



中国化学品安全协会

# “化危为安”线上讲堂

# 危化品生产装置开车过程中的异常工况及 风险管控

中国化学品安全协会 张力

2023年11月10日







## 开车过程中的典型事故

### 鄂尔多斯亿鼎生态“9·7”高压气体喷射致人坠落重大事故



2023年9月7日15时40分许，内蒙古鄂尔多斯杭锦旗独贵塔拉镇亿鼎生态农业开发有限公司（年产合成氨30万吨、尿素52万吨）气化车间发生**高压气体泄漏**事故，导致现场多名在**高处作业**的工作人员被喷射坠落。事故造成**10人死亡、3人受伤**。



## 开车过程中的典型事故

### 鄂尔多斯亿鼎生态“9·7”高压气体喷射致人坠落重大事故

**09月07日14:30左右**：亿鼎公司在确认粗煤气B炉外送阀前现场就地压力表和阀后DSC远传压力表压力数值显示均为零值之后，安排装备制造维保人员对粗煤气B炉外送阀门压盖进行拆除检查。



**09月07日15:40左右**：在拆除过程中管道内气体喷出（管道直径DN450mm），将外送阀压盖、检修作业人员和现场管理人员从渣水五楼顶部向北一起吹落至厂区地面。

检修后开车投料

异常工况/设备故障

人员密集

思考：开车/异常工况  
风险如何管控？



## 2022年/2023年同比

较大事故同比

2022年1-6月  
6起/21人



2023年1-6月  
5起/34人

**突出问题：**非常规作业

设备完好性

变更管理

检维修

特殊作业

(动火、受限空间作业)

**2023年危化品安全生产形势仍然严峻！**





## 2022年化工企业较大事故案例

事故时间	事故单位	死亡人数	事故概况	环节
2022.01.05	河南宇天化工有限公司	3	动火前未对葱油储罐进行清洗、置换，残存葱油挥发出的低闪点物质萘、苯并噻吩、1-甲基萘、2-甲基萘、1,6-二甲基萘等可燃蒸汽与罐内空气达到爆炸极限，外来施工人员在尚未办理动火作业审批手续情况下，擅自冒险对T4207储罐人孔处进行焊接作业，造成闪爆着火。	动火
2022.02.22	陕西双翼煤化科技实业有限公司兰炭厂	3	对新建的6号兰炭炉文氏塔（停用）进行检修动火作业过程中，发生闪爆，造成3人死亡。	动火
2022.05.11	安徽昊源化工集团有限公司	3	气化车间在检维修渣锁斗过程作业中，未采取有效强制通风和实时监测措施，2人中毒后，又有1人盲目施救。	受限空间
2022.05.18	交城县炫釜肥业有限公司	3	企业未经正规设计，已被责令停产停业整顿并予以查封。企业私自组织人员开工生产。导热油锅炉运行故障，组织人员进行维修，维修结束点火过程中发生爆炸。	检维修
2022.05.31	芮城县圣奥化工有限公司	3	更换制冷设备中采用了切割作业，产生火花，造成地下集液池易燃易爆气体发生了燃爆，造成3死3伤。	动火
2022.06.16	甘肃滨农科技有限公司	6	污染治理车间设备检修复工时发生一起爆炸事故，造成8人受伤，6人死亡。	检维修
2022.11.25	陕西恒盛诺德高科技有限公司	3	吨桶转运含硫化铵废液时，吨桶阀泄漏，废液中硫化铵与遗散地面的盐酸发生反应，产生硫化氢致中毒，造成3人死亡1人受伤。	操作



## 2023年化工企业较大及以上事故案例

事故时间	事故单位	死亡人数	事故概况	环节
2023.01.15	盘锦浩业化工有限公司	13	烷基化装置碱洗后的物料（主要成分是异丁烷、正丁烷、烷基化油等）管线在带压堵漏时爆裂，遇静电或明火引发爆炸着火。	带压堵漏
2023.03.08	信诺立兴（黄骅市）集团股份有限公司	3	4#废水储罐连通预制的废气排放管道时，作业实施人及监护人违规改变动火地点，在罐顶使用角磨机进行打磨作业，引发4#废水储罐闪爆。	动火作业
2023.03.10	金星钛白集团有限公司	5	2人在进入泥浆罐体检修作业时昏迷，4名监护人员进入罐体施救不当造成6人被困罐内。	受限空间作业
2023.05.01	鲁西化工双氧水新材料科技有限公司	10	将70%浓度双氧水表面漂浮的工作液回收至1号双氧水装置2号工作液配置釜，釜内可能存在杂质，造成双氧水剧烈分解，导致釜体超压爆炸。	非常规作业
2023.05.23	九江金久再生资源有限公司	3	2名员工进入裂解炉内进行清渣作业导致窒息，另外1名员工在无任何防护措施的情况下盲目进入炉内进行施救而死亡。	受限空间作业
2023.08.15	浙江中蓝新能源材料有限公司	3	固体原料高氯酸锂堵塞配制釜进料切断阀，员工采用工具持续撞击疏通，长时间敲击导致留在进料切断阀里的高氯酸锂分解爆炸。	非常规作业
2023.09.07	亿鼎生态农业开发有限公司	10	气化车间投料开车过程中，对阀门压盖进行拆除检查，发生高压气体喷出，导致现场多名在高空作业的工作人员被喷射坠落。	开车投料



2022年/2023年同比

事故暴露出

异常工况安全风险管控

装置开车安全风险管控

装置首次开车安全风险管控



目录  
Content

01

装置开车过程中的风险分析

02

装置开车过程中的异常工况及风险管控

03

装置开车过程中的常见问题



01

## 装置开车过程中的风险分析



# 一、开车过程中的风险分析

## ● 开车过程中的事故因果逻辑



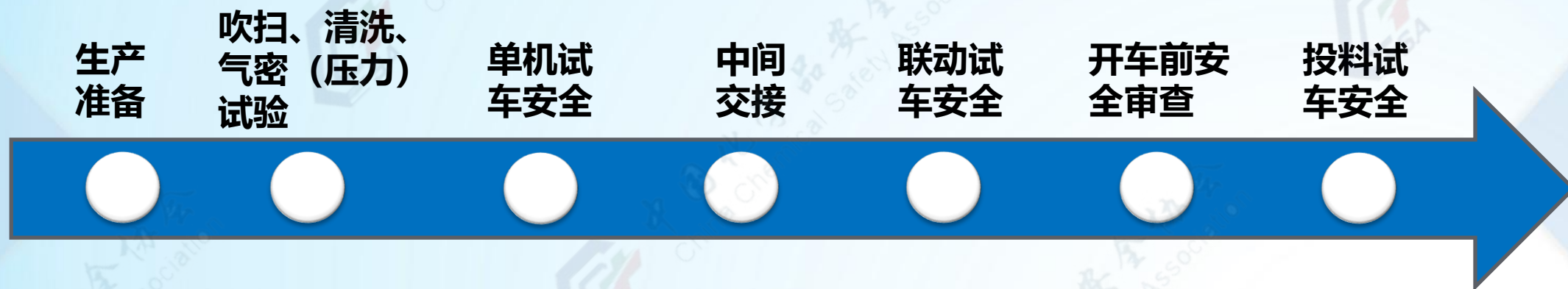
- 人员误操作（培训不到位、操作不熟练、开工时操作频繁）
- 设备故障或失效（测试不到位、工况不稳定、物料不干净）
- 安全防护措施未投用（操作失误、工艺条件不具备、遗漏）
- 环境影响（天气因素、施工交叉作业、人员数量多）
- 管理缺陷（管理人员经验能力、违章指挥、流程制度不完善）





# 一、开车过程中的风险分析

## ● 开车过程中的主要节点





# 一、开车过程中的风险分析

生产准备

人员未培训或培训不合格

物资准备不充分

## ● 主要风险

- 员工不能掌握开工方案和操作规程，或操作不熟练，容易导致误操作，从而引发事故
- 原辅材料准备不足，容易引起开工过程不能正常进行
- 个人防护用品配备不足
- 消防、救护器材、通信器材配备不足等



## 一、开车过程中的风险分析

### ● 山东鼎鼎化学科技股份有限公司“10·26”爆炸事故

- 2021年10月26日5时32分许，山东鼎鼎化学科技股份有限公司MBS（甲基丙烯酸甲酯、丁二烯、苯乙烯三元共聚物）生产装置发生爆炸事故，造成1人受伤，厂内装置设施严重损毁，周边企业的部分厂房、门窗及车辆受损。
- 企业在生产MBS过程中，因聚合釜（压力容器）上部联通的气液分离器（非压力容器）的气相连接阀门未关闭，导致气液分离器的视镜承压破损，聚合釜内的气液混合物（主要成分为丁二烯、苯乙烯、丁苯胶乳）通过气液分离器大量泄漏，丁二烯、苯乙烯与空气形成爆炸性混合气体，遇点火源发生爆炸。







## 一、开车过程中的风险分析

### ■ 事故原因分析：

1. 本质安全水平低下，新增气液分离器的气相、液相开关阀均为**现场手动操作**，未实现远程自动控制，未设置安全联锁或紧急切断阀。

2. 变更安全管理缺失，企业在原有装置上增加气液分离器等设备，工艺控制条件也发生变化，但**未履行变更程序**，没有将这一简化的脱气流程编入**操作规程**，没有组织员工进行针对性的工艺流程**培训**，只是对个别操作班组长进行了口头讲解。

