

■ 主编 孙继平

煤矿监控技术装备与标准

上册

监控技术部分

煤炭工业出版社

煤矿监控技术装备与标准

(上册)

监控技术部分

主编 孙继平

煤炭工业出版社

·北京·

内 容 提 要

本书分为监控技术部分、监控系统部分和监控标准部分三册。上册重点介绍了煤矿安全生产监控系统的发展、功能、组成及特点等；传感器的基本概念、矿用催化燃烧式和热导式甲烷传感器、矿用红外甲烷传感器、矿用激光甲烷传感器、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；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；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；矿用断电控制器工作原理、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控制的方法；系统软件工作原理和主要功能；系统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；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；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。中册对 KJ90、KJ95N、KJ70N、KJF2000N、KJ293、KJ101N 系列煤矿监控系统及相关产品进行详细介绍。下册为 MT/T 1004—2006 煤矿安全生产监控系统通用技术条件等 30 多项煤矿监控标准。

本书可供从事煤矿监控系统和检测仪器设计、生产、使用、维护和管理人员使用，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。

编 审 委 员 会

主 任 刘 峰
副 主 任 孙继平 黄福昌 刘 富
成 员 黄 强 胡穗延 毕成模 李长录 魏 臻
贾柏青

参编单位 中国矿业大学(北京)
兖矿集团有限公司
中国煤炭科工集团重庆研究院
煤炭科学研究总院常州自动化研究院
江苏三恒科技集团有限公司
煤炭科学研究总院沈阳研究院
合肥工大高科信息技术有限责任公司
镇江中煤电子有限公司

主 编 孙继平
副 主 编 黄 强 胡穗延 毕成模 李长录 魏 臻
贾柏青 田子建
参 编 伍云霞 刘晓阳 刘付俊 周 刚 鲁远祥
于 庆 樊 荣 徐 瑛 王晓阳 汪丛笑
娄华平 朱尚嵩 袁少博 付文俊 张宏福
金树军 陆 阳 程运安 鲍红杰 郭凤斌
孙成生 王 雷

监控技术部分（上册）

主 编 孙继平

副主编 黄 强 胡穗延 毕成模 李长录 魏 臻

贾柏青 田子建

前 言

煤炭是我国主要能源，约占一次能源的 70%。我国富煤、贫油、少气的资源赋存特点，决定了煤炭工业在我国国民经济中的基础地位。我国以煤炭为基础的能源结构，仍然是我国能源发展战略的必然选择。

煤炭行业是高危行业，瓦斯、水、火、顶板等灾害困扰着煤炭工业健康发展。近年来，我国煤矿安全生产形势逐年好转，事故起数、死亡人数、百万吨死亡率均大幅下降，但与世界其他主要产煤国相比，仍有一定差距。为进一步加强煤矿安全生产工作，促进煤矿安全生产形势进一步好转，《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23号）和《国家安全生产监督管理总局国家煤矿安全监察局关于建设完善煤矿井下安全避险“六大系统”的通知》（安监总煤装〔2010〕146号）要求建设完善矿井监测监控系统，充分发挥其安全避险的预警作用和瓦斯防治的监控作用；建设完善煤矿井下人员定位系统，发挥其在定员管理和应急救援工作中的作用等。

煤矿监控系统在煤矿安全生产、紧急避险、应急救援和事故调查中发挥着重要作用。煤矿监控系统包括：煤矿安全监控系统、煤矿井下作业人员管理系统、煤炭产量远程监测系统、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、火灾监测系统、矿山压力监测系统、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。为满足煤矿监控系统研发、设计、生产、检验、安装、使用、维护、管理和监察的需要，编写了这本书。

本书由孙继平教授组织编写。本书共分 3 册：监控技术部分，监控系统部分，以及监控标准部分。

上册监控技术部分共分 9 章。第 1 章煤矿监控技术与系统由孙继平编写。第 2 章矿用传感器与信号转换器由孙继平、田子建编写。第 3 章矿用分站与信息传输接口由孙继平编写。第 4 章矿用电源及备用电源由孙继平编写。第 5 章矿用断电控制器与断电控制由孙继平编写。第 6 章系统软件由孙继平编写。第 7 章煤矿安全监控系统由孙继平编写。第 8 章矿井气体检测仪器由田子建编写。第 9 章矿井通风及粉尘检测仪器由田子建编写。

