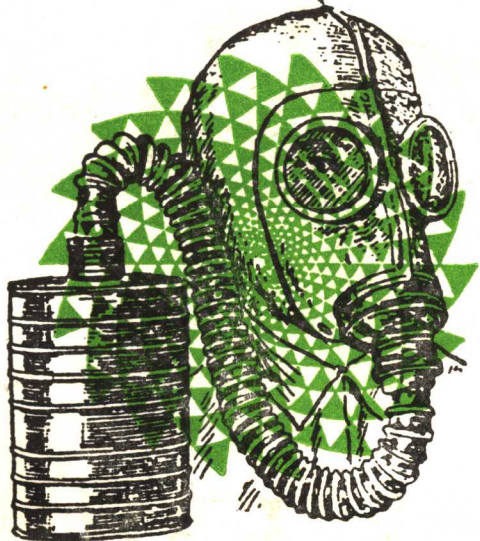




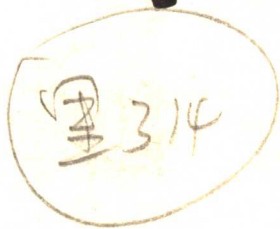
劳动保护实用丛书

●丛书主编：林明清

工业防毒

工业防毒

林开涵 编



电子工业出版社

劳动保护实用丛书

林明清 主编

工业防毒

林开涵 编

电子工业出版社

内 容 提 要

本书从介绍工业毒物与职业中毒的基本概念入手,重点叙述了防毒的综合措施与要求;常见工业毒物的毒性特点;有害、有毒气体和粉尘的防治;工业废水和废渣的处理方法;最后还介绍了毒物的监测方法。全书共分八章。本书冀望读者不但在认识上有所提高,而且能从书中所介绍的管理与治理方法触类旁通,得到启示。

本书可作为有毒作业工人、安技干部、劳动保护工作者和企业管理干部的培训教材,也可供有关的技术干部和有关专业的大、专院校学生参考。

劳动保护实用丛书

林明清主编

*

工业防毒

林开涵 编

责任编辑:詹善琼

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

北京艺辉胶印厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/32 印张:6.75 字数146千字

1991年5月第一版 1991年5月第一次印刷

印数:3000册 定价:3.60元

ISBN7-5053-1229-4/TN·366

《劳动保护实用丛书》前言

“管理”也是生产力，这个观点已逐步被人们所认识，说“管理具有化无为有，化有为无的神奇功力”，也不无道理。

劳动保护工作是企业管理一个不可分割的组成部分，也是生产力。搞得不好，会使可能发生的事故得以避免，搞得不好，会使不该出现的事故发生。它对激发职工生产热情、提高产品质量和数量，以及社会的潜在影响，更是不可忽视的。劳动保护支出的费用不是单纯的耗费，而是能获得经济效益的投资。1901年，美国钢铁工业受经济萧条的影响，极不景气。但经其董事长埃尔·巴德贾基·凯利确定：“安全第一”为公司的经营方针后，因致力于防止事故的发生，不仅使事故减少，同时产量和质量都得到提高，公司也获得了繁荣。我国依靠加强劳动保护得经济效益的企业也很多。邯郸钢铁总厂仅1985年9月至1986年9月间，由于避免事故而间接创造的经济效益达72.4万元。马鞍山钢铁公司某矿在这方面也取得了经济效益。而1987年3月哈尔滨亚麻厂的粉尘爆炸事故及5月的大兴安岭森林火灾造成极为严重的损失，从反面给我们以教育和启示。

马克思主义认为，人是生产力中最积极、最活跃的因素。到本世纪40年代，资产阶级学者创立的行为科学也开始强调生产中人的因素，其“需要层次理论”（由马斯洛：A·H·Maslow提出）将安全排在仅次于生理需要的第二

需要（生理、安全、爱、尊重和自我实现的五大需要）。他和我们重视人的作用虽有本质的区别，但对于搞好生产管理、安全生产都是有益的。关心人、关心劳动者的安全、使他们能在安全、卫生、舒适的环境中远行生产，更是社会主义企业领导者的责任。

搞好劳动保护和安全的基础工作之一是增强全体职工的安全意识，提高其安全知识与操作技能。希望本丛书能对上述工作有所贡献。这套丛书本着取材“着重实用、注意管理”的原则，面向生产工人和基层劳动保护工作人员进行编写。丛书包括安全技术、工业卫生和安全管理方面的内容，分《电气焊安全》、《噪声防治》、《冲压安全》、《起重机及其电气安全》、《防火防爆》、《安全用电技术》、《农村安全用电》、《木工安全技术》、《工业防毒》等 10 多个题目分册出版。由于丛书涉及安全的各个方面，内容极为广泛，加上编者水平有限，不当之处，敬请读者指正。

