



中国化学品安全协会

# “化危为安”线上讲堂

化危为安

# 工艺操作活动风险点识别管控

化危为安

化危为安

北京安必达科技有限公司 邵聪聪

2023年9月8日

联系电话：15095021987 邮箱：redcap110@163.com





## 导入



### 关键词

工艺操作活动风险点识别 风险管控 基于风险的隐患排查 管控措施落地

目录  
Content

01 工艺操作活动风险分析范围及方法

02 工艺操作活动风险点识别

03 工艺操作活动风险管控



PART 01

## 第一部分

# 工艺操作活动风险分析

## 范围及方法

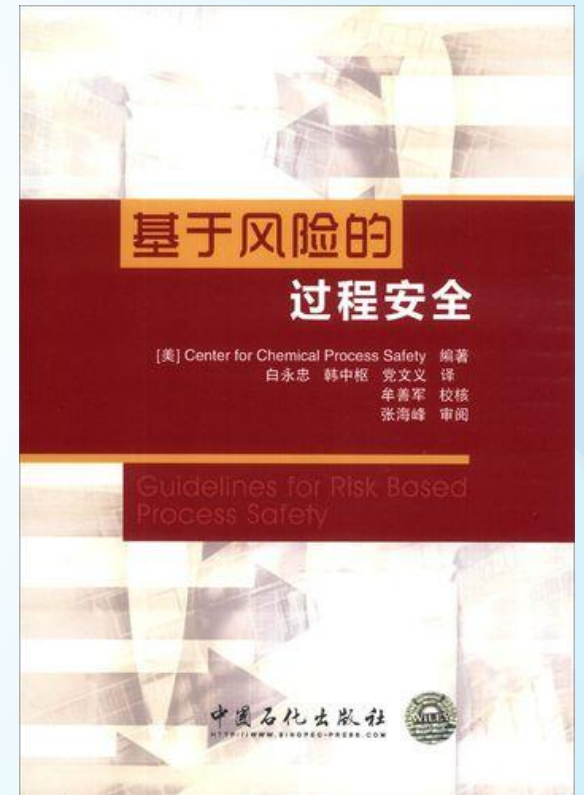


## 工艺操作活动风险辨识范围

《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034-2022）第4.6.4条，危害辨识应涵盖但不限于：

d)工艺系统可能存在的危害；e)操作过程可能存在的危害；

《基于风险的过程安全》在项目全生命周期中开车后阶段风险危险识别及风险分析（HIRA）需要解决问题中有操作错误、工艺偏离等。



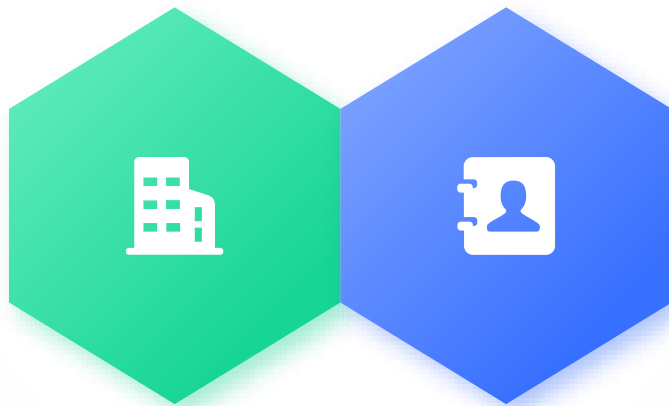


## 工艺操作活动风险辨识范围

工艺操作活动：操作人员进行工艺操作活动

### 人员操作错误

- 人员操作过程风险



### 工艺偏离

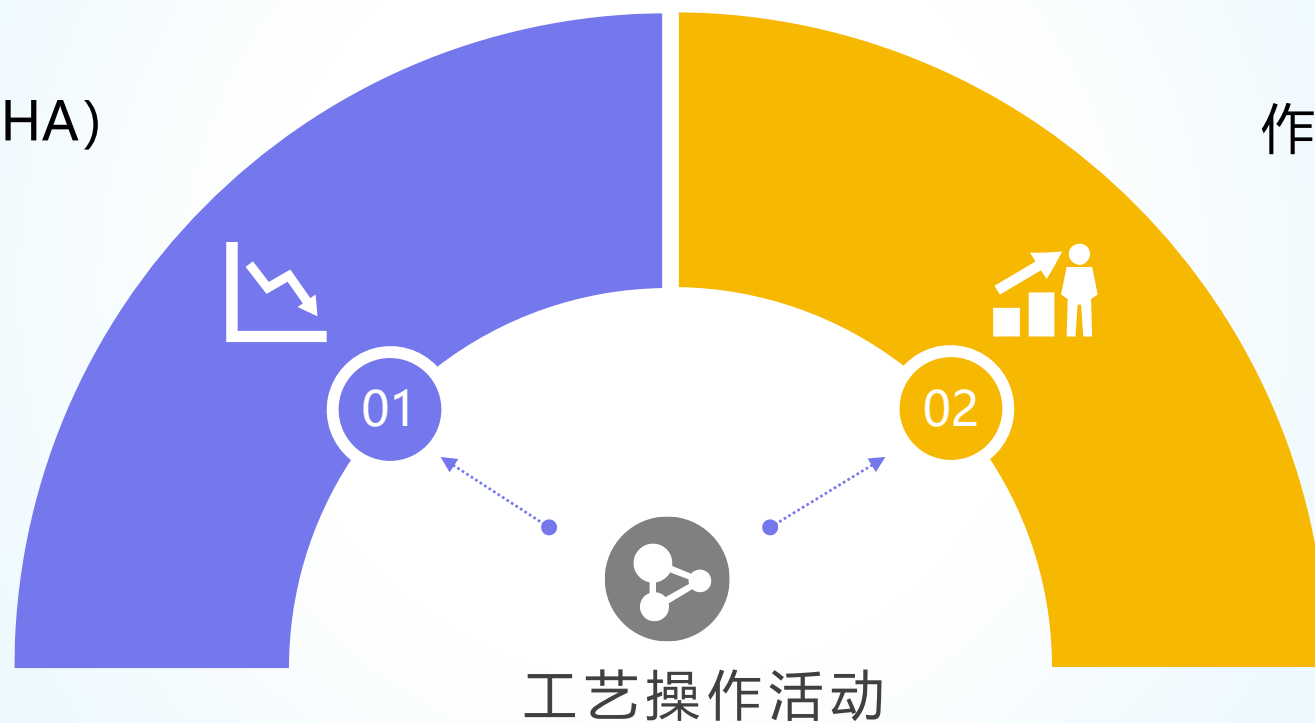
- 工艺偏离风险



# 工作操作活动风险辨识方法

工作危害分析 (JHA)

作业安全分析 (JSA)



企业可根据本企业实际，选择有效可行的方法。





## 工艺操作活动风险点识别管控可能存在问题

01

操作活动风险识别不全面，未分析异常状况操作活动风险识别。

02

操作活动风险识别不准确、不全面，如：未分析误操作的风险，尤其是把风险带入后续的操作，从而降低了固有风险。

03

风险分析过程及结果未与其他管理活动结合。



PART 02

## 第二部分

# 工艺操作活动风险点识别



## 工艺操作活动风险点识别





## 工艺操作活动风险点识别—筛选工艺操作活动

### ◆ 筛选工艺操作活动

工艺操作活动清单编制原则：

- 有一定风险，工艺操作活动有工艺过程安全风险。
- 工艺操作活动至少包含正常工艺操作、异常工艺操作活动。
- 工艺操作操作示例：系统开停车作业、大型机组启动、高压机泵启动与切换、加热炉点火、高危物料取样等。



企业应确定哪几类工艺和物料应实施风险识别管控，哪几类后果是严重的



企业应确定哪几类工艺和物料应实施风险识别管控，哪几类后果是严重的。

### GB6441-1986 《企业职工伤亡事故分类》

- |        |          |
|--------|----------|
| 1.物体打击 | 11.冒顶片帮  |
| 2.车辆伤害 | 12.透水    |
| 3.机械伤害 | 13.放炮    |
| 4.起重伤害 | 14.火药爆炸  |
| 5.触电   | 15.瓦斯爆炸  |
| 6.淹溺   | 16.锅炉爆炸  |
| 7.灼烫   | 17.容器爆炸  |
| 8.火灾   | 18.其它爆炸  |
| 9.高处坠落 | 19.中毒和窒息 |
| 10.坍塌  | 20.其它伤害  |



# 工艺操作活动风险点识别—筛选工艺操作活动

公司名称：XXXX有限公司						
车间名称：XXXX车间			填表日期：2023.0X.XX			
序号	单元名称	作业活动编号	作业活动名称	可能发生的事故类型及后果	作业频率	该作业是否纳入相关规程
1	硫磺回收	DLSH-YLHLH-001	硫磺回收开车	中毒和窒息、火灾、爆炸、灼烫	不定时	是
		DLSH-YLHLH-002	硫磺回收停车	中毒和窒息、火灾、爆炸、灼烫	不定时	是
		DLSH-YLHLH-003	蒸汽管网LS停	中毒和窒息	不定时	是
		DLSH-YLHLH-004	停电处理	中毒和窒息、爆炸	不定时	是
		DLSH-YLHLH-005	停仪表风处理	中毒和窒息、爆炸	不定时	是
		DLSH-YLHLH-006	尾气加热炉突然熄火处理	爆炸	不定时	是
		DLSH-YLHLH-007	调节阀失灵	中毒和窒息、爆炸	不定时	是
		DLSH-YLHLH-008	原料酸性气带烃超标	中毒和窒息	不定时	是
		DLSH-YLHLH-009	主燃烧炉鼓风机K-2401开、停与切换	中毒和窒息、爆炸	每季度	是
		DLSH-YLHLH-010	K-2402尾气焚烧风机开、停与切换	中毒和窒息、爆炸	每季度	是
		DLSH-YLHLH-011	K-2403循环风机开、停与切换	中毒和窒息	不定时	是
		DLSH-YLHLH-012	液硫装车操作	火灾、中毒和窒息、灼烫	不定时	是
		DLSH-YLHLH-013	采样作业	中毒和窒息	每天	是
		DLSH-YLHLH-014	火炬系统	中毒和窒息、爆炸	不定时	是

➤ 工艺异常处置需进行风险识别管控



## 工艺操作活动风险点识别—明确关键操作

### ◆ 关键操作

- 关键操作定义：工艺操作步骤中操作失误会给后续操作带来异常风险，正常操作本身的风险、操作时异常条件（如设备损坏等）带来的伴随风险。





## 工艺操作活动风险点识别—明确关键操作

➤ 硫磺装置开车中烘炉烘器为关键操作，按照缺失操作步骤、操作不规范、操作失误等方面辨识可能存在的风险。

作业步骤	固有危险因素	可能发生的事故类型及后果	发生原因	固有风险	风险等级
烟气脱硫单元开工、烘炉烘器	蒸汽、气燃料	爆炸、中毒和窒息	燃料气线未置换或置换不达标		III
			炉膛未置换或置换不达标		III
			升温过快，炉体或Claus反应器损坏泄漏		II





