



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

● 主 编 张长喜



●
煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了矿山安全生产方针、安全法规和矿井瓦斯、矿尘、火、水、机电运输等安全技术基础知识以及灾害事故的发生规律与安全防范措施,并简要介绍了矿山救护知识。

本书是中等职业学校采矿技术专业的规划教材,也可作为煤矿基层干部的培训教材,并可供高职高专类相关专业及有关工程技术人员参考。

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

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,组织部分职业教育院校的教师编写的。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 录

绪 论	1
第一章 矿井瓦斯	5
第一节 煤层瓦斯含量	5
第二节 矿井瓦斯涌出	9
第三节 瓦斯爆炸及预防	16
第四节 瓦斯检测与监测	23
第五节 煤与瓦斯突出	29
第六节 瓦斯抽放	39
第二章 矿尘防治技术	48
第一节 矿尘的性质、危害及其测定	48
第二节 矿山尘肺病	52
第三节 煤尘爆炸及预防	54
第四节 矿山综合防尘	64
第三章 矿井火灾及其防治	69
第一节 概述	69
第二节 煤炭自燃	70
第三节 矿山防火技术	75
第四节 矿井灭火	90
第五节 火区管理与启封	96
第四章 矿山防治水技术	99
第一节 地面防治水	99
第二节 井下防治水	100
第三节 矿井突水事故的处理	106
第五章 矿山其他安全技术	109
第一节 电气安全技术	109
第二节 运输安全技术	111

第六章 矿山救护技术	114
第一节 矿山救护及其装备	114
第二节 矿工自救	119
第三节 矿井灾害预防和处理计划	124
附录 矿山安全技术实验	128
实验一 瓦斯浓度测定与瓦斯爆炸演示实验	128
实验二 粉尘浓度测定与煤尘爆炸演示实验	130
实验三 矿山救护装备与自救器使用演练	133
参考文献	137

绪 论

矿业作为国民经济的基础产业，为我国工业发展、国民经济的起飞和综合国力的增强作出了巨大的贡献。但是，由于我国矿山大多是地下作业，特别是煤矿地质条件复杂多变，经常受到瓦斯、矿尘、火、水等自然灾害的威胁。加之技术装备相对较落后、职工素质偏低等不利因素，矿山事故还时有发生。

解决矿山安全问题，一是要坚决贯彻执行党和国家“安全第一，预防为主”的安全生产方针，加强矿山法治管理；二是必须依靠科技进步、科技创新，大力发展矿山安全技术研究，通过掌握矿井灾害的基本性质、发生条件和规律，预测各种灾害或事故发生的可能性及其时空分布，采取相应的科学手段制服灾害。而这正是《矿山安全技术》这门课程的研究内容。

《矿山安全技术》是采矿技术专业的一门主要专业课程，在采矿工程学科中占有重要的地位。其任务是贯彻党和国家的安全生产方针和有关技术政策、法规；应用各种技术措施消除各种不安全、不卫生因素和对职工安全健康构成威胁的事故隐患；减轻劳动强度，改善劳动条件。

《矿山安全技术》涉及的内容很多，且与每一生产过程密切相关，因此学习本课程时，要紧密切合实习、实验、作业和其他相关课程知识，注重理论联系实际，培养分析问题和解决问题的能力。

一、安全生产方针

“安全第一，预防为主”是我国长期以来一贯坚持的安全生产方针。

（一）安全生产方针的含义

“安全第一”，就是把安全放在一切工作的首位，当生产和其他工作与安全发生矛盾时，安全是主要的、第一位的，生产和其他工作要服从于安全，做到不安全不生产，隐患不处理不生产，安全措施不落实不生产；“安全第一”意味着必须把安全生产作为衡量企业安全工作好坏的硬性指标，并具有否决权。“安全第一”同时还包含着在矿山生产建设中，人的生命和健康是最宝贵的思想，必须以对人民群众高度负责的精神和强烈的政治责任感，重视人的价值，关爱生命。

