



中国化学品安全协会

“化危为安”线上讲堂

危化品企业11个典型操作场景安全准则

珠海安彦企业管理咨询有限公司 孙彦东

2022年4月22日

联系电话：18826213299





前言

危化品企业生产具有工艺流程复杂、设备可靠性要求较高、操作要求严格等特点，存在高温、高压、低温、燃烧、爆炸、中毒、腐蚀等危险因素，给安全管理带来一定难度，若管理不当，极易发展为重大过程安全事故，造成群死群伤、重大财产损失和严重的环境污染。

如何保证化工装置“安、稳、长、满、优”地运行？这需要企业建立和实施高效的过程安全管理体系，只有重视过程安全，提高企业内部各级管理人员，基层操作人员的 process safety 意识和风险管控能力，才能从根本上避免重大安全事故的发生。



目录

CONTENTS

01

基于风险的过程安全

02

典型操作场景安全准则

03

过程安全管理长效机制建设



过程安全管理PSM-Process Safety Management

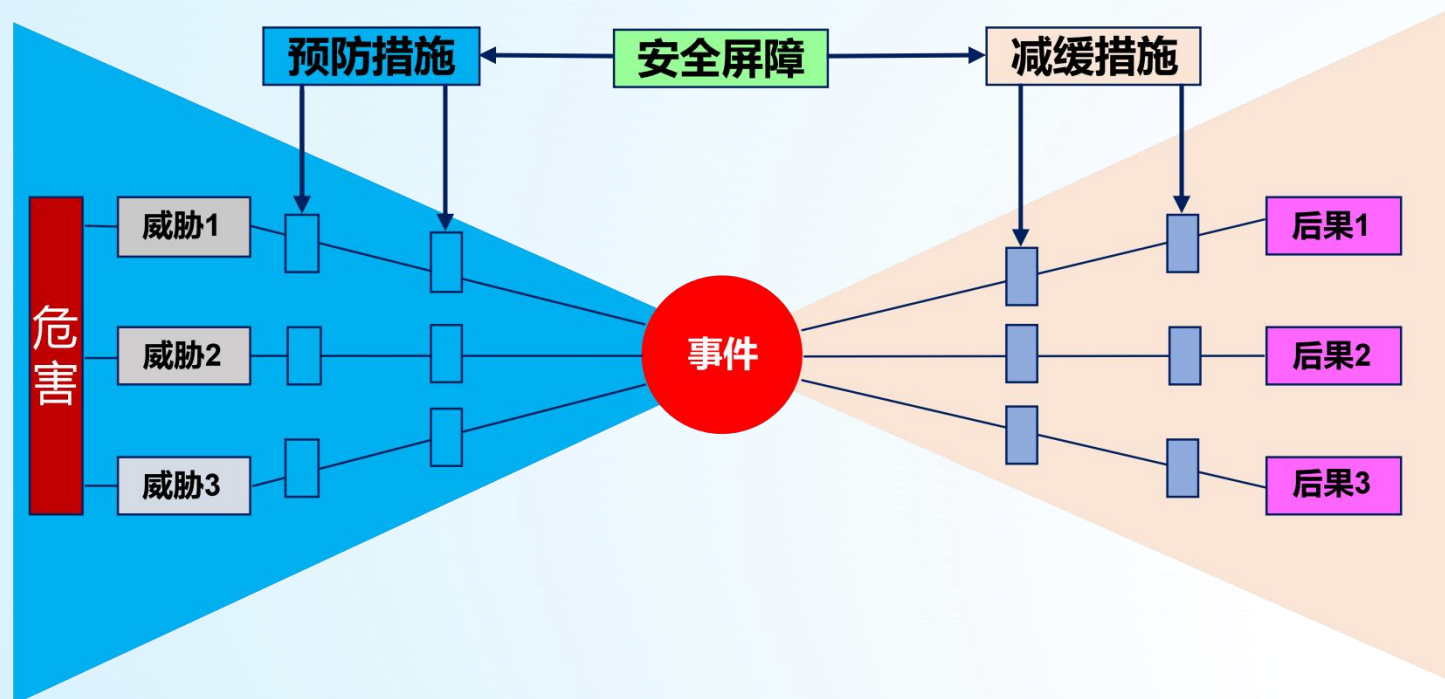
- 过程安全管理是运用系统的方法辨识、评估和控制与工艺相关的**危害**，对生产工艺综合应用管理体系和管理控制（制度、程序、审核、评估），使与工艺相关的工艺危害得到识别、理解和控制，从而达到预防工艺事故和伤害发生的目的。
- 过程安全管理（PSM）关心工艺系统的“**偏差**”，例如液位偏高、流量过大、压力过大等，重点是通过技术、设备和人员建立完备的“**保护层**”，并维持其完整性和有效性，过程安全管理重点关注：

- 1. 技术：**首先考虑的是只要可行就必须选择危害性最小或本质安全的技术，并从技术上保证工艺设备本体的安全；
- 2. 设备：**设备设施可靠，安全措施必须完备：安全控制系统、安全泄放系统、安全隔离系统、备用电力供应等；
- 3. 人员：**员工经过有效培训和能力验证，提高其操作和应急处置能力。



过程安全管理策略

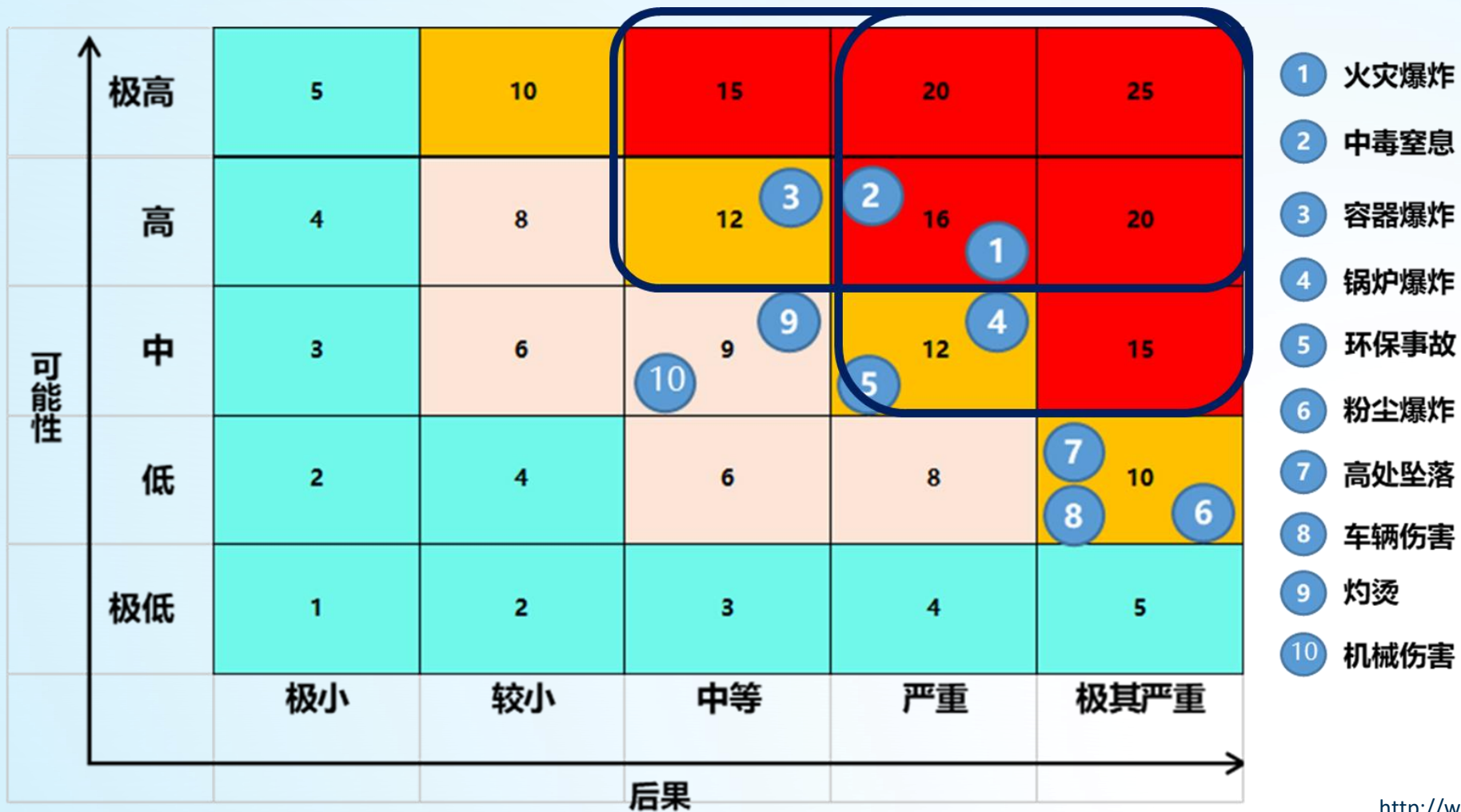
- ◆ 过程安全管理所倡导的事故预防：**基于风险的屏障管理**；
- ◆ 根据工厂不同生命周期或阶段的特点，采取不同的方式辨别存在的危害、评估危害可能导致的事故频率及后果，以此为基础，设置屏障设法消除危害以避免事故，或减轻危害可能导致的后果。





基于风险的过程安全

某企业业务活动风险地图





典型操作场景安全准则

1. 确保关键参数在安全范围内运行
2. 及时响应和处置异常报警
3. 及时消除关键设备缺陷
4. 避免危险工艺失控反应
5. 非常规作业前物料能量隔离置换
6. 安全联锁的超驰管理
7. 装卸作业安全控制
8. 清堵作业管理
9. 炉膛点火前安全检查和确认
10. 变更风险控制
11. 报告和整改过程安全事件





