

工業毒物之危害 及其防制法

史家豪編著

中國科學圖書儀器公司

出版

工業毒物之危害及其防制法

安家豪

中國科學圖書儀器公司
出版

自 序

確切保障工人階級的健康，必須搞好工業衛生工作，是提高生產的首要條件。但根據目下現實情況如上海某一染料工廠，發現大部分工人常患結膜炎，喉頭炎，工人要求廠醫解決，廠醫祇知道針對病象給予治療，並不去推斷究竟，廠方和工會雖想處理這一個問題，但是無從着手，另外一個工廠的皮棍間，工人在工作時，遭遇了難忍的氣味，使人咳嗽、眼痛、流淚，工人不瞭解是什麼原因，反映給工會，工會幹部要求廠方設法解決，但廠方不知如何着手，亦毫無結果。後來經過各方面的充分瞭解這兩個問題實際上都是工業毒物在作祟，使工人遭受了危害，前者是輕度的硫化氫中毒，後者是氯化硫作用時，發生鹽酸和硫代硫酸的中毒。

從上面所舉的實例來看，工業衛生方面的知識，還沒有普遍地深入到羣衆中去。尤其是工業毒物的危害性，多數人不甚瞭解。作者有鑒於斯，爰集工作經驗及學習所得，寫了這一本書，扼要地敘述了工業毒物的分類，中毒情況和防制的原理，以及描述了個別毒物的一般物理性質及化學性質，工業用途，毒性，與中毒預防等。關於個別毒物的選擇，是經過鄭重考慮的，在我國目前工業上普通能遭遇到的物質，大都列入了，至於中毒預防方法的建

議，是就工業現有生產基礎上，給予提高一步，因為過高的要求，恐怕脫離實際，徒成空論。同時因為一種物質往往應用於多種工業上，以致具體詳細的防制設施，非本書篇幅所能包容，筆者將另編工業衛生工程一書詳述之。本書所提防制方法，不可否認是比較原則性的。

本書謹供從事工業衛生工作者，包括政府機構的各級衛生幹部，工廠的醫務工作者，各級工會的勞保幹部，工廠安全衛生委員會的各級負責同志，工廠行政或資方，以及廣大的職工同志們，作為隨時參考之用。

作者才識淺陋，見聞有限，難免有不週到，不詳盡的地方。不過寫本書的另一主要目的，是拋磚引玉，希望此後我們能夠得到更好和更多的有關工業衛生方面的讀物。最後並希望各位先進和專家們賜予指正。

艾家豪謹識 1951年8月於上海

目 錄

第一章 總論	1-13
(一) 何謂工業毒物	1
(二) 工業毒物分類	2
(三) 毒物發生作用之濃度(附最大允許濃度表)	4
(四) 毒物與生物重要生理狀況之關係	7
(五) 毒物作用與其物理性質之關係	8
(六) 中毒之過程	9
(七) 中毒之症狀	10
(八) 中毒之診斷	12
(九) 中毒救治法	12
第二章 工業中毒防制之原理及其應用方法	14-20
(一) 基本消滅毒物之根源或減低毒物之數量	15
(二) 防止毒物之散逸飛揚	17
(三) 工人之防護	19
第三章 無機化合物類物質	21-51
(一) 氮 Ammonia	21
(二) 石棉 Asbestos	22
(三) 溴 Bromine	23
(四) 鎘 Cadmium	23
(五) 二氧化碳 Carbon dioxide	24
(六) 一氧化碳 Carbon monoxide	25

(七) 氯 Chlorine	28
(八) 氯化氫 Hydrogen Chloride	29
(九) 氟化氫 Hydrogen Fluoride	30
(十) 硫化氫 Hydrogen Sulfide	31
(十一) 碘 Iodine	33
(十二) 鉛 Lead	34
(十三) 錳 Manganese	37
(十四) 汞 Mercury	39
(十五) 氧化氮 Nitrogen Oxides	40
(十六) 磷化三氫 Phosphine	43
(十七) 氯化硫類 Sulfur Chloride	44
(十八) 二氧化硫 Sulfur dioxide	46
(十九) 硫酸 Sulfuric acid	47
(二十) 碲 Tellurium	49
(二十一) 鋅 Zinc	50

