



中国化学品安全协会

“化危为安”线上讲堂

化危为安

化危为安

基于屏障的事件调查分析技术

狄小勇

2021年9月10日

联系电话： 15010510919 邮箱： bill.di@dnv.com



培训内容

“化危为安”线上讲堂

- 事件调查目的
- 损失因果模型
- 屏障管理理论
- 事件调查应用

事件调查目的

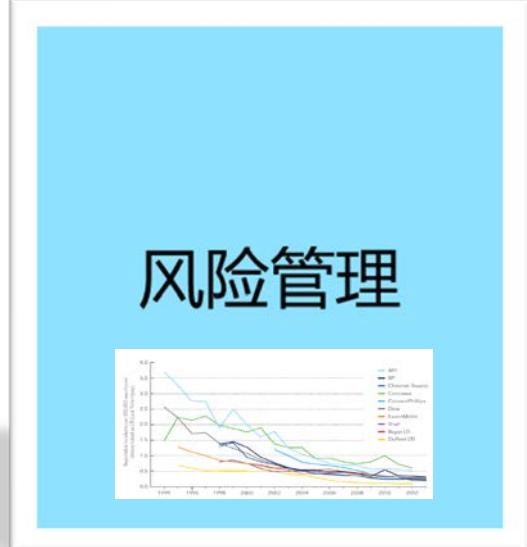
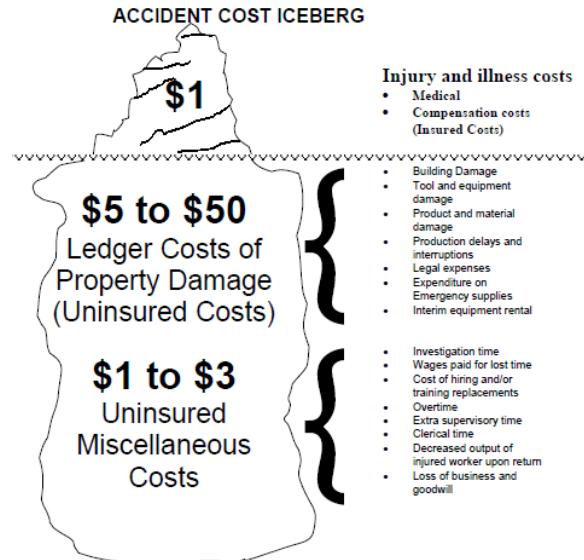
- Incident prevention is the main aim of safety management, but if incidents do occur then it is essential to learn from them in order to improve safety measures.
- 安全管理的目的是预防事故，但如果发生事故，必须通过事件学习，以改进安全管理绩效。

——摘自事故事件管理标准

为什么要进行事件分析?

“化危为安”线上讲堂

- 预防事故-目标
- 控制损失-目的
- 法规要求-强制
- 其他原因（社会责任、资本市场要求）



预防事故的发生、控制事故导致的损失是进行事件调查的首要目的！！



直接损失	间接损失（倍数）
\$0 - \$2,999	4.5
\$3,000 - \$4,999	1.6
\$5,000 - \$9,999	1.2
\$10,000 or more	1.1

Stanford CED
& Business
Roundtable Publication

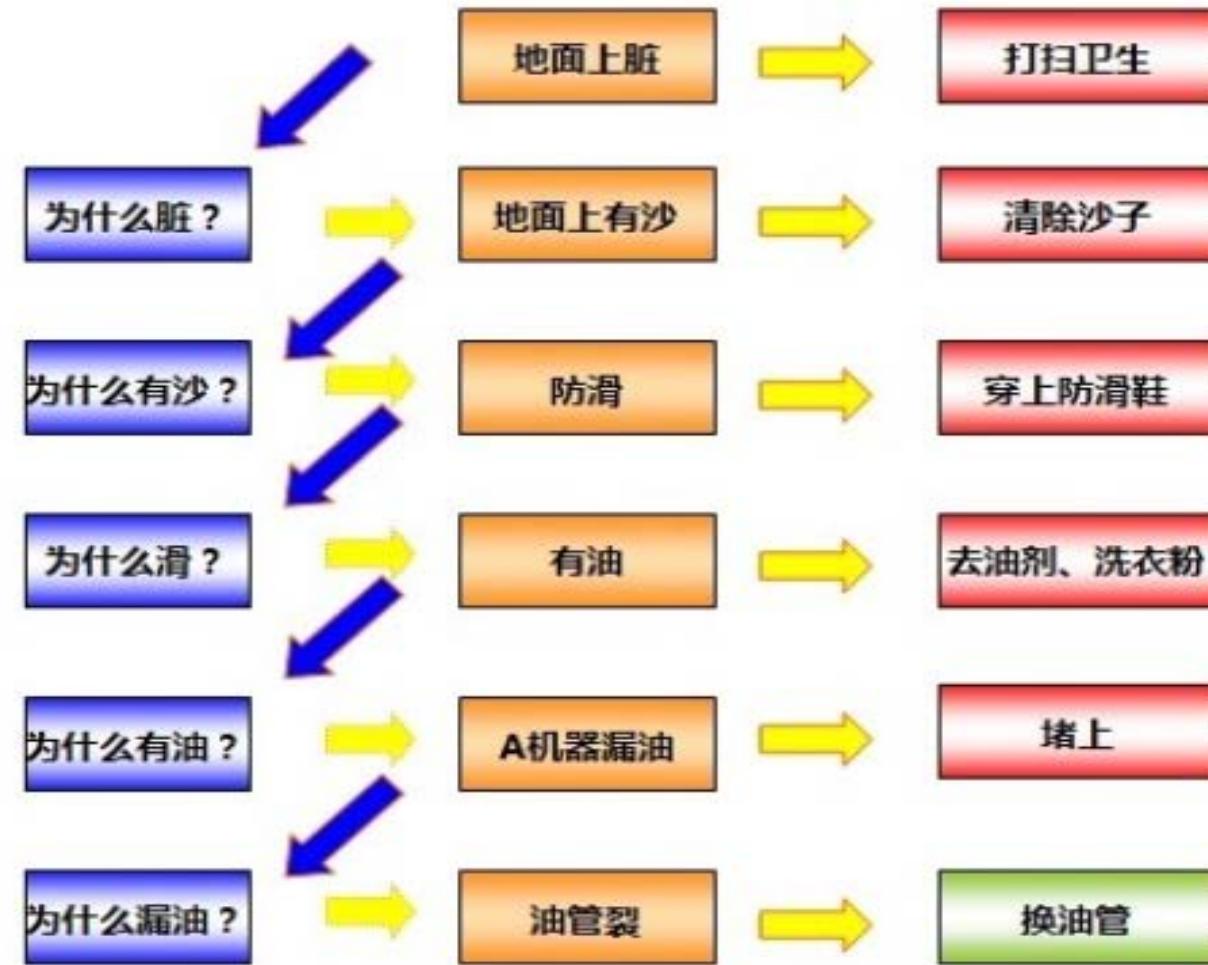
损失与利润换算表

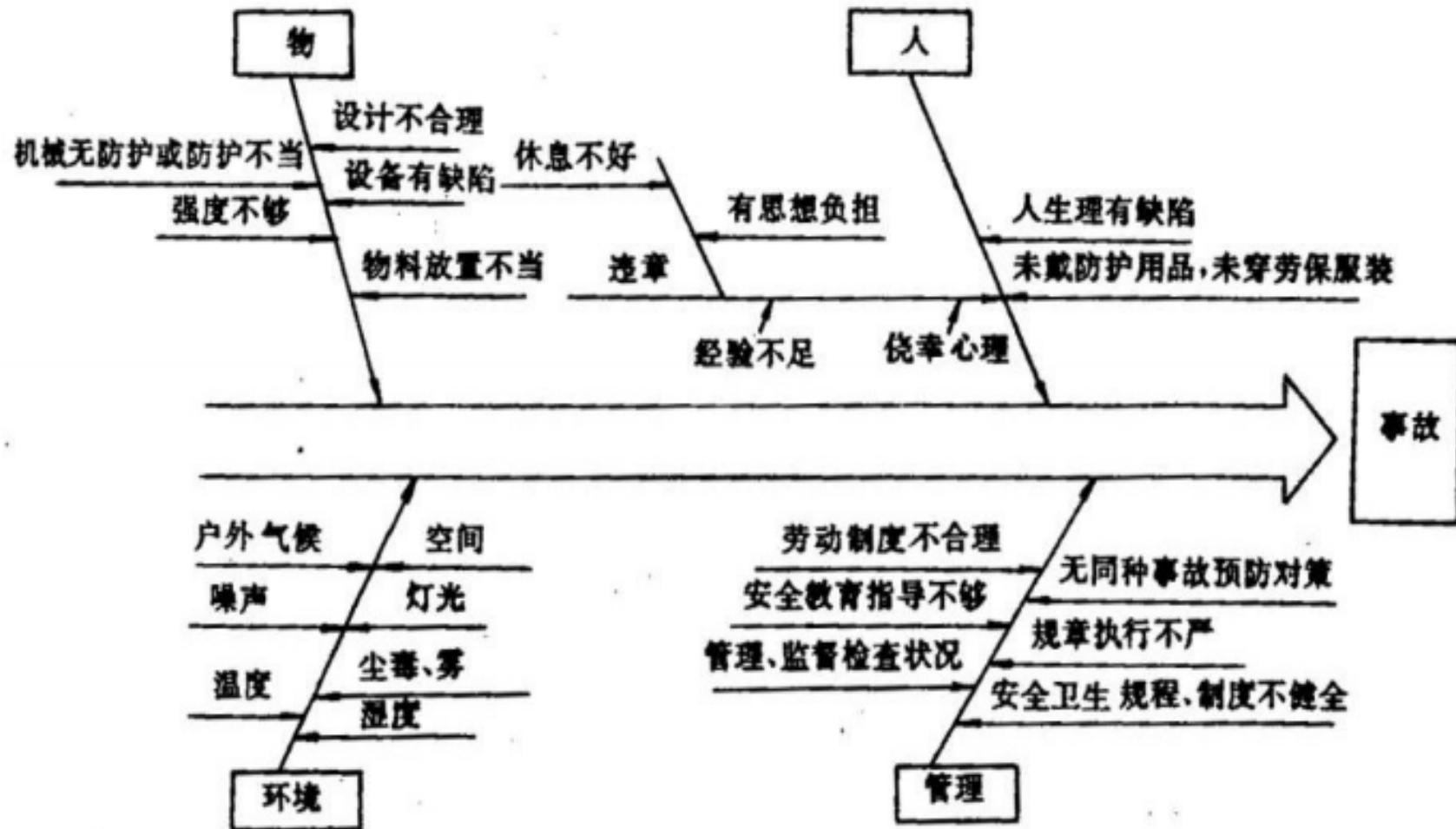
“化危为安”线上讲堂

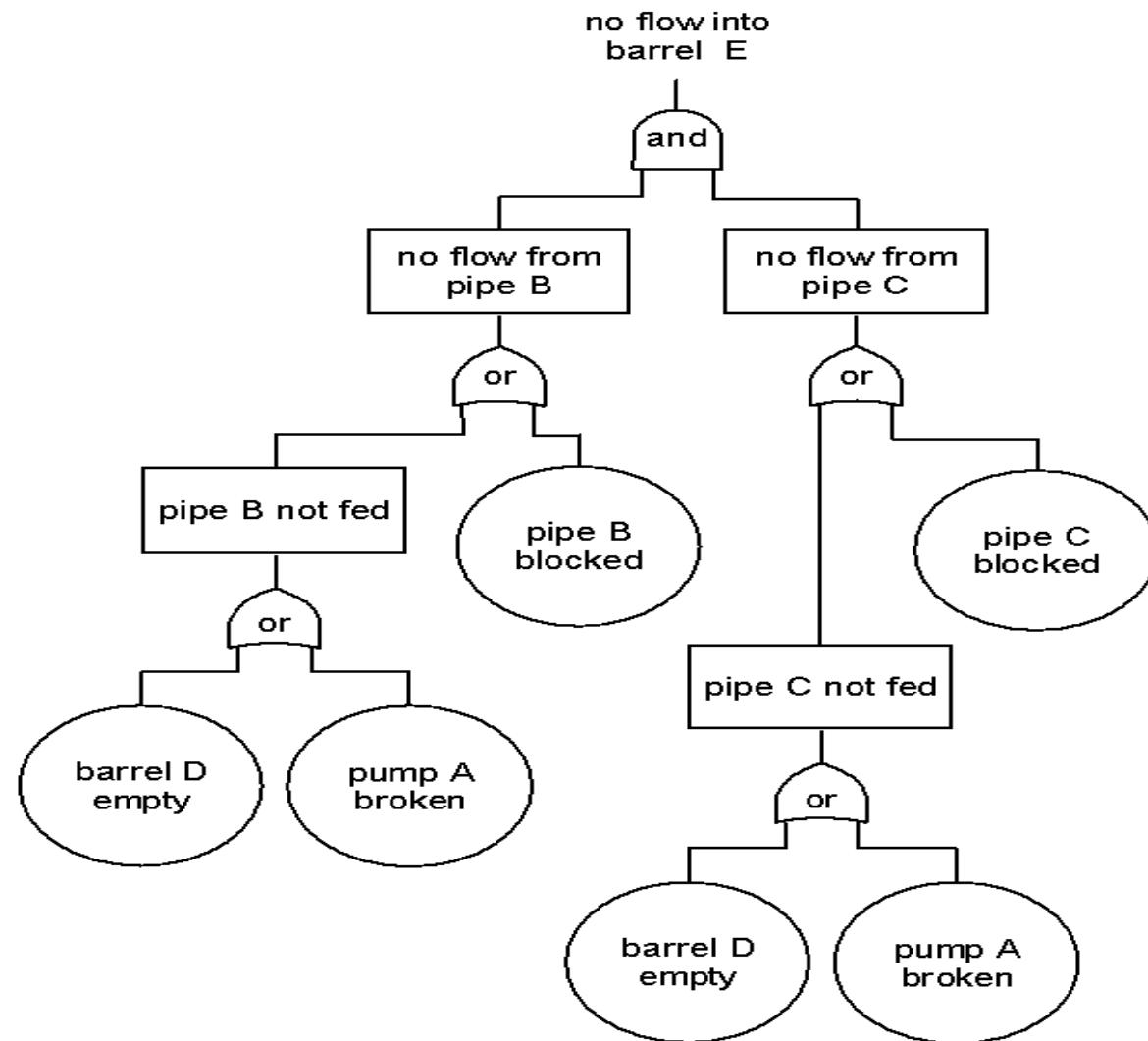
在竞争剧烈和利润赚头趋低的时期，损失控制所带来的收益可能胜过机构里最好的销售额				
年度事故费用	利润赚头			
	1%	2%	4%	5%
\$10,000	1,000,000	500,000	250,000	200,000
\$25,000	2,000,000	1,250,000	625,000	500,000
\$50,000	5,000,000	2,500,000	1,250,000	1,000,000
\$100,000	10,000,000	5,000,000	2,500,000	2,000,000
\$200,000	20,000,000	10,000,000	5,000,000	4,000,000
\$500,000	50,000,000	25,000,000	12,500,000	10,000,000
\$1,000,000	100,000,000	50,000,000	25,000,000	20,000,000
需要用来弥补损失的销售				
这个图表显示所需要的销售金额（美元）用来支付意外损失各种费用的数目，即是说，如果公司的利润赚头是5%，便要销售\$500,000来支付\$25,000的损失价值。利润赚头1%，便需要\$10,000,000的销售额来支付意外所带来的\$100,000的耗费。				

