



“化危为安” 线上讲堂

化工企业双重预防机制的建设与运行

纳永良 博士

北京思创信息系统有限公司

主要内容



- 1 化工企业双重预防机制的特殊性
- 2 几个重要概念
- 3 双预防典型问题及解决思路

构建双重预防机制的背景

1. 2013年6月3日，吉林长春德惠市宝源丰禽业公司主厂房发生特别重大火灾爆炸事故，共造成**121人**死亡、76人受伤。
2. 2013年11月22日，山东青岛中石化东黄输油管道发生特别重大爆炸事故，造成**62人**死亡、136人受伤。
3. 2014年8月2日，江苏昆山中荣金属制品公司发生特别重大铝粉尘爆炸事故，当天造成**75人**死亡，185人受伤。
4. 2015年8月12日，天津市滨海新区天津港的瑞海国际物流有限公司危险品仓库发生特别重大火灾爆炸事故。事故造成**165人**遇难。
5. 2015年12月20日，深圳市光明新区渣土受纳场发生滑坡事故，造成**73人**死亡、4人下落不明，17人受伤。
6. 2016年11月24日，江西丰城发电厂三期扩建工程发生冷却塔施工平台坍塌特别重大事故。事故造成**73人**死亡，2人受伤。
7. 2017年2月25日，南昌市红谷滩新区唱天下休闲会所发生一起重大火灾事故，造成**10人**死亡、13人受伤。

- 较大以上事故多发，重特大事故时有发生。重大事故起数、重大事故死亡人数呈上升趋势！
- 非传统高危行业和领域事故频发：禽类加工、“排水暗渠”、金属粉尘、渣土受纳场（安全管理中的盲点？）
- 认不清、想不到、管不好的问题突出！

➤**认不清？ 风险！**

➤**想不到？ 事故严重后果！**

➤**管不好？ 没有针对性措施！**

构建双重预防机制的两项任务

关于印发标本兼治
遏制重特大事故工作
指南的通知

安委办〔2016〕3号

2016年4月28日

关于实施遏制
重特大事故工作指南
构建双重预防
机制的意见

安委办〔2016〕11号

2016年10月9日

中共中央 国务院
关于推进安全生产领域
改革发展的意见

中发〔2016〕32号

2016年12月9日

中共中央办公厅
国务院办公厅
关于推进城市
安全发展的意见

中办发〔2018〕1号

2018年1月7日

安全风险
分级管控

事故隐患
排查治理

一般工贸企业普遍采用的风险识别方法：

- a) 安全生产管理活动/场所：SCL
- b) 安全生产操作活动：JHA（或JSA）

这样做能有效解决化工企业的问题吗？

河北盛华化工“11·28”事故

2018年11月28日，河北盛华化工有限公司氯乙烯（简称VCM）泄漏，遇火源发生爆燃，24人死亡、21人受伤。
12名企业人员将被追究刑事责任



- 安全管理混乱
- 安全投入不足
- 教育培训不到位
- 风险管控能力不足
- 应急处置能力差
- 隐患排查治理不到位

江苏天嘉宜化工“3·21”特别重大爆炸事故

2019年3月21日，江苏天嘉宜化工有限公司发生爆炸事故，造成78人死亡。两名副省长被处分，61名公职人员进行严肃问责，44名企业和中介机构人员立案侦查并采取刑事强制措施。



义马气化厂“7·19”爆炸事故

15死16重伤 | 义马气化厂“7·19”重大爆炸事故6人获刑 | 企业隐患整改层层请示，形式主义官僚主义严重

6月12日，河南省安全生产委员会召开全省安全生产以案促改警示教育电视电话会议。会上通报了河南煤气(集团)有限责任公司义马气化厂“7·19”重大爆炸事故的相关情况，以及事故责任追究情况等。

