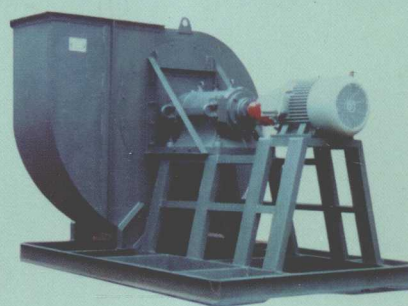


湖南省煤矿培训专用教材

KUANGJING
TONGFENG YU ANQUAN



矿井通风与安全

何廷山 主编



湘潭大学出版社

湖南省煤矿培训专用教材

矿井通风与安全

主编 何廷山

湘潭大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

矿井通风与安全 / 何廷山主编. —湘潭: 湘潭大学出版社, 2009.11

ISBN 978-7-81128-151-4

I. 矿… II. 何… III. ①矿山通风②矿山安全 IV. TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 211247 号

矿井通风与安全

何廷山 主编

责任编辑: 罗 联

封面设计: 罗志义

出版发行: 湘潭大学出版社

社 址: 湖南省湘潭市 湘潭大学出版大楼

电话(传真): 0731-58298966 邮编: 411105

网 址: <http://xtup.xtu.edu.cn>

印 刷: 长沙瑞和印务有限公司

经 销: 湖南省新华书店

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 12.5

字 数: 387 千字

版 次: 2009 年 11 月第 1 版 2009 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-81128-151-4

定 价: 28.00 元

(版权所有 严禁翻印)

湖南省煤矿培训专用教材

编 审 委 员 会

主 任 李联山

副主任 陈永康

委 员 孙根天 刘承基 邓松生 李兴业

朱奇卫 何廷山 杨明球 崔海波

姜 舒 周松元 王 勇

序

十六届五中全会确立了“安全发展”的指导原则，并纳入科学发展、构建社会主义和谐社会的整体范畴，体现了党中央国务院对安全生产的高度重视。安全发展的基本前提是安全，目的是发展，核心是以人为本。以人为本，首先以人的生命健康为“基本”和“根本”。近年来，全省煤炭工业在省委省政府的坚强领导下，大力实施“整顿关闭、整合技改、管理强矿”三步走战略，煤矿安全生产形势总体稳定并趋于好转，生产力水平明显提高。但是，我省煤矿地质条件复杂，灾害多发，安全生产形势依然严峻。为此，必须以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导，从贯彻以人为本的科学发展观和构建和谐社会的要求出发，做到警钟长鸣、警示高悬，切实抓细抓实抓好煤矿安全工作，以促进全省煤炭工业安全健康可持续发展。

梁启超说：“智恶乎开？开于学！学恶乎立？立于教。”加强安全教育培训是保证安全生产的基础，是提高职工安全技术素质、搞好安全生产的前提，是实现煤矿安全生产长治久安的重要举措。人是安全生产的主体，只有不断加强和规范煤矿安全技能培训，大力提高从业人员技能素质，才能从根本上真正实现煤矿安全。

为配合全省煤炭工业开展采煤方法、支护改革，以及瓦斯抽采利用和质量标准化等中心工作，使煤矿从业人员了解国家安全生产的方针、有关法律法规和规章，掌握煤矿生产新技术、新工艺、新设备和新材料的操作技能，掌握本岗位操作规程和安全生产基本常识，确保专项培训质量，省煤炭工业局组织湘潭大学、湖南理工职业技术学院和省煤炭学会等单位的专家教授，编写了《壁式采煤方法》、《煤矿支护技术》、《瓦斯抽采技术》、《质量标准化》、《矿井通风与安全》、《煤矿机电与运输》等煤矿专项培训教材。其主要特点有以下三个方面：

一是从落实科学发展观和构建和谐社会的高度，以促使煤矿主要负责人及安全、技术等管理人员牢固树立“安全第一”思想为主线，以提高煤矿职工整体安全技术素质、推进科技进步、保障安全生产为目的，坚持了“以人为本”的安全发展理念。

二是结合我省煤矿实际，针对壁式采煤方法、煤矿支护技术、质量标准化、瓦斯抽采技术、煤矿通风安全、煤矿机电运输等六个方面的新技术、新工艺的推广进行了系统的阐述。遵循理论联系实际，解决实际问题，突出了实用性。

三是坚持以总结我省多年煤矿生产和技术进步的科研成果和生产实践经验为基础，对一些影响煤矿安全生产的技术难题进行了系统的分析；注重内容的推陈出新，及时纳入新的法规和先进的科研成果，突出了科学性、先进性。

