

职 · 业 · 危 · 害 · 与 · 防 · 护 · 技 · 术 · 丛 · 书

粉尘^的危害与控制

陈卫红 邢景才 史廷明 等编著



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

职业危害与防护技术丛书

粉尘的危害与控制

陈卫红 邢景才 史廷明 等编著



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

粉尘的危害与控制/陈卫红, 邢景才, 史廷明等编
著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 5
(职业危害与防护技术丛书)
ISBN 7-5025-7167-1

I. 粉… II. ①陈…②邢…③史… III. ①粉尘-危害
②粉尘-污染控制 IV. X513

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 054064 号

职业危害与防护技术丛书

粉尘的危害与控制

陈卫红 邢景才 史廷明 等编著

责任编辑: 杜进祥

文字编辑: 廉 静

责任校对: 宋 玮

封面设计: 关 飞

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
安全科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 8 $\frac{1}{4}$ 字数 213 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7167-1

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序 言

随着改革开放和经济的转型，国有、合资、外资和民营等企业都得到了蓬勃发展，工业产品、生产和技术工艺均呈现出各种形式的与日俱新，有从发达国家引进的，有手续不全从境外流入的，也有仿效复制或自行研制开发的，因此，不可避免地出现了人们原先熟悉的和始料未及的众多职业危险因素。生产性粉尘的危害至今仍然相当严重，尘肺病人数居高不下，新发病人不断涌现。一氧化碳、硫化氢急性中毒和死伤人数始终高居急性中毒事例的首位，不少中毒原因是完全可以预防的。20 世纪 60 年代原本已基本控制的苯中毒，近年因制鞋业、箱包制造业的快速增长，中毒事故又频频发生；微电子工业的兴起，精细元件洁净工艺的要求，出现了三氯乙烯、二氯五氟丙烷等清洁剂的皮肤损伤和肝脏毒害；铅、锰、锌等古老的金属毒物，也在不同新老工艺中交替出现。噪声、振动、不良气象条件等最为普遍的职业性物理因素有增无减，在新型机械加工、电子通讯元件测试等新工艺过程中存在的电离辐射、非电离辐射对工作人员的健康危害，至今尚无完善、系统的职业评估。职业性生物因素危害一直是过去工作中未被重视的领域，SARS 事件为人们敲响了警钟，医务人员接触的各类危险因素原本就应该纳入职业卫生服务的内容。实际上，当前我国职业卫生服务的范围，其覆盖面与先进国家比较差距很大，许多农民工、临时工、童工等都未充分顾及，对这些人群的职业卫生保护，法律依据不全，工作规范缺略。

职业病防治法，是针对国家法定职业病所界定的法律文件，是适应我国现有经济实力、技术水平和人员素质等综合因素的客观条件所颁布的，主要保护直接从事生产劳动者的健康，这是现阶段最

基本的底线任务。职业卫生工作的目的在于保障所有从事职业活动的劳动者，使他们在劳动中不受任何危害因素的伤害，包括劳动者的身体和精神心理状态，使他们能在合适的工作条件下，安全、卫生、舒适、愉悦地完成劳动生产任务和各项业务工作，保障他们最大限度地、有效地为社会创造财富。因此，职业卫生工作的主要任务就在于在保障和促进劳动者健康的前提下，检测工作场所的环境、劳动条件和劳动组织安排，是否符合国家颁布的职业病防治法和其他有关职业卫生法规、标准等要求，同时掌握正确无误的科学信息，提供给国家政府主管部门和业主方及相关上级领导，作为制定管理法律和卫生安全控制措施的科学依据。职业卫生工作者有责任向劳动者、生产企业管理人员和业主及职业安全、卫生主管部门，传播职业卫生的基本科学理念、防护知识和必需技能。要做好职业卫生服务这项艰巨、复杂的工作，政府领导是关键，依靠有关物理、化学工程技术人员，临床医师、基础医学人才和生产劳动者及管理人员等各方人士的共同合作，相互支持与配合是必不可少的条件。同时职业卫生工作者也要不断学习、更新、提高自身业务知识和技术水平，不断提高思想、业务整体素质。《职业危害与防护技术丛书》就是为了适应国家生产发展，新工艺、新产品不断出现的新形势需要，在化学工业出版社的倡导与策划下，由华中科技大学同济医学院公共卫生学院和复旦大学公共卫生学院组织有关专业教师编写的。本丛书重在介绍职业危害与防护领域的基本概念、基本知识、基本措施和国内外最新研究成果，希望能给读者提供完整、新颖的职业卫生工作理念，供职业卫生监督人员、职业卫生服务技术人员和企事业单位职业卫生、安全管理、监察人员参考、培训、自学之用，也可供大专院校相关专业师生参考。由于科学技术的快速发展、新工艺的日新月异，职业危害因素在实际生产过程中的千变万化，也由于编写人员对生产中最新出现的职业危害因素实际体会、感受不多，甚至未知或疏漏，故可能会有谬误，敬请广大读者批评、指正。