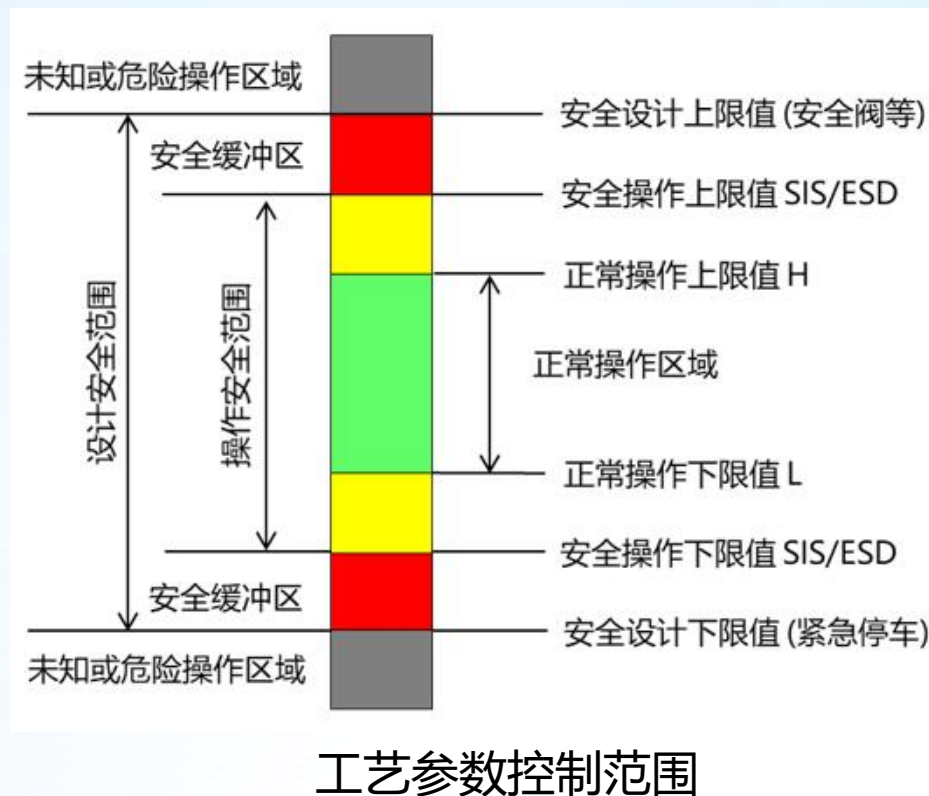
确保关键参数在安全范围内运行

场景

工艺过程出现波动或设备出现异常工况，关键参数偏离正常操作范围（临时性操作工况、切换产品牌号、开/停车期间、工艺技术设备变更投用/测试期间）。

危害

超出工艺设备设计安全操作范围时，可能引发设备损坏，反应失控和危险物料及能量释放，导致人员伤亡，财产损失和环境事故。





确保关键参数在安全范围内运行

典型的管理缺失

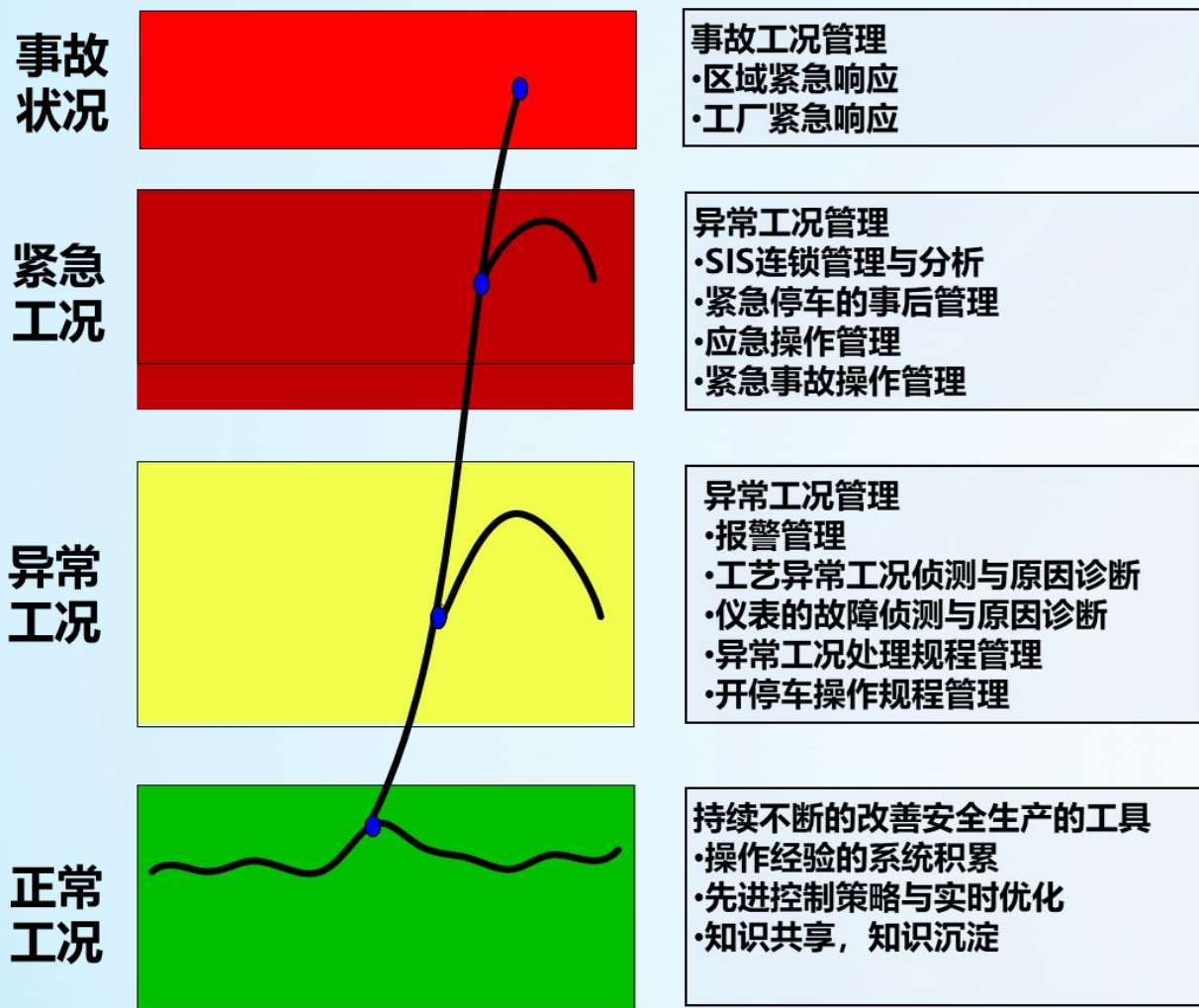
1. 无关键工艺参数指标管理要求；
2. 对关键参数没有确定安全运行范围及边界；
3. 关键工艺参数没有设置报警或报警设定值不合适；
4. 操作人员未及时发现和处置工艺设备异常工况；
5. 没有制定关键参数偏离的有效处置措施；
6. DCS等控制系统人机界面设计不合理，缺乏关键参数实时监控；
7. 工艺路线、工艺参数等变更时未遵循变更管理MOC程序；
8. 源于生产任务/成本/市场的压力超指标范围运行。





确保关键参数在安全范围内运行

确保关键参数在安全范围内运行是安全生产的基础





确保关键参数在安全范围内运行

安全准则

1. 明确关键工艺参数和对应操作场景的安全范围，并确保操作人员获取并理解相关过程安全信息；
2. 针对保持工艺参数在安全边界范围内运行定义，并制定必要的纠偏措施；
3. 关键监测点冗余仪表设置，通过检查验证确保仪表工作正常；
4. 充分理解可能在异常时导致设备损坏或意外泄漏事件（LoPC-主容器损坏）的关键工艺参数，关键工艺参数设置必要的报警和联锁；
5. 优化DCS等控制系统人机界面HMI，及时监控和响应关键参数异常情况；
6. 汇报并分析关键参数偏离操作边界范围运行可能的原因，并制定纠正和预防措施。





确保关键参数在安全范围内运行

相关事故

时间	事故	伤亡损失
2015年2月19日	湖北宜昌富升化工有限公司燃爆事故	5人死亡
2012年2月28日	河北克尔化工公司爆炸事故	25人死亡, 4人失踪
2005年3月23日	BP美国德克萨斯炼油厂爆炸事故	15人死亡





及时响应和处置异常报警

场景

DCS、SIS、PLC、GDS和其他控制系统的工艺设备报警长时间处于报警状态，报警汇总画面中驻留和陈旧报警数量较多，操作人员对频繁报警现象习以为常。

危害

工艺设备长时间处于异常或故障状态，可能引发设备损坏，反应失控和危险物料能量释放，导致人员伤亡，财产损失和环境事故。





典型的管理缺失

1. 企业无报警管理规范 and 报警绩效指标;
2. DCS等控制系统存在报警泛滥现象;
3. 操作和维修人员报警响应和处置意识不强;
4. 工艺过程控制策略设计不合理;
5. DCS控制回路PID参数设置不合理;
6. 工艺报警设定值不合理, 过早地报警;
7. 其他系统报警信号没有集成到DCS系统统一监控;
8. 没有对高频报警进行根源分析并彻底改进;
9. 重要仪表 (如可燃有毒气体报警器) 频繁出现故障没有修复。



