

第一部分 化工实务

第一章 化工安全生产概述

一、国内重点监管危险化学品名录—重点

首批：氯、氨、液化石油气、硫化氢、天然气、原油、汽油、氢、苯、二硫化碳、一氧化碳、甲醇、乙炔、环氧乙烷、甲苯、乙烯、乙烷、二氧化硫、乙酸乙酯、丙烯酸、乙烷、硫化氢、硝酸铵、氢氟酸等。（举例）

第二批：氯酸钾、氯酸钠、硝酸胍、过氧化苯甲酰、硝化甘油、乙醚

二、化学品的标志、标签

1、化学品的标志

GHS 标签—右图



象形图	名称	危害
	高压气瓶	加压气体
	感叹号	刺激 (皮肤, 眼睛和呼吸系统) 皮肤致敏 急性毒性 (有害) 对臭氧层的危害
	爆炸弹	爆炸物 自反应 有机过氧化物

	火焰	易燃物 自燃物 自热物 放出易燃气体的物质 自反应物 有机过氧化物
	圆圈上方火焰	氧化物
	健康危害	致癌性 生殖细胞致突变性 生殖毒性 呼吸道致命 靶器官毒性 吸入危害

	骷髅和交叉骨	急性毒性 (有毒或者致命)
	腐蚀	皮肤腐蚀 眼睛损伤 金属腐蚀物
	环境	对水生环境危害

2、化学品的安全标签

1) 化学品安全标签是指危险化学品在市场上流通时应由生产销售单位提供的附在化学品包装上的安全标签。

2) 主要包括：名称、分子式、化学成分及组成、编号、危险性标志、警示词、危险性概述、安全措施、灭火措施、批号、应急电话。

3) 警示词：“危险”、“警告”、“注意”

3. 安全标签的使用

1) 使用方法

(1) 安全标签应粘贴、挂拴、喷印在化学品包装或容器的明显位置。

(2) 当与运输标志组合使用时，运输标志可以放在安全标签的另一面板，将之与其他信息分开，也可放在包装上靠近安全标签的位置，后一种情况下，若安全标签中的象形图与运输标志重复，安全标签中的象形图应删掉。

(3) 对组合容器，要求内包装加贴（挂）安全标签，外包装上加贴运输象形图，如果不需要运输标志可以加贴安全标签。---内安外运

(4) 出厂后若要改换包装，则由改换包装单位重新粘贴、挂拴、印刷标签。

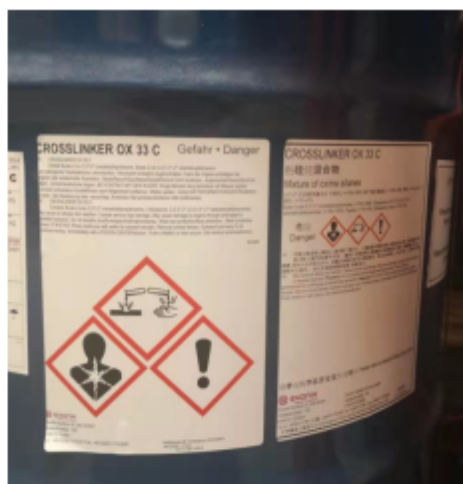
(5) 在正常情况下,标签的更新时间应与安全技术说明书相同,不得超过 5 年。

2) 位置 安全标签的粘贴、喷印位置规定如下：

(1) 桶、瓶形包装：位于桶、瓶侧身。

(2) 箱状包装：位于包装端面或侧面明显处。

(3) 袋、捆包装：位于包装明显处。



三、化学品的安全技术说明书

1、化学品安全技术说明书（MSDS）：是一份传递化学品危害信息的重要文件。它简要说明了一种化学品对人类健康和环境的危害性并提供安全搬运、储存和使用该化学品的信息。

--全过程

2、化学品安全技术说明书编写内容—16 项

1) 化学品及企业标识

2) 危险性概述，主要包括：危害类别、侵入途径、健康危害、环境危害、燃爆危险等信息。

3) 成分 / 组成信息

标明该化学品是纯化学品还是混合物。

4) 急救措施，包括：眼睛接触、皮肤接触、吸入、食入的急救措施。

5) 消防措施，包括：危险特性、灭火介质和方法，灭火注意事项等。

6) 泄漏应急处理，包括：应急行动、应急人员防护、环保措施、消除方法等内容。

7) 操作处置与储存

8) 接触控制 / 个体防护。包括：最高容许浓度、工程控制、呼吸系统防护、眼睛防护、身体防护、手防护、其他防护要求。

9) 理化特性，包括：外观与性状、pH、沸点、熔点、相对密度（水=1）、相对蒸气密

度（空气=1）、饱和蒸气压、燃烧热、临界温度、临界压力、辛醇/水分配系数、闪点、引燃温度、爆炸极限、溶解性、主要用途和其他一些特殊理化性质。

10) 稳定性和反应性

11) 毒理学资料

第二章 化工运行安全技术

第一节 危险化工工艺及安全技术

一、重点监管的化工工艺及主要安全技术措施

国家安全生产监督管理总局分别于 2009 年、2013 年，明确了 18 种重点监管的危险化工工艺及其工艺安全控制措施。

（一）光气及光气化工艺

1、工艺简介：光气及光气化工艺包含光气的制备工艺，以及以光气为原料制备光气化产品的工艺路线。

2、反应类型：放热反应

3、工艺危险特点

（1）光气为剧毒气体，在储运、使用过程中发生泄漏后，易造成大面积污染、中毒事故。

（2）反应介质具有燃爆危险性。

（3）副产物氯化氢具有腐蚀性，易造成设备和管线泄漏使人员发生中毒事故。

---中毒+燃爆+腐蚀

4、重点监控单元：光气化反应釜、光气储运单元。

5、安全控制的基本要求

（1）事故紧急切断阀。

（2）紧急冷却系统。

(3) 反应釜温度、压力报警联锁。

(4) 局部排风设施。

(5) 有毒气体回收及处理系统。

(6) 自动泄压装置。

(7) 自动氨或碱液喷淋装置。 --中和

(8) 光气、氯气、一氧化碳监测及超限报警。

(9) 双电源供电

(二) 电解工艺(氯碱)

1、工艺简介：电流通过电解质溶液或熔融电解质时，在两个极上所引起的化学变化称为电解反应。

2、反应类型：吸热反应。

3、重点监控单元：电解槽、氯气储运单元

4、工艺危险特点

(1) 电解食盐水过程中产生的氢气是极易燃烧的气体，氯气是氧化性很强的剧毒气体

(2) 可生成氯化铵，进一步还可生成黄色油状的三氯化氮。三氯化氮是一种爆炸性物质，

(3) 电解溶液腐蚀性强。

(4) 液氯的生产、储存、包装、输送、运输可能发生液氯的泄漏。

----易燃+有毒+爆炸+腐蚀+泄露

5、安全控制的基本要求

- 电解槽温度、压力、液位、流量报警和联锁。
- 电解供电整流装置与电解槽供电的报警和联锁。

- 紧急联锁切断装置。
- 事故状态下氯气吸收中和系统。
- 可燃和有毒气体检测报警装置等。

(三) 合成氨工艺

1、工艺简介：氮和氢两种组分按一定比例（1：3）组成的气体（合成气），在高温、高压下（一般为 15-30 MPa）经催化反应生成氨的工艺过程。

2、反应类型：吸热反应。

3、重点监控单元：合成塔、压缩机、氨储存系统。

4、工艺危险特点

- （1）高温、高压使可燃气体爆炸极限扩宽，极易发生爆炸。
- （2）形成爆炸性混合物，遇到明火或静电火花引起着火和空间爆炸。
- （3）气体压缩机等转动设备可导致积炭燃烧或爆炸。
- （4）加速设备金属材料发生蠕变、还会加剧氢气、氮气对钢材的氢蚀及渗氮，引发物理爆炸。
- （5）液氨大规模事故性泄漏会中毒，遇明火还会发生空间爆炸
---中毒+燃烧+爆炸

