

矿井通风

煤矿安全生产知识讲义之六

湖南省革命委员会煤炭工业局编



毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

在实施增产节约的同时，必须注意职工的安全、健康和必不可少的福利事业……。

群众是真正的英雄，而我们自己则往往是幼稚可笑的，不了解这一点，就不能得到起码的知识。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

要认真总结经验。

TD7.26



编写说明

为了深入贯彻落实毛主席亲自批示“照发”的《中共中央关于加强安全生产的通知》，根据《煤矿安全生产试行规程》的具体要求，结合我省煤矿安全生产的实践经验，编写了“煤矿安全生产知识”一套。共有瓦斯、通风、顶板、防水、防火、防尘、矿山机电及火药爆破等八本，着重介绍煤矿安全生产知识和技术操作要求，作为我省煤矿广大基层干部和职工学习的试用教材。以期在贯彻党的安全生产方针，加强安全生产管理，促进我省煤炭发展起到应有的作用。

由于我们水平有限，缺点、错误是难免的，望在试用中提出意见。



工业局

目 录

第一章 矿内空气	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 井下空气	(2)
第三节 矿内空气中的主要有害气体	(4)
第四节 防止有害气体危害的一般措施	(7)
第二章 矿井通风	(10)
第一节 通风概述	(10)
第二节 矿井通风的方法	(15)
第三节 矿井通风系统	(21)
第四节 矿井风量计算与风量分配	(24)
第五节 矿井漏风与风量控制	(28)
第六节 矿井风量测定与瓦斯鉴定	(33)
第三章 掘进巷道通风	(38)
第一节 概述	(38)
第二节 利用矿井总风压通风	(39)
第三节 利用动力设备通风	(41)

地面空气与矿内空气是不同的。如果矿井空气的成分和地面空气的成分相差不大,或者相同时,这种在矿井中流通的空气就叫新鲜风流(如进风井、井底车场、运输石门的风流),反之,就叫乏风(如回风巷道中的风流等)。

第一章 矿内空气

第一节 概 述

矿内空气是指地面空气进入矿井以后在成分上和性质上发生了变化的气体。地面空气主要是由氧、氮、二氧化碳三种气体及少量的水蒸汽和惰性气体组成的混合物。按体积计算：

氧	20.96%；
氮	79%；
二氧化碳	0.04%。

地面空气进入矿井以后，在成分上要发生那些变化呢？主要变化有：

1. 氧气含量减少；
2. 混入了各种有害气体；
3. 混入了煤尘和岩尘；
4. 空气温度、湿度和压力也有了变化。

地面空气与矿内空气是不同的。如果矿井空气的成分和地面空气的成分相差不大，或者相同时，这种在矿井中流动的空气就叫新鲜风流（如进风井、井底车场、运输石门的风流），反之，就叫乏风（如回风巷道中的风流等）。

第二节 井下空气

井下空气条件的好坏，直接关系到井下工作人员的身体健
康和工作效率，井下空气主要取决于空气温度、湿度和风速
等项内容。除高原地带矿井和特别深的矿井大气压力变化较大
外，一般矿井气压变化不大，对人的影响很小。

一、矿内空气温度

矿内空气温度是影响井下空气条件的主要因素，井下空气
温度过高或过低，都会使人感到不舒适，以 20°C 左右为宜，一
般不超过 26°C 。

地面空气进入井下后温度要发生变化，而这种变化又受到
开采深度、煤和坑木等的氧化、人体散热、机电设备运转发热
和风速、风量等因素的影响。

二、矿内空气的湿度

矿井空气的湿度是指空气中所含的水蒸汽的多少。表示湿
度的方法有两种：

绝对湿度：是指每一立方米或每一公斤空气中含有水蒸汽
的重量（克/立方米、克/公斤）。

相对湿度：指在同体积和同温度下，空气中实际含有的水
蒸汽量与饱和水蒸汽量之比，用百分比表示。我们通常所说的
湿度都是指相对湿度而言。

三、井下气候条件对人体的影响

人体产生大量的热量，除一小部分维持正常的体温外，其
余的热量都要扩散到体外。人体扩散热量条件的好坏取决于空
气的温度、相对湿度和空气流动的速度。

人们在高温情况下工作时散热感到困难，只能靠出汗来散发。空气温度超过 37°C 时，人体将自空气中吸收热量。如果长期处于这种环境，就会使人中暑。

相对湿度为 $50\sim 60\%$ 时，对人最合适；相对湿度超过 80% 时，人就不易出汗，散热效果不好；相对湿度低于 30% 时，会引起口腔和鼻粘膜过分干燥而破裂。如果湿度很高而温度又很低时，容易使人感冒。如果在温度较高而又潮湿的空气中工作，散热是非常困难的。在这种情况下，只有用提高风速的办法来改善气候条件。

