

杨世兴 郭秀才 编著

监测监控系统

原理与实用设计

- 立足工程实践，全面介绍监测监控系统
- 注重内容安排，重点突出测控技术应用
- 强化实际操作，着重讲解监测监控系统设计方法



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

杨世兴 郭秀才 编著

监测监控系统

原理与实用设计



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内容简介

本书从实用的角度,系统地阐述了监测监控系统的组成及工作原理。主要内容包括:监测监控系统的基本概念;传感器;检测信号采集技术;数据通信技术;现场总线技术;干扰及干扰的抑制技术;监测监控系统的设计;典型的监测监控系统等。

本书选材注意理论联系实际,从工程实际出发,以单片机为基础,列举了大量监测监控系统的实用电路和计算机通信技术,以及现场总线技术的实例。具有系统性强、技术先进和实用面宽的特点。

本书可作为高等院校自动控制、工业自动化、计算机及应用、采矿工程、通风及安全工程等专业本科生的教材,特别适用于从事监测监控系统的设计、制造及运行的工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

监测监控系统原理与实用设计 / 杨世兴, 郭秀才编著. —北京: 中国电力出版社, 2007
ISBN 978-7-5083-6117-8

I. 监… II. ①杨…②郭… III. 计算机监控—控制系统 IV. TP277

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 125791 号

书 名: 监测监控系统原理与实用设计

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市三里河路 6 号

邮政编码: 100044

电 话: (010) 68362602

传 真: (010) 68316497, 88383619

服务电话: (010) 58383411

传 真: (010) 58383267

E-mail: infopower@cepp.com.cn

印 刷: 北京丰源印刷厂

开本尺寸: 185mm×260mm

印 张: 18

字 数: 439 千字

书 号: ISBN 978-7-5083-6117-8

版 次: 2007 年 9 月北京第 1 版

印 次: 2007 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 0001—3000 册

定 价: 32.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

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的各个领域,如电力调度的“四遥”系统、输油输气监测监控系统、矿山安全生产监测监控系统、城市公共事业监控系统、气象监测系统、楼宇监测监控系统等。由于采用了先进的计算机监测监控系统,工矿企业的生产效率得到了大大提高,同时使安全生产得到了可靠的保障。监控系统在军事和国防科技方面的应用更是屡见不鲜。

本书以矿山安全生产监测监控系统为例,系统地阐述了监测监控系统的组成及工作原理。按信息流传递的顺序,分别介绍了传感器、检测信号采集技术、数据通信技术、现场总线技术、干扰的抑制技术、系统的设计及典型系统介绍等共8章,力图给读者一个完整的监控系统的概念。本书既不同于计算机原理及应用方面的书,又不同于计算机控制方面的书,这里不讲计算机原理,也不讲计算机控制的策略和控制算法,而是侧重于计算机测控“系统”。本书所涉及的内容包括传感器技术、计算机技术、控制技术、计算机通信及现场总线技术、干扰及抗干扰技术等,立足于工程实际,突出测控技术,落实于设计方法。

本书以煤矿安全生产监测监控系统为例,是因为其具有普遍性,又具有特殊性。系统的组成结构和工作原理与其他的测控系统基本相似或相近,且工作于易燃易爆气体的环境中,对于石油、化工等存在易燃易爆气体环境中的测控系统具有很好的借鉴作用,因而,从广义上讲本书内容更具普遍性。

本书取材内容先进,立足点高。从具体的计算机工业局域网入手,顺序展开论述,体现了现代监测监控系统的发展方向。从系统的角度讲,监测监控系统是综合自动化系统中的子系统;从网络的角度讲,监控系统是计算机网络中的节点。

本书由杨世兴担任主编,并编写了第1、3、4、6章以及第7、8章的部分内容;第2、5章以及第7、8章部分内容由郭秀才编写。本书在编写过程中,参考了大量相关资料,向这些作者以及为本书的编写提供资料的常州自动化研究院等单位致以诚挚的谢意。另外,刘麦、刘学芳、李成坤等参加了本书的资料整理工作,在此一并致谢。

限于编者水平,加之时间仓促,书中难免存在一些不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者
2007年5月

目 录

前 言

第 1 章 概述.....	1
1.1 现代化矿井的监测监控系统.....	1
1.2 监测监控系统的组成及主要技术指标.....	6
习题与思考题.....	9
第 2 章 传感器.....	10
2.1 传感器基本理论.....	10
2.2 矿用传感器简介.....	14
2.3 WZJ-1B 型低浓度甲烷传感器.....	20
2.4 GJ40 型甲烷传感器.....	23
2.5 一氧化碳传感器.....	29
2.6 风速传感器.....	33
2.7 负压传感器.....	37
2.8 开/停传感器.....	43
2.9 KG3007A 型温度传感器简介.....	45
2.10 其他矿用传感器.....	47
习题与思考题.....	50
第 3 章 检测信号采集技术.....	51
3.1 模拟信号输入通道的结构.....	51
3.2 A/D 转换器.....	58
3.3 脉冲信号的采集.....	66
3.4 开关量信号的采集.....	70
习题与思考题.....	72
第 4 章 数据通信技术.....	73
4.1 数据通信基础.....	73
4.2 数字信号的基带传输.....	81
4.3 数字信号的频带传输.....	87
4.4 频分制多路复用系统信息的传输.....	90
习题与思考题.....	92
第 5 章 现场总线技术基础.....	93
5.1 现场总线概述.....	93
5.2 现场总线的技术特点.....	101

