



煤炭技工学校“十一五”规划教材

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

煤 矿 安 全

M E I K U A N G

A N Q U A N

煤炭工业出版社

煤炭技工学校“十一五”规划教材

煤 矿 安 全

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿安全: 含习题集/中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会编. —北京: 煤炭工业出版社, 2009

煤炭技工学校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5020-3574-7

I. 煤… II. 中… III. 煤矿-矿山安全-技工学校-教材 IV. TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 141387 号

煤炭工业出版社 出版

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

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 $787\text{mm} \times 1092\text{mm}^{1/16}$ 印张 $21\frac{3}{4}$

字数 508 千字 印数 1—5,000

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

社内编号 6384 定价 43.00 元

(含习题集)

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会

名誉主任	朱德仁					
主任	邱江					
常务副主任	刘富					
副主任	刘爱菊	吕一中	肖仁政	张西月	郝临山	魏焕成
	曹允伟	仵自连	桂和荣	雷家鹏	张贵金	韩文东
	李传涛	孙怀湘	程建业			
秘书长	刘富(兼)					
委员	(按姓氏笔画为序)					
	牛宪民	王枕	王明生	王树明	王朗辉	甘志国
	白文富	仵自连	任秀志	刘爱菊	刘富	吕一中
	孙怀湘	孙茂林	齐福全	何富贤	余传栋	吴丁良
	张久援	张先民	张延刚	张西月	张贵金	张瑞清
	李传涛	肖仁政	辛洪波	邱江	邹京生	陈季言
	屈新安	林木生	范洪春	侯印浩	赵杰	赵俊谦
	郝临山	夏金平	桂和荣	涂国志	曹中林	梁茂庆
	曾现周	温永康	程光岭	程建业	董礼	谢宗东
	谢明荣	韩文东	雷家鹏	题正义	魏焕成	
主编	赵新社					

前 言

为适应煤炭工业新形势对煤炭职业教育和职工培训工作的要求，加快煤炭职业教育教材建设步伐，坚持“改革创新、突出特色、提高质量、适应发展”的指导思想，完成“创新结构、配套专业、完善内容、提高质量”的工作任务，中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会于2004年5月召开了第一次全体会议，对煤炭行业职业教育教材建设工作提出了具体意见和要求。经过几年的工作，煤炭行业职业教育教材建设工作进展顺利，煤炭行业职业教育教材建设“十一五”规划已经完成，新的教学方法研究和新的教材开发都取得了可喜成绩。一套“结构科学、特色突出、专业配套、质量优良”的煤炭技工学校通用教材正在陆续出版发行，将为煤炭职业教育的不断发展提供有力的技术支持。

这套教材主要适用于煤炭技工学校教学及工人在职培训、就业前培训，也适合具有初中文化程度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，是根据劳动和社会保障部批准的全国煤矿技工学校统一教学计划、教学大纲的规定编写的，经中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会审定，并认定为合格教材，是全国煤炭技工学校教学，工人在职培训、就业前培训的必备的统一教材。

本教材由湖南人文科技学院赵新社主编。另外，在本教材的编写过程中，得到了有关煤炭技工学校的广大教师和煤矿企业有关工程技术人员的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，书中难免有不当之处，恳请广大读者批评指正。

中国煤炭教育协会职业教育教材

编审委员会

2009年8月

目 次

第一章 矿井瓦斯防治技术	1
第一节 瓦斯的生成及性质	1
第二节 煤层瓦斯含量	2
第三节 矿井瓦斯涌出与瓦斯等级鉴定	4
第四节 瓦斯爆炸及其预防	11
第五节 矿井瓦斯检测与监控	26
第六节 瓦斯喷出和煤与瓦斯突出及其预防	35
第七节 瓦斯抽放	54
第二章 矿尘防治技术	63
第一节 粉尘的产生与分类	63
第二节 粉尘的性质及危害	65
第三节 煤矿粉尘防治技术	67
第四节 煤尘爆炸及其特性	87
第五节 防止煤尘爆炸与传播的措施	94
第六节 煤矿尘肺病	105
第七节 粉尘浓度的测定	107
第三章 矿井防灭火技术	111
第一节 矿井火灾及其危害	111
第二节 煤炭自燃火灾的特性	113
第三节 煤炭自燃火灾的预防	119
第四节 外因火灾的预防	135
第五节 矿井灭火	138
第六节 火区的管理与启封	149
第四章 矿井防治水技术	153
第一节 矿井水源	153
第二节 造成矿井水灾的原因及危害	155
第三节 矿井防治水	157
第四节 矿井透水事故的处理	167
第五章 煤矿顶板灾害事故防治技术	171
第一节 顶板及顶板事故分类	171
第二节 采煤工作面局部冒顶事故的防治	173
第三节 采煤工作面大型冒顶的防治	181
第四节 巷道顶板事故的防治	196