中册监控系统部分共分 6 章。第 10 章 KJ90 系列煤矿综合监控系统及相关产品由黄强、鲁远祥、于庆编写。第 11 章 KJ95N 型煤矿综合监控系统及相关

产品由胡穗延、王晓阳、徐瑛编写。第 12 章 KJ70N 系列煤矿安全监控系统及相关产品由毕成模、娄华平、朱尚嵩编写。第 13 章 KJF2000N 系列煤矿监控系统及相关产品由李长录、付文俊、张宏福编写。第 14 章 KJ293 系列矿井运输监控系统及相关产品由魏臻、陆阳、程运安编写。第 15 章 KJ101N 系列煤矿安全监控系统及相关产品由贾柏青、郭凤斌编写。

下册监控标准部分列出了包括 MT 409—1995 甲烷报警矿灯在内的 30 多项标准。

本书编写过程中，得到了中国煤炭工业协会科技发展部刘峰主任、刘富副主任、兖州矿业集团黄福昌总工程师的指导和支持。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的感谢。

由于作者水平有限，书中难免有错误和欠妥之处，敬请批评指正。

孙继平

2010 年 6 月 6 日于北京

目 次

上册 监控技术部分

| | |
|----------------------|-----|
| 1 煤矿监控技术与系统 | 1 |
| 2 矿用传感器与信号转换器 | 13 |
| 3 矿用分站与信息传输接口 | 45 |
| 4 矿用电源及备用电源 | 96 |
| 5 矿用断电控制器与断电控制 | 145 |
| 6 系统软件 | 168 |
| 7 煤矿安全监控系统 | 186 |
| 8 矿井气体检测仪器 | 203 |
| 9 矿井通风及粉尘检测仪器 | 226 |

中册 监控系统部分

| | |
|---------------------------------|-----|
| 10 KJ90 系列煤矿综合监控系统及相关产品 | 247 |
| 11 KJ95N 型煤矿综合监控系统及相关产品 | 311 |
| 12 KJ70N 系列煤矿安全监控系统及相关产品 | 377 |
| 13 KJF2000N 系列煤矿监控系统及相关产品 | 434 |
| 14 KJ293 系列矿井运输监控系统及相关产品 | 492 |
| 15 KJ101N 系列煤矿安全监控系统及相关产品 | 553 |
| 附录 A 煤矿监控系统生产单位简介 | 618 |

下册 监控标准部分

| | |
|---|-----|
| 16 MT 409—1995 甲烷报警矿灯 | 629 |
| 17 MT 382—1995 矿用烟雾传感器通用技术条件 | 638 |
| 18 MT 393—1995 矿用差压传感器通用技术条件 | 648 |
| 19 MT 443—1995 煤矿井下环境监测用传感器通用技术条件 | 656 |
| 20 MT 445—1995 煤矿用高浓度热导式甲烷传感器技术条件 | 662 |
| 21 MT 447—1995 煤矿用电化学式氧气传感器技术条件 | 670 |
| 22 MT 563—1996 煤矿用携带型气体测定仪器通用技术条件 | 678 |
| 23 MT 564—1996 煤矿用携带型催化燃烧式甲烷测定器技术条件 | 686 |
| 24 MT/T 647—1997 煤矿用设备开停传感器 | 695 |

| | | |
|----|--|------|
| 25 | MT 703—1997 煤矿用携带型电化学式一氧化碳测定器技术条件 | 707 |
| 26 | MT/T 772—1998 煤矿监控系统主要性能测试方法 | 714 |
| 27 | MT/T 825—1999 矿用水位传感器通用技术条件 | 727 |
| 28 | MT/T 844—1999 矿用风门开闭状态传感器通用技术条件 | 736 |
| 29 | MT/T 899—2000 煤矿用信息传输装置 | 745 |
| 30 | MT 980—2006 煤矿气体检测用一氧化碳元件 | 763 |
| 31 | MT 981—2006 煤矿气体检测用氧气元件 | 773 |
| 32 | MT/T 1004—2006 煤矿安全生产监控系统通用技术条件 | 782 |
| 33 | MT/T 1005—2006 矿用分站 | 800 |
| 34 | MT/T 1006—2006 矿用信号转换器 | 817 |
| 35 | MT/T 1007—2006 矿用信息传输接口 | 829 |
| 36 | MT/T 1008—2006 煤矿安全生产监控系统软件通用技术要求 | 843 |
| 37 | MT 381—2007 代替 MT 381—1995 煤矿用温度传感器通用技术条件 | 860 |
| 38 | MT 448—2008 代替 MT 448—1995 矿用风速传感器 | 869 |
| 39 | MT/T 1078—2008 矿用本质安全输出直流电源 | 879 |
| 40 | MT/T 1079—2008 矿用断电控制器 | 892 |
| 41 | MT 1080—2008 煤炭产量远程监测系统使用与管理规范 | 903 |
| 42 | MT/T 1081—2008 矿用网络交换机 | 911 |
| 43 | MT 1082—2008 煤炭产量远程监测系统通用技术要求 | 926 |
| 44 | MT 1098—2009 煤矿用光干涉式甲烷气体传感器 | 945 |
| 45 | MT/T 1102—2009 煤矿用粉尘浓度传感器 | 963 |
| 46 | AQ 6201—2006 煤矿安全监控系统通用技术要求 | 972 |
| 47 | AQ 6203—2006 代替 MT 444—1995 煤矿用低浓度载体催化式甲烷传感器 | 990 |
| 48 | AQ 6204—2006 代替 MT/T 721—1997 瓦斯抽放用热导式高浓度甲烷 传感器 | 1001 |
| 49 | AQ 6205—2006 代替 MT 446—1995 煤矿用电化学式一氧化碳传感器 | 1012 |
| 50 | AQ 6206—2006 煤矿用高低浓度甲烷传感器 | 1023 |
| 51 | AQ 1029—2007 煤矿安全监控系统及检测仪器使用管理规范 | 1036 |
| 52 | AQ 1048—2007 煤矿井下作业人员管理系统使用与管理规范 | 1057 |
| 53 | AQ 6210—2007 煤矿井下作业人员管理系统通用技术条件 | 1064 |
| 54 | 《煤矿安全规程》(2010年版) 第三章 通风安全监控 | 1079 |

