

煤矿中等专业学校讲义

矿井通风和安全

撫順煤矿学院 大同煤矿工业专科学校 江西煤矿学院合編



煤炭工业出版社

煤矿中等专业学校讲义

矿井通风和安全

抚顺煤矿学院 大同煤矿工业专科学校 江西煤矿学院 合編
北京矿业学院通风安全教研组审校

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书是由煤炭工业部抚顺、大同和江西三个煤矿学院(校)的几位教师根据最近制订的教学大纲为中等专业学校地下开采专业编写的“矿井通风和安全”这一课程的试用教材。内容包括五个部分:绪论;矿井大气;矿井通风;矿井主要事故的预防和处理;矿山救护。

本书阐明了党的劳动保护政策和安全生产方针,密切联系我国矿井的生产实际,并反映了国内外通风安全科学技术的新成就。书中除论述有关矿井通风和安全的一般问题外,对矿井扇风机及其工作状态作了必要的分析,对计算部分附有必要的例题加以说明,并将计算用的重要数据列成附录附于书末以供参考。

本书除作为中等专业学校教学用书外,同时可供现场通风安全工作人员阅读。

煤炭工业中等专业学校讲义

矿 井 通 风 和 安 全

抚顺煤矿学院 大同煤矿工业专科学校 江西煤矿学院合编

北京矿业学院通风安全教研组审校

*

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 内部发行

*

开本 850×1168 公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 11 $\frac{8}{16}$ 插页 13 字数 24,000

1960年9月北京第1版 1961年6月北京第2次印刷

印数:9,201—13,300册 定价:1.60元

前 言

这本教材（讲义）是根据1959年6月大同煤矿中等专业教育会议的分工编写的。由于1958年以来，我国社会主义建设的大跃进，学校积极贯彻了“教育为无产阶级政治服务，教育与生产劳动相结合”的方针，通过大搞群众运动，参加生产实践，加强了理论与实践的联系，革新了教学内容，这就为编写教材提供了有利条件。这次教材的编写工作，是在学校党委的领导之下，根据教育革命的精神，结合煤炭工业大跃进的实际，在内容上积极进行了改革，最后又经北京矿业学院和北京煤炭工业学院的部分教师进行了初步审查并作了一些修改，教材质量有所提高。但是，由于教育革命不断深入到教学领域，技术革新和技术革命不断发展，该教材内容的“破旧立新”是不够的，在内容、体系上也还没有打破旧的框框。为适应当前的急需，仅作为讲义稿印出，以供在教学中参考，边用边改。希望今后继续认真学习毛主席著作，以毛泽东思想为指导，在教学思想领域中深入开展“兴无灭资”的斗争，随着煤炭工业持续高速度的发展，结合技术革新和技术革命的开展，对教学内容、体系进行革命改造，在学校党委领导下，通过三结合，进一步编写出质量较高的教材，从而迅速提高教学质量，多快好省地培养出又红又专的中等技术人材，为煤矿生产建设服务。