第六章 矿山救护技术	201
第一节 矿山救护队及其装备.....	201
第二节 矿工自救与互救.....	204
第三节 矿井灾害预防和处理计划.....	221
第四节 事故应急救援.....	225
第七章 煤矿安全管理知识	232
第一节 安全管理概述.....	232
第二节 系统安全分析方法.....	238
第三节 安全管理方法.....	248
第四节 煤矿事故管理.....	260
第五节 入井须知.....	266
第六节 煤矿安全标志牌.....	269
参考文献	274

第一章 矿井瓦斯防治技术

矿井瓦斯是指矿井中主要由煤层气构成的以甲烷为主的有害气体。由此可见，瓦斯指的是一种混合气体，其组分主要包括井下煤（岩）层中含有的所有的有毒有害气体，如甲烷、二氧化碳、一氧化碳、二氧化硫、硫化氢、二氧化氮、氨气和氢气等。因为甲烷（俗称沼气）在煤矿井下各种有毒有害气体中所占比重最大，可达80%~90%以上，所以，在矿山习惯上把甲烷称为瓦斯。

矿井瓦斯和矿尘、火灾、水灾以及冒顶事故构成煤矿“五大自然灾害”。矿井瓦斯能燃烧爆炸，大量积聚还能使人窒息、死亡；某些煤层还存在短时间内大量地喷出瓦斯或发生煤与瓦斯突出现象。瓦斯灾害可谓煤矿“五大自然灾害”之首，因此，必须熟悉和掌握矿井瓦斯的性质、规律以及矿井瓦斯事故的控制、抢救和处理方法。

第一节 瓦斯的生成及性质

一、瓦斯的生成

瓦斯是伴随煤炭同时生成的。古代植物在成煤过程中，经厌氧菌的作用，植物的纤维质分解产生大量瓦斯。此后，在煤的变质过程中，随着煤的化学成分和结构的变化，继续有瓦斯不断生成。据有些研究人员粗略计算，在全部成煤过程中，每形成1t烟煤，大约可以伴随生成600m³以上的瓦斯；而由长焰煤变质成为无烟煤时，每吨煤又可产生大约240m³的瓦斯。

在长期的地质年代里，由于瓦斯的密度很小，扩散性很强，地层又具有一定的透气性，所以大部分瓦斯都已逸散到大气中去了，只有其中的一小部分至今仍然保存在地下煤体和围岩中。

二、瓦斯的性质

瓦斯的主要成分是甲烷，甲烷的分子式是CH₄，其性质可分为物理性质和化学性质两个方面。

1. 物理性质

(1) 瓦斯微溶于水，在标准大气压下，20℃时100L水可溶3.31L瓦斯。

(2) 瓦斯是一种无色、无味、无臭的气体，矿井内有时能嗅到轻微的苹果香味，是因为有芳香烃伴随瓦斯一起涌出的缘故。

(3) 瓦斯在标准状态下的密度为0.716kg/m³，相对空气的密度为0.554，比空气约轻一半，容易在巷道的顶部、上帮、上山和其他较高的地方积聚。

(4) 瓦斯的扩散性很强，比空气强1.6倍，能从邻近煤层穿过岩层裂缝逸散到其他煤层的采空区和巷道中去。

2. 化学性质

(1) 瓦斯不助燃，但当空气中瓦斯浓度达到一定数值时遇到高温火源能引起燃烧或爆炸。

(2) 瓦斯本身无毒，也不能维持呼吸，当空气中瓦斯浓度增加很多时，氧气浓度就要相对减少，会因缺氧而使人窒息。

第二节 煤层瓦斯含量

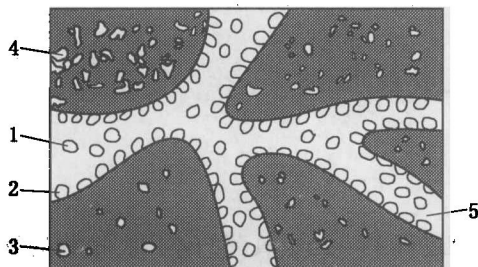
一、瓦斯在煤体中的存在状态

瓦斯之所以能够存在于煤体中，与煤的结构状态有密切关系。煤是一种十分复杂的孔隙性介质，有非常发达的、各种不同直径的孔隙和裂隙，因而形成巨大的自由空间和孔隙表面（1g 煤内部微孔的表面积高达 200m^2 ，在高压作用下 1t 煤能容纳 $35 \sim 40\text{m}^3$ 瓦斯）。