1 煤矿监控技术与系统

煤炭是我国的主要能源，约占一次能源的70%。煤炭行业是高危行业，瓦斯、煤尘、水灾、火灾、冲击地压、地热等困扰着煤炭工业的健康发展。乡镇煤矿事故频发，百万吨死亡率是国有重点煤矿的7倍。可见，先进的技术、可靠的装备、合格的人才和到位的管理，是煤矿安全生产的重要保障。

2006年全国煤矿产煤约 23.25×10^8 t。其中，国有重点煤矿产煤约 11.25×10^8 t，占48.4%；国有地方煤矿产煤约 3.09×10^8 t，占13.3%；乡镇煤矿产煤约 8.92×10^8 t，占38.3%。

2006年全国煤矿共发生死亡事故2945起，死亡4746人。其中，国有重点煤矿发生死亡事故415起，死亡704人，分别占事故总量的14.1%和14.8%；国有地方煤矿发生死亡事故381起，死亡611人，均占事故总量的12.9%；乡镇煤矿发生死亡事故2149起，死亡3431人，分别占事故总量的73.0%和72.3%。

2006年全国煤矿百万吨死亡率2.041。其中，国有重点煤矿百万吨死亡率为0.626，国有地方煤矿百万吨死亡率为1.977，乡镇煤矿百万吨死亡率为3.846；乡镇煤矿百万吨死亡率是国有重点煤矿的6.14倍。

2007年全国煤矿产煤约 25.5×10^8 t。其中，国有重点煤矿产煤约 12.5×10^8 t，占49.2%；国有地方煤矿产煤约 3.26×10^8 t，占12.8%；乡镇煤矿产煤约 9.69×10^8 t，占38.0%。

2007年全国煤矿共发生死亡事故2421起，死亡3786人。其中，国有重点煤矿发生死亡事故315起，死亡475人，分别占事故总量的13.0%和12.5%；国有地方煤矿发生死亡事故346起，死亡411人，分别占事故总量的14.3%和10.9%；乡镇煤矿发生死亡事故1760起，死亡2900人，分别占事故总量的72.7%和76.6%。

2007年全国煤矿百万吨死亡率1.485。其中，国有重点煤矿百万吨死亡率为0.380，国有地方煤矿百万吨死亡率为1.261，乡镇煤矿百万吨死亡率为2.993；乡镇煤矿百万吨死亡率是国有重点煤矿的7.87倍。

2008年全国煤矿产煤约 27.2×10^8 t。其中，国有重点煤矿产煤约 13.6×10^8 t，占50%；国有地方煤矿产煤约 3.5×10^8 t，占12.9%；乡镇煤矿产煤约 10.1×10^8 t，占37.1%。

2008年全国煤矿共发生死亡事故1954起，死亡3215人。其中，国有重点煤矿发生死亡事故287起，死亡454人，分别占事故总量的14.7%和14.1%；国有地方煤矿发生死亡事故207起，死亡401人，分别占事故总量的10.6%和12.5%；乡镇煤矿发生死亡事故1460起，死亡2360人，分别占事故总量的74.7%和73.4%。

2008年全国煤矿百万吨死亡率1.182。其中，国有重点煤矿百万吨死亡率为0.334，国有地方煤矿百万吨死亡率为1.146，乡镇煤矿百万吨死亡率为2.337；乡镇煤矿百万吨

