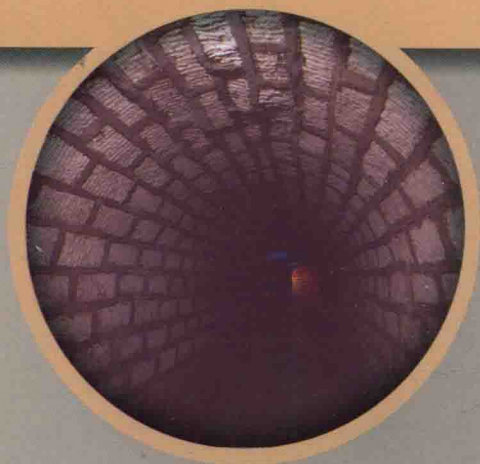


KUANGJING TONGFENG YU ANQUAN
SHIYONG JISHU YANJIU

矿井通风与安全

实用技术研究

邢媛媛 著



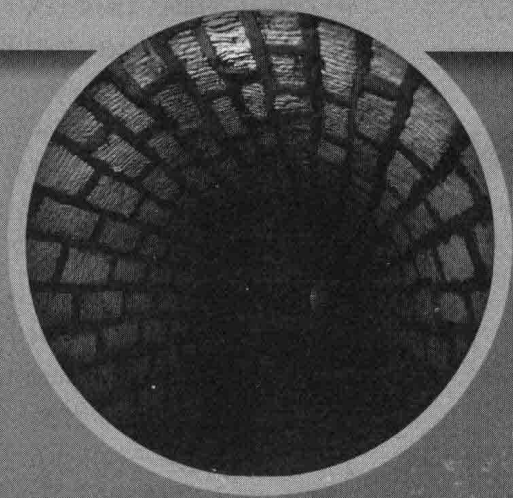
中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

矿井通风与安全

实用技术研究

邢媛媛 著

KUANGJING TONGFENG YU ANQUAN
SHIYONG JISHU YANJIU



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书从矿井通风基础理论知识和实用角度出发,系统地讨论了矿井空气及气候条件、矿井空气流动理论、矿井通风动力与通风动力系统、矿井通风网络中风量分配与调节、矿井瓦斯防治与利用、矿井火灾与矿尘防治、矿井安全监测监控系统。通过本书希望可以帮助读者更清晰全面地了解现代矿井通风与安全相关知识,帮助提升我国矿井管理水平。

本书内容丰富,实用性强,适合从事矿山安全技术人员和管理人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

矿井通风与安全实用技术研究/邢媛媛著. —北京:
中国水利水电出版社, 2014. 6
ISBN 978-7-5170-2058-5
I. ①矿… II. ①邢… III. ①矿井通风—研究②矿井
安全—研究 IV. ①TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 104786 号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:杨元泓 封面设计:崔 蕾

书 名	矿井通风与安全实用技术研究
作 者	邢媛媛 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址:www. waterpub. com. cn E-mail:mchannel@263. net(万水) sales@waterpub. com. cn
经 售	电话:(010)68367658(发行部)、82562819(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京鑫海胜蓝数码科技有限公司
印 刷	三河市天润建兴印务有限公司
规 格	170mm×240mm 16 开本 11.5 印张 206 千字
版 次	2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	42.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

采矿工业是一种重要的原料工业,是我国经济和社会发展的基础,为我国工业生产和人民生活提供主要的能源。而矿井通风是采矿工业的一个重要组成部分,是矿井安全的基础保障。煤矿结构复杂,存在着瓦斯、火灾、水灾等危险,虽然为矿井安全方面做了很多努力,但是近年来矿井事故还是频频发生,煤炭行业安全形势依然严峻。为了保证矿井行业从业人员的安全,提升矿井管理水平,促进我国经济长期稳定发展,作者根据我国矿井工业的实际情况及其工业特点撰写了《矿井通风与安全实用技术研究》一书。

