

煤矿安全高效开采省部共建教育部重点实验室项目资助

# 矿井瓦斯灾害防控体系

张福旺 张国枢 编著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

TD712  
Z-335

采省部共建教育部重点实验室项目资助

# 矿井瓦斯灾害防控体系

张福旺 张国枢 编著

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书以构建瓦斯灾害防控体系为宗旨,吸取近年来国内外在矿井瓦斯灾害防治方面的研究成果和实践经验,研究和总结了重大煤与瓦斯突出和瓦斯爆炸事故发生、发展的规律及其防控技术与方法,提出了建立矿井瓦斯灾害的“预测、预防、预警和应急救援”四道防线理论模型、技术和方法。

本书可供煤矿工程技术和管理人员以及矿业院校师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

矿井瓦斯灾害防控体系/张福旺,张国枢编著. —徐州:  
中国矿业大学出版社,2009.8  
ISBN 978 - 7 - 5646 - 0428 - 8

I. 矿… II. ①张…②张… III. ①煤矿—瓦斯爆炸—防治②煤矿—瓦斯抽放 IV. TD712

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第137615号

书 名 矿井瓦斯灾害防控体系

编 著 张福旺 张国枢

责任编辑 杨 廷 黄运涛

责任校对 李 敬

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮政编码 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×960 1/16 印张 15.25 字数 287千字 插页 2

版次印次 2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

定 价 30.50元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

## 序 言

近年来,我国煤矿事故虽然稳中有降,但与国外相比仍存在较大差距。尤其是矿井瓦斯灾害依然相当严重,特别是重大瓦斯事故没有得到令人满意的控制,给经济发展和社会形象造成不良影响。

煤矿生产系统是一个人与自然的动态复合系统,是一项复杂的系统工程,是生产力发展水平、科技水平和管理水平的综合反映。造成目前矿井重特大瓦斯事故多发、安全生产形势依然严峻的原因是多方面的,有浅层次因素,也有深层次矛盾;有历史的积淀,也有新形势下的新问题。

但是,从开采同一个煤田的矿区来看,煤层赋存条件、瓦斯基础参数基本相同的矿井,有的矿井瓦斯灾害相对较多,有的矿井相对较少;同一个矿井的不同时期来看,大多数年份是不发生重大事故的。这种客观事实给我们的启示是,只要构建科学的瓦斯灾害防控体系,瓦斯灾害就可以避免。

矿井瓦斯灾害的危险源空间分布广、致因的随机性和突发性强,孕育过程隐蔽,影响因素复杂。其具有在纯自然环境和人工环境下完全不同的事故致因特性,这些特点给煤矿事故的防控带来了极大的困难,致使煤矿的安全态势令人难以驾驭,安全水平提高缓慢。

安全的理论和实践证明,消除和抑制矿井瓦斯灾害只有通过构建防控体系才能实现。防控体系包括法规标准体系、组织管理体系、技术支撑体系和监督监察体系。防控体系建立要结合矿井实际、根据瓦斯灾害的特点。构筑“预测、预防、预警和应急救援”四道防线,是构建防控体系的关键。

矿井瓦斯灾害防治是科学问题。瓦斯爆炸、煤与瓦斯突出重大事故的发生和发展,都有其内在原因,有时是深层次的原因;这些灾害的致因和演化都是有规律的。积极探索瓦斯灾害中的未知领域,认真研究瓦斯事故的致因理论、灾害的发生和发展规律,进行有针对性科技攻关。只要我们认清了事故的本质,能揭示和发现其原因,采用相应的技术手段和装备,加以对“症”防控,就能将其抑制和消除在萌芽状态,不至于对人类造成危害。

瓦斯灾害问题是管理问题,尤其是瓦斯爆炸。对已有瓦斯事故的分析表明,90%左右的事故致因是由人的不安全行为和管理存在薄弱环节与失控造成的。安全管理的对象是人和危险源,安全管理的武器是科学技术和法规,安全管理的

