



中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 矿山安全技术

(第2版)

主 编 张长喜



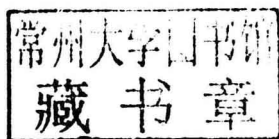
煤炭工业出版社

中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 矿山安全技术

(第2版)

主 编 张长喜  
副主编 张红兵



煤炭工业出版社

·北 京·

**图书在版编目 (CIP) 数据**

矿山安全技术/张长喜主编. -- 2 版. -- 北京: 煤炭工业出版社, 2014

中等职业教育国家规划教材

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3950 - 9

I. ①矿… II. ①张… III. ①矿山安全—安全技术—中等专业学校—教材 IV. ①TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 009961 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](http://www.cciph.com.cn)  
北京玥实印刷有限公司 印刷  
新华书店北京发行所 发行

\*  
开本 787mm × 1092mm<sup>1/16</sup> 印张 10<sup>1/4</sup>  
字数 244 千字 印数 1—3 000  
2014 年 3 月第 2 版 2014 年 3 月第 1 次印刷  
社内编号 7175 定价 21.00 元

**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

## 中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，以满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

# 修 订 说 明

为贯彻教育部办公厅、国家安全生产监督管理总局办公厅、中国煤炭工业协会《关于实施职业院校煤炭行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》、教育部《关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》《关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》精神，加快煤炭行业专业技能型人才培养培训工程建设，培养煤矿生产一线需要、具有与本专业岗位群相适应的文化水平和良好职业道德、了解矿山企业生产全过程、掌握本专业基本专业知识和技术的技能型人才，我们对2005年出版的采矿技术专业中等职业教育国家规划教材《矿山安全技术》进行了修订完善。

教材修订过程中严格按照《煤矿安全规程》《防治煤与瓦斯突出规定》等最新颁布的法律法规、规章制度进行，根据标准要求，将低瓦斯矿井改为瓦斯矿井，瓦斯抽放改为瓦斯抽采；增加了顶板灾害与冲击地压灾害防治技术、矿井充水条件、实训等内容；调整了矿尘防治技术有关内容的编排顺序。从而使学生在牢固掌握采矿技术专业所必需的文化基础知识和专业知识基础上，具有综合技能和全面素质，具有继续学习的能力和创新创业能力。

本次教材修订由张长喜任主编，张红兵任副主编。具体编写分工：河南工程技术学校张长喜编写第一章；河南工程技术学校张红兵编写第二章；石家庄工程技术学校任世英编写第三章；甘肃煤炭工业学校焦健编写第四章；神火煤电集团梁北煤矿张守正编写第五章；河南工程技术学校冯海贵编写第六章和附录；河南工程技术学校屈扬编写第七章。中国矿业大学（北京）郭德勇教授、河南理工大学孙玉宁教授、中平能化集团王新义教授级高工对本教材进行了认真审阅，并提出许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中可能有错误之处，敬请批评指正。

作 者

2014年1月

# 前 言

本套教材是中国煤炭教育协会和煤炭工业出版社受教育部职业与成人教育司委托,根据2000年教育部《面向21世纪职业教育课程改革和教材建设规划》采矿技术专业教学指导方案,组织部分职业院校的教师编写的。教材编审委员会于2004年11月在北京召开了教材编写大纲审定会议,于2005年3月在无锡召开了审稿会,会后各书主编根据提出的意见进行修改与完善。各书主审人员对书稿进行了认真的审阅。

采矿技术专业中等职业教育国家规划教材全套书共12本,可作为中等专业学校、技工学校和职业中学采矿技术专业及相关专业的通用教材,可作为企业在职人员的培训教材,也可作为从事矿井开拓、采煤(矿)、掘进、运输、通风与安全、矿井地质勘探与测量的技术人员以及生产组织管理者的参考用书。

本教材力求内容先进性、实用性和系统性的统一,同时考虑中等职业教育的特点、人才培养的基本规格和知识、能力、素质结构的要求,着重学生生产实践能力培养。使学生在牢固掌握采矿技术专业必需的文化基础知识和专业知识的基础上,具有综合职业技能和全面素质,具有继续学习的能力、创业创新能力。

《矿山安全技术》一书是采矿技术专业中等职业教育国家规划教材中的一本,河南工程技术学校张长喜编写了绪论、第一章、第二章、第五章、附录;石家庄工程技术学校任世英编写了第三章;甘肃煤炭工业学校焦健编写了第四章;徐州机电工程高等职业学校严建华编写了第六章。辽工大职业技术学院杨春华担任此书主审。在此,对本教材成书过程中提供帮助的人士表示感谢。

中等职业学校“采矿技术专业”

