

山西焦煤集团有限责任公司员工职业技能培训丛书

# 安全仪器监测工

主编 安效正

煤炭工业出版社

山西焦煤集团有限责任公司员工职业技能培训丛书

# 安全仪器监测工

主 编 安效正

煤炭工业出版社

·北 京·

## 内 容 提 要

本书共分六章。第一、二、三章介绍了矿井通风与安全基础知识、电子技术基础知识、防爆电气设备知识和常用电工仪表使用方法,第四、五、六章介绍了矿井安全监测监控系统构成、工作原理和传感器等仪器、仪表的基础知识以及安全监测监控设备使用、管理、维护的基本知识。

本书适用于从事矿井安全监测监控和安全仪器仪表管理、维修工作的人员参考使用,亦可供现场各级生产管理人员和安全管理人员参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

安全仪器监测工/安效正主编. — 北京:煤炭工业出版社,2006  
(山西焦煤集团有限责任公司员工职业技能培训丛书)  
ISBN 7-5020-2881-1

I. 安… II. 安… III. 煤矿—矿山安全仪器—检测—技术培训—教材 IV. TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 037266 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  
北京京科印刷有限公司 印刷  
新华书店北京发行所 发行

开本 880mm×1230mm $\frac{1}{32}$  印张 8 $\frac{1}{8}$   
字数 238 千字 印数 1—3,000  
2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷  
社内编号 5668 定价 23.00 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

# 山西焦煤集团有限责任公司 员工职业技能培训丛书编审委员会

## 编审委员会领导组

组 长	赵永金	杜复新	薛 山	李 仪
副组长	李建胜	刘瑞林	段锡三	杨茂林
成 员	张 波	柴久茂	白培中	鲍冠深
	车树春	王良彦	刘建中	孙炳章
	张树茂	李东刚	刘 波	冯金永
	杨学全			

## 编审委员会委员

张能虎	马 晋	杨新华	牛如意	席庆祥
温百根	申晋鸣	张学军	薛勇军	王建华
邓保平	晨 晴	曹星星	李金生	魏卯生
李小彦	栗兴仁	张志荣	王福金	徐学武
刘雅芹	卜志敏	景春选	程建平	任丕清
陈贵仁	张乃新	李朝雯		

## 编审委员会办公室

主 任	邓保平	晨 晴	卜志敏
副主任	景春选	程建平	任丕清

## 《安全仪器监测工》编写组

主 编 安效正

副 主 编 张丑宏 张景贤 刘忠卿

编写人员 安效正 张丑宏 张景贤 刘忠卿

王以龙 王龙海 田克斌 刘振明

刘东生 刘明富 刘寨凤 李守剑

李益海 陆卫星 赵四保 郭东相

曹建平 曹金林

## 序

山西焦煤集团公司组织编写的员工职业技能培训丛书将陆续出版。这是我见到的第一套由煤炭企业自行编写的职业技能培训系列教材。我想这件事情的意义不仅在于丛书本身的价值,更主要的是它在一定程度上体现了以人为本的原则和促进人的全面发展的理念。对此,向所有参与撰写和编辑此书的同志们表示祝贺。

企业是市场竞争的主体。在日趋激烈的市场竞争面前,煤炭企业如何通过深化改革、创新管理、培育队伍,进一步提升企业整体素质,增强核心竞争力,走上可持续发展的道路,始终是业内人士和全社会共同关注的重要课题。山西焦煤集团公司领导班子在这方面进行了积极有益的探索。

科技是第一生产力,人才是第一资源。市场竞争归根到底是人才的竞争,是劳动者素质的竞争。坚持不懈地抓好职工的培训教育,不断提高劳动者的素质,塑造学习型企业,培育技能型员工,是一个企业积蓄发展后劲,增强竞争力的根本大计。

山西焦煤集团公司是我国首次以资产为纽带组建的紧密型母子公司体制的大集团,自2001年10月成立以来,经过两年多的实践,走上了快速发展的良性轨道,取得了可喜的发展业绩,受到各方面的关注。他们的一条重要经验,就是坚持把企业的发展建立在紧紧依靠提高劳动者素质的基础之上,坚持开展素质工程建设,搞全员培训、技能大赛、技能鉴定,现在又专门编辑出版员工职业技能培训丛书,真正建立起了一套好的长效机制,这是值得所有煤炭企业学习借鉴的。