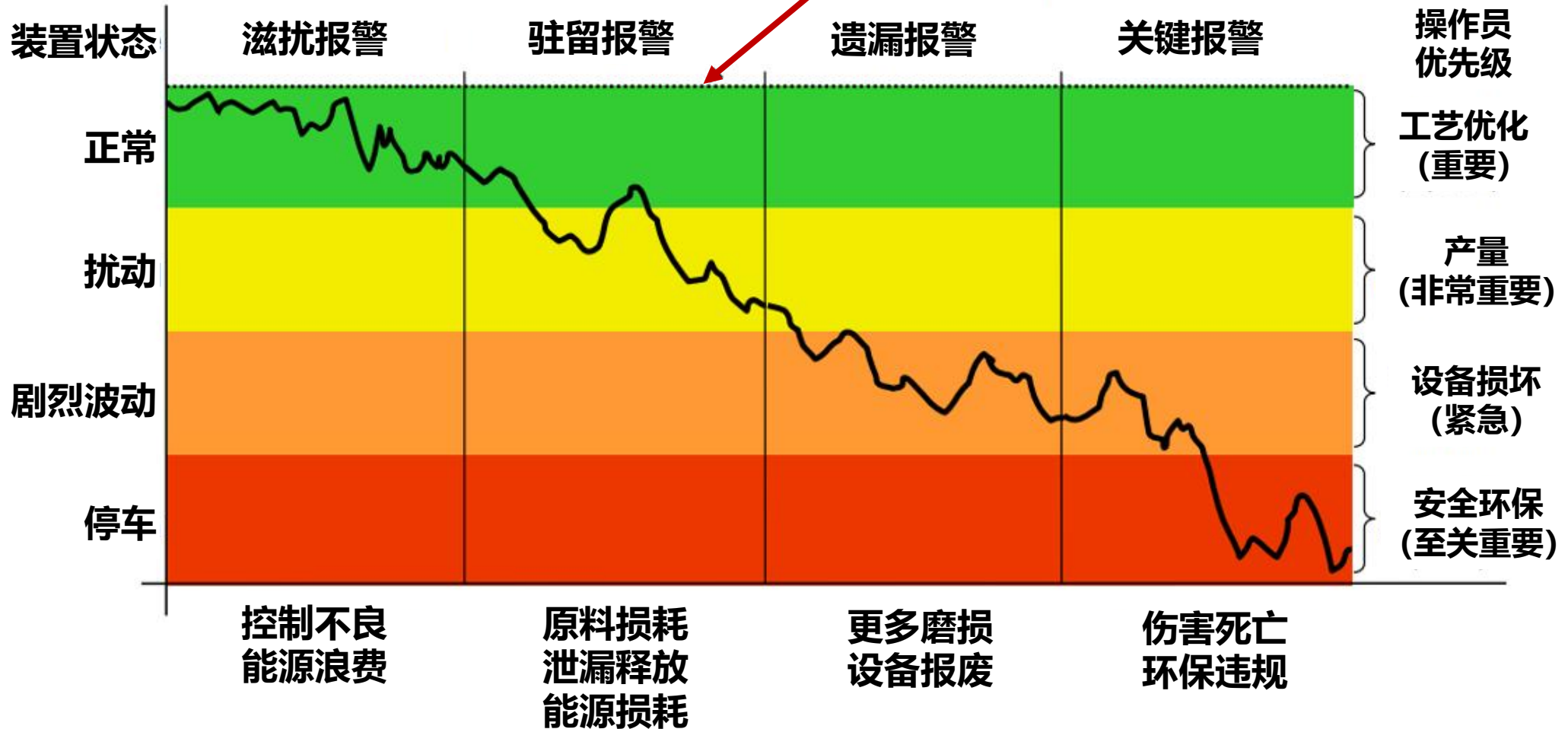


及时响应和处置异常报警

通过报警管理稳定工艺过程运行，在安全风险受控基础上实现效益最大化

报警与操作的关联关系

工艺控制目标





及时响应和处置异常报警

进行报警绩效基准分析，找出差距并持续稳定工艺运行

EEMUA191报警KPI指标和等级特征

主要考核指标	指标量度	报警绩效指标				
		预测	高效	稳定	被动	过量
每小时平均报警数量	报警动态指标	<6	<60	<60	<600	>600
10分钟内最大报警数量	报警溢出程度	<10	<100	<1000	>1000	>1000
10分钟内包含30个报警以上的百分比	报警溢出频率	<1%	<5%	<25%	<50%	>50%
前10个最多报警占总报警数量百分比	报警改善空间	<1%	<5%	<10%	<25%	>25%
在任何情况下保持持续报警数量	报警静态指标	<5	<10	<50	<100	>100
短暂报警数量 (辅助指标)		0	<5	<10	<20	>20
操作员抑制的报警 (辅助指标)		<5	<10	<15	<50	>50

- | | |
|--------------------------------|---|
| 过量
Overloaded | <ul style="list-style-type: none"> 在正常操作情况下用起来很困难 在装置运行紊乱时被抛在一边，不能应用 |
| 被动
Reactive | <ul style="list-style-type: none"> 在正常操作情况下比较稳定和有实用价值 在装置运行紊乱时通常不能使用 |
| 稳定
Stable | <ul style="list-style-type: none"> 在正常操作情况下对报警有详细说明 在装置运行紊乱时实用性降低，同有反应性级别相比，平均和高峰报警速率都有改进 |
| 高效
Robust | <ul style="list-style-type: none"> 在正常操作情况下可靠 在装置运行紊乱时也可靠 |
| 预测
Predictive | <ul style="list-style-type: none"> 不管什么情况都保持稳定 为避免运行紊乱和扰动或者为使运行紊乱和扰动的负面影响减少到最小提供有用信息 |



安全准则

1. 制定报警管理制度，明确报警管理标准及要求；
2. 设定报警绩效指标，并定期审核绩效指标达成情况；
3. 强化工艺纪律，严格执行工艺卡片，及时调整优化工艺操作；
4. 对操作人员进行培训，熟悉报警管理要求和响应措施；
5. 合理设置报警优先级，优先关注和处置高级别报警；
6. 优化报警参数设置，消除重复报警；
7. 定期校验可燃和有毒气体报警仪，确保仪表可靠性；
8. 对高优先级和高频报警进行根源分析，彻底消除报警；
9. 优化工艺操作和设备ITPM（检查、测试和预防性维修）计划。

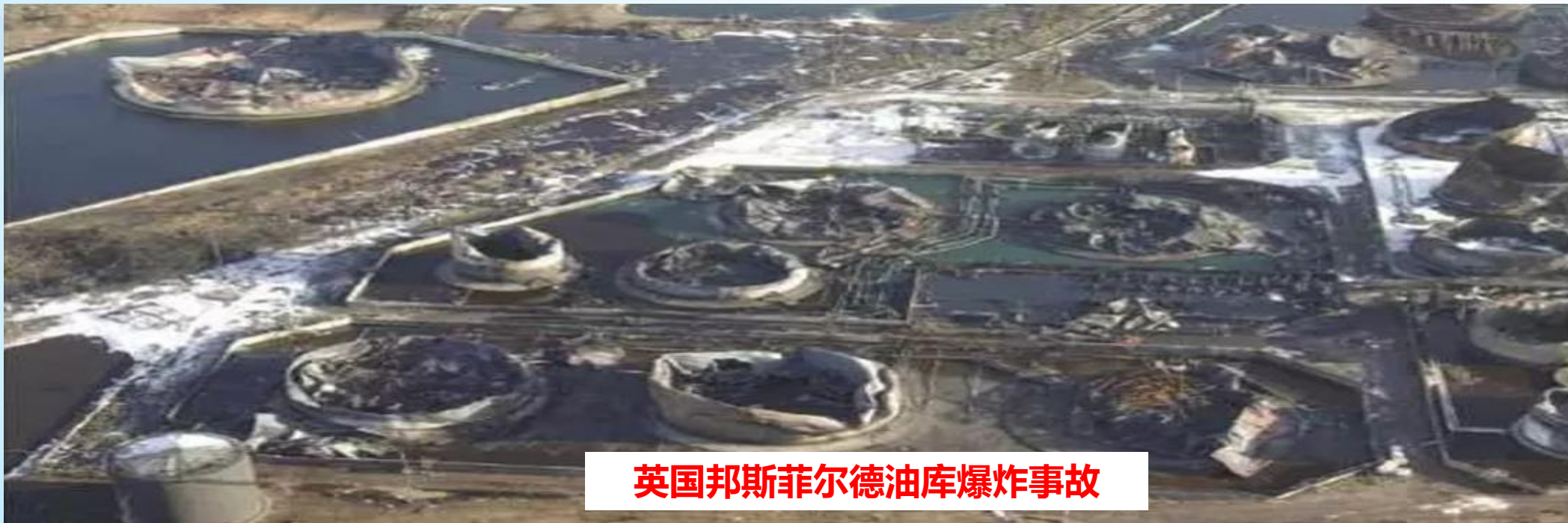




及时响应和处置异常报警

相关事故

时间	事故	伤亡损失
2020年5月7日	印度安得拉邦LG聚合物公司苯乙烯泄漏事故	11人死亡
2005年12月11日	英国邦斯菲尔德油库爆炸事故	43人受伤，损失2.5亿英镑
2003年8月14日	北美大停电事故	损失250-300亿美元



英国邦斯菲尔德油库爆炸事故



及时消除关键设备缺陷

场景

关键设备或安全关键设备存在缺陷或出现异常情况，不能实现全部设计功能，或存在“跑冒滴漏”等现象。

危害

关键设备特别是安全关键设备设计作为安全屏障用于防止重大事故或限制其后果，一旦失效将导致重大安全事故发生和财产损失。





及时消除关键设备缺陷

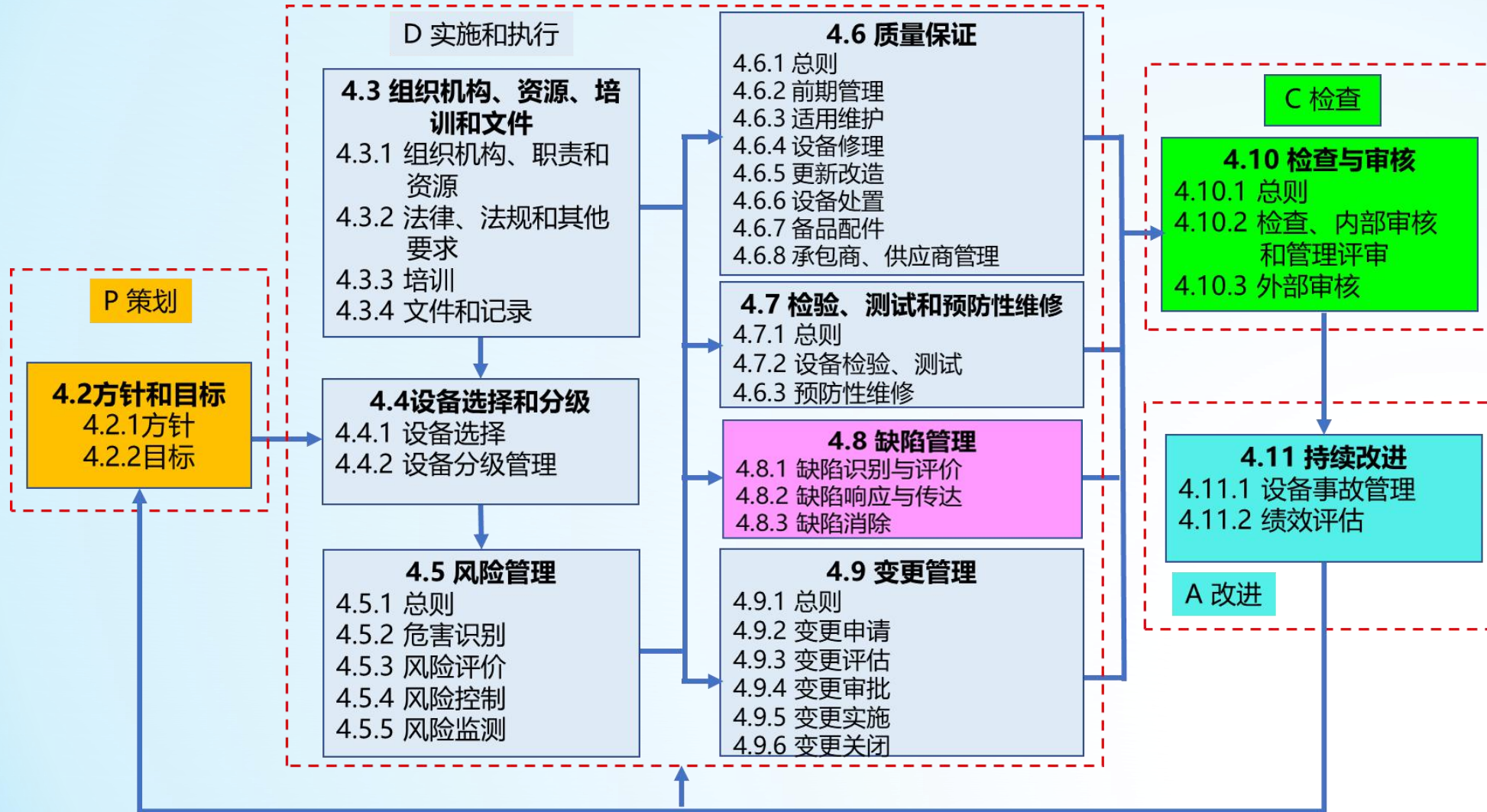
典型的管理缺失

1. 企业无关键设备分级管理标准和管理要求;
2. 企业没有制定关键设备缺陷标准;
3. 各级人员对关键设备和安全关键设备的管控措施不足;
4. 源于生产任务/成本/市场的压力推迟ITPM计划执行和延期设备缺陷消除;
5. 没有及时发现故障或缺陷, 或提前消除故障/缺陷-无ITPM计划;
6. 对新出现的设备异常状况和缺陷缺乏有效的危害辨识和风险分析;
7. 没有将缺陷及时传达给专业人员、受影响人员和企业的高层人员;
8. 缺乏系统和精密的方法/工具检查安全关键设备状态及功能;
9. 缺乏关键设备核心备件安全库存标准;
10. 备机管理不善, 无法及时投入使用。





