

中国化工教育协会推荐培训教材



危险化学品从业人员 安全生产 培训读本

朱兆华 徐丙根 沈振国 编著 陆贯一 曹斌 主审

- ➡ 普及危险化学品安全知识，建设企业安全文化
- ➡ 强化员工安全意识、风险意识、法律意识和责任意识
- ➡ 提高员工安全操作技能，创造企业安全生产环境



化学工业出版社

中国化工教育协会推荐培训教材

危险化学品从业人员安全 生产培训读本

朱兆华 徐丙根 沈振国 编著
陆贯一 曹斌 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是中国化工教育协会推荐危险化学品从业人员安全生产培训教材。

全书共分8章。重点阐述了危险化学品特点和状况、危险化学品的危险有害因素辨识、危险化学品生产操作和单元操作安全技术,对危险化学品装置检修与设备维护技术进行了叙述,并对危险化学品生产典型事故案例进行了剖析。

本书可供危险化学品生产经营单位从业人员、政府相关部门有关人员、安全生产管理人员阅读,也可供相关专业院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

危险化学品从业人员安全生产培训读本/朱兆华, 徐丙根, 沈振国编著. —北京: 化学工业出版社, 2009.5

ISBN 978-7-122-05030-4

I. 危… II. ①朱…②徐…③沈… III. ①化学品-安全生产-技术培训-教材②化学品-危险物品管理: 安全管理-技术培训-教材 IV. TQ086

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第039264号

责任编辑: 杜进祥 周永红

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 王素芹

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装: 三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张9½ 字数256千字

2009年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前 言

当前,安全生产工作形势总体稳定,但仍十分严峻,重特大事故多发,对社会产生较大影响。党中央、国务院历来对安全生产工作高度重视。胡锦涛总书记提出的科学发展观为安全生产指明了方向,科学发展、安全发展、和谐发展、绿色发展是生产发展的主旋律,也是安全生产必由之路。

危险化学品企业属于高危行业,安全生产风险较大,容易发生火灾、爆炸、中毒、窒息、腐蚀、坠落、灼烫等事故。

危险化学品从业人员是企业安全生产的主力军,重视危险化学品企业安全生产工作首先要关心危险化学品从业人员的安全健康,确保他们在企业生产经营活动中不发生伤亡事故和职业危害,做到四不伤害(不伤害自己、不伤害别人、不被别人伤害、保护他人不被伤害)。为了提高危险化学品从业人员安全意识、风险意识、法律意识和责任意识,普及危险化学品从业人员安全知识,提高他们的安全操作技能,创造安全生产环境,预防各类事故和职业危害发生,使危险化学品生产经营企业实现长周期安全生产,我们根据《危险化学品生产经营单位从业人员安全生产培训大纲(试行)》编写了《危险化学品从业人员安全生产培训读本》。

参加本书编写的安全生产专家和安全工程技术人员既具有扎实的理论功底,又具有丰富的实践经验。本书针对危险化学品从业人员编写而成,具有重点突出、实用性强、通俗易懂,贴近安全生产实际的特点,可供危险化学品生产经营单位从业人员、政府相关部门有关人员、安全生产管理人员阅读,也可供相关专业院校师生参考。

本书由南京兆元安全环境科技服务有限公司策划编写,由朱兆华、徐丙根、沈振国编著,陆贯一、曹斌主审。

本书编撰过程中，得到了中国化工教育协会的指导和丁晓军、王中坚、高讯、刘小娟、朱旻、朱旭祥、江晨、赵桂芳等同志的大力支持，在此向他们一并表示由衷的感谢！

由于时间仓促，本书缺点和不足之处在所难免，敬请广大读者批评指出。

编著者

二〇〇九年四月

目 录

1 危险化学品生产的特点与状况	1
1.1 危险化学品生产的特点	1
1.2 危险化学品生产安全状况	3
2 危险化学品基础知识	5
2.1 化学品的定义与分类	5
2.1.1 化学品的定义	5
2.1.2 化学品分类及各类化学品的特性	6
2.2 常见危险化学品理化性质及其危险特性	13
2.2.1 常见爆炸品	13
2.2.2 常见压缩气体和易燃气体	14
2.2.3 常见易燃液体	17
2.2.4 常见易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品	19
2.2.5 常见氧化剂和有机过氧化物	21
2.2.6 常见有毒品	23
2.3 危险化学品安全标签与技术说明书	25
2.3.1 危险化学品安全标签	25
2.3.2 危险化学品的技术说明书	27
2.4 危险化学品安全色与标志	29
2.4.1 安全色	29
2.4.2 危险化学品标志	31
3 危险化学品危险有害特性	35
3.1 危险化学品火灾危险性	35
3.1.1 爆炸品的火灾危险性	35

