



高职高专煤炭专业系列教材

Meikuang Anquan Jishu

煤矿安全技术

淮南职业技术学院组织编写

主编 孙泽宏 朱云辉

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

高职高专煤炭专业系列教材

煤矿安全技术

淮南职业技术学院组织编写

主 编 孙泽宏 朱云辉

副主编 周 波 姚向荣

中国矿业大学出版社

内容提要

本书是煤炭高等职业教育实施高端技能型人才培养模式改革的配套教材。全书共十二章,主要包括:煤矿安全生产方针、矿井瓦斯防治技术、矿尘防治技术、矿井火灾防治技术、矿井水灾防治技术、提升运输安全技术、电气安全技术、爆破安全技术、煤矿顶板灾害防治、灾害事故处理、矿工自救与互救、煤矿安全管理与文化等。

本书主要作为煤炭高等职业院校矿井通风与安全专业、煤矿开采技术专业和其他相关专业的通用教材,也可作为中等职业学校、技师学校、煤炭企业职工安全培训、煤矿干部培训的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿安全技术/孙泽宏,朱云辉主编. —徐州:

中国矿业大学出版社, 2012. 9

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1649 - 6

I. ①煤… II. ①孙… ②朱… III. ①煤矿—矿山安全—高等教育—教材 IV. ①TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 227772 号

书 名 煤矿安全技术

主 编 孙泽宏 朱云辉

责任编辑 时应征 耿东锋

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 20.75 字数 513 千字

版次印次 2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

定 价 33.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

煤炭是我国的主要能源,由于开采条件复杂,自然灾害严重,煤矿安全生产一直是我国安全生产的重中之重。研究与掌握煤矿自然灾害的规律及防治技术,对保障煤矿安全生产具有重要意义。

本书是煤炭高等职业教育矿井通风与安全专业的核心课程教材之一,与《煤矿地质学》、《煤矿开采方法》、《井巷工程》、《矿井通风》、《矿山压力观测与控制》等教材配套使用。

最近几年,由于国际能源供给紧张,煤炭资源开发在我国国民经济建设中显得尤为重要。煤炭事业的大力发展,推动了我国煤矿安全技术水平和管理水平的提高。本书根据高职高专教育培养高端技能型人才的目标,依据“订单培养、工学交替、双证通融”的人才培养模式,将煤炭企业通风安全岗位标准化作业标准融入理论实践教学内容,采用“项目导向、任务驱动”的教学模式,尽量体现高等职业技术教育特点,同时也兼顾技师、高级技师、中等职业技术教育和煤炭企业职工安全培训、岗前培训及各种短期培训班的需要。编写人员在编写过程,力求充分结合煤矿现场实际和近年来涌现出的新理论、新技术、新工艺、新设备,努力体现编写内容的先进性、科学性和系统性。

本书系统介绍了矿井瓦斯、矿尘、水、火、顶板等灾害发生、发展规律和防治措施,并简要介绍了相关的煤矿安全管理知识。

本书由淮南职业技术学院孙泽宏、朱云辉任主编,周波、姚向荣任副主编。编写过程中还得到了安徽理工大学专家的大力帮助,在此表示衷心的感谢。

编写过程中,除了参考新规程、新规范、新标准以外,还吸取了现有的相关教材和国内外近年来发表的科技文献的精华,为此,特向各位作者表示衷心感谢!

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中的错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2012年5月

目 录

第一章 煤矿安全生产方针	1
第一节 煤矿安全生产的含义.....	1
第二节 贯彻落实煤矿安全生产方针.....	3
复习思考题.....	6
第二章 矿井瓦斯防治技术	7
第一节 瓦斯的基本性质.....	7
第二节 瓦斯赋存规律及基本参数测定.....	9
第三节 瓦斯涌出量预测	26
第四节 瓦斯爆炸及其预防	40
第五节 瓦斯检测	50
第六节 矿井瓦斯管理	64
第七节 综合防突	72
第八节 瓦斯抽采	99
复习思考题.....	129
第三章 矿尘防治技术	131
第一节 矿尘性质分析.....	131
第二节 粉尘监测.....	138
第三节 煤尘爆炸及其预防.....	147
第四节 综合防尘.....	157
复习思考题.....	161
第四章 矿井火灾预防	162
第一节 矿井火灾概述.....	162
第二节 煤炭自然发火机理分析.....	165
第三节 矿井火灾预测预报.....	167
第四节 外因火灾预防.....	172
第五节 内因火灾预防.....	174
第六节 火灾时期的风流控制.....	197
第七节 矿井灭火方法.....	201
复习思考题.....	207

