

GAOWASI KUANGJING WASI ZAIHAI FANGZHI ZHUANTI PEIXUN JIAOCAI

# 高瓦斯矿井 瓦斯灾害防治专题 培训教材

韩玉明 高忠红 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

煤矿安全

煤矿安全培训教材，以预防为主，综合治理，提高煤矿从业人员的安全意识和自救互救能力，提高煤矿安全生产水平。

# 高瓦斯矿井瓦斯灾害防治 专题培训教材

主 编 韩玉明 高忠红

中国矿业大学出版社  
地址：江苏省徐州市淮海西路  
邮编：221008  
电话：0516-2032111  
网址：www.cupm.com.cn

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书主要介绍了高瓦斯矿井瓦斯治理及抽采基本知识、高瓦斯矿井各工种安全操作知识、高瓦斯矿井安全管理知识、矿井瓦斯事故案例等内容。

本书是高瓦斯矿井对员工进行瓦斯灾害防治专题培训的教材,也可供广大煤矿工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

高瓦斯矿井瓦斯灾害防治专题培训教材 / 韩玉明,高忠红主

编. — 徐州:中国矿业大学出版社,2013.9

ISBN 978 - 7 - 5646 - 2057 - 8

I. ①高… II. ①韩… ②高… III. ①煤矿—瓦斯爆炸—防治—技术培训—教材 IV. ①TD712

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 229011 号

- 书 名 高瓦斯矿井瓦斯灾害防治专题培训教材  
主 编 韩玉明 高忠红  
责任编辑 李 敬 郭 玉  
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 24.75 字数 618 千字  
版次印次 2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷  
定 价 58.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



# 前 言

随着山西省煤炭企业兼并重组的不断推进,许多煤矿由瓦斯矿井升级为高瓦斯矿井,矿井瓦斯治理工作的难度进一步增大。各升级矿井坚持以瓦斯综合治理为重点,严格执行“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“十六字方针”,瓦斯治理取得明显成效。但是,由于这些矿井处于瓦斯升级初期,职工对瓦斯治理工作认识不够,瓦斯治理知识欠缺。因此,为贯彻落实国家、省关于安全生产工作的决策部署,牢固树立“培训不到位是重大安全隐患”的意识,坚持“安全生产,培训前置;依法培训,按需施教”的理念,我们编写了本培训教材。

本教材内容依据国家有关煤炭行业的法律、法规及规程、标准,紧密结合近年来煤矿瓦斯防治和抽采方面的生产经验和新技术,紧紧围绕提高职工瓦斯治理技术和治理理念目标,体现职业性、行业性的特点,全书以“必需”、“够用”为原则,采用大量的工程实例和案例,具有较强的实用性。

作为煤矿企业瓦斯升级后员工培训的基础教材,本书由韩玉明、高忠红主编。在本书编写过程中,借鉴和参考了有关教材、专著、手册等书籍和文献,在此谨向各位作者表示感谢!同时,本书编写也得到了朱国宏、李金龙、王神虎、迟克勇、张建强、裴羽、张小川、史圆卿、高素红、郑建英等同事、朋友的大力支持,在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者  
2013年6月

## 目 录

## 第一篇 高瓦斯矿井瓦斯治理及抽采知识

第一章 瓦斯基础知识	3
第一节 煤层瓦斯的赋存与含量	3
第二节 煤层瓦斯的生成和赋存	4
第三节 煤层瓦斯压力及其测定	8
第四节 煤层瓦斯含量及其测定	12
第五节 矿井瓦斯涌出量及其影响因素	16
第六节 瓦斯涌出量的预测	22
第七节 瓦斯爆炸	25
第二章 井下瓦斯治理技术	31
第一节 瓦斯爆炸防治措施	31
第二节 局部瓦斯的积聚和处理	37
第三节 瓦斯喷出及其预防	47
第三章 突出防治技术	51
第一节 煤(岩)与瓦斯突出的规律及分类	51
第二节 煤与瓦斯突出条件	55
第三节 煤与瓦斯突出预测	57
第四节 煤与瓦斯突出的综合防治	64
第五节 区域性防突措施	67
第六节 局部性防突措施	73
第七节 岩石与瓦斯突出的防治	85
第八节 安全防护措施	88
第四章 瓦斯抽采技术	93
第一节 瓦斯抽采概况	93
第二节 本煤层瓦斯抽采	94
第三节 邻近层瓦斯抽采	103
第四节 采空区瓦斯抽采	113
第五节 矿井瓦斯抽采系统	120

