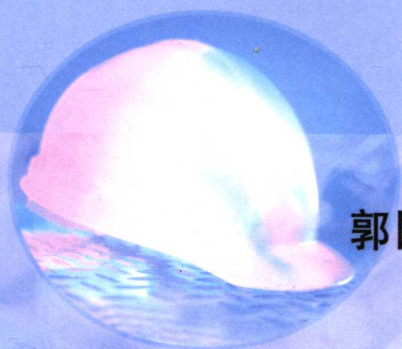


煤矿安全技术与管理



郭国政 陆明心 等 编著



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

内 容 简 介

全书共分5章。主要内容包括第1章煤矿通风;第2章瓦斯生成机理与煤层气开采;第3章瓦斯爆炸、煤瓦突出机理及预防;第4章矿井水灾;第5章煤矿事故及安全管理,主要介绍事故发生的内因、人因失误与事故、事故控制、未来安全技术展望。

本书可以作为矿井安全技术人员及职工的培训用书,也可以作为大专院校采矿专业的煤矿安全教材,同时可供从事矿井安全技术与管理的相关人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿安全技术与管理/郭国政等编著. —北京:冶金工业出版社,2006.8

ISBN 7-5024-4062-3

I. 煤… II. 郭… III. 煤矿—矿山安全—安全管理 IV. TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 069846 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷39号,邮编100009)

责任编辑 杨盈园 美术编辑 李 心

责任校对 杨 力 李文彦 责任印制 牛晓波

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2006年8月第1版,2006年8月第1次印刷

850mm×1168mm 1/32;10.25印张;272千字;313页;1-3000册

29.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

安全技术可以追溯到远古时代,原始人为了提高劳动效率和抵御猛兽的袭击,利用石器和木器制造了作为狩猎(即生产)和自卫(即安全)的工具。可以说这是最原始的“安全技术”措施。随着手工业生产的出现和发展,生产技术的提高和生产规模的逐步扩大,生产过程中的安全问题随之突出。因此,安全防护器械也随着工具的进步而发生了质的飞跃。例如,我国古代的青铜冶铸及其安全防护技术都已达到了相当高的水平。从湖北铜录山出土的古矿冶遗址来看,当时在开采铜矿的作业中就采用了自然通风、排水、提升、照明以及框架式支护等一系列安全技术措施。1637年,在宋应星编著的《天工开物》一书中,详尽地记载了处理矿内瓦斯和顶板的安全技术:“初见煤端时,毒气灼人,有将巨竹凿去中节,尖锐其末,插入炭中,其毒烟从竹中透上”;采煤时,“其上支板,以防压崩耳。凡煤炭取空而后,以土填实其井”。从某种意义上说,这就是现在的“矿业安全工程”的雏形。

“安全”是人们最常用的词汇,“安”字指不受威胁,没有危险等,可谓无危则安;“全”字指完满、完整、齐备或指没有伤害、无残缺、无损坏、无损失等,可谓无损则全。显然,“安全”通常是指免受人员伤害、疾病或死亡,或引起设备、财产破坏或损失的状态。由安全的定义可以看出,它既涉及到人又涉及到物。而且也涉及到在各种情况下的局部或整体损失。当人们给出约束条件时,该定义也可限定为“人的伤害或死亡”,或“设备、财产损失”,这类限制是全体情况的子集。

“安全”通常是指免受人员伤害、疾病或死亡,或引起设备、财产破坏或损失的状态。转取其子集,则是人的身心免受外界

因素影响的存在状态(包括健康状况)及其保障条件。安全科学就是认识揭示人的身心免受外界因素危害的安全状态及保障条件的本质与其变化规律的学问,即安全科学是研究人的身心存在状态(含健康)的运动及变化规律,找出与其相对应的客观因素及其转化条件,研究消除或控制危害因素和转化条件的理论和技术(手段或措施),研究安全的本质及运动规律。建立起安全、舒适、高效的人机规范和形成人们保障自身安全的思想方法和知识体系的一门科学。简言之,安全科学是专门研究安全的本质及其转化规律和保障条件的科学。