3. 泄漏出的丁二烯向厂区北部扩散后，生产厂房、**厂区西北角门卫室**和北围墙外侧洼地等地方均存在丁二烯与空气的爆炸性混合气体。门卫室内一开关箱为非防爆型，根据鼎鼎公司生产装置的爆炸危险区域划分图，该门卫室未处于爆炸危险区域内。当门卫室屋顶东向照明灯按照时控开关设定断电关闭时，交流接触器触点产生的电火花首先引爆了门卫室内爆炸性混合气体，继而引起厂区各处发生连续爆炸。



# 一、开车过程中的风险分析

## 吹扫、清洗、气密(压力)试验安全

吹扫时造成人员烫伤、窒息等

化学清洗操作不当

气密时，系统未隔离

### ● 主要风险

- 蒸汽吹扫时，未采取防止人员烫伤的防护措施
- 使用氮气时，未明确防止氮气窒息的措施
- 未落实防止化学品伤害的安全防护措施
- 未配备必要的劳动防护用品
- 清洗废液未经处理，发生化学反应可能引发次生事故
- 系统未隔离或隔离不当，导致窜压事故
- 气密时超压，造成爆炸事故
- 气密过程中，发现问题未泄压就开始处理



## 一、开车过程中的风险分析

### ● 11·18大连硫化氢中毒3死事件

- 2017年11月18日19点15分左右，大连某炼化公司硫磺装置现场进行设备检修作业和换热器管束化学清洗过程中，施工方在加入清洗剂过程中，产生大量硫化氢气体，造成9人中毒，其中3人死亡。
- 这次事故的最主要原因还是因为清洗换热器时清洗剂选用不当，设备中残留的含硫化合物与酸性清洗剂中的氢离子发生了化学反应，生成了大量硫化氢气体，现场没有相应的应急预案，通风不畅，结果造成这次重大伤亡清洗事故。
- $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{S} + \text{FeCl}_2$
- $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S} + \text{FeSO}_4$





# 一、开车过程中的风险分析

## 单机试车安全

保护装置、机构及保护系统未安装

动力系统未检查确认

无关人员进入

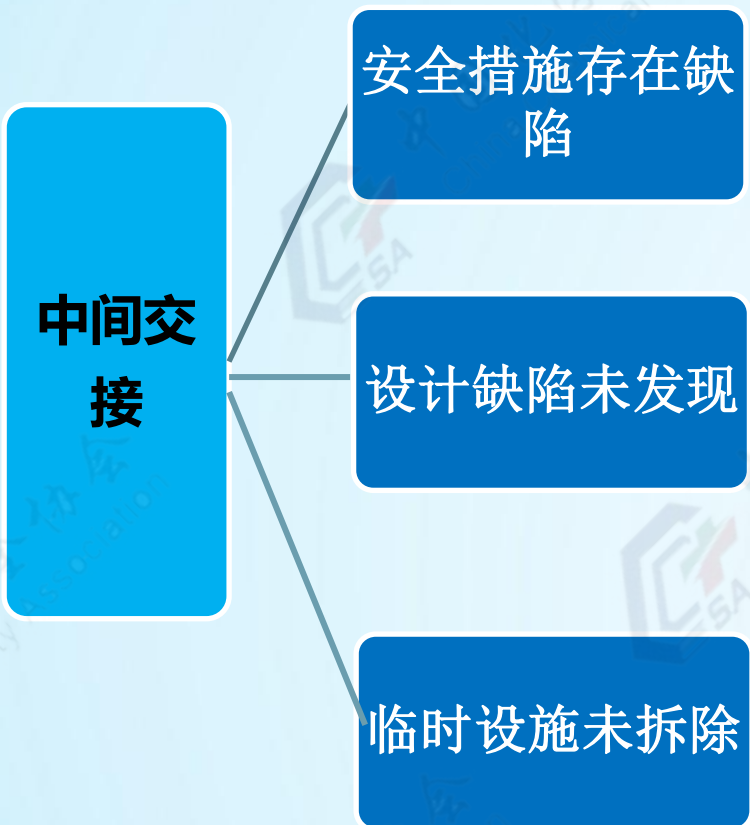
直接带负荷试车

### ● 主要风险

- 保护装置、机构及保护系统未安装完成（安全阀）
- 保护功能未试验或试验不合格（联锁功能）
- 动力系统未检查确认是否具备使用条件（蒸汽、电源等）
- 未划定试车区域，无关人员进入，可能导致事故扩大
- 直接带负荷试车，发生故障导致设备损坏



# 一、开车过程中的风险分析



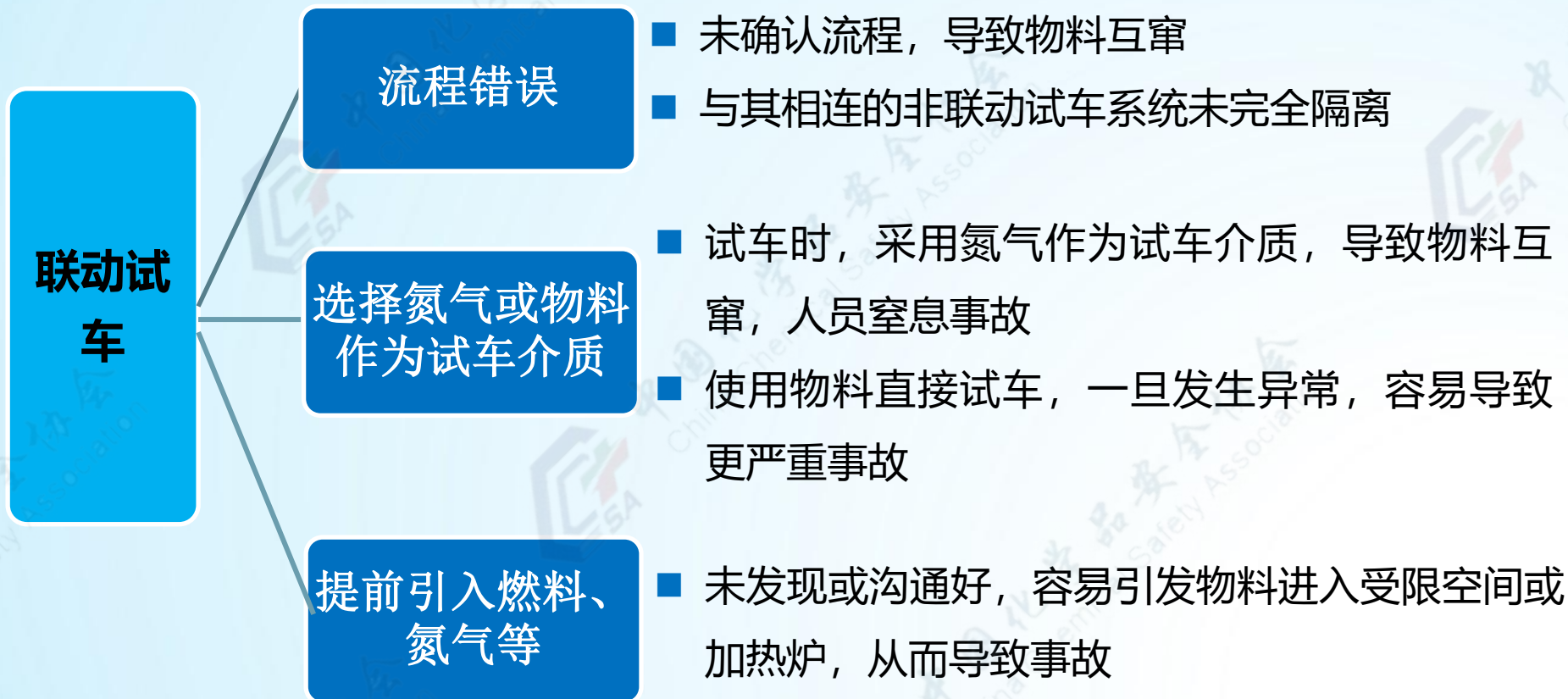
## ● 主要风险

- 管道的耐压试验不合格
- 安全附件（安全阀、压力表等）未校验调试合格
- 防爆等级不满足要求
- 管道压力等级、材质不对
- 工艺流程设置不合理、控制方案不合理
- 设备安装位置不合理或距离不够
- 现场临时管线或设备未拆除，导致工艺介质泄漏
- 脚手架、护栏等未恢复



# 一、开车过程中的风险分析

## ● 主要风险







## 一、开车过程中的风险分析

### ● 湖北仙桃蓝化有机硅有限公司“8·3”闪爆事故

2020年8月3日17时39分左右，湖北省仙桃市蓝化有机硅有限公司甲基三丁酮肟基硅烷车间发生爆炸事故，造成6人死亡、4人受伤。





# 一、开车过程中的风险分析

## ■ 事故过程

操作工在清理分层塔内积液时，没有彻底将分层塔底部丁酮肟盐酸盐排放至萃取工序，导致大量丁酮肟盐酸盐随上层清液进入产品中和工序，进入1#静置槽继续反应，反应热量在静置槽中累积，静置槽没有温度监测及降温措施，丁酮肟盐酸盐发生分解爆炸事故。

