

煤矿管理干部培训教材

# 通风与安全

煤炭工业部干部学校編

中国工业出版社

煤矿管理干部培训教材



# 通风与安全

煤炭工业部干部学校编

中国工业出版社

煤矿管理干部培训教材  
通风与安全  
煤炭工业部干部学校编

\*

煤炭工业部书刊编辑室编辑（北京东长安街煤炭工业部大楼）

中国工业出版社出版（北京东单门内大街10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经销

\*

开本850×1168 $\frac{1}{2}$ ·印张3 $\frac{1}{2}$ ·字数97,000

1964年2月北京第一版·1964年2月北京第一次印刷

印数0001—4,170·定价(科四)0.50元

\*

统一书号：K15165·3116(煤炭-196)

《煤矿管理干部培训教材》是以煤炭工业部干部学校采煤技术班的讲义为基础，总结几年教学经验编写的，共分八册：煤矿地质、矿图、开采方法、巷道掘进、通风与安全、普通电工与矿山电工、矿山机械、初等数学，适宜于具有高小文化水平、有一定煤矿生产实际经验的矿、处级和区(井)、队级干部学习之用。内容注意到基础知识的通俗叙述，适应生产实际的需要和贯彻规程制度的要求，目的在于帮助提高煤矿基层管理干部的生产技术管理水平。

## 編者的話

本书結合《煤矿保安暫行規程》，考虑現場的实际情况和生产的需要，介紹矿井通风的一般原理与各种灾害的預防和处理方法。根据學員有一定实际生产經驗的特点，着重在基本理論知識的通俗讲述。

本书課堂教学时数約50小时，輔導約50小时。如果教学、輔導的时间多些，可以結合本矿区、矿井的实际情况，补充实例或其他参考材料；如果教学時間較少，可以根据需要略加精簡。在教学过程中，尽可能多用实物和实验，以帮助學員理解和接受。每章之后的复习思考題，概括了本章的主要內容，可以帮助學員巩固和运用学到的知識。

本书由王士卿同志執筆編写，經通风教学小組討論修改。

## 目 录

緒言 .....	1
第一章 矿内空气 .....	2
第一节 概述 .....	2
第二节 矿内空气的主要成分 .....	2
第三节 矿内空气中的主要有害气体 .....	5
第四节 防止有害气体危害的措施 .....	11
第五节 井下气候条件 .....	12
复习思考題 .....	19
第二章 矿井瓦斯 .....	20
第一节 概述 .....	20
第二节 瓦斯含量和矿井瓦斯涌出量 .....	21
第三节 矿井瓦斯的燃燒性及爆炸性 .....	24
第四节 防止瓦斯爆炸的措施 .....	26
第五节 瓦斯含量的檢查方法 .....	29
第六节 瓦斯的特殊涌出及預防措施 .....	32
第七节 矿井瓦斯抽放 .....	41
复习思考題 .....	45
第三章 矿尘 .....	47
第一节 概述 .....	47
第二节 煤尘的燃燒性与爆炸性 .....	48
第三节 預防煤尘爆炸的措施 .....	51
复习思考題 .....	54
第四章 矿井通风 .....	55
第一节 压力概念和压力測量 .....	55
第二节 风速測定和风量計算 .....	60
第三节 矿井通风方法 .....	64
第四节 巷道通风阻力 .....	66

第五节 井巷连接的基本类型及其特性 .....	70
第六节 风流控制设施 .....	73
第七节 掘进通风 .....	79
第八节 矿井通风系统的选择与矿井总风量的确定 .....	82
复习思考题 .....	86
第五章 矿井防火与防水 .....	88
第一节 火灾概述 .....	88
第二节 矿内火灾发生的原因 .....	88
第三节 矿内火灾的预防 .....	90
第四节 消灭矿内火灾的方法 .....	95
第五节 火区管理 .....	101
第六节 矿井防水 .....	102
复习思考题 .....	106
第六章 矿山救护工作 .....	107
第一节 概述 .....	107
第二节 救护队的基本技术装备 .....	108
第三节 矿工自救 .....	113
第四节 矿井灾害预防和处理计划的编制 .....	116
复习思考题 .....	117

