

上海赛科风险管理实践

葛安卡



主要内容

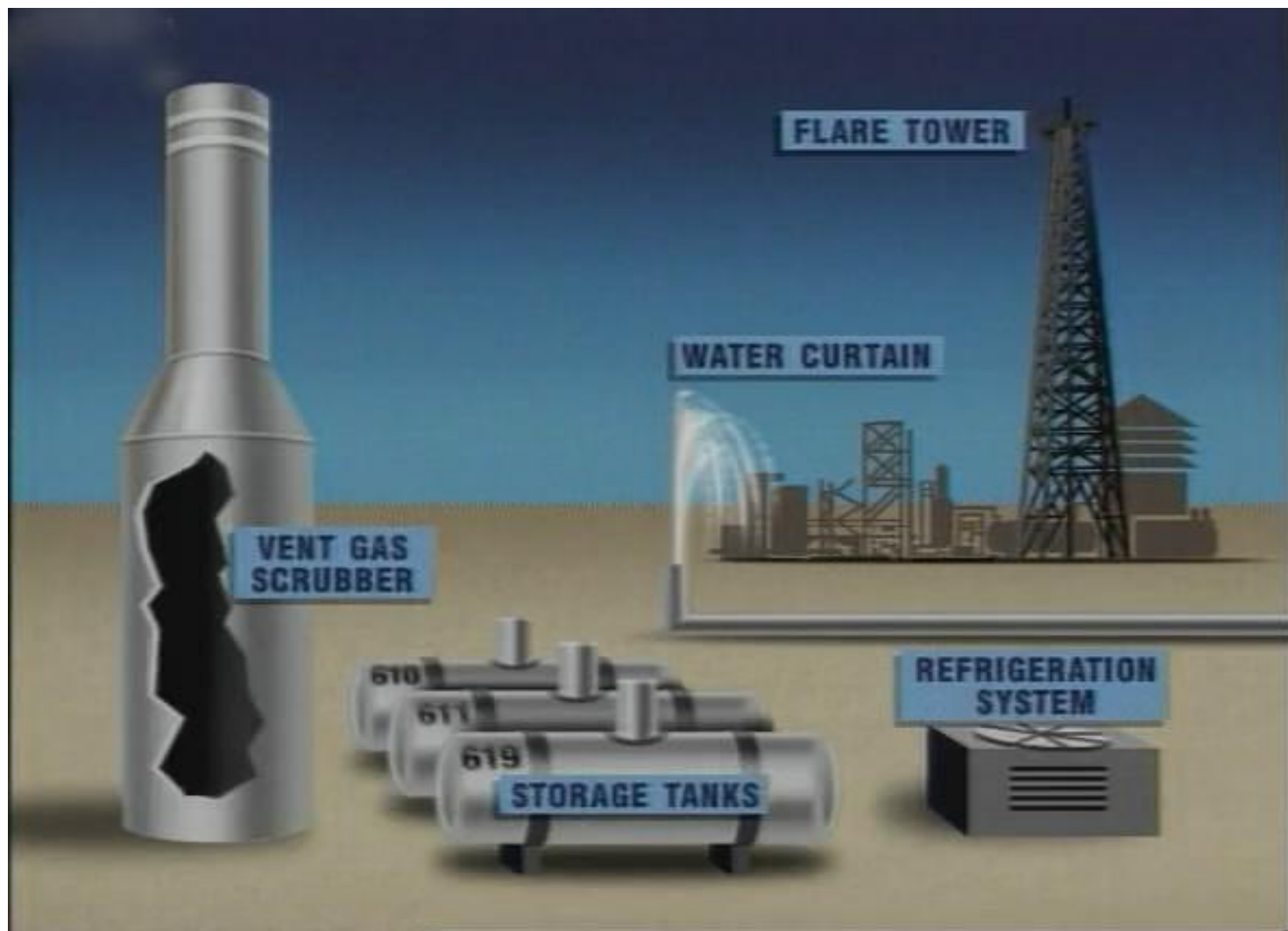
一. 过程安全管理

二. 风险管理

三. 风险管理案例分享

一、过程安全管理

印度博帕尔MIC气体泄漏事件1984年12月3日



异氰酸甲酯 (MIC) + 水 \longrightarrow 放热

阿尔法平台事故



程序执行

沟通



167人死亡

英国 Flixborough 蒸气云爆炸事故

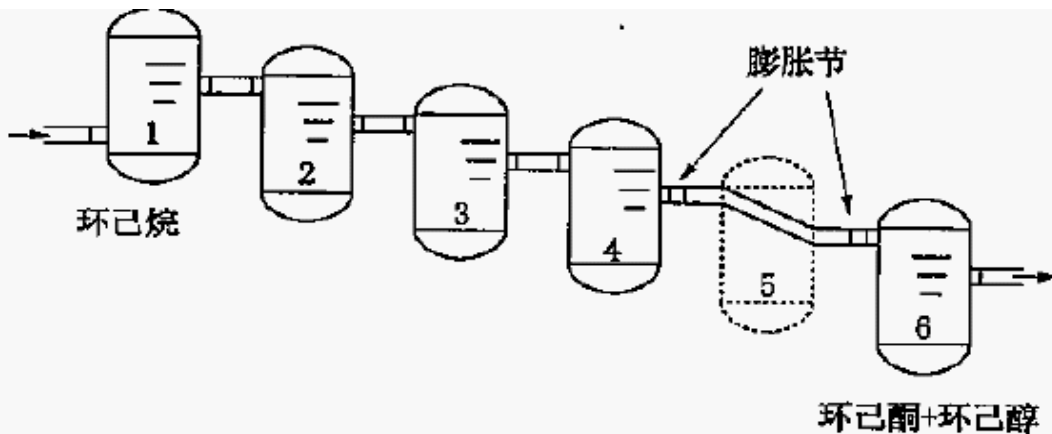


图 4-1 工艺流程示意图



发生了什么？

1974年6月1日下午，环己烷氧化生产尼龙装置，由于临时管道上的膨胀节突然破裂，泄漏物料形成的蒸气云发生爆炸，导致工厂内**28**人死亡、**35**人受伤，周围社区也有数百人受伤。爆炸摧毁了工厂的控制室及临近的工艺设施。

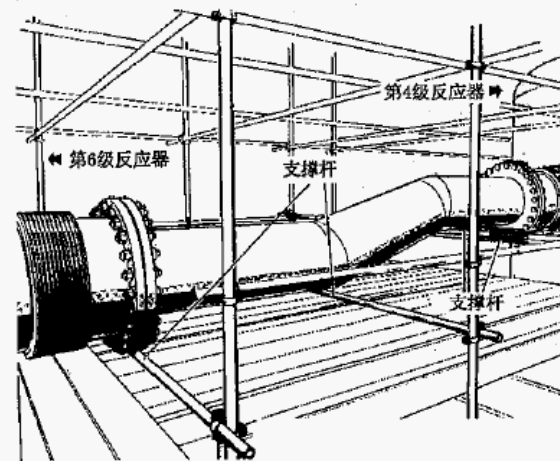


图 4-2 连接第 4 级和第 6 级反应器的临时管道

AQ/T 3034-2010

化工企业过程安全管理实施导则



安全重点- 关注

3P Focusing on the 3Ps



Hazard or Risk
危害或风险

1 Plant 硬件和设计

2 Process 管理和制度

3 People 人员能力和培训

Barriers
or Controls 障碍或控制

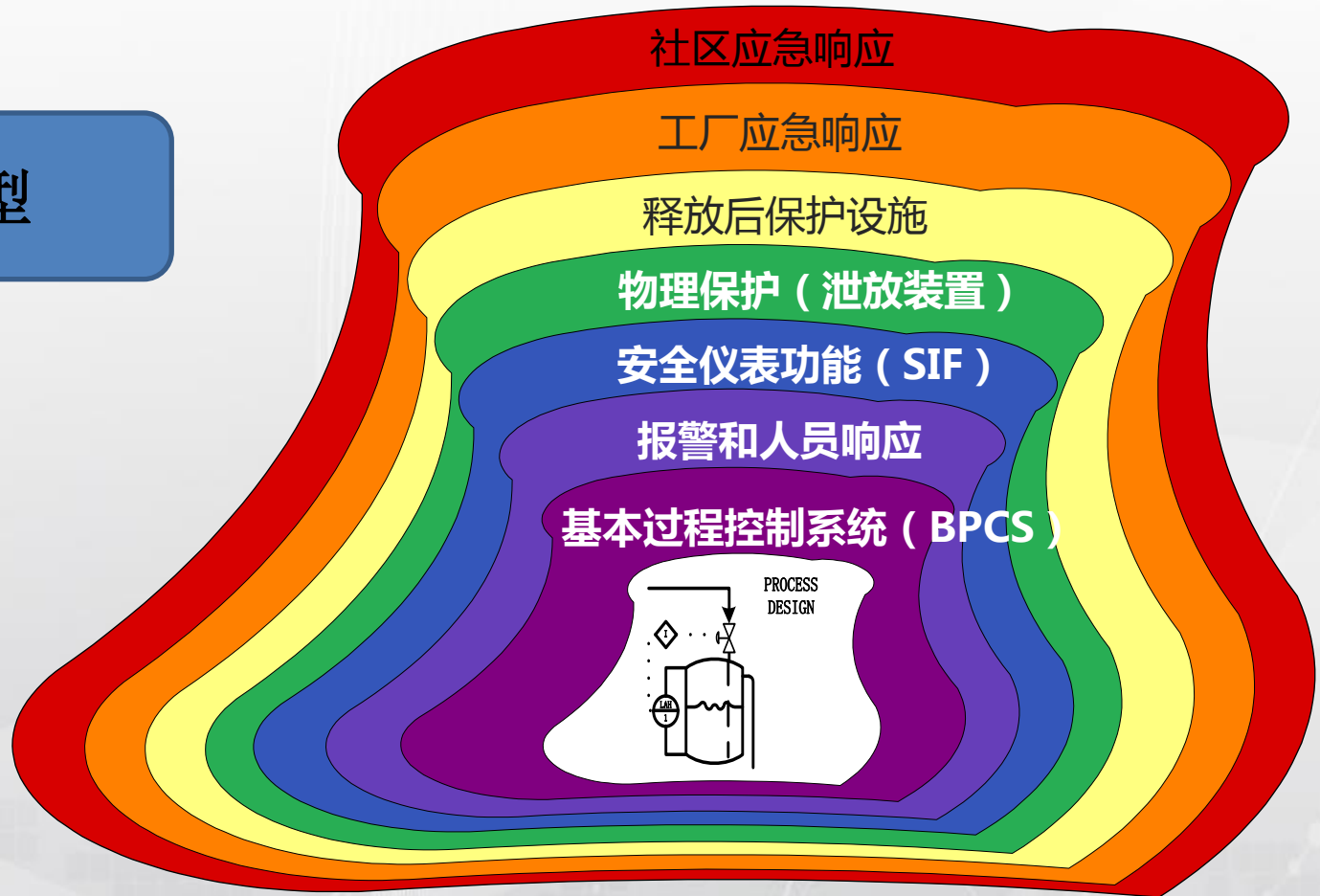
Incident 事故



关键是将各层次的”洞“降低到最少最小
Key is to minimize the hole at each layer.

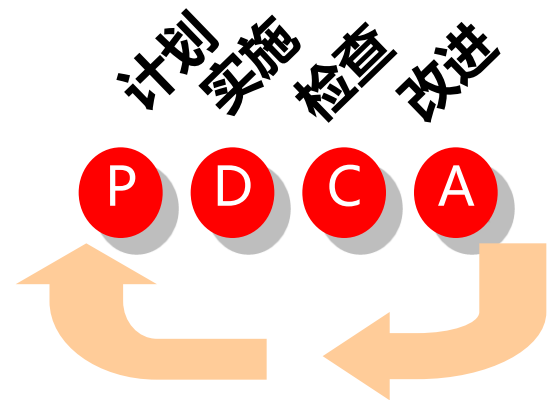
保护层分析LOPA

洋葱模型



开展过程危害分析的实质就是风险管理

过程危害分析是一个不间断的过程，我们定期识别存在的**危害**，并评估与我们的业务活动相关的风险。采取适当的措施**管理这种风险**，从而防止潜在事故的发生或降低其影响。



二、风险管理

上海赛科风险管理

风险管理：

通过评估业务中的各类风险，并将风险进行排序管理，以实现“无事故、无人员伤害、无环境损害”和持续降低业务风险的目标。

法规要求

国家安全监管总局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

三、风险管理

（五）**建立风险管理制度**。企业要制定化工过程风险管理制度，明确**风险辨识范围、方法、频次和责任人**，规定风险分析结果应用和改进措施落实的要求，对生产全过程进行风险辨识分析。

对涉及重点监管危险化学品、重点监管危险化工工艺和危险化学品重大危险源（以下统称“**两重点一重大**”）的生产储存装置进行风险辨识分析，要采用危险与可操作性分析（HAZOP）技术，**一般每3年进行一次**。对其他生产储存装置的风险辨识分析，针对装置不同的复杂程度，选用安全检查表、工作危害分析、预危险性分析、故障类型和影响分析（FMEA）、HAZOP技术等方法或多种方法组合，可每5年进行一次。企业管理机构、人员构成、生产装置等发生重大变化或发生生产安全事故时，要及时进行风险辨识分析。企业要组织所有人员参与风险辨识分析，力求风险辨识分析全覆盖。

法规要求

（六）确定风险辨识分析内容。化工过程风险分析应包括：工艺技术的本质安全性及风险程度；工艺系统可能存在的风险；对严重事件的安全审查情况；控制风险的技术、管理措施及其失效可能引起的后果；现场设施失控和人为失误可能对安全造成的影响。在役装置的风险辨识分析还要包括发生的**变更是否存在风险**，吸取本企业和其他同类企业事故及事件教训的措施等。

（七）**制定可接受的风险标准**。企业要按照《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安全监管总局令第40号）的要求，根据国家有关规定或参照国际相关标准，确定本企业可接受的风险标准。对辨识分析发现的不可接受风险，企业要及时制定并**落实消除、减小或控制风险的措施，将风险控制**在可接受的范围。

什么是风险？



Risk 风险

➤ Definition: 定义

The combination of undesired consequences with the likelihood that the consequences will occur.

不良后果和可能性结合

- Risk = Consequence X Likelihood

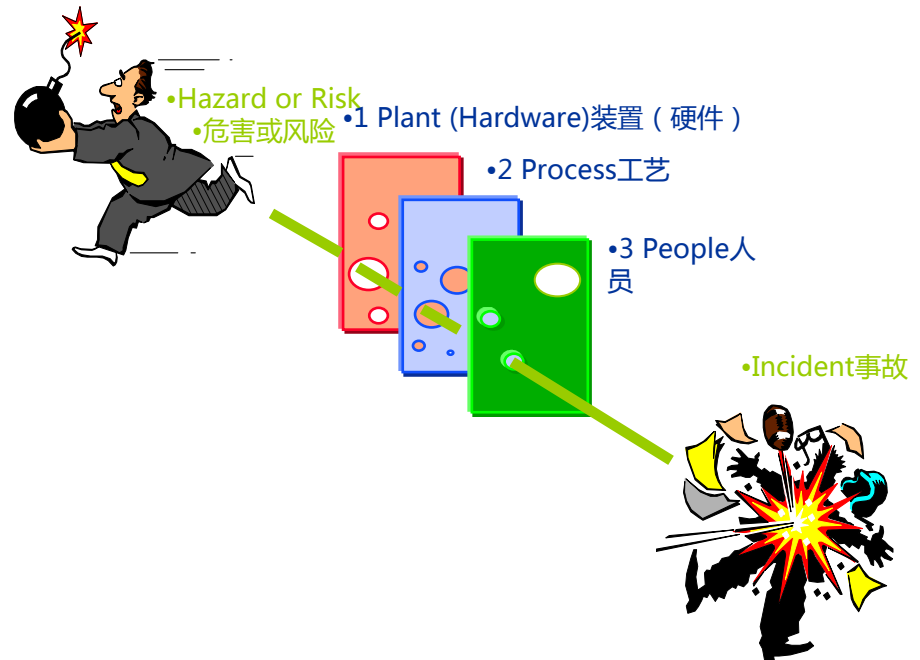
风险 = 后果 X 可能性

- ## ➤ Risk = f(C,L)

风险 = (后果, 可能性) 的函数

- Risk depends on Safeguards

风险取决于保障措施



- 人和风险

- 什么风险是可接受的

- 风险矩阵

什么风险是可接受的

假如你乘飞机旅行 ...应该有多安全？



当然：

- 绝对安全，100 %
- 只有在额外配备降落伞的情况下

怎样的安全是足够的安全

- 人和风险
- 什么风险是可接受的
- 风险矩阵

什么是风险？我们怎样来衡量和比较风险？

我们日常生活中有哪些风险？



你有可能死于自然事故，举例

- 暴风雪
- 雷击
 - 在德国每年大约5人死亡，30人受伤

(All data from Wikipedia)

什么是风险？我们怎样来衡量和比较风险？

死于事故，举例：

- 溺死：2006年德国有606人死亡
- 交通事故：德国每年约 4,000人死亡
- 2000年共有19,715 人死于意外事故

(All data from Wikipedia)



死于自然灾害，意外或者疾病的可能性是多少？

德国共有8千万人，每年死于...

