

生产工艺防火

郑端文 编著 石 流 主审

生产工艺防火

生产工艺防火

生产工艺防火

生产工艺



化学工业出版社

生 产 工 艺 防 火

郑端文 编著

石 流 主审

化 学 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

生产工艺防火/郑端文编著. —北京: 化学工业出版社,
1998. 4
ISBN 7-5025-2135-6

I. 生… II. 郑… III. 化工厂-生产过程-消防 IV.
TQ086. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 06946 号

生 产 工 艺 防 火

郑端文 编著

石 流 主审

责任编辑: 郭乃铎

责任校对: 李 丽 顾淑云

封面设计: 于 兵

*

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)

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 15 字数 423 千字

1998 年 7 月第 1 版 1998 年 7 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—5000

ISBN 7-5025-2135-6/TQ · 1048

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

序

所谓工艺防火，就是针对生产过程中的各种火灾危险，以及为消除这些危险所采取的各种防火措施（手段、方法和行动）。其本质就是在工艺过程中消除能够导致火灾的各种火险，防止火灾的发生。

对生产工艺防火的研究，在我国，尤其是在消防监督系统内，还不够深入、广泛，有的还没有引起足够的重视。《生产工艺防火》这本书的出版，将对我国工艺防火的研究、发展有一定的促进作用。

《生产工艺防火》这本书的原稿我阅后觉得耳目一新，她不像有些工业防火书一样，面面俱到地介绍各个工厂防火，她是从共性中反映个性，举一反三。正像家庭中的瓶子，有醋瓶、酱油瓶、香油瓶、酒瓶、奶瓶等。这些瓶子的共同特点都是玻璃盛器，只是所装物品不同罢了，只要我们知道了玻璃瓶的构造原理，那么，在瓶子里装入什么物品，就知道是什么瓶子。如装入酒，即是酒瓶；装入醋，即是醋瓶。《生产工艺防火》这本书就具备这样的特点。她按物质燃烧的成灾机理和工艺条件，综合叙述了生产工艺的火灾危险性和防火的基本措施，将一般工业企业单位都可能具有的物理单元操作、化工单元过程，压力容器、储存设备、防火装置、生产工艺设备装置的布置和设备检修动火等防火技术问题分别进行了重点阐述。

一个工业企业单位，无论是工厂、矿山，还是省办、市办、县办、乡办或街办，只要具有同样的生产工艺，就应具有同样的火灾危险性，亦就应对之采取同样的防火措施。其火灾危险性的大小和防火措施的多少，不会因隶属关系的不同而有不同，也不会因处在城市或农村而有区别。所以，这本书不论对中央企业、省级企业、市级企业，还是对乡镇企业都是适用的。从结构上看，她体系完整，内容充实，大有细读之必要。若作为教科书，她内容精炼、丰富，前后联系紧密，逻辑性强，适应面广，可以在有效的课时内讲授更多的内容，是适用于

中等消防专业和各省消防教导大队培训消防专业干部的教材；作为科普读物，她语言朴实易懂，叙事言简意赅，重述原理，图文并茂，资料性强，故适用于公安消防监督人员、工业企业防火人员及车间、工段的安全员等阅读；就是消防院校和地方工科院校的学员作为课外读物也是大有裨益的。

《生产工艺防火》作为研究防火技术的一门专业书籍是一个有益的尝试，还难免有不足之处，但这确实是一个良好的开端。诚望全国同行、专家与作者一道，不断研究探索，总结生产工艺防火技术的新情况、新问题、新经验，使这门学科更加系统、完善和科学，为繁荣我们的消防事业，保卫社会主义现代化建设的顺利进行做出积极的贡献。

李椿镐

1998年2月

前 言

“生产工艺防火”是以生产工艺过程中的火灾危险性及其防火对策为研究对象的应用学科，是以消除和避免生产工艺过程火灾为目的的一门防火技术。它同“危险品防火”、“电气防火”、“建筑防火”构成了完整的防火技术体系，是工业企业消防安全管理人员、公安消防监督人员、建筑设计防火审核人员、火灾调查人员的必修课。