## 緒 言

煤矿矿井开采工作多为地下作业，經常受到水、火、瓦斯、矿尘等自然灾害的危害。必須采用通风方法和其他安全技术措施加以預防和消除，才能保証安全生产。

煤矿安全生产条件和劳动条件的好坏，是和社会制度相联系的。解放以前，我国大多数煤矿掌握在帝国主义和官僚资产阶級手中。他們为了賺錢，不顾工人死活，安全条件和劳动条件十分恶劣。新中国成立后，社会制度根本改变，国家的利益和人民的利益是一致的，党和政府对煤矿的安全生产和工人的劳动保护非常重视，确定安全生产是煤矿生产坚定不移的方針。解放不久就制訂煤矿保安規程，建立专门的安全監察机构，組織羣众安全檢查网，成立专门的科学研究机构和軍事化矿山救护队，召开各种有关通风安全的會議，作出許多加强通风、安全工作的决定；在工艺过程中，还尽量采用机械代替繁重体力劳动，在高瓦斯煤层中抽放瓦斯并加以利用。所有这些都使矿工的劳动条件得到改善，生命安全有保障，并且从根本上逐渐改变生产技术的落后面貌。

煤矿企业管理工作的重要一环是认真貫徹党的安全生产方針。本課程根据管理干部的实际需要，讲述通风技术和安全技术的基础知識。按照少而精的原则，重点介紹矿內空气、矿井瓦斯、矿尘、矿井通风、矿井防火与防水、矿山救护工作等六部分。要求通过学习，掌握一定的安全生产技术知識，以便在实际工作中，做好安全工作，創造更好的劳动条件，提高企业的管理水平。



## 第一章 矿内空气

### 第一节 概 述

矿内空气是指地面空气进入井巷后，在成分上和性质上发生了变化的气体。地面空气的成分是一定的，一般的說，它是由氧、氮、二氧化碳三种气体組成的混合物。按体积百分数計：

氧——20.96%

氮——79.00%

二氧化碳——0.04%

除上述气体外，地面空气中还含有水蒸汽、微生物及灰尘等。它們在空气中的含量不定，但这种不影响地面空气成分的組成，因为这些物质不包括在地面空气的組成成分之中。

地面空气进入矿井后，在成分上要发生变化：

1. 氧含量减少；
2. 混入各种有害的或爆炸性的气体；
3. 混入煤尘及岩尘；
4. 空气的温度、湿度和压力也有变化。

由此可见，地面空气和矿内空气是不同的。如果井巷的空气成分和地面空气成分相差不大或差不多完全相同时（如井底車場、运输石门及运输平巷中的风流等），这种矿内空气称为新风；反之，就称为乏风（如回风道中的风流等）。

### 第二节 矿内空气的主要成分

#### 一、氧( $O_2$ )

##### (一) 氧的性质

氧是一种无色、无味、无臭的气体，比重为1.11，是人与动

物的呼吸和物质燃烧所不可缺少的气体。

## (二) 氧气对人的影响

氧对人的生命关系非常密切，人所以能够生存，是由于新陈代谢的作用，使人体内新细胞不断产生代替了衰亡的细胞。新细胞是由于食物氧化过程产生的，要维持人体内的氧化过程，就必须不断地从空气中吸取氧气。因此，井下工作地区必须供给含有足够氧气的空气。

空气中氧含量的减少对人体的影响如表 1-1 所示。

表 1-1

空气中氧含量 (%)	对 人 体 的 反 应
17	静止时无影响，但工作时能引起喘息，呼吸困难
15	呼吸及脉搏跳动急促，感觉及判断能力减弱失去劳动能力
10~12	失去理智，时间稍长即有生命危险

因此，煤矿保安暂行规程规定：在总进风和采掘工作面进风中，按体积计算，氧气不得低于 20%。

地面空气进入矿井后，含氧量逐渐减少，其主要原因：

1. 煤及坑木等的氧化；
2. 井下火灾，瓦斯或煤尘的爆炸；
3. 矿井中因各种气体的放出而相对地降低了氧的含量；
4. 人及动物的呼吸。

由于上述原因，在通风不良的井巷中，或发生火灾的地区，氧的含量可能很低，在进入这些地区之前，一定要进行氧含量的检查。检查时，可用瓦斯检定灯检查。当氧量比正常含量减少时，火焰变暗，当氧量减少到 16.5% 时，灯就要熄灭。

