

基于行业标准的煤炭产量远程监测系统软件开发

李萍^{1,2}, 于明²

(1. 中国矿业大学(北京), 北京 100083; 2. 北京工业职业技术学院, 北京 100042)

摘要: 通过分析目前煤炭产量远程监测系统存在的问题, 并依据我国煤炭行业标准对煤炭产量远程监测系统的通用技术要求, 利用先进的 .NET 平台结合通信技术、视频技术研究设计了一套新的煤炭产量远程监测系统软件。详细阐述该系统软件的总体设计思路及关键技术实现: 创建具有良好兼容性的核心代码库; 远程窄带宽环境下视频数据传输问题的解决; 对桌面数据库并发操作的处理; 图形化人机交互的设计。煤矿现场的实际使用结果表明该系统使用方便可靠, 其广泛应用将对煤炭计量系统的标准化起到积极的推动作用。

关键词: 远程监测; 行业标准; 通信技术; 带宽; 并发; 人机交互

中图分类号: TP274.2 文献标志码: A 文章编号: 0253-2336(2011)09-0088-03

Development on Software for Remote Monitoring and Measuring System of Mine Coal Production Based on Industrial Standards

LI Ping^{1,2}, YU Ming²

(1. China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China; 2. Beijing Polytechnic College, Beijing 100042, China)

Abstract: With the analysis on the problems existed in the remote monitoring and measuring system of the mine coal production and according to the general technical requirements of the coal production remote monitoring and measuring system in China coal industrial standards, the advanced .NET platform with the communication technology and the video technology was applied to the study and design of a new set software for the remote monitoring and measuring system of the coal production. The general design idea and the key technology of the system software were stated in detail. A key code bank with excellent compatibility shall be established. The video data transmission issue under the remote narrow-bandwidth environment shall be solved. The concurrency operation of the desktop databank could be conducted. The graphical interactivity between human and computer shall be designed. The actual application results at the mine site showed that the system would be easily and reliably and the wide application of the system would have an active promotion function to the standardization of the coal measurement system.

Key words: remote monitoring and measuring; industrial standards; communication technology; bandwidth; concurrence; interactivity between human and computer

为了从生产的根源上加强对煤炭产量的管理与监督, 进一步规范煤炭企业的生产秩序, 要求对煤炭产量进行准确计量。基于这种需求, 近几年来多个厂家先后开发生产了一系列的煤炭产量远程监测系统来实现对煤炭产量的计量与监测。煤炭产量远程监测系统由计量仪表、传输系统、主站、网络中心服务器、远程监控终端以及上位机系统软件组成。上位机软件是整个系统的重要组成部分, 用户

通过网络和授权进入软件监控界面, 获取矿山企业的产量信息和其他状态信息。目前的大多数煤炭产量远程监测系统软件, 基本上能够实现产量计量、统计、查询等功能, 但由于没有采用通用的通信接口协议, 因此在实际使用过程中, 存在以下不足: ①系统稳定性差、可靠性低。由于煤矿现场环境复杂, 经常断电等原因造成产量漏记、记错等现象, 进而引发上位机软件的一些实时性错误, 造成系统

收稿日期: 2011-05-10 责任编辑: 赵瑞

基金项目: 北京市教育委员会基金资助项目(PXM2006_014225_023043, PXM2010_104225_097946)

作者简介: 李萍(1978—), 女, 吉林蛟河人, 讲师, 从事工业应用软件开发工作。Tel: 13522227042, E-mail: lpzwm@sina.com

不稳定; ②系统通用性差。系统多种多样, 缺乏标准协议, 各厂家的产品难以在同一上位机软件平台下实现互相兼容; ③远程客户端系统的人机交互界面显示内容比较简单, 缺乏图形显示, 主要是以列表的形式显示实时和历史的产量信息。针对上述不足, 需要开发一套具有良好的兼容性与通用性的上位机软件系统, 以便能够更加准确稳定、直观方便地监测煤炭产量。我国煤炭行业标准 MT 1082—2008 《煤炭产量远程监测系统通用技术要求》对煤炭产量远程监测系统的软硬件组成及信息传输的通信协议都作了详细规定, 笔者所述系统就是依据该技术要求设计的一套能够同时兼容多种类型计量设备的煤炭产量远程监测系统软件。

