

综述

文章编号:1671 - 251X(2010)06 - 0026 - 05

煤矿自动化与信息化技术回顾与展望

孙继平^{1,2,3}

(1. 中国矿业大学(北京), 2. 中国煤炭学会煤矿自动化专业委员会,
3. 中国煤炭工业技术委员会信息与自动化专业委员会, 北京 100083)

摘要:目前,煤炭在我国能源生产结构中的占比为 74.29%,在我国能源消费结构中的占比为 71.26%,又是廉价、供应可靠、可洁净利用的能源,它与石油、天然气相比储产比最大,而核电、水电、风电等能源规模又无法与其相比,因此,煤炭仍将是主要能源。“十一五”期间,煤矿安全监控、煤矿井下人员位置监测、煤炭产量远程监测、全矿井移动通信、无人值守远程监控技术及系统取得了突破和快速发展,在煤矿安全生产工作中发挥着重要作用。今后还需进一步加强传感器无盲区布置方法,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,无人工作面遥控技术,本质安全无线通信与光纤通信技术,煤矿井下人员精确定位技术,煤矿井下生命探测技术,基于 3D GIS 的煤矿安全生产管理信息系统等的研究。

关键词:煤矿; 自动化; 信息化; 能源

中图分类号:TD672 **文献标识码:**B

Review and Prospect of Technologies of Automation and Informatization of Coal Mine

SUN Ji-ping^{1,2,3}

(1. China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China.
2. Coal Mine Automation Committee of China Coal Society, Beijing 100083, China.
3. Information and Automation Committee of China Coal Industry Committee of Technology,
Beijing 100083, China)

Abstract: At present, coal accounts for 74.29% in energy production and 71.26% in energy consumption in China. It is a kind of energy of cheap price, supply-security and capable of cleanly being used. It has the maximum ratio of production and storage comparing with petroleum and gas, and the scale of energies such as nuclear, hydropower and wind power is too small. So coal will be main energy in China. During "the 11th five-year plan", technologies and products have gotten breakthrough and rapid development in coal mine safety monitoring and control system, underground personnel position

收稿日期:2010 - 03 - 09

基金项目: 教育部博士点基金项目(200802900008,
20090023110008)

作者简介: 孙继平(1958-),男,山西翼城人,教授,博士,博士研究生导师,中国矿业大学(北京)副校长,20多年来一直从事煤矿安全生产监控与通信、安全生产信息化及煤矿电气安全方面的教学、研究和实践工作,已发表文章 100 余篇,出版著作及教材 10 部,培养博士和博士后 40 余名、硕士 90 余名,制定中华人民共和国煤炭行业和安全生产行业标准 16 项,主持制(修)订《煤矿安全规程》第三章通风安全监控和第九章电气,获得 5 项专利,1 项国家科技进步二等奖、5 项省部级科技进步一等奖。

monitoring system, coal production remote monitoring system, whole mine mobile communication system and unattended remote monitoring and control system that they are playing important functions in safety production of coal mine. In the future, further research of technologies should be made in sensor arrangement method of no-blind area, major disaster early-waring technologies for gas, fire and rock burst based on safety monitoring and control system, remote control technology of manless working face, intrinsic safety communication technologies of wireless communication and optical fiber, accurate personnel positioning technology and life-detecting technology of coal mine underground and coal mine safety production management information system based on 3D GIS.

Key words: coal mine, automation, informatization, energy

0 引言

煤炭是我国的主要能源,约占一次能源的70%。我国富煤、贫油、少气的资源特点,决定了在未来相当长的时期内,我国仍将以煤炭为主要能源,煤炭的战略地位十分重要。而煤矿自动化与信息化是煤矿安全生产的重要保障。本文旨在揭示煤炭在我国的能源地位,着重对“十一五”期间煤矿安全监控技术标准及系统产品的开发及其应用作一概括性回顾,并对下一个五年计划内煤矿自动化、信息化方面急需解决的关键技术问题进行探讨和展望。

1 煤炭是我国的主要能源

1.1 煤炭在我国能源生产结构中的占比为74.29%

1990~2007年我国能源生产总量及构成如表1所示(根据《2008中国统计年鉴》)。自1990年以来,煤炭在我国能源生产结构中,所占比例一直不低于71.8%,平均为74.29%。

1.2 煤炭在我国能源消费结构中的占比为71.26%

1990~2007年我国能源消费总量及构成如表2所示(根据《2008中国统计年鉴》)。自1990年以来,煤炭在我国能源消费结构中所占比例一直不低于66.3%,平均为71.26%。

