



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



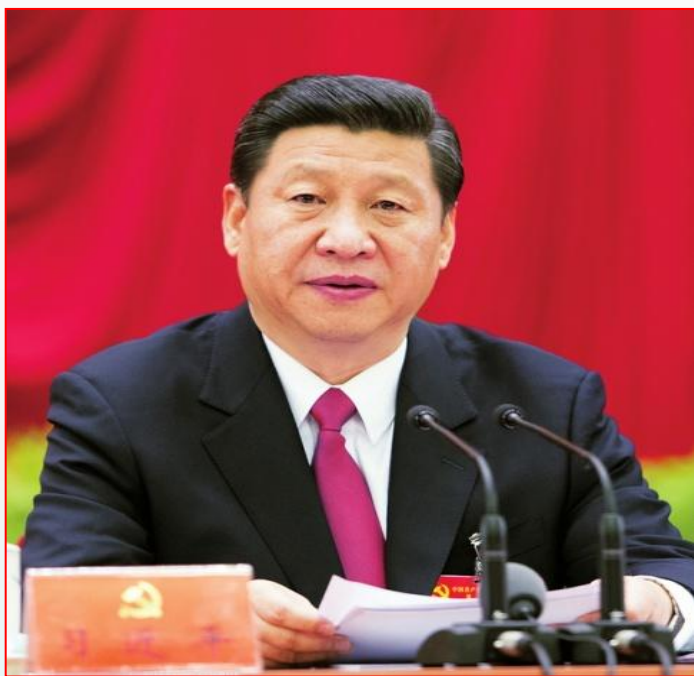
加强化工过程安全管理

实现安全治理模式向预防转型

化学品安全分标委AQ/T3034标准宣贯 • 2022年12月23日

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



习近平总书记所作的二十大报告为继续推进中国式现代化指引方向，为中国未来发展擘画宏伟蓝图。

党的二十大报告对安全生产工作提出新定位、新要求：

二十大报告第十一部分：推进国家安全体系和能力现代化，坚决维护国家安全和社会稳定

（三）提高公共安全治理水平。坚持安全第一、预防为主，建立大安全大应急框架，完善公共安全体系，**推动公共安全治理模式向事前预防转型**。推进安全生产风险专项整治，加强重点行业、重点领域安全监管。提高防灾减灾救灾和重大突发公共事件处置保障能力，加强国家区域应急力量建设。



主要内容

一

化工过程安全管理起源与发展

二

开展化工过程安全管理的必要性

三

修订后3034标准管理要素介绍

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



一、化工过程安全管理（Process Safety Management PSM）的起源与发展

（一）化工过程安全管理的起源和欧美地区发展

70年代西方化工发达国家和印度连续发生的化工或涉及化学品的恶性事故，催生了化工过程安全管理：

英国弗里克斯镇（1974年）——环己烷泄漏

意大利塞维索（1976年）——二噁英泄漏

墨西哥首都墨西哥城（1984年）——LPG泄漏

印度博帕尔（1984年）——甲基异氰酸酯泄漏

1985年到1991年美国又连续发生10余起化工或涉及化学品的重大事故。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



促成美国和欧洲出台PSM法规的相关事故

年份	地点	死亡人数	受伤人数
1974	英格兰Flixborough镇	28	?
1976	意大利塞维索	?	?
1984	墨西哥的墨西哥城	650	?
1984	印度博帕尔市	6000+	?
1985	西弗吉尼亚州Institute地区	0	135
1988	洛杉矶诺科地区	5	23
1988	内华达州亨德森市	2	350
1989	加拿大列治文市	0	9
1989	德州帕萨迪纳市	24	132
1990	德州Channelview市	17	0
1990	俄亥俄州辛辛那提市	2	41
1991	洛杉矶莱克查尔斯市	6	6
1991	洛杉矶Sterlington市	8	128
1991	查尔斯顿港	9	33

严重事故频发促使欧盟和美国采取了一系列措施加强化学品、化工安全的管理。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



1. 欧洲主要是从严格管控高危化学品为切入点

英国Flixborough泄漏爆炸事故，促使欧洲化工企业的管理者和工程师意识到，**对工厂的设计以及对工厂发生的变更进行系统危害分析至关重要**，过程危害分析（Process Hazard Review）逐渐成为工程设计的重要环节，初步建立了化工过程安全的概念，进而**催生了操作危害分析（HAZOP）**。

之后，1975年荷兰毕克（Beek）石油裂解装置蒸气云爆炸事故（14人死亡）和1977年意大利塞维索（Seveso）致癌化学品二噁英泄漏事故，更加引起了政府对化工（化学品）安全生产的高度重视，由此催生了欧洲第一部针对高危化学品的政府法规：1982年颁布的“《塞维索（Seveso）法令I》，即**（欧洲重大事故管理法案）**”。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



1996年，《塞维索法令 I 》修订为《塞维索法令 II 》。《塞维索法令 II 》吸取了博帕尔事故的教训，更加强调对重大危害的控制和建立过程安全管理系统的重要性。

英国于1999年颁布了《重大事故危害控制规定》（COMAH）以执行欧盟塞韦索法令 II。

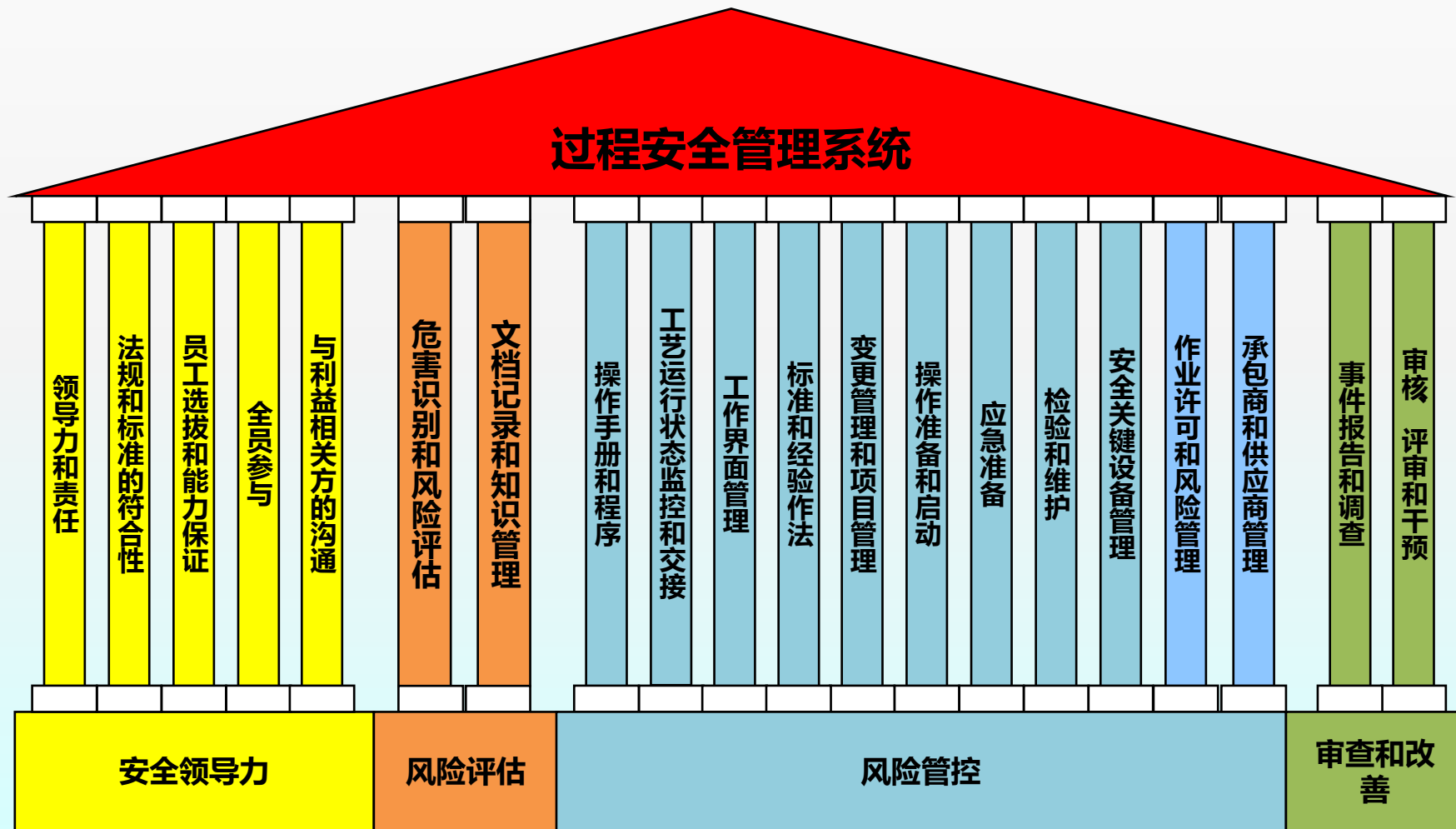
鉴于业界普遍反映《塞维索法令 II 》管辖范围太宽，对一些低风险化学品管理要求过严。欧盟2012年在适当缩小了法令管辖的化学品范围、剔除一些低风险化学品后，颁布《塞维索法令 III 》，完全替代《塞维索法令 II 》。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



英国能源协会（EI）过程安全管理系统框架



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



2. 美国从全面加强化工过程安全管理着眼

1984年，印度博帕尔事故促使了美国化学工程师协会在1985年成立了**化工过程安全中心CCPS (Center for Chemical Process Safety)**。