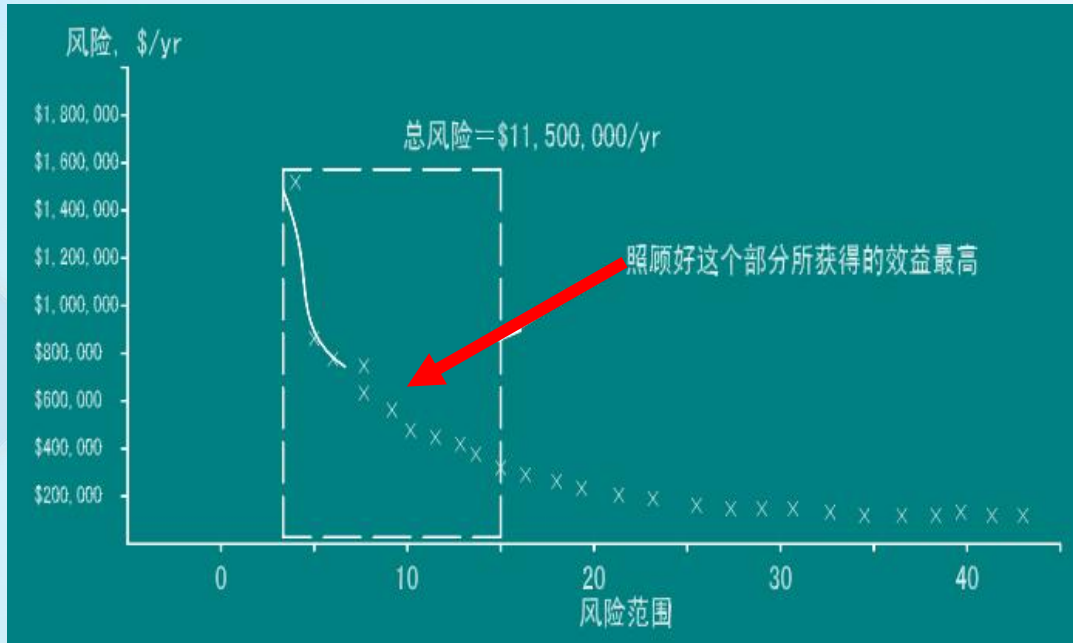
危险化学品企业设备完整性管理导则 (T/CCSAS 004-2019)



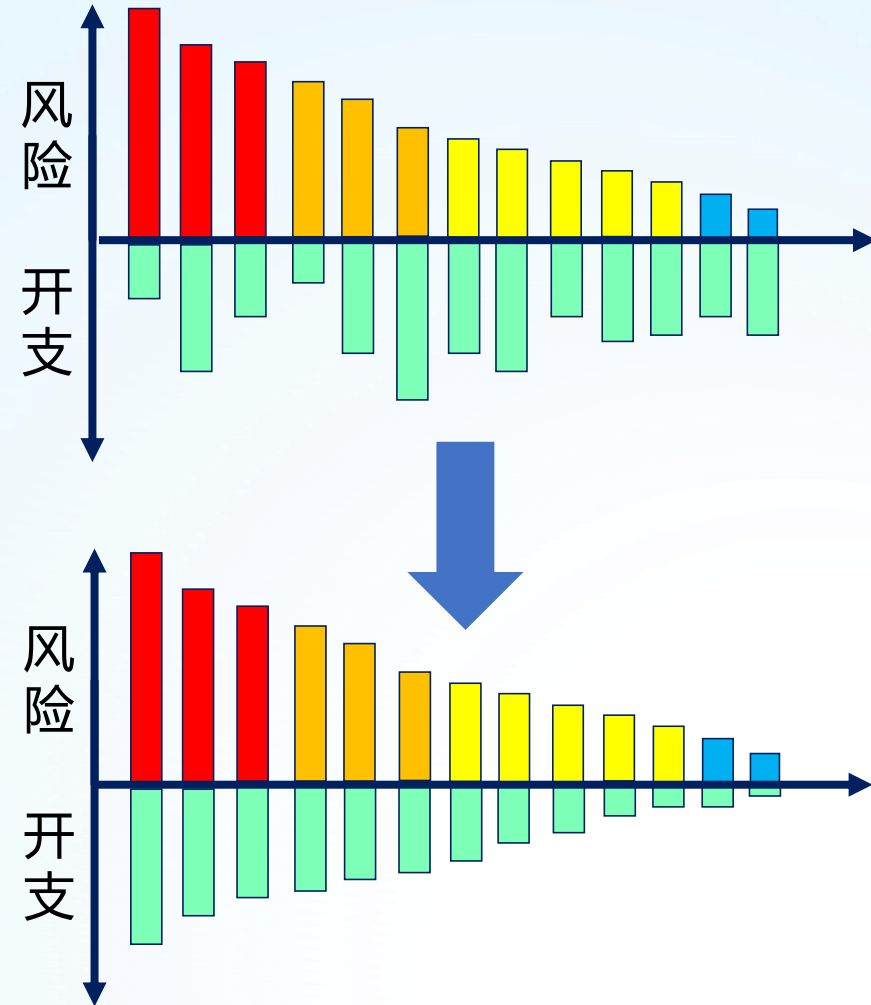


基于风险的设备完整性管理

“二八”理论模型



80%的损失是由于20%的设备引起的



设备风险与经济平衡的转变



及时消除关键设备缺陷

安全准则

1. 制定关键设备分级标准，明确关键设备和管理要求；
2. 开展关键设备故障模式与影响分析，了解关键设备和安全关键设备典型失效模式及其具有潜在危害和异常状态，并制定和完善ITPM方案和计划，明确关键设备的测试范围和频次；
3. 及时报告和消除安全关键系统的故障或缺陷（如通过测试发现）；
4. 当关键设备出现缺陷和异常时，制定合理应对措施，如必要，安全地停止装置运行，如需保持装置运行，必须落实有效的风险控制措施经批准；
5. 以最高优先级修复或更换关键设备；
6. 关键设备故障或存在缺陷时应分析其根本原因，制定有效的预防措施；
7. 严格备机管理要求，保持备机完好可靠；
8. 设定关键设备备件的安全库存量；
9. 制定关键设备运行和缺陷KPI，并严格监督和考核。





及时消除关键设备缺陷

相关事故

时间	事故	伤亡损失
2019年7月19日	河南义马气化厂爆炸事故	15人死亡
2019年4月24日	内蒙古伊东集团东兴化工公司爆炸事故	4人死亡
2018年11月28日	河北盛华化工公司重大爆炸事故	24人死亡
2016年8月11日	湖北省当阳市马店矸石发电公司管线爆裂事故	22人死亡，4人重伤





避免危险工艺失控反应

场景

连续型或间歇型放热工艺反应温度和压力频繁波动，反应釜内错误加入不相容的物料，危险化学品的长时间储存，物料意外聚合或分解、反应釜运行时突然停水停电等。

危害

许多化学反应如氧化、氯化、硝化、聚合等均为强放热反应，若反应失控或突遇停电、停水，造成反应热蓄积，反应釜内温度急剧升高、压力增大，超过其耐压能力，会导致容器破裂。物料从破裂处喷出，可能导致火灾爆炸、物料泄漏和飞散碎片等，放热反应失控具有很高的破坏力，容易导致发生重大人员伤亡和财产损失。

导致反应失控的主要原因有：反应热未能及时移出，反应物料没有均匀分散和操作失误等。



避免危险工艺失控反应

典型的管理缺失

1. 未做反应热风险分析，反应系统温度和压力控制设计不合理；
2. 未执行HAZOP和LOPA分析，本质安全设计不足；
3. 操作程序或顺控程序本质安全设计不足，未考虑人员操作失误的危害及影响；
4. 操作人员不了解或不熟悉升温后的化学特性及危害性；
5. 未制定有效的温度和压力偏离后的应急处置措施；
6. 反应系统安全措施不足或安全设施失效（如安全阀等）；
7. 温度控制策略不合理或控制回路PID参数整定不合理；
8. 冷却系统可能失效，或冷却能力可能无法应对以指数增长的反应速率；
9. 工艺路线变化或工艺设备变更没有进行风险分析；
10. 未经小试、中试直接进行工业化试生产。





避免危险工艺失控反应

安全准则

1. 新工艺、新配方、工艺路线或参数变更时开展反应热安全风险评
估，完善工艺本质安全设计和风险控制措施；
2. 理解异常状况如更高温度梯度时的化学特性和副反应，以及冷却
能力不足以应对反应热指数级增长的温度点（反应临界点），完
善工艺设计、操作规程和异常工况处置措施，并定期培训和演练；
3. 确保所涉及反应的热平衡都有良好的设计数据，生产人员可及时
获取相关过程安全信息；
4. 开展操作程序HAZOP分析和HF人为因素分析，避免人员操作失
误导致反应失控；
5. 通过ITPM计划实施，确保关键设备安全运行和仪表准确可靠。





避免危险工艺失控反应

安全准则

6. 开展公用工程系统失效风险分析，理解冷却异常或失效的影响，完善工程措施和应急处置措施；
7. 建立化学品交互反应矩阵，完善工艺设计和操作，确保操作人员了解应避免的交互反应的危险化学品互相接触；
8. 定期验证反应抑制剂或终止剂的存在/活性，以及相关联锁系统可靠性；
9. 设置诸如关键参数报警、安全联锁，安全阀、泄爆板，防护掩体等有效安全措施；
10. 建立紧急工况授权机制，出现紧急工况一线人员可以及时停车，反应失控后人员应立即撤离危险区域。