因此，成煤过程中形成的瓦斯就能以游离状态和吸附状态存在于这些孔隙和裂隙中（包括岩体的孔隙和裂隙中）。

（一）游离状态

游离状态也称为自由状态。这种状态的瓦斯是以自由气体的形式存在于煤体或岩体的孔隙和裂隙之中，如图 1-1 中的 1 所示。游离状态的瓦斯能自由运动，并呈现一定的压力。煤岩体中处于游离状态的瓦斯数量，取决于煤体或岩体中孔隙和裂隙的体积大小以及外界压力和温度的影响。



1—游离瓦斯；2—吸着瓦斯；3—吸收瓦斯；4—煤体；5—孔隙

图 1-1 瓦斯在煤体中的存在状态

（二）吸附状态

吸附状态按其结构形式的不同，又可分为吸着状态和吸收状态 2 种。

1. 吸着状态

吸着状态是瓦斯在孔隙表面的固体分子引力作用下，气体分子被紧密地吸附于孔隙的表面上，形成很薄的吸附层，如图 1-1 中的 2 所示。吸着状态的瓦斯不能自由运动。

2. 吸收状态

吸收状态是瓦斯分子在较高的气体压力作用下，已深入到煤的分子团的内部，如图 1-1 中的 3 所示，和气体溶解于液体的现象相似。以吸附状态存在的瓦斯数量，受煤体孔隙结构特点、瓦斯压力、煤的温度和湿度等诸因素的影响。

据计算，在天然条件下，煤体中以吸附状态存在的瓦斯约占 90%，而以自由状态存在的瓦斯仅占 10%，这充分说明了绝大部分瓦斯是以吸附状态存在的。

瓦斯在煤岩体中的存在状态不是固定不变的。在一定条件下，游离状态与吸附状态的瓦斯处于动平衡状态，即吸附状态和游离状态的瓦斯分子处于不断地交换之中。在外界条件发生变化时，这种平衡则遭到破坏。例如，当压力升高或温度降低时，部分游离状态瓦斯转变为吸附状态，这种现象称为吸附现象；而当压力降低或温度升高时，又会有部分吸

附状态瓦斯转变为游离状态，这种现象称为解吸现象。

当煤层被开采后，由于采动影响破坏了岩体的完整性，使开采煤层及其邻近层的顶底板岩石产生裂隙，导致透气性的增加，煤体中处于吸附状态的瓦斯解吸变为游离状态，在瓦斯压力失去平衡条件下，经由卸压的煤、岩体孔隙和裂隙进入到采掘空间。随着采掘工作面的不断推进，瓦斯涌出的范围也在不断扩大。所以，瓦斯能够保持长时间、均匀地涌出。

二、煤层瓦斯含量及其影响因素

煤层瓦斯含量是指单位质量煤中所含瓦斯的体积，单位为 mL/g。煤层未受采动影响时的瓦斯含量称原始瓦斯含量；受采动影响，已有部分瓦斯排出而剩余在煤层中的瓦斯量称残存瓦斯含量。瓦斯含量包括游离瓦斯含量和吸附瓦斯含量。煤层瓦斯含量是确定矿井瓦斯涌出量的基础数据，是矿井通风及瓦斯抽放设计的重要参数之一。

影响煤体中瓦斯含量的因素很多，可概括为2大类。

(一) 影响瓦斯生成量的因素

- (1) 成煤前植物遗体中含有机质越多，含杂质越少，瓦斯的生成量越多。
- (2) 煤的变质程度越高，含固定炭越多，瓦斯的生成量越多。
- (3) 按地质条件，古老煤田成煤早，瓦斯生成量大。

(二) 影响瓦斯的保存和放散条件的因素

1. 煤的性质

(1) 煤的孔隙率。煤的孔隙率越大，贮存游离状态瓦斯的空間就越大，瓦斯的吸附能力也大，贮存的瓦斯就越多。

(2) 煤层的透气性。煤层的透气性越强，瓦斯就越容易跑掉；相反，煤层的透气性越差，瓦斯就容易保存下来。

(3) 煤层水分含量。水分不仅占据了煤的空隙和吸附面，在一定压力下，还可以溶解并带走一部分瓦斯。因此，煤层含水越多，瓦斯含量就会相应减少。

2. 煤层的赋存条件

(1) 煤层的埋藏深度。一般来说，煤层埋藏越深，瓦斯含量就越大，而浅部煤层和有露头的煤层，煤层中的瓦斯容易逸散到大气中去，瓦斯含量就很小。通常是煤体中的瓦斯含量随着煤层埋藏深度的增加而逐渐增大。