## ■ 原因分析

- 1.装置未经正规设计，违法私自组织建设开工，在试生产过程中发生事故。
- 2.操作人员安全风险辨识不到位，对丁酮肟盐酸盐危险性认识不足，无操作规程。

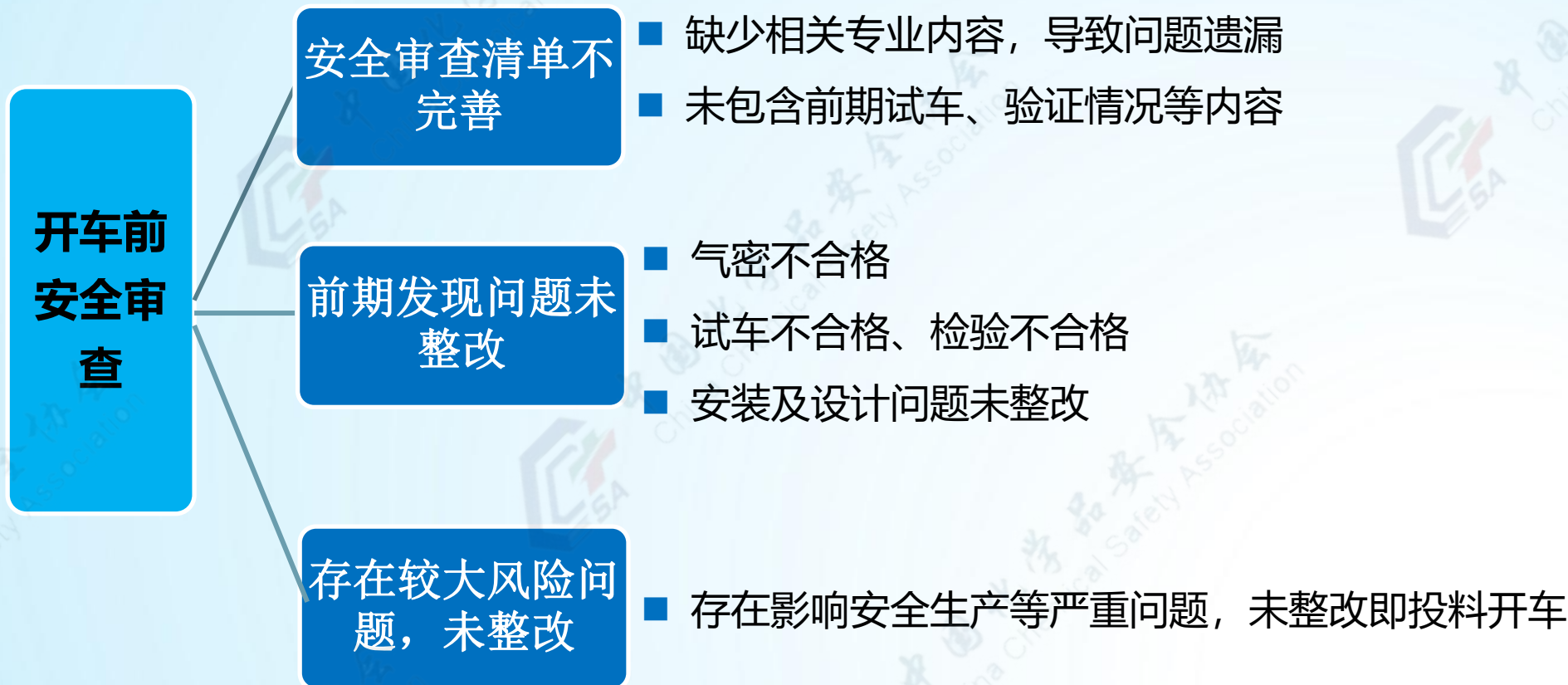
## ■ 改进建议

- 1.开展工艺危害分析，充分识别操作中的风险；
- 2.静置槽增设温度监控；
- 3.静置槽增设温度联锁，当温度高时，采取降温措施。



# 一、开车过程中的风险分析

## ● 主要风险







# 一、开车过程中的风险分析

## ● 安全条件确认 (PSSR)

- 
- 操作维护及管理工艺设备的人员得到足够的培训
  - 工艺设备按照设计要求建设安装
  - 所有保证工艺设备安全运行的规程准备就绪
  - 必要的设备测试检查均已完成并被确认
  - 所有工艺危害分析提出的改进建议得到落实或合理的解决
  - 工艺设备变更经风险评估得到批准并按意图实施



## 一、开车过程中的风险分析

### ● 宁波科元精化股份有限公司“5·6”爆燃事故

#### ■ 事故情况

2021年5月6日3时13分许，宁波科元精化股份有限公司作业三部20万吨/年乙苯-苯乙烯装置发生一起爆燃事故，事故造成乙苯-苯乙烯装置区严重受损，周边企业部分建筑物门窗等损坏，未造成人员伤亡，直接经济损失约853.28万元。

#### ■ 事故单元简介

事故发生在20万吨/年乙苯-苯乙烯装置的苯塔系统，该装置于2019年3月完成竣工验收，其中苯塔系统工艺流程为：苯塔内物料经加热后，塔顶气相经过苯塔顶蒸汽发生器（ER26201）等3台换热器回收热量，大部分气相转变成液相进入苯塔回流罐，再通过泵打至塔内，形成回路。少部分不凝气通过压力控制进入装置低瓦系统及其他设备。苯塔顶蒸汽发生器（ER26201）为管箱法兰结构，其壳程物料为水，管程物料为苯。



## 一、开车过程中的风险分析

### ■ 直接原因：

科元公司进行苯塔顶蒸汽发生器（ER26201）管束更换作业后，封头法兰面紧固不到位，部分螺栓长度不符合设计要求，未经质量检查和耐压试验，**开车前未进行安全条件确认**，直接投入运行。苯塔顶蒸汽发生器封头管箱侧垫片密封失效，封头内高浓度苯烃化液（苯含量98.91%）从法兰处喷出，与空气混合形成爆炸性气体，遇高温蒸汽管道发生爆燃，装置管路破裂易燃物料泄漏燃烧。

### ■ 管理原因：

1.安全操作规程未严格执行。开车过程中违反公司《作业三部乙苯装置操作规程》升温速率要求，违规升温；未及时观察到苯塔回流罐液位、压力参数超标情况，并采取可靠措施。

2.公司操作规程不健全。未制定压力容器紧固螺栓检修作业操作规程，并明确螺栓紧固步骤和安全要求；未制定设备检修后耐压试验操作规程，并明确试压介质、压力范围、保压时间等要素。



# 一、开车过程中的风险分析

## 投料试车安全

试车过程沟通协调不畅

随意变更试车方案

无关人员进入现场

边投料边检修

### ● 主要风险

- 试车过程中不能统一指挥工作，各专业、各部门信息沟通不畅
- 投料未严格按照试车方案进行，导致引入不确定风险，无有效控制措施
- 企业未控制现场人数，无关人员进入现场，扩大事故影响
- 边投料边检修，发生异常工况时，容易引起大量人员伤亡





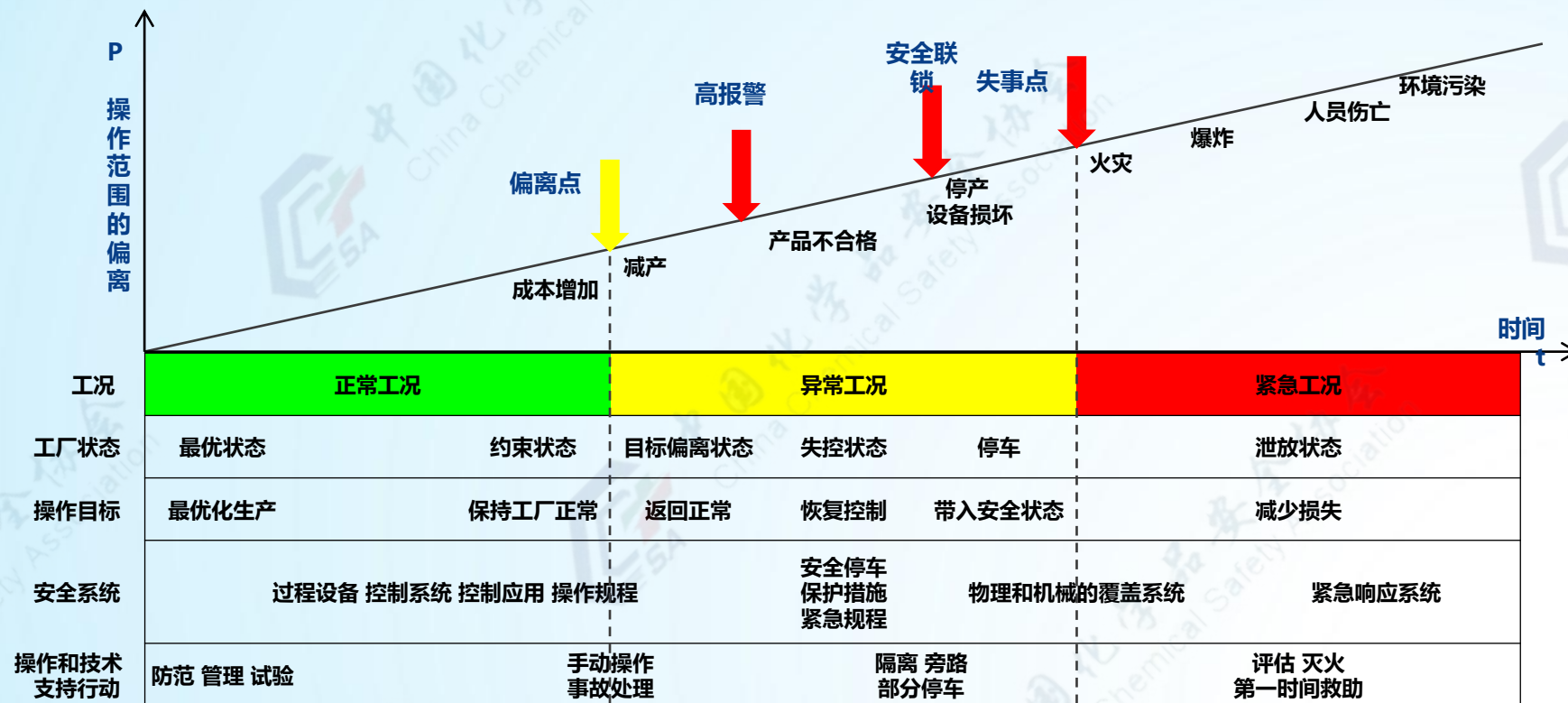
02

## 装置开车过程中的异常工况及风险管控



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### ● 认清什么是异常工况



**需要关注：自动化控制系统、安全仪表系统解决不了的情况**



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

- 对于异常工况的范围，至少有以下情景

工艺运行异常	如超温、超压、超配比、流量异常等超工艺指标	报警的风险管控、异常紧急处理的管控
装置设备设施运行异常	如腐蚀、减薄、泄漏（小量）、内漏、震动、故障、联锁失效等	带病运行、异常紧急处理的管控
带病运行	带病运行10项情景	带病运行的风险管控、异常紧急处理的管控
开停车过程中	装置开停车过程中遇到开停车方案并未规定的相关突发状况，需紧急应对的情况。	判断、决策、应急

