

有毒有害气体防护系列丛书

有毒有害气体 防护技术

王 清 编著

YOU DU YOU HAI QI TI
FANG HU JI SHU

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

有毒有害气体防护系列丛书

有毒有害气体 防护技术

王 清 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书根据有毒有害气体泄漏及造成中毒事故的发生、发展规律与特点,系统地阐述了有毒有害气体现场救护的指导思想、战术原则、战术方法、救护原则与救护方法;详细介绍了常见情况下大型有毒有害气体泄漏及中毒事故的应急救护对策、大型应急气防救护预案的制定及演练方法以及常见有毒物质的防救方法。

本书内容贴切实际,针对典型气体泄漏及中毒事故进行了分析,提出了相应的防救方法,非常适合接触有毒有害气体的企业员工及管理人员阅读参考、培训学习;同时也可供大中专院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

有毒有害气体防护技术/王清编著.
—北京:中国石化出版社,2007
(有毒有害气体防护系列丛书)
ISBN 978-7-80229-316-8

I. 有… II. 王… III. ①有毒气体-防护 ②有害气体-防护 IV. X965 X51

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 058845 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

中国石化出版社图文中心排版

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168 毫米 32 开本 9.875 印张 251 千字

2007 年 5 月第 1 版 2007 年 5 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

前 言

近年来,随着石油化工行业的高速发展,有毒有害物质的品种不断增多,在给人们带来丰厚利益的同时,也产生了不少负面影响。特别是危险化学品泄漏、爆炸、中毒事故不断发生,给人们的生命及财产造成极大的损失。

仅2003年12月发生在我国某地因井喷导致的特大恶性气体中毒事故(造成243人死亡、2142人住院治疗、6万多人被紧急疏散)、2004年4月某化工厂发生的氯气爆炸伤人事故(造成9人死亡、3人重伤、15万人被紧急疏散)和2004年11月某石化公司苯胺装置发生的爆炸伤人事故(造成6人死亡、2人重伤、松花江水域遭到严重污染)等三起有毒气体伤害事故,就可充分证明:在高速发展化工工业的同时,必须加强对有毒有害气体的防护,必须制定切实可行的气体防护救援预案,才能确保人们的身体健康安全、确保人们的生存环境不受破坏。

本书首次提出了安全处置有毒有害气体泄漏与中毒事故的“指导思想”、“战术原则”与“战术方法”,提出了多种不同情况下大型气体泄漏及中毒事故的紧急救护对

策，对有毒有害气体防护技术进行了系统阐述，丰富了我国抢险救灾方面的战术理论。

作者编写本书旨在提高石油、石化以及化工等行业接触有毒有害气体人员的气体防护意识和防护能力、减少事故的发生几率，从而保障职工及周边群众的身体健康，降低发生事故时的伤害及损失。

参与本书编写的还有：张力、张永奇、陈艳丽。本书在编写过程中得到了国家安全生产监督管理总局和北京燕山石油化工有限公司的相关领导与专家、中国武警学院的沈耀宗教授、中国人民解放军防化工程指挥学院的徐敏教授、中国消防协会的傅祥荣先生等的指导与帮助。在此表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，请广大读者和专家批评指正。

目 录

第一章 基本知识.....	(1)
1.1 我国有毒有害气体防护工作的基本情况	(1)
1.2 有毒有害气体防护工作的重要性与必要性	(2)
1.3 有毒有害气体的基本概念	(2)
1.4 毒性与健康危害	(3)
1.5 有毒气体造成人体中毒的机理	(5)
1.6 风向、风力与温度对有毒有害气体的影响	(6)
1.7 有毒有害气体的安全防护距离	(8)
第二章 现场救护的指导思想与战术原则、方法.....	(9)
2.1 指导思想	(9)
2.2 战术原则	(11)
2.3 战术方法	(17)
第三章 现场救护的救护原则与救护方法.....	(22)
3.1 救护原则	(22)
3.2 救护方法	(24)
第四章 预防气体泄漏与中毒的防护措施.....	(35)
4.1 工艺技术措施	(35)
4.2 气防救护组织机构	(36)
4.3 气防救护预案	(42)

4.4 气防技术培训方案	(42)
--------------------	--------

第五章 大型气体泄漏及中毒事故的应急救护对策..... (48)

