

矿山粉尘及职业危害 防控技术

主编 李珏 王洪胜

本书由北京市博士后科研活动经费资助出版

矿山粉尘及职业危害 防 控 技 术

主 编 李 珏 王洪胜

副主编 牛东升 徐国良

冶金工业出版社

2017

内 容 简 介

本书共 8 章, 主要内容包括: 粉尘进入人体的途径、粉尘对健康的主要危害; 粉尘的来源和分类、粉尘的物化性质; 矿山粉尘物性、分散度、浓度、游离二氧化硅及煤尘沉积强度的测定; 掘进工作面、回采工作面、巷道转载运输系统的防尘; 尘肺病的发病机制、尘肺病的表现特征; 矽肺、煤工尘肺、石墨尘肺、碳黑尘肺、石棉肺、滑石尘肺、水泥尘肺、云母尘肺、铝尘肺等的发病机制及临床表现; 尘肺病的鉴别诊断; 尘肺病的预防及治疗等。

本书内容丰富、深浅适宜, 可作为安全工程专业、劳动卫生与环境卫生专业学生及职业卫生专业人员或矿山技术人员培训教材, 也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿山粉尘及职业危害防控技术/李珏, 王洪胜主编. —
北京: 冶金工业出版社, 2017. 10

ISBN 978-7-5024-7615-1

I. ①矿… II. ①李… ②王… III. ①矽尘—防尘
IV. ①TD714

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 256444 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp. com. cn 电子信箱 yjcbbs@cnmp. com. cn

责任编辑 俞跃春 贾怡雯 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 郭惠兰 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7615-1

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2017 年 10 月第 1 版, 2017 年 10 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 14. 75 印张; 284 千字; 222 页

69. 00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp. com. cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs. tmall. com

(本书如有印装质量问题, 本社营销中心负责退换)



前 言

随着矿山开采强度的增大以及机械化程度的提高,矿山尘害问题尤其是尘肺病日趋突出,主要表现为职业病人人数居高不下,用人单位职业危害严重,这已成为制约矿山企业健康持续发展的重大问题之一。它不仅给社会、企业带来极大的经济负担,也给个人及家庭带来极大的痛苦和精神压力。因此,掌握矿山粉尘的来源、基本物化特性、侵入人体的途径、对人体可能造成的危害,了解尘肺病的相关知识、矿山企业常见的各类尘肺病及其发病机制、病理改变及临床表现,具备基本的预防知识,对于加强矿山企业接尘作业人员的自我防范意识,提高矿山企业粉尘治理的管理水平,降低尘肺病的发生几率,具有重要的现实和长远意义。

本书以矿山粉尘对人体的危害为切入点,从矿山粉尘的物化特性、测定、防控措施等方面对其进行全面介绍。在此基础上综合分析了矿山系统常见的尘肺病,并对尘肺病的鉴别、预防与治疗进行了阐述。

本书由北京市化工职业防治院组织编写。李珏、王洪胜担任主编,牛东升、徐国良担任副主编,参加编写的人员还有孙伟。其中李珏编写第1、5章,王洪胜编写第2~4章,牛东升编写第6章,徐国良编写第7章,孙伟编写第8章。

本书在编写过程中参考了国内一些专家、学者的相关著作和成果,在此一并致以真诚的感谢!

由于编者水平有限,书中不妥之处,恳请广大读者批评指正!

编 者

2017年7月

目 录

1 矿山粉尘的职业危害	1
1.1 粉尘进入机体的途径	1
1.1.1 粉尘经呼吸道进入机体	1
1.1.2 粉尘与皮肤、眼的接触作用	2
1.2 粉尘对健康的主要危害	3
1.2.1 尘肺	3
1.2.2 中毒作用	4
1.2.3 致敏作用	4
1.2.4 致癌	4
1.2.5 皮肤、黏膜、上呼吸道的刺激作用	5
1.2.6 非特异性炎症	5
1.2.7 特异性炎症	5
1.2.8 粉尘沉着症	5
2 矿山粉尘的特性	6
2.1 矿山粉尘的来源和分类	6
2.1.1 粉尘的来源	6
2.1.2 粉尘的分类	7
2.1.3 矿山粉尘的来源和分类	9
2.2 矿山粉尘的物化性质	11
2.2.1 矿山粉尘的成分	11
2.2.2 矿山粉尘的粒径及粒径分布	12
2.2.3 矿山粉尘的密度	18
2.2.4 矿山粉尘的比表面积	20
2.2.5 矿山粉尘的湿润性	20
2.2.6 矿山粉尘的荷电性	21
2.2.7 矿山粉尘的光学特性	22
2.2.8 矿山粉尘的燃烧性与爆炸性	23