“预防为主”，就是把安全工作的重点放在预防方面，通过大量的预防工作确保安全生产。它是实现“安全第一”的前提条件，只有预防为主，才能防微杜渐、防患于未然，把事故、隐患消灭在萌芽之中。“预防为主”要求必须做到：预先熟悉并掌握矿山自然灾害因素，预先分析发生各种灾害或事故的可能性和地点，预先采取防治措施，预先编制矿井灾害预防和处理计划，同时必须搞好科学管理、文明生产，为职工创造安全、卫生、无害的劳动生产条件，消除危及人身安全和健康的一切不良条件和行为。

“安全第一，预防为主”二者相辅相成，互相促进。“预防为主”是实现“安全第一”的基础，要做到第一，首先要搞好预防措施。预防工作做好了，就可以保证生产安全。

为了更好的贯彻落实“安全第一，预防为主”的方针，煤炭企业结合煤炭行业的实际，进一步突出了坚持“管理、装备、培训”并重的原则；以“综合治理，整体推进”作为安全工作的指导思想。

（二）安全生产方针的贯彻落实

安全生产是我国的一项基本政策，要贯彻好“安全第一，预防为主”这一方针，必须坚持以下各项行之有效的措施：

（1）严格贯彻执行安全生产法律法规和规章制度，树立依法行事、依法治理安全的观念，这是企业安全生产的基本保证。

（2）要依法建立健全安全生产责任制、岗位安全职责和安全生产管理制度，使安全生产管理有一个制度上的保证，并具体落实到日常生产管理中。

（3）建立安全生产管理机构或配备专职安全生产管理人员，负责管理、检查、监督生产过程中的各种危险因素和责任的落实情况。

（4）加强安全生产检查，杜绝“三违”（违章作业，违章指挥，违反劳动纪律），“三违”是造成煤矿事故的主要原因。加强安全生产检查是国家法律、法规、行业规程所明确规定的重要工作，也是搞好安全生产的一个重要措施。

（5）加强安全技术教育培训工作。通过各种途径广泛深入地开展安全生产教育和培训，使广大职工熟练地掌握安全技术规程，提高安全意识和生产技能，履行岗位职责，积极营造一个安全生产环境。

（6）加强安全监察工作。严格落实安全生产法律、法规和行业规章，强化安全生产的监督与管理。

（7）关口前移，做好事故预防工作。预防为主是搞好安全的必然要求。把预防放在主要位置，预防在先、处处谨慎、措施得力、项项落实，以达到防止灾变、控制事故发生之目的。

（8）做好事故调查和处理工作。发生事故后，要按规定向上级报告，并及时组织应急处理、抢险救灾、调查处理。

（9）加大对事故责任人的处罚力度。依法落实对事故责任人的处罚，以起到惩罚本人、警示他人的作用。营造一种对安全工作不力、失职即被追究责任的氛围，使人人都重视安全，人人都从本职做好安全工作。

（10）要切实保障矿工的安全生产权利。落实法律赋予他们的安全生产权利，使他们敢于维护自己的安全，拒绝在危险状态下生产作业，从而使安全生产获得最强有力的保证。

总之，贯彻“安全第一，预防为主”的安全生产方针，概括起来有以下标准：企业管理的全部内容和生产的全过程都要把安全放在首位，任何决定、办法、措施都必须有利于安全生产；把坚持“安全第一”方针作为选拔、任用、考核干部的重要内容；把安全工作纳入党政工作的重要议事日程和承包内容；把安全技术工程、安全培训列入年度和月份生产、工作计划；建立健全安全生产责任制，层层落实；人、财、物优先保证安全生产需要；严肃认真、一丝不苟地执行《煤矿安全规程》、《生产作业规程》、《工种操作规程》等安全指令和文件；思想政治工作要贯穿到安全生产全过程，安全教育广泛深入等。

