



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

矿井通风与安全

——安全技术

KUANGJING TONGFENG YU ANQUAN — ANQUANJISHU

煤炭工业出版社

煤炭技工学校“十一五”规划教材

矿井通风与安全

——安全技术

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 ·

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	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	屈新安						
副主编	王浩						
参编	王明新	戴保华	孙茂来				

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月份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。

《矿井通风与安全——安全技术》是这套教材中的一种，是根据经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。

本教材由江苏工贸高级技工学校屈新安同志主编，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

目 录

第一章 矿井瓦斯防治	1
第一节 矿井瓦斯基本知识.....	1
第二节 瓦斯爆炸及其预防.....	10
第三节 矿井瓦斯检查.....	20
第四节 矿井瓦斯抽放.....	38
第五节 瓦斯的特殊涌出及其防治.....	48
复习思考题.....	65
第二章 矿井火灾防治	68
第一节 矿井火灾基本知识.....	68
第二节 煤炭自燃.....	70
第三节 矿井防火.....	107
第四节 矿井灭火.....	114
第五节 火区管理.....	152
复习思考题.....	162
第三章 煤矿粉尘防治	164
第一节 粉尘基本知识.....	164
第二节 煤矿尘肺病及其预防.....	169
第三节 粉尘浓度的测定.....	175
第四节 煤尘爆炸及其预防.....	200
第五节 综合防尘.....	224
复习思考题.....	247
第四章 矿井水灾防治	249
第一节 矿井水灾基本知识.....	249
第二节 井下防治水.....	251
第三节 矿井透水事故处理.....	263
复习思考题.....	272
第五章 顶板事故防治	273
第一节 采煤工作面顶板事故防治.....	273
第二节 掘进巷道顶板事故防治.....	286
复习思考题.....	294
第六章 矿井监控系统	296
第一节 矿井监控系统的组成和特点.....	297
第二节 典型监控系统介绍.....	298

第三节 矿用传感器.....	324
第四节 监控系统维护.....	339
复习思考题.....	360
第七章 矿山救护.....	361
第一节 矿井灾害预防和处理计划.....	361
第二节 自救技术.....	374
第三节 现场创伤急救技术.....	385
复习思考题.....	396
参考文献.....	397

第一章 矿井瓦斯防治

第一节 矿井瓦斯基本知识

知识要点

1. 矿井瓦斯的性质及危害
2. 矿井瓦斯的涌出形式及涌出量
3. 影响矿井瓦斯涌出量的因素
4. 矿井瓦斯等级的鉴定方法与步骤
5. 矿井瓦斯来源分析

课程内容

一、瓦斯在煤层中的赋存

矿井瓦斯通常也简称瓦斯，它是矿井中主要由煤层气构成的以甲烷为主的有害气体，有时也单独指甲烷。本章所讨论的瓦斯如果不加特别的说明，均指甲烷。

瓦斯是煤矿井下的主要灾害性事故因素之一。煤矿有多种事故与瓦斯有关，其中最主要的是瓦斯爆炸事故和煤与瓦斯突出事故，其次还有瓦斯窒息事故、瓦斯燃烧事故、瓦斯喷出事故。近年来，我国煤矿瓦斯爆炸事故和煤与瓦斯突出事故还经常发生，造成了大量的人员伤亡和财产损失，危害极大。近几年我国煤矿每年因这两种事故造成的矿工伤亡仍在千人以上。

瓦斯是一种无色、无味、无臭的气体，对空气的相对密度是 0.554，微溶于水。在温度为 20℃，压力为 101.3kPa 的条件下，瓦斯的溶解度为 3.5L/100L。瓦斯有很强的扩散性，扩散速度是空气的 1.34 倍。瓦斯无毒，但是不能供人呼吸。瓦斯有燃烧和爆炸性。