死亡率是国有重点煤矿的 7.00 倍。

2009 年全国煤矿产煤约 29.5×10^8 t。其中，国有重点煤矿产煤约 15.5×10^8 t，占 53%；国有地方煤矿产煤约 3.6×10^8 t，占 12%；乡镇煤矿产煤约 10.4×10^8 t，占 35%。

2009 年全国煤矿共发生死亡事故 1616 起，死亡 2631 人。其中，国有重点煤矿发生死亡事故 293 起，死亡 580 人，分别占事故总量的 18.1% 和 22.0%；国有地方煤矿发生死亡事故 194 起，死亡 294 人，分别占事故总量的 12.0% 和 11.2%；乡镇煤矿发生死亡事故 1129 起，死亡 1757 人，分别占事故总量的 69.9% 和 66.8%。

2009 年全国煤矿百万吨死亡率 0.892。其中，国有重点煤矿百万吨死亡率 0.374，国有地方煤矿百万吨死亡率 0.817，乡镇煤矿百万吨死亡率 1.689；乡镇煤矿百万吨死亡率是国有重点煤矿的 4.52 倍。

通过上面的分析可以看出，乡镇煤矿煤炭产量约占全国煤炭产量的 37.1%，发生死亡事故起数和死亡人数却占全国煤矿事故总量的 72.6% 和 72.3%，百万吨死亡率是国有重点煤矿的 6.4 倍。事故调查表明，乡镇煤矿事故频发的原因是多方面的，包括技术装备落后，矿井系统不完善，专业技术人才匮乏，安全教育培训滞后，安全责任不落实，现场管理松弛，隐患排查治理不到位等，但技术装备落后，机械化、自动化、信息化程度低是最主要原因之一。因此，建设安全高效、环境友好、资源节约的煤矿，离不开先进的技术装备，离不开监测监控。

1.1 矿井监控系统

矿井监控系统是煤矿安全高效生产的重要保障。矿井监控系统包括：煤矿安全监控系统、煤矿井下作业人员管理系统、煤炭产量远程监测系统和煤矿生产监控系统。

1.1.1 煤矿安全监控系统

煤矿安全监控系统用来监测甲烷浓度、一氧化碳浓度、二氧化碳浓度、氧气浓度、风速、风压、温度、烟雾、馈电状态、风门状态、风筒状态、局部通风机开停、主通风机开停等，并实现甲烷超限声光报警、断电和甲烷风电闭锁控制等。

当瓦斯超限或局部通风机停止运行或掘进巷道停风时，煤矿安全监控系统自动切断相关区域的电源并闭锁，避免或减少由于电气设备失爆、违章作业、电气设备故障电火花或危险温度引起瓦斯爆炸；避免或减少采、掘、运等设备运行产生的摩擦撞击火花及危险温度等引起瓦斯爆炸；提醒领导、生产调度等及时将人员撤至安全处。还可通过煤矿安全监控系统监控瓦斯抽放系统、通风系统、煤炭自燃、瓦斯突出等。

煤矿安全监控系统在应急救援和事故调查中也发挥着重要作用，当煤矿井下发生瓦斯（煤尘）爆炸等事故后，系统的监测记录是确定事故时间、爆源、火源等重要依据之一。

火灾监测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。

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。

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。

1.1.2 煤矿井下作业人员管理系统

煤矿井下作业人员管理系统（又称煤矿井下人员位置监测系统）用来监测井下人员位置，具有持卡人员出/入井时刻、重点区域出/入时刻、限制区域出/入时刻、工作时间、井下和重点区域人员数量、井下人员活动路线等监测、显示、打印、储存、查询、报警、管理等功能。

煤矿井下作业人员管理系统对于控制入井人数，控制进入采区、采煤工作面、掘进工作面等重点区域人数，控制井下作业人员超时工作，防止井下作业人员误入盲巷、采空区等限制区域，加强瓦斯检查员等特种作业人员管理，加强干部下井带班考勤和管理，加强井下作业人员考勤管理等具有十分重要的作用。

煤矿井下作业人员管理系统在应急救援工作中也发挥着重要作用，当煤矿井下发生瓦斯爆炸、水灾等事故后，可以通过系统迅速掌握井下作业人员总数及个人信息，井下作业人员的大致位置（位置精度取决于位置监测分站的数量）等。

1.1.3 煤炭产量远程监测系统

煤炭产量远程监测系统用来监测煤炭产量，具有煤炭产量远程监测、超产报警、工作异常报警、原煤/毛煤折算、各种煤炭基金和税费计算、统计、显示、打印、存储、查询等功能。

煤炭产量远程监测系统对于煤炭产量监控，遏制超能力生产和盗采，加强煤炭可持续发展基金、矿山环境治理恢复保证金、煤矿转产发展基金等各种煤炭基金征收、税收监管和煤炭产量统计等具有十分重要的作用。