动力是责任和使命,安全管理的杠杆是经济利益。用使命管理取代目标管理、用创新取代传统、用科学取代经验是安全管理的必然。

煤矿事故致因基本上符合“木桶”理论,只要有“短板”,即存在薄弱环节,存在安全隐患,就有可能发生事故。安全管理就是要发现薄弱环节,消除隐患。有的煤矿事故符合连锁反应理论,如煤与瓦斯突出;有的事故符合轨迹交叉理论,即要有两个或两个以上因素相互作用事故才会发生,如瓦斯与煤尘爆炸和自然发火。

要正确对待事故调查。调查事故时应把查明原因放在首位,以便掌握事故发生的原因和规律,吸取教训,避免再次发生同类事故。因此,查清事故原因比追究责任人更为重要。

提高煤矿安全水平的关键是提高人的安全素质。改变煤矿的社会形象,吸引优秀人才在煤炭系统工作,稳定煤炭系统人才;提高进入煤炭系统的一线员工的素质;改进安全培训工作,通过有效地培训,提高煤矿全员的安全素质。

倡导和树立“以人为本”的安全价值观,营造“守护生命、安全为天”的舆论氛围,是当前的迫切任务。煤矿安全是全员的安全,使人人自觉遵守规章制度、自觉遵守操作规程,人人做到不伤害自己,不伤害别人,也不被别人伤害。

知识和技术依然是防治瓦斯灾害的根本。本书力求为瓦斯灾害防控提供有用的和科学的知识,为改变安全态势作出应有的贡献。本书在编写的过程中博采了已有相关著作和文献之所长,参阅了近年来颁布的有关技术文件和规范。在此谨向付出辛勤劳动的相关作者表示诚挚的感谢。

平煤股份十矿郝相龙审阅了书稿,提出了宝贵意见。

本书在编著过程中得到了平煤集团公司卫修君、杨玉生、张建国以及平煤股份十矿杨岗、张晋京等领导的大力支持和帮助,十矿马宏伟、程红军、杨前、耿义、崔玉贤和黄励新等同志参与了相关工作;安徽理工大学秦汝祥、杨应迪等老师以及研究生邓明、苗磊刚参与了工作。对平煤股份十矿和安徽理工大学参与本书工作并给予支持的同志表示诚挚的感谢!

由于水平所限,加之时间仓促,书中不当之处在所难免,恳请读者批评指正!

作者

2009.6

## 目 录

<b>1 绪论</b> .....	1
1.1 我国煤炭工业的地位和现状 .....	1
1.2 我国煤矿安全生产形势 .....	1
1.3 煤矿安全的影响因素 .....	3
1.4 改变煤矿安全态势的对策 .....	5
参考文献 .....	7
<b>2 矿井瓦斯地质与煤层瓦斯涌出特性</b> .....	8
2.1 煤层瓦斯的吸附特性 .....	8
2.2 煤层瓦斯含量分布及预测研究 .....	10
2.3 煤层瓦斯涌出特征 .....	12
2.4 采掘工作面瓦斯涌出规律与预测 .....	19
2.5 煤层瓦斯压力 .....	34
2.6 影响煤与瓦斯突出的地质因素 .....	36
2.7 平煤十矿煤层突出指标参数 .....	40
2.8 平煤十矿构造煤发育及分布特征 .....	44
2.9 平煤十矿瓦斯地质规律 .....	45
参考文献 .....	46
<b>3 瓦斯爆炸防控技术</b> .....	47
3.1 概述 .....	47
3.2 煤矿瓦斯爆炸条件与参数 .....	48
3.3 瓦斯爆炸的演化与传播过程 .....	54
3.4 瓦斯爆炸的危害 .....	59
3.5 煤矿井下瓦斯爆炸参数与特性 .....	62

