

矿井

反思

技术

宁尚根
主编

煤炭工业出版社

矿井反风技术

宁尚根 主编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

矿井反风技术 / 宁尚根主编. -- 北京: 煤炭工业出版社, 2010

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3643 - 0

I. ①矿… II. ①宁… III. ①矿山通风 - 通风系统
IV. ①TD724

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 026542 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 12¹/₂
字数 289 千字 印数 1—2,500
2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷
社内编号 6453 定价 28.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书简要介绍了矿井空气和矿井通风基础理论知识，重点讲述了矿井反风方式方法、矿井反风设备操作和矿井灾变通风，以实例介绍了矿井反风演习，并就矿井反风案例进行了详细分析。

本书中既有基础理论知识，又有实际经验或做法，既可作为煤矿安全管理人员和参加矿井通风演习的所有人员的培训教材，也可供院校师生学习参考。

前 言

矿井反风技术是矿山安全技术的一个重要组成部分!

矿井反风演习是矿山安全管理工作的一项重要工作!

当煤矿井下发生爆炸或火灾事故时,为了缩小和控制灾情,及时抢险救灾,需要进行反风。《煤矿安全规程》规定:“矿井每年应进行1次反风演习,矿井通风系统有较大变化时应进行1次反风演习”。因此,矿井反风技术与反风演习直接关系到煤矿安全生产,特别是在事故抢险救灾过程中,正确高效及时的反风,对于积极的施救和防止煤矿事故的扩大具有十分重要的作用。

为提高矿井的防灾与抗灾能力,掌握矿井反风技术,提高矿井反风能力,搞好反风演习,科学合理采取灾变通风技术,确保煤矿安全生产,特编写本书。本书简要介绍了矿井空气和矿井通风基础理论知识,重点讲述了矿井反风方式方法、矿井反风设备操作和矿井灾变通风,以实例介绍了矿井反风演习,并就矿井反风案例进行了详细分析,内容力求全面,突出重点。

本书中既有基础理论知识,又有实际经验或做法,既可作为煤矿安全管理人员和参加矿井通风演习的所有人员的培训教材,也可供院校师生学习参考。

本书由国家安全生产监督管理总局培训中心特聘专家、肥城矿业集团公司安全技术培训中心高级讲师宁尚根主编,编写过程中得到了一些专家和教授以及有关专业技术人员的大力支持和帮助,在此一并致谢。

由于时间仓促,书中难免有错误或不当之处,恳请读者给予批评指正。

编 者

2010年3月

编委会名单

主 编 宁尚根

副主编 宁洪进 宋爱平 陈 静 王士勇 徐志超
魏国山 张振国 张志祥

编 写 (按姓氏笔画为序)

王 丽	王 伟	王体申	王兴存	王开德
王传金	牛运波	马始兴	宁召林	安博智
伊建国	孙爱东	迟清奎	陈 静	陈 菁
陈家刚	孟庆胜	张宗平	张广华	周安黎
姜 涛	赵文凯	赵秀玲	崔建忠	蔡南男
魏 平				

主 审 王宝才 胡叔佳 刘凤雏

副主审 刘新水 冯新生 郭玉祥 尹贻瑞 李元超
高尚柱 孟吉业 徐会金 徐汝营 纪晓峰
曹风林 王 胜

目 次

第一章 矿井空气.....	1
第一节 矿井空气概述.....	1
第二节 矿井气候条件.....	7
第二章 矿井通风	18
第一节 矿井通风压力	18
第二节 矿井通风阻力	25
第三节 矿井通风动力	36
第四节 矿井通风系统	42
第五节 采区通风系统	54
第六节 掘进通风系统	61
第三章 矿井反风	67
第一节 概述	67
第二节 矿井反风方法	69
第三节 矿井反风方式	76
第四节 矿井反风设备与设施组合	86
第四章 矿井反风设备操作	97
第一节 主要通风机操作前的准备	97
第二节 主要通风机的正常操作	98
第三节 主要通风机的特殊操作.....	101
第四节 主要通风机的安全操作.....	107
第五章 矿井反风演习.....	111
第一节 概述.....	111
第二节 矿井反风演习计划与措施实例.....	117
第三节 矿井反风演习报告实例.....	137
第四节 高瓦斯矿井的反风演习实例.....	143
第五节 矿井反风的模拟计算.....	149

