

文章编号:1671-6833(2009)02-0066-05

工程装备远程监控管理系统的设计与实现

何清华^{1,2}, 王北战¹, 贺继林^{1,2}, 杨敏¹, 黄斌¹

(1. 中南大学 现代复杂装备设计与极端制造教育部重点实验室, 湖南 长沙 410083; 2. 湖南山河智能机械股份有限公司, 湖南 长沙 410100)

摘要: 分析了基于 GPS/GPRS 技术、CAN 总线、信号采集技术的工程装备远程监控管理系统的总体结构和原理、主要功能模块及其实现方法, 重点介绍了利用面向对象编程的 Delphi 出色的网络编程、多线程和数据技术开发系统功能的过程, 采用了动态数组与指针数组相结合的方式解决了实时数据库系统的通讯实时性与数据量大的难题。远程监控管理系统的应用, 缩短了工程装备的维修周期, 使维护和管理更为主动和便捷, 从而使挖掘机以最佳运行状态工作, 提高了产品竞争力。

关键词: 监控管理系统; Sql 数据库; 双缓冲; 多线程; 动态数组

中图分类号: TU 621; TP 274⁺.2, TP 302.1

文献标识码: A

0 引言

鉴于远程监控管理系统在汽车上的成功运用, 取得了不错的社会效益与经济效益, 在液压挖掘机等工程装备上装备远程监控管理系统成为一种可能, 并已引起众多液压挖掘机生产制造商和相关科研院所的重视。

挖掘机机载监控系统的应用已经较为成熟, 许多大中型工程装备都已经装备了机载监控器, 为远程监控管理系统的实现奠定了基础。笔者以工程装备中的典型装备挖掘机作为研究对象进行说明。由于挖掘机结构复杂, 工作条件恶劣, 故障率较高^[1], 且多采用分期付款购买或租赁方式施工, 使得工程装备出现问题时维修困难、维修周期长、维护费用高、管理不便。为了解决这些难题, 提高售后服务水平, 一个有效的方法就是将传统设备状态监测与故障诊断技术、计算机技术、控制技术、GPS 技术、网络通信技术相结合, 建立挖掘机远程监控管理系统^[2]。

1 系统组成及工作原理

系统构架: 整个系统主要包括高精度传感器、控制器、CAN 总线、数据监控仪表、GPRS 车载终端、PC 机、防拆防盗装置、GPS 模块及电源等部

分, 详细组成见图 1。

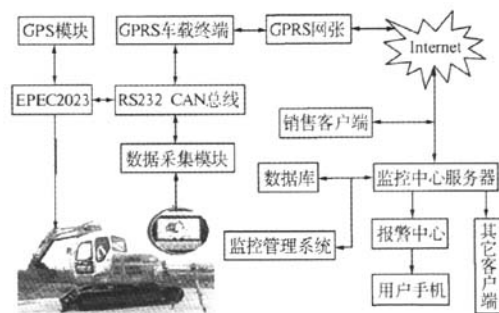


图1 系统组成框图

Fig.1 Structure of system

工作原理: 挖掘机上的传感器检测到相应的数据后, 经过控制器转换为 CAN 总线数据, 发送到 CAN 总线固定地址, 经过计算机运算处理以后, 再发送到 GPS 车载终端, 由车载终端以无线传输方式发送到 GSM 通信网, 再由 GSM 通信网转互联网送到监控中心的计算机中, 存入数据库, 并由监控管理系统处理数据, 指令数据则由相反方向传输到控制器, 从而达到对挖掘机工作运行状态、参数的实时监视, 对工程装备的远程管理与控制及作业调度的目的。

控制器采用 EPEC2023, 该可编程控制器采用

收稿日期: 2008-11-14; 修订日期: 2009-01-13

基金项目: 长沙市科技计划重大专项项目 (K080103-11)。

作者简介: 何清华 (1946-), 男, 湖南岳阳人, 中南大学教授, 硕士, 博士生导师, 主要从事液压工程机械、特种机器人、机械电子工程的研究。

CoDeSys 软件编译程序,具备 CANOPEN、CAN2.0B 总线接口、52 路特殊设计的 I/O 端口。其中 GPS 与 EPEC2023 采用 CAN2.0B 通讯协议,波特率设定为 250 KBaud。其在 CAN 总线中的 ID 为:2F1,2F2, ..., 2F7, CAN 总线通讯协议如表 1 所示。