企业6名负责人被追究刑事责任，且因涉嫌重大责任事故罪被批捕；
30名公职人员接受党纪政务处分



化工企业特殊性：**危化品生产装置**

物料：**易燃、易爆、有毒、高温、高压.....**



除了一般做法外，还需要：

1) 对于涉及危险化学品的JHA分析（比如边生产边作业）有特殊要求；

以下情况的分析结果需要纳入管控清单：

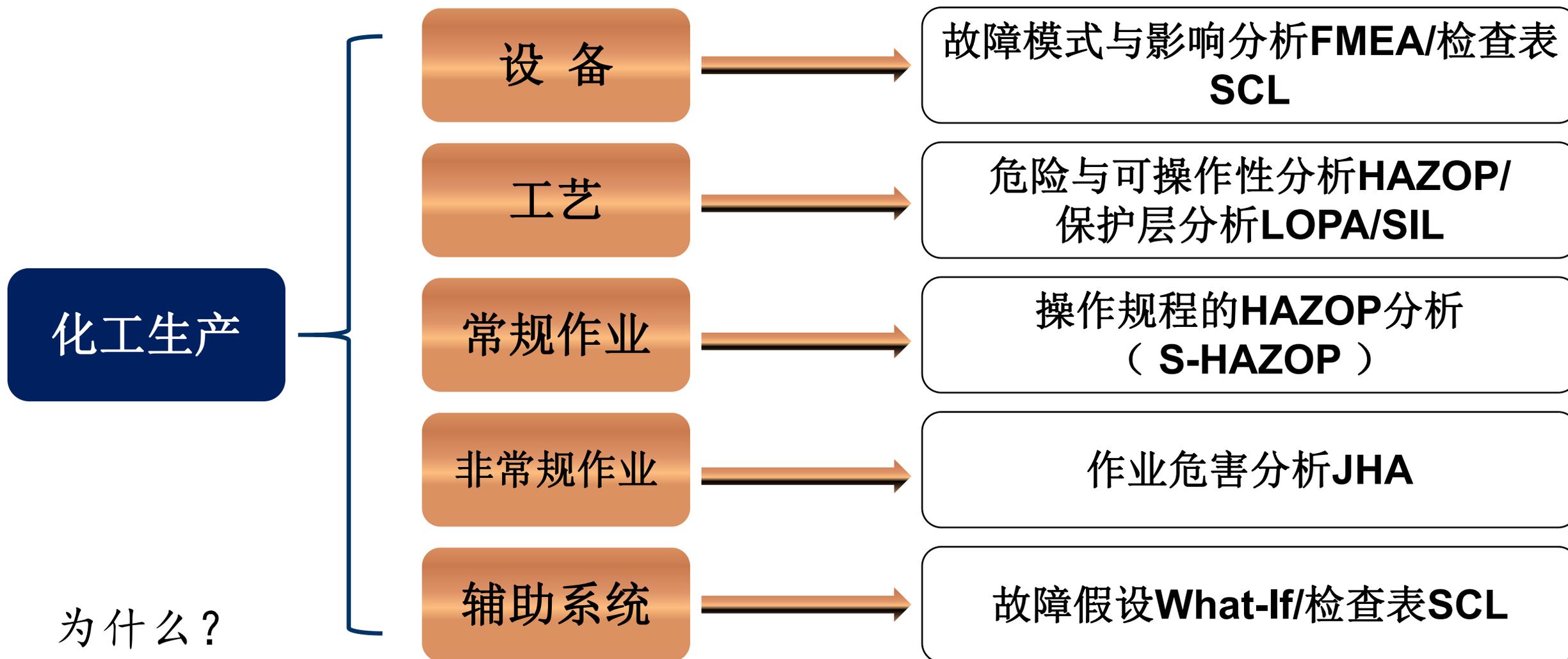
1) 设备除了SCL的检查表分析外，应进行故障模式与影响分析（FMEA）；

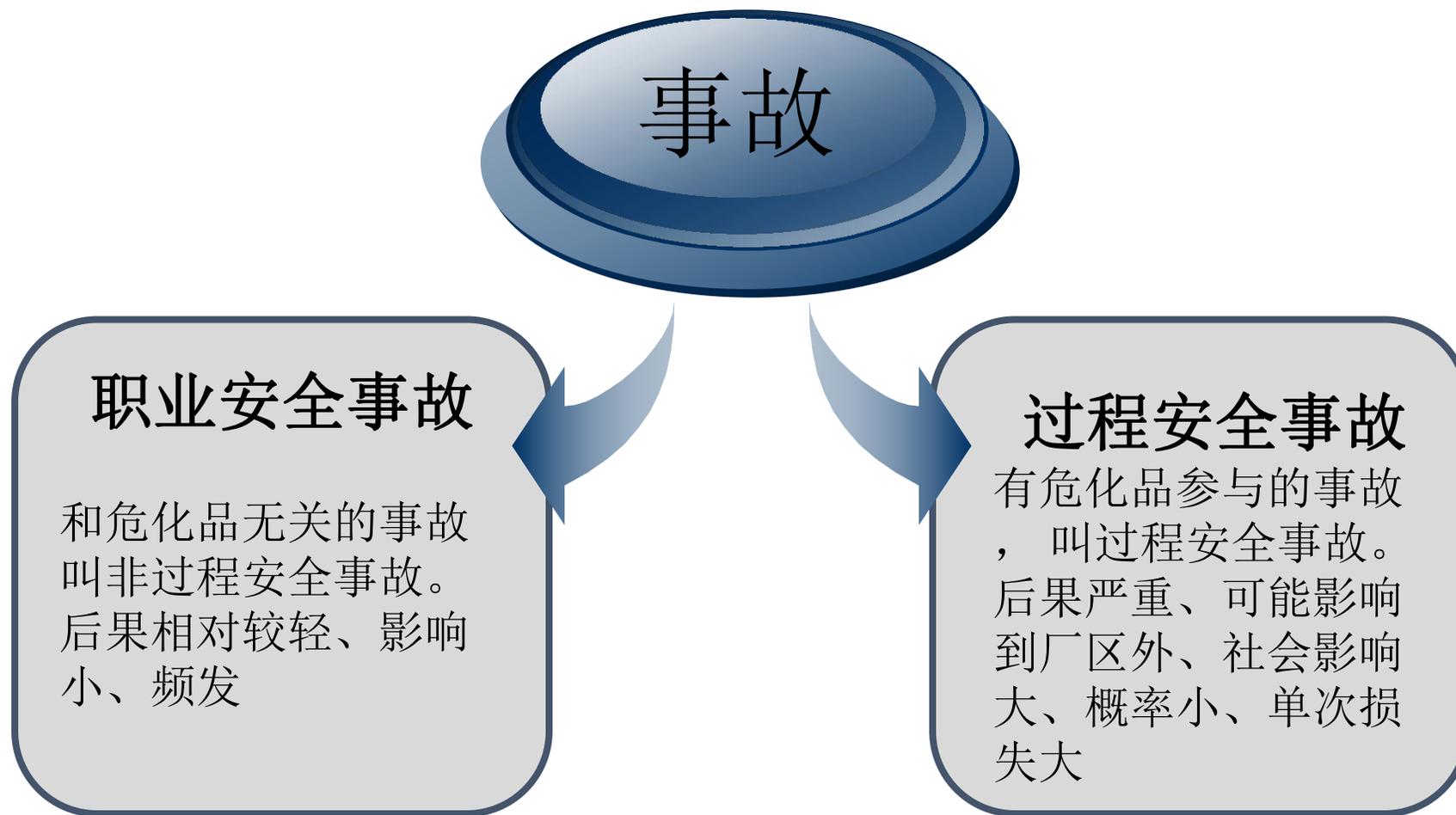
2) 除了作业活动和设备设施，关键还需要对工艺进行HAZOP分析；

3) 对装置间的连接部位、公用工程、包装、装车、卸料等不适合用HAZOP分析的过程，需要其它适当方法，比如故障假设（What-If）。

风险分析对象

风险分析方法





风险分类

作业风险

过程风险

存续时间 随作业活动结束而消失

一直存在，随生产装置报废拆除而消失

双重预防机制建设成果示例

- ① 风险区域/单元划分清单
- ② 风险点清单/危险源清单
- ③ 作业活动清单
- ④ 设备设施清单
- ⑤ 作业危害分析（JHA）分析表
- ⑥ 安全检查表（SCL）分析表
- ⑦ HAZOP/SIL/WhatIf/FMEA 分析表
- ⑧ 固有重大及较大风险清单
- ⑨ 风险分级管控清单/隐患排查清单
- ⑩ 各层级风险管控台账 -> 风险数据库
- ⑪ 企业安全风险四色分布图
- ⑫ 作业安全风险比较图
- ⑬ 企业安全风险公告栏
- ⑭ 岗位安全风险告知卡

主要内容



- 1 化工企业双重预防机制的特殊性
- 2 几个重要概念
- 3 双预防典型问题及解决思路

概念不清



■ 危害/危险源 (hazard)