1988年，美国化学委员会ACC颁布了企业“社会责任关怀”，其中包含了**过程安全**相关的规定。

化工过程安全管理要素，是美国化学工程师协会组织有丰富经验的化学工程师，综合分析美国70年代化工事故高发暴露出的问题，概括提炼，总结出的**影响化工（化学品）安全生产的相关因素**。

1992年2月24日，美国职业安全健康局OSHA，颁布了高危害化学品（化工）**过程安全管理**系统的相关要求

（29CFR1910.119: Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals, PSM），并于1992年5月26日生效。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



1994年，美国CCPS组织杜邦、DOW、雪佛兰、罗门哈斯等企业和单位的专家，编写出版《**过程安全管理实施指南**》，目前已出第二版。

1999年，美国环保局EPA颁布了“净化空气法案之灾害性泄漏预防”RMP，在OSHA**过程安全管理**系统的基础上，补充了对风险评价和应急预案的要求。

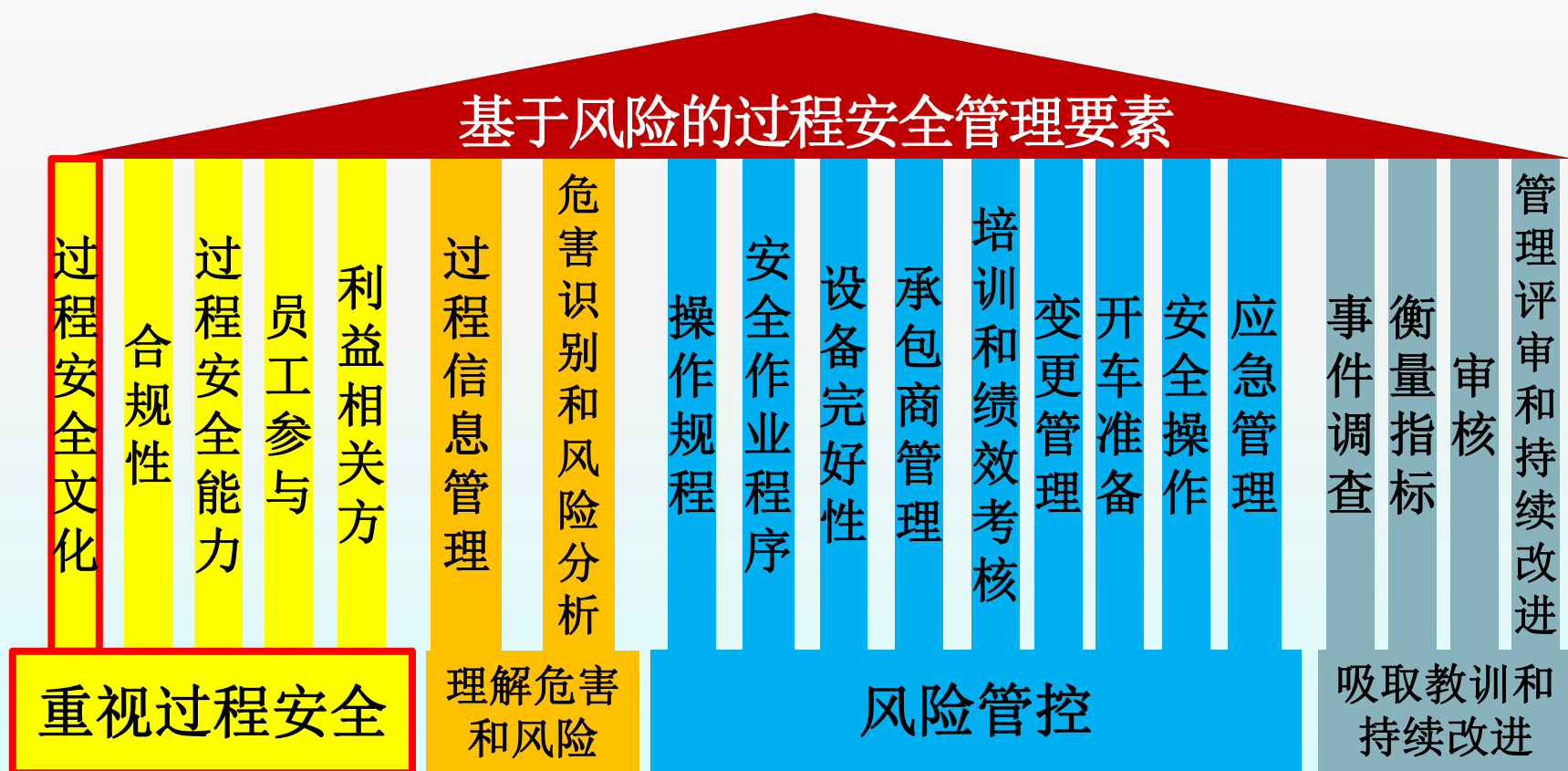
2007年，美国CCPS出版 **《Guidelines for Risk Based Process Safety（基于风险的过程安全指南）》**（国内译为《基于风险的过程安全》），**管理要素扩展为20个**。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



CCPS:基于风险的化工过程安全管理20个要素



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



(二) 化工过程安全管理理念引入我国

(1) 2006年，**中石化**成为我国第一位CCPS企业会员。

(2) 2007年，CCPS与**中国石油大学（华东）**正式签署协议，成立CCPS中国分部。

(3) 2010年，我国颁布第一部化工过程安全推荐标准《化工企业**工艺安全**管理实施导则》（AQ/T 3034-2010）。

该标准由中国可持续发展工商理事会、中石化青岛安全工程研究院、上海赛科石化公司起草。标准由14个要素构成，绝大部分参照了美国职业安全健康局（OSHA）29CFR1910.119标准。由于当时认知的原因，Process Safety译成“工艺安全”

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



(4) 原国家安监总局组织国外危化品安全监管法律法规和方法研究，开始认识和重视化工过程安全管理，提出根据“Process Safety”汉语的含义应译为“过程安全”，并逐渐在业界达成共识，改变了“过程安全”只有工艺专业重视的局面。

(5) 2013年7月29日，原国家安监总局印发《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）。《指导意见》强调12个方面的工作，具体对30项工作提出明确要求。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



国家安全生产监督管理总局文件

安监总管三〔2013〕 88 号

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

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团安全生产监督管理局，有关中央企业：

化工过程(chemical process)伴随易燃易爆、有毒有害等物料和产品，涉及工艺、设备、仪表、电气等多个专业和复杂的公用工程系统。加强化工过程安全管理，是国际先进的重大工业事故预防和控制方法，是企业及时消除安全隐患、预防事故、构建安全生产长效机制的重要基础性工作。为深入贯彻落实《国务院关于进一步

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



(三) 开展化工过程安全管理取得的效果： 美国2018/2019年度化工、危化品事故伤亡情况：

序号	发生时间	事故名称	死亡人数
1	2019-11-27	得克萨斯州TPC石化工厂爆炸着火	0
2	2019-06-21	费城能源解决方案公司炼油厂着火爆炸	0
3	2019-04-02	休斯敦KMC0化工厂着火爆炸	1
4	2019-03-17	休斯敦洲际码头公司储罐起火	0
5	2018-09-13	波士顿城镇天然气管道连环爆炸火灾	1
6	2018-05-19	得克萨斯州可乐丽化工厂爆炸	0
7	2018-04-26	威斯康辛州赫斯基能源公司炼油厂着火爆炸	0
8	2018-01-22	俄克拉何马州天然气井平台爆炸着火	5

2022-1

伤亡情况较低，没有发生5人以上的严重事故！

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



开展化工过程安全管理的综合收益：

✧ **有效遏制和避免涉及化学品的事故：** 根据事故统计结果，美国实施化工过程安全管理后，事故发生率在10年内降低了近80%，安全绩效明显提高。

✧ 生产能力提升5%；

✧ 生产成本降低3%；

✧ 维护成本降低5%；

✧ 资本预算降低1%；

✧ 保险费用降低20%。

以上数据来自CCPS《过程安全管理实施指南》



二、开展化工过程安全管理的必要性

（一）职业安全管理无法代替化工过程安全管理

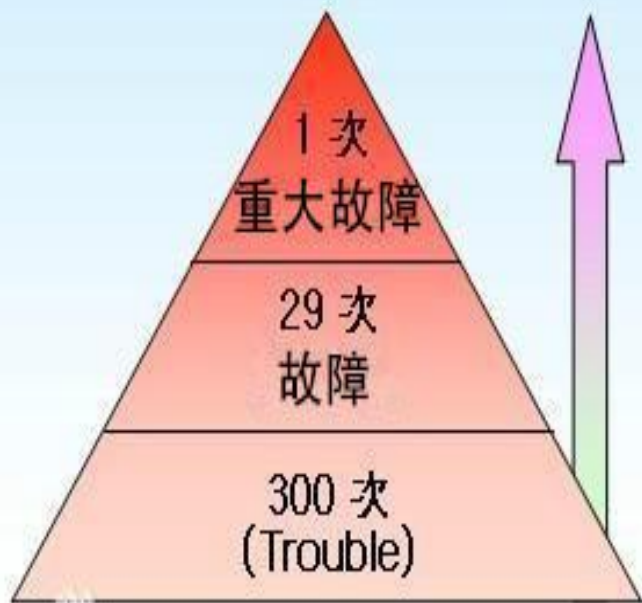
- ✧ **职业安全管理** 侧重于预防作业人员因作业或工作环境受到的伤害。主要关注作业人员的行为或作业对象相关能量危害，例如滑到、坠落、机械伤害、触电、烫伤、肌肉或骨骼受伤等（原劳动部标准20类工伤事故）。
- ✧ **化工过程安全管理** 侧重于化学品生产、使用和储存过程设备设施中的**化学品**或**能量的意外泄放事故**的预防、减缓、应急响应和事故后恢复，化工过程安全不仅涉及生产安全，还涉及环境保护和公共安全。

