

化学品安全 文摘 CHEMICAL SAFETY DIGEST

2024.01
VOL 总 204 期

中国化学品安全协会
China Chemical Safety Association
www.chemicalsafety.org.cn

- 应急管理部完成 2023 年化工产业转移重点县（园区）专家指导服务
- 应急管理部召开全国危化品安全生产警示视频会议
- 第十届化工行业风险管控与隐患治理交流研讨会召开
- 《安全仪表功能（SIF）安全完整性等级（SIL）验证导则》解读



目录



化学品安全文摘

2024/01 总第 204 期

主办单位：中国化学品安全协会
网 址：www.chemicalsafety.org.cn
编辑委员会
主任：路念明
副主任：程长进
委员：马欣妮 郝军 乔法杰
苏峥
主编：高重密
责任编辑：田元贵
地址：北京市朝阳区北三环东路 19 号
中国蓝星大厦 8 层、9 层
邮 编：100029
电 话：010-64465630
投稿邮箱：ccsa@ccsa.net.cn
排版印刷：淄博梓凯文化产业有限公司
封面摄影：郝军



扫一扫，即可关注
中国化学品安全协会微信公众号

本刊系内部刊物，免费赠阅交流。凡本刊转载自其他媒体的文章，目的在于传递更多信息，并不代表本刊赞同其观点和对其真实性负责。如发现政治性、事实性、技术性、差错或涉及版权问题，请及时与本刊编辑部联系。

I ndustry News 行业新闻 ----- 02

- 应急管理部完成 2023 年化工产业转移重点县（园区）专家指导服务
- 应急管理部召开全国危化品安全生产警示视频会议
- 中国—东盟应急管理（安全生产）合作论坛召开
- 第十届化工行业风险管控与隐患治理交流研讨会召开
- 《常压立式圆筒形钢制焊接储罐泄漏检测实施指南》等五项标准发布
- 《化工本质安全理论与实践》出版发行

P olicy Interpretation 政策解读 ----- 06

- 《安全仪表功能（SIF）安全完整性等级（SIL）验证导则》解读
- 《工贸企业有限空间作业安全规定》解读

E xpert Perspective 专家视角 ----- 10

- 从鲁西化工“5·1”爆炸着火事故反思如何防控工艺技术变更的风险
- 化工企业特殊作业管理典型问题及相关建议
- 整改隐患嫌麻烦 企业直接改图纸
- 变更管理不规范，高温饱和酸性气直排火炬系统

Contents

Case Study 案例学习 ----- 21

- 河南宇天化工有限公司 “1·5” 较大爆炸事故
- 历史上 1 月发生的危险化学品事故

PSM 过程安全管理 ----- 29

- 油罐内风险分析和管控措施不到位发生闪燃

Technology Online 科技在线 ----- 30

- 七腾机器人：探索“机器人+”防爆巡检新实践

Safety knowledge 安全知识 ----- 33

- 安全 5 分钟
- 如何写好企业安全生产“1 号文”
- 如何做好设备运行前的完好性管理
- 精细化工反应釜主要危险因素及防控措施
- 盲板的设置和管理要求
- SIS 联锁中一取一、二取二、二取一、三取二等是怎么规定的？

行业新闻

应急管理部完成 2023 年化工产业转移重点县（园区）专家指导服务

2023 年 12 月下旬，应急管理部完成了 50 个产业转移重点县（园区）专家指导服务。按照 2023 年危险化学品安全监管重点工作安排，应急管理部组织的专家组共指导服务了 182 家企业，发现安全设计诊断等各类问题隐患 3700 余项。

针对发现的准入把关不严、试生产风险管控不到位等突出问题，应急管理部相关司局及时向省级应急管理部门发函提醒。通过专家指导服务工作推动化工园区提高项目准入门槛，提升安全设计诊断质量，实施精细

化工企业“四个清零”动态销号，降低园区安全风险，有力推动了专项整治成果巩固深化。2023 年以来 50 个化工产业转移重点县（园区）化工事故起数、死亡人数同比实现双下降。

下一步，应急管理部将进一步强化专家指导服务成果运用，抓好问题隐患整改，研究优化工作措施，着力防范化解化工产业转移安全风险，推动化工产业转移重点地区实现高质量发展与高水平安全的良性互动。

应急管理部召开全国危化品安全生产警示视频会议

2023 年 12 月 25 日下午，应急管理部召开全国危化品安全生产警示视频会议，督促推动各地区和有关中央企业，深刻吸取近期事故教训，保持高度警觉，狠抓岁末年初安全生产责任措施落实，坚决遏制事故多发势头。

会议强调，中央企业要带头统筹好发展和安全，落实央企总部管理责任，强化“事中”日常监管，深化重点领域安全专项整治。深刻剖析反思近期典型事故暴露出的深层次管理原因，举一反三持续改进提升安全管理水平，切实当好安全生产“排头兵”。

会议要求，各地区要积极行动起来，加强事故通报、原因分析和警示研判，压实企业主体责任。紧盯试生产、

检维修、特殊作业等重点环节，强化节假日等重要时段升级管理，落实冬防各项措施。对不放心企业和薄弱环节强化明查暗访，排查管控人员聚集风险。加大执法检查力度，对重大事故隐患整改挂牌督办，严肃事故调查和责任追究。深化烟花爆竹安全专项整治，保持“打非治违”高压态势。

中国石化、中国化学工程集团公司就近期事故暴露出的问题及下一步工作作了检讨发言，有关省份汇报了事故防范措施。有关中央企业安全管理部主要负责人、应急管理部有关司局和事业单位、相关行业协会负责人在主会场参会；各省级应急管理部门负责人及有关重点企业负责人在分会场参会。

中国—东盟应急管理（安全生产）合作论坛召开

2023年12月4日，中国—东盟应急管理（安全生产）合作论坛在广西南宁举行，主题为“预防为主、安全第一”。应急管理部副部长宋元明、广西壮族自治区政府副主席许永锞、东盟职业安全健康合作网络主席国菲律宾劳工与就业部副部长贝纳威德兹、东盟副秘书长艾格帕出席并致辞。

宋元明指出，安全生产是包括东盟国家在内的世界各国面临的共同挑战。中国政府历来重视安全生产工作，安全生产事业稳步前进，成效显著。中方愿与东盟进一步加强安全生产法律法规、监管执法、企业安全管理等方面合作，开展人员交流和培训，共同提升安全保障能力。许永锞强调，广西和东盟国家同处亚太地区，面临相似的安全风险挑战，愿以此次论坛为契机，推动开展

务实合作项目，共建中国—东盟应急管理合作基地，促进应急产业合作对接，提升双方安全生产水平。

贝纳威德兹表示，论坛是中国—东盟安全生产合作的重要平台。东盟愿与中国及其他合作伙伴一道，进一步分享经验、互学互鉴，提升双方合作水平和影响力，加强安全生产能力建设，更好保障人民生命和财产安全。艾格帕高度评价论坛在推动中国—东盟安全生产合作方面发挥的作用，愿通过加强合作进一步学习中方经验做法，为劳动者创造更加安全的工作环境，实现体面劳动。

论坛就安全生产监管监察和执法、企业安全管理进行专题研讨。东盟国家安全生产监管部门、驻南宁总领馆、有关国际和区域组织及国内地方应急管理部门代表参会。

第十届化工行业风险管控与隐患治理交流研讨会召开

2023年12月5日，由中国化学品安全协会主办的第十届化工行业风险管控与隐患治理交流研讨会在南宁国际会展中心召开。与会专家围绕化工企业风险管理机制的落地、过程安全管理与企业安全管理体系的融合、反应安全风险评估信息的应用等关系企业提升本质安全水平、推动危险化学品安全治理模式向事前预防转型的切实问题，开展深入交流与探讨。

广西壮族自治区应急管理厅副厅长卢小萍出席会议并致辞。她指出，广西的危化品安全生产形势基本保持稳定，但近年来广西石油化工产业发展势头迅猛，危化品安全管理仍存在诸多需要提升的地方。她希望参加本次研讨会的企业和专家多多交流成功的实践经

验和方式方法，促进广西石油化工产业安全发展高质量发展。

中国化学品安全协会党委书记、常务副理事长兼秘书长路念明代表会议主办方致辞。他表示，化工在国家工业体系中有着举足轻重的地位，对国家经济发展具有重大意义。当前，我国化工行业安全生产形势依旧严峻，在国务院安委会即将开展安全生产治本攻坚三年行动之际，业内企业应扎实做好现阶段的安全生产工作，将遏制重特大事故的关口前移到管控重点领域重点环节容易导致群死群伤的重大风险，着力消除由于重大风险管控措施缺失或执行不到位而形成的重大事故隐患，切实提高风险隐患排查整改质量，推动重大事故隐患动态清零，

加快推进安全生产治理体系和治理能力现代化。

为帮助企业不断健全危险化学品安全责任体系和安全风险防控机制，进一步提升本质安全水平，完善风险监测预警体系和基础支撑保障体系，本次研讨会邀请10位专家学者进行了专题报告。

中国化学品安全协会总工程师程长进结合当前危险化学品安全生产形势，分析了未来我国化工产业发展中存在的机遇与挑战，对危化品领域安全风险管控提出六点建议：一是继续推进建设项目准入安全风险管控；二是继续抓牢试生产项目安全风险管控；三是继续强化开停车环节安全风险管控；四是继续深化基础行业装置的安全风险管控；五是继续深化精细化工行业与小微企业的风险管控；六是强化高危细分领域安全风险管控。

中国化学品安全协会党委委员、副秘书长郝军结合大量事故案例指出，人的问题是安全生产中最主要的问题，化工生产安全事故发生的主要因素之一，就在于人员的培训不到位。“五懂五会五能”培训体系聚焦人员能力素质提升，强调学以致用、指导实践，将成为助力企业安全发展的新动能。

中石化青岛安全工程研究院原副院长、总工程师牟善军作题为《事故根源分析与系统防范》的报告，着重分析了重大事故的共性问题，介绍了化工生产安全事故的系统性防范途径，提出以系统性防范实现对基层工作、基层资源的有效管理，提高生产效率和质量，保障员工的安全和健康，促进企业的发展和进步。

北京思创信息系统有限公司总经理纳永良作题为《风险管理机制的建立与运行》的报告，分享了事故预防的安全管理理念与风险管理机制。

天津大学教授卫宏远以《反应安全风险评估信息在化工工艺与放大设计中的应用》为题作专题分享。他认

为，反应安全风险评估是本质安全重要组成部分，详细解读和理解反应安全风险评估信息，对化工工艺的设计、设备放大、操作、控制、防护等有巨大的支撑作用。

新疆天业集团天辰化工有限公司安全总监袁军作题为《氯、氯乙烯风险管控成果经验分享》的报告，分享了天业集团十多年氯碱和聚氯乙烯生产中的具体做法、存在问题和自动化控制系统建设实践，并对企业落实高危细分领域安全风险防控工作提出三点建议。

青岛康安保化工安全咨询有限公司总经理李奇作题为《基于风险的屏障管理（BOWTIE）》的报告，介绍了屏障分析与屏障管理的成因、内容、作用与应用实践。

海樊科技有限公司总经理苏德亮作题为《风险智能管理系统》的报告，向大家介绍了风险智能管理系统RISKWISE在双重预防机制建设中关于辅助评估和多维管理的“智能化”应用。

福建天辰耀隆新材料有限公司总经理助理刘晶以《双氧水生产管理实践》为题向大家分享了天辰耀隆在多年的双氧水生产和安全管理中的有效实践。他强调，老旧装置自动化改造、HAZOP分析工具正确运用和新工艺研发，对危化品安全生产管理具有积极作用。

青岛欧赛斯环境与安全技术有限责任公司总经理酒江波作题为《过程安全管理如何融入企业安全管理体系》的报告。通过分析化工过程安全管理的要素和实施步骤，他指出，过程安全管理的推行，应将其有机融入企业既有的安全管理体系，是要补齐短板，而非孤立构建。

本次会议是2023年中国—东盟应急管理（安全生产）合作论坛的同期活动之一，来自全国各地应急管理部门、化工企业、安全咨询服务结构等单位的200余名代表参加了会议。

《常压立式圆筒形钢制焊接储罐泄漏检测实施指南》 等五项标准发布

2023年12月25日，中国化学品安全协会发布《常压立式圆筒形钢制焊接储罐泄漏检测实施指南》（T/CCSAS 046—2023）、《危险化学品编码与标识技术规范》（T/CCSAS 047—2023）、《危险化学品电子标签选型技术规范》（T/CCSAS 048—2023）、《石油化工企业安全泄放评估技术规范 第1部分：泄放评估总则》（T/CCSAS 049.1—2023）、《石油化工企业安全泄放评估技术规范 第2部分：气液两相流安全泄放技术要求》（T/CCSAS 049.2—2023）等五项团体标准。

《常压立式圆筒形钢制焊接储罐泄漏检测实施指南》提供了常压立式圆筒形钢制焊接储罐泄漏检测实施过程的一般要求、检测前准备、现场检测、结果分析及评价和报告编制等相关内容的指导，适用于地上储存石油、石化产品及其它类似液体的常压储罐本体的泄漏检测实施过程。

《危险化学品编码与标识技术规范》规定了危险

化学品编码对象、编码原则、编码的结构和解析、信息标识以及编码与标识的使用要求等，适用于危险化学品编码及在生产、储存、运输、经营、使用等阶段的标识。本标准的应用可实现危险化学品本体电子标识码分配的唯一性，推进一企一品一码工作的顺利开展。

《危险化学品电子标签选型技术规范》规定了危险化学品电子标签选用要求、应用规范要求及试验方法，适用于在危险化学品生产、储存、运输、经营、使用以及废弃处置等阶段使用的射频识别电子标签。

《石油化工企业安全泄放评估技术规范》分为两个部分，第1部分规定了石油化工企业以及油气储存企业安全泄放评估原则、泄放能力评估流程、排放系统安全分析及合规性检查等方面的要求，第2部分规定了针对气液两相流的安全泄放评估基本要求、泄放装置与管线设计、泄放尺寸计算及泄放物处置系统等方面的要求。

《化工本质安全理论与实践》出版发行

2023年12月，应急管理部国家安全科学与工程研究院、中国石油大学（华东）、万华化学集团股份有限公司以及青岛欧赛斯科技发展集团有限公司四家单位联合编撰的《化工本质安全理论与实践》由中国石油大学出版社出版发行。

本书紧紧围绕化工本质安全这一核心理念，系统地探讨了化工过程中的安全理论与实践，聚焦于从源头上消除或减少危害而不是管理或控制危害，以期帮助读者

理解本质安全的基本理论以及如何在实际操作中应用这些理论。

本书内容涵盖了化工本质安全的各个方面，包括理论基础、案例分析和最佳实践。本书撰写团队致力于为不同层次的读者提供有价值的信息，无论是学生、从业者还是研究人员，都能在书中找到有用的知识和见解。本书的目标是帮助化工领域的各界人士更好地理解和应用本质安全原则，以确保化工产业的可持续发展。

《安全仪表功能 (SIF) 安全完整性等级 (SIL) 验证导则》解读

程 汶

2023年11月27日，由中国化学品安全协会组织惠生工程（中国）有限公司、北京安必达科技有限公司等单位编制的团体标准《安全仪表功能 (SIF) 安全完整性等级 (SIL) 验证导则》(T/CCSAS 045—2023)发布实施。

SIL 验证应服务于生产和工程，贴合实际、自身清晰、适应变化的 SIL 验证可优化工艺和仪表系统，提高生产装置的安全可靠性，促进企业低成本、高质量、高利润长期良性运行。该标准明确了 SIL 验证的全过程，分析了组件失效的类型和特点，以及整个 SIF 各类失效的内在传递关系；明确了可靠性分析方法，及兼顾可用性和经济性的提高可靠性的措施。

该标准详细介绍了进行 SIL 验证需要的输入资料、验证的范围和检查项、验证不合格的调整措施、验证报告包含的内容。标准以附录形式给出了验证示例，验证输入资料的检查表，验证涉及的计算方法，验证计算时调整参数产生的影响，要求时的失效概率 (PFD)、每小时的失效概率 (PFH) 和误停车率 (STR) 的计算公式和推导，以及故障树方法和马尔科夫方法的原理、公式、计算实例和结果比较。

