

煤矿技术基础读本

(五)

矿 井 通 風

煤炭工業部技术安全監察局編

煤 炭 工 業 出 版 社

煤矿技术基础讀本

(五)

矿井通風

煤炭工業部技术安全監察局編

煤炭工業出版社

煤矿技术基础读本
(五)

矿井通风

煤炭工业部技术安全监察局编

*

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)
北京市书刊出版业营业许可证出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

开本 78.7×109.2 公分 $\frac{1}{32}$ * 印张 $4\frac{1}{2}$ * 字数 87,000

1956年10月北京第1版

1959年4月北京第3次印刷

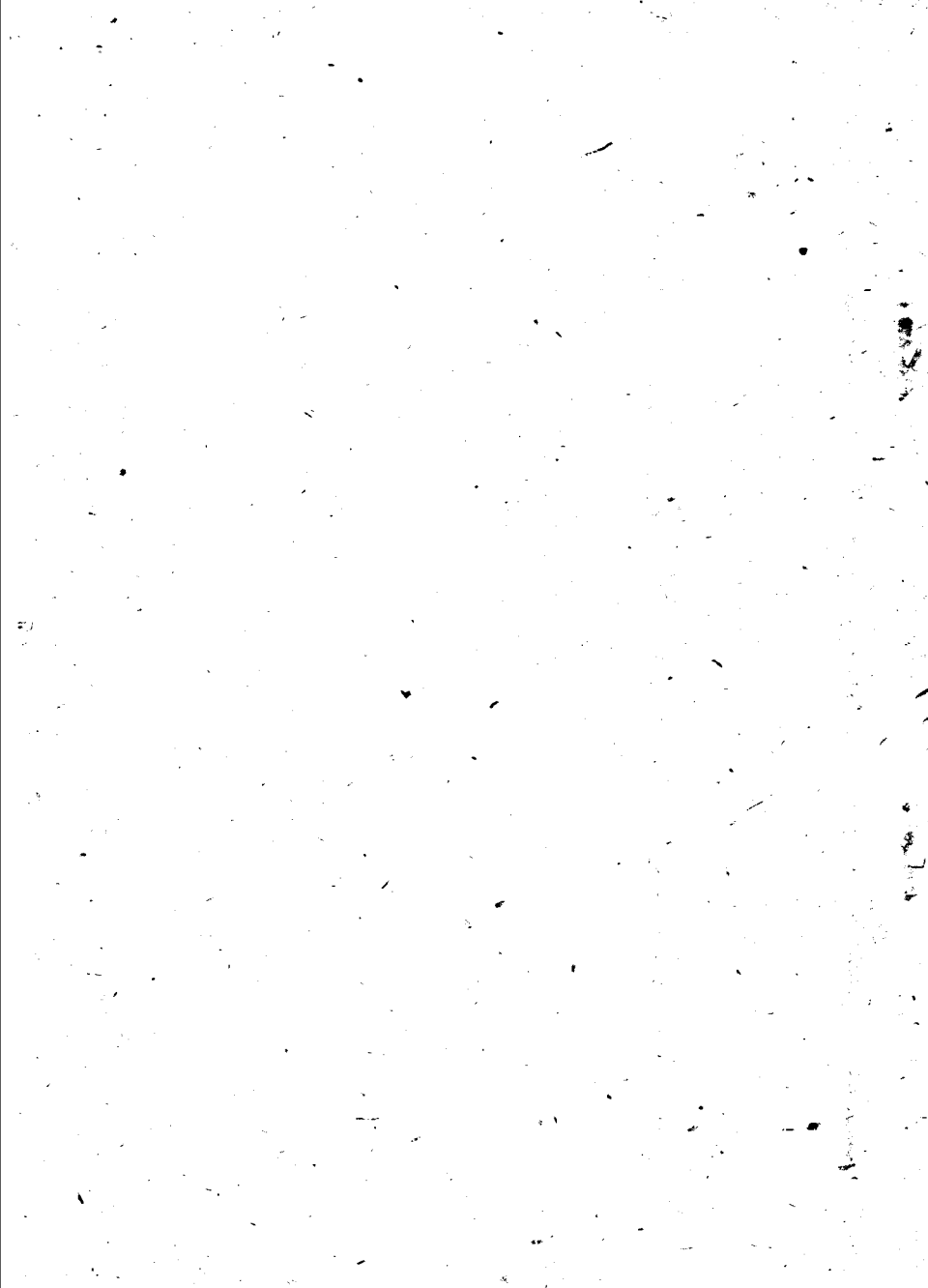
统一书号:15035·267 印数:11,101—16,100册 定价:0.61 元