3 矿山粉尘的测定	24
3.1 矿山粉尘物性检测	24
3.1.1 矿山粉尘密度检测	24
3.1.2 矿山粉尘比电阻检测	25
3.1.3 矿山粉尘爆炸特性检测	31
3.2 矿山粉尘分散度测定	35
3.2.1 滤膜溶解涂片法	36
3.2.2 自然沉降法	38
3.2.3 级联冲击计重法	39
3.2.4 粉尘分散度测定仪	42
3.3 粉尘浓度测定	44
3.3.1 粉尘浓度表示方法	44
3.3.2 滤膜质量测尘法	44
3.3.3 压电晶体差频法	49
3.3.4 光电法	51
3.3.5 β 射线吸收法	52
3.3.6 个体呼吸性粉尘检测	53
3.3.7 定点呼吸性粉尘检测	54
3.4 粉尘中游离二氧化硅测定	59
3.4.1 焦磷酸重量法	59
3.4.2 碱熔钼蓝比色法	62
3.4.3 X 射线衍射法	63
3.4.4 红外分光光度法	64
3.5 煤尘沉积强度的测定	71
3.5.1 落尘的特性	71
3.5.2 煤尘沉积强度的测定方法	74
4 矿山粉尘的防控措施	77
4.1 掘进工作面防尘	77
4.1.1 炮掘工作面防尘	77
4.1.2 机掘工作面防尘	80
4.2 回采工作面防尘技术	83
4.2.1 煤层注水	83
4.2.2 机采工作面防尘	85
4.2.3 炮采工作面防尘	88

4.3 巷道、转载运输系统防尘	88
4.3.1 巷道防尘	88
4.3.2 运输转载系统防尘	93
4.3.3 煤仓、溜井水雾封闭	94
4.4 综合防尘	96
4.4.1 通风除尘	97
4.4.2 湿式作业	101
4.4.3 密闭抽尘及净化	115
4.5 个体防护	128
4.5.1 个体防护用品分类	129
4.5.2 防护头盔, 眼镜, 面罩, 防护服和防护鞋	130
4.5.3 呼吸防护器	133
4.5.4 皮肤防护用品	135
5 尘肺病	137
5.1 尘肺病概述	137
5.1.1 尘肺病的定义	137
5.1.2 尘肺病的分类及命名	137
5.1.3 产生尘肺病的主要作业领域	138
5.2 尘肺病的发病机制	138
5.2.1 粉尘的理化性状	139
5.2.2 尘肺的免疫反应	139
5.2.3 肺泡巨噬细胞反应和细胞因子的释放	140
5.2.4 氧化应激反应与自由基	141
5.2.5 肺泡上皮细胞反应与纤维化的形成	142
5.2.6 尘肺发病研究几个主要动向	144
5.3 尘肺病的病理	145
5.3.1 尘肺的基本病理改变	146
5.3.2 尘肺的病理类型和诊断	147
5.4 尘肺病的表现特征	148
5.4.1 尘肺病的发病症状	148
5.4.2 尘肺病的并发症	149
6 矿山系统常见尘肺病	156
6.1 矽肺	156

