

光纤在煤矿安全中的应用

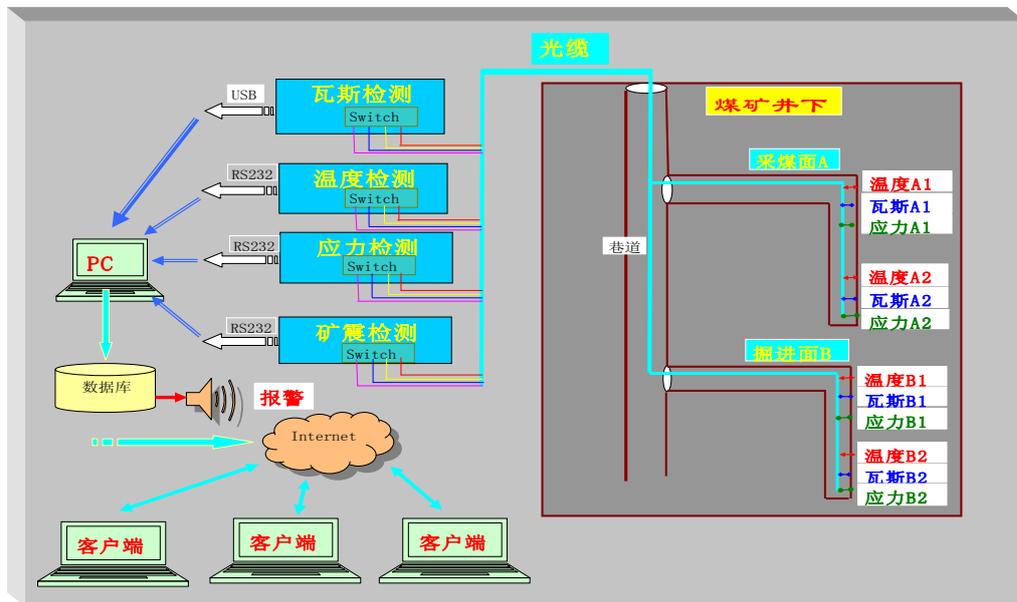


二、光纤煤矿安全综合监测系统构成

1. 光纤煤矿安全综合监测系统

山东科学院激光所研究开发的“光纤煤矿安全综合监测系统”包括下列子系统：

- ◇ 顺槽顶板应力、应变监测；微震检测
- ◇ 采掘工作面有害气体监测与报警
- ◇ 采空区自然发火预报与定位
- ◇ 光纤水害监测与自动排水系统
- ◇ 机电设备状态监测、智能电缆、皮带输送机火灾监测
- ◇ 综采工作面工作阻力监测
- ◇ 煤矿视频安全监控系统



图一、光纤煤矿安全监测系统示意图

2. 系统构成特点

光纤安全监测系统的特点包括：本质安全、组合升级、综合信息。光纤检测传感器和信息传输系统不带电，本质安全；可以将多种不同参数的监测统一到一个平台中进行综合信息监测。同时，各矿可结合本矿的实地情况选择适合本矿的监测参数进行监测，进行不同参数监测组合。便于信息综合，建立灾害预警专家系统，为实现灾害预警控制，奠定了关键的信息基础。

三、光纤煤矿安全监测各子系统应用介绍

电话：021-63800920 021-63800942 传真：021-23010250 E-mail: shkunyou@126.com 网址: www.shkunyou.com

(一) 顺槽顶板应力、应变监测、微震检测

利用先进的光纤光栅技术，研制出光纤锚杆应力传感器、光纤矿压盒、光纤顶板离层仪、光纤锚索拉力计、光纤微震检测系统等。光纤技术可以替代传统电子传感器，而且具有实时在线多点监测、长距离传输、灵敏度高、不飘移、不受电磁干扰等独特优点。

