

# 金属尘肺

冶金工业出版社

# 金 属 尘 肺

张辉明

主 编

冶金工业出版社

## 内 容 提 要

本书是一部关于金属尘肺研究的专著。书中初步总结了国内有关资料，并适当参考了国外有关研究成果。

本书共分上、下两篇。上篇为总论，从金属粉尘的危害、发病机理、病理、临床表现与实验室检查、合并症与继发证、X线诊断与鉴别诊断、肺功能检查、职业流行病学方法、治疗与处理、预防措施等10个方面作了论述；下篇为各论，就铝、铍、锡、锑、铁、钡、钛、钼、镉、铜、钒等12种金属粉尘和稀土、硬质金属与电焊尘等3种混合粉尘引起的肺部不同程度病变，作了较为详尽的介绍。

本书附有病理照片25幅，胸部X线照片14幅，供读者参考。

本书主要读者对象为从事尘肺防治工作的医疗卫生工作者，也可供其他有关医务人员、劳动保护人员参考。

## 金 属 尘 肺

张辉明 主编

\*

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街美术馆北巷39号)

新华书店总店科技发行所经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

\*

850×1168 1/32 印张 11 1/4 字数 287千字

1990年11月第一版 1990年11月第一次印刷

印数00,001~900册

ISBN 7-5024-0729-4

---

R·1 定价10.50元

主 编 张辉明

编写人员 (以姓氏笔划为序)

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 王台端 | 王悌松 | 王懋华 | 尹 燕 |
| 刘元芹 | 吴开国 | 李玉瑞 | 苏良灿 |
| 杨 敏 | 杨志良 | 邹昌洪 | 张金荣 |
| 张秉义 | 张辉明 | 罗成模 | 林鸿恩 |
| 赵 钜 | 赵子仙 | 施渭龙 | 梁 峰 |
| 符绍昌 | 蒋银生 | 谢馨悦 | 翟启光 |
| 穆传杰 |     |     |     |

审 校 刘赓年

## 序

由张辉明同志主编、刘赓年教授审阅和有国内知名的尘肺专家李玉瑞、符绍昌、邹昌洪、王懋华、吴开国等以及湖南有色冶金劳动保护研究所的许多老、中、青专业人员参加共同编写的《金属尘肺》一书，即将由冶金工业出版社出版。当本书问世之际，愿代表广大读者向付出辛勤劳动的上述各位编写人员，表示崇高的敬意和衷心的感谢！

众所周知，尘肺病是我国主要的职业病之一。50年代后期由于采矿业开始使用干式机械凿岩，粉尘浓度相当大，致使50年代末60年代初阶段，冶金系统职工矿山矽肺的发病情况十分严重。当时不少人认为金属矿山的尘肺问题，主要就是矽肺，而未考虑其它。1962年底召开第二届全国防尘工作会议后，由于周恩来总理的重视和关怀，亲自过问了这项工作，并责成国务院有关部门设立了专项预算，从财力、物力上给予了具体的支持，号召要在三五年内控制和消灭产生矽肺的粉尘发生源，因而此后冶金系统的厂矿粉尘浓度大大降低，矽肺发生源逐步得到了控制。但是，在矿山矽肺得到控制的同时，而过去没有引起足够重视的“金属尘肺”则在冶金系统的厂矿陆续出现。虽说这些“金属尘肺”发生的总例数不多，但种类不少；病情严重的不多，但其X线胸片的表现不同于矽肺，需要及时确诊。因此，总结我国以接触某些金属粉尘为主而引起“金属尘肺”发生的特点和规律，并参考国外有关文献资料而编写的这本《金属尘肺》，无疑对提高我国尘肺研究的理论水平和指导实践，都有着现实和深远的意义。

本书共分上、下两篇，上篇为总论，下篇为各论。上篇系统地介绍了金属粉尘的危害、发病机理、病理、临床表现及实验室检查、合并症及继发病、X线诊断和鉴别诊断、肺功能检查、职业流行病学方法、治疗及处理、预防措施等10个方面的内容。下

篇各论分别就铝、铍、锡、锑、铁、钡、钛、铜、镉、铅、钼、钒等12种金属和电焊尘、稀土、硬质金属等3种混合性金属粉尘引起的、不同程度的肺部病变或影响，作了较为详尽的介绍。