相信该教材对加快煤矿技术进步、推进科技兴安、推动全省煤矿安全生产形势进一步稳定好转、促进煤炭工业安全健康发展具有重要意义。

李 强

2009年8月

前 言

受湖南省煤炭工业局的委托,在湘潭大学能源工程学院领导的具体指导下,针对煤矿班队长实践经验丰富、文化基础较低和安全知识培训要求急迫等特点,结合目前我省煤矿生产实际,编者深入我省一些具有代表性的煤矿和省煤炭局相关部门进行了调查和资料及文件的收集而编写了本书。

本书编写具备如下特点:力求突出煤矿通风安全常规管理的重点内容,着力引入煤矿生产的新技术、新经验、新设备和国家及地方管理部门的新规定要求;文化知识起点相当于初中毕业水平,论述语言力求做到浅显、通俗、易懂;重点介绍“一通三防”内容的基本理论、基本技能和基本要求;每章末都附有一定量的复习思考题,让学员通过完成这些习题进一步加深巩固和提高对所学章节内容的理解。

本书由何廷山主编,参加编写的有何廷山(第一章至第五章、第八章)、吴启勇(第六章、第十一章至第十五章)、柳建新(第七、九、十章)。在编写过程中得到了湖南省煤炭工业局陈永康的精心指导、人事培训处和湘潭大学能源工程学院以及一些煤矿领导的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!本书在编写过程中吸取了诸多教材的优点,为此特向文献作者一并表示感谢!

由于编者水平所限,加之时间仓促,书中难免出现一些错误和缺点,恳切希望读者批评指正。

编 者

2009 年 8 月

目 录

第一篇 矿井通风

第一章 矿井空气

第一节 矿井空气的主要成分·····	1
第二节 矿井空气中的主要有害气体·····	2
第三节 矿井空气温度与湿度·····	5
第四节 井巷风速与风量·····	6

第二章 通风压力与阻力

第一节 矿井空气压力·····	9
第二节 压力测量 ·····	11
第三节 通风阻力 ·····	15

第三章 矿井通风动力

第一节 自然通风 ·····	19
第二节 机械通风 ·····	21

第四章 矿井通风系统

第一节 矿井通风方式 ·····	26
第二节 通风网路 ·····	29
第三节 采区通风系统 ·····	30
第四节 通风设施与漏风 ·····	34
第五节 矿井风量调节 ·····	38

第五章 局部通风

第一节 利用矿井总风压通风 ·····	41
第二节 局部通风机通风 ·····	42
第三节 局部通风质量标准及事故案例 ·····	46

第二篇 煤矿安全

第六章 矿井瓦斯

第一节 矿井瓦斯概述 ·····	50
第二节 瓦斯爆炸及其防治 ·····	59
第三节 煤与瓦斯突出及其防治 ·····	69

第七章 矿尘危害及其预防

第一节 煤矿尘肺病及其预防 ·····	76
---------------------	----

第二节 煤尘爆炸及其预防	79
第三节 矿尘浓度测定	85
第八章 矿井防灭火	
第一节 矿井火灾及其危害	88
第二节 煤炭自燃发火	88
第三节 矿井火灾的预防	90
第四节 矿井火灾的处理	96
第九章 矿井防治水	
第一节 湖南省煤矿水灾概况	105
第二节 矿井充水条件及原因	106
第三节 矿井防治水技术	107
第四节 矿井透水事故的处理	112
第十章 矿井抢险救灾	
第一节 矿井灾害预防和处理计划	114
第二节 矿山救护的基本知识	117
第三节 矿工自救	121
第四节 现场急救	125

第三篇 煤矿安全法律法规

第十一章 煤矿安全法律法规体系概述	
第一节 法律的概念、本质、特征及其分类	129
第二节 煤矿安全法律法规体系	132
第三节 煤矿安全标准体系	132
第十二章 煤炭法	
第一节 煤炭法效力范围、立法宗旨及基本指导思想	135
第二节 煤炭生产开发与煤矿建设	136
第三节 煤炭生产与煤矿安全	138
第四节 煤炭经营	141
第五节 煤矿矿区保护	142
第六节 监督检查	142
第七节 法律责任	143
第十三章 矿山安全法	
第一节 矿山安全法效力范围、立法宗旨及基本指导思想	146
第二节 矿山安全法的基本内容	147
第十四章 煤矿安全监察条例及煤矿安全监察行政处罚暂行办法	
第一节 煤矿安全监察条例	157
第二节 煤矿安全监察行政处罚暂行办法	162
第十五章 煤矿三大规程	
第一节 煤矿安全规程	166
第二节 作业规程	168

