

化工装备事故 分析与预防

第二版

● 刘相臣 张秉淑 编著



化学工业出版社

化工装备事故分析与预防

第 二 版

刘相臣 张秉淑 编著

化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化工装备事故分析与预防/刘相臣, 张秉淑编著.

2 版. —北京: 化学工业出版社, 2003.8

ISBN 7-5025-4695-2

I. 化… II. ①刘… ②张… III. 化工设备-事故
分析 IV. TQ050.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 078328 号

化工装备事故分析与预防

第二版

刘相臣 张秉淑 编著

责任编辑: 郭乃铎

文字编辑: 刘家新

责任校对: 顾淑云

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 21¼ 字数 518 千字

2003 年 10 月第 2 版 2003 年 10 月北京第 4 次印刷

ISBN 7-5025-4695-2/TQ·1788

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

内 容 提 要

本书在第一版的基础上,认真分析了我国化工、石油化工安全生产的新形势、新特点,汇编了建国以来,特别是近20年来化工、石油化工企业生产发生的化工装备(包括化工设备与机器)事故,并从理论与实践的结合上,全面系统地阐述了化工装备事故与安全运行的辩证关系,用科学的方法进行了大量事故统计分析,剖析了国内外典型事故案例,总结易发生故障的部位、主要原因,并提出相应的预防措施,借鉴国外先进的安全生产技术、管理经验,介绍了近代维护管理方法与故障预测诊断新技术和我国最新出台的安全生产管理法规文件,具有较强的实用性。

本书可供化工、石油化工系统科技人员、安全技术人员、管理干部阅读,可作为干部、职工的安全培训教材,也可供大专院校化工机械及相关专业师生参考。

第二版前言

《化工装备事故分析与预防》第一版自 1994 年 8 月出版发行以来,得到了广大读者的欢迎,第一次印刷后,在短短的时间内就销售一空,可见此书别开生面,拥有众多的读者群。随着当今轻工、环保事业的迅猛发展、国企改革不断深入以及大批青年职工的陆续上岗,要求学习安全技术知识的渴求越来越迫切,此书虽已先后多次印刷,但仍满足不了广大读者的需求,来函来人求购此书络绎不绝。

近年来,虽然我国化工、石油行业同其他行业一样,安全生产工作取得了显著的成绩,但安全生产工作任重道远。随着机械制造技术的发展,虽然可以提供承受高温、超高温、高压、超高压、高真空、高转速、大流量和耐腐蚀的化工设备与机器,甚至提供成套的大型石油化工生产装置,国家也采取了一系列措施,加强安全生产工作,但由于生产环境复杂、工作条件恶劣、不安全因素增加,加之设计中考考虑不周、维护管理水平低劣以及安全意识不强、安全生产的极端重要性认识不足等原因,化工设备与机器发生的重大伤亡事故仍相当频繁,特重大事故时有发生,已成为影响安全生产的主要因素,直接威胁着人民生命财产安全。近来,由国外引进的大型化肥、炼油装置也多次发生各种设备事故,有些甚至是相当严重的。据 1990~1999 年全国 29 个省、自治区、直辖市化工系统县以上全民企业的不完全统计,共发生设备与机器事故 1152 起,占全部重大伤亡事故的 31.3%。从伤亡人数来看也是十分惊人的。因此,抓好职工的安全知识教育,提高职工的安全意识和安全文化素质,强化领导干部的管理水平与安全责任心,确保化工设备与机器长期、安全、稳定地运行,使安全生产纳入法制化、科学化轨道,保障国家和广大职工的生命财产的安全是至关重要的。