6.1.1	概述	156
6.1.2	发病机制	158
6.1.3	病理改变	158
6.1.4	临床表现	159
6.1.5	X 射线表现	159
6.1.6	诊断和鉴别诊断	160
6.2	煤工尘肺	163
6.2.1	概述	163
6.2.2	发病机制	163
6.2.3	病理改变	164
6.2.4	临床表现	164
6.2.5	X 射线表现	166
6.2.6	诊断和鉴别诊断	167
6.3	石墨尘肺	167
6.3.1	概述	167
6.3.2	发病机制	168
6.3.3	病理改变	169
6.3.4	临床表现	169
6.4	炭黑尘肺	170
6.4.1	概述	170
6.4.2	发病机制	170
6.4.3	病理改变	171
6.4.4	临床表现	171
6.5	石棉肺	172
6.5.1	概述	172
6.5.2	发病机制	173
6.5.3	病理改变	174
6.5.4	临床表现	175
6.6	滑石尘肺	175
6.6.1	概述	175
6.6.2	发病机制	177
6.6.3	病理改变	177
6.6.4	临床表现	178
6.7	水泥尘肺	178
6.7.1	概述	178

6.7.2 发病机制	179
6.7.3 病理改变	179
6.7.4 临床表现	180
6.8 云母尘肺	180
6.8.1 概述	180
6.8.2 发病机制	181
6.8.3 病理改变	182
6.8.4 临床表现	182
6.9 陶工尘肺	183
6.9.1 概述	183
6.9.2 发病机制	184
6.9.3 病理改变	184
6.9.4 临床表现	184
6.10 铝尘肺	185
6.10.1 概述	185
6.10.2 发病机制	185
6.10.3 病理改变	185
6.10.4 临床表现	186
7 尘肺病的鉴别	188
7.1 肺结核病	188
7.1.1 概述	188
7.1.2 临床表现	188
7.1.3 X 射线检查	189
7.1.4 与尘肺病的鉴别	190
7.2 肺癌	192
7.2.1 概述	192
7.2.2 临床表现	192
7.2.3 X 射线表现	195
7.2.4 与尘肺病的鉴别	195
7.3 胸膜间皮瘤	195
7.3.1 概述	195
7.3.2 临床表现	196
7.3.3 X 射线表现	197
7.3.4 与尘肺病的鉴别	198

7.4 特发性肺间质纤维化	198
7.4.1 概述	198
7.4.2 临床表现	199
7.4.3 X 射线表现	199
7.4.4 与尘肺病的鉴别	199
7.5 结节病	199
7.5.1 概述	199
7.5.2 临床表现	200
7.5.3 X 射线表现	200
7.5.4 与尘肺病的鉴别	200
7.6 外源性过敏性肺泡炎	201
7.6.1 概述	201
7.6.2 临床表现	201
7.6.3 X 射线表现	201
7.6.4 与尘肺病的鉴别	202
7.7 肺含铁血黄素沉着症	202
7.7.1 概述	202
7.7.2 临床表现	202
7.7.3 X 射线表现	203
7.7.4 与尘肺病的鉴别	203
7.8 肺泡微石症	203
7.8.1 概述	203
7.8.2 临床表现	204
7.8.3 X 射线表现	204
7.8.4 与尘肺病的鉴别	204
7.9 组织胞浆菌病	205
7.9.1 概述	205
7.9.2 临床表现	205
7.9.3 X 射线表现	206
7.9.4 与尘肺病的鉴别	206
8 尘肺病的预防与治疗	207
8.1 尘肺病的预防	207
8.2 尘肺病治疗方法	207
8.2.1 抗纤维化治疗研究	207

8.2.2 大容量肺灌洗治疗	209
8.3 综合治疗	209
8.3.1 药物治疗	209
8.3.2 尘肺病氧气疗法	212
8.3.3 尘肺病雾化吸入疗法	216
8.3.4 机械通气法	219
8.3.5 肺灌洗方法	220
参考文献	222

1 矿山粉尘的职业危害

粉尘的危害性是多方面的。例如：有爆炸性的粉尘对安全生产带来危害；有毒或放射性的粉尘对人体健康带来危害；粉尘对眼睛或皮肤具有刺激作用；粉尘可降低能见度而对生产带来影响；粉尘可导致机器和仪表运转部件的磨损，脏污仪器设备和其他物体，导致其使用寿命缩短，大量的粉尘排放可导致大范围内空气、土壤、水体的污染，这些都必须采取相应的预防措施。但最普通且最严重的危害是引起尘肺病。几乎所有粉尘都能引起尘肺病，如矽肺病、石棉肺病、煤肺病和煤矽肺病等，而各种粉尘的危害严重程度又不完全相同。

