

一、安全评价依据和程序	(239)
二、安全评价方法	(239)
第四节 危险度评价方法	(262)
一、危险度评价法步骤	(262)
二、危险度评价法实例	(264)
第五节 化工厂危险程度分级法	(266)
一、评价程序和方法	(266)
二、实例(硝基苯生产工艺流程安全评价)	(268)
第六节 定量风险评价法	(270)
一、定量风险评价方法	(270)
二、风险级别和可接受风险的确定	(271)
三、定量风险评价示例	(272)
第七节 “达信”风险评价法	(273)
一、达信风险评价方法步骤	(273)
二、达信风险评价示例	(274)
三、美国达信风险评价的特点与局限性	(277)
第六章 事故分析评价方法	(279)
第一节 人的不安全因素评价	(279)
一、人失误的原因分析	(279)
二、人失误的特点分析	(279)
三、人失误的行为分类	(280)
四、人的不安全因素表现模式	(281)
五、人因失效模式根本原因分析	(282)
六、屏障分析	(282)
七、人因失效的影响评定	(283)
八、失效等级评价	(283)
九、人因失效的 FMECA 表	(283)
第二节 原因 - 后果分析方法	(284)
一、原因 - 后果分析步骤	(284)
二、原因 - 后果分析实例	(285)
第三节 事故后果模拟分析	(286)
一、火灾事故后果模拟	(287)
二、爆炸事故后果模拟	(289)
三、泄漏事故后果模拟	(291)
第七章 企业安全综合评价方法	(297)
第一节 神经网络评价方法	(297)
一、神经网络的原理	(297)
二、运用神经网络进行安全评价	(301)

三、储运条件	(384)
四、废弃物处理	(387)
五、危险化学品经营许可证	(387)
第四节 危险化学品经营单位人员培训和考核管理	(387)
一、法定代表人或经理的培训和考核	(387)
二、企业业务经营人员和安全管理人员的培训和考核	(391)
第五节 危险化学品进出口安全管理	(394)
一、欧盟《危险化学品进出口管理法规》	(394)
二、我国化学品进出口管理规定	(404)
第三章 危险化学品安全储存技术	(407)
第一节 危险化学品储存的危险性分析	(409)
一、危险化学品储存过程事故分析	(409)
二、化学品混合储存的危险性分析	(411)
三、危险化学品储存场所布置和操作危险性分析	(416)
四、危险化学品储存场所安全对策措施	(417)
第二节 危险化学品储存通则	(418)
一、危险化学品储存的基本要求	(418)
二、储存场所的要求	(419)
三、储存安排及储存量限制	(420)
四、养护	(420)
五、出入库管理	(421)
六、消防措施	(421)
七、废弃物处理	(421)
八、人员培训	(421)
第三节 易燃易爆品的安全储存	(422)
一、储藏条件	(422)
二、安全条件	(422)
三、环境卫生条件	(422)
四、入库验收	(423)
五、堆垛	(426)
六、养护技术	(427)
七、安全操作	(427)
八、储藏期限	(428)
九、出库	(428)
十、应急情况处理	(428)
第五节 毒害品安全储存	(429)
一、储藏条件	(429)
二、入库验收	(429)
三、堆垛	(430)

第五节 危险源辨识	(753)
一、第一类危险源辨识	(754)
二、第二类危险源辨识	(755)
第六节 危险性评价	(755)
一、危险性评价概述	(755)
二、危险性评价方法	(757)
第七节 危险源控制	(769)
一、防止事故发生的安全技术	(769)
二、避免或减少事故损失的安全技术	(772)
三、安全监控系统	(775)
第八节 重大危险源管理	(776)
一、重大危险源概念	(777)
二、国际劳工组织关于重大危险源的管理	(777)
三、我国重大危险源管理	(781)
四、重大危险源与重大事故预防	(788)
第九节 危险化学品事故预防	(791)
一、技术措施	(791)
二、管理措施和理念	(792)
第二章 危险化学品安全管理	(795)
第一节 与危险化学品安全管理有关的国家法律、法规与标准	(795)
一、与危险化学品安全管理有关的国家法律	(795)
二、与危险化学品安全管理有关的国家法规与部门规章	(796)
三、与化学品安全管理有关的标准	(797)
四、有关的国际公约	(798)
第二节 《安全生产法》概述	(798)
一、《安全生产法》立法的经过	(798)
二、《安全生产法》立法的背景	(800)
三、《安全生产法》立法的必要性	(801)
四、《安全生产法》立法的重要意义	(802)
五、《安全生产法》的基本内容	(804)
第三节 《危险化学品安全管理条例》概述	(821)
一、《条例》修订的背景	(821)
二、《危险化学品安全管理条例》的特点	(823)
第四节 《危险化学品安全管理条例》的基本内容	(824)
一、《条例》的宗旨	(824)
二、《条例》的适用范围	(825)
三、《条例》对十个执法部门的职责划分	(826)
四、《条例》确定的十五项管理制度	(828)
危险化学品安全管理条例	(851)