正如本书前言中所说的，由于执笔人员较多，对尘肺或金属尘肺目前还存在着认识上的不一致。但本书仍不失为一本较好的尘肺专著，对尘肺研究工作有一定的参考价值。

北京医科大学公共卫生学院名誉院长、教授

中华预防医学会副会长

中华劳动卫生与职业病学会名誉主任委员

中国劳动保护科学技术学会名誉副理事长

刘世杰

1989年1月

## 前 言

尘肺是严重危害工人健康的职业病之一。在尘肺普查中发现,许多企业的职工除接触二氧化硅粉尘引起矽肺病外,接触金属粉尘引起金属尘肺的患者也在不断增加。仅有色金属系统已诊断的金属尘肺近千例,有些工人健康已受到严重影响。随着科学技术的发展,在工业生产中,金属及其合金、化合物的应用日益广泛,加上全国乡镇企业的大量崛起,也使接触金属粉尘的人数不断增加,金属尘肺的防治问题必须提到劳动卫生工作者的重要议事日程。为此,我们在1986年提出了编写《金属尘肺》一书的设想,当即得到中国有色金属工业总公司安全环保部、科技部的积极支持,并受到刘世杰、刘康年、裘敏芾等知名老教授的鼓励与指教。在上级主管业务部门的重视下,湖南有色冶金劳动保护研究所决定组织《金属尘肺》编写组,在广泛征求意见的基础上,确定编写人员,分工负责收集国内外资料,开始了撰稿工作。

由于目前对金属尘肺的认识还不够一致,对某些病理、病因尚存在一些争议,参考文献也较零散,这些都给编写工作带来了一定困难。有些金属尘肺较为少见,国内尚无报导,在吸取国外资料时,究竟应写到什么程度也不易掌握,因此,在一些问题的见解上尚未统一。加上执笔人员较多,所处环境各异,掌握资料多寡不一,致使各章繁简程度也不够一致。尽管如此,为了保护职工健康,加强金属尘肺的防治工作,我们还是将自己所做的一些工作,结合收集到的文献资料,提供给基层从事金属尘肺防治工作的人员参考,如能起到抛砖引玉的作用,引起人们对金属尘肺防治工作的进一步重视,有更多的人去深入研究,也就达到了我们所期望的目的。

在本书编写过程中,得到了中国预防医学科学院劳动卫生职业病研究所、北京医科大学、湖南医科大学、广西医学院、上海

市冶金职业病防治研究所、上海市有色金属总公司、上海市宝山县防疫站、上海冶炼厂、株洲选矿药剂厂以及有色金属系统有关单位的大力支持，并得到了孙永泉、李晓惠、刘剑鸣等同志的热情帮助，柳青、邹惠娟、简政同志协助进行资料整理工作，对此，我们致以衷心感谢。

