

化学品安全 文摘 CHEMICAL SAFETY DIGEST

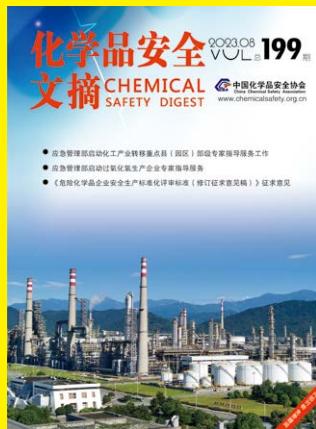
2023.08
VOL 总 199 期

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

- 应急管理部启动化工产业转移重点县（园区）部级专家指导服务工作
- 应急管理部启动过氧化氢生产企业专家指导服务
- 《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）》征求意见



目录



化学品安全文摘

2023/08 总第 199 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 方华云
苏 峥 王 达 张晓钢

主 编：高重密

责任编辑：刘 萍

地 址：北京市朝阳区北三环东路8号
静安中心26层

邮 编：100013

电 话：010-64464198

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

- 应急管理部启动过氧化氢生产企业专家指导服务
- 应急管理部启动化工产业转移重点县（园区）部级专家指导服务工作
- 应急管理部启动危化品重大危险源企业 2023 年第一次部级督导核查
- 硝化企业专家指导服务工作汇报会召开
- 《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）》征求意见

P olicy Interpretation 政策解读 ----- 04

- 两项涉氢团标与国标《汽车加油加气加氢站技术标准》的比较研究

E xpert Perspective 专家视角 ----- 07

- 蒸馏操作单元风险分析及管控措施
- 有机硅储运环节风险如何防控？
- 焦化企业从“焦”向“化”转变迫在眉睫

Contents

Case Study 案例学习 ----- 18

- 废气处理环保设施安全事故案例分析
- 2023 年 7 月发生的典型事故
- 历史上 8 月发生的危险化学品事故
- 山西临汾染化（集团）有限责任公司“12·28”较大爆炸事故

PSM 过程安全管理 ----- 31

- 报警信号被忽视 爆破片破裂致化学品泄漏

Technology Online 科技在线 ----- 33

- 智能巡检机器人守护化工安全

Safety knowledge 安全知识 ----- 34

- 安全 5 分钟
- 阻火器基础知识
- 高温之下，企业请重视危化品仓储安全管理

行业新闻

应急管理部启动过氧化氢生产企业专家指导服务

为推动深刻吸取山东聊城鲁西化工“5·1”爆炸着火事故教训，落实2023年危险化学品安全监管重点工作部署和高危细分领域安全风险专项治理工作安排，强化过氧化氢生产企业安全风险管控，有效防范遏制重特大事故，应急管理部7月中旬启动过氧化氢生产企业专家指导服务。

针对过氧化氢危险特性、安全管理特点和典型事故暴露出的突出问题，应急管理部细化制定了过氧化氢生产企业安全风险隐患排查指南，聚焦氢化、过氧化、工作液配制及回收等重点环节，部署所有已建成和进入试生产阶段的过氧化氢生产企业全面对标自查，实施“一

企一策”整治提升。在此基础上，本次专家指导服务组织有关行业协会和重点企业的安全、工艺、机电仪等方面专家组成6个专家组，会同有关省级应急管理部门，突出重点企业，深入查找过氧化氢生产过程安全风险隐患和根源问题，提出针对性解决措施，示范带动地方应急管理部门和过氧化氢生产企业落实责任，强化重大风险隐患排查治理，推广新工艺技术设备应用，加快提升企业本质安全水平和行业整体安全风险防控水平。

专家指导服务发现的问题隐患，将交办省级应急管理部门，推动整改闭环到位。目前，各专家组已分赴江西、河南、四川、安徽、山东等地开展现场指导服务。

应急管理部启动化工产业转移重点县（园区） 部级专家指导服务工作

为落实2023年危险化学品安全监管重点工作部署，深入推进化工产业转移安全专项整治，应急管理部7月中旬启动了化工产业转移重点县（园区）部级专家指导服务，从7月中旬至11月底，组成9个专家组对50个化工产业转移重点县（园区）开展专家指导服务。

本次部级专家指导服务是在部署完成省级专家指导服务基础上开展的，重点核查2022年专家指导服务交办问题整改、安全设计诊断复核整改、精细化工企业

“四个清零”销号、化工园区整治提升、新建项目源头准入情况，量化评估省级专家指导服务和化工产业转移安全专项整治成效。专家指导服务期间，将对工作滞后地区发函警示，对发现的重大事故隐患和突出问题及时交由省级应急管理部门挂牌督办，对未按期完成整改清零、达不到安全生产条件的企业依法严肃查处。目前，3个专家组已分赴辽宁省、甘肃省、湖北省等地开展工作。

应急管理部启动危化品重大危险源企业 2023年第一次部级督导核查

为深化落实全国重大事故隐患专项排查整治2023行动，精准防控危化品重大安全风险，推动做好高温时

段和汛期事故防范工作，应急管理部7月初启动危化品重大危险源企业2023年第一次部级督导核查。

今年5月，应急管理部部署开展第一轮重大危险源“消地协作”专项检查，通过企业自查、市级交叉检查、省级抽查、部级督导核查四个层面，对全国近7000家危化品重大危险源企业、2.3万余处重大危险源实现全覆盖检查，全面排查治理重大危险源安全管理、本质安全设计、操作运行、作业安全、设备管理、消防与应急等方面的风险隐患。

此次部级督导核查，应急管理部派出10个工作组深入32个省级单位重大危险源企业现场一线，对各地区及有关企业工作质量进行实地核验，督促指导落实重大危险源常态化安全管控制度体系，加强试生产建

设项目、液氯和氯乙烯、过氧化、液化烃储罐区、装置设备带“病”运行、老旧装置等安全专项治理，强化开停车、检维修、特殊作业安全管理，切实做好夏季高温时段和汛期安全生产。

督导核查将对发现的重大隐患和突出问题加大曝光力度，督促对违法违规行为依法严肃查处，推动压紧压实安全责任，强化隐患整改闭环。同时，对危化品安全监管年度重点工作进行现场督导，以点带面推动各项任务加快落实落地，确保取得实效，坚决遏制重特大事故，为经济发展营造良好安全环境。

硝化企业专家指导服务工作汇报会召开

7月1日下午，应急管理部召开2023年硝化企业专家指导服务工作汇报会，总结硝化企业专家指导服务成效，分析研究指导服务中发现的问题，安排部署下一步工作。会议由应急管理部党委委员、副部长孙广宇主持，危化监管一司相关负责人参加会议。中国化学品安全协会总工程师程长进携有关人员参加汇报。

会议介绍了2023年硝化企业专家指导服务总体工作情况。本次硝化企业专家指导服务发现重点项问题2973项，其中重大隐患192项，建议依法责令不具备安全生产条件的企业停产整改67家、2家企业关闭退

出，摸清了行业现状，推动了硝化行业安全管理水平的提升。

会议肯定了专家组的工作，对下一步硝化指导服务工作作出重要指示。会议要求，要应用好本次指导服务的工作成果，对具体、共性的问题交办落实，处理未自查的企业，推广好的做法；编制硝化企业相关的标准规范以及硝化工艺的淘汰目录，加速硝化工艺技术更迭步伐；关注硝化相关的重要参数，加强异常工况自动化报警的控制管理；把握地区硝化企业准入条件，对多次停产的企业，要探明地方管控标准。

《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)》征求意见

为更好地规范和推进危险化学品安全生产标准化建设，进一步夯实安全生产基础，不断提升企业安全生产管理水平和安全保障能力，应急管理部危化监管一司组织制定了《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)》和起草说明，根据《应急管理标

准化工作管理办法》规定，7月19日向社会公开征求意见。此次公开征求意见时间为7月19日至2023年8月19日，反馈意见请填写征求意见表后发送至指定电子邮箱(tangtianyi04021@163.com)。

两项涉氢团标与国标

《汽车加油加气加氢站技术标准》的比较研究

中国化学品安全协会 梁汝军

2022年12月21日，中国化学品安全协会同时发布了《加氢站氢运输及配送安全技术规范》(T/CCSAS 018-2022)及《加氢站、油气氢合建站安全规范》(T/CCSAS 019-2022)两项涉氢团体标准，引起了各界的广泛关注。标准发布之后已陆续接到反馈意见，关注点主要集中在新发布的两项团体标准与国标《汽车加油加气加氢站技术标准》(GB 50156-2021)究竟有何区别这一问题上。为更好地推广应用这两项团体标准，针对该问题我们进行了对比研究。

《加氢站、油气氢合建站安全规范》(T/CCSAS 019-2022)与《汽车加油加气加氢站技术标准》(GB 50156-2021)的比较研究

2021年10月1日实施的国标《汽车加油加气加氢站技术标准》(GB 50156-2021)属于工程建设类的技术标准，适用于新建、改建、扩建的汽车加油加气加氢站合建站工程的设计和施工。标准内容涵盖：站址选择，站内平面布置，加油、加气工艺及设施，高压储氢加氢工艺及设施，液氢储存工艺及设施，消防设施及给

排水，电气、报警和紧急切断系统，采暖通风、建(构)筑物、绿化，工程施工等内容。

而团标《加氢站、油气氢合建站安全规范》(T/CCSAS 019-2022)则属于安全技术及安全管理类的规范，该标准对新建、改建和扩建的加氢站、油气氢合建站的设计、施工及验收、试运行以及在役加氢站、油气氢合建站的操作维护、安全管理等方面提出了更加细化的要求，为加氢站、油气氢合建站的高质量建设和本质安全运行提供了依据。该团标不涉及国标中液氢储存的相关内容。

团标T/CCSAS 019-2022是在国标GB 50156-2021基础上对加氢站、油气氢合建站建设和管理要求的进一步深化和拓展，相对而言，团标T/CCSAS 019-2022更侧重于实践应用及管理层面。此外，两个标准不存在本质、原则上的矛盾和分歧。

两个标准的主要区别如下：

氢气可燃气体报警器

团标T/CCSAS 019-2022在5.3.2.5 c明确了“储氢容器和储氢井应设置噪声型氢气探测器”的要求；并在描述氢气探测器的设置、选用和安装要求的5.7.8 b

中又进一步明确“在高压工艺介质泄漏时产生的噪声能显著改变释放源周围环境声压级的场所，可选用噪声型氢气探测器，并在控制室的GDS系统内报警。例如，储氢容器（井）与管道的接口处上方、钢带错绕或多层包扎式储氢容器上方等位置”。

而在国标GB 50156-2021中，只在涉及氢气加注设施的10.5.2.8中提到“加氢机的箱柜内部氢气易积聚处应设置氢气探测器，当氢气含量（体积比）达到0.4%时……及关闭进气管道自动切断阀的联锁信号”，以及在10.7.9条目中“加氢设施内易积聚泄漏氢气的房间或箱柜顶部应设置氢气探测器……”。很明显，在GB 50156-2021中对氢气探测器的选型没有给出任何指导建议。

对比分析认为，在团标中之所以明确规定了氢气探测器的类型为“噪声型氢气探测器”，是基于国标实施后的加氢站、油气氢合建站的应用实践经验总结，证明在该应用环境中“噪声型氢气探测器”的实际使用效果是最佳的，所以在后期发布的团标中对此进行了特别强调。

吹扫装置

团标T/CCSAS 019-2022与国标GB 50156-2021中对氮气吹扫均有相同的表述“氢气系统和设备均应设置氮气吹扫装置，所有氮气吹扫口前应配置切断阀、止回阀。吹扫氮气的纯度不得低于99.5%”。较为特殊的是在团标T/CCSAS 019-2022 5.3.4.2 j中增加了一条“70 MPa加氢枪宜采取防结冰的吹扫措施”。

在团标T/CCSAS 019-2022中增加该条款，也是基于国标实施后的应用实践经验。在加氢枪进行高

压充装的过程中，因为氢气节流效应的影响，加氢枪会急剧降温，大气中的水分会在外表面结霜甚至结冰，影响加氢枪的正常使用。为此，增加了此项防范措施。

车载储氢瓶充装率

在国标GB 50156-2021中10.5.6严格规定了“车载储氢瓶……充装率不应超过100%，且不宜小于95%”；而在团标T/CCSAS 019-2022中5.3.4.6中却只明确了“车载储氢瓶充装率不超过100%”，取消了“不宜小于95%”的下限要求。此处的区别主要是考虑加氢站实际运行过程当中市场商业运行的方便。

氢气放空管道系统的设计

在国标GB 50156-2021的11.3.4中对氢气放空排放装置的要求较简单地描述为“氢气放空排放装置的应保证氢气安全排放，放空管道的设计压力不应小于1.6 MPa”。其中，如何才能保证氢气的安全排放，条文中没有明确的规定。为此，出于安全方面的考量，在团标T/CCSAS 019-2022中氢气放空管道设计又有了进一步的技术要求，即“氢气放空管道系统的设计应满足氢气最大排放量安全排放要求，并应做到畅通无阻。放空压力（阀前）大于1 MPa的氢气放空管道不宜设置阻火器。放空管道的设计压力不应小于1.6 MPa”，其中，对不宜设置阻火器的氢气放空管道压力限定值以及取压源的位置在团标中都进行了明确规定。对氢气放空排放装置的设计要求进行了完善。

此外，在团标T/CCSAS 019-2022中还首次提出了一些新的安全建设标准。比如：

为提高储氢设备的安全可靠性，团标T/CCSAS 019-2022引用国外标准ASME VIII-2压力容器

建造规则(Alternative rules for construction of pressure vessels)和ASME VIII-3高压容器建造规则(Alternative rules for construction of high pressure vessels)，要求按照其中的相应规定对储氢容器和储氢井的塑性垮塌、局部过度应变、泄漏和疲劳断裂等进行失效评定。

团标T/CCSAS 019-2022中规定“加氢站、油气氢合建站应为固定储氢容器和长管拖车设置冷却水喷淋系统”，并制定了相关具有可操作性的具体规定。

以上这些安全建设标准及应急保护措施的首次提出，弥补了国标GB 50156-2021中的不足。

另外，团标T/CCSAS 019-2022还突破了国标GB 50156-2021技术标准框架，提出包括安全生产规章制度、安全生产管理人员在内的安全管理要求，并针对加氢站的运行维护，制定了较为细致的规定，内容涵盖设备使用、安全操作、设施设备维护、典型异常工况处置等方面的要求。此外，团标T/CCSAS 019-2022还补充了加氢站采购、施工及验收等方面的要求。因此，总体上说，团标T/CCSAS 019-2022的具体条文要求明显要严于国标GB 50156-2021，内容也更为全面和深入。

