

普通高等教育“十二五”规划教材
高职高专专业基础课教材系列

化工安全与生产技术

吴济民 主编



科学出版社

普通高等教材 “十五”规划教材

高职高专专业基础课教材系列

化工安全与生产技术

主 编 吴济民

副主编 杜卫新 郑晓广 李建修

主 审 陈聚良

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书从介绍化工生产特点、重大危险源和危险化学品开始,重点介绍了重要化学反应和化工单元操作中的安全生产技术,系统介绍了化工防火防爆、工业毒物、电气安全、化工设备及检修安全、化工装置运行安全技术等化工安全生产控制技术,最后介绍了化工安全管理基础知识,并配有大量的化工事故案例及相关的应用实例,具有较强的实用性和可操作性。

本书可作为化工操作人员、化工工艺技术管理人员、化工安全管理人员、化工班组长的安全技术操作及安全技术管理的培训教材,亦可供化工检修、电气仪表、化工安全管理及相关工程技术人员和大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

化工安全与生产技术/吴济民主编. —北京: 科学出版社, 2012
(普通高等教育“十二五”规划教材·高职高专专业基础课教材系列)
ISBN 978-7-03-036174-5

I. ①化… II. ①吴… III. 化工安全—高等职业教育—教材
IV. ①TB496

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 269944 号

责任编辑: 沈力匀 / 责任校对: 刘玉靖
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 夏 亮

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 1 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013 年 1 月第一次印刷 印张: 19 1/2

字数: 463 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈路通〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62135235 (VP04)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

本书从加强化工从业人员安全生产技术培训工作出发,按照“安全第一、预防为主”的工作方针,运用化学工业的基本原理和方法,结合化工安全生产的特点,系统地分析了化工生产过程中各种危险因素,预测发生事故或造成职业危害的可能性及其严重程度,提出了科学、合理、可行的安全生产预防措施及控制方法,确保化工生产稳定。本书内容包括化学反应、化工单元操作、危险化学品、电气安全、化工设备及维修、生产运行等化工安全生产管理技术,对常用危险化学品的防火防爆进行了较详细的说明,并配有相应的化工事故案例及相关的应用实例,具有较强的实用性和可操作性。

本书可作为化工操作人员、化工工艺技术管理人员、化工安全管理人员、化工班组长的安全技术操作及安全技术管理的培训教材,亦可供化工检修、电气仪表、化工安全管理及相关工程技术人员和大专院校师生参考。

全书共分为十个模块,平顶山工业职业技术学院吴济民编写模块一、二、三、五、七、九,杜卫新编写模块六,李建修编写模块四,中国平煤神马集团神马实业股份有限公司副总经理、中国平煤神马集团公司研究院郑晓广副院长编写模块十,河南神马尼龙化工有限责任公司高级工程师王留栓编写模块八。全书由吴济民负责统稿,河南神马尼龙化工有限责任公司陈聚良总工程师担任本书的主审。

本书在编写过程中,中国平煤神马集团公司天宏焦化公司、尼龙化工公司、氯碱化工公司、奔腾化工公司等安全技术管理人员给予了大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的错误和不妥之处在所难免,恳切读者批评指正。

目 录

前言

模块一 化工安全与生产技术总述	1
任务一 化工生产的特点与安全	1
任务二 化工生产事故	6
任务三 化工生产中的重大危险源	11
任务四 事故应急救援预案	14
模块二 危险化学品安全管理	22
任务一 危险化学品的分类和特性	22
任务二 危险化学品的贮存安全管理	28
任务三 危险化学品的运输安全管理	32
任务四 事故案例分析及对策	34
模块三 化学反应过程安全技术	37
任务一 概述	37
任务二 化学反应过程及安全	39
任务三 典型事故案例分析及对策	59
模块四 化工单元操作安全技术	64
任务一 化工单元操作过程及安全技术	64
任务二 典型事故案例分析及对策	89
模块五 化工防火防爆安全技术	95
任务一 燃烧与爆炸基础知识	95
任务二 火灾爆炸危险性分析	104
任务三 点火源的控制	105
任务四 火灾爆炸危险物质的处理	109
任务五 工艺参数的安全控制	111
任务六 火灾及爆炸蔓延的控制	114
任务七 消防安全	120
任务八 典型事故案例分析及对策	131
模块六 工业防毒安全技术	135
任务一 工业毒物的分类及毒性	135
任务二 工业毒物的危害	142
任务三 急性中毒的现场救护	157
任务四 综合防毒措施	159