## 二、氮(N<sub>2</sub>)

### (一) 氮的性质

氮是一种无色、无味、无臭的气体，不助燃也不能供人呼

吸。在正常情况下，氮对人体无害，但当空气中含氮量过多时，能使氧含量减少而使人窒息。

### (二) 矿内氮的来源

1. 坑木等有机物质的腐烂；
2. 爆破工作；
3. 从煤或岩石裂缝中放出。

## 三、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)

### (一) 二氧化碳的性质

二氧化碳是无色、无臭、略带酸味的气体，比重1.52，因此常聚集在巷道的下部或下山巷道的末端。不能维持呼吸及燃烧，易溶于水，略带有毒性，对眼睛及鼻腔的粘膜有刺激作用。

### (二) 二氧化碳对人的作用

二氧化碳对人的呼吸有刺激作用，当人体内二氧化碳增多时，能刺激人的呼吸神经中枢，使呼吸速度加快。如果空气中二氧化碳含量很多时，能使人发生中毒现象，空气内二氧化碳增加对人体的影响如表 1-2 所示。

表 1-2

空气内二氧化碳含量(%)	对 人 体 的 反 应
1	呼吸感到急促
3	呼吸量增加 2 倍，易发生疲劳现象
5	呼吸感到困难，耳鸣，感到血液流动很快
10	头昏，发生昏迷状态
10~20	呼吸处于停顿状态，失去知觉
20~25	中毒死亡

煤矿保安暂行规程规定：在总进风和采掘工作面进风中，二氧化碳含量不得超过0.5%。在总回风中，二氧化碳含量不得超过0.75%。

在个别掘进工作面和恢复旧井时，风流中的二氧化碳浓度允许达到 1%。

### (三) 矿内二氧化碳的来源

1. 煤和坑木等物质的氧化；
2. 酸性水遇碳酸性岩石(方解石，石灰岩等)分解产生；
3. 从煤和圍岩中放出；
4. 爆破工作和瓦斯煤尘爆炸生成；
5. 人及牲畜的呼吸。

### (四) 检查二氧化碳的方法

1. 取气样进行化学分析；
2. 用瓦斯檢定器检查；
3. 用瓦斯檢定灯检查：空气中二氧化碳含量增多时，檢定灯亮度变暗，当静止空气中二氧化碳含量为 3~4 %时，灯即熄灭。

## 第三节 矿内空气中的主要有害气体

### 一、一氧化碳

#### (一) 一氧化碳的性质

一氧化碳为无色、无味、无臭的气体，比重为0.97，微溶于水。含量达13~75%时遇火能爆炸，有剧毒。

#### (二) 一氧化碳对人体的危害

一氧化碳能使人中毒，在人体内紅血球所含血色素和一氧化碳的结合能力比氧气的结合能力大250~300倍，因此当一氧化碳吸入人体后，人体各部分組織就产生了缺氧的现象，产生缺氧症，当血液中一氧化碳饱和后，就会使人中毒死亡。

一氧化碳中毒程度可分为三类：

1. 輕微中毒：耳鳴、头痛、头晕与心跳。
2. 严重中毒：除以上症状外，并出現丧失行动能力，感觉迟钝等症狀。
3. 死亡危險中毒：丧失知觉、痙攣、死亡。

一氧化碳濃度与中毒程度的关系(人处于静止状态时)如表 1-3 所示。

表 1-3

空气中一氧化碳含量(%)	作用時間	中毒程度
0.016	数小时以后	无症状或有輕微症状
0.048	1小时以后	輕微中毒
0.128	0.5~1小时以后	严重中毒
0.400	短時間內	死亡危險中毒