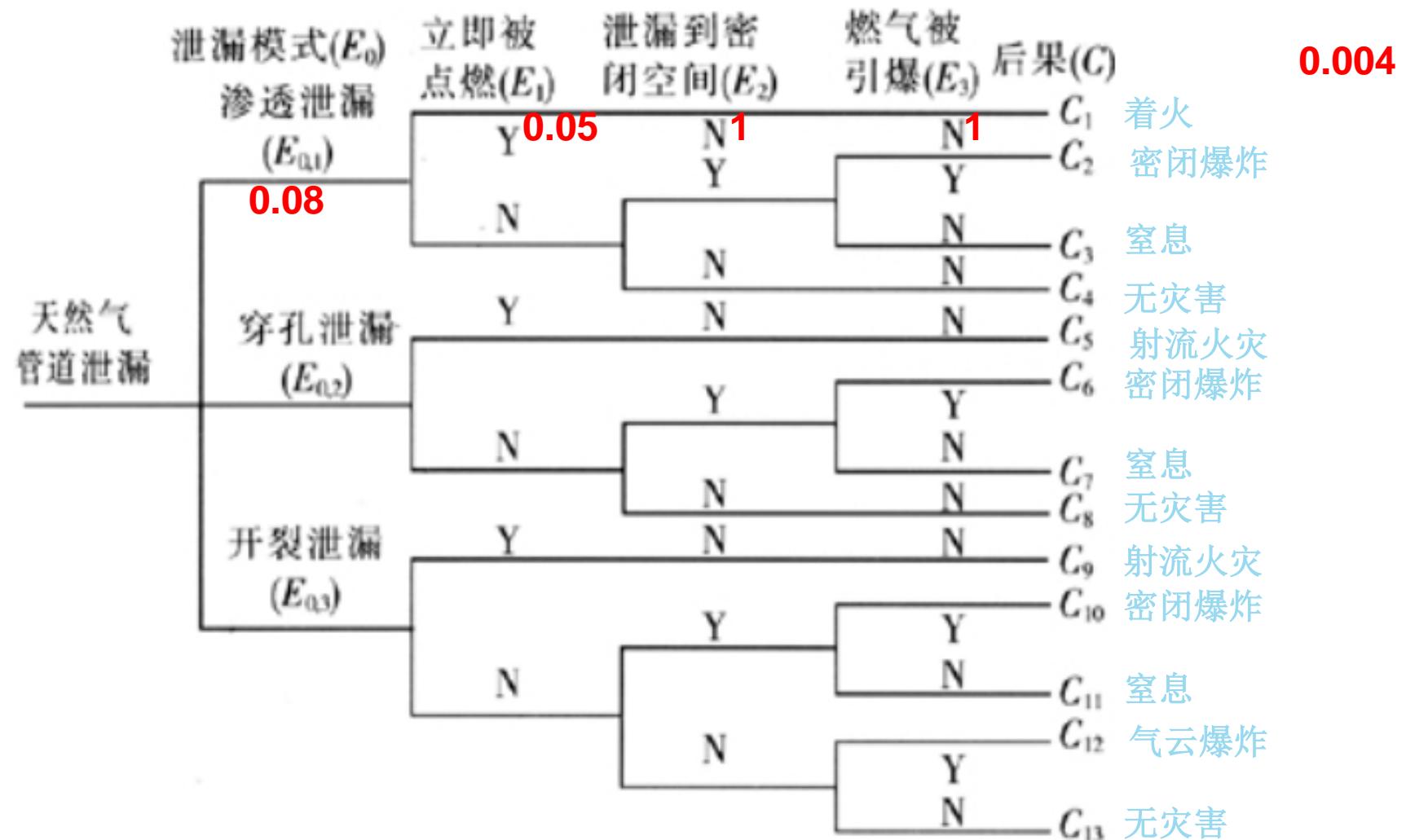


5Why 反复问为什么









损失因果模型

国际安全评级系统 ISRS 的奠基人——弗兰克·博德

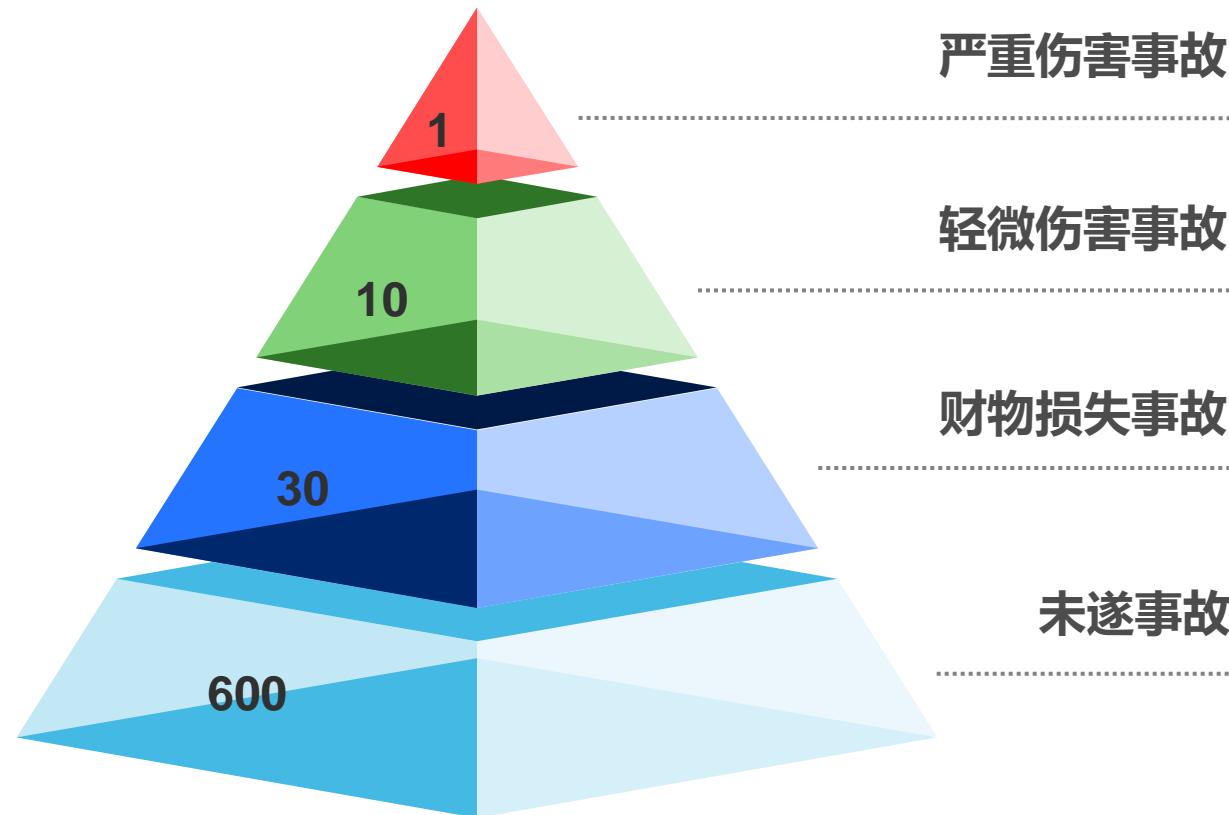
- 1921 年 12 月 19 日出生在美国新泽西州
- 1949 年在美国宾夕法尼亚州的 Albright 学院完成科学本科学位
- 二战期间服务于美国海军医疗部门，为期 4 年
- 1950 至 1968 年期间，在美国宾夕法尼亚州卢肯斯钢铁公司工作
- 1968 至 1973 年期间，在北美保险公司担任工程服务部的总裁
- 1974 年，创立国际损失控制学院，并担任主席
- 曾担任美国佐治亚大学的教授

