

钨矿工人技术培训试用教材(六)

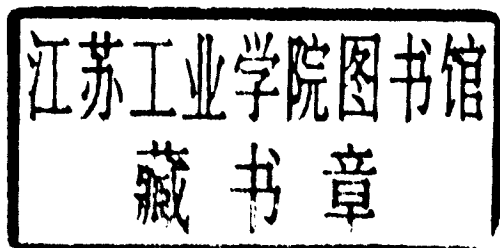
通风与防尘

一九八一年五月十八日

江西省冶金工业厅编

钨矿工人技术培训试用教材

通 风 与 防 尘



编 者 的 话

本书是为了适应钨矿工人技术培训的需要，根据我省大、中、小、型钨矿多年来的生产实践，并参考吸收了省外部分有色矿山的生产建设资料，结合部颁工人技术等级标准的应知应会要求编写而成的；同时书中对一些厂矿的新技术、新工艺、新设备也做了一定的介绍。本书内容比较简练、通俗、专业分工较细，可作为矿山工人短期培训的教材，也适用于初中文化水平的职工自学，对基层的生产、技术管理人员也有一定的参考价值。全书有220余万字，共分十三册，一、钨矿地质；二、矿山测量；三、凿岩爆破；四、井巷工程；五、矿床开采；六、通风与防尘；七、井下机械与供排水设备（一部分）；八、选矿前准备；九、重选；十、精选；十一、选厂辅助作业；十二、选矿技术检测；十三、矿山电工。

本书由王国藩、谭永灼、徐应文主编，参加编写的人员有：

刘希贤、谭炎藩、甘奕昌、何挺良、龙丽天、龙凤章、王国藩、谭永灼、张金泉、刘金山、周逸明、黄成发、姜善福、黄植珍、刘熊周、徐应文、毛振新、廖知生、钟文钧、戴文林、张永礼、傅必如、冯先立等同志。由杜素安、刁诗民、肖本功、徐家骥、孙金福、张丹、郭书昆、梁质明、伍继凯、陈微、吴世藩、邹润荣、刘巨龙、陈声游、樊建强、张吉福及侯绍禹等同志审稿。

在编写过程中，承省内外有关厂矿、院校及科研单位的大力支持，为教材编写提供了宝贵的资料；此外参加教材描图、抄写及其他工作的同志也付出了辛勤劳动，在此一并表示感谢。

本书因编写时间仓促，编者水平有限，书中一定存在不少缺点和错误，诚恳欢迎读者批评指正。

一九八一年十二月

钨矿工人技术培训试用教材

- 一、钨矿地质
- 二、矿山测量
- 三、凿岩爆破
- 四、井巷工程
- 五、矿床开采
- 六、通风与防尘
- 七、井下机械与供排水设备(一部分)
- 八、选矿前准备
- 九、重 选
- 十、精 选
- 十一、选厂辅助作业
- 十二、选矿技术检测
- 十三、矿山电工

序 言

人们要进行正常的活动，必须有一定化学成份的空气及适宜的温度、湿度和压力等较好的气候条件。井下生产是在有限的空间内进行的，由于矿内坑道几乎被不透气的岩层所包围，只有少数出口与地面相通，大气条件远远不及地表。矿内空气中一般都含有一定量的有毒有害气体和粉尘，并且作业场所内的气候条件常遭破坏，极不稳定。为了维护矿内良好的气候条件，必须对井下进行通风。

由此可见矿井通风的基本任务是：（1）将地面的新鲜空气不断送到井下，保证坑内人员正常呼吸；（2）冲淡和稀释各工作地点的有毒有害气体和粉尘并排出地表，（3）调整井下的温度和湿度，使它适应人体的正常需要。

目 录

第一章 矿内空气

- 第一节 矿内空气..... (1)
- 第二节 矿内气候条件..... (11)

第二章 矿井风流流动的基本原理

- 第一节 基本概念..... (18)
- 第二节 矿井风流流动的基本规律..... (25)

第三章 矿井通风系统

- 第一节 通风系统的类型..... (40)
- 第二节 矿井通风网路..... (45)
- 第三节 风流的控制设施..... (60)