全要素加强化工过程安全管理

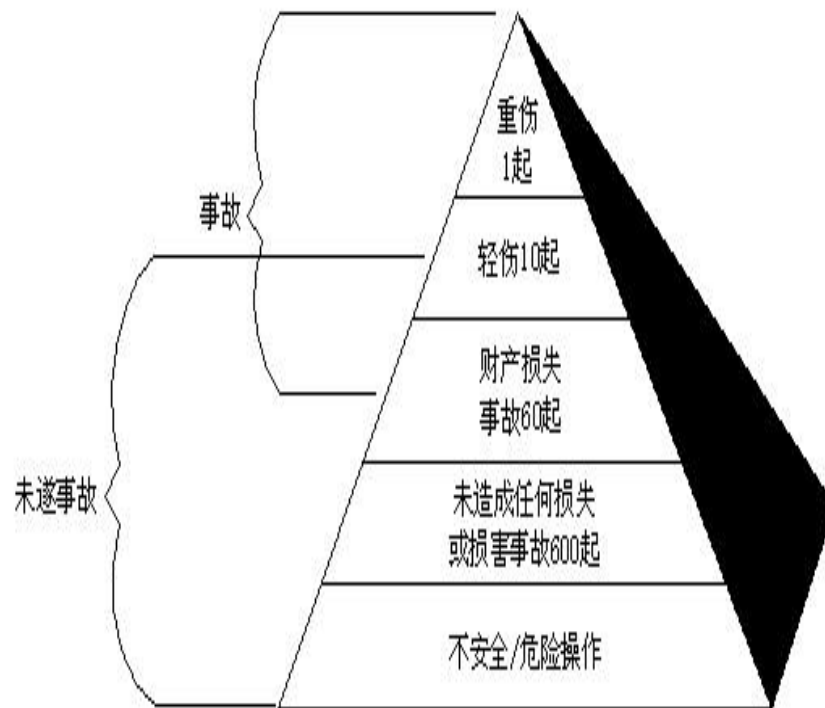
PROCESS SAFETY MANAGEMENT



海因里西法则



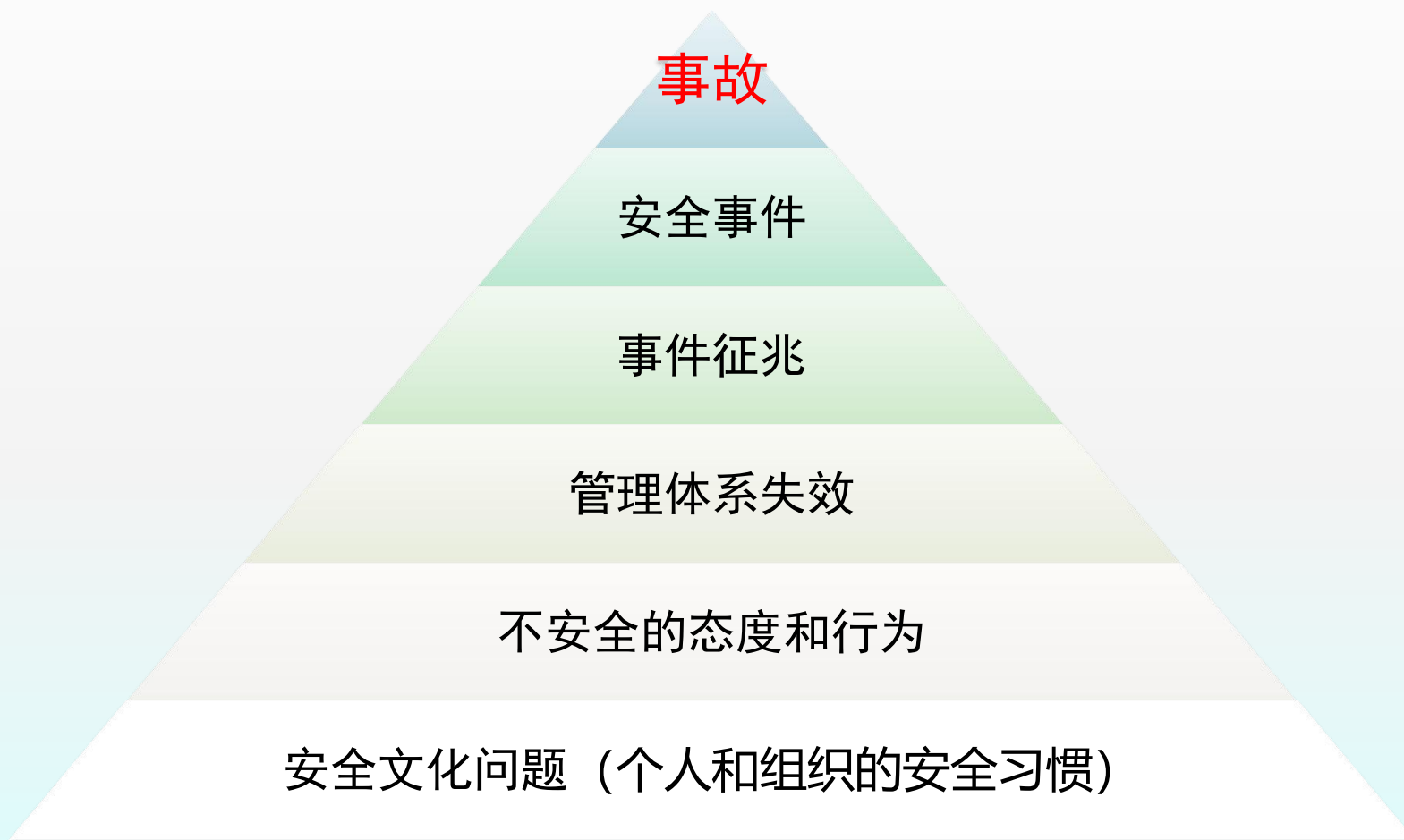
(300 : 29 : 1)



化工（化学品）事故三角模型

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



化工过程安全管理三角形

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



职业安全和过程安全的差异

风险源	动能、势能、电能、化学品等	化学反应本身能量的累积和错误释放
发生频率	频率高	频率低
影响范围	事故当事人	范围广、时间长
初始频率	基于个人经验	行业统计值
管理方法	依靠现场和经验管理	风险靠专业团队和工具进行系统识别，加强过程安全全要素管理是关键
管理对象	侧重行为管理	对化工过程进行全面管理
防护措施	针对性的防护措施（即时有效）	“洋葱式” 防护层



(二) 当前我国化工、危化品事故情况的思考

- ✧ 党中央、国务院高度重视化工、危化品安全生产工作，政府和企业也下了很大功夫，为什么事故仍接连不断？
- ✧ 从一些地区和企业发生事故情况看，没有跳出“事故周期”魔咒！
- ✧ 从事故的直接原因看：专业管理不到位是主要原因！
- ✧ 从事故的管理原因看：安全管理与专业管理两张皮的问题非常突出！
- ✧ 从政府企业监督检查发现的的情况看：企业安全管理碎片化严重，缺乏系统性。



(三) 化工、危化品安全管理标准亟待完善

- ✧ 化工、危化品企业安全管理的思路不够清晰；总书记批评的安全管理“东一榔头西一棒子”现象突出；
- ✧ 化工企业安全管理体系大多是传统的HSE、安全生产标准化、ISO45001等，化工过程安全管理理念和要素没有充分体现，管理事倍功半；
- ✧ 《加强化工过程安全管理的指导意见》内容不够全面；
- ✧ 提高化工、危化品安全管理的科学性，实现党的二十大提出的化工、危化品“安全治理模式向预防转型”急需出台一部科学、规范的安全管理标准。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



三、修订后3034标准管理要素简要介绍

党中央、国务院高度重视化工、危化品安全生产工作，企业为了生存和发展，也有做好安全生产工作的强烈愿望，许多化工企业在安全生产道路上仍在苦苦探索，有的不惜重金聘请第三方咨询机构。

根据我国化工企业安全生产现状、当前安全生产管理水平和人才基础，借鉴2007年美国化工过程安全中心出版的《基于风险的化工过程安全》的内容和欧洲《塞韦索指令》的理念，总结我国化工安全生产和危险化学品安全管理的经验教训，结合我国当前化工和危险化学品安全生产的特点，构建适合国情的化工过程安全管理要素体系。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



(一) 化工过程安全管理要素体系

1. 安全领导力
2. 全员安全生产责任制
3. 安全生产合规性要求
4. 安全生产信息管理
5. 安全教育、培训和能力建设
6. 风险管理
7. 安全规划与设计
8. 装置原始开车安全
9. 安全操作
10. 设备完好性管理
11. 安全仪表管理
12. 重大危险源安全管理
13. 作业安全管理
14. 承包商（相关方）安全管理
15. 变更管理
16. 应急准备与响应
17. 安全事件（事故）的调查与管理
18. 本质更安全
19. 安全文化建设
20. 安全生产业绩考核与持续改进

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



建成企业化工过程安全管理体系要素

1. 安全领导力
2. 全员安全生产责任制
3. 安全生产合规性要求
4. 安全生产信息管理
5. 安全教育、培训和能力建设
6. 风险管理
7. 安全操作
8. 设备完好性管理
9. 安全仪表管理
10. 重大危险源安全管理
11. 作业安全管理
12. 承包商安全管理
13. 变更管理
14. 应急准备与响应
15. 安全事件（事故）的调查与管理
16. 本质更安全
17. 安全文化建设
18. 安全生产业绩考核与持续改进

