

煤矿安全技工培训教材

矿井通风、瓦检、 瓦斯防治技术与措施

kuangjing tongfeng wajian wasi fangzhi jishu yu cuoshi

马世志 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

煤矿安全技工培训教材

矿井通风、瓦检、瓦斯防治技术与措施

马世志 主编

中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

矿井通风、瓦检、瓦斯防治技术与措施/马世志主编. 徐州:中国矿业大学出版社, 2003. 12

ISBN 7 - 81070 - 844 - 9

I. 矿… II. 马… III. ①矿山通风—技工学校—教材
②矿井—瓦斯—安全检查—技工学校—教材③矿井—
瓦斯突出—防治—技工学校—教材 IV. TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 127045 号

书 名 矿井通风、瓦检、瓦斯防治技术与措施

主 编 马世志

责任编辑 钟 诚

责任校对 孙 景

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

印 刷 中国矿业大学印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×1096 1/16 印张 11.75 字数 293 千字

版次/印次 2003 年 12 月第 1 版 2003 年 12 月第 1 次印刷

印 数 1~3000 册

定 价 20.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



主 编	马世志
副 主 编	程 伟 和德江
主 审	王中炳
编委主任	张铁岗
编 委	(以姓氏笔画为序)

万书堂	马世志	马红伟	马国华	尤国忠
王中炳	王恩义	王新义	王安民	王书庆
付春光	付传信	刘红宾	曲秀刚	朱文官
米 战	闫章立	李国军	李国旗	李喜之
吕有厂	宋金良	张晋京	张铁岗	苏荣栓
陈德亮	陈锡友	吴建亭	和德江	范弼国
范满长	郎 勇	姚书铭	岳殿召	洪玉申
郭建伟	徐 森	程 伟	程红军	雷国召
曹其俭	康国锋	梅文泽	韩建设	蔡丙军
薛明志	欧阳广斌			

序

安全生产是煤炭工业改革发展的前提,也是衡量煤炭工业发展的重要标志。没有一个安全生产的良好局面,煤炭企业的各项工作都不能顺利进行。自1998年第四季度以来,我国部分地区的乡镇煤矿和一些国有煤矿安全状况不好:在国有重点煤矿中,特大瓦斯爆炸和煤与瓦斯突出事故时有发生;乡镇煤矿事故更是接连不断。通过剖析安全生产现状和造成事故的原因之一是职工素质普遍较低,煤矿工人安全培训滞后,有的甚至流于形式。特别是许多从农协工中提拔上来的基层现场管理干部和负责通风、瓦斯检测、爆破和瓦斯防治的高级技工,素质偏低,对规程一知半解,执行很不自觉,对灾害应变能力较差。我们要对症下药地采取有效措施,切实把煤矿安全抓紧、抓好、抓出成效来。

要从“三个代表”的高度,提高对搞好安全生产重大意义的认识。“三个代表”是对党的根本宗旨的新概括。党的宗旨就是全心全意为人民服务。“三个代表”最终要代表广大人民群众的根本利益。落实“三个代表”反映到安全生产上,就是必须确保人民群众的生命财产安全,使广大人民有一个安稳的工作环境、生产环境。煤炭行业的各级领导能不能落实好“三个代表”,关键在于能不能落实好安全生产责任,把保护煤矿工人的生命安全作为义不容辞的责任,千方百计把安全生产搞好。各级领导要从讲政治、促发展、保稳定的大局出发,来认识安全生产的重要性,增强搞好安全生产的使命感。做到安全生产警钟长鸣,常抓不懈。要始终坚持安全第一的方针,时刻把矿工的安危系在心上,把安全第一、警钟长鸣贯穿于煤炭企业生产的全过程。

国家安全生产监督管理局副局长赵铁锤近日说,瓦斯监测、通风、机电等煤矿生产的关键岗位和特殊工种,必须经考试合格,持证上岗。他说,针对井下采掘一线矿工八成以上为农民轮换工或临时工的现状,确保煤矿安全生产必须从加强职工培训入手。瓦斯监测、通风、机电等关键岗位和特殊工种,必须经考试合格,持证上岗。