第四章 有機化合物類物質 52-104

(一) 乙醛 Acetaldehyde	52
(二) 醋酸 Acetic acid	53
(三) 丙酮 Acetone	53
(四) 乙炔 Acetylene	54
(五) 丙烯醛 Acrolein	55
(六) 醋酸戊酯 Amyl acetate	56
(七) 戊醇 Amyl alcohol	57
(八) 苯胺 Aniline	57
(九) 苯 Benzene	59
(十) 醋酸丁酯 Butyl acetate	60
(十一) 丁醇 Butyl alcohol	60

(十二) 二硫化碳 Carbon disulfide.....	61
(十三) 四氯化碳 Carbon tetrachloride.....	62
(十四) 纖維素溶劑 Cellosolve.....	63
(十五) 醋酸纖維素溶劑 Cellosolve Acetate.....	64
(十六) 氯化聯苯 Chlorodiphenyl.....	65
(十七) 氯仿 Chloroform.....	66
(十八) 硝基化氯苯 Chloronitrobenzenes.....	67
(十九) 環己烷 Cyclohexane.....	68
(二十) 環己烯醇 Cyclohexanol.....	69
(二十一) 環己酮 Cyclohexanone.....	70
(二十二) 二氯化苯 Dichlorobenzene.....	71
(二十三) 硫酸二甲酯 Dimethyl sulfate.....	72
(二十四) 醋酸乙酯 Ethyl acetate.....	73
(二十五) 乙醇 Ethyl alcohol.....	74
(二十六) 乙苯 Ethyl benzene.....	75
(二十七) 溴化乙烷 Ethyl bromide.....	75
(二十八) 氯化乙烷 Ethyl Chloride.....	76
(二十九) 環氧乙烷 Ethylene oxide.....	77
(三十) 乙醚 Ethyl ether.....	78
(三十一) 蟻酸乙酯 Ethyl formate.....	79
(三十二) 矽酸乙酯 Ethyl silicate.....	80
(三十三) 甲醛 Formaldehyde.....	80
(三十四) 醋酸甲酯 Methyl acetate.....	81
(三十五) 甲醇 Methane.....	82
(三十六) 溴化甲烷 Methyl bromide.....	83
(三十七) 氯化甲烷 Methyl chloride.....	84
(三十八) 蟻酸甲酯 Methyl formate.....	85
(三十九) 一氯化苯 Monochlorobenzene.....	86

(四 十) 揮發油 Naphtha	87
(四十一) 萘胺 Naphthylamine	88
(四十二) 硝基苯 Nitrobenzene	89
(四十三) 硝化甘油 Nitro glycerine	91
(四十四) 光氣 Phosgene	92
(四十五) 苦味酸 Picric acid	93
(四十六) 醋酸丙酯 Propyl acetate	95
(四十七) 異丙醇 Isopropyl alcohol	96
(四十八) 甲苯 Toluene	97
(四十九) 甲苯胺 Toludine	99
(五 十) 三氯乙烯 Trichloroethylene	101
(五十一) 松節油 Turpentine	103

第一章

總論

(一) 何謂工業毒物

前輩學者曾言：“凡各種有機物質或無機物質，無論其為自然生存者、動植物體內所產生者、或人工合成者，與生物相遇於體內或體外時，因其固有化學性質所發生之作用，使生物機能發生不良影響、失去健康常態、甚至死亡者，謂之毒物”。

毒物所具之化學性質，對於生物體軀直接發生作用之結果謂之中毒。換言之，凡物質如非由於化學作用之影響，雖有害於生物或竟致死亡，不可謂之毒物，其所生之現象亦不可謂之中毒。

研究工業毒物，是將各種工業中可能遇之毒物之來源、性質、特性、毒性作用、發生後之影響、加以研究，從而設法避免或控制之。故工業毒物之研究所包含之內容，約可分為三部：

(一) 研究毒物所生之影響及其結果 本項係研究毒物存在時，對於人體生理方面之作用。(屬於醫學方面)