1 系统设计

1.1 总体设计

系统在设计时充分考虑以下原则。①通信无关性。即良好的兼容性, 设计统一的接口来实现对多种硬件设备的通信, 只要继承统一的接口然后根据通信协议改写, 就可以在同一平台监测多种设备。②良好的交互性。提供先进且易于使用的图形人机交互界面, 使用者只需要根据实际使用情况, 简单地操作即可实现添加删除设备。③良好的扩展性。采用标准化、结构化、模块化的设计思想, 为保证新的硬件设备能够容易地接入系统, 系统在架构设计时就要考虑其扩展性的实现, 预留足够的接口。④集多种监测方式于一体。嵌入视频监控、声音报警功能以辅助实现最优监测。

基于上述原则, 该系统将软件切分为 4 个模块进行模块化分层设计, 分别是: 数据综合管理软件平台、数据上传软件、数据接收解析软件和 Web 客户端发布软件。采用 3 层结构, 即显示层、业务逻辑层和数据访问层。一方面将数据采集与上传及用户显示分开, 减少了不确定的干扰, 保证了系统的稳定性; 另一方面提高了系统的兼容性。同时, 分层的设计方法也有利于开发人员的协同工作, 并且很容易用新的实现来替换原有层次的实现, 降低层与层之间的依赖, 有利于标准化。煤炭产量远程监测系统软件结构及其物理分布如图 1 所示。

1) 数据综合管理软件平台布置在主站, 通过 RS485 通信或者以太网通信实现对 3 类计量设备 (皮带秤、轨道衡、箕斗秤) 的数据采集, 并能对

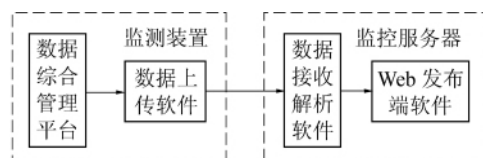


图 1 系统结构

计量装置进行相应的控制, 如设置参数、校准等; 该软件平台是整个系统的数据来源, 是系统的核心, 要求其能够同时与 3 类计量设备 (可为不同生产厂家生产) 进行通信, 并且支持多串口挂载多设备, 因此系统的通信机制设计尤为关键。

2) 数据上传软件安装在主站, 该软件自动将计量数据、设备参数和设备状态信息上传到监控中心服务器或者转发到其他主站。系统按照行业标准的格式进行数据传输, 软件还需判断设备参数和设备状态信息是否发生变化, 发生变化则上传; 计量数据则定时上传。

3) 数据接收解析软件布置在监控中心服务器上, 通过 TCP/IP 接收主站上传的信息, 并对信息进行处理保存, 软件嵌入 OPC 功能库, 提供 OPC 服务, 以供客户端使用。该软件还实现对网络状态的实时监控, 以便保证数据更新或出现问题后数据能及时自动补传。

4) 客户端软件除了基本的查询与打印等功能, 还嵌入远程视频监控功能, 客户端界面显示产量柱状图和系统模拟图。系统模拟图能够说明输煤设备和计量仪器位置的模拟图形, 在计量仪器相应位置显示产量、实时显示计量仪器的工作状态等。

1.2 开发环境

该系统软件在 Windows XP 操作系统下采用 Microsoft Visual Studio 2005 开发平台与 C#语言进行开发。监控中心服务器数据库为 Microsoft SQL SERVER 2005, 主站上采用 Microsoft Office Access 2003 桌面数据库。在开发过程中运用 Microsoft Office Access 2003 和 PowerDesigner 进行系统结构图、流程图等的设计。

