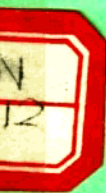




煤矿安全技术丛书

防瓦斯须知

李尚宽 编



河南省劳动保护科学技术学会

前 言

河南省劳动保护科学技术学会一九八六年十二月成立以后，针对我省地方煤矿和乡镇煤矿发展快，职工来自农民缺乏起码的安全技术和生产操作技能，不能及时识别和排除事故隐患，发生事故后又不会自救和互救，造成伤亡多，损失大，影响煤矿自身健康发展这一突出问题，经过调查研究，广泛征求意见，组织有丰富实践经验的科技人员编写了《入井须知》、《采掘须知》、《防瓦斯须知》、《防水须知》、《机电须知》等五本煤矿安全技术丛书，并请高级工程师万之俊、黄体信、教授曹希耀，工程师汤景森、宋建球、陈海旺、孙尔明、许同正、刘振朝以及长期从事安全工作的李存昌、麦玉方、费世福、王国林等同志进行了论证和校正，使我们受益非浅，谨此一并致谢。

这五本书是以《煤矿安全规程》为依据，结合地方煤矿和乡镇煤矿的实际情况编写而成的，很有实用价值，内容丰富翔实，文字通俗易懂，即能供职工自学，又可作安全技术培训教材。如能组织职工认真学习，对安全生产定会收到良好的效果。由于时间较紧，水平有限，不妥之外在所难免，希望读者多提宝贵意见。

一九八八年六月

目 录

前 言

第 一 课	矿井瓦斯·····	(1)
第 二 课	一氧化碳·····	(2)
第 三 课	二氧化碳·····	(3)
第 四 课	沼气的性质·····	(4)
第 五 课	沼气爆炸的条件·····	(5)
第 六 课	影响沼气爆炸的因素·····	(8)
第 七 课	瓦斯爆炸的危害性·····	(9)
第 八 课	沼气的涌出形式·····	(10)
第 九 课	沼气涌出量·····	(11)
第 十 课	矿井沼气等级的划分·····	(12)
第十一课	瓦斯浓度的测定·····	(13)
第十二课	井下不同地点瓦斯浓度的规定·····	(18)
第十三课	瓦斯检查制度·····	(19)
第十四课	严格执行“一炮三检”制度·····	(20)
第十五课	防止放火炮源引起瓦斯事故·····	(21)
第十六课	防止电器火源引起瓦斯事故·····	(22)
第十七课	防止瓦斯窒息·····	(23)
第十八课	加强矿井通风 防止瓦斯积聚·····	(25)
第十九课	测风·····	(27)
第二十课	测风注意事项·····	(30)

第二十一课	风机停风时沼气管理.....	(31)
第二十二课	恢复通风时沼气管理.....	(35)
第二十三课	巷道冒顶处积聚沼气的处理.....	(36)
第二十四课	采煤工作面积聚沼气的处理.....	(38)
第二十五课	掘进工作面沼气积聚的原因.....	(40)
第二十六课	防止掘进工作面沼气积聚的措施.....	(42)
第二十七课	防止老空区瓦斯涌出.....	(43)
第二十八课	煤与沼气突出.....	(44)
第二十九课	预防煤与沼气突出.....	(46)
第三十课	群管群防瓦斯十项纪律和八项注意.....	(47)
第三十一课	瓦斯爆炸时的行动原则.....	(49)
第三十二课	瓦斯爆炸时灾区人员的自救.....	(50)
第三十三课	窒息和中毒人员急救.....	(51)
附:	《乡镇煤矿安全规程》摘录.....	(54)

第一课 矿井瓦斯

矿井瓦斯是煤矿生产过程中，从煤层、岩层和采空区中释放出来的各种有害气体的总称。

煤矿井下的有害气体，根据它们的危害性和特性，大致可分为三类：

- 一、具有燃烧和爆炸性的气体，主要是沼气；
- 二、具有窒息性的气体，主要是二氧化碳；
- 三、具有毒性的气体，主要是一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮和硫化氢。