本书是平煤集团广大科技工作者对平顶山矿区近些年瓦斯涌出量不断增加,煤与瓦斯突出越来越严重,“九五”前发生多起瓦斯煤尘爆炸事故的情况,对矿井有关通风、瓦斯检测、爆破及瓦斯防治经验和技術措施的系统总结。是一本对煤矿高级安全技术工人进行培训的不可多得的培训教材。

希望本书的出版对平煤集团各矿对提高从事通风、瓦检、爆破和瓦斯防治工人的技术水平以及基层现场管理干部的业务水平,进一步改善平煤集团整体的安全状况具有现实的指导意义,对保障平煤集团生产安全到重要的促进作用。



目 录

第一部分 矿井通风

序

第一章 矿内空气.....	3
第一节 矿内空气.....	3
第二节 矿内空气中的有害气体和矿尘.....	4
第三节 矿内气候条件.....	7
第二章 矿井风量计算	12
第一节 矿井所需总风量的计算	12
第二节 井巷风量的测算	15
第三节 测风方法与风量计算	17
第三章 矿井通风压力	19
第一节 空气流动时的压力及其测量	19
第二节 伯努利方程式及其应用	24
第四章 矿井通风阻力	30
第一节 矿井风流的流态与阻力定律	30
第二节 通风阻力计算	31
第三节 降低通风阻力的措施	32
第五章 矿井通风系统的拟定与选择	34
第一节 矿井通风方式	34
第二节 矿井通风网路	37
第三节 采区通风	40
第四节 回采工作面通风系统	42
第五节 矿井通风系统图及其质量标准	45
第六章 局部通风	47
第一节 掘进通风方法	47
第二节 掘进通风设备及其选择	50
第三节 掘进通风技术管理及有关规定	52
第七章 通风构筑物	56
第一节 通风设施	56
第二节 隔断风流的设施	59

第三节 调节风流通风设施	63
--------------------	----

第二部分 矿井瓦斯检查

第八章 矿井瓦斯基础知识	67
第一节 矿井瓦斯的生成、存在状态及性质	67
第二节 煤层瓦斯含量	69
第三节 矿井瓦斯涌出	71
第四节 矿井瓦斯爆炸及预防	85
第九章 矿井瓦斯检查与管理	92
第一节 矿井瓦斯检查制度与方法	92
第二节 局部瓦斯积聚和处理	97
第三节 矿井瓦斯防治	104
第十章 矿井瓦斯检测仪器和装置	108
第一节 瓦斯检测仪器	108
第二节 甲烷传感器和其他传感器的设置	116

第三部分 爆 破

第十一章 爆炸的一般知识及矿用炸药	125
第一节 爆炸的一般知识	125
第二节 矿用炸药	127
第三节 其他类型炸药	128
第十二章 起爆材料	131
第一节 工业常用的起爆炸药	131
第二节 电雷管及其电性参数	131
第三节 电爆网络	134
第四节 爆破说明书与炮眼布置	137
第十三章 爆破	141
第一节 爆破作业	141
第二节 放炮故障处理	148
第三节 高突工作面放炮	150
第四节 其他特殊情况下放炮	151

第四部分 煤与瓦斯突出的防治

第十四章 煤与瓦斯突出概述	155
第一节 煤与瓦斯突出概念及瓦斯动力现象分类	155

第二节	煤与瓦斯突出机理及突出的一般规律.....	156
第十五章	煤与瓦斯突出危险性预测和防治突出效果检验.....	159
第一节	煤与瓦斯突出危险性预测概述.....	159
第二节	区域突出危险性预测.....	160
第三节	工作面突出危险性预测及防治措施的效果检验.....	163
第十六章	防治煤与瓦斯突出的技术措施.....	167
第一节	区域性防治突出的措施.....	167
第二节	局部防治突出措施.....	169
第三节	防治煤与瓦斯突出的安全防护措施.....	175

第一部分
矿井通风

第一章 矿内空气

矿内空气是地面空气在通风动力作用下进入矿井并与井下有害气体及矿尘混合后的空气。地面空气在进入井下并流经各作业场所的过程中,成分逐渐发生变化;同时,空气的温度、湿度和压力也要发生变化。为了保证矿工的健康,安全生产并不断提高劳动生产率,必须不断地供给井下适量的新鲜空气,以冲淡和排除有害气体和矿尘,创造良好的气候条件。这是矿井通风的基本任务之一。