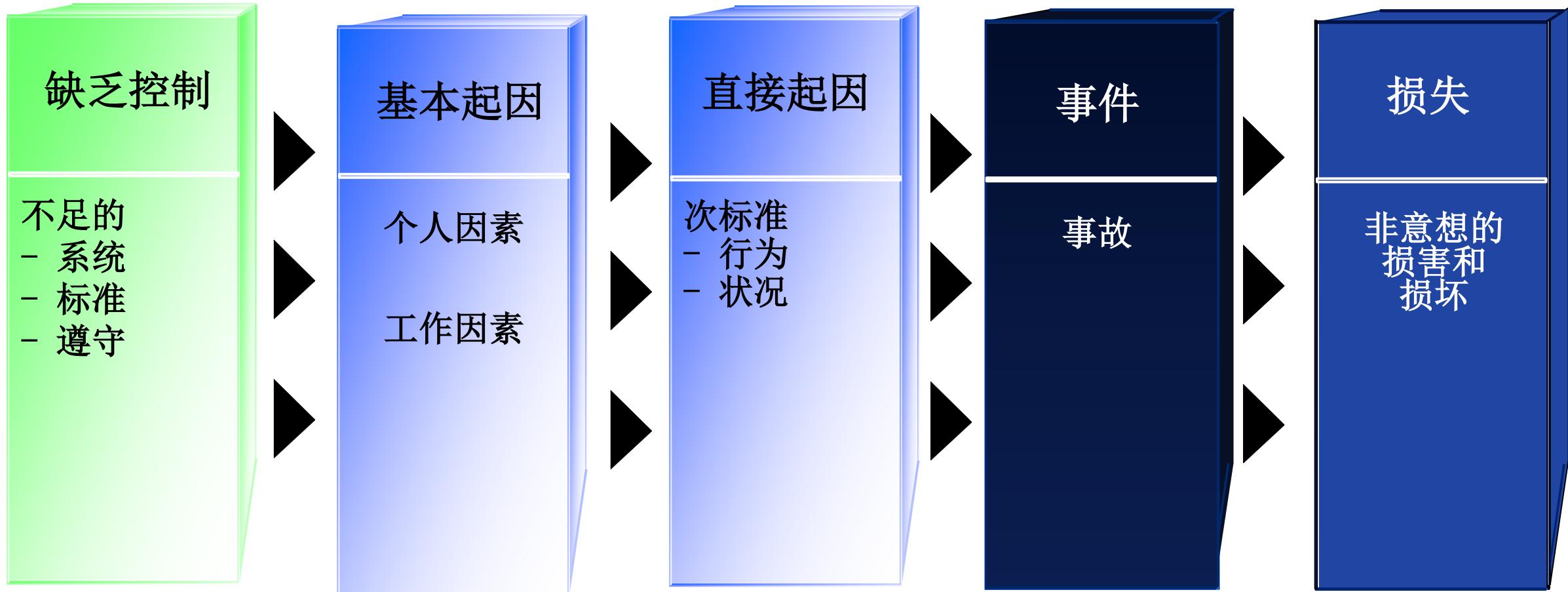


事故金字塔

“化危为安”线上讲堂

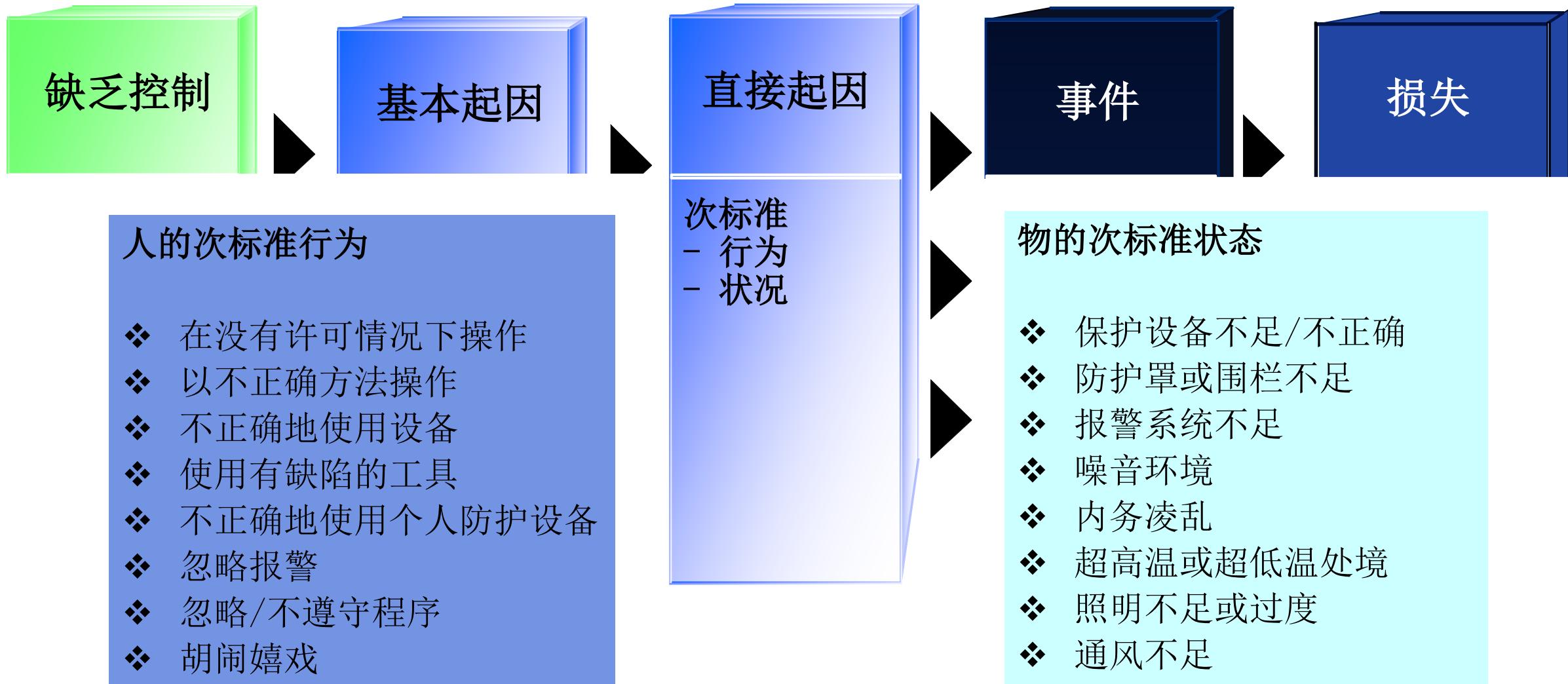
- 通过对175万件工业事故的详细分析，ISRS创始人博德先生发现：

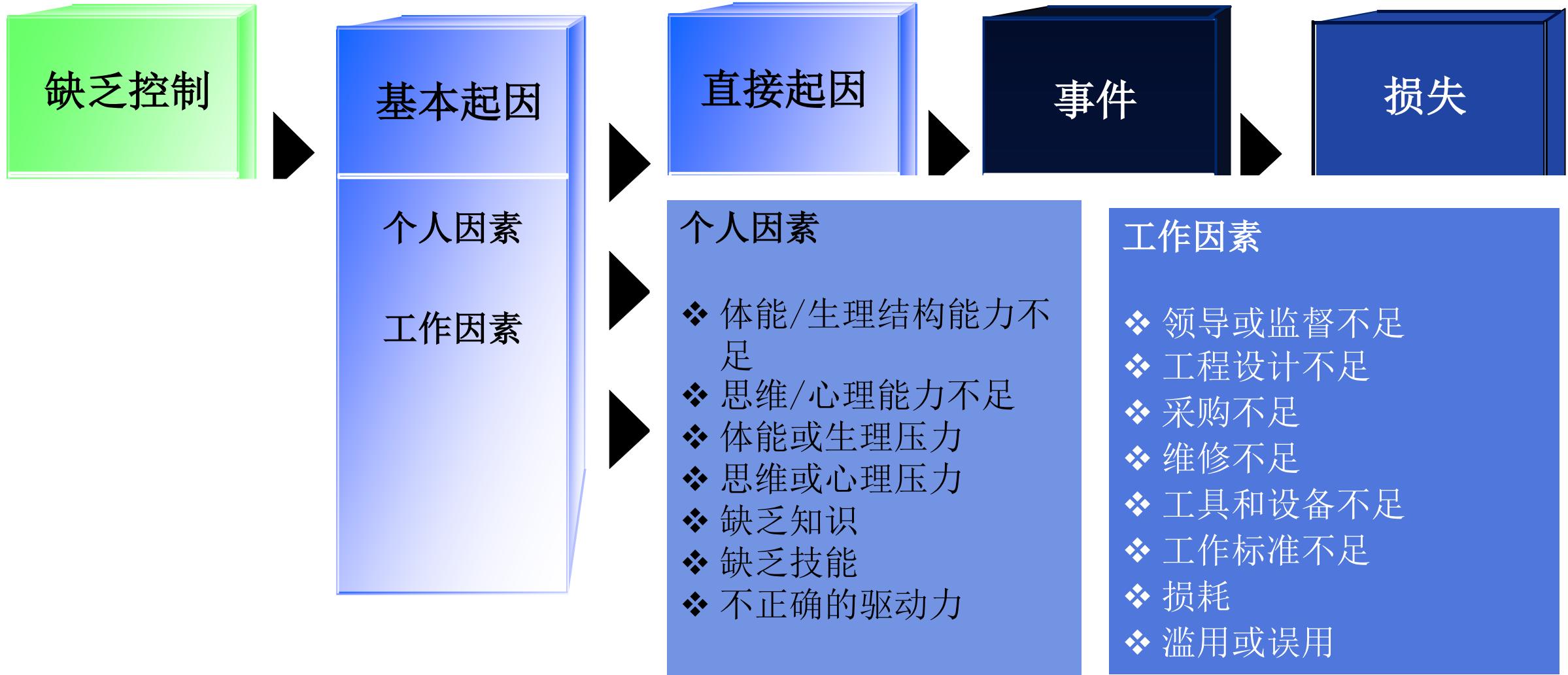




一切事故都是可以预防的，事故都是缺乏控制（管理原因）造成的。

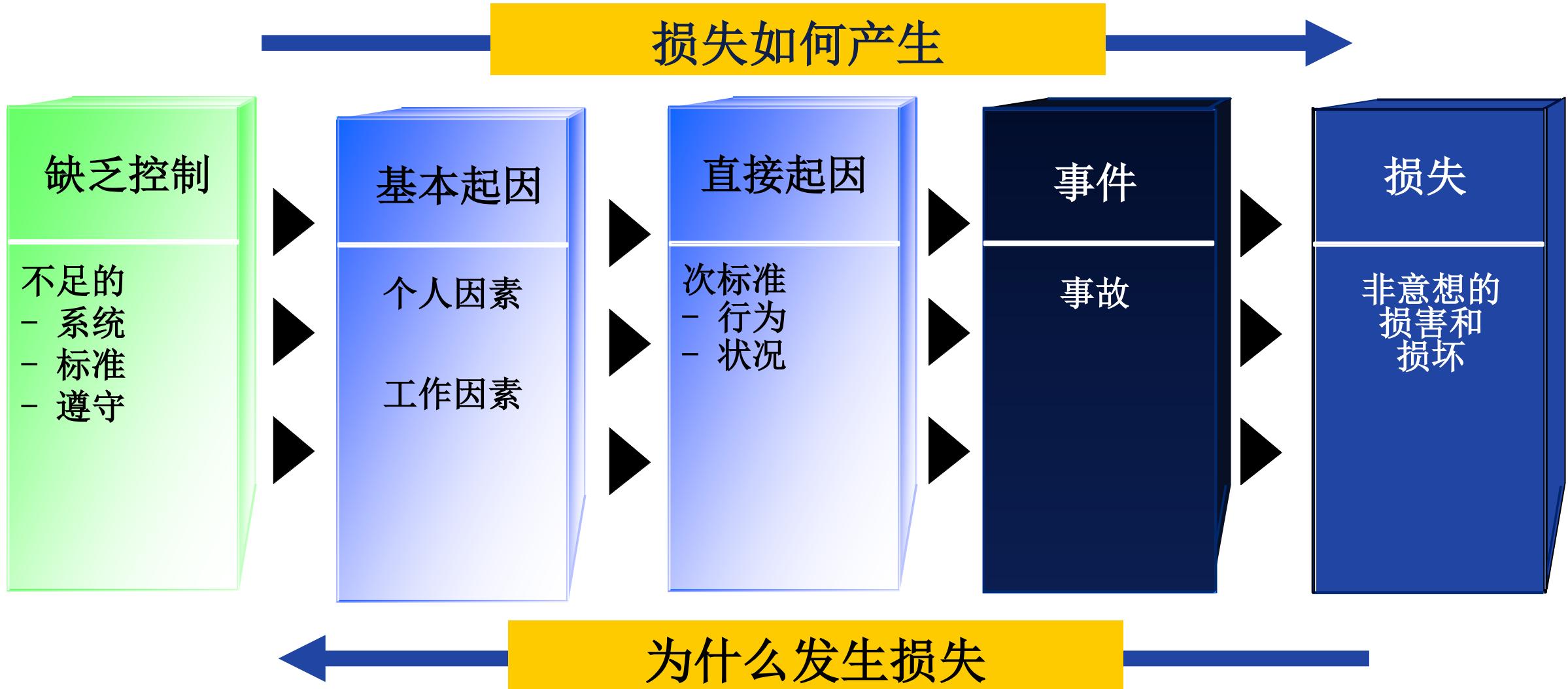


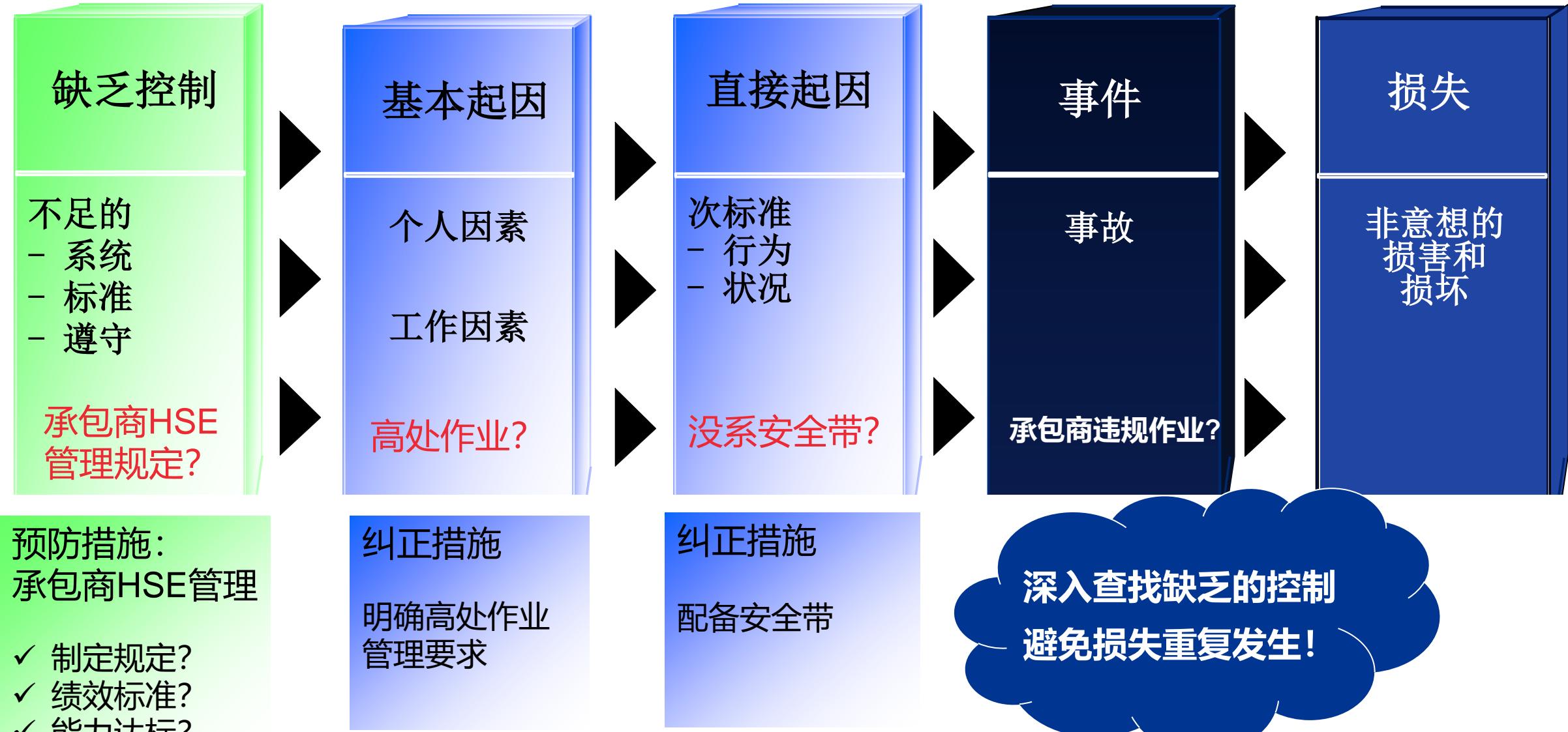






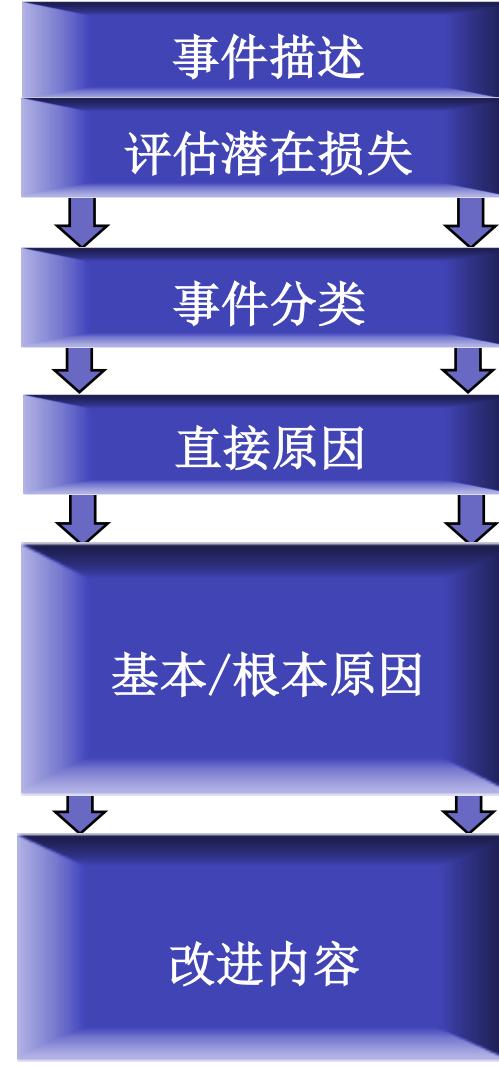
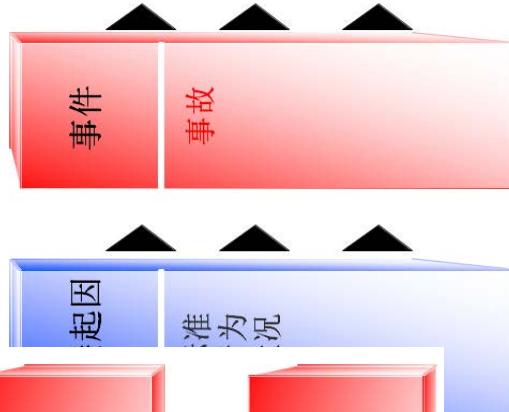
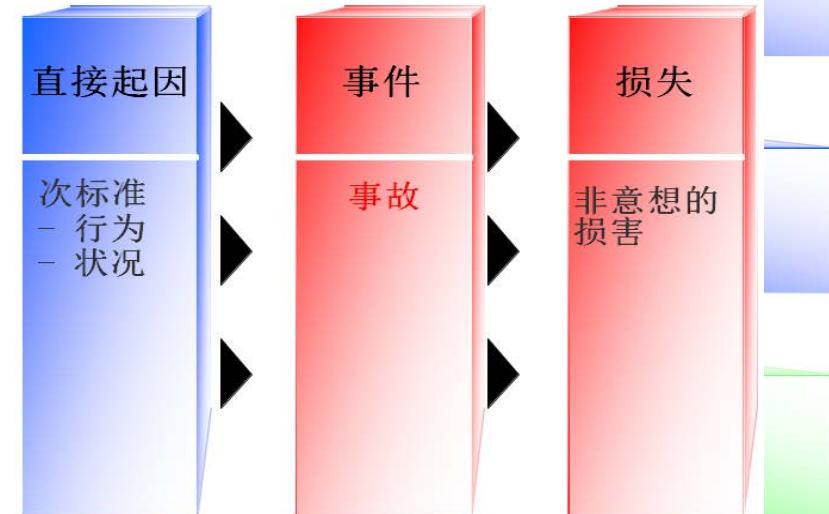
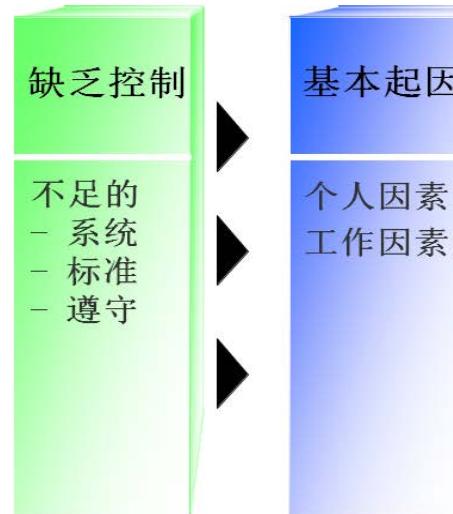