本书是根据工业企业的消防安全管理、技术人员所从事生产工艺过程的消防工作实践而编写的。为保证书的质量，在编写过程中特邀请河北省公安厅消防局高级工程师梁万成同志对有关技术问题进行了审核。河北省经济贸易委员会安全处处长、高级工程师邓闻华同志对第一、二、四、八、九章进行了审核，河北省化工厅生产处高级工程师殷再生同志对第三章进行了审核，原化工部技术监督司副司长石流同志和公安部消防局原防火处长、高级消防工程师李椿镐同志审阅通篇。对各位专家、学者、首长的热情帮助，在此一并表示衷心的感谢。

本书能够出版，还得到了公安部消防局办公室副主任郑保新同志、防火处处长王根堂、许兆亭同志，河北省公安局消防局副局长任振华、张瑞学、高福根同志，防火部长刘海辰同志的大力支持和帮助，在此表示诚挚的谢意。

“生产工艺防火”是一门新兴的学科，前人虽有不少研究，但未较系统的组织，本人在实践中逐步认识到了它的重要性，故参考有关资料，结合本人的实践和实地调研，编写而成此书。但是，由于从内容到体系结构都是初步尝试，加之本人经验不足，水平有限，且未广泛征求全国同行的意见，所以，缺点、错误肯定不少，恳切希望广大读者提出宝贵的意见。

郑端文

1998年2月于石家庄市

内 容 提 要

本书是根据工业企业的消防安全管理、技术人员所从事生产工艺过程的消防工作实践而编写的。

本书主要包括：确定生产工艺防火的意义及其研究的内容和学习的措施与方法；生产工艺的火灾危险性和基本防火措施；物品和生产工艺的火灾危险性分类；化工单元操作防火；化工单元过程防火；加工防火；压力容器防火（防爆）；防火（防爆）安全装置；生产工艺装置的设计、布置防火；设备检修防火（防爆）等。

本书可供公安消防监督人员，工业企业的消防、安全、技术人员，以及消防院校的师生阅读；也可作为中等院校和培训工业企业防火人员的教材使用。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 确立生产工艺防火的意义及其研究的内容和学习的措施与方法	1
第二节 火灾燃烧学概述	7
第三节 物品的火灾危险性分类	20
第四节 生产工艺的火灾危险性分类	26
第五节 生产工艺过程的火灾危险性	38
第六节 生产工艺的基本防火措施	41
第二章 化学危险品防火原理	67
第一节 爆炸品	67
第二节 压缩气体和液化气体	74
第三节 易燃液体	79
第四节 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品	85
第五节 氧化剂和有机过氧化物	92
第六节 毒害品	100
第七节 放射性物品	104
第八节 腐蚀品	108
第三章 化工单元操作防火	111
第一节 物料输送	111
第二节 蒸发、蒸馏	117
第三节 加热、干燥	121
第四节 冷却、冷凝、冷冻	127
第五节 粉碎、混合	132
第六节 熔融、筛分、过滤	134
第四章 化工单元过程防火	138
第一节 氧化与还原	138
第二节 硝化	148

第三节	电解	157
第四节	聚合	174
第五节	催化	189
第六节	裂化	204
第七节	氯化	210
第八节	重氮化	215
第九节	烷基化	219
第十节	磺化	221
第五章	加工防火	225
第一节	氧气的制取	225
第二节	乙炔生产	239
第三节	煤气生产	257
第四节	几种混合炸药的加工	281
第五节	小麦制粉	286
第六节	棉花的加工与纺织	291
第七节	浸出法制油	307
第八节	热处理	313
第六章	压力容器防火	316
第一节	压力及压力容器的分类	316
第二节	压力容器爆裂的危害	319
第三节	压力容器的设计	325
第四节	压力容器的检验	330
第五节	压力容器的安全附件	337
第六节	压力容器的爆裂和爆炸事故分析	337
第七章	储存设备防火	347
第一节	气体储存设备	347
第二节	可燃液体储存设备	355
第八章	防火安全装置	375
第一节	防爆泄压装置	375
第二节	防火控制装置	389
第三节	紧急制动装置	400
第四节	检测仪表	403

