

煤炭中等专业学校试用教材

煤 矿 安 全

一 九 八 四 年

煤 矿 安 全

抚顺煤炭工业学校编

抚顺煤炭工业学校印刷厂印刷

前 言

本教材是根据煤炭部批准的中等专业学校矿井通风与安全专业教学计划和《煤矿安全》教学大纲的要求编写的。全书包括矿井瓦斯、矿尘、矿井防灭火及矿山救护四篇。

本教材由通风教研组卢秉阁、纪登平编写，卢秉阁任主编。

在编写过程中承蒙抚顺煤炭研究所，抚顺煤矿安全仪器厂，抚顺矿务局龙凤矿、老虎台矿、胜利矿保安区，淮北矿务局袁庄矿通风区，平顶山、抚顺、淮南矿务局矿山救护队等单位的大力支持，在此表示忠心感谢。

本书是根据1981年编写的《煤矿安全》讲义印刷的。由于教学急需，编写时间短，本次印刷时又没精力修改，加上编者水平所限，书中一定存在不少缺点错误，恳请读者批评指正。

编 者

1984年7月

目 录

· 绪 论·····	1
------------	---

第一篇 矿井瓦斯

第一章 矿井瓦斯概论 ·····	3
第一节 矿井瓦斯的生成及其性质·····	3
第二节 瓦斯的的存在状态与瓦斯含量·····	4
第三节 矿井瓦斯的涌出·····	6
第四节 矿井瓦斯等级鉴定·····	13
第二章 瓦斯爆炸及其预防 ·····	20
第一节 瓦斯的燃烧爆炸性·····	20
第二节 瓦斯爆炸的条件及其影响因素·····	21
第三节 预防爆斯爆炸的措施·····	25
第四节 瓦斯浓度检查·····	34
第三章 瓦斯特殊涌出及其预防 ·····	42
第一节 瓦斯特殊涌出概述·····	42
第二节 瓦斯喷出及其预防与处理·····	43
第三节 煤与瓦斯突出·····	44
第四节 煤与瓦斯突出的防治·····	50
第四章 抽放瓦斯 ·····	70
第一节 概述·····	70
第二节 本煤层抽放瓦斯·····	77
第三节 邻近层抽放瓦斯·····	88
第四节 采空区抽放瓦斯·····	110
第五节 抽放设备·····	111
第六节 提高瓦斯抽放效果的措施·····	135

第二篇 矿 尘

第五章 矿尘概论 ·····	139
第一节 矿尘的粒度、分散度及矿尘浓度·····	139
第二节 矿尘的来源及其危害·····	140
第六章 煤尘爆炸及其预防 ·····	142
第一节 煤尘燃烧与爆炸的原因及过程·····	142
第二节 煤尘燃烧与爆炸的条件及其影响因素·····	143

第三节	煤尘爆炸性的鉴定	148
第四节	防止煤尘爆炸的措施	150
第七章	尘肺病及其预防	159
第一节	尘肺病及其产生原因	159
第二节	尘肺病的预防措施	160
第八章	矿尘的测定	170
第一节	矿尘的测定方法	170
第二节	用集尘管测尘	170
第三节	用滤膜测尘	174
第四节	用光电测尘仪测尘	177

第三篇 煤矿防灭火

第九章	矿内火灾	182
第一节	概述	182
第二节	煤炭自燃	185
第三节	煤炭自燃倾向性的鉴定	190
第四节	煤炭自燃的早期识别和预报	195
第十章	矿内防火	203
第一节	矿内防火的一般技术措施	203
第二节	预防矿内自燃火灾的技术措施	204
第三节	外源火灾预防措施	229
第十一章	矿内灭火	231
第一节	概述	231
第二节	火风压	233
第三节	火灾时风流状态的判别及其应用	239
第四节	火灾时保护井下人员的安全措施	249
第五节	控制风流的措施	250
第六节	侦察火区确定火源	252
第七节	灭火方法	255
第八节	火区的管理与启封	266

第四篇 矿山救护

第十二章	矿山救护队	268
第一节	矿山救护队的任务	268
第二节	矿山救护队的组织	268
第三节	矿山救护队的主要技术装备	269

第十三章 矿井救护工作	280
第一节 矿井事故灾变实例.....	280
第二节 矿井发生事故后的应急措施和矿工自救.....	289
第三节 矿山救护工作.....	292
第十四章 矿井灾害预防和处理计划	299
第一节 灾害预防和处理计划的内容和编制方法.....	299
第二节 灾害预防与处理计划的贯彻和落实.....	300

绪 论

“煤是工业的粮食”，是社会主义现代化建设的先行工业，是工业和交通运输业发展的基础。煤矿安全工作，是对煤矿安全生产起保证作用的重要一环，它直接关系到矿工的生命安全、身体健康和煤炭工业的发展。因为在煤矿生产中存在有瓦斯、煤尘、岩尘和矿井火灾等自然灾害的威胁，只有认真做好安全工作，不断改善井下的劳动条件，消除各种影响矿工身体健康、生命安全的有害因素，才能实现安全生产，保证煤炭工业高速发展，加速社会主义现代化建设。