原因	事故数量	频率	
■ 雷击	5	$1 \cdot 10^{-7}$ /a	0.0000001 /a
■ 溺水	600	$1 \cdot 10^{-5}$ /a	0.00001 /a
■ 交通事故	4,000	$5 \cdot 10^{-5}$ /a	0.00005 /a
■ 总的事故	20,000	$2 \cdot 10^{-4}$ /a	0.0002 /a
■ 吸毒/酗酒	150,000	$2 \cdot 10^{-3}$ /a	0.002 /a
■ 疾病	850,000	$1 \cdot 10^{-2}$ /a	0.01 /a
■ 各种原因+衰老	once / 80 years	$1 \cdot 10^{-2}$ /a	0.01 /a

(All data from Wikipedia)

死于自然灾害，意外或者疾病的可能性是多少？

德国共有8千万人，每年死于...

Cause	No. Fatalities	频率	评估
■ 雷击	5	$1 \cdot 10^{-7} / a$	可以忽略的
■ 溺水	600	$1 \cdot 10^{-5} / a$	一般可以接受-> 可容忍的
■ 交通事故	4,000	$5 \cdot 10^{-5} / a$	
■ 一般事故	20,000	$2 \cdot 10^{-4} / a$	
■ 吸毒/酗酒	150,000	$2 \cdot 10^{-3} / a$	
			不可容忍的
■ 疾病	850,000	$1 \cdot 10^{-2} / a$	
■ 所有原因+衰老	once / 80 years	$1 \cdot 10^{-2} / a$	

将日常生活中的致命风险应用到工厂，采用同样的风险分类

日常生活致命风险

	频率	评估
雷击	$1 \cdot 10^{-7} / a$	可以忽略的
溺水	$1 \cdot 10^{-5} / a$	一般接受的
交通事故	$5 \cdot 10^{-5} / a$	-> 可容忍的
一般事故	$2 \cdot 10^{-4} / a$	
吸毒/酗酒	$2 \cdot 10^{-3} / a$	无法忍受的

将日常生活中的致命风险应用到工厂，采用同样的风险分类

化工行业的致命风险

频率	评估
$< 10^{-5} /a$	普遍被接受
$10^{-5} /a$ to $10^{-4} /a$	ALARP 或者可容忍的 风险区域
$> 10^{-4} /a$	无法容忍的风险

日常生活致命风险

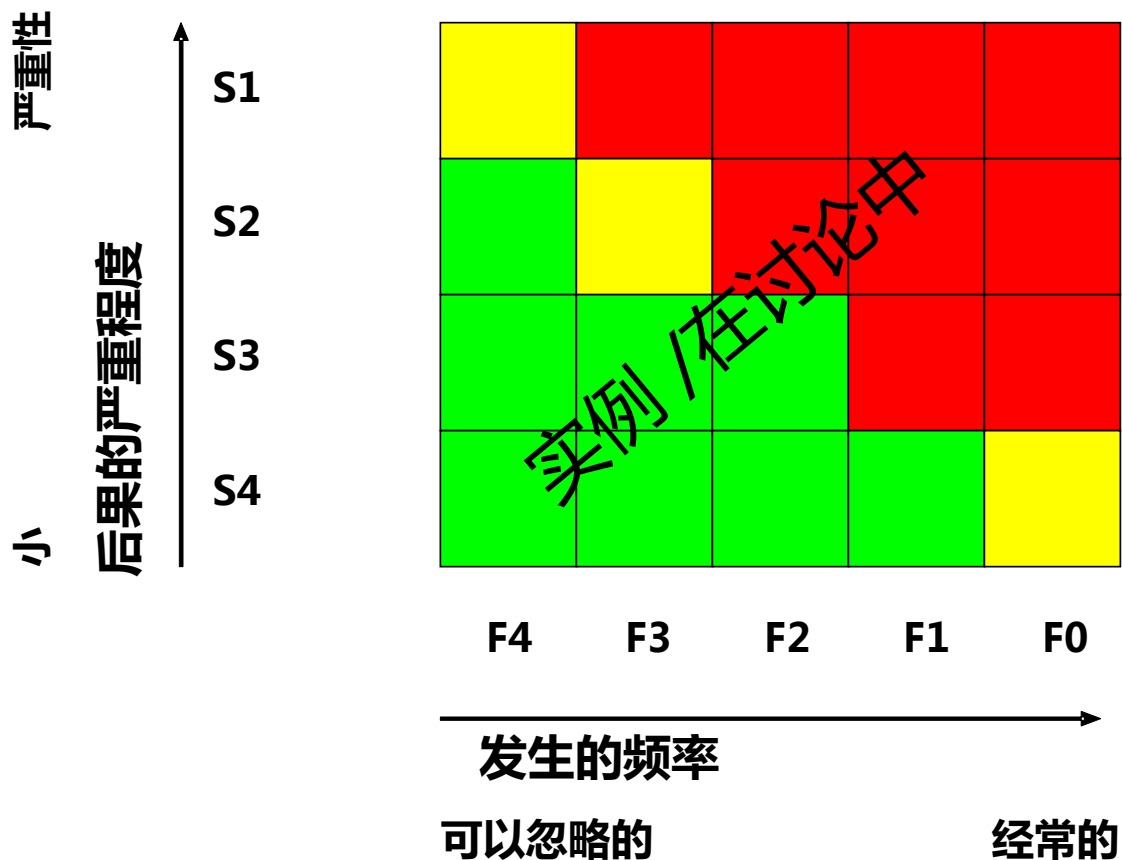
频率	评估
$1 \cdot 10^{-7} /a$	可以忽略的
$1 \cdot 10^{-5} /a$	一般接受的
$5 \cdot 10^{-5} /a$	-> 可容忍的
$2 \cdot 10^{-4} /a$	
$2 \cdot 10^{-3} /a$	无法忍受的

- ALARP: 在合理实用的范围内尽可能低
措施只有在经济上技术上可行的情况下才实行

怎样的安全才是足够的安全：风险

- 人和风险
- 什么风险是可以接受的
- 风险矩阵

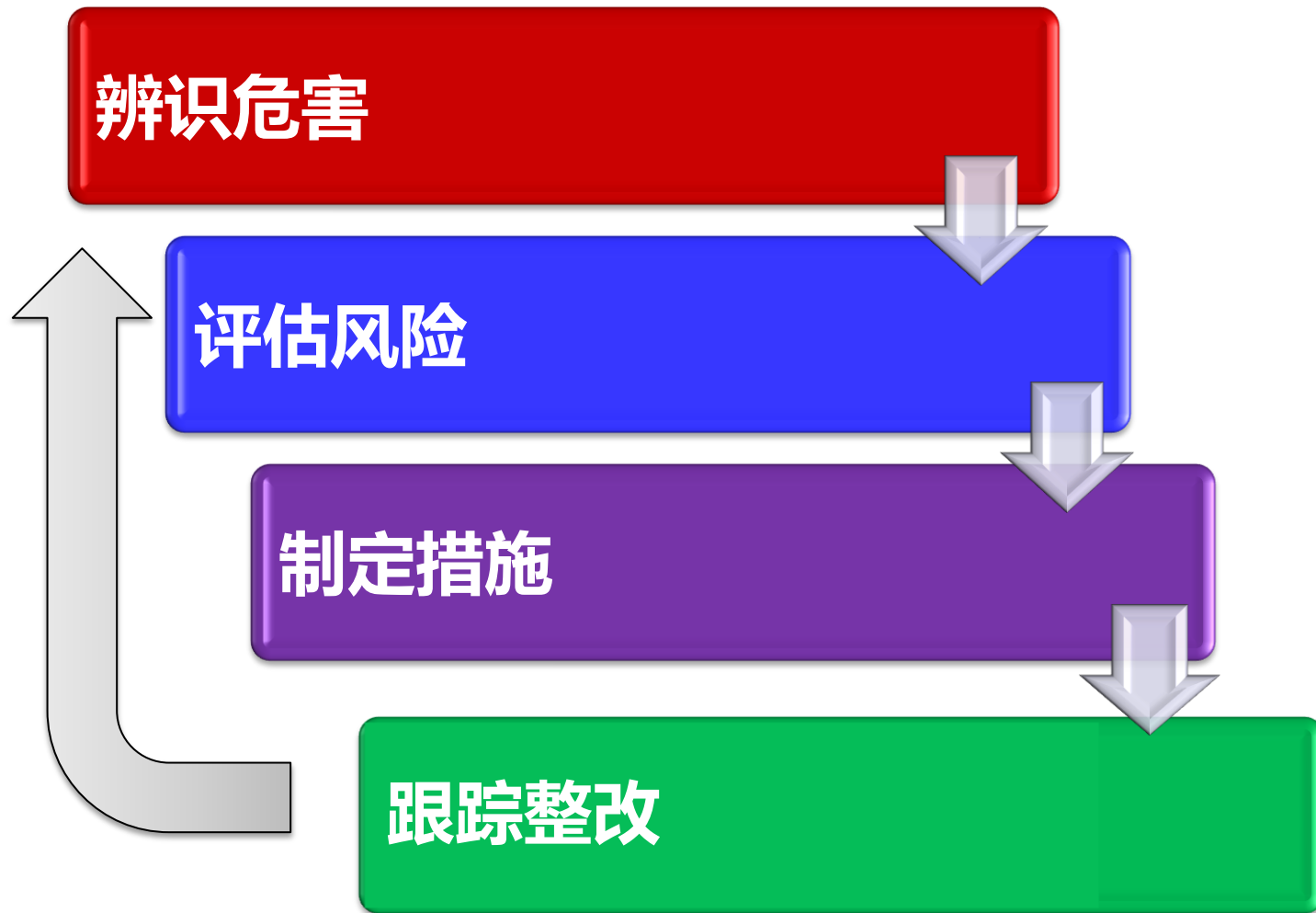
一般来说：风险=频率 \otimes 严重程度（共同作用的结果）



Simple Risk Matrix 简单风险矩阵

CONSEQUENCES 后果	LIKELIHOOD		可能性	
		LOW 低	MEDIUM 中	HIGH 高
	HIGH 高	Tolerable Risk Area 容许的风险区		Highest Risk 最高风险
MEDIUM 中				
LOW 低	Lowest Risk 最低风险			

过程危害分析——风险管理



过程危害分析——风险管理

辨识方法和工程技术

- 危险与可操作性研究 HAZOP
- 检查表 checklist、工作危害分析 JHA
- 原因后果模式分析 SWIFT
- 概念性安全评价 CSE
- 三查四定 3C4F

定性

- 保护层分析 LOPA
- 安全完整性等级 SIL

半定量

- 量化性的风险评估 QRA
- 重大事故风险研究 MAR

定量

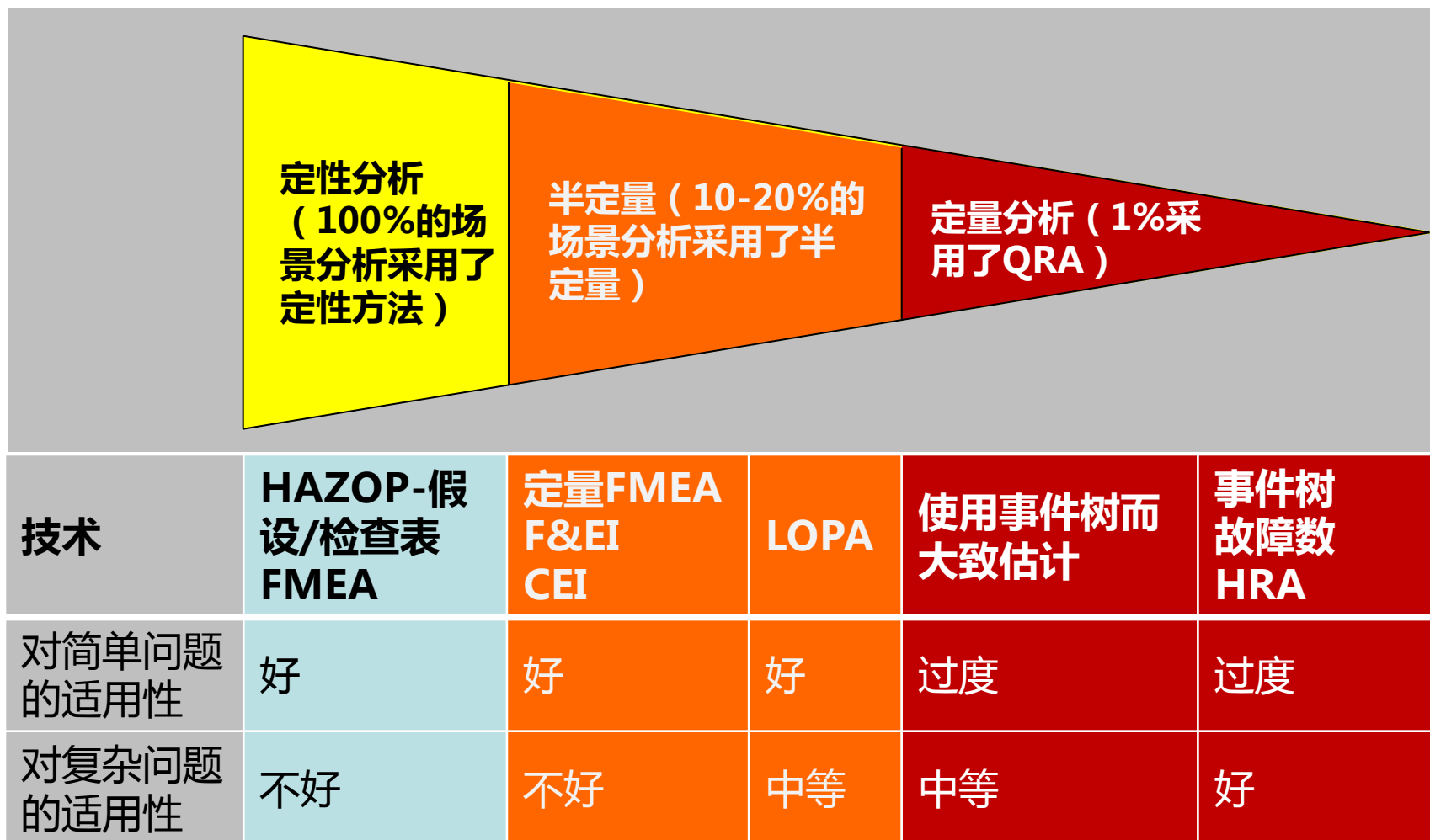
管理运作方法

- 程序
- 作业许可
- 隐患排查与治理
- 变更管理
- 试车前安全审查
- 项目阶段风险评估

	1	2	3	4	5	6	7	8
SEVERITY 严重性	A similar event has not yet occurred in our industry and would only be a remote possibility 类似的事件还没有在我们的行业中发生并且是远程的可能性	A similar event had not yet occurred in our industry 类似的事件还没有在我们的行业中发生	Similar event has occurred somewhere in our industry 本行业的某些地方曾经发生的类似事件	Similar event has occurred somewhere within Group 集团内的某些地方曾经发生的类似事件	Similar event has occurred, or is likely to occur, within the lifetime of 10 similar facilities 类似的事件已经发生过,或者可能在十个类似设施的使用寿命中发生	Likely to occur once or twice in the facility lifetime 可能在设施的使用寿命中发生一次或两次	Event likely to occur several times in the facility lifetime 在设施的使用寿命中发生多次	Common occurrence (at least annually) 经常发生 (至少每年一次)
A	8	9	10	11	12	13	14	15
B	7	8	9	10	11	12	13	14
C	6	7	8	9	10	11	12	13
D	5	6	7	8	9	10	11	12
E	4	5	6	7	8	9	10	11
F	3	4	5	6	7	8	9	10
G	2	3	4	5	6	7	8	9
H	1	2	3	4	5	6	7	8
Frequency 频率	<10 ⁻⁶ /yr	>10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁵ /yr	>10 ⁻⁵ to 10 ⁻⁴ /yr	>10 ⁻⁴ to 10 ⁻³ /yr	>10 ⁻³ to 10 ⁻² /yr	>10 ⁻² to 10 ⁻¹ /yr	>10 ⁻¹ to 1/YR	>1/year
Probability 概率	<10 ⁻⁶	>10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁵	>10 ⁻⁵ to 10 ⁻⁴	>10 ⁻⁴ to 10 ⁻³	>10 ⁻³ to 10 ⁻²	>0.01 to 0.1	>0.1 to 0.25	0.25