二、矿山安全生产法律法规

(一) 矿山安全法律法规体系

我国矿山法律法规体系主要有四个部分：

一是全国人大及其常务委员会颁布的关于安全生产的法律，如《安全生产法》、《煤炭法》、《矿山安全法》、《矿产资源法》等。

二是国务院颁布的关于安全生产的行政法规，如《煤矿安全监察条例》、《安全生产许可证条例》、《矿山安全法实施条例》、《特别重大事故调查程序暂行规定》等。

三是各省（自治区、直辖市）级人大及其常务委员会颁布的关于安全生产的地方性法规，如《××省矿山安全法实施办法》、《××省煤炭法实施办法》等。

四是国务院有关部委、省级人民政府颁布的关于安全生产的规章和地方规章。如《煤矿安全规程》、《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》等。

(二) 主要安全生产法律法规简介

1. 《安全生产法》

《安全生产法》是我国安全生产的综合性法律，具有丰富的法律内涵和规范作用。其目的是为了加强安全生产的监督管理，防止和减少安全事故，保障人民群众生命和财产安全，促进经济发展。

《安全生产法》共有七章97条。第一章总则、第二章生产经营单位的安全生产保障、第三章从业人员的权利和义务、第四章安全生产的监督管理、第五章生产安全事故的应急救援与调查处理、第六章法律责任、第七章附则。

2. 《矿山安全法》

《矿山安全法》是规范我国矿山安全生产的一部法律。其立法目的是：防止矿山事故，保护矿山职工的人身安全，促进采矿工业健康发展，健全矿山法制。

《矿山安全法》共八章50条。第一章总则、第二章矿山建设的安全保障、第三章矿山开采的安全保障、第四章矿山企业的安全管理、第五章矿山安全的监督和管理、第六章矿山事故处理、第七章法律责任、第八章附则。

3. 《煤炭法》

《煤炭法》是确立煤炭生产和经营活动基本原则的一部法律。它明确提出了煤矿企业必须坚持“安全第一、预防为主”的安全生产方针，是中国煤炭法制建设的里程碑。其立法目的是：合理开发利用和保护煤炭资源，规范煤炭生产、经营活动，促进和保障煤炭行业的发展。

《煤炭法》共八章81条。第一章总则、第二章煤炭生产开发与煤矿建设、第三章煤炭生产与安全管理、第四章煤炭经营、第五章煤矿矿区保护、第六章监督检查、第七章法律责任、第八章附则。

4. 《煤矿安全监察条例》

《煤矿安全监察条例》是一部煤矿安全监察的行政法规，它明确了煤矿安全监察制度、监察内容、行政处罚种类、工作原则及与政府的关系等，是依法监察的法律武器。其立法的目的是：保障煤矿安全、规范煤矿安全监察工作，保护煤矿职工人身安全和健康，促进煤矿健康发展。

《煤矿安全监察条例》共五章50条。第一章总则、第二章煤矿安全监察机构及其职责、第三章煤矿安全监察内容、第四章罚则、第五章附则。

5. 《煤矿安全规程》

《煤矿安全规程》(以下简称《规程》)由国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局发布,是煤矿必须遵守的法定规程,具有不容置疑的法律地位。其目的是保障煤矿安全生产和职工人身安全,防止煤矿事故。

《规程》共四编751条。第一编总则,规定煤矿必须遵守有关安全生产的法律法规、规程、标准和技术规范,建立各类人员安全生产责任制;明确职工有权停止违章作业、拒绝违章指挥;第二编井工部分,规定开采、“一通三防”管理、提升运输、机电管理,以及爆破作业涉及的安全生产行为标准;第三编露天部分,规范了采剥、运输、排土、滑坡和水土防治、电气及设备检修标准;第四编职业危害,规定必须做好职业危害的防治与管理工作和职业卫生劳动保护工作,使职工健康得到保护。