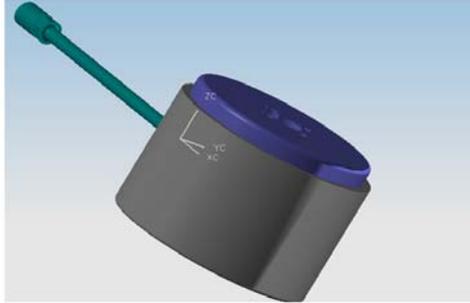


图二、光纤锚杆应力计

灵敏度：1 $\mu\epsilon$

精度：+/-5 $\mu\epsilon$

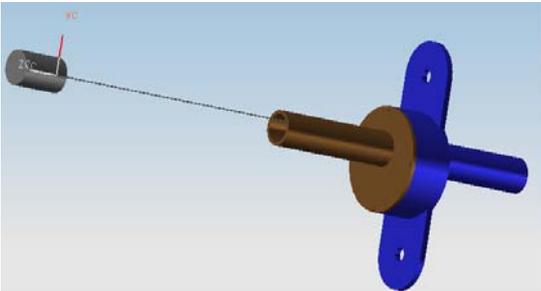
范围：-2000~+2000 $\mu\epsilon$



图三、光纤光栅矿压传感器

量程：0~60MPa

精度：0.5%FS



图四、光纤光栅顶板离层仪

离层仪主要技术指标：

测点深度：3~4 米

读数精度：0.5mm

量程：0~100mm



图五、光纤微震传感器

微震传感器：

动态范围：80dB；

带宽：5~200 Hz

(二) 采掘工作面有害气体监测与报警

光纤瓦斯传感器具有本质安全的特点。同时，不受潮湿影响，耐 40℃ 高温，校正周期长。也可以用一个传感器探头测多种气体，如瓦斯、CO、乙烯、O₂ 等。

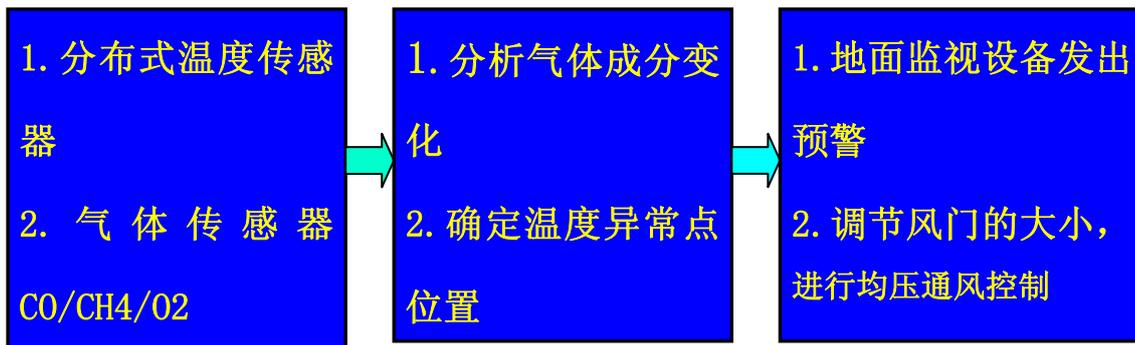


测量范围： 0-40% (mol/mol)
 测量误差： 低浓度 (1%以下) $\pm 0.05\%$ ，
 高浓度 (1%以上) $\pm 0.1\%$
 响应时间： < 20s
 校正周期： 6 个月

