



·煤·矿·主·要·灾·害·防·治·技·术·丛·书·

# 瓦斯灾害防治技术

中国煤炭工业劳动保护科学技术学会 组织编著



煤炭工业出版社

煤矿主要灾害防治技术丛书

# 瓦斯灾害防治技术

中国煤炭工业劳动保护科学技术学会 组织编著

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

本书系统地介绍了煤矿瓦斯的基本知识，剖析了煤矿瓦斯事故的主要原因，重点阐述了瓦斯爆炸及防治技术、瓦斯喷出及防治技术、煤与瓦斯突出及防治技术，并辅以典型案例加以解析。对矿井瓦斯抽放、矿井瓦斯检测与监控、矿井瓦斯检查与管理亦做了较为详细的论述。

本书可供煤矿工程技术人员、安全生产管理人员阅读，亦可供大中专院校相关专业师生参考。

## 编审委员会名单

主任 赵铁锤  
委员 (按姓氏笔画排序)  
王宏斌 王岐成 王树玉 刘伯 刘景华  
朱锦文 李文俊 运宝珍 邱宝杓 赵益芳  
窦永山  
主编 窦永山  
副主编 朱锦文 王树玉

### 《瓦斯灾害防治技术》

主编 运宝珍 刘洪  
审稿人 马尚权

### 《矿井粉尘防治技术》

主编 赵益芳  
编写人 赵益芳 赵森林 薄俊伟 赵树芬 赵光宇

### 《矿井水害防治技术》

主编 王宏斌 刘伯  
编写人 王宏斌 刘伯 才向军 张林  
审稿人 刘国林

## 《矿井火灾防治技术》

主 编 刘景华  
审稿人 方裕璋

## 《矿山压力与岩层控制技术》

主 编 王岐成  
审稿人 刘过兵

# 前 言

煤炭是我国国民经济发展的主要能源支柱。我国煤炭生产和国外相比,最大的特点之一是以井工生产为主。井工生产除生产过程复杂、环节多、工作地点经常移动外,还要受到矿压、瓦斯、火灾、水害、煤尘等自然灾害的威胁。随着矿井机械化程度的不断提高,开采强度的不断加大,煤矿安全问题日趋突出。因此,认真做好煤矿安全工作,对于加强煤矿劳动保护、搞好安全文明生产、加速我国煤炭工业持续稳定地发展具有重要的现实意义。

新中国成立以来,我国在煤矿灾害防治方面积累了丰富的经验,特别是随着《矿山安全法》、《煤炭法》和《安全生产法》等一系列法律法规的颁布与实施,我国煤矿灾害防治工作在理论研究及技术应用方面都取得了显著的进展,这对煤矿安全状况的改善发挥了重要作用。

为了系统地总结目前国内外行之有效的煤矿灾害防治技术,推动煤矿安全技术水平和管理水平的提高,使煤矿安全技术更加系统和完善,中国煤炭工业劳动保护科学技术学会组织从事煤矿安全技术的科研单位、高等院校以及煤炭生产企业的专家学者编写了本套丛书。本套丛书共有《瓦斯灾害防治技术》、《矿井火灾防治技术》、《矿井水害防治技术》、《矿井粉尘防治技术》、《矿山压力与岩层控制技术》5个分册。

本套丛书立足于现场应用,在内容上以矿井灾害防治理论与技术实践为基础,汇集了近年来国内外矿井灾害防治最新科研成果,具有先进性、科学性和较强的实用性。

本套丛书适合从事煤矿安全工作的科研、设计、生产的工程技术人员和管理人员阅读,也可供煤炭高等院校采矿、通风安全专业师生参考。

由于编者水平所限,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编审委员会

2007年6月

## 目 录

第一章 矿井瓦斯基本知识	1
第一节 矿井瓦斯的生成及赋存	1
第二节 煤层瓦斯相关参数及其测算	3
第三节 矿井瓦斯涌出及相关参数测算	33
第二章 我国煤矿瓦斯事故分析	50
第一节 我国煤矿瓦斯事故的特点	50
第二节 煤矿瓦斯事故主要原因分析	53
第三节 典型案例分析	61
第三章 瓦斯爆炸及防治	66
第一节 矿井瓦斯的危害	66
第二节 瓦斯爆炸的条件及影响因素	68
第三节 瓦斯爆炸的危害及原因分析	75
第四节 预防瓦斯爆炸的技术措施	86
第五节 典型案例分析	99
第四章 瓦斯喷出及防治	109
第一节 瓦斯喷出的分类及其危害	109
第二节 瓦斯喷出预防与处理措施	110
第三节 典型案例分析	114
第五章 煤与瓦斯突出及防治	118
第一节 煤与瓦斯突出综述	118
第二节 煤与瓦斯突出的机理及一般规律	123
第三节 煤与瓦斯突出的特征及综合防治措施	130
第四节 煤层突出危险性预测	137
第五节 防治煤与瓦斯突出的技术措施	152
第六节 采掘工艺防突措施与要求	168
第七节 防突措施效果检验	173
第八节 煤与瓦斯突出的安全防护措施	176
第九节 典型案例分析	184