5.3 具有代表性的现场总线	115
5.4 现场总线控制系统的集成	146
5.5 现场总线控制系统的网络布线与安装	154
习题与思考题	159
第6章 干扰及干扰的抑制技术	160
6.1 噪声与噪声耦合方式	160
6.2 干扰的种类	164
6.3 常用干扰的抑制技术	167
6.4 干扰源的抗干扰措施	175
6.5 传输通道的抗干扰措施	176
6.6 监控系统的抗干扰措施	182
6.7 软件抗干扰	183
习题与思考题	187
第7章 监测监控系统的设计	188
7.1 监测监控系统的设计步骤及原则	188
7.2 监测监控系统总体方案的确定	190
7.3 测控分站的设计	192
7.4 监测监控系统的防爆措施	203
7.5 监测监控系统软件设计	205
7.6 监测监控系统工程设计	214
习题与思考题	221
第8章 典型的监测监控系统	223
8.1 典型系统概述	223
8.2 KJ4 系统	226
8.3 KJ95 型煤矿综合监控系统	235
8.4 KJ31/S600 系统	263
8.5 TF-200 系统	273
习题与思考题	280
参考文献	281

第 1 章 概 述

1.1 现代化矿井的监测监控系统

现代化煤炭生产企业离不开现代化的安全生产监测监控系统。

安全生产监控系统为各级生产指挥者和业务部门提供环境安全参数和生产设备工作状态的动态信息，为指挥生产提供第一手资料；通过对被测参数的比较和分析，为预防灾害事故提供技术数据，便于提前采取防范措施；通过对被测参数实施实时有效的控制，及时实现自动报警、断电和闭锁，便于制止事故的发生或扩大；通过对生产工艺活动的动态监测分析，实现各种设备的自动调控；在发生事故的情况下能及时指示最佳救灾和避灾路线，为抢救和疏散人员、器材提供决策信息。

由于现代信号检测技术、信号传输技术、计算机信息处理技术、计算机控制技术及现场总线技术不断应用到监测监控技术中去，我国矿区监测监控技术从人工监测发展到了自动监测与监控，监测监控系统从环境安全监控发展到了工况监控和生产监控，并逐步形成了矿区监测监控网络，为矿区生产和管理的现代化提供了良好的条件。

1.1.1 现代化矿井的工业局域网

大柳塔煤矿是神华集团神府精煤公司建设的第一座特大型现代化矿井，也是我国煤炭企业的特大型现代化矿井，它的监测监控系统包括多个监控子系统，并形成了监控网络，覆盖了矿井生产作业的各个方面，反映了我国煤矿监测监控技术的先进水平。图 1-1 所示为大柳塔矿工业计算机局域网组成的框图。

1.1.1.1 大柳塔煤矿监测监控系统的组成

大柳塔煤矿监测监控系统包括输送机监控系统、工作面生产监控系统、胶轮车运输监控系统、环境安全监控系统、电力监控系统、通风监控系统、洗煤监控系统及工业电视现场监视系统共 8 个子系统。

1. 输送机监控系统

输送机监控系统主要对各带式输送机、破碎机、给煤机等设备的开、停及故障等状态进行实时监测，同时监测输送带的各项运行保护参数，如跑偏、打滑、撕裂、断裂等。系统由多台井下分站和地面主机组成。井下分站接收各传感器的检测信号，经过初步处理后送往地面主机，地面主机再对监测信号进行分析处理。当输送机或输送带出现故障时，输送机监控系统进行报警和断电闭锁控制。

2. 工作面生产监控系统

工作面生产监控系统主要对工作面液压支架和采煤机进行监控。液压支架的监控由德国

WESTFLIA 公司的 PM4 服务器和 PM4 分站完成。每台液压支架上装有一台 PM4 分站，用来监测液压支架的位置（由此可知工作面进尺）、推杆长度、顶板压力等参数。在 PM4 分站上有手动按钮，可以手工控制液压支架及动作。采煤机的监控由美国 JOY 公司采煤机上的监控设备和 PM4 服务器完成。JOY 公司的采煤机为单机自动化设备，可以监控采煤机位置、电机电流、采煤方向、高低速等数据。液压支架和采煤机的监测数据由 PM4 服务器显示终端显示，可以通过 PM4 服务器的键盘对液压支架及采煤机进行控制，也可以通过软件自动完成有关控制功能。控制键盘和显示器可置于井下，也可放置在地面。工作面生产监测数据经 PM4 服务器串行通信接口通过光传输设备送监测监控网络，如图 1-2 所示。

