



煤炭技工学校“十一五”规划教材

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

煤矿安全检测仪器与监控系统

MEIKUANG ANQUAN JIANCE YIQI YU JIANKONG XITONG

孙继平 田子建 主编

煤炭工业出版社

煤炭技工学校“十一五”规划教材

煤矿安全检测仪器与监控系统

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

孙继平 田子建 主编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

煤炭技工学校“十一五”规划教材
煤矿安全检测仪器与监控系统

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

孙继平 田子建 主编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

北京房山宏伟印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm^{1/16} 印张 15^{1/4}

字数 357 千字 印数 1—5,000

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3303 - 3/TD76

社内编号 6108 定价 30.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

内 容 提 要

本书介绍了煤矿安全生产监控系统的发展、功能、组成及特点等；介绍了传感器的基本概念、甲烷传感器、一氧化碳传感器、风速传感器、温度传感器、开关量传感器和信号转换器；介绍了信息传输的基本概念、传输线、网络结构与复用方式、信息传输要求、矿用现场总线、矿用分站、矿用传输接口；介绍了矿用电源的特点和工作原理、矿用线性直流电源、矿用开关电源和矿用备用电源；介绍了矿用断电控制器的工作原理，隔爆型电磁起动器、隔爆兼本质安全型电磁起动器和隔爆型馈电开关的控制方法；介绍了系统软件工作原理和主要功能；介绍了煤矿安全生产监控系统的主要性能与技术指标、安装、使用、维护，传感器设置、故障诊断与维修；介绍了便携式光学瓦斯检测仪、便携式甲烷检测报警仪、甲烷报警矿灯、一氧化碳检测仪、氧气检测仪的工作原理与使用；介绍了风速检测仪、风压检测仪、温度检测仪、湿度检测仪、粉尘检测仪的工作原理与使用。本书取材新颖、系统性好，论述面宽、通用性好、实用性强。

本书为煤炭技工学校教材，亦可供从事煤矿安全监控系统和安全检测仪器设计、生产、使用、维护和管理人员使用，还可作为通风安全监测工、瓦斯检查员、测风测尘工、通风区（队）长、矿长及总工程师的培训教材和参考书。

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会

名誉主任 朱德仁
主任 邱江
常务副主任 刘富
副主任 刘爱菊 吕一中 肖仁政 张西月 郝临山 魏焕成
曹允伟 仵自连 桂和荣 雷家鹏 张贵金 韩文东
李传涛 孙怀湘 程建业
秘书长 刘富(兼)
委员 (按姓氏笔画为序)
牛宪民 王枕 王明生 王树明 王朗辉 甘志国
白文富 仵自连 任秀志 刘爱菊 刘富 吕一中
孙怀湘 孙茂林 齐福全 何富贤 余传栋 吴丁良
张久援 张先民 张延刚 张西月 张贵金 张瑞清
李传涛 肖仁政 辛洪波 邱江 邹京生 陈季言
屈新安 林木生 范洪春 侯印浩 赵杰 赵俊谦
郝临山 夏金平 桂和荣 涂国志 曹中林 梁茂庆
曾现周 温永康 程光岭 程建业 董礼 谢宗东
谢明荣 韩文东 雷家鹏 题正义 魏焕成
主编 孙继平 田子建

前 言

为适应煤炭工业新形势对煤炭职业教育和职工培训工作的要求，加快煤炭职业教育教材建设步伐，坚持“改革创新、突出特色、提高质量、适应发展”的指导思想，完成“创新结构、配套专业、完善内容、提高质量”的工作任务，中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会于2004年5月份召开了第一次全体会议，对煤炭行业职业教育教材建设工作提出了具体意见和要求。经过几年的工作，煤炭行业职业教育教材建设工作进展顺利，煤炭行业职业教育教材建设“十一五”规划已经完成，新的教学方法研究和新的教材开发都取得了可喜成绩。一套“结构科学、特色突出、专业配套、质量优良”的煤炭技工学校通用教材正在陆续出版发行，将为煤炭职业教育的不断发展提供有力的技术支持。

这套教材主要适用于煤炭技工学校教学及工人在职培训、就业前培训，也适合具有初中文化程度的工人自学和工程技术人员参考。

《煤矿安全检测仪器与监控系统》是这套教材中的一种，是根据经劳动和社会保障部批准的全国煤矿技工学校统一教学计划、教学大纲的规定编写的，经中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会审定，并认定为合格教材，是全国煤炭技工学校教学，工人在职培训、就业前培训的必备的统一教材。

本教材由中国矿业大学（北京）孙继平教授和田子建副教授主编，其中，绪论，第一、二、三、四、五、六章由孙继平编写；第七章和第八章由田子建编写。全书由孙继平统稿。在本教材编写过程中，得到了中国煤炭工业协会刘富同志的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，书中难免有不当之处，恳请广大读者批评指正。

