



全国煤炭高职高专“十一五”规划教材

矿尘 防治

主编 常海虎 刘子龙

煤炭工业出版社



中国矿业大学（北京）教材编审室策划
全国煤炭高职高专“十一五”规划教材

- ① 矿山地质系列
- ① 工程测量系列
- ① 采矿工程系列
- ① 矿山机械系列
- ① 矿山机电系列
- ① 矿井通风与安全系列
- ① 矿山电气（自动化）系列
- ① 建筑工程系列
- ① 计算机科学系列
- ① 经济管理系列
- ① 基础课程系列

矿井通风
煤矿开拓与掘进
煤矿瓦斯防治
矿山救护
矿井火灾防治
矿尘防治
煤矿监测监控技术
安全系统工程
煤矿安全法律法规
煤矿地质
流体力学
普通电工学
煤矿电工学

总策划：张乃新

丛书策划：高 专

责任编辑：高 专

封面设计：Y 雅格工作室

ISBN 978-7-5020-3081-0



9 787502 030810 >

定价：17.00 元

全国煤炭高职高专“十一五”规划教材

矿尘防治

主 编 常海虎 刘子龙
副主编 李宗翔 常永发

煤炭工业出版社

·北 京·

内 容 提 要

本书是全国煤炭高职高专矿井通风与安全专业“十一五”规划教材之一。全书共七章,内容包括矿尘的性质及危害、矿尘测定、煤尘爆炸及其预防、煤矿防尘技术、综合防尘技术的选择与实施、矿井防尘洒水系统设计和实践教学。

本书是高等职业院校、高等专科学校矿井通风与安全专业的规划教材,也可作为成人高校、中等职业学校相关专业和煤矿干部培训的教材或教学参考书,也可供从事煤矿科研、设计、管理及工程的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿尘防治/常海虎,刘子龙主编. —北京:煤炭工业出版社,2007.5

全国煤炭高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-5020-3081-0

I. 矿… II. ①常…②刘… III. 煤尘-除尘-高等学校:技术学校-教材 IV. TD714

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 059764 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 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 9
字数 216 千字 印数 1—6,000
2007 年 5 月第 1 版 2007 年 5 月第 1 次印刷
社内编号 5882 定价 17.00 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

全国煤炭高职高专矿井通风与安全类“十一五”规划教材

编审委员会

主 任: 辛大学 王永安

副 主 任: 刘殿武 李永怀

秘 书 长: 刘其志

委 员 (以姓氏笔画为序):

王永祥	王占元	王延飞	朱云辉
刘子龙	刘其志	刘学鲁	孙玉峰
孙和应	吕智海	任世英	李 洪
沈 杰	何 林	苏 寿	张长喜
张钦祥	陈 雄	陈光海	姚向荣
高 专	常海虎	郭林祥	彭奏平

前 言

本书是全国煤炭高职高专矿井通风与安全专业“十一五”规划教材之一,是由中国煤炭教育协会和中国矿业大学(北京)教材编审室共同组织编写的。

本书是结合高职高专院校培养人才规格的定位和人才市场对高技能人才的需求,根据教育部高等职业教育矿井通风与安全专业培养培训教学方案的要求编写的。在编写过程中力求简而精,充分体现新理论、新技术、新方法、新设备,保证先进性、科学性和系统性,在传授基本理论和基本知识的基础上,单独设立实践教学内容,以增强教材的实用性,从而提高学生的动手能力。为了便于学生对知识的掌握,每章后面都附有一定数量的复习思考题,供学生练习使用。

本书按教学时数 50 学时编写,各校可根据教学要求对内容酌情增减。

本书由常海虎、刘子龙任主编,李宗翔、常永发任副主编。具体编写分工:北京工业职业技术学院刘子龙编写绪论和第七章,山西长治职业技术学院常海虎编写第一章、第四章和第五章,辽宁工程技术大学职业技术学院李宗翔编写第二章、第六章和附录,山西长治职业技术学院常永发编写第三章。常海虎、刘子龙负责全书的统稿。

在本书编写过程中,参考了新规程、新规范、新标准,吸收了相关专著和教材的优点,得到了各参编院校的大力支持和中国矿业大学(北京)资源与安全学院孟宪锐教授对本书的认真审阅,并提出宝贵意见。在此,谨表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2007 年 3 月