目 录

前 言

緒 論	6
-----	---

第一篇 矿 井 大 气

第一章 矿井空气的主要成分及其有毒气体	11
---------------------	----

第1节 概述	11
--------	----

第2节 矿井空气的主要成分	12
---------------	----

第3节 矿井空气中的主要有毒气体	14
------------------	----

第4节 与气体窒息及中毒作斗争的办法	17
--------------------	----

第二章 矿井瓦斯	18
----------	----

第1节 概述	18
--------	----

第2节 瓦斯含量及瓦斯涌出量	21
----------------	----

第3节 矿井瓦斯爆炸及其预防措施	29
------------------	----

第4节 瓦斯特殊涌出现象及其预防措施	34
--------------------	----

第5节 矿井瓦斯的抽放	44
-------------	----

第三章 矿 尘	49
---------	----

第1节 概述	49
--------	----

第2节 矿尘的有害作用	51
-------------	----

第3节 预防肺病的措施	55
-------------	----

第4节 预防煤尘爆炸的措施	59
---------------	----

第四章 矿井气候条件	63
------------	----

第1节 矿井空气的温度、湿度及风速	63
-------------------	----

第2节 气候条件对人体的作用	67
----------------	----

第3节 改善矿井气候条件的方法	68
-----------------	----

第五章 矿井空气成分、含尘量及气候条件的检查	71
------------------------	----

第1节 矿井空气成分的检查	71
---------------	----

第2节 矿井空气中含尘量的检查	80
-----------------	----

第3节 气候条件的检查	85
-------------	----

第二篇 矿井通风

第六章 风压和风量的概念及其测量	89
第1节 空气压力	89
第2节 气压和风压测量	92
第3节 风速测量和风量计算	100
第七章 井巷通风阻力及风量分配	106
第1节 伯努利方程式在矿井通风中的应用	106
第2节 阻力定律	109
第3节 井巷通风阻力的表示法	116
第4节 减少井巷通风阻力的方法	121
第5节 巷道连接的基本类型及其特性	123
第6节 矿井通风网的概念及其解算	127
第7节 风量调节	137
第八章 自然通风	145
第1节 产生自然风压的原因及其影响因素	145
第2节 自然风压的计算和测定	146
第3节 自然通风的特性	148
第4节 自然通风在小煤窑中的应用	151
第九章 机械通风	153
第1节 矿井扇风机的构造	153
第2节 扇风机装置	164
第3节 扇风机的特性	167
第4节 扇风机的联合通风	173
第5节 自然通风与扇风机联合作用的矿井通风	182
第6节 扇风机风量和风压的调整	183
第7节 扇风机设备的电力拖动及自动化	185
第8节 扇风机工作状态的检查及其维护	187
第十章 通风构筑物	194
第1节 概述	194
第2节 通过风流的通风构筑物	195
第3节 遮断风流的通风构筑物	197
第十一章 矿井漏风	205
第1节 概述	205

第2节	局部漏风及其防止方法	207
第3节	连续分布漏风及其防止方法	208
第4节	漏风的计算与实测	209
第十二章	掘进巷道通风	213
第1节	概述	213
第2节	利用矿井总风压的通风方法	213
第3节	利用局部扇风机的通风方法	217
第4节	利用喷射器的通风方法	220
第5节	掘进通风方法的选择和计算	221
第6节	长巷掘进通风的原则	229
第7节	竖井井筒掘进与延深时的通风	230
第十三章	通风检查与管理	231
第1节	概述	231
第2节	风量和风速的检查	232
第3节	通风阻力的测量	233
第4节	通风管理	239
第十四章	通风设计	242
第1节	通风系统的选择	243
第2节	矿井所需风量的计算与风量分配	247
第3节	全矿总风压计算	251
第4节	扇风机的选择	253

第三篇 矿井主要事故的预防和处理

第十五章	矿井水灾	257
第1节	矿井水灾发生的原因	257
第2节	地面防水	258
第3节	井下防水	259
第4节	发生涌水时的安全措施	265
第十六章	矿井火灾的发生	265
第1节	概述	265
第2节	矿井火灾的发生原因和地点	266
第3节	煤炭的自热与自燃	270
第4节	矿井内因火灾的发展阶段	271
第5节	初期内因火灾的识别方法	272

第十七章	矿井火灾的预防	274
第1节	预防地面火灾的一般技术措施	275
第2节	预防井下巷道火灾的一般技术措施	280
第3节	预防井下外因火灾的专门措施	283
第4节	预防井下内因火灾的专门措施	285
第5节	预防性灌浆法	289
第十八章	矿井火灾的扑灭	296
第1节	概述	296
第2节	与矿井火灾作斗争时的通风制度和办法	297
第3节	用直接方法灭火	299
第4节	用隔绝方法灭火	303
第5节	用联合方法灭火	307
第6节	火区的检查和恢复	308
第十九章	预防事故的一般技术组织措施	311
第1节	事故预防和处理计划	311
第2节	安全生产的宣传教育工作	315
第3节	工伤事故的登记、统计与分析	316

第四篇 矿山救护

第二十章	我国矿山救护的组织	319
第1节	矿山救护队的任务及其在我国的发展	319
第2节	矿山救护队的组织	320
第3节	军事化矿山救护队的值班制度	321
第二十一章	矿山救护队的技术装备	322
第1节	呼吸器	322
第2节	高温瓦斯防护器	329
第3节	人工呼吸器	330
第4节	矿山救护队的辅助设备	337
第二十二章	矿山救护工作	339
第1节	矿山救护工作的组织原则	339
第2节	救护队处理事故时的行动原则	340
第3节	矿工自救措施	341
附录		346
主要参考书和资料目录		360

緒 論

一、矿井通风及安全工作在发展煤炭工业中的重要作用

从1958年党的第八届全国代表大会第二次会议提出了“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线以来，我国社会主义革命和社会主义建设就进入了一个全面跃进的新时期。1958年全国煤炭产量从1957年的一亿三千万吨提高到二亿七千万吨，从而提前实现了在煤炭产量方面超过英国的伟大号召。1959年生产煤炭三亿四千七百八十万吨，与特大跃进的1958年的产量比较，增长28.8%；与建国初年——1949年的产量比较，增长了九倍还多。煤炭工业发展如此迅速，社会主义制度的优越性是决定因素。