第五章 矿井水灾防治技术	208
第一节 概述.....	208
第二节 地面防治水.....	212
第三节 井下防治水.....	214
复习思考题.....	223
第六章 提升、运输安全技术	224
第一节 立井提升安全技术.....	224
第二节 斜井运输安全技术.....	228
第三节 平巷运输安全技术.....	230
第四节 矿井运输提升的安全检查.....	231
复习思考题.....	239
第七章 电气安全技术	240
第一节 煤矿井下电气设备.....	240
第二节 井下供电.....	243
复习思考题.....	246
第八章 爆破安全技术	247
第一节 爆破材料.....	247
第二节 爆破工艺.....	253
第三节 爆破事故预防.....	258
复习思考题.....	260
第九章 煤矿顶板灾害防治	261
第一节 概述.....	261
第二节 采煤工作面顶板灾害预防.....	263
第三节 掘进工作面顶板灾害预防.....	267
复习思考题.....	269
第十章 灾害事故处理	270
第一节 顶板事故的处理措施.....	270
第二节 瓦斯矿井重大火灾事故的处理.....	273
第三节 瓦斯、煤尘爆炸事故处理	276
第四节 突出事故处理.....	277
第五节 水灾事故处理.....	277
复习思考题.....	278

第十一章 矿工自救与互救.....	279
第一节 事故避灾.....	279
第二节 矿工自救设施与设备.....	282
第三节 创伤急救.....	289
第四节 井下安全避险“六大系统”.....	301
复习思考题.....	302
附录:煤矿安全管理与文化	303
附录一 岗位描述与手指口述.....	303
附录二 淮南煤矿安全文化.....	317
参考文献.....	321

第一章 煤矿安全生产方针

方针是国家或政党在一定历史时期内,为达到一定目标而确定的指导思想和应遵循的原则。学习煤矿安全生产方针的目的在于:① 了解我国安全生产方针。② 了解煤矿安全管理制度。③ 掌握煤矿从业人员安全生产的权利和义务。

第一节 煤矿安全生产的含义

一、我国煤矿安全生产现状与趋势

(一) 煤矿安全生产的含义

“安全生产”是指在社会生产活动中,通过人、机、物、工艺、环境的和谐运作,使生产过程中潜在的各种事故风险和伤害因素始终处于有效控制状态,切实保护劳动者的生命安全和身体健康。

煤炭是我国重要的基础能源和原料,在我国一次能源生产和消费结构中约占 70%。改革开放以来,我国原煤产量迅速增长。2005 年全国原煤产量达到 21.5 亿 t,2006 年全国原煤产量达到 23.25 亿 t,成为举世瞩目的世界第一产煤大国。煤矿安全生产关系职工生命安全,关系煤炭工业健康发展,关系社会稳定大局。实现煤矿安全生产,是落实科学发展观的必然要求,是构建社会主义和谐社会的重要内容。

(二) 我国煤矿安全生产特点

安全生产涉及煤矿生产经营的各个方面,既受到企业内外环境的影响,又受到生产技术条件、人力资源质量、安全投入、管理的先进性及实用性等因素的制约。这些因素的共同作用,使我国煤矿安全生产呈现一定的特点,整体安全形势不容乐观。

- (1) 产业集中度低,煤矿数量过多,安全生产发展极不平衡。
- (2) 地质条件差,自然灾害严重。
- (3) 整体装备水平低,抗灾防灾能力差。
- (4) 人力资源数量上供大于求,质量上供不应求的矛盾突出。
- (5) 安全生产体系还不能从根本上保证煤矿安全生产。