目 录

绪论	(1)
第一章 矿尘的性质及危害	(4)
第一节 矿尘及其计量指标	(4)
第二节 矿尘的性质	(6)
第三节 矿尘的危害	(8)
第四节 矿山尘肺病及其预防	(9)
复习思考题	(14)
第二章 矿尘测定	(15)
第一节 矿尘浓度的测定	(15)
第二节 矿尘分散度的测定	(21)
第三节 游离 SiO_2 的测定	(23)
第四节 煤矿矿尘连续监测系统简介	(25)
复习思考题	(26)
第三章 煤尘爆炸及其预防	(27)
第一节 煤尘爆炸	(27)
第二节 防止煤尘爆炸的技术措施	(34)
第三节 隔绝煤尘爆炸传播的措施	(45)
复习思考题	(48)
第四章 煤矿防尘技术	(49)
第一节 减尘和降尘技术	(49)
第二节 除尘技术	(57)
第三节 通风排尘	(63)
第四节 个体防护	(66)
复习思考题	(67)
第五章 综合防尘技术的选择与实施	(68)
第一节 掘进工作面综合防尘	(68)
第二节 采煤工作面防尘	(77)
第三节 转载运输系统的防尘	(88)
复习思考题	(90)
第六章 矿井防尘洒水系统设计	(91)
第一节 水源与供水形式的选择	(91)
第二节 矿井防尘洒水管网系统及用水量计算	(93)

第三节 管网水力计算与管路选择	(99)
第四节 水压控制措施和管路敷设	(101)
第五节 矿井防尘洒水系统图的绘制	(105)
复习思考题	(109)
第七章 实践教学	(110)
第一节 实验	(110)
实验一 矿尘浓度测定	(110)
实验二 矿尘分散度测定	(111)
实验三 煤尘爆炸性演示及鉴定	(113)
第二节 技能训练	(114)
技能训练一 测尘技能	(114)
技能训练二 防尘技能	(117)
第三节 课程设计	(123)
课程设计一 煤层注水设计	(124)
课程设计二 矿井防尘洒水系统设计	(125)
附录	(127)
附录一 粉尘测定数据的统计整理	(127)
附录二 矿井通风安全仪器装备标准(防尘部分)	(130)
附录三 部分防尘测尘设备仪器规格表	(131)
主要参考文献	(136)

绪 论

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的发展,煤炭工业正面临着良好的机遇,煤炭企业正在向高产、低耗、安全和集约化生产方向发展,煤矿防尘工作对煤矿安全生产、增强煤矿工作者的自保和环保意识具有极其重要的意义。

一、矿井防尘概述

1. 矿井防尘工作的重要性

矿尘作为煤矿生产的伴生物其主要危害是发生煤尘爆炸事故、威胁作业人员的身体健康、影响作业安全和危害矿区周围的生态环境等。煤尘爆炸或瓦斯爆炸事故的危害具有严重性和突发性,其他危害均具有普遍性。所以,做好矿尘的防治工作具有极其重要的现实意义。

自从人类有目的地开采煤炭以来,发生过多起煤尘爆炸或瓦斯爆炸事故。据不完全统计,英国在 1911 年~1941 年间发生过 146 起煤尘爆炸事故;美国在 1900 年~1956 年间发生过 1 083 起煤尘爆炸事故;日本在 1952 年~1979 年间发生过 209 起煤尘爆炸事故;我国也发生过多起煤尘爆炸事故,如日伪时期,抚顺的龙凤煤矿发生过一起特大煤尘爆炸事故,昼夜连锁爆炸了 20 余次;再如 1942 年我国本溪煤矿发生了有史以来死亡人数最多的煤尘爆炸事故,死亡 1 549 人;1960 年山西大同矿务局老白洞煤矿发生的煤尘爆炸事故,死亡 684 人,为建国以来煤炭工业死亡人数最多的一起事故。

据统计,截止到 1997 年,我国国有重点煤矿尘肺病患者占全国尘肺病患者的 46.5%,尘肺病患病率为 6.33%,比西方发达国家高出 5 个百分点,个别矿务局尘肺病患病率高达 16% 以上;尘肺病死亡人数是煤矿工伤死亡人数的 5 倍,并以每年 4 000~5 000 人递增。

