

武警学院统编教材

生产工艺防火

宋光积 主编



中国人民武装警察部队学院

武警学院统编教材

生产工艺防火

主 编	宋光积
副主编	董希琳
编 者	宋光积
	黄郑华
	郭艳丽
	黄金印

中国人民武装警察部队学院

一九九七年九月

说 明

遵照邓小平同志“教育要面向现代化,面向世界,面向未来”的指示和国家教委关于抓好教材建设,提高教材质量的精神,根据我院各专业教学的需要,我们组织各系(部)教员逐步编写了具有自己特色的系列教材。《生产工艺防火》是其中的一部。

这套统编教材是以马列主义、毛泽东思想为指导,以公安保卫工作的路线、方针、政策和解放军、武警部队的有关条令、条例为依据,按照教学大纲的要求,理论联系实际,总结工作经验,汲取现代科学技术和学术理论研究的新成果编写而成的。在内容上,力求正确地阐述各门学科的基础理论、基础知识和基本技能,并注意到内容的科学性、系统性和相对稳定性。

本教材由宋光积教授任主编,董希琳副教授任副主编。参加编写的人员有:宋光积(第一、二、三、八章,第七章第一、二节);黄郑华(第四章,第六章第一、二、三、四节,第七章第三节);郭艳丽(第五章,第六章第五、六节)。

由于时间仓促,编者水平有限,缺点错误在所难免,恳请读者批评指正,以便再版时修改。

这套教材在编写过程中,得到了上级主管部门和许多兄弟院校及有关部门的大力支持和帮助,谨在此深表谢意。

武警学院教材建设委员会

1997年9月

前 言

生产企业是国民经济发展的主体,它为国家和人民提供财富,为满足人们物质文化生活不断增长的需要提供各种物质条件。随着改革开放的深入和社会主义现代化建设的迅猛发展,新材料、新产品、新工艺和新设备大量涌现,这就给防火工作提出许多新课题,要求消防部门提供更加科学和有效的服务和监督。

《生产工艺防火》教材是根据教学计划和教学大纲编写而成的,主要供防火管理专业使用。本教材是在1994年5月由宋光积、黄郑华和黄金印编写的《生产工艺防火》试用教材经过几期教学实践的基础上,本着掌握共性理论为主,以石油、化工、轻工等生产工艺以及重点生产部位等应用防火技术为重点,吸收近年来国内外消防技术实践的新成果和新经验而作了修改和补充。本教材前五章的重点是解决消防安全技术的共性问题,后三章解决石油化工、轻工、纺织、粮棉油生产工艺等的具体防火安全技术问题。

限于我们水平和条件,书中疏漏甚至错误之处在所难免,恳请广大读者及同行专家指正。

编 者

1997年6月

目 录

第一章 生产过程火险分析与评定	(1)
第一节 物质的火灾危险性分析.....	(2)
第二节 生产的火灾危险性分类.....	(5)
第三节 生产过程火灾和爆炸事故的原因.....	(9)
1/2 * 第四节 火灾爆炸事故类型	(16)
第二章 防火防爆技术措施	(33)
第一节 生产工艺的防火防爆技术措施	(33)
2 第二节 限制火灾爆炸扩展的技术措施	(54)
2 第三节 阻火防爆安全装置	(58)
第三章 典型生产设备防火	(93)
第一节 物料输送设备防火	(93)
1 第二节 粉碎和混合设备防火.....	(107)
1 第三节 加热设备防火.....	(112)
第四节 蒸馏设备防火.....	(126)
第五节 冷冻设备防火.....	(133)
2 第六节 干燥设备防火.....	(140)
第四章 压力容器安全技术	(147)
第一节 压力容器概述.....	(147)
6 第二节 压力容器的破裂形式及预防措施.....	(158)
第三节 压力容器的安全使用和检验.....	(167)
第四节 压力容器事故分析.....	(176)
第五章 典型单元工艺防火	(179)