煤炭产量的增长是和劳动生产率的提高相联系的，而劳动生产率的提高又和采煤生产过程的机械化、半机械化，自动化、半自动化，水力化、半水力化，以及采煤工作的安全和劳动条件分不开的。

为了保证安全生产，保障矿工的生命和健康，除了改善生产工艺过程、提出相应的技术组织措施等以外，对矿井进行合理而有效的通风是根本措施之一。因为通风能够完成下列任务：

1. 供给矿工必需的新鲜空气；
2. 在井下生产过程中产生的和从地层中泄出的有害气体和爆炸性气体，能借风流的作用加以冲淡和排除；
3. 井下空气中飞扬的矿尘也能随风流排出井外；
4. 改善井下气候条件，使井下空气具有近宜于矿工劳动的

温度、湿度和风流速度。

煤炭工业的迅速发展必然要对矿井通风与安全工作提出更高的要求 and 迫切的任务。例如：煤层及其围岩的温度和瓦斯涌出量随开采深度的增加而增加，水采过程中的瓦斯涌出规律及其通风方法问题，也要求随着水采的发展不断给予解决。可见，矿井通风及安全工作的好坏，将会直接影响煤炭工业的发展。

二、煤矿企业的劳动保护政策和安全生产方针

劳动保护是保护劳动者在生产过程中的安全和健康所采取的各种有效措施。这些措施包括加强安全技术、改善工业卫生、制订并贯彻执行劳动保护法令和规章制度等各方面。

改善劳动者的劳动条件、保护劳动者的安全和健康是党和政府的坚定不移的政策。国务院和各产业部门制定和公布实行了许多有关劳动保护的规章制度，并且拨出了大量的劳动保护专款，用以改善职工的劳动条件。

党对于职工的劳动保护工作历来都是很重视的。解放后，在安全生产的方针指导下，相继制定了在我国煤矿历史上从未有过的煤矿保安规程与技术操作规程。这对于保证井下安全生产和改善劳动条件起了巨大的作用。

工人群众是国家的主人和物质财富的创造者，对他们的生命和健康给以高度的关心和爱护，是我国社会主义制度所决定的。在这个基础上，党提出的安全生产方针更体现了社会主义制度下发展生产和关心工人的一致性；它是社会主义制度区别于资本主义制度的一个重要标志。

党的安全生产方针体现着安全 and 生产是统一的整体。可是在贯彻执行党的安全生产方针中，曾经有人提出所谓“安全第

一”、“顧生产顧不了安全”等等的錯誤看法和作法。这显然是把安全 and 生产对立起来所产生的片面性的結果；是不懂得社会主义制度下的劳动保护政策和发展生产同关心工人安全的一致性的結果。

三、我国矿井通风及安全工作的概况

在半封建、半殖民地的旧中国，煤矿企业和其他企业一样，在帝国主义和官僚资本主义經營下，不可能获得发展。资本家为了榨取高额利潤，極輕視的煤矿的技术情况是：设备簡陋、技术落后、职业病丛生、事故頻繁。自然通风的矿井約有70%；即使采用机械通风的矿井，每人每分鐘連一立方米的風量也达不到。多数矿井連最起码的安全装置和救护设备也沒有。旧中国的煤矿工人不但在安全上毫无保障，而物質文化生活水平也是極低的。在煤都——撫順曾流传着一首歌謠：“来到千金寨，就把鋪盖卖；新的換旧的，旧的換麻袋”。这首歌謠恰如其分地道尽了旧中国煤矿工人的辛酸。

1949年新中国成立后，煤矿企业經過民主改革运动，就在党的安全生产方針指导下，在改革采煤方法的同时，进行了通风改革。由于党对劳动保护一貫高度重视，矿工劳动条件与生产中的安全保障，与旧时代比較，有了不可比拟的改善。根据不完全统计，十年来在原有矿区增开了104处风井；整理和新开了二十六万多米的风道；机械通风的矿井已达到94%以上（国营煤矿早已全部改为机械通风）；每人每分鐘的風量在三立方米以上的矿井达到90%。除了加强通风工作以外，还对瓦斯、矿尘建立了严格的检查制度，采取了特殊的措施；并創造了从井内抽出瓦斯并加以利用的先进經驗。另外，在防水、防火方面，采取了預防为主的方針，普遍进行探水、防火工作。