### 操作失误典型事故—加错物料引发事故

2020年2月11日19时50分左右，辽宁某农药厂烯草酮车间发生一起较大爆炸事故，造成5人死亡，10人受伤。



直接原因为：烯草酮工段一操**未对物料进行复核确认**、二操**错误地将丙酰三酮与氯代胺同时加入到氯代胺储罐 V1428 内**，导致丙酰三酮和氯代胺在储罐内发生反应，放热并积累热量，物料温度逐渐升高，反应放热速率逐渐加快，最终导致物料分解、爆炸。



### ◆ 开错阀门导致的事故

2011年3月27日，安庆市某化工厂制造车间3号低温氯化釜发生爆炸，同时引发车间局部火灾，造成当班人员3人死亡、1人轻伤。事故的直接原因是：当班操作工误操作，在准备补加二甲基甲酰胺时，**误将甲醇高位槽阀门打开**，将用于洗釜的高位槽剩余甲醇加入到釜内，与釜内物料发生剧烈反应，导致爆炸。



### ◆ 违规操作导致的事故

2001年11月7日，重庆市长寿县某化工厂发生爆炸燃烧事故，造成3人死亡、7人受伤，直接经济损失70余万元，事故的直接原因是：2#煤气发生炉夹套锅炉严重缺水运行，**违规操作补水**，发生剧烈气化造成夹套锅炉爆炸。



### ◆ 操作不规范引发的事故

2015年4月6日，位于福建省漳州市某化工厂二甲苯装置发生重大爆炸着火事故，造成6人受伤，另有13名周边群众留院观察，直接经济损失9457万元。事故的直接原因是：公司在二甲苯装置**开工引料过程中出现压力和流量波动，引发液击**，致使存在焊接质量问题的管道焊口断裂，物料外泄。泄漏的物料被鼓风机吸入，进入加热炉发生爆炸，导致临近的重石脑油储罐和轻重整液储罐爆裂燃烧，大火57个小时后被彻底扑灭。



### 关键步骤

01

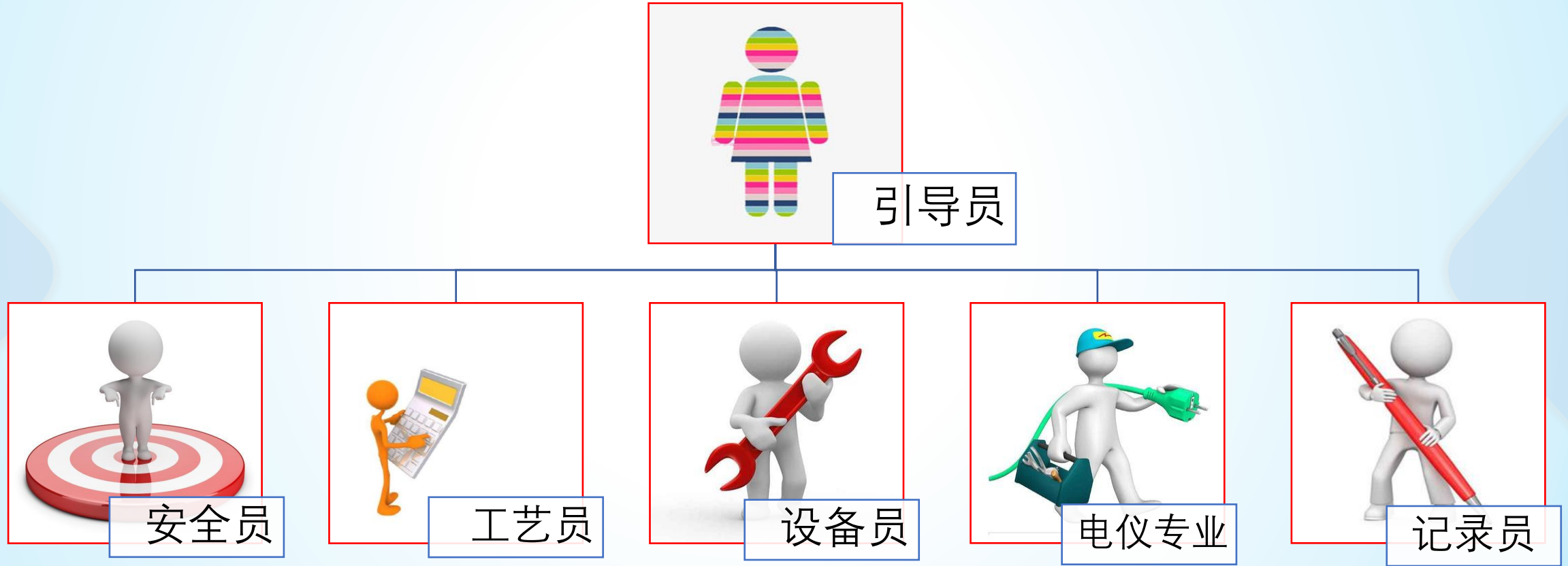
**操作失误：缺步、顺序错误、操作不规范、操作错误等。**

02

**操作伴随风险：本身伴随风险、现场设施条件不足伴随风险。**



# 风险分析—分析小组



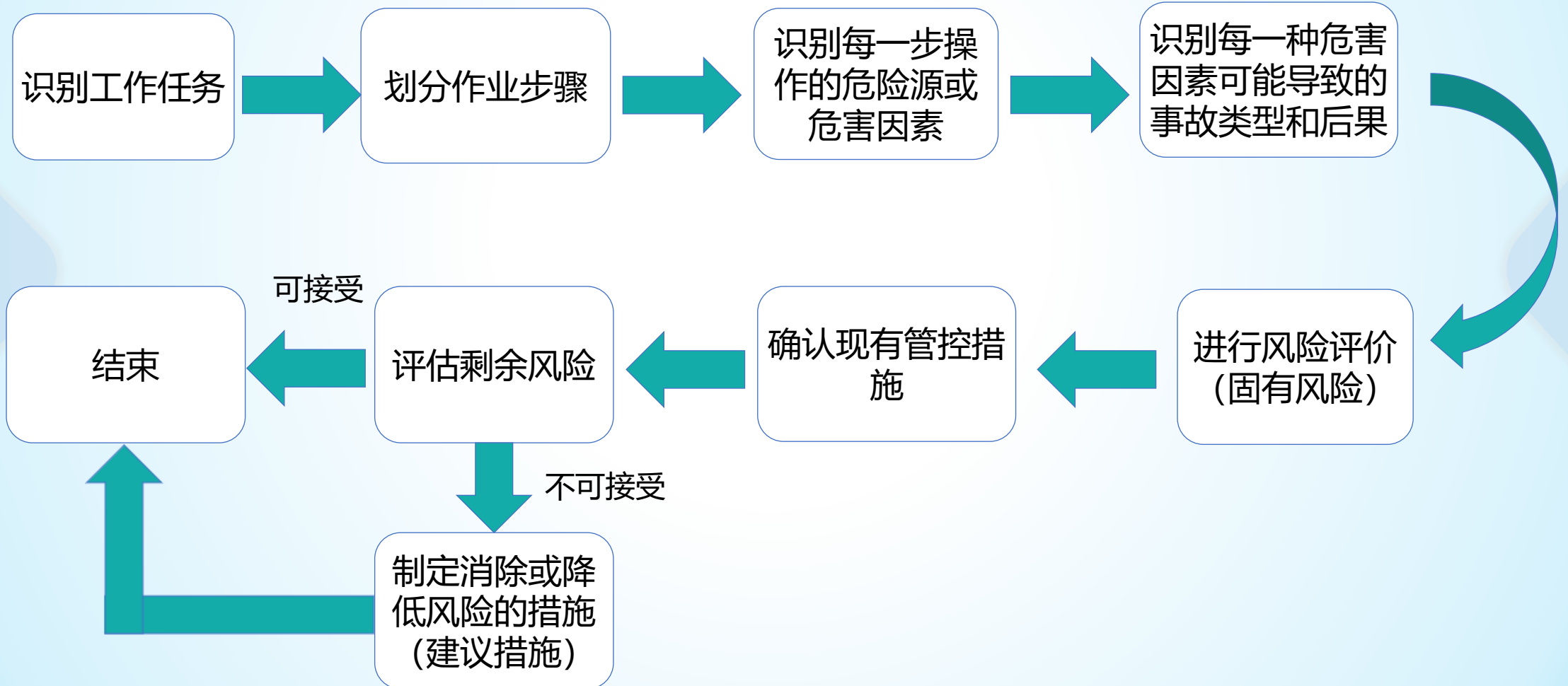


# 风险分析—收集资料





# JHA 分析的流程







## JHA分析—划分作业步骤

操作活动  
步骤

01 复制操作规程步骤

02 查找风险步骤（关键操作）

03 合并或删减步骤



# 工艺操作活动风险分析

➤ 描述什么原因导致什么事故发生，措施应预防事故、控制事故、减弱减缓事故影响，措施具体分类见下表：

序号	操作活动编号	操作活动	作业步骤	固有风险因素	可能的事故类型及后果	发生原因	固有风险			风险等级	现有控制措施				现有风险			风险等级	建议新增（改进）措施	备注（纳入制度的情况）
							L	S	R		工程技术	维护保养	人员操作	应急措施	L	S	R			
				物、环境	事故，什么后果	造成原因	依据风险评估矩阵逐项填写	依据风险评估矩阵逐项填写		依据设备失效风险矩阵标注等级	涵盖附件：a 安全控制：b 安全仪表：c 其他：d	涵盖检查： 测试： 维护： 保养：	涵盖人员资质：e 操作记录：f 交接班：g 操作规程：h	个人防护：i 应急设施：j 消防设施：k 应急预案：l	依据风险评估矩阵逐项填写	依据风险评估矩阵逐项填写		对极高危险（红色）、和高度危险（橙色）给予增设改进措施	新增加管措施纳入管理制度	



# 风险评估

《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034-2022）第4.6.5条，企业应选用合适的风险评估方法对所辨识出的危害实施风险评估，确定残余风险是否可以达到政府、企业的相关风险可接受标准要求。

风险矩阵						
S L	频率说明	1	2	3	4	5
1	1000000至10000000年1次，1E-7	低（1）	低（2）	低（3）	低（4）	低（5）
2	100000至1000000年1次，1E-6	低（2）	低（4）	低（6）	低（8）	中（10）
3	10000至100000年1次，1E-5	低（3）	低（6）	低（9）	中（12）	中（15）
4	1000至10000年1次，1E-4	低（4）	低（8）	中（12）	中（16）	高（20）
5	100至1000年1次，1E-3	低（5）	中（10）	中（15）	高（20）	高（25）
6	10至100年1次，1E-2	中（6）	中（12）	中（18）	高（24）	很高（30）
7	1至10年1次，1E-1	中（7）	中（14）	高（21）	很高（28）	很高（35）