2. 矿井防尘工作的现状

目前,我国煤矿生产的防尘工作正朝着法制化、规范化的方向发展。《煤矿安全规程》规定,矿井必须建立完善的防尘供水系统。没有防尘供水管路的采掘工作面不得生产。《中华人民共和国安全生产法》规定,生产经营单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。《中华人民共和国劳动法》和《中华人民共和国职业病防治法》等均对建立健全劳动安全卫生制度做出了明确的法律规定。在法律约束力的作用下,我国国有煤矿和地方所有煤矿的防尘工作及矿尘的防治技术均有有条不紊地趋于完备,实现了矿井的综合防尘。

(1) 机采工作面综合防尘技术 建立以煤层注水防尘治本,采煤机内外喷雾、液压支架自动喷雾降尘等治标的标本兼治的机采综合防尘技术体系。

(2) 机掘工作面的防尘技术 掘进机除尘器及通风除尘系统,以高压喷雾为一级除尘,利用附壁效应结合抽尘净化,把含尘气流吸入除尘器进行高效处理为二级除尘的机械掘进

工作面的综合防尘技术。

(3) 巷道、转载点的防尘自动化 巷道、转载点防尘自动化发展迅速,已有多款自动喷雾控制装置在煤矿中应用。

(4) 接近国际水准的隔绝煤尘爆炸技术 聚氯乙烯隔爆水槽、泡沫塑料隔爆水槽和系列柔性隔爆水袋及自动隔爆装置在煤矿中均得到广泛应用。

在防尘水平总体提高和防尘技术不断完善的同时,我们必须看到由于防尘观念、管理水平及地域的差异,防尘水平的发展存在不均衡性,有的矿井综合防尘技术及水平达到国际水平,有的矿井综合防尘工作非常令人担忧,特别是乡镇煤矿和个体煤矿,综合防尘水平非常低,有的连湿式凿岩都不使用,仅在个体防护水平或者零水平上。另外,目前我国的矿井防尘工作存在的问题如下:首先,由于尘肺病的潜在性和患病过程的缓慢性与煤矿安全问题凸显性的对比,形成“轻防尘重安全”的错误观念;其次,防尘投入不足,装备落后,绝大多数生产矿井的防尘工作仍旧使用着原有系统,其投入基本用于系统的修修补补和设备的维修及检测等;第三,标准科学化程度不高,标准模糊不清;第四,防尘工作人员素质有待提高,多数矿井的防尘工作人员基本是通过简单培训之后就上岗的普通工人;第五,防尘效果的检测是结果检测,未能实现过程监测。

3. 防尘工作的发展概况

新中国成立前,煤矿生产条件极端恶劣,井下工人在无防护措施的环境中从事着笨重的体力劳动,工伤事故、职业病严重威胁着工人的生命安全和健康,瓦斯煤尘爆炸事故经常发生,平均两年就有一次百人以上的重大事故,每年有数千人死于尘肺病。

新中国成立后,党和政府对广大劳动者的安全与健康给予极大的关怀。在 1954 年颁布的宪法中明确规定了劳动者享有国家给予的劳动保护权利。同年第一届全国工业卫生会议上提出,工业卫生工作“要面向生产,依靠工人,贯彻预防为主”的方针。这些立法和政策对开展劳动卫生工作,保护工人安全和健康奠定了基础,明确了方向。1956 年,国务院全体会议通过并颁布了《关于防治厂矿企业中矽尘危害的决定》,1957 年 11 月由劳动部、卫生部、全国总工会联合召开了第一届全国防止矽尘危害工作会议。1962 年劳动部、卫生部、全国总工会、煤炭工业部等部委联合召开了第二届全国防止矽尘危害工作会议,总结了防尘工作,制定了今后防尘工作规划。1963 年国务院批准了这次工作会议的报告并颁发了《防止矽尘危害工作管理办法》。

20 世纪五六十年代,就曾开展了煤层注水防尘、湿式打眼防尘等试验研究,并取得成果,在煤矿生产现场推广应用。在测尘技术方面,20 世纪 50 年代中期,利用计数测尘仪表和集尘管重量测尘方法进行检测工作。从 20 世纪 60 年代开始,开展了滤膜计重测尘方法的研究和推广,并相继研制成功总矿尘采样器。