任务五 典型事故案例分析及对策	168
模块七 电气与静电防护安全技术	173
任务一 电气安全技术	173
任务二 静电防护技术	196
任务三 防雷技术	202
任务四 典型事故案例分析及对策	208
模块八 化工设备安装及检修安全技术	214
任务一 化工检修的安全管理	214
任务二 化工装置的安全停车与处理	216
任务三 化工检修安全技术	222
任务四 化工装置检修后的开车	239
任务五 典型事故案例分析及对策	241
模块九 化工装置运行安全技术	249
任务一 化工装置开车前安全检查	249
任务二 耐压试验技术	255
任务三 化工装置预试车安全技术	261
任务四 化工装置试车安全技术	264
任务五 化工装置安全生产	270
任务六 化工装置验收	274
任务七 典型事故案例分析及对策	276
模块十 化工安全管理技术	278
任务一 安全管理概述	278
任务二 化工企业安全生产管理制度及禁令	280
任务三 安全生产责任制	287
任务四 安全目标管理	294
任务五 企业安全文化建设	300
主要参考文献	303

模块一 化工安全与生产技术总述



应知

- (1) 知晓化工生产的特点；
- (2) 熟知安全在化工生产中的地位；
- (3) 会描述化工事故的分类和化工生产事故的特征；
- (4) 知晓化工生产中的重大危险源；
- (5) 熟知危险源的危险、危害因素。



应会

- (1) 能够掌握化工安全生产的基础知识；
- (2) 能够根据化工生产的特点，具备按程序处置化工生产事故程序的能力；
- (3) 能够掌握所在化工企业中重大危险源存在的危险以及危害因素。

任务一



化工生产的特点与安全

一、化工生产的特点

化工生产具有易燃、易爆、易中毒、高温、高压、有腐蚀性等特点，与其他工业部门相比具有更大的危险性。

1. 化工生产中涉及的危险品繁多

化工生产中使用的原料、半成品和成品种类繁多，绝大部分是易燃、易爆、有毒、有腐蚀的化学危险品。在生产、使用、运输中如果管理不当，就会发生火灾、爆炸、中毒和烧伤事故，从而给安全生产带来重大隐患。

2. 化工生产要求的工艺条件苛刻

第一，化学工业是多品种、技术密集型的行业，每一种产品从投料到生产出产品都有其特定的工艺流程、控制条件和检测方法；第二，化学工业发展迅速，新产品层出不穷，老产品也不断改型更新，每一种新产品推出都要经过设计准备、工艺准备和试制；

第三, 化工生产过程多数在高温、高压、密闭或深冷等特定条件下进行。没有严格的管理工作和相应的技术措施是无法安全、正常的生产, 也不可能在生产过程中做好防爆、防燃烧、防腐蚀、防污染的工作。

3. 生产规模大型化

近几十年来, 国际上化工生产采用大型生产装置是一个明显的趋势。以合成氨为例, 20 世纪 60 年代初合成氨生产规模为 12 万 t/年, 60 年代末达到 30 万 t/年, 70 年代发展到 50 万 t/年以上, 90 年代以后发展到 60 万 t 以上, 21 世纪达到了 90 万 t/年。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。

4. 生产过程连续化、自动化

现代化工企业的生产方式已经从过去的手工操作、间歇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; 生产装置由室内走向露天; 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发展到计算机控制。如年产 35 万 t 合成氨、44 万 t 尿素的日本鹿岛氨厂只有 100 个人; 美国联合化学公司年产 60 万 t 乙烯的工厂, 全厂有 20 台裂解炉、1000 多台仪表和 1 台计算机, 全部集中在控制室操作, 每班也只有 7 个人。