---

<b>第六章 矿井瓦斯抽放</b> .....	194
第一节 我国煤矿瓦斯抽放现状.....	194
第二节 抽放瓦斯的必备条件.....	200
第三节 煤层瓦斯抽放方法.....	203
第四节 钻具及钻孔施工.....	250
第五节 抽放系统和抽放设备.....	271
第六节 瓦斯抽放参数检(监)测.....	303
第七节 煤层瓦斯利用.....	315
第八节 矿井瓦斯抽放设计.....	325
<b>第七章 矿井瓦斯检测与监控</b> .....	329
第一节 矿井瓦斯检测仪器.....	329
第二节 瓦斯传感器的设置.....	344
第三节 矿井安全监控系统.....	349
<b>第八章 矿井瓦斯检查与管理</b> .....	356
第一节 矿井瓦斯等级鉴定.....	356
第二节 瓦斯检查基本要求及检查方法.....	362
第三节 矿井瓦斯现场管理.....	368
第四节 典型案例分析.....	379
<b>参考文献</b> .....	389



# 第一章 矿井瓦斯基本知识

矿井瓦斯为煤矿主要灾害之首。为了对其进行防治,就必须首先了解和掌握矿井瓦斯的一些基本知识,如煤层瓦斯的性质、生成过程与赋存状态,有关煤层瓦斯基本参数的测定与计算方法,矿井瓦斯涌出形式,采掘过程中瓦斯涌出状况、分布规律以及影响因素等,以便更好地采取有效的针对性综合措施,防止和控制瓦斯灾害的发生,确保矿井安全生产。

## 第一节 矿井瓦斯的生成及赋存

### 一、矿井瓦斯的性质

#### 1. 矿井瓦斯的性质及组分

矿井瓦斯是指在煤炭开采过程中,从煤岩层中涌出的以甲烷为主的各种有毒有害气体统称,在地质学上称为煤层气。

矿井瓦斯是各种气体的混合物,其成分是很复杂的,它含有甲烷、一氧化碳、二氧化碳、氮气和数量不等的重烃以及微量的稀有气体等,但主要成分是甲烷。因此,习惯上所说的矿井瓦斯就是指甲烷。部分国家的煤层瓦斯成分分析见表1-1。

表1-1 部分国家的煤层瓦斯成分分析

国别	矿井	煤层瓦斯成分/%						
		CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CO	O <sub>2</sub>	碳氢化合物
中国	抚顺龙凤矿	83.4~96.5	0~3.8	1.4~4.2	0~5.8	0.3~6.2	0~0.4	0~2.2
比利时	60个矿井	92.9~99.6	0~6.27	0.03~3.38	0~0.24			0.02~2.79
英国	鲍尔兹矿	95.8	3.07	0.68	0.2		0.2	
前苏联	顿巴斯	91.56~98.4	0.71~7.97	0~0.47				

#### 2. 瓦斯的性质

瓦斯是一种无色、无味、无嗅的气体。在温度为0℃、大气压力为101325Pa的标准状态下,瓦斯的密度为0.7168kg/m<sup>3</sup>,相对密度为0.554。瓦斯的扩散性很强,扩散速度是空气的1.34倍,会很快在空气中扩散。由于瓦斯较空气轻而上浮,故常积聚在巷道的顶部、顶板垮落的空洞及无风的巷道内。