第六章 矿井灾变通风.....	150
第一节 概述.....	150
第二节 灾变通风设施.....	152
第三节 矿井灾变时期的风流控制技术.....	161
第四节 矿井灾变时期主要通风机的管理.....	175
第七章 事故案例分析.....	177
第一节 反风成功案例分析.....	177
第二节 反风失败案例分析.....	180
第三节 灾变通风案例分析.....	182
参考文献.....	190

第一章 矿 井 空 气

地面空气进入矿井以后即称为矿井空气。但地面空气进入井下以后,由于受到井下各种自然因素和生产过程的影响,在成分和性质上发生了很大变化,一旦矿井空气中的有毒有害气体超出安全浓度,或者矿井气候条件恶化,将对井下作业人员的生命安全和身体健康造成极大危害,必须引起高度重视。为保障井下工作人员的身体健康和保证安全生产,必须使矿井空气的质量符合要求,并改善矿井空气气候条件。

第一节 矿 井 空 气 概 述

一、矿井空气的主要成分

矿井空气来源于地面空气,地面空气主要由氧气、氮气、二氧化碳和其他一些微量气体所组成,如图 1-1 所示。

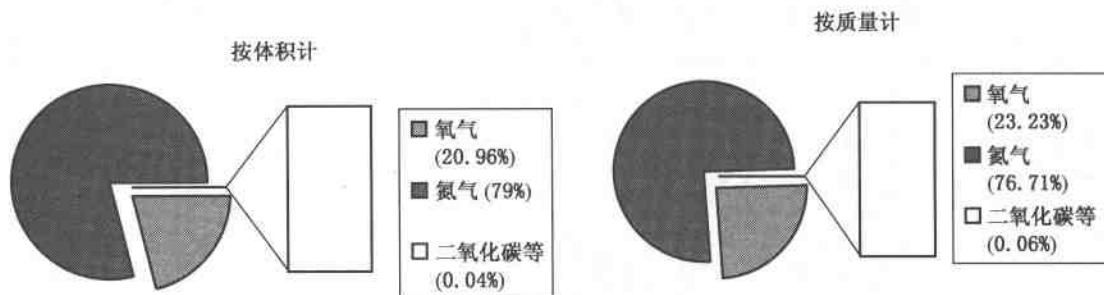


图 1-1 地面空气的组成

地面空气进入矿井后在成分和性质上发生一系列变化:①含氧量降低;②混入各种有毒有害气体;③混入矿尘;④矿井空气的温度、湿度和压力也发生变化。我们把这 4 个方面变化小的矿井空气称为新鲜空气,简称新风;变化大的矿井空气称为污浊空气,简称污风或乏风。

新鲜空气:井巷中用风地点以前、受污染程度较轻的进风巷道内的空气。

污浊空气:通过用风地点以后、受污染程度较重的回风巷道内的空气。

矿井空气的主要成分仍然是氧气、氮气和二氧化碳。

二、矿井空气中的有毒有害气体

矿井空气中常见的有毒有害气体有一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢、甲烷、氨气、氢气等。在一般情况下,矿井空气的成分和性质见表 1-1。由于各矿的条件不同,

