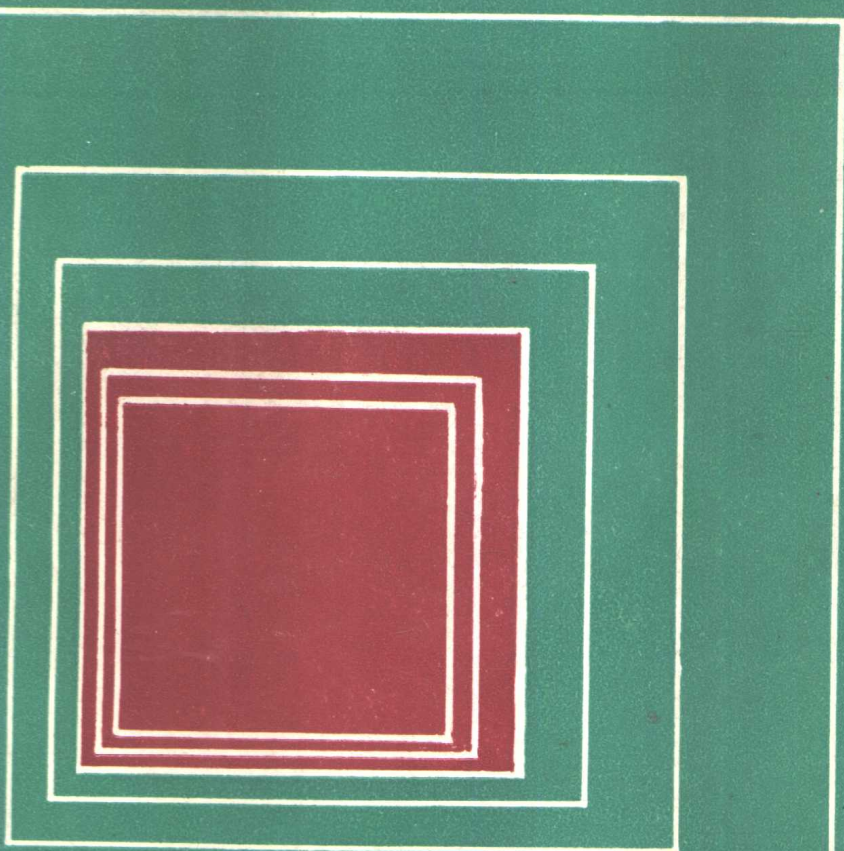


煤矿安全技术培训教材

瓦斯检查员

运宝珍 主编



煤炭工业出版社

72.712
Y-159
煤矿安全技术培训教材

瓦斯检查员

主 编 运宝珍

副主编 张希发 王树玉

编 写 (按姓氏笔划为序)

王成文 运宝珍 李焕志

李跃胜 胡彦章 贾立彰

主 审 金安石 关学军

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

内 容 提 要

煤矿瓦斯是严重威胁煤矿安全生产的自然灾害之一。本书从加强煤矿安全技术培训工作出发,旨在提高瓦斯检查员的业务水平、增强其事业心及责任感,全面介绍了矿井瓦斯管理方面的基础知识。书中内容包括矿井通风基本知识、矿井瓦斯的生成与赋存、矿井瓦斯检查与管理、瓦斯检测仪器、瓦斯爆炸及防治、煤与瓦斯突出与防治、矿井瓦斯抽放、煤尘爆炸及矿井火灾防治。

本书可作为煤矿瓦斯检查员、基层管理干部的培训教材,亦可作为有关工程技术人员及煤炭院校师生的参考书。

煤 矿 安 全 技 术 培 训 教 材 瓦 斯 检 查 员

运 宝 珍 主 编
责任编辑:辛 广 龙

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

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850×1168mm¹/₃₂ 印张 8¹/₈

字数 212千字 印数 1—3,475

1994年3月第1版 1994年3月第1次印刷

ISBN 7-5020-0913-2/TD·847

书号 3679 D0132 定价8.20元

前 言

瓦斯、水、火、顶板等自然灾害及各类事故是煤矿井下生产作业的一个突出问题，它直接影响着煤炭生产的健康发展。目前煤矿事故多的一个重要原因是煤矿职工的法制观念不强，安全技术素质较低。为适应煤炭工业发展的需要，促进煤矿安全生产状况的根本好转，对煤矿在职职工实行强制性的安全技术培训是一项十分重要的战略性任务。近年来，这项工作已受到各级部门领导的普遍重视。

为配合正规的安全技术培训工作，原中国统配煤矿总公司组织一些局、矿、安全技术培训中心和院校编写了局矿领导干部、采掘区队长、通风区队长、机电区队长、运输区队长、采区电钳工、放炮员、瓦斯检查员、测风员、绞车司机、电机车司机、安全监察员、防突人员、井下采掘工人等类人员的安全技术培训教材，将陆续出版发行，以满足培训工作的需要。

这套教材结合各类人员的工作性质、职责，编写内容上力求通俗易懂，联系本岗位的实际工作，着重把党和国家的安全生产方针、政策、法规；安全技术基本应用知识；各类灾害事故的发生规律、预防措施和事故的处理，以及矿山救护与自救、互救等方面作为编写的基本内容。按本教材进行培训后，煤矿职工将会增强法制观念，自觉遵章守纪，提高安全技术水平和预防各类事故的能力，促进安全生产。

在编、审教材工作中得到有关单位的大力支持，在此表示感谢。

煤炭工业部安全司

一九九三年七月

编 者 的 话

矿井瓦斯是严重威胁煤矿安全生产的自然灾害之一，它直接影响着煤炭工业生产的健康发展。搞好矿井瓦斯管理，杜绝瓦斯燃烧与爆炸事故，始终是煤矿安全工作的一项重大任务。

瓦斯检查工作是同瓦斯作斗争的重要岗位，瓦斯检查员是搞好瓦斯管理的前沿侦察兵。因此，加强对瓦斯检查人员的安全技术培训，不断提高其业务水平，增强其事业心和责任感，对于搞好煤矿安全生产有着重要意义。

为了配合安全技术培训工作，东北内蒙古煤炭工业联合公司组织编写了《瓦斯检查员》一书。该书经原中国统配煤矿总公司有关部门认可，纳入了全国煤矿安全技术培训教材。

本书由抚顺矿务局高级工程师运宝珍同志主编，张希发（东煤公司）、王树玉（抚顺矿务局）任副主编。各章的编写人员是：第一、三章，王成文、运宝珍；第二、五、七章，运宝珍；第四章，贾立彰、李跃胜；第六章，李焕志；第八章，运宝珍、胡彦章。全书由教授级高级工程师金安石、关学军审阅定稿。本书在编写过程中曾得到抚顺矿务局王云、王文堂等有关部门领导和同志的关怀和支持，在此一并表示感谢。

由于作者水平所限，书中缺点、错误在所难免，期望广大读者批评指正。

1993年7月

目 录

第一章 矿井通风基础知识	1
第一节 矿井空气	1
第二节 矿井通风系统	16
第三节 矿井风量分配与计算	26
第二章 矿井瓦斯概述	38
第一节 瓦斯的生成、性质及赋存状态	38
第二节 煤层瓦斯含量与矿井瓦斯涌出量	41
第三节 矿井瓦斯等级划分及鉴定	52
第三章 矿井瓦斯检查与管理	57
第一节 矿井瓦斯检查方法	57
第二节 局部瓦斯积聚的处理方法	65
第三节 矿井瓦斯管理	75
第四章 矿井瓦斯检测仪器	88
第一节 光学瓦斯检定器	88
第二节 便携式瓦斯报警仪及便携式一氧化碳报警仪	91
第三节 瓦斯警报断电仪	98
第四节 瓦斯遥测仪	104
第五节 煤矿监控系统	110
第五章 瓦斯爆炸及预防	124
第一节 瓦斯爆炸的条件及影响因素	124
第二节 瓦斯爆炸的危害及原因分析	134
第三节 预防瓦斯爆炸措施	145
第六章 煤与瓦斯突出及防治	156
第一节 概述	156
第二节 煤与瓦斯突出原因、规律及预兆	163
第三节 预防煤与瓦斯突出的措施	169

第七章 矿井瓦斯抽放	181
第一节 概述	181
第二节 矿井瓦斯抽放方法	186
第三节 抽放瓦斯的设备与管理	197
第八章 煤尘爆炸, 矿井火灾及其防治	212
第一节 煤尘爆炸及其防治	212
第二节 矿井火灾及其防治	235

第一章 矿井通风基础知识

为了保护井下职工的身体健康和保证矿井安全生产，需要把地面的新鲜空气连续不断地输到井下，并不断排出井下的污浊空气，这样的作业过程叫做矿井通风。矿井通风系统是煤矿生产中不可缺少的一个重要系统之一。

矿井通风的基本任务是：供给井下人员足够的新鲜空气，稀释和排除各种有害气体和矿尘；调节矿内空气的温度和湿度，创造良好的气候条件。

第一节 矿井空气

一、矿井空气的主要成份及性质

矿井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。其中按体积百分比计算氧(O_2)占 20.96%、氮(N_2)占 79.00%、二氧化碳(CO_2)占 0.04%，此外，地面空气中还有少量的稀有气体，如氦、氖、氩、氪、氙，以及水蒸气、尘埃与微生物等。

矿井空气的主要成分与地面空气基本相同，主要包括氧、氮和二氧化碳，其性质和对人体的影响各不相同。

1. 氧气

氧气是无色、无味、无臭的气体，对空气的比重为 1.11。化学性质很活泼，几乎能与所有的气体相化合。氧气能助燃，能供人和动物呼吸。

氧气与人的生命有着密切的关系，是人体新陈代谢不可缺少的物质，没有氧气，人就不能生存。一般说来，人在静止状态下需要的氧气量为 $0.25L/min$ ；工作和行走状态下需要 $1\sim 3L/min$ 。

空气中氧气含量减少对人体的影响见表1-1。

表 1-1 空气中氧含量减少对人体的影响

空气中氧含量 (%)	人 体 的 反 应
17	静止时无影响,但工作时喘息、呼吸困难
15	呼吸及脉搏跳动急促,感觉及判断能力减弱,失去劳动能力
10~12	失去理智,时间稍长有生命危险(10%时人只能活30min或更短些)

《煤矿安全规程》(以下简称《规程》)第106条规定:“采掘工作面的进风流中,按体积计算,氧气不得低于20%”。

在井下通风不良的地点,尤其是盲巷内,容易发生人员因缺氧而窒息事故。所以,凡不通风的盲巷和因故临时停风的掘进巷道,瓦斯检查员要及时设置栅栏,禁止人员进入。

2. 氮气

氮气是一种无色、无味、无嗅的气体,比重为0.97,属于惰性气体,不自燃、不助燃,不能供人呼吸。

在正常状态下,空气中的氮气对人体无害。但是,当空气中含氮量增高时,氧含量将相对地减少,会使人因缺氧而窒息。在正常通风的矿井空气中,氮气含量变化不大。

在高温下氮与氧化合可生成剧毒的二氧化氮(NO_2)气体,它与氢化合可生成剧毒、易爆的氨气(NH_3)。

3. 二氧化碳

二氧化碳是无色、略有酸味的气体,比重为1.52,比空气重一倍,常积聚于巷道的底部。它不自燃、不助燃,不能供人呼吸,易溶于水,是略有毒性的气体。

当空气中二氧化碳浓度增高时,对人的眼、鼻、喉粘膜有刺激作用,并刺激人的呼吸神经中枢,引起呼吸量增加;其浓度过高时,会因中毒或氧含量减少而窒息死亡。

空气中二氧化碳浓度增高对人体的影响见表1-2。

表 1-2 空气中二氧化碳对人体的影响

二氧化碳含量(%)	人 体 的 反 应
1	呼吸频率加快
3	呼吸量增加2倍,感到疲劳
5	呼吸感到困难,耳鸣,感到血液流通快
10	头晕、呈昏迷状态
15	呼吸微弱,失去知觉
20~25	窒息死亡

为防止二氧化碳的危害,《规程》第106条规定:“采掘工作面的进风流中,按体积计算,二氧化碳不得超过0.5%”。此外,《规程》其它有关条款还规定,矿井总回风或一翼回风中二氧化碳浓度不得超过0.75%;采掘工作面风流中的二氧化碳浓度不得超过1.5%;采区和采掘工作面回风道风流中二氧化碳浓度不得超过1.5%。

二、矿井空气中的有害气体及预防措施

1. 矿井空气中的有害气体

矿井空气中常见的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)、氨(NH_3)、瓦斯(CH_4)等。

1) 一氧化碳。

一氧化碳是无色、无味、无嗅、毒性极强的气体,比重为0.97,微溶于水。在正常状态下一氧化碳的性质不活泼,但当浓度达到13%~75%时遇火能爆炸。

一氧化碳是一种剧毒性气体,其毒性主要表现在一氧化碳与人体血液中红血球的亲合力比氧与红血球的亲合力大250~300倍,即血液吸收一氧化碳的速度比吸收氧的速度快250~300倍,因此,一氧化碳被吸入人体后,就阻碍了氧和红血球的正常结合而引起缺氧窒息,当浓度过高时,甚至会导致死亡。

一氧化碳中毒程度和中毒速度与下列因素有关:

- (1) 空气中一氧化碳的浓度;
- (2) 在含有一氧化碳的空气中呼吸时间的长短;

(3) 劳动强度 (呼吸频率和呼吸深度)。

人处于静止状态时,一氧化碳浓度与中毒程度的关系见表1-3。

表 1-3 一氧化碳浓度与人体中毒程度

CO浓度 (%)	作用时间	中毒程度	中毒症状
0.016	5h50min	轻微中毒 严重中毒	轻度头痛
0.048	1h20min		耳鸣、头晕、头痛、心跳、恶心
0.128	50min		上述症状加剧,感觉迟钝,肌肉疼痛、四肢无力,呕吐,失去行动能力
0.4	14min	致命中毒	失去知觉,痉挛、呼吸停顿,经过20~30min即能死亡

一氧化碳中毒时,中毒者嘴唇呈桃红色,两面颊有红斑点。长期在含有一氧化碳0.01%的空气中呼吸,会发生慢性中毒。

《规程》规定,井下空气中一氧化碳浓度不得超过0.0024%。

2) 硫化氢。

硫化氢是无色、微甜、有臭鸡蛋味、毒性很强的气体,比重为1.19,极易溶于水,能燃烧,当浓度达到4.3%~46%时能爆炸。

硫化氢毒性极强,能使血液中毒,对人的眼睛、粘膜、呼吸系统和神经系统都有强烈刺激作用。其浓度与人体中毒程度的关系见表1-4。

表 1-4 硫化氢浓度与人体中毒程度的关系

浓度 (%)	作用时间	中毒程度	中毒症状
0.0001	数小时	轻微中毒 严重中毒	可嗅到硫化氢气味
0.01			流唾液和清鼻涕,瞳孔放大,呼吸困难
0.02	1h		眼、鼻、喉等粘膜感到强烈刺痛,头痛,呕吐,四肢无力,神志不清
0.05	30min	致命中毒	失去知觉,痉挛,如得不到急救
0.1			短时间即死亡

《规程》规定,矿井空气中硫化氢的浓度不得超过0.00066%。

3) 二氧化硫。

二氧化硫是无色、有强烈硫磺气味和酸味的剧毒气体,比重为2.2,存在于巷道的底板、下山端头和低洼处;不自燃,也不助燃;易溶于水,与水化合生成亚硫酸,可腐蚀水管、水泵和铁轨等。

二氧化硫有强烈的毒性,与人的眼睛及呼吸器官的湿表面接触后生成的亚硫酸对粘膜有强烈的腐蚀作用,严重时可引起肺气肿。二氧化硫对人体的影响见表1-5。

表 1-5 二氧化硫浓度与人体中毒程度

浓 度 (%)	人 体 反 应
0.0005	嗅觉器官能闻到刺激味
0.002	刺激眼睛和呼吸道,流泪、咳嗽、头痛、喉痛
0.05	引起急性气管炎、肺气肿,短时间内死亡

《规程》规定,矿井空气中二氧化硫的浓度不得超过0.0005%。

4) 二氧化氮。

二氧化氮是呈棕红色、有刺激性和酸臭味的气体,比重为1.57,有剧烈毒性,不自燃,也不助燃,易溶于水。

二氧化氮同其它有毒气体中毒的不同点是毒化进程比较缓慢,中毒后6 h、甚至更长时间仅仅感到不舒服,能够继续工作,经过20~30 h后,才发生支气管炎、呼吸困难及肺部浮肿的明显症状,并出现咳嗽、吐出黄色痰液、剧烈头疼、呕吐等现象,甚至很快死亡。

二氧化氮在空气中的浓度与人体中毒程度的关系见表1-6。

《规程》规定,矿井空气中二氧化氮浓度不得超过0.00025%。

5) 氨气。

氨气是一种无色、具有氨水辛辣臭味的有毒气体,比重为

表 1-6 二氧化氮浓度与人体中毒程度关系表

浓度(%)	中毒时间	中毒程度	中毒症状
0.004	2~4h		无明显中毒症状
0.006	短时间	轻微中毒	呼吸器官受到刺激,引起咳嗽、胸部疼痛
0.01	短时间	严重中毒	咳嗽严重、声带痉挛、恶心、呕吐、腹痛、泄肚、神经系统麻木
0.025	短时间	致命中毒	中毒死亡

0.59, 易溶于水, 一个体积的水可溶700个体积的氨。有爆炸性, 爆炸界限为16%~27%。

氨气毒性很强, 对皮肤和上呼吸道有刺激作用, 常引起咳嗽、流泪, 致使声音嘶哑、声带水肿、头昏、眩晕, 重者昏迷、四肢发冷、痉挛, 甚至失去知觉、心力衰竭, 以致死亡。《规程》规定, 矿井空气中的氨气含量不得超过0.004%。

2. 有害气体的检测

矿井中的有害气体必须经常进行检测, 以便及时发现问题妥善处理, 这也是矿井通风日常管理工作的内容之一。有害气体的检测方法很多, 有采样化验、检定管快速测定及利用各种仪表直接测定等。采取试样在化验室进行分析, 所需时间较长, 因而目前一般多采用各种检定管和仪表直接测定的方法。后两种方法具有使用简便、携带方便、快速、准确等优点。

用检定管测定某种有害气体的浓度, 是根据待测有害气体与检定管中的指示剂发生化学反应后指示剂变色的深浅或长度来确定的, 前者为比色法, 后者为比长法。比色法由于测定方法不方便、读数不准确, 故较少采用; 而比长法的优点是准确、方便、成本低, 所以目前采用较多。我国生产的有一氧化碳、硫化氢、二氧化硫、二氧化氮等几种比长式检定管。检定管法测定有害气体浓度所用仪器有多种气体检定泵、抽气唧筒、秒表和气体检定管。

应用检定管法测定有害气体浓度时应注意以下问题: ①检定

管有一定的通气方向,切忌倒置;②检定管打开后不要放置太久,以免影响检定效果;③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。

目前,国内外还生产有多种有害气体检测仪表。

三、矿井气候条件

矿井气候条件主要是指井下空气的温度、湿度和风速三者的综合状态而言。矿井气候条件的好坏,对人体的身体健康和劳动生产率的提高有着重要影响。

1. 空气温度

矿井空气温度是影响矿井气候条件的主要因素。气温过高或过低对人体都有不良影响,最适宜的气温为 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

1) 影响矿井空气温度的因素。

矿井空气温度主要受以下几个因素的影响:①岩石温度(随着深度增加岩石温度也将增加);②地面空气温度;③煤炭、坑木等氧化放出的热量(煤炭氧化每生成 2 g 二氧化碳,放热 18 kJ ,可使 1 m^3 空气升温 14.5°C);④空气的压缩(生热)与膨胀(放热);⑤通风强度(供风量越多,风流吸热越多,井下空气温度下降越多);⑥水分蒸发(1 g 水蒸发时可吸热 2.45 kJ ,使 1 m^3 空气降温 1.9°C);⑦地下水作用以及机械设备运转、爆破、人体散热等。

2) 矿井空气温度变化的一般规律。

矿井空气温度受许多因素的影响,既有升温作用,也有降温作用,但从许多矿井的实践来看,升温作用大于降温作用。当进风路线较短时,主要受地面空气温度的影响,矿井空气温度呈冬凉夏热;当进风路线较长时($1000\sim 2000\text{ m}$),由于地面空气与井巷围岩之间的热交换作用,矿井空气温度在冬夏两季的变化不大,会出现冬暖夏凉现象。矿井中回采工作面的空气温度最高,而回风路线上的空气温度常年变化不大。

2. 空气的湿度

1) 空气湿度的概念。

空气湿度是指空气中含水蒸气数量的多少。表示方法有两种：

(1) 绝对湿度。是指每立方米或每公斤空气中所含水蒸气的质量。此种方法应用较少；

(2) 相对湿度。是指某一体积空气中实际含有的水蒸气量与相同温度下饱和水蒸气量之比。

通常所说的矿井空气湿度是指相对湿度而言。一般认为，对人体最适宜的空气相对湿度为50%~60%，高于80%或低于30%时，人体均感不适，将影响人体健康和劳动效率。

2) 空气相对湿度的测定方法。

一般用风扇式湿度计(如图1-1所示)和手摇式湿度计(如图1-2所示)测定矿井空气的相对湿度，两者测定原理相同。湿度计装有两支构造相同的温度计，其中一个测干温度，另一个测湿

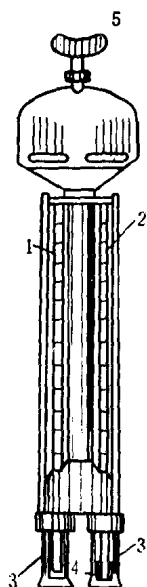


图 1-1 风扇式湿度计

1、2—温度计；3、4—套管；5—钥匙

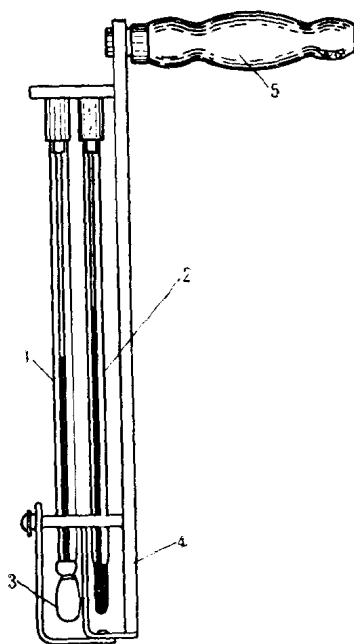


图 1-2 手摇式湿度计

1—湿温度计；2—干温度计；3—湿纱布；
4—金属框架；5—手柄(摇把)

表 1-7 由干、湿温度计读数查相对湿度

干温度计 的指示数 (°C)	干温度计读数之差 (°C)								干温度计 的指示数 (°C)	干温度计读数之差 (°C)							
	相 对 湿 度 (%)									相 对 湿 度 (%)							
	0	1	2	3	4	5	6	7		0	1	2	3	4	5	6	7
0	100	81	63	46	28	12	—	—	18	100	99	80	72	63	55	43	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									

温度（在水银球上包裹湿纱布）。

测定时，如用风扇式湿度计，则应将通风器的发条上紧，使叶轮旋转，空气以每秒 $1.7\sim 3.0\text{ m}$ 的速度流经两支温度计周围；如用手摇湿度计，则应手持摇把以每分钟 $120\sim 150$ 转的速度旋转 $1\sim 2\text{ min}$ ，待温度计上的指示数稳定后，读取干、湿温度值。根据干温度计的读数及干、湿温度计读数的差值 Δt ，由表1-7即可查得空气的相对湿度。

〔例题1〕 干温度计读数 $t_{\text{干}} = 25^{\circ}\text{C}$ ，湿温度计读数 $t_{\text{湿}} = 23^{\circ}\text{C}$ ，干、湿温度计读数之差 $\Delta t = t_{\text{干}} - t_{\text{湿}} = 25 - 23 = 2^{\circ}\text{C}$ ，根据 $t_{\text{干}}$ 和 Δt ，在表1-7中查得相对湿度为84%。

3. 风速

1) 风速对人体和安全的影响。

风速直接影响人体的散热效果，风速过低，汗水不易蒸发，体热不易散失，人会感到闷热不舒适；风速过高，又会使人体热量散失过多而感到发冷，甚至引起感冒。风速还直接影响着矿井安全生产，风速过低，容易造成井巷和采煤工作面中瓦斯积聚；风速过高，又会造成矿尘飞扬。风速过高或过低对矿工的健康和安全生产都不利。《规程》对采掘工作面和各类井巷的最低、最高允许风速的规定见表1-8。

2) 风速的测量方法。

空气在巷道内流动时，由于受到内外摩擦的影响，风速在巷道断面内的分布是不均匀的。一般说来，巷道轴心部分的风速最大，而靠近巷道周壁风速最小，通常所说的风速是指平均风速而言。

在矿井中一般采用风表测量巷道的风速。根据测量风速的范围，风表可分为高速风表（风速大于 10 m/s ）、中速风表（风速在 $0.5\sim 10\text{ m/s}$ ）和低速风表（风速在 $0.3\sim 0.5\text{ m/s}$ ）3种。低、中速风表一般为叶式（如图1-3所示），高速风表为杯式（如图1-4所示）。

为了测得巷道的平均风速，可采用线路法，使风表按图1-5所