

职业危害与防护技术丛书

化学毒物危害与控制

周志俊 主编

金锡鹏 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是《职业危害与防护技术丛书》之一。

本书系统地介绍了化学毒物对健康的影响及其危害控制原则。主要内容有：化学毒物在体内过程、化学中毒的类型、化学物毒性的描述、化学毒物危害的识别过程、化学毒物的监测、不同行业化学物危害的特征、国家控制化学毒物危害的法律法规、预防职业性化学物中毒的综合措施、化学毒物危害的技术控制措施、发生化学中毒危害时的急救、应急救援以及危险信息交流。还介绍了常见化学物，包括国家高毒物品目录列出的化学物的英文名称、编码、理化特性、接触机会、体内过程、临床症状和诊断、中毒处理原则、现场处理原则、安全与卫生措施及管理信息。

本书可供从事职业卫生和职业病防治的专业人员、企业的管理人员以及企业的员工阅读参考，也可作为大专院校、科研机构培训专业人员的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

化学毒物危害与控制/周志俊主编. —北京：化学工业出版社，2007.1

(职业危害与防护技术丛书)

ISBN 978-7-5025-9917-1

I. 化… II. 周… III. ①化学工业-毒物-危害②化学工业-毒物-控制 IV. TQ086.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 005939 号

责任编辑：杜进祥

文字编辑：刘莉珺

责任校对：顾淑云

装帧设计：关 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印 装：北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张13 字数356千字

2007年6月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686）

售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：29.00 元

版权所有 违者必究

《职业危害与防护技术丛书》编委会

主 任：金锡鹏 陈镜琼

委 员：（按姓氏笔画排序）

王绵珍 杨 磊 何 纳 余启元

陈卫红 陈镜琼 金锡鹏 周志俊

姜庆五 夏昭林 彭开良

《化学毒物危害与控制》编写人员

主 编：周志俊 复旦大学公共卫生学院

副主编：吴 庆 复旦大学公共卫生学院

雷 玲 复旦大学公共卫生学院

编 委：常秀丽 复旦大学公共卫生学院

雷立健 复旦大学公共卫生学院

姜 楠 复旦大学公共卫生学院

吴强恩 复旦大学公共卫生学院

阮国洪 福建医科大学公共卫生学院

寿勇明 上海化学工业区医疗中心

主 审：金锡鹏 复旦大学公共卫生学院

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害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，工作规范缺失。

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，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

随着科学技术的进步，工业发展的加快，人类物质生活需求的提高，人类接触各种化学物的机会日趋增加。一方面，人类享受着众多化学物带来的各种便利，另一方面也面临着因化学物的危害给人类健康带来潜在的或显露的影响。在化学物的生产、储存、运输和使用过程中，因工艺设备、防护措施和管理等原因，化学物中毒事故常有发生，不仅造成接触这些毒物的劳动者发生职业性中毒，也使周围民众受到健康威胁，甚至造成严重的环境污染。一系列触目惊心的中毒事件，促使人们正确认识化学物的利与弊，进而思索人类在使用这些化学物的同时应如何控制它的危害。

化学物对人体健康的损害可分为两大类：一是短时间高浓度接触引起的急性中毒。这类事件的报告不少，已经有了血的教训。二是长时间低浓度接触引起的慢性健康损伤。因为健康影响因素的混杂性以及接触史的复杂性，慢性中毒以及对接触者子代的健康威胁常不能引起人们足够重视。改革开放以来，工业的高速发展，几乎使我国成为“世界大工厂”；危害转嫁倾向也日益凸现。不少企业设备简陋，没有有效的劳动保护设施，使用的新化学物又常以技术保密为由，不提供其化学性质及可能的危害，造成不少工人在很短的时间内就出现群体性的特征损害，这些为社会创造财富的工厂，有的却成为了劳动者的血泪工厂。

我国政府已经密切关注到这些企业的不良行为，在切实保障劳动者权益，促进劳动力资源持续发展的基础上采取了一系列实质性措施。2002年实施的《职业病防治法》就是一个重要的标志。与职业病防治法相配套的系列法规，如《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》、《职业病危害项目申报管理办法》、《建设项目职业病危害分类管