在跟火灾斗争中，除了扑灭旧中国遗留下来的旧火区，保全了大量的煤炭资源外，在防火灌浆工程上也取得了成功的经验。劳动条件有了根本的改善，这是党的安全生产方针的胜利。

随着煤炭生产的飞跃发展，煤炭科学研究以及安全仪表和救护设备的制造也有很大的进展。煤炭工业部抚顺科学研究院主要就是从事煤炭工业劳动保护的研究工作；全国各矿井所用的安全仪表和救护设备大部分是由抚顺安全仪器厂等单位制造，在品种和质量上都已接近或达到国际水平。

煤矿职工的劳保福利设施和文化教育事业，随着生产的发展也在迅速地发生变化。各种医院和疗养院都在逐年增设和补充；每个较大的生产建设单位都有浴室、食堂、俱乐部、图书馆、托儿所等设施；许多单位都有各种文娱组织，广泛开展了文体活动；在职工的文化教育方面，各矿厂都普遍进行扫盲和普及高小教育，大量开办各级学校和训练班。十年来新中国煤矿职工的物质文化生活有了显著的提高和改善。这就不难理解抚顺矿工们用下面的歌谣来歌颂新生活：“来到千金寨，添铺又添盖；人人有工作，生活真不赖”。这与旧中国是一个多么鲜明的对比啊！

解放后我国在劳动保护和通风安全工作上获得如此迅速的发展，充分体现了社会主义制度的优越性，这是旧社会所无可比拟的。

四、本课程的任务和内容

在矿井中，影响安全生产和危害矿工健康的有害因素及其规律性，通过长期的生产实践、观察分析，已被矿工们不断地认识和掌握了。因此只要在井下能够认真贯彻党的安全生产方针，就能够防止事故的发生。本课程的任务就是在党的劳动保

护政策和安全生产方针指导下，重点研究：（1）影响安全生产的原因和危害矿工健康的有害因素，怎样掌握它们的规律性和消除其危害作用；（2）空气在井巷中流动的规律，以及保证不间断地向工作地点供给新鲜空气的方法。因此，本课程内容是由下列各部分所组成：（1）绪论；（2）矿井大气；（3）矿井通风；（4）矿井中主要事故的预防和处理；（5）矿山救护。

从上面看来，本课程是与党的劳动保护政策和安全生产方针密切相关的；它既关系着矿工本人当前的利益，又关系着国家对煤炭生产高速度发展的要求；它既与矿井生产工艺过程有着紧密的联系，又是一门系统的、独立的科学。

第一篇 矿井大气

第一章 矿井空气的主要成分及其有毒气体

第1节 概 述

地面空气进入矿井后，在成分上和性質上都要发生变化。这种变化了的充满于矿井巷道中的各种气体、水蒸汽和灰尘的混合物称为矿井空气。

地面空气的組成成分是一定的，它是由氧、氮、二氧化碳及微量稀有气体組成的混合物。按体积的百分数計，其中：氧約为 20.96%；氮約为 79%（其中包括稀有气体）；二氧化碳約为 0.04%。除了以上的气体外，大气内还含有 1% 的水蒸汽、微生物和灰尘等，它們不仅在城市或工业中心局部地区变化較大，所以不包括在空气的組成成分内。

地面空气进入井下后所发生的变化是：（1）氧含量减少和二氧化碳含量增加；（2）混入各种有害的、爆炸性的气体（如 CO_2 、 CO 、 H_2S 、 SO_2 及 CH_4 等）以及煤尘和岩尘；（3）空气的温度、湿度、气压和重率都发生了变化。

如果进入矿井巷道的空气变化不大，在成分上和地面空气相差不多时，則称为新鲜空气；否則就称为污浊空气。

矿井空气污浊的程度主要取决于：（1）井巷所通过的煤层和岩层的瓦斯含量；（2）空气在巷道中流动的速度；（3）井巷的长度；（4）煤层和岩层易于氧化的程度；（5）开采技术条件。由于这些因素相互作用的结果，就需要将地面空气不断地送入井下，使井下空气不致变得过于污浊，这就是矿井通风。

第2节 矿井空气的主要成分

一、氧(O_2)

氧是一种无色、无味、无臭的气体，对于空气的比重为1.11，微溶于水。它又是非常活泼的元素，几乎与所有的气体都能化合。它还能助燃和维持人的呼吸。

人的生存是靠吃进的食物及吸入空气中的氧来维持的。因此空气中含氧量减少时，对人体的健康就有很大的影响。例如：当空气中含氧量减少到17%时，在静止状态下对人体并无影响，而在巷道中工作时就感到强烈的心跳和气喘；当含氧量为9~12%时，人就可能很快地进入昏迷状态，时间稍长即有生命的危险，最后会因缺氧而导致死亡。