5.1 空袭情况下的救护对策	(48)
5.2 地震情况下的救护对策	(50)
5.3 高温情况下的救护对策	(53)
5.4 严寒情况下的救护对策	(54)
5.5 大风情况下的救护对策	(56)
5.6 浓烟与黑暗情况下的救护对策	(57)
5.7 暴雨情况下的救护对策	(58)
5.8 停电停水情况下的救护对策	(59)
5.9 腐蚀性气体(粉尘)泄漏及中毒的救护对策	(61)
5.10 大型储罐气体泄漏及中毒的救护对策	(63)
5.11 生产装置气体泄漏及中毒的救护对策	(64)
5.12 罐釜内发生气体中毒的救护对策	(67)
5.13 地下室沟洞内气体泄漏及中毒的救护对策	(70)
5.14 液化石油气站气体泄漏及中毒的救护对策	(72)
5.15 火车储罐气体泄漏及中毒的救护对策	(74)
5.16 汽车储罐气体泄漏及中毒的救护对策	(76)
5.17 大型娱乐场所气体中毒的救护对策	(78)
5.18 酒店宾馆气体中毒的救护对策	(79)
5.19 医院气体中毒的救护对策	(80)
5.20 学校气体中毒的救护对策	(82)
5.21 幼儿园气体中毒的救护对策	(83)
5.22 城镇居民区气体泄漏及中毒的救护对策	(84)
5.23 高层建筑可燃气体泄漏及中毒的救护对策	(86)

第六章 大型应急气防救护预案的制定及演练·····	(88)
6.1 应急指挥体系 ·····	(88)
6.2 岗位职责 ·····	(96)
6.3 应急响应力量 ·····	(99)
6.4 救护预案 ·····	(100)
6.5 预案启动程序 ·····	(104)
6.6 模拟演练 ·····	(107)
6.7 气防救护预案举例 ·····	(109)
第七章 典型气体泄漏及中毒事故案例·····	(115)
7.1 印度博帕尔农药厂泄漏伤害事故 ·····	(115)
7.2 特大恶性井喷中毒伤害事故 ·····	(120)
7.3 特大恶性氯气泄漏爆炸伤害事故 ·····	(124)
7.4 苯胺装置爆炸伤害事故 ·····	(127)
7.5 硫酸二甲酯泄漏伤害事故 ·····	(131)
第八章 常见有毒物质的防救方法·····	(136)
8.1 一氧化碳 ·····	(136)
8.2 乙烯 ·····	(138)
8.3 乙烷 ·····	(141)
8.4 乙腈; 甲基氰 ·····	(143)
8.5 1,3 - 丁二稀; 联乙烯 ·····	(145)
8.6 丁烷 ·····	(147)
8.7 2 - 丁酮; 甲基乙基酮 ·····	(149)
8.8 1,4 - 二甲苯; 对二甲苯 ·····	(151)
8.9 1,3 - 二甲苯; 间二甲苯 ·····	(154)
8.10 二氧化(一)氮 ·····	(156)
8.11 二氧化硫; 亚硫酸酐 ·····	(158)
8.12 1,2 - 二硝基苯 ·····	(161)

8.13	二硫化碳	(163)
8.14	己烷	(165)
8.15	丙烯	(168)
8.16	丙烯腈	(170)
8.17	丙烯酰胺	(172)
8.18	丙烷	(174)
8.19	丙酮; 阿西通	(177)
8.20	甲苯-2,4-二异氰酸酯(TDI)	(179)
8.21	<i>N</i> -甲基苯胺	(181)
8.22	甲烷; 沼气	(184)
8.23	3-甲酚; 间甲酚	(186)
8.24	甲醇; 木酒精	(188)
8.25	甲醛(福尔马林)	(191)
8.26	石脑油; 原油	(193)
8.27	异丁烯; 2-甲基丙烯	(195)
8.28	异丙苯; 枯烯	(197)
8.29	环己烷; 六氢化苯	(200)
8.30	环氧乙烷; 氧化乙烯	(202)
8.31	肼; 联氨	(204)
8.32	苯	(207)
8.33	苯乙烯; 乙烯基苯	(209)
8.34	苯胺	(212)
8.35	苯酚; 石炭酸	(214)
8.36	氟化氢(氢氟酸)	(217)
8.37	氢氟酸	(219)
8.38	氢氰酸	(221)
8.39	香蕉水	(224)
8.40	柴油	(226)
8.41	氨(阿摩尼亚)	(228)