该标准与《危险与可操作性分析 (HAZOP 分析) 应用指南》(GB/T 35320)、《保护层分析 (LOPA) 应用指南》(GB/T 32857) 构成了完整的安全评估标准体系；同时实现了《电气 / 电子 / 可编程电子安全相关系统的功能安全》(GB/T 20438)、《过程工业领域安全仪表系统的功能安全》(GB/T 21109)、《石油化工安全仪表系统设计规范》(GB/T 50770) 等标准提出的要求。

该标准是 IEC 61508、IEC 61511、ISA TR84.00.02 构成的仪表功能安全的国际标准体系中 ISA TR84.00.02 在中国的实际应用，实现了 SIL 验证这一国际技术在国内本土化落地，填补了国内标准空白，使 SIL 验证技术能更好地适应中国国情和行业实际，为全面规范国内 SIL 验证工作起到重要作用。

《工贸企业有限空间作业安全规定》 解 读

2023年12月12日，应急管理部印发《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令第13号，以下简称《规定》）。应急管理部为便于理解和落实《规定》，解读如下。

一、《规定》修订的背景和总体考虑是什么？

为进一步加强和规范工贸企业有限空间作业安全工作，有效遏制有限空间作业事故发生，应急管理部在梳理分析近年来工贸企业有限空间作业典型事故、科学总结实践经验的基础上，组织对2013年实施的《工贸企业有限空间作业安全管理与监督暂行规定》（以下简称《暂行规定》）进行了修订，期间分别征求了相关部门、行业协会、企业和社会公众的意见，经过认真研究、反复修改完善，形成《规定》。总体有三个方面考虑：

一是落实《安全生产法》，进一步加强依法治理。

《暂行规定》施行十年以来，对规范工贸企业有限空间作业安全管理、防范遏制事故发挥了重要作用。2021年《安全生产法》修改后，有关压实企业主体责任、强化安全风险辨识和隐患排查治理以及规范作业发包安全管理等要求需要在新修订的《规定》中进一步予以落实。同时，依据新修改的安全生产法、行政处罚法以及《国务院关于进一步贯彻实施〈中华人民共和国行政处罚法〉的通知》要求，对法律责任进行调整。

二是吸取事故教训，进一步突出关键环节管理。

近年来，工贸企业有限空间作业事故时有发生，多是一人遇险、多人遇难，容易造成较大事故。经过认真分析2013年以来的较大事故，从事故类型看，

中毒和窒息事故起数和死亡人数占事故总量的 96.8% 和 96.9%。从危险因素看，主要是硫化氢、一氧化碳、氮气、二氧化碳等有毒有害气体。从发生部位看，污水处理系统和窑炉、槽罐等设备设施相关事故起数和死亡人数占事故总量的 71.5% 和 73.7%；从伤亡扩大原因看，未落实安全防护措施，盲目施救相关事故起数和死亡人数占事故总量的 87.4% 和 86.8%。有限空间作业在事故类型、作业环节、危险因素、发生部位、伤亡扩大原因等方面都比较集中。《规定》针对这些需要重点解决的突出问题，对《暂行规定》中一般性、原则性要求进行了全面修订，进一步加强有限空间作业关键环节风险防控，切实提高防范和遏制事故的有效性。

三是总结专家指导服务成果，进一步固化典型经验做法。

针对有限空间事故企业普遍存在的“无知无畏”违规作业和“前赴后继”盲目施救等突出问题，2023 年应急管理部再次组织专家组对全国 12 个造纸、印染等企业聚集的重点县开展了专家指导服务，推动各省级应急管理部按照统一模式，对 185 个省级重点县开展帮扶指导，排查整改问题隐患 6.5 万余项，对防范遏制工贸企业有限空间作业事故发挥了重要作用。探索推动的物理隔离、挂牌上锁等措施办法在各地实施中取得了良好成效，这些措施办法在《规定》中固化为通用性要求。

二、《规定》的主要内容是什么？

《规定》修订后，在责任落实上更加明确，关键环节管理上更加清晰，监督检查重点上更加突出，主要突出了三个方面内容：

一是要求企业必须配备有限空间作业监护人。

《规定》要求工贸企业需要配备专职或者兼职的监护人员，专门负责监督有限空间作业安全措施的落实。监护人员应当具备相应的安全知识和应急处置能力，能够正确使用防护用品和应急救援装备。

作业前监护人员负责解除有限空间物理隔离措施，对通风、检测等各项风险管控措施进行检查，并确认防护用品能够正常使用且作业现场配备必要的应急救援装备。

作业中监护人员要全程进行监护，与作业人员保持实时联络，不得离开作业现场或者进入有限空间参与作业。

发现异常情况时，监护人员要立即组织作业人员撤离现场，制止未做好安全措施盲目施救。

监护人员是工贸企业有限空间作业的“关键人”和“明白人”，通过发挥监护人员的专业作用，能够在规范作业程序、有效预防事故，特别是防止伤亡扩大方面起到关键的作用。

二是突出作业审批、应急处置等关键环节安全管理。

《规定》系统完善了作业审批、发包管理、专题培训、应急演练等关键环节的基础管理要求，措施的针对性和可操作性进一步增强。《规定》要求工贸企业应当根据安全风险大小，明确审批要求。对于存在硫化氢、一氧化碳、二氧化碳等中毒和窒息等风险的有限空间作业，要求由工贸企业主要负责人或者其书面委托的人员进行审批。由于相当一部分有限空间较大事故涉及外委外包，为进一步压实企业主体责任，对于发包作业的，企业要进行统一协调管理，并对现场作业进行安全检查，督促承包单位有效落实各项安全措施，防止“一包了之”。应急演练方面，更加突出现场处置的重要性，明确企业要制定现场处置方案并定期组织演练。

同时，突出警示标志、隔离措施、防护装备、作业程序等现场安全管理要求。强调有限空间出入口等醒目位置要设置警示标志，采取上锁、隔离栏、防护网等物理隔离措施，防止人员未经审批进入。要求企业配备符合标准的气体检测报警仪器、机械通风设备、呼吸防护用品、全身式安全带等防护用品和应急救援装备，并定期检测确保正常使用。严格落实“先通风、再监测、后作业”程序，作业过程中，应当持续进行通风和气体浓度检测，作业中断的，应当重新通风、气体检测合格后方可进入。

三是突出高风险有限空间监督管理。

存在硫化氢、一氧化碳、二氧化碳等中毒和窒息风险的有限空间，容易造成较大事故发生，需要督促企业落实各项风险防控措施，加强监督检查。工贸企业有限空间重点监管目录将以规范性文件的形式发布，根据事故等情况适时更新调整。同时，《规定》强调要加强重大事故隐患排查整改，督促基层监管执法人员和相关企业切实提高风险隐患排查整改质量。

三、工贸企业应该重点从哪些方面，落实《规定》要求？

工贸企业量大面广，多数都涉及有限空间作业，包括地下有限空间、地上有限空间和密闭设备，涉及急性中毒、缺氧窒息等多种安全风险，危险有害因素非常复杂。落实好《规定》要求，有效防控有限空间作业风险，企业应当重点做好三个方面工作：

一是落实安全责任。

企业主要负责人是第一责任人，应当结合企业实际制定有限空间作业安全管理制度，确保作业审批人、

监护人员、作业人员能够各负其责。要配备专职或者兼职的监护人员，并能够正确使用气体检测、机械通风、呼吸防护、应急救援等用品装备。

二是加强基础管理。

严格落实作业审批制度，未经审批人批准，不得实施有限空间作业。作业前，应当组织对作业人员进行安全交底，严格按照“先通风、再检测、后作业”程序开展作业，监护人员应当对通风、检测和必要的风险管控措施逐项进行检查。发生有限空间作业事故后，应当立即按照现场处置方案进行应急处置，组织科学施救。参与应急救援的人员未做好安全措施盲目施救的，监护人员应当及时予以制止。

三是做好现场管理。

企业应当每年至少组织一次有限空间作业专题安全培训，对作业审批人、监护人员、作业人员和应急救援人员培训有限空间作业知识和技能。企业应当制定现场处置方案，每半年至少组织一次演练，确保一旦有人遇险，能够及时有效处置，伤亡不再继续扩大。发包给其他单位实施的，工贸企业要进行统一协调、管理，对现场作业进行安全检查，督促各项安全措施落实到位。

严格落实作业审批制度，未经审批人批准，不得实施有限空间作业。作业前，应当组织对作业人员进行安全交底，严格按照“先通风、再检测、后作业”程序开展作业，监护人员应当对通风、检测和必要的风险管控措施逐项进行检查。发生有限空间作业事故后，应当立即按照现场处置方案进行应急处置，组织科学施救。参与应急救援的人员未做好安全措施盲目施救的，监护人员应当及时予以制止。

从鲁西化工“5·1”爆炸着火事故反思如何防控工艺技术变更的风险

中国化学品安全协会 程长进

2023年5月1日，鲁西化工双氧水新材料科技有限公司1号双氧水装置发生爆炸，造成10人死亡。经初步调查，事故的直接原因是：回收工作液时，将约4立方米浓度70%的双氧水吸入2号配制釜，釜内可能存在杂质，造成双氧水剧烈分解，导致釜体超压爆炸。而据了解其深层次的原因是：2020年5月至2021年8月，企业实施了升级改造项目，通过降膜蒸发器浓缩，从生产27.5%的双氧水产品，逐步提升到可以生产50%、60%、70%浓度的双氧水。而企业对浓度不同的双氧水存在的分解爆炸的风险，尤其是生产70%的双氧水存在的分解爆炸风险认识不足。

这是一起典型的对工艺技术变更不重视而引发的事故。

企业通过工艺技术变更，提高生产能力、生产效率，投入新工艺、新设备、新产品，改变原料、辅料，优化生产工艺和操作单元，提升自动化控制水平，降低“三废”排放等。可以说，工艺技术变更涉及危化品企业生产过程的方方面面。

《化工过程安全管理导则》(AQ/T 3034—2022)重点强调了以下几个方面工艺技术变更，即：小试、中试和工业化试验的工艺放大，生产能力、规模的改变，原辅料(包括助剂、添加剂、催化剂等)种类和成分比例的变化，工艺路线及操作条件的改变(如温度、流量、压力等工艺控制参数)，工艺操作规程或操作方法的改变，工艺设备

设计依据的改变，仪表控制系统(包括安全报警和联锁整定值)的改变，安全装置及安全联锁的改变，产品及产品质量的改变，以及公用工程的水、电、气、风的变更，还有其他与工艺相关的变更等。工艺技术变更涵盖了整个生产过程，其变更存在的风险也贯穿整个生产过程。鲁西化工“5·1”爆炸着火事故就是因产品及产品质量改变时的风险管控不到位而引发的事故。

笔者将结合因工艺变更发生的典型事故，分析探讨如何防控工艺技术变更的风险。

一、自主研发工艺放大过程中或改变配方生产带来的风险

自主研发工艺技术或改变配方进行生产，可能潜在的安全风险有以下几个方面：

01 未开展工艺过程的反应机理研究，不了解副反应及中间生成物的危险特性，不清楚反应失控机理，不掌握反应失控的安全风险。

02 未开展反应热力学研究，对工艺过程可能发生的化学反应方向、反应限度、反应热效应、爆炸能量等不掌握；未开展反应动力学研究，不掌握化学反应速率及其影响因素之间的定量关系。

03 实验室首次开发的工艺技术，没有完备的小试、中试、工业化试验基础研究支撑，无安全可靠性研究论证，无法证明其技术的安全可靠性。

04 原料、辅料的选用没有经过优选和考虑，没有热风险数据，没有危险性、危害性等相关安全生产信息数据。

05 工艺控制指标不全面，工艺控制指标的确定无理论计算或实验数据支持。

06 对紧急状态下的应急排放、泄压泄爆、控制措施等未进行研究。

典型案例 1

2017年6月9日，浙江某化工股份有限公司在农药新产品中试过程中发生一起爆炸事故，造成3人死亡、1人受伤。

事故发生的主要原因是：在未经全面论证和风险分析、不具备中试安全生产条件的情况下，在500ml规模小试的基础上直接放大10000倍进行试验，在进行中间体[1,4,5]氧二氮杂庚烷脱溶作业后期物料浓缩时，由于加热方式不合理、测温设施无法检测釜内液体的真实温度等原因，使浓缩的[1,4,5]氧二氮杂庚烷温度过高发生剧烈热分解，导致设备内压力骤升并发生爆炸。

事故深层次原因是：擅自改造在役生产装置用作中试试验，对中间体[1,4,5]氧二氮杂庚烷脱溶浓缩后极不稳定、75.63℃就开始分解、热稳定性极差的风险不了解。

典型案例 2

2013年6月24日，上海某化工有限公司发生爆燃事故，造成2人死亡、4人重伤。

事故直接原因是：企业组织生产新型SN抗静电剂产品，而新型SN抗静电剂生产与原有SN抗静电剂的区别在于采用TCEP替换了异丙醇，而TCEP不能像异丙醇那样与硝酸反应生成相对安全的物质，导致浓硝酸过剩并直接与环氧乙烷发生反应而致爆燃。

事故深层次原因是：改变原有配方，未经小试、中试、工业化试验，未全面启用自动化控制系统，在未修订生产

工艺操作规程的情况下组织生产，导致生产过程中化学反应失控，反应釜内压急剧升高，最终反应釜爆裂，引起爆炸燃烧。

风险防控建议

01 采用自主研发技术首次实施工业化生产或采用新配方生产时，应按照要求开展反应安全风险评估，并对原辅料、中间产品、副产品、产品等开展热稳定性测试。

02 自主研发技术必须在小试、中试、工业化试验的基础上逐步放大到工业化生产；投入工业化试验前应完成反应热力学、动力学、工艺过程的反应机理、反应失控机理等基础研究工作。

03 工业化试验阶段必须进行危险与可操作性分析以及安全仪表完整性评估，经过工艺危险性分析之后方能开展工程设计。

04 不得在已建成的生产装置上开展新工艺的中试和工业化试验，严禁改变配方在现有生产装置上生产新的产品；严禁未经许可采用工业化试验装置代替工业化生产装置。

二、生产能力、规模变更的风险

企业盲目通过挖潜提高装置的产能，或降低生产负荷，如果没有经过设计，没有经过系统的评估，就会发生不可预见的风险。

01 如果仅是通过增大反应速率来增加产能，反应会加剧，放热量增加，反应失控风险也会增加，如在聚合反应中产生爆聚；如果通过减少反应釜停留时间来增大产能，会导致反应不完全，在物料排入后续工序时反应仍在进行，可能对后续工序的安全操作带来风险，甚至引发火灾、爆炸事故。

02 产能降低可能造成物料在反应器停留时间增加，反应器返混增大，副产物产量会增加。对于某些性质不稳

定的物料，可能会进一步分解，有可能形成有腐蚀性的副产物，造成设备管线泄漏。

03 如果生产能力增加，导致尾气量增加，吸收不及时或吸收不完全，尾气可能形成爆炸性混合物。

04 提升反应操作单元的生产能力，配套的上下游操作单元难以满足要求，风险增大。

典型案例 3

2014年7月1日，宁夏某科技股份有限公司啶虫脒生产车间N-(6-氯-3-吡啶甲基)甲胺贮罐发生爆炸，造成4人死亡、1人受伤。

事故深层次原因是：该公司将引至某企业生产规模为100t/a的啶虫脒生产线，直接放大至1000t/a，在当时其规模为国内首创，研究机构、设计单位及企业都没有大规模生产的经验与相关安全生产信息。

风险防控建议

01 对关键生产设备的生产能力，尤其是配套的上下游操作单元，进行全方位评估，评估生产能力与安全设施能否满足要求，至少包括设计能力、选用材质，以及自动化控制系统、安全联锁、泄压释放系统、冷却系统、紧急停车系统等，重新编制安全设施专篇，重新开展设计。

02 重新开展反应安全风险评估，评估产能、规模变化后，反应是否会加剧，放热量是否增加，物料热稳定性是否满足要求，副产物、杂质等是否会发生变化，上下游各操作单元停留时间风险是否增大等。

03 评估是否产生某些性质不稳定的物料会进一步分解，形成有腐蚀性、有毒有害、易燃易爆的副产物，造成设备管线腐蚀，造成泄漏后中毒、爆燃风险加剧等。

04 评估公用工程尤其是尾气处理系统，能否满足要求，防止因生产能力增加，导致尾气量增加，造成吸收不及时或吸收不完全。

三、原辅料（包括助剂、添加剂、催化剂等）种类和成分比例变化的风险

原辅材料（包括助剂、添加剂、催化剂等）的种类和成分变更后，如果不掌握危险化学品（包括原辅料、中间产物、产品及副产物等）的热稳定性、生产工艺控制指标及其控制原理，仍然采用原有的工艺指标、安全管控措施，可能会造成反应热量积累、反应失控，甚至引发火灾、爆炸事故。