表 1-1 矿井空气的成分和性质

名称	来源	基本性质	相对密度	特点	爆炸界限	危害	中毒特征	防治措施	安全浓度
氧气 (O_2)	地面空气	无色、无臭、无味	1.105	助燃		缺氧窒息		加强通风	$\geq 20\%$
甲烷 (CH_4)	煤岩层涌出	无色、无臭、无味	0.554	燃烧、爆炸	5% ~ 16%, 9.5% 时爆炸威力大	爆炸事故、窒息死亡		加强通风、技术措施、12 字方针	$\leq 0.5\%$ (采掘进风)、 1% (采掘地点)、0.75% (总回风)
二氧化碳 (CO_2)	涌出、氧化、呼吸、爆炸、火灾	无色、微酸、臭味	1.519	微毒		窒息死亡		加强通风、技术措施	$\leq 0.5\%$ (采掘进风)、 1.5% (采掘地点)、0.75% (总回风)
一氧化碳 (CO)	涌出、氧化、爆炸、火灾	无色、无臭、无味	0.967	燃烧、极毒	13% ~ 75%, 30% 时爆炸威力大	爆炸事故、中毒死亡	嘴唇呈桃红色, 两颊有红色斑点	加强通风、技术措施	$\leq 0.0024\%$
硫化氢 (H_2S)	涌出、分解、自燃	无色、微甜、臭鸡蛋味	1.177	燃烧、剧毒	4% ~ 46%	爆炸事故、中毒死亡	头痛、呕吐、无力、流唾液鼻涕	加强通风、技术措施	$\leq 0.00066\%$
二氧化硫 (SO_2)	涌出、氧化、爆炸、火灾	无色、酸味、硫磺刺激味	2.212	剧毒		刺激眼、呼吸系统, 中毒死亡	红眼、咳嗽、流泪、喉痛	加强通风、技术措施	$\leq 0.0005\%$
二氧化氮 (NO_2)	爆炸工作	浅红褐色、无臭、无味	1.588	剧毒		刺激肺、呼吸系统, 中毒死亡	吐黄痰, 指甲、头发变黄	加强通风、技术措施	$\leq 0.00025\%$
氨气 (NH_3)	分解、自燃	无色、剧臭、无味	0.588	有毒		刺激眼、皮肤、呼吸系统		加强通风	$\leq 0.004\%$
氢气 (H_2)	涌出、电解	无色、无臭、无味	0.069	燃烧	4% ~ 74%	窒息死亡		加强通风	$\leq 0.5\%$
氮气 (N_2)	地面、涌出、分解	无色、无臭、无味	0.968			窒息死亡		加强通风	$\leq 79\%$
水蒸气 (H_2O)	水的蒸发		0.622						
浮尘	作业过程			燃烧	30 ~ 2000g/m ³ , 300 ~ 400g/m ³ 时爆炸威力大	尘肺病		加强通风、技术措施	

