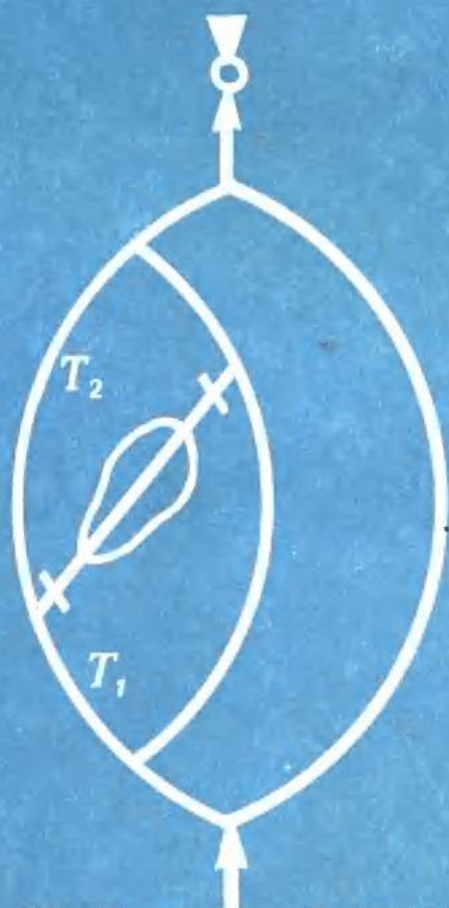




煤矿技工学校试用教材

# 煤矿安全



煤炭工业出版社

7

煤矿技工学校试用教材

# 煤 矿 安 全

徐海云 编 肖集成 审

煤炭工业出版社

## 内 容 提 要

本书比较系统地介绍了党的安全生产方针，矿井沼气、矿尘、火灾、水灾、冒顶五大自然灾害的发生、发展规律和防治措施，矿山救护等内容。书中还介绍了近几年在煤矿安全生产方面的经验和所取得的最新科研成果。

本书为煤矿技工学校试用教材，也可作为中等专业学校、安全培训中心和在职工人培训的教学参考书。

责任编辑：伊 烈

煤 矿 技 工 学 校 试 用 教 材

**煤 矿 安 全**

徐海云 编 肖集成 审

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 787×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张10

字数236千字 印数1—14,580

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

ISBN 7-5020-0011-9/TD·12

书号 2925 定价 1.95元

## 前 言

为了适应煤矿技工学校教学和技工培训改革的需要，加速煤矿工人的智力开发和人才培养，促进煤炭工业现代化生产建设的发展和技术进步，煤炭工业部劳动工资司于1985年成立了全国煤矿技工教材编审委员会，全面规划了技工教材的建设工作，确定编写一套具有煤矿特点的中级技工教材。这套教材包括：《综采工作面采煤机械》、《煤矿开采方法》、《矿山电工》、《机械化掘进工艺》、《机械制图》、《工程力学》、《采煤机液压传动》等共60余种。

这套教材主要适用于煤矿中级技工（包括在职技工和后备技工）正规培训的需要，也适合具有初中文化水平的工人自学和工程技术人员参考。

《煤矿安全》是这套教材中的一种，由徐州矿务局技工学校徐海云同志编写，徐州煤炭工业学校肖集成同志主审。山东临沂煤矿技工学校林玉聪同志参加了审校工作；煤炭工业部劳动工资司的有关同志具体组织并参加了审定修改工作；徐州煤炭工业学校李乐琴，中国矿业学院、徐州矿务局的有关同志提出了宝贵意见，在此一并致谢。

由于经验不足，加之时间仓促，书中错误在所难免，恳请读者批评指正。

全国煤矿技工教材编审委员会

1987年6月26日

# 目 录

<b>第一章 安全生产方针</b> .....	1
复习思考题 .....	2
<b>第二章 矿井沼气</b> .....	3
第一节 沼气的生成及其性质 .....	3
第二节 沼气的赋存状态 .....	4
第三节 沼气涌出量计算及预测 .....	8
第四节 矿井沼气等级鉴定 .....	14
第五节 沼气的爆炸及其预防 .....	17
第六节 沼气浓度的检查 .....	26
第七节 沼气的特殊涌出及其预防 .....	30
第八节 沼气抽放 .....	41
第九节 沼气抽放设备及提高抽放效果的措施 .....	45
复习思考题 .....	48
<b>第三章 矿尘</b> .....	50
第一节 概述 .....	50
第二节 煤尘爆炸 .....	53
第三节 防止煤尘爆炸的措施 .....	58
第四节 煤矿尘肺病 .....	68
第五节 矿尘浓度的测定 .....	71
复习思考题 .....	74
<b>第四章 矿井防灭火</b> .....	75
第一节 概述 .....	75
第二节 煤炭自燃及其预测预报 .....	76
第三节 预防矿井火灾的措施 .....	82
第四节 火灾时根据烟流状态确定火源的方法 .....	92
第五节 火灾时保护井下人员安全及控制风流的控制措施 .....	93
第六节 灭火方法 .....	99
第七节 火区管理与启封 .....	108
复习思考题 .....	113
<b>第五章 矿井防治水</b> .....	114
第一节 矿井水灾的发生 .....	114
第二节 矿井防治水的措施 .....	118
第三节 井下透水事故的处理 .....	127
复习思考题 .....	129
<b>第六章 预防冒顶</b> .....	130
第一节 冒顶事故及其危害 .....	130
第二节 采场范围内冒顶事故的分析 .....	130