林明清

1987.9

于北京

目 录

第一章 工业毒物与中毒的基本概念.....	(1)
第一节 工业毒物与职业中毒	(1)
第二节 工业毒物的种类、毒性与中毒特点	(5)
第二章 工业防毒综合措施与要求	(20)
第一节 改革工艺和设备	(20)
第二节 控制腐蚀	(30)
第三节 通风排毒	(34)
第四节 个人防护措施	(47)
第五节 卫生保健措施	(50)
第六节 严格管理制度, 加强安全教育	(52)
第三章 无机毒物	(55)
第一节 金属类毒物	(55)
第二节 硫和磷	(63)
第三节 三酸二碱	(65)
第四节 无机纤维	(67)
第四章 有机毒物	(69)
第一节 有机化合物和溶剂	(69)
第二节 高分子化合物单体和配合剂	(75)
第三节 农药	(83)
第五章 车间空气中有害物质及其防治	(88)
第一节 大气中有害物质	(89)
第二节 窒息性气体与刺激性气体	(91)
第三节 大气质量的评价标准	(93)

第四节	常见有害气体的毒性与预防措施	(96)
第五节	有害气体的净化	(104)
第六节	有害蒸气的冷凝回收	(110)
第七节	消烟除尘	(117)
第六章	有毒有害废水的防治	(132)
第一节	什么叫有害废水和有毒废水	(132)
第二节	预防措施	(134)
第三节	处理方法	(135)
第四节	几种有毒有害废水的处理	(139)
第七章	有毒工业废渣的治理	(163)
第一节	工业废渣的危害	(163)
第二节	防治原则	(164)
第三节	汞渣的治理	(165)
第四节	铬渣的治理	(168)
第五节	铅渣、锌渣、镍渣的治理	(173)
第六节	硼泥的综合利用	(175)
第七节	粉煤灰的综合利用	(177)
第八章	有害物质的监测	(181)
第一节	测定的目的和意义	(181)
第二节	监测方法概述	(182)
第三节	空气中有害物质浓度表示方法与换算	(187)
第四节	部分有害有毒物质的测定	(189)
附表 1:	《车间空气中有害气体、蒸气及粉尘的最高容许浓度》	(202)
附表 2:	《十三类有害物质的排放标准》	(206)
参考文献		(209)
后记		(210)

第一章 工业毒物与中毒的基本概念

安全生产包含人身安全与设备安全二个方面。其中人身安全尤其重要。能否保障企业职工安全生产，避免职业中毒，对绝大多数的工矿企业来说都与生产环境的良否息息相关，即能否有效地预防、控制和治理生产中碰到和产生的化学毒物、粉尘等有害物质。为预防、控制和治理这些有害物质，首先应了解什么是工业毒物及其性质等问题，然后才能采取适当措施加以防治。

第一节 工业毒物与职业中毒

一、何谓工业毒物

在工业生产中，人们需要使用某些具有毒性的物质作原料，或则在生产过程中产生有毒的气体、液体或固体物质。例如，电镀中使用了剧毒的氰化钠，油漆中使用苯类溶剂，有些金属熔融时产生有毒的蒸气等等。这些有毒物质与人体接触，侵入人体后，当积蓄到一定的量，与人体组织发生生物化学或生物物理学的作用，会达到破坏人体的正常生理功能的程度，使得某些器官或系统发生暂时性的或永久性的病变，甚至危及生命。我们称它们为工业毒物或生产性毒物。生产劳动过程中工业毒物引起的中毒就叫做职业中毒。

二、工业毒物的存在形式与形态

工业毒物来自工业生产过程的各个部门和各个环节，品种繁杂，不同的行业其存在形式和形态都不一样。

(一) 存在形式：大致有以下几方面：

1、原料 如生产蓄电池用的铅，制造人造羊毛用的丙烯腈等。

2、辅助原料 如生产聚氯乙烯塑料用的铅盐稳定剂，油漆部门用的苯类溶剂等。

3、中间产品 如生产染料的中间体硝基苯等。

4、成品 农药厂生产的乐果等杀虫剂都是有毒物质。

5、副产品 如炼焦时产生的煤焦油和沥青。

6、三废 包括各种有毒的废渣、废水、废酸和废气。

(二) 存在形态：包括固态、液态、气态和形成气溶胶。所谓气溶胶系指固体或液体以微小粒子分散在气体介质中而构成的分散系统。当分散在气体中的微粒为固体时，称为粉尘和烟；当分散在气体中的微粒为液体时，称为雾。分述如下：

