



化工中等专业学校试用教材

化工安全技术基础

黑龙江省化工学校等合编

李景惠 主编

化学工业出版社

81.198
271

化工中等专业学校试用教材

化工安全技术基础

黑龙江省化工学校等合编

李景惠 主编

化学工业出版社

北京

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

化工安全技术基础/李景惠主编. —北京: 化学工业出版社, 1995

化工中等专业学校试用教材

ISBN 7-5025-1546-1

I. 化… II. 李… III. 化学工业-安全技术-专业学校-教材 IV. TQ086

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 08764 号

出版发行: 化学工业出版社(北京市朝阳区惠新里 3 号)

社长: 俸培宗 总编辑: 蔡剑秋

经 销: 新华书店北京发行所

印 刷: 三河市科教印刷包装集团

装 订: 三河市前程装订厂

版 次: 1995 年 7 月第 1 版

印 次: 1995 年 7 月第 1 次印刷

开 本: 850×1168 $\frac{1}{32}$

印 张: 5 $\frac{1}{2}$

字 数: 146 千字

印 数: 1—10100

定 价: 5.00 元

前 言

本书系根据 1994 年 10 月在辽宁石油化工学校召开的东北地区化工中专教材编写会议的精神编写的。

本书从理论和实践上较系统地介绍了化工生产的安全技术和安全管理方面的知识，并结合生产实际和学生实际，在内容上尽可能介绍有关生产中新技术、新方法的安全问题，使之具有可接受性和实用性。本书不仅可作为化工中专的教材，也可作为从事化工安全生产技术人员和管理干部的参考书，同时也可供其它类中等专业学校相关专业使用。

希望这本书能对我国的化工生产，特别是化工厂安全生产和安全技术的发展起到积极的推动作用。

本教材授课时数为 32 学时。第一章由黑龙江省化工学校李景惠、刘明武编写；第二章由辽宁省石油化工学校赵连俊编写；第三章由黑龙江省化工学校李景惠、于申编写；第四章由吉林化工学校李晓林编写；第五章由沈阳市化工学校步群编写；第六章由哈尔滨市化工学校李红编写。全书由李景惠主编。沈阳化工学院周敬恩教授主审。

《化工安全技术基础》是为我国化工中等专业学校首次正式组织编写的有关安全技术方面的试用教材，因其涉及的知识面广、内容多，尽管得到许多同志的热情支持和帮助。但因时间仓促，编者水平有限，错漏之处敬请读者予以批评指正。

编者

1995 年 3 月

43151

内 容 提 要

本书共分六章,内容包括工业毒物的危害及防护、防火防爆、电气及静电安全技术、压力容器及锅炉的安全技术、化工安全检修等。每章后附有复习思考题。

本书为试用教材,为选修课,供化工中等专业学校化学工艺、化工机械等专业选用。

目 录

第一章 绪论	1
一、化学工业生产的特点	1
二、安全生产与安全技术	3
三、化工生产中的事故	6
四、现代安全管理方法	8
复习思考题	11
第二章 工业毒物的危害及防护	12
第一节 工业毒物的分类及毒性	12
一、工业毒物的概念	12
二、工业毒物的分类	12
三、工业毒物的毒性评价指标与分级	14
第二节 工业毒物侵入人体的途径和危害	16
一、工业毒物侵入人体的途径	16
二、工业毒物对人体的危害	18
第三节 防毒、防尘措施	23
一、防毒措施	23
二、防尘措施	25
第四节 急性中毒的现场抢救原则	27
复习思考题	29
第三章 防火防爆	30
第一节 燃烧与爆炸	30
一、燃烧	30
二、连锁反应理论	38
三、爆炸	40
四、爆炸极限	46
第二节 化工原材料及产品的火灾危险性	53
一、火灾爆炸危险物质的分类及特性	53

二、火灾爆炸危险性的评定	59
三、储存物质的火灾危险性分类原则	63
第三节 防火防爆的基本措施	65
一、生产工艺的火灾危险性分类	65
二、点火源的控制	67
三、对有火灾爆炸危险物质的处理	70
四、工艺参数的安全控制	72
五、限制火灾爆炸的扩散与蔓延	75
第四节 消防设施	80
一、消防设施及器材	80
二、灭火剂的种类及选用	80
三、几种常见初起火灾的扑救	85
复习思考题	87
第四章 电气及静电安全技术	89
第一节 电气安全技术	89
一、电气事故	89
二、爆炸和火灾危险场所的类别和等级	92
三、爆炸性混合物的分级分组	94
四、防爆电气设备的类型、标志及选型	95
第二节 防静电	99
一、静电的特性和危害	101
二、静电危害的消除	104
第三节 防雷	110
一、雷电的分类及危害	111
二、防雷装置及防雷措施	112
复习思考题	113
第五章 压力容器及锅炉的安全技术	115
第一节 压力容器的分类和检验	115
一、压力容器的分类	115
二、压力容器的安全技术管理	117
三、压力容器定期检验的周期与内容	119
第二节 压力容器的安全附件	120
一、安全阀	120

