

中国消防全书

编委会主任：俞 雷

主 编：陈文贵 吴建勋 朱吕通

第二卷

吉林人民出版社

中国消防全书

(第二卷)

编委会主任 俞 雷

主 编 陈文贵 吴建勋 朱吕通

吉林人民出版社

第二卷

目 录

第七篇 企事业、森林、草原、农村防火

第一章 生产工艺防火	3	第三十节 皮革及其制品生产防火	369
第一节 生产工艺的火灾危险性分类和 评定	3	第三十一节 纸类生产防火	373
第二节 生产工艺的防火防爆技术	6	第三十二节 印刷生产防火	378
第三节 典型工艺设备的防火技术	23	第三十三节 木材加工的防火	383
第四节 压力容器的防火防爆技术	48	第三十四节 粮食加工的防火	385
第五节 阻火防爆安全装置	87	第三十五节 植物油加工的防火	387
第六节 设备检修防火	106	第三十六节 白酒生产防火	394
第七节 石油开采防火	111	第三十七节 食品加工的防火	399
第八节 石油炼制防火	141	第三十八节 食糖加工的防火	404
第九节 氧气生产防火	174	第三十九节 茶叶生产防火	407
第十节 氢气生产防火	179	第四十节 烟草加工的防火	410
第十一节 乙炔生产防火	187	第四十一节 工艺美术品生产防火	413
第十二节 食盐电解	194	第四十二节 玻璃、陶瓷生产防火	418
第十三节 溶剂生产防火	198	第四十三节 铝制品生产防火	420
第十四节 医药生产防火	206	第四十四节 仪器、仪表和电信设备 生产防火	424
第十五节 农药生产防火	219	第四十五节 电线电缆和电机生产防火	535
第十六节 染料生产防火	230	第四十六节 钟表、自行车、缝纫机和 照相机生产防火	439
第十七节 氮肥生产防火	236	第四十七节 机械制造生产防火	446
第十八节 油漆生产和使用防火	258	第二章 仓库防火	452
第十九节 橡胶及其制品生产防火	264	第一节 储存物品火灾危险性分类与 举例	452
第二十节 塑料及其制品生产防火	280	第二节 危险货物的分类与包装标志	452
第二十一节 赛璐珞及其制品生产防火	291	第三节 爆炸物品仓库防火	457
第二十二节 化学纤维生产防火	295	第四节 气瓶贮存和使用的防火	472
第二十三节 感光胶片生产防火	301	第五节 化学危险物品仓库防火	478
第二十四节 火药和炸药生产防火	305	第六节 石油库防火	486
第二十五节 烟花爆竹生产防火	339	第七节 煤炭的储存防火	535
第二十六节 安全火柴生产防火	348		
第二十七节 棉花加工的防火	353		
第二十八节 纺织与印染生产防火	354		
第二十九节 服装生产防火	366		

第八节 粮食仓库防火	540	第五章 森林防火	699
第九节 纺织原料仓库防火	545	第一节 森林火灾的原因	699
第十节 木材仓库防火	548	第二节 森林火灾的规律及其与自然 的关系	706
第十一节 综合物资仓库防火	550	第三节 森林防火的基本措施	723
第十二节 冷藏库防火	553	第六章 煤矿防火	745
第十三节 废旧物品仓库防火	558	第一节 煤矿火灾的分类	745
第三章 交通运输防火	560	第二节 外源火灾的预防	750
第一节 港口码头与船舶的防火	560	第三节 内源火灾的预防	755
第二节 铁路站(场)与火车的防火	583	第四节 井下防火的其他措施	768
第三节 汽车库(场)与汽车的防火	587	第七章 各类物质的燃烧爆炸特性表	774
第四节 机场(库)与飞机的防火	592	第八章 农村防火	817
第五节 石油长距离管道输送防火	623	第一节 农村布局防火要求	817
第四章 公共事业防火	631	第二节 山区村寨防火	819
第一节 医院防火	631	第三节 基层供销社防火	823
第二节 高等院校防火	635	第四节 打谷(麦)场防火	824
第三节 托儿所、幼儿园防火	637	第五节 耕畜棚防火	825
第四节 图书馆、档案馆的防火	638	第六节 拖拉机站防火	826
第五节 展览馆防火	640	第七节 三七园的防火	826
第六节 影剧院和礼堂防火	643	第九章 草原防火	828
第七节 体育馆(场)和其他文化娱乐 场所防火	645	第一节 草原与草原防火	828
第八节 宾馆和饭店防火	647	第二节 草原火概述	833
第九节 广播电台与电视台防火	650	第三节 草原火灾的预防	838
第十节 邮电通信防火	651	第十章 生产和生活用火的控制与管理	844
第十一节 电子计算机中心防火	654	第一节 焊接与切割	844
第十二节 百货商场防火	658	第二节 炉灶与烟囱	857
第十三节 汽车加油站防火	660	第三节 锅炉	859
第十四节 城市煤气的生产与输配防火	663	第四节 灯火与照明	865
第十五节 液化石油气供应的防火	676	第五节 沥青与石蜡的熬炼	868
第十六节 街道企业和个体工商业防火	695	第六节 驱蚊	869
		第七节 吸烟	871
		第八节 小孩玩火	872

第八篇 灭火战术与训练

第一章 灭火战术理论	877	第五节 灭火作战指挥	914
第一节 绪论	877	第六节 灭火战斗保障	926
第二节 灭火战斗行动	878	第七节 灭火战斗评论	929
第三节 基本战术	905	第八节 灭火作战计划	932
第四节 现代灭火战术	910	第九节 灭火应用计算	948

第十节 灭火业务资料	966	第六节 火场通讯	1302
第二章 灭火应用战术	970	第七节 现代化消防通讯调度指挥系统	1314
第一节 建筑火灾概述	970	第四章 消防教育训练	1318
第二节 一般建筑火灾扑救对策	977	第一节 消防教育训练的基本原理	1318
第三节 人员密集场所火灾扑救	980	第二节 消防教育训练的任务	1321
第四节 高层建筑火灾扑救	1000	第三节 消防教育训练的原则	1324
第五节 地下建筑火灾扑救	1009	第四节 消防训练体制	1327
第六节 古建筑火灾扑救	1022	第五节 消防训练的法规与制度	1331
第七节 仓库火灾扑救	1027	第六节 消防教育训练的管理	1333
第八节 石油化工企业火灾的扑救	1046	第七节 消防教育训练的要求和组织工作	1335
第九节 一般化工企业火灾的扑救	1060	第八节 消防教育训练的方法和手段	1341
第十节 轻工、纺织行业火灾扑救	1071	第九节 灭火业务技能形成的规律和特点	1358
第十一节 矿山井下火灾的扑救	1079	第十节 消防训练中心	1361
第十二节 电力系统火灾扑救	1091	第十一节 消防训练中的政治工作	1365
第十三节 机械行业火灾扑救	1094	第五章 体能训练	1370
第十四节 机电、电子器材厂火灾扑救	1097	第一节 体能训练的目的任务	1370
第十五节 民航飞机与机库火灾扑救	1100	第二节 体能训练的原则	1370
第十六节 船舶火灾扑救	1115	第三节 体能训练的内容	1371
第十七节 铁路列车火灾扑救	1127	第四节 运动保健与运动生理常识	1386
第十八节 汽车库(场)与汽车火灾扑救	1130	第六章 消防技能训练	1394
第十九节 高速公路火灾扑救	1134	第一节 消防技能训练原则	1394
第二十节 农村火灾扑救	1136	第二节 消防技能训练常用的方法	1395
第二十一节 特殊情况下火灾的扑救	1139	第三节 消防技能训练的组织实施	1396
第二十二节 森林火灾扑救	1160	第四节 着装	1396
第二十三节 草原火灾扑救	1186	第五节 供水	1397
第三章 现代化消防通讯调度指挥	1196	第六节 射水	1401
第一节 现代化消防通讯调度指挥系统的建设	1197	第七节 登高	1404
第二节 有线通讯设备及原理	1208	第八节 翻越障碍	1405
第三节 无线通讯设备及原理	1247	第九节 破拆	1407
第四节 图像传输通讯设备及原理	1290	第十节 防毒保护	1409
第五节 计算机控制处理通讯设备及原理	1295	第十一节 救生	1411
		第十二节 使用手提式灭火器	1414