2 关键技术实现

系统软件在实现过程中主要涉及以下 4 项关键点的设计研究。

1) 兼容多种计量设备的核心代码库设计。系统软件的核心是数据综合管理软件平台, 平台通过划分模块, 创建核心代码库来实现对计量数据的采

集、处理、存储和基本的显示功能，软件平台的基本架构设计如图 2 所示。

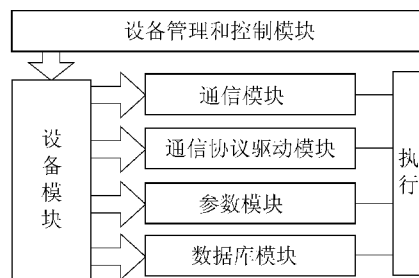


图 2 软件平台架构

各个模块之间相互配合，协同工作，系统调用核心代码库实现产量计量的基本流程如图 3 所示。

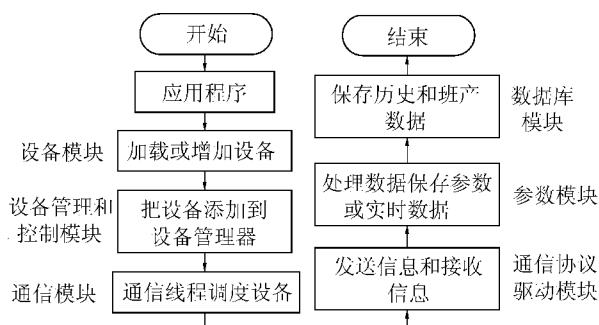


图 3 模块协同工作流程

在整个系统中，通信模块的设计尤其重要。对 COM 通信和 NET 通信分别创建接口，定义通信状态、设备的通用 I/O 接口、通信类型、异常操作数据、相关设备事件信息、相关设备参数信息、相关设备信息等内容。相关参数操作均以接口化的设计来实现动态保存和扩展的需要，分别创建发送数据接口和接收数据接口，开发专门的命令驱动器命名空间，在其中设计发送和接收驱动，使得系统可以根据发送和接收的命令字调用相应的处理函数，同时针对每个设备都设置一个命令缓存器用以保存要发送的命令。此外，系统设定命令优先级，配合命令缓存器实现最优的命令发送与接收机制，以此保证系统的稳定性。

2) 远程窄带宽环境视频信息的传输。防作弊是产量监测系统的主要功能之一，为防止计量现场作弊，加装摄像头，用视频图像辅助监控计量设备及输送设备的运行状态。由于视频数据信息量较大，在网络传输中对网络环境的要求很高，而煤矿网络环境带宽窄、稳定性差，视频监控点与监控中心的距离跨度大，视频数据的传输会受到很大影响，如何准确有效传输视频数据对于视频监控尤为

关键。笔者采用嵌入式视频监控系统，配置视频主控服务器，用于协调和管理视频的传输，转发、存储和发布服务，并采用 H. 264 的图像压缩算法，提高在网络传输中的容错率。H. 264 图像压缩算法可以根据不同的环境使用不同的传输方式和播放速率，可以很好地控制或消除丢包和误码。同时，软件还通过对 socket 的管理，采用异步接收数据，配合对网络环境的调试等措施解决网络传输问题。

3) 桌面数据库并发操作的实现。在多个线程同时访问同一数据源时，处理不好经常会遇到程序并发操作数据库所造成的异常问题。SQL SERVER 本身有自己的机制，可解决此问题，但对于桌面数据库则不然。为解决该问题，对桌面数据库的操作采用 lock 来实现互斥机制。所有因为同一互斥资源需互斥的操作，必须请求“同一把锁”才有效。笔者通过 lock 关键字设置一个临界区，当进入临界区时加互斥锁，离开临界区时释放互斥锁，从而避免对数据库并发访问而引起异常。

4) 图形化人机交互的设计。行业标准中明确规定了各种产量柱状图以及系统模拟图的绘制与显示，该系统中柱状图以 System.Drawing 命名空间下的 Graphics 类和 Bitmap 类为基础，自定义数据结构，创建单独的图形控件，再在主应用程序中对其调用来实现绘图功能。系统模拟图利用 .NET Framework 中的 GDI+ 进行开发，通过编程实现一系列绘图工具，再使用这些工具自行绘制出系统模拟图并保存。以往的产量监测系统主要实现流量柱状图功能，该系统产量柱状图和系统模拟图的设计，进一步提高了系统人机交互界面的友好程度。

3 实践应用情况

目前该系统在山西阳泉的几个煤矿企业已经投入应用。经过半年的试运行，从目前现场的应用反馈看：系统的稳定性和可靠性较之以前使用的产量监测系统有了明显改善；模块化的设计使得在现场应用出现问题时，或者客户提出新的变更请求时，开发人员能够及时地对相关模块进行更新与修改的操作，提高了工作效率，指导用户操作也更为方便；Web 客户端图形显示功能的实现适应了用户远程监测时新的需求，进一步提高了用户的满意度；但在视频监控方面还有待提高，如主动识别画

(下转第 99 页)

参考文献:

- [1] 卢超. 分布式矿井温度监测系统的设计 [J]. 煤炭科学技术, 2007, 35 (12): 51-54.
- [2] 王晓雷, 吴必瑞, 毋炳鑫. 基于 DSP 的矿井温湿度监测及光纤传输系统设计 [J]. 煤矿机械, 2008, 29 (8): 185-187.
- [3] 饶运涛. 现场总线 CAN 原理与应用技术 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004: 2-62.
- [4] 程丽平, 王进野, 刘瑞国. 基于 CAN 总线技术的煤矿数据采集系统的设计 [J]. 工矿自动化, 2007 (2): 101-103.
- [5] 李晋华, 邱春玲, 田地. 基于 CAN 总线数据采集系统的设计与实现 [J]. 吉林大学学报, 2004, 22(3): 134-137.
- [6] Sensirion Company. Application Note SHTxx Humidity & Temperature Sensor [K]. Shenzhen: SUNSTAR, 2008: 1-10.
- [7] 岳鹏霞. 无线温湿度数据采集系统的设计 [J]. 现代电子技术, 2010 (2): 166-168.
- [8] 齐秋红, 马斌, 韩中华, 等. 基于 SHT11 的智能建筑室内温湿度检测 [J]. 低压电器, 2008 (18): 1-3.
- [9] 卢超. 基于 AT89C51 多路信号检测和语音报警器的设计 [J]. 佳木斯大学学报: 自然科学版, 2009, 27 (2): 181-184.
- [10] 李朝青. 单片机原理及接口技术 [M]. 3 版. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005: 279-282.
- [11] 戴佳, 戴卫恒, 刘博文. 51 单片机 C 语言应用程序设计实例精讲 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2005: 391-412.

(上接第 90 页)

面中关键位置的异常变化及自动启动录像功能等, 将在以后工作中不断完善。随着信息技术的发展, 不断完善的该系统软件将在煤炭产量远程监测方面发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] MT 1082—2008. 煤炭产量远程监测系统通用技术要求 [S].
- [2] MT 1080—2008. 煤炭产量远程监测系统使用与管理规范 [S].
- [3] 朱晓军, 丁铭雄, 李成喜. 矿友煤炭产量监控系统的设计 [C] //2007 年全国 AECC 专题学术研讨会论文集. 桂林: AECC 专题学术研讨会, 2007.
- [4] 郭依芬. 煤炭产量监控数据库 [C] //第 18 届全国煤矿自动化与信息化学术会议论文集. 杭州: 第 18 届全国煤矿自动化与信息化学术会议, 2008.
- [5] 孙继平. 矿井通信技术与系统 [J]. 煤炭科学技术, 2010, 38 (12): 1-3.
- [6] 温昱. 软件架构设计 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [7] Martin Fowler. 重构: 改善既有代码的设计 [M]. 侯捷, 熊节, 译. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [8] 孙继平. 煤矿安全监控技术与系统 [J]. 煤炭科学技术, 2010, 38 (10): 1-4.
- [9] 明日科技, 张跃廷, 王小科, 等. C# 程序开发范例宝典 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
- [10] 王翔. 设计模式: 基于 C# 的工程化实现及扩展 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.

(上接第 93 页)

5 结 论

基于概率积分法基本原理, 结合 AutoCAD VBA 和 Surfer Automation 技术进行沉降预计开发, 技术上可行, 简化了程序开发过程。可将预计等值线以*. dxf 文件输出, 进行简单处理后可导入到 AutoCAD 中, 便于与矿图中其他信息进行综合分析。针对地势低洼且浅水位较高的矿区, 地表下沉后会产生积水, 主模块可实现 3 种方式的库容计算。充分发挥了 AutoCAD 强大的矿图管理及 Surfer 高质量的三维图形绘制优势, 在 AutoCAD 2004 平台下, 实现了沉降预计计算、等值线生成、矿区沉降三维可视化及水库库容计算等功能, 可为矿区科学开采及采后的环境综合治理提供一定的技术支持。

参考文献:

- [1] 何国清, 杨伦, 凌赓娣, 等. 矿山开采沉陷学 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1998.
- [2] 李明, 李琰庆, 王红梅. 任意形状工作面沉降预计系统开发 [J]. 矿业安全与环保, 2008, 35 (5): 18-21.
- [3] 郭文兵. 深部大采宽条带开采地表移动的预计 [J]. 煤炭学报, 2008, 33 (4): 368-372.
- [4] 吴立新, 殷作如, 钟亚平. 再论数字矿山: 特征、框架与关键技术 [J]. 煤炭学报, 2003, 28 (1): 1-7.
- [5] 胡荣, 喻宁. AutoCAD 2000 开发工具: VBA 及 ActiveX 开发指南 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 1999.
- [6] 杨朝辉, 党立华. 基于 Surfer Automation 技术的三维立体渲染图的绘制 [J]. 海洋测绘, 2003, 23 (4): 26-28.
- [7] Anon. Golden Software. Surfer User's Guide [EB/OL]. (2010-11-28) [2011-02-09]. http://www.wi.zut.edu.pl/gis/Surfer_8_Guide.pdf.