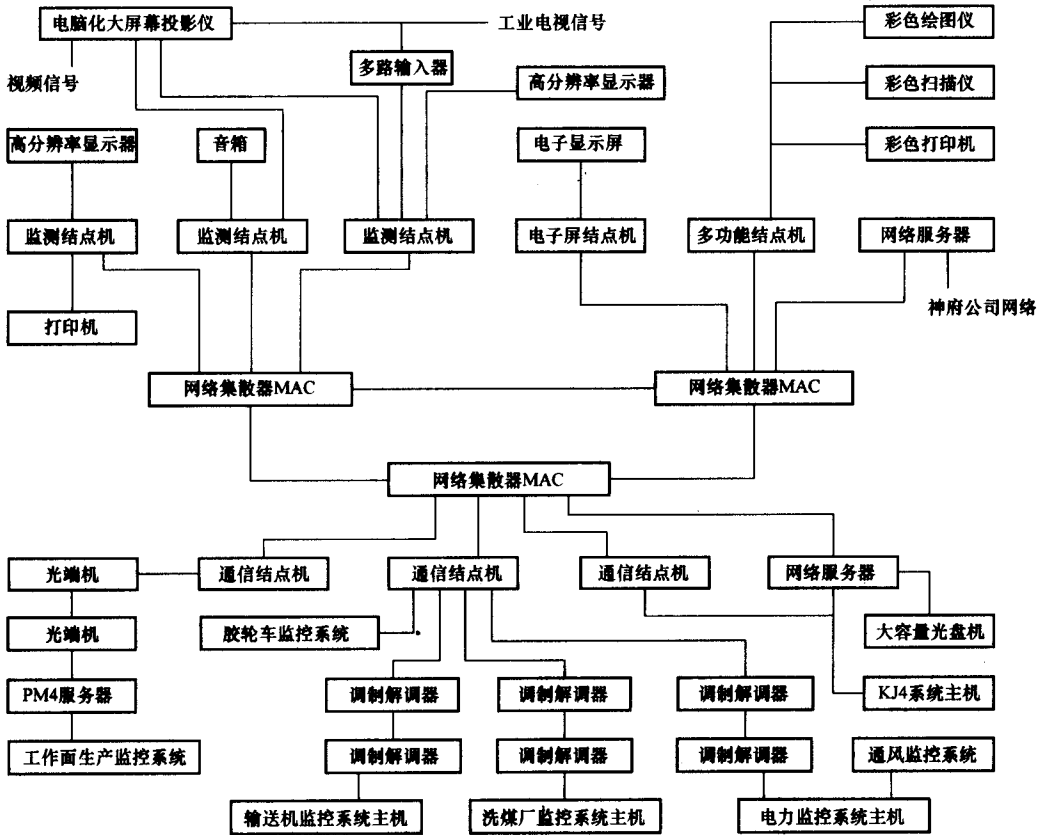


图 1-1 大柳塔矿工业计算机局域网组成

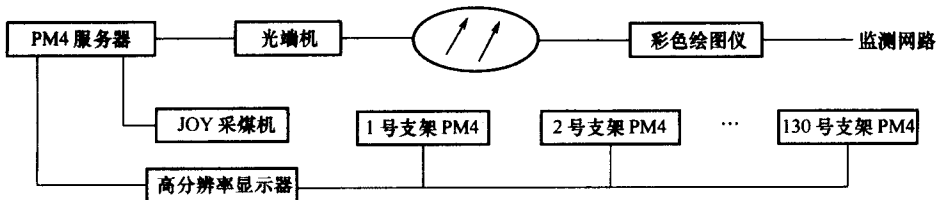


图 1-2 工作面生产监控系统的组成

3. 胶轮车运输监控系统

胶轮车运输监控系统用来监控运输胶轮车的行进方向及在井巷中的位置，同时在井巷交叉口为运输胶轮车的通行提供自动交通指挥。

胶轮车运输监控系统为英国 DD 公司的产品，它由读数器、车载转发器、收发天线、交通灯控制单元及可编程控制单元组成，如图 1-3 所示。

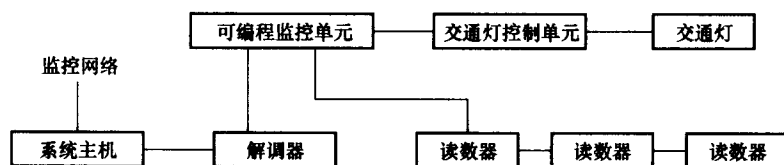


图 1-3 胶轮车运输监控系统组成

读数器和收发天线用来探测井巷中的运输胶轮车，读数器不断发送探测脉冲，馈入天线，发射到井巷中，并从天线接收、识别车载转发器送来的标识信号，再将相关信息送往前一个或后一个读数器和可编程控制单元。可编程控制单元根据各读数器的信息来判定胶轮车的位置和运行方向，并向交通灯控制单元输出控制信息，由交通灯控制单元控制巷道交叉口各交通灯颜色的变化，实现巷道交叉口的自动交通指挥。运输胶轮车监测信息，通过调制解调器送往胶轮车监控系统主机进行处理。

