

中国矿业大学安全及消防工程特色专业系列教材

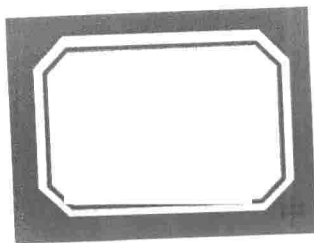
安全监测监控

蒋曙光 吴征艳 邵 昊 主编

ANQUAN
JIANCE JIANKONG
Anquan Ji Xiaofang Gongcheng Tese Zhuanye Jiaocai

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press



中国矿业大学安全及消防工程特色专业系列教材

安全监测监控

蒋曙光 吴征艳 邵 昊 主编
王 凯 方宗武 张卫清 参编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是中国矿业大学安全及消防工程特色专业系列教材之一。

本书在概述安全监测及监控技术发展历程及工业用途的基础上,阐述了传感器理论、矿井瓦斯等有害气体自动监测原理和仪表技术,讲述了 PLC 系统的原理和应用、安全监测与监控技术的系统组成、各子系统工作原理和主要功能特点。

本书可供高等学校安全工程、采矿工程、自动控制和工业自动化等专业本科生、研究生使用,也可供从事安全监测系统设计、工程安装等科研人员、工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

安全监测监控/蒋曙光,吴征艳,邵昊主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2013.1

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1730 - 1

I. ①安… II. ①蒋…②吴…③邵… III. ①安全监测—高等学校—教材 IV. ①X924.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第287764号

书 名 安全监测监控
主 编 蒋曙光 吴征艳 邵 昊
责任编辑 于世连
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 14.25 字数 356 千字
版次印次 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷
定 价 28.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



前 言

安全监测监控系统是由电子技术、通信技术、控制技术和计算机技术综合为一体的自动化系统,通过对环境状态参数、安全信息的监测和监控,对事故发生前的危险因素进行分析,提前采取措施,防治事故的发生。安全监测监控系统在人们的日常生活和生产中应用广泛,有力地保证了良好的生产环境和生活秩序,促进了我国经济的发展。

煤矿安全监控系统是预先感知煤矿事故隐患,有效防范事故发生的技术手段;是保证煤矿安全生产的基本措施。为此监督管理部门专门制定了“先抽后采、监测监控、以风定产”的十二字指导方针,又提出了煤矿井下安全避险“六大系统”(“六大系统”是指监测监控系统、人员定位系统、紧急避险系统、压风自救系统、供水施救系统和通信联络系统)建设。可见,为了保证煤矿安全生产,人们对煤矿安全监测监控给予了更多的期望,随着科技的发展,越来越多的新技术也将在煤矿安全监测监控中得到应用,煤矿安全监测监控也将始终是煤矿新技术应用最广泛、技术更新最快的领域。

随着新技术的应用,监测监控系统中的信息采集、控制核心也在发生着变化。长期以来,基于单片机体积小、成本低、设计相对灵活的特点,人们将单片机作为矿井监控设备信息处理和控制中心,但是单片机系统却有硬件设计相对比较复杂、抗干扰能力相对较差的缺点。近年来,随着 PLC 技术的发展和进步,PLC 逐渐表现出了功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于编程及适应工业环境下应用等优点,在煤矿安全监测监控的部分领域,PLC 控制系统有逐步代替单片机控制系统的趋势。为了培养应用型人才,满足现代煤矿用人之需,我们在参阅了传统的安全监测监控教材和著作的基础上,增设 PLC 基础知识和基本应用,使学生紧紧把握技术更新的脉搏,适应煤矿安全监测监控技术更新的需求。

本书共分为 5 章:第 1 章介绍安全监测与监控技术的发展历程及工业应用;第 2 章介绍矿井安全监测方法和传感器的基本原理及应用;第 3 章介绍 PLC 的基本原理与应用;第 4 章介绍安全监控子系统的组成及应用;第 5 章介绍目前国内煤矿比较常用的几种安全监测监控系统。