第四章 矿井通风方法

- 第一节 自然通风..... (67)
- 第二节 主扇风通风..... (72)
- 第三节 辅扇通风..... (90)

第五章 局部通风

- 第一节 利用全矿总风压的局部通风..... (98)
- 第二节 使用引射器的局部通风..... (101)
- 第三节 局部扇风机通风..... (102)

第四节	工作面通风	(118)
第五节	局部通风设计	(127)

第六章 矿井通风设计

第一节	通风设计内容及注意事项	(137)
第二节	全矿总风量计算与分配	(141)
第三节	全矿总风压计算	(147)
第四节	选择主扇风机	(150)
第五节	通风费用预算	(153)

第七章 矿井通风技术管理

第一节	矿井漏风	(157)
第二节	风量调节	(162)
第三节	通风检查	(164)

第八章 防 尘

第一节	矿尘	(168)
第二节	抑制尘源	(177)
第三节	含尘空气净化	(201)
第四节	通风排尘	(206)
第五节	个体防护	(207)

第九章 通风防尘测定技术

第一节	通风测定	(213)
第二节	粉尘测定	(230)

第一章 矿内大气

第一节 矿内空气

一、概 述

地表空气一般是由氧、氮、二氧化碳及少量惰性气体组成的混合物。按体积计的百分比为：

氧 (O_2)20.96%

氮 (N_2)78.13%

二氧化碳 (CO_2)0.04%

惰性气体 (氦、氖、氩、氯、氙等)0.87%

此外，地表大气内还含有微量的水蒸气，微生物和粉尘等。人类长期生活在这样的空气成份中，不停地吸收着空气中的氧气。同时还受到温度、湿度和大气压力的作用，使人体的各部分生理机能适应了这样的自然环境，人们养成了有规律的生活习惯。

在矿井里，由于岩石、矿石的氧化，凿岩、爆破、放矿、运输、木料腐烂等因素，地面空气进入矿井后，其成份不可避免地要发生一系列的变化。例如含氧量的减少，二氧化碳含量增加，同时还会增加一些有毒有害气体 (CO 、 NO_2 、 H_2S 、 SO_2 等) 以及矿尘等固体物质。空气的温度、湿度和压力也都发生了变化，我们把这种充满在矿内井巷中的各种气体和杂质的混合物叫做矿内空气。如果矿内空气的成份和地

面空气差别不大，则称为新鲜空气。否则就称为污浊空气或叫废气。

二、矿内空气的主要成份

1、氧 (O_2)

氧是一种无色、无味、无臭的气体。对空气的比重为1.11；在水中的溶解度很小；氧是化学性质非常活泼的元素，几乎与所有的气体都能化合，也极易使其它物质氧化。氧是人呼吸不可缺少的气体。是矿内空气中的主要成份之一。

人体维持正常的生命过程所需要的氧量，取决于人的体质、神经、肌肉的紧张程度诸因素及劳动强度的大小而定。人在行走或劳动时所需要的氧量约为1~3升/分。因此，在矿井内一切有人工作的地点，都必须保持有充足的氧气。

空气中含氧量减少对人体的反应如表1—1

表1—1

空气中氧含量(%)	人 体 反 应
17	静止时无影响，但工作时能引起喘息，心跳，呼吸困难。
15	呼吸和脉搏跳动急促，感觉和判断能力减弱，失去劳动能力。
10~12	失去理智，时间稍长即有生命危险。
6~9	失去知觉，呼吸停止，心脏在几分钟内尚能跳动，不急救会死亡。

地面空气进入矿井后，含氧量减少的主要原因是：矿内各种有机物（坑木）和无机物（矿石、岩石）氧化，灯火燃烧；人员呼吸；矿内火灾；爆破、矿尘爆炸等直接消耗了大

量氧气。岩层或矿层内涌出的沼气和二氧化碳或其它气体也相对降低了空气中氧的含量。

在井下，通风不良的地区，如某些采空区或旧巷道内，火灾区附近的巷道中，放炮后没有进行通风的掌子面等，含氧量可能会大大降低，有时可能会降到1~3%。所以在进入这些巷道前，应进行检查。否则冒然进入，就会发生窒息死亡的危险。