二、超声波检测	(968)
三、射线检测	(971)
四、磁粉检测	(974)
五、渗透检测	(976)
六、涡流检测	(978)
七、声发射检测	(980)
第五章 危险化学品经营储运使用安全管理	(985)
第一节 危险化学品经营单位安全管理制度	(985)
一、危险化学品经营单位安全管理制度种类	(985)
二、安全管理制度编写要点	(986)
第二节 储存的消防安全管理	(993)
一、储存物品的火灾危险性分类	(993)
二、库房的耐火等级、层数、占地面积和安全疏散	(994)
三、库房的防火间距	(996)
四、甲、乙、丙类液体储罐、堆场的布置和防火间距	(997)
五、可燃、助燃气体储罐的防火间距	(999)
六、液化石油气储罐的布置和防火间距	(1001)
七、易燃、可燃材料的露天、半露天堆场的布置和防火间距	(1002)
八、仓库、储罐区、堆场的布置及铁路、道路的防火间距	(1004)
九、仓库消防安全管理的基本要求	(1004)
十、储存消防安全管理	(1005)
十一、装卸消防安全管理	(1006)
十二、火源管理	(1007)
十三、消防设施和器材管理	(1007)
第三节 加油站安全管理	(1007)
一、油品的危险性	(1007)
二、加油站作业危险性分析	(1009)
三、加油站安全管理措施	(1010)
四、加油站的消防管理	(1014)
第四节 危险化学品运输的安全管理	(1016)
一、货物安全运输管理	(1019)
二、维修管理	(1020)
三、事故处理	(1020)
四、监督检查	(1020)
第五节 危险化学品铁路运输安全管理	(1020)
一、铁路运输安全管理基本要求	(1021)
二、包装和标志	(1021)
三、托运和承运	(1023)
四、按普通货物运输的条件	(1024)

二、三氧化二砷和五氧化二砷	(1253)
三、砷化氢	(1255)
四、二甲基胂酸	(1257)
五、磷	(1257)
六、磷化氢	(1260)
七、五氧化二磷	(1263)
八、磷酸	(1264)
九、三氯化磷	(1265)
十、五氯化磷	(1266)
十一、三氯氧磷	(1267)
十二、磷化锌	(1268)
十三、磷化铝	(1268)
十四、三硫化四磷及五硫化二磷	(1270)
十五、二氧化硫及三氧化硫	(1271)
十六、一氯化硫和二氯化硫	(1272)
十七、硫酸	(1273)
十八、硫化氢	(1274)
十九、二硫化碳	(1277)
二十、三氯化硼	(1280)
二十一、硼烷类	(1280)
二十二、硅酸盐	(1282)
二十三、四氟硅烷	(1283)
二十四、硒	(1283)
二十五、二氧化硒及三氧化硒	(1286)
二十六、硒酸及亚硒酸	(1287)
二十七、硒化氢	(1287)
二十八、二氯氧化硒	(1288)
第三节 卤元素及其化合物	(1289)
一、氟	(1289)
二、氟化氢	(1291)
三、氟化钠	(1293)
四、氟化硅	(1294)
五、氯	(1296)
六、氢氯酸和氯化氢	(1298)
七、氯化硅化合物	(1299)
八、二氧化氯	(1299)
九、溴化氢	(1300)
十、光气	(1301)
十一、氟光气	(1304)

四、燃烧过程	(1505)
五、燃烧速度	(1506)
六、燃烧热	(1507)
七、燃烧温度	(1509)
八、典型的燃烧产物及其毒性	(1510)
第三节 爆 炸	(1512)
一、爆炸现象及其分类	(1512)
二、化学爆炸及特征	(1514)
三、爆炸的破坏作用	(1516)
第四节 危险化学品危险反应分析	(1519)
一、与空气反应	(1519)
二、与水反应	(1519)
三、聚合反应	(1520)
四、分解反应	(1520)
五、混合接触自发进行的化学反应	(1521)
六、抑制危险化学反应发生的措施	(1522)
第五节 防火防爆基本措施	(1522)
一、控制可燃物的措施	(1522)
二、控制助燃物的措施	(1524)
三、控制点火源的措施	(1525)
第二章 各类危险化学品防火原理	(1528)
第一节 爆炸品	(1528)
一、爆炸品的分类	(1528)
二、爆炸品的危险特性	(1529)
三、着火应急措施	(1532)
第二节 压缩气体和液化气体	(1532)
一、压缩气体和液化气体的分类	(1533)
二、压缩气体和液化气体的危险特性	(1534)
三、压缩气体和液化气体溢漏、着火的应急措施	(1536)
第三节 易燃液体	(1537)
一、易燃液体的分类	(1537)
二、易燃液体的危险特性	(1538)
三、着火应急措施	(1542)
第四节 易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品	(1542)
一、易燃固体	(1543)
二、自燃物品	(1545)
三、遇湿易燃物品	(1551)
第五节 氧化剂和有机过氧化物	(1554)
一、氧化剂	(1554)