随着煤炭工业的发展、机械化开采程度的提高、开采强度的不断加大,矿尘的产生量和危害也日趋严重,愈来愈严重地威胁着煤矿安全生产。为贯彻“预防为主”的方针,坚持有效的防尘措施,保护工人的健康与安全。20 世纪 70 年代,煤炭工业部先后召开了防止矽尘危害的工作会议,制定标准、条例办法等。1981 年,煤炭工业部颁布了“为加强煤矿防尘工作,消除矿尘危害”的五号令,强调加强领导,健全机构,严格执行管理制度,坚持实行综合防尘措施和狠抓防尘措施工程的落实。根据煤矿生产特点,先后颁布了《煤矿测尘的规定》、《矿尘浓度和分散度的测定方法》、《煤尘爆炸鉴定方法》。

1981年11月,中国煤炭学会煤矿安全专业委员会在重庆召开了建国以来的第一次煤矿尘学术会议,总结和交流了建国以来矿尘防治技术的科研成果和防尘经验。通过交流使煤层注水防尘技术得到重视和较大的发展,20世纪70年代以煤层注水为主的综合防尘措施得到广泛应用。矿尘防治科研工作取得了较大成果。

1983年,煤炭工业部召开全国煤炭卫生工作会议,制定了《全国煤矿卫生工作条例》、《煤炭工业尘肺病管理办法》。1987年国务院颁发了《尘肺病防治条例》,这标志着我国劳动卫生与职业病防治工作开始走向用法律、行政法规等综合手段管理的阶段。随着煤矿生产建设的发展,劳动卫生组织和体制也逐步地得到加强和完善。国有煤矿和地方煤矿都有防尘管理部门,专兼职防尘工作者达到10余万人,并建立了逐级统一报表的制度。大型矿务局均建立了职业卫生防治所,负责煤矿职业病的研究、防治和管理工作的。

1989年,中国统配煤矿总公司主持召开了全国统配煤矿防尘工作会议,有关科研院所和生产单位在原有防治技术的基础上,按照《矿井综合防尘标准及检查评定办法》的要求,大力加强了矿尘危害的治理和科研工作,取得了显著绩效。1991年有16个矿务局综合防尘初步达到矿井综合防尘标准要求。

1999年,煤矿安全监察局成立,各省、各地依次成立了下一级的安全监察机构。至此,煤矿安全管理由原来的行政管理进入到更为有效的法制管理时代。煤矿安全监察局出台了一系列的法律法规,规范了煤矿的生产行为,也为防尘工作提供了法律依据。

二、课程的任务

本课程是高职高专矿井安全与通风专业的一门必修课,通过本课程的学习,使学生掌握如下技能:

- (1) 掌握矿尘的相关概念和矿尘的计量指标;
- (2) 掌握矿尘的物理性质、化学性质和电学性质;
- (3) 掌握矿尘的产生及其危害预防措施;
- (4) 了解尘肺病的发病机理、发病原因及预防方法;
- (5) 掌握矿尘各类指标的测定方法及相关仪器的使用方法;
- (6) 掌握煤尘爆炸机理及预防措施;
- (7) 掌握各种防尘技术措施、相关设备的原理及安装使用;
- (8) 掌握矿井防尘系统的设计方法。

第一章 矿尘的性质及危害

第一节 矿尘及其计量指标

一、矿尘的概念

能够较长时间呈浮游状态存在于空气中的一切固体微小颗粒称为粉尘。煤矿粉尘(简称粉尘)系煤尘、岩尘和其他有毒有害粉尘的总称。生产过程中散放出的大量粉尘称为生产性粉尘。矿山粉尘(简称矿尘)就属于这类粉尘,它是矿井在建设过程中所产生的各种岩矿微粒的总称。煤尘是从爆炸角度定义的,一般指粒径(尘粒平均的横断面直径) $0.75\text{ mm} \sim 1\text{ mm}$ 以下的煤炭微粒;岩尘是从工业卫生角度定义的,一般指粒径在 $10\text{ }\mu\text{m} \sim 45\text{ }\mu\text{m}$ 以下的岩粉尘粒。

二、矿尘的分类

矿尘除按其成分分为煤尘和岩尘外,还可以有多种不同的分类方法。

1. 按矿尘粒径划分

(1) 粗尘:粒径大于 $40\text{ }\mu\text{m}$,相当于一般筛分的最小粒径,在空气中极易沉降。

(2) 细尘:粒径为 $10\text{ }\mu\text{m} \sim 40\text{ }\mu\text{m}$,在明亮的光线下,肉眼可以看到,在静止空气中作加速沉降运动。

