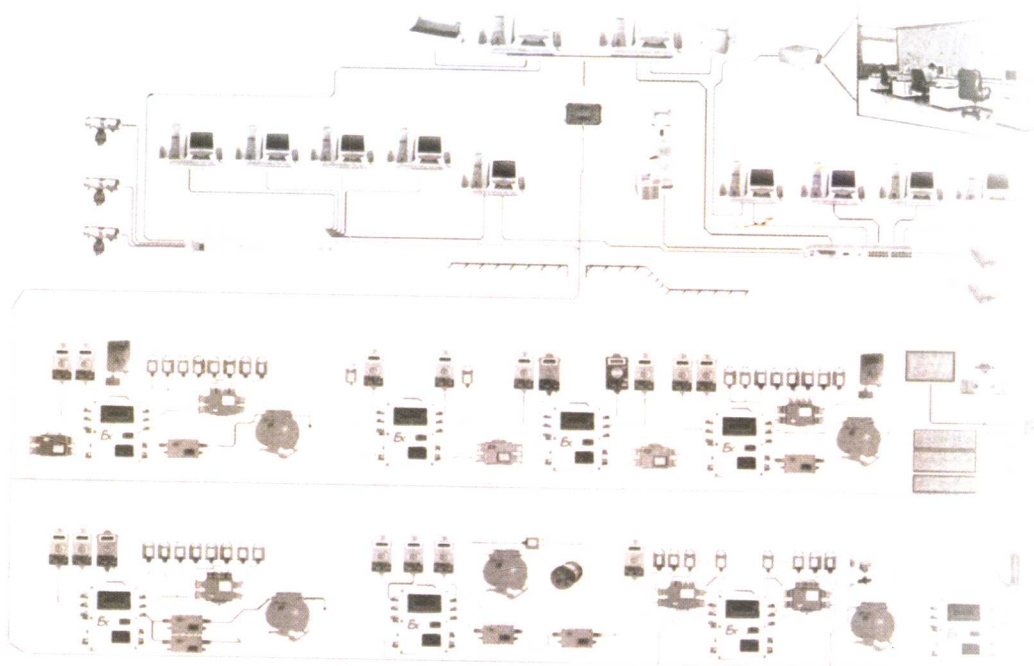


国家电子信息产业发展基金资助重点项目

矿井安全监控系统

孙继平 编著



煤炭工业出版社

国家电子信息产业发展基金资助重点项目

矿井安全监控系统

孙继平 编著

煤炭工业出版社

·北京·

内 容 提 要

本书研讨了矿井安全监控系统的发展、功能、组成及特点;研究了矿井监控信息传输要求、系统性能要求、系统软件要求、系统设计、选型、安装、使用与维护要求;介绍了电气防爆原理和要求;研究了矿用本质安全防爆电源及备用电源;介绍了矿用传感器的基础知识和主要矿用传感器的工作原理;研究了矿井监控信息传输的特点、传输介质、网络结构、复用方式等;研究了断电控制;研究了矿用现场总线及几种常用现场总线用于矿井监控系统中应解决的问题及解决问题的方法;研究了爆炸性环境单片机应用系统的设计;介绍了技术先进、量大面广、煤矿安全监控委员会推荐的7种系统和2种矿用阻燃通信与信号电缆。本书取材新颖,系统性好,论述面宽,实用性强。

本书可供从事矿井安全监控系统研究、开发、设计、生产、检验、使用、维护、管理和监察人员使用。也可作为矿山电气化与自动化专业、矿山通信专业、通风安全工程专业师生,局、矿级总工程师、机电工程师和通风安全工程师的参考书。本书是国家安全生产监督管理局和国家煤矿安全监察局指定的“全国煤矿安全监控系统管理与维护人员培训统编教材”。

图书在版编目(CIP)数据

矿井安全监控系统/孙继平编著. —北京:煤炭工业出版社,2006

ISBN 7-5020-2836-6

I. 矿… II. 孙… III. 矿山安全—监测控制
IV. TD76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 001202 号

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
北京京科印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