第九章 生产工艺装置设备防火	412
第一节 生产工艺装置设计的基本要求	412
第二节 生产工艺设备装置的布置	416
第三节 生产工艺管道的布设	428
第四节 储运设施的布置	432
第五节 生产污水设施的布设	441
第十章 设备检修防火	445
第一节 设备检修的基本防火要求	445
第二节 生产经营中用火、动火的管理	450
第三节 检修动火作业	456
主要参考文献	465

第一章 绪 论

随着科学的发展、技术的进步和大中型成套设备的引进，我国的工业生产正朝着生产规模的大型化、产品的多样化、生产过程的连续化、操作控制的自动化、企业的联合化，以及逐渐引入高温、高压、高速、深冷等极限条件的方向上发展。然而，火灾的发生与工业生产的发展是成比例的。从历年的火灾统计情况可以看出，工业生产越发展，火灾危险因素越多，着火机率也就越大，火灾也越难以扑救，故火灾的伤亡和经济损失也越大。所以，生产工艺的发展又给防火技术提出了更高的要求。因此，生产工艺的发展必须要有与之相适应的防火、灭火技术对策才能保证消防安全。生产工艺防火就是根据各种产品特定的生产工艺所概括的单元过程和操作、加工，以及与之相联系的设备、装置所带来的火灾危险性，提出相应的防火技术对策，以消除和避免生产工艺中发生火灾的一门防火技术。生产工艺防火与生产技术和是不可分的，有什么样的生产技术，就需要有什么样的生产工艺防火技术。它贯穿于生产的全过程，并随着科学技术、生产技术的发展而发展。

第一节 确立生产工艺防火的意义及其研究的内容和学习的措施与方法

一、确立生产工艺防火的意义

一个工业企业，其火灾危险性的大小，不取决于隶属关系，也不取决于其所在地是城市还是乡（镇）村，而是取决于其生产工艺过程中存在的火灾危险。因为一种产品的生产，用什么原料、经过什么过程、需要多高的温度和压力、使用什么设备和助剂等都是特定的，除一些辅助原料和助剂可通过技术革新消除一些特定的火险外，一般是不能任意选择的。如三氯化磷只有用氯气和黄磷作原料才能制得；氨

只有用氢和氮才能合成；棉纱只有用棉花才能纺得。这里，原料黄磷、氯气、氢气、棉花都是易燃危险品，产品三氯化磷、氨、棉纱生产过程的火灾危险性也都是由这些物质的易燃性决定的。又如，氨的合成有高压、中压、低压三种方法，并且氨只有在一定的温度和压力下才能有效地合成；高压聚乙烯需要在 $100\sim 300\text{MPa}$ 和 $50\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的高温下才能聚合。所以，这些生产过程所选用的设备就必须具备耐高温、高压的条件。同时，由于高温、高压的存在，氮氢混合气和乙烯的自然点都会降低，爆炸浓度极限亦会加宽，故又增大了火灾危险性。所以说，一个工业企业火灾危险性的大小，主要取决于原料、半成品、产品的火灾危险性和生产工艺条件所带来的危险性。我们说造纸厂火灾危险性大，是由于所用原料和产品易燃；说氮肥厂火灾危险性大，是由于所用原料气易燃、易爆和生产工艺存在高温、高压的条件。因此，一个工厂采取什么防火措施都必须根据本厂的生产工艺情况而定。生产工艺防火措施是一个工业企业防火措施的中心所在，防火工作抓住了生产工艺防火这个中心，也就抓住了工业企业防火的主动权。所以，加强对生产工艺防火的研究和监督管理是非常必要的和十分重要的。