目前使用的《规程》为2004年12月的修订版本,是我国煤矿安全管理方面最全面、最具体、最权威的一部基本规程,是国家有关法律和法规的具体化。

第一章 矿井瓦斯

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。煤层瓦斯是成煤过程中的一种伴生物，其成分十分复杂，主要成分是甲烷，还含有二氧化碳、氮气和数量不等的重烃以及微量的稀有气体等。

甲烷是一种无色、无味、无臭的气体。微溶于水，相对空气的密度为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；因此从煤层中涌出后会很快扩散到巷道中的各个角落，且不会因比空气轻而分离上浮、积聚。

甲烷虽然无毒，但在一定的条件下会形成窒息、爆炸和突出等事故，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、规律和防治措施，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，它是腐殖型有机物在成煤过程中生成的。成气过程一般分为两个阶段。第一阶段为生物化学成气时期，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 CH_4 、 CO_2 和 H_2O 。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。第二阶段为煤化变质作用成气时期，随着褐煤继续下沉，压力和温度也进一步增高，煤层便进入变质作用时期。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 CH_4 和 CO_2 。这个阶段中，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

煤并不是致密的，而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，其赋存状态有两种：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（吸着状态）或煤体微粒结构内（吸收状态）。吸附瓦斯量的大小，与煤的性质、孔隙结构特点以及瓦斯压力和温度有关。

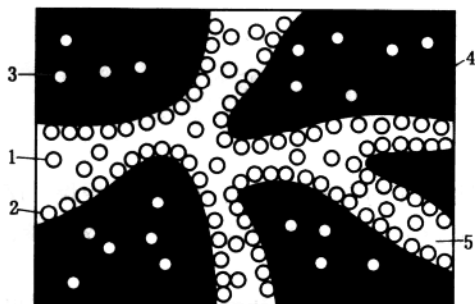


图1-1 煤层瓦斯赋存状态示意图

1—游离瓦斯；2—吸着瓦斯；3—吸收瓦斯；
4—煤体；5—孔隙

煤层中瓦斯的存状态不是固定不变的，而是处于不断变换的动态平衡状态。当温度与压力条件变化，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时，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。

在现代开采深度条件下，煤层内的瓦斯主要是以吸附状态存在，游离状态的瓦斯仅占总量的10%左右。

三、煤层瓦斯垂直分带

在含煤地层中，赋存在煤层中的瓦斯通过煤层、围岩的裂隙和断层向地表运移，而地表的空气及其他化学作用生成的气体由地表向煤层中运移，由此而形成煤层中各种气体成分由浅到深有规律地变化，即自地表沿煤层的垂向瓦斯呈现带状分布。煤层瓦斯赋存按深度自上而下分为四个带： CO_2 — N_2 带、 N_2 带、 N_2 — CH_4 带和 CH_4 带，如图1-2所示。

前三个带总称为瓦斯风化带。在近代开采深度内，瓦斯带内煤层的瓦斯含量和涌出量随深度增加而有规律地增大，所以确定瓦斯风化带深度，有重要的现实意义。

瓦斯风化带下部边界深度可以根据下列指标中的任何一项确定：

- (1) 煤层的相对瓦斯涌出量等于 $2 \text{ m}^3/\text{t}$ 处；
- (2) 煤层内的瓦斯组分中甲烷及重烃体积分数总和达到80%处；

- (3) 煤层内的瓦斯压力为 0.2 MPa 处。

瓦斯风化带深度决定于煤层的具体条件，变化很大，即使在同一井田有时也相差很大，如开滦唐山矿和赵各庄矿瓦斯风化带深度下限就相差近80 m。表1-1为我国部分矿井的瓦斯风化带下部边界深度。