典型案例 4：原料变更引发的事故

2012年2月28日，河北某化工有限公司发生重大爆炸事故，造成29人死亡、46人受伤。

事故直接原因是：1号反应釜底部保温放料球阀的伴热导热油软管连接处发生泄漏着火后，当班人员处置不当，外部火源使反应釜底部温度升高，局部热量积聚，达到硝酸胍的爆燃点，造成釜内反应产物硝酸胍和未反应的硝酸铵急剧分解爆炸。

事故深层次原因是：企业随意变更生产原料、工艺设施，擅自将原料由尿素变更为双氰胺，擅自将导热油加热器出口温度设定高限由215℃提高至255℃（硝酸胍的爆燃点为270℃），擅自增设一台导热油加热器等。

典型案例 5：助剂变更引发的事故

2010年7月16日，大连某储运有限公司原油罐区输油管道发生爆炸，原油大量泄漏流入附近海域，造成环境污染，并引起火灾。事故造成1名作业人员轻伤、1名失踪；在灭火过程中，1名消防战士牺牲、1名受重伤。

造成事故的深层次原因是：将原油硫化氢脱除剂生产厂家由瑞士SGS公司改为天津辉盛达公司，活性组分由有机胺类变更为双氧水，但没有辨识出高浓度的双氧水与原油及铁锈等杂质接触会发生放热反应，致使管内温度升高。在温度升高的情况下，形成“双氧水分解—管内温度、

“压力升高 – 分解加快 – 管内温度、压力快速升高”的连续循环，引起输油管道中双氧水发生爆炸。

典型案例 6：溶媒变更引发的事故

2019年6月26日，尉氏县某生物科技有限公司天然车间发生一起燃爆事故，造成7人死亡、4人受伤。

事故直接原因是：工人在没有开启1号提取罐上部破真空阀门，同时也没有开启冷凝接收罐下部阀门的情况下，加热罐内物料乙醇和红枣进行枣子酊提取操作，致使罐内超压，放料盖爆开，高温乙醇液体从罐内大量泄出被静电引燃。

事故深层次原因是：企业擅自把水提工艺（溶媒为水）更改为醇提工艺（溶媒为乙醇），未分析出原设备为常压设备、控制柜为非防爆电气、未设置乙醇上料专用设备（乙醇罐、计量罐、专用的固定管道等）、采用下开盖开放式卸料等缺陷与风险。

典型案例 7：溶媒变更引发的事故

2020年12月19日，安达市某化工有限公司发生一起爆炸事故，造成3人死亡、4人受伤。

事故直接原因为：在格雷车间噻吩乙醇生产准备阶段，乳化液（甲苯和金属钠）制备过程中，由于操作人员违章操作，造成甲苯（沸点110.6℃）高位槽中低沸点物料噻吩（沸点84.2℃）和四氢呋喃（沸点66℃）窜入乳化釜，瞬间气化，导致乳化釜内压力急剧升高。乳化釜内气化物料从密封失效的人孔处高速喷出，摩擦产生静电导致瞬间闪爆，并引发乳化釜燃爆。

事故深层次原因是：擅自将格雷车间乳化工艺的反应釜甲苯物料改为精馏车间回收甲苯，未评估回收甲苯中低沸点物料噻吩和四氢呋喃的风险。

风险防控建议

应对变更后的原辅料，以及生产过程中可能产生的中间产品、副产品、尾气等理化特性及热稳定性进行鉴定或测试。对变更后的反应机理进行研究，并及时识别和控制新产生的风险。如果涉及新增化学反应，需要重新进行反应安全风险评估，依据化学品的特性以及安全风险评估结果，进行相应的工艺路线、工艺流程及工艺条件变更，确定风险管控措施。

四、工艺路线及操作条件的改变（如温度、流量、压力等工艺控制参数）

工艺路线、工艺流程变更，如温度、压力、液位、物料流量及投料比例、搅拌速率等工艺条件变更后，反应速率、反应热效应等发生变化，可能引发反应、放热失控，产生具有爆炸危险性、易分解或具有腐蚀性的副产物，冷却系统能力不够，尾气处理系统失控，配套的公用工程达不到保障等。另外，工艺变更后，原有报警、联锁值与变更后的工艺不匹配，未及时更改，无法发挥报警、联锁的安全控制作用，可能因工艺参数控制不当或设备运行状态出现异常未及时发现，造成反应热积累，进而导致装置失控，引发火灾、爆炸事故。

典型案例 8

2014年7月1日，宁夏某科技股份有限公司啶虫脒生产车间N-(6-氯-3-吡啶甲基)甲胺贮罐发生爆炸，造成4人死亡、1人受伤。

事故的深层次原因还有：一是储存方式的变更，其中间体N-(6-氯-3-吡啶甲基)甲胺贮存由原塑料桶(200L)常温固态(凝固点为37℃左右)保存，改为不锈钢贮罐(5300L)保温(依据经验盘管通70℃热水)液态保存；二是操作方式的变更，由人工定量灌装、自然冷却搬运、储存、溶化、抽料到合成釜，改为流水线自动输送到合成釜。改进后，虽然减少了人工操作，改善了作业现



场环境质量，保护了员工健康，但是，由于贮罐内的 N-(6-氯-3-吡啶甲基)甲胺处于长时间保温状态，发生了缩聚反应，产生的大量热量和气体不能得到及时排出，导致容器增压发生爆炸。

典型案例 9

2017年1月3日，浙江某医药化工有限公司C4车间发生爆炸燃烧事故，造成3人死亡。

事故直接原因是：上一班员工在岗位上瞌睡，错过了投料时间（本应在晚上11时左右投料，而事故前却在凌晨4时左右投料），下一班员工因甲苯未蒸出，未分析原因便擅自加大蒸汽开量且违规使用蒸汽旁路通道，致釜内温度不断上升，超过反应产物（含乳清酸）分解温度105℃，最终导致反应釜超压爆炸。

事故深层次原因是：DDH技改项目设计时将环合反应加热方式改为蒸汽加热，未掌握环合反应产物温度达到105℃会剧烈分解，当加大蒸汽开量时，致反应釜内物料分解，压力急剧上升。

风险防控建议

01 应重新进行反应安全风险评估，按照风险评估结果，对设备、管道、安全附件、尾气系统等进行分析，对不满足变更后的工艺条件需求的，应进行设计变更；并有针对性地对紧急切断进料、紧急降温、紧急终止反应和安全泄放处理设施实施改造。

02 依据评估结果以及反应热力学、动力学等研究结果，开展 HAZOP 分析，针对工艺安全控制要求，对温度、压力、流量、搅拌速率、反应速率等重点参数实施监控；调整报警值、联锁值，必要时修改联锁控制逻辑、调整联锁控制参数；并根据风险分析结果，设置紧急停车系统。

03 根据过程危险分析、功能安全评估，重新确定安

全仪表功能和安全完整性等级，判断是否需要变更安全仪表系统的设计。

五、安全装置及安全联锁改变的风险

近年来，笔者在企业检查时常发现企业未按设计要求设置自动化联锁或安全联锁，或联锁回路未投用，使用手动控制或采用现场旁路阀进行操作。而这样的操作，易引起工艺指标异常波动，如反应失控、温度压力失控，致超液位溢出扩散、超压发生爆炸、超温引发热分解等，甚至由于操作失误而引发生产安全事故。

典型案例 10

2022年3月19日，宁波某化工有限公司烷氧胺车间发生爆燃事故。

事故直接原因是：烷氧胺车间烷氧胺盐酸盐水溶液减压浓缩工序长时间超温运行未及时有效处置，釜内烷氧胺盐酸盐部分分解，导致釜内压力、温度明显升高，物料进一步加剧分解，遇点火源引发空间爆燃。

事故深层次的原因是：在烷氧胺车间重整建设期间项目管理混乱，未按设计要求落实在异常状态下的45个联锁，而是擅自变更为24个联锁，造成压力、温度超指标等异常工况时，联锁不能满足要求，未实现紧急停车并紧急冷却。另外，在项目验收时走过场，未及时评估出联锁不能满足要求的缺陷。

风险防控建议

企业应严格按照设计要求，按照 P&ID 图的控制方案，设置生产过程的控制方式与安全联锁，严禁随意简化控制系统、减少联锁回路。要加强建设项目的试生产方案评审、验收安全评估，确保安全装置及安全联锁的建设与设计一致。

化工企业特殊作业管理典型问题及相关建议

中国化学品安全协会 冯建柱

2022年5月31日14时12分，山西省某化工企业在检修冰机动火作业过程中发生燃爆事故，造成3人死亡，3人受伤，直接经济损失367余万元。

该起事故的直接原因是：作业人员在切割冰机冷凝器上管道及固定钢板前，未进行可燃气体检测、未采取清理或遮盖等安全措施，未办理动火作业票，切割作业时飞溅的火花引燃正对冰机的南北走向管沟内的可燃气体，造成管沟及与其相联通的地下水池内积聚的可燃气体发生燃爆。这起动火作业环节引发的事故暴露出了企业在特殊作业时风险辨识不到位、安全管控措施落实不到位、未有效履行特殊作业审批手续等典型的问题。



检修冰机发生燃爆，冰机西侧密闭地下池盖板炸飞，房顶坍塌

事故频发，说明特殊作业管理依然是企业安全管理工作中重点、难点。一是化工企业中发生在特殊作业环节的事故依然处于多发的态势。2021年全国化工行业共发生9起较大事故，其中，发生在特殊作业环节4起，占比44.4%；2022年全国化工行业共发生7起较大事故，其中，

发生在特殊作业环节4起，占比57.1%。2023年1—10月，全国化工行业共发生6起较大事故，其中4起较大事故是发生在特殊作业环节。二是化工企业在接受安全检查时，在特殊作业管理环节总是能被查出问题，甚至可能会构成重大隐患。在GB 30871—2022《危险化学品企业特殊作业安全规范》实施后，化工企业结合标准对特殊作业管理制度进行了修订，特殊作业管理工作更加规范。但是在有关检查、评审中，专家组依然发现，特殊作业管理工作形式化、表面化，不能有效地管控特殊作业风险，最终导致事故的发生。本文结合笔者实际工作经验，根据提出的化工企业特殊作业存在的隐患问题，提出相关建议，供化工企业安全管理人员参考。

特殊作业存在的问题

01 特殊作业数量巨大

在许多企业中发现，日常的生产经营过程中，特殊作业的数量很大，甚至达到了惊人的地步。某企业曾经对特殊作业做过统计，正常情况下每月的特殊作业数量可达20000余次，其中动火作业最多，约10000次，约占50%。数量如此庞大的特殊作业，给企业特殊作业的规范管理带来很大难度，同时也给有效管控特殊作业风险、保证特殊作业安全带来了巨大的挑战。企业对特殊作业管理再规范，但因特殊作业数量巨大，难免会有偶尔的、极少情况下出现管理不到位、管理不细致的情形发生，即使这样的数量达到1‰、1‰，也为事故的发生埋下了隐患。

而企业之所以会有数量巨大的特殊作业环节，大致有3方面的原因：一是生产装置老旧，加上设备的预防性检维修没做到位，导致企业生产装置中经常性地出现运行不畅的问题，企业不得不频繁地进行检修、抢修；二是企业因技术不够成熟，而工艺、设备方面的变更多，导致生产装置边生产边改造；三是部分企业人为地扩大特殊作业的范围，比如将所有的临时用电、使用非防爆电气设备全部视为动火作业等。

02 非现场审批安全作业票现象严重

GB 30871—2022《危险化学品企业特殊作业安全规范》明确要求“特殊作业的审批人应在作业现场完成审批工作”。之所以作出这样的要求，是为了让特殊作业的审批人员到作业现场对各项安全管控措施的落实情况进行全面的检查确认后，再进行安全作业票的审批。目的是保证安全措施的落实，而不仅仅是从形式上在安全作业票上签字审批。但目前，许多企业依然存在各级特殊作业的审核、审批人员非作业现场审核审批的现象，也就是有关人员根本没有到作业现场检查，确认安全措施落实情况，而只是听有关人员陈述作业现场情况，在办公室、会议室等非作业现场完成安全作业票的审核、审批，甚至有的人员根本不去了解特殊作业现场情况，完全盲目地在特殊作业票上签字完成审核审批工作。

笔者在某次培训中，现场调查发现约50%的参加培训人员承认曾经有过非现场审核审批特殊作业票的情形。非现场审核审批特殊作业票非常可能导致特殊作业现场各种安全管控措施要求没有落实而随意作业。

存在非作业现场审核审批安全作业票的现象，原因主要有2点：一是不够重视特殊作业安全，对特殊作业审核审批的意义完全没有正确的认知，认为就是简单地在安全作业票上签个字而已；二是企业的特殊作业数量多，有关人员没有时间到所有的作业现场审核审批，不得已选择认为固有风险较高的作业，到现场检查确认安全措施的落实

情况，对于其他的作业选择非现场审核审批的方式。曾经有一企业的分厂总工程师实话实说：他某天一上午审批了40余项特殊作业，根本没有时间也不可能到所有的作业现场进行检查确认。

03 特殊作业为办票而办票

在多次对企业的安全检查中发现一个现象：如果在上午10点以后或下午去现场检查，特殊作业现场的作业票填写情况都较完美，不会发现明显问题。但如果在上午8—9时，企业正好办理特殊作业审批手续的时间段去检查，却往往能发现企业存在诸多问题。比如：某安全作业票的作业负责人、所在单位意见栏均已经由相关人员签字，但后面的时间却空白不填写；部分企业特殊作业票中，各级审核审批人员的时间笔迹是同一个人填写。之所以存在这些问题，是企业只是为了填写出一张“完美”的作业票，以备检查。因为动火作业票、受限空间作业票均有可燃或有毒气体取样时间与作业开始时间不能超过30min的要求，所以为了防止出现这方面的问题，相关审核审批人员只签字而不填写时间，而最后由监护人等人员统一填写，以保证作业票上的时间方面不出现问题。但在实际中，时间上往往超过了30min的间隔要求，这就为事故的发生埋下了隐患。

04 特殊作业环节复杂

有部分企业特殊作业管理较严格，管理程序较复杂，办理特殊审批手续时，要填写、办理的有关记录较多，导致特殊作业审批流程耗时长，为作业人员增加了过多的工作负担。更重要的是，过于繁杂的特殊审批程序，还会导致特殊作业的审批手续流于形式，不但不能很好地管控特殊作业风险，甚至适得其反增加了特殊作业的风险。曾发现某企业在进行裂解炉受限空间作业时，办理了包括受限空间安全作业票在内的共15份相关的记录，如JSA分析、安全交底、受限空间通风量计算等。看似建立了这些记录很科学，是为了更好地管控受限空间作业风险。但在实际

中，专家组发现，作业人员在忙忙碌碌办理或填写这15份记录时，根本没有时间认真地看这些记录都是什么内容，只是在机械地、凭记忆来填写，根本没有起到其应有作用，反而让本来可以认真办理的受限空间作业票也一并地流于形式的填写。

05 对特殊作业提出“过分”严格的要求

检查中发现，在不少地市、不少企业，为了能更好地管控特殊作业风险，对特殊作业提出了更加严格的要求，甚至是“过分”的要求。主要体现在：一是多种特殊作业升级管理，除了动火作业外，其他的特殊作业也提出了在节假日、双休日、夜间和特殊情况下升级的要求；二是对于固有风险高的特殊作业，比如对于特级动火作业、受限空间作业，要求必须由企业主要负责人审批，甚至有企业要求所有的动火作业全部由企业的主要负责人审批；三是部分企业要求各层级的特殊作业票必须由相关单位的主要负责人审批，比如车间主任、某部门部长等。这些严格的要求，出发点是好的，但在实际的操作中，却给企业带来了许多困难：从企业的主要负责人到各部门负责人，再到基层车间的负责人，疲于奔波在企业生产现场审批各类安全作业票，这既影响了企业的其他生产经营活动的正常进行，也不能保证各层级单位的负责人能认真地履行其特殊作业票的审批职责。