教材编审委员会

2005年6月

# 目 次

第一章 矿井瓦斯防治技术	1
第一节 煤层瓦斯含量	1
第二节 矿井瓦斯涌出	4
第三节 瓦斯检查与监控技术	7
第四节 瓦斯爆炸及预防技术	13
第五节 煤与瓦斯突出防治技术	20
第六节 瓦斯抽采	33
第二章 矿尘防治技术	40
第一节 矿尘的性质、危害及其测定	40
第二节 矿山尘肺病与综合防尘	43
第三节 煤尘爆炸及预防技术	48
第三章 矿井火灾防治技术	57
第一节 概述	57
第二节 煤炭自燃	58
第三节 矿井防火技术	63
第四节 矿井灭火技术	76
第五节 火区管理与启封	83
第四章 矿山水害防治技术	87
第一节 矿井充水条件	87
第二节 地面防治水技术	90
第三节 井下防治水技术	91
第四节 矿井突水事故的处理技术	98
第五章 顶板灾害与冲击地压灾害防治技术	101
第一节 顶板灾害防治技术	101
第二节 冲击地压灾害控制技术	110
第六章 矿山其他安全技术	114
第一节 电气安全技术	114
第二节 运输安全技术	116
第三节 爆破安全技术	118

<b>第七章 矿山救护技术</b> .....	121
<b>第一节 矿山救护及其装备</b> .....	121
<b>第二节 矿工自救</b> .....	125
<b>第三节 现场急救</b> .....	131
<b>第四节 矿井灾害预防和处理计划</b> .....	137
<b>附录 矿山安全技术实训项目</b> .....	142
<b>实训一 瓦斯浓度测定与瓦斯爆炸演示</b> .....	142
<b>实训二 矿尘浓度测定与煤尘爆炸演示</b> .....	144
<b>实训三 隔爆水棚设置</b> .....	147
<b>实训四 灭火器使用训练</b> .....	148
<b>实训五 矿山救护装备与自救器使用演练</b> .....	148
<b>实训六 心肺复苏抢救训练</b> .....	150
<b>参考文献</b> .....	153



# 第一章 矿井瓦斯防治技术

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，有时单独指甲烷。甲烷是一种无色、无味、无臭的气体，难溶于水，相对空气密度为 0.554。由于甲烷比空气轻，它与空气混合形成气团时将边上浮边扩散。甲烷的扩散性很强，其扩散速度是空气的 1.34 倍，因此从煤岩中涌出后会很快扩散到巷道空间的各角落，且不会因比空气轻而分离上浮、积聚。

矿井瓦斯在一定条件下能燃烧和爆炸，大量的瓦斯积聚能使人窒息，造成人员伤亡和巨大的经济损失，因此必须掌握瓦斯的性质和防治措施，以达到安全生产的目的。

## 第一节 煤层瓦斯含量

### 一、煤层瓦斯的生成

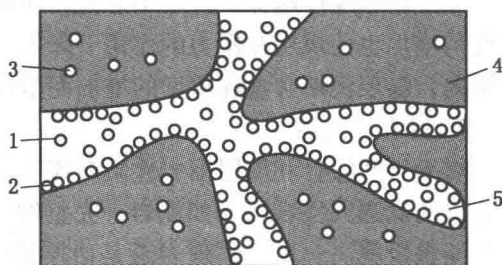
煤层瓦斯又称煤层气，它是腐植型有机物在成煤过程中生成的。煤是一种腐植型有机质高度富集的可燃有机岩，是植物遗体经过复杂的生物化学作用、地球化学作用、物理化学作用转化而成的。在整个成煤过程中都伴随着瓦斯等气体的产生。结合成煤作用过程，煤层瓦斯的形成大致可以划分为生物化学成气时期和煤化作用成气时期。生物化学成气时期是在植物沉积成煤初期的泥炭化过程中，有机物在隔绝外部氧气进入和温度不超过 65℃ 的条件下，被厌氧微生物分解为甲烷、二氧化碳和水。由于这一过程发生于地表附近，因而生成的气体均散失于古大气中。随泥炭层的逐渐下沉和地层沉积厚度的增加，压力和温度也随之增高，生物化学作用逐渐减弱直至结束，泥炭转化成褐煤，进入煤化作用成气时期。有机物在高温高压作用下挥发分减少，固定碳增加，这时生成的气体主要为甲烷和二氧化碳。这一阶段中瓦斯生成量随着煤的变质程度增高而增多，以后随着地质年代地层的演变，一部分或大部分瓦斯扩散到大气中，部分转移到围岩内和吸附在煤体上。

### 二、瓦斯在煤体内的存在状态

煤是一种复杂的多孔性固体，既有成煤胶结过程中产生的原生孔隙，也有成煤后地层运动形成的大量孔隙和裂隙。瓦斯就赋存在这些孔隙中，其赋存状态有游离状态和吸附状态，如图 1-1 所示。