本书由中国矿业大学蒋曙光教授负责统稿。第 1、2、5 章由吴征艳编写;第

3章及4.4、4.5、4.6节由邵昊编写；第4.1、4.2、4.3节由方宗武编写；王凯、张卫清负责收集和整理资料，并负责文字录入和制图工作。

在本书的编写过程中，参阅了多种同类教材和著作，在此向其作者表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中存在问题在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编 者

2012年9月

第 1 章 绪论	1
1.1 监测监控系统概述	1
1.2 监控系统的组成及主要技术指标	6
1.3 典型的监控系统——大柳塔煤矿监测监控系统.....	10
习题与思考题	15
第 2 章 矿井安全监测方法与传感器	16
2.1 矿井安全监测方法.....	16
2.2 传感器.....	17
2.3 矿用传感器.....	27
2.4 传感器的设置.....	84
习题与思考题	90
第 3 章 PLC 系统原理及应用	92
3.1 概述.....	92
3.2 S7—200PLC 可编程控制器简介	96
3.3 S7—200PLC 程序设计	106
3.4 EM231 模拟量扩展模块简介	126
3.5 实验思考题	129
习题与思考题.....	141
第 4 章 安全监控子系统	142
4.1 煤矿火灾监测系统	142
4.2 FDZB—1 型风电瓦斯闭锁装置	149
4.3 瓦斯抽采监测系统	152
4.4 胶带输送机监测系统	159
4.5 外因火灾应急救援系统	165
4.6 井下人员定位监测系统	170

4.7 注浆防火监测系统	176
习题与思考题	179
第5章 安全监测监控系统	180
5.1 KJ4 矿井监控系统	180
5.2 TF—200 监控系统	185
5.3 KJ95N 型煤矿综合监控系统	192
5.4 KJ90NA 型煤矿安全综合监控系统	219
习题与思考题	221
参考文献	222

第 1 章 绪 论

我国煤炭资源丰富,但地质条件恶劣,地质构造复杂,47%的矿井属于高瓦斯或煤(岩)与瓦斯突出矿井。这些复杂条件致使煤矿生产中安全问题复杂化,且随着采掘深度的加大,煤矿又面临着许多新的安全技术问题。矿井监测监控系统是煤矿企业安全、集约、高效生产的一种现代化高科技保障手段,在煤矿安全生产中的作用日渐明显和重要。近年来,随着国家对煤矿安全生产的要求不断提高和企业自身现代化建设的需要,我国各大、中、小型矿井都陆续安装了煤矿监测监控系统。

《煤矿安全规程》(2012)第一百五十八条规定:所有矿井必须装备矿井安全监控系统。矿井安全监控系统的安装、使用和维护必须符合本规程和相关规定的要求。

煤矿生产的主要特点是井下环境差,瓦斯易于集聚,容易引起瓦斯和煤尘爆炸而酿成事故;另一特点是大型机电设备多,如提升机、胶带输送机、通风机、压风机和电气设备等,这些设备的正常运转与否,对矿井安全生产影响极大。

矿井监测监控是保障煤矿安全生产的重要措施。随着矿井监测监控技术的发展,其设备在煤矿安全生产中发挥了重要作用。近 20 年来,我国主要国有、地方煤矿均安装了各种矿用环境、生产监控系统,这些技术装备大幅改善了我国煤矿安全生产的现状。

1.1 监测监控系统概述

国外 20 世纪六七十年代发展起来的煤矿监控技术,近年来在我国有了飞速的发展,各种煤矿监测系统及其配套产品应运而生。目前,我国煤矿中使用的各类监测监控系统多达几十种,国有煤矿中几乎所有矿井都装备了监控系统。煤矿监控系统的应用对改善我国煤矿的安全状况,提高煤矿生产效率和现代化管理水平起到了重要作用。