4. 环境安全监控系统

大柳塔环境安全监控系统采用北京长安公司的 KJ4 安全生产监控系统。它由地面中心站、调制解调器、井下及地面分站、机电控制设备和各种矿用传感器等组成，如图 1-4 所示。

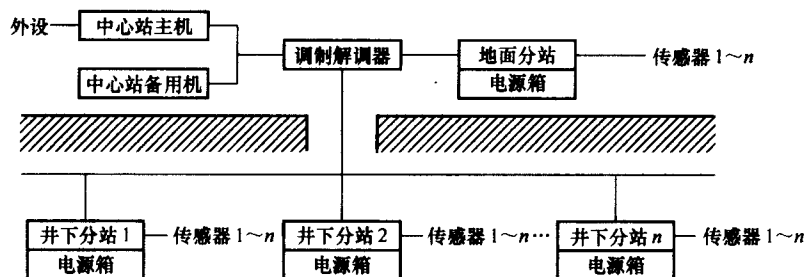


图 1-4 安全监测监控系统的组成

矿用传感器及井下分站用来对井下各作业场所的瓦斯、风速、一氧化碳、粉尘、温度等环境安全参数、通风设施状况、运输安全状况等各方面的安全生产信息进行实时检测与数据预处理，并将安全生产信息传送到地面中心站。各种信息经中心站分析加工后，进行显示、打印，并将某些必要的控制信息发送到分站，使井下工作站发出声、光报警和断电信号，从而能够准确、全面地掌握环境情况，达到对灾害的早期预测、预报以及对事故进行必要的处理。

5. 电力监控系统

电力监控系统为 JYD 系统，适用于 6~110kV 变电站监控。它由前端遥测单元 (RTU)、后台通信机和控制系统主机组成，其中一台后台通信机兼作系统主机，如图 1-5 所示。

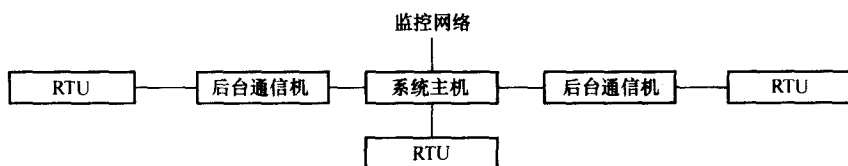


图 1-5 电力监控系统组成

电力监控系统主要用于监测变电站及输电线的电压、电流、功率及功率因数的实时值，以及各种遥信信号，如开关分合、各种保护动作等。

一个前台遥测单元 RTU 可监测 16 条出线的电流、功率、4 条网线电压、64 个遥信量，同时具有调制解调器功能，支持监测信号的长距离传输。传输方式可以是无线方式、专线方式和动力载波方式，使用时可根据不同的现场情况进行选择。RTU 将监测信息传输给后台通信机进行处理，每个后台通信机再根据系统定义将有关监测信息传送给电力监控系统主机处理，系统主机与监测监控网络节点机连接。

一个变电站设一台后台通信机，处理整个变电站的监测数据，监测整个变电站的运行状态。整个供电系统的运行状态和监测数据由系统主机监测和处理。通过主机显示终端，可以观测各变电站各条输电线的电压、电流、功率、功率因数及各开关的分合状态等。

6. 通风监控系统

大柳塔矿通风监控系统由作为上位机的 486 微机和美国 MODICON 公司的 984-385 可编程控制器等组成。可编程控制器与上位机的通信通过 MODBUS PLUS 网络实现。通风监控系统主要用来实时监测矿井风机、风门的运行状态及各种保护参数，以保证矿井通风正常。可编程控制器将收集到的风机、风门的监测参数，实时地传送给上位机，共同完成本地监控任务。通风监控系统的监测参数和电力监控系统的监测参数一起送入监测监控网络。

7. 洗煤厂监控系统

洗煤厂监控系统由主机、管理机和美国 MODICON 公司的 984-680 可编程控制器等组成。它具有集控连锁、就地解锁两种控制方式，可以闭锁控制整个生产过程的流程选择、设备运行，以及实时监测煤仓煤位，进行故障报警等。