第一节 矿内空气

矿内空气来源于地面空气。地面空气主要由氧(O_2)、氮(N_2)和二氧化碳(CO_2)组成。上述气体在空气中各占的体积百分比为:

氧	20.96%
氮	79.00%
二氧化碳	0.04%

除上述气体外,地面空气中还含有1%左右的水蒸气和微量的灰尘与微生物等。

地面空气进入矿井后,在成分上将发生一系列的变化,如氧浓度减少,混入各种有害气体和矿尘;同时,空气的温度、湿度和压力也要发生变化。

由此可见,地面空气与矿内空气是有区别的。但是,如果矿内空气在成分上与地面空气差别不大或近似相同时(例如井底车场、运输大巷等的风流),称为新鲜风流;而流经采掘工作面后的风流,则称为污浊风流。

一、氧(O_2)

空气中的氧是一种无色、无味、无臭的气体,对空气的比重为1:1.1,微溶于水,是一种非常活跃的化学物质,易和其他物质化合,能助燃,是人们呼吸不可缺少的气体。

空气中氧的浓度对人的健康影响很大。最有利于呼吸的氧浓度为21%左右。当氧浓度降为17%时,人在静止状态尚无影响;但在工作时能引起喘息、呼吸困难和心跳加速。当氧浓度降为10%~12%时,人将失去理智,对人的生命已有严重威胁。当氧浓度降为6%~9%时,人在短时间内将失去知觉或死亡。

因此,《煤矿安全规程》(以下简称《规程》)规定:井下空气成分必须符合下列要求:采掘工作面进风流中,氧气浓度不低于20%,二氧化碳浓度不超过0.5%。

二、氮(N_2)

氮是一种无色、无味、无臭、无毒的气体,比空气略轻,比重为0.97。氮不能维持人的呼吸、对人体无害。但当空气中的含氮量过高时,能引起空气中氧含量下降,当降到6%以下时,人就会因窒息而死亡,所以氮为窒息性气体。氮在高温下和氧化合,生成有毒的化合物二氧化氮(NO_2)。

三、二氧化碳(CO₂)

二氧化碳无色、无臭、微毒,带有微酸味;比空气重,与空气相比比重为 1.52,常常聚存在通风不良的盲巷底部和掘进下山巷道内;易溶于水,不助燃,不爆炸。我们可以利用它不助燃的特点,用来扑灭井下火灾。

二氧化碳对人体有微毒,对眼睛、鼻腔粘膜具有刺激作用。当空气中二氧化碳含量增大,而氧含量相对减少时,人们就会因缺氧而窒息死亡。这种气体主要存在于通风不良的盲巷底部。

二氧化碳主要来源于:坑木腐朽、煤和岩石的缓慢氧化。在个别矿井中,煤和岩石中会突然释放出大量的二氧化碳。此外,人的呼吸、爆破、煤炭自燃等都会产生二氧化碳。

第二节 矿内空气中的有害气体和矿尘

一、矿内空气中的有害气体

在煤炭生产过程中,比较经常遇到的有害气体有:沼气(CH₄)、二氧化碳(CO₂)、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、硫化氢(H₂S)和氢气(H₂)等。上述气体的基本性质、来源、对人体的危害、安全浓度以及中毒后的急救措施等,见表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 矿内空气中主要有毒有害气体情况表