第十三节 操纵手抬机动泵	1415	第六节 止血方法	1556
第七章 灭火战术训练	1417	第七节 伤口包扎	1558
第一节 灭火战术训练概述	1417	第八节 骨折的固定	1568
第二节 单兵(小组)灭火战术训练	1421	第九节 烧伤急救处理	1570
第三节 战斗班灭火战术训练	1468	第十节 气体中毒人员的急救	1571
第四节 消防中队灭火战术训练	1500	第十一节 体位护理	1572
第五节 支(大)队协同灭火战术	1509	第十二节 特殊创伤的急救	1573
第六节 首长一司令部(机关)演习	1524	第十三节 伤员的搬送	1573
第八章 消防员心理训练	1526	第十章 消防安全管理	1576
第一节 消防员战斗活动的特点与	1527	第一节 安全管理目的和任务	1576
第二节 消防员心理训练的地位和	1530	第二节 灭火活动安全管理概述	1580
第三节 消防员心理训练的原则	1531	第三节 出动的安全管理	1581
第四节 消防员心理训练的任务和	1532	第四节 扑救建筑火灾的安全管理	1582
第五节 消防员心理训练的方法	1534	第五节 城市煤气火灾灭火安全管理	1585
第六节 消防员心理训练要求	1536	第六节 危险物品火灾灭火安全管理	1586
第七节 一般心理训练	1541	第七节 隧道火灾灭火安全管理	1586
第八节 专业心理训练	1545	第八节 剧毒物品火灾灭火安全管理	1587
第九节 消防员集体心理训练	1547	第九节 放射物质设施火灾灭火安全	1587
第九章 现场急救处理	1551	第十节 森林火灾灭火安全管理	1587
第一节 概述	1551	第十一节 船舶火灾灭火的安全管理	1588
第二节 伤员的检查	1552	第十二节 飞机火灾的安全管理	1588
第三节 呼吸道疏通	1553	第十三节 消防训练安全管理	1589
第四节 人工呼吸	1554	第十四节 器材装备检查操作安全	1590
第五节 心脏按压	1555		

第七篇 企事业、森林、草原、农村防火

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

第一章 生产工艺防火

第一节 生产工艺的火灾危险性分类和评定

为了确定生产工艺的火灾危险性类别,以便采取相应的防火防爆措施,必须对生产工艺过程的火灾危险性进行分析研究,特别是对新工艺和新产品,更要认真分析研究。在分析生产工艺过程的火灾危险性时,主要是了解生产中所使用的原料、中间品和成品的物理化学性质及其火灾爆炸危险程度,生产中所采用的条件,如反应温度、压力以及使用密闭的还是敞开的设备进行生产操作等条件,综合全面情况确定生产工艺过程的火灾危险性类别。

按照《建筑设计防火规范》(GBJ16-87)的规定,生产工艺过程的火灾危险性分为甲、乙、丙、丁、戊五个类别。

一、生产工艺的火灾危险性分类

(一) 甲类生产

甲类生产的火灾危险性特征是指生产中使用或产生下列物质的生产。

1. 闪点小于 28℃ 的液体

使用或产生闪点小于 28℃ 的液体的厂房、车间、工段和部位均属于甲类火灾危险性的生产。例如:闪点小于 28℃ 的油品和有机溶剂的提炼、回收或洗涤工段及其泵房;橡胶制品的涂胶和胶浆部位;二硫化碳的粗馏和精馏工段及其应用部位;青霉素提炼部位,原料药厂的非纳西汀车间的羟化、回收及电蒸馏部位;皂素车间的抽提、结晶及过滤部位;冰片精制部位;农药厂乐果厂房,敌敌畏的合成厂房,磺化法糖精厂房;氯乙醇厂房,环氧乙烷、环氧丙烷工段;苯酚厂房的磺化、蒸馏部位;焦化厂吡啶工段;胶片片基厂房;汽油加铅室;甲醇、乙醇、丙酮、丁酮、异丙醇、醋酸乙酯、苯等合成或精制厂房;集成电路工厂化学清洗间(使用闪点 < 28℃ 的液体);植物油加工厂的浸出厂房等。

2. 爆炸下限小于 10% 的气体

使用或产生爆炸下限小于 10% 的可燃气体的厂房、车间、工段和部位均属于甲类火灾危险性的生产。例如:乙炔站,煤气站,石油气体分馏(或分离)厂房;氯乙烯厂房,乙烯聚合厂房;天然气、石油伴生气、矿

井气、水煤气或焦炉煤气的净化(如脱硫)厂房、压缩机室及鼓风机室,液化石油气灌装间;丁二烯及其聚合厂房,醋酸乙烯厂房,电解水或电解食盐厂房,环己酮厂房,乙基苯和苯乙烯厂房;化肥厂的氢氮气压缩厂房,半导体材料厂使用氢气的拉晶间;硅烷热分解室等。

3. 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

利用或产生此类物质的生产厂房和部位有:硝化棉制造厂房及其应用部位;赛璐珞厂房;黄磷制备厂及应用部位;三乙基铝厂房;染料厂某些能自行分解的重氮化合物的生产;甲胺厂房;丙烯腈厂房等。

4. 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

这类物质能与水进行化学反应并能产生可燃气体,同时生热,使物质本身或产生的可燃气体达到自燃的程度。这类生产厂房和部位有:金属钠、钾的加工厂房及其应用部位;聚乙烯厂房的一氯二乙基铝部位;三氯化磷厂房;多晶硅车间的三氯氢硅部位;五氯化磷厂房等。

5. 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强氧化剂

生产和使用强氧化剂的厂房和部位,由于这类物质在外界能量作用下很不稳定,容易分解产生活性氧,甚至发生爆炸,同有机物或某些无机物能发生反应,导致燃烧或爆炸。这类厂房和部位有:氯酸钠、氯酸钾厂房及其应用部位;过氧化氢、过氧化钠、过氧化钾厂房及其应用部位;次氯酸钙厂房等。