(三) 当前我国煤矿安全生产状况

2011 年,在煤炭产量持续增长的情况下,全国煤矿发生事故 1 201 起,死亡 1 973 人,同比减少 202 起、460 人,分别下降 14.4%和 18.9%;较大事故同比减少 25 起、105 人,分别下降 21.7%和 20.3%;重特大事故同比减少 3 起、182 人,分别下降 12.5%和 34.2%;煤炭百万吨死亡率同比下降 24.7%。

(四) “十二五”时期煤矿安全生产面临的挑战和机遇

煤矿安全生产工作面临着如下挑战:

- (1) 市场对煤炭的旺盛需求加大了煤矿安全生产压力。煤炭市场需求预计到 2015 年

将达到 40 亿 t。当煤炭价格高位运行时,个别地区和煤矿企业不能正确处理安全与生产的关系,不能始终把安全生产摆在第一位,盲目追求产量和经济效益。

(2) 安全基础仍然薄弱,保障能力低。

(3) 煤矿灾害日趋严重。我国煤矿约 91% 是井工矿,在世界主要产煤国家中开采条件最复杂。随着开采深度和开采强度的不断增加,矿井突出危险性加大,水、火、冲击地压、热害等灾害越来越严重,防灾抗灾难度加大。

同时,煤矿安全生产工作更面临着重要机遇:

(1) 加强和创新社会管理为做好煤矿安全生产工作提供了根本保证。

(2) 加快经济发展方式转变为做好煤矿安全生产工作提供了重要机遇。

(3) 建立健全“六大体系”和全面提升“六个能力”为做好煤矿安全生产工作奠定了坚实基础。

(五) “十二五”时期煤矿安全生产规划目标和主要任务

1. 规划目标

到 2015 年,煤矿安全生产水平和事故防范能力,监察执法和群防群治能力,技术装备支撑保障能力,依法依规安全生产能力,事故救援和应急处置能力,从业人员安全素质和自救互救能力得到明显提高;事故总量、死亡人数继续下降,重特重大事故得到有效遏制,职业危害防治工作得到加强,煤矿安全生产形势持续稳定好转,为实现全国煤矿安全生产状况根本好转打下坚实基础。

(1) 煤矿事故死亡人数下降 12.5% 以上;

(2) 较大事故起数下降 15% 以上;

(3) 重大事故起数下降 15% 以上;

(4) 煤矿瓦斯事故起数下降 40% 以上;

(5) 煤矿瓦斯事故死亡人数下降 40% 以上;

(6) 特别重大事故起数下降 50% 以上;

(7) 煤炭百万吨死亡率下降 28% 以上。

2. 主要任务

(1) 完善煤矿企业安全生产保障体系,提高煤矿安全生产水平和事故防范能力。

(2) 完善煤矿安全生产监察监管和社会监督体系,提高监察执法和群防群治能力。

(3) 完善煤矿安全生产科技支撑体系,提高技术装备的安全保障能力。

(4) 完善煤矿安全生产法律法规和政策标准体系,提高依法依规安全生产能力。

(5) 完善煤矿安全生产应急救援体系,提高事故救援和应急处置能力。

(6) 完善煤矿安全生产宣传教育培训体系,提高安全素质和自救互救能力。

二、煤矿安全生产方针的含义及意义

煤矿安全生产方针是党和国家为确保煤矿安全生产而确定的指导思想和行为准则,即“安全第一、预防为主、综合治理”。

(一) 安全生产方针的含义

安全第一,是指在处理安全与生产及其他各项工作的关系时,要强调安全、突出安全、安全优先,把安全放在一切工作的首位,要求各级政府及其有关部门、生产企业的领导者、从业

人员要把安全当做头等大事,要切实处理好安全与效益、安全与生产的关系;当生产及其他工作与安全发生矛盾时,生产及其他工作要服从安全;要树立“以人为本”的思想,因为人是最宝贵的,必须把职工的生命和健康作为第一位工作来抓,作为一切工作的指导思想和行动准则,努力做到“不安全不生产、隐患不处理不生产、措施不落实不生产”;在计划、布置和实施各项工作时首先要想到安全,预先采取措施,防止事故发生。

