



“绿十字”安全生产教育培训丛书

防尘防毒安全知识

何德文 吴超 编著

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

防尘防毒安全知识/何德文, 吴超编著. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2005

“绿十字”安全生产教育培训丛书

ISBN 7-5045-4689-5

I. 防… II. ①何… ②吴… III. ①工业尘-防护-技术培训-教材 ②工业生产-防毒-技术培训-教材 IV. X96

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 014449 号

中国劳动社会保障出版社出版发行
(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

新华书店经销

厂印刷 装订厂装订

850 毫米×1168 毫米 32 开本 9.25 印张 240 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 1 次印刷

印数: 册

定价: 19.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

内 容 提 要

本书为《“绿十字”安全生产教育培训丛书》之一，内容主要包括防尘与防毒概论、粉尘特性与测定、尘肺的发病机理、粉尘防护技术与措施、常见有毒物质的性质及其分析、工业毒物中毒机理与临床诊断、综合防毒措施等。

本书既具有一定的知识性，又具有较强的实用性和可操作性，可供企事业单位对各级管理人员及职工进行日常防尘防毒安全教育培训使用。

前 言

党的十六大为全国人民勾画了新世纪头 20 年的宏伟蓝图——全面建设小康社会。十六大报告明确提出“高度重视安全生产，保护国家财产和人民生命的安全”，充分表明了党和政府对安全生产工作的高度重视。小康社会首先是安全的社会，搞好安全生产，保障劳动者的职业安全与健康，是实现以人为本，发展先进生产力的具体体现，也是“三个代表”重要思想与工作实践的最好结合点；同时又是依法治国、强化民主管理的重要环节。因此，贯彻落实党的十六大报告中关于安全生产的明确要求和《安全生产法》《职业病防治法》，加强安全生产的宣传教育 and 培训，提高从业人员的素质和全民的安全意识，是摆在各级政府、有关部门、各有关行业以及各类企业面前的重要任务。

为了配合国家安全生产监督管理部门做好安全生产宣传教育培训工作，根据国家安全生产监督管理局颁发的《关于生产经营单位主要负责人、安全生产管理人员及其他从业人员安全生产培训考核工作的意见》《关于特种作业人员安全技术培训考核工作的意见》，中国劳动社会保障出版社组织有关专家，编写出版了这套“‘绿十字’安全生产教育培训丛书”，以方便各级安全生产监督管理部门及广大用人单位对生产经营单位负责人、安全生产管理人员、广大从业人员以及各类特种作业人员进行培训。

目 录

| | |
|----------------------------|---------|
| 第一章 防尘与防毒概论 | (1) |
| 第一节 我国尘、毒危害的现状 | (1) |
| 第二节 粉尘的来源和分类 | (4) |
| 第三节 工业毒物及其毒性 | (8) |
| 第四节 职业病与职业中毒 | (16) |
| 第五节 防尘防毒法规与卫生标准 | (24) |
| 第二章 粉尘特性与测定 | (37) |
| 第一节 粉尘的粒度 | (37) |
| 第二节 粉尘的粒子形状与结构 | (41) |
| 第三节 粉尘的物化特性 | (42) |
| 第四节 粉尘的测定方法 | (47) |
| 第三章 尘肺的发病机理 | (61) |
| 第一节 粉尘因素与尘肺 | (61) |
| 第二节 矽肺和矽酸盐肺的发病机理 | (71) |
| 第三节 煤矽肺的发病机理 | (88) |
| 第四节 其他尘肺的发病机理 | (91) |
| 第四章 粉尘防护技术与措施 | (98) |
| 第一节 防尘的一般措施 | (98) |
| 第二节 除尘器 | (103) |

| | | |
|------------|---------------------------|--------------|
| 第三节 | 化学抑尘····· | (126) |
| 第四节 | 通风除尘及工厂湿式防尘实践····· | (143) |
| 第五章 | 常见工业毒物的性质及其分析····· | (157) |
| 第一节 | 金属与类金属工业毒物的性质与分析····· | (157) |
| 第二节 | 液体工业毒物的性质与分析····· | (176) |
| 第三节 | 气体工业毒物的性质与分析····· | (186) |
| 第四节 | 其他工业毒物的性质与分析····· | (206) |
| 第六章 | 工业毒物中毒机理与临床诊断····· | (219) |
| 第一节 | 中毒机理与影响因素····· | (219) |
| 第二节 | 职业中毒的类型与表现····· | (224) |
| 第三节 | 职业中毒的诊断与治疗原则····· | (231) |
| 第七章 | 综合防毒措施····· | (244) |
| 第一节 | 防毒一般措施····· | (245) |
| 第二节 | 清洁生产的防毒技术措施····· | (253) |
| 第三节 | 个人防护与保健措施····· | (266) |
| 第四节 | 突发性环境污染事故的中毒应急处理····· | (276) |
| 参考 | 献····· | (285) |