不难看出,煤炭在我国能源消费和能源生产结构中的占比为70%左右,而且这个比例多年来基本相对稳定。我国以煤炭为主体的这种能源生产和消费构成,在今后相当长的时间内,不会有大的改变。

1.3 煤炭资源与石油、天然气相比储产比最大

根据英国石油公司(BP)发布的《世界能源统计2009》统计:截止2008年底,中国煤炭剩余探明可采储量为1145亿t,占全球总量的13.9%,储产比为41;中国原油剩余探明可采储量为155亿桶(合21亿t),占全球总量的1.2%,储产比为11.1;中国天然气剩余探明储量为2.46万亿m³,占全球总量

表1 1990~2007年我国能源生产总量及构成

年份	能源生产总量 (万吨标准煤)	占能源生产总量的比重/%			
		煤炭	石油	天然气	水电、核电、风电
1990	103 922	74.2	19.0	2.0	4.8
1991	104 844	74.1	19.2	2.0	4.7
1992	107 256	74.3	18.9	2.0	4.8
1993	111 059	74.0	18.7	2.0	5.3
1994	118 729	74.6	17.6	1.9	5.9
1995	129 034	75.3	16.6	1.9	6.2
1996	132 616	75.2	17.0	2.0	5.8
1997	132 410	74.1	17.3	2.1	6.5
1998	124 250	71.9	18.5	2.5	7.1
1999	125 935	72.6	18.2	2.7	6.6
2000	128 978	72.0	18.1	2.8	7.2
2001	137 445	71.8	17.0	2.9	8.2
2002	143 810	72.3	16.6	3.0	8.1
2003	163 842	75.1	14.8	2.8	7.3
2004	187 341	76.0	13.4	2.9	7.7
2005	205 876	76.5	12.6	3.2	7.7
2006	221 056	76.7	11.9	3.5	7.9
2007	235 445	76.6	11.3	3.9	8.2

的1.3%,储产比为32.3。

由以上可知,我国石油、天然气和煤炭的储产比分别为11.1、32.3和41,按探明的可采储量计算,煤炭的可采时间最长。若石油的年产量达到同等发热量的煤炭产量,石油的储产比仅为1.5。若天然气的年产量达到同等发热量的煤炭产量,天然气的储产比仅为2.1。

1.4 核电与可再生能源规模大小

通过表1和表2不难看出,自1990年以来,核电、水电、风电等在我国能源生产结构中所占比例一直不大于8.2%,在我国能源消费结构中所占比例一直不大于7.9%。

因此,核电、水电、风力发电、光伏发电、生物质

发电、太阳能、地热、潮汐、燃料乙醇等能源还远远不能替代煤炭,以满足我国国民经济发展对能源的需求。

表 2 1990~2007 年我国能源消费总量及构成

年份	能源消费总量 (万吨标准煤)	占能源消费总量的比重/ %			
		煤炭	石油	天然气	水电、核电、风电
1990	98 703	76.2	16.6	2.1	5.1
1991	103 783	76.1	17.1	2.0	4.8
1992	109 170	75.7	17.5	1.9	4.9
1993	115 993	74.7	18.2	1.9	5.2
1994	122 737	75.0	17.4	1.9	5.7
1995	131 176	74.6	17.5	1.8	6.1
1996	138 948	74.7	18.0	1.8	5.5
1997	137 798	71.7	20.4	1.7	6.2
1998	132 214	69.6	21.5	2.2	6.7
1999	133 831	69.1	22.6	2.1	6.2
2000	138 553	67.8	23.2	2.4	6.7
2001	143 199	66.7	22.9	2.6	7.9
2002	151 797	66.3	23.4	2.6	7.7
2003	174 990	68.4	22.2	2.6	6.8
2004	203 227	68.0	22.3	2.6	7.1
2005	224 682	69.1	21.0	2.8	7.1
2006	246 270	69.4	20.4	3.0	7.2
2007	265 583	69.5	19.7	3.5	7.3

1.5 煤炭是廉价、供应可靠、可清洁利用的能源

煤炭、天然气、石油按同等发热量计算,价格比约为 1 : 2.9 : 4.5,煤炭价格最低,煤炭是廉价能源。另外,煤炭与石油、天然气、核能、水电等能源相比,煤炭的勘探开发、基本建设和运输等成本都比较低。尤其是在目前世界石油价格居高不下的情况下,煤炭的成本优势更加明显。

根据《2008 中国统计年鉴》和《2008 中国能源统计年鉴》,2007 年我国主要能源对外依存度:煤炭为 0 %、天然气为 2 %、石油为 50.27 %,如表 3 所示。可见,我国石油产不应求、严重依靠进口,天然气依靠进口较少,而煤炭则不需依靠进口,煤炭供应安全可靠。