第一节	氧化过程防火	(179)
2 第二节	还原过程防火	(186)
7 第三节	硝化过程防火	(193)
3 第四节	电解过程防火	(202)
第五节	氯化过程防火	(214)
第六章	石油化工生产工艺防火	(222)
12 第一节	炼油生产典型工艺防火	(222)
5 第二节	塑料合成与加工工艺防火	(247)
第三节	橡胶制品生产工艺防火	(261)
9 第四节	合成氨生产工艺防火	(271)
5 第五节	氧气生产工艺防火	(290)
10 第六节	乙炔生产工艺防火	(296)
第七章	轻工、纺织生产工艺防火	(308)
第一节	造纸生产工艺防火	(308)
第二节	木材加工工艺防火	(323)
2 第三节	棉纺织生产工艺防火	(329)
第八章	粮棉油加工工艺防火	(344)
2 第一节	粮食加工工艺防火	(344)
1 第二节	浸出法制油工艺防火	(352)
第三节	籽棉加工工艺防火	(357)

第一章 生产过程火险分析与评定

生产企业种类繁多,按其加工和生产产品的不同,生产过程及其火灾危险性各有所不同。虽然无法对各种产品的生产过程及其火灾危险性逐个进行分析研究,但可以按照物质的类别、产品的生产路线以及过去的安全经验,寻找分析和评定生产过程火灾危险性的一般原则和方法,依此去分析和评定任何生产过程火灾危险性,并有针对性地提出防火防爆措施。

所谓产品生产过程是指从产品的生产技术准备、投产、到产出产品为止的全部过程。生产过程的基本内容是人们的劳动过程,即劳动者利用劳动手段作用于劳动对象,使其按预定的目的改变其形状、结构、性质或位置的过程。在某种情况下,生产过程的进行还需要借助自然力的作用,如油漆自然干燥的过程。因此,企业中生产过程是许多相互联系的劳动过程与自然过程的结合。产品生产过程中所需要的各种劳动,其性质和对产品所起的作用都是不相同的,根据这些特点,可将生产过程分为生产准备过程、基本生产过程、辅助生产过程和生产服务过程。

所谓生产过程的火灾危险性,是指生产过程中发生火灾、爆炸的原因、因素和条件以及火灾扩展蔓延条件的总和。

生产过程火灾危险性的评定,是指在了解和掌握生产中所使用物质的物理、化学性质和着火、爆炸性质的基础上,分析物质在加工处理过程中同作业行为、工艺控制条件、生产设备、工序之间等要素的联系与结合,评定生产过程发生火灾或爆炸事故的可能性。评定的内容包括:原材料和产品的火灾危险性;工艺条件的采

用和控制;生产设备的本身及其运行条件;原材料在工序之间连续运行的安全条件;作业安全规程和保证条件;防火防爆安全保护设施及其保障程度;环境和总体布置;限制火灾扩大蔓延的程度等。

第一节 物质的火灾危险性分析

一、概述

在企业生产经营活动中,使用、生产、储存、加工的物质种类繁多,为保证过程的防火安全,必须了解物质与火灾、爆炸事故发生有关的一些物理化学性质,从而采取相适应的防火防爆和防止火灾扩大蔓延的措施,以及发生火灾事故后应采取的救急方法。

分析物质的主要物理化学性质,主要是物质类别、物质的燃烧性和爆炸性以及评价物质火灾爆炸危险性的指标。

引起火灾、爆炸事故有化学性质的原因,也有物理性质的原因,但多数是因化学性质引起的,因此预防物质燃烧或爆炸的基本理论是防止燃烧三个要素的同时存在和结合,可以说这是防止燃烧、爆炸全部技术措施的实质。防火工作所采取的种种措施,例如消除火险因素的根本性措施、防止发生火灾、爆炸事故的保护性措施、抑制性技术措施以及以行政手段、法律手段、宣传教育手段、经济手段为内容的管理措施,都是以这一基本理论作为根据的。

二、物质发生着火、爆炸的主要特性

物质的自燃点是衡量物质火灾危险性的重要特性指标。自燃点越低,着火危险性越大。不同状态的物质,例如可燃气体、液体和固体物质,其自燃点,前者高于后者。根据这个特性,应注意采取降温散热的措施。对于低温下遇空气能自燃的物质或者生产中物质受热温度超过其自燃点的工况时,应考虑隔绝空气、控制温度不超过物质的自燃点,如果由于工艺要求加热温度超过自燃点,则要注意防止物料泄漏发生自燃,并要防止物料含水发生沸溢着火

