

# 基于 CDMA 的煤矿远程监控系统的设计与实现

## Design and Realization of Coal Yield Remote Monitoring System Based on CDMA

金良峰 余建桥 赵磊 卢志俊 (西南大学 计算机与信息科学学院 重庆 400716)

**摘要:** 针对我国煤矿的煤炭产量疏于有效远程监控的现状,提出了一种基于 CDMA 无线通信技术的实时监测多个矿点煤炭产量的远程监控系统的解决方案,结合具体项目的设计目标分析了系统的体系结构,实现了下位机系统、网络通信模块和上位机系统。该系统实现了税务管理部门对煤矿产量的无线远程监控,为税务管理部门提供了煤矿企业的真实的产量信息。

**关键词:** CDMA 远程监控 下位机系统 上位机系统

### 1 引言

煤炭行业一直以来是我国税收收入的一个重要来源。然而由于煤矿地理位置普遍偏远、交通不便,管理难度较大。同时税务部门征税手段相对落后,对煤矿缺乏有效监管,造成了我国税收收入的流失。电子远程监控系统能够很好地解决以上问题。

针对煤矿地理位置偏远的情况,无线通信方式是比较经济实用的远程通信系统解决方案,其中 CDMA (Code Division Multiple Access) 通信方式具有组网简单、覆盖范围广、抗干扰能力强、发射功率低、频谱利用率高等优点[1],能够满足煤炭产量远程监控系统对通信的远距离、高可靠性、低功耗以及图象信息传输等特殊要求。

### 2 CDMA 通信技术

CDMA 是在扩频通信技术上发展起来的一种新的无线通信技术。由于 CDMA 采用了扩频系统和功率控制、软切换等关键技术,CDMA 技术具有如下优点:大容量、软容量、软切换、较低的发射功率、高可靠性等。

目前,CDMA 技术已经在全球范围内实现商业化。中国联通 CDMA 网络目前在全国的覆盖面积广泛,采用 800M 频段,峰值速率为 153.6 kbit/s,平均业务速率为 80 kbit/s - 100 kbit/s,与一般的 GPRS (平均业务速率只有 20 kbit/s - 40 kbit/s) 相比具有更高的带宽[2],可

用于传输图片数据。由于 CDMA 系统采用了快速功率控制和软切换等控制机制,相对于其他通信系统而言 CDMA 系统具有较低的发射功率和较高的稳定性[3]。同时 CDMA 无线 IP 网络接口采用成熟和开放的 IETF 协议,支持基于 IP 的 Internet/Intranet 的接入方式,可在移动用户和数据网络之间提供快速即时的高速 TCP/IP 连接。

另外,联通的网络可不间断运行,为用户提供信道加密、信源加密、登录防护、访问防护、接入防护、防火墙等服务,提供了非常高的系统安全保障和稳定性,省去了用户的维护工作。因此,组建 CDMA 网络通信系统只需购买 CDMA 数据传输模块(DTU)和联通 CDMA 卡。

CDMA DTU 具有 RS232 接口,可以和下位机数据采集系统较好地配合,使构建基于 CDMA 网络的远程产量监控系统成为可能。

### 3 系统总体分析

建立了一种用于煤炭产量监测的远程监控系统,总体思想是通过在矿点的轨道上安装传感器和摄像头获得煤车过车时的重量信号、状态信号和视频图象信号,这些信号经过处理后通过无线通讯模块发送到 CDMA 无线网络,经过 CDMA 通讯服务提供商的各个基站的转发服务发送到税务机关的监控中心,监控中

心一方面实时监督从各个矿点接收的数据、将数据信息存入数据库;另一方面通过监控中心的 Web 服务器向 Internet 用户提供各种信息服务。决策者可以通过该远程监控系统实时监督各个煤矿每天的出煤情况,同时可以掌握各个煤矿月产量、年产量情况以及产量变化的趋势,以此作为税收工作和决策的重要依据。该系统的基本需求如下:

(1) 获取称重数据。多个下位机系统通过称重传感器采集煤车的重量信息、时间信息等,以特定的数据侦格式通过无线网络发往监控中心。中心接收、解析并存储这些数据并向不同用户提供实时信息监督、信息检索、修改、录入以及简单决策分析等功能。

(2) 获取图像数据。摄像头采集的图象信息经过压缩后,通过无线网络发往中心服务器。图片在中心服务端存储。中心服务器端可以远程抓拍图片和浏览历史图片。

(3) 防作弊。考虑到煤矿现场情况的复杂性,下位机系统能及时发现现场应称重未称重、重量传感器异常、方向传感器异常、控制器门被撬开、断电、等异常情况,并通知上位机系统,以等待决策者及时处理。

(4) 远程控制。当下位机系统死机或出现其他故障时,上位机通过网络进行远程复位。实现一定程度的远程故障诊断。

(5) 本地保存数据。当网络通讯故障时,能将数据保存在下位机的 Flash 中,工作人员通过 IC 卡读入数据,再到监控中心的读卡器读出数据信息。从而保证数据的安全性和一致性。

(6) 提供 Web 访问服务。提供信息检索,统计和简单的决策分析等服务。

根据以上需求,设计本系统的体系结构如图 1 所示。煤炭产量监控系统主要有信息采集设备、下位机系统、网络传输模块和上位机系统四个部分组成。

## 4 远程监控系统的实现

### 4.1 信息采集设备

信息采集设备主要包括称重传感器、方向传感器和摄像机。称重传感器主要是将现场煤车对轨道的压力值转换成模拟信号,采用的是宁波柯立的 GGF、GG 系列断轨式轨道衡传感器;方向传感器主要判别进出的方向;而摄像机采用常用的 CCD 摄象机即可,本系

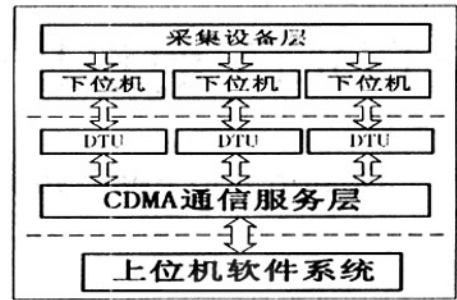


图 1 系统的体系结构

统采用的是 TOYA-CC160 红外一体化夜视摄像机。

### 4.2 下位机与数据传输设备

下位机主要有重量信号变送器和重量信号处理模块两部分组成。其主要逻辑结构如图 2

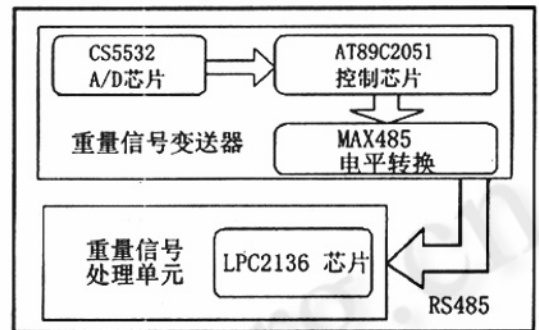


图 2 下位机的主要结构

重量信号变送器采用的是 AT89C2051 芯片。AT89C2051 芯片主动获取 2 路重量传感器的模拟信号经过 CS5532 芯片的 A/D 转换后的 A/D 值,经过 MAX485 芯片电平转换,通过 RS485 总线发往信号处理模块。

信号处理模块采用的是 PHILIPS 公司 LPC2136 微控制芯片,它是基于一个支持实时仿真和嵌入式跟踪的 16/32 位 ARM7TDMI-S CPU,内置片内静态 RAM 和 256kB 嵌入的高速 Flash 存储器。128 位宽度接口/加速器可实现高达 60MHz 工作频率。带有多个 32 位定时器、1 个或 2 个 10 位 8 路的 ADC、10 位 DAC、PWM 通道、47 个 GPIO 以及多达 9 个边沿或电平触发的外部中断,具有片内 PLL 倍频器、向量中断控制器等内置部件。同时,厂商还提供开发学习套件、板级支持包和 Bootloader、以及各种驱动程序的源代码和软件包,为单片机程序开发提供了方便。

