

江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材

# 矿山作业

(初训)

江苏省安全生产宣传教育中心组织编写

主编 钱晓明 主审 武 奇



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材

# 矿山作业

(初 训)

钱晓明 主编

武 奇 主审

中国矿业大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

矿山作业. 初训/钱晓明主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2006.6

(江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材)

ISBN 7 - 81107 - 287 - 4

I. 矿… II. 钱… III. 矿山安全 - 安全技术  
- 技术培训 - 教材 IV. TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 022063 号

书 名 矿山作业(初训)

主 编 钱晓明

责任编辑 褚建萍 杨 廷

责任校对 孙 景 何晓惠

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 邮政编码 221008)

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

印 刷 江苏徐州新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787 × 960 1/16 印张 13 字数 262 千字

版次印次 2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

定 价 16.80 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

# 江苏省安全生产培训教材

## 编委会成员名单

### 一、编写委员会

主 任：杨增夫

副主任：陆贯一 赵建军 刘文华

委 员：(按姓氏笔画排列)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 马 群 | 印安东 | 丛跃滋 | 刘荣林 | 许亦武 |
| 乔 勇 | 华仁杰 | 苏 斌 | 张登平 | 陈忠伟 |
| 谷红彬 | 余树培 | 杨 涛 | 杨淮宝 | 肖正亚 |
| 单昕光 | 赵启风 | 赵兴根 | 赵昶东 | 赵和平 |
| 夏天南 | 彭寿保 | 褚福银 | 潘 振 |     |

编委会办公室主任：刘荣林

编委会办公室副主任：肖正亚 赵和平 褚福银

### 二、编写工作领导小组

组 长：刘荣林

副组长：褚福银 肖正亚 赵和平

组 员：吴孝洪 李守标 李建军 程继平

### 三、教材编写业务技术组

组 长：李守标

技术组负责人：朱兆华

业务组负责人：李建军

## 序

安全生产是经济社会发展永恒的主题。党和政府历来高度重视安全生产工作,近年来,我省努力构建企业负责、行业管理、部门监管、社会参与的安全生产的工作格局,围绕“和谐社会”、“两个率先”、“两个降低”和“平安江苏”的工作目标,强化安全生产综合监管体制建设和生产经营单位安全监管执法工作,全省安全生产状况呈现总体相对平稳且趋于好转的态势。但我们也应该看到,目前全省安全生产形势平稳好转是相对的,这只是动态发展过程中的阶段性工作的反映,还远远没有达到理想目标中的可控安全,现实中的一些重、特大事故还时有发生,诸多不安全因素仍然存在。究其原因,除了生产力水平发展不平衡,产业结构不尽合理,作业环境差,生产方式、技术装备落后外,主要原因在于人的遵章作业意识淡薄、作业技能滞后。

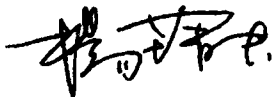
当前,企业从业人员整体安全技术素质难以适应新型工业化安全生产发展要求的矛盾日显突出,解决这类矛盾的关键在于真正树立“以人为本”、“人才兴安”、“培训促安全”、“培训出效益”的人本观念和安全理念,充分认识安全培训是预防和减少各类安全生产事故的基础工程、战略工程,是治本之策、长效机制。必须花大力气抓好从业人员的安全技术培训,扩大安全培训规模,大面积提高培训质量,增强从业人员防范与处理安全生产事故的能力,有效地遏制重、特大事故的发生,促进江苏安全生产向本质、可控性目标迈进。

搞好安全技术培训的一项十分重要的工作是安全技术培训教材建设。教材是教学活动的载体,是学员获得系统专业知识、提高学员智能和技能的重要工具,是教师进行教学的具体依据。教材的好与差决定着培训质量的高低。为此,江苏省安全生产监督管理局组织了全省具有丰富培训工作经验的专家、教授、工程技术人员共同组织编写了这套教材。