如果工人长期在含有0.01%的一氧化碳的空气中工作，因人体内长期缺氧，使中樞神經系統长期受到侵害，就会引起头痛、眩暈、记忆力衰退、全身无力、失眠等慢性中毒症状。

煤矿保安暫行規程規定：井下空气中一氧化碳含量不得超过0.0016%。

### (三) 矿井中一氧化碳的来源

1. 井下火灾；
2. 瓦斯煤尘爆炸；
3. 爆破工作。

### (四) 检查一氧化碳的方法

1. 取气样进行化学分析。

2. 比色法。此法实质就是在一定時間內使指示药剂和含有一氧化碳的空气接触，使指示剂变色，变色的深淺是和空气中一氧化碳的含量多少有关的，把测定的結果跟事先作好之标准顏色比較，就可确定一氧化碳的含量。

比色法可分为三种：

**简单試剂法：**用易打破的小玻璃瓶，装1~2%濃度的氯化鉀溶液，拿到测定地点，打破玻璃瓶，使氯化鉀溶液浸湿棉花，在空气中放置10分钟，根据棉花变黑的深淺程度跟标准顏色比較来确定一氧化碳的含量。

**血液法：**在75~90立方厘米的清水中加入9滴血，使其混匀后分別装入两个玻璃管中，其装置如图 1-1 所示。一个封閉放在

地面，另一个玻璃管拿到井下测定地点，使空气缓慢通过（约10分钟），如空气中含有—氧化碳时，混合液由淡黄色变为玫瑰紫色。此法只能检查有无—氧化碳的存在，不能确定出—氧化碳含量的多少。

—氧化碳检定器测定法：仪器是由检定管和唧筒两部分构成，检定管是一个长16厘米两端封闭的玻璃管，中间充以含—的硅钼化合物黄色指示剂，当含有一—氧化碳的空气通过时，试剂变色。唧筒是铅制的，由三通开关、温度计及比色板所组成，构造见图1-2所示。

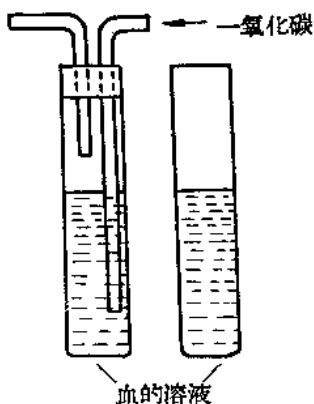


图 1-1

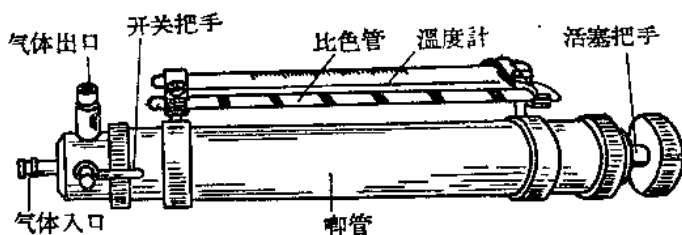


图 1-2

使用时首先将三通开关呈水平位置，拉动活塞把手，空气自气体入口进入唧筒，然后将检定管之两端打破，插入唧筒的气体出口上，将三通开关转到垂直位置，推动活塞，空气试样通过检定管排出，如空气中含有—氧化碳，指示剂就发生变色，根据指示剂变色的深浅程度与标准比色板相比，则可确定—氧化碳的含量，比色板有六段标准颜色分别表示—氧化碳的含量为0%、0.01%、0.02%、0.03%、0.06%和0.1%。

指示剂颜色变化的程度，不单纯与—氧化碳的含量有关，并

且与空气试样通过的时间和温度有关。比色板的一氧化碳含量标准是在温度 $15^{\circ}\text{C}$ 时，向檢定管送气时间为30秒钟时制成的。当测定气体的温度不是 $15^{\circ}\text{C}$ 时，要进行校正，表 1-4 即表示用30秒时间，使空气试样均匀通过檢定管排出时温度与一氧化碳的真实含量关系。

表 1-4

指示数 (%)	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
0.01	0.015	0.01	0.007	0.005	0.004	0.003	0.002
0.02	0.03	0.02	0.014	0.01	0.007	0.005	0.004
0.03	0.04	0.03	0.02	0.015	0.01	0.008	0.006
0.06	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.015	0.012
0.1	0.15	0.1	0.05	0.05	0.033	0.025	0.02