安全生产是我们党和国家在领导生产建设中一贯坚持的方针。在社会主义国家里，生产的目的是为满足人民日益增长的物质生活和文化生活的需要。劳动者是国家的主人，既是物质财富的创造者，又是生产建设事业的组织和管理者，国家利益和劳动人民的根本利益是完全一致的。因此，安全生产，是社会主义制度下，新的生产关系所决定的。

解放前，我国的煤炭工业控制在帝国主义、官僚资本家和封建把头的手中，矿工身受三座大山的压迫，无数矿工被瓦斯、煤尘、火灾等自然灾害事故夺去生命，煤矿资源横遭破坏。

解放后，党和政府对煤矿安全生产给予极大重视，矿山的面貌发生了翻天覆地的变化。早在1952年全国劳动保护工作会议上就制定了安全生产方针。国务院颁发了“关于防止厂矿企业中硅尘危害的决定”，以及其他劳动保护法令和安全规章制度，建立了各级劳动保护组织机构和研究机构。国家拨出了巨额经费，增设了大量的安全防护设施。并且召开了通风、瓦斯、防尘等专门会议，作出了有关的重要决定。由于在煤矿企业中认真贯彻了党的安全生产方针，使煤矿安全生产面貌得到了很大的改善。

但是，在十年内乱时期，煤矿安全生产状况遭到极大破坏。把有利于安全生产的合理规章制度，看成是关卡压予以批判；把注意安全生产说成是活命哲学予以批判；把违章蛮干看成是革命精神加以提倡。致使煤矿生产出现有章不循，违章不究，冒险蛮干，破坏了安全生产。造成煤矿中瓦斯、煤尘、火灾等灾害事故增多。

十年内乱之后，特别是党的十一届三中全会之后，党和国家为了改善安全生产状况，采取了一系列有利措施，如重新修改了《煤矿安全规程》，建立健全各种规章制度，明确提出“安全第一”方针，并在煤炭系统的中等专业学校正式设置了“煤矿通风与安全”专业，引进先进的科学技术，加强了煤矿瓦斯的监测手段等等，使煤矿安全生产状况有了很大好转。

实践证明，在社会主义条件下，只有在正确思想指导下，对安全生产方针有了正确认识，才能保证安全生产方针得以贯彻执行，安全生产得以实现。

安全生产方针，就是在生产斗争中必须坚持安全第一，生产与安全发生矛盾时，必须服从安全。对于违反《规程》规定的各种事故隐患，能解决的要立即解决，对于不能保证安全生产的坚决停产处理。强调安全生产，并不是不要生产，而是为了更好地生产。

安全第一作为一个指导思想、一条方针，这是我国煤炭工业经过多年的生产实践，付出了血的代价才摸索出来、认识清楚的规律。我们社会主义国家和社会主义企业的神圣职责，就是要尽一切努力，在生产劳动中和其他活动中避免一切可以避免的伤亡事故，否则就违背了我国工人阶级的立场和社会主义的革命人道主义原则。在煤矿生产中，只有坚持安全第一，才符合煤炭工业的客观规律，只有牢固地树立起安全第一的思想，才能实现安全生产。如果违背安全第一的方针，必然受到惩罚，破坏安全生产。

正确贯彻执行党的安全生产方针，首先必须提高思想认识，明确贯彻执行党的安全生产方针的重要意义，增强关心矿工在生产中的身体健康和生命安全的无产阶级感情，加强贯彻执行安全生产方针的自觉性和责任感。要树立科学态度，大搞技术革新，应用先进的科学技术，不断提高安全防护工作和监测工作的技术水平，及时解决安全生产中存在的问题。要加强管理，建立健全并认真落实安全生产规章制度、岗位责任制度；加强劳动纪律，严肃处理违犯纪律的事件，克服劳动纪律松弛的现象。要贯彻“预防为主”的方针，掌握发生事故的规律性，及时处理事故隐患，作到防患于未然。

《煤矿安全》教材，包括矿井瓦斯、矿尘、矿井防灭火及矿山救护四部分内容。《煤矿安全》的任务是研究煤矿中瓦斯、煤尘、硅尘、矿井火灾等自然灾害事故的发生规律、对矿工的伤害、防止灾害事故发生与保证矿工健康和安全的措施，以及处理事故，消除危害或限制灾害范围扩大、救护遇难人员等措施。《煤矿安全》担负着贯彻党的安全生产方针，保证矿井安全生产的重要任务。是煤矿通风与安全专业的主要专业课之一。

随着煤炭工业的高速发展，煤矿安全工作方面的新技术必将不断涌现出来，并应用于煤矿安全生产实践中去，《煤矿安全》教材的内容将不断得到充实与提高，以适应安全生产的需要。

第一篇 矿 井 瓦 斯

第一章 矿 井 瓦 斯 概 论

第一节 矿井瓦斯的生成及其性质

一、矿井瓦斯的生成

矿井瓦斯是在煤炭生成过程中所伴生的气体产物的总称。瓦斯的主要成分是沼气（又称甲烷）、二氧化碳和氮；有时也会出现少量的氧、一氧化碳、二氧化硫及其它碳氢化合物等。由于瓦斯成分中的沼气含量占绝大比重（一般在90%左右或更大），故我国煤矿中所说的瓦斯均指沼气（或甲烷）而言。本章所研究的矿井瓦斯即是沼气。

