

田 兰 曲和鼎 崔克清 编  
蒋永明 王树藩

# 化 工 安 全 技 术



HUAGONG ANQUAN  
JISHU  
化学安全技术

81.198  
175

# 化工安全技术

田 兰 曲和鼎  
蒋永明 王树藩 崔克清编

化学工业出版社

## 内 容 提 要

本书对化工防火防爆、防尘防毒和静电，噪声、辐射、化学灼伤的危害与防护以及压力容器安全技术、化工安全设计、化工安全检修的基本概念、基础理论、计算方法作了系统阐述，收集提供了常用数据，并对化工单元操作、化工典型工艺过程的安全技术和事故分析，安全装置和防护器具以及安全分析和评价，安全系统工程的知识作了扼要介绍。

本书可供化工系统从事安全技术和安全管理人员使用，也可作为安全技术培训教材及从事化工设计、化工生产的技术人员和大专院校化工专业师生的参考用书。

## 化 工 安 全 技 术

田 兰 曲和鼎 崔克清编  
蒋永明 王树藩

责任编辑：林晨虹

封面设计：季玉芳

化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

冶金工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本850×1168 1/32 印张25<sup>7</sup>/<sub>8</sub> 插页1 字数709千字 印数1—18,670

1984年11月北京第1版1984年11月北京第1次印刷

统一书号15063·3550 定价4.10元

## 序 言

为保证化工生产建设的顺利进行，不断提高化工企业的经济效益，加强化工生产建设中的安全技术管理工作，普及安全技术知识，防止和避免生产建设中的重大事故，必须加强安全技术工作。特别是由于化工生产的品种多，生产工艺和技术装备比较落后，职工的文化技术水平不高，以及生产中又具有易燃易爆、有毒有害物质多，生产连续性强和生产方法多样等特点，对安全生产提出了更高更严的要求。因此，从事化工生产建设的广大职工迫切需要学习和掌握安全技术知识。化学工业出版社为满足化工战线广大读者的需要，组织北京、上海、天津、吉林、辽宁等地从事化工安全技术的专家、技术人员编写了《化工安全技术》一书。

这本书全面系统地介绍了化工安全技术的基本知识，既有理论上的阐明，又有实践经验的总结。是一本适合从事化工生产、安全工作的技术人员、管理干部学习和参考的书籍，也可作为广大职工安全教育培训教材。

这本书的出版必将对化学工业安全技术工作的发展和现代化建设起到积极的作用。

贾庆礼

## 序

安全技术是劳动保护科学的一个组成部分，是为了保护劳动者在劳动过程中安全和健康；预防生产事故和职业病；创造良好劳动条件，促进文明生产的综合性科学。因此安全技术涉及到数学、物理、化学、生物、天文、地理等基础学科以及电工、材料力学、化工、机械、建筑、劳动卫生、自动控制，计量仪表等基础技术和专业技术学科。

安全技术与生产技术是密不可分的。有什么样的生产就要有什么样的安全技术；它贯穿于生产的全过程；随生产技术的发展而发展，并运用工程技术手段来解决生产中出现的不安全因素。例如，最近将系统工程的理论和方法应用于安全技术并逐步形成一个新的分支——安全系统工程。国外自六十年代以来在安全技术方面有了很大发展。美国就有一百多所大学讲授有关安全技术课程。

化工安全技术属于专业安全技术范畴，其作用和地位是由于化工生产特点所决定的。众所周知，化工生产中从原料、中间产品到成品大都具有易燃、易爆、有毒、有腐蚀，有放射性等化学危险性；工艺过程繁复多变，高压、高温、高速、深冷等不安全因素很多；近年来，为了取得更大的经济效益，现代化学工业又继续向多样化、大型化、连续化、自动化等方向发展。如在生产过程中开错一个阀门、看错一个数据就有可能带来一场灾难性后果，这不仅造成人员伤亡和财产损失，甚至会毁灭整个工厂，造成一个地区，一个或几个工业部门不可弥补的损失。据日本1969年出版的化学安全工学一书介绍，在工业爆炸事故中，化学工业占32.4%，机器制造业23.5%，金属工业17.7%，金属冶炼业13.9%，其他工业12.5%。每件事故所造成的损失也以化学工业为最严重，约为其他工业的五倍。

