

1. 海因里希法则

在机械生产过程中，每发生 330 起意外事件，有 300 起未造成人员伤亡，29 起造成人员轻微伤害，1 起导致重伤或死亡，即严重伤害、轻微伤害和没有伤害的事故件数之比为 1:29:300，这称为

2. 危险与可操作性分析（HAZOP）

HAZOP 方法是一种用于辨识工艺设计缺陷、工艺过程危险及操作性问题的定性分析方法，包括：辨识潜在的偏离设计目的的偏差，分析其可能的原因并评估相应的后果。

HAZOP 分析可应用于项目的全生命周期，包括从前期概念设计阶段到后期生产运营阶段。在设计阶段，可以通过 HAZOP 分析来确保所有潜在的风险和可操作性问题满足企业的风险可接受标准。在运行阶段，对于工艺变更（MOC）、工艺事故/事件部分进行 HAZOP 分析。

HAZOP 基本术语：

分析节点、引导词、工艺参数/要素、偏差、原因、后果、安全措施、建议措施。

《危险与可操作性分析（HAZOP 分析）应用导则》（AQ/T3049-2013）

3. 安全评价类型

(1) 安全预评价（AQ8002-2007 安全预评价导则）

在建设项目可行性研究阶段、工业园区规划阶段或生产经营活动组织实施之前，根据相关的基础资料，辨识与分析建设项目、工业园区、生产经营活动潜在的危险、有害因素，确定其与安全生产法律法规、规章、标准、规范的符合性、预测发生事故的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，做出安全评价结论的活动。

(2) 安全验收评价（AQ8003-2007 安全验收评价导则）

在建设项目竣工后正式生产运行前或工业园区建设完成后，通过检查建设项目安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用的情况或工业园区内的安全设施、设备、装置投入生产和使用的情况，检查安全生产管理措施到位情况，检查安全生产规章制度健全情况，检查事故应急救援预案建立情况，审查确定建设项目、工业园区建设满足安全

生产法律法规、规章、标准、规范要求的符合性，从整体上确定建设项目、工业园区的运行状况和安全管理情况，做出安全验收评价结论的活动。

(3) 安全现状评价（AQ8001-2007 安全评价通则）

安全现状评价是指针对生产经营活动中、工业园区内的事故风险、安全管理等情况，辨识与分析其存在的危险、有害因素，审查确定其与安全生产法律法规、规章、标准、规范要求的符合性，预测发生事故或造成职业危害的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，做出安全现状评价结论的活动。

(4) 新建、改建、扩建危险化学品生产、储存装置和设施，以及伴有危险化学品产生的化学品生产装置和设施的建设项目（即危险化学品建设项目）设立安全评价和建设项目安全设施竣工验收评价，使用《危险化学品建设项目安全评价细则》。

4. 填料密封定义：填料作密封件的密封

5. 燃烧必须同时具备三个条件（燃烧三要素）：

(1) 可燃物 能在空气、氧气或其它氧化剂发生燃烧反应的物质。

(2) 助燃物 能帮助和维持燃烧的物质。如氧气、氯气等。

(3) 点火源 能引起可燃物质燃烧的能源。

灭火的基本原理：消除其中一个条件，燃烧便会终止。

6. 检修作业中安全要求（1~8）

检修作业中，各类人员应各司其职，各负其责，在检修指挥部的统一指挥下，安全、圆满地完成检修任务。

1. 检修作业人员应按规定正确佩戴个体防护装备；
2. 检修作业人员应遵守本工种安全技术操作规程；
3. 从事特种作业的检修人员应持有特种作业操作证；
4. 多工种、多层次交叉作业时，应统一协调，采取相应的防护措施；
5. 有放射性物质的检修时，应通知现场有关人员避让，确认好安全防护距离，设置明显警示标志，并设专人监护；
6. 夜间及特殊天气的检修作业，应安排专人进行安全监护；
7. 当装置出现异常情况可能危及检修人员安全时，应立即通知检修人员停止作业迅速撤离作业场所；经处理，异常情况排除且确认安全后，检修人员方可恢复作业；
8. 设备使用方应安排专职安全管理人员对检修过程进行监督。

7. 动火作业

1. 动火作业分级

(1)固定动火区外的动火作业一般分为特级动火、一级动火和二级动火三个级别；遇节假日、重点时段或其他特殊情况，动火作业应升级管理。

(2)特级动火作业

指在运行状态下的易燃易爆生产装置的设备、管道、储罐等部位上及其他特殊危险场所进行的动火作业。带压不置换动火作业按特殊动火作业管理；易燃易爆危险化学品一、二级重大危险源罐区、易燃易爆危险化学品仓储经营企业构成重大危险源的罐区动火作业全部按特级动火进行管理。