由于20世纪对石油埋藏的疯狂开采,使石油危机在石油繁荣仅经历了半个世纪后就敲响了警钟。世界剩余储量仅有1370亿t,考虑到50%的采出率,按1996年产量估算可采20年左右,即2016年石油枯竭。再考虑到石油探明储量肯定会增加,石油需求虽然会增加,但也可能延缓石油枯竭时间,不过不会太长。按1993年世界天然气储量14万亿 m^3 、采出率为0.4计算可采26年,但近年来天然气地质储量增长很快,消费量也增长很快,按预计2010年天然气年消费量将达4万亿 m^3 (由于利用部分天然气代替石油,天然气消费量可能比预计更高),即使1996年404万亿 m^3 的地质储量全部探明落实,天然气仍然将在比石油晚20~30年出现枯竭。

在中国消费的一次能源中,煤炭约占73%,而且在相当长的时期内这种能源结构不会发生大的变化。

截至2002年年底,中国探明可直接利用的煤炭储量1886亿t(已考虑矿山设计损失及综合回收率),人均探明煤炭储量145t,按年产21亿t匡算,可以保证开采60多年。

另外,包括3317亿t基础储量和6872亿t资源量共计1万亿多吨资源,可以留待后人勘探开发。另煤炭资源总量5万多亿吨,探明保有储量1万多亿吨。

从以上数据可以看出,煤炭资源是人类宝贵的能源,煤炭

资源决定着人类文明的发展进程,在人类没有找到新的能源之前,煤炭仍是现代社会赖以生存的关键,保证煤炭资源的合理开发和利用。显而易见,煤炭开采是影响我国经济发展的重要因素。

从1987年起我国原煤产量已跃居世界第一位。煤炭能源,在一段时期内,是我国及世界的主要能源之一,但是与现代化生产制造技术相比,形成了鲜明的对照,那就是现代煤炭开采技术的不平衡,以及安全问题,人类社会越向前发展,人类的文明程度越高,人们对安全的要求和重视程度也就越高。煤炭工业的持续高速发展保证并促进了我国国民经济的持续高速发展。而安全则是煤炭工业稳定、持续、高速发展的根本保证,是关系煤矿职工生命安全和身心健康、关系国家和集体财产不受损失的头等大事。由于煤炭开采属地下作业,生产环境恶劣,生产过程复杂,受到水、火、瓦斯、煤尘和冒顶等多种自然灾害的威胁,致使煤矿生产安全问题较其他行业更重要、更复杂、更难解决。因此,安全生产历来就是煤矿生产的头等大事。由于多年积淀下来的安全文化、安全技术方式、安全管理水平等,给煤炭开采的现代化提出了新的要求。

我国历来重视煤矿安全生产工作,为其制定了一整套煤矿安全生产法规,建立了较为完善的煤矿安全管理机构,投入了大量资金进行煤矿安全设备和仪表的研制、配套安全技术的开发推广应用工作,使煤矿安全生产条件得到了很大的改善,煤矿安全生产形势逐年好转,煤矿事故发生率基本呈下降趋势,保证了煤炭产量的持续、稳定增长。我国煤矿百万吨死亡率“六五”为7.55,“七五”为6.89,“八五”为5.13,“九五”为5.10。

2002年全国煤矿百万吨死亡率为4.64,与2001年相比降低了0.66,煤矿重大事故起数和死亡人数分别下降7.03%和17.77%。

2004年,全国煤矿死亡人数6000多人,与建国初期煤矿年

死亡7万人、20世纪80年代的4万人、90年代的万人相比,煤矿死亡人数达到了历史最低水平。

尽管如此,由于我国煤矿安全工作的基础比较薄弱,虽然经过努力,已大幅度降低了煤矿生产的百万吨死亡率,但与美国、俄罗斯等先进产煤国家相比较,我国还有很大的差距。

20世纪前30年,美国煤矿每年平均事故死亡2000多人;到20世纪70年代,死亡人数下降到千人以下。进入20世纪90年代后,伤亡人数才迅速减少,1990年死亡66人;2000年死亡40人。1990~2000年,美国共生产商品煤104亿t,仅死亡492人,平均百万吨死亡率为0.0473;在安全状况最好的1998年,共产商品煤10.18亿t,仅死亡29人,百万吨死亡率为0.028;1993~2000年的8年间,整个煤炭行业没有发生过一起死亡3人以上的事故。从国际上公认的安全生产指标百万吨死亡率来看,美国的这一指标已下降到0.035左右。