全书共7章,即矿井空气及气候条件、矿井空气流动理论探析、矿井通风动力与通风系统、矿井通风网络中风量分配与调节、矿井瓦斯防治与利用、矿井火灾与矿尘防治、矿井安全监测监控系统。其中第1章、第2章阐述了矿井通风的基本理论、设定了主要物理参量等;第3章、第4章重点讨论了矿井通风的动力、方式、设施,通风网络中的风量调节;第5章~第7章探讨了矿井生产中如何防火、防爆炸,以及安全生产的监控系统。本书力求重点突出,简明扼要。注重基本理论扎实,同时又增加了新技术的实际应用,增添了本书的基础性和实用性。在撰写过程中,我们参阅了大量文献和资料,吸收了以往的矿井通风与安全的相关书籍的优点,这为提高本书质量起到重要作用。为此特向文献作者们表示感谢,同时向本书审阅者表示感谢。

若本书的出版对读者有所裨益,对我国矿井安全工作有所帮助,将是作者莫大的欣慰。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请广大读者不吝指正。

作者

2014年3月

目 录

前言	1
第1章 矿井空气及气候条件	1
1.1 矿井空气的主要成分	1
1.2 矿井空气中的有害气体	5
1.3 矿井气候条件分析	14
第2章 矿井空气流动理论探析	24
2.1 矿井空气的主要物理参数	24
2.2 矿井风流的能量	26
2.3 压力测定	30
2.4 矿井通风中的能量方程及其应用	32
2.5 井巷通风阻力	37
第3章 矿井通风动力与通风系统	45
3.1 矿井通风动力	45
3.2 矿井通风方式	59
3.3 矿井通风设施	64
3.4 采区通风系统	69
3.5 掘进通风方式	73
第4章 矿井通风网络中风量分配与调节	79
4.1 矿井通风网络	79
4.2 简单通风网络	84
4.3 通风网络风量调节	88
4.4 复杂通风网络解算	97
第5章 矿井瓦斯防治与利用	101
5.1 矿井瓦斯防治	101

5.2 矿井瓦斯利用	122
第6章 矿井火灾与矿尘防治	128
6.1 矿井火灾防治	128
6.2 矿尘防治	148
第7章 矿井安全监测监控系统	159
7.1 监测监控仪器及仪表使用	159
7.2 监测监控系统图及传感器的设置	164
7.3 煤矿常见安全生产监测监控系统	172
参考文献	178

第 1 章 矿井空气及气候条件

煤层地下开采生产过程中,必定会产生大量有毒、有害气体及各种矿尘。因此,必须持续不断地将地面空气输送到井下各个作业地点,以供给人员呼吸,并稀释和排除井下各种有害气体和矿尘,创造良好的矿井气候条件,以保证井下作业人员的身体健康和劳动安全。本章着重介绍了矿井空气的主要成分、井下常见的有害气体及其主要检测与管理方法,讨论了矿井气候条件及其改善的问题,为进一步学习矿井通风的基本理论奠定基础。

1.1 矿井空气的主要成分

1.1.1 矿井空气

井下空气来源于地面空气。一般来说,地面空气的成分是一定的,它主要是由氧、氮和二氧化碳三种气体所组成。按体积百分数计:氧为 21%,氮为 78%,二氧化碳为 0.03%。此外,还含有数量不定的水蒸气、微生物及灰尘等。

地面空气进入矿井后,在成分和性质上将发生下列变化:①氧含量减少;②混入矿尘;③混入各种有害气体;④空气的温度、湿度和压力发生变化。这种在成分上发生了变化的空气称为矿井空气。变化程度不大的称为新鲜风流,变化程度较大的称为污浊风流。

尽管矿井空气与地面空气不完全相同,但其主要成分仍然是氧、氮和二氧化碳。

1.1.2 氧气

1. 性质

氧是一种无色、无味的气体。氧气对空气的相对密度为 1.11。化学性质很活泼,易使其他物质氧化,是人与动物呼吸和物质燃烧不可缺少的

气体。

2. 对人体的影响

氧气是人类呼吸所必需的气体。人离开新鲜空气就好比鱼儿离开水一样是无法生存的。人对氧的需要量是随人的体质强弱、精神状态好坏和劳动强度大小而定的。人的需氧量与劳动强度的关系如表 1-1 所示。