瓦斯的化学性质不活泼,微溶于水,在20℃、101.325kPa的条件下,溶解度为3.5L/100L水。

瓦斯本身无毒,但不能供人呼吸。当空气中的瓦斯浓度增高而使氧气含量降低到9%

以下时，人会由于缺氧而昏迷甚至窒息死亡。瓦斯不助燃，但与空气混合达到一定浓度后，遇到高温火源时可爆炸或燃烧。

## 二、矿井瓦斯的生成

矿井瓦斯是成煤过程中的一种伴生产物。在成煤过程中，瓦斯的生成大致经历了两个阶段：从植物遗体到形成泥炭的生物化学作用阶段；从褐煤、烟煤到无烟煤的炭化变质作用阶段。

### 1. 生物化学作用阶段

古代植物遗体在形成泥炭的生物化学作用过程中，在厌氧菌的作用下，植物遗体的纤维质被发酵、分解逐渐生成腐植酸和沥青质，同时生成瓦斯和二氧化碳。

在泥炭时期，泥炭的埋深一般较浅，其上覆盖层的胶质固化也不稳固，生成的瓦斯能够比较顺利地扩散到大气中去，或者溶于水中然后被水带到地表。因此，生物化学作用阶段生成的瓦斯，基本都已逸散到大气之中，一般不会保留在煤层内。

### 2. 炭化变质作用阶段

随着泥炭层的下降及其上覆盖层厚度的增加，压力和温度随之增高，厌氧菌的生存环境恶化，生物化学活动逐渐弱化直至停止。在高温、高压的作用下，泥炭化的木质素和纤维素便转化成为褐煤而进入炭化变质阶段。随着褐煤层的进一步沉降，压力与温度的影响随之加剧，炭化变质作用增强，褐煤逐渐转变成烟煤、无烟煤。在整个炭化变质过程中，煤的挥发分逐渐减少（其中部分变为瓦斯）而固定碳逐渐增加，同时伴随着大量瓦斯生成，且煤的变质程度越高，生成的瓦斯量越多。但在长期的地质年代里，由于地层变动造成的断裂和裂隙，大部分瓦斯都逸散到大气中去，只有一小部分被保存在煤层和围岩之中。

根据成煤造气试验模式的化学反应式计算，烟煤生成过程中伴随生成的瓦斯量为 $1200\text{m}^3/\text{t}$ ，在由长焰煤变质为无烟煤过程中伴随生成的瓦斯量为 $240\text{m}^3/\text{t}$ 。前苏联学者B·A·乌斯别斯基根据地球化学和煤化作用过程的反应物与生成物平衡原理，计算出各个煤化阶段煤生成的瓦斯量如图1-1所示（由于泥炭向褐煤过渡时生成的瓦斯很容易流失，因此在估算煤层生成瓦斯量时一般都取褐煤为计算起点）。但实际上，煤与瓦斯生成的过程要远比实验室和一些假说而进行的理论计算复杂得多。所以，以上资料仅可作为估算煤层生气能力的参考。

## 三、煤层瓦斯的赋存状态

瓦斯之所以能够存在于煤层之中，主要是与煤的结构状态有着密切的关系。煤是一种复杂的孔隙性介质，有着十分发达的、大小不同的孔隙和裂隙，具有巨大的自由空间和孔隙内表面积。因此，成煤过程中生成的瓦斯能以不同状态存在于这些裂隙和孔隙之内。

瓦斯通常以游离和吸附两种状态存在于煤体之中。

### 1. 游离状态（自由状态）

游离状态是指瓦斯以完全自由的气体状态存在于煤体或围岩的较大裂隙、孔隙或孔洞之中，如图1-2中1所示。游离瓦斯可以自由运动或从煤（岩）层的裂隙中散放出来，由于瓦斯分子的热运动，因此表现出一定的压力。煤体内游离瓦斯的多少取决于储存空间容积、瓦斯压力及围岩温度等因素。

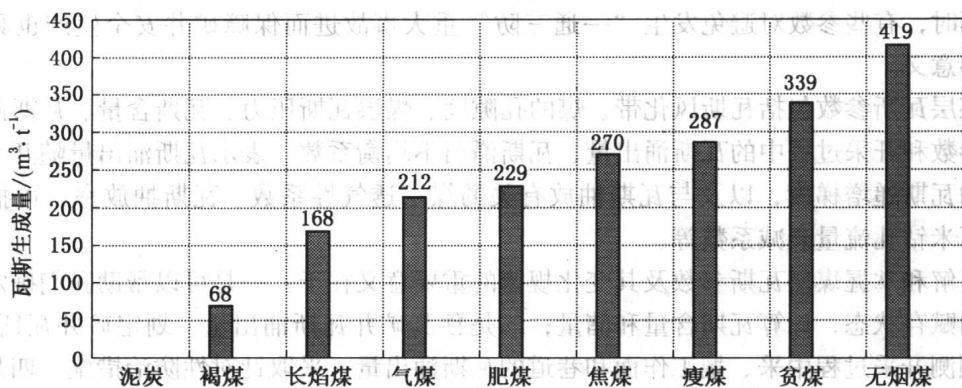


图 1-1 各炭化阶段煤的瓦斯生成量

## 2. 吸附状态 (结合状态)

吸附状态又可分为吸着和吸收两种状态。

(1) 吸着状态。由于气体 (瓦斯) 分子与固体 (煤) 分子间的引力作用 (这种作用力的距离很短, 仅为  $5 \times 10^{-10} \sim 10 \times 10^{-10} \text{m}$ ), 瓦斯分子被吸着在煤体孔隙的内表面 (煤体具有丰富的微小孔隙, 其内表面积每克煤可达  $150 \sim 200 \text{m}^2$ ) 上, 形成一层很薄的膜状附着层, 如图 1-2 中 2 所示。

