

国家示范性高等院校核心课程规划教材

采技术专业及专业群教材

# 矿井瓦斯防治

KUANGJING WASI FANGZHI

主 编 陈 雄 何荣军  
副主编 骆大勇 贺洪才 吴 刚  
主 审 黄建功



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

# 矿井瓦斯防治

主 编 陈 雄 何荣军  
副主编 骆大勇 贺洪才 吴 刚  
主 审 黄建功

重庆大学出版社

## 内 容 提 要

本书是以工作过程为导向的煤炭高等职业教育矿井通风与安全专业规划教材之一。

本书全面系统地阐述了矿井通风与安全专业的基本理论和方法,概括了矿井通风与安全专业技术的最新理论和先进技术。反映矿井通风与安全专业新理论、新技术和新方法,理论与生产实际密切结合,突出案例分析和实践教学,为本书的编写特点。全书内容包括矿井瓦斯测定、瓦斯爆炸及其与防治措施、瓦斯抽采、煤与瓦斯突出防治4个学习情境和附件。

本书是煤炭高等职业院校、高等专科院校矿井通风与安全专业及其他相关专业的通用教材,也可作为中等专业学校、成人教育学院、技工学校和煤炭企业经营管理培训教材,同时可供煤炭企业工程技术人员学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

矿井瓦斯防治/陈雄,何荣军主编. —重庆:重庆大学出版社,2010.3

(煤矿开采技术专业系列教材)

ISBN 978-7-5624-5321-5

I. ①矿… II. ①陈…②何… III. ①煤矿—瓦斯爆炸—防治  
—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TD712

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第039144号

### 矿井瓦斯防治

主 编 陈 雄 何荣军

副主编 骆大勇 贺洪才 吴 刚

主 审 黄建功

责任编辑:彭 宁 李定群 版式设计:彭 宁

责任校对:邹 斌 责任印制:张 策

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鹤盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:16 字数:399千

2010年3月第1版 2010年3月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-5321-5 定价:32.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

# 序

本套系列教材是重庆工程职业技术学院国家示范高职院校专业建设的系列成果之一。根据《教育部 财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划 加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)和《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件精神,重庆工程职业技术学院以专业建设大力推进“校企合作、工学结合”的人才培养模式改革,在重构以能力为本位的课程体系的基础上,配套建设了重点建设专业和专业群的系列教材。

本套系列教材主要包括重庆工程职业技术学院五个重点建设专业及专业群的核心课程教材,涵盖了煤矿开采技术、工程测量技术、机电一体化技术、建筑工程技术和计算机网络技术专业及专业群的最新改革成果。系列教材的主要特色是:与行业企业密切合作,制定了突出专业职业能力培养的课程标准,课程教材反映了行业新规范、新方法和新工艺;教材的编写打破了传统的学科体系教材编写模式,以工作过程为导向系统设计课程的内容,融“教、学、做”为一体,体现了高职教育“工学结合”的特色,对高职院校专业课程改革进行了有益尝试。

我们希望这套系列教材的出版,能够推动高职院校的课程改革,为高职专业建设工作作出我们的贡献。

重庆工程职业技术学院示范建设教材编写委员会  
2009年10月

# 前言

本书是以工作过程为导向的煤炭高等职业教育矿井通风与安全专业规划教材之一。

为了深化煤炭高等职业教育矿井通风与安全专业教学改革,满足培养矿井通风与安全专业高等技术应用性人才的迫切需要,我们编写了以工作过程为导向的本教材。

本书编写大纲经 2009 年 4 月重庆工程职业技术学院安全工程专业指导委员会会议审定,会后,承担教材编写任务的教师 and 现场专家,做了大量的调研、搜集整理资料和编撰工作。初稿完成后,组织现场专家和作者在重庆南山开审稿会,对教材初稿进行认真审查,提出修改意见。

