

中等专业学校规划教材

建井通风与安全

纪登平 主编

煤炭工业出版社

7272
J-127

中等专业学校规划教材

建井通风与安全

纪登平 主编

煤炭工业出版社

796076

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书系统阐述了矿井通风的基本理论,介绍了建井通风动力与设备,建井通风技术和瓦斯、粉尘、发火、透水等灾害及其预防,其中重点论述了建井各时期的通风技术。本书共八章,每章后都附有思考题和习题,书后附录了矿井通风的有关图表。

本书为煤炭中等专业学校建井专业的教材,亦可供煤矿有关工程技术人员参考。

中等专业学校规划教材

建井通风与安全

纪登平 主编

责任编辑:刘社育

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092mm¹/₁₆ 印张14¹/₄

字数335千字 印数1—1,675

1994年10月第1版 1994年10月第1次印刷

ISBN 7-5020-0980-9/TD·900

书号 3746 B0136 定价 8.00元

前 言

本书是根据煤炭中等专业学校煤矿建井专业4年制“建井通风与安全”教学大纲编写的。全书共分8章，约需60学时。本书初稿完成后，由煤炭中专矿井通风与安全专业教材编审委员童阳中、肖景瑞、王春新分别对有关内容进行了审阅，并提出了具体修改意见。

本书由抚顺煤炭工业学校纪登平任主编，并编写第一、二章。辽源煤炭工业学校陈树勋编写第三、四章，重庆煤炭工业学校幸大学编写第五、六、七、八章。

在教材编写过程中，通风与安全专业编审委员会给予了热情支持和帮助，同时也得到了一些局（矿）、建井处和科研院所的支持，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中缺点和错误在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者

1993年12月

目 录

第一章 矿井大气	1
第一节 矿内空气的主要成分	1
第二节 矿内空气中的主要有害气体	2
第三节 矿井气候条件	10
第二章 矿井风流流动的基本理论	18
第一节 矿井空气压力	18
第二节 井巷风量的测算	28
第三节 伯诺里方程式及其应用	31
第四节 井巷通风阻力	36
第三章 建井通风动力与设备	47
第一节 建井通风动力	47
第二节 建井通风设备	57
第四章 建井通风技术	66
第一节 井巷施工时的通风方法	66
第二节 井巷施工时所需风量计算及设备选型	73
第三节 井筒施工期的通风	86
第四节 主副井与风井贯通前施工时期的通风	94
第五节 主副井与风井贯通后施工时期的通风	109
第五章 矿井瓦斯及其预防	134
第一节 概述	134
第二节 煤层瓦斯含量	135
第三节 矿井瓦斯涌出量	137
第四节 瓦斯爆炸及其预防	140
第五节 瓦斯浓度检测	147
第六节 矿井瓦斯喷出与突出	151
第六章 矿尘危害及其预防	161
第一节 煤矿尘肺病及其预防	161
第二节 煤尘爆炸及其预防	165
第七章 矿井火灾及其防治	172
第一节 矿井火灾的发生	172
第二节 矿井火灾的预防	176
第三节 矿井灭火	181
第八章 矿井水灾及其防治	186
第一节 矿井水源及发生水灾的原因	186
第二节 矿井水灾防治	187
第三节 矿井透水事故的处理	193

附录 I	饱和状态时水蒸汽压力及密度	196
附录 II	由干、湿温度计读数查相对湿度 φ 表	196
附录 III	井巷摩擦阻力系数 α_0 值	197
附录 IV	各种巷道突然扩大与突然缩小的 ξ 值	199
附录 V	其它几种局部阻力的 ξ 值	199
附录 VI	4-72-11型通风机性能表	200
附录 VII	G4-73-11型通风机性能表	206
附录 VIII	1K58轴流通风机性能曲线	213
附录 IX	2K58轴流通风机性能曲线	214
附录 X	62A14-11№24轴流通风机性能曲线	215
附录 XI	70B ₂ 型轴流通风机性能曲线	216
附录 XII	铁风筒漏风系数表	219
参考文献		220

第一章 矿 井 大 气

第一节 矿内空气的主要成分

矿内空气与地面空气不同。地面空气是由 O_2 （按体积百分比计占20.96%）、 N_2 （占79%）、 CO_2 （占0.04%）、水蒸汽和微量的灰尘与微生物组成的混合物。

而地面空气进入井下后，其成分和性质就发生了变化，如：氧含量减少、混入各种有害气体及矿尘，空气的温度、湿度和压力发生变化等。

矿内空气在井下流动过程中，不同的区段被污染的程度不同。与地面空气成分近似或相同的矿内空气称为新鲜风流，也叫新风；流经采掘工作面或硐室后，受到粉尘、有毒有害气体污染的矿内空气称为污浊风流，也叫乏风。

矿内空气与地面空气相比，虽然在成分上发生一些变化，但其主要成分仍然为氧、氮和二氧化碳。

1. 氧 (O_2)