目 录

第一章 矿井空气	5
1. 大气	5
2. 大气成分	5
3. 矿井空气	6
4. 氧气消耗	7
5. 二氧化碳 (CO_2)	9
6. 一氧化碳 (CO)	10
7. 二氧化硫 (SO_2)	12
8. 炸藥瓦斯	13
9. 硫化氫 (H_2S)	13
10. 矿井气候条件	14
第二章 矿井爆炸瓦斯	22
1. 概論	22
2. 瓦斯的生成	24
3. 瓦斯的物理化学性質	25
4. 瓦斯燃燒及傳导	27
5. 瓦斯的燃燒和爆炸性	29
6. 决定瓦斯生成的因素	32
7. 矿井瓦斯湧出的变化	34
8. 瓦斯的檢驗	36
9. 防止瓦斯的方法	40
第三章 煤与瓦斯突出	45
1. 概論	45

2. 煤与瓦斯突出的特征	47
3. 發生煤与瓦斯突出的現有观点	48
4. 瓦斯在突出时的作用	54
5. 瓦斯排出因素的影响	55
6. 煤与瓦斯突出的动作机构	57
7. 防止煤与瓦斯突出的方法	58
8. 开采保护层来防止煤与瓦斯的突出	59
9. 使用震动性放炮来防止煤与瓦斯的突出	60
10. 打前探鑽眼来防止煤与瓦斯的突出	67
11. 采用超前支架来防止煤与瓦斯的突出	68
第四章 矿塵	70
1. 概論	70
2. 矿塵的毒害	72
3. 矿塵的产生	73
4. 矿塵的檢查	75
5. 矿塵爆炸的原因	76
6. 煤塵爆炸的特征	77
7. 煤塵爆炸与瓦斯爆炸的比較	79
8. 煤塵爆炸的因素	81
9. 防止矿塵产生的主要方法	83
10. 防止煤塵爆炸的主要方法	84
11. 煤塵的試驗	88
第五章 矿井通風	91
1. 概論	91
2. 空气的物理性質	92
3. 大气压力	95
4. 風量和風速	99

5. 靜压力与动压力	100
6. 基本定律	104
7. 矿井阻力	106
8. 串联通風	111
9. 分区通風	112
10. 分区通風与串联通風的比較	117
11. 矿井总阻力(負压)的計算	119
12. 風量分配	121
13. 掘进通風(局部通風)	124
14. 回采通風	130
15. 扇風机	133
16. 風道佈置	138
17. 矿井的漏風	140
18. 風流的量測	143
19. 矿井需要風量的計算	144



第一章 矿 井 空 气

1. 大 气

大气是地球上空气的总称，又称为地球的外衣。它阻止了太陽放射的有害光綫，保持太陽射来的热能和地球反射的热能，对生物有極关重要的作用。

大气又称为空气的海洋，但地球上的大气所佔的空間远比海洋为大。大气在地球之上的活动範圍高达一千公里，被称为“大气”是受之無愧的。人类就生存在这空气的海洋底下。

大气的成分并不是不变的，在大气初生时，只是氮气和二氧化碳的混合物，在这种大气中人是不能生存的，但它适合于植物的生長，因为植物是吸入二氧化碳，排出氧气，与人的呼吸气体正相反。

大气生成后很長时期是植物的世界，大气中的氧气逐漸增加，給人类創造了生存条件。据苏联的气象科学家推論，大規模的实行斯大林改造自然的計劃后，地球大气成分將繼續得到改善。

2. 大 气 成 分

正常大气是由氮、氧、二氧化碳及水蒸汽所組成。氮气又称为“死”的气体。它不助燃，不可能維持生命。氮气在空气中佔有五分之四的体积(实际79%)。氧气又称“活”

的气体，是呼吸、燃燒所不可缺少的东西，沒有它就不可能有生命，它在空气中佔有五分之一的体积(实际达21%)。

空气中还有几种稀有气体：氦、氖、氬和氙，但为量很少。

空气中还有一种气体，那就是二氧化碳，在空气中佔0.04%的样子。

3. 矿 井 空 气

正常大气流入矿井，不可避免地就与矿井中所产生的瓦斯混合起来。因此，矿井空气是与正常大气有所不同的。要保持矿井空气的純淨，比在地面上要困难得多。矿井通風的目的就是尽量作到使井下工人呼吸空气的氧量不能比地面少很多，因而保安規程規定井巷空气含氧量不得低于20%。呼吸良好的空气是井下工人的权利；供应矿工良好的空气是管理生产的人們的义务。