(2) 吸收状态是瓦斯分子进入煤体胶粒结构内部与煤分子结合而呈现的一种状态, 类似于气体溶解于液体的现象, 如图 1-2 中 3 所示。

吸附状态存在的瓦斯量的多少, 取决于煤对瓦斯的吸附能力, 即煤的结构特点、孔隙率、炭化程度等, 同时与外界压力、温度也有很大关系。

游离状态和吸附状态的瓦斯并不是不变的, 而是处于不断交换的动平衡状态, 当条件发生变化时, 这一平衡就会遭到破坏。在压力降低、温度升高或煤体结构遭到破坏时, 部分吸附状态的瓦斯就会转化为游离状态, 这种现象叫解吸; 反之, 当压力增大或温度降低时, 部分游离状态的瓦斯也会转化为吸附状态, 这种现象叫吸附。

目前矿井开采条件下煤层中的瓦斯主要是以吸附状态存在着, 吸附状态的瓦斯为 80% ~ 90%, 而游离状态的瓦斯为 10% ~ 20%。

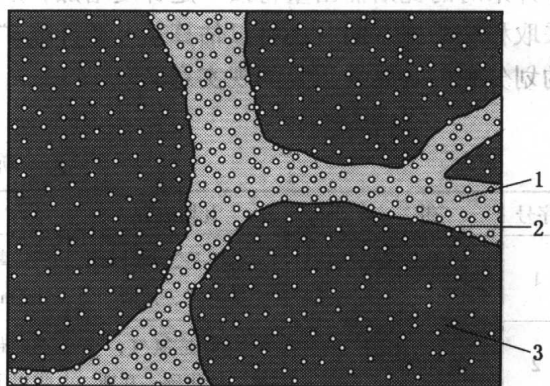


图 1-2 瓦斯在煤层中的存在状态

1—游离瓦斯; 2—吸着瓦斯; 3—吸收瓦斯

## 第二节 煤层瓦斯相关参数及其测算

矿井瓦斯现场管理和抽放煤层瓦斯工作中, 经常会应用一些技术参数, 通过对这些技术参数进行测算和调控, 能够不断提高矿井通风瓦斯管理水平, 以适应矿井安全生产要

求。同时，有些参数对避免发生“一通三防”重大事故进而保障矿井安全生产也具有重要指导意义。

煤层瓦斯参数包括瓦斯风化带、煤的孔隙度、煤层瓦斯压力、瓦斯含量、瓦斯储量等基础参数和开采过程中的瓦斯涌出量、瓦斯涌出不均衡系数、表示瓦斯涌出量随开采深度变化的瓦斯递增梯度，以及与瓦斯抽放有关的煤层透气性系数、瓦斯抽放率、可抽瓦斯量、百米钻孔流量衰减系数等。

了解和掌握煤层瓦斯参数及其变化规律的重要意义在于：一是可以帮助我们确定煤层瓦斯的赋存状态，计算瓦斯含量和储量；二是预测矿井瓦斯涌出量，划定矿井瓦斯等级；三是预测开采过程中采、掘工作面和巷道的瓦斯涌出量，采取针对性防治措施；四是判断和计算瓦斯抽放的可能性，选择适用的抽放方法以取得理想的抽放效果。

### 一、煤层瓦斯基础参数

#### (一) 瓦斯风化带

经过漫长的地质年代，浅部煤层内的瓦斯在其自身压力和浓度差的驱动下，逐渐运移到地表；同时，地面大气也向煤层渗透和扩散，从而沿煤层垂向出现4个分带，即二氧化碳-氮气带（ $\text{CO}_2 - \text{N}_2$ ）、氮气带（ $\text{N}_2$ ）、氮气-瓦斯带（ $\text{N}_2 - \text{CH}_4$ ）和瓦斯带（ $\text{CH}_4$ ），见表1-2。其中瓦斯带以上的三个带通称为瓦斯风化带。从瓦斯带开始，煤层瓦斯含量和开采时的瓦斯涌出量将按一定梯度增加，从而可以及时确定巷道在接近瓦斯带之前预先采取相应措施，同时还可以估算某一矿井或矿区未来瓦斯涌出的规模。因此，瓦斯风化带的划分和确定有着重要的现实意义。