提升特殊作业管理水平 3 点要注意

01 企业应控制、减少特殊作业数量

企业应首先考虑建立健全设备完好性管理体系，做好生产装置的预防性检维修，提高生产装置中设备设施的质量标准，严把设备设施检维修质量关，变“救火”为“防火”，减少正常生产状态下的设备设施检维修，减少特殊作业数量。同时，应全面做好设备检维修管理工作，以在安全区域提前预制来代替生产装置现场检修作业的方式，尽可能减少生产装置区的特殊作业数量。

02 企业应规范特殊作业审批流程

企业应正确认识到办理特殊作业审批手续不仅仅是为了办理一张安全作业票，更重要的是通过办理安全作业票而使特殊作业的能量隔离、气体检测、作业监护等各项安全管控措施得以落实。企业应严格特殊作业审批流程，杜绝为了办票而办票（只签字不填写时间、填写虚假时间等）、一心追求填写“完美”的安全作业票，而忽视了特殊作业现场安全管控措施的落实等现象。各类各层级特殊作业票的审核审批人员务必到作业现场，对作业现场的安全管控措施落实情况进行现场检查，确认后再签批安全作业票，一定要杜绝非作业现场签批安全作业票的现象。

03 企业应结合实际优化特殊作业审批流程

特殊作业审批流程繁琐复杂不等于管理精细，企业应在满足标准要求的基础上、在管控特殊作业风险的基础上，科学地优化、简化特殊作业的审批流程，以便于参与作业的相关人员有精力、有时间真正地了解作业相关情况、可能存在的风险及管控措施，而不是把时间和精力浪费在填写和办理过多的、无谓的一些记录上。GB 30871—2022《危险化学品企业特殊作业安全规范》中并未明确各类各层级的安全作业票必须由什么人来审批，凡是企业通过评估，认为具备相关作业票审批能力的人都可以签批安全作业票。所以不必规定必须由企业的各级负责人来审核审批安全作业票，其他符合条件的管理或技术人员同样可以参与安全作业票的审批工作。这样既减轻企业各级负责人的工作负担，也可以有效提高特殊作业审批效率。

总之，特殊作业具有较高的固有危险性，但其风险并不是不可控。企业在充分认识到特殊作业的高危险性、重要性的基础上，认真学习 GB 30871—2022《危险化学品企业特殊作业安全规范》等标准，结合企业的实际情况，做好生产装置的预防性检维修，有效减少特殊作业数量，科学地制定并有效管控特殊作业审批流程，便可有效规范管理特殊作业、管控特殊作业风险，实现特殊作业安全。

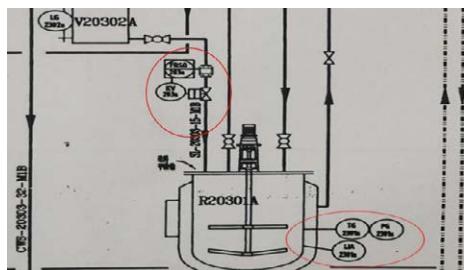
整改隐患嫌麻烦 企业直接改图纸

中国化学品安全协会 江奎

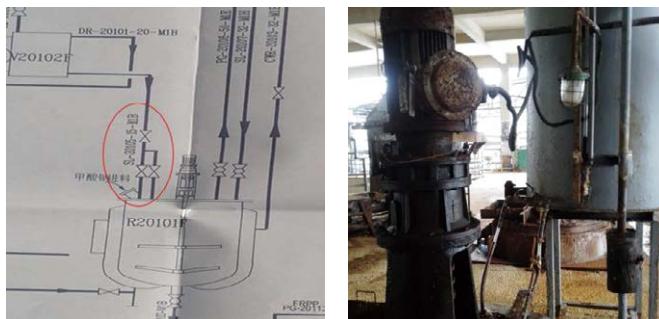
日前,笔者在一家生产甲酸的企业开展指导服务,发现该企业的甲酸反应釜未按照设计图纸设置温度监测仪表,取消了物料进料流量计和控制阀。反应釜在物料反应时,无物料滴加计量及切断装置,没有温度监测和相应报警,全靠岗位员工经验控制釜温。

由于该隐患整改涉及设备本体施工,整改周期长,投入高,一时难以整改,在笔者向企业指出这个隐患后,企业并未考虑如何设置监测仪表和控制阀,而是考虑如何尽快完成隐患整改闭环。

“原来设计的反应釜设置物料控制和温度监测,我联系设计单位修改图纸,不就解决问题了吗?”企业果真就按此思路联系了一家设计单位修改了原来审查通过的图纸,直接取消了反应釜的温度监测仪表和物料控制阀,完成了所谓的“隐患整改”!



通过审查的安全设计专篇流程图



取消监测仪表和控制阀的设计图纸和现场

设计单位取消反应釜温度监测仪表和物料控制阀合理吗?

该企业采用工业硫酸与甲酸钠反应生产甲酸,向反应釜中加入硫酸,属于放热反应,需要控制硫酸加入速度,采用循环水系统控制反应温度,设置温度监测仪表、物料计量和控制阀,有利于控制反应釜的温度。而取消温度监测仪表和控制阀,容易造成反应釜超温,引发事故。

《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》(国家安全生产监督管理总局令第36号)第三条指出,建设项目安全设施是指生产经营单位在生产经营活动中用于预防生产安全事故的设备、设施、装置、构(建)筑物和其他技术措施的总称。该企业甲酸反应釜的温度监测仪表和物料控制阀具有防止反应釜超温甲酸气化与空气形成爆炸性混合物引发爆炸的作用,属于反应釜安全设施的一部分,应同主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。所以,设计单位不能在未实施防护措施的前提下取消温度监测仪表,更不应该为企业变更施工蓝图,而应该遵守职业操守,以安全优先的原则,树立设计的底线、红线意识,帮助企业解决“疑难杂症”。

笔者认为,企业有隐患不可怕,可怕的是以“漠然置之”“遮遮掩掩”“胡乱整改”的态度对待隐患。

对于该反应釜未设置温度监测仪表和物料控制阀的问题,企业的正确整改思路是:首先,核查原来建设期为什么未设置温度监测仪表和物料控制阀,在哪个环节出了问题,制定针对性改进措施,提升企业的项目管理水平;其次,同设计单位联系,完成仪表和物料控制阀的选型和安装设计;最后,购置合格的仪表和物料控制阀安装到位,并组织隐患整改内部验收。



变更管理不规范， 高温饱和酸性气直排火炬系统



中国化学品安全协会 王昌盛

目前，笔者在某煤化工企业检查时，发现该企业变换工段工艺冷凝液汽提塔气相出口水冷器 A/B 各增设一条旁路管线，高温、饱和的酸性气未经水冷器冷却就直接排放至酸性气火炬系统。

笔者不禁疑惑：

- 高温、饱和的酸性气未经水冷器冷却降温，不影响下游的气液分离效果吗？
- 高温且含水的酸性气体不会导致酸性气火炬系统管道和火炬头的腐蚀吗？
- 不会影响火炬气的燃烧稳定性吗？



带着这些疑问，笔者询问陪检人员：“该工艺流程变动是否履行了变更管理程序？”

陪检人员回复道：“这两台水冷器腐蚀严重，已

整体替换过一次，但没解决根本问题，就直接对这两台水冷器增设了旁路，酸性气经旁路直接排至酸性气火炬系统，没有履行变更管理程序，并在火炬头处掺配部分天然气来缓解燃烧不稳定的问题。”

从陪检人员的回复来看，企业并没有意识到该变更所带来的风险和隐患。

企业在实际生产运行过程中，生产流程的优化调整、设备升级改造、原辅材料更新替换等改变不可避免，但这些调整和改变可能会导致原有的保护措施失效，可能会产生新的潜在风险。为了加强变更风险管控，企业应通过规范变更申请、审批、实施、验收环节的管理程序，对变更活动全过程的风险进行有效管控。

企业变更管理存在两种较普遍现象：一种是思想认识不到位，对变更管理不重视，认为变更管理程序太繁琐，执行上抱着“差不多、有就行”的心态，变更申请随心所欲，风险辨识敷衍了事，审批只签字不把关；另一种是变更风险管控能力不足，参与变更风险评估人员的专业知识不全面，不具备相应的风险评估能力和工作经验，变更资料一大堆，风险辨识分析却不够准确、不彻底，风险管控措施缺乏针对性。

管业务必须管安全，管安全就是管风险，风险管理是安全管理的核心，识别风险、管控风险需要专业能力。这家煤化工企业在换热器、管道出现腐蚀泄漏影响工艺稳定运行后，没有从设备腐蚀机理上查找换热器腐蚀泄漏的根本原因，没有采取针对性的防范措施，而是通过增设旁路管线将高温饱和的酸性气体直接送入火炬系统，没有从工艺参数变化和火炬稳定燃烧角度分析评估。这样的变更不仅没解决根本问题，反而带来了其他风险和隐患。

因变更风险意识不强、风险辨识不充分、管控措施

不到位导致的生产安全事故屡见不鲜。2023年的辽宁盘锦浩业化工“1·15”重大爆炸着火事故和山东聊城鲁西化工“5·1”双氧水爆炸事故，都与变更管理不到位有关，事故企业均未严格执行变更管理程序，对变更风险辨识不充分，安全风险不受管控，最终导致重特大事故发生。

《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）第（二十二）条要求，企业在工艺、设备、仪表、电气、公用工程、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。

《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034—2022）第5.15.3.1条明确，变更管理程序包括变更申请、变更风险评估及制定管控措施、变更审批、变更实施和相关方培训（告知）、变更验收、资料归档、变更关闭；第4.15.5.1条也明确，应采用合适危害辨识和风险评估方法开展变更风险评估、制定管控措施。

2023年7月应急管理部危化监管一司发布了《关于公开征求<危险化学品企业安全生产标准化评审标准（修订征求意见稿）>意见的函》，《评审标准》（修订征求意见稿）将“存在变更而未履行变更手续的作业”列为“A级否决项”，将“变更过程中未实施风险辨识分析”列为“B级否决项”。

上述规范标准的要求充分反映出变更管理在危险化学品安全生产管理体系中的重要性，企业应坚决树立“变化就是风险”的管理理念，加强变更管理要求的培训和宣传，持续提升员工的安全意识和技能水平，建立完善的变更管理监督与改进机制，确保变更管理的科学性和有效性，切实管控变更风险。

河南宇天化工有限公司 “1·5”较大爆炸事故

2022年1月5日14时许，河南宇天化工有限公司（以下简称“宇天化工”）30万吨/年煤焦油加氢精制装置原料罐区发生爆炸事故，造成3人死亡，直接经济损失547.9万元。

一、事故发生单位及装置基本情况

（一）事故发生单位概况

宇天化工成立于2009年6月，下设焦油加工厂、蒽油加氢厂、蒽油加工厂、苯加氢厂4个分厂。焦油加工厂建有1套30万吨/年煤焦油加工装置，蒽油加氢厂建有1套15万吨/年蒽油加氢装置，蒽油加工厂建有1套10万吨/年蒽油加工装置，苯加氢厂建有2套8万吨/年苯加氢装置。

（二）事故装置及工艺简况

事故发生罐区为焦油加工厂、蒽油加氢厂共用的原料罐区，事故储罐为蒽油加氢厂蒽油加氢装置配套的原料罐。2014年10月30日，蒽油加氢装置与配套的原料罐区建设完成。2018年12月～2019年12月进行第一

次试生产期间，因装置运行不稳定，于2020年12月开始第二次试生产。期间因设备故障于2021年12月18日凌晨停产，2021年12月24日第二次试生产到期，截至事故发生前未开展竣工验收。

原料罐区内共有14台储罐，南北向分2排布置，罐区由2个隔堤分隔为3个罐组。原料罐区各储罐进料管道均装设有伴热，罐体内部设置加热盘管，配备有温度、液位监控设施，罐顶各 VOCs 管道与油气回收装置相连，罐体外设有硅酸铝材质保温层。

（三）事故储罐运行情况

事故储罐属于蒽油加氢装置的原料储罐，位于原料罐区的西南侧。设备位号为T4207，容积500m³，储罐内物质为蒽油，主要成分是萘、2-甲基萘、苊、氧芴、

芴、蒽、荧蒽、苯并噻吩、1-甲基萘、1,6-二甲基萘等。

根据企业中控室原料罐区蒽油罐 T4207 的 PLC 系统运行记录, 事故发生前 T4207 内液位接近零点, 罐内残余少量物料。

(四) 维修计划及作业安排情况

因循环氢压缩机轴瓦损坏, 蒽油加氢装置于 2021 年 12 月 18 日凌晨停产。根据维修计划, 拟于停产对罐区进行处理伴热线、更换疏水阀、保温棉恢复、清理罐底污油、泵过滤器清理、原料罐底切水等工作, 其中处理伴热线、保温棉恢复、清理罐底污油作业计划委托外来施工单位实施。

2022 年 1 月 1 日, 蒽油加氢厂厂长安排油库主任负责组织清罐作业, 随后油库主任开始做清罐准备, 安排人员制作倒油用的临时管道和用于收集废油的集油槽。

(五) 外来施工单位情况

2021 年 9 月, 社会人员甲在无任何证照情况下, 组织临时务工人员在宇天化工蒽油加氢厂内承揽维修作业施工, 宇天化工未按照相关制度要求对甲组织的务工人员参与维修作业的相关证件情况进行审核, 即安排了维修作业, 并由甲以另一家无建筑施工相关资质的公司名义与蒽油加氢厂签订合同和办理费用结算。

二、事故发生经过

2022 年 1 月 3 日, 蒽油加氢厂计划进行集油槽焊接等维修作业。当日蒽油加氢厂安全员乙对甲临时组织的丙、丁、戊等 6 人进行了外来施工人员安全教育培训。由于当日不具备作业条件, 未开展作业。

1 月 5 日, 油库主任安排油库班长对原料罐区的一个集油槽进行补漏焊接。当天下午, 油库班长安排务工人员丙 (本次作业的临时作业现场负责人) 入厂进行集

油槽补漏焊接任务。

13 时 56 分, 丙申请办理集油槽维修焊接动火作业票, 作业内容为在原料罐区防火堤内维修焊接集油槽, 动火具体地点位于 T4207 蒽油储罐西侧空地, 由丁 (无特种作业操作证) 实施维修焊接作业, 油库班长负责监火。安全员乙使用“四合一”气体检测仪检测了集油槽、旁边水沟、洗涤塔, 检测结果可燃气含量 0%、硫化氢含量 0ppm、氧气含量 20.9%, 条件达到动火作业标准后, 蒽油加氢厂厂长、油库班长及丙现场确认动火条件并签发了动火作业票, 安全员乙对施工人员进行口头安全交底。丙带领丁、戊携带自有电焊机等作业工具, 由丁焊接集油槽。丁、戊完成集油槽的维修焊接作业后, 油库主任带领班组人员将集油槽搬运至 T4209 储罐北侧偏东的排污阀处。

随后, 油库清罐作业班长已发现 T4207 蒽油储罐人孔处有漏点, 向油库班长报告, 并询问丁是否可以补焊, 丁查看后说可以补焊, 油库班长口头告知丁、戊未经允许严禁作业, 随后离开现场向厂长汇报情况。

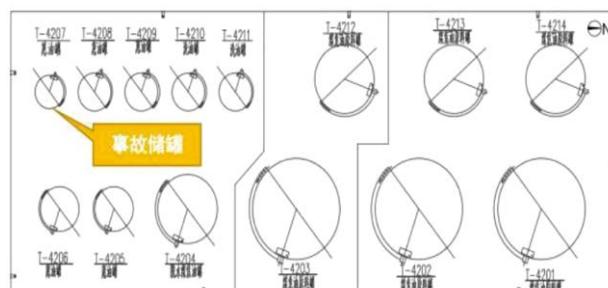


图 1 事故罐区分布图

经调取监控, 在尚未办理动火作业审批手续情况下, 14 时 06 分 38 秒, 丁持焊把, 在戊辅助下, 擅自对 T4207 罐人孔处漏点开始动火焊接。14 时 08 分 22 秒发生爆炸, 随后引起着火, 造成丁、戊、己 3 人死亡, 并造成 T4207 储罐及管线严重损坏, 其余相邻储罐及管线

不同程度受损。



图 2 罐区火灾现场图

了解化工企业特殊作业风险、未办理动火作业票的情况下，擅自冒险对 T4207 葸油储罐人孔处进行焊接动火作业。

3. 企业对动火作业潜在的风险认识不到位，对承包商现场特殊作业监督管理不到位。企业对 T4207 葸油储罐动火的风险缺乏充分认识，作业监护人等未履行其监护职责，无视承包商在未办理动火作业审批手续的情况下贸然进行动火作业，导致承包商在未对 T4207 葸油储罐进行认真清洗、置换并分析罐内可燃气体含量是否合格，未履行动火作业审批手续情况下，擅自冒险开展动火作业。