1、固体 如氰化钠、铅等。

2、液体 如水银、苯等。

3、气体 系指常温、常压下呈气态的物质，例如氯气、硫化氢、一氧化碳等。

4、蒸气 系由液体蒸发或固体升华而形成，例如苯的蒸气和顺丁烯二酸酐加热升华时产生的蒸气都是有毒的。

5、粉尘 系指能够较长时间飘浮在空气中的固体微粒，其粒子直径多为 0.1~10 微米，大都是固体物质在机械粉碎、碾磨和混合过程中产生的。如颜料厂生产的铅丹粉和聚氯乙烯塑料中使用的粉状硬脂酸镉都会形成毒性较大的粉尘。

6、烟 悬浮在空气中的固体微粒直径小于 0.1 微米的称为烟。一些金属熔化时产生的蒸气在空气中氧化冷凝会形成有害的烟尘，如氧化锌烟尘、氧化镉烟尘等；塑料受热分解也往往会释放出有毒的烟尘。

7、雾 多数由于蒸气冷凝或液体喷洒而形成，例如金属酸洗时形成的酸雾和喷漆施工中生成的漆雾等。

工业毒物存在的形态不同，对人们产生毒害的途径也不同，防治其毒害的方法也不同。

三、怎样造成职业中毒

生产劳动中，由于防护不好或没有防护，使职工接触到的毒物侵入人体就造成职业中毒。

(一) 生产过程接触毒物的机会

主要包括以下几方面：

1、原料准备过程 例如固体料的粉碎、碾磨、过筛、配合和搅匀以及有毒液体料的称重、装料等都有可能沾染皮肤和衣物。

2、生产操作过程 轻、化工厂反应过程控制不好造成冒锅或冲料，设备防腐不善造成跑、冒、滴、漏都会造成有毒物质大量散发在环境中。矿山工人开采过程接触有毒的粉尘和蒸气，冶炼工人也常常会遇到许多有毒的金属蒸气和烟雾。此外，产品烘干、粉碎、包装等过程中，遇到有毒产品防护不当，操作不当，也会引起中毒。

3、运输、贮藏过程 在有毒粉状物质、液态物质、气态物质的运输、贮藏过程中，都可能由于包装容器的破损、泄漏、渗漏而散落在环境中，造成毒物污染。

4、设备清洗维修过程 例如，进入反应釜除垢、清

洗；物料输送系统泄漏或出料口堵塞时采取应急措施时都可能接触大量毒物。

（二）毒物侵入人体的途径

1、经呼吸道侵入 凡是有毒的气体、蒸气、粉尘、烟和雾都会经过呼吸道进入人体，再通过肺泡吸收直接进入血液循环导致中毒。粒子直径大于 5 微米的粉尘或雾，在进入呼吸道时，绝大部份被鼻腔和上呼吸道所阻留，很少能到达肺泡，而粒子直径 3 微米的烟和气则易到达肺泡。

工业毒物通过呼吸道进入人体是最常见、最主要的途径，受害最广、最大。

2、经皮肤接触侵入

皮肤吸收毒物的途径有两种：一种是通过表皮屏障到达真皮，进入血液循环；另一种是通过汗腺，或通过毛囊与皮脂腺，绕过表皮屏障而达到真皮。

毒物经皮肤吸收的数量和速度，与它的脂溶性、水溶性、浓度、皮肤接触面积以及外界的气温、湿度等因素有关。

脂溶性的物质，如苯及其同系物，氯代烃类化合物，苯的硝基、氨基化合物，金属有机化合物（四乙铅、有机锡等）和有机磷等毒物容易通过表皮屏障。但如不具有一定的水溶性也不易被血液所吸收。汞及汞盐、砷的氧化物（砒霜）等能与皮脂结合，所以也会经皮肤侵入人体。而具有强腐蚀性的酸、碱、盐类则能直接破坏皮肤屏障而侵害人体。

