



■ 蔡淑琪 编

职业健康科普系列读本

生产性粉尘的 职业危害与防护

煤炭工业出版社

职业健康科普系列读本

生产性粉尘的职业危害与防护

蔡淑琪 编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

生产性粉尘的职业危害与防护/蔡淑琪编. -- 北京: 煤炭工业出版社, 2010

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3703 - 1

I. ①生… II. ①蔡… III. ①工业尘 - 尘肺 - 预防 (卫生) IV. ①R135.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 137460 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

煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 850mm × 1168mm^{1/32} 印张 4^{3/8}

字数 106 千字 印数 1—3,000

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

社内编号 6513 定价 10.00 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

前 言

生产性粉尘可使接尘作业工人患尘肺病，还可能引发粉尘爆炸事故，严重威胁着接尘工人的身体健康和生命安全。目前，生产性粉尘仍是我国主要的职业危害因素之一，而尘肺病是我国危害最严重的职业病，给患者带来了不可逆转的病痛、劳动能力降低和生活质量下降等伤害。据不完全统计，截至 2002 年全国累计检出尘肺病 581377 例，其中累计死亡 139177 例，病死率 22.22%，每年仍有一定数量的新发尘肺病人陆续出现。

我国 1987 年 12 月 3 日颁布的《中华人民共和国尘肺病防治条例》对产生粉尘职业危害的企业单位，作出了防尘、防尘工作的监督和检测、从事接尘作业工人的健康管理等法律规定。2002 年 5 月 1 日《中华人民共和国职业病防治法》正式实施，对产生粉尘职业危害的企业、事业单位和个体经济组织，作出了职业病的前期预防、劳动过程中的防护与管理、职业病诊断与职业病病人的保障等法律规定。针对职业危害的相关法律法规日臻成熟。粉尘虽是对工人健康危害十分严重的职业性有害因素，但粉尘毕竟是人类生产活动所产生的，在一定意义上说是人为的有害因素。因此，依靠法律的约束、认识的提高、知识的增加和技术的发展，粉尘危害应该是完全可以预防 and 控制的。

本书主要面向接尘作业工人，在编写过程中围绕粉尘危害的相关知识，力求通俗易懂。其中重点介绍了五个方面的内容，包括生产性粉尘的来源及危害，尘肺病对健康的影响，尘肺病的诊

断及劳动能力鉴定，生产性粉尘的控制、检测及个体防护，接尘作业工人职业健康监护和职业病维权。希望本书能使读者在阅读之后了解粉尘危害，在工作中建立自我保护意识，远离尘肺病。

编 者

2010 年 7 月

目 次

第一章 生产性粉尘	1
第一节 生产性粉尘的定义和分类	1
第二节 生产性粉尘的主要来源	4
第三节 生产性粉尘的危害	12
第四节 影响粉尘致病作用的有关因素	16
第二章 尘肺	21
第一节 尘肺病的基础知识	21
第二节 什么是尘肺病	28
第三节 各种尘肺病的发病特点	33
第四节 尘肺合并症	50
第五节 尘肺病的治疗	54
第六节 尘肺患者的预防保健工作	56
第七节 尘肺病的诊断和劳动能力鉴定	58
第八节 尘肺患者的安置和疗养	62
第三章 尘肺病的控制	64
第一节 生产性粉尘的控制	64
第二节 生产性粉尘的监测	97
第三节 个体防护	104
第四章 职业健康监护	112
第一节 工作环境的劳动卫生调查	112
第二节 个人职业健康档案	117
第三节 健康筛查	119
第四节 接触矿物粉尘的健康监护	120
第五章 职业病维权	124
参考文献	131

第一章 生产性粉尘

第一节 生产性粉尘的定义和分类

一、生产性粉尘的定义

生产性粉尘专指在生产过程中所产生的粉尘。人类各种生产活动和生活活动中可产生大量的粉尘，自然界的分化腐蚀随着气体的流动也会产生粉尘。生产性粉尘专指在人类生产活动中产生的，能够较长时间漂浮于生产环境中的固体微粒。它是污染环境、危害劳动者健康的重要职业危害因素。