事故。

两种物质接触,混合引起着火的特性。对于遇空气能自燃的物质,遇水能自燃的物质,遇酸、遇碱能分解燃烧、爆炸的物质,应分别采取隔绝空气、通风散热、防水防潮、不接触的措施。

物质受外界作用能引起着火的特性。外界作用主要是指受热分解,撞击、摩擦的机械作用,或者是两种物质混合,遇酸、碱作用引起分解生热等。此类物质要防止外界作用。

物质的闪点是衡量可燃液体和熔融性固体物质火灾危险性的重要特性指标。闪点低的物质,火灾危险性要大,一般地说,闪点低于 45°C 的易燃液体,要防止其蒸气与空气形成爆炸性混合物。

点火能量是衡量可燃气体和蒸气的火险特性指标。可燃气体和蒸气着火所需的能量越低,其火灾、爆炸危险性越大。例如乙炔、氢的最小点火能量仅为 0.02mJ ,大部分可燃蒸气的最小点火能量不超过 2.0mJ ,只有个别的可燃气体和蒸气超过 2.0mJ ,例如氨、乙胺等。这说明可燃气体和蒸气需要的点火能量是很低的,凡是充满或散发可燃气体或蒸气的场所、容器、设备、管道,并能形成爆炸性混合物的情况下,都必须防止出现任何引火源,那怕是很微小的火星。

三、物质火灾危险性扩大的主要特性

物质的热值。单位体积或单位重量的可燃物质燃烧发出的热量越大,火灾危险性就越大。容易造成扩大蔓延而带来巨大的损失。

物质的燃烧速度。燃烧速度快的物质容易扩大蔓延。一般地说,可燃气体在常温下就已具备燃烧条件,不管是动力燃烧还是扩散燃烧,燃烧速度都比可燃液体和固体快,因为后面两种状态物质燃烧时需要蒸发、熔化、分解等准备过程。为防止扩大蔓延,就要采取相应的隔断措施。

可燃气体和蒸气的比重和扩散性除少量的可燃气体比重小于

空气外,大部分气体和蒸气的比重都大于空气。气体在空气中可以无限制地扩散。要根据它们的比重大小,考虑排除方法和防火防爆措施。

液体的沸点和蒸气压力。有机化合物中,分子量越小,沸点越低,闪点也越低,饱和蒸气压力越大,蒸发速度越快,超过沸点时的蒸汽压力能导致容器爆裂,造成泄漏和扩散。对此应考虑容器的耐压强度,防止泄漏或破裂而扩大灾害的影响。

物质的可缩性和热膨胀性。气体可被压缩,甚至可以被压缩成液态。在容积不变时,温度与压力成正比关系,就是说盛装压缩气体或液化气体的容器,如受热的作用,气体就会急剧地膨胀,产生很大的压力,如压力超过容器的耐压强度就会引起容器胀裂或爆裂,以致扩大灾害的范围。因此,贮存和使用压缩气体和液化气体时,要注意防火、防热和防震等。

物质的水溶性。有少数物质能溶于水,大多数物质不溶于水。能溶于水的物质着火,扑救时应考虑选用适当的灭火剂。而溶于水又比水轻的物质着火,则不宜用水扑救。

物质的着火(爆炸)极限。固体块状物变成粉末状态则增加火灾、爆炸危险性。可燃气体和蒸气与空气混合可构成爆炸性混合物。爆炸下限越低和上下限之间的幅度越大,气体或粉尘爆炸的危险性越大。对于能产生可燃粉尘和散发可燃气体或蒸气的设备和场所,要采取密封、隔离引火源等防爆措施。

物质的流动扩散性。易燃与可燃液体具有流动扩散性,能扩大燃烧表面积,加速蒸发和增加对周围建、构筑物的威胁和危害。因此,在储存和使用中,要注意密闭容器,采取阻止流散等措施。

物质的带电性。气体、流体和固体粉尘在运动中能由于摩擦而产生静电,放电产生的火花可引起爆炸事故。在抽灌、运输、喷溅和输送流动等过程中,要采取防静电集聚的措施。

第二节 生产的火灾危险性分类

生产的火灾危险类别是选择建筑物的耐火等级、建筑物最多允许层数、防火分区最大允许占地面积的主要依据,也是合理布置工艺设备和有针对性地采取防火防爆技术措施的重要依据。在分析生产过程的火灾危险性时,主要要素是:生产加工中所使用的原料、产品和中间产品的物理化学性质,所使用物质的类别及数量,设备和生产工艺的情况,并综合这些要素来评定生产过程的火灾危险程度,确定其火险类别。

