

化工职业中毒临床手册

王莹 孙维生 魏少征 主编

人民卫生出版社

化工职业中毒 临床手册

主 编

王 莹 孙维生 魏少征

编 者

王 莹 王自齐 王敬钦
孙维生 张承先 贺大钧
胡富荣 魏少征 魏尚信

人 民 卫 生 出 版 社

化工职业中毒临床手册

王莹 孙维生 魏少征 主编

人民卫生出版社出版
(北京市崇文区天坛西里10号)

四川新华印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米32开本11 $\frac{1}{8}$ 印张 4插页 261千字

1982年7月第1版第1次印刷

印数：1—11,100

统一书号：14048·4153 定价：1.25元

前 言

随着化学工业的迅速发展，从事化工生产和研究的人员日益增多。在化工生产和使用过程中，由于人们经常接触有毒物质以及化工生产具有易燃、易爆、易中毒的特点，可能发生各种急性和慢性职业中毒。为了保护职工身体健康，促进化工职业病防治工作的开展，保障化工生产的发展，化工部组织化工系统从事化工职业病防治工作多年的临床医师，在总结自身经验的基础上，参阅有关资料，编写了这本化工职业中毒临床手册。

本书就化工企业生产过程中经常接触到的化学毒物所引起的职业性中毒进行了讨论。全书分总论、中毒性脏器损害、无机毒物和有机毒物四章；并汇集了车间空气中有害物质最高容许浓度、临床检验正常值、五种职业中毒诊断标准及处理原则，以供工矿企业医疗卫生部门的职业病医师、劳动卫生医师、内科医师和医学院校师生以及劳动保护工作者参考。

本书在编写过程中得到吉林化学工业公司职业病防治研究所、上海市化工局职业病防治研究所、南京化学工业公司职工医院职业病科、山东齐鲁石油化工总公司职工医院工业卫生科、武汉市化工局职业病防治所、兰州化学工业公司职工医院职业病防治研究所等单位同志们的大力支持；并承上海市杨浦区中心医院职业病科薛汉麟主任、上海市化工局职业病防治研究所吴振球主任、北京市工业卫生职业病研究所王淑芬主任指正，对此，一并表示衷心感谢。

限于编者经验不多，业务水平有限，错误缺点难免，不当之处诚望读者批评，指正。

编 者

1980.8.

目 录

第一章 总论	1
第一节 化工生产的基本特点	1
第二节 化工职业中毒的特点	5
第三节 诊断	14
第四节 治疗	23
第五节 预防	39
第二章 主要脏器损害	46
第一节 中毒性肺水肿	46
第二节 中毒性休克	55
第三节 中毒性心肌损害	63
第四节 中毒性肾脏损害	71
第五节 中毒性肝脏损害	83
第六节 中毒性脑水肿	92
第七节 中毒性血液系统损害	99
第八节 中毒性神经精神损害	112
第三章 无机毒物	121
第一节 金属、类金属及其化合物	121
铅及其化合物	121
汞及其化合物	129
锰及其化合物	135
铬及其化合物	140
镉及其化合物	144
钡及其化合物	148
砷及其化合物	152
砷化氢（砷化三氢）	156

磷及其化合物	159
第二节 窒息性气体	162
氰化氢	163
一氧化碳	165
硫化氢	169
氮气	174
第三节 刺激性气体	175
氯气	177
光气	181
溴及其化合物	184
氮氧化物	187
二氧化硫	191
氨	194
硫酸二甲酯	197
第四章 有机毒物	200
第一节 有机化合物	200
苯	209
甲苯	209
二甲苯	210
苯的氨基和硝基化合物	212
苯酚	220
苯肼	223
乙萘胺	225
蒽	230
醌(苯醌)	231
丙烯酰胺	233
二硫化碳	235
四氯化碳	239
溴甲烷	243
三氯甲烷	245

二氯乙烷	247
三氯乙烯	250
甲醇	252
甲酸	255
丙酮	256
氯甲甲醚	258
汽油	260
液化石油气	263
沥青	265
第二节 高分子化合物	267
塑料	268
有机氟及其化合物	268
乙烯	275
丙烯	277
氯乙烯	278
环氧氯丙烷	283
甲醛	285
甲苯二异氰酸酯	288
合成橡胶	290
丁二烯	290
苯乙烯	292
氯丁二烯	294
合成纤维	297
丙烯腈	297
己内酰胺	300
二甲基甲酰胺	301
联苯—联苯醚	302
乙二醇	303
第三节 农药	305
有机磷农药	305