*
开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 35
字数 852 千字 印数 1—5,000
2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷
社内编号 5620 定价 78.00 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

依靠科技提升安全
保障能力加强培训提升
职工队伍素质

王显政

二〇〇四年六月

前 言

煤炭是我国的重要能源,约占一次能源的70%。2005年全国煤炭总产量约为21.9亿t,全国煤矿发生各类事故3341起,死亡5986人,百万吨死亡率约为2.7。全国煤矿发生各类一次死亡10人以上的特大事故58起,死亡1739人,其中,特大瓦斯事故40起,死亡1319人,事故起数和死亡人数分别占全国煤矿特大事故的69%和76%。煤炭行业是高危行业,瓦斯、煤尘、水灾、火灾、冲击地压等困扰着煤炭工业的健康发展。特别是瓦斯(煤尘)爆炸事故是煤炭行业群死群伤的头号杀手,是煤炭生产最严重的灾害。

世界各主要产煤国都十分重视瓦斯灾害的预防与治理工作,推广与使用了矿井安全监控系统及装置。2002年国家煤矿安全监察局在总结各地瓦斯灾害防治成功经验的基础上,提出了“先抽后采、监测监控、以风定产”瓦斯防治十二字方针,确立了瓦斯防治的指导思想和方法。

为规范矿井安全监控系统与装置的生产与使用,2001年版《煤矿安全规程》增加了“通风安全监控”一章(第3章);1999年3月颁布了中华人民共和国煤炭行业标准“MT/T772-1998煤矿监控系统主要性能指标测试方法”;2001年5月颁布了中华人民共和国煤炭行业标准“MT/T899-2000煤矿用信息传输装置”。全国煤矿,特别是高瓦斯矿井和煤与瓦斯突出矿井按照《煤矿安全规程》等有关规定,逐步装备了安全监控系统及装置,有效地避免或减少了瓦斯事故。但在安全监控系统生产和使用等方面也存在不少问题,如:(1)重(产品)开发、轻(基础)研究;(2)重推广、轻质量;(3)重地面、轻井下(如重地面调度室装修,轻井下装备);(4)重装备、轻维护;(5)重设备、轻培训等。特别是缺乏指导系统研发、生产、使用与管理方面的书籍,从而造成管理与维护人员缺乏必备的矿井安全监控系统及装置选型、安装、使用与维护知识,系统研发者不完全了解煤矿井下的特殊环境、矿井安全监控系统的特殊要求和矿井安全监控的需求。进而造成下列问题:(1)选型不正确(如选用了不符合有关规程和标准的系统及装置,无法实现安全监控);(2)安装使用不正确(如断电控制、传感器设置地点、报警浓度、断电浓度、复电浓度的设置不正确等);(3)维护不正确(如甲烷传感器调校不正确);(4)维修不及时(如系统出故障后不能准确定位与维修);(5)部分系统性能和技术指标难以满足煤矿安全监控的需求(如无中继传输距离达不到10km、抗电磁干扰能力差、无馈电异常监测与报警功能等),致使矿井安全监控系统与装置不能正确使用,甚至导致瓦斯事故发生。

本书是作者对20多年来从事矿井监控系统研究、主持相关标准及规程制定、领导专家组事故调查和主持系统研发(KJ8型码分制矿井安全生产监控系统,KJ13型时分制矿井安全生产监控系统)等工作的总结。希望本书的出版能为煤矿安全监控技术的发展和煤矿安全生产做一点贡献。

由于本书针对矿井安全监控系统研发、设计、生产、检验、安装、使用、维护、管理和监察中急需解决的问题编写,具有系统性好、论述面宽、实用性强、取材新颖等优点。因此,被国家安全生产监督管理局和国家煤矿安全监察局指定为“全国煤矿安全监控系统管理与维护

人员培训统编教材”。本书是中国矿业大学(北京)通信与信息系统专业、控制理论与控制工程专业、电力电子与电子传动专业博士生课程“矿井监控与通信”、硕士生课程“矿井监控”的指定参考书。本书自2004年8月印刷发行以来,已发行1万余册。