表1-2 瓦斯带划分

序号	带名	瓦斯成分	情况说明	带的大致深度
1	二氧化碳-氮气带	主要是二氧化碳，少量氮气、瓦斯	二氧化碳显著增加，有的可达 $5\text{m}^3/(\text{t}\cdot\text{d})$ 以上	缓倾斜煤层60m左右；急倾斜煤层200~300m
2	氮气带	主要是氮气，少量二氧化碳、瓦斯	此带以上二氧化碳增高，此带以下二氧化碳减少	缓倾斜煤层60~150m；急倾斜煤层300~400m
3	氮气-瓦斯带	主要是氮气、瓦斯	瓦斯涌出量显著增加，可达 $5\text{m}^3/(\text{t}\cdot\text{d})$ 以上	此带较短 缓倾斜煤层20~30m；急倾斜煤层100m左右
4	瓦斯带	主要是瓦斯	瓦斯量可达日产吨煤数十立方米	氮气、瓦斯带以下皆是

瓦斯风化带的深度受许多地质因素的影响，如：

- (1) 含煤地层排放瓦斯时间越长，瓦斯风化带越深；
- (2) 地质错动程度越高，煤层排放瓦斯的不均匀性和排放深度就越大；
- (3) 剥蚀过程使含煤地层无瓦斯风化的范围减小或局部消失；
- (4) 煤层之上的覆盖层阻碍瓦斯风化带的进一步扩大。

由于不同矿区或矿井的上述地质因素有较大差异, 所以其瓦斯风化带深度的差别也较大, 在实际生产中应根据各地不同地质因素和瓦斯涌出的具体情况进行确定。一般情况下, 也有矿井采用垂深 100m 或取瓦斯涌出量小于  $2\text{m}^3/\text{t}$  的深度作为瓦斯风化带深度。我国部分矿井瓦斯风化带深度见表 1-3。

表 1-3 我国部分矿井瓦斯风化带深度

矿名	煤质牌号	平均倾角/ (°)	瓦斯风化带深度/m	瓦斯记载
抚顺龙凤矿	气煤、长焰煤	30	205	通风报表中开始有瓦斯记录
抚顺胜利矿	气煤、长焰煤	30	188	开始有瓦斯事故
抚顺老虎台矿	气煤、长焰煤	30	180	开采 -80m 时瓦斯涌出量尚小
北票台吉矿	气煤	60	125 ~ 140	垂深 270m 时开始有瓦斯突出
六枝四角田矿			60	
湖南立新矿	贫煤	30	130	135m 时开始有动力现象
焦作焦西矿	无烟煤	30	180 ~ 200	180m 时瓦斯涌出量 $8 \sim 10\text{m}^3/\text{t}$
南桐鱼田堡矿	瘦煤	30	190	

前苏联在顿巴斯煤田的研究表明, 瓦斯风化带与煤的变质程度有着密切关系 (表 1-4)。变质程度越高 (表 1-4 内由气煤到无烟煤), 煤的透气性越差, 瓦斯风化带的深度和瓦斯涌出梯度就越小。

表 1-4 煤的变质程度与瓦斯风化带深度关系

煤质牌号	瓦斯风化带深度/m	瓦斯涌出梯度/ ( $\text{m} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{t}^{-1}$ )
气煤和长焰煤	500	30 ~ 40
肥煤	450 ~ 500	20 ~ 25
焦煤	150 ~ 200	15 ~ 20
瘦煤	100 ~ 150	10 ~ 15
贫煤和无烟煤	50 ~ 100	5 ~ 10

## (二) 煤的孔隙度 (孔隙率)

煤体内赋存瓦斯量的多少与煤的孔隙容积有着密切关系。煤体的孔隙可以分为微孔 (孔径小于  $0.01\mu\text{m}$ )、小孔 (孔径  $0.01 \sim 0.1\mu\text{m}$ )、中孔 (孔径  $0.1 \sim 1\mu\text{m}$ )、大孔 (孔径  $1 \sim 100\mu\text{m}$ ) 和可见孔 (孔径大于  $100\mu\text{m}$  的裂隙)。瓦斯分子的直径为  $4.14 \times 10^{-10}\text{m}$ , 较微孔的孔径小得多, 因此在孔隙表面吸附着大量瓦斯 ( $1\text{g}$  煤能吸附  $7 \sim 8\text{cm}^3$  的瓦斯)。吸附状态的瓦斯大多存在于微孔之内, 而游离状态的瓦斯则存在于较大的孔隙之中。