游离状态也叫自由状态，即瓦斯以自由气体的状态存在于煤体或围岩的裂隙和孔隙内，其分子可自由运动，并呈现压力。

吸附状态即瓦斯分子浓聚在孔隙壁面上



1—游离瓦斯；2—吸着瓦斯；3—吸收瓦斯；  
4—煤体；5—孔隙

图 1-1 煤层瓦斯赋存状态示意图

或煤体微粒结构内。吸附瓦斯量的大小与煤的性质、孔隙结构特点、瓦斯压力和温度有关。

赋存在煤层中两种状态的瓦斯并不是固定不变的，而是处于不断变换的动态平衡。当温度与压力条件变化时，其平衡随着变化。例如，当压力升高或温度降低时，部分瓦斯由游离状态就会转化为吸附状态，这种现象叫做吸附；反之，如果温度升高或压力降低，一部分瓦斯就由吸附状态转化为游离状态，这种现象叫做解吸。

在目前开采深度（1000~2000 m）以内，煤层的吸附瓦斯量占70%~95%，而游离瓦斯量仅占5%~30%。但在断层、大的裂隙、孔洞和砂岩内，瓦斯则主要以游离状态赋存。随着煤层被开采，煤层顶底板附近的煤岩产生裂隙，导致透气性增加，瓦斯压力随之下降，煤体中的吸附瓦斯解吸而成为游离瓦斯，在瓦斯压力失去平衡的情况下，大量游离瓦斯就会通过各种通道涌入采掘空间，因此随着采掘工作的进展，瓦斯涌出的范围会不断扩大，瓦斯将保持较长时间的涌出。

### 三、影响煤层瓦斯含量的因素

煤层瓦斯含量是指在自然条件下单位质量煤中所含有的瓦斯量，单位为 $\text{m}^3/\text{t}$ 。煤层瓦斯含量的大小主要取决于煤层瓦斯的运移条件和保存瓦斯的自然条件。影响煤层瓦斯含量的因素包括煤的吸附特性、煤层露头、煤层倾角、煤层埋藏深度、围岩透气性、地质构造、水文地质条件。

#### 1. 煤的吸附特性

煤体中瓦斯含量的多少与煤的变质程度有关。一般情况下，煤的煤化程度越高，瓦斯的生成量就越大，同时其孔隙率也就越高，吸附瓦斯的能力就越强。

#### 2. 煤层露头

如果煤层长时间与大气相通，其瓦斯含量就不会很大，因为煤层的裂隙比岩层要发育，透气性高于岩层，瓦斯能沿煤层流动而逸散到大气中去；反之，如果煤层没有通达地表的露头，瓦斯难以逸散，它的含量就较大。

#### 3. 煤层倾角

当埋藏深度相同时，煤层倾角越小，瓦斯含量越大，这是因为岩层的透气性比煤层低，瓦斯顺层流动的路程随倾角减小而增大的缘故。

#### 4. 煤层埋藏深度

煤层埋藏深度越深，煤层中的瓦斯向地表运移的距离就越长，散失就越困难。同时，深度的增加也使煤层在压力的作用下降低了透气性，也有利于保存瓦斯。在当代开采深度范围内，煤层瓦斯含量随深度的增加而呈线性增加。

#### 5. 围岩透气性

煤系岩性组合和煤层围岩性质对煤层瓦斯含量影响很大，如果煤层的顶底板围岩为致密完整的低透气性岩层（如泥岩、完整的石灰岩），则煤层中的瓦斯就易于保存下来，煤层瓦斯含量就高；反之，围岩若是由厚层中粗粒砂岩、砾岩或裂隙溶洞发育的石灰岩组成，则瓦斯容易逸散，煤层瓦斯含量就小。