3.1.2	易燃液体的火灾危险性	36
3.1.3	压缩气体和液化气体的火灾危险性	36
3.1.4	易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品的 火灾危险性	37
3.1.5	自燃物品和遇湿易燃物品的火灾危险性	37
3.1.6	氧化剂和有机过氧化物的火灾危险性	37
3.1.7	毒害品的火灾危险性	37
3.1.8	放射性物品的火灾危险性	38
3.1.9	腐蚀品的火灾危险性	38
3.1.10	危险化学品火灾危险性分类	38
3.2	危险化学品爆炸危险性	40
3.2.1	爆炸概述	40
3.2.2	影响爆炸极限的因素	43
3.2.3	可燃气体爆炸	46
3.2.4	粉尘爆炸	48
3.2.5	蒸气爆炸	50
3.2.6	熔盐池爆炸	51
3.2.7	危险化学品的爆炸危险性	52
3.2.8	爆炸事故的防范措施	53
3.3	危险化学品窒息危害性	60
3.3.1	危险化学品的窒息危害	60
3.3.2	常见窒息性气体的危害性	61
3.3.3	预防窒息危害的措施	64
3.4	危险化学品静电危害性	64
3.4.1	静电产生的条件	64
3.4.2	物质和人体静电的带电过程	66
3.4.3	静电的危险与有害性	69
3.5	危险化学品泄漏危险性	73
3.5.1	危险化学品泄漏形态及其危险性	73
3.5.2	危险化学品泄漏的防治	74
3.6	危险化学品灼烫有害性	78

3.6.1	灼烫的分类	78
3.6.2	引起化学性灼烫的常见物质	78
3.6.3	化学灼烫的症状	79
3.6.4	化学灼烫的处理	79
3.6.5	化学灼烫的预防	80
3.7	危险化学品毒性及其危害	81
3.7.1	毒物的定义	81
3.7.2	毒物的形态和分类	81
3.7.3	毒物的毒性	82
3.7.4	毒物进入人体的途径	83
3.7.5	毒物对人体的危害	84
3.7.6	影响有毒化学品对机体作用的主要因素	87
3.7.7	毒物危害程度分级	90
3.7.8	预防有毒化学品危害的措施	92
3.7.9	危险化学品生产中常见毒物的毒性作用	98
3.8	危险化学品其他危险有害性	102
3.8.1	对大气的危害	102
3.8.2	对土壤的危害	103
3.8.3	对水体的污染	103
4	危险化学品生产操作安全技术	105
4.1	化工单元操作的危险性	105
4.1.1	加热	105
4.1.2	冷却	105
4.1.3	加压操作	106
4.1.4	负压操作	106
4.1.5	冷冻	106
4.1.6	物料输送	106
4.1.7	熔融	107
4.1.8	干燥	107
4.1.9	蒸发	108
4.1.10	蒸馏	108

4.2	危险化学品生产火灾爆炸事故原因分析	108
4.2.1	火灾、爆炸事故类型	108
4.2.2	火灾、爆炸事故发生的原因	111
4.2.3	预防火灾、爆炸事故发生的措施	113
4.3	危险化学品生产综合安全技术	115
4.3.1	危险化学品防火防爆安全技术	115
4.3.2	危险化学品生产防止尘、毒危害的安全技术	120
4.3.3	灼伤危害及防护	126
4.3.4	噪声危害及防护	129
4.4	危险化学品生产消防安全技术	132
4.4.1	火灾的种类	132
4.4.2	灭火的基本方法	132
4.4.3	常用灭火剂及其适用性	133
4.4.4	常用灭火器	140
4.4.5	灭火设施	141
4.4.6	扑救初起火灾时灭火剂的选用原则	142
5	危险化学品生产及单元操作安全技术	144
5.1	危险化学品生产岗位安全操作基本要求	144
5.2	危险化学品生产单元操作安全技术	146
5.2.1	设备内作业安全	146
5.2.2	空气压缩机作业安全	147
5.2.3	抽加盲板作业安全	148
5.2.4	机泵作业安全	148
5.2.5	输送机作业安全	149
5.2.6	粉碎机、筛分机作业安全	156
5.2.7	过滤机作业安全	158
5.2.8	混合器作业安全	160
5.2.9	罐区作业安全	161
5.2.10	计量岗位作业安全	164
5.2.11	反应釜作业安全	165