二、爆破片	124
三、易熔合金塞	125
四、压力表	126
五、液位计	127
第三节 工业锅炉及气瓶的安全技术	128
一、工业锅炉设备的基本知识	128
二、工业锅炉的安全运行	130
三、锅炉的停炉与保养	133
四、水质要求	135
五、气瓶的安全使用	137
复习思考题	140
第六章 化工安全检修	141
第一节 化工安全检修的分类及特点	141
一、化工检修的分类	141
二、化工检修的特点	143
第二节 化工安全检修的一般要求	144
一、化工检修的准备	145
二、化工检修的实施	146
三、化工检修的验收	151
第三节 化工检修作业的安全技术	152
一、动火作业	152
二、动土作业	156
三、罐内作业	158
四、高处作业	161
复习思考题	165
主要参考文献	166

第一章 绪 论

一、化学工业生产的特点

1. 概述

化学是研究物质的结构、组成、性质、变化的科学。化学工业，广义地说，是指生产化学产品的工业。它是一个多行业、多品种，为国民经济各部门和人民生活各方面服务的工业。在我国化学工业中已由原来的基础产业上升为四大支柱产业之一。

化学工业，在不同时代，不同国家，不尽相同。古代造纸、火药、制陶、染色等生产工艺，就是古老的化学工艺过程。到了 18 世纪产业革命后，使用了大量机器，兴起了化学工业。19 世纪中叶以煤炭为主要原料的现代有机化学工业开始发展起来。本世纪以来随着石油工业的发展，以石油和天然气为原料生产有机化工产品的石油化学工业兴起。1923 年，美国联合碳化物公司建成了第一个石油裂解制取乙烯的装置。50 年代，世界上工业发达国家竞相发展石油化工，以及石油化工技术的重大突破，使其带动了整个化学工业的高速发展，而成为现代化学工业的基础。

就当今世界而言，人们的“衣、食、住、行”都离不开化工产品。化肥和农药促进粮食和其它农作物的增产。质地优良、品种繁多的合成纤维缓解了棉粮争田的矛盾，化纤制品深受人们的喜爱。合成药品提高了人们战胜疾病的能力。合成材料普遍应用于建筑业及汽车、轮船、飞机等制造业，由于它们具有耐高温、耐低温、耐腐蚀、耐磨损、高强度、高绝缘等特殊性能，使其成为发展近代航天技术、核技术及电子技术等尖端科学技术不可缺少的材料。

由此可见，化学工业对国民经济的影响是全方位、多方面的。无

论农业、工业、建筑、交通运输、国防、文化教育、体育卫生以及人民生活等各方面都离不开化学工业为之提供的各式各样、品种繁多的化工产品。

2. 现代化工生产特点

化工生产具有易燃、易爆、易中毒、高温、高压、有腐蚀等特点，因而较其它工业部门有更大的危险性。化工生产的特点有四个。

(1) 化工产品和生产方法的多样化 化工生产使用的原料、半成品、成品种类繁多，绝大部分是易燃、易爆、有毒性、具腐蚀的化学危险品。我国已列出的常用易燃、易爆物品计 1243 种，世界常见毒物达 63000 多种。

化工生产中一种主要产品可以联产或副产几种其它产品。同时又需要多种原料和中间体来配套。同一种产品往往可以使用不同的原料和采用不同方法制得。如苯的主要来源有四个：炼厂副产、石脑油铂重整、裂解制乙烯时的副产以及甲苯经脱烷基制取苯。而用同一种原料采用不同生产方法，可得不同的产品。如从化工基本原料乙烯开始，可以生产出多种化工产品。

(2) 生产工艺的苛刻参数 采用高温、高压、深冷、真空等工艺参数，可以提高单机效率和产品收率，缩短了产品生产周期，使化工生产获得更佳经济效益。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 294MPa 压力下聚合，制取高压聚乙烯树脂。