第一章

防尘与防毒概论

第一节 我国尘、毒危害的现状

20 世纪的后 50 年，在工业生产和科学技术空前发展的背景下，防尘、防毒科学技术也进入了快速发展的时代，防尘、防毒科学技术在深度与广度两个层面上都取得很大的进展，基础毒理学、劳动生理学、职业心理学、遗传毒理学、人机工程学、卫生工程学等新的分支学科纷纷出现，已形成了一个比较完整的现代防尘、防毒科学体系。电子计算机和信息技术，使防尘、防毒的研究、开发和科学管理变得更为高效、合理；自动化、智能化的生产工艺，不仅使人彻底摆脱了繁重的体力劳动，同时也使劳动者能够充分避免接触有害物质和不必直接进入危险的环境；而新材料的革命，使石棉、有毒的有机溶剂等物质的生产和使用已成为历史。这些科学技术上的进步，大大改善了人类的工作环境和生活质量，可以根除某些长期以来威胁工人健康的职业危害。

现代防尘、防毒的目标不仅仅是针对职业中毒、尘肺等这些已逐渐得到控制的职业危害，而是更加关注工作条件对劳动者生理、心理的潜在影响，更加关注环境物质对人类的遗传学效应和对可能诱发肿瘤的危险性，更加关注职业因素对其他急慢性疾病的影响以及与工作有关的疾病。上述内容已成为现代防尘、防毒科学技术所研究的方向和任务。

现代防尘、防毒的工作范围，也不仅限于工矿企业，已逐渐

扩大到第三产业、公共场所、文教事业等部门。由于清洁生产概念的引入，开始把防尘、防毒工作和环境保护工作紧紧地联系在一起并互相促进、协同和发展。

在这种新的经济、社会、文化和科学技术的背景下，防尘、防毒工作面临着新的机遇与挑战，开始进入新防尘、防毒时代。知识经济时代赋予了防尘、防毒科学技术更深刻的社会性和提供了更广阔的发展空间，成为经济、社会可持续发展战略的一个重要组成部分。从防尘、防毒的发展趋势来看，新时代防尘、防毒科学技术的任务已不再仅仅是探索职业危害、疾病与健康这些内容，它的工作对象除了改善环境、促进健康这些已有的目标外，应将更多的注意力放在创造舒适、高效、有益身心健康的工作、社会和文化环境方面，以全面提高人类生活的质量。

中国的防尘、防毒工作虽然起步较晚，但发展十分迅速，正在努力地缩小与工业发达国家的差距。为了尽快跟上现代防尘、防毒飞速发展的步伐，当前的任务还相当艰巨。

50多年来，我国防尘、防毒工作取得了很大的成就，为保护劳动者健康付出了艰辛的劳动，做出了很大贡献。但由于我国经济基础及技术发展水平等原因，距离世界卫生组织提出的在20世纪末“人人享有卫生保健”的目标还有较大差距。

多年来，我国的职业危害一直没有得到根本控制，20世纪90年代以来，工伤与职业病的状况还比较严重。国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局于2003年12月颁布的《国家安全生产科技发展规划（2004—2010）》指出，全国有50多万个厂矿企业，存在不同程度的职业危害，接触粉尘、毒物和噪声等职业危害的职工在2500万人以上。近年来，每年新发职业病例数均在万例以上，且逐年上升，增长率超过10%。根据卫生部的统计，截至2002年底，全国累积发生尘肺病人581377例，疑似尘肺者60多万例，每年约5000人因尘肺死亡；每年发生各类急性职业中毒事故200多起。自1990年到现在，平均每年

新诊断尘肺病人 7 000 人左右。

近些年，全国每年报告统计的急慢性中毒者数千人，死亡数百人。据 1998 年统计，全国一年共发生职业病患者 16 869 人，其中工业领域 10 637 人（占 63.1%），农药中毒 6 232 人（占 32.9%），在工业性职业病中以尘肺最多，占 72.5%，其次为急慢性中毒，占 18.6%（见表 1—1）。

表 1—1 1998 年全国各类职业病发生情况

| 职业病种类 | 病人数（人） | 构成比（%） |
|-----------|--------|--------|
| 尘肺 | 8 285 | 49.1 |
| 农药中毒 | 6 232 | 36.9 |
| 慢性职业中毒 | 1 068 | 6.3 |
| 急性职业中毒 | 510 | 3 |
| 职业性眼、耳鼻喉病 | 437 | 2.6 |
| 职业性皮肤病 | 62 | 0.4 |
| 其他职业病 | 275 | 1.6 |
| 总计 | 16 869 | 100.0 |

