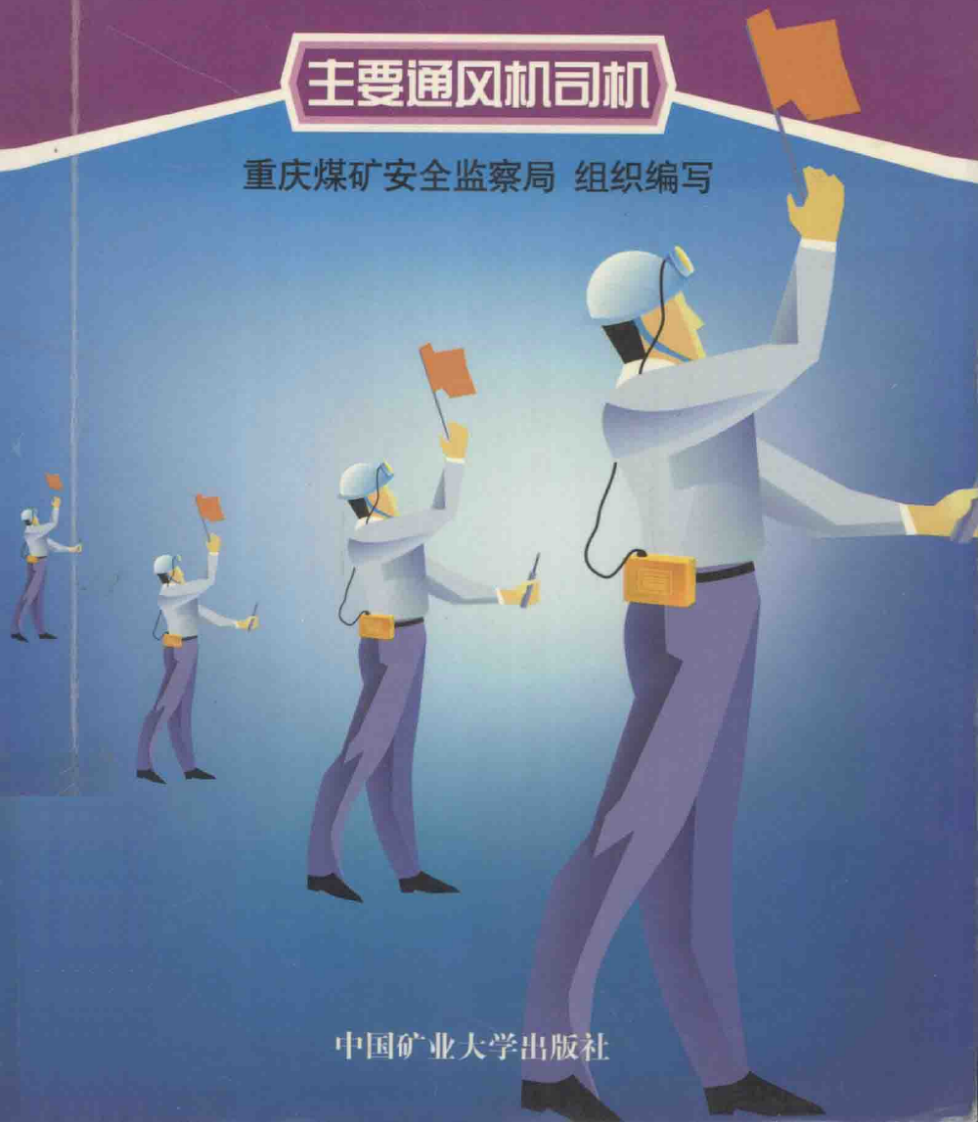


南方煤矿安全培训通用教材

煤矿工人岗位安全培训丛书

主要通风机司机

重庆煤矿安全监察局 组织编写



中国矿业大学出版社

南方煤矿安全培训统编教材

主要通风机司机

重庆煤矿安全监察局 组织编写

编 写 舒茂全 徐承强

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是“南方煤矿安全培训统编教材”之一。全书共六章,内容包括:矿井通风基础知识、矿井通风系统、通风机的结构及性能参数、通风机的反风、矿井主要通风机的安装、矿井主要通风机的运行与维护。