冶金矿山安全规程（注）规定：矿内空气含氧量按体积计，不得低于20%。

2、二氧化碳（CO₂）

二氧化碳是一种无色、略带酸臭味的气体，对空气的比重为1.52。一般容易聚集在巷道底部或下山、盲巷没有风流的地方。不助燃也不自燃，不能供人呼吸，易溶于水，对眼、喉咙及鼻的粘膜有刺激作用。略带毒性。

二氧化碳对人的呼吸系统有很大的刺激作用。当人体内二氧化碳含量增多时，能刺激人的呼吸神经中枢，而引起频繁呼吸，使人的需氧量增加。另外，井下二氧化碳浓度过大时，又会使含氧量相对减少，使人中毒或窒息。

空气中二氧化碳含量的增加对人体的反应如表1—2所列。

井下二氧化碳的来源主要有：坑内有机物的氧化与分解，矿、岩缓慢氧化，内燃机工作，灯火燃烧，爆破工作，人员呼吸等。有时矿层或岩层中也会涌出大量的二氧化碳。

由于二氧化碳略带毒性，含量过多时会有中毒现象和缺

注：指一九八〇年十二月冶金工业部制订颁发的《冶金矿山安全规程》以下简称“安全规程”。

表 1—2

空气中二氧化碳含量(%)	人 体 反 应
1	呼吸感到急促。
3	呼吸量增加两倍, 并很快发生疲劳。
5	呼吸感到困难, 耳鸣, 血液流动快, 太阳穴跳动快。
6	发生严重的喘息, 极度虚弱无力。
10	头晕, 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。

氧症。安全规程规定: 井下空气中二氧化碳含量按体积不能超过0.5%。在总回风巷中不能超过1%。

3、氮(N_2)

氮是一种无色、无味的气体。对空气的比重为0.97, 难溶于水。在通常情况下, 氮是惰性气体, 在空气中不易发生变化。但在高温下能与氧发生反应, 生成有毒气体二氧化氮。如炸药爆炸后产生的炮烟中就有二氧化氮。氮还能与氢化合成氨(NH_3)

氮不助燃, 也不能供人呼吸, 在一般情况下对人体无危害。但在井下废弃的巷道或采空区内往往聚取有大量的氮和二氧化碳的混合物, 使含氧量降低, 如果人进入这些地区, 有可能会使人缺氧而窒息。

坑内氮的主要来源: 有机物腐烂, 爆破工作, 从岩层裂

隙中释放出纯氮。

三、矿内空气中主要有毒有害气体

1、一氧化碳(CO)

一氧化碳是无色、有味、无臭的气体，对空气的比重为0.97。由于它与空气的重率相近，容易均匀地散布在巷道中。若不用仪器测定，很难察觉。它在水中的溶解度很小。在通常的温度和压力下，化学性质不活泼。但当浓度达到18~75%时能引起爆炸。

一氧化碳是一种极毒性气体，在井下各种中毒事故中所占的比例很大。它的毒性是因为人体内红血球所含血色素对它的亲和力比对氧的亲和力要大250~300倍，也就是说血液吸收一氧化碳的速度要比吸收氧的速度快250~300倍。因此一氧化碳的存在就妨碍了氧与血色素的正常结合，使血液不能吸收必要的氧气。于是人体内各部分组织和细胞产生了缺氧现象，从而发生了中毒导致死亡。事实上日常生活中遇见的“煤气中毒”就是一氧化碳中毒。

一氧化碳中毒与下列因素有关：

(1) 空气中一氧化碳的浓度。浓度越高中毒越快越严重。

(2) 与一氧化碳接触的时间。接触时间越长，血液吸收一氧化碳量就越多，中毒也就越深。如果一氧化碳与新鲜空气间隔地吸入，则危险性较小。这是因为虽然一氧化碳能排挤血液中的氧，但充足的氧气也能驱出血液中的一氧化碳。例如，雪茄烟雾中虽然含有5~7%的一氧化碳，但事实上吸烟者并不发生中毒就是这个缘故。