是指可能造成人员伤害、职业病、财产损失、作业环境破坏的根源或状态。危害是损害之源，也是事故发生的条件。

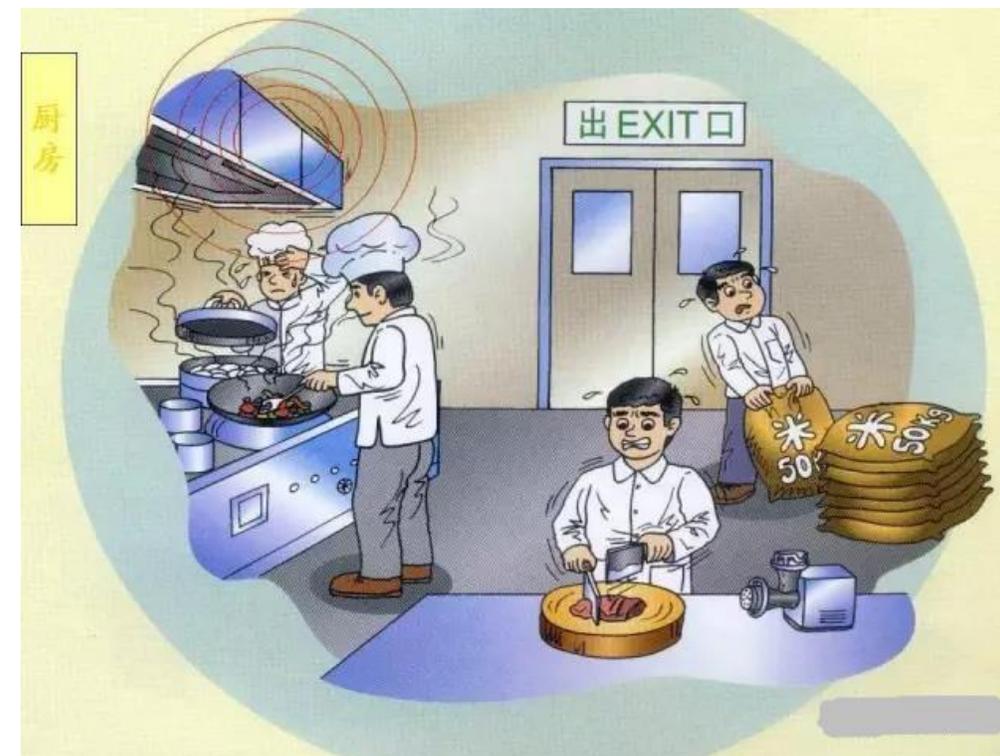
与其内涵相同的概念：危险源、危害因素、危险因素

以下提法一样吗？

- a) 危险源辨识
- b) 危害因素辨识、危害识别
- c) 危险有害因素辨识
- d) 危险因素辨识

► 危险源的另一种定义：

可能导致人身伤害和（或）健康损害的根源、状态或行为，或其组合。



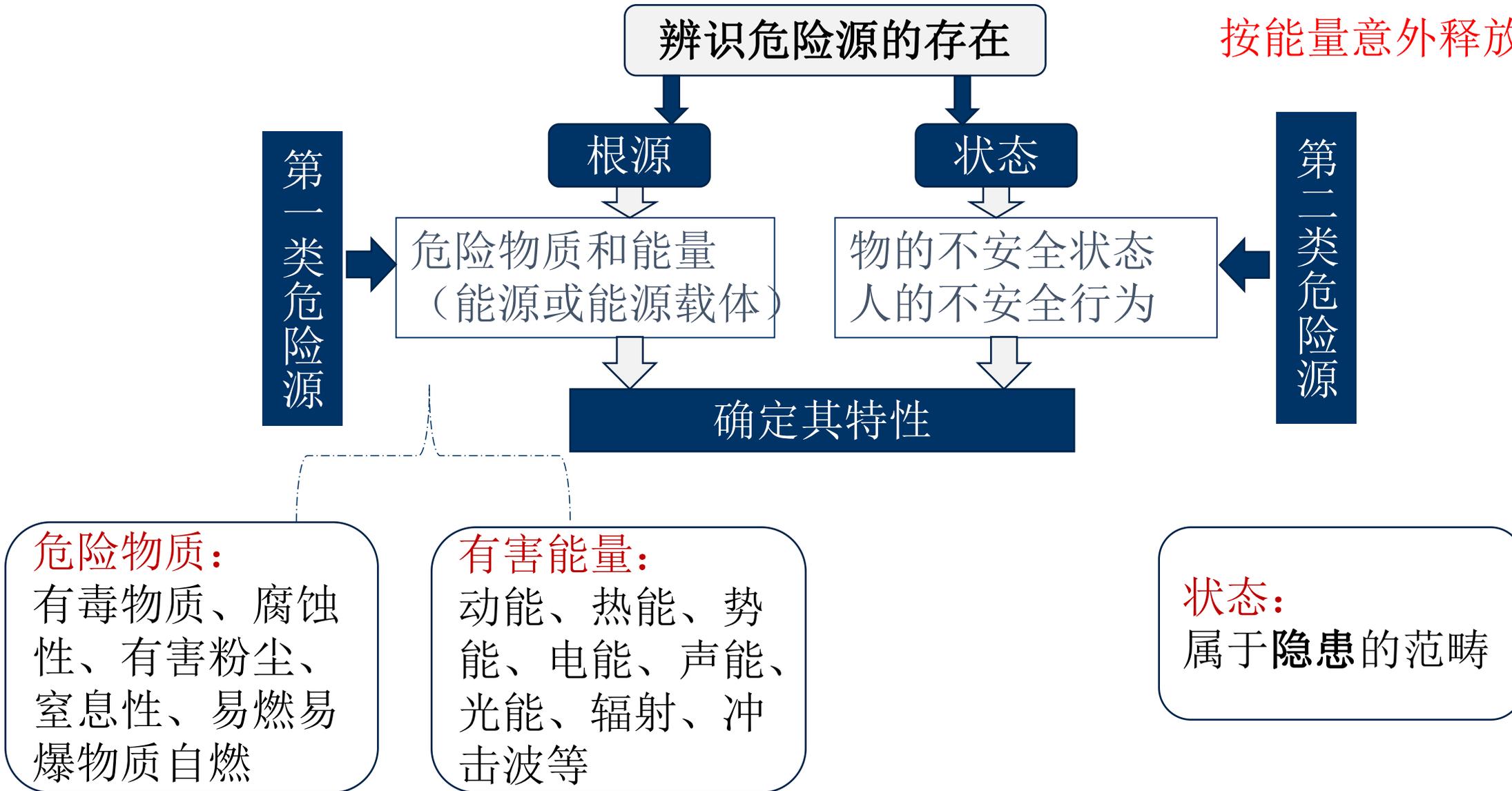
■ 危害辨识/危险源识别 (HAZID: HAZard IDentification)

识别危险源的存在并确定其特性的过程。

第一类危险源 是指各种能量或有害物质，也就是根源、源头类危害因素。
(inherent hazard : 源头类危害因素)

第二类危险源 是指导致约束、限制能量或有害物质措施（屏障）失效或破坏的各种不安全因素，也即，为防控能量或有害物质意外释放所设置的防范屏障（措施）上的缺陷或漏洞，也就是行为或状态类危害因素。
(contributory hazard : 衍生类危害因素)