- a. 安全知识教育。使人员掌握有关事故预防的基本知识。
- b. 安全技能教育。使受教育者通过培训及反复的实际操作训练,逐渐掌握安全技能。
- c. 安全态度教育。目的是使操作者尽可能自觉地实行安全技能,搞好安全生产。

③其他管理措施。合理安排工作任务,防止发生疲劳和使人员的心理处于最优状态;树立良好的企业风气,建立和谐的人际关系,调动职工的安全生产积极性;持证上岗,作业审批等措施都可以有效地防止人失误的发生。

自燃物品系指自燃点低,在空气中易发生氧化反应,放出热量而自行燃烧的物品。

遇湿易燃物品系指遇水或受潮时,发生剧烈化学反应,放出大量的易燃气体和热量的物品。有的不需明火,即能燃烧或爆炸。

(5)第5类 氧化剂和有机过氧化物

氧化剂系指处于高氧化态,具有强氧化性,易分解并放出氧和热量的物质。包括含有过氧基的无机物,其本身不一定可燃,但能导致可燃物燃烧,与松软的粉末状可燃物能组成爆炸性混合物,对热、震动或摩擦较敏感。

有机过氧化物系指分子组成中含有过氧基的有机物,其本身易燃易爆,极易分解,对热、震动或摩擦极为敏感。

(6)第6类 有毒品

本类化学品系指进入肌体后,累积达一定的量,能与体液和器官组织发生生物化学作用或生物物理学作用,扰乱或破坏肌体的正常生理功能,引起某些器官和系统暂时性或持久性的病理改变,甚至危及生命的物品。经口摄取半数致死量:固体 $LD_{50} \leq 500\text{mg/kg}$,液体 $LD_{50} \leq 2000\text{mg/kg}$;经皮肤接触 24h,半数致死量 $LD_{50} \leq 1000\text{mg/kg}$;粉尘、烟雾及蒸气吸入半数致死量 $LC_{50} \leq 10\text{mg/kg}$ 的固体或液体。

(7)第7类 放射性物品

本类化学品系指放射性比活度大于 $7.4 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ 的物品。

$1\text{Ci}(\text{居里}) = 3.7 \times 10^{10} \text{Bq}(\text{贝可勒尔})$

(8)第8类 腐蚀品

本类化学品系指能灼伤人体组织并对金属等物品造成损坏的固体或液体。与皮肤接触在 4h 内出现可见坏死现象,或温度在 55% 时,对 20 号钢的表面均匀年腐蚀率超过 6.25mm/a 的固体或液体。按化学性质可分为酸性腐蚀品、碱性腐蚀品及其他腐蚀品三项。

对于未列入分类明细表中的危险化学品,可以参照已列出的化学性质相似,危险性相似的物品进行分类。

二、活性化学品

活性化学品是化学反应能力很强,可以释放出大量反应能量(如反应热、分解热、燃烧热等形式的能量)的化合物。活性化学品的主要危险是分解(或燃烧)反应,如果释放出的热量不能即时移除,就会造成热量积聚,从而引起爆炸和火灾。

活性化学品的火灾和爆炸危险性取决于化学品本身所具有的能量。活性化学品能进行激烈的自我反应或分解反应,迅速释放出热能,又称它们具有能量危险。具有能量危险的物质大多具有不稳定的结构,如爆炸性物质所特有的原子团见表 2-3。

表 2-3 爆炸性物质所特有的原子团

原子团	化合物名称	原子团	化合物名称
$-\text{C} \equiv \text{C}-$	乙炔化合物、炔烃	$-\text{NO}_2$	硝基化合物

理是非常重要的。

一、氧化反应

氧化与还原总是同时发生而又不可分开的两种反应,氧化有狭义的和广义的两种含义。

狭义的定义是物质与氧化合的反应是氧化。能氧化其他物质而自身被还原的物质称做氧化剂,能还原其他物质而自身被氧化的物质称做还原剂。

广义的定义是失去电子的作用是氧化,得到电子的作用是还原,即一种物质失去电子,同时另一种物质得到电子。会失去电子的物质是还原剂,会得到电子的物质是氧化剂。氧化还原反应是电子的传递,电子得失的数目必须相等。

氧化反应需要加热,反应过程又会放热,特别是催化气相氧化反应一般都是在 250 ~ 600℃ 的高温下进行。有的物质的氧化(如氨在空气中的氧化和甲醇蒸气在空气中的氧化),其物料配比接近于爆炸下限,倘若配比失调,温度控制不当,极易爆炸起火。

某些氧化过程中还可能生成危险性较大的过氧化物,如乙醛氧化生产醋酸的过程中有过醋酸生成,性质极不稳定,受高温、摩擦或撞击便会分解或燃烧。

对某些强氧化剂,如高锰酸钾、氯酸钾、铬酸酐等,由于具有很强的助燃性,遇高湿或受撞击、摩擦以及与有机物、酸类接触,均能引起燃烧或爆炸。

氧化过程中如以空气和纯氧作氧化剂时,反应物料的配比应控制在爆炸范围之外。空气进入反应器之前,应经过气体净化装置,清除空气中的灰尘、水汽、油污以及可使催化剂活性降低或中毒的杂质以保持催化剂的活性,减少起火和爆炸的危险。