最后，我们代表全体编写人员对丛书责任编辑表示衷心的感谢

谢，是他自始至终指导、督促、关心本丛书的编写工作，给了我们极大的支持和帮助。

复旦大学公共卫生学院
公共卫生安全教育部重点实验室
金锡鹏

华中科技大学同济医学院
公共卫生学院
陈镜琼
2005 年 6 月

前 言

粉尘是主要的环境污染源之一，对作业环境的污染尤为显著，是生产场所最常见的职业有害因素之一。世界各国都制定了作业场所粉尘浓度的限制标准。在我国，粉尘对劳动者安全的影响和健康的损害不仅得到了生产安全部门、劳动部门和卫生部门的重视，也受到社会各方面的关注。据统计，我国目前登记的从事粉尘接触工作人员超过 2000 万，此外，还有大量未登记却从事粉尘接触的私有企业人员或国有企业的农民合同工、轮换工。以粉尘引起的法定职业病——尘肺为例，我国累积尘肺病例 60 余万，近年来每年新发尘肺病例均在万名左右，极大地威胁着从业人员的身心健康。尘肺是我国职业性疾病中影响面最广、危害最严重的一类疾病。

1995 年 4 月国际劳工组织（ILO）和世界卫生组织（WHO）职业卫生联合委员会提出“ILO/WHO 全球消除矽肺的国际规划”，号召世界各国行动起来，争取在 2005 年明显降低矽肺发病率，2015 年消除矽肺这一职业卫生问题。我国是上述两个国际组织的成员国，又是接触粉尘作业工人最多的国家，要达到上述目标，保护粉尘接触人员的健康，任务是十分艰巨的。为了普及粉尘危害和预防控制知识，配合《中华人民共和国职业病防治法》的施行，我们编写了本书，主要介绍各行业中常见的粉尘的特性，它们对接触人员的健康危害及其预防和控制方法。本书从生产现场的实用性出发，尽量避免使用专业术语，对职业病名单中提及的所有尘肺病的原因和病变特点都作了较详细的论述。本书还介绍了一些本领域最新的科学研究成果。

本书是存在粉尘作业的企业各层次管理人员的实用指导手册，对于接触粉尘作业的人员也提供了实用的个人防护知识。本书可用

于基层安全卫生培训教材，也可供大专院校师生学习预防医学知识和实习时参考。

参加本书编写的有陈卫红、邢景才、史廷明、谭皓、杨杪等。在编写过程中，得到不少同仁的鼓励和关怀，德国工伤保险联合会职业卫生研究所的同行提供了不少资料，四川大学华西公共卫生学院王绵珍教授在百忙中审阅了全书并提出了很多宝贵意见，在此一并致以衷心的感谢。

由于水平所限，加之编写时间仓促，难免存在问题，敬请读者给予批评指正。

编 者

2005 年 4 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 粉尘的来源和分类	1
一、粉尘的来源和接触途径	1
二、粉尘的分类	2
第二节 粉尘的理化特性	5
一、粉尘的化学成分	5
二、粉尘浓度和接触时间	6
三、粉尘分散度	7
四、粉尘溶解度	8
五、粉尘硬度	8
六、粉尘的荷电性	9
七、粉尘的爆炸性	9
第三节 粉尘进入机体的途径	9
一、粉尘在呼吸道的过程	9
二、呼吸系统对粉尘的防御和清除	10
三、粉尘与皮肤、眼的接触作用	12
第四节 粉尘对健康的主要危害	12
一、对呼吸系统的影响	13
二、局部作用	16
三、中毒作用	16
第五节 生产场所粉尘的职业卫生标准	16
一、制定粉尘职业接触限值的目的	17
二、粉尘职业接触限值的含义	17
三、不同国家粉尘接触限值的比较	19