监测数据经 984-680 PLC 送到主机，在主机显示终端上形象地显示整个洗煤厂的工艺流程、洗煤设备的运行状态、各煤仓煤位、洗净煤的灰粉、水分等。

8. 工业电视现场监视系统

工业电视系统主要由摄像头、摄像头云台、视频监视器、工业电视系统控制器等组成，如图 1-6 所示。

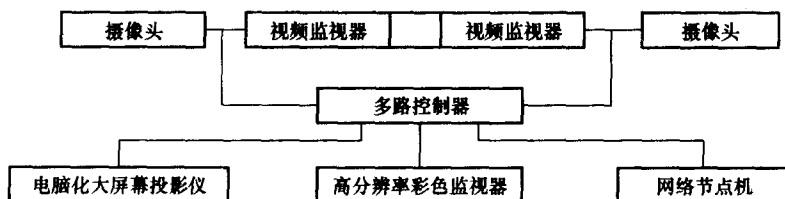


图 1-6 工业电视现场监视系统组成

它用来实时监视生产现场情况,主要有工业广场、胶轮车房、带式输送机驱动机房、矿考勤处、煤仓上下口、输送带各卸料点、井口广场、生产工作面等生产管理场所的现场实况,进入摄像头的现场实况变成视频信号,送入工业电视系统输入控制器输入端。控制台上的视频监视器与工业电视系统多路控制器输出端连接,由控制器控制,可以在控制台视频监视器上输出各个生产管理现场实况图像。

1.1.1.2 大柳塔矿监测监控网络

用先进的计算机工业局域网技术,大柳塔矿调度中心将各监测监控系统连接起来,形成了监测监控网络,并与矿区管理信息系统连接,实现了监测信息和管理信息的共享。

大柳塔矿监测监控系统为 TOKEN-RING 工业计算机局域网,主要由网络服务器、网络节点机、网络集散器、网络连接卡,以及各监控子系统、打印机、扫描仪、绘图仪、电脑化大屏幕投影仪、电子显示屏、大容量光盘机、高分辨率彩色监视器等组成。

1. 工业计算机局域网

计算机局域网(Local Area Network, LAN)就是把分散在一个或几个地方的计算机终端、控制器、显示器及其他外围设备以及其他为连接网络而使用的网络连接器相互连接起来,以很高的速率(1~150Mb/s)进行通信,以达到资源共享和信息传输的目的。计算机局域网能实现网内设备共享、信息共享、相互通信、分布式处理等功能。

目前应用于工业环境的局域网主要有以太网(Ethernet Bus LAN)、ARCNET 网、TOKEN-RING 网、PROWAY 网等。相比之下,Token-Ring 网具有通信速度快和通信效率高的特点。它采用环型拓扑、星型结构,即逻辑环网,物理星型连接,令牌(Token)访问控制方式。

Token-Ring 网络工作时,令牌为一特定信息结构,在环形总线上循环传递,网上各节点在同一时间只有持有空闲令牌的节点发送信息。当令牌沿网络环路一个节点一个节点地传递时,某一个节点接收到空闲令牌而又有信息需要发送时,则将令牌空闲标志改忙,并附跟接收站地址和本发送站地址,继后是将发送信息往下传送。网内的所有节点均监视信息帧内的接收地址,若与本站地址一致,即把信息复制到本节点网络卡上。当令牌循环一周又回到发送信息节点时,信息已发送完,则将令牌忙状态改闲,继续循环传送。

2. 网络服务器

网络服务器用来进行网络的通信控制和公共数据的存储处理。大柳塔监测监控网络配置 COMPAQ SYSTEMPRO IDA 466 网络容错服务器,它具有 CPU 配置灵活,支持多 CPU 工作;支持 32 位 EISA 总线;采用革新的磁盘阵列技术,可以同时快速响应多个用户的数据请求;采用磁盘镜像、磁盘双工等技术保证数据的可靠性等特点。

大柳塔矿监测监控网络共连接两台服务器,一台为文件服务器,主要完成网络管理任务,提供本网络使用的各种网络系统软件、工具软件、应用软件,与各节点机共享;另一台为数据服务器,用于存储网络监测的各种生产数据,提供给监测节点机随时查询,生成生产情况的历史图表等。

3. 网络连接卡

每个网络节点都有一个网络连接卡,用来完成令牌的识别和生成,信息帧的构成、识别与传输、数据编译、地址译码,传输差错检测、硬件故障检测等功能。该监测监控网络采用

RELIA 网络卡, 服务器配置 32 位 RT 3150 卡, 节点机配置 16 位 RT 3120 ISA 卡。

4. 网络集散器

网络集散器用来实现 TOKET-RING 网络的逻辑环网、物理星形连接, 即网络节点机以星形结构与网络集散器连接, 在网络集散器内相互之间在逻辑上以环形连接。该监测监控网络选用 RELIA 公司产品 MAU, 与 IBM 无源集散器 IBM 8228 相同, 最多能连接 8 个节点, 多个 MAU 可以通过 MAU 上的 RI、RO 连接。

5. 网络节点机

网络节点机有监测节点机、通信节点机和多功能节点机等类型。监测节点机主要接收通信节点机数据, 完成图形监测、工业电视监测、语音预告报警等任务。通信节点机主要与各监控子系统通信, 收集各监控子系统的实时监测数据, 并转换成适合网络内传送的形式, 传送到监控网络内的其他相关节点。多功能节点机为各种显示、打印、存储等设备提供网络连接功能。

1.1.2 测控系统的基本概念

由以上测控系统的具体例子可以看出:

就其功能而言, 测控系统的功能一是“测”, 即检测各种环境安全参数、设备工况参数、过程控制参数等; 二是“控”, 即根据检测参数去控制安全装置、报警装置、生产设备、执行机构等。若系统仅用于生产过程的监测, 当安全参数达到极限值时产生显示及声、光报警等输出, 这种系统一般称为监测系统; 除监测外还参与一些简单的开关量控制, 如断电、闭锁等, 这种系统一般称为监测监控系统或监控系统; 在监测的基础上增加了对生产机械的控制、调节功能, 这种系统一般称为计算机测控系统。

就其技术而言, 测控系统是传感器技术、通信技术、计算机技术、控制技术、计算机网络技术等信息技术的综合。

就其应用而言, 测控系统是现代化生产和管理的有利工具, 不仅应用于煤矿的生产与管理, 而且广泛应用于国民经济的各个领域, 如电力调度的“四遥”系统, 管道输油输气监控系统, 城市公共事业的自来水、供热、排水、公共交通的测控系统, 地震预测、预报系统等, 在国防建设和空间技术中的应用更是屡见不鲜。

就其组成而言, 测控系统是两级或三级管理的计算机集散控制系统 (DCS)。

就其地位而言, 测控系统是企业综合自动化 CIMS (Computer Integrated Manufacturing Systems, 计算机集成制造系统) 中的子系统, 是计算机网络中的节点。

1.2 监测监控系统的组成及主要技术指标

1.2.1 监测监控系统的组成

人在日常工作和生活时, 实际上也是一个集散测控系统。人通过五官 (传感器) 感受外界的信息, 通过神经 (传输信道) 传输给大脑 (计算机), 大脑经过分析、判断, 指挥四肢等器官 (执行机构) 的动作。信息由大脑集中管理, 产生的动作由四肢等器官分散控制。

煤矿安全生产监测监控系统一般为两级管理的集散控制系统，即测控分站级和中心站级。每个测控分站负责某几路传感器信号的采集和某几个执行机构的控制，实现了采集、控制分散；中心站负责数据的处理、存储、传输，实现了管理的集中。中心站与分站和计算机网络之间的通信、传感器到测控分站的数据传输、测控分站到执行或控制装置信号的传输，是通过传输信道实现的。典型监测监控系统的组成如图 1-7 所示。

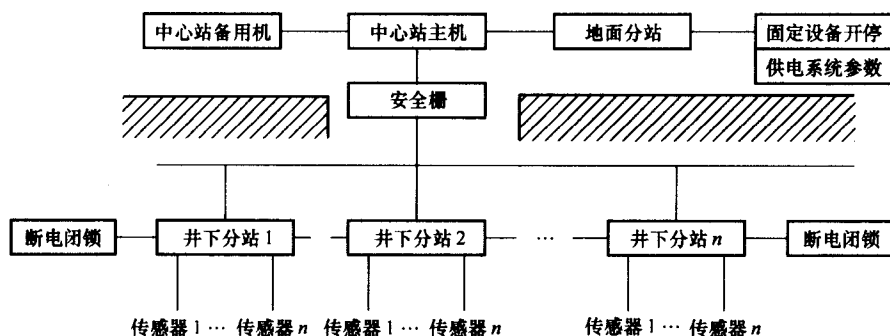


图 1-7 监测监控系统的组成

1.2.1.1 测控分站

测控分站，简称分站。根据放置地点和防爆要求的不同有井下分站和地面分站之分。分站的主要功能是采集由传感器传来的环境安全参数、设备工况参数等信息，并进行预处理；根据预先设定的参数极限，发出超限声、光报警信号和断电、闭锁信号；与中心站通过传输信道进行通信，传输被测量信息，接收中心站的命令。井上井下信息的交换必须加安全栅隔离。

测控分站的核心是以单片机组成的最小计算机系统，包括 CPU、ROM、RAM、I/O 接口、必要的外设、系统软件和应用软件。

1. 传感器

将被测的物理量转换为便于传输和处理的电信号，经传输线与测控分站连接，为测控分站提供信息。按输出信号的种类来分传感器有模拟量传感器和开关量传感器。根据监控系统的特点和考虑抗干扰等因素，很多传感器采用频率信号输出，为测控分站的采集和处理带来了很大的方便。

有的传感器本身就是智能传感器，输出为数字量信号，可不设置测控分站，由传感器与中心站直接交换信息。

2. 执行或控制装置

执行或控制装置是根据分站或中心站的命令，进行状态转换和控制的装置，主要包括声、光报警装置，断电、闭锁装置等。

报警装置的作用是根据安全参数的极限值发出声、光报警信号。

断电、闭锁装置的作用是在安全参数超限时，切断工作面工作设备的电源，以免发生事故或防止事故的扩大，从而实现工作面电源的闭锁。

1.2.1.2 中心站

中心站的关键设备是主机，采用高可靠性的计算机，如工控机等。主机一般设置两台，采用冷备份或热备份的方式，互为备用。主机的作用是生成系统、管理系统、进行数据的处

理、输出及存储，必要时对关键设备施行控制。

中心站的其他设备可根据需要来设置，如打印机、绘图仪、彩色图形终端、模拟盘、投影仪、远程终端等。

1.2.1.3 传输信道

传输信息的通道称为信道。传感器到分站的信息传输一般采用有线信道；井下分站与主站的通信也一般采用有线信道，如专用通信电缆、光缆等，地面分站与主站的通信除可采用有线通信外，在距离较远时也可采用无线通信。