按能量意外释放理论分





两类危险源的关系：

➤一起事故的发生往往是两类危险源共同作用的结果：

① 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；

② 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。

➤危险源辨识的顺序：首先辨识第一类危险源，在此基础上再辨识第二类危险源。

➤与危险源辨识相关的标准（仅供参考）：

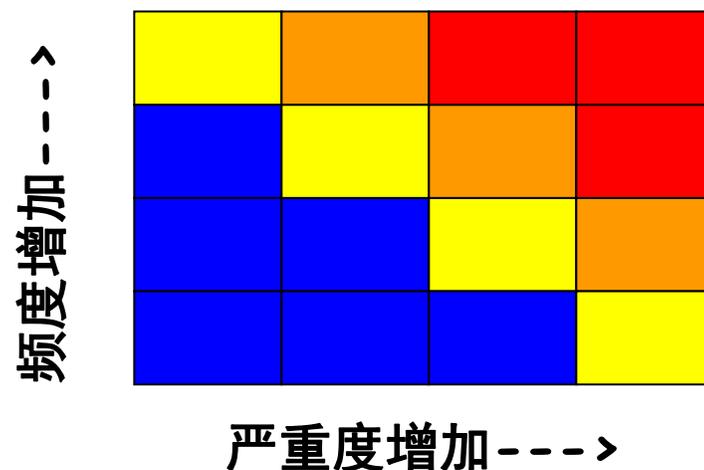
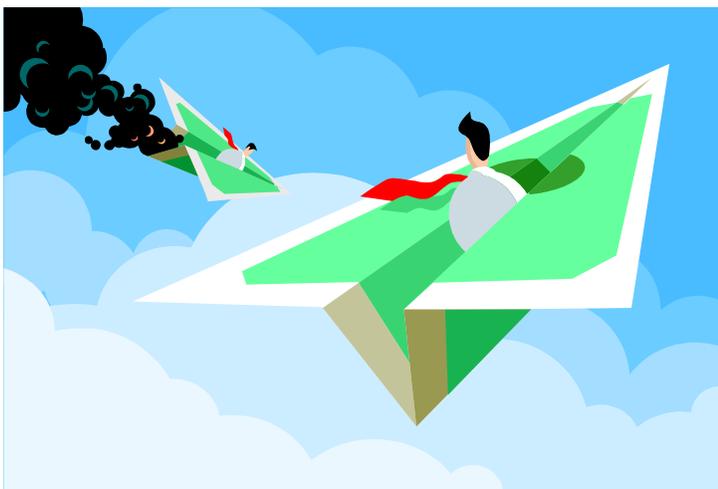
① 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13861-2009）

② 《企业职工伤亡事故分类标准》（GB6441-86）

■ 风险 (risk)

基本定义：不确定性对目标的影响。（GB/T 23694）

安全风险：影响安全生产的不确定因素。



定义（2）：综合考虑危害（危险源）潜在的事故后果和发生事故的概率

风险=事故发生频度×后果严重度

■ 风险与危险源的关系

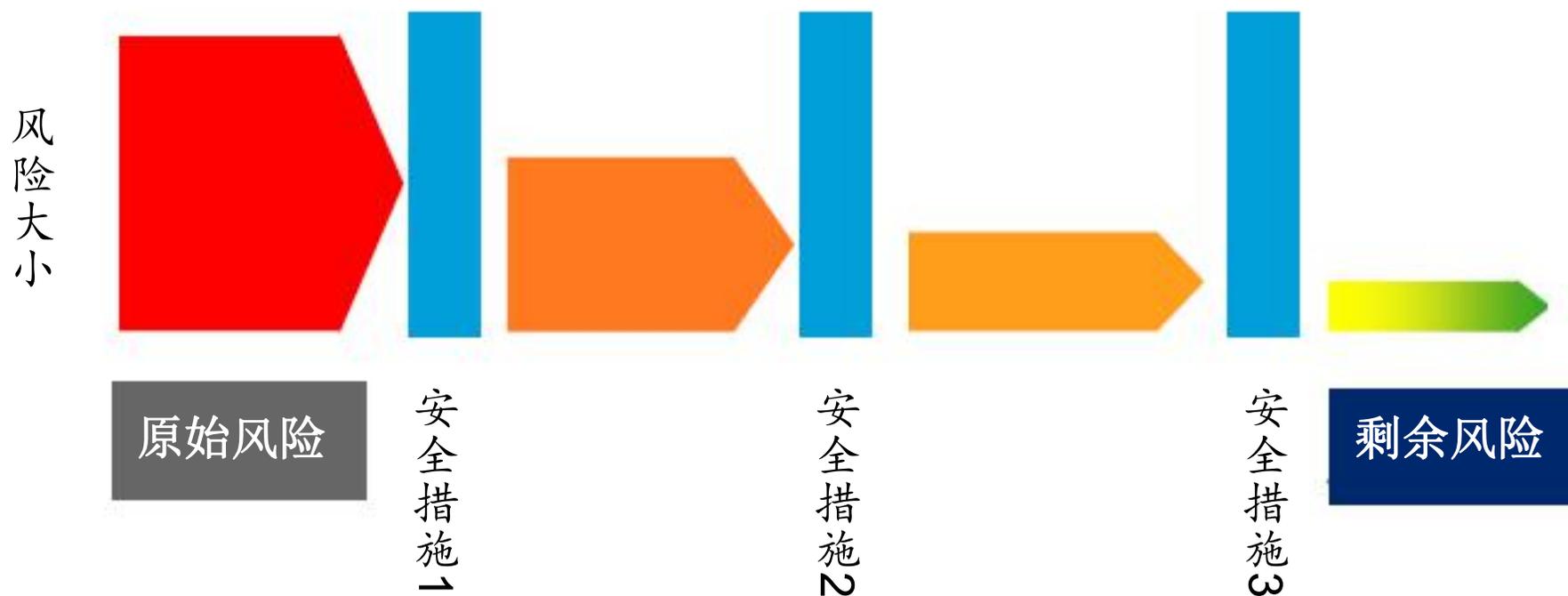
危险源 (hazard)	根源 (先天)	状态 (后天)
	第1类危险源 1) 能量：能源或能量载体； 2) 危险有害物质	第2类危险源 导致第一类危险源的 约束或限制 barrier 措施 破坏或失效的各种因素： 1) 物的不安全状态 2) 人的不安全行为 3) 管理因素 4) 环境因素
风险 (risk)	后果严重性	事故发生可能性



