



高等职业教育“十二五”规划教材

化工装备安全技术

倾 明 主编

中国石化出版社

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

高等职业教育“十二五”规划教材

化工装备安全技术

倾 明 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书根据最新高等职业教育化工技术类专业人才培养目标以及化工装备安全课程的具体教学要求而编写,全书内容共分9章,包括化工安全概述,化学危险物质,防火防爆技术,工业防毒技术,电气、静电、雷电防护技术,压力容器安全技术,化工装置的安全检修,劳动防护与防护器具,环境保护与“三废”治理等内容。本书突出高等职业教育的特点,注重应用能力的培养,是一本应用性、实用性很强的教材。

本书可作为高等职业教育化工技术类专业的教材,也可作为企业职工培训教材,还可供广大安全、环保、消防技术人员及管理人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工装备安全技术 / 倾明主编. —北京:中国石化出版社,2013. 1
高等职业教育“十二五”规划教材
ISBN 978 - 7 - 5114 - 1890 - 6

I. ①化… II. ①倾… III. ①化工设备 - 安全技术 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TQ050. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 316939 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

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

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 19.5 印张 477 千字
2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷
定价:38.00 元

前 言

本书是根据最新高等职业教育化工技术类专业人才培养目标以及化工装备安全课程的具体教学要求而编写的，也可作为化工企业人员培训教材使用。

本书从高等职业教育的特点出发，力求突出“以应用为目的，以能力培养为目标”的教育理念，注重理论与实践相结合，重点突出，并结合典型事故案例进行分析，具有较强的针对性和实用性，并对教学内容精心选择、合理安排，注重工程应用和实际操作。

本书内容力求通俗易懂、涉及面宽，突出实际技能训练，按照“了解”、“理解”和“掌握”三个层次编写，在每章开头的“知识目标”中均有明确的说明以分清主次，“能力目标”说明了学习本章应该具有的技能，并在每一章后进行小结，对本章的重点、应该掌握的内容进行总结，层次分明，目标明确。

本书在编写过程中，注重理论与实践的结合，在每章结尾选编了一些与本章内容相关的典型事故案例，每个事故案例通过“事故经过”、“事故原因”、“事故教训”从三个方面进行分析说明，以便使读者能够加深对本章知识的理解和掌握，而对本章常见的一些违章行为，通过列举“违章行为”、“应用举例”、“纠正方法”从三个方面予以说明，从而避免了用大量文字叙述的繁琐，使读者能够从事故案例及违章行为分析中获得相关的安全知识，提高学生的学习兴趣。

全书内容分为9章：包括化工安全概述，化学危险物质，防火防爆技术，工业防毒技术，电气、静电、雷电防护技术，压力容器安全技术，化工装置的安全检修，劳动防护与防护器具，环境保护与“三废”治理等内容。

本书由兰州石化职业技术学院倾明担任主编，并编写第三章、第六章、第七章、第八章；兰州石化职业技术学院王宇飞编写第四章、第五章、第九章、附录；兰州石化公司魏宗琴编写第一章、第二章、复习题及参考答案。全书统稿工作由倾明完成。

本书由兰州石化职业技术学院王建勋教授主审。王教授对本书的初稿进行了详细的审阅，提出了很多宝贵的修改意见。本书在编写过程中参阅了一些国家、石化企业相关的标准、规范以及近几年出版的相近内容的教材和书目。在此，对王教授及全体审稿人员、相关作者及所有对本书的出版给予支持和帮助的同志表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中疏漏甚至错误在所难免，请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 炼油和化工生产简介	(1)
第二节 化工生产的特点与安全	(2)
第三节 化工生产中的危险源	(4)
第四节 事故案例分析	(5)
本章小结	(7)
思考与练习	(7)
第二章 化学危险物质	(8)
第一节 化学危险物质的分类和特性	(8)
第二节 化学危险物质的包装	(12)
第三节 化学危险物质存储	(18)
第四节 化学危险物质的装卸与运输安全	(19)
第五节 事故案例分析	(20)
本章小结	(24)
思考与练习	(24)
第三章 防火防爆技术	(25)
第一节 燃烧与爆炸基础知识	(25)
第二节 防火防爆技术	(30)
第三节 消防灭火技术	(32)
第四节 事故案例分析	(38)
本章小结	(42)
思考与练习	(42)
第四章 工业防毒技术	(43)
第一节 工业毒物的分类	(43)
第二节 工业毒物的危害	(45)
第三节 事故案例分析	(49)
本章小结	(52)
思考与练习	(53)
第五章 电气、静电、雷电防护技术	(54)
第一节 电气安全技术	(54)
第二节 静电防护技术	(59)
第三节 防雷技术	(60)
第四节 事故案例分析	(62)