改革开放以来，中小企业蓬勃发展，为国民经济高速增长做出很大贡献。但多数中小企业技术落后，作业环境较差。据抽样调查表明：82%的中小企业存在不同程度的职业危害，其中近 30%的从业工人接触粉尘、毒物等职业危害，其职业病和可疑职业病患者率达到 15.8%。一些高危险化学品和强致癌物没有得到严格的管理和限制，使重大恶性职业中毒时有发生，职业癌患者频频出现。中小企业的防尘、防毒工作已成为经济社会发展中的一个严重问题。职业危害不但威胁千百万劳动者的生命与健康，还给国民经济造成巨大损失。每年因职业病的直接损失近百亿元。我国近年也发生过多起重大人员中毒伤亡事故。例如，2003 年下半年开始，半年内南京铜山发生 5 次有毒气体外泄事故；2003 年 12 月 23 日，我国重庆开县发生天然气重大井喷事故，由于天然气含有大量的硫化氢有毒气体，导致了该井周围居民数千人中毒和 243 人死亡；2004 年 1 月南京市浦口区永宁镇

护国化工厂一台正在作业的钢制反应釜发生大爆炸，一名操作工被当场炸死，另外一名工人在爆炸瞬间被巨大的火球严重烧伤，另有五六名工人受轻伤，爆炸发生后，化工厂内燃起的浓烟发出一道刺鼻的气味，影响附近数百户居民。

当前是中国经济、社会变革巨大和发展迅猛的重要历史时期，中国的防尘、防毒科学技术人员担负着重要历史使命，也面临着前所未有的挑战与机遇。随着经济发展与社会进步，广大人民群众对生活质量的要求越来越高，对减少工伤事故与消除职业危害的呼声也越来越强烈，防尘、防毒工作所面临的任务日益繁重，压力也日益增大。

和平与发展已成为当前国际社会主流，“经济全球化”已逐渐由地区发展到全世界。在这种国际背景下，国际防尘、防毒工作一体化的潮流对中国防尘、防毒工作与国际接轨提出了紧迫的要求。显而易见，落后的防尘、防毒工作将可能对我国参加国际经济活动产生不良影响。坚持科学的发展观，实施可持续发展战略，已成为我国政府的一项基本国策，作为可持续发展重要内容之一的防尘、防毒工作，应当得到重视与优先发展，以使 21 世纪我国防尘、防毒工作能有新的面貌。

第二节 粉尘的来源和分类

粉尘有生活性粉尘与生产性粉尘之分，生活性粉尘是人们在生活过程中造成的细小颗粒物质，其影响相对于生产性粉尘要小得多，因此本书讨论的粉尘主要是生产性粉尘。生产性粉尘是指在工业生产过程（如矿山开采中的凿岩、爆破、装渣运输；冶金

尘，这些粉尘都叫生产性粉尘，对人体都是有害的，特别是矿物质粉尘的危害最为严重，是导致尘肺最主要的原因。

一、生产性粉尘的来源

生产性粉尘是指生产和加工过程中产生的粉尘，其来源主要为：

第一，矿山开采过程中的凿岩、爆破、装载、运输以及煤矿采煤工作面的割煤、运输、支护等各工序，矿石加工生产过程中的粉碎、选矿、筛分等工序。

第二，开山筑路、开凿隧道、修筑涵洞过程中的打眼、爆破等。

第三，金属的加工、研磨，水泥、石棉、玻璃等生产过程中的原料粉碎，烟草、皮毛的加工，骨粉的制造，以及粮食生产中的脱粒、磨粉等。

二、生产性粉尘的分类

1. 生产性粉尘按其性质可分为无机粉尘和有机粉尘两大类（见表 1—2）

表 1—2 生产性粉尘分类

| 粉尘性质 | | 粉尘来源 | 粉尘名称 |
|------|--------|----------------|---------------|
| 无机粉尘 | 矿物粉尘 | 矿山开采、矿石粉碎加工等 | 石英、石棉、煤等 |
| | 金属粉尘 | 金属冶炼、研磨等 | 铁、锡、钡、锑、铍等 |
| | 人工合成粉尘 | 水泥制造、电极制造等 | 水泥、炭黑、金刚砂、玻璃等 |
| 有机粉尘 | 植物粉尘 | 纺织、谷物、烟草、木材加工等 | 棉、麻、甘蔗、烟草、谷物等 |
| | 动物粉尘 | 皮毛加工、骨粉制造等 | 皮毛、骨粉等 |