本书具有四大特点:一是理论知识同生产实际的紧密结合,简化理论的论述,突出专业理论在生产实践中的应用;二是反映当前矿井通风与安全新技术、新方法、新设备、新工艺;三是采用以工作过程为导向的教学模式,将理论与实践相结合,使学生在做中学,在学中做,凸显职业技术教育特色;四是紧跟时代步伐,采用最新国家标准和规程规范。

全书内容包括矿井瓦斯测定、瓦斯爆炸及其与防治措施、瓦斯抽采、煤与瓦斯突出防治 4 个学习情境和附件。计划学时数为 90 学时。

本书由陈雄、何荣军任主编,骆大勇、贺洪才、吴刚任副主编。喻晓峰参编。具体编写分工为:情境 1 由骆大勇、喻晓峰编写;情境 2 由何荣军、吴刚编写;绪论、情境 3、情境 4 及附件由陈雄编写。全书由陈雄统稿,贺洪才初审,黄建功审定。

本书在编写过程中得到山西阳泉煤业集团公司、西山煤电公司,安徽淮南矿业集团公司,四川华蓥山广能集团公司、达竹煤电集团公司、攀枝花煤业集团公司、芙蓉矿业公司,重庆能源投资集团公司及松藻煤电公司、天府矿业公司、永荣矿业公司、中梁山煤电气公司,重庆煤炭行业协会等单位的大力支持。

由于编写人员水平和编写时间限制,书中的缺点和错误在所难免,恳请读者和专家批评、指正。

编者  
2009年9月

# 目 录

绪 论 .....	1
<b>情境 1 矿井瓦斯检测 .....</b>	<b>6</b>
任务 1.1 矿井瓦斯的生成与赋存 .....	6
任务 1.2 瓦斯的流动 .....	20
任务 1.3 煤层瓦斯压力及其测定 .....	23
任务 1.4 煤层瓦斯含量测定 .....	27
任务 1.5 矿井瓦斯涌出与测定 .....	38
任务 1.6 矿井瓦斯等级鉴定 .....	57
巩固提高 .....	68
<b>情境 2 瓦斯爆炸预防 .....</b>	<b>69</b>
任务 2.1 瓦斯爆炸机理 .....	69
任务 2.2 预防瓦斯爆炸的措施 .....	83
任务 2.3 限制或消除瓦斯爆炸危险的措施 .....	97
任务 2.4 瓦斯的日常管理与监测 .....	102
巩固提高 .....	114
<b>情境 3 瓦斯抽采技术 .....</b>	<b>115</b>
任务 3.1 瓦斯抽采 .....	115
任务 3.2 开采煤层的瓦斯抽采 .....	118
任务 3.3 邻近层的抽采瓦斯 .....	124
任务 3.4 采空区及围岩瓦斯抽采 .....	126
任务 3.5 瓦斯抽采设备 .....	129
任务 3.6 瓦斯的综合利用 .....	139
巩固提高 .....	144

<b>情境 4 瓦斯喷出及煤与瓦斯突出防治</b>	145
任务 4.1 瓦斯喷出及预防措施	145
任务 4.2 煤与瓦斯突出及其规律	148
任务 4.3 煤与瓦斯突出机理	157
任务 4.4 防治煤与瓦斯突出的技术措施	161
任务 4.5 区域防突措施	164
任务 4.6 局部防突措施	170
任务 4.7 煤与瓦斯突出危险性预测	178
任务 4.8 防治煤与瓦斯突出的安全防护措施	184
任务 4.9 防治煤与瓦斯突出的措施计划的编制	193
巩固提高	195
<b>附 件</b>	197
附件 1 防治煤与瓦斯突出规定	197
附件 2 瓦斯治理经验五十条	228
附件 3 国有煤矿瓦斯治理规定(国家煤矿安全监察局)	231
附件 4 国有煤矿瓦斯治理安全监察规定(国家爆破安全监察局)	233
附件 5 瓦斯治理示范矿井建设基本要求	235
附件 6 防治煤与瓦斯突出的措施计划的编制	240
<b>参考文献</b>	242