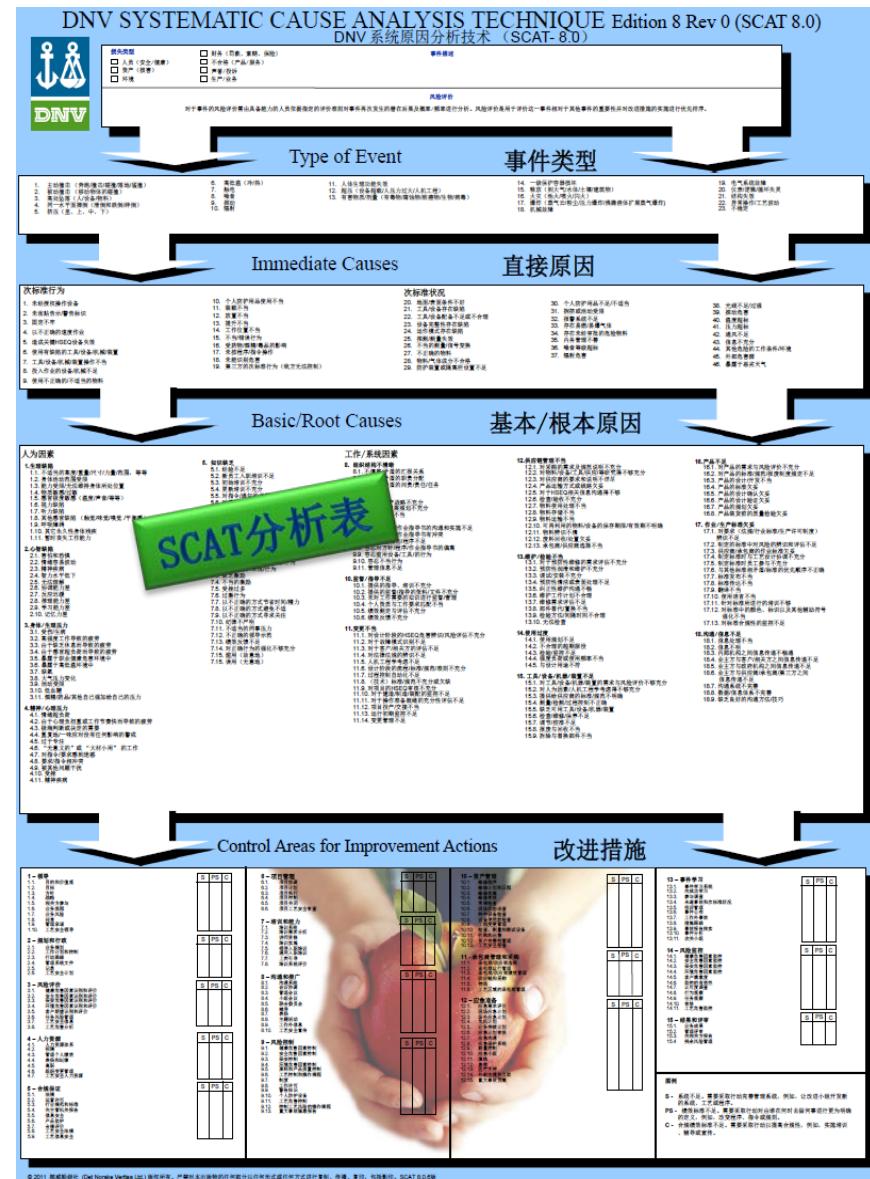
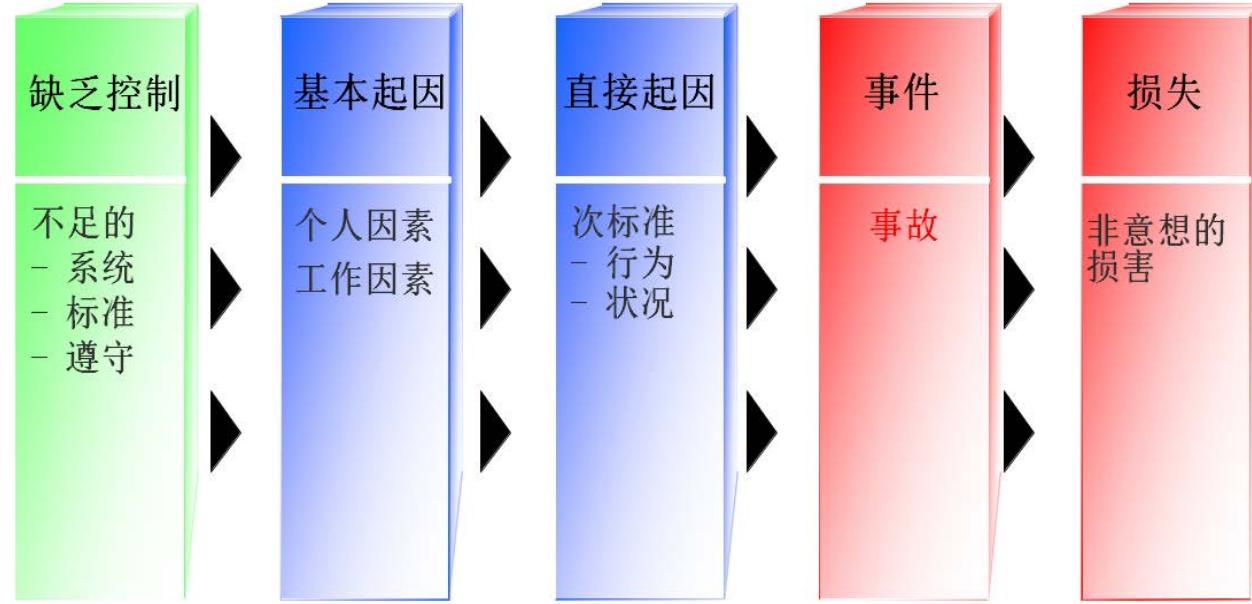


系统性原因分析技术 (SCAT: Systematic cause analysis technique)

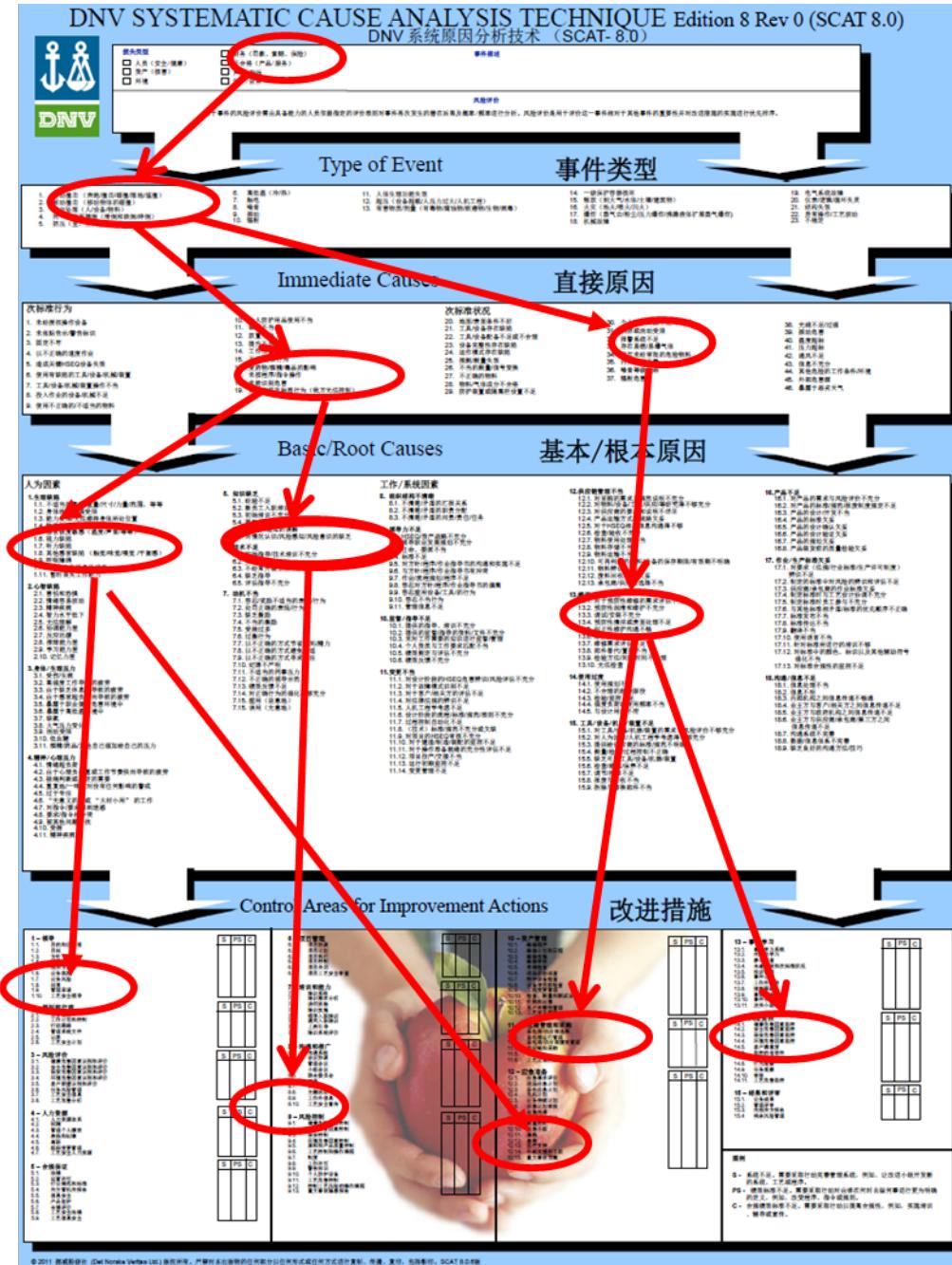
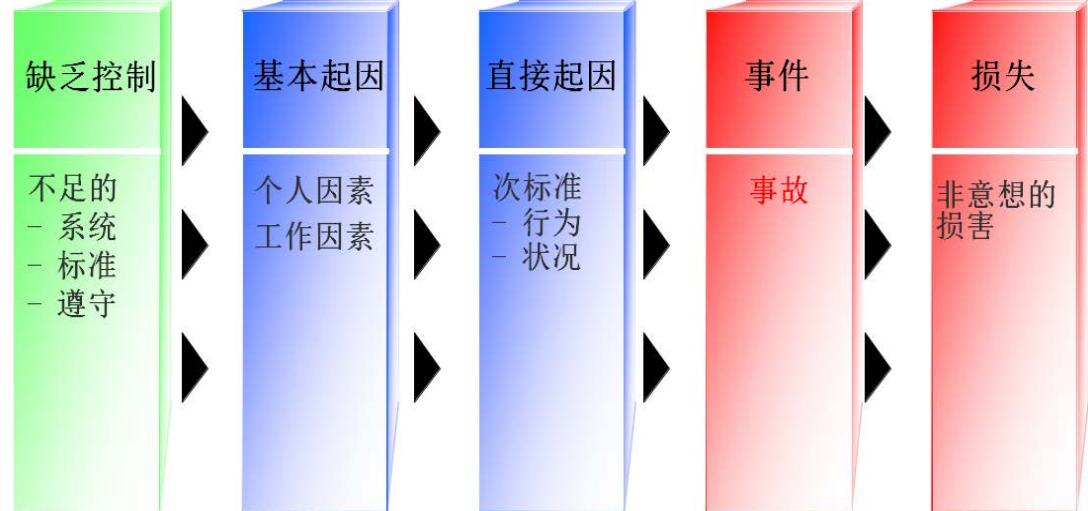
- 将损失因果模型旋转90度就是SCAT。
- 将缺乏控制更多的关联到管理系统，这被视为是一个重要的提升改进。



系统性原因分析技术 (SCAT: Systematic cause analysis technique)