第六节	矿井瓦斯抽采管网及抽采泵选择	125
第七节	矿井瓦斯抽采施工与监测	128
第八节	矿井瓦斯钻孔施工设备	130

## 第二篇 高瓦斯矿井各工种安全操作知识

第一章	瓦斯相关各工种安全操作知识	135
第一节	瓦检工安全操作知识	135
第二节	瓦斯钻工安全操作知识	148
第三节	瓦斯抽采管道工安全操作知识	157
第四节	瓦斯泵工安全操作知识	163
第五节	监测监控工安全操作知识	172
第六节	通风各工种安全操作知识	192
第七节	防突工安全操作知识	232
第二章	其他工种安全操作知识	269
第一节	采掘各工种安全操作知识	269
第二节	机电及运输工安全操作知识	288

## 第三篇 高瓦斯矿井安全管理相关知识

第一章	井下安全管理相关知识	315
第一节	瓦斯浓度测定及管理	315
第二节	矿井瓦斯监测与监控系统设置	320
第三节	矿井瓦斯等级及其鉴定	323
第四节	煤与瓦斯突出管理	327
第五节	井下瓦斯抽采管理	332
第六节	计算矿井瓦斯储量及可抽瓦斯量	340
第七节	分源法预测矿井瓦斯涌出量	342
第二章	瓦斯泵站安全管理相关知识	345
第一节	瓦斯抽采系统设置要求	345
第二节	瓦斯抽采管理及规章制度	348
第三节	瓦斯抽采技术资料	351

## 第四篇 瓦斯相关事故案例

第一章	瓦斯爆炸事故案例分析	357
第一节	韩城矿务局某矿瓦斯爆炸事故案例	357
第二节	攀枝花某矿特别重大瓦斯爆炸事故案例	359
第三节	山西阳泉某矿“7·26”较大瓦斯事故调查报告	363
第四节	宜丰县某煤矿瓦斯爆炸事故案例	366

---

第二章 瓦斯喷出及燃烧事故案例分析.....	369
第一节 瓦斯喷出事故案例.....	369
第二节 某矿选煤厂瓦斯燃烧事故案例.....	370
第三章 煤与瓦斯突出事故案例分析.....	373
第一节 湖南某矿业有限公司煤与瓦斯突出事故案例分析.....	373
第二节 义煤集团某煤矿煤与瓦斯突出事故案例分析.....	376
第三节 师宗县某矿特别重大煤与瓦斯突出事故案例.....	378
第四节 丰城矿务局某煤矿煤与瓦斯突出事故案例.....	381
参考文献.....	385

# 第一章 瓦斯基础知识

## 第一节 煤层瓦斯的存在与含量

# 第一篇 高瓦斯矿井瓦斯 治理及抽采知识





# 第一章 瓦斯基础知识

## 第一节 煤层瓦斯的赋存与含量

### 一、矿井瓦斯的定义

矿井瓦斯是指矿井内以甲烷为主的有毒有害气体的总称,有时专指甲烷。由此可见,瓦斯指的是一种混合气体,其组分包括井下产生的所有有毒有害气体。

矿井瓦斯的来源主要有四类:一是煤层及围岩内赋存并能涌入到矿井的气体;二是矿井生产过程中生成的气体,如炮烟等;三是井下空气与煤、岩、矿用材料之间的化学或生物化学反应生成的气体;四是放射性物质蜕变过程中生成的气体。

瓦斯组分中的气体成分不同,其性质具有很大的差异。从安全的角度可以将这些组分划分为四类:

(1) 可燃性气体。如  $\text{CH}_4$  等烷烃类( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ )、环烷烃( $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ )、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  等,这些气体具有可燃的特性,在一定浓度范围内与空气混合往往具有爆炸性,对煤矿安全构成严重威胁。

(2) 有毒性气体。如  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  等,这些气体达到一定的浓度时,会直接威胁人体的健康甚至生命。

(3) 窒息性气体。如  $\text{N}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$  等,这些气体往往赋存在煤体或其围岩内,开采过程中大量涌到生产空间,从而使空气中氧气的浓度降低,造成人员窒息。

(4) 放射性气体。如氡气。

从以上可以看出,矿井瓦斯成分相当复杂,但各种成分的含量差别极大。在煤矿井下,由煤层及其围岩涌出的甲烷往往占到瓦斯总量的 90% 以上。因此在述及矿井瓦斯时,通常是独指甲烷(本书如不特别指明,则瓦斯单独指甲烷)。

### 二、瓦斯的性质

#### (一) 瓦斯的基本性质

瓦斯是一种无色、无味、无臭、无毒的气体,人的感觉器官无法感知瓦斯的存。标准状态下瓦斯的密度为  $0.716 \text{ kg/m}^3$ ,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  $20^\circ\text{C}$  和  $0.1013 \text{ MPa}$  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 1-1-1 所示。

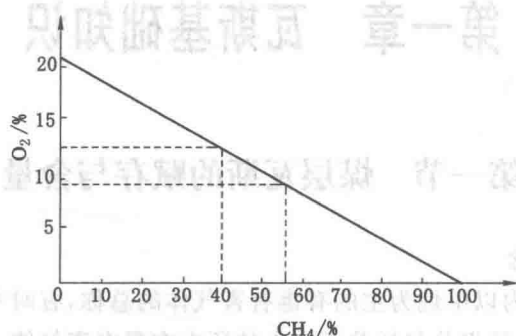


图 1-1-1 井下空气中瓦斯和氧的含量关系

## (二) 瓦斯的燃烧性和爆炸性

瓦斯是一种可燃性气体,当其在空气中的浓度达到某一范围时,遇适当的火源就会发生燃烧或爆炸。当瓦斯浓度在 0~5% (爆炸下限) 时,遇火源发生氧化燃烧反应,在火焰外围形成稳定的燃烧层;瓦斯浓度位于 5%~16% 范围内时,遇火源会形成强烈的爆炸;瓦斯浓度超过爆炸上限 16% 时,混合气体无法被点燃,但与新鲜空气混合时,可以在混合界面上被点燃,形成稳定的火焰。

对煤矿井下安全威胁最大的是瓦斯爆炸,局部区域瓦斯的瞬间爆炸可以对井下的人员和设施造成很大的伤害和破坏,由此引发的煤尘爆炸、火灾、冒顶及通风系统紊乱等又会使事故进一步扩大,造成更大损失。瓦斯燃烧是煤矿非常危险的事故,瓦斯的瞬间燃烧往往使人来不及躲避,造成人员伤亡,并引发火灾事故。因此,在煤矿建设和生产中,防治瓦斯爆炸和燃烧是防治瓦斯事故的主要环节。

## 第二节 煤层瓦斯的生成和赋存

### 一、煤层瓦斯的生成

煤层瓦斯是腐植型有机物在成煤的过程中生成的。煤是一种腐植型有机质高度富集的可燃有机岩,是植物遗体经过复杂的生物、地球化学、物理化学作用转化而成。从植物死亡、堆积到转变成煤要经过一系列演变过程,这个过程称为成煤作用。在整个成煤过程中都伴随有烃类、二氧化碳、氢和稀有气体的产生。结合成煤过程,大致可划分为两个成气时期。

#### (一) 生物化学作用成气时期

这是成煤作用的第一阶段,即泥炭化或腐植化阶段。这个时期是从成煤原始有机物堆积在沼泽相和三角洲相环境中开始的,在温度不超过 65℃ 条件下,成煤原始物质经厌氧微生物的分解生成瓦斯。