(3) 生产规模的大型化 近 20 年来化工生产装置规模大型化发展迅速。以化肥为例，50 年代合成氨的最大规模为 $6 \times 10^4 \text{t/a}$ ；60 年代初为 $1.2 \times 10^5 \text{t/a}$ ；60 年代末，发展为 $3 \times 10^5 \text{t/a}$ ；70 年代发展为 $5.4 \times 10^5 \text{t/a}$ 。乙烯装置的生产能力也从 50 年代的 $1 \times 10^5 \text{t/a}$ ，发展到 70 年代的 $6 \times 10^5 \text{t/a}$ 。

(4) 生产过程的连续化、自动化 化工生产已经从过去落后的坛坛罐罐的手工操作、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，使在正常情况下的安全生产有所保障。

二、安全生产与安全技术

1. 安全生产在化工生产中的地位

(1)安全是生产的前提条件 由于化工生产的特点,决定其有很大危险性。一些发达国家统计资料表明,在工业企业发生的爆炸事故中,化工企业的占了三分之一。随着生产技术和生产规模大型化,安全生产已成为社会问题,因为一旦发生火灾和爆炸事故,不但导致生产停止、设备损坏、原料积压、造成社会生产链中断,使社会生产力下降,而且还会造成人身伤亡,产生无法估量的损失和难以挽回的影响。例如,1979年我国某市电化厂氯气车间液氯钢瓶充装前没有清洗检查,致使钢瓶内发生化学反应,压力剧增而爆炸,造成职工和居民死亡59人,中毒住院治疗979人,经济损失达49万元。再如,印度博帕尔市的一家农药厂发生甲基异氰酸酯毒气泄漏事件,造成2500人死亡,50000人双目失明,150000人终身残废。上述列举实例充分说明离开安全生产这一前提条件,化工生产就不能正常进行。

(2)安全生产是化工生产发展的关键 装置规模的大型化,生产过程的连续化无疑是化工生产发展的方向,但要充分发挥现代化工生产优越性,必须实现安全生产,确保装置长期、连续、安全运行。否则就要有一定损失。 $3 \times 10^5 \text{t/a}$ 的合成氨装置停产一天,就会少生产合成氨1000t。开停车越频繁,经济上损失越大,同时也失去了装置大型化的优越性,使装置本身受损,事故发生的可能性增大。例如,1973年南非一家化肥厂发生爆炸,造成82人死亡;1980年伊朗一家石油炼制工厂发生火灾,影响了聚乙烯和聚氯乙烯装置的生产。由于化工企业的重大伤害事故会造成人员伤亡,引起生产停顿,供需失调,社会不安。因此安全生产已成为化工生产发展的关键问题。

2. 安全生产的基本原则

(1)生产必须安全 从一个国家到一个企业都必须保护人民的利益。企业生产的最终目的，就是造福于人民。因此，实现安全生产，保护职工在生产劳动过程中的安全与健康，便成了企业管理的一项基本原则。

人类要生存和发展必须进行生产劳动，生产劳动中必然存在着各种不安全、不卫生的因素，如果不予以重视，随时可能发生各种事故和职业病。实现安全生产，保护劳动者的安全、健康，是我国现代化建设的客观要求。同时也是关心和爱护群众的具体体现。实现安全生产，更有利于调动职工积极性，充分发挥他们的才智，促进生产力发展。

生产必须安全既是现代工业生产的客观需要，又是劳动者的切身利益的要求。“生产必须安全，安全促进生产”这一方针科学地揭示了生产与安全的辩证关系，是被实践证明了的正确方针。在贯彻这一方针中，必须还要树立“安全第一”的思想，进一步贯彻“管生产必须管安全”的原则。

(2)安全生产，人人有责 安全生产是一项综合性工作，必须贯彻专业管理和群众管理相结合的原则，在充分发挥专职安全技术人员和安全管理干部的骨干作用同时，充分调动和发挥全体职工的安全生产积极性。实现“全员、全过程、全方位、全天候”的安全管理和监督。同时还要建立健全各种安全生产责任制、岗位安全技术操作规程等安全规章制度。加强政治思想工作和经常性的监督检查。把安全 and 生产从组织领导上统一起来，提高全员安全意识。

(3)安全生产、重在预防 这是对安全工作提出的更高层次的要求。以往由于人们对客观事物的认识不够深刻，往往是发生事故之后，再调查原因，采取措施，始终处于被动地位。现代化的化工生产及高度发达的科学技术，要求而且也能够做到防患于未然。这就加强对职工的安全教育和技术培训。提高职工的技术素质，组织各种安全检查，完善各种检测手段，及时掌握生产装置及环境的变化，及时发现隐患，防止事故的发生。