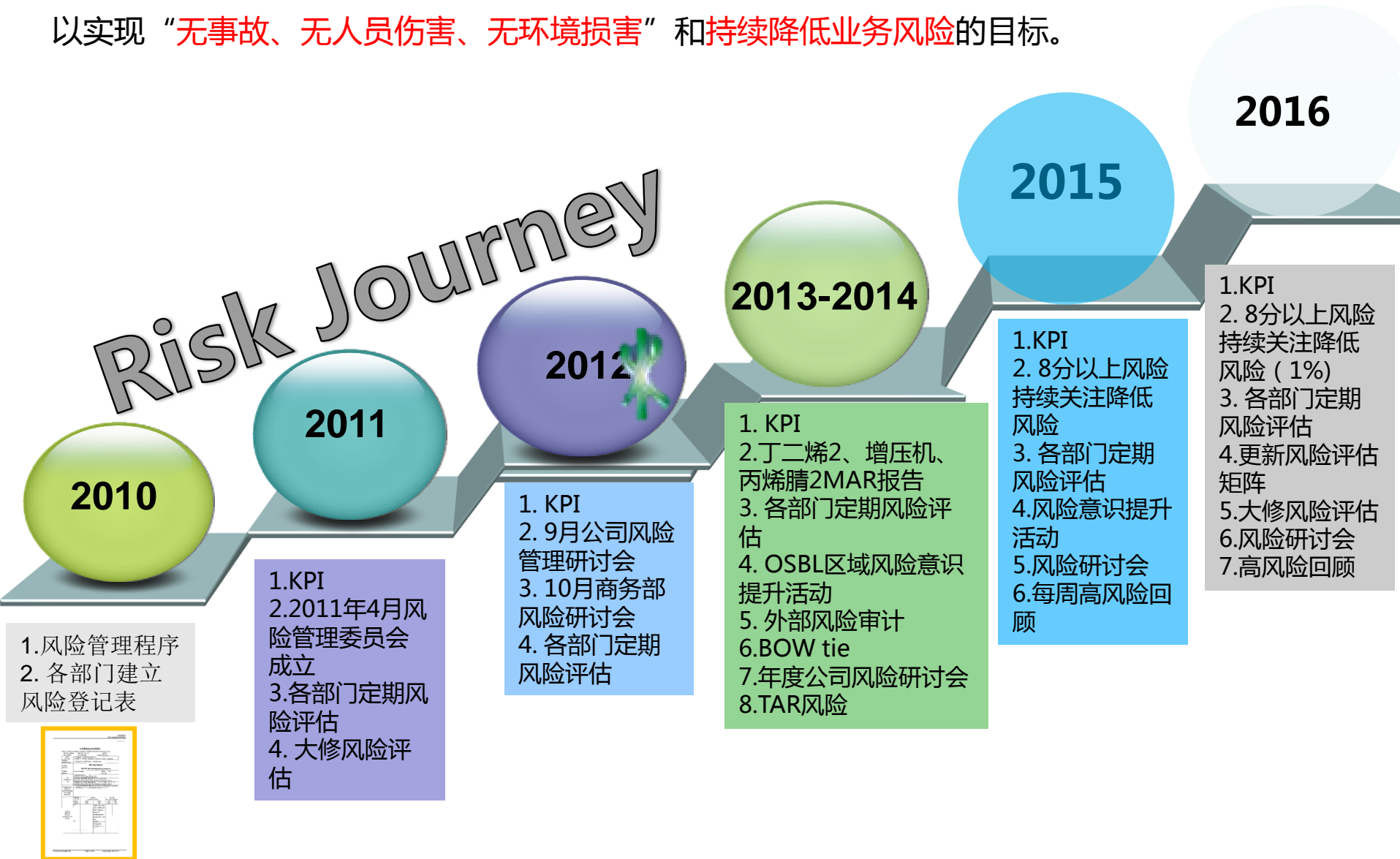
持续降低风险值 Reduce risk value continuously

定性-定量

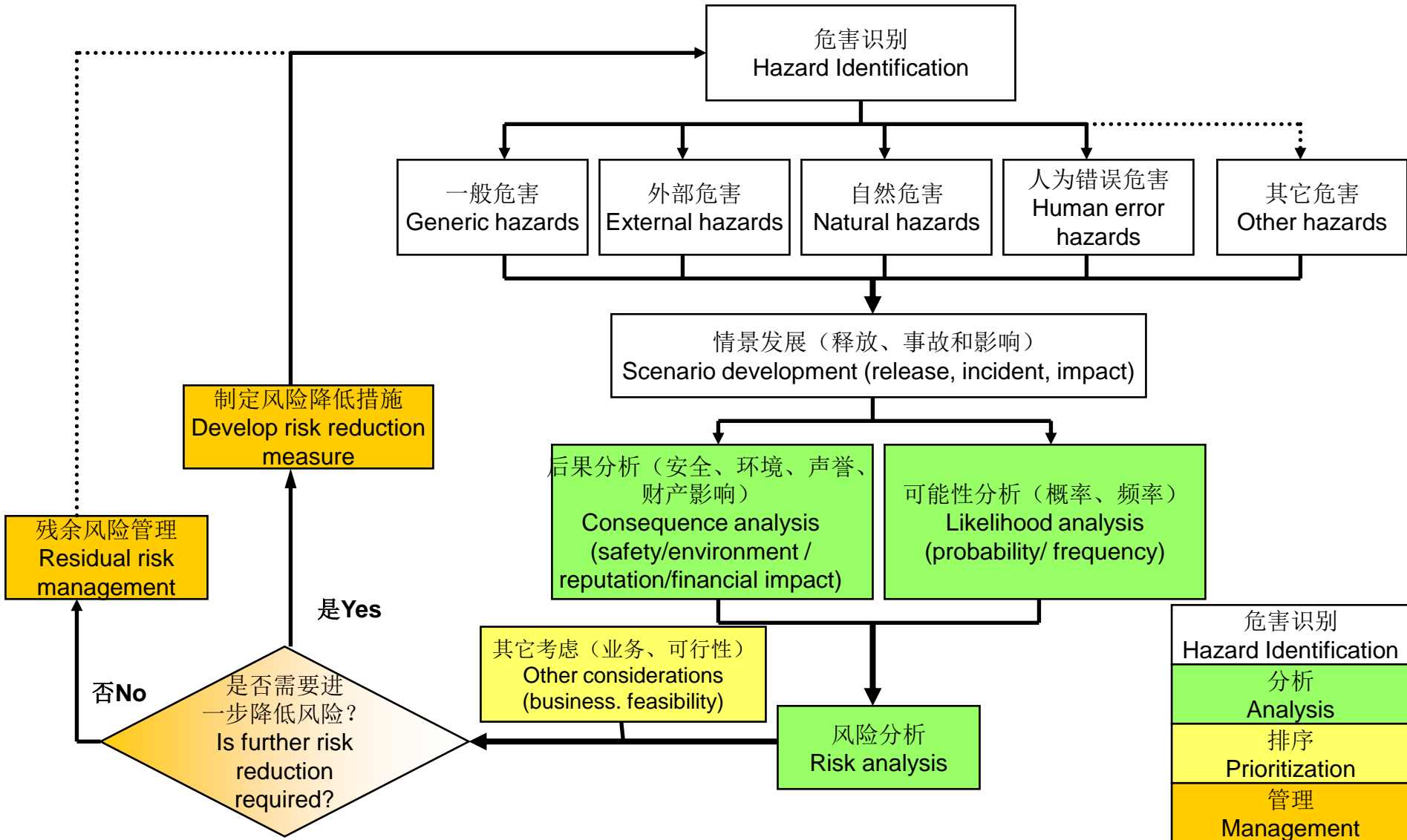


赛科风险管理

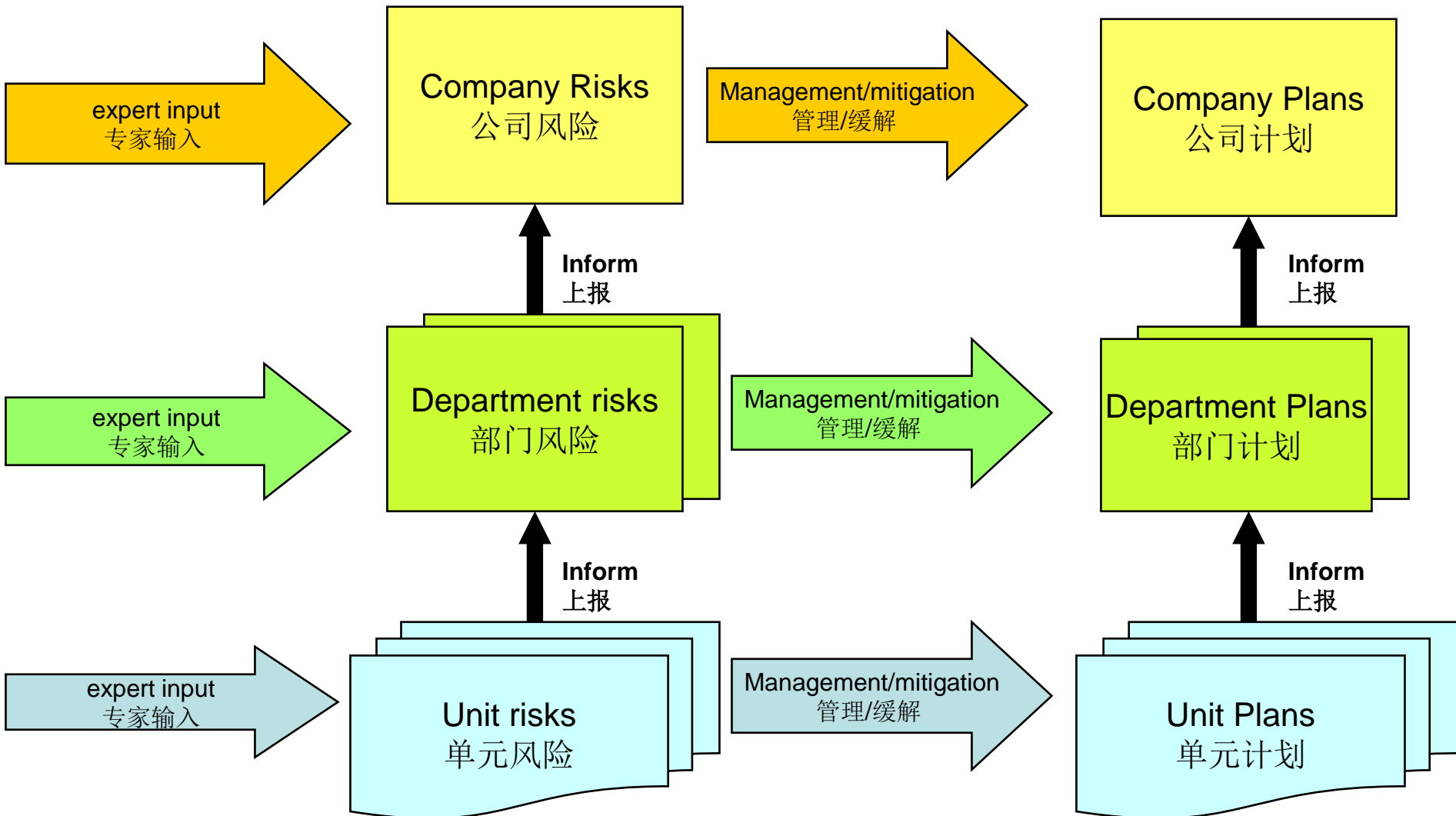
以实现“无事故、无人员伤害、无环境损害”和持续降低业务风险的目标。



风险管理流程



风险整合



风险管理覆盖所有部门和所有业务

PHSSER Alignment with CVP

PHSSER与CVP对接



Capital Value Process



Front End Loading 前段设计

Main Project CVP Staged Deliverables

项目主要CVP阶段
交工文件

Determine project feasibility and alignment with business strategy

确定项目可行性并与业务战略相结合

Select the preferred project option(s)

选择优先项目选项

Finalize project scope, cost and schedule and get project funded

最终项目范围、成本和进度以及项目融资

Produce an operating asset consistent with scope, cost and schedule

产生操作资产，与范围、成本和进度一致

Evaluate asset to ensure performance to specifications and maximum return to the shareholders