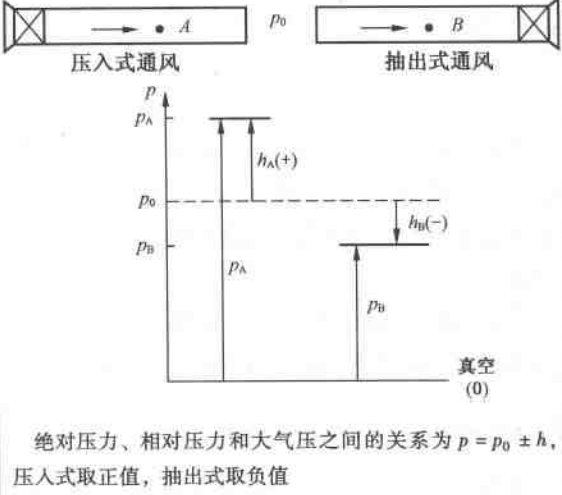
所以矿井空气中有毒有害气体的种类和数量也不完全相同。

三、矿井空气的物理参数

1. 温度、压力和湿度

表示矿井空气的主要参数有温度、压力和湿度，见表 1-2。

表 1-2 矿井空气参数（温度、压力和湿度）比较

参数名称	分 类	符号	单位	关 系	备 注
温 度	热力学温度	T	K	$T = t + 273.15$	描述物体 冷热状态的 物理量
	摄氏温度	t	℃		
压 力	绝对压力（以真空为基准测算的压力）	p	Pa	 绝对压力、相对压力和大气压之间的关系为 $p = p_0 \pm h$， 压入式取正值，抽出式取负值	由于以真 空为零点， 所以绝对压 力总是正值
	相对压力（以当时当地同标高的 大气压力为基 准测算的压力）	h			当绝对压 力不变时， 相对压力将 随当地大气 压力的变化 而改变
湿 度	绝对湿度（指 1m ³ 或 1kg 空气 中所含水蒸气的克 数）	f	g/m ³ 或 g/kg	$\varphi = \frac{f}{F_{\text{饱}}} \times 100\%$ 式中 φ—相对湿度，%； f—空气中所含水蒸气量（即绝对湿度），g/m³； $F_{\text{饱}}$—同温度下的空气饱和水蒸气量，g/m³； $\varphi = 0$ 时称为干空气，$\varphi \neq 0$ 时称为湿空气	空气的湿 度是指空气 中所含水蒸 气数量的多 少。表示空 气湿度的方 法有绝对湿 度、相对湿 度和含湿量 3 种
	相对湿度（指 某一体积空气 中实际含有的水蒸 气量 f 与同温度 下的饱和水蒸气 量 $F_{\text{饱}}$ 的百分比）	φ	%		

2. 密度、比容和重率

除温度、压力和湿度外，表示矿井空气的主要参数还有密度、比容和重率，见表 1-3。

表 1-3 矿井空气参数 (密度、比容和重率) 比较

参数名称	定 义	符号	单位	计 算 公 式	备 注
密度	单位体积空气所具有的质量	ρ	kg/m^3	$\rho = \frac{m}{V}$ 式中 ρ —空气的密度, kg/m^3 ; m —空气的质量, kg ; V —质量为 m 的空气所占有的体积, m^3	经验计算公式: $\rho = c \frac{p}{T}$ 式中 c —系数, 干空气时取 0.003484; 湿空气时取 0.003458 ~ 0.003473, 相对湿度升高取值降低
比容	单位质量空气所具有的体积	v	m^3/kg	$v = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho}$	比容和密度互为倒数关系
重率	单位体积空气所具有的重量	γ	N/m^3	$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{mg}{V}$	$\gamma = \rho g$

空气压力越大, 湿度越低, 空气密度越大。当大气压力与温度一定时, 空气的相对湿度越大 (含水蒸气量越多), 其密度越小, 即湿空气的密度要比干空气的密度小; 或者说, 湿空气比干空气轻 (这是因为水蒸气的密度比空气的密度小, 所以我们看到的水蒸气是“蒸蒸”向上的)。

在标准状况下 ($p = 1\text{atm}$ 、 $t = 0^\circ\text{C}$ 、 $\varphi = 0\%$), 干空气密度 $\rho = 1.293\text{kg/m}^3$; 在标准矿井条件下 ($p = 1\text{atm}$ 、 $t = 20^\circ\text{C}$ 、 $\varphi = 60\%$), 空气密度 $\rho = 1.19\text{kg/m}^3$ 。

四、常用基本概念

1. 压力与压强

空气的压力也称为空气的静压, 用符号 p 表示。压强在矿井通风中习惯上称为压力, 它是空气分子热运动对器壁碰撞的宏观表现。

2. 大气压 (大气压力、空气压力)

地球周围包围着的很厚的空气层称为大气层, 因其受到地心引力作用而呈现压力。这种大气层所呈现的压力称为大气压力。

大气压力的大小与海拔高度和气象条件有关。地表海拔高度越高, 则压在地表上的空气柱越短, 同时空气越稀薄, 空气重率 γ 越小, 大气压力越小。当空气温度为 0°C 时, 北纬 45° 海平面处的大气压力 (为 101.325kPa) 称之为一个标准大气压 (符号: atm)。