5. 高温、高压设备多

许多化工生产离不开高温、高压设备, 这些设备能量集中, 如果在设计制造中, 不按规范进行, 质量不合格, 就会发生灾害性事故。

6. 工艺复杂, 操作要求严格

一种化工产品的生产往往由几个车间(工段)组成, 在每个车间又由多个化工单元操作和若干台特殊要求的设备和仪表联合组成生产系统, 形成工艺流程长、技术复杂、工艺参数多、要求严格的生产线。这就要求在生产过程中任何人不得擅自改动工艺参数和技术, 要严格遵守操作规程, 操作时要注意巡回检查、认真记录, 纠正偏差, 严格执行交接班制度, 注意上下工序联系, 及时消除隐患, 否则将会导致不幸事故的发生。

7. “三废”多, 污染严重

化学工业在生产中产生的废气、废水、废渣多, 是环境污染中的大户。在排放的“三废”中, 许多物质具有可燃、易燃、有毒、有腐蚀及有害性, 这都是生产中不安全的因素。

8. 事故多, 损失重大

化工行业每年都有重大事故发生, 事故中约有 70% 以上是因为违章指挥和违章作业造成的。因此, 在职工队伍中开展技术学习, 提高职工素质, 进行安全教育和专业技

能教育是非常重要的工作。

二、安全在化工生产中的地位

1. 安全生产是化工生产的前提条件

化工生产具有易燃、易爆、易中毒, 高温、高压、有腐蚀的特点, 与其他行业相比, 其危险性更大。操作失误、设备故障、仪表失灵、物料异常等, 均会造成重大安全事故。无数的事故事实告诉人们, 没有一个安全的生产基础, 现代化工就不可能健康正常地发展。

2. 安全生产是化工生产的保障

只有实现安全生产, 才能充分发挥现代化工生产的优势, 确保装置长期、连续、安全的运行。发生事故, 必然使装置不能正常运行, 造成经济损失。生产装置规模越大, 停产 1d 的损失也越大, 如年产 30 万 t 的合成氨装置停产 1d, 就少生产合成氨 1000t。开停车越频繁, 经济损失越大, 同时还会丧失了大型化装置的优越性, 也会造成装置本身设备的损坏, 发生事故的可能性就越大。

3. 安全生产是化工生产的关键

化工新产品的开发、新产品的试生产必须解决安全生产的问题, 否则就不能投入实际生产。

总之, 化工企业的重大灾害事故会造成人员伤亡, 引起生产停顿、供需失调、社会不安, 因此安全生产是化工生产的关键问题。安全和危险是对立统一的, 所谓安全是预测危险并消除危险, 取得不使人身受到伤害, 不使财产遭到损失的自由。安全生产的任务主要有以下两个方面:

- (1) 在生产过程中保护职工的安全和健康, 防止工伤事故和职业性危害。
- (2) 在生产过程中防止其他各类事故的发生, 确保生产装置连续、正常运转。

三、安全生产管理原理

安全生产是为了使生产过程在符合物质条件和工作秩序下进行, 防止发生人身伤亡和财产损失等生产事故, 消除或控制危险、有害因素, 保障人身安全与健康, 使设备和设施免受损坏, 使环境免遭破坏的总称。

安全生产管理是管理的重要组成部分, 是安全科学的一个分支。所谓安全生产管理, 就是针对人们生产过程的安全问题, 运用有效的资源, 发挥人们的智慧, 通过人们的努力, 进行有关决策、计划、组织和控制等活动, 实现生产过程中人与机器设备、物料、环境的和谐, 达到安全生产的目标。

安全生产管理的目标是: 减少和控制危害, 减少和控制事故, 尽量避免生产过程中由于事故造成的人身伤害、财产损失、环境污染以及其他损失。

安全生产管理的基本对象是企业的员工, 涉及企业中的所有人员、设备设施、物

料、环境、财务、信息等各个方面。安全生产管理的内容包括：安全生产管理机构 and 安全生产管理人员、安全生产责任制、安全生产管理规章制度、安全生产策划、安全培训教育、安全生产档案等。安全生产管理的原理主要有以下几个方面。

1. 系统原理

1) 含义

所谓“系统”，它是由相互作用、相互依存的若干部分（子系统），按照特定的功能有机的结合起来的综合整体。系统原理是指人们在从事管理工作时，运用系统的理论、观点和方法，对管理活动进行充分的系统分析，以达到管理的优化目标，即运用系统论的观点、理论和方法来认识和处理管理中出现的的问题。