本章小结	(67)
思考与练习	(67)
第六章 压力容器安全技术	(68)
第一节 压力容器概述	(68)
第二节 压力容器的设计	(72)
第三节 压力容器设计参数的确定	(75)
第四节 压力容器的压力试验	(81)
第五节 压力容器的制造与检验	(84)
第六节 压力容器的安全附件	(92)
第七节 压力容器的破坏形式	(104)
第八节 压力容器的安全使用	(114)
第九节 气瓶安全技术	(117)
第十节 工业锅炉安全运行	(122)
第十一节 压力容器的安全使用	(125)
第十二节 事故案例分析	(129)
本章小结	(134)
思考与练习	(135)
第七章 化工装置的安全检修	(136)
第一节 概述	(136)
第二节 化工装置检修前的准备工作	(137)
第三节 停车检修前的安全处理	(138)
第四节 化工装置检修的安全要求	(144)
第五节 化工装置检修后的开车	(187)
第六节 事故案例分析	(190)
本章小结	(194)
思考与练习	(194)
第八章 劳动防护与防护器具	(195)
第一节 化学灼伤及防护	(195)
第二节 噪声危害及防护	(197)
第三节 辐射危害及防护	(199)
第四节 工业卫生设施	(205)
第五节 安全防护与安全文化	(206)
第六节 事故案例分析	(216)
本章小结	(218)
思考与练习	(219)
第九章 环境保护与“三废”治理	(220)
第一节 环境保护	(220)
第二节 化工“三废”的污染与治理	(223)
本章小结	(226)

思考与练习	(226)
复习题	(227)
复习题参考答案	(253)
附录一 中华人民共和国安全生产法	(255)
附录二 安全生产许可证条例	(264)
附录三 生产安全事故报告和调查处理条例	(266)
附录四 重大事故隐患管理规定	(271)
附录五 危险化学品安全管理条例	(273)
附录六 工作场所安全使用化学品规定	(288)
附录七 易燃易爆化学物品消防安全监督管理办法	(291)
附录八 中华人民共和国职业病防治法	(294)
参考文献	(304)

第一章 概 述

知识目标

- 了解炼油和化工生产过程；化工生产的特点；化工生产中的危险源。
- 掌握化工生产安全的重要性。

能力目标

- 实现炼油、化工安全生产。

第一节 炼油和化工生产简介

一、炼油生产简介

1. 炼油

炼油厂是将油田开采出来的原油，也就是石油，通过应用一些物理化学的方法，将其分离、提炼、加工、生产出其他生产活动以及人们生活所需的基本石油产品的生产单位，生产这些产品的加工过程，常被称为石油炼制，简称炼油。石油炼制的过程如图 1-1 所示。

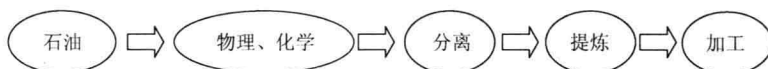


图 1-1 石油炼制过程

2. 石油产品的分类

石油产品可分为石油燃料、石油溶剂与化工原料、润滑剂、石蜡、石油沥青、石油焦等六类，其中，燃料产量最大，约占总产量的 90%，各种润滑剂品种最多，约占总产量的 5%，如图 1-2 所示。



图 1-2 石油产品的类型

3. 石油炼制的主要工艺

石油炼制的主要工艺有常压蒸馏和减压蒸馏、原油的脱盐和脱水、催化裂化、催化重整、加氢裂化、延迟焦化、炼厂气加工与石油产品精制等过程，常见工艺装置如图 1-3 所示。

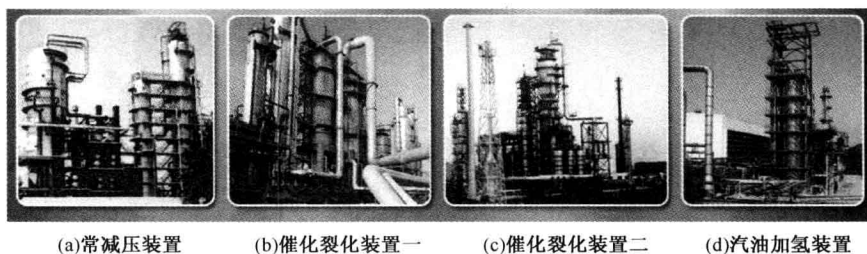


图 1-3 常见石油炼制装置

二、化工生产简介

1. 化工生产

这里所讲的化工是石油化工，就是以石油产品为主要生产原料，通过复杂的化学反应过程，将石油产品加工、转变成为更加复杂的化工产品的过程，化工厂就是完成上述过程的生产单位。