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



小微企业化工过程安全管理体系要素

1. 全员安全生产责任制
2. 安全生产合规性要求
和安全信息管理
3. 安全教育、培训和能力
4. 风险管理
5. 安全操作
6. 设备完好性管理
7. 重大危险源安全管理
8. 作业安全管理
9. 承包商安全管理
10. 变更管理
11. 应急准备与响应
12. 安全事件（事故）的
调查与管理
13. 安全生产业绩考核与
持续改进

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



目前，我国80%的化工企业为小微企业，小微企业安全生产管理人才缺乏、管理能力比较薄弱，企业安全生产人力、物力、财力投入受到一定的限制。因此，小微化工企业推进化工过程安全管理，**可先从贯彻落实原国家安监总局《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）文件切入。**



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



(二) 化工过程安全管理要素体系的特点

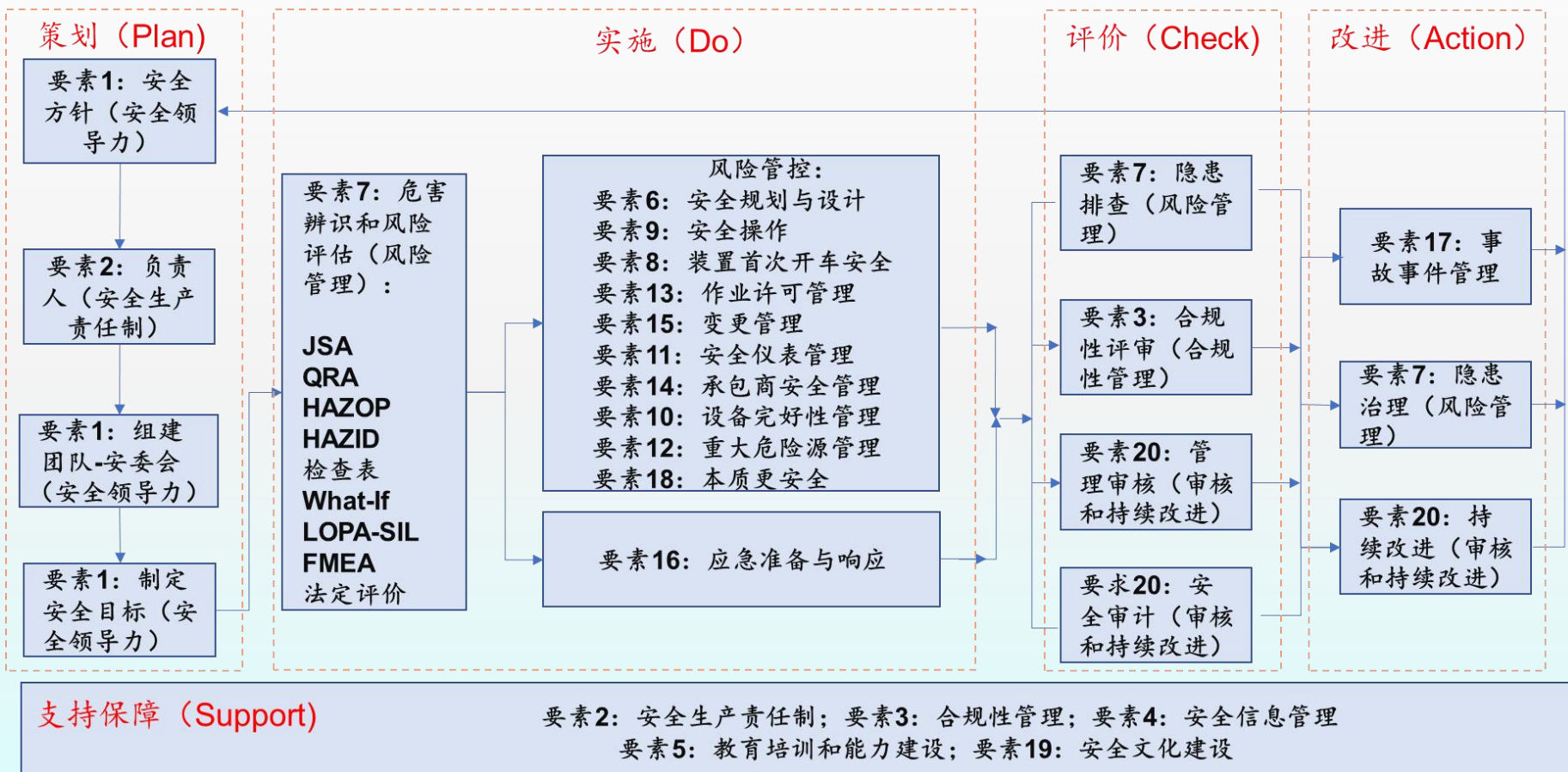
- ✧建立在总结我国、全面吸收美国和欧洲化工（化学品）安全管理经验的基础上；
- ✧融合了职业安全和化工过程安全，要素覆盖影响化工安全生产的全部因素；
- ✧体现了化工（危化品）安全管理全生命周期管理；
- ✧突出强调了企业领导在安全生产工作中的核心作用；
- ✧强调以风险管理为核心、以安全信息为基础、以思想教育和安全技能为支撑；
- ✧特别强调加强专业安全管理，突出强化安全仪表管理；
- ✧增加了通过科技进步不断提升本质安全的要素；
- ✧强调加强企业安全文化建设的基础性和重要性；
- ✧落实了新《安法》双控机制建设和安全生产标准化的工作要求；
- ✧体现了管理体系要系统思维的要求和必须遵循“PDCA”循环的原则。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



化工过程安全管理要素（AQ/T 3034-2022）逻辑关系图



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



(三) 化工过程安全管理要素体系解读

管理体系的起源、发展和作用：

- ✧ 管理体系：组织建立方针和目标以及实现这些目标的过程的相互关联或相互作用的一组要素。管理体系是相互关联的一组要素的有机集合。
- ✧ 管理体系最早出现在产品质量管理领域：质量管理经历了质量检验、统计质量、和全面质量管理阶段。
- ✧ 在全面质量管理理论和方法的指导下，将影响产品质量的所有要素集成，运用过程方法和PDCA管理循环，建立了第一个国际管理体系：ISO9000。
- ✧ 管理体系一般由**领导作用、职责权限、资源配置、运行控制、监控测量、持续改进**等要素构成。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



管理体系设计的总体思想：

基于战略的思维

基于风险管理的思维

过程管控的方法

系统思维（将管理要求融入组织的全部业务过程）

科学构建体系要素

关注结果和绩效

PDCA持续改进与创新

管理体系借助先进的管理理念和科学的管理方法，为特定的管理目标提供一套全面、科学的管理工作清单和管理程序支持，通过PDCA管理循环，持续改进和提升。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



1. 安全领导力

企业的安全生产工作，关键在领导。企业领导不重视安全、不懂安全，不会领导安全，企业安全工作不可能搞好。

卓越绩效管理模式首先强调的是领导能力。

美国化工过程安全把安全文化作为第一要素，安全文化中第一位的是领导力。

DNV国际安全评级系统（ISRS）由15个要素构成，第一要素就是安全领导力，分别从10个方面考查。

当前我国安全生产领导力不足的问题十分突出，进行DNV国际安全评级的企业，安全领导力要素得分情况均不理想，且大多低于要素的平均得分。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



六家化工央企安全领导力评估情况

企业	安全评级	领导力得分率	总得分率
A	5 级	65.4%	60.06%
B	3级	55.3%	58.20%
C	3级	48.8%	56.9%
D	5 级	65.2%	64.8%
E	6级	67.86%	68.9%
F	5级	76.22%	67.02%

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



提升安全领导力的基本路径：

- ✧ 贯彻落实习近平总书记安全发展思想，树立正确的安全生产理念；
- ✧ 正确的安全生产观、方法论和对待安全的态度；
- ✧ 依法合规生产经营；
- ✧ 理解风险，增强风险意识、正视化工生产过程面临的风险；
- ✧ 制定符合企业实际的安全发展战略；
- ✧ 领导企业建立、完善和落实全员安全生产责任制；
- ✧ 领导企业构建科学的安全生产管理体系；
- ✧ 高度重视重大风险的识别和管控；
- ✧ 为安全生产提供有力支持和保障；
- ✧ 以身作则，深入基层，率先垂范；
- ✧ 科学严格考核、狠抓工作落实、持续改进；
- ✧ 领导企业培育优秀的安全文化。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



2. 建立、完善和落实全员安全生产责任制（中国特色）

企业安全生产责任制方面存在的主要问题：

- ✧ **没有体现“三管三必须”的要求；**
- ✧ **主要负责人的职责不具操作性；**
- ✧ **领导班子成员职责交叉、安全管理存在漏洞；**
- ✧ **领导班子责任制没有实现全覆盖；**
- ✧ **没有做到“一岗一责”（区别“一岗双责”）；**
- ✧ **安全责任制层级不清；**
- ✧ **岗位安全责任描述不准确；**
- ✧ **岗位责任制考核不严格。**

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



- ✧ **制定落实全员安全生产责任制是《安法》规定的企业主要负责人的七条职责之一，他人无法替代；**
- ✧ **安全生产责任制与安全生产责任书的区别；**
- ✧ 企业规定的岗位责任是发生事故后，司法机关追究企业内部人员责任的主要依据；
- ✧ 党管安全原则、“管业务管安全”原则、属地管理原则、全员责任（员工参与）；
- ✧ 一岗一责（每个岗位都要有单独的安全责任规定，区别于一岗双责）；
- ✧ 安全责任与岗位职责相匹配；
- ✧ 分层级理清安全责任；
- ✧ 通过责任制检查不断完善、切实落实！