1996年百万吨死亡率美国为0.039,南非为0.23,俄罗斯为0.7,而我国为4.67,同年我国百万吨死亡率约是美国的120倍、南非的20倍、俄罗斯的6倍。1998年美国产煤10.19亿t,死亡仅29人,而同年我国煤炭产量为12.32亿t,死亡人数却高达7508人(其中原煤生产死亡6134人)。与世界煤矿安全水平相比,可以看出我国在煤矿安全方面还存在着很大的差距。

分析造成事故的原因,可以看到影响煤矿安全生产的因素是多方面的,有自然条件、技术装备水平、生产者和管理者素质、安全管理水平等多种因素。其中安全管理是自然条件、安全技术装备水平等因素之外的最重要的因素。在同样的条件下,安全管理水平的高低决定了安全生产水平的高低。安全管理是自然条件、经济条件不同的各类矿井都能够做好的一项工作。而安全管理能否抓好、安全管理水平的高低主要取决于是否有先进的安全管理理念作指导。

总之,影响煤矿安全的主要因素是企业的安全文化、安全技术水平、安全设施。具体来讲,就是矿井的通风设施及通风网络,煤层气开采水平、预防治理瓦斯爆炸、煤与瓦斯突出的技术水平及可靠性,水、火灾害的预防与治理水平,安全技术管理与职工的安全素质。本书就从这几方面介绍煤矿安全技术与管理的理论、方法及具体实践,但对于火灾的防治没有论述,还望读者参阅有关文献。

通风是安全的保障,第1章主要介绍有关通风方面的内容。瓦斯事故是煤矿安全开采最大的隐患,要根本解决瓦斯灾害,就要研究瓦斯的形成及存在特性,近几年来,煤层气开采技术的发展,是解决瓦斯灾害的主要方式,从一定意义上讲是双能源开采,既解除了瓦斯的危害,又把瓦斯以能源的形式开采出来,是煤矿安全发展的一个方向。所以第2章主要介绍了瓦斯的形成及煤层开采。第3章主要介绍瓦斯爆炸及煤瓦突出灾害的防治。第4章介绍水灾害的防治。开采技术、安全技术是煤矿安全的基础,管理是煤矿安全的保证,管理的主要内容有两方面:一是职员作为人的特性研究与了解,二是制度的建立健全与完善并保证其有效执行。第5章主要介绍事故发生的内因、人因失误与事故、事故控制、未来安全技术展望。

本书是依据作者在生产实践及科研的基础上总结完成的,其中也参考了大量煤矿通风与安全学者的成果,在此特别感谢书中所引文献及有关内容的作者。

由于作者水平有限,对于书中存在的问题,还请谅解。

作 者
2006年4月

目 录

1 煤矿通风	1
1.1 煤矿井下空气	1
1.1.1 煤矿井下通风的任务	1
1.1.2 煤矿井下空气	2
1.1.3 矿井空气中主要有害气体及防治措施	4
1.1.4 矿井空气中主要有害气体防治措施	7
1.2 煤矿井下气候	8
1.2.1 热交换过程	8
1.2.2 煤矿井下空气温度	12
1.2.3 热舒适与感觉	15
1.2.4 高温的各项指标	18
1.2.5 高温对绩效的影响	19
1.2.6 低温	21
1.2.7 低温对绩效的影响	23
1.2.8 矿井气候条件的安全标准	24
1.3 煤矿井下风量计算	26
1.3.1 回采工作面的通风量	26
1.3.2 掘进工作面的需风量	27
1.3.3 硐室需风量	28
1.3.4 矿井总风量的确定	28
1.4 矿井风量压力与通风阻力	30
1.4.1 矿井通风压力	30
1.4.2 通风阻力	34
1.4.3 矿井总风阻与矿井等积孔	43
1.4.4 降低矿井通风阻力的措施	45