单片机程序主要流程如下:启动代码 Bootloader 进行各种寄存器等初始化后,进入 Main 函数。Main 函数接收来自 RS485 接口的 A/D 波形,首先根据 A/D 值判断重量传感器是否正常,方向传感器是否正常,是否有控制柜门打开,断电等异常信号。如果异常,则加上当前系统时间,根据协议打包成一个异常数据帧,放入发送缓冲区;否则先根据滤波算法对这些 A/D 值进行各种处理,进一步获得煤车的重量值和煤车进出矿的方向值,然后加上当前系统的时间戳,根据协议组装成一个重量数据帧,放入发送缓冲区,最后通过 RS232 数据线发送给网络通信模块。

网络传输模块采用北京万维公司的 W6100 CDMA 数据传输模块,该模块集成了集成了视频采集/压缩、通讯协议控制、无线 Modem 模块、电源等功能部件。模块具有 RS232 接口,通过操作系统的超级终端运行 AT 指令可对其进行参数设置。上电后模块可自动运行,支持 TCP/IP 协议,具有永远在线、定时传输、中心呼叫、数据触发等功能。其结构如图 3 所示。

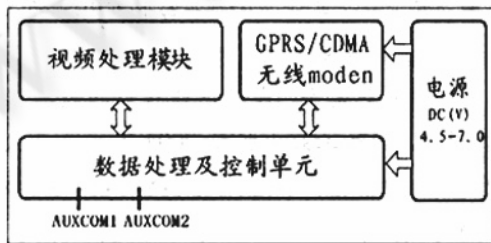


图 3 W6100 通讯模块的结构

一方面,经过下位机处理后的 RS232 串口数据从 AUXCOM1 口或 AUXCOM2 口进入数据处理及控制单元,然后通过无线 Modem 发送至 CDMA 网络;另一方面,摄像机的图象信号经过视频采集/压缩模块处理后,再通过无线 Modem 发往 CDMA 网络。视频采集/压缩模块在无线 Modem 发送模块发送图象数据之前压缩了图象信息的容量,明显提高了图片的传输效率和整个系统的性能。最后,发往 CDMA 网络的数据经过联通的基站转发后,经有线网络发送至监控中心。

另外,根据 DTU 和数据中心的建立连接的方式,用户可以选择不同的组网方案,鉴于煤矿产量监控系统的成本、安全性和实时性考虑,本系统的上位机软件安装在监控中心内部网的数据服务器上,同时具有固

定 IP 地址的网络服务器需要设置 NAT 端口映射到数据服务器。DTU 在连接前设置相应的数据中心的固定 IP 地址和端口号。

#### 4.3 通信协议

数据经过无线网络、中国联通的基站转发服务和有线网络,到达监控中心的内部网。为了保证数据在网络传输中的正确性和完整性,下位机信息处理模块产生的各种数据帧按照简单的停止等待协议实现上位机与下位机之间的通讯。协议的格式如下:

Head	Addr	ID	Type	Len	Data	Check
16bits	16bits	8bits	16bits	8bits	N bits	8bits

其中 Head 为帧头,本系统采用的帧头为十六进制的 E77E。

Addr 为下位机的唯一标识。由于无线设备通常没有固定的 IP 地址,因此可将此标识作为唯一的地址,对下位机进行控制;

ID 为当前帧的自身标识,用于防止数据重复接收;  
Type 为当前帧的类型,是本系统中的各种类型的帧的功能标识;

Len 为当前帧的数据部分的字节数;

Data 为当前帧的数据部分;

Check 为当前帧的校验位,本系统采用和校验。

#### 4.4 上位机系统

上位机软件是一个以数据库为中心的软件系统,如图 4 所示。主要分为中心监控程序和 WEB 应用程序两大部分。该软件系统是基于 Windows NT 平台开发。数据库采用的是微软 SQL Server 2000,该数据库管理软件主要用于中小型企业数据库解决方案,具有稳定性高、成本低、使用方便等优点。