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



3. 安全生产合规性要求

政府合规性要求包括三方面：**安全条件要求、管理制度要求和安全能力要求。**

企业安全生产的合规性非常重要！如果一个企业因为不符合国家安全生产法律、法规、强制性标准和政策性文件（目前我国安全生产许多要求是以行政文件的形式提出要求的）要求，一旦发生安全生产事故，那肯定是责任事故！轻者企业被行政处罚，重则有关责任人会被追究刑事责任！当前我国化工企业安全生产不合规运行的问题十分突出，必须引起高度重视。

安全管理的合规性是重点也是难点！

马来西亚壳牌石油公司聘请专门法律顾问的做法。

合规性审查的内涵

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



4. 安全生产信息管理

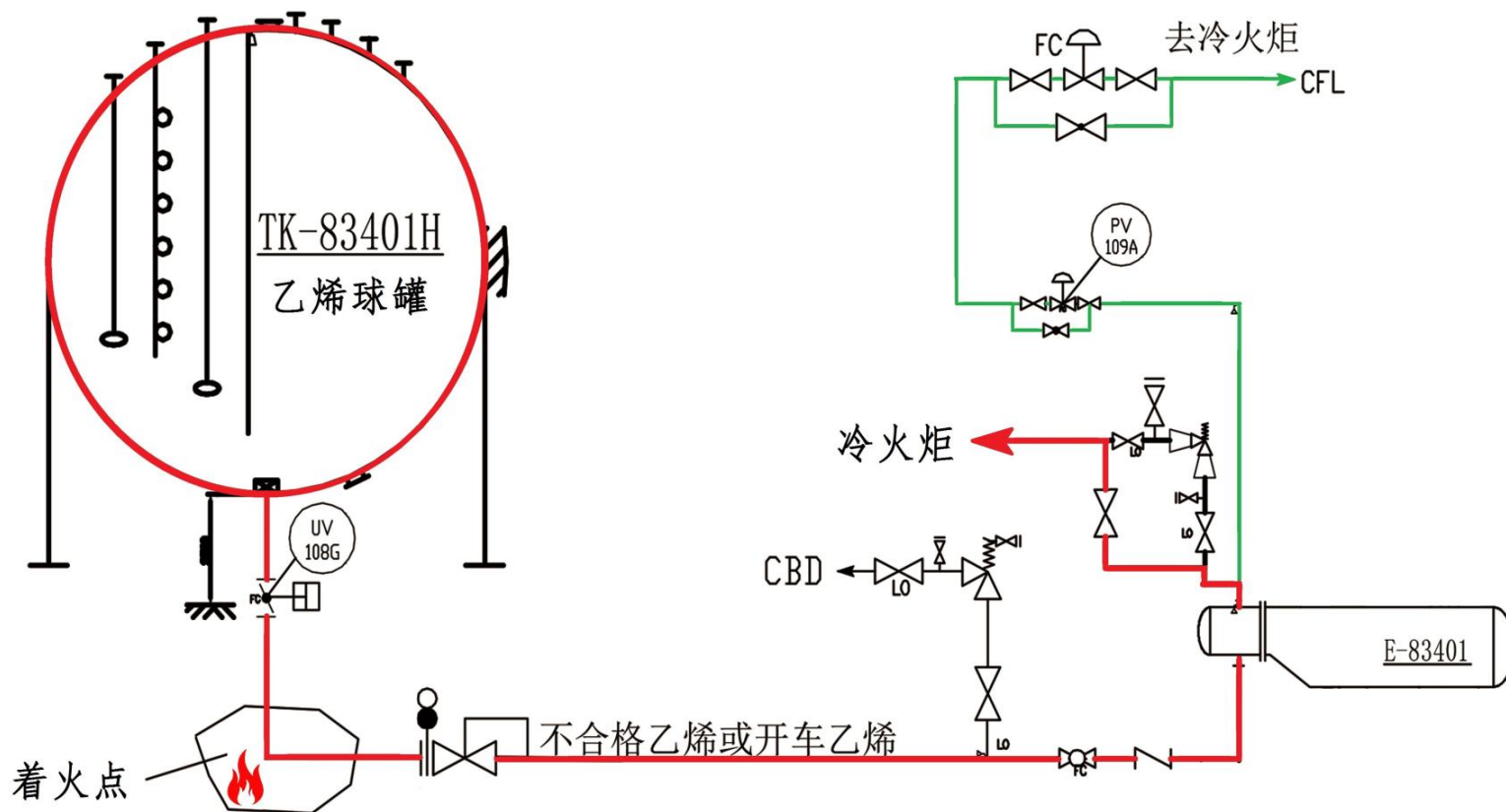
- ✧信息是安全生产管理工作的基础
- ✧化学品信息 (SDS, 青岛“11.22”事故教训)
- ✧工艺信息: 工艺原理、操作规程、流程图等
- ✧设备信息: 设备、管道规格书, 安全操作规程等
- ✧仪表信息, 特别是安全仪表信息
- ✧安全设施信息
- ✧公用工程信息
- ✧同行业、有关企业、本企业事故事件信息
- ✧明确责任, 及时获取、识别和转化

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



2018年2月28日，某公司乙烯球罐出口管线破裂
火灾事故。乙烯H罐出料管线“2.28”闪爆着火事故乙烯



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



5. 安全教育、培训与能力建设

- ✧ 安全教育和培训不能混为一谈。
- ✧ 安全教育：教育员工增强法制意识、风险意识，增强遵章守纪的意识和自觉性，杜绝违章作业和违反工艺纪律、操作纪律、劳动纪律问题。
- ✧ 安全培训：培训是培养员工提高工作技能，做到“四懂三会”。
- ✧ 增强教育培训的有效性。
- ✧ 重复事故暴露出的问题。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



内蒙古伊东集团东兴化工公司“4.24”爆燃事故

2019年4月24日凌晨2时35分许，内蒙古伊东集团东兴化工有限责任公司厂区内发生爆燃事故，造成4人死亡，5人受伤。事故完全是张家口中国化工盛华公司“11.28”事故的重复！



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



化工企业安全管理人员能力要求

- ✧ **专业知识要求：**精通一套重要化工装置的工艺，熟悉安全工程，还要懂化工机械和设备、DCS和SIS、电气、公用工程、心理学、社会学和企业
管理、……。
- ✧ **管理能力要求：**安全生产管理涉及项目规划、工程
管理（设计施工）、工艺管理、设备管理、电气
仪表管理、公用工程管理、人力资源管理、企
业法律事务、企业管理（责任制考核）等部门。
**安全生产管理者既要有多专业的知识背景、丰富的
实践经验，又要严管理、会管理，肯吃苦、讲奉献。**

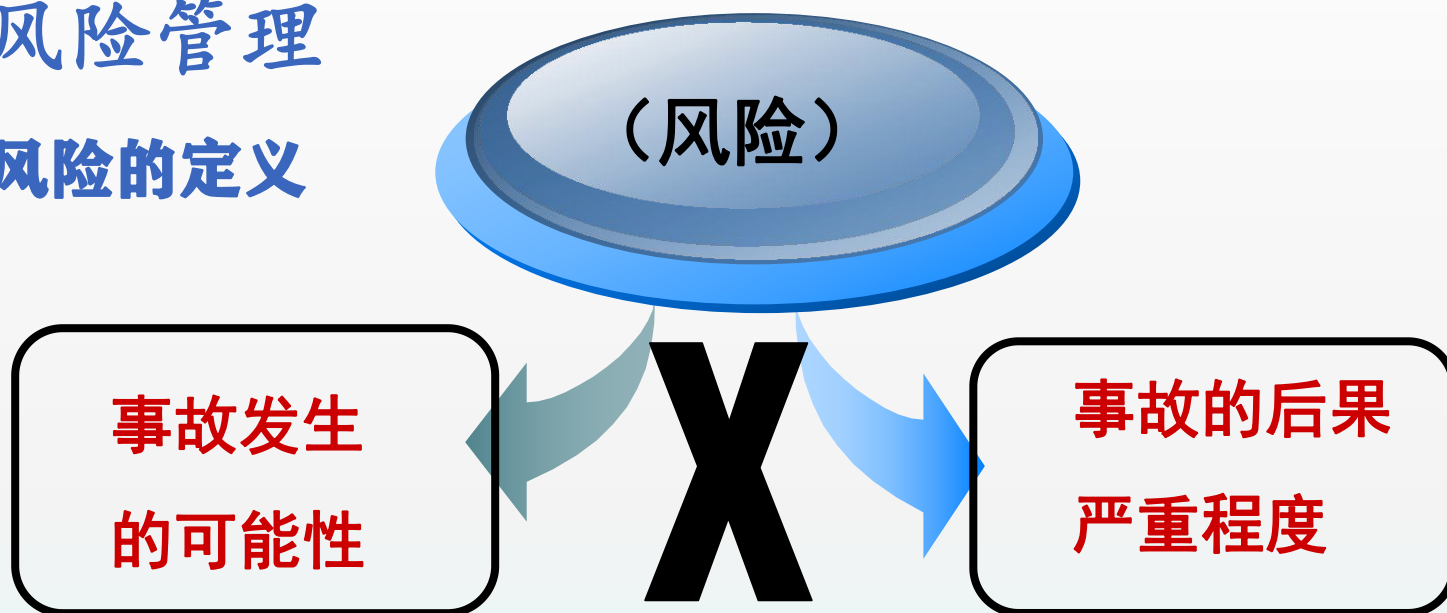
全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