表 1 控制器与 CAN 总线通讯部分协议
Tab. 1 Part protocol between controller and CAN bus

| 2F2 | DB0 | DB1 | DB2 | DB3 | DB4 | DB5 | DB6 | DB7 |
|-----|-----------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| D0 | 油滤 | 油温 | 水温 | 油位 | 充电 | 机油压力 | 电源低压 | 回油滤芯 |
| D1 | 累计工作时间(时) | 分 | 秒 | 转速 | 动臂角度 | 斗杆角度 | 铲斗角度 | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

2 软件开发平台

本系统前台界面在 Delphi 7.0 上开发,后台数据库使用 Microsoft SQL 2000 数据库系统,采用 C/S 模式,并采用 ADO 数据引擎直接访问数据库,保证了系统的稳定性和快速性。

3 系统主要功能设计

本系统主要分为两个部分的主要内容:一个是监控系统,另一个是信息管理系统。整个系统应具备以下几个功能。

3.1 数据采集功能

在挖掘机各部分安装的传感器用来检测发动机、液压系统等装置的工作状态。该装置有 CAN 总线接口,并预留 6 路模拟量输入通道和 4 路开关量输入通道。

主要采集的信号有:地理位置经纬度信息、行走速度、定位位置、发动机转速、液压泵出口压力、先导压力、工作装置液压缸压力、关节角度、回转信号、发动机水温、液压油温、燃油油位、机油油位、电瓶电压、机油压力等模拟信号和 GPS 防拆报警、GPS 天线折断、机油油温、空气滤清报警、发动机水位报警、预热提示、液压油滤清器报警、齿轮箱温度报警等数据信号,具体见图 2。

3.2 数据处理功能

每辆工程车有自己唯一的 ID,编码方式为:整机识别号=厂家编号+工程机械种类+型号+工程机械编号,车辆基本信息由人工导入。该功能模块主要建立实时数据库和历史数据库及其相应管理系统。实时数据库是远程监控管理软件的核心,相当于一个全局数据区,其他各模块均从此得到数据,因此,实时数据库及时准确地获取现场数

据是整个控制系统正常工作的前提。实时数据库存放监控管理软件采集到的原始数据和通过推理计算出的数据。在设计实时数据库时,主要考虑 2 个问题:



图 2 单车实时参数监控界面

Fig. 2 Monitoring interface of real-time parameter system

(1)效率的要求,即实时性,要求在有限的时间内实现大量数据的快速传输^[3];

(2)数据量的大小,即占用内存空间的大小。

查询单车实时状态时,主要显示车辆基本信息、定位信息、车辆作业信息、工作统计和当天移动轨迹等。通过现场传感器采集的转速(发动机)、压力(液压泵、液压缸、液压阀先导)、角度(倾角),推理计算作业模式、工作负荷、发动机功率等其他作业相关数据,并生成数据文件即时存储。历史数据的整理包括实现各种报表、图表、曲线、趋势图,供设计人员和操作人员准确地分析挖掘机性能。

3.3 预警报警功能

根据实时数据进行报警信息显示,提示操作人员 and 施工人员挖掘机出现异常;同时存储报警信息。采用三级报警机制,一级报警时,面板上发光二极管闪烁,提示故障部位;二级报警时,蜂鸣器报警,要求驾驶员立即停机检查;三级报警时,蜂鸣器报警,并发信息给挖掘机施工人员,且监控中心软件系统弹出报警信息。

3.4 信息查询功能

可对车辆管理信息、样品信息、销售信息、工作日志、设备维修维护历史记录等进行查询。通过在 SQL 数据库中设置数据表以及存储过程,实现资料的查询功能。

3.5 权限登录功能

只有通过验证才能登录到系统中,并使用相应的功能,本系统依据系统的人员管理特性,将分

为超级管理员、测试员、代理商、销售员、售后维护、公司管理和备用等权限。不同人员具有不同的权限,测试员拥有进行测量车辆测试及单车状态查询的权限,代理商只有查代理区域车辆管理和销售信息管理的权限。超级管理员享有最高的权限,可进行用户管理、车辆管理、车辆测试、销售管理、信息查询等所有模块,其他账户均为受限用户。