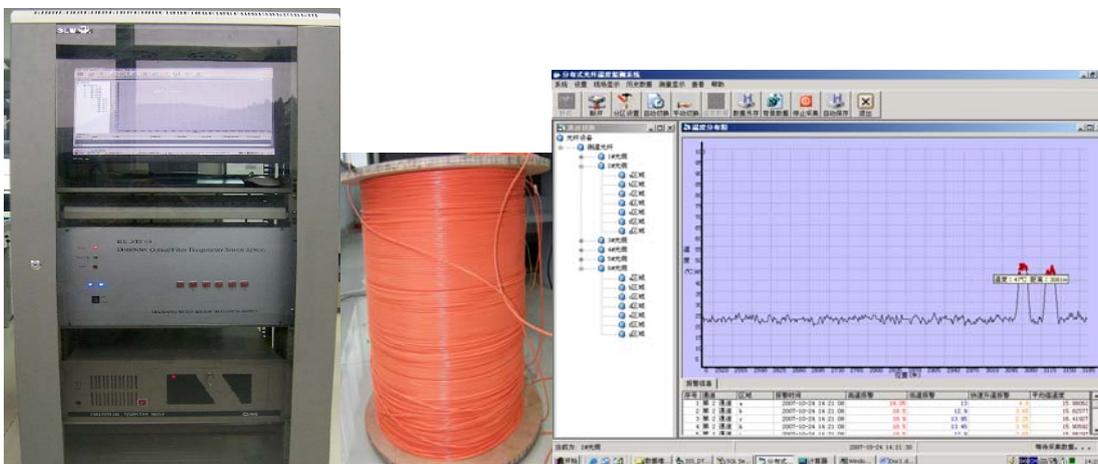
图六、光纤瓦斯传感器

(三) 采空区自然发火预报与定位

采用光纤传感系统是将经过特殊处理的分布式光纤测温传感器和 CO 监测传感器随开采，提前布设于采空区中，实时监测采空区内温度异常和 CO 气体含量的变化，从而分析出煤炭自然点的位置，为预报作出准确信息。



图七、 采空区发火检测原理。



图八、分布式温度监测系统，测温光缆，温度随空间分布图。

(四) 光纤水压监测与自动排水系统

利用光纤水压，水位传感器可以实现对富水层水压监测、水位的监测和以此为基础的自动排水系统。

1. 富水层水压监测



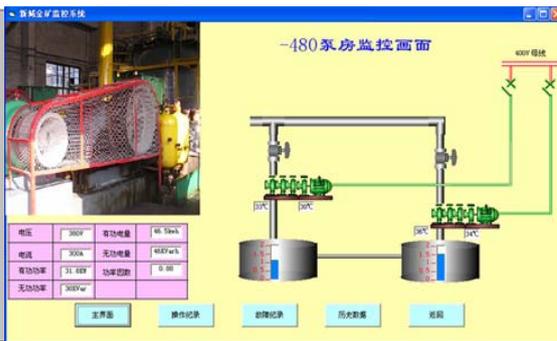
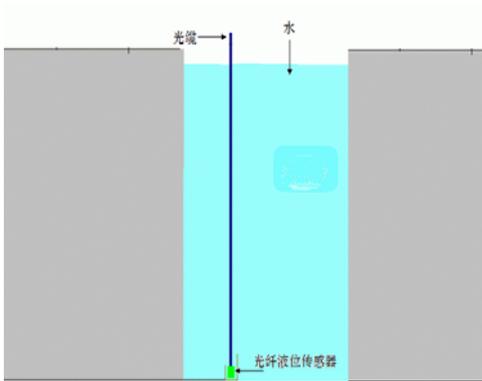
灵敏度：0.1%