6. 风险管理

(1) 风险的定义



特定的不期望事件发生概率和它的不利后果的综合。（ICChemE 1992）

危险、危害（Hazard）、风险（Risk）和隐患之间的联系与区别。失控（包括未能识别）的风险是隐患！

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



(2) 风险管理是安全生产工作的核心，十分复杂

- ✧ **风险的最大特点是不确定性！** 事故几率对大数据统计是对的，对具体的事故来讲就是确定的事件；
- ✧ 保险业：风险 = 事件发生的可能性 X 后果严重性；
- ✧ 确定安全生产风险值时后果的权重大大增加：**风险是危害事件发生的可能性和可能导致后果的综合考量；**
- ✧ 风险的计算方法不统一或权威性不够；经验数据来源广泛，取值自由裁量权大，因而计算结果因人而异情况严重；
- ✧ 行业风险尚没有科学的分类方法，全面识别风险难度很大；
- ✧ 科技创新和变更管理中识别新的风险极富挑战性。



（3）危害、风险识别基本路径

- ✧从事故教训中识别风险，这是最重要识别路径；
- ✧以职业危害因素为导向，识别风险：

按照《企业职工伤亡事故分类》将企业工伤事故分为20类：物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电、淹溺、灼烫、火灾、高处坠落、坍塌、冒顶片帮、透水、放炮、瓦斯爆炸、火药爆炸、锅炉爆炸、容器爆炸、其他爆炸、中毒和窒息及其他伤害等。

- ✧从过程危害中识别风险；
- ✧以变更（包括新兴行业）为线索识别风险；
- ✧根据重大致灾因素（爆炸、火灾、中毒、坍塌等），结合可能的影响后果识别；
- ✧发动群众、头脑风暴、人民战争；

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



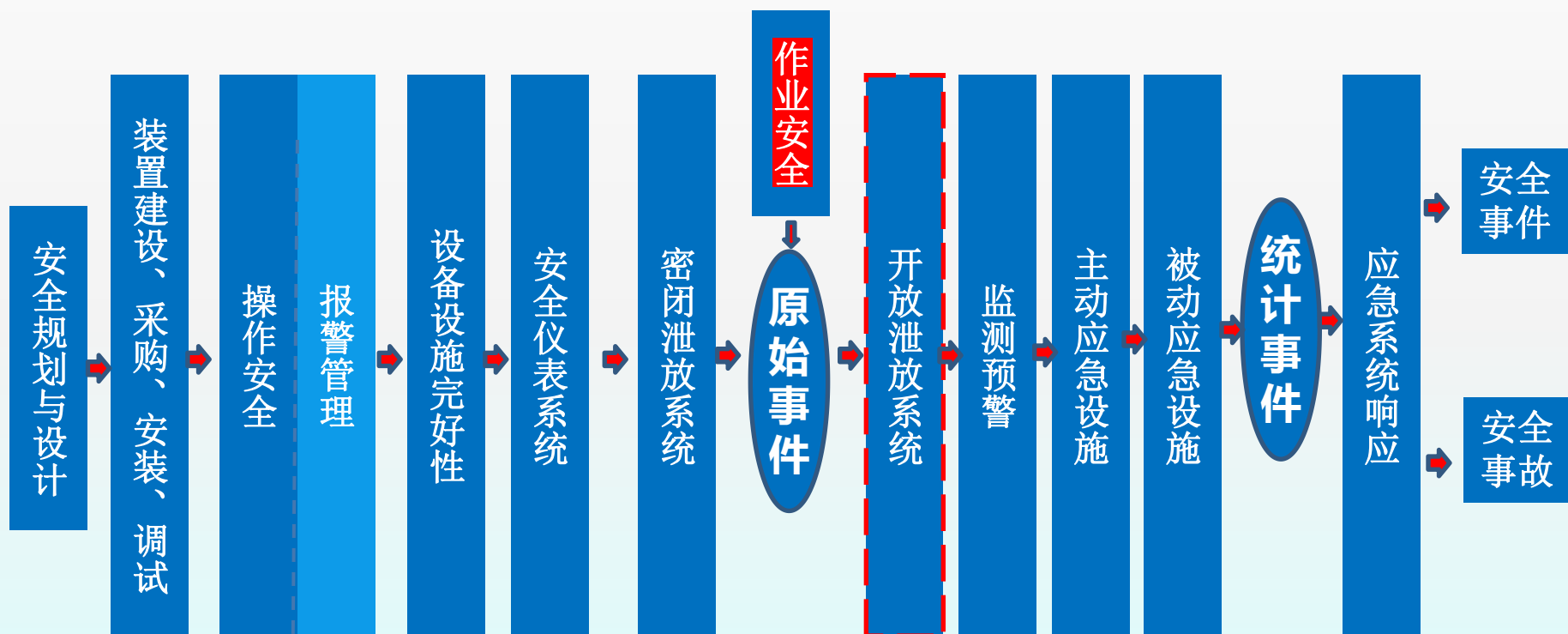
从化工生产过程中识别危害和风险

- 工艺技术的本质安全性;
- 厂区选址和平面布局不合理导致的危害;
- 工艺技术路线可能存在的危害;
- 操作失误存在的危害;
- 设备设施失效存在的危害;
- 作业过程可能存在的危害;
- “变更”引入的危害;
- 建构筑物潜在的危害;
- 自然灾害对企业带来的危害;
- 企业潜在的风险对厂外安全的影响;
- 外部环境对企业安全的影响。

落实主体责任 保障安全发展



(4) 化工、危化品风险屏障管理策略



化工危化品企业系统屏障防控风险

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



风险管理是安全生产工作的核心，十分复杂。风险管理通过危害辨识、风险评估、风险控制及风险监控、剩余风险管理，以保证风险处于受控状态。

化工企业危害和风险识别工作是理论性、实践性都很强的专业性工作，目前大部分的管控风险是从事故教训中依据经验识别的。

风险的识别需要理论指导，更需要经验积累，需要企业建立自己的风险管理专家队伍。

企业的风险管理要根据国家和地方政府对安全生产的要求、结合企业自身实际，制定可接受风险标准、确定风险管控清单和实施风险分级管控。

奶酪理论表明风险管控的复杂性。风险监控是隐患排查的重要内容。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



7. 化工装置安全规划与设计

- ✧ **安全生产工作必须从规划设计开始**
- ✧ **安全设计是安全生产最重要的基础工作**
- ✧ **选择设计、施工单位和关键设备、材料要“舍得花钱”**
- ✧ 选择本质更安全的工艺技术路线
- ✧ 全流程自动化，必要时装备安全仪表系统
- ✧ 严格安全设计审查
- ✧ 认真组织“三查四定”
- ✧ 认识安全设计存在的“1:10:100”的关系
- ✧ 与设计单位深度交流，搞清设计意图

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



8. 化工装置首次开车安全

化工装置第一次化工投料，由于管线、设备设施的安装质量需要在装置运行中得到检验；设备仪表的调校效果需要在装置运行中得到验证；操作人员的培训效果、操作规程的可操作性需要在装置运行中得到考验；设备、仪表、操作人员需要进一步磨合；是化工装置安全生产的一种特殊安全状态，情况多变，不确定、不可控因素多，这一阶段安全生产需要采取特殊的管控措施。

- (1) 生产准备：组织、人员、技术、物资和外部条件准备；**
- (2) 配合工程管理和施工单位做好建设质量管控，深度参与设备设施的调试工作；吹扫、清洗、气密、单机试车安全；**
- (3) “三查四定”和中间交接；**
- (4) 联动试车安全；**
- (5) 开车前安全审查；**
- (6) 投料试车安全；**
- (7) 首次开车暴露问题的整改。**

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



9. 安全操作

在充分消化吸收了所有安全生产信息的基础上，编制严谨、准确的操作规程，在此基础上，企业员工严格执行操作规程，并根据操作人员操作中遇到的问题和变更情况，及时修订，不断完善操作规程，是避免操作事故的基本方法。

- ✧ 操作人员的风险意识和思想素质
- ✧ 操作规程的科学细致严谨和及时修订
- ✧ 操作技能和操作经验
- ✧ 操作人员严谨的工作态度
- ✧ 加强报警管理
- ✧ 严格交接班

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



- ✧ 严格劳动纪律管理
- ✧ 生产装置现场管理
- ✧ 关注操作人员负面情绪状况
- ✧ 装置开停车安全管理 (PSSR)



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



10. 设备的完好性管理

化工生产设备是基础，化工安全生产设备完好十分重要！许多重大事故都与**设备设施泄漏**有关；设备管理到位，检维修作业减少，动火等危险作业减少，发生安全生产事故的几率会大大降低。

在风险分析（FMEA）的基础上确定设备完好性管理的范围；
建立设备完好性管理制度（责任、工作程序等）；
动设备的在线检测和静设备的定期检测（部位、周期等）；
加强泄漏管理（**液态烃、高温油泵密封**）；
设置腐蚀工程师岗位；
开展设备预防性维护、维修；
加强压力容器和压力管道管理；
失效数据库的建立和数据积累、应用。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