(2) 煤层倾角。因为瓦斯沿煤层的层面流动比垂直于层面流动容易，所以在相同的条件下，煤层的倾角越小，瓦斯含量越大。例如，淮南的九龙岗矿为急倾斜煤层，地表有露头，垂直深度830m处的相对瓦斯涌出量为 $5.3\text{m}^3/\text{t}$ ，而此煤田西部的谢二矿，为倾斜煤层，无露头，表土冲积层厚度为28~30m，采深350m处的相对瓦斯涌出量为 $27.2\text{m}^3/\text{t}$ 。

3. 围岩的性质

如果煤层的围岩，特别是顶板围岩完整致密无裂隙，煤层中的瓦斯就不易跑掉；反之则容易跑掉。典型的例子是大同煤田与抚顺煤田的比较。尽管大同煤田沉积年代早，炭化程度高，但瓦斯含量比抚顺小得多。因为大同煤田的顶板为砂质页岩、砂岩和砾岩，瓦斯容易逸散；而抚顺煤田的顶板却是超过100m厚的致密油母页岩和绿色页岩，大量瓦斯被保存下来，成为世界上有名的瓦斯含量大的煤田。

4. 地质构造

地质构造往往是同一矿区内瓦斯含量不同的主要原因。分析瓦斯分布规律时，必须着重考虑这方面的影响。地质构造附近煤层遭到破坏，裂隙、孔洞发达，瓦斯含量尤其是游离瓦斯量往往增加。但是在适宜瓦斯转移的情况下，瓦斯含量也可能减少。一般说来，开放性断裂有利于瓦斯排放，因而瓦斯含量减少；压性断裂（又称为封闭性断裂）可以较好地贮存瓦斯，瓦斯含量将增大。褶曲对瓦斯含量影响也很大。当顶板为致密岩层且未暴露时，一般情况下，背斜区瓦斯含量由两翼向轴部逐渐增大；向斜区则轴部的瓦斯可能减少。当顶板是脆性岩层、裂隙很多时，瓦斯在背斜轴减少，而在向斜轴增大。此外，火成岩侵入体附近，煤的炭化程度高，瓦斯含量可能会大些。

总之，影响煤层瓦斯含量的因素是多种多样的，应根据具体情况作调查研究分析，找出影响本煤田、本矿井瓦斯含量的主要因素，作为预测瓦斯含量和瓦斯涌出量的参考。

第三节 矿井瓦斯涌出与瓦斯等级鉴定

一、瓦斯涌出形式

瓦斯涌出是指由受采动影响的煤层、岩层，以及由采落的煤、矸石向井下空间放出瓦斯的现象。根据瓦斯涌出特性的不同，瓦斯涌出可分为普通涌出和特殊涌出2种形式（也称一般涌出和异常涌出）。

1. 普通涌出

瓦斯从煤（岩）层以及采落的煤、矸石表面细微的裂缝和孔隙中缓慢、均匀地涌出称为普通涌出。首先是处于游离状态的瓦斯涌出，而后是吸附状态的瓦斯解吸为游离状态的瓦斯涌出。这种涌出形式的特点是涌出范围广、时间长、速度缓慢而均匀，（累计）总量大，是瓦斯涌出的主要形式。

2. 特殊涌出

瓦斯特殊涌出形式包括瓦斯喷出和煤（岩）与瓦斯突出。

（1）瓦斯喷出。瓦斯喷出是指在开采过程中，从煤体或岩体裂隙、孔洞或炮眼中大量瓦斯（二氧化碳）异常涌出的现象。在20m巷道范围内，涌出瓦斯量大于或等于 $1.0\text{m}^3/\text{min}$ ，且持续时间在8h以上时，该采掘区即定为瓦斯（二氧化碳）喷出危险区域。

（2）煤（岩）与瓦斯突出。煤与瓦斯突出是指地下开采过程中，在地应力和瓦斯的共同作用下，破碎的煤、岩和瓦斯由煤体或岩体内突然向采掘空间抛出的异常动力现象。

二、矿井瓦斯涌出量

矿井瓦斯涌出量是指煤层在开采过程中，单位时间内，从煤层本身及围岩和邻近煤层涌出的瓦斯数量的总和。它仅指普通涌出，不包括特殊涌出的瓦斯量。

瓦斯涌出量有2种表示方法，即绝对瓦斯涌出量和相对瓦斯涌出量。

1. 绝对瓦斯涌出量

绝对瓦斯涌出量是指单位时间内涌出的瓦斯体积，其单位是 m^3/min 或 m^3/d 。

$$Q_{\text{CH}_4} = Q_{\text{总}} C \quad (1-1)$$

或
$$Q_{\text{CH}_4} = Q_{\text{总}} C \times 60 \times 24 = 1440 Q_{\text{总}} C \quad (1-2)$$