本书共分18章。第1章研讨了矿井安全监控系统的发展、功能、组成及特点等;第2章研究了矿井监控信息传输要求,系统性能要求、系统软件要求、系统设计、选型、安装、使用与维护要求等;第3章介绍了电气防爆的原理和要求;第4章研究了矿用本质安全型防爆电源及备用电源;第5章介绍了矿用传感器的基础知识和主要矿用传感器的工作原理;第6章研究了矿井监控信息传输的特点、传输介质、网络结构、复用方式等;第7章研究了断电控制;第8章研究了矿用现场总线要求及几种常用现场总线用于矿井监控系统中应解决的问题及解决问题的方法;第9章介绍了接口电路;第10章介绍了单片机应用系统;第11章介绍了KJ101型矿井监控系统;第12章介绍了KJ95型煤矿综合监控系统;第13章介绍了KJ70型煤矿安全生产监控系统;第14章介绍了KJ19型煤矿安全监控系统;第15章介绍了KJ65型矿井安全生产监控系统;第16章介绍了森透里昂(KJ31型)安全生产监测监控调度管理系统;第17章介绍了KJ4-2000型煤矿安全生产监控及综合信息管理系统;第18章介绍了煤矿用阻燃通信与信号电缆。

本书第11章~第17章分别由镇江中煤电子有限公司贾柏青高工、煤炭科学研究总院常州自动化所胡穗延研究员、宜兴三恒自动化仪表有限公司毕成模高工、长春东煤高技术开发公司刘文玉高工、江西煤矿仪器设备厂(江西煤研所仪器仪表公司)王晖高工、北京康斯塔克环保系统设备有限公司王军高工、北京瑞赛长城航空测控技术有限公司李景平研究员提供;本书第18章由扬州红旗电缆制造有限公司陈有新高工和扬州苏能电缆有限公司梅锦山高工提供。

作者的学生刘晓强博士协助作者进行了本质安全型防爆直流开关电源及备用电源的研究,本书的第4.3节和4.4节取材于他的博士学位论文。作者的学生王新民硕士协助作者进行了矿用断电控制的研究,本书的第7章取材于他的硕士学位论文。

中国矿业大学(北京)刘晓阳讲师、潘涛博士、伍云霞博士、高美凤博士、李迎春博士、宋姝博士等承担了本书的录入及编辑工作;朱李平高工帮助收集和整理资料,承担了本书的制图及校核工作。

在本书的编写过程中,得到了国家安全生产监督管理局和国家煤矿安全监察局有关领导和中国煤炭工业劳动保护科学技术学会的指导和支持;成立了国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局王显政局长任主任,赵铁锤副局长、孙华山副局长、梁嘉琨副局长任副主任的编审委员会(编审委员会委员按姓氏笔画排序:王树鹤、付建华、朱锦文、孙继平、李文俊、邱宝构、张平远、黄玉治、窦永山)。

本书是作者主持的2005年国家电子信息产业发展基金重点项目“煤矿安全生产信息化标准体系研究制定”的主要研究内容之一,得到了国家电子信息产业发展基金的资助。

在本书即将出版之际,作者对本书出版给予支持和帮助的人员表示衷心地感谢。

由于作者水平有限,书中难免有错误和欠妥之处,敬请读者批评指正。

孙继平

2006年2月于北京

目 录

1 绪论	(1)
1.1 矿井监控系统组成	(1)
1.2 全矿井综合监控系统	(7)
1.3 矿井监控系统特点与分类	(10)
2 矿井监控系统通用要求	(12)
2.1 信息传输要求	(12)
2.2 性能要求	(15)
2.3 软件要求	(17)
2.4 矿井安全监控系统	(32)
3 电气防爆	(49)
3.1 基本概念与通用要求	(49)
3.2 隔爆型电气设备	(55)
3.3 本质安全型电气设备	(60)
3.4 增安型电气设备	(74)
3.5 浇封型电气设备	(77)
3.6 气密型电气设备	(79)
3.7 充砂型电气设备	(79)
3.8 正压型电气设备	(81)
3.9 充油型电气设备	(83)
3.10 无火花型电气设备	(84)
3.11 矿用一般型电气设备	(85)
3.12 防爆电气设备的监察	(87)
4 矿用电源及备用电源	(90)
4.1 矿用电源的特点及主要技术指标	(90)
4.2 矿用线性直流电源	(92)
4.3 矿用开关电源	(110)
4.4 矿用备用电源	(116)
5 矿用传感器	(130)
5.1 基础知识	(130)
5.2 甲烷传感器	(141)
5.3 一氧化碳传感器	(147)
5.4 风速传感器	(149)
5.5 温度传感器	(152)
5.6 开关量传感器	(153)
6 矿井监控信息传输	(155)
6.1 基本概念	(155)
6.2 传输线	(168)