第三节 预防冒顶的措施 .....	133
第四节 冒顶事故的处理 .....	136
复习思考题 .....	142
<b>第七章 矿山救护</b> .....	<b>143</b>
第一节 矿山救护的意义、性质与任务 .....	143
第二节 矿工自救与急救 .....	146
第三节 矿井灾害的预防和处理计划 .....	152
复习思考题 .....	154
<b>参考文献</b> .....	<b>155</b>

# 第一章 安全生产方针

安全生产是煤矿企业管理水平和职工素质的综合体现，仔细研究煤矿生产的规律即可看出安全与效率有着密切的关系。安全生产是提高效率的重要保证，对提高煤矿企业经济效益有重要意义。

煤矿生产多为地下作业，在生产过程中往往受到沼气、矿尘、水、火、顶板等灾害的威胁。远在19世纪20年代，西方工业较发达的国家，煤矿沼气和煤尘爆炸事故不断发生，当时英国就有人提出煤矿生产必须安全第一。我国煤矿90%为井工生产，平均开采深度为450m左右。据1982年统计：全国统配煤矿均属沼气矿井，其中低沼气矿井占57.5%；高沼气矿井占26.5%；有煤（岩）与沼气突出的矿井占16%；有煤尘爆炸危险的矿井占93%；开采有自然发火倾向煤层的矿井占47%；36%的矿井顶板破碎，顶板事故在煤矿灾害事故中占的比重较高。此外，部分矿区的地面、地下水患威胁比较严重，所以说我国煤矿自然灾害因素多。同时由于安全基础较差，防止和控制事故的科学手段和设备仍较落后，安全管理体制不适宜，特别是“安全第一”的方针还没有引起人们足够的重视，以致一些重大恶性事故至今未能完全控制，妨碍了煤矿生产的发展。因此，搞好煤矿安全生产是当前煤炭工业一个急待解决的问题。

安全生产的基本含义是生产必须安全，安全促进生产。许多安全生产搞得好的局、矿经验证明：搞好安全生产就是保护生产力，就能提高企业经济效益，反之，影响生产。如某矿，因事故造成的轻伤、重伤和死亡而损失的劳动力，相当于该矿两个采煤区的劳动力，约占该矿井下劳动力的10%。又如1978年全国统计，由于煤矿事故损失的工作日，平均每年有1200万个，由于损失的劳动日和事故影响生产时间，平均每年少产煤2400万t，所以说安全与生产和效率有着密切的关系。安全生产是煤炭企业管理水平的综合反映。

解决煤矿安全生产问题，从根本上来说，有两条途径：一是依靠法规，另一是依靠技术。依靠法规就是把国家对煤矿安全生产工作的要求，煤矿安全生产的规律用法制形式固定下来，一切违反法规的行为就要受到惩处，通过法制手段保证煤矿职工的安全健康，促进安全生产。依靠技术就是尊重客观规律，掌握各种有害因素发生、发展的规律，采取有效的防治措施，消除隐患，积极创造安全生产条件，使生产在安全的条件下进行。

安全第一的方针充分体现了我国社会主义制度的优越性，它是社会主义生产目的决定的。

我国解放以来的经验教训证明，要搞好生产，只有坚持党的安全生产方针。如果片面强调生产，其结果必然是事故多，影响生产。要认识到安全就是增产，安全生产就能提高经济效益。安全生产是两个文明建设的重要内容和标志。安全与生产寓于同一范畴，安全是为了生产，生产必须安全。

《煤矿安全规程》（以后简称为《规程》）是煤炭工业贯彻执行党和国家的安全生产方针的具体要求，是煤矿生产的法规，是保障煤矿职工安全和健康，保护国家资源不受损失，促进煤炭工业现代化建设必须遵循的准则。

为贯彻党和国家的安全生产方针，保障矿山职工在生产中的安全和健康，促进采掘工作的发展，适应社会主义现代化建设的需要，国务院颁发了《矿山安全条例》。国务院为了对矿山企业、事业单位及其主管部门执行《矿山安全条例》的情况进行监督，颁发了《矿山安全监察条例》。两个条例的颁发促进了安全生产。煤炭系统每一职工都要认真学习《规程》、《矿山安全条例》和《矿山安全监察条例》。严格执行《规程》。

要搞好安全生产，煤矿每个职工应从思想上和工作上始终坚持安全第一的方针。矿山企业及其主管部门都必须建立安全生产责任制。要从严治矿，改善和强化煤矿企业安全生产管理；要加强职工正规培训，大力开展技术练兵活动；要切实认识到遵章作业的必要性，形成“遵章光荣，违章可耻”的风气；要坚持质量标准化，加强矿井的技术和管理工作；要依靠科学技术进步，大力开展科学研究工作，要改善安全技术条件，提高矿井抗灾能力。安全生产工作，必须党、政、工、团共同抓，单位和家庭一齐抓，才能搞好。

