

煤矿干部技术知识丛书

通风与安全

四川矿业学院通风安全教研室编

煤炭工业出版社

煤矿干部技术知识丛书

通风与安全

四川矿业学院通风安全教研室编

煤炭工业出版社

煤矿干部技术知识丛书

通风与安全

四川矿业学院通风安全教研室编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092¹/₃₂ 印张 7

字数152千字 印数1—31500

1976年7月第1版 1976年7月第1次印刷

书号15035·2016 定价0.49元

出版者的话

无产阶级文化大革命以来，我国煤炭工业战线形势大好。煤矿从工人中选拔出一大批中年和青年干部充实了各级领导班子。新的老、中、青三结合的领导班子，路线斗争觉悟高，生产实践经验丰富，能够全心全意地依靠工人阶级，密切联系群众，生气勃勃，干劲很大，在“抓革命，促生产”的斗争中发挥着重要的作用。

为了更好地满足新、老管理干部全面掌握煤矿生产技术知识的需要，出版这套《煤矿干部技术知识丛书》，共分七册：煤矿地质、矿图、开采方法、井巷掘进、通风与安全、普通电工与矿山电工、矿山机械，内容力求通俗易懂，联系实际，适合具有高小以上文化水平，有一定煤矿生产实际经验的干部自学之用。

本书由钱仲德、王省身同志执笔。

毛主席语录

要把一个落后的农业的中国改变成为一个先进的工业化的中国，我们面前的工作是很艰苦的，我们的经验是很不够的。因此，必须善于学习。

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。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。

目 录

绪 言	
第一章 矿内空气	2
第一节 矿内空气的主要成分	2
第二节 矿内主要有害气体	6
第三节 矿内空气的温度和湿度	14
第二章 矿井瓦斯	20
第一节 瓦斯的生成	20
第二节 矿井瓦斯涌出	21
第三节 矿井瓦斯的燃烧与爆炸	24
第四节 矿井瓦斯喷出与突出	33
第五节 矿井瓦斯的抽放	47
第六节 瓦斯浓度的测定	53
第三章 矿尘	61
第一节 矿尘的生成	61
第二节 煤尘的爆炸及预防	62
第三节 矿尘职业病的预防	76
第四章 矿井通风系统	87
第一节 全矿通风系统	87
第二节 采区通风系统	92
第三节 掘进通风系统	97
第五章 矿井通风压力和通风设备	103
第一节 空气压力和压力测量	103
第二节 通风方法和通风设备	109
第六章 矿井风流的引导、控制和调节	115

第一节	井巷风流的测量和风量计算	115
第二节	井巷的通风阻力和风量的自然分配	121
第三节	控制风流的方法及设施	129
第四节	采区风量调节	135
第七章	通风检查及管理	138
第一节	全矿风量和风速检查	138
第二节	矿井通风阻力测量	140
第三节	局部通风风量检查和风筒技术鉴定	142
第四节	评定矿井通风的主要技术指标	143
第五节	通风业务	146
第八章	矿井火灾	147
第一节	矿井火灾的发生	147
第二节	矿内火灾的预防	151
第三节	矿井火灾的处理	158
第九章	矿井水灾	172
第一节	矿井水灾的发生	173
第二节	矿井水灾的预防	176
第三节	透水事故的处理	184
第十章	预防冒顶	187
第一节	冒顶发生的原因	187
第二节	预防冒顶的措施	190
第三节	冒顶的处理	198
第十一章	井下自然灾害的处理	201
第一节	矿工自救	201
第二节	井下急救	206
第三节	救护与装备	209
第四节	矿井灾害预防和处理计划的编制	216

绪 言

安全生产是党在生产建设上一贯坚定不移的方针，也是社会主义企业管理的一条重要原则。安全 and 生产是不可分割的整体，那种把安全和生产对立起来的看法是错误的。有生产就有安全的问题，安全情况良好，才能保证生产的顺利进行。

煤矿开采工作多为地下作业，经常要同瓦斯、矿尘、水、火、顶板压力等自然灾害进行斗争，这就必须作好井下通风与安全工作。所以，通风与安全工作是保证矿井正常生产十分重要的环节，应给予足够的重视。

矿井通风与安全工作的主要任务是根据党的安全生产方针和有关政策采取正确的方法，预防各种自然灾害，将地面新鲜空气不断送到井下，改善井下劳动条件，消除各种影响矿工身体健康和生产安全的因素，从而保证煤炭生产的不断发展，多快好省地建设社会主义。

为了完成上述任务，各级干部，特别是采掘基层干部，必须了解通风与安全的基本理论，学习安全生产经验，认识和掌握煤矿自然灾害的性质和规律，加强贯彻执行党的安全生产方针的责任感，贯彻执行各项合理的规章制度，保证安全生产，完成和超额完成生产任务。