第三节 操作规程.....	176
附录一 在标准大气压下不同温度时的饱和水蒸气量、饱和水蒸气压力	179
附录二 由风扇湿度计读数值查相对湿度.....	180
附录三 井巷摩擦阻力系数 α 值	181
附录四 井巷局部阻力系数 ξ 值.....	186
参考文献.....	187

第一篇 矿井通风

第一章 矿井空气

煤层地下开采必须进行矿井通风。矿井通风的基本任务是采用安全经济的通风方法，供给井下足够的新鲜空气，冲淡并排除有害气体和矿尘，创造适宜的气候条件，为井下人员的劳动生产及机械设备的正常运转创造一个良好的工作环境，以保证安全生产。因此研究矿井空气成分及其变化和各種气体对人体健康的影响，搞好矿井通风，对保证安全生产和井下人员的身体健康具有极其重要的意义。

第一节 矿井空气的主要成分

井下空气来源于地面空气。一般来说，地面空气的成分是一定的，它主要是由氧、氮和二氧化碳三种气体所组成。按体积百分数计：氧为 20.96%，氮为 79%，二氧化碳为 0.04%。此外，还含有数量不定的水蒸气、微生物及灰尘等。

地面空气进入矿井后，在成分和性质上将发生下列变化：(1) 氧含量减少；(2) 混入各种有害气体；(3) 混入矿尘；(4) 空气的温度、湿度和压力发生变化。这种在成分上发生了变化的空气叫矿井空气。变化程度不大的叫新鲜风流，变化程度较大的叫污浊风流。

尽管矿井空气与地面空气不完全相同，但其主要成分仍然是氧、氮和二氧化碳。

一、氧 (O_2)

(一) 性质

氧是一种无色、无味、无臭、化学性质很活泼的气体，易使其他物质氧化，对空气的相对密度为 1.11，是人与动物呼吸和物质燃烧不可缺少的气体。

(二) 对人体的影响

人的生存主要是靠吃进的食物及吸入的氧气在体内进行新陈代谢作用来维持的。因此，人离开新鲜空气就好比鱼儿离开水一样是无法生存的。人对氧的需要量是随人的体质强弱、精神状态好坏和劳动强度大小而定的。休息时，每分钟所需氧气量不少于 0.25 L，行走和劳动时为 1~3 L/min。

空气中的含氧量如果降低至 17% 时，人在工作时就会引起喘气和呼吸困难，当含量降低至 10%~12% 时，人即失去理智，时间稍长，即有生命危险。因此，井下工作地区必须要不断地供给新鲜空气。《煤矿安全规程》(以后简称《规程》) 规定：在采掘工作面进风流中，按体积计算，氧气浓度不得低于 20%。

(三) 矿井空气中氧含量减少的主要原因

- (1) 人员呼吸;
- (2) 煤岩和其他有机物的缓慢氧化;
- (3) 井下火灾、瓦斯或煤尘爆炸;
- (4) 煤岩和生产过程中各种气体的放出而相对地降低了氧的含量。

由于上述原因,在通风不良的井巷中,或发生火灾的地区,氧的含量可能降低。人员在进入这些地区之前,一定要进行氧含量的检查,否则可能有窒息的危险。在我省煤矿生产过程中,井下工作人员因误入盲巷或通风不良井巷中,造成的窒息死亡事故是较多的。

二、氮 (N_2)

氮是一种惰性气体,是新鲜空气的主要成分。它无色、无味、无臭,对空气的相对密度是 0.97,不助燃也不供人呼吸。在正常情况下,氮对人无害。但当空气中氮含量过多时,能相对地减少氧含量,而使人缺氧窒息。

矿井空气中氮气主要来源是井下爆破和生物的腐烂,有些煤岩层中也有氮气涌出。所以在通风不良的井巷、废弃的旧巷和隔离着的火区内,可能积存大量的氮气。

三、二氧化碳 (CO_2)

(一) 性质

二氧化碳是无色、略带酸臭味的气体,对空气的相对密度为 1.52。因此在风速较小的巷道中,常聚集在巷道的底板附近或下山巷道的下部;在风速较大的巷道中,一般能与空气均匀地混合。二氧化碳不助燃也不供人呼吸,略带毒性,易溶于水。