5、安全控制的基本要求

- （1）合成氨装置温度、压力报警和联锁。
- （2）物料比例控制和联锁。
- （3）压缩机的温度、入口分离器液位、压力报警联锁。
- （4）紧急冷却系统。
- （5）紧急切断系统。

(6) 安全泄放系统。

(7) 可燃、有毒气体检测报警装置。

一般来说：分解是吸热；合成是放热。

但是：

合成氨及电石生产工艺属于吸热（由稳定变成不稳定）。

特殊：

过氧化工艺既有吸热反应又有放热反应。

第二节 工艺安全风险分析技术

一、概念：

1、危险包含以下 3 个方面的属性：危险含有危险因素（hazardous elements, H E）、触发机理（initiating mechanism, I M）和威胁目标（target and threat, T / T）属性。



二、危险辨识方法

1、对照经验法：该方法是对照有关标准、法规、检查表或依靠分析人员的观察分析能力，借助于经验 和判断能力直观地辨识危险的方法。

优点：简便、易行，

缺点：受辨识人员知识、经验 和占有资料的限制，可能出现遗漏。

2、系统安全分析法

包括：预先危险性分析（PHA）、故障模式及影响分析（FMEA）、危险与可操作性研究

(HAZOP)、事故树(FTA)、事件树(ETA)、原因后果分析法(CCA)、安全检查表法(SCL)、故障假设分析(WIA)。

预先危险性分析

- (1) 预先危险性分析是在设计、施工、生产等活动之前,预先对系统可能存在的危险的类别、事故出现的条件以及导致的后果进行概略地分析。
- (2) 其目的在于辨识和罗列出系统一直存在的和有可能存在的各种危险,并能进一步了解确保系统安全的关键点以及相应危险可能造成的事故,所有系统在其生命周期初始阶段都可采用该方法。

(3) 通常将 PHA 的危险性划分 4 个等级:

I 级:安全的--不会造成人员伤亡及系统损坏。

II 级:临界的--处于事故的边缘状态,暂时还不至于造成人员伤亡。应予以排除和控制

III 级:危险的---会造成人员伤亡和系统损坏,要立即采取防范措施。

IV 级:灾难性的---造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故,必须予以果断排除并进行重点防范。

2) 故障假设分析

故障假设分析方法,可辨识检查设计、安装、技改或操作过程中可能产生的危险,危险分析人员在分析会上围绕分析人员确定的安全分析项目对工艺过程或操作进行分析。

常采用一种固定的模式进行提问,假设某处出现故障后的情况

3、工艺危害分析方法

实施工艺危害分析需要根据项目的不同阶段、研究对象的性质、危险性的大小、复杂程度和所能获得的资料数据情况等,选择合适的工艺危害分析方法。

第三节 化工装置开停工安全技术

一、停工过程安全技术要点

1、停工过程注意事项，要求注意以下几点：

- (1) 控制好降温降量降压的速度，降温降量的速度不宜过快，尤其在高温条件下。
- (2) 开关阀门的操作要缓慢。
- (3) 停炉操作应严格按照工艺规程规定的降温曲线进行。
- (4) 装置停车时，系统内的物料应尽可能倒空、抽净、降温后，送出装置，可燃、有毒气体应排至火炬烧掉，对残存物料的排放，不得就地排放或排入下水道中，退净介质后，才能进行下一步的吹扫置换步骤。

2、吹扫一重点

- 1) 一般采用蒸汽或惰性气体进行吹扫。
- 2) 吹扫介质压力不能过低,以 防止被吹扫介质倒流至氮气管网
- 3) 存放酸碱介质的设备、管线，应先中和或加水冲洗。
- 4) 低沸点物料倒空置换一定要先排液后放压。--先排后放
- 5) 吹扫合格后，应先关闭有关阀门再停气，以防止系统介质倒回。---先关后停

3、置换

- 1) 对可燃、有毒气体的置换，大多采用蒸汽、氮气等惰性气体为置换介质，也可采用注水排气法，将可燃、有毒气体排净。
- 2) 置换介质的密度大于被置换介质，取样点宜设置在顶部及易产生死角的部位；反之则改变其方向，以免置换不彻底。
- 3) 用惰性气体置换过的设备，若需进入其内部作业，还必须采用 自然通风或强制通风的方法将惰性气体置换掉，化验分析合格后方可进入作业。

4、蒸煮和清洗

- 1) 用蒸汽、热水、溶剂、洗涤剂或酸、碱溶液来蒸煮或清洗。
- 2) 黏稠性物料可先用蒸汽吹扫,再用热水煮洗,对那些不溶于水或在安全上有特殊要求的积附物,可用化学清洗的方法除去

例题:某企业拟以氮气置换丙烷,其取样点宜设置在()。

- A.中下部
- B.底部
- C.中间
- D.顶部

答案:B

置换介质的密度大于被置换介质,取样点宜设置在顶部及易产生死角的部位;反之则改变其方向。

第四节 主要化工机械设备安全技术

一、特种设备

1、定义:特种设备,是指对人身和财产安全有较大危险性的锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施、场(厂)内专用机动车辆,以及法律、行政法规规定适用本法的其他特种设备。

1) 锅炉

- 设计正常水位容积大于或者等于 30L,且额定蒸汽压力大于或者等于 0.1MPa(表压)的承压蒸汽锅炉;
- 出口水压大于或者等于 0.1MPa(表压),且额定功率大于或者等于 0.1MW 的承压热水锅炉;
- 额定功率大于或者等于 0.1 MW 的有机热载体锅炉。

2) 压力容器 (含气瓶)

- 最高工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ (表压)的气体、液化气体和最高工作温度 \geq 标准沸点的液体、容积 $\geq 30\text{L}$ 且内直径 $\geq 150\text{mm}$ 的固定式容器和移动式容器；
- 盛装公称工作压力 $\geq 0.2\text{MPa}$ (表压),且压力与容积的乘积 $\geq 1.0\text{MPa}\cdot\text{L}$ 的气体、液化气体和标准沸点 $\leq 60^\circ\text{C}$ 液体的气瓶；
- 氧舱等。