确立生产工艺防火的意义还在于：

(1) 建筑设计防火审核需要掌握生产工艺防火技术 因为一个工业企业生产建筑的火险类别是由生产工艺决定的。不掌握生产工艺情况就很难掌握该工厂或车间、工段的火灾危险性，当然也就无法正确确定火险类别和提出合理的防火审核意见，也很难发现其中的问题；

(2) 火灾原因调查工作需要掌握生产工艺防火技术 因为火调人员如不掌握生产工艺情况，对生产过程和生产设备的火灾原因就不易查清，而工业企业的大多数火灾都发生在生产部位；

(3) 工厂防火检查需要掌握生产工艺防火技术 因为不掌握工厂的生产工艺防火就不能掌握工厂的火灾危险性和防火措施，在进行防火安全检查时，也难以全面而准确地发现火险隐患，提出合理的整改措施；

(4) 电气防火人员需要熟悉生产工艺防火技术 因为在涉及防爆

电气设备的选型、着火爆炸危险场所与范围的确定，以及防静电、防雷措施的采取等方面，都需要在熟悉生产工艺防火的基础之上进行；

(5) 危险品防火安全管理需要掌握生产工艺防火技术 因为防火安全管理人员在掌握生产工艺防火的基础上才能正确地对危险品的生产实施防火管理，同时掌握了危险品的生产工艺过程，对危险品的储存、运输、经营的防火管理都是十分有利的。

二、生产工艺防火应当研究的主要内容

工业产品千千万万，但都是由不同的原料通过不同的工艺过程和使用不同的设备而制成的。每一个产品都具有其特定的生产工艺，有千千万万个产品，就会有千千万万个生产工艺，而且有的产品可由好几个工艺方法生产。如丁二烯这种化工产品可以用乙醇、乙烯、丙烯、丁烷、丁烯和石油裂解气等六种原料以九种不同的生产工艺获得。这众多复杂的生产工艺，要个个掌握是很难的，也是没有必要的。因为很多产品的生产方法虽然很多，但其工艺原理很多是相同的。所以在学习和研究上，可以将生产过程中以物理因素为主的处理方法概括为具有共同物理变化特点的基本操作（化学工业上称作化工单元操作）；将各种化工生产过程中以化学为主的处理方法概括为具有共同化学反应特点的基本过程（化学工业上称作化工单元过程）；将以改变原材料、毛坯或半成品的形状、尺寸、性质或表面状态，使之符合规定要求的各种工作统称为加工；加之各生产过程所用的设备、附件及设备的检修等，就构成了生产工艺防火研究的主体内容。具体讲，生产工艺防火研究的主要内容有以下几点。

(1) 化工单元操作防火 根据所处理物料变化特点的不同和物料本身火灾危险性的不同，重点研究物料的输送、蒸发、蒸馏、加热、干燥、冷却、冷凝、粉碎、混合、熔融、筛分、过滤等操作过程和设备的防火要点。

(2) 化工单元过程防火 根据化工基本过程反应特点的不同，主要研究氧化、还原、硝化、电解、聚合、催化、裂化、氯化、磺化、重氮化、烷基化等过程的火灾危险性和防火措施。

(3) 加工防火 根据原料和加工过程的不同，主要研究棉花的加

工、纺纱、织布，磨制面粉，煤气生产，空气分馏制氧，乙炔生产，热处理等加工过程的火灾危险性和防火技术措施。

(4) 设备防火 由于设备受物料的火灾危险性和生产过程中温度、压力的影响，使用中又都附加了很大的火灾危险性和危害性，因此，设备防火的重点是根据物料的火灾危险性和生产过程给设备带来的火灾危险性与危害性，提出相应的防火技术对策。