# 绪 论

## 一、煤炭在国民经济中的重要地位

煤炭是我国的主要能源和重要的化工原料,广泛用于工业动力、火力发电和民用燃料。新中国成立 60 年来,煤炭在我国一次能源消费结构中的比重一直占 70% 以上。全国煤炭产量 1949 年仅有 0.32 亿 t;1996 年实现 13.97 亿 t;2009 年达到 29.60 亿 t,实现历史性飞跃。

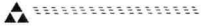
根据我国能源赋存缺油、少气、富煤的特点和国民经济发展趋势,预计到 2050 年煤炭在一次能源消费结构中的比重将不低于 50%,我国以煤为主的一次能源结构不会发生根本性变化。煤炭工业的发展,将直接制约到国民经济发展和人民群众生活水平的提高。加快煤炭工业现代化建设步伐,全面推进煤炭工业科技进步,实现安全生产,不断满足国民经济建设和人民生活需要,是 21 世纪煤炭工业发展的紧迫任务。

## 二、我国煤矿安全生产取得的成绩

随着科技水平的提高和企业管理的规范,我国煤矿安全生产状况从总体上讲,出现了不断好转的局面。在开展机械化生产、原煤产量不断提升的情况下,1949 年至 2009 年全国煤矿百万吨死亡率总体趋于稳步下降态势。1999 年煤矿的百万吨死亡率为 6.08,2000 年为 6.01,2001 年为 5.07,2003 年为 4.17;2005 年为 2.81;2007 年为 1.485;2009 年为 0.892。取得安全状况好转的主要经验是各级政府的高度重视,为瓦斯治理攻坚战提供了强有力的组织保证;思想认识的逐步深化,为瓦斯治理工作奠定了比较坚实的思想基础;政策措施的到位,投入力度的加大,为瓦斯治理和安全生产提供了必要的物质条件;科技进步的加快,为防范治理瓦斯灾害提供了先进技术和有效手段;安全管理的不断加强和改进,使煤矿瓦斯治理和安全生产有了切实保障;监督检查力度加大,使煤矿瓦斯治理工作得到有力推动。

## 三、我国煤矿灾害事故现状

我国煤炭生产 95% 以上为地下作业,由于煤炭赋存的地质条件复杂多变,长期受到瓦斯、煤尘、水灾、火灾及顶板等自然灾害的威胁,加上抗灾能力薄弱,煤矿重特大事故时有发生,特别是瓦斯事故尤为严重。瓦斯事故的发生,不仅使国家财产和矿工生命安全遭到重大损失,而且还影响煤炭工业和国民经济的可持续健康发展。



### 1. “一通三防”工作不落实

一些煤矿“一通三防”工作不落实,瓦斯隐患仍然相当严重,重特大瓦斯事故尚未得到有效遏制。一些煤矿“一通三防”欠账尚未全部补还,通风系统不可靠,通风安全没保障。

### 2. 监测监控和现场基础管理工作薄弱

一些煤矿监测监控系统运转不正常;一些小煤矿虽然安装了瓦斯监测监控系统,但形同虚设。一些煤矿“一通三防”规章制度不健全,特别是一些小型煤矿,井下层层转包、以包代管,工人未经培训就下井,现场管理混乱,“三违”现象随处可见。

### 3. 瓦斯抽采仍有较大差距

国有重点煤矿的348处高瓦斯和突出矿井,目前大多数没能达到《煤矿瓦斯抽采基本指标》规定的标准。多数地方的高瓦斯和突出小煤矿尚未开展瓦斯抽采工作。国家扶持煤矿瓦斯抽采利用的相关政策,在一些地方尚未全部落实。

### 4. 随着煤矿生产发展和开采工艺进步,出现了新的瓦斯安全技术问题

矿井开采向深部发展,一些矿井的开采深度已超过1 000 m。随着深度的增加,煤层瓦斯含量和矿井瓦斯涌出都将随之增大,煤与瓦斯突出危险性增大,从而加大了治理的难度;高产高效矿井的集中生产和综采放顶煤开采新工艺的推广应用,加大了矿井通风与防火综合治理的难度,增大了瓦斯灾害事故发生的几率。