3) 压力管道

- 最高工作压力 $\geq 0.1\text{MPa}$ (表压),介质为气体、液化气体、蒸汽或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体,且公称直径大于或者等于 50mm 的管道。
- $\text{DN} < 150\text{mm}$,且其最高工作压力 $< 1.6\text{MPa}$ (表压)的输送无毒、不可燃、无腐蚀性气体的管道和设备本体所属管道除外。

4) 起重机械

- 为额定起重量 $\geq 0.5\text{t}$ 的升降机;额定起重量 $\geq 3\text{t}$ (或额定起重力矩 $\geq 40\text{t}\cdot\text{m}$ 的塔式起重机,或生产率 $\geq 300\text{t/h}$ 的装卸桥),且提升高度 $\geq 2\text{m}$ 的起重机;
- 层数 ≥ 2 层的机械式停车设备。

2、压力容器安全技术

1) 压力容器的类型

(1) 固定式压力容器。

(2) 移动式压力容器。



2) 压力容器的安全附件

压力容器的安全附件，又称为安全装置，一般包括以下四大类型：

- (1) 联锁装置，为防止操作失误而设置的控制机构。如联锁开关、联动阀等。
- (2) 警报装置，指压力容器在运行中出现不安全因素致使容器处于危险状态时能自动发出音响或其他明显警报信号的仪器。如压力报警器、温度监测仪等。
- (3) 计量装置，指能自动显示压力容器运行中与安全有关的工艺参数的器具。如压力表、温度计、液位计等。
- (4) 泄压装置，指能自动、迅速地排出容器内的介质，使容器内压力不超过它的最高许用压力的装置。如安全阀、爆破片等。

3) 压力容器的定期检验

等级	检验周期/年	
	金属	非金属
1 级	6	3
2 级		2

3 级	3-6	监控使用，不超 1 年
4 级	3	不在当前介质下使用，不超 1 年
5 级	缺陷处理，否则停用	缺陷处理，否则停用
投用后首次定期检验	3 年	1 年

3. 气瓶安全技术

- 1) 气瓶标志：气瓶标志包括制造标志和定期检验标志。
- 制造标志通常有制造钢印标记（含铭牌上的标记）、标签标记（粘贴于瓶体上或者透明的保护层下）、印刷标记（印刷在瓶体上）以及气瓶颜色标志等；
- 定期检验标志通常有检验钢印标记、标签标记、检验标志环以及检验色标等。
- --标签标记均有；检验标志带检验。



3) 气瓶的安全管理

(1) 充装安全：①气瓶严禁充装过量。②防止不同性质气体混装。

(2) 储存安全：

①气瓶的储存应有专人负责管理。

②气瓶的储存，空瓶、实瓶应分开（分室储存）。如氧气瓶、液化石油气瓶，乙炔瓶与氧气瓶、氯气瓶不能同储一室。

③气瓶库（储存间）耐火等级二级以上。

④气瓶库应通风、干燥，防止雨（雪）淋、水浸，避免阳光直射。照明灯具及电气设备应是防爆的。

⑤地下室或半地下室不能储存气瓶。

⑥瓶库有明显的“禁止烟火”“当心爆炸”等各类必要的安全标志。

⑦瓶库应有运输和消防通道，设置消防栓和消防水池。在固定地点备有专用灭火器、灭火工具和防毒用具。

⑧储气的气瓶应戴好瓶帽，最好戴固定瓶帽。



⑨气瓶卧放时，应防止滚动，瓶头（有阀端）应朝向一方。垛放不得超过 5 层，并妥善固定。

⑩瓶库账目清楚，数量准确，按时盘点，账物相符；建立并执行气瓶进出库制度。

（4）定期检验。

- 盛装腐蚀性气体的气瓶，每 2 年检验 1 次。
- 盛装一般气体的气瓶，每 3 年检验 1 次。
- 液化石油气气瓶，使用未超过 20 年的，每 5 年检验 1 次；使用超过 20 年的，每 2 年检验 1 次。

- 盛装惰性气体的气瓶，每 5 年检验 1 次。
- 腐 2 惰 5 一般 3，液化二十分 52（前 5 后 2）

例题：装有乙炔的气瓶应至少（ ）年检测一次。

- A. 2
- B. 3
- C. 1
- D. 4

答案：B

4. 锅炉安全技术

1) 安全附件和仪表：

（1）安全阀。

- ①在用锅炉的安全阀每年至少校验一次。
- ②新安装的锅炉或者安全阀检修、更换后，校验其整定压力和密封性。
- ③安全阀经过校验后，应当加锁或者铅封



（2）压力测量装置。

a) 压力表校验。压力表安装前应当进行校验，刻度盘上应当划出指示工作压力的红线，注明下次校验日期。压力表校验后应当加铅封。



二、安全阀

1. 定期检查



(1) 校验周期。安全阀的校验周期应当符合以下要求：

- ①安全阀定期校验，一般每年至少一次，安全技术规范有相应规定的从其规定。
- ②经解体、修理或更换部件的安全阀，应当重新进行校验。

(2) 校验周期的延长。当符合以下基本条件时，安全阀校验周期可以适当延长，延长期限按照相应安全技术规范的规定：

- ①有清晰的历史记录，能够说明被保护设备安全阀的可靠使用。
- ②被保护设备的工艺运行条件稳定。
- ③安全阀内件材料没有被腐蚀。
- ④安全阀在线检查和在线检测均符合使用要求。
- ⑤有完善的应急预案。

第五节 特殊作业环节安全技术

一、动火作业安全技术

1、动火作业安全防护措施

- (1) 凡在生产、储存、输送可燃物料的设备、容器及管道上动火，应首先切断物料来源并加好盲板；
- (2) 打开人孔时，应自上而下 依次打开，并经分析合格后方可动火。
- (3) 在设备外部动火，应在不小于 10 m 范围内进行动火分析；



- (4) 动火分析与动火作业时间的间隔一般不超过 30 min，如现场条件不允许，时间间隔可适当放宽，但不应超过 60 min；若作业中断时间超过 1 h，需要继续动火，应再次进行动火分析；

(5) 凡是在盛装或输送过易燃易爆、有毒有害介质的塔、罐、容器等设备和管线上动火的，必须进行有效处置，断开法兰或加装盲板，进行设备、管线内部气体分析



(6) 当可燃气体爆炸下限大于等于 4% 时，分析检测数据 $\leq 0.5\%$ 为合格；可燃气体爆炸下限小于 4% 时，分析检测数据 $\leq 0.2\%$ 为合格。--大 405 小 42

(7) 有可能释放有毒有害、可燃气体的，采样分析合格后超过 1 h 动火的，须重新检测分析合格后方可动火。

(8) 分析采样时，采样点的选择要有代表性，对较大的设备，必须选择有代表性的上、中、下三个点进行检测，采样时要将采样管伸向设备内部。设备内的气体比空气重时，应在底部采样；设备内的气体比空气轻时，应在上部采样。