对于一个拥有 15 万职工、近千个工种的大集团,在企业内部编写并推行自己的员工职业技能培训丛书,确实是一项基础性的建设。我翻阅了他们送来的准备先期出版的丛书样稿,觉得从形式到内容都不错,而且具有“专、精、特、新”的特点。“专”在工种细分、专学专用。针对煤炭行业工种特点,应用于生产实践,着眼于培育适用性专业技术师和熟练工人。“精”在言简意赅、深入浅出。丛书语言简练,篇幅较少,没有长篇累牍的高深原理和令人费解的公式方程,便于职工自学和掌握。“特”在注重实用、培育技能。立足企业员工培训实际,适合不同层次的专业人员提高技能,也为企业技能大赛提供了自己的应用教材。“新”在内容新颖、讲求实效。丛书由企业内部人员编写,编者本身又是丛书的读者和普及者,因此编写中就注重了职工的喜好和丛书的实用性,没有照搬照抄,并且从封面到内容,图文并茂,将企业文化传播赋予其中,在传授知识的同时也促进了企业文化的建设。

衷心希望山西焦煤集团公司进一步做好丛书编写和普及工作,将这件关系企业长远发展的事情办好办实,进一步完善职工培训教育体系,在提高员工素质上取得更大的成绩,也希望其他煤炭企业能够借鉴山西焦煤集团公司的做法,在提高企业员工整体素质上不断探索新的机制,积累新的经验,为提高煤炭企业的核心竞争力,为煤炭工业的持续健康发展作出更大的贡献。

王显政

2004 年 6 月于北京

## 编写说明

企业的全面可持续发展首先是人的全面发展。只有具备较高素质的人,才能为企业注入市场竞争的不竭动力,插上持续发展的坚硬翅膀。但是,多年以来,煤炭行业职工队伍的整体素质与煤炭工业及其相关产业的快速发展一直存在着较大的差距,员工队伍建设不能适应煤炭企业深化改革、强化管理、快速发展、做强做大的需要。职工队伍整体素质的提高迫在眉睫,必须认真地把职工的学习培训工作抓紧、抓好。

山西焦煤集团公司成立以来,十分重视职工技能知识的培训和实际操作水平的提高,自觉地将实施素质工程、创建学习型企业和培养知识化员工落实到具体的工作和行动中,开展了大规模的职工技能大赛,在职工培训、技能竞赛、技能鉴定、技术推广和表彰奖励方面做了积极的探索和实践。然而在职工的培训过程中,备子分公司、各生产单位深深地感受到培训教材还存在着许多缺项和不足,所使用的教材在内容上或多或少地与企业现状和专业实际脱节,理论知识深奥,实际操作应用知识欠缺,职工不易学习和掌握。

为了解决培训过程中遇到的这些问题,提高培训的针对性和实效性,2002年以来,我们组织各职能部门、备子分公司、各生产矿厂专业技术人员和工人技师,从企业的现实和来考虑,花费了较大的功夫和精力,经过多次讨论修改、审订出版这套员工职业技能培训丛书。丛书主要面对操作工人,内容来自工作实践,有较强的针对性和实用性,易学、易懂、专业、适用,符合企业精点,便于实



践运用。

在丛书编写过程中,编委会注重从企业的实际和长远发展需要出发,立足于培养技能型职工,培育企业持久竞争力,在内容上力求全面广泛和长期适用。丛书包括综合读本和煤炭专业的采煤、掘进、开拓、机电、运输、通风、安企及电力、焦化等相关专业教材要60余本。综合读本主要有企业概况、企业文化和企业发展战略等企业所有员工需要了解的内容,可使广大职工进一步认识企业的历史沿革、现状和发展前景,增强大集团的凝聚力和向心力。各专业读本按照工人技师、高级工、中级工等几个层次,在内容上各有侧重,不仅适合本企业各类专业人员学习应用,而且对煤炭行业其他兄弟企业也具有普遍的适用性。

能源化学工会对山西焦煤集团公司员工职业技能培训丛书的编写工作非常关心和支持,领导和专家们提出了许多宝贵意见并给予较高的评价,同时建议将丛书作为煤炭和其他能源行业的培训实用教材进行推广,我们对此表示衷心的感谢。

由于编写丛书时间紧、内容多、范围广、任务重,加之编写人员水平有限,若有疏漏和不足,恳请广大职工和读者批评指正!