发生异常

识别风险

管控风险

防控后果扩大/防控人员密集

主要的风险：伴随有非常规操作；决策失误-违章指挥、违章作业；行为意识



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控-处置原则

### ● 第一时间退守到安全状态

- 企业应基于异常工况必须紧急停车的条件，建立和完善岗位人员紧急停车处置、装置内人员撤离等授权机制。
- 安全退守方式主要包括但不限于：全装置停车、局部停车、停止加热、停止进料、终止反应、卸料泄压、单元隔离等。
- 装置正常生产或开车过程中出现未识别到且没有处置程序的异常工况，应第一时间停车处置。
- 异常工况紧急处置时，未经评估和许可，不得采取摘除联锁等方式强制维持设备或装置运行。
- 装置正常生产或开车过程中联锁触发后应及时查明原因并确认相关条件，严禁强行复位。





## 二、开车过程中的异常工况及风险管控-处置原则

### ● 现场处置应坚持人员最少化原则

- 当现场存在危险介质明显泄漏时，在现场情况不明，且未进行安全风险评估及未采取安全防护措施的情况下，任何人不得进入泄漏场所进行应急抢险。
- 异常工况处置过程中涉及到现场作业的，应严格现场人员管控，按最小化原则控制现场处置人员数量及分工，同一部位原则上不得进行交叉作业，严禁无关人员进入作业区域。
- 指挥人员应尽可能使用视频、无线电通讯等设备进行调度指挥。
- 如分析预判现场处置过程中可能发生事故时，要立即撤离现场所有人员。



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控-处置原则

### ● 现场处置应防止能量意外释放

- 现场处置作业过程中涉及管线、设备打开时，应将拆装部位泄压并与运行系统有效隔离，严禁以关闭阀门代替加装盲板。
- 现场处置作业过程中非必要不得进行带压密封和带压开孔作业。应急处置中确需进行的，应开展作业可行性评估，勘测现场环境和设备状况，制定专项作业方案。
- 严禁在毒性程度为极度危害介质的设备、管线上进行带压作业；严禁在不进行测厚、无法有效阻止材料裂纹继续扩展、结构和材料的刚度及强度不满足安全要求、保障措施未有效落实等情况下进行带压作业。



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### 非常规操作的风险管控

#### 鲁西化工“5·1”爆炸事故

2023年5月1日8时36分许，操作人员将1号双氧水装置工作液配置釜（共3台，每台容积为12立方米）用作回收工作液。5月1日凌晨4时左右，现场操作人员将70%浓度双氧水表面漂浮的工作液回收至1号双氧水装置2号工作液配置釜；7时40分左右，该釜液位从15%增加到57%左右（增加约4立方米），操作人员停止回收。8时35分左右，中控室操作人员发现2号工作液配置釜温度迅速上升，虽注入脱盐水稀释降温，但温度仍继续上升，最终发生爆炸，造成现场操作人员和附近正在准备制定双氧水浓缩装置维修方案的人员伤亡。

**直接原因：**操作人员在抽吸成品罐内70%双氧水表面漂浮的少量工作液至工作液配制釜时，大量抽入了70%双氧水；因工作液配制釜内含有杂质，引起高浓度双氧水分解放热，导致釜内温度升高、双氧水分解加速、压力升高，最终引发高浓度双氧水发生剧烈分解爆炸、高浓度双氧水与工作液体系发生剧烈凝聚相爆炸，造成工作液配制釜粉碎性解体。



**事故发生前，装置现场有3名操作人员正在进行工作液回收作业，另有事故企业负责人、工艺、设备和维保等9人正在排查浓缩工艺系统70%双氧水产品浓度不达标问题和办理作业审批手续，存在多人聚集情况，造成重大人员伤亡。**





## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### 非常规操作的风险管控

#### 鲁西化工“5·1”爆炸事故

事故暴露出如下问题：

**一是**变更安全风险辨识不到位。2020年5月至2021年8月实施了**升级改造**项目，通过降膜蒸发器浓缩，可以生产50%、60%、70%浓度的双氧水。

**二是**回收双氧水操作安全风险高，管控难度大，对工作液配制釜用作回收不同浓度双氧水和工作液等变更带来的安全风险辨识不足，在操作规程中缺少相应的管控措施。

**三是**操作规程不完善缺少对异常工况的应急措施。现场回收工作液规程中**仅规定配制釜温度高或持续上升停止抽油，注水降温，未规定上述措施失效后应采取的紧急措施。**

**四是**回收工作液主要过程需现场手动操作，现场操作人员和附近正在准备制定双氧水浓缩装置维修方案的人员聚集，造成事故扩大。

工艺变更

风险辨识

人员管控





## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### 异常工况应急处置授权

#### ● AQ/T 3034-4.9.4 异常工况处置

- 4.9.4.3 企业应根据实际情况和实际操作经验不断完善各类异常工况处置程序，对员工开展异常工况的处置**能力培训和考核**，确保有关岗位人员能够及时恰当地处置异常工况。
- 4.9.4.5 企业应对异常工况下的应急处理进行**授权**，确保在出现异常工况时，有关岗位人员能够立即采取措施进行处置；危及人身安全时，及时组织人员紧急撤离。

#### 建立应急处置授权决策管理制度：

规范企业在异常工况情况下的应急处置授权决策，提高应急处理能力，为发生突发事故救援时提供应急处置领导体系，保障应急救援预防工作落到实处。



#### ■ 明确职责

1. 总经理负责对异常工况情况下应急处理程序进行决策。
2. 应急处置组织领导小组对异常工况情况下应急处理方案进行决策。
3. 应急处置领导小组组长(主要负责人)负责启动应急处理方案或应急救援预案，对现场具体的应急处理进行决策，可对下级进行相关职责的授权。

■ 明确异常工况：是指装置、设备设施场所等，与正常应有的状态不一致，呈现出的异常状态已经达到了事故即将发生的临界状态，如不采取必要处置措施将其控制或消灭，极有可能演变为生产安全事故的一种状态或状况。



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### 异常工况应急处置授权

#### ■ 授权决策

- 1.主要负责人临时有事外出情况下将应急救援的指挥权授权于公司副总，公司副总履行应急处置总指挥所有职责，公司副总不得进行二次授权。
- 2.主要负责人和公司副总同时外出，由主要负责人将应急救援的指挥权授权于分管安全负责人，分管安全负责人履行应急处置总指挥所有职责，分管安全负责人不得进行二次授权。
- 3.主要负责人授权后，被授权人员应熟悉异常工况情况下的应急处理流程。
- 4.授权以书面形式通知各部门，各部门应积极配合被授权人在异常工况情况下所做的处理决定。
- 5.授权时限由授权人根据自身实际情况进行填写。
- 6.发生异常工况，被授权人需填写《异常工况情况说明》，主要包括：异常工况产生的经过，处置方法，应急救援情况，产生异常工况的原因等。



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

- **边开车投料、边大修收尾；人员密集致事故扩大**

近年来，已发生多起在装置开车投料期间，边开车投料、边大修收尾，由于现场聚集大量的大修收尾施工人员或其他无关人员，而导致事故扩大的事故已发生多起。

根据美国化学品安全委员会（CSB）的统计，开车期间的过程安全事故约占总的过程安全事故的8%。如果考虑到开车阶段的时间占工厂运行时间的比例，在单位时间内，开车期间的事故率远远高于正常生产时的事故率，而且事故的后果往往非常严重！美国化学工程师协会工艺安全管理中心（CCPS）统计了发生在美国本土1976～1989年的过程安全事故，对于连续化的工艺流程，大约60%～75%的重大工艺安全事故不是发生在正常生产期间，而是发生在开停车等非正常生产期间。而今年其他两起重大事故，正是发生在非正常生产期间。