化工生产中发生事故的可能性是客观存在，但可能性并不一定

成为必然性。这是由于事故是有规律的,规律是可以被人们认识的,关键在于掌握安全技术知识;严格按科学办事,遵循各种规章制度及操作规程;采取各种技术措施和组织措施。化工生产的高产、优质、低耗、安全同其他生产一样可以而且也是必须做到的。其实许多生产事故之所以发生,大多是由于缺乏生产和安全技术知识及思想麻痹大意所致,因此在一个企业里不仅专职安全技术人员要努力钻研安全技术,提高理论水平和实际工作能力,其他有关生产人员、设计、施工、维修人员及领导干部也应学习有关安全技术知识,共同搞好企业的安全生产。本书的出版将会在这方面作出一定的贡献。

本书由田兰、曲和鼎、蒋永明、王树藩、崔克清等同志集体讨论分工执笔,经反复修改而后完成的一部集体著作。他们都来自生产部门,长期从事化工安全技术工作,有丰富的实践经验和一定的安全技术理论基础。完稿后又经北京劳动保护科学研究所冯肇瑞等同志审校更为增色不少。本书系化工安全专业的技术用书,其中,对化工防火、防爆、防毒、防静电、噪声、辐射、化学灼伤以及压力容器的安全技术、化工安全设计、化工检修等安全技术基本概念、基础理论、计算方法等作了系统阐述;还收集了许多常用数据和事故实例;并对化工单元操作、化工典型过程的安全技术和事故分析、安全装置和防护器具以及安全评价、安全系统工程等知识作了扼要介绍。书中还适当引用和介绍了一些国外资料。故本书内容比较丰富,资料较为齐全,是目前化工安全专业中一本比较系统、有参考价值的著作,可作为化工专业安全技术和安全管理人员系统学习资料和安技人员培训教材。也可作为从事化工设计、化工生产的技术人员和大专院校化工专业师生的参考书。

承化学工业部和化学工业出版社邀请、参加本书审校,得以先睹为快,赘述数语,以为序言。

华东化工学院 陈行表

1982.2

## 前 言

建国以来我国化学工业有了很大发展，对化工安全技术提出一系列新的要求，化工系统广大职工和安全人员在安全生产实践中积累了丰富的经验，国外安全技术也有许多新的发展，从事化工安全工作的同志和广大工程技术人员希望能有一本反映上述情况、系统论述化工安全的技术用书，为了适应现代化工发展的需要，化学工业出版社组织化工产业部门编写了《化工安全技术》一书。

在编写过程中，我们得到化工部、上海市化学工业局、辽宁省石油化工局、吉林化学工业公司、天津市东方化工厂和上海溶剂厂的大力支持；华东化工学院陈行表同志和北京市劳动保护研究所冯肇瑞同志担任本书的审定，给予我们很大帮助，在此，一并表示衷心感谢。

化工安全技术涉及的范围甚广，由于我们水平有限，时间仓促，书中不妥和错误之处在所难免，敬请广大读者不吝指正。

编 者

一九八一年十二月

# 目 录

<b>第一章 概论</b> .....	(1)
<b>第一节 化工生产与安全</b> .....	(2)
一、现代化工生产的特点 .....	(2)
二、安全生产在化工生产中的地位 .....	(5)
<b>第二节 安全生产的基本原则</b> .....	(7)
一、生产必须安全 .....	(7)
二、安全生产，人人有责 .....	(9)
三、安全生产，重在预防 .....	(10)
<b>第三节 安全技术的基本内容</b> .....	(10)
一、安全生产的基本任务 .....	(10)
二、安全技术的基本内容 .....	(11)
三、安全技术与生产技术 .....	(12)
<b>第四节 安全技术的展望</b> .....	(13)
一、安全技术的历史演变 .....	(13)
二、安全技术发展动向 .....	(16)
<b>第二章 化工生产中的事故</b> .....	(22)
<b>第一节 化工生产的事故分类</b> .....	(22)
一、事故分类 .....	(22)
二、工伤事故的类别 .....	(23)
三、事故损失计算 .....	(24)
<b>第二节 化工生产事故类型</b> .....	(25)
<b>第三节 事故统计</b> .....	(32)
一、事故统计的意义和内容 .....	(32)
二、事故统计的基本方法 .....	(33)
<b>第四节 事故的调查分析</b> .....	(36)
一、事故调查 .....	(36)
二、事故原因分析 .....	(38)



