

时宁国 主 编
井 钰 张 琳 孙 辉 副主编


MEIKUANG JIANCE JIANKONG JISHU

煤矿监测监控技术

煤矿监测监控技术

时宁国 主编

井 旻 张 琳 孙 辉 副主编

 甘肃科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

煤矿监测监控技术 / 时宁国主编. -- 兰州 : 甘肃科学技术出版社, 2010.9

ISBN 978-7-5424-1419-9

I. ①煤… II. ①时… III. ①煤矿—矿山安全—监测
IV. ①TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 174448 号

责任编辑: 杨丽丽 (0931-8773274)

封面设计: 陈妮娜

出版发行: 甘肃科学技术出版社 (兰州市南滨河东路 520 号 0931-8773237)

印刷: 天水新华印刷厂

开本: 890 mm × 1240mm 1/32

印张: 9.25

字数: 266 千

插页: 1

版次: 2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1~2 000

书号: ISBN 978-7-5424-1419-9

定价: 26.00 元

前 言

随着计算机技术的发展,监测监控系统越来越广泛地应用于国民经济各个领域,如电力调度、输油输气监测监控系统、矿山安全生产监测监控系统等,由于采用了先进的监测监控系统,使生产效率大大提高,同时安全生产得到了可靠的保证。

当前,煤矿安全生产形势严峻,重特大瓦斯事故经常发生,究其原因:一是我国煤矿的煤层赋存条件复杂,煤层瓦斯含量普遍较高,压力大;二是煤矿开采技术水平低、管理水平比较落后,很多煤矿虽然装设了瓦斯监测监控系统,但操作、管理和技术人员不能正确掌握其使用方法。针对这一情况,本书以矿山安全生产监测监控系统为主,系统地讲解了监测监控系统的组成及工作原理,按信息传递的顺序,分别介绍了矿井监控法律法规、传感器、测控电气系统、测控信息传输、矿井监控系统通用要求以及典型和最新的煤矿安全监控系统,力图给学生一个监控系统的完整概念,内容上强调科学性、新颖性和实用性。对采用新设计、新工艺、新材料的 KJ95、KJ90NB 型煤矿综合监控系统进行了系统的介绍,主要适用对象是高职高专类院校学生及在煤矿生产一线的工人和基层管理人员,使学生能够对矿山安全监控系统的设计、运行、检验、安装、使用、维护、管理有一个详细和全面的了解,并将所学知识运用于实际工作当中。

编写过程中,吸收了监测监控系统诸多文献的优点,参阅了近年来发表的论文中的一些先进观点,在此谨向对本书出版给予支持和帮助的人员表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间有限,书中难免存在一些缺点和错误,恳请读者批评指正。

编者

2010年3月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 矿井监控系统组成	(2)
第二节 全矿井综合监控系统	(10)
第三节 矿井监控系统特点与分类	(15)
第二章 矿用传感器	(18)
第一节 基础知识	(18)
第二节 甲烷传感器	(32)
第三节 一氧化碳传感器	(40)
第四节 风速传感器	(42)
第五节 温度传感器	(46)
第六节 开关量传感器	(48)
第三章 矿井测控电气系统	(50)
第一节 矿用电源的特点及主要技术指标	(50)
第二节 矿用线性直流电源	(54)
第三节 矿用开关电源	(62)
第四节 矿用备用电源	(66)
第五节 电气防爆	(75)
第四章 矿井监控信息传输及断电控制	(84)
第一节 信息传输概述	(84)
第二节 信息传输基础	(92)
第三节 网络结构	(112)
第四节 复用方式	(119)
第五节 断电控制	(125)
第五章 矿井监控系统通用要求	(145)
第一节 信息传输要求	(145)