氧是无色、无味、无臭的气体，对空气的比重（设空气的比重为1）为1.105。氧的化学性质比较活泼，它能和许多物质发生化学反应，同时放出热量。氧能助燃，能供人和动物呼吸。

人的生命是靠吃进食物和吸入空气中的氧气来维持的，因此，空气中氧气的含量对人体健康影响甚大。当氧含量减少时，人们会产生各种不舒适生理反应，严重缺氧会导致死亡。例如，当空气中氧含量为17%时，人在静止状态下影响较小，而在紧张工作时就会感到强烈心跳和气喘；当氧含量为9%~12%时，则很快进入昏迷状态，若不急救会有生命危险；当氧含量为6%~9%时，人很快就失去知觉，不急救会导致死亡。

我国《煤矿安全规程》（以下简称《规程》）规定：采掘工作面的进风流中，按体积计算，氧气不得低于20%。

地面空气进入井下后，氧含量减少的主要原因是：人员呼吸、煤炭和有机物质的氧化、发生矿内火灾以及瓦斯、煤尘爆炸等。此外，由于混入其它有害气体，尤其是从煤层围岩中涌出大量沼气或二氧化碳时，会使空气中氧含量相对减少。

在井下通风不良或无风的井巷中，或在发生火灾及瓦斯煤尘爆炸后的区域，空气中的氧含量可能降得很低，在进入这些地点之前必须进行严格检查，确认无危险时方可进入。

2. 氮 (N_2)

氮是一种无色、无味、无臭的惰性气体，对空气的比重为0.967，微溶于水，不助燃也不能供人呼吸。氮在正常情况下对人体无害，但空气中氮含量过多时，会因相对缺氧使人窒息。

矿内空气中氮气含量增加的原因是：有机物质腐烂、爆破工作以及从煤岩层中直接涌出。

3. 二氧化碳 (CO_2)

二氧化碳是无色、略带酸臭味的气体，对空气的比重为1.519，常积聚在通风不良的巷道底部。二氧化碳不助燃，也不能供人呼吸。它易溶于水生成碳酸，对人眼、鼻、喉的粘膜有刺激作用，并且能刺激中枢神经，使呼吸加快。当肺气泡中二氧化碳增加2%时，人的呼吸将增加一倍。基于这个道理，在急救时可让中毒人员首先吸入含5%的二氧化碳的氧气，使呼吸频率增加，恢复呼吸功能。

当空气中二氧化碳增多时，氧含量会相对减少，使人窒息。空气中二氧化碳浓度不同时对人体危害情况见表1-1。

表 1-1 CO₂ 对人体的危害

CO ₂ 浓度, %	人 体 反 应
1	呼吸感到急促
3	呼吸频率增加, 呼吸量增加两倍, 疲劳加快
5	耳鸣, 呼吸困难, 血液循环加快
6	严重气喘, 极度虚弱无力
10~20	呈昏迷状态, 失去知觉, 停止呼吸
20~25	窒息致死

《规程》规定：在采掘工作面的进风流中，按体积计算，二氧化碳不得超过0.5%，矿井总回风或一翼回风中二氧化碳不得超过0.75%。

矿内空气中二氧化碳的主要来源有：坑木腐烂，煤及含碳岩层的缓慢氧化，碳酸性岩石遇水分解，从煤岩层中直接放出，煤炭自燃，矿井火灾或发生煤尘瓦斯爆炸等。另外，人员呼吸和爆破工作也能产生二氧化碳。

第二节 矿内空气中的主要有害气体

一、主要有害气体

在煤矿井下，空气中的主要有害气体有：一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢、沼气等。

1. 一氧化碳 (CO)

一氧化碳是无色、无味、无臭的气体，对空气的比重为0.967，与空气的比重相近，故能和空气均匀地混合；微溶于水，正常条件下100个体积水中能溶3个体积的一氧化碳；能燃烧，当浓度达到13%~75%时，具有爆炸性。

一氧化碳有剧毒。人体血液中血红素与CO的亲合力比它与氧气的亲合力大250~300倍，当CO与血红素结合后，血液输氧功能大为降低，使人缺氧窒息或死亡。

一氧化碳中毒程度与CO浓度、劳动强度、时间长短有关。表1-2为人处于静止状态时一氧化碳中毒程度与CO浓度、作用时间的关系。

矿内空气中一氧化碳的来源有：

- (1) 爆破工作。1kg炸药爆破后可产生一氧化碳100L。
- (2) 矿内火灾。1m³木材燃烧后可产生500m³的一氧化碳。
- (3) 煤尘、瓦斯燃烧或爆炸。

2. 二氧化氮 (NO₂)

表 1-2 CO对人体的危害程度

中毒程度	CO浓度, %	作用时间	中毒症状
无征兆或有轻微征兆	0.016	数小时后	轻度头痛
轻微中毒	0.048	1h内	耳鸣、头晕、头痛、心跳
严重中毒	0.128	0.5~1h	感觉迟钝, 四肢无力, 呕吐
致命中毒	0.400	短时间内	失去知觉, 痉挛、假死