3. 安全技术的基本内容

安全技术是研究和查明生产过程中各种事故和职业性伤害发生的原因、防止事故和职业病发生的系统的科学技术和理论。

安全技术是一门涉及范围很广、内容极为丰富的综合性科学。它具有政策性强、群众性广、技术复杂的特点。安全技术涉及到数学、物理、化学、生物、天文、地理等基础科学和电工学、材料力学、劳动卫生等应用科学；它还涉及到化工、机械、电气、冶金、建筑、交通运输等工程技术知识。

安全技术的基本内容包括以下三个方面。

(1)预防工伤事故和其他各类事故的安全技术 其内容包括防火防爆、化学危险品的安全储运、控制锅炉压力容器、电气设备、起重机械、机械加工、建筑安装、矿山、人体防护等的安全技术，以及装置安全评价、事故数据统计、安全系统工程等。

(2)预防职业性伤害的安全技术 其内容包括防尘、防毒、通风采暖、照明采光、减少噪声、消除振动、高频和射频、辐射防护、放射性防护、现场急救等。

(3)制订和完善规章制度 其内容包括制度安全技术规范、规定、条例和标准。

4. 安全技术与生产技术的关系

(1)安全技术是生产技术的组成部分，安全技术和生产技术密切相关，改进生产技术必须伴以安全技术的改进，只有这样才能确保安全生产。发展安全技术，又必须熟悉生产技术。

(2)安全技术贯穿于生产的全过程 新建、改建和扩建企业时，从设计、施工、安装到竣工验收、试运转、投入生产，各个环节都有安全技术的内容。同时必须遵守各种有关的安全规范、规程、规定、条例和标准。而在实施生产的过程中，无论在人员方面，物资方面，还是管理方面都离不开安全技术。同时要求在生产各个环节上必须做好安全技术和安全管理工作。

(3)安全技术随着生产技术的发展而发展 安全技术越发展，职工掌握预防危险和消除危险的本领就越大，从而更能保障职工的安全。

全和健康。生产技术向前发展，对安全技术提出更高的要求，又为安全技术的发展创造了条件。不解决相应的安全技术问题，新的生产技术就难以推广和应用。因此安全技术总是随着生产技术的发展而发展。

三、化工生产中的事故

1. 事故与分类

凡是能引起人身伤害、导致生产中断或国家财产损失的事件，都叫事故。为了方便管理，按其性质的不同，事故可分为九类。

(1)生产事故 在生产过程中，由于违反工艺规程、岗位操作法或操作不当等原因，造成原料、半成品或成品损失的事故，称为生产事故。

(2)设备事故 化工生产装置、动力机械、电气及仪表装置、运输设备、管道、建筑物、构筑物等，由于各种原因造成损坏、损失或减产等事故，称为设备事故。

(3)火灾事故 凡发生着火、造成财产损失或人员伤亡的事故，称为火灾事故。

(4)爆炸事故 凡因发生化学性或物理性爆炸，造成财产损失或人员伤亡的事故，称为爆炸事故。

(5)工伤事故 企业在册职工在生产活动所涉及的区域内，由于受生产过程中存在的危险因素的影响，突然使其身体组织受到损伤或使某些器官失去正常机能，以致中断工作，经医务部门诊断，需要休息一个工作日以上，此事故称为工伤事故，也称伤亡事故。

(6)质量事故 凡产品或半产品不符合国家或企业规定的质量标准；建设工程不按设计施工或工程质量不符合设计要求；机、电设备检修质量不符合要求；原料或产品因保管不善或包装不良而变质；采购的原材料不符合规格要求而造成损失，影响生产或检修计划的完成等，均为质量事故。

(7)交通事故 凡因违反交通运输规程或由于其他原因，造成车辆损失、人员伤亡和其他财产损失的事故，叫做交通事故。

(8)其他事故 凡属外界原因影响或客观上未认识到以及自然灾害而发生的各种不可抗拒的灾害性事故(如地震),称之为其它事故。

(9)未遂事故 凡因操作不当或其他原因而构成发生重大事故的条件,足以酿成灾害性事故,但侥幸未成事实的事故,或因发现及时,处理得当,得以避免的重大恶性事故,称为未遂事故。