氧化反应接触器有卧式和立式两种,内部填装有催化剂。一般多采用立式,因为这种形式催化剂装卸方便,而且安全。

在催化氧化过程中,对于放热反应,应控制适宜的温度、流量,防止超温、超压和混合气处于爆炸范围。为了防止氧化反应器在发生爆炸或燃烧时危及人身和设备安全,在反应器前后管道上应安装阻火器,阻止火焰蔓延;防止回火,使燃烧不致影响其他系统。为了防止反应器发生爆炸,应有泄压装置,对于工艺控制参数,应尽可能采用自动控制或自动调节,以及警报连锁装置。使用硝酸、高锰酸钾等氧化剂进行氧化时要严格控制加料速度,防止多加,错加。固体氧化剂应该粉碎后使用,最好呈溶液状态使用,反应时要不间断地搅拌。

使用氧化剂氧化无机物,如使用氯酸钾氧化制备铁蓝颜料时,应控制产品烘干温度不超过燃点,在烘干之前用清水洗涤产品,将氧化剂彻底除净,防止未起反应的氯酸钾引起烘干物料起火。有些有机化合物的氧化,特别是在高温下的氧化反应,在设备及管道内可能产生焦化物,应及时清除以防自燃。清焦一般在停车时进行。

在采用催化氧化过程时,无论是均相或是非均相的,都是以空气或纯氧为氧化剂,可燃的烃或其他有机物与空气或氧的气态混合物在一定的浓度范围内,如引燃就会发生分支链锁反应,火焰迅速传布,在很短时间内,温度急速增高,压力也会剧增而引起爆炸。

氧化反应系统,一般应设置氮气或水蒸气灭火装置。

全部存留热能是必要的,因此换热器应优先采用泵循环系统和风扇辅助的自然冷却系统。

如果可能,应将系统流程设计成在事故发生后至少 30min 内不需要操作员干预操作。过去发生的事故经验表明,事故条件下,操作员可能作出不正确的决策。

二、系统的工程化安全

系统的工程化安全是实现系统设计安全的工程保障,对系统本质安全的思想和设计要具体落实在工程上,即安全的工程化。在考虑工程化安全措施时,主要从以下二点出发:

(1)应确保施工及操作维护设备在灾难发生时不会产生故障。也就是说所有用于设备设计的条件应在操作范围内,材料的特性不变坏,并且工艺条件在指定的范围内。否则说工程化安全的首要任务是确保基础设计的基础是正常操作条件。

(2)工程化安全既确保不超越设计条件,又要确保即使超越设计条件,也有能在形成灾害之前就回复到安全位置的保护设备。

保护设备如:安全阀、止回阀、高低温报警和跳车、防爆电气设备、工艺流程联锁、火灾检测及消防系统等。

安全阀是在系统达到危险压力条件之前,通过报警和跳车来保护系统的最后一道防线。通过安全阀将危险物料排放到大气的保护措施应与环境保护标准相一致。

在防止压力与温度的偏差方面,既要考虑参数高的条件,又要考虑参数低的条件,由于发生低温故障的同时也会使得设备由于低温而冷脆,从而使得设备易破损,另外容器也会因为大的真空度而塌陷。

(3)工程化安全保护设备也会产生故障,所以不能过分地依赖于安全保护设备,在工程安全问题的处理中,首要任务是防止问题的发生。

三、系统设计阶段的安全保证

在系统设计阶段实行安全控制,确保按设计建成的装置投产后,符合职业安全卫生的要求,保障劳动者在生产过程中的安全和健康,减少和防止职工伤亡和职业病的危害。系统设计安全控制的方针是“安全第一,预防为主”,做到“生产必须安全,安全为了生产”。这样就要求系统在设计阶段做到:

- a. 预先了解危险的发生源;
- b. 预测这些危险源可能会造成的危险事故,分析危险事故可能造成的后果;
- c. 了解发生危险事故的必要条件;
- d. 提出各种预防措施,在设计中选定合适的措施;
- e. 研究危险事故发生后能防止灾害范围扩大的措施,在设计中选定合适的措施;
- f. 投产后查明这些措施产生的结果,作出总结,必要时提出改进的建议。

(1)设计阶段的安全保证组织

生产必须安全,职业安全卫生是系统设计不可分割的部分,系统设计组对设计装置的安全负有重大的责任。每个设计人员都有责任在设计工作中考虑职业安全卫生的要求,使设计符合国家标准、规范、法令的规定。系统设计的相关人员要肩负相应的设计安全保证。

