

# 煤矿管网智能监控系统研究

张丙辉

中信重工开诚智能装备有限公司, 河北唐山 063000

**摘要：**针对现有煤矿供风、供水管网均停留在人工、手动管理水平，人员多、效率低、信息获取不及时等问题，研究设计了煤矿管网监控系统。介绍了煤矿管网监控系统的设计方案和功能设计，详细阐述了控制方式、输配调度、监测点布置、传感器安装位置选择设计等实现煤矿管网智能监控系统的关键技术环节设计。该系统达到了管理、控制、监测于一体及减员增效的目的，提高了矿井管网监控环节的安全性、信息化、智能化水平。

**关键词：** 供风；供水；动态数据监测；管网输配调度

## Research on Intelligent Monitoring System for Coal Mine Pipeline Network

Zhang Binghui

CITIC Heavy Industry Kaicheng Intelligent Equipment Co., Ltd. Tangshan, Hebei 063000

**Abstract：** In view of the problems of the existing coal mine wind supply and water supply network at the level of manual management, many personnel, low efficiency and delayed information acquisition, the monitoring system of coal mine pipe network is studied and designed. This paper introduces the design scheme and functional design of coal mine pipe network monitoring system, and expounds the key technical link design of intelligent monitoring system of coal mine pipe network, such as control mode, transmission and distribution scheduling, monitoring point layout, sensor installation position selection design. The system has achieved the purpose of management, control, monitoring and staff reduction and efficiency increase, and improved the safety, information and intelligence level of the mine pipe network monitoring link.

**Keywords：** wind supply; water supply; dynamic data monitoring; pipe network transmission distribution scheduling

## 引言

煤矿井下供风、供水系统是煤矿正常生产的关键部分，是保证煤矿安全生产的必备条件，也被称为井下的“血液循环系统”<sup>[1]</sup>。目前大部分煤矿供风、供水管网管理均停留在手动、人工的管理水平<sup>[2]</sup>，管理难度和系统的把控，距离智能化矿井存在不小的差距，随着新采区及工作面的延伸，风水管网变得更为复杂。一些管路布置时间长，受自然环境侵蚀严重，同时受部分巷道变形及矿井采动压力等影响较大，跑、冒、滴、漏等管路故障层出不穷<sup>[3]</sup>，由于管网延伸距离远，处理故障时需人工逐步沿管路查找问题，及其费时费力。严重影响正常生产作业，制约了矿井的高效发展。基于此开发了煤矿管网智能监控系统，实现煤矿管网动态数据监控（管道流量、压力监测），对整个井下供风、供水系统的供风、输配风水管道流量、压力进行监测，以便于科学、准确的进行调度。

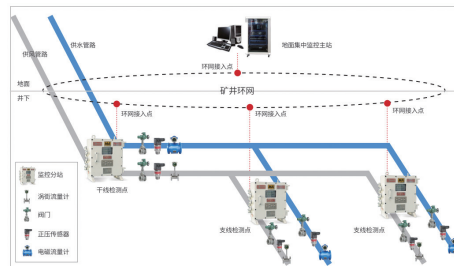
## 一、煤矿管网智能监控系统总体设计方案

煤矿井下管网系统，广泛布置于煤矿井下巷道，结构复杂，这增加了管网运营和管理的难度。现场配置管网监测终端设备，采集流量、压力数据<sup>[4]</sup>，同时更改管路沿线手动阀门为电动阀门，并传输至监控中心实现远程监控。工作人员可以在调度中心远程监控井下供风、供水管网的压力及流量情况。科学指挥监控启停调节巷道内供风、供水阀门<sup>[5]</sup>，提高对整体管网系统的掌控能力、科学的调配能力，保障整个管网系统供水、供风压力平衡、流量稳定。

### （一）系统结构

煤矿井下管网监控系统主要由地面集中监控主站、现场监控分站、感知设备、数据通讯设施等组成。系统是融合现场总线技

术、计算机技术、网络通信技术、传感器技术、数据库技术等于一体的集成控制系统。



> 图1 煤矿管网智能监控系统总体架构

系统通过地面集中监控主站与各远程站点进行通讯链接，能够远程监控管网的运行情况，负责处理、存储、管理从输配管网

作者简介：张丙辉（1985.10-），男，汉族，河北省平泉市，大专，工程师，研究方向：煤矿智能化自动化技术服务工作。

各远程站点传送来的实时数据,提供事件推送、组态展示、预警管理、策略管理、远程控制等应用服务。同时又为网络中的其他服务器和 workstation 提供实时数据。

现场监控分站作为本系统的远程监控站,采集并处理现场传感器数据,远程站点接受控制中心下达的指令并向控制中心传递信息;同时它们也是一个相对独立的监控站,在本地配备显示终端,具有就地控制显示功能。控制分站出现故障时,不会妨碍控制中心与其他站点的通讯。如果控制中心与任何一个站点出现通讯故障,该点的控制系统将保持现场的控制、数据采集的现行状态,并存储所有的数据。