长期吸入生产性粉尘会导致尘肺。据卫生部通报，2005 年收到全国各类职业病报告 12212 例，其中尘肺病为 9173 例，占 75%，死亡 966 例；中国累积尘肺病 60 万例，死亡近 14 万人。硅肺（旧称矽肺）和煤工尘肺共占 90%，其余为水泥、石棉、电焊尘肺。到 2006 年，各地上报卫生部的尘肺病例又提高了 1.44%。生产性粉尘的治理之所以受到高度重视，其一是由于许多生产性粉尘具有生物毒性作用，吸入后给接触者健康造成有害的影响。其二是由于粉尘的广泛存在，受危害的人数相当庞大。其三是由于粉尘从呼吸道侵入人体，较其他侵入途径更难控制。而且生产性粉尘的弥散还是造成公共大气环境污染的重要原因之一。

二、粉尘的分类

（一）按粉尘的成分分类

1. 无机粉尘

(1) 硅尘：是指含有相当量游离二氧化硅的粉尘，如金属矿开采、岩石开采、隧道挖掘、煤矿掘井中产生的粉尘。硅尘是生物活性最强、对人体健康危害最大的粉尘。

(2) 硅酸盐尘：石棉、滑石、云母、高岭土、水泥粉尘均属此类，其中以石棉粉尘最重要。此类粉尘除含有二氧化硅外，还含有镁、铁、钙、铝等化学元素。

(3) 含碳粉尘：煤尘、炭黑、石墨、活性炭等粉尘，其中以煤尘接触人数最多。

(4) 金属粉尘：金属冶炼、电焊时产生的烟雾，如铁、硅、铅、锌、铍、铜等金属及其氧化物粉尘。

(5) 人工无机粉尘：如金刚砂、玻璃及玻璃纤维、人造矿物棉（矿渣棉、岩棉、玻璃棉）等。

2. 有机粉尘

有机粉尘主要是农业生产、有机化学工业、医药等行业的生产过程中产生的粉尘。其多为动植物的蛋白及有机化学物，对健康的影响主要是引起机体过敏性疾病，如职业性哮喘、过敏性肺炎等。单纯的有机粉尘一般不会引起尘肺。有机粉尘包括以下3类。

(1) 植物粉尘：如棉、麻、烟草、甘蔗、谷物、茶、木材等粉尘。

(2) 动物粉尘：如毛发、角质、皮革、骨粉等粉尘。

(3) 人工有机粉尘：如炸药、有机染料、塑料等粉尘。

3. 混合性粉尘

指上面各种粉尘，同时有两种或多种混合在一起，这种粉尘在生产中十分常见。如煤矿开采时，有岩石粉尘和煤的粉尘；金属制品加工研磨时，有金属和磨料粉尘；电焊时，有铁和硅酸盐，以及锰、铬、镍等其他金属粉尘；棉纺厂原料准备工序往往有棉尘和土壤等混合粉尘，棉麻和人造纤维混纺时也能产生两者混合的粉尘。

(二) 按粉尘中游离二氧化硅含量分类

(1) 硅尘：矿尘中游离二氧化硅含量在 10% 以上的粉尘。

(2) 非硅尘：矿尘中游离二氧化硅含量在 10% 以下的粉尘。

(三) 按职业卫生观点分类

(1) 总粉尘：悬浮于空气中各种粒径的粉尘总和，以前称为全尘。更确切的定义是指在正常呼吸过程中通过鼻或嘴可吸入的粉尘。

(2) 呼吸性粉尘和非呼吸性粉尘：被吸入呼吸系统的粉尘，其中的少部分进入到肺泡区，这部分粉尘称为呼吸性粉尘。其余大部分粉尘由于鼻、咽、气管、细支气管的拦截、阻留作用不能进入到肺泡区，这些不能进入肺泡区的粉尘称为非呼吸性粉尘。