(3) 微尘:粒径为 $0.25\text{ }\mu\text{m} \sim 10\text{ }\mu\text{m}$,用光学显微镜可以观察到,在静止空气中作等速沉降运动。

(4) 超微尘:粒径小于 $0.25\text{ }\mu\text{m}$,要用电子显微镜才能观察到,在空气中作扩散运动。

2. 按矿尘成因划分

(1) 原生矿尘:在开采之前因地质作用和地质变化等原因而生成的矿尘。原生矿尘存在于煤体和岩体的节理、层理和裂隙之中。

(2) 次生矿尘:在采掘、装载、转运等生产过程中,因破碎煤岩而产生的矿尘。次生矿尘是煤矿井下矿尘的主要来源。

3. 按矿尘的存在状态划分

(1) 浮游矿尘:悬浮于矿井空气中的矿尘。简称浮尘。

(2) 沉积矿尘:从矿井空气中沉降下来的矿尘。简称落尘。

浮尘和落尘在不同风流环境下可以相互转化,矿井防尘的主要对象是浮尘,通常意义的矿尘指的也是浮尘。

4. 按矿尘的粒径组成范围划分

(1) 全尘(总粉尘):粉尘采样时获得的包括各种粒径在内的粉尘的总和。对于煤尘,常指粒径在 1 mm 以下的所有尘粒。

(2) 呼吸性粉尘:能吸入人体肺部并能滞留于肺泡内的微细粉尘。一般情况下,粒径大于 $100\ \mu\text{m}$ 的尘粒在大气中会很快沉降; $10\ \mu\text{m}\sim 100\ \mu\text{m}$ 的尘粒可以滞留在呼吸道中; $5\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$ 的尘粒大部分会在呼吸道沉积,被分泌的黏液吸附,可以随吐痰排出;小于 $5\ \mu\text{m}$ 的尘粒能深入肺部,引起尘肺病,对人体健康威胁甚大。

5. 按矿尘中游离 SiO_2 含量划分

(1) 硅尘:含游离 SiO_2 在 10% 以上的矿尘。它是引起矿工硅肺病的主要因素。煤矿中的岩尘一般多为硅尘。

(2) 非硅尘:含游离 SiO_2 在 10% 以下的粉尘。煤矿中的煤尘一般多为非硅尘。

6. 按矿尘有无爆炸性划分

(1) 爆炸性煤尘:经过煤尘爆炸性鉴定,确定悬浮在空气中的煤尘在一定浓度和有引爆热源的条件下,本身能发生爆炸或传播爆炸的煤尘。

(2) 非爆炸性煤尘:经过爆炸性鉴定,不能发生爆炸或传播爆炸的煤尘。

(3) 惰性粉尘:能够减弱和阻止有爆炸性粉尘爆炸的粉尘,如岩粉等。

三、矿尘的计量指标

矿尘的计量指标很多。在煤矿安全管理工作中,最常用矿尘的计量指标有矿尘浓度、产尘强度、矿尘沉积量。

1. 矿尘浓度

矿尘浓度是指单位体积矿井空气中所含浮游矿尘量。其表示方法有质量法和计数法两种。

(1) 质量法是指每立方米空气中所含浮尘的毫克数;单位为 mg/m^3 。

(2) 计数法是指每立方厘米空气中所含浮尘颗粒数;单位为粒/ cm^3 。

我国规定的粉尘浓度标准为质量法。很多国家过去曾采用计数法,因其测定复杂和不能很好地反映粉尘的危害性,其中大多数国家现已改用质量法。

粉尘浓度的大小直接影响着粉尘危害的严重程度,是衡量作业环境劳动卫生状况好坏和评价防尘技术效果的重要指标。作业场所空气中粉尘(总粉尘、呼吸性粉尘)浓度应符合表 1-1。

表 1-1 作业场所空气中粉尘浓度标准

粉尘中游离 SiO_2 含量 /%	最高允许浓度/ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	
	总粉尘	呼吸性粉尘
<10	10	3.5
10~<50	2	1
50~<80	2	0.5
≥ 80	2	0.3

2. 产尘强度

产尘强度是指生产过程中,采落煤(岩)中所含的矿尘量,又称为绝对产尘强度。常用的单位为 g/t 。与其相对应的是相对产尘强度。

3. 相对产尘强度

相对产尘强度是指每采掘 1 t 或 $1\ \text{m}^3$ 煤(岩)所产生的矿尘量,常用的单位为 mg/t 或 mg/m^3 。凿岩或井巷掘进工作的相对产尘强度可按每钻进 1 m 钻孔或掘进 1 m 巷道计算。