本书主要作为煤矿企业主要通风机司机进行安全岗位培训的通用教材,也可供基层管理干部、有关技术人员及煤炭院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

主要通风机司机/舒茂全,徐承强编. —徐州:中国矿业大学出版社,2005.4

南方煤矿安全培训统编教材

ISBN 7 - 81107- 057 - X

I.主… II.①舒… ②徐… III.矿用通风机—技术培训—教材 IV.TD441

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 043703 号

书 名 主要通风机司机

编 者 舒茂全 徐承强

责任编辑 褚建萍

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 北京市兆成印刷有限责任公司

经 销 新华书店

开 本 850×1168 1/32 本册印张 3.5 本册字数 88 千字

版次/印次 2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

总 定 价 106.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

南方煤矿安全培训通用教材编审委员会

主 任	魏福生			
副主任	阴衍朴	涂国志		
秘书长	李时红			
委 员	武小伍	吴俊根	牟维华	吴再生
	谭立荣	吕玉芬	秦大亮	黄明海
	周祖明	李长军	张我明	

目 录

第一章 矿井通风基础知识·····	1
第一节 矿井空气及气候条件·····	1
第二节 风流的基本性质·····	7
第二章 矿井通风系统 ·····	11
第一节 统一通风与分区通风 ·····	11
第二节 矿井通风方式及方法 ·····	12
第三节 矿井通风网络 ·····	16
第四节 矿井通风设施 ·····	18
第三章 通风机的结构及性能参数 ·····	20
第一节 通风机的工作原理 ·····	20
第二节 通风机的结构 ·····	25
第三节 通风机主要性能参数 ·····	43
第四节 矿井通风机和通风网络的性能曲线 ·····	45
第五节 通风机参数的比例定律 ·····	49
第六节 与通风机有关的仪器及仪表 ·····	51
第四章 通风机的反风 ·····	56
第一节 矿井主要通风机的布置 ·····	56
第二节 矿井通风设备的反风装置 ·····	57

第五章 矿井主要通风机的安装	60
第一节 安装前的准备工作	60
第二节 轴流式通风机的安装	65
第三节 联轴节的安装	66
第四节 离心式通风机的安装	69
第五节 主要通风机的试运转	70
第六章 矿井主要通风机的运行与维护	75
第一节 矿井通风管理规定	75
第二节 主要通风机司机岗位责任制	79
第三节 主要通风机的操作运行	81
第四节 矿用轴流式通风机检修规程	84
第五节 通风机的维护与常见故障处理	86
参考文献.....	103

第一章 矿井通风基础知识

第一节 矿内空气及气候条件

一、矿井通风的基本作用

矿井生产是地下作业,自然条件比较复杂,只有少数井巷与地面相通,故必须借助于通风机对矿井进行通风。矿井通风的基本作用是:

- (1) 供给井下人员足够的新鲜空气;
- (2) 把有害气体及矿尘稀释到安全浓度以下,并排出矿井;
- (3) 保证井下有适宜的气候条件(即适宜的温度与湿度),以利于工人劳动和机器运转。

地面空气进入矿井以后,在成分上逐渐发生变化。这是因为:煤和其他物质的氧化、人的呼吸,使氧气减少和二氧化碳增加;井下煤和岩层中不断地放出瓦斯、二氧化碳等有害气体;在生产过程中产生岩尘、煤尘、炮烟等。在这些气体和矿尘中,有的毒性很强,能使人中毒;有的虽无毒性,但当其在空气中浓度增加到一定程度后能使人窒息;有的则具有爆炸性或能引起矿工职业病。此外,井下空气由于地热作用、人体和机械的散热、水分的蒸发等原因,温度和湿度都会发生变化。以上因素,造成了井下不良的气候条件。因此,矿井通风工作,对于保证矿井安全生产、创造良好的气候条件、提高劳动生产率,具有十分重要的意义。