1. 瓦斯在煤层中的赋存状态

瓦斯主要赋存于地下煤层中。煤层中的瓦斯是煤的形成过程中产生的，是煤的伴生物。

瓦斯在煤层中的存在状态有 2 种，即游离状态和吸附状态。游离状态也称为自由状态，吸附

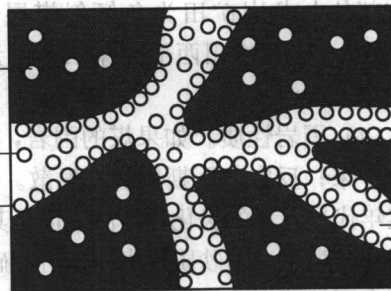


图 1-1 瓦斯在煤体中的存在状态示意图

1—游离瓦斯；2—吸着瓦斯；3—吸收
瓦斯；4—煤体；5—孔隙

状态也叫结合状态。据研究，地下的煤体中有着发达的裂隙和孔隙，在这些裂隙和孔隙中以自由气体状态存在的瓦斯就是游离状态的瓦斯，如图 1-1 所示。游离状态的瓦斯分子在煤的裂隙或孔隙中能够自由运动，因而产生气体压力。吸附状态的瓦斯因结合形式不同又分为吸着和吸收瓦斯 2 种，如图 1-1 所示。吸着状态的瓦斯是指在煤中裂隙和孔隙表面固体分子的吸引力作用下，瓦斯分子被吸附于煤中的裂隙和孔隙的表面，形成很薄的吸附层；吸收状态的瓦斯是指存在于煤体中极微小孔隙中的瓦斯，其存在形式与气体溶解于液体类似。

在煤层内，无论是深部还是浅部，吸附状态的瓦斯量约占煤层瓦斯含量的 80%~90%，游离状态的瓦斯量只占 10%~20%。但是在断层和其他裂隙发育的地带，游离状态就有可能是瓦斯的主要赋存状态。

在没有受到开采影响的煤层中，游离状态的瓦斯和吸附状态的瓦斯处于一种动平衡状态，即在每一时间里都有一定量的游离状态的瓦斯转化为吸附状态的瓦斯，同时也有等量的吸附状态的瓦斯转化为游离状态的瓦斯。但是从宏观上看，煤层中游离状态瓦斯和吸附状态瓦斯的总量并没有发生变化。在采掘空间周围，由于开采引起的瓦斯涌出和地压的变化，会使这种动平衡状态被打破，游离状态瓦斯转化为吸附状态瓦斯的量相对较小，吸附状态瓦斯转化为游离状态瓦斯的量相对较大，这种情况在宏观上的表现是一部分吸附状态的瓦斯转变成了游离瓦斯，被称之为解吸。

2. 煤层瓦斯含量

煤层瓦斯含量一般是指处于自然状态的单位质量或单位体积煤体中含有的瓦斯量（包括游离状态的瓦斯和吸附状态的瓦斯），单位 m^3/m^3 或 m^3/t 。

据研究，煤层瓦斯含量受多种因素影响，其中主要影响因素如下：

(1) 煤层露头。在煤层形成以后的地质年代里或者在现代，如果有露头长时间与大气相通，煤层中的瓦斯就容易通过露头逸散到大气中，因此，有露头的煤层瓦斯含量不大；反之，煤层没有露头时，因不利于瓦斯的逸散，煤层中的瓦斯含量就可能比较大。

(2) 煤层的埋藏深度。经验表明，煤层瓦斯含量与煤层的埋藏深度有关。在同一矿区的同一个煤层中，煤层瓦斯含量一般是随着煤层的埋藏深度的增加而增加的。

(3) 煤层倾角。瓦斯沿着煤层层面方向的流动相对容易，而沿着垂直于煤层层面方向的扩散相对困难，所以在其他条件相同时，煤层倾角越小，瓦斯含量越大。例如，淮南煤田东部的九龙岗矿田为急倾斜煤层，地表有露头，采深 830m 深处的瓦斯涌出量只有 $5.3\text{m}^3/\text{t}$ ；而此煤田西部的谢二矿田为倾斜煤层，无露头，采深 350m 处的瓦斯涌出量就达到 $27.2\text{m}^3/\text{t}$ 。

(4) 围岩性质。如果煤的围岩，特别是顶底板围岩致密完整，煤层中的瓦斯就容易保存下来；反之，瓦斯则容易逸散。典型的例子是大同煤田与抚顺煤田的比较，尽管前者成煤年代早，煤的炭化程度高，但是其中的瓦斯含量比后者要小得多。其原因是大同煤田的顶板为孔隙发达的砂质页岩、砂岩和砾岩，透气性好，瓦斯容易逸散；而抚顺煤田的顶板有百余米厚的致密油母页岩和绿色页岩，有利于保存瓦斯，使之成为世界闻名的高瓦斯煤田。