评价资产，保证性能达到规格和最大股东回报

HSSE Review Requirements

HSSE 审查要求

Appraise PHSSER
评价PHSSER

Select PHSSER
选择PHSSER

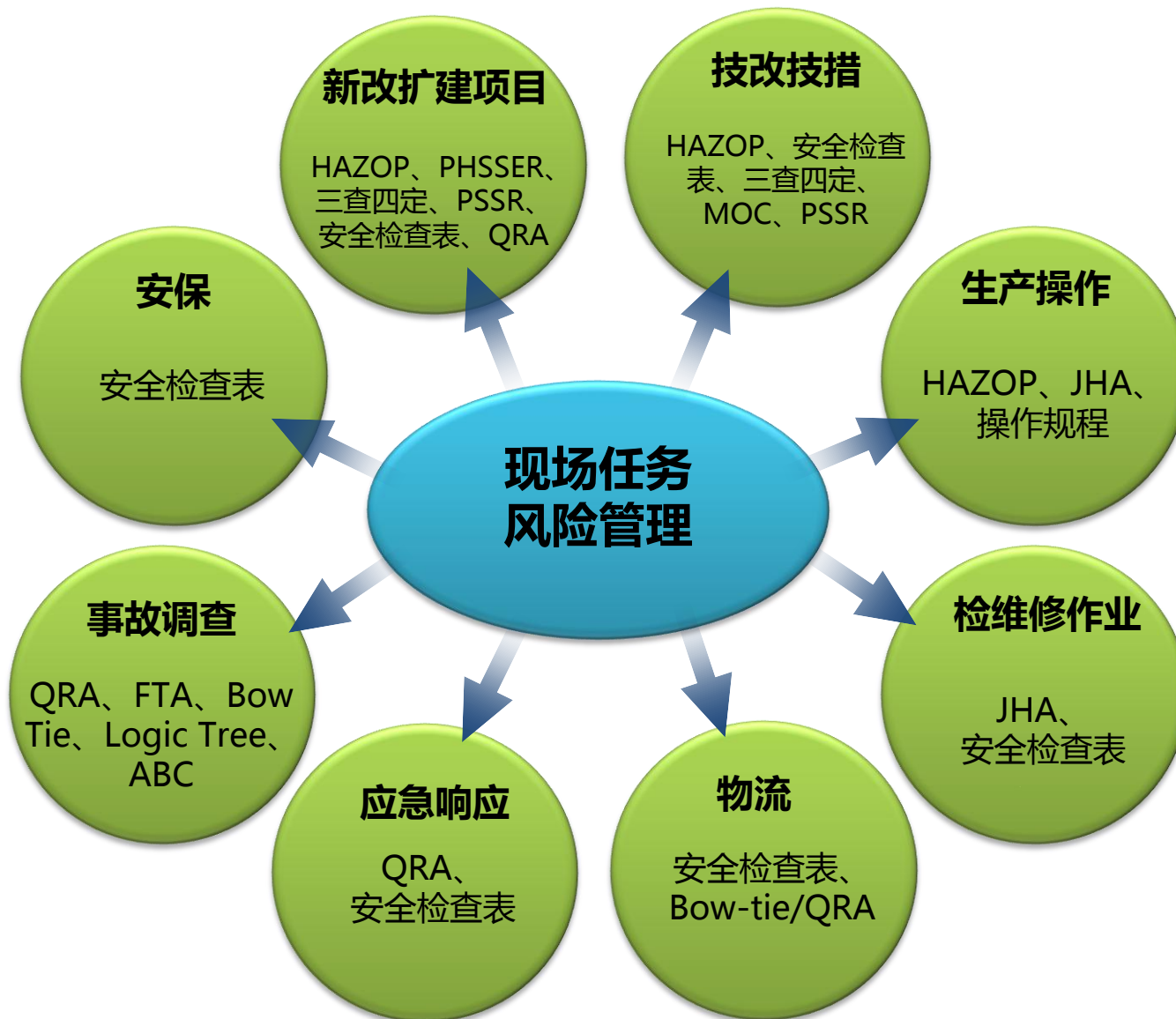
Pre-Sanction PHSSER
预批准PHSSER

Construction PHSSER
施工PHSSER

Pre-Startup PHSSER
开车前PHSSER

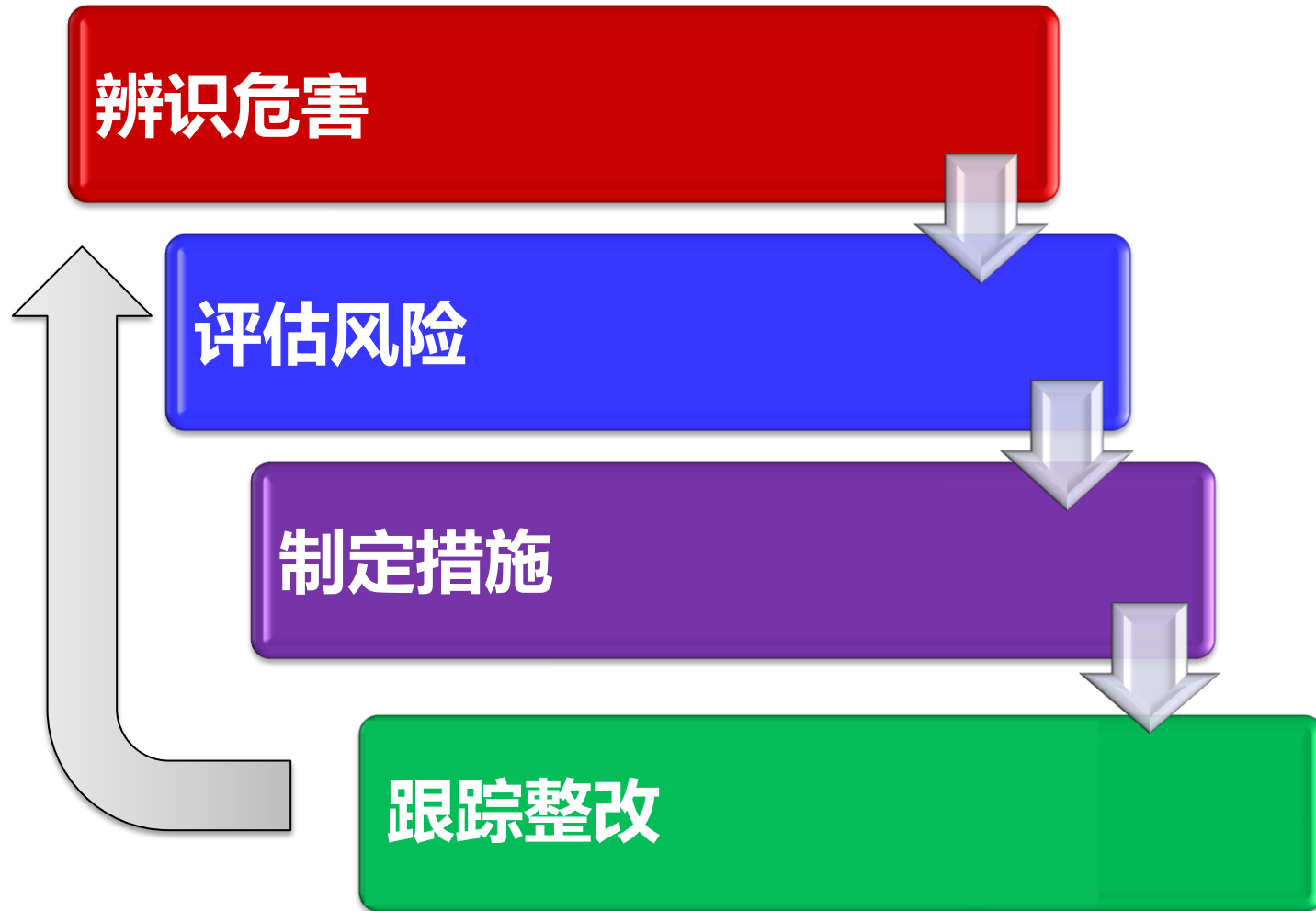
Operate PHSSER
操作PHSSER

Detailed Engineering PHSSER
详细设计PHSSER



不同阶段采用
不同风险分析方法

PSM过程危害分析——风险管理



BP最早风险矩阵



风险：由可能性和严重性组成的风险矩阵按照下面分为：高、中、低风险。

		Probability可能性		
		L	M	H
HE 严重性	A	8	12	15
	B	7	11	14
	C	6	10	13
	D	2	5	9
	E	1	3	4

L低	可容许风险
M中	对员工进行经常的培训教育，并保证现行的风险控制措施得到切实贯彻。同时评估现行控制措施，如有必要和可能应进行修订和整改。
H高	不容许风险

严重性



影响等级	受伤	财产受损	环境影响	声誉受损
A	现场以内死亡或现场以外受伤。接触致癌制剂，超过职业接触限值	特大损失 > ¥5M	完全丧失原始密闭性 严重的环境破坏，如，向围墙外排放，造成重大破坏，无法很快清除或产生持久后果。 (如，液体流入河中或海里，蒸汽或浮质排放引起植物或动物暂时受到破坏，影响地下水的固体质辐射(催化剂、灰、烟灰等)液体释放	国际媒体
B	可能永久性残疾 过度暴露在感光剂(皮肤或肺)或重金属(有机铅、水银)之下 超过噪音极限的暴露	重大损害 损失在¥1M~¥5M间	严重丧失原始密闭性 > 100 BBL (16000 升)，控制程度有限 实质环境破坏，如，向围墙外排放，造成重大破坏，可以很快清除，无持久后果。(如蒸汽或浮质排放引起花卉或动物暂时受到破坏，浓烟燃烧过长，厂外气味强烈)	国内媒体
C	住院 永久身体不适 暴露在化学品下引起皮炎 超过手/手臂颤动极限的暴露	中度破坏 损失在¥100k ~ ¥1M 间	严重丧失原始密闭性 < 100 BBL(16000 升) 厂区内中度破坏(如，刺激烟气云窜出单元)，厂外气味不大。	当地媒体 合作方 印象
D	损失工时 RIDDDOR 应当报告	¥100k to ¥10k 损失较小 在 ¥100K-¥10K	较少丧失原始密闭性 < 10 BBL (1600 升) 违反厂规-应当向HSE报告	内部通报
E	紧急救助的受伤情况	损失 < ¥10k	些微丧失原始密闭性 < 1 BBL (<160 升) 突破工厂 95% 或内部界限	无

可能性



	说明	概率等级
经常	每个季度可能发生不止一次的事件	高
很可能	可能至少一年出现一次，但未达到一年四次的事件	中
偶然	一年发生的可能性不足一次的事件	低

BP最早风险矩阵



风险：由可能性和严重性组成的风险矩阵按照下面分为：高、中、低风险。

		Probability可能性		
		L	M	H
HE 严重性	A	8	12	15
	B	7	11	14
	C	6	10	13
	D	2	5	9
	E	1	3	4

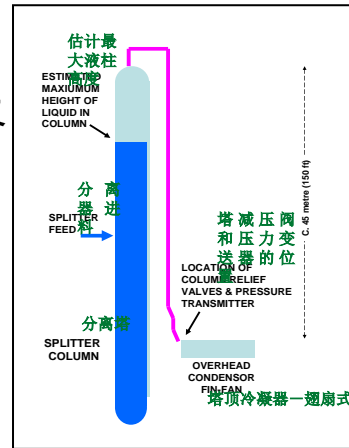
L低	可容许风险
M中	对员工进行经常的培训教育，并保证现行的风险控制措施得到切实贯彻。同时评估现行控制措施，如有必要和可能应进行修订和整改。
H高	不容许风险

2005年3月23日BP德克萨斯城异构化单元爆炸



发生了什么：

ISOM于3月22日晚上开始开车，分离塔及其相关设备以往已经被氮气吹扫过。抽余液分离塔的容器内已经建立的液位，上一个夜班结束时已经完成了对燃烧式再沸炉循环回路的加料。在这个工艺中，分离塔底部液位上升到10英尺以上，塔底液位指示器是100% 标尺（顶部刻度）。



出了什么问题：（关键因素）

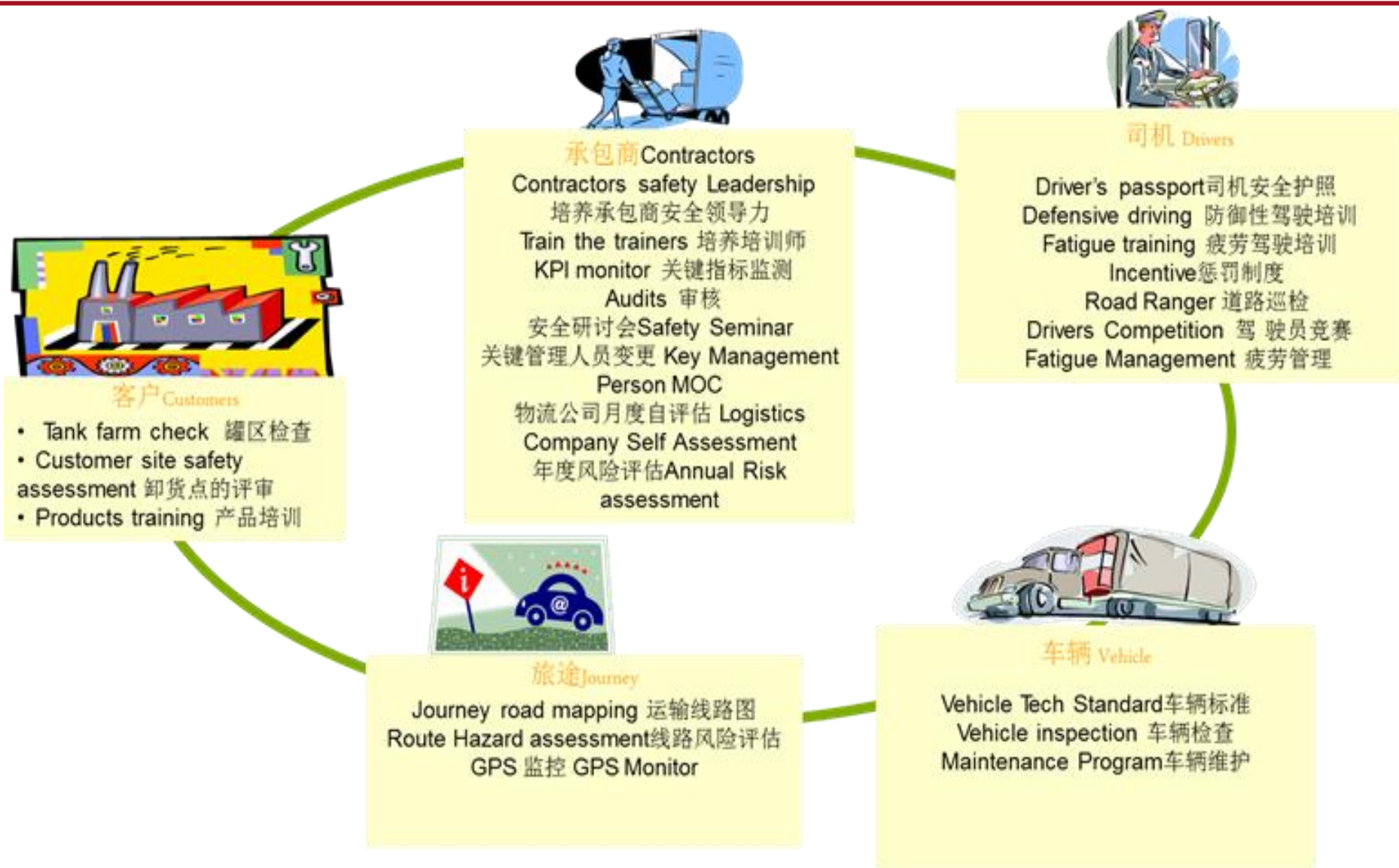
尽管来自置换液位探测器的一个信号说明高液位报警已经在满刻度的72%处被激活，但另一个本该在满刻度的78%报警的高液位报警开关没有报警。尽管要求在开车前检查塔的仪表，但并没有这么做。晚班操作工没有口头也没有在当班日志中书面报告独立高液位报警存在故障，与塔液位指示器相连的高液位报警仍然亮着，而且在事件的建立过程中被确认。

主要改进措施：

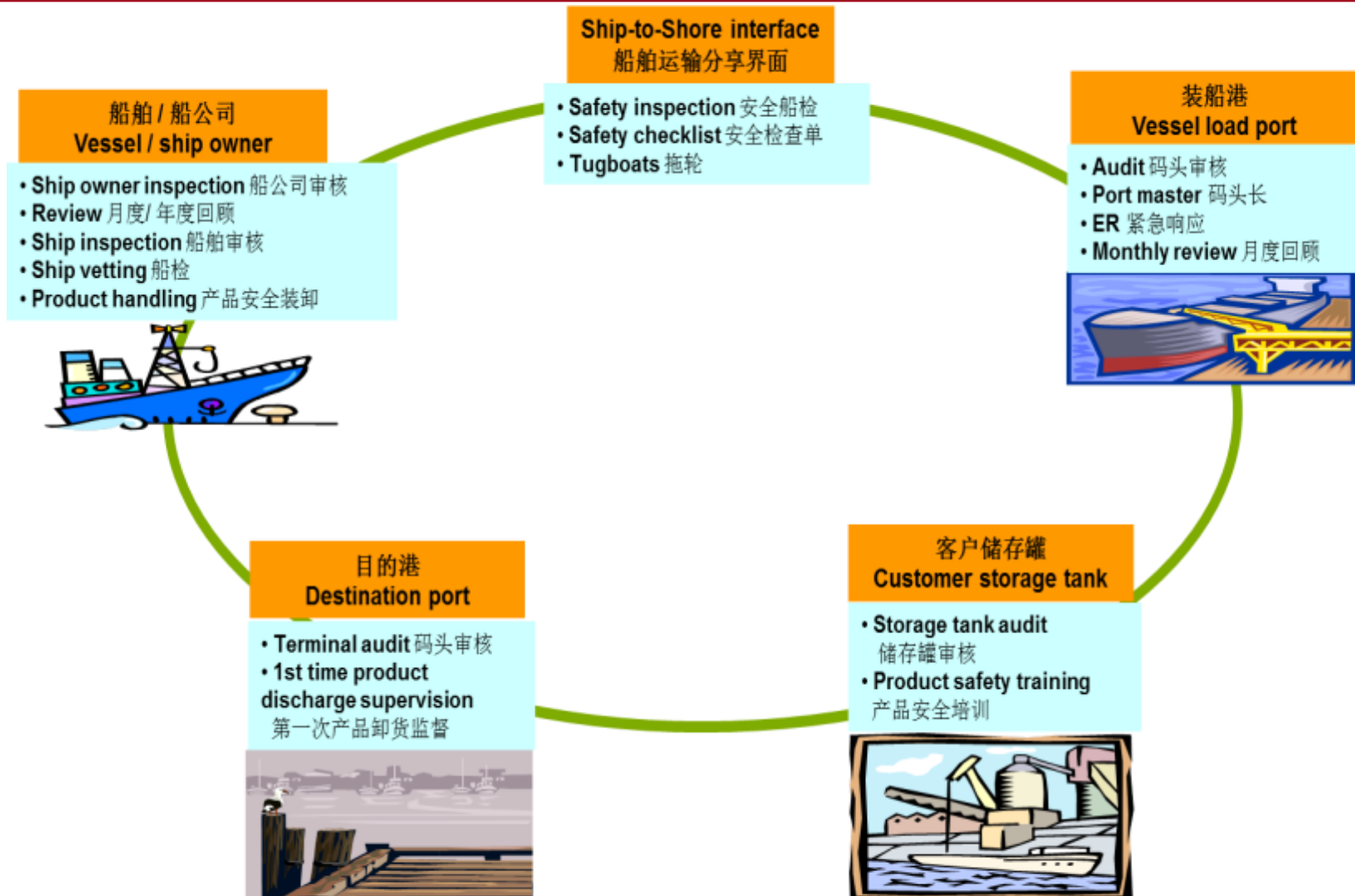
1. 对过程安全的领导；
2. 完整、全面的过程安全管理体系；
3. 强化过程安全文化；
4. 建立过程安全的领先绩效指标和滞后续效指标。