第一章 矿内空气

矿井生产必须进行矿井通风。矿井通风的基本任务是采用安全、经济的通风方法，供给井下足够的新鲜空气；冲淡并排除有害气体和矿尘；造成适宜的气候条件，为工人的劳动生产及机械设备的正常运转创造一个良好的工作场所，以保证安全生产。

因此，研究矿内空气的成分及其变化、各种气体对人体健康的影响，保证矿内空气的清洁程度，防止污染，以及矿内气候条件等有关内容，对搞好矿井通风，保证矿工身体健康和安全生产有重要意义。

第一节 矿内空气的主要成分

矿内空气来源于地面空气。一般地说，地面空气的成分是一定的，它是由氧、氮、二氧化碳三种气体所组成，按体积百分数计为：

氧.....	20.96%
氮.....	79.00% ^①
二氧化碳.....	0.04%

除上述气体外，地面空气中还含有水蒸汽、微生物、灰尘等，它们在空气中的含量不定，但这并不影响地面空气成分的组成，因为这些物质不包括在地面空气的组成成分之中。

^① 氮含量中包括一些稀有气体的含量（只占空气体积的0.94%）。

地面空气进入矿井后，在成分和性质上将发生下列变化：

1. 氧气含量减少；
2. 混入各种有害气体或爆炸性气体；
3. 混入煤尘及岩尘；
4. 空气的温度、湿度和压力也有变化。

由此可见，地面空气与矿内空气是不同的。如果井巷中的空气成分与地面空气成分相差不大或近似相同时（如靠近进风侧的井底车场、运输石门及运输平巷中的风流），这种矿内空气称为新鲜风流；经过采掘工作面的风流，就称为污浊风流（如回风巷道中的风流）。

矿内空气的主要成分是：

一、氧（ O_2 ）

1. 性质

氧是一种无色、无味、无臭、化学性质很活泼的气体，易使其它物质氧化，对空气的比重为1.11，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

人的生命主要是靠吃进食物及吸入空气中的氧，在体内进行新陈代谢作用来维持的，因此，人们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及劳动强度大小而定的，休息时，平均每分钟所需要的氧量不少于0.25公升；在行走和劳动时，平均需氧量为1~3公升/分。

空气中氧含量减少对人体的影响如表 1-1 所示。

表1-1 空气中氧含量减少对人体的影响

空气中氧含量(%)	人 体 的 反 应
17	静止时无影响，但工作时能引起喘息，呼吸困难
15	呼吸及脉搏跳动急促，感觉及判断能力减弱，失去劳动力
10~12	失去理智，时间稍长即有生命危险

因此，井下工作地区必须供给含有足够氧气的新鲜空气。《煤矿安全生产试行规程》^①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%。

3. 矿内空气中，氧含量减少的主要原因是：

- 1) 煤及坑木等的氧化；
- 2) 井下火灾，瓦斯或煤尘的爆炸；
- 3) 矿井中因各种气体的放出而相对地降低了氧含量；
- 4) 人的呼吸。

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，在进入之前，一定要对这些地区进行氧含量的检查。

4. 检测方法

通常用瓦斯检定灯（见图2-18）来检查矿井空气的氧含量。当氧含量比正常含量减少时，火焰变暗，当氧含量减少到16.5%时，灯就要熄灭。此外，井下空气也应该按规定定期取样化验。

二、氮(N₂)

氮是一种无色、无味、无臭的气体，比重0.97，不助燃，也不能供人呼吸。在正常情况下，氮对人体无害，但当

① 以后简称《规程》。

空气中氮含量过多时，能相对地减少氧含量，而使人窒息。在通风正常的巷道中氮含量一般变化不大。

三、二氧化碳 (CO₂)

二氧化碳在大气中含量极少，所以对人体无害。但是在井下由于煤和坑木的氧化、爆破工作、人员的呼吸以及从煤层和岩层中的放出，都会产生多量的二氧化碳。尤其是当矿井发生火灾或瓦斯、煤尘爆炸时，生成的二氧化碳量更多，参入风流中便可能达到有害的浓度。

1. 对人体的危害

二氧化碳对人的呼吸有刺激作用，当人体内二氧化碳增多时，能刺激人的呼吸神经中枢，而引起频繁的呼吸，使人的需氧量增多。另外，井下空气中二氧化碳浓度过大时，又会相对地使氧含量降低形成缺氧，使人中毒或窒息。空气中二氧化碳含量对人体的影响如表 1-2 所示。

表1-2 空气中二氧化碳含量对人体的影响

空气内二氧化碳含量 (%)	人 体 的 反 应
1	呼吸感到急促
3	呼吸量增加二倍，易发生疲劳现象
5	呼吸感到困难，耳鸣，感到血液流动很快
10	头昏，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

