

劳动保护丛书



化 工

周忠元 田维金 邹德敏 编

安全技术

化学工业出版社

劳动保护丛书

化工安全技术

周忠元 田维金 邹德敏 编

化学工业出版社

(京)新登字 039 号

内 容 提 要

本书是《劳动保护丛书》之一，主要介绍有关化工生产安全的问题。

全书共分六章。第一章绪论，第二章燃烧与爆炸，第三章化工生产的火灾爆炸危险性评价，第四章安全检修，第五章化工设备及管道，第六章电气安全技术。

本书可作为化工厂安技人员和安全员培训的教材，也可供化工厂其他有关人员阅读，还可供化工类院系有关专业的师生参考。

周志元 田雅金 郭乃铎 编

责任编辑：郭乃铎 林晨虹 张婉如

封面设计：季玉芳

*

化学工业出版社出版发行
(北京市朝阳区惠新里3号)
北京通县京华印刷厂印刷
北京通县京华印刷厂装订
新华书店北京发行所经销

*

开本 787×1092¹/₃₂ 印张 11¹/₄ 字数 255 千字
1993 年 11 月第 1 版 1993 年 11 月北京第 1 次印刷
印数 1-2700

ISBN 7-5025-1190-3/TQ·688

定价 8.25 元

前 言

安全生产是国家的一贯方针。搞好安全生产对化工厂尤为重要。

化工生产中的原材料、中间产品和产品，绝大多数都是易燃易爆的，有些化学物质对人体存在不同程度的危害；化工生产工艺复杂，工艺条件苛刻，常常是高温、高压或低温、负压；在化工生产中有着不同的化工过程和单元操作，所需的设备、管道形形色色，加上化学介质有着不同的腐蚀性，设备和管道的规格、材质更是千差万别，所需的工种也是门类繁多。因此，化工安全生产涉及到方方面面的知识，安全管理难度较大，而有些化工厂，特别是中小型化工厂的技术水平，管理水平以及生产操作人员的素质都亟待提高。

本书从理论和实践上，全面、系统地介绍了化工生产的安全生产和安全管理方面的知识。并结合化工生产各单元的操作，介绍了常用化工设备、管道和电气方面的安全知识、消防知识、安全检修知识。介绍了我国当前有关安全生产的规章制度、规定、规范。还介绍了现代安全管理方法。它不仅可作为化工生产职工的安全技术培训教科书，也可作为从事化工生产的技术人员和管理干部的参考书。

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

本书中第五章化工生产设备及管道由田维金同志编写，第六章电气安全技术由邹德敏同志编写，其它各章均由周忠元同

志编写。由于编者的水平有限，缺点和错误在所难免，我们诚恳欢迎广大读者批评指正。

编者

目 录

第一章 绪论	1
第一节 化工生产的特点	1
一、化学工业概论	1
二、化工生产的特点	4
三、安全在化工生产中的重要意义	6
第二节 安全生产的方针	7
一、生产与安全的辩证关系——安全生产	7
二、认真贯彻安全生产方针	8
三、安全生产的内涵与安全工作	9
第三节 化工厂的安全管理	10
一、安全管理机构的设置	10
二、安全管理机构的任务	11
三、安全生产规章制度	11
第四节 现代化的安全管理	20
一、安全管理的现状与发展	20
二、现代化的安全技术	22
三、安全检查表	25
第二章 燃烧与爆炸	38
第一节 燃烧	38
一、燃烧及燃烧条件	38
二、燃烧的过程和形式	39
三、燃烧速度与热值	46
第二节 爆炸	49
一、爆炸及其分类	49

二、粉尘爆炸	51
三、爆震	54
第三节 爆炸极限及其计算	55
一、爆炸极限	55
二、危险度	56
三、爆炸极限的影响因素	58
四、爆炸极限的计算	63
第四节 灭火的基本原理及灭火剂的选用	77
一、灭火的基本原理	77
二、灭火剂的选用	79
第五节 几种常见初起火灾的扑救	84
一、生产装置初起火灾的扑救	85
二、易燃可燃液体贮罐初起火灾的扑救	86
三、仓库初起火灾的扑救	86
四、电气火灾的扑救	87
五、汽车初起火灾的扑救	89
六、人身着火的扑救	89
第三章 化工生产的火灾爆炸危险性评价	91
第一节 化工生产中的火灾爆炸危险物质	91
一、火灾爆炸危险性物质的分类	91
二、储存物质的火灾危险性分类原则	99
第二节 化工生产的安全技术	101
一、典型化学反应的安全技术	102
二、化工单元操作的安全技术	111
第三节 化工生产装置火灾危险性分类	116
一、化工生产装置火灾危险性分类原则	116
二、化工生产装置的防火要求	120
三、化工厂的消防设计	124
第四节 火灾爆炸指数评价法	133
一、火灾爆炸指数的计算	134