1.1.1 国内外煤矿监测监控系统的发展

1.1.1.1 国外煤矿监控技术的发展

国外煤矿监控技术是从 20 世纪 60 年代开始发展起来的,至今已有四代产品,基本上是 5~10 年更新一代产品。从技术特性来看,主要是以信息传输发生的进步来划分监控系统发展阶段的。

第一代煤矿监控系统采用空分制来传输信息。20 世纪 60 年代中期英国煤矿的运输机控制、日本煤矿中的固定设备控制大都采用这种技术。其中最具代表性的是法国的 CCT63/40 煤矿环境监测系统,它可测瓦甲烷、一氧化碳、风速、温度等参数,最多可测 40 个测点。到 20 世纪 70 年代末,这一系统在欧洲一些国家共装备了 150 多套。波兰在 20 世纪

70年代从法国引进技术,推出了可测20个测点的CMM—20系统,后又将测点扩展到128点,形成CMC—1系统。这就是第一代煤矿监控系统。

煤矿监控技术的第二代产品的主要技术特征是信道频分制技术的应用。由于采用频分制,传输信道的电缆芯数大大减少,很快就取代了空分制系统。英、美等国的煤矿在20世纪60年代后期就已大量采用频分制技术。其中最具代表性且至今仍有影响的是德国西门子的TST系统和冯肯—胡斯特公司的TF200(早期是TF24)系统。

频分制的应用,体现了以晶体管电路为主的信息传输技术的发展,而集成电路的出现推动了时分制系统的发展,从而产生以时分制为基础的第三代煤矿监控系统,其中发展较快的是英国。1976年,英国煤炭研究院推出轰动一时的以时分制为基础的MINOS煤矿监控系统,在胶带运输系统应用取得成功后,他们立即推广到井下环境监测、供电供水监测和洗煤厂监控等方面,形成了全矿井监测监控系统。到20世纪80年代初,MINOS系统已相当成熟,在英国国内得到大量推广,还向美国和印度出售过。这一系统的成功应用,开创了煤矿自动化技术和煤矿监测监控技术发展的新局面,直到今日,国内外各种监控系统尽管在功能性和产品的技术先进性上都有较大的提高,但系统的整体结构仍没有太大变化。

20世纪80年代是计算机、大规模集成电路、数字通信等现代化技术高速发展时期。由英国煤炭研究院推出的MINOS系统软件应用成功后,英国的HSDE、HUWOOD、TRANSMITING等公司分别生产了以时分制为基础的系统与之相配套;德国也提出了以时分制为基础的GEAMATIC—2000全矿井监控系统的实施计划;对煤矿电气电子产品有重要影响的德国西门子和AEG等公司也纷纷推出以时分制为基础的煤矿监控系统以满足市场需要;波兰也自行开发了以时分制为基础的HADES设备工况监测系统;苏联也在以时分制为基础的老系统上开发了新产品;日本以南大夕张矿为样板也实施了许多以时分制为基础的监控系统项目。

在此期间,美国以其拥有的雄厚高新技术优势,率先把计算机技术、大规模集成电路技术、数据通信技术现代高新技术用于煤矿监控系统,使煤矿监控技术跻身于高科技之列。这就形成了以分布式微处理机为基础的第四代煤矿监控系统。其中有代表性的是美国NMS公司DAN6400系统,其信息产生方式虽然仍是时分制范畴,但用原来的一般时分制的概念已不足以反映这一高新技术的特点。

1.1.1.2 煤矿监控技术在国内的应用

我国的煤矿监控技术是以自力更生方针为起点,在引进、吸收、消化国外先进的煤矿监控技术的基础上逐步发展起来。我国自行设计的第一套煤矿监控系统是煤炭科学院常州自动化研究所研制的KJ1系统。20世纪80年代中期,我国又从波兰引进了2套CMC—20系统,装备了抚顺龙凤矿和开滦赵各庄矿,并由抚顺煤矿安全仪器厂引进CMM—20制造技术。以上是第一代煤矿监控系统在我国的应用情况。