(5) 地质构造。地质构造是造成同一矿区内煤层瓦斯含量存在差别的重要因素之一。在地质构造附近，煤岩层遭受破坏，裂隙发育，煤层瓦斯含量尤其是游离瓦斯含量往往增加。这一点必须给以足够的重视，否则有可能造成事故。但是在有些情况下，地质构造附

近的瓦斯含量也可能减少。一般说来，在拉应力作用下形成的开放性断层有利于排放瓦斯，而在压应力作用下形成的封闭性断层则有利于保存瓦斯。褶曲对煤层瓦斯含量的影响也很大。当顶板为致密岩层且未暴露时，一般情况是，在背斜区煤层中的瓦斯含量从两翼向轴部方向逐渐增大；向斜区的轴部瓦斯含量可能减少。当顶板为脆性岩层且裂隙较多时，在背斜轴部瓦斯含量相对较少，而向斜轴部则相对较大。此外，在火成岩侵入体附近，煤的炭化程度高，瓦斯含量可能增大。

(6) 水文地质条件。地下水活跃的地区，通常煤层瓦斯含量较小。这不仅是因为地下水能溶解带走瓦斯，还因为地下水活跃的地区往往存在着大量的透气性好的裂隙，这些裂隙也会成为瓦斯涌出的通道。瓦斯在水中的溶解度虽然很小，但是如果煤层中有大的含水裂隙或有流动的地下水通过，经过漫长的地质年代，就能从煤层中带走大量的瓦斯，使煤层中的瓦斯含量减少。

二、矿井瓦斯涌出

(一) 瓦斯涌出形式

瓦斯涌出形式有普通涌出和特殊涌出 2 种，其中特殊涌出又分为瓦斯喷出和煤与瓦斯突出。

瓦斯的普通涌出是指瓦斯从煤（岩）层暴露面上的裂隙、孔隙，从采落的煤炭和采空区缓慢、均匀、持久地向外放散的现象。当采掘工作和地压活动使煤岩层中含有瓦斯的裂隙与采掘空间沟通时，首先是游离瓦斯向外涌出，游离瓦斯的涌出会使裂隙或孔隙中的瓦斯压力下降，于是处于吸附状态的瓦斯就会发生解吸和涌出。普通涌出的特点是涌出范围广，时间长，速度慢而均匀，总的涌出量很大。普通涌出是矿井瓦斯涌出的主要形式。

瓦斯喷出是指瓦斯从煤岩裂缝、空洞或炮眼中向外喷的现象。

煤与瓦斯突出是指在地应力和瓦斯的共同作用下，破碎的煤和瓦斯由煤体内突然向采掘空间抛出的异常的动力现象。发生煤与瓦斯突出时也可能同时突出大量的岩石，另外，一些矿井还曾经发生过岩石与二氧化碳突出的现象。

瓦斯喷出和煤与瓦斯突出都属于煤矿的自然灾害，防范不力时可能造成人员伤亡。

(二) 矿井瓦斯涌出量

矿井瓦斯涌出量是衡量矿井瓦斯涌出状况的指标，有矿井绝对瓦斯涌出量和相对瓦斯涌出量 2 种。

1. 矿井绝对瓦斯涌出量

矿井绝对瓦斯涌出量是指矿井在单位时间里涌出瓦斯的立方米数，常用单位有 m^3/d 和 m^3/min 。矿井绝对瓦斯涌出量用下式计算：

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

式中 Q_{CH_4} ——矿井绝对瓦斯涌出量， m^3/min ；

$Q_{\text{总}}$ ——矿井总回风量， m^3/min ；

C ——矿井总回风流中的瓦斯浓度，%。

利用式 (1-1) 也可计算矿井某一区域的绝对瓦斯涌出量。

2. 矿井相对瓦斯涌出量

矿井相对瓦斯涌出量是指矿井在正常生产条件下，平均月产 1t 煤涌出的瓦斯量，单

位 m^3/t 。矿井相对瓦斯涌出量用下式计算：

$$q_{\text{CH}_4} = \frac{Q_{\text{CH}_4} n}{T} \quad (1-2)$$

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 ——矿井月产煤量， t ；

n ——矿井月工作日数， d 。

利用式 (1-2) 也可计算矿井某一区域的相对瓦斯涌出量。

(三) 矿井瓦斯涌出量的影响因素

影响瓦斯涌出量的因素很多，可分为自然因素和开采技术因素。

1. 自然因素

(1) 开采煤层和邻近煤(岩)层的瓦斯含量。在一般情况下，开采煤层的瓦斯含量是影响矿井瓦斯涌出量的最主要的因素，开采煤层的瓦斯含量越大，矿井瓦斯涌出量也越大。当开采煤层附近有含有瓦斯的煤层或岩层时，其中的瓦斯就会通过采动裂隙涌入采掘空间，使矿井瓦斯涌出量增加。