3.6	瓦斯爆炸事故的类型	66
3.7	煤矿瓦斯爆炸事故的一般规律	68
3.8	预防瓦斯爆炸技术	72
	参考文献	81
<b>4</b>	<b>煤与瓦斯突出防控体系</b>	<b>83</b>
4.1	概述	83
4.2	煤与瓦斯突出机理	87
4.3	煤与瓦斯突出特点及规律	100
4.4	煤层突出危险性预测	110
4.5	防控煤与瓦斯突出的方法与技术	124
4.6	煤与瓦斯突出的早期辨识与预警技术	145
4.7	防突管理	151
	参考文献	158
<b>5</b>	<b>瓦斯抽采技术</b>	<b>160</b>
5.1	概述	160
5.2	煤层瓦斯可抽采性评价	161
5.3	抽采瓦斯的技术、方法及其原理	166
5.4	提高抽放效果的技术措施	192
5.5	抽放系统	201
5.6	抽放瓦斯管理	213
	参考文献	216
<b>6</b>	<b>防控矿井瓦斯灾害的四道防线</b>	<b>218</b>
6.1	重大瓦斯灾害事故模型	218
6.2	防控瓦斯灾害事故“四道防线”	222
6.3	重大灾害事故应急救援	226
	参考文献	232
	<b>附录</b>	<b>233</b>
	附录一 煤的破坏类型	233
	附录二 防突措施有效半径的测定方法	233

# 1 绪论

## 1.1 我国煤炭工业的地位和现状

2008年,中国煤炭产量完成27.16亿t,比1978年增长了4倍以上。中国煤炭产量占世界煤炭产量的比重已接近39%。

煤炭在我国一次能源中的比重始终在70%左右,预计在今后20年内,都将维持这一格局。煤炭作为中国一次能源的主体,承载着经济发展、社会进步和民族振兴的历史重任。

目前,现有各类煤矿约2.8万座,其中乡镇煤矿2.45万座。我国煤炭生产以井工开采为主,其产量占煤炭总产量的95%。现有煤矿中,设计年生产能力30万t以上的大中型矿井占矿井总数的2%,30万t以下的矿井占98%。这种井工开采多、小型矿井多、乡镇煤矿数目多的“三多”格局,决定了我国安全生产严峻的形势在相当长的一段时间内难以改变。

## 1.2 我国煤矿安全生产形势

在改革开放的30年中,我国煤矿安全状况有明显改善,百万吨死亡率由1978年的9.44下降到2008年的1.182,但我国煤矿百万吨死亡率与国外相比,仍存在较大的差距。目前,中国煤炭产量占世界产煤总量的1/3以上,但煤矿事故的死亡人数约占全球的80%以上。2004年我国煤矿百万吨死亡率是3.08,美国煤矿百万吨死亡率为0.039,印度为0.42,俄罗斯为0.34,南非为0.13,中等发达国家为0.4。中国煤矿事故死亡率是中等发达国家的8倍,是美国的90多倍。显然,中国煤矿多发的重大恶性事故仍没有得到根本遏制,煤矿安全问题仍具有很大的挑战性。

目前,煤矿重大恶性事故时有发生,煤矿安全生产形势仍然十分严峻,煤矿在工矿企业中事故死亡人数最多。2000~2007年煤矿事故起数和死亡人数如图1-1所示。

频繁发生的重特大事故已经成为制约我国经济社会健康发展的严重问题。



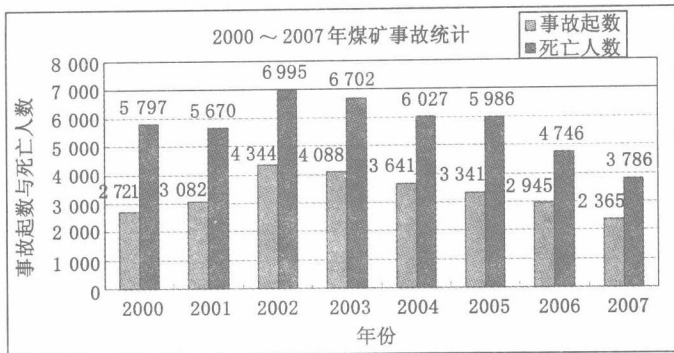


图 1-1 2000~2007年煤矿事故起数和死亡人数

我国每年因事故造成的损失高达 2 500 亿元人民币。煤矿安全已成为国计民生的大事,党和政府为此颇为重视。

2000~2007年煤矿 1 次死亡 10 人以上事故起数和人数如图 1-2 所示。在我国煤矿事故类型当中,瓦斯事故最为严重。瓦斯事故死亡人数占全国煤矿事故死亡人数的 74% 以上,事故次数也占全国煤矿事故次数的 70%。