古代植物在成煤过程中，经厌氧菌作用，植物的纤维质被分解产生大量瓦斯，由于堆积的植物距地表近，这部分瓦斯基本都逸散到大气中去了；此后，随着上复地层厚度的增加，在高温高压作用下，泥炭、褐煤逐渐转变成烟煤、无烟煤，在这种炭化变质过程中，随着煤的化学成分和结构的变化，继续不断生成瓦斯。据有些研究人员粗略计算，在全部成煤过程中，每形成一吨烟煤，大约可以伴生600米³以上的瓦斯。而在由长焰煤变质为无烟煤时，每吨煤又可以产生约240米³的瓦斯。但是，在长期的地质年代里，由于沼气的比重小，扩散能力强，地层又具有一定的透气性，以及地层的隆起、侵蚀，大部分瓦斯都已逸散到大气中去，只有一小部分至今还被保存在煤体和围岩内。

二、瓦斯的性质

瓦斯是无色无味无臭的气体，有时可嗅到类似苹果香味，这是和瓦斯同时涌出的芳香族气体的气味。有时发现有瓦斯云雾，这是由于瓦斯和空气的折射率不同或者是瓦斯和水蒸汽在某处同时积聚所引起的。瓦斯的比重为0.554，在大气压力为760毫米水银柱，温度为0℃的状态下，每立方米瓦斯重0.716公斤。由于瓦斯的比重比空气小，所以常积聚在井下巷道的顶板附近、上山掘进工作面及顶板冒落的地方。由于沼气的分子直径很小，所以扩散能力很强，它的扩散速度比空气大1.6倍，能从煤体或岩层中透出来迅速地扩散到井下巷道内。

瓦斯的化学性质极不活泼，几乎不和其他化学物质化合。难溶于水（当压力为760毫米水银柱，温度为20℃时，100份水可溶3.5份瓦斯），可以用排水取气法取瓦斯气样。瓦斯本身虽无毒，但当空气内含瓦斯量较大时，会相对地降低氧气的含量，而使人窒息。瓦斯不助燃，但与空气混合成一定浓度时，则具有燃烧性与爆炸性。其燃烧时的火焰颜色为浅兰色（在空气中的含量小于3~4%时）或淡青色（含量5%左右）。

第二节 瓦斯的的存在状态与瓦斯含量

一、瓦斯的的存在状态

在煤矿中，瓦斯从煤体和岩层中持续不断地向外涌出，且具有不同的涌出形式，这与瓦斯在煤层内的赋存状态有密切关系。瓦斯在煤层中的存在状态可分为游离状态和吸附状态两类。吸附状态按其结合形式不同可分为吸着状态和吸收状态（如图1—1）。

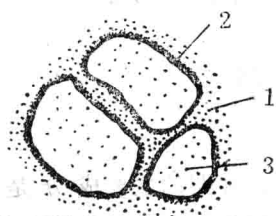


图1—1 瓦斯在煤体内的存在状态

1—游离状态瓦斯；

2—吸着状态瓦斯；

3—吸收状态瓦斯

游离状态瓦斯是呈自由气体状态存在于煤层的孔隙、裂隙或孔洞中，其量大小取决于自由空间、瓦斯压力的大小及温度的高低。

吸着状态瓦斯，是在孔隙表面固体粒子分子引力的作用下，瓦斯分子被紧密地吸附于孔隙表面上，所形成的一层很薄的吸附层。由于煤体中有丰富的微小孔隙（据实验得知，每克无烟煤内的微孔表面积可达200米²之多），所以对瓦斯的吸附能力是相当大的。

吸收状态的瓦斯，是瓦斯分子已进入到煤的胶粒结构内部（可使煤体膨胀，煤的强度降低），它和气体溶解于液体中的现象相似。

吸附状态瓦斯量的大小，决定于煤的孔隙结构特点和瓦斯的压力与温度等条件。

在一定的条件下，游离状态与吸附状态的瓦斯处于一定的动平衡中。条件变化时，这种平衡状态就受到破坏。例如，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，这种现象称为吸附。反之，如果压力降低或温度升高时，部分瓦斯就由吸附状态转化为游离状态，这种现象称为解吸。在煤体中，游离状态瓦斯呈现有压力，而吸附状态瓦斯则不呈现有压力，但具有相当的潜能，在解吸过程中此种潜能即释放出来。

煤体的孔隙与裂隙非常发达，所以能够保存着大量的瓦斯，据计算，在天然条件下，煤的最大瓦斯容量可达35~45米³/吨，其中吸附瓦斯量约占90%左右。当在煤层中进行采掘工作时，煤岩的完整性受到破坏，透气性增加，部分游离瓦斯在瓦斯压力作用下，经由煤层的暴露面渗透流出，涌向采掘空间。这就破坏了原有的瓦斯动平衡，一部分吸附状态的瓦斯即转化为游离状态。另一方面，随着采掘工作的扩展，煤体和围岩受采掘工作影响的范围不断扩大，瓦斯动平衡破坏的范围也不断扩展，涌出瓦斯的范围亦逐渐增大，所以瓦斯能够长时间地、均匀地从煤体中释放出来，这是煤矿内瓦斯涌出的基本形式。