本书虽是集体智慧的结晶，但由于水平所限，编写时间短促，一定存在不少缺点和错误，诚恳希望读者批评指正。

编者

1983年12月



# 目 录

## 上篇 总 论

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1 金属粉尘及其危害 .....            | 9  |
| 1.1 粉尘 .....                | 9  |
| 1.2 粉尘的理化性质及其对机体的危害 .....   | 9  |
| 1.2.1 粉尘的化学组成 .....         | 9  |
| 1.2.2 粉尘的分散度 .....          | 9  |
| 1.2.3 粉尘的溶解度 .....          | 11 |
| 1.2.4 粉尘的密度、形状和硬度 .....     | 11 |
| 1.2.5 粉尘的荷电性 .....          | 11 |
| 1.2.6 粉尘的爆炸性 .....          | 12 |
| 1.2.7 粉尘的放射性 .....          | 12 |
| 1.3 粉尘在肺内的沉积和排出 .....       | 12 |
| 1.3.1 粉尘在肺内的沉积 .....        | 12 |
| 1.3.2 粉尘在肺内的排出 .....        | 14 |
| 1.4 金属粉尘引起的疾病 .....         | 15 |
| 1.4.1 呼吸系统疾病 .....          | 15 |
| 1.4.2 眼疾病 .....             | 16 |
| 1.4.3 皮肤损伤 .....            | 16 |
| 1.4.4 金属中毒 .....            | 16 |
| 1.4.5 金属烟雾热 .....           | 16 |
| 1.4.6 肿瘤 .....              | 16 |
| 1.4.7 放射病 .....             | 16 |
| 1.5 金属粉尘的卫生标准 .....         | 17 |
| 1.6 金属粉尘危害的卫生学调查及环境监测 ..... | 18 |
| 1.6.1 金属粉尘危害的劳动卫生学调查 .....  | 19 |
| 1.6.2 金属粉尘作业环境监测 .....      | 20 |
| 2 尘肺的发病机理 .....             | 23 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 2.1 矽肺病变           | 23 |
| 2.1.1 细胞           | 24 |
| 2.1.2 生物活性物质或介质    | 29 |
| 2.2 矽肺发病机理学说       | 34 |
| 2.2.1 赫普莱斯顿学说      | 34 |
| 2.2.2 免疫学说         | 35 |
| 2.2.3 戴维斯学说        | 35 |
| 2.3 矽结节中的主要组成成分    | 36 |
| 2.3.1 胶原           | 36 |
| 2.3.2 蛋白多糖         | 37 |
| 2.3.3 脂类           | 38 |
| 2.4 粉尘的性质与致病性      | 39 |
| 2.4.1 二氧化硅与铝       | 39 |
| 2.4.2 铍            | 39 |
| 2.4.3 锡、钡、铁        | 39 |
| 2.4.4 电焊烟尘         | 40 |
| 2.4.5 钨            | 40 |
| 2.4.6 硬质金属粉尘       | 40 |
| 金属尘肺病理             | 41 |
| 3.1 概述             | 41 |
| 3.1.1 粉尘性质         | 41 |
| 3.1.2 尘粒大小         | 41 |
| 3.1.3 粉尘量          | 42 |
| 3.1.4 暴露时间         | 42 |
| 3.2 肺对粉尘清除的途径      | 42 |
| 3.2.1 气管、支气管粘液纤毛装置 | 42 |
| 3.2.2 肺泡清除         | 43 |
| 3.2.3 间质清除         | 43 |
| 3.3 肺组织对粉尘的反应      | 44 |
| 3.3.1 细胞反应         | 44 |
| 3.3.2 反应性巨噬细胞肺泡炎   | 47 |
| 3.3.3 尘细胞灶         | 47 |
| 3.3.4 肺纤维化         | 47 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 3.4 金属粉尘引起肺部疾病的病理特点   | 48 |
| 3.4.1 金属尘肺            | 48 |
| 3.4.2 金属粉尘沉着症         | 50 |
| 4 临床表现及实验室检查          | 52 |
| 4.1 临床症状及体征           | 52 |
| 4.1.1 症状              | 52 |
| 4.1.2 体征              | 54 |
| 4.2 临床诊断              | 55 |
| 4.2.1 X线检查            | 55 |
| 4.2.2 临床化验检查          | 56 |
| 4.2.3 其他检查            | 59 |
| 4.3 鉴别诊断              | 63 |
| 5 金属尘肺的合并症和继发病        | 65 |
| 5.1 金属尘肺合并肺结核         | 65 |
| 5.1.1 发病情况及流行病学特点     | 65 |
| 5.1.2 发病机理及病理特点       | 65 |
| 5.1.3 临床特点及转归         | 66 |
| 5.2 金属尘肺继发肺原性心脏病      | 66 |
| 5.2.1 流行病学特点及发病率情况    | 66 |
| 5.2.2 病理生理机制          | 67 |
| 5.2.3 临床表现及诊断         | 67 |
| 5.2.4 预防              | 70 |
| 5.3 金属尘肺合并呼吸系统感染及呼吸衰竭 | 70 |