#### 6. 地质构造

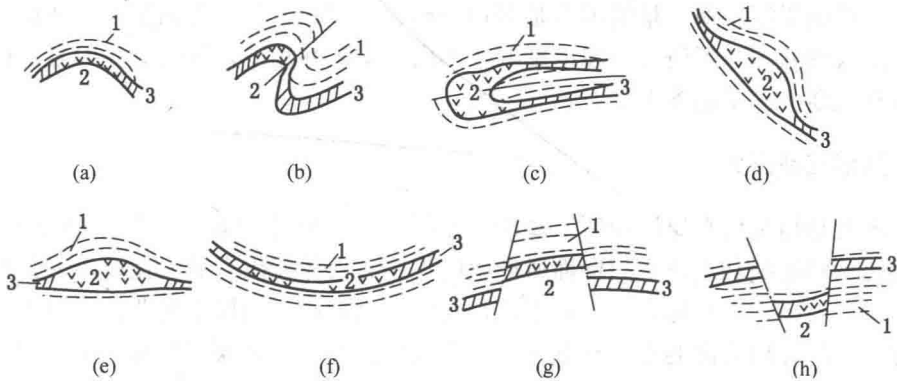
地质构造是影响煤层瓦斯含量的最重要因素之一。在围岩属低透气性的条件下，封闭

型地质构造有利于瓦斯的储存，而开放型地质构造有利于瓦斯的排放。

同一矿区不同地点瓦斯含量的差别，往往是地质构造因素造成的结果。在瓦斯带内，煤层的顶板若为致密岩层而又未遭破坏时，瓦斯在背斜的轴部地区积聚，形成所谓的“气顶”（图1-2a和图1-2b），瓦斯含量明显增高。但当背斜轴顶部岩层是透气性岩层或因张力形成连通地表或其他储气构造的裂隙时，其瓦斯含量因能转移反而比翼部少。

对向斜而言，当轴部顶板岩层受到的挤压应力比底板岩层强烈，使顶板岩层和两翼煤层透气性变小时，瓦斯就易于储存在向斜轴部（图1-2f）。当煤层或围岩的裂隙发育透气性较好时，轴部的瓦斯容易通过构造裂隙和煤层转移到围岩和向斜的翼部，瓦斯含量反而减少。

地质构造形成煤层局部变厚的大型煤包（图1-2c、图1-2d、图1-2e）在构造应力作用下煤层被压薄，形成对煤包的封闭条件，使其生成的瓦斯难以排放，所以其瓦斯含量大。同理，由两条封闭性断层与致密岩层封闭的地垒或地堑构造，也可成为瓦斯含量增高区（图1-2g、图1-2h）。



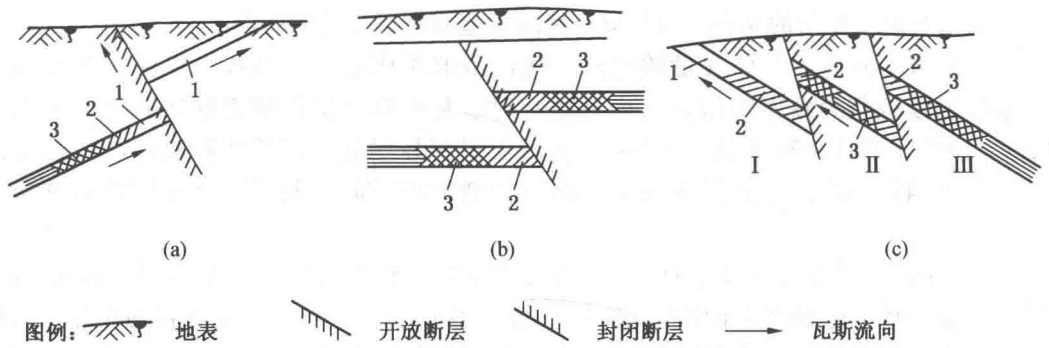
1—低透气性岩层；2—瓦斯含量增高区；3—煤层

图1-2 储存瓦斯构造示意图

断层对煤层瓦斯含量的影响一方面要看断层的封闭性，另一方面要看与煤层接触的对盘岩层的透气性。开放型断层（一般为张性、张扭性或导水的压性断层等）不论其和地表是否直接相通，断层附近的煤层瓦斯含量都会降低（图1-3a）。封闭型断层（压性不导水断层）煤层对盘岩性透气性低时，可以阻止瓦斯的释放。如果断层的规模大而断距长时，在断层附近也可能出现一定宽度的瓦斯含量降低区（图1-3b）。此外还会遇到煤层被两条逆断层分割成3个段块的情况，其各段块的瓦斯含量分布不同（图1-3c），段块1上有露头，下无深部瓦斯补充，煤层瓦斯含量最低；段块2上下都被断层封闭，瓦斯含量居中；段块3上部被断层封闭，下部有深部煤层瓦斯补给，瓦斯含量最高。

## 7. 水文地质条件

虽然瓦斯在水中的溶解度很小，但如果煤层中有较大的含水裂隙或流通的地下水通过



1—瓦斯丧失区；2—瓦斯含量降低区；3—瓦斯含量增高区

图 1-3 断层对煤层瓦斯含量的影响

时，经过漫长的地质年代也能从煤层中带走大量瓦斯，降低煤层的瓦斯含量。而且地下水还会溶蚀并带走围岩中的可溶性矿物质，从而增加煤系地层的透气性，有利于煤层瓦斯的流失。

总之，影响煤层瓦斯含量的因素是多种多样的。实际工作中必须结合具体情况做全面的调查和深入细致的分析研究，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。

