

G  
O  
N  
G  
  
Y  
E  
  
D  
U  
  
L  
I  
  
X  
U  
E

# 工业毒理学

上 册

上海人民出版社

# 工业毒理学

(上册)

《工业毒理学》编写组 编

上海人民出版社

工业毒理学

上册

《工业毒理学》编写组

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 18.75 字数 424,000

1976年3月第1版 1976年3月第1次印刷

统一书号: 14171·194 定价: 1.20元

## 主 编 单 位

(以笔划为序)

上海市化工局职业病防治所    上海市劳动卫生职业病防治院  
上海市徐汇区吴泾医院职业病组    上海第一医学院卫生系  
中山医学院卫生学教研组    唐山煤矿医学院卫生学教研组  
遵义医学院卫生防疫学教研组

## 参加编写本书单位

(以笔划为序)

上海市杨浦区中心医院职业病科    上海市杨浦区吴淞医院眼科  
上海市第四人民医院职业病防治科    上海市静安区中心医院职业病组  
上海第一医学院中山医院职业病组    上海第一医学院华山医院职业病组  
上海第二医学院卫生学教研组    上海第二医学院新华医院职业病组  
上海第二医学院瑞金医院职业病组    天津市职业病防治院  
中国科学院实验生物研究所    云南楚雄卫生学校卫生学教研组  
北京朝阳医院职业病科    苏州医学院卫生系  
中国人民解放军第二军医大学海医系  
中国人民解放军第三军医大学军队卫生教研室、防护教研室及附属一院

# 毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

应当积极地预防和医治人民的疾病，推广人民的医药卫生事业。

自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。

## 前 言

无产阶级文化大革命以来，特别是随着批林批孔运动的深入开展，在毛主席无产阶级革命路线指引下，卫生战线同全国各条战线一样，形势一片大好。

当前，广大革命医药卫生人员在毛主席为首的党中央领导下，坚持党的基本路线，认真学习无产阶级专政理论，以阶级斗争为纲，正积极投入三大革命运动，深入工矿、农村，接受工农兵的再教育，努力开展常见病、多发病、职业病和职业中毒的防治工作。因此我们为了更好地为工农业生产发展的需要服务，做好职业中毒的防治工作，在党的领导下，自1973年4月起着手筹组编写本书。

本书的编写，力求运用辩证唯物主义的观点，尽可能做到理论联系实际。编写内容除阐述有关工业毒物的理化特性、接触机会和动物实验等资料外，从我国实际情况出发，充实临床资料和防治方法，以期贯彻实验室、临床和防治工作相结合，更好地适应基层厂矿实际工作者的需要。

在编写过程中，我们努力学习工农兵同职业中毒作斗争的实际经验，介绍国内的研究成果，特别是无产阶级文化大革命以来，各地区、各兄弟单位有关工业毒理实验和职业中毒防治研究的交流资料。我国的工农业生产发展迅猛，生产中使用或接触的化学物质繁多，对于过去国内研究较少的一些毒物，我们遵照“洋为中用”的教导，参阅了国外文献资料，并介绍国际间有关这一学科的某些动态，以作为今后我们防治研究工作的参考。必须

指出，某些国外资料，特别是临床报告，多为重症改变，这与我国实际情况不同。同时，工业毒理学中的动物实验资料，特别是急性中毒实验多半是在高浓度、高剂量下的所见，因而在临床实际工作中，不能直接运用到人体。有关中西医结合的材料，收集资料不够全面，我们实践经验也很少，尚待今后充实加强。

工农业生产中所接触的化学物质品种颇多。本书所收集的有29类品种化合物。前三章为总论，各个品种的毒性、临床和防治方法等分别于各论中按类别分章介绍。

本书初稿除发信征求意见外，还到工厂、农村听取工农兵、医务人员、工人医生、赤脚医生的意见，根据同志们的建议进行了必要的修改。但在品种的数量上，而且在内容方面都远远跟不上形势发展的需要。

在编写期间，承各兄弟单位的医药卫生工作者提供了大量资料，有的同志还热诚地提出修改意见。中国医学科学院卫生研究所、上海化工学院染料教研组、华山医院和瑞金医院皮肤科，武汉医学院劳动卫生教研组，静安区中心医院内科，上海市农药研究所，上海第一医学院图书馆资料组及化学、生物化学、合成药化、中医等教研组给我们大力支持，并审查总论或有关章节，在此一并谨致谢意。由于我们学习马列主义、毛泽东思想还很差，政治和业务水平有限，实际经验又不足，本书还会存在不少缺点和错误，殷切希望同志们批评指正。