3、经消化道侵入

这主要是由于食物、饮料被工业毒物污染或不良卫生习惯以及误服所引起。有些毒物，如酚类、尼古丁、氢氰酸等在口腔内即可被粘膜吸收。而进入胃肠道的毒物主要在小肠

吸收。脂溶性的毒物在肠内被吸收较快，被吸收后先经过门静脉系统、肝脏，再进入大循环。其中有的会被肝脏解毒转化为无毒的或毒性小的物质。一部份会随排泄物排泄出体外。

第二节 工业毒物的种类、毒性与中毒特点

一、毒物的种类

根据工业毒物的性质和毒理作用，可对毒物进行不同的分类。

(一) 化学分类

1、挥发性毒物 包括无机及有机的挥发性毒物。常见的有黄磷、氰化物、醇类、酚类、酯类、苯、苯胺、硝基苯、卤代烃类等。

2、非挥发性有机毒物 此类毒物多是较复杂的有机化合物，品种繁多，又可分为两类：

(1) 中性及酸性有机毒物，如水杨酸、巴比妥类安眠药、尿素等。

(2) 碱性有机毒物，如生物碱类（阿托品、烟碱、奎宁等）、苯的氨基化合物及许多镇痛药、兴奋药等。

3、金属毒物 常见的有：砷、汞、镉、铅、钡、铬等化合物。

4、其它毒物 主要有：强酸、强碱、无机和有机酸的某些盐类、一氧化碳、鸦片等。

(二) 毒理学分

1、腐蚀毒 这类毒物可使机体组织蛋白坏死变性，如强酸、强碱、酚类、升汞等。

2、实质毒 此类毒物会对实质性脏器发生毒害作用，如砷化合物、铅化合物、有机磷和有机氯农药等。

3、血液毒 此类毒物吸收后与血液发生作用而中毒，如一氧化碳、硫化氢等。

4、神经毒 能够引起神经系统障碍的毒物，如丙烯酰胺、丙酮、溴代烃类、汞及其化合物等。

5、酶抑制毒 使机体的酶被抑制而失去活性，造成机体代谢障碍而引起中毒的毒物，如氰化物、有机磷农药等。

二、毒物的毒性作用

(一) 毒性作用的含义

表示毒物的剂量与效应的关系称为毒性。中毒所需毒物剂量（或浓度）愈小，则说明该毒物的毒性愈大。但要注意，毒性是相对的，它是毒物与机体在一定条件下相互作用的结果，与种种因素有关，并非一成不变。

毒性通常用致死剂量（或浓度）来表示。常见工业毒物之间的毒性差别可达几千至几万倍，例如，光气的毒性就比二氧化碳大了约一万倍。一般吸入的毒性以毒物在空气中的浓度毫克/米³、毫克/升或 ppm（百万分之一浓度）表示；其它途经侵入人体的毒性以每公斤体重给药的量，即毫克/千克或毫升/千克表示。

(二) 急性毒性的指标与分级

1、绝对致死量或浓度（LD₁₀₀ 或 LC₁₀₀），即染毒动物全部死亡的最小剂量或浓度。

2、半数致死量或浓度（LD₅₀ 或 LC₅₀），即染毒动物半数死亡的剂量或浓度。

3、最小致死量或浓度（MLD 或 MLC），指染毒动物

中个别动物死亡的剂量与浓度。

4、最大耐受量或浓度(LD_0 或 LC_0)，指染毒动物全部存活的最大剂量或浓度。

以上各项指标中以 LD_{50} 最为常用，也最合适。表 1-1 为化学毒物的急性毒性分级表。

表 1-1 化学毒物的急性分级

毒性 分级	大鼠一次 经口 LD_{50} (毫克/千克)	6 只大鼠吸入 4 小时死亡 2 ~4 只的浓度 (ppm)	兔涂皮 LD_{50} (毫克/千克)	人经口的可能致死量	
				(克/千克)	总量(克) (以体重 60 千克计)
剧 毒	<1	<10	<5	<0.05	0.1
高 毒	1~	10~	5~	0.05~	3
中等毒	50~	100~	44~	0.5~	30
低 毒	500~	1000~	350~	5~	250
微 毒	5000~	10000~	2180~	>15	>1000

毒性分级在预防职业中毒方面有着重要的意义。化学物质的生产、包装、运输、贮藏和使用，都应该按照所属的毒性级，采取相应的防护措施。

(三) 毒物的慢性毒性

毒物的慢性毒性与急性毒性并不一致，有些化学物质急性毒性不大，而慢性毒性却较高。急性作用与慢性作用也不同，比如，苯对人体急性作用表现为麻醉，而慢性作用则使造血系统损害；某些氯化烃类，急性作用也表现为麻醉，而慢性作用则使肝损害。慢性毒性尚无统一标准，有人提出，可按毒物在车间空气中的最高容许浓度分为三级：在 1 毫克/米³ 及以下的为高毒，在 100 毫克/米³ 及以上的为低

毒，介于两者之间的为中等毒。这种分级作为厂房通风设计是合适的。

三、中毒的因素

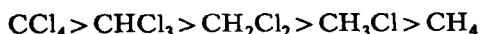
毒物对人体的毒性作用既与毒物本身的理化性质有关，也与环境条件有关，还与人的机体状态有关。分述如下：