1.5 通风动力及设备	47
1.5.1 自然通风	47
1.5.2 机械通风	49
1.5.3 通风机实际特性曲线	54
1.6 通风系统	61
1.6.1 矿井通风系统及基本要求	61
1.6.2 采区、采面通风系统及有关规定	75
1.6.3 局部通风及管理措施	81
1.6.4 通风设施及构筑标准	88
2 瓦斯生成机理与煤层气开采	95
2.1 煤层瓦斯的生成	95
2.1.1 生物化学成气时期的生成	95
2.1.2 煤化作用成气时期的生成	96
2.2 煤层气的赋存状态及中国煤层气资源	100
2.2.1 煤层气的赋存状态	100
2.2.2 中国煤炭资源的分布特点	105
2.2.3 我国煤层含气性规律及控制因素分析	110
2.3 煤层气开采技术	118
2.3.1 国外煤层气勘探开发现状	118
2.3.2 地面煤层气井开采技术	123
2.3.3 地下深孔定向钻孔瓦斯抽放技术	132
2.3.4 传统瓦斯抽放技术	139
3 瓦斯爆炸、煤瓦突出机理及预防	142
3.1 矿井瓦斯涌出	142
3.1.1 瓦斯涌出量	142
3.1.2 影响瓦斯涌出的因素	143
3.2 矿井瓦斯流动规律	147
3.2.1 瓦斯自然上浮运动现象和实验观察	147
3.2.2 采煤机割煤时的风流结构与瓦斯浓度分布的	

数值模拟	151
3.2.3 巷道局部风流结构与瓦斯运移关系	152
3.2.4 高产高效放顶煤工作面瓦斯涌出构成	154
3.2.5 顶煤裂隙及渗透性	156
3.2.6 工作面瓦斯浓度实测	159
3.3 瓦斯爆炸及其预防	161
3.3.1 瓦斯爆炸过程及其危害	161
3.3.2 瓦斯爆炸的主要参数	163
3.3.3 煤矿井下瓦斯爆炸事故原因分析	166
3.3.4 预防瓦斯爆炸的措施	167
3.4 煤(岩)与瓦斯突出机理与预防	172
3.4.1 煤(岩)与瓦斯突出的分类	173
3.4.2 煤(岩)与瓦斯突出的原因	173
3.4.3 煤(岩)与瓦斯突出的防治体系	174
3.4.4 防治突出措施的制定原则	176
3.4.5 突出危险性的预测	176
4 矿井水灾	190
4.1 矿井水灾的发生	190
4.1.1 矿井水灾的概念	190
4.1.2 煤矿常见的水源	190
4.1.3 矿井水灾的通道	193
4.1.4 造成矿井水灾的原因	193
4.2 矿井水灾的防治	194
4.2.1 地面防治水	194
4.2.2 井下防治水	197
4.3 矿井透水事故的处理	203
4.3.1 透水预兆	203
4.3.2 透水时的措施	203
4.3.3 被淹井巷的恢复	204
4.4 底板泄水巷在古汉山矿的应用	204

4.4.1	基本情况	204
4.4.2	泄水巷施工情况	205
4.4.3	应用情况	206
5	煤矿事故及安全管理	208
5.1	安全技术理论	208
5.1.1	基本概念	209
5.1.2	事故致因理论	211
5.2	人因劳动特性	214
5.2.1	人体能量代谢	214
5.2.2	劳动强度	217
5.2.3	最大能量消耗界限	219
5.2.4	人体的忍耐力	222
5.2.5	大脑的觉醒水平	232
5.3	人因失误与事故	234
5.3.1	人的行为原理	234
5.3.2	人的失误	235
5.3.3	人因失误的原因分析及控制	238
5.4	煤矿事故的影响因素及其控制	240
5.4.1	安全文化	241
5.4.2	危险管理	245
5.4.3	安全管理	250
5.4.4	以技术为基础的安全管理	251
5.5	古汉山矿安全管理“三字经”	252
5.6	某矿“安全类三违章”标准	261
附录		275
附 1	中华人民共和国安全生产法	275
附 2	中华人民共和国煤炭法	293
附 3	煤矿安全监察条例	305
参考文献		313