四、影响煤层瓦斯含量的因素

煤层瓦斯含量是指煤层在自然条件下单位体积或质量所含有的瓦斯量，单位为 m^3/m^3 或 m^3/t 。

煤的瓦斯含量包括游离瓦斯和吸附瓦斯两部分。煤层瓦斯含量的

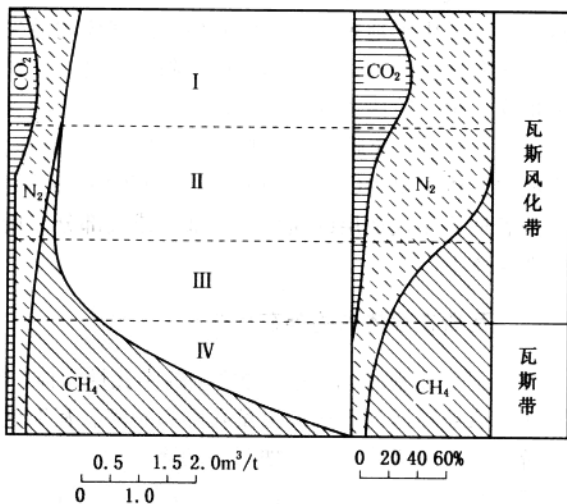


图1-2 煤层瓦斯垂直分带图

I、II、III—瓦斯风化带；IV—瓦斯带

表1-1 我国部分矿井瓦斯风化带下部边界深度

矿 井	瓦斯风化带深度/m	矿 井	瓦斯风化带深度/m
抚顺龙凤矿	200	湖南立新矿	130
抚顺胜利矿	260	焦作焦西矿	180
开滦唐山矿	388	六枝四角田矿	60
北票台吉矿	130	阳泉四矿	50

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。现概述如下：

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，随煤变质程度加深，瓦斯的生成量就越大；同时，其孔隙率也就越高，吸附瓦斯的能力越强。

2. 煤层露头

煤层如果有或曾经有过露头长时间与大气相通，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。如中梁山煤田，煤层呈覆舟状背斜构造，无煤层露头，上覆岩层被透气性差的石灰岩封闭，煤层瓦斯含量大。

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。例如芙蓉煤矿北翼煤层倾角为 $40^{\circ}\sim 48^{\circ}$ ，相对瓦斯涌出量为 $20\text{ m}^3/\text{t}$ ；而南翼煤层倾角为 $6^{\circ}\sim 12^{\circ}$ ，相对瓦斯涌出量高达 $150\text{ m}^3/\text{t}$ ，并且有瓦斯突出现象。

4. 煤层的埋藏深度

煤层的埋藏深度越深，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。在近代开采深度内，煤层的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的，则瓦斯容易逸散，煤层瓦斯含量就小。例如在大同煤田、北京煤田西部，围岩是透气性大的厚砂岩，煤层瓦斯含量就很低。

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排放瓦斯。

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。

封闭的和倾伏的背斜或穹窿，通常是储存瓦斯构造。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1-3a、b），瓦

斯含量明显增高。但是，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贮气构造的裂隙时，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，瓦斯就易于贮存在向斜轴部（图1-3f），如南桐一井、鹤壁六矿等。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，如辽源煤田和抚顺龙凤矿。

地质构造形成煤层局部变厚的大型煤包（图1-3c、d、e），由于煤包周围在构造应力作用下，煤层被压薄，形成对煤包的圈闭条件，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圈闭的地垒或地堑构造，也可成为瓦斯含量增高区（图1-3g、h）。