2. 石油化工生产过程

生产化工产品的第一步是对原料油和气，例如丙烷、汽油、柴油等进行裂解，生成以苯、甲苯、二甲苯等为代表的基本化工原料；第二步是以基本化工原料生产多种化工有机原料及合成材料，如塑料、合成纤维、橡胶等。石油化工生产过程如图 1-4 所示。

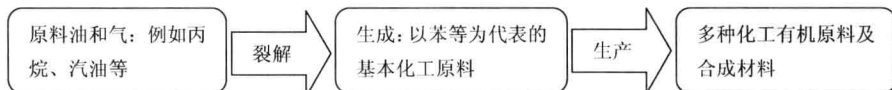


图 1-4 石油化工生产过程

石油化工的基础原料主要有四类，分别是炔烃（如乙炔）、烯烃（如乙烯、丙烯、丁烯、丁二烯等）、芳烃（如苯、甲苯、二甲苯等）及合成气，由这些基础原料可以制备出各种重要的有机化工产品和合成材料。

有机化工原料继续加工，可以制得更多品种的化工产品，如图 1-5 所示，习惯上已不属于石油化工的范围。

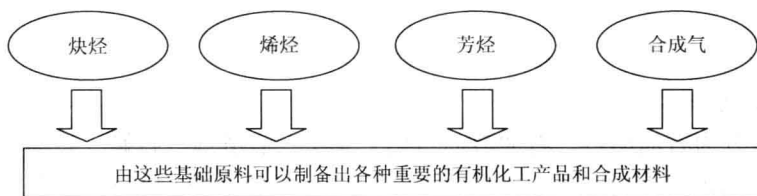


图 1-5 石油化工生产基础原料

石油化工生产工艺较复杂，在这里就不一一介绍了。

第二节 化工生产的特点与安全

一、化工生产的特点

1. 化工生产所涉及的危险品多

化工生产所使用的原料、半成品和成品绝大部分是易燃、易爆、有毒、有腐蚀的化学品。因此，在生产中对这些原料和产品的存储和运输都提出了特殊的要求。

2. 化工生产的工艺条件苛刻

在化工生产中，有些化学反应是在高温、高压或低温、低压下进行。例如，在轻柴油裂

解制乙烯,进而生产聚乙烯的过程中,裂解温度 800°C ,裂解气要在 -96°C 的条件下进行分离;纯度为 99.99% 的乙烯气体要在 294MPa 的压力下聚合,制成聚乙烯树脂。

3. 生产规模大型化

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,有利于提高劳动生产率。以生产化肥为例,20 世纪 50 年代,合成氨的最大规模为 $6 \times 10^4 \text{t/a}$;20 世纪 60 年代初,合成氨的最大规模为 $12 \times 10^4 \text{t/a}$;20 世纪 60 年代末,合成氨的最大规模为 $30 \times 10^4 \text{t/a}$;20 世纪 70 年代,合成氨的最大规模为 $50 \times 10^4 \text{t/a}$;目前合成氨的最大规模已达 $100 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

4. 生产方式日趋先进

生产方式已经从过去的手工操作、间断生产变为高度自动化、连续化生产,生产设备由敞开式变为密闭式,生产装置由室内走向露天,生产操作由分散控制变为集中控制,由手动操作变为计算机控制,如图 1-6 所示为合成氨工业中的中控室。

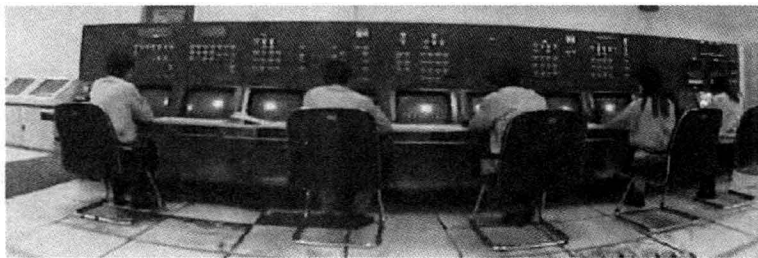


图 1-6 合成氨工业中的中控室

二、安全在化工生产中的地位

化工生产具有易燃、易爆、易中毒、高温、高压、易腐蚀的特点,所以化工生产与其他行业相比,不安全的因素更多,危险性和危害性更大,所以对安全的要求也更高。

1. 安全生产是化工生产的首要任务

由于化工生产中具有易燃、易爆、有毒、有腐蚀性的物质多,高温、低温、高压设备也多,工艺条件复杂、操作控制严格,如果管理不细,操作失误,就可能发生火灾、爆炸、中毒事故等,影响生产的正常进行。轻则导致产品质量不合格、产量波动、成本加大以及生产环境污染,重则造成人员伤亡、设备损坏、建筑物倒塌以及环境严重污染等事故。