井下进行爆破时, 火药爆炸后可产生大量一氧化氮和一氧化碳, 而一氧化氮极不稳定, 一遇空气即被氧化成二氧化氮。

二氧化氮呈红褐色, 具有特殊的刺激气味, 对空气的比重为1.588。易溶于水生成亚硝酸、硝酸, 对人的眼、鼻、呼吸道及肺部有强烈腐蚀作用, 严重的可引起肺水肿。

二氧化氮中毒有一个潜伏阶段, 一般要经过数小时, 甚至20多个小时才出现明显症状。中毒发作时出现咳嗽、胸痛、吐黄痰, 以致死亡。这种气体对人体的危害见表1-3。

二氧化氮和一氧化碳使人中毒的病理不同, 所实施的急救措施也就不同。二氧化氮中

表 1-3 不同浓度NO₂对人体的危害

NO ₂ 浓度, %	中毒症状
0.004	经2~4h后, 不会引起严重中毒
0.006	短时间内会发生喉痛、咳嗽、胸痛
0.010	短时间内发生剧烈咳嗽、呕吐, 神经麻木
0.025	短时间内即有死亡危险

毒特征是指甲和头发变黄, 而一氧化碳中毒时面颊出现红斑点或嘴唇呈桃红色。

3. 二氧化硫 (SO₂)

二氧化硫无色, 有强烈的硫磺燃烧味, 对空气的比重为2.212; 易积聚在巷道底部, 易溶于水生成硫酸, 能强烈刺激人的眼及呼吸道粘膜, 被人们称为“瞎眼气体”。

空气中不同浓度的二氧化硫对人体的危害见表1-4。

表 1-4 不同浓度SO₂对人体的危害

SO ₂ 浓度, %	人体反应
0.0005	可嗅到燃烧硫磺的气味
0.002	强烈刺激呼吸道, 流泪, 眼红肿, 短时间内死亡
0.05	引起急性支气管炎, 肺水肿, 短时间内死亡

井下二氧化硫的来源是: 含硫矿物的氧化和自燃; 在含硫矿层中进行爆破; 硫化矿物的矿尘爆炸等。

4. 硫化氢 (H₂S)

硫化氢是一种无色、有臭鸡蛋味的气体, 对空气的比重为1.19; 易溶于水, 在正常情况下一个体积的水中能溶解2.5个体积的硫化氢; 可溶在旧巷积水中, 有时还释放出来;

具有燃烧爆炸性，爆炸界限是4.3%~45.5%。

硫化氢毒性很强，能刺激人的眼膜和呼吸系统，能使血液中毒，麻痹中枢神经。不同浓度的 H_2S 对人体的危害见表1-5。

表 1-5 不同浓度 H_2S 对人体的危害

H_2S 浓度, %	作用时间	人 体 反 应
0.0001	1h 0.5~1h	能嗅到臭鸡蛋味
0.02		强烈刺激眼及喉咙，头痛、呕吐、乏力
0.05		严重中毒，失去知觉，抽筋，瞳孔放大，甚致死亡
0.10		很快就有死亡危险

井下硫化氢的来源有：坑木等有机物腐烂；含硫矿物水解、氧化及燃烧；从老采空区积水中放出；有的还直接从煤体中涌出。

除上述几种有害气体外，矿井中有时还存在氢气和氨气。井下蓄电池机车充电过程中或矿井发生火灾均可能产生氢气。氢气浓度达到4%~74%时会发生爆炸，故《规程》规定：“井下充电室风流中以及局部积聚处的氢气浓度，都不得超过0.5%”。

在火区和冻结站附近会出现氨气。氨气无色，有氨水臭味，具有毒性，对空气的比重为0.6。它能刺激皮肤和呼吸道，引起咳嗽、头晕，严重时失去知觉，以致死亡。

表1-6是《规程》第106条对上述几种主要有害气体浓度的规定。

表 1-6 有害气体最高容许浓度规定

名 称	符 号	最高容许浓度, %
一氧化碳	CO	0.0024
氧化氮（换算成二氧化氮）	NO_2	0.00025
二氧化硫	SO_2	0.0005
硫化氢	H_2S	0.00066
氨	NH_3	0.004

5. 沼气 (CH_4)

沼气化学上称甲烷，是一种无色、无味、无臭、无毒的气体，对空气的比重为0.554，因比空气轻，所以常积聚于巷道的顶部、上山独头或冒落高顶处。它微溶于水，不助燃也不能供呼吸，但空气中沼气含量过大时，因缺氧会使人窒息。沼气的分子直径很小，扩散能力比空气大1.6倍，易从煤岩层穿过而进入井巷中。纯沼气不燃烧也不爆炸，只有和适当的空气混合后才有燃烧性和爆炸性（煤矿中把以甲烷为主的可燃性气体称为瓦斯）。沼气的爆炸界限为5%~16%。《规程》规定：矿井总回风或一翼回风中瓦斯浓度不得超过0.75%；采区回风道、采掘工作面回风道风流中不得超过1%。