《加氢站氢运输及配送安全技术规范》(T/CCSAS 018-2022)与《汽车加油加气加氢站技术标准》(GB 50156-2021)的比较研究

团标《加氢站氢运输及配送安全技术规范》(T/CCSAS 018-2022)以加氢站的氢输送与配送的作业全过程涉及的设备及操作人员为对象，规范了与氢输送与

配送作业安全有关的功能、技术性能、关键技术、操作行为等内容，并且基于如何对安全风险实施管控，特别是针对关键的风险点管控，制定了相应的安全技术标准。该团标属于安全技术及安全管理类的规范，适用于氢气长管拖车30 MPa及以下的气态氢运输及配送活动。但就内容和范围而言，该团标与国标《汽车加油加气加氢站技术标准》(GB 50156-2021)共同构成了完整的应用场景下的规范，属关联关系，在具体条文内容上没有类似内容、也不存在包含关系，二者没有冲突和矛盾之处。

《加氢站氢运输及配送安全技术规范》(T/CCSAS 018-2022)与《加氢站、油气氢合建站安全规范》(T/CCSAS 019-2022)的比较研究

团标《加氢站氢运输及配送安全技术规范》(T/CCSAS 018-2022)与《加氢站、油气氢合建站安全规范》(T/CCSAS 019-2022)是两个紧密关联的涉氢系列团标。两个团标以氢气长管拖车装卸软管与加氢站(供氢站)连接处作为标准描述的分界。其中，团标T/CCSAS 019-2022属于下游的涉氢安全技术和管理标准，其中涉及到的安全设施均为永久性设施；而团标T/CCSAS 018-2022则属于上游氢资源运输环节的安全技术和管理标准，氢气装卸作业区永久设施的配备及其管理在团标T/CCSAS 019-2022中得以充分考虑，而与永久设施相关的临时性配套设施的配备和管理则在T/CCSAS 018-2022中提出规范要求。两个标准的分界清晰明了，且彼此之间又相辅相成，紧密衔接共同组成。

蒸馏操作单元风险分析及管控措施

中国化学品安全协会 程长进

2023年5月30日，某化工企业蒸馏废甲苯混合溶剂过程中，DCS操作员未及时发现高限报警并处置，在关闭蒸馏釜的蒸汽阀时关错了阀门，导致蒸馏釜内温度持续上升，釜内物料过度蒸馏，蒸馏釜爆炸并引发火灾。

事故暴露出

一、蒸馏工艺存在缺陷。未明确一次加料还是多次加

料；未明确蒸馏终点工艺指标，员工都是通过目视釜内残液的液位来判定蒸馏终点。

二、擅自修改工艺指标。当班人员发现蒸馏釜温度达到140℃触发温控联锁并自动关闭蒸汽阀，擅自将蒸馏釜温控温度修改为145℃。

三、DCS自控系统存在缺陷。蒸馏工艺自动化水平不高，蒸馏时蒸汽阀门、回流比的控制都是通过人工手动操作。

四、危险废物安全数据掌握不全。未对发生事故批次的废甲苯混合溶剂开展热稳定性分析，未掌握废甲苯混合溶剂分解、爆炸等安全数据，仅凭该物料原有的热稳定性数据即进行蒸馏作业。

2022年8月14日，某化工企业DMF脱溶釜DCS操作人员违章作业，在脱溶釜顶部温度达到报警值后未及时关闭蒸汽调节阀门并切换热水。因联锁切断阀门内漏，致使脱溶釜内温度持续升高，最终导致DMF脱溶釜过压破裂，造成2人死亡。

事故暴露出

一、试车期间DMF脱溶釜顶部温度多次出现温度超温报警的情况，但操作人员习惯性违章，依靠蒸汽联锁切断，未针对脱溶釜温度超温报警采取有效措施。

二、脱溶过程使用蒸汽加热，未充分考虑蒸汽温度与釜内物料的分解温度之间逻辑关系，无法确保工艺失控状况下的安全。

三、脱溶后期需要现场操作人员查看釜内物料的粘稠情况，最终确定是否需要改用热水加热，没有依靠脱溶釜DCS系统工艺指标完成控制，工艺控制措施不可靠。

四、工艺安全信息中缺少DMF脱溶剩余物料的危险特性，工艺操作规程未明确DMF脱溶釜内物料在超温情况下不粘稠的应急处置措施，缺少DMF脱溶釜温度的报警数值，以及报警和联锁后的处置措施。

这两起事故均发生在蒸馏操作单元，均存在自动化控制水平不高、习惯性人工观察蒸馏终点、对物料的危险性与热稳定性缺少认知、操作失误等问题。

一套完整的蒸馏系统一般由蒸馏塔、再沸器、冷凝冷却器、回流罐、物料泵、产品储罐等部分组成，也可能是其中两个或几个部分的组合。简单蒸馏系统通常是由蒸馏釜及其加热装置、冷凝冷却器及受液槽组成。由于蒸馏过程存在温度变化、浓度变化、气-液两相变化等，也是危险性较大的操作单元。

蒸馏操作单元存在的风险

蒸馏涉及的物料绝大多数易燃、易爆、有毒或有腐蚀性，在蒸馏过程中，系统的温度、压力、气-液相、物料浓度等都会发生变化。蒸馏操作单元的风险主要有以下几个方面。

（一）物料自身存在的风险

一、物料热分解爆炸的风险

多数蒸馏过程是利用各种物料沸点的不同，采用外部加热的方式提升系统温度。如果热媒控制不当，或温度超高时不能及时切断热媒，致系统温度超过了物料或其中杂质的热分解温度，有可能导致物料瞬间热分解爆炸，或物料的分解致系统压力升高，引发蒸馏设备破裂，物料泄漏致爆炸、着火或人员中毒。

二、残液热分解爆炸的风险

蒸馏过程中釜底残留物不易排净，特别是间歇蒸馏过程的残留物，存在高沸点、高粘度、高温下容易分解或发生聚合反应的成分复杂的混合物，极易在高温下发生热分解、自聚或积热自燃。当残留物中含有热敏性、燃烧爆炸性的物质时，则火灾爆炸危险性更大。

三、杂质富集积聚的风险

物料中含有的副产品、杂质，随着蒸馏的浓缩，会在塔内某一位置可能因传导流动性差而富集，如硝基物中的多硝基物、液氧中的烃类、能引起环氧乙烷聚合的催化剂等，这些副产品、杂质一旦富集到临界浓度就有可能发生反应或热分解爆炸。

（二）蒸馏过程存在的风险

蒸馏大都在高温下进行，设备与管线等会出现金属疲劳，如选材不当，会引起高温蠕变破裂。高温、高压设备及法兰密封不好，会造成危险物料泄漏。含腐蚀性物料的蒸馏操作，易造成设备及管道的腐蚀穿孔、壁厚减薄、结焦速度加快，进而失去承载能力，可能发生泄漏酿成火灾。

减压操作时，设备、设施密封不严，造成空气或其他氧化剂进入，形成爆炸性混合物。

一、吸入外界空气的风险

大部分蒸馏的溶剂都是易燃易爆危险化学品，蒸馏过程中，体系内始终呈现气液共存状态，若易燃、易爆的物料外泄或吸入空气，可形成爆炸性气体混合物。尤其是减压闪蒸系统，由于系统内压力低于外界，一旦设备有漏点，空气将会进入系统，引发爆炸。减压系统还要防止破真空时空气进入燃爆的风险。

二、物料泄漏至外界的风险

由于蒸馏系统存在气-液两相，如果设备发生泄漏，特别是高温下蒸馏自燃点低的物料时，一旦高温物料泄漏出来，遇空气即能发生自燃导致火灾事故。如果蒸馏有毒或腐蚀性物料时，发生设备泄漏则容易引发人员中毒或化学灼伤事故。

三、蒸馏系统产生静电的风险

蒸馏易燃液体，特别是不易导电的液体时，物料在管道内高速流动，蒸馏釜内液体激烈搅拌、摩擦、喷溅，均可能产生静电且易积聚，存在静电放电引起火灾的可能性。

四、高温下操作的风险

对于高温下操作的间歇式蒸馏设备，如果在温度未降下来，便开阀进料或打开孔盖，运行如进入冷水或其他低沸点物质，瞬间会引起大量气化造成设备内压力骤升，导致容器爆炸事故。如吉安市某医药化工企业“11·17”蒸馏釜爆炸事故就是违章操作引发的。

五、进料故障干蒸的风险

如果是进料管线进料阀未全开、堵塞，或上游来料流量小，或者采出流量大于进料流量，都容易造成蒸馏液位低，甚至出现干蒸现象，从而引发物料分解爆炸或爆聚。

六、物料物理特性带来的风险

蒸馏凝固点较高的物质，设备的出口管道被凝结、堵塞，会造成设备内压力升高，发生容器爆炸。蒸馏过程中

一旦存在高、低温物料，防护不当则造成烫伤或冻伤。如阜新某企业“1·24”蒸馏釜闪爆就是存在冷凝器盘管堵塞，致蒸馏釜内压力剧增。

（三）蒸馏体系存在的风险

蒸馏方式一般采取连续蒸馏、间歇蒸馏、减压蒸馏，每一种方式都存在相应的风险。

一、连续蒸馏存在的风险

连续蒸馏一般操作比较复杂，辅助设备多，蒸馏过程某一控制指标或某一操作环节出现偏差，都会影响整个蒸馏系统的平衡，导致事故发生。如果蒸馏温度过高，有造成超压爆炸、泛液、冲料、过热分解及自燃的危险；若温度过低，则有淹塔的危险。若加料量超负荷，对于塔式蒸馏，则可使气化量增大，使未冷凝的蒸气进入受液槽，导致槽体超压爆炸。当回流量增大时，不但会降低体系内的操作温度，而且容易出现淹塔致使操作失控。

二、间歇蒸馏存在的风险

对于易燃易爆物料，因周期性的加料放料，易置换不彻底而混入空气引发事故。一旦加热介质流量过大，会造成汽化过量，导致设备超压。若蒸馏釜液位过低，易导致烧干蒸馏釜，引发事故。因加料量超负荷，可造成沸溢性火灾。如果馏出物放料阀关闭即开始加热，易造成系统超压。

三、减压蒸馏存在的风险

因各种原因造成压力上升，会导致物料沸点升高，可能造成超温而引发事故。生产中出现违章操作使大量空气吸入减压塔内，可能发生火灾，甚至减压塔发生爆炸事故。

蒸馏操作单元风险管控措施

蒸馏过程中，重点是控制蒸馏系统的温度、压力、液位、进料量、回流量等操作参数，提升蒸馏操作的自动化控制水平，减少人为操作失误。

对于蒸馏操作单元风险的管控，山东省在2011年便印发了《蒸馏系统安全控制指导意见》（鲁安监发字〔2011〕140号），但因其他地区对蒸馏操作单元的自动化控制系统没有提出明确的要求，笔者在企业检查时，经常能看到一些企业未对风险较大的蒸馏釜或塔进行自动化控制，或对物料的热稳定性未开展风险评估。

为了加强对蒸馏操作单元的风险管控，应急管理部近年来编制的各类高危细分领域安全隐患排查指南中，都对各自的蒸馏操作单元的自动化控制与热稳定性评估提出了明确要求。

如硝化工艺“重点项安全风险隐患排查表”中对蒸馏工艺风险管控提出了明确的要求：涉及的硝化物精（蒸）馏工艺的安全控制与联锁设置要求如下：结合工艺热风险评估、HAZOP分析结果进行设置，应对精（蒸）馏温度、压力、液位等工艺参数，冷却介质的温度压力等公用参数进行监控，当参数超限时，声光报警并采取联锁措施。

1、严格控制加热介质的温度和压力、塔釜温度、精（蒸）馏塔压力。当系统温度、压力超标时，能自动报警并自动切断加热介质开关闭。

2、对精（蒸）馏塔液位进行监控防止过蒸、干蒸；硝基物、杂质浓度应严格保持在工艺规定范围内；停车时，关闭加热介质阀门，降温至合理温度以下，并避免物料长时间高温储存。

3、对冷凝器冷却介质温度、压力进行监控，冷却介质压力低或冷凝器出料温度高联锁关闭加热介质阀门。

4、重点参数报警除采取控制系统报警外，还需设置现场声光报警，能够及时提醒人员撤离。

5、应设有紧急处置措施，如精（蒸）馏塔温度、压力异常时，适时启动紧急冷却。

6、设置超压排放设施，泄放管应接入储罐或其他容器。

除此之外，笔者建议蒸馏操作单元的风险管控还需要

完善以下措施。

01

开展蒸馏物料热稳定性测试。对蒸馏可能涉及的物料，如原料、中间产品、产品及副产物等，进行热稳定性测试（建议通过 DSC 测试或者 ARC 测试得到分解温度，测试的样品要具有代表性，这也是安全操作温度的最有效来源），在此基础上明确其起始分解温度及分解过程放热量，并对蒸馏单元操作进行安全风险评估，确定蒸馏过程的温度控制范围。建议选择最高温度低于分解温度的加热介质；减压蒸馏代替常压蒸馏（降低蒸馏温度）。

02

加强对残液、杂质等物质的风险辨识。对蒸馏过程中可能形成的残液、杂质等物质进行辨识，并对可能产生的各类残液、杂质等物质的热稳定性进行测试，对可能因温度、浓度、压力等变化而引发的反应进行评估，对是否会发生爆聚进行评估，防止釜残、杂质富集而发生反应、热分解或爆聚。溶剂回收，要根据分析结果确定套用次数，控制蒸馏时间。对塔内存在危险物料（如硝基物中的多硝基物、液氧中的烃类、能引起环氧乙烷聚合的催化剂等）富集的重点部位进行组分检测，如设置组分分析仪器即时或定期分析组分含量，或采取人工定期取样分析等，并应采取定期排放措施。

03

对高活性物质采取淬灭措施。可能含有高反应性物质的料液必须经过淬灭，要定期清理残液，防止不稳定杂质积聚并富集在设备死角处。例如，可能含有过氧化物杂质的母液浓缩蒸馏前，要对过氧化物进行淬灭；部分中间罐或者换热器器壁要定期清理。