由于党和政府对安全生产的重视，科学技术的发展，加之严格管理制度。目前，我国煤矿安全生产已创历史上最好水平。再经过一段时间的艰苦努力，我国煤矿安全生产状况将有很大改观。

### 复习思考题

1. 安全生产的基本含义是什么？
2. 如何搞好安全生产？谈谈你的看法。



## 第二章 矿 井 沼 气

### 第一节 沼气的生成及其性质

矿井沼气，化学名称叫甲烷（ $\text{CH}_4$ ），是煤矿生产建设中经常遇到的一种有害气体。它和矿尘、火灾、水灾及顶板冒落事故一起，被煤矿职工称作“五大自然灾害”。为此，学习沼气的基本知识，不仅有助于预防矿井沼气的发生，而且对已经发生的沼气事故及时地控制、抢救和处理都具有十分重要的意义。

#### 一、矿井沼气的生成

矿井沼气是伴随着煤的生成而生成的。在远古时代，成煤植物的残骸被泥沙和海水淹没，埋在地下与空气隔绝。由于原存于植物体内的氧的作用，仍然进行着缓慢的氧化过程。与此同时，也存在着厌氧菌的分解发酵作用。这样植物残骸在高温、高压的环境中，在成煤的同时，也生成大量的沼气、二氧化碳、水蒸气等。植物在碳化过程中生成的沼气的量是很大的，在全部成煤过程中，每形成1t烟煤，大约可伴生 $600\text{m}^3$ 以上的沼气。但经过长期的地质作用，植物残骸生成的气体，大部分都逸散到大气中，仅有一小部分保存于煤层和围岩中。进行开采时，保存下来的气体就会涌出来。

沼气生成量的大小与煤的碳化变质程度有关。煤的碳化变质程度越高，挥发分越低，沼气生成量也就越大。例如，无烟煤的碳化程度高，沼气含量就大。但由于保存沼气的条件不同，所以说所有的无烟煤的沼气含量都比烟煤大。有的烟煤矿也是高沼气矿井，这是因为煤层的沼气含量，一方面取决于煤的碳化程度，另一方面还受很多因素的影响，如煤层的围岩性质、赋存状况、地质变化等。如有的无烟煤煤层的顶板为透气性良好的粗砂岩，沼气容易泄放，煤层沼气含量就小。反之，烟煤煤层的顶板为致密的油母页岩，沼气难以泄放，虽然在成煤过程中生成沼气的量低于无烟煤，但保存条件好，所以在开采中沼气涌出量大。

#### 二、沼气的性质

沼气是一种无色、无味、无臭的气体。在气温为 $0^\circ\text{C}$ ，气压为 $101.325\text{kPa}$ 时， $1\text{m}^3$ 沼气的重为 $7.02\text{N}$ 。由于沼气的比重轻，容易积聚在巷道的上部，所以在沼气矿井内进行上山掘进时，沼气积聚在巷道上方，易造成沼气超限，必须特别谨慎。

沼气容易扩散，能迅速散布于全巷道。由于沼气分子直径小，它的渗透系数为空气的1.6倍。因此，封闭在采空区内的沼气，仍能不断地渗透到矿内空气中，从而增加空气中的沼气浓度。

沼气几乎不溶于水，而且很难凝固液化。当气压为 $101.325\text{kPa}$ ，气温为 $28^\circ\text{C}$ 时，要想液化沼气，需要 $35.5\text{MPa}$ 的压力。在温度不高，压力不大的情况下，沼气在化学上的惰性极大。它只能与卤素元素相化合，沼气的渗透性很强。

#### 三、沼气的危害

沼气虽无毒，但不能供人呼吸。空气中沼气浓度增加会相对降低空气中氧的含量。当

沼气浓度达到40%时，因缺乏氧气会使人窒息死亡。所以，在通风不良的工作面、不通风的废巷，沼气浓度未经检查是不能进入的。

沼气具有燃烧性与爆炸性。沼气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。井下一旦发生沼气爆炸，产生高温、高压和大量有害气体，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，有时还可能因此引起煤尘爆炸和井下火灾，从而扩大灾害的危险程度。还有一些矿井，有煤和沼气突出现象，危害就更大。因此，掌握沼气性质，防止其造成危害，是很必要的。

## 第二节 沼气的赋存状态

### 一、沼气的运移

所谓运移是指沼气在地层中的运动和位移。沼气是借助于渗透或扩散作用来完成运移的。

成煤过程中生成的沼气，在漫长的地质演化过程中，一部分分布在沉积岩中，在有利的地质条件下，可以聚集成气田；一部分扩散到大气中损失掉了；一部分溶解于地下水中被携带走了；还有一部分残留在煤层中。

在每个地质发展阶段，含煤系中各种形式的沼气运移方向和强度是不同的。在泥化阶段，年青地层产生的沼气直接排向大气。随着地层下沉，生成的沼气主要通过上覆岩层运移。由于沉积岩具有层理，沿煤、岩层理方向的渗透率是垂直方向的10~20倍，因此，沼气沿层理方向的运移比垂直方向有利得多。