四、氧 气

空气中的氧气是一种无色、无味、无臭的气体，比空气稍重，是维持人的呼吸和帮助燃烧不可缺少的气体。

空气中的氧少了，人的呼吸次数就要增加和感到发闷。如果空气中的氧减少到 17% ，人在工作时，就会引起喘息和呼吸困难；氧气减少到 12% 时，人就失去理智，时间稍长，还有生命的危险。因此，《煤矿安全生产试行规程》（以下简称《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% ，同时每人每分钟供给的新鲜空气不得少于 4 立方米。

地面空气进入矿井以后，氧的含量要逐渐减少，氧气减少的原因，主要有：

1. 煤及坑木等有机物质的氧化；
2. 发生火灾、瓦斯或煤尘爆炸；
3. 各种有害气体放出，氧气所占的百分比就要降低；
4. 工作人员的呼吸；
5. 爆破工作。

第三节 矿内空气中的主要有害气体

煤矿井下有害气体主要有沼气(CH_4)、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO_2)、硫化氢(H_2S)、二氧化硫(SO_2)、二氧化氮(NO_2)，有的煤矿井下还有极少量的氢气(H_2)、氨气(NH_3)等，从广义来说，这些气体统称为矿井瓦斯。因为矿井中沼气是最常见的一种，所以通常都把沼气叫做瓦斯。

这些气体危害性很大。沼气、一氧化碳、硫化氢、氢气、氨气都具有爆炸性；除沼气、氢气和二氧化碳外，又都具有毒性。同时这些气体多了，空气中的氧气就相应减少。

井下常见的几种有害气体：

一、一氧化碳

一氧化碳是一种无色、无味、无臭的气体，对空气的比重为0.97，能均匀地散布在空气中。它能燃烧，发出蓝色火苗。空气中一氧化碳含量达到13~75%时，遇火源就能引起爆炸，含量达到30%时，爆炸力最大。

一氧化碳的毒性很大。当空气中含量到0.4%时，在很短时间内，人就会失去知觉或死亡。含量达到1%时，人只要呼吸几口，就失去知觉或死亡。

一氧化碳为什么有这么大的毒性呢？因为人体血液的红血球中有血色素，正常人的血色素是含氧的。当人吸入含有一氧化碳的空气后，它就被血色素吸收，变成含一氧化碳的血色素。由于它与血色素的结合能力比氧大250~300倍，所以会阻碍氧与血色素的结合，同时血色素中原来含有的氧也会被挤跑。血液有了含一氧化碳的血色素，就是一氧化碳中毒，这种血色

素多了，人就会由于缺氧而死亡。因此，《规程》规定：在总进风和采掘工作面进风中，按体积计算，一氧化碳不得超过0.0016%。检查一氧化碳，用一氧化碳检定器，气体分析器，在没有检查仪器的小矿，也可用小动物鉴别。

一氧化碳中毒的症状是：感觉头发沉，额部发紧，头痛。两眼像冒金花一样感到发黑、流泪、头晕、耳鸣、恶心、发抖，脉搏跳动加快，两颊有红斑点，嘴唇呈桃红色。

矿井中一氧化碳的来源，主要是爆破工作和矿井火灾以及瓦斯与煤尘爆炸所产生的。

二、二氧化碳

二氧化碳是无色、无臭、略有酸味的气体，对空气比重为1.53，比空气约重一半，常积存于不通风的下山和巷道底部。二氧化碳不助燃，也不爆炸，易溶于水，并稍有毒性，对眼睛、喉咙及鼻腔的粘膜有刺激作用。

空气中二氧化碳含量达到5%时，人会感到呼吸困难，头发昏；含量达到12~20%时，人就要窒息死亡。因此，《规程》规定：在总进风和采掘工作面进风中，按体积计算，二氧化碳不得超过0.5%，总回风道中，二氧化碳不得超过0.75%；在个别掘进工作面和恢复旧巷时，风流中的二氧化碳浓度允许达到1%。通常用瓦斯检定器或安全灯进行检查。