1984年,煤炭部从德国冯肯—胡斯特公司引进一套TF200系统,装备了兖州兴隆庄矿,并由重庆煤矿安全仪器厂引进其制造技术。由此,国内不少矿井装备了TF200系统。同年,我国从美国引进了两套NMS公司的DAN6400系统,分别装备在淮南潘一矿和鸡西的小恒山矿。

20世纪80年代初,煤炭部组织了对国外煤矿监控技术进行大规模考察和引进的工作,大大促进了国内监控技术的发展。常州自动化研究所研制的KJ2系统于1988年通过鉴

定;航空部 634 所研制的 KJ4 系统于 1986 年通过鉴定;镇江煤矿专用设备厂生产的 A—1 系统于 1988 年通过鉴定;淮南无线电厂生产的 A—2 系统于 1988 年通过鉴定;淮南煤矿安全仪器厂 1989 年生产出了 KJ10 系统;中国矿业大学北京研究生部研制的 ZKY—1 系统于 1989 年通过鉴定;天津煤矿专用设备厂引进生产的森透里昂系统也于同一时期通过鉴定;常州自动化研究所的 KJ22 型经济型煤矿监控系统于 1991 年通过鉴定;由常州自动化所、大同矿务局和阜新矿业学院研制的 KJ7 系统于 1991 年 2 月通过鉴定。

20 世纪 90 年代以来,我国紧跟世界监测监控系统发展的潮流,研制开发了一批具有世界先进水平的监控系统,如北京仙岛新技术研究所和抚顺安全仪器厂联合开发的 KJ66 系统、煤炭科学研究总院重庆分院的 KJ90 系统、上海嘉利矿山电子公司的 KJ92 系统、煤炭科学研究总院常州自动化研究所(天地科技股份有限公司常州自动化分公司)的 KJ95 系统等。它们主要特点是:测控分站的智能化水平进一步提高;具有网络连接功能;系统软件普遍采用了 Windows 操作系统。由于在“先抽后采,监测监控,以风定产”的十二字方针和《煤矿安全规程》有关条款指导和规定下,我国各大、中、小煤矿的高瓦斯或瓦斯突出矿井必须装备矿井监测监控系统。因此,大大小小的矿井监测监控系统生产厂家如雨后春笋般不断出现,为用户提供了更多的选择机会,并促进了各厂家在市场竞争条件下不断提高产品质量和服务意识。实践表明,安全监控系统对煤矿安全生产和管理起到了十分重要的作用。

现在国内煤炭安全监控系统具体如表 1-1 所列。

表 1-1 国内煤炭安全监控系统

序号	系统型号	厂家名称
1	KJ31/S600(森透里昂)	天津福深康斯塔克控制有限公司
2	KJ2000、KJ4	北京瑞赛长城航空测控技术有限公司
3	KJ66	北京仙岛新技术有限责任公司
4	KJ10、KJ83	北京神州鼎天数码信息技术公司
5	KJ86	天津中煤电子信息工程有限公司
6	KJ78	北京中煤安泰机电设备有限公司
7	KJ98	山西省煤炭高新技术总公司
8	KJ75、KJ80	抚顺煤矿安全仪器总厂
9	KJ71	长春东煤机电研究所
10	KJF2000	煤炭科学研究总院抚顺研究院
11	KJ19	长春东煤高技术开发公司
12	KJ77	沈阳煤炭设计研究院新技术开发公司
13	KJ72	天地科技股份有限公司常州自动化分公司
14	KJ101	镇江中煤电子有限公司
15	KJ99	上海永晋自动化仪表有限公司
16	KJ70	宜兴市三恒自动化仪表有限公司
17	KJ95	天地科技股份有限公司常州自动化分公司
18	KJ65	南昌煤矿仪器设备厂