执行一致的风险判断标准，并明确风险不可接受标准。



## 风险评估

举例说明：误操作频率

《保护层分析（LOPA）方法应用导则》（AQ/T 3054-2015）

操作员失效（执行常规程序，假设得到较好的培训、不紧张、不疲劳）

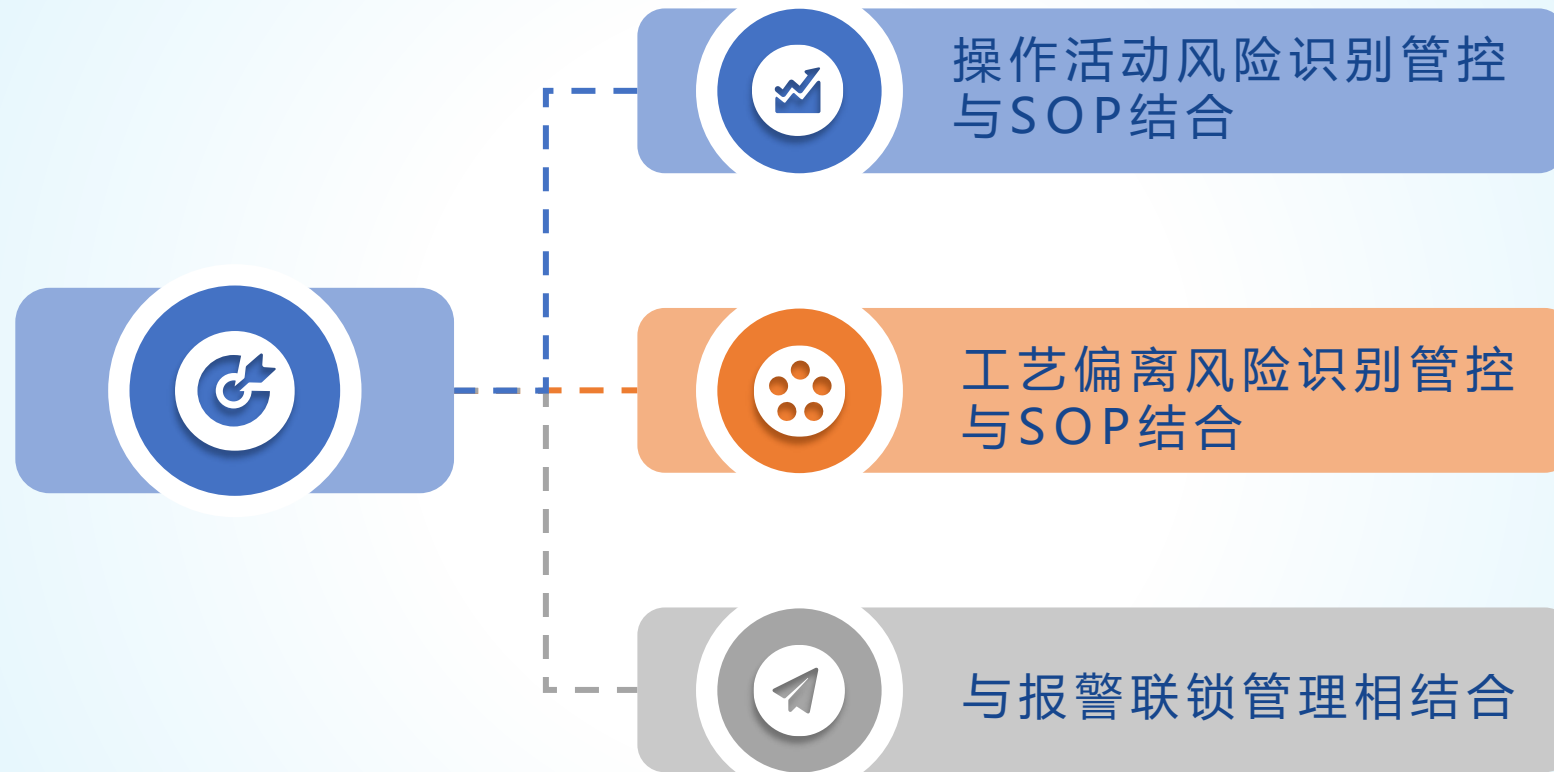
$(10^{-1} \sim 10^{-3})$ /次

风险矩阵						
S L	频率说明	1	2	3	4	5
1	1000000至 10000000年1次， 1E-7	低（1）	低（2）	低（3）	低（4）	低（5）
2	100000至1000000 年1次，1E-6	低（2）	低（4）	低（6）	低（8）	中 （10）
3	10000至100000年 1次，1E-5	低（3）	低（6）	低（9）	中 （12）	中 （15）
4	1000至10000年1 次，1E-4	低（4）	低（8）	中 （12）	中 （16）	高 （20）
5	100至1000年 1次，1E-3	低（5）	中 （10）	中 （15）	高 （20）	高 （25）
6	10至100年1次， 1E-2	中（6）	中 （12）	中 （18）	高 （24）	很高 （30）
7	1至10年1次，1E- 1	中（7）	中 （14）	高 （21）	很高 （28）	很高 （35）



## 工艺操作活动风险识别—明确管控措施

### ➤ 风险识别落地实施及运用



《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034-2022）第4.9.1.4条，工艺技术、设备设施等发生变更或风险分析提出修订要求时，应及时组织对操作规程中的相应内容进行修订。



## 工艺操作活动风险识别—明确管控措施

➤反应操作活动步骤修订，如：熔盐泄漏应急操作规程进行修改，按照固化程序进行应急操作；氨加热器泄漏应急增加大量氨泄漏处置操作步骤。

13	SA-FY-ZY-13	熔盐泄漏应急	停尿液浓缩系统；停P1103，反应器底部加氨对反应器内部进行稀释；
			反应系统按照升华排塔步骤进行，直至排空
			停熔盐泵，最终合成塔通过电伴热保持温度稳定
			提高热媒流量，温度，反应器夹套进热媒保温

14	SA-FY-ZY-14	氨加热器泄漏应急	停尿液浓缩系统，停P1103，反应器底部加氨反应器内部进行稀释
			将反应器温度提高至420℃，通过排放管线第一切断阀向反应器底部加氨，以稀释反应器内部浓度
			打开反应器放空阀降压至常压，打开氮气阀门，氮气置换系统，置换完，关闭E1104A/2104A进口截止阀；关闭反应器进口止逆阀；通过FV1101/1201后的导淋进行泄压排放



## 工艺操作活动风险识别—明确管控措施

- 回收尿素工段操作规程步骤缺少，如：合成塔升温钝化操作、系统引氨操作等。

4	NS-NS-ZY-04	正常开车操作	开合成塔出口第一道截止阀，关合成塔出口第二截止阀，关合成塔顶升温中压蒸汽导淋阀，关合成塔顶取样阀
			打开合成塔底对地导淋阀
			缓慢开入塔蒸汽截止阀，以塔顶温度为依据，升温速率为 $6\sim 8^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，塔内外壁温差小于 $50^{\circ}\text{C}$
			打开进中压分解加热器钝化空气阀门，中压系统充压，充压至 $0.3\sim 0.5\text{MPa}$ ，中压系统排水
			打开进氨阀门，引入液氨，调整液位，压力

回收尿素工段操作规程增加合成塔升温钝化操作、系统引氨操作。



## 工艺操作活动风险识别—明确管控措施

➤通过操作活动风险分析发现装置开工时关键操作——投用公用工程系统，无阀门开关状态确认表，增加阀门开关状态确认表。

作业步骤	固有危险因素	可能发生的事故类型及后果	发生原因	固有风险	风险等级	现有控制措施				现有风险			风险等级	建议新增（改进）措施
						工程技术	维护保养	人员操作	应急措施	L	S	R		
投用公用工程系统	燃料气、氢气、中压蒸汽	着火、中毒和窒息、灼烫	1、设备、管线存在漏点 2、阀门开关错误		II	/	开车前系统气密试验	开工前填写气密试验表	h: 便携式气体报警仪、劳保着装、劳保手套、护目镜; i: 空气呼吸器、橡胶手套、引导灯、灭火毯、急救包、担架、防火斗篷、重型防化服; j: 消防水炮、干粉灭火器、消防蒸汽	1	3	3		建议增加阀门开关确认表

《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034-2022）第4.9.3.4条，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。





# 工艺操作活动风险识别—明确管控措施

➤通过操作活动风险分析发现装置开工燃料气置换步骤无规范性指标状态，增加流量计确认置换状态。

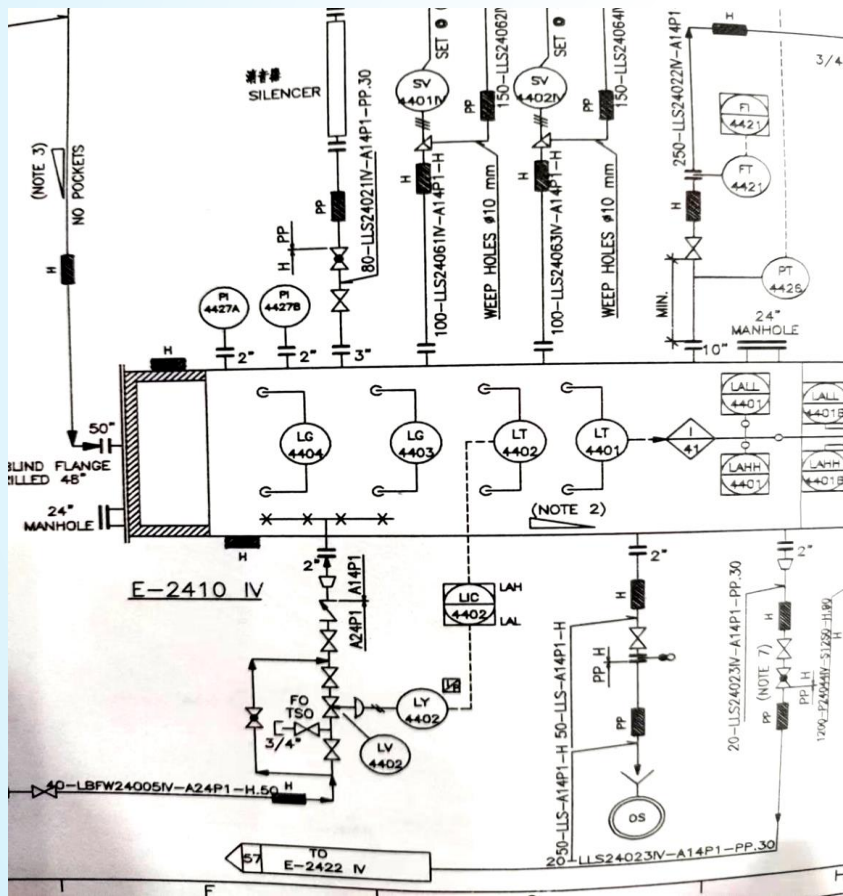
作业步骤	固有危险因素	可能发生的事 故类型及后 果	发生原因	固有风险	风险等级	现有控制措施				现有风险			风险等级	建议新增（改 进）措 施
						工程技术	维护保养	人员操作	应急措施	L	S	R		
烟气脱硫单元 开工、烘 炉烘器	蒸汽、气 燃料气	爆炸、 中毒和 窒息	燃料气线未置 换或置换不达 标		III	b: 1、尾气焚烧炉 燃料气线置换3分 钟 2、主焚烧炉燃料 气管线N2置换采 样分析氧含量小 于0.5%合格	/	炸仪检查燃烧器周 围区域是否有燃料 气 2、开工方案确认 表，一步一确认 3、点火前办理火 票，取样分析 4、严格按照焚烧炉 点火操作规程操作。	h: 便携式气体报警仪、劳保着 装、劳保手套、护目镜； i: 空气呼吸器、橡胶手套、引导 灯、灭火毯、急救包、担架、防 火斗篷、重型防化服； j: 消防水炮、干粉灭火器、消防 蒸汽	1	4	4		燃料气管 线增加 流量 计，确 认置换 成功
			炉膛未置换或 置换不达标		III	d: 点火程序控制	/	1、点火前办理火 票，取样分析 2、工艺员对关键 操作进行确认 3、严格按照焚烧炉 点火操作规程操作。	h: 便携式气体报警仪、劳保着 装、劳保手套、护目镜； i: 空气呼吸器、橡胶手套、引导 灯、灭火毯、急救包、担架、防 火斗篷、重型防化服； j: 消防水炮、干粉灭火器、消防 蒸汽	1	4	4		
			升温过快，炉 体或Claus反 应器损坏泄漏		II	c: Claus反应器 升温速率≥30℃ /h	/	1、按照烘炉升温曲 线烘炉 2、按照Claus反 应器升温曲线烘器	h: 便携式气体报警仪、劳保着 装、劳保手套、护目镜； i: 空气呼吸器、橡胶手套、引导 灯、灭火毯、急救包、担架、防 火斗篷、重型防化服； j: 消防水炮、干粉灭火器、消防 蒸汽	1	3	3		建议增 加检修 后烘炉 升温速 率指 标