二氧化碳的毒性表现在对人的呼吸器官有刺激作用。矿井空气中二氧化碳含量达到 3% 时,使人呼吸急促,心跳加快;当含量达到 20%~25% 时,使人短时间中毒死亡。因此《规程》规定:采掘工作面进风流中,二氧化碳不得超过 0.5%。其他地点的浓度要求详见相关的各项规定。

(二) 矿井二氧化碳的来源

- (1) 煤和有机物的氧化;
- (2) 人员呼吸;
- (3) 酸性水遇碳酸性岩石(方解石、石灰石等)分解产生;
- (4) 井下火灾、爆破工作和瓦斯、煤尘爆炸生成;
- (5) 从煤和围岩中放出。

在我省,有的矿井从煤和围岩中放出的二氧化碳比瓦斯多,此时矿井供风量就要根据二氧化碳的涌出量来考虑。有的煤岩层长期连续放出二氧化碳,有的甚至能与煤岩粉一起突然大量喷出,给矿井带来极大的危害。例如,吉林省营城煤矿五井曾于 1975 年 6 月发生一起二氧化碳和岩石突出的事故,突出岩石 1 005 t,二氧化碳 11 000 m³。

第二节 矿井空气中的主要有害气体

一、一氧化碳 (CO)

(一) 性质

一氧化碳为无色、无味、无臭的气体,相对密度为 0.97,微溶于水,含量达 13%~75% 时遇火能爆炸,有剧毒。

人体内红血球所含血色素和一氧化碳的结合能力比和氧气的结合能力大 250~300 倍。因此,一氧化碳被吸入人体后,会阻碍氧与血色素的正常结合,使人体各部分组织产生缺氧现象,引起窒息或

中毒以致死亡。当矿井空气中一氧化碳含量达到 0.001 6% 时, 无症状或有轻微症状; 含量达到 0.4% 时, 短时间内就会失去知觉; 含量达到 1% 时, 人只要呼吸几次, 即可失去知觉以致死亡; 如果人长期在含量达 0.01% 的一氧化碳空气中工作, 人体长期缺氧, 中枢神经系统受到侵害, 就会引起慢性中毒。

(二) 一氧化碳中毒的特征

轻微中毒时, 头发沉、额部发紧、头晕耳鸣、两眼冒金花、发黑流泪; 严重中毒时, 除有轻微的各种症状外, 并有恶心、呕吐、脉搏加快等症状; 致命中毒时还出现痉挛。除此征兆外, 其显著的特征是嘴唇呈桃红色, 两颊有红斑点。

《规程》规定: 井巷空气中一氧化碳最高允许浓度为 0.002 4%。

(三) 矿井空气中一氧化碳的来源

- (1) 矿井火灾;
- (2) 瓦斯和煤尘爆炸;
- (3) 井下爆破。

二、硫化氢 (H_2S)

(一) 性质

硫化氢是无色、微甜、有臭鸡蛋味的气体, 相对密度为 1.19, 易溶于水, 老窑水中因坑木腐烂常含有这种气体, 能燃烧、爆炸, 有剧毒。

(二) 硫化氢中毒的特征

硫化氢的毒性作用在于刺激眼膜、呼吸系统和神经系统。空气中硫化氢的含量达到 0.01% 时, 几小时后发生轻微中毒; 含量达到 0.02% 时, 呼吸 5~10 min, 眼睛和喉头就会感到严重的刺激; 含量达到 0.1% 时, 短时间内就会死亡。

《规程》规定: 井巷空气中硫化氢的最高允许浓度为 0.000 66%。

(三) 矿井空气中硫化氢的来源

- (1) 有机物(如坑木等)的腐烂;
- (2) 含硫矿物(如黄铁矿、石膏等)遇水分解;
- (3) 矿物氧化和燃烧;
- (4) 从老空区和旧巷涌水中, 或自煤壁及围岩中放出;
- (5) 爆破工作。

三、二氧化氮 (NO_2)

(一) 性质

二氧化氮为红褐色气体, 相对密度为 1.57, 易溶于水, 毒性很强。

(二) 对人体的危害

二氧化氮因易溶于水变为硝酸, 所以对眼睛和呼吸器官有强烈的刺激作用, 尤其对肺部组织破坏严重, 使肺部浮肿。

二氧化氮中毒时并无感觉, 但在 4~6 h 后, 就会发生较严重的支气管炎, 呼吸困难、手指尖及头发变黄、肺部浮肿严重发展、咳嗽、吐黄痰、呕吐以致死亡。

空气中二氧化氮含量为 0.006% 时, 对呼吸器官有刺激作用, 咳嗽, 胸痛; 含量达到 0.025% 时, 短时间内就会死亡。

《规程》规定: 井巷空气中二氧化氮的最高允许浓度为 0.000 25%。

二氧化氮主要是放炮时产生的, 因此在放炮后应加强通风, 将二氧化氮冲淡并排出后, 人员方可进入工作面作业。

四、二氧化硫 (SO_2)