5.2.12	电加热炉作业安全	167
5.2.13	塔设备作业安全	168
5.2.14	换热器作业安全	172
5.2.15	制氧作业安全	174
6	危险化学品生产装置安全检修	180
6.1	危险化学品生产装置检修准备	180
6.1.1	化工装置检修的分类与特点	180
6.1.2	装置停车检修前的准备工作	181
6.2	危险化学品生产装置停车安全处理	185
6.2.1	停车操作注意事项	185
6.2.2	吹扫与置换	186
6.2.3	装置环境安全标准	188
6.2.4	抽加盲板	189
6.3	危险化学品生产装置检修安全	189
6.3.1	实行检修许可证制度	189
6.3.2	检修作业安全要求	190
6.3.3	检修动火	190
6.3.4	检修用电	192
6.3.5	动土作业	193
6.3.6	高处作业	193
6.3.7	受限空间作业	197
6.3.8	起重作业	198
6.3.9	运输与检修	199
6.3.10	特殊检修项目	200
6.3.11	工程质量检查	202
6.4	危险化学品装置检修后开车安全	205
6.4.1	装置开车前安全检查	205
6.4.2	装置开车	205
6.5	危险化学品生产重要设备安全检修	206
6.5.1	机泵设备安全检修	206
6.5.2	管式炉检修安全	212

6.5.3	换热器检修安全	223
6.5.4	压力容器检修安全	225
7	危险化学品生产设备维护安全技术	229
7.1	设备安全管理	229
7.1.1	设备使用初期管理	229
7.1.2	设备运行安全管理	230
7.1.3	设备的维护	232
7.1.4	设备的检查	233
7.2	设备维护	237
7.2.1	设备试压	237
7.2.2	化学污染设备处理	237
7.2.3	设备作业维护	238
7.2.4	非常规运行和有关作业维护	239
7.2.5	紧急维护	241
7.2.6	切割、焊接和其他动火作业	241
7.3	公用工程设施维护	242
7.3.1	电气设施	242
7.3.2	水和蒸气设施	243
7.3.3	供氧、空气和辅助气体设施	244
7.3.4	废料处理设施	244
7.4	设备腐蚀及防护	245
7.4.1	腐蚀分类	245
7.4.2	腐蚀的防护	247
7.4.3	防腐蚀涂料	250
8	危险化学品生产职业卫生防护技术	251
8.1	操作控制	251
8.1.1	替代	251
8.1.2	变更工艺	252
8.1.3	隔离	252
8.1.4	通风	253

8.1.5 个体防护和卫生	253
8.2 管理控制	255
8.2.1 危害识别	255
8.2.2 安全标签	256
8.2.3 化学品安全技术说明书	256
8.2.4 安全储存	256
8.2.5 安全传送	257
8.2.6 安全处理与使用	257
8.2.7 废物处理方法	258
8.2.8 接触监测	258
8.2.9 医学监督	258
8.2.10 培训教育	259
附录一 危险化学品生产典型事故案例分析	260
附录二 危险化学品生产经营单位从业人员安全	
生产培训大纲（试行）	275
附录三 化工安全生产四十一条禁令	280
附录四 常用安全标志	282
参考文献	287

1 危险化学品生产的特点与状况

1.1 危险化学品生产的特点

危险化学品生产具有易燃、易爆、易中毒、易窒息、高温、高压、腐蚀性强、工艺条件苛刻、连续化生产等特点。因而，生产过程具有较大的危险性。危险化学品生产有以下特征：

(1) 危险化学品生产使用的原料、半成品和成品种类繁多，绝大部分是易燃、易爆、有毒害、有腐蚀性的危险化学品。从原料到产品，包括工艺过程中的半成品、中间体，各种溶剂、添加剂、催化剂、试剂等，绝大多数属于易燃、可燃性物质，还有爆炸性物质。它们又多以气体和液体状态存在，极易泄漏和挥发。尤其在生产过程中，工艺操作条件苛刻，有高温、深冷、高压、真空，许多加热温度都达到和超过了物质的自燃点，一旦操作失误或因设备失修，便极易发生火灾爆炸事故。另外，就目前的工艺技术水平看，在许多生产过程中，物料还必须用明火加热；加之日常的设备检修又要经常动火，这样就构成一个突出的矛盾：既怕火，又要用火；再加之各企业及装置的易燃易爆物质储量很大，一旦处理不好，就会发生事故，其后果不堪设想。以往所发生的事故，都充分证明了这一点。这给生产中的这些原材料、燃料、中间产品和成品的储存及运输都提出了特殊的要求。