8.42	砷化(三)氢; 肿	(230)
8.43	砷及其无机化合物	(232)
8.44	铊; 金属铊	(234)
8.45	液化石油气	(237)
8.46	羰基镍; 四羰基镍	(239)
8.47	氯; 氯气	(241)
8.48	氯乙烯; 乙烯基氯	(243)
8.49	1-氯化萘	(246)
8.50	氯甲基甲醚	(248)
8.51	氰化氢	(250)
8.52	硝基苯	(252)
8.53	硫化氢	(255)
8.54	硫酸二甲酯	(257)
8.55	铈化氢; 铈化三氢	(260)
8.56	煤油; 火油	(262)
8.57	碳酰氯; 光气	(263)
8.58	磷化氢; 磷	(265)
附录 危险化学品泄漏初始隔离距离和防护距离		(268)
参考文献		(306)

第一章 基本知识

1.1 我国有毒有害气体防护工作的基本情况

石油石化等化工工业的飞速发展，给人们带来了丰厚的物质财富。由于化工生产会涉及有毒有害气体，而有毒有害气体又对人们的生活及生产构成较大的威胁。因此，我国在解放初期，就在化工生产系统成立了有毒有害气体防护站，简称“气防站”；气防站所从事的有毒有害气体防护工作简称“气防”。

随着经济的飞速发展，有毒有害气体的品种也伴随着石油石化工业的发展而不断增加，有毒有害气体中毒事故发生的几率越来越频繁，事故的损失越来越大。为此，中国石化、中国石油等从事石油化工行业的单位加强了对有毒有害气体的防护，并规定了各石油石化分公司必须成立气体防护站；还规定了气防站“必须建立气防档案”、“制定气防救护预案”和“气防救护培训方案”等加强气体防护工作的一系列措施。

气防站的主要工作内容包括：气体防护知识的宣传、气体防护技术的培训、气体防护器材的维修保养、气体泄漏及中毒事故的预防与处置。

有毒有害气体防护技术主要包括：人体防护技术、人体搬运技术、气体检测技术、破拆搜救技术、苏生救护(人工呼吸、外伤包扎)技术、排毒堵漏技术和现场监护技术等。

气体防护工作目前还没能自成体系，业务管理方面，大多挂在消防队管理，政府部门还没有专职的气体防护救援组织。

1.2 有毒有害气体防护工作的重要性与必要性

近些年,某些企业由于忽视了气体防护的重要性,没有认真吸取 1984 年印度博帕尔市气体泄漏、中毒事故的教训,忽视了对有毒有害气体的防护,造成了重、特大气体泄漏及中毒事故频发。例如,2003 年 12 月某县的井喷中毒事故,造成一次死亡达 243 人;2004 年 4 月某化工厂的氯气爆炸事故,造成 9 人死亡、3 人重伤、15 万人被紧急疏散;2005 年 11 月某石化公司苯胺车间发生连环爆炸事故造成 6 人死亡、2 人重伤、松花江部分水域遭到严重污染。这都给人民生活和社会财产造成了很大损失。事实充分证明,有毒有害气体的防护工作在石油石化行业,越来越显得重要、越来越显得紧迫。

1.3 有毒有害气体的基本概念

所谓气体,是指以气态状况存在的物质。例如,空气、氮气、氧气、水蒸气、液化石油气等。

1.3.1 有毒气体

有毒气体是指通过呼吸道和皮肤吸入,且作用于人体并能引起人体机能发生暂时或永久病变的一切气体。例如,氨气、氯气、一氧化碳、二氧化硫、硫化氢等有毒气体;其他固体、晶体、液体等挥发的有毒气体,例如,沥青、硫磺、苯、苯酚、间甲酚等;还有空气中含某种有毒粉尘的混合气体等。

1.3.2 有害气体

有些无毒的气体在特定环境中,由于温度、压力、浓度等发生变化,也会破坏人的生存环境或直接对人体造成伤害。例如,氮气、氦气、氩气等惰性气体虽然没有毒,但如果在空气中的含