3. 正压通风与负压通风

相对压力有正压与负压之分: 高于当地同标高大气压力的称为正压; 低于当地同标高大气压力的称为负压。例如, 当矿井采用压入式通风时, 井下空气压力高于当地同标高的大气压力, 为正压, 因此压入式通风又叫正压通风; 当矿井采用抽出式通风时, 井下空气压力低于当地同标高的大气压力, 为负压, 因此抽出式通风又叫负压通风。

4. 含湿量与饱和度

含有 1kg 干空气的湿空气中所含水蒸气的质量称为空气的含湿量。

相对湿度反映空气中所含水蒸气量接近饱和的程度,也称饱和度。空气的湿度值越小,吸收水分的能力越强;反之,吸收水分的能力越弱。

五、矿井空气中有毒有害气体的检测

检测矿井空气中有毒有害气体的目的是为了确认其是否符合《煤矿安全规程》(以下简称《规程》)的规定,若不符合要求,则必须采取措施进行处理。此外,检测井下空气中一氧化碳的浓度,还是预测井下自燃火灾及分析火区状况的可靠方法之一。

对于现场就地检测而言,检测矿井空气中有毒有害气体的浓度应以快速准确的测定方法为宜,且测试仪器应便于携带。作业现场常用的测定方法有检定管法(包括比色法和比长法)和轻便型直接读数仪表法。

当采用取样化验分析法检测矿井空气中有毒有害气体时,其重要的操作步骤是井下现场采样。采样操作应遵照下列顺序进行:检查仪器、工具→安全检查→采样→送分析室→整理仪器、工具。在进行气体采样过程中,要随时注意附近的顶底板及通风情况,严禁在危险地区操作。如果有炮烟,严禁采样。采样中,要注意车辆和来往行人,以免被撞伤。采样前要带齐所用工具并进行详细检查,要求完整、齐全、准确、灵活好用,多种气体检定器和各种气体检定管的检测范围合适、不失效。

1. 采样前准备工作

采样之前应首先对球胆进行冲洗。其方法步骤是把预测地点的气体通过采样球或抽气泵压入球胆内,球胆中部膨胀厚度不小于 5cm,左手拿球胆底部,将球胆平放在大腿上,右手由上向下挤压球胆,排出球胆内气体,如此操作 3 次冲洗球胆。

2. 采集密闭内气样

进入密闭前栅栏外,首先观察密闭外 U 型压差计,判断密闭是进风还是出风。如果密闭前没有 U 型压差计,可用微风管或粉笔末检查该密闭是进风还是出风。

(1) 密闭进风时的采样。将取样胶管通过测气孔送入密闭内,或将胶管直接连接在留好的管子上,在胶管四周用黄泥或其他东西堵严实,不得使密闭外新鲜空气混入气样中。用采样泵连续取样 10min 以上,冲洗好采样球胆以后即可采样。将球胆充足充饱后,用夹子夹紧球胆口,并填写采样记录,将标签贴在球胆上。

(2) 密闭内出风时的采样。将取样胶管通过测气孔送入密闭内,或将胶管直接连接在留好的管子上,在胶管四周用黄泥或其他东西封堵严实,用采样泵或采样球采样,冲洗好采样球胆以后即可采样。将采样球胆充足充饱后,用夹子夹紧球胆口,并填写采样记录。

取样完毕后要将栅栏打好,防止其他人员误入。如密闭反水池出水时,必须在取样的同时测量水温。

3. 在工作面隅角及巷道高冒处取样

将取样杆送至距顶板 10~20cm 处,用抽气泵或取样球取样,视采样空间大小、气体来源等情况,具体决定对气样的置换时间和对球胆的冲洗次数,在取样的同时测量温度,将球胆充足充饱后,用夹子夹紧球胆口,详细观察该地点有无积热现象和自燃征兆,并作详细记录。

4. 在材料道、刮板输送机巷道后部采空区取样

将取样杆送入后部采空区,用抽气泵或取样球取样,抽气时间不少于3min,在取样的同时测量温度,将球胆冲洗后方可取样,并仔细观察有无自燃征兆和积热现象,并作详细记录。