由于构造运动，地层完整性遭到破坏，为沼气运移创造了有利条件。断裂破坏可以增加沼气沿垂直层理方向的运移能力。

随着煤层埋藏深度的增加，地层压力不断增加，使煤、岩的大孔隙减小或闭合，从而降低了煤、岩的渗透性。

当地层由于构造运动被抬起后，煤系地层与地表毗连部分产生向地表大气中排放沼气作用的同时，地表大气及地表层由生物化学及化学作用产生的气态产物也会向地层中渗透，所以，在煤系地层一定深度内形成了沼气与大气的交换地带。一般情况下，煤系地层由浅到深沼气成分呈带状有规律分布。

瓦斯带是以煤层沼气成分沿煤层倾斜方向变化而划分的。一般由浅到深划分为4个带：即 $\text{CO}_2\text{-N}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{N}_2\text{-CH}_4$ 、 $\text{CH}_4$ 带。

接近煤层露头部分为 $\text{CO}_2\text{-N}_2$ 带，其中，主要气体成份为 $\text{CO}_2$ 及 $\text{N}_2$ ，其浓度变化在20~80%。 $\text{CH}_4$ 浓度一般不超过10%。随着深度增加， $\text{CO}_2$ 减少， $\text{N}_2$ 增加，逐渐过渡到 $\text{N}_2$ 带。 $\text{CO}_2$ 浓度下降到0~20%， $\text{CH}_4$ 也在0~20%之间变化。随着深度继续增加， $\text{N}_2$ 减少， $\text{CH}_4$ 增加， $\text{N}_2$ 带过渡到 $\text{N}_2\text{-CH}_4$ 带，此带中 $\text{CH}_4$ 及 $\text{N}_2$ 在20~80%之间变化， $\text{CO}_2$ 在0~20%之间变化。随着深度继续增加， $\text{CH}_4$ 浓度逐渐增大，当 $\text{CH}_4$ 浓度超过80%时，即过渡到 $\text{CH}_4$ 带。这里 $\text{CH}_4$ 及重碳氢气体已占绝大多数，一般情况下其它成分（ $\text{N}_2$ 及 $\text{CO}_2$ ）已微不足道。

如果将一个区域的煤层瓦斯化学成分资料示出如图2-1所示的三元坐标上（图2-1），可以看出，煤层瓦斯化学成分由浅到深一般呈现出如下有规律的变化：从三角形左边开始，起初以 $\text{CO}_2$ 为主，然后按箭头方向移动，逐渐过渡到以 $\text{N}_2$ 为主，最后再由 $\text{N}_2$ 过渡到

CH<sub>4</sub>。但是在特殊地质条件下，也存在不符合上述一般规律的情况。

前述3带（即CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>及N<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>带）统称为瓦斯风化带。通常情况下，这个地带采煤相对沼气涌出量不超过2m<sup>3</sup>/t，沼气对煤矿安全生产不会构成严重的威胁。

瓦斯风化带在各个煤田的发育深度取决于当地的地质条件。在瓦斯风化作用非常发育的含煤盆地，CH<sub>4</sub>带缺失，有时N<sub>2</sub>及N<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub>带也缺失。在特殊地质条件下，也存在瓦斯风化带不发育的现象。在煤田地质勘探过程中，查明瓦斯风化带分布范围，对煤矿安全生产有重要的意义。

## 二、沼气在煤岩体中的存在状态

矿井沼气在煤体及围岩中的存在状态有两种：一种称游离状态，一种称吸附状态。

### （一）游离状态（也称自由状态）

这种沼气以自由气体的状态存在于煤体或围岩的裂缝和孔隙之中（图2-2），并呈现出压力，极易放出。当煤体被采动后，首先放出的就是游离沼气，其量的大小，主要取决于贮存空间的体积、自身压力和温度。

