

环 境 保 护 丛 书



沈国安 林 锦 编
陈兴华 陈以彬 审

粉 尘 与 疾 病

四川科学技术出版社

13878

粉 尘 与 疾 病

沈国安	林 锦	编
陈兴华	陈以彬	审

四川科学技术出版社

1987年·成都

责任编辑：李世勋

封面设计：李 勤

技术设计：史兰英

粉 尘 与 疾 病

沈国安 林 锦 编

四川 科 学 技 术 出 版 社 出 版

(成都盐道街三号)

四 川 省 新 华 书 店 发 行

成 都 印 刷 一 厂 印 刷

ISBN 7—5364—0309—7/R·56

统一书号：14298·163

1987年12月第一版 开本 787×1092 毫米1/32

1987年12月第一次印刷 字数 154 千

印数 1—3000 册 印张 7

定 价：1.60 元

前 言

随着我国工农业生产的迅速发展，乡镇工业的蓬勃兴起，粉尘危害的问题愈加突出。粉尘不但污染空气，破坏生态平衡，还严重地影响职工健康，不仅能引起尘肺，还能诱发各种肿瘤和其它疾病。粉尘还有巨大的爆炸性。现今，尘肺已成为我国危害职工健康最主要的职业病，给国家造成了巨大的经济损失。如果不予高度重视，势必会妨碍我国国民经济持续、稳定地增长，影响“四化”进程。

防止粉尘危害，预防尘肺病的发生，保护劳动者的健康，是广大厂矿企业从事环境保护、劳动卫生职业病防治工作者，和防尘工程技术人员的一项紧迫而具重大经济、社会意义的责任，这便是我们编写本书的出发点。

《粉尘与疾病》一书是由四川省劳动卫生职业病防治研究所组织编写和审订的，着重反映了国外在粉尘和尘肺方面的防治、研究概况和最新进展。在编写过程中，主要参考了世界卫生组织（WHO）出版的《Evaluation of exposure to airborne particles in the work environment》（1984）、国际劳工组织（ILO）主持编写的《Encyclopaedia of occupational health and safety》（1983）、M.E. Whicomb 和 M.S. Dunnill 博士分别编写的《The lung normal and diseased》（1982）、《Pulmonary pathology》

（1982）、以及日本阿部正和等主编的《間質性肺疾患とその

周边》(1983)等书的有关章节,还参考了近年来国外期刊发表的一些有价值的论著。另外,国内同道的有关综述为编写本书提供了帮助,在此表示诚挚的谢意。附录一《ILO国际尘肺X线影象分类法使用指南(1980年修订版)》是根据卢世璠教授翻译的文本〔国外医学卫生学分册,1983;(4):193~213〕为基础,作了个别的文字调整。本书在选题、编写和出版过程中还得到了四川科学技术出版社的大力支持,提供了种种方便,在此深表谢忱。重庆煤矿工人疗养院牟超和天府矿务局总医院贾文光分别参加了本书部分内容的编写和审订工作。

由于编者水平和时间所限,疏漏在所难免,欢迎读者不吝指正。

编 者

于四川省劳动卫生研究所
职业病防治

1987年元月

内 容 提 要

本书主要参考了近年来国外有关粉尘和尘肺方面的书刊分两篇编写而成。上篇介绍了生产性粉尘的来源、分类、粉尘的理化特性，在空气中的容许浓度，粉尘的测定方法，粉尘在肺内的沉积和清除，以及粉尘的预防；下篇介绍了尘肺的定义、分类，重点叙述了有关矽肺、煤工尘肺、石棉肺、铍病和有机尘肺的病因、病理、发病机理、临床特征、X线表现、肺功能、诊断和防治方面的内容，对其它19种无机尘肺和有关疾病也作了简要介绍。