大气进入井下后，含氧量就要减少。其原因是：(1)矿井内各种有机物(如木材支架)和无机物(如矿物岩石)的氧化；(2)矿物的自燃、矿井火灾、瓦斯和煤尘爆炸；(3)矿井内放出瓦斯、二氧化碳及其他气体使空气中的氧含量相对地减少；(4)人畜的呼吸及灯火的燃烧。

在井下通风不良或没有通风的巷道中，或在发生火灾或瓦斯爆炸后，氧含量可能降低到1~3%。所以在进入这些巷道之前，必须認真地进行空气检查，如果麻痹大意，不遵守保安规程规定，就有因窒息而死亡的危险。

二、氮(N_2)

氮是一种无色、无味、无臭的惰性气体，比重为0.97，微溶于水。氮不助燃也不助呼吸，在通常情况下无害，但当空气中含量很大时，会使氧含量相对降低，人也就可能会因缺氧而窒息。在高温时氮与氧或氮化合生成有毒气体—— NO_2 及 NH_3 。

矿井空气中氮含量增多的原因是：(1)有机物腐烂；(2)爆破工作，每公斤硝化甘油炸藥爆破后能产生135升的氮；(3)由煤层或岩层的裂缝内放出純氮。

在有人工作的井巷内，氮含量的变化范围不大；可是在废弃的巷道及隔絕火区内，氮的含量可能达到很高，呼吸到这里的空气是很危险的。

三、二氧化碳(CO₂)

二氧化碳是无色、无臭、略带酸味的气体，比重为1.52，易溶于水，不助燃也不助呼吸。二氧化碳略带毒性，对口腔、鼻和眼睛的粘膜有刺激作用。

二氧化碳对人体所起的作用是：当吸入少量的二氧化碳时，则有刺激呼吸的作用。例如：人们在跑步或紧张地工作时，由于血液循环加快，生成二氧化碳增多，刺激人的呼吸中枢，因而引起频繁的呼吸；但是当空气中二氧化碳含量很大时，则影响身体健康，甚至中毒死亡。表1-1所示为二氧化碳含量增加时对人的影响。

表 1-1

空气中CO ₂ 含量 % (体积)	对人的反应
1	呼吸感到急促
3	呼吸量增加1倍；工作人员很快失去工作能力
5	呼吸量增加2倍，呼吸困难、耳鸣、感到血液循环快
6	发生强烈的喘息，极度虚弱无力
10	头痛、发生昏迷状态
10~20	呼吸处于停頓状态，失去知觉
20~25	中毒而死亡

矿井空气中二氧化碳增多的主要原因是：有机物（主要是坑木）的氧化分解；煤及岩石的緩慢氧化及地下水与碳酸性岩

石的分解作用；由煤层及岩层内放出以及火灾、瓦斯煤尘爆炸时生成二氧化碳。增多的次要原因是人畜的呼吸、灯火的燃烧和爆破工作。

由于煤层的生成条件不同，有些矿井的二氧化碳涌出量可能很大，这就给开采工作造成困难。

因为二氧化碳比空气重，所以它常积聚在下山、水仓、溜煤眼以及通风不良的巷道底部。当进入这些巷道时，应事先进行空气检查。

第3节 矿井空气中的主要有毒气体

一、一氧化碳(CO)

一氧化碳是一种无色、无臭、无味的气体，比重为0.97，微溶于水。在通常的温度与压力下，其化学性质不活泼，但当空气中一氧化碳含量达13~75%时，则能引起爆炸。

一氧化碳毒性很强。当人吸入一氧化碳与空气混合气体时，由于血色素对一氧化碳的吸收速度要比对氧的吸收速度快250~300倍，血液就先吸收一氧化碳，使人体组织与细胞产生缺氧现象，因而引起窒息和中毒死亡。

一氧化碳中毒程度可分为三种：

1. 轻微的中毒 其特征是耳响、头痛、头晕和心跳；
2. 严重的中毒 除有轻微中毒的特征外，还有丧失行动的能力和意识迟钝等现象；
3. 致命的中毒 其特征为丧失知觉、痉挛、死亡。

一氧化碳中毒的程度与下述因素有关：(1)空气中一氧化碳的浓度；(2)在单位时间内的吸入量；(3)血液循环速度；