矿井中二氧化碳的来源，主要是煤和坑木等有机物质的氧化，煤和围岩内的排放，井下爆破工作，矿井火灾和瓦斯、煤尘爆炸，以及井下工作人员的呼吸。

三、硫化氢

硫化氢是无色、微甜、有臭鸡蛋味的气体，对空气的比重为1.19，易溶解于水，能燃烧，空气中的硫化氢含量达到4.3%

以上时，遇火就会爆炸。

硫化氢的毒性很大，能够刺激眼膜、呼吸系统和神经系统。空气中硫化氢的含量达到0.01%时，几小时后发生轻微中毒，达到0.02%时，呼吸5分钟至10分钟，眼膜和喉头就感到严重的刺激；一小时后发生严重中毒；达到0.1%时，在很短时间内就会使人死亡。因此，《规程》规定：在总进风和采掘工作面进风中，按体积计算，空气中硫化氢含量不得超过0.00066%。可以用硫化氢检定器或气体分析方法检查。人的嗅觉器官闻到臭鸡蛋味时，就知道有硫化氢，但浓度大时，往往会失去感觉。

矿井硫化氢的来源，主要是坑木的腐烂，老窑、废巷涌水或煤壁及围岩中放出，不完全爆破，含硫矿物遇水分解，硫化矿物和含硫煤层的自燃和矿尘爆炸。

四、二氧化氮

二氧化氮是放炮后产生的一种浅红褐色的气体，约比空气重一半，易溶解于水，毒性大，对人的眼、鼻、气管、肺部有很大的刺激作用。

当空气中二氧化氮含量达到0.025%时，就可以很快使人死亡。二氧化氮含量即使很低，人吸入后也会引起肺部浮肿。二氧化氮中毒的人，起初没有什么感觉，但经过6~24小时后，根据中毒程度，产生肺部浮肿，咳嗽，呼吸困难，吐黄痰，呕吐等症，直至很快死亡。

《规程》规定，空气中二氧化氮的含量不能超过0.0001%。

二氧化氮中毒的主要特征是手指尖及头发变黄。

五、二氧化硫

二氧化硫是一种无色、具有强烈硫磺味及酸味的气体。对

空气的比重为2.27。对人体呼吸道起着腐蚀作用，二氧化硫中毒产生眼睛红肿、流泪、咳嗽、头痛、喉痛等症状，能引起支气管发炎和肺水肿，当空气中二氧化硫含量达0.05%时，短时间就会引起死亡。因此，在井下，《规程》规定其含量不得超过0.0007%。

井下二氧化硫的主要来源是含硫矿物的缓慢氧化及自燃，或者含硫岩层中进行爆破工作及硫化矿尘的爆炸。

六、瓦 斯

瓦斯（沼气）是无嗅、无味、无色的气体。它比空气轻，对空气的比重为0.55，容易积存在巷道顶部、上山垱头、老坑和废巷，以及停工停风的巷道里。

瓦斯虽没有毒，但空气中瓦斯浓度增加，氧气就会相对减少，当瓦斯含量很高时，人就会因缺少氧气而窒息死亡。

在一般情况下，瓦斯含量低于5%时，遇火源会引起燃烧；当含量达到5%~16%时，遇到火源会引起爆炸；当含量达16%以上时，则不易爆炸也不燃烧。如果有煤尘或其他爆炸性气体渗入时，不到5%或高于16%时，也会爆炸；含量在9.5%时，爆炸最厉害，是矿井中危害最大的一种气体，在“矿井瓦斯”一书中作专门介绍。

第四节 防止有害气体危害的一般措施

毛主席教导我们：“矛盾着的对立面又统一，又斗争，由此推动事物的运动和变化”。矿井有害气体虽然有很大的危害性，但是广大煤矿职工长期斗争的实践，在预防它们的危害方面，也具有丰富的经验。只要我们坚持贯彻党的安全生产方

针，依靠群众，加强对矿井瓦斯和其他有害气体的管理，就不但可以制服它们，而且还可以利用它们，变害为利。根据多年来的实践，对防止瓦斯和其他有害气体的危害，必须采取以下几条主要的一般措施。