二氧化碳的比重为1.52，它比空气重，因此常积存于巷道的底部或下山盲巷没有风流的地方。所以在掘进巷道接近老空区的下部边缘时，要十分注意加强检查，以防二氧化碳透过裂隙大量涌入工作地点。在恢复旧井巷，打开密闭区时更要提高警惕。已经停止通风的旧巷决不允许随便进入，以

免发生二氧化碳中毒窒息事故。为了防止二氧化碳的危害，《规程》中明确地提出：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%；在总回风中不得超过0.75%；在个别掘进工作面和恢复旧井巷时，风流中的二氧化碳允许达到1%。

2. 检测方法

二氧化碳是无色、无臭、略有酸味的气体，靠人的直观感觉是很难觉察的。目前，我国矿山多采用光学瓦斯检定器直接检测二氧化碳的浓度。具体检测方法将在本书第二章矿井瓦斯部分叙述。另外也可以在井下采取气样，送往化验室进行化学分析以确定二氧化碳的浓度。

第二节 矿内主要有害气体

一、一氧化碳(CO)

矿井在正常情况下，除爆破过程中可能产生少量一氧化碳外，一般很少出现。不过一旦发生瓦斯、煤尘爆炸，火灾，甚至是初起的自燃热源，都会生成大量的一氧化碳。瓦斯爆炸后气样分析表明：单纯沼气爆炸，生成一氧化碳浓度为2%；沼气煤尘同时爆炸，一氧化碳浓度可达3%，甚至5~6%。而且根据瓦斯煤尘爆炸、火灾事故的后果统计表明：70~75%的遇难牺牲者是一氧化碳中毒。因此，在有自然发火的矿井、存在火区的矿井、尤其是当矿井处于瓦斯、煤尘爆炸和火灾的非常时刻，必须十分注意一氧化碳的出没情况，以便与之进行有效的斗争。

1. 对人体的危害

一氧化碳是毒性很大的气体，日常生活中的煤气中毒，就是一氧化碳中毒。一氧化碳在空气中的含量达到0.4%时，

在很短时间内，就会使人丧失知觉或死亡。它为什么有这么大的毒性呢？这是因为人体血液中的血色素与一氧化碳的结合能力要大于它与氧气结合能力的250~300倍。当人们吸入含有一氧化碳的空气后，一氧化碳与血色素很快地结合，从而大为降低了血色素的吸氧能力，造成缺氧现象，严重时就会死亡。

一氧化碳中毒的特征：轻微中毒时，头发沉，额部发紧，头晕，耳鸣，两眼冒金花、发黑，流泪；严重中毒时，除有轻微中毒的各种症状外，并有恶心，呕吐，脉搏加快等症状；致命中毒时，先是出现痉挛，相继而来的便是丧失知觉和呼吸停顿。

2. 影响中毒程度的因素

一氧化碳的中毒程度和快慢与下列因素有关：

1) 空气中的一氧化碳浓度愈大则中毒程度愈深，中毒的速度也愈快。当人处于静止状态时，一氧化碳浓度与中毒程度、中毒时间的关系如表 1-3 所示。

表1-3 一氧化碳浓度、中毒时间与中毒程度表

中毒程度	中毒时间	一 氧 化 碳 浓 度	
		毫克/升	% (按体积计)
无症状或有轻微症状	数 小 时	0.2	0.016
轻微中毒	一小时以内	0.6	0.048
严重中毒	0.5~1小时	1.6	0.128
致命中毒	短 时 间 内	5.0	0.4

2) 与含有一氧化碳的空气接触时间愈长则中毒愈严重。如果长期在含有 0.1% 的一氧化碳空气中工作，因为人体内长期缺氧，使中枢神经系统长期受到损害，就会引起头痛、

眩晕、记忆力减退、全身无力、失眠等慢性中毒症状。

3)呼吸频率与呼吸深度愈大则愈易中毒。如工人处在繁重劳动或紧张工作时，则呼吸急促，呼吸量也大，往往中毒也较快。在井下处理事故时，有的救护队员不慎失落鼻夹，几步之内便造成严重中毒事故是屡见不鲜的。

4)和人的体质也有一定的关系，身体健壮的同志抵抗中毒的能力自然是比较强的。

正是由于一氧化碳的毒性很大，《规程》第116条规定，井下空气中一氧化碳浓度不得超过0.0016%，按重量计不得超过0.02毫克/升。这个规定的允许浓度（0.0016%）比表1-3所列的无症状或有轻微症状的中毒浓度（0.016%）还有十倍的安全系数，这主要考虑到人在这样的环境下从事劳动也不致中毒和受到伤害。