由于沼气在煤矿有害气体中占80%~90%以上，过去习惯上就把沼气叫做瓦斯。1980年2月煤炭工业部颁布的《煤矿安全规程》把瓦斯和沼气明确区别开了。

瓦斯：矿井有害气体的总称；

沼气：因沼泽之气而得名，主要成分是甲烷。

瓦斯是煤矿生产中经常遇到的有害气体，也是对煤矿生产威胁最大的一种自然灾害，它和矿尘、水灾、火灾、冒顶事故一向被人们称为煤矿的“五大自然灾害”。

我国解放前瓦斯事故十分严重。解放后，在党的安全第一方针指引下，瓦斯事故大大减少，但直到现在仍然时有发生，小煤矿瓦斯事故更是频繁。多年来，瓦斯事故死亡人数一直占煤矿因工死亡人数的20%以上，而且重大瓦斯爆炸事故对矿井能造成矿毁人亡的破坏性极大的灾害。

因此，认识瓦斯特点，掌握瓦斯规律，采取有效措施，

保证矿井安全生产，保护矿工生命安全，是每一个煤矿职工首要任务。

第二课 一氧化碳

一氧化碳是一种无色、无臭、无味的气体，比空气轻，比重为0.97，一般存在于巷道中、上部，微溶于水，系可燃性和可爆炸性气体，与氧混合浓度达到13~75%时，遇火或煤尘爆炸时能引起爆炸，它的引爆温度为 $630^{\circ}\text{C}\sim 810^{\circ}\text{C}$ 。

井下一氧化碳主要来源于火灾、放炮以及瓦斯、煤尘爆炸。单纯的沼气爆炸很少产生一氧化碳，但是，若有煤尘参予爆炸，必然会产生大量的一氧化碳。一立方米的木材不完全燃烧时，能产生500立方米的一氧化碳，它足够使断面4~5平方米，长度一万余米的巷道内充满到可以致人死亡的危险浓度。一公斤的炸药爆炸后，能产生0.3立方米的一氧化碳。因此，井下放炮后，人员不能急于进去工作。

一氧化碳极毒，当人吸入这种气体时，由于人体中的血红蛋白与一氧化碳的亲和能力超过与氧亲和力的250~300倍，因此，很快破坏了人的细胞，阻止了氧和血色素的正常结合，使人体各部分组织和细胞因缺氧而引起中毒，甚至窒息死亡。

、空气中一氧化碳浓度在0.016%以下时，人在此环境中几小时，并无伤害，或者仅有一些轻微不适的感觉；当一氧化碳浓度达到0.128%时，一小时内可使人严重中毒；一氧化碳浓度达到0.4%时，经过20~30分钟，人即死亡；如果

一氧化碳浓度达到1%时，1~2分钟后会引起致命中毒。可见一氧化碳的毒性随着浓度增加而增强。为了确保井下人员安全，《煤矿安全规程》规定：井下空气中一氧化碳浓度不得超过0.0024%。

第三课 二氧化碳

二氧化碳是一种无色、略带酸味、嗅味的惰性气体，略有毒性，易溶于水，它不助燃，也不会爆炸。因此，可用于扑灭井下火灾。它对空气的比重为1.529，常常积存在巷道的底部或下山盲巷而没有风流的地方。

由于井下坑木氧化腐烂、煤及岩石的缓慢氧化、矿井碳酸性岩石的分解、爆破工作、人员呼吸等都会产生大量的二氧化碳；特别是矿井发生火灾或瓦斯、煤尘爆炸时，生成的二氧化碳更多，很可能达到有害的浓度，有的矿井还曾发生过二氧化碳突出。

二氧化碳对人体呼吸有刺激作用，当人肺气泡中的二氧化碳含量增加到0.2%时，人的呼吸量就要增加一倍。当人在紧张工作时，就会感到喘气和呼吸频率增加，这是由于二氧化碳含量增加，使人血液中的酸度变大，刺激呼吸中枢造成的。当含量很高时，能使人窒息。不同的二氧化碳含量对人体的影响见表1。

表 1

二氧化碳的含量 (%)	对人体的影响
1	呼吸感到急促。
3	呼吸量增加两倍，工作者很快疲劳。
5	呼吸困难，耳鸣，感到血液流动很快。
6	严重喘息，身体极度虚弱无力。
10	头昏，出现昏迷状态。
10~20	呼吸处于停顿状态，失去知觉。
20~25	窒息死亡。