本书供从事环境保护、劳动卫生与职业病防治工作者，以及厂矿企业医务人员和从事工艺与通风防尘、监测、净化的工程技术人员阅读，亦可供大专院校师生参考。

目 录

上篇 粉 尘

第一章 生产性粉尘	1
一、粉尘概论.....	1
二、生产性粉尘的来源.....	2
三、生产性粉尘的分类.....	3
第二章 粉尘的理化特性	6
第三章 粉尘在肺内的沉积和清除	12
一、粉尘的沉积.....	12
二、粉尘的清除.....	14
第四章 生产性粉尘的容许浓度	17
一、粉尘浓度的概念.....	17
二、制订生产性粉尘容许浓度的方法和依据.....	20
三、粉尘容许浓度标准.....	21
第五章 生产环境中粉尘的测定	30
一、粉尘浓度的测定.....	30
二、粉尘分散度测定.....	36
三、粉尘中游离二氧化硅含量测定.....	38
第六章 生产性粉尘的预防	42
一、矿山井下作业环境的防尘.....	42
二、工厂粉尘作业环境的防尘.....	46

下篇 尘肺和与粉尘有关的疾病

第七章 肺、支气管的解剖和生理功能	47
一、肺和支气管的解剖.....	47
二、肺的生理功能.....	50
第八章 尘肺概论	55
一、尘肺的定义.....	58
二、尘肺的分类.....	60
第九章 矽肺及矽肺结核	62
一、矽肺.....	62
二、矽肺结核.....	73
第十章 与煤矿粉尘有关的疾病	81
一、煤工尘肺 (CWP)	81
二、Caplan氏综合征	92
三、职业性支气管炎.....	94
四、煤工尘肺与肺癌.....	97
第十一章 与石棉有关的疾病	99
一、石棉肺.....	100
二、胸膜斑.....	109
三、胸膜间皮瘤.....	110
四、肺癌.....	116
第十二章 铍病	118
一、铍的急性损害.....	119
二、慢性铍肺.....	121
第十三章 其它无机尘肺	126
一、陶瓷工尘肺.....	126
二、云母尘肺.....	126

三、水泥尘肺·····	127
四、滑石尘肺·····	127
五、高岭土尘肺·····	129
六、硅藻土所致肺病变·····	129
七、活性炭尘肺·····	130
八、炭黑尘肺·····	131
九、石墨尘肺·····	132
十、锡肺·····	133
十一、铋尘肺·····	134
十二、钡尘肺·····	135
十三、赤铁肺·····	135
十四、铁肺·····	136
十五、硬质合金尘肺·····	137
十六、铝尘肺·····	138
十七、镉肺·····	139
十八、聚乙烯尘肺·····	140
十九、玻璃纤维所致的肺病变·····	142
第十四章 有机尘肺·····	143
一、外源性过敏性肺泡炎·····	143
二、棉尘症·····	150
第十五章 与粉尘有关的其它疾病·····	156
一、呼吸系统疾患·····	156
二、肿瘤·····	157
三、皮肤疾患·····	158
四、眼疾患·····	158
五、消化系统疾病·····	158
六、心血管疾病·····	158

七、 中枢神经系统疾病.....	159
八、 肾损害.....	159
九、 自身免疫性疾病.....	159
附录一 ILO国际尘肺 X线影象分类法使用指南	
（1980年修订版）	161
附录二 外源性过敏性肺泡炎诊断标准.....	211

上篇 粉 尘

第一章 生产性粉尘

一、粉尘概论

在人们日常生活和工作环境的空气中，存在着或多或少的灰尘和烟雾，这些灰尘和烟雾都可纳入粉尘的范畴。具体地说，能在空气中分散（悬浮）一定时间的固体粒子叫做粉尘或灰尘。对这种固体粒子，国外已有特定的名称，日本称悬浮粉尘，英国称气含粉尘，美国则称总悬浮微粒。从胶体化学观点看，粉尘散布在空气中并与空气混合，是一种分散体系，其分散相是固体粒子，分散介质是空气。也就是说，粉尘即是固体粒子的分散性气溶胶或悬浮体。从空气中沉降下来的粉尘又称沉落体。

不同环境存在着不同浓度的粉尘。日常生活环境中，粉尘浓度过高，肯定对人体是有害的，有时可引起呼吸道的病理改变。然而一般环境中的粉尘，并不会引起与尘肺类似的病变。能引起尘肺的粉尘只产生于某些生产过程中，这种粉尘称为生产性粉尘。