**山西焦煤集团有限责任公司  
员工职业技能培训丛书编审委员会**

2004年6月

# 前 言

安全仪器监测工是指从事煤矿井下安全监测、仪器仪表的安装、管理及维护的工作人员。

井工开采的煤矿作业场所均在地下,要受到水、火、瓦斯、煤尘、顶板等灾害的威胁,自然条件 and 生产条件都很复杂。矿井安全监测监控系统作为煤矿防治瓦斯事故的“第一道防线”,安全仪器、仪表作为通风管理人员打仗的“武器”和走路的“拐杖”,在矿井的安全生产过程中有着举足轻重的作用。安全仪器监测工素质的高低、专业知识的多少和基本技能的掌握程度,直接影响到矿井安全监测系统的可靠运行和仪器、仪表的维修质量。因此,加强对工作人员的专业基本知识和基本技能的培训,提高他们的个体综合素质和处理实际问题的能力,是摆在煤炭人面前迫在眉睫的任务。

按照山西焦煤集团公司(2003)386号文《关于编辑〈山西焦煤集团公司员工必读丛书〉的通知》和(2003)173号函《关于〈山西焦煤集团公司员工必读丛书〉编写要求的通知》的精神,结合集团公司目前矿井监测监控系统和安全仪器仪表的实际情况,本着“立足山西焦煤集团,兼顾国内所属行业”和通俗易懂、简单实用、面向基层工人的原则,组织编写了这本《安全仪器监测工》。

本书编写过程中得到了杜儿坪矿、官地矿、西曲矿和屯兰矿有关人员的大力帮助,在此表示衷心感谢。由于编写时间仓促,加之编者水平有限,书中难免存在一些问题,敬请广大读者给予批评指正,我们将不胜感激。

编 者

2006.2

# 目 录

<b>第一章 矿井通风与安全基础知识</b> .....	(1)
第一节 矿内空气及构成 .....	(1)
第二节 矿井通风 .....	(6)
第三节 矿井瓦斯及治理 .....	(19)
第四节 矿井粉尘 .....	(39)
第五节 煤炭自然发火 .....	(47)
<b>第二章 电子技术基础知识</b> .....	(54)
第一节 电路基础 .....	(54)
第二节 集成运算放大器及其应用 .....	(64)
第三节 数字集成电路的应用 .....	(71)
第四节 电源电路的应用 .....	(97)
第五节 信号变换电路 .....	(108)
第六节 显示电路 .....	(121)
第七节 执行电路 .....	(131)
<b>第三章 防爆电气设备及常用仪表</b> .....	(135)
第一节 防爆电气设备基础知识 .....	(135)
第二节 常用电工测量仪表 .....	(142)
<b>第四章 矿井安全监测技术</b> .....	(156)
第一节 矿用传感器及其特性 .....	(157)
第二节 甲烷传感器 .....	(166)
第三节 甲烷断仪及风电闭锁装置 .....	(172)
第四节 国内煤矿监控技术发展概况及趋势 .....	(174)
<b>第五章 矿井安全监测系统</b> .....	(178)
第一节 矿井安全监测系统的结构 .....	(178)
第二节 矿井安全监测系统的组成及原理 .....	(182)
第三节 矿井安全监测系统的特点及性能要求 .....	(189)

第四节	监测信号的转换 .....	(193)
第五节	监测信号的传输 .....	(204)
第六节	监测信号的处理与显示 .....	(211)
第七节	特殊信号采集技术 .....	(217)
第八节	监控系统电源 .....	(232)
<b>第六章</b>	<b>监测监控设备的设置及安装维护 .....</b>	<b>(236)</b>
第一节	概述 .....	(236)
第二节	传感器的设置 .....	(238)
第三节	监控设备的安装维护 .....	(248)
第四节	监测监控系统检查与监督 .....	(254)
<b>附录</b>	.....	<b>(256)</b>
附录一	催化燃烧式甲烷测定器计量鉴定规程 .....	(256)
附录二	安全仪器监测工技术等级标准 .....	(260)
附录三	安全仪器监测工鉴定标准 .....	(264)
<b>参考文献</b>	.....	<b>(271)</b>

# 第一章 矿井通风与安全基础知识

## [学习提示]

本章重点介绍矿井通风的任务、方法以及矿井瓦斯、粉尘、火灾防治的基本知识。

初级工应掌握矿井通风、瓦斯防治、防尘和防灭火的基本概念；中级工、高级工必须掌握矿井通风、瓦斯防治、防尘和防灭火的基本概念，熟知矿井瓦斯赋存和涌出规律，了解矿井通风、粉尘防治、火灾防治的基本理论；技师及高级技师必须掌握矿井通风、瓦斯防治、防尘和防灭火的基本概念，掌握矿井通风、粉尘防治、火灾防治的基本理论和方法，能够对现场情况做出正确判断，对存在隐患提出针对性的意见或建议。

## 第一节 矿内空气及构成

矿井通风是连续地供给井下各作业地点足够的新鲜空气，以满足井下职工劳动、生理和生产所需，矿井通风是煤矿安全生产的基本措施。矿井通风工作的好坏直接影响工人的安全健康及矿井劳动生产率和经济效益。因此，保证井下有足够的清新空气，使有毒、有害、有爆炸危险性的气体、粉尘不超过规定值，并有舒适的气候条件，是矿井通风的根本任务。