中国煤炭教育协会职业教育教材
编审委员会

目 次

绪 论	1
第一章 矿用传感器与信号转换器	14
第一节 基础知识	14
第二节 矿用甲烷传感器	22
第三节 矿用一氧化碳传感器	28
第四节 矿用风速传感器	29
第五节 矿用温度传感器	31
第六节 矿用开关量传感器	33
第七节 矿用信号转换器	34
第二章 矿用分站与信息传输接口	38
第一节 基本概念	38
第二节 传输线	51
第三节 网络结构与复用方式	58
第四节 矿井监控信息传输要求	69
第五节 矿用现场总线	73
第六节 矿用分站	80
第七节 矿用传输接口	84
第三章 矿用电源与备用电源	87
第一节 矿用电源的特点及主要技术指标	87
第二节 矿用线性直流电源	89
第三节 矿用开关电源	113
第四节 矿用备用电源	119
第四章 矿用断电控制器与断电控制	134
第一节 矿用断电控制器	134
第二节 隔爆型电磁起动器及其控制	136
第三节 隔爆兼本质安全型电磁起动器及其控制	144
第四节 隔爆型馈电开关及其控制	148
第五章 系统软件	157
第一节 系统软件的工作原理	157
第二节 系统软件的一般要求	158
第三节 显示	160
第四节 报警与存储	170
第五节 打印	171

第六章 煤矿安全监控系统	176
第一节 煤矿安全监控系统的主要性能与技术指标	176
第二节 煤矿安全监控系统的安装、使用与维护	178
第三节 传感器的设置	183
第四节 煤矿安全监控系统的故障诊断与维修	191
第七章 矿井气体检测仪器	193
第一节 便携式光学瓦斯检测仪	193
第二节 便携式甲烷检测报警仪	199
第三节 甲烷报警矿灯	205
第四节 一氧化碳检测仪	207
第五节 氧气检测仪	213
第八章 矿井通风与粉尘检测仪器	215
第一节 风速检测仪	215
第二节 风压检测仪	220
第三节 温度检测仪	224
第四节 湿度检测仪	227
第五节 粉尘检测仪	233

绪 论

矿井监控系统是煤炭企业高产、高效、安全生产的重要保证。世界各主要产煤国对此都十分重视，研制、生产和推广使用了环境安全、轨道运输、带式运输、提升运输、供电、排水、矿山压力、火灾、水灾、煤与瓦斯突出、大型机电设备健康状况等监控系统，提高了生产率和设备利用率，增强了矿山安全。

矿井监控系统的推广应用，实现了甲烷超限断电、停风断电、通风系统监控、煤与瓦斯突出监测、火灾监控、水灾监测、矿山压力监测等，从而减少了瓦斯与煤尘爆炸、火灾、水灾、顶板等灾害与事故的发生，保障了煤矿安全生产和矿工生命安全。

矿井监控系统的推广应用，实现了轨道运输、带式运输、采区变电所、水泵房等地面远动控制，从而大大减少了井下作业人员。由于井下作业人员的减少，发生重特大事故的概率也大大降低。由于将井下操作改为地面远动操作，因此，改善了作业环境，从而吸引了一些业务素质高的人从事这些远动操作工作，进而降低了误操作及违章作业的概率。

煤矿井下是一个特殊的工作环境，有瓦斯（主要成分是甲烷）等易燃、易爆性气体，有硫化氢等腐蚀性气体，有淋水、环境潮湿、空间狭小、矿尘大，电磁干扰严重、电网电压波动大、工作场所分散且距离远等特点。因此，矿井监控系统不同于一般工业监控系统。这主要体现在电气防爆、传输距离远、网络结构宜采用树形结构、监控对象变化缓慢、电网电压波动适应能力强、抗干扰能力强、抗故障能力强，不宜采用中继器、传感器宜采用远程供电、设备外壳防护性能要求高等方面。可见，一般工业监控原理和技术难以直接运用到矿井监控系统中。

因此，有必要借鉴一般工业监控原理和先进技术，针对矿井监控的特殊性，进行矿井监控理论和系统的研究，这对于促进矿井监控理论和技术发展，促进产品标准化与通用化，降低设备成本，提高系统可靠性，保障煤炭安全高效生产，具有重大的理论意义和实用价值，同时，对石油、化工等爆炸性环境和其他矿井监控具有参考价值。

一、矿井监控系统的组成

现有矿井监控系统在煤矿安全生产、提高生产率和设备利用率方面起到了重要作用，但存在着硬件不通用、软件不兼容、信道不共享、信息不共享、以监测为主、控制功能特别是远程控制功能不强、灾害预报功能弱等问题。因此，矿井监控系统将综合组态软件、现场总线、可编程控制器、多媒体、计算机网络、GIS 和智能传感器等技术，向着监测与控制并重、就地自动控制、远程人为控制、灾害预报、硬件通用、软件兼容、信道共享、信息共享、多参数、多功能、多媒体全矿井综合监控的方向发展。