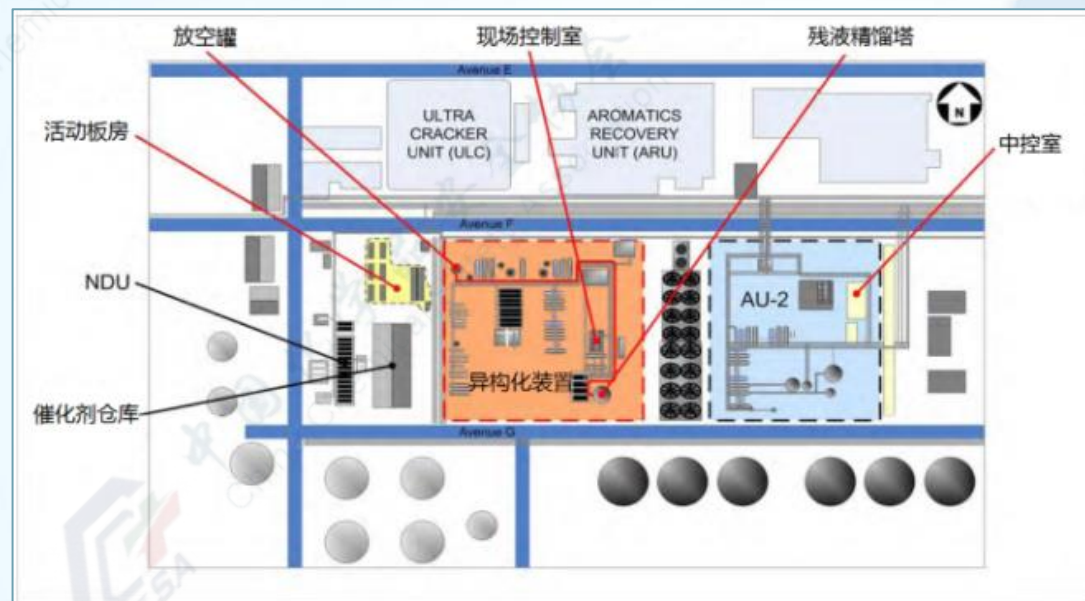
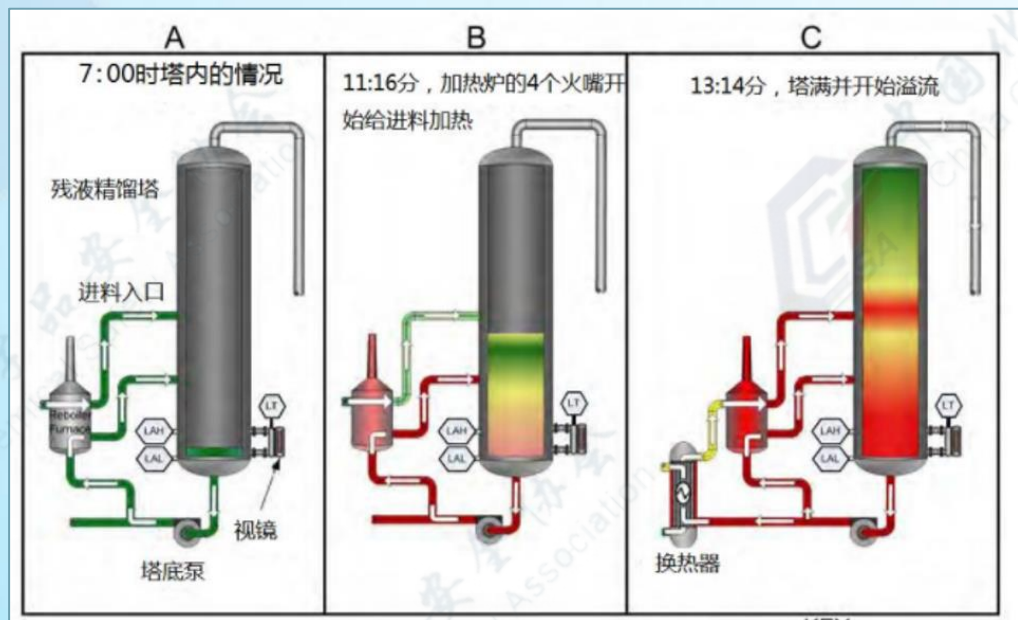


## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### 典型事故案例

2005年3月23日，英国石油公司(BP)位于美国德克萨斯州(Texas)的炼油厂，异构化装置检修后的开车时，因蒸馏塔警报器和一个液位变送器失效，超液位致安全阀放空打开，发生火灾爆炸事故。

由于与异构化装置毗邻的芳烃回收装置还处于维修阶段，有大量的承包商参与维修作业，在异构化装置的西边有很多的活动板房，离放空罐距离约37m，维修作业的承包商在活动板房中办公、洗衣、更衣和淋浴，事故造成15人死亡，180余人受伤。





## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### 典型事故案例

2017年7月26日，新疆某化工有限公司在对停产的造气车间进行复产工作期间，因操作人员违规放煤，形成了爆炸性煤尘云，在富氧条件下，遇到阴燃的高温煤粉，发生了燃爆。而事故发生时，一家承包商正在南造气车间进行复产前的检修作业，还有几家承包商作业人员正在南造气车间内外进行管道防腐保温作业，总人数有135人，从而造成5人死亡、15人重伤、12人轻伤。

2018年11月7日，新乐市某化肥公司在进行2#尾气燃烧炉烘炉作业，因煤气经由内漏的阀门窜入尾气燃烧炉，从燃烧炉点火口漏出的煤气被点燃并持续燃烧，之后空气鼓入炉内与煤气混合，火焰回燃导致混合气体爆燃。由于烘炉点火作业期间，周围检修人员较多，造成6人死亡7人受伤。

2019年8月29日上午，中卫某化工有限公司在2#煤气发生炉点火启炉时，因夹套严重缺水，违规操作补水，发生剧烈气化造成夹套锅炉爆炸。由于边启炉边进行检修，大量人员在现场集聚，造成4人死亡，3人受伤，导致事故扩大。

**边投料边检修收尾**



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### ● 国家安全生产监督管理总局文件 安监总管三〔2013〕88号

■ (十) 开停车安全管理。企业要制定开停车安全条件检查确认制度。在正常开停车、紧急停车后的开车前，都要进行安全条件检查确认。开停车前，企业要进行风险辨识分析，制定开停车方案，编制安全措施和开停车步骤确认表，经生产和安全管理部门审查同意后，要严格执行并将相关资料存档备查。

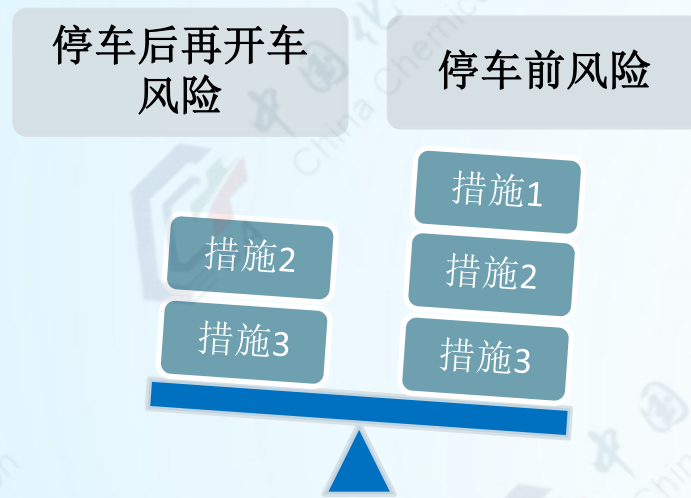
■ 企业要落实开停车安全管理责任，严格执行开停车方案，建立重要作业责任人签字确认制度。开车过程中装置依次进行吹扫、清洗、气密试验时，要制定有效的安全措施；引进蒸汽、氮气、易燃易爆介质前，要指定有经验的专业人员进行流程确认；引进物料时，要随时监测物料流量、温度、压力、液位等参数变化情况，确认流程是否正确。要严格控制进退料顺序和速率，现场安排专人不间断巡检，监控有无泄漏等异常现象。





## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

- 《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034）4.9.3 装置开停车安全管理
  - 4.9.3.1 装置开车包括检修后的开车以及紧急停车后的开车。
  - 4.9.3.2 企业应制定开停车安全管理制度，明确管理内容、职责、工作程序。
  - 4.9.3.3 企业应组织专业技术人员在危害辨识和风险评估基础上制定开停车方案，经审批后实施。对临时、紧急停车后恢复开车时的潜在风险应重点分析。







## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### ● 内蒙古中高化工有限公司“10·22”爆炸事故

2021年10月22日，处理蒸发出料泵管道堵塞过程中，排净阀未关闭，**多次启停出料泵**并打开泵进出口手动阀门，空气从出料泵排净阀进入管线后吸入蒸发循环泵内（事故泵），造成泵腔内物料断流，致使泵核心部件产生高温，泵内2-硝基-4-甲砒基甲苯、2-硝基-4-甲砒基苯甲酸遇高温和空气发生分解，引起泵体和进出口管道内压力、温度升高，导致泵体和进出口管道发生爆炸。



事故磁力循环泵



蒸发再沸器下封头



釜顶图片



釜底图片



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### ● 装置开停车安全管理

- 4.9.3.4 企业应根据不同类型的开停车方案编制相应的安全条件确认表，并组织专业技术人员按照安全条件确认表逐项确认，确保安全措施有效落实。
- 4.9.3.5 企业应对变更或维修的设备、管道、仪表及其他辅助设施进行重点检查，确保具备安全使用条件。
- 4.9.3.6 企业应严格执行开停车方案，建立重要环节责任人签字确认机制。引进物料时应指定有经验的人员进行流程确认，实时监测物料流量、温度、压力、液位等参数变化情况；严格按方案控制进退物料的顺序和速率，现场应安排专人不间断巡检，监控泄漏等异常现象。
- 4.9.3.7 停车检修设备、管线倒空时，应有序排放；设备、管线倒空置换干净后进行能量隔离。
- 4.9.3.8 开停车过程中应严格控制现场人员数量，应将无关人员及时清退出场。



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### ● 开车前安全审查

- 为规范各类生产装置及设备投运前安全环保管理，确保所有影响工艺、设施和施工安全环保运行的因素在投运前被识别并得到有效控制。







## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### ● 开车前安全审查的目的

- 项目投运前及时消除各类隐患；
- 降低发生事故和伤害的可能性；
- 增强各类工艺设备和施工项目本质安全；
- 提升现场安全管理技能；
- 体现管理层对安全的承诺。