二、煤层瓦斯含量及其影响因素

煤层的瓦斯含量是指单位体积或重量的煤，在一定温度和压力的条件下，所含有的瓦斯量（按标准状态时的体积计算），也就是吸附和游离两种状态瓦斯量的总和。其单

位用 $\text{米}^3/\text{吨}$ 或 $\text{米}^3/\text{米}^3$ 表示。

在成煤和炭化过程中，瓦斯不断生成和放散，尤其是在成煤后的漫长地质年代中，含煤地层的地质运动和地质构造，以及煤层的赋存条件，围岩性质，水文地质条件等，对瓦斯的放散具有决定性的影响作用。因此，煤层瓦斯含量大小决定于两方面：一是成煤和炭化过程中瓦斯生成量的多少；二是瓦斯被保存下来（或放散）的条件。其中决定瓦斯含量多少的主要条件是保存（或放散）瓦斯的条件，而不是生成瓦斯量的多少，也就是不仅决定于煤质牌号，而更主要的是决定于它的地质条件。现将影响瓦斯含量的主要因素分析如下：

1、煤的变质程度

煤的变质程度既影响了瓦斯生成量的多少，又影响着吸附瓦斯能力的大小。例如在成煤的初期，煤的结构疏松，孔隙率大，瓦斯分子能渗入煤体内部，因此褐煤具有很大的吸附能力。但在此阶段煤层本身尚未生成大量瓦斯，所以，实际上所含的瓦斯量是很少的。由褐煤变成无烟煤的变质过程中，不断生成大量瓦斯，并且煤层吸附瓦斯的能力也在变化（如图1—2）。由褐煤变成长焰煤的变质过程中，在地压作用下，孔隙率减少，煤质渐

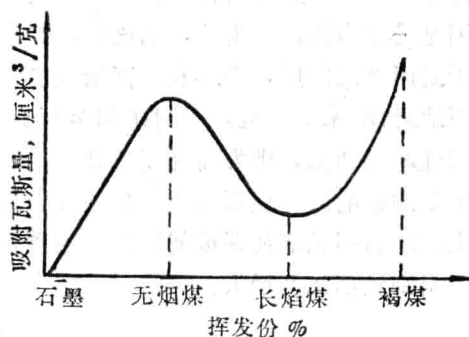


图1—2 不同煤质对瓦斯吸附能力的示意图

趋致密，吸附瓦斯的能力逐渐降低，在长焰煤中，最大的吸附瓦斯量在 $20\sim 30\text{米}^3/\text{吨}$ 左右。随着煤的进一步变质，在高温、高压作用下，煤体内部因干馏作用而生成许多微孔隙，使孔隙表面积到无烟煤时增到最大，因此无烟煤的吸附能力最强，可达 $50\sim 60\text{米}^3/\text{吨}$ 。以后微孔又收缩减少，到石墨时变为零，使吸附瓦斯的能力消失。

总之，如其他条件相同，变质程度提高了，煤层的瓦斯含量应比较大，例如阳泉3号煤层变质程度高，挥发分为7%左右，在瓦斯压力为16大气压下，其瓦斯含量为 $34\text{米}^3/\text{吨}$ ；而抚顺龙凤矿的煤层变质程度低，挥发分为34%，在同样瓦斯压力下，其瓦斯含量仅为 $14.6\text{米}^3/\text{吨}$ 。

2、煤层的赋存条件

首先是煤层的埋藏深度。如果煤层埋藏的浅，特别是有露头存在时，煤体中的瓦斯容易放散到大气中去，瓦斯含量就很小。如果煤层为较厚的冲积层所覆盖，没有通达地表的露头，则瓦斯难以放散，其瓦斯含量就比较大。例如四川中梁山煤田为覆舟状构造，

地表无煤层露头，瓦斯为构造封闭，煤层瓦斯含量大，因而在南井主井井筒马头门向南掘进20米，进入Kg煤层时，即发生了煤和瓦斯突出。一般说来，煤体的瓦斯含量随着深度的增加而逐渐增大。阳泉各矿的资料表明，覆盖层厚度越大，煤层瓦斯含量越大。

其次，是煤层的倾角。因为瓦斯沿煤层层面流动比垂直层面流动容易，所以在相同条件下，煤层的倾角越小，瓦斯含量越大。例如，淮南煤田东部的九龙岗矿为急倾斜煤层，地表有露头，采深830米处的瓦斯涌出量只有5.3米³/吨，而煤田西部的谢二矿，为倾斜煤层，无露头，表土冲积层厚28~30米，采深350米处的瓦斯涌出量就达27.2米³/吨。

3、围岩性质

如果煤层的围岩，特别是顶板围岩致密完整，煤层的瓦斯就容易被保存下来。反之，瓦斯容易放散。例如大同煤田与抚顺煤田，尽管前者沉积年代早，炭化程度高，但是瓦斯含量却比后者小得多。这是因为大同煤层的顶板为孔隙发达的砂质页岩、砂岩和砾岩，瓦斯容易放散；而抚顺煤田顶板为百余米厚的致密的油母页岩和绿色页岩，大量瓦斯被保存下来，成为世界闻名的高瓦斯煤田。