本套教材分为初培与复审两大类。教材的编写以国家相关部门现行考核大纲、标准为依据,参考各地现有教材,结合安全生产工作的实际,突出以“安全”为主线,介绍了生产经营单位管理人员和特种作业人员必须掌握的安全技术知识与技能,教材坚持安全教育与生产技术教育的统一性,突出新的安全生产教育理念和创新精神,遵循认知规律,改进教材的呈现方式,为学员留有自主学习、自主探究空间,具有科学性、先进性、实用性的特点,是安全生产经营单位负责人上岗前取得安全资格证和特种作业人员上岗、复审前取得特种作业操作证进行安全技术培训的指定教材,同时也是安全生产管理人员、工程技术人员的工具书。

本书的编写时间紧、任务重、要求高,所有参加编写和参与组织工作的同志们都以高度负责的精神忘我工作,为此付出了辛勤的劳动。同时,在编写和出版过程中,各市县安监部门的同志和省内从事安全生产工作的专家们提出了不少宝贵意见和建议,给予了大力的支持,在这里一并表示谢意。

江苏省安全生产监督管理局局长



2005年11月20日

## 前 言

特种作业人员的安全教育培训是企业安全管理和政府安全监督的重要内容,做好这项工作,对于保障特种作业人员及其他人员在作业过程中的生命安全,防止重特大设施、设备及人员伤亡事故,提高企业安全生产水平及经济效益,具有十分重要的作用。

江苏省的特种作业人员培训工作已经进行了多年,为企业培训了大批的安全技术人员,促进了企业安全生产水平的提高,促进了江苏安全生产形势的持续稳定好转。随着经济社会快速发展、科学技术的不断进步和安全法制建设进程的加快,极大地推进了安全生产工作,同时也对新形势下的安全生产和安全培训工作提出了更新的标准、更高的要求。为了适应新形势,进一步落实党的“安全第一,预防为主”的基本方针,实施《安全生产法》、《江苏省安全生产条例》,依法加强特种作业人员的安全培训和持证上岗的管理,规范安全培训工作,大面积提高安全培训质量,促进安全生产,江苏省安全生产监督管理局根据国家安全生产监督管理总局《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准》的要求,组织编写了特种作业人员安全技术培训系列教材。

这套教材包括《电工作业》、《焊接与热切割作业》、《危险化学品作业》、《高处作业》、《制冷与空调作业》、《烟花爆竹作业》、《矿山作业》,共7套14本初、复训教材。本套教材概括了7类特种作业人员必须掌握的安全生产基础知识和基本技能,内容新颖,结构紧凑,重点突出,融科学性、系统性、针对性、实用性为一体。

由于任务紧迫、水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请读者指正。

江苏省安全生产宣传教育中心

2006年1月

## 目 录

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 序 .....                   | (1)  |
| 前言 .....                  | (1)  |
| 第1章 矿井通风作业 .....          | (1)  |
| 第1节 矿内空气与所需风量 .....       | (1)  |
| 第2节 矿井通风系统 .....          | (7)  |
| 第3节 矿井通风压力和通风阻力 .....     | (16) |
| 第4节 通风网路中风流流动的规律与应用 ..... | (19) |
| 第5节 矿井通风管理风量与测定 .....     | (23) |
| 第6节 矿山防尘 .....            | (28) |
| 第2章 提升作业 .....            | (38) |
| 第1节 概述 .....              | (38) |
| 第2节 矿井提升系统及设备 .....       | (38) |
| 第3节 矿井提升的安全要求 .....       | (44) |
| 第4节 提升设备的运行与维护 .....      | (49) |
| 第3章 凿岩作业 .....            | (57) |
| 第1节 概述 .....              | (57) |
| 第2节 岩石的物理力学性质 .....       | (57) |
| 第3节 矿山井巷及露天矿山台阶 .....     | (59) |
| 第4节 常用凿岩机械 .....          | (60) |
| 第5节 凿岩作业的安全要求 .....       | (61) |
| 第4章 尾矿工作业 .....           | (67) |
| 第1节 概述 .....              | (67) |



---

|            |                                |              |
|------------|--------------------------------|--------------|
| 第2节        | 尾矿设施 .....                     | (68)         |
| 第3节        | 尾矿设施的操作、维护与管理 .....            | (78)         |
| 第4节        | 尾矿库的安全治理和事故预防 .....            | (86)         |
| <b>第5章</b> | <b>矿井泵工作业 .....</b>            | <b>(90)</b>  |
| 第1节        | 概述 .....                       | (90)         |
| 第2节        | 叶片式水泵 .....                    | (94)         |
| 第3节        | 矿山固定排水设备的应用 .....              | (102)        |
| 第4节        | 水泵的操作运行、管理及维护检修 .....          | (118)        |
| <b>第6章</b> | <b>金属非金属矿山装载机械设备操作作业 .....</b> | <b>(131)</b> |
| 第1节        | 矿山装载机械设备基本知识 .....             | (132)        |
| 第2节        | 主要常见金属非金属矿山装载机械设备 .....        | (140)        |
| 第3节        | 矿山装载机械设备的安全驾驶和作业 .....         | (179)        |
| 第4节        | 矿山装载机械设备操作作业的事故分析与预防 .....     | (187)        |

# 第1章 矿井通风作业

## 第1节 矿内空气与所需风量

地下开采自然条件复杂,采掘活动产生各种有毒有害气体及矿尘,为保证安全生产和矿工身体健康,就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及矿尘。这种不断地供给井下新鲜空气,冲淡和排除有害气体及矿尘的过程就是矿井通风。

### 1 矿内空气

矿内空气是矿井井巷、硐室和采掘工作面内空气的总称。

矿内空气来源于地面空气。地面空气主要由氧、氮和二氧化碳组成。它们在空气中所占的体积百分比分别为 20.96%、79% 和 0.04%。

正常的地面空气进入矿井,在进风井巷内其成分与地面空气相同或相近,并且符合安全卫生标准时,称为矿内新鲜空气。经过进风井巷的新鲜空气称为新鲜风流。

由于井下的采矿活动产生各种有毒有害气体及矿尘,当新鲜风流经过各作业点时,其空气成分和性质发生了一系列变化,如氧气含量降低,二氧化碳含量增高,混入了各种有毒有害气体和矿尘,空气的温度、湿度和压力也发生了变化。这种流经井下各作业点后,其成分和性质发生了变化的空气称为矿内污浊空气,也叫污风。

尽管矿内空气的成分在开采过程中会发生一些变化,但矿井通风使各种有毒有害气体不断得到稀释和排出,因此,其主要成分仍然是氧、氮和二氧化碳。

#### 1.1 氧( $O_2$ )

氧是一种无色、无味、无臭的气体,相对密度为 1.11。氧的化学性质很活泼,能与很多元素起化学反应,能助燃。人与动物需要氧来维持正常的生命活动。空气中氧浓度的高低对人体健康影响很大,最适于人呼吸的空气中氧浓度为 21% 左右;当氧浓度降到 17% 时,人在静止状态尚无影响,但在工作时会感到心跳和呼吸困难;降到 15% 时,心跳和呼吸急促,感觉与判断能力减弱,失去劳动能力;降到 10% ~ 12% 时,人将失去理智,时间稍长对生命会有严重威胁;降到 6% ~ 9% 时,人就会失去知觉,若不及时施救,短时间内就会死亡。

矿内空气氧浓度减少,是因为矿内各种有机物(木材、支架等)和无机物(矿

物、岩石)的氧化,矿物自燃,矿井火灾等,都要直接消耗氧。另外,井巷和采掘工作面不断放出的各种有害气体,也相对地降低了氧的浓度。但是,只要是通风良好的巷道,氧浓度的降低是微小的;只有在通风不良或采空区的旧巷内,氧浓度才可能显著降低。人们在进入上述巷道之前,必须先进行检查,否则不能冒然进入。

《金属非金属地下矿山安全规程》(GB 16424—1996)规定,井下采掘工作面进风流中的空气成分(按体积计算),氧气不得低于20%。

### 1.2 氮( $N_2$ )

氮是一种无色、无味、无臭的气体,相对密度为0.97,不助燃,也不能供人呼吸。在正常情况下,氮对人体无害,但在废弃的旧巷或隔离着的火区内,可积存大量的氮,使氧浓度相对地减少,从而使人缺氧窒息。

### 1.3 二氧化碳( $CO_2$ )

二氧化碳是无色、略带酸味的气体,相对密度为1.52,不助燃,也不能供人呼吸,略有毒性,易溶于水,常积聚于巷道的底部。

二氧化碳对人的眼睛和呼吸器官有刺激作用。当肺泡中二氧化碳增多时,能刺激人的呼吸神经中枢,使人呼吸急促。当空气中二氧化碳浓度过高时,会相对减少氧的浓度,使人中毒和窒息。二氧化碳对人体的影响与其浓度有关,浓度为1%时,呼吸感到急促;浓度增加到5%时,呼吸感到困难,同时有耳鸣和血液流动加快的感觉;浓度达10%~20%时,呼吸将处于停顿状态和失去知觉;浓度达到20%~25%时,人将中毒死亡。因此,《金属非金属地下矿山安全规程》规定,井下采掘工作面进风流中的空气成分(按体积计算),二氧化碳不得高于0.5%。

矿内空气中二氧化碳的来源主要有:有机物的氧化;岩石的缓慢氧化,以及矿井水与碳酸性岩石的分解作用;爆破作业,矿内火灾等。

## 2 矿内空气中的有害气体与检测

### 2.1 矿内有害气体

井下空气中的主要有害气体有:一氧化碳( $CO$ )、硫化氢( $H_2S$ )、二氧化硫( $SO_2$ )、二氧化氮( $NO_2$ )等;铀矿和一些金属矿山的放射性氦及氡子体;煤矿的主要有害性气体是瓦斯(主要成分是具有爆炸性的甲烷( $CH_4$ ))。金属、非金属地下矿山,矿内主要有害气体的性质、来源及其防治措施如表1-1所列。

### 2.2 矿内有害气体检测

对矿内空气中的各种有害气体,必须经常进行检查检测,以便发现问题及时处理。检测有害气体的方法多种多样,有物理仪器分析测定和化学采样分析,如取样化验、检定管快速测定及利用各种仪器直接测定等。在矿井中,普遍采用检定管快速测定有害气体。该方法简单方便,直接快速,而且仪器价格便宜。

表 1-1 矿内主要有有害气体性质、来源及防治措施

| 气体名称                       | 主要来源                  | 相对密度 | 色和味         | 危害性                                                                           | 中毒症状                                                                                   | 急救措施                                             | 最高允许浓度/% | 预防措施                      |
|----------------------------|-----------------------|------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------|---------------------------|
| 一氧化碳<br>(CO)               | 爆破作业、火灾、柴油机尾气等        | 0.97 | 无色、无味、无臭    | 极毒,一氧化碳与血色素结合力比氧大 250 ~ 300 倍,使血液中毒,阻碍氧与血色素的结合,使人引起缺氧窒息和死亡。浓度达 13% ~ 75% 有爆炸性 | 浓度达 0.048% 时,轻微中毒,耳鸣、头痛、心跳;达 0.128% 时,中毒,呕吐、四肢无力,丧失行动能力;达 0.4% 时,短时间内丧失知觉、痉挛、停止呼吸,以致死亡 | 立即移到新鲜风流中,注意保暖;进行人工呼吸                            | 0.002 4  | 爆破后喷雾;加强通风;防止火灾、爆炸等事故     |
| 硫化氢<br>(H <sub>2</sub> S)  | 有机物腐烂、硫化矿物水解、岩层中放出    | 1.17 | 无色、微甜、有臭鸡蛋味 | 有强烈毒性,能使人的血液中毒;对眼睛、黏膜及呼吸系统有强烈刺激作用。浓度达 4.3% ~ 46% 时,有爆炸性                       | 浓度达 0.01% ~ 0.015% 时,流唾液、鼻涕,呼吸困难、头晕;达 0.02% 时,头痛、呕吐、四肢无力;达 0.05% 时,半小时人失去知觉、痉挛、死亡      | 立即移到新鲜风流中,进行人工呼吸;用浸有氯气的毛巾放在嘴鼻旁;用 1% 硼酸水或弱明矾水冲洗眼睛 | 0.000 66 | 向岩层中注入石灰水,水采时可在水中加石灰;加强通风 |
| 二氧化氮<br>(NO <sub>2</sub> ) | 爆破作业                  | 1.59 | 棕红色、有刺激性臭味  | 有强烈毒性,能和水结合生成硝酸,对肺组织起破坏作用,造成肺浮肿;对眼睛、鼻腔、呼吸道等有强烈的刺激作用                           | 浓度达 0.006% 时,咳嗽、胸部发痛;达 0.01% 时,剧烈咳嗽,呕吐,神经麻木;达 0.05% 时,短时间内死亡                           | 立即移到新鲜风流中,进行人工呼吸;用 1% 硼酸水或弱明矾水冲洗眼睛               | 0.000 25 | 用水炮泥和喷雾洒水;加强通风            |
| 二氧化硫<br>(SO <sub>2</sub> ) | 含硫矿物氧化、自燃爆破作业;硫化矿尘的爆炸 | 2.2  | 有刺激性臭味及酸味   | 有强烈毒性,与眼睛、呼吸道的湿表面接触后能形成硫酸,对眼及呼吸道有强烈腐蚀作用,并引起肺水肿                                | 浓度达 0.02% ,引起眼睛红肿、流泪,咳嗽、头痛,喉痛;达 0.05% 时,引起急性支气管炎、肺水肿,短时间内死亡                            | 立即移到新鲜风流中,进行人工呼吸;用 1% 硼酸水或弱明矾水冲洗眼睛               | 0.000 5  | 预防火灾;加强通风                 |

用检定管测定某种有害气体的浓度,是根据待测气体与检定管中指示剂发生化学变化后,指示剂变色的深浅或长度来确定的。以变色深浅来确定有害气体浓度的为比色法,以变色长短来确定其浓度的为比长法。比长法的优点是准确、方便、成本低,所以使用较多。我国目前生产一氧化碳、硫化氢、氧化氮等多种检定管。

2.3 矿内氡及氡子体

在一些非铀矿山的矿岩中,因存在放射性物质的局部富集,井下空气中放射性

气体浓度超过国家卫生标准,存在放射性物质的污染,必须采取措施加以防治。

### (1) 氡及氡子体的性质

氡(Rn)是由铀系放射性元素衰变产生的,是一种无色、无臭、具有放射性的惰性气体,相对密度为8.1,密度为 $9.73 \text{ kg/m}^3$ ,是目前已知最重的气体。氡微溶于水,易溶于脂肪,具有强烈的扩散性,能被固体物质所吸附,对其吸附能力最强的是活性炭。

在铀镭衰变系中铀衰变成镭,镭衰变成氡,氡继续衰变成镭A、镭B、镭C、镭C'、镭D、铅。由氡衰变成铅过程中所产生的短寿命中间产物统称为氡的子体。氡子体是一种极细的金属微粒,粒径为 $0.05 \sim 0.35 \mu\text{m}$ ,具有荷电性,能牢固地黏附在一切物体的表面,形成难以擦掉的“放射性薄层”,也容易与空气中的微细尘粒和雾滴结合在一起,形成结合态子体和放射性气溶胶。

### (2) 氡的主要来源

非铀矿山矿内空气中氡主要来自:矿岩外露表面析氡,破碎岩矿堆析氡,矿井地下水析氡及入风流中的氡进入井下。影响氡析出量的因素主要有:矿岩中含铀品位,矿岩外露面积的大小,矿岩裂缝的发育状况和孔隙度的大小,地下涌水量大小等。

### (3) 氡及氡子体对人体的危害

氡及氡子体在衰变过程中会放射出 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 三种射线,其中 $\alpha$ 射线是一种高速运动的带电粒子流,射程短,穿透力弱,很容易被物质吸收,因此它的外照射极易消除,但它能从口腔、鼻腔进入人体内,沉积在支气管上进行内照射,使支气管上皮基底细胞直接产生电离辐射作用,杀死和损伤细胞,是造成矿工肺癌的主要原因之一; $\beta$ 射线是一种高速运动的电子流,穿透能力比 $\alpha$ 射线强; $\gamma$ 射线是一种光子流,不带电,主要是产生电磁辐射作用,穿透能力极强; $\beta$ 、 $\gamma$ 射线能穿透人的机体,对人体进行外照射,引起神经系统和血液系统的疾病。矿山井下放射性因其强度较弱,外照射对矿工的伤害是次要的,矿井的放射性防护主要是针对 $\alpha$ 射线的内照射。

为保证工人身体健康,我国《金属非金属地下矿山安全规程》规定:

含铀、钍等放射性元素的矿山,井下作业场所空气中氡的最大允许浓度为 $3.7 \text{ kBq/m}^3$ ,氡子体 $\alpha$ 的潜能值不超过 $6.4 \mu\text{J/m}^3$ 。

## 3 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效应。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,身体就会感到不舒适。因此,矿内气候条件的好坏,对人体健康安全和提高劳动生产效率有着重要影响。

### 3.1 矿内空气的温度

矿内空气温度是影响矿内气候条件的主要因素。矿内气温过高,人体散热困

难,气温过低则散热过快,所以气温过高或过低对人体都有不良影响。最适宜的矿内空气温度是  $15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。我国《金属非金属地下矿山安全规程》规定:

采掘作业地点的温度,风速在  $0.5 \sim 1.0\text{ m/s}$  时,不超过  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 风速在  $0.3 \sim 0.5\text{ m/s}$  时,不超过  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。否则,应采取降温或其他防护措施。

进风井巷冬季的空气温度,应高于  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 低于  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  时,应有暖风设备。

矿内空气温度的变化主要受以下因素的影响:

(1) 岩石温度。矿内空气的温度与岩石温度有着直接关系。地表温度是随地面气温的变化而变化的,随着深度的增加,地温随气温变化的幅度则逐渐减小,当达到一定深度时(一般为  $20 \sim 30\text{ m}$ ),地温基本不再变化,这一深度地带称为恒温带。恒温带的温度接近于当地的年平均气温。在恒温带以下,岩石温度随深度的增加而成正比增加。

(2) 地面空气温度的变化。地面气温对井下气温有直接影响,尤其是较浅的矿井,井下巷道不长时影响更加明显。而恒温带以下一定深度的矿井,当进入井下的空气与岩石温度不同时将产生热交换,冬季地面的冷空气进入井下,将从岩石吸取热量,使矿内空气温度升高;而夏季则相反,所以在井下有冬暖夏凉的感觉。

(3) 氧化生热。矿井内的有用矿物、坑木、充填材料、油垢、布料等都会氧化发热,使矿内空气温度升高。

(4) 水分蒸发。水分蒸发时从空气中吸收热量,使空气温度降低。

(5) 通风强度(即单位时间进入矿井的风量)。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,提高通风强度是降低矿井温度的主要措施之一。

### 3.2 矿内空气的湿度

#### 3.2.1 矿内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的多少,表示方法有:

绝对湿度——指  $1\text{ m}^3$  或  $1\text{ kg}$  的空气中水蒸气量的克数。

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量之比的百分数。空气中饱和水蒸气量是随温度变化而变化的。空气温度升高,饱和水蒸气量增大。

通常讲的矿内空气的湿度都是指相对湿度。

#### 3.2.2 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,空气的饱和能力加大,所以要吸收水分,使进风井巷显得干燥;夏天,空气进入井下以后温度降低,饱和能力逐渐变小,空气中一部分水蒸气凝结成水珠,使井巷显得潮湿。这就是常见进风井巷冬干夏湿的原因。

#### 3.2.3 湿度的测量

测量湿度的仪器有:手摇式湿度计、毛发湿度计、风扇式湿度计及遥测通风干湿表湿度计等多种。目前我国矿山常用毛发湿度计和风扇式湿度计。

风扇式湿度计由两支温度计组成,其中一支为干温度计,另一支为温度计的液球表面包裹着湿纱布,所以称湿温度计。当空气中水蒸气量未达到饱和时,湿纱布的水分被蒸发,使湿温度计的读数低于干温度计的读数,根据干、湿温度计读数的差值可从表 1-2 查出相对湿度。

表 1-2 用干、湿温度计测算相对湿度

| 干温<br>度计<br>读数<br>/℃ | 干、湿温度计读数差/℃ |    |    |    |    |    |    |    | 干温<br>度计<br>读数<br>/℃ | 干、湿温度计读数差/℃ |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----------------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|
|                      | 0           | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |                      | 0           | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
|                      | 相对湿度/%      |    |    |    |    |    |    |    |                      | 相对湿度/%      |    |    |    |    |    |    |    |
| 0                    | 100         | 81 | 63 | 46 | 28 | 12 | —  | —  | 18                   | 100         | 90 | 80 | 72 | 63 | 55 | 48 | 41 |
| 5                    | 100         | 86 | 71 | 58 | 43 | 31 | 17 | 4  | 19                   | 100         | 91 | 81 | 72 | 64 | 57 | 50 | 41 |
| 6                    | 100         | 86 | 72 | 59 | 46 | 33 | 21 | 8  | 20                   | 100         | 91 | 81 | 73 | 65 | 58 | 50 | 42 |
| 7                    | 100         | 87 | 74 | 60 | 48 | 36 | 24 | 14 | 21                   | 100         | 91 | 82 | 74 | 66 | 58 | 50 | 44 |
| 8                    | 100         | 87 | 74 | 62 | 50 | 39 | 27 | 16 | 22                   | 100         | 91 | 82 | 74 | 66 | 58 | 51 | 45 |
| 9                    | 100         | 88 | 75 | 63 | 52 | 41 | 30 | 19 | 23                   | 100         | 91 | 83 | 75 | 67 | 59 | 52 | 46 |
| 10                   | 100         | 88 | 77 | 64 | 53 | 43 | 32 | 22 | 24                   | 100         | 91 | 83 | 75 | 67 | 59 | 53 | 47 |
| 11                   | 100         | 88 | 79 | 65 | 55 | 45 | 35 | 25 | 25                   | 100         | 92 | 84 | 76 | 68 | 60 | 54 | 48 |
| 12                   | 100         | 89 | 79 | 67 | 57 | 47 | 37 | 27 | 26                   | 100         | 92 | 84 | 76 | 69 | 62 | 55 | 50 |
| 13                   | 100         | 89 | 79 | 68 | 58 | 49 | 39 | 30 | 27                   | 100         | 92 | 84 | 77 | 69 | 62 | 56 | 51 |
| 14                   | 100         | 89 | 79 | 69 | 59 | 50 | 41 | 32 | 28                   | 100         | 92 | 84 | 77 | 70 | 64 | 57 | 52 |
| 15                   | 100         | 90 | 80 | 70 | 61 | 51 | 43 | 34 | 29                   | 100         | 92 | 85 | 78 | 71 | 65 | 58 | 53 |
| 16                   | 100         | 90 | 80 | 70 | 61 | 53 | 45 | 37 | 30                   | 100         | 92 | 85 | 79 | 72 | 66 | 59 | 53 |
| 17                   | 100         | 90 | 80 | 71 | 62 | 55 | 47 | 40 |                      |             |    |    |    |    |    |    |    |

### 3.3 矿内气候条件对人体的影响

气候条件对人体的散热有重要影响。由于食物在人体内不断氧化和分解,产生大量的热,其中约有 1/3 消耗于人体各器官,其余的热量都散发到体外。人体产生的热量随劳动强度而改变,劳动越繁重,人体产生和散发的热量越多。

人体散热的方式有对流、辐射和蒸发三种。在空气温度较低时,热量主要通过对流和辐射散失;当气温超过 25℃ 时,对流、辐射作用将大大减弱;当气温超过 37℃ 时,对流、辐射作用完全停止,惟一靠汗液蒸发散热。但蒸发作用与空气的温度、湿度和风速有关,蒸发的效果取决于空气的相对湿度。相对湿度低于 30% 时蒸发过快,人会感到干燥;相对湿度达到 80% 时蒸发困难,人会感到闷热。最适宜的相对湿度为 50% ~ 60%。矿内空气相对湿度一般较高,要改善矿内气候条件,可视温度情况利用风速进行调节。温度与风速之间较适合的关系如表 1-3 所列。

表 1-3 温度与风速的匹配关系

| 空气温度/℃  | 适宜的风速/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ |
|---------|---------------------------------------|
| < 15    | < 0.5                                 |
| 15 ~ 20 | 0.5 ~ 1.0                             |
| 20 ~ 22 | 1.0 ~ 1.5                             |
| 22 ~ 24 | 1.5 ~ 2.0                             |
| 24 ~ 26 | > 2.0                                 |

#### 4 矿井所需风量

地下矿山在开采过程中,井下人员的呼吸,各种有害气体和矿尘的冲淡并排出地面,以及为井下创造良好的气候条件,都要求向采掘工作面 and 硐室供给适当的风量。按《金属非金属地下矿山安全规程》规定,矿井所需风量,按下列要求分别计算,并取其中最大值:

按井下同时工作的最人数计算,供风量不得少于  $4 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{人})$ ;

按排尘风速计算,硐室型采场最低风速应不小于  $0.15 \text{ m/s}$ ;巷道型采场和掘进巷道应不小于  $0.25 \text{ m/s}$ ;电耙道和二次破碎巷道应不小于  $0.5 \text{ m/s}$ ;箕斗硐室、破碎硐室等作业地点,可根据具体条件,在保证作业地点空气中有害物质的浓度符合 TJ36 规定的前提下,分别采用计算风量的排尘风速;

有柴油机设备运行的矿井,按同时作业机台数每千瓦每分钟供风量  $4 \text{ m}^3$  计算。

## 第2节 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,排除污浊空气的通风网络、通风动力及通风控制设施(通风构筑物)的总称。

### 1 矿井通风系统类型

#### 1.1 自然通风与机械通风

空气能在井巷中流动,是因为进风井与出风井之间存在着压力差。这种压力差的产生,若是由通风机造成的称之为机械风压,这种方式叫机械通风;若是自然条件产生的风压则称之为自然风压,这种方式叫自然通风。

##### 1.1.1 机械通风

利用通风机动轮旋转的机械力,促使进、出风井的空气产生压力差,从而造成矿井风流流动的方式,叫机械通风。通风机按照构造不同分为离心式和轴流式两大类。

机械通风不存在自然通风的缺点,它产生的压力能克服自然风压,使风流在井



巷中不断地流动,并且风流稳定。因此,《金属非金属地下矿山安全规程》规定:所有矿井必须建立完善的机械通风系统。

### 1.1.2 自然通风

自然通风能得以实现的前提条件是必须存在自然风压。而自然风压的产生,是由于进风侧与出风侧的空气密度不等,造成空气柱重量差,产生重量差的主要原因是进风侧与出风侧空气的温度不同。两侧空气的密度差越大,且井筒越深,则两侧空气柱的重量差越大,矿井自然风压也就越大。

自然通风的风流方向常随季节变化,甚至当昼夜气温相差很大时,矿井的风流在一昼夜内就会发生变化,通风安全可靠性很差。

## 1.2 统一通风与分区通风

### 1.2.1 统一通风

一个矿井构成一个整体的通风系统叫统一通风。统一通风的特点是全矿井为一个系统,进、出风井比较集中,通风设备较少,便于集中统一管理。开采范围不大的矿井,尤其是深矿井,采用全矿统一通风比较合理。

### 1.2.2 分区通风

将整个矿井划分成若干个相对独立的通风系统,风流互不干扰,称为分区通风。分区通风的特点是风路短,通风阻力小,漏风少,网路简单,风流易控制,便于减少风流串联。各分区有各自的通风动力和一套完整的进、出风井巷,各区通风系统之间风流互不干扰。因此,在一些矿体埋藏较浅且比较分散的矿山或矿山开采浅部矿体时期应用较广。但由于分区通风需要较多的进、出风井,它的推广使用就受到一定的影响。

## 1.3 按矿井通风方法分类

按矿井主要通风机的工作方法不同,矿井通风分为压入式、抽出式和压入—抽出联合式三种。

由于抽出式通风在主要进风道无需安设风门,便于运输和行人,通风工作易于管理,所以目前一般都采用抽出式通风。

## 1.4 按矿井通风方式分类

根据进、出风井的布置形式不同,矿井通风方式可分为以下几种。

### 1.4.1 中央式

中央式通风系统是进风井与出风井大致位于井田的中央。根据出风井沿矿体倾斜方向的位置不同,又分为中央并列式和中央边界式两种。

(1) 中央并列式:进、出风井均布置在井田中央,即布置在同一个工业广场内,如图 1-1 所示。

(2) 中央边界式(又称中央分列式):进风井在井田中央,而出风井在井田上部边界的中间,出风井井底高于进风井井底,如图 1-2 所示。