(四) 按粉尘粒径大小分类

(1) 可见粉尘：尘粒直径大于 10 微米，肉眼能够看到。

(2) 显微粉尘：尘粒直径在 0.25 ~ 10 微米之间，在光学显微镜下可以识别。

(3) 超显微粉尘：尘粒直径小于 0.25 微米，在电子显微镜下可以识别。

(五) 按粉尘产生的来源分类

(1) 原生粉尘：在矿物开采之前因地质作用和地质变化等原因而产生的粉尘。

(2) 次生粉尘：在采掘、装载、转运、加工等生产过程中，因煤岩破碎产生的粉尘。

(六) 按粉尘存在状态分类

(1) 悬浮粉尘：漂浮在空气中的粉尘。

(2) 沉积粉尘：尘粒在其自重作用下，从空气沉降下来堆积在地面或物体表面上的粉尘。

(七) 按粉尘有无爆炸性分类

(1) 有爆炸性粉尘：经过粉尘爆炸性鉴定，确定悬浮在空气中的粉尘在一定浓度和引爆热源的条件下，本身发生爆炸和传

播爆炸的粉尘。

(2) 无爆炸性粉尘：经过粉尘爆炸性鉴定，确定不能发生爆炸和传播爆炸的粉尘。

第二节 生产性粉尘的主要来源

生产性粉尘可出现在多个行业和部门，其危害也是较为广泛的。在此介绍容易产生生产性粉尘的常见行业。

一、金属矿山行业

(一) 基本生产过程

1. 井下开采

井下开采可分为掘进、采矿、运输、充填等基本过程。

(1) 掘进。掘进是采矿前的准备工作，指在岩层中开凿巷道使其通向矿脉的作业过程，由掘进工担任。主要工序包括凿岩、爆破、装岩、运输和支护等。开凿巷道目前仍以凿岩爆破方法为主，这是巷道掘进的主要工序。首先用风钻或电钻在坚硬的岩石上钻眼，然后装入炸药，将岩石爆破下落，用矿车运出爆落的岩石后，清理隧道并架上支架即成巷道。支架的作用是为了防止巷道围岩变形和塌落，保证矿石运输、通风和矿工进出安全。支架材料可用木材、钢材或混凝土等。

(2) 采矿。采矿是指把含有矿石的岩层采掘下来。开采矿石的工作面称为掌子面。在金属矿石或石灰岩开采中，作业与掘进相似，只是沿着矿脉打眼、爆破、运输出井。

(3) 运输。运输是将采掘的矿石、岩石等经运输巷道运到车场，再用提升机、绞车或带式输送机运送到地面。

(4) 充填。金属矿开采后一般不必充填。

2. 露天开采

当矿藏露出地面或接近地表面时，则采用露天开采方式，主

要使用爆破、推土机、电铲等剥离表面覆盖层，露出矿层后采掘。露天采掘生产效率高，劳动条件也较好。

（二）存在生产性粉尘的主要环节

生产性粉尘是采矿作业中的主要职业性有害因素，矿井内许多生产过程，如钻眼、爆破、采矿、运输等都能产生大量粉尘。作业环境的粉尘浓度、分散度及二氧化硅含量取决于井下开采方式和岩层的地质结构。在凿岩中，干式凿岩的粉尘浓度远远高于湿式凿岩，有报道干式凿岩时粉尘浓度可达 1000 毫克/立方米以上。随着机械化程度提高和湿式作业的加强，在规模较大的矿山，作业点的粉尘浓度合格率有很大提高，但在一些小型矿山中，由于机械化程度差，粉尘浓度超标率相当高，尘肺仍是采矿工人的主要职业病。

二、煤矿行业

（一）基本生产过程

煤矿的开采与金属矿山的开采基本相同，也分为井下开采和露天开采，井下开采的基本过程也包括掘进、采矿、运输、充填等，但其中也有个别不同之处。

（1）采矿。是指把含有矿石的岩层采掘下来，在采煤中又称回采。开采矿石的工作面称为掌子面。在金属矿石或石灰岩开采中，作业与掘进相似，只是沿着矿脉打眼、爆破、运出井。但在采煤时，对于薄煤层或中厚煤层可一次采全高，厚煤层则需逐层开采。开采煤层的工人称为采煤工，工序为落煤、装煤、运煤、支架和顶板管理等。由于机械化程度不同，劳动条件差别很大，可分为手工和机械采煤。