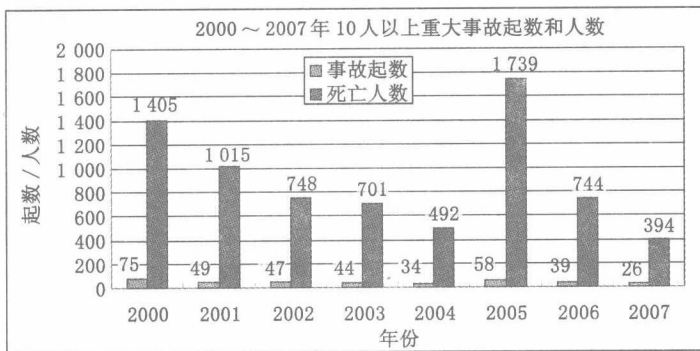


图 1-2 2000~2007年煤矿 1 次死亡 10 人以上事故起数和人数

由此可见,煤矿对瓦斯灾害的防控是改变煤矿安全形势的关键。

随着矿产资源长期大规模的开发,矿山已向深部开采过渡,水压、地压、瓦斯压力都会相应增大,自然条件、工作环境在不断恶化,煤与瓦斯突出、冲击地压等灾害的复杂性和治理的难度加大。

### 1.3 煤矿安全的影响因素

煤矿安全形势不好是由多方面原因造成的。既有历史原因,也有现实原因;既有客观原因,也有主观原因。主要有以下几方面:

#### (1) 历史原因。

绝大部分矿井是在 20 世纪 60、70 和 80 年代建设的,当时我国的生产力水平较低、经济基础薄弱、技术和装备制造业落后。这些矿井的井巷工程、开拓布局不适应当前煤炭形势的急速发展,如通风系统不合理,而且老化。技术装备较落后,设备的安全性能差,而且老化。虽然几经改造,但毕竟是修修补补,导致大部分矿井的安全生产基础薄弱,防灾、抗灾能力不足,给安全生产造成一定困难。

#### (2) 自然条件复杂而艰险,潜在危险源不能及时、准确地辨识。

煤炭开采是地下作业,其环境和对象是亿万年前形成的煤系地层、经过上万次地壳运动和地质构造而形成的地质环境,存在着潜在的危险源。现有技术和装备还不能完全掌控复杂而多变的地质、瓦斯和水文灾害的变化规律。作业面前方数米之内摸不着、看不透、测不准,这给煤矿灾害防控带来重重困难。

(3) 煤矿瓦斯火灾事故致因复杂,事故控制理论研究深度不够;治理煤矿灾害难度大,缺乏治理危险源的关键技术。

煤矿灾害,如煤与瓦斯突出、煤炭自然发火、冲击地压等。其发生机理至今尚未彻底掌握;灾害的规律尚未完全揭示和清楚;更重要的是目前尚未完全掌握治理灾害的关键技术,或由于工程上的局限性,不能驾驭灾害。

#### (4) 煤矿员工素质低,技术力量薄弱。

煤矿职工素质低是由多方面的原因造成的。由于煤矿的工作环境和安全条件较差,属于高危和艰苦行业,且收入水平不高,这种客观条件决定了一线员工队伍的受教育程度和文化水平较低,以及较高素质的人员流失多和专业技术人员较匮乏。加之目前的用工制度以合同工和协议工为主,还有些职工为半工半农,职工队伍稳定性较差,进而导致其安全素质低、管理难度大。据调查,30 万 t 以上大中型煤矿从业人员中,初中以下文化程度占 62.67%,大专以上占 5.44%,高级工程技术人员占 3%;30 万 t 以下小型煤矿从业人员中,中专以上职工平均每矿不到 3 人。45 家安全重点监控企业中,有 20 家矿均“一通三防”技术人员(包括矿总工程师和分管副总工程师)不足 5 人,区队一级的技术人员则更少。地方生产矿井特别是小煤矿的技术力量更是缺乏。