为了适应我国化工、石油化工行业发展及安全状况的新形势,促进石油和化学工业安全、快速、健康地发展,化工出版社提出修订再版《化工装备事故分析与预防》一书的建议。针对我国当前生产中仍存在发生事故的隐患和不安全因素,作者在查阅、搜集、整理大量文献资料,总结多年来从事设备安全研究工作经验的基础上,对第一版进行了认真地修订,补充了近 10 年来全国化工系统所发生的重大设备事故统计分析和国内外典型事故案例剖析;普遍发生的泄漏中毒事故机理及职业病防治方法;轴流式压缩机和鼓风机的维护;广泛用于轻工、纺织、食品行业的旋涡气泵的工作原理、主要性能和故障排除;利用计算机技术进行再线设备故障诊断与预测新技术,以及《锅炉压力容器、压力管道、特殊设备事故处理规定》《中华人民共和国职业病防治法》和《国务院关于特大安全事故行政责任的追究规定》的新要求等内容。但愿此书经过修改、补充后,能在职工安全生产技术培训、业务素质提高和安全生产中发挥积极的作用。

应该说明的是,随着经济体制的改革和市场经济的发展,不少企业的情况(包括名称)都会发生变化,但考虑到历史的原因,本书介绍事故案例时仍使用当时的企业名称。

本书在修订再版过程中,得到了中国石油化工总公司安全监督局李正钰、中昊化肥公司李光、中国化工设备协会高文、无锡中策机电设备有限公司(原无锡仪表二厂气泵研究所)王军义、《化工装备技术》编辑部徐平等同志的大力支持,在此一并表示衷心感谢!

由于化工、炼油、石油化工生产涉及的设备与机器相当复杂，技术性和实践性又很强，在生产中会不断出现新情况，加之编著者水平所限，难免有缺点、错误和不妥之处，恳请广大读者提出批评、指正。

编 者
2003 年 6 月

第一版前言

安全生产和劳动保护是发展社会主义市场经济、强化社会主义企业管理的重要组成部分，同时也是化工生产必须遵循的一条准则。而现代化工生产的特殊性，即工艺过程相当复杂，工艺条件要求十分严格，介质具有易燃、易爆、有毒、腐蚀等特性，生产装置趋向大型化以及生产过程的连续性、自动化程度的提高等，使生产发生事故的可能性很大，而且造成的危害和损失也极为惨重，这就给化工设备与机器的设计制造提出了更高、更苛刻的要求。

随着机械制造技术的发展，虽然可以提供承受高温、超低温、高压、高真空度、高转速、大流量和耐腐蚀的化工设备与机器，甚至可提供成套的大型石油化工装置，但由于生产环境复杂、工作条件恶劣、不安全因素增加，加之设计中考虑不周、维护管理水平低劣等原因，以及多年生产实践表明，化工设备与机器本身发生的事故仍相当频繁，已成为影响生产的主要因素，也是直接威胁人身安全的大敌。近些年来由国外引进的大型化肥、炼油装置也曾多次发生各种设备事故，有些甚至是相当严重的。据 1979~1988 年上半年全国 28 个省市化肥、化工、炼油等行业生产的不完全统计，发生重大设备与机器事故 552 起，占全部重大事故的 51.7%，造成的经济损失达 12895.4 万元，其中直接经济损失约 4048.7 万元。从伤亡的人数来说也是十分惊人的。截止到 1989 年年底，据我国小氮肥的不完全统计，伤亡人数达 3386 人，其中死亡 1332 人。因此，抓好职工的安全知识教育，强化化工、石油化工现代化安全生产管理，提高职工的安全技术、维护管理素质与技术水平，确保化工设备与机器长期、连续、安全、稳定地运行，保障广大职工的生命安全是至关重要的。

本书从建国以来，特别是近 10 年来我国化肥、化工、炼油企业实际发生的事故分析入手，总结其经验教训，并借鉴国外科学管理的先进经验，从理论与实践的结合上，全面系统地阐述了化工设备、机器与安全运行的辩证关系，总结设备易发生故障的部位与主要原因，并提出相应的预防措施。此书的出版将对发展化工、石油化工生产和安全技术起到一定的积极作用。