04

防止蒸馏系统超温或蒸干。设置防止超温和蒸干的高温联锁关闭加热介质，低液位联锁关闭加热介质。采用蒸汽或其他高温气体加热的再沸器，蒸汽或高温气管道上设

置流量集中显示、控制阀，根据釜温调节汽（气）量，必要时设备紧急切断阀、安全仪表系统。采用液体加热的再沸器，加热液体的管道上设置控制阀，依据加热液体温度和釜温来调节加热液体流量，在控制阀前设置过滤器。冷凝器冷却水管设置流量集中显示、报警，冷却水流量低低联锁停加热介质。

05

采用氮气保护防止闪爆。蒸馏物体系中涉及最多的是易燃易爆的物料，特别是溶剂，大量使用的是甲、乙类有机溶剂。要加强对气相氧含量的监测与报警，尤其是间歇式蒸馏，每次开釜操作前必须采用氮气置换合格。对于减压闪爆系统，必须采用氮气破真空，防止空气进入系统。

06

设置泄压保护措施。要防止蒸馏系统超压爆炸，在塔（釜）顶设置压力（或真空度）集中显示，顶部最高操作压力大于 0.03MPa 的蒸馏设备，设置安全阀或爆破片等防爆泄压系统。安全阀设在设备顶部或顶部气相馏出管道上。常压蒸馏塔和加压蒸馏塔设置塔釜压力高限报警、高高联锁切断加热物料。加压蒸馏系统物料侧放空管道设置压力自动调节。减压蒸馏塔设置塔釜真空度低限报警。因真空度降低致使温度升高而造成物料有爆炸危险的，设置塔釜真空度低低联锁切断加热物料。

07

连续蒸馏设置塔进料流量集中显示及自动控制阀。间歇蒸馏应设置馏出物料出料阀一旦关闭、保证塔内压力处于正常范围的安全措施，设置蒸馏釜高、低液位报警，设置蒸馏釜低低液位联锁切断加热介质系统。

08

有爆炸危险的蒸馏装置设置安全联锁停车系统或具有安全联锁停车功能的其他系统。设置防止管道被凝固点较高的物质凝结堵塞，使塔内压增高而引起爆炸的措施，如管道伴热，设置双压力表，安全阀前串联爆破片等。蒸

馏可与水产生化学反应的物料时，不宜采用水及蒸汽作为加热载体或致冷剂，以免发生泄漏引起反应失控导致火灾或爆炸。

蒸馏操作单元事故回顾

2014年扬州某助剂厂“5·29”爆燃事故，造成3人死亡

二甲基乙醇胺溶剂（HY-10母液）蒸馏过程中，大部分溶剂蒸馏出去后，剩余的残余物晶体在171℃左右发生化学性分解爆炸。其生产工艺为水合肼、二氯吡啶进行肼化反应生成3-氯-2-肼基吡啶（KC-190），而二甲基乙醇胺溶剂是生产中的溶剂，HY-10母液回收套用二甲基乙醇胺溶剂。



2017年浙江某化工公司“1·3”爆燃事故，造成3人死亡

在生产潘生丁二氯物（DDH）减压浓缩回收甲苯时，当班工人在进行减压蒸馏操作时，擅自加大蒸汽开量，且违规使用蒸汽旁路通道，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105℃。反应产物急剧分解放热，釜内压力、温度迅速上升，最终导致反应釜超压爆炸。

深层次原因是企业未对潘生丁二氯物（DDH）生产工艺进行风险论证，未掌握环合反应产物温度达到105℃会剧烈分解，能导致反应釜内压力急剧上升的特点。

2020年吉安市某医药化工企业“11·17”蒸

馏釜爆炸事故，造成3人死亡

事发前，蒸馏釜上部充满二氯甲烷、偶氮二甲酸二乙酯等爆炸性混合气体，同时釜内还有温度较高的易爆性化合物偶氮二甲酸二乙酯液体。操作工在取样前，应先关真空阀、降温，再通入氮气置换内部气体，停止搅拌再放空。实际上，操作工未待蒸馏釜降温，没有先通入氮气，而是错误地先开放空阀，导致蒸馏釜中进入大量空气，使得蒸馏釜中爆炸性气体浓度达到了爆炸极限，在氧气、高热和易爆性化合物都存在的条件下发生了爆炸。

深层次原因是企业没有委托专业机构对生产装置进行工艺计算和施工图设计，未进行反应安全风险评估，对相关物料性质及工艺危险性的认识严重不足，未设置自动化控制系统、安全仪表系统、可燃和有毒气体泄漏报警系统等安全设施，工艺控制参数主要依靠人工识别，生产操作靠人工操作。

2021年阜新某材料公司“1·24”蒸馏釜闪爆事故，造成1人死亡

岗位操作工严重违反劳动纪律，打开蒸汽阀门升温后擅自离开岗位。当压力变化时，没能及时调整压力，使乙醇迅速蒸发（乙醇沸点78.5℃）。冷凝器为盘管式，管路较长，进口又有堵塞现象。当蒸馏釜内压力增大时，压力未能及时排出，蒸馏釜发生爆炸。该蒸馏操作单元是在真空条件进行减压蒸馏，蒸出溶剂乙醇回收套用。

2021年湖北某化工公司“2·26”爆炸事故，造成4人死亡

企业复工复产期间，擅自启用原五硫化二磷车间（停产闲置）蒸馏釜，非法生产甲基硫化物。在进行甲基硫化物蒸馏作业时，临时更换搅拌电机的减速机，致使搅拌停止，且未对蒸馏釜内物料进行冷却，造成蒸馏釜内甲基硫化物升温，剧烈分解引发爆炸，造成4人死亡、4人受伤。蒸馏工序的工艺和参数为该企业自行试验研究确定。该工艺在试验阶段选择的破坏性试验方法错误，且未经安全性验证。

有机硅储运环节风险如何防控？

中国化学品安全协会 王路

据央视新闻报道，2023年7月1日中午，位于江西省贵溪市的江西乾泰新材料有限公司发生一起火灾事故，事故原因还在进一步调查中。



事故现场

相关案例

据公开媒体报道，有机硅行业近年来发生的生产安全事故中，火灾、爆炸事故占到事故总数的61%，多数事故发生在储存及运输环节。

01

2014年8月5日，江苏省溧阳市某科技材料公司硅油车间发生火灾，失火时间约16分钟，未造成人员伤亡。事故直接原因是由于天气过热，有机硅油桶发生自燃。

02

2016年5月31日，湖北省宜昌市某化工公司在有机硅副产物处理现场发生一起火灾事故，造成4人受伤。直

接原因是有机硅渣浆吨桶泄漏引发火灾。

03

2020年6月5日，浙江省绍兴市某有机硅企业物料仓库起火，未造成人员伤亡，引发火灾的是仓库储存的硅油、硅树脂。

04

2020年11月9日，浙江衢州某氟硅材料公司发生火灾事故，过火面积达9820平方米，直接经济损失498.9万元。事故直接原因是有机硅高沸物吨桶底阀渗漏，作业人员使用熟石灰处理浆液高沸泄漏物导致起火燃烧，未燃尽的浆液高沸与熟石灰混合物被装入编织袋，经长时间反应放热后，达到自燃温度，再次起火，引燃周围塑料吨桶，形成流淌火导致事故扩大。

05

2021年9月8日，加拿大安大略省多伦多市东约克区一家有机硅企业发生有机硅化合物泄漏火灾爆炸事故，造成1人死亡、1人重伤。

有机硅相关化学品中，甲基氯硅烷单体火灾危险性与有机硅中间体、硅油、硅橡胶等多数下游产品相比较高，发生火灾后，甲基氯硅烷单体燃烧会产生有毒性的氯化氢和二氧化硅白色烟雾，还会产生少量的氯气、光气等，造成环境危害，并且随时有爆炸和流淌火的危险，如未及时处置或处置不当，后果不堪设想。

有机硅储运环节事故原因分析

一是企业对有机硅类化学品的危险特性认识不足

有机硅行业火灾事故频发与其生产和储运环节涉及的化学品特性密切相关，部分企业对这些化学品的危险性认识不足，未根据化学品危险特性采取针对性风险管控措施，引起事故。

有机硅生产过程中，涉及的大部分硅氢结构的化学品危险程度较高，具有化学性质活泼、闪点低、爆炸极限宽的特点，例如甲基二氯硅烷的闪点为-32℃，爆炸极限为6%~55%，一旦发生泄漏极易引起火灾、爆炸事故。

部分有机硅单体生产过程还涉及具有遇湿易燃（如甲基二氯硅烷危险性类别为遇水放出易燃气体的物质-类别1）、自燃（如有机硅渣浆、废触体因含铜催化剂，遇空气易自燃）特性的物料，如不满足储存、处置安全条件，遇水受潮或接触空气易引起火灾。

氯硅烷单体本身具有腐蚀性，泄漏后与空气中水分或遇水会发生水解反应，释放出氯化氢气体。如果在氯硅烷的生产、储存、处理或运输过程中防泄漏管理不到位，或者选择了不适当的设备和管道材质，就可能导致泄漏事故的发生。

含氢硅油或含氢环体遇高温或者碱会热解脱氢，产生氢气，当氢气积聚到一定浓度时，与空气中的氧气形成可燃气体混合物，一旦遇到点火源，就可能引发火灾爆炸事故。

硅油、硅橡胶等有机硅下游产品生产过程中，多数存在脱轻组分的工艺过程，通过真空系统脱出的轻组分具有易燃、易爆特性，特别在气相状态下，遇到高温、明火易

引发火灾、爆炸事故。

二是储运环节风险防控不到位

有机硅行业火灾事故的发生，与储运环节本质安全设计不到位，化学品储运风险防控措施落实不到位有直接关系。

包装物选择不合规。部分甲基氯硅烷单体具有饱和蒸气压高、初沸点低和具有腐蚀性的物理性质，需要使用具有足够强度和耐腐蚀性的包装物。如果选择的包装物强度不足、材质不对，可能无法承受化学品的压力或腐蚀性，导致包装物破裂、泄漏或其他危险情况。

点火源控制不到位。据有机硅行业专家指导服务检查问题数据分析，57%的有机硅企业在灌装环节存在问题，主要集中在仓库、灌装间内的电气、仪表设施未选择符合要求的防爆电气或防爆失效，灌装过程中灌装口未延伸到容器底部，灌装过程无惰性气体保护、灌装过程静电导出措施不完善等方面，这些隐患均可能在灌装环节形成点火源，造成事故。

储存条件不当。有机硅单体及副产物对储存温度、湿度和空气中的氧气敏感。如果储存条件不合适，如温度过高、湿度过大或无法有效控制氧气含量，可能发生化学反应、腐蚀容器、蒸发或挥发，从而增加了火灾和爆炸的风险。此外，仓库或堆场内未设置防液体流散设施，未配置防晒棚或水喷淋（雾）设施和消防设施，氯硅烷储罐未根据化学品的性质和相关标准规范进行设计和制造，未设惰性气体保护、防日晒设施或其他降温设施等，也会导致泄漏、火灾风险增加。

三是施救不当易造成事故扩大

因有机硅氯硅烷特殊的理化特性，发生泄漏、火灾事故后若采取的消防措施不正确，易造成事故扩大。

因甲基氯硅烷单体的忌水性，水通常是不适合作为灭火剂的，因为它可能引发与水反应会放出有毒腐蚀性烟气。如果不正确地选择灭火剂，使用水来扑灭氯硅烷火灾，可能导致事故扩大。

高温可燃物遇到空气极易复燃，尤其是干粉覆盖后的容易复燃，错误的灭火技术也可能导致事故扩大。如果施救人员没有接受过针对有机硅氯硅烷单体火灾的专门培训，可能无法应用适当的灭火技术有效地扑救火灾。

有机硅氯硅烷等桶装易燃化学品的储存过程中，一旦发生火灾事故，流淌火现象，灾情会在极短时间内由初期灾情升级为难控灾情。如现场未设置防流散设施和隔离区域，易造成火势蔓延。

风险防控措施

一、落实本质安全措施

根据有机硅类化学品危险特性开展风险辨识与评估，按照《有机硅单体安全生产规范》（T/CCSAS 017-2022）和相关储存、运输法规标准和评估结果，采取相应措施，提升本质安全。

选择满足危险货物包装类别的包装物，包装物的强度、密封性、耐腐蚀性、泄漏防护、防火防爆性能应满足危险货物的要求。特别是甲基氯硅烷类如甲基二氯硅烷遇湿易燃类货物，不宜使用 IBC 吨桶包装，行业内一般使用 200L 铁桶包装。

对构成重大危险源的储存设施，按照相关法规、标准要求，在工艺危害分析的基础上设置相关自动化设施、安全仪表系统等，并落实重大危险源各级包保责任。

建立泄漏监测系统，按照 GB/T 50493 标准要求，

设计、安装泄漏监测设备，实施泄漏监控，及时发现泄漏并采取措施进行处理。

严格控制点火源，严格执行 GB 30871 标准要求，确保仓储区域内没有未经授权的明火、电火花或其他点火源。确保爆炸危险区内防爆电气设施满足 GB 50058、GB/T 3836 等标准要求，按照 GB 12158、GB/T 39587 等标准要求，在储存、输送、灌装等环节采取措施消除或减少静电积聚，以降低点火的风险。

二、强化安全管理

建立定期检查和维护制度，对储运设施和相关安全设施进行检查和维护，确保其处于良好状态。

企业应确保获取的安全技术说明书和安全标签的准确性，包括化学品的危险性分类、防护措施、急救措施、消防措施等信息。

开展储运安全专项培训，操作人员应理解化学品安全技术说明书的内容，掌握有机硅类化学品的性质、危险特性、安全操作方法和紧急应对措施等方面的知识。

三、提升应急能力

扑救氯硅烷类液体火灾应根据着火物质性质选用针对性的灭火剂或技术手段，在确保安全的情况下进行特定着火物质开展灭火实验，以确定针对性的灭火措施。

制定完善的应急预案，明确各类事故的处理步骤和注意事项，包括事故应急响应程序、人员疏散计划、应急救援流程等。定期进行应急预案演练，提高员工的应急响应能力和协作配合能力，确保在事故发生时能够迅速、有效地进行处置和救援。