二、安全防火措施	138
第四章 安全检修	141
第一节 化工厂检修的安全管理	141
一、化工厂检修的特点	141
二、安全检修的管理	142
第二节 装置的安全停车与处理	145
一、停车前的准备工作	145
二、停车操作	146
三、抽堵盲板	147
四、置换、吹扫和清洗	148
五、其他	150
第三节 安全检修	151
一、动火作业	151
二、动土作业	155
三、进入设备作业	156
四、高处作业	158
第四节 装置的开车	159
一、开车前的准备	159
二、试车验收	160
三、装置开车	160
第五节 不停车带压堵漏	161
一、不停车带压密封技术	161
二、不停车带压密封技术的适用范围	162
三、施工方法	163
第五章 化工设备及管道	168
第一节 压力容器	168
一、压力容器及其分类	169
二、容器的基本结构	173
三、容器的设计与制造	185
四、材料	186

五、压力容器的使用与管理	187
六、定期检验	189
第二节 气瓶	191
一、气瓶的种类	191
二、钢质气瓶的结构	194
三、气瓶的漆色和标志	195
四、气瓶的充装	196
五、气瓶的定期检验	200
第三节 化工管道	201
一、化工管道的分类和标准化	201
二、管子的种类	204
三、管道的连接方式及主要连接件	209
四、阀门	217
五、管道的安装、绝热及防腐	219
六、管道的检查与试验	229
第四节 化工机器	231
一、化工用泵	231
二、风机	237
三、真空泵	242
第五节 设备故障诊断技术	246
一、状态监测	246
二、设备故障诊断技术	249
三、几种设备诊断技术简介	250
1. 振动监测技术	250
2. 噪声监测技术	250
3. 红外测温与成像技术	251
4. 油液分析技术	252
5. 无损检测技术	253
6. 声发射技术	256
第六章 电气安全技术	257

第一节 电气防火与防爆	257
一、电气火灾和爆炸的原因	257
二、爆炸和火灾危险场所的分类	260
三、电气设备的选型和基本要求	264
四、电气线路的防护要求	281
五、危险场所的保护装置和线路的配合	285
六、危险场所电气装置的布置	286
七、保持电气设备正常运行	289
八、通风	291
九、爆炸危险场所电气设备的接地	292
第二节 静电的危害与消除	294
一、工业静电的产生	294
二、静电的安全防护	299
第三节 防雷技术	318
一、雷电的分类与危害	318
二、防雷的基本措施	320
三、建(构)筑物的防雷	325
四、化工设备的防雷	332
五、人体防雷措施	333
六、防雷装置的检查	334
第四节 电气接地	335
一、接地的种类和基本概念	336
二、接触电压和跨步电压	340
三、安全保护接地的应用范围	341
四、化工厂矿各类型设备接地的具体要求	345

第一章 绪 论

第一节 化工生产的特点

一、化学工业概论

化学工业是运用化学方法从事产品生产的工业。它是一个多行业、多品种、历史悠久、在国民经济中占重要地位的工业部门。

化学工业的历史是源远流长的。数千年以前，人们创造的陶瓷、冶金、酿造、造纸、染色等生产工艺，就是古老的化学工艺过程。近代化学工业是从十八世纪下半叶开始形成的。纺织工业的兴起，纺织物漂白与染色技术的发展，需要硫酸、烧碱、氯气等无机化学产品；农业生产对化学肥料及农药的需求；采矿业的发展需要大量的炸药，所有这些都推动了化学工业的发展。

当今世界，人们的衣、食、住、行等各个方面几乎都离不开化工产品。化肥和农药为粮食和其他农作物的增产提供了物资保障。合成纤维在世界纤维材料消费总量中的比重不断提高，质地优良、品种繁多的合成纤维制品深受人们的喜爱。合成纤维不但缓解了棉粮争地的矛盾，而且大大地美化了人们的生活。合成药品种类的日益增多，迅速提高了人们战胜疾病的能力。合成材料普遍应用在建筑业，汽车、轮船、飞机制造业上。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，是发展近代航天技术、核技术及电子技术等尖端科学

技术不可缺少的材料。

化学工业产品品种繁多,生产门类复杂,分类方法很多。有的按原料的来源分类,有的按产品的特征或用途分类,其分类方法也因时、因地而异。

一般习惯把化工生产部门分为无机和有机两大化学工业部门。

无机化学工业包括:

1. 基本无机化学工业(包括无机酸、碱、盐及化学肥料的生产)。

2. 精细无机化学工业(包括稀有元素、无机试剂、药品、催化剂、电子材料的生产)。

3. 电化学工业(包括食盐水溶液的电解,烧碱、氯气、氢的生产;熔融盐的电解,金属钠、镁、铝的生产;电石、氯化钙和磷的电热法生产等)。

4. 冶金工业(钢铁、有色金属和稀有金属的冶金)。

5. 硅酸盐工业(玻璃、水泥、陶瓷、耐火材料的生产)。

6. 矿物性颜料工业。

有机化学工业包括:

1. 基本有机合成工业(以甲烷、一氧化碳、氢、乙烯、丙烯、丁二烯以及芳烃为基础原料,合成醇、醛、酸、酮、酯等基本有机合成原料的生产)。

2. 精细有机合成工业(染料、医药、有机农药、香料、试剂、合成洗涤剂以及塑料、橡胶的填加剂、纺织、印染助剂的生产)。

3. 高分子化学工业(塑料、合成纤维、合成橡胶等高分子材料的合成工业)。

4. 燃料化学加工工业(石油、天然气、煤、木材、泥炭、

油母页岩的加工工业)。

5. 食品化学工业(糖、淀粉、油脂、蛋白质、酒类等食品的生产)。

6. 纤维素化学工业(以天然纤维素为原料的造纸、人造纤维、胶片等生产)。

在上述化学工业部门的分类中,有些工业部门如冶金工业,由于在国民经济中的特殊性,已经从化学工业中分离出来,成为一个单独的工业部门;水泥、玻璃等硅酸盐生产部门,根据国家经济管理方面的需要,划归建材工业部门;合成纤维、人造纤维属于纺织工业部门,而造纸、食品、酿造等归入轻工部门。

本世纪初,兴起了以石油、天然气为原料生产有机化工产品的石油化学工业。它以石油和天然气代替了粮食、木材、煤炭、电石等化工原料。六十年代和七十年代是石油化学工业飞速发展的年代,产品产量大幅度增长,原料来源不断开辟,产品品种多如繁星。石油化学工业不仅使化学工业的原料构成发生了重大变化,而且也促进和带动了整个化学工业,特别是有机化学工业的发展。有人统计过,现在有90%以上的有机化工产品来源于石油和天然气。

石油化学工业所包括的范围越来越广泛,通常把以石油炼厂气,油田伴生气及各种石油馏分为原料,经过裂解、分离、生产烯烃(乙烯、丙烯、丁二烯)及芳烃(苯、甲苯、二甲苯)等基本有机合成的基础原料和由这些原料合成一系列重要基本有机产品(醇、醛、酸、酯、苯乙烯等)的基本有机合成工业和合成树脂、合成纤维、合成橡胶等高分子合成工业都包括在石油化工生产之中。此外,石油化工产品还扩展到合成洗涤剂、合成纸、石油蛋白、染料、医药、农药、炸药等各个方面。

目前我国的化学工业已经发展成为一个有化学矿山、化学肥料、基本化学原料、无机盐、有机原料、合成材料、农药、染料、涂料、感光材料、国防化工、橡胶制品、助剂、试剂、催化剂、化工机械和化工建筑安装等十五个行业的工业生产部门。化工产品品种达两万多种。其中硫酸、合成氨、化学肥料、农药、电石等五种主要化工产品的产量于一九七八年已跨入世界前三名。磷矿石和磷肥的产量已名列世界第四位。烧碱、纯碱的产量位居世界第五。上述情况可以证明，我国的化学工业已具有相当的规模。

化学工业在国民经济中的地位日益重要，发展化学工业对促进工农业生产、巩固国防和改善人民生活等方面都有重要作用。但是，化学工业生产本身面临着安全生产和环境保护方面的重要问题。随着化学工业的飞速发展，这些问题越来越引起人们的关注。

二、化工生产的特点

化工生产具有易燃、易爆、易中毒，高温、高压，有腐蚀等特点，因而较其他工业部门有更大的危险性。化工生产有四个特点：

(1) 化工生产使用的原料、半成品和成品种类繁多，绝大部分是易燃、易爆、有毒害、有腐蚀的化学危险品。这给生产中对这些原材料、燃料、中间产品和成品的贮存和运输都提出了特殊的要求。

(2) 化工生产要求的工艺条件苛刻。有些化学反应在高温、高压下进行，有的要在低温、高真空度下进行。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 294kPa (3000kg/cm²) 压力下聚合，制取聚乙烯树脂。