15人死亡，15亿美元

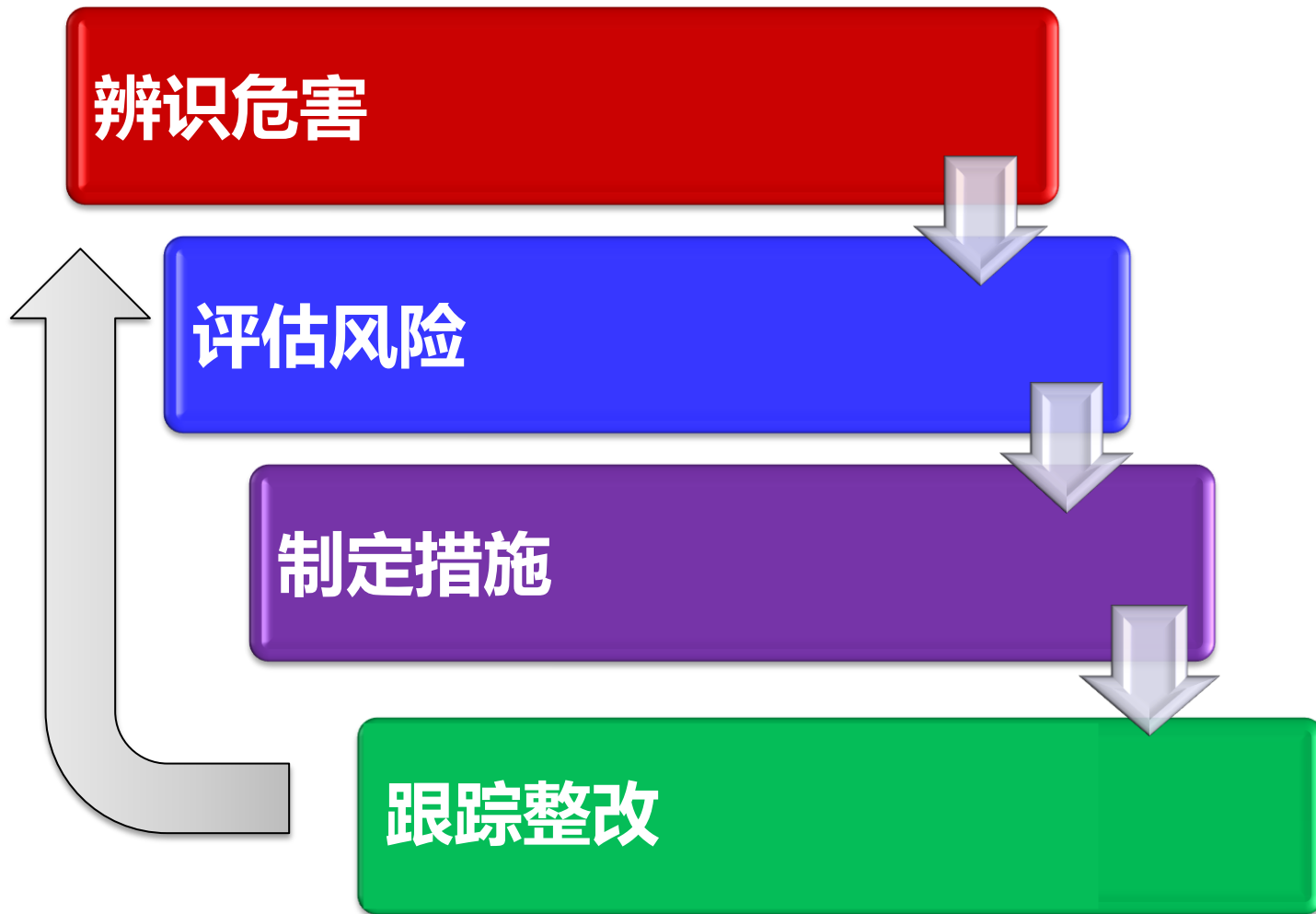
物流—陆运管理



物流—船运管理



过程危害分析



风险矩阵 Risk Matrix

	1	2	3	4	5	6	7	8
SEVERITY 严重性	An event that would be unlikely in industry 工业中不可能发生的事件	Has never occurred within industry 工业领域从未发生的事件	Similar event has occurred somewhere in industry 在工业的某些地方曾经发生的类似事件	Similar event has occurred somewhere within Group 在集团内的某些地方曾经发生的类似事件	Likely to occur within the lifetime of 10 similar facilities 可能在10个类似设施的使用寿命中发生	Likely to occur in the facility lifetime 可能在设施的使用寿命中发生	Event likely to occur more than once in the facility lifetime 在设施的使用寿命中发生至少一次以上	Common occurrence at the facility 在设施中通常发生
A	8	9	10	11	12	13	14	15
B	7	8	9	10	11	12	13	14
C	6	7	8	9	10	11	12	13
D	5	6	7	8	9	10	11	12
E	4	5	6	7	8	9	10	11
F	3	4	5	6	7	8	9	10
G	2	3	4	5	6	7	8	9
H	1	2	3	4	5	6	7	8
	$<10^{-6}/\text{YR}$	10^{-6} to $10^{-5}/\text{YR}$	10^{-5} to $10^{-4}/\text{YR}$	10^{-4} to $10^{-3}/\text{YR}$	10^{-3} to $10^{-2}/\text{YR}$	10^{-2} to $10^{-1}/\text{YR}$	10^{-1} to $1/\text{YR}$	$>1/\text{YR}$

后果影响等级

严重程度	HSE影响等级		业务影响等级	
	健康与安全	环境	企业声誉	设备损坏、商业价值损失
A	>200 Fatalities死亡;	意外泄漏 广泛损坏, 保持在“不满意”状态达5年以上unintended release , extensive damage, remain "unsatisfactory" state> 5 years. 对敏感性环境“不满意”状态达5年以上 extensive damage to a sensitive environment and which remains > 5 years.	震惊全球、全球商标损害和/或影响到国际法 Global outrage, global brand damage and/or affecting international legislation.	>\$10 billion
B	>50 Fatalities死亡;	对非敏感性环境广泛损坏“不满意”状态达5年以上extensive damage to non-sensitive environment and remains "unsatisfactory" state > 5 years.	长时间国际媒体报道 Prolonged international media coverage.	\$5 billion - \$10 billion
C	>10 Fatalities死亡;	对非敏感性环境广泛损坏在2-4年后才能恢复到“满意/双方认可”。 extensive damage to a non-sensitive environment be remediated to a "satisfactory" / agreed state in 2 - 4 years.	长时间区域媒体报道 International media coverage prolonged Regional media coverage.	\$0.5 billion - \$5 billion
D	>3 Fatalities死亡; or > 30 injuries受伤	对非敏感性环境广泛损坏可以在1年后恢复到环境宜人的状态。 extensive damage to a non-sensitive environment and which can be remediated in @ 1 year.	长时间当地媒体报道, 或严重的国家抱怨 Regional or prolonged local media coverage or severe national outrage.	\$100 m to \$0.5 billion

影响等级Impact levels

严重程度	HSE影响等级		业务影响等级	
	健康与安全	环境	企业声誉	设备损坏、商业价值损失
E	1or2 Fatalities死亡; or > 10 injuries受伤	对非敏感性环境造成局部损害，在1年后恢复到环境宜人的状态 localized damage to a non-sensitive environment remain 1 year.	主要市场局部或有限的“利益集团”抱怨* Localized or limited “interest-group” outrage in major market.	\$5m -\$100 m
F	DAFWC损失工时	对非敏感性环境造成局部损害，在几个月内恢复。 localized damage to a non-sensitive environment and restores months.	当地媒体长时间关注 Prolonged local media attention.	\$500k-\$5m
G	RI可记录事件	对非敏感性环境造成直接区域损害，在几个月内恢复。 immediate area damage to a non-sensitive environment months.	当地媒体短期关注 Short term local media coverage.	\$50k -\$500k
H	First aid现场处理	对非敏感环境造成直接区域损害，在几天或几周内恢复immediate area damage to a non-sensitive environment and restores in days or weeks.	与邻居孤立或邻居的短期抱怨 Isolated and short term complaints from neighbours	<\$50k

风险矩阵（可容许风险）

	1	2	3	4	5	6	7	8
SEVERITY 严重性	A similar event has not yet occurred in our industry and would only be a remote possibility 类似的事件还没有在行业中发生并且发生的可能性极小	A similar event had not yet occurred in our industry 类似的事件还没有在行业中发生	Similar event has occurred somewhere in our industry 在行业的某些地方曾经发生的类似事件	Similar event has occurred somewhere within Group 在集团内的某些地方曾经发生的类似事件	Similar event has occurred, or is likely to occur, within the lifetime of 10 similar facilities 类似的事件已经发生过, 或者可能在10个类似设施的使用寿命中发生	Likely to occur once or twice in the facility lifetime 可能在设施的使用寿命中发生一次或者两次	Event likely to occur several times in the facility lifetime 可能在设施的使用寿命中发生多次	Common occurrence (at least annually) at the facility 在设施中通常发生(至少每年发生)
A	8	9	10	11	12	13	14	15
B	7	8	9	10	11	12	13	14
C	6	7	8	9	10	11	12	13
D	5	6	7	8	9	10	11	12
E	4	5	6	7	8	9	10	11
F	3	4	5	6	7	8	9	10
G	2	3	4	5	6	7	8	9
H	1	2	3	4	5	6	7	8
F频率	<10 ⁻⁶ /yr	>10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁵ /yr	>10 ⁻⁵ to 10 ⁻⁴ /yr	>10 ⁻⁴ to 10 ⁻³ /yr	>10 ⁻³ to 10 ⁻² /yr	>10 ⁻² to 10 ⁻¹ /yr	>10 ⁻¹ to 1/YR	>1/year
P概率	<10 ⁻⁶	>10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁵	>10 ⁻⁵ to 10 ⁻⁴	>10 ⁻⁴ to 10 ⁻³	>10 ⁻³ to 10 ⁻²	>0.01 to 0.1	>0.1 to 0.25	0.25

赛科风险矩阵

	1	2	3	4	5	6	7	8
SEVERITY 严重性	A similar event has not yet occurred in our industry and would only be a remote possibility. 类似的事件还没有在行业中发生并且发生的可能性极小。	A similar event had not yet occurred in our industry. 类似的事件还没有在行业中发生。	Similar event has occurred somewhere in our industry. 在行业的某些地方曾经发生过类似事件。	Similar event has occurred somewhere within Group. 在集团内的某些地方曾经发生过类似事件。	Similar event has occurred, or is likely to occur, within the lifetime of 10 similar facilities. 类似的事件已经发生过，或者可能在10个类似设施的使用寿命中发生。	Likely to occur once or twice in the facility lifetime. 可能在设施的使用寿命中发生一次或者两次。	Event likely to occur several times in the facility lifetime. 可能在设施的使用寿命中发生多次。	Common occurrence (at least annually) at the facility. 在设施中通常发生（至少每年发生）。
A	8	9	10	11	12	13	14	15
B	7	8	9	10	11	12	13	14
C	6	7	8	9	10	11	12	13
D	5	6	7	8	9	10	11	12
E	4	5	6	7	8	9	10	11
F	3	4	5	6	7	8	9	10
G	2	3	4	5	6	7	8	9
H	1	2	3	4	5	6	7	8
Frequency 频率	<10 ⁻⁶ /yr	>10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁵ /yr	>10 ⁻⁵ to 10 ⁻⁴ /yr	>10 ⁻⁴ to 10 ⁻³ /yr	>10 ⁻³ to 10 ⁻² /yr	>10 ⁻² to 10 ⁻¹ /yr	>10 ⁻¹ to 1/YR	>1/year
Probability 概率	<10 ⁻⁶	>10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁵	>10 ⁻⁵ to 10 ⁻⁴	>10 ⁻⁴ to 10 ⁻³	>10 ⁻³ to 10 ⁻²	>0.01 to 0.1	>0.1 to 0.25	0.25

3月24日风险管理委员会提出将C+风险纳入到总经理、副总经理管理范围。C+ risks are involved into GM, DGM management as risk management committee meeting.

- C+风险为可能会造成死亡10人或更多事故
- C+ risk is the potential for 10 or more fatalities

上海赛科风险管理委员会

会议章程

- 建立恰当风险管理重要性的意识
- 理解当前所有的程序
- 我们的最高风险
- 确定共识/明细/认知
- 评估风险降低计划
- 确认批准，决定权
- 保证对赛科董事会的汇报
- 评估不断变化的环境，保证及时识别新的风险
- 确定风险评估和各部门一致，各部门均参与其中
- 评估我们程序的影响力，进行必要的优化

采用引导词开展风险登记

系统化的方法识别风险，引入引导词来识别区域内风险，引导词包括：

- 外部火灾；
- 内部火灾（设备内）；
- 内部爆炸（设备内）；
- 受限空间爆炸、非受限空间爆炸；
- 急性伤害/有害暴露、慢性伤害/有害暴露；
- 环境污染、能量释放、噪音、可见视觉影响、重大财务影响等。

通过这些引导词的应用，可以对区域的风险识别不漏项。

采用引导词开展风险登记

建立系列引导词，全面识别风险

引导词	状态	提示
外部火灾	燃料	易燃气体、蒸气、液体、固体、金属、木材、废弃物、自燃物质
	释放	围堵失效, 环境卫生差
	引燃	火星、火炬、静电、摩擦、车辆、局部过热、焊接、闪电、自动引燃、冲击
内部火灾（设备内）	易燃混合物	易燃气体、蒸气、液体、固体、金属、粉尘、残余、自燃物质、氧气、卤素
	引燃	火星、静电、摩擦、焊接、分解、冲击
内部爆炸（设备内）	物理超压	围堵失效(爆裂-超压), 压头、充液、检测、吹扫
	反应失控	反应失控、分解、聚合、污染
	易燃混合物	易燃气体、蒸气、粉尘、雾气、氧气、卤素、爆炸/不稳定化合物、聚合、引燃灭失/重新引燃
	引燃	火星、静电、摩擦、局部过热、焊接、分解、冲击
受限空间爆炸（建筑物/结构内）	燃料	易燃气体、蒸气、粉尘、雾气、富氧、卤素、爆炸/不稳定化合物
	释放	围堵失效, 储存、搬运
	引燃	火星、静电、摩擦、焊接、机械、车辆、局部过热、冲击
非受限空间爆炸	燃料	易燃气体、蒸气、粉尘、雾气、爆炸/不稳定化合物
	释放	围堵失效, 储存
	引燃	火炬、火星、静电、摩擦、车辆、局部过热、焊接、闪电、炉子、塔、冲击
急性伤害/有害暴露	急性伤害/有害	有毒气体、蒸气、雾气、液体、粉尘、烟雾、酸、碱、生化废弃固体
	暴露	围堵失效, 污染物分解、机械搬运、采样、操纵、通风故障
慢性伤害/有害暴露	慢性伤害/有害	有毒气体、蒸气、雾气、液体、粉尘、烟雾、生物物、辐射物
	暴露	从密封、阀门、装料、卸货、检修准备、装卸、填料泄漏
环境污染	污染物	水、气、地面、消防水、润滑剂、表面活性剂、泡沫、反应物、淤泥、藻类、烟道气、副产品、气味、残余物、粉尘、雾气、蒸汽
	机械释放	围堵失效, 污染物分解
能量释放	能源	电气、潜在动能
	机械释放	电气爆炸、围堵失效, (爆裂), 冲击、机械故障
噪音	来源	机械、火炬、降温降压、放空、泄压、道路/铁路交通、消音器、报警、输送机、机械搬运、拆卸施工
视觉影响	外观	建筑物、烟囱、平面布置、颜色、位置、烟雾、蒸汽、烟羽、火炬、闪蒸
重大财务影响	考虑的因素	业务灭失、业务中断、停车、大检修、服务灭失、保安、备件、重大停车, 如计算机、单台设备等、重大操作成本