6. 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

此类物质多为易燃固体物质。这类物质的生产部位和厂房有: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等。

7. 在密闭设备内操作温度等于或超过物质本身自燃点的生产

此类物质本身受热已达其自燃点,一旦泄漏能立即自燃。这类厂房和部位有:洗涤剂厂房的石蜡裂解部位;冰醋酸裂解厂房;轻质油、重质油、二氯乙烷等

物质的裂解工段等。

(二) 乙类生产

乙类生产的火灾危险性特征是指在生产中使用或产生下列物质的生产。

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

使用或产生闪点大于或等于 28°C 至 $< 60^{\circ}\text{C}$ 的液体的厂房、车间、工段和部位均属于乙类火灾危险性的生产。例如：闪点 $\geq 28^{\circ}\text{C}$ 至 $< 60^{\circ}\text{C}$ 的油品和有机溶剂的提炼、回收、萃取、洗涤部位及其泵房；松节油或松香蒸馏厂房及其应用部位；醋酸酐精制工段，稀醋酸回收工段，乙二醇精制工段，己内酰胺厂房，甲酚厂房，樟脑油提取部位；环氯氧丙烷厂房，氯丙醇厂房；己二酸氨化、脱水制己二腈厂房，环己酮精制、肟化、转位、中和工段；酚精制、糖醛精制、煤油电化学精制、煤油硫醇氧化、煤油尿素脱蜡、煤油分子筛脱蜡工段；松节油精制部位；煤油灌桶间等。

2. 爆炸下限 $\geq 10\%$ 的可燃气体

使用或产生爆炸下限大于和等于 10% 的可燃气体的厂房、车间、工段和部位均属于乙类火灾危险性的生产。例如：一氧化碳净化部位及其压缩机室，发生炉煤气或鼓风机煤气的净化部位；氮压缩机房，氮制冷、氨水吸收厂房；尿素合成、气提厂房；氨接触氧化制硝酸厂房；硝酸铵中和部位等。

3. 不属于甲类的氧化剂

此类氧化剂在外界能量作用下也能分解，但比甲类的氧化剂较稳定，具有氧化性，能引起燃烧。生产和使用这类物质的厂房和部位有：发烟硫酸或发烟硝酸的浓缩部位；高锰酸钾厂房，重铬酸钠（红矾钠）厂房等。

4. 不属于甲类的化学易燃固体

此类易燃固体物质由于燃点低，易于燃烧，但比甲类易燃固体稳定，燃烧速度较慢。生产和使用这类物质的厂房和部位有：樟脑或松香提炼厂房；硫磺回收厂房；焦化厂精萘部位，对苯二甲酸生产厂房等。

5. 助燃气体

制取和使用的助燃气体的厂房和部位属于乙类火灾危险性的生产。例如：空气分离厂房，氧气站的空气分馏部位、氧气管道灌瓶部位等。

6. 能与空气形成爆炸性混合物的浮游状态的粉尘、纤维，闪点 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的液体雾滴

使用和产生可燃粉尘的厂房和部位，一旦因某种原因引起粉尘飞扬可与空气形成爆炸性混合物；雾化的可燃液体的雾滴也能与空气形成爆炸性混合物。例如：铝粉或镁粉厂房，金属制品抛光部位；镁粉厂房，使用煤粉的系统；面粉厂的碾磨部位；活性炭制造及再生厂房；谷物筒仓工作间；麻纺集尘系统等。

(三) 丙类生产

丙类生产的火灾危险性特征是指在生产中使用或产生下列物质的生产。

1. 闪点大于或等于 60°C 的液体

使用或产生闪点大于或等于 60°C 的液体的厂房、车间、工段和部位均属于丙类火灾危险性的生产。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；香料厂的松油醇部位和乙酸松油酯部位；苯甲醇厂房，苯乙酮厂房；焦化厂焦油厂房；甘油、桐油的制备厂房；油浸变压器室；机器油或变压器油灌桶间；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；苯甲酸厂房；苯乙酮工段；聚己内酰胺、尼龙66、聚对苯二甲酸二乙酯的聚合厂房等。

2. 可燃固体

可燃固体是指高熔点固体燃点在 300°C 以上、低熔点固体闪点在 100°C 以上，并作为化工原料和制品使用的可燃固体，以及燃点在 300°C 以下的天然纤维及其制品和农副产品。生产和使用此类物质的厂房和部位有：煤、焦炭、油母页岩的筛分、转运工段和栈桥或储仓；木工厂房，竹、藤加工厂房；橡胶制品的压延、成型和硫化厂房；针织品厂房，纺织、印染、化纤生产的干燥部位，棉花加工和打包厂房，服装加工车间；造纸厂备料、干燥工段，麻纺粗加工厂房，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，毛涤厂选毛厂房，印染厂成品厂房；电视机、收音机装配厂房，显像管厂装配工段烧枪间、磁带装配厂房，集成电路工厂的氧化扩散间、光刻间；泡沫塑料厂的发泡、成型、印片压花部位；饲料加工厂房等。

(四) 丁类生产

丁类生产的火灾危险性特征是加工处理的物质虽不燃烧，但在高温和熔化状态下进行的；处理加工和使用难燃物质；使用易燃、可燃物质作为燃料的部位。

(1) 对非燃烧物质进行加工，并在高热或熔化状态下经常产生强辐射热、火花或火焰的生产

例如：金属冶炼、锻造、铆焊、热轧、铸造、热处理厂房等。

(2) 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，灯丝烧拉部位，保温瓶胆厂房，陶瓷制品的烘干、烧成厂房；蒸汽机车库；石灰烧窑厂房，电石炉部位，耐火材料烧成部位；转炉厂房；硫酸车间焙烧部位；电极锻烧工段；配电室（每台装油量 $\leq 60\text{kg}$ 的设备）等。

(3) 常温下使用或加工难燃烧的物质生产

例如：铝塑材料的加工厂房，酚醛泡沫塑料的加工

厂房;印染厂的漂染部位,化纤厂后加工润湿部位等。

(五) 戊类生产

戊类生产火灾危险性特征是在常温下使用或加工非燃烧物质。

例如:制砖车间,石棉加工车间;卷扬机室;不燃液体的泵房、阀门室,不燃液体的净化处理工段;金属(镁合金除外)冷加工车间;电动车库;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、器械或车辆装配车间;氟里昂厂房,水泥厂的轮窑厂房,加气混凝土厂的材料准备、构件制造厂房。

二、生产工艺过程火灾危险性的评定

(一) 生产工艺过程

企业的生产工艺过程也称生产工艺技术过程,是指工人使用生产工具去改变劳动对象的形状、尺寸、成份、性质、位置等,使其成为预期产品的过程。如机器制造过程中的铸造、锻压、机加工;热处理、焊接、装配、涂漆等过程。生产工艺过程包括下列主要活动过程:

1. 生产准备过程

为制造新产品、改进老产品或者提供某种劳务而进行的生产前的一系列准备工作过程。主要包括产品设计、工艺设计、工艺设备设计、制造,新产品试制和试验等技术上的准备工作;原材料的准备工作(预加工处理);制定各种定额,制定生产工艺规程和注意事项;调整生产组织和劳动组织等组织上的准备工作等。

2. 基本生产过程

这个过程直接对物品进行加工或劳务的过程,即把劳动对象变为企业主要产品的生产过程。基本生产过程的类型主要有化合、分解、成型、调制、组合、劳务、转移等。对于具体企业具体产品来说,基本生产过程可以只采取一种类型,也可以是综合两种以上的类型。

3. 辅助生产过程

辅助生产过程是保证基本生产过程正常进行所从事的各项辅助生产活动,如动力生产与供应,工模夹具制造,设备维修等。

4. 生产服务过程

生产服务过程是为基本生产和辅助生产所进行的各种生产活动服务的,如原材料、半成品和工具的供应、保管、运输、质量检验、产品试验与理化试验等。

生产过程的上述四个组成部分,他们既是互相区分又是相互连系的。其中基本生产过程占据主导地位,是矛盾的主要方面。其余三个过程都是围绕基本生产过程进行的,为实现这个过程创造条件。

由于专用机器设备和劳动分工的发展,生产过程不仅被划分为各个工艺阶段或局部过程,而且每

一个工艺阶段或局部过程又被划分为不同的工种和一系列上下联系的工序。产品生产都是顺次经过相应的各道工序最后才成为产品。产品生产过程的各个工序在性质上是不完全相同的,可分为:工艺工序,使劳动对象发生物理或化学的变化的加工工序;检查工序,是对原材料、半成品或产品质量进行检验的工序;运输工序,是在工艺工序和检查工序之间运送材料、半成品和成品的工序。

(二) 生产过程火灾危险性的评定

若确定生产中的火灾、爆炸的危险程度,必须研究它的工艺过程。所采用的工艺过程在极有可能发生火灾的条件下处理易燃、可燃物质的过程,称为有火灾危险的工艺过程;如果所采用的工艺过程没有发生火灾的条件,且不处理可燃物质的过程,称为安全的工艺过程。

评定生产过程的火灾危险性,应包括发生火灾、爆炸的原因和条件以及火灾扩大蔓延的因素和条件。为此,要从如下几方面去分析评定:

1. 了解物质的火灾危险性

生产工艺过程的火灾危险性主要是取决于生产中使用、加工处理和产出物质的火灾危险性质。物质的火灾危险性大的,生产工艺过程的火灾危险性也就大。了解物质的火灾危险性对于选择工艺路线、工艺设备,拟定工艺规程,采取预防火灾措施都具有重要意义。

2. 分析工艺过程的火险因素和条件

具有火灾或爆炸危险性的物质若发生火灾或爆炸事故是有条件的。因此,要分析生产中所加工处理的物质在经受物理或化学变化时能被引发着火或爆炸的因素和条件。这些因素和条件包括物质的形态,反应的温度和压力,各种物料的混合比,物料杂质状况,机械设备传动和旋转部位的状况,所采用的工艺设备条件等。分析和研究这些因素和条件是为了采取预防对策,如建筑结构的防火要求,消防用水的要求,设备的防火防爆措施,及早地发现隐患的措施,采暖和通风的要求,工艺布置的防火安全要求,确定工艺安全操作规程等。

3. 分析工艺火灾扩大蔓延的条件

生产工艺过程有间歇式生产,有连续式生产,尤其是连续式生产过程,一旦某工序,某部位发生着火事故,如不加阻止,可使燃烧迅速扩大蔓延。这种蔓延是沿着工艺流程扩展的。容量大的设备和容器一旦大量泄漏物料,在短时间里由于物料的流淌和扩散,也会形成火灾扩大蔓延之势。布置生产工艺设备的厂房本身的耐火性能差,也是火灾条件下造成扩大蔓延的重要因素之一。工艺设备由于控制不当或误操作发生爆炸或突沸,可使火灾迅速向四周扩展。从这些方面评定工艺过程的火灾危险性是为了制定阻火防爆的设计措

施、操作规程提供依据和要求。

4. 不同性质生产的火灾危险性类别的评定

在生产过程中,如果使用或产生易燃、可燃物质的量较少虽然有着火的可能,但不足以构成火灾或爆炸的危险,可以按生产场所使用量大的物质性质的实际情况确定火灾危险性类别。

在一座厂房内或防火分区内有不同性质的生产情况下,其分类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%),且发生事故时不足以蔓延到其它部位,或采取措施能防止火灾蔓延时,可按火灾危险性较小的部分确定。

5. 评定操作人员的安全技术水平和消防设备状况

整个工艺过程的设备在运行中的火灾危险性同操作、安全管理人员有着直接的关系。操作和管理人员业务技术水平高,安全意识强,可以通过反馈信息,不断纠正和调整,消除隐患,确保生产的安全。因此,必须根据职工对消防安全的认识和实际控制能力,制订培训计划,使他们的消防知识和实际能力达到保证工艺安全的需求。对现有的消防设施和装备要评定其适用性和完整性,即火灾条件下这些设施和装备能否阻止火势蔓延。

第二节 生产工艺的防火防爆技术

在生产工艺过程中,采取的防火防爆措施,除了应考虑生产、使用、储运物质的性质外,还应充分考虑物质经过处理所发生的各种变化,并结合各种各样的工艺设备、工艺条件 and 环境因素等特点来采取综合、有效的防火防爆技术措施。

一、控制和消除可燃物质

(一) 用不燃或难燃材料、物料代替可燃材料、物料

例如,在可燃构件上覆盖或粉刷防火保护层可提高其耐火极限。如在木板和可燃材料上粉刷水玻璃调制的无机防火涂料,其耐火温度可达1200℃;木吊顶阁棚板条抹灰浆厚2cm可变成难燃烧体,增加耐火极限0.50小时。

用不燃清洗剂代替汽油或易燃溶剂清洗沾油机件和零件。市面出售的金属清洗剂有741、761、781、6501、6503、664、SP-1、ATC-S等。也可自制以水代油的洗涤剂。例如:

1kg水加热到60~80℃,再加20g无水碳酸钠,5g乳化油脂(苏州特种油脂厂产品)、1号亚硝酸钠,搅

拌均匀,即可使用。用此洗涤剂清洗零件,不需再清洗,捞出来晾干即可。

适于春、夏、秋季用的洗涤剂。取洗衣粉1kg、水玻璃0.5kg、汽油(柴油)1kg、水5kg,混合搅拌均匀即可使用。适于冬季用的,按重量水玻璃、洗衣粉、水分别取8%、15%、77%,混合搅拌均匀并加热到30℃。零件洗涤后,要用清水冲洗擦干。

生产中用不燃或难燃物料取代可燃物料。某些化工、制药生产常常使用大量易燃溶剂,可考虑通过工艺的改进,以不燃的或危险性较小的液体作溶剂时,沸点在110℃以上的液体常温下一般不会形成爆炸浓度。