➤ 关键操作应有关键控制要点。



## 工艺操作活动风险识别—明确管控措施

- 硫磺回收单元操作规程停仪表气操作步骤中废热锅炉给水液位调节阀LV-4402事故状况下关闭与设计图纸不符，同时LV-4402事故状态下关闭会引起废热锅炉超压。



- ( I ) — 确认 Claus 至 TGT 旁路切断阀 XV-4234 打开
- ( I ) — 确认 Claus 至 TGT 隔离阀 HV-4405 关闭
- ( I ) — 确认尾气加热炉 F-2403IV 主火嘴燃料气切断阀 XV-4409 关闭
- ( I ) — 确认尾气加热炉 F-2403IV 主火嘴燃料气流量调节阀 FV-4416 关闭
- ( I ) — 确认尾气加热炉 F-2403IV 长明灯燃料气切断阀 XV-4412 关闭
- ( I ) — 确认富氢气切断阀 XV-4420 关闭
- ( I ) — 确认富氢气流量调节阀 FV-4420 关闭
- ( I ) — 确认尾气处理废热锅炉 E-2410IV 锅炉给水液位调节阀 LV-4402 关闭
- ( I ) — 确认尾气处理废热锅炉 E-2410IV 发汽压力调节阀 PV-4426 打开

建议：核实设计图纸与实际工况



## 工艺操作活动风险识别—明确管控措施

- 硫磺回收单元操作规程停仪表气操作步骤中主炉汽包V-2403 II发汽压力调节阀PV-4239关闭，主炉汽包一定超压，安全阀起跳，企业曾发生过该情形下的应急处置，建议评审调节阀PV-4239失气状况。

风险提示：警示安全阀泄放反作用力导致管道焊缝处折断，蒸汽无组织泄放人员暴露风险。

<b>CCPS</b> 20年 化学工艺安全中心 美国化学工程师协会行业技 术联盟	<b>工艺安全警示灯</b> <a href="http://www.aiche.org/ccps/safetybeacon.htm">http://www.aiche.org/ccps/safetybeacon.htm</a> 提供给制造业人员的信息	化学工艺 安全中心 支持者 赞助
压力释放系统—你在这里发现隐患了吗？		2006年3月
 1	 2	 3
<p><b>2</b> 图2中的安全阀释放口是一根长的未加支撑固定的管道。材料物质释放所产生的力量可能折弯，折断，限制释放管，从而可能会导致人员暴露和系统故障。</p>		



# 工艺操作活动风险识别—明确管控措施

- 《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034-2022）第4.9.1.3条，操作规程内容应至少包括：开车、正常操作、临时操作、异常处置、正常停车和紧急停车的操作步骤与安全要求；工艺参数的正常控制范围及报警、联锁值设置，偏离正常工况的后果及预防措施和步骤；操作过程的**人身安全保障**、职业健康注意事项等。

作业步骤	固有危险因素	可能发生的故事类型及后果	发生原因	固有风险	风险等级	现有控制措施				现有风险			风险等级	建议新增（改进）措施
						工程技术	维护保养	人员操作	应急措施	L	S	R		
立即通知调度、车间值班，确认现场调节阀、切断阀开关状态	超压	中毒和窒息	PV4001、PV4002、酸性气管线切断阀XV-4206卡涩		II	/	每个检修期测试PV4001、PV4002、酸性气管线切断阀XV-4206	1、PV4001、PV4002打手动，打开PV4001、PV4002 2、关闭硫磺回收装置界区再生酸性气手阀、硫磺回收装置界区汽提酸性气手阀	h: 便携式气体报警仪、劳保着装、劳保手套、护目镜； i: 空气呼吸器、橡胶手套、引导灯、灭火毯、急救包、担架、防火斗篷、重型防化服；	1	3	3		PV4001、PV4002建议增加固定操作平台
	超压	灼烫	主炉汽包V-2403 II 发汽压力调节阀PV-4239关闭		II	a: 主炉汽包V-2403 II 设有安全阀 (PVXXX)	每个检修期对安全阀校验	每月对操作规程、应急操作培训	h: 便携式气体报警仪、劳保着装、劳保手套、护目镜； i: 空气呼吸器、橡胶手套、引导灯、灭火毯、急救包、担架、防火斗篷、重型防化服；	1	3	3		/



# 工艺操作活动风险识别—明确管控措施

➤ 关键操作：原料水罐清罐后初始投用时，增加氮气置换合格指标，考虑原料水罐放空管线独立设置。

引酸性水置换除盐水	硫化氢	中毒	1、原料水增压泵(P-2301A/B、P-2302A/B)倒淋未关 2、法兰泄漏		II	/	1、酸性水汽提塔升温后热紧	f: 开工方案确认表, 一步一确认 1、按照引酸性水置换除盐水操作规程执行	h: 便携式气体报警仪、劳保着装、劳保手套、护目镜; i: 空气呼吸器、橡胶手套、引导灯、灭火毯、急救包、担架;	1	3	3		原料水罐引酸性水时增加氮气置换合格指标
-----------	-----	----	---	--	----	---	---------------	--	---	---	---	---	--	---------------------

事故案例：2014年6月9日，某石化公司焦化车间硫回收装置在投用酸性水罐过程中发生酸性水罐闪爆事故，造成4个储罐闪爆。



## 工艺操作活动风险识别—明确管控措施

➤ 高风险事故场景应急处置措施写入操作规程。

◆ 采取了错误的应急处置措施

2005年2月24日，江苏某化工厂二醇二甲醚反应釜发生爆炸，造成6人死亡、11人受伤。事故的直接原因是：乙二醇单甲醚的加料速度过快，导致反应釜内温度和压力急剧上升，操作人员发现后，采取了错误的应急处置措施，将反应釜固体投料口上的闸阀打开，反应釜内的氢气从闸阀口高速冲出，被高速气流产生的静电火花引爆。



## 工艺操作活动风险识别—明确管控措施

### ➤ 工艺参数偏离处置示例

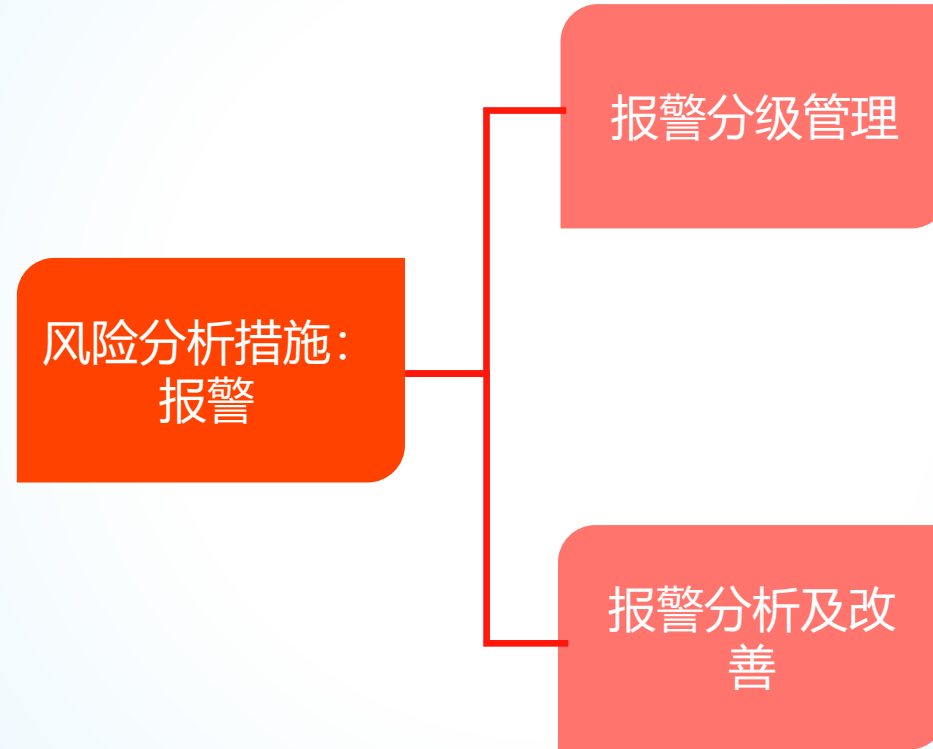
控制点	异常值	危害或后果	原因	处理措施
1.R400A/B电流高	II-R400A/B $\geq$ 135A	电流持续偏高可能会引起反应器跳车。反应器若是非正常停车可能将引起内部物料冻结，最后必须开大盖清理，严重影响生产计划完成。	1) D加入过量； 2) 反应负荷过高； 3) R400A/B下料口堵塞； 4) 设备异常； 5) D的稀释N2加入量不足	1) 确认D加入量； 检查确认D流量计波动是否过大； 2) 调整A加入量； 3) 确认G410电流是否低于正常值9~11A； 从R400出料口确认是否堵塞； 4) 设备专业确认R400运行是否正常； 润滑油是否充足； 轴承检查； 电气专业检查电机是否正常。 5) 确认N2加入比例是否是要求值； 确认N2流量计是否正常，需要时更换；

《关于加强化工过程安全管理的指导意见》（安监总管三[2013]88号）第（九）条，要采用在线安全监控、自动检测或人工分析数据等手段，及时判断发生异常工况的根源，评估可能产生的后果，制定安全处置方案，避免因处理不当造成事故。