1. 早期的矿井监控系统

矿井监控系统是由瓦斯遥测系统发展而来的。瓦斯遥测系统是用来监控井下环境中甲烷浓度的监控系统，并具有瓦斯超限声光报警和断电功能。瓦斯遥测系统一般由甲烷传感器、断电仪、遥测仪和记录仪组成，如图 0-1 所示。

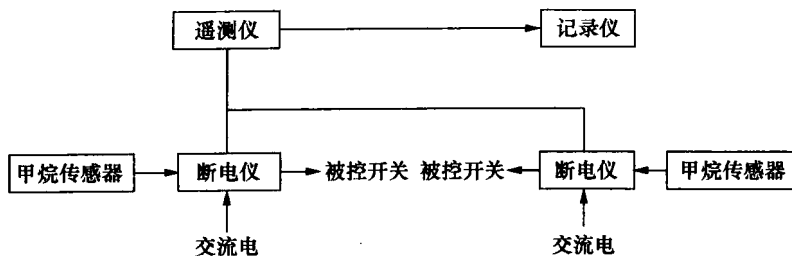


图 0-1 早期的矿井监控系统

甲烷传感器将被测甲烷浓度转换为电信号传送至断电仪，并具有甲烷浓度显示和甲烷浓度超过报警浓度后声光报警功能（也有一些瓦斯遥测系统将声光报警箱与传感器分离）。甲烷传感器至断电仪的最大传输距离为 1km，采用 3 芯或 4 芯矿用信号电缆（1 芯用作信号线，1 芯用作地线、1 芯用作断电仪向传感器供电），模拟基带信号传输（电压型、电流型或频率型）。

断电仪对甲烷传感器送来的甲烷浓度信号进行调制，将调制后的信号经 2 芯矿用信号电缆远距离传送至位于地面的遥测仪。由于断电仪至遥测仪之间距离较远（可达 10km），为减少电缆用量，降低系统成本，便于系统安装与维护，断电仪至遥测仪之间采用频分多路复用，复用路数一般为 5~10 路。断电仪同时对接收到的甲烷浓度信号进行判别，若超过断电浓度，则通过控制继电器切断被控区域的动力电源，并实现闭锁。断电仪还兼作电源，将井下电网的交流电转换为断电仪和传感器所需的本质安全型直流电源。

遥测仪对接收到的调制信号解调后显示，并进行报警判别，当甲烷浓度超过报警浓度时，发出声光报警信号。

记录仪将甲烷浓度实时记录下来。

瓦斯遥测系统的主要技术特征是：单一甲烷监测，就地断电控制，声光报警，数码管或模拟表头显示，多笔记录仪记录，频分多路复用，单向模拟传输，树形网络结构，采用分立组件或中、小规模集成电路。

在发展甲烷遥测系统的同时，为了保证轨道运输、提升运输、带式运输等运输系统的安全，提高生产率和设备利用率，推广应用了模拟盘调度系统。例如，用于轨道运输监控的信、集、闭系统，用于提升运输监控的信号系统和用于带式运输监控的信号系统等。这些系统均采用集中监控，每路信号使用 1 对电缆芯线接至总控制台，总控制台使用指示灯显示设备状态。为使形象直观，常常将设备图形等制成背景，在被监控的设备处设置指示灯，如图 0-2 所示。这些系统的技术特征是：单一开关量监控、继电器闭锁控制，一对一模拟传输，模拟盘指示灯显示，星形网络结构，采用分立组件或中、小规模集成电路。

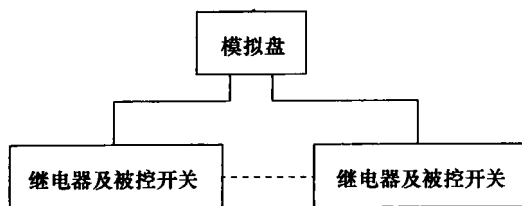


图 0-2 模拟盘调度系统

2. 矿井监控系统组成

早期的瓦斯遥测系统和模拟盘调度系统虽在煤矿安全生产、提高生产率和设备利用率方面起到了重要作用，但由

于这些系统监测参数单一、监测容量小、电缆用量大、系统性能价格比低，因此，难以满足煤矿安全生产的需要，特别是采煤机械化程度的提高，对矿井监控提出了越来越高的要求。

随着传感器技术、电子技术、计算机技术和信息传输技术的发展和在煤矿的应用，为适应机械化采煤的需要，矿井监控系统由早期的单一参数的监测系统发展为多参数单方面监控系统。这些系统均针对某一方面的多参数监控，这包括通风安全监控系统、轨道运输监控系统，带式运输监控系统、提升运输监控系统、供电监控系统、排水监控系统、矿山压力监测系统、火灾监控系统、水灾监测系统、煤与瓦斯突出监测系统、大型机电设备健康状况监控系统等。