一、生产的火灾危险性分类

为了便于对各种生产的防火安全管理,采取有效的控制措施,以防止火灾事故的发生;《建筑设计防火规范》中根据物质性质和生产加工过程中的火灾危险性大小,将生产分为甲、乙、丙、丁、戊五个类别。

(一)甲类

甲类生产的火险特征是指使用或产生下列物质的生产:

1. 闪点 $<28^{\circ}\text{C}$ 的液体

例如:提炼、回收或洗涤闪点 $<28^{\circ}\text{C}$ 的油品和有机溶剂的工序和车间;抽送闪点 $<28^{\circ}\text{C}$ 液体的泵房;农药厂的乐果厂房和敌敌畏厂房;甲醇、乙醇、丙酮、苯等的合成或精制厂房;植物油厂的浸出厂房等。

2. 爆炸下限 $<10\%$ 的气体

例如:乙炔站、氢气站;石油气体分馏厂房;液化石油气灌瓶间;电解水或电解食盐厂房。

3. 自燃性物质

自燃性物质是指常温下能自行分解或在空气中氧化即能导致迅速自燃或爆炸的物质。例如:硝化棉生产厂房及其应用部位;赛

璐璐厂房;丙烯腈厂房等。

4. 遇水燃烧物质

遇水燃烧物质是指常温下受到水或空气中水蒸气的作用,能产生可燃气体并引起燃烧或爆炸的物质。例如:金属钾、钠加工及其应用部位;聚乙烯厂房的一氯二乙基铝部位等。

5. 各类强氧化剂

强氧化剂是指遇酸、受热、撞击、摩擦、催化以及遇有机物或硫磺等易燃的无机物,极易引起燃烧或爆炸的、具有强氧化性能的物质。例如:氯酸钠、氯酸钾厂房及其应用部位;过氧化氢、过氧化钠、过氧化钾厂房;次氯酸钙厂房等。

6. 易燃危险固体物质

易燃危险固体物质是指受撞击、摩擦或与氧化剂、有机物接触时能引起燃烧或爆炸的物质。例如:赤磷制备厂房及其应用部位;五硫化二磷厂房及其应用部位。

7. 物质受热超过自燃点的生产

物质在密闭设备内操作温度等于或超过本身自燃点,一旦泄漏遇空气即可自燃,这是一种危险性较大的生产部位。例如:洗涤剂厂房石蜡裂解部位;冰醋酸裂解厂房等。

(二)乙类

乙类生产的火险特征是指使用或产生下列物质的生产:

1. $28^{\circ}\text{C} \leq \text{闪点} < 60^{\circ}\text{C}$ 的液体

例如: $28^{\circ}\text{C} \leq \text{闪点} < 60^{\circ}\text{C}$ 的油品和有机溶剂的提炼、回收、洗涤部位及其泵房;松节油或松香蒸馏厂房及其应用部位;煤油灌桶间等。

2. 爆炸下限 $\geq 10\%$ 的气体

例如:一氧化碳压缩机及净化部位;发生炉煤气或鼓风炉煤气净化部位;氨压缩机房等。

3. 氧化剂

不属于甲类氧化剂的其他氧化剂。例如：发烟硫酸或发烟硝酸浓缩部位；高锰酸钾厂房；重铬酸钠（红矾钠）厂房等。

4. 一般易燃固体

不属于甲类易燃化学危险固体的其他易燃固体。例如：樟脑或松香提炼厂房；硫磺回收厂房；焦化厂精萘部位等。

5. 助燃气体

例如：氧气站、空分厂房等。

6. 粉尘、纤维和雾滴

能与空气形成爆炸性混合物的浮游粉尘、纤维、闪点 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的液体雾滴。例如：铝粉、镁粉制粉厂房；面粉厂的碾磨部位；活性炭制造及再生厂房；谷物筒仓工作塔；亚麻厂的除尘器和过滤器室等。