这些罐是大
风险吗？

谈论“风险”时一定要具体说清楚是按“原始风险”（或固有风险）还是“剩余风险”来说的，如果不具体界定，一般指剩余风险。

■ 原始风险与剩余风险

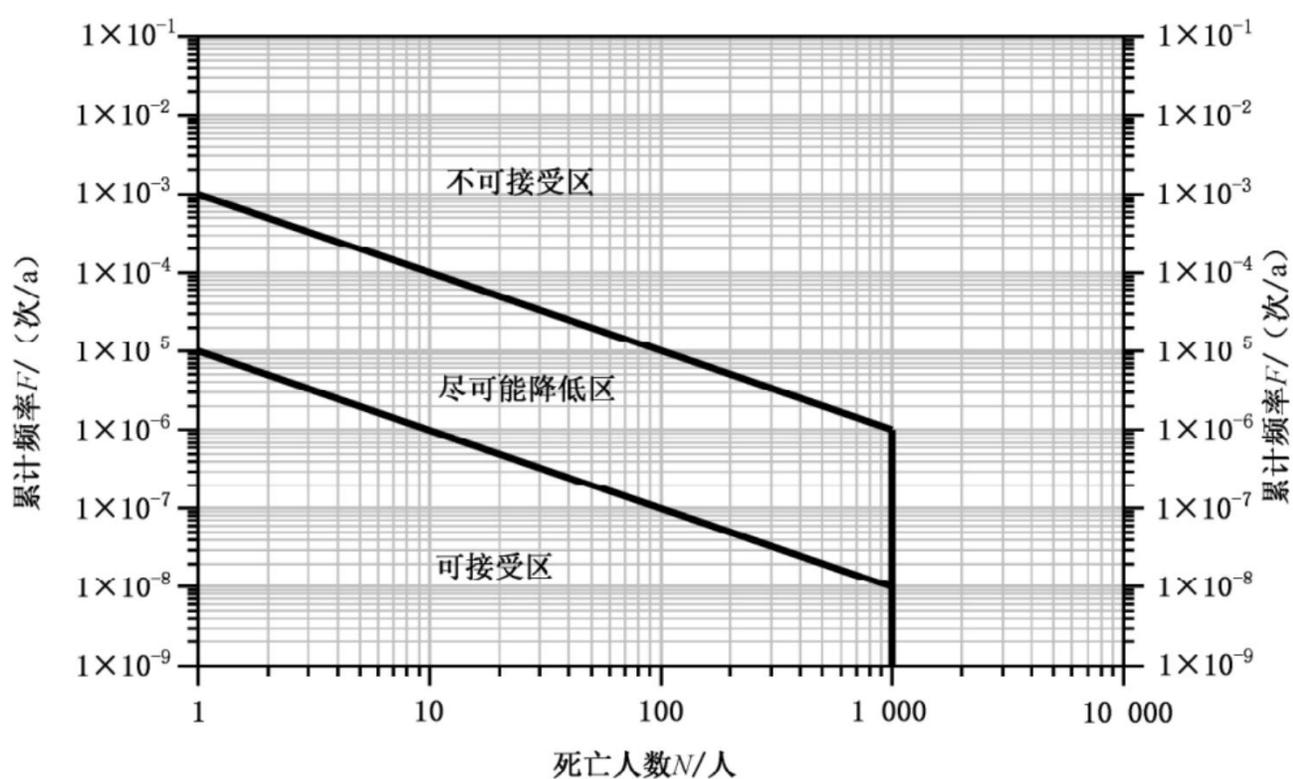
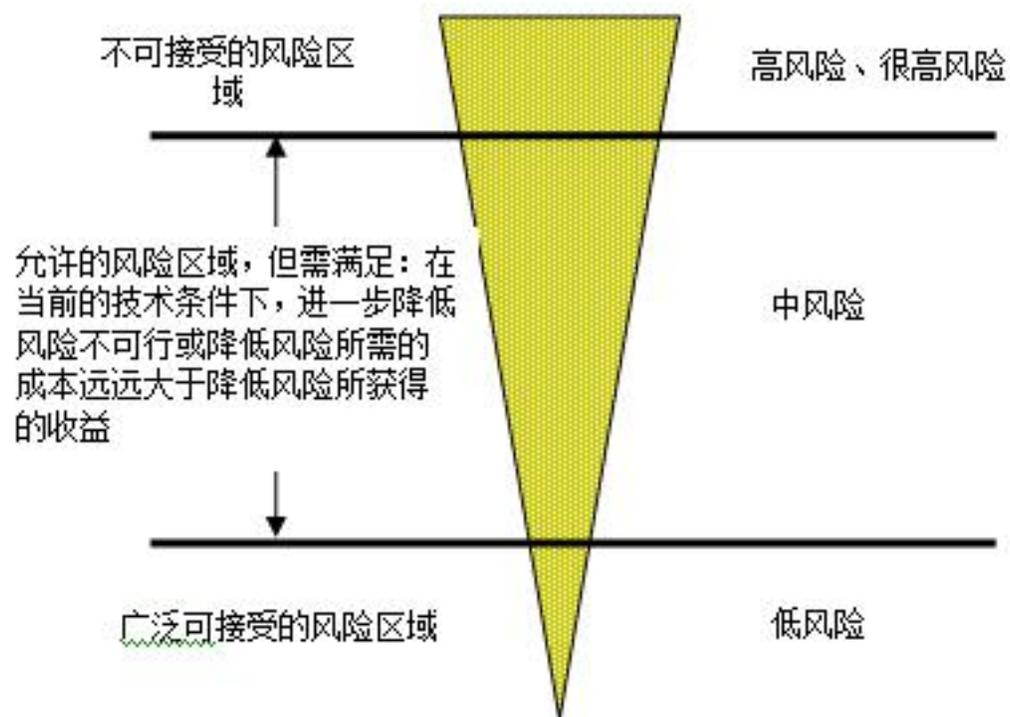


原始风险：也叫固有风险、根本风险，是在不考虑已有安全措施时的风险

剩余风险：也叫动态风险、残余风险，是在考虑了已有安全措施对风险进行消减后剩下的风险。

■ 风险可接受标准

企业风险可接受标准（也叫可容许风险）：按当今社会价值取向在一定范围内可以接受的风险。（制定企业风险可接受标准时，依据风险矩阵和《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018））



某企业风险可接受标准（举例）

严重性等级	严重性描述 / 代码	可容忍目标频率(/year)
7	极度严重(Extra Catastrophic) / C _G	$\leq 10^{-7}$
6	严重(Catastrophic) / C _F	$\leq 10^{-6}$
5	扩大的(Extensive) / C _E	$\leq 10^{-5}$
4	重大(Serious) / C _D	$\leq 10^{-4}$
3	高度(Considerable) / C _C	$\leq 10^{-3}$
2	中度(Marginal) / C _B	$\leq 10^{-2}$
1	可忽略的(Negligible) / C _A	$\leq 10^{-1}$