理办法》、《职业健康监护管理办法》、《职业病危害事故调查处理办法》、《职业病诊断与鉴定管理办法》等的发布，对有效地预防、控制和消除职业危害、防治职业病和保障劳动者健康都起到了关键性作用。

化学毒物的危害是可以预防的，有时并不需要很高的成本。但化学毒物的危害控制是一项政策性和原则性很强的技术工作，既要求我们熟悉掌握国家有关法律法规，更要求我们具备一定的专业理论知识。这正是《化学毒物危害与控制》一书编写的目的所在，我们期望这本书能为企业从事职业卫生工作的技术人员和工人提供一定的专业知识，使其在实践中能更好地执行国家法律法规、选择高效、经济、有针对性的职业卫生防护措施。

期望本书的出版，对推动企业化学毒物危害控制，促进企业健康和谐发展做出微薄贡献。本书可供职业卫生监督、业务指导服务单位和大专院校相关专业师生参考，必有所益。本书的编写过程，对作者来说也是一个学习提高过程。由于化学毒物众多，作者不可能对每一个化学毒物都非常熟悉，许多资料来源于各种书籍和资料库网站。书中不当之处敬请读者批评指正。

衷心感谢本书主审金锡鹏教授和化学工业出版社对本书编写给予的关注和支持，没有他们的鼓励就不会有这本书付梓印刷。复旦大学公共卫生学院职业卫生专业的研究生在收集资料过程中也付出了辛勤劳动，在此一并感谢。

周志俊

2007 年 1 月

于复旦大学公共卫生学院

目 录

第一章 化学物中毒基础知识	1
第一节 毒物、毒性和毒性作用	1
一、毒物及其分类	1
二、毒性及其分级	2
三、毒性作用及其分类	3
四、毒性参数	6
五、中毒危险性指标	7
第二节 剂量、剂量-效应关系和剂量-反应关系	8
一、剂量	8
二、量反应与质反应	8
三、剂量-量反应关系和剂量-质反应关系	9
四、剂量-反应曲线	9
第三节 毒物在体内过程	11
一、毒物进入人体的途径	11
二、毒物在体内的过程	13
三、影响毒物对机体毒作用的因素	15
第二章 化学毒物的危害识别评价	17
第一节 化学毒物危害	17
一、职业危害因素	17
二、职业性病损	17
三、职业性中毒	18
第二节 化学毒物的识别	21
一、工业毒物的来源与存在形态、接触机会	21

二、主要的化学性职业危害因素	22
三、化学毒物的危害识别	24
第三节 化学毒物的监测	27
一、工作环境监测	27
二、生物监测	30
第三章 不同行业中的化学性有害毒物介绍	34
第一节 农、林、牧、渔业	34
一、农业	34
二、林业	35
三、畜牧业	35
四、渔业	36
第二节 采矿业	37
一、煤矿、金属矿和非金属矿采选业	37
二、石油和天然气开采业	39
第三节 制造业	40
一、纺织工业	40
二、服装及纺织成品工业	41
三、皮革、毛皮和制鞋业	42
四、木材加工业	43
五、印刷业	43
六、石油炼制	44
七、炼焦业	45
八、化学工业	46
九、医药工业	47
十、橡胶工业	48
十一、塑料工业	50
十二、金属处理与金属加工工业	53
十三、电器和设备制造业	54
十四、电缆制造业	56

十五、航天航空制造业	57
十六、微电子技术半导体	58
十七、玻璃制造业	59
十八、陶瓷工业	60
第四节 建筑业	60
第五节 交通业	61
一、公路交通	61
二、船舶运输业	61
第四章 职业性中毒的管理与控制	63
第一节 职业中毒控制的法律法规与职业卫生标准	63
一、职业病防治法	63
二、使用有毒物质作业场所劳动保护条例	63
三、危险化学品安全管理条例	65
四、职业病防治法的相关配套法规	66
五、职业卫生标准	66
第二节 职业卫生监督	68
一、预防性职业卫生监督	68
二、经常性职业卫生监督	68
第三节 行业自律与管理	69
一、保护劳动者健康是企业的责任	70
二、加强行业自律，防护化学毒物危害	70
三、生产行业化学毒物中毒防护的目标管理	70
四、决策层安全文化素质是企业安全文化建设的决定因素	71
五、发生职业化学中毒事故处理	72
第四节 预防职业中毒的综合治理措施	72
一、根除毒物	72
二、降低毒物浓度	72
三、工艺、建筑布局	73
四、个体防护	73