(2) 地面大气压力的变化。因为井巷系统和地面大气是通过进风井直接相通的，所以当地面大气压力发生变化时，井下的空气压力也同时发生变化。大气压力的变化主要影响采空区的瓦斯涌出。大气压力升高时，采空区的瓦斯涌出量会减少；大气压力下降时，采空区的瓦斯涌出量会增大。阳泉四矿四尺煤的实测结果是：大气压力每变化 133.32Pa (1mmHg)，井下的瓦斯涌出量约增减 $0.456\text{m}^3/\text{min}$ 。

大气压力下降时会导致矿井瓦斯涌出量增大，这是日常瓦斯管理工作中必须引起足够重视的问题，如果重视不够或措施不力，就有可能造成事故。例如，英国在 1868~1872 年的 5 年间发生了 990 次瓦斯爆炸事故，其中有 51.6% 是在大气压力下降时发生的。

(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。这时，必须加强瓦斯事故的预防工作，特别是要加强瓦斯检查。《煤矿安全规程》第一百四十二条中规定：岩巷掘进遇到煤线或接近地质破坏带时，必须有专职瓦斯检查工经常检查瓦斯，发现瓦斯大量增加或其他异状时，必须停止掘进，撤出人员，进行处理。

2. 开采技术因素

(1) 开采规模。开采规模是包括开采深度、开拓与开采范围和矿井产量的一个抽象的指标。一般情况是，开采深度越大，随着煤层瓦斯含量的增加，瓦斯涌出量也增加。在瓦斯的赋存条件相同时，开拓、开采范围越大，矿井绝对瓦斯涌出量也就越大，而矿井相对瓦斯涌出量变化不大。

矿井产量与矿井瓦斯涌出量的关系比较复杂。矿井绝对瓦斯涌出量随产量变化的一般规律是：在矿井开拓的初期，矿井绝对瓦斯涌出量随开拓范围的增大而增加。矿井进入采煤生产阶段以后，绝对瓦斯涌出量大致正比于产量。当矿井的产量达到一定水平并比较稳定时，其绝对瓦斯涌出量也基本稳定于某一数值。在此期间，即使产量在较短时间内发生波动（如组织高产），对绝对瓦斯涌出量影响不大。当矿井开采工作进入收缩阶段时，矿井绝对瓦斯涌出量会随产量的下降而减少，但减少至某一数值后就不再减少了。矿井相对瓦斯涌出量随产量变化的一般规律是：在矿井开拓和生产的初期，因产量较少，即使绝对

瓦斯涌出量不大，相对瓦斯涌出量也可能较大（可达 $20\sim 40\text{m}^3/\text{t}$ ）。当矿井开采具有一定规模以后，如果矿井涌出的瓦斯主要来源于采落的煤炭，产量变化时对绝对瓦斯涌出量的影响比较明显，对相对瓦斯涌出量影响不大；如果矿井涌出的瓦斯主要来源于采空区，产量变化时，绝对瓦斯涌出量变化较小，相对瓦斯涌出量则有明显变化。

(2) 开采顺序与回采方法。开采近距离煤层或厚煤层采用分层开采时，首先开采的煤层或分层瓦斯涌出量较大。例如辽源煤矿厚煤层采用分层开采，如以开采全煤层的平均相对瓦斯涌出量为 100% ，开采第一分层时的相对瓦斯涌出量为 180% ，第二分层时为 107% ，第三分层时为 70% ，第四分层时 47% 。

采用回采率低的采煤方法时，瓦斯涌出量较大。采用全部垮落法管理顶板比采用充填法管理顶板能造成顶板更大范围的破坏与松动，因此应用该方法开采近距离煤层时可能使瓦斯涌出量大量增加。回采工作面来压期间，瓦斯涌出量可能大量增加。例如，焦作矿务局焦西矿，周期来压时的瓦斯涌出量比正常生产时增加 $50\%\sim 80\%$ 。

(3) 生产工艺过程。同一个工作面，一般在爆破或割煤时的瓦斯涌出量最高，进行其他工序时的瓦斯涌出量相对较小。表1-1中的数据是焦作矿务局焦西矿的回采工作面正常生产过程中瓦斯涌出量的变化情况。