相对产生尘强度使产生尘量与生产强度联系起来,便于比较不同生产情况下的产生尘量。

4. 矿尘沉积量

矿尘沉积量是指单位时间在巷道表面单位面积上所沉积的矿尘量,单位为 $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。这一指标用来表示巷道中沉积矿尘的强度,是确定岩粉撒布周期的重要依据。

第二节 矿尘的性质

要做好煤矿防尘工作,必须掌握煤矿矿尘的性质,这是防尘工作的基础。深入研究矿尘的某些性质,可以在不增加防尘成本的前提下,充分利用其有利性质,改变其不利性质,并采取有效措施,提高除尘效果。

一、矿尘中游离 SiO_2 的含量

煤(岩)尘粒本身具有复杂的矿物成分和化学成分,其中游离 SiO_2 是危害人体的主要成分,其含量越高,危害越大。

游离 SiO_2 是许多矿岩的组成成分。在煤矿常见的岩石中,游离 SiO_2 的含量通常为 20%~50%,煤尘中游离 SiO_2 的含量一般不超过 5%。

二、矿尘的密度

1. 真密度

单位体积(不包括尘粒间的空隙)矿尘的质量称为矿尘密度,单位为 kg/m^3 或 g/cm^3 。排除矿尘间空隙以纯矿尘体积计量的密度称为真密度。

2. 表观密度

用包括矿尘间空隙在内的体积计量的密度称为表观密度或堆积密度。

矿尘的真密度是一定的,而堆积密度则与堆积状态有关,其值小于真密度。

3. 相对密度

矿尘的相对密度系指矿尘的质量与同体积标准物质的质量之比,因而是无因次量。常采用 1 个标准大气压(101 325 Pa)和温度为 4℃ 时的纯水作为标准物质。由于在这种状态下 1 cm^3 的水的质量为 1 g,因而矿尘的相对密度在数量上就等于其密度。但相对密度和密度是两个不同的概念。

三、矿尘的粒度与比表面积

1. 矿尘的粒度

矿尘的粒度指矿尘颗粒的大小,又称粒径。因矿尘的形状不规则,一般用尘粒的平均直径或其投影定向长度来表示粒度,通常用 μm 计量。

一般说来,矿尘的粒度越小,危害性越大。粒度小于 5 μm 的呼吸性矿尘易被人吸入支气管和肺泡里引起尘肺病。

2. 矿尘的比表面积

单位质量矿尘的总表面积称为比表面积,单位为 m^2/kg 或 cm^2/g 。矿尘的比表面积与直径成反比,粒径越小,比表面积越大。比表面积是衡量矿尘颗粒大小的指标之一。

四、矿尘的分散度

分散度是指物质破碎的程度。通常所说的矿尘分散度是指某粒级的矿尘量与矿尘总量的百分比。我国把矿尘的分散度划分为 4 个计测范围(粒级):Ⅰ为小于 2 μm ;Ⅱ为 2 μm ~

5 μm ; III 为 5 μm ~10 μm ; IV 为大于 10 μm 。矿井生产过程中产生的矿尘,小于 5 μm 的往往占 80% 左右。湿式作业情况下,矿尘总量减少,分散度却增加,个别场合小于 5 μm 的尘粒可达 90% 以上。

根据矿尘总量中不同粒级的矿尘所占比重的多少,矿尘的分散度可分为高分散度的矿尘和低分散度的矿尘。高分散度的矿尘是指矿尘总量中微细尘粒多、所占比例大的矿尘;低分散度的矿尘是指矿尘总量中粗大的尘粒多、所占比例大的矿尘。矿尘的分散度越高,危害性越大,而且越难捕获。所以在制订防尘措施时,必须考虑矿尘的分散度,以期获得最佳防尘效果。

根据计量方法的不同,矿尘分散度又可分为计数分散度和质量分散度。计数分散度是指某粒级的矿尘颗粒数占矿尘总量颗粒数的百分比;质量分散度是指某粒级矿尘的质量占矿尘总质量的百分比。