### 如何避免重大事故？







## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### ● 开车前安全审查

- 项目启动前安全检查时发现的
- 可导致项目不能启动或启动时可能引发安全环保事故的隐患。

变更项目

1

- 工艺的改变；
- 设备的更新、升级、改造、功能的改变；
- 重要工艺参数的改变

2

必改项

- 在项目启动前安全检查时发现的
- 会影响投产效率和产品质量
- 在运行过程中可能引发安全环保事故，已采取监控措施
- 可在启动后限期整改的隐患。

遗留项

3



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### ● 开车前安全审查



关注点

安全

消防

健康

环保

水保

节能

**工艺设备是否按照设计的要求建设安装**

**保证工艺设备安全运行的程序是否准备就绪**

**操作与维护人员是否得到了足够的培训**

**必要的工艺设备安全信息是否齐全、准确**

**工艺安全分析提出的建议措施得到落实和合理的解决**

**必改项和遗留项按照相关标准要求进行整改**



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### ● 如何开展开车前安全审查





## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

**装置开车投料与异常工况等非正常运行与操作状况下，风险大，突发状况不可控，人员聚集必然会造成事故扩大。**

**一是企业对开车过程中，遇到的异常，处理方式不正确，认识不足，重生产轻安全、赶工期抢进度的问题依然存在。**

危险化学品生产企业在投料开车过程中，由于前期准备不充分，导致设备带病运。投料开车过程中出现异常。尤其是存在冲刷腐蚀严重的装置、管线，在大修时如果没有及时维护更换，泄漏、物料管线堵塞很容易发生。导致投料开车不正常，需要人员现场处置。因停车、置换再处置，难度大、投料开车时间长。而大多数企业在出现异常工况时，不停车处置，带病作业。重生产轻安全、赶工期抢进度的问题突出，导致开车投料过程中事故时有发生。





## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

**二是停车检修后对相关设施检查、确认不到位，投料后发生问题，处理难度大、风险高。**

化工生产过程中，出现开停车的情况很多，除项目建成后的原始开车外，还有正常状态下的开停车、临时停车、紧急停车后的再开车以及大检修后的再开车等。由于实施开停车操作前，每一种情形对应的工况不同，公用工程的投用、物料的在线数量及分布情况不一，如有些设备存有物料、有些管线进行过检修、有些仪表进行过更换等，因此必须进行开停车前的安全检查确认。

但是很多企业检修完成后未有效落实开车前检查确认。对设备设施、阀门、管线、相应仪表等，未逐项确认，或只是表面的检查确认，未用相关的方法开展测试检查。导致投料运行后才暴露出问题，处置难度大、风险高，容易发生亡人事故。



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

**三是未认真执行相关规定，开车检维修安排不合理，边开车投料边大修收尾，大量人员在现场集中，导致事故后果扩大。**

《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》（应急〔2019〕78号）中明确要求，企业应对厂区内人员密集场所及可能存在的较大风险进行排查：试生产投料期间，区域内不得有施工作业。系统性检修时，同一作业平台或同一受限空间内不得超过9人。装置出现泄漏等异常状况时，严格控制现场人员数量。但是以上几例开车投料期间发生的事故，以及9月7日亿鼎生态农业重大伤亡事故，都是存在边开车投料，边进行大修收尾施工，现场大量人员聚集，甚至还有无关人员在现场，而导致事故后果扩大。



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### 开车投料及生产异常等非正常生产期间的风险如何防控？

#### 一是强化开车前确认，严禁边开车边检修收尾

强化开工方案的审查，严格履行审批程序，组织有经验的技术人员编制开工方案，制定开工前安全检查管理程序清单和检查消项卡，从方案风险辨识入手，审查，检查方案对于开工步骤中存在风险的防范措施，特别针对易发生事故环节进行审查。要严格按照《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》要求，试车、开车过程中严格限制作业现场人数，严禁开车投料和工况异常等非正常生产期间，现场聚集大量的检维人员、管理人员或其他无关人员，降低群死群伤事故发生的可能性。



## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### 开车投料及生产异常等非正常生产期间的风险如何防控？

#### 二是严格落实开车过程管理

认真吸取这些事故教训，企业要排查开车安全管理情况，包括：开车前安全条件的检查确认；开车前开展安全风险辨识分析、开车方案的制定、安全措施编制及落实；开车过程中重要步骤的签字确认。开车前企业应进行冲洗、吹扫、气密试验时，要确认已制定有效的安全措施；引进物料时，要随时监测物料流量、温度、压力、液位等参数变化情况，确认流程是否正确，重要步骤进行签字确认。做好上下游工艺的相互衔接，并严格确认制度。严禁违规或简化操作，禁止出现个人违章指挥、违规操作的行为。





## 二、开车过程中的异常工况及风险管控

### 开车投料及生产异常等非正常生产期间的风险如何防控？

#### 三是提升开车过程中异常工况处置能力

开车过程中容易发现异常工况，导致不能正常的运行。企业要牢固树立“安全第一”的意识，严禁不停车、带压、带料，盲目的处置异常情况。当发生异常情况时，要果断的停止投料，泄压、置换、分析合格后，进行风险辨识、采取有效措施后，制定有关方案、办理相关手续后，方可进行处置。处理过程中严禁无关人员到现场“指挥”“观看”等。