式中 Q_{CH_4} ——矿井绝对瓦斯涌出量, m^3/min 或 m^3/d ;

$Q_{\text{总}}$ ——矿井总回风量, m^3/min ;

C ——矿井总回风流中瓦斯浓度, %, 《煤矿安全规程》(以下简称《规程》)规定矿井总回风巷中瓦斯浓度 C_{max} 不大于 0.75%;

1440——昼夜的分钟数。

同理, 一个采区, 一个煤层或一个采煤工作面, 在测出其总回风量及其瓦斯浓度时, 均可用式 (1-1) 或式 (1-2) 计算出绝对瓦斯涌出量。

2. 相对瓦斯涌出量

相对瓦斯涌出量是指矿井在正常生产情况下, 平均日产 1t 煤所涌出的瓦斯体积, 单位是 m^3/t 。

$$q_{\text{CH}_4} = Q_{\text{CH}_4} n / T \quad (1-3)$$

式中 q_{CH_4} ——矿井相对瓦斯涌出量, m^3/t ;

Q_{CH_4} ——矿井绝对瓦斯涌出量, m^3/d ;

T ——矿井月产量, t;

n ——月工作日数, d。

若将式 (1-2) 代入式 (1-3) 中可得

$$q_{\text{CH}_4} = 1440 Q_{\text{总}} C n / T \quad (1-4)$$

式中符号意义同前。

三、影响矿井瓦斯涌出量的因素

(一) 自然因素

1. 本煤层和邻近层的瓦斯含量

本煤层和邻近层的瓦斯含量是矿井瓦斯涌出量大小的决定因素。一般说来, 本煤层瓦斯含量越高, 瓦斯涌出量就越大。

当开采本煤层的上部或下部有瓦斯含量大的邻近煤层或岩层时, 由于采动的影响, 这些邻近层内的瓦斯将沿采动裂隙不断地涌入开采煤层的生产空间和采空区, 从而大大增加矿井的瓦斯涌出量。在这种情况下, 开采煤层的瓦斯涌出量有可能超过开采煤层本身的瓦斯含量。

2. 地面大气压力的变化

地面大气压力变化, 必然引起井下大气压的相应变化, 它对于煤层暴露面涌出的瓦斯影响甚小, 但对采空区或坍塌冒落处瓦斯涌出量的影响就比较显著。当地面大气压降低时, 将引起矿井瓦斯涌出量增加, 这是由于采空区内积存有大量瓦斯, 在正常情况下, 这些地点与巷道中流动空气的压力差处于相对平衡状态 (动平衡), 积存瓦斯比较均衡地从采空区泄入风流中。当大气压力突然降低时, 这种相对平衡遭到破坏, 结果是使采空区的气压高于井巷中风流的压力, 因而引起瓦斯涌出量的增加。反之, 当地面大气压力升高时, 矿井瓦斯涌出量将减少, 如阳泉四矿四尺煤的实测资料表明, 当大气压力变化 133.32Pa (1mmHg) 时, 其井下瓦斯涌出量约增减 $0.465\text{m}^3/\text{min}$ 。又如峰峰羊渠河一矿 1971 年 7 月实测, 27 日大气压力为 97.79kPa 时, 矿井的瓦斯涌出量为 $11.61\text{m}^3/\text{min}$; 30

日大气压力升高到 99.32kPa 时, 矿井的瓦斯涌出量减少到 $8.06\text{m}^3/\text{min}$ 。

地面大气压力的降低引起矿井瓦斯涌出量的增加, 是日常瓦斯管理工作中应十分重视的问题; 如果管理不善, 就可能造成事故。例如, 英国在 1868—1872 年的 5 年间, 990 次瓦斯爆炸事故中, 有 51.6% 是在大气压力下降时发生的; 又据美国 1910—1960 年的 50 年瓦斯爆炸事故分析可知, 有一半是发生在大气压力急剧下降时。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瓦斯涌出量变化的规律, 以便有针对性地加强瓦斯检查与机电设备的管理, 合理控制风流或采取其他相应措施, 防止瓦斯事故, 这是十分重要的。

3. 地质构造

当采掘工作面接近地质构造带时, 瓦斯涌出量往往会发生很大变化。其大小主要取决于促成构造时地层受力状态和最终的成型构造类型。一般说来, 受拉力影响产生的开放性构造裂缝有利于排放瓦斯, 受挤压力产生的封闭构造裂缝有利于瓦斯聚集, 因此, 当采掘工作面接近利于瓦斯聚集的封闭构造裂缝时, 瓦斯涌出量就会增大。