大气与矿井瓦斯的混合有兩方面的影响：一为氧气的减少；二为有害气体的增加。

矿井空气中产生有害的各种物質和現象：(1)有害气体——沼气、氮气、一氧化碳、硫化氫、二氧化硫、氧化氮等等；(2)矿塵与煤塵；(3)矿井温度、湿度的升高。

矿井大气污濁程度取决于：(1)煤層所含的瓦斯量；(2)風道長度；(3)風流速度；(4)煤層岩石吸氧程度；(5)生产程序。

矿井空气 = 大气 + 活躍性瓦斯 + 窒息性瓦斯。

活躍性瓦斯是指的矿井中产生的有毒瓦斯和爆炸瓦

斯；窒息性瓦斯是指的二氧化碳和氮气。

4. 氧气消耗

氧气是无色无臭的气体，与空气相比，比重为1.11。在矿井中，空气中的氧气将有大量的消耗，这主要是由于煤炭、支架、岩石的缓慢氧化作用所引起的。其次是人畜的呼吸，人畜呼吸消耗的氧气，只佔全部消耗氧气的百分之五左右。

氧在人体中的作用：人身要保持正常体温(36.5°C)，人身温度是靠热能取得的。人身的热能从哪里来的呢？主要的是靠食物(淀粉、蛋白质、脂肪、矿物质和大量的碳水化合物)，这些食物在胃里加工后送到小肠被吸入血液中，血液带着充分的营养送到人身各部肌肉中，与动脉中的氧气实行有机化学作用，发生二氧化碳，产生热能(一公升氧产生4.8千卡热量)。二氧化碳由静脉带到肺里，与吸入的带有充足氧气的新鲜空气进行交换，把二氧化碳排出。这就是在人体内食物(碳水化合物)加氧的有机化学过程。

笨重劳动引起气喘的现象是人身过分消耗热能后需要补充热能的表现，一方面血液循环增加(心跳得快)，另一方面肺受到二氧化碳的酸性刺激，就自动提高呼吸次数，增加氧的吸收。

矿井通风与人的呼吸作用一样，采煤工作面里通风作用与肺里的氧气交换作用极其相似。工作面里排出的瓦斯混入新鲜风流中，由出风道排出，也同肺里排出二氧化碳

一样。在井下氧气含量下降到17%时，呼吸即感困难，同时还发生剧烈的心跳；下降到9%时，就会招致死亡。

保安规程中规定了每人每分钟至少4立方公尺的新鲜空气，这是完全必要的。人赖以维持正常的生命过程的必要氧量的多少，只是部分地随个人的体质（体重、年龄、体格）而不同，主要还取决于他的神经的与肌肉的紧张程度。我们可以这样计算，就是矿工在休息的时候，平均每分钟需要氧量不得少于0.25公升，在进行工作和行动时，每分钟需要氧量1—3公升。

保安规程又规定空气中的氧气不得低于20%，因而空气中的氧气在井下只有1%的氧气量供给矿井的消耗。我们又知道，井下空气的氧气消耗，人的呼吸只占5%左右，95%以上的氧被矿井吸收了。

$$4 \text{ 立方公尺} = 4000 \text{ 公升}$$

$$4000 \times \frac{(21-20)}{100} \times \frac{5}{100} = 2.0 \text{ 公升/分}$$

（一个工人的氧气需要量）。

由此可以看出，规定的井下每一工人每分钟至少4立方公尺的新鲜风量是完全必要的。

假如一个独头掘进工作面里有5个工人，忽然在后面发生了冒顶，把他们堵在里面，冒顶地点到工作面巷道长20公尺，断面5平方公尺，空气含氧量为20%，瓦斯涌出量每小时4立方公尺（人生存的氧气限量12%），求他们5个人能停留在里边多长时间（每人每分钟需氧量0.25公升）？

$$\text{堵住巷道的空间} = 20 \times 5 = 100 \text{ 立方公尺}$$

5人每小时需要氧量 $=0.25 \times 5 \times 60 = 75$ 公升

x 代表人在里边停留的小时数:

$$\frac{12}{100} = \frac{100 \times 0.2 - 0.075x}{100 + 4x},$$

得 $x = 14.5$ 小时。

由此可以看出,这5个工人在里边超过15.5小时后就有生命的危险了。

氧气的检验方法:

一般可以用火焰安全灯来检验空气中的氧气。空气中的氧气少于正常状态时,火焰即开始暗淡;下降到16%左右时,灯就要熄灭。氧气每下降0.1%,灯光强度将减低3.5%。

5. 二氧化碳(CO_2)

二氧化碳是一种无色、微带酸味、酸臭的气体,比重为1.52,极易溶于水,100分水内可溶解180分二氧化碳(0°C 、760公厘水银柱)。

二氧化碳的来源:

1) 支架木料腐朽过程; 2) 煤层的缓慢氧化和岩石的分解过程; 3) 岩层、煤层放出的二氧化碳; 4) 人畜的呼吸: 人类呼出的气体,二氧化碳约占4%,井下每一工人平均每小时可呼出50公升二氧化碳,马匹呼出数量比人大6—8倍。油灯产生二氧化碳平均每小时为10公升; 5) 放炮工作: 一公斤75%硝氨火药爆炸后产生二氧化碳120公升。一公斤硝化甘油炸药产生二氧化碳250公升。

矿井越老，二氧化碳的湧出量越大，这是因为采空区大，支架腐爛，所以产生的二氧化碳就越多。

只要二氧化碳增加0.2%，肺的呼吸次数就要增加一倍。

人吸入过多的二氧化碳后，二氧化碳与氧气同时到达血液中，結果造成人身上的缺氧症。这时二氧化碳对神經發生毒性作用，人就有生命危險。

房屋里空气中的二氧化碳超过0.1%，应認為是有害的。人呼出的二氧化碳比無机物产生的二氧化碳毒性較大。

保安規程規定井下空气二氧化碳不得超过0.5%。如果空气中二氧化碳超过1%，人的呼吸量要大大地增加，超过5%时呼吸便感到困难，达到10%时即可昏迷，达到20%时即可死亡。如果二氧化碳增加并同时發生缺氧症，上述象征更要加倍的厉害。

因为二氧化碳的比重比空气大一半以上，如果通風不良，在井巷底部常常积存大量二氧化碳，特別在下山的中部更容易流入二氧化碳。当我们进入長久停止通風的井巷中，要特別注意。应该首先用火焰灯綁在桿上进行探测，如灯火熄灭，即証明非出动救护队不可，不戴氧气呼吸器的人是不能进入的。如果暗井中發生窒息人的事故，如無通風設備，向井內倒入数桶水，冲動空气救急，最为有效。

6. 一氧化碳(CO)

一氧化碳为無色、無臭、無味的气体，比重0.97。一氧化碳能燃燒，發生藍色火焰。与空气混合后，一氧化碳

含量由 13—75% 都能引起爆炸，在 30% 时爆炸力最强。

矿井中一氧化碳的来源：1) 矿井火灾：一架棚子的燃烧，可以造成 97 立方公尺的一氧化碳。这种一氧化碳如果充满在长二公里、断面 5 平方公尺的巷道内，它的浓度将达 1%，人在巷道里就会立即死亡；2) 瓦斯煤尘爆炸后的气体：一公斤煤尘的爆炸可以产生一氧化碳 1.5 立方公尺；单纯的瓦斯爆炸一般是不会产生一氧化碳的，只要有煤尘参加爆炸就要产生一氧化碳，单是煤尘爆炸那末造成的一氧化碳就更多了；3) 放炮工作，一公斤炸药产生的一氧化碳为 100 公升；4) 煤层缓慢氧化时也能产生少量的一氧化碳；5) 某种煤层中的瓦斯，主要是沼气、二氧化碳、氮气、亦含少量一氧化碳。

一氧化碳中毒主要是因为人的血液中的血色素对一氧化碳的亲合力太大。一氧化碳对血色素的亲合力要比氧气大 250—300 倍，假如空气中含有—氧化碳，血色素不但不能吸收氧，同时已有的氧也被—氧化碳挤出。

人身血液吸入—氧化碳后所发生的征候：1) 轻微的中毒：耳鸣、头痛、头晕、心跳；2) 强烈的中毒：除以上征候外，还丧失行动的能力，并使意识迟钝；3) 死亡危险的中毒：丧失知觉、痉挛、死亡。

—氧化碳的浓度分四类：

- (1) 0.016%，数小时后发生作用，轻微的征候。
- (2) 0.048%，1 小时内发生作用，轻微的中毒。
- (3) 0.128%， $\frac{1}{2}$ —1 小时以后发生作用，严重的中毒。
- (4) 0.4%，很短时间发生作用，死亡危险的中毒。