这个阶段生成的泥炭层埋藏较浅,覆盖层的胶结固化程度不够,生成的瓦斯很容易渗透和扩散到大气中去,因此,生化作用生成的瓦斯一般不会保留到现在的煤层内。

(二) 煤化变质作用成气时期

这是成煤作用的第二阶段,即泥炭、腐泥在以压力和温度为主的作用下变化为煤的过程。在这个阶段中,随着泥炭层的下沉,上覆盖层越积越厚,压力和温度也随之增高,生物化学作用逐渐减弱直至结束,进入煤化变质作用成气时期。由于埋藏较深且覆盖层已固化,在压力和温度影响下,泥炭进一步变为褐煤,褐煤再变为烟煤和无烟煤。

从褐煤到无烟煤,煤的变质程度越高,生成的瓦斯量也越多。

二、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 μm 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 μm,它构成煤的吸附空间。

(2) 小孔:直径为 0.01~0.1 μm,是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。

煤的视密度  $\rho_s$  和煤的真密度  $\rho_d$  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。

不同的煤种孔隙率有很大不同,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。

(二) 瓦斯在煤体内的赋存状态

瓦斯在煤体中呈两种状态存在,即游离状态和吸附状态。

1. 游离状态

游离状态也叫自由状态,存在于煤的孔隙和裂隙中,如图 1-1-2 所示。这种状态的瓦斯以自由气体存在,呈现出的压力服从自由气体定律。游离瓦斯量的大小主要取决于煤的孔隙率,在相同的瓦斯压力下,煤的孔隙率越大,则所含游离瓦斯

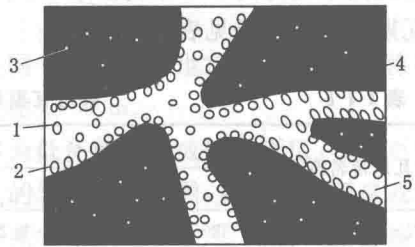


图 1-1-2 瓦斯在煤内的存在状态示意图

1——游离瓦斯;2——吸着瓦斯;  
3——吸收瓦斯;4——煤体;5——孔隙

量也越大。在贮存空间一定时,游离瓦斯量的大小与瓦斯压力成正比,与瓦斯温度成反比。

## 2. 吸附状态

这种状态的瓦斯主要吸附在煤的微孔表面上(吸着瓦斯)和煤的微粒结构内部(吸收瓦斯),如图 1-1-2 所示。吸着状态是在孔隙表面的固体分子引力作用下,瓦斯分子被紧密地吸附于孔隙表面上,形成很薄的吸附层;而吸收状态是瓦斯分子充填到极其微小的微孔孔隙内,占据着煤分子结构的空位和煤分子之间的空间,如同气体溶解于液体中的状态。吸附瓦斯量的大小,取决于煤的孔隙结构特点、瓦斯压力、煤的温度和湿度等。一般规律是:煤中的微孔越多、瓦斯压力越大,吸附瓦斯量越大;随着煤的温度增加,煤的吸附能力下降;煤的水分占据微孔的部分表面积,故煤的湿度越大,吸附瓦斯量越小。

煤体中的瓦斯含量是一定的,但处于游离状态和吸附状态的瓦斯量是可以相互转化的,这取决于外界的温度和压力等条件变化。如当压力升高或温度降低时,部分瓦斯将由游离状态转化为吸附状态,这种现象叫做吸附;相反,如果压力降低或温度升高时,又会有部分瓦斯由吸附状态转化为游离状态,这种现象叫做解吸。吸附和解吸是两个互逆过程,这两个过程在原始应力下处于一种动态平衡,当原始应力发生变化时,这种动平衡状态将被破坏。