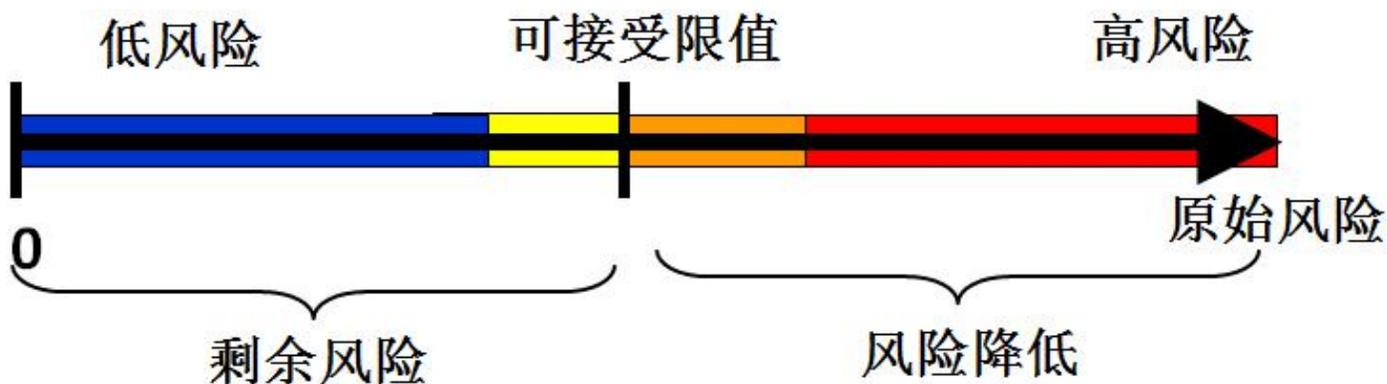
企业风险可接受标准是企业风险管理的依据。

风险管理的目标是：企业所有生产安全风险（剩余风险）都处于风险可

接受标准以内

■ 风险消减

风险消减原则：ALARP（最低合理可行，或在合理可行的情况下尽可能低）。



等级	风险矩阵				
5	II 5	III 10	IV 15	IV 20	IV 25
4	I 4	II 8	III 12	IV 16	IV 20
3	I 3	II 6	II 9	III 12	IV 15
2	I 2	I 4	II 6	II 8	III 10
1	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5
等级	1	2	3	4	5
	从来没有发生过	本行业发生过	本单位历史上一次	本单位一个检修周期一次	本单位每年至少一次
	发生可能性				

■ 与风险有关的其它概念

- **固有风险**：设备、设施、场所等本身固有（赋存、带有）的能量（电能、势能、机械能、热能等等）；危险物质（氢气、煤气、油品、液氨等）燃烧、爆炸等产生能量或有害物质。
- **现实风险**：人员的不安全行为、物的不安全状态、环境的不安全因素及安全管理缺陷。
- **潜在风险**：管理体系不完善、不健全可能导致现实风险发生的各类因素：违背法规和标准规程，如各类人风险是危险源的属性，危险源是风险的载体。

■ 与风险有关的其它概念

➤ 危险

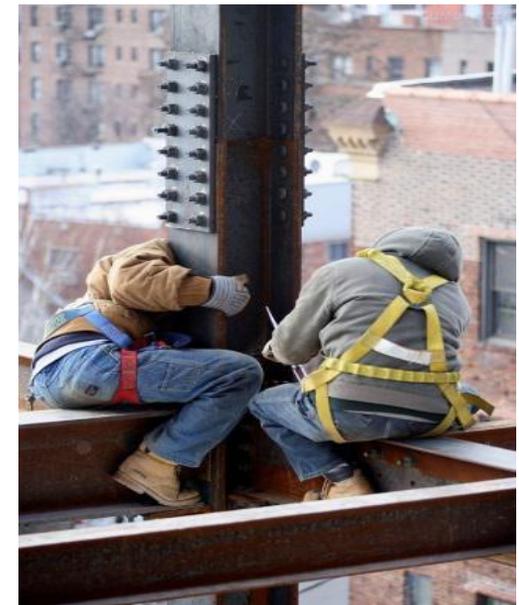
危险一般是指剩余风险的大小。



➤ 隐患

定义一：是指可能导致不安全事件或事故发生的物的危险状态、人的不安全行为和管理上的缺陷。它是一种潜藏着的因素，“隐”字体现了潜藏、隐蔽，而“患”字则体现了祸患，不好的状况。

定义二：管控风险的措施（屏障barrier）所存在的缺陷。每一项管控措施失效都构成隐患。



主要内容

- 1 化工企业双重预防机制的特殊性
- 2 几个重要概念
- 3 双预防典型问题及解决思路



生产安全风险管控在中国企业非常薄弱，未建立有效的风险管控机制，五大典型问题表现为：

- 风险辨识不全，方法应用不当；
- 分析报告一摞，后续没有实现风险管控；
- 哪些需要外聘咨询机构来做？哪些需要专业人员（风险分析师）来做？
哪些由一线员工来做？没有具体明确规定；
- 笼统管理、事后管理，被动应急；
- 职责不清，没有清晰地界定每个人在风险管理中的职责。

一、采用适用的分析方法，全面识别生产安全风险

化工企业风险存在于以下四个方面：

- 1) 来自生产装置和罐区的固有风险
- 2) 来自常规生产操作的风险（列出所有常规作业清单）
- 3) 来自非常规操作的风险（列出所有非常规作业类型清单）
- 4) 来自其它生产辅助活动的风险（如公用工程、交通运输、食堂等）