[例] 醋酸戊酯20℃时的蒸气压为6mmHg,其浓度C为44g/m³。

$$C = \frac{MP \times 10^3}{RT \times 760} \approx \frac{MP}{17.8} \quad (7-1-1)$$

式中:

C——浓度; mg/L 或 g/m³;

M——分子量;

P——饱和蒸气压, mmHg;

R——气体常数;

T——绝对温度(取常温20℃)

根据上述公式

$$C = \frac{130 \times 6}{17.8} \approx 44 \text{ g/m}^3$$

可见醋酸戊酯常温下的浓度仅是其爆炸下限的三分之一(醋酸戊酯的爆炸浓度极限为119~541 g/m³)。其它危险性较小的物质列于表7-1-1中。

表 7-1-1 1毫米汞柱蒸气压含有的可燃物量

物质名称	沸点 (℃)	20℃时的蒸 气压 (mmHg)	浓度 (g/m ³)	每1毫米汞柱压力所 具有的浓度 (g/m ³)
丁 醇	114	4	16	4.00
乙二醇	126	8	58	7.20
氯 苯	130	9	57	6.30
二甲苯	135	10	60	6.00

用不燃液体溶剂代替可燃液体,此类物质有甲烷的氯衍生物(二氯甲烷、四氯化碳、三氯甲烷)及乙烯的氯衍生物(三氯乙烯)。例如,为了溶解脂肪、油、树脂、沥青及油漆的生产作业,可用四氯化碳去代替危险性的液体溶剂。

(二) 防止形成爆炸性混合物

1. 防止物料泄漏和空气渗入

生产过程中处理的液态物料具有流动性,气态物料和粉尘具有扩散性,这些物质如果生产、输运、贮存和使用的设备、容器和管道密封不好或操作不当,就会发生跑、冒、滴、漏现象,以致物料在空气中形成爆炸性混合物。在负压条件下操作时,如果设备、管道密封

不好,空气渗入设备内也会形成爆炸性混合物。一般来说,渗漏多发生在设备主体连接处以及设备的封头盖、人孔盖、观察孔、液位计、取样口,管道和管件的连接处以及设备转轴与壳体的密封处等。

防止渗漏措施:

(1) 正确选择连接方法。设备与管道的连接、管道之间的连接应尽量采取焊接方法,如使用法兰连接,衬垫要严密,螺栓要拧紧。

(2) 正确选择密封垫圈。选用密封垫圈要考虑工艺温度、压力和介质的要求。普遍采用石棉橡胶垫圈;在高温、高压和强腐蚀介质中,宜采用聚四氟乙烯塑料或金属垫圈。

(3) 设置检测仪器。在可能渗漏的部位应装设泄漏检测器。物料注入和排出较频繁的设备或容器,可装液面检测仪表,以防物料充装超量外溢。

(4) 操作的安全要求。设备不得在室内放空,应使用放空管将气体排出室外。若不能直接向室外排空时,必须采取强制通风措施。安设放空管的高度,应考虑排放出的可燃气体飘逸的浓度。排放气体在不同高度和不同风速条件下的地面气体最大浓度值的计算,可采用 π 、 μ 安德烈也夫公式:

$$C = 0.0655 \frac{G}{\omega (H + \Delta H)^2} \quad (7-1-2)$$

式中:

C ——地面气体最大浓度, g/m^3 ;

ω ——风速, m/s ;

G ——漏逸气体量, g/h ;

H ——放空管距地面高度, m ;

ΔH ——气流上升高度(从管口起计算), m ;

$$\Delta H = \frac{1.9 \times d \times \omega_{\text{气}}}{\varphi \times \omega}$$

d ——排空管直径, m ;

$\omega_{\text{气}}$ ——气体流速, m/s ;

φ ——修正系数

$H + \Delta H$

$H + \Delta H$	20	60	100
φ	1.15	1.8	1.5

[例] 某馏分装置排放乙烯,管径 100mm,距地面高 10m,排放速度为 200kg/h,风速为 2m/s,管口气体流速为 20m/s。装置附近有管式炉。问地面气体浓度有无爆炸危险?

[解] 求 ΔH , 由于 $H + \Delta H$ 小于 20m, 故 $\varphi = 1.15$

$$\Delta H = \frac{1.9 \times d \times \omega_{\text{气}}}{\varphi \times \omega} = \frac{1.9 \times 0.1 \times 20}{1.15 \times 2} = 1.65m$$

则地面气体浓度得

$$C = 0.0655 \frac{G}{\omega (H + \Delta H)^2} = \frac{200000}{2 (10 + 1.65)^2} = 48g/m^3$$

答: 乙烯爆炸下限为 35g/m³, 而地面乙烯浓度超过爆炸下限, 且有明火源, 故有爆炸危险。

在负压下操作, 特别是在清理、检查、测量需要打开阀门或其它开口时, 必须严格控制, 避免吸入大量空气, 否则应停车按规定处理。通过截面不大的孔隙吸入的空气量可按下式计算:

$$Q = \mu A \sqrt{\frac{2gH}{r}} \cdot \frac{T_1}{T_0} \quad (7-1-3)$$

式中:

Q ——吸入空气量, m^3/s ;

μ ——流量系数, 空气 $\mu = 0.6$;

A ——孔隙面积, m^2 ;

r ——空气的重度, $1.24g/m^3$;

H ——负压值 mm 水柱或 Pa;

g ——重力加速度, $9.81m/s^2$;

T_1 ——吸入空气处的设备内部温度, K° ;

T_0 ——空气温度, K° ;

[例] 试确定在生产率为 2m³/s 的乙炔化学清洗器中通过管道上未关闭的 75mm 直径开关吸入空气, 是否有形成爆炸浓度的危险? 管道中气体温度为 80℃, 真空度为 800mmH₂O, 空气温度等于 0℃。

[解] 求 A , $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.14 \times 0.075^2}{4} = 0.0044m^2$

代入公式得

$$Q = \mu A \sqrt{\frac{2gH}{r}} \cdot \frac{T_1}{T_0} = 0.6 \times 0.0044$$

$$\sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times 800}{1.24}} \times \frac{(273 + 80)}{273} = 0.38m^3/s$$

按乙炔 2m³/s 生产率, 则空气占:

$$C = \frac{V}{V + V_2} \times 100 = \frac{0.38}{0.38 + 2} \times 100 = 15.96\%$$

说明设备内乙炔的实际浓度为 84.04%, 超过爆炸上限 80%, 爆炸危险性较小。设备维修前, 必须将其内部残留的物料彻底排净。向设备内或向袋内装粉尘时, 应将其开口面积限制在必要的最小限度, 尽量采用漏斗或溜槽进行装入作业。操作阀门时, 不要用力过猛。

(5) 平时注意维修, 保养。在岗位巡回检查中, 如发现配件、填料破损要及时维修和更换, 经常紧固松驰的法兰螺栓。在易泄漏液态物料的部位, 应设置接受泄漏物料的托盘或槽等。