表1-1 焦西矿回采工作面正常生产过程中的瓦斯涌出量的变化

工 序	正常生产	爆 破	放 顶	移刮板输送机清底
瓦斯涌出量（倍数关系）	1.00	1.50	1.00~1.20	0.8

(4) 通风压力。矿井通风压力的变化不但会使井下的空气压力发生变化，而且还会使井下漏风风路两侧的压力差发生变化，这两种因素都会影响矿井瓦斯的涌出量。矿井采用抽出式通风时，矿井瓦斯涌出量会随着通风压力的增大而增大。矿井采用压入式通风时的情况则比较复杂，因为矿井通风压力增大时，井下空气压力增大，这种因素对瓦斯涌出有抑制作用；但是通风压力增大时，漏风风路两端的压力差也会增大，这种因素又会使瓦斯涌出量增加。表1-2是辽源矿务局太信一井（抽出式通风）瓦斯涌出量随通风压力变化的实测结果。

表1-2 太信一井（抽出式通风）瓦斯涌出量随通风压力变化

月 份	12	1	2	3	4	5
通风压力/ mmH_2O	170	170	165	150	140	130
绝对瓦斯涌出量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1})$	23.4	22.57	21.9	21.6	20.9	19.6

(5) 采空区的管理状况。采空区内往往积存有大量的高浓度瓦斯，如果管理不善，有可能在短时间内大量泄出而引起事故。对采空区的管理必须制度化，及时封闭，经常检查，发现问题要及时处理。

综上所述，影响矿井瓦斯涌出量的因素是多方面的，由于各矿井的自然条件和开采技术条件存在差异，因此同一种因素对不同矿井的影响程度是不同的。每一矿井都应对各种影响矿井瓦斯涌出量的因素进行调查分析，弄清其影响程度，为矿井瓦斯防治工作提供依据。

(四) 矿井瓦斯等级鉴定

1. 矿井瓦斯等级鉴定工作应遵循的原则

(1) 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。

(2) 确定进行矿井瓦斯等级鉴定时间时，应根据矿井生产和气候变化规律，选择在瓦斯涌出最大的月份。

(3) 矿井瓦斯等级鉴定工作应在正常的条件下进行。

(4) 进行矿井瓦斯等级鉴定时应按每一自然矿井、煤层、一翼、水平和采区分别测算相对瓦斯涌出量（月平均日产煤 1t 的瓦斯涌出量）并取其中的最大值作为矿井相对瓦斯涌出量。但是，被鉴定的矿井、煤层、一翼、水平或采区的采煤产量不应低于该地区总产量的 60%。

(5) 瓦斯等级鉴定，必须在所定鉴定月的上、中、下旬各取 1 天（间隔 10 天）分三班（或四班）进行，测定地点应在测风站；如果附近无测风站，可选取断面规整且无杂物堆积的一段平直巷道进行测定。测定方法和测定次数应符合操作规程的要求。

(6) 鉴定工作使用的仪表在进行鉴定工作之前必须进行校正。

(7) 抽放瓦斯的矿井，在鉴定日内还需测定相应地区的抽放瓦斯量，并将抽放瓦斯量计入相应地区的绝对和相对涌出量之中。

2. 矿井瓦斯等级鉴定的方法与步骤

1) 确定鉴定时间

矿井瓦斯等级是依据矿井绝对瓦斯涌出量、矿井相对瓦斯涌出量和瓦斯涌出形式划分的。因此，确定鉴定时间必须认真分析影响瓦斯涌出的各种因素，把矿井瓦斯涌出量最大的月份作为瓦斯鉴定月。对于一个具体的矿井来说，对矿井瓦斯涌出量影响大的因素有产量的变化、气候条件的变化、煤巷掘进工作面数量的变化等。如果矿井产量比较均衡，煤巷掘进工作面数量也没有大的变化，可将 7 月或 8 月作为矿井瓦斯等级鉴定月。在鉴定月的上、中、下旬各选 1 天作为鉴定日，一般取 5 日、15 日、25 日。每个鉴定日应分 3 班（或 4 班）进行测定。