二、矿内空气

(一) 大气成分

矿内空气的来源是地面空气,一般来说,地面空气的成分是一定的。按体积计算,大气中主要成分所含比例为:氧,20.96%;氮,79%;二氧化碳,0.04%。此外还含有氢、氦、氖、氩、氪、氙、臭氧等气体以及水气和尘埃等。

(二) 矿内空气组成成分

1. 氧气(O_2)

(1) 性质。氧气是无色、无味、无臭的气体,与空气的密度比为1:1.1。它微溶于水,在0℃时,100 L水仅能溶解4.9 L的氧气。

氧气是非常活泼的元素,几乎与所有的气体都能化合,是维持燃烧和人及其他动物呼吸必不可少的一种气体。它能助燃,但不能自燃。

在采掘工作面的进风风流中,按体积计算,氧气不得低于20%。然而,在井下的某些地点和条件下,氧气往往减少,甚至达到使人窒息的地步。

(2) 矿内空气中氧气减少的原因:有机物的氧化,井下火灾(外因引起的火灾和煤的自然发火)和瓦斯、煤尘爆炸;空气中混入了大量的有害气体(如 CH_4 、 CO_2),这些气体的增加使氧气含量减少;人的呼吸,在静止状态时,需要氧气为0.25 L/min,工作及行走时为1~3 L/min,平均为1.25 L/min。

(3) 空气中氧气含量减少对人体的危害:当氧气浓度为17%时,人静止时无影响,工作时能引起喘息和呼吸困难;当氧气浓度为15%时,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;当氧气浓度为10%~12%时,失去理智,时间稍长有生命危险;当氧气浓度为6%~9%时,失去知觉,呼吸停止,如不及时抢救,几分钟内可能导致死亡。

2. 氮气(N_2)

(1) 性质。无色、无味,相对密度为 0.97,正常情况下对人体无害,但含量过多时能减少氧含量造成缺氧。

(2) 来源。有机物的腐烂、爆破作业、从煤及围岩中排放出来,因此,在采空区及不通风的旧巷可能积存大量的氮气。

3. 二氧化碳(CO_2)

(1) 性质。无色、略带酸臭味,易溶解于水,对人的眼、鼻和口腔黏膜有刺激作用,相对密度 1.52,多积存在通风不良的巷道或老空区的底部及下山盲巷中。

(2) 对人体的影响。当 CO_2 浓度为 1%~2% 时不产生严重后果;当 CO_2 浓度为 3% 时呼吸急促、心跳加快、头痛,人体很快疲劳;当 CO_2 浓度为 5% 时呼吸困难、头痛、恶心呕吐、耳鸣;当 CO_2 浓度为 6% 时严重喘息、极度虚弱无力;当 CO_2 浓度为 7%~9% 时,动作不协调,大约 10 min 可发生昏迷;当 CO_2 浓度为 9%~11% 时,几分钟内可导致死亡。

(3) 来源。煤和坑木的氧化、从煤和围岩中放出,甚至突出,再就是爆破工作和瓦斯煤尘爆炸时产生,以及井下人员呼出 CO_2 。

4. 甲烷(CH_4)

(1) 性质。无色、无味、无毒,相对密度 0.554,容易扩散,渗透性强,不溶解于水,能燃烧爆炸,爆炸范围 5%~16%。

(2) 来源。有机物的氧化、分解、腐烂;从煤岩层裂隙及矿井水中泄出。

(3) 对人体的影响。 CH_4 虽然本身无毒性,但当空气中浓度较高时,就会相对降低氧的含量,使人窒息。

5. 一氧化碳(CO)