瓦斯是煤矿井下常见的有害气体，当它达到安全允许浓度时，对矿井风量要求往往也是最大的。因此，《规程》规定按瓦斯涌出量和涌出形式来划分矿井瓦斯等级，以便分级计算矿井风量和进行分级管理。

绝对瓦斯涌出量，即指单位时间内矿井瓦斯涌出量，用符号 Q_{CH_4} 表示，单位为 m^3/min 或 m^3/d 。

相对瓦斯涌出量，即指矿井平均日产1t煤所涌出的瓦斯量，用符号 q_{CH_4} 表示，单位为 m^3/t 。

《规程》按照平均日产1t煤涌出瓦斯量和瓦斯涌出形式将矿井瓦斯等级划分为：

低瓦斯矿井：10 m^3 及其以下；

高瓦斯矿井：10 m^3 以上；

煤与瓦斯突出矿井。

二、有害气体的检测

为了掌握井下空气中各种有害气体的含量，可应用取样分样法或直接快速测定法。由于取样送化验室分析所需时间长，不能及时了解有害气体的浓度变化情况，故井下常采用就地快速测定的方法。

我国煤矿中普遍采用检定管配合吸气装置对有害气体进行快速测定。

根据测定各种有害气体的要求，可以制做不同的检定管。检定管中充填某种化学试剂，当待测气体通过检定管时，与其中的试剂发生化学反应，由于气体浓度不同，反应颜色的深浅或变色的长度也不同。根据颜色深浅或变色长度便测出有害气体浓度，前者称比色法，后者称比长法。

图1-1为比长式CO检定管，它以活性硅胶为载体，吸附碘酸钾和发烟硫酸充填于细玻璃管中制成。当含有CO的气体通过检定管时，便与指示胶起反应，在管壁形成一个棕色环，随着气流通过，棕色环向前移动，而移动距离与CO浓度成正比。因此，当检定管中通过定量气体后，根据色环移动距离即得被测气体中的CO浓度。



图 1-1 比长式CO检定管

1—堵塞物；2—活性碳；3—硅胶；4—消除剂；5—玻璃粉；6—指示剂

吸气装置可采用取样唧筒或DQJD-1型多种气体检定器。

唧筒主要由筒体、活塞和三通阀组成。AQY-50型一氧化碳检定器的取样唧筒如图1-2所示。筒体容积为50mL，活塞杆上标有4个刻度，用来控制取样的数量和送气速度。三通阀有三个位置，其作用是：阀把处于水平位置时用来取样，垂直时用来向检定管送气，倾斜约45°时用来封闭气样。

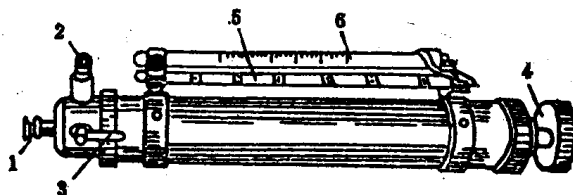


图 1-2 取样唧筒

1—气体入口；2—检定管插孔；3—三通阀阀把；4—活塞杆；5—比色板；6—温度计

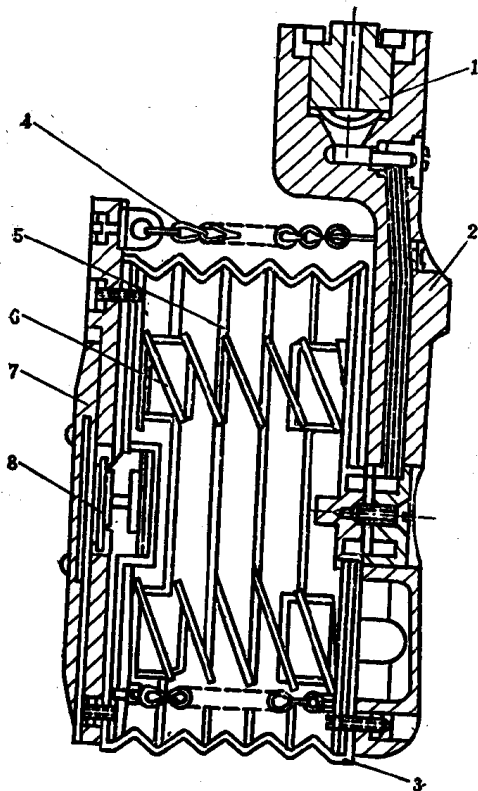


图 1-3 吸气泵结构示意图

1—插管座, 2—上压盖, 3—橡胶波纹管, 4—链条, 5—支撑环, 6—弹簧, 7—下压盖, 8—出气阀门

用取样唧筒和比长式CO检定管检测CO浓度的方法是: 先把三通阀把转到水平位置, 在测定地点拉动活塞杆2~3次, 清洗筒内原有气体后, 抽取一定体积的气样。将检定管两端封口打开并置于检定管插孔上, 再把三通转到垂直位置, 按规定的送气时间均匀推动活塞, 根据色环在检定管刻度上的位置, 可直接测出一氧化碳的浓度。