三、事故调查和技术分析 .....	(39)
四、典型事故调查分析举例 .....	(41)
<b>第三章 化学危险物质 .....</b>	<b>(46)</b>
第一节 化学危险物质的分类和特性 .....	(46)
一、爆炸性物质 .....	(46)
二、氧化剂 .....	(49)
三、压缩气体和液化气体 .....	(53)
四、自燃物质 .....	(55)
五、遇水燃烧物质 .....	(56)
六、易燃液体 .....	(57)
七、易燃固体 .....	(59)
八、毒害物质 .....	(60)
九、腐蚀性物质 .....	(62)
十、放射性物质 .....	(63)
第二节 化学危险物质的储存运输及包装 .....	(64)
一、对储存保管的安全要求 .....	(64)
二、对装卸运输的安全要求 .....	(74)
三、对包装的安全要求 .....	(76)
第三节 化学危险物质的处理 .....	(79)
一、对爆炸性物质的销毁 .....	(80)
二、对放射性废物的处理 .....	(80)
三、对一些毒害物质污染的处理 .....	(82)
<b>第四章 燃烧与爆炸 .....</b>	<b>(84)</b>
第一节 燃烧与燃烧过程 .....	(84)
一、燃烧及燃烧条件 .....	(84)
二、燃烧过程 .....	(85)
第二节 燃烧形式及种类 .....	(87)
一、燃烧形式 .....	(87)
二、闪燃和闪点 .....	(88)
三、自燃与自燃点 .....	(88)
四、闪点的测定 .....	(96)
第三节 燃烧理论 .....	(98)

一、活化能理论 .....	( 98 )
二、过氧化物理论 .....	( 99 )
三、连锁反应理论 .....	( 99 )
第四节 燃烧速度及热值 .....	(101)
一、气体燃烧速度 .....	(101)
二、液体燃烧速度 .....	(103)
三、固体物质的燃烧速度 .....	(104)
四、热值与燃烧温度 .....	(104)
第五节 爆炸及其种类 .....	(106)
一、爆炸分类 .....	(106)
二、分解爆炸性气体爆炸 .....	(108)
三、爆炸性混合物爆炸 .....	(110)
四、爆轰 .....	(113)
第六节 爆炸极限理论及计算 .....	(116)
一、爆炸极限理论 .....	(116)
二、爆炸极限的影响因素 .....	(121)
三、爆炸极限的计算 .....	(126)
第七节 爆炸力计算 .....	(146)
一、爆炸温度与压力 .....	(146)
二、爆炸力的计算 .....	(149)
第八节 粉尘爆炸 .....	(150)
一、粉尘爆炸的危险性 .....	(150)
二、粉尘爆炸的影响因素 .....	(151)
三、粉尘爆炸的特性 .....	(154)
第五章 防火防爆技术 .....	(158)
第一节 火灾爆炸危险性分析 .....	(158)
一、物质火灾爆炸危险性的评定 .....	(159)
二、化工生产中的火灾爆炸危险 .....	(173)
第二节 点火源的控制 .....	(175)
一、明火 .....	(175)
二、摩擦与撞击 .....	(176)
三、高热物及高温表面 .....	(177)

四、电气火花 .....	(177)
第三节 有火灾爆炸危险物质的处理 .....	(180)
一、用难燃和不燃的溶剂代替可燃溶剂 .....	(181)
二、根据物质的危险特性采取措施 .....	(182)
三、密闭与通风措施 .....	(183)
四、惰性介质保护 .....	(185)
五、负压操作 .....	(190)
六、有燃烧爆炸危险物质的处理 .....	(192)
第四节 工艺参数的安全控制 .....	(192)
一、温度控制 .....	(193)
二、控制投料速度和配比 .....	(197)
三、超量杂质和副反应的控制 .....	(198)
四、溢料和泄漏的控制 .....	(200)
第五节 自动控制与安全保险装置 .....	(202)
一、工艺参数的安全控制 .....	(203)
二、程序控制 .....	(208)
三、信号报警、安全联锁和保险装置 .....	(209)
第六节 限制火灾爆炸蔓延扩散的措施 .....	(212)
一、基本原则 .....	(212)
二、爆炸破坏作用的预防 .....	(212)
三、隔离、露天安装、远距离操纵 .....	(213)
四、厂房的防爆泄压措施 .....	(215)
五、可燃物大量泄漏及处理 .....	(216)
第六章 静电危害及消除 .....	(218)
第一节 静电的产生 .....	(218)
一、静电产生的有关因素 .....	(218)
二、几种物态的带电过程 .....	(225)
三、人体静电带电 .....	(228)
第二节 静电的特性和危害 .....	(229)
一、静电的特性 .....	(229)
二、静电的危害 .....	(231)
第三节 静电危害的消除 .....	(235)