2) 确定鉴定区并选择测点

一个煤矿企业中的各个自然矿井，同一矿井中的各煤层、各翼、各采区是否可以作为被鉴定区，即在该区测得的参数是否有可能作为确定矿井瓦斯的依据，关键是看其采煤产量是否已达到该区总产量的 60%，达到时即可作为被鉴定区，否则不得作为被鉴定区。测定各区绝对瓦斯涌出量的测点应设在其总回风巷中，一般应设在测风站内；如无测风站，可选择断面规整、无杂物堆积且无漏风的一段平直巷道作为测点。如果某一鉴定区的进风流中也有瓦斯，那么在其进风巷中也应设置测点。计算该鉴定区的绝对瓦斯涌出量时，必须将从进风流中进入该区的瓦斯量扣除。对于主要通风机采用抽出式工作方式的矿井，测定矿井绝对瓦斯涌出量的测点应设在风硐内。

3) 基础数据的测定及处理

在各鉴定日分 3 班（或 4 班）到各鉴定区的测点进行测定工作。进行测定工作时，测定方法和测定次数要符合操作规程的要求。矿、井、煤层、一翼、水平或采区的瓦斯涌出量按表 1—3 填写和计算。

表 1-3 瓦斯和二氧化碳测定基础数据表

局(公司) ___ 矿 ___ 井 ___ 煤层 ___ 翼 ___ 水平 ___ 采区 _____ 年 ___ 月

气体名称	旬别	日期	第一班			第二班			第三班			三班平均涌出量/ (m³·min⁻¹)	抽放瓦斯量/ (m³·min⁻¹)	涌出总量/ (m³·min⁻¹)	月工作天数/ d	月产煤量/ t	说明
			风量/ (m³·min⁻¹)	浓度/ %	涌出量/ (m³·min⁻¹)	风量/ (m³·min⁻¹)	浓度/ %	涌出量/ (m³·min⁻¹)	风量/ (m³·min⁻¹)	浓度/ %	涌出量/ (m³·min⁻¹)						
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)						
瓦斯	上																
	中																
	下																
二氧化碳	上																
	中																
	下																

每个工作班的瓦斯(或二氧化碳)涌出量应按下式计算:

$$\text{涌出量} = \text{风量} \times \text{浓度}, \text{ m}^3/\text{min}$$

按表 1-3 栏目计算为:

第一班: (3) = (1) × (2) / 100, m³/min

第二班: (6) = (4) × (5) / 100, m³/min

第三班: (9) = (7) × (8) / 100, m³/min

四班工作制的矿井,瓦斯与二氧化碳的测定计算均应按四班工作制进行。计算煤层、一翼、水平或采区的瓦斯或二氧化碳涌出量时,均应扣除相应进风流中的瓦斯量和二氧化碳量。

4) 确定矿井瓦斯等级

在鉴定月的上、中、下三旬进行测定的 3 天中,以最大 1 天的瓦斯涌出量作为该矿井绝对瓦斯涌出量,并计算平均产煤 1t 的涌出量(相对涌出量),以此便可确定矿井瓦斯等级。矿井瓦斯等级鉴定结果报告可按表 1-4 填写和计算。

表 1-4 矿井瓦斯等级鉴定和二氧化碳测定结果报告表

___ 局 ___ 矿 ___ 井 _____ 年 ___ 月 ___ 日

气体名称	矿井、煤层、一翼、水平、采区	3 旬中最大 1 天的涌出量/ (m³·min⁻¹)			月实际工作日数/ d	月产煤量/t	月平均日产量/ (t·d⁻¹)	相对涌出量/ (m³·t⁻¹)	矿井瓦斯等级	上年度瓦斯等级	上年度最大相对涌出量/ (m³·t⁻¹)	说明
		风流	抽放	总量								
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
瓦斯												
二氧化碳												

矿长

通风区(队)长

制表人

按表 1-4 栏目计算为：

相对瓦斯涌出量：

$$(7) = \frac{1440 \times (3)}{(6)}, \text{m}^3/\text{t}$$

5) 拟定鉴定报告

煤矿企业在完成矿井瓦斯等级鉴定的基础工作之后，要依据鉴定结果，并结合产量水平、采掘比重和地质构造等因素，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。报批资料应包括以下内容：

- (1) 瓦斯和二氧化碳测定基础数据表；
- (2) 矿井瓦斯鉴定和二氧化碳测定结果报告表；
- (3) 矿井通风系统图，并标明鉴定工作的测定地点；
- (4) 煤尘爆炸性鉴定报告表；
- (5) 上年度矿井内，外因火灾记录表；
- (6) 上年度瓦斯（二氧化碳）喷出、煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出记录表；
- (7) 有关说明——鉴定月生产是否正常和瓦斯来源分析等资料。