4 软件开发及关键技术实现

4.1 数据库模块功能设计

4.1.1 用户登录模块

主要实现用户登录的功能,不同人员具有不同的权限,保证用户不能越界操作,系统形成用户登录的历史记录(包括用户名、登录时间、退出时间),考虑如果用户输入密码连续三次不正确,则该用户当天被屏蔽,不能登录,除非有超级管理员解封;如果用户登录后一段时间无任何操作,则认为当前用户已退出;如果未经过有效的权限登录,则不能进入其他页面。

4.1.2 监控模块

监控模块是整个系统的核心和“大脑”,是通讯的中转站,同时也是数据解析处理的“中心”。主要分为通讯模块、数据显示模块、短信报警模块、数据存储模块等,系统采用多线程技术有效解决了多终端接入大数据量的处理问题。通讯模块主要实现网络数据的接收与解析,本系统数据传输采用 TCP/IP 协议,采用 Indy 控件集中的 IdTCPServer 来实现通过 INTERNET 与下位机通信,其中 IdTCPServer 控件的 OnConnect 事件和 OnDisconnect 事件分别在连接建立和断开时被触发。前者实现数据的读入与写出,在建立一个连接后,首先向 GPRS 模块发送一确认信息,GPRS 收到此信息后即开始发送其所要发送的数据, TGPRS_Information 为一个自定义的包含了 GPRS 身份等信息的对象,IdTCPServer1 Connect 方法中对这个对象进行初始化。这部分的主要代码如下: Procedure TMainForm. IdTCPServer1 Connect (AThread: TIdPeerThread);

...

athread. Connection. WriteLn('Start GPRS');
//发送提示信息

GPRS_Info := TGPRS_INFORMATION. Create; //为客户端连接创建一个对象

GPRS_Info. logon_time := now;

GPRS_Info. id := '00000000';

AThread. Data := Client;

...

与此同时,将自动执行 IdTCPServer1 Execute 方法,声明如下:

Procedure MainForm. IdTCPServer1 Execute (AThread: TIdPeerThread);

...

If not AThread. Terminated and AThread. Connection.

Connected then//线程没有中断和连接未断开
received_msg := trim (AThread. Connection. ReadLn('#', 10, -1)); //调用 ReadLn 方法来读取数据,数据结束标志符为 '#',未读到 '#' 时程序会一直阻塞在该处,超时时间为 10 μ s,对字符串长度没有限制

athread. Connection. WriteLn('OK'); //在收到字符串后,调用 WriteLn 方法发送一确认信息;

...

后者是为了释放为该连接所创建的对象,否则会造成内存泄露。该部分主要实现代码如下:

GPRS_Info := Pointer(AThread. Data);

GPRS_Info. Free;

AThread. Data := nil;

系统建立一个专门的线程来负责数据解析,对接收挖掘机的运行参数、GPS 信息和发出的设备调试、参数设置及报警信息进行解析。数据显示模块主要包括:实时状态数据显示、车辆报警提示、单车实时趋势曲线绘制、历史数据分析等。其中作业实时趋势曲线绘制时,由于是动态变化的,就涉及曲线的消隐和重绘,笔者采用双缓冲的方法解决重绘时显示窗口闪烁的问题。双缓冲就是把要显示的图形首先在内存中开辟的缓冲区里完成绘制,然后再将图形拷贝到屏幕上。短信报警模块主要实现设备故障的实时短信预警/报警,第一时间通知相关管理人员、客户和售后服务工程师。数据存储模块实现工程机械的运行参数、GPS 信息、报警信息、控制指令等数据的存储以及网络查询,采 ADO 方式实现数据存储^[5]。

4.1.3 车辆管理模块

车辆管理模块主要包括:车辆查询、车辆测试、车辆信贷、客户单位、锁车管理、车辆报警等功能。其中锁车管理是通过服务器直接输出命令,车载终端在收到该命令后,若挖掘机处于非工作状态立即进行锁车;若挖掘机处于工作状态(给钥