《工业毒理学》编写组

# 编辑说明

一、本书所收集的目前工农业生产中比较常见的化学物质,主要按化学分类编排。全书共 32 章,上册第 1~3 章是总论部分,第 4~9 章介绍一些元素及其化合物,其中金属元素(第 4~5 章)按原子序数编排。下册第 10~29 章按有机化合物的分类编排,第 30~32 章按用途专题叙述。附录介绍国外的空气中有毒物质的容许浓度和空气中有毒物质的浓度表示法的换算系数。有关毒理实验方法,另编专册。

二、为便于读者检索毒物品种,在下册最后附索引。

三、本书采用的化学名词主要按《英汉化学化工词汇》,医学名词按《医学名词汇编》。一些新名词,按《实用内科学》、《内科手册》等所采用的译名。

四、常用的单位和少数化学名词用符号表示:

kg 公斤	cm 厘米
g 克	mm 毫米
mg 毫克	$\mu$ 微米
$\mu$ g 微克	l 升
m 米	ml 毫升

mg/kg 每公斤物质中某一有毒物的毫克数。用于计算剂量时,指每公斤体重给予某一药物或毒物的毫克数。其余单位类推。

mg/m<sup>3</sup> 每立方米空气中有毒物质的毫克数。其余单位类推。

mg(某元素)/kg 每公斤物质中某一有毒物按其所含元素量计算的毫克数。如计算某一有机汞农药在食物中的污染量时,用 mgHg/kg 时,即按其所含的汞量,而不按化合物本身的量。其余单位类推。用于计算剂量时,kg 代

表体重的公斤数。

ppm 在空气中的气态物质按容积计,每一百万分空气中,某一物质的分数。

在固体或液体物内,是按重量计,每一百万分中,某一物质的分数。如 mg/kg 指 1 公斤(即一百万毫克)中的毫克数,与用 ppm 所表示的意义相同。

ppb 按容积计,每十亿分中,某一物质的分数。ppm 比 ppb 大 1,000 倍。

mg/l 每升溶液中某一物质的毫克数。

M 克分子

mM 毫克分子

mEq 毫克当量

N 当量浓度

mN 毫当量浓度

LD(LC) 致死量(浓度)

LD<sub>100</sub>(LC<sub>100</sub>) 绝对致死量(浓度)

LD<sub>50</sub>(LC<sub>50</sub>) 半数致死量(浓度)

MLD(MLC) 最小致死量(浓度)

LD<sub>0</sub>(LC<sub>0</sub>) 最大耐受量(浓度)

Ct 浓度与接触时间的乘积

LCt 引起动物死亡的浓度与接触时间的乘积

LCt<sub>50</sub> 引起半数动物死亡的浓度与接触时间的乘积

五、固体和液体的比重,均以 4°C 的水为 1。气体的比重,以空气 = 1。

六、溶解度。未注明单位者指在一定温度下,一种物质溶解于 100 克的溶剂中的克数。如有其他表示单位,另行注出。

七、爆炸限用百分数表示,即某一物质在空气中的百分比,以容积计算。如以重量计算者,则另行注明。

八、本书所用毒性资料,引自综合参考文献的,一般不另注出处。

九、本书所引用的车间空气中有毒物质的最

高容许浓度,系依据我国 1962 年颁布的国标建(GBJ) 1-62《工业企业设计卫生标准》。这标准目前正在修订中。凡文中指出“建议”字样的,表示尚未正式

颁布或个别单位所提出的数据,以供参考。国标建(GBJ)1-62中所规定的车间空气中有害物质的最高容许浓度载于下表:

车间空气中有害气体、蒸气及粉尘的最高容许浓度

编号	物质名称	最高容许浓度 (毫克/立方米)	编号	物质名称	最高容许浓度 (毫克/立方米)
	一、气体及蒸气		33	氢氟酸的盐类(换算成HF)	1
1	1059 (O, O'-二乙基-乙硫醇基乙基硫代磷酸酯, 硫酮基及硫醇基异构体的混合物)	0.02	34	酚	5
2	1605 (O, O'-二乙基-O-对硝基苯基硫代磷酸酯)	0.05	35	萘烷, 四氯化萘	100
3	一氧化碳	30	36	黄磷	0.03
4	乙醚	600	37	氰化氢及氢氰酸盐(换算成HCN)	0.3
5	二甲苯	100	38	硫化氢	10
6	二氧化硫	20	39	硝酸及三氧化硫	2
7	二硫化碳	10	40	氯	2
8	二氯丙醇	5	41	氯化氢及盐酸	15
9	丁二烯、假丁烯	100		氯代烃:	
10	五氧化二磷	1	42	二氯乙烷	50
11	四乙铅	0.005	43	三氯乙烯	50
12	甲苯	100	44	四氯化碳	50
13	甲醛	5	45	氯乙烯	30
14	丙酮	400	46	氯戊烯	2
15	丙烯醛	0.7	47	氯苯	50
16	白节油, 石油英, 煤油, 矿物油(换算成C)	300	48	氯萘及氯联苯	1
17	光气	0.5	49	溶剂石脑油	100
	汽油:			醇:	
18	溶剂汽油(换算成C)	300	50	甲醇	50
19	页岩汽油(换算成C)	100	51	乙醇	1,500
20	松节油	300	52	丙醇	200
21	环氧氯丙烷	1	53	丁醇	200
22	苯	50	54	戊醇	100
23	苯及其同系物的一硝基化合物(硝基苯及硝基甲苯等)	5		醋酸酯:	
24	苯及其同系物的二及三硝基化合物(二硝基苯、三硝基甲苯等)	1	55	醋酸甲酯	100
25	苯的硝基及二硝基氯化物(一硝基氯苯、二硝基氯苯等)	1	56	醋酸乙酯	200
26	苯胺, 甲苯胺, 二甲苯胺	5	57	醋酸丙酯	200
27	金属汞	0.01	58	醋酸丁酯	200
28	氟化氢	1	59	醋酸戊酯	100
29	氨	30	60	磷化氢	0.3
30	氧化氮(换算成 N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	5		二、粉尘及其他气溶胶	
31	砷化氢	0.3		(一) 矿物粉尘及有机粉尘	
32	脂肪族不饱和醇类(丙烯醇、巴豆醇等)	2	1	含有 10% 以上游离二氧化硅的粉尘(石英、石英岩等)	2
			2	石棉粉尘及含有 10% 以上石棉的粉尘	2
			3	含有 10% 以下游离二氧化硅的滑石粉尘	4

续表

编 号	物 质 名 称	最高容许浓度 (毫克/立方米)	编 号	物 质 名 称	最高容许浓度 (毫克/立方米)
4	含有 10% 以下游离二氧化硅的水泥粉尘	6	17	氧化镉	0.1
5	含有 10% 以下游离二氧化硅的煤尘	10	18	钍	0.05
6	六六六(六氯环己烷, 同分异构体的混合物)	0.1	19	钒及其他化合物	0.1
7	丙体六六六(六氯环己烷, $\gamma$ 同分异构体)	0.05	20	五氧化二钒烟	0.5
8	烟草及茶叶粉尘	3	21	钒铁合金	1
9	氯化乙基汞	0.005	22	硫化铅	0.5
10	磷酸乙基汞	0.005	23	碱性气溶胶(换算成 NaOH)	0.5
11	其他各种粉尘 (二) 金属、非金属及其化合物的气溶胶	10	24	铅及其无机化合物	0.01
12	二氧化硒	0.1	25	铍及其化合物	0.001
13	三氧化二砷及五氧化二砷	0.3	26	铀(可溶性化合物)	0.015
14	三氧化铬, 铬酸盐, 重铬酸盐(换算成 $Cr_2O_3$ )	0.1	27	铀(不可溶性化合物)	0.075
15	升汞	0.1	28	钼(可溶性化合物)	4
16	氧化锌	7	29	钼(不可溶性化合物)	6
			30	铝、氧化铝、铝合金	2
			31	锰及其化合物(换算成 $MnO_2$ )	0.3
			32	钨及碳化钨	6

注:

- 一、表中所载有害气体、蒸气及粉尘的最高容许浓度标准, 是对工作地点的要求。所谓工作地点是指工人为观察和管理生产过程而经常或定时逗留的地点。如生产操作在车间内许多不同地点进行时, 则整个车间都应算工作地点。
- 二、工人短时间逗留在车间内时, 以及不可能达到上表规定的浓度时, 只要取得卫生主管部门同意, 可不受上述规定的限制。
- 三、在含一氧化碳的空气中工作不超过一小時时, 一氧化碳的最高容许浓度可到 50 毫克/立方米; 工作不超过半小时时, 可到 100 毫克/立方米; 工作不超过 15~20 分时, 可到 200 毫克/立方米。在作业地带空气中含多量一氧化碳的情况下重复工作时, 每次工作间隔时间至少须隔 2 小时以上。
- 四、几种溶剂(苯及其同系物, 醇类, 醋酸酯类)的蒸气同时放散于空气中, 或几种带刺激性的气体(三氧化硫、二氧化硫、氯化氢、氟化氢等)同时放散于空气中, 或各种氮氧化物和一氧化碳同时散于空气中时, 全面通风换气量(指为了冲淡有害气体所需要送入车间的新鲜空气量), 应分别按每种溶剂的蒸气、每种刺激性气体和一氧化碳冲淡至容许浓度所需要的空气的总和计算。除上述有害气体及蒸气外, 其他有害物质同时放散于空气中时, 通风量应按毒害最大的物质需要的空气量计算。