表 3 2007 年中国主要能源对外依存度

主要能源	消费量	生产量	进口量	出口量	对外依存度
煤炭(亿 t)	25.86	25.26	0.51	0.53	0.00 %
石油(亿 t)	3.66	1.86	2.11	0.27	50.27 %
天然气(亿 m ³)	695.00	692.00	40.20	26.00	2.00 %

煤炭本身并不产生多少污染,污染主要是在燃烧过程中产生的。世界主要产煤国家煤炭主要用于发电,污染问题主要通过燃煤锅炉高效低污染的燃烧技术和污染排放控制技术解决。煤炭是可以清洁利用的能源。

总之,我国富煤、短油、缺气的总体状况没有变;核电与可再生能源近年发展较快但规模太小;而煤炭资源储量的可靠性、价格的低廉性、供应的安全性、燃烧的可洁净性等决定了煤炭工业在我国国民经济中的基础地位,并将是长期和稳固的。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。

2 自动化与信息化是煤矿安全生产的重要保障

煤炭工业安全健康可持续发展离不开煤矿自动化与信息化,自动化与信息化在煤矿安全生产中发挥着重要作用,是煤矿安全生产的重要保障。

2.1 煤矿自动化与信息化领域“十一五”发展概况

(1) 创新煤矿安全监控技术、研制相关标准及系统并推广应用

“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《AQ6201—2006 煤矿安全监控系统通用技术要求》、《AQ1029—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的标准化和规范化,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、管理和监察等方面进行了规范,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与标准研究制定”获2007年中国煤炭工业科学技术奖一等奖。

(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《AQ6210—2007 煤矿井下作业人员管理系统通用技术条件》、《AQ1048—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的产品性能和参数,促进了系统及产品的标准化和规范化;统一了煤矿井下人员位置监测系统的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的设计、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奖一等奖,“煤矿井下人员位置监测技术研究及标准研究制定”获2008年国家安全生产监督管理总局安全生产科技成果奖一等奖,并获国家安全生产监督管理总局第四届安全生产科技优秀推广项目。

(3) 提出全矿井移动通信技术,成功研制 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,成功研制了基于 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高,可靠性高、技术成熟、便于与以太网集成、成本低等优点。

该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手段;提高了煤矿井下移动通信和信息化水平,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。“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奖一等奖,“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。

(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的制造与使用,“十一五”期间,制定了煤炭行业标准《MT1082—2008 煤炭产量远程监测系统通用技术要求》和《MT1080—2008 煤炭产量远程监测系统使用与管理规范》,加强了煤炭产量的监测与管理,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。

(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、胶带、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,研制成功并推广应用了煤矿井下机电硐室、压风机房、水泵房、胶带等岗位无人值守远程监控技术。工作面有人巡视的条件下,顺槽遥控技术在神东矿区取得了突破和应用。

(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总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监管总局(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相关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总局领导决策服务;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。

2.2 煤矿自动化与信息化“十二五”重点研究方向

(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的基础研究。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。

(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。

(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。

(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。

(5) 煤矿井下人员精确定位技术

“十一五”期间,我们采用 RFID 等技术实现了煤矿井下人员位置监测功能,在遏制超定员生产工作中发挥着重要作用。但这些系统不能实现人员的

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。

(6) 煤矿井下生命探测技术

煤矿井下发生灾变后,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,无线传输衰减大等特殊性,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的特殊性,研究用于煤矿井下生命探测与定位技术。

(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。

3 结语

在今后较长的一段时期内,煤炭仍将是主要能源。“十一五”期间,煤矿安全监控、煤矿井下人员位置监测、煤炭产量远程监测、全矿井移动通信、无人值守远程监控技术及系统取得了突破和快速发展,在煤矿安全生产工作中发挥着重要作用;今后还需进一步加强传感器无盲区布置,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,无人工作面遥控,本质安全无线通信与光纤通信,煤矿井下人员精确定位,煤矿井下生命探测,基于 3D GIS 的煤矿安全生产管理信息系统等技术的研究。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 2008 中国统计年鉴 [M]. 北京:中国统计出版社,2008.
- [2] 国家统计局能源统计司,国家能源局综合司. 2008 中国能源统计年鉴 [M]. 北京:中国统计出版社,2008.
- [3] 英国石油公司. 世界能源统计 2009 [EB/OL]. [2010 - 03 - 02]. <http://www.bp.com/statisticalreview>.
- [4] 孙继平. 煤矿安全生产监控与通信 [M]. 北京:煤炭工业出版社,2009.
- [5] 孙继平. 煤矿监控系统手册 [M]. 北京:煤炭工业出版社,2007.