对火灾风险高发的储运及生产环节完善消防设计和应急措施。如干粉炮、自动喷淋系统、泡沫灭火系统等，并确保设备处于良好状态，保证在事故发生时能够有效使用。

焦化企业从“焦”向“化”转变迫在眉睫

中国化学品安全协会 季斌

据中国新闻网报道，2023年7月5日，广西柳州钢铁集团有限公司焦化厂二化产车间作业过程中发生煤气着火事故，造成作业人员1人死亡、2人轻伤，当晚22:30险情得到有效管控。

事实上，该焦化厂早在2021年11月便发生过一起煤气预热器检修作业闪爆事故，并造成1人死亡。2023年2月，在柳钢集团的安全巡查通报重点隐患项中，焦化厂赫然在列，具体问题是“一二四五焦炉四大车轨道检修工程，现场安全员与备案人员不符”。

其实，不只是柳钢焦化厂，检维修环节的各种乱象已经成为制约焦化企业安全生产的首要因素。

2020年以来，焦化行业生产安全事故一直处于频发高发态势。2020年9月14日，山西某能源科有限公司发生硫化氢急性中毒事故，造成4人死亡、1人受伤。2021年2月23日，某煤焦化工公司10万吨/年甲醇装置发生燃爆事故，造成2人死亡。仅仅在2022年前2个月，全国焦化企业发生7起生产安全事故，占同期化工事故起数的41.2%。2023年2月1日，山西某煤焦化公司脱硫废液制酸工序地下槽发生一起受限空间氮气窒息事故，造成2人死亡。这一系列的事故引发了社会的广泛关注。

而在2023年7月4日，某省应急管理厅发布消息称，近日在某市开展重大危险源专项检查和危险化学品企业装置设备带“病”运行省级抽查中，发现该市两家煤焦化企业安全风险和事故隐患突出，责令两家企业全面停产整顿。两家企业为4.3米焦炉焦化企业，检查组查出

一般隐患41条、重大隐患2条。检查组还发现两家企业现场存在多处物料泄漏，安全风险和事故隐患突出。特别是企业没有深刻吸取2022年煤气设施火灾和灼烫事故教训，隐患长期存在。

焦化企业如此多的事故发生在检维修环节，安全风险未实现有效管控，大量隐患无法得到根本治理，甚至是长时间“带病运行”，从表面上看是因为各级管理人员和岗位人员没有严格执行《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB 30871—2022），没有把安全生产风险分级管控和隐患排查治理双控预防机制充分落实到工作中。更深层次的原因是焦化行业特有的风险造成的，这类风险主要源自以下三个方面。

焦化行业设计起点低 造成后续技改检维修频繁

焦化企业的主要产品是用于高炉冶炼的焦炭，属于冶金行业的传统范畴，企业的安全设计往往沿用冶金设计标准，设计起点普遍较低，比如焦化行业设计单位市场份额占据80%的某工程技术有限公司竟然在此前相当长的一段时间内没有取得化工设计资质。这便导致焦化企业纳入危险化学品体系监管之后，工艺技术和设备设施水平与化工行业标准相去甚远，不得不频繁开展技术改造和装备升级，加之近年来的环保要求，造成生产现场累积了大量检维修作业。

笔者曾在一家中等规模的焦化企业看到，安全部门

一天竟要办理 70 多张特殊作业票证，现场承包商作业人员数量远远超过本企业职工。许多职工一岗却肩负着多责，既是岗位操作工，又是属地受限空间作业的监护人，还要每两个小时对作业环境气体采样一次并送至化验室。一个监护人同时监护不同地点的动火作业、高处作业、吊装作业的情况也比比皆是。更有甚者，干脆连特殊作业许可也不办理了，连形式上的风险管控也不做了。乌海市某煤焦公司“6·27”脱硫槽爆炸事故、鄂尔多斯市某煤焦化公司“4·30”电捕焦油器燃爆事故、鄂尔多斯市某煤化“11·11”中毒窒息事故……不都是这样的例子吗？能否将这些事故教训转化为风险防控措施，科学规范地开展检维修作业，已经成为焦化企业不得不认真面对的重大课题。近年来，相继发生了多起焦化企业受限空间作业氮气窒息事故，试问又有多少焦化企业从中汲取教训，制定了氮气操作规程？

焦化行业定位偏差 造成的能力不匹配

当前，相当一部分焦化从业者认为焦化属于冶金行业的一部分，自己不是危险化学品从业者，不应该执行危险化学品标准。这种认知在焦化从业者中广泛存在，尤其是钢铁-焦化联合企业，造成焦化企业的专业能力和人员资质不能满足危险化学品行业要求。如徐州某化工企业

“12·31”脱硫塔较大中毒事故，当时企业的操作规程中脱硫塔受限空间作业前的安全措施这样写道：“自然通风后，使用鸽子或气体检测仪检查后，佩戴防护用品的检修人员方可进入。”谁又能想到这令人咂舌不已的操作规程内容竟是出自于 2019 年。

《全国安全生产专项整治三年行动计划》指出，自 2020 年 5 月起，对涉及“两重点一重大”生产装置和储存设施的企业，新入职的主要负责人和主管生产、设备、技术、安全的负责人及安全生产管理人员必须具备化学、化工、安全等相关专业大专及以上学历或化工类中级及以

上职称，不符合上述要求的现有人员应在 2022 年底前达到相应水平。可截至当前，仍有大量焦化企业未完全落实此项要求。《危险化学品企业重点人员安全资质达标导则（试行）》（应急危化二〔2021〕1 号）指出，涉及重大危险源的生产装置和储存设施的操作人员，需具有化工职业教育背景、或高中及以上学历、或取得有关类别中级及以上技能等级。事实上，目前部分焦化企业新入职的重大危险源岗位人员仍然存在初中学历甚至是小学学历的现象。

焦化行业整体 工艺装备水平不高

焦化企业工艺技术和设备设施水平与石油化工行业相比存在明显差距，安全设施管理短板凸显，当然这和本质安全设计存在直接的关系，但更值得整个行业反思的是焦化产业集中度低、布局分散，先进企业和落后企业并存，装备水平参次不齐，自动化、信息化、数字化建设差距悬殊。

如代表焦化企业的装备现代化的 7.63m 焦炉早在 15 年前便在国内落地投产，但时至今日仍有大量焦化企业仍旧在使用 4.3m 焦炉维系生产，而这种炉型已经被山东、江苏、河北等省份的工信部门列为淘汰型设备并相继退出了生产。

据柳钢报消息，柳钢焦化厂 11 座焦炉中有 5 座为 4.3m 焦炉，1985 年 80 型 42 孔焦炉系统工程开始动工，1991 年 3 月粗苯生产线试产成功，42 孔焦炉系统全面投产，鉴于焦炉的不能长时间停止加热的生产特性来测算，柳钢焦化厂的 JN-80 型焦炉及其附属的化产设施很有可能已连续生产 30 年以上。2022 年 2 月，应急管理部发布的《危险化学品生产使用企业老旧装置安全风险评估指南》指出，涉及毒性气体的实际投运时间超过 20 年的装置须开展老旧装置安全风险评估。而据笔者调研，部分钢铁-焦化联合企业并没有执行此项要求。

今年年初，中国化学品安全协会总工程师程长进在《事故警示 提升焦化行业本质安全水平》一文中，针对性地提出了焦化企业风险管控要点，在行业内引发了广泛的讨论。但从接二连三新发生的事故来看，显然部分焦化企业仍旧心存侥幸，固执地认为像鸵鸟一样把头埋进沙子，便能隔绝所有风险，对日益严格的安全监管态势视而不见，对“人民至上、生命至上”的发展理念置若罔闻。

事实上，工业与信息化部早在2014年发布的《焦化行业准入条件》中便明确要求，焦化企业应严格执行《国家安全监管总局住房城乡建设部关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》（安监总管三〔2013〕76号）等文件，加强建设项目安全设计管理，提升企业本质安全水平；严格执行《危险化学品建设项目安全监督管理办法》《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》等有关法规规定。应急管理部也针对焦化行业开展部署了安全生产专项整治活动。

由此可见，并不是焦化企业定位存在分歧，也并不是国家标准规范不明确，而是部分具有安全生产主体责任的焦化企业在为自身的不作为、慢作为等管理缺陷找理由、找借口。

笔者曾在国内某钢铁—联合焦化企业工作过三年时间，三年时间里曾接连遇到了克劳斯炉检修作业硫化氢中毒、脱硫塔检修作业高处坠落、鼓风机房煤气泄漏爆炸、化产车间煤气管道着火等事故。时至今日，这些事故场景仍然历历在目，令人心悸。一个个鲜活生命的离去，一家家事故企业的停产，从“焦”向“化”的转变迫在眉睫，要清醒认识到，焦化企业涉及多种有毒有害、易燃易爆危险化学品，且贯穿于全生产流程，安全生产风险不可小觑。

笔者在此向广大焦化从业者呼吁：是时候觉醒了！

首先，焦化企业要解决从业人员的安全意识问题，在教育培训和人员能力建设方面，主动按照危化品企业要求

建立岗位能力标准，丰富培训载体，明确培训目标，着力提升人员风险辨识、隐患排查、安全操作和应急处置的能力，促使焦化从业者切实转变思想认识，明确自身危险化学品从业人员的定位。

其次，焦化企业要解决检维修作业风险管控问题。一是要通过机械化换人、自动化减人、智能化无人等本质安全设计，尽可能减少检维修作业的数量和频次。二是全面开展基于检维修作业事故场景的情景分析，根据发生事故的类型倒推可能存在的危险有害因素，以发生事故的最严重后果作为风险防控措施制定的依据，对易积聚易燃易爆和有毒有害气体的检修现场，将系统中危险物质的种类、数量和能量降至最低水平。三是面对检维修作业事故高发频发的态势，有必要建立高风险检维修作业主要负责人或分管负责人现场确认机制。四是对于有条件的企业，建立一支“专、精、特”的应急救援专职或兼职队伍，从根本上杜绝盲目施救，以专业的救援机制、精良的装备器材、特定的救援人员，第一时间解救受害人员。

最后，提高焦化企业设计标准，增加风险防控保护层，将化工行业的法律法规、标准规范及政府要求转化为设计准则，基于风险和事故防范的项目设计原则，实现以危害分析为基础的本质安全设计。对总平面布置、装置设备布置、爆炸危险区域划分、P & ID、安全仪表功能、可燃和有毒物料泄漏检测系统、安全泄放和火炬、应急设施等重点设计内容，应充分采纳《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160—2008）、《化工过程安全管理导则》（AQ/T 3034—2022）、《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GBT 50493—2019）、《石油化工建设工程施工安全技术标准》（GB/T50484—2019）、《石油化工储运系统罐区设计规范》（SH/T 3007—2014）等国家和行业标准，落实“一防三提升”的各项要求，彻底实现从“焦”到“化”的转型升级。

废气处理环保设施安全事故案例分析

工业废气种类繁多，主要包括有机废气、燃料废气、粉尘废气、酸雾废气、油烟等。工业废气根据其排风量、温度、浓度及本身化学物理性质，其治理方法各不相同，有机废气采用活性炭纤维有机废气净化器、催化燃烧、RTO、低温低离子、光催化氧化等；酸碱废气采用酸碱中和方法，酸碱废气净化塔；硅烷废气一般采用不锈钢硅烷燃烧塔处理；恶臭废气处理一般采用生物除臭以及光催化氧化或者活性炭吸附等。

以 VOCs 治理为例，目前常见的 VOCs 末端治理工艺有蓄热式燃烧（RTO）、催化燃烧（RCO）、直接燃烧（TO）、活性炭吸附脱附、低温等离子等。但 VOCs 废气成分复杂，通常为多种易燃易爆的混合有机气体，前期的技术工艺选择不到位或这些装置的投入使用不加以专业管理和控制，往往会带来新的安全隐患。比如低温等离子装置电晕放电着火问题；RTO 装置爆炸问题；活性炭装置自燃以及危废处理问题。

低温等离子体处理 VOCs 事故案例

低温等离子体是通过电子束照射、电晕放电、介质阻挡放电、沿面放电、辉光放电、弧光放电、微波放电、射频放电等方式产生的，而低温等离子体处理 VOCs 电极结构形式主要为电晕放电和介质阻挡放电，且两者放电的原理都是高压放电，在处理易燃易爆的挥发性有机物气体及所处电气防爆区域使用，都极其危险。所以，原国家环保部 2013 第 31 号文《挥发性有机物污染防治技术政策》第 27 条明确规定，使用低温等离子技术要注意爆炸、火灾等安全因素。

依据：《挥发性有机物污染防治技术政策》

(二十七)当采用吸附回收(浓缩)催化燃烧、热力焚烧、等离子体等方法进行末端治理时，应编制本单位事故火灾、爆炸等应急救援预案，配备应急救援人员和器材，并开展应急演练。

事故案例

2017 年 6 月 20 日，天津某树脂有限公司在安装调试环保设备过程中，发生一起爆炸事故，造成环保设备安装调试人员 2 人当场死亡、2 人受伤。

事故原因

合成树脂生产废气的排放环节主要有：

①原料投加及投料孔(处)若密闭性不好，原料投加过程将会发生逸漏，逸漏出来的物质无组织挥发、扩散；

②聚合反应过程中未参与反应的原料和有机溶剂将以废气形式排出反应釜，未参与反应的原料以及有机溶剂将从废气排放口处排出，有组织挥发、扩散；

③产品及中间产品卸放时，若密闭性不好，或卸放过程自动化水平不高，将会发生逸漏，逸漏出来的物质无组织挥发、扩散；

④原料和有机溶剂储存过程中发生泄漏，以及原料和溶剂储罐发生大、小呼吸排气，作无组织挥发和扩散。由此可见未聚合的物料、溶剂的不凝气及树脂粉尘均可能引起爆炸。

该树脂有限公司使用的低温等离子体废气处理设备，属于电晕放电，其原理是当气体击穿后绝缘破坏，其内阻降低，放电迅速越过自持电流区后便立即出现电极间电压减小的现象，并同时在电极周围产生昏暗辉光。



图 1 事故现场图片

从事故调查结论可以看出，低温等离子体废气处理设备未采取浓度高高联锁，当入口废气浓度达到爆炸下限时，设备尚可启动运行。从事故现场照片可以看出，低温等离子体废气处理设备为常压设备，在爆炸后顶盖完全掀起，侧门全部顶开，设备本体不能承受内部有机气体或粉尘爆炸的超压，发生爆炸时设备本体严重破坏，伤及旁边正在调试的工作人员，导致 2 人当场死亡、2 人受伤。