	沼气 CH ₄	二氧化碳 CO ₂	一氧化碳 CO	二氧化氮 NO ₂	硫化氢 H ₂ S	二氧化硫 SO ₂	氢 H ₂	氨 NH ₃
色、味、臭	无	无色、无味,略酸	无	棕红色,刺激臭	无色,微甜,0.0001%臭鸡蛋味	无色,硫磺臭	无	无色,刺激臭
比重	0.554	1.52	0.97	1.57	1.19	2.2	0.07	
溶于水	难溶	易溶	微溶	极易	易	易		
危害性	燃烧、爆炸性,5%~16%浓度使人缺氧窒息	不助燃、不助呼吸,使人缺氧窒息	有爆炸性(浓度在13%~75%),使人血液中毒、缺氧窒息死亡	溶于水成硝酸,刺激人体粘膜,引起肺水肿死亡	刺激人体粘膜,引起血液中毒,窒息死亡	溶于水成硫酸,腐蚀人体粘膜,引起肺水肿死亡	有爆炸性(4%~74%)	氨可氧化成 NO ₂ ,危害同 NO ₂
中毒状况	浓度 43%时,呼吸困难,气喘,浓度 57%时即有死亡危险	1%无害,3%~5%呼吸困难,10%昏迷,10%~20%呼吸停止,20%~25%窒息死亡	0.001%、0.002%无害,0.01%慢性中毒,0.048%轻度中毒,0.128%严重中毒,0.4%很快窒息,1.0%两分钟死亡	0.006%咳嗽,胸痛,0.01%咳嗽、神经麻木,0.025%短时内死亡	0.0001%~0.0002%无害,0.01%长时间轻度中毒,0.05%急性中毒,0.1%短时中毒死亡	0.002%害眼、咳嗽、头痛、喉痛,0.05%急性支气管炎、肺水肿致死亡		同 NO ₂
安全浓度	总回风 < 0.75%,采掘回风 < 1%,采掘进风 ≤ 0.5%	同沼气采掘回风 < 1.5%	≤ 0.0024%	≤ 0.00025%	≤ 0.0006%	≤ 0.0005%	≤ 0.5%	≤ 0.004%

续表 1-1-1

	沼气 CH ₄	二氧化碳 CO ₂	一氧化碳 CO	二氧化氮 NO ₂	硫化氢 H ₂ S	二氧化硫 SO ₂	氢 H ₂	氨 NH ₃
主要来源	煤层、岩层突出	1. 人的呼吸、煤岩、坑木氧化; 2. 放炮; 3. 煤岩涌出; 4. 火灾	1. 放炮; 2. 火灾, 瓦斯煤尘爆炸	放炮	1. 坑木腐烂; 2. 硫化矿物水解; 3. 煤岩放出	在含硫矿层中爆破, 矿尘爆炸及其氧化自燃	蓄电池充电放出	放炮生成

二、有害气体的检查

为了能及时掌握有害气体的浓度, 防止对人体的危害, 实现安全生产, 必须经常进行检查测定, 以便发现问题及时解决处理。检查有害气体的方法很多, 如取样化验、快速测定以及利用各种仪表直接测定等。采取空气试样在化验室进行分析, 求得有害气体的浓度, 需要较长的时间, 并且不能根据具体情况迅速采取有效的预防措施。因此, 在井下采取直接测定法, 既节省时间又能防范于未然。目前, 能直接测定的气体有氧气、二氧化碳、沼气、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢, 可分别采用不同仪器进行检查测定。

1. 氧气的测定

专用仪器有抚顺仪表厂生产的 AJY-1 型氧气检定器和比长式检定器。

2. 沼气和二氧化碳的检查

现在比较普遍使用的是光学瓦斯检定器、便携式瓦斯报警器、瓦斯报警断电仪和瓦斯遥测报警断电装置, 另有安装在地面的多参数监测系统监测。

3. 一氧化碳、二氧化碳、二氧化氮和硫化氢的检查

过去曾采用比色管进行气体浓度测定。这种方法既不方便又不准确。现在分别采用装有不同药剂的比长式检定管检查器, 快而准确。在检查有害气体时, 除使用不同检定管外, 都使用唧筒进行抽气, 检查方法基本相同。

下面以检查一氧化碳为例介绍有关检查仪器、检定管及检查方法。

(1) CO 检定器

一氧化碳检定器包括唧筒、温度计和检定管, 装在一个金属盒内, 随身携带到井下直接测定。

① 唧筒, 即气体抽取筒, 它由铝合金制作的圆筒和一个气密性很强的活塞组成。如图 1-1 所示。唧筒一次取样最大有效体积为 50 mL, 用以控制取样的数量和速度。