1.1 粉尘进入机体的途径

粉尘通过呼吸道、眼睛、皮肤等进入人体，其中以呼吸道为主要途径。

1.1.1 粉尘经呼吸道进入机体

1.1.1.1 粉尘进入呼吸道的过程

人体呼吸系统如图 1-1 所示。

被人体吸入呼吸道的粉尘，绝大部分被吸入后又被呼出。在没有阻力的情况下，吸入的尘粒会经气管、主支气管、细支气管后，进入气体交换区域的呼吸性细支气管、肺泡管和肺泡，并在进入的过程中产生毒作用，影响气体交换功能。而实际上，可吸入粉尘被吸入呼吸道后，主要通过撞击、重力沉积、弥散（又称布朗运动）、静电沉积、截留而沉降在呼吸道，只有极少部分粉尘能进入肺泡区。

粉尘颗粒本身含有可溶性物质或在空气中吸附的其他有害物质，依据溶解性的不同，可溶解于呼吸道或肺泡内的黏液，被人体吸收而直接产生中毒。

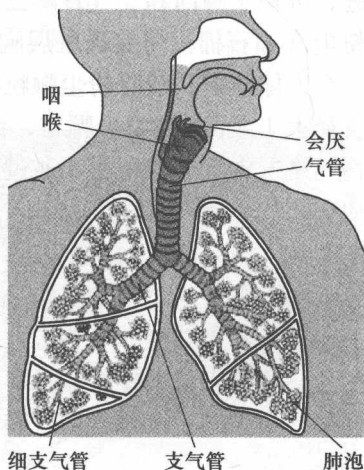


图 1-1 呼吸系统

1.1.1.2 呼吸系统对粉尘的防御和清除

人体对吸入的粉尘具备有效的防御和清除机制，一般认为有三道防线。

(1) 鼻腔、喉、气管、支气管数的阻留作用。大量粉尘粒子随气流吸入时通过撞击、重力沉积、静电沉积、截留作用阻留于呼吸道表面，大大减少了粉尘进入气体交换区域的粉尘含量。气道平滑肌收缩使气道截面积缩小，可减少含尘气流的进入，增大粉尘截留，并可启动咳嗽和喷嚏反应，排除粉尘。

(2) 呼吸道上皮黏液纤毛系统的排除作用。呼吸道上皮的表层是“黏液纤毛系统”，由黏膜上皮细胞表面的纤毛和覆盖其上的黏液组成。在正常情况，阻留在呼吸道内的粉尘黏附在气道表面的黏液层上，气道壁上的纤毛则有规律地向咽喉方向摆动，摆动过程中将黏液层中的粉尘逐渐移出，此种清除可在 24h 内完成。

(3) 肺泡巨噬细胞的吞噬作用。进入到气体交换区域的粉尘多数黏附在呼吸性细支气管、肺泡管和肺泡腔的表面，会被活动于肺泡腔及从肺间质进入肺泡的肺泡巨噬细胞吞噬。吞噬有尘粒的巨噬细胞，又称为尘细胞。大部分尘细胞通过自身阿米巴样运动及肺泡的舒张转移至纤毛上皮表面，再通过纤毛运动而清除。绝大部分粉尘通过这种方式约在 24h 内排出体外；极小部分充满尘粒的尘细胞因粉尘毒作用受损、坏死、崩解，其吞噬的粉尘颗粒重新游离到肺泡腔，再被新的巨噬细胞吞噬，如此循环往复。很小部分粉尘能从肺泡腔空隙或破损处进入肺间质，其后被间质巨噬细胞吞噬，形成尘细胞，部分尘细胞发生坏死、崩解，而后释放出尘粒和再被吞噬的过程。尘细胞和尘粒可进入淋巴系统，随淋巴循环前进，沉积于肺门和支气管淋巴结，有时也可经血液循环到其他器官。尖锐的纤维粉尘（如石棉）可穿透脏层胸膜进入胸腔。