(6) 检漏试漏, 保证密封性。设备系统投产前, 大修后开车前, 应结合水压试验用压缩空气或氮气做气密试验。即使设备内的压力升到一定数值, 保持一段

时间,如果压力不降低或降低不超过规定值,就认为合格。或者向设备内充入气体,待达到规定的压力后,观察其气密性。检漏方法可用肥皂水喷淋在焊缝、法兰连接处,如发现起泡即为泄漏。亦可根据设备内物质的性质采取相应的检漏方法。如果设备内有氯气和盐酸气,可用氨水在设备各部位试熏,产生白烟处即为漏点;如果设备内有酸性或碱性介质,可利用 pH 试纸检验。

2. 防止可燃气体、蒸气和粉尘的滞留

在能够散发可燃气体、蒸气和粉尘的场所,为防止形成爆炸性混合物应采取有效的通风措施。

(1) 自然通风。大量处理可燃气体和液体的设备和装置,应尽量采取露天布置或安装在半敞开的建筑物内。如果是室内布置时,应尽可能将窗、门敞开,保证良好的通风换气条件。

(2) 强制通风。在处理可燃气体或液体,且通风不良的场所,如门窗少的建筑物或较密闭的设备内以及排液沟等处,在喷漆、洗涤等工序,在开敞状态下处理可燃粉尘的场所,在研磨、粉碎、磨光等能产生可燃粉尘的场所,为了及时清除设备上的粉尘,应设置送风和排风的强制通风机械装置。散发可燃气体、蒸气的场所内的空气不可在循环使用时,其排风和送风装置应独立设置;对于散发了可燃粉尘或纤维的生产厂房内的空气,需要循环使用时应经过滤净化处理。

(3) 防止可燃粉尘悬浮、飞散和堆积。厂房和设备的结构应考虑不易堆积粉尘,并易于清扫和清除沉积的粉尘;配管弯曲部分和连接部分以及防护罩等处的结构应是易于清除沉积粉尘的结构;为防止粉尘大范围飞散,在开敞条件下处理粉尘的设备,应在必要的地点设置隔离墙。

3. 严格清洗或置换设备和管道

对于加工、输送、贮存可燃气体的设备、容器、机泵和管道等,在进气前必须用惰性气体置换其内部的空气,防止进气时与空气形成爆炸性混合物。在停车前,同样需要用惰性气体置换掉设备内的可燃气体。特别是检修时需要动火或出现其它着火源时,设备内的可燃气体或蒸汽,必须经置换、分析合格后,才能进行检修。

对于盛放过易燃、可燃液体的桶、罐、容器以及其它设备,动火焊补修理前,必须用水或水蒸气将其中残余的液体及沉淀物彻底清洗干净。

置换、清洗操作和动火分析均应符合要求,按操作规程执行。

4. 惰性介质保护

用惰性介质保护是防止形成爆炸性混合物的重要措施。工业生产中常用的惰性气体有氮气、二氧化碳、水蒸气和烟道气等。在防火技术上,惰性气体常在以下

几种场合使用。

(1) 易燃固体物质的粉碎、研磨、筛分、混合及粉末输送时,可采用惰性气体保护。

(2) 处理有火灾爆炸危险物料的系统,当其开车、停车、动火时,可用惰性气体置换。

(3) 具有着火爆炸危险的工艺装置、贮罐、管路等处配有惰性气体管线,以备在发生危险时使用。

(4) 易燃液体可用惰性气体压送。

(5) 在有爆炸危险场所,非防爆电气设备、仪表等可充氮进行正压保护。

(6) 几种物料混合反应易形成爆炸混合物时,其混合器和反应器可充入惰性气体进行稀释保护。

(7) 当发生易燃易爆物料泄漏或跑料时,可用惰性气体冲淡、稀释,着火时用于灭火。

在使用惰性介质时,应根据不同的物料系统采取不同的供气系统和惰性介质,值得注意的是,必须谨防危险物料窜入惰性气体系统。

惰性气体用量计算。惰性气体的需用量一般可根据加入惰性气体后氧的浓度降低到不致于发生爆炸这样一个界限来计算。表 7-1-2 列出的可燃物与空气的混合物在加入惰性气体后成为不爆混合物时氧的最高允许浓度(体积百分数)

表 7-1-2 部分可燃物质量最高允许含氧量%

可燃物质	用 CO ₂	用 N ₂	可燃物质	用 CO ₂	用 N ₂
甲 烷	11.5	9.5	氢	5	4
乙 烷	10.5	9	一氧化碳	5	4.5
丙烷、丁烷	11.5	9.5	丙 酮	12.5	11
汽 油	11	9	苯	11	9
乙 烯	9	8	煤 粉	12~15	—
内 烯	11	9	麦 粉	11	—
乙 醚	10.5	—	硫磺粉	9	—
甲 醇	11	8	铝 粉	2.5	—
乙 醇	10.5	8.5	锌 粉	8	—
丁二醇	10.5	8.5			

惰性气体的用量可根据表 7-1-2 的数据用下列公式计算。

(1) 所使用的惰性气体不含氧及其它可燃物

$$V_x = \frac{21 - C_o}{C_o} \cdot V \quad (7-1-4)$$

式中: V_x ——惰性气体用量, m³;

C_o ——氧的最大允许浓度, % (由表 7-1-2 查得);

V ——设备中原有的空气体积 (其中氧占 21%)

[例] 一个处理乙烯的设备, 用氮气保护, 设备内原有空气容积为 100m³, 试问充多少氮气才能保证安全?

[解] 查表 7-1-2, 乙烯充氮保护的最低氧含量为 8%, 则充氮量应为:

$$V_x = \frac{21 - C_0}{C_0} \cdot V = \frac{21 - 8}{8} \times 100 = 162.5 \text{ m}^3$$

(2) 使用的惰性气体含有部分氧

$$V_x = \left[\frac{21 - C_0}{C_0 - C_0'} \right] \cdot V \quad (7-1-5)$$

式中:

C_0' ——惰性气体含氧浓度, %。

(3) 用水蒸气作惰性介质。

$$W = 0.284V \quad (7-1-6)$$

$$V_{\text{水蒸气}} = 0.35V \quad (7-1-7)$$

式中:

W ——水蒸气的用量, kg;

$V_{\text{水蒸气}}$ ——水蒸气的用量, m^3 ;

V ——被保护的体积, m^3

向有爆炸危险的气体或蒸汽中充填保护气体时, 应注意保护气体的漏失和空气的渗入。为了防止事故发生, 应当进行漏失量的测定。影响漏失量的因素有不严密处和设备周围的空气压力等。由于充入惰性气体的浓度是随时间而变化的, 故应考虑每分钟的漏失量是多少 m^3/min 。

惰性气体对分解爆炸性气体有抑制爆炸的作用。具有分解爆炸危险的气体, 如果超过其分解爆炸的压力是危险的, 为此, 可采用添加惰性气体的方法进行稀释, 以抑制爆炸的发生, 通常把抑制爆炸发生所必须的稀释气体浓度, 作为分解爆炸性气体——稀释气体的爆炸临界浓度, 此值可由实验得出。