DQJD-1型多种气体检定器, 主要由一个橡胶波纹管组成的吸气泵与一氧化碳、二氧化碳或硫化氢等检定管配合使用。

吸气泵的结构如图1-3所示。吸气泵一次动作吸气体积为50mL。

仪器中的支撑环、链条及弹簧等是为了保证一次吸气量为50mL的, 因此, 链条设置的长短可调整吸气量的多少。为了保证被测气体全部通过检定管, 故对仪器的气密性要求十分严格, 出厂时必须对每台仪器逐个检测, 且用户使用一段时间后也应进行气密性校验。

使用时将被测气体检定管两端打开并置于吸气泵管座上, 手握吸气泵, 并将吸气泵完全压缩后再放松, 根据所用检定管计算时间, 一氧化碳检定管90s; 二氧化碳检定管100s; 硫化氢检定管40s, 在这段时间内保证通过检定管的气体体积为50mL。到规定时间后即拔出检定管, 根据色环在检定管上的位置直接读出被测气体浓度。

与DQJD-1型多种气体检定器配用的CO检定管有三种规格: C₁D型(0.0005%~0.01%)、C₁Z型(0.005%~0.1%)、C₁G型(0.05%~1%)。

当被测气体浓度过低, 用低浓度型号的检定管测定不易量读时, 可采用增加送气次数的方法进行测定, 被测气体浓度等于检定管上读数除以送气次数。例如, 测定某地点空气中的CO浓度时, 每次送气量为50mL, 按规定时间连续送气5次后, 检定管上指示数为0.003%, 则空气中CO的实际浓度应为 $0.003\% \div 5 = 0.0006\%$ 。当被测气体浓度过高时, 可成倍稀释气体, 测得的浓度值乘以稀释倍数, 即得被测气体的实际浓度。

当被测气体浓度过低, 用低浓度型号的检定管测定不易量读时, 可采用增加送气次数的方法进行测定, 被测气体浓度等于检定管上读数除以送气次数。例如, 测定某地点空气中的CO浓度时, 每次送气量为50mL, 按规定时间连续送气5次后, 检定管上指示数为0.003%, 则空气中CO的实际浓度应为 $0.003\% \div 5 = 0.0006\%$ 。当被测气体浓度过高时, 可成倍稀释气体, 测得的浓度值乘以稀释倍数, 即得被测气体的实际浓度。

三、有害气体的防治措施

1. 预防与处理措施

(1) 加强检查, 掌握各种有害气体的变化情况, 发现问题及时处理。

(2) 加强通风, 供给井下各用风地点以足够的新鲜空气, 将有害气体稀释到《规程》所规定的容许浓度以下, 这是目前防止有害气体造成危害的主要措施之一。

(3) 对有些易溶于水的有害气体, 可采用喷雾洒水和水封爆破等方法将它们溶解掉一部分。例如, 采掘工作面进行爆破时易生成二氧化氮和二氧化碳, 就可采用此法。

2. 中毒急救措施

对缺氧窒息或中毒人员，应将他们立即转移到新鲜风流中，进行人工呼吸。工作时应特别注意，因这些人员肺部已受到伤害或已水肿，故不要给其肺部再施加刺激，尤其是二氧化氮中毒时，只能用拉舌头的方法来刺激神经，以引起呼吸运动。

根据人员中毒的不同情况应给予不同的药物理疗。 CO 中毒或 CO_2 、 CH_4 窒息时，可用摩擦皮肤的方法及让其闻氯化氨或醋等溶液，来刺激神经使其恢复呼吸运动。当 CO_2 中毒时，可向受害者脸部喷洒点凉水，用以刺激神经系统恢复呼吸。当外部器官受到有害气体（如 SO_2 、 H_2S 、 NO_2 及 NH_3 等）伤害时，眼睛可用1%的硼酸水或弱明矾溶液冲洗；喉咙受 SO_2 、 H_2S 、 NO_2 刺激时，可用苏打溶液漱口，受 NH_3 刺激时，可用硼酸水及生理盐水漱口。当硫化氢中毒时，用浸有氯水的棉花或毛巾放在中毒者的嘴或鼻旁，或给中毒者饮稀氯水溶液的药物进行解毒。

实行人工呼吸可使用自动苏生器，它能连续地把氧气输入伤员的肺内，然后再将肺内的污气抽出。并且还有单纯给氧和吸痰的装置，可为呼吸机能尚未麻痹的伤员输氧和吸除伤员呼吸道分泌物之用。

目前我国自动苏生器有ASZ-1型和ASZ-30型两种型号。ASZ-30型自动苏生器由氧气瓶、引射器、吸引瓶、减压器、配气阀、压力表、储气囊、校验囊、吸引管、口咽导气管（压舌器）、自动肺、呼吸阀、开口器、拉舌器、高压导管、小活动扳手、外接气源接头、面罩、头带等部件构成。