避免危险工艺失控反应

相关事故

时间	事故	伤亡损失
2021年12月10日	甘肃白银某企业硝化工房爆炸事故	3人死亡
2020年8月3日	湖北仙桃市蓝化有机硅有限公司爆炸事故	6人死亡
2019年10月15日	广西兰科新材料有限公司爆炸事故	4人死亡
2018年7月12日	四川宜宾恒达科技公司爆炸事故	19人死亡
2017年12月9日	连云港聚鑫生物科技有限公司爆炸事故	10人死亡
2012年2月28日	河北克尔化工公司爆炸事故	25人死亡, 4人失踪
2007年5月11日	中国化工沧州大化TDI有限责任公司爆炸事故	5人死亡
2007年1月3日	浙江临海市华邦医药化工公司爆炸事故	3人死亡
2006年7月28日	江苏射阳盐城氟源化工公司爆炸事故	22人死亡
2001年9月21日	法国图卢兹化工厂爆炸事故	31人死亡



非常规作业前物料能量隔离置换

场景

检维修等作业时当脱卸管线螺栓/螺母打开设备或管线，工艺设备上进行焊接、钻孔和切割作业，在处于运行状态的工艺设备上作业，以及人员进入受限空间作业。

危害

管线设备打开时或隔离失效时，危险能量或化学品的意外泄放，导致人员伤亡、财产损失和环境污染。





非常规作业前物料能量隔离置换

典型的管理缺失

1. 未采取本质安全和有效的物料能量隔离和置换措施（如仅仅采用关闭阀门）；
2. 在错误的位置进行管线设备打开作业；
3. 由于管线系统的复杂性导致管线设备打开顺序和点位选择不合适；
4. 在隔离点位无法实施有效安全隔离措施，如盲板或双重隔离+排放阀；
5. 采取关闭电动、气动或强制联锁关闭阀门的隔离方法；
6. 压力放空或物料排空点位堵塞（无法放尽），排放至错误/不安全的位置；
7. 隔离阀门存在内漏或被误操作；
8. 没有进行气体检测，验证物料置换及能量释放情况；
9. 没有准备应急救援设施和器材，以及应急救援预案。





非常规作业前物料能量隔离置换

安全准则

1. 设计一套严谨的作业许可和能量隔离管理程序，加强作业活动危害辨识、过程安全管控和提升监护人员能力；
2. 作业前制定有效的隔离方案，在P&ID等图纸上标示隔离点位及其实施工顺序；
3. 遵循隔离要求，依照管道参数选用合适的盲板；
4. 遵循LOTO程序（上锁挂牌）确保能量隔离受控；
5. 正确清空并清洗和置换设备；
6. 签发作业许可前，安排操作/维修人员再次检查能量隔离是否就位且有效。





非常规作业前物料能量隔离置换

安全准则

7. 作业前，操作、维修或承包商人员核实和确认，确认压力指示为零，没有流量，排空口已打开，工艺系统处于环境温度，待打开设备没有弄错；
8. 作业人员佩戴便携式检测仪，遇异常报警立即撤离；
9. 当现场作业情况发生变化时，重新申请作业许可，再次核实隔离有效性；
10. 作业前检查应急救援设施和器材的数量及完好性，并指定监护和应急救援人员。





非常规作业前物料能量隔离置换

相关事故

时间	事故	伤亡损失
2021年4月21日	黑龙江凯伦达科技有限公司中毒窒息事故	4人死亡
2020年11月2日	中石化北海液化天然气有限责任公司着火事故	7人死亡
2018年1月31日	贵州六盘水首都水城钢铁（集团）公司煤气中毒事故	9人死亡
2018年5月12日	上海赛科石油化工有限责任公司闪爆事故	6人死亡
2017年11月30日	中石油乌鲁木齐石化公司炼油厂事故	5人死亡
2017年2月17日	吉林松原市松原石化有限公司闪爆事故	3人死亡
2011年11月19日	山东新泰联合化工有限公司爆燃事故	15人死亡
2014年4月16日	江苏省南通市如皋市双马化工有限公司粉尘爆炸事故	8人死亡
1988年7月16日	英国北海阿尔法油气平台爆炸事故	167人死亡
1984年12月3日	印度博帕尔毒气泄漏事故	575000人死亡



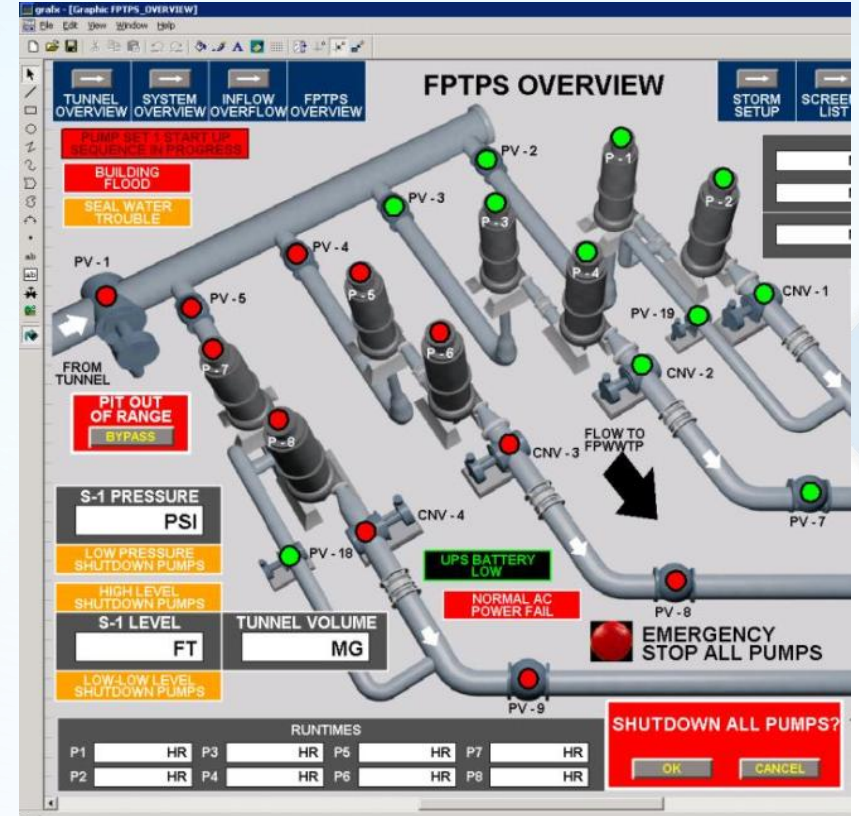
安全联锁的超驰管理

场景

工艺系统波动，设备或仪表故障，安全系统故障或存在设计缺陷，联锁处于测试状态，技术改造工艺设备调试或测试，装置处于大修或检维修、试运行、开停车阶段。

危害

因关键安全联锁未就位或被旁路导致安全保护层缺失，工艺设备异常导致重大过程安全事故发生，造成人员伤亡、财产损失和环境污染。





典型的管理缺失

1. 企业没有建立有效的联锁管理制度，安全联锁旁路/切除管理缺失；
2. 不具备开车条件，强行旁路关键联锁回路快速开车；
3. 未充分识别联锁被旁路/切除的危害，没有基于风险分析制定有效的管控措施和应急措施；
4. 将联锁投/切工作全部交由操作人员执行，没有人员监护和确认；
5. 设计联锁投切硬开关，但缺乏有效的管控；
6. 交接班时未对旁路/切除联锁情况进行交接和沟通；
7. 未确认旁路/切除的回路，导致旁路/切除错误的回路；
8. 关键联锁点本质安全设计不足，未采取冗余设计。





安全准则

1. 明确制定联锁管理制度，明确联锁旁路/切除管理流程和职责，并培训相关管理、操作和维修人员；
2. 关键联锁投切必须经专业人员执行和监护确认；
3. 确定和理解关键安全联锁系统功能并在现场明确标示；
4. 基于风险评估管控旁路/切除回路，严格遵守审批流程（如工作票）；
5. 界定待旁路/切除联锁系统的重要性等级，如安全仪表SIL等级依照重要性等级界定授权审批要求；
6. 定义并落实合理有效的替代保护措施并纳入联锁工作票管理审批流程，相关文件应在中控并易于获取。





安全准则

7. 交接班中涵盖对“目前处于旁路状态的联锁系统”相关的沟通和记录；
8. 需长期旁路/切除的联锁应遵循变更管理流程严格管理；
9. 采取必要措施避免安全联锁在现场被轻易旁路；
10. 日常回顾当前未恢复的旁路安全设施或切除的回路，如每日晨会；
11. 设计可视化的可及时发现和统计SIS、PLC、DCS等控制系统被旁路的回路状态点或画面；
12. 定期统计并回顾旁路/切除联锁的情况并监督考核。





安全联锁的超驰管理

相关事故

时间	事故	伤亡损失
2017年7月2日	九江之江化工压力容器爆炸事故	3人死亡
2008年8月28日	美国西弗吉尼亚拜耳工厂爆炸事故	2人死亡
1986年4月26日	苏联切尔诺贝利核电站灾难事故	170000人死亡，经济损失 2000亿美元



苏联切尔诺贝利核电站灾难事故



装卸作业安全控制

场景

工厂接收化学品，卸料至储罐或反应器，装料至槽罐车。

危害

人员操作失误或设备设施缺陷导致非预期的失控反应，生成有毒有害物质，过度灌装，意外泄漏和火灾爆炸，造成人员伤亡、财产损失和环境污染。





典型的管理缺失

1. 操作人员或承包商人员缺乏必要知识或操作指引;
2. 作业全过程安全措施和操作条件确认不到位;
3. 人员违章作业, 未严格执行作业规程;
4. 本质安全设计不足, 容易造成不同物料管路连接错误;
5. 安全设施检查和维护不足, 可靠性不足;
6. 化学品缺乏清晰标识;
7. 现场人员监护不到位, 作业时未全过程监护;
8. 现场操作人员异常情况处置能力不足。





装卸作业安全控制

安全准则

1. 明确制定化学品装卸车操作程序和泄漏应急处置方案，明确作业全过程检查项目和内容；
2. 加强现场操作和承包商人员安全教育和培训，杜绝不安全行为和违章操作；
3. 安全和管理人员定期或不定期巡视检查，强化对现场作业过程的安全监督和考核；
4. 作业前确认装卸正确的化学品，通过诸如取样分析，在线分析（如密度），质量证书，条码及标志标签等。