4、煤田的地质构造

地质构造对瓦斯的保存或放散有显著的作用，往往是同一矿区内瓦斯含量不同的主要原因。如果断层的成因是受张力作用产生的，则该区域的瓦斯含量要小；如果断层是受压力作用产生的，属于封闭性的断层，则不利于瓦斯放散，在断层区域内的瓦斯含量要大。例如焦作矿区在距地表188米垂深处，王封矿和李封矿均为低瓦斯矿井，但邻近的朱村矿，其四周为封闭性断层切割，则为高瓦斯矿井，并发生了煤和瓦斯突出。褶曲构造对瓦斯含量也有极重要的影响。当顶板为致密岩层且未暴露时，一般情况下，背斜区瓦斯由两翼向轴部增大；向斜则轴部瓦斯可能减少。当顶板为脆性岩层裂隙较多时，瓦斯在背斜轴部减少，向斜则轴部瓦斯增大。

5、水文地质条件

瓦斯虽然难溶解于水中，但是如果煤层中有较大的含水裂隙或流动的地下水通过时，经过漫长的地质年代，则能从煤层中带走大量瓦斯，降低煤层的瓦斯含量。例如，焦作王封矿与李封矿相邻，后者较前者的地下水大，在开采同一深度时，前者的瓦斯则大于后者。又如湖南煤矿普遍存在着水大的矿井瓦斯小；水小的矿井瓦斯大的规律。

综上所述，煤层瓦斯含量受多种因素影响，造成不同煤田的瓦斯含量差别很大，即使同一煤田，甚至同一煤层的不同地区，瓦斯含量也可能有显著差别。因此，在地质勘探时，应对煤层的瓦斯含量进行必要的测定，作为煤田开发设计时的参考。

第三节 矿井瓦斯的涌出

一、矿井瓦斯的涌出形式

在煤矿开采过程中，根据瓦斯涌出在时间和空间上的变化，将其分为普通涌出和特殊涌出两种。

普通涌出 即是瓦斯从煤体和岩层内，人眼很难观察到的微小孔隙中缓慢、持久、

均匀地放出形式。普通涌出形式，在瓦斯压力较高，量较大时，有时能听到瓦斯涌出的嘶嘶声音，或伴随有一些小煤屑从煤壁表面脱落，把手放在煤面上能感到跑气或发凉。在瓦斯涌出较大的巷道底板积水内或水沟里，会出现由于瓦斯涌出而产生的好似水被烧开的冒泡现象。普通涌出形式是矿井瓦斯的主要涌出形式，其涌出的瓦斯量占矿井总瓦斯涌出量的绝大部分。在煤矿中日常所进行的瓦斯管理工作就是针对这部分瓦斯的。

特殊涌出 瓦斯特殊涌出包括瓦斯喷出和煤与瓦斯突出两种形式。如果煤层中孔隙或孔洞沟通的范围很广，且其中积聚大量的瓦斯时，可在较短时间内通过肉眼能看到的裂缝内放出大量瓦斯，称此种涌出形式为瓦斯喷出。例如阳泉、淮南、峰峰等矿都发生过规模不同的瓦斯喷出。阳泉二矿曾在四尺煤底板石灰岩中开凿巷道时发生了瓦斯喷出，其喷出量每昼夜达11000米³以上，两年后仍保持在5000米³以上，喷出的瓦斯浓度为80~90%。有时在极短的时间内，从煤层或围岩中突然喷出大量的瓦斯，同时抛出大量的粉煤或岩石，并伴随着有强烈的动力效应，这种现象称为煤与瓦斯突出。瓦斯特殊涌出形式，将在后面的专门章节中予以研究。

二、瓦斯涌出量

瓦斯涌出量是指在矿井开采过程中以普通涌出形式实际涌出到采掘巷道中的瓦斯量。对涌出范围为整个矿井的涌出量，叫做矿井瓦斯涌出量；而对涌出范围为矿井的一翼、某采区或某工作面的涌出量，就分别叫做某翼、采区或工作面的瓦斯涌出量。

（一）瓦斯涌出量的表示方法

瓦斯涌出量的表示方法有两种，即绝对瓦斯涌出量和相对瓦斯涌出量。

1、绝对瓦斯涌出量 在单位时间内涌进采掘巷道中的瓦斯立方米数，叫绝对瓦斯涌出量，其单位是米³/日或米³/分。绝对瓦斯涌出量可按下式计算：

$$Q_{\text{瓦}} = Q \cdot C, \text{米}^3/\text{分} \quad (1-1)$$

式中 $Q_{\text{瓦}}$ —绝对瓦斯涌出量，米³/分；

Q —回风量，米³/分；

C —回风流中瓦斯浓度，%。

由于矿井或采区的开采规模和生产能力不同，绝对瓦斯涌出量并不能真正反映出矿井或采区瓦斯涌出的严重程度。

2、相对瓦斯涌出量 在正常生产条件下，月平均产一吨煤所涌出的瓦斯量，叫相对瓦斯量，其单位是米³/吨。相对瓦斯涌出量按下式计算：

$$q_{\text{瓦}} = \frac{Q_{\text{瓦}} \cdot n}{T}, \text{米}^3/\text{吨} \quad (1-2)$$