煤的孔隙容积 (孔隙度  $\text{m}^3/\text{t}$ ) 的大小与煤的炭化程度有关。从图 1-3 中可以看出, 煤的微孔容积 ( $\text{m}^3/\text{t}$ ) 随着煤的炭化程度的增高 (从长焰煤到无烟煤) 而增大。但煤的总孔隙容积 (孔隙度) 却随着炭化程度的增高, 由长焰煤到焦煤和瘦煤的总孔隙容积在减小, 而由焦煤和瘦煤到无烟煤的过程中, 其总孔隙容积又重新增大。

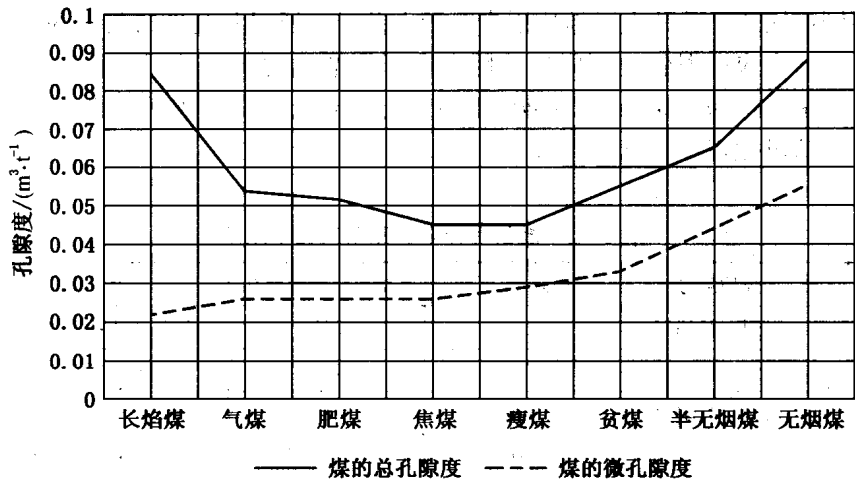


图 1-3 煤的孔隙度随炭化程度变化曲线

在计算瓦斯含量和衡量煤层瓦斯抽放难易程度时，要应用煤的孔隙率这一参数。不同煤质与孔隙率的关系见表 1-5，我国一些矿井煤的孔隙率见表 1-6。

表 1-5 不同煤质与孔隙率的关系

煤质牌号	挥发分/%	灰分/%	水分/%	密度/ ( $t \cdot m^{-3}$ )	容重/ ( $t \cdot m^{-3}$ )	孔隙容积/ ( $m^3 \cdot t^{-1}$ )	孔隙率/%
长焰煤	42~45.3	52~14	42~9.9	1.31~1.50	1.15~1.40	0.064~0.107	7.9~13.1
气煤	37.8~41.5	2.4~17	1.6~10.1	1.24~1.54	1.20~1.30	0.030~0.121	3.6~15.1
肥煤	26.6~34.4	1.0~32	0.5~1.7	1.24~1.58	1.08~1.33	0.027~0.169	3.0~18.9
焦煤	18.1~25.9	2.5~22	0.5~3.0	1.26~1.54	1.22~1.44	0.017~0.114	2.2~14.9
粘结煤	12.2~16.6	2.7~19	0.9~2.2	1.33~1.75	1.22~1.53	0.025~0.128	4.2~18.3
瘦煤	7.1~11.5	1.4~12	0.5~0.7	1.35~1.50	1.32~1.37	0.031~0.073	4.8~9.6
无烟煤	2.1~6.1	2~10	0.7~2.5	1.53~1.66	1.4~1.56	0.081~0.439	6.0~11.4

表 1-6 我国一些矿井煤的孔隙率

矿 井	$V^c$ /%	$K_{空}$ /%	矿 井	$V^c$ /%	$K_{空}$ /%
抚顺龙凤矿	42.83	8.18	阳泉三矿	6.66	14.1
抚顺老虎台矿	45.76	14.05	阳泉丈八煤中层	9.28	1.19
抚顺深部坑	46.74	17.32	开滦唐家庄矿	33.16	3.8
阜新露天矿	42.39	20.1	本溪田师傅矿三层	13.71	6.7
鹤岗大陆井	31.85	10.6	重庆打通一矿六层煤	14.1	3.7
焦作王封矿	5.82	18.5	通化砬子煤矿	33.12	5.9
焦作小马村矿	6.92	13.7	甘肃贺兰山矿	24.45	6.1
焦作小马村矿	6.84	11.2	河北兴隆老谷庙矿	34.56	5.7