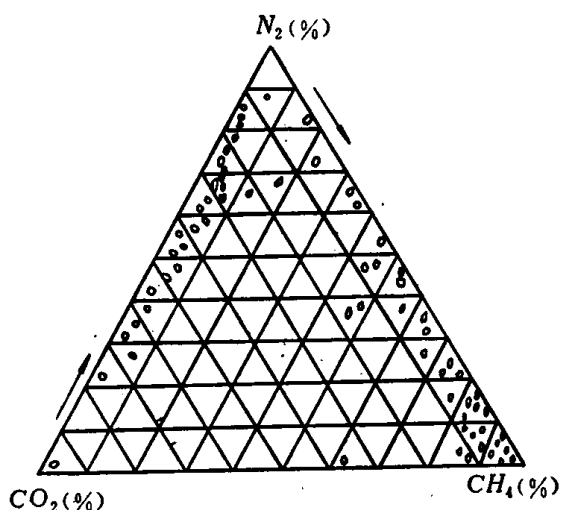


图 2-1 峰峰煤田瓦斯化学成分分布图

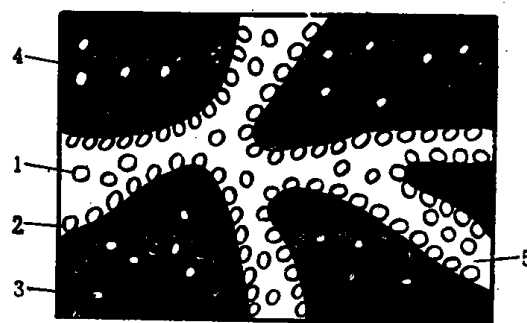


图 2-2 沼气在煤内的存在形态示意图  
1—游离沼气；2—吸着沼气；3—吸收沼气；4—煤体；5—孔隙

### （二）吸附状态（也称结合状态）

这种状态的沼气，按其结合形式不同，又可分为吸着和吸收两种状态。吸着状态是由于固体粒子和气体分子之间的引力作用，使气体分子在固体粒子表面上紧密附着一个薄层（图2-2之2）；吸收状态是气体分子已进入煤体的内部，沼气与煤体紧密地结合在一起，它和气体溶解于液体中的现象相似（如图2-2之3）。

在煤层未受采掘影响，仍处于原始平衡状态的条件下，游离和吸附沼气处于动平衡状态，各自所占的比例主要取决于压力的大小。实验证明，当压力为2.027~2.533MPa，温度为25℃时，煤体内贮存的沼气主要是吸附沼气（约占90%），而游离沼气仅占很少一部分（约占10%）。即在一定的客观条件下具有其相对的稳定性。当温度、压力等外界条件发生变化时，这种相对稳定性即遭到破坏。例如，当压力升高，温度降低时，部分沼气将由游离状态转化为吸附状态，这种现象称为吸附。反之，如当压力降低，温度升高时，又会有部分沼气由吸附状态转化为游离状态，这种现象称为解吸。

煤层采动后，要引起沼气压力的变化，从而破坏了沼气原有的动平衡状态。由于游离沼气的涌出而使沼气压力降低，吸附沼气就要转化为游离沼气继续涌出。随着采掘工作的发展，沼气动平衡破坏范围不断扩展，沼气涌出的范围也不断扩大，所以，沼气能够保持较长时间的均匀涌出。

### 三、沼气含量及其测定

#### (一) 沼气含量及其影响因素

沼气含量是指单位体积或单位重量的煤体或围岩中所含有的沼气体积，通常以 $\text{m}^3/\text{m}^3$ 或 $\text{m}^3/\text{t}$ 表示。

影响煤体沼气含量的因素很多，但可概括为两类：

一类是影响沼气生成量多少的因素。如成煤前含有机质越多，含杂质越少，沼气生成量就越大；碳化程度越高，含固定碳越多，沼气生成量就越大；按地史来说，古老煤田成煤早，沼气生成量就大。

第二类因素是沼气的保存和放散条件。沼气的保存条件是指煤的孔隙多少和对沼气的吸附能力的大小；放散条件是指煤的埋藏深度、覆盖层的性质和厚度、煤与地面的连通条件和煤、岩的透气性等。这些条件可归纳为下述3个方面。

#### 1. 煤的性质

煤的孔隙率大，其贮存游离沼气的空隙就大，对沼气的吸附能力也大；其它条件相同时，煤层的透气性越大，沼气就越容易逸散；水分不仅占据了空隙和吸附面，而且还可以溶解和带走沼气，因此，煤层水分大，沼气就相应的减少。

#### 2. 煤层贮存状况

如埋藏较深，沼气含量一般较大；因岩石的透气性比煤层要小的多，垂直层理面较沿层理面的透气性也小的多，所以，煤层倾角小，沼气放散条件就差；在地质变化复杂的煤层中，地质变化带往往成为沼气的集聚区，如断层、褶曲、层理紊乱、煤质松软地带一般沼气含量的变化就大。

#### 3. 煤层顶、底板和覆盖层的性质、厚度

如果煤层顶、底板是致密的透气性小的岩层，沼气就难于放出；覆盖层越厚，沼气就越不易放出，沼气含量就大。

总之，煤体的沼气生成量多，保存条件好，放散条件差，则沼气含量就大。但是，影响沼气含量的因素是复杂的。煤层沼气含量的大小，正是上述诸因素长期综合影响的结果。对于一个具体的煤层，可能某一个或几个因素起主要作用。因此，要具体情况具体分析，如大同煤田从碳化程度、成煤年代上均较抚顺煤田为高，为早，理应前者的沼气含量大，但因为大同煤田煤层顶板为孔隙性较大的砂岩、砂质页岩和砾岩所组成，而抚顺煤田煤层的顶板则是百米厚、透气性差的致密油母页岩，故抚顺煤田煤体中保存大量的沼气，而大同煤田在开采中沼气体积不大。

#### (二) 沼气含量的测定

煤层沼气含量是衡量矿井沼气涌出量的重要参数。因此，测定煤层沼气含量具有十分重要的意义。

煤层沼气含量的测定方法有以下两种。

#### 1. 直接测定法

即通过巷道围岩向未经开拓的煤体中打钻或通过地质钻探时，采取煤样，抽出其中沼气，作为该处煤体中的沼气含量。为了防止在打钻和取样过程中部分沼气散失，可在钻头上装上密闭岩芯采样器，当钻入煤体后，将煤样立即封入气密的密闭器中送往实验室；或采用集气式的采样器，将打钻过程中从煤体中逸出的沼气捕集起来，连同煤样一起送往实验室。这样把捕集到的沼气和从煤样中抽出的沼气相加，就会更加接近煤体中真正的原始沼气含量。直接测定法比较复杂，误差较大，在计算煤层沼气储量时，使用较多。