第六节 生产场所粉尘的监测原则和方法	19
一、粉尘现场监测采样点的选择	20
二、粉尘监测的项目与计量方法	20
第七节 粉尘的控制原则与防护措施	32
一、法律措施是保障	33
二、采取技术措施控制粉尘	34
三、个体防护措施	37
四、卫生保健措施,开展健康监护	42
第八节 粉尘作业行业的卫生监督管理	43
一、粉尘作业行业的预防性职业卫生监督	44
二、经常性职业卫生监督	44
三、职业病诊断与鉴定的监督与管理	45
四、事故处理与卫生监督	45
 第二章 矽尘的危害与控制	 47
第一节 主要接触矽尘的作业和行业	48
第二节 影响矽肺发生的因素	49
一、环境粉尘中游离二氧化硅含量和二氧化硅类型	49
二、粉尘浓度和接触时间	49
三、肺内粉尘蓄积量	50
四、混合性粉尘的联合作用	50
五、机体状态	50
第三节 游离二氧化硅致机体损伤机制	51
一、游离二氧化硅的致病过程	51
二、游离二氧化硅的细胞毒作用机理	51
三、肺纤维化的形成	52
四、游离二氧化硅的致突变作用	53
第四节 矽肺的病理变化	53
一、结节型矽肺	54
二、弥漫性间质纤维化型矽肺	55

三、矽性蛋白沉积	55
四、团块型矽肺	55
五、肺部并发症灶	56
第五节 矽肺的临床特点	56
一、症状和体征	56
二、X线胸片表现	56
三、呼吸功能改变	59
四、实验室检查	59
五、并发症	59
第六节 矽肺的诊断	60
一、诊断原则和方法	60
二、矽肺诊断标准	60
第七节 矽肺的治疗和致残等级鉴定	62
一、治疗	62
二、职业病致残等级程度鉴定	64
三、患者安置原则	64
第八节 矽尘的控制和矽肺的预防	65
一、作业场所中矽尘的职业卫生标准	65
二、矽尘的危害与控制	65
三、接尘工人的健康监护	66
第九节 举例：广西锡矿矽尘健康危害评价研究	67
一、研究对象的基本情况	67
二、研究设计	67
三、部分研究结果	69
 第三章 硅酸盐粉尘的危害与控制	72
第一节 石棉粉尘的危害与控制	73
一、石棉的种类和理化性质	73
二、石棉的用途和接触石棉的机会	75
三、石棉粉尘的吸入和代谢	77

四、石棉的健康危害和影响石棉粉尘的致病因素	77
五、石棉损伤细胞的致病机理	78
六、石棉肺的病理改变	80
七、石棉肺临床表现和诊断处理	81
八、石棉粉尘与肺部肿瘤	85
九、作业现场环境中石棉浓度的测定	86
十、石棉粉尘的控制	91
第二节 滑石粉尘的危害与防护	93
一、滑石粉尘的理化性质与接触机会	93
二、滑石粉尘的健康危害和临床表现	93
三、滑石粉尘的卫生标准和防护	95
第三节 云母粉尘的危害与防护	95
一、云母粉尘的性质与接触机会	95
二、云母粉尘的健康危害与临床表现	96
三、云母粉尘的卫生标准和防护	96
第四节 水泥粉尘的危害与控制	97
一、水泥粉尘的性质与接触机会	97
二、水泥粉尘的健康危害和临床表现	97
三、水泥粉尘的卫生标准和防护	98

第四章 炭尘的危害与控制

第一节 煤矿粉尘的危害与控制	99
一、煤矿粉尘的分类和理化特性	100
二、煤矿粉尘的主要健康危害	105
三、煤矿粉尘毒理和煤工尘肺发病机理	107
四、煤工尘肺的病理和临床症状	112
五、煤工尘肺的诊断、治疗与康复	118
六、煤矿工人的健康保护	123
七、煤矿粉尘危害的控制	124
第二节 石墨尘的危害与控制	158