(二) 用化學分析方法以鑑定其性質 本項係研究毒物之化學反應，及其性質。(屬於化學方面)

(三)利用機械設備改變毒物之影響 本項係研究如何避免毒物之危害。(屬於衛生工程方面)

(二) 工業毒物分類

工業毒物分類大致不外下列三種

(一)依其固有之化學性質而分類：

1. 無機性化學類毒物
2. 有機性化學類毒物

(二)依其在空氣中所存在之形態(物理性質)而分類：

1. 塵粒(dusts) 塵粒為固體微粒，由於有機或無機物，如岩石、礦石、金屬、煤、木材、五穀等受軋碎、磨細、快壓、爆裂等作用而產生者。塵粒除非受靜電力之作用，無趨於自成固塊之性質，且不能擴散，但受地心吸力影響而沉降。

2. 烟氣(fumes) 烟氣為固體微粒，由於氣態物質遇冷而凝成者，如金屬溶化時之揮發現象，時常附帶發生化學作用，氧化作用；烟氣能自行結成小塊，有時且能併合。

3. 霧(mists) 霧為懸浮之液體小滴，由於氣態物質遇冷凝成液態，或使液體散佈於空中而成者，如噴霧等作用。

4. 氣體(gases) 氣體為佔據周圍空間之正常無定形流體。若合併使用增壓及減溫作用，能成液態及固態，並能擴散。

5. 蒸氣(vapors) 蒸氣為經常固體或液體物質之氣態。

僅需單獨施行增壓或減溫作用，即能使其返回原來能擴散之固體或液體狀態。

6. 煙(smokes) 煙為小於千分之一毫米之炭粒或煤粒，由於含炭物如煤油、焦油、烟草等不完全燃燒而產生者。

(三)依其對於生物生理上所發生之影響而分類：

1. 刺激性毒物 此類毒物具有刺激性，能使生物沾染之部份發炎，依其性質可分為兩種：

(1) 有腐蝕性者 刺激性較劇烈，能使生物之組織毀壞。

(2) 無腐蝕性者 不如第一種之劇烈，僅使生物組織發炎，而不致腐蝕。

2. 作用於神經系之毒物 此類毒物在生物體內，其毒性作用能使神經系統發生障礙，大多數為有劇毒之物質，可分三類：

(1) 在中毒後發生痙攣症狀者，稱痙攣性毒物(Convulsants)。

(2) 中毒後現沉睡與昏迷現象者，稱催眠性毒物(Somnificants)。

(3) 中毒後心臟因抑制作用而停止者，稱作用於心臟毒物(Cardiac poisons)。

3. 作用於血液之毒物 此類毒物在生物體內，能使血色素或白血球發生變化而影響生物之生命。由其毒性作用所致最顯著之現象為發紺(Cyanosis)。

(三) 毒物發生作用之濃度

毒物須達到一定濃度之後，始能發生作用，危害生物健康。就毒物存在於空氣中而言，因各種毒物固有性質之不同，經過實驗，

表 I. 無機化合物類物質在空氣中最大允許濃度表

物 名	最大允許濃度	
	百萬分數 (p.p.m.)	毫克/米 ³ (mg/m ³)
氨 Ammonia	100	69
石棉 Asbestos	5 mppcf*	
溴 Bromine	1	6.5
鎘 Cadmium		0.1
二氧化碳 Carbon dioxide	5,000	9,000
一氧化碳 Carbon monoxide	100	115
氯 Chlorine	1	2.9
氯化氫 Hydrogen Chloride	5	7.5
氟化氫 Hydrogen fluoride	3	2.5
硫化氫 Hydrogen Sulfide	20	28
碘 Iodine	0.1	1.0
鉛 Lead		0.15
錳 Manganese		6
汞 Mercury		0.1
氮氧化物 Nitrogen oxides	25	
磷化三氫 Phosphine	0.05	
氯化硫類 Sulfur chlorides	1	5.5
二氧化硫 Sulfur dioxide	10	26
硫酸 Sulfuric acid [†]		1
碲 Tellurium		0.1
鋅 Zinc	15	