第四课 沼气的性质

沼气是一种无色、无味、无臭的气体，对空气的比重为0.554，比空气轻一半左右，往往积聚在巷道上部、冒顶处以及上山掘进工作面的迎头处，因此，检查沼气时，要注意检查巷道和工作面的顶部。

沼气混合在空气中，既看不见，又摸不着，还闻不到，只能依靠专用的仪器才能检测到。

沼气微溶于水，在20℃的情况下，每100立方米的水能溶解3.5立方米的沼气。

沼气的扩散性很强，扩散速度比空气大1.5倍，能透过煤层、岩层扩散到巷道，只要巷道内有一处沼气涌出，就能迅速扩散到全部巷道。

沼气虽然没有毒性，但也有窒息性，沼气在空气中的浓度达到一定数值时，相对减少了空气中氧的含量。当氧含量降到12%，沼气浓度约43%时，人就会因缺氧窒息死亡。井下的盲巷、盲洞和采空区中容易积聚沼气，若误入其中，或沼气突出时，都可能造成沼气窒息事故。

沼气虽有可燃性和爆炸性，但是，当空气中含有氧量低于12%时，遇火也不会燃烧。

第五课 沼气爆炸的条件

沼气有爆炸性，但只有达到一定的条件时才能爆炸、掌握这些条件是防止爆炸的重要措施。沼气爆炸的必要条件有三：

- 一、沼气浓度；
- 二、引爆火源；
- 三、空气中氧的含量。

（一）沼气浓度

沼气爆炸的最低浓度称为爆炸下限，最高浓度称为爆炸上限。一般情况下，沼气爆炸下限为5%，上限为16%。沼气浓度由5%到9.5%爆炸威力逐渐增强，沼气浓度由9.5%至16%爆炸威力又逐渐减弱，当其浓度在9.5%时，爆炸威力最强，低于下限浓度和高于上限浓度时都不会爆炸。但是，低于下限浓度遇火时能在火焰边缘燃烧，并发出淡兰色的火焰。高于上限浓度时，即是遇火也不爆炸。

(二) 引火温度

沼气浓度达到爆炸限度时，也不是在任何温度下都会燃烧或爆炸，只有火源达到一定温度时，才会燃烧或爆炸，我们把这个温度叫沼气的引火温度。低于引火温度，沼气就不会燃烧或爆炸。沼气的引火温度为 $650^{\circ}\text{C}\sim 750^{\circ}\text{C}$ ，但由于沼气浓度的不同，引火温度也有差异，沼气浓度在 $7\sim 8\%$ 时最容易引燃。不同沼气浓度的引火温度见表2。

表2 不同沼气浓度的引火温度

沼气浓度(%)	2.0	3.4	6.5	7.6	8.1	9.5	11.0	14.7
引火温度($^{\circ}\text{C}$)	810	665	512	510	514	525	539	565

井下煤层自燃、电器短路及机器摩擦产生的火花、吸烟和放炮等明火的温度都可以使沼气燃烧或爆炸。

沼气遇到高温火源并不立即引燃或爆炸，而要延缓一定的时间。不同的沼气浓度和不同的引火温度，延缓时间也不相同，引火温度越高，延缓时间越短。例如：沼气浓度为 6% ，引火温度为 700°C 时，延缓时间为10秒；当引火温度为 1025°C 时，则延缓时间只有0.07秒。不同沼气浓度的引火延缓时间见表3。

表3 不同沼气浓度的引火延缓时间

沼气浓度 (%)	火源温度(℃)						
	700	725	750	775	825	925	1025
	引火延缓时间(秒)						
4	8.2	3.6	2.4	1.4	—	—	—
6	10.0	4.3	2.6	1.5	0.62	0.21	0.07
8	14.0	5.2	3.0	1.6	0.67	0.25	0.08
10	—	6.3	3.5	1.75	0.72	0.26	0.09
12	—	7.9	4.1	1.90	0.77	0.27	0.09

虽然引火延缓时间很短,却对煤矿安全爆破具有十分重要的意义。井下放炮时的火焰温度高达 2000℃ 以上,但毫秒雷管和煤矿安全炸药的火焰存在时间仅千分之几秒,一般不会引燃或引爆沼气。

煤矿安全炸药利用了沼气的引火延缓特点,预防了放炮火源引起的瓦斯爆炸,但不能对放炮工作有任何忽视。有时由于炮泥充填不够或混有可燃物以及炸药变质等,都会使爆破火焰存在时间加长,引起沼气爆炸事故。