6.3	网络结构与复用方式	(174)
7	断电控制	(187)
7.1	隔爆型电磁启动器及其控制	(187)
7.2	隔爆兼本质安全型电磁启动器及其控制	(195)
7.3	隔爆型馈电开关及其控制	(199)
8	矿用现场总线	(208)
8.1	现场总线	(208)
8.2	矿用现场总线	(210)
8.3	CAN 在矿井监控系统中的应用	(212)
8.4	LONWORKS 及 FF 在矿井监控系统中的应用	(215)
9	接口电路及应用	(216)
9.1	8253 定时器/计数器	(216)
9.2	8255 并行接口电路	(220)
9.3	8251 串行接口电路	(225)
9.4	模/数(A/D)转换器	(231)
9.5	数/模(D/A)转换器	(238)
9.6	其他接口电路	(245)
10	爆炸性环境用单片机应用系统设计	(257)
10.1	MCS-51 系列单片机结构	(257)
10.2	指令系统	(267)
10.3	定时器/计数器	(278)
10.4	串行接口	(287)
10.5	中断	(293)
10.6	存储器扩展	(295)
10.7	节电工作	(303)
10.8	爆炸性环境用单片机应用系统的设计	(304)
11	KJ101 型矿井监控系统	(312)
11.1	概述	(312)
11.2	系统工作原理	(314)
11.3	主站	(315)
11.4	KJF19 型监控仪	(319)
11.5	KJF19B 型 8 模输入矿用监控仪	(328)
11.6	KJ101-45 型甲烷传感器	(334)
11.7	KJF19.2 型继电器箱	(339)
11.8	KGT8 型机电设备开停传感器	(342)
11.9	KJU3 型开关量扩展器	(344)
12	KJ95 型煤矿综合监控系统	(345)
12.1	概述	(345)
12.2	系统组成及工作原理	(346)
12.3	KJJ14 型传输接口	(350)
12.4	KJF16A 型通用监控分站	(354)
12.5	KJ8001 型串行扩展器	(360)

12.6	KDW15 型隔爆兼本质安全型电源箱	(361)
12.7	KDW16 型隔爆兼本质安全型电源箱	(362)
12.8	KPI001 型远动开关	(363)
12.9	KDG8 型远动开关	(364)
12.10	KX4010 型声光报警器	(364)
12.11	KGJ16 智能遥控甲烷传感器	(365)
12.12	KGN1 型烟雾传感器	(366)
12.13	KGF3 型风速传感器	(367)
12.14	KG3007A 型矿用温度传感器	(369)
12.15	KGY3 型负压传感器	(369)
12.16	KGT15 型机电设备开停传感器	(370)
12.17	KGD5 型矿用电量变送器	(371)
12.18	KGD4A 型电力参数变送器	(371)
12.19	KT1013 型矿用双工调试电话	(374)
13	KJ70 型煤矿安全生产监控系统	(376)
13.1	概述	(376)
13.2	系统组成、功能及主要技术指标	(376)
13.3	系统软件安装与运行	(380)
13.4	硬件安装	(390)
13.5	KJJ17 型智能数据传输接口	(393)
13.6	KJF31.1 型监控分站	(393)
13.7	KHJ6.1 型控制主机	(393)
13.8	KHJ6 型甲烷风机电闭锁装置	(394)
13.9	KDW17 型矿用隔爆兼本安电源	(395)
13.10	KDW22 型矿用隔爆兼本安电源	(396)
13.11	KDW28 型矿用隔爆兼本安不间断电源	(396)
13.12	KGJ15 型智能遥控甲烷传感器	(397)
13.13	KGF2 型矿用智能风量传感器	(397)
13.14	KGY4 型负压(压力)传感器	(398)
13.15	KGA3 型矿用电化学式一氧化碳传感器	(398)
13.16	KGW5 型矿用数字式温度传感器	(398)
13.17	KGU5B 型矿用智能超声物位仪	(399)
13.18	KGU5-W 型智能超声物位仪系列	(399)
13.19	KGU7 型投入式液位传感器	(400)
13.20	KGE12 型风门开关传感器	(400)
13.21	KGT9 型矿用机电设备开停传感器	(401)
13.22	KGT16 型馈电开关传感器	(401)
13.23	KGN2 型烟雾传感器	(402)
13.24	KGD8 型电力参数变送器	(402)
13.25	JCB-C 120 型瓦斯检测仪	(403)
13.26	KJ115 型光纤工业电视监视系统	(403)
14	KJ19 型煤矿安全监控系统	(405)
14.1	概述	(405)