一、加强通风，防止瓦斯和其他有害气体聚积，保证它们在空气中的含量不超过《规程》规定的标准，这是一项带有根本性的措施，也是这本书介绍的主要内容。

二、提高警惕，搞好对瓦斯和其他有害气体的防范工作。因此，井下职工都必须熟悉它们的性质、来源、危害性和预防措施，加强对瓦斯和有害气体的检查，做到临时停工地点不停风；停工停风地点，必须打好坚固栅栏，切断电源，写上“停工停风，禁止入内”的警示牌；停工区内，瓦斯达到3%或其他有害气体超过规定时，要予以封闭；在恢复工作时，必须按排除盲洞瓦斯的规定进行。

三、采取措施，减少瓦斯和其他有害气体的产生。对于瓦斯涌出量大的矿井，要进行瓦斯抽放。在生产过程中产生瓦斯和有害气体，可以采用合理布置巷道，及时封闭采空区、废巷，以及放炮时不使用不合标准或变质的炸药，按规定装好炮泥，在炮泥中加入石灰以及用熟石灰水喷雾洒水等，都是些较好的办法。

四、改善管理，遵守合理的规章制度。井下采掘工作面是与瓦斯和其他有害气体作斗争的现场，要根据广大职工长期斗争积累的经验，制定一些简明扼要、通俗易懂的制度，坚持做到人人遵守，互相监督。

五、团结互助，做好发生灾害时的自救和互救工作。井下人员都应懂得遇灾害时的安全撤退路线，熟悉使用自救器以及

急救常识。例如当工作人员发生窒息或中毒时，应迅速先将伤员移到新鲜空气中，保持温暖，清除口腔及呼吸道中堵塞物，协助救护人员和医务人员进行急救。不同的有害气体中毒，在急救中有不同的要求，如炮烟中二氧化氮中毒，就不宜用人工呼吸，可用拉舌头方式刺激神经，引起呼吸运动；二氧化碳中毒，还可以在伤员脸部和胸部喷些凉水等办法，都是可以采用的。

二、矿井通风。矿井通风是指将新鲜空气引入井下，并将污浊空气排出井外，以保持井下空气新鲜，防止有害气体积聚，保障矿工健康和安全。矿井通风系统通常由进风井、回风井、风道、风门、风窗等组成。通风阻力是影响通风效果的重要因素，主要包括摩擦阻力和局部阻力。摩擦阻力是由于空气在风道中流动时与风道壁面之间的摩擦而产生的，其大小与风道的长度、直径、粗糙度以及空气流量有关。局部阻力是由于风流在风道中遇到弯头、三通、风门、风窗等障碍物时产生的阻力。为了减小通风阻力，提高通风效率，应采取以下措施：1. 合理设计风道断面，增大风道直径，减少风道长度。2. 选用光滑的风道材料，降低风道粗糙度。3. 优化风道布局，减少弯头和三通的数量。4. 定期检查和维护风门、风窗，确保其密封良好。

三、矿井安全。矿井安全是指采取各种措施，防止矿井发生安全事故，保障矿工生命和财产安全。矿井安全主要包括防火、防水、防瓦斯、防顶板、防运输等方面。1. 防火：加强井下防火管理，严禁明火作业，配备灭火器材，设置防火墙。2. 防水：加强井下防水管理，设置防水闸门，定期检查排水系统。3. 防瓦斯：加强井下瓦斯监测，设置瓦斯传感器，及时排放瓦斯。4. 防顶板：加强井下顶板支护，设置支护设施，定期检查顶板状况。5. 防运输：加强井下运输管理，设置安全设施，严禁超载运输。

四、矿井环境保护。矿井环境保护是指采取各种措施，防止矿井生产活动对环境造成污染，保护生态环境。矿井环境保护主要包括粉尘治理、噪声治理、废水处理等方面。1. 粉尘治理：加强井下粉尘监测，设置除尘设施，定期洒水降尘。2. 噪声治理：加强井下噪声监测，设置隔声设施，减少噪声污染。3. 废水处理：加强井下废水处理，设置污水处理设施，达标排放。

第二章 矿井通风

第一节 通风概述

矿井内的空气，由于人员呼吸、煤和岩石的氧化、坑木的腐烂、火药爆破等产生的二氧化碳、一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、硫化氢等有害气体，煤层和围岩中排放出的沼气以及生产过程中发生的煤尘和岩尘，使它变得非常污浊。同时，井下空气温度和湿度也会逐渐增高，影响到井下人员的劳动环境。因此，必须不断地向井下输入适量的新鲜空气，对矿井空气不断的净化，改善劳动环境是执行党的安全生产方针的一项重要措施，这个措施就是矿井通风。