5. 在材料道、刮板输送机巷道风流及工作面架间取样

(1) 在材料道、刮板输送机巷道风流中取样时,应将取样杆置于巷道上方,取样位置视现场情况而定,一般应设在终采线附近,在取样的同时测量温度。用取样球取样时,应将球胆按要求冲洗后方可取样。

(2) 架间取样时,应将取样杆置于工作面后部采空区或顶板上方,在取样的同时测量温度。将球胆按要求冲洗后再取样,观察工作面有无积热、气味异常等现象,并作认真记录。

6. 火区采样

在火区采样时,要两人同行。进入采样地点前应先检查甲烷、一氧化碳、氧气等气体浓度,超限时禁止进入。

六、防止有毒有害气体危害的措施

1. 加强通风、降低浓度

防止有毒有害气体危害的根本措施就是加强通风,不断地供给井下新鲜空气,用适量的风量将各种有毒有害气体排除到矿井外或冲淡到《规程》规定的安全浓度以下,以保证人员的安全与健康。这是目前防止有毒有害气体危害的重要措施之一,也是矿井通风的基本任务。

2. 加强检查、争取主动

应用各种仪器仪表经常检查、监视井下各种有毒有害气体的情况,以便及时发现问题并采取有效措施进行处理。这是防止有毒有害气体危害的一种重要手段。

3. 抽放排除、变废为宝

如果某种有毒有害气体储藏量较大,可采用回采前预抽的办法,如许多矿井将瓦斯预先抽放出来,送到地面,并加以利用。

4. 禁入险区、避免窒息

井下通风不良的地区或不通风的旧巷道,往往积聚大量有毒有害气体。因此,应在其出口设置栅栏,并挂上“禁止入内”的牌子。如果要进入时,必须先进行检查,当确认对人体无害时,方可进入。

5. 喷雾洒水、减少生成

当工作面有二氧化碳涌出或爆破产生二氧化氮时,应采用喷雾洒水的方法,使其溶解在水中。若在水中加入适量的石灰或一些药剂,效果会更好。水炮泥对灭火和减少爆破产生有毒有害气体很有效,应推广使用。

6. 及时抢救、减少伤亡

如果有人由于缺氧窒息或呼吸了有毒气体中毒时,必须及时抢救,并注意下列事项:

(1) 立即将窒息者或中毒者移到新鲜风流中或送到地面,首先将中毒者口中妨碍呼吸的东西(如假牙、黏液、血、泥土等)清除,将领带、腰带、上衣解松。但对一氧化

碳中毒者要注意保暖,避免着凉。

(2) 给中毒者输送纯氧并进行人工呼吸。对一氧化碳和硫化氢中毒者,最好在纯氧中加入5%的二氧化碳,刺激呼吸神经中枢,以增强呼吸能力。

(3) 对二氧化氮和二氧化硫中毒者,只能用拉舌法或活动上肢法进行人工呼吸,刺激神经中枢引起呼吸运动,不能用压迫胸部的人工呼吸法,以免加剧肺部水肿。

(4) 对硫化氢中毒者可用浸有氯水的棉花或毛巾放在患者口鼻旁,也可给患者喝少许稀氯水溶液解毒。

(5) 人体外部器官受毒气刺激时,可用药液冲洗。如眼睛受二氧化硫、二氧化氮和硫化氢等气体毒害时,可用1%的硼酸水或弱明矾水溶液冲洗;喉咙受毒害时,可用苏打溶液或硼酸水漱口;受氨气毒害时,可用硼酸水或生理盐水漱口,用柔软毛巾擦身和冲洗眼鼻。

第二节 矿井气候条件

矿井气候条件是矿井空气的温度、湿度和风速3个参数对人体的综合作用。这3个参数也称为矿井气候条件的三要素。矿井气候条件不仅直接影响着作业人员的身体健康和劳动生产率的提高,而且对安全生产也很不利。