1.1.4 煤矿生产监控系统

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。

带式输送机运输监控系统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，以及输送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、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。

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。

1.2 矿井监控特点与关键科学技术问题

1.2.1 矿井监控的特点

煤矿井下是一个特殊的工作环境，有易燃易爆可燃性气体和腐蚀性气体，潮湿、淋水、矿尘大、电网电压波动大、电磁干扰严重、空间狭小、监控距离远。因此，矿井监控系统不同于一般工业监控系统。矿井监控系统同一般工业监控系统相比具有如下特点：

(1) 电气防爆。一般工业监控系统均工作在非爆炸性环境中，而矿井监控系统工作在有瓦斯和煤尘爆炸性环境的煤矿井下。因此，矿井监控系统的设备必须是防爆型电气设备，并且不同于化工、石油等爆炸性环境中的工厂用防爆型电气设备。

(2) 传输距离远。一般工业监控对系统的传输距离要求不高，仅为几千米，甚至几百米，而矿井监控系统的传输距离至少要达到 10 km。

(3) 网络结构宜采用树形结构。一般工业监控系统电缆敷设的自由度较大，可根据设备、电缆沟、电杆的位置选择星形、环形、树形、总线形等结构。而矿井监控系统的传输电缆必须沿巷道敷设，挂在巷道壁上。由于巷道为分支结构，并且分支长度可达数千米，因此，为便于系统安装维护、节约传输电缆、降低系统成本，宜采用树形结构。

(4) 监控对象变化缓慢。矿井监控系统的监控对象主要为缓变量，因此，在同样监控容量下，对系统的传输速率要求不高。

(5) 电网电压波动大，电磁干扰严重。由于煤矿井下空间小，采煤机、输送机等大型设备启停和架线电机车火花等造成电磁干扰严重。

(6) 工作环境恶劣。煤矿井下除有甲烷、一氧化碳等易燃易爆性气体外，还有硫化氢等腐蚀性气体，同时，矿尘大、潮湿、有淋水、空间狭小。因此，矿井监控设备要有防尘、防潮、防腐、防霉、抗机械冲击等措施。

(7) 传感器（或执行机构）宜采用远程供电。一般工业监控系统的电源供给比较容易，不受电气防爆要求的限制。矿井监控系统的电源供给，受电气防爆要求的限制。由于传感器及执行机构往往设置在工作面等恶劣环境，因此，不宜就地供电。现有矿井监控系统多采用分站远距离供电。

(8) 不宜采用中继器。煤矿井下工作环境恶劣，监控距离远，维护困难，若采用中继器延长系统传输距离，由于中继器是有源设备，故障率较无中继器系统高，并且在煤矿井下电源的供给受电气防爆的限制，在中继器处不一定好取电源，若采用远距离供电还需要增加供电芯线，因此，不宜采用中继器。

通过上面分析可以看出，矿井监控系统不同于一般工业监控系统。因此，直接用一般工业监控的理论和技术解决矿井监控的问题是行不通的，不是不符合电气防爆要求，就是传输距离太近，或网络结构不适合用于矿井监控系统，或不能进行总线供电，或节点容量太小，等等。因此，有必要研究适合矿井监控系统的理论和技术。

1.2.2 “十一五”期间主要科技成果

1.2.2.1 创新煤矿安全监控技术，研制相关标准及系统，在全国井工煤矿推广应用

“十一五”期间，针对矿井安全监控系统存在的产品不合格、使用不正确、检测无依据、作用难发挥等共性、关键性技术难题进行攻关，创新了煤矿安全监控技术，制定了《AQ 6201—2006 煤矿安全监控系统通用技术要求》、《AQ 1029—2007 煤矿安全监控系统及检测仪器使用管理规范》、《MT/T 1004—2006 煤矿安全生产监控系统通用技术条件》、《MT/T 1005—2006 矿用分站》、《MT/T 1006—2006 矿用信号转换器》、《MT/T 1007—2006 矿用信息传输接口》、《MT/T 1008—2006 煤矿安全生产监控系统软件通用技术要求》、《MT/T 1078—2008 矿用本质安全输出直流电源》、《MT/T 1079—2008 矿用断电控制器》、《MT/T 1081—2008 矿用网络交换机》等行业标准，促进了有关系统及产品标准化和规范化，统一了系统试验方法，提高了产品质量，规范了系统设计、安装、使用、维