续表 1-1

序号	系统型号	厂家名称
19	KJ92	上海嘉利矿山电子公司
20	KJ102	温州楠江集团有限公司永嘉县防爆机电厂
21	KJ76	淄博瑞安特自动化设备有限公司
22	KJ93	焦作工学院高科技开发公司
23	KJ25、KJ54、KJ90	煤炭科学研究总院重庆研究院
24	KJ103	陕西安瑞特电子科技有限公司
25	TF—200	重庆煤矿安全仪器厂

综合评价我国现有煤矿监测监控系统及配套传感器等设备的现场应用效果,煤炭科学研究总院重庆分院的 KJ90、天地科技股份有限公司常州自动化分公司的 KJ95、煤炭科学研究总院抚顺分院的 KJF2000 和北京瑞赛公司的 KJ4、KJ2000 等系统,无论在软硬件功能、稳定性和可靠性、专业技术服务能力、企业性质和生产规模等方面基本代表了我国煤矿监测监控系统的技术水平。

1.1.1.3 现有监测监控系统存在的问题

尽管煤矿安全监控技术已得到发展和应用,但由于多数矿井技术基础薄弱,监控装置的装备情况与有关规定相距甚远。国有重点煤矿中,尚有 1/3 瓦斯灾害严重的煤矿没有装备监控系统,瓦斯断电装置、便携式瓦斯检测仪器的装备数量也不足;国有地方煤矿和乡镇集体煤矿的差距更大。在已经装备了监控装置的矿井中,设备的使用、维护和进一步更新改造方面尚存在不少问题。

(1) 通信协议不规范。

一段时间以来,煤炭安全一直是人们关注的焦点。不论是对于煤矿企业还是上级监管部门,如何提高煤矿的安全监控和管理水平成为一个迫切需要解决的问题。计算机技术为解决煤炭安全监控提供了技术手段。

我国的煤炭系统在过去的一段时间,在煤矿的计算机信息化上也投入了大量的人力物力,但是在煤炭信息系统方面明显存在重硬件、轻软件,重局部、轻整体,重投入、轻管理的问题。具体地说,在煤炭安全监控系统方面,在计算机硬件的采购方面投入比较大,软件投入较少;生产安全监控系统往往是针对单个矿而设立,没有在矿务局一级联网;虽然信息平台已经建立,但是没有真正有效利用各类信息。

目前,在我国的煤炭安全监测行业,有多家公司涉及这一行业,但是煤矿安全监控系统并没有统一的通信协议,系统各自处于封闭状态,系统间无法实现信息共享,因而很难实现全局或更高级别的联网、系统的实时监测和管理。

目前,信息传输系统的兼容性已成为装备监控系统的各集团公司、矿井进一步补套和扩充系统功能的制约因素,主要体现在用户在装备了某厂家的系统后,在众多型号、价格不同、功能各具特色的监控系统的软件、硬件(如分站)的补套以及服务等方面,就别无选择地依赖于这个厂家。有些矿井为了安全生产的需要,在系统存在严重问题和得不到技术服务的条件下,不得不废弃原有系统而另选择其他系统。因此,通信协议不规范的后果是造成设备重

复购置、系统补套受制于人和不能随意进行软硬件升级改造。

(2) 井下信息传输设备物理接口协议不规范。

井下信息传输设备物理接口协议不规范也是制约用户进一步补套和扩充系统功能的关键因素。例如, KJF2000 和 KJ4/KJ2000 系统, 尽管两种系统均采用 FSK (Frequency-shift keying) 技术, 以及信息传输波特率均为 1 200 B/s 或 2 400 B/s, 但其传输信息的调制频率不同和传输信息的收发电压幅值不同, 也造成这两种系统的分站不能兼容。