(三) 空气中氧的含量

前面说过,如果氧的含量低于12%时,沼气就失去爆炸性。煤矿正常生产,不可能采用降低空气中氧含量的办法防止沼气爆炸,但是,在处理火灾事故,特别是高沼气矿井的

火区时，应利用这一特点，注入一定量的惰性气体，如氮气、二氧化碳等，降低火区内氧气含量，当小于12%时，能够防止沼气爆炸。

第六课 影响沼气爆炸的因素

沼气爆炸的界限不是一成不变的。由于井下煤尘、可燃性气体、高温火源等因素的影响，降低了沼气爆炸浓度的下限，使沼气浓度还未达到5%，即发生爆炸事故。

一、空气中煤尘的含量

烟煤的煤尘具有爆炸性，当温度在 $300^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ 时，就能从煤尘内挥发出可燃性气体，使沼气爆炸浓度下限降低。空气中煤尘含量越高，沼气爆炸浓度下限越低，当井下每立方米空气中有5克煤尘时，沼气爆炸下限由5%降低到3%，当空气中煤尘含量为每立方米8克时，沼气爆炸下限便降到2.5%。

二、可燃性气体含量

从煤层中涌出的可燃性气体不仅仅是沼气，还有一部分重碳氢化合物，由于它们的爆炸下限比沼气低，因此，井下空气中重碳氢化合物的含量越高，沼气爆炸的下限越低。

当井下空气中有沼气、乙烷和正丁烷三种混合的可燃性气体，浓度分别为3%、1%和0.5%时，爆炸下限则降为

3.78%。

三、空气温度

一般情况下，相同浓度的沼气，引火温度越高，沼气燃烧或爆炸的可能性越大，随着引火温度的增加，沼气爆炸的上、下限就扩大，在常温下，沼气爆炸的界限为5~16%，当温度为700℃时，沼气的爆炸界限为3.25%~18.75%。沼气爆炸的上、下限扩大了，危险性就增大了。

井下发生火灾或煤尘爆炸时，由于温度高，更容易引起沼气爆炸。

四、惰性气体

惰性气体的混合，使氧的浓度降低，沼气爆炸性减小。加入氮气或二氧化碳可使沼气的爆炸下限提高，上限降低。加入25.5%的二氧化碳或36%的氮气，就会使沼气失去爆炸性。

第七课 瓦斯爆炸的危害性

矿井瓦斯爆炸，主要指沼气爆炸，它对矿工生命安全和国家财产危害极大，如果有煤尘参与爆炸，爆炸威力更大，危害也更严重。

瓦斯爆炸的危害性主要表现在以下几个方面：

一、瓦斯爆炸后，不仅使大量的人员伤亡，而且产生高温、高压气体，并从爆炸地点以每秒几百米的冲击波向四周扩张，使顶板塌落、煤壁崩塌、通风设施破坏，矿车颠覆、

道轨弯曲、设备毁坏。

二、瓦斯爆炸后，爆炸地点的温度迅速下降，水蒸气凝结，空气稀薄，使爆炸区内形成低压，能产生与爆炸方向相反的冲击力，增大了它的破坏性。

三、瓦斯爆炸后，由于大量的氧气参加了燃烧，使井下空气中氧的含量减少，加上爆炸时产生一氧化碳剧毒气体，造成灾区人员缺氧窒息和一氧化碳中毒而大量死亡。

四、瓦斯爆炸后，产生 1850°C 以上的高温，往往引起井下巷道支架或煤炭燃烧而形成火灾，火灾时也可能烧伤人员以及一氧化碳中毒。

五、瓦斯爆炸后，矿井通风设施和通风系统被破坏，并下一氧化碳到处蔓延，使受灾范围扩大，小则一个区域，大则矿毁人亡。若瓦斯爆炸时引起煤尘爆炸，则后果更为严重。

第八课 沼气的涌出形式

煤层开采之后，形成了空间，煤层或岩层中的沼气便向采掘空间涌出，涌出的形式可分为两种：一种叫一般涌出，又叫普通涌出；一种叫特殊涌出。

一般涌出：它是沼气从煤层或岩层露出的表面上，通过微小的孔隙缓慢而持久的散放出来。一般涌出首先是游离状态的沼气散放出来，然后吸附沼气均匀地转化为游离沼气散放出来。这种涌出范围大、时间长、量均匀、速度缓慢，是煤矿沼气涌出的主要形式。