（2）充填。金属矿开采后一般不必充填，但煤矿开采后需用砂石等材料代替采出的煤层，填满采空区以防塌陷。常用方法为水砂充填，即利用水力把砂石等充填材料从管道中输送到采空区充填。

(二) 存在生产性粉尘的主要环节

在煤矿开采过程中由于工种不同,工人可分别接触煤尘、煤硅尘和硅尘,从而引起肺的弥漫性纤维化,统称为煤工尘肺。煤工尘肺有3种类型:在岩石掘进工作面工作的工人,包括凿岩工及其辅助工,接触游离二氧化硅含量较高的岩石,所患尘肺为硅肺,发病工龄10~15年,进展快,危害严重。采煤工作面工人,包括采煤机手、回采工、煤仓装卸工等,主要接触单纯性煤尘(煤尘中游离二氧化硅含量在5%以下),其所患尘肺为煤肺,发病工龄多在20~30年以上,病情进展缓慢,危害较轻。接触煤硅尘或既接触硅尘又接触过煤尘的混合工种工人,其尘肺在病理上往往兼有硅肺和煤肺的特征,这类尘肺可称之为煤硅肺,是我国煤工尘肺最常见的类型,发病工龄多在15~20年左右,病情发展较快,危害较重。

煤工尘肺的发病情况,因开采方式不同有很大差异。露天煤矿工人的尘肺患病率很低,井下开采工作面的粉尘浓度和粉尘分散度均高于露天煤矿,尘肺患病率和发病率均较高。我国地域广大,地层结构复杂,各地煤工尘肺患病率有很大差异,在0.92%~24.1%之间。不同煤种的致病能力不同,由强到弱依次为无烟煤、烟煤、褐煤。

三、建筑行业

建筑业涉及专业面广,包括土木建筑、金属结构加工、预制构件、机械化施工、设备安装、市政建设、内外装饰、物业管理。此外,建筑业涉及领域多,涵盖了房地产、冶金、水利、水电、石化、轻工、交通建设、核工业等多个领域。因而,其粉尘的危害可出现在较多环节和领域,但主要是那些涉及粉尘性的建材,如水泥、沙石和石灰等的操作工序。同时应注意的是,随着社会的不断发展,除建设过程外,拆除旧建筑的过程中产生的大量粉尘应越来越值得我们注意。

四、冶金与机械制造行业

冶金行业是开采和处理金属矿山以及冶炼、加工成材的行业。生产钢铁（有时包括铬和锰）及其合金的工业称为黑色冶金工业，生产非铁金属及其合金的工业称为有色冶金工业。矿石开采过程中的生产性粉尘已做介绍，这里主要介绍冶炼过程中的生产性粉尘。

（一）黑色冶金工业

黑色冶金工业（钢铁工业）生产一般包括采矿、选矿、烧结、炼焦及焦化产品生产、耐火材料生产、炼铁、炼钢、轧钢等。

1. 基本生产过程及特点

（1）烧结。因矿石含铁量不同，铁矿石可分为天然富矿（含铁45%以上）和贫矿（含铁低于30%）。贫矿需经选矿再经烧结后才可送入高炉炼铁，烧结厂工人主要是利用烧结炉将贫矿烧结成块。

（2）炼铁。炼铁主要设备是高炉、热风炉和高炉煤气净化系统等。工人的作业主要包括向炉内加料、送入燃料与助熔剂和热空气、出铁、出渣和铸锭。

（3）炼钢。炼钢是用氧化的方法减少生铁中所含的碳、硅、锰、硫、磷等元素的过程，有转炉、平炉及电炉3种炼钢方法。我国新建炼钢厂多采用吹氧转炉炼钢，但一些老厂仍有用平炉炼钢。平炉主要使用煤气做燃料，而吹氧转炉是采用99%以上的氧吹入冶炼。炼钢工人作业主要包括运料、加料、冶炼、出钢、铸锭等。平炉炼钢过程中，工人要经常观察炉温情况，有时还要对平炉热修。

（4）轧钢。炼出的钢铸锭要用轧钢机轧成各种钢材，如钢板、钢丝、钢筋、钢轨等。轧钢作业主要是将钢锭放在加热炉中加热，然后放在轧钢机上制成钢材，用电磁吊车及时运出车间，