1、生产装置：

1) 对于生产装置、储罐的危险源（固有风险）：根据经验直接判定法或危险源辨识（HAZID）进行分析；

2) 来自工艺单元（流程）的风险：HAZOP /LOPA/SIL；

来自工艺单元（非流程，如装车、卸料、公用工程等）的风险：
故障假设/检查表（What-If/SCL）；

3) 来自设备的风险： 动设备：故障模式与影响分析FMEA

静设备：基于风险的检验RBI

2、来自常规作业活动的风险： 操作规程的HAZOP分析（S-HAZOP）

3、来自非常规作业活动的风险： 工作前安全分析（JSA）

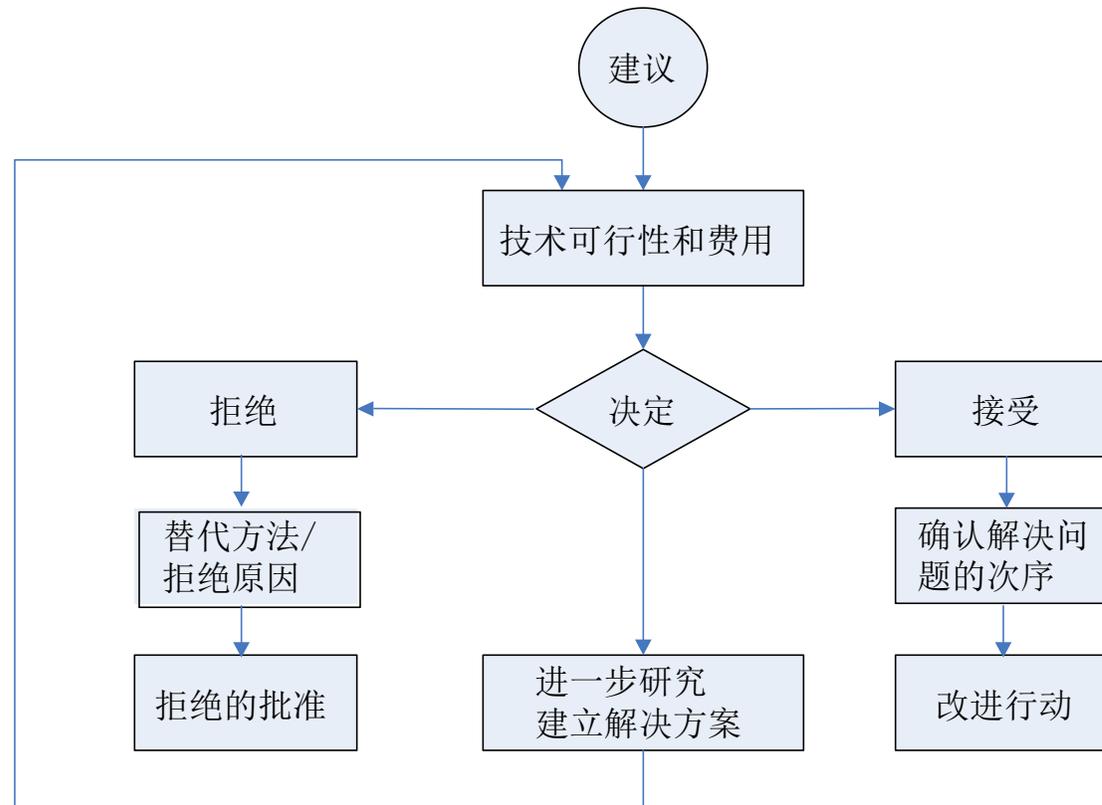
4、来自其它生产辅助活动的风险： 检查表SCL

二、有了风险分析报告，如何进行风险分级管控？

双预防落地的两项关键内容：

a) 建议措施的答复与关闭（隐患审核与整改）

b) 建立风险清单与隐患排查清单，分层、分专业、分级进行隐患排查



“双预防” 风险防控过程



建议措施的答复与关闭分级管控与关闭跟踪表

序号	建议描述	初始风险等级	建议编号	责任人	计划完成日期	实际完成日期	完成状况		
							已完成	进行中	没有行动
1	《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008），明火加热炉附属的燃料气分液罐、燃料气加热器等与炉体的防火间距不应小于6m，燃料气罐布置位置在加热炉直线距离2米左右，位置过近，建议更改位置；	IV	1.5	厂级领导					
2	根据《炼油装置工艺管道流程设计规范》（SH/T3122-2013）第12.6条，出口与入口压差大于4.0MPa的离心泵，泵出口管道设置双切断阀和不同形式的双单向阀，高压泵的最小流量线应从泵出口第一个单向阀上游引出，以防止物流通过最小流量线倒流入原料缓冲罐	III	1.1	车间领导					

如何进行分级管控？

需要建立建议措施答复与关闭的流程和职责！

比如需要**厂级管控**的风险：由车间（制定方案），报厂领导（审批），审批通过后车间（制定实施方案），有的实施内容由车间负责、有的实施内容由班组负责。对同一个风险管控措施的落实，不同的层级负责不同的内容。

“双预防” 风险防控过程

报告出来几千条（比如HAZOP）！怎么办？如何建立风险清单与隐患排查清单？

企业需要根据各类风险分析的结果，制定风险管控清单或隐患排查清单的管理规定，比如将分析结果中的**固有重大风险、固有较大风险**选入风险管控清单（**风险登记**），实施分级、分专业、按频次进行管控和隐患排查，以确保措施的有效性。

风险管控清单示例（以某HAZOP分析结果为例）

序号	单元/区域	风险名称	后果	管控措施	责任单位
1	原料泵P-101	原料油泵P-101A故障停，导致原料油泵P-101A的出口管线逆流	原料油缓冲罐压力超压，设备损坏，物料泄漏，遇火源发生火灾爆炸，造成人员伤亡	1、泵出口管线设置有同形式双止逆阀；	（车间）设备责任人
				2、原料泵P-101A/B出口流量低联锁UC01（FT1005B），流量低时联锁停原料油泵P-101A/B，关闭UV1001，关闭UV1002；	（车间）仪表责任人
				3、原料油缓冲罐顶安全阀SV101A/B	（车间）设备责任人
2					
3					
4					
5					

这是一个最简单范例，需要按照隐患排查清单要求进一步补充完善：定责任人、定排查标准、定排查方式、定排查周期

双重预防机制运行 - 隐患排查



风险管控措施的隐患排查（原始风险：橙色，III级，第2层以后的保护层）

序号	检查项目	检查标准	检查方法或依据	检查结果	存在问题	整改措施
1	压力自动控制回路PIC00405	PIC00405处于自动调节状态	查DCS显示			
		对PIC00405每年进行一次测试	查现场及记录			
2	安全阀PSV00401A和爆破片RD000401A组合，并且一年一校，起跳值为0.65 MPa	安全阀和爆破片处于清洁的维护状态，起跳压力设置正确，安全阀和爆破片的中间压力表指示正确。每年检验一次	查现场及记录			
3	球罐周围设置有可燃气体报警仪	可燃气体报警仪的数量、安装位置符合GB50493的规定；可燃气体报警仪的设置应独立于DCS系统	查现场及记录、DCS报警			
		可燃气体报警仪的浓度上下限设置正确	查现场及记录			
		可燃气体报警仪每年进行一次测试	查记录及询问			

实际运用要结合合规性检查表（导则）、源长制等要求，做成一套隐患排查表

管控措施所存在的隐患分级排查原理图



隐患排查：“一岗一清单”

三、明确风险分析的开展方式

建立风险分析的开展方式（指导性原则）：

- a) 新建项目和周期性开展的HAZOP-LOPA-SIL、QRA、Bow-tie：第三方专业机构；
- b) 风险较大的非常规作业JHA分析、变更管理中的变更前风险分析由企业自己的风险分析师（专业人员）完成；
- c) 风险较小的非常规作业JHA分析、危险有害因素辨识由一线人员完成。

四、改变笼统管控风险的模式

风险管控的三个层级

越往下越具体、针对性越强

- 1. 风险点**：以设备、作业活动为对象实施管控，优缺点：太笼统，存在管控不到位，方法：直接判定法
- 2. 危险源**：笼统，有一定针对性，方法：直接判定法/现场观察/HAZID
 - ① 以第一类危险源为对象进行管控
 - a) 以危险源或原因进行管控：HAZID
 - b) 以后果为对象进行管控：安全评价（QRA）
 - ② 以第二类危险源为对象进行管控：隐患排查（SCL）
- 3. 风险**：以假设的事故剧情（Scenario）为对象实施管控，优缺点：针对性强，方法：风险分析 HAZOP/LOPA（SIL）/What-If/FMEA等