在人体防御和清除粉尘颗粒的整个过程中，鼻腔的鼻毛和黏性分泌物主要阻留直径大于 $10\mu\text{m}$ 的粉尘颗粒，约占吸入粉尘总量的 30%~50%；进入气管、支气管至终末支气管的粉尘，通过黏液纤毛系统将粉尘运送到咽喉部位，随痰咳出或咽下，称为支气管清除；进入肺泡的粉尘粒子，主要依靠肺泡巨噬细胞的吞噬作用清除。尘细胞可因粉尘的毒性作用破裂和崩解，粉尘游离后再被吞噬；另一部分尘细胞则可通过肺泡间隙进入淋巴管，流入肺门及气管旁淋巴结。肺组织通过上述各种防御功能，可将进入肺内 97%~99% 的粉尘排出体外，而阻留在肺内的粉尘只有吸入量的 1%~3%。但长期较大量吸入粉尘可削弱上述各项清除功能，导致粉尘过量沉积，造成肺组织病变，引起疾病。

1.1.2 粉尘与皮肤、眼的接触作用

皮肤由表面的角质层和真皮组成，对外来粉尘具有屏障作用，粉尘颗粒很难通过完整皮肤进入人体。但粉尘如果被汗液溶解或粘着在皮肤上，粉尘内含有的

一些化合物,如苯胺、三硝基甲苯、金属有机化合物等可通过完整皮肤吸收进入血液而引起中毒。

当皮肤发生破损或某些尖锐的粉尘损伤皮肤后,粉尘也能进入,作为异物被机体巨噬细胞吞噬后诱发炎症反应;粉尘还可能阻塞毛囊、皮脂腺或汗腺。经常进行皮肤清洁有助于洗脱黏附在皮肤上的粉尘,防止粉尘的伤害作用。一些尖锐且坚硬的粉尘颗粒,如金属磨料粉尘,接触眼睛后,可通过机械作用损伤眼角膜。

1.2 粉尘对健康的主要危害

所有粉尘对身体都是有害的,不同特性,特别是不同化学性质的生产性粉尘,可能引起机体的不同损害。如可溶性有毒粉尘进入呼吸道后,能很快被吸收入血流,引起中毒作用;具有放射性的粉尘,则可造成放射性损伤;某些硬质粉尘可机械性损伤角膜及结膜,引起角膜浑浊和结膜炎等;粉尘堵塞皮脂腺和机械性刺激皮肤时,可引起粉刺、毛囊炎、脓皮病及皮肤皸裂等;粉尘进入外耳道混在皮脂中,可形成耳垢等。粉尘对机体的损害是多方面的,尤其以呼吸系统损害最为主要。

1.2.1 尘肺

尘肺是由于在生产环境中长期吸入生产性粉尘而引起的以肺组织纤维化为主的疾病。游离二氧化硅具有极强的细胞毒性和致纤维化作用,硅尘的致纤维化作用和二氧化硅含量呈正相关。目前,尘肺病是粉尘导致的最大危害。图 1-2 所示为无尘肺胸片,图 1-3~图 1-5 分别为 I 期尘肺、II 期尘肺、III 期尘肺胸片。