(3) 呼吸频率与呼吸深度。人在进行重体力劳动时，呼吸急促，呼吸量大，故中毒也会较深。

人处于静止状态时，一氧化碳浓度与人体中毒反应如表1—3所列。

表1—3

一氧化碳浓度 (%)	人 体 反 应
0.016	连续呼吸数小时，感到耳头鸣痛，当吸入新鲜空气后，能恢复正常。
0.048	连续呼吸1小时，就会感到耳鸣头痛、心跳。
0.128	连续呼吸0.5~1小时，四肢无力，呕吐、感觉迟纯、丧失劳动能力。
0.4	连续呼吸20~30分钟，失去知觉，呼吸停顿，以致死亡。
1	1~2分钟内死亡。

若经常在一氧化碳浓度略微超过允许标准的环境下工作，虽然短时期内不会发生急性病症，但由于血液长期缺氧，中枢神经受到伤害，也会引起头痛，眩晕，胃口不好，全身无力，记忆力衰退，情绪低沉及失眠等慢性中毒。

由于一氧化碳的毒性、危险性很大，安全规程规定，矿内空气中一氧化碳浓度按体积计不能超过0.0024%，按重量计不能超过0.03毫克/升。

2、二氧化氮 (NO₂)

二氧化氮是一种红褐色气体，对空气的比重为1.57。极易溶解于水。对眼睛，鼻腔、呼吸道和肺部有强烈的刺激作用。它与水能化合成硝酸和亚硝酸 ($2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$)，能腐蚀人的肺部组织，引起肺浮肿，对人体有很大的危害性。

二氧化氮中毒的特征是起初无感觉，往往要经过6~24

小时后才出现中毒征兆；即使在危险浓度下，起初也只感到呼吸道受到刺激咳嗽，但经过6~24小时以后，就会产生严重的呼吸困难，吐黄痰，发生肺水肿，呕吐，以致很快死亡。

二氧化氮中毒人体反应如表1—4所列。

表1—4

二氧化氮浓度(%)	人 体 反 应
0.004	经过2~4小时，不会引起显著的中毒现象
0.006	短时间内对呼吸道有刺激作用、咳嗽、胸痛。
0.01	短时间内呼吸器官引起强烈刺激作用，剧烈咳嗽，声带痉挛性收缩，呕吐、神经系统麻木。
0.025	短时间内会死亡。

二氧化氮和一氧化碳主要来源于爆破工作。各种炸药爆炸后都会生成一定量的二氧化碳和二氧化氮及其它有毒气体。所以独头掘进，尤其是天井掘进工作面，爆破后由于通风不良，很容易发生一氧化碳或二氧化氮中毒，这是金属矿山常见的事故。应当特别提高警惕。

安全规程规定，二氧化氮含量在矿内空气中按体积计不得超过0.00025%，按重量计不得超过0.005毫克/升。

3、硫化氢(H₂S)

硫化氢是一种无色的气体，带有臭鸡蛋味。对空气的比重为1.19，能燃烧。当含量达到0.0001~0.0002%时，可以明显地闻到臭味。易溶解于水，其水溶液具有强酸性；硫化氢有强烈毒性，能使人体血液中毒，对眼膜、呼吸器官

有很强的刺激作用。它的主要来源是坑内有机物的腐烂，导火索燃烧和不完全爆破，硫化矿物的水解或自燃等。

不同的硫化氢浓度对人体反应如表1—5所列。

表1—5

硫化氢浓度(%)	人 体 反 应
0.01	数小时后发生轻微中毒，流唾液、清鼻涕，瞳孔放大，呼吸困难。
0.02	1小时后昏迷、头痛、呕吐、四肢无力。
0.05	30分钟后失去知觉，痉挛，脸色发白，不急救便死亡。
0.10	很快有死亡的危险。

安全规程规定：矿内空气中硫化氢含量按体积计不得超过0.00066%。

4、二氧化硫(SO₂)