(1) 通风安全监控系统主要用来监测甲烷浓度、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度、氧气浓度、硫化氢浓度、风速、风压、湿度、温度、风门状态、风窗状态、风筒状态、局部通风机开停、主通风机开停、工作电压、工作电流等，并实现甲烷超限声光报警、断电和甲烷风电闭锁控制等。

(2) 轨道运输监控系统主要用来监测信号机状态，电动转辙机状态，机车位置，机车编号、运行方向、运行速度，车皮数和空（实）车皮数等，并实现信号机、电动转辙机闭锁控制、地面远程调度与控制等。

(3) 带式运输监控主要用来监测输送带速度、轴温、烟雾、堆煤、横向撕裂、纵向撕裂、跑偏、打滑、电动机运行状态、煤仓煤位等，并实现顺煤流启动、逆煤流停止闭锁控制，安全保护、地面远程调度与控制，输送带火灾监测与控制等。

(4) 提升运输监控系统主要用来监测罐笼位置、速度，安全门状态，摇台状态，阻车器状态等，并实现推车、补车、提升闭锁控制等。

(5) 供电监控系统主要用来监测电网电压、电流、功率、功率因数，馈电开关状态，电网绝缘状态等，并实现漏电保护、馈电开关闭锁控制、地面远程控制等。

(6) 排水监控系统主要用来监测水仓水位，水泵开停，水泵工作电压、电流、功率，阀门状态、流量、压力等，并实现阀门开关、水泵开停控制、地面远程控制等。

(7) 火灾监控系统主要用来监测一氧化碳浓度、二氧化碳浓度、氧气浓度、温度、压差、烟雾等，并通过风门、风窗控制，实现均压灭火控制、制氮与注氮控制等。

(8) 矿山压力监测系统主要用来监测地音、顶板位移、位移速度、位移加速度、红外发射、电磁发射等，并实现矿山压力预报。

(9) 煤与瓦斯突出监测系统主要用来监测煤岩体声发射、瓦斯涌出量、工作面煤壁温度、红外发射、电磁发射等，并实现煤与瓦斯突出预报。

(10) 大型机电设备健康状况监控系统主要用来监测机械振动、油质量污染等，并实现故障诊断。

这些系统一般由传感器、执行机构、分站、电源箱（或电控箱）、主站（或传输接口）、主机（含显示器）、打印机、模拟盘、多屏幕、UPS 电源、远程终端、网络接口、电缆和接线盒等组成，如图 0-3 所示。

传感器将被测物理量转换为电信号，经 3 芯或 4 芯矿用电缆（其中，1 芯用于地线，1 芯用于信号线，1 芯用于分站向传感器供电）与分站相连，并具有显示和声光报警功能（有些传感器没有显示或没有声光报警）。