一、防静电的基本原则 .....	(235)
二、采用工艺法控制静电产生 .....	(238)
三、泄漏导走法 .....	(241)
四、中和电荷法 .....	(245)
五、封闭削尖法 .....	(248)
六、人体防静电 .....	(248)
<b>第七章 工业毒物危害及预防 .....</b>	<b>(251)</b>
<b>第一节 工业毒物的分类及毒性 .....</b>	<b>(251)</b>
一、工业毒物的分类 .....	(251)
二、工业毒物的毒性 .....	(253)
<b>第二节 工业毒物侵入人体的途径及危害 .....</b>	<b>(269)</b>
一、工业毒物侵入人体的途径 .....	(269)
二、工业毒物对人体的危害 .....	(271)
<b>第三节 急性中毒的现场抢救 .....</b>	<b>(284)</b>
<b>第四节 预防尘、毒危害的技术措施 .....</b>	<b>(286)</b>
一、防毒的技术措施 .....	(287)
二、防尘的技术措施 .....	(292)
三、机械通风除尘与排毒 .....	(294)
四、除尘方法与设备 .....	(305)
<b>第五节 车间空气中尘、毒物质的测定 .....</b>	<b>(318)</b>
一、空气中有害物质测定的意义 .....	(319)
二、尘、毒物质样品的采集 .....	(320)
三、分析方法 .....	(322)
<b>第八章 灼伤、噪声、辐射的危害及防护 .....</b>	<b>(333)</b>
<b>第一节 灼伤 .....</b>	<b>(333)</b>
一、灼伤的定义与分类 .....	(333)
二、化学灼伤的原因 .....	(334)
三、化学灼伤的症状及灼伤深度的判别 .....	(334)
四、化学灼伤的现场急救 .....	(336)
五、化学灼伤的预防措施 .....	(339)
<b>第二节 噪声 .....</b>	<b>(341)</b>
一、声音的特性与物理量度 .....	(341)

二、噪声的类型与频谱分析 .....	(345)
三、噪声的危害 .....	(347)
四、噪声的测量仪器与测量方法 .....	(348)
五、噪声的评价与允许标准 .....	(354)
六、噪声的预防与治理 .....	(357)
第三节 辐射 .....	(359)
一、非电离辐射 .....	(360)
二、电离辐射 .....	(367)
<b>第九章 化工单元操作安全技术 .....</b>	<b>(385)</b>
第一节 物料输送 .....	(385)
一、固体块状物料与粉料的输送 .....	(385)
二、液态物料的输送 .....	(388)
三、气体物料的输送 .....	(391)
第二节 熔融、干燥 .....	(394)
一、熔融 .....	(394)
二、干燥 .....	(395)
第三节 蒸发、蒸馏 .....	(397)
一、蒸发 .....	(397)
二、蒸馏 .....	(398)
三、蒸发、蒸馏的热源 .....	(401)
第四节 冷却、冷凝、冷冻 .....	(404)
一、冷却与冷凝 .....	(404)
二、冷冻 .....	(406)
第五节 筛分、过滤 .....	(410)
一、筛分 .....	(410)
二、过滤 .....	(411)
第六节 粉碎、混合 .....	(415)
一、粉碎 .....	(415)
二、混合 .....	(418)
<b>第十章 典型工艺过程安全技术 .....</b>	<b>(421)</b>
第一节 氧化还原 .....	(421)
一、氧化反应的安全技术 .....	(421)

二、还原反应的安全技术 .....	(423)
第二节 电解 .....	(425)
一、电解过程 .....	(425)
二、食盐电解生产过程 .....	(426)
三、电解槽 .....	(427)
四、食盐电解过程安全技术 .....	(428)
第三节 聚合 .....	(431)
一、聚合过程 .....	(431)
二、高压下乙烯聚合 .....	(431)
三、氯乙烯聚合 .....	(433)
四、丁二烯聚合 .....	(434)
第四节 催化 .....	(436)
一、催化过程安全技术 .....	(436)
二、催化重整 .....	(437)
三、催化加氢 .....	(439)
第五节 裂化 .....	(440)
一、热裂化 .....	(440)
二、催化裂化 .....	(441)
三、加氢裂化 .....	(443)
第六节 硝化 .....	(444)
一、硝化及硝化产物 .....	(444)
二、混酸制备安全 .....	(444)
三、硝化器 .....	(445)
四、硝化过程安全技术 .....	(445)
第七节 氯化 .....	(447)
<b>第十一章 压力容器安全技术 .....</b>	<b>(450)</b>
第一节 加压操作和压力容器 .....	(450)
一、加压操作和压力来源 .....	(450)
二、压力容器分类 .....	(453)
三、压力容器用钢 .....	(455)
第二节 压力容器的设计、制造和安装 .....	(462)
一、压力容器的设计 .....	(462)