(1) 性质。无色、无味的有毒气体,相对密度 0.967,微溶于水,有爆炸性,爆炸范围 12.5%~75%。

(2) 对人体的影响。当 CO 浓度为 0.02% 时,2~3 h 内可引起轻微头痛;当 CO 浓度为 0.08% 时,40 min 内出现头痛、眩晕和恶

心;当CO浓度为0.32%时,5~10 min内出现头痛眩晕,0.5 h内可能出现昏迷并有死亡危险;当CO浓度为1.28%时,几分钟内出现昏迷和死亡。

6. 二氧化硫(SO_2)

(1) 性质。无色、有强烈的硫磺味和酸臭味,相对密度2.27,极易溶解于水生成亚硫酸。由于它对眼睛和呼吸器官有强烈的刺激作用,矿工称之为“害眼气体”。

(2) 来源。含硫煤层或岩层在空气中氧化,采空区内煤炭自燃以及煤层爆破时生成。

(3) 对人体的危害。当空气中 SO_2 的浓度达到0.0003%时,可闻到;当 SO_2 浓度为0.002%时,可引起头痛和喉痛;当 SO_2 浓度为0.005%时,引起急性支气管炎和肺水肿,短时间内可死亡。

7. 二氧化氮(NO_2)

(1) 性质。红褐色、具有特殊的刺激味,相对密度1.57,极易溶解于水生成亚硝酸、硝酸。

(2) 来源。爆破时产生。

(3) 对人体的危害。当 NO_2 浓度为0.004%时,2~4 h内可出现咳嗽症状;当 NO_2 浓度为0.01%时,短时间内可出现严重中毒症状,神经麻痹,严重咳嗽,恶心呕吐;当 NO_2 浓度为0.25%时,短时间内可能出现死亡。

8. 硫化氢(H_2S)

(1) 性质。无色微甜、带有臭鸡蛋味的剧毒气体,相对密度1.19,极易溶解于水,但又极易从水中分离出来,能燃烧和爆炸,爆炸范围4.3%~46%。

(2) 来源。有机物的腐烂;含硫矿物的氧化和水解;含硫煤炭自燃;含硫化氢的煤层的放出;等等。

(3) 对人体的危害。对人的眼睛、鼻腔、咽喉和呼吸道的黏膜有较强的刺激作用,能干扰人的中枢神经系统,从而易引起急性中

毒或死亡。

9. 氢气(H_2)

(1) 性质。无色、无味、无毒,相对密度 0.07,有可燃和爆炸性,爆炸范围 4%~74.2%,点燃温度低(300℃)。

(2) 来源。井下蓄电池充电时放出,用水灭火时产生,也可由矿层、石油地层以及钾盐矿中放出。

三、井下气候条件

(一) 井下气候条件对人体的影响

井下气候条件是指井下空气的温度、湿度和风速三者综合所给人的舒适感觉程度。

因为人体无论劳动或休息时都不断产生热量和散失热量,但人体总需保持正常的体温。如果空气温度高、湿度大和风速小,人体产生的热量散发不出去,就会感到闷热,严重时会发生中暑;反之,当空气温度低、湿度小和风速大时,人体散放出去的热量就过多,又会感到发冷,甚至感冒。总之,人体失去热平衡就会感到不舒服,甚至引起疾病。人体的热平衡除本身的生理条件外,还直接受其所处环境气候条件的影响。因此,良好的井下气候条件,对人体健康和劳动生产率的提高有着重要影响,是保证矿井安全生产的重要因素,同时也是矿井通风的基本目标之一。

井下工作地点最适宜的气候条件是:空气温度为 10℃~20℃,空气相对湿度为 50%~60%,风速的大小应据气温的高低而定,见表 1-1。

表 1-1 风速与空气温度的关系

空气温度/℃	适宜的风速/ $m \cdot s^{-1}$	空气温度/℃	适宜的风速/ $m \cdot s^{-1}$
<15	0.3~0.5	20~23	1.0~1.5
15~18	0.5~0.8	23~26	1.5~2.0
18~20	0.8~1.0	26~28	2.0~2.5