根据国内外研究成果,现今开采的深度内,煤层中的瓦斯主要是以吸附状态存在着,游离状态的瓦斯只占总量的 10% 左右。但在断层、大的裂隙、孔洞和砂岩内,瓦斯则主要以游离状态赋存。随着煤层被开采,煤层顶底板附近的煤岩产生裂隙,导致透气性增加,瓦斯压力随之下降,煤体中的吸附瓦斯解吸而成为游离瓦斯,在瓦斯压力失去平衡的情况下,大量游离瓦斯就会通过各种通道涌入采掘空间,因此,随着采掘工作的进展,瓦斯涌出的范围会不断扩大,瓦斯将保持较长时间持续涌出。

## 三、煤层瓦斯赋存的垂直分带

当煤层有露头或在冲击层下有含煤地层时,在煤层内存在两个不同方向的气体运移,即煤层中经煤化作用生成的瓦斯经煤层、上覆岩层和断层等由深部向地表运移;地面的空气、表土中的生物化学作用生成的气体向煤层深部渗透和扩散。这两种反向运移的结果,形成了煤层中各种气体成分由浅到深有规律地变化,呈现出沿赋存深度方向上的带状分布。煤层瓦斯的带状分布是煤层瓦斯含量及巷道瓦斯涌出量预测的基础,也是搞好瓦斯管理的重要依据。

### (一) 瓦斯风化带及其深度的确定依据

根据前苏联矿业研究院对井下煤层瓦斯组分和含量的大量测定,将煤层瓦斯赋存按深度自上而下划分为 4 个带:氮气—二氧化碳带、氮气带、氮气—甲烷带和甲烷带。各带的煤层瓦斯组分和含量见表 1-1-1。

表 1-1-1 煤层瓦斯垂直分带瓦斯组分及含量表

瓦斯带名称	CO <sub>2</sub>		N <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>	
	%	m <sup>3</sup> /t	%	m <sup>3</sup> /t	%	m <sup>3</sup> /t
氮气—二氧化碳带	20~80	0.19~2.24	20~80	0.15~1.42	0~10	0~0.16
氮气带	0~20	0~0.27	80~100	0.22~1.86	0~20	0~0.22
氮气—甲烷带	0~20	0~0.39	20~80	0.25~1.78	20~80	0.06~5.27
甲烷带	0~10	0~0.37	0~20	0~1.93	80~100	0.61~10.5

图 1-1-3 是俄罗斯顿巴斯煤田煤层瓦斯组分在各瓦斯带中的变化图。由图中可见,甲烷带中的甲烷含量都在 80% 以上,而其他各带甲烷含量逐渐减少或消失,因此,把前面的氮气—二氧化碳带、氮气带、氮气—甲烷带统称为瓦斯风化带。

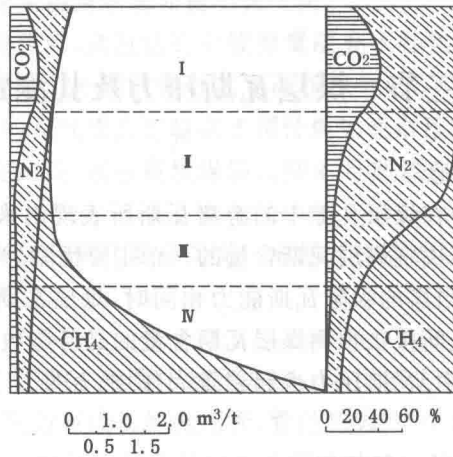


图 1-1-3 顿巴斯煤田煤层瓦斯组分在各瓦斯带中的变化

I——氮气—二氧化碳带; II——氮气带; III——氮气—甲烷带; IV——甲烷带

由于各个煤田的形成条件和煤层瓦斯生成环境不同,各煤田的瓦斯组分可能有很大差别。此外,受成煤环境和各种地质条件的影响,有的矿井中甚至缺失了其中的一个或两个带,如沈阳红阳三井井田就缺失了氮气带和氮气—甲烷带,而仅存在二氧化碳—甲烷带和甲烷带。有的矿井甚至出现了二氧化碳—甲烷带。

瓦斯风化带的下部边界深度可根据下列指标中的任何一项来确定:

- (1) 在瓦斯风化带开采煤层时,煤层的相对瓦斯涌出量达到  $2 \text{ m}^3/\text{t}$ ;
- (2) 煤层内的瓦斯组分中甲烷含量达到 80% (体积比);
- (3) 煤层内的瓦斯压力为  $0.1 \sim 0.15 \text{ MPa}$ ;
- (4) 煤的瓦斯含量达到  $2 \sim 3 \text{ m}^3/\text{t}$  (烟煤) 和  $5 \sim 7 \text{ m}^3/\text{t}$  (无烟煤)。

瓦斯风化带的深度取决于井田地质和煤层赋存条件,如围岩性质、煤层有无露头、断层发育情况、煤层倾角、地下水活动情况等。围岩透气性越好、煤层倾角越大、开放性断层越发育、地下水活动越剧烈,则瓦斯风化带深度就越大。

不同矿区瓦斯风化带的深度有较大差异,即使是同一井田有时也相差很大,如开滦矿区的唐山矿和赵各庄矿,两矿的瓦斯风化带深度下限就相差 80 m。

需要说明的是,尽管位于瓦斯风化带内的矿井多为低瓦斯矿井或低瓦斯区,瓦斯对生产不构成主要威胁,但有的矿井或区域二氧化碳或氮气的含量是很高的,如果通风不良或管理不善,也有可能造成人员窒息事故。如 1980 年,江苏某矿在瓦斯风化带内掘进胶带输送机巷道时,曾先后 2 次发生人员窒息事故,经分析是煤层中高含量氮气涌入巷道内造成的。

## (二) 甲烷带

瓦斯风化带以下是甲烷带,是大多数矿井进行采掘活动的主要区域。在甲烷带内,煤层的瓦斯压力、瓦斯含量随着埋藏深度的增加呈有规律地增长。增长的梯度随不同煤质(煤化



程度)、不同地质构造和赋存条件有所不同。相对瓦斯涌出量也随着开采深度的增加而有规律地增加,不少矿井还出现了瓦斯喷出、煤与瓦斯突出等特殊涌出现象。因此,要搞好瓦斯防治工作,就必须重视甲烷带内的瓦斯赋存与运动规律,并采取针对性措施,才能防止瓦斯的各种涌出危害。

## 第三节 煤层瓦斯压力及其测定

### 一、煤层瓦斯压力的概念

煤层瓦斯压力是指赋存在煤层孔隙中的游离瓦斯所表现出来的气体压力,即游离瓦斯作用于孔隙壁的压力。它是决定煤层瓦斯含量的一个主要因素,当煤的孔隙率相同时,游离瓦斯量与瓦斯压力成正比;当煤的吸附瓦斯能力相同时,煤层瓦斯压力越高,煤的吸附瓦斯量越大。煤层瓦斯压力也是间接法预测煤层瓦斯含量的必备参数。此外,在瓦斯喷出、煤与瓦斯突出的发生、发展过程中,瓦斯压力也起着重大作用,瓦斯压力是预测突出的主要指标之一。

### 二、煤层瓦斯压力分布的一般规律

研究表明,在同一深度下,不同矿区煤层的瓦斯压力值有很大的差别,但同一矿区中煤层瓦斯压力随深度的增加而增大,这一特点反映了煤层瓦斯由地层深处向地表流动的总规律,也揭示了煤层瓦斯压力分布的一般规律。

煤层瓦斯压力的大小,取决于煤生成后煤层瓦斯的排放条件。在漫长的地质年代中,煤层瓦斯排放条件是一个极其复杂的问题,它除与覆盖层厚度、透气性能、地质构造条件有关外,还与覆盖层的含水性密切相关。当覆盖层充满水时,煤层瓦斯压力最大,这时瓦斯压力等于同水平的静水压力;当煤层瓦斯压力大于同水平静水压力时,在漫长的地质年代中,瓦斯将冲破水的阻力向地面逸散;当覆盖层未充满水时,煤层瓦斯压力小于同水平的静水压力,煤层瓦斯以一定压力得以保存。