精度：±0.25%

范围：0~60 MPa

图九、光纤水压传感器。

2. 矿井自动排水系统



图十、液位传感器设置

图十一、计算机显示界面

(五) 光纤机电设备状态监测

光纤温度、振动传感器已经成功地用于煤矿变电站高压开关柜、高压电缆温度的在线监测。也可用于皮带机状态监测。

1. 机电设备温度监测：

光纤光栅信号解调仪 Web发布



图十二、高压开关柜在线监测图

2. 智能电缆：

- 适用于：工作面上采煤机拖曳电缆、移动开关至工作面运输机或转载机的电缆。
- 主要作用：监测电缆的漏、断电位置。



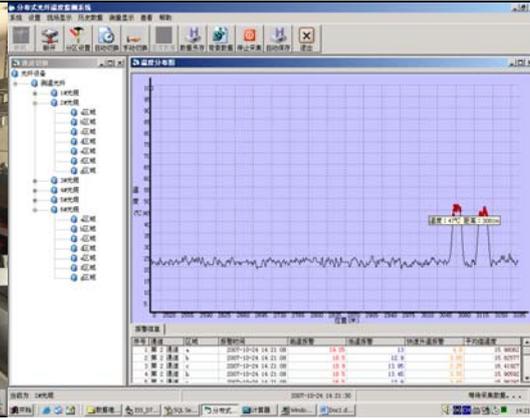
图十三、智能电缆

3. 皮带运输机火灾监测：

- 皮带温度监测
- 电机温度监测
- 发现温度异常 启动控制（停机）



图十四、皮带运输机



图十五、计算机监测界面

(六) 综采工作面工作阻力实时监测

支架阻力光纤智能监测系统的特点：

- 1) 液压支架前后柱工作阻力明了。
- 2) 光纤传感器无须单独电源质安全。
- 3) 光纤传输速度快、容量大、迅捷。
- 4) 系统故障自检。
- 5) 可设定阻力异常预警、预

综采面工作阻力监测技术指

图十六、综采面工作阻力监

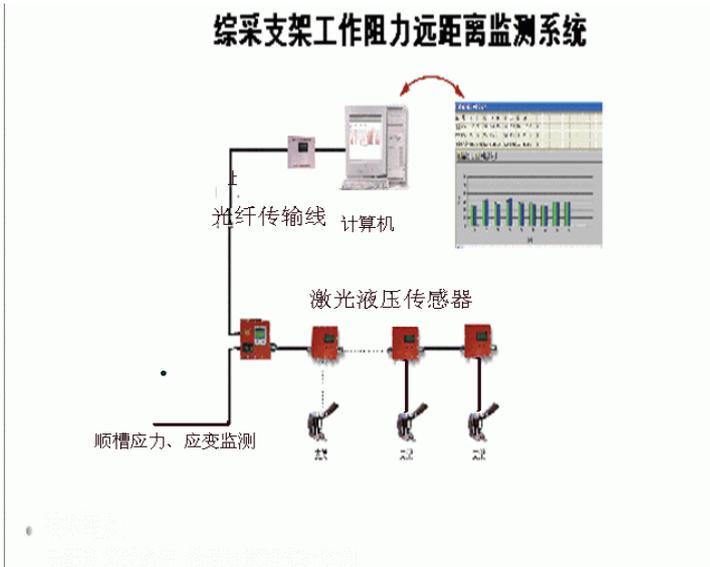
技术指标：

巡检周期	≤5s
通讯距离	≤12 km
传感器量程	0~50Mpa
测量精度	0.1% FS

(七) 煤矿视频安全监控系统

1、概述

目前，煤矿井下作业因为远离地面，地形复杂，环境恶劣，所以容易发生事故。利用远



显示直观
供电，本
数据显示
报。
标：
测示意图

程视频监控系统，地面监控人员可以直接对井下情况进行实时监控，不仅能直观的监视和记录井下工作现场的安全生产情况，而且能及时发现问题苗子，防患于未然，也能为事后分析事故提供有关的第一手图像资料。因此远程视频监控系统是现代矿井安全生产监控系统的重要组成部分。

当前一些煤矿使用的视频监控系统都是早期的模拟监控，性能和稳定性不高。现在随着网络技术和计算机技术的发展，基于 TCP/IP 协议的 IP 网的应用得到广泛普及。高速宽带主干网的建成和各地区高速接入系统的迅速发展，促进了基于 IP 技术的各种视频通信应用，如网络远程视频监控系统的发展。所以在煤矿安全监控系统中引入现代网络远程视频监控系统将是一种趋势。