#### 四、煤层瓦斯压力

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游离瓦斯的自由热运动对孔隙和裂隙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，一般来说，瓦斯压力越高，则煤层瓦斯含量越大。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，因此《煤矿安全规程》（以下简称《规程》）规定，有突出危险的新建矿井或突出矿井开拓的新水平的井巷第一次揭穿（开）各煤层时，必须测定煤层瓦斯压力、瓦斯含量及其他与突出危险性相关的参数。另外，瓦斯压力也是瓦斯气体在煤层中流动的一种动力，因此它还是瓦斯抽采设计时的一个重要参数。

煤矿井下瓦斯压力测定可采用直接测定法和间接测定法。直接测定法的主要步骤可分为打钻、封孔和测压。间接测定法是通过煤层瓦斯压力快速测定仪测定。

## 第二节 矿井瓦斯涌出

矿井开采过程中受采动影响，赋存在煤岩体内的部分瓦斯就会离开煤岩体而释放到采掘空间，这种现象称为矿井瓦斯涌出。

矿井瓦斯涌出有普通涌出和特殊涌出两种形式。普通涌出是指瓦斯经煤层的裂隙通道或暴露面渗透流出并涌向采掘空间的现象，其特点为范围大，时间长，速度缓慢，是瓦斯的正常涌出。特殊涌出是指大量瓦斯突然、集中于局部并伴有动力效应的涌出现象，主要有瓦斯喷出和煤与瓦斯突出，是瓦斯的异常涌出。

## 一、瓦斯涌出量

瓦斯涌出量是指在矿井建设和生产过程中从煤与岩石中涌出的瓦斯量。瓦斯涌出量的大小通常用绝对瓦斯涌出量和相对瓦斯涌出量来表示。

绝对瓦斯涌出量是指矿井在单位时间内涌出的瓦斯量，单位为  $\text{m}^3/\text{min}$  或  $\text{m}^3/\text{d}$ 。计算公式为

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

式中  $Q_{\text{CH}_4}$ ——绝对瓦斯涌出量， $\text{m}^3/\text{min}$ ；

$Q$ ——矿井总回风量， $\text{m}^3/\text{min}$ ；

$C$ ——风流中的平均瓦斯浓度，%。

相对瓦斯涌出量是指矿井在正常生产条件下月平均日产 1 t 煤所涌出的瓦斯量，单位是  $\text{m}^3/\text{t}$ 。与绝对瓦斯涌出量、月产煤量和月工作天数的关系为

$$q_{\text{CH}_4} = 1440 \times \frac{Q_{\text{CH}_4} N}{A} \quad (1-2)$$

式中  $q_{\text{CH}_4}$ ——相对瓦斯涌出量， $\text{m}^3/\text{t}$ ；

$A$ ——矿井月产煤量，t；

$N$ ——矿井的月工作天数；

1440——一昼夜的分钟数。

采用瓦斯抽采的矿井，在计算瓦斯涌出量时，应包括抽采的瓦斯量。

## 二、影响矿井瓦斯涌出量的因素

影响矿井瓦斯涌出量的因素大体可以分为自然因素和开采技术因素。

### (一) 自然因素

(1) 煤层和围岩的瓦斯含量。它是决定瓦斯涌出量多少的最重要因素。开采煤层的瓦斯含量越高，其涌出量就越大。若开采煤层附近有瓦斯含量大的煤层或岩层时，由于采动影响，这些煤层或岩层中的瓦斯就会不断地流向开采煤层的采空区，在此情况下，开采煤层的瓦斯涌出量可能大大超过它的瓦斯含量。

(2) 开采深度。在瓦斯带内，随着开采深度的增加，相对瓦斯涌出量增大，这是因为煤层和围岩的瓦斯含量随深度的增加而增加的缘故。

(3) 地面大气压力的变化。井下采空区或坍冒处积存有大量的瓦斯，正常情况下这些地点积存的瓦斯与井巷风流处于相对平衡状态，瓦斯均衡地泄入风流中。当地面大气压突然下降时，井巷风流的压力也随之降低，这种平衡状态就被破坏，引起瓦斯涌出量增加，因此当地面大气压突然下降时，要密切重视采空区和密闭等附近的瓦斯检测工作，防止瓦斯事故的发生。

### (二) 开采技术因素

(1) 开采顺序。首先开采的煤层或分层瓦斯涌出量大，这是由于受采动影响，邻近煤层或未采的其他分层的瓦斯也会沿裂隙涌入的缘故，因此瓦斯涌出量大的煤层群同时回采时，如有可能，应首先回采瓦斯含量较小的煤层，同时采取抽采邻近层瓦斯的措施。