### (三) 煤层瓦斯压力

#### 1. 瓦斯压力及其意义

瓦斯压力是指瓦斯在煤层中所呈现的气体压力，它是通过煤层孔隙和裂隙中的游离瓦斯的自由热运动对孔隙和裂隙的空间壁面所产生的作用力而体现出来的。

瓦斯压力是衡量煤层瓦斯含量大小的一个重要标志。一般说来，瓦斯压力愈高，则煤层瓦斯含量愈大；同时，瓦斯压力也是防治煤与瓦斯突出的重要依据之一。在发生瓦斯喷出和煤与瓦斯突出动力现象的整个过程中，瓦斯压力起着至关重要的作用。故此，《煤矿安全规程》（以下简称《规程》）第二百零三条规定，有突出危险的新建矿井或突出矿井开拓新水平第一次揭穿（开）各煤层时，必须测定煤层瓦斯压力。另外，瓦斯压力也是瓦斯气体在煤层中流动的一种动力，因此，它还是瓦斯抽放设计时的一个重要参数。

#### 2. 瓦斯压力变化一般规律

(1) 不同煤田的煤层，由于赋存条件和地质构造的不同，在同一垂深的瓦斯压力有很大差异，而同一煤层的瓦斯压力也随煤层埋藏深度的增加而增大，反映了煤层瓦斯由深部向浅部乃至地表运移和流动的规律。

(2) 在煤层赋存条件和地质构造变化不大时，同一煤层在同一深度的不同地点的瓦斯压力，基本上是近似的。

(3) 瓦斯压力的大小与成煤条件和成煤后的盖层厚度、透气性能等条件有关。盖层较厚、密实，透气性差或含水性较高，不利于瓦斯的释放，则瓦斯压力就大。

(4) 瓦斯压力与地质构造有一定关系，地质构造复杂的地点其局部地应力增大，将导致瓦斯压力的增高。

(5) 在地质条件不变的情况下，煤层瓦斯压力随煤层埋藏深度的增加而增大，且呈线性关系。

#### 3. 瓦斯压力的实测方法

未受开采影响的煤层，其原始瓦斯压力的测定与计算方法，通常有实测法和推算法两种，且以实测法为最好。

煤层瓦斯压力的实测方法，是在岩巷中选择适合位置，向煤层中预想测定瓦斯压力的地点打钻孔，然后插入测压管，将插管与孔口周围的环形空间严密堵塞，使封孔部分保持严密不漏气的状态，安上压力表直接进行测定，则压力表显示的数值即为测定地点及其附近的煤层瓦斯压力。

##### 1) 测定瓦斯压力的具体步骤和技术要求

###### (1) 选择钻孔位置。

技术要求：

- ①打钻开口至煤层要有一定距离：砂岩、坚硬岩石  $> 3\text{m}$ ，砂页岩、页岩  $> 5\text{m}$ ；
- ②测压钻孔要避免褶曲、断层和裂隙带。

###### (2) 打钻施工。

技术要求：

- ①孔口要完整，并穿透煤层；
- ②孔径不宜过大，一般为  $\phi 42 \sim 75\text{mm}$ ；
- ③岩心记录要准确。

注意事项：

- ① 钻孔角度要准确；
- ② 钻机安装要稳定，避免振动破坏钻孔口；
- ③ 钻进速度不要过快，避免卡钻。

(3) 放入测压管。

技术要求：

- ① 孔内煤粉必须清除干净；
- ② 测压管要畅通；
- ③ 测压管在孔内要适当弯曲，不可紧靠孔壁。

使用材料及设备：

- ① 测压管一般采用紫铜管，直径  $\phi 4 \sim 6\text{mm}$ ；如兼测透气性时管径可采用  $\phi 8 \sim 12\text{mm}$ ；煤层透气性较大时，也可用  $\phi 0.5 \sim 0.75$  英寸的铁管；
- ② 测压管一端开口处，包以铜网；
- ③ 测压管长度要依岩石性质而定，一般为  $3 \sim 5\text{m}$ 。

(4) 封孔。

技术要求：

- ① 封孔深度不得小于  $3\text{m}$ ；
- ② 打完钻孔之后立即封孔，且封孔时必须捣实；否则，压力达到平衡的时间长，钻孔容易变形；
- ③ 打入木楔时，不要用力过猛，避免将铜管压扁甚至折断。