2) 运用系统原理的原则

(1) 动态相关性原则。动态相关性原则告诉我们，构成管理系统的各要素是运动和发展的，它们相互联系又相互制约。显然，如果管理系统的各要素都处于静止状态，就不会发生事故。

(2) 整分合原则。高效的现代安全生产管理必须在整体规划下明确分工，在分工基础上有效综合，这就是整分合原则。运用该原则，要求企业管理者在制定整体目标和进行宏观决策时，必须将安全生产纳入其中，在考虑资金、人员和体系时，必须将安全生产作为一项重要的内容考虑。

(3) 反馈原则。反馈是控制过程中对控制机构的反作用。成功、高效的管理，都离不开灵活、准确、快速的反馈，企业生产的内部条件和外部环境在不断变化，所以必须及时捕获、反馈各种安全生产信息，以便及时采取行动。

(4) 封闭原则。在任何一个管理系统内部，管理手段、管理过程等必须构成一个连续封闭的回路，才能形成有效的管理活动，这就是封闭原则。封闭原则说明在企业安全生产中，各管理机构之间、各种管理制度和方法之间，必须具有紧密的联系，形成相互制约的回路，才能有效。

2. 人本原理

1) 含义

在管理中必须把人的因素放在首位，体现以人为本的指导思想，这就是人本原理。以人为本有两层含义：一是一切管理都是以人为本展开的，人既是管理的主体，又是管理的客体，每个人都处于一定的管理层面上，离开人就无所谓管理；二是管理活动中，作为管理对象的要素和管理系统的各个环节，都是需要人掌管、运作、推行和实施的。

2) 运用人本原理的原则

(1) 动力原则。推动管理活动的基本力量是人，管理必须有能够激发人的工作能力动力，这就是动力原则。对于管理系统，有三种动力，即物质动力、精神动力和信息动力。

(2) 能级原则。现代管理认为，单位和个人具有一定的能量，并且可按照能量的大小顺序排列，形成管理的能级，就像原子中电子的能级一样。在管理系统中，建立一套合理能级，根据单位和个人能量的大小安排工作，发挥不同能级的能量，保证结构的稳定

性和管理的有效性，这就是能级原则。

(3) 激励原则。管理中的激励就是利用某种外部诱因的刺激，调动人们的积极性和创造性。以科学的手段，激发人们的内在潜力，使其充分发挥积极性、主动性和创造性，这就是激励原则。人的工作动力来源于内在的动力、外部动力和工作吸引力。

3. 预防原理

1) 含义

安全生产管理工作应该做到预防为主，通过有效的管理和技术手段，减少和防止人的不安全行为和物的不安全状态，这就是预防原理。

2) 运用预防原理的原则

(1) 偶然损失原则。事故后果以及后果的严重程度都是随机的、难以预测的。反复发生的同类事故，并不一定产生相同的后果，这就是事故损失的偶然性。偶然损失原则告诉人们，无论事故损失的大小，都必须做好预防工作。

(2) 因果关系原则。事故的发生是许多因素互为因果连续发生的最终结果，只要诱发事故的因素存在，发生事故是必然的，只是时间或迟或早而已，这就是因果关系原则。

(3) 3E 原则。造成人的不安全行为和物不安全状态的原因可归纳为四个方面：技术原因、教育原因、身体和态度原因以及管理原因。针对这四方面的原因，可以采取三种防治对策，即工程技术（engineering）对策、教育（education）对策和法制（enforcement）对策，也就是所说的 3E 原则。

(4) 本质安全化原则。本质安全化原则是指从一开始和从本质上实现安全化，从根本上消除事故发生的可能性，从而达到预防事故发生的目的。本质安全化原则不仅可以应用于设备、设施，还可以应用于建设项目。

4. 强制原理

1) 含义

采取强制管理的手段控制人的意愿和行为，是个人的活动、行为等受到安全生产管理要求的约束，从而实现有效的安全生产管理，这就是强制原理。所谓强制就是绝对服从，不必经被管理者同意便可采取控制行动。