| 5.3.1 支气管炎            | 70 |
| 5.3.2 肺炎              | 71 |
| 5.3.3 胸膜炎             | 71 |
| 5.3.4 呼吸衰竭            | 71 |
| 5.4 金属尘肺并发自发性气胸       | 73 |
| 5.4.1 发病情况            | 73 |
| 5.4.2 病理生理及临床类型       | 73 |
| 5.4.3 并发气胸的预后         | 73 |
| 5.5 金属尘肺与肺癌           | 74 |
| 5.5.1 尘肺与肺癌的关系        | 74 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 5.5.2 金属尘肺与肺癌发生的病理机制 | 75 |
| 5.6 金属尘肺的其他并(继)发症    | 75 |
| 5.6.1 并发肺气肿          | 75 |
| 5.6.2 继发右肺中叶综合症      | 75 |
| 5.6.3 风湿样综合症         | 76 |
| 5.6.4 其他             | 76 |
| 6 X线诊断和鉴别诊断          | 77 |
| 6.1 X线检查方法           | 77 |
| 6.1.1 胸部透视           | 77 |
| 6.1.2 胸部摄片           | 78 |
| 6.1.3 胸部高千伏摄影        | 82 |
| 6.1.4 胸部放大摄影         | 83 |
| 6.1.5 胸部体层摄影         | 83 |
| 6.1.6 荧光缩影           | 84 |
| 6.2 X线表现             | 84 |
| 6.2.1 主要X线表现         | 84 |
| 6.2.2 次要X线表现         | 85 |
| 6.3 金属尘肺的X线特征        | 86 |
| 6.4 金属尘肺的诊断和鉴别诊断     | 86 |
| 6.4.1 诊断原则           | 86 |
| 6.4.2 诊断与鉴别诊断的关系     | 87 |
| 6.4.3 鉴别诊断           | 87 |
| 6.5 我国尘肺X线诊断标准简介     | 90 |
| 6.6 国际尘肺X线表现分类法介绍    | 90 |
| 7 肺功能检查              | 92 |
| 7.1 肺容量              | 92 |
| 7.1.1 潮气量            | 93 |
| 7.1.2 补吸气量           | 93 |
| 7.1.3 补呼气量           | 93 |
| 7.1.4 残气量            | 93 |
| 7.1.5 肺活量            | 93 |
| 7.1.6 深吸气量           | 93 |
| 7.1.7 功能残气量          | 93 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 7.1.8 肺总量 .....          | 94  |
| 7.1.9 肺容量的测定方法 .....     | 94  |
| 7.1.10 肺容量常值 .....       | 95  |
| 7.2 肺的通气功能 .....         | 95  |
| 7.2.1 静息通气量 .....        | 95  |
| 7.2.2 最大通气量 .....        | 95  |
| 7.2.3 用力肺活量 .....        | 96  |
| 7.2.4 最大呼气中段流速 .....     | 97  |
| 7.2.5 肺泡通气量 .....        | 97  |
| 7.2.6 通气功能障碍的类型 .....    | 98  |
| 7.2.7 通气功能障碍的临床评价 .....  | 98  |
| 7.3 小气道功能 .....          | 99  |
| 7.3.1 小气道的解剖生理特点 .....   | 99  |
| 7.3.2 小气道病及其病因 .....     | 99  |
| 7.3.3 小气道功能测定方法 .....    | 99  |
| 7.3.4 临床意义及评价 .....      | 103 |
| 7.4 换气功能 .....           | 104 |
| 7.4.1 通气与血流在肺内的分布 .....  | 105 |
| 7.4.2 观察指标及评价 .....      | 105 |
| 7.5 弥散功能 .....           | 107 |
| 7.5.1 弥散及弥散量 .....       | 107 |
| 7.5.2 影响弥散的因素 .....      | 107 |
| 7.5.3 弥散量的测定 .....       | 108 |
| 7.5.4 正常值及临床评价 .....     | 108 |
| 7.6 金属尘肺对肺功能的影响 .....    | 109 |
| 7.6.1 肺功能损伤性质及原因 .....   | 109 |
| 7.6.2 几种金属尘肺肺功能的变化 ..... | 110 |
| 8 金属尘肺职业流行病学方法 .....     | 120 |
| 8.1 概论 .....             | 120 |
| 8.2 职业流行病学的研究方法种类 .....  | 120 |
| 8.2.1 描述流行病学 .....       | 121 |
| 8.2.2 分析流行病学 .....       | 121 |
| 8.2.3 实验流行病学 .....       | 122 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 8.2.4 理论流行病学 .....                | 123 |
| 8.3 基础资料的收集 .....                 | 123 |
| 8.3.1 资料的内容 .....                 | 123 |
| 8.3.2 资料的收集 .....                 | 125 |
| 8.3.3 资料的整理和保存 .....              | 126 |