安全建议

- ① 在低温等离子体设备联锁方面，应设置入口总烃浓度高低报警和高高联锁等措施；
- ② 在低温等离子体装置运行操作方面，放电之前必须对反应器内的气体用空气或惰性气体置换足够时间，待反应器内气体浓度低于爆炸下限的 25% 时方可启动；
- ③ 在运行过程中必须对入口废气浓度进行在线监测，当进入反应器的气体浓度达到或超过爆炸下限的 25% 时必须进行配风稀释。

RTO 焚烧炉及事故案例

现在市场上对 VOCs 的大量处理工艺，例如膜分离、活性炭吸附、高沸点溶液吸收、生物转化、冷凝回收和热力氧化等方法中，蓄热室热力氧化炉 (RTO) 具有去除效率高、经济适用性强，且热能利用效率比传统的直燃式氧化炉提高 70% 左右等优点，是目前企业解决 VOCs 的有效手段。但因各企业情况的不同，RTO 应用也存在局限性，在投入生产使用时，由于操作失误、设备缺陷、设计处理

风量过小、沉积物清理不够及时、收集系统设计不合理等多种原因发生过生产安全事故。

事故案例

江苏某化工企业 RTO 净化系统在 2015 年 3 月初和 3 月末两次发生爆炸。事故没有造成人员伤亡，聚合物多元醇车间引风机损坏，现场仪表烧毁，RTO 部分装置损毁严重，直接经济损失达 100 余万元。

根据相关资料，该企业生产方式为间歇性生产，事故发生时仅 POP、PL1/PL2 产品的工艺废气通过 DN50~DN350 不等的金属管道进行了收集（主要污染物为环氧乙烷、环氧丙烷、三甲胺、异丙醇、苯乙烯、丙烯腈等），废气收集后通过引风机进入 RTO 焚烧，该 RTO 为 R-RTD（旋转式蓄热焚烧炉）。废气收集、处理的详细流程如图所示。

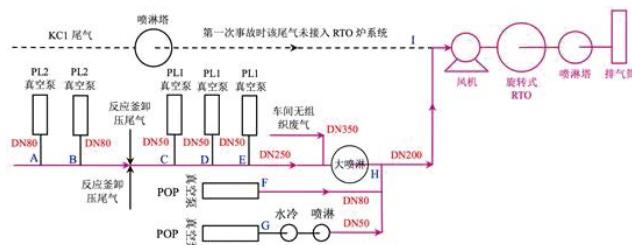


图 2 废气处理流程图

事故原因

直接原因：真空泵出口尾气排放温度过高，而有机物沸点较低，导致污染物排放浓度过高，同时相应的入口空气补气不足，外加环氧丙烷、环氧乙烷的化学性质活泼，最终导致接入焚烧炉中的废气达到相应爆炸极限，从而造成爆炸事故的发生。

| 序号 | 物质名称 | 温度/℃ | 饱和浓度/(g m⁻³) | 对应体积比/% (V/V) | 对应爆炸极限/% (V/V) | 安全与否 |
|----|------|------|--------------|---------------|----------------|------|
| 1 | 环氧乙烷 | 75 | 1 891.98 | 96.21 | 3%~100% | 不安全 |
| | | -10 | 552.83 | 28.11 | | 不安全 |
| 2 | 环氧丙烷 | 75 | 2 303.29 | 88.83 | 2.8%~37% | 不安全 |
| | | 10 | 140.78 | 5.43 | | 不安全 |
| 3 | 三甲胺 | 75 | 2 610.74 | 98.94 | 2%~11.6% | 不安全 |
| | | -10 | 406.04 | 15.39 | | 不安全 |
| 4 | 异丙醇 | 75 | 2.060 | 76.83 | 2.0%~12.7% | 不安全 |
| | | 10 | 13.74 | 0.51 | | 安全 |
| 5 | 苯乙烯 | 75 | 3 028.68 | 65.14 | 1.1%~6.1% | 不安全 |
| | | -10 | 3.33 | 0.07 | | 安全 |
| 6 | 丙烯腈 | 75 | 1 845.69 | 78.01 | 3.05~17.5% | 不安全 |
| | | -10 | 57.03 | 2.41 | | 安全 |

图 3 不同温度下有机物饱和浓度安全性分析

间接原因：

①收集系统设计不合理。调查过程发现对于真空泵高浓度有机废气，企业均未进行冷凝回收预处理，且目前企业对 PL 系统真空泵出口废气所设计的收集方式极不合理，真空泵出口所配备的伞形罩集气量有限，废气收集总管仅 DN50，正常运行时系统稀释风量难以保证。

②预处理措施不到位。该企业 POP、PL1、PL2 车间对有机废气所采用的活性炭吸附未配备脱附再生系统，基本无效，末端所配置的不锈钢高压风机无变频系统，导致废气收集管路系统中负压值过高，能耗较高且不利于有机物的冷凝回收，所采用的金属材质水洗塔强度较高，当系统发生爆炸等意外事故时无法起到有效泄爆的效果（无泄爆措施），导致爆炸产生的冲击波沿着管道进一步往生产车间传导，加剧了爆炸的次生危害。

③RTO 炉本体存在问题。本项目中部分产品含有氯元素，诸多案例表明，蓄热陶瓷体由于质量较大，支撑件通常要承受较大的应力腐蚀，当体系含氯时（如环氧氯丙烷）高温焚烧处理过程中将产生 HCl 等污染物，对设备本体、RTO 炉旋转阀易产生较大腐蚀，系统难以稳定、有效运行。

④废气中存在化学品自聚现象。项目废气中含有部分丙烯腈、苯乙烯等有机物，上述物料在温度较高时极易发生自聚合，导致 RTO 炉蓄热陶瓷体在使用一段时间后设备阻力变大，同时底部有高沸点有机物粘附现象，易引起火灾等安全事故。

安全建议

RTO 在正常工况下不易发生火灾、爆炸事故。但由于废气成份复杂多变、浓度波动大，易造成焚烧炉运行稳定性较差，存在一定的安全隐患。为了防范 RTO 火灾、爆炸事故可以采取如下安全措施：

①全面识别风险。对不同废气混合集中收集时，应对各种废气间的相互影响开展风险分析，弄清废气的危险特性。对废气的组分，危险性、爆炸极限、闪点、燃

点等进行检定和检测，全面掌握废气的安全风险，避免发生反应。对于废气成分复杂的，应进行安全性分析，例如 HAZOP 分析，并采取相应的安全措施。

②优化收集系统。对吸风罩、风机选用进行规范设计，同时废气收集管线需统筹规划，形成支管→主管→处理装置→总排口的收集处理系统，确保废气收集效果。合理选择相关设备和材料，可通过设置缓冲罐、调整风量等预处理设施，严格控制 RTO 炉入口有机物浓度和流速，保证相对平稳、安全运行。

③渐进化科学调试。RTO 炉调试时理应先进行空载调试，待空载调试稳定后再逐步接入低浓度有机废气，如企业污水池加盖收集后废气、车间换风废气等，最终再逐步接入高浓度废气，同时对拟接入高浓度废气的排放流量、排放浓度进行检测。

④安装在线监控系统，设置电控系统操作间。RTO 炉净化处理系统是一项人机高度结合的设备，虽然其自动化程度较高，但必须安排专人进行维护与管理，如 RTO 炉在发生爆炸前有机物浓度常会在短时间内迅速升高，此时系统若有人值守则可提前发出预警并采取必要的措施，避免事故的发生；同时对 RTO 各系统尾气安装 TVOC 浓度在线监控系统，为企业管理提供必要的数据支撑。

活性炭处理技术及案例

活性炭是一种经特殊处理的炭，活性炭表面的微孔直径大多在 2~50nm 之间，有巨大的表面积，每克活性炭的表面积为 500~1500m²，正是基于这一点，在有机废气处理时使用颗粒活性炭，让气流通过活性炭层进行吸附，进而降低有机废气的浓度。吸附过程是放热过程，有机废气在活性炭中除了有物理吸附现象外，活性炭本身以及吸附的有机物还会与氧气发生缓慢氧化，其较大的比表面积会加剧这一氧化的过程。此外当废气中含有一些不相容的化学物质时，其不相容反应在活性炭的催化下也会加速。这些都是放热的过程，同样会引起

活性炭的热积聚风险。

在工业废气处理的过程中，因为活性炭吸附工艺比较简单，所以会造成活性炭饱和的速度比较快，处理的效果也不够稳定。因此，在工业中大多情况下还会采取其他处理工艺相组合的方法，例如旋流板塔 + UV 光解 + 活性炭吸附、水喷淋 + 干式过滤器 + 活性炭吸附 + 催化燃烧等。

Smisek 和 Cerry 研究了应用含有再生装置的活性碳吸附床着火状况，当含有酮类，醛类或相近化合物时。研究发现在吸附设备发生着火的状况大多是由于生产状况安排停机或机械故障关闭后发生。停机一段时间后，吸附系统重新启动时发生着火状况，调查者把这种着火状况归于活性碳自发的氧化反应，当系统没有在完全冷却的状态下停机，或者由于未关闭死的阀门仍渗入少量空气进到活性碳床，这些气流却足以引起氧化反应所需。而且由于氧化导致的热量散发较慢，在活性碳床的某个局部位置可能会引起活性碳的自燃。

事故案例

事故①：某公司塑料 PP 材质的废气缓冲罐（利旧，内有活性炭，未识别到变更风险）发生爆炸事故。爆炸导致缓冲罐整体被炸碎，部分碎片飞至周边路面。冲击波导致冷却塔塔体剥离脱落、碱洗塔碱液管路泄漏；所幸当时周边没有行人通过，未造成人员伤害。



图 4 事故现场图

事故②：某公司 2 车间楼顶的活性炭吸附罐（废气预处理）发生着火。所幸发现及时，未造成严重的蔓延，消防队前来将大火扑灭。

事故③：某公司 1 车间楼顶活性炭吸附罐（废气预处理）发生着火。因车间人员及时发现火情，火势在初期被扑灭。

结合事故发生时的现场调查、生产情况、以往异常情况分析，推测这几起活性炭吸附罐着火和爆炸的直接原因：气温较高的情况下，工况复杂的废气经过活性炭处理（吸附）过程中发热（物理和化学）。由于活性炭长时间未更换，灰分较高，床层散热较差，不利于对流散热。致使热量在床层中积聚，在其中形成局部热点。导致其温度达到活性炭的自燃点或温度达到了混合有机物气体的闪点。同时部分空气进入废气中与可燃物形成爆炸性混合气体，最终导致了事故的发生。

安全建议

针对活性炭自燃的情况，为了防范活性炭火灾事故，首要考虑对活性炭进行升级替换，比如采用沸石转轮吸附材料，沸石转轮等吸附材料属于无机材料，天然的不燃性；设计阶段，活性炭废气处理法设计前期输入条件要准确确认，对于含有酮类、醛类等有机物组分时需要特别注意；尽量避免采用活性炭废气处理法。活性炭废气处理法废气处理设备的自控程序要完善，建议采用 HAZOP 分析法进行风险点及预防措施的分析。具体有以下几点措施可以参考：

①确保有机废气的预处理装置满足生产负荷，所有的废气组分必须经过有效的预处理，不相容的废气应单独预处理后再排入吸附罐中吸附处理；

②活性炭选材：使用点火温度高，灰分低的活性炭作为吸附材料；

③条件允许的话对吸附装置进行降温；定期检查处理装置、废气管路是否有不完整漏风的情况，要保证管路不漏气，定期更换活性炭；



⑤吸附处理装置前的废气管路安装管路阻火器（阻爆轰型）；管路上（分段）安装泄爆片，废气缓冲罐上安装泄爆板，泄爆板要有固定装置；

⑥吸附装置内安装喷淋灭火装置，用来扑灭初期火灾；

⑦在吸附床层安装温度探头，监测活性炭层的温度发现异常时及时处置；

⑧应急反应与人员培训。培训人员发生火灾时的应急处置能力，要能及时扑灭吸附处理装置的火灾，防止火灾蔓延。

RTO 系统安全建议

RTO 在正常工况下不易发生火灾、爆炸事故。但由于废气成分复杂多变、浓度波动大，易造成焚烧炉运行稳定性较差，存在一定的安全隐患。为了防范 RTO 火灾、爆炸事故可以采取如下安全措施：

1. 全面识别风险。对不同废气混合集中收集时，应对各种废气间的相互影响开展风险分析，弄清废气的危险特性。对废气的组分，危险性、爆炸极限、闪点、燃点等进行检定和检测，全面掌握废气的安全风险，避免发生反应。对于废气成分复杂的，应进行安全性分析，例如 HAZOP 分析，并采取相应的安全措施。

2. 优化收集系统。对吸风罩、风机选用进行规范化设计，同时废气收集管线需统筹规划，形成支管→主管→处理装置→总排口的收集处理系统，确保废气收集效果。合理选择相关设备和材料，可通过设置缓冲罐、调整风量等预处理设施，严格控制 RTO 炉入口有机物浓度和流速，保证相对平稳、安全运行。

3. 演进科学调试。RTO 炉调试时理应先进行空载调试，待空载调试稳定后再逐步接入低浓度有机废气，如企业污水池加盖收集后废气、车间换风废气等，最终再逐步接入高浓度废气，同时对拟接入高浓度废气的排放流量、排放浓度进行检测。

4. 安装在线监控系统，设置电控系统操作间。RTO

炉净化处理系统是一项人机高度结合的设备，虽然其自动化程度较高，但必须安排专人进行维护与管理，如 RTO 炉在发生爆炸前有机物浓度常会在短时间内迅速升高，此时系统若有人值守则可提前发出预警并采取必要的措施，避免事故的发生；同时对 RTO 各系统尾气安装 TVOC 浓度在线监控系统，为企业管理提供必要的数据支撑。

RTO 系统风险防控 6 大注意事项

1. RTO 炉系统应进行安全风险评估论证，对于废气成分复杂的，应进行 HAZOP 分析并采取相应安全措施；

2. 设计单位应具备相应行业专业甲级设计资质或环境工程（大气污染防治工程）专项乙级以上设计资质；安装单位应具备环保工程安装专业承包资质。废气处理量大于 3 万 Nm^3/h 的应具备专业承包二级以上资质。安装单位具备相关行业工程施工总承包二级以上资质或环保工程工程施工总承包二级以上资质；