##### 4.4.1 C/S 结构的监控程序

监控程序根据功能分主要有数据接收和监控模块、IC 卡数据读取模块等组成。采用 Visual C++ 6.0 开发环境。

数据接收监控软件采用了完成端口模型架构接收服务器,用于接收来自网络的数据。主要流程如下:通过 TCP/IP 协议接收来自 Winsocket 的数据后,对收到的帧进行校验,然后根据特有的上位机和下位机的通讯协议解析收到的数据帧,首先根据数据帧中下位机

唯一标识建立起下位机信息和 socket 的映射关系, 然后对相同站点的数据分离出各种不同的数据帧类型以及各种数据帧所携带的数据部分, 存入数据库, 通知界面显示当前帧的信息并通过对应的 socket 返回一个 ACK 回复帧给下位机; 同时, 为了防止重复接收, 记录下当前帧的唯一标识。

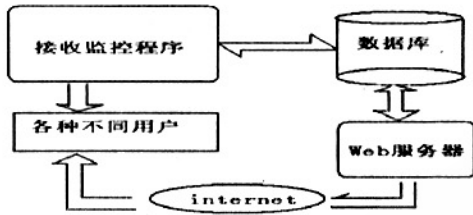


图 4 上位机软件系统

同时, 根据下位机和 socket 的映射关系可以向下位机发送远程复位、关机等控制命令帧, 实现了对下位机的远程控制和简单的故障诊断, 实时监控下位机采集的重量数据、图片数据和各种运行参数。

IC 卡数据读取部分将因网络故障而保存在下位机存储设备中的各条记录通过读卡器设备一次读入 IC 卡, 然后通过监控中心的读卡器设备从 IC 卡读入。读入过程中由于读 IC 卡操作和数据库数据比对的操作是相对独立的操作我们采用了多线程来处理它们, 明显提高 IC 卡读取的效率。

#### 4.4.2 B/S 结构的 Web 应用程序

以微软 SQL Server 数据库为基础, 采用 IIS 服务器作为 WEB 服务器, 使用 C#. NET 框架开发了服务器端程序和用户接口, 以满足对实时性要求不高的信息检索、修改、录入和简单的决策分析等用户需求。不同权限的用户可以随时随地通过 Web 浏览器访问 Web 服务, 并获得到自己的所需的产量信息。该部分应用程序主要分为数据库信息管理和权限管理两大部分。

数据库信息管理模块主要提供一些系统初始参数设置、信息检索、报表打印和简单的决策分析功能。同时还提供一些数据库备份等功能。权限管理模块通过给用户分配的用户组和操作权限, 使不同级别的用户获得各种不同读写操作权限。系统中设置了 4 个用户级别和 5 个操作权限供管理员分配, 以实现对不同信

息用户的信息操作管理。

## 5 结论

本系统已在某国税局正式投入运行, 经过半年多的使用, 系统运行基本稳定, 实现了监控中心对多个矿井的出煤产量的远程监测、现场图象信息的远程监测以及对矿井下位机设备的简单的远程控制。通过对该系统的推广应用, 税务管理部门能够直接获得各个远程煤矿每天出煤的真实产量信息, 减小了税务职能部门对偏远地区煤矿的税收管理难度。

### 参考文献

- 1 禹帆 编著, 无线通信网络概论 [M], 北京: 清华大学出版社 2002. 11.
- 2 窦中兆、雷湘编著, CDMA 无线通信原理 [M], 北京: 清华大学出版社 2003. 12.
- 3 邹媛媛、赵名扬等, 基于 CDMA 技术的无线监控系统的应用 [J], 微计算机信息 2006. 4(23).
- 4 戴卫平、罗飞等, 基于 ARM 平台和 GPRS 的远程监控系统 [J], 计算机应用研究, 2006. 6(23).
- 5 徐小中、马小平编著, 多媒体监视监控技术与系统 [M], 武汉: 国防工业出版社 2004. 1.