(1) 无机粉尘

1) 矿物粉尘，如石英尘、石棉尘、滑石尘、云母尘、煤尘等。

2) 金属粉尘，如铁尘、锡尘、铜尘、铝尘等。

3) 人工合成粉尘，如水泥、玻璃、金刚砂粉尘等。

(2) 有机粉尘

- 1) 动物粉尘，如毛发尘、皮革尘、蚕丝尘、骨粉尘等。
- 2) 植物粉尘，如棉麻尘、木材尘、烟草尘、茶尘、谷物粉尘等。
- 3) 人工合成粉尘，如合成纤维、塑料粉末、有机玻璃粉尘等。

(3) 混合粉尘

由两种或两种以上粉尘混合在一起而形成的粉尘。如煤矿采掘工作面空气中含有的就是煤尘与岩尘的混合粉尘。

2. 按粉尘粒径大小可分为三类

- (1) 可见粉尘，粒径在 $10\ \mu\text{m}$ 以上，肉眼可以看见。
- (2) 显微粉尘，粒径在 $0.25\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$ 之间，在光学显微镜下可以看到。
- (3) 超显微粉尘，粒径在 $0.25\ \mu\text{m}$ 以下，在电子显微镜下才能见到。

3. 按粉尘对人体的致病机制可分为五类

- (1) 硅尘，含有较多游离二氧化硅的粉尘，如石英尘、滑石尘等，吸入后易致肺纤维化，形成硅结节。
- (2) 石棉粉尘，具有纤维状结构，吸入后可致石棉肺，并诱发肺癌。
- (3) 放射性粉尘，如铀矿尘等，吸入人体将产生辐射危害，诱发肺癌。
- (4) 有毒粉尘，如铅尘，含镉、锆、铬的粉尘等，吸入人体后产生各种中毒症状。
- (5) 一般无毒粉尘，如煤尘、水泥尘等，长期吸入将导致各种尘肺病。

三、煤矿生产性粉尘实例

煤矿生产性粉尘的产生情况主要有地下和露天两种。我国煤矿绝大多数是地下开采，露天开采只占少数。

地下开采的主要工序如下：

- 岩石巷道掘进的生产过程包括：凿岩→爆破→装渣→运输等。

- 采煤的生产过程包括：采煤机采煤或电钻打眼→爆破→支护→运输等。

- 运到地面的原煤还要经过选煤、洗煤等工序，然后进入煤仓或装车外运。

露天开采的生产过程：

露天开采剥离覆盖层→电铲掘煤→装车运输等。

上述煤矿的生产过程，如不采取适当的防尘措施，都能产生大量的粉尘（见表 1—3）。

表 1—3 煤矿生产性粉尘的种类、性质及来源

| 项 目 | 岩石粉尘 | 煤尘及以煤尘为主的混合性粉尘 |
|----------------|------------------|------------------|
| 粉尘产生的场所 | 岩石掘进工作面 | 采煤工作面、煤仓、洗煤厂 |
| 接触粉尘的工种 | 凿岩工、运渣工、放炮工、通风工等 | 采煤工、支护工、装卸工、洗煤工等 |
| 粉尘中游离二氧化硅含量（%） | 20~80 | 1~20 |
| 致纤维化能力 | 强 | 较弱 |

其中以井下凿岩和采煤工序产生的粉尘量最大。随着机械化采掘程度的提高，粉尘的产生量也随之增多。用干式凿岩机凿岩时，工作面粉尘浓度可达 $800 \sim 1\,400 \text{ mg/m}^3$ 。爆破后在爆破中心区及其附近的粉尘浓度可达 $1\,000 \text{ mg/m}^3$ 左右。湿式作业时，工作面的粉尘浓度可明显下降。根据一些煤矿测定，井下工作面和 非工作面的粉尘浓度差别很大，采掘的各个工序粉尘浓度也各不相同。根据采煤工作面的几个主要工序作业面可吸入粉尘浓度的测定表明，工种、工序不同，接触粉尘的情况也有明显差别。据统计，干式凿岩、爆破所产生的粉尘量较湿式作业时高得多（见表 1—4）。

表 1—4 不同作业方式粉尘产生量的比例 (%)

| 作业方式 | 凿岩 | 爆破 | 其他工序 |
|------|-------|-------|-------|
| 干式 | 80~85 | 10~15 | 5~10 |
| 湿式 | 40~50 | 35~45 | 10~20 |