堆放在室外。

(5) 炼焦。炼焦生产是为炼钢厂提供燃料——焦炭的重要工序，工人作业主要包括对焦用煤的前处理，即破碎、筛分和选煤、配煤，然后将煤从炉顶装入炼焦炉内，密封、燃、出炉、喷水冷却等。炼焦的副产品煤焦油中含丰富的化学原料，同时煤气也是炼焦车间的重要产品。

(6) 耐火材料生产。耐火材料在钢铁工业主要用于修建高炉、热风炉、炼钢炉、加热炉、铁水与钢水罐等。主要作业包括选用各种耐火材料，经过破碎、粉碎、过筛、混料，最后成型、干燥、煅烧等。

2. 存在生产性粉尘的主要环节

首先，在烧结厂中，烧结机尾部的烧结块落下时可产生大量粉尘，并且处理烧结块的工人还易发生烧伤。其次，在耐火厂耐火材料生产过程中，粉尘是最严重的有害因素，尤其在原料破碎、粉碎、过筛、混料等工序中，由于各种耐火材料的原料中均含有从47%~96%不等浓度的游离二氧化硅，加之机械化程度不高，工人长期接触粉尘可发生尘肺。在干燥和煅烧过程中，人可受到高温、热辐射及粉尘的联合作用。而在其他几个环节，如炼钢、炼铁、轧钢和焦化等，均以高温、一氧化碳、热辐射等职业有害因素为主。

(二) 有色冶金工业

有色冶金工业包括除钢铁以外的各种金属矿藏的开采、选矿、冶炼、精炼、电解、合金等，如铅、铜、镉、汞、铝、砷、铍、硒、锑及稀有金属的冶炼、精炼、电解等。

1. 基本生产过程

有色金属冶炼、加工依据各种金属的不同而采取不同的方法。一般经过选矿后，将矿粉进行制炼，包括使用燃料的熔炼炉和电炼炉，生产过程基本上为加料、送入燃料和助熔剂、制炼、出炉、铸锭、电解和回收矿渣等。由于有色金属原料一般不是单

一金属矿，而是多种金属矿的混合，如铜矿粉中含有铅、砷及其他稀有金属，往往某一金属冶炼后的残渣，则是另一种金属冶炼的原料，因此有色金属冶炼很少有废料。根据各种金属的理化特性，有色金属经过熔炼后一般还需再精炼，有些则需要将粗炼的金属通过电解方法进行纯化加工。由于各种有色金属矿中含硫化物很多，冶炼中产生大量二氧化硫，因此回收二氧化硫生产的硫酸常是有色金属冶炼厂的重要副产品。大型有色金属冶炼厂所需要的煤气也常自己生产。

2. 存在生产性粉尘的主要环节

各种有色金属冶炼加工过程中产生的金属烟尘，如铅、砷、铍、镉、汞、铬、锰、镍、硒、锑、碲、钛、钒、铀等，可引起金属毒物中毒。一些金属烟，如氧化锌、镍、锡、锑等，可引起金属烟尘热。

（三）机械制造业

机械制造业包括各种类型机械和机器的制造，如运输机械、重型机械、机床工具、农业机械、航空航天器械及各种精密仪器等。各种机械制造业的基本生产过程可概括为：铸造、锻造、热处理、机械加工、装配。

1. 基本生产过程

（1）铸造。它是将熔融的金属浇注到砂型或其他物质制成的模型里以铸成机械零件毛坯。基本工序包括用石英砂、陶土等各种成型原料经碾碎、过筛、混合等过程配制型砂；按要求的铸件形状做出木模或金属模，放入砂箱后，充填型砂捣实，取出模样而制成砂型；制备型芯放到型砂中，以使铸件内部留出空腔；在炉内熔化制型金属，用机械或人工包运至砂型处浇注，浇注后的砂箱经冷却后，用人工和机械方法将铸件由砂型中打出，称为落砂；落砂后把铸件上的砂土与毛刺清除掉，称为清砂。之后还要将铸件进行修整。