---重下轻上

二、受限空间作业危险性分析安全技术要点

1、受限空间作业安全防护措施

1) 采样分析

(1) 受限空间作业前 30 min，应对受限空间内的气体进行采样分析，分析合格后方可进入，如现场条件不允许，时间可适当放宽，但不应超过 60 min

(2) 受限空间容积较大时，应对上、中、下各部位取样分析，保证受限空间内部任何部位的可燃气体浓度和氧含量合格：

- 当可燃气体爆炸下限 $\geq 4\%$ 时，其被测浓度 $\leq 0.5\%$ 为合格；--大 405

- 爆炸下限小于 4% 时，其被测浓度 $\leq 0.2\%$ 为合格；--小 42
- 氧含量为 19.5% ~23.5% 为合格

(3) 首次采样分析，必须使用色谱仪进行分析，分析合格后，作业期间每隔 2h 进行一次采样分析，可使用合格的便携式报警器进行检测分析。检测结果异常时应立即停止作业，撤离人员，重新对受限空间进行处置。

2. 作业过程中的安全防护措施

(1) 为保证受限空间内空气流通和人员呼吸需要，可采用自然通风，必要时采取强制通风，严禁向内充氧气。

(2) 进入受限空间内的作业人员每次工作时间不宜过长，应轮换作业或休息。

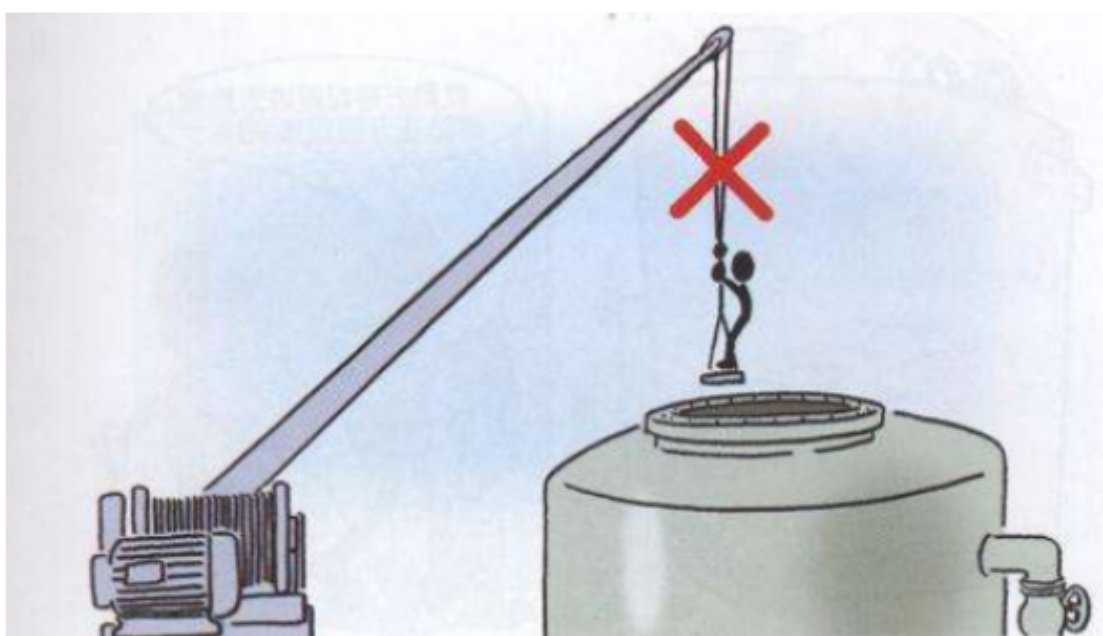
(3) 对带有搅拌器、电离器等转动部件的设备，应在停机后切断电源，摘除保险或挂接地线，并在开关上挂“有人工作、严禁合闸”警示牌，必要时派专人监护。



(4) 进入金属容器（炉、塔、釜、罐等）和特别潮湿、工作场地狭窄的金属容器内作业，照明电压不大于 12 V；需使用电动工具或照明电压大于 12 V 时，应按规定安装漏电保护器。



(5) 受限空间作业，不得使用卷扬机、吊车等运送作业人员；作业人员所带的工具、材料须登记。



(6) 在特殊情况下（如油罐清罐、氮气状态下），作业人员可戴供风式面具、空气呼吸器等。使用供风式面具时，必须安排专人监护供风设备。

(7) 受限空间作业期间，严禁同时进行各类与该受限空间有关的试车、试压或试验。



(8) 受限空间作业监护人严禁进入受限空间内，受限空间内的作业人员发生中毒、窒息的紧急情况，监护人严禁未佩戴防护用具即进入受限空间内，并至少有一人在受限空间外部负责联络工作。

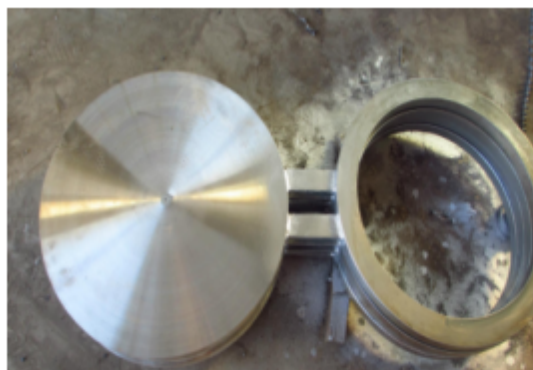


(9) 施工的氧气瓶、乙炔瓶严禁带入受限空间内。

(10) 受限空间内动火作业时，严禁同时进行刷漆、防腐作业。

三、盲板抽堵作业安全技术

定义：盲板抽堵作业是指在设备、管道上安装和拆卸盲板的作业。



(一) 盲板抽堵作业过程中的安全措施

(1) 在有毒介质的管道、设备上进行盲板抽堵作业时，系统压力应降到尽可能低的程度，

加盲板的位置，应在有物料来源的阀门的另一侧，盲板两侧均应安装垫片。



(2) 在易燃易爆场所进行盲板抽堵作业时，作业人员应穿防静电工作服、工作鞋；距作业地点 30 m 内不得有动火作业；工作照明应使用防爆灯具；作业时应使用防爆工具，禁止用铁器敲打管线、法兰等。