2、系统优势

煤矿企业多数都建有一套闭路电视监控系统，采用的是模拟视频信号，具有很大的局限性：首先，有线模拟视频信号的传输对距离十分敏感，当传输距离大于 1000 米时，信号容易产生衰耗、畸变、群延时，并且易受干扰，使图像质量下降，当用于井下复杂的工作现场时，效果不好；其次，有线模拟视频监控无法联网，只能以点对点的方式监视现场，并且使得布线工程量极大，不便于系统的维护和升级；最后，有线模拟视频信号数据的存储会耗费大量的存储介质(如录像带)，查询取证时十分烦琐。

网络视频监控系统的优点正好克服了模拟闭路电视监控的局限性：首先，数字化视频可以在计算机网络(局域网或广域网)上传输图像数据，基本上不受距离限制，信号不易受干扰，可大幅度提高图像品质和稳定性；其次，数字视频可利用计算机网络联网，网络带宽可复用，无须重复布线；另外，数字化存储成为可能，经过压缩的视频数据可存储在磁盘阵列中或保存在光盘中，查询十分简便快捷。

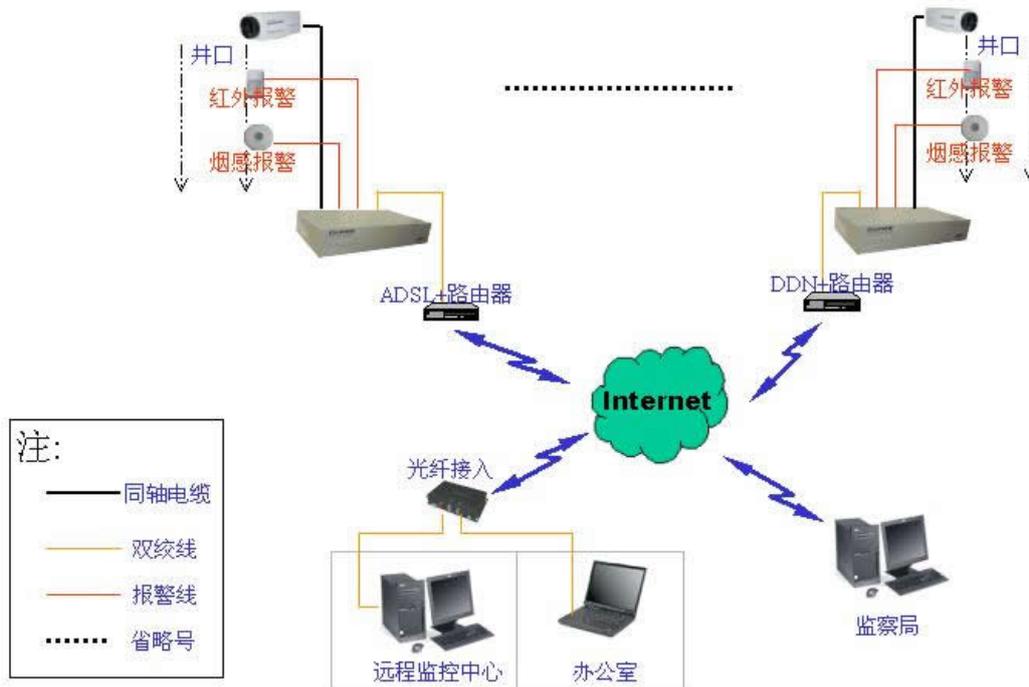
另外，网络视频监控系统提供数据接口，把煤矿运输的称重环节，通过科学的数据采集手段，将重量数据与视频数据结合，直观的现实货车运煤的实际数据。

3、系统组成

根据这种现场条件，我们采用网络视频监控系统，该系统基于嵌入式 Web 服务器，系统采用 VXWORKS 操作系统，安全可靠，获得较好的网络视频传输。在外部环境上，在全局各矿都构建了一个以光纤为传输媒介的千兆以太局域网，可以实现语音和视频的快速传输，这为基于嵌入式 Web 服务器的网络视频监控的应用提供了良好的条件。