假如一氧化碳在空气中的濃度达到1%时，只要呼吸几次就可喪失知覺。在含有一氧化碳0.01%的空气中長時間工作就会發生慢性中毒。

只有在一氧化碳濃度不超过0.002%，才能認為是無害的，故保安規程規定井巷空气中一氧化碳不得超过0.0016%。

空气中的一氧化碳的含量在很短的時間內可提高到0.02%，在保安規程中关于按火藥計算風量就是这样規定的。

一氧化碳的檢驗：

(1)用化学分析法分析空气試样，結果較為准确。

(2)比色鑑定器：試藥通过一氧化碳变顏色，由顏色深淺来比較含量。这种方法不大准确，其精確度仅达0.05%。

(3)利用动物鮮血9大滴混入90c.c. 蒸餾水中呈淡黃色，分裝二試管，一管封好，給另一管插入玻璃管，將帶有一氧化碳的空气經玻璃管通入試管，虽然一氧化碳的含量少到万分之几，但在通过相当大的空气量后，溶液即变为玫瑰紫色。一氧化碳濃度大时很快即变色(把二試管放在白紙前面加以比較)。

7. 二 氧 化 硫 (SO_2)

二氧化硫为具有强烈臭味的气体，比重为2.2，毒性很强，能侵蝕人体粘膜，对眼特別有害。空气中二氧化硫含量达0.002%时即可發生中毒作用，达0.05%时，便有生命危險。

此种气体的来源：1)井下火災(包括煤層和硫化矿物、岩石的燃燒)；2)放炮工作，使用黑火藥时最严重，如所爆破的岩石含硫化矿物，則發生的二氧化硫更多；3)硫化物的矿塵爆炸(在金屬矿里)。

8. 炸藥瓦斯

火藥爆炸时产生一氧化碳及一氧化氮(NO)。一氧化氮遇到空气中的氧气时很快就变成二氧化氮(NO_2)，呈淺紅褐色。由于这种作用，所以硝化甘油炸藥产生的炮煙具有特別顏色。二氧化氮毒性極烈，对肺部起着極大的刺激作用，空气中含量达到0.025%时即可使人毒斃。如不留心把二氧化氮吸入体内，可以使人肺部浮腫致死。使用硝化甘油炸藥的掘进工作面必須加强通風，才能防止氧化氮中毒，因此保安規程規定矿井空气中換算为 N_2O_5 的氮氧化合物的含量不得超过0.0001%。

氧化氮中毒是非常特殊的，要經過很長時間才能發覺，在过去氧化氮中毒的事例中，中毒的人往往是經過20—30小时，肺部浮腫，产生一种液体把肺填滿而死亡。由此看来，氧化氮是矿工接触的有毒瓦斯中最厉害的一种。

此种气体可用碘化鉀試紙檢驗，当試紙与氧化氮接触时即变黑色。

9. 硫化氫(H_2S)

硫化氫是一种無色、微甜、帶有特种臭味(臭雞蛋味)的气体，比重为1.19，易溶于水，能燃燒，在空气中

含有6%时即可造成爆炸，毒性極烈，能够刺激眼膜、呼吸系統与神經系統。

硫化氫的来源：

1)木料的腐爛，老巷有水可能积存此种气体，应特別小心；2)硫化矿物，被水分解时也产生硫化氫；3)煤層或岩石裂縫中也排出已生成的硫化氫，有时大量噴出發生危險；4)炮煙中由于火藥爆炸不全，也能發生硫化氫。

空气中含硫化氫达到0.0001%，即可嗅到它的特別味道。若达到0.02%，呼吸5—10分鐘，眼膜、喉头即感到严重刺激作用。达到0.1%时就会立即發生死亡。在井下只要嗅到这种特別气味就应采取措施，加强通風。

硫化氫的檢查，較为容易，用醋酸鉛試紙一触即变黑色，这表示已經有了严重的危險。

10. 矿井气候条件

矿井气候条件基本上是取决于大气的温度和湿度。当大气进入矿井后，首先受岩石温度的影响，其变化如圖1、2所示。

入風井是井下空气的調节器，冬季提高进風温度，夏季降低进風温度，而运输巷道总是發生加热作用，采煤工作面或風道中温度最高，出風井的温度是終年不变的，比回采工作面要低一些。

在其他情况下，井下的湿度，部分地决定于地面空气的湿度，而基本上則取决于温度条件。

在冬季，大气空气(甚至飽含着水蒸汽的大气空气)所