风险分级管控

近期出台的法规：

- 《国务院安委办出台意见推进构建风险管控隐患排查治理双重预防机制》
- 《国家安全监管总局关于非煤矿山安全生产风险分级监管工作的指导意见》（安监总管一〔2015〕91号）
- 《国务院安委会办公室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）

一、总体思路和工作目标

（一）总体思路。准确把握安全生产的特点和规律，坚持风险预控、关口前移，**全面推行安全风险分级管控**，进一步强化隐患排查治理，推进事故预防工作科学化、信息化、标准化，实现把风险控制在隐患形成之前、把隐患消灭在事故前面。

二、着力构建企业双重预防机制

（二）**科学评定安全风险等级**。企业要对辨识出的安全风险进行分类梳理，参照《企业职工伤亡事故分类》（GB 6441—1986），综合考虑起因物、引起事故的诱导性原因、致害物、伤害方式等，确定安全风险类别。**对不同类别的安全风险，采用相应的风险评估方法确定安全风险等级**。安全风险评估过程要突出遏制重特大事故，高度关注暴露人群，聚焦重大危险源、劳动密集型场所、高危作业工序和受影响的人群规模。**安全风险等级从高到低划分为重大风险、较大风险、一般风险和低风险，分别用红、橙、黄、蓝四种颜色标示**。其中，重大安全风险应填写清单、汇总造册，按照职责范围报告属地负有安全生产监督管理职责的部门。要依据安全风险类别和等级建立企业安全风险数据库，绘制企业“红橙黄蓝”四色安全风险空间分布图。

风险管理案例分享

液氨风险评估

液氨运输模式

液氨运输不同模式:

- 赛科具备公路运输与船舶运输的条件，采购液氨主要有国产液氨与进口液氨；
- 一直采用进口液氨的方式，进口液氨采购自东南亚与中东地区，采用船舶运输的模式；
- 国内液氨价格大幅下滑，提出采购宜兴国产液氨的方案，宜兴到赛科采用公路运输模式。

风险评估场景：

- 液氨公路运输风险评估场景一：液氨车辆事故导致泄漏后灾难性场景。
- 液氨船舶运输风险评估场景二：液氨船运发生严重泄漏导致灾难性事故场景。

公路运输风险评估——液氨罐车基本数据

液氨采用槽罐车运输，槽罐车运量主要有22吨、20吨、15吨、10吨。

情景	罐内压力	罐内温度（基于饱和蒸汽压）	天气温度
夏天	11kg	28℃	35℃
冬天	8kg	18℃	5℃

- 罐直径：2米；罐长:16.5米
- 每车存量：22吨
- 液氨罐车设计压力2.16兆帕，工作压力1.9兆帕以上



公路运输风险评估

风险评估场景一：液氨车辆事故导致泄漏后灾难性场景。

可能线路	平均人口密度	距离	频率（5万吨/年）			
			运量	运量	运量	运量
			22吨	20吨	15吨	10吨
线路A	650	267.96	0.0792	0.0871	0.1161	0.1742
线路B	796	266.16	0.0786	0.0865	0.1153	0.1730
线路C	639	268.46	0.0793	0.0872	0.1163	0.1745
线路D	724	247.26	0.0731	0.0804	0.1071	0.1607
线路E	745	286.46	0.0846	0.0931	0.1241	0.1862
线路F	790	252.46	0.0746	0.0820	0.1094	0.1641
线路G	736	270.46	0.0799	0.0879	0.1172	0.1758
线路H	992	277.6	0.0820	0.0902	0.1203	0.1804
线路I	997	275.8	0.0815	0.0896	0.1195	0.1793
线路J	997	278.1	0.0822	0.0904	0.1205	0.1808
线路K	943	256.9	0.0759	0.0835	0.1113	0.1670
线路L	935	296.1	0.0875	0.0962	0.1283	0.1925

事故发生频率：

- 从宜兴到赛科共涉及12条运输线路；
- 选取单程268公里，沿途平均人口密度为639人/平方公里的线路C为运输路线。
- 不同运量的严重车辆事故发生频率通过如下公式计算：严重车辆事故发生频率=每年运量/一辆槽车运量×单程距离×百万公里严重车辆事故率（SVAR）/1000000；
 - 每年所需运送液氨量为50000吨；
 - 赛科严重车辆事故率（次/百万公里）0.13；
 - 基于过去7年的赛科数据车辆严重事故率为0.13 /每百万公里；
- 选取运量22吨车辆运输严重车辆事故发生率最低。

公路运输风险评估

风险评估场景一：液氨车辆事故导致泄漏后灾难性场景。

事故发生频率：

- 假设10%的严重车辆事故会是一起灾难性事故。
- 通过卫星地图观察，C线路70%区域属于农田及山区，此区域按照无人区计算，在频率计算中剔除此段路线。



- 液氨车辆事故导致灾难性场景频率为 $0.0793 \times 10\% \times (1-70\%) = 0.00237$ 次/年，根据风险矩阵，风险频率为“5”。

公路运输风险评估

事故严重性分析：

根据车辆的储罐基本信息，采用C路线平均人口密度沿途平均人口密度为639人/平方公里；利用CIRRUS 模型，对夏季运输和冬季运输情况进行后果模拟，计算灾难性事故扩散距离。

季节	风速	距离	致死率		
			90%	10%	1%
夏天	D5 (5m/s)	长(m)	345	800	1122
		宽(m)	69.4	115.8	152.6
	F2 (2m/s)	长(m)	1183	1523	3016
		宽(m)	60.6	191.2	326
冬天	D5 (5m/s)	长(m)	297	687	966
		宽(m)	67.6	102.8	134.8
	F2 (2m/s)	长(m)	750	1523	3018
		宽(m)	59.2	157	266

应用后果分析模型进行分析，确定风险严重度为10人以上死亡事故；液氨车辆事故导致灾难性场景的严重程度在风险矩阵中为“C”。

公路运输风险评估

根据上述频率与严重性分析，风险发生频率为“5”，严重程度为“C”；
在液氨公路运输中，液氨车辆事故导致灾难性场景的风险值为C5=10。

	1	2	3	4	5	6	7	8
SEVERITY 严重性	An event that would be unlikely in industry 工业中不可能发生的事件	Has never occurred within industry 工业领域从未发生的事件	Similar event has occurred somewhere in industry 在工业的某些地方曾经发生的类似事件	Similar event has occurred somewhere within Group 在集团内的某些地方曾经发生的类似事件	Likely to occur within the lifetime of 10 similar facilities 可能在10个类似设施生命周期中发生	Likely to occur in the facility lifetime 可能在设施生命周期中发生	Event likely to occur more than once in the facility lifetime 可能在设施生命周期中发生至少一次以上	Common occurrence at the facility 在工厂或设施中通常发生
A	8	9	10	11	12	13	14	15
B	7	8	9	10	11			
C	6	7	8	9	10			
D	5	6	7	8	9	10	11	12
E	4	5	6	7	8	9	10	11
F	3	4	5	6	7	8	9	10
G	2	3	4	5	6	7	8	9
H	1	2	3	4	5	6	7	8
	<10 ⁻⁶ /YR	10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁵ /YR	10 ⁻⁵ to 10 ⁻⁴ /YR	10 ⁻⁴ to 10 ⁻³ /YR	10 ⁻³ to 10 ⁻² /YR	10 ⁻² to 10 ⁻¹ /YR	10 ⁻¹ to 1/YR	>1/YR

液氨车辆事故导致灾难性场景的风险值C5=10

1
↓

船舶运输风险评估

船舶运输：

- 进口液氨主要通过船舶运输；
- 主要采用15000-23000吨位的船舶；
- 从东南亚到A公司有2000海里，从中东到A公司有 5000海里。

事故发生频率：

- 根据石油公司国际海事论坛（OCIMF）的数据，液氨船运发生严重泄漏导致灾难性事故场景的频率为 $5500/120000000=4.5 \times 10^{-5}$ ；
- 液氨船运发生严重泄漏导致灾难性事故场景在风险矩阵中频率为“3”。

事故严重性分析：

- 700吨以上液氨泄漏进入海洋水环境中形成弱碱性氨水，对环境本身影响较小，其主要危害为形成的氨气，对船运人员产生危害，一般船运人员在25人左右；
- 根据风险矩阵后果严重程度分级，严重程度为“C”。

船舶运输风险评估

采用液氨船运发生严重泄漏后导致严重泄漏事故风险值为C3 = 8

	1	2	3	4	5	6	7	8
SEVERITY 严重性	An event that would be unlikely in industry 工业中不可能发生的事件	Has never occurred within industry 工业领域从未发生的事件	Similar event has occurred somewhere in industry 在工业的某些地方曾经发生的类似事件	Similar event has occurred somewhere within Group 在集团内的某些地方曾经发生的类似事件	Likely to occur within the lifetime of 10 similar facilities 可能在10个类似设施生命周期中发生	Likely to occur in the facility lifetime 可能在设施生命周期中发生	Event likely to occur more than once in the facility lifetime 可能在设施生命周期中发生至少一次以上	Common occurrence at the facility 在工厂或设施中通常发生
A	8	9	10	11	12	13	14	15
B	7	8	9	10	11	12	13	14
C	6	7	8	9	10	11	12	13
D	5	6	7	8	9	10	11	12
E	4	5	6	7	8	9	10	11
F	3	4	5	6	7	8	9	10
G	2	3	4	5	6	7	8	9
H	1	2	3	4	5	6	7	8
	<10 ⁻⁶ /YR	10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁵ /YR	10 ⁻⁵ to 10 ⁻⁴ /YR	10 ⁻⁴ to 10 ⁻³ /YR	10 ⁻³ to 10 ⁻² /YR	10 ⁻² to 10 ⁻¹ /YR	10 ⁻¹ to 1/YR	>1/YR

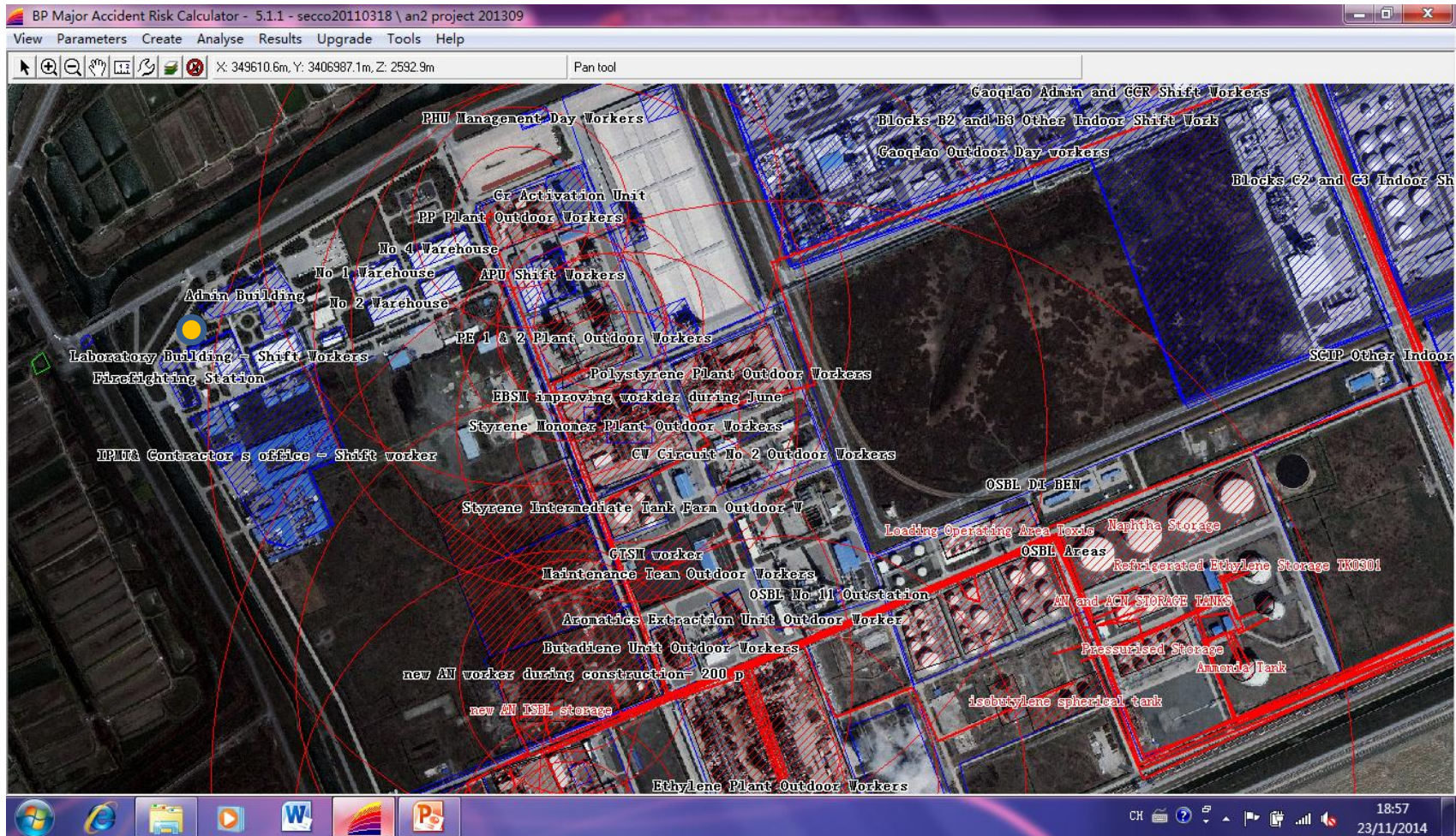
液氨船运发生严重泄漏后导致严重泄漏事故风险值C3=8

风险管理案例分享

培训室选址

QRA分析应用到新建建筑物

新建建筑物选址后，对其进行QRA分析，综合来自装置PP、PE1、PE2、EBSM，AN2，Olefin装置VCE超压影响。VCE超压线从内圈到外圈分别为300mbar, 150mbar, 50 mbar.从下图可以看出，新建建筑物（黄色标点）位置在50mbar超压线外。