安全准则

5. 为避免接错管线，对危险化学品应用特殊的连接形式管线和接头通过颜色标识（或条码）确保易于区分确认；
6. 委托专业公司（符合ADR，ADN和RID标准）承运化学品；
7. 为装卸车的承包商工作人员建立适用的操作程序并评估已正确掌握；
8. 接受物料前确认接收设备有足够的空余体积；
9. 检查和确认关键设备和安全设施的安全性和可靠性；
10. 理解化学品危害，建立化学品交互反应矩阵，完善工艺设计和操作程序。





装卸作业安全控制

相关事故

时间	事故	伤亡损失
2017年6月5日	山东金誉石化爆炸着火事故	10人死亡
2016年10月21日	美国肯萨斯州MGPI公司氯气泄漏事故	140人中毒
2010年7月16日	中石油大连保税区油库火灾事故	2人死亡
1997年6月27日	北京东方化工厂爆炸事故	9人死亡



北京东方化工厂爆炸事故



场景

因为工艺过程控制不良、波动或原料品质异常等导致物料淤积沉淀结块、设备管道结垢、物料聚合、腐蚀，维修作业残余物等导致的工艺设备堵塞。

危害

清堵作业可能需要打开设备，从而导致危险物料/能量意外释放泄漏，造成人员伤亡或火灾爆炸等事故





典型的管理缺失

1. 人员违章作业，未完全泄除压力强行打开疏通设备堵塞；
2. 工艺指标管控不严格，轻微堵塞时发现不及时和处置不到位；
3. 没有基于工艺设备风险分析制定有效的清堵程序和安全措施；
4. 对原料品质变化管理不到位，未及时发现关键品质指标异常，从源头消除和避免堵塞隐患；
5. 清堵作业人员PPE防护不到位；
6. 现场大量人员作业，未充分考虑异常情况发生时快速撤离；
7. 堵塞较严重时，强行保生产未停车处理。





安全准则

1. 加强关键工艺指标管理（含原材料品质指标），避免指标波动导致堵塞现象发生；
2. 发生严重堵塞情况时，清堵作业前考虑停止生产；
3. 清堵作业前应详细分析造成堵塞的源头和原因，理解清堵作业过程中的危害，召集各专业人员进行详细的风险分析，并编制作业方案，制定安全措施和防范意外泄漏的应对措施，作业方案须经过相关管理人员确认和批准；
4. 充分意识因堵塞可能造成仪表可能传递错误信息，或者安全阀不能正常工作，检查确认相关仪表和安全设施的可靠性。





安全准则

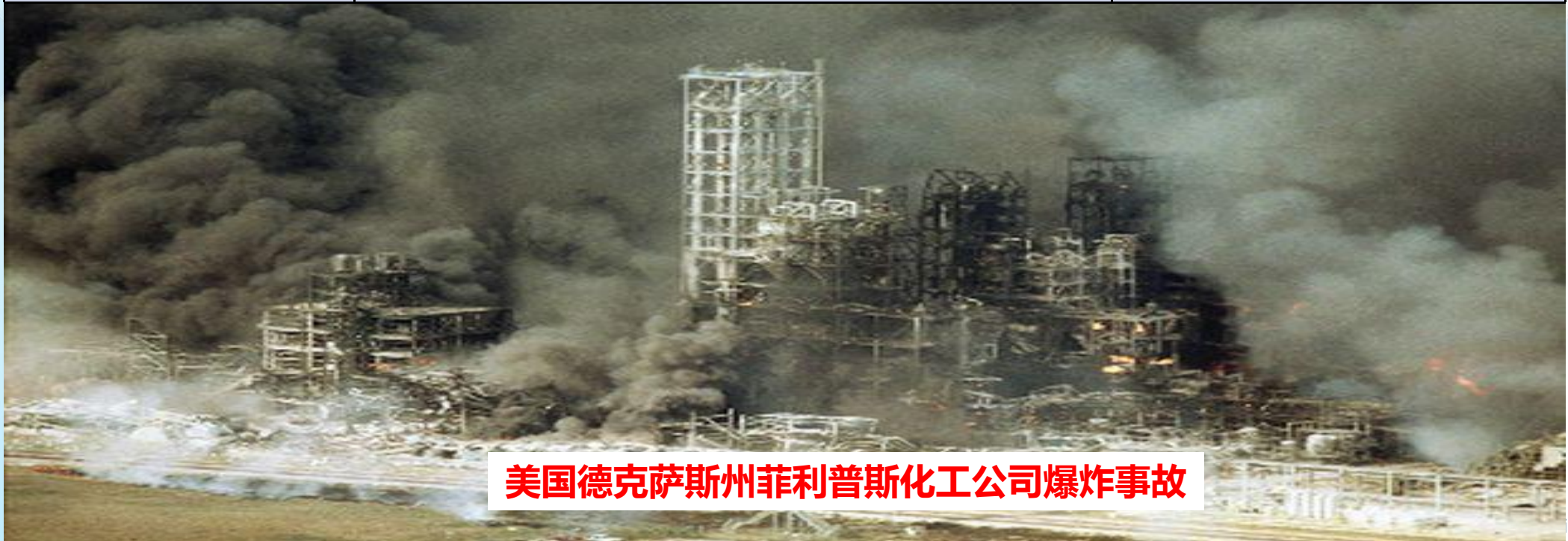
5. 理解即便打开设备后，堵塞部分内部仍可能会憋压，需缓慢或分阶段清堵作业；
6. 清堵作业管理中充分隔离和贯彻“按照首次打开设备”界定强化的安全防护措施和人员PPE防护；
7. 及时进行人员清场，避免大量人员在现场区域作业或进入作业区域；
8. 禁止使用危险气体介质吹扫管线/设备。





相关事故

时间	事故	伤亡损失
2103年3月29日	河北魏县宏顺化工原料有限公司中毒窒息事故	3人死亡
2001年3月13日	美国乔治亚州奥古斯塔BP阿莫科工厂爆炸事故	3人死亡
1989年10月23日	美国德克萨斯州菲利普斯化工公司爆炸事故	23人死亡





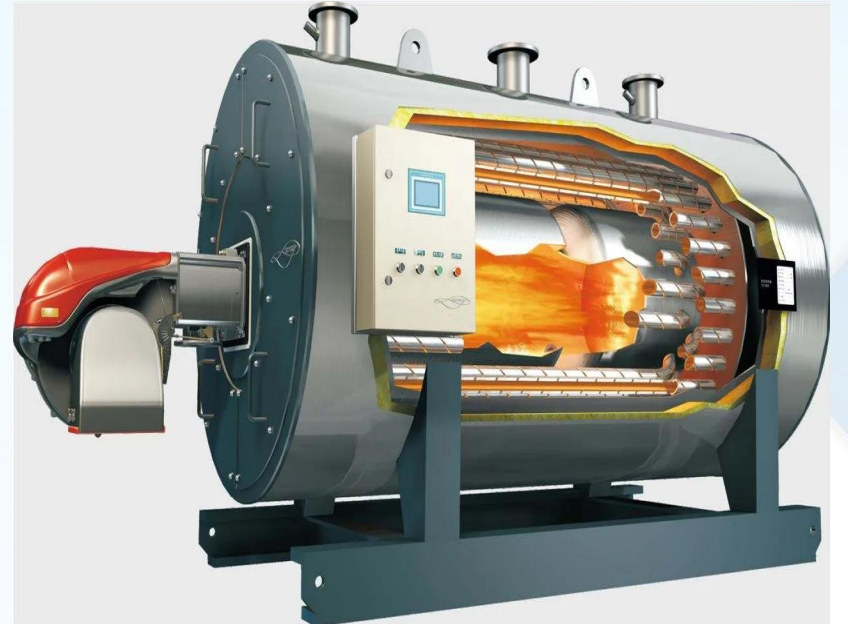
炉膛点火前安全检查和确认

场景

燃气锅炉、加热炉、焚烧炉、RTO等使用易燃易爆气体的明火设备启炉或者重启，冷启，跳车后重启。

危害

如果人员操作失误或设备仪表存在缺陷，点火前炉膛中累积大量的可燃气体而产生爆炸性范围，此时如进行点火，会导致爆炸。





炉膛点火前安全检查和确认

典型的管理缺失

1. 仪表可靠性不足，仪表（指示有误）或阀门存在缺陷或故障（内漏等）；
2. 人员违反操作纪律或操作失误，未执行点火前相关安全条件检查和确认；
3. 需要快速重新启炉为避免停车，或设备仪表存在故障，临时解除/旁路相关点火联锁保护逻辑；
4. 点火时现场大量人员聚集；
5. 初次开车点炉时，相关的联锁保护系统未测试或全部投用。





炉膛点火前安全检查和确认

安全准则

1. 建立和维护明火设备的开车程序，管理人员应定期核实这些程序的正确执行情况 and 不足并加以改进；
2. 设计安全保护程序（如PLC、SIS等）点火前使用足量空气吹扫炉膛，清除所有可燃气体避免爆炸性气体；
3. 及时报告炉子管理系统的故障或者启动程序的偏离；
4. 完善安全保护程序设计，限制连续点炉的尝试次数（并在两次尝试之间设置足够的间隔时间）；
5. 在点炉前对燃气供应系统阀门及相关设施进行泄漏测试；
6. 点炉前用LEL检测仪检查炉膛中的（爆炸）范围；
7. 安全仪表（火焰探测器、气体检测探头）旁路应被严格限制和管控；
8. 启炉之前清场，避免无关人员进入相关区域。





炉膛点火前安全检查和确认

相关事故

时间	事故	伤亡损失
2018年12月25日	新疆托克逊能化有限公司闪爆事故	7人死亡
2017年12月19日	山东日科化学股份公司爆炸事故	7人死亡
2000年9月12日	新加坡埃克森美孚工厂爆炸事故	2人死亡



新加坡埃克森美孚工厂爆炸事故



场景

提高产量、质量、节能降耗等活动：超出生产能力的改变、物料介质的改变（包括成份比例的变化）、工艺控制参数的改变（如温度、流量、压力等）、工艺流程和操作条件的改变、设备设施的改造、控制系统及逻辑的改变、维修活动配件和材料改变、程序和规程改变等。

危害

工艺设备等变更活动会引入了新的危险源，并且导致系统原先的安全保护措施部分或全部失效，导致安全事故发生和财产损失。





典型的管理缺失

1. 企业没有制定完善的变更管理程序，缺乏对关键环节的管控，如人员对潜在变更场景不熟悉，或管理要求不明确造成人为绕开变更管理流程的现象；
2. 变更的技术可行性、危害辨识和安全风险分析不严谨，走过场；
3. 紧急和临时变更管理数量较多，由变更活动导致的工艺、设备和作业活动事故事件较多；
4. 往往忽视人为认定的**微小变更**的危害和风险评估；
5. 变更数量巨大，将变更与同类同质替换（RIK）混淆；
6. 效果验证时对达不到设计要求的变更项目，或发现有缺陷的变更项目未及时分析和纠正；
7. 设计复杂的变更管理程序，难于执行和执行周期较长。