3. 对于浓度较高且含有低燃点物质的应急排空管道，严禁与高温排空管道共用烟囱排放；

4. 换向阀宜采用提升阀、旋转阀、蝶阀等类型，其材质应具有耐磨、耐高温、耐腐蚀等性能，适应频繁切换。高温旁通阀泄露率应不高于 1%，并宜设置冷气保护措施；

5. 在 RTO 炉系统气体进出口、燃烧室、蓄热室和换热器均应设具有自动报警功能的多点温度检测、压力检测装置；燃烧室应设置燃烧温度和极限温度检测报警装置，蓄热体上下层应分别设置温度、压差检测装置；每台燃烧器宜配置不低于 2 支火焰检测器；

6. 燃烧室温度检测至少应设置 3 支热电偶（双支），并宜设置三级温度报警点：当炉内温度升高，超过一级报警点报警提示，高温旁通阀打开，排放多余的热量；达到二级报警点设定值时，新风阀打开；当 RTO 炉温度超过三级报警点设定值时，关闭 RTO 炉系统进口废气阀，全开紧急排放阀和新风阀，使 RTO 炉设备完全通过新鲜风降温。

（来源：长三角 VOCs 治理产学研用联盟）



2023 年 7 月发生的典型事故

四川省什邡市锐城化工有限公司“7·23”较大物体打击事故

2023 年 7 月 23 日，什邡市锐城化工有限公司一号车间抬包工在不熟悉叉车功能的情况下擅自启动进行操作，致叉车突然倒车，造成一号车间围墙坍塌，导致 3 名在围墙外休息的职工被压，其中 2 人当场死亡，1 人经抢救无效死亡。具体原因正在调查中。

历史上 8 月发生的危险化学品事故

(一) 国内事故

2008 年 8 月 2 日

贵州兴化化工有限责任公司“8·2”甲醇储罐较大爆炸事故

2008 年 8 月 2 日，贵州兴化化工有限责任公司甲醇储罐发生爆炸燃烧事故，造成 3 名施工人员死亡、2 人受伤，

6 个储罐被毁。

事故直接原因

在甲醇罐惰性气体保护设施施工过程中，因施工单位违规将精甲醇储罐顶部备用短节打开，与二氧化碳管道进行连接配管，管道另一端则延伸至罐外下部，造成罐体通

过管道与大气连通，空气进入罐内。罐内甲醇 - 空气混合气体通过配管外泄，遇精甲醇罐旁违章动火作业的电焊火花，引起管口区域爆炸燃烧，并通过连通管道引发罐内甲醇 - 空气混合气体爆炸，罐底部被冲开，大量甲醇外泄、燃烧，致使附近 5 个储罐相继爆炸。

2006 年 8 月 4 日

山东武城康达化工有限公司“8·4”较大中毒窒息事故

2006 年 8 月 4 日，山东武城康达化工有限公司一分厂甲氧基乙酸车间发生二氧化氮中毒事故，导致 4 人死亡、



4人受伤。

事故直接原因

1名操作工由人孔处进入甲氨基乙酸反应釜内作业，发生二氧化氮中毒窒息。企业组织抢救时，在无任何防范措施的情况下，先后多人进入反应釜内施救，导致中毒窒息。

2011年8月4日

银川市永宁县宁夏多维泰瑞制药有限公司

“8·4”较大中毒事故

2011年8月4日，宁夏回族自治区银川市永宁县宁夏多维泰瑞制药有限公司泵房污水管道阀门破裂，管道内硫化氢气体溢出，造成3人死亡、2人受伤。

事故直接原因

泵房污水管道阀门突然破裂，当班班长听到异响后下去查看时昏倒，两名当班工人进入现场施救时昏倒，随后参与施救的人员分别出现不适反应。由于盲目施救，最终导致3人死亡。

1993年8月5日

深圳市清水河危险化学品仓库“8·5”特别重大爆炸火灾事故

1993年8月5日，深圳市安贸危险物品储运公司清水河危险化学品仓库发生特大爆炸事故，造成15人死亡、200人受伤，其中重伤25人，直接经济损失2.5亿元。

事故直接原因

清水河的干杂仓库被违章改作危险化学品仓库，且大量氧化剂高锰酸钾、过硫酸铵、硝酸铵、硝酸钾等与强还原剂硫化碱、可燃物樟脑精等混存在仓库内，氧化剂与还原剂接触发生反应放热引起燃烧，导致3000多箱火柴和总量约210多吨的硝酸铵等着火，后引发爆炸，1小时后着火区又发生第二次强烈爆炸，造成更大范围的破坏和火

灾。

2011年8月5日

哈尔滨凯乐化学制品厂“8·5”较大爆炸事故

2011年8月5日，哈尔滨凯乐化学制品厂发生爆炸，导致3人死亡、1人受伤。

事故直接原因

4名工作人员对亚氯酸钠及柠檬酸进行分装操作时，亚氯酸钠固体遇到明火或其它点火源引起着火和燃爆，最终导致库内存放的桶装亚氯酸钠爆燃。

2006年8月7日

天津宜坤精细化工公司“8·7”重大爆炸事故

2006年8月7日，天津市宜坤精细化工科技开发有限公司硝化车间反应釜发生爆炸，事故造成10人死亡、3人受伤。

事故直接原因

5号硝化反应釜滴加浓硫酸速度控制不当，使釜内化学反应热量迅速积聚，又未能及时进行冷却处理，导致5号硝化反应釜发生爆炸。爆炸的冲击力及碎片引起3号、4号、6号反应釜相继爆炸。

2013年8月7日

浙江宁波江宁化工有限公司“8·7”较大中毒窒息事故

2013年8月7日，浙江省宁波江宁化工有限公司正在施工的顺酐装置发生作业人员中毒窒息事故，造成3人死亡。

事故直接原因

分包商的3名无证射线检测作业人员违章进入顺酐反应器进行焊缝探伤作业，因与反应器连接的氮气管道未安

全隔绝，气相侧操作员误开氮气管道阀门，将氮气通入反应器中，导致 3 人窒息死亡。

2009 年 8 月 10 日

安徽丰原（宿州）生物化工有限责任公司

“8·10”较大中毒事故

2009 年 8 月 10 日，安徽丰原（宿州）生物化工有限责任公司 5 万吨无水乙醇项目在分子筛装填过程中发生乙醇中毒事故，导致 3 人死亡、1 人受伤。

事故直接原因

承建单位施工人员在未办理进入受限空间作业票、未采取任何防护措施的情况下进入分子筛罐内作业，吸入乙醇蒸气中毒晕倒。2 名监护人员发现后，未采取防护措施进入罐内救人，最终导致 3 人死亡。

2017 年 8 月 10 日

河北沧州中捷石化有限公司“8·10”火灾事故

2017 年 8 月 10 日，位于河北沧州的中捷石化有限公司发生一起火灾事故，造成 2 人死亡、12 人受伤。

事故直接原因

120 万吨 / 年催化裂化装置气压机出口冷却器内漏，该公司在组织维保单位更换冷却器出口阀门过程中，未对系统进行有效隔离，造成凝缩油自吸收塔窜入冷却器出口并泄漏扩散，遇金属撞击火花闪燃，造成现场作业人员伤亡。

2015 年 8 月 12 日

天津港“8·12”瑞海公司危险品仓库特别重大火灾爆炸事故

2015 年 8 月 12 日，位于天津市滨海新区的瑞海公司危险品仓库运抵区起火，随后发生两次剧烈的爆炸，共造成 165 人死亡、8 人失踪、798 人受伤，直接经济损失

68.66 亿元。

事故直接原因

瑞海公司运抵区南侧集装箱内的硝化棉由于湿润剂散失出现局部干燥，在高温（天气）等因素的作用下加速分解放热，积热自燃，引起相邻集装箱内的硝化棉和其他危险化学品长时间大面积燃烧，导致堆放于运抵区的硝酸铵等危险化学品发生爆炸。

2017 年 8 月 17 日

辽宁大连石化“8·17”火灾事故

2017 年 8 月 17 日，中国石油大连石化公司 140 万吨 / 年重油催化裂化装置原料泵发生泄漏着火，事故造成原料泵上部管廊及空冷器等部分设备损坏。

事故直接原因

生产过程中原料油泵驱动端轴承异常损坏，导致原料油泵剧烈振动，造成密封波纹管断裂，泵出口预热线断裂，引起油料泄漏着火。

2012 年 8 月 25 日

山东国金化工厂“8·25”较大爆炸事故

2012 年 8 月 25 日，山东国金化工厂双氧水车间发生爆炸事故，造成 3 人死亡、7 人受伤，直接经济损失约 750 万元。

事故直接原因

钯催化剂及白土床中氧化铝粉末随氯化液进入到氧化塔中，引起双氧水分解，使塔内压力、温度升高。紧急停车后，未采取排料、泄压等应急措施，高温、高压导致氧化塔上塔爆炸。

2008 年 8 月 26 日

广西河池广维化工股份有限公司“8·26”重大爆炸事故

2008 年 8 月 26 日，广西壮族自治区河池市广维化工



股份有限公司有机厂发生爆炸事故，造成 21 人死亡、59 人受伤，厂区附近 3 公里范围共 11500 多名群众疏散，事故造成直接经济损失 7586 万元。

事故直接原因

储存合成工段醋酸和乙炔合成反应液的 CC - 601 系列储罐液位整体出现下降，导致罐内形成负压并吸入空气，与罐内气相物质（90% 为乙炔）混合、形成爆炸性混合气体，并从液位计钢丝绳孔溢出，被钢丝绳与滑轮升降活动产生的静电火花引爆，随后罐内物料流出，蒸发成大量可燃爆蒸气云随风扩散，遇火源发生波及全厂的大爆炸和火灾。

2002 年 8 月 27 日

兰州石化公司“8·27”较大硫化氢中毒事故

2002 年 8 月 27 日，兰州石化分公司炼油厂北围墙外西固环形东路发生硫化氢气体泄漏导致人员中毒事故，造成 5 人死亡、45 人不同程度中毒，经济损失 250 多万元。

事故直接原因

烷基化车间作业人员违规操作，将废酸沉降槽中的部分酸性废油排入含硫污水系统。排放的高浓度废酸与含硫污水中的硫化物反应产生硫化氢气体。随着反应的不断进行，大量硫化氢气体在污水管道内积聚、扩散，并通过未封闭的观察井排出，较高浓度的硫化氢气体沿地面扩散到公路上，造成过往汽车内的人和路上行人中毒、死亡。

2019 年 8 月 29 日

宁夏中卫联合新澧化工有限公司“8·29”较大爆炸事故

2019 年 8 月 29 日，中卫联合新澧化工有限公司 2# 煤气发生炉运行过程中发生一起爆炸事故，造成 4 人死

亡、3 人受伤。

事故直接原因

2# 煤气发生炉夹套锅炉严重缺水运行，违规操作补水，发生剧烈气化造成夹套锅炉爆炸。

2019 年 8 月 31 日

福建建瓯市金峰化工气体有限公司“8·31”较大爆炸事故

2019 年 8 月 31 日，建瓯市金峰化工气体有限公司在停产检修期间，1 名安全员与 2 名检修作业人员在对湿式乙炔气柜进行动火作业时，乙炔气柜发生闪爆造成 3 人死亡。

事故直接原因

金峰化工雇佣无资质人员实施动火作业，作业前没有对气柜内乙炔气体进行置换排气和浓度检测，违章指挥动火作业，引起气柜内残余乙炔与空气形成的爆炸性混合物闪爆。

2015 年 8 月 31 日

山东东营滨源化学有限公司“8·31”重大爆炸事故

2015 年 8 月 31 日，山东东营滨源化学有限公司年产 2 万吨改性型胶粘新材料联产项目二胺车间混二硝基苯装置在投料试车过程中发生爆炸事故，造成 13 人死亡。

事故直接原因

车间负责人违章指挥，安排操作人员违规向地面排放硝化再分离器内含有混二硝基苯的物料，混二硝基苯在硫酸、硝酸以及硝酸分解出的二氧化氮等强氧化剂存在的条件下，自高处排向一楼水泥地面，在冲击力作用下起火燃烧，火焰炙烤附近的硝化机、预洗机等设备，使其中含有二硝基苯的物料温度升高，引发爆炸。

(二) 国外事故

2020年8月4日

黎巴嫩贝鲁特港“8·4”爆炸事件

2020年8月4日下午6时许，黎巴嫩贝鲁特港一储存大量硝酸铵的仓库发生剧烈爆炸，事故造成超过234人死亡，6500多人受伤，爆炸产生的地震波强度相当于3.3级地震，约30万人流离失所，经济损失达100~150亿美元，是目前为止人类历史上伤亡最为惨重的硝酸铵爆炸事故之一。

事故的直接原因

仓库焊接作业过程中产生的火花点燃了仓库内的易燃物，继而引燃了部分库内的易爆品（烟花爆竹等），导致堆放在仓库内的约2750吨硝酸铵发生爆炸。

2012年8月6日

美国加利福尼亚州里士满雪佛龙炼油厂管道破裂火灾事故

2012年8月6日，美国加利福尼亚州里士满雪佛龙炼油厂原油装置侧线管道发生破裂，泄漏出易燃、高温的轻质汽油，汽油挥发生成大量的可燃蒸气云，可燃蒸气云形成两分钟后遇点火源起火，造成6名工人受伤。大火产生浓厚的黑烟，并弥漫在事故地点周围的居民区，事发一周后，周边社区近15000名居民出现呼吸短促、胸痛、喉咙痛以及头痛等症状。

事故原因

侧线管道发生硫蚀，导致管道壁过薄，出现漏点。

2012年8月25日

委内瑞拉阿穆艾炼油厂爆炸事故

2012年8月25日，委内瑞拉法尔孔州帕拉瓜纳半岛的最大炼油厂阿穆艾炼油厂储油区由于天气原因，外泄的丙烷气体产生瓦斯云后遇点火源发生严重爆炸，并引发2个石脑油储罐起火。火势蔓延到炼油厂周边地区，爆炸产生的冲击波导致炼油厂对面的委内瑞拉国民警卫队营房、200幢民房和10家商店遭到破坏。炼油厂爆炸引发的大火产生了巨大的黑色烟柱，从10公里以外都能清晰地看到，该起事故造成48人死亡、80多人受伤，大量建筑被摧毁。