表 1-1 人体需氧量与劳动强度的关系

劳动强度	呼吸空气量/L · min ⁻¹	氧气消耗量/L · min ⁻¹
休 息	6~15	0.2~0.4
轻劳动	20~25	0.6~1.0
中度劳动	30~40	1.2~2.4
重劳动	40~60	1.8~2.4
极重劳动	60~80	2.5~3.1

空气中的含氧量在 21% 左右时对人呼吸最有利。如果降低至 18% 的环境一般称为缺氧环境。氧含量降低会直接影响人的健康,甚至危及生命。空气中氧含量降低对人的影响详见表 1-2。

表 1-2 空气中氧气浓度的降低对人体的影响

空气中氧气浓度 (体积)/%	主要症状
17	静止时无影响,工作时能引起哮喘和呼吸困难
15	呼吸及心跳急促,耳鸣目眩,感觉和判断能力降低,失去劳动能力
10~12	失去理智,时间稍长有生命危险
6~9	失去知觉,呼吸停止,如不及时抢救,几分钟内可能导致死亡

《煤矿安全规程》第 100 及第 103 条规定:在采掘工作面的进风流中,氧气浓度不得低于 20%。按井下同时工作的最多人数计算,每人每分钟供给风量不得少于 4m³。

3. 矿井空气中氧含量减少的主要原因

(1) 人员呼吸;

- (2)煤岩和其他有机物的缓慢氧化;
- (3)煤岩和生产过程中各种气体的放出而相对地降低了氧的含量;
- (4)井下火灾、瓦斯或煤尘爆炸。

由于上述原因,在通风不良的井巷中或发生火灾的地区,氧的含量可能降低。人员在进入这些地区之前,一定要进行氧含量的检查。否则可能有窒息的危险。在我省煤矿生产过程中,井下工作人员因误入盲巷或通风不良井巷中造成的窒息死亡事故是较多的。

4. 检测方法

- (1)用 AQX-1 型数字式氧气浓度计检测。

该仪器为防爆式本质安全型,以 3 倍液晶数字显示所测的氧气浓度,其测定范围为 0%~25%,仪器的传感元件为化学燃料电池。

- (2)用 SJY-93 瓦斯、氧气检测仪检查。

SJY-93 瓦斯、氧气检测仪主要用于煤矿井下对瓦斯和氧气的浓度进行检测。当瓦斯或氧气的浓度超限时,该仪器可自动进行声光报警。这样,可以加强煤矿井下通风管理,从而增强煤矿井下生产的安全性。

- (3)用 AY-1 型氧气检测仪检查。

AY-1 型氧气检测仪主要用于煤矿井下采煤工作面,采空区、回风道、瓦斯抽放管道及瓦斯(煤尘)火灾、爆炸等各类事故灾区的空气中氧气浓度的测定,也可用于隧道、船舶、石油化工、仓库等各类作业环境中氧气浓度的测定。AY-1 型氧气检测仪没有外接附加电源,为安全火花型,可以在含有各类可燃、可爆气体的环境中使用,而不受其他气体的干扰。该仪器具有重量轻、体积小、携带方便、指示连续直观等优点。

1.1.3 氮气

氮气是一种无色、无味、无毒的气体,相对密度为 0.97,与空气几乎一样重,可均匀的分布在矿井空气中。氮气的化学性质极不活泼,在常温、常压下一般不与任何物质发生化反应。正因为它的这个特点,它对物质具有保护作用,起到阻止氧化的作用。可以设想一下若没有氮气,全是氧气,那么许多物质(金属、木料等)将不复存在。并且氮气在矿井生产中也常用作惰性气体来灭火和惰化采空区。