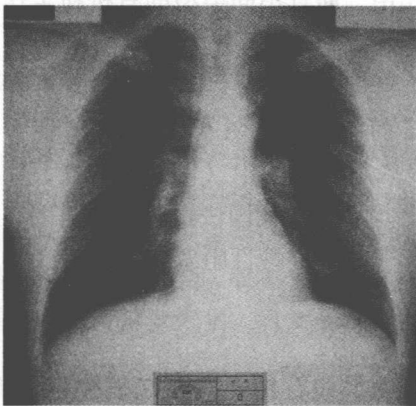


图 1-2 无尘肺胸片

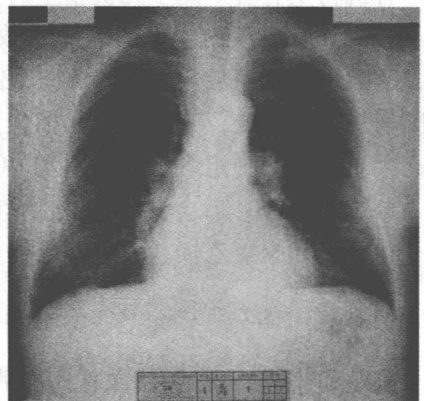


图 1-3 I 期尘肺胸片

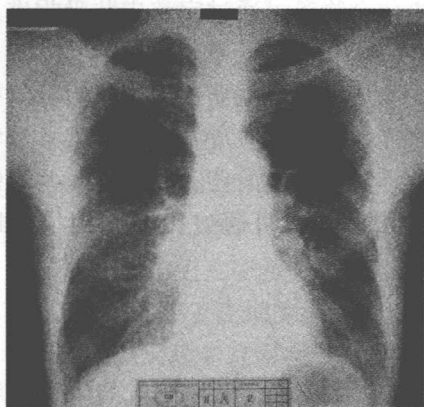


图 1-4 II 期尘肺胸片

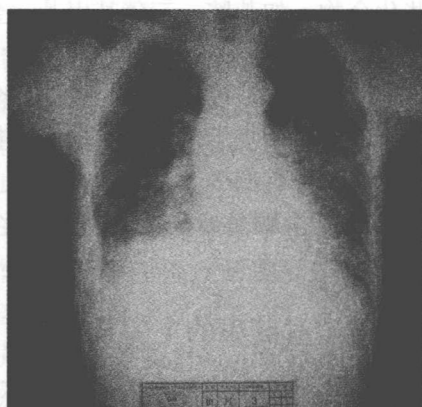


图 1-5 III 期尘肺胸片

1.2.2 中毒作用

含有可溶性有毒物质的粉尘，如含铅、砷、锰等可在呼吸道黏膜很快溶解吸收，导致中毒，呈现出相应毒物的急性中毒症状。

1.2.3 致敏作用

许多有机粉尘可引起支气管哮喘，是典型的变态反应性疾病，如木尘、谷物粉尘、化学洗涤剂酶、动物蛋白粉尘等，患者常在接触粉尘 4~8h 后出现畏寒、发热、气促、干咳，第二天后自行消失，急性症状反复发作可以发展为慢性。由发霉的干草、蘑菇孢子、蔗渣等能引起过敏性肺炎，如农民肺、蘑菇肺、蔗渣肺等。

有机粉尘有着不同于无机粉尘的生物学作用，而且不同类型的有机粉尘作用也不相同。有机性粉尘也引起肺部改变，如吸入棉、亚麻或大麻尘引起的棉尘病，常表现为休息后第一天上班末出现胸闷、气急和（或）咳嗽症状，可有急性肺通气功能改变，吸烟时吸入棉尘可引起非特异性慢性阻塞性肺病（COPD）；并产生不可逆的肺组织纤维增生和 COPD；吸入很多种粉尘（例如铬酸盐、硫酸镍、氯铂酸铵等）后会发生职业性哮喘。这些均已纳入我国法定职业病范围。高分子化合物如聚氯乙烯、人造纤维粉尘可引起非特异性慢性阻塞性肺病。

1.2.4 致癌

某些粉尘本身是或者含有人类肯定致癌物，如石棉、游离二氧化硅、镍、铬、砷等，都是国际癌症研究中心提出的人类肯定致癌物，含有这些物质的粉尘就可能引发呼吸和其他系统肿瘤。此外，放射性粉尘也可能引起呼吸系统肿瘤。

1.2.5 皮肤、黏膜、上呼吸道的刺激作用

粉尘作用于呼吸道黏膜，早期引起其功能亢进、黏膜下毛细血管扩张、充血，黏液腺分泌增加，以阻留更多的粉尘，长期则形成黏膜肥大性病变，然后由于黏膜上皮细胞营养不足，造成萎缩性病变，呼吸道抵御功能下降。皮肤长期接触粉尘可导致阻塞性脂膜炎、粉刺、毛囊炎、脓皮病。金属粉尘还可引起角膜损伤、浑浊。沥青粉尘可引起光感性皮炎。

1.2.6 非特异性炎症

粉尘对人体来说是一种外来异物，因此机体具有本能的排除异物反应，在粉尘进入的部位积聚大量的巨噬细胞，导致炎性反应，引起粉尘性气管炎、支气管炎、肺炎、哮喘性鼻炎和支气管哮喘等疾病。