五、职业卫生服务	73
六、安全卫生管理	73
第五节 劳动者的权利与义务	74
一、知情权	74
二、培训权	74
三、拒绝冒险权	75
四、检举、控告权	75
五、特殊保障权	75
六、参与决策权	75
七、职业健康权	76
八、损害赔偿权	76
第六节 化学物中毒事件中的危险信息交流	76
一、危险信息交流的意义	77
二、信息交流的基本原则	77
三、信息交流的有效措施	78
四、信息交流的障碍	80
第五章 化学毒物危害的技术控制措施	81
第一节 工业通风	81
一、工业通风方法的分类	81
二、排风系统	84
三、通风设备的安全、维护及管理	85
四、通风的效果评价	86
五、产生有毒有害气体和蒸气的车间常用的通风方式	86
第二节 个人防护用品	87
一、个人防护用品分类	88
二、正确使用防护用品	95
三、个人防护用品的管理	95
第六章 中毒急救与应急救援的原则	97

第一节 中毒与急救	97
一、职业性急性中毒原因	97
二、中毒的现场救治	97
三、特效解毒药	98
四、中毒的调查	99
第二节 化学事故的应急救援	101
一、应急救援的基本原则	101
二、应急救援体系	102
三、应急救援预案的制定	103
四、化学危险品的管理和登记	106
五、化学事故的预防	108
 第七章 常见化学毒物介绍	 110
第一节 金属与类金属	110
第二节 氮氧硫化物	181
第三节 脂肪族与其硝基化合物	215
第四节 脂肪族卤代烃	226
第五节 卤素与其化合物	244
第六节 氰化物与腈类化合物	262
第七节 芳香烃与苯的化合物	281
第八节 环烃与卤代环烃	316
第九节 脂肪胺	331
第十节 醛酮醚酯类化合物	337
 索引	 394
毒物中文名称索引	394
毒物英文名称索引	397
 参考文献	 400

第一章 化学物中毒基础知识

第一节 毒物、毒性和毒性作用

一、毒物及其分类

毒物 (poison, toxicant) 通常指在一定条件下的外来化学物, 以较小的剂量作用于生物体, 能扰乱或破坏生物体的正常生理功能, 而引起组织结构的病理改变, 甚至危及生命。化学物质的有毒或无毒是相对的, 并不存在绝对的界线。任何一种化学物在一定条件下可能是有毒的, 而在另一条件下则可能对人体的健康是无害的。有句古话说得非常形象, “万物皆毒惟量焉”。几乎所有的化学物质, 当它进入生物体内超过一定量时, 都能产生不良作用, 即使是安全的药物或食品中的某些主要成分, 如果过量给予, 均可引起毒效应。例如, 各种药物一旦超过安全剂量可产生毒效应, 严重者会引起中毒; 食盐一次服用 15~60g 也有害于健康, 一次用量达 200~250g 可因其吸水作用导致电解质严重紊乱引起死亡。另一方面, 在人体内难免会存在痕量的铅、汞等重金属, 但这并不意味着发生了重金属中毒。

任何物质对生物体的有毒或无毒主要取决于它的剂量, 只能以产生毒效应的剂量大小相对地加以区别。不同化学物对生物体引起毒效应所需的剂量差别很大。有些化学物, 只要接触几微克即可导致死亡, 常被称为极毒化学物; 另一些化学物, 即使给予几克或更多, 也不会引起有毒效应, 常被认为是微毒或基本无毒的化学物。

人类最早接触的毒物, 主要来自动植物中的天然毒物。自 19 世纪工业革命以来, 合成化学物大量面世。特别是 20 世纪 40 年代以来, 随着科学技术的迅猛发展, 人们对生活质量的要求日益提高, 越来越多的化学合成品进入各种生产和生活领域。目前, 全世界登记的化学物质已达 1000 多万种, 人们经常使用和接触的约有 7 万~8 万