2. 安全生产是化工生产的保障

设备规模的大型化、生产过程的连续化、过程控制自动化,是现代化工生产的发展方向,但要充分发挥现代化工生产的优势,必须做好安全生产和环境保护的保障工作,确保生产设备长期、连续、安全运行,实现节能降耗,减少“三废”排放量。

3. 安全生产是化工生产的关键

我国要求化工新产品的研究开发项目,化工建设的新建、改建、扩建的基本建设工程项目,技术改造的工程项目,技术引进的工程项目等的安全生产措施和防治污染环境的技术措施应符合我国规定的标准,并做到与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用,这是管理单位、设计单位、监督检查单位和建设单位共同的责任,也是企业职工和安全、环保专业工作者的重要使命。

三、化工安全技术的发展趋势

化工安全生产技术是一门涉及范围很广、内容极为丰富的综合性学科,它涉及数学、物

理、化学、生物、天文、地理、地质等基础学科,涉及电工学、材料学、劳动保护和劳动卫生学等应用学科,以及化工、机械、电力、冶金、建筑、交通运输等工程技术学科。

在过去几十年中,化工安全与环保的理论、技术和管理随着化学工业的发展和各学科知识的不断深化,取得了较大进步,同时对火灾、爆炸、雷电、静电、辐射、噪声、中毒和职业病等防范的研究以及对安全系统工程学、环境保护与清洁生产等相关领域的研究也在不断深入。

我国 21 世纪实施的科学发展观及可持续发展战略,对有效推行安全生产和清洁生产起到了指导作用。化工装置和控制技术的可靠性研究、化工设备故障诊断技术、化工安全与环境保护评价技术、安全系统工程的开发和应用以及防火、防爆和防毒技术都有了很快的发展,化工生产安全程度进一步提高,化工生产中的废气、废水、废渣等有毒物质的危害及处理技术的研究和开发都取得了进展,强化管理与监督工作更加严格,并且向着综合利用、进行循环经济生产方式发展,力争做到有毒有害物质达标排放,减少排放数量,直到零排放。

第三节 化工生产中的危险源

一、危险源

危险源是指在存储、使用、生产、运输过程中存在易燃、易爆及有毒物质,具有引发灾难性事故的能量。

二、化工生产中的危险源

根据危险源在事故发生中的作用,可以把危险源划分为两大类。

1. 第一类危险源

第一类危险源是把生产过程中存在的、可能发生意外释放的能量(能源或能量载体)或危险物质称第一类危险源。

2. 第二类危险源

第二类危险源是指在正常情况下,生产过程中的能量或危险物质受到约束或限制,不会发生意外释放,即不会发生事故,但是一旦这些约束或限制能量或危险物质的措施受到破坏或失效,则将发生事故,导致能量或危险物质约束或限制措施失效的各种因素称为第二类危险源。第二类危险源主要包括三个方面的因素,即人的失误、物的障碍和环境因素。

(1) 人的失误 人的失误可能直接破坏第一类危险源控制措施,造成能量或危险物质的意外释放。

(2) 物的障碍 物的障碍可能直接破坏对能量或危险物质的约束或限制措施。有时一种物的故障会导致另一种物的故障,最终造成能量或危险物质的意外释放。

(3) 环境因素 环境因素主要是指系统的运行环境,包括温度、湿度、照明、粉尘、通风换气、噪声等物理因素。不良的环境会引起物的障碍和人的失误,最终会造成能量或危险物质的意外释放。