二氧化硫是一种无色的气体，具有强烈的硫磺味。它对空气的比重为2.2，所以经常聚在巷道底部，易溶于水。

二氧化硫与呼吸道的湿表面接触后生成硫酸，对呼吸器官有腐蚀作用，使喉咙，支气管发炎，严重时会引起肺水肿。

不同的二氧化硫浓度对人体的反应如表1—6所列。

矿内二氧化硫的来源有硫化矿物的缓慢氧化，在含硫矿、岩中进行爆破工作，硫化矿尘爆炸等都能产生二氧化硫。

安全规程规定：矿内空气中二氧化硫含量按体积计不得超过0.0005%。

表 1—6

二氧化硫浓度 (%)	人 体 反 应
0.0005	嗅觉器官感到刺激味。
0.002	对眼睛和呼吸器官有强烈的刺激，引起眼睛红肿、泪、咳嗽、头痛、喉痛等现象。
0.05	引起急性支气管炎，肺水肿，短期内中毒死亡。

5、放射性气体

自然界中存在很多放射性元素，由于它们的不断衰变作用，使矿内含有放射性气体，其中铀衰变系中产生的氡及其子体，容易对井下工作人员造成危害。

地壳中铀的含量大约为百万分之三，有的富集成具有开采价值的铀矿。铀几乎在所有岩石中都能找到它的踪迹，矿井空气中也会出现相当高的氡浓度。所以认为只有在铀矿井才需要防氡的看法是片面的。

氡是一种无色、无味、透明的放射性气体，其半衰期①为3.825天。

氡能溶于水、油类、有机剂及其它液体，它在脂肪中的溶解度为在水中溶解度的125倍，氡也被固体物质所吸收，吸附能力最强的是活性炭。

氡是一种放射性元素，在铀镭衰变系中。铀衰变到镭（铀的半衰期为45亿年），镭又衰变成氡（镭的半衰期为1620年），氡又继续按下述规律衰变：氡 $\xrightarrow{3.825\text{天}}$ 镭A $\xrightarrow{3.05\text{分}}$ 镭B $\xrightarrow{26.8\text{分}}$ 镭C $\xrightarrow{19.7\text{分}}$ 镭C'， 1.6×10^{-4} 秒 $\rightarrow$ 镭D $\xrightarrow{22\text{年}}$ 铅。由

①放射性强度衰变到最初值的二分之一所需的时间

镭_A到镭_D半衰期都很短，故称为氡的短寿命子体，这些氡子体具有金属特性和电荷性，与物质粘附性很强，易与矿尘结合、粘着，形成放射性溶胶。

氡及其子体的危害，主要是氡及其子体衰变时产生的 α 射线。这些含氡空气进入肺部，大部分子体沉积在上呼吸道上，此时具有 α 放射线的镭_A、镭_{C'}成为肺组织构成辐射剂量的直接来源，是铀矿工人产生肺癌的原因之一。

防氡的方法主要是加强通风和控制氡及其子体的浓度。根据国家放射性防护规定，井下工作场所空气中氡及其子体最大允许浓度如下：

氡 1×10^{-10} 居里①/升或叫 1 艾曼

氡子体 α 的潜能值 0.3 工作水平②或 4×10^4 兆电子伏/升。

6、其它有毒有害气体

(1) 压缩空气中的有害气体

空气压缩机内的润滑油，被压缩空气吸收后，一部分呈蒸气状态，另一部分则因高温而分解成一氧化碳和沼气，沿着高压风管带入坑内。油蒸气有爆炸性，一氧化碳有毒性。所以在高压风管主干线路上应安设风包和油水分离器。

(2) 氢 (H_2)

氢是一种无色、无味的气体，对空气的比重为 0.069，难溶于水，不能供人呼吸，浓度过高时有爆炸性。矿内主要

①放射线强度单位：1 居里就是一克镭每秒钟衰变数。即每分钟有 37×10^{10} 次衰变称为 1 居里。

②工作水平原定义是，在与一艾曼浓度平衡的氡子体全部衰变到镭时，所释放的 α 粒子能量总和。后来，不管氡子体的平衡程度如何，只要 1 升空气中所有的氡子体全部衰变到镭时，所释放的 α 粒子的能量有 1.3×10^4 兆电子伏，就叫一个工作水平。