## 工艺操作活动风险识别结果运用

- 将风险管理融入其他管理活动中。



《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034-2022）第4.9.4.1条，企业应优化报警设置，对装置的工艺报警、可燃有毒气体报警进行分级、分类管理。





➤ 将风险管理融入其他管理活动中。

◆ 《过程工业报警系统管理》（GB/T 41261-2022）

● 6.2.9 高级别管理报警

进行高级别管理的报警分类应当基于以下一个或多个条件：

- a) 对于保护人员生命的过程安全关键的报警(例如：安全报警)；
- b) 针对人员安全和保护的报警。

● 6.2.11 确定优先级的方法

一致的优先级有助于操作员在高报警率期间决定响应次序。此部分应包括的具体内容如下：

- a) 确定报警优先级的依据(例如：后果的严重程度、响应时间等)。



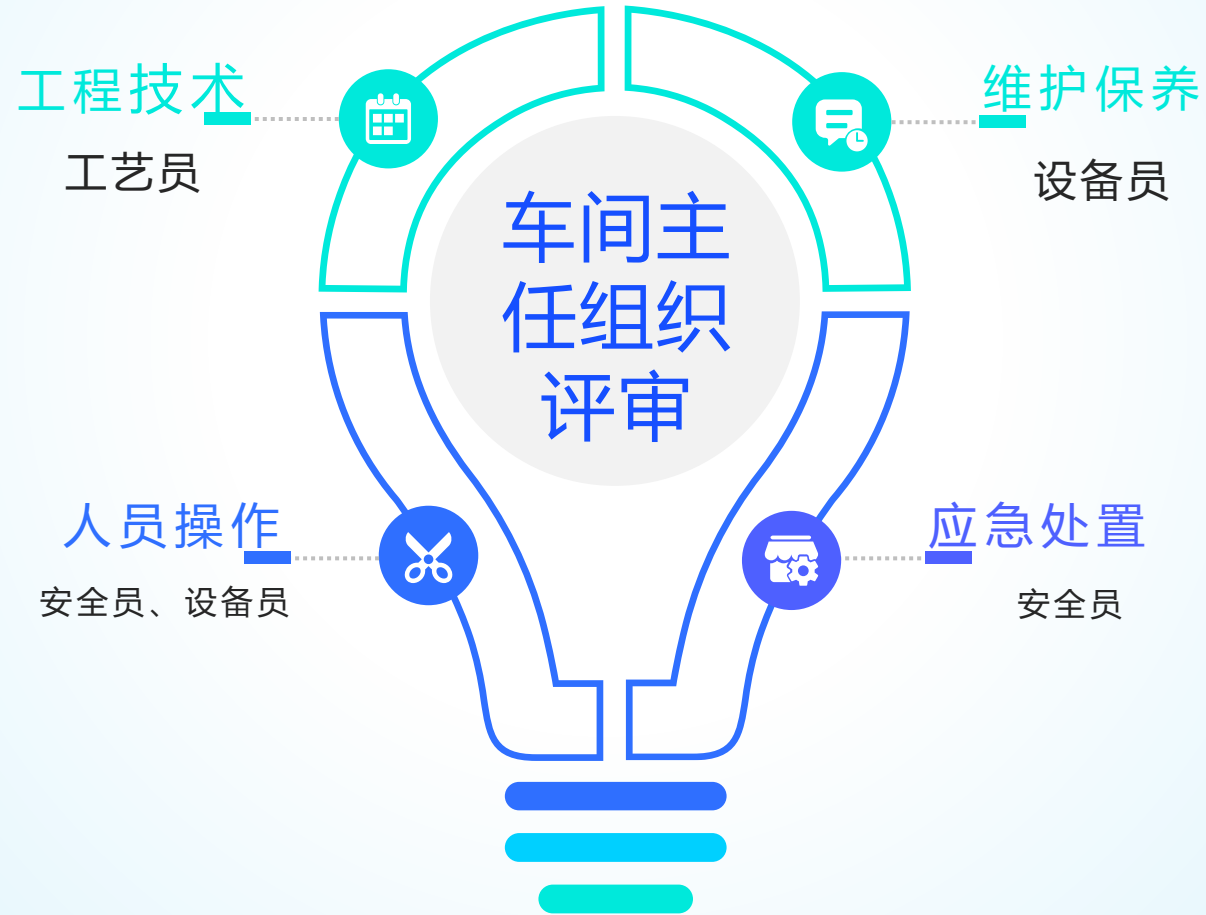
## 工艺操作活动风险识别过程中的挑战

- 复杂的工艺可能需要具有多年经验和经过正式培训的特殊人才。
- 风险识别过程（如：会议）可能打开装满问题的潘多拉盒子，应事先明确研究范围和事故类型及严重度。
- 回顾行业事故案例和本企业内的事故事件，可提醒分析人员注意这些风险事故场景，帮助摒弃“坏事不可能在此发生的心态”。



## 组织评审流程

- 明确风险分析结果的审核流程，审核所有高严重后果的事故场景。





## 风险改进项

- 风险分析提出的改进建议措施行动项应具体、有针对性，形成跟踪清单，明确整改时限和责任人，明确落实建议措施前采取的临时性措施。

风险改进项汇总					
序号	单位	建议措施	专业	责任人	完成时间
1	XXX	建议熔盐泄漏应急操作规程进行修改，按照固化程序进行应急操作	生产专业	XXXX	XX月XX日
2	XXX	建议氨加热器泄漏应急增加大量氨泄漏处置操作步骤	生产专业	XXXX	XX月XX日
3	XXX	作业活动反应器出料管堵塞步骤，区分轻微堵塞、堵塞严重处置步骤	生产专业	XXXX	XX月XX日
4	XXX	操作规程加合成塔升温钝化操作	生产专业	XXXX	XX月XX日
5	XXX	操作规程加系统引氨操作	生产专业	XXXX	XX月XX日
6	XXX	压力变送器(PIT01121)增加高压报警。	仪表专业	XXXX	XX月XX日
7	XXX	建议增加：稀释水泵(P0125AB)停车信号关闭稀释水流量调节阀(FV01109)	仪表专业	XXXX	XX月XX日
8	XXX	建议增加中压分解塔(T2202)顶部压力变送器(PT2004)高压报警。	仪表专业	XXXX	XX月XX日
9	XXX	建议增加：废水汽提塔回流泵(P0205A/B)停车信号关闭液位控制阀(LV05034)。	生产专业	XXXX	XX月XX日
10	XXX	固有风险为二级以上的高风险场景均需在操作规程特别提醒(二级以上场景通用)。	生产专业	XXXX	XX月XX日

建议：否决建议项的理论依据存档。



PART 03

## 第三部分

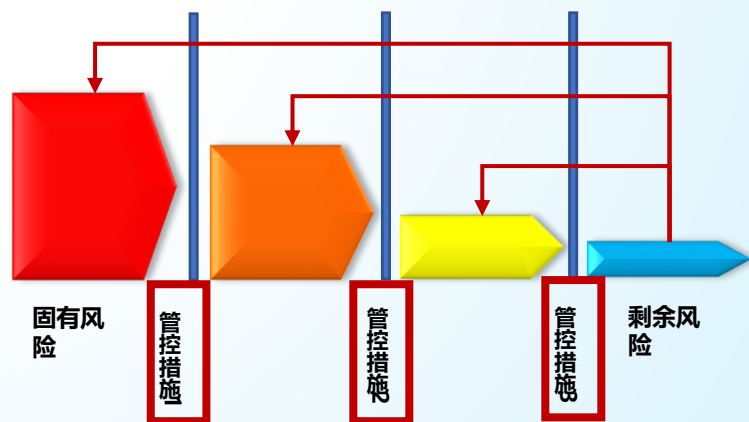
# 工艺操作活动风险管控



## 工艺操作活动风险管控

### ➤ 工艺操作活动事故案例：

2017年6月5日，山东省临沂市某石化有限公司装卸区的一辆运输石油液化气罐车，在卸车作业过程中发生液化气泄漏爆炸着火事故，造成10人死亡、9人受伤。事故的直接原因是：运载液化气罐车在卸车栈台卸料时，操作失误快速接头卡口未连接牢固，接头处发生脱开造成液化气大量泄漏，与空气形成爆炸性混合气体，遇点火源发生爆炸。





### ➤ 管控措施未有效执行造成事故：

#### ◆ 管控措施未有效执行导致的事故

2017年7月2日，江西省九江市彭泽县矾山工业园区某化工公司一高压反应釜发生爆炸，事故造成3人死亡、3人受伤。事故的直接原因是：该企业涉及胺化反应，反应物料具有燃爆危险性，事故发生时冷却失效，且**安全联锁装置被企业违规停用**，大量反应热无法通过冷却介质移除，体系温度不断升高；反应产物对硝基苯胺在高温下发生分解，导致体系温度、压力极速升高造成爆炸。



### ◆ 管控措施未有效执行导致的事故

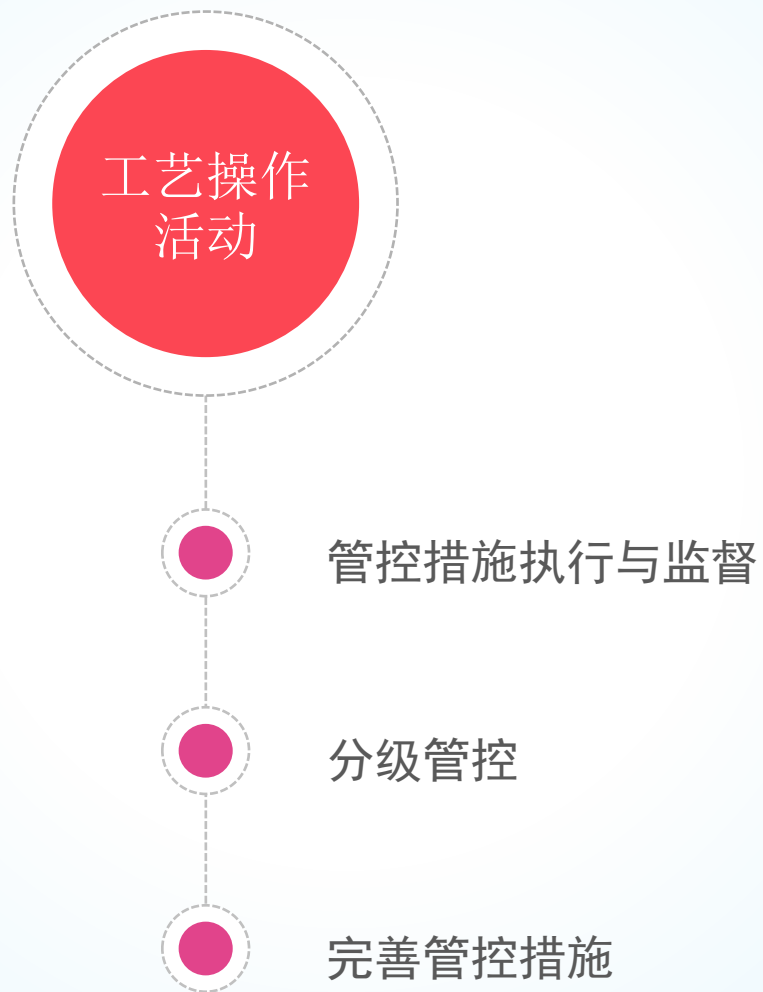
2001年11月7日，重庆市长寿县某化工厂发生爆炸燃烧事故，造成3人死亡、7人受伤，直接经济损失70余万元。事故的直接原因是：在光气化釜检修后恢复生产时，操作人员**未按工艺要求操作**，在温度偏低时加入过量光气，导致光气积聚过多。当釜内温度升高后，光气与苯发生剧烈反应，釜内压力升高，导致尾气管破裂漏气，达到爆炸极限的苯蒸汽被静电引燃，发生爆炸。





## 工艺操作活动风险管控

- 工艺操作活动为动态的风险点，启动时执行管控流程。





## 工艺操作活动风险点管控

➤ 工艺操作活动为动态的风险点，**启动时执行管控流程。**

### 举例：液氯卸车操作活动

- 液氯卸车操作作为关键操作，操作人员必须培训合格，并经过车间主管工艺副主任批准才能独立上岗，卸车期间双人操作，指定一名内操与卸车人员配合，换面切换到卸车换面，摄像头固定在液氯区域，车间管理者每季度参与一次液氯卸车过程安全检查。
- 充装万向臂快装接头，列入PSM 关键设备清单，设备人员定期检查，并建立磨损更换标准，检查后做好记录。
- .....