此外，煤矿还提出希望能将视频监控的图像在本矿的局域网上传输，这样矿领导、调度室、安检科等在办公室里就可随时通过电脑了解现场的工作和设备运行情况。

煤矿远程监控拓扑图



4、监控前端

井下摄像机的视频输出通过 BNC 连接到视频服务器，然后通过 RJ45 接头将视频服务器连接到网络，再为视频服务器设置一个 IP 地址，就可以依托已有的快速局域网，实现在局域网的任何地方，授权用户都可以利用浏览器来观看井下的工作情况。

视频服务器包含一个内置的 WEB 服务器，它可以增强传统监视系统的性能，并为在一个安全的内部网甚至互联网上发布监控图像提供了网络连通性。视频摄像机的管理、配置和监控——所有的这些都只须在你的指尖通过 Microsoft IE 的标准 WEB 浏览器来完成。

此外，还可以将其他矿井安全监测设备如：瓦斯传感器、通风检测设备、报警设备等通过辅助的输入设备连接到服务器上。

5、监控中心

调度中心主要由监控服务器、监控客户终端等组成。主要完成矿区现场图像接收与显示，用户登录管理，优先权的分配，控制信号的协调，图像的实时监控，录像的存储、检索、回放、备份、恢复等。

在厂区网络上配置一台监控服务器，安装中心服务器监控软件，中心服务器前端对各变电站的摄像机、视频服务器进行管理，后端对所有的上网用户进行管理，同时担负录像报警等众多功能。在值班室安装一到数台监控客户机，监控用户首先登陆监控服务器，输入用户

名密码，获得相应的授权后，即能访问到前端的摄像机，同时也可以安装一台大屏幕显示器（或背部投影机、等离子显示器等），利用系统软件的强大功能，可以在大屏幕上同时显示出1/4/6/8/9/10/16个摄像机的画面。系统也可以采用常规的电视墙显示方式。

系统能够对各矿区，所有关地磅数据、图像进行监控和监视，以便能够实时、直接地了解和掌握各矿区第情况，并及时对发生的情况作出反应。

监控服务器功能强大，可以同时管理数十个矿区系统和数十个甚至是上百个在线用户，在以后矿区扩容时，调度中心无须增加硬件设备投入；系统能够对数十个活动视频图像的同时接收、满足所有在线客户的转发申请；系统具有完善的录像服务：人工录像、计划录像和报警录像，可存储、检索、备份和恢复大量的图像数据库文件；具有强大的录像回放能力，可以根据用户网上提交的申请独立地为用户提供录像的检索和回放，可以同时响应大量的用户申请；系统也具有完善的用户认证机制（用户名、密码、前端系统密码、优先级）机制，强大的中心协调机制（并发申请、图像转发、录制申请，并发控制协调等），整个系统基于先进的软件平台，符合标准和未来发展方向。

六、监控终端

系统采用成熟 WEB 技术，系统为用户提供了良好的人机界面，客户端通过浏览器方式访问系统。网络上的任何一台微机/笔记本电脑只要安装了“Gloview”监控系统的客户端图像控件之后，即可成为一个功能完备的监控客户终端。客户可以随时随地查看所需要的现场图像和地磅数据。系统可以以多画面显示现场图像，并能任意控制镜头。对于地磅的数据系统则以曲线，柱状图和表格等的形式直观表现，如果需要还能通过计算机与前端的工作人员对话。

随着 TCP/IP 技术各个领域都得到发展和应用，基于 IP 技术的嵌入式 Web 服务器视频监控系统必将在煤矿井下安全生产监控上得到更广泛的应用，并会影响到整个矿井安全监测系统的发展方向。

安全是煤炭生产的头等大事，安全对煤炭生产起着保证、支撑和推动作用，煤矿安全生产也是国家安全生产的重要组成部分。监测监控、预测预报和预警是贯彻“安全第一，预防为主”方针的前提和保障。有着自主创新技术的“光纤煤矿综合监测监控系统”期待与您携手合作，共创安全和谐的煤炭生产发展之路！