矿井通风是煤矿生产的一个重要环节。矿井通风与矿井安全密切相关，合理的通风系统，是防止重大瓦斯事故的基础。能使矿井通风系统达到稳定、可靠，就可提高矿井抗灾能力，实现安全生产。

矿井生产的过程,也是有毒有害气体产生的过程。它将使矿内空气成分发生变化,污染矿内生产环境。尤其在发生灾变事故时,往往会产生大量的有毒有害气体,譬如发生火灾或瓦斯、煤尘爆炸时,将会产生大量的一氧化碳或二氧化碳或少许的氢及其他气体。这些有害气体将威胁井下人员身体健康,甚至威胁其生命安全。

## 一、概述

### 1. 地面空气

矿内空气是相对于地面空气而言的。为了解矿内空气,应首先对地面空气有所认识。

地面空气(通常称大气)是由氧( $O_2$ )、氮( $N_2$ )、二氧化碳( $CO_2$ ),还有少量的水蒸气、灰尘和微生物等组成的。其主要成分,按体积所占的百分比为:

氧( $O_2$ )	20.96%
氮( $N_2$ )	78.13%
二氧化碳( $CO_2$ )	0.04%

另外,还有其他稀有气体、水蒸气、灰尘及微生物等占0.87%。

地面空气进入井下以后,空气的成分、温度及湿度发生了变化。变化了的空气称为矿内空气。

当矿内空气和地面空气的成分相差不大时,譬如在进风井、井底车场、运输大巷、运输石门的风流叫做新鲜风流;流经采掘工作面或其他工作硐室以后的风流,叫做污浊风流或称乏风风流。地面空气进入井下以后,所发生的变化主要表现在:

- (1) 氧的减少,二氧化碳的增加。
- (2) 混入各种有毒有害气体和爆炸性气体,如  $CH_4$ 、 $CO$ 、 $SO_2$ 、 $NO_2$ 、 $NO$ 、 $H_2S$  和  $H_2$  等。
- (3) 混入煤尘、岩尘及某些金属粉尘。
- (4) 空气的温度、湿度和压力的变化。

产生这些变化的原因是多方面的。使氧含量减少、二氧化碳含量增加的原因,主要是人的呼吸、煤炭的氧化、坑木的腐朽、井下火灾

的发生等。当然,开采技术、机械化程度以及通风状况也是极为重要的影响因素。同时与煤层埋藏深度和含瓦斯量也有着密切关系。

## 2. 矿井空气的主要成分

### 1) 氧(O<sub>2</sub>)

氧是一种无色、无味、无臭的气体,比重为 1.1。它是一切物质燃烧不可缺少的助燃剂,任何可燃物质,当含氧量不足或离开了氧时就燃烧不起来;正在燃烧的物质,一旦停止供氧就逐渐停止燃烧。不同燃烧所需含氧量是不同的,如甲烷燃烧氧含量不得低于 15%,木材燃烧氧含量不得低于 5%。人是依靠每时每刻吸进氧气,以氧化体内食物来维持生命的,一般人在体息状态下,每分钟需氧量为 0.25 L;人在工作和行动状态下,需氧量为每分钟 1 L~3 L。这说明人体的需氧量与人的劳动强度有关,同时也和人的体质有关。人的劳动强度的大小,可以用呼吸系数来表示,即

呼吸系数 = 呼出二氧化碳量 / 吸入氧量

劳动强度很大时,呼吸系数=1。一般井下劳动的呼吸系数可达 0.8~1.0。井下巷道中,在不通风或通风不良的情况下,空气中含氧量就可能下降到 17% 以下,有时会更低。如井下发生火灾或爆炸时,含氧量可下降到 1%~3%。因此,《煤矿安全规程》规定,井下空气中含氧量不得低于 20%,并保证每人每分钟供给风量不得少于 4 m<sup>3</sup>。

### 2) 氮(N<sub>2</sub>)

氮是一种无色、无味、无臭的气体,比空气略轻,比重为 0.967。氮不能维持人的呼吸,对人无害,但当空气中含氮量过高时,能引起空气中含氧量相对下降,人在此空气中呼吸会发生窒息,甚至死亡。所以,氮称为窒息性气体。在高温下,氮能氧化合成有毒的化合物。