(二) 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的产量而言。

开采深度越深, 则煤层瓦斯含量越高, 故瓦斯涌出量越大; 在瓦斯赋存条件相同时, 一般是开拓开采范围越大, 煤岩体暴露面积越大, 则瓦斯涌出量也就越大, 但其中相对瓦斯涌出量变化较少。

矿井产量与瓦斯涌出量的关系比较复杂。在正常生产条件下, 绝对瓦斯涌出量随产量的增加而增加 (大致成正比关系), 相对瓦斯涌出量的变化则不甚明显。例如, 开滦林西矿八水平从 1959—1970 年的 11 年间, 尽管产量增长近 10 倍, 然而相对瓦斯涌出量一直保持在 $10 \sim 15\text{m}^3/\text{t}$ 之间。

在产量迅速增加 (夺高产) 时, 绝对瓦斯涌出量增加不明显, 相对瓦斯涌出量则显著下降。例如, 抚顺龙凤矿 1970 年 9 月份的平均产量比 8 月份增加 49%, 绝对瓦斯涌出量仅增加 7.5%, 相对瓦斯涌出量则下降了 33.4%。

一般说来, 当矿井的开采深度与规模一定时, 如果矿井涌出的瓦斯主要来源于采落的煤炭, 则产量变化时, 对绝对瓦斯涌出量的影响较相对瓦斯涌出量的影响显著; 如果矿井涌出的瓦斯主要来源于采空区, 则产量变化时, 对绝对瓦斯涌出量的影响较小, 而对相对瓦斯涌出量则有明显的影响。各矿井应找出产量变化与瓦斯涌出量间的变化规律, 才能更好地组织通风与瓦斯的管理, 确保矿井安全生产。

2. 开采顺序

先开采的煤层或分层瓦斯涌出量大, 后开采的煤层瓦斯涌出量较小。这是因为, 先开采的煤层或分层除有本煤层或分层的瓦斯涌出外, 邻近层 (或未开采的其他分层) 的瓦斯也将通过采动影响而产生的孔洞与裂隙渗透出来, 使先开采的煤层或分层瓦斯涌出量增大。因此, 瓦斯涌出量大的矿井, 煤层群开采中确定开采顺序时, 应尽量首先考虑开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时, 则应先考虑开采厚度较薄的煤层。

3. 开采方法

采用采出率低的采煤方法时, 瓦斯涌出量较大; 采用全部垮落法控制顶板比充填法会

造成顶板更大范围的破坏与松动，瓦斯涌出量较大。采煤工作面顶板周期来压时，瓦斯涌出量也会大大增加。据焦作焦西矿资料表明，周期来压比正常生产时瓦斯涌出量增加50%~80%。

4. 生产工艺过程

从煤层暴露面和采落煤炭内涌出的瓦斯量，都是随着时间的延长而迅速下降的。所以，同一工作面内，落煤时的瓦斯涌出量总是大于其他工序时的瓦斯涌出量（有邻近层的基本顶周期垮落时除外）。表1-1为焦作矿务局焦西矿采煤工作面不同生产工艺的瓦斯涌出量。

表1-1 焦西矿采煤工作面不同生产工艺的瓦斯涌出量

工 序	正常生产时	爆 破	放 顶	移输送机、清底
瓦斯涌出量（倍数关系）	1.00	1.50	1.00~1.20	0.80

5. 通风压力

通风压力对矿井瓦斯涌出量的影响，其原理和大气压力对瓦斯涌出量的影响相似，但又有其不一致的内涵。对于抽出式通风的矿井，瓦斯涌出量随矿井通风压力（负压）的提高而增加；对于压入式通风矿井，瓦斯涌出量随矿井通风压力（正压）的降低而增加。另外，矿井通风压力的变化，往往会引起矿井风量的变化，同时，也将引起采空区漏风状态的改变，随同漏风带走的瓦斯量也会跟着发生变化。

综上所述，影响矿井瓦斯涌出量的因素是多方面的。在不同的条件下，诸因素的影响程度是不同的，但总有一种或几种因素是主要影响因素，应该通过经常的或专门的观测，找出其主要因素和规律，以便有针对性地采取控制和防范瓦斯涌出的措施。

四、矿井瓦斯涌出来源的分析

测定和统计、分析矿井瓦斯来源，是为了更有针对性、更有成效地治理瓦斯，防止瓦斯事故。我国现场对矿井瓦斯来源调查一般分为：采煤区瓦斯、掘进区瓦斯和采空区瓦斯3部分。测定这3部分瓦斯的方法是在矿井、采煤区和掘进区的进、回风风流中，测定瓦斯的浓度和通过的风量，计算其绝对瓦斯涌出量，然后以全矿井的绝对瓦斯涌出量为百分之百，计算采煤区、掘进区和采空区瓦斯涌出量的百分比。

