

(沪)新登字第 305 号

主 编 叶澄祖 朱明学
编 者 邹德康 汪 岳
仲松林 王俊凤
翟义鸿
责任编辑 朱先权

化学事故防护与救援

上海市化学事故应急救援试点办公室 编

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

新华书店上海发行所发行 上海长鹰印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 7 字数 155000

1991 年 11 月第 1 版 1991 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—5000

ISBN 7-5427-0509-1/TQ·2 定价: 4.00 元

前 言

随着化学工业的迅速发展,发生化学事故的可能性也相应增大。特别是城市居民的生活与化学工业的联系日益广泛,一些有毒有害的化学物质,由于自然或人为的因素可突发引起燃烧、爆炸等以至造成大范围的泄漏和污染,给城市居民的生命财产和生态环境带来严重威胁。城市突发的化学事故在全球灾害中占有相当的比重,最为严重的是1984年12月3日发生在印度博帕尔农药厂的45吨异氰酸甲酯泄漏事故,覆盖面积达49平方公里左右,造成约3000余人死亡,5万多人双目失明,10万多人接受治疗,20余万人离开家园。这起震惊世界的严重化学事故,其后果至今仍未消除。

后果如此严重的城市化学事故已引起国际社会的高度重视。1986年3月联合国召开了专门会议对化学事故的应急救援问题进行了研究,1988年12月又在法国巴黎召开会议并通过相应文件,以推动世界各国对化学事故的应急救援工作。中国是联合国确定为开展化学事故应急救援的试点国之一,我国政府对化学事故应急救援工作十分重视。国务院、中国人民解放军总参谋部根据我国实际情况作了相应部署。上海市是我国城市化学事故应急救援的试点城市之一。

我国由于化学工业的发展,化学事故发生的频率和规模也呈逐年上升的趋势。1985年全国范围发生较严重的化学污染事故为2700余起,1986年增加500余起,1987年比1986年又增加近500起。上海市作为我国重要的工业基地,化学工业也非常发达,全年生产、贮存和使用的有毒有害化学物品

已达 7500 余种,年用量达一亿吨以上。近年来化学事故也逐年上升,1979 年至 1989 年 11 年间共发生各类重要化学事故达 456 起,伤亡人数达 1500 余人,特别值得注意的是自 1986 年以来,事故次数以每年 30% 的趋势上升。而且事故危害程度和范围也逐年扩大,已出现一次化学事故中毒人数超过百人或影响数平方公里的地域。上海是我国人口高度密集的大城市之一,目前,全市区人口平均密度为每平方公里达 2 万余人,而最密的街道人口已达 11 万余人。由于各种历史原因,这类工厂企业不少均在市区并与居民区混杂,有的工厂设备陈旧老化、防护设施差。据有关部门统计,全市生产或生产中使用有毒有害、易燃易爆物的工厂企业有 15000 余家,占全市工厂企业总数的 88%,还有相当数量的有毒有害物质经铁路、公路、内河、海运,中转或贮存在各类仓库内,涉及职工人数占全市职工的 26%。这些工厂、企业为上海的经济建设作出了重要贡献,但也带来了化学事故的潜在威胁,使本市发生化学事故的危险性和可能性增大,一旦突发化学事故,在人口如此高度密集上海,其后果将不堪设想。

目前,上海市的化学救援工作与实际需要还不相适应。因此,明确一个职能部门主管这项工作,建立一支训练有素的救援队伍,在全市普及化学救援知识教育,提高化学救援能力,是国家和平建设时期安全工作的一个重要组成部分,对保障国家局势稳定,也具有重大的战略意义。为此,我们编写了《化学事故的防护与救援》,供有关部门的人员参考。由于这项工作在我国刚刚起步,所以在内容编排、资料取舍、文字说明等方面一定存在不妥之处甚至错误,热诚希望读者们予以批评指正。