(一) 性质

二氧化硫为无色气体,有硫磺燃烧的臭味,相对密度为 2.2,极易溶于水,有毒性。

(二) 对人体的危害

二氧化硫遇水变成硫酸,所以对眼睛及呼吸器官有强烈的刺激作用,过去矿工称它为“瞎眼气体”。当空气中二氧化硫含量为 0.000 5% 时,嗅觉器官能闻到有刺激味;浓度为 0.002% 时,就能引起眼红肿,流泪咳嗽,喉头发痒等症状;浓度达到 0.05% 时,就可能引起急性支气管炎,肺水肿,短时间内中毒死亡。

《规程》规定:井巷空气中二氧化硫含量不得超过 0.000 5%。

五、氨气 (NH_3)

(一) 性质

氨气是一种无色、有浓烈臭味的气体,相对密度为 0.596,易溶于水,空气中浓度达到 30% 时有爆炸危险。

(二) 对人体的危害

氨气对皮肤和呼吸道粘膜有刺激作用,可引起喉头水肿。

(三) 矿井空气中氨气的主要来源

- (1) 爆破工作;
- (2) 用水灭火等;
- (3) 部分岩层中涌出。

《规程》规定:井巷空气中氨气浓度不得超过 0.004%。

六、氢气 (H_2)

(一) 性质

氢气无色、无味、无毒,相对密度为 0.07。氢气能自燃,其点燃温度比甲烷低 100~200 °C,当空气中氢气浓度为 4%~74% 时有爆炸危险。

(二) 矿井空气中氢气的主要来源

- (1) 井下蓄电池充电时可放出;
- (2) 有些中等变质的煤层中涌出。

除了上述有害气体之外,矿井空气中最主要的有害气体是甲烷 (CH_4)。它是一种具有窒息性和爆炸性的气体,对煤矿安全生产的威胁最大。它的主要性质、危害和防治措施等将在第六章中专门论述。

在煤矿生产中,通常把以甲烷为主的有毒有害气体广义地称为瓦斯。

矿井空气中有害气体对井下作业人员的生命安全危害极大,为了防止有害气体的危害,应采取以下措施:

(1) 加强通风,将各种有害气体冲淡到《规程》规定的浓度以下,是防止有害气体危害的主要措施。

(2) 加强检查,应用各种手段、仪器监视井下有害气体的发生、发展和聚积情况,以便及时采取相应的处理措施。

(3) 采取措施,减少或堵截有害气体的产生或涌出。

(4) 完善管理,严格规章制度,井下通风不良的地区或不通风的旧巷内,往往聚积大量的有害气体,因此在不通风的旧巷口要设栅栏,并挂上“禁止入内”的警示牌。若要进入这些旧巷时,必须先进行检查,只有当确认对人体无害时才能进入。

(5) 人体由于缺氧窒息或有毒气体中毒时,应立即将中毒者移到有新鲜空气的巷道或地面,并进行人工呼吸(二氧化氮、硫化氢中毒者除外),施行抢救。

第三节 矿井空气温度与湿度

与地面的天气预报相似,标志井下气候条件的主要参数是空气的温度、湿度和流速。而气候条件的好坏又取决于温度、湿度和风速三者的综合作用。井下人员在生产过程中产生的热量,大部分都需发散到周围的空气中去。当人体产生与放散的热量能保持平衡(即体温保持在 $36.5\sim 37\text{ }^{\circ}\text{C}$)时,人体感觉舒适。如果人体产生的热量不能散去,就会感到闷热,严重时发生中暑。而当人体散出的热量过多时,就会发冷,甚至感冒。因此为了保证井下人员的身体健康和提高工作效率,就要给井下创造适宜的气候条件。

一、空气温度

矿井空气温度受许多因素的影响。例如,煤炭与有机物的氧化能生成大量的热,使空气温度升高;水分蒸发时,要从空气中吸收热量,从而使空气的温度降低;地面空气温度对井下空气温度影响很大,尤其当矿井较浅,井下巷道不长时就更显著;井下空气与岩石要产生热交换作用。例如,一般深度的矿井,岩石温度不太高时,冬季冷空气进入矿井后,将从岩石吸收热量,使空气自身温度升高;而在夏季则恰恰相反。所以,与地面相比较,井下有“冬暖夏凉”的感觉。有些矿井就利用这种特性自然地起到空气调节的作用。