一、石墨的理化特性和接触机会·····	158
二、石墨尘肺的病理改变与临床表现·····	159
三、石墨尘肺的诊断·····	160
四、粉尘控制措施和石墨尘肺预防原则·····	160
第三节 炭黑尘的危害与控制·····	160
一、炭黑尘的理化特性和接触机会·····	160
二、炭黑尘肺的病理改变和临床表现·····	161
三、炭黑尘肺的诊断·····	161
四、粉尘控制措施和炭黑尘肺预防原则·····	162
第四节 活性炭尘的危害与控制·····	162
一、活性炭尘的理化特性和接触机会·····	162
二、活性炭尘肺的病理改变和临床表现·····	162
三、活性炭尘肺的诊断和预防原则·····	163
第五章 金属与非金属及其化合物粉尘的危害与控制 ·····	164
第一节 铝尘·····	167
一、铝尘的特性和存在铝尘的主要行业·····	167
二、铝尘肺的发病机理和病理改变·····	168
三、铝尘肺的临床表现和治疗·····	169
四、控制铝尘的措施和工人的防护·····	169
第二节 铁尘·····	170
一、铁尘的特性和存在铁尘的主要行业·····	170
二、铁尘肺的病理改变·····	170
三、铁尘肺的临床表现·····	170
四、控制铁尘的措施和工人的防护·····	171
第三节 矽尘·····	171
一、矽尘的特性和存在矽尘的行业·····	171
二、矽尘对机体的主要危害·····	171
三、矽尘的致病机理和治疗、预后·····	173
四、控制矽尘的措施和工人的防护·····	175

第六章 混合性无机粉尘的危害与控制	176
第一节 陶瓷粉尘的危害与防护	176
一、陶瓷粉尘的理化特性和接触机会	176
二、陶瓷粉尘的健康危害和临床表现	176
三、陶瓷粉尘的卫生标准和防护	177
第二节 焊接烟尘的危害与控制	178
一、焊接烟尘的特性和接触机会	178
二、焊接烟尘的危害和临床表现	179
三、焊接烟尘的卫生标准和防护	180
第三节 铸造粉尘的危害与控制	181
一、铸造粉尘的特性和接触机会	181
二、铸造粉尘的危害和临床表现	182
三、铸造粉尘的卫生标准和防护	183
第七章 有机粉尘的危害与控制	185
第一节 植物性粉尘	187
一、植物粉尘的特性和主要危害	187
二、棉尘与棉尘病	190
三、木尘及其对机体的危害和控制	195
第二节 动物性粉尘	197
一、动物性粉尘的特性和主要危害	197
二、皮革尘及其对机体的危害及控制	198
三、羽毛尘及其对机体的危害及控制	198
第三节 微生物尘的特性和主要危害及控制	199
第四节 人工合成有机粉尘	199
第八章 常见行业中可能出现的生产性粉尘	201
第一节 金属山行业	201
一、基本生产过程	201
二、存在生产性粉尘的主要环节	202

第二节 煤矿行业	202
一、基本生产过程	202
二、存在生产性粉尘的主要环节	202
第三节 建筑行业	203
第四节 冶炼与铸造行业	203
一、钢铁工业	204
二、有色冶金工业	205
三、铸造	206
第五节 化工与纺织行业	207
一、化工行业	207
二、纺织行业	208
附录 1 棉尘病诊断标准 (GB Z56—2002)	210
附录 2 尘肺病诊断标准 (GB Z70—2002)	216
附录 3 尘肺监测指南	227
附录 4 工作场所空气中粉尘容许浓度 (GB Z2—2002)	242
参考文献	245

第一章 概 述

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，并能长时间漂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。本章主要介绍生产性粉尘的产生和特性、主要健康危害、作业现场粉尘浓度的监测，以及控制生产性粉尘的主要方法。

第一节 粉尘的来源和分类

一、粉尘的来源和接触途径

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，都可能接触到不同性质的粉尘，如在采矿、开山采石、建筑施工、铸造、耐火材料及陶瓷等行业，主要接触的粉尘是以石英为主的混合粉尘；石棉开采、加工制造石棉制品时接触的是石棉或含石棉的混合粉尘；焊接、金属加工、冶炼时接触金属及其化合物粉尘；农业、粮食加工、制糖工业、动物管理及纺织工业等，以接触植物性或动物性有机粉尘为主。

二、粉尘的分类

粉尘分类方式是多样的。

（一）根据粉尘的性质分类

根据粉尘组成成分的化学特性和含量多少可以将粉尘分为以下两类。

1. 无机性粉尘

根据组成成分的来源不同，又可分为如下几种。

（1）金属性粉尘 例如铝、铁、锡、铅、锰、铜等金属及其化合物粉尘。

（2）非金属的矿物粉尘 例如石英、石棉、滑石、煤等。

（3）人工合成无机粉尘 例如水泥、玻璃纤维、金刚砂等。

2. 有机性粉尘

（1）植物性粉尘 例如木尘、烟草、棉、麻、谷物、茶、甘蔗、丝等粉尘。

（2）动物性粉尘 例如畜毛、羽毛、角粉、骨质等粉尘。

（3）人工有机粉尘 例如有机染料、农药、人造有机纤维等。