(2) 采煤方法与顶板控制。机械化采煤使煤破碎的比较严重，瓦斯涌出量高；水力

采煤时水包围着采落的煤体，阻碍其中的瓦斯涌出，瓦斯涌出量较少，但湿煤中残余瓦斯含量增大；采空区丢失煤炭多，采出率低的采煤方法，采区瓦斯涌出量大。采用全部垮落法管理顶板能够造成顶底板更大范围的松动及采空区存留大量散煤，其瓦斯涌出量比采用充填法管理顶板时要高。

(3) 开采速度和产量。当开采速度不高时，矿井的绝对瓦斯涌出量与开采速度或矿井产量成正比，而相对瓦斯涌出量则变化较小。当开采速度较高时，由于相对瓦斯涌出量中来自开采煤层和临近煤层的涌出量反而相对减少，使得相对瓦斯涌出量降低。

(4) 生产工序。瓦斯从煤层暴露面（煤壁和钻孔）和采落的煤炭内涌出的特点是初期涌出的强度大，然后随着时间的增长而下降，所以落煤时瓦斯涌出量总是大于其他工序。

(5) 风量变化。风量突然增大或减小时会引起瓦斯涌出量的变化，使瓦斯涌出量发生扰动，因此对煤层群开采、综采放顶煤工作面的采空区及煤巷顶板的冒顶孔洞等积存大量高浓度瓦斯的地点，必须密切注意增加风量时瓦斯涌出量所呈现的动态变化，防止因其峰值持续时间较长引发瓦斯事故。

总之，影响矿井瓦斯涌出量的因素很多，应通过实际观测，找出其主要因素及影响规律，以制定和采取针对性的防治措施。

### 三、矿井瓦斯等级

《规程》规定，一个矿井只要有一个煤（岩）层发现瓦斯，该矿井即为瓦斯矿井，并依照矿井瓦斯等级的工作制度进行管理。

《煤矿瓦斯等级鉴定暂行办法》把矿井瓦斯等级划分为煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出矿井、高瓦斯矿井、瓦斯矿井。

#### 1. 煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出矿井

具备下列情形之一的矿井为煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出矿井：发生过煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出的；经鉴定具有煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出煤（岩）层的；依照有关规定按照突出管理的煤层，但在规定期限内未完成突出危险性鉴定的。

#### 2. 高瓦斯矿井

具备下列情形之一的矿井为高瓦斯矿井：矿井相对瓦斯涌出量大于  $10 \text{ m}^3/\text{t}$ ；矿井绝对瓦斯涌出量大于  $40 \text{ m}^3/\text{min}$ ；矿井任一掘进工作面绝对瓦斯涌出量大于  $3 \text{ m}^3/\text{min}$ ；矿井任一采煤工作面绝对瓦斯涌出量大于  $5 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

#### 3. 瓦斯矿井

同时满足下列条件的矿井为瓦斯矿井：矿井相对瓦斯涌出量小于或等于  $10 \text{ m}^3/\text{t}$ ；矿井绝对瓦斯涌出量小于或等于  $40 \text{ m}^3/\text{min}$ ；矿井各掘进工作面绝对瓦斯涌出量均小于或等于  $3 \text{ m}^3/\text{min}$ ；矿井各采煤工作面绝对瓦斯涌出量均小于或等于  $5 \text{ m}^3/\text{min}$ 。

瓦斯矿井每两年进行一次瓦斯等级鉴定，高瓦斯矿井和煤（岩）与瓦斯（二氧化碳）突出矿井不再进行周期性瓦斯等级鉴定工作，但应每年测定和计算矿井、采区、工作面的瓦斯涌出量。经鉴定或者认定为突出矿井的，不得改定为瓦斯矿井或高瓦斯矿井。

### 第三节 瓦斯检查与监控技术

矿井瓦斯的检查与监控是煤矿安全生产、防止瓦斯爆炸事故发生的重要措施之一，也是研究瓦斯涌出规律和评价瓦斯防治效果的基本依据。

#### 一、瓦斯检查

##### (一) 矿井瓦斯的检查地点

矿井瓦斯测定应在所测地点的巷道风流中进行。巷道风流是指有支架的巷道中距支架和巷底各为 50 mm 的巷道空间内的风流，无支架或用锚喷、砌碛支护的巷道中距巷道顶、帮、底各为 200 mm 的巷道空间内的风流。

矿井所有采掘工作面、硐室、使用中的机电设备的设置地点、有人作业的地点、瓦斯可能超限或积聚的地点都应是检查的范围。

##### (二) 矿井瓦斯的检查次数与要求

###### 1. 采掘工作面的瓦斯浓度检查次数

《规程》规定，矿井必须建立瓦斯检查制度，瓦斯矿井中每班至少 2 次，高瓦斯矿井中每班至少 3 次。有煤（岩）与瓦斯突出危险的采掘工作面，有瓦斯喷出危险的采掘工作面和瓦斯涌出较大、变化异常的采掘工作面，必须有专人经常检查，并安设甲烷断电仪。