2. 事故管理

安全部门主管人身事故、火灾事故、爆炸事故的调查、处理、统计和报告,并负责对这些事故进行汇总、统计、分析和上报。

机动部门主管设备事故(包括检修质量和备品备件的质量)的调查、处理、统计和报告。

生产调度和技术部门主管生产事故(包括非计划停车)的调查、处理、统计和报告。

保卫部门主管交通事故和人为破坏事故的调查、处理、统计和报告。

质量管理和质量检查部门主管质量事故的调查、处理、统计和报告。

未遂事故,按事故性质分别由各主管业务部门负责调查、处理、统计和报告。

发生事故的单位必须做好事故记录。事故记录应详细记载发生事故的时间、地点、经过、受伤者、损失、事故分析、处理过程、采取措施及今后注意的问题等。

3. 事故等级

按事故危险程度的不同把事故分为四个等级:重大事故、一般事故、轻微事故和重大未遂事故。

凡构成下列条件之一者为重大事故:

- ①死亡一人以上(含一人)或重伤一人以上(含一人);
- ②一次事故同时有三人以上受轻伤;
- ③一次事故造成直接经济损失在四千元以上(含四千元);
- ④一次事故造成一个生产装置停产,日产量降低 50%以上(含

50%);

⑤一次事故造成二个生产装置停产,日产量降低25%以上(含25%)或造成三个以上(含三个)装置停产。

凡构成下列条件之一者为一般事故:

①一次事故造成一人以上(含一人)轻伤或同时三人以上(含三人)轻微受伤;

②一次事故造成直接经济损失在八百元到四千元;

③一次事故造成一个生产装置停产,日产量降低10%以上(含10%);

④一次事故造成二个生产装置停产,日产量降低5%以上(含5%);

凡符合下列条件之一者为轻微事故:

①一次事故造成一人或二人轻微受伤;

②一次事故造成直接经济损失在五十元到八百元。

凡符合下列条件之一者为重大恶性未遂事故:

①由于偶然情况,虽构成死亡或重伤的条件,但侥幸未发生事故,未造成事实;

②虽已有构成重大事故的条件,但经及时挽救,未造成重大事故;

③严重违反工艺规程、操作规程或误操作,引起超温、超压,误送水、电、风、物料及氮气、蒸汽混入物料管线、设备等,经及时处理未造成事故;

④易燃、易爆、剧毒品、有毒害气体、液体大量泄漏、排放,已达到火灾、爆炸或中毒的危险,经及时处理未造成事故。

四、现代安全管理方法

现代工业企业普遍采用比较复杂的技术装备,生产过程中广泛应用现代科学技术,生产具有高度的科学性和技术性,使生产的社会化程度提高。从近两年事故统计分析看,人员伤亡和财产损失十分惊人,重大恶性事故时有发生,职业病严重发展。这表明,完全

沿用传统的安全生产管理方法已不能适应安全管理工作的发展和需要，必须实行现代安全管理。

1. 现代安全管理方法的基本特征

(1)现代性 是指现代安全管理方法的时代特征，它是为适应现代化大生产的社会性强、规模大、技术密集且更新快，竞争激烈的客观要求而形成的，同时又适用于现代化大生产。

(2)系统性 指现代安全管理方法是从系统观点出发，运用系统分析的方法，达到系统优化的目的。

(3)科学性 是指现代安全管理方法以系统论、信息论、控制论、现代数学、运筹学、人机工程学、行为科学、安全心理学等为理论基础，经过辩证严谨的逻辑推理，做出确切的结论，揭示出事物的规律性。

2. 安全目标管理

目标管理是将以工作为中心和以人为中心的管理方法有机地统一起来，使职工了解工作的意义和严肃性，对工作产生兴趣，实行“自我控制”。这种方法只规定干什么，不规定怎么干，在保证完成任务的前提下，职工可以独立地、创造性地选择完成任务的方法，使职工充分发挥积极性和创造性。因此，目标管理是一种有成效的综合管理方法，是比较先进的、主动的管理方法，有人认为它是“管理中的管理”。

(1)安全目标管理的特点 具有目的性、分权性和民主性等三个主要特点。

①目的性。实行目标管理，将企业在一定时期内的目的和任务转化为全体人员上下一致的、明确的目标，使每个成员有努力的方向，有利于上级的领导、检查和考核，并减少企业内部的矛盾和浪费。这里所说的目标与过去传统的目标概念有所不同，它包含：达成程度、达成期限、安全体系、根据原定目标考核执行人员的成绩等。

②分权性。随着企业安全生产总目标的逐层分解、展开，也要逐层下放目标管理的自主权，实行分权，即在目标制定以后，上级