预防为主,是实现安全第一的前提条件。要实现安全第一,必须以预防为主。只有以预防为主,才能防微杜渐,防患于未然,才能把事故、隐患消灭在萌芽之中。预防为主意味着必须依靠技术进步和科学管理,运用系统工程的原理和方法,采取有效措施,消除危及人身安全和健康的一切不良条件和行为。预防为主要求对矿井自然灾害因素和生产过程中的不安全因素要事先辨识、分析和评价,从管理角度研究如何有效地预防、控制事故,制定相应的安全措施并予以实施,达到防止灾变、控制事故发生的目的。

综合治理,主要从系统工程的原理出发,全方位、多因素地预防事故和根治事故,包括:行政管理、技术管理、安全管理,提高人员素质和采用新技术、新装备以及开展科研和教育培训。

安全第一、预防为主、综合治理,是一个紧密联系、互为贯通的有机整体。坚持安全第一,必须以预防为主,实施综合治理;只有认真治理隐患,有效防范事故,才能把安全第一落到实处。防范事故的有效办法,就是要主动排查、综合治理各类隐患,把工作做在事故发生之前,把事故消灭在萌芽状态。

(二) 安全生产方针的意义

(1) 是党和国家在生产建设中一贯坚持的指导思想,是我国的一项重要政策,是社会主义精神文明建设的重要内容。

(2) 是发展中国特色社会主义经济,全面实现小康社会目标的基础和条件。

(3) 是企业现代管理的一项基本原则。

第二节 贯彻落实煤矿安全生产方针

一、安全生产的原则

(1) 管生产必须管安全的原则。它体现了安全生产的统一性,生产部门对安全生产要坚持执行“五同时”规定,即在计划、布置、检查、总结、评比生产的同时,计划、布置、检查、总结、评比安全工作。

(2) 安全具有否决权原则。

(3) “三同时”原则。《中华人民共和国安全生产法》规定,生产经营单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

(4) “四不放过”原则。事故原因没有查清不放过;事故责任者没有严肃处理不放过;广大群众没有受到教育不放过;防范措施没有落实不放过。

二、坚持管理、装备、培训并重的原则

煤矿安全生产工作必须坚持管理、装备、培训并重的原则,这是我国煤炭战线广大职工在多年安全生产工作中不断总结经验、提高认识所得出的一个重要结论。纵观我国煤炭发展史,特别是近几年来煤矿发生的一次死亡几十人甚至百人以上的重大特大事故,分析事故

的原因,主要有三条:一是管理混乱,措施滞后,责任不明;二是设施不完善,装备落后;三是当事人违章作业,安全意识淡薄,自主保安能力不强。

管理体现了人的主观能动性,体现了对煤矿生产经营进行的计划、组织、指挥、协调和控制。先进、科学的管理是煤矿安全生产的重要保证。装备是矿工实施作业、创造安全环境的工具。先进的技术装备可以提高工作效率,也可以创造良好的安全作业环境,避免事故的发生。培训是提高职工素质的主要手段,许多事故的发生主要是因为职工无证上岗、无岗前和岗中培训所造成的。只有强化培训,才能提高职工队伍的素质,才能保证职工正确操作先进的装备和应用先进的技术,才能进行科学管理。

1. 先进有效的管理是煤矿安全生产的重要保证

从煤矿发生的大量安全事故案例中,我们不难发现,事故的发生往往首先表现在管理上的失误。先进有效的管理是煤矿安全生产的重要保证,如遵守《煤矿安全规程》,推行本质安全管理等。即使在装备还不可能得到根本改善的情况下,只要使管理达到严谨、细致、科学,那么,安全生产就有了一定的保障,仍可弥补装备上的不足。反过来说,即使采用了先进的设备,如果现场管理混乱,没有可靠的安全技术措施或有措施而不能得到很好的贯彻落实,干部违章指挥,工人违章作业,对先进装备的使用、维护、保养等管理工作跟不上,致使装备不能发挥应有的作用,同样也会导致事故的发生。所以说,要搞好安全生产,现场管理是至关重要的。