氮气不能燃烧,亦不助燃,也不能供人呼吸,在正常情况下,氮气对人体无害,但在井下废旧道或隔离的火区内,可积聚大量氮气,使这一环境中氧的含量相应减少,可使人因缺氧而窒息死亡。例如,河南平顶山矿务局一矿

井,1982年9月因主通风机停风,致使采空区积聚的大量氮气逸出,造成采煤工作面综采支架安装人员缺氧窒息死亡的重大伤亡事故,此教训应认真吸取。

导致矿井空气中氮气浓度增大的原因主要有:①从煤层或围岩中涌出氮气,许多低瓦斯矿井的煤岩层气体中,氮气往往占有较大的比例;②铵类炸药爆破以及含氮有机物的腐烂等产生一定量的氮气;③在矿井防灭火中人为注氮,惰化采空区时泄漏的氮气。

由于氮气无毒,实际中可以通过检测氧气的浓度来防止氮气的危害。

1.1.4 二氧化碳

1. 性质

CO₂是一种无色、略带酸味的气体,它无毒,亦属于一种窒息性气体。相对密度为1.52,比空气重。不助燃,不燃烧,不能供人呼吸。

2. 积聚情况

因二氧化碳比空气重,常积聚在巷道底板附近或下山底端没有风流的地方以及一些低洼处。

3. 对人体的影响

因CO₂属于煤矿井下的窒息性气体,因此不具有毒性。但CO₂微溶于水,其水溶液称为碳酸。



二氧化碳 水 碳酸

而人的呼吸道中都含有一定量的水分,通过人的呼吸,CO₂进入呼吸道生成碳酸,所以CO₂对人的呼吸道具有刺激作用,当人体肺泡中CO₂增多时,能刺激呼吸神经中枢,因而引起呼吸频繁。所以在急救受某些有毒气体中毒的患者时,常常首先让其吸入含有0.5%二氧化碳的氧气,以增强呼吸。当空气中CO₂气体浓度过高时,又会相应降低这一环境中的氧浓度而会使人感到不舒服直至窒息死亡。CO₂气体对人体的影响详见表1-3。

表 1-3 空气中二氧化碳浓度对人体的影响

空气中二氧化碳含量(%)	对人体的影响
1	呼吸急促
3	呼吸量增加 2 倍,易发生疲劳现象
5	呼吸感到困难,耳鸣,感到血液流动加快
10	头昏,出现昏迷状态
10~20	呼吸处于停止状态,失去知觉
20~25	窒息死亡

因此,《煤矿安全规程》第 139 条规定:采掘工作面风流中二氧化碳浓度达到 1.5%时,必须停止工作,撤出人员,查明原因,制定措施,进行处理。

4. 二氧化碳的主要来源

(1)大气层中的 CO_2 ,随进风流进入煤矿井下;

(2)爆破工作产生;

(3)煤、坑木等有机物的氧化可产生 CO_2 ;

(4)人员呼吸;

(5)瓦斯、煤尘爆炸产生。瓦斯、煤尘爆炸后,在其气体产物中含有大量的 CO_2 和 CO ;

(6)矿井水(主要是酸性水)遇碳酸性岩石(方解石、石灰石等)分解产生等;

(7)由煤、岩体内放出。

5. 二氧化碳浓度的检测方法

(1)用 CO_2 气体检定管配合多种气体检定器检测;

(2)用光学瓦斯检定器间接检测空气中的 CO_2 气体浓度。

1.2 矿井空气中的有害气体

1.2.1 矿井中的八大有害气体

在煤矿井下主要有八大有害气体,即甲烷(CH_4)、一氧化碳(CO)、二氧

化氮(NO_2)、硫化氢(H_2S)、二氧化硫(SO_2)、二氧化碳(CO_2)、氨气(NH_3)、氢气(H_2)。

这里所说的八大有害气体是在煤矿井下主要存在的,但不能说只有八种有害气体。因为在氧化氮中主要以 NO_2 为主,还有少量 NO 、 N_2O_3 、 N_2O_4 等,有时井下还会出现少量的烷烃类气体,如乙烷(C_2H_6)、乙烯(C_2H_4)、乙炔(C_2H_2)等。