护和管理，提高了煤炭信息化与自动化水平。全国煤矿安全监控系统生产厂家都根据新的行业标准进行设计、生产安全监控系统，规范了煤矿安全监控系统的设计、生产。煤炭行业安全监控系统检测检验中心根据新的行业标准进行系统的检测检验，规范了煤矿安全监控系统的检测检验。新的行业标准对安全监控系统在煤炭企业的安装、使用、维护、管理和监察进行了规范，提高了煤矿企业对安全监控系统的维护水平，保障了系统的可靠运行。

煤矿安全监控技术、标准与系统在全国井工煤矿的推广应用，有效地遏制了煤矿瓦斯事故的发生，促进了煤矿安全生产，取得了显著的经济效益和社会效益。“煤矿安全生产监控系统技术”获 2008 年国家科技进步二等奖，“煤矿安全监控技术研究”获 2007 年中国煤炭工业科学技术一等奖。

1.2.2.2 提出煤矿井下人员位置监测方法，研制相关标准及系统并推广应用

“十一五”期间，针对井下作业人员管理系统存在的漏读率高等问题，制定了《AQ 6210—2007 煤矿井下作业人员管理系统通用技术条件》、《AQ 1048—2007 煤矿井下作业人员管理系统使用与管理规范》安全生产行业标准，对煤矿井下作业人员管理系统进行规范，保证了井下作业人员管理系统安全保障作用的发挥。煤矿井下作业人员管理系统是加强煤矿超员、超时、瓦检员等管理的重要工具，对提高煤矿安全生产管理水平和抢险救灾效率、保障煤矿安全生产具有十分重要的作用。煤矿井下作业人员管理系统具有携卡人员出/入井时刻、出/入采掘工作面等重点区域时刻、出/入限制区域时刻等监测与工作时间统计功能；具有超员报警、超时报警、特种作业人员等工作异常报警功能；具有下井人员总数、重点区域人员总数、限制区域人员总数、超员人员总数、超时人员总数、工作异常人员总数等统计功能；具有干部下井统计、下井人员考勤等功能；灾变时可提供井下人员总数和人员位置分布等。

上述研究成果的推广应用，规范了煤矿井下人员位置监测系统产品性能和参数，促进了系统及产品标准化和规范化；统一了煤矿井下人员位置监测系统试验方法和检验规则，提高了产品质量；规范了煤矿井下人员位置监测系统设计、安装、使用、维护、管理和监察，取得了显著的经济效益和社会效益。“矿井无线传输与人员位置监测技术及标准”获 2008 年中国煤炭工业科学技术一等奖，“煤矿井下人员位置监测技术研究及标准研究”获 2008 年国家安全生产监督管理局安全生产科技成果一等奖并获国家安全生产监督管理局第四届安全生产科技优秀推广项目。

1.2.2.3 提出全矿井移动通信技术，研制成功 WiFi 矿井移动通信系统

“十一五”期间，提出了全矿井移动通信技术，研制成功了基于 WiFi 的矿井移动通信系统。WiFi 矿井移动通信系统具有传输速度快、可靠性高、技术成熟、便于与以太网集成、成本低等优点。系统在煤矿企业应用，解决了煤矿井下流动人员的通信需求，提高了井下流动人员通信的及时性与可靠性，为及时通报安全隐患、撤人和救援提供了通信工具，促进了煤矿安全生产；为生产调度提供了通信工具，提高了生产率。

上述研究成果的推广应用，解决了煤矿井下的通信需求，提高了通信的及时性和可靠性；为及时通报安全隐患、撤人和救援提供了通信手段，提高了煤矿井下移动通信和信息化水平。“矿井移动与应急通信技术与系统”获 2009 年中国煤炭工业科学技术一等奖，“煤矿井下无线通信技术与系统”获 2009 年教育部科学技术进步一等奖。

1.2.2.4 提出煤炭产量远程监测方法，研制相关标准和系统

为规范煤炭产量远程监测系统制造与使用，“十一五”期间，制定了煤炭行业标准《MT 1082—2008 煤炭产量远程监测系统通用技术要求》和《MT 1080—2008 煤炭产量远程监测系统使用与管理规范》，加强了煤炭产量监测与管理，对遏制煤矿超能力生产，促进煤矿安全生产和煤炭工业健康发展具有重要的意义。

1.2.2.5 无人值守远程监控技术与应用

煤矿井下机电硐室、压风机房、水泵房、输送带、工作面等无人值守远程监控是煤矿安全生产急需解决的问题。“十一五”期间，研制成功并推广了煤矿井下机电硐室、压风机房、水泵房、输送带等岗位无人值守远程监控技术。工作面有人巡视、顺槽监控技术在神东矿区取得了突破和应用。