编者 1991 年 5 月

目 录

前言.....	1
第一章 化学事故.....	1
第一节 化学事故的发生.....	1
第二节 化学事故的特点.....	3
第三节 化学事故的研究和防护.....	5
第二章 化学救援.....	9
第一节 重点化学毒物的分类、毒性和计量单位.....	10
第二节 化学毒物的毒害特性.....	15
第三节 化学毒物在体内的吸收、分布、代谢和排出.....	18
第四节 影响化学毒物危害的因素.....	19
第五节 化学毒物损伤的防护、诊断、救治原则及主要措施.....	22
第六节 人工呼吸法和体外心脏按压术.....	26
第七节 化学毒物浓度限值的外文缩写.....	27
第三章 21种化学毒物中毒的救治.....	29
第一节 氯.....	29
第二节 氨.....	37
第三节 一氧化碳.....	41
第四节 光气.....	45
第五节 硫化氢.....	48
第六节 二氧化硫.....	52
第七节 氰化氢.....	55

第八节	氯化氢	59
第九节	氮氧化物	61
第十节	氟化氢	67
第十一节	氯乙烯	69
第十二节	甲醇	72
第十三节	苯	75
第十四节	硫酸二甲酯	79
第十五节	甲苯	82
第十六节	丙烯腈	84
第十七节	甲醛	86
第十八节	苯乙烯	90
第十九节	溴甲烷	92
第二十节	二硫化碳	95
第二十一节	二异氰酸甲苯酯	98
第四章	其他常见毒物、危险品和强碱、强酸化学灼伤的救治	102
第一节	液化石油气	102
第二节	汽油	104
第三节	原油	108
第四节	有机磷化合物	109
第五节	强酸、强碱的化学灼伤	111
第五章	化学毒物的防护	113
第一节	化学毒物的个人防护	113
第二节	化学毒物的集体防护	136
第三节	化学毒物的洗消	137
第六章	化救侦检	141
第一节	概述	141

第二节	现场侦检器材——检测管式气体分析仪·····	145
第三节	化救侦检有害物质浓度的表示方法及换算·····	164
第四节	化救侦检实施·····	169
第七章	重大化学事故典型分析·····	177
第一节	国外发生的一些重大化学事故·····	177
第二节	国内发生的一些重大化学事故·····	181
附录	·····	191
一、	有毒有害气体简表·····	191
二、	有毒有害易挥发液体简表·····	193
三、	易燃易爆物品简表·····	195
四、	室外气象参数统计表·····	196
五、	上海市化学事故应急救援办法·····	209

第一章 化 学 事 故

化学工业在全球的迅速发展和化学工业品进入人类生活,虽对人类社会的物质文明作出了巨大贡献,但对人类的生命安全和大自然的生态平衡也带来了潜在的威胁。尽管事故的发生率较低,但一旦发生即可造成较大的社会危害,引起社会不安定和不良的国际影响。因此,提高城市化学救援能力已成为现代化城市建设的一个十分紧迫的社会课题。

第一节 化学事故的产生

突发化学事故产生的原因是复杂的,既有自然及历史造成的原因,也有人类及社会产生的破坏性作用,国内外大致归为三种因素。

(一) 自然因素

大自然发生的强烈地震、海啸、火山爆发、龙卷风、雷击及太阳黑子周期性的爆发引起的地球大气环流的变化,都可造成大型化工企业设施破坏,引起燃烧、爆炸,使有毒有害化学物质外泄,造成突发性化学事故灾害。这类灾害由于是不可抗拒的自然力引起,目前还无法准确预报并及时采取防护措施。