2) 运用强制原理的原则

(1) 安全第一原则。安全第一就是要求在进行生产和其他工作时把安全工作放在一切工作的首要位置。当生产和其他工作与安全发生矛盾时，要以安全为主，生产和其他工作要服从于安全，这就是安全第一原则。

(2) 监督原则。监督原则是指在安全工作中，为了使安全生产法律法规得到落实，必须设立安全生产监督管理部门，对企业生产中的守法和执法情况进行监督。

四、安全生产方针

《中华人民共和国安全生产法》明确规定：“安全生产管理，坚持安全第一，预防为主

的方针。”安全生产方针为中国安全生产确定了总原则。如何正确理解安全生产方针呢？

劳动安全卫生工作贯穿于生产劳动的全过程。所谓“安全第一”，就是在劳动各个环节中，把劳动安全卫生管理作为生产劳动管理的重要组成部分；就是在生产劳动过程中，把劳动安全卫生工作，特别是劳动者的生命安全与健康放在首位，作为生产劳动顺利运行的前提和保证。对于各级领导层管理者来说，就是要牢记“以人为本”，在计划、布置、总结、检查、评比生产工作的同时，要首先计划、布置、总结、检查、评比安全工作。只有在保证劳动者安全与健康的前提下，才可去改进工艺、技术、设备；去增加产品品种、提高产量和质量；去提高产值和销售收入；去减少消耗、降低成本、增加利润。绝不能不顾安全，片面追求高产量和高产值；片面追求低消耗和低成本；片面追求利润的增加。对于广大劳动者来说，则要珍惜自己和他人的生命与健康，在进行每项工作时，首先要考虑在工作中可能存在哪些危险因素或事故隐患，应该采取哪些措施来防止事故的发生。同时要严格遵守、执行安全操作规程，杜绝违章操作，以避免伤害自己 and 他人。绝不能“要钱不要命”，抱有麻痹、侥幸心理或莽撞行事，把自己和他人的生命和健康当儿戏。

古人说：“防患于未然”，“凡事预则立，不预则废”。做任何工作都是如此，劳动安全卫生工作当然也不例外。“预防”是实现安全生产、劳动保护的基础，它要求有关单位在整个生产劳动过程中提供符合劳动安全卫生规程和标准的劳动工具及劳动条件和环境，确保“物”处于安全状态；同时通过经常性的宣传、教育、培训提高所有成员（包括各级领导、管理者和劳动者）的安全素质，尽可能减少人的不安全行为和管理缺陷。“预防为主”就是要求把预防事故及职业危害、职业病作为劳动卫生工作的重点和目标，变事后处理为事前预防，从立法执法、组织管理、教育培训、技术、设备等方面，采取各种有效措施，发现和治理事故隐患，防止因为生产劳动中存在的物的不安全状态、人的不安全行为以及管理缺陷而导致事故和职业危害、职业病的发生。

任务二



化工生产事故

一、化工事故的分类及发生原因

化工生产使用和接触的化学物质种类繁多，生产工艺复杂，事故种类也千变万化。

1. 化工装置内产生的新的易燃物、爆炸物

某些反应装置和贮罐在正常情况下是安全的，如果在反应和贮存过程中混入或掺入某些物质而发生化学反应产生新的易燃物或爆炸物，在条件成熟时就可能发生事故。如粗煤油中的硫化氢、硫醇含量较高，有可能引起油罐腐蚀，使构件上黏附着锈垢。而由于天气突变、气温骤降，油罐的部分构件因急剧收缩和由于风压的改变使油罐晃动，因而造成构件脱落并引起冲击或摩擦致使产生火种并引起油罐起火。

2. 在工艺系统中积聚某种新的易燃物

某氯碱厂使用相邻合成氨厂的废碱液精制盐水。因废碱液中含氨量高，在加盐酸中和时，产生大量氯化铵随盐水进入电解槽，生成三氯化氮夹杂在氯气中。经过冷却塔、干燥器后未被分解的三氯化氮随氯气一起进入液化槽，再进入热交换器的内管与冷凝器的液氯混合。由于液氯的不断气化，使三氯化氮逐渐积累下来。后来因倒换热交换器，积存有三氯化氮的热交换器停止使用，但是温度较高的气体氯仍从热交换器中经过，使热交换器中的残余液氯进一步蒸发，最后留下的基本上都是三氯化氮。因氯气温度高及其他杂质反应发热的影响，最终引起了三氯化氮的爆炸。