#### (5) 安全管理模式落后。

① 缺乏科学正确的安全理念来增强安全意识。“安全第一”的思想和意识

不稳定,一般情况下较强,在生产和安全冲突严重时有反复。

② 采用“胡萝卜+大棒”式管理模式,过于依赖制度约束,管理方式和手段简单化和形式化,缺乏科学性和系统性,操作起来很难见到实效。

其实,安全管理是一门很重要的、值得深入研究的科学,与生产实践一样也有紧密、严格规范的操作程序。

③ 缺乏科学方法和有力手段纠正员工的不安全行为。安全教育和培训多数是走过场,员工也只是听听而已,难以深入人心,造成员工的安全意识不强。

④ 严惩和重罚的事故和未遂事故管理模式不利于接受教训。追究事故责任者是应该的,但有时由于对事故的肇事者和管理者采取了不“讲理”式严惩和重罚,往往可能导致证据被销毁、隐瞒真相,不能揭示事故真相,从而不能吸取事故教训,导致类似事故重复发生。事实上,对于预防同类事故重复发生,说清楚事故真相比惩罚更重要。

⑤ 员工与企业之间难以建立心理契约,员工缺乏自主管理意识。

⑥ 安全培训和教育的模式、方法和手段落后,培训过程流于形式。

⑦ 煤矿安全开采决策和管理水平较低,依靠经验决策较普遍,存在盲目性;照章办事和逃避责任的形式主义作风盛行。

(6) 安全管理信息未形成系统,没有建立起从信息采集、整理分析和实施管理一体化的完整体系,不能有效挖掘和利用。

事故致因的信息不能有效获取,特别是原始和采动基础信息,如采动应力动态分布、采动瓦斯的动态分布、采动应力与瓦斯的耦合作用机制等均不明确。

(7) 工作环境差、劳动强度大。

地下开采,工作环境黑暗、潮湿、高温,而且时时处处充满危险。煤矿员工常年在一种工作环境中工作,会使人情不自禁产生违章的意念、动机和行为。安全的思想很容易被“侥幸”心理所代替,容易发生冒险和“越轨”的不安全行为,同时也容易产生过失。

疲劳战、连轴转的工作模式导致管理人员精神和视觉疲劳,对不安全现象熟视无睹。

(8) 作业场所分散,管理难度大。

煤矿特别是大中型矿井,作业场所一般要分散在数个地区、数平方千米的范围内,不像地面车间可视化程度高,这给安全管理带来了难度。

(9) 供需紧张。

煤炭需求增长快、生产压力大,导致因急于增加产量进行超能力生产,使得采掘接替紧张、采用不正规或违规的开采方法和生产方式,最终导致生产“凌驾”于安全之上,忽视安全。

(10) 生产力水平低,安全装备的性能不够先进。

从生产力发展水平看,我国总体发展水平较低,经济结构不合理,增长方式较为粗放。中国煤矿生产的机械化和自动化水平相对其他工业要落后,不少矿井仍是“两镐一炮”的作业方式,体力劳动量大、强度高。这种长期落后的劳作特点决定了其落后的管理模式和落后的文化;生产力水平决定了安全装备的性能不能满足安全需要。

(11) 安全投入不足。

安全投入严重不足。乡镇煤矿的矿主不愿意投入,安全生产条件无法得到改善,存在增加安全投入会加大成本,影响经济效益和当地的财政收入等种种不正确观念。

(12) 监管不能做到全面化和全时化;有时受到地方保护主义的干扰而使监管不到位。

以上因素是导致煤矿成为高危行业的重要因素。

## 1.4 改变煤矿安全态势的对策

2009年2月22日凌晨,山西屯兰煤矿发生瓦斯爆炸,造成78人死亡。屯兰煤矿是国有大型现代化矿井,曾经连续5年未发生事故,但仍然发生了重大事故。这次事故值得引起人们,特别是大型现代化矿井的管理者的思考:应该如何避免悲剧发生?