14.2	系统组成及功能	(405)
14.3	系统配置与安装	(409)
14.4	KJJ-1200 型数据通信箱	(410)
14.5	BFDZ-2 型监控分站	(412)
14.6	KYJ-2000 型甲烷传感器	(421)
14.7	KGT-31 型机电设备开停传感器	(427)
14.8	KJ19-32 型风门传感器	(429)
14.9	KJF6 型矿用监控分站	(430)
14.10	KDC-1 型分站后备电源	(430)
14.11	KGT-36 型馈电状态传感器	(432)
14.12	KDG-2Y 型远程断电器	(434)
15	KJ65 矿井安全监控系统	(436)
15.1	概述	(436)
15.2	系统组成及工作原理	(437)
15.3	KJF-1 型矿井环境监测仪	(441)
15.4	KGJ100A 型智能高低浓度甲烷传感器	(446)
15.5	GTH1000(A)(原 SPE)固体一氧化碳传感器	(449)
16	森透里昂 (KJ31 型) 安全生产监控系统	(454)
16.1	概述	(454)
16.2	系统特点	(454)
16.3	系统组成及主要技术指标	(458)
16.4	地面中心站	(460)
16.5	P5000 型干线扩展器	(462)
16.6	P2140KP 型低浓度甲烷传感器	(462)
16.7	P2030KP 型一氧化碳传感器	(463)
16.8	GR5 型红外二氧化碳传感器	(463)
16.9	GJ4H 型红外甲烷传感器	(464)
16.10	GJ100G 型高浓甲烷传感器	(464)
16.11	P5105A 型压力传感器	(464)
16.12	P4108 型水位传感器	(465)
16.13	P5003 型信号转接器	(465)
16.14	干线电缆	(466)
16.15	P2782 型区域控制器	(466)
16.16	Senturion 500 系统软件	(466)
17	KJ4-2000 煤矿安全生产监控及综合信息管理系统	(469)
17.1	概述	(469)
17.2	系统组成及工作原理	(470)
17.3	系统软件	(477)
17.4	远程网络监测及管理系统	(478)
17.5	KCT1(E)型调制解调器	(480)
17.6	KJ2007G1 型分站(频率型)	(483)
17.7	KJ2007G1 型分站(电流型)	(491)

17.8 其他分站	(493)
17.9 KDW6B 型矿用隔爆兼本安型电源箱	(494)
17.10 KGJ9 型智能甲烷传感器	(498)
17.11 KDG3D 型断电器	(500)
18 煤矿用阻燃通信与信号电缆	(504)
18.1 概述	(504)
18.2 Q/3210HL07 煤矿用阻燃信号电缆	(505)
18.3 Q/321084KK101 煤矿用阻燃信号电缆	(521)
18.4 煤矿用阻燃通信电缆	(529)
附录	(533)
附录 1 矿井安全监控系统及装备生产单位简介	(533)
附录 2 思考题	(539)
附录 3 煤矿安全监控系统管理与维护人员培训教学大纲	(545)
参考文献	(547)