1.2.2 监测监控系统的主要技术指标

1.2.2.1 测控分站

(1) 容量。它是输入、输出量的个数及类型。例如，8 路模拟量输入，4 路开关量输入接点信号、4 路电流形式信号；开出 4 个 TTL 电平、4 个继电器触点输出等。

(2) 接配传感器的概况。它是指所接配传感器的种类、型号、测量范围、输出信号形式、供电电压、精度等。

(3) 检测精度。它是反映分站性能优劣的主要指标之一，一般用满量程的相对误差来表示。数值越小，则检测精度越高。

(4) 分辨率。它反映分站对微小模入量变化的敏感程度，一般用 A/D 转换器的有关参数来表示，例如，8 位或 12 位分辨率，也可用一个数码所代替的模入量来表示，即

$$1\text{LSB} = \text{模入量满刻度值}/2^N \quad (1-1)$$

式中 1LSB——A/D 转换器输出一个数码 1；

N ——A/D 转换器的有效数字位数。

(5) 转换时间。它指 A/D 转换一次所需的时间，其倒数称为转换率，反映了分站实时性的程度。

(6) 传输距离。它是传感器与分站间信号传输的最远距离。

此外，还有可靠性、工作条件、耗电量、重量、几何尺寸等。

1.2.2.2 中心站

(1) 主机型号及配置。CPU 型号，内存容量，硬盘容量，软驱数量、规格，配置外设的种类、型号、数量等。另外，还有备用主机的情况。

(2) 容量。系统可带分站的数量，例如，井下 100 个分站、地面 10 个分站。

(3) 信息传输方式。即时分制还是频分制，是频带传输还是基带传输方式。

(4) 传输速率。数字传输的波特率，例如，600b/s、1200b/s。波特率越高，传输效率就越高。

(5) 传输距离。即中心站与最远分站间的距离，一般大于 10km。

(6) 可靠性。一般用故障率和信息传输误码率来衡量。

1.2.2.3 防爆及防爆标志

根据国家标准的规定，爆炸危险环境中用电设备分为两类。有沼气爆炸危险的矿井使用的电气设备为 I 类，除沼气矿井以外的爆炸危险场所使用的电气设备为 II 类。II 类电气设备又分为 A、B、C 三级，这是根据使用场所的爆炸性混合物最大实验安全间隙或最小点燃电

流来分的。II类电气设备还按最高表面温度的不同,分为T1~T6六个组。

防爆型设备在外壳上的总标志为Ex。

防爆型电气设备按防爆结构的不同,分为以下几种类型。

(1) 增安型。指在正常运行情况下不产生火花、电弧或危险温度的电气设备或部件上采取某些措施,以提高安全程度的防爆类型。在Ex之后再增加附加标志e。

(2) 隔爆型。是以隔爆外壳进行防爆,这种设备可在沼气和煤尘爆炸危险的矿井中的任何地点使用。隔爆型的附加标志为d。

(3) 本质安全型。在正常工作和故障状态下产生的电火花和热效应都不能点燃爆炸性混合物的电路称为本质安全电路;电气设备内部的所有电路都是本质安全型的,称为本质安全型电气设备。本质安全型电气设备按安全程度的不同分为ia型和ib型。对于经常存在爆炸性混合物的场所应采用ia型,煤矿井下因为不是经常存在爆炸性混合物,故应采用ib型设备。其附加标志分别为ia或ib。

(4) 通风充气型。它是利用向外壳内通入正压新鲜空气或充入惰性气体,以阻止外部爆炸性混合物进入壳内达到防爆目的,其附加标志为p。

还有充油型,其附加标志为o;充砂型,其附加标志为q;无火花型,其附加标志为n;特殊型,其附加标志为s。

例如,井下分站的防爆标志为Exib,可知其为本安型电气设备。

习 题 与 思 考 题

- 1-1 现代化矿井工业局域网主要由哪些部分组成?各部分的作用是什么?
- 1-2 煤矿安全生产监测监控系统的含义是什么?
- 1-3 煤矿监测监控系统的作用是什么?
- 1-4 简述煤矿监测监控系统的主要技术指标。
- 1-5 简述矿用电气设备防爆标志的含义。

第2章 传 感 器

2.1 传感器基本理论

2.1.1 传感器的组成与分类

传感器是人体“五官”的工程模拟物，其作用一是“感”，二是“传”。能直接感受、捕捉、检测特定的信息（包括物理量、化学量、生物量等），并按一定规律将被感受到的信息变换为便于处理和传输的信号。在测控系统中，一般是将被测物理量变换为电信号，所以传感器是把非电信息变换为电信号的装置。当人类跨入光子时代，光信息将成为更便于快速、高效地传输与处理的可用信号，传感器将成为能把外界信息转换为光信号输出的器件。