事故的直接原因

丙烷和丁烷泄漏，形成可燃蒸气云，遇点火源发生爆炸。

2017年8月31日

美国得克萨斯州化工厂爆炸事故

2017年8月31日，受飓风哈维影响，美国得克萨斯州阿克玛-克罗斯比化工厂被洪水淹没后，储存在冷藏拖车里有机过氧化物发生分解，导致过氧化物和拖车燃烧，燃烧的烟雾导致21人中毒。几天后，8辆储存过氧化物的冷藏车再次发生火灾。事故总计有超过35万磅的有机过氧化物分解燃烧，事故地点半径1.5英里内的居民撤离。

事故原因

该化工厂厂区被飓风哈维引发的洪灾淹没，导致工厂电力关闭，冷却系统停止运作，冷藏车内的有机过氧化物分解积热自燃。

山西临汾染化（集团）有限责任公司

“12·28”较大爆炸事故

2021年12月28日9时15分，山西临汾染化（集团）有限责任公司（以下简称“临汾染化公司”）组织维修人员在二硝车间一工段对酸性2,4-二硝基氯苯分离器至水洗锅放料管道蒸汽夹套接合处漏点进行电焊时，发生爆炸事故，造成4人死亡，直接经济损失831万余元。

一、事故企业基本情况

（一）事故发生单位概况

临汾染化公司建于1960年，1992年底搬迁至临汾市尧都区尧庙镇神刘村，为临汾市市属国有企业，1997年改制为有限责任公司。经营范围：生产销售染料、染料中间体、染料衍生产品，主要产品有硫化黑系列、还原桃红R系列、水溶性硫化彩色系列及染料中间体等30余个品种。

（二）事故装置及工艺简况

发生事故的二硝车间设有三个工段（硝化一工段、硝化二工段、浓缩工段）和一个修理班，发生事故的部位在二硝车间硝化一工段酸性2,4-二硝基氯苯分离器

至水洗锅间的放料管道蒸汽夹套与物料管线结合处。

二、事故发生经过

2021年12月28日，二硝车间安全员甲上班后，现场巡检发现硝化一工段酸性2,4-二硝基氯苯分离器至水洗锅间的蒸汽夹套管道与放料管道接合处有一砂眼蒸汽漏点，7时57分微信上传至“二硝安全群”。二硝车间设备副主任乙在微信群内看到此信息后，8时左右安排修理工丙办理《动火安全作业证》；8时25分左右，修理工丙找到安全员甲办理《动火安全作业证》；8时42分左右，安全员甲到达设备副主任乙办公室，对修理工丁、修理工丙进行安全交底和风险告知，二人

在《动火安全作业证》和《安全交底和风险告知确认卡》上签字；随后安全员甲到车间主任戊办公室找其签字；8时46分左右，安全员甲到公司办公楼，找安全部长己审批签字；8时57分左右，安全员甲到二硝车间中控室找到班长庚在《动火安全作业证》和《安全交底和风险告知确认卡》上签字，9时02分离开中控室。

9时04分，二硝车间安全员甲持《动火安全作业证》到动火作业现场找修理工丁（票证中的动火人）和修理工丙（票证中的监火人），但未找到人，9时09分到一层继续找人，此时，水洗巡检工辛正在二层水洗锅现场操作，9时13分公司技术员壬到水洗岗位现场巡检，9时14分修理工丁与修理工丙先后进入现场，9时15分修理工丙开始对酸性2,4-二硝基氯苯分离器至水洗锅放料管道蒸汽夹套结合处漏点施焊，修理工丁在修理工丙右侧站立，在动火作业35秒后发生爆炸。

爆炸导致修理工丁因胸腹腔重要脏器损伤死亡、修理工丙因重度颅脑损伤死亡、巡检工辛因胸腔重要脏器损伤死亡、技术员壬因腹腔重要脏器损伤死亡。



图1 蒸汽漏点图片



图2 放料管道撕裂变形



图3 部分管道粉碎性破裂



图4 两对法兰连接管道断裂



图5 分离器放料管道断裂管口处可见二硝残留物



图 6 周边设施造成不同程度破坏

三、事故原因分析

(一) 直接原因

动火作业人员违规动火作业，导致爆炸事故的发生。虽然酸性 2,4- 二硝基氯苯分离器放料结束后放料阀已关闭，但管道内仍处于微负压状态，留存有无法排净的物料，动火作业人员动火前未落实《安全交底和安全风险告知确认卡》中要求的“断开二硝放料管道，通入蒸汽作业”等安全措施，导致具有爆炸性的 2,4- 二硝基氯苯受热分解发生爆炸。

(二) 间接原因

1. 实际动火人维修工丙没有履行动火监护人的职责，未取得特种作业操作证，在未落实《安全交底和安全风险告知确认卡》中要求的“断开二硝放料管道，通入蒸汽作业”等安全措施的情况下，违规动火作业。

2. 维修工丁没有履行动火人的职责，让未取得特种作业操作证的监护人维修工丙在未落实《安全交底和安全风险告知确认卡》中要求的“断开二硝放料管道，通入蒸汽作业”等安全措施情况下动火，也属违规作业。

3. 企业特殊作业管理混乱，属地管理形同虚设，安全培训教育不到位，员工遵章守纪意识不强；特殊作

业证未实现现场审批，动火作业的各级审核、批准人均未在现场对作业风险及安全措施进行全面辨识、检查确认的情况下，在办公室内完成动火安全作业证的审批。

四、事故启示及防范措施建议

(一) 加强对特殊作业的管理。企业特殊作业应严格执行《危险化学品企业特殊作业安全规范》(GB30871—2022) 的有关要求。

1. 强化特殊作业属地管理，从作业风险分析、作业证审批、作业人员培训、作业现场安全措施落实、属地单位的监督管理等各方面强化特殊作业的管理，杜绝各级审批人未到现场确认的情况下违规审批，杜绝随意变更作业方式。

2. 制定切实可行的操作规程，强化特殊作业制度的落实。动火作业开始前必须进行风险分析，在管道外壁上动火应在规范要求的范围内进行气体分析，同时应检测管道内气体含量，避免管道内残存气体因动火作业受热升温或发生反应导致爆炸；在盛有或盛装过易燃易爆危险化学品的管道上进行动火作业时，应将管道与生产系统彻底断开，不应以仅关闭阀门代替隔离安全措施，确认安全措施已落实且设备、管道状态满足作业安全条件，方可实施作业。

(二) 加强特种作业人员管理。企业应结合各岗位的实际需要，确定岗位特种作业人员培训取证需求，并组织岗位员工参加特种作业人员培训并取得《特种作业操作证》，要做到特种作业操作证“应取尽取”；同时企业应加强特种作业人员的日常作业管理，非特种作业人员或未取得特种作业操作证的人员，严禁从事特种作业。

报警信号被忽视 爆破片破裂致化学品泄漏

你听过伊索寓言中“狼来了”的故事吗？一个放羊娃反复捉弄村民，大声呼叫“狼来了，救命啊！”，其实根本就没有狼。过了一段时间，村民们就不再理会这个放羊娃的呼救了。

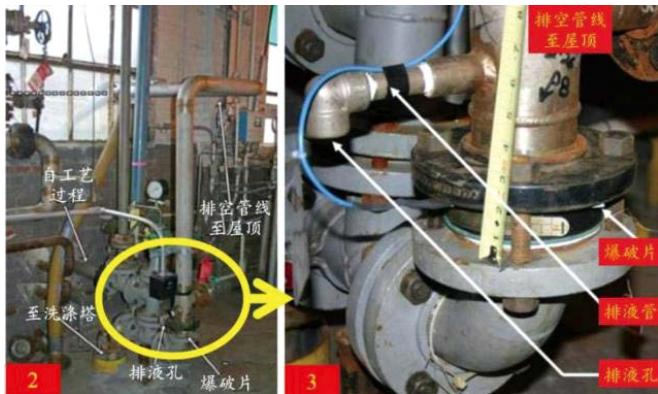
一天，狼真的来了，这次放羊娃再次呼救，所有人都认为这不过又是一次虚假的报警，没有人前来帮忙，结果狼吃了羊。



图源：CCPS 化学工艺安全中心 资料库

这个寓言故事，与流程工业中忽视报警会导致的潜在后果有着相似之处！

美国化学品安全委员会(CSB)调查了西弗吉尼亚州某工厂2010年发生的一起事故，一个被忽视的报警信号导致了化学品泄漏到了工艺车间厂房内。



一个内装有氯甲烷的反应釜上的爆破片发生破裂后，氯甲烷释放到排空管中，而氯甲烷正是一种有毒易燃气体。爆破片的初始设计是：当它破裂时，会发出一个报警信号，当时这个报警确实触发了。然而，由于这个点长期存在假警报，操作人员并不知道此设备已经得到改造升级，依然将此次报警视为假警报而未采取任何措施。在排空管上有一段排液管，其排放孔就处在生产车间内，氯甲烷通过该排放孔进入了这个人员并不经常去的区域，泄漏一直持续了5天，直到一个原本设计来检测其它化学品的气体探测器被触发，发出了报警信号。据估计，这次事故共泄漏了大约2000磅（约900千克）的氯甲烷。

在你工厂里，是否有因传感器缺陷或设定值太接近正常运行状态，而频繁出现“假报警”的情况呢？你是否注意到在这些不可靠的报警信号中间，混杂有真正且重要的工艺偏离的警报信号，需要你采取响应措施呢？或者你工厂里是否存在“令人讨厌的报警”，它们仅仅是提醒工艺过程有微小的偏离，却并不需要采取措施？如果这些情况普遍存在，你就可能会遗漏掉“真正”的报警信号！

应该做些什么？

- ★ 千万不要忽视任何安全报警。针对安全报警，应该制定具体的响应程序来处置，要始终遵循这些程序。要对员工进行充分的培训，以确保员工理解这些响应程序。
- ★ 如果存在频繁的误报警，特别是安全报警，它们“喋喋不休”地总是发出报警信号或仍处在报警状况下，请把问题报告给仪表控制工程师和管理层，并与他们一起解决这些问题。
- ★ 如果有些报警不需要做任何响应，请与你工厂的工程师和管理层一起清除这些报警信号。在没有得到授权的情况下，切勿改变报警的设定值。
- ★ 对于报警设计和设备、报警设置点以及报警响应程序上的任何变更，要确保已按照工厂变更管理制度进行全面的评估。这还包括向受变更影响的相关人员进行通报，并就变更后修改过的响应程序进行培训。

不要忽视安全报警，可能真的是“狼来了”！

（来源：班组安全）

智能巡检机器人守护化工安全

随着新一代信息技术迅猛发展，人工智能、机器人等技术和装备在化工生产环节得到运用实践。其中，被誉为“化工安全生产守护者”的智能巡检机器人在全国各地化工企业纷纷“上岗”。

石化场站“跑冒滴漏”快速诊断

防爆轮式巡检机器人在全国多地的输油站、采气站、压气站等石化场站应用，机器人能够完成图像识别、“跑冒滴漏”检测、设备状态识别和数据分析、后台远程操控及管理等工作，比人工巡检更全面，更精准，提高了巡检质量及效率，也减少了人员在高危区域的停留时间，为员工生命健康和场站安全再添保护屏障。

焦化厂无惧高温 巡检可靠

防爆轨道巡检机器人具有防爆、耐高温、耐腐蚀的特点，适用于焦化、化工、民爆等场所使用，能够替代巡检工完成巡检工作。

机器人在某大型焦化厂焦炉地下室和焦炉烟道应用，对其地下室加热系统的考克阀芯及摆臂方向、脱落丢失情况进行自动巡检和智能识别分析；同时对焦炉烟道机侧和焦侧的翻板位置及对应联动装置检测；此外，机器人还具有一氧化碳、氧气等多种气体探测，异常声音识别，关键设备温度检测，自主充电，数据查询记录等功能。



机器人在巡检过程中发现考克阀芯及摆臂故障，
图1为正常摆臂，图2为机器人拍摄到的故障画面。

煤化工厂环境、设备检测专业高效

防爆轮式巡检机器人在煤制油气化厂黑水车间应用，机器人代替巡检工人实时监测闪蒸泵、高低压泵的电机温度以及轴承温度，法兰泄漏，油杯液位，压力表、温度表读数，实现了重点巡检工段的无人值守，较人工巡检效率提升了50%以上，且巡检数据实时存储，便于设备的大数据管理，对实现企业提质增效，提升煤化工企业的本质安全水平具有重要意义。

甲醇厂 5G 巡检智能稳定



防爆轮式巡检机器人在某甲醇厂投入使用。该机器人采用5G通讯技术，融合了驱动控制、SLAM、自主避障、智能识别、远程交互等关键技术，使甲醇厂重点、关键的危险化工段实现了无人巡检，提升了企业的本质安全水平和智能化水平的同时，使巡检更加智能、稳定和高效。

机器人的应用，在有效提升生产效率和本质安全的同时，有力推动化工行业转型升级。

(来源：中信重工开诚智能)

安全5分钟

中国化学品安全协会

CO₂ 灭火器检查维护

《建筑灭火器配置验收及检查规范》(GB50444-2008)

5.2.1 灭火器的配置、外观等应按附录C的要求每月进行一次检查。表C 建筑灭火器检查内容、要求及记录，灭火器的驱动气体压力是否在工作压力范围内（贮压式灭火器查看压力指示器是否指示在绿区范围内，二氧化碳灭火器和储气瓶式灭火器可用称重法检查）



隐患：CO₂ 灭火器检查维护记录列出不相关的内容，检查项不全面。（记录表格设计有压力且检查记录已打勾）

防爆仪表箱和防爆接线盒损坏

《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》(GB50257—2014)

第 8.0.2.3 条：防爆电气设备的外壳，应无裂纹、损伤；油漆应完好。接线盒盖应紧固，且固定螺栓及防松装置应齐全。



砂轮机防护罩

《直向砂轮机》(GB/T22682-2008)

4.2.3: 砂轮机应装有不借助工具就不能拆除的砂轮防护罩。防护罩安装后应至少遮住175°砂轮圆周和砂轮机的两侧。



隐患：正在使用的砂轮机，按钮开关已坏用电闸来代替，两侧砂轮都没有防护罩。工人操作稍有失误就会受伤。

绝缘护套

《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46- 2005

第8.1.16条：配电箱、开关箱的进、出线口应配置固定线卡，进出线应加绝缘护套并成束卡固在箱体上，不得与箱体直接接触。



隐患：变压器、避雷器、户外开关等电力设备接线端头必须配用绝缘安全护套，有效地防止裸露在外的电力设备端头由于人为接触，窃电，小动物或杂物搭接，湿闪盐雾及化学气体腐蚀等所造成的停电事故，从而避免由此带来的巨大经济损失。