1. 甲烷

(1)性质。

甲烷俗称“沼气”,是一种无色、无味、无毒的气体,相对密度为 0.554,在空气中具有较强的扩散性;瓦斯是一种可燃性气体,热值为 $3.7 \times 10^7 \text{ J/m}^3$,是天然气和煤层气的主要成分。初步估计,我国煤层气总量达 $3.0 \times 10^{13} \sim 3.5 \times 10^{13} \text{ m}^3$,高瓦斯煤矿推行的煤层瓦斯抽放是一项巨大的变害为利的工程。甲烷的化学性质不活泼,通常情况下不与其他物质发生反应。在一定的浓度和点火条件下,能够在空气中燃烧爆炸。

(2)危害。

①窒息。

在无风或微风的巷道中,瓦斯的涌出会挤占空气的空间,使空气中氧气浓度下降。当空气中瓦斯的浓度达到 43% 时,空气中氧气的浓度会降低到 12%,时间稍长则会发生窒息事故。

②燃烧爆炸。

瓦斯爆炸是煤矿最严重的灾害形式,造成了大量的人员伤亡和财产损失。不同的甲烷浓度在空气中发生燃烧的形式不同,空气中甲烷浓度小于 5% 时,瓦斯只能在点燃火源的表面发生附着式的燃烧,不能形成持续的火焰;当空气中甲烷的浓度为 5%~16% 时,甲烷和空气形成了预混可燃气体,其内部有点火源时,则会发生瓦斯爆炸,浓度为 9% 左右时最容易爆炸;当甲烷浓度大于 16% 时,该空气与甲烷的混合气体内部不能被点燃,但是可以在与新鲜空气的接触面上被点燃,形成扩散燃烧的形式。

③瓦斯的异常涌出瓦斯突出、喷出等,可直接造成矿井灾害。

(3)《规程》规定。

采掘工作面的进风流中瓦斯浓度不得超过 0.5%;采区回风巷、采掘工作面回风巷风流中瓦斯浓度不得超过 1.0%;矿井总回风巷或一翼回风巷中瓦斯浓度不得超过 0.75%。

(4)来源。

甲烷由煤层中涌出,煤矿中又称为瓦斯,是煤层的伴生气体,是对煤矿

安全危害最为严重的有害气体。

2. 一氧化碳

(1) 性质。

CO 是一种无色、无味、无臭的气体。相对空气的密度为 0.97, 几乎与空气一样重, 极难溶于水, 能燃烧、爆炸, 有剧毒。CO 与空气几乎一样重且极难溶于水, 也就是其危害之所在, 井下一旦出现 CO, 它能均匀地分布在矿井空气中, 只要有暴露的空间, 它就可以进入, 让人防不胜防。在这方面有过深刻的教训。1988 年山西省朔州市平鲁区某矿发生一起 CO 中毒死亡事故, 造成 9 名矿工中毒死亡。

(2) 危害。

①毒性。CO 毒性很大。CO 与人体内的血色素的结合力比 O_2 与血色素的结合力大 250~300 倍。当人吸入 CO 后, 使血液中毒, 阻碍了氧和血红蛋白的结合, 破坏运氧功能, 使人体缺氧中毒死亡。CO 中毒症状与浓度关系如表 1-4 所示。井下发生瓦斯、煤尘爆炸后的空气中 CO 的浓度可以达到 1%~3%。

表 1-4 空气中 CO 对人体的影响

空气中 CO 的浓度(%)	对人体的影响
0.016	数小时后有头痛、心跳、耳鸣等轻微中毒症状
0.048	1h 可引起轻微中毒症状
0.128	0.5~1h 引起意识迟钝、丧失行动能力等严重中毒症状
0.40	短时间失去知觉、抽筋、假死; 30min 内即死亡