1 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、水泵房等地面远动控制,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动操作,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、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。

1.1 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。

1.1.1 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 1.1 所示。

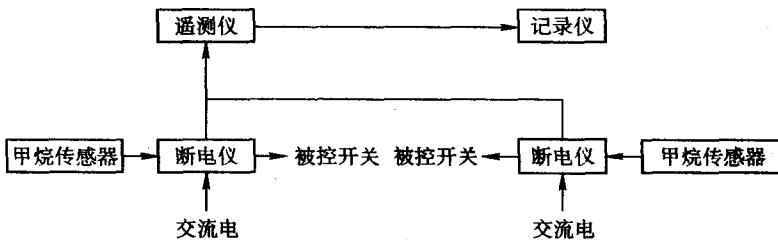


图 1.1 瓦斯遥测系统

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 1 km,采用 3 芯或 4 芯矿用信号电缆(其中,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 10 km),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。

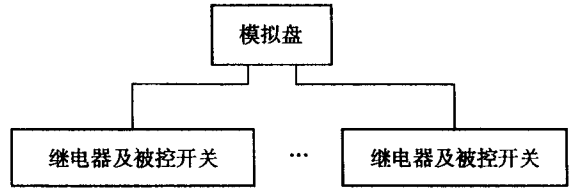


图 1.2 模拟盘调度系统

1.1.2 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。

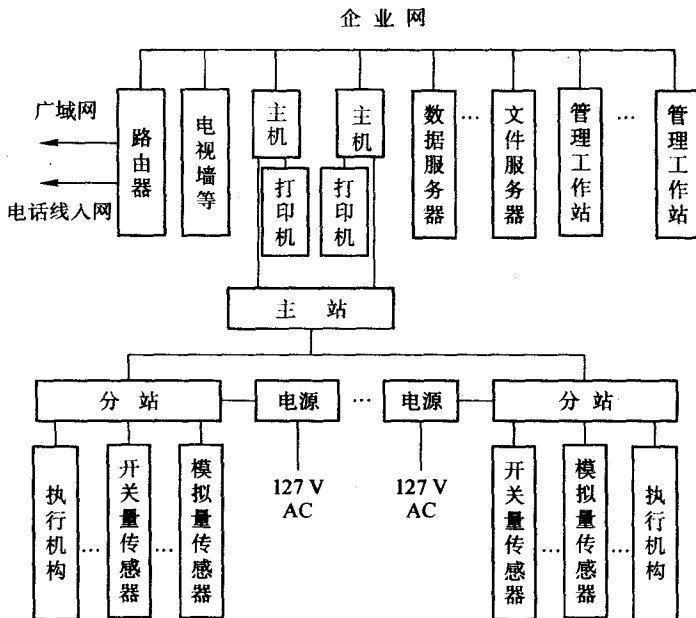


图 1.3 矿井监控系统组成

(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 芯用作地线、1 芯用作信号线、1 芯用作分站向传感器供电)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警)。

(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。传感器及执行机构距分站的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、与管理网络联接等。

(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,对此作者曾进行了理论分析和试验,结果表明:采用矿用电线,系统传输距离为 10 km 时,最大传输速率为 4 800 bps(在无中继条件下)。

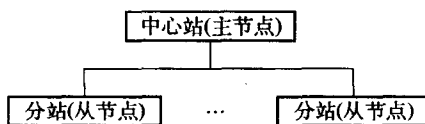


图 1.4 主从式传输矿井监控系统

(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。

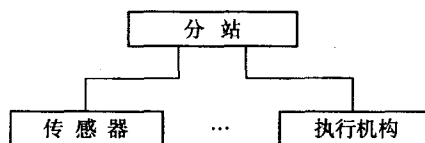


图 1.5 传感器及执行机构采用星形结构与分站连接

(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,既不利于系统维护,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),不利于用户维护。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(特别是地面远动控制功能)难以满足减少井下危险环境从业人员的需要。