三、事故原因分析

（一）直接原因

该起事故直接原因为 T4207 储罐动火前未进行清洗、置换，残存葸油挥发出的低闪点物质萘、苯并噻吩、1-甲基萘、2-甲基萘、1,6-二甲基萘等可燃蒸气与罐内空气达到爆炸极限，形成爆炸性混合物。外来施工人员违反有关规定，在尚未办理动火作业审批手续情况下，擅自冒险对 T4207 储罐人孔处进行焊接作业。焊接高温引起罐内爆炸性混合气体爆炸，罐体损毁，罐内物料冲出起火。

（二）间接原因

1. 企业承包商管理失控。违法将维修作业发包给无任何资质的外来施工人员，未对外来临时施工人员特种作业操作证持证情况进行审核，未按要求签订安全生产管理协议，导致无特种作业操作证人员进入厂区危险区域开展焊接动火作业。

2. 企业对外来临时施工人员安全教育培训不到位。未将储罐内物料所具有的理化特性和存在风险对外来施工人员进行有效安全交底，致使对外来临时施工人员在不

四、事故启示及防范措施建议

（一）严格承包商管理。要明确承包商入厂资格审查要求，包括对承包商的人员持证上岗情况、施工安全业绩情况、员工培训情况等，坚决杜绝无证、无资质或资质不满足作业要求的承包商和人员入厂。加强承包商人员入厂培训和安全交底管理，开展现场作业前，应再次核查作业人员是否人证合一，不具备安全条件的人员严禁进场作业。

（二）加强动火作业风险管控。按照《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871—2022）要求，当作业内容变更、作业地点转移，应重新办理安全作业票，要充分识别变更作业内容、地点可能存在的风险，变更作业审批手续未办理完成前不得作业。

（三）严格作业监护人管理。作业监护人应全程监督作业的实施过程，在确认严格办理特殊作业审批手续、落实相关安全措施后方可允许开始作业。作业期间，监护人不应擅自离开作业现场且不应从事与监护无关的事。确需离开作业现场时，应收回安全作业票，中止作业。



历史上 1 月发生的危险化学品事故

(一) 国内事故

2009 年 1 月 1 日

山东合力科润化工有限公司乙腈装置“1·1”爆炸事故

2009 年 1 月 1 日，山东省德州合力科润化工有限公司乙腈装置发生爆炸，造成 5 人死亡、9 人受伤。

事故的直接原因是：

发生爆炸的两台固定床反应器，是未清洗干净的二手设备，由于其壳程存有积碳和油垢，使主要成分为硝酸钾、硝酸钠和亚硝酸钠的熔盐在高温下加速分解，发生爆炸。

2014 年 1 月 1 日

山东滨州滨阳燃化有限公司“1·1”石脑油中毒事故

2014 年 1 月 1 日，山东滨州滨阳燃化有限公司储运车间中间原料罐区在切罐作业过程中发生石脑油泄漏，引发硫化氢中毒事故，造成 4 人死亡、3 人受伤，直接经济

损失 536 万元。

事故的直接原因是：

事发时抽净管线系统处于敞开状态，操作人员在进行切罐作业时，错误开启了该罐倒油线上的阀门，使高含硫的石脑油通过倒油线串入抽净线，石脑油从抽净线拆开的法兰处泄漏。泄漏的石脑油中的硫化氢挥发，致使现场操作人员及车间后续处置人员硫化氢中毒。

2017 年 1 月 3 日

浙江临海市华邦医药化工公司“1·3”爆炸事故

2017 年 1 月 3 日，位于临海市浙江省化学原料药基地临海园区的浙江华邦医药化工有限公司 C4 车间发生爆炸燃烧事故，造成 3 人死亡，直接经济损失 400 多万元。

事故的直接原因是：

减压蒸馏时甲苯未蒸出，当班工人擅自加大蒸汽开量

且违规使用蒸汽旁路通道，致使主通道气动阀门自动切断失去作用。蒸汽开量过大，外加未反应原料继续反应放热，釜内温度不断上升，并超过反应产物（含乳清酸）分解温度。反应产物急剧分解放热，体系压力、温度迅速上升，最终导致反应釜超压发生物理爆炸。

2012年1月4日

浙江嘉兴向阳化工厂“1·4”反应釜爆炸事故

2012年1月4日，浙江省嘉兴市向阳化工厂二氯乙烷车间浓缩釜发生爆炸，同时引发火灾，造成3人死亡、4人受伤，直接经济损失约120万元。

事故的直接原因是：

滴加过量的双氧水和未反应的二异丙胺等有机物，在浓缩釜中浓缩加温操作条件下发生化学爆炸。

2022年1月5日

河南宇天化工有限公司“1·5”较大爆炸事故

2022年1月5日，河南宇天化工有限公司30万吨/年煤焦油加氢精制装置原料罐区发生爆炸事故，造成3人死亡，直接经济损失547.9万元。

事故的直接原因是：

T4207储罐动火前未进行清洗、置换，残存蒽油挥发的低闪点物质萘、苯并噻吩、1-甲基萘、2-甲基萘、1,6-二甲基萘等可燃蒸汽与罐内空气达到爆炸极限，形成爆炸性混合物。外来施工人员违反有关规定，在尚未办理动火作业审批手续情况下，擅自冒险对T4207储罐人孔处进行焊接作业。焊接高温引起罐内爆炸性混合气体爆炸，罐体损毁，罐内物料冲出起火。

1998年1月6日

陕西省兴化集团公司“1·6”硝酸铵爆炸事故

事故

1998年1月6日，陕西省兴化集团公司硝铵装置发生爆炸，造成22人死亡、58人受伤，直接经济损失7000万元。

事故的直接原因是：

供氨系统不平衡，氨系统累积的含油和氯离子的液体从氨系统带入硝铵生产系统。含油和含氯离子高的硝铵溶液在造粒系统停车的状态下温度升高，自催化分解放热，在极短的时间内，分解产生的高热和大量高温气体产物积聚，导致硝酸铵爆炸。

2011年1月6日

新疆大黄山鸿基焦化有限公司“1·6”煤气中毒事故

2011年1月6日，新疆大黄山鸿基焦化有限责任公司在试生产过程中，合成车间脱碳泵房内发生煤气中毒事故，造成3人死亡、1人轻伤。

事故的直接原因是：

冷凝液管线连接饱和塔进口处选用单道闸阀，设计存在缺陷；脱碳泵房内管线与有煤气的装置连通，室内未设置有毒有害气体报警器，导淋未设置在室外，进饱和塔的冷凝液阀门发生内漏，致使饱和塔内焦炉煤气反串至脱碳泵房，引起人员中毒。

2010年1月7日

中石油兰州石化“1·7”罐区爆炸事故

2010年1月7日，兰州石化公司316#罐区发生火灾爆炸事故，造成6人死亡、1人重伤、5人轻伤。

事故的直接原因是：

316#罐区碳四球罐出料管弯头存在缺陷，致使弯头局部脆性开裂，导致易燃易爆的碳四物料泄漏并扩散，遇焚烧炉明火引起爆炸。该公司未按规程规定对事故管线进



行定期检验，未按规定落实事故管线更换计划和对储罐进出物料管道设置自动联锁切断装置，致使事故状态下无法紧急切断泄漏源，导致泄漏扩大并引发事故。

2014年1月9日

安徽康达化工有限责任公司“1·9”中毒事故

2014年1月9日，安徽康达化工有限责任公司出租场地内，员工在检修管道过程中发生中毒事故，造成4人死亡、2人轻伤。

事故的直接原因是：

作业人员违规进入泵操作井对其中的甲硫醇钠管道进行检修，吸入含硫有毒气体（硫化氢、甲硫醇等）中毒，后因现场组织施救不当造成事故扩大。

2016年1月9日

潍坊长兴化工有限公司“1·9”氟化氢泄漏中毒事故

2016年1月9日，潍坊长兴化工有限公司四氟对苯二甲醇车间发生氟化氢泄漏中毒事故，造成3人死亡、1人受伤。

事故的直接原因是：

在四氟对苯二甲醇生产过程中伴有氟化氢蒸气产生，因作业人员擅自变更生产工艺违规操作、反应釜加料盖密封不严，导致氟化氢泄漏并扩散，造成现场和相邻车间作业人员中毒。

1995年1月12日

湖北沙隆达股份有限公司“1·12”反应釜爆炸事故

1995年1月12日，湖北省沙隆达公司农药一厂两磷车间三氯硫磷反应釜发生爆炸，造成3人死亡、1人受伤。

事故的直接原因是：

反应釜内投入三氯化磷较多，未与硫磺充分反应，产生积聚。釜内物料沸腾后，积聚的三氯化磷反应逐步加剧，冲掉防爆膜，釜内高压导致搪瓷反应釜盖法兰螺栓的铸铁夹断裂，发生爆炸。

2007年1月13日

江苏昆山康大医药化工公司“1·13”反应釜爆炸事故

2007年1月13日，江苏昆山市康大医药化工有限公司硝酯车间熔融反应釜发生爆炸，造成7人死亡。

事故的直接原因是：

操作工在操作硝酯熔融反应釜时，为了加快熔化速度，开大供汽阀门，导致温度上升过快，造成反应釜爆炸。

2021年1月14日

河南顺达新能源科技有限公司“1·14”中毒事故

2021年1月14日，位于驻马店高新技术产业开发区的河南顺达新能源科技有限公司在1#水解保护剂罐进行保护剂扒出作业时，发生一起窒息事故，造成4人死亡、3人受伤，直接经济损失约1010万元。

事故的直接原因是：

作业人员违章开展受限空间作业，使用仪表空气作为长管空气呼吸器的气源，且管道接口连接不牢中途脱落，致使作业人员缺氧窒息晕倒，现场人员救援能力不足，组织混乱，导致事故扩大。

2023年1月15日

辽宁省盘锦浩业化工有限公司“1·15”重大爆炸着火事故

2023年1月15日，盘锦浩业化工有限公司在烷基化装置水洗罐入口管道带压密封作业过程中发生爆炸起

火事故，共造成 13 人死亡、35 人受伤，直接经济损失约 8799 万元。

事故的直接原因是：

事故管道发生泄漏，在带压密封作业过程中发生断裂，水洗罐内反应流出物大量喷出，与空气混合形成爆炸性蒸气云团，遇点火源爆炸并着火，造成现场作业、监护及爆炸冲击波波及范围内重大人员伤亡。

2011 年 1 月 18 日

内蒙古乌海化工股份有限公司“1·18”爆炸事故

2011 年 1 月 18 日，内蒙古乌海化工股份有限公司在处理合成工段的高纯盐酸中间罐废气排空管和排空汇总管连接处的漏点时发生爆炸，导致 3 名工人死亡。

事故的直接原因是：

制酸过程中少量溶解、夹带的氢气随盐酸进入高纯盐酸中间罐，由于中间罐压力的降低，溶解、夹带的氢气逐步从液相盐酸中析出。排空管与排空汇总管连接处开裂，造成氢气泄漏。维修工使用角磨机在作业过程中产生火花，引爆氢气，由于各盐酸储罐气相空间相连，造成三个盐酸储罐爆炸。

2014 年 1 月 18 日

吉林通化化工股份有限公司“1·18”爆炸事故

2014 年 1 月 18 日，吉林通化化工股份有限公司甲醇合成系统供水泵房发生爆炸，造成 3 人死亡、5 人受伤，直接经济损失 255 万元。

事故的直接原因是：

当班岗位操作工在排液结束后，未能关严精醇外送阀门，且回流管阀门开度过大，导致净醇塔内稀醇降至控制液位以下。接班操作工也未发现净醇塔底部稀醇液

位低于控制线，导致高压工艺气体回流到稀醇罐（常压罐），造成稀醇罐与回流管线连接处断裂，致使大量可燃混合气体（以 H₂ 为主）迅速充满供水泵房，达到爆炸极限，受静电引燃后发生爆炸。

2011 年 1 月 19 日

中石油抚顺石化“1·19”重油催化装置爆炸事故

2011 年 1 月 19 日，中石油抚顺石化分公司石油二厂重油催化装置稳定单元发生闪爆事故，造成 3 人死亡、4 人轻伤。

事故的直接原因是：

重油催化装置稳定单元重沸器壳程下部入口管线上的低点排凝阀，因固定阀杆螺母压盖的焊点开裂，阀门闸板失去固定，阀门失效，脱乙烷汽油泄漏、挥发，与空气形成爆炸性混合物，因喷射产生静电引发爆炸。

2018 年 1 月 24 日

新疆吐鲁番市恒泽煤化有限公司“1·24”闪爆事故

2018 年 1 月 24 日，新疆维吾尔自治区吐鲁番市恒泽煤化有限公司 18 万吨 / 年焦油加工环保改造项目施工过程中发生闪爆事故，造成 3 人死亡、1 人受伤。

事故的直接原因是：

有关作业人员严重违规操作，在没有取得动火许可证、没有采取安全措施和监管人员未到位情况下擅自违章使用明火烘烤法兰螺丝，引发沥青高置槽内部的挥发性可燃气体闪爆。

2012 年 1 月 26 日

福建龙岩紫金铜业制酸车间“1·26”中毒事故

2012 年 1 月 26 日，福建省龙岩市上杭县蛟洋工业



集中区紫金铜业有限公司制酸车间脱硫塔作业区发生中毒事故，造成3人死亡、1人受伤。事故的直接原因是：事发时灰罐发生堵塞，一名当班工人清灰作业时昏倒，其他三名工人未佩戴防护用具施救，相继中毒。

2000年1月27日

广西石油公司贵港分公司“1·27”输油

管线泄漏爆炸事故

2000年1月27日，广西石油公司贵港分公司汽油管线泄漏，引起燃烧爆炸，造成8人死亡、17人受伤。

事故的直接原因是：

输油管线焊缝开裂，管内汽油漏出并进入下水道，被好奇的民工用打火机点火试油，造成燃烧爆炸。

(二) 国外事故

2017年1月18日

日本和歌山县东燃通用石油公司炼油厂火灾事故

2017年1月18日，日本和歌山县东燃通用石油公司旗下的炼油厂一个油料储罐在清理作业期间起火，连续燃烧近9小时后熄灭，1月22日再次起火。火灾发生在润滑油生产装置群2号丙烷脱蜡装置与2号润滑油萃取加氢脱硫精制装置附近，一度导致周边地区近3000人紧急避难，过火面积约为850平方米。

事故的直接原因是：

储罐内残存淤浆中的硫化铁发生自燃，起火初期可能无人在现场监护，导致事故扩大。1月22日再次起火的原因是第二润滑油萃取加氢精制装置高压吹扫气体管道系统存在多处裂口和一个不符合规定的法兰盘，可能导致了含氢的易燃气体泄漏并起火。

2019年1月18日

墨西哥伊达尔戈州“1·18”输油管道爆炸事故

2019年1月18日，墨西哥伊达尔戈州特拉韦利尔潘市墨西哥国家石油公司一处输油设施发生爆炸，造成100人死亡，多人受伤。

事故直接原因是：

输油管道被不法分子钻孔后发生泄漏，遇到点火源导致爆炸。在泄漏发生后，大量当地民众聚集在附近收集泄漏的油品，最终导致事故伤亡扩大。另据报道，发生爆炸的管道在2018年12月下旬停止使用，Pemex公司为解决墨西哥城燃油短缺问题，于1月16日重新启用，在输送压力下，之前曾修复过的管道出现裂缝，导致汽油泄漏，引起民众哄抢。

1997年1月21日

美国托斯科埃文炼油厂“1·21”爆炸事故

1997年1月21日，位于美国加利福尼亚州的托斯科埃文炼油厂加氢裂解单元发生一起爆炸着火事故，造成1人死亡，46名工人受伤，其中13人重伤。

事故的直接原因是：

2段3号反应器出口管由于反应器温度偏离（最高温度可能超过760°C）发生破裂，轻质气体从管道中泄出，遇空气自燃，造成爆炸和火灾；员工发现温度偏离后没有按规定要求使用紧急泄压系统，管理层也没有采取相应的整改措施，操作工冒险作业导致事故发生。

油罐内风险分析和管控措施不到位发生闪燃

发生了什么

2022年2月24日，某油库在进行储罐高低液位联锁改造工程，在拆除并更换浮盘密封圈时，发生一起闪燃事件，未造成人员伤亡和环境污染。



原因分析

直接原因：

在拆卸油罐浮盘密封圈过程中，囊式密封中的含油填充物发生闪燃，导致汽油、海绵、橡胶带起火。经分析，含油填充物在被拆卸和掉落过程中，产生的静电是可能性最大的点火源。

间接原因：

1. 风险分析不全面、不到位。施工方案中未见换浮盘密封带的针对性措施，未能分析出密封圈内存在深入汽油遇静电放电引起火灾的风险。

2. 施工前气体检测点位不全面。作业前30分钟，仅在储罐人孔处对受限空间内气体空间环境进行了分析。

3. 施工人员安全意识差，未及时采取相应措施。在施工过程中闻到油味道，未意识到存在的潜在危险，没有立即采取相应处置措施。

4. 甲乙双方均未真正吸取同类事故教训。通过查看培训交底，未见对以往相关事故的教育培训。认为清罐后通风两个月不存在油气。



相关规范要求：

《危险化学品企业特殊作业安全规范》(GB 30871-2022)

《油气储存企业安全风险评估细则(试行)》(应急部

2019)

《石油库设计规范》(GB 50074-2014)

教训及预防措施

闪燃现象的出现一般基于两个条件：一是在环境中存在足够的可燃蒸气；二是具有能够引起闪燃的温度。要控制和预防闪燃现象，实质上就是要防止可燃气体或蒸气与空气混合而形成可燃性气体混合物，或者防止出现着火源。

一、保证通风良好。

通风良好是防止形成爆炸性混合物的最基本、最方便的措施。

二、严格控制火源火种。

从严确定明火或散发火花地点与生产、使用、储存易燃、可燃气体或蒸气场所的防火间距；严禁使用非防爆电器。在散发易燃、易爆气体或蒸气的场所，不应使用非防爆型的电气开关、照明、电机等一切可能成为点火能量的电器设施。

(来源：过程安全警示灯)

七腾机器人： 探索“机器人+”防爆巡检新实践

2023年8月25日，辽宁盘锦“1·15”重大生产安全事故调查报告公布。经专家组综合认定分析，造成爆炸的点火源为非防爆对讲机的接通能量和作业现场吊车排气管的高温热表面，造成事故发生的间接原因还包括企业特种设备日常管理缺位等。巡检安全员在石油化工行业中的重要性可见一斑。

当前，石油、化工、天然气等高危行业面临招工难、用工难的问题，一些特殊工种已经无法招到符合素质要求的劳动力。“机器换人”的概念适时出现，在助力企业安全巡检的同时，也加快石油化工行业数字化转型。

2023年1月出台的《“机器人+”应用行动实施方案》提到，要着力研制社会安全、应急救援、极限环境等领域的机器人产品，推进防爆排爆等危险环境应用。七腾机器人有限公司（以下简称“七腾机器人”）专注于防爆巡检机器人技术研发，已形成防爆轮式、防爆挂轨、防爆四足等多形态的核心机器人产品，让防爆巡检以一种高技术含量、高性价比、行业刚需的形象走入公众视野。

防爆巡检机器人

防爆巡检机器人系统主要由机器人本体、巡检算法和云端管理系统三个主模块组成，每个主模块下设多个子模块，如运动控制系统、数据传输协议等。机器人本体是实现运动控制、网络通信以及自主导航等功能的硬

件基础；巡检算法，是基于部署在云端或者边缘端的图像巡检算法为主的智能化巡检算法，能够识别化工厂的各类表计和设备状态，并将数据传输至云端；云端管理系统则负责监督所有机器人的运行状况，接收并分析每台机器人识别到的环境数据信息，最终交付客户端。



七腾防爆化工轮式巡检机器人

防爆属性是决定机器人能否进入高危场景的第一道门槛。七腾机器人的产品具有ⅡB/ⅡC防爆证书，可以进入到化工厂一区、二区，同时达到IP68的防护水平，能够防水、防尘、防腐。从环境安全性考虑，机器人搭载气体识别模块和跑冒滴漏算法，可以监测有无危险气体或液体泄漏；从行为安全性考虑，机器人通过机器视觉检测工作人员安全行为，智能识别工作人员有无抽烟、错误穿戴防护服和安全帽等行为，为巡检人员人身安全保驾护航。

七腾机器人在油储、氯碱、LNG 等细分化工领域有典型应用案例。“客户比较注重机器人在现场具体场景中表现出的适应性，其次是机器人的可靠性和稳定性”，七腾机器人常务副总裁杨波结合多年客户对接经验，详细地讲解了三种石油化工行业在防爆巡检方面的常见需求。千差万别的应用场景中，不变的核心是算法。

“七腾机器人设置了专门的算法部门，从标准算法到定制算法，我们都可以匹配满足客户现场的多样化需求”，杨波介绍道。七腾机器人采集、积累、分析、运用客户应用场景中的数据，以优化算法和机器人性能。此外，七腾机器人自研高精度定位导航算法，搭配激光雷达、超声波雷达，以及防撞传感器等装置，为机器人提供高性能避障能力；机器人所有部件和元器件均选用宽温度范围的工业级产品，使用寿命可达 10 年以上，环境适应性高，可靠性强。

面向作业环境较差、危险系数较高的场景，七腾机器人推出防爆巡检功能更精细、更齐全的“防爆化工轮式巡检机器人高性能版”。该机器人采用了体积轻量化、尺寸轻巧化的设计，具备更强的空间适应能力；升级高精度悬挂系统，可满足机器人行驶稳定度、高频振动的需求；增加减震功能，在地面环境恶劣的化工厂中，也可以避免车身高频振动发生损坏。



防爆化工轮式巡检机器人普通版（左）和高性能版（右）

四足机器人加入防爆巡检大家族

同样应用于防爆化工行业，四足机器人的技术难度远远高于轮式机器人和挂轨机器人，需要攻克的核心技术包括室外自主导航技术、整机体防爆技术、室外运动控制、步态控制，以及高能量密度电池技术等。七腾机器人生产的四足机器人能够适应更广泛的地面环境，比如楼梯、台阶、缝隙、地面管道、狭小空间区域等复杂路面，相比轮式机器人有更好的通过性，相较于同行竞品，它具备更高的负载能力和更可靠的防爆性能。

杨波讲述了七腾机器人入局四足机器人赛道的初心和考虑：“我们从事的石油化工行业只是机器人众多应用场景的一方面，未来会产生更多复杂的具体场景，这就需要匹配多元化的产品和更先进的算法去满足，足式机器人的研发就是其中一个重点方向。同时，四足机器人也是各大机器人企业打造高端品牌、技术优势、实力象征的方向。”从实际应用情况出发，四足形态具有其他形态机器人所不具备的优越性。许多化工厂区都存在非铺装路面，如步行楼梯、地面管道、台阶、沟壑，以及狭小空间等，就需要用到高机动性、高灵活性、高适应性的产品。作为复杂的应用场景方面的巡检产品补充，四足机器人成为七腾机器人众多产品管线中的重要组成部分。



七腾防爆化工四足机器人

防爆化工四足机器人的研制过程充满波折。“我

印象比较深刻的是高能量密度电池的研发，”杨波谈道，“要满足国家防爆标准要求，同时还需要四足机器人有更长的运行时长，比如三小时以上，这就对电池的能量密度提出高标准、高要求。”七腾机器人与国内电池生产供应龙头企业、军工研究所开展合作，攻克了高能量密度、高安全性电池的技术。“越过一系列技术难关后，将来研发生产针对无人区、边防、森林、高速公路、桥梁隧道等重点领域的非防爆机器人，就成为技术降维的过程，方便我们能够快速地布局到其他产业”，杨波认为防爆四足机器人的研发生产对七腾机器人拓展其他“机器人+”重点领域具有重大意义。

创新激发产业活力

七腾机器人坚持走自主研发创新的战略路线，三年来累计获得100多项专利技术成果。“将人工智能大量运用于机器人系统中，比如实时巡检算法，边缘端结合机器视觉算法，实现边行驶边识别，平均识别一个表计的时间在1秒以内”，杨波举例道。七腾机器人基于算力平台“七腾云”，通过云存储对巡检数据进行整合、分析，并加以运用。基于云台机器人视觉算法，云台纠偏系统，形成机器视觉算法、云台、边缘端结合的智能解决方案。

“从0到1”建立品牌信任的过程十分艰难。七腾机器人在官网上设置了“预约体验”的服务选项，通过项目试点的方式，派遣团队携带机器人前往客户项目现场“试用体验”，测试各项功能是否达到预期，以机器人的现场表现决定下一步合作的开展。同时，七腾机器人通过以租代售的形式，加强营销模式创新。目前，七腾机器人已为行业客户提供标准化解决方案超4000例，与“三桶油”等头部企业和大型央国企建立合作关系，形成良好口碑，

向垂直领域、中小型企业、周边配套企业拓展，未来可期。

围绕供应链关键环节，拓展设计研发环节的协同创新可能性，一方面可以进一步降低生产成本，强化企业自身竞争力；另一方面也可以加强产业链交流合作，缩短迭代升级周期。“公司从两年前就开始在做整合上游供应链的布局，”杨波透露道，“我们虽然以自主设计、生产、制造物料为主，但也会联合供应商方面，对价值比较高、具有产品特点和市场竞争力的物料进行供应链资源整合。”

七腾机器人始终加强校企合作交流，联合高校共同推动行业技术发展与创新，加快科技成果落地，助力产业智能化发展。前不久，七腾机器人在北京航空航天大学设立专项“七腾奖学金”，并与北京航空航天大学共建“北京航空航天大学机械工程及自动化学院产学研基地”，以促进人才培养和创新发展，激励更多优秀学子在专项学科及学术中取得开创性成果。



七腾机器人在海外展会

当下，七腾机器人正积极“出海”，加速海外认证落地，以技术自主创新的核心优势与企业实力，在国际展会上打响中国机器人自主品牌，让世界感受“中国智造”的魅力。

（来源：雷克智能）

安全5分钟

中国化学品安全协会

工艺卡片编制要求

《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）通过建立安全管理制度、制定操作规程、制定应急救援预案、制作工艺卡片、编制培训手册和技术手册、编制化学品间的安全相容矩阵表等措施，将各项安全要求和注意事项纳入自身的安全管理中。

《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》（应急〔2019〕78号）

第4（四）1条要求，现场表指示数值、DCS控制值与工艺卡片控制值应保持一致。

第4（二）4条要求，企业应根据生产特点编制工艺卡片，工艺卡片应与操作规程中的工艺控制指标一致。

管道静电接地要求

《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB 50160-2008）

9.3 静电接地

9.3.3 可燃气体、液化烃、可燃液体、可燃固体的管道在下列部位应设静电接地设施：

1. 进出装置或设施处；
2. 爆炸危险场所的边界；
3. 管道泵及泵入口永久过滤器、缓冲器等。



甲醇管道进装置区未进行静电接地。

管道支架与路面距离

《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》(GB 50160 - 2008)

4.3.8 管架支柱(边缘)、照明电杆、行道树或标志杆等距道路路面边缘不应小于0.5m。



与路边不满足 $>0.5m$ 间距要求。

管理人员巡检

《危险化学品企业安全风险隐患排查治理导则》(应急〔2019〕78号)

3.2.1 基层车间（装置）直接管理人员（工艺、设备技术人员）、电气、仪表人员每天至少两次对装置现场进行相关专业检查。

电器、仪表巡检记录		日期:	2023.1.1	巡检人:	王	正常	故障
照明开关					√		
照明配电箱					√		
各逆变机机架					√		
断路开关线圈是否正常					√		
轴流风机机架					√		
高压变频器					√		
风机电机					√		
加药					√		
磷酸铜炉操作室电脑					√		
锅炉房化水设备配电室					√		
脱硫水处理设备					√		
净化干吸电气设备配电室除雾除尘设备					√		
转化风机高压变频器, 风机电机油站					√		
主控室监控画面, PLC 控制柜 UPS 电源 电脑					√		
污水处理电仪设备 配电室					√		
成品电仪设备					√		
升台变压器					√		
主高压配电室					√		
正常 <input checked="" type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>							
电仪主任签字:							
备注:							

电气仪表巡检记录中，巡检频次为每天一次

如何写好企业安全生产“1号文”

“1号文”是企业年度安全生产工作的纲领性文件，对企业做好全年安全生产工作具有重大意义。临近岁末年初，各企业纷纷着手拟定2024年安全生产“1号文”。2023年12月13日，中国化学品安全协会与天津大学合办的第一届化工企业安全总监及后备力量高级研修班以“如何写好企业安全生产‘1号文’”为题开展主题沙龙，来自国家能源、中国石化、中国石油等单位的40余名学员围绕主题进行了经验交流和深入研讨。现将研讨成果进行分享，希望能够为各企业安全生产“1号文”的拟定提供参考和启发。

01 “1号文”编制的目的和作用

“1号文”是企业安全生产指导性、全局性、纲领性文件，涵盖安全生产指导思想、总要求、目标、思路、重点任务、工作方法等内容，是对年度安全、环境、职业卫生、节能降耗等目标具体实施的细化，既是解决上一年度暴露出来问题的重点和关键，更是统筹整合下一年度安全生产资源并保证其有效运行落地的有效抓手，同时又是展现安全生产管理水平、强化安全生产考核的重要依据，为全年安全生产工作的推动提供支持，促进各项工作聚焦发力。

02 “1号文”编制的信息来源

- (1) 国家安全发展战略及内外部环境分析，包括市场行情走势、行业安全技术发展趋势、国内外同类企业智能化水平及事故情况分析。
- (2) 国家下发的有关安全生产的法规标准和文件要求，以及行业内影响力较大的安全生产交流研讨成果。
- (3) 上级公司“1号文”中的通用要求以及对各子(分)公司下一年度安全重点工作的部署。
- (4) 企业组织开展的内部调研结果，包括企业年度安全管理体系建设审核结果、各基层单位提出的管理建议和有待

解决的棘手问题。

(5) 上一年度安全生产工作总结，挖掘出上一年度安全生产工作中需要持续巩固的亮点做法以及需要解决的瓶颈问题。

03 “1号文”的主要内容

(1) 指导思想，即全年安全生产工作的行动指南，与国家关于安全生产工作的指导思想和上级公司的指导思想保持步调一致。

(2) 工作目标，包括事故率、职业病发病率、安全生产标准化一级达标等。

(3) 重点管控指标，包括职业卫生控制指标、设备设施完好率、动静密封点泄漏率、非计划停工、环保排放指标、“三违”指标等。

(4) 重点工作任务，包括本年度需要持续巩固的亮点工作、需要重点强化的关键工作、需要重点突破的难点工作等。

(5) 实施及考核要求，结合全员安全生产责任制，围绕工作目标，量化关键指标，确定实施计划、责任部门、时间节点和量化考核要求。

04 “1号文”内容的落实与跟踪

“1号文”拟定完成后，为了更好地推动落地，围绕“1号文”内容，拟定重点工作行动计划表，与“1号文”同步下发表至相关责任单位或责任人，同时签订安全目标责任书。分(子)公司结合实际，以上级公司“1号文”为总纲，拟定细化分(子)公司“1号文”及重点工作行动计划表，层层分解任务，并签订安全目标责任书。

企业安全生产委员会及各级安全监管部门定期组织对“1号文”指标落实情况进行检查，并将“1号文”落实情况通报列入安全生产委员会会议固定议程，及时兑现考核奖惩，确保“1号文”的威力贯穿全年。

如何做好设备运行前的完好性管理

中国化学品安全协会 苏彦娜

设备完好性管理是化工安全生产中非常重要的一个方面。据有关部门统计，100起较大及以上的化学品事故中，46%是由设备故障造成的。因此，设备完好性管理水平的高低，直接影响企业安全管理的水平。

“设备完好性管理”是AQ/T 3034—2022《化工过程安全管理导则》中20个管理要素之一，“设备完好性管理”中的“设备”不仅包含设备专业人员所熟知的静设备、动设备，还包含与设备相连的管道系统、阀门及配件，以及紧急停车系统等电气仪表设备。本文从“加强事前管理”的角度，浅谈企业在设备运行前如何做好设备完好性管理。

01 建立设备完好性管理制度

规范管理，制度先行。企业应建立设备完好性管理制度，明确设备完好性管理的范围、职责和工作程序、标准，规范设备管理和技术改进措施，确保设备全生命周期安全运行。

企业建立的设备完好性管理制度，内容至少应包含设备采购验收、动设备管理、静设备管理、备品配件管理、防腐蚀防泄漏管理、检维修、巡回检查、保温、设备润滑、设备台账管理、日常维护保养、设备检查和考评办法、设备报废、设备安全附件管理等的管理内容。从体系的逻辑出发，企业应首先确定设备完好性管理体系的目标，然后根据目标确定纳入完好性管理的设备范围、设备完好性管理的组织机构及职责、相应的管理文件；定期对体系进行评审，并制定措施加以改进。

针对纳入设备完好性管理的设备，企业应根据设备的重要程度、发生故障的危害性及可能性，对设备进行分级管理，按照分级确定对应的管理内容、管理人员和管理标准；应根据设备检维修情况、装置改扩建或其他情况，及时对设备分级进行动态调整。

02 本质安全设计

(一) 企业应重视设备的本质安全设计，选择符合设备设计资质要求的设计单位，并要求设计单位做好本质安全设计工作，包括设备管道的合理选材和选规格、预留足够的安全裕量、保证长周期运行等，并且企业在项目设计阶段深度参与到设备的设计过程中。企业可根据类似项目或装置的运行经验，重点在以下几个方面对设备设施的设计提出意见和建议：

1. 设备材质、结构等方面的特殊要求，可参考《承压设备损伤模式分析》(GB/T 30579—2022)并结合实际经验，提出材质选择及处理要求；
2. 基于工艺过程危害辨识和风险评估结果，提出安全仪表系统配备要求，涉及重点监管危险化工工艺的新建项目，按照GB/T 21109《过程工业领域安全仪表系统的功能安全》和GB/T 50770—2013《石油化工安全仪表系统设计规范》等标准开展安全仪表系统设计；
3. 在设计阶段提前提出设备安装和检维修设施方面的特定要求，尽可能减少项目建设过程中和建成后的各种变更和改造，减少变更和改造过程可能对设备造成的影响；

4. 要求设备设计时考虑防泄漏措施,选用先进工艺路线、选择合适的设备材质和密封形式、符合要求的优质垫片以及合适的动设备密封配件和密封介质,对设备腐蚀严重或可能产生磨蚀等的重点部位以及防护措施提出建议;

5. 设备管道布置方面的合理化建议。

(二) 企业可通过本质安全设计审查、模型审查等方式,加强对设计单位本质安全设计质量的管理,检查设计文件是否落实了安评、安全设施设计专篇等的要求,预留的腐蚀裕量是否与设备和管道的设计寿命相吻合、设备的设计参数是否考虑了开停车异常工况等内容。这里需要注意的是,除了要重点关注设备本体及其管道的选材、规格外,还应注意设备附件(法兰、垫片、紧固件)、阀门的选材和规格要与设备和管道相匹配、相协调。

03 采购、制造、安装质量控制

1. 设备采购质量控制:企业应明确设备采购和验收标准,选择合格的供应商。对于由承包商总包的项目,应对总包方的招投标、采购和验收过程进行监督管理。设备入库验收时,应确保其符合采购计划和设计要求,特殊材料入库后储存条件应满足要求。

2. 设备制造质量控制:企业应对关键设备和有特殊要求的设备进行现场监造,确保设备检查、检验和测试的过程以及人员资质符合法律法规要求。关键设备通常制造工艺复杂、要求的制造水平高,进行现场监造能够有力保证制造质量,保证成品能够符合设计要求。企业可自行派出专业人员监造或采用第三方监造方式参与设备制造过程的质量控制,一般包括熟悉被监造设备资料、质量计划文件准备、驻厂监造实施、出厂验收等阶段。

3. 设备安装质量控制:设备制造完成或购买设备运到现场后,应按照设计要求和制造厂安装指导说明书进行安装、检验和调试。

04 做好设备变更管理

设备在设计、采购、施工阶段都会或多或少涉及变更问题,做好变更管理对保障设备安全运行非常重要。企业应主要关注以下几点:

1. 应将设备设计、采购、施工阶段所有的变更纳入变更管理,保证设备施工竣工图资料与现场实际情况相符。

2. 变更前应按要求履行申请及审批程序,明确变更范围、涉及的专业,组织所有涉及专业的人员进行风险分析、措施制定和方案对比,确定变更方案,上报相应部门及负责人审批。尤其是涉及设备设施材质、操作条件等方面的变更,更应做好变更风险分析及管控。

3. 严格按照批准后的变更方案实施变更,确保所涉及的所有相关资料都得到适当的审查、修改、更新和存档。

4. 对变更可能影响的所有相关人员进行相应的培训和告知。

05 做好开车前的“三查四定”工作

生产装置开车前开展的“三查四定”工作的充分性和有效性,对确保装置的顺利开车及运行有很重要的作用。“三查四定”工作中针对设备设施应重点做好如下工作:

1. 企业应根据设备、管道的类别,制定不同的有针对性的检查清单,避免存在都采用通用性的检查内容等问题。例如:工艺物料的管道与水系统的管道检查内容一样;剧毒介质管道、重要阀门、不同特点的设备特殊要求等重点检查内容未在检查清单中体现;缺少HSE设施的检查项等。

2. 合理确定专项内容的检查深度。例如:对设备支撑型式的合理性、应力管道支架设置的合理性、动设备安装后的振动等的检查。企业应组织满足完成该项工作必备能力的技术人员,从技术要求出发,深度参与专项检查。

精细化工反应釜主要危险因素 及防控措施

精细化工生产企业有若干个主要生产车间和多个辅助车间，拥有反应釜和精馏塔若干台套。从整体上看，设备多，贮罐多，管网纵横密布；从结构上看，整个生产系统是由若干个生产单元组合而成。每个生产单元又是以一台或多台反应釜、冷凝器与精馏塔组合而成。单元系统中反应釜在操作过程中的安全技术措施，以液体物料输送和放热反应的一台常压反应釜和一个冷凝器作为最简单的操作单元，分析其可能产生的危险有害因素，制定相应的安全防范措施及突发事件的应急措施。

精细化工中反应釜主要危险因素

1. 投料失误

进料速度过快、进料配比失控或进料顺序错误，均有可能产生快速放热反应，如果冷却不能同步，形成热量积聚，造成物料局部受热分解，形成物料快速反应并产生大量危害气体发生爆炸事故。

2. 管道泄漏

进料时，对于常压反应，如果放空管未打开，此时用泵向釜内输送液体物料时，釜内易形成正压，易引起物料管连接处崩裂，物料外泄造成人身伤害的灼伤事故。

卸料时，如果釜内物料在没有冷却到规定温度时（一般要求是50℃以下）卸料，较高温度的物料容易变质且易引起物料溅落而烫伤操作人员。

3. 升温过快

釜内物料由于加热速度过快，冷却速率低，冷凝效果差，均有可能引起物料沸腾，形成气液相混合体，产生压力，从放空管、气相管等薄弱环节和安全阀、爆破片等卸压系统实施卸压冲料。如果冲料不能达到快速卸压的效果，则可能引起釜体爆炸事故的发生。

4. 维修动火

在釜内物料反应过程中如果在没有采取有效防范措施的情况下实施电焊、气割维修作业，或紧固螺栓、铁器撞击敲打产生火花，一旦遇到易燃易爆的泄漏物料就可能引起火灾爆炸事故。

精细化工中反应釜安全技术

1. 加热控制措施

对于反应温度在100℃以下的物料加热系统，可采用蒸汽和热水分段加热，在保证物料不因局部过热出现变质的情况下，先用蒸汽中速加热到60℃左右，以提高生产效率，再用100℃沸腾水循环传热，缓慢升温到工艺规定的温度并保温反应。这样分段加热在提高生产效率的同时又可以防止物料局部高温受热分解或剧烈汽化，进而形成汽液相混合体而冲料爆炸，还可以对物料均衡反应提高收率，降低消耗成本。

2. 联锁冷却措施

对于放热反应，反应初期阶段需要加热，但反应过程又会放热，因此必须快速有效转移多余的热量。正常使用的反应釜冷却系统主要是夹套冷却和盘管冷却，使用的冷却液主要是循环水和冷冻液。冷冻液冷却速度快但成本高。在生产过程中出现不正常反应的情况下，特别是温度和压力急剧上升的时候，操作人员会为了自己的人身安全而快速撤离操作现场，不能有效切断加热源，不能有效开启冷却系统。为此应该在操作岗位以外的远距离场所设置紧急开启冷却联锁系统。最好能靠近车间蒸汽分汽缸的蒸汽阀门，在关闭蒸汽阀门和切断搅拌电源的同时开启冷却联锁系统，实施断热、断电、停搅拌、快速冷却降温的措施，将事故控制在初期阶段，防止事故的进一步扩大。

3. 联锁泄爆措施

为了防止釜内物料在温度失控产生气体形成压力的

情况下，能够及时卸压，对于常压反应设备也应该根据反应的具体情况安装紧急卸压设施。在釜的顶部要安装安全阀，对可能具有比较剧烈反应的过程应安装爆破片。爆破片的连接管出口必须伸到室外安全地点或抽风管口，不能直接指向道路或操作平台，以防物料喷溅伤人。有滴加反应过程的应该严格控制滴加速度。

4. 密闭输送防静电措施

对物料输送管道系统应根据物料特性选择钢管或塑料管（原则规定不能使用塑料管，但特殊情况除外）。不管是何种管道均应用法兰或螺栓连接牢固，以防脱落泄漏物料。不能使用橡皮套连接塑料管输送有机溶剂。对钢管的法兰部分要做好静电跨接，一对法兰上如果有六只螺栓（含六只）可不要静电跨接，四只以下（含四只）均要静电跨接（为了对称，正常没有五只，如果有五只也需跨接）。静电跨接线要使用4平方毫米的铜芯电线。塑料管在输送有机溶剂或易产生静电的其他物料时应该做好静电连接，连接方法是在管道内部设置细铜钱。具体方法主要是在金属管出口处焊接一棵小钢钉并适度向管内倾斜，细铜钱必须缠绕在小钢钉上并紧固，从塑料管内通过，另一个端口出来并在管口缠绕紧固。只有这样才能保证静电流产生回路并及时将静电转入接地系统。

5. 劳动保护措施

对操作岗位安装鼓风机或抽风机，既可保护操作者健康，又可降低操作岗位可燃气体浓度，防止达到爆炸极限。为了防止釜内物料在有压力的情况下气体物料泄漏，扩散至操作室伤害操作人员，应该对操作室安装鼓风机。引进室外高空新鲜空气至操作室，使操作室处于微正压状态。散发有毒有害气体的设备应设置在当地常年主导风向的下风侧，便于气体的扩散或抽空，也便于操作者合理操作减少气体污染伤害。

6. 维修动火安全措施

动火管理安全技术措施的目标是两个确保：一是确保动火设备管道内部没有易燃物，二是确保动火设备管道周边没有可燃物。要做到两个确保，必须正确认识动火管理的重要性，增强安全意识，切实实施切断、隔离、置换、清洗、通风等安全技术措施，按程序做好初审、复查、批准、监护、清理、验收等安全管理措施。

7. 其他安全措施

机械设备必须有效接地，且接地电阻不能大于 10Ω ；电动机必须有接零线措施；减速机传动部位必须有防护罩；操作台必须稳固不能晃动，不能有洞口；防护栏杆必须高于1.05米，且栏杆上下间距不能大于0.35米；设备离开地面高度以不能碰撞人体头部为宜。对于在操作过程中间需要分批投料宜在人孔盖上安装阀门和漏斗；冷凝器的放空管应用连接管输送到室外或抽风管口，不能直接对准通道和操作人员的场所；有条件的还应设置紧急疏散通道和全过程监控报警设施；停车过程中的要做好氮气保护措施。对于停电停水有可能引起失控反应的设备应该有双电路双水源系统。

精细化工中反应釜突发事件紧急处置措施

1. 生产温度、压力快速上升无法控制

生产温度、压力快速上升无法控制时要迅速关闭所有物料进口阀；立即停止搅拌；迅速关闭蒸汽（或热水）加热阀，开启冷却水（或冷冻水）冷却阀；迅速开启放空阀；在无放空阀及温度压力仍无法控制时，迅速开启设备底部放料阀弃料；在上述处理无效果，且底部放料阀弃料无法短时间完成时，迅速通知岗位人员撤离现场。

2. 有毒有害物大量泄漏

有毒有害物大量泄漏时要立即通知周围人员迅速往 上风向撤离该现场；迅速佩戴正压式呼吸器关闭（或严密）

有毒有害泄漏阀门；在无法关闭有毒有害物阀门时再迅速通知下风向（或四周）单位及人员撤离或做好防范工作，并根据物质特性喷洒处理剂进行吸收、稀释等处理。最后将泄漏物收容，作适当处理。

3. 易燃易爆物大量泄漏

易燃易爆物大量泄漏时要迅速佩戴正压式呼吸器关闭（或严密）易燃易爆泄漏阀门；在无法关闭易燃易爆泄漏阀门时再迅速通知周围（尤其是下风向）人员停止明火、易产生火花的生产和作业，并迅速停止周围的其他生产或作业，同时在可能的情况下，将易燃易爆泄漏物移至安全区域处理。在气体泄漏物已经燃烧的情况下不能急于关闭阀门，要注意观察防止回火和气体浓度达到爆炸极限引起爆炸。

4. 人员伤害时要立即查明中毒原因

人员伤害时要立即查明中毒原因，进行有效处理；由吸入引起中毒时，迅速将中毒人员移至上风向的新鲜空气处。中毒严重时迅速送往医院抢救；由食入引起中毒时，饮足量温水，催吐，或给饮牛奶或蛋清解毒，或服其他物导泄；由皮肤引起中毒时，立即脱去污染的衣着，用大量流动清水冲洗，就医；当中毒者停止呼吸时，迅速进行人工呼吸；当中毒者心脏停止跳动，迅速进行人工按压心脏起跳；当人员身体皮肤被大面积灼伤时，立即用大量清水洗净被烧伤面，冲洗时间在十五分钟左右，同时注意不能受凉冻伤致病，更换无污染的衣物后迅速送往医院就医。

反应釜是精细化工生产企业最通用的设备，也是单元系统中最典型的设备，是安全生产监管的工作重点。只有管好每一台反应釜，每一个单元系统的安全生产，采取相应的安全联锁防护措施，落实人为误操作警示联锁装置，才能减少事故的发生。

（来源：化工人 club）

盲板的设置和管理要求

近年来，很多事故是由于盲板设置或盲板管理疏漏导致，在化工企业里面，盲板管理常常是工艺安全管理的重中之重。

化工装置、储罐、物料之间纵横连通，为确保安全生产，停工检修时必须用盲板加以隔绝，不加盲板只靠阀门无法确保其可靠性。因为阀门经过长期的化学介质冲刷、腐蚀、结垢或杂质的积存等因素，很难保证严密，一旦有物料窜通，易燃易爆物料遇上明火便会引起爆炸着火事故，如果是有毒或窒息性物料，人在设备内工作，便会造成中毒或窒息死亡。

01 盲板的分类及选用

盲板主要是用于将生产介质完全分离，防止由于切断阀关闭不严影响生产，甚至造成事故。



从外观上来看，常用的管道盲板可分为8字盲板、插板以及垫环（插板和垫环互为盲通）。



盲板应设置在要求分离（切断）的部位，如设备接管口处、切断阀前后或两个法兰之间。通常推荐使用8字盲板；为打压、吹扫等一次性使用的部位亦可使用插板。

02 需要设置盲板的部位

1. 原始开车准备阶段，在进行管道的强度试验或严密性试验时，不能和所相连的设备（如透平、压缩机、气化炉、反应器等）同时进行的情况下，需在设备与管道的连接处设置盲板。
2. 界区外连接到界区内的各种工艺物料管道，当装置停车时，若该管道仍在运行之中，在切断阀处设置盲板。
3. 装置为多系列时，从界区外来的总管道分为若干分管道进入每一系列，在各分管道的切断阀处设置盲板。
4. 装置要定期维修、检查或互相切换时，所涉及到的设备需完全隔离时，在切断阀处设置盲板。
5. 充压管道、置换气管道（如氮气管道、压缩空气管道）工艺管道与设备相连时，在切断阀处设置盲板。
6. 设备、管道的低点排净，若工艺介质需集中到统

一的收集系统，在切断阀后设置盲板。

7. 设备和管道的排气管、排液管、取样管在阀后应设置盲板或丝堵。无毒、无危害健康和非爆炸危险的物料除外。

8. 装置分期建设时，有互相联系的管道在切断阀处设置盲板，以便后续工程施工。

9. 装置正常生产时，需完全切断的一些辅助管道，一般也应设置盲板。

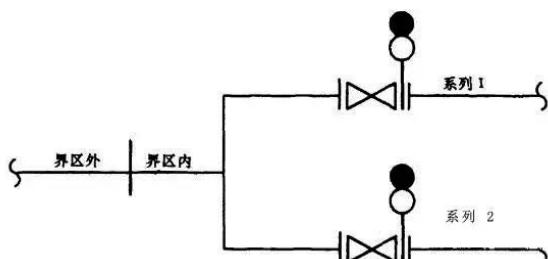
10. 其他工艺要求需设置盲板的场合。

03 盲板设置举例

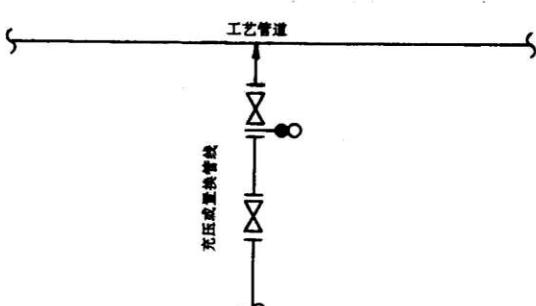
1. 盲板在 P&ID 图上表示的图形，如采用的 8 字盲板图形。



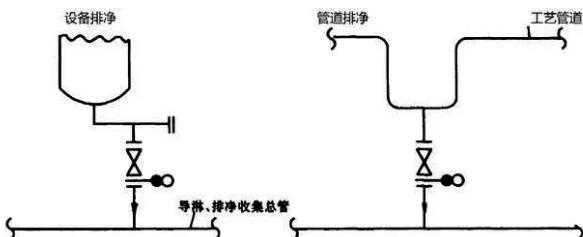
2. 装置为多系列生产时。



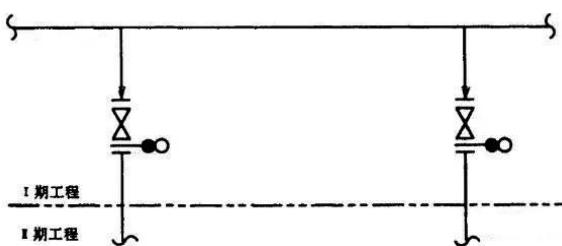
3. 充压管线、置换管线的盲板设置。



4. 设备管道低点排净的盲板设置。



5. 装置分期建设时。



04 盲板设置注意事项

1. 在满足工艺要求的前提下，尽可能少设盲板。
2. 所设置的盲板必须注明正常开启或正常关闭。
3. 盲板所设置的部位在切断阀的上游还是下游，应根据切断效果，安全和工艺要求来决定。

05 盲板管理要求

1. 装置设专人负责盲板管理，绘制盲板图，每块盲板要挂牌编号。
2. 要建立盲板台账，并做好详细记录，以备查。
3. 盲板的制作要以钢板为基础，并有足够的强度，不得用其他材料代替，其厚度不得小于设备或管道壁厚。
4. 加盲板的位置，应加在有物料来源的阀门后部法兰处，且盲板两侧均有垫片，以防损坏法兰。
5. 抽堵盲板时办理作业票，采取必要安全措施。
6. 盲板使用后，统一收回保管备用。

(来源：化工工程师)

SIS 联锁中一取一、二取二、二取一、三取二等是怎么规定的？

安全仪表系统 (Safety Instrumented System, SIS) 也称为安全联锁系统 (Safety Interlocks)，它是一个或多个安全仪表功能的系统。

1、安全度等级 (SIL)

安全度等级是指在一定的时间和条件安全系统能成功执行其安全功能的概率，它是对风险降低能力和期望故障率的度量，是对系统可靠程度的一种衡量。国际电工委员会 C61508 将过程安全度等级定义为 4 级 (SIL1 ~ SIL4，其中 SIL4 用于核工业)。

在 SIS 联锁逻辑中，经常出现一取一、二取二、二取一、三取二等不同的配置方案。那么这些不同的配置方案有什么不同了？

2、SIS 联锁逻辑几取几方案的不同点？

在一般情况下，选择方案是根据 SIL 等级、工艺过程的特点、安全要求、可用性要求及合规性要求来确定的。常见的测量仪表几取几方案包括：

一取一：只要输入信号满足触发条件，就会触发联锁。仪表有故障将可能触发联锁。二取二：两个输入信号同时满足触发条件才会触发联锁。只有一台仪表有故障不会触发联锁。因此二取二安全性相对低一些，可用性相对较高。二取一：两个输入信号中任一个信号满足触发条件，就会触发联锁。只有一台仪表有故障时，另一台正常运行的仪表尚可继续执行安全仪表功能（表决结构有降级），所以一台仪表的故障不会引起联锁的拒动，但是一台仪表的故障可能引起联锁误动作。因此二取一安全性相对较高，可用性相对较低。三取二：三个输入信号中的任意两个满足

触发条件，才会触发联锁。一台仪表的故障即不会引起联锁误动作，也不会引起联锁的拒动。只有一台仪表有故障时，另两台正常运行的仪表尚可继续执行安全仪表功能（表决结构有降级）。因此，三取二同时具有较高的安全性和可用性，兼顾了安全性和可用性。

除了以上常见的方案，还有一些特殊的方案，如：四取四、六取三等。四取四方案要求四个输入信号同时满足触发条件才会触发联锁。一台仪表故障、两台仪表同时故障、三台仪表同时故障，都不会引起联锁误动作。因此，四取四具有很高的可用性，安全性则很低。实际工程中通常不会采用这种方案。

3、几取几方案需要考虑以下几个因素

工艺过程的特点：不同的工艺过程具有不同的特点，例如复杂程度、风险等级等。选择方案应根据工艺过程的特点来确定，以确保系统的安全性。安全性：不同的工艺过程对安全性的要求不同，几取几方案应根据安全要求来确定。对于对安全性要求高的工艺过程，可能需要高安全性的配置方案。可用性：选择方案的确定还需要考虑实际的可用性。如果具备了高安全性，但是可用性很差，也是不具备工程实际价值的。工程中应综合考虑安全性和可用性。合规性：比如安全仪表联锁回路的 SIL 等级、仪表可靠性能、系统能力 SC 等合规性要求。

综上所述，SIS 联锁逻辑几取几的配置方案是根据工艺过程的特点、安全性要求、可用性、合规性要求来确定的。选择合适的方案需要确保系统的安全性，同时一定程度的兼顾可用性。

(来源：流程工业)

企业安全生产信息化管理解决方案

“安全促进生产，生产必须安全”不仅是应该铭记的口号，更是必须践行的理念。

75%的生产事故由作业活动引起，20%的生产事故由设备问题引起，总结起来就是：95%的安全生产事故都可以通过对人和物的科学、精细、标准管理而避免。

同企数字工厂·安全生产信息化管理解决方案通过对各类风险因素的科学管控、对设备运行与维修保养的精细管理、对人员生产要求和工作流程的标准落实，来实现最终的安全生产。并且，基于平台上的各类信息化应用，在显著提高安全生产水平的同时，成倍提升企业运行效率。

企业安全生产信息化建设是什么？

基于物联网、云计算、人工智能、GIS等技术，围绕企业生产过程管理和安全管理等主要内容，以实现安全生产、智能制造为目标而进行系统开发和应用。

为什么要对企业安全生产信息化建设？

安全生产情况日益复杂、生产数据信息急剧增加、经营管理模式的多样化……在这些因素作用下，政府监督和企业自主管理任务变得日益繁重。建立高效、可靠的信息化体系，及时掌握安全生产动态，提高安全生产水平和工作效率，对全面推进安全生产工作有着事半功倍的作用。

企业安全生产信息化建设怎么做？

根据相关文件要求和企业实际需求，可以用“1套系统，2重预防、3层主体、4个方面”来开展企业安全生产信息化建设。

1套系统：一体化平台

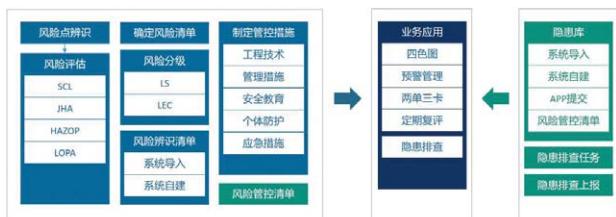
企业生产相关的系统（功能）往往相对独立，如DCS/PLC、人员定位、巡检等，从而导致的“信息孤岛”现象，无法进行高效的工作和统一的管理。运用信息化技术，建设集成化平台，将与生产相关的设备、人员、风险

和流程等方方面面关联起来，用“一体化”整合“碎片化”。



2重预防：管控和治理

基于移动端（防爆手机）应用和PC后台，风险分级管控和隐患排查治理无缝对接，打造标准化闭环管理，落实双重预防机制，提升企业安全水平。



3层主体：政府、企业、员工

政府是安全生产的“监管主体”，企业是安全生产的“责任主体”，员工是安全生产的“执行主体”。信息化平台能够规范员工行为，降低人为事故发生；规范企业管理体系，提升整体安全水平；保障政府知情监管，督导生产安全。



4个方面：环境、风险、人员、流程

在线监测预警系统 – 主要针对企业的生产 / 存储装

置数据、有毒 / 可燃气体浓度、环境数据等信息进行监测和预警并联动相应的视频画面。



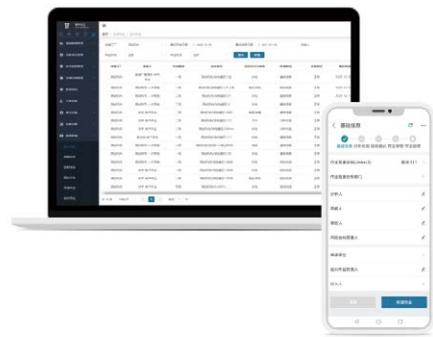
风险分区管理系统 – 通过生产过程危险和有害因素的辨识,运用定性或定量的统计分析方法确定其风险程度,一般分为重大风险、较大风险、一般风险、低风险,在信息系统中企业厂区平面图上用红、橙、黄、蓝“四色图”进行标绘,形成“两单三卡”。



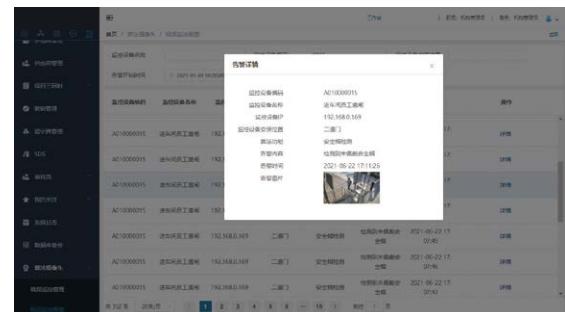
人员定位统 – 用于管理化工企业作业人员定时、定人、定岗履职的信息系统,能够有效识别、跟踪作业人员及车辆的位置和行为。结合电子围栏等功能,能有效对离岗、串岗、超员提供实时报警的功能。



生产流程管理系统 – 包括安全生产目标责任管理、安全制度管理、教育培训、日常巡检、现场管理、安全风险管控及隐患排查治理、应急管理、事故管理等为一体的信息管理系统。



此外,基于同济大学人工智能 (AI) 视觉分析技术,可实时监控和处理重点场所、关键区域、特殊岗位的信息,辨识并记录仪表盘数据,对现场异常情况、人员违规行为、作业控制措施、设备安全隐患等进行提示和告警。



公司介绍

苏州同企人工智能科技有限公司是同济人工智能 (苏州) 研究院旗下专注安全生产信息化建设与运营的服务商,也是中国化学品安全协会理事单位。公司已助力近百家客户实现安全、环保、智能、高效的“互联网+”生产管理,其中包括海湾化学、黄河能源、巴斯夫化工、富士胶片等十多家国内外 500 强企业。

总部地址: 苏州市相城区天成时代商务广场 30 层

官方网站: www.sztqai.com

咨询热线: 18862251873



来自中国的过程安全管理专家

中国化学品安全协会常务理事单位

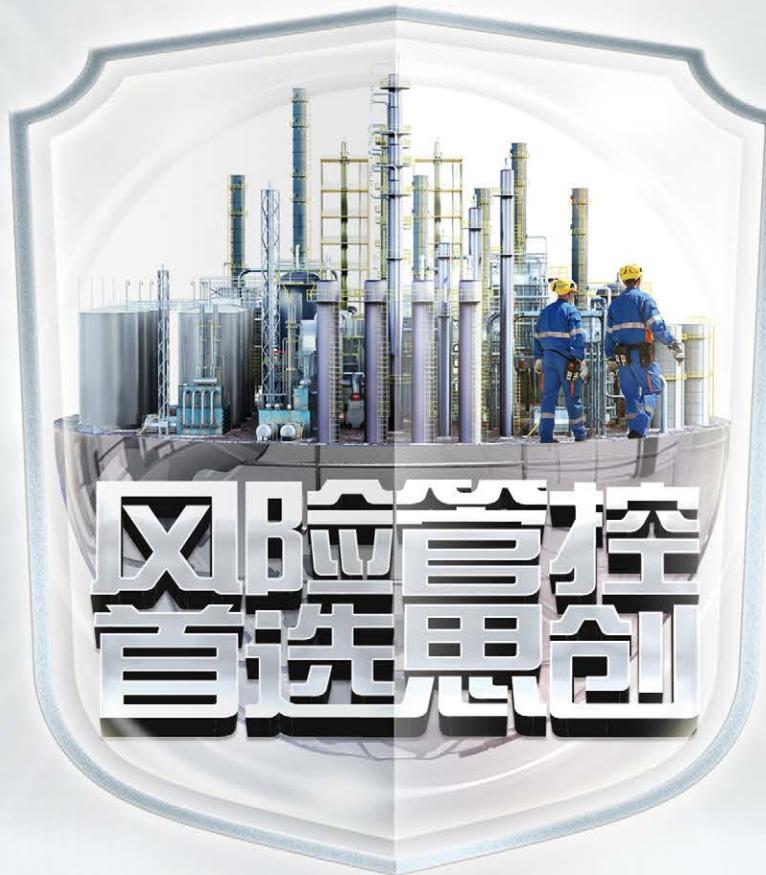
30年的技术精研·行业权威专家团队始终专注于化工安全领域

咨询服务 CONSULTING

01. 过程安全管理(PSM)
02. 双重预防机制
03. 过程危害分析(PHA)
04. 保护层分析(LOPA)
05. 危险与可操作性分析(HAZOP)
06. SIL 定级 / 验证
07. 报警管理
08. 定量风险分析(QRA)
09. 危害辨识(HAZID)
10. 工作安全分析(JSA)
11. 功能安全评估(FSA)
12. 故障模式与影响分析(FMEA)
13. 安全管理体系融合
14. 本质安全评估

软件服务 SOFTWARE

01. 基于人工智能的 HAZOP 软件
02. SIL 定级与验证软件
03. PSM 信息化管理平台
04. 风险分级管控与隐患排查软件
05. 高级报警管理与应急处置软件



过程危害
分析PHA



功能安全
体系评估



双重预防机制建设
及运行 (服务/软件)



报警管理软件
及咨询服务



过程安全管理 (PSM)
培训/咨询/软件

各类化工生产企业、设计院、安全评价机构、各大高校等
得到相关安全监管部门及广大用户的高度认可，是行业内领先的安全技术服务商

01 国家安监总局第一批试点
央企HAZOP审查单位

02 国务院安委办危险化学品
专家指导服务小组成员

03 参与多项国家安全类科研
项目和行业标准的制定

04 行业标准《危险与可操作性
分析 (HAZOP) 质量控制与
审查导则》主要起草单位

05 安全生产行业标准AQ/T-30
34《化工过程安全管理导
则》的主要修订单位

06 受国家安监总局邀请为7家
化工央企总经理及安全负
责人开展安全领导力培训

07 入围中石化集团认可的安
全仪表评估服务机构名单
且综评第一

08 受邀作为美国化工过程安
全中心 (CCPS) 中国区代表
进行PSM专题演讲

北京思创信息系统有限公司

北京市朝阳区安外小关东里10号院润宇大厦

电话：010-64836922 贾女士：13581542972

www.strongpsm.com