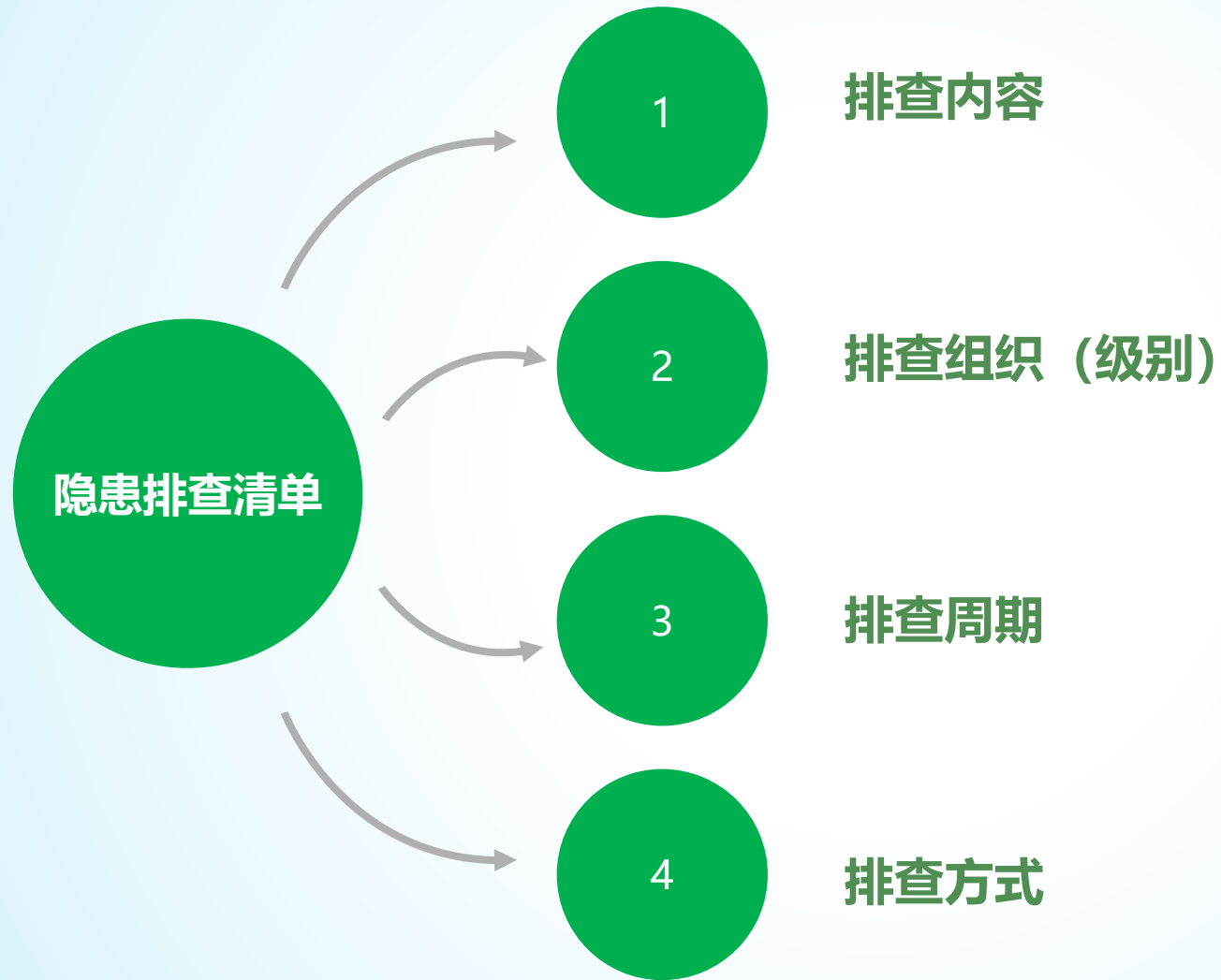


## 工艺操作活动风险点管控——筛选工艺操作风险点

《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034-2022）第4.6.10条，企业应建立高后果风险清单，对高后果风险按 4.6.9 进行风险管控。