(一) 毒物的理化性质

1、化学结构 决定毒物的毒性，关键是该物质的化学结构。主要归纳以下几点：

(1) 低价化合物的毒性比高价化合物强，主要是因有不饱和键存在，使毒物易于参加反应。例如三价砷化合物(As_2O_3)的毒性比五价砷化合物(As_2O_5)大，乙炔(C_2H_2)的毒性比乙烯(C_2H_4)大，乙烯的毒性又比乙烷(C_2H_6)大。

(2) 烃类化合物中氢原子被卤素取代后毒性增大，取代越多，毒性越大。如：



(3) 芳香族化合物中的氢原子如被硝基($-\text{NO}_2$)或氨基($-\text{NH}_2$)取代后，毒性增大。如硝基苯和苯胺的毒性比苯强。

(4) 芳香族化合物如增加羧基($-\text{COOH}$)则毒性减弱。例如苯甲酸的毒性大大小于苯的毒性。

(5) 脂肪族烃类，随着碳原子数增加，其毒性增大。在碳氢化合物的同分异构体中，直链的毒性比支链的大；成环的比不成环的毒性大。

(6) 分子结构中取代氢而引上羟基($-\text{OH}$)、氧(O)或硫(S)时，麻醉作用增大。例如乙醇的麻醉作用大于乙烷。

2、物理性质 主要和毒物的分散度、溶解度、挥发性有关。

(1) 分散度：物质的毒性和分散度成正比关系。分散度大，化学活性增大，毒物粒子小也容易被吸入肺泡而中毒。

(2) 溶解度：溶解度愈大，毒性愈大。例如三氧化二砷的溶解度比三硫化二砷大 3 万倍，故前者为剧毒品，后者则毒性较小。更应引起重视的是毒物在体液中的溶解度，如磷化锌在水中溶解度虽然较小，但在胃酸中却能分解出毒性很大的磷化氢。有些毒物虽不溶于水，但脂溶性强，如汞、四乙基铅、苯的衍生物等，进入机体后，会贮于脂肪组织和富有类脂质的细胞内，造成严重中毒。

(3) 挥发性：沸点低、易挥发、蒸气压高的毒物，在空气中浓度大，容易从呼吸道吸入中毒。特别要注意有些毒性大的熔融金属易于变成蒸气而危害人体健康。

(二) 环境条件

环境的温度、湿度都对毒物作用有影响。温度高，毒物易挥发，人体的皮肤血管扩张，呼吸加快，出汗增多，这些都加速了对毒物的吸收。湿度大会使卤化氢等的毒性增大。

(三) 机体状态

毒作用随不同个体年龄、性别、生理状态、营养状态、健康状态而异。妇女的皮肤柔嫩，覆毛少，对毒物的耐受性低。少年儿童生长发育尚未成熟，对毒物的抵抗力较弱，也比较敏感。老年人由于代谢机能低下，对毒物的抵抗力较壮年人差，对作用于血管系统的毒物特别敏感。体弱多病、营养不良的人抵抗力差，也容易中毒。由于每个人的高级神经活动类型不同，对毒物的敏感性也不同。例如，有的人对生漆、糠醛等容易过敏，有的则不会。慢性气管炎患者则对刺

激性气体十分敏感。

因为毒性作用和毒物吸收率有关，而吸收率又和胃内充盈状况有关，所以空腹时毒物容易被吸收，吃饱时因有食物稀释毒物并使接触面小，吸收慢，毒性作用也较迟缓。

四、毒物的联合作用

在生产环境中，人们往往同时接触数种毒物。当两种或两种以上毒物同时或先后相继作用于机体，称为毒物的联合作用。

数种毒物联合作用的效应可能表现为相加作用（等于各毒物分别作用相加的总和）、相乘作用或增毒作用（大于相加的总和）和拮抗作用（小于相加的总和）。相加作用与相乘作用统称为协同作用。

影响联合作用效应的因素很多，主要有毒物的种类、混合物的剂量及各组分的配比等。

目前已知大部份刺激性气体的刺激作用多为相加作用；具有麻醉作用的毒物，在麻醉方面也多表现为相加作用。一氧化碳与硫化氢或一氧化碳与氮氧化物同时存在时，则出现相乘作用。用于职业中毒急救和治疗的解毒剂与被解毒物质之间的作用，就是两种化合物的相互拮抗作用。但工业毒物之间拮抗作用的情况并不多见。

研究联合作用的资料还表明：产生增毒作用的混合毒物中，起主导作用的毒物，在混合毒物的组成中必须达到一定的量，才会出现增毒作用。

五、毒物在体内的分布、转化、排泄和积蓄

（一）毒物的分布