量过高,也可导致人体窒息,从而引起人体机能发生病变,造成伤害;再如,氧气在空气中含量过低,能够造成人体缺氧性中毒,造成伤害;氧的含量过高又极易发生火灾、爆炸及其他危害。因此,在特定的环境中,我们把这些无毒的气体统称为有害气体。

1.3.3 气体中毒

有毒气体作用于人体,通过人体的呼吸器官或皮肤、眼睛,并给人体机能造成暂时或永久病变的症状叫做气体中毒。

1.3.4 有毒气体侵害人体的途径

有毒气体侵害人体的途径主要是呼吸道,其次是皮肤及眼睛。有毒气体借助人的呼吸,通过人的呼吸器官,进入人体,破坏人的呼吸系统,造成人体中毒;腐蚀性有毒气体通过人的皮肤和眼睛与其接触,损害人的皮肤和眼睛。

1.4 毒性与健康危害

1.4.1 接触限值

用于保护作业人员健康而人为规定的作业环境(也叫车间)空气中的有毒有害物质含量的限定值。不同的国家、地区或机构所使用的名称、表述方式有所不同,本书中选用了中国、美国和前苏联的一些测定值,主要有以下几种表述方式。

(1) 最高允许浓度(MAC)。指工作的地点空气中有毒有害物质在长期分次的有代表的采样测定中,均不应超过的数值,以保证人在经常工作不致发生急性和慢性职业性危害。我国采用的最高允许浓度属于这个范畴,单位为 mg/m^3 。

(2) 阈限值(TLV)。是指美国政府工业卫生专家会议(ACGIH)推荐的接触限值,该值定期修订、公布,单位为 mg/m^3 。它又分为以下几种:

① 时间加权平均阈限值(TLV - TWA)。是指在正常 8h 工作

日或 40h 工作周的时间加权平均浓度。在此浓度下反复接触对几乎全部工人都不致产生不良效果。

② 短时间接触阈值 (TLV - STEL)。在此浓度下, 人能够短时间连续接触而不致引起: 刺激作用、慢性的或不可逆的组织病理改变、麻醉的程度达到足以增加意外伤害的危险, 自救能力减退或工作效率明显降低。STEL 是指每次接触时间不得超过 15min 的时间加权平均限值, 每天不超 4 次, 且前后两次接触至少要间隔 60min。

③ 上限值 (TLV)。瞬时也不能超过的最高浓度。

(3) 允许接触水平 (PEL)。这是美国劳工部职业安全卫生管理局 (OSHA) 颁布的接触限值, 按有害物质的作用特点分别规定上限值和 8h 时间加权平均值 (TWA)。

1.4.2 气体的毒性

气体的毒性是指有毒物质侵入人体, 引起人体机体损伤的危害力。它总是同进入体内的量相联系的, 当评价毒性时, 应将危害性和危险度两者区别。前者表示某种物质在一定的条件下引起肌体损伤的可能性; 而后者则是表示某种物质不良作用的预期频率。毒性计算所用的单位一般为化学物质引起实验动物某种毒性反应所需的剂量 (浓度)。剂量愈小, 表示毒性愈大, 最通用的毒性反应是动物的死亡数。常用的指标有以下几种:

(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, 此值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。

1.4.3 健康危害

简要描述化学毒物对人体中毒作用的机理和中毒表现。职业中毒的表现是多种多样的,本书中收录的内容主要是以有关专著中叙述的毒物中毒典型临床表现为主,很少涉及化验和特殊检查,对一些无人体中毒资料或人体中毒资料较少的毒物,以动物毒性资料补充。

1.5 有毒气体造成人体中毒的机理

1.5.1 刺激性危害

吸入刺激性气体,皮肤和眼睛接触刺激性气体都可引起黏膜刺激或灼伤,使机体组织发炎,如:眼结膜炎、鼻炎、咽炎、支气管炎、肺炎、肺水肿等。该类气体包括 H_2S 、 NH_3 、 Cl_2 、 SO_2 、 FH 、光气、氮氧化物等。

1.5.2 腐蚀性危害

强酸(HCl 、 SO_2)、强碱(NH_3)性气体渗透皮肤作用强,可吸收组织中的水分(脱水)而放热,并与蛋白质或脂肪接合,使组织细胞被烧死或冻死,导致发炎、溃烂,甚至也有部分进入组织血液,造成全身性的中毒。