### 5. 我国煤矿安全技术与装备的研究与国外先进水平还有一定的差距

虽然我国煤矿的瓦斯灾害防治技术(如煤与瓦斯突出预测及措施等)处于世界先进水平,但防灾抗灾的安全仪表和装备与国外相比差距较大,致使监测瓦斯数据的准确性和可靠性不足。由于煤矿井下湿度过大及爆炸气体环境等原因,煤矿的自动化技术应用水平与其他行业相比要落后10~20年。

### 6. 技术基础理论研究严重滞后于煤矿安全的现实需要

为了防止煤矿瓦斯灾害事故的发生,煤矿安全科学技术研究主要集中在瓦斯灾害的防治措施方面,对瓦斯灾害事故的发生和发展机理研究不够,防治措施单一,综合配套能力差。

### 7. 矿井瓦斯科学管理模式亟待发展

传统的矿井瓦斯管理主要是由管理人员凭主观意识和经验进行工作。这种管理模式,由于受管理人员的知识、经验和责任心的限制,很难适应矿井瓦斯灾害事故的复杂多变条件,这也是瓦斯灾害事故多发的原因之一。实现现代化管理,用科学方法管理矿井瓦斯,应建立矿井瓦斯灾害事故数据库、知识库和专家系统,对矿井瓦斯灾害进行科学预测,以便掌握矿井瓦斯动态,正确识别和评价瓦斯事故灾情,及时提出抗灾对策。

### 8. 煤矿安全监察的技术支撑体系仍需逐步完善

煤矿安全监察是一项技术性很强的工作,煤矿安全监察工作应该具备技术支撑体系,包括完备的煤矿安全标准体系,为监察提供技术依据;先进的监察技术和仪器装备,力求对瓦斯灾害事故的分析科学准确;配套的产品质量监督检验装备。

### 9. 煤矿安全科技投入严重不足

随着国家机构的改革,国家各类科技计划特别是科技攻关计划在煤矿安全科技方面的投入大幅度减少,行业性科技攻关和原煤炭基金的取消极大地影响了煤矿安全科技的发展。

## 四、全国瓦斯治理工作思路

深入贯彻党的十七大精神,以科学发展观为指导,以有效遏制重特大瓦斯事故、大幅度降

低瓦斯事故总量为目标,继续发挥全国煤矿瓦斯防治部协调领导小组的作用,紧紧依靠各地党委政府,依靠相关部门,依靠煤矿企业,坚持“安全第一、预防为主、综合治理”方针,紧紧抓住通风系统、瓦斯抽采、监测监控、现场管理4个关键环节,坚持标本兼治、重在治本,着力建立“通风可靠、抽采达标、监控有效、管理到位”的煤矿瓦斯综合治理工作体系,进一步加强领导、落实责任,严格管理、强化监察,把瓦斯治理攻坚战推向新的阶段。

“通风可靠、抽采达标、监控有效、管理到位”是煤矿瓦斯治理实践经验的概括总结,是我们对瓦斯治理规律认识的深化,是治理防范瓦斯灾害的基本要求,在下一步工作中应当自觉遵循、认真贯彻落实。

### 1. 矿井和采掘工作面必须建立可靠稳定的通风系统

通风是治理瓦斯的基础,矿井和采掘工作面必须建立可靠稳定的通风系统。矿井瓦斯客观存在于采掘生产过程中。矿井通风系统可靠稳定,采掘工作面有足够的新鲜风流,瓦斯不积聚、不超限,就不会发生瓦斯事故。因此,必须把矿井和采掘工作面通风,作为重要的基础性工作来抓。