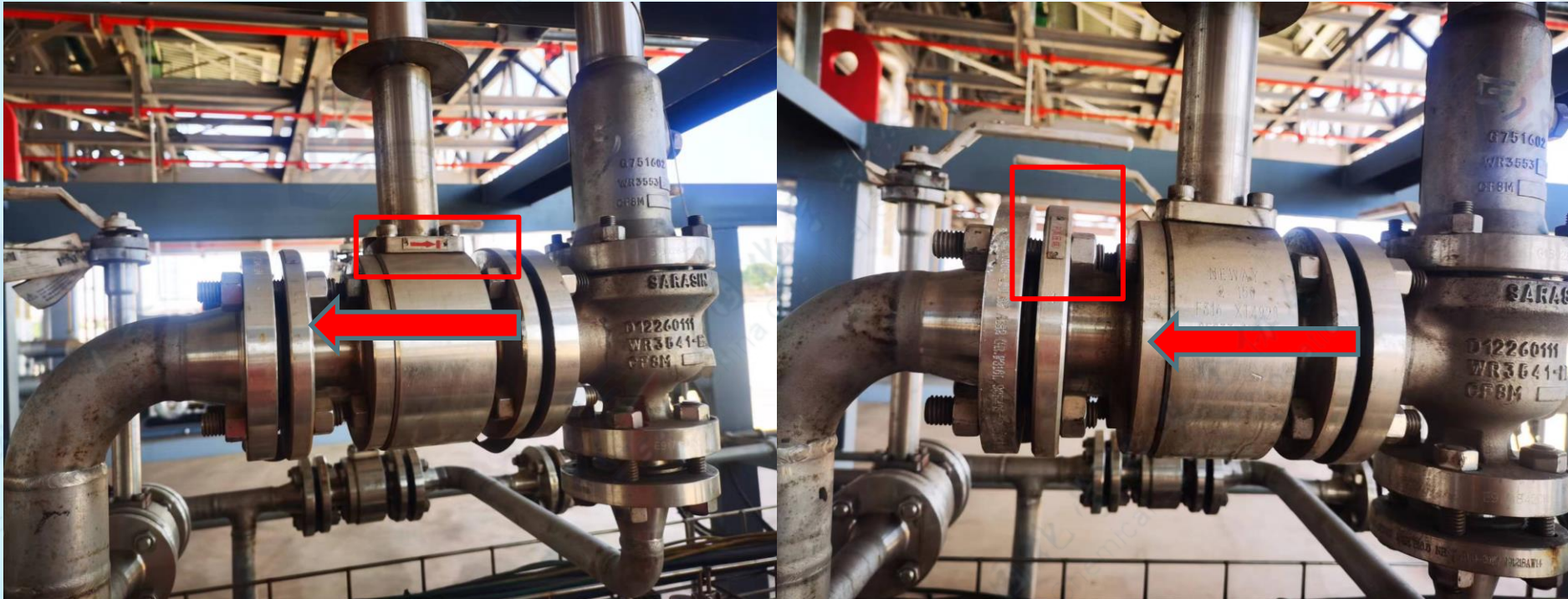
# 03

## 装置开车过程中的常见问题



### 三、装置开车过程中的常见问题

- 阀门未按照标识流向进行安装。

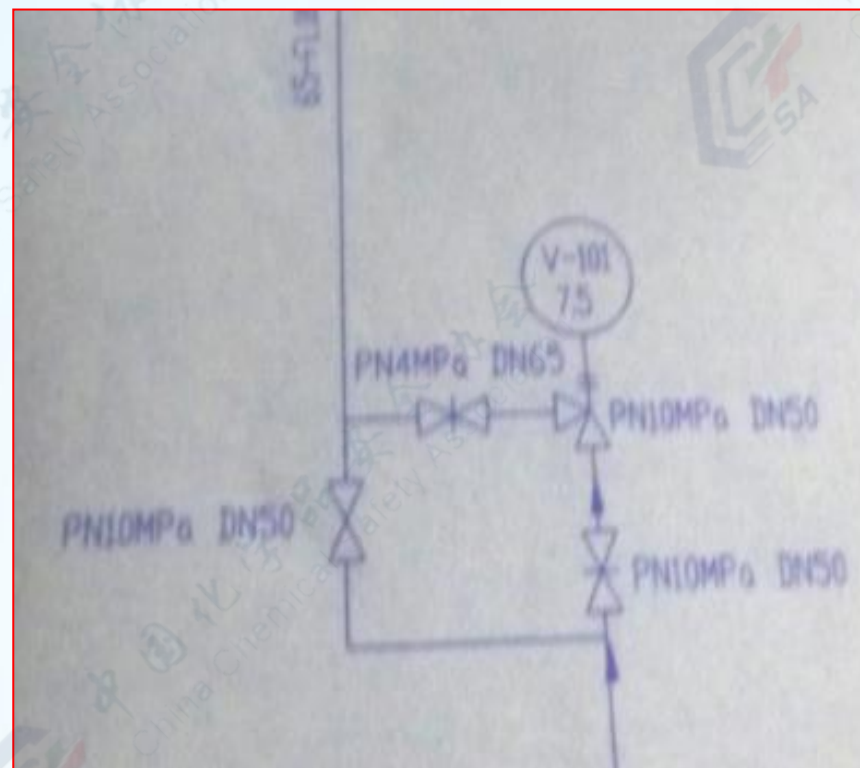
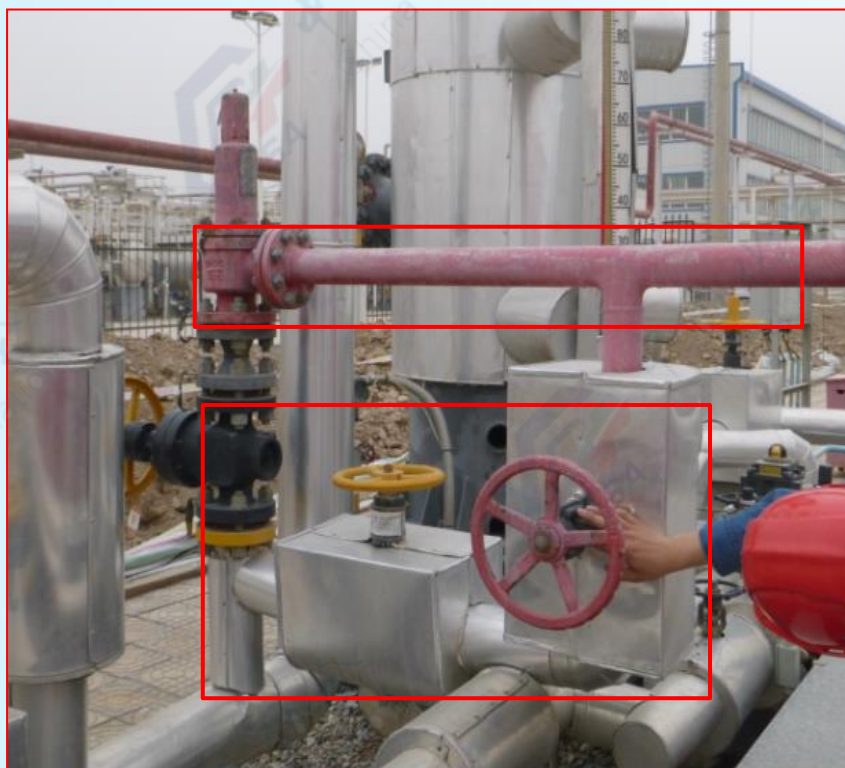






### 三、装置开车过程中的常见问题

- 某天然气站注气压缩机入口管线（公称压力10MPa）安全阀前旁通管线，由两个阀门（均处于关闭状态）串联安装，前手阀压力等级为10MPa，后手阀压力等级为4MPa，与原设计图纸不符；一旦第一个阀门内漏，容易造成第二个阀门及管线、法兰等部件超压泄漏。

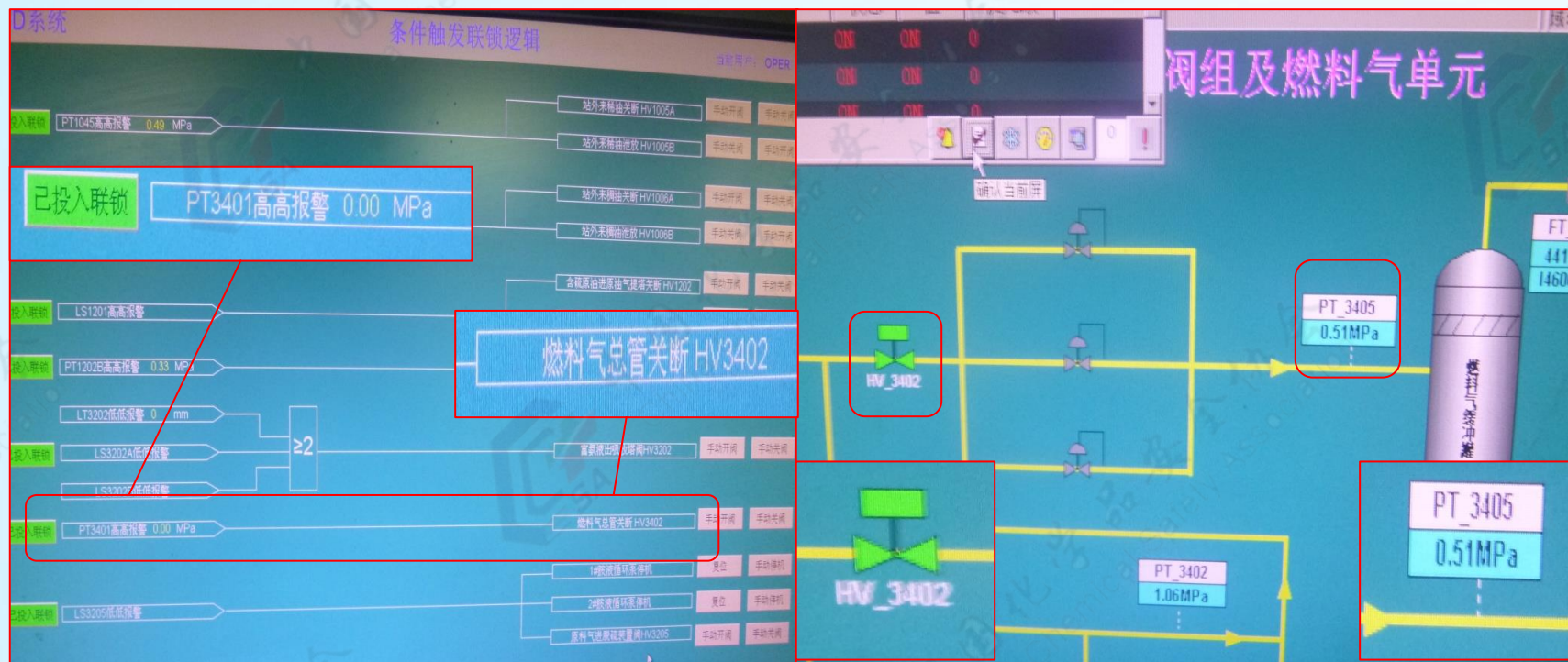






### 三、装置开车过程中的常见问题

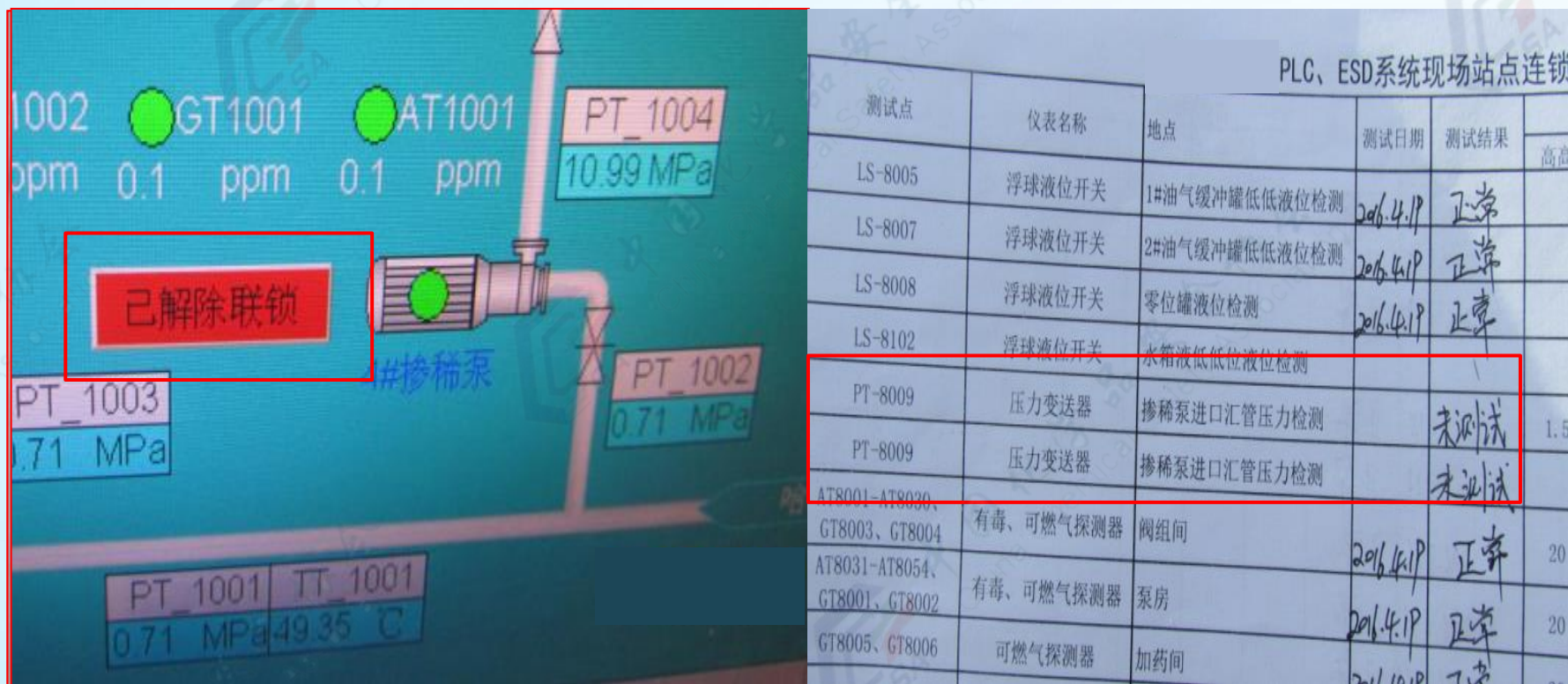
- PT3401高高报警联锁触发燃料气总管HV3402切断阀，DCS上显示此值为0MPa，沟通和现场核对得知PT3401实际可能未接通信号，未参与联锁。