种，此外，每年还有 1000 多种新产品投入市场，使人们接触的化学物质无论是在品种上还是数量上都日益增加。有关化学物质的分类，随用途和习惯不同而异。例如，按其用途和分布范围可分为：

(1) 工业化学品 如生产原料、辅剂、中间体、副产品、杂质、成品等。

(2) 食品添加剂 如糖精、香精、食用色素、防腐剂等。

(3) 日用化学品 如化妆品、清洁与洗涤用品、防虫杀虫用品等。

(4) 农用化学品 如化肥、杀虫剂、除草剂、植物生长调节剂、保鲜剂等。

(5) 医用化学品 如各种剂型的药物、消杀剂、造影剂等。

(6) 环境污染物 如存在于废水、废气、废渣中的各种化学物质。

(7) 生物毒素 如动物毒素、植物毒素、细菌毒素、霉菌毒素等。

(8) 军事毒物 如芥子气等化学战毒剂。

(9) 放射性物质 如放射性核素、天然放射性元素等。

此外，还可按化学结构和理化性质、毒性级别、毒作用性质、作用的靶器官、毒作用的生理生化机制等对化学物质进行分类，可根据具体情况予以选择。

二、毒性及其分级

毒性 (toxicity) 是指某种化学物引起机体损害能力的大小或强弱。化学物的毒性大小是与机体吸收该化学物的剂量，进入靶器官毒效应部位的数量和引起机体损害的程度有关。高毒性化学物仅以小剂量就能引起机体的损害。低毒性化学物则需大剂量才能引起体的伤害。该化学物引起某种毒效应所需的剂量愈小，毒性愈大，所需的剂量愈大，则毒性就小。在同样剂量水平下，高毒化学物引起机体的损害程度较严重，而低毒性化学物引起的损伤程度往往较轻微。

描述急性毒性的最常用的指标是半数致死剂量 (LD_{50})。其含义是指某种化学物预期可致 50% 动物死亡的剂量值。它是常用的急性

毒性分级主要依据。在生产、包装、运输、储存和销售使用过程中，需根据化学物毒性分级，采取相应的防护措施。为便于比较化学物的毒性及有毒化学物的管理，国内外根据 LD_{50} 值大小提出了许多急性毒性分级标准，但这些分级标准尚未统一。国内工业品急性毒性分级标准见表 1-1。值得注意的是，一些化学物质急性毒性不大，而慢性毒性却很高，所以化学物的急性毒性分级与慢性毒性分级不能一概而论。

表 1-1 我国工业毒物急性毒性分级标准

毒 性 分 级	经口 LD_{50} /(mg/kg), 小鼠	吸入 LD_{50} /(mg/m ³), 2h, 小鼠	经皮 LD_{50} /(mg/kg), 兔
剧毒	<10	<50	<10
高毒	10~100	50~500	10~50
中等毒	101~1000	501~5000	51~500
低毒	1001~10000	5001~50000	501~5000
微毒	>10000	>50000	>5000

三、毒性作用及其分类

化学物质的毒性作用 (toxic effect) 是毒物原形或其代谢产物在效应部位达到一定数量并停留一定时间，与组织大分子成分互相作用的结果。毒性作用又称为毒效应，是化学物质对机体所致的不良或有害的生物学改变，故又可称为不良效应、损伤作用或损害作用。毒性作用的特点是，在接触化学物质后，机体表现出各种功能障碍、应激能力下降、维持机体稳态能力降低及对于环境中的其他有害因素敏感性增高等。这些毒效应可以根据不同的分类原则划分为以下几种类型。

1. 按毒作用发生的时间分类

(1) 急性毒作用 (acute toxic action) 指较短时间内 (小于 24h) 一次或多次接触化学物后，在短期内 (小于两周) 出现的毒效应。如各种腐蚀性化学物、许多神经性的毒物、氧化磷酸化抑制剂、致死合成剂等，均可引起急性毒作用。

(2) 慢性毒作用 (chronic toxic action) 指长期甚至终身接触小