在编写过程中，得到了化工部有关司局领导、同志的极大关注和支持，化工部的石流、崔慕晶、高文、李光等同志和清华大学叶宏开副教授对初稿提出了宝贵意见，在此一并表示衷心地感谢！

由于化肥、化工、石油化工生产涉及到的设备与机器相当复杂，技术性和实践性又很强，加之编著者水平所限，不免有缺点、错误和不妥之处，恳请读者提出批评和指正。

编 者

1994 年 4 月

目 录

第一章 概论	1
第一节 化工装备安全运行在生产中的重要地位.....	1
一、化工装备在化工、石油化工生产中的应用.....	1
二、化工、石油化工生产的特点及安全要求.....	2
三、安全运行在化工、石油化工生产中的重要地位.....	4
第二节 化工、石油化工安全生产的现状分析.....	5
一、爆炸事故屡见不鲜.....	5
二、泄漏事故普遍发生.....	6
三、相同事故接连不断.....	6
四、恶性事故没能遏制.....	7
五、设备缺陷比例很大.....	8
第三节 化工装备的分类与典型结构.....	9
一、化工设备分类与典型结构.....	9
二、化工机器分类与典型结构.....	17
第四节 材料选择在化工装备安全运行中的重要作用.....	37
一、合理选择材料的重要性.....	37
二、选材中应注意的问题.....	38
第二章 化工装备事故的机理	40
第一节 化工设备事故的机理.....	40
一、物理爆炸.....	40
二、化学爆炸.....	41
三、严重腐蚀.....	47
四、泄漏中毒.....	48
第二节 化工机器事故的机理.....	55
一、燃烧与爆炸.....	55
二、腐蚀与污染.....	57
三、磨损与疲劳.....	57
四、噪声与振动.....	61
五、气蚀与喘振.....	65
第三章 化工装备事故的统计分析	67
第一节 塔槽釜爆炸事故统计分析.....	67
一、违章作业.....	78
二、操作失误.....	78
三、维护不周.....	79
四、制造缺陷.....	80

五、设计缺陷	80
六、化学腐蚀	81
第二节 换热器事故统计分析	81
一、燃烧爆炸	84
二、严重泄漏	84
三、管束失效	85
第三节 加热炉爆炸事故统计分析	87
一、过氧操作致使煤气发生炉爆炸	92
二、空气、煤气倒流形成爆炸性混合物	93
三、水蒸气压力剧升,致使煤气发生炉水夹套憋压爆炸	94
四、违章动火引起煤气发生炉爆炸	94
五、设备缺陷、检修不良致使煤气发生炉爆炸	94
六、燃料质量不佳、操作不当引起煤气发生炉炉口爆炸	95
七、二次上吹结束、空气吹除开始时发生炉底爆炸	95
第四节 废热锅炉事故统计分析	96
一、炉膛、壳体爆炸	98
二、炉管爆裂、变形和失效	99
三、锅炉严重缺水	100
四、锅炉火管漏水	101
五、锅炉火管堵塞	101
第五节 管道破裂、泄漏与爆炸事故统计分析	102
一、管道设计不合理	105
二、材料缺陷、误用代材和制造质量低劣	105
三、违章作业、操作失误	106
四、维护不周	107
第六节 压缩机、风机事故统计分析	108
一、压缩机事故综合分析	108
二、燃烧爆炸事故统计分析	114
三、机械事故统计分析	119
四、风机事故统计分析	139
五、机(泵)电机烧坏事故统计分析	144
第七节 石油化工用泵事故统计分析	147
一、泵轴烧坏或断裂	150
二、轴承、轴瓦烧坏	150
三、燃烧爆炸	151
四、轴封严重泄漏	151
五、其他零部件损坏	151
第八节 离心机事故统计分析	151
一、燃烧爆炸	153
二、操作失误机械伤人	154