(3) 传感器等质量不过关。

与监测监控系统配接的甲烷传感器已成为矿井瓦斯综合治理和灾害预测的关键技术装备, 并越来越受到使用单位和研究人员的普遍重视。

据统计, 国产安全检测用甲烷传感器几乎全部采用载体催化元件, 然而, 长期以来我国载体催化元件一直存在使用寿命短、工作稳定性差和调校期频繁的缺点, 严重制约矿井瓦斯的正常检测, 与国外同类传感器比较差距较大。其主要问题是:

① 抗高浓度瓦斯冲击性能差。在巷道瓦斯涌出量大的情况下, 元件激活。反复作用的结果造成元件零点漂移并使其催化性能下降。抗高浓度瓦斯冲击性能差是造成元件使用寿命低、稳定性差的主要原因。

② 对过分追求低功耗的元件, 在矿井高湿度环境条件下, CH_4 在元件表面燃烧生成的水蒸气易于凝结在元件表面, 从而降低元件使用寿命。

③ 抗中毒性能差。

④ 载体催化元件制作工艺水平低, 元件一致性差。

(4) 现场管理和维护水平有待于加强。

尽管国家和各省、地、市煤炭管理部门强制性要求各大、中、小煤矿的高瓦斯或瓦斯突出矿井必须装备矿井监测监控系统, 并加大了对矿井安全生产的管理力度, 但一些地方国有煤矿, 特别是乡镇小煤矿, 多数由于缺乏专业技术人员而不能正常使用和维护已装备的系统, 甚至对系统配接的传感器根本不进行调校。

(5) 市场秩序亟待规范。

大大小小的系统生产厂家的不断出现, 无疑存在着市场竞争条件下初级阶段的恶性竞争。其结果是不仅损坏了厂家的利益, 而且导致生产企业的系统研发后劲不足、技术支持能力降低, 最终将影响产品用户的正常使用。此外, 由于煤矿监测监控系统涉及计算机的软硬件技术和网络化管理技术、系统传输设备的软硬件技术、各种传感器技术、系统的完善和升级改造技术、技术支持和服务能力等综合性技术, 因此, 在选择某种系统时必须特别强调厂家的企业规模、研发能力、系统的技术水平和技术支持能力等。

煤矿安全监控是综合性技术, 涉及计算机、电子技术、通信、物理、化学、电工等多种学科, 与矿山采、掘、机、运、通等生产环节密切相关, 功能复杂, 技术难度高, 要求监控技术人员具有较高的技术素质。但是, 部分煤矿的监控技术人员尚不能适应工作需要, 有些局、矿的领导和主管技术干部对监控技术还不熟悉, 导致管理工作跟不上, 由此产生了一系列问题, 如设备选型不妥、使用维护不当、仪器待修率和报废率高, 影响了使用效果。因此, 在相当长的时期内, 对于监控装置的装备、管理和培训任务仍十分艰巨。

1.1.1.4 监测监控系统的发展趋势

(1) 系统不仅能实现监测监控, 而且在软件技术上应研究开发能根据被监测环境地点

的参数进行有效的危险性判别、分析和提出专家决策方案。同时系统应用软件应向网络化方向发展,按统一的格式向外提供监测数据。

(2) 针对通信协议不规范和传输设备物理层协议不规范,应尽快寻找一种解决系统兼容性的途径或制定相应的专业技术标准,这对促进矿井监控技术发展和系统的推广应用均具有十分重要的意义。

(3) 研制高可靠性瓦斯传感器。

(4) 矿井瓦斯爆炸多半是由电气火灾引起的,因此应研制智能化的高压开关柜、高压真空馈电开关、低压真空馈电开关等,依此向系统提供多参数的信息,如电流、电压、单相/三相漏电流、开关运行状态、开关机械/电气闭锁状态等。

(5) 制定科学、合理的政策法规,研究提高煤矿安全管理水平的管理技术,使我国的煤矿安全生产管理从以人治为主,发展到依法治理。

1.1.2 测控系统的基本概念

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、设备工矿参数、过程控制参数等;二是“控”,即根据监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力工具,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 DCS(Distributed Control System,集散控制系统)。