1. 采煤区瓦斯

采煤区瓦斯一部分来自于暴露的煤壁及采落的煤炭，另一部分来自于采煤工作面的采空区。后者的大小，与邻近层的有无、厚度、层间距、邻近层瓦斯含量和顶板管理方法有关。

2. 掘进区瓦斯

采用壁式采煤法时，采煤前需掘进大量煤巷。煤巷排放的瓦斯构成了掘进区瓦斯，其大小与煤层瓦斯含量、煤巷掘进方式、掘进速度等因素有关。

3. 采空区瓦斯

采空区的瓦斯来自于遗留的煤柱和丢煤。采空区的瓦斯涌出量所占比重随采空区面积及通风、瓦斯管理情况的不同而不同，变化很大。

对某一矿井而言，一般是随着开采时期的不同，3个区域的瓦斯涌出量也不同。在矿

井初建时期，掘进区瓦斯涌出量最大；当矿井达到设计能力时，则采煤区的瓦斯涌出量最大；当矿井进入尾声时，采空区瓦斯涌出量最大。

矿井瓦斯来源是变化的，各矿应经常进行瓦斯来源的测定和统计、分析，以采取相应的管理措施，保证矿井的安全生产。

五、矿井瓦斯等级鉴定

（一）矿井瓦斯等级的划分

1. 目的和意义

矿井瓦斯涌出量的多少和有无特殊涌出，各矿不一，对矿井安全生产的影响程度亦不相同，管理上的要求也有较大差别，所以，根据矿井瓦斯涌出量的大小和涌出形式，把矿井划分为不同类别以便分级管理，具有十分明显的现实意义。具体说，划分矿井瓦斯等级的目的有4点：

- （1）确定稀释矿井瓦斯的供风标准；
- （2）确定矿井电气设备的选型；
- （3）确定检测瓦斯的周期（次数）；
- （4）确定特殊开采方法及其相应的管理制度和处理措施。

2. 划分依据

（1）一个矿井中只要有一个煤（岩）层发现瓦斯，该矿井即为瓦斯矿井。瓦斯矿井必须依照矿井瓦斯等级进行管理。

（2）矿井瓦斯等级，根据矿井相对瓦斯涌出量、矿井绝对瓦斯涌出量和瓦斯涌出形式来划分。

（3）《规程》第一百七十六条规定：矿井在采掘过程中，只要发生过1次煤（岩）与瓦斯突出（简称突出），该矿井即为突出矿井，发生突出的煤层即为突出煤层。

3. 矿井瓦斯等级

（1）低瓦斯矿井。矿井相对瓦斯涌出量小于或等于 $10\text{m}^3/\text{t}$ ，且矿井绝对瓦斯涌出量小于或等于 $40\text{m}^3/\text{min}$ 。低瓦斯矿井中，相对瓦斯涌出量大于 $10\text{m}^3/\text{t}$ 或有瓦斯喷出的个别区域（采区或工作面）为高瓦斯区，该区应按高瓦斯矿井管理。

（2）高瓦斯矿井。矿井相对瓦斯涌出量大于 $10\text{m}^3/\text{t}$ 或矿井绝对瓦斯涌出量大于 $40\text{m}^3/\text{min}$ 。

（3）煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出矿井。

（二）矿井瓦斯等级的鉴定方法与步骤

《规程》第一百三十三条规定：每年必须对矿井进行瓦斯等级和二氧化碳涌出量的鉴定工作，报省（自治区、直辖市）负责煤炭行业管理的部门审批，并报省级煤矿安全监察机构备案。上报时应包括开采煤层最短发火期和自燃倾向性、煤尘爆炸性的鉴定结果。

矿井瓦斯等级的确定，按每一自然矿井中的矿井、煤层、一翼、水平和采区分别计算月平均日产1t煤的瓦斯涌出量，并选取其中最大值作为鉴定依据。鉴定区域（指矿井、煤层、一翼、水平或采区）的回采产量应不低于该区域总产量的60%。具体鉴定方法、步骤及相应要求如下：

1. 鉴定时间

矿井瓦斯等级的鉴定工作应在正常生产时进行。矿井瓦斯等级鉴定的时间,应根据矿井生产和气候变化规律,选择在瓦斯涌出量较大的一个月份,一般在3月或7、8月。在鉴定月的上、中、下旬每隔10天各选1天作为鉴定日,每个鉴定日应分3班(或4班)分别进行测定。