三、腐蚀致使转鼓破裂·····	154
四、剧烈振动·····	154
第九节 汽轮机叶片、围带损坏事故统计分析·····	155
一、事故现象·····	155
二、主要原因·····	156
三、预防措施·····	157
第四章 典型重大事故案例剖析·····	158
第一节 氢分塔爆炸事故分析·····	158
一、事故基本情况·····	158
二、事故原因分析·····	158
三、事故教训与防范措施·····	158
第二节 氨合成塔泄漏事故分析·····	159
一、事故基本情况·····	159
二、事故原因分析·····	159
三、事故教训与防范措施·····	160
第三节 液氯钢瓶爆炸事故分析·····	160
一、液氯钢瓶爆炸事故之一·····	160
二、液氯钢瓶爆炸事故之二·····	162
第四节 氯气泄漏事故分析·····	163
一、氯气泄漏事故之一·····	163
二、氯气泄漏事故之二·····	164
第五节 沥青贮罐火灾爆炸事故分析·····	164
一、事故基本情况·····	164
二、事故原因分析·····	164
三、事故教训与防范措施·····	165
第六节 氯乙烯单体泄漏爆炸事故分析·····	166
一、事故基本情况·····	166
二、事故原因分析·····	166
三、事故教训与防范措施·····	167
第七节 乙烯罐区爆炸燃烧事故分析·····	167
一、事故基本情况·····	167
二、事故原因分析·····	168
三、事故教训与防范措施·····	168
第八节 炼油厂爆炸起火事故分析·····	169
一、事故基本情况·····	169
二、事故原因分析·····	169
三、事故教训与防范措施·····	171
第九节 聚氯乙烯聚合釜超压爆炸事故分析·····	171
一、事故基本情况·····	171
二、事故原因分析·····	172

三、事故教训与防范措施	172
第十节 氨冷器爆炸事故分析	172
一、设计参数、结构及其性能	173
二、事故基本情况	175
三、事故原因分析	175
四、事故教训与防范措施	178
第十一节 列管式换热器失效原因分析	178
一、事故基本情况	178
二、事故原因分析	178
三、改进措施	179
第十二节 煤气发生炉爆炸事故分析	180
一、事故基本情况	180
二、事故原因分析	180
三、事故教训与防范措施	181
第十三节 高压管道爆炸着火事故分析	181
一、事故基本情况	181
二、事故原因分析	182
三、事故教训与防范措施	182
第十四节 氮氢气循环机活塞杆断裂引起爆炸事故分析	183
一、事故基本情况	183
二、活塞杆断裂原因的初步分析	184
三、活塞杆裂纹形成原因的分析	185
四、氢的来源及其作用	187
五、消除事故的措施	188
第十五节 H22Ⅲ型压缩机曲轴断裂事故分析	188
一、压缩机主要技术特性	188
二、事故基本情况	189
三、断裂部件的化学成分、金相分析及硬度试验	190
四、曲轴断裂破坏原因分析	190
五、事故教训与防范措施	192
第十六节 往复式活塞式压缩机活塞体螺塞脱落撞缸事故分析	193
一、事故基本情况	193
二、事故原因分析	193
三、事故教训与防范措施	193
第十七节 6D32压缩机连杆螺栓断裂事故分析	194
一、事故基本情况	194
二、事故原因分析	195
三、事故教训与改进措施	195
第十八节 低密度高压聚乙烯(LDPE)装置乙烯压缩机超压故障的排除与理论分析	196