（2）锻造。它是指将金属锭（或块）在热炉内预先加热至

800 ~ 1200 摄氏度后, 用锻锤或液压机将其锻压成所需的形状。

(3) 热处理。它是将金属零件在不改变外形的条件下通过退火、淬火和回火等方式, 改变金属的内部结构或性质。如退火可降低硬度, 提高力学性能; 淬火可提高硬度和耐磨性; 回火可减少脆性, 增加金属的弹性。将金属制件置于含有不同化学元素的介质中加热到一定程度并保温, 使这些介质渗入到金属制件的表面上, 使其表面化学成分发生改变, 从而改变金属表面上的硬度、耐磨性、抗腐蚀性、耐热性等, 称为化学热处理。如渗碳、渗氮、渗铝、氰化等。

(4) 机械加工。利用各种机床对金属零件进行车、刨、钻、磨、铣等冷加工。将加工装配后的各种零部件经过安装、焊接、电镀、喷漆和调试等作业装配成产品。

2. 存在生产性粉尘的主要环节

主要发生于铸造车间。型砂原料均含有一定量的游离二氧化硅, 型砂配制 (碾砂、筛砂、拌砂)、制型、落砂、清砂过程都产生大量粉尘。在机械加工过程中, 对金属零部件磨光和抛光过程可产生金属和矿物性粉尘, 装配焊接时可产生电焊粉尘。

五、化工与纺织行业

(一) 化工行业

化学工业产品种类繁多, 可达数万种。一般分为无机和有机化工两类, 前者主要有酸、碱、盐、电化学等工业, 后者主要有有机原料、农药、化肥、高分子合成 (纤维、橡胶、塑料)、染料、涂料、医药、炸药、燃料和试剂等工业。化工生产从原料到成品因各种产品不同各有其独特的生产工艺过程, 生产方法有繁有简, 工艺有先进也有落后, 因此劳动条件好坏差别很大。尽管如此, 化工生产仍可归纳成以下几个基本操作过程。

1. 基本生产过程

(1) 原料的装运和贮藏。许多化工原料为腐蚀性强、易燃、

易爆、易挥发及毒性大的物质，灌装、搬运和贮藏需特殊容器并要求操作准确、小心和加强防护，如液化气储存于钢瓶内，搬运途中避免强光照射。

(2) 原料加工和配制。包括固体原料粉碎、过筛、配料、拌料，有的固体原料需要熔化并与其他液体原料混合等，如硝胺炸药配料前需先将 TNT 粉碎、研磨后和硝胺及木炭混合。

(3) 加料及化学反应。将液体或固体原料注入或吸入到反应锅或反应釜内，进行氧化、还原、水解、合成、聚合或缩合等化学反应。这一过程多伴有吸热或放热、增压或减压以及产气。

(4) 成品精制和包装。化学反应完成并从反应器出料后，有的尚需经过离心、蒸发、重结晶等工序处理成最终成品，经包装后出厂。

2. 存在生产性粉尘的主要环节

化工涉及多个环节，当原料或产品为粉末时，上述各工序均可产生生产性粉尘，因化工产品的特殊性，其多为有毒有害或易燃易爆物质，在产生生产性粉尘的同时，还存在外伤、急性慢性中毒以及致癌等多种不良后果，应特别值得注意。

(二) 纺织行业

纺织工业是将纺织纤维加工成各种纱、丝、线、绳、织物及其染整制品的工业。主要有棉纺织、毛纺织、麻纺织、丝纺织、合成纤维纺织及针织和纺织复制等工业。

1. 基本生产过程

(1) 原料处理。棉纺织需将原棉充分开松除杂，包括开棉、混棉和清棉，最后制成棉卷，由一系列开清棉机械完成。毛纺织需经选毛、打土、洗涤、烤干、梳毛、合毛。麻纺织需要打麻和梳麻。丝纺织需煮茧、缫丝、烘干、整理、包装等。

(2) 纺纱。各种纺织原料需经梳理、并条、粗纺和精纺过程，将棉、麻、毛卷等纺成纱。

(3) 织布及整理。细纱分别经过络筒、整经、上浆、穿综