我省小型煤矿开采深度一般不大,目前因岩石温度的影响而使井下空气温度升高很多的矿井还很少见,主要是由于氧化生热和夏季地面气温的影响而形成井下高温。

对于一般深度的矿井而言,矿井进风路线的气温是随季节的变化而变化的。采掘工作面,由于煤、岩及有机物的氧化,人员呼吸,爆破工作及机械运转产生热量使温度升高,所以回采区段是整个风流路线上温度最高的区段,回风路线上气温略有下降,且常年变化不大。因各处风流在此汇合,流速增加,吸收热量,同时也有利于水分蒸发而吸收热量。

矿井空气温度是影响井下气候条件的主要因素。因此《规程》规定:采掘工作面的空气温度不得超过 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$,机电设备硐室的空气温度不得超过 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。空气温度超过规定,应采取措施。

降低矿井空气温度的一般措施:

1. 增加通风强度

供风量越大,将热量和水蒸气带走得越多。对于开采深度不大的矿井,实践证明增加通风强度对降低工作面温度和湿度都有明显的效果,所以它是改善工作面气候条件的重要方法之一。

2. 井口喷水降温

此法简单易行、经济。特别是在夏天,用于解决距井口不远的高温场地有一定的效果。其缺点是提高了空气的湿度。

3. 利用局部通风设施

井下个别地点,由于通风不良而温度升高时,可用小型局部通风机送风来改善其通风状况。

二、空气湿度

空气湿度就是表示空气中所含的水蒸气量。一般用相对湿度(%)来表示。相对湿度是指每立方米空气中含有水蒸气的重量(g)与同一温度下饱和水蒸气量之比的百分数。空气中的饱和水蒸气量是随温度的变化而变化的,空气温度增高,饱和水蒸气量增大。如果空气中的含湿量不变,则相对湿度随着温度的升高而降低;反之相对湿度随着温度降低而升高。一般认为,人体适宜的相对湿度为 $50\%\sim 60\%$ 。

井下空气湿度是随着地面空气湿度和井下滴水情况不同而变化的。在冬季,空气进入井下后,因

温度升高而饱和能力加大,所以沿途要吸收井巷中的水分;在夏季,空气进入井下后,因气温逐渐降低而饱和能力变小,使空气中一部分水蒸气降落在支架和巷道壁上凝成水珠。因此在进风路线上出现“冬干夏湿”的现象。风流经过进风路线沿途吸收水分到达回采工作面和回风路线,一般湿度都比较大。在接近回风井时,相对湿度可达95%以上,而且常年变化不大。

井巷内滴水,将大大增加矿井空气的湿度,这就充分说明防止井巷滴水的重要性。井筒内有淋水时,可在含水层下部修筑聚水圈。为防止巷道内滴水,一般用白铁皮、木板遮挡滴水处,减少风流与滴水的直接接触,减少水分的蒸发。

井下空气的相对湿度一般都很大,要控制适宜的湿度是困难的,所以我们主要是靠改变空气的温度和风速来进行空气调节。温度高要求风速大,温度低要求风速小。温度和风速之间比较合适的关系可参考表1-1。在保证井下瓦斯不超限的前提下,可根据表中所列关系进行调节。

表 1-1 空气温度与适宜风速关系

空气温度 $T/^{\circ}\text{C}$	<15	$15\sim 20$	$20\sim 22$	$22\sim 24$	$24\sim 26$
相应风速 $v/(m/s)$	≤ 0.5	≤ 1.0	> 1.0	> 1.5	≥ 2.0

第四节 井巷风速与风量

测量井巷风速和计算井巷风量是矿井通风中一项必不可少的经常性工作。风速是指空气在单位时间内流经的距离,单位是 m/s 。风量是指单位时间内通过井巷某一断面的空气体积,单位是 m^3/s 、 m^3/min 。它是衡量矿井通风好坏的主要指标之一。进入井下的风量不能少也不能多,要做到经济合理。此外,考查井巷风速是否符合《规程》要求,各采掘工作面的供风量是否合理,测定矿井的漏风率和有效风量以及测定矿井瓦斯涌出量等都依赖于风速的测量和风量的计算。