本表根据 1962 年 7 月国家计划委员会和卫生部颁布的国标建(GBJ)1-62《工业企业设计卫生标准》

# 目 录

## 第一章 工业毒物与工业毒理学概论

一、绪言	1	(四)工业毒物的作用条件	6
(一)工业毒理学的任务和研究内容	1	三、工业毒理学概述	8
(二)工业毒理学的发展	2	(一)毒物的吸收	8
二、工业毒物的基本概念	3	(二)毒物的分布	10
(一)工业毒物的定义和范围	3	(三)毒物的代谢与排出	11
(二)工业毒物的形态和分类	4	(四)中毒的机理	15
(三)工业毒物的毒性	4	参考文献	16

## 第二章 职业中毒的临床表现

一、急性中毒的临床表现	17	(五)呼吸系统病变	23
(一)呼吸系统	17	(六)泌尿系统病变	23
(二)神经系统	18	(七)其它	23
(三)血液系统	20	三、职业中毒的诊断	24
(四)泌尿系统(急性肾小管坏死性肾病)	20	(一)职业中毒诊断方法	24
(五)循环系统	20	(二)急性职业中毒诊断的注意事项	25
(六)消化系统	20	(三)慢性职业中毒诊断的注意事项	26
(七)其它	22	(四)误诊病例原因的分析	26
二、慢性中毒的临床表现	22	四、工业毒物与皮肤病	23
(一)神经系统病变	22	五、工业毒物与眼病(附:酸、碱灼伤急救)	34
(二)精神改变	23	六、工业毒物与肿瘤	36
(三)造血系统和血液改变	23	参考文献	41
(四)消化系统病变	23		

## 第三章 职业中毒的防治

职业中毒的预防	43	(四)建立群众性组织	48
一、毒理资料的实际应用	43	四、预防职业中毒的卫生技术措施	48
二、空气中毒物最高容许浓度的制订和应 用	45	(一)工艺改革和技术革新	48
(一)最高容许浓度的制订	46	(二)厂房建筑设计的卫生要求	48
(二)实际应用最高容许浓度时的注意事项	47	(三)通风措施	48
三、预防职业中毒的组织措施	47	五、预防职业中毒的卫生保健措施	53
(一)严格执行有关法令	47	(一)车间空气中毒物浓度的监测	53
(二)改善劳动组织	47	(二)测定生物材料和排出物中的毒物含 量	54
(三)卫生宣传	48	(三)个人卫生及个人防护	55

(四)保健膳食.....	57	6. 急性中毒性肾病	
(五)就业前及定期健康检查.....	58	7. 急性中毒性心肌炎	
职业中毒的治疗.....	59	二、慢性职业中毒的治疗.....	70
一、急性职业中毒的治疗.....	59	(一)注意事项.....	70
(一)立刻使毒物不再继续进入体内.....	59	(二)常见症状处理方法.....	71
(二)解毒措施.....	60	化学性皮肤损伤的防治.....	76
1. 金属络合剂		一、预防.....	76
2. 其它措施		(一)皮肤防护剂.....	76
(三)尽速排出已进入机体的毒物.....	65	(二)皮肤清洁剂.....	77
1. 腹膜透析或人工肾的应用		二、治疗.....	77
2. 利尿疗法		(一)皮炎、湿疹的治疗.....	77
3. 换血疗法		(二)痤疮样损害.....	78
(四)支持疗法和对症治疗.....	65	(三)脓疱疹型损害.....	78
1. 保持呼吸道畅通及维持呼吸功能		(四)溃疡.....	78
2. 注意循环系统功能		(五)皮肤燥裂、角化.....	78
3. 急性中毒性脑病		(六)色素紊乱.....	78
4. 急性中毒性肺水肿		(七)其它各型皮损.....	78
5. 急性中毒性肝炎		参考文献.....	78

#### 第四章 金属(一)

锂及其化合物.....	79	镓及其化合物.....	115
铍及其化合物.....	80	锆及其化合物.....	116
镁及其化合物.....	84	铈及其化合物.....	117
铝及其化合物.....	86	铪及其化合物.....	118
烷基铝化合物.....	87	铟及其化合物.....	120
钛及其化合物.....	88	铅及其化合物.....	121
钒及其化合物.....	89	钽及其化合物.....	122
铬及其化合物.....	91	铪及其化合物.....	122
锰及其化合物.....	94	钿及其化合物.....	123
环戊二烯三羰基锰.....	101	银及其化合物.....	123
铁及其化合物.....	101	镉及其化合物.....	124
羰基铁.....	103	铟及其化合物.....	128
钴及其化合物.....	103	锡及其化合物.....	129
羰基钴.....	106	锡及其无机化合物.....	129
镍及其化合物.....	107	有机锡化合物.....	130
羰基镍.....	109	铊及其化合物.....	134
铜及其化合物.....	111	参考文献.....	135
锌及其化合物.....	112		