长期的粉尘接触，除局部的损伤外，还常引起机体抵抗功能下降，容易发生肺部非特异性感染，肺结核也是粉尘接触人员易患疾病，因此，接尘工人的慢性支气管炎是常见的与职业有关的疾病，也称为“尘源性慢性支气管炎”。吸烟可以增加粉尘导致的慢性支气管炎的发病概率，因此，提倡接尘工人戒烟。

有机粉尘中含有的细菌内毒素、蛋白酶以及鞣酸类物质也可导致呼吸道的非特异性炎症反应。由于粉尘诱发的纤维化、肺沉积和炎症作用，还常引起肺通气功能的改变，表现为阻塞性肺病；慢性阻塞性肺病也是粉尘接触作业人员常见疾病。在尘肺病人中还常并发肺气肿、肺心病等疾病。

1.2.7 特异性炎症

特异性炎症主要是有机粉尘中带有的细菌或真菌，可引起肺部细菌性或真菌性感染，皮毛粉尘带有的炭疽杆菌可引起肺部炭疽病。

1.2.8 粉尘沉着症

有些生产性粉尘如锡、铁、锑等金属粉尘被吸入后，主要沉积于肺组织中，呈现异物反应，以网状纤维增生的间质纤维化为主，在X射线胸片上可以看到满肺野圆形阴影，主要是这些金属的沉着，这类病变又称粉尘沉着症，不损伤肺泡结构，因此肺功能一般不受影响，机体也没有明显的症状和体征，对健康危害不明显。脱离粉尘作业，病变可以不再继续发展，甚至肺部阴影逐渐消退。

2 矿山粉尘的特性

2.1 矿山粉尘的来源和分类

粉尘是指直径很小的固体颗粒物质，是一种空气污染物，可以是自然环境中天然产生，如火山喷发产生的尘埃，也可以是工业生产或日常生活中的各种活动生成，如矿山开采过程中岩石破碎产生的大量尘粒。生产性粉尘就是特指在生产过程中形成的，并能长时间飘浮在空气中的固体颗粒。随着工业生产规模的不断扩大，生产性粉尘的种类和数量也不断增多，同时，许多生产性粉尘在形成之后，表面往往还能吸附其他的气态或液态有害物质，成为其他有害物质的载体。生产性粉尘的产生不仅造成作业环境的污染，影响作业人员的身心健康，而且由于它们常常会扩散到作业点以外，污染厂矿周围的大环境，直接或间接地影响周围居民的身心健康，带来严重的环境污染问题，这一切都将关系到当今人类的健康、生存和发展。生产性粉尘的污染和健康损伤是目前我国最关注的职业和环境污染核心问题之一，受到越来越多的关注。生产性粉尘污染的产生与技术水平、生产工艺和防护措施等因素有关，可以通过采取适当的措施降低和防止其产生。所以，了解矿山粉尘的特性及其产生与运动的规律，有效地控制矿山粉尘，对改善劳动条件、提高生产效率及保证矿井的安全生产具有重要的意义。

2.1.1 粉尘的来源

粉尘的来源十分广泛。传统行业如矿山开采、隧道开凿、建筑、运输等工业过程中都会产生大量粉尘。冶金工业中的原料准备、矿石粉碎、筛分、选矿、配料、运输等；机械制造工业中原料破碎、配料、清砂等；耐火材料、玻璃、水泥、陶瓷等工业的原料加工、打磨、包装；皮毛、纺织工业的原料处理；化学工业中固体颗粒原料的加工处理、包装等过程。由于工艺的需要和防尘措施的不完善，均会产生大量粉尘，造成生产环境中粉尘浓度过高。近年来，新化学物质的开发和生产使用带来了新型颗粒和纤维性粉尘，如由碳化硅、硼、碳、氧化锆和氧化铝等制成的高性能陶瓷纤维，具有高熔点、耐用性好的特点，可作为高温绝缘材料。随着纳米材料的广泛使用，以纳米材料为代表的超细粉尘颗粒及其潜在的健康问题也日益受到关注。

粉尘的来源决定了粉尘的接触机会和行业。在各种产生粉尘的作业场所，都