3. 高热物料喷出自燃

生产过程中有些反应物料的温度超过了自燃点，一旦喷出与空气接触就着火燃烧。例如，催化裂化装置热油泵口取样时，由于取样管堵塞，将取样阀打开用蒸汽加热，当凝油熔化后，40℃左右的热油喷出立即会起火燃烧。

4. 高温下物质气化解

许多物质在高温下会气化分解产生高压而引起爆炸。如用联苯醚作载热体的加热过程中，由于管道被结焦物堵塞，局部温度升高，会使联苯醚气化分解产生高压，从而引起管道爆裂，使高温可燃气体冲出，遇空气燃烧。

5. 物料泄漏遇高温表面或明火

如果放空位置安装不当，放空时油喷落到附近 250℃ 高温的阀体上会引起燃烧。

6. 反应热骤增

参加反应的物料，如果配比、投料速度和加料顺序控制不当，会造成反应剧烈，产生大量的热，如果不能及时导出，就会引起超压爆炸。如苯与浓硫酸混合进行磺化反应，物料进入后由于搅拌迟开，反应热骤增，超过了反应器的冷却能力，器内未反应的苯很快气化，就会导致塑料排气管破裂，可燃蒸气排入厂房内遇明火就会燃烧。

7. 杂质含量过高

有许多化学反应过程中对杂质含量要求是很严格的，有的杂质在反应过程中可以生成危险的副反应产物。例如乙炔和氯化氢的合成反应，氯化氢中游离氯的含量不能过高（控制在 0.005% 以下），这是由于过量的游离氯存在，氯与乙炔反应会立即燃烧爆炸生成四氯乙烷。

8. 生产运行系统和检修中的系统串通

在正常情况下，易燃物的生产系统不允许有明火作业。某一区域、设备、装置或管

线如果停产进行动火检修，必须采取可靠的隔离措施，使生产系统和检修系统有效隔绝，否则极易发生事故。

9. 装置内可燃物与生产用空气混合

生产用空气主要有工艺用压缩空气和仪表用压缩空气，如果进入生产系统和易燃物混合或生产系统易燃物料进入压缩空气系统，遇明火都可能导致燃烧爆炸事故。例如某合成氨装置，由于天然气混入仪表气源管线，逸出后遇明火即刻发生爆炸。

10. 系统形成负压

如发酵罐通入大量蒸汽后，若又将大量的冷液迅速加入罐内，冷的液体会使蒸汽很快凝结，罐内形成负压，发酵罐就会吸瘪。

11. 选用传热介质和加热方法不当

选择传热介质时必须事先了解被加热物料的性质，除满足工艺要求之外，还要掌握传热介质是否会和被加热物料发生危险性的反应。选择加热方法时，如果没有充分估计物料的性质、装置的特点等也易发生事故。

12. 系统压力变化造成事故

系统压力的变化可以造成物料倒流，或者负压系统变成正压而造成事故。例如某厂通往柴油汽提塔的蒸汽管线和灭火蒸汽管线相连，由于蒸汽压力降低，低于汽提塔内的压力，中间又没有设置止逆装置，当用蒸汽灭火时，汽提塔内的炼油气窜入蒸汽管线，喷出的可燃气体反而使火势更大。

13. 危险物质处理不当

很多化学品性能不稳定，具有易燃、易爆、腐蚀、有毒和放射性等特性。在生产、使用、装卸、运输和贮存过程中，要掌握物质的特性，了解可能和其他化学物质接触会发生什么样的变化，采取相应的措施，否则就可能发生事故。如某厂铝粉布袋输送机发生故障，当用铁棒撬动铁轮时产生的火花引起铝粉燃烧，之后又错误地用二氧化碳进行扑救，结果发生爆炸。这是因为铝粉能在二氧化碳中燃烧，采用二氧化碳不但不能灭火，反而导致铝粉飞扬引起爆炸。