#### 第五章 金属(二)

钼及其化合物.....	141	钨及其化合物.....	143
钽及其化合物.....	142	铀及其化合物.....	145

铍及其化合物	146	铅及其化合物	161
铂及其化合物	146	四乙铅	167
金及其化合物	147	四甲铅	169
汞及其化合物	148	铋及其化合物	170
无机汞	148	钍及其化合物	171
有机汞	154	铀及其化合物	172
汞中毒的防治	157	稀土元素	175
铊及其化合物	158	参考文献	177

## 第六章 硼, 硅, 磷, 硫, 砷, 硒, 碲

硼及其化合物	180	硫酸	196
硼	180	硫化氢	197
硼烷	181	二硫化碳	201
三甲氧基硼氧烷	184	其它无机硫化物	205
硅及其化合物	184	有机硫	206
硅	184	秋兰姆及二硫化氨基甲酸衍生物	206
三氯氢硅(氯硅仿, 三氯甲基硅烷)	185	其它有机硫杀菌剂	209
烷基或苯基氯硅烷	185	硫醇类	210
磷及其化合物	187	单氟烷基硫醇	211
磷	187	多氟烷基硫化物	212
黄磷(白磷)	187	其它有机硫化物	213
赤磷	188	砷及其化合物	213
磷化氢	189	砷	213
五氯化磷	190	砷的氧化物和盐类	213
三氯化磷	190	砷化氢(砷化三氢)	217
五氧化二磷(磷酸酐)	190	砷的有机化合物(砷)	219
三硫化四磷	190	砷及其化合物中毒的预防	221
五硫化二磷(硫化磷, 过硫化磷)	191	硒及其化合物	222
三氯氧磷(磷酰氯)	191	硒	222
硫及其化合物	191	二氧化硒(亚硒酐)	224
硫	191	硒化氢	225
胶体硫	192	二氯氧化硒	227
多硫化钡	192	硒酸钠	227
氧硫化碳(硫化羰)	192	亚硒酸钠	227
一氯化硫	193	二甲硒	228
二氯化硫	193	其它硒化物	228
硫酰氯(氯化砒)	193	碲及其化合物	229
亚硫酰氯(氯化亚砒)	193	碲	229
二氧化硫	193	参考文献	231
三氧化硫(硫酸酐)	196		

## 第七章 碱性物质

概述	234	碳酸钠	239
氨及氢氧化铵	235	磷酸三钠	239
氢氧化钠	237	硅酸钠	240
氢氧化钾	238	参考文献	240
氧化钙和氢氧化钙	238		

## 第八章 卤族元素及其无机化合物

概述	241	氯化氢与盐酸	252
氟及其无机化合物	241	四氯化硅	253
氟	243	二氯亚砷(二氯氧化硫, 亚硫酰氯)	253
氟化氢与氢氟酸	244	二氯化砷(二氯二氧化硫, 硫酰氯)	254
二氟化氧(一氧化氟)	246	氯磺酸(磺酰氯)	254
三氟化氮	246	氯的其它无机化合物	254
三氟化硼	247	溴	255
四氟化硅	247	溴化氢与氢溴酸	255
氟化钠	248	溴的其它无机化合物	256
其它无机氟化物	248	碘	256
氯	250	碘的无机化合物	256
二氯化氯	252	参考文献	257

## 第九章 氧, 氮, 碳的无机化合物

氧	258	氮的氧化物	265
缺氧	260	硝酸	270
臭氧	261	三氯化氮	270
过氧化物	263	亚硝酰氯	271
过氧草酸乙基特丁酯	263	一氧化碳	271
$\alpha$ -氢过氧化枯烯	264	二氧化碳	277
二丙酰过氧化物	264	光气	278
过氧化特戊酸特丁酯	264	氟光气	281
过氧二碳酸双-3-甲基丁酯	264	参考文献	281
其它常见的过氧化物	264		

# 第一章 工业毒物与工业毒理学概论

## 一、绪 言

### (一)工业毒理学的任务和研究内容

我国的工业毒理学是解放后在毛主席的革命路线指引下发展起来的一门新型医药卫生专业学科。它是探索工农业生产和科学实验中有毒物质与生物体之间的反应、作用规律以及防治措施等的学科,是属于劳动卫生学与职业病学范畴内的一个分科。研究工业毒理学的目的在于认识生产中有毒物质的本质及其与人体之间的矛盾,以期改善劳动条件,防治职业性危害,保护人民健康,提高劳动生产率,为发展社会主义经济建设和巩固无产阶级专政服务。

工业毒理学的基本任务可概括为以下三个方面:

1. 调查研究生产中化学物质的毒性,进入机体的途径,体内代谢过程和作用特征等,从而为制订卫生标准和防护措施提供依据。毒理学基本资料,一般都先从动物实验获得,也有从临床观察和现场调查所提供。