三、重大危险源

1. 重大危险源的定义

《安全生产法》第九十六条规定,重大危险源是指长期地或者临时地生产、搬运、使用或者储存危险物品,且危险物品的数量等于或者超过临界量的单元(包括场所和设施)。

《重大危险源辨识》(GB 18218—2000)中对重大危险源定义为长期地或临时地生产、加

工、搬运、使用或储存危险物质，且危险物质的数量等于或超过临界量的单元。

2. 化工生产过程中重大危险源的范围

按照国家制订的重大危险源衡量标准，一般将可能导致严重后果的危险设备、设施和危险场所均列入重大危险源的管理范围，以引起生产部门的重视。通常分为以下几个方面：

- (1) 罐区和储存罐存有可燃气体、可燃性液体和有毒物质的储存罐区和储存罐。
- (2) 存放炸药、弹药库、毒性物质、易燃易爆物品库区。
- (3) 可能引起中毒和火灾、燃烧爆炸的危险生产场所。
- (4) 企业危险建筑物。用于从事生产经营的危险厂房、库房等被确定为具有危险性的场所，面积大于 1000m^2 或工作人员在 100 人以上。
- (5) 压力管道。输送剧毒、高毒或火灾危险性为甲、乙类，公称直径 100mm，公称压力 10MPa 的介质管道；公称直径 200mm 以上的公用高压燃气管道；公称压力 0.4MPa，公称直径 400mm 以上的长输管道。
- (6) 锅炉。额定压力 2.45MPa 的蒸汽锅炉；额定水温在 120°C ，额定功率 14MW 以上的热水锅炉。
- (7) 压力容器。储存剧毒、高毒、中毒三种类型物质的压力容器；工作压力 $p \geq 0.1\text{MPa}$ ，且 $pV \geq 100\text{MPa} \cdot \text{m}^3$ 的压力容器；储存物质为可燃物质的容器；液化气陆路或铁路罐车。

第四节 事故案例分析

【案例一】可燃气体窜入凉水塔，遇电气火花着火爆炸

1. 事故经过

1999 年 12 月 23 日 20 时 20 分，某石化公司动力厂 18L 三循凉水塔发生火灾爆炸事故，当晚三循操作人员听到外面有异常声音，起身到操作室后窗向外察看，发现水塔有跑水现象，当时水由三循水塔方向向东已流至三循操作室后面，当班班长对副班长喊了一声跑水了，就迅速拿上手电筒向三循水塔跑去，到达三循水塔后，发现水塔集水池中的水正翻滚着向外冒，于是转身又到工业水无阀滤池检查，看到滤池反冲洗水池内也在翻水花，马上将滤池上水阀门关闭（由此向南二、三、四三间）。当将第四间上水阀闸关死时，听到一声巨响，看到在检修院内冲起一团火光，随着爆炸声，当班班长眼前形成了一道向南向北发展的火墙，就迅速向北跑，火随着爆炸声一直向前窜，在身后形成一团团火柱，当班班长迅速跳进一沉淀池中。当从水面出来时看到，三循 1[#]塔集水池及沉淀池已是一片火海，当副班长由水塔后面跑回操作室，操作室的人员已在联系消防队及向有关领导反应情况，烧坏凉水塔一间。运行班当班班长处理及时，没有发生人员伤亡现象。

2. 事故原因

(1) 该厂 $120 \times 10^4 \text{t/a}$ 重催装置由于装置冷换热器冻裂，导致可燃气体泄漏窜入循环水中，从水塔水池内溢出，可燃气体浓度超标。

(2) 供水车间化验室库房电源不防爆，产生火花，造成三循凉水塔着火。

(3) 三循凉水塔周围没有安装可燃气体监测报警仪，循环水可燃气体泄漏情况不知道。

3. 事故教训

(1) 该厂 $120 \times 10^4 \text{t/a}$ 重催装置运行操作人员责任心不强，可燃气体泄漏情况不知道。

(2) 重催装置可燃气体监测设施不全，没有及时发现可燃气体泄漏。

(3) 供水车间对凉水塔发生火灾事故时的厉害程度认识不够。

(4) 凉水塔周围没有安装可燃气体监测报警设施。

(5) 供水管理和运行人员对专业知识掌握不够。

【案例二】碰撞产生火花，引燃溢出气体

1. 事故经过

某污水处理厂原油车间装车站台所处位置不符合安全技术规范的要求，属于重大事故隐患，为消除隐患，按照公司要求近期启用催化裂化罐区装车站台。由该公司工程处对启用催化裂化装车站台所需的两条管线组织施工，因配管碰头需要，从2000年5月24日起停止了火车装车站台装油工作，26日下午，根据施工进度，生产调度联系调进4节罐车，26日18时30分管线碰头结束后，调度组织试压检漏，19时44分操作工李某按照调度员的指令对灯煤管线泄压，并检查罐车做装油前的准备工作。当打开编号0916479号罐车上盖时闻到气味很大，随手盖上盖子，20时10分，第二次打开盖子的瞬间发生了闪爆，李某当场被烧伤，送医院检查诊断为：左手、躯体前后、脸、颈、臀等部位深浅Ⅰ度至Ⅱ度综合性烧伤，面积为28%。