对人体造成危害的是 $0.1\sim 10\mu\text{m}$ 大小的粉尘，尤其是 $5\mu\text{m}$

以下的粒子较难控制和处理，矽肺及其它的职业性肺疾患均由此种粉尘引起，应特别予以重视。

二、生产性粉尘的来源

在生产过程中形成并较长时间在空气中悬浮的固体颗粒总称为生产性粉尘。生产性粉尘的形成有以下几种方式：

1. 固体物质的机械性粉碎和研磨 选矿、耐火材料与铸造车间中的破碎机、球磨机等发生的粉尘；机械工业的研磨加工，如砂轮机的磨光、抛光机抛光时发生的粉尘。

2. 粉状物质的混合、包装、搬运、搅拌以及筛粉 如耐火材料生产过程中的混合和筛粉产生的粉尘；水泥生产中的运输、粉碎磨料及包装时产生的粉尘；人、车行动时，风的吹刮所扬起的粉尘。

3. 物质的不完全燃烧或爆破 如矿石开采以及开凿隧道时的爆破，或煤粉燃烧不全时产生的煤烟粉尘，锅炉烟气中夹杂的大量烟尘。

4. 物质加热时所产生的蒸气 在空气中凝结或被氧化而形成的气溶胶，最常见的有电焊时形成的氧化铁粉尘，在生产石英玻璃时产生的二氧化硅粉尘；又如在矿石烧结、金属冶炼过程中产生的锌蒸气，在空气中冷却时，会凝结、氧化成氧化锌固体微粒而形成烟雾。

5. 物质的钻孔、切削、锯断等 这些过程也可产生粉尘。

总之，几乎在所有的工厂和矿山的生产过程中，均可因物理或化学作用产生粉尘而飞扬到空气中。

三、生产性粉尘的分类

生产性粉尘的分类方法很多，可从不同角度将其分类。

(一)按粉尘组成成分和粉尘的性质分类

1.无机性粉尘 包括矿物性粉尘、金属性粉尘和人工无机性粉尘等。

(1) 矿物性粉尘：如石英、石棉、滑石、云母和煤等。

(2) 金属性粉尘：如铁、锡、铜、铅、钡、锌、铝、钨等金属及其化合物。

(3) 人工无机性粉尘：如金刚砂、水泥、人造石墨、玻璃粉尘等。

2.有机性粉尘 包括动物性粉尘、植物性粉尘和人工有机性粉尘。

(1) 动物性粉尘：如毛发、角质、骨质等。

(2) 植物性粉尘：如棉花、大麻、亚麻、甘蔗、谷物、烟草和茶叶等。

(3) 人工有机性粉尘：如炸药、有机染料等。

3.混合性粉尘 上述各类粉尘混合存在，即非单一性粉尘。混合性粉尘在生产环境中最为多见，如煤矿开采时，有岩尘和煤尘混存；金属制品加工研磨时，有金属和磨料粉尘混存；棉纺厂准备工序中有棉尘和土壤粉尘混存。许多动植物性粉尘（如皮毛、谷物、棉花等）可能含有一定浓度的矿物性粉尘。

此外，还有放射性粉尘，如放射性矿山的开采、矿石的

精选、加工和使用，以及应用人工放射性物质时所产生的粉尘。

(二) 根据粉尘中是否含有二氧化硅分类

1. 矽性粉尘

(1) 含游离二氧化硅的粉尘：如石英、花岗岩等。

(2) 含结合二氧化硅的粉尘：如硅酸盐，系以二氧化硅与金属氧化物结合的形式存在，根据化学成分和结构的不同，构成不同的硅酸盐，如石棉尘、滑石尘、水泥尘等。

(3) 混合性粉尘：二氧化硅粉尘与其它粉尘同时存在，如煤矿粉尘等。

2. 非矽性粉尘

(1) 金属性粉尘：锡、铝、钡、铁、锰等。

(2) 煤尘。

(3) 有机性粉尘：主要分动物性和植物性粉尘两种，如羽毛、棉尘等。

(三) 根据粒子的可见程度分类

1. 可见微粒 直径大于 $10\mu\text{m}$ ，肉眼可见。

2. 显微微粒 直径在 $0.25\sim 10\mu\text{m}$ 之间，在光学显微镜下可见。

3. 超显微微粒 直径小于 $0.25\mu\text{m}$ ，在电子显微镜下可见。

(四) 按粉尘粒子大小分

1. 固有粉尘 或称尘埃，粒子直径大于 $10\mu\text{m}$ ，此种粉尘在静止空气中停留时间很短，呈重力加速度下降。

2.尘雾 粒子直径介于 $0.1\sim 10\mu\text{m}$ 之间，在静止空气中沉降很慢，依斯托克斯法则按等速度下降。

3.烟尘 粒子直径介于 $0.001\sim 0.1\mu\text{m}$ 之间，因粒子大小接近于空气分子，受到空气分子冲撞，在大气中呈布朗运动。有相当强的扩散能力，在静止空气中几乎完全不降落，或非常缓慢而曲折地降落。