面对煤矿频发的事故,有人呼吁中国要用“重典”,要用“最严厉的煤矿安全制度”。光是最严厉的煤矿安全制度能完全、彻底解决问题吗?难也!还是认真研究一下煤矿事故的致因,认真研究一下煤矿事故的“木桶理论”吧!

煤矿安全符合“木桶理论”。煤矿安全由1.3节中影响煤矿安全因素(事故致因)的若干个“木板”组成,如图1-3所示。从图中可知,只要有一块“木板”短缺,煤矿安全生产就会失去平衡,就可能发生事故。因此,要改变我国煤矿安全的态势,就需要针对1.3节中的影响因素逐一采取对策,方可达到预期效果。

鉴于我国煤矿地质和开采技术条件复杂多变、管理水平低、人员素质参差不齐的现状,在深入总结煤矿重大事故经验教训的基础上,完善事故预测和控制决策理论。采用信息技术手段,实现事故预测和控制决策的信息化、智能化和可视化已经成为煤矿安全控制的紧迫任务。应采取的对策如图1-4所示。

(1) 强化安全思想意识。决策层要深刻认识到安全是企业的使命和责任,树立“尊重生命、守护生命”的安全理念;安全也是企业的最大经济效益,一切经济效益都是建立在安全基础上的,安全不能保证其他效益就无从谈起。

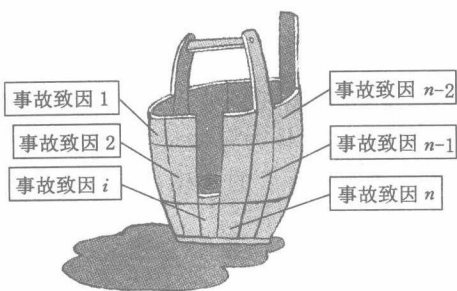


图 1-3 煤矿安全“木桶理论”

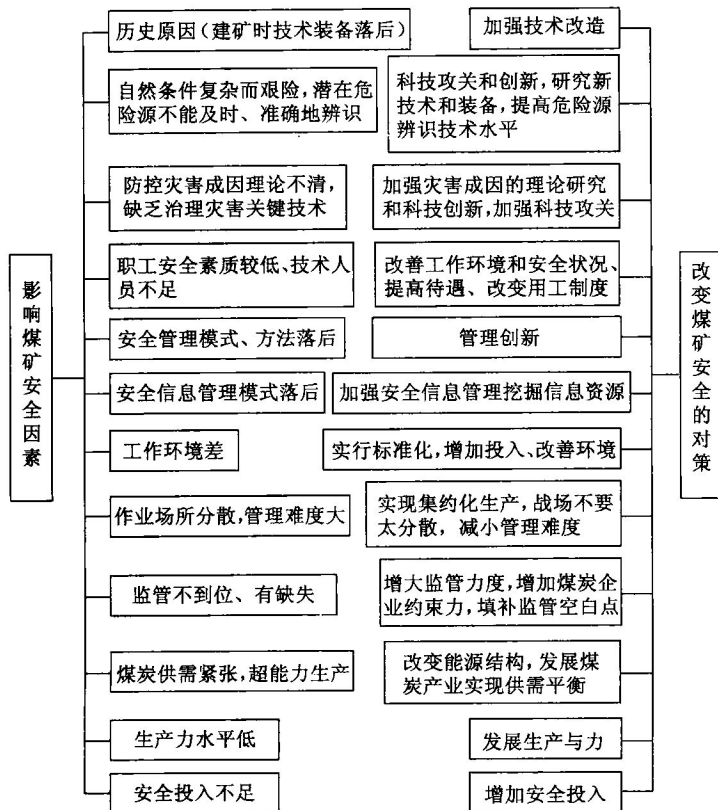


图 1-4 改变煤矿安全态势的对策

(2) 改变煤矿的社会形象,要在招工时提高入矿人员素质和文化水平,从源头治理员工素质低的问题;改变煤矿职工安全培训模式,分类培训,增加安全教育的亲和力和亲切感,避免居高临下式的空洞说教,使煤矿职工们爱听并能主动思考安全问题,达到“随风潜入夜,润物细无声”的教育效果。