2. 高技术的装备是安全生产的重要保障

安全装备是人们与大自然作斗争的武器,先进的技术装备不但有很高的工作效率,而且可以给人们创造一个良好的安全作业环境,减轻工人的劳动强度,消除人的操作失误,预测预报事故灾害,遏制事故或减轻事故的危害程度。依靠科技进步不断提高煤矿装备水平,这是我国煤炭工业技术发展的必由之路,也是提高煤矿安全生产的关键所在。

3. 高质量的培训是造就高素质员工的主要手段

只有高素质的管理干部和技术人才,才能进行有效的高水平的管理,才能使用好先进的装备;只有高素质的职工队伍,才能遵章守纪,规范操作,保质保量地完成各项工作任务,而培训是提高管理者和操作者素质的主要手段。

在煤炭生产过程中,管理者和操作者与现场作业条件和机械设备等形成了一套复杂的人—机系统。我们不但要着眼于引进和应用新设备、新工艺和新技术,提高设备的可靠性,而且要注重提高人的自身素质,规范人的操作行为,提高整个系统的可靠性。设备的技术再先进,自动化程度再高,如果没有一个好的管理者或操作者去正确、合理地使用和保养,那么也不能发挥其好的效能。

管理、装备、培训是搞好安全生产工作的三根支柱,只有将这三根支柱紧紧地联系在一起,形成一个稳定的三角形,安全工作才有保障。

三、坚持煤矿安全生产方针标准

1985年,全国煤矿安全工作会议提出了全面落实安全生产方针的10条标准,其中多条至今仍有重要的指导作用。例如,① 企业管理的全部内容和生产的全过程都要把安全放在首位,任何决定、办法、措施都必须有利于安全生产;② 把坚持“安全第一”方针作为选拔、任用、考核干部的重要内容;③ 把安全工作纳入党政工作的重要议事日程和承包内容,把安全

技措工程、安全培训列入年度和月份生产和工作计划；④ 建立健全安全生产责任制，层层落实；⑤ 人、财、物优先保证安全生产需要；⑥ 严肃认真、一丝不苟地执行《煤矿安全规程》、安全指令和文件；⑦ 思想政治工作要贯穿到安全生产全过程；⑧ 业务保安搞得好，安全教育广泛深入。在当今安全生产等各项法规逐渐完善、生产技术进一步发展的形势下，这些标准还应不断充实完善。

四、坚持各项行之有效的措施

为了深入贯彻安全生产方针，必须坚持以下各项措施：

(1) 强化安全法律观念。随着我国法律建设的深入，安全生产法律法规体系已经建立，在此情况下，必须树立依法行事、依法治理安全的观念。

(2) 建立健全安全生产责任制。安全生产涉及方方面面，是一个多环节、多层次的系统工程，某一个层次、某一个环节的失误就可能导致事故的发生，因而必须严把每一环节、每一层次、每一人的安全生产关，这就需要建立健全一套完善的安全生产责任制。

(3) 建立安全生产管理机构或配备专职安全生产管理人员。《中华人民共和国安全生产法》规定，矿山应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。煤矿企业作为矿山企业中灾害最为严重、作业环境恶劣、危险因素多的高危企业，若没有专门的机构或专门的人员去管理、检查、监督生产过程中的各种危险因素和责任的落实，要想实现安全生产只能是一句空话。

(4) 认真组织安全生产检查。国家法律、法规、行业规程明确规定，煤矿企业要进行经常的、定期的、监督性的安全生产检查和日常安全巡回检查，这是搞好安全生产的一个重要措施。

(5) 加大煤矿安全监察力度。煤矿安全监察机构是执法机构，要做到从严执法，公正执法。依据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》、《中华人民共和国煤炭法》、《煤矿安全监察条例》、《煤矿安全规程》等法律、法规和行业规章，对不具备安全生产条件的矿井，要坚持依法整治，做到该取缔的取缔，该关闭的关闭，该整改的整改，决不姑息迁就；对煤矿存在的安全管理不善、不安全生产因素及事故隐患，要责令煤矿企业限期处理和改正；要强化对持证上岗和相关业务技能培训的监察，切实加大监察执法力度。