中毒特征: 嘴唇呈桃红色、两颊有红斑点。平常所说的“煤气中毒”, 主要是指 CO 中毒, 因为煤气中一般含有 7% 的一氧化碳气体。

②爆炸。空气中一氧化碳的爆炸极限为 13%~75%。

(3)《规程》规定。

井下空气中一氧化碳的最高允许浓度为 0.0024%(即 2.4×10^{-5})。

(4) 井下空气中 CO 气体的主要来源。

- ①井下火灾(不完全燃烧, 即供氧量不足, 便产生 CO);
- ②井下爆破工作;
- ③瓦斯、爆尘爆炸(供氧量不足, 发生不完全爆炸, 也产生一氧化碳);
- ④机械润滑油的高温裂解也能产生 CO;
- ⑤煤炭缓慢氧化、自燃。

(5)CO 浓度的测定。

一般多采用比长式 CO 检定管配合多种气体检定器进行检定。

3. 二氧化碳

(1)性质。

二氧化碳是一种无色、无味、略有酸性的气体。能溶于水——常温常压下 1m^3 的水可以溶解 0.73m^3 的 CO_2 ，相对密度为 1.52。化学性质比较稳定，略有毒性。

(2)危害。

CO_2 对人的危害是其具有弱毒性或窒息性。在井下通风良好的新鲜风流中，二氧化碳含量极少，对人体无害，通风不良含量超过正常数值时，对人的呼吸系统有刺激作用，引起呼吸频繁、呼吸量增加等。所以在急救有害气体中毒的受害人员时，常常先让其吸入含有 5% 二氧化碳的氧气，以加强肺部的呼吸。当二氧化碳含量过多时，能使人中毒或窒息。空气中二氧化碳对人体的危害程度与浓度的关系如表 1-5 所示。

表 1-5 二氧化碳中毒症状与浓度的关系

二氧化碳浓度(体积)/%	主要症状
1	呼吸加深,但对工作效率无明显影响
3	呼吸急促,心跳加快,头痛,人体很快疲劳
5	呼吸困难,头痛,恶心,呕吐,耳鸣
6	严重喘息,极度虚弱无力
7~9	动作不协调,大约 10min 可发生昏迷
10~20	失去知觉,时间长可导致死亡
20~25	中毒(窒息)死亡

(3)《规程》规定。

采掘工作面的进风流中二氧化碳浓度不得超过 0.5%；采区回风巷、采掘工作面回风巷风流中二氧化碳浓度不得超过 1.5%；矿井总回风巷或一翼回风巷中二氧化碳浓度不得超过 0.75%。

(4)来源。

岩层中涌出，坑木、煤炭的氧化，燃烧，爆破，柴油设备作业以及人员的呼吸等都会产生一定的二氧化碳。

4. 二氧化硫

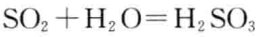
(1)性质。

二氧化硫是一种无色、有强烈的硫磺燃烧臭味和酸味的气体。相对密度为 2.21,易溶于水,不燃,不爆,具有毒性。溶于水后的水溶液有腐蚀性,可腐蚀钢轨、水管、水泵等。

(2)危害。

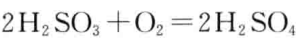
二氧化硫对人的呼吸道、眼睛有强烈的刺激作用,矿工习惯上称它为“瞎眼气体”。

二氧化硫与人的鼻、眼、喉、呼吸道、气管接触后生成亚硫酸,有腐蚀作用,严重时会引起肺水肿。



二氧化硫 水 亚硫酸

H₂SO₃ 很不稳定,在常温下就能被空气中的氧气氧化为硫酸。



亚硫酸 氧气 硫酸

SO₂ 对人体的影响如表 1-6 所示。

表 1-6 二氧化硫对人体的影响

空气中 SO ₂ 浓度(%)	对人体的影响
0.0005	能闻到硫磺燃烧的酸臭味
0.002	对眼和呼吸器官有刺激作用
0.005	引起急性支气管炎及肺水肿,并在短时间内死亡