第二节	性能要求	(149)
第三节	软件要求	(152)
第四节	矿井安全监控系统	(173)
第六章	KJ95 型煤矿综合监控系统	(198)
第一节	概述	(198)
第二节	统组成及工作原理	(199)
第三节	KJJ14 型传输接口	(204)
第四节	KJF16A 型通用监控分站	(210)
第五节	KJ8001 型串行扩展器	(219)
第六节	KDW15 型隔爆兼本质安全型电源箱	(221)
第七节	KDW16 型隔爆兼本质安全型电源箱	(222)
第八节	KP1001 型远动开关	(224)
第九节	KDG8 型远动开关	(225)
第十节	KX4010 型声光报警器	(226)
第十一节	KGJ16 智能遥控甲烷传感器	(227)
第十二节	KGNI 型烟雾传感器	(229)
第十三节	KGf3 型风速传感器	(230)
第十四节	KG3007A 型矿用温度传感器	(232)
第十五节	KGy3 型负压传感器	(233)
第十六节	KGT15 型机电设备开停传感器	(234)
第十七节	KGD5 型矿用电量变送器	(235)
第十八节	KGD4A 型电力参数变送器	(236)
第十九节	KT1013 型矿用双工调试电话	(239)
第七章	KJ90 煤矿综合监控系统	(242)
第一节	KJ90NA/NB 煤矿安全监控系统	(242)
第二节	KJ90 煤矿综合自动化系统	(247)
第三节	新型瓦斯抽放监控系统	(253)
附录:	矿井监控系统的法规要求	(258)
参考文献	(289)

第一章 绪 论

矿井监控系统是煤矿高产、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，陆续研制、生产和推广使用了环境安全、轨道运输、胶带运输、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，遏制了矿山安全事故的发生。

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、煤与瓦斯突出预报、火灾监测与预报、水灾监测与预报、矿山压力监测与预报等，从而减少了瓦斯与煤尘爆炸、火灾、水灾、顶板灾害等事故的发生，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、胶带运输、采区变电所、水泵房等地面远程控制，从而大大减少了井下作业人员。由于技术性能得到改善和井下作业人员的减少，发生重大恶性事故的概率也有所降低。由于将井下操作改为地面远程操作，改善了作业环境，从而吸引一些业务素质高的人从事这些工作，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。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

的特点,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、保障煤炭高产和高效安全生产,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。

第一节 矿井监控系统组成

矿井监控系统是由单一功能的甲烷监测和就地断电控制的瓦斯遥测系统和简单的开关量监测模拟盘调度系统发展而来的。这些早期的系统监测参数单一、监测容量小、电缆用量大,系统性能价格比低,难以满足煤矿安全生产的需要。

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及其在煤矿的应用,为适应机械化采煤的需要,矿井监控系统已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。例如,环境安全、轨道运输、胶带运输、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。

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等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、地理信息系统(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。

一、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 1.1 所示。

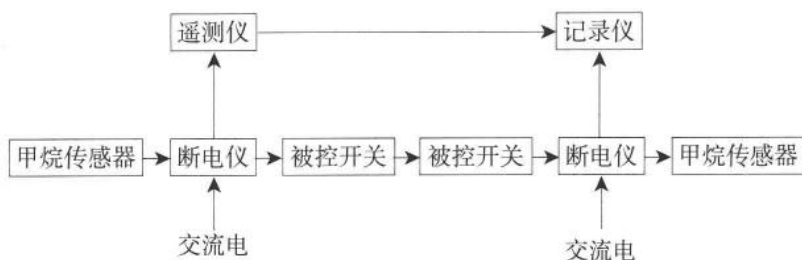


图 1.1 瓦斯遥测系统

甲烷传感器将被测甲烷浓度转换为电信号送入断电仪，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最大传输距离为 1km，采用 3 芯或 4 芯矿用信号电缆（其中，1 芯用做信号线、1 芯用做地线、1 芯用做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）。

断电仪将甲烷传感器送来的甲烷浓度信号进行调制，并将调制后的信号经 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。断电仪还兼做电源，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。

遥测仪将接收到的调制信号解调，予以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。

记录仪将甲烷浓度进行实时记录。

瓦斯遥测系统的主要技术特征是：单一甲烷浓度监测、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、采用分立元件或中、小规模集成电路。

在发展瓦斯遥测系统的同时，为了保证轨道运输、提升运输、胶

带运输等运输系统的安全,提高生产效率和设备利用率,推广应用了模拟盘调度系统。例如,用于轨道运输监控的信号、集中、闭锁系统,用于提升运输监控的信号系统和用于胶带运输监控的信号系统等。这些系统均采用集中监控,每路信号使用一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,为得到形象直观的效果,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 1.2 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、采用分立元件或中、小规模集成电路。