取、过滤、干燥、粉碎等；储存，如固体、液体和气体物料的储存。

工艺流程图是描述过程的主要文件，它表示出了主要设备、主要物流路线和控制点。对于正常操作预期的主要温度和压力，物料的流动和组成以及主要设备的设计能力作出说明。

三、管线配置图

管线配置图是指管路和仪表的线路图，又称作工程线路图，是设计和施工的基本工作文件，一般包括：

- (1) 开启、关闭、紧急和普通操作需要的所有过程设施，如阀门、盲板、可移动的柱塞等；
- (2) 施工材料的鉴定序号和鉴定人，每条管路的直径和绝热要求；
- (3) 物流的方向；
- (4) 主要过程和起始管路的识别；
- (5) 所有仪表、控制点和有仪表失灵显示功能的连锁装置；
- (6) 所有设备的主要尺寸和负荷；
- (7) 容器、反应器的操作和设计温度、压力；
- (8) 装置的标高；
- (9) 释放阀、安全膜等的设定压力；
- (10) 排水要求；
- (11) 必要时要有管路配置的特殊备忘录。

四、过程物料的安全分析评价

过程物料的选择，应该就物料的物性和危险性进行详细地评估，对一切可能的过程物料做总体考虑。过程物料可以划分为过程内物料和过程辅助物料两大类型。过程内物料是指从原料到产品的整个工艺流程线上的物料，如原料、催化剂、中间体、产物、副产物、溶剂、添加剂等。而过程辅助物料是指实现过程条件所用的物料，如传热流体、重复循环物、冷冻剂、灭火剂等。

在过程设计中，需要汇编出过程物料的目录，记录过程物料在全部过程条件范围内的有关资料，作为过程危险评价和安全设计的重要依据。

过程物料所需的主要资料可参照国际标准《ISO 11014—1(1994.03.15)化学品安全技术说明书数据模式》进行收集编写。

(1) 化学产品和企业标识

包括：①化学产品名称；②企业名称；③地址；④邮编；⑤电传号码；⑥企业应急电话；⑦国家应急电话。

(2) 主要组成及性状

包括：①主要成分(每种组分的名称、CAS号、分子式、相对分子质量、含量)；②产品的外观与性状；③主要用途。

(3) 危险性概述

包括：①危险性综述；②物理和化学危险性(主要指燃爆危险性)；③健康危害；④环境影

第四章 危险化学品生产防火防爆技术

火灾、爆炸事故具有很大的破坏作用,在危险化学品生产中使用的原物料、中间产品及产品多为易燃、易爆物质,一旦发生火灾、爆炸事故,会造成严重的后果。本章将对燃烧和爆炸的基本原理,火灾、爆炸事故的一般规律作简要介绍,对生产过程中的防火防爆技术进行系统的阐述。

第一节 危险化学品生产的防火防爆技术

防火防爆技术是危险化学品生产安全技术的重要内容。识别和消除可能引起火灾、爆炸的一切危险源是保证危险化学品生产安全最根本的出发点。根据火灾、爆炸形成的基本要素可知,消除可燃、可爆体系和触发条件是防止火灾和化学爆炸事故发生的基本措施。在实践中,由于生产条件的差异和限制、某些不可预见的影响因素等,使得危险化学品生产过程中的防火防爆问题变得更加复杂和多变,仅靠单项的安全技术措施很难达到预期的目标,必须以系统安全的思想和系统安全工程的方法来指导危险化学品生产中的防火防爆工作。同时还应考虑在万一发生火灾、爆炸事故时,最大限度地减少危害程度,将损失降到最低。

一、预防火灾、爆炸事故的一般原则与技术措施

预防火灾、爆炸事故的一般原则就是依据其形成机理和基本组成要素,从系统的角度来消除或破坏火灾、爆炸系统。或者说,预防火灾、爆炸事故的一般原则就是识别、分析评价和控制危险源。

火灾、爆炸事故的发生往往是两类危险源共同作用的结果。第一类危险源是事故发生的能量主体,决定事故后果的严重程度;第二类危险源是第一类危险源造成事故的必要条件,决定事故发生的可能性。

(1) 控制可燃可爆物质

各种危险化学品生产过程,根据其使用原料、过程条件和产品特性都会存在这样或那样的火灾和爆炸的危险性,从设计工作开始,就采取各种措施控制可燃可爆物质。

① 取代或控制用量

在生产过程中不用或少用可燃、可爆物质,这是一个根本的办法,但是这只有在工艺上可行的条件下才能实现。如用不燃或不易燃烧爆炸的有机溶剂 CCl_4 或水取代易燃的苯、二甲苯、汽油等。根据工艺条件选择沸点较高的溶剂,如沸点在 110°C 以上的液体,在常温(18

~20℃)下使用,通常不易形成爆炸浓度。

②根据物质的危险特性采取针对性措施

对本身具有自燃能力的油脂以及遇空气自燃、遇水燃烧、爆炸的物质,应采取隔绝空气、防水、防潮或通风、散热、降温等措施,以防止物质自燃和发生爆炸。

对相互接触能引起燃烧、爆炸的物质不能混存,遇酸、碱有分解爆炸的物质应防止与酸碱接触,对机械作用比较敏感的物质要轻拿轻放。

对易燃、可燃气体和液体蒸气要根据它们的密度采取相应的排污方式和防火、防爆措施。根据物质的沸点、饱和蒸气压考虑设备的耐压强度、储存湿度、保温降温措施等。根据它们的闪点、爆炸极限、扩散性等采取相应的防火防爆措施。