阻火器基础知识

一、阻火器原理

阻火器是一种安装在储罐或排放可燃气体和易燃液体蒸汽的管道上，用于阻止因回火而引起火焰向油罐或管道传播、蔓延的安全附件。最初被应用在石油工业中，以后又广泛应用于矿山、煤矿、水运及化学工业中。

阻火器主要由壳体和滤芯两部分组成，其中滤芯是阻止火焰传播的主要构件。

以常见的波纹型阻火器为例，其滤芯是用薄不锈钢波纹带与平带共同卷制而成，它的阻火能力仅仅取决于滤芯上由波纹形成的三角形截面孔的大小和滤芯的厚度。

当火焰通过滤芯时将被这些三角形截面孔切分成若干细小的火焰，扩大了火焰与通道壁的接触面积，强化了传热，使得火焰温度降到着火点以下，从而阻止火焰蔓延。另外由于器壁效应，当燃烧的可燃气体通过阻火元件的狭窄通道时，自由基与通道壁的碰撞几率增大，参加反应的自由基减少。当阻火器的通道窄到一定程度时，自由基与通道壁的碰撞占主导地位，由于自由基数量急剧减少，从而扼制火焰向未燃气体传播。



图 1 波纹型阻火器

二、阻火器分类

目前对阻火器有几种分类方法。

按照性能可分为阻爆燃型和阻爆轰型。

阻爆燃型是指用于阻止亚音速传播的火焰蔓延；

阻爆轰型是指阻止音速和超音速传播的火焰蔓延。

按照使用场合不同可分为放空阻火器和管道阻火器。

放空阻火器是指安装在储罐（或者槽车）的放空管道上，用于阻止外部火焰传入储罐（或者槽车）内，分为管端型和普通型：管端型阻火器为阻爆燃型，是指一端与大气相通，为防止灰尘和雨水进入阻火器内部，顶部安装由温度控制开启的防风雨帽；普通型阻

火器是指两端与管道相连，通过下游管道与大气相通，分为阻爆燃型和阻爆轰型。

管道阻火器安装在密闭管路系统中，用于防止管路系统一端的火焰蔓延到管路系统的另一端，分为阻爆燃型和阻爆轰型。

按滤芯不同可分为充填型阻火器、板型阻火器、金属网阻火器、波纹型阻火器及液封型阻火器等5种。

NFPA69《防爆系统标准》中针对阻火器的安装位置、燃烧类型对阻火器进行了详细划分：

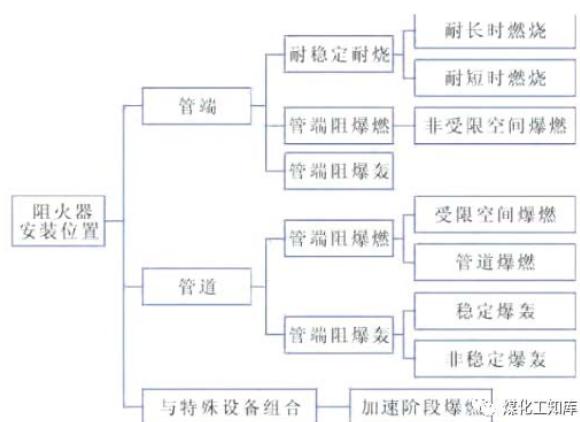


图2 NFPA69中阻火器的分类

三、阻火器选型

在一定的条件下，合适的阻火器能起到有效阻止火焰传播的作用，但是，每种阻火器都有其特定的工作范围，超出其工作范围，就无法保证阻火效果，因此需要对阻火器进行选型。

选型中首先需要确定阻火器的使用位置、介质类型（爆炸级别）以及操作工况（压力、温度）等三项基本因素。

安装在管道端部或储罐顶部时应选用管端型阻火器，安装在封闭的管道系统中，用于防止管道系统未保护侧的火焰蔓延到管道系统的被保护侧时，应选用管道型阻火器。

根据安装位置、介质类型和操作工况确定燃烧工况，完成阻火器初步选型。

火焰波在管道内的传播速度不仅与介质种类、所在管道的温度、压力有关外，还与阻火器与点火源之间的距离、安装位置、阻火器与点火源间的管道形状有关。从爆燃转变成爆轰需要经历爆燃、不稳定爆轰、稳定爆轰三个阶段，因此阻火器安装在爆燃阶段时应选用阻爆燃型阻火器，安装在爆轰阶段时应选用阻爆轰型阻火器，通常由试验或根据经验来确定。

在初步选型确认的基础上，根据其他参数，诸如阻火器连接方式、阻火器通气量、阻火器最大允许压降、阻火器壳体/阻火芯材质、设计标准、同心/偏心设计以及是否需要伴热夹套等具体要求，最终完成阻火器选用。

在以上阻火器选用涉及的参数中，工况简单的可以根据工艺直接确定，而实际工程设计中工况都比较复杂，介质通常为气体混合物，燃烧工况也复杂多样，因此，阻火器的选用需要慎重考虑。

下面介绍两种主要影响因素：

1. 介质类型：GB 50058《爆炸危险环境电力装置设计规范》第3.4.1中规定：爆炸性气体混合物应按其最大试验安全间隙(MESG)或最小点燃电流比(MICR)分级。

通常，阻火器选用过程中对介质类型的确定一般按照介质MESG值来划分。根据GB 3836.11《爆炸性环境用防爆电气设备第11部分：由隔爆外壳“d”保护的设备》，在标准规定的试验条件下，空腔内所有浓度的被试验气体或蒸汽与空气的混合物点燃后，通过25mm长的火焰通路均不能点燃外部爆炸性混合物的内空腔两部分之间的最大间隙。

不同的气体介质有不同的MESG值，而MESG是实验室的测试结果。

其中，纯组分可燃气体、蒸气MESG的测试值参见《爆炸性环境第20-1部分：气体和蒸气物质特性分级

一试验方法和数据》IEC60079-20-1: 2010。

多组分可燃气体、蒸气混合物 MESG 可按下列方法确定：咨询有资质的机构，或委托测试；采用危险性最高组分的最小 MESG 作为多组分混合物的 MESG；应用经验式计算，如《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB50058-2014) 条文说明第 5.2.3 条引用的《易燃液体、气体或蒸汽的分类和化工生产区电气装置设计》NFPA497-2008 附件 B 的估算方法。

EN ISO16852《阻火器性能要求、测试方法和使用限制》将爆炸性气体混合物按其 MESG 值划分为 II A1、IA、IB1、IB2、IB3、II B、II C 等 7 个爆炸等级，见表 1。每个组别又都存在爆燃、稳定爆轰和非稳定爆轰。

表 1 爆炸级别与气体混合物 MESG 值对照

| 序号 | 爆炸级别 | 混合物 MESG 值/mm |
|----|-------|---------------|
| 1 | II A1 | ≥ 1.14 |
| 2 | II A | > 0.90 |
| 3 | II B1 | ≥ 0.85 |
| 4 | II B2 | ≥ 0.75 |
| 5 | II B3 | ≥ 0.65 |
| 6 | II B | ≥ 0.50 |
| 7 | II C | < 0.50 |

(如适用于 II A1 级气体的阻火器，是指所选的阻火器元件必须小于 1.14mm)。

不同爆炸级别的介质危险程度不同，对应的阻火器产品也不同。气体介质的 MESG 值越小，相应阻火器的使用工况越严苛，阻火器设计难度和成本越高。因此，在阻火器选型之前，确认气体介质的 MESG 值尤为重要。根据 MESG 值，最终确定选用哪种型号的阻火器，如适用氢气的应选用爆炸组别为 IIC 型阻火器。

阻火元件间隙大于介质 MESG 时，阻火器将无法发挥阻止火焰传播的作用。除了参考 MESG 值选型，还要注意安装位置、工艺状况、燃烧时间等。

2. 燃烧工况：在管道足够长且燃烧足够快的条件下，火焰会依次经历爆燃、不稳定爆轰、稳定爆轰等几个燃烧

阶段(图 3)。

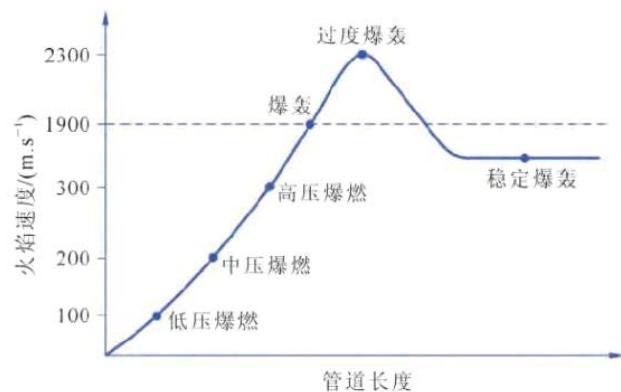


图 3 火焰燃烧过程示意

低压爆燃阶段，速度一般可达到 112m/s，压力为 0.1MPa；

中压爆燃阶段，速度一般可达到 200m/s，压力为 0.4MPa；

高压爆燃阶段，速度一般可达到 300m/s，压力为 2MPa；

爆轰阶段，速度一般可达到 1900m/s，压力为 3.5MPa；

过度爆轰阶段，速度一般可达到 2300m/s，压力为 21MPa；

稳定爆轰阶段，速度一般可达到 1830m/s，压力为 35MPa。

这是由于燃烧过程中产生“压升”现象，当点燃充满可燃气体的水平管道的一端时，火焰首先传向管壁，然后迅速向还未引燃的气体传播，燃烧产生的热量使得燃烧气体迅速膨胀，气体膨胀又导致可燃气体前端被压缩，因而产生“压升”。火焰前端气体被压缩，密度增加，燃烧传播速度加快，燃烧时产生的热量增多，导致可燃气体前端更剧烈地“压升”。

通常，如果阻火器距火源较远，那么火焰爆燃可能就会转变为爆轰，火焰前端压力增加会导致管道内的危险系

数大大增加，同时对阻火器的阻火和耐压能力要求也更为严苛。若选用了错误的阻火器，将会成为安全生产的重大隐患，因此，必须严格根据燃烧工况选择阻爆燃型或阻爆轰型的阻火器。

不过在实际工程应用中，由于混合介质较为复杂，管道情况和火焰点位置都难以确定，无法对不同条件下的阻火器选型作出明确的规定，通常需通过运用标准和积累的工程经验进行具体分析。

另外需要注意的是，由于管道中的弯头对火焰传播会起加速作用，因此，在阻火器的选型过程中要充分考虑这一因素。当弯头数量超过1个时，燃烧工况就变得较为复杂，需要模拟管线的真实情况，通过试验来确定。若无试验条件，为安全起见，一般要求选用爆轰型阻火器。因此，在工艺允许的条件下，应尽量减少火源与阻火器之间的弯头数量。

四、阻火器设置相关规范性文件

许多标准都对安装在管道、管端和设备上的阻火器作出了详细的规定。

①《压力管道规范 工业管道 第6部分：安全防护》(GB/T 20801.6-2020) 规定：下列设备和管道系统应设置阻火器：

- (1) 可燃液体常压储罐，以及液态烃、LNG等低温储罐的通气口和呼吸阀进、出口及其气相连通管；
- (2) 火炬、焚烧炉、氧化炉等燃烧入口；
- (3) 有持续点燃源和0区的风机、真空泵、压缩机等机械设备进、出口；
- (4) 装卸可燃液体或气体终端站、槽船和槽罐车的呼吸阀、以及气体总管；
- (5) 沼气系统、污水处理和垃圾填埋气系统中间气体储罐的呼吸阀以及气体总管；
- (6) 加工可燃化学品的并联设备或系统的气体和蒸

气出口，以及集合总管进入火炬、焚烧炉、氧化炉、活性炭吸附槽等处理进口；

(7) 可能发生失控放热反应、自燃、自分解的反应器或容器至大气或不耐爆炸压力的容器的出口；

(8) 输送可能发生爆炸或爆轰的爆炸性气体和蒸气的管道系统；

(9) 可燃气体在线分析设备的放空总管；进入爆炸性气体环境危险区域的内燃发动机的排气的总管。

②《精细化工企业工程设计防火标准》(GB 51283-2020) 规定：

1. 采用热氧化炉等废气处理设施处理含挥发性有机物的废气时，应设置燃烧室高温联锁保护系统和燃烧室超压泄爆装置，宜设置进气浓度监控与高浓度联锁系统、废气管路阻火器和泄爆装置。

2. 下列潜在爆炸性环境的非电气设备应设置阻火器：

(1) 甲B、乙类可燃液体常压储罐，以及液化烃、液化天然气等低温储罐的通气口或呼吸阀处；

(2) 焚烧炉、氧化炉等燃烧设备的可燃气体、蒸气或燃料气进口；

(3) 输送爆炸性气体的风机、真空泵、压缩机等机械设备进、出口；

(4) 装卸可燃化学品的槽船、槽罐车的气体置换/返回管线；

(5) 沼气系统、污水处理和垃圾填埋气系统的中间气体储罐的呼吸阀处或其气体支管接入总管前；

(6) 加工可燃化学品反应器等并联设备系统、可燃溶剂回收系统、可燃气体或蒸气回收系统、可燃废气处理系统的单台设备或系统的气体和蒸气出口，以及集合总管进入可能有点燃源的焚烧炉、氧化炉、活性炭吸附槽等处理设备进口；

(7) 可能发生失控放热反应、自燃反应、自分解反应并产生可燃气体、蒸气的反应器或容器，至大气或不耐

爆炸压力的容器的出口；

(8) 可燃气体或蒸气在线分析设备的放空总管。

③《石油化工企业防火设计标准(2018版)》(GB50160—2008)规定：

加热炉燃料气调节阀前的管道压力等于或小于0.4MPa(表)，且无低压自动保护仪表时，应在每个燃料气调节阀与加热炉之间设置阻火器。

④《油品装载系统油气回收设施设计规范》(GB50759—2012)规定：

油气收集支管与鹤管的连接法兰处应设置阻火器。

⑤《石油化工储运系统罐区设计规范》(SH/T3007—2014)规定：

下列储罐通向大气的通气管或呼吸阀上应安装阻火器：

- (1) 储存甲B、乙、丙A类液体的固定顶储罐和卧式储罐；
- (2) 储存甲B、乙类液体的覆土卧式储罐；
- (3) 采用氮气或其他惰性气体密封保护系