## 2. 间接测定法

这类方法又可分为两种。

1) 沼气容量法。所谓沼气容量就是将未经氧化的煤样，破碎到一定粒度后，使之在某一固定温度和沼气压力下吸入沼气，吸至饱和以后，把其中的沼气全部抽出，抽出的沼气即为该煤样在某一温度与压力下的沼气容量。

2) 计算法。煤层中的沼气含量与煤层中的沼气压力有一定的比例关系，这个比例值称为沼气含量系数。煤层沼气含量可用下式计算：

$$W = \alpha \sqrt{P} \quad (2-1)$$

式中  $W$ ——煤层中沼气含量， $\text{m}^3/\text{m}^3$ ；  
 $\alpha$ ——沼气含量系数， $\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{Pa}^{\frac{1}{2}}$ ；  
 $P$ ——煤层中沼气压力，Pa。

$\alpha$  值一般在井下直接测算。焦作、天府等矿务局的一些矿井采用直接测定法，其结果见表2-1。

表 2-1 沼气含量系数测定表

矿 井	煤 层	煤样重 (g)	沼气压力 (MPa)	煤的工业分析 (%)				沼气含量系数 $\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{kPa}^{\frac{1}{2}}$	附 注
				水分	灰分	挥发分	固定碳		
天府南井	9	58.9	1.79	1.49	22.16	19.55	56.8	0.42	用镐在煤巷取样
六枝矿	7	68.7	2.16	2.18	13.46	19.51	64.85	0.41	穿层钻孔停水取样
地宗矿	7	42.0	1.59	1.13	9.81	19.54	69.52	0.52	煤巷电煤钻取样
大用矿	7	74.2	1.97	2.21	15.43	15.07	67.29	0.53	煤巷电煤钻取样
焦作李封矿	大煤	76.8	1.08		15.40	7.50		0.84	煤巷电煤钻取样

## 四、沼气压力及其测定

煤层的沼气压力，是处于煤的裂隙和孔隙中的游离沼气分子热运动的结果。煤层沼气压力与煤层的沼气含量及沼气动力现象有密切的关系。《规程》规定，开凿有煤与沼气突出危险煤层时，必须测定煤层的沼气压力。

煤层沼气压力应该实际测量，测定步骤可分为打钻、封孔和测压。

### (一) 打钻

打钻前应选好测压地点，钻孔附近应无大的裂隙和破坏带。最好由煤层的顶板或底板穿过围岩向煤层打钻，围岩厚度应不小于 10m，钻孔直径不宜过大，一般为 50~60mm。钻机可根据钻孔深度选定。

### (二) 封孔

封孔前要准备好 6~10mm 直径的铜管或无缝钢管 15~20m，作测压管用。管的一段钻

些小眼，并用铜网包裹起来，防止送入钻孔时被钻渣堵塞。另一端装上压力表接头。钻孔打好后，立即用压气将孔内钻渣吹净，送入测压管。然后塞入1~2个木塞，直到预定的封孔深度。再用粘土（炮泥）或水泥砂浆，由里向外将钻孔严密地封闭起来。用粘土封孔时，每0.5~1m加入木塞1~2个。用木棒捣实，孔口段1~2m内用石膏或速凝水泥封堵（图2-3）。水泥砂浆封孔可用喷浆机将之喷入钻孔内，水泥标号应大于400号，并加入少量速凝剂（如水玻璃），以缩短水泥砂浆的硬结时间。封孔质量是保证测压效果的关键，除了选好封孔材料，除尽钻渣，做到封孔严密以外，还必须有足够的封孔长度。在围岩内，封孔长度一般为5~6m。在煤层内，应超过巷道周围影响带深度，一般为10~15m。

### （三）测压

封好孔后，要等封孔材料固结后，才能装上压力表，否则在高沼气的作用下，可能破坏封孔段的严密性。表的量程应和预计的沼气压力相适应。压力表接好后，起初压力上升较快，然后缓慢上升，逐渐趋于稳定，即为测定地点的沼气压力。在透气性好的煤层内，压力表接好后，约5~7d压力就不再上升。在透气性较差的煤层内，需要十几到几十天才能测得煤层的真正沼气压力。如果压力不上升或与估计值相差悬殊，应查明是否测压管堵塞，或封孔质量不好。

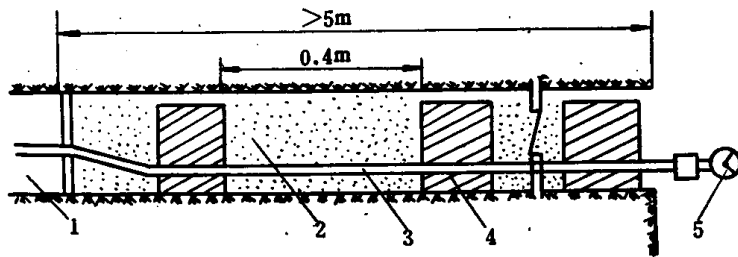


图 2-3 测沼气压力时封孔

1—测压室；2—封孔材料；3—测压管；4—木塞；5—压力表

## 第三节 沼气涌出量计算及预测

### 一、沼气涌出形式

沼气自煤或岩层中涌出的形式有两种：

#### 1. 普通涌出

沼气由煤层或岩层表面非常微细的裂缝和孔隙中缓慢、均匀而持久地涌出称普通涌出。首先是游离沼气涌出，而后是吸附沼气解吸为游离沼气涌出。这种涌出的范围广，时间长，是沼气进入矿井的主要形式。