2.1.1.1 传感器的组成

传感器一般由敏感元件、转换元件和信号处理电路三部分组成，有时需要加辅助电源，其组成原理如图 2-1 的方框图所示。

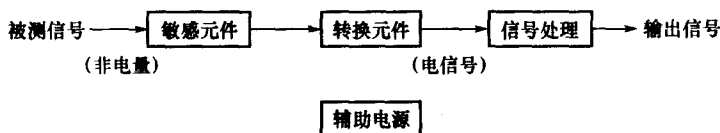


图 2-1 传感器组成方框图

敏感元件（预变换器）是用来感受被测物理量并将它预先变换为另一种形式的物理量的器件。

转换元件是将经预变换的非电信号变换为电信号的器件。

例如，在压力传感器中，敏感元件为弹簧管、波纹管、膜片等，在压力作用下，产生形变，从而产生了位移或力，就将压力变换为位移或力；通过位移检测线圈或差动变压器等，又将位移或力变换为电信号。

实现被测信号到电信号的变换，一般是经敏感元件和转换元件两次变换实现的，但不是所有的传感器都必须经历两次变换，有的传感器将敏感元件和转换元件合二为一，一次变换就可以实现被测信号到电信号的变换，例如，压电晶体、热电偶、热敏电阻等。

信号处理电路是将转换元件输出的电信号放大或处理为便于显示、记录、控制、传输的信号的器件。另外，信号处理电路的作用还可以对传感器内部和外部电路起缓冲、匹配和补偿作用；有的还可以对传感器输出信号进行预处理，故有时将信号处理电路称为接口电路、二次电路等。

2.1.1.2 传感器的分类

用于测控系统的传感器种类繁多，一种被测物理量可以用不同类型的传感器来测量，而

同一原理的传感器，通常又可以测量多种非电量。因此，传感器的分类方法也各种各样，可按构成原理、作用原理、输入量、输出量等来分类。

(1) 按基本效应分：以转换中的物理效应、化学效应等命名来分有物理型、化学型、生物型传感器。

(2) 按构成原理分：以转换元件结构参数变化的方式实现信号转换，称为结构型传感器；以转换元件物理特性变化的方式实现信号转换，称为物性型传感器。

(3) 按作用原理分：以传感器对信号的作用原理命名来分有应变式、电容式、压电式、热电式传感器。

(4) 按能量关系分：传感器输出量直接由被测能量转化而来，称为能量转换型（自源型）传感器；输出能量由外源供给，但受被测输入量控制的，称为能量控制型（外源型）传感器。

(5) 按输入量分：有位移、压力、温度、流量、气体等传感器。

(6) 按输出量分：有模拟、数字式传感器。

(7) 按构成转换元件的材料分：有半导体、陶瓷、光纤、高分子薄膜等传感器。

在实际工作中常将两种或两种以上的分类方法结合起来去称呼一种传感器的名称。例如，半导体热敏式温度传感器、热载体催化式甲烷传感器等。有时按与某种高新技术相结合而命名，如集成传感器、智能传感器、机器人传感器、仿生传感器等。

2.1.2 传感器的主要性能指标

传感器在被测量各个值处于稳定状态时的输入-输出关系称为静态特性。衡量传感器静态特性的主要指标有线性度、灵敏度、精度、分辨率、迟滞等。

传感器的静态特性是在静态标准条件下测定的。静态条件是指没有加速度、振动、冲击（除非这些参数本身就是被测量），环境温度为室温 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 85%，大气压力为 $101327\pm 7800\text{Pa}$ ($760\pm 600\text{mmHg}$) 的情况。在这种标准工作状态下，利用一定精度等级的校准设备，对传感器进行往复循环测试，即可得到输入-输出数据。将这些数据列成表格，再画出各被测量（正行程和反行程）对应输出平均值的连线，即为传感器的静态校准曲线。

2.1.2.1 线性度（非线性误差）

在规定条件下，传感器校准曲线和拟合直线间的最大偏差与满量程（F.S）输出值的百分比称为线性度，如图 2-2 所示。

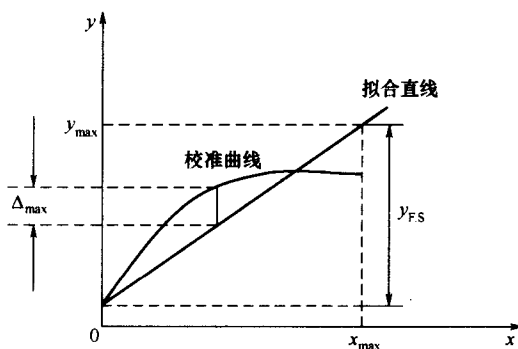


图 2-2 线性度