2. 测点选择

测点布置,一般应分别布置在矿井、一翼、水平和采区的回风巷道中。如果进风流中含有瓦斯时,还应在进风巷道中布置测点。测定地点应设在测风站内,如就近无测风站时,可选取断面完整并无杂物堆积且无漏风的一段平直巷道作为测风站。

3. 测定工作

测定前必须做好组织分工和仪表校正等准备工作。

在每一测点测定风量、瓦斯和二氧化碳等内容。为准确起见，一般每班测定不应少于3次，取平均值作为该班的测定结果；每次测定瓦斯浓度时，应在巷道断面上、中、下3点测定，并取其平均值。测定结果记录于“瓦斯和二氧化碳浓度检测记录表”（表1-2）中。经计算再将某一测定地点上、中、下旬中3天，每天3班的测定结果分别填入“瓦斯和二氧化碳鉴定基础表”（表1-3）中。抽放瓦斯的矿井，在鉴定日内应在相应的地区测定抽放瓦斯量，确定矿井瓦斯等级时，计算吨煤瓦斯涌出量应包括抽放瓦斯量在内。

在鉴定月中，地面和井下的气温、气压和湿度等气象条件都应记载在案，以供分析问题参考。

表 1-2 瓦斯和二氧化碳浓度检测记录

			日期	班次
项 目	风量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1})$	瓦斯浓度/%	二氧化碳浓度/%	备 注
第一次				
第二次				
第三次				
平均				

表 1-3 瓦斯和二氧化碳鉴定基础表

局(公司) 矿 井 煤层 翼 水平 采区 年 月 日

[illegible]

通风区（队）长：

观测人:

制表人：

4. 计算公式

1) 绝对瓦斯涌出量的计算

鉴定日的绝对瓦斯涌出量可按下式计算

$$Q_{CH_4} = \frac{(Q_1 C_1 + Q_2 C_2 + Q_3 C_3)}{3} \quad (1-5)$$

$$\text{或} \quad Q_{CH_4} = \frac{(Q_1 C_1 + Q_2 C_2 + Q_3 C_3)}{3} \times 60 \times 24 = 480(Q_1 C_1 + Q_2 C_2 + Q_3 C_3) \quad (1-6)$$

式中 Q_{CH_4} ——绝对瓦斯涌出量, m^3/min 或 m^3/d ;

Q_1 、 Q_2 、 Q_3 ——每日三班测得的每班的风量, m^3/min ;

C_1 、 C_2 、 C_3 ——每日三班测得的每班的瓦斯浓度, %。

2) 相对瓦斯涌出量的计算

在鉴定月测定的3天中选取绝对瓦斯涌出量最大值除以月平均日产量, 即得相对瓦斯涌出量。计算式为

$$q_{CH_4} = Q_{CH_4} n / T_{\text{月}} \quad (1-7)$$

式中 q_{CH_4} ——相对瓦斯涌出量, m^3/t ;

Q_{CH_4} ——从3天中选取的最大绝对瓦斯涌出量, m^3/d ;

$T_{\text{月}}$ ——鉴定月的产量, t;

n ——鉴定月的月工作天数, d。

计算瓦斯涌出量时, 必须注意: 当进风流设有测站时, 进、回风流的风量涌出量之差, 才是鉴定地区的瓦斯涌出量值。

5. 鉴定报告

把上述计算结果填入“矿井瓦斯等级鉴定报告表”(表1-4)。矿或矿务局(公司)应根据矿井相对瓦斯涌出量、矿井绝对瓦斯涌出量和瓦斯涌出形式, 并结合产量水平、采掘比重、生产区域和地质构造等因素, 提出确定矿井瓦斯等级的意见, 连同有关资料报省(自治区、直辖市)负责煤炭行业管理的部门审批, 并报省级煤矿安全监察机构备案。报批资料包括下列7项内容:

表1-4 矿井瓦斯等级鉴定报告

局(公司) _____ 矿 _____ 井 _____ 年 _____ 月 _____ 日											
矿井、煤层、翼、水平、采区的名称	3旬中最大一天的瓦斯涌出量/ ($m^3 \cdot min^{-1}$)			日瓦斯涌出量/ ($m^3 \cdot d^{-1}$)	月实际工作日数/d	月产煤量/t	月平均日产煤量/ ($t \cdot d^{-1}$)	平均吨煤瓦斯涌出量/ ($m^3 \cdot t^{-1}$)	矿井瓦斯等级	上年度瓦斯等级	备注
	风流	抽放	总量								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	

矿长:

通风区(队)长:

制表人: