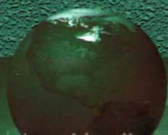


全国煤矿安全培训统编教材

通 防 工

国家煤矿安全监察局人事培训司 组织编写



B 类

中国矿业大学出版社

全国煤矿安全培训统编教材

通 防 工

(B 类)

国家煤矿安全监察局人事培训司 组织编写

编写 韩宏杰 顾孔利

审定 王 辉 李国君 刘东才

任连贵 方裕璋

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书简要地介绍了矿井风流分布规律、局部通风及防尘基础知识,较详细地介绍了矿井测风、局部通风机、风筒、通风设施、矿尘测定、矿尘清除方法与安全施工、防治粉尘质量标准。

本书是煤炭企业通风区(队)长、班(组)长和通风工人安全上岗培训的统编教材,同时也可作为煤炭职业技术学校进行相关人员培训的教材或参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

通风工/韩宏杰,顾孔利编. —徐州:中国矿业大学出版社, 2002. 4

全国煤矿安全培训统编教材

ISBN 7-81070-509-1

I. 通... II. ①韩... ②顾... III. 矿山通风—技术培训—教材 IV. TD72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 013143 号

书 名 通风工

编 者 韩宏杰 顾孔利

责任编辑 李朝雯

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)

印 刷 北京科技印刷厂

经 销 新华书店

开 本 850×1168 1/32 印张 3.25 字数 79 千字

版次印次 2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷

印 数 5000 册

定 价 6.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

全国煤矿安全培训统编教材编审委员会

总顾问	路德信			
主 任	黄玉治			
副主任	周心权	闫永顺		
委 员	王树鹤	付建华	梁嘉琨	石少华
	李文俊	安里千	段 刚	陈国新
	蔡 卫	徐景德	王金石	王素锋
	瓮立平			

出版说明

搞好煤矿安全生产是保护国家财产和人民群众生命安全的一件大事，它关系到国民经济的发展和社会的稳定。随着我国社会主义市场经济体制的发展，煤炭工业面临着良好的发展机遇，煤炭企业正在向高产、低耗、安全和集约化生产方向发展。但是，煤炭企业安全生产形势仍较为严峻：一方面，煤矿开采水平正在不断加深，生产条件更加复杂化；另一方面，一些煤炭企业仍然存在着盲目追求最大经济效益、不重视安全生产的行为。因此，依法加强对煤矿企业安全生产的监察，通过培训全面提高煤矿企业从业人员的安全素质，是非常必要的。

为了适应我国煤炭工业管理体制改革的需要，国务院于1999年成立了国家煤矿安全监察局，建立了新的煤矿安全监察管理体制。国务院批准的《煤矿安全监察管理体制改革的实施方案》中，赋予国家煤矿安全监察局“组织、指导煤炭企业安全生产技术培训工作，负责煤炭企业主要经营管理者安全资格认证工作”的职能。2000年经国务院批准，又成立了国家安全生产监督管理局，国家煤矿安全监察局与其合署办公。国务院批准的《国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）职能配置、内设机构和人员编制规定》中，赋予国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）“组织、指导本系统安全生产监察人员、煤矿安全监察人员的培训、考核和全国企业安全生产技术培训工作；依法组织、指导并监督特种作业人员的考核工作和企业经营管理者安全资格考核工作”的职能。

为了履行好国务院赋予我们的有关安全培训方面的职能，规范煤矿安全生产技术培训工作，保证培训质量，在总结安全培训工作

经验，借鉴国外发达国家矿山安全培训课程体系的基础上，国家煤矿安全监察局人事培训司组织有关高校、安全技术培训中心和煤炭企业等单位的教授、专家和安全工程技术人员编写了这套模块式“全国煤矿安全培训统编教材”。这套教材不仅反映了传统的煤矿安全生产技术知识，也引进了成熟的煤矿安全生产新知识、新技术，并且针对培训对象的工作类别、专业和文化程度的不同，就其撰写文体、内容深度和广度的差异分为 A、B 两类。A 类教材内容较深，强调内容的科学性、新颖性和实用性，主要适用于国家煤矿安全监察人员、从事煤矿安全培训的教师、煤炭企业主要经营管理者及安全专职管理人员、区（队）长等；B 类教材内容较浅，强调内容的实用性，主要适用于班（组）长、各种作业人员（含特种作业人员）、企业安全检查员等。模块式教材避免了不同工种系列的同一课程教材内容的重复，便于选择较合适的作者重点撰写，内容覆盖面广，融科学性、实用性、系统性于一体，是对各类煤矿安全人员进行安全资格培训（复训）和考核的统编教材，也是各类煤矿安全人员上岗后不断巩固、提高安全生产知识的工具书，同时，也可供有关管理人员、工程技术人员及大专院校的师生参考。

本套教材在编审过程中，得到了中国矿业大学（北京校区）、华北科技学院、焦作工学院、黑龙江科技学院，有关省级煤矿安全监察局、煤矿安全技术培训中心、煤炭企业等单位的大力支持。在此，谨向上述单位表示谢意。

《通防工》由韩宏杰、顾孔利编写，由王辉、李国君、刘东才、任连贵、方裕璋审定。

国家煤矿安全监察局人事培训司

2002 年 2 月

目 录

第一章 矿井测风	(1)
第一节 矿井风流分布规律	(1)
第二节 井下风流的测定操作	(3)
思考题	(9)
第二章 局部通风机安装、风筒接设	(10)
第一节 局部通风基础知识	(10)
第二节 利用矿井主要通风机风压通风方法与安全施工	(14)
第三节 利用局部通风机通风方法与安全施工	(18)
第四节 局部通风系统质量标准及事故案例	(27)
思考题	(31)
第三章 矿井通风设施的构筑、安全施工与维护	(32)
第一节 永久性挡风墙	(33)
第二节 临时性挡风墙	(45)
第三节 矿井风门	(50)
第四节 通风设施质量标准及事故案例	(66)
思考题	(70)
第四章 矿井防尘、测尘及矿尘清除方法与安全施工	(71)
第一节 矿尘基础知识	(71)
第二节 矿尘测定与管理	(73)
第三节 矿井防尘与矿尘清除	(88)
第四节 防治粉尘质量标准及事故案例	(91)
思考题	(93)
参考文献	(94)

第一章 矿井测风

第一节 矿井风流分布规律

井下测风是一项非常重要的工作，它直接关系到矿井安全生产，是防治矿井瓦斯、煤尘及自然发火事故的一项重要工作，因此必须引起煤矿各级领导及广大职工的高度重视。特别是通风工从事井下测风工作的人员，必须掌握好井下风流的分布规律。

矿井内风流分为层流和紊流两种流动状态。

(1) 层流状态。即风流各质点在流动过程中呈现流束状，有秩序地流动，各流束的质点没有相互交叉，因此也就没有能量交换。井下一般在采空区充填物或岩石裂隙间漏风、巷道冒顶处及采场下行通风时工作面（运输平巷侧）三角点处有时形成层流状态。

(2) 紊流状态。紊流与层流相反，流体质点在流动过程中相互混交碰撞，除沿流动方向有横向运动外，质点运动的轨迹是紊乱的，因此各质点之间有能量交换。在一般条件下，矿井中通风巷道的风流均为紊流状态。我们所从事的测风工作就是测定紊流状态下的风流。

衡量风流流动状态通常采用 Re 值（雷诺数）。当 $Re < 2\,000 \sim 2\,100$ 时，流体呈现层流流动；当 $Re = 2\,100 \sim 2\,300$ 时，流体呈现不完全的层流流动；当 $Re > 2\,300$ 时，流体呈现完全的紊流流动。在巷道断面为 2.5 m^2 的条件下，只要风速大于

0.023 m/s 时, 巷道中的风流即成紊流流动。

那么井下巷道断面上的风流风速分布规律是怎样的呢?

我们知道, 井下空气是有一定粘性的流体, 并在巷道中以紊流状态流动, 所以风流和井巷壁有外摩擦, 空气质点之间有内摩擦, 使风流在井巷的同一断面内各空气质点的流速不同, 最大风速位于井巷的轴线或轴线附近, 而最小风速位于井巷周壁处, 如图 1—1 (a)、(b)、(c) 所示

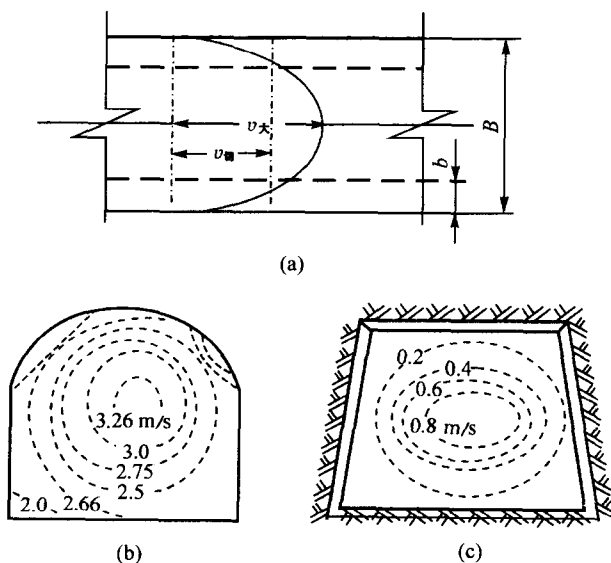


图 1—1 风流在巷道内的流速分布示意图

B —巷道宽; b —层流边层厚度

图 1—1 (b)、(c) 是从实测工作中总结出的风速分布规律, 很有代表性。从图中可以看出, 巷道中的风速呈现出以巷道中心为顶峰, 逐渐向四周减弱的规律。

通常说的风速是巷道断面内的平均风速, 但巷道内平均风速与最大风速之比值随井巷壁的粗糙程度 (即 α 的大小) 而变化, 变化范围一般为 0.7~0.9。

当 Re 较大, α 较小 (即井巷壁较光滑) 时, 平均风速与最大风速之比值越大, 否则越小。

第二节 井下风流的测定操作

一、测定工具

风速表 (高速、中速、微速): 按测风人员每人各一块及 10% 备用数量配备。

秒表: 按测风人员每人一块配备。

空盒气压计: 每矿不少于 2 台。

U 型压差计: 按矿实际需要配备。

水银大气压力计: 每矿不少于 2 台。

皮托管: 按矿实际需要配备。

各矿也可根据实际情况配备 2 台或 4 台精密数字测压计。

米尺: 分 2 m、3 m、5 m、10 m 等, 根据测风人员需要配备。

光学甲烷检测仪、粉笔、胶管、温度计、湿度计等配有足够的数量。

测风人员入井前根据工作地点的实际情况带齐所用工具。

二、测风前的准备工作

测风人员入井前应对所用的仪表进行检查, 具体内容如下:

(1) 风表开关、回零装置和指针是否灵敏可靠, 外壳及各部位螺丝是否松动, 风表校正曲线表是否对号。

(2) 秒表的开关和指针是否灵活可靠。

(3) 米尺的量程是否符合所测巷道断面尺寸的要求。

(4) 需测风压时所带的皮托管、压差计等是否灵敏可靠。

三、测风地点的选择

(1) 有测风站的通风巷道测风工作应在测风站内进行。

(2) 在无测风站的地点测风时, 应选择巷道断面规整、支

护良好、测风地点前后 10 m 范围内无障碍物及拐弯分岔的地点进行,并对巷道断面进行现场实测。

(3) 矿井测风地点为:风井扩散塔、风硐,矿井总进风巷、总回风巷、分区进风巷、分区回风巷,一翼、水平的进回风巷,采区的进回风巷,采掘工作面的进回风巷,单独进回风的硐室以及其他需要测风的地点。

四、测风的操作

风速表,一般使用叶式风速表和杯式风速表两种,但普遍使用的是叶式风速表。

叶式风速表的主要部件有:叶轮、传动机构、开关、指针和回零装置(有的风速表是累计指示数,故不设回零装置);有的叶式风速表装有限时装置,测风时,只要打开开关后,经过一定时间指针便自动开启,经 1 min 便自动关闭。叶式风速表使用方便,灵敏度较高。

杯式风速表的主要部件有:杯轮、指针、开关和柄杆。有的有限时装置。杯式风速表灵敏度较低,使用不太方便,一般在测定大断面井巷(风速高)时使用。

风速表按测量风速范围分为:高速风表,测定大于 10 m/s 以上的风速;中速风表,测定 0.5 m/s~10 m/s 的风速;微速风表测定 0.3 m/s~0.5 m/s 的风速。测风人员可根据井巷风速情况选择合适的风速表进行测量风速。

(一) 用风速表测风

用风速表测风时,有侧身测风法和迎面测风法两种方法。

1. 侧身测风法

在测风前应先按风速表回零装置,使指针指示零位(没有指针回零装置的风速表需先记取指针的指示数,并关闭开关)。测风员在测风断面内应背靠巷道壁站立,一只手持风速表将手臂向风流垂直方向伸直,风速表叶片迎向风流并与风流垂直,另一只手握秒表(秒表事先回零),风速表与秒表同时启动,并

在断面内均匀移动，当测定 1 min 或 2 min 时，同时关闭风速表及秒表。为消除人体对风速的影响，应将所测得的平均风速进行校正，校正按公式 (1—1) 计算：

$$v'_{\text{均}} = \frac{S - 0.4}{S} \cdot v_{\text{测}} \quad (1-1)$$

式中 $v'_{\text{均}}$ ——巷道断面内平均风速，m/min；

S ——测风巷道断面面积，m²；

0.4——测风员人体所占巷道断面面积，m²；

$v_{\text{测}}$ ——用风速表测得的平均风速，m/min。

实际风量可按公式 (1—2) 求出：

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

式中 Q ——所测巷道通风风量，m³/min；

S ——测风巷道断面面积，m²；

$v_{\text{均}}$ ——用风速表校正表校正后的风速值，m/min。

2. 迎面测风法

测风前应先按风速表回零装置，使指针指示零位（没有指针回零装置的风速表需先记取指针指示数，并关闭开关）。测风员面向风流站立，手持风表向正前方伸出，风表垂直风流，在断面内均匀移动，当测定 1 min 或 2 min 时，同时关闭风速表及秒表。由于人体对风流的影响，使测得的风速低于实际风速，因此须将测得的风速进行校正，校正可按公式 (1—3) 计算：

$$v'_{\text{均}} = 1.14 \cdot v_{\text{测}} \quad (1-3)$$

式中 1.14——校正系数。

实际中经常使用的方法为侧身测风法。不论采用哪种测风法，测风路线只有两种：定点测风和线路测风。线路测风有三种，见图 1—2 (a)、(b)、(c)。测风员可根据测风点巷道断面选择不同的测风线路。对巷道断面较大、拱型及圆型巷道（风筒）风硐等可采用定点法，见图 1—3 (a)、(b)、(c)。

用定点法测风时选点必须均匀，每点测定时间相同，并按

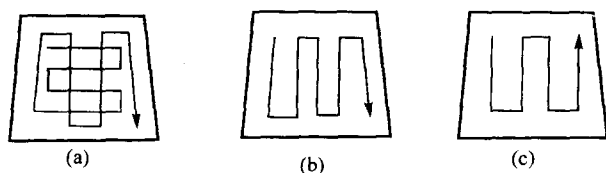


图 1—2 线路测风法

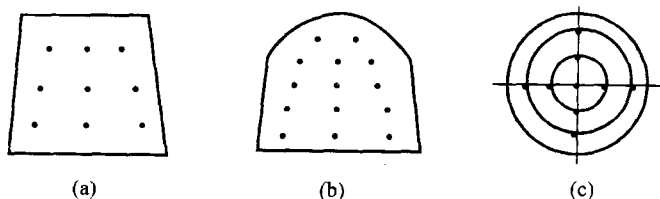


图 1—3 定点测风法

公式 (1—4) 计算:

$$v'_{\text{均}} = \frac{v_1 + v_2 + \cdots + v_n}{n} \quad (1-4)$$

式中 n ——测点;

v_n ——每个测点风速值, m/min。

因机械风速表有摩擦力, 所以所测的指针数和实际风速表不相符, 为此, 任何一块风速表都需用实验方法绘出测定风速与实际风速对照曲线表, 该表称为风表校正曲线表 (见图 1—4)。

根据风表校正曲线表可求出风表校对方程 (也可直接从表中读出井巷实际风速数), 即按公式 (1—5) 求出巷道实际风速:

$$v'_{\text{均}} = a \cdot N + b \quad (1-5)$$

式中 $v'_{\text{均}}$ ——巷道断面内平均风速, m/s;

a ——直线斜率, $a = \tan \alpha$;

α ——直线的斜倾角, ($^\circ$);

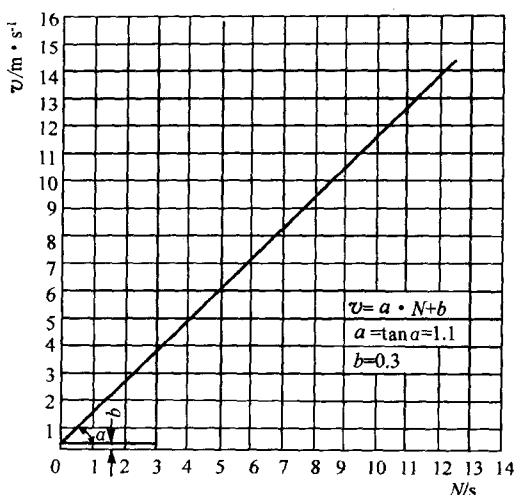


图 1—4 风表校正曲线

b ——截距。

在巷道测风时，必须将风速表所测数据按校正方程求出，从校正表中查出实际风速值后，按实际风速值求得巷道实际风量。

(二) 用皮托管、压差计测风

用皮托管和压差计可以测出风流中某点的速压 $h_{\text{速}}$ ，以此求出该点的风速 v_i 。求风速时可按公式 (1—6) 计算：

$$v_i = \sqrt{\frac{h_{\text{速}} \cdot 2}{\rho_i}} \quad (1-6)$$

式中 v_i ——风流中某点 i 处的风速，m/s；

$h_{\text{速}}$ ——风流中某点 i 处的速压，Pa；

ρ_i —— i 点处的空气密度， $\text{kg} \cdot \text{s}^2 / \text{m}^4$ 。

该方法适用于风速大于 4 m/s 的情况下，如测定局部通风机的风筒内风速、主要通风机进口和出口处风速、风硐内风速以及管道（如瓦斯抽放管）内流体的流速等。

(三) 微风速测速法

当风速很小 ($v < 0.1 \text{ m/s} \sim 0.2 \text{ m/s}$) 时, 很难吹动机械风速表的叶轮, 此时就是能使叶轮转动也难以测得准确结果, 为此可以采用气味或烟雾 (或者粉末) 为风流的传递物进行风速测定。具体方法为: 在巷道的风流方向上两名测风员相距 L 长度, 位于进风侧的测风员带秒表、气味、烟雾或粉末, 位于出风侧的测风员带声响或光信号的发射器具, 位于进风侧的测风员从放散气味、烟雾或粉末时开始记录时间, 当出风侧测风员接到气味、烟雾或粉末时及时用声响或光信号传递给进风侧测风员关闭秒表。该巷道的风速按公式 (1—7) 计算:

$$v = \frac{L}{t} \quad (1-7)$$

式中 v ——巷道断面内的平均风速, m/s ;

L ——风流流经的距离, m ;

t ——风流流经 L 长度所用的时间, s 。

五、测风员测风操作时的注意事项

(1) 测风员必须着装整齐, 带全测风地点所需的一切工具仪器。

(2) 有测风站的巷道一定要在测风站内进行测风, 临时地点测风要选择巷道规整、10 m 内无分支无堵塞物的地点进行测风。

(3) 斜巷测风时要保持风表与巷道断面垂直, 并要认真执行“行车不行人、行人不行车”的规定。

(4) 测风时测风员要认真观察测风地点的支护安全状况, 顶底板情况, 以防发生意外事故。

(5) 在有架线巷道测风时, 要注意架线情况, 有条件时停电后再测风, 严防触电事故的发生。

(6) 在每一个测风点测风时, 必须先检查瓦斯, 在瓦斯不超限时进行测风工作。

(7) 每一个测风地点测风必须不少于三次, 并以三次平均值为所测定的巷道通风风量。

(8) 如所测定的风量与配风计划或正常情况下的风量相差较大时, 必须认真查找原因, 并及时处理。

(9) 在风井风硐、主要通风机扩散塔测风时, 必须有两人以上作业, 并系好安全带。

(10) 测风员所用的测风工具必须妥善保管, 严禁挤压。

思考题

1. 井下风流分为哪几种流动状态?
2. 巷道内风流是怎样分布的?
3. 井下测风方法有哪几种?
4. 测风操作时注意哪些事项?

第二章 局部通风机安装、风筒接设

第一节 局部通风基础知识

在掘进巷道时，为了稀释和排除煤（岩）体涌出的有害气体，爆破产生的烟雾、有毒有害气体和粉尘，保持良好的气候条件，必须对掘进工作面进行通风。因掘进工作面是独头巷道，其采用的通风方法主要有：借用主要通风机通风风压或局部通风机产生的正压，借助纵向风墙或导风筒等设施，将新鲜风流送入工作面，以便排出污浊空气，保证工作面连续稳定地提供新鲜空气及保持优良的气候条件。目前，一般的掘进巷道，常采用局部通风机和导风筒进行通风。

利用局部通风机供风（也称机械式通风）时，掘进巷道的通风方式有压入式、抽出式和混合式三种，并以压入式为主。

压入式掘进通风的主要优点是：局部通风机设于全风压的新鲜风流中，污浊风流不经过风机，安全性能好，有利风机保养，有效射程远，稀释瓦斯效果好。所用导风筒一般为柔性风筒，安装移动轻捷方便，工人劳动强度低。其主要不足是工作面污浊风流经掘进巷道排出，施工人员作业环境差，不利于职工身体健康。

抽出式掘进通风的主要优点是：工作面污浊气体可以直接由导风筒排出，施工人员始终处在优质的气候环境中，对职工身心健康有较大益处。其主要不足是：污浊风流经过局部通风机排出，安全性能差，不利于局部通风机的保养，一旦巷道停风后，无法进行排放瓦斯工作，由于是负压通风，不能使用普