| 8.4 调研资料的分析研究 .....               | 126 |
| 8.4.1 尘肺描述流行病学资料统计分析 .....        | 126 |
| 8.4.2 尘肺分析流行病学资料分析 .....          | 129 |
| 8.5 剂量-反应关系分析 .....               | 138 |
| 8.5.1 寿命表分析法 .....                | 138 |
| 8.5.2 $2 \times k$ 表线性回归分析法 ..... | 142 |
| 8.6 职业流行病学调研中的偏倚及其防止 .....        | 144 |
| 8.6.1 选择偏倚 .....                  | 144 |
| 8.6.2 观察偏倚 .....                  | 144 |
| 8.6.3 混杂偏倚 .....                  | 144 |
| 8.6.4 混杂因子的控制 .....               | 146 |
| 8.7 职业流行病学方法在制订尘肺防治规划中的应用 .....   | 147 |
| 8.7.1 制订卫生标准 .....                | 147 |
| 8.7.2 尘肺发病趋势的预测预报 .....           | 148 |
| 8.7.3 用寿命表法评价尘肺防治措施 .....         | 150 |
| 8.7.4 人群归因危险度分析在尘肺防治决策中的应用 .....  | 152 |
| 8.8 多因素分析及电子计算机在职业流行病学中的应用 .....  | 153 |
| 9 金属尘肺的治疗及处理 .....                | 156 |
| 9.1 概述 .....                      | 156 |
| 9.2 治疗原则 .....                    | 156 |
| 9.3 一般治疗 .....                    | 156 |
| 9.3.1 患者的善后处理与健康管理 .....          | 156 |
| 9.3.2 卫生教育与合理安排日常生活 .....         | 157 |
| 9.3.3 坚持体育锻炼——辅助治疗 .....          | 158 |
| 9.3.4 防痨治疗及营养、滋补类药品的应用 .....      | 158 |
| 9.4 早期病灶的治疗 .....                 | 159 |
| 9.4.1 早期粉尘病灶的形成 .....             | 159 |
| 9.4.2 临床表现与处理 .....               | 159 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 9.4.3 粉尘灶的支气管肺泡灌洗术 .....    | 160 |
| 9.5 针对性治疗 .....             | 161 |
| 9.5.1 按所混有矽尘量的高低治疗 .....    | 161 |
| 9.5.2 按金属尘本身的致病特点治疗 .....   | 161 |
| 9.5.3 按混合性粉尘的相互致病作用治疗 ..... | 161 |
| 9.6 药物治疗 .....              | 162 |
| 9.6.1 常用抗纤维化药物 .....        | 162 |
| 9.6.2 药物疗效考核指标 .....        | 164 |
| 9.6.3 抗纤维化药物的合并治疗 .....     | 164 |
| 9.7 伴全身其他系统损害的治疗 .....      | 165 |
| 9.7.1 损害表现 .....            | 165 |
| 9.7.2 选择有效排毒药物进行全身治疗 .....  | 165 |
| 9.8 对症处理与老年病的防治 .....       | 166 |
| 9.8.1 常见呼吸系统表现的对症处理 .....   | 166 |
| 9.8.2 预防与控制继发感染 .....       | 167 |
| 9.8.3 防治老年性多发疾患 .....       | 167 |
| 9.9 中医中药治疗 .....            | 168 |
| 9.9.1 立法选方 .....            | 168 |
| 9.9.2 对症处理 .....            | 169 |
| 9.10 综合治疗 .....             | 169 |
| 10 预防措施 .....               | 170 |
| 10.1 组织管理措施 .....           | 170 |
| 10.1.1 健全安全卫生机构 .....       | 171 |
| 10.1.2 建立健全规章制度 .....       | 172 |
| 10.1.3 加强宣传教育与技术培训 .....    | 172 |
| 10.2 技术措施 .....             | 172 |
| 10.2.1 改革工艺 .....           | 172 |
| 10.2.2 湿式作业 .....           | 173 |
| 10.2.3 设备密闭、隔离操作 .....      | 174 |
| 10.2.4 通风除尘 .....           | 174 |
| 10.3 个人防护措施 .....           | 182 |
| 10.3.1 个人防护的意义 .....        | 182 |
| 10.3.2 防尘口罩的结构和性能 .....     | 183 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 10.3.3 防尘口罩的种类 .....       | 183 |
| 10.3.4 防尘口罩的选择、使用和维护 ..... | 185 |
| 10.4 医疗保健措施 .....          | 186 |
| 10.4.1 粉尘作业工人健康检查 .....    | 186 |
| 10.4.2 尘肺患者劳动能力的鉴定 .....   | 187 |
| 10.4.3 做好其他方面的预防工作 .....   | 188 |