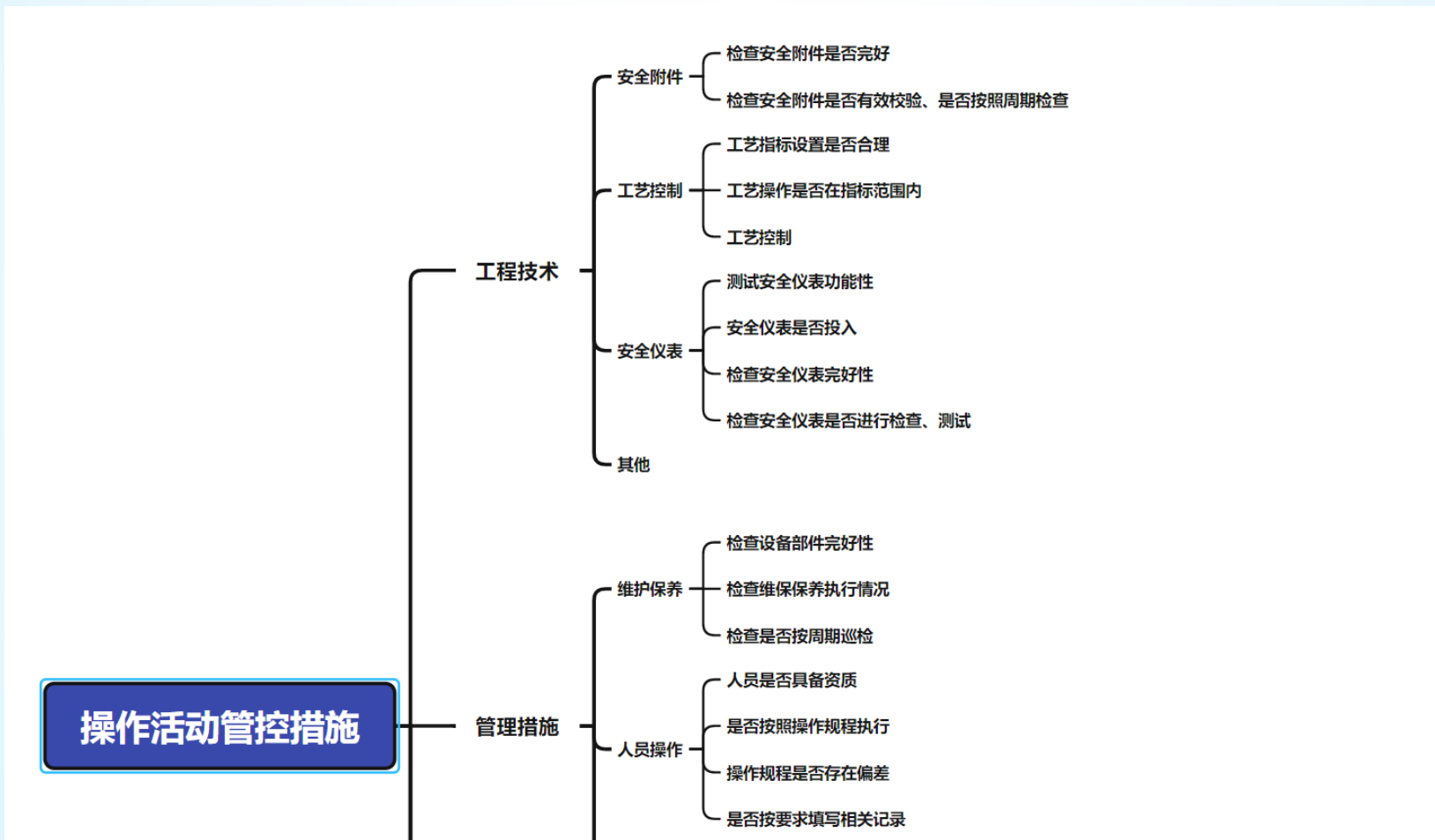
# 管控措施执行与监督——安全风险隐患排查治理





## 管控措施执行与监督——安全风险隐患排查治理

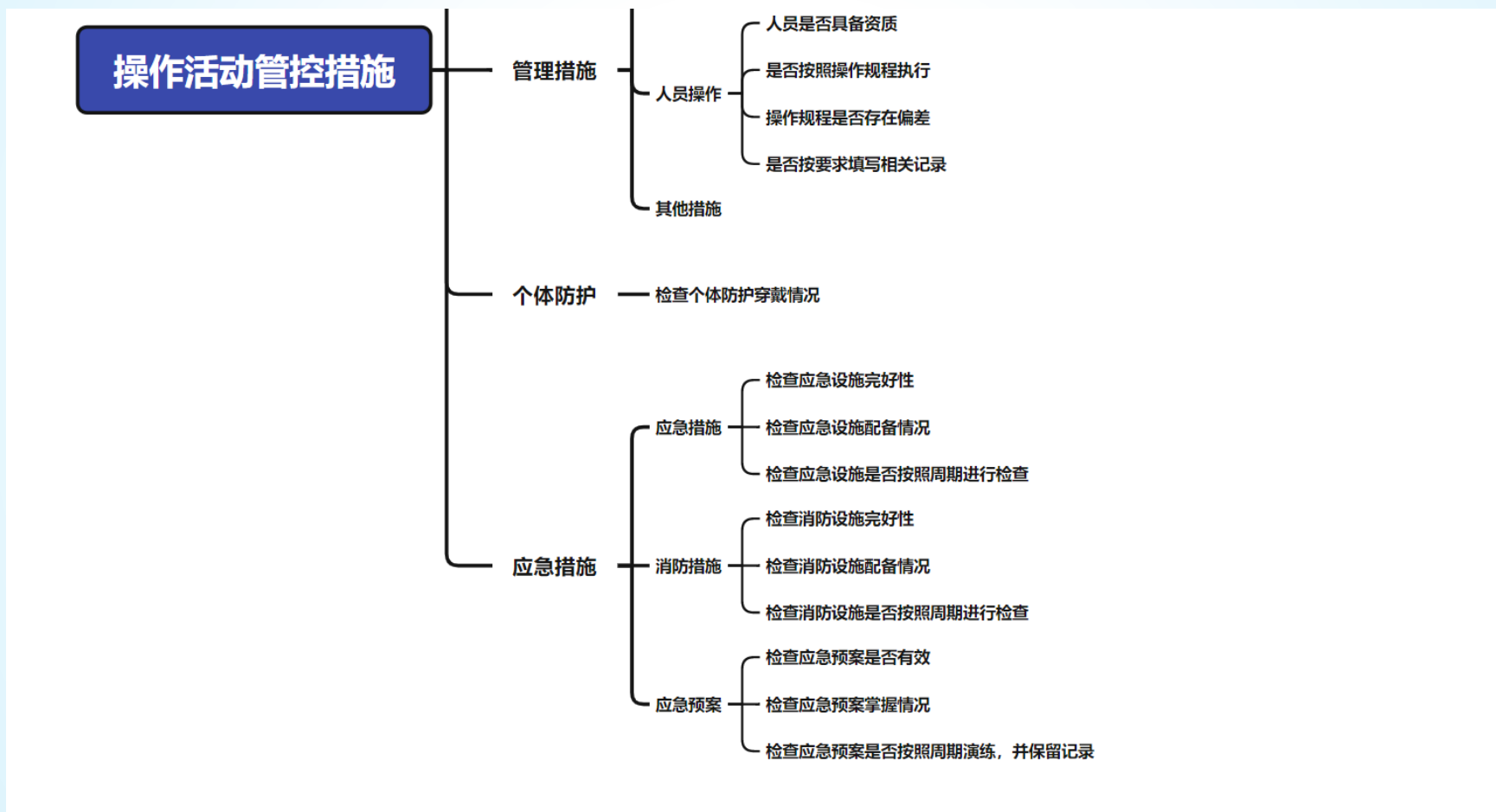
➤ 将针对风险清单中“管控措施”转化为隐患排查清单中的“隐患排查内容”。





## 管控措施执行与监督——安全风险隐患排查治理

➤ 将针对风险清单中“管控措施”转化为隐患排查清单中的“隐患排查内容”。





# 管控措施执行与监督——安全风险隐患排查治理

## 分级管控、分级落实管控措施执行情况

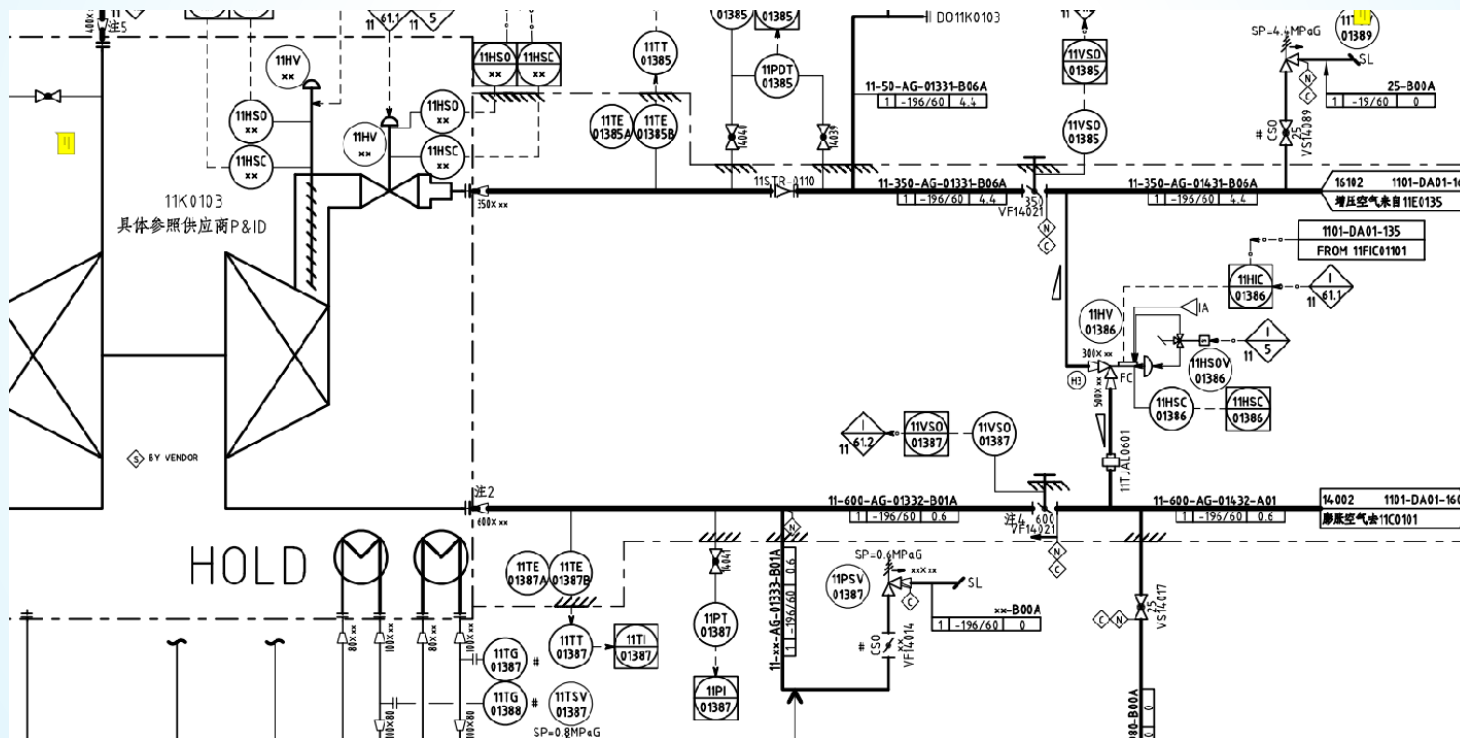
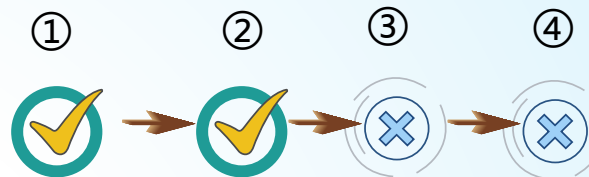
管控措施分类	具体管控措施	隐患排查内容	岗位(负责人)	日期	备注
安全仪表	最终反应器(R1101B/E2101B)液位(LT01103/LT01203) > 92.3% 联锁反应器给料泵降至最低负荷;	最终反应器(R1101B/E2101B)液位(LT01103/LT01203) 高联锁投用前是否做联锁调试	仪表技术员: 汪XX	1 年	
		最终反应器(R1101B/E2101B)液位(LT01103/LT01203) 高联锁投用前是否投用	工艺技术员: 吕XX	1 周	
		最终反应器(R1101B/E2101B)液位(LT01103/LT01203) 高联锁是否投用、投用前是否做联锁调试	工段长: 张XX	1 月	
	急冷塔(C2108)液位(LX01206) 低液位联锁降低尿素进料泵(P2103)负荷降至5.5Hz; 低液位联锁停尿素进料泵(P2103);	急冷塔(C2108)液位(LX01206) 低液位联锁投用前是否做联锁调试	仪表技术员: 汪XX	1 年	
		急冷塔(C2108)液位(LX01206) 低液位联锁是否投用	工艺技术员: 吕XX	1 周	
		急冷塔(C2108)液位(LX01206) 低液位联锁是否投用、投用前是否做联锁调试	工段长: 张XX	1 月	
	急冷塔(C2108)顶部压力(PX01221) 高高联锁尿素泵(P2103)负荷降低到5.5Hz; 关闭蒸汽加热器蒸汽阀(TVY-01236)	急冷塔(C2108)顶部压力(PX01221) 高高联锁投用前是否做联锁调试	仪表技术员: 汪XX	1 年	
		急冷塔(C2108)顶部压力(PX01221) 高高联锁是否投用	工艺技术员: 吕XX	1 周	
		急冷塔(C2108)顶部压力(PX01221) 高高联锁是否投用、投用前是否做联锁调试	工段长: 张XX	1 月	
	尿液泵(P2103A/B)出口压力(PT2108A/B) 高高联锁停尿液泵(P2103A/B)	尿液泵(P2103A/B)出口压力(PT2108A/B) 高高联锁投用前是否做联锁调试	仪表技术员: 汪XX	1 年	
		尿液泵(P2103A/B)出口压力(PT2108A/B) 高高联锁是否投用	工艺技术员: 吕XX	1 周	
		尿液泵(P2103A/B)出口压力(PT2108A/B) 高高联锁投用前是否做联锁调试	工段长: 张XX	1 月	



# 管控措施执行与监督——安全风险隐患排查治理

## ➤ 关键操作执行与监督

- 建议关键操作从设计上避免人员误操作。



手阀设置开信号作为开车条件之一





## 管控措施执行与监督——安全风险隐患排查治理

### ➤ 关键操作执行与监督

《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034-2022）第4.9.3.6条，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。