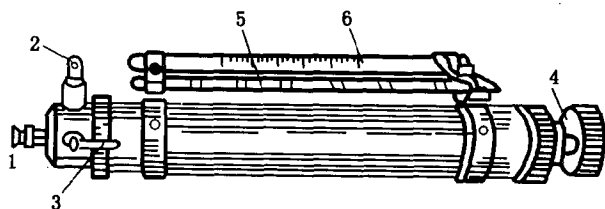


图 1-1-1 抽气唧筒

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

检定器头部正上方有一孔,是插检定管用的;正前方有一孔为进气孔;头部一侧有一手把,它有三个位置,手把与进气口方向平行即水平位置时为抽气位置、手把指向正上方时即为排气位置、手把位于两者间,成 45° ,唧筒密闭。

② 比长式检定管,是装有化学指示剂、两端封口的玻璃筒,如图 1-1-2 所示。

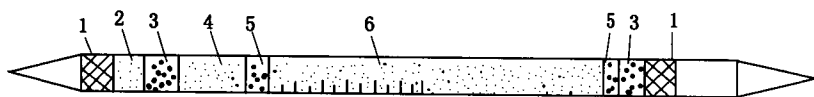
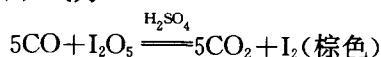


图 1-1-2 比长式一氧化碳检定管

1——堵塞物;2——活性炭;3——硅胶;4——消除剂;5——玻璃粉;6——指示剂

比长式一氧化碳检定管测定一氧化碳浓度的原理是:利用五氧化二碘与一氧化碳接触时起化学反应,一氧化碳把五氧化二碘还原,生成游离碘而形成一个棕色变色圈,变色圈的长度和一氧化碳浓度成正比,因而由变色圈的长度,就可指示一氧化碳浓度,可以从检定管的刻度上直接读数。其反应方程式为



为了消除乙烯、硫化氢、二氧化硫等气体的干扰,在检定管的前端(有黑色物质的一端)装有活性炭(消除 H_2S 和 SO_2)、硫酸、硫酸银(消除乙烯和 C_2H_2)等消除剂。

(2) 测定方法

① 采取空气试样,用抽气唧筒在测定地点先将活塞往复抽送 2~3 次,使唧筒原来存在的空气完全被待测气样所置换。

② 送入气体试样:把检定管两端的玻璃封口打开,将有黑色物质的一端插入抽气唧筒的插孔,然后把采样唧筒中 50 mL 气样在 100 s 钟内均匀地送入检定管,气样中含有的一氧化碳即与指示剂反应,产生一个变色圈。

③ 读值:按变色圈上端所指示的刻度,由检定管上的刻度直接读出 CO 浓度。检定管上的数字 1 即代表 0.01%;2 代表 0.02%,以此类推。一大格又分为 5 小格,每小格即是 0.002%。

当用检定管测定其他气体时,方法基本相同,除应选用与待测气体相应的检定管外,应按照仪器操作说明书进行。

(3) 测定时注意事项

① 检定管打开后不要放置太久,以免影响测定结果。

② 检定管应储放在阴凉处,不要碰坏两端封口,否则,不能再使用。

③ 这种检定管只能测定 0.1% 以下的 CO 浓度。若需测定浓度超过 0.1% 的气样时,首先应考虑测定人员的防毒措施,然后再进行测定。

对于浓度低于 0.001% 的微量 CO,在测定时可把气体试样送入的时间增大 2~10 倍,再观察其结果。若送气时间增大 10 倍,得出结果为 0.002%,则实际浓度为 0.0002%。或增加送气次数,然后把所得的浓度值与送气次数相除,同样可得微量的一氧化碳真实浓度。

三、矿尘

在采掘生产过程中所产生的煤和岩石的细微颗粒统称为矿尘。矿尘对矿井生产和人体

都有严重危害,煤尘能引起爆炸,矿尘能引起矿工尘肺病。因此,《规程》规定:粉尘中含游离二氧化硅在 10% 以上时,空气中的粉尘浓度要降到 2 mg/m^3 以下,井下空气中煤尘的浓度不得超过 10 mg/m^3 。

四、矿井瓦斯

矿井瓦斯是井下有害气体的总称。但是,在这些气体中的主要成分是沼气,所以,通常所谓矿井瓦斯,就是指沼气而言。

矿井瓦斯是一种无色、无味、无臭的气体,密度为 0.554 kg/m^3 ,在矿井标准条件下为 0.716 kg/m^3 。它难溶于水,扩散性较空气高 1.6 倍。瓦斯虽然无毒,但当浓度很高时,会引起窒息。