## 下篇 各 论

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 11 铝尘肺 .....          | 190 |
| 11.1 概述 .....         | 190 |
| 11.2 理化性质 .....       | 191 |
| 11.2.1 金属铝粉 .....     | 191 |
| 11.2.2 氧化铝粉 .....     | 192 |
| 11.2.3 铝粉的相分析 .....   | 192 |
| 11.3 接触机会 .....       | 193 |
| 11.3.1 氧化铝粉 .....     | 193 |
| 11.3.2 金属铝粉 .....     | 193 |
| 11.4 致病作用 .....       | 194 |
| 11.5 病理改变 .....       | 195 |
| 11.6 临床表现 .....       | 197 |
| 11.6.1 自觉症状 .....     | 197 |
| 11.6.2 体征 .....       | 197 |
| 11.6.3 实验室检查 .....    | 197 |
| 11.6.4 肺功能 .....      | 197 |
| 11.7 X线改变 .....       | 198 |
| 11.8 诊断 .....         | 198 |
| 11.9 治疗 .....         | 199 |
| 11.10 预防 .....        | 199 |
| 12 电焊工尘肺 .....        | 201 |
| 12.1 概述 .....         | 201 |
| 12.2 理化性质 .....       | 202 |
| 12.2.1 烟尘的形态和大小 ..... | 202 |
| 12.2.2 烟尘的化学组成 .....  | 203 |



|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 12.2.3 烟尘的化学结构 .....     | 204 |
| 12.3 接触机会 .....          | 204 |
| 12.4 烟尘致病作用 .....        | 205 |
| 12.4.1 烟尘的急性毒性实验 .....   | 205 |
| 12.4.2 烟尘的亚急性毒性实验 .....  | 205 |
| 12.4.3 烟尘的慢性毒性实验 .....   | 206 |
| 12.4.4 烟尘的吸收、分布与排出 ..... | 206 |
| 12.4.5 发病机理 .....        | 207 |
| 12.5 病理改变 .....          | 208 |
| 12.5.1 实验病理 .....        | 208 |
| 12.5.2 人体病理 .....        | 209 |
| 12.6 临床表现 .....          | 210 |
| 12.6.1 临床症状和体征 .....     | 210 |
| 12.6.2 实验室检查 .....       | 211 |
| 12.6.3 X线表现 .....        | 211 |
| 12.6.4 肺功能 .....         | 212 |
| 12.7 诊断和鉴别诊断 .....       | 212 |
| 12.8 治疗和预防 .....         | 213 |
| 13 铍病 .....              | 214 |
| 13.1 概述 .....            | 214 |
| 13.2 理化性质 .....          | 214 |
| 13.2.1 物理性质 .....        | 214 |
| 13.2.2 化学性质 .....        | 214 |
| 13.3 接触机会 .....          | 215 |
| 13.3.1 铍冶炼系统 .....       | 215 |
| 13.3.2 铍加工与应用系统 .....    | 215 |
| 13.4 致病作用 .....          | 215 |
| 13.4.1 侵入途径、吸收和代谢 .....  | 215 |
| 13.4.2 病理 .....          | 216 |
| 13.5 发病机制 .....          | 217 |
| 13.6 临床表现 .....          | 217 |
| 13.6.1 症状与体征 .....       | 217 |
| 13.6.2 实验室检查 .....       | 218 |