氮不能助燃。利用这一特点,当井下着火,特别是采空区着火时,大量增加火区空气中的含氮量来扑灭火灾,是一种有效的灭火手段。

氮含量的增加,会使瓦斯爆炸的上限下降,下限上升。

### 3) 二氧化碳(CO<sub>2</sub>)

二氧化碳是一种无色、无臭、略带酸味的气体。比空气重,比重为 1.52。通常积聚在通风不良的下山或巷道底部,易溶于水。

二氧化碳不助燃,不爆炸。利用它不助燃的特点,可以扑灭井下火灾,即向井下着火地点施以大量二氧化碳,达到扑灭火灾的目的。二氧化碳溶于水后,成酸性溶液,对眼、喉、鼻腔黏膜具有刺激作用。少量的二氧化碳对人呼吸有刺激作用。在纯氧中加 5% 的二氧化碳,可促进患者呼吸功能。但空气中二氧化碳量多了则因缺氧而使人的神经中枢发生中毒。

《煤矿安全规程》规定,采掘工作面进风流中二氧化碳不得超过 0.5%,矿井总回风巷或一翼回风巷风流中不得超过 0.75%。

## 二、矿井空气中主要有毒有害气体

在煤矿井下,主要有毒有害气体有甲烷、一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、硫化氢等。这些有毒有害气体,有的是煤岩层中放出的,有的是氧化、放炮、火灾等产生的。上述有毒有害气体中,除甲烷外,一氧化碳是目前煤矿井下对人危害最大的一种气体。

### 1. 一氧化碳(CO)

CO 是无色、无味、无臭的气体,比空气稍轻,比重为 0.97。往往均匀地混合在井下空气中。在空气中可燃烧,火焰呈青兰色。有爆炸性,爆炸界限为 13%~75%,但此浓度只有在瓦斯煤尘爆炸及火灾的情况下才可能达到。一般情况下,如此高的浓度是不能达到的。一氧化碳对人有剧毒,主要原因是人体血液中的红血球与一氧化碳的亲合力特别强,为红血球与氧的亲合力的 250~300 倍。人的生命是依靠红血球携带着从体外吸入的氧气,随着血液循环的过程,将氧气输送到身体各个部分的。当一氧化碳与红血球结合后,氧就失去了与红血球结合的能力,即使氧被吸入,氧也无法输送到全身各部位,人就会患缺氧症,直至死亡。人若长期地(每天数小时)在含有 0.01% 一氧化碳的空气中生活与工作,就能引起严重的慢性中毒。

《煤矿安全规程》规定,井下空气中一氧化碳浓度不得超过



0.002 4%。

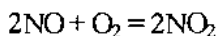
### 2. 二氧化硫(SO<sub>2</sub>)

SO<sub>2</sub>是一种无色,具有强烈的硫磺燃烧味及酸臭味的气体(浓度达0.000 3%时,即能嗅到),比空气重,比重2.27。SO<sub>2</sub>常积聚在巷道下部,极易溶解于水而成硫酸,对人有刺激性。当二氧化硫与人体的汗湿皮肤、鼻、喉、眼睛黏膜接触后,能产生酸性物质而刺激接触部位,引起喉炎、气管炎、呼吸麻痹,甚至发生肺气肿。

《煤矿安全规程》规定,井下空气中二氧化硫浓度不得超过0.000 5%。

### 3. 二氧化氮(NO<sub>2</sub>)

二氧化氮是放炮时产生的一种有毒气体,故有爆破瓦斯之称。通常放炮后产生一氧化氮及一氧化碳。当一氧化氮遇到空气中的氧时,立即氧化成二氧化氮。其化学反应式为:



二氧化氮呈红褐色,具有特殊的刺激味,比空气重,比重为1.57。极易溶解于水而成亚硝酸、硝酸,对人的眼睛、鼻孔、呼吸道和肺部有强烈作用,能引起咳嗽、呼吸困难,吐淡黄色的痰液,直至肺水肿。值得注意的是这种气体在人吸人体内后,并不一定马上反应出来,而是经过数小时,甚至20多小时,才使肺部水肿,最后因肺部被产生的液体填满而死亡。

二氧化氮中毒的最大特点,是中毒者手指尖及头发变黄;而一氧化碳中毒者两颊有红斑点,嘴唇呈桃红色。

《煤矿安全规程》规定,井下空气中二氧化氮浓度不得超过0.000 25%。

### 4. 硫化氢(H<sub>2</sub>S)

硫化氢是一种无色、微甜、带臭鸡蛋味的气体,比空气稍重,比重为1.19。极易溶解于水。在一个大气压、15℃时,一升水能溶解3.23升硫化氢;但又极易从水中分离出来。

硫化氢的毒性强,能刺激人的眼膜和呼吸系统,能使血液中毒,