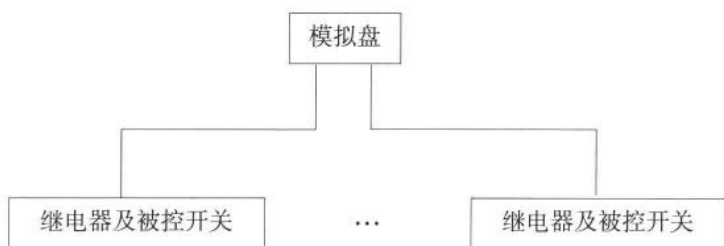


图 1.2 模拟盘调度系统

二、矿井监控系统组成

虽然早期的瓦斯遥测系统和模拟盘调度系统对于煤矿安全生产、提高生产效率和设备利用率方面起到了重要作用,但是,由于这些系统监测参数单一、监测容量小、电缆用量大,致使系统性能价格比较低,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不断提高,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。这些系统均为针对某一方面的多参数监控,包括环境安全监控系统、轨道运输监控系统、胶带运输监控系统、提升运输监控系统、供电监控系统、排水监控系统、瓦斯抽采(放)监控系统、人员位置监测系统、矿山压力监控系统、火灾监控系统、水灾监控系统、煤与瓦斯突出监控系统、大型

机电设备健康状况监控系统等。

环境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、负压、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。

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、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。

胶带运输监控主要用来监测胶带速度、轴温、烟雾、堆煤、横向撕裂、纵向撕裂、跑偏、打滑、电机运行状态、煤仓煤位等，并实现顺煤流启动、逆煤流停止，闭锁控制和安全保护，地面远程调度与控制，胶带火灾监测与控制等。

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。

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。

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。

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。

瓦斯抽采(放)监控系统主要用来监测甲烷浓度、压力、流量、温度、抽采(放)泵状态等，并实现甲烷超限声光报警、抽采(放)泵和阀门控制等。

人员位置监测系统主要用来监测井下人员位置、滞留时间、个人信息等。

矿山压力监控系统主要用来监测地音，顶板位移量、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。

煤与瓦斯突出监控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。

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,其框图如图 1.3 所示。

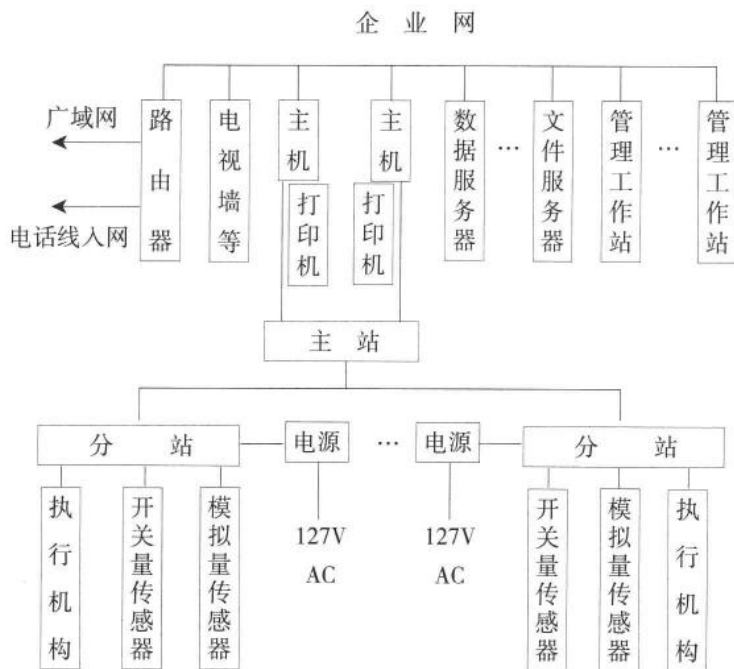


图 1.3 矿井监控系统组成

(1)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 芯用做地线、1 芯用做信号线、1 芯用做分站向传感器供电)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声光报替)。

(2)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,使用矿用电缆与分站相连。

(3)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),同时接收来自主站的(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。传感器及执行机构与分站的_{最大传输距离一般不大于 2 km。}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 10 km,为减少电缆用量、降低系统电缆投资、便于安装维护、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(有的系统采用码分制);采用树形网络结构、环形网络结构或树形与星形混合网络结构;采用串行数字传输(基带传输或频带传输,异步传输或同步传输)。

(4)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时间不小于 2h 的蓄电池。

(5)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、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。

(6)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、与管理网络连接等。

(7)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。

(8)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。

(9)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的集散地。

(10)路由器。用于企业网与广域网、电话线入网等协议转换等。

单方面多参数矿井监控系统的技术特征:

(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需要,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、软件兼容、现场总线监控与多媒体的发展趋势,又难以满足煤炭高产、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多参数监控系统,包括环境安全、轨道运输、胶带运输、提升运输、供电系统、排水系统、矿山压力、煤与瓦斯突出、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。一个矿井要实现全面监控,则需要装备环境安全监控、轨道运输监控、胶带运输监控、提升运输监控、供电系统监控、排水系统监控、矿山压力监控、煤与瓦斯突出监控、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、维护人员增加,浪费大量人力、物力和财力。