### 三、装置开车过程中的常见问题

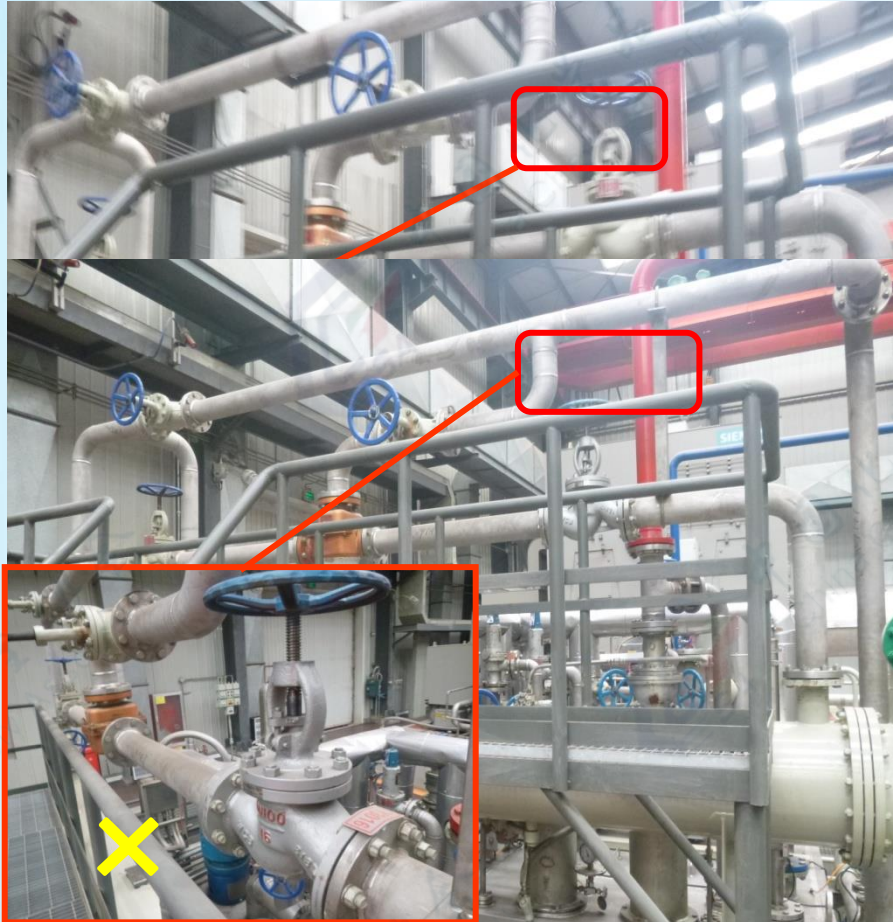
- 4#掺稀泵：1) PLC控制柜进口压力低报警联锁和出口压力高报警联锁，设定值分别为0MPa和22MPa，低报联锁设置失效，高报设置超出泵设计压力（20MPa）；2) DCS中4#掺稀泵进口压力低于0.2MPa，高于1.5MPa均联锁停泵，设计文件中联锁压力取自4#泵入口压力变送器PT-1001联锁，但只对汇管压力变送器PT-8009进行了联锁测试。







### 三、装置开车过程中的常见问题

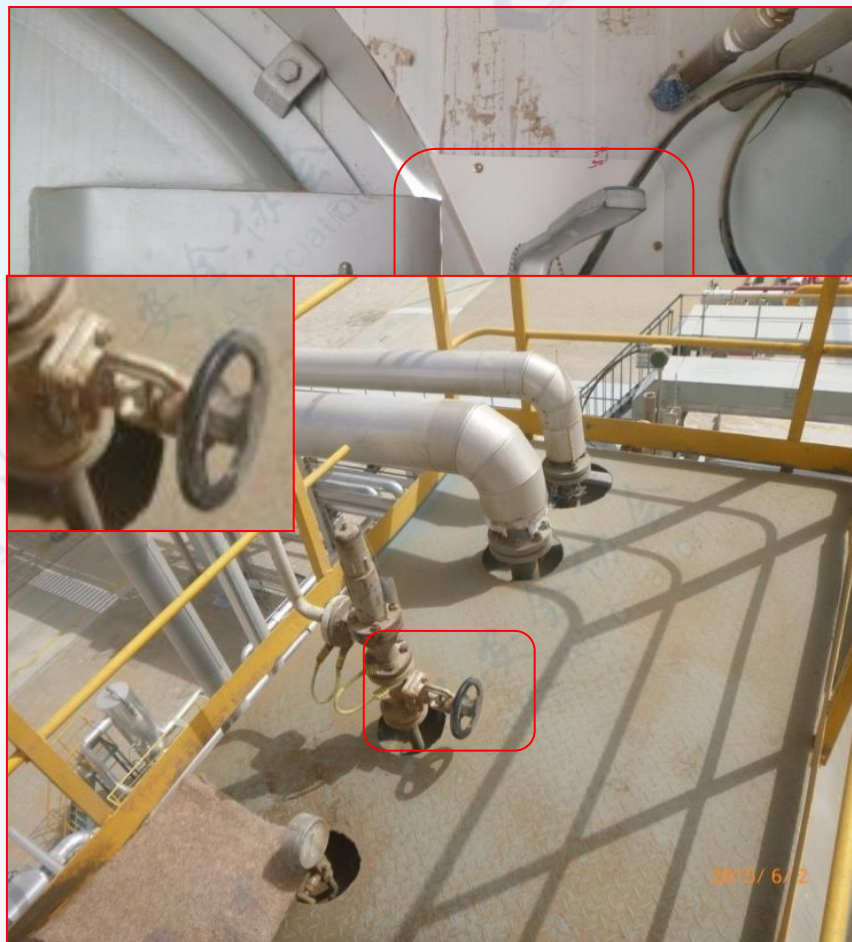


- 压气站3#压缩机组油冷器润滑油出口截止阀方向安装错误，增加润滑油在管道流动过程中的阻力，易使阀芯异常脱落，造成润滑油路突然中断的风险。



### 三、装置开车过程中的常见问题

■ 处理厂1#导热油炉正煮炉运行，查看导热油炉氮气灭火阀门关闭，当炉膛内发生有机热载体泄漏时，不能有效的阻止火灾的扩大和炉膛爆炸事故的发生；膨胀罐安全阀关闭，存在设备超压无法泄压的风险，也不符合《锅炉安全技术监察规程》的要求；制定了煮炉方案，但对导热油炉系统投运前确认未有效落实。

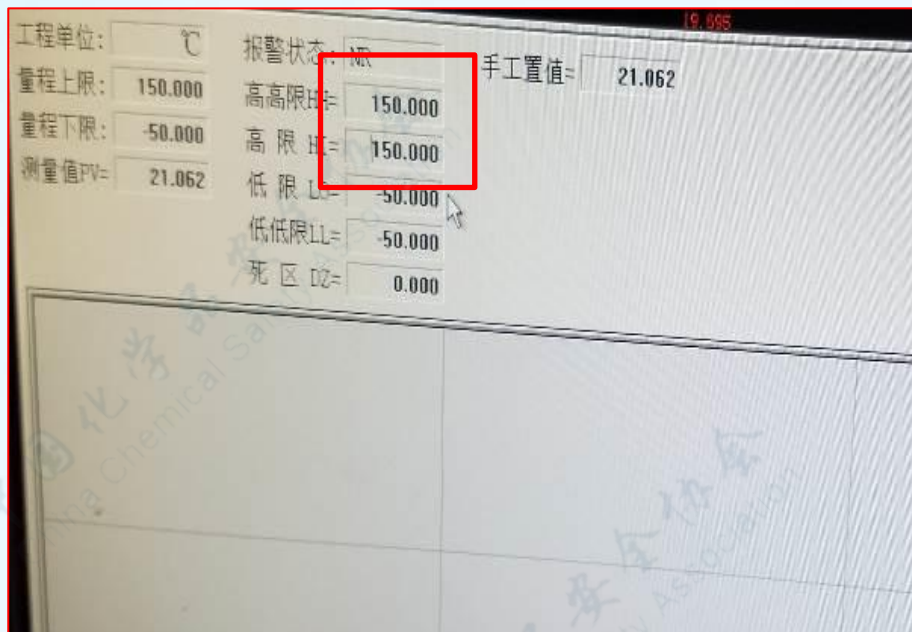






### 三、装置开车过程中的常见问题

- 压缩机冷却器出口润滑油温度要求运行范围为20~50℃，而主控DCS设定的过程报警参数高报与高高报为150℃，低报与低低报为-50℃，无法有效监控与提示油温变化。





## 结语

- 处理好安全与生产的关系，**杜绝重生产轻安全！** 必须停车处置的，**要坚决果断的停车、泄压、置换处置。控制现场人员数量**
- 装置开车过程，**推进基于风险的安全管理**
- 风险管理贯穿于装置开车的**全过程**，通过持续开展风险识别、风险评价、风险控制和风险监控，防止事故发生，**确保风险可接受**
- 风险管理的关键在于：**防控措施**的**落实**



# 谢谢!

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