一、故障发生基本情况	196
二、变工况复算	198
三、故障的理论分析	203
四、消除故障的措施	208
第十九节 离心式二氧化碳压缩机高压缸异常振动的原因分析	208
一、机组运行概况	208
二、高压缸振动测试数据	210
三、高压缸振动原因分析	212
四、削除振动的措施	212
第二十节 风机叶轮解体断裂事故分析	213
一、事故基本情况	213
二、事故原因分析	213
三、事故教训与防范措施	214
第二十一节 空气鼓风机管道爆炸事故分析	214
一、事故基本情况	214
二、事故原因分析	214
三、事故教训与防范措施	215
第二十二节 汽轮机飞车爆炸事故分析	215
一、事故基本情况	215
二、事故原因分析	215
三、事故教训与防范措施	215
第五章 化工装备的维护管理	216
第一节 塔槽(罐)类容器的维护管理	216
一、塔的维护管理	216
二、槽(罐)类容器的维护管理	216
第二节 换热器的维护管理	218
一、启动	218
二、运行和维护	218
三、停车	219
四、检查和清洗	219
五、常见故障原因与对策	220
第三节 管式加热炉的维护管理	221
一、点火和熄火	221
二、正常操作	221
三、日常维护检查	222
四、定期维护检查	223
五、常见故障原因与对策	224
第四节 废热锅炉的维护管理	225
一、投入运行前的检查	225
二、操作运行中检查	225

三、清洗.....	226
四、停炉.....	227
五、常见故障原因与对策.....	228
第五节 配管的维护管理.....	229
一、日常维护.....	229
二、定期停车检修.....	229
三、紧急停车检修.....	230
四、常见故障原因与对策.....	230
第六节 压缩机的维护管理.....	231
一、活塞式压缩机的维护管理.....	231
二、螺杆式压缩机的维护管理.....	236
三、离心式压缩机的维护管理.....	241
四、轴流式压缩机的维护管理.....	245
第七节 风机的维护管理.....	248
一、离心式风机的维护管理.....	248
二、旋涡风机(旋涡气泵)的维护管理.....	250
三、罗茨鼓风机的维护管理.....	252
第八节 泵的维护管理.....	254
一、启动前的准备.....	254
二、启动.....	254
三、运行和维护.....	254
四、停车.....	255
五、常见故障原因与对策.....	255
第九节 离心机的维护管理.....	259
一、启动前的准备.....	259
二、启动.....	260
三、运行和维护.....	260
四、停车.....	260
五、常见故障原因与对策.....	260
第十节 汽轮机的维护管理.....	263
一、启动前的准备.....	263
二、启动.....	265
三、运行和维护.....	265
四、停车.....	267
五、常见故障原因与对策.....	267
第六章 安全保护装置.....	270
第一节 安全阀.....	270
第二节 爆破片.....	271
第三节 启动联锁保护装置.....	273
第四节 油压过低保护装置.....	274

第五节 轴向位移仪·····	274
第六节 测振仪·····	275
第七节 过载保护装置·····	276
第八节 超速危急遮断装置·····	277
第九节 处理易燃易爆介质的安全保护措施·····	278
一、气体压缩机·····	278
二、泵·····	279
三、离心机·····	279
第十节 可燃性气体探测报警装置·····	279
第七章 化工装备事故预测及诊断新技术·····	284
第一节 化工设备预测和故障诊断专家系统·····	284
一、应用专家系统进行预测和故障诊断的目的·····	284
二、专家系统的组成和形成的程序·····	284
三、专家系统的功能·····	285
四、知识的获得、整理和知识库·····	285
五、推论方法及专家系统的未来·····	286
第二节 换热器诊断的新方法·····	287
一、极值分析法诊断换热器·····	287
二、非磁性体管子的腐蚀诊断·····	291
第三节 高速运转机械振动监测与故障诊断技术进展·····	292
一、概述·····	292
二、几种常用的监测和故障诊断分析方法·····	293
三、我国应用监测和故障诊断技术的现状·····	295
四、最新预测维修(PDM)技术简介·····	295
第四节 汽轮机压缩机机组在线热力性能诊断预测系统·····	299
一、热力性能诊断系统软件简介·····	299
二、应用实例·····	301
附录·····	302
一、常见易燃、易爆、有毒物质主要安全技术数据一览表·····	302
二、管内介质常用流速范围·····	305
三、化工机器主要零部件材料·····	306
四、化工装置易发生事故部位一览表·····	315
五、锅炉压力容器压力管道特种设备事故处理规定·····	316
六、国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定·····	320
参考文献·····	324