(2) 危险化学品生产要求的工艺条件苛刻。有些化学反应在高温、高压下进行，有的要在低温、高真空度下进行。如由轻柴油裂解制乙烯，进而生产聚乙烯的生产过程中，轻柴油在裂解炉中的裂解温度为 800°C ；裂解气要在深冷 (-96°C) 条件下进行分离；纯度为 99.99% 的乙烯气体在 300MPa 压力下聚合，制取高压聚乙烯树脂。

(3) 毒害性大 危险化学品生产时,有毒物质普遍大量地存在于生产过程中,其种类之多,数量之大,范围之广,超过其他任何行业。其中,有许多原料和产品本身即为毒物,在生产过程中添加的一些化学性物质也多属有毒的,在生产过程中因化学反应又生成一些新的有毒物质,如氰化物、氟化物、硫化物、氮氧化物及烃类毒物等。这些毒物有的属一般性毒物,也有许多高毒和剧毒物质,它们以气体、液体和固体三种形态存在,并随生产条件的变化而不断改变原来的形态。此外,在生产操作环境和施工作业场所,还有一些有害的因素,如工业噪声、高温、粉尘、射线等,这些有毒有害因素会造成急性中毒事故。还会随着时间的增长,即便是在低浓度(少剂量)条件下,也会因其联合作用,影响职工的身体健康,导致各种职业性疾病。

(4) 腐蚀性强 危险化学品生产过程中的腐蚀性主要来源如下:①在生产工艺过程中使用一些强腐蚀性物质,如硫酸、硝酸、盐酸和烧碱等,它们不但对人有很强的灼伤作用,而且对金属设备也有很强的腐蚀作用;②在生产过程中有些原料和产品本身具有较强的腐蚀作用,如原油中含有硫化物,常将设备管道腐蚀坏;③化学反应生成许多新的具有不同腐蚀性的物质,如硫化氢、氯化氢、氮氧化物等,腐蚀不但大大降低设备使用寿命,缩短开工周期,而且更重要的是它可使设备减薄、变脆,承受不了原设计压力而发生泄漏或爆炸着火事故。

(5) 生产规模大型化 国际上危险化学品生产采用大型生产装置是一个明显的趋势。例如,乙烯装置的生产能力也从50年代的100kt/a,发展到70年代的600kt/a。截至2007年,诺瓦化学公司位于加拿大焦弗雷的乙烯装置生产能力达2800kt/a。

采用大型装置可以明显降低单位产品的建设投资和生产成本,提高劳动生产能力,降低能耗。因此,世界各国都积极发展大型危险化学品生产装置。但大型化会带来重大的潜在危险。

(6) 生产方式高度自动化与连续化 危险化学品生产已经从过去落后的手工操作、间断生产,转变为高度自动化、连续化生产;生产设备由敞开式变为密闭式;生产装置从室内走向露天;生产操

作由分散控制变为集中控制,同时,也由人工手动操作变为仪表自动操作,进而又发展为计算机控制。连续化与自动生产是大型化的必然结果,但控制设备也有一定的故障率。据美国石油保险协会统计,控制系统发生故障而造成的事故占炼油厂火灾爆炸事故的6.1%。

正因为危险化学品生产具有以上特点,安全生产在危险化学品行业就更为重要。一些发达国家的统计资料表明,在工业企业发生的爆炸事故中,危险化学品企业占了1/3。此外,在危险化学品生产中,不可避免地要接触有毒有害的化学物质,危险化学品生产行业职业病发生率明显高于其他行业,所以,危险化学品生产行业被称为高危行业。

1.2 危险化学品生产安全状况

50年前,全世界的化学品年产量仅有1000kt,随着人类生产和生活的不断发展和提高,人类使用化学品的品种、数量在迅速增加。目前,世界上所发现的化学品已超过1000万种,日常使用的约有700余万种,年产量已超过4亿吨,年总产值已达到1万亿美元。化学品的生产、使用在造福人类的同时,也发生了许多造成人员伤亡、财产毁损、污染环境的重大事故。