远程监控站传输网络与控制中心连接构成分布式控制网络。远程监控站与控制中心的数据传输采用专门的工业通讯协议,确保传输数据的正确性。

感知设备包括电磁流量计、涡街式流量计、压力传感器、水质传感器等,感知设备安井下供风、供水管网中采集处理并上传信息。利用感知设备对地下管网水环境所需要参数进行多元化、全方位动态监测,也是支撑本系统的基础支撑部分。

执行装置包括电动闸阀、电动调节阀等设备,接收监控分站下达的控制命令,实现管路的打开、关闭控制以及阀门的开度调节,实现管网供风、供水压力平衡、流量稳定控制。

## (二) 控制方式设计

### 1. 自动控制

当系统选择自动控制模式时。系统实时检测(接收)供风、供水管路用水点压力。系统实时检测、接收水源管路、用水管路压力,根据检测到管路的实时压力值,自动调节闸阀开度,使闸阀开度保持在用水、用风点预设的压力范围内进行工作。当用水管路压力过低时,风源、水源管路压力不在低位时,系统自动调节闸阀开度,根据增加用风、用水点的供风、供水量;当压力过低无法补偿时系统发出声光报警信号。

### 2. 手动控制

根据实际生产需要可以从自动控制方式切换为手动控制方式。此方式下操作人员在控制箱、上位机上人工手动控制管路上阀门,实现供风、供水管路的手动输配调度。

## (三) 输配调度设计

系统主要目的是保证供风、供水管网的安全运行和监控的可靠操作。系统输配调度原则如下:

1. 控制中心负责管网的安全运行及供风、供水的供需平衡,并将风、水输送至各供应点;
2. 通过对采集的管网流量、压力等参数分析,可以更合理地调配资源,优化矿井供风、供水管网运行方案,最大限度的节省资源,降低成本;
3. 调度管理安全性、可靠性;

其原则和技术措施如下:

- 采用模块化设计,确保系统结构合理、易于扩充;
  - 关键设备和场所采用冗余设计,确保管网安全可靠的运行;
  - 系统的管理与操作既可在控制中心实现,又可在现场直接操作,确保系统具有优秀安全的可控性能;
4. 方案设计采用有效的系统容错功能,确保系统在高度可靠

的前提下运行,杜绝管网出现失控状态。

## (四) 监控站点布置设计

煤矿供风、供水管网监测点的布设要求是确保供风、供水管网监测工作的有效性和可靠性的基础。合理的布设原则和要求可以提高监测点的覆盖范围和监测效果,保障供风、供水管网的正常运行满足用风、用水点需求。对监测点的建设和管理,确保监测点的有效检测和方便维护。

1. 主干管道:主干管道是管网的重要组成部分,监测点应布设在主干管道的关键位置,如交叉口、分风分水口等,以便及时发现管道堵塞、泄漏等问题。

2. 支管道:支管道是供风、供水管网的补充部分,监测点应布设在支管道的起始点和终点,以便及时发现支管道的问题。

3. 井口:井口是管网监控的重要节点,监测点应布设在井口附近,以便及时发现井口的问题。

4. 使用点:使用点管路流量、压力是衡量管网调配合理与否的重要依据,监控点应布置在供风、供水使用点,以便实现风水资源的智能调控。

## (五) 传感器安装位置选择设计

监测站一般布置于主干管、重点支管、井口、使用点等。在实际安装的过程中,应遵循以下原则:

1. 应当安装于水流平缓稳定、没有回流和漩涡、处于测量范围内的干扰等环境下。

2. 避免在排水口、垂直跌水、管道汇流、管道弯曲等位置处安,这种位置将会严重影响到测量精度,应避免此类位置处安装,应在该位置的上游或下游水流平缓稳定的环境下进行安装。

3. 监测站应避免在现场环境复杂的位置安装,因为设备安装固定、取电等,复杂环境和损坏巷道结构会增加安装施工的难度。

## 二、系统功能

### 1. 实时监控

实时监测各个管网监测点压力、流量、阀门状态等信息,对管网排查和管网监测结果进行数据挖掘,对管道内流量、水质、压力、水位、阀门开度大小等数据进行实时监控,展示监测点的各时段变化曲线,同步在安卓/iOS手机、电脑、LED监控大屏等信息终端上,多平台同步。