第一章 概 论

第一节 化工装备安全运行在生产中的重要地位

一、化工装备在化工、石油化工生产中的应用

化学、石油化学工业是以自然界中的各种物质为原料，对其进行化学处理和相应的物理处理，制成人们衣、食、住、行几乎都离不开的、有较高价值的产品。例如，以石油为原料制成的液化石油气、合成纤维、合成材料；以原油或焦炭、空气和水为原料制成的合成氨及碳酸氢铵肥料；以食盐为主要原料制成的纯碱和烧碱等。化工装备即化工设备与机器（统称化工机械），是化工、石油化工生产的重要生产工具，也是发展冶金、轻工、交通运输、邮电通讯、纺织及国防化工等行业生产必不可少的设备。

化工设备（包括化工容器、换热器、反应器、塔器、干燥器、管式炉）是实现化工、石油化工正常生产的静设备，在化工生产所有的装备中约占 80%。它广泛用于传热、传质、化学反应和物料贮存等方面。

在化工、石油化工生产中，由于化工工艺上的要求，一些化学反应要求在高压条件下进行，从而有利于合成与聚合。例如，从国外引进的年产 18 万吨低密度聚乙烯生产装置中，乙烯原料气的聚合反应是在压力为 100~150 MPa 的反应釜内进行的；在年产 30 万吨合成氨大型化肥生产装置中， N_2 和 H_2 气的合成反应是在压力为 24 MPa 的合成塔内完成的；在石油炼制中，原料油加氢、脱硫、脱氮和裂化反应是在一定压力的反应器中实现的。同时，许多产品的生产也要求在高温条件下进行。为了维持反应温度和有效地利用废热，总是伴随着各种各样的传热过程，如加热、冷却、冷凝、蒸发。根据使用目的的不同，所采用的换热装置有加热器、冷却器、蒸发器和重沸器等。据统计，在化工厂中，换热器的投资占全厂设备总投资的 11%；而在现代石油炼制中，换热器的投资占全部工艺设备投资的 40%。

在生产中，气-液、液-液两相接触进行传质及传热的过程是常见的，如精馏、吸收、萃取、气体增湿、离子交换等，这些过程大多是在塔设备内进行的。据粗略统计，在石油炼制工厂中，塔设备的投资占全厂设备总投资的 10%~20%，塔设备钢材消耗量几乎占全厂设备总重的 25%~30%。

气体、液体的贮存和输送离不开贮槽和贮罐。例如，低、高压乙烯气体受槽、压缩机级间缓冲器是起缓冲作用的贮罐；用于贮存压缩空气或液化气体的压缩空气贮罐、氧气瓶、氯气瓶；广泛用于炼油装置储运系统的圆筒贮罐、石油液化气的球形贮罐以及用于油水分离的分离器、计量用的计量槽等。

化工机器（包括气体压缩机、风机、泵、离心机）是完成化工、石油化工生产正常运行必不可少的动设备。

在生产中，从原料到半成品再到最终产品大多是流体，而流体的输送和提高流体压力以及自控仪表装置的风源等都离不开泵和压缩机。例如，高压法制聚乙烯需将乙烯气体由 0.03 MPa 加压至反应压力 130~250 MPa；石油炼制中将碳氢化合物中的重组分裂化为轻组分，要求加氢的压力为 15 MPa；氮肥工业需要将氮氢混合气加压至 15~32 MPa 才能去合

成，这一切都必须由压缩机来完成。

又如，生产中需要处理的液体，除清水外还有酸碱溶液、液氨、有机溶剂、铜液和石油产品等，而这些液体大都是易燃、易爆、高黏度、剧毒和有腐蚀性的，且处于高压、高温或超低温环境中，输送并提高其压力则需要各种类型的泵。泵的应用相当广泛，是仅次于电动机的第二类通用机械。