(3) 在强腐蚀性介质的管道、设备上上进行抽堵盲板作业时，作业人员应采取防止酸 碱灼伤的措施。

(4) 在介质温度较高、可能对作业人员造成烫伤的情况下，作业人员应采取防烫 措施。

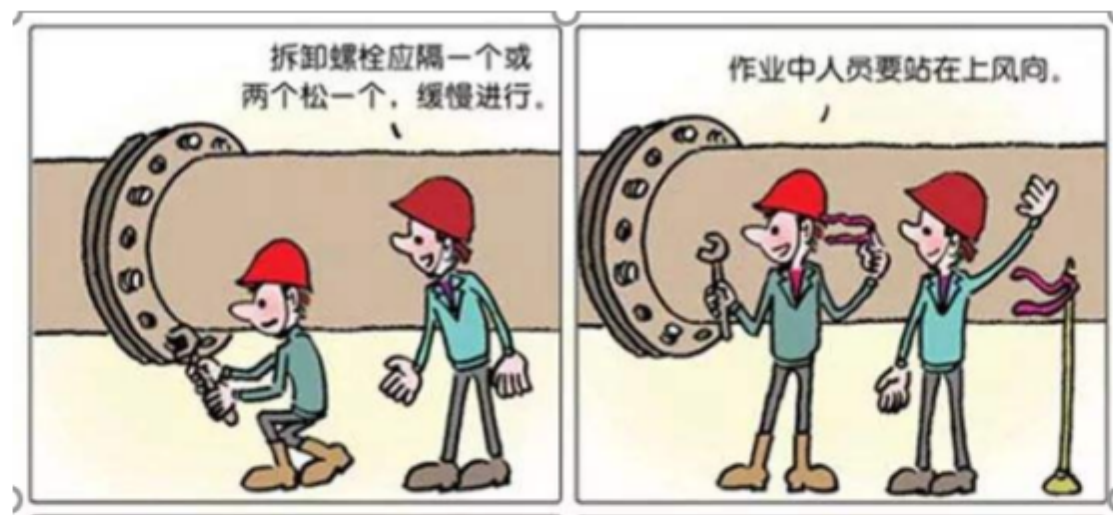
(5) 作业过程中，如果不具备安全条件，要停止作业。

(6) 不得在同一管道上同时进行 2 处及 2 处以上的盲板抽堵作业



(7) 拆卸法兰时应隔 1 个螺栓逐步松开，以防管道内余压或残料喷出伤人；如果盲板处距

离两侧管架较远，要采取临时支架或吊挂措施，防止拆开法兰螺栓后管线下垂伤人。



第六节 化工过程控制和检测技术

一、检测报警设施安全技术

(一) 可燃气体和有毒气体检测报警系统

1、目的是检测泄漏的可燃气体和有毒气体的浓度并及时报警，预防人身伤害以及火灾与爆炸事故的发生。



2、在生产或使用可燃气体及有毒气体的工艺装置和储运设施的区域内，对可能发生可燃气体和有毒气体的泄漏进行探测时，应按执行如下要求。

①可燃气体或含有毒气体的可燃气体泄漏时，可燃气体浓度可能达到 25% 爆炸下限，但有毒气体不能达到最高容许浓度时，应设置可燃气体检（探）测器。

②有毒气体或含有可燃气体的有毒气体泄漏时，有毒气体浓度可能达到最高容许浓度，但可燃气体浓度不能达到 25% 爆炸下限时，应该设置有毒气体（探）检测器

③可燃气体与有毒气体同时存在的场所，可燃气体浓度可能达到 25% 爆炸下限，有毒气体的浓度也可能达到最高容许浓度时，应分别设置可燃气体和有毒气体检（探）测器。

④同一种气体，既属可燃气体又属有毒气体时，应只设置有毒气体检（探）测器。

3、可燃气体和有毒气体的检测系统应采用两级报警。

- 可燃气体和有毒气体检测的一级报警为常规的气体泄漏警示报警，提示操作人员及时到现场巡检。--25%LEL
- 当可燃气体和有毒气体浓度达到二级报警值时，提示操作人员应采用紧急处理措施。--50%LEL
- 当需要采用联动保护时，二级报警的输出接点信号可供使用。
- 现场发生可燃气体和有毒气体泄漏事故时，对同时发出的有毒气体和可燃气体的检测报警信号的处理，应遵循二级报警优先于一级报警；属同一报警级别时，有毒气体的报警级别优先的原则。

4、通常情况下，现场发生可燃气体和有毒气体泄漏事故时，报警信号应使现场报警器报警，提示现场人员采取措施。同时，报警信号发送至操作人员常驻的控制室、现场操作室等进行报警。--两路

5、可燃气体检（探）测器/有毒气体检测仪应采用经国家指定机构或其授权检验单位的计量器具制造认证，如易燃易爆环境应做防爆性能认证。

必须经国家计量器具制造认证的有毒气体检测器只有二氧化硫、硫化氢、一氧化碳等几种产品。

6、可燃气体和有毒气体检（探）测器，应采用固定式。

7、可燃气体和有毒气体检测报警系统宜独立设置。

8、现场固定安装的可燃气体和有毒气体检测报警系统，宜采用不间断电源（UPS）供电。

加油站、加气站、分散或独立的有毒及易燃易爆品的经营设施，其可燃气体和有毒气体检测报警系统可采用普通电源供电。 --加油加气分独经

9、补充：同释放源的距离---工艺装置

区域	位置		探测点同释放源间距	
			可燃气体探测仪	有毒气体探测仪
工艺装置	露天或敞开式厂房	探测点在释放源 最小风频上风侧	15m	2m
		探测点在释放源 最小风频下风侧	5m	1m
	封闭或半敞开式通风不良的厂房		每隔 15m 设一台， 保护半径 7.5m	1m

第三章 化工防火防爆安全技术

第一节 化工防火防爆基本要求

一、控制可燃物的措施

控制可燃物，就是使可燃物达不到燃爆所需要的数量、浓度或者使可燃物难燃化或用 不燃材料取而代之。

1、散发可燃气体或蒸气的车间或仓房，应加强通风换气，防止形成爆炸性气体混 合物。

其通风排气口应根据气体的相对密度设在房间的上部或下部。 --大下小上

2、根据需求和可能，用不燃液体和闪点较高的液体代替闪点较低的液体。

3、利用不燃液体稀释可燃液体，会使混合液体的闪点、自燃点提高，从而减小火 灾危险

性。

4、选用砖石等不燃材料代替木材等可燃材料作为建筑材料，可以提高建筑物的耐火极限。

5、用防火涂料涂层或阻燃剂浸涂木材、纸张、织物、塑料、纤维板、金属构件等可燃材料或不燃材料，可以提高这些材料的耐燃性和耐火极限。

二、控制助燃剂的措施

控制助燃剂：使可燃性气体、液体、固体、粉体物料不与空气、氧气或其他氧化剂接触，或者将它们隔离开来。

1、对有燃爆危险物料的设备和管道，尽量采用焊接，减少法兰连接。

2、所采用的密封垫圈，必须符合工艺温度、压力和介质的要求，

3、隔绝空气储存：遇到空气或受潮、受热极易自燃的物品，可以隔绝空气进行安全储存。

如金属钠储存于煤油中，黄磷存于水中，活性镍存于酒精中，烷基铝封存于氮气中，二硫化碳用水封存等。

钠煤、磷水、镍酒精；铝氮、二硫用水封

三、控制点火源的措施

1、严禁吸烟、禁止烟火；

2、生产用明火、加热炉宜集中布置在厂区的边缘，且应位于有易燃物料的设备全年最小频率风向的下风侧。

3、使用气焊、电焊、喷灯进行安装和维修时，必须按危险等级办理动火审批手续。

4、全厂性的高架火炬应布置在生产区全年最小频率风向的上风侧；可能携带可燃性液体的高架火炬与相邻居住区、工厂应保持不小于 120 m 的防火间距，与厂区内装置、储罐、设施保持不小于 90 m 的防火间距。严禁排入火炬的可燃气体携带可燃液体，距火炬筒 30 m 范围内，禁止可燃气体放空。

四、控制工艺参数的措施

- 1、控制投料顺序：例如：氯化氢的合成应先投氢后投氯，三氯化磷的生产应先投磷后投氯，硫磷脂与一甲胺反应时应先投硫磷脂后滴加一甲胺等，否则，就有发生燃爆的危险。
2. 控制原材料纯度和副反应：电石中含磷量过高，在制取乙炔时易发生燃爆事故；五硫化二磷中含游离磷量过高易自燃；氯气中含氢量过高、氢气中含氧量过高、氧气中含乙炔量过高，在生产或压缩过程中会发生爆炸。