鉴定月中，地面和井下的气温，气压和空气湿度等气象条件也应观测、记录，以备参考。

煤与瓦斯突出矿井，在矿井瓦斯等级鉴定期间，虽不再进行突出的鉴定，但必须按照矿井瓦斯等级鉴定和二氧化碳测定的内容进行测算。

(五) 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三部分。测定这三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，测定瓦斯的浓度和涌过的风量，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之于暴露的煤壁及采落的煤炭，另一部分来之于回采工作面的采空区。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

采空区的瓦斯来之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。

表 1-5 是我国一些矿井的瓦斯来源情况。从表中可以看出，不同的矿井瓦斯来源有很大差别，这是因为各矿的具体条件不同。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：在矿井投产的初期，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较大；当矿井开采进入尾声时，采空区瓦斯涌出量变大。

表 1-5 我国几个矿井瓦斯来源统计

矿务局	矿 井	采煤区/%	掘进区/%	采空区/%	备 注
抚 顺	龙 凤	30.1	65.2	4.7	1952~1954 年平均值, 不在此期间用巷道法抽放瓦斯量
重 庆	天府一井	27.5	18.6	53.9	1955 年 7 月~1956 年 5 月的平均值
鸡 西	滴道四坑	24.0	20.5	55.5	1956 年资料
鹤 壁	梁峪矿	30.0	40.0	30.0	1961~1964 年的平均值
阳 泉	二矿东四尺井	58.15	18.15	23.70	1971~1972 年平均值

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

矿井瓦斯等级鉴定基础数据处理训练

一、训练目的

掌握矿井瓦斯等级鉴定基础数据的处理方法, 矿井绝对瓦斯和相对瓦斯涌出量的确定方法。

二、训练器材

每人需要微型计算机 1 台或计算器 1 个, 矿井瓦斯等级鉴定基础数据 1 份。

三、训练内容

处理矿井瓦斯等级鉴定基础数据, 初步确定矿井瓦斯等级。

四、训练过程

1. 训练指导老师的准备

(1) 训练指导老师在开始训练前应准备好训练所需计算机(或计算器)以及矿井瓦斯等级鉴定基础数据。

(2) 训练指导老师应提前将训练项目告知学生, 以便学生查找资料, 做训练相关知识的准备。

2. 学生的相关理论知识的准备

(1) 复习相关的理论知识。

(2) 查找和借阅相关资料。

3. 学生对矿井瓦斯等级鉴定基础数据进行数据处理, 教师进行巡回指导

学生处理矿井瓦斯等级鉴定基础数据应按以下步骤进行:

(1) 计算每一鉴定区的绝对瓦斯涌出量、相对瓦斯涌出量和矿井的绝对瓦斯涌出量。

- (2) 比较各鉴定区的相对瓦斯涌出量，确定矿井相对瓦斯涌出量。
- (3) 根据矿井绝对瓦斯涌出量、相对瓦斯涌出量初步确定矿井瓦斯等级。
4. 讨论总结及训练成绩评定
 - (1) 分组讨论训练的收获与感想。
 - (2) 小组长汇报训练及分组讨论情况。
 - (3) 指导老师点评。
 - (4) 训练成绩评定。分自我评定、小组评定和指导教师的评定三部分。

第二节 瓦斯爆炸及其预防

知识要点

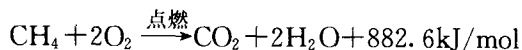
1. 瓦斯爆炸的条件
2. 影响瓦斯爆炸性的因素
3. 瓦斯爆炸的效应及其危害
4. 预防瓦斯爆炸的措施

课程内容

瓦斯爆炸是煤矿中最严重的自然灾害之一，能造成大量的人员伤亡和财产损失。如果瓦斯爆炸又引起了煤尘爆炸，后果会更为严重。例如 1942 年 4 月 26 日辽宁本溪煤矿发生的瓦斯煤尘爆炸，死亡 1549 人，伤 146 人，成为世界煤炭开采史上最大的伤亡事故。