五、矿尘的湿润性

矿尘的湿润性是指尘粒与水分子的亲和能力,亦称吸湿性、浸润性。根据湿润性,可将矿尘分为亲水性矿尘(易湿润的矿尘)和疏水性矿尘(不易湿润的矿尘)。湿式除尘就是利用矿尘的湿润性从空气中分离(易湿润的)矿尘的。

煤矿中的岩尘一般为亲水性矿尘,煤尘为疏水性矿尘。通常采取提高尘粒与水滴的相对运动速度、降低水的表面张力等方法来提高湿润效果。湿润后的矿尘质量增加,同时粒子间相互碰撞时容易凝聚在一起形成较大的尘粒,从而加快了沉降速度。井下使用喷雾装置就是利用矿尘的这种性质捕捉矿尘的。

六、矿尘的荷电性

矿尘的荷电性是指矿尘粒子因在被破碎的过程中互相摩擦碰撞等原因,得到或失去电子而带电的性质。尘粒的荷电量取决于尘粒的大小和密度,并与湿度和温度有关。当温度升高时,荷电量增加;当温度降低时,荷电量减少。同一种尘粒可带正电,也可以带负电,或不带电,这与其化学性质无关。

尘粒的荷电性影响尘粒在空气中的稳定程度。如同性电荷相斥,增加了尘粒在空气中的运动;异性电荷相吸,会使尘粒在碰撞时凝聚而沉降。一般认为,荷电尘粒易被阻留于人体内,尘粒的荷电量还影响细胞的吞噬速度。矿尘的荷电量越大,对人体的危害也越严重。

七、矿尘的光学特性

矿尘的光学特性包括矿尘对光的反射、吸收和透光强度等性能。在测尘技术中,常利用矿尘的光学特性来测定它的浓度和分散度。

1. 尘粒对光的反射能力

光通过含尘气流的强弱程度与岩粒的透明度、形状、大小及气流含尘浓度有关,但主要取决于气流含尘浓度和尘粒大小。当尘粒直径大于 1 μm 时,光线由于被直接反射而损失,即光线损失与反射面面积成正比。当气流含尘浓度相同时,光的反射值随粒径减小而增加。

2. 尘粒的透光程度

含尘气流(对光线)的透明程度,取决于气流含尘浓度的高低。当浓度为 0.115 g/m^3 时,含尘气流是透明的,可通过 90% 的光;随着浓度的增加,其透明度将大为减弱。

3. 光强衰减程度

当光线通过含尘气流时,由于尘粒对光的吸收和散射等作用,会使光强减弱。

八、矿尘的燃烧性和爆炸性

有些矿尘(主要是硫化矿尘和煤尘)在空气中达到一定浓度时,在高温热源的作用下,能发生燃烧和爆炸。矿尘爆炸时能产生高温、高压,生成大量的有毒有害气体,对矿井安全生产威胁极大。

第三节 矿尘的危害

一、矿尘的产生

1. 产生矿尘的主要作业工序

煤矿作业的各个生产过程中都可以产生矿尘。能产生的作业工序主要有以下几种:

- (1) 钻眼作业,如气动凿岩机或煤电钻打眼、打锚杆眼、注水眼等;
- (2) 炸药爆破;
- (3) 采煤机割煤、放顶煤、装煤和掘进机掘进;
- (4) 采场支护、放顶;
- (5) 巷道支护,特别是锚喷支护;
- (6) 装载、运输、转载、卸载和提升;
- (7) 通风安全设施的构筑等。

2. 影响矿尘量多少的主要因素

煤矿矿尘生成量受多个因素影响,理论和实践分析表明,主要取决于下列因素:

1) 地质构造及煤层赋存条件

在地质构造复杂、断层褶曲发育并且受地质构造破坏强烈的地区开采时,矿尘产生量较大;反之,矿尘产生量较小。井田内如有火成岩侵入,煤体变脆变酥,产生量也将增加。

一般说来,开采急倾斜煤层比开采缓倾斜煤层的产尘量要大,开采厚煤层比开采薄煤层的产尘量要高。

2) 煤岩的物理性质

通常,节理发育且脆性大的煤易碎,结构疏松而又干燥坚硬的煤岩在采掘工艺相近的条件下产尘量大,且分散度高。

3) 环境的温度和湿度

煤岩本身水分低、煤帮岩壁干燥,而且环境相对湿度低时,作业时产尘量会相对增大;反之,若煤岩体本身潮湿,矿井空气湿度又大,虽然作业时产尘较多,但由于水蒸气和水滴的湿吸作用,矿尘悬浮性减弱,空气中矿尘含量会相对减少。