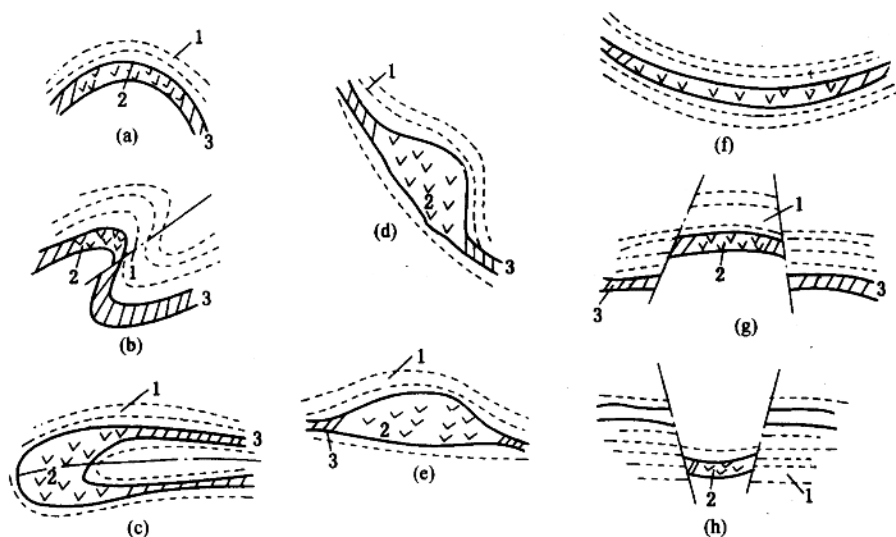


图1-3 几种储存瓦斯构造示意图

1—低透气性岩层；2—瓦斯含量增高区；3—煤层

断层对煤层瓦斯含量的影响较复杂。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），不论其与地表是否相通，断层附近的煤层瓦斯含量都会降低（图1-4a）。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1-4b）。此外，还会遇到煤层被两条逆断层分割成三个段块的情况，其各段块的瓦斯含量分布不同（图1-4c）。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，上下都被断层圈闭，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，但是如果煤层中有较大的含水裂隙或流通的地下水时，

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，从而增加了煤系地层的透气性，有利于煤层瓦斯的流失。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，前者的瓦斯涌出量则大于后者。

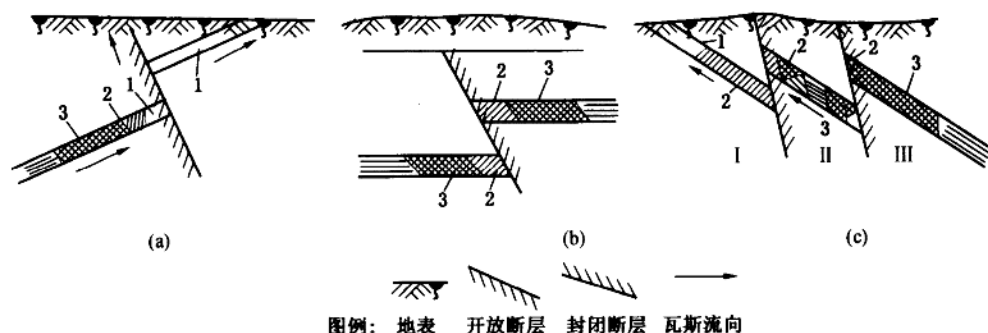


图1-4 断层对煤层瓦斯含量的影响

1—瓦斯丧失区；2—瓦斯含量降低区；3—瓦斯含量增高区

总之，影响煤层瓦斯含量的因素是多种多样的。在实际工作中，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。

第二节 矿井瓦斯涌出

在矿井开采过程中，受采动影响，赋存在煤层中的部分瓦斯就会离开煤体而涌入采掘空间，这种现象叫做瓦斯涌出。

矿井瓦斯涌出的形式一般分为普通涌出和特殊涌出两种。

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。这类涌出的特点是范围大、时间长、速度缓慢，是瓦斯的正常涌出形式。

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。这是较少见的一种瓦斯放散形式，主要有瓦斯喷出和煤与瓦斯突出。