2. 事故原因

(1) 罐车内残余物料所产生的混合性可燃气体浓度达到燃烧爆炸条件，遇到火花产生爆鸣。0916479号罐车推进站前在烈日下曝晒，推进站后盖是紧封的，当打开上盖必然有可燃气体向上溢出，操作工李某在揭盖过程中产生火花，引燃混合性可燃气体，是造成事故的直接原因。

(2) 管理工作不到位是造成事故的重要原因。

3. 事故教训

(1) 进一步加强员工风险意识教育。

(2) 该车间装油操作工李某在操作过程中产生火花，引起闪爆是事故的主要责任者。

(3) 在日常工作中车间放松了对装油岗位人员的安全管理，不按规定着装，当闪爆发生后加重了人身伤害程度。

【案例三】过硫酸钾乱堆放，受热遇雨分解着火

1. 事故经过

1997年5月8日，某石化公司橡胶厂原胶乳车间二工段在生产调节剂“丁”的氧化釜平台上备放了31袋过硫酸钾，以便在调节剂生产时使用。到5月14日8时40分，由于堆放的过硫酸钾(编织袋装)靠近平台上的蒸汽伴管而受热和遇雨受潮，致使过硫酸钾急剧分解而着火。事故没有造成人员伤害，经济损失6000余元。

2. 事故原因

车间领导及管理人员对过硫酸钾在储存过程中防潮隔热的安全特性缺乏足够的认识和了解，从而把过硫酸钾任意堆放在靠近蒸汽伴管和易受潮湿的地方，使之在受热和多日阴雨潮湿的条件下急剧分解而引起着火。

3. 事故教训

(1) 生产用过硫酸钾等原材料集中在仓库保管存放，用多少领多少，不许在平台上存放过硫酸钾原料，从根本上解决受潮受热分解的问题。

(2) 进行全员安全技术教育，认真学习各化工原材料及助剂的存在使用安全特性和注意事项。妥善保管和正确使用各种物料和助剂。

(3) 在全厂范围内举一反三，深刻吸取事故教训，结合工作实际，认真学习有关化学物品使用存放和运输过程中的安全技术特性，杜绝类似事故的发生。

【案例四】防火措施不落实，下水井发生闪爆**1. 事故经过**

2003年6月3日16时10分，在某石化公司动力厂动力车间为新建500t/h除盐水装置安装新鲜水线施工前，车间开具一张二级火票同意动火，防火人员未按火票要求对动火半径15m范围内的下水井进行封堵。安全管理措施没有落实到位，在距地面1.5m的作业中，因大量焊接火星掉入未封存的下水井，使下水井中的可燃气体发生闪爆。