注:有降温措施的工作面按降温后的温度计算。

(二) 影响井下空气温度的条件

(1) 地面气温。矿内空气来自地面,因此,地面空气温度高,矿内空气温度也高;地面空气温度低,矿内空气温度也低。

(2) 空气的压缩与膨胀。当空气沿井巷流动时,空气受到压缩会产生热量而使气温升高(一般垂深每增加 100 m,温度可升高 1℃);反之,空气向上流动时,又会因体积膨胀而使温度降低(平均每升高 100 m,温度降低 0.8℃~0.9℃)。

(3) 岩石温度。岩石温度直接影响矿内空气的温度。一般情况下,距地面 0~30 m 处的岩层温度与当地的地面年平均温度相同,称为恒温带。在此之下,岩层温度随着深度的增加而升高,深度每增加 30~35 m,岩层温度升高 1℃。

(4) 地下水的作用。矿井中有高温热泉或热水涌出时,可使地温升高;相反,若低温的地下水活动强烈时,则可使温度降低。

(5) 水分蒸发。水分蒸发时吸热可使空气温度降低。

(6) 氧化生热。矿井中的有机矿物、坑木、秫秸、竹笆、油垢等氧化生成的热量,会使空气温度升高。

(7) 通风强度。温度较低的风流通过巷道或工作面时,能吸收热量,风量越大,吸收的热量越多,温度降低的就越多。

(8) 其他因素。如机械设备运转、凿岩爆破、人体散热等,对矿井空气温度都有一定影响。

(三) 井下对风速的规定

井巷中风流速度应符合表 1-2 的规定。

表 1-2 井巷中允许风速

井巷名称	允许风速/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	
	最低	最高
无提升设备的风井和风硐		15
专为升降物料的井筒		12

续表 1-2

井巷名称	允许风速/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	
	最低	最高
风桥		10
升降人员和物料的井筒		8
主要进、回风巷		8
架线电机车巷道	1.0	8
运输机巷,采区进、回风巷	0.25	6
采煤工作面、掘进中的煤巷和半煤岩巷	0.25	4
掘进中的岩巷	0.15	4
其他通风人行巷道	0.15	

第二节 风流的基本性质

一、大气压力

在地球的表面,空气的流动产生的气流就是风。各地海拔高度、温度和湿度的不同,导致有的地方气压高,有的地方气压低。空气从气压高的地方流向气压低的地方,气压的高低差就是引起空气流动的原因。这种空气流动的现象就是风流。

在一条水平巷道的两端,若空气压力不同,就会产生风流。但在倾斜及垂直巷道的两端,由于空气具有不同的能量,仅用空气压力的大小说明风流的运动方向就不够确切。矿井空气流动从能量大的一端流向能量小的一端,这就是风流运动的必要条件。

矿井通风是借助于通风压力驱动空气流动,供给井下通风空间足够的风量。

单位体积空气所具有的质量称为空气的密度。当温度为 20℃、相对湿度 50%、绝对压力为 760 mmHg、重力加速度为 9.807

m/s^2 时,干燥空气的状态称为大气的标准状态。在标准大气状态下空气的密度为 1.293 kg/m^3 ,也就是说 1 m^3 空气的质量在标准状态下只有 1.293 kg ,它对地面产生的压力叫做大气压力。