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,通过神经或血脉(传输通道)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、传感器到监控分站的数据传输、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。矿井监测监控系统的组成如图 1-1 所示。

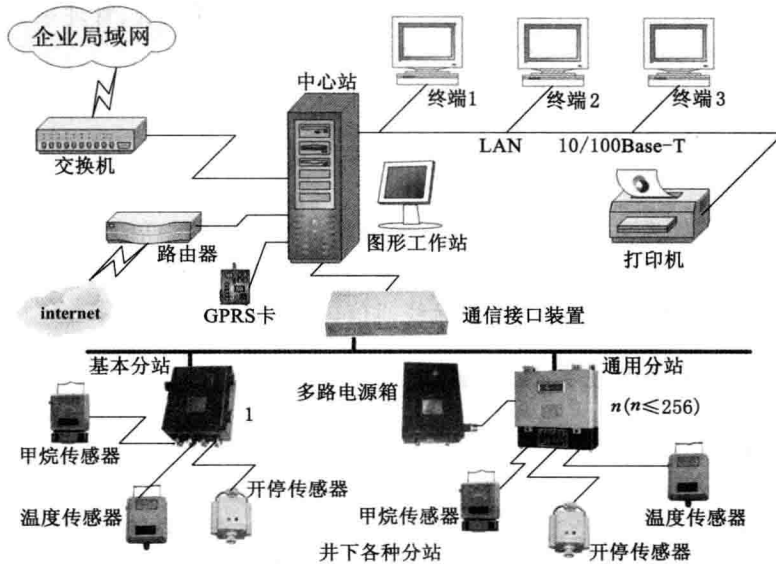


图 1-1 矿井监测监控系统的组成

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;并通过预处理,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;与中心站通过传输通道进行通信,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、RAM、I/O 接口,必要的外设、系统软件和应用软件。

(1) 传感器。

将被测量的物理量转换为方便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分站的装置。其主要包括声、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。主机采用高可靠性的计算机,如工控机。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监控。

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、模拟量、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传输信道。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业一般采用有线信道,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、输出信号的形式、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。相对误差数值越小,则检测精度越高。

(4) 分辨率。

它是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,也可以用一个数码所代替的模入量来表示,即有:

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

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,测控分站还有可靠性、工作条件、耗电量、重量、几何尺寸等技术指标。

1.2.2.2 中心站

(1) 主机型号及配置。这类技术指标包括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。它是指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。即是时分制还是频分制,是频带传输还是基带传输方式。

(4) 传输速率。它是指数字传输的波特率,例如,600 B/s、1 200 B/s。波特率越高,传输效率就越高。

(5) 传输距离。它是指中心站与最远分站间的距离,一般大于 10 km。

(6) 可靠性。一般用故障率和信息传输误码率来衡量中心站的可靠性。

1.2.2.3 防爆及防爆标志

为防止电气设备引起周围爆炸性气体环境引燃而采取的特定措施。

防爆型设备在外壳上的总标志为 Ex。

(1) 防爆电气设备的分类。

根据国家标准的规定,爆炸危险环境中用电设备分为两类。有瓦斯爆炸危险的矿井使用的电气设备为 I 类,除瓦斯矿井以外的爆炸危险场所使用的电气设备为 II 类。用于煤矿的电气设备,其爆炸性气体环境除了甲烷外,可能还含有其他成分的爆炸性气体,应按照 I 类和 II 类相应气体的要求进行制造和检验。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,如表 1-2 所列。

表 1-2 II 类电气设备的最高表面温度分组

温度组别	T1	T2	T3	T4	T5	T6
最高表面温度/℃	450	300	200	135	100	85

根据防爆结构的不同,电气设备分为以下几种类型。

① 隔爆型“d”(Flameproof electrical apparatus)。

电气设备的一种防爆性类型,其外壳能够承受住通过外壳任何接合面或结构间隙渗透到外壳内部的可燃性混合物的内部爆炸而不损坏,并且不会引起外部由一种或多种气体或蒸气形成的爆炸性环境的点燃。