2. 事故原因

(1) 现场防火人员没有按火票要求对动火半径15m范围内的下水井进行封堵，使焊接火星掉入未封存的下水井，导致下水井中的可燃气体发生闪爆。

(2) 动火车间领导对火票制度执行不严，管理不细；车间领导和安全监督员没有认真落实火票制度。

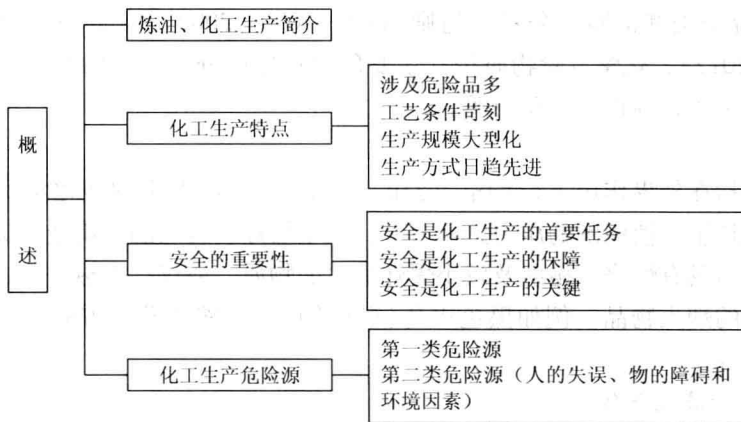
(3) 车间对员工的防火安全教育不够，对安全工作没有落实到位。

3. 事故教训

(1) 该厂和车间进一步加强安全管理，从思想上、制度上查找差距。

(2) 以此次事故教训查找安全管理上的漏洞，提高各班人员及全体员工执行安全制度的自觉性，严格执行各种安全生产制度，杜绝各类事故的发生。

(3) 该厂和车间对各类动火填写情况公布，便于各级管理人员不定期地检查监督。

**本章小结****思考与练习**

1. 化工生产中存在哪些不安全因素？
2. 如何认识安全在化工生产中的重要性？
3. 确定重大危险源的依据有哪些？

第二章 化学危险物质

知识目标

- 了解危险化学品的分类。
- 了解危险化学品的储存方法。
- 理解并掌握危险化学品的装卸和运输安全要求。

能力目标

- 能按要求包装、装卸、运输危险化学品。

第一节 化学危险物质的分类和特性

一、化学危险物质

化学危险物质是指具有燃烧、爆炸、毒害、腐蚀等性质，以及在生产、存储、装卸、运输等过程中，容易造成人身伤亡和财产损失的任何化学物质。

二、化学危险物质的分类

根据《化学品分类和危险性公示 通则》(GB 13690—2009)和《危险货物分类和品名编号》(GB 6944—2012)，化学危险物质按其主要危险特性可分为不同的类型，下面对部分常见的危险化学品主要特性作一简单说明。

1. 爆炸物质

爆炸物质是指在外界作用下(受热、受压、撞击等)，能发生剧烈化学反应，瞬间能产生大量的气体和热量，使周围的压力急剧上升，发生爆炸，对周围环境造成破坏，也包括无整体爆炸危险，但具有燃烧、抛射及较小爆炸危险的物质，或仅产生热、光、声响或烟雾等一种或几种作用的烟火物品。例如黑色火药(硝酸钾)、硝铵炸药、雷酸汞、苦味酸、硝化甘油、重氮甲烷等。

2. 压缩气体和液化气体

压缩气体和液化气体主要包括临界温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ ，或在 50°C 时蒸气压 $> 294\text{kPa}$ 的压缩或液化气体；温度在 21.1°C 时气体的绝对压力 $> 294\text{kPa}$ ，或在 37.8°C 时雷德蒸气压 $> 275\text{kPa}$ 的液化气体和加压溶解的气体。例如剧毒气体：如氯气、光气、溴甲烷、氰化氢等；易燃气体：如一氧化碳、乙烯、乙炔、液化石油气等；不燃气体：如氮、二氧化碳、氩等。

3. 易燃液体

易燃液体是指易燃的液体、液体混合物或含有固体物质的液体，但不包括由于其他危险特性已经列入其他类别的液体，按照闪点大小可分为三类：

(1) 低闪点液体 是指闭杯试验闪点 $< -18^{\circ}\text{C}$ 的液体，如汽油、乙醚、丙酮等。

(2) 中闪点液体 是指 $-18^{\circ}\text{C} \leq$ 闭杯试验闪点 $< 23^{\circ}\text{C}$ 的液体，如无水乙醇、乙酸乙

酯等。

(3) 高闪点液体 是指 $23^{\circ}\text{C} \leq$ 闭杯试验闪点 $\leq 61^{\circ}\text{C}$ 的液体, 如二甲苯、正丁醇、松节油等。

4. 易燃固体、自燃物质和遇湿易燃物质

(1) 易燃固体 易燃固体是指燃点低, 对热、撞击、摩擦敏感, 容易被外部火源点燃, 燃烧迅速并可散发出有毒烟雾或有毒气体的固体, 但不包括已经列入爆炸品的物质。例如氢化钛、三硫化磷、亚磷酸二氢铅等。

(2) 自燃物质 自燃物质是指自燃点低, 在空气中容易发生氧化反应, 放出热量, 可自行燃烧的物质。例如黄磷、三乙基铝、三异丁基铝、油布、油纸、浸油金属屑等。

(3) 遇湿易燃物质 遇湿易燃物质是指遇水或受潮时, 能发生剧烈化学反应, 放出大量的易燃气体和热量的物质, 有的不需要明火, 即能燃烧或爆炸。例如金属锂、金属钠、镁粉、铝粉、氢化钠、碳化钙等。

5. 氧化剂和有机过氧化物

(1) 氧化剂 氧化剂是指处于高氧化态, 具有强氧化性, 容易分解并放出氧和热量的物质, 包括含有过氧基的无机物。其特点是本身不一定可燃, 但能导致可燃物质的燃烧, 对热、震动、摩擦比较敏感。

(2) 有机过氧化物 有机过氧化物是指分子组成中有过氧基的有机物。其特点是本身易燃易爆, 易分解, 对热、震动或摩擦较为敏感。例如, 过氧化钠、氯酸钠、高锰酸钾、氯酸钾; 二氯过氧化苯甲酰、过氧化二乙酰、过氧化苯甲酰; 过氧化锌、过硫酸铬、亚硝酸钠、重铬酸钾; 过醋酸、过氧化环己酮等。