另一类如台风、潮汛、洪水、山体滑坡、泥石流等自然因素虽然破坏力巨大,但目前已能预报,可采取积极的防护措施,

故其危害性及突发性较上述因素小。

(二) 技术性因素

由于对从事的工作尚未掌握客观规律，如厂址选择和工艺设计不合理，生产设备陈旧落后，而又缺乏维护检修，未能及时改造更新，生产管理紊乱，缺少科学的规章制度，生产的产品质量不合格等，据统计这类原因发生的事故高达 50%。还有如不遵守安全规定和操作规程，违章操作，甚至还有不经岗位培训就到有毒有害化学物品的岗位操作，更有生产时责任心不强而导致有毒化学品泄漏、火灾或爆炸，运输途中发生撞车、翻车或沉船等，使有毒有害物品人为地造成大规模扩散而突发化学事故。

(三) 战争因素

国家或政治集团之间发生战争，使该地区的化工企业遭受极大破坏，大量有毒有害的化工原料、产品外泄发生燃烧、爆炸，造成重大化学事故。例如，海湾战争导致有关国家的大量油井、贮油设施遭破坏，大量原油污染广阔的海域及岸上设施，使海鸟和鱼类死亡；燃烧的黑烟笼罩了城市的上空并下黑雨，污染的烟云甚至飘移到南欧，给广大地区的生态环境和平衡造成极大破坏。同时，对人类生存环境的污染还必将产生遗传学的远期效应，畸胎、癌变的发生率也可增高。

此外，有些化合物如有机磷、氢氰酸、光气等，联合国裁军委员会称之为“双用途毒剂”，和平时是化工原料，战时可转为军用生产作为化学毒剂使用于化学战。这类化合物一旦发生化学事故，由于毒性强烈、作用迅速，其杀伤威力相当于一场局部战争中使用了化学武器，故其危害程度又远较一般毒物为大。

第二节 化学事故的特点

由于有毒有害化学物质特有的毒性作用及其理化性质，决定了化学事故有别于其它灾害性事故，其主要特点如下：

（一）发生突然，防护困难

化学事故发生往往出乎人们的预料，常在意想不到的时间、地点发生。在短时间内可发生大量有毒有害物质外泄，引起燃烧、爆炸，产生的有毒气体只要吸上几口就可致人死命，而且有毒气体可迅速向居民区扩散，对市民安全发生影响，引起社会不安定。特别是无防护的居民对有毒气体防护十分困难，可通过呼吸道、眼睛、皮肤粘膜等多种途径引起呼吸、消化等多系统的中毒。因此，不仅对毒物要进行呼吸道防护，有时还要进行全身防护。不同的毒物防护措施、救治方法又不一样，有的毒物还需要特效药物才能救治。事故中心局部区域由于燃烧、爆炸可能形成“高温、高压、缺氧、有毒”的微小环境，因而对救援设备要求更高。例如，防毒面具需要具备多种功能，既要准备滤毒的过滤式面具，又要准备携氧的面具等等。突发化学事故后，由于事故单位和救援部门往往在思想上、组织上和技术上准备不足，常造成救援工作不能顺利开展，混乱局面可能在相当长的时间内得不到控制，容易造成许多本来可以避免的损失和人员伤亡。

（二）扩散迅速，受害范围广

突发化学事故后，有毒有害化学品可严重污染空气、地面道路和工厂生产设施。有毒气体可随风向迅速往下风方向扩散，在几分钟或十几分钟内扩散至几百或几千米远，危害范围

可达几十平方米至数平方公里，引起无防护人员中毒；而有毒液体可污染地面、道路和工厂设施，除了可引起救援人员的直接中毒，还可因染毒伤员的污染服装或车辆在染毒地域行驶而扩散，造成间接中毒。如污染发生在江河海面，有的可成油膜漂浮水面，进一步污染江中助航设施和两岸码头，还可沉入江底成为污染源。这些事故均可造成大量人员中毒伤亡和使国家财产蒙受损失。特别是可在短时间内出现大批相同中毒症状的伤员，而且伤情复杂，有中毒、烧伤，以及冲击造成的挫伤、骨折及内脏出血、破裂等复合伤，休克发生率高。各大、中医院很可能出现超负荷负担，缺少医务人员和病床不足。此外，还可能因对这类伤员的处理毫无经验或缺乏大量特效急救药品而不知所措。