(5) 防火安全附件 重点研究为了防止设备、容器着火或爆炸而必须安设的安全附件的防火机理、构造、作用及要求。

(6) 生产工艺装置设备防火 重点研究生产工艺装置、防火安全附件、工艺设备和管道在设计时的布置和敷设的有关防火要求。

(7) 设备检修防火 根据物料和设备的火灾危险性和危害性，重点研究设备在检修时的防火防爆问题。

三、加强生产工艺防火研究和监督的措施

1. 要加强对生产工艺防火的研究和技术培训

各级公安消防机关应开展生产工艺防火的业务研究，了解和掌握所辖地区的生产工艺情况，并根据实际情况提出生产工艺的防火改进措施。各消防院校应开设《生产工艺防火》课程，并作为一门主课进行讲授。各级消防部门还应对工业企业的防火人员、电气防火人员、建审人员、危险品管理人员及火灾原因调查人员进行生产工艺防火的技术培训，以进一步提高消防业务素质。

2. 加强对生产工艺防火的监督

消防监督工作是国家赋予公安机关的一项重要任务。对建筑设计的防火监督制度，我国已建立健全了起来，其中对电气的防火监督，在新颁发的《建筑设计防火规范》(GBJ16—87)中已有了部分条文，但对生产工艺的防火监督还没有技术条文。因此，建议国家有关部门及早编制包括建筑、电气、生产、工艺在内的《建筑工程设计防火规范》，以利开展对工艺防火的监督。另外，根据《中华人民共和国消防条例实施细则》第五十二条关于“消防监督机构应当监督建设、设计、施工单位执行工程设计的有关防火规定，根据需要对建设工程的防火设计进行审核”的规定，已赋予了消防监督部门对建设工程有

关生产工艺的防火情况实施监督的职权。因为工程建设过程是包括“生产工艺”的，所以，各地在进行建筑设计防火审核时，应同时审核生产工艺防火情况；在进行防火安全检查时，亦应将生产工艺作为一项重要的检查内容。如原料、成品、半成品的管理情况，生产流程情况，设备的温度、压力情况，设备上应安的安全阀、放散管、阻火器、呼吸阀、紧急切断阀、自动报警装置以及生产工艺装置的灭火设施等，都应做为消防安全检查的内容。在对工企防火员、电气防火员、建审人员、火调人员和危险品管理人员进行消防技术职务考评时，应将“生产工艺防火”作为一项考核内容。

四、学习和研究生产工艺防火的方法

由于生产工艺防火是根据物质燃烧的成灾机理和产品的生产工艺条件，按一般工业企业都可能具有的化工单元操作、化工单元过程、加工过程、压力容器、储存设备、防火安全装置及生产工艺装置的设计布置和设备的检修等防火技术的结构体系和顺序而展开叙述的，因而避免了各章、节间的相互不联系和重复现象，使教材在逻辑体系上更加严密和科学，但也不可避免存在着不像一个工厂一个工厂地叙述防火措施和要求那样直观的问题。因此，在学习时必须通篇学习各章、节内容的基础上，根据不同工厂企业原料、中间产品、产品的特点和火灾危险性及生产工艺的条件，将各章、节的有关内容联系起来，用逻辑思维的方法，综合、对照或参照有关章、节的具体内容进行分析和研究，才能得到具体某工厂或某企业的防火技术措施。

1. 综合分析的方法

所谓综合分析的学习方法，就是根据具体工厂原料、产品、半成品的火灾危险性和生产工艺条件情况，将教材中的有关内容综合起来进行分析，从而总结出该工厂生产工艺防火技术措施的方法。例如，某电化厂用电石法制取乙炔，用电解食盐水制得氢气、氯气合成氯化氢，并与乙炔合成氯乙烯，从而聚合氯乙烯生产聚氯乙烯，但教材中并没有直接叙述电化厂的生产工艺，只是在不同章节分别叙述了乙炔生产、食水电解、氯乙烯合成和氯乙烯聚合等加工过程和化工单元过程。因此，在分析电化厂防火技术措施时，就应在通篇学习教

材的基础上,综合乙炔生产、食盐水电解、氯乙烯合成和聚合,以及电石的运输、储存、破碎,乙炔、氯乙烯、氯气、氢气的输送、储存、充装,聚氯乙烯的分离、干燥、筛分等操作过程和这些设备、装置、安全附件的布设、安装、检修等的防火要点,从而总结出该电化学厂生产工艺的主要防火技术措施。又如,某化肥厂用煤制气生产合成氨、硝酸、甲醇等化工产品和化肥,那么采取以上方法,将教材中的煤制气、煤气的净化、催化合成(氨的合成)、氨的氧化、催化加氢(一氧化碳催化加氢制甲醇)等加工过程和单元过程的防火要点综合归纳,就可得到该化肥厂生产工艺的防火技术措施。