(6) 加强安全技术教育培训工作。这是搞好安全工作的基础和主要内容之一，是实现安全生产状况根本好转的重要途径。

(7) 关口前移，做好事故预防工作。预防为主是搞好安全的必要措施。做好事故预防，要求职工对矿井环境、自然灾害因素、事故隐患、生产过程中不安全问题要事先了解和熟悉，从管理角度研究，从安全措施上预防控制事故，把预防放在主要位置，预防在先、处处谨慎、措施得力、项项落实，以达到防止灾变、控制事故发生之目的。

(8) 做好事故调查和处理工作。发生事故后，要按规定及时向上级报告，并立即采取应急措施，组织抢险救灾和调查处理。

(9) 加大对事故责任人的处罚力度。应按照国家有关法规的要求，依法落实对事故责任人的处罚，以起到惩罚本人、警示他人的作用，并营造一种对安全工作不力、失职即被追究责任的氛围，使人人都重视安全，人人都从本职工作做起，搞好安全工作。

(10) 依靠科学技术，加大安全投入，促进安全状况好转。我国煤矿自然灾害比较严重，

特别是随着煤炭开采深度的增加和开采强度的加大,治理灾害的难度还会增加,因而必须大力研究和推广先进的煤矿灾害防治技术,开展技术交流。

(11) 推进本质安全型矿井建设。充分发挥市场机制,整合煤炭资源,积极推进中小型煤矿采煤工艺改革和技术改造,推进本质安全型矿井建设,提高煤炭企业本质安全水平。

复习思考题

1. 我国煤矿安全生产方针的含义是什么?
2. 如何贯彻落实煤矿安全生产方针?
3. 简述“十二五”时期我国煤矿安全生产的主要任务。

第二章 矿井瓦斯防治技术

第一节 瓦斯的基本性质

瓦斯是煤矿普遍存在的一种有害气体。只有了解了瓦斯的物理性质和瓦斯的赋存状况,掌握瓦斯赋存的主要参数,才能为瓦斯治理提供可靠的基础依据。因此,必须在掌握瓦斯的性质和涌出规律的基础上,采取积极有效的防治措施,才能实现安全生产。

一、瓦斯的性质

矿井瓦斯是指从煤、岩中释放出的各种气体的总称,主要成分是甲烷(CH_4)。矿井瓦斯的成分比较复杂,除甲烷外还含有其他烃类,如乙烷、丙烷,以及 CO_2 和稀有气体,个别煤层内还含有 H_2 、 CO 或 H_2S 等。煤矿术语中的瓦斯往往指的就是甲烷。

瓦斯是一种无色、无味、无毒的气体,人的感觉器官无法感知瓦斯的的存在。标准状态下瓦斯的密度为 0.716 kg/m^3 ,为空气密度的 0.554 倍。在无风或微风的巷道中,涌出的瓦斯往往容易积聚在巷道的顶板上,形成瓦斯层。瓦斯在空气中具有较强的扩散性,扩散速度是空气的 1.43 倍,局部地区较高浓度的瓦斯会自动向低浓度的区域扩散,从而使瓦斯浓度趋于均匀,因此,在风量充足的巷道中,瓦斯的分布通常是均匀的。瓦斯的渗透性也很强,其渗透能力是空气的 1.6 倍,在煤层附近的围岩中掘进巷道时,有时也能从围岩中涌出瓦斯。

瓦斯难溶于水,在 20°C 和 0.1013 MPa 时,100 L 水可溶 3.31 L 瓦斯。瓦斯本身虽然无毒,但井下涌出的瓦斯会挤占空气的空间,使井下空气中的氧气浓度下降,从而使空气具有窒息性。当混合气体中瓦斯的浓度达到 43% 时,空气中氧气的浓度降到 12%,人在此环境下会感到呼吸短促;当瓦斯浓度在空气中达到 57% 时,相应的氧气浓度被冲淡到 9%,人即刻处于昏迷状态并有死亡危险。井下空气中瓦斯和氧的含量关系如图 2-1 所示。