矿井通风的目的是：

1. 供给井下工作人员足够的新鲜空气，把污浊空气排出井外。
2. 把井下的有毒、有害气体、岩尘和煤尘冲淡到保证安全和对人无害的程度。
3. 调节井下的湿度和温度。

一、空气压力、通风阻力、等积孔

(一) 空气压力

空气是由氮气、氧气、二氧化碳等气体组成的。这些气体都有重量(在标准状态下，每立方米空气重量为 1.293 公斤)，对地面要产生压力。空气压力是指空气对地面每平方米或每平

方厘米面积上的压力。常用毫米水银柱表示。

也可以用水柱表示。由于水银比水重13.6倍，所以1毫米水银柱相当于13.6毫米水柱，在矿井通风中度量压力差时，往往用毫米水柱。

1. 正压与负压

正压与负压是矿井通风工作中经常提到的两个名词。它们的含意是：把当地地面空气压力比作零，如果矿井空气压力比地面大的，叫做正压，比地面压力小的，则叫负压。

2. 风流的形成

空气的流动，称为风流。空气为什么能流动呢？这是因为两个地方的空气压力不同，空气就会由压力大的地方向压力小的地方流动。同样的道理，矿井中的风流也是由于进风井空气压力大于出风井空气压力，才能使空气由进风井进入，从出风井排出。进风井与出风井空气压力之差，称为压力差，也就是矿井通风压力。这个通风压力是由自然力量（自然通风）或是由扇风机（机械通风）造成的。

（二）通风阻力和等积孔

当空气在井巷中流动时，井巷中阻碍风流流动的力量，称为通风阻力，简称阻力。阻力是表示矿井通风难易程度的，阻力大的，通风比较困难；阻力小的，通风就比较容易。矿井的通风阻力不外以下三种：

1. 摩擦阻力：这是巷道壁对空气流过时的阻力，巷道壁越光滑，阻力越小；越粗糙，阻力越大。

2. 正面阻力：这是指空气在井巷中流动遇到障碍物时的阻力。

3. 局部阻力：这是指风流经过弯曲巷道或巷道断面突然扩

大和缩小所产生的阻力。

这几种阻力的总和就是矿井通风阻力。矿井通风阻力，是风流通过巷道引起风压损失的根源。阻力大的矿井，消耗的风压必大。

如果矿井通风阻力大，为了增加井下风量，采取任意提高风机转速或调大轴流式风机轮叶角度，通风阻力和消耗的风压也就随着风量变化而变化，就有可能使矿井特性曲线交会到风机特性曲线的不稳定的范围内运转，这样会使风机发生啸叫声，有烧坏风机马达或甩坏风叶的危险。

另一个表示矿井通风难易程度的是等积孔。等积孔是假想在薄板上有一个面积为 A （平方米）的孔，当薄板两侧的压力差和通过孔的风量，恰好等于矿井通风所消耗的风压和风量时，则称此孔的面积为该矿井的等积孔。也就是把孔的面积看成与矿井的风阻相当。等积孔越大，矿井阻力越小。一般矿井等积孔分为三类：

①小于 1 平方米的叫大阻力通风矿井；

②等积孔在 1—2 平方米的叫中等阻力通风矿井；

③等积孔在 2 平方米以上的叫小阻力通风矿井（即通风最容易）。

计算等积孔可以先在主要扇风机处测得风压（忽视自然风压与风速）是多少毫米水柱，再查表（1）系数值，用矿井总排风量每分钟多少立方米相乘，即可粗略地得出矿井等积孔。

例如：某矿井总排风量为 1200 立方米/分，风机风压为 100 毫米水柱，则等积孔 $= 1200 \times 0.000633 = 0.76$ 平方米，属于大阻力通风矿井。

等 积 系 数

毫 米 水 柱	系 数
20	0.00141
30	0.00115
40	0.00102
50	0.000895
75	0.00074
100	0.000633
125	0.000566
150	0.000516
175	0.000478
200	0.000438

矿井等积孔常用的计算公式为：

$$A = 0.38 \frac{Q}{\sqrt{h}} \quad (1)$$

当用两台以上的扇风机进行对角通风的矿井，其等积孔计算公式为：

$$A = 0.38 \frac{\Sigma Q}{\sqrt{\frac{\Sigma Qh}{\Sigma Q}}} \quad (2)$$