（三）持续时间长，洗消困难

污染区一旦形成，持续时间较长，有毒气体滞留在高低、疏密不一的居民住宅区不易逸散；而有毒液体如是油状则持续时间更长，可几小时甚至几十小时，洗消更困难。严重的污染区需隔离封锁，实施交通管制，动员广大社会力量、专业救援队伍和军队防化部门使用特殊的消毒剂进行洗消和抢险救灾，以消除和控制化学事故产生的影响和后果。

（四）社会涉及面广、政治影响大

由于城市化学事故具有突然性、持续时间长、受害范围广、急救和洗消困难等特点，为消除和控制事故产生的影响和危害，势必影响有关企业的生产和居民生活、交通等正常活动。上海市是一个国际性大城市，一旦发生特大化学事故，必然会在国际上产生强烈反响，在政治、经济、文化交流等方面带来严重后果，给国家政府部门带来外交压力。

第三节 化学事故的研究和防护

对化学事故的研究和防护必须建立在深入调查和预测的基础上,制订法规,建立权威性的救援指挥机构,把各种救援力量组织起来,疏通纵横关系。这是一项巨大的社会系统工程,只有这样,一旦突发化学事故,才能有效地按照预定方案展开救援工作。

(一) 制订法规,明确职能部门,建立权威性的救援指挥机构

为在突发化学事故时能迅速、有秩序地进行应急救援,减少事故对人民生命安全和财产的损失,必须制订切实可行的城市化学事故应急救援法规。并由政府明确职能部门,建立有权威性的救援指挥机构。此项工作在人防(抗震)委员会领导下,设立市区(县)化学事故应急救援办公室,其职能由市区(县)人民防空办公室兼之;负责组织、指挥各种救援力量,实施应急救援;水上设立化学事故应急救援领导小组,负责处理本辖区范围内的应急救援工作;市有关局(公司)也应设立领导小组,处理本系统的应急救援工作。

(二) 危险源调查和潜在危险度评估

对能造成影响大、危害重的突发性急性中毒事故的有毒有害气体或易挥发的液体作为重点危险源调查,并摸清有毒有害化学品的生产、使用、贮存、运输情况。这就需要统一组织,以“条块结合,以条为主”的方法,依靠市局(公司)各系统的职能部门支持和配合。

对潜在危险度的评估,实际上是分析潜在危险性的量度。它受多种因素的影响,需要综合分析。例如,与有毒物品的贮

存量、急性毒性、周围居民密度、其它共存化学品的总量、发生化学事故的频率、企业管理水平及设备状态等有关；还需参考全国化工系统调查的结果，用“权迭加积分法”对潜在的危害进行分级处理，根据积分的多少，最后才能评出所在市级、区级及厂级三类化学危险重点目标单位。

(三) 危险目标区和重点毒物的评定

在掌握危险源的分布后，可确立重点毒物和划分威胁城市的危险目标区。例如，上海市生产有毒有害化学品的工业企业为137家，而使用的单位分散在全市50多个系统中有4500多家（不包括乡镇企业），还有专门从事贮存、运输的物资、铁路和化运部门。全市每天生产、使用、贮存、运输的21种重点有毒有害化学品总量达8万余吨，三种易燃易爆工业品总量达57万余吨。

上海市对常用的近200多种有毒有害化学品的急性毒性（按剧毒、高毒、中等毒、低毒和微毒五类划分），每日生产、运输、使用、贮存的总数量，历年事故情况，社会运输等流动情况及某些相关的理化性质如空气比重、压力状态等项目分析评估，然后请有关专家评审，最后正式确立21种重点毒物（气体11种、易挥发液体10种）及3种虽然毒性不大，但贮量大而集中的易燃易爆危险品，在此基础上确立上海市的8个危险目标区。