第二节 主要化工防火防爆技术

● 一、火灾与爆炸过程和预防基本原则

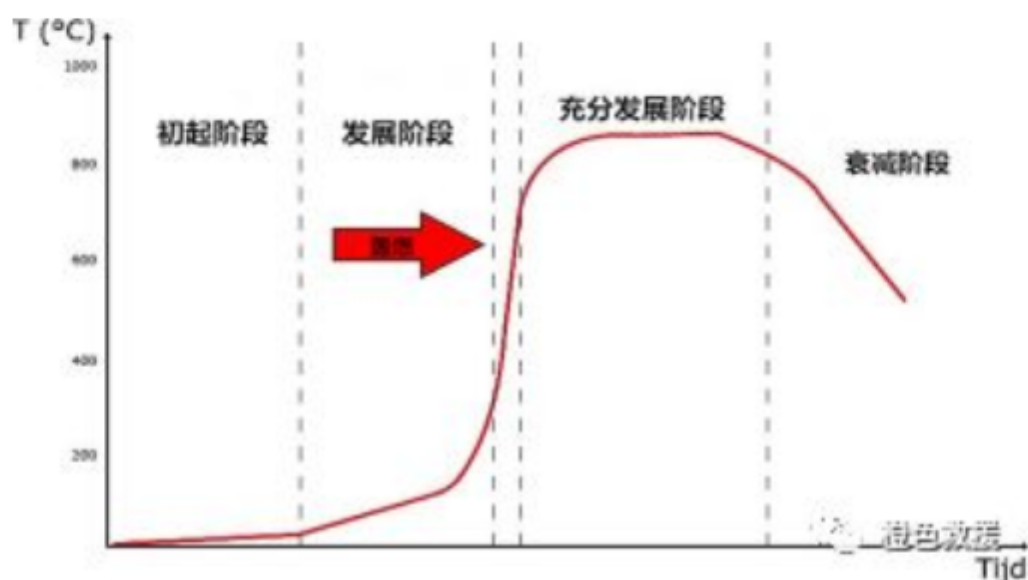
- 火灾发展过程的特点 当燃烧失去控制而发生火灾时，将经历下列发展阶段。

(1) 酝酿期。可燃物在热的作用下蒸发析出气体、冒烟和阴燃。

(2) 发展期。火苗窜起，火势迅速扩大。

(3) 全盛期。燃烧面积达到最大限度，燃烧速度最快，放出强大辐射热，温度高，气体对流加剧。

(4) 衰灭期。可燃物质减少，火势逐渐衰弱，终至熄灭。



2. 火灾变化的因素

(1) 蒸发潜热。可燃液体和固体是在受热后蒸发出气体的燃烧。液体和固体需要吸收一定的热量才能蒸发，这些热量称蒸发潜热。

一般是固体的蒸发潜热大于液体，液体大于液化气体。蒸发潜热越大的物质越需要较多的热量才能蒸发，火灾发展速度亦较慢。

二、防火分隔与防爆泄压

- 防火墙：防火墙应由非燃烧体材料构成，其耐火极限不应低于 4h；防火墙应直接砌筑在基础上或框架结构的框架上。
- 防火门：应有较高的耐火极限，甲级防火门的耐火极限不低于 1.2 h，乙级不低于 0.9 h，丙级不低于 0.6 h；

3. 防爆泄压装置

1) 厂房的泄压装置可采用轻质板制成的屋顶和易于泄压的门、窗（应向外开启），也可用轻质墙体泄压。

2) 泄压面积应布置在靠近易发生爆炸的部位，但应避开人员较多和主要通道等场所。有爆炸危险的生产部位，宜布置在单层厂房的靠外墙处和多层厂房的顶层靠外墙处，以减少爆炸时对其他部位的影响。

三、电石库防火与防爆

- (1) 电石库房的地势要高且干燥，不得布置在易被水淹的低洼地方。
- (2) 严禁以地下室或半地下室作为电石库房。
- (3) 电石库不应布置在人员密集区域和主要交通要道处。
- (4) 企业设有乙炔站时，电石库宜布置在乙炔站的区域内。

2. 消防措施

(1) 电石库应备有干砂、二氧化碳灭火器或干粉灭火器等灭火器材。

(2) 电石库房的总面积不应超过 750 m²，并应用防火墙隔成数间，每间的面积不应超过 250 m²。--防火分区

四、防爆电气设备

- 防爆电气设备类型

- 爆炸性环境使用的电气设备与爆炸危险物质的分类相对应，被分为 I 类、II 类、III 类。

(1) I 类电气设备。用于煤矿瓦斯气体环境。I 类防爆型式考虑了甲烷和煤粉的点燃及地下用设备的机械增强保护措施

(2) II 类电气设备。用于爆炸性气体环境。具体分为 II A、II B、II C 三类。II B 类的设备可适用于 II A 类设备的使用条件，II C 类的设备可用于 II A 或 II B 类设备的使用条件。

(3) III 类电气设备。用于爆炸性粉尘环境。具体分为 III A、III B、III C 三类。III B 类的设备可适用于 III A 设备的使用条件，III C 类的设备可用于 III A 或 III B 类设备的使用条件。

II A < II B < II C

五、防静电与防雷安全技术

1、静电防护

防止静电危害主要有控制并减少静电的产生。具体的方法有工艺控制法、泄漏导走法、中和电荷法、封闭削尖法和防止人体带静电的方法等。

2. 泄漏导走法

1) 空气增湿，提高环境的相对湿度，不只是加快静电的泄漏，还能提高爆炸性混合物的最小引燃能量。

2) 加抗静电添加剂,对于悬浮的粉状或雾状物质,则任何防静电添加剂都无效。

3) 静电接地连接,它只能消除导体上的静电而不能消除绝缘体上的静电。

第三节 化工消防技术

一、化工消防技术基本原理

(一) 火灾分类

1. 火灾分类如下:

(1) A 类火灾: 固体物质火灾。这种物质通常具有有机物性质,一般在燃烧时能产生灼热的余烬。如木材、棉、毛、麻、纸张及其制品等燃烧的火灾。

(2) B 类火灾: 液体或可熔化的固体物质火灾。如汽油、煤油、柴油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡等燃烧的火灾。