多数气体及蒸气或粉尘的自燃点均在400℃以上,因此在很多场合下需要有明火或火花才能着火。有些气体、蒸气及固体易燃物的自燃点很低,有可能发生自燃。此外,在危险化学品生产过程中,有时产生副产物,例如某些有机过氧化物在炎热的季节能分解自燃。对于这些容易引起自燃的物质,在使用及储存过程应注意采取有效的安全措施。当有比较危险的副产物存在时,应有良好的降温措施,设备在未完全冷却之前不能打开。为了避免自燃,不可将物质温度提高至超过其自燃点;在易发生爆炸的厂房内禁止存放油浸过的抹布和工作服等物品,在车间内不得积存油浸过的金属屑。如硫化亚铁等易燃物从储罐清除后应运出厂外,埋入土中或采取其他安全处理措施。某些液体如乙醚,受到阳光作用时能生成危险的过氧化物,因此,这种液体应有避光的措施,存放于金属桶或暗色玻璃瓶中。

有些物质能够提高易燃液体的自燃点,例如汽油中添加四乙基铅。而铈、钒、钴、铁、镍的氧化物,能将易燃液体的自燃点降低,氧化钴能将苯的自燃点从690℃降到400℃,所有这些在生产过程中都应予以关注。

③加强密闭

为防止易燃气体、蒸气和可燃性粉尘与空气形成爆炸性混合体系,应设法使生产设备和容器尽可能密闭操作。对具有压力的设备,应防止气体、液体或粉尘逸出与空气混合形成装置外爆炸体系。对真空设备,应防止空气漏入设备内部形成装置内爆炸体系。敞口的容器、破损的铁桶、容积较大且没有保护措施的玻璃瓶不允许储存易燃液体。不耐压的容器不能储存压缩气体和加压液体。

为保证设备的密闭性,对处理危险物料的设备及管路系统应尽量少用法兰连接,但要保证安装检修方便;输送危险气体、液体的管道应采用无缝钢管;盛装具有腐蚀性介质的容器,底部尽可能不装阀门,腐蚀性液体应从顶部抽吸排出。如用计液玻璃管,要装设可靠的保护,以免打碎玻璃,漏出易燃液体,应慎重使用脆性材料。

如设备本身不能密封,可采用液封或负压操作,以防系统中有毒或可燃性气体逸入车间。加压或减压设备,在投产前和定期检修后应检查密闭性和耐压程度;所有压缩机、液泵、导管、阀门、法兰接头等容易漏油、漏气部位应经常检查,填料如有损坏应立即调换,以防渗漏;设备在运行中也应经常检查气密情况,操作温度和压力必须严格控制,不允许超温、超压运行。

接触氧化剂如高锰酸钾、氯酸钾、硝酸铵、漂白粉等生产的传动装置部分的密闭性能必须良好,转动轴密封不严会使粉尘与油类接触,要定期清洗传动装置,及时更换润滑剂,以免传动部分因摩擦发热而导致燃烧、爆炸。

表面电阻率两种。在研究固体带静电时,用表面电阻率,即任一正方形对边之间的表面电阻,单位为 Ω 。研究液体带静电时,则用体电阻,即单位长度、单位面积的介质电流通过其内部的电阻,单位为 $\Omega\cdot\text{cm}$ 。电阻率高的物体其导电性差,电子难以流失,自身也不易获得电子;电阻率低的物质,导电性能好,电子获得和流失均较容易。就防静电而言,如液态物质的电阻率在 $10^6\sim 10^8\Omega\cdot\text{cm}$ 量级以下者,即使产生静电,也较易消失,不会引起危害,此种物质称为静电导体;电阻率在 $10^9\sim 10^{10}\Omega\cdot\text{cm}$ 者,有可能引起静电危害,但产生的静电量不大;电阻率在 $10^{11}\sim 10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$ 者,极易积聚静电,危害较大,是防静电的重点;至于电阻率大于 $10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$ 者,不易产生静电,但若一旦产生静电,也较难消除。

汽油、煤油、苯、乙醚等电阻率在 $10^{11}\sim 10^{15}\Omega\cdot\text{cm}$ 之间,极易积聚静电。而原油、重油的电阻率低于 $10^{10}\Omega\cdot\text{cm}$,一般静电问题不严重。水是静电良导体,但如少量水混合于油品中,水滴与油品相对流动也会产生静电,这样油品静电积聚就会增加。

(b)介电常数。介电常数也称电容率,它同电阻率一起决定着静电产生的结果和状态。当流体的相对介电常数超过20,不论是管道连续输送还是储运,当有接地装置时都不会产生静电积聚。

(c)静电消散的半衰期。小静电越不容易泄漏,危险性越大。通常取带电体上静电电量泄漏到原来一半所需要的时间叫静电消散半衰期。半衰期是判断静电积聚的重要参数,在有些国家根据经验,规定静电半衰期小于0.012s的,可以认为其静电的积聚是安全的。在此条件下即使产生静电,也不致积聚起来。