###### 2. 瓦斯检查的要求

(1) 矿长、矿技术负责人、爆破工、采掘区队长、通风区队长、工程技术人员、班组长、流动电钳工下井时，必须携带便携式甲烷检测报警仪。瓦斯检查人员必须携带便携式光学甲烷检测仪。安全监测工必须携带便携式甲烷检测报警仪或便携式光学甲烷检测仪。

(2) 瓦斯检查人员必须执行瓦斯巡回检查制度和请示报告制度，并认真填写瓦斯检查班报。每次检查结果必须记入瓦斯检查班报手册和检查地点的记录牌上，并通知现场工作人员。瓦斯浓度超过《规程》有关条文的规定时，瓦斯检查人员有权责令现场人员停止工作，并撤到安全地点。

##### (三) 矿井瓦斯的检查方法

瓦斯浓度测定应在巷道风流的上部进行，即将光学甲烷检测仪的进气口置于巷道风流的上部边缘进行 3 次连续抽气，取其平均值。测定二氧化碳时，应将光学甲烷检测仪的进气口置于巷道风流的下部进行，连续测定 3 次，取其平均值。

测定结果除按照规定进行填报外，还要与《规程》的规定相比较，判别是否满足要求。

##### (四) 矿井瓦斯检查仪器

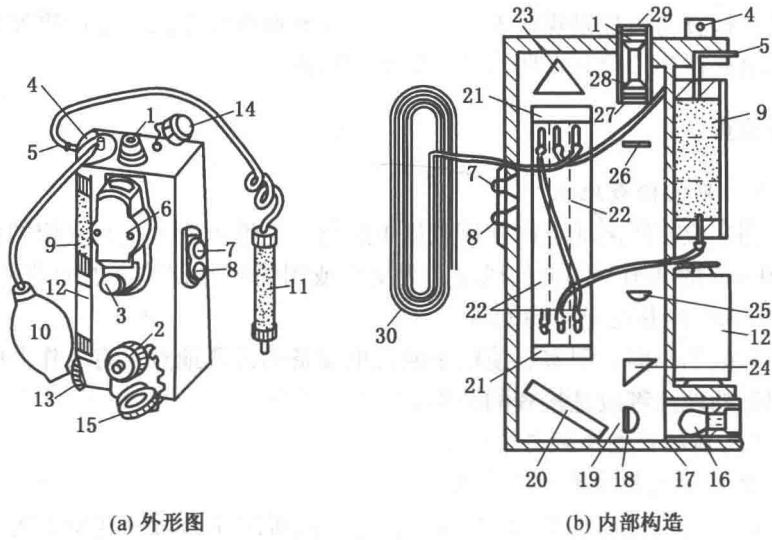
目前煤矿普遍使用的矿井瓦斯检测仪有光学甲烷检测仪和便携式甲烷检测报警仪。

###### 1. 光学甲烷检测仪

光学甲烷检测仪是利用光干涉原理测定甲烷和二氧化碳等气体浓度的便携式检测仪器。

###### 1) 仪器构造

光学甲烷检测仪有很多种类，其外形和内部构造基本相同。AQG-1型光学甲烷检测仪的外部结构和内部构造如图1-4所示。



- 1—目镜；2—主调螺旋；3—微调螺旋；4—吸气管；5—进气管；6—读数观察窗；7—微读数电门；8—光源电门；9—水分吸收管；10—吸气橡皮球；11—二氧化碳吸收管；12—干电池；13—光源盖；14—目镜盖；15—主调螺旋盖；16—光源灯泡；17—光栅；18—聚光镜；19—光屏；20—平行平面镜；21—平面玻璃；22—气室；23—反射棱镜；24—折射棱镜；25—物镜；26—测微玻璃；27—分划板；28—场镜；29—目镜保护盖；30—毛细管