式中 $q_{\text{瓦}}$ —相对瓦斯涌出量，米³/吨；

$Q_{\text{瓦}}$ —绝对瓦斯涌出量，米³/日；

T —与瓦斯涌出范围相应区域（矿井或采区等）的实际产量，吨/月；

n —瓦斯鉴定月的工作日数，日/月。

（二）影响瓦斯涌出量的因素

影响瓦斯涌出量的因素，可分为自然因素和开采技术因素两类。

1、自然因素

1)煤层和围岩的瓦斯含量 瓦斯含量是瓦斯涌出量大小的决定性因素。开采煤层本身瓦斯含量大，则瓦斯涌出量也就大。因此，前述影响煤层瓦斯含量的因素，也是影响瓦斯涌出量的基本因素。如果开采煤层邻近赋存有瓦斯含量大的夹层、煤层（通常称为邻近层）时，由于开采煤层回采的影响，在采空区上下形成大量的裂隙，则邻近层的瓦斯就能不断地流入开采煤层的采空区和生产空间，从而增加了开采煤层的瓦斯涌出量。在此情况下，开采煤层的瓦斯涌出量有可能大大超过它本身的瓦斯含量。

2)地面大气压力的变化

地面大气压的变化，必然引起井下空气压力的相应变化，它对瓦斯涌出量的影响与瓦斯涌出来源有密切关系。气压变化对瓦斯涌出量影响的规律是：气压升高时，瓦斯涌出量减少；气压降低时，瓦斯涌出量增加，尤其是当气压连续下降时，对瓦斯涌出量增加的影响更为显著。如抚顺老虎台矿某年7月间在一密闭处实际观测得的瓦斯浓度与气压变化的关系(如图1—3)。当气压降低时，瓦斯浓度增高，即表明瓦斯涌出量增大，在11日至14日气压连续下降时，则出现了瓦斯涌出的“高峰”。又如阳泉四矿四尺煤的实测资料：在大气压力变化1毫米水银柱时，其瓦斯涌出量约增减 $0.456\text{米}^3/\text{分}$ 。

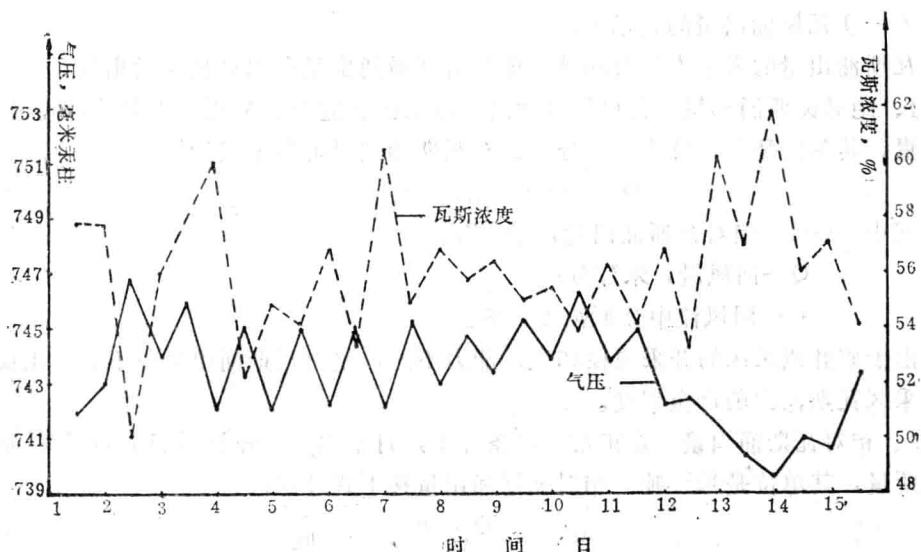


图 1—3

矿井瓦斯涌出量随气压变化而变化，虽然是普遍规律，但是其变化的大小是和矿井瓦斯涌出的来源有密切关系。根据实测资料：地面大气压的变化，在一年之内可达 $40\sim 50$ 毫米水银柱，在一天内个别情况下可达 $15\sim 20$ 毫米水银柱。而我国矿井实测的煤层相对瓦斯压力，即煤层内瓦斯的绝对压力与井下大气压力之差值，高的可达 48×10^4 毫米水柱（3.5万多毫米水银柱），如重庆天府煤矿；低的也有 $6\sim 7\times 10^4$ 毫米水柱（400~5100多