*每立方呎空氣中所含百萬顆粒數 (Million particles per cubic foot)

表 II. 有機化合物類物質在空氣中最大允許濃度表

物 名	最大允許濃度	
	百萬分數(p.p.m.)	毫克/米 ³ (mg/m ³)
乙醛 Acetaldehyde	200	360
醋酸 Acetic acid	10	25
丙酮 Acetone	500	1,190
乙炔 Acetylene	未確定	
丙烯醛 Acrolein	0.5	1.15
醋酸戊酯 Amyl acetate	400	2,120
戊醇 Amyl alcohol	100	360
苯胺 Aniline	5	19
苯 Benzene	35	112
醋酸丁酯 Butyl acetate	200	835
丁醇 Butyl alcohol	59	151
二硫化炭 Carbon disulfide	29	62
四氯化炭 Carbon tetrachloride	50	315
纖維素溶劑 Cellosolve	200	740
醋酸纖維素溶劑 Cellosolve acetate	100	540
氯化聯苯 Chlorodiphenyl		1.0
氯仿 Chloroform	100	490
氯化硝基苯 Chloronitrobenzene	未確定	
環己烷 Cyclohexane	4,000	1,380
環己烯醇 Cyclohexanol	100	410
環己酮 Cyclohexanone	100	400
二氯化苯 Dichlorobenzene	50	300
硫酸二甲酯 Dimethyl sulfate	1	5.0
醋酸乙酯 Ethyl acetate	400	1,440
乙醇 Ethyl alcohol	1,000	1,880
乙苯 Ethyl benzene	200	870
溴化乙烷 Ethyl bromide	200	895
氯化乙烷 Ethyl Chloride	1,000	2,540

環氧乙烷 Ethylene oxide	100	180
乙醚 Ethyl ether	400	1,212
蟻酸乙酯 Ethyl formate	100	
矽酸乙酯 Ethyl silicate	100	850
蟻醛 Formaldehyde	10	12
甲醇 Methanol	200	260
醋酸甲酯 Methyl acetate	200	605
溴化甲烷 Methyl bromide	20	78
氯化甲烷 Methyl Chloride	100	230
蟻酸甲酯 Methyl formate	100	
一氯化苯 Monochlorobenzene	75	345
揮發油 Naphtha (煤焦系)	200	
揮發油 Naphtha (石油系)	500	2,250
萘胺 Naphthylamine	未確定	
硝化苯 Nitrobenzene	1	5
硝化甘油 Nitroglycerine	0.5	4.6
光氣 Phosgene	1	4.0
苦味酸 Picric acid	未確定	
醋酸丙酯 Propyl acetate	200	835
異丙醇 Isopropyl alcohol	400	980
甲苯 Toluene	200	750
叔基甲苯 Toludine	5	22
三氯乙稀 Trichloroethylene	200	1,070
松節油 Turpentine	100	555

及中毒實例之彙集研究，各國均有最大允許濃度之厘訂。我國目前尙付闕如。茲將一九四九年美國工業衛生工作者會議所討論決定之標準詳列於後（見附 I, II 表），以供參考。表內所列之最大允許濃度，係就一般人之感受性而定者。在允許濃度限內，人體可不受危害；但亦有個別情形，即有人能處於高出允許濃

度之情況下而不中毒，亦有人雖在低於允許濃度之情況下而中毒。蓋毒物之作用與生物重要生理狀況極有關係，殊難一概而論。下節當詳述之。

(四) 毒物與生物重要生理狀況之關係

毒物危害生物之結果，即受害者之情況，並非盡皆相同；可隨各受害者之年齡，體質，習慣性，諸因素而迥異。茲分述之：

(一)年齡 由於年齡之老幼，對於毒物之感受性有顯著之不同，年幼者對於毒物之感受性較成年人，是為一般通則；但亦有少數特例，因有數種毒物對於年幼者之感受性反較小也。但此種特殊情況無足輕重，僅於此供作參考而已。年青力強者對於毒物之抵抗力最大，故感受性小，迨無疑問；而老弱之輩，對於毒物作用所引起之反應，一般均較嚴重者，乃由於抵抗力減低之故也。