3. 小动物法(用金絲鳥或小白鼠)。小动物吸入一氧化碳后，短時間內即可呈现出中毒症状，故对发现一氧化碳和避免一氧化碳中毒是很有意义的。但当一氧化碳含量很小时(小于 $0.1\%$ )，小动物对于一氧化碳的反应，并不比人快，它們中毒的速度又因体质不同而不同，所以必須几只同时使用。

## 二、硫化氢

### (一) 硫化氢的性质

硫化氢是无色、微甜、有臭鸡蛋味的气体。比重为1.19，易溶于水，能燃燒爆炸，有剧毒。

### (二) 硫化氢对人的危害

硫化氢的毒性在于对眼睛、鼻和喉嚨的粘膜有刺激作用，并使人体內的氧化作用减退。

空气中硫化氢含量的多少对人的影响如表1-5所示。

表 1-5

空气中硫化氢含量(%)	对 人 体 的 反 应
0.01~0.015	流唾液, 呼吸困难, 瞳孔放大
0.02	头痛, 呕吐, 四肢无力
0.05~0.1	短时间死亡

煤矿保安暂行规程规定: 矿内空气中硫化氢含量不得超过 0.00066%。

### (三)硫化氢在矿井中的来源

1. 坑木的腐烂;
2. 含硫矿物(黄铁矿、石膏等)遇水分解;
3. 从旧巷涌水中, 或自煤壁及围岩中放出;
4. 放炮工作。

我国西北与西南地区的部分矿井中有不同程度的硫化氢放出, 台湾基隆煤矿因靠近海底采煤, 所以井内也有少量的硫化氢放出。

### (四)检查硫化氢的方法

1. 用嗅觉: 当硫化氢浓度在 0.0001~0.0002% 时即可嗅到臭鸡蛋味。但当硫化氢浓度很高时, 嗅觉因受刺激而又会失灵。
2. 用浸过醋酸铅溶液的试纸测定: 当硫化氢与试纸接触时变黑。

3. 用硫化氢检定器。
4. 取气样进行化学分析。

## 三、二氧化硫

### (一)二氧化硫的性质

二氧化硫为无色气体, 有硫磺燃烧的臭味, 比重为 2.2, 极易溶于水(溶解后变为硫酸), 有剧毒。

### (二)二氧化硫对人体的危害

二氧化硫溶于水后变成硫酸, 对眼睛有强烈的刺激作用, 因



此，矿工們称之为瞎眼气体；这种气体对呼吸器官也有腐蝕作用。当空气中有二氧化硫时，对人的中毒作用如表 1-6 所示。

表 1-6

空气中二氧化硫含量(%)	对 人 体 的 反 应
0.0005	能聞到刺激气味
0.002	眼睛紅腫、流泪、咳嗽、头痛等
0.05	引起急性支气管炎、肺水肿、短時間內即能中毒死亡

煤矿保安暫行規程規定：矿內空气中二氧化硫的含量不得超过 0.0007%。

### (三) 矿井中二氧化硫的来源

1. 含硫矿物燃燒或爆炸生成；
2. 从煤或圍岩中放出；
3. 在含硫矿物中爆破生成。

### (四) 檢查二氧化硫方法

1. 用嗅覺：当二氧化硫濃度为 0.0005% 时即可嗅到燒硫磺臭味。

2. 用檢定器檢查。
3. 取气样进行分析。

## 四、二氧化氮

### (一) 二氧化氮的性质

二氧化氮为紅褐色气体，比重 1.57，易溶于水（溶于水后变为硝酸），毒性很强。

### (二) 二氧化氮对人的危害及檢查方法

二氧化氮因易溶于水变为硝酸，所以对眼睛和呼吸器官有强烈刺激作用。尤其对肺部組織破坏严重，使肺部浮肿。

二氧化氮中毒的特点是中毒者中毒时并无感觉，但經 6~24 小时后，肺部浮肿严重发展，咳嗽、吐黄痰、嘔吐以致很快死亡。