毫米水银柱)。根据国外资料,煤从煤体上被破碎成块以后,尚有 $2\sim 3\times 10^4$ 毫米水银柱(1470~2200毫米水银柱)的相对瓦斯压力。可见,大气压力变化值对于从煤层暴露面涌出的瓦斯量是没有或很少有影响的;但对来至采空区或坍冒区的瓦斯涌出量影响就比较显著。因为在正常情况下,采空区或坍冒区与巷道间的气压差是处于相对稳定状态,则采空区或坍冒区内所积存的瓦斯均衡地泄入巷道风流中。当地面大气压突然变化时,则影响井下巷道中的气压发生相应的突然变化,从而破坏了采空区或坍冒区与巷道间气压差的相对稳定状态,使瓦斯涌出量发生突然变化。所以对生产规模较大或来至采空区、坍冒区的瓦斯量较大的矿井,其瓦斯涌出量受气压变化的影响就较大。

地面大气压降低引起矿井瓦斯涌出量的增加它是煤矿日常瓦斯管理工作应十分重视的问题。如果管理不善,就可能造成事故。例如英国在1868年至1872年5年内所发生的990次瓦斯爆炸事故中,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,掌握本矿区大气压变化对矿井瓦斯涌出量的影响规律,如随气压变化瓦斯涌出量变化较大的地点、变化的幅度、季节和气候对瓦斯涌出量的影响等,以便有针对性的加强瓦斯检查与机电设备的管理,合理的控制风流或采取其他相应措施。

2、开采技术因素

1)开采规模 开采规模是指开采深度、开拓与开采范围以及矿井产量而言。对于一个矿井来说,开采深度越大,煤层的瓦斯含量越高,则瓦斯涌出量越大;开拓与开采的范围越广,煤层与围岩的暴露面就越大,则矿井的瓦斯涌出量也就越大。

矿井产量与矿井瓦斯涌出量间的关系比较复杂。就绝对瓦斯涌出量而言,一般是随产量的增加而增加。但对相对瓦斯涌出量,由于它在数值上是正比于绝对瓦斯涌出量,反比于产量,所以,当矿井开拓和生产的初期,因为产量较低,即使绝对瓦斯涌出量不大,相对瓦斯涌出量也可能较高(达 $20\sim 40\text{米}^3/\text{吨}$)。在矿井正常生产的情况下,也会有两种情况出现:例如开滦林西矿八水平11年间尽管产量增长近10倍,但相对瓦斯涌出量一直维持在 $1.0\sim 1.5\text{米}^3/\text{吨}$,变化甚微;而抚顺龙凤矿1970年9月份平均日产量比8月份增加49%,绝对瓦斯涌出量仅增加7.5%,相对瓦斯涌出量却下降了33.4%。这主要与瓦斯涌出的来源有关。一般说来,当矿井开采具有一定规模后,如果矿井涌出的瓦斯主要来源于采落的煤炭,当产量变化时,对绝对瓦斯涌出量的影响比较明显,而对相对瓦斯涌出量的影响则不大;如果瓦斯主要来源于采空区,当产量变化时,对绝对瓦斯涌出量的影响不大,而相对瓦斯涌出量则有明显变化。因此,各矿应根据各自的具体情况,通过统计分析,找出产量与瓦斯涌出量间的变化规律,以便做好配风与瓦斯管理工作。

2)开采顺序与回采方法 首先开采的煤层(或分层)除其本煤层(或本分层)瓦斯涌出外,邻近层(或未开采的其他分层)的瓦斯也可通过回采过程产生的孔洞与裂隙渗透出来,使瓦斯涌出量增大。例如焦作朱村煤矿的统计资料:开采上分层工作面的瓦斯涌出量为中分层的 $2\sim 3$ 倍,为底分层的 $2.6\sim 4$ 倍。又如阳泉四矿全部冒落法的单一长壁工作面,回采工作面推进 $30\sim 50$ 米后,大量瓦斯来自顶板邻近煤层,采区瓦斯涌出量可增大到老顶冒落前的 $5\sim 10$ 倍。因此,瓦斯涌出量大的矿井确定开采顺序时,应尽可能首先回采瓦斯含量较小的煤层。如果各煤层瓦斯含量比较接近而厚度不等,则应先回采厚

度较小的煤层，以便组织瓦斯抽放工作和使矿井瓦斯涌出较为均匀。

采空区丢失煤炭多，回采率低的采煤方法，采区瓦斯涌出量大；顶板管理采用陷落法比用充填法能造成顶板更大范围破坏与松动，瓦斯涌出量也就比较大；回采工作面周期来压时，瓦斯涌出量会大大增加。据焦作矿务局焦西煤矿资料，周期来压比正常生产时，其瓦斯涌出量增加50~80%。

3)生产工艺过程 从煤层暴露面和采落煤炭内涌出的瓦斯量，都是随着时间的增长而迅速下降。所以同一个工作面内，落煤时的瓦斯涌出量总是大于其它工序时的瓦斯涌出量(有邻近层的老顶周期性冒落时除外)。表1—1为焦作矿务局焦西矿回采工作面不同生产工艺时的瓦斯涌出量。落煤时的瓦斯涌出量增大，又与落煤量的多少、新暴露煤壁

