Bao-ping, YAO Jin-bao

(College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** In view of the actuality of the feeding oil pum monitoring, the network technology, the database technology and the Dot Net remote technology are integrated nimbly to construct the remote condition monitoring system for feeding oil pump, which has many functions such as the real-time data monitoring and alarm, real-time monitor data storage remote monitoring, network data sharing, fault analysis, and so on. The whole construction design of the system and the realization of its sub function are given. The worker's intensity of labor, the maintenance cost and the accident occurrence rate of the feeding oil pum were dramatically reduced when the system was applied to the oil storeroom successfully.

**Key words:** feeding oil pump; condition monitoring; remote monitoring; database; data sharing;