二、压力容器的制造 .....	(473)
三、压力容器的安装 .....	(481)
<b>第三节 压力容器的定期检验</b> .....	(482)
一、定期检验的内容 .....	(484)
二、耐压试验 .....	(487)
三、缺陷修复的一般原则 .....	(496)
<b>第四节 压力容器的安全附件</b> .....	(498)
一、承压设备安全附件的一般要求 .....	(498)
二、安全阀的选用、安装及计算 .....	(499)
三、爆破片的选用与计算 .....	(510)
四、压力表的选用、安装及使用 .....	(517)
五、锅炉水位计 .....	(518)
<b>第五节 压力容器破坏形式及爆炸威力</b> .....	(518)
一、压力容器的破坏形式 .....	(518)
二、物理爆炸威力的估算 .....	(521)
<b>第六节 工业锅炉安全技术</b> .....	(525)
一、工业锅炉的安全运行 .....	(526)
二、锅炉的停炉保养 .....	(528)
三、工业锅炉的水质要求 .....	(529)
<b>第七节 气瓶安全技术</b> .....	(533)
一、液化气体的充装系数 .....	(533)
二、过量充装的危险性 .....	(536)
三、气瓶的安全使用 .....	(538)
<b>第十二章 化工安全检修</b> .....	(541)
<b>第一节 化工设备与化工检修</b> .....	(541)
一、化工设备安全技术管理要点 .....	(541)
二、化工检修的分类与特点 .....	(542)
<b>第二节 化工安全检修的一般要求</b> .....	(545)
一、化工检修的准备 .....	(546)
二、化工检修的实施 .....	(548)
三、化工检修的验收 .....	(549)
四、抽堵盲板、置换和清洗等作业安全 .....	(550)

第三节	检修动火与动土 .....	(557)
一、	动火作业 .....	(557)
二、	动土作业 .....	(564)
第四节	罐内作业和高处作业 .....	(567)
一、	罐内作业 .....	(567)
二、	高处作业 .....	(571)
<b>第十三章</b>	<b>化工设计与安全 .....</b>	<b>(576)</b>
第一节	厂址选择与总平面布置 .....	(576)
一、	厂址选择 .....	(576)
二、	总平面布置的基本原则与要求 .....	(577)
三、	防火间距 .....	(581)
第二节	建筑设计 .....	(582)
一、	生产及储存的火灾危险性分类 .....	(583)
二、	建筑物的耐火等级 .....	(588)
三、	厂房及库房的层数和面积 .....	(589)
四、	厂房防爆设计 .....	(591)
五、	安全疏散 .....	(598)
第三节	工艺装置设计 .....	(601)
一、	工艺装置设计安全 .....	(601)
二、	工艺设备的布置 .....	(605)
三、	管线敷设 .....	(606)
第四节	爆炸和火灾危险场所的电气设备 .....	(607)
一、	爆炸和火灾危险场所的定义 .....	(607)
二、	爆炸和火灾危险场所的类别及等级划分 .....	(608)
三、	爆炸危险场所的区域范围 .....	(610)
四、	爆炸性混合物的分级分组 .....	(613)
五、	防爆电气设备的类型、标志及其选用 .....	(614)
六、	爆炸及火灾危险场所电力线路的敷设 .....	(619)
第五节	消防设施 .....	(620)
一、	灭火剂的选用 .....	(621)
二、	消防用水及灭火剂的用量 .....	(627)
三、	消防设施的种类及配置 .....	(634)



第六节 工业卫生设施 .....	(641)
一、采暖 .....	(641)
二、通风 .....	(642)
三、采光与照明 .....	(645)
四、辅助设施 .....	(647)
第十四章 安全装置和防护器具 .....	(649)
第一节 安全装置 .....	(649)
一、检测仪器 .....	(649)
二、防爆泄压装置 .....	(668)
三、防火控制装置 .....	(671)
第二节 防护器具 .....	(678)
一、呼吸器官防护器具 .....	(679)
二、头部及面部保护器具 .....	(694)
三、防噪声器具 .....	(695)
四、防护服 .....	(696)
第十五章 安全的分析与评价 .....	(699)
第一节 安全系统工程概述 .....	(700)
一、系统安全与安全系统工程 .....	(700)
二、安全系统工程的基本方法 .....	(702)
第二节 危险性的分析与预测 .....	(704)
一、危险性及其表示方法 .....	(704)
二、危险分析的基本要素及方法 .....	(706)
三、逻辑分析的程序和方法 .....	(711)
四、逻辑分析在化工生产中的应用 .....	(721)
第三节 安全的定量分析与评价方法 .....	(726)
一、安全的定量分析方法 .....	(727)
二、安全的评价方法 .....	(735)
危险度评价法 .....	(736)
灾害发生概率的评价 .....	(742)