2. 检测操作场所空气中有毒物质的品种和浓度,接触者血、尿、粪或其他方面的毒物含量以及有关代谢产物,摸清劳动场所和周围环境中的毒物来源,掌握其分布规律,为消除毒害因素和改善劳动条件而制定有效措施。

3. 运用临床医学或实验室检查,观察生产中有毒物质对人体的影响,探索其病因、发病机理、临床表现、诊断、治疗和预防措施,为防治工作提供理论依据,更好地保护劳动者的安全和健康。

工业毒理学的研究应以马克思主义、列宁主义、毛泽东思想为指针,运用辩证唯物主义和历史唯物主义,从保护劳动人民健康、促进工农业生产出发,通过实验室、临床和现场调查研究,提出防治办法。

随着工农业生产、国防建设和科学实验的蓬勃发展,人们可能遇到的化学物质与日俱增,特别是由于化学工业的有机合成、冶金工业的高级合金钢、机械制造工业和轻工业的某些新工艺新产品、纺织工业合成纤维等等生产,以及农业生产中各种农药、化肥的广泛使用,出现了不少新化学物质,如防护不周,可能会带来新的卫生问题,因而必须加强调查研究。

工业毒理学的研究内容是根据它的任务和要求而定的,一般说来,它的主要内容有以下几个方面:

1. 研究毒物的特性和毒性 首先要掌握品名、化学结构、形态、熔点、沸点、燃点或闪点、比重、蒸气压、挥发度、溶解度等理化特性。其次,可根据需要或要求进行动物实验,测定急性、亚急性和慢性毒性,观察其吸收、分布、排出、蓄积等过程,必要时还须进行联合毒性、作用机理以及实验治疗等的研究。

2. 研究毒物的作用条件 在生产和使用过程中有关毒物的毒作用,除通过实验室的动物实验外,更重要的是进行现场卫生学调查研究,即严密观察接触方式、浓度(或剂量)与反应间的关系,特别是某些致敏性物质或致癌性物质更不能仅以动物实验的资料作为唯一依据。

3. 研究毒物对人体的影响 运用临床医学的检查方法,研究毒物对人体的作用特

点,观察其临床表现、病变转归、诊断指标以及治疗效果等,并提供有效防治措施。

工业毒理学是一门综合性学科,它常需借助于许多学科的成就和研究方法。例如,研究毒性和作用条件,需要运用生物学、化学、物理学、生理学、生物化学、病理学、卫生检验、数理统计等等;研究毒物对人体的影响,尚须运用临床医学有关各科和流行病学的方法;而提供预防措施,还应学习一些生产工艺和工程技术的基本知识。

当前,科学技术发展很快,以空气中有毒物质的分析方法为例,除原有的容量法、比色法等外,还采用了分光光度法、气相色谱法、原子吸收光谱法、离子交换法以及超临界流相色谱法(Supercritical fluid chromatograph)等等;对实验动物的毒性影响,除原用的死亡率毒性指标、病理组织学等外,还采用了免疫、同位素示踪、酶化学等方法。此外,在实验研究中,已选用电子显微镜观察细胞的亚微结构改变,且对毒物与遗传因子、致敏性、致癌性等等的研究也有较快的发展。

工业毒理学的研究内容非常广泛,在整个工作过程中,我们应在党的一元化领导下,依靠群众,加强有关部门和有关学科的协作,围绕研究项目的重点和要求,抓住主要矛盾,从实际需要出发,根据实验条件,有计划有步骤地开展。

## (二)工业毒理学的发展

我国劳动人民在长期的生产实践中,对人类环境中有害因素与疾病的关系早有认识。公元七、八世纪时,我们的祖先对产生有毒气体的地点、浓度变动规律、测知方法以及消除措施,已开始有较系统的观察。如隋代巢元方著《诸病源候论》(公元610年)中记载:“凡古井塚及深坑井中多有有毒气,不可辄入,……必须入者,先下鸡鸭毛试之,若毛旋转不下,即是有毒,便不可入。”唐代王焘所著《外台秘要》(公元752年)引“小品方”,认为

可采用置动物于有毒气体场所作测验,提出“若有毒其物即死”。法医毒理学的发展,我国最早。宋代宋慈著《洗冤集录》(公元1247年)是世界上第一部法医书,曾先后译成荷兰、英、法、德等国文字,书中专载有服毒、解毒和验毒方法。明代的伟大医药学家李时珍在《本草纲目》(公元1593年)一书中,对铅的工业毒理和职业中毒作了详细描述:“铅生山穴石间,……其气毒人,若连月不出,则皮肤萎黄,腹胀不能食,多致疾而死。”此外,明代宋应星著《天工开物》(公元1637年)更介绍了职业性汞中毒等的预防方法。但是这些宝贵的经验,在长期的封建统治时期和半封建、半殖民地的旧社会,受到儒家的复古倒退思想所封锁和扼杀,始终没有得到应有的发展。