(三) 控制溢料和泄漏

生产过程中防止溢料和泄漏是控制和消除可燃物质的重要措施。

造成溢料的原因很多, 大致与反应物料的构成、反应温度、加料速度、物料发泡性质等因素有关; 造成物料泄漏的原因, 可能有设备损坏, 管道破裂, 人为操作失误, 反应失控等原因。

为控制溢料和泄漏, 避免和减少发生火灾爆炸的危险, 要在工艺指标控制、设备结构形式等方面采取措施。

1. 采取两级控制

一些容量大的设备、容器或重要的设备, 为防止物料泄漏, 重要的阀门应采取两级控制。例如, 聚合釜下面的切断阀其控制关系如下:

控制室的控制阀	现场控制阀	切断阀
开	开	开
关	关	关
关	开	关
关	关	关

由此可见, 切断阀必须是控制室和现场两级控制阀都打开时才能打开, 缺一不可。

2. 设置远距离遥控断路阀

对于危险性大的装置, 为在装置发生异常时能立即与其他装置隔离, 应设置远距离遥控断路阀。为防止误操作, 重要控制阀的管线应涂色, 以示区别, 或采取挂标志、加锁等措施。仪表配管也要涂以颜色加以区别。各管道上的阀门要保持一定的距离。

3. 防止管线震动

震动往往导致管线焊缝破裂。震动是由于机械性能原因和流体脉动造成的, 也可能是由于气液相变化造成的。如气体输送, 有时因流量和温度等变化引起冷凝液急速流动, 会造成水锤现象, 从而出现意想不到的事故。因此, 管线安装时要牢固, 尽量减少机械震动和水锤现象。

4. 要注意排放安全

在生产过程中, 为使装置正常运转, 要进行排水、采样、抽液、排气等操作。操作时, 要把气、液排放到装置外的安全地点。有些有机物, 如硝基苯、硝基甲苯、苯胺、苯酚等蒸馏残液的排放, 有火灾爆炸危险, 因此对此类有机物的排放应采用氮气或水蒸气保护。

5. 设备保温材料要有防渗漏的措施

保温材料不密闭, 有可能渗入易燃物, 在高温下达到一定的温度或遇明火就会发生燃烧。生产中保温材料采用泡沫水泥砖、膨胀蛭石、玻璃纤维、聚氨酯泡沫等材料, 外涂水泥或包玻璃纤维布。这种结构易损坏, 保温效果不良, 一些有机物泄漏后易渗入保温夹层中, 久而久之逐渐积累是很危险的。在苯酐生产中, 就曾发生过由于物料渗入保温层中, 引起爆炸事故。因此, 可能接触易燃物的保温材料要采取金属薄板包敷, 或用塑料涂层等措施。

二、控制或消除点火源

所谓点火源就是能够使可燃物与助燃物发生燃烧反应的能量来源。点火能量来源常见的是热能, 还有电能、化学能、机械能和光能, 这些能量对可燃物与助燃物的作用, 最终以热能形式表现出来。按产生能量来源的不同, 点火源可分为七大类: 明火焰、撞击与摩擦、化学反应热效应、电火花和静电火花、高温物体、日光照射与聚焦和绝热压缩。

为了预防火灾或爆炸事故, 最重要的是防止可燃物质着火, 这是基本的防火措施, 因此, 事前要十分熟悉引起物质着火的点火源有哪些, 必须结合具体场所制定和执行对点火源的适当管理方法。

(一) 控制和消除明火焰

工业生产中常见的明火有加热用火, 如蒸汽锅炉、加热炉、反应炉的火焰, 熬炼用火, 维修用火等明火源。

1. 与明火源应有防火安全间距

凡是用明火加热的设备必须与有火灾爆炸危险的

生产装置、贮罐区相隔一定的防火间距,此间距应符合有关防火规范所规定的要求,以防止设备泄漏而引起火灾。

2. 采用安全的加热方法

加热或熬炼物料时,尽量不用明火,采用较安全的加热方法,如用水蒸气,其他载体进行加热,或用电热方法,如果采用明火加热方法,则必须注意:受热设备应该严格密闭,不漏损;燃烧室(炉灶)应与设备分开设置或采取隔离措施,炉灶和烟道不得有裂缝、窜火现象;熬炼设备不要盛装过满,物料含水、杂质过多要经处理方可使用,防止溢料着火;锅灶设计上可采用“死锅活灶”,以便随时撤出灶火。

3. 防止焊割作业火花和熔珠

焊割作业时产生的高温火花和飞溅的熔珠可引起可燃物料着火。防止焊割作业引起火灾的办法有:焊割地点距易燃易爆的危险场所(如油罐区、气柜、堆垛、厂房等)应保持一定的防火间距;动火场所周围要清除可燃物,如不便清除时,可用石棉被或其他耐火材料遮盖和隔绝;电焊导线应保持绝缘良好,接地线不能连接在易燃物生产设备上,以防因接触不良产生高温或打出火花;所要焊接的金属件的另一端不准堆放可燃物;焊割完毕,应仔细检查现场,确认无着火危险时方可离开。

4. 防止烟囱飞火

防止烟囱飞火引起火灾的办法:炉膛内燃烧要充分;烟囱要有足够的高度;烟囱周围一定距离内不得搭建易燃建筑,不得堆放可燃物质。烟囱上可设除尘装置,定期通刷烟囱,消除烟灰、油垢等。

5. 控制机动车排气管的火星

机动车辆不准随便进入有火灾爆炸危险的场所,如果必须驶入时,要在其排气管上装设火花熄灭器(或叫防火帽),并与危险物料保持一定间距。

(二) 防止撞击火星和控制摩擦热

一般来说,当两个表面粗糙的坚硬物体互相猛烈撞击或摩擦时,有时产生火花,这种火花可认为是撞击或摩擦下来的高温固体微粒。若火星的微粒是0.1mm和1mm的直径,则它们所带的热能分别为1.76mJ和1760mJ,足能点燃可燃气体、蒸汽和粉尘。

1. 产生火星和摩擦热的方式

机器的运转部分由于润滑不良而摩擦生热(俗称研轴);用铁工具敲打设备,或工具掉落混凝土地面撞击产生火星;金属零件、硬性杂质混入粉碎机、反应器、提升机、研磨机、螺旋给料机及设备内,打击出火星;铁质导管或容器突然爆裂时,会造成摩擦起火;在石油等易燃液体贮罐上,盖各种孔盖时过猛,摩擦、撞击产生火星;操作人员穿带钉的鞋走动摩擦打火;锯与木材

上的铁钉碰击打火等。

2. 撞击与摩擦可能成为点火源的单位

各类化工厂,石油炼制生产,制药厂,易燃液体、可燃气体和液化气的容器和贮罐区,棉花、麻、草类、纸张、锯末、刨花、面粉、糖、铝粉等加工贮存区等。

3. 防止磨擦、撞击生热的措施

(1)对机械的运转摩擦部位要及时润滑或更换润滑油,并且经常保持机械的清洁,清除其表面上的油污和可燃粉尘。

(2)机械设备凡是可能发生撞击和摩擦的部分,应采用不同的金属制造或包覆。铝、铜、铍青铜和铍镍等材料都是防止撞击火星的材料。

(3)粉碎、研磨可燃物料的设备、加工处理疏松材料的设备应安装磁铁分离器,以除掉物料中的铁质杂质。处理特别危险的物质,如硫、电石等不宜使用磁铁分离器的设备,应采用惰性气体保护。