#### 2. 特殊涌出

沼气特殊涌出包括沼气喷出与突出，即在压力状态下，在很短时间内自采掘工作面的局部地区，突然涌出大量的沼气或伴随沼气突然涌出大量的煤和岩石被抛出。沼气的这种涌出是沼气矿井特殊的一种沼气放散形式。但是，由于它的出现具有突然性，一次涌出的沼气量大而集中，且伴随有一定的机械破坏力，因此对安全生产威胁很大。

### 二、矿井沼气涌出量

矿井沼气涌出量是指矿井生产过程中，单位时间内从煤层本身以及围岩和邻近层涌出

的各种沼气的总和。它仅指普通涌出的沼气。沼气涌出量分为绝对涌出量和相对涌出量两种。

### 1. 绝对涌出量

绝对涌出量是指矿井在单位时间内所涌出的沼气的量，用 $Q_{\text{CH}_4}$ 表示，单位为 $\text{m}^3/\text{s}$ ， $\text{m}^3/\text{min}$ ， $\text{m}^3/\text{d}$ 。

绝对涌出量可用下式计算：

$$Q_{\text{CH}_4} = Q \times C\% \times 60 \times 24 \quad (2-2)$$

式中  $Q_{\text{CH}_4}$ ——矿井沼气绝对涌出量， $\text{m}^3/\text{d}$ ；  
 $Q$ ——矿井总回风巷风量， $\text{m}^3/\text{min}$ ；  
 $C$ ——回风流中的平均沼气浓度，%。

同理，一个采区，一个采煤工作面或一层煤如果测出通过风量和总回风流中的沼气浓度，均可用上式计算其绝对沼气涌出量。绝对沼气涌出量是沼气管理，风量计算的一个重要依据。但是，它仅能表明矿井涌出沼气的多少，很难判断矿井沼气涌出的严重程度，如两个绝对沼气涌出量相等的矿井，表面看来沼气涌出情况似乎一样，实际其中开采规模小的矿井沼气涌出情况必然较为严重。为了寻找一个能判断矿井沼气涌出严重程度的标准，我们引入相对沼气涌出量的概念。

### 2. 相对涌出量

相对涌出量是指矿井在正常条件下月平均产煤一吨的沼气涌出量，用 $q_{\text{CH}_4}$ 表示，单位为 $\text{m}^3/\text{t}$ 。

相对沼气涌出量可用下式计算：

$$q_{\text{CH}_4} = \frac{Q_{\text{CH}_4} \cdot n}{T} \quad (2-3)$$

式中  $q_{\text{CH}_4}$ ——矿井相对沼气涌出量， $\text{m}^3/\text{t}$ ；  
 $Q_{\text{CH}_4}$ ——矿井绝对沼气涌出量， $\text{m}^3/\text{d}$ ；  
 $T$ ——矿井沼气鉴定月的产量，t；  
 $n$ ——矿井沼气鉴定月的工作日数。

相对沼气涌出量以矿井产量为基础，因此它可以作为判断矿井沼气涌出严重程度的标准之一。

## 三、矿井沼气涌出量的影响因素

矿井沼气涌出量的大小，取决于自然因素和开采技术因素的综合影响。

### (一) 自然因素

#### 1. 煤层和邻近层的沼气含量

煤层和邻近层的沼气含量是沼气涌出量大小的决定因素。开采煤层的沼气含量高，沼气的涌出量就大。当开采煤层的上部或下部有沼气含量大的煤层或岩层时，由于未受采动影响，这些邻近层内的沼气也要涌入开采层，从而增大了矿井沼气涌出量。

#### 2. 地面大气压力的变化

地面大气压的变化对沼气涌出量的大小有密切关系。地面大气压力升高时。矿井沼气涌出量减少，例如，峰峰羊渠河一矿1971年7月实测：27日大气压力为97.8kPa，矿井的绝对沼气涌出量为 $11.61\text{m}^3/\text{min}$ ；30日大气压力升高到99.3kPa，矿井的绝对沼气涌出量减少

为  $8.06\text{m}^3/\text{min}$ 。地面大气压力降低，会引起矿井沼气涌出量的增加，这是日常沼气管理中应十分重视的问题。如果管理不善，就可能造成事故。根据美国1910年~1960年50年内沼气爆炸事故的分析，有一半发生在大气压力急剧下降时。又如英国在1868年~1872年5年间，990次沼气爆炸事故中，有51.6%是在大气压力下降时发生的。因此，每一矿井都应通过长期观测，掌握本矿区大气压力与矿井沼气涌出的规律，密切注意采空区和密闭区的检测工作，预防沼气事故的发生。