1.2.2.6 “金安”工程建设

国家“金安”工程是为满足国家安全生产监督管理局履行安全生产监管监察职责、加强安全生产监督管理、事故抢险救灾的需要而建设的，是安全生产监管工作的重要组成部分，是科学决策的基础手段，同时也是国家信息化建设的重要组成部分，是跨行业、跨地区社会保障公益性事业的一个重要方面。该项目覆盖国家安全生产监督管理局（包括国家煤矿安全监察局）到省级机构、部分地（市）机构和区（县）机构，以及现有的煤矿监察分局四级安全生产监管和监察部门的网络系统。该项目充分利用国家和各部门现有的信息技术及应用基础，通过对国家安全生产信息系统的建设，加快安全监管监察信息的处理速度；增强信息采集、处理、深加工能力；提高分析安全生产形势水平，为国务院和国家安全生产监督管理局领导决策服务；实现安全生产监督管理、煤矿安全监察行政执法工作的信息化，推动安全生产监管工作的科学发展，为从根本上促进安全生产形势的稳定好转提供现代信息化的支持手段。

1.2.3 “十二五”重点研究方向

1.2.3.1 传感器无盲区布置

煤矿井下瓦斯等传感器无盲区布置与断电控制基础研究很薄弱，缺少传感器协同工作原理与无盲区布置的研究，致使有关标准及规程制定缺乏理论指导，导致传感器布置不合理、断电控制不合理，存在监控盲区，从而不能充分发挥系统的安全保障作用。因此，有必要进行煤矿井下瓦斯传感器无盲区布置与断电控制基础研究。这对优化瓦斯等传感器布置、实现瓦斯无盲区监控与断电控制、指导相关行业标准制定、发挥煤矿安全监控系统在瓦斯防治中的作用、避免或减少瓦斯爆炸等事故发生具有十分重要的意义。

1.2.3.2 基于煤矿安全监控系统的瓦斯、火灾、冲击地压等煤矿重大灾害预警技术

煤矿瓦斯、火灾、冲击地压等煤矿重大灾害预警是保障煤矿安全生产的重要措施。现有煤矿安全监控系统具有瓦斯等实时监测、报警与断电功能，部分系统具有瓦斯、火灾、冲击地压等重大灾害预警功能，但预警准确率较低，难以满足煤矿安全生产需要。因此，迫切需要提高瓦斯、火灾、冲击地压等灾害预警准确率，进一步研究基于煤矿安全监控系统的瓦斯、火灾、冲击地压等灾害预警技术。

1.2.3.3 无人工作面遥控技术

目前采煤工作面能够做到工作面有人巡视的条件下顺槽遥控和记忆割煤，但还存在着漏架等问题，还需要进一步提高监控的可靠性，实现无人工作面地面遥控。

1.2.3.4 本质安全无线通信与光纤通信技术

RFID、WiFi、PHS（小灵通）等无线通信技术和设备，远距离以太网、工业电视等光纤通信技术和设备在煤矿井下的应用，实现了人员位置监测、移动通信和远距离宽带传输，但无线通信与光纤通信的本质安全防爆性能却难以保证。这就需要研究无线电波引爆瓦斯的极限功率等问题和本质安全无线通信技术，光信号引爆瓦斯的极限功率等问题和本质安全光纤通信技术。

1.2.3.5 煤矿井下人员精确定位技术

“十一五”期间，采用RFID等技术实现了煤矿井下人员位置监测，在遏制超定员生产工作中发挥了重要作用。但这些系统不能实现人员精确定位，难以满足灾后救援的需求，因此，急需研制具有精确定位功能的煤矿井下人员定位技术与系统。

1.2.3.6 煤矿井下生命探测技术

发生灾变后，生命探测技术和装置是加快搜救进度、减少人员死亡的有效手段之一。由于煤矿井下电气防爆性差，无线传输衰减大等特殊特性，地面一些成熟技术难以直接在煤矿井下应用。这就需要根据煤矿井下灾后环境特殊性，研究用于煤矿井下的生命探测与定位技术。

1.2.3.7 基于3D GIS的煤矿安全生产管理信息系统

煤矿在地质勘探、设计、建井施工、安全生产、经营管理中产生了大量的空间数据和对应的属性数据。煤矿安全生产与经营管理需要对煤层、顶底板、围岩、地质构造等基础信息，井巷测量信息，供电、通风、排水、运输、采掘、监控、通信等生产信息进行三维表达与分析，这就需要研究基于3D GIS的煤矿安全生产管理信息系统。