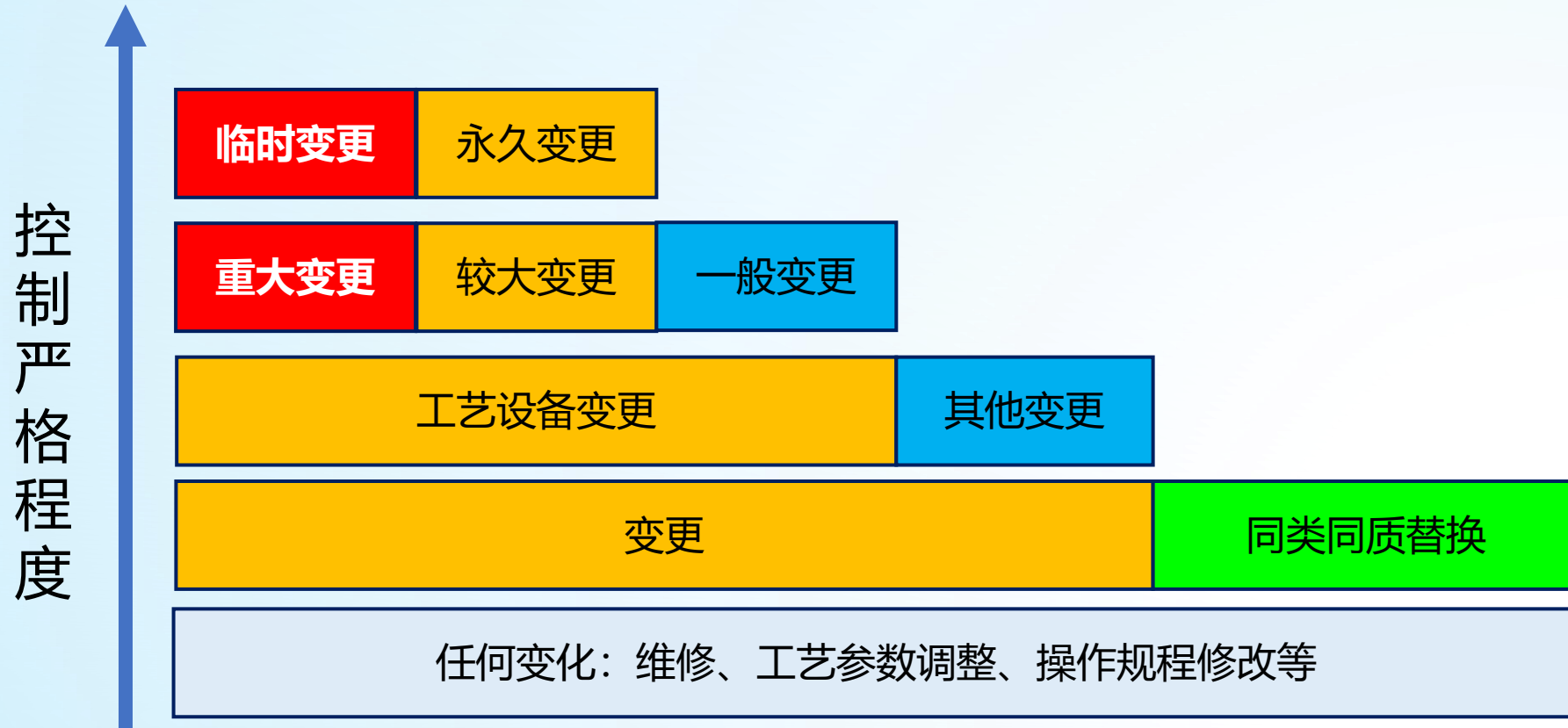




变更风险控制

有效变更管理MOC的主要原则

基于风险的变更分级管理





变更风险控制

安全准则

1. 完善变更管理程序，明确变更定义和典型场景、变更分类和分级、风险评估和控制、实施和效果验证等管理要求；
2. 严格按照变更管理流程执行，在技术可行性分析和风险分析时必须有属地和专业人员参与评估；
3. 收集和识别完整的工艺安全信息PSI并更新；
4. 明确适用的风险评估工具，精准识别和评估各类变更危害和风险，对变更的固有风险和实施风险重点管控；
5. 变更投用前开展启动前安全检查PSSR活动，确保变更所有风险控制措施落实到位；
6. 根据变更分级情况，加强变更效果的技术和安全验证与评估；
7. 定期审核变更管理实施情况和分析不足，并严格考核。





变更风险控制

相关事故

时间	事故	伤亡损失
2012年2月28日	河北克尔化工公司爆炸事故,	25人死亡, 4人失踪
1986年4月26日	苏联切尔诺贝利核电站灾难事故	170000人死亡, 经济损失 2000亿美元
1974年6月1日	英国弗利克斯堡工厂爆炸事故	28人死亡



英国弗利克斯堡工厂爆炸事故



报告和整改过程安全事件

场景

关键设备局部/部件/元件或安全设施存在异常或缺陷、人员操作失误导致波动或局部停车、小泄漏发生、安全保护层/措施（如关键报警、SIS等联锁保护或安全阀）被触发等。

风险

容忍小泄漏、未遂事故或不按规范操作，未及时查明事件根本原因并有效整改和预防，长时间导致重大过程安全事故发生。





管理缺失

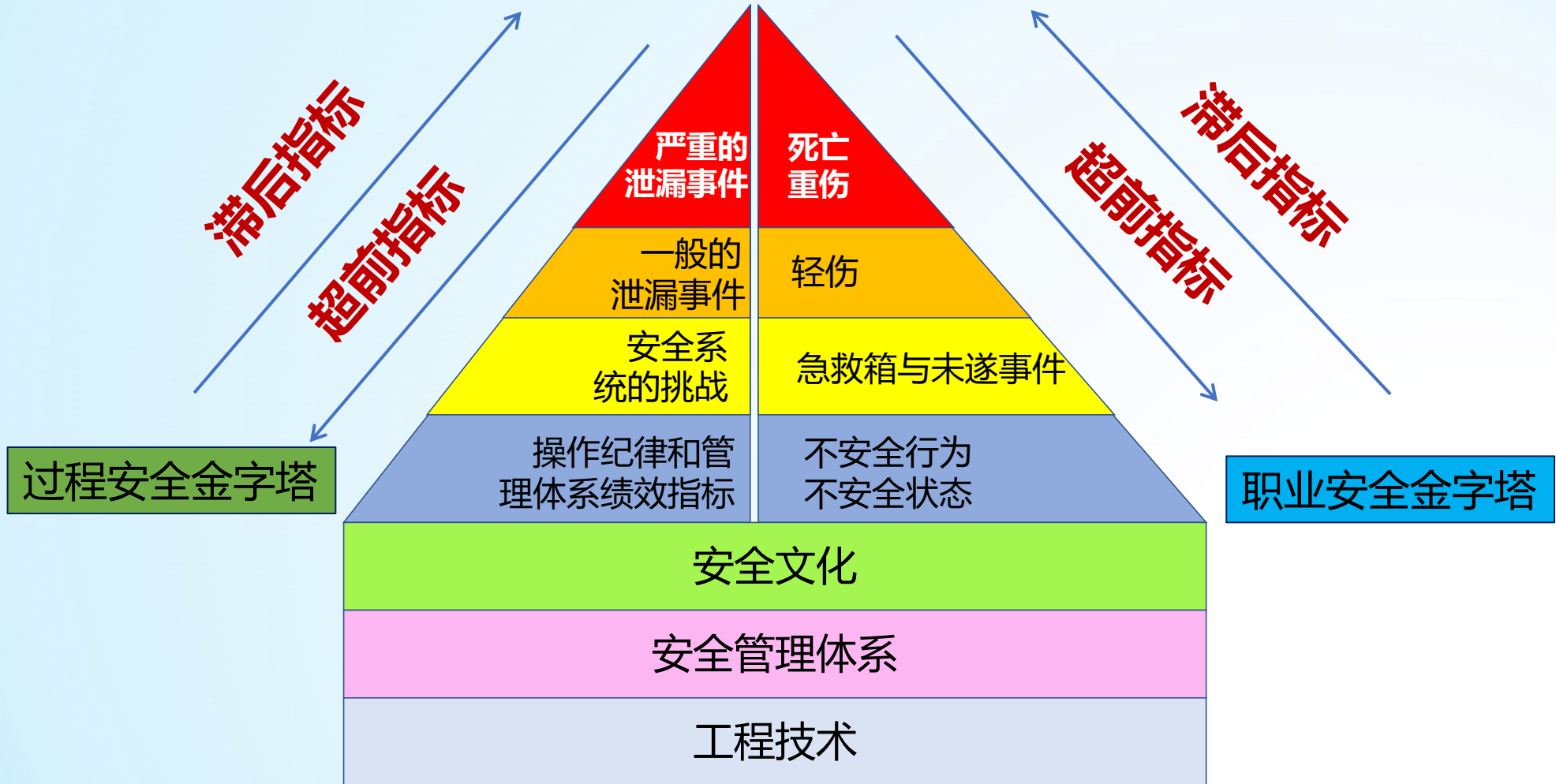
1. 事故事件管理制度设计存在缺陷，事故事件分级标准不准确，未对过程安全事件定义和分级，缺乏对各类过程安全事件的汇报、收集、统计和管理；
2. 尚未形成促进全员负责安全的开放型学习文化，鼓励各级人员积极汇报过程安全事件；
3. 源自生产任务的压力，工艺设备带隐患和缺陷持续运行；
4. 对过程安全事件报告的时间缺乏良好跟进和有效反馈；
5. 缺乏简便易用的事故事件报告工具；
6. 事故事件考核落实不严格，存在漏报、瞒报安全事件。





报告和整改过程安全事件

过程安全金字塔与海恩里希法则





正确的做法

1. 完善事故管理制度和分级标准，依照标准界定LoPC事故，设定明确的KPI；
2. 创建积极的过程安全文化，允许将报告负面情况视为对提升安全有益的反馈；
3. 及时报告跑冒滴漏：建立简易的数据库来收集、统计和落实相关报告整改措施；
4. 委派专门人员落实跟进并及时提供反馈，奖励积极报告的人员；
5. 培养员工对于早期隐患迹象（薄弱环节）的辨识能力，此类信号包括：
 - ✓ 小泄漏和小火灾；
 - ✓ 安全关键系统触发诸如安全联锁等最后一道防线被激活；
 - ✓ 异常水锤、震动、腐蚀等现象；
 - ✓ 超压或超温；
 - ✓ 长时间持续或频繁出现的工艺报警；
 - ✓ 防爆区域内出现非受控点火源，防爆电器ATEX缺陷；
 - ✓ 偏离关键程序的行为。