(二)習慣性 經常接觸少量之毒物，常能減低毒物對於生理上所生之影響，最初小量，逐漸增加至較大量，成為習慣後，則在生理上可不致發生中毒現象。但切請注意，並非每種毒物均能養成習慣性。如金屬鉛毒物，雖極小之量常能被生物吸收，不特不能成為習慣性，且因其有蓄積作用，而中毒更深。

(三)體質 個別具有特異體質者，即某種人對於某種毒物有一種特異之反應，與一般情形迥異。此特殊之感受性或能耐量，對於毒物在生理上之作用，常有極大之影響。或者增加其嚴重

性甚至促其致命；或者反使生物不易受毒物之影響。在中毒實例中，具有此種特殊體質者，所表現之受毒現象或者十分顯著，正如某種人在食魚、蚶時，或聞到某種動物氣味或某種花香時，竟至發生嚴重之症狀者；或者對於某種毒物作用之抵抗力特別強大，較之常人不易中毒或致死。此種抵抗力謂之能耐量，係自然產生而並非逐漸養成得自習慣者。但亦非絕對者，故不可視為一種自然免疫性。此種特殊體質或由於吸收作用之停滯，或排泄作用之迅速，或生理上有特殊之中和能力可以消滅毒性，極難一概而論。總之，目下吾人僅知其所生之現象如此，其原因，尚不能明白給予解釋。

(五) 毒物作用與其物理性質之關係

毒物之物理性質，與毒物所生之作用有極顯著之關係，如某種毒物呈氣體狀態時，較固體狀態時甚至較液體狀態時，易被吸收。因其被吸收較速，故其所致之毒性亦較劇。蓋各種物質必須能溶解於液體中，始能為血液所吸收而發生中毒作用。完全不能溶解之物質，不能視為真正毒物。某種物質極易溶解，因之發生毒性作用甚速，故視為極毒之物質；另一種物質，不易溶解，故雖具毒性亦不易顯其作用。因毒物之物理狀態能變更其作用，故常利用此種原理，以救治某種毒物之中毒，即用另一種物質使能溶解之毒物，變為難溶解或不溶解之物質，使其不能為組織或血液所吸收。此另一種物質在醫學上謂之解毒劑。

就普通情形而論，毒物稀釋後易為身體之組織所吸收，其毒性作用之發生亦較迅速而劇烈。但具有腐蝕作用之毒物則反之，若經稀釋後，其毒性所生之影響乃大減。塵粒粉末狀之毒物，因溶解較難，被吸收較遲緩，故毒性作用之發生亦需相當之時間。

溶劑中含有之毒物其所用之溶劑與毒性作用之發生亦極有關係。就酒精水，油三溶劑與毒物所成之溶液而言，溶於酒精者，在身體中被吸收最速，溶於水中者較緩，溶於油中者最慢。其被吸收愈速者，結果亦愈嚴重。又熱溶液中所含之毒物，較之冷溶液中者，更易為生物組織所吸收。

(六) 中毒之過程

毒物在體內被吸收後，若不能與血液中之成份化合，使其性質發生臨時或永久的變更，則不久即離血液而排泄。毒物在血液中，隨血液之循環，而與心、肺、腦、腎、肝、胃等器官接觸，對某器官有特殊之親和力，即顯其特殊之影響。在普通情形下，毒物滯留於血液中，經較短期間即隨尿液、唾液、胆汁、汗液、或糞便而排泄。有若干毒物不分泌於尿液中，而由糞便排泄於體外；但大多數毒物均經腎臟而排泄。就一般情形而言，毒物在體內能立即引起生理作用隨即排泄；然亦有數種毒物滯積於主要器官，或組織中者，如在肝臟中，即能滯留較大量之毒物。在其他器官中，亦有能變更毒物之性質而引起蓄積作用者。氣體毒物則不能滯留於體內，均由肺之呼吸作用而立即排泄。