(3)《规程》规定。

井下空气中二氧化硫的浓度不得超过 0.0005%。

(4)井下空气中 SO₂ 的来源。

- ①含硫矿物的氧化或自燃;
- ②在含硫矿物中爆破等都能产生二氧化硫;
- ③由煤、岩体中放出。

(5)检测方法。

用比长式二氧化硫检定管配合多种气体检定器进行检定。

5. 硫化氢

(1)性质。

硫化氢是一种无色、微甜、有强烈的臭鸡蛋味的气体。相对密度为 1.18,易溶于水,能燃烧、爆炸,有剧毒。

(2)危害。

①毒性。硫化氢具有强烈的毒性,它的毒性比 CO 的毒性还大。H₂S 溶于水后形成氢硫酸,其危害见表 1-7。

表 1-7 硫化氢对人体影响

硫化氢浓度(%)	主要症状
0.0001	强烈的臭鸡蛋味
0.01	流清鼻涕和唾液,呼吸困难,瞳孔放大
0.05	中毒中重度,失去知觉,可发生肺炎、支气管炎及肺气肿,有死亡危险
0.1	很快昏迷,短时间内死亡

(3)《规程》规定。

井下空气中硫化氢的浓度不得超过 0.00066%。

(4)来源。

- ①直接由煤、岩体内放出;
- ②含硫矿物的水解亦能产生硫化氢;
- ③坑木腐烂也产生硫化氢。

(5)检测方法。

用比长式硫化氢检定管配合多种气体检定器可检查矿井空气中硫化氢的浓度。

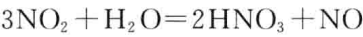
6. 二氧化氮

(1)性质。

二氧化氮是一种红褐色或者棕红色有刺激性的腥、辣、酸、臭味的气体。相对密度为 1.59,不助燃,不燃烧,不爆炸,极易溶于水,并与水化合生成硝酸,有强烈的毒性。

(2)危害。

二氧化氮极易溶于水而生成硝酸,对人的鼻腔、眼睛、呼吸道及肺部有强烈的刺激作用与腐蚀作用,可引起肺部水肿,使其血液中毒直至死亡。



二氧化氮 水 硝酸 一氧化氮

二氧化氮中毒具有潜伏期,二氧化氮中毒的症状与浓度关系如表 1-8 所示。

表 1-8 二氧化氮中毒的症状与浓度关系

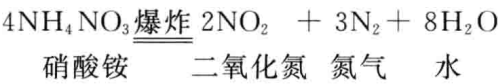
二氧化氮浓度(%)	主要症状
0.004	2~4h 内不致显著中毒,6h 后出现中毒症状,咳嗽
0.006	短时间内喉咙感到刺激、咳嗽、胸痛
0.01	强烈刺激呼吸器官,严重咳嗽、呕吐、腹泻、神经麻木
0.025	短时间内死亡

(3)《规程》规定。

井下空气中二氧化氮气体浓度不得超过 0.00025%。

(4)来源。

二氧化氮主要是爆破作业的产物。我国矿用炸药最主要的成分为硝酸铵,硝酸铵爆炸后直接产生大量的二氧化氮气体。因此必须注意爆破后的通风问题。



(5)检测方法。

用比长式二氧化氮气体检定管配合多种气体检定器检定 NO₂ 气体浓度。

7. 氢气

H₂ 是整个宇宙中最轻的一种气体,过去曾叫“轻气”。

(1)性质。

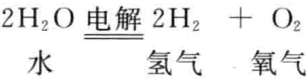
氢气是一种无色、无味、无臭、无毒的气体,相对密度为 0.07,能燃烧、爆炸,它最易点燃,燃点为 300℃。

(2)《规程》规定。

矿井下空气中,氢气的浓度不得超过 0.5%。

(3)来源。

矿井下蓄电池充电硐室发生电解水反应,可产生氢气。



8. 氨气

(1)性质。

氨气是一种无色、有氨水的辛辣臭味的气体,其相对密度为 0.59,易溶