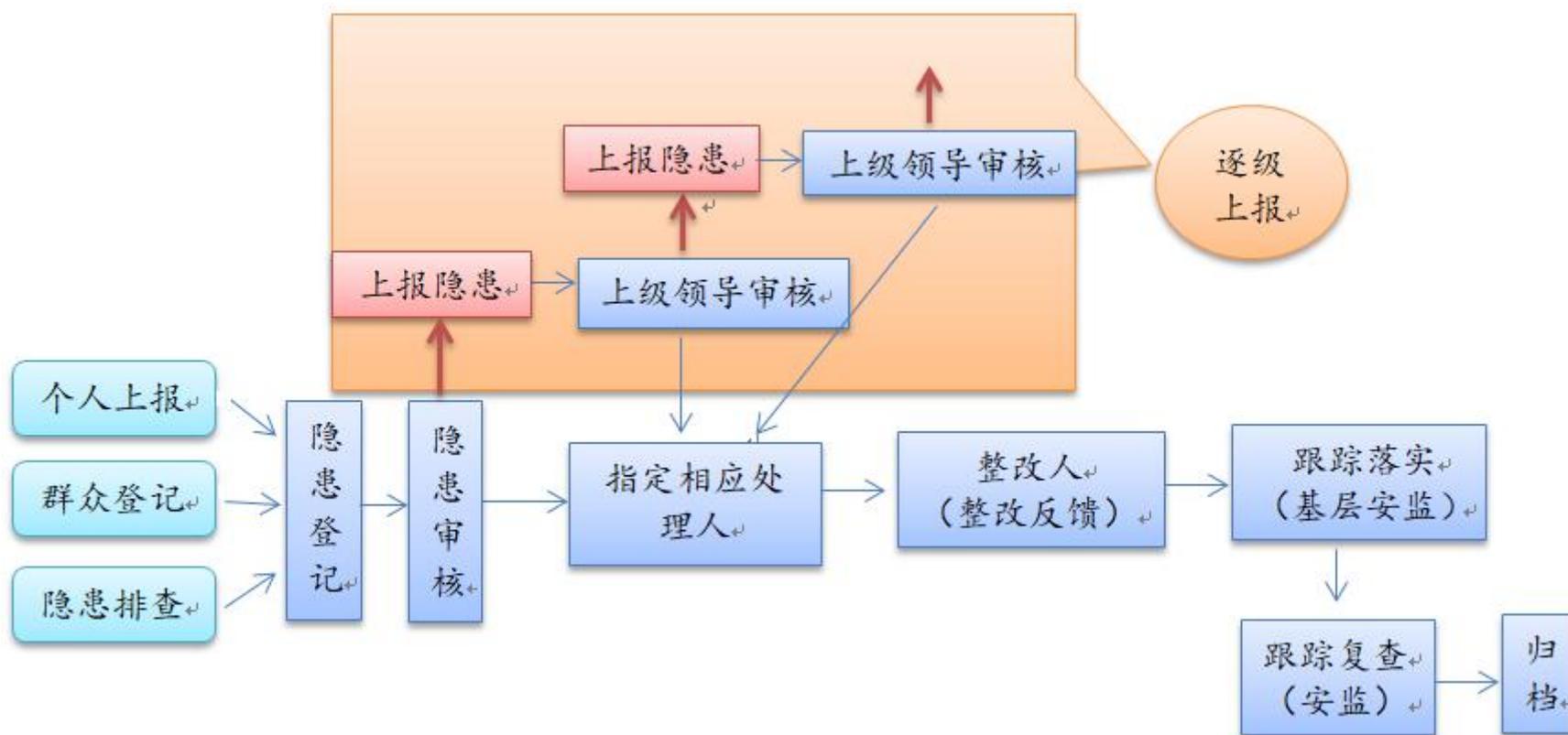
五、建立风险防控的运行机制

典型问题：流程不清晰，责任不明确，执行不到位

落地运行四要素：**流程、职责、标准、检查与考核**

- 1) 建立各层级风险清单，并系统梳理出**风险管理活动清单**；
- 2) 建立每项风险管理活动的流程，定义每个流程节点的任务、责任人（职责）、工作标准。
- 3) 每个岗位风险管理职责按总体职责和具体职责分别制定。具体职责将体现在每个风险管理活动中。

举例：隐患排查治理流程示例：



采用信息技术改进风险管理（线上线下融合平台）



各类流程的执行需要采用计算机软件来进行管理，实现动态的风险数据库及闭环的隐患管理（“工欲善其事必先利其器”）：“北京思创”开发的双预防软件界面示例

PSM 管理系统																		
工艺安全信息 风险分级管控 隐患管理 设备完好性 变更管理 企业信息																		
张明明 安全退出																		
导出隐患排查清单																		
请选择单位/装置 请选择区域 请选择风险点类型 请选择管控层级 请选择风险级别 请输入关键字																		
序号	编号	单位/装置	所属区域	风险点类型	风险点	检查项目/步骤	标准项/危害/原因	后果	原始风险			控制措施	剩余风险	管控层级	管控部门	负责人		
									L	S	R	级别						
1	0001			设备设施	碱罐	基础	地基正常	管线开焊, 断裂	4	3	8	中风险	管理措施: 每月检查一次		班组级	一班组	班长	
							连接管线、阀门无泄漏	泄露碱液	2	3		低风险	管理措施: 每班巡检		车间级	一班组	班长	
							罐体	筒体无腐蚀	泄露碱液	1	4		低风险	管理措施: 每班巡检		车间级	一班组	班长
								接地牢	静电不能导出	2	3		低风险	管理措施: 每半年检测		车间级	一班组	班长
							安全附件	压力表完好	泄露碱液	2	2		低风险	管理措施: 每班巡检		车间级	一班组	班长
								液位计指示准确	影响生产	2	3		低风险	管理措施: 及时维修		车间级	一班组	班长
2	0002			设备设施	氨罐	基础	地基正常	管线开焊, 断裂	4	3	8	中风险	管理措施: 每月检查一次		班组级	一班组	班长	
							连接管线、阀门无泄漏	泄露碱液	2	3		低风险	管理措施: 每班巡检		车间级	一班组	班长	
							罐体	筒体无腐蚀	泄露碱液	1	4		低风险	管理措施: 每班巡检		车间级	一班组	班长
								接地牢	静电不能导出	2	3		低风险	管理措施: 每半年检测		车间级	一班组	班长
							安全附件	压力表完好	泄露碱液	2	2		低风险	管理措施: 每班巡检		车间级	一班组	班长
								液位计指示准确	影响生产	2	3		低风险	管理措施: 及时维修		车间级	一班组	班长

- ▶领导的重视与支持：人力、资金、时间，并亲自参与
- ▶风险管理的组织机构（工作推进机制）：组织架构、责任与考核（涉及各专业和部门：安全SCL/JSA、工艺HAZOP/WhatIf/JCA、生产QRA/应急、设备FMEA/JSA/SIL、人事）
- ▶建立风险分析方法的标准（技术指南）
-借力：专业机构持续辅导
- ▶专业风险分析师队伍的建立与管理机制
-借力：专业机构持续辅导

比如HAZOP的标准：CCSA/T-2018 HAZOP质量控制与审查导则

彻底消灭双预防的“形式主义”！

管工作管安全，管安全管风险，管风险靠技术

感谢聆听，欢迎批评指正！

纳永良

北京思创信息系统有限公司

电话：13801208999,010-64836922

邮件：STRONG_BJ123@163.COM