3. 检测方法

一氧化碳是一种无色、无味、无臭的气体，比空气稍轻，能均匀地散布在空气中，因此靠人的直观感觉是很难发现的。在井下检测一氧化碳的浓度一般是使用一氧化碳检定器，这种检定器是由检定管和唧筒两部分组成，其构造如图1-1所示。检测一氧化碳的浓度，主要是由于检定管的指示剂与含有一氧化碳的空气接触时发生化学反应而改变颜色，根据指示剂变色的深浅程度与标准比色板相比，则可近似地确定空气中的一氧化碳浓度。这种检测方法的优点是直接快速，所以矿井普遍采用。具体使用方法如下：

1)在取样地点将三通开关把手放在水平位置，拉动活塞把手将气样吸入唧筒；

2)将检定管两端打破，插入唧筒的气体出口上，然后将三通开关把手放在垂直位置，推动活塞，使气体通过检定管

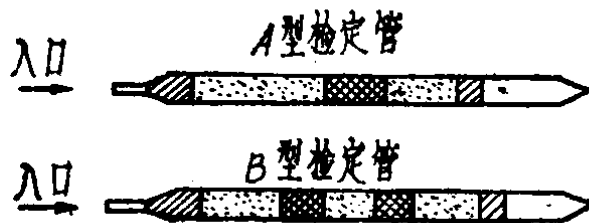
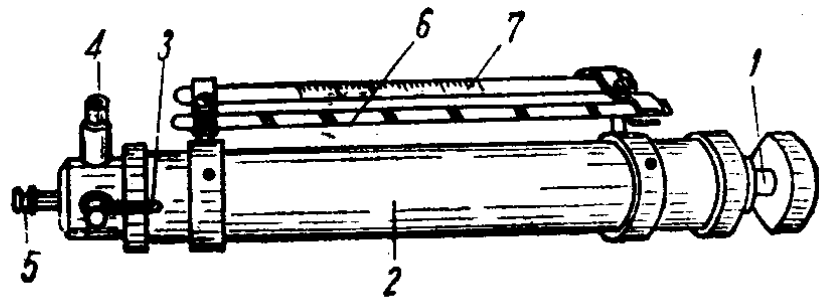


图 1-1 一氧化碳检定器

1—活塞把手；2—抽气唧筒；3—三通开关把手；
4—气体入口；5—气体出口；6—比色管；7—温度计

排出；

3) 如果检测的气体中含有一氧化碳，指示剂变色，根据变色的深浅程度与标准比色板相比，则可确定出一氧化碳的含量；

4) 不过检定管指示剂的变色程度，不单纯与一氧化碳含量有关，并且与空气试样通过的时间和温度有关。比色板的一氧化碳含量标准是在温度 15°C ，向检定管送气时间为30秒为基准制成的，所以当取样地点的空气温度不是 15°C 时，要进行校正。表 1-4 就是送气时间为30秒时的温度补正表。

1970年抚顺煤炭科学研究所制成比长式一氧化碳检定管。它具有快速、准确、不需校正等优点，而且制作工艺简单，一些地区矿山救护队已能自制。其作用原理是基于当含一氧化碳的气体通过检定管时，一氧化碳与指示剂起反应而

表1-4 温度修正表

指示数(%)	温 度 (°C)						
	10	15	20	25	30	35	40
	真 实 含 量 (%)						
0.01	0.015	0.01	0.007	0.005	0.004	0.003	0.002
0.02	0.03	0.02	0.014	0.01	0.007	0.005	0.004
0.03	0.04	0.03	0.02	0.015	0.01	0.008	0.006
0.06	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.015	0.012

产生一个棕色的变色圈，变色圈的长度与通过检定管气体中的一氧化碳浓度成正比。也就是说，当测检的气样中一氧化碳浓度愈大，则检定管内指示剂的棕色变色圈的长度也愈大。而一氧化碳的浓度标尺就在检定管上，因此检定后，就可以从检定管上直接读出一氧化碳的浓度。

除上述直接检测法外，还可以在井下采取气样，送地面化验室用化学分析方法取得比较精确的结果。

另外，一些地方小煤窑还利用小动物(如金丝鸟、小白鼠等)测定空气中的一氧化碳浓度。小动物体轻，对一氧化碳反应敏感，当人体尚无中毒感受时，小动物就显示出中毒症状，提早给人以警示。有的煤矿井下实践证明，当一氧化碳浓度为0.48~0.08%时，金丝鸟在40秒内即死亡。

二、硫化氢(H₂S)

矿井中的硫化氢，一般是由于坑木腐烂、含硫矿物遇水分解而生成的。因为它有易溶于水的特性，所以常积存于老空积水中。矿井一旦发生涌水事故，常常会放出多量的硫化氢，毒化矿井空气，威胁工作人员安全。但是在我国也有个别矿井硫化氢存在于煤体内，在采煤过程中便会不断涌出，给生产带来严重威胁，甚至危害工人的身体健康。