匙状态),则锁车暂时无效,直到挖掘机转换到非工作状态才进行锁车,锁车分为断油、断电、怠速三级锁车。

4.1.4 数据处理模块

数据处理模块主要是实时数据库与历史数据库的建立与管理。针对实时数据库的要求,将数据量大而支撑软件无响应要求的数据存放在外部传统数据库中。当系统运行时,先把数据从传统数据库中装载到建立在内存中的实时数据库中,之后通过实时数据库管理系统提供的接口函数和实时数据库中的数据进行交互^[4]。这样,利用传统数据库、实时数据库等多种存储方式和存储介质,既保证了数据的共享性、独立性、完整性和安全性,又节约了内存,提高了系统的响应速度^[6]。

实时数据库存储直接测量的参数和通过推理计算的参数,以动态数组和指针数组结合的方式存储在内存中,动态数组在必要时转换为指针。因为动态数组有大小可变的优势,指针数组有访问速度快的好处。基本操作包括:

```
procedure DTArySetZero ( var A );//声明清空动态数组过程
```

```
procedure DTAryDelete ( var A; mySize: Longint; index, Count: Integer );//声明删除动态数组中的元素过程
```

```
MoveMemory ( PChar ( P ) + index * MySize , PChar(P) + (index + Count) * MySize , (len - index) * MySize );//移动内存
```

```
Add ( Item: Pointer ) : Integer; //用来向列表中添加指针
```

```
IndexOf ( Item: Pointer ) : Integer; //返回指针在列表中的索引
```

实时数据库的管理则利用 Delphi 出色的多线程处理能力,并行执行数据采集、实时参数推理计算、实时状态图绘制和数据存储等线程。

历史数据库用来提供相应的历史数据,以便实现各种报表、图表、曲线、趋势图等,供作业人员与设计人员进行分析。其中报表管理包括:库存统计表、销售统计表、编修统计表、维护统计表、代理商业务统计表、效益统计表、测试统计表等。

历史数据库的管理主要是完成历史数据存储、历史趋势曲线图表显示和报表打印等功能。

4.1.5 查询检索模块

本模块根据挖掘机种类或 ID、SIM 卡号、人员的名称、部门编号或名称等条件进行查询。检索模块完成查询解析、数据检索、结果过滤、结果

显示以及对结果的打开、删除、复制、导出等操作。查询流程图如图 3 所示。

4.2 系统界面设计

4.2.1 欢迎界面

当系统运行时,首先弹出欢迎界面再进入登录框,本系统前台界面在 Delphi7.0 上用 OBJECT PASCAL 语言实现其功能。通过在下拉列选框中选择相应的用户类型,输入正确的用户名和密码就可以进入系统,若用户名或密码错误,则弹出错误提示框。

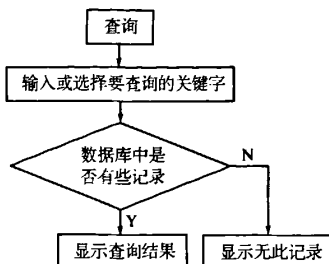


图3 查询流程图

Fig.3 Flow chart of query

4.2.2 系统主界面

通过了权限验证后,进入系统,系统界面如图 4 所示,显示出 8 个菜单项,分别为程序、车辆管理、数据录入、数据统计、信息查询、用户管理、系统管理以及帮助菜单。



图4 监控系统界面

Fig.4 Interface of monitoring management system

4.2.3 查询界面

点击菜单栏的信息查询子菜单中的车辆查询,就可以进入车辆查询窗口,选择类型和输入你所查询的关键字,即可查询相关数据。如果类型选择挖掘机,编号选择 SWE85ES07352 即可查询信息如图 2 所示。

5 系统测试结果

本系统已经成功应用于某工程机械公司的中小型挖掘机、旋挖钻机的监控与管理。其中保养维护项目一般都按工作周期进行,如行走装置齿轮和回转装置齿轮的维护周期是 250 h,检查、加油,

首次或累积时间达 1 000 h 进行更换,燃油滤芯、空气滤清器的维护检查周期为 100 h,累积时间达 500 h 进行更换.当然如果例行检查时发现不能满足正常工作的要求,则需要进行更换,其它如空调滤网、液压油回油滤网过滤元件、冷却液、中央接头、蓄电池充电情况、铰点销子和套圈磨损情况等维护基本相似.