矿井瓦斯不助燃,但在空气中具有一定浓度并遇到高温时能引起爆炸,对安全生产威胁很大。为了便于管理,将矿井瓦斯按其涌出量的大小分成若干等级,并按不同等级,采取相应的安全措施和管理标准。

第三节 矿内气候条件

矿内气候条件是指矿内空气的温度、湿度和风速三者的综合状态。不论工作或休息,人体都在不断地产生热量和散失热量,以保持热平衡,使体温维持在 $36.5^\circ\text{C} \sim 37^\circ\text{C}$,如果不能保持热平衡,就会引起身体不舒适。因此,矿井气候条件的好坏,对人的身体健康和劳动生产率的提高有着重要影响。

一、矿内空气的温度

影响井下空气温度的因素有:岩层温度、地面空气的温度、井下生成热及吸热过程、空气压缩或膨胀等。

1. 岩石温度

矿内空气的温度与岩石的温度有着直接关系。一般在地面以下 $20 \sim 30 \text{ m}$ 深度地带,岩层温度在全年保持不变,其温度等于该地区年平均地表温度(或高于年平均气温 $1^\circ\text{C} \sim 2^\circ\text{C}$),这一带称为恒温带。在恒温带以下,岩层温度随着深度的增加而升高,不受地面气候变化影响。岩层温度的增加与深度成正比,用地温率表示,即岩层温度增加 1°C 所增加的垂直深度(m)。它与岩石的性质、种类有关,因此各地不同。平顶山矿区的恒温带平均深度为 25 m ,恒温带温度为 17.2°C 。在矿区地温预测中,恒温带的深度和温度是必不可少的计算参数。只要知道本地区的恒温带温度,就可用公式预测深部水平地层的岩层温度

$$t = t_{\text{恒}} + q_{\text{温}} / (z - z_{\text{恒}}) \quad (1-1-1)$$

式中 t ——深度为 $z \text{ m}$ 处的岩层温度;

$t_{\text{恒}}$ ——恒温带的岩层温度, $^\circ\text{C}$;

z ——地表至某处的深度, m ;

$z_{\text{恒}}$ ——恒温带的深度, m ;

$q_{\text{温}}$ ——地温率, $\text{度} \cdot \text{m}$ 。

地温率 $q_{\text{温}}$ 可通过地面或井下不同深度的钻孔测定岩层温度然后用下式计算

$$q_{\text{温}} = (z - z_{\text{恒}})(t - t_{\text{恒}}) \text{ m} \cdot \text{度} \quad (1-1-2)$$

式中符号意义同前。

2. 空气的压缩与膨胀

空气向下流动时,由于空气柱的增加,空气受到压缩而产生热量,一般垂深每增加 100 m,其温度升高 1°C ;相反,空气向上流动时,则又因膨胀而降温,平均每升高 100 m,温度下降 1°C 。

3. 矿内物质散热

矿内各种物质,如煤、岩石、坑木、充填材料、油垢等都能氧化发热。由于 2 g 煤炭氧化而产生二氧化碳 2 g,此时能产生热量 18 kJ,可使 1 m^3 空气温度上升 4.5°C 。在煤层的采区准备巷道,单位暴露面积氧化产生的热量可高达 54~63 kJ。所以,回采工作面往往也是矿井通风系统中温度最高的地方。

4. 水的蒸发

水的蒸发能使巷道的气温下降。 1 kg 的水蒸发后能使断面为 10 m^2 的 100 m 巷道温度下降 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。