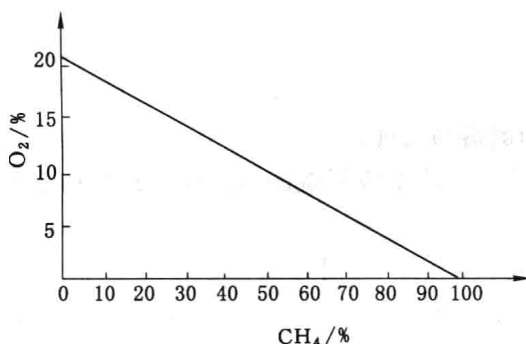


图 2-1 井下空气中瓦斯和氧的含量关系

瓦斯的渗透性、扩散性强,封闭在采空区内的瓦斯能不断地渗透到矿内空气中,从而增

瓦斯具有燃烧性与爆炸性。瓦斯与空气混合达到一定浓度后,遇火能燃烧或爆炸,对矿井威胁很大。井下瓦斯爆炸产生的高温、高压和大量有害气体,能形成破坏力很强的冲击波,不但伤害职工生命,而且会严重地摧毁矿井巷道和井下设备。有时,还可能引起煤尘爆炸和井下火灾,从而扩大灾害的危险程度。

二、煤层瓦斯的成因

(一) 生物化学作用成气时期

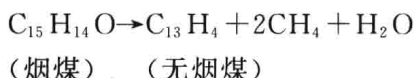
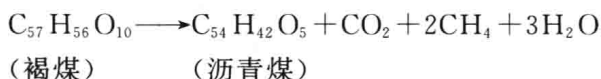
$$4\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 \longrightarrow 7\text{CH}_4 \uparrow + 8\text{CO}_2 \uparrow + \text{C}_9\text{H}_6\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$$

(纤维素) (类烟煤)

(二) 煤化变质作用成气时期

$$4\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{O}_5 \longrightarrow \text{C}_{57}\text{H}_{56}\text{O}_{10} + 4\text{CO}_2 + 3\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

(泥炭) (褐煤)



从褐煤到无烟煤,煤的变质程度越高,生成的瓦斯量也越多。

三、危害

1. 污染环境,加剧大气“温室效应”

据有关研究成果,瓦斯是仅次于氟利昂的温室气体,它产生的温室效应是 CO_2 的 25~30 倍,且产生温室效应的时效长达 100~150 a 之久。全世界煤矿每年向大气排放瓦斯 600 多亿立方米,其中我国煤矿排放到大气中的瓦斯多达 190 多亿立方米,约占全世界煤矿排入大气瓦斯总量的 1/3。

2. 可造成瓦斯窒息事故

矿井巷道长期处于停风状态时,煤层瓦斯的不断涌入会导致巷内瓦斯浓度升高;当巷内瓦斯浓度达到 43% 时(空气中氧浓度降至 12% 左右),人进入后会感到呼吸非常短促;当瓦斯浓度达到 57%,巷内氧浓度将下降到 9% 以下,人若进入会即刻处于昏迷状态,时间稍长就会有死亡危险。

3. 可酿成瓦斯燃烧事故

当巷道内瓦斯浓度低于 5% 或超过 15% 时,一旦存在点火源,会酿成瓦斯燃烧事故。

4. 引起瓦斯爆炸事故

矿井巷道中的瓦斯浓度在 5%~15% (5% 体积百分比,相当于 1 m^3 空气中含 33 g CH_4 ; 15% 体积百分比,相当于 1 m^3 空气中含 100 g CH_4) 范围内时,一旦存在点火源,将会引起瓦斯爆炸事故。