解放前,在旧中国反动统治时期,工农业生产极端落后,劳动人民受尽了残酷剥削和压迫,根本谈不上安全生产和劳动保护,更没有进行过工业毒理学的研究。在资本主义国家里,虽然随着近代工业和医学的发展,做了一些工业毒理学的实验,但是,他们的研究成果,不可能真正保护劳动人民的健康,而只能是从维护资本主义制度、维护资产阶级的利益出发,进一步压榨劳动人民。

解放后,在毛主席和中国共产党的英明领导下,我国劳动条件显著改善,劳动人民健康水平不断提高,在发展工农业生产的同时,大力开展了工业毒理和职业中毒的防治研究。为了加强劳动保护工作,政府先后颁布了不少条例、规定和办法。1950年我国就制订了《工厂卫生暂行条例草案》,1951年及1952年曾对这一条例草案作了修订补充。1956年5月25日,国务院通过了《工厂安全卫生规程》。1956年3月,国家颁布了《工业企业设计暂行卫生标准》;经过几年试用,1962年列为国家标准,正式公布了《工业企业设计卫生标准》。在组织机构方面还有了很大的发展,中国医学科学院劳动卫生研究所早在1954年即已建立了工业毒理室,鞍

钢、武钢、吉林化工、兰州化工、铁路等企业部门和上海、天津、沈阳、湖南、河南等地先后建立了劳动卫生职业病防治研究机构，加上各医学院校和各地卫生防疫站，初步形成了一支专业队伍。很多地区和单位开展了职业病的防治和科学研究，除加强了铅、汞、苯、有机磷农药等常见职业中毒的现场防治外，还对一些新化学物质进行了工业毒理研究。使职业中毒发病率大幅度降低，充分反映了我国社会主义制度的无比优越，与资本主义国家和旧中国的情况形成了鲜明的对照。

但是，工业毒理和职业中毒的防治研究工作同样存在着两个阶级、两条道路、两条路线的尖锐复杂的斗争。刘少奇、林彪一伙政治骗子妄图从根本上改变党的基本路线，以达到他们颠覆无产阶级专政、复辟资本主义的罪恶目的。他们顽固地推行反革命修正主义路线，重治轻防，对影响劳动人民健康的常见病、职业病和职业中毒不予重视；宣扬“洋奴哲学”、“上智下愚”，只相信少数专家，不开展群防群治；执行“物质刺激”，贩卖“唯生产力论”等黑货，妄图把工业毒理和职业中毒的防治和研究，引向脱离政治、脱离群众、脱离实际的歧途，疯狂地对抗毛主席的无产阶级革命路线，严重地阻碍了这一学科的发展。

伟大的无产阶级文化大革命和批林批孔运动，摧毁了刘少奇和林彪的资产阶级司令部，狠批了反革命修正主义路线，广大革命医药卫生人员遵照毛主席的教导，走与工农相结合的道路，接受再教育，不断提高了阶级斗争、路线斗争和继续革命的觉悟，进一步认识到开展工业毒理和职业中毒防治工作，是执行不执行毛主席革命卫生路线的大问题。近几年来，群防群治蓬勃兴起，广大工人医生和赤脚医生茁壮成长，战斗在生产第一线。全国不少地区新建了劳动卫生和职业病防治机构，很多医院成立了职业病科(组)，革命医务人员深入现场，把防治工作、实验室工作和培养防治队伍紧密结合起来。采取了由领导、工

人和技术人员三结合的形式及加强大协作，使职业中毒发病率逐年下降，部分毒物的重症中毒几乎趋于消灭。同时，加强了环境保护，积极开展“三废”的综合利用，化废为宝，化害为利，有力地控制了化学物质对大气、水源、土壤等的污染。1972年到1973年间，我国在总结经验的基础上，又修订了1962年颁布的《工业企业设计卫生标准》，使工业毒理学更好地为工农业生产和保护人民健康服务。新标准不久将颁布。1974年5月，卫生部公布了铅、汞、苯、苯的氨基硝基化合物和有机磷五种职业中毒的《诊断标准及处理原则》。开展工业毒理学和职业中毒防治工作，是关系到执行什么路线、走什么道路、为什么人服务的根本问题和原则问题。我们必须以党的基本路线为纲，深入三大革命运动的实践，紧紧跟上工农业生产飞跃发展的新形势，沿着毛主席指引的道路胜利前进。

## 二、工业毒物的基本概念

### (一)工业毒物的定义和范围

物质进入机体后，累积达一定的量，能与体液和组织发生生物化学作用或生物物理学变化，扰乱或破坏机体的正常生理功能，引起暂时性或持久性的病理状态，甚至危及生命者，称该物质为毒物。