② 本质安全型“i”(Intrinsically safe circuits and electrical apparatus)。

在标准规定条件下(包括正常工作和规定的故障条件)下产生的任何电火花或任何热效应均不能点燃规定的爆炸性气体环境的电路。

注:a. 所有电路均为本质安全电路的电气设备是本质安全型电气设备。

b. 装有本质安全电路和非本质安全电路,且结构使非本质安全电路不能对本质安全电路产生不利影响的电气设备称之为关联设备。

c. 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。

③ 增安型“e”(Increased safety electrical apparatus)。

该防爆型式是对在正常条件下不会产生电弧或电火花的电气设备进一步采取措施,提高其安全程度,防止电气设备产生危险温度、电弧和火花的可能性。该定义不包括在正常运行情况下产生电弧或电火花的设备。

④ 正压型“p”(Pressurized electrical apparatus)。

它是利用向外壳内通入正压新鲜空气或充入惰性气体,保持这些内部保护气体的压力高于周围爆炸性气体环境的压力,阻止外部周围气体进入电气设备外壳,达到防爆目的。所以这种类型也叫通风充气型。

⑤ 无火花型“n”(Non-sparking electrical apparatus)。

在正常运行条件下,不会点燃周围爆炸性混合物,且一般不会发生有点燃作用的故障的电气设备的防爆型式。

⑥ 特殊型“s”(Special type)。

除 d、e、i、p、n 之外的特殊形式,或者是上述几种形式的组合,采用这种结构形式的防爆仪表称为特殊型仪表。

⑦ 通风充气型“p”。

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。

还有充油型,其附加标志为 o;充沙型,其附加标志为 q。

(2) 防爆标志示例。

“Ⅰ类隔爆型”写为“ExdⅠ”;“ⅡB类隔爆型 T3 组”写为“ExdⅡBT3”;“ⅡA类本质安全型 ia 等级 T5 组”写为“ExiaⅡAT5”;“ⅡC类本质安全型 ib 等级关联设备 T5 组”写为“Ex(ib)ⅡCT5”;“既适用于Ⅰ类又适用于ⅡB类 T4 组的隔爆型”写为“ExdⅠ/ⅡBT4”。

① 采用一种以上的复合型式,须先标出主体防爆型式,后标出其他防爆型式。例如,“Ⅱ类主体增安型并具有正压型部件 T4 组”写为“ExepⅡT4”。

② 对只允许使用于一种爆炸性气体环境中的电气设备,其标志可用该气体化学分子式或名称表示,这时可不必注明温度组别。例如,“Ⅱ类用于氨气环境的隔爆型”写为“ExdⅡ(NH₃)”或“ExdⅡ氨”。

③ 对Ⅱ类电气设备的标志,可标温度组别,也可标最高表面温度,或两者都标出。例如,“最高表面温度为 125℃ 的工厂用增安型”写为“ExeⅡT4”、“ExeⅡ(125℃)”或“ExeⅡ125℃(T4)”。

④ 复合型电气设备,应分别在不同防爆型式的外壳上标出相应的防爆型式。

⑤ 对使用于煤矿中除甲烷外,还有其他爆炸性气体。例如,“ⅡB类 T3 组可燃性气体的隔爆型”写为“ExdⅠ/ⅡBT3”。

⑥ 为保证安全,指明在规定条件下使用的电气设备,如指明具有抗低冲击能量的电气设备,在其防爆合格证号之后加符合“X”,如××××-X。

1.3 典型的监控系统——大柳塔煤矿监测监控系统

大柳塔煤矿是神华集团神华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子程序,并形成了监控网络,覆盖了矿井生产的各个方面,反映了国内煤矿监测监控技术的先进水平。图 1-2 所示为大柳塔矿工业计算机局域网组成。