粒径在 $5\mu\text{m}$ 以下的粉尘易被吸入肺内，称吸入性粉尘，大于 $5\mu\text{m}$ 的称非吸入性粉尘。

第二章 粉尘的理化特性

生产性粉尘的理化特性与其生物学作用和防尘措施等有着密切的关系，故在劳动卫生学上研究粉尘的理化特性有很大意义。

由于破碎物质总表面积的增加，所以粉尘与产生它的固体的特性有很大的差异。例如，边长为1 cm的立方体物质，总表面积为6 cm²，粉碎成边长为1 μm的粉尘时，将得到 1×10^{12} 个尘粒，总表面积为60000 cm²，增加了10000倍。这样就显著地增加了粉尘的溶解性、化学活泼性以及吸附能力等，同时尘粒表面的吸附气膜现象也随之增强，而尘粒间的凝聚性和尘粒吸湿性也将显著降低。

1. 化学成分 不同化学组成的粉尘对机体的危害不同。一般说来，粉尘与其所形成的固体物质的化学成分基本相同，但由于原固体物质中易被破碎、比重较小和不易吸水的成分可能更易飞扬到空气中，故粉尘中各种成分的含量与原固体会有一些差别。粉尘中游离二氧化硅的含量是检查作业环境的重要依据，其含量越高，引起病变的程度就越重，病变发展越快。如粉尘中游离二氧化硅含量超过70%，吸入后在肺部多形成以结节为主的弥漫性纤维病变，进展快且易融合；而粉尘中游离二氧化硅浓度低于10%时，病变以间质纤维化为主，进展慢，不易融合。

除游离二氧化硅外，粉尘中的其它化学成分及其浓度也不能忽视。如煤尘中二氧化硅是引起煤工尘肺发生发展的主

要因素，但大量研究表明，除二氧化硅外，煤尘中其它化学成分也能影响煤工尘肺的进展。

2. 浓度 即单位体积空气中的粉尘含量。一般来讲，浓度越大，吸入量越大，对机体的危害越烈。了解不同浓度的粉尘对机体的危害程度十分有用，可以此为依据，制订出生理性粉尘的最高容许浓度。

粉尘浓度有两种表示法，一种是质量浓度，即每立方米空气中所含粉尘的毫克数；另一种是粒数浓度，即单位体积空气中所含粉尘尘粒数目，这在空调与洁净技术中常用到，比如空气洁净度为30级，则每升空气中 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 的尘粒数的平均值要求不超过30粒。

3. 分散度 粉尘粒子的大小决定了它在空气中分布的情况。把粉尘粒子按直径(微米)大小分组，用分组方法表示粉尘的粗细程度即为分散度，也称粒度分布。粉尘的分散度可用分组粒径的百分数表示。粉尘粒子越小，分散度越大，反之则分散度越小。

粉尘分散度不同，对人体的危害以及除尘机理都有不同。分散度是影响粉尘在体内沉降的重要因素，分散度也与粉尘在呼吸道中的阻留有着密切的关系。一般说来，大的尘粒($10\mu\text{m}$ 左右)被阻留在上呼吸道，小的尘粒($5\mu\text{m}$ 以下)可通过上呼吸道而被吸入肺的深部，造成危害。小于 $0.5\mu\text{m}$ 的粉尘，由于重量极小，在空气中随空气分子运动，可随呼吸气流排出，在呼吸道的阻留率下降。而 $0.1\mu\text{m}$ 以下的微粒，又因弥散作用使阻留率增高。目前认为直径在 $5\mu\text{m}$ 以下的粉尘微粒最具危险性。

分散度的大小与粉尘表面积有关。同一种粉尘，在总重量不变的条件下，粉尘分散度越大，尘粒就越小，其总表面