仪器的工作原理如图1-4所示。氧气瓶1中的高压氧气经氧气管2、压力表3进入减

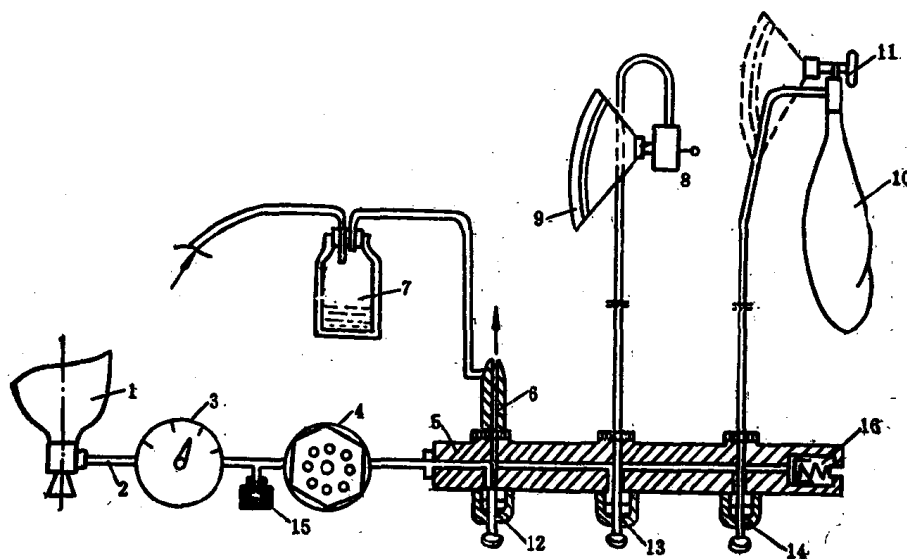


图 1-4 自动苏生器工作原理示意图

1—氧气瓶，2—氧气管，3—压力表，4—减压器，5—配气阀，6—引射器，7—吸引瓶，8—自动肺，9—面罩，10—储气囊，11—呼吸阀，12、13、14—开关，15—逆止阀，16—安全阀

压器4，将压力减至0.5MPa以下，然后进入配气阀5。在配气阀5上有3个气路开关，即12、13、14。开关12通过引射器6和导管相连，其功用是在进行苏生前，借引射器造成的高速气流，先将受害者口中的泥、粘液、水等污物抽到吸引瓶7内。开关13利用导气管

和自动肺8连接,自动肺通过其中的引射器喷出氧气时吸入一定量的外界空气,二者混合后经过面罩9压入受害者肺部,然后引射器又自动驱使阀门将肺内气体抽出,以实现自动进行人工呼吸的目的。当受害者恢复自主呼吸能力后,可停止自动人工呼吸,而改为自主呼吸下的供氧,即将面罩9通过呼吸阀11与储气囊10相接,储气囊通过导管和开关14连接。储气囊10的氧气经呼吸阀供给受害者呼吸用,呼出的气体由呼吸阀排出。

3. 自救措施

当遇到有毒气体侵害或因缺氧发生窒息危险时,可佩带自救器进行自救,以便脱险。自救器可分为过滤式、隔离式和压缩氧式几种类型。

1) 过滤式自救器

过滤式自救器是一种专门过滤剧毒CO使之转化为无毒CO₂的呼吸保护装置。它的适用条件是:周围空气中O₂的浓度不低于18%,CO的浓度不超过1%。环境温度为25℃,相对湿度在90%以上,呼吸量为30mL/min,使用时间为40min,且每台使用一次即自行报废。

过滤式自救器的核心部分为过滤药罐,它的结构如图1-5所示。其工作原理如下:罐内装的CO氧化触媒剂,在常温下触媒剂能将有毒的CO气体转化为无毒的CO₂气体。过滤罐的下部装有一层高效干燥剂,用以滤掉空气中的水分,保护氧化触媒的性能。过滤罐外面的纱布袋可用来滤掉空气中的灰尘。

过滤式自救器使用步骤:

- (1) 先取下保护罩,用拇指掀起红色开启扳手,一直搬到打开外壳密封。
- (2) 握住红色开启扳手,拉开封口带,拔开外壳上盖,握住头带把药罐从外壳中拉出。
- (3) 拉开鼻夹,把口具放进嘴内,咬住牙垫,嘴唇紧贴口具,立即进行用口呼吸,与此同时将鼻夹夹在鼻子上。
- (4) 把头带套在头顶上,戴好安全帽离开危险区。

在使用过程中应注意以下几个问题:

- (1) 空气中O₂浓度低于18%或发生瓦斯突出、CO₂突出时,不能使用这种类型的自救器。
- (2) 佩带自救器脱险时,吸气温度高是正常现象,CO浓度越高,吸气温度也越高,这时千万不要取掉鼻夹和口具,否则将会中毒。
- (3) 对自救器应进行定期保养和检查,已经用过的就将报废。

2) 压缩氧自救器

压缩氧自救器是一种与外界空气隔绝式自救器。使用时,把它与人体的呼吸系统连接在一起,组成闭路呼吸循环系统,克服了过滤式自救器因化学药品反应呼吸温度高和只能使用一次等缺点,且使用范围不受环境中有害气体浓度和气体成分的限制。