“通风可靠”的基本要求是系统合理、设施完好、风量充足、风流稳定。“系统合理”是要求矿井和工作面必须具备独立完善的通风系统,采区实行分区通风,高瓦斯矿井、煤与瓦斯突出矿井、自然发火严重矿井的采区等要设专用回风巷,特别是严禁无风作业、微风作业和串联通风作业。“设施完好”是风机、风门、风桥、风筒及密闭等井上、下通风设施保持完好无损,通风巷道保证有足够的断面并保证不失修。“风量充足”是矿井总风量、采掘工作面和各种供风场所的配风量,必须满足安全生产的要求;风速、有害气体浓度等必须符合《煤矿安全规程》要求;严禁超通风能力组织生产。“风流稳定”是要按规定及时测风、调风,保证采掘工作面及其他供风地点风量、风速持续均衡,局部通风要符合《煤矿安全规程》的要求,采用双风机、双电源,能自动切换,保持连续均衡供风。

### 2. 瓦斯抽采是防范瓦斯事故的治本之策

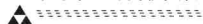
瓦斯抽采是防范瓦斯事故的治本之策,必须努力实现抽采达标。瓦斯治理必须坚持标本兼治、重在治本。通过瓦斯抽采,降低煤层中的瓦斯含量,从根本上防范瓦斯灾害。因此,要加大瓦斯抽采力度,提高抽采率和利用率。

“抽采达标”的基本要求是多措并举、应抽尽抽、抽采平衡、效果达标。“多措并举”要求地面抽采与地下抽采相结合。因地制宜、因矿制宜,把矿井(采区)投产前的预抽采、采动层抽采、边开采边抽采、老空区抽采等措施结合起来,全面加强瓦斯抽采。“应抽尽抽”要求凡是应当抽采的煤层,都必须进行抽采,把煤层中的瓦斯最大限度地抽采出来,降低煤层的瓦斯含量。“抽采平衡”是要求矿井瓦斯抽采能力与采掘布局相协调、相平衡,使采掘生产活动始终在抽采达标的区域内进行。“效果达标”是通过抽采,使吨煤瓦斯含量、煤层的瓦斯压力、矿井和工作面瓦斯抽采率、采煤工作面开采前的瓦斯含量,达到《煤矿瓦斯抽采基本指标》规定的标准。

### 3. 监测监控是防范瓦斯事故的有效手段

监测监控是防范瓦斯事故的有效手段,必须做到监控有效。监测监控就是利用先进的技术手段,及时掌握井下瓦斯含量和瓦斯浓度,在瓦斯超限等异常情况发生时,及时采取措施、化解风险,杜绝事故。

“监控有效”的基本要求是装备齐全、数据准确、断电可靠、处置迅速。“装备齐全”是要求监测监控系统的中心站、分站、传感器等设备齐全,安装设置要符合规定要求,系统运作不间



断、不漏报。“数据准确”是要求瓦斯传感器必须按期调校,其报警值、断电值、复电值要准确,监控中心能适时反映监控场所瓦斯的真实状态。“断电可靠”是要求当瓦斯超限时,能够及时切断工作场所的电源,迫使停止采掘等生产活动。“处置迅速”是要求制定瓦斯事故应急预案,当瓦斯超限和各类异常现象出现时,能够迅速做出反应,采取正确的应对措施,使事故得到有效控制。