(三) 丙类

丙类生产的火险特征是指使用或产生下列物质的生产：

1. 闪点 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的液体

例如：闪点 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的油品和有机液体的提炼、回收工段及其抽送泵房；柴油灌桶间；润滑油再生部位；配电室（每台装油量 $> 60\text{kg}$ 的设备）；沥青加工厂房；植物油加工厂的精炼部位等。

2. 可燃固体

例如：木、竹、藤加工厂房；橡胶制品的压延、成型和硫化厂房；针织生产、纺织、印染、化纤生产的干燥部位；棉花加工和打包厂房；服装加工厂房；造纸厂备料、干燥厂房；谷物加工厂房；卷烟厂的切丝、卷制、包装厂房；印刷厂的印刷厂房；电视机、收音机装配厂房；泡沫塑料厂的发泡、成型、印片压花部位；饲料加工厂房等。

(四) 丁类

丁类生产的火险特征是指使用和加工难燃物质，或用高热加工处理不燃物质的生产：

1. 高热或熔化状态下加工非燃物质

被加工的物质是非燃烧性的,但由于受高热作用或加热成熔化状态,产生强辐射热、火花或火焰,因而具有火灾危险性。例如:金属冶炼、锻造、铆焊、热轧、铸造、热处理等厂房。

2. 用燃料加热的生产

利用气体、液体、固体作为燃料或将气体、液体进行燃烧作其它用的各种生产。例如:锅炉房;玻璃原料熔化厂房;蒸汽机车库;石灰焙烧厂房;电石炉部位;硫酸车间燃烧部位;转炉厂房等。

3. 使用加工难燃物质

在常温下使用或加工难燃物质的生产。例如:铝塑材料的加工厂房;酚醛泡沫塑料的加工厂房;印染厂的漂炼部位;化纤厂后加工润湿部位等。

(五)戊类

常温下使用或加工非燃烧物质的生产。例如:制砖车间;石棉加工车间;不燃液体的泵房和阀门室;金属冷加工车间;钙镁磷肥车间(焙烧炉除外);造纸厂或化学纤维厂的浆粕蒸煮工段;仪表、器械车间;车辆装配车间;水泥厂的轮窑厂房;加气混凝土厂的材料准备、构件制作厂房等。

二、确定生产火灾危险性类别的原则

(一)以火险特征为依据

各种企业的生产均应按《建筑设计防火规范》所列的生产火灾危险性特征为依据来确定其火险类别。有些部门制定的防火规范、规定,如炼油、油田、装卸油码头等有关防火规定都以该规范为基准,规定了划分生产火险类别的依据,只是所列物质和生产工段、车间更为具体、更切合本行业的实际。

(二)构成火灾爆炸事故危险的原则

生产中使用或生产易燃可燃物质的数量较多时,往往有构成火灾或爆炸事故的危险,但使用或生产的物质数量较小、不足以构成火灾、爆炸危险时,可按实际情况,确定其火灾危险性的类别。

(三)以火险大者为主的原则

一座厂房内或防火区内有不同性质的生产时,其火险类别应按火灾危险性较大的部分确定,但火灾危险性大的部分占本层或本防火分区面积的比例小于5%(丁、戊类生产厂房的油漆工段小于10%),且发生火灾事故时不足以蔓延到其它部位,或采取防火设施能防止火灾蔓延时,可按火灾危险性较小的部分确定。

第三节 生产过程火灾和爆炸事故的原因

为了防止生产过程发生火灾爆炸事故,必须先弄清火灾或爆炸事故发生的可能原因,只有这样,才可能有的放矢地采取各种防火防爆措施,及时地消除火险隐患,确保生产安全。

一、火灾爆炸事故的主要原因

根据对大量火灾爆炸事故案例的分析研究,生产过程发生火灾或爆炸事故的主要原因有:思想麻痹,用火不慎;安全管理制度不健全或执行不严格;违反安全操作规程;设备有缺陷;工艺设计和技术有缺陷;缺乏防火防爆技术知识;缺乏检查和维修保养;化学危险品处理不当;玩火和放火等。

