





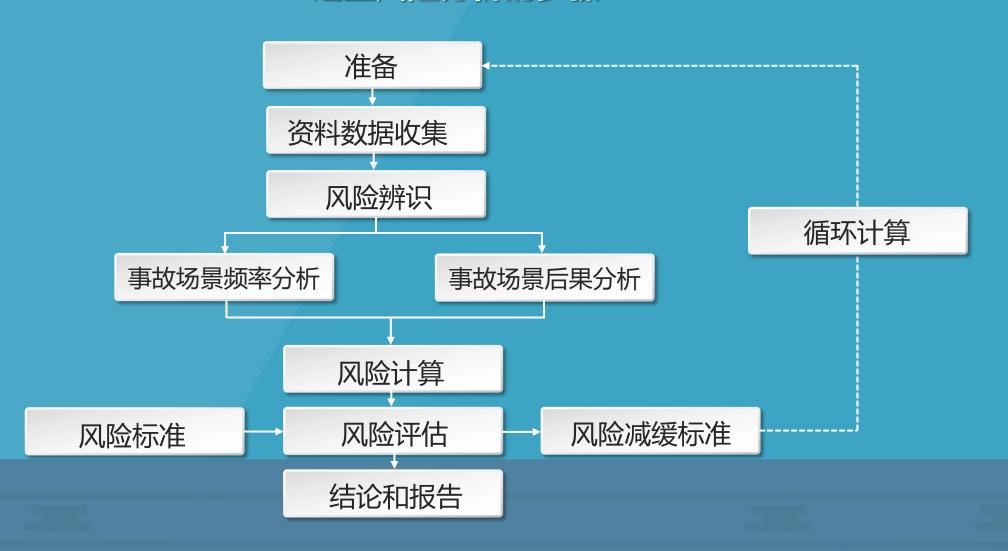
## 1. 定量风险分析(QRA)

### 定量风险分析概述

QRA是指对某一设施或作业活动中发生事故的频率和后果进行定量分析,并与风险可接受标准相比较的系统方法。其应用可为工厂选址、厂内布局规划、工程审批等提供直接的指导依据。



### 定量风险分析的步骤







### 资料数据收集







## 常用方法

# 金量风险分析

- ■事故场景发生的频率可采用事件树或事故树分析方法进行定量估算。
- 事故场景的后果分析需根据实际情况进行事故后果模型选择,QRA中通常考虑的事故类型包括:泄露(释放)、闪蒸和液池蒸发、射流和气云扩散、火灾及爆炸等。
- 风险计算包括个体风险和社会风险计算两部分。



QRA计算过程复杂,工作量巨大,需借助计算软件才能实施。

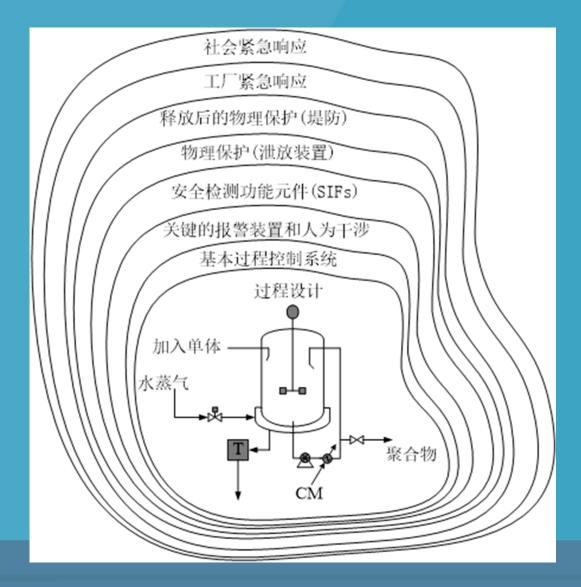




### 2. 保护层次分析(LOPA)

典型的化工过程往往包含各种保护层,如过程设计、基本过程控制系统、安全仪表系统、被动防护设施(如防火堤、防爆墙等)、主动防护设施以及人员干预等。通过对这些保护层进行有效控制能够降低事故发生的概率。建立在上述理论基础上的风险分析方法即保护层分析,其分析结果也可以是半定量的。





降低特定事故场景发生概率的保护层





#### LOPA的基本特点

- 基于事故场景进行风险研究,即在运用保护层分析方法进行风险评价时,首先要辨识所有可能的事故场景及其发生的后果和可能性。
- 事故场景是发生事故的事件链,包括起始事件、一系列中间事件和后果事件。
- 事故场景的辨识主要依赖于分析人员的经验、知识水平、对方法和工艺过程的熟练和熟悉程度,HAZOP是常用的事故场景辨识方法。
- LOPA常作为HAZOP等定性方法的后续分析方法。





# LOPA的分析步骤(基于HAZOP分析结果)

- (1) 熟悉所分析的工艺过程并收集资料。
- (2) 利用HAZOP的分析结果将可能发生的严重事故作为事故场景。
- (3) 确定事故场景的后果及当前事故场景的后果等级。
- (4) 辨识事故场景的起始事件、中间事件和后果事件,根据后果严重程度及发生频率,确定潜在事故的风险等级。
- (5) 列举所有的独立保护层(Independent Protection Layer, IPL)措施,确定其要求时失效概率(Probability of Failure on Demand, PFD),从而确定剩余风险等级。
- (6) 根据剩余风险等级,提出安全对策措施,直至达到可承受的风险。





# LOPA中的频率分析步骤

1.确定初始事件 的失效频率 (查表)

2. 对频率数据 进行调整,以 适合分析情形

3. 调整失效频率 以考虑每个独立 保护层的要求时 失效概率(查表)