在煤层赋存条件和地质构造条件变化不大时,同一深度各煤层或同一煤层在同一深度的各个地点,煤层瓦斯压力是相近的。随着煤层埋藏深度的增加,煤层瓦斯压力成正比例增加。

根据我国各煤矿瓦斯压力随深度变化的实测数据,瓦斯压力梯度  $m$  一般在  $0.007 \sim 0.012$  MPa/m,而瓦斯风化带的深度则在几米至几百米之间。

对于一个生产矿井,应该注意积累和充分利用已有的实测数据,总结出适合本矿的基本规律,为深水平的瓦斯压力预测和开采服务。

### 三、煤层瓦斯压力的测定

《煤矿安全规程》要求,为了预防石门揭穿煤层时发生突出事故,必须在揭穿突出煤层前,通过钻孔测定煤层的瓦斯压力,它是突出危险性预测的主要指标之一,又是选择石门防突措施的主要依据。同时,用间接法测定煤层瓦斯含量,也必须知道煤层原始的瓦斯压力。因此,测定煤层瓦斯压力是煤矿瓦斯管理和科研工作经常进行的一项内容。

测定煤层瓦斯压力时,通常是从围岩巷道(石门或围岩钻场)向煤层打孔径为  $50 \sim 75$  mm 的钻孔,孔中放置测压管,将钻孔封闭后,用压力表直接进行测定。为了测定煤层的原始瓦斯压力,测压地点的煤层应为未受采动影响的原始煤体。石门揭穿突出煤层前测定煤

层瓦斯压力时,在工作面距煤层法线距离 5 m 以外,至少打 2 个穿透煤层全厚或见煤深度不少于 10 m 的钻孔。

### (一) 测压方法

测压方法按测压方式分主动测压法和被动测压法。

主动测压法是钻孔封完孔后,通过钻孔向被测煤层充入补偿气体达到瓦斯压力平衡而测定煤层瓦斯压力的测压方法。补偿气体可选用高压氮气( $N_2$ )、高压二氧化碳气体( $CO_2$ )或其他惰性气体,补偿气体的充气压力应略高于预计煤层瓦斯压力。

被动测压法是钻孔封完孔后,通过被测煤层瓦斯的自然渗透达到瓦斯压力平衡而测定其瓦斯压力的测压方法。

测压的封孔方法分填料法和封孔器法两类。根据封孔器的结构特点,封孔器分为胶圈、胶囊和胶圈—黏液等几种类型。

#### 1. 填料封孔法

填料封孔法是应用最广泛的一种测压封孔方法。采用该法时,在打完钻孔后,先用水清洗钻孔,再向孔内放置带有压力表接头的测压管,管径约为 6~8 mm,长度不小于 6 m,最后用充填材料封孔。图 1-1-4 为填料法封孔结构示意图。

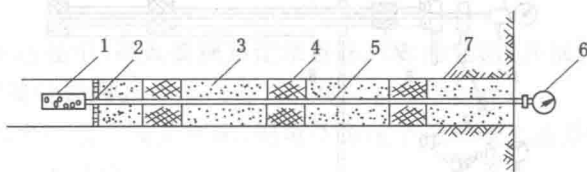


图 1-1-4 填料法封孔结构示意图

1——前端筛管;2——挡料圆盘;3——充填材料;4——木楔;5——测压管;6——压力表;7——钻孔

为了防止测压管被堵塞,在测压管前端焊接一段直径稍大于测压管的筛管或直接在测压管前端管壁打筛孔。为了防止充填材料堵塞测压管的筛管,在测压管前端后部套焊一挡料圆盘。测压管为紫铜管或细钢管,充填材料一般用水泥和砂子或黏土。填料可用人工或压风送入钻孔。为使钻孔密封可靠,每充填 1 m 左右,送入一段木楔,并用堵棒捣固。人工封孔时,封孔深度一般不超过 5 m;用压气封孔时,借助喷射罐将水泥砂浆由孔底向孔口逐渐充满,其封孔深度可达 10 m 以上。为了提高填料的密封效果,可使用膨胀水泥。