1.5.3 神经麻醉性危害

吸入有机溶剂(如苯、汽油、甲醇、乙醚等)的蒸气(脂溶性高)后,由于脑组织和细胞膜脂类含量高,因而上述物质可通过血脑屏障进入脑而抑制脑功能。

1.5.4 窒息性危害

即缺氧性危害,又分为一般窒息性(物理窒息或机械窒息)和化学窒息性两种。一般窒息性指有毒气体(如 CO_2 、 N_2 、 H_2 、 HE 等)只能机械地阻止氧气进入肺部。而化学窒息指有毒气体(如 CO 、 HCN 、 NACN 、 H_2S 等)能与血液中的血红蛋白结合,使血液失去输氧功能。因脑和心肌对缺氧敏感,易产生损害。

1.5.5 其他危害性物质

(1) 溶血性危害的物质：如砷化氢、二硝基苯等。

(2) 造成致热原性危害的物质：如锌、铬、铜、镁等金属氧化物烟雾以及聚四氟乙烯的热裂解烟雾。

(3) 造成致敏性危害的物品：如对苯二胺、甲苯二异氰酸酯。

1.6 风向、风力与温度对有毒有害气体的影响

1.6.1 风向

风向，决定有毒气体扩散的方向。我国绝大部分地区的方向为西北向东南或东南向西北方向。由于受地形地貌的影响，也有部分地区或地段受地形地貌影响产生其他不同的风向。因此，判断有毒气体扩散方向还应以实地观测为准。

有毒气体的密度小于空气，在0级风时，有毒气体呈柱体向上扩散；风力大于0级，小于2级时，有毒气体顺风向呈不规则的斜柱体向外扩散；风力在2级以上时有毒气体向呈45°角顺风向，向外扩散。

有毒气体的密度大于空气，在0级风时，有毒气体呈馒头型或蘑菇状向外扩散；风力在1~5级以内时，有毒气体呈45°角顺风向沿着地面向外扩散；风力在5级以上时，有毒气体基本被风吹散。

地形与地貌影响有毒气体扩散的高度。有毒气体向外扩散时，受不规则的地形，如建筑物、沟坡、山峰等的影响，造成有毒气体随风向攀高扩散。

1.6.2 风力

风力决定有毒气体扩散的速度。有毒气体扩散的速度基本与风力的速度等同。风力越大风速越快，风速越快有毒气体扩散的

速度越快。风力与风速的关系见表 1-1。

表 1-1 风力与风速的关系

风力等级	名称	相当风速			地面物象征	海面船只象征
		km/h	nmile/h	m/s		
0	无风	小于 1	小于 1	0~0.2	静, 烟直上	静
1	软风	1~5	1~3	0.3~1.5	烟能表示风向	寻常鱼船略觉摇动
2	轻风	6~11	4~6	1.6~3.3	人面感觉有风树叶有微响	船张帆时可随风移行, 2~3km/h
3	微风	12~19	7~10	3.4~5.4	树叶及微枝摇动不息, 旌旗展开	船渐觉颤动, 随风移行, 5~6km/h
4	和风	20~28	11~16	5.5~7.9	能吹起地面灰尘和纸张	船满帆时倾于一方
5	清劲风	29~38	17~21	8.0~10.7	有叶的小树摇摆, 内陆的水面有小波	船只缩帆
6	强风	39~49	22~27	10.8~13.8	大树枝摇动, 举伞困难, 电线呼呼有声	鱼船加倍缩帆
7	疾风	50~61	28~33	13.9~17.1	全树摇动, 迎风步行感觉不便	海船停息港中
8	大风	62~74	34~40	17.2~20.7	树微枝折毁, 人迎风前行阻力甚大	海船停留不出
9	烈风	75~88	41~47	20.8~24.4	建筑物有小损	汽船航行困难
10	狂风	89~102	48~55	24.5~28.4	陆上少见可使树木拔起建筑物损害	汽船航行危险
11	暴风	102~117	56~63	28.5~32.6	陆上很少有重大损坏	汽船遇之危险
12	飓风	118~133	64~71	32.7~36.9	陆上绝少, 摧毁力极大	海浪滔天

1.6.3 温度

温度对有毒介质影响较大, 可加快或降低有毒介质挥发的速度。一般情况下, 温度越高有毒气体的挥发速度越快; 温度越低