(3) C 类火灾: 气体火灾。如煤气、天然气、甲烷、乙烷、丙烷、氢气等燃烧的火灾。

(4) D 类火灾: 金属火灾。如钾、钠、镁、钛、锂、铝镁合金等燃烧的火灾。

(5) E 类火灾: 带电火灾。物体带电燃烧的火灾。

(6) F 类火灾: 烹饪器具内的烹饪物(如动植物油脂)火灾。

(二) 灭火基本原理和方法

1、原理: 主要是消除可燃物和助燃物。

2. 灭火方法 根据物质燃烧原理及与火灾扑救的实践经验,灭火的基本方法:窒息灭火法、冷却灭火法、隔离灭火法、化学抑制灭火法等。

(三) 灭火剂---重点

● 水灭火剂灭火机理

(1) 冷却作用, 水的热容量和汽化热都比较大。

(2) 乳化作用。乳化作用可使其表面形成一层能够阻止可燃蒸气产生的含水油沫。---非水

溶性

(3) 稀释作用。使水溶性可燃液体的浓度降低到可燃浓度以下时，燃烧即自行停止。

(4) 水力冲击作用。高压水流强烈冲击燃烧物和火焰，可以冲散燃烧物，使燃烧强度显著减弱直至熄灭。

2. 泡沫灭火剂

泡沫灭火剂是指能够与水混溶，并可通过化学反应或机械方法产生灭火泡沫的灭火剂。



1) 灭火机理

(1) 窒息灭火作用。

(2) 遮断火焰热辐射的作用。

(3) 冷却作用。

2) 范围

(1) 蛋白泡沫灭火剂主要用于扑救各种石油产品、油脂等不溶于水的可燃液体火灾，也可用于扑救木材等一般可燃固体的火灾。

(2) 用于扑救水溶性可燃液体火灾的泡沫灭火剂称为抗溶性泡沫灭火剂。

(3) 高倍数泡沫灭火剂主要适用于非水溶性可燃液体火灾和一般固体物质火灾。

3. 干粉灭火剂

1) 灭火机理

(1) 化学抑制作用。 阻断链式反应自由基

(2) “烧爆”作用。 干粉与火焰接触时，其粉粒受高热的作用可以爆裂成为许多更小的颗粒，增加了与火焰的接触面积。

(3) 降低热辐射和稀释氧的浓度。

2) 干粉灭火剂的分类

(1) 普通干粉灭火剂。主要是全硅化碳酸氢钠干粉。这类灭火剂适用于扑灭 B 类火灾、C 类火灾、E 类火灾，又称为 BC 类干粉。

(2) 多用途干粉灭火剂。主要是磷酸铵盐干粉，具有抗复燃的性能，不仅适用于扑救液体火灾、气体火灾，还适用于扑救一般固体物质的火灾（A 类火），因此又称为 ABC 类干粉。

3) 应用范围

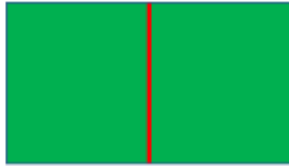
干粉灭火剂适用于扑救可燃液体、气体和电气设备的火灾。

干粉灭火剂不适于扑救轻金属和碱金属火灾，且因其灭火后留有残渣，也不能扑救精密仪器设备火灾。

二、消防设施

1、消防水池的设置要求

消防水池的总蓄水有效容积大于 500m³ 时，宜设两格能独立使用的消防水池；当大于 1000m³ 时，应设置能独立使用的两座消防水池。



两格



两座

2. 消火栓设施

- (1) 室外消火栓的保护半径不应超过 150 m。间距不应大于 120m。
- (2) 每个室外消火栓的出水流量按 10 ~ 15L/S 计算。
- (3) 消火栓距路边不宜小于 0.5 m，但不应大于 2 m;距建筑外墙或外墙边缘不宜小于 5m。



- (4) 布置在建筑物周围的室外消火栓宜沿建筑周围均匀布置，且不宜集中布置在建筑一侧，建筑消防扑救面一侧的室外消火栓数量不宜少于 2 个。

4、室内消火栓

室内消火栓的充实水柱和水压要求。高层建筑、厂房、库房和室内净空高度超过 8m 的民用建筑等场所，消火栓栓口动压不应小于 0.35 MPa，消防水枪充实水柱应按 13m 计算；其他场所，消火栓栓口动压不应小于 0.25 MPa，消防水枪充实水柱按 10 m 计算。