#### 4. 管理是瓦斯治理各项措施得到落实的根本保障

管理是瓦斯治理各项措施得到落实的根本保障,必须做到管理到位。管理是企业永恒的主题。管理不到位,再完善的系统、再先进的装备也难以发挥应有作用。

“管理到位”的基本要求是责任明确、制度完善、执行有力、监督严格。“责任明确”是要把瓦斯治理和安全生产的责任细化,分解落实到煤矿各个层级、各个环节和各个岗位,上至董事长、总经理和总工程师,下至作业现场的每个职工,都要明确自己的具体职责。“制度完善”是要建立、健全瓦斯防治规章制度,把对各个环节、各个岗位的工作要求,全部纳入规范化、制度化轨道,做到有章可循,并根据井下条件的变化和随时出现的新情况、新问题,不断修改、充实、完善规章制度,不断改进和加强瓦斯治理的各项措施,使管理工作常抓常新,科学有效。“执行有力”是要加大贯彻执行力度,在抓落实上狠下功夫。坚持从严要求、一丝不苟,严格执行规章制度,严厉惩处违章指挥、违章作业、违反劳动纪律的行为。落实岗位责任,实现群防群治。“监督严格”是要建立强有力的监督机制,加强监督检查。煤矿各级干部必须切实履行安全生产职责。各级煤炭管理部门要加强行业管理和指导,安全监管、监察机构要加大监管监察力度,确保国家安全生产法律法规、上级安全生产指示指令在各类煤矿得到切实认真的贯彻落实。

### 五、矿井瓦斯防治课程的主要内容

矿井瓦斯防治是学习和掌握矿井通风与安全专业的综合性技术课程。其基本内容是根据矿井通风与安全技术管理一线高技能人才职业岗位(群)的知识、能力和素质的要求,理论结合实际地阐述矿井瓦斯检测、瓦斯爆炸预防、瓦斯抽采技术、瓦斯喷出及煤与瓦斯突出防治等专业知识和操作技能。

矿井瓦斯检测是矿井瓦斯管理技术的基础工作,是从事矿井一通三防管理工作必备的专业技能,包括矿井瓦斯的生成与赋存、瓦斯的流动、煤层瓦斯压力及其测定、煤层瓦斯含量测定、矿井瓦斯涌出与测定、矿井瓦斯等级鉴定。煤层瓦斯压力和瓦斯含量是矿井瓦斯治理的重要参数之一。熟练掌握煤层瓦斯压力、瓦斯含量测定技术和瓦斯涌出量的测定技术,为矿井瓦斯治理和杜绝瓦斯事故提供了科学依据。

瓦斯爆炸事故是煤矿经济损失最重、人员伤亡最多、造成社会影响最大的事故,也是矿井瓦斯防治的重点内容。瓦斯爆炸预防包括瓦斯爆炸机理、预防瓦斯爆炸的措施、限制或消除瓦斯爆炸危险措施、瓦斯的日常管理与监测。掌握矿井瓦斯爆炸机理、瓦斯爆炸形成的必备条件和预防瓦斯爆炸的技术措施,对于矿井安全生产,保障矿工的生命安全具有十分重要的意义。

瓦斯抽采技术是矿井防治瓦斯灾害事故的治本之策,它不仅可以降低瓦斯涌出量,消除煤与瓦斯突出危险,而且可以实现变害为利,变废为宝,同时有利于环境保护。瓦斯抽采技术包括瓦斯抽采、开采煤层的瓦斯抽采、邻近层的瓦斯抽采、采空区抽采及围岩瓦斯抽采、瓦斯抽采设备、瓦斯的综合利用。熟练掌握瓦斯抽采技术,为矿井瓦斯治理和杜绝瓦斯事故提供科学

手段。

瓦斯喷出及煤与瓦斯突出防治是矿井瓦斯防治的关键性技术,是煤与瓦斯突出矿井实现安全生产的技术保障。随着我国煤矿开采深度的加大,瓦斯压力和地应力作用增加,煤与瓦斯突出的危险性增加,突出危险区域正在扩大,部分原无突出危险的煤矿开始出现动力现象,部分未划分为突出矿井的煤矿不得不按突出煤矿管理。熟悉和掌握瓦斯喷出及煤与瓦斯突出防治技术,是从事煤矿安全生产技术管理的基础和前提。瓦斯喷出及煤与瓦斯突出防治包括瓦斯喷出及预防措施、煤与瓦斯突出及其规律、煤与瓦斯突出机理、防治煤与瓦斯突出的技术措施、区域防突措施、局部防突措施、煤与瓦斯突出危险性预测、防治煤与瓦斯突出的安全防护措施。