4) 采煤方法

不同的采煤方法产尘量差异很大。例如,急倾斜煤层采用倒台阶方法开采比用水平分层开采的产尘量要大;全部冒落采煤法比水砂充填法的产尘量要大。就减少产尘量而言,早采(特别是机采)又远不及水采。

5) 产尘点的通风状况

煤矿矿尘浓度的大小和作业地点的通风方式、风速及风量密切相关。当井下实行分区通风、风量充足且风速适宜时,矿尘浓度均会降低;如采用串联通风,含尘污风再次进入下一个作业地点,或工作面风量不足、风速偏低,矿尘浓度均会逐渐增高。保持产尘点的良好通

风状况,关键在于选择既能使矿尘稀释并排出,又能避免落尘重新飞扬的最佳风速。根据现场试验研究,采煤工作面风速为 $1.2\text{ m/s} \sim 1.6\text{ m/s}$ 、掘进工作面的风速为 $0.25\text{ m/s} \sim 0.65\text{ m/s}$ 时,浮游矿尘浓度较小。

6) 采掘机械化程度和生产强度

煤矿采掘工作面的产尘量是随着采掘机械化程度的提高和生产强度的加大而急剧上升。

二、矿尘的尘源分布

煤矿矿尘的主要尘源是采掘运输和装载、锚喷等作业场所。采掘工作面产生的浮游矿尘约占矿井全部矿尘的 80% 以上;其次,是运输系统中的各转载点,由于煤岩遭到进一步破碎,也产生相当数量的矿尘。

按产尘来源分析,在现有防尘技术条件下,各生产环节所产生的浮游矿尘产生量比例关系大致是:采煤工作面占 45% ~ 80%;掘进工作面占 20% ~ 38%;锚喷作业点占 10% ~ 15%;运输通风巷道占 5% ~ 10%;其他作业点矿尘占 2% ~ 5%。

三、矿尘的危害

矿尘具有很大的危害性,表现在以下几个方面:

(1) 污染工作场所,危害人体健康,引起职业病。工人长期吸入矿尘后,轻者会患呼吸道炎症,皮肤病;重者会患尘肺病。而尘肺病引发的矿工致残和死亡人数在国内外都十分惊人。

(2) 某些矿尘(如煤尘,硫化尘)在一定条件下可以爆炸。煤尘能够在完全没有瓦斯存在的情况下爆炸,对于瓦斯矿井,煤尘则有可能参与瓦斯同时爆炸。煤尘或瓦斯煤尘爆炸,都将给矿山以突然性的袭击,酿成严重灾害。

(3) 加速机械磨损,缩短精密仪器使用寿命。随着矿山机械化、电气化、自动化程度的提高,矿尘对设备性能及其使用寿命的影响将会越来越突出,应引起高度的重视。

(4) 降低工作场所能见度,增加工伤事故的发生。在某些机采工作面割煤时,工作面煤尘浓度高达 $4\,000\text{ mg/m}^3 \sim 8\,000\text{ mg/m}^3$,有的甚至更高。这种情况下,工作面能见度极低,往往会导致误操作,造成人员的意外伤亡。

第四节 矿山尘肺病及其预防

一、概述

井下采煤、掘进等各生产环节,常常产生大量的生产性矿尘,如果不采取有效的防尘措施,作业人员长期吸入矿尘将引起肺部纤维增生性疾病——尘肺病。据统计,截止 1997 年,我国国有重点煤矿尘肺病患者累计达 17.5 万人,现患病人 12.1 万,占全国尘肺病总患者的 46.5%,国有重点煤矿平均尘肺病患病率为 6.33%,比西方发达国家高出约 5 个百分点,与我国经济的高速发展极不相称。有 3 个矿务局尘肺的患病率高达 16% 以上。

1. 防治工作成绩

我国煤炭系统尘肺病的防治工作经过多年研究,取得了较大的成绩:煤矿职工尘肺发病年龄明显后移,20 世纪 50 年代诊断出的病人平均年龄为 40.34 岁,80 年代病人平均年龄为 50.5 岁;病人的病情有所减轻,死亡年龄后移;20 世纪 50 年代病人的死亡年龄平均为 42