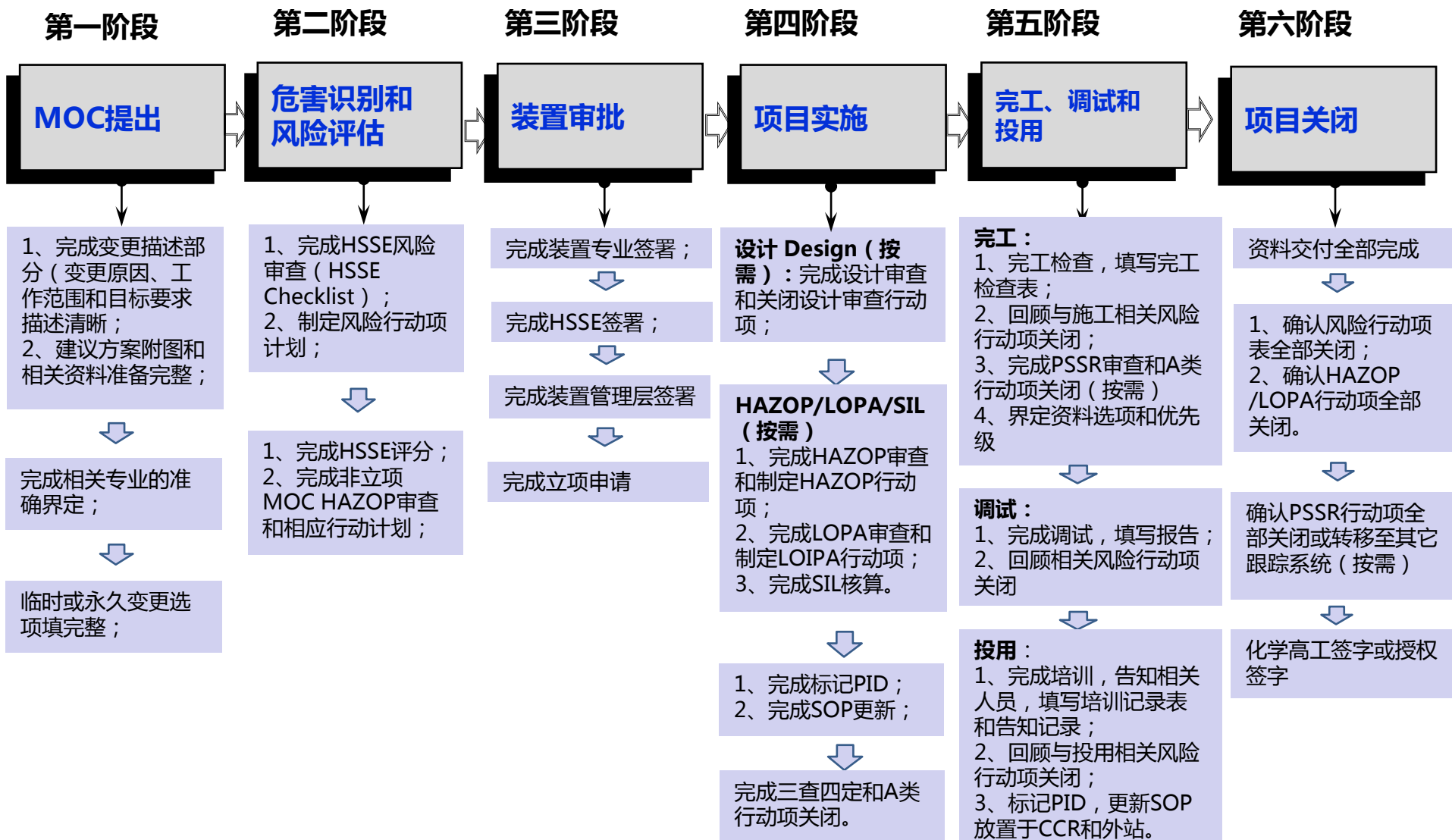
超压影响

后果	后果等级	对建筑/装置的影响
闪火	低于可燃极限	暴露的易燃物的闪点，如可燃蒸汽排放，塑料，纤维织物等。二次火灾有可能，但可能性不大。
蒸汽云爆炸	>500mb	损坏装置和工艺容器，有些是实质性损坏，高于1巴可能引起全部毁坏。未加固的建筑会被毁坏。
	300mb	工艺容器和管道重大损坏的临界值。未加固的建筑可能受到重大损坏/部分毁坏。
	150mb	装置损坏不严重，除了本身结构薄弱，如空的常压储罐，对国内类型的建筑预期有结构损坏。可能预期有表面损坏，未支撑的墙出问题以及所有窗户破碎。
	110mb	本身结构薄弱的装置开始损坏，几乎所有窗户破碎，建筑有表面损坏。
	70mb	装置损坏可能性不大，仅对砖头施工的建筑有轻微表面损坏。大多数窗户会破碎，这些玻璃可能导致建筑内的一些人受伤。
	30mb	玻璃破碎，但预期不会有死亡。

风险管理案例分享

变更管理

MOC各阶段符合性要求



风险评估

- 专业人员组成的评估小组
- 评估内容
 - 潜在的安全风险评估
 - 潜在的环境风险评估
 - 潜在的健康风险评估
 - 实施方案的讨论

风险评估

- 根据**危险程度分级表**打分情况，选择危险和可操作分析（HAZOP）、HSE审查清单或其他适宜的方法作为风险评估的手段，以识别出风险及制定降低风险的措施。（15～28分 HAZOP 审查、7～14分HSE检查表）；
- 变更管理案例采用合适的风险评估方法；
- 装置采用HAZOP作为风险分析方法时，HAZOP小组组长应该是独立人员，且由技术部门任命。HAZOP小组组长帮助确认引导词、记录并完成报告。

危险程度分级表分级

项 目	评分	项 目	评分 Score
1、工艺危害（物料性质和工艺条件）		3、财务影响（工艺设计错误将会导致）	
无危害（低于0.5barg/60℃）	1	一定的费用	1
不燃/无毒/无腐蚀/低压/低温（低于7barg/100℃）	2	中等的费用，直接费用和间接费用之和高于20万人民币	2
可燃/有毒/有腐蚀/介质温度低于210℃/压力低于18barg。	3	大量的费用，直接费用和间接费用高于100万人民币	3
易燃/高毒性/高腐蚀性/高温（210℃以上）/高压（18barg以上）。	4	巨额费用，直接费用和间接费用高于1000万人民币	4
2、健康与安全(工艺设计错误将会导致)		4、设计的复杂程度（工艺设计包含了）	
对人员带来一定的风险（H）	1	少量的简单系统	1
对人员带来中等风险(G)	2	大量的简单系统	2
对人员带来明显的风险(E、F)	3	至少一个复杂系统	3
对人员有很高风险(A、B、C、D)	4	大量的复杂系统	4

危险程度分级表分级

项 目	评分	项 目	评分
5、环境影响（工艺设计错误将会导致）		6、工艺设计的成熟度	
对环境带来一定的风险（H）	1	被证明为专利方设计方法并频繁使用	1
对环境带来中等风险(G)	2	被证明为专利方设计方法并少量使用	2
对环境带来明显的风险(E、F)	3	被相关工业设计方法或者参考文献（但不是专利方）认可	3
对环境有很高风险(A、B、C、D)	4	新的，未发表的	4
7、数据可靠性（采用的工艺设计来源是）			
操作的装置和试验装置	1	工艺仿真	3
实验室数据	2	工程判断和基本原理	4
总分： 分			
得分	等级	说明	需要进行何种风险评估？
15 ~ 28	1	此级别表示至关重要并且不能有任何妥协	HAZOP 审查 <input type="checkbox"/>
7 ~ 14	2	其他情形	HSE检查表 <input type="checkbox"/>

HSE审查清单

采用类似于HAZOP审查的引导词，可结合事故树、因果分析法、头脑风暴等其他的定性定量的风险分析方法来实施清单的审查

DESIGN CHANGES设计变更					
Flow 流速		Physical properties物理特性		rate change 速率变化	
Capacity 容量		novel equipment新设备		materials of coast电缆材料	
Electrics 电气		design condition设计条件		item modification项目修改	
Pipework管路		Pressure/vacuum压力/真空		design standards设计标准	
Temperature 温度		operating conditions工作条件		Compositions成分	
Supports支撑		alarm & shutdown报警与停车		valve types阀门类型	
Instrumentation 仪表		Frequency 频率		test conditions测试条件	
Speeds速度		PLC/DCS change PLC/DCS变化		Mixing streams混合物流	
Structure结构		Level guide视镜		DCS operation DCS操作	
Sequence顺序		change of phase阶段变更			
effect on product quality 产品质量影响					
other (specify) 其他 (请指明)					

HSE审查清单

PROCESS HAZARD 工艺危险				
two-phasing 双相		Overfilling 过量注入		access to equipment 设备通道
Flammability 易燃		over pressure 过压		equipment failure 设备故障
Emptying 清空		sources of ignition 火源		fire & explosion 火灾与爆炸
Backflow 回流		vacuum formation 真空形成		loss of power 电能损失
Blockages 阻塞		excess temperature 过温		loss of service 设施损失
vibration 震动		Contamination 污染		chemical reaction 化学反应
Fatigue 疲劳		flashing liquids 泛波		motor overloading 电机过载
Spillages 溢流		bypass valve 旁通阀门		Trip failures 跳闸故障
static 静电		Syphoning 虹吸效应		valve wrongly set 阀门设定错误
Leaks 泄漏		gas blow through 气流		thermal cycling 热循环
Erosion 侵蚀		Sampling 采样		Corrosion 腐蚀
Deposition 沉淀		Surge 浪涌		fouling 污垢
Other (specify) 其他 (请指明)				

HSE审查清单

PROCESS ISSUES 工艺控制			
Procedures 程序	standing orders 等待命令	material of construct 建造材料	
Operating 操作	alarms & trips 报警与联锁	restriction orifices 限流孔板	
Inspection 检验	pipe support 管道支撑	Block and bleed 阻塞与泄放	
Emergency 紧急状况	use of filters 使用过滤器	maintenance prep. 维护准备	
isolation 绝缘	relief capacity 泄压能力	personal protection 人员保护	
start-up 开车	instrumentation 仪表	Condition monitoring 条件监控	
Shutdown 停车	plant Notices 工厂告示	electrical area clarification 电气区域划分	
Spares 备件	Frost precautions 防冻措施	banding 接地与绑扎	
Fireproofing 防火	Access/escape 进入/撤离	vent & overflows 泄放与溢流	
Duplication 重复	Lighting 照明	integrity level (SIL、EIL&CIL)	
Firefighting 灭火	Locking facilities 锁定设施	Storage (banding) 存储 (包括捆扎)	
Flaring 火炬	Insulation/tracing 保温	Alarm priority 报警优先度	
Purging 冲洗	QRA 定量分析	Design standards 设计标准	
training 培训	Bellows 波形补偿	Thermal relief 泄热	
labeling 标记		other (specify) 其他 (请指明)	
control valve failure model 控制阀门失效模式			

HSE审查清单

ENVIRONMENT环境				
relief vents泄压排放		Mixing effluents混合排放物		Storm water雨水
Toxicity毒性		area classification区域划分		Noise噪声
vent gas 排放气体		solids disposal固体处理		waste disposal液体垃圾处理
Smell 气味		Plant draining厂区排水		Flammability易燃性
liquid 液体排放		visible impact可见影响		gas detection 气体检测
emission to atmosphere大气排放		Effluent treatment排放物处理		other (specify) 其他 (请指明)
spill prevention & control 跑冒预防与控制				

风险管理案例分享

HAZOP应用

应用

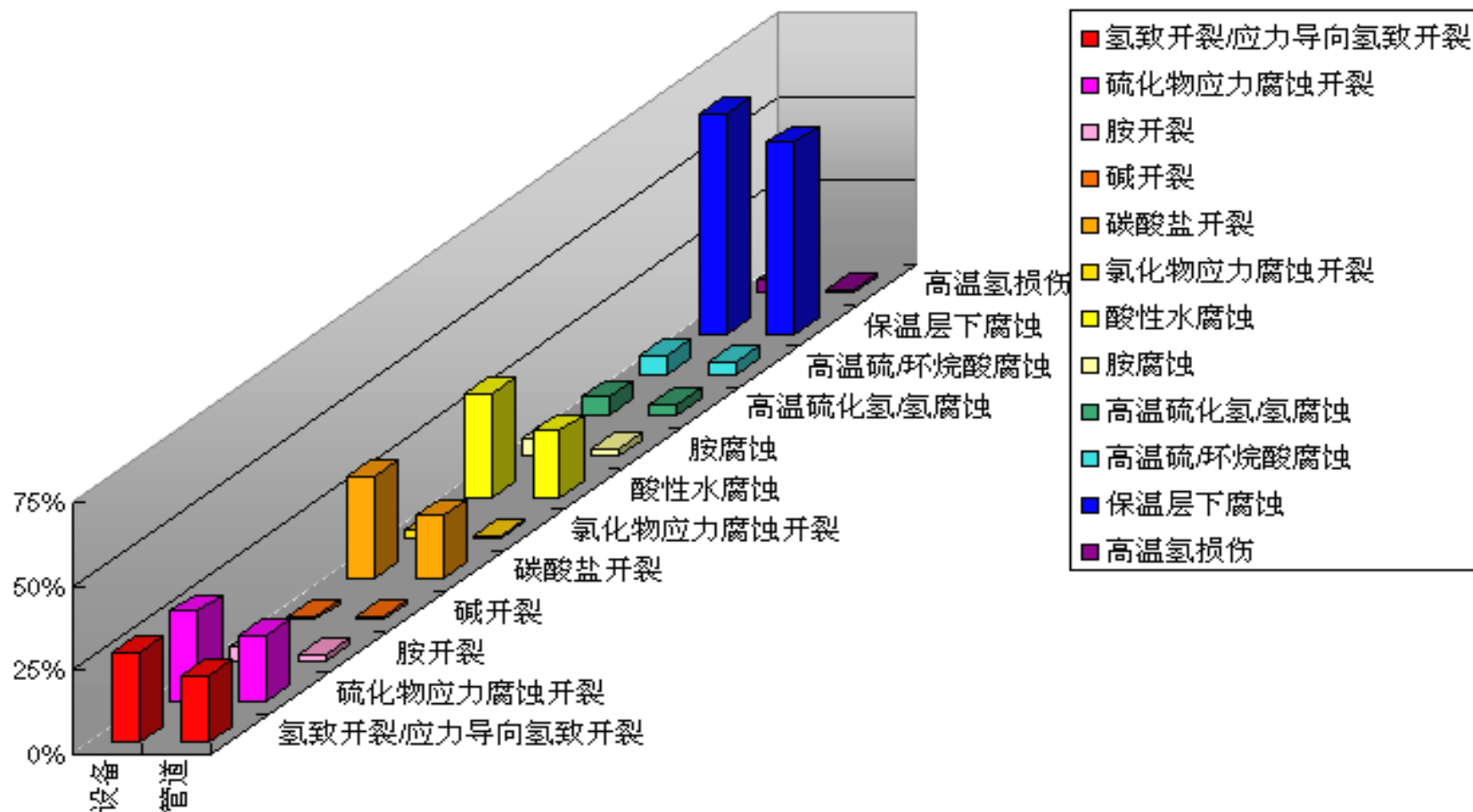
1. 半定量和定量分析 (LOPA、MAR) 分析的依据
2. 风险登记表
3. 安全操作限值、安全设计限值 (SOL/SDL) 的筛选
4. 微量泄漏检测 (LDAR) 检测频率
5. 修改操作规程SOP
6. 关键设备的确定
7. 应急预案
8. 提高员工风险意识
9. 员工的培训
10. 报警管理和ALARM HELP系统

	1	2	3	4	5	6	7	8
SEVERITY 严重性	A similar event has not yet occurred in our industry and would only be a remote possibility. 类似的事件还没有在行业中发生并且发生的可能性很小	A similar event has not yet occurred in our industry. 类似的事件还没有在行业中发生	Similar event has occurred somewhere in our industry. 在行业内的某处地方曾发生过类似的事件	Similar event has occurred somewhere within Group. 在集团内的某处地方曾发生过类似的事件	Similar event has occurred, or is likely to occur, within the lifetime of 10 similar facilities. 类似的事件曾发生过, 或者可能在10个类似设施的运营寿命中发生	Likely to occur once or twice in the facility lifetime. 可能在设施的运营寿命中发生一次或两次	Event likely to occur several times in the facility lifetime. 可能在设施的运营寿命中发生多次	Common occurrence (at least annually) at the facility. 在设施中通常发生 (至少每年发生)
A	8	9	10	11	12	13	14	15
B	7	8	9	10	11	12	13	14
C	6	7	8	9	10	11	12	13
D	5	6	7	8	9	10	11	12
E	4	5	6	7	8	9	10	11
F	3	4	5	6	7	8	9	10
G	2	3	4	5	6	7	8	9
H	1	2	3	4	5	6	7	8
Frequency 频率	<10 ⁻⁸ /yr	>10 ⁻⁸ to 10 ⁻⁶ /yr	>10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁴ /yr	>10 ⁻⁴ to 10 ⁻² /yr	>10 ⁻² to 10 ⁻¹ /yr	>10 ⁻¹ to 10 ⁰ /yr	>10 ⁰ to 10 ¹ /yr	>10 ¹ /yr
Probability 概率	<10 ⁻⁸	>10 ⁻⁸ to 10 ⁻⁶	>10 ⁻⁶ to 10 ⁻⁴	>10 ⁻⁴ to 10 ⁻²	>10 ⁻² to 10 ⁻¹	>0.01 to 0.1	>0.1 to 0.25	0.25