生产操作条件造成产生静电的原因除前面已提到的外,还有如输送液体的流速、管径、输送距离以及管材、管壁粗糙程度、流经弯头多少、通过过滤网密度和材质等都有关系。用帆布管、塑料管等绝缘性管道输送液体,比用金属管道产生的静电要多得多。油品含有杂质,包括水分和不同油品,在搅拌时也会产生静电。空气中的湿度对静电积聚有很大影响。当相对湿度超过60%时,物体表面就会形成一层极薄的水膜,使表面电阻大为降低,成为静电的良导体,静电就不易积聚。

c. 静电危害的预防。

防止静电的危害应从限制静电的产生和积聚这两方面着手。在危险化学品生产中预防静电事故,主要是防止由于静电火花引起的火灾、爆炸事故,可从以下几方面采取措施:

(a)从工艺上控制静电产生。

合理设计与选材。利用静电序列表,尽可能选用相互摩擦或接触的两种物质带电序列位置接近,以降低静电产生。或使物料与不同材料制成的设备相接触,产生不同电性的静电,以消除物料所带静电。

在有火灾爆炸危险场所,设备管道尽可能光滑平整无棱角,管径无骤变;皮带传动应用导电皮带,运转速度要慢,要防止过载打滑、脱落,防止皮带与皮带罩相互摩擦;输送高电阻率液体应自底部注入或自器壁缓缓流入器内;尽量减少过滤器,并安装在管路的起端,否则还应采取其他防静电相应措施。

控制流速。对于液体物料的输送,通过控制流速可限制静电的产生。烃类油管管径与流速应满足如下关系:

$$v^2 d \leq 0.64$$

式中 v ——流速, m/s;

①分区隔离

总体设计时,应慎重考虑危险车间的布置位置。按照国家有关规定,危险车间与其他车间或装置应保持一定的间距,充分估计到相邻车间建、构筑物可能引起的相互影响,采用相应的建筑材料和结构形式等。例如合成氨生产中,合成车间压缩岗位的布置;焦化、炼焦和副产品回收车间的间隔;染料厂的原料仓库和生产车间的间隔;高压加氢装置的间隔;厂区、厂前区、生活区等的划分,都必须合理分区。

在同一车间的各个工段,应视其生产性质和危险程度而予以隔离,各种原料、成品、半成品的储藏,亦应按其性质、储量不同而进行隔离。对个别有危险过程,也可采用隔离操作和防护屏的方法,使操作人员和生产设备隔离。

②露天安装。

为了有利于有害气体的散发,减少因设备泄漏造成易燃气体在厂房中积聚,一般将这类设备和装置露天或半露天放置。如氮肥厂的煤气发生炉及其附属设备,加热炉、炼焦炉、气柜、精馏塔等。石油化工生产的大多数设备都是放在露天的。露天安装的设备密闭性应考虑气象条件对生产设备、工艺参数及工作人员健康的影响。注意冬季防冻保温,夏季防暑降温,防潮气腐蚀等,并应有合理的夜间照明。

③远距离操作。

远距离操作不但能使操作人员与危险工作环境隔离,同时也提高了管理效率,消除人为的误差。对大多数连续生产过程,主要是根据反应进行情况和程度来调节各种阀门,特别是某些阀门操作人员难以接近、开启又较费力,或要求迅速启闭的阀门,都应该进行远距离操作。操作人员只需在操作室进行操作,记录有关数据。另外对于辐射热高的反应设备以及某些危险性大的反应装置,也可以采用远距离操作。远距离操作和自动调节一样,可以通过机动、气动、液动、电动和联动等方式来传递动作。不同之处在于远距离操作需要人去动作,而自动调节则是根据预先规定的条件自动进行。

a. 机械传动。只能在很短的距离内,在使用中要注意传动构架要有足够的机械强度,以免使用中折断。

b. 气压传动。是目前危险化学品生产中最常用的操作方法。这种操作方法管理简单,系统不易受腐蚀,没有爆炸危险(但要注意可燃气体窜入系统),但能量消耗大。

c. 液压传动。使用压力下的液体,一般为水或矿物油,传递动作的液体用泵输送,用后收集在槽内,循环使用。

d. 电动操作。所达距离可以很远,控制设备普通是电气开关和按钮,使用电动机开动阀门。电动闸阀是由电动机的转动通过螺杆传到阀杆上,必要时(如电传动失灵),也可以用手轮直接操作。用电动机开动闸阀时,阀门上升或下降到了终点时都有极限断电装置,有的把极限断电器和信号装置并用。电动操作可用于直径较大的阀门,可以达到启闭迅速。在用于小管径阀门时,电动操作可以用电磁铁。电动操作的所有控制开关可以集中于控制台上,并采用生产线路图以符号表示工艺过程中的各种设备及彼此间的关系,符号上的信号灯以明暗、颜色及闪光等表示设备和管内部运转状况。