AYG-45型压缩氧自救器由氧气瓶、减压阀、排气阀、口具、呼吸软管及压力表、外壳等部件组成。其结构如图1-6所示。

当使用压缩氧自救器时,人体呼出的气体经口具、呼吸软管进入CO₂吸收剂腔体内,经CO₂吸收剂处理的气体进入氧气袋中并与补给的纯氧混合。吸氧时,氧气袋中混合气体经吸气阀、呼吸导管进入人体,完成呼吸循环。

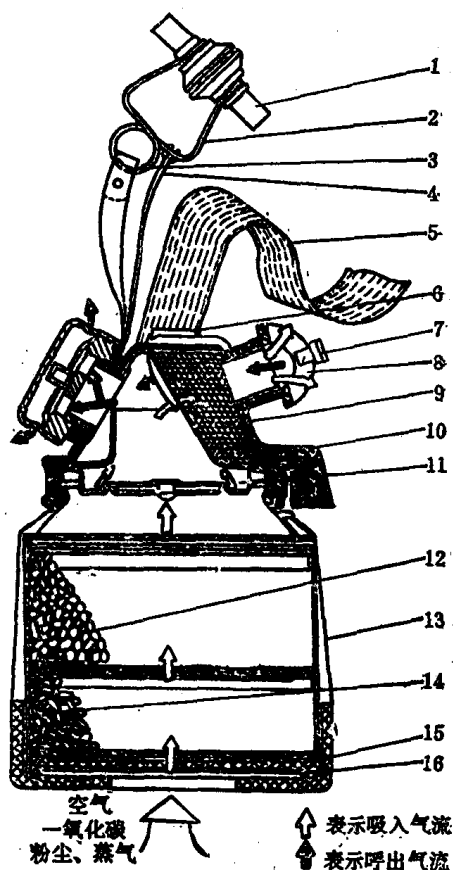


图 1-5 过滤药罐结构图

1—鼻夹；2—鼻夹弹簧；3—提醒片；4—鼻夹绳；5—头袋；6—呼吸阀；7—牙垫；8—口具；9—热交换器；10—下唇托垫；11—吸气阀；12—触媒层；13—滤尘纱布袋；14—干燥剂；15—滤尘层；16—底盖

仪器使用方法步骤如下：

(1) 将自救器戴在胸前，观察压力计指针，若指针在测量上限白色刻度线内，表明氧气瓶内有足够的氧气，此时可打开外壳上的扣鼻。

(2) 打开上盖，拉出氧气袋、呼吸软管和鼻夹等。

(3) 左手握住外壳下部，右手旋开氧气瓶开关，同时调整好背带长度以适于戴口具。

(4) 拔掉口具塞，将口具咬入口中。口具片应位于唇和齿之间，并紧闭嘴唇咬紧牙垫。

(5) 夹好鼻夹，用嘴呼吸，并戴好眼镜。

使用中应注意以下事项：

(1) 使用中应随时观察压力计，以掌握氧气消耗情况，调节劳动量。

(2) 佩戴使用时应沉着冷静，呼吸要均匀，以延长使用时间。

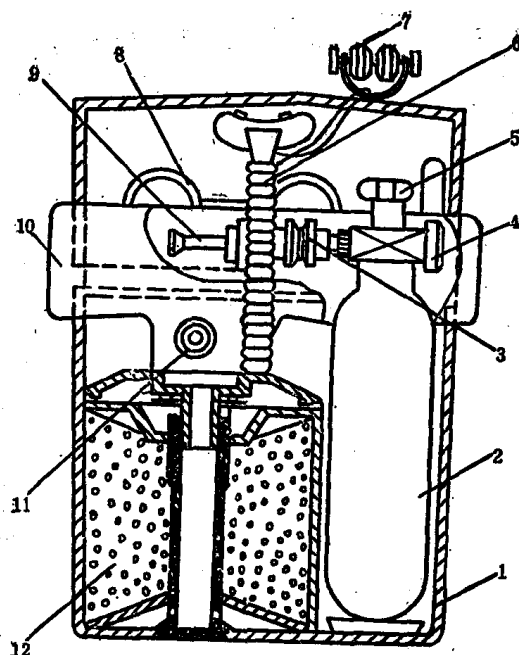


图 1-6 AYG-45型压缩氧自救器结构示意图

1—外壳；2—氧气瓶；3—减压器；4—压力计；5—氧气瓶开关；6—口具及呼吸软管；7—鼻夹；8—眼镜；9—自动补给端；10—氧气袋；11—排气阀；12—二氧化碳吸收剂

(3) 吸气温度略有升高是正常现象, 未到达安全地点前切勿拔掉口具和鼻夹。

(4) 由于氧气袋露在外面, 应特别注意防止将其损坏。

第三节 矿井气候条件

矿井气候条件是指矿内空气温度、湿度、大气压力和风速等的综合状态。矿井气候条件的好坏, 对人体健康和劳动生产率的提高有很大影响。因此, 创造一个良好的气候条件是矿井通风的基本任务之一。