有机氯农药	320
有机汞农药	324
有机锡农药	330
有机氟农药	334
有机氮农药 (杀虫脒)	339
有机硫杀菌剂	341
氨基甲酸酯类	343
附录(一) 车间空气中有害物质的最高容许浓度	346
附录(二) 临床检验正常值	349
附录(三) 五种职业中毒的诊断标准及处理原则	361
1. 铅中毒的诊断标准及处理原则	361
2. 汞中毒的诊断标准及处理原则	363
3. 苯中毒的诊断标准及处理原则	365
4. 苯的氨基、硝基化合物 (不包括三硝基甲苯)	
中毒的诊断标准及处理原则	366
5. 有机磷农药中毒的诊断标准及处理原则	368

第一章 总 论

第一节 化工生产的基本特点

一、化工生产的概况

化学工业产品种类繁多，应用广泛。它们是由各种简单的原料，采用各种不同的工艺方法生产而成的。从化工生产发展历史来看，化学工业是由简单的无机化工逐渐发展为复杂的有机合成化工。其主要原料由煤发展为石油（或油田气）。

近年来，随着工农业生产的迅速发展，化学工业也有了飞速的发展，如化肥、农药及合成树脂、合成纤维、合成橡胶等工业发展很快。某些产品不仅能满足国内市场的需要，而且还能出口。

化学工业发展的速度快慢，直接影响农业、轻工业的发展，它对提高人民的物质生活水平，促进国民经济发展具有重要意义。例如生产一公斤化肥可增产粮食 3 ~ 5 公斤；一座年产量为 10 万吨乙烯的工厂，可供解决 3,000 万人口一年的穿衣问题。其他如宇宙航行、国防、交通、印刷、医药、纺织等各行各业都离不开化学工业。

二、化工生产的特点

（一）行业多、种类多

1. 化肥行业 包括氮肥、磷肥、钾肥三种。
2. 化工原料 分无机化工原料和有机化工原料两种。

（1）无机化工原料 主要有三酸（硫酸、盐酸、硝酸）

和二碱（烧碱、纯碱）。

（2）有机化工原料 主要有三苯（苯、甲苯、二甲苯）、三烯（乙烯、丙烯、丁二烯）、二醇（甲醇、乙醇）、二醛（甲醛、乙醛）、二酚（苯酚、萘酚）等。

3.合成树脂行业 聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、有机玻璃、环氧树脂、酚醛树脂、有机硅树脂、有机氟树脂等。

4.合成纤维行业 有聚酰胺类纤维（锦纶）、聚乙烯醇缩醛纤维（维尼纶）、丙烯腈纤维、聚氯乙烯纤维、聚脂纤维（涤纶）、聚乙烯和聚丙烯纤维。

5.合成橡胶行业 有氯丁橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶、丁腈橡胶、异戊橡胶、硅橡胶、氟橡胶等。

6.农药行业 农药品种繁多，按其作用分为杀虫剂、杀菌剂、杀螨剂、杀鼠剂、除草剂和生物调节剂等几大类。按其化学性质分无机农药和有机农药两类。有机农药又分有机氯、有机磷、有机氮等几大类。

7.染料及其中间体

（1）染料 按化学结构有：

1）偶氮染料；2）蒽醌染料；3）靛类染料；4）硫化染料；5）碳型染料；6）酞菁染料；7）活性染料。

（2）染料中间体 苯的氨基、硝基化合物、苯酚、蒽醌、水杨酸、H酸、J酸等。

8.油漆行业 油漆分：清漆、磁漆、醇醛漆、硝基漆等十八类，其稀释剂用苯、二甲苯、脂类、醇类等。

9.感光材料行业 包括片基和感光乳剂的生产两大部分。

10.助剂行业 包括促进剂、稳定剂、增塑剂、防老剂等。

11. 医药行业 目前能生产的药物分二十三类三千三百多种。

12. 试剂 分无机和有机试剂两大类,目前我国生产的化学试剂约有三千多种。

(二)化工生产过程基本一致 尽管各种化工产品使用的原料及生产工艺不同,但生产工序大致相同。工人在劳动过程中的职业危害,则因其接触毒物的种类不同而不一样,但由于作业环境和生产方式有共同之处,所以某些职业性中毒则较容易发生。

1. 原料的配制和加工 固体原料需要破碎、过筛、烘干、配料等工序,粉尘和加工过程中逸出的气体,可污染环境,危害人体健康。

2. 原料的输送和投料 化工一般以密闭的设备和管道式生产。但原料从仓库运送到生产车间和投入装置内多为敞开式。在投料时由于打开贮料器或反应器的盖孔,故有一定量的固体(粉尘)、液体或气体物料扩散到作业环境中。