# 01

## 清单制

- 对于关键操作应有明确操作流程、细致的操作步骤及关键控制要点

# 02

## 双人确认

- 对于关键操作（无工程技术管控措施）执行双人确认，一人操作，一人监督方式



## 管控措施执行与监督

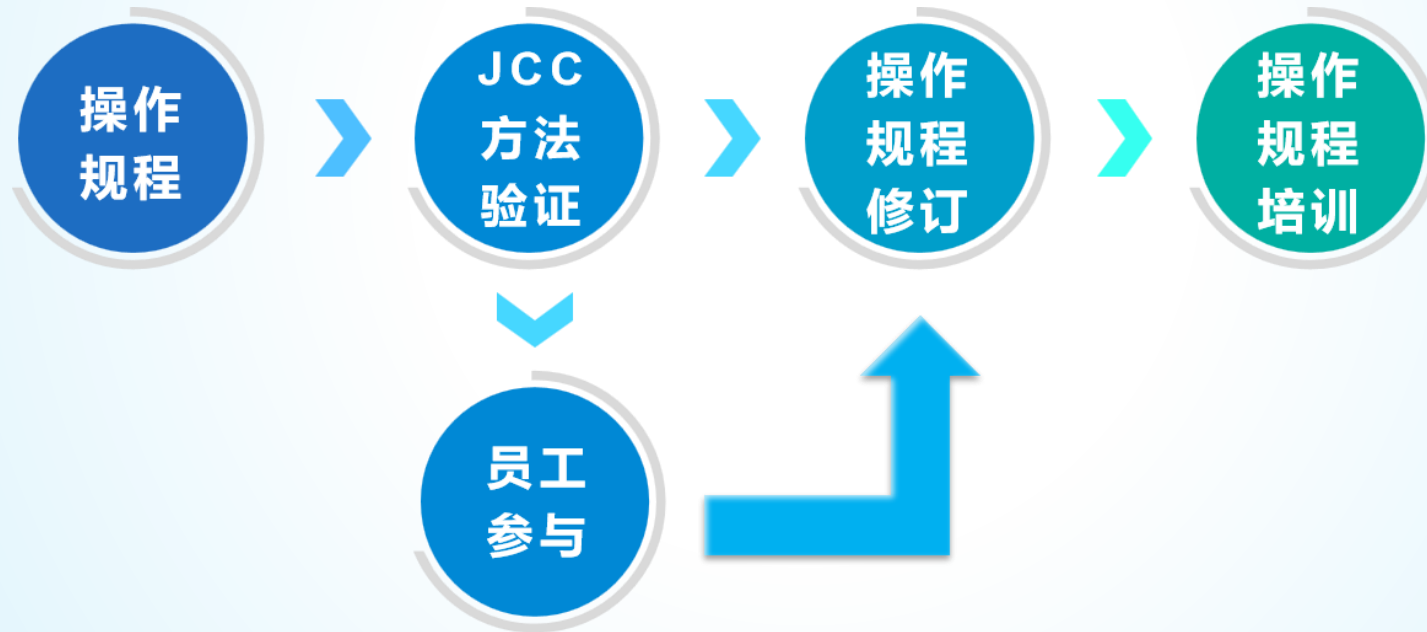
强化人员执行准确性，可采用手指口述法、操作前思考30秒等方法。





## 管控措施执行与监督

- 关键操作培训并验证：为检验操作规程可行性，验证人员操作技能，可使用工作循环检查法（JCC）不断完善可行性、安全性。





## 管控措施执行与监督

### ➤ 关键操作现场评估示例:

操作人员:

操作主管:

日期:

序号	作业活动	偏差关键点	潜在风险		备注
			是否有风险?	说明	
1	脱硫加碱	《标准化作业》和《供氨操作规程》中第一步“由副操作将碱液或软水从系统放入地缸1/2处。。”	有	1、应明确说明“全开软水阀门，向地缸内注入” 2、1/2靠人无法直观判断，有加多造成满溢情况，还有加纯碱进溅情形	
2	脱硫加碱	步骤中缺少拖拽纯碱袋、划袋操作	有	脱拽纯碱袋有滑脱摔倒情况，划袋有划伤情况；纯碱托盘码垛有两盘情况	
3	脱硫加碱	第三步“然后打开蒸汽阀1/2圈进行加入”与实际操作不符			
4	脱硫加碱	第三步“15分钟后，视溶解情况关闭蒸汽阀”与实际不符	有	视溶解情况关闭蒸汽阀，无法直观判断，如果打开查看有蒸汽喷溅人员受伤环节	



## 管控措施执行与监督

### ➤ 关键操作现场评估示例：

序号	评估日期	评估工段	评估人员	被评估人员	检查发现项	整改措施	负责人	计划完成日期	时间完成日期	完成状态	备注
1	12月16日	供氨脱硫		毕XX	《标准化作业》和《供氨操作规程》中第一步“由副操作将碱液或软水从系统放入地缸1/2处。。”	增加液位计，修订“由副操作全开软水阀门从系统注入地缸”					
2	12月16日	供氨脱硫		毕XX	步骤中缺少拖拽纯碱袋、划袋操作	增加操作步骤					
3	12月16日	供氨脱硫		毕XX	第三步“然后打开蒸汽阀1/2圈进行加入”与实际操作不符	评审讨论确定指标					
4	12月16日	供氨脱硫		毕XX	第三步“15分钟后，视溶解情况关闭蒸汽阀”与实际不符	设置指标，到达70度以上，关小蒸汽阀门转料前1小时关闭蒸汽阀门。					



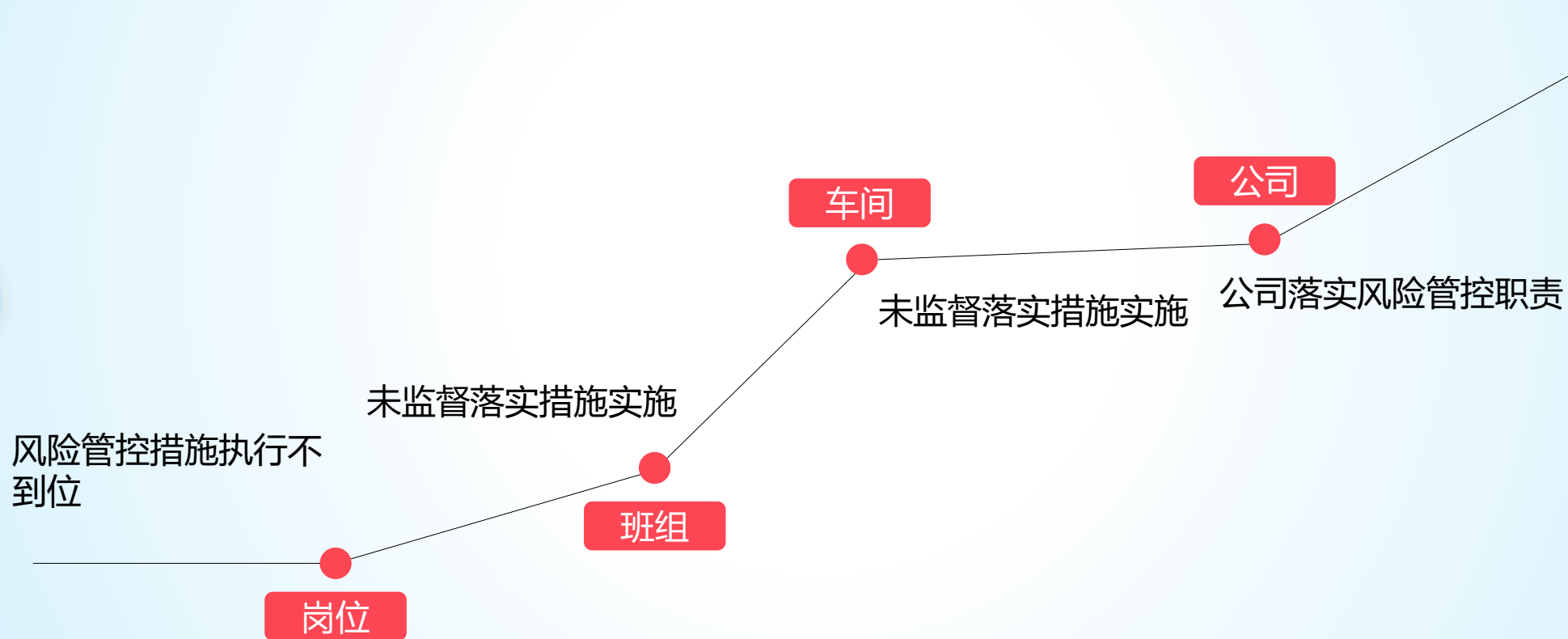
# 管控措施执行与监督——安全风险隐患排查治理

作业步骤	固有危险因素	可能发生的事故类型及后果	发生原因	固有风险	风险等级	现有控制措施				现有风险			风险等级	建议新增(改进)措施
						工程技术	维护保养	人员操作	应急措施	L	S	R		
烟气脱硫单元开炉烘器	蒸汽、气燃料	爆炸、中毒和窒息	燃料气线未置换或置换不达标		III	b: 1、尾气焚烧炉燃料气线置换3分钟 2、主燃烧炉燃料气管线N2置换采样分析氧含量小于0.5%合格	/	炸仪检查燃烧器周围区域是否有燃料气 2、开工方案确认表, 一步一确认 3、点火前办理火票, 取样分析 4、严格按照焚烧炉点火操作规程操作。	h: 便携式气体报警仪、劳保着装、劳保手套、护目镜; i: 空气呼吸器、橡胶手套、引导灯、灭火毯、急救包、担架、防火斗篷、重型防护服; j: 消防水炮、干粉灭火器、消防蒸汽	1	4	4		燃料气管线增加流量计, 确认置换成功
			炉膛未置换或置换不达标		III	d: 点火程序控制	/	1、点火前办理火票, 取样分析 2、工艺员对关键操作进行确认 3、严格按照焚烧炉点火操作规程操作。	h: 便携式气体报警仪、劳保着装、劳保手套、护目镜; i: 空气呼吸器、橡胶手套、引导灯、灭火毯、急救包、担架、防火斗篷、重型防护服; j: 消防水炮、干粉灭火器、消防蒸汽	1	4	4		
			升温过快, 炉体或Claus反应器损坏泄漏		II	c: Claus反应器升温速率 $\leq 30^{\circ}\text{C}/\text{h}$	/	1、按照烘炉升温曲线烘炉 2、按照Claus反应器升温曲线烘器	h: 便携式气体报警仪、劳保着装、劳保手套、护目镜; i: 空气呼吸器、橡胶手套、引导灯、灭火毯、急救包、担架、防火斗篷、重型防护服; j: 消防水炮、干粉灭火器、消防蒸汽	1	3	3		建议增加检修后烘炉升温速率指标



## 管控措施执行与监督——安全风险隐患排查治理

风险管控措施执行不到位，形成隐患逐级推送，直到管控措施得到有效监督落实。





## 工艺操作活动风险点管控——完善管控措施

- ◆ 风险动态管理：当管控措施失效或人为移除时，应制定临时管控措施。
- 联锁摘除期间应进行危害分析，并制定管控措施。

申请单位		申请人		职位	
联锁名称	位号	联锁摘除原因	联锁摘除人	联锁恢复人	
联锁摘除时间段	年 月 日 时 分-- 年 月 日 时 分				
联锁摘除期间的风险危害及管控措施					





## 工艺操作活动风险点管控——完善管控措施

- 根据工艺操作活动管控措施执行情况进行不断完善管控措施。
- 举例：DCS人员输入操作指令错误，改变调节方式，分小比例调整和大比例调整。
- 工艺指标设置合理性、报警及报警值设置合理性、操作规程可操作性、员工操作技能等。
- 根据工艺操作活动新的风险事件，及时完善工艺操作风险点，增加管控措施。

表 5 平均报警率

很可能可接受	可管理的最大值
每天 144 个报警	每天 288 个报警
每小时 6 个报警(平均)	每小时 12 个报警(平均)
每 10 min 1 个报警(平均)	每 10 min 2 次报警(平均)

《过程工业报警系统管理》 (GB/T 41261-2022)



## 结语

01



工艺操作活动  
风险分析范围

工艺操作活动风险分析：误操作风险、操作伴随风险。

02



工艺操作活动  
风险识别

操作活动风险识别管控，关注关键操作的风险识别管控，管控措施有针对性。

03



风险管控

工艺操作活动为动态的风险点，启动时执行管控流程，管控措施执行与监督。



谢谢!