二、化工生产事故的特征

化工事故的特征基本上由所用原料特性、加工工艺、生产方法和生产规模决定，为预防事故的发生，必须了解这些特征。

1. 火灾、爆炸、中毒事故多，且后果严重

很多化工原料的易燃性、反应性和毒性本身会造成恶性事故的频繁发生。有资料表明，我国化工企业火灾爆炸事故的死亡人数占因公死亡总人数的 13.8%，居第一位；中

毒窒息事故致死人数占死亡总人数的 12%，居第二位。反应器、压力容器的爆炸，以及燃烧传播速度超过音速时的爆轰，都会造成破坏力极强的冲击波，冲击波超压达 20kPa 时会使砖木结构建筑物部分倒塌、墙壁崩裂。

由于管线破裂或设备损坏，大量易燃气体或液体瞬间泄放，会迅速蒸发形成蒸气云团，与空气混合达到爆炸下限，随风漂移。如果飞到居民区一遇明火即爆炸，后果难以想象。据估计，50t 的易燃气体泄漏会造成直径 700m 的云团，在其覆盖下的居民，会被爆炸火球或扩散的火焰灼伤，其辐射强度可达 $14\text{W}/\text{cm}^2$ （人可承受安全辐射强度仅为 $0.5\text{W}/\text{cm}^2$ ），同时人还会因缺乏氧气窒息而死。

多数化学品对人体有害，生产中由于设备密封不严泄漏容易造成操作人员的急性和慢性中毒。如一氧化碳、硫化氢、氮气、氮氯化物、氨、苯、二氧化碳、二氧化硫、光气、氯化钡、氯气、甲烷、氯乙烯、磷、苯酚、砷化物 16 种物质在化工厂都很常见，这些物质造成中毒、窒息的死亡人数占中毒死亡总人数的 87.9%。

化工生产装置的大型化使大量化学物质处于工艺过程中或贮存状态，一些比空气重的液化气体，如氯，在设备或管道破口处，可以以 $15^\circ\sim 30^\circ$ 呈锥形扩散，在扩散宽度达 100m 左右时，人们还容易察觉并迅速逃离。但当毒气影响宽度达 1000m 及以上，在距离较远而毒气浓度尚未稀释到安全值时，人则很难逃离并导致中毒。

2. 正常生产时发生事故多

化工生产中伴随许多副反应，有些机理尚不完全清楚；有些在危险边缘（如爆炸极限）附近进行生产，例如乙烯制环氧乙烷、甲醇氧化制甲醛等，生产条件稍有波动就会发生严重事故，间歇生产更是如此。

影响化工生产各种参数的干扰因素很多，设定的参数很容易发生偏移，参数的偏移是发生事故的根源之一。即使在自动调节过程中也会产生失调或失控现象，人工调节更容易发生事故。

由于人的因素或人机工程设计欠佳，往往会造成误操作，如看错仪表、开错阀门等。而在现代化的化工生产中，人是通过控制台进行操作，发生误操作的危险性更大。

3. 材质和加工缺陷以及腐蚀的影响

化工企业的工艺设备一般都是在非常苛刻的生产条件下运行的。腐蚀介质的作用，振动、压力波动造成的疲劳，高温、低温对材质性质的影响都是安全方面应重视的问题。

化工设备的破损与应力腐蚀裂纹有很大的关系。设备材质受到制造时残余应力和运转时拉伸应力的作用，在腐蚀的环境中会产生裂纹并发展长大，在特定条件下，如压力波动、严寒天气就会引起脆性破裂，如果焊接缝不良或未经过热处理则会使焊区附近引起脆性破裂，造成灾难性事故。

制造化工设备时，除了选择正确的材料外，还要求实施正确的加工方法。以焊接为例，如果焊缝不良或未经热处理则会使焊区附近材料性能恶化，易产生裂纹，使设备破损。

4. 事故的集中和多发

化工生产遇到的事故多发的情况会给生产带来被动。许多关键设备，特别是高负荷的塔槽、压力容器、反应釜、经常开闭的阀门等，运转一定的时间后，常会出现多发故障的情况。这是因为设备进入到寿命周期的故障频发阶段，所以必须采取预防措施，加强设备检测和监护措施，及时更换到期的设备。