一、测风仪表

目前我省煤矿井下测风时仍多使用机械翼式风表。此类风表按其结构不同分为翼式和杯式两种。根据测量风速的范围不同,又分为高速风表 ($>10 m/s$)、中速风表 ($0.5\sim 10 m/s$) 和低速风表 ($0.3\sim 0.5 m/s$) 三种。

(一) 高速风表

高速风表为杯式风表(也有翼式的),其受风翼轮是由3个(或4个)金属半圆杯组成的旋杯,所以比较坚固,能够受高风速的吹击。该风表上设有自动计时装置。使用时用手按下启动杆,风速指针就回到零位,放开启动杆后,红色计时指针和风速指针开始走动,经1 min后,风速指针自动停止走动,同时计时指针已转到最初位置停止下来,完成了风速的测量。

(二) 中速风表

中速风表一般为翼式风表,其受风翼轮由8个叶片按照与旋转轴垂直平面成一定角度安装组成。当翼轮转动时,通过蜗杆轴,将转动传给计数器,使指针转动,指示出翼轮转速。计数器上设有开关,打开开关,指针即随翼轮转动,关闭开关,翼轮虽仍转动,但指针不动。回零压杆为回零装置,不论指针在何位置,只要按下压杆,长短指针立即回到零位。

(三) 低速风表

低速风表结构与中速风表相似,也为翼式,只是其叶片更薄更轻,翼轮轴更细,因而当风速很低时,也能转动。

二、测风方法与风量计算

矿井和每翼总进风道和总回风道、采区和采掘工作面进风道和回风道等都要定期测风。为了准确地测定风速,主要测风地点都要建立测风站。测风站必须符合下列要求:测风站必须设在直线巷道

中,测风站本身长度不得小于4 m,前后10 m内没有拐弯和其他障碍物。测风站的断面不得比原来断面过分缩小,在测风站内应挂记录牌,用来记录测风的结果。测风站使用时间较长或该处地压较大时,可用砖或混凝土来砌筑。在棚式支架支护的巷道中,可设置铁皮测风站,如图1-1所示。测风站的铁皮要与巷壁接触严密。如果需要在不宜修建测风站的地区测风时,可以选择一段较为规整,断面无变化的巷道作为测风之用。

井巷中风流因受阻力影响,空气并不沿着整个巷道断面等速前进,巷道中部风速最大,离中心向周边速度逐渐减小,在巷道周边处风速最小。《规程》中所指的风速是指平均风速,在通风实测中要注意这点。一般平均风速与最大风速之比大致为0.8~0.9。

为了测得巷道的平均风速,测风时可采用线路法,即将风表按图1-2所示的路线移动。

测风人员可采用侧身法,即测风员面向巷道壁侧身站立于巷道内,将迎风一侧的手臂伸出,使风表保持在人体的正面部位,距人身不得小于0.6~0.8 m,并且保持风表沿着一定的路线均匀地移动。如果巷道断面不大,测风员要紧紧地背靠壁面或铁皮,从巷道的一边测到另一边。

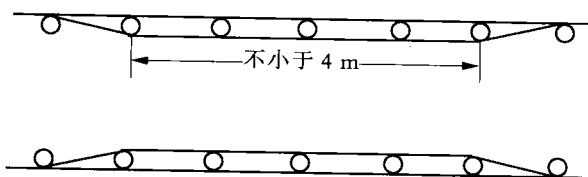


图 1-1 测风站

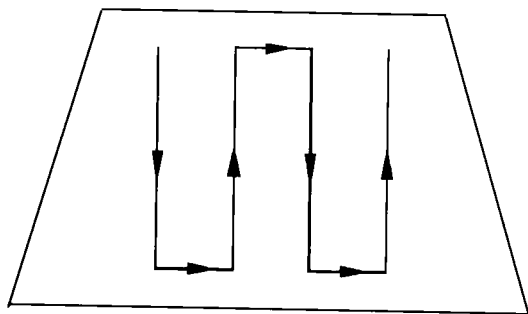


图 1-2 线路法测风

测风时先将风表指针回零,使风表迎着风流,并与风流方向垂直,手持风表要稳健,不得歪斜,待翼轮转动正常后,同时打开风表计数器开关和秒表,在1 min内,风表要按线路法均匀地走完,然后同时关闭秒表和风表,读指针读数,并按式(1-1)计算表速:

$$v_{\text{表}} = n/t \quad (1-1)$$

式中: $v_{\text{表}}$ ——风表所测的表速, m/s;

n ——风表计数器上的读数, m;

t ——测风时间, 一般为60 s。

每台风表由于出厂前在安装上精度各异,在使用过程中机件不断磨损,以及生锈和矿尘进入风表等原因,使风表测定精度降低,因此风表出厂前和使用半年或一年后,都要进行校正,作出风表测定值(表速)与真实风速之间的关系曲线——风表校正曲线。根据(1-1)式计算的表速查看风表校正曲线以求得真正的风速。风表校正曲线如图1-3所示。若计算出来的表速为3.3 m/s,则真实风速为3 m/s。