1 煤矿通风

矿井通风是矿井安全生产的基本保障。矿井通风是借助于机械或自然风压,向井下各用风点连续输送适量的新鲜空气、供给人员呼吸、稀释并排出各种有害气体和浮尘。以降低环境温度,创造良好的气候条件。并在发生灾变时能够根据撤人救灾的需要调节和控制风流流动路线的作业。

自 20 世纪 80 年代以来,随着煤矿机械化水平的提高,采煤方法、巷道布置及支护的改革,电子和计算机技术的发展、我国矿井通风技术有了长足的进步,通风管理日益规范化、系列化、制度化。通风新技术和新装备愈来愈多地投入应用,以低耗、高效、安全为准则的通风系统优化改造在许多煤矿得以实施。使其能够更好地为高产、高效、安全的集约化生产提供安全保障。

1.1 煤矿井下空气

1.1.1 煤矿井下通风的任务

煤矿生产是地下作业,自然条件复杂。在井下暴露的煤层或岩层中以及在作业过程中,均会不断地放出和产生各种有害气体,如沼气(CH_4)、二氧化碳(CO_2)、硫化氢(H_2S)、二氧化氮(NO_2)、一氧化碳(CO)等,另外,矿井较深时,围岩温度较高会使空气温度上升而恶化劳动环境。因此,在生产过程中,必须向井下源源不断地供给一定量的新鲜空气,也就是必须进行通风。通风的任务是:

- (1) 对井下有人工作的场所供给足够的新鲜空气;
- (2) 冲淡和排除有害气体和矿尘;
- (3) 创造良好的气候条件。

矿井通风除了完成上述任务外,当矿井一旦发生瓦斯、煤尘爆

炸和火灾等事故时,往往依靠采取正确的控制风流的方法来防止事故的扩大,减少事故造成的损失。因此,良好的矿井通风是安全生产的重要前提。

1.1.2 煤矿井下空气

进入井下的地面空气,称为矿井空气。地面空气是多种气体的混合物,其主要成分为氧(O_2)、氮(N_2)、二氧化碳(CO_2)。按各种气体在空气中所占的体积分数计: O_2 为 20.96%; N_2 为 79%, CO_2 为 0.04%。此外,还含有少量的水蒸气和各种微细颗粒,如尘埃、微生物等。但水蒸气和尘埃等不计入空气的组成,也不影响主要成分之间的比例关系。

地面空气进入井下后,在成分上将发生一系列的变化,如氧浓度减少,各种有害气体和矿尘混入,另外,空气的温度、湿度和压力也会发生变化,由此可见,地面空气和矿井空气是有区别的。但是,如果矿井空气在成分上和地面空气差别不多时,如井底车场、运输大巷的风流,则称为新鲜风流,流经回采工作面后,在成分上将发生较大变化,此时则称为污浊风流。

矿内新鲜空气的主要成分是 O_2 、 N_2 、 CO_2 。

1.1.2.1 氧(O_2)

氧是一种无色、无味、无臭的气体,和空气相比相对密度为 1.05。它的化学性质活泼,能助燃烧,是人呼吸不可缺少的气体。

氧化过程是人类生命活动的基本过程之一。人体必须不断地吸入氧气,才能使食物进行氧化而维持生命。可见氧对人的生命有着极为密切的关系。

矿井空气在由进风井巷流向出风井巷的过程中, O_2 浓度将会不断减少。这是因为井下的木材、支架、矿物、岩石的氧化消耗氧气;若煤炭自燃或发生矿井火灾、沼气、煤尘爆炸等,将消耗更多的氧。从煤、岩体内不断放出的有害气体,也会相对地降低 O_2 的浓度。若空气中 O_2 浓度降低,人的机体就会处于缺氧状态,产生各种不适症状。当 O_2 浓度降低为 17% 时,静止不动无影响,人工作