一、矿井气候条件的安全标准

为保证良好的矿井气候条件,必须使矿井气候条件的三要素(温度、湿度、风速)符合《规程》规定的矿井气候条件的安全标准。

1. 温度的安全标准

(1) 我国现行评价矿井气候条件的指标是干球温度。进风井口以下的空气温度(干球温度,下同)必须在2℃以上。

(2) 生产矿井采掘工作面空气温度不得超过26℃,机电设备硐室的空气温度不得超过30℃;当空气温度超过规定时,必须缩短超温地点工作人员的工作时间,并给予高温保健待遇。

(3) 采掘工作面的空气温度超过30℃、机电设备硐室的空气温度超过34℃时,必须停止作业。

(4) 新建、改扩建矿井设计时,必须进行矿井风温预测计算,超温地点必须有制冷降温设计,配齐降温设施。

2. 湿度的安全标准

矿井的回风巷道和出风井,相对湿度都在95%以上,而且一般常年变化不大。通常认为相对湿度 φ 值在50%~60%较为适宜。

3. 风速的安全标准

《规程》规定,井巷中风流速度应符合表1-4的要求。

矿井通风安全监控系统主要监测瓦斯(甲烷)、一氧化碳、氧气、风速、风量、负压、湿度、温度、风门状态、风窗状态、风筒状态、局部通风机开停、主要通风机开停、工作电压、工作电流等参数。

表1-4 矿井巷道中的风速

序 号	井 巷 名 称	容许风速/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	
		最 低	最 高
1	无提升设备的风井和风硐		15
2	专为升降物料的井筒		12
3	风桥		10
4	升降人员和物料的井筒		8
5	主要进、回风巷		8
6	架线电机车巷道	1.0	8
7	输送机巷, 采区进、回风巷	0.25	6
8	采煤工作面、掘进中的煤巷和半煤岩巷	0.25	4
9	掘进中的岩巷	0.15	4
10	其他通风行人道	0.15	

二、矿井空气的温度

人体散热主要有对流、辐射和蒸发(出汗、呼出水蒸气)3种方式,与干温度 $t_{\text{干}}$ 的关系如下: $t_{\text{干}} < 25^{\circ}\text{C}$ 时,人体散热为对流、辐射; $t_{\text{干}} > 25^{\circ}\text{C}$ 时,对流、辐射下降,蒸发开始; $t_{\text{干}} = 37^{\circ}\text{C}$ 时,对流、辐射停止,主要靠蒸发。当 $t_{\text{干}} > 37^{\circ}\text{C}$,而且相对湿度 $\varphi = 90\%$ (井下往往大于此值)时,人们感到闷热,甚至出现中暑。如果湿温度 $t_{\text{湿}} = 27^{\circ}\text{C}$ (无风)时人们的工效为100%,那么,当湿温度 $t_{\text{湿}} = 35.5^{\circ}\text{C}$ 时,工效则降为20%。因此,矿井空气的温度对人体对流散热起着主要作用,是影响矿井气候条件的主要因素,温度过高或过低时,都会使人感到不舒服,它直接影响着作业人员的身体健康和工作效率的提高。

(一) 影响矿井空气温度的因素

影响矿井空气温度的因素很多,而且又很复杂,主要有以下8项。

1. 地面空气温度

地面空气温度对井下气温有直接的影响,尤其在冬、夏两季和开采深度较浅的矿井,影响更为显著。冬季地面空气温度很低,冷空气进入矿井后,使井下气温降低,如北方地区有的矿井进风井会有结冰现象,对行人和运输不利,因此必须对风流进行预热。夏季地面空气温度很高,热空气进入矿井后,使井下气温升高,如南方地区有的矿井的井下或工作面每年有1~2个月都处在高温热害之中。由此可以看出,矿井空气温度受地面空气温度的影响是十分明显的。

2. 空气的压缩与膨胀

当空气沿井巷向下流动时,空气受到压缩会产生热量而使温度升高(一般垂深每增加100m,温度可升高 1°C);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100m,温度可降低 $0.8 \sim 0.9^{\circ}\text{C}$)。