为了使测风准确,每次测风时,在同一断面处的测风次数应不少于3次,其误差不应超过5%,然后取其平均值,以消除测量中的误差。测得平均风速后,还必须用皮尺或钢卷尺细致地量出测风地点巷道各部尺寸,计算出测风处的巷道断面面积。按下式计算出通过该巷道的风量:

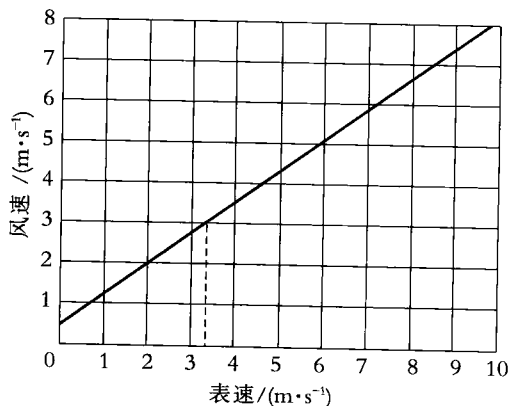


图 1-3 风表校正曲线

$$Q = v_{\text{真}} \cdot (S - 0.4) \quad (1-2)$$

式中： Q ——通过巷道的风量， m^3/s ；

$v_{\text{真}}$ ——校正后 $(S - 0.4)$ 断面上的真实风速， m/s ；

S ——实测的巷道通风断面积， m^2 ；

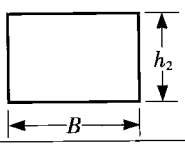
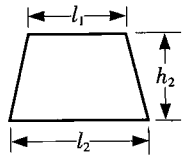
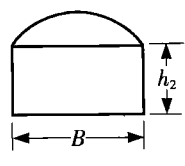
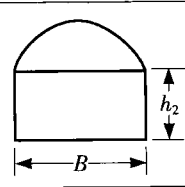
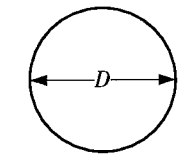
0.4——测风员阻挡风流的面积， m^2 。

测风断面处的平均风速为：

$$v_{\text{均}} = Q/S \quad (1-3)$$

各种形状的巷道断面积和周边长度的计算见表 1-2。

表 1-2 各种形状的巷道断面积和周边长度的计算公式

巷道断面图	巷道形状	横断面积	巷道周长	备 注
	矩形	Bh_2	$2h_2 + 2B$	h_2 ——梯形或矩形巷是从道渣到棚梁的高度，拱形巷道是从道渣到拱基的墙高； B ——巷道的宽度； l_1 ——巷道的上净宽度； l_2 ——巷道的下净宽度； D ——井筒直径。
	梯形	$\frac{l_1 + l_2}{2} h_2$	$U = 4.16 \sqrt{S}$	
	三心拱形	$B(h_2 + 0.26B)$	$U = 4.10 \sqrt{S}$	
	半圆拱形	$B(h_2 + 0.39B)$	$U = 3.84 \sqrt{S}$	
	圆形井筒	$\frac{\pi D^2}{4}$	πD	

复习思考题

1. 矿井为什么要进行通风？测风要注意哪些问题？
2. 如何从外部特征区别 CO 中毒和 NO₂ 中毒？为什么要区别这两种中毒患者？
3. 在一般深度的矿井中，进风路线上为什么会出现“冬暖夏凉”和“冬干夏湿”的现象？
4. 《规程》对矿井空气中的主要有害气体有何规定？
5. 氧气有哪些性质？造成矿井空气中氧气减少的原因有哪些？
6. 什么叫空气的相对湿度？相对湿度受空气温度的影响如何变化？
7. 降低矿井空气温度的措施有哪些？
8. 某梯形巷道上宽 2 m，下宽 3 m，高 2 m。用侧身线路法测风 1 min，风表读数为 240 m。利用图 1-3 中的校正曲线求出通过该巷道的风量及测风断面处的风速。