填料法封孔的优点是不需要特殊装置,密封长度大,密封质量可靠,简便易行;缺点是人工封孔长度短,费时费力,且封孔后需等水泥基本凝固后才能安装压力表。

#### 2. 封孔器封孔法

##### (1) 胶圈封孔器法

胶圈封孔器法是一种简便的封孔方法,它适用于岩柱完整致密的条件下。图 1-1-5 为胶圈封孔器封孔的结构示意图。

封孔器由内外套管、挡圈和胶圈组成。内套管即为测压管。封直径为 50 mm 的钻孔时,胶圈外径为 49 mm,内径为 21 mm,长度为 78 mm。测压管前端焊有环形固定挡圈,当拧紧压紧螺帽时,外套管向前移动压缩胶圈,使胶圈径向膨胀,达到封孔的目的。北票矿务局台吉矿在 -550 m 水平西 5 石门用胶圈封孔器实测的 10 号煤层瓦斯压力高达 8.1 MPa。



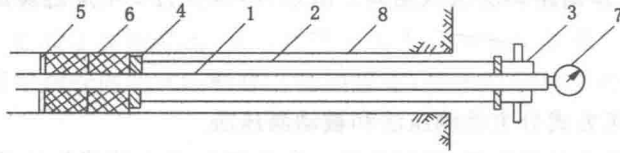


图 1-1-5 胶圈封孔器封孔结构示意图

1——测压管；2——外套管；3——压紧螺帽；4——活动挡圈；5——固定挡圈；6——胶圈；  
7——压力表；8——钻孔

胶圈封孔器的主要优点是简便易行，封孔器可重复使用；缺点是封孔深度小，且要求封孔段岩石必须致密、完整。

### (2) 胶圈—压力黏液封孔器法

这种封孔器与胶圈封孔器的主要区别是在两组封孔胶圈之间充入带压力的黏液。胶圈—压力黏液封孔器法的结构示意图如图 1-1-6 所示。

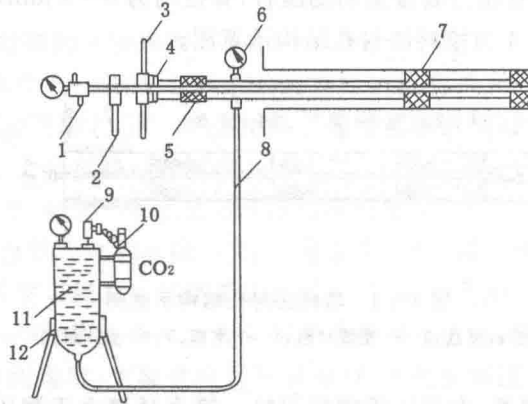


图 1-1-6 胶圈—压力黏液封孔器法的结构示意图

1——补充气体入口；2——固定把；3——加压手把；4——推力轴承；5、7——胶圈；6——黏液压力表；  
8——高压胶管；9——阀门；10——二氧化碳瓶；11——黏液；12——黏液罐

该封孔器由胶圈封孔系统和黏液加压系统组成。为了缩短测压时间，本封孔器带有预充气口，预充气压力略小于预计的煤层瓦斯压力。使用该封孔器时，钻孔直径 62 mm，封孔深度 11~20 m，封孔黏液段长度 3.6~5.4 m。该封孔器适用于坚固性系数  $f \geq 0.5$  的煤层。

这种封孔器的主要优点是：封孔段长度大，压力黏液可渗入封孔段岩(煤)体裂隙，密封效果好。通过在阳煤集团、焦作和鹤壁等矿区的实验证明，该封孔器能满足煤巷直接测定煤层瓦斯压力的要求。

### (二) 封孔及测压操作程序

(1) 当钻孔即将见煤时应停止钻进，通知测压人员，待其到达现场后，恢复钻进，穿透煤层，并清洗钻孔。排除孔中积水和岩屑。

(2) 测压人员要及时组装测压器，尽快封闭测压孔。封孔器的安装长度视深度而定，一般应尽可能靠近煤层。前端胶圈距煤层 1~1.5 m 为宜。装配时在所有胶圈处的内管外壁