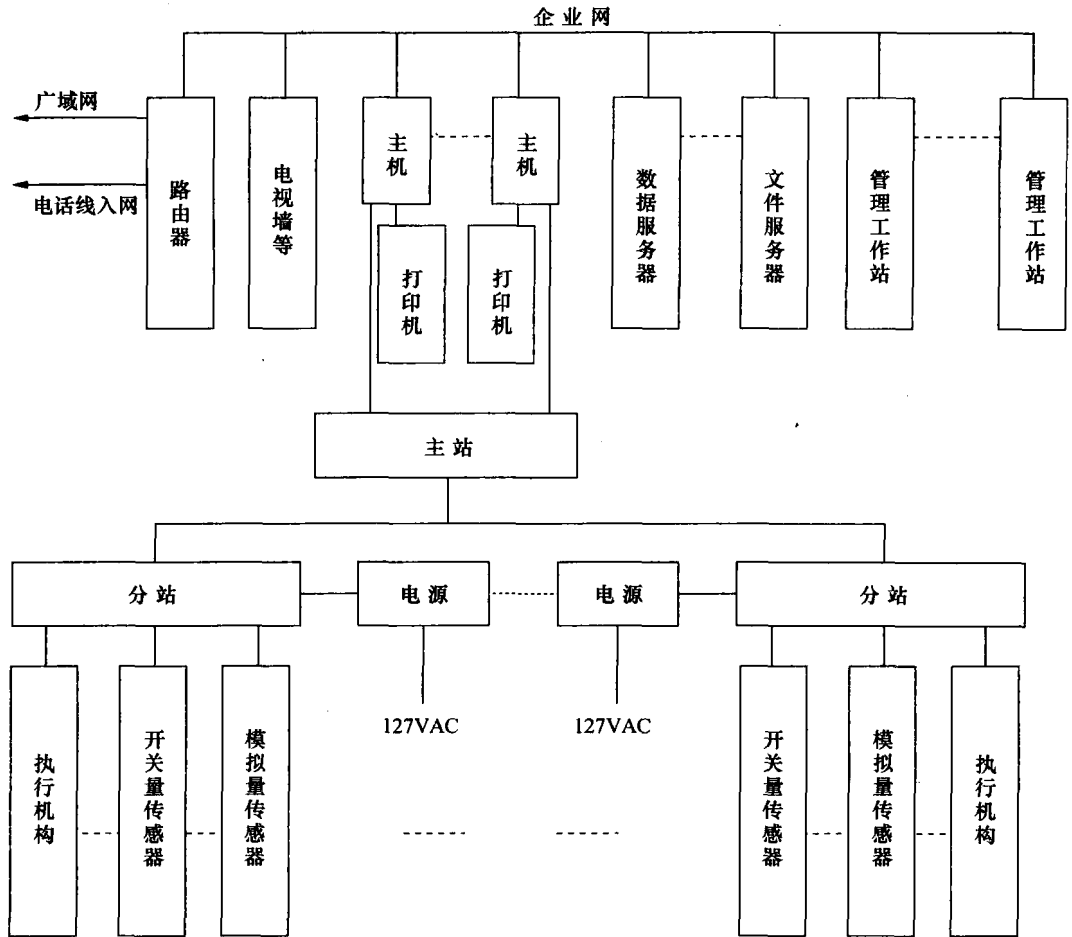


图0-3 矿井监控系统

执行机构（含声光报警及显示设备）将控制信号转换为被控物理量，通过矿用电缆与分站相连。

分站接收来自传感器的信号，并按预先约定的复用方式（时分制或频分制等）远距离传送给主站（或传输接口）；同时，接收来自主站（或传输接口）多路复用信号（时分制或频分制等）。分站还具有线性校正、超限判别、逻辑运算等简单的数据处理能力，对传感器输入的信号和主站（或传输接口）传输来的信号进行处理，控制执行机构工作。传感器及执行机构距分站的传输距离一般不大于2km。因此，一般采用星形网络结构（1个传感器或1个执行机构使用1根电缆与分站相连）单向模拟传输。分站至主站之间最大传输距离达10km。为减少电缆用量，降低系统电缆投资，便于安装维护和提高系统可靠性，通常采用2芯（用于单工或单向）、3芯或4芯（用于双向）矿用信号电缆时分制或频分制多路复用（也有采用码分制），树形网络结构、环形网络结构或树形与星形混合网络结构，串行数字传输（基带传输或频带传输、异步传输或同步传输）。

电源箱将井下交流电网电源转换为系统所需的本质安全型直流电源，并具有维持电网

停电后正常供电不小于2h的蓄电池。

主站（或传输接口）接收分站远距离发送的信号，并送主机处理；接收主机信号，并送相应分站。主站（或传输接口）主要完成地面非本质安全型电气设备与井下本质安全型电气设备的隔离。主站还具有控制分站的发送与接收，多路复用信号的调制与解调，系统自检等功能。

主机一般选用工控微型计算机或普通台式微型计算机、双机或多机备份。主机主要用来接收监测信号、校正、报警判别、数据统计、磁盘存储、显示、声光报警、人机对话、输出控制、控制打印输出与管理网络联接等。

投影仪、模拟盘、大屏幕、多屏幕、电视墙等用来扩大显示面积，以便于在调度室远距离观察。

管理工作站或远程终端一般设置在矿长及总工办公室，以便随时了解矿井安全及生产状况。

数据服务器是主机与管理工作站及网络其他用户交换监控信息集散地。

路由器用于企业网与广域网及电话线入网等的协议转换、安全防范。

单方面多参数矿井监控系统的技术特征是：

(1) 传感器及执行机构采用星形网络结构与分站相连，单向模拟传输；

(2) 分站至主站间采用树形、环形或树形与星形混合网络结构，多路复用（时分制、频分制或码分制）、单工或双工（个别系统采用单向）、串行数字传输（基带传输或频带传输、异步传输或同步传输）；

(3) 采用微型计算机（含单片机）、大规模集成电路、固态继电器及大功率电力电子器件、投影仪、大屏幕、模拟盘、多屏幕、电视墙等，具有彩色显示、磁盘记录、打印报表、联网等功能。

单方面多参数矿井监控系统解决了机械化采煤的急需，但这些系统均存在着控制功能差、通用性差、性能价格比低等问题。这既不符合监测与控制并重、硬件通用、软件组态、现场总线与多媒体的发展趋势，又难于满足煤炭高产、高效、安全生产的需要。这主要表现在如下几个方面：