系统原因分析技术



屏障管理理论

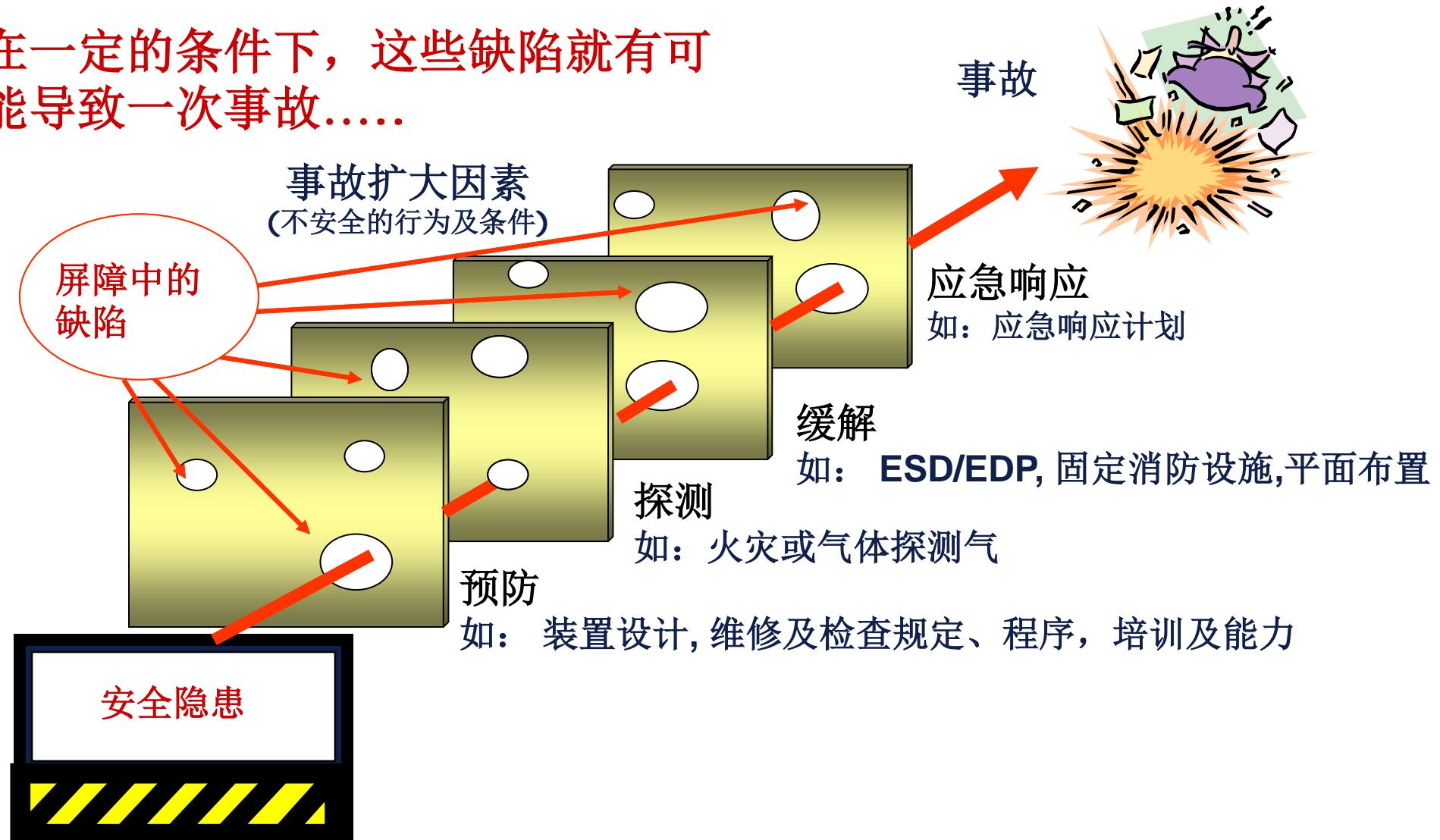
什么是屏障？

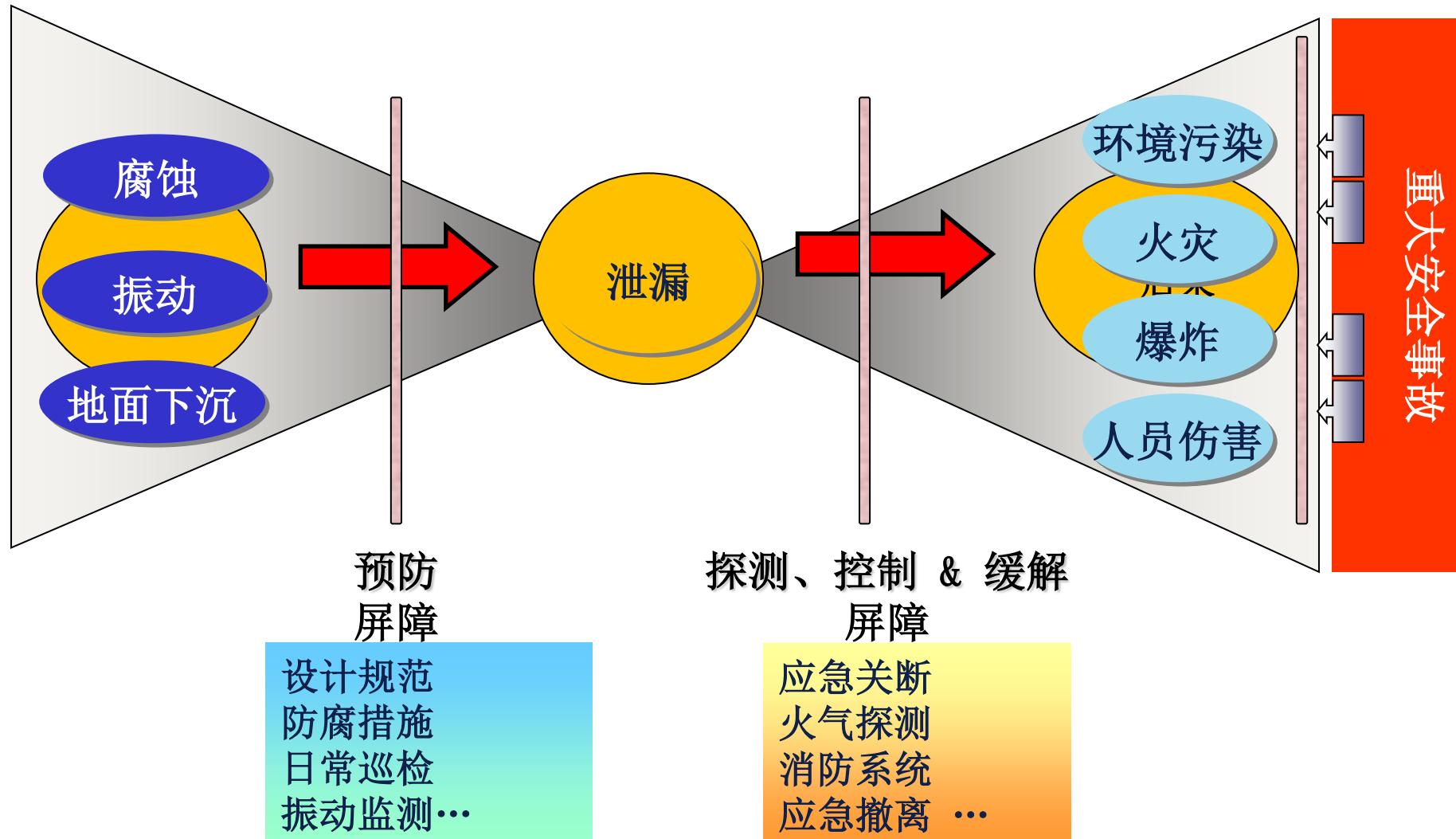
以物理和/或非物理的方式去预防、
控制和/或减轻不期望事件或意外
事故

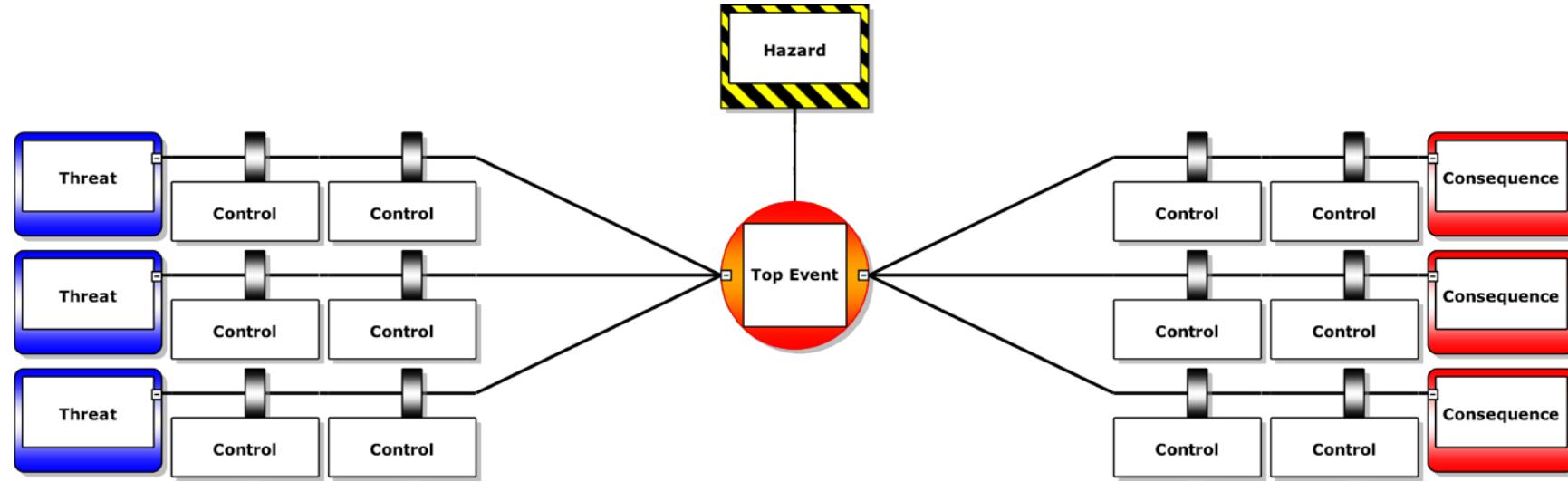


Swiss Cheese 事故模型

在一定的条件下，这些缺陷就有可能导致一次事故.....