### 2. 集中监控

应用GIS地理信息系统技术手段<sup>[6]</sup>,可将整矿井的监测点囊括其中,组态云平台的分类管网拓扑,集中监控整个供风、供水管网,获取完整数据。



> 图2 煤矿管网智能监控系统应用界面

### 3. 自动调配功能

根据系统设定的压力、流量值与实际采集检测数值的偏差进行线性调节，控制供水管路闸阀开度。保证水压保持在压力设定值的上、下限范围之内，实现用水点压力满足现场使用需求。系统继续通过主管路、用水点等监控点压力、流量等仪表传送来的检测信号进行分析、计算、判断使管路压力、流量稳定的保持在设定范围内。

### 4. 自动报警

根据实时监测的数据，根据预设报警阈值，可设置管网压力、流量等指标为报警事件，当压力、流量超限，通讯系统产生故障等情况发生时，系统自主判断，并自动触发报警机制，以云平台消息、现场声光、微信消息等方式进行报警，工作人员可根据报警信息快速判断问题所在，降低事故产生的损失，保障管网运行。

### 5. 数据记录

监测数据、报警事件等历史数据自动存储，并生成相应报表，实时记录管网数据等信息，为管网巡查、检漏、改造等工作方向提供科学依据，方便工作人员查看。

#### · 历史数据管理

基于系统的存储数据，对历史数据进行分析对比、查询、导出下载等操作，查询数据可以 Excel 格式导出，进行打印，方便对事件的查询统计，确保设施设备正常运行。

#### · 账号管理

系统支持账号管理，对登录系统的账号设定管理员、操作员等进行监控分级管理，针对各部门的级别、负责区域进行授予权限，辅助协调管理人员。

#### · 可扩展功能

系统具有丰富的接口，可以接入不同数量和类型的监测设备，可以更加完善、全面的监测不同类型的数据。比如还可以接入水质传感器，为管网水环境“质量”奠定数据基础。

### 6. 故障定位

利用管道瞬态模型，采用流量报警、压力定位，以及流量 + 压力综合分析报警、定位（根据现场实际情况确定报警、定位的分析方式）。当出现泄漏、爆管等问题时，系统可以快速定位问题的位置，从而有效降低维修时间和成本确保生产。

## 三、系统特点

### 1. 实时性

实时监测管网压力、流量、水质等重要数据，数据可精准至每一秒钟，且数据准确采集与传输有效储存，运行状态数据无丢失，实现系统内各项监测数据可追踪。

### 2. 可靠性

24小时全天候运行的工作模式，实时保障管道网安全、降低管网事故风险，提高异常处理效率。

### 3. 科学性

选用物联网、自动化控制、边缘计算、大数据等技术户，做

到多维度分析，科学化判断，让管网运营高效。

### 4. 可扩展性

支持水平和垂直方面的扩展，灵活应用软、硬件设备，满足多样化的需求。

### 5. 改进运营管理

自动化、智能化运行，实时警报。改进矿井供风、供水部门运营管理方式。

### 6. 互联互通

互联互通可以将数据汇集在一起，并根据实时信息提出行动建议。

### 7. 全面性

监测点覆盖供风、供水管网的各个部分，包括主干管道、支线管道、井口等，以确保对整个风水管网的监测。

### 8. 合理性

监测点的布设根据管网的结构和特点进行合理规划，避免重复布设和盲区。

### 9. 可行性

监测点的布设考虑到施工和维护的便利性，以确保监测设备的正常运行和维护。

## 四、总结

煤矿井下管网监控系统是一种集传感器技术、数据处理能力、自动化与智能化于一体的先进监测和管理系统。在各类管网管线上布设监测传感器，将监测数据进行分析、管理等，实现煤矿供风、供水管网的自动化数据采集、监控、预警等，它能够实现对供风、供水管网的全面、精准、高效的监控，从而提高供风、供水服务的质量、降低人工成本，加快反应能力，提高工作效率。

## 参考文献

- [1] 谢佳琪. 煤矿井下风、水管网压力实时监测及故障报警系统 [J]. 煤, 2017, 26(7): 50-51.
- [2] 王博, 亢俊明, 王小永, 等. 井下压风、供水管网监测监控系统的应用 [J]. 农家致富顾问, 2015(14): 94-96.
- [3] 姜涛. 管道泄漏检测与定位的应用研究 [D]. 哈尔滨工程大学, 2008.
- [4] JORG BERGER. 管道数据监测实现自动化 - 管线维护中的自动化监测系统 [J]. 流程工业, 2011, (7): 36-37.
- [5] 季海明, 侯宇刚, 马运基, 等. 井下供水管网自动调节与监控系统研制与应用 [C]. 第20届全国煤矿自动化与信息化学术会议暨第2届中国煤矿信息化与自动化高层论坛论文集. 2010: 84-89.
- [6] 陈从书. 基于移动 GIS 终端的供水管网巡检监控系统应用 [C]. 第十五届华东省一市测绘学会学术交流会 (江苏、上海分册) 论文集. 2013: 66-68.