(四) 化学事故的预测和化学救援预案的制订

对危险目标区的预测，主要根据化学事故可能的类型、性质、影响范围大小及后果的严重程度来定。因此，化学事故必须具备以下条件：

1. 大量释放出有毒有害气体或挥发性液体。虽然也伴随火灾爆炸引起的烧伤、冲击伤等，但绝大部分伤亡应是由于中

毒引起。

2. 有毒气体扩散迅速,传播范围广。有毒烟云可笼罩城市上空,危及事故区域周围居民的生命安全和正常生活,可使交通、通讯等中断,引起社会秩序混乱等恶劣影响。

3. 化学毒物能通过吸入、皮肤接触等各种途径,使人员迅速中毒,在短时间内出现大批相同中毒症状的伤员。虽然也涉及到地面、设施的消毒和环境污染及生态平衡的影响,但必须以对人类产生大量急性中毒效应为主。

在预测的基础上,必须对危险目标突发化学事故的危害范围进行估算。目前较常用的公式是:

$$C = \frac{QC_g}{\pi u \delta_y \delta_r} e^{-\left(\frac{Y^2}{2\delta_r^2} + \frac{h^2}{2\delta_r^2}\right)}$$

式中: Q : 有害物质的泄漏率; δ_y : 和空气垂直稳定度及风速有关的扩散系数;

u : 平均风速; h : 有害物质泄漏高度;

C_g : 反映毒物气化程度; e : 常数, 2.718...;

Y : 动坐标系中的横向位置坐标。

通过对危险目标区、危险源、重点毒物、化学事故可能影响范围,以及危险目标区的人口、地理、气象等情况的大量调查、分析、分级,在计算机中建立数据库。一旦突发化学事故,通过预测软件即可模拟预测出事故的规模,下风方向毒气云团的全剂量值,不同剂量的危害纵深、危害宽度、伤害面积及无防护人员的伤害概率等,供救援指挥部决策部署救援力量。

“化学救援预案”是应急救援行动的指南。制订预案的目

的是为迅速而有效地将事故的损失减至最低限度。应急措施的确实、可靠,在很大程度上取决于“预案”的符合实际以及准备的充分。“预案”应包括权威性的组织指挥机构、各级救援队伍的组成及职责、所需设备和器材、人口的撤离和疏散路线、事故现场的洗消和善后处理及包括各类应急救援网络指挥图解的制订等。

(五) 专业救援队伍的组建与市民的普及教育

化学应急救援行动是一门复杂的系统工程,具有严肃的科学性和实践性。它脱离不了一支训练有素的专业队伍,需要各方面的人才和知识,如气象、化学、医疗、毒理、消防、卫生、环保等,还需要公安、交通、通讯、工程抢险及街道、里弄等各个部门的配合。在应急救援过程中,解放军是一支很重要的力量。

市民对化学救援知识的普及,除可通过电视进行社会救援教育外,还应经常在危险目标区内外举办一些救援知识讲座;进行市、区和厂级的救援演习也是减少或防止发生危及生命安全、保护国家财产的重要措施之一。

第二章 化学救援

突发性化学事故是指有毒有害化学物品在生产、使用、贮存和运输等过程中突然发生泄漏、爆炸、燃烧，造成或可能造成众多的人员急性中毒或较大社会危害，需要组织社会性救援的化学事故。从救援角度出发，化学事故可分为灾害性化学事故和一般性中毒事故两类。灾害性化学事故又可分为特大灾害和重大灾害。

特大灾害事故

指有大量有毒气体泄漏并迅速扩散，短时间内造成大量人员中毒伤亡，危害范围大并使城市的综合功能遭受破坏，社会秩序紊乱，必须动员广大社会力量进行救援的灾害性事件。如印度的博帕尔泄毒事件。