三、化工生产事故的处置

1. 抢险与救护

企业发生事故，必须积极抢险救治，妥善处理，以防事故的蔓延扩大。发生重大事故时，企业领导要现场亲自指挥，各职能部门领导及有关人员应协助做好现场抢救和警戒工作。抢救时应注意保护现场；因抢救伤员或防止事故扩大需移动现场物件时，必须做好标志。

对有害物质大量外泄或火灾爆炸事故的现场，必须设警戒线，及时疏导人员，清查人数；抢救消防人员应佩戴好防护器具，对中毒、烧伤、烫伤人员要及时进行现场救治处理，再送医院。

2. 事故的报告程序

(1) 事故的最先发现者，应立即组织最近处人员处理，应以快速的方法通知领导或电话报告调度部门，而后逐级上报。发生事故的基层单位按规定填写事故报告书。一般事故 3d 内报企业主管部门。

(2) 发生重大事故，企业应立即用快速方法在当天将事故发生的时间、地点、原因、事故类别、伤亡情况、损失估计等概况报告企业的主管部门及其他部门（如劳动、工会、环保、检察等部门）。企业在上级机关的安排下，组织有关部门和人员配合进行事故调查。对重大责任事故，因工死亡事故，破坏事故应报告当地检察机关或公安机关。

(3) 外单位人员，在企业劳动、实习培训、公出时发生的伤亡事故，企业按外表进行统计上报。

(4) 凡因公负伤者，从发生事故受伤起，一个月后，由轻伤转为重伤，或由重伤转为死亡，按原受伤类别报，不再改报。

3. 责任的划分

(1) 企业安全管理实行厂长负责制同分管领导分工负责相结合的责任制。

(2) 企业规章制度不健全、不科学的，由总工程师和分管厂长负责。

(3) 设计有缺陷或不符合设计规范的，由设计者及审批者负责。

(4) 凡转让、应用、推广的科技成果，必须经过技术鉴定。科技成果中未提出防尘、防毒、防火、防爆及“三废”处理措施以及安全操作规程的，要追究科研设计单位的责任。

(5) 制造、施工部门,未严格按图纸进行制造、施工,未经设计或修改设计未经批准而施工者,要对由此发生的事故负责。

(6) 持安全作业证违章发生事故,由违章者负责;无安全作业证,擅自作业发生事故,由本人负责。被委派作业而发生事故,由委派者负主要责任。

(7) 学徒工在学徒期间,必须在师傅的带领下工作,不听师傅指导擅自操作而造成事故,由本人负责,在师傅指导下操作发生的事故,由师傅负主要责任。

(8) 因管理不善,纪律涣散,违章违纪严重而发生的重大事故,要追究主要领导责任。

4. 事故调查和处理

(1) 企业发生事故要按“四不放过”(事故原因不查清不放过、事故责任者得不到处理不放过、整改措施不落实不放过、教训不吸取不放过)的原则办理。

(2) 对一般事故或重大未遂事故,应在事故发生后由车间和有关部门领导组织调查并召开事故分析会。

(3) 对一般重大事故,企业或企业主管部门领导,应组织有关部门人员参加的事故调查和处理。

(4) 伤亡事故的调查处理按《企业职工伤亡事故报告和处理规定》(1991.3 国务院75号)执行。

(5) 由于不服从管理,违反规章制度,或强令工人违章冒险作业,而发生重大事故,构成重大责任事故罪或玩忽职守罪的人员,由司法部门依法惩处。

(6) 对事故责任者的处分,可根据事故大小,损失多少、情节轻重,以及影响程度等,令其赔偿损失或予以行政警告、记过、记大过、降职、降薪、撤职、留厂察看、开除出厂,直至追究刑事责任。

(7) 对各类事故隐瞒不报、虚报或有意拖延报告者,要追究责任,从严处理。

(8) 对防止或抢救事故有功人员,企业应给予表彰、奖励。

(9) 各级化工主管部门,应对安全管理和安全生产搞得好的、成绩突出的单位和个人,授予各种荣誉称号或奖励。

任务三



化工生产中的重大危险源

一、重大危险源的定义

危险的根源是贮存、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。造成重大工业事故的可能性及后果的严重度既与物质的固有特性有关,又与设施或设备中危险物质的数量或能量的大小有关。重大危险源是指企业生产活动中客观存在的危险物质或能量超过临界值的设施、设备或场所。