11. 安全仪表管理

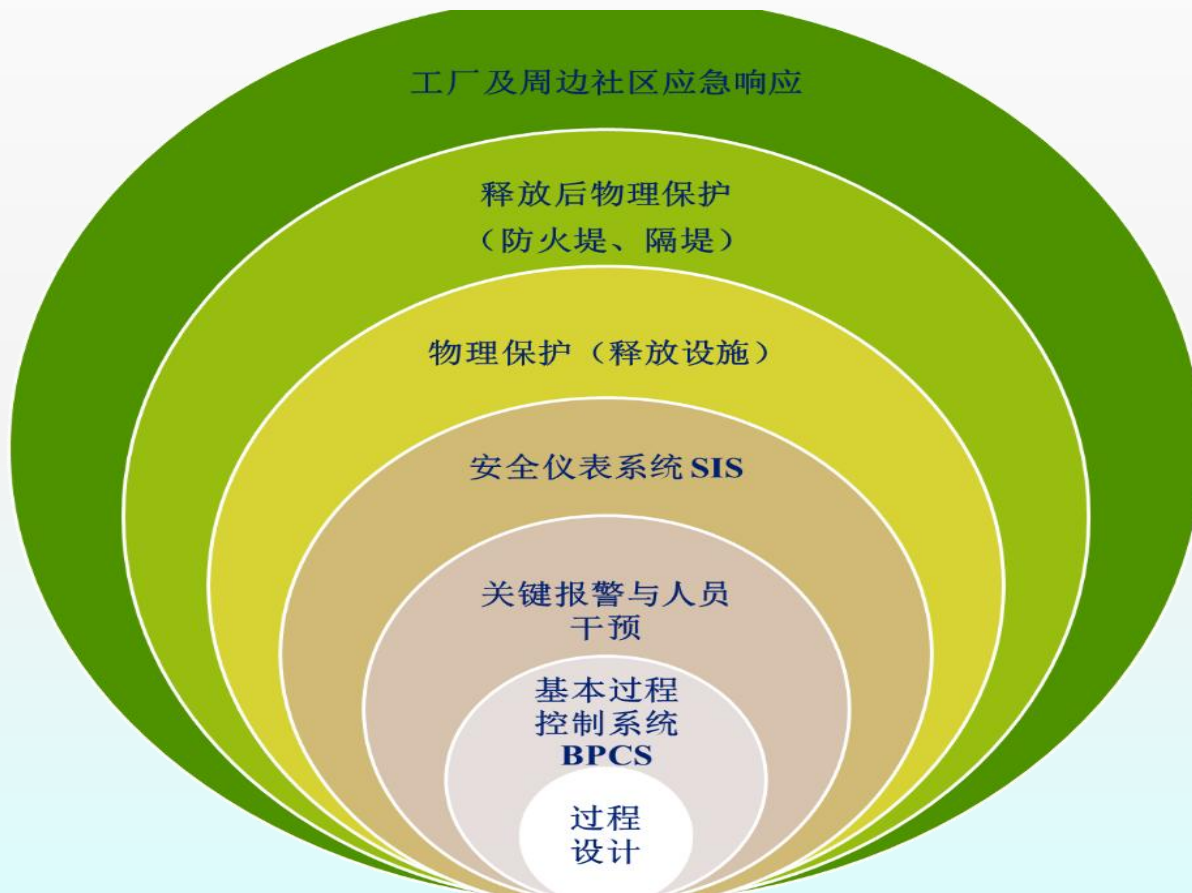
化工装置、危险化学品设施的安全仪表系统本来应该包括在“设备完好性”要素内，但考虑到我国目前化工、危险化学品企业自动化程度越来越高、装置规模越来越大、操作人员越来越少，安全仪表系统的作用越来越大，安全仪表系统一旦失灵，后果非常严重。而且化工安全仪表专业性强，人才缺乏，推动开展工作难度大，因此作为一个独立要素单独列出。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



安全仪表系统的作用



化工装置安全保护层

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



安全仪表系统 (SIS): 独立于过程控制系统 (例如分散控制系统DCS等), 生产正常时安全仪表系统处于休眠或静止状态, 一旦生产装置或设施出现可能导致安全事故的情况时, 能够瞬间准确动作, 使生产装置安全停止运行或自动导入预定的安全状态。

安全仪表的设置是在化工装置操作危害分析 (HAZOP) 的基础上, 通过保护层分析 (LOPA), 过程风险消减没有达到可接受风险标准的, 通过装备安全仪表, 使风险控制达到可接受的标准。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



12. 重大危险源安全管理

在美国化工过程安全中心确定的化工过程安全管理的要素中，没有单列这一要素。设置这一要素体现了我国化工、危险化学品安全生产的鲜明特点。重大危险源化学品储存量大，与化工生产装置相比，发生事故的几率并不高，但我国人口密度大，一旦重大危险源发生事故，后果往往十分严重，中石油大连“7.16”特别重大爆炸火灾事故、天津港“8.12”特别重大爆炸事故以及江苏响水“3.21”特别重大爆炸事故教训十分深刻！因此必须对重大危险源采取特别的安全管控措施。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



- ✧重大危险源一般是危化品液体罐区、仓储库区和危化品数量较大的反应单元、操作条件苛刻的工艺单元（加热炉、高温、低温、真空）等
- ✧重大危险源一旦失控，后果严重
- ✧安全管理：完善的设计、优良的安装调试质量、完备的检测监控（可燃有毒气体）、应急早期处置、大型应急装备和应急响应准备
- ✧爆炸品、液态烃、可燃气体、有毒气体是重中之重
- ✧升级管理，动火、进入受限空间、改进料流程等

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



贝鲁特港口爆炸事故，世界第五起硝酸铵港口爆炸百人事故

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



13. 作业安全管理（本质安全屏障少）

- ◇ 化工企业动火和进入受限空间作业发生的事故占事故起数和死亡人数的50%以上
- ◇ 化工八大作业+危化品装卸+仪表强制
- ◇ 八大作业安全管理：制度+JSA+许可证
- ◇ 危化品装卸：本质安全+智能管理系统
- ◇ 仪表强制：尽量避免
- ◇ 作业安全管理关键是理解风险的管控原理
- ◇ 认真开展作业风险分析JSA
- ◇ 应用信息化监控技术：作业连续监测监控技术

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



某石化公司乙烯原料罐区石脑油罐闪爆事故

2020年6月9日，某石化公司乙烯原料罐区1万m³石脑油罐除锈作业时发生闪爆事故，造成2人死亡。



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



14. 承包商安全管理

- ✧ 某石化央企承包商事故占事故总量的80%
- ✧ 承包商管理：资质管理+业绩考核淘汰机制
- ✧ 利用人脸识别技术把好承包商入厂和培训关
- ✧ 安全作业方案不能由承包商单独制定
- ✧ 安全作业现场交底
- ✧ 生产装置区必须安排有能力的人员现场监护
- ✧ 时刻关注作业现场情况变化
- ✧ 应用信息化监控技术：作业连续监测监控技术

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



15. 变更管理

- ✧ 变更管理是我国化工企业最薄弱的环节，许多事故都暴露出变更管理问题，必须高度重视。
- ✧ 建立变更管理制度。企业在工艺、设备、仪表、电气、公用工程（特别是安全泄放、火炬）、备件、材料、化学品、生产组织方式和人员等方面发生的所有变化，都要纳入变更管理。
- ✧ “变更”的不确定因素多，必须进行风险分析。
- ✧ 分析工具：检查表、“蝴蝶结”、事件树等。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



英国能源协会化工过程安全管理规定变更管理范围：

- ✧ 操作参数和操作系统改变
- ✧ 设备设施（包括备品备件）改变
- ✧ 产品、原料和辅助材料改变
- ✧ 组织或重要岗位人员变化
- ✧ 控制系统或控制软件变化
- ✧ 改变设计或技术改造
- ✧ 有关标准或经验做法改变
- ✧ 检验、检测程序或维护维修程序改变

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



16. 应急准备与响应

应急处置是安全生产的最后一道防线（但不能作为管控风险的屏障），**及时有效的应急处置可以“大事化小、小事化了”。**

应急准备与响应工作的关键：

1.根据识别的风险编制各类应急预案（企业四类预案：综合应急预案、专项应急预案、应急处置方案EOP和应急处置卡），并通过定期演练不断完善；

2.前期处置：第一时间有效处置，黄金5分钟，基层应急能力；

3.装备配置：油罐区火灾必须有大量灭火设备和远程供水系统，防化服、无人机、救援机器人、专用灭火剂、特效药品；

4.科学的现场指挥；

5.底线思维：对最坏的状况要有预案（情景构建）；

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



危化品事故应急响应程序：

- ✧ 应急指挥：明确各有关部门职责分工，各负其责，包括报警联动、消防、操作、现场（道路）管制、医疗救护、应急保障等
- ✧ 事故源处置：切断、转移物料，其它工艺处理
- ✧ 疏散、交通管制、现场管制
- ✧ 应急保障：电力、通讯、供水
- ✧ 医疗救护
- ✧ 事后处置



17. 安全事件调查与管理

- ✧ 正确理解“追责是安全的敌人”，鼓励员工把安全事件（未遂事故）讲出来。
- ✧ 事故事件的调查不仅要查清技术原因、更要查清管理原因，还要分析安全文化存在的不足。
- ✧ 企业主要负责人对任何事故都负有责任（领导责任？直接领导责任、直接责任？）
- ✧ 深刻吸取事故教训：墨菲定律
- ✧ 举一反三

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



18. 本质更安全

✧ “本质安全”是指通过设计等手段使生产设备或生产系统本身具有安全性，即使在误操作或发生故障的情况下也不会造成事故的功能。

✧ 本质更安全（本质安全化）与本质安全

实现本质更安全的途径：科技进步、优化操作、强化管理

✧ 替代原则：用更安全的或危险性更小的工艺、设备和化学品替代，这与企业的技术革新和技术进步紧密联系。

✧ 缓和原则：用更缓和的生产条件降低操作失控的危险性。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



- ✧减量原则。通过完善管理、提高管理水平使化工装置化学品、特别是高危化学品在线量减到较低水平，同时降低企业财务成本。
- ✧简化原则。简化操作流程和方式，以减少人为失误的几率。
- ✧隔离原则。对于国计民生必需的产品且当前没有更安全的生产工艺替代，采用通常的风险防控手段仍具有一定风险的生产工艺，可采用局部抗爆设计等手段实现人与危险区域的物理隔离，确保