(1) 现有矿井监控系统均针对某一监控对象开发为单一的环境安全、轨道运输、带式运输、提升运输、供电系统、排水系统、矿山压力、煤与瓦斯突出或大型机电设备健康状况等专用监控系统，从而造成硬件不通用、软件不兼容、信道不共享、信息不共享。若1个矿井实现全面监控，则需要装备通风安全监控、轨道运输监控、带式运输监控、提升运输监测、供电系统监控、排水系统监控、矿山压力监测、煤与瓦斯突出监测、大型机电设备健康状况监控等数个互不兼容的系统，从而造成设备重复投资、电缆重复敷设、维护人员重复设置，浪费大量人力、物力和财力。

(2) 现有矿井监控系统均在同一水平上重复开发，若需进行新领域的监控，又需重新开发，开发周期长，在开发过程中又浪费大量的人力、物力和财力。

(3) 现有矿井监控系统均没有将数据、文字、声音、图像等多种媒体有机地结合在一起，难以提高信息的利用率。

(4) 现有矿井监控系统均没有针对矿井机电一体化和移动监控研制，这主要表现在没有用于机电一体化、体积小、功能齐全的本质安全型嵌入式智能监控站和便携式仪器接

人的移动测控网。

(5) 现有矿井监控系统的通信协议均为自我定义，互不兼容，没有一个符合矿井电气防爆等特殊要求的总线标准，从而造成不同厂家的设备无法接入，无法共享传输电缆。

(6) 现有矿井监控系统均为主从式传输，如图 0-4 所示。这种传输系统的可靠性受地面主站设备及主干电缆影响很大。当地面主站设备或主干电缆发生故障，将会造成整个系统瘫痪。这种传输方式用于环境安全、轨道运输、带式运输或供电系统等单方面监控时，一般不会出现主站瓶颈效应；但当用于全矿井多方面综合监控时，由于信息量的增加，必然会出现严重的主站瓶颈效应。当然，也可以通过提高传输速度的方法来避免或减少瓶颈效应。理论分析和试验结果表明：系统传输距离为 10km 时，最大传输速率为 4800bps（在无中继条件下）。这说明，在全矿井综合监控系统中，靠提高传输速率解决主站瓶颈效应是没有出路的。

(7) 现有矿井监控系统软件均为某一特定系统开发，通用性差，难以满足环境安全、轨道运输、带式运输、提升运输、供电系统、排水系统、矿山压力、火灾、水灾、煤与瓦斯突出、大型机电设备健康诊断等多方面综合监控的需要。

(8) 现有分站均为某一监控目的开发，功能单一，用户难以通过简单地操作实现环境安全、轨道运输、带式运输等多方面底层监控之目的。

(9) 现有传感器及执行机构，一般采用星形结构与分站连接（除个别系统外），如图 0-5 所示。这样虽然可使用 1 根多芯电缆既给传感器及执行机构供电，又传递信号，但由于电缆复用率低，需敷设大量的电缆，既增大了系统投资，又不便于系统维护。

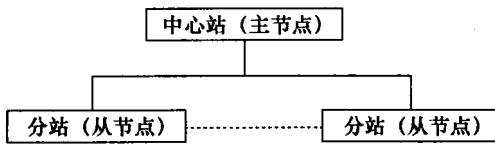


图 0-4 主从式矿井监控系统

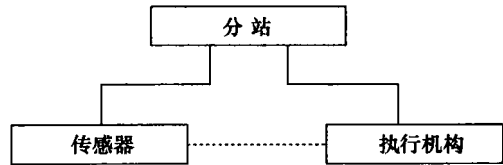


图 0-5 传感器及执行机构采用星形结构与分站连接

(10) 现有传感器及执行机构一般需经分站接入系统（除个别外），这样虽然便于分站实现就地控制，但当个别传感器和执行机构离分站较远，而离系统电缆较近时，就显得十分不合理，既不便于系统维护，又增加了系统电缆投资。

(11) 现有传感器输出信号为模拟信号（频率型、电流型和电压型）和开关量信号，很难实现传感器及执行机构的电缆多路复用。

(12) 现有传感器的电路均针对某一种传感组件设计，仅能实现标校、显示、声光报警、信号输出等基本功能，不能实现同一电路可配接不同传感组件（如监测甲烷浓度的黑白组件，监测温度的半导体组件等）的功能。现有传感器也不能实现多参数监测（如甲烷和风速二参数传感器，既能测出监测点甲烷浓度，又可测出监测点风速，并通过等积孔计算出风量，便于通风调度；一氧化碳和温度二参数传感器，既能测出监测点的一氧化碳浓度，又可测出监测点的温度，便于监测自然发火情况）。

(13) 控制功能，特别是地面运动控制功能，难以满足减少井下危险环境从业人员的需要。

二、全矿井综合监控系统

全矿井综合监控系统是矿井监控系统发展方向，是一种既可用于环境安全、轨道运输、带式运输、提升运输、供电、排水、矿山压力、火灾、水灾、煤与瓦斯突出、大型机电设备健康状况等全面综合监控，又可实现某些或某个方面监控的多参数、多功能监测与控制并重、就地自动控制与地面人为运动控制结合的系统。全矿井综合监控系统由智能传感器、智能监控站、调度管理网络等组成，如图0-6所示。