重大灾害事故

指突然发生并危及周围居民并造成人员急性中毒伤亡的泄毒事故。这类事故较特大灾害相对危害范围小，泄毒量和中毒伤亡人数也少，不致引起较大的社会影响和城市功能破坏。但这类几吨以下毒物泄漏的重大灾害事故是目前我国化学事故中发生概率最高的，也需动员部分社会力量和组织专业力量实施救援。

一般性中毒事故

指由于工艺设备落后或违反操作规程引起的少数几个人中毒的事故，只需事故单位劳动安全及职防人员处理，不需组织社会力量救援。

一旦发生灾害性化学事故,则需迅速控制危险源,抢救受害人员,组织群众进行防护、撤离疏散,以消除危害后果。这种社会性救援称为“化学救援”,包括事故单位的自救,对事故单位的支援和对事故单位外危害区域的救援。救援工作必须实行“预防为主,防救结合”的方针,救援时必须预先有准备、快速反应;统一指挥、分级负责;条块结合、以块为主;单位自救与社会救援相结合。

第一节 重点化学毒物的分类、 毒性和计量单位

上海市通过对危险源的调查和潜在危险度评估,经有关专家评审确立了21种重点化学毒物和3种化学危险品,即能突发大规模急性中毒事故的有毒有害气体或易挥发的液体。

(一) 毒物分类

毒物分类的方法很多,有军用、工业毒物、临床特点等分类方法。而急性化学毒物中毒常呈多系统、多脏器的损伤,有的毒物既有刺激作用,但又可引起窒息症状,这里主要是指对有剧烈毒性或强烈刺激性的气(液)体,能通过多种途径、大规模毒害人员的各种化学物质,按其对人体主要毒理作用和临床特征,根据化学救援的特点,工业毒物性质相对地可分为:

1. 刺激性毒物

刺激性气体常以局部损害为主,仅在刺激作用过强时引起全身反应。决定病变部位和程度的因素是毒物的溶解度和浓度。高溶解度的氨、盐酸,接触到湿润的眼球结膜及上呼吸道粘膜时,立即附着在局部发生刺激作用;中等溶解度的氯、

二氧化硫,低浓度时只侵犯眼和上呼吸道,而高浓度则侵犯全呼吸道;低浓度的二氧化氮、光气,对上呼吸道刺激性小,易进入呼吸道深部并逐渐与水分作用而对肺产生刺激和腐蚀,常引起肺水肿,导致缺氧窒息。液态的刺激性毒物直接接触皮肤粘膜可发生灼伤。

2. 窒息性毒物

这类毒物进入人体后,使血液的运氧能力或组织利用氧的能力发生障碍,致使机体组织缺氧,可出现头晕、心悸、烦躁、呕吐、呼吸困难、惊厥、意识模糊,迅即陷入昏迷状态,最后可因呼吸麻痹而死亡。常见的窒息性毒物有一氧化碳、氰化物和硫化氢等。

3. 其它毒物

包括有机溶剂易燃易爆物质,接触高浓度时,主要表现为中枢神经系统的麻醉作用,首先出现兴奋不安、震颤、抽搐,继而步态蹒跚、运动失调、瘫痪,后逐渐进入麻痹状态,严重时因呼吸中枢麻痹而死亡;同时,对皮肤和粘膜有刺激作用。

上海市21种重点毒物分类及毒性见表2-1。

(二) 毒物毒性

毒性是评定毒物的主要标准之一,是指毒物的剂量与效应之间的关系。毒物进入体内后与酶、蛋白质、神经感受器、生物大分子等发生的特定反应称“中毒”。毒物的毒性首先决定于毒物分子中存在的活性基团或功能结构,因而表现出不同毒物各自的生物活性和毒性强度。

一切毒物的毒性是根据动物试验获得的。毒物的急性毒性按LD₅₀分级,分为剧毒、高毒、中等毒、低毒和微毒五级。这种分级法仅是一个便于比较的相对指标,不能以此区分毒作用的特点。