校企合作、产学结合是高等职业教育的基本特点,是培养矿井通风与安全技术管理一线紧缺高技能人才的重要保障。矿井瓦斯防治课程教学应以职业岗位能力培养为中心,采取工学结合模式进行教学,理论与实践融为一体,使学生在学中做和做中学。

随着我国煤炭工业的迅猛发展,矿井瓦斯防治技术正在不断进步,相信经过广大煤矿职工的努力,一定能够实现安全、高效发展现代化煤炭工业的目标,进一步改变煤矿生产技术面貌,使我国矿井瓦斯防治技术加速达到国际先进水平,为全面建设社会主义现代化强国和构建和谐社会提供充足的能源保障。

# 情境 **I**

## 矿井瓦斯检测



### 学习目标

- ☞ 熟悉瓦斯基本性质及在煤体内的赋存状态；
- ☞ 熟悉瓦斯风化带及其深度的确定依据；
- ☞ 熟悉瓦斯赋存的影响因素；
- ☞ 熟悉瓦斯流动的基本规律；
- ☞ 熟悉煤层瓦斯压力分布规律；
- ☞ 熟悉矿井瓦斯涌出形式及涌出来源分析；
- ☞ 掌握煤层瓦斯压力的测定方法；
- ☞ 掌握煤层瓦斯含量测定方法；
- ☞ 掌握矿井瓦斯等级鉴定方法和鉴定报告的编制方法。

### 任务 1.1 矿井瓦斯的生成与赋存

#### 一、瓦斯基本性质

矿井瓦斯是煤矿生产建设过程中,从煤、岩内涌出的以甲烷为主各种有害气体的总称。本书所描述的有关瓦斯的物理、化学性质等特性,均是针对甲烷而言。

矿井瓦斯的组成成分及其比例关系因其成因不同而有差别。一般情况下,含有甲烷(可达 80%~90%)和其他烃类,如乙烷、丙烷,以及  $\text{CO}_2$  (如吉林营城煤矿)和稀有气体。个别煤层内含有  $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$  (如山东新汶矿务局)、 $\text{H}_2\text{S}$  (如河南鹤壁矿务局四矿)、氦气。

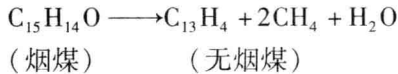
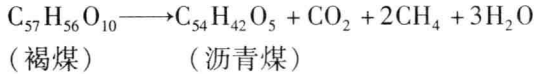
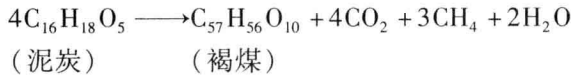
瓦斯化学名称为甲烷,分子式为  $\text{CH}_4$ ,是无色、无味、无毒的气体。分子的直径为  $3.758 \times 10^{-10} \text{ m}$ ,可以在微小的煤体孔隙和裂隙里流动。其扩散速度是空气的 1.34 倍,从煤岩中涌出的瓦斯会很快扩散到巷道空间。在标准状态下的密度为  $0.716 \text{ kg/m}^3$ ,比空气轻,与空气相比





力和温度影响下,泥炭进一步变为褐煤,褐煤再变为烟煤和无烟煤。

煤的有机质基本结构单元是带侧键官能团并含有杂原子的缩合芳香核体系。在煤化作用过程中,芳香核缩合和侧键与官能团脱落分解,同时会伴有大量烃类气体的产生,其中主要的是甲烷。整个煤化作用阶段形成甲烷的示意反应式可由下列方程式表达:



从褐煤到无烟煤,煤的变质程度越高,生成的瓦斯量也越多。表 1-1 为我国一些单位对部分煤进行热模拟实验所得到的不同煤种各阶段的产气量。

表 1-1 我国部分煤热模拟实验甲烷发生率/( $m^3 \cdot t^{-1}$ )