(3) 生产规模大型化。近二十多年来，国际上化工生产采用大型生产装置是一个明显的趋势。以化肥为例，五十年代合成氨的最大规模为 6 万 t/a；六十年代初为 12 万 t/a；六十年代末，发展为 30 万 t/a；七十年代发展为 54 万 t/a。乙烯装置的生产能力也从五十年代的 10 万 t/a，发展到七十年代的 60 万 t/a。裂解炉单台炉的生产能力从 4.5 万 t/a 达到 10 万 t/a。

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，提高劳动生产能力，降低能耗。因此，世界各国都积极发展大型化工生产装置。当然，也不是说装置越大越好。这里有一个技术经济的综合效果问题。目前，新建的乙烯装置和合成氨装置大都稳定在 30 万 t/a~45 万 t/a 的规模。我国五、六十年代化工生产装置的生产规模，一般都是年产几千吨，最多不过万吨。目前已建成 30 万 t/a 级的大型合成氨、乙烯及化纤生产装置。

(4) 从生产方式上讲，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。

七十年代初，我国陆续从日本、美国、法国等国家引进了一批大型现代化的石油化工装置。如三十万吨级乙烯、合成氨、化纤等，使我国的化工生产水平和技术水平有了很大的提高。特别是使我国的化工原料基础由粮食和煤转为石油和天然气，使我国的化学工业结构、生产规模和技术水平都发生了根本性的变化。

三、安全在化工生产中的重要意义

化工生产的特点是易燃、易爆、易中毒、高温、高压、有腐蚀，因此，安全生产在化工行业中就更为重要。一些发达国家的统计资料表明，在工业企业发生的爆炸事故中，化工企业占了三分之一。据日本统计资料报导，仅1972年11月至1974年4月的一年半时间，日本的石油化工厂共发生了二十次重大爆炸火灾事故，造成重大人身伤亡和巨额经济损失，其中一液氯贮罐爆炸，造成521人受伤中毒。

随着生产技术和生产规模的大型化，安全生产已成为一个社会问题。因为一旦发生火灾和爆炸事故，不但导致生产停顿、设备损坏、产品生产不出来、原料积压，从而造成社会生产链中断，使社会的生产力下降，而且也会造成大量人身伤亡，甚至波及社会，产生无法估量的损失和难以挽回的影响。例如，1984年11月墨西哥城液化石油气站发生爆炸事故，造成540人死亡，4000多人受伤，大片的居民区化为焦土，50万人无家可归。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。

我国的化工企业，由于安全制度不健全或执行制度不严，操作人员缺乏安全生产知识或技术水平不高、违章作业等，也发生过很多事故。据不完全统计，石油化工企业自1983年至1988年重大事故达647起，死亡人数达117人，造成巨大的经济损失。另一方面，化工生产中，不可避免的要接触有毒害的化学物质，如苯类、氯气、亚硝基化合物、铬盐、联苯胺等，同时化工生产过程中会造成环境污染，它们能导致职工患肝炎、肝脾肿大、血象异常、白血病等职业性疾病，其发病率明显高于

其他行业的工人。

从上述情况不难看出，安全生产对化工生产来说是何等的重要。特别值得注意的是，我国还有相当数量的中小型化工企业和乡镇化工企业，它们的事故较为频繁，对环境的污染也比较严重。对这些企业来说，安全生产和文明生产是关系企业生命的大问题。

第二节 安全生产的方针

一、生产与安全的辩证关系——安全生产

自古以来，哪里有生产劳动，哪里就有安全问题。人类在进行生产劳动时，一方面向自然界索取物质资料，另一方面又要设法保护自己免遭伤害。近代工业生产也是如此。可见，保护自身安全是人类的基本需要。

另一方面，生产劳动是人同自然界作斗争的过程。在这个过程中，生产劳动本身就客观存在一些不安全因素。例如，下井采煤，有冒顶、水淹、瓦斯爆炸等；在化工生产中，有化学品中毒、化学危险品着火、爆炸、化学灼伤等；搞建筑施工的，有机械伤害及高空坠落等不安全因素。要想使生产劳动顺利地进行，就必须采取相应而有效的措施，否则，生产劳动就无法进行。可见，安全生产也是生产的客观需要。

安全生产既是劳动者的需要，也是生产的需要。没有安全，就没有劳动者本身，更不存在生产了。安全与生产是密不可分的，安全生产是客观规律的反映。

1952年，我国召开了第二次全国劳动保护工作会议，提出了安全生产方针。并强调在劳动生产工作中，必须贯彻这一方针。从而把安全工作和生产工作紧密地结合起来，使安全工作