5. 发生煤与瓦斯突出事故

当煤层瓦斯压力较高、地质构造复杂、地应力较大、煤层破坏严重时,在此区域作业的采掘工作面易发生煤与瓦斯突出。

第二节 瓦斯赋存规律及基本参数测定

一、瓦斯在煤体内的赋存状态

(一) 煤体内的孔隙特征

1. 煤体内的孔隙分类

煤体之所以能保存一定数量的瓦斯,这与煤体内具有大量的孔隙有密切关系。根据煤的组成及其结构性质,煤中的孔隙可以分为以下三种。

(1) 宏观孔隙:指可用肉眼分辨的层理、节理、劈理及次生裂隙等形成的孔隙。一般在 0.1 mm 以上。

(2) 显微孔隙:指用光学显微镜和扫描电镜能分辨的孔隙。

(3) 分子孔隙:指煤的分子结构所构成的超微孔隙。一般在 $0.1 \mu\text{m}$ 以下。

根据孔隙对瓦斯吸附、渗透和煤强度性质的影响,一般按直径把孔隙分为以下几种:

(1) 微孔:直径小于 $0.01 \mu\text{m}$,它构成煤的吸附空间。

(2) 小孔:直径为 $0.01 \sim 0.1 \mu\text{m}$,它构成瓦斯凝结和扩散的空间。

(3) 中孔:直径为 $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$,它构成瓦斯层流渗流的空间。

(4) 大孔:直径为 $1 \sim 100 \mu\text{m}$,它构成强烈层流渗流的空间,是结构高度破坏煤的破碎面。

(5) 可见孔和裂隙:大于 $100 \mu\text{m}$,它构成层流及紊流混合渗流空间,是坚固和中等强度

煤的破碎面。

2. 煤的孔隙率

煤的孔隙率是指煤中孔隙总体积与煤的总体积之比,通常用百分数表示。即:

$$K = \frac{V_p - V_t}{V_p} \times 100 \quad (2-1)$$

式中 K ——煤的孔隙率,%;

V_p ——煤的总体积,包括其中的孔隙体积,mL;

V_t ——煤的实在体积,不包括其中的孔隙体积,mL。

煤的孔隙率可以通过实测煤的真密度和视密度来确定,不同单位煤的孔隙率与煤的真密度、视密度存在如下关系:

$$K = \frac{1}{\rho_p} - \frac{1}{\rho_t} \quad (2-2)$$

$$K_1 = \frac{\rho_t - \rho_p}{\rho_t} \quad (2-3)$$

式中 K, K_1 ——单位质量和单位体积煤的孔隙率, m^3/t 、 m^3/m^3 (或%);

ρ_p ——煤的视密度,即包括孔隙在内的煤密度, t/m^3 ;

ρ_t ——煤的真密度,即扣除孔隙后煤的密度, t/m^3 。

煤的视密度 ρ_p 和煤的真密度 ρ_t 可在实验室内测得。真密度与视密度的差值越大,煤的孔隙率也越大。

国内外对煤的孔隙率的测定结果表明,煤的孔隙率与煤的变质程度(即可燃基挥发分含量)有关,如图 2-2 所示。

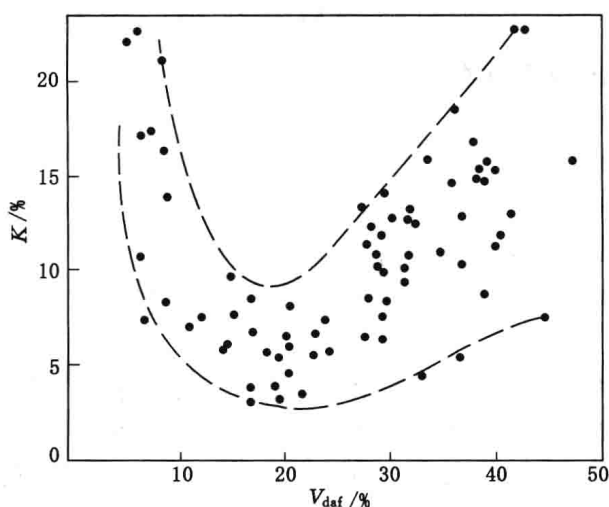


图 2-2 煤的孔隙率随煤可燃基挥发分含量的变化

从图 2-2 可以看出,不同煤种的孔隙率有很大不同,即使是同一类煤,孔隙率的变化范围也很大,但总的趋势是中等变质程度的煤孔隙率最小,变质程度变小和变大时,孔隙率都会增大。