(4)搬运盛装可燃气体和易燃液体容器时,不得抛掷、拖拉、震动。

(5)使用的扳手、锤子等工具应采用有色金属或合金制造。如铍青铜制的防爆工具与钢同样坚硬,且不打火。

(6)易燃易爆场所,禁止穿钉子鞋,地面应用不发火的材料建造。

(三) 防止电火花和静电放电

电火花是一种电能转变成热能的常见点火源。电火花大体有:高电压的火花放电,当电极带高压电时,电极周围的部分空气被电击穿,产生的电晕放电现象;短时间的弧光放电,一般指在开闭回路、断开配线、接触不良、短路、漏电及灯泡破碎等情况下发生的极短时间的弧光放电;接点上的微小火花放电,一般指在自动控制用的继电器接点上或在电动机的整流子或滑环等器件上,随着接点的开闭而产生的小火花放电。通常的电火花能点燃可燃气体、蒸汽或粉尘与空气形成的爆炸性混合物,火花能量较高时也能点燃堆积的可燃粉尘、杂草、棉花等可燃物质。

防止产生电火花和静电火花的基本措施:

1. 选择有防爆性能的电气设备

在有易燃易爆危险的场所,所使用的电气设备必须考虑,防止产生火花、电弧和危险温度的有效措施。不同的要求在不同的防爆设备的结构上形成了不同的形式,就是说不同形式的设备具有不同的防爆性能。各种形式所具有的防爆性能详见第五篇“电气防火”一章。

在有爆炸危险场所内选用电气设备的级别和组别应不低于场所内爆炸性混合物的级别和组别。

2. 根据环境选用电气线路

整个电气线路必须要考虑生产环境的影响,如有腐蚀性介质时,线路绝缘材料要耐腐蚀;周围环境的温、湿度,工业生产车间一般温度不超过 40℃,而有些厂房的温度可达 40~50℃,有些冷却、物料冲洗工段的湿度大,这对电气设备和线路的绝缘都有很大影响;露天安装时,由于受到雨雪的侵袭,大气冷热的剧烈变化,强烈的日光照射等都会对电气设备和线路的绝缘产生不良影响。

3. 线路保护装置应可靠有效

电气线路中的各种保护装置应经常维护和检查,保证正常运行。保险丝应按规定容量配装。线路接头应牢固,以防接触电阻过大。输送有易燃易爆物料的管路与电气线路应保持一定的距离,以免物料泄漏喷到线路上引起着火爆炸。在有爆炸危险场所,应尽量不采用移动式或携带式的电气设备。

4. 防止静电放电的措施

(1) 选择合适的材料。如选用金属管代替塑料管,以利导除静电荷。橡胶中可调入金属粉末制成导电橡胶。导电橡胶制成的导电鞋可用于导除人体产生的静电。化纤衣服易使人体产生静电,因此在有爆炸危险场所不应穿化纤衣服。用皮带输送物料时,皮带和托辊应用导电性材料制造,并应将其接地。

(2) 控制流速。易燃液体在输送管道内的流速越快,产生的静电荷越多。同样流量,其管径越小流速越快。烃类燃料油在管道内的流速与管径的关系应满足式(7-1-8)的要求:

$$v^2 D \leq 0.64 \quad (7-1-8)$$

式中:

v ——液体流速, m/s;

D ——管径, m

管道输送液体时,管道内壁应光滑,尽量减少管道的弯曲和收缩部位,过滤器应尽量设置在液体来源处。

液体流速建议采用西德化学工业协会推荐的控制指标,见表 7-1-3。

表 7-1-3 输送管径与流体流速

输送管直径 (mm)	液体流速 (m/s)
10	8.0
25	4.9
50	3.5
100	2.5
200	1.8
400	1.3
600	1.0

(3) 尽量消除附加静电。向贮罐注油时,应将注油管延伸到容器底部,其方位应有利于减轻容器底部积水或沉淀物的搅动,也可以在注油前将罐底积水和沉淀物排掉。对油罐进行检测液量时,应采用液位计检

测,如用检尺检测时,应控制检尺器具缓慢地出入液体。输送气体的管道在使用前应进行清扫,清除铁锈、灰尘等杂物,防止杂物颗粒在管内流动摩擦。

(4) 保证设备良好接地。凡是用来加工、贮存,输送各种易燃液体、可燃气体和粉尘的设备、管路都必须有良好的接地。能被感应带电的金属导体设备亦应采取接地措施。防静电接地可与设备的防雷接地、防电器漏电接地等装置连接在一起。两个金属导体之间互相绝缘时(如管道法兰之间有橡胶垫圈)应采用跨接方法。

(5) 增湿方法。在有爆炸危险场所,增加大气的湿度是消除电介质物料带电的有效方法。增湿可采取地面洒水或喷水蒸气等措施,一般应使环境中的相对湿度大于 65%。绝缘体上如有厚度为 10^{-5} cm 的水膜,就能导除一般静电荷。

(6) 添加抗静电剂。抗静电添加剂可使非导体材料增加吸湿性或离子性,使其电阻系数降低到 $10^6 \sim 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下。抗静电添加剂种类繁多,其使用要根据使用对象、目的、物料的工艺状态以及成本、腐蚀性和使用场合有效性等具体情况进行选择。例如,按重量计每 100g 橡胶中加入 20~30g 碳黑,橡胶的电阻率就可由 $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 降到 $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 。

(四) 防止高温物体

高温物体一般是指在一定环境中能够向可燃物体传递热量导致可燃物着火的具有较高温度的物体。工业生产中常见的高温物体有:烟囱表面、电炉、电烙铁、白炽灯泡表面、铁水、熔渣、加热的金属零件、水蒸气管道和散热片、热油管道、高温反应器和容器表面、干燥设备表面、机动车排气管等。温度高、体积大的高温物体因散发热量多,一般可点燃大部分气、液、固体可燃物质。

防止高温物体点燃可燃物质的措施:

1. 可燃物不可与高温物接触

要防止可燃物质、物料与高温设备、管道表面接触。可燃物质的排放口应远离高温表面。沉落在高温表面上的可燃粉尘要及时清除。

2. 高温物体要有隔热保护

工艺装置中的高温设备和管道要有隔热保温措施。隔热材料应为不燃材料。

3. 可燃物质和能散发可燃气体、蒸汽的设备应远离烟囱

从调查实例来看,烟囱高度越低,飞火现象越严重。日本东京消防厅统计了东京地区 1964~1966 年发生的 300 起烟囱火星引起的火灾,高度低的烟囱飞出火星引起火灾起数占绝大多数,风速小于 7m/s 的天气飞火引起火灾的占多数,烟囱高度超过 30m 的,则