基于风险的检验检查RBI

失效模式与失效机理

乙烯裂解装置损伤机理分布



腐蚀风险Corrosion —C3=8

事故率（国家公布的统计事故率）：腐蚀造成的事故率在 10^{-4} - 10^{-5}

Incident rate of corrosion is 10^{-4} - 10^{-5}

	1	2	3	4	5	6	7	8
SEVERITY 严重性	A similar event has not yet occurred in our industry and would only be a remote possibility.类似的事件没有在行业内发生且发生的可能性极小	A similar event had not yet occurred in our industry.类似的事件没有在行业内发生	Similar event has occurred somewhere in our industry. 在行业内的某些地方曾经发生过的类似事件	Similar event has occurred somewhere within Group. 在集团内的某些地方曾经发生过的类似事件	Similar event has occurred or is likely to occur within the lifetime of 10 similar facilities. 类似的事件已经发生过，或者可能在10个类似设施的运营寿命中发生	Likely to occur once or twice in the facility lifetime. 可能在设施的运营寿命中发生一二次类似事件	Event likely to occur several times in the facility lifetime.类似事件可能在设施的运营寿命中发生多次	Common occurrence (at least annually) at the facility. 在设施中经常发生（至少每年发生1次）
A	8	9	10	11	12	13	14	15
B	7	8	9	10	11	12	13	14
C	6	7	1	9	10	11	12	13
D	5	6	7	8	9	10	11	12
E	4	5	6	7	8	9	10	11
F	3	4	5	6	7	8	9	10
G	2	3	4	5	6	7	8	9
H	1	2	3	4	5	6	7	8
Frequency 频率	< 10^{-6} /yr	> 10^{-6} to 10^{-5} /yr	> 10^{-5} to 10^{-4} /yr	> 10^{-4} to 10^{-3} /yr	> 10^{-3} to 10^{-2} /yr	> 10^{-2} to 10^{-1} /yr	> 10^{-1} to 1/YR	>1/year
Probability 概率	< 10^{-6}	> 10^{-6} to 10^{-5}	> 10^{-5} to 10^{-4}	> 10^{-4} to 10^{-3}	> 10^{-3} to 10^{-2}	>0.01 to 0.1	>0.1 to 0.25	0.25

风险描述 Risk Description

- 内部腐蚀：包括介质化学腐蚀、应力腐蚀、电化学腐蚀、冲刷腐蚀等；
Internal corrosion: include medium chemical corrosion, stress corrosion, electrochemical corrosion, erosion corrosion etc;
- 外部腐蚀：环境造成的腐蚀，风险大的主要是保温层下腐蚀（CUI，防火层下腐蚀类同）。
External corrosion: corrosion caused by environment, the corrosion with large corrosion is mainly the corrosion under insulation (similar to corrosion under fire-proof layer);
- 腐蚀会造成壁厚减薄、裂纹，泄漏，破坏机械完整性。腐蚀问题严重威胁装置可靠性运行。
Corrosion will result in wall thinning, crack and leakage, and will damage the mechanical integrity. The corrosion problem will seriously threaten reliable operation of the plant.

腐蚀检测回路图 Corrosion Inspection Loop Diagram

13-P-1001	13-E-1001	13-F-1001	13-T-1001	13-V-1001	13-W-1001	13-X-1001	13-Y-1001	13-Z-1001	13-AA-1001
13-P-1002	13-E-1002	13-F-1002	13-T-1002	13-V-1002	13-W-1002	13-X-1002	13-Y-1002	13-Z-1002	13-AA-1002
13-P-1003	13-E-1003	13-F-1003	13-T-1003	13-V-1003	13-W-1003	13-X-1003	13-Y-1003	13-Z-1003	13-AA-1003
13-P-1004	13-E-1004	13-F-1004	13-T-1004	13-V-1004	13-W-1004	13-X-1004	13-Y-1004	13-Z-1004	13-AA-1004
13-P-1005	13-E-1005	13-F-1005	13-T-1005	13-V-1005	13-W-1005	13-X-1005	13-Y-1005	13-Z-1005	13-AA-1005

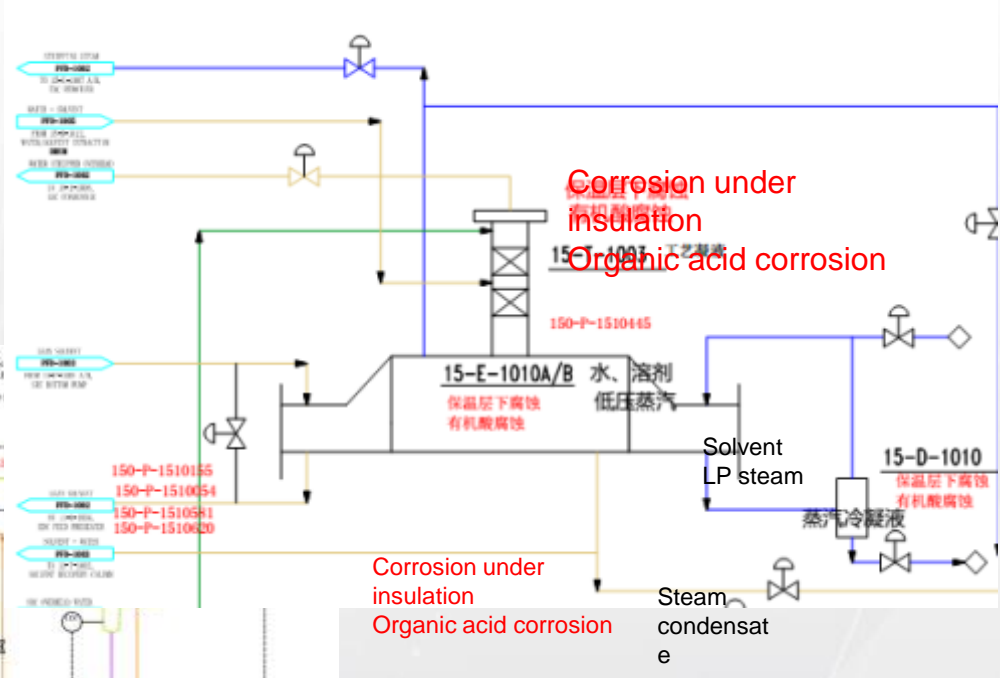
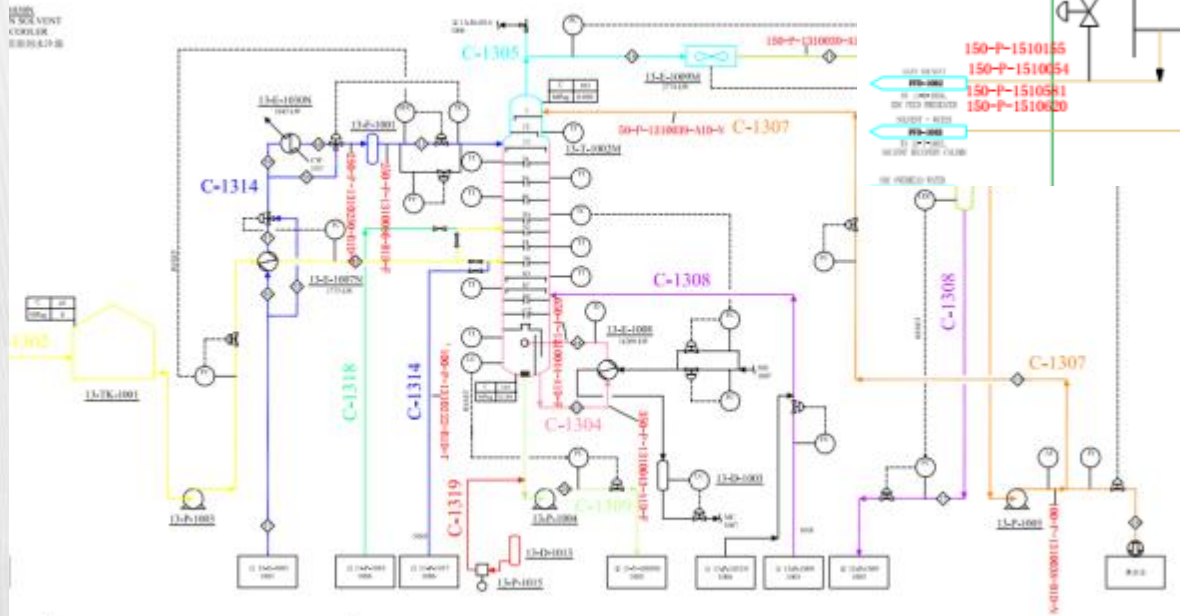
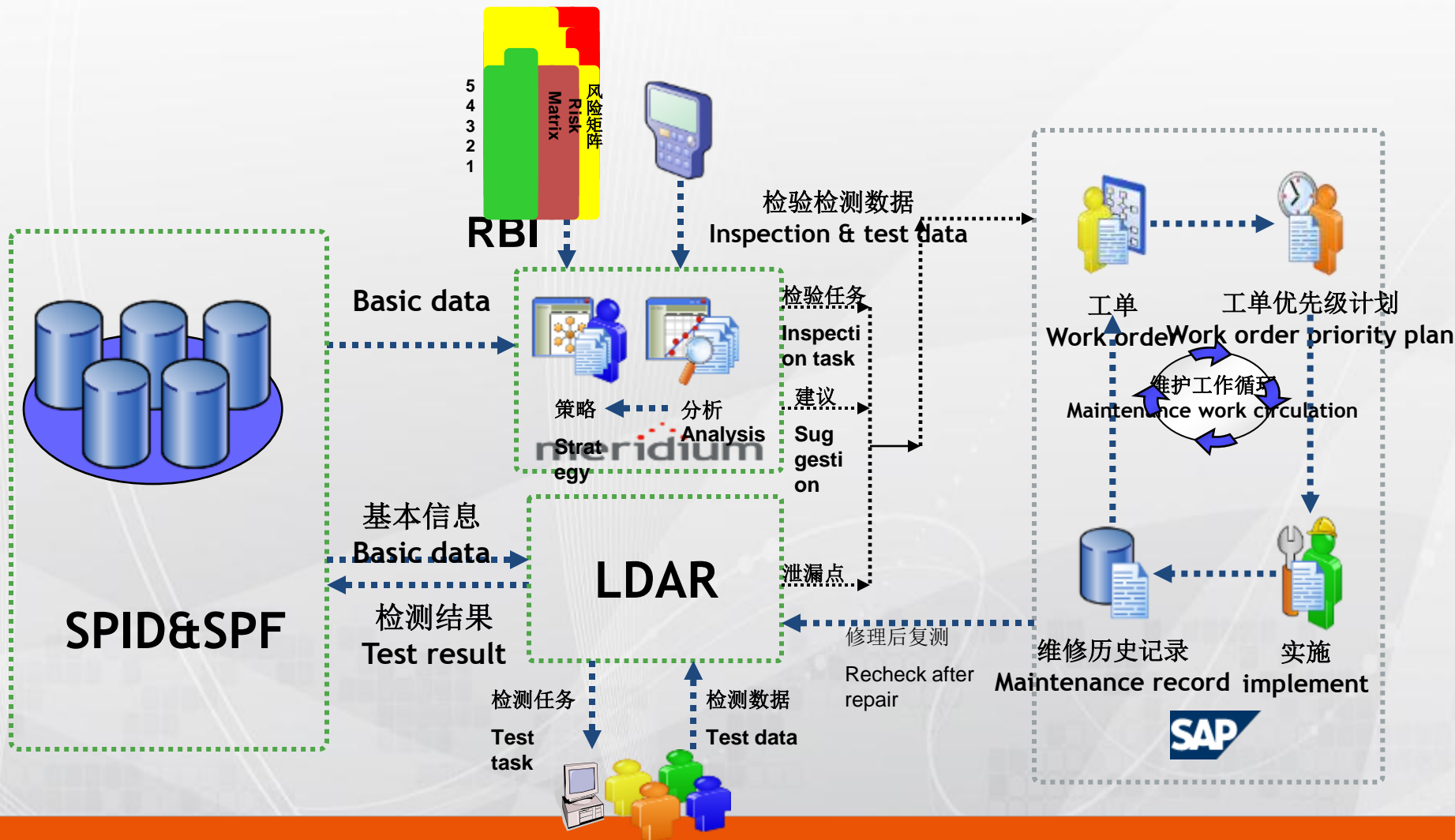


图 释
— C-1307
— C-1304

检验管理系统 Inspection Management System



RBI分析装置设备、管道系统风险等级

RIB Analyzing Risk Level of Equipment and Piping System

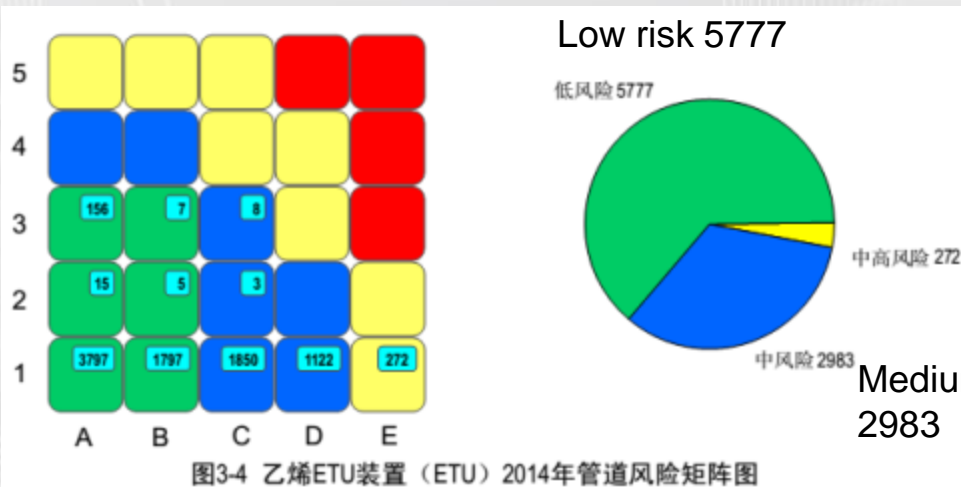
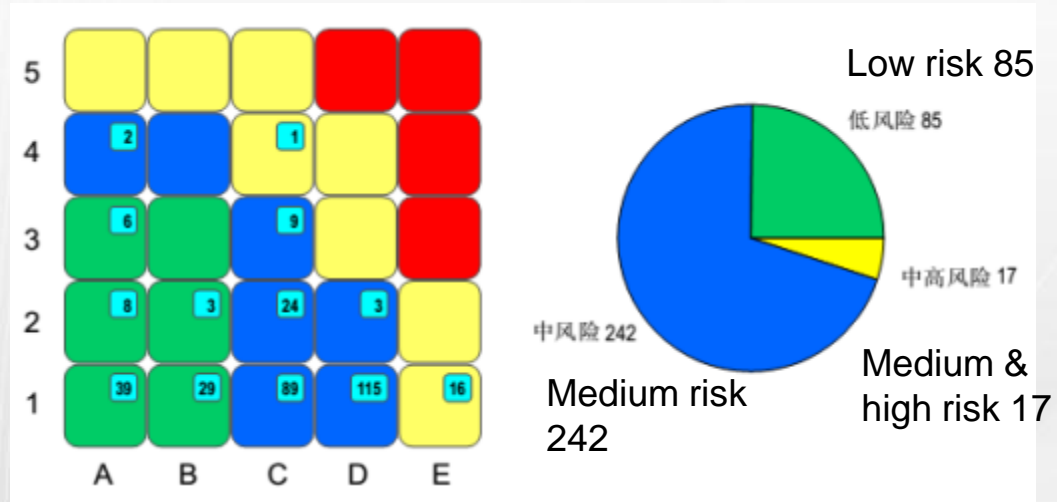


Fig. 3-4 Piping Risk Matrix of Ethylene ETU 2014