由于 GPRS 网络带宽的限制,数据发送周期最小可设置为 1 s,足以给工程装备的状态监控与管理提供大量有效的数据支持,为后期的设计改进奠定了基础.

系统运行以来,挖掘机的月故障量已经由最多的 865 项/1 000 台降到 453 项/1 000 台,见图 5,这里的故障统计是根据报警信号判断出的故障,如天线折断、空气滤清器堵塞、液压油滤清器堵塞、无法启动、锁车、燃油不足、机油不足等.

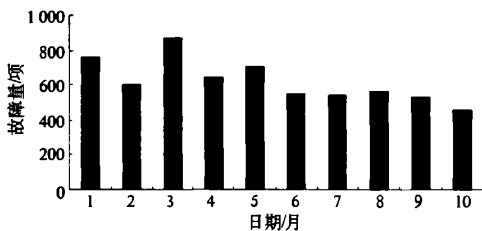


图 5 故障量统计柱形图

Fig. 5 Bar chart of fault statistical amount

平均在线作业时间得到了较大的提高,维护维修人员减少了原来的三分之一,提高了维护管理效率,节约了维护管理成本.

6 结束语

本系统运用 Borland 公司开发的面向对象的软件 Delphi 7.0 以及 SQL2000,开发出了一套集挖掘机监测、控制与管理的软件,很好的运用了传感器技术、现代通信和软件数据库技术,充分利用了面向对象编程的优点并结合现场总线技术,较好地保证了各部分协调工作,缩短了维修周期,延长了挖掘机在线作业时间,提高了管理的效率与方便性;是实现工程装备的故障诊断、无人操作和智能化维修维护的关键一步.

参考文献:

- [1] YANG W, NAN J, SUN D Z. An online water quality monitoring and management system developed for the Liming River basin in Daqing[J]. China Journal of Environmental Management, 2008, 88(2): 318-325.
- [2] 陈 宇, 陈 新, 陈新度. 制造企业生产设备运行维护实时管理系统[J]. 系统工程理论与实践, 2008(4): 65-71.
- [3] 刘 莎, 李 涛, 赵 奎, 等. 一种远程备份/恢复系统的设计和实现[J]. 计算机应用研究, 2006, (9): 104-106.
- [4] 冯 玮, 谢剑英. 面向制造业客户服务的远程监控系统研究[J]. 计算机工程, 2002, (12): 44-146.
- [5] 李 维. Delphi 5. X ADO/MTS/COM + 高级程序设计篇[M]. 北京:机械工业出版社, 2000.
- [6] 李建平. 基于以太网络的远程监控系统[J]. 郑州大学学报:工学版, 2002, 23(03): 81-82.

Design and Implementation of Remote Engineering Equipment Monitoring System

HE Qing-hua^{1,2}, WANG Bei-zhan¹, HE Ji-lin^{1,2}, YANG Min¹, HUANG Bin¹

(1. Key Laboratory of Modern Complex Equipment Design and Extreme Manufacturing of Ministry of Education, Central South University Changsha 410083, China; 2. Hunan Sunward Intelligent Machinery Co. Ltd. Changsha 410100, China)

Abstract: The structure and theory, main modules and its implementation method of remote monitoring and management system based on GPS/GPRS technology, CAN bus and signal collection technology is introduced in this paper, with its emphasis on exploitation of system with excellent network program, multithreading and database technology of object-oriented programming Delphi. It solves the problem of the real-time and traffic of real-time database with coalescence of dynamic array and pointer array. The maintenance and management for the excavator will be more timely, active and convenient, thus the engineering equipment may work in an optimal state and the product competitiveness can be enhanced greatly.

Key words: monitoring and management system; Sql database; Dual-Duffer; multithreading; dynamic array