一、瓦斯涌出量

矿井瓦斯涌出量是指涌入矿井风流中的瓦斯总量。表示矿井瓦斯涌出量的方法有两种。

1. 绝对瓦斯涌出量

绝对瓦斯涌出量是指单位时间涌出的瓦斯量，单位为 m^3/min 或 m^3/d 。可用下式计算：

$$Q_{\text{CH}_4} = Q \times \frac{C}{100} \quad (1-1)$$

式中 Q_{CH_4} ——矿井绝对瓦斯涌出量, m^3/min ;

Q ——矿井总回风量, m^3/min ;

C ——回风流中的平均瓦斯浓度, %。

2. 相对瓦斯涌出量

相对瓦斯涌出量是指矿井在正常生产条件下平均每产1 t 煤所涌出的瓦斯量, 单位是 m^3/t , 可用下式计算:

$$q_{CH_4} = \frac{1440 \times Q_{CH_4} \times N}{A} \quad (1-2)$$

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/min ;

A ——矿井月产煤量, t;

N ——矿井的月工作天数;

1440——1 昼夜的分钟数, min。

必须指出, 采用瓦斯抽放的矿井, 在计算瓦斯涌出量时, 应包括抽放的瓦斯量。

二、影响矿井瓦斯涌出量因素

矿井瓦斯涌出量受到诸多因素的影响, 这些因素大体可以分为两类, 即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。如淮南谢二、谢三矿, 相对瓦斯涌出量高于煤层瓦斯含量 1.58~1.76 倍。

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。在正常的情况下, 这些地点积存的瓦斯与井巷风流处于相对平衡状态, 瓦斯均衡的泄入风流中。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, 因而引起瓦斯涌出量增加。例如美国在1910~1960年间, 有一半的瓦斯爆炸事故发生在大气压下降时。因此, 当地面大气压下降时, 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, 是由于受采动影响, 邻近煤层(或未采的其他分层)的瓦斯沿裂隙涌入的缘故。例如中梁山煤矿开采的近距离煤层群, 可采煤层有9层, 首先开采第2层时, 其绝对瓦斯涌出量比计算的可涌出量大3~5倍, 占全煤系煤层

可涌出总量的50%~60%。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，同时采取抽放邻近层瓦斯的措施。

2. 采煤方法与顶板管理

机械化采煤，煤的破碎较严重，瓦斯涌出量高；水力采煤，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，回采率低的采煤方法，采区瓦斯涌出量大。

采用全部陷落法管理顶板，由于能够造成顶底板更大范围的松动，以及采空区存留大量散煤等原因，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，相对瓦斯涌出量中来自开采煤层和邻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，随着时间的增长而下降（如图1-5）。所以落煤时瓦斯涌出量总是大于其他工序。表1-2为焦作焦西矿回采工作面不同生产工序时的瓦斯涌出量。综采工作面推进度快，产量高，在瓦斯含量大的煤层内工作时，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 m³/min。

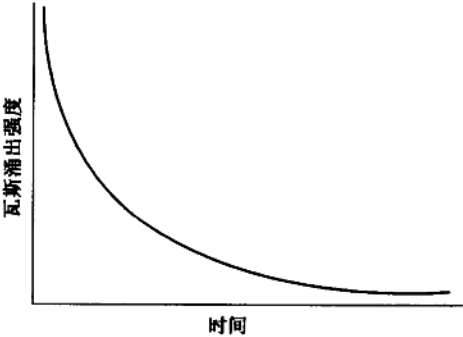


图1-5 瓦斯从暴露面涌出的变化规律

表1-2 生产工序对瓦斯涌出量的影响

生产工序	正常生产时	爆 破	放 顶	移刮板输送机清底
瓦斯涌出量（倍数）	1.0	1.5	1~1.2	0.8

5. 风量变化

当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，对煤层群开采和综采放顶煤工作面的采空区以及煤巷的冒顶孔洞等积存大量高浓度瓦斯的地点，必须密切注意在增加风量时，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、矿井瓦斯等级及其鉴定

为便于瓦斯矿井管理，将瓦斯矿井分成不同的等级，按照相应的等级选用通风设备、供