安全生产,事关人民群众生命和财产安全、国民经济持续快速健康发展和社会稳定的大局。改革开放以来,在党中央、国务院和各级地方党委和政府的正确领导下,我国的危险化学品安全状况逐步好转。但是,危险化学品生产的安全形势仍不容乐观。1993年8月5日,深圳清水河危险化学品仓库火灾爆炸事故,死亡15人,200多人受伤,直接经济损失2.5亿元。1997年6月27日,北京东方危险化学品生产企业油罐区火灾爆炸事故,死亡9人,伤39人,直接经济损失1.17亿元。以2001年为例,全国发生各类事故1000629起,其中,涉及危险化学生产的就有8432起,占8%。部分危险化学品的生产装置安全状况比较差,部分从事危险化学品生产工人的文化素质不高,对所生产的危险化学品危险有害性认识不够,甚至盲目操作,从而导致各类事故的发生。

造成安全生产事故的主要原因是人的因素。有资料表明：目前危险化学品行业安全生产事故中，人为因素造成的事故占总数的70%~80%。某些化工企业的领导自认为重视安全管理工作，企业也建立了不少规章制度，但在实际工作中，这些管理条例只是写在纸上、挂在墙上，就是落实的时候跟不上，缺乏执行国家安全生产法律法规的自觉性，致使某些事故重复发生。有些企业只顾抓市场、抓效益，根本顾不上抓安全管理，当生产与安全发生矛盾时，置安全生产于不顾，本应停车进行设备检修，却为了眼前利益，让设备带病运转，最终导致重大伤亡事故发生。

有的企业为降低成本、压缩经费，首先削减安全生产技术措施经费，导致安全投入严重不足，造成设备失修，重大隐患长期得不到治理。少数亏损企业则投入很少或根本不投入，拼设备、拼人力现象严重，企业设备老化，技术落后，生产现场脏乱差，跑、冒、滴、漏现象严重，事故隐患增加，安全生产状况不好。有关部门在对某些省市的安全检查中发现，大部分被查的石油、石化、化工企业的消防设备和器材存在很多问题：易燃易爆企业自备消防车普遍老化；摆在现场的灭火器有的无压力，有的超过检验期限；消防水泵房普遍没有正常维护保养。有的企业事故应急防范基础设施的状况令人堪忧。一些企业由于改革中职工岗位变动大，没有及时对这些人员进行岗前安全知识的培训，埋下了安全隐患。同时，企业为降低劳动力成本，大量使用农民工、季节工、临时工，这些人员的文化水平低，自我保护意识差，给化工安全生产带来不利影响。

针对危险化学品生产的特点及事故频发的倾向，政府高度重视危险化学品安全生产工作，对危险化学品行业多次开展安全大检查和化工安全专项整治，提高了危险化学品生产企业准入条件，严格了危险化学品生产审查条件，高度重视危险化学品企业隐患整改，严肃查处危险化学品生产安全事故，危险化学品生产安全事故有所遏制，危险化学品安全生产形势有所好转。但危险化学品生产事故仍时有发生，任何时候都不可忽视生产操作潜在风险。

2 危险化学品基础知识

2.1 危险化学品的定义与分类

2.1.1 危险化学品的定义

国际劳工组织为化学品所下的定义是：“化学品是指各种化学元素、由元素组成的化合物及其混合物，无论是天然的或人造的”。按此定义，可以说人类生存的地球和大气层中所有有形物质包括固体、液体和气体都是化学品。

一般的、不严格的、比较抽象的危险化学品定义是：“化学品中具有易燃、易爆、有毒、有害及有腐蚀特性，对人员、设备、环境造成伤害或损害的化学品属危险化学品”。

比较严格的定义是：“化学品中符合有关危险化学品（物质）分类标准规定的化学品（物质）属于危险化学品”。目前，国际通用的危险化学品分类标准有两个：一是《联合国危险货物运输建议书》规定了9类危险化学品的鉴别指标；二是联合国《全球化学品统一分类和标签协调制度》（GHS）规定了26类危险化学品的鉴别指标和测定方法。GB 6944—2005《危险货物分类与品名编号》节选自《联合国危险货物运输建议书》，还包括实验测定方法及一些附加说明。

具有实际操作意义的定义是：“国家安全生产监督管理总局公布的《危险化学品名录》中的化学品是危险化学品”。除了已公认不是危险化学品的物质（如纯净食品、水、食盐等）之外，未在名录中列为危险化学品的一般应经实验加以鉴别认定。

危险化学品包括爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、有毒