在化工、石油化工生产中，常常会遇到两相物质互相混合的物料（如气-液、液-液、液-固等）需要分离。气-液相的物料分离是比较容易的，如在化肥生产中的各种洗涤塔（碳化工段的 CO_2 去除）内，气-液两相依靠物系本身的密度差便可自然分开，即塔顶逸出气体，塔底流出液体。但对于液-液、液-固相混合物，就必须通过机械方法来完成，离心机就是其中应用较为广泛的一种。例如，化肥生产中硫酸铵或碳酸氢铵结晶与母液的分离；炼油生产中高级润滑油、燃料油的提纯；国防化工中硝化甘油与混酸的分离过程和合成纤维、聚氯乙烯的脱水等，都需要离心机来实现。

随着石油化工装置的大型化和生产规模的不断扩大，现代化肥、化工、炼油工厂中使用的各种离心式压缩机、风机和水泵通常都采用汽轮机作原动机。例如，由美国、日本、法国引进的年产 30 万吨合成氨大型化肥装置的五大机组，都采用高转速、大容量的工业汽轮机作为原动机。工厂中带动各类风机和泵的中小型汽轮机为数也极多。

二、化工、石油化工生产的特点及安全要求

化工、石油化工生产的特点如下。

（1）易燃易爆 化工、石油化工生产，从原料到产品，包括半成品、中间体、添加剂、催化剂、各种溶剂和试剂等，绝大多数是易燃易爆的，而且多以气体、液体状态存在，在高温、高压、深冷、真空条件下极易泄漏或挥发，甚至达到物质的自燃点。如果操作失误、违反操作规程或设备管理不善、年久失修，发生燃烧爆炸事故的可能性、破坏性极大。加上有些物质还是有腐蚀、有毒的，就更加剧了事故发生的危险性和危害性。许多生产过程中物料需加热，日常设备检修还必须动用明火，这样一旦设备发生燃烧爆炸事故，不仅会损坏设备本身，还会毁坏厂房建筑，甚至造成人员伤亡。

如 1979 年 9 月 7 日，某电化厂液氯工段因液氯瓶内倒灌入氯化石蜡，充装前没有对钢瓶进行检查和过磅，致使一个 0.5 t 的液氯钢瓶发生爆炸，使 414 m² 钢筋混凝土结构的包装厂房全部坍塌，另外还有 4 只钢瓶受冲击而爆炸，5 只被击穿，13 只被击伤变形，扩散液氯达 1.2 t，污染环境范围 7.35 km²，死亡 59 人，伤 779 人，直接经济损失达 26 万元。

（2）腐蚀严重、毒害性大 化工生产处理的物料，许多是有腐蚀性，甚至是强腐蚀性的，如硫酸、硝酸、盐酸、氯碱、烧碱等。它们不但对设备有很强的腐蚀作用，而且还会引起职工灼伤。化工生产中有毒物质是普遍存在的，如氰化物、硫化物、氟化物、氢氧化物及烃类等，它们属于一般性毒物，还有许多是高毒和剧毒的。如果这些物质泄漏到车间内，当其浓度超过最高容许浓度时，就会严重影响工人的身心健康，甚至造成中毒死亡事故。

如 1988 年 6 月 28 日，某染料厂生产甲苯二异氰酸酯的高温光化锅在光化过程中，圆板视镜突然破裂，锅内光气等混合物料由视镜口喷出，造成 3 人中毒死亡，多人中毒。