(3) 改变事故管理模式,对事故和未遂事故要强调查清其原因和过程,吸取教训,避免同类事故再次发生;尽可能做到“事故申报无惩罚”,将事故作为资源的一部分。

(4) 加强原始和动态安全信息的采集,如煤层参数、瓦斯参数、采动应力变化和分布。进行采掘工作面冲击地压事故的预测和控制、采掘工作面瓦斯和煤层突出事故的预测和控制。

(5) 建立安全管理信息与决策支持系统,采用高新技术手段提高煤矿管理水平,避免决策盲目性。

(6) 加大重大事故预测和控制理论及相关信息基础的研究,实现事故预测控制理论和信息技术的结合,把煤矿安全决策和实施管理推进到信息化、智能化和可视化以及科学定量管理的新阶段。

## 参考文献

- [1] 联合国开发署(UNDP-CMS). 加强中国煤矿安全保障能力建设,2007~2010年.

## 2 矿井瓦斯地质与煤层瓦斯涌出特性

掌握煤层的瓦斯赋存规律、瓦斯的特征参数及其涌出规律是煤矿防控瓦斯灾害的基础工作,也是有效控制煤矿瓦斯事故的关键。

国内外研究实践证明,瓦斯分布是不均衡的,具有分区、分带赋存的特点,其分区、分带性与地质因素有密切关系。因此,编制符合实际的矿井瓦斯地质图,可为防治煤与瓦斯突出及瓦斯综合防治提供关键技术支撑。

### 2.1 煤层瓦斯的吸附特性

煤具有极其发育的微孔隙,有很大的比表面积。煤的天然孔隙率和裂隙率是煤的一个主要特征,它决定了煤吸附和储存气体(瓦斯)的性能。研究表明,瓦斯气体在煤内表面的吸附是物理吸附,其本质是煤表面分子和瓦斯气体分子之间相互吸引的结果;在煤体和孔隙内因瓦斯压力梯度而引起渗流作用,因浓度梯度的作用产生高浓度向低浓度扩散。瓦斯气体在向煤体深部进行渗流—扩散运移的同时,与接触到的煤体孔隙、裂隙表面发生吸附和脱附。运动着的气体分子热运动的动能随着温度、压力等条件的变化而改变。当动能增加,气体分子克服内部引力场,从煤的内表面脱离进入环境大气中。

煤的吸附能力不仅受煤岩自身的性质所制约,还受许多外部因素的影响,如温度、湿度、气体成分、粒度等。

目前广泛应用兰氏(Langmuir)等温吸附方程来描述煤层瓦斯的吸附态方程。Langmuir 方程的图示形式称为吸附等温线。其表达式为

$$V = V_L p / (p_L + p)$$

式中  $V$ ——吸附量,  $\text{cm}^3/\text{g}$ ;

$V_L$ ——Langmuir 体积,  $\text{cm}^3/\text{g}$ ;

$p_L$ ——Langmuir 压力, MPa;

$p$ ——气体压力, MPa。

平煤十矿戊<sub>9-10</sub>和己<sub>15</sub>煤层的吸附参数如表 2-1 所列,其吸附等温线如图 2-1、图 2-2 所示。由表中数据可见,平煤十矿煤的吸附能力有着强烈的非均质性,兰氏体积变化范围为 10.35~48.43  $\text{m}^3/\text{t}$ ,兰氏压力变化范围为 0.81~3.7 MPa。