一、影响矿内气候条件的因素

(一) 矿内空气温度

矿内气温是矿井气候条件的重要因素之一, 它与人体温差的大小, 直接影响人体散热的快慢。气温过低或过高都使人感到不舒服, 甚至危害身体健康, 最适宜的温度是15~20℃。因此, 《规程》规定: 采掘工作面的空气温度不得超过26℃, 机电硐室的空气温度不得超过30℃。

矿内气温除与矿区的地理位置有关外, 要受到下列因素影响:

1. 地面空气温度

地面空气温度的变化对井下气温有直接影响, 尤其对浅井的影响更为明显。我国北方冬季气温较低, 冷空气进入井下后会使得井筒和井底附近的气温大为降低, 若不进行空气预热, 这些地点将发生结冰现象。而我国的南方, 夏季地面气温较高, 如不采取降温措施, 井下气温将超过规定, 再加上其它温升因素影响则可能造成热害。

2. 地层岩石温度

地表温度随地面气温变化而变化, 但从地表开始, 随着深度增加地温受地面气温的影响逐渐变小, 当到达某一深度时, 地温不受地面温度的影响而保持常年不变, 其温度约等于该地区的年平均温度, 这一地带称为恒温带。表1-7是我国部分地区恒温带深度和与温度值。

表 1-7

地 区	恒温带深度, m	恒温带温度, ℃	纬度 (北纬)
抚 顺	25~30	10.5	41°51'
唐 山	35	12.7	39°38'
山东枣庄	40	17.0	34°52'
淮南九龙岗	20~30	16.8	32°40'

在恒温带以下, 地层岩石温度随深度的增加而增高的比率, 称地温率, 用符号 g_m 表示, 单位为 $m/℃$ 。

根据地温率可用下式预测不同深度处的岩石温度,

$$t_H = t_m + \frac{H - H_m}{g_m} \quad (1-1)$$

式中 t_H ——深度为 H 处的岩石温度, ℃;

H ——地表至测温处的深度, m;

t_m ——恒温带温度, ℃;

H_n ——恒温带深度, m;

g_n ——地温率, m/°C。

地面空气进入井下后, 因其与周围岩石有温差, 所以, 空气在井巷流动过程中不断同岩石进行热交换。当空气温度高于岩石时, 岩石则吸热使气温降低; 反之, 岩石则放热而使气温升高。

3. 空气的压缩或膨胀

空气压缩时放热, 膨胀时吸热。地面空气进入井下后, 压力随深度增加而增大, 空气被压缩而放热, 井深每增加100m, 空气温升1°C; 反之, 当空气从井下流向地面时, 压力随深度减少而减小, 空气膨胀吸热, 每升高100m气温约降低0.8~0.9°C。

4. 物质氧化

煤炭、煤质页岩和油页岩氧化及坑木的腐烂均能放热。若物质氧化生成2g的CO₂时, 便能产生18.06kJ的热量, 这个热量足以使1m³空气温升14.5°C。可见, 井下物质氧化生热对矿内空气温度的影响还是比较大的。

5. 其他因素

(1) 通风强度。风流流经井巷或工作面时, 能吸收热量并将其带走。如果供给的风量越多, 风速越大, 吸收和带走的热量也就越多, 气温则会降低。

(2) 水分蒸发。水分蒸发时, 从空气中吸热使气温降低。1kg水分蒸发时可吸收2.47kJ的热量, 使1m³空气温度降低1.9°C。

此外, 有些矿井涌出热水, 是空气温升的主要热源。例如, 湖南711矿, 由于井下热水影响, 致使掘进工作面最高温度达到38~39°C。井下机械运转、电气照明、爆破工作以及人体散热等对矿内气温也有一定影响。

(二) 矿内空气湿度

1. 湿度表示法

表示空气的潮湿程度有绝对湿度和相对湿度两种方法。

(1) 绝对湿度, 即单位容积或质量的湿空气中所含水蒸汽质量的绝对值(g/m³或g/kg)。

在一定的温度条件下, 单位体积空气所能容纳的水蒸汽量是有一定限度的, 超过这一限度, 多余的水蒸汽就会凝结出来。这种含有最大限度水蒸汽量的湿空气叫做饱和空气。饱和空气所含水蒸汽的质量称饱和湿度。饱和空气中水蒸汽的分压力叫饱和水蒸汽压力。不同温度时饱和水蒸汽参数见附录I。

(2) 相对湿度, 即空气中实际含水蒸汽量与同温度下饱和湿度之比的百分数, 其计算式为:

$$\varphi = \frac{f}{F} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中 φ ——相对湿度, %;

f ——绝对湿度, kg/m³;

F ——饱和湿度, kg/m³。

矿井通风中所说的湿度, 一般都是指相对湿度而言。从良好气候条件来说, 相对湿度在50%~60%为适宜。但在矿井条件下, 由于井巷滴水和生产用水等因素的影响, 很难达