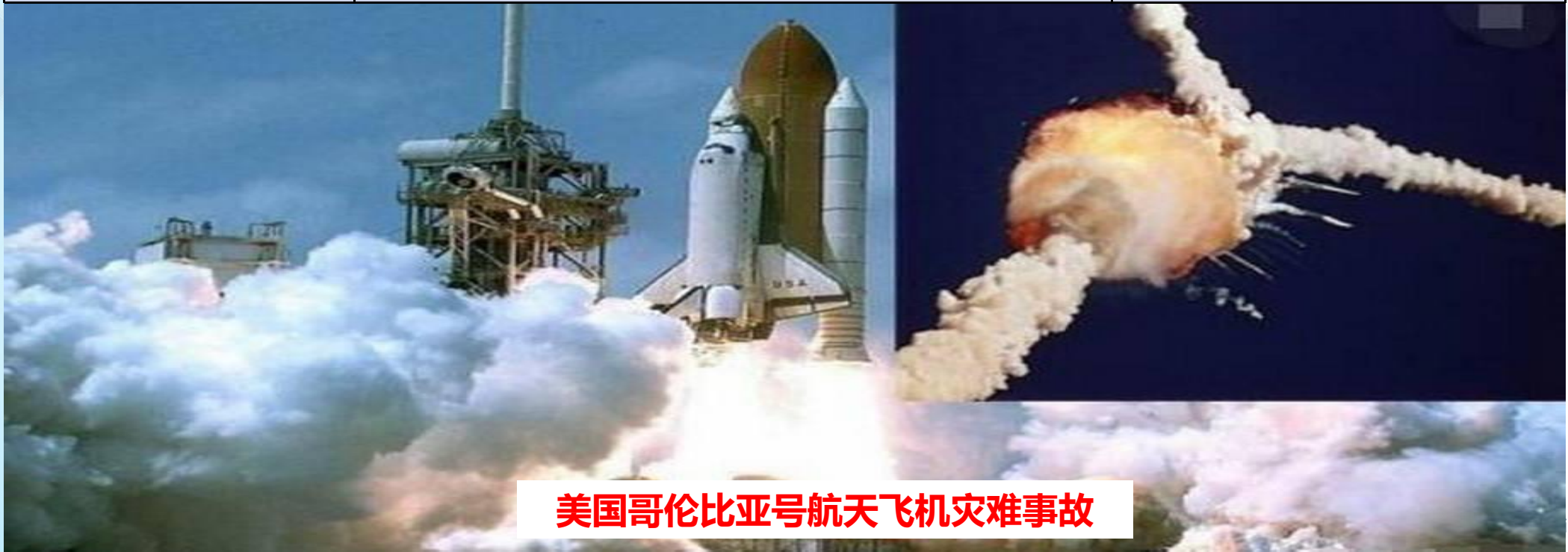




报告和整改过程安全事件

相关事故

时间	事故	伤亡损失
2019年7月19日	河南义马气化厂爆炸事故	15人死亡
2013年10月8日	山东博兴诚力供气公司爆炸事故	10人死亡
2003年2月1日	美国哥伦比亚号航天飞机灾难事故	7人死亡





过程安全管理长效机制建设

推行基于风险的过程安全RBPS的5个步骤

- 第一步：建立基于企业运营风险的过程安全管理体系；
- 第二步：管理层领导和承诺；
- 第三步：培育优秀的过程安全文化；
- 第四步：全面贯彻过程安全管理体系；
- 第五步：通过操作纪律来达到卓越营运。

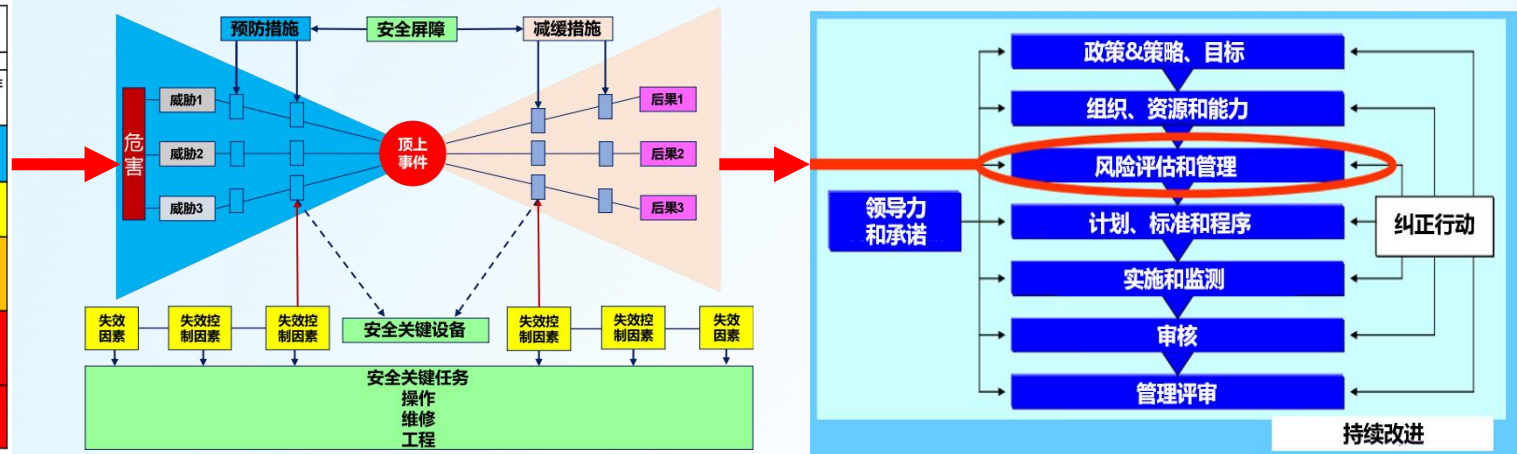




全面贯彻过程安全管理体系

以危害辨识和 risk 管控为核心，全面落实和持续改进过程安全管理体系

后果严重程度	风险后果				发生的可能性				
	人员伤亡	财产损失	环境影响	社会影响	A 从没有发生过	B 在本行业发生过	C 集团内曾经发生过	D 公司曾经发生过	E 公司每年都发生
1	轻微伤害事件	<1万元	环境影响较小，采取简单的措施就可恢复。	局限在小范围内。	1	2	3	4	5
2	轻伤	≥1万, <5万元	影响较小，需要采用一定的技术手段或资源才能恢复。	在本单位范围内造成影响。	2	4	6	8	10
3	重伤	≥5万元, <20万元	环境污染或损坏，对员工和作业区域造成影响，需要采用一定的技术手段或资源才能控制或恢复。	在公司范围内造成影响。	3	6	9	12	15
4	1-2人死亡	≥20万元, <100万元	环境污染或损坏，对员工和作业区域造成较大影响，需要采用专门的技术或资源才能控制或恢复。	在国内行业内造成影响。	4	8	12	16	20
5	3人以上死亡	≥100万元	环境污染或损坏，对周边公众和作业区域以外的环境造成重大影响。	在国内、国际上造成影响。	5	10	15	20	25



过程安全管理核心要素：工艺危害分析



通过安全领导力建设打造卓越安全文化

以践行**有感领导**为载体，推动以业务风险全面受控为目标，以卓越安全文化建设为核心，通过持续改进安全管理体系运行，扎实推进直线责任和属地管理严格落地。

发动员工

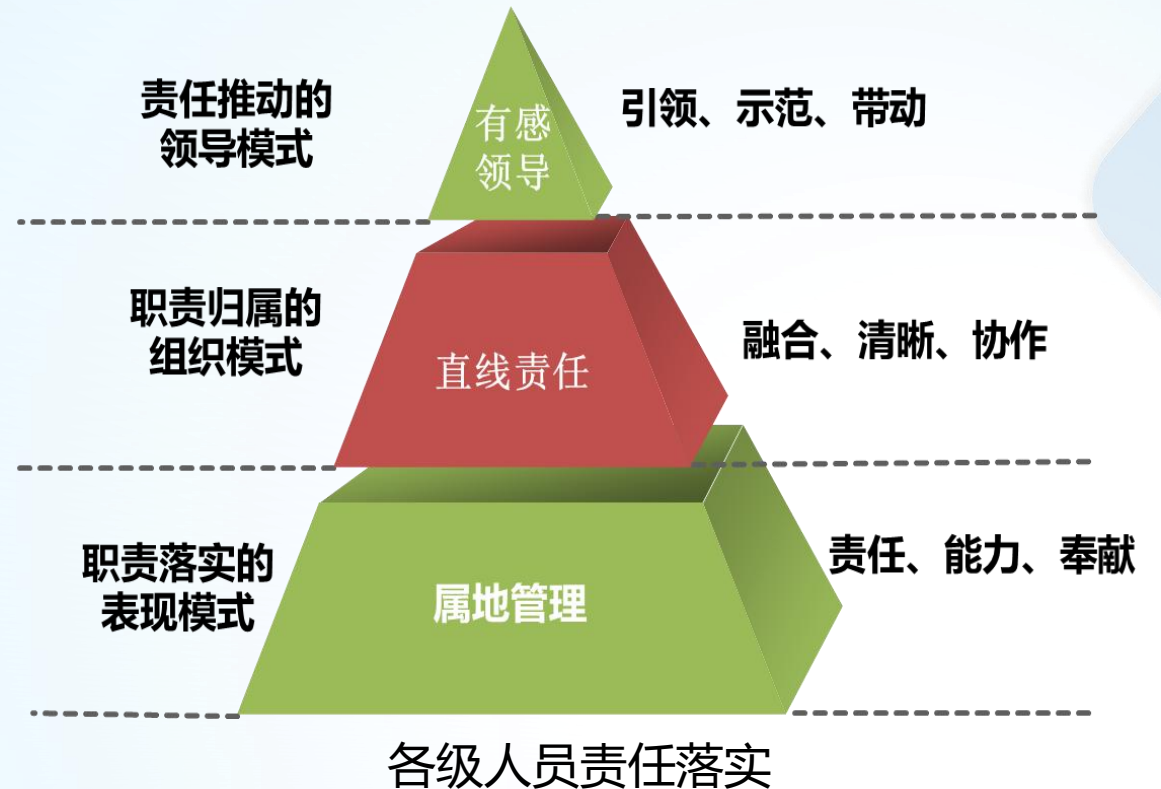
相信员工

依靠员工

造福员工



践行有感领导





谢谢!

孙彦东 18826213299

<http://www.chemicalsafety.org.cn>