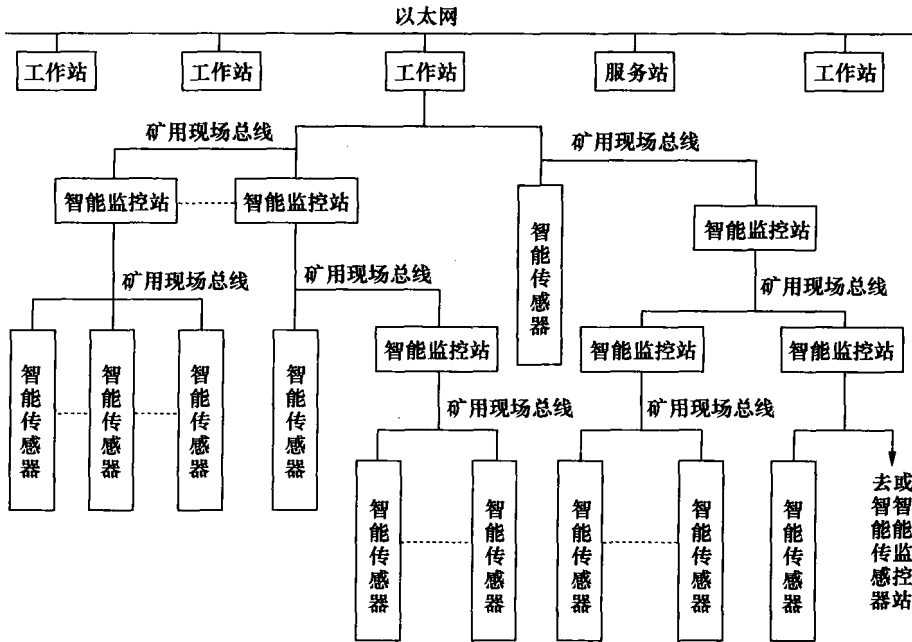


图0-6 全矿井综合监控系统

1. 智能传感器

全矿井综合监控系统的传感器（简称智能传感器，含执行机构）与现有传感器相比具有以下不同之处：

1) 电路通用

智能传感器的电路是通用的，可配接各种不同的传感组件（含敏感组件，下同）。当用于不同被测物理量时，只需更换传感组件，并且同一个传感器还可同时接入多个传感组件构成多参数传感器（如甲烷与风速二参数传感器，一氧化碳与温度二参数传感器等）。

通用电路首先方便了用户维护。现有系统维护人员为了维护系统需了解多种甚至十几种传感器的电路原理，这就要求维护人员具有较高的业务水平和丰富的维护经验，由于维护人员业务水平的差异，难以实现每一位维护人员均能及时处理故障和及时维护的要求；多种电路还造成备品备件种类繁多，不便于配备的困难。

智能传感器使用一种通用电路，便于维护人员集中精力、深入细致地掌握电路原理，达到每一位具有一定电路基础的维护人员均能及时处理故障的要求，以保证系统的正常运

行；同时由于电路统一、备用组件种类少，也便于备件的准备。通用的电路大大提高了电路生产的批量，这就便于研制和生产单位在电路设计和生产中下更大的功夫提高产品质量，也便于降低产品成本。通用电路由小信号检测与放大电路、A/D 转换器（可选带 A/D 转换器的单片机）、单片机最小系统（含程序存储器、数据存储器、时钟电路、复位电路、看门狗电路等）、显示电路、声光报警电路、信号输出电路等组成，如图 0-7 所示。

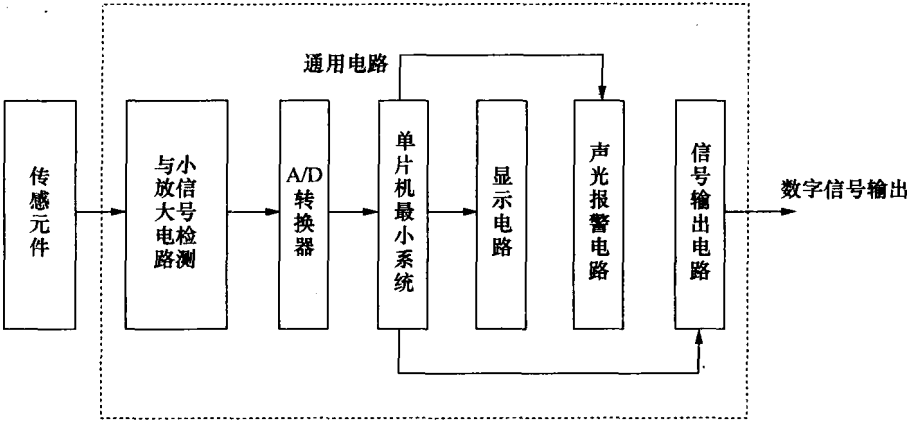


图 0-7 智能传感器

2) 数字信号传输与多路复用

智能传感器采用数字信号传输，多台传感器共享 1 根多芯电缆接成树形结构与智能监控站相连；当传感器远离智能监控站而靠近系统传输电缆时，智能传感器可直接接系统电缆，如图 0-8 所示。