有的国家曾提出这样的规定，一次经口投入5g/kg以下的剂量或在一昼夜内皮肤接触的剂量在1g/kg以下，能使50%以上的大鼠死亡者，这些物质均应认为是毒物。但是，致敏物质及致癌物质的剂量与反应间的关系还未找到恒定规律。

工业生产中的毒物，主要指化学性物质，通常称为工业毒物，或称为生产性毒物。

工业毒物的来源是多方面的：有的作为原料，如制造六氯环己烷(六六六)时应用的苯和氯；有的系中间体或副产物，如用苯制造二硝基苯时产生的硝基苯；有的是成品，如化

肥厂生产的氨,农药厂生产的有机磷农药;有的作为辅助原料,如胶鞋厂用作溶剂的汽油,制造聚氯乙烯用作催化剂的氯化汞;有的为夹杂物,如硫酸中混杂的砷,乙炔中夹杂的砷化氢、磷化氢;还有的是反应产物或废弃物,如硫化钠遇酸产生的硫化氢,氩弧焊作业中产生的臭氧和氮的氧化物等等。

## (二)工业毒物的形态和分类

工业毒物在一般条件下,常以一定的物理形态(即固体、液体或气体)存在,但在生产环境中,随着加工或反应等不同过程,则可呈下列五种状态造成污染:

1. 粉尘 为飘浮于空气中的固体微粒,直径大于 $0.1\mu$ ,大都在固体物质机械粉碎、碾磨等时形成。如制造铅丹颜料时的铅尘,锰矿碾磨时产生的锰尘等。

2. 烟尘 又称烟雾或烟气,为悬浮在空气中的烟状固体微粒,直径小于 $0.1\mu$ ,多为某些金属熔化时产生的蒸气在空气中氧化凝聚而成。如熔铜时放出的锌蒸气所产生的氧化锌烟尘,熔镉时产生的氧化镉烟尘等。

3. 雾 为混悬于空气中的液体微滴,多系蒸气冷凝或液体喷散所形成,如铬电镀时的铬酸雾,喷漆作业中的含苯漆雾等。

烟尘和雾,又统称为气溶胶。

4. 蒸气 为液体蒸发或固体物质升华而形成。前者如苯蒸气,后者如熔磷时的磷蒸气等。

5. 气体 为生产场所的温度、气压条件下散发于空气中的气态物质。如常温常压下的氯、一氧化碳、二氧化硫等。

工业毒物在生产环境中的存在形态,具有重要的卫生学意义。掌握它的规律,不仅有助于了解其进入人体途径、发病原因,且更便于采取有效的防护措施。

工业毒物可按各种方法予以分类:(1)按化学结构分类,(2)按用途分类,(3)按进入途径分类或(4)按生物作用分类。毒物的生物

作用,又可按其作用的性质和损害的器官或系统加以区分。按作用的性质可分为:(1)刺激性,(2)腐蚀性,(3)窒息性,(4)麻醉性,(5)溶血性,(6)致敏性,(7)致癌性,(8)致突变性,(9)致畸胎性等。按损害的器官或系统则可分为:(1)神经毒性,(2)血液毒性,(3)肝脏毒性,(4)肾脏毒性,(5)全身毒性等毒物。有的毒物主要具有一种作用,有的具有多种或全身性的作用。

本书的分类系以化学结构为主,个别章节亦按其用途归类。

## (三)工业毒物的毒性

毒物的剂量与反应之间关系,用“毒性”一词以表示。毒性计算所用的单位一般以化学物质引起实验动物某种毒性反应所需的剂量表示;如为吸入中毒,则用空气中该物质的浓度表示。所需剂量(浓度)愈小,表示毒性愈大。最通用的毒性反应是动物的死亡数。常用的指标可有下列几种:

1. 绝对致死量或浓度( $LD_{100}$  或  $LC_{100}$ ),即全组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。此是将动物实验所得的数据经统计处理而得。

3. 最小致死量或浓度(MLD 或 MLC),即全组染毒动物中个别动物死亡的剂量或浓度。

4. 最大耐受量或浓度( $LD_0$  或  $LC_0$ ),即全组染毒动物全部存活的最大剂量或浓度。

除用死亡表示毒性外,还可用机体的其它反应表示,如引起某种病理改变,上呼吸道刺激,出现麻醉和某些体液的生物化学改变等。引起机体发生某种有害作用的最小剂量(浓度)称为阈剂量(阈浓度)。不同的反应指标有不同的阈剂量(阈浓度),如麻醉阈剂量(浓度)、上呼吸道刺激阈浓度、嗅觉阈浓度等。最小致死量(浓度)也是阈剂量(浓度)的