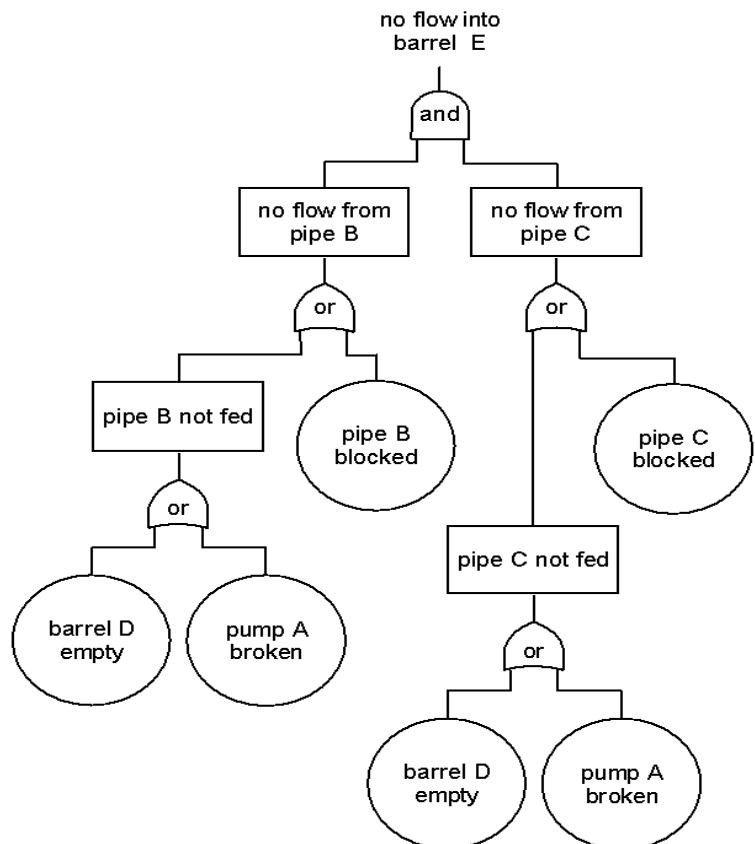
威胁 \Rightarrow 预防性屏障

\Rightarrow 失效事件

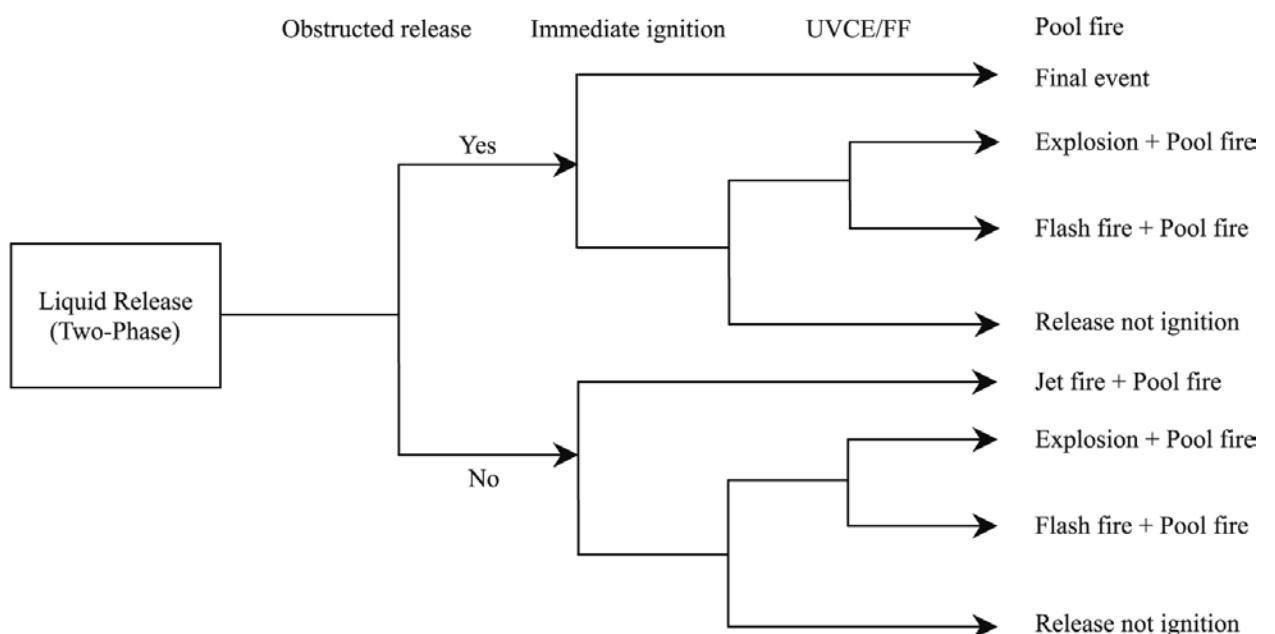
\Rightarrow 减缓性屏障 \Rightarrow 后果

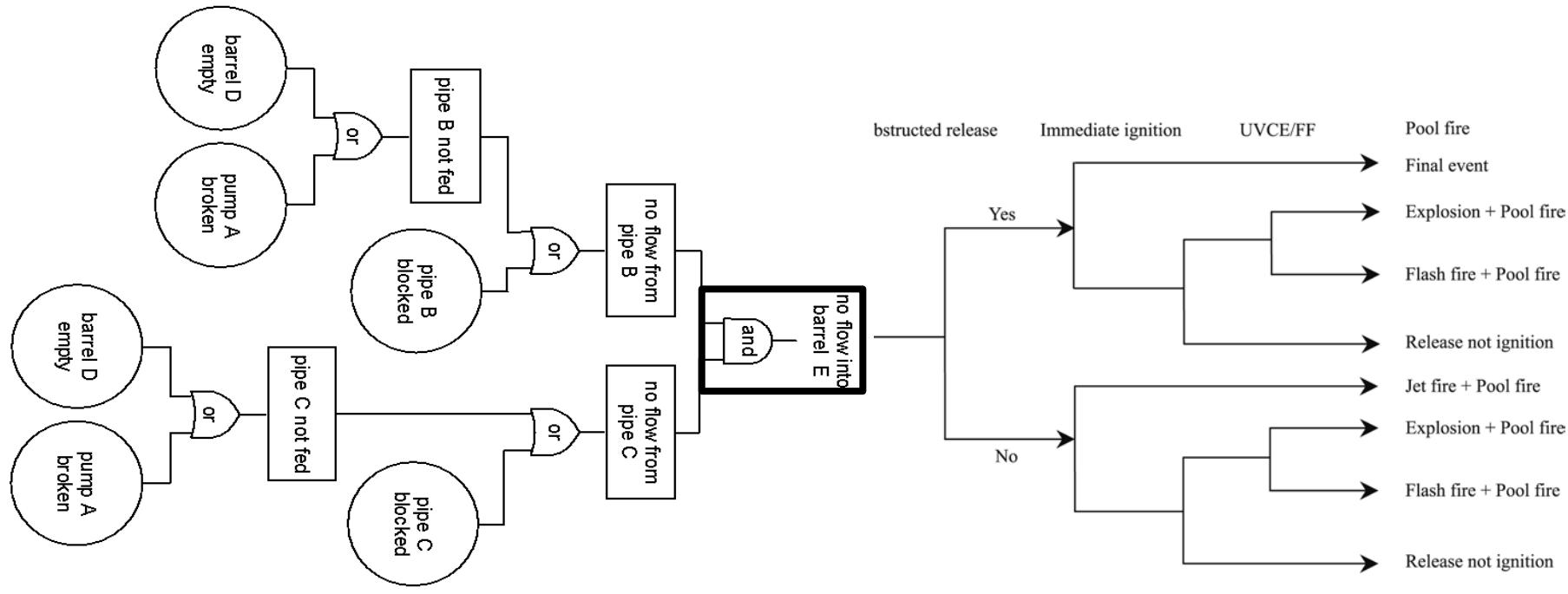
安全屏障的风险分析

故障树



事件树

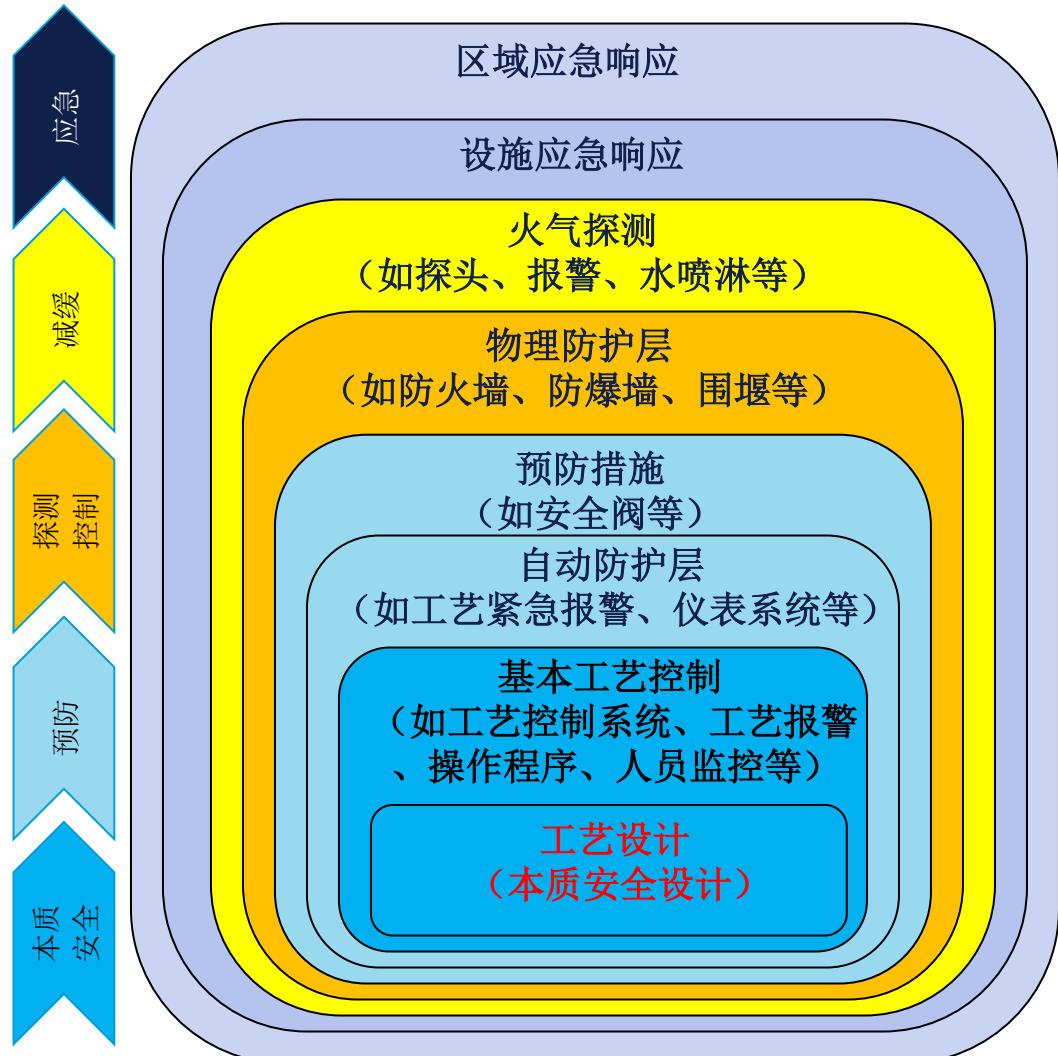




原因

失效事件

后果



保护层分析

安全设施

- 预防类 (如仪表控制、安全阀)
 - 探测类 (如探头)
 - 控制类 (如阀门、液位控制)
 - 减缓类 (如消防)
-
- 失效模式：
 - 机械故障
 - 人为因素

工艺设备

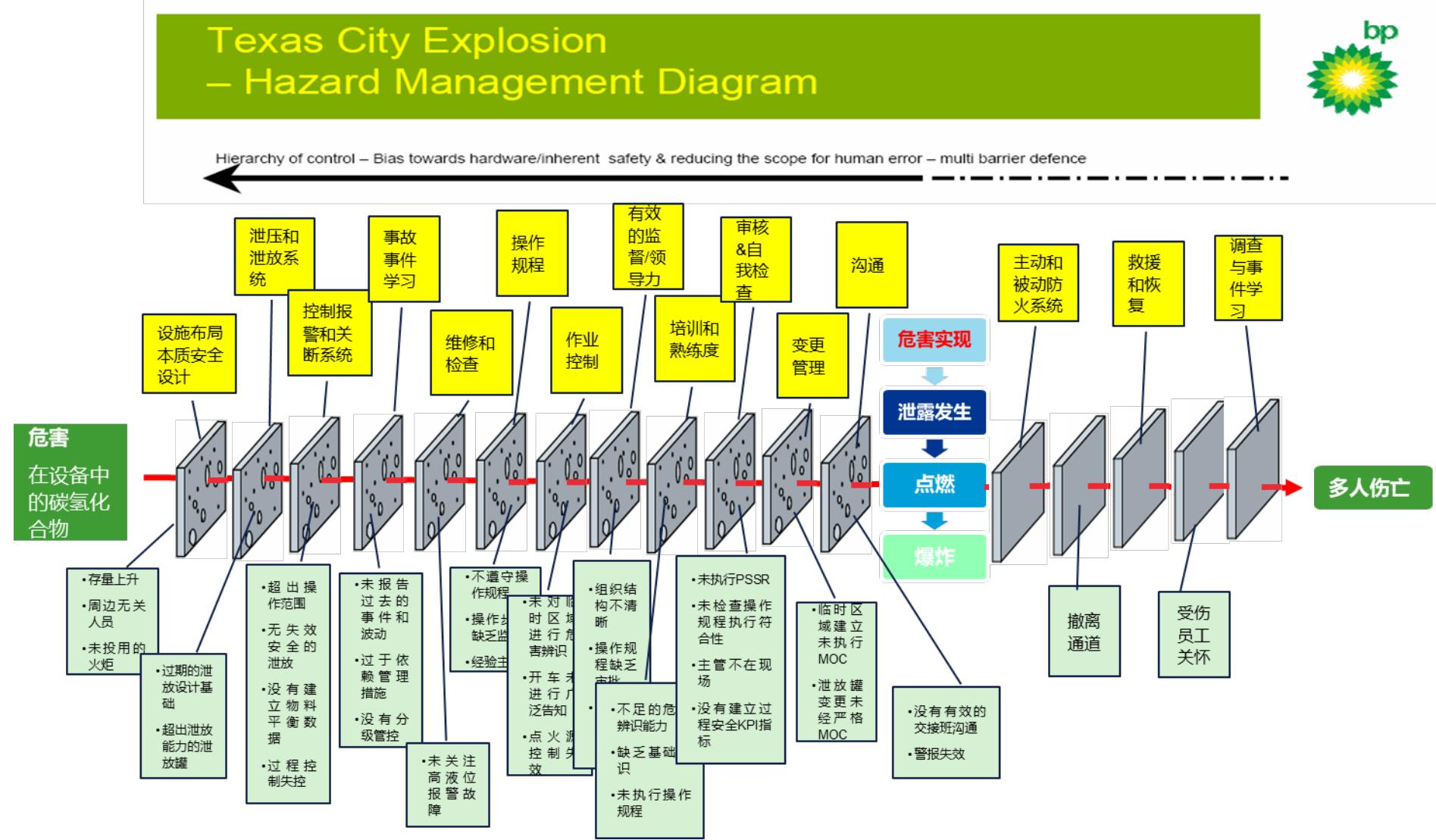
- 压力容器
 - 换热器
 - 储罐
 - 压缩机
 - 泵
 - 管线
-
- 失效模式：
 - 腐蚀
 - 工艺异常
 - 误操作
 - 设计缺陷

Texas City BP 炼油厂爆炸, 2005 调查报告披露:

多个防护层失效，
这包括管理、设备
和人员各个方面

总共 12 道屏障

- 只要其中一道发挥功能，事故可能就不会发生





装置 (Plant) ——物证

- 与工艺相关的工程硬件、控制系统、和/或现场平面布置，以消除、控制和减缓实际和/或潜在的危害。



程序 (Process) ——文件

- 为识别、控制和/或减少风险，并持续改进的管理系统。



人员 (People) ——人证

- 现场人员在领导力、知识和经验、和/或组织文化方面的资格和能力。

装置 (Plant) 屏障

- 用来保证安全的技术装置
- 阻止、探测、控制和/或减缓意外发生的事件。
- 能被触摸、看见、测量、测试、维修和/或替换的有形资产。
- 根据操作或反应方式的不同，分为被动和主动系统。

被动和主动装置屏障



01

被动装置屏障

被动装置屏障操作无需交互，只是由于它们的存在而动作。



02

主动装置屏障

主动装置屏障以某种方式去控制风险，可能是机械的、电气的、电子的和/或这些的综合，它们依据条件执行动作。

装置 (Plant) 屏障

- 平面布局
- 碳氢化合物储罐
- 减压系统
- 放空系统
- 火气检测系统
- 防爆墙
- 排放系统
- 防雷保护
- 应急照明
- 应急发电机组
- 个人防护用品
- 不间断电源
- 空调系统
- 火灾保护
- 应急通讯系统
- 应急标识
- 堤岸工程
- 接地系统
- 阴保系统
- 火炬
- 消防水/泡沫系统
-

程序 (Process) 屏障

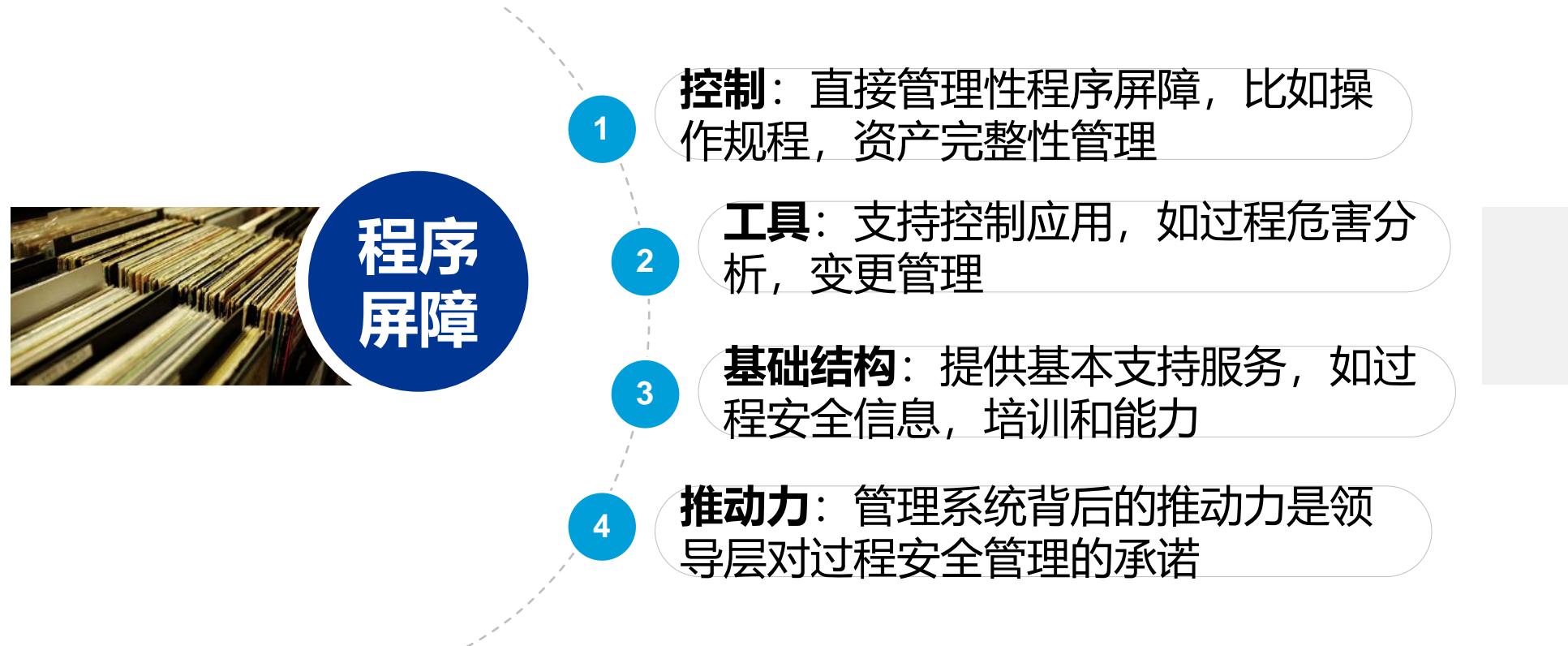
安全管理需要一系列不同的装置屏障协同作用，并解决一系列问题，如：

- 装置屏障的设置是否合理？
- 不同的装置屏障之间是否互相冲突？
- 装置屏障是否有效？

这大大增加了复杂性，控制这些复杂性的最有效方式就是：

- 建立一个管理系统，即程序屏障

程序 (Process) 屏障

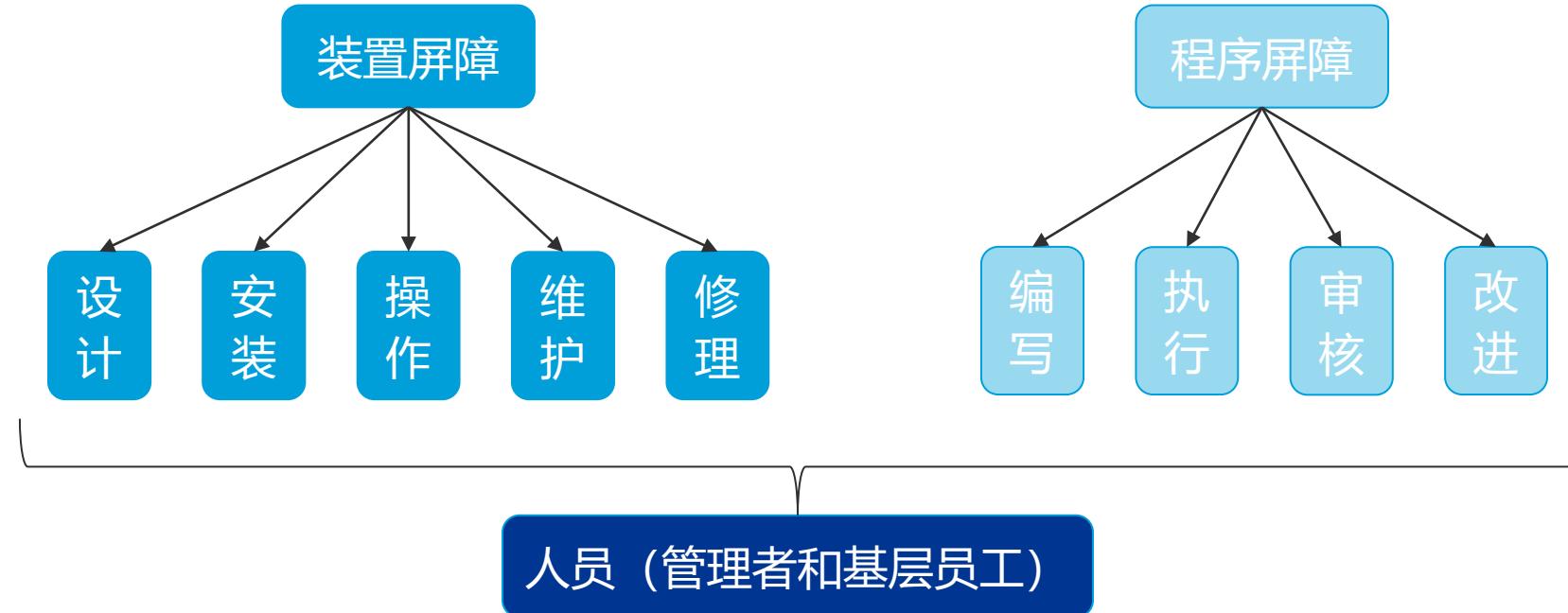


程序 (Process) 屏障

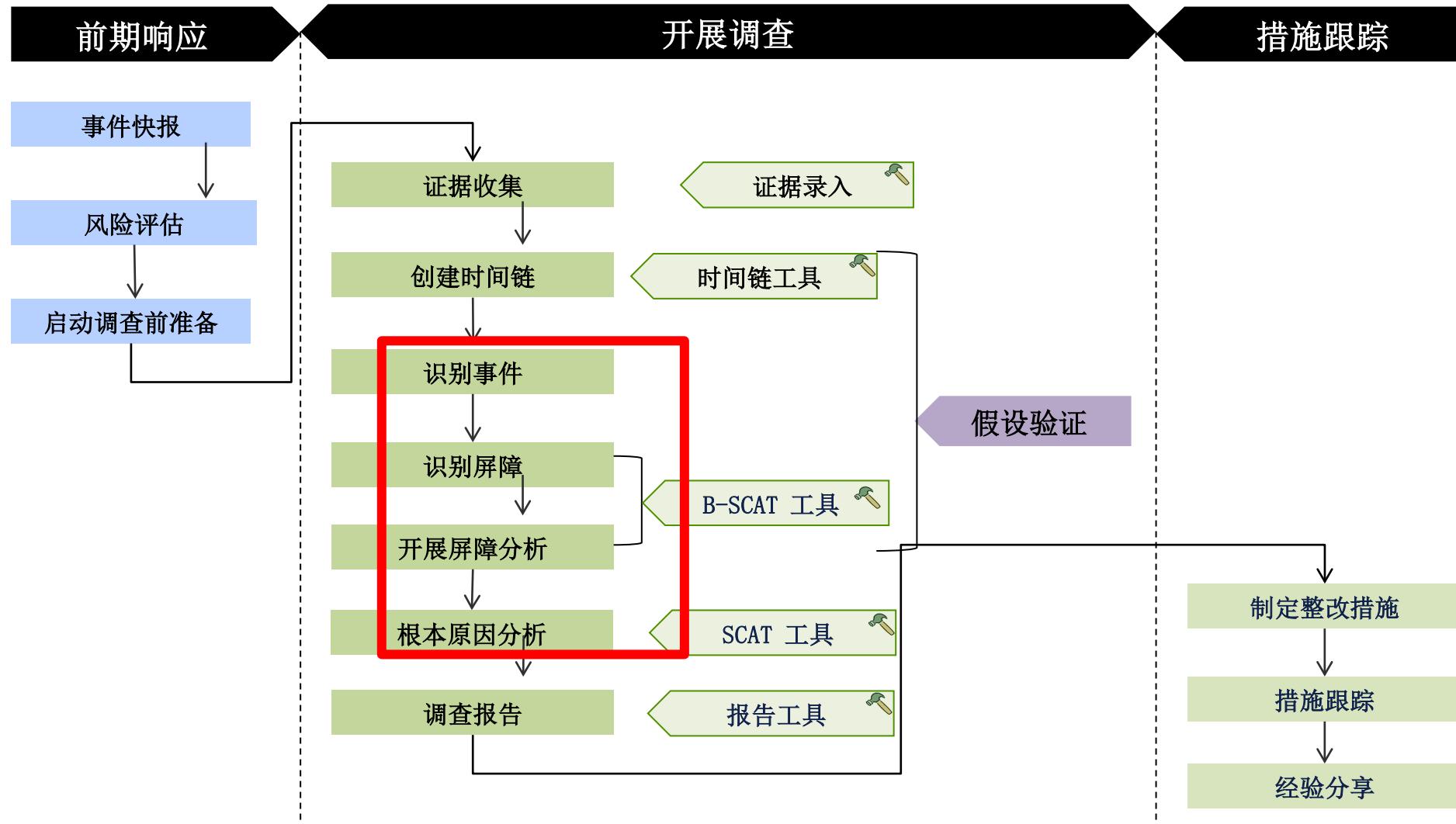
- 特种作业制度
- 作业许可制度
- 工作前安全分析
- 变更管理
- 过程安全信息
- 过程危害分析
- 试生产前安全审查
- 操作规程
- 资产完整性管理
- 设计完整性
- 专利和专有技术评估
- 培训管理
- 事故调查
- 应急准备
- 特种作业
- 承包商管理和采购
- 评估和审核
-

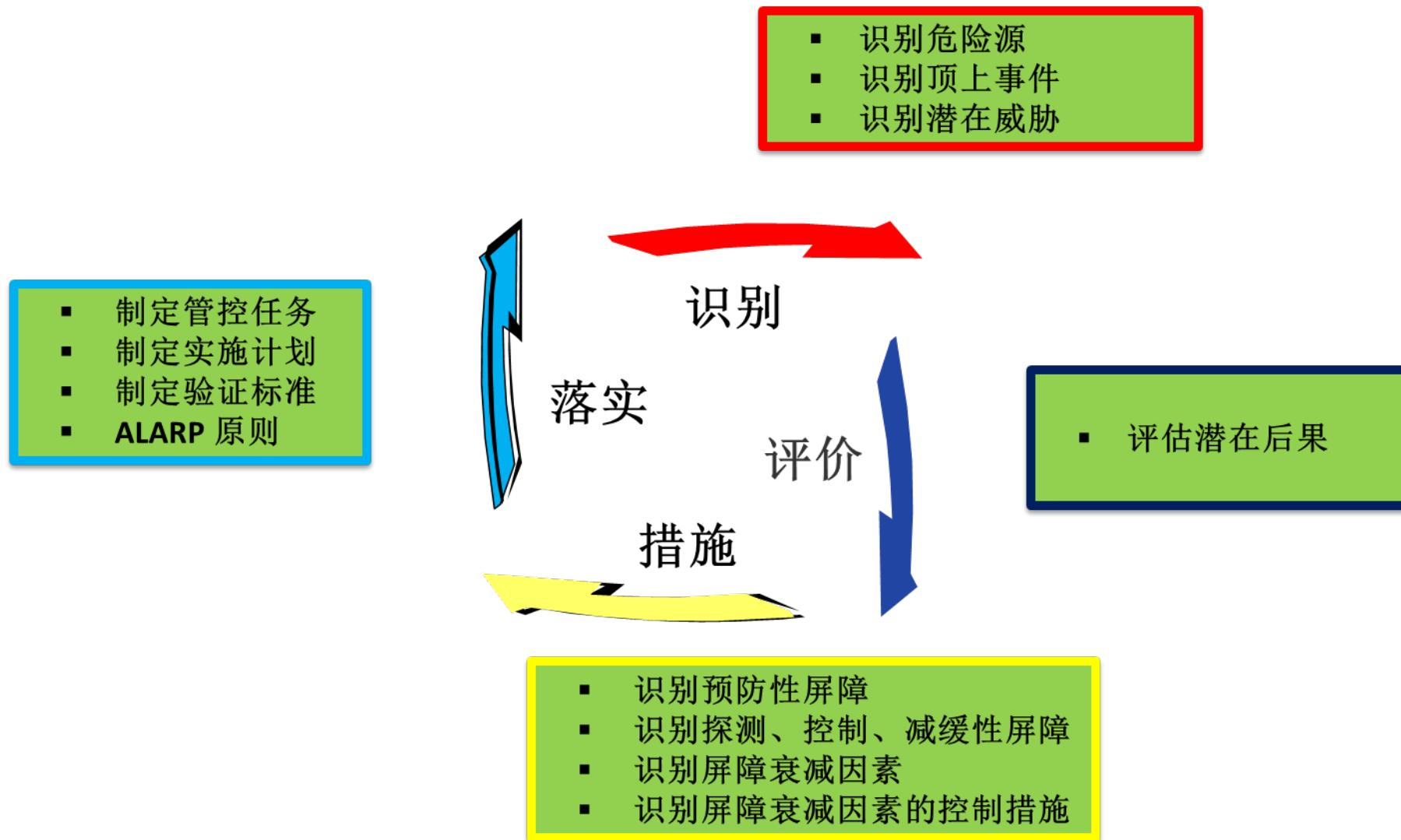
人员 (People) 屏障

- 我们为什么需要人员屏障?

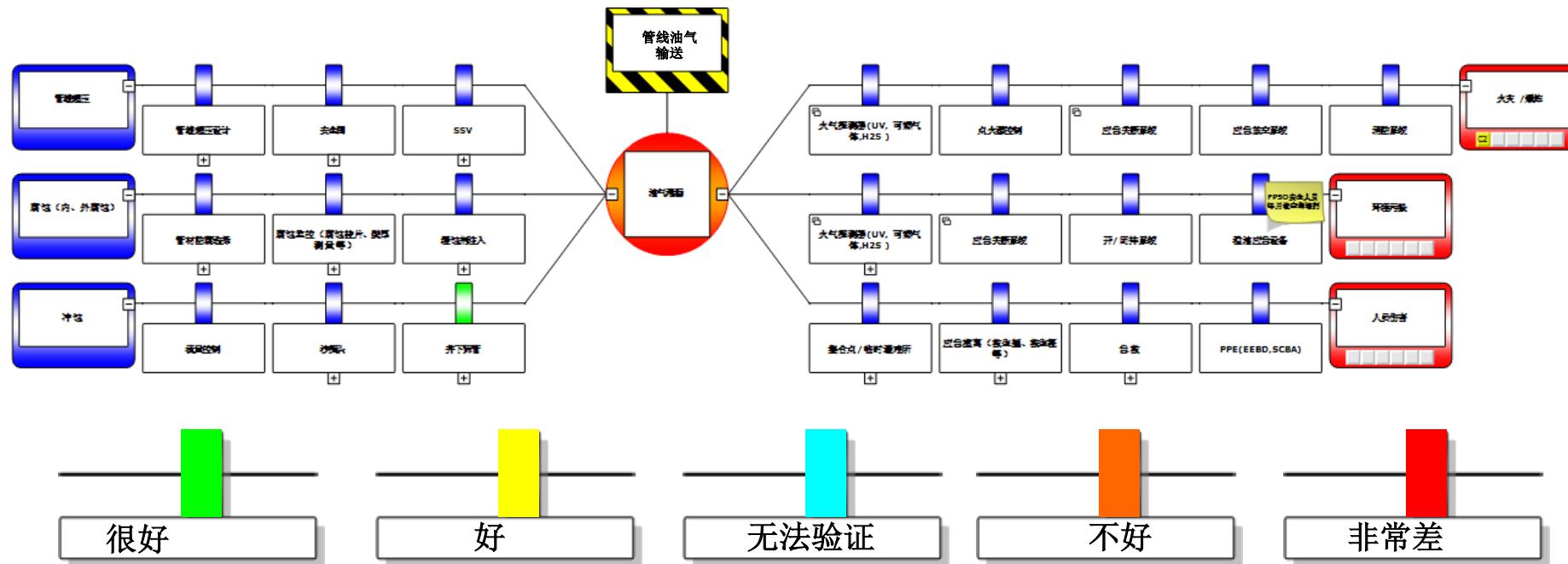


基于屏障的事件分析



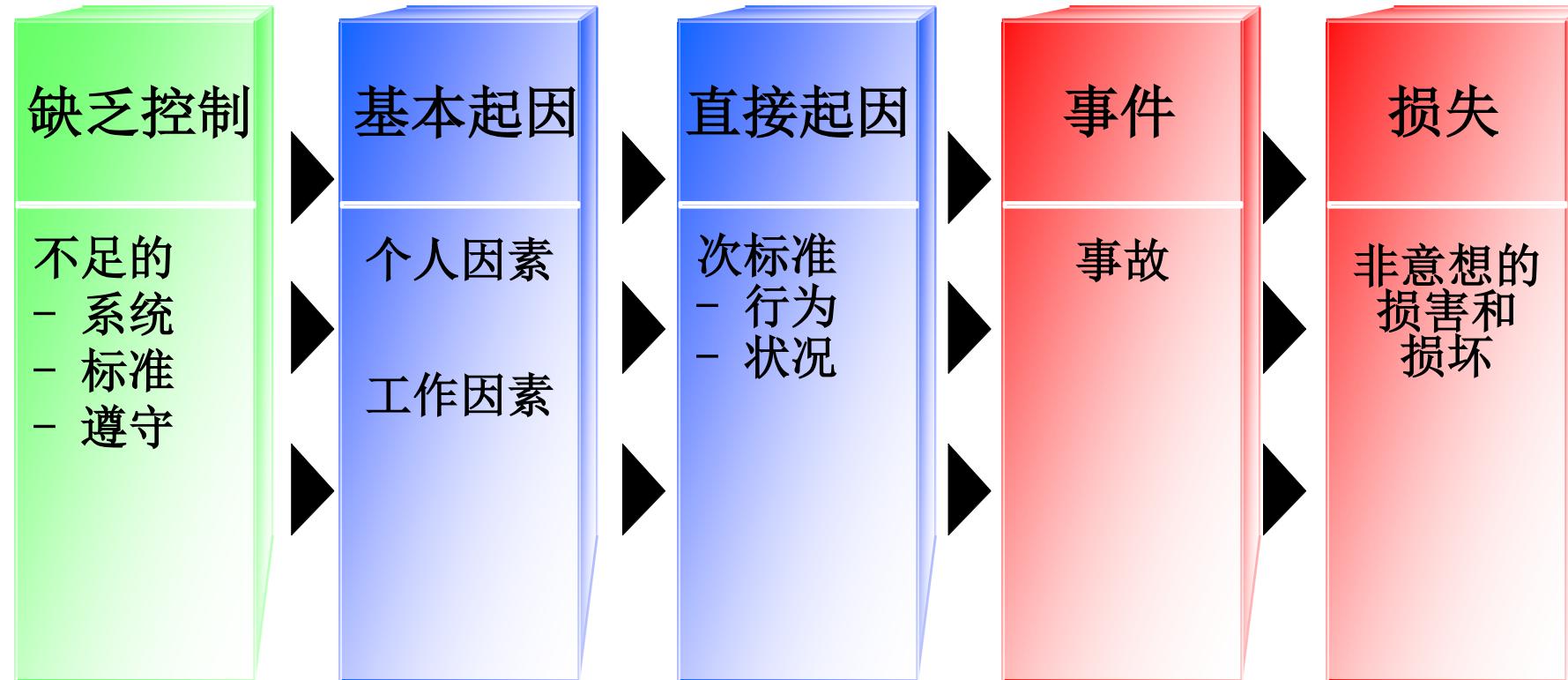


识别屏障的状况，分析屏障管控措施的有效性和可靠性

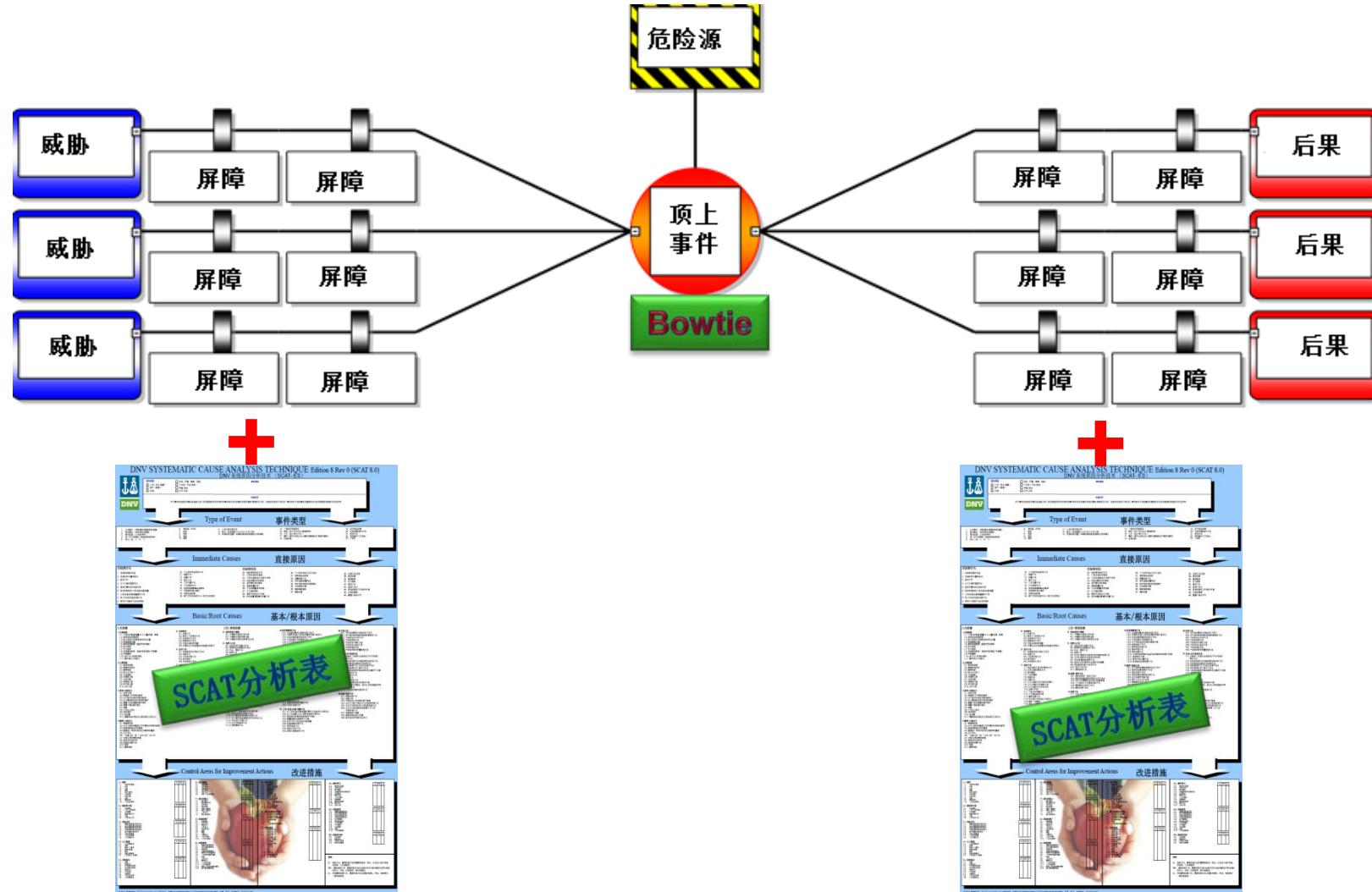


- 设施屏障
- 流程屏障
- 人员屏障

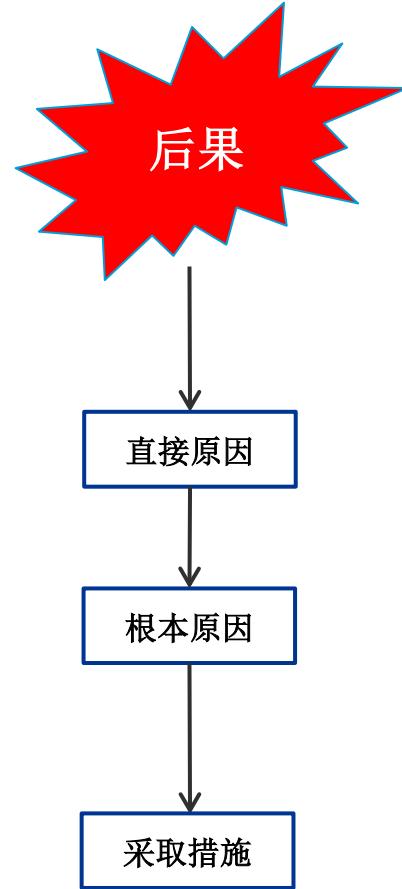
DNV 事故原因分析的理论基础是损失因果模型，分析结果应关注管理缺乏控制



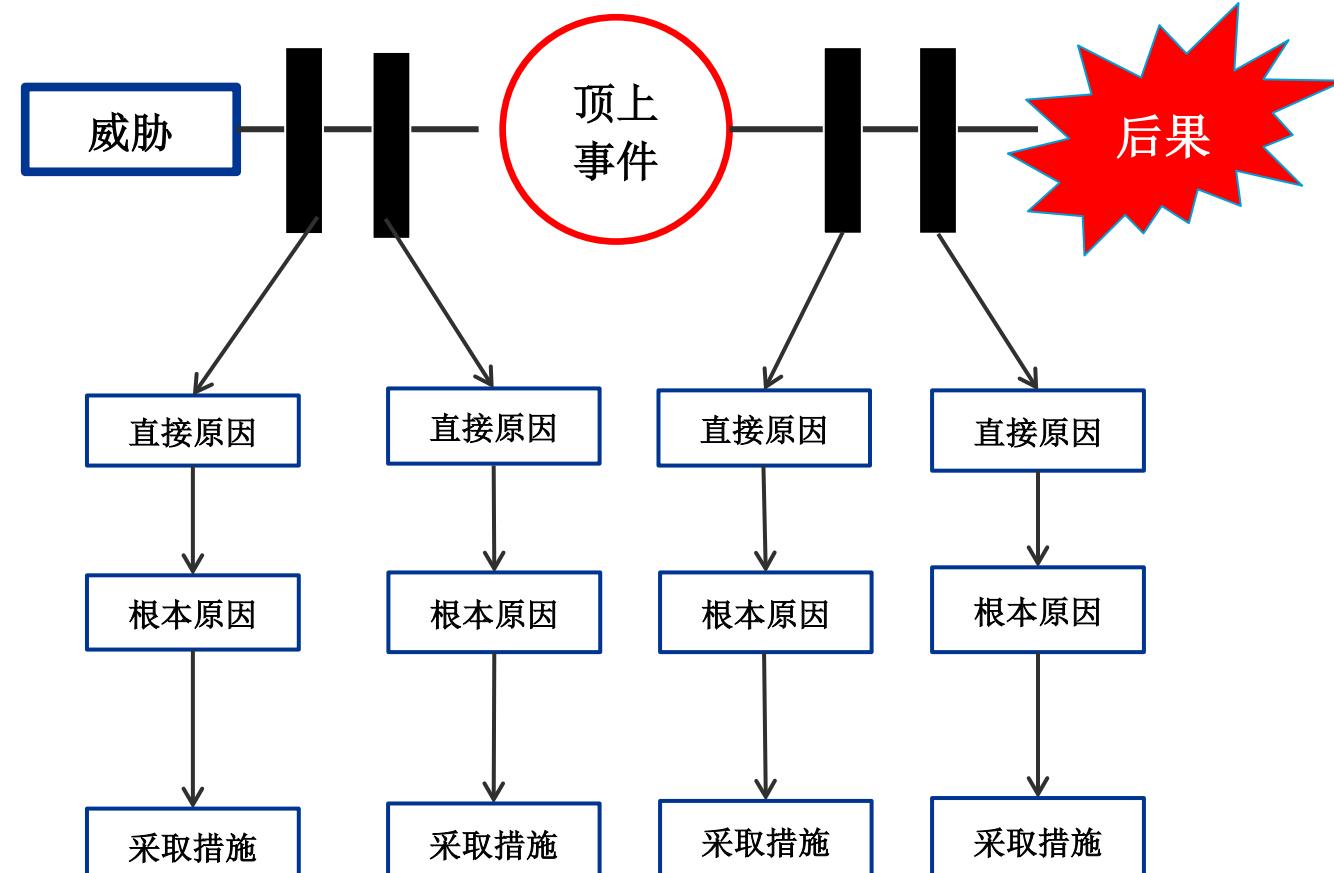
BSCAT (Barrier + SCAT)



SCAT分析法

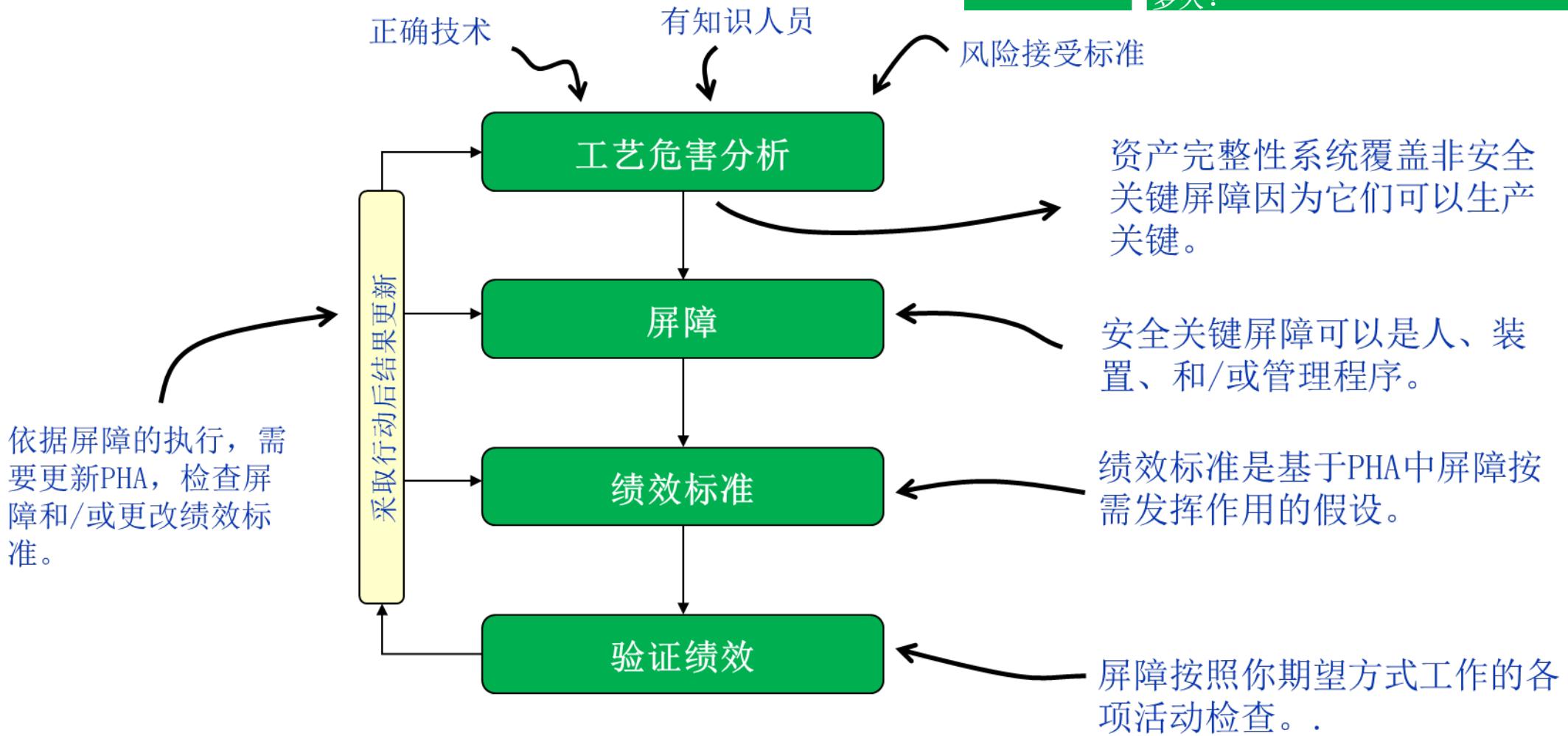


BSCAT方法



屏障管理模式

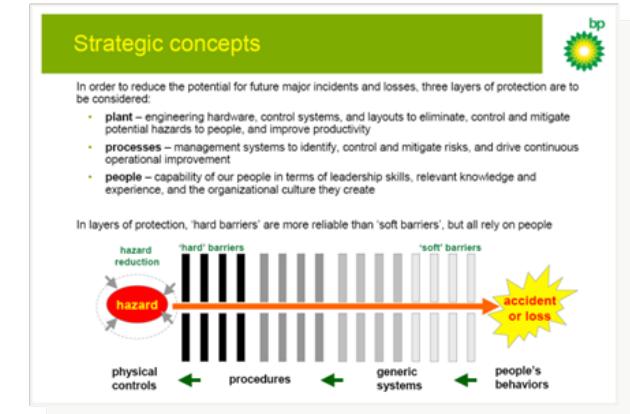
功能性	屏障必须做什么？
可靠性	屏障成功运行的概率是多少？
可用性	按需运行的概率是多少？屏障不可用是否可接受吗？
耐用性	屏障必须能承受的事件，它的功能在不利条件下能运行多久？



长效的过程安全管理

“化危为安”线上讲堂

1. 领导力
2. 规划和行政
3. 风险评价
4. 人力资源
5. 合规保证
6. 项目管理
7. 培训和能力
8. 沟通和推广
9. 风险控制
10. 资产管理
11. 承包商管理和采购
12. 应急准备
13. 事件学习
14. 风险监控
15. 结果和评审



捍卫生命、财产和保护环境

Safeguarding life, property and the environment

更多信息，欢迎联系：

狄小勇 Di Xiao Yong

部门经理/首席咨询顾问:

E-mail : bill.dl@dnv.com

手 机 : 150 10510919

电 话 : 010-65627659

www.dnv.com