(4)厂房的防爆泄压措施

要建造能够耐爆炸最高压力的厂房和仓库是不现实的,因为可燃气体、蒸气和粉尘等物质与空气混合形成的爆炸性混合物,其爆炸最高压力可达数百至数千千帕,而 30cm 厚砖墙

绝缘,在变压器内部或套管处引起放电,导致变压器着火乃至爆裂。除雷电过电压外,由于系统发生单相接地或由于其他原因产生的内部过电压,也可能导致与雷电过电压类似的严重后果。

e. 严重过负荷或冷却系统故障。严重过负荷或冷却系统故障时,必将造成变压器过热。如变压器长时间过热,不但会加速绝缘老化,载流部分还可能起火燃烧。中性线电流过大亦可引燃邻近的可燃物。

f. 结构及安装缺陷。由于制造、安装、运行的失误,变压器分接开关故障、内部固定件松动、绝缘结构损坏、漏油或油质变坏等缺陷均可导致变压器起火。

g. 外部故障。变压器引线短路,母线短路等外部故障或外部起火均可引起变压器着火。

③变压器防火安全条件

为了防止变压器着火或爆炸,除必须保证高质量的装配和安装外,还必须配置良好的保护单元,并加强运行管理。

a. 变压器安装。变压器安装必须符合相关标准。

b. 变压器保护。

变压器防雷保护用的避雷器多采用阀型避雷器。

气体继电器是针对变压器内部故障安装的保护装置。气体继电器动作后,应查明原因并进行适当的处理。气体继电器信号动作可能是由于内部轻微故障造成的,也可能是由于渗油、漏油使油面降低太多造成的,还可能是由于加油、滤油时空气带入内部,温度升高后析出造成的。气体继电器信号动作后,应严密监视电压、电流、温度、声响、油面、油色等运行参数或状态;如不能确定原因,应分析气体继电器里的气体。如气体无色、无味且不可燃,说明是空气,变压器可继续运行;如气体可燃,说明变压器内部有故障,则应停电检修。气体继电器动作断路器跳闸可能是由于内部严重故障,或变压器严重漏油致使油面迅速降低,或二次回路故障造成的。气体继电器动作断路器跳闸后,应将变压器与配电网完全断开,仔细检查油箱、安全气道有无变化,并应收集气体进行分析。黄色不易燃气体是变压器内部木质绝缘过热分解出来的。灰白色带有强烈气味的可燃气体是变压器内部纸、布类绝缘材料过热分解出来的。黑色或深灰色带有焦油味的易燃气体是变压器内部发生放电,绝缘油过热分解出来的。气体继电器动作断路器跳闸后,未查明原因排除故障前不得合闸送电。

变压器高压侧熔断器的主要作用是保护变压器。当变压器内部短路或高压引线短路时,该熔丝应迅速烧断。容量 100kVA 及 100kVA 以下的变压器;熔丝额定电流应按变压器额定电流的 2~3 倍选择。容量 100kVA 以上的变压器,熔丝额定电流应按变压器额定电流的 1.5~2 倍选择。

c. 变压器运行。变压器的运行参数应当符合规定。例如,高压侧电压偏差不得超过额定值的 $\pm 5\%$, 低压最大不平衡电流不得超过额定电流的 25%;顶层温度不得超过 85°C ;声音不得太大或不均匀等;套管应保持清洁,外壳和低压中性点接地应保持完好;接线端子不应过热。变压器允许过负荷运行,但允许过载的时间必须与过载前上层油温和过载量相适应。

(3) 高压开关防火

① 高压开关种类及功能

②灯具正确选型。应根据环境条件和照明要求正确选择灯具的防护形式。纤维或粉尘多的场所,应采用防尘型灯具。露天及特别潮湿的场所,应采用防水型灯具。有腐蚀性气体或蒸气的环境,可采用耐腐蚀的防潮型灯具或密闭型灯具,在火灾危险环境,应采用密闭型灯具。在爆炸危险环境,应根据危险程度和照明性质选用隔爆型灯具或增安型灯具。为了防止火灾,150W以上的灯泡应配用瓷灯座。在可能碰撞的地方,灯泡应有保护网罩。灯泡下方不得存放易燃物品,以免灯泡破碎时火花掉下而引起火灾。为防止水滴溅落在灯泡上使灯具爆碎引起火灾,室内灯泡亦应采取防水措施。

除灯具外,照明线路和照明开关、插座等装置的选型和安装均应与环境条件相适应。

③正确安装。灯具安装应牢固。户外灯具除要考虑承受本身重量外,还要考虑能承受风力。室内的吊灯灯具高度一般不小于2.5m。如果要降低,则必须采取适当的安全措施。户外灯具一般不应小于3m。拉线开关离地面高度可在2~3m之间。

安装时,灯座内、开关内导线与端子的连接必须良好,其他电气连接也必须良好;穿线管内不得有接头。可移动照明线路应采用橡皮套软线。

④正确选择导线截面。照明线路导线截面应当满足机械强度、发热和电压损失的要求,并应与电流保护装置的额定电流相适应。

⑤正确选择和整定过电流保护。照明线路熔断器的熔体原则上按过载保护选定。