(一)思想麻痹,用火不慎

生产中的加热、烘烤、维修等作业,如锅炉、铸造、锻造、焊接焊割、热处理、熬炼等工序和作业,大都离不开用火。由于用火不慎造成的火灾事故占有相当大的比重。另外,生活用火,如使用炉火、灯火不慎,乱丢未熄灭的柴杆、烟蒂等,也是引起火灾事故的重要方面。

(二)制度不健全或不执行制度

为保证生产单位的消防安全,必须制定一套完整的消防安全管理制度,如果制度不全、不细、不实,或违反制度常常会引起火灾、爆炸事故。例如:不执行明火作业有关安全制度,违章动火等

造成火灾事故。

(三)违反安全操作规程

作业安全操作规程一般规定有安全操作程序、安全要求、异常情况处理等。规程是保证生产工艺安全的“宪章”。任何违反规程的行为都可能带来不良后果。例如：违反电气线路和设备的安装、使用规程；不按规定掌握投料数量、投料比、投料先后顺序；不按规定控制操作压力和温度；有些物料下机后不待冷却便入库堆积；加热炉点火时，不按规定程序作业等都可能引发事故。

(四)设备缺陷

设备本身不耐酸防腐；耐压强度不够；设备材质不符合工艺要求；设备不符合安全要求，有先天隐患；连续性的生产工艺设备没有阻止火势蔓延的安全装置等。这些缺陷有的能造成泄漏事故，有的给作业带来巨大的危害，有的成了火势扩展的重要途径。例如：卷烟生产车间的通风管道用可燃材料建造，火灾时，通风管道便成了火势迅速发展的重要通道。

(五)工艺设计和技术缺陷

工艺设计中对防火安全考虑不够，表现在：工艺路线的选择不正确、工艺布置不合理，工艺条件（物料配比、反应压力和温度等）的确定不够准确、物料加热方式方法选择不正确，对于火灾或爆炸危险性很大的生产设备不设置安全装置和必要的仪表，或者一旦出现异常，缺乏应急保安全的第二道防事故扩大的技术措施。

(六)缺乏防火防爆技术知识

生产中由于静电放电产生火花引起火灾；雷击引起的火灾；物质在空气中氧化自燃；遇水反应自燃；两种物质接触反应自燃；因对物质的燃烧、爆炸性质不了解使用中发生着火事故等。由于这些原因引起的火灾本应能够预防，但由于操作人员不了解、不掌握防火防爆技术知识，往往成为非人为的故意过失而致灾。

(七)缺乏检查和维修保养

生产过程中使用的动力设备、加工设备、物料贮存容器等机器设备处在运行中,常因缺乏检查和年久失修而出现泄漏、失灵、机械强度下降、运转摩擦零部件过热、油垢不能及时清除等,出现险情不能及时得到排除而致灾。

(八)化学危险品处理不当

生产单位由于化学危险品使用和贮存或处理不当引起火灾爆炸的原因大体有:储存条件不符合防火要求;使用中沒有保证安全的措施;一旦发生问题,措施失当;工作现场过量堆放物品;操作人员不懂得危险品的性质,缺乏防范能力等。

(九)玩火和放火

在厂区有可燃物的场所、在禁火区玩火柴、打火机,燃放鞭炮,玩火打闹,烧废纸、废料,打睹点火试验等往往容易引起火灾。

在生产场所用放火方式进行破坏,原因有:对领导不满,私仇报复,偷盗之后放火灭迹等。

二、火灾爆炸事故原因结构

生产中所发生的火灾和爆炸事故都存在着必然性。从起火初始因素形成到酿成火灾爆炸事故的过程,因素不是单一的,而是多因素、多层次相互联系、相互作用的结果。从图 1-1 可以看出,造成火灾爆炸危害结果,原因很多,且是分层次的,不能简单地都归结为直接原因。为了防止火灾爆炸事故的发生,必须追根溯源,明确发生事故的因果关系,科学地制订防火防爆措施,才能从根本上预防火灾爆炸事故的发生。

(一)基础原因

基础原因可认为是产生火灾爆炸事故,并导致成灾的一些最基本原因。这些原因主要是管理人员或操作人员的思想觉悟不高,责任心不强;文化基础差,业务不熟练;缺乏安全教育,消防知识浅薄;安全法规不健全,技术标准不完善;监督检查组织不健全,制度执行不严;工作态度不端正,纪律松弛;实施安全措施不认真,