在湿润的煤壁上以及有积水的地方，沼气涌出时会听到吱吱的响声或见到从水中冒出气泡。

特殊涌出：如果煤层或岩石的空洞裂隙内含有大量的沼气，采掘时在很短时间内突然涌出大量的沼气或伴有煤粉、煤块，这种涌出叫特殊涌出。其特点为：涌出的时间短，速度快，量大而集中，有机械破坏力，它是沼气矿井具有很大威胁性的涌出形式。

第九课 沼气涌出量

煤矿在生产过程中，单位时间内涌出到采掘空间的沼气体量就叫沼气涌出量。沼气涌出量具有一定范围的概念，对全矿井而言，称为全矿井沼气涌出量；对于一个水平、采区、采、掘工作面而言，则称水平、采区、采、掘工作面沼气涌出量。沼气涌出量只包括一般涌出形式的沼气，而不包括特殊涌出的沼气。

表示沼气涌出量的方法有两种：一种是绝对沼气涌出量；一种是相对沼气涌出量。

绝对沼气涌出量：是指单位时间内涌出的沼气体量，单位为立方米/分或立方米/日。

相对沼气涌出量：是指矿井在正常生产情况下，月平均日产一吨煤的沼气涌出量，单位为立方米/吨。

矿井沼气涌出量并不是很均匀的，它的大小受许多因素的影响，主要是：

1. 煤层和岩层内沼气含量大，矿井沼气涌出量也较

大；

2. 开采煤层群时，邻近煤层的沼气向开采层涌出时，矿井沼气涌出量就大；

3. 厚煤层开采时。第一分层的沼气涌出量就大，其余则小；

4. 采掘过程中，遇到封闭型地质构造时，沼气涌出量就大；

5. 采空区丢煤多的采煤方法，沼气涌出量就大；

6. 回采和掘进工作面产量高、进度快时，沼气涌出量就大；

7. 矿井开采范围愈大，开采深度愈深，沼气涌出量就大，否则，就小。

第十课 矿井沼气等级的划分

矿井沼气涌出量的大小，是矿井沼气危险程度的一个标志。因此，应将沼气矿井分为不同的等级，从设备上、组织管理上采取不同的措施，防止沼气事故的发生。

任何一个矿井，只要有一个煤层或岩层发现过一次沼气，不管在哪个地点或哪个煤层，该矿井即定为沼气矿井。在这个矿井里，无论有多少个无沼气煤层，都必须按照沼气矿井进行管理。

我国全部矿井都定为有沼气矿井。

矿井沼气等级，是按照平均日产一吨煤所涌出的沼气和沼气涌出形式，划分为三类：

一、低沼气矿井，10立方米及其以下；

二、高沼气矿井，10立方米以上；

三、煤与沼气突出矿井。

在采掘过程中，只要发生过一次煤与沼气突出，该矿井即定为有煤与沼气突出矿井。同样，在采掘过程中，只要发生过一次煤（岩）与二氧化碳突出，该矿井即定为有煤（岩）与二氧化碳突出矿井。

每一矿井，每年都要由县主管部门组织进行矿井沼气等级和二氧化碳鉴定。

第十一课 瓦斯浓度的测定

测定瓦斯浓度是瓦斯管理的主要环节之一，及时地、准确地掌握瓦斯情况，有针对性地采取各种预防措施，才能保证矿井安全生产。目前，我国煤矿测定瓦斯浓度的仪器、仪表种类很多，根据地方小煤矿的特点，这里仅介绍抚顺煤矿安全仪表厂生产的AQQ—1型光学瓦斯检定器和重庆煤研所制造的AZJ—81型便携式沼气指示报警仪。

一、光学瓦斯检定器

（一基本原理）

光学瓦斯检定器是根据光在不同气体中的折射率不同这一道理制成的，它利用灯泡发出的光，通过棱镜折射和反射后，产生一组象“彩虹”一样的光谱。由于瓦斯的折射率与空气的折射率不同，光通过含有瓦斯的气室后，“彩虹”就向前移动一段距离，瓦斯浓度越高，“彩虹”移动的距离越