3. 化学反应 物料在反应器内进行化学反应(化合、分解、置换、聚合等),通常需要高温、高压及金属催化剂等条件下进行。某些化学物质本身易挥发、易燃烧、易爆炸。所以在生产条件不均衡或违犯操作规程时,容易发生爆炸、烧火等事故。另外有些化学物质对设备有腐蚀性、造成设备密闭不良,出现跑、冒、滴、漏现象。

4. 成品的精制和包装 化学反应完成后,经过离心、蒸发、结晶、出料,成品包装等工序。在这些工序中,如果防护措施不当,都有有毒有害物质挥发出来。

5. 辅助岗位 为使化工生产能正常进行,必须做一些辅助工作,如采样做质量分析、维修设备和仪表、清渣等工

作。这些工作多为手工操作，直接接触毒物，虽然时间短，但毒物浓度较高。

三、化工生产中的职业危害因素

化工生产中的职业危害多种多样，随着生产的发展而不断增加，但随着科学技术的发展它也逐渐被人们所认识，并加以控制或消除。

(一)化学毒物的存在形态

1. 气体 在常温常压下 (25°C 760毫米汞柱) 下为气态的物质称为气体，如一氧化碳、氯气、氨气、硫化氢等。

2. 蒸气 在常温常压下为固体或液体的物质，由固体升华或液体蒸发的气体称蒸气。如苯蒸气、苯胺蒸气、磷蒸气等。

3. 雾 通常称为气溶胶，系指在空气中混悬的液体微粒，如各种酸蒸气冷凝的酸雾、喷漆过程中形成的含苯漆雾等。

4. 烟 系指飘浮于空气中的固体微粒，直径小于0.1微米者称为烟，多由某些金属熔化时产生的蒸气在空气中氧化凝集而成，如氧化铅、氧化锌的烟。

5. 粉尘 是悬浮在空气中的固体微粒（是固体物质机械粉碎、碾磨、凿岩形成的），其直径大于0.1微米称为粉尘。又分无机粉尘如矽尘、煤尘等；有机粉尘如树脂、染料、纤维粉尘等。

(二)有害的物理因素 如高温、高湿、低温、高频、微波、放射线、暗室不良照明、噪音、震动等。

(三)变态反应 某些化学物质本身是半抗原，侵入体内与蛋白结合形成抗原，引起变态反应。

第二节 化工职业中毒的特点

一、毒物与人体的关系

(一)毒物与中毒 某些化学物质进入人体后，能与机体的体液或器官组织发生生物化学作用或生物物理学作用，破坏正常生理功能，引起某些器官和系统的暂时性和永久性病理改变，这些物质称为毒物。

在化工生产过程中由化学毒物所引起的急、慢性中毒称为职业性化学中毒。

(二)影响毒物毒作用的条件

1.毒物的毒性 表示毒物的剂量与效应的关系称为毒性。通常认为：所需毒物剂量（或浓度）愈小，表示该毒物的毒性愈大。常用下列指标表示：

(1)绝对致死量或浓度 (LD_{100} 或 LC_{100})，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 (LD_{50} 或 LC_{50})，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)，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)，染毒动物全部存活的最大剂量或浓度。

除用动物死亡来表示毒性外，还可利用毒物的浓度与接触时间的关系来表示，即毒物浓度 (C) × 接触时间 (T)，CT值称为中毒系数。

毒物的急性毒性可按 LD_{50} 的大小分级，如将毒物分为剧毒、高毒、中等毒、低毒、微毒五级。

表1—1 化学毒物的急性毒性分级

急性 分级	大鼠一次经口 LD ₅₀ (mg/kg)	6只大鼠吸入4小 时死亡2~4只 的浓度(ppm)	兔涂皮LD ₅₀ (mg/kg)	对人可能致死量	
				g/kg	总量(g) (60kg体重)
剧毒	< 1	< 10	< 5	< 0.05	0.1
高毒	1 ~	10 ~	5 ~	0.05 ~	3
中等毒	50 ~	100 ~	14 ~	0.5 ~	30
低毒	500 ~	1,000 ~	350 ~	5 ~	250
微毒	5,000 ~	10,000 ~	2,180 ~	> 15	> 1,000

2. 化学结构与毒性的关系 物质的化学结构与毒性有一定的关系，如脂肪族碳氢化合物，随着碳原子数的增加，其毒性也增大；不饱和的碳氢化合物中，不饱和程度愈大，其毒性也愈大，如乙炔>乙烯>乙烷；在芳香烃类化合物中，苯环上的氢被其他原子或基团取代毒性有所增加，如硝基氯苯>硝基苯>苯胺>苯。