(3)一级动火作业

在易燃易爆场所进行的除特级动火作业以外的动火作业，厂区管廊上的动火作业按一级动火作业管理。

(4)二级动火作业

除特级动火作业和一级动火作业以外的动火作业。凡生产装置或系统全部停车，装置经清洗、置换、分析合格并采取安全隔离措施后，可根据其火灾、爆炸危险性大小，经所在单位安全管理负责人批准，动火作业可按二级动火作业管理。

(5)特级动火、一级动火作业的安全作业证有效期不应超过 8h；二级动火作业的安全作业证有效期不应超过 72h。

8. 动火作业定义

是指直接或间接产生明火的工艺设备以外的禁火区内可能产生火焰、火花或炽热表面的非常规作业，如使用电焊、气焊（割）、喷灯、电钻、砂轮、喷砂机等进行作业。

9. 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。

10. 个体防护装备（劳动防护用品）定义：

是指从业人员为防御物理、化学、生物等外界因素伤害所穿戴、配备和使用的护品的总称。

11. 臭氧氧化法：

臭氧是强烈的氧化剂，它能氧化多种有机物和无机物，清除对臭氧的高度氧化活性很敏感的毒物，如酚类、苯环类、氰化物、硫化物、亚硝酸盐、铁、锰、有机氮化合物等，由于对各种有机物的作用范围较广，可以去除其他方法不易去除的 COD 和 TOC；同时又具有

很强的氧化漂白作用，可以明显降低水的色度。采用臭氧氧化技术处理有机废水，具有反应速度快、无二次污染等优点。

12. 气态污染物

以气体形态进入大气的污染物称为气态污染物。对我国大气环境危害最大的五类气态污染物：

(1)含硫化合物

主要是指 SO_2 、 SO_3 、 H_2S 等；其中以 SO_2 数量最大，危害最大，是影响大气质量的最主要气态污染物。当大气中 SO_2 氧化成硫酸酸雾时，硫酸酸雾引起的生理反应比单一的 SO_2 气体强 4~20 倍。

(2)含氮化合物

含氮化合物种类很多，其中最主要的是 NO 、 NO_2 、 NH_3 等。

(3)碳氧化合物 主要是 CO 和 CO_2 。

(4)有机化合物

主要指有机废气，有机废气中的许多组分构成了对大气的污染，如烃、醇、酮、酯、胺等。大气中的挥发性有机物（VOCs）一般是 $\text{C}_1\sim\text{C}_{10}$ 化合物，除含有碳氢原子外，常含有氧、氮和硫原子。

(5)卤素化合物

对大气构成污染的主要是氯化物和氟化物。

气态污染物从污染源排到大气中可以直接对大气造成污染，也可以经过一系列化学或光化学反应而生成的二次污染物。在大气污染控制中受到普遍重视的一次污染物有硫化物、氮氧化物、碳氧化物以及有机化合物等；二次污染物有硫酸烟雾和光化学烟雾（主要成分为臭氧、过氧乙酰硝酸酯 PAN、酮类和醛类等）。

1. 环境保护技术包括三个层面

减少污染物产生的技术、减少污染物排放的技术、污染物处理技术。减少污染物产生或排放属于源头防控，污染物处理属于末端治理。

2. 泄漏有两个必要条件

密封连接处有间隙（宏观/微观）和存在压力差；就一般设备而言，减少或消除间隙是阻止泄漏的主要途径。

3. 泄漏

高能流体经隔离物缺陷通道向低能区侵入的负面传质现象

4. 密封

隔离高能流体向低能区进行负面传质的有效措施

5. 防雷装置

用于减少闪击击于建（构）筑物上或建（构）筑物附近造成的物质性损害和人身伤亡，由外部防雷装置和内部防雷装置组成。

6. 化工装置常规停车注意事项

①必须按停车方案规定的步骤进行。

②与上下工序及有关工段(如锅炉、配电间等)保持密切联系，严格按照规定程序停止设备的运转，大型传动设备的停车，必须先停主机、后停辅机。

③设备泄压操作应缓慢进行，压力未泄尽之前不得拆动设备；注意易燃、易爆、易中毒等危险化学品的排放和散发，防止造成事故。

④易燃、易爆、有毒、有腐蚀性的物料应向指定的安全地点或贮罐中排放，设立警示

标志和标识；排出的可燃、有毒气体如无法收集利用应排至火炬烧掉或进行其它无毒无害化处理。

⑤系统降压、降温必须按要求的幅度(速率)、先高压后低压的顺序进行，凡需保压、保温的，停车后按时记录压力、温度的变化。

⑥开启阀门的速度不宜过快，注意管线的预热、排凝和防水击等。

⑦高温真空设备停车必须先消除真空状态，待设备内介质的温度降到自燃点以下时，才可与大气相通，以防空气进入引发燃爆事故。

⑧停炉操作应严格依照规程规定的降温曲线进行，注意各部位火嘴熄火对炉膛降温均匀性的影响；火嘴未全部熄灭或炉膛温度较高时，不得进行排空和低点排凝，以免可燃气体进入炉膛引发事故。