此外，工业噪声、高温、粉尘和射线也会对职工和附近居民带来严重危害，导致各种职业性疾病的发生。

（3）高温高压 化工、石油化工生产的工艺过程相当复杂，工艺条件十分严格，有高温、低温、高压、高真空度、大流量、高转速等各种情况。例如，合成氨装置中的合成塔，

工作压力为 30 MPa，其一段和二段转化炉的温度在 900 ℃ 以上；高压聚乙烯生产装置中反应器的压力为 130~250 MPa，蒸汽裂解炉管壁温度高达 1100 ℃；石油化工的高压热裂化压力为 2~7 MPa，温度为 450~550 ℃。如果由于设计有缺陷，或由于严重腐蚀而没得到及时检修或更换，或操作失误，或超负荷运行，都有可能引起压力容器爆炸事故。由于压力容器中的高压气体具有极高的能量，而且多为易燃、易爆、有毒的介质，一旦发生破坏，所造成的损坏比常温、常压的设备与机器大 100~1000 倍。因此，世界上对压力容器的安全运行十分关注，做了大量的科学研究工作，从一般的压力容器失效分析和安全评定，发展到对提高可靠性、预测寿命课题的开发，建立案例库、先验概率数据库、专家系统，并向人工智能方向发展。

(4) 生产连续性强 随着人们对产品品种和数量的需求量剧增，化工、石油化工企业朝着大型化、自动化、连续性、高转速、大容量方向发展，厂际之间、车间之间、工序之间都相互沟通、相互依存，形成高度统一、不可分割的有机整体，确保装置长期、连续、安全、稳定运行的要求将越来越高，设备一旦发生事故，停产一天的损失也越大。

如某厂高压聚乙烯车间一次乙烯压缩机发生故障，就使整个系统停车，停车一天损失产量 190 余吨，当时价值约 48 万元。

基于上述特点，对化工设备与机器的安全运行提出如下要求。

(1) 足够的强度 为确保化工设备与机器长期、稳定、安全地运行，必须保证所有的零部件有足够的强度。一方面要求设计和制造单位严把设计、制造质量关，消除隐患，特别是对于压力容器，必须严格按照国家有关标准进行设计、制造和检验，严禁粗制滥造和任意改造结构及选用代材；另一方面要求操作人员严格履行岗位责任制，遵守操作规程，严禁违章指挥、违章操作，严禁超温、超压、超负荷运行。同时还要加强维护管理，定期检查设备与机器的腐蚀、磨损情况，发现问题及时修复或更换，特别是化工设备与机器达到使用年限后，应及时更新，以防因腐蚀严重或超期服役而发生重大设备事故。

(2) 密封可靠 化肥、化工、炼油厂处理的物料大都是易燃、易爆、有毒和腐蚀性的介质，如果由于设备与机器密封不严而造成泄漏，将会引起燃烧爆炸、灼伤、中毒等事故。因此，不管是高压还是低压设备，在设计、制造、安装及使用过程中，都必须特别重视化工设备与机器的密封问题。

1984 年底，在印度博帕尔市一家农药厂发生的毒气外泄事故，致使 20 万人中毒，几千人死亡。我国因设备严重泄漏而引起的人员伤亡事故也十分严重。

(3) 安全保护装置必须配套 随着科学技术的发展，现代化肥、化工、炼油装置大量采用了自动控制、信号报警、安全连锁和工业电视等一系列先进手段。自动连锁与安全保护装置的采用，在化工设备与机器出现异常时，会自动发出警报或自动采取安全措施，以防事故发生，保证安全生产。

例如，安装在反应器上的防爆膜就是设计时有意识使设备中的某一部件强度特别低，以避免因设备过载而使整个设备报废；又如两种气体混合后进行化学反应，当混合气体的浓度接近爆炸极限时，安装在气体输入管道上的安全保护装置就会自动中断气体的输入，防止燃烧爆炸事故发生；气体压缩机的油压过低保护装置，在出现运转中短时间油量减少或断油时，就会发出报警与停机连锁，以确保压缩机安全运行。

(4) 适用性强 当运行条件稍有变化如温度、压力等条件有变化时，应能完全适应并维持正常运行。而且一旦由于某种原因发生事故时，可立即采取措施，防止事态扩大，并在短