6. 有毒物质

有毒物质是指进入人体后, 累计达到一定量时, 能与体液和器官组织发生生物化学作用, 扰乱或破坏机体的正常生理功能, 危及人生命的物质。例如, 毒气(如光气、氰化氢等)、毒物(如硝酸、苯胺等)、剧毒物[如氰化钠、三氧化二砷、氯化高汞(汞)等]和其他有害物质。

7. 放射性物质

放射性物质是指放射性比活度大于 $7.4 \times 10^4 \text{ Bq/kg}$ 的物质。主要包括 α 射线、 β 射线和 γ 射线三种, 射线主要是通过电离对机体造成损伤。

8. 腐蚀物质

腐蚀物质是指能灼伤人体组织并对金属等物品造成损害的固体或液体, 与皮肤接触在 4h 内出现坏死现象, 温度在 55°C 时, 对 20 号钢的表面均匀年腐蚀率超过 6.25 mm/a 的固体或液体。常见的腐蚀物质有硝酸、硫酸、盐酸、五氯化磷、二氯化硫、磷酸、甲酸、氯乙酰氯、冰醋酸、氯磺酸、氢氧化钠、硫化钾、甲醇钠、二乙醇胺、甲醛、苯酚等。

三、化学危险物质造成化学事故的主要特性

1. 易燃易爆性

易燃易爆性是指在常温常压下, 经撞击、摩擦、热源、火花等火源的作用, 能发生燃烧与爆炸。

燃烧爆炸能力的大小主要取决于物质的化学组成。一般来说, 气体比液体、固体易燃易爆, 主要是由于气体的分子力小, 化学键容易断裂, 无需溶解、溶化和分解。

2. 扩散性

化学事故中物质的溢出，可以向周围扩散。

气体的扩散性受气体本身密度的影响，相对分子质量越小的物质，越容易扩散，越容易引起爆炸与毒害作用。一般来说，气体的相对分子质量越小，物质越容易扩散，危害性也越大。

3. 突发性

化学物质引发的事故，多数是突发的，在很短的时间内发生危害。一般的火灾要经过起火、蔓延扩大、猛烈燃烧几个阶段，需要经历几分钟到几十分钟，而化学物质的燃烧往往是在短时间内浑然而起，迅速蔓延，燃烧、爆炸交替发生，危害性更大。

4. 危害性

当有毒的化学物质进入人体达到一定量时，便会引起机体结构的损伤，破坏正常的生理功能，从而引起中毒。

四、影响化学危险物质危险性的主要因素

1. 物理性质与危险性的关系

(1) 沸点 沸点是指在标准大气压下物质由液态转变为气态的温度。沸点越低，汽化越快，越容易达到爆炸极限，越容易造成事故现场空气的高浓度污染。

(2) 熔点 熔点是指在标准大气压下物质的溶解温度。熔点的高低与污染现场的洗消、污染物的处理有关。

(3) 液体相对密度 液体相对密度是指在 20℃ 下，物质的密度与 4℃ 水的密度的比值。相对密度 < 1 的液体发生火灾时，用水灭火是无效的，因为水是沉在燃烧着的液体下面，消防水的流动可使火势蔓延。

(4) 饱和蒸汽压 饱和蒸汽压是指化学物质在一定温度下与其液体或固体相互平衡时的饱和蒸汽压力。在一定温度下，每种物质的饱和蒸汽压可认为是一个常数。发生事故时的温度越高，化学物质的蒸汽压越高，其在空气中的浓度相应增高。

(5) 蒸气相对密度 蒸气相对密度是指在给定条件下，化学物质的蒸气密度与参比物质(空气)密度(空气为 1)的比值。当蒸气相对密度 < 1 时，该蒸气比空气轻，能在相对稳定的大气中趋于上升；当蒸气相对密度 > 1 时，表示比空气重，泄漏后趋于集中在地面附近。

(6) 蒸气/空气混合物的相对密度 蒸气/空气混合物的相对密度是指在与敞口空气相接触的液体或固体上方存在的蒸气与空气混合物相对于周围纯空气的密度。当相对密度值大于 1.1 时，该混合物可沿地面流动，并可能在低洼处积累；当其数值为 0.9 ~ 1.1 时，能与周围空气快速混合。表 2-1 为常见气体的蒸气相对密度。

表 2-1 常见气体的蒸气相对密度

气 体	蒸气相对密度	气 体	蒸气相对密度	气 体	蒸气相对密度
乙炔	0.899	氢	0.07	氮	0.969
氨	0.589	氯化氢	1.26	氧	1.11
二氧化碳	1.52	氰化氢	0.938	臭氧	1.66
一氧化碳	0.969	硫化氢	1.18	丙烷	1.52
氯	2.46	甲烷	0.553	二氧化硫	2.22