3. 岩层温度

岩层温度对矿井空气温度有很大影响,是矿井的主要热源,一般占总量的50%~60%。在恒温带之下,岩层温度随着深度的增加而升高,在含煤地层中,深度每增加30~35m,岩层温度升高 1°C 。

当地面空气进入井下后,因与岩层有温差,故在流动的同时进行热交换。如空气温度低于岩层温度时,则岩层放热,使井下空气的温度逐渐升高;反之,则岩层吸热,使井下空气的温度逐渐下降。

4. 地下水的作用

矿井中有高温热泉或热水涌出时,可使气温升高;相反,若低温的地下水活动强烈时,则可使气温降低。

5. 水分蒸发吸热

水分蒸发时,将从空气中吸收热量,使空气温度降低。每蒸发 1kg 水可吸收 2.5kJ 的热量,能使 1m^3 空气的温度降低 1.9°C 。

6. 氧化生热

井下煤炭、坑木等物质的氧化都能生成大量的热。例如在 1m^3 空气中由于煤的氧化而使二氧化碳浓度增加 0.1% 时,能产生 18kJ 的热量,而这些热量足够使 1m^3 空气的温度升高 14.5°C 。

7. 通风强度

通风强度是就单位时间内进入井巷的风量多少而言的。温度较低的空气流经井下巷道或工作面时,由于热交换作用能吸收热量,所以流经某井巷或工作面的风量越多(供风量越大),即通风强度越大,吸收的热量也就越多。由此可见,加大通风强度是可以改变矿井气候条件的。

8. 其他因素

除上述因素外,机械运转以及人体的散热等也都对井下气温有一定影响。特别值得提出的是,随着机械化程度的不断提高,大型电气设备的采用和井下机电硐室的高度集中,机械运转所产生的热量对矿井空气温度升高的影响越来越不容忽视。例如风流每经过带式输送机的 1 台电动机时,其温度将升高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。机电设备无功损耗的 50% 是以热的形式散失,若工作面有 100kW 设备,供风量 $680\text{m}^3/\text{min}$,相对湿度 $\varphi = 85\% \sim 90\%$,可使风温上升 1.5°C 。

(二) 矿井空气温度的变化规律

综上所述,矿井温度受着多种因素的影响,其中有升温作用的,也有降温作用的。但从许多矿井的实践看,一般升温作用都大于降温作用,其变化规律如下:

(1) 在进风路线上(在地面气温影响范围内),主要指进风段,从进风井、进风石门、进风大巷直到采区入口的通风路线,气温随四季而变,和地表气温相比,有冬暖夏凉的现象。在冬季,地面冷空气进入井下后,冷空气与地下岩层温度进行热交换,风流吸热,岩层散热,因地下岩层温度随深度增加,且风流下行受压缩,故沿线空气温度逐渐升高;夏季与冬季的情况大致相反,沿线空气温度逐渐降低。

(2) 在整个风流路线上,主要指采区用风段,从采区入口、进风巷、采掘工作面、回风巷到采区出口的通风路线,回采工作面一般是矿井空气温度最高的区段。地面气温的影响范围(指进风风流流经路线长度或称距离)一般为 $1000\sim 2000\text{m}$,超过此距离,不论冬季还是夏季,随着进风路线的延长,矿井空气温度会逐渐升高,至回采工作面时,温度一般达到最高。这是因为回采工作面除有煤、岩氧化外,还有人体散热和机械运转、爆破等因素引起的散热。开采深度大、进风路线长且超过一定距离时,回采工作面的温度常年保持不变;开采深度不大、进风路线短时,回采工作面的矿井空气温度将随地面气温的变化而变化。

(3) 在回风路线上,主要指回风段,从采区出口、回风大巷、回风井到风硐的通风路线,因通风强度较大、风速高、水分蒸发吸热,加之气流向上流动而膨胀降温,使气温略有下降,但基本上常年变化不大。