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



有关人员安全。设置一定的安全距离也是隔离的一种。

✧智能化技术应用。利用人工智能等技术实施化工装置智能化改造，提升装置控制系统操作安全提示、异常工况早期诊断、修复、预警能力，减少装置异常工况，提升装置运行安全平稳率。

例如化工装置优化（Aspen）操作、“黑屏”操作。



19. 安全文化建设

文化是根植于内心的修养；是无需提醒的自觉

—梁晓声

安全文化是企业全体员工对与安全有关问题的态度、信念、认知，以及价值观的认同，它体现在工作中涉及安全问题时的行为和方式。简单地讲，**安全文化就是把安全变成习惯！**

推进企业安全文化建设：**科学理念作引领、完备制度是基础、规范行为是重点，养成习惯是目标。**

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



安全文化的核心内容：

- ✧ **理念文化：**任何情况下都是“安全第一”，没有例外！
- ✧ **责任文化：**企业每个员工都积极、主动、认真地履行安全责任；
- ✧ **执行文化：**企业的规章制度都能得到（能动地）有效执行；
- ✧ **审慎文化：**涉及安全的问题决策时遵循审慎原则；
- ✧ **报告文化：**鼓励员工主动报告危害和安全问题；
- ✧ **公平文化：**“安全面前，奖惩分明，人人平等”；
- ✧ **创新文化：**每个员工都想方设法应对和解决所有遇到的安全问题；
- ✧ **学习文化：**及时总结和分享安全方面的经验和教训，通过持续学习不断提升安全技能；
- ✧ **诚实文化：**承诺安全，言行一致，做到“三老四严、四个一样”；
- ✧ **团队文化：**企业员工互相关心、互相爱护、互相支持，而保障安全是最大爱护！

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



20. 安全生产业绩考核与持续改进

- ✧ 安全生产工作业绩考核是安全生产工作的指挥棒。
- ✧ 良好的考核机制是加强和改进安全生产工作的重要保障。
- ✧ 考核发现问题和不足，持续改进安全生产工作，是企业不断提升安全生产水平的唯一方法。
- ✧ 正确运用奖励和惩罚。
- ✧ 第一次安全事件以奖为主。
- ✧ 不能“一罚了之”，思想工作和奖罚有机结合。
- ✧ 努力实现由定性考核向定量考核。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



定量考核体系的建立

定量考核五档赋值法：

部署了、没有行动	得 2 分
开始行动了、工作完成不到50%	得 4 分
工作完成超过50%、尚未全部完成	得 6 分
工作全部完成、尚未评估	得 8 分
工作完成、评估达到预期效果	得10分



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



ISRS评级第 8、9 版各项目所占分值 (ISRS8/9)

1. 领导力 2946/3272

2. 规划和行政 1449/1530

3. 风险评价 2791/5202

4. 人力资源 1633/2002

5. 合规 1717/1140

6. 项目 1497/2790

7. 能力 1476/6460

8. 沟通和推广 2038/3159

9. 风险控制 3927/7357

10. 设备管理 2849/8182

11. 承包商和供应商 2026/3607

12. 应急准备 2137/4338

13. 事件学习 1875/2858

14. 风险监控 2199/4201

15. 结果和评审 1090/3482

分数总和 = 31650/59560

ISRS8/9: 风险评价+风险控制+风险管控=8917占28%; 16760占28%

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



加强化工过程安全管理的途径（欧盟专家）

企业实施过程安全管理五点做法：

- 一是强而有效的领导，建立自上而下的安全文化；
- 二是明确每个要素的职责分工，全员参与；
- 三是利用科学的工具和方法找准管理的切入点；
- 四是尽可能地培养内部专家力量；
- 五是充分保证员工的纪律性，确保在任何时候都以正确的方式完成每项工作。

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



方向对了
就不怕
路远



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



内容提要:

本书在概述化工安全生产的基础上,讲述了化工过程安全管理的起源与发展、化工过程 安全管理与安全管理要素。其中化工过程安全管理要素分20个 要素分别进行详细阐述,内容涉及安全领导力、安全生产责任制、安全生产合规性要求、安 全生产信息管理、安全教育培训和能力建设、风险管理、安全规划与设计、生产装置首次开 车安全、安全操作、设备完整性管理、安全仪表管理、重大危险源安全管理、作业安全管理、 承包商安全管理、变更管理、应急准备与响应、安全事故(事件)的调查与管理、本质更安全、安全文化以及 化工过程安全管理的实施、考核评审与持续改进等内容。

本书内容全面,叙述流畅,有多个案例支撑,适合从事化工生产的操作人员、技术人员、企业管理人员以及从事化工、危险化学品安全监管的政府有关部门人员学习参考,也可以作为高等院校相关专业学生的参考用书。



尊重生命、关爱生命、珍惜生命是社会进步的重要标志。安全生产工作为党分忧，为民造福，是一项神圣、崇高的工作，任务艰巨但使命光荣！祝各位在积极推进安全生产工作中做出成绩、成就事业！

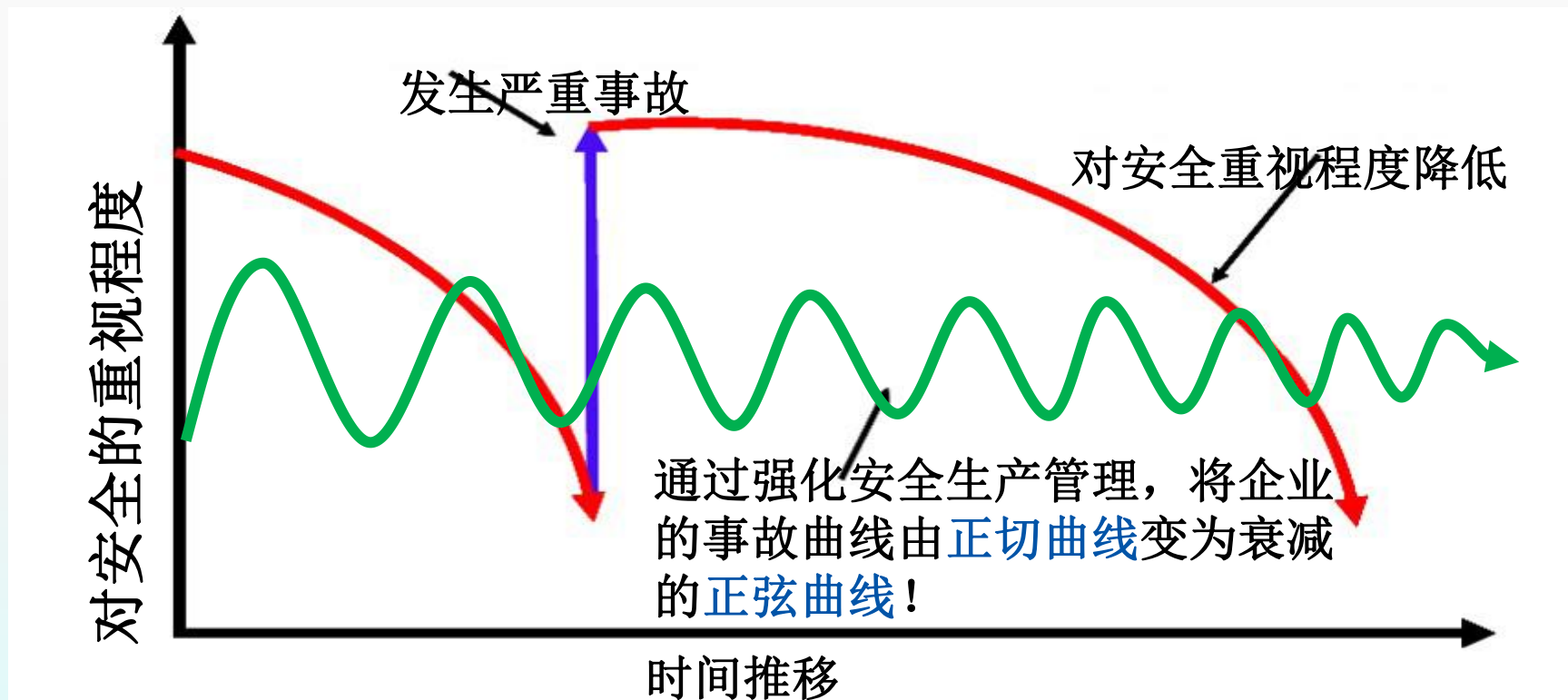
谢谢大家！

全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



安全生产的复杂性：安全生产周期波动规律

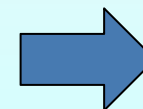


2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1+1	0	1	1+1	0	2+1	0	2	2	2+1	0	1	?



DOW：必须报告的安全事件：

- 很小的火灾或爆炸
- 超压保护失效或者动作
- 化学品泄漏
- 潜在的严重的化学品泄漏
- 保护层失效
- 人员暴露
- 机动车辆失控
- 违反工艺安全操作纪律
- SIS启动
- 其它



全要素加强化工过程安全管理

PROCESS SAFETY MANAGEMENT



大庆精神：三老四严，四个一样

“三老”：当老实人、说老实话、办老实事；

“四严”：严格的要求、严密的组织、严肃的态度、严明的纪律；

“四个一样”：黑天和白天一个样，坏天气和好天气一个样，领导不在场和领导在场一个样，没有人检查和有人检查一个样。