⑨停车时严禁高压窜低压。

⑩停车时应做好相关人员的安全防护工作，防止物料伤人。

⑪冬季停车后，采取防冻保温措施，注意低位、死角及水、蒸汽、管线、阀门、疏水器和保温伴管的情况，防止冻坏。

⑫用于紧急处理的自动停车联锁装置，不应用于常规停车。

7. 高处作业

指在距坠落基准面 2m 及 2m 以上有可能坠落的高处进行的作业。

8. 受限空间

是指进出口受限，通风不良，包括封闭、半封闭的设备、设施及场所，如反应器、塔、釜、槽、罐、炉膛、锅筒、管道以及地下室、窖井、坑（池）、下水道或其他封闭、半封闭场所；受限空间作业是指进入或探入受限空间进行的作业。

9. 化学需氧量或化学耗氧量（COD）

指在一定的条件下，采用一定的强氧化剂处理水样时，所消耗的氧化剂量。它是表示水中还原性物质（如各种有机物、亚硝酸盐、硫化物、亚铁盐等）含量的一个指标，COD 越大，说明水体污染越严重。

10. 生化需氧量（BOD）

指水中有机污染物被好氧微生物分解时所需要的氧量，单位为 mg/L，间接反映了水中可生物降解的有机物量。生化需氧量越高，表示水中耗氧有机污染物越多。

11. Fe-C 法

是在不通电的情况下，利用填充在废水中的微电解材料自身产生 1.2V 电位差对废水进行电解处理，以达到降解有机污染物的目的。

12. 芬顿（Fenton）试剂法

亚铁盐（作为催化剂）和双氧水（作为氧化剂）的组成的均相液体体系称为芬顿（Fenton）试剂。芬顿氧化是指芬顿试剂在酸性条件下生成羟基自由基（ $\cdot\text{OH}$ ），破坏有机物结构、最终氧化分解有机物的过程。它能够有效去除传统废水处理技术无法去除的难降解有机物。

1. 金属腐蚀分类

(1) 按照腐蚀机理分类

按照腐蚀机理，金属腐蚀分为化学腐蚀、电化学腐蚀、物理腐蚀三种。

(2) 按照腐蚀形态分类

根据金属的破坏形态，可将金属腐蚀分为均匀腐蚀和局部腐蚀两大类。

腐蚀电池的定义：只能导致金属材料破坏而不能对外界做有用功的短路原电池

2. 孔蚀的控制途径

① **改善介质条件**。如降低溶液中 Cl^- 含量，减少氧化剂（如除氧、防止 Fe^{3+} 及 Cu^{2+} 存在），降低温度，提高 pH 值等都可以减少孔蚀的发生。

② **选用耐孔蚀的合金材料**。在奥氏体不锈钢中，耐孔蚀性能高低的顺序为 $18\text{Cr}-9\text{Ni} < 17\text{Cr}-12\text{Ni}-2.5\text{Mo} < 20\text{Cr}-14\text{Ni}-3.5\text{Mo}$ 。双相钢及高纯铁素体不锈钢抗孔蚀性能都是良好的，钛和钛合金有最好的抗孔蚀性能。

③ **阴极保护**。阴极极化使电位低于孔蚀电位（或称击穿电位 E_b ，最可靠是低于保护电位 E_p ，使不锈钢处于稳定钝化区。

④ **对合金表面进行钝化处理**。提高材料钝态稳定性。

⑤ **使用缓蚀剂**。特别在封闭系统中使用缓蚀剂最有效，用于不锈钢的缓蚀剂有硝酸盐、铬酸盐、硫酸盐和碱，最有效的是亚硝酸钠。但要注意，缓蚀剂用量不足，反而会加速腐蚀。

3. 预防爆炸的安全附件

1. 安全阀

安全阀是一种自动阀门，它不借助任何外力而利用介质自身的力来排出一额定数量的流体，以防止压力超过设定的安全值；当压力恢复正常后，阀门再行关闭并阻止介质继续流出。安全阀主要用于锅炉、压力容器和压力管道上，控制压力不超过规定值，对人身安全和设备运行起重要作用。常用安全阀有弹簧式和杠杆式两种安全阀