5. 通风强度

温度较低的空气流经巷道或工作面时,能吸收热量;供风量越大,吸收热量越多。因此,加大通风强度是降低矿井温度的主要措施之一。

6. 地面气温的变化

地面气温对井下气温有直接影响,尤其是较浅的矿井,矿内空气温度受地面气温的影响更为显著。

7. 地下水的作用

矿井地层中如果有高温热泉或有热水涌出时,能使地温升高;相反,若地下水活动强烈,则地温降低。

8. 矿内空气温度的变化规律

综合上述因素可知,矿内空气温度受着多种因素的影响,其中有升温作用,也有降温作用。但实践证明,升温作用大于降温作用。所以,矿内空气温度是随着风流经过距离的加长而逐渐升高的,主要受地面气温和岩石温度的影响。冬季,地面气温低于井下岩石温度,地面空气流入井下后,风流吸热,岩层放热,所以,进风路线上气温逐渐升高;夏季情况相反,气温逐渐降低。这就是说,在进风路线上矿内空气的温度与地面气温相比,有冬暖夏凉的现象。这种现象的产生,主要是围岩起着空气温度调节器的作用。如果矿井开采深度较深,进风路线又很长时,则地面气温只能影响进风路线的一段距离(约 1000~2000 m),超过此段距离,不论是冬季还是夏季,随着进风路线的延长,气温逐渐升高。

回采工作面的气温在整个风流路线上,一般是最高的段,因为回采工作面除煤岩氧化外,还有人体和机械生热;并且,爆破工作也使气温升高。但回采工作面的气温又与开采深度及进风路线的长度有关。开采深度大,进风路线长时,由于风流在进风路线上已充分进行了热交换,使气温常年基本保持不变;当开采深度不大、进风路线短时,回采工作面的气温将随着地面气温的变化而变化。

在回风路线上,因通风强度较大,水分蒸发吸热,加之气流向上运动而膨胀降温,使气温略有下降,但基本上常年变化不大。

二、矿内空气的湿度

1. 空气湿度的表示方法

矿内空气湿度是指矿内空气中所含水蒸气量而言,其表示方法有二:

绝对湿度——指每 1 m^3 或 1 kg 的空气中所含水蒸气量的克数;

相对湿度——指某一体积空气中实际含有水蒸气量与同温度下的饱和水蒸气之比的百分数。相对湿度 Q 可用下式表示

$$Q = f_a / F_{\text{饱}} \times 100\% \quad (1-1-3)$$

式中 f_a ——空气中所含水蒸气量(即绝对湿度), g/m^3 ;

$F_{\text{饱}}$ ——在同一温度下空气中的饱和水蒸气量, g/m^3 。

空气中饱和水蒸气量的大小取决于空气的温度,温度越高, $F_{\text{饱}}$ 越大。见表 1-1-2 所示。

通常讲的矿内空气的湿度都是指相对湿度。相对湿度是表示干湿程度的一个参数。在一定的温度与压力下, $F_{\text{饱}}$ 是一个常数,而 Q 和 f_a 成正比, Q 值越大,空气越潮湿;反之,则越干燥。

表 1-1-2

饱和水蒸气量

$t/^\circ\text{C}$	在 1 m^3 空气 内/g	在 1 kg 空气 内/g	水蒸气压力 /Pa	$t/^\circ\text{C}$	在 1 m^3 空气 内/g	在 1 kg 空气 内/g	水蒸气压力 /Pa
-20	1.1	0.8	0.96	14	12.0	9.8	11.99
-15	1.6	1.1	1.46	15	12.8	10.5	12.78
-10	2.3	1.7	2.16	16	13.6	11.2	13.64
-5	3.4	2.6	3.17	17	14.4	11.9	14.5
0	4.9	3.8	4.58	18	15.3	12.7	15.5
1	5.2	4.1	4.92	19	16.2	13.6	16.5
2	5.6	4.3	5.29	20	17.2	14.4	17.5
3	6.0	4.7	5.63	21	18.2	15.3	18.7
4	6.4	5.0	6.01	22	19.3	16.3	19.8
5	6.8	5.4	6.53	23	20.4	17.3	21.1
6	7.3	5.7	7.00	24	21.6	18.4	22.4
7	7.7	6.1	7.49	25	22.9	19.5	23.8
8	8.3	6.6	8.02	26	24.2	20.7	25.2
9	8.8	7.0	8.58	27	25.6	22.0	26.7
10	9.4	7.5	9.21	28	27.0	23.4	28.4
11	9.9	8.0	9.84	29	28.5	24.8	30.1
12	10.0	8.6	10.52	30	30.1	26.3	31.8
13	11.3	9.2	11.23	31	31.8	27.3	33.7

2. 井下空气湿度的变化规律

一般情况下,在矿井进风路线上,冬天,空气进入井下以后,因温度升高,其饱和能力加