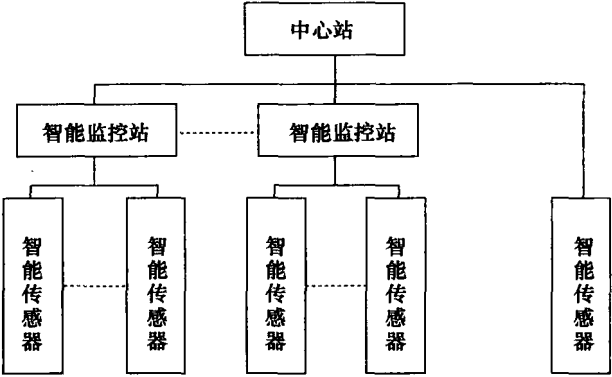


图 0-8 智能传感器直接接系统电缆

现有传感器没有采用数字信号输出和多路复用，主要是因为现有传感器采用单片机的较少，实现时分多路复用困难；另一个原因是早期传感器耗能大，1 对芯线只能为 1 台传感器供电。例如：早期甲烷传感器工作电流为 300mA，传感器输入电压为 7~24V。若由

24V 本安电源供电, 供电电缆环路电阻为 $26\Omega/\text{km}$, 其供电距离为 $(24 - 7)/(0.3 \times 26) = 2.18\text{km}$; 若向 2 台传感器供电, 则供电距离仅为 1.09km , 不满足 2km 传输距离的要求。而目前传感器的工作电流一般不大于 100mA , 特别是一些温度、开关量等传感器工作电流不大于 10mA , 从而解决了 1 对芯线为多台传感器远距离供电的问题。因此, 传感器电缆复用路数并不取决于监测周期、传输速率和地址编码, 而取决于传感器的供电电流, 这就给传感组件降低消耗提出了新的要求。

3) 就地控制

智能传感器传输的串行数字信号除数据(模拟量传感器)或状态(开关量传感器)外, 还有报警、断电等控制信号。接在同一条总线上的执行机构(如声光报警和断电设备)根据收到的控制信号(如报警和断电信号)执行相应的操作(如发出声光报警和断电控制)。传感器直接控制执行机构, 较经分站控制执行机构具有执行速度快、可靠性高等优点, 当分站发生故障时仍可执行一些基本的控制。

2. 智能监控站

智能监控站是全矿井综合监控系统智能现场设备, 其功能类似于现有系统分站, 具有信号采集、控制与主站(或上级智能控制站)双向数据传输等功能, 但又不同于现有系统分站, 这主要体现在以下几个方面:

(1) 与传感器(含执行机构)信号传输采用数字传输, 多路复用, 其优点前面已介绍, 这里不再赘述; 同时, 也解决了模拟量输入、模拟量输出、开关量输入、开关量输出 4 种监控量互换的问题, 适用于各种监控。

(2) 采用组态软件技术, 解决了分站软件通用问题。用户只需要根据不同的监控对象和目的, 像搭积木一样, 利用分站本身提供的传输、数据处理、控制等模块, 组成相应的监控软件, 实现环境安全、轨道运输、带式运输、供电等监控, 而用户不需学习繁杂的编程方法。

(3) 采用现场总线技术, 解决通信协议不通用, 不同的分站难以接入同一系统, 主从式通信等问题, 提高系统的可靠性。

3. 调度管理网络

调度和管理人员是通过调度管理网络与系统进行信息交换的, 其功能类似于现有系统的中心站和远程终端, 具有系统初始化、显示、打印、存储、控制干预等功能, 但又不同于现有中心站与远程终端, 这主要体现在以下几个方面:

(1) 采用计算机网络将工作在生产调度室、通风调度室、矿长办公室和总工办公室等许多工作站联系在一起, 较采用终端方式更加灵活方便, 信息利用率高。在工作站上, 可利用网上的生产、安全、销售、财会等多方面信息。当然, 也可通过授权限制某些用户对信息资源的利用。

(2) 采用组态软件技术, 解决了中心站软件通用问题。用户只需要根据不同的监控对象和目的, 利用智能工作站提供的模块, 组成相应的监控软件, 实现综合监控。

(3) 网络设备由工作站(含多屏幕工作站、多媒体工作站)和服务器等组成, 一般采用以太网。

全矿井综合监控系统由智能传感器(含执行机构)、智能监控站、工作站、服务器等组成, 如图 0-6 所示。智能传感器和智能监控站一般采用树形网络, 以适应井下巷道布