试验单位	变质阶段	未变质煤	低变质煤		中变质煤			高变质煤	
		褐煤	长焰煤	气煤	肥煤	焦煤	瘦煤	贫煤	无烟煤
煤科总院 地勘分院	阶段产气量		3 ~ 25	10 ~ 54	27 ~ 102	55 ~ 170	108 ~ 246	134 ~ 333	268 ~ 393
	累计产气量	38 ~ 68	41 ~ 93	48 ~ 122	65 ~ 170	93 ~ 238	146 ~ 314	172 ~ 401	306 ~ 461
石油开发 研究所	阶段产气量		4 ~ 31	7 ~ 58	26 ~ 108	48 ~ 176	86 ~ 230	114 ~ 321	168 ~ 390
	累计产气量	38 ~ 68	42 ~ 99	45 ~ 126	64 ~ 176	86 ~ 244	124 ~ 298	152 ~ 389	206 ~ 458
石油地质 研究所	阶段产气量								
	累计产气量	0.55	1.06	4.25	24.32	55.9	94.77	127.72	221.13
兰州地质 研究所	阶段产气量		2.49	22.92	53.04	113.57		183.34	325.23
	累计产气量	1.61	4.10	24.53	54.65	115.18		184.95	326.84

数据表明,尽管各实验单位得出的结果有明显差异,却都反映出成煤过程生成瓦斯量是很大的,最高可达  $300 \sim 400 m^3/t$ 。但从煤矿开采实践过程来看,煤层中的瓦斯含量一般不超过  $20 \sim 30 m^3/t$ ,由此看来,在漫长的地质年代中,由于地层的隆起、侵蚀和断裂以及瓦斯在地层内的迁移,一部分或大部分瓦斯已经扩散到大气中,只有少部分瓦斯渗透到煤层围岩内或运移至储气构造中而形成煤层气田。

### 三、瓦斯在煤体内的赋存状态

#### 1. 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 3 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 μm 以下。

根据孔隙对瓦斯吸附、渗透和煤层强度性质的影响,一般按直径把孔隙分为以下 5 种:

①微孔:直径小于 0.01 μm,它构成煤的吸附空间。

②小孔:直径为 0.01 ~ 0.1 μm,它构成瓦斯凝结和扩散的空间。

③中孔:直径为 0.1 ~ 1 μm,它构成瓦斯层流渗流的空间。

④大孔:直径为 1 ~ 100 μm,它构成强烈层流渗透的空间,是结构高度破坏煤的破碎面。

⑤可见孔和裂隙:直径大于 100 μm,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,通常用百分数表示为

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

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:

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

$$K_1 = \frac{\rho_t - \rho_p}{\rho_t} \quad (1-3)$$

式中  $K, K_1$ ——单位质量和单位体积煤的孔隙率,  $m^3/t, m^3/m^3$ ;

$\rho_p$ ——煤的视密度,包括孔隙在内煤的密度,  $t/m^3$ ;

$\rho_t$ ——煤的真密度,扣除孔隙后煤的密度,  $t/m^3$ 。

煤的视密度  $\rho_p$  和煤的真密度  $\rho_t$  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。

国内外对煤孔隙率的测定结果表明,煤的孔隙率与煤的变质程度有一定关系。表 1-2 是俄罗斯顿巴斯矿区不同变质程度煤的孔隙率;表 1-3 是我国部分矿井煤的孔隙率。图 1-1 是煤炭科学研究总院抚顺研究院对不同变质程度煤孔隙率的测定结果。

表 1-2 不同种类煤的孔隙率

煤的种类	孔隙率/( $m^3 \cdot t^{-1}$ )		煤的种类	孔隙率/( $m^3 \cdot t^{-1}$ )	
	变化范围	平均值		变化范围	平均值
长焰煤	0.073 ~ 0.091	0.084	瘦煤	0.028 ~ 0.065	0.045
气煤	0.028 ~ 0.080	0.053	贫煤	0.034 ~ 0.084	0.055
肥煤	0.026 ~ 0.078	0.051	半无烟煤	0.041 ~ 0.094	0.065
焦煤	0.021 ~ 0.068	0.045	无烟煤	0.055 ~ 0.136	0.088