1.3 煤矿井下电磁环境与电磁兼容

1.3.1 研究现状

煤矿井下电磁环境影响着矿井通信与监控等设备的正常运行，同时，煤矿井下电气设备又影响着煤矿井下电磁环境。

由于人们对煤矿井下电磁环境和电磁兼容研究还很少，研究成果远远不能满足煤矿安全监控系统设计、制造、检验和使用等需求，从而造成煤矿安全监控系统运行不稳定，数据不可靠。特别是瓦斯监测数据的不准确，常常造成瓦斯超限报警误报或漏报，瓦斯超限断电误动或拒动，带来了巨大的安全隐患。

煤矿安全监控委员会于2004年8月至2005年9月对全国上千位从事煤矿瓦斯监控的管理与维护人员的调查表明，瓦斯超限误报警现象十分普遍，以至于一些系统出现瓦斯超限报警时，不知是否该采取相关的安全措施。

因此，有必要针对煤矿井下的特点，进行煤矿井下电磁环境和电磁兼容研究，这对完善矿井监控和通信理论、指导相关标准制定、提高系统抗干扰能力、发挥系统的安全保障作用具有十分重要的理论意义和实用价值。

电磁兼容是从过去的“电磁干扰”发展起来的，而对电磁干扰的研究工作可上溯到19世纪。到20世纪20年代后，各工业国家都日益重视电磁干扰的研究，成立了许多相关的国际组织。20世纪40年代，为了解决飞机通信系统受到电磁干扰造成飞机事故的问题，开始较为系统地进行电磁兼容的研究。我国开展电磁兼容工作较晚，自1983年发布

第1个电磁兼容标准以来,陆续颁布了一些电磁兼容设计要求、测试方法等国家标准和国家军用标准。

有关煤矿井下电磁兼容的研究,国内外开展的都比较少。在国外,前苏联的奥戈罗德涅丘克在研究矿井低频无线通信时,分析研究了矿井无线信道中的干扰。在国内,中国矿业大学(北京)孙继平教授领导的课题组自1999年以来进行了煤矿井下电磁环境和电磁兼容研究。

1.3.2 煤矿井下电磁环境和电磁兼容的特殊性

煤矿井下空间狭小,有甲烷、一氧化碳等易燃易爆性气体,有硫化氢等腐蚀性气体,有淋水,湿度大,矿尘大,工作面距地面调度室距离远(可达十几千米),煤矿机电设备不同于地面机电设备,从而造成煤矿井下电磁环境和电磁兼容的特殊性:

(1) 煤矿井下为限定性空间,电磁干扰的耦合与传播与地面完全不同。

(2) 巷道截面形状、尺寸、介质、弯曲、分支、倾斜、金属支护、纵向导体(电缆、水管、铁轨等)、通风设施影响着电磁干扰的耦合与传播。

(3) 煤矿井下供电系统采用中性点不接地方式,电磁干扰的耦合与传播与地面中性点接地系统不同。

(4) 掘进机等大型机电设备不停移动,造成干扰源位置的不确定。

(5) 采煤机、掘进机、输送机等大型机电设备功率大、位置相对集中、启停频繁,电磁干扰严重。

(6) 煤矿井下采用电力电缆供电,供电距离远,而且分支多,电缆吊挂在巷道侧,不同于地面电缆埋入地下或架空线。

(7) 煤矿井下电网电压波动大,可达到75%~110%,而地面电网电压的波动范围一般为90%~110%。

(8) 煤矿井下的供电电压等级为36V、127V、380V、660V、1140V、3300V、6kV等,与地面不同。

(9) 直线架线电机车受电弓与架空线电火花干扰严重,其杂散电流干扰也十分严重。

(10) 煤矿井下电气设备一般为隔爆型、本质安全型、增安型等防爆电气设备(低瓦斯矿井的井底车场、总进风巷和主要进风巷可以采用矿用一般型),外壳一般为防水金属外壳。

(11) 本质安全防爆要求尽量不使用或少使用电容和电感等储能元件,并限制其电容量和电感量,而电容和电感是抗干扰不可缺少的元件。

1.3.3 关键科学技术问题

煤矿井下电磁兼容是在有限的空间、时间等条件下,各种用电设备或系统在其电磁环境下能正常工作,并且不对环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰。这包括3个方面的含义:①井下的电磁环境应是给定的或可预期的;②井下设备、分系统或系统不应产生超过相关标准所规定的电磁骚扰发射限值的要求;③井下设备、分系统或系统应满足相关标准所规定的电磁敏感性限值或抗扰度限值的要求。

进行煤矿井下电磁环境和电磁兼容研究,应从井下电磁的骚扰源、耦合途径、敏感设备3个方面入手,要针对煤矿井下的特点,从研究手段、实验方案、实验数据处理方法等方面进行创新,进行煤矿井下电磁环境和电磁兼容的基础性研究工作。