表 2-1 平煤十矿戊<sub>9-10</sub>和己<sub>15</sub>煤层吸附实验结果

样品编号	煤层	$M_{ad}/\%$	$A_{ad}/\%$	$V_L/m^3 \cdot t^{-1}$	$p_L/MPa$	温度/ $^{\circ}C$
10-1	戊 <sub>9-10</sub>	2.0	15	36.28	1.79	40
10-2	戊 <sub>9-10</sub>	4.5	15.9	43.21	3.7	40
10-3	戊 <sub>9-10</sub>	4.5	15.9	41.98	1.3	30
10-4	戊 <sub>9-10</sub>	0.7	12.2	41.62	2.7	30
10-5	戊 <sub>9-10</sub>	4.9	14.8	48.43	1.43	30
10-6	戊 <sub>9-10</sub>	1.9	24.8	39.33	2.27	40
10-7	戊 <sub>9-10</sub>	0.89	14.92	18.16	1.77	30
10-8	己 <sub>15</sub>	1.7	8.5	32.79	2.78	30
10-9	己 <sub>15</sub>	0.9	12.09	10.35	0.81	30

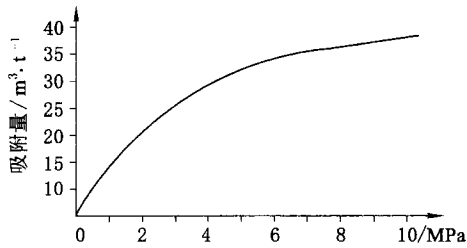


图 2-1 戊<sub>9-10</sub>煤矿吸附等温线

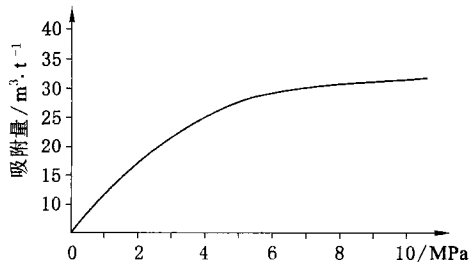


图 2-2 己<sub>15</sub>煤吸附等温线



## 2.2 煤层瓦斯含量分布及预测研究

### 2.2.1 平煤十矿戊<sub>9-10</sub>煤层瓦斯含量测定

采用直接法测定和勘探钻孔煤层瓦斯含量,结果见表 2-2。

表 2-2 平煤十矿戊<sub>9-10</sub>煤层瓦斯含量测定结果

序号	取样地点	孔号	CH <sub>4</sub>	A	W	瓦斯含量	标高
			%	%	%	m <sup>3</sup> /t	m
1	-320 出煤巷	2	91.88	9.16	0.68	8.56	-296.5
2	-320 出煤巷	3	90.12	10.99	0.74	6.36	-293.0
3	-320 出煤巷	5	99.06	11.36	0.38	5.10	-279.8
4	20090 机巷	1	86.42	22.06	0.50	4.79	-237.0
5	20090 机巷	3	85.13	21.54	2.07	4.01	-222.8
6	20090 机巷	4	95.57	16.33	0.36	7.01	-219.0
7	20060 风巷	2	73.57	14.91	0.78	5.04	-185.0
8	20100 机巷	1	71.00	44.30	0.95	8.12	-390
9	-320 出煤巷					13.64	-320
10	20210 风巷		93.34	30	0.67	21.06	-516
11	20210 机巷		99.2	29.2	1.31	19.6	-552
12	21170 机巷					18.9	-450

### 2.2.2 戊<sub>9-10</sub>煤层瓦斯含量随采深变化分析

整个井田瓦斯含量随着深度增加而增大。在郭庄背斜以北瓦斯含量随着深度增加的梯度变大。

将表 2-2 中瓦斯含量与其相应的标高数据描在图 2-3 上,其含量随深度增加而增大,两者基本符合线性关系。

对表 2-2 中的数据进行回归分析,得到戊<sub>9-10</sub>煤层瓦斯含量  $Q_{CH_4}$  与标高  $Z$  关系方程式如下:

$$Q_{CH_4} = 0.048 1Z - 5.683 8 \quad (2-1)$$

$$R^2 = 0.831 4$$

式中  $Q_{CH_4}$  —— 瓦斯含量, m<sup>3</sup>/t;