(2)现有矿井监控系统均在同一技术水平上重复开发,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的、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入的移动测控网。

(5) 现有矿井监控系统的通信协议均自我定义,互不兼容,没有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 1.4 所示。该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时,将会造成整个系统瘫痪。该种传输方式当用于环境安全、轨道运输、胶带运输、供电系统等单方面监控时,一般不会出现主站瓶颈效应;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,相关实验结果表明:采用矿用电缆,系统传输距离为 10km 时,最大传输速率为 4800bps(在无中继条件下)。

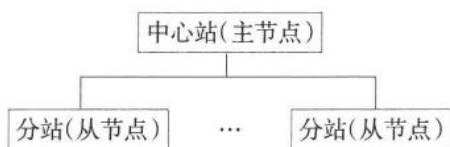


图 1.4 主从式传输矿井监控系统

(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、胶带运输、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,用户难以通过简单的操作实现环境安全、轨道运输、胶带运输等多方面底层监控目的。

(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 1.5 所示。这样虽然可使用一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 1.5 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(个别除外), 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、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, 采用模拟信号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元件设计, 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以配接不同传感元件(如监测甲烷浓度的黑白元件, 监测温度的半导体元件等), 不便于用户维护。现有传感器不能实现多参数监测, 若研制多参数传感器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, 便于监测自燃发火情况, 这样可以减少传感器的数量, 降低设备成本, 便于安装与维护。

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

第二节 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的发展方向, 是一种既可用于环境安全、轨道运输、胶带运输、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远程控制结合的系统。全矿井综合监控系统由通用传感器、通用分站、调度管理网络等组成, 如图 1.6 所示。

一、通用传感器

通用传感器与现有传感器相比具有以下特点:

(1) 电路通用。通用传感器的电路是通用的, 可配接各种不同的

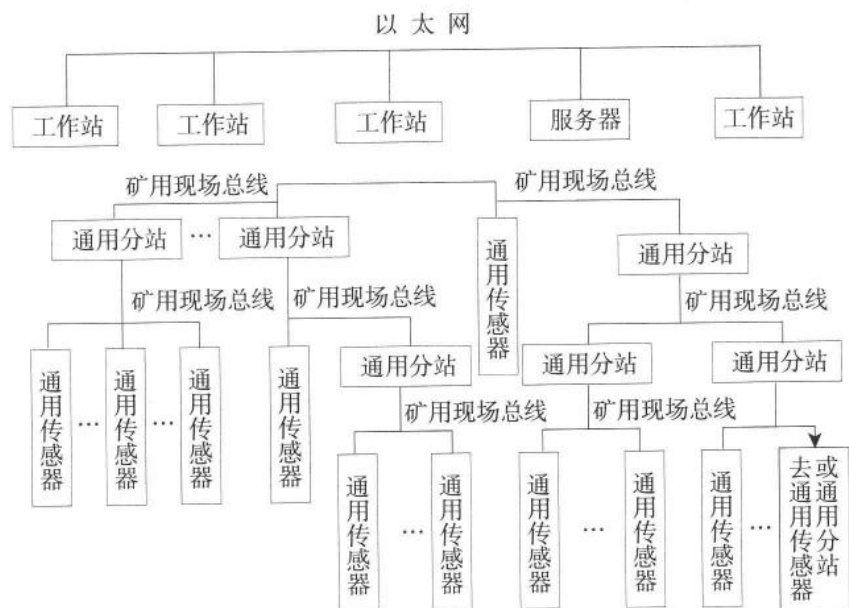


图 1.6 全矿井综合监控系统

传感元件(含敏感元件,以下同),并自动识别,对于不同被测物理量,只需更换传感元件。而且,同一个传感器还可同时接入多个传感元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。

电路通用便于用户维护。对现有系统,维护人员为了维护系统需要了解多至十几种传感器电路原理,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。受维护人员业务水平的限制,一些维护人员难以满足及时处理故障和及时维护的要求。相对通用传感器,多种电路传感器还造成备品备件种类繁多、不便于配备的困难。

通用传感器的电路是通用的,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,便于备件的准备。采用通用的电路,大大提高了传感器生产的批量,便于研制和生产单位在电路设计和生产中下更大的工夫,提高产品质量,降低产品成本。