表1—1 焦西矿回采工作面不同生产工艺时的瓦斯涌出量

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

面积的大小和煤块的破碎程度有关。例如：风镐落煤时，瓦斯涌出量可增大1.1~1.3倍；打眼放炮时，1.4~2.0倍；联合采煤机工作时，1.4~1.6倍；水采工作面水枪开动时，瓦斯涌出量要比平时增大2~4倍；综采机组工作时的瓦斯涌出量增加约1.3~1.5倍。但在高瓦斯含量煤层内，因为机组进度快，产量高，绝对瓦斯涌出量很大，如阳泉煤矿机组工作面瓦斯涌出量可达40米³/分，工作面通风与瓦斯管理都很困难。

4)风压与风量 通风压力的变化，对瓦斯涌出量的影响与大气压相似，即是由于通风压力的变化影响井下巷道中空气绝对压力的变化，使来源于采空区和坍冒区域的瓦斯涌出量发生变化。所不同的是矿井通风压力的变化，往往引起矿井风量的变化，同时，也就引起采空区漏风状况的改变，随同漏风带出的瓦斯量也会跟着发生变化，即漏风量增加时，带出的瓦斯量也增大，使矿井瓦斯涌出量增大；反之漏风量减少，则瓦斯涌出量降低。在抽出式通风的矿井中，当通风压力(负压)增高时，则风量也增加，此时，不论是风压还是风量都使瓦斯涌出量增加；反之，当风压(负压)降低时，则瓦斯涌出量也减少。表1—2为辽源矿务局太信一井抽出式通风时风压与瓦斯涌出量的变化关系。在压入式通风的矿井中，风压(正压)增高，风量也随之增加。风压增高，在一定时间

表1—2 太信一井风压与瓦斯涌出量的变化关系

时 间 (月)	1	2	3	4	5
矿井通风压力(毫米水柱)	170	165	150	140	130
瓦斯涌出量(米 ³ /分)	22.57	21.9	21.6	20.9	19.61

内使来源于坍塌区和无内部漏风的采空区内的瓦斯涌出量降低；风量增高，使采空区的漏风也增大，则来源于有内部漏风的采空区内的瓦斯涌出量增加。可见，此时风压与风量对矿井瓦斯涌出量的影响是不一致的，但是，往往是采空区漏风对瓦斯涌出量的影响起主要作用。总之，对压入式通风的矿井，不能只根据风压的增高或降低来判定瓦斯涌出量所发生的变化。

无论是抽出式通风还是压入式通风的矿井风量增大瓦斯涌出量也增大，图1—4是重庆煤研所于1978年的实测资料。这除了因为采空区漏风增大，所带出的瓦斯量多之外，还因为风量增大时，巷道和工作面的风速也加大。根据重庆煤研所和日本的测定资料表明：巷道风速加大会引起附近所积存的瓦斯的扩散速度加快，当风速为0.9米/秒时，扩散速度要比风速为零时的扩散速度大十几倍。可见，巷道和工作面风速加大时，坍塌区和工作面老塘积存的瓦斯向外扩散速度也加快，瓦斯涌出量就增大。反之，风量减少时，瓦斯涌出量也减少。因此，遇到因采空区瓦斯涌出量大而引起上三角瓦斯超限时，用加大工作面风量的办法来解决，往往得不到预想的结果。另外，风量的变化，只在一定时间内引起瓦斯涌出量变化，这一时间的长短主要决定于采空区漏风带内的瓦斯浓度和瓦斯的排放强度，排放强度越小，延续的时间越长，个别情况下可达几天到十几天。进行采区风量调节，特别是增加风量时，必须注意回风流中瓦斯浓度高峰的出现。

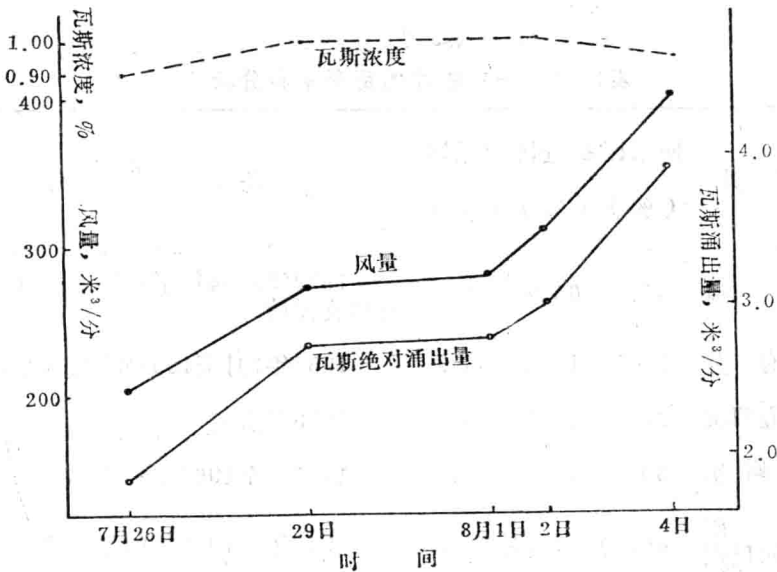


图1—4 新一矿242工作面风量与瓦斯涌出量变化关系

5)采空区的密闭质量 任何矿井都有一定数量的已采区，其中大多数积存着高浓度（可达60~70%）的瓦斯。如果密闭质量不好，就会造成采空区漏风增大，使矿井的瓦斯涌出量增加。