时能引起喘息、呼吸困难;降为 15% 时,呼吸及脉搏跳动急促,失去对事物的判断能力;降为 10%~12% 时,人会失去理智,时间稍长即有生命危险;降为 6%~9% 时,人失去知觉,呼吸停止,如不进行急救,会导致死亡。

因此,《煤矿安全规程》(以下简称《规程》)第 100 条规定:

“在采掘工作面的进风流中,按体积计算,氧气不得低于 20%……。”

在通风良好的巷道中, O_2 浓度降低很少;只有在通风不良的巷道和停风的巷道, O_2 浓度可能较低,此时,绝不能贸然进入这些巷道,以免因缺氧而造成窒息危险。1984 年 4 月,山东某煤矿一名工人奉命爬到停工数天的溜煤眼查看情况以便恢复掘进,但立即掉了下来,队长误认为该工人因未站稳而掉了下来,故自己亲自上去,然而又掉了下来。后经救护队检查该溜煤眼气体成分中的 O_2 浓度仅为 5.3%。显然,工人和队长都是因为缺氧窒息而造成死亡事故。若需要进入这些巷道,一定要预先检查 O_2 和其他气体的浓度,而且最好在有防护装备的条件下进入检查,以保证检查人员的安全。

检查矿井空气中的 O_2 浓度,可采用瓦斯核定灯进行粗略的测定,当 O_2 浓度降低到 29% 时,灯焰高度减为原来的三分之一,达 17% 时,灯即熄灭。若无核定灯时,也可取样化验以测定 O_2 浓度。

1.1.2.2 氮(N_2)

氮是一种无色、无味、无臭的气体,相对密度为 0.97,不助燃,有窒息性。在正常情况下, N_2 对人体无害,但当含 N_2 量过多时,能使 O_2 浓度相对减少而使人缺氧窒息。

在通风良好的巷道中, N_2 含量一般变化不大。

1.1.2.3 二氧化碳(CO_2)

二氧化碳是无色略带酸臭味的气体,相对密度为 1.52,常积聚于巷道的底部,不助燃,有窒息性。在井下通风良好的新鲜风流

中, CO_2 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。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 5% CO_2 的氧气, 以加强肺部的呼吸。当 CO_2 含量过多时, 又能使人中毒或窒息。

矿井空气中 CO_2 的主要来源是:

- (1) 坑木、煤、岩石的氧化;
- (2) 从煤和围岩中放出或喷出;
- (3) 爆破、井下火灾、沼气、煤尘爆炸及人的呼吸等。

空气中 CO_2 浓度不同, 对人体的影响也不同。当空气中 CO_2 浓度达到 3% 时, 呼吸感到急促; 达到 5% 时, 呼吸困难、耳鸣, 达到 10% 时, 头昏甚至发生昏迷现象; 达到 10% ~ 20% 时, 呼吸处于停顿状态, 失去知觉, 在 20% 以上, 会使人迅速中毒死亡。

因此, 《规程》规定, 矿井空气中二氧化碳的安全浓度如下:

- (1) 在采掘工作面的进风流中, CO_2 不大于 0.5%;
- (2) 在采区回风道、采掘工作面的回风流中, CO_2 不大于 1.5%;
- (3) 在矿井总回风流中, CO_2 不大于 0.75%。

1.1.3 矿井空气中主要有害气体及防治措施

由地面进入井下的新鲜空气, 流经采掘工作面及有关地点后, 除了使空气中 O_2 相应减少, CO_2 增多外, 还会增加一些其他有害气体。矿井空气中主要有害气体有: CO 、 NO_2 、 H_2S 、 SO_2 、 NH_3 、 CH_4 等。

1.1.3.1 一氧化碳(CO)

一氧化碳是无色、无味、无臭的气体, 对空气的相对密度为 0.97, 微溶于水, 当浓度达 13% ~ 75% 时, 有爆炸性。

一氧化碳极毒。这是因为 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, 因此, 当人吸入 CO 后, CO 阻碍了 O_2 和血色素的结合, 使人体缺氧, 引起窒息和死亡。

人对 CO 中毒程度与下列因素有关:

- (1) 空气中 CO 的浓度;
- (2) 与 CO 接触的时间;
- (3) 呼吸频率与呼吸深度。

CO 中毒症状是:当 CO 浓度为 0.016% 时,数小时内有头晕心跳反应;为 0.048% 时,1 小时内即头痛、耳鸣、心跳;为 0.128% 时,在 0.5~1 小时出现四肢无力,呕吐,丧失行动能力等症状;为 0.4% 时,短时间内丧失知觉、痉挛、呼吸停顿、假死。

一氧化碳中毒的一个显著特征是中毒者嘴唇呈桃红色,两颊有红色斑点。

井下 CO 的主要来源是:

- (1) 爆破工作;
- (2) 井下火灾;
- (3) 沼气、煤尘爆炸;
- (4) 煤炭自燃。

1.1.3.2 二氧化氮(NO_2)

二氧化氮是褐红色、有刺激性的气体,对空气的相对密度为 1.57,易溶于水。

二氧化氮有强烈毒性,能和水结合成硝酸,对眼、鼻腔、呼吸道和肺组织有强烈的刺激作用,甚至造成肺浮肿。

二氧化氮中毒症状是:当 NO_2 浓度为 0.006% 时,咳嗽、胸部发病;浓度为 0.01% 时,剧烈咳嗽、呕吐、神经麻木;浓度为 0.025% 时,短时间内死亡。

二氧化氮中毒的重要特征是经过 6 小时以上时间才出现中毒征兆。在危险浓度下,开始只感觉呼吸道受刺激,经过 20~30 小时后,就会出现呼吸困难,手指尖及头发变黄的症状,继之发生肺浮肿,甚至死亡。

井下 NO_2 主要来源是爆破工作。一般炸药爆炸后生成 NO, NO 极不稳定,遇空气中的氧,即生成 NO_2 。

1.1.3.3 硫化氢(H_2S)

硫化氢是无色、微甜、有臭鸡蛋味的气体,对空气的相对密度

为 1.19, 易溶于水, 浓度达 4.3%~45.5% 时有爆炸性。

硫化氢有强烈毒性, 能使人的血液中毒, 对眼黏膜及呼吸系统有强烈刺激作用。

硫化氢中毒的症状是: 当 H_2S 浓度为 0.01%~0.015% 时, 流唾液和清水鼻涕, 呼吸困难、瞳孔放大; 浓度为 0.02% 时, 眼、鼻、喉黏膜受强烈刺激, 头痛、呕吐、四肢无力; 浓度为 0.05% 时, 半小时内就失去知觉、痉挛, 甚至死亡。

井下 H_2S 的主要来源是:

- (1) 坑木的腐烂;
- (2) 硫化矿物遇水分解, 如黄铁矿;
- (3) 煤、岩中放出(少数矿井放出)。

1.1.3.4 二氧化硫(SO_2)

二氧化硫是一种无色、有硫磺刺激的、臭的气体, 对空气的相对密度为 2.2, 易溶于水。

二氧化硫与眼、呼吸道的湿表面接触后能形成硫酸, 因而对眼及呼吸器官有强烈的腐蚀作用, 严重时引起肺水肿。

二氧化硫的中毒症状是: 当 SO_2 浓度为 0.0005% 时, 能闻到硫磺刺激臭味; 浓度为 0.002% 时, 引起眼红肿流泪、咳嗽、头痛、喉痛等; 浓度为 0.005% 时, 引起急性支气管炎, 肺水肿, 并在短时间内中毒死亡。

井下 SO_2 的主要来源是:

- (1) 含硫矿物的氧化与自然;
- (2) 在含硫矿物中进行爆破工作。

1.1.3.5 氨(NH_3)

氨是一种无色、有浓烈臭味的气体, 易溶于水, 对空气的相对密度为 0.6。

氨对人的皮肤、上呼吸道及眼睛有强烈的刺激作用, 会引起咳嗽、流泪、头晕, 严重时, 能失去知觉以至死亡。

井下 NH_3 的主要来源是井下火区附近及由岩层中放出。如河北峰峰矿务局的万年矿、三矿、五矿等在岩巷掘进时, 由岩层中