凿岩机凿岩时飞扬到空气中的粉尘量还与钻进速度、同一工作面凿岩机的台数以及细微粉尘的产生量等因素有关。

井下作业环境的粉尘除主要为矿物粉尘外，尚有少量的金属微粒和爆破时产生的其他物质，如钢钎头磨损产生的粉末、机油油雾、炮烟等。但这些粉尘由于数量很少，对尘肺的发生没有明显影响。

第三节 工业毒物及其毒性

一、工业毒物的概念

一般来说，凡作用于人体并产生有害作用的物质都叫毒物。在工业生产中所使用或产生的毒物，叫工业毒物。毒物侵入人体后与人体组织发生化学作用，并在一定条件下破坏人体的正常生理机能，引起某些器官和系统发生暂时性或永久性的病变，这种病变叫中毒，毒物的毒性是指化学毒物能够造成机体损害的能力。

应该指出，一般所谓毒物主要是指少量进入人体内而引起中毒的物质。毒物的含义是相对的，一方面，物质只有在特定条件下作用于人体才具有毒性；另一方面，任何物质只要具备了一定的条件，也就可能出现危害作用。至于职业中毒的发生，则与进入机体的化学毒物的剂量密切相关，毒性高的化学毒物以较小剂量即可以引起机体损害，毒性低的化学毒物则需大剂量，方可呈现毒性作用。化学毒物的毒性的大小是相对的，即只要达到一定

的剂量水平所有的化学毒物均具有毒性，而如 低于某一剂量水平时， 都不具有毒性。因此，剂量是影响化学毒物毒性的关 因素；除此之外，还要 接触条件对化学毒物毒性及性质的影响，包括接触 径、接触时间、速率、频率等因素。

具体 ，一种物质是 是毒物与它的数量及作用条件有直接关系。这就是说，虽然在体内有潜在性有毒物质存在，但并不意味着发生了中毒。在我们人体内，含有一定数量的铅、 和有机溶剂，但不能说由于这些物质的存在就 定我们发生了中毒。通常一种物质只有达到中毒剂量比才是毒物。实际上，任何物质当 用达到中毒剂量时，都可成为有毒物质。如 化 日常可作为食用，但人一次 用 200~250 g 就会致死。另一方面，毒物的作用条件也很重要，当条件改变时， 至一般非毒物的物质也具有毒性。如 化 到鼻 上会引起 ， 至使鼻中

。

在工业生产中，有毒有害的物质是广 存在的。

二、工业毒物的分类

据世界卫生组织的 计，全世界工农业生产中的化学物质约有 60 多万种。据国际潜在有毒化学物 组织统计，已 计有近 40 万种化学物，其中 多物质对人体有毒害作用。由于毒物的化学性质及物理化学性质各不相同，因此分类的方 很多。如按毒害作用性质分，可分为 息性毒物、刺 性毒物、麻 性毒物等；按人体的致毒部 ，可分为 经系统、 系统、消化系统、 系统、呼吸系统等。目前一般的分类方 是按毒物存在的形 、作用特 和化学结构等多种因素进 合分类的。

1. 按物理形 分类

(1) 气体

指在常 常压下呈气 的物质。如常见的 气、氢气、一氧化 、二氧化硫等。

(2) 气

指体发、体升而形成的气体。前者如、油气等，后者如时的气等。

(3) 雾

雾是指混在空气中的体微，多为气或体喷所形成，如喷作业时形成的雾，电铬和洗作业时形成的铬雾和硫雾等。

(4) 烟尘

称烟雾或烟气，是在空气中的体微粒，其直径小于 $0.1\ \mu\text{m}$ 。金属化时产生的气在空气中氧化可以形成烟，有机物加或燃烧时可产生烟。前者如时放出的气所产生的氧化烟尘，镉时产生的氧化镉烟尘；后者如塑料、加工时产生的烟。

(5) 粉尘

粉尘是能较长时间于空气中的体微粒，其直径为 $0.1\sim 10\ \mu\text{m}$ ，多为体物料经机械粉碎、研磨时形成，如制造铅料的铅尘，水泥、火材料加工中的粉尘等。

在空气中的粉尘、烟尘和雾等微粒，统称为气溶。

2. 按化学类属分类

毒物按其化学成分结合其形可分为无机毒物（金属与金属、气体及其他无机化合物）、有机毒物（氢化合物、氢化合物及其他有机物）两大类。由于化学合成工业的迅速发展，有机化合物的种类日益增多，有机毒物也随之增加。

3. 按毒物作用机制分类

毒物按其对机体产生的毒作用机制，并结合其临特大致可分为以下类：

(1) 刺激性毒物

、的气、、二氧化硫等均属此类毒物。所有刺激性气体和气尽管在物理、化学性质上有所不同，但它们直接