## (二) 开采技术因素

### 1. 开采规模

开采规模是指开采深度、开拓、开采范围及矿井的产量而言。开采深度越深，随着沼气含量的增加，沼气涌出量也就越大。在沼气赋存条件相同时，一般是开拓、开采范围越大，则沼气绝对涌出量越大，而沼气相对涌出量差异不大；产量增减，往往沼气绝对涌出量有明显的增减，而相对沼气涌出量的变化不很明显。表2-2和表2-3所列为开滦矿务局林西矿八水平和唐山矿对角通风系统所负担的采区的产量和沼气涌出情况。林西矿八水平在1959~1970年的8年内，尽管产量增长近10倍，而沼气相对涌出量一直维持在1.0~1.5 $\text{m}^3/\text{t}$ ；唐山矿尽管1970年9月1日高产日比8月份平均日产量增加了46.7%，其绝对沼气涌出量增加了47.8%，而相对沼气涌出量增加不足1%。高产时绝对沼气涌出量增加不甚明显，而相对沼气涌出量都有显著的下降。例如，抚顺矿务局龙凤矿，1970年9月份平均日产比8月份增加49%，沼气绝对涌出量仅增加7.5%，相对沼气涌出量却下降了33.4%。

表 2-2 林西矿八水平产量和沼气涌出情况

时 间	1959年7月	1960年7月	1963年7月	1965年7月	1968年7月	1970年7月
月平均日产量 (t)	540	632	2352	3494	4354	5189
绝对沼气涌出量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	619	972	3644	3982	4263	5860
相对沼气涌出量 ( $\text{m}^3/\text{t}$ )	1.15	1.55	1.55	1.14	0.98	1.13

表 2-3 唐山矿对角通风系统所负担采区产量和沼气涌出情况

时 间	1970年8月份 (平均)	1970年9月份 (平均)	1970年9月1日高产日
产量 (以8月份平均日产量为100%计)	100%	113.8%	146.7%
绝对沼气涌出量 ( $\text{m}^3/\text{min}$ )	27.2	31.0	40.2
相对沼气涌出量 ( $\text{m}^3/\text{t}$ )	5.80	5.85	5.83

综上所述，当矿井的开采深度与规模一定时，如果矿井涌出的沼气主要来源于采落的煤炭，产量变化时，对绝对沼气涌出量的影响比较明显，对相对沼气涌出量的影响不大；如果沼气主要来源于采空区，产量变化时，绝对沼气涌出量变化较小，相对沼气涌出量则有明显变化。因此，各矿井应找出产量变化与沼气涌出量间的变化规律，以便在增产时，恰当地配风或采取其它措施，确定安全生产。

### 2. 开采顺序与回采方法



首先开采的煤层（或上分层）排放了邻近层的沼气，因此沼气涌出量就大；表 2-4 为辽源煤矿厚煤层分层回采工作面的沼气涌出情况，其中第一分层的涌出量为第四分层的 4 倍。又如峰峰矿大煤分三个分层开采，顶层沼气涌出量占全煤层沼气总涌出量的 75% 左右；采用后退式开采程序比采用前进式开采程序沼气涌出量要少；采用回采率高的采煤方法，采区沼气涌出量大；顶板管理采用陷落法比充填法能造成顶板更大范围的破坏与松动，沼气涌出量也就大；回采工作面周期来压时，沼气涌出量也会大大增加。据焦作矿务局焦西矿资料，周期来压时比正常生产时沼气涌出量增加 50~80%。

表 2-4 辽源煤矿厚煤层分层回采工作面的沼气涌出情况

人工分层	全煤层平均	1	2	3	4
沼气涌出比率 (%)	100	180	103	70	47

### 3. 生产工艺过程

同一工作面一般在放炮或割煤时的沼气涌出量为最高，表 2-5 和表 2-6 分别为辽源矿务局掘进工作面和焦作矿务局焦西矿回采工作面不同生产工艺时的沼气涌出量。

表 2-5 辽源矿务局掘进工作面不同工艺时的沼气涌出量

工 序	支 架	打 眼	放 炮	装 煤	交 接 班
沼气涌出量 (倍数关系)	1.00	1.00~1.00	1.55~1.65	1.30~1.40	0.80~0.90

表 2-6 焦作矿务局焦西矿回采工作面不同工艺时的沼气涌出量

工 序	正常生产	放 炮	放 顶	移溜子清底
沼气涌出量 (倍数关系)	1.00	1.50	1~1.20	0.80

### 4. 通风压力

通风压力对矿井沼气涌出量的影响，在道理上和大气压力对沼气涌出量的影响是一样的，但表现形式不同。抽出式通风的矿井，沼气涌出量随矿井通风压力（负压）的提高而增加。表 2-7 是辽源太信一井 1954 年实测值。压入式通风的矿井，沼气涌出量随矿井通风压力（正压）的降低而增加。

表 2-7 辽源太信一井 1954 年沼气涌出量与通风压力的关系

时 间 (月)	1	2	3	4	5
矿井通风压力 (kPa)	1.67	1.62	1.47	1.37	1.27
沼气涌出量 (m <sup>3</sup> /min)	22.57	21.9	21.6	20.9	19.61