图1-4 AQG-1型光学甲烷检测仪

## 2) 仪器的原理

光学甲烷检测仪的光路系统如图1-5所示。由光源发出一束白光，经光栅和聚光镜射到平行平面镜，平行平面镜使光束分成两路：一路自平行平面镜的a点反射，经右空气室、反射棱镜和左空气室回到平行平面镜镜底，再经镜底反射到镜面的b点；另一路光在a点折射后进入平行平面镜镜底，经镜底反射，再经反射棱镜往返通过瓦斯室到达平行平面镜，在b点反射后与第一束光一同进入折射棱镜，再经90°折射后进入物镜。这两束光由于光程（即光线通过的路程与其介质折射率的乘积）不同，在物镜的焦平面上产生了白色光特有的干涉条纹（通常称为光谱）。条纹中有两条黑纹和若干条彩纹。条纹经过测微玻璃、分划板、场镜到达目镜。由于光的折射率与气体介质的密度有关，如果以空气室和瓦斯室都充入同密度新鲜空气时产生的条纹为基准（对零），那么当含有瓦斯的空气充入瓦斯室时，由于空气室中的新鲜空气与瓦斯室中含有瓦斯的空气密度不同，它们的折射率便不同，因而光程也就不同，于是干涉条纹产生位移，从目镜中可以看到干涉条纹移动的距离。由于干涉条纹的位移量与瓦斯浓度呈正比关系，所以根据干涉条纹的移动距离就可以测知瓦斯的浓度。我们在分划板上读出位移量的大小，其数值就是测定的瓦斯浓度。

## 3) 仪器的使用方法



(1) 测定前的准备工作。测定前的准备工作包括检查药品性能、检查气路系统和检查光路系统。

检查药品性能时，应首先检查水分吸收管中的氯化钙（或硅胶）和外接的二氧化碳吸收管中的钠石灰是否变色，若变色则失效，应打开吸收管更换新药剂。新药剂的颗粒直径为 2 ~ 5 mm，因为颗粒过大不能充分吸收通过气体中的水分或二氧化碳；颗粒过小又容易堵塞，甚至将粉末吸入气室内。颗粒直径不合要求会影响测定的精度。

检查气路系统时，首先检查吸气橡皮球是否漏气，其检查方法为用手捏扁吸气橡皮球，另一手掐住胶管，然后放松吸气橡皮球，若吸气橡皮球不胀起，则表明不漏气；其次检查仪器是否漏气，将吸气管同检测仪吸气管连接，堵住进气管，捏扁吸气橡皮球，松手后球不鼓胀起为好；最后检查气路是否畅通，即放开进气孔，捏放吸气橡皮球，以吸气橡皮球瘪起自如为好。

检查光路系统时，首先按下光源电门，由目镜观察，并旋转目镜筒，调整到分划板清晰为止。然后看干涉条纹是否清晰，如不清晰，可取下光源盖，拧松灯泡后盖，调整灯泡后端小柄，同时观察目镜内条纹，直到条纹清晰为止，之后拧紧灯泡后盖，装好仪器。



图 1-6 吸取瓦斯气体检测

测定浓度为  $1\% + 0.5\% = 1.5\%$ ，最后将微盘读数退回零位。

测定二氧化碳浓度时，先用上述方法测定瓦斯浓度，然后取下二氧化碳吸收管，在同一测点再测定二氧化碳和瓦斯的混合浓度，由混合浓度值减去瓦斯浓度值，再乘以 0.955 的校正系数，即为测点的二氧化碳浓度。

#### 4) 使用和保养

(1) 携带和使用检测仪时应轻拿轻放，防止和其他物体碰撞，以免仪器受较大振动，

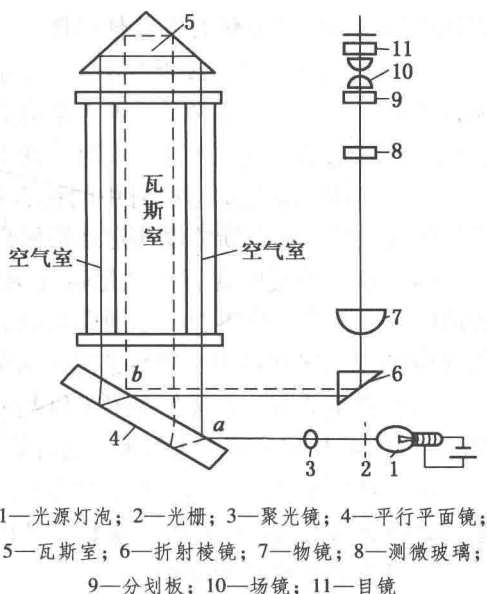


图 1-5 甲烷检测仪的光路系统

(2) 测定方法。测定方法包括对零和测定。

对零时，首先在与待测定地点温度相近的进风巷中，捏放吸气橡皮球数次，使其吸入新鲜空气清洗瓦斯室。然后按光源电门，观看目镜，旋下主调螺旋盖，转动主调螺旋，使干涉条纹中最明显的一条黑线（常称黑基线）对准零位，最后盖好主调螺旋盖。

测定时，将进气管伸入测点捏吸气橡皮球 5 ~ 6 次，吸入待测气体（图 1-6）。按下光源电门，由目镜读出黑基线在刻度板上所处的位置。如黑基线处于刻度板两个整数之间（如 1% ~ 2%），则顺时针方向转动微调螺旋，使黑基线退到 1% 数值上，然后按下微读数电门，读出微读数盘上的读数为 0.5，则测定的瓦斯