使用材料及设备：

- ① 封孔材料如选用粘土，不可太软而要干硬一些，孔口  $0.5\text{m}$  要用水泥加固孔口；
- ② 压力表量程的选用，最好在预计压力值之内，以免中途换表。

## 2) 测压孔的封孔方法

测压孔封堵的严密程度，是能否准确测定瓦斯压力的重要因素之一。封孔方法可分为填料封孔法和封孔器封孔法两类。根据封孔器的结构特点，封孔器又可分为胶圈和胶圈—压力粘液等几种类型。

(1) 填料封孔法。这是一种应用较为广泛的封孔方法。具体操作方法是在钻孔打好之后，清洗钻孔，向孔内放入测压管（测压管采用紫铜管或细钢管），再用充填材料封孔。为防止封孔时堵塞测压管，可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的管壁上钻筛孔）。此外，还应在测压管前端的筛管后面，套焊一个挡料圆盘以阻隔填料。填料可用人工或压风操作，每充填  $1\text{m}$  左右后填入一段木楔，并用木棒捣固。填料封孔法封孔如图 1-4 所示。

填料封孔法的优点是不需要特殊设备，操作简便易行；其缺点是人工封孔长度较短，一般不超过  $5\text{m}$ ，而且在封完孔和待水泥凝固后才可安设压力表。

(2) 胶圈封孔器封孔法。胶圈封孔器是由内外套管、活动与固定挡圈、胶圈和压紧螺帽等组成。内套管即为测压管，测压管上焊接有环形固定挡圈，当拧紧压紧螺帽时，外套管移动而压缩胶圈，从而实现封孔目的。胶圈封孔器结构如图 1-5 所示。

胶圈封孔器封孔法是一种简便的方法，其优点是简便易行，封孔器可重复使用；其缺



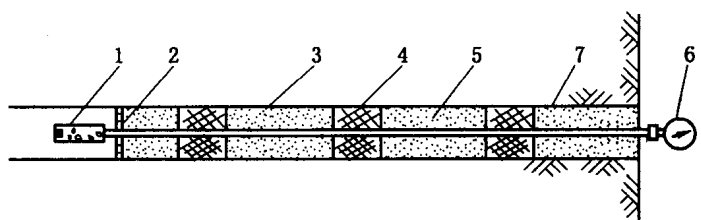


图 1-4 填料封孔法封孔

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

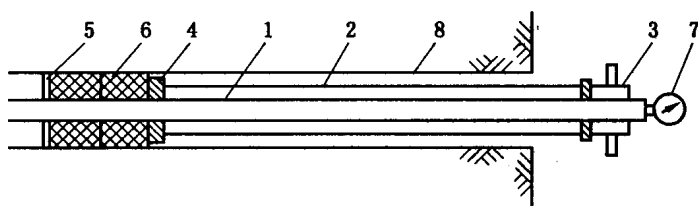


图 1-5 胶圈封孔器结构

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

点是封孔的长度较短，适用于封孔段岩石必须完整致密的条件。

(3) 胶圈—压力粘液封孔器封孔法。这是一种新型的封孔方法。胶圈—压力粘液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了压力粘液。胶圈—压力粘液封孔器是由胶圈封孔系统和粘液加压系统组成的，其结构如图 1-6 所示。

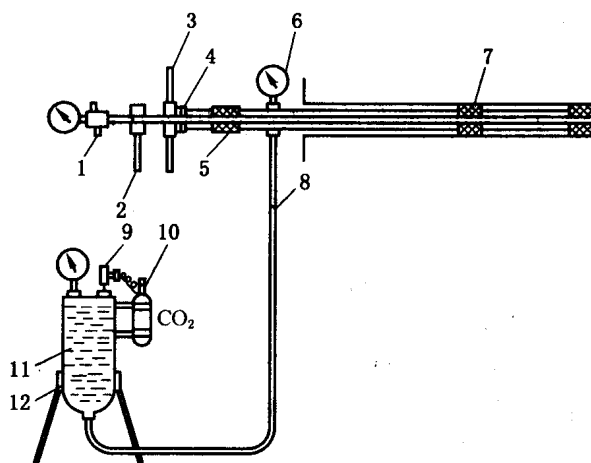


图 1-6 胶圈—压力粘液封孔器结构

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

与其他封孔器比较，胶圈—压力粘液封孔器的主要优点是不仅增加了封孔长度，而且压力粘液可渗入封孔段的岩体裂隙，增强封孔段的密封效果。

胶圈—压力粘液封孔器的主要技术参数如下：