5、消防泵的检查与维护管理

- (1) 每月应手动启动消防水泵运转一次，并应检查供电电源的情况。

(2) 每周应模拟消防水泵自动控制的条件，自动启动消防水泵运转一次，且应自动记录自动巡检情况，每月应检测记录。

(3) 每日应对稳压泵的停泵启泵压力和启泵次数等进行检查和记录运行情况。

(4) 每日应对柴油机消防水泵的启动电池的电量进行检测，每周应检查储油箱的储油量，每月应手动启动柴油机消防水泵运行一次。

(5) 每季度应对消防水泵的出水流量和压力进行一次试验。

(6) 每月应对气压水罐的压力和有效容积等进行一次检测。

(二) 灭火器的管理与维护

1、灭火器不论已经使用还是未经使用，手提式和推车式的干粉、二氧化碳灭火器，距出厂日期满 5 年，以后每隔 2 年，必须进行水压试验等检查；

3、手提式清水灭火器距出厂日期满 3 年，以后每隔 1 年，必须进行水压试验等检查。

4、灭火器自出厂之日起，达到以下年限应报废

1) 水基型灭火器---6 年

2) 干粉灭火器---10 年

3) 洁净气体灭火器---10 年

4) 二氧化碳灭火器和储气瓶---12 年

第四章 化学品储运安全技术

一、化工企业常用储存设施及安全附件

1、化学品储存设施的选用

(1) 储罐应地上露天设置，有特殊要求的可采取埋地方式设置。

(2) 液化烃等甲 A 类液体常温储存应选用压力储罐。

(3) 储存乙 B 和丙类液体可选用浮顶储罐、内浮顶储罐、固定顶储罐和卧式储罐。

(4) 容量小于或等于 100 m²的储罐，可选用卧式储罐。(5) 浮顶储罐应选用钢制单盘或双盘式浮顶。

(6) 酸类、碱类宜选用固定顶储罐或卧式储罐。

(7) 储存 I、II 级毒性的甲 B、乙 A 类液体储罐不应大于 10000 m³，且应设置氮气或其他惰性气体密封保护系统。

液化压力储；酸碱固定卧

浮顶钢制单双盘；容量小百卧式选

二、罐区安全技术

一）、防雷、防静电

1、石油库和罐区的防雷、防静电接地装置每年进行两次测试。

2、设备共用接地装置时，其接地电阻不应大于 4Ω。

3、铁路装卸油设施，钢轨、输油管道、鹤管、钢栈桥等应按规范作等电位跨接并接地，其接地电阻不应大于 10Ω

4、罐区不宜装设消雷器。

5、严禁使用塑料桶或绝缘材料制作的容器灌装或输送甲、乙类油品。

6、严禁用压缩空气吹扫甲、乙类油品管道和储罐，严禁使用汽油、苯类等易燃溶剂对设备、器具擦洗和清洗。

7、储存甲、乙、丙 A 类油品储罐的上罐扶梯入口处、泵房的门外和装卸作业操作平台扶梯入口处等应设导除人体静电接地装置。

三、铁路装卸设施及作业安全技术

1、油品装卸环节安全管理

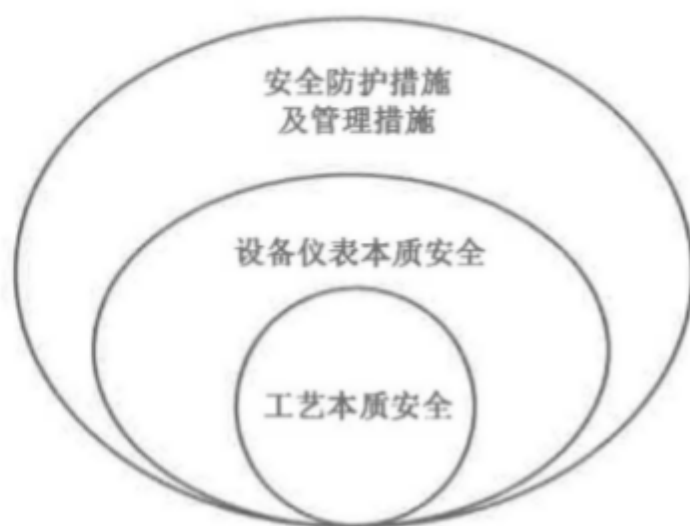
(1) 装车台操作人员应持证上岗。

- (2) 装车前检查装车设备，阀门与管线无泄漏；鹤管、梯子状态良好；静电绳完好等措施。
- (3) 检查车内油品种类与所装油品种类是否相符，存油多少，有无杂物。
- (4) 同一作业线各种装卸设备的防静电接地应为等电位，接地线和跨接线不能用链条代替。
- (5) 作业人员应穿戴防静电服装和鞋帽，使用铜质工具，活动照明要使用防爆灯。
- (6) 鹤管或输油臂装油时要插至底部。
- (7) 铁路罐车的装油速度，在出油口淹没前的初始阶段，要控制在 1 m/s 以下
- (8) 进入装卸车台必须关闭手机等非防爆电器。
- (9) 液化气体、汽油等危险化学品车辆严禁超装。
- (10) 雷雨天气禁止装卸油作业。
- (11) 处理漏洒油品、整理工具、擦拭设备时，应断开电源。

第五章 化工建设项目安全技术

一、化工过程本质安全化设计

1、本质安全可以分为 3 个层次，是一种洋葱结构，其核心层为工艺本质安全，中间层为设备仪表本质安全，最外层为安全防护措施及管理措施，



二、布局安全设计技术

（一）化工厂布局安全

1. 厂区功能分区

1) 化工企业厂区总平面应根据厂内各生产系统及安全、环保、职业健康要求进行功能明确、分区合理的布置。厂区的长轴与主导风向最好垂直或不小于 45° 夹角，可利用穿堂风，加速气流扩散。

2) 生产车间及生产工艺装置区

(1) 工艺装置区是一个易燃易爆、有毒的特殊危险的地区，一般布置在厂区的中央部分。

(2) 工艺装置区宜布置在人员集中场所及明火或散发火花地点的全年最小频率风向的上风侧；在山区或丘陵地区，并应避免布置在窝风地带。

(3) 要求洁净的工艺装置应位于散发有害气体、烟、雾、粉尘的污染源全年最小频率风向的下风侧。

(4) 不同过程单元间可能会有交互危险性，过程单元间要隔开一定的距离。

2) 原料及成品储存区

(1) 避免各装置之间的原料、中间产品和制成品之间的交叉运输；

(2) 储存甲、乙类物品的库房、罐区、液化烃储罐宜归类分区布置在厂区边缘地带；

3) 公用工程及辅助生产区

(1) 公用设施区应该远离工艺装置区、罐区和其他危险区；

(2) 锅炉设备、总配变电所和维修车间等，要设置在处理可燃流体设备的上风向。

(3) 全厂性污水处理场及高架火炬等设施，宜布置在人员集中场所及明火或散发火花地点的全年最小风频风向的上风侧。

(4) 采用架空电力线路进出厂区的总变配电所，应布置在厂区边缘，并位于全年最小风频风向的下风向；

(5) 辅助生产设施的循环冷却水塔(池)不宜布置在变配电所、露天生产装置和铁路冬季主导风向的上风侧和受水雾影响设施全年主导风向的上风侧。

4) 运输装卸区

(1) 铁路支线规划在工厂边缘地区。

(2) 在装卸台上可能会发生毒性或易燃物的溅洒,装卸设施应该设置在工厂的下风区域,最好是在边缘地区。

5) 管理区及生活区

厂前区宜面向城镇和工厂居住区一侧,尽可能与工厂的危险区隔离,最好设在厂外。管理区、生活区一般应布置在全年最小风频风向的下风侧。

第六章 化工事故应急管理及救援

一、危险化学品事故类型

(一) 根据危险化学品的易燃易爆、有毒、腐蚀等危险特性,以及危险化学品事故定义的研究,将危险化学品事故的类型分为 6 类:

(1) 危险化学品火灾事故。

(2) 危险化学品爆炸事故。

(3) 危险化学品中毒和窒息事故。

(4) 危险化学品灼伤事故。

(5) 危险化学品泄漏事故。

(6) 其他危险化学品事故。

二、化工事故的处理方法

(一) 火灾事故处理方法

扑救初期火灾的基本方法

(1) 迅速关闭火灾部位的上下游阀门，切断进入火灾事故地点的一切物料。

(2) 在火灾尚未扩大到不可控制之前，应使用移动式灭火器或现场其他各种消防设备、器材扑灭初期火灾和控制火源。

2. 扑救易燃液体的基本方法

(1) 首先应切断火势蔓延的途径。

(2) 及时了解和掌握着火液体的品名、比重、水溶性、毒性、腐蚀、沸溢、喷溅等危险性。

(3) 对较大的贮罐或流淌火灾，应准确判断着火面积和液体性质，采取相应灭火措施。

● 措施：

● 小面积液体火灾，一般可用雾状水扑灭，用泡沫、干粉、二氧化碳、卤代烷灭火一般更有效。

● 具有水溶性的可燃液体（如醇类等），最好用抗溶性泡沫扑救

(4) 扑救人员必须佩戴防护面具，采取防护措施。

(5) 扑救原油和重油等具有沸溢和喷溅危险的液体火灾，如有条件，可采用切水、搅拌等防止发生沸溢和喷溅的措施。

(6) 遇易燃液体管道或贮罐泄漏着火，对输送管道应设法找到并关闭进出阀门

(二) 泄漏事故处理方法

泄漏处理注意事项：

① 进入现场人员必须配备必要的个人防护器具；

② 如果泄漏化学品是易燃易爆的，应严禁火种，扑灭任何明火及任何其他形式的热源和火源；

③ 应急处理时严禁单独行动，要有监护人，必要时用水枪、水炮掩护；

④ 从上风、上坡处接近现场，严禁盲目进入。

四、作业场所应急救援物资配备要求

序号	物资名称	配备	备注
1	正压式空气呼吸器	2 套	
2	化学防护服	2 套	有毒/腐蚀化学品场所
3	过滤式防毒面具	1 个/人	
4	气体浓度检测仪	2 台	检测气体浓度
5	手电筒	1 个/人	易燃易爆场所，防爆
6	对讲机	4 台	易燃易爆场所，防爆
7	急救箱或急救包	1 包	
8	吸附材料或堵漏材料	根据实际需求配置	处理泄露
9	洗消设施或清洗剂	根据实际需求配置	工作地点配备
10	应急工具箱	根据实际需求配置	防爆场所配无火花

空化过气手对急

2212141