3. 物理性质与毒作用的关系

(1) 溶解度 溶解度愈大，则毒性愈大。如三氧化二砷的溶解度比三硫化二砷大3万倍，故前者毒性大，后者毒性小。

(2) 挥发度 沸点低，易挥发，蒸气压高的毒物，则易引起吸入中毒。

(3) 分散度 粉尘形态的毒物，粒子越小，分散度愈大，也容易被吸入肺内引起中毒。

4. 环境条件与毒作用的关系 环境的温度、湿度在一定程度上影响毒物的作用。高温时，毒物易挥发，人体的皮肤血管扩张，呼吸加快，出汗增多，这些都促进与加速毒物的吸收，无疑增加了毒物的毒性作用。

5. 个体因素与毒作用的关系 个体因素包括年龄、性

别、生理状态、营养状况、健康状况及对毒物的耐受性和敏感性等。如儿童、妇女、老年人对毒物的耐受性较低；患慢性病者对毒物的抵抗力也低，如肝病对四氯化碳，肾病对砷和汞，慢性气管炎对刺激性气体等都较易中毒。

6. 毒物的联合作用 生产环境中往往存在着多种毒物，几种毒物同时对人体产生毒作用，则出现毒物的联合作用。其表现有下述几种形式：

- (1) 相加作用 等于每个毒物的毒性作用相加的总和；
- (2) 相乘作用 大于各个毒物的毒性作用相加的总和；
- (3) 拮抗作用 小于每个毒物单独的毒性作用。

(三) 毒物的吸收、代谢和排泄

1. 毒物的侵入途径 在生产条件下，毒物主要经呼吸道和皮肤进入人体，经消化道进入者少见。

(1) 呼吸道 从鼻腔至肺泡整个呼吸道，由于各部结构不同，对毒物的吸收也不一样。愈深部面积愈大，毒物停留的时间愈长，吸收的也愈多。

呼吸道吸收毒物的速度，取决于空气中毒物的浓度、理化性、在水中的溶解度和肺通气量、心输出量等因素，而后者又与劳动强度、气温的变化有关。气体和蒸气的吸收速度，还取决于该物质在肺泡内外的分压，分压差越大，吸收越快。

当有毒气体在血液内达到饱和时，一般不再继续吸收。毒物在血液内最大浓度与肺泡中浓度之比，称为血/气分配系数。毒物的水溶性越大，此系数越大，也越容易吸收。

血/气分配系数(K)，其公式为：

$$K = \frac{\text{在血液内最大的浓度 (mg/l)}}{\text{在肺泡气内的浓度 (mg/l)}}$$

(2)皮肤 化学毒物通过皮肤的途径大致有三：1)通过表皮屏障；2)通过毛囊；3)极少数通过汗腺。由于表皮角质层下的表皮细胞的生物膜富有固醇磷脂，能阻止水溶性物质的透入；脂溶性的物质虽能顺利地透过此屏障，如果是非水溶性的物质，也不易被血液所吸收。

毒物经皮肤吸收的数量和速度，除与其脂溶性、水溶性、浓度等有关外，还与皮肤的湿度升高、出汗增多、解剖部位等有关。

(3)消化道 生产过程中，除偶然机会（如喷射、爆炸等）外，经口进入体内极少见；可以通过被毒物污染了的食物，纸烟和手指而经消化道进入体内；另外，呼吸道中残留的粉状毒物，部分可经咽部咽下而进入消化道。

2.毒物在体内的转归 毒物吸收后，通过血液循环分布到全身各组织或器官而发挥其毒作用，或储存于某些组织器官中。一般毒物在肝脏内进行转化，而后排出体外。毒物在体内的过程大致经过分布、转化、排泄和蓄积。

(1)分布 毒物吸收后，通过血液或淋巴分布到全身。由于毒物本身的理化特性及各组织的生化、生理特点，因而出现了某些毒物对某种器官、组织的特殊的亲和力。毒物分布比较集中的器官，也容易造成明显的毒性损害。

(2)转化 毒物进入人体，一部分直接产生变化；大部分与体内的酶系统相作用，改变原来的化学结构和性质，变成了另外的一种或几种物质，这种转变过程称为转化。常见的转化过程有：

1)氧化 这是转化的主要方式。近年来证明，氧化主要是通过肝细胞微粒体的细胞色素P-450酶来完成的。细胞色素P-450是一种铁卟啉蛋白，具有一个铁原子，对外来物质