2. 对照分析的方法

所谓对照分析的方法,就是当教材中没有直接叙述某生产工艺及其防火要点时,根据某生产工艺的原料、产品的火灾危险性和生产工艺条件,对照教材中的有关内容分析归纳出该工厂生产工艺防火措施的方法。例如,某制药厂用玉米发酵生产丙酮、丁醇、乙醇等医药产品,该生产工艺主要是根据发酵蒸气和液体沸点的不同,利用蒸馏、冷凝的原理将不同产品分离出来的操作。但教材中没有介绍制药厂,也没有直接叙述该产品的生产工艺及其防火要点,那么如何知道该制药厂生产工艺的防火技术措施呢?对此,我们可对照蒸馏和冷凝的防火要点,结合物料、中间体和产品的火灾危险性,从而归纳分析出该制药厂生产工艺的防火技术措施。又如造纸厂,一般人们都会以为火灾危险性很大,是必须要介绍的生产,然而,本教材并未将其作为一章或一节叙述。这是因为造纸厂除了原料本身易燃外,在生产工艺过程中并无突出的火灾危险,其中浆粕蒸煮工段还是戊类生产,主要火灾危险是来自原料和原料的粉碎工段及产品的炒纸工段。所以,根据原料(麦秸、稻草、秫秸、木材等)和纸张的火灾危险性,对照粉碎(或破碎)和干燥操作的防火要点,就可知道该造纸厂生产工艺的防火技术对策。

3. 参照学习的方法

所谓参照学习的方法,就是当教材中没有直接叙述某生产工艺的防火措施时,参照教材中原料、产品性能和生产工艺条件都十分相近

的生产工艺，得知该产品生产工艺防火技术措施的方法。如聚丙烯这种产品的聚合生产工艺在教材中没有直接叙述，但其产品、原料性能和生产工艺条件与乙烯低压聚合十分相近，故可参照乙烯低压聚合的防火要点作为丙烯聚合的生产工艺防火措施或要点。

以上三种方法及其举例，是给大家提供的最基本的或最原则的学习方法，不可能包罗所有方面。所以在学习时，应根据具体工厂原料、中间产品和产品的火灾危险性、毒害性、腐蚀性及放射性，结合生产工艺中的温度、压力、配比浓度、储存和输送方式、设备、防火安全附件等具体情况，综合分析，全面考虑，因厂而取，因工艺而用，切不可生搬硬套。要把所学的知识学好、用活，真正掌握不同工厂生产工艺防火的基本措施。

第二节 火灾燃烧学概述

任何一起火灾的发生都是由于失去控制的燃烧所引起的。要懂得防止和扑灭火灾的道理，就必须首先了解和掌握物质在火灾条件下的燃烧机理。火灾燃烧学就是专门研究失去控制的燃烧的一门学科。

一、燃烧的概念及其特征

燃烧是人们在生产和生活中每日每时都会见到的现象，但什么是燃烧呢？这是在近二百年前人类才揭开的奥秘。大量的科学实验证明，燃烧是可燃物与氧化剂作用发生的放热反应，通常伴有火焰、发光和（或）发烟的现象。实践观察发现，燃烧通常具有以下三个特征：

- （1）是一种氧化还原反应；
- （2）放热；
- （3）发光和（或）发烟。

二、燃烧的分类

燃烧按不同的前提条件可分为如下若干种。

（一）按引燃方式分

（1）点燃 指物质由外界引燃源的作用而引发的燃烧。物质由外界引燃源的作用而引发燃烧的最低温度称为引燃温度，简称引燃点，单位“℃”。点燃按引燃方式的不同又可分为局部引燃和整体引燃两种。