安全阀选用原则：

① 排放气体或蒸汽时，选用全启式安全阀。

② 排放液体时，选用全启式或微启式安全阀。

③ 排放水蒸汽或空气时，可选用带扳手的安全阀。

④ 对设定压力大于 3MPa，温度超过 235℃ 的气体用安全阀，则选用带散热片的安全阀，以防止泄放介质直接冲蚀弹簧。

⑤ 排放介质允许泄漏至大气的，选用开式阀帽安全阀；不允许泄漏至大气的，选用闭式阀帽安全阀。

⑥ 排放有剧毒、有强腐蚀、有极度危险的介质，选用波纹管安全阀。

⑦ 高背压的场合，选用背压平衡式安全阀或导阀控制式安全阀。

⑧ 在某些重要的场合，有时要安装互为备用的两个安全阀；两个安全阀的进口和出口切断阀宜采用机械联锁装置。

2. 爆破片

爆破片装置是由爆破片（或爆破片组件）和夹持器（或支撑圈）等零部件组成的非重闭式压力泄放装置。

在设定的爆破温度下，爆破片两侧压力达到预定值时，爆破片即可动作（破裂或者脱落），泄放介质。

爆破片选用要求：

(1) 应当综合考虑设备的工作压力、温度、介质、泄放要求等因素，还应当根据不同型式爆破片装置的技术特点进行选择；当爆破片与安全阀串联使用时，应当选择无碎片或者非脱落型爆破片。

(2) 在确定爆破片泄放面积时，应当考虑爆破片爆破后张开程度、残留碎片对爆破片泄放能力的影响，还应当考虑介质的超音速泄放、泄放背压、高温、气体电离、泄放介质二次爆炸、回火等因素对于泄放能力的影响。

(3) 选用爆破片的泄放能力，应当大于或等于被保护的特种设备安全泄放量。

4. 灭火的基本方法

灭火的基本方法主要有四种：冷却、窒息、隔离和化学抑制。

前三种方法是通过物理过程进行灭火，最后一种方法则是通过化学过程灭火。

1. 冷却灭火法

冷却灭火法是根据可燃物质发生燃烧时必须达到一定温度条件，将灭火剂直接喷洒在燃烧的物体上，使可燃物质的温度降到燃点以下，从而停止燃烧。

如向火区喷射大量的水来降温，是最常见的冷却灭火法。利用干冰升华吸热，使燃烧物温度降至低于着火点；同时干冰升华产生的二氧化碳密度比空气的大且不支持燃烧，二氧化碳覆盖在燃烧物表面隔绝氧气而灭火。

2. 窒息灭火法

窒息灭火法是根据可燃物质燃烧需要足够的氧化剂（空气、氧）的条件，采取阻止空气进入燃烧区的措施，或断绝氧气而使燃烧物质熄灭。

为使火灾窒息，需将水蒸气、二氧化碳等惰性气体引入着火区，以稀释着火空间的氧含量。当着火区空间氧含量低于 14%，或水蒸气含量高于 35%，或二氧化碳含量高于 35% 时，绝大多数燃烧都会熄灭。但可燃物本身为化学氧化剂物质时，是不能采用窒息灭火的。

采用惰性气体灭火时，一定要保证充入燃烧区内惰性气体的数量，以迅速降低空气中氧的含量，从而实现窒息灭火。

3. 隔离灭火法

隔离灭火法是根据发生燃烧必须具备可燃物质的条件，将燃烧物质与附近的可燃物隔离或分开，中断可燃物的供应，使燃烧停止。

采用隔离灭火法的具体措施有：将火源附近的可燃、易燃、易爆和助燃物质，从燃烧区转移到安全地点；关闭阀门，阻止气体、液体流入燃烧区；排除生产装置、设备容器内的可燃气体或液体；设法阻拦流散的易燃、可燃液体或扩散的可燃气体；拆除与火源相毗连的易燃建筑结构，形成阻止火势蔓延的空间地带。

4. 化学抑制灭火法

化学抑制灭火法是使灭火剂参与燃烧的链式反应，使燃烧过程中产生的自由基消失，形成稳定分子或活性低的自由基，从而使燃烧停止。

采用卤代烷（1301、1211）、七氟丙烷、三氟甲烷等替代物、干粉灭火剂等，就是降低自由基的灭火方法，灭火速度快，使用得当，可快速地扑灭火灾。