我们来做一个有关大气压力的实验,如图 1-1 所示。

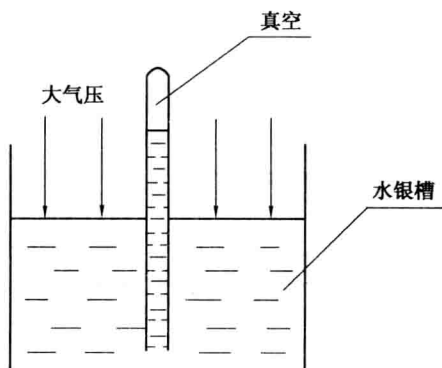


图 1-1

把装满水银的玻璃管倒立在水银中,这时玻璃管中的水银下降到 760 mm 高度并不继续下降。这是因为玻璃管上端是真空状态,没有空气压力,而水银槽的水银面上却作用着大气压力的缘故。这也说明大气压力可以支持 760 mm 水银高度,玻璃管内水银柱的压力和大气压力相等,并保持了平衡。这就是前面所说的,在标准状态下,1 个标准大气压用水银柱表示的高度。同理,也可以用水来表示它的高度。通过实验证明:压力是可以用液柱来表示的。可以写成:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 10\,336 \text{ mmH}_2\text{O}$$

通风机的压力,就是利用水柱高度来表示的,称为毫米水柱(mmH_2O)。

二、矿井通风压力

1. 矿井风流的点压力

(1) 静压。空气的静压是气体分子间的点压力或气体分子对容器壁所施加的压力。所以,空气中某一点的静压在各个方向都相等。

静压有绝对静压与相对静压之分。绝对静压是以真空状态为零点计算的压力,某点绝对静压的值,就是该点空气压力的真实值,因为绝对静压总是一个大于零的值。

矿井通风中所说的空气压力都指的是压强,即单位面积上的压力。

矿井通风中常使用的静压一般是相对压力,就是以当地大气压力为计算基准的静压差。这个差值往往是由于通风机械或某种自然力所造成的。因而,相对静压所表示的不是该点压力的真实大小,而是该点的真实压力与当地同一标高大气压力之差,所以其值可为正,亦可为负。

(2) 动压。空气流动时,施加于与风流垂直的平面上的压力除静压外,还有动压。动压的大小与风流的运动速度有关。

只有运动的风流才有动压,静止的空气没有动压,并且动压永远是大于零的值。

(3) 全压。风流的全压是该点的静压和动压的叠加。这里值得指出的是,静压和动压的叠加不单纯是一种计算方法,而且显示了两者的内在联系。这两种形式的能量可以互相转化。全压则表示这两种能量之和。

2. 矿井风流的压差

空气在全压的作用下沿着一定的通道,向能量低的地方运动,并在运动过程中消耗本身的能量。从这个意义上讲,压差是产生风流的原因。所谓压差,就是风流中不同断面上两点的总能量差。上风点的能量必定大于下风点的能量。如果管道中两个不同断面的

能量相等,则不产生风流。

风流中任意一点必须具有三个能量:静压、动压、相对于某一水平的位能。

第二章 矿井通风系统

矿井通风系统是指向井下各作业地点供给新鲜空气、排出污浊空气的通风网络、通风动力和通风控制设施的总称。矿井通风系统与井下各作业地点相联系,对全矿井的通风安全状况具有很大的影响。

随着矿井开拓的变化,矿井通风系统也要随之发生不同程度的变化。所以要经常不断地进行通风系统的调整工作,以完善通风系统。

第一节 统一通风与分区通风

一个矿井采用一个通风系统叫做统一通风;一个矿井划分成若干个独立的通风系统,各系统之间严密隔离叫做分区通风。

采用统一通风的矿井一般可分为两种情况:

- (1) 矿井各采区共用进风井和回风井。
- (2) 矿井各采区共用进风井而不共用回风井,或者共用回风井而不共用进风井。

在一般的情况下采用分区通风简化了通风网络,风流容易控制,需要反风时也较容易实现。但是各系统之间的隔离设施往往给人行运输带来不便。

采用统一通风或分区通风的矿井,都有可能出现在一个通风系统中有几台主通风机在不同的风井并联运转的情况。此时,选择通风系统时应注意以下问题:各台通风机的工况都在许用范围内;