一、瓦斯发生爆炸的条件

瓦斯爆炸的实质是瓦斯与氧气进行剧烈的化学反应，可用下面的化学方程式表示：



如果发生瓦斯爆炸的地点氧气不足，那么爆炸产物中还会有一氧化碳。

研究人员通过实验对瓦斯发生爆炸的条件进行了研究，得出以下结论：

1. 瓦斯浓度

在空气中，瓦斯浓度小于 5% 时没有爆炸性，但是这种低浓度瓦斯可以在火源周围燃烧，当火源消失时，瓦斯则不能继续燃烧；瓦斯浓度在 5%~16% 范围内时有爆炸性，当瓦斯浓度为 9.5% 时爆炸威力最大；瓦斯浓度超过 16%（如果瓦斯在整个空间中的分布是均匀的）时，则既不能燃烧也不能爆炸，但是这种高浓度瓦斯具有潜在的爆炸危险，在混入新鲜空气之后有可能爆炸。

2. 高温热源

实验表明，瓦斯的引火温度为 650~750℃。煤矿井下有多种可能出现的火源都有引燃瓦斯的可能，如吸烟、电焊和气焊、外因火灾和自然发火、电火花、井下爆破特别是违

章爆破、摩擦碰撞以及静电放电产生的高温或火花等。

3. 氧气浓度

瓦斯爆炸的实质是瓦斯与氧气在一定的条件下发生的化学反应，因此氧气浓度的高低对瓦斯爆炸必然产生一定的影响。实验证明，瓦斯浓度的高低决定着爆炸能否发生和爆炸威力的大小，氧气浓度小于12%时瓦斯就不再具有爆炸性。

通过以上分析，我们将瓦斯爆炸的条件概括如下：①瓦斯在空气中必须达到一定浓度；②必须有高温火源；③必须有足够的氧气。以上3个条件同时具备时，瓦斯才能发生爆炸。

二、影响瓦斯爆炸性的因素

影响瓦斯爆炸性的因素很多，其中主要影响因素有：

1. 空气中的浮游煤尘

我国的研究人员曾通过实验研究浮游煤尘对瓦斯爆炸性的影响，其结果是：当浮游煤尘浓度为 $5\text{g}/\text{m}^3$ 时，瓦斯浓度达到3%就具有爆炸性；当浮游煤尘浓度为 $8\text{g}/\text{m}^3$ 时，瓦斯浓度达到2.5%就具有爆炸性。实验结果表明，在有瓦斯的地点如果同时有浮游煤尘存在时，瓦斯浓度小于5%时也可能具有爆炸性。

2. 其他可燃气体

煤矿井下有多种可燃气体，如 CO ， H_2S ， H_2 ， NH_3 等。这些气体对瓦斯爆炸性的影响和煤尘相同，也就是说，如果有瓦斯的地点还有一种或几种可燃气体存在，瓦斯浓度不需要达到5%就可能具有爆炸性。

3. 惰性气体

N_2 ， CO_2 等惰性气体对瓦斯的爆炸有抑制作用。实验证明， N_2 浓度每增加1%，瓦斯爆炸的下限浓度就提高0.017%，上限浓度则下降0.54%； CO_2 对瓦斯爆炸性的影响与 N_2 的影响相同，只是影响程度不同。

4. 瓦斯和空气混合气体温度

实验证明，瓦斯和空气混合气体的温度不同，瓦斯有爆炸性的浓度范围也不同。当其温度为 20°C 时，瓦斯有爆炸性的浓度范围是6.0%~13.4%；当其温度为 100°C 时，瓦斯有爆炸性的浓度范围是5.45%~13.5%；当其温度为 700°C 时，瓦斯有爆炸性的浓度范围是3.25%~18.75%。

三、瓦斯爆炸的效应及其危害

瓦斯爆炸产生的主要效应有高温和高压、冲击波以及大量的有害气体。

1. 高温和高压

瓦斯爆炸是放热反应，爆炸发生的同时瞬间释放出大量的热，将使爆炸地点的温度和压力骤然升高。在密闭空间里，瓦斯爆炸时的温度可达 $2150\sim 2650^\circ\text{C}$ ；在自扩散条件下，瓦斯爆炸时的温度可达 1850°C 。井下巷道处于半密闭、半自由扩散状态，因此瓦斯爆炸时的温度应在 1850°C 以上。瓦斯所释放出的热量在形成高温的同时还会形成高压。据计算，瓦斯爆炸的瞬间，爆炸空间里的压力约为7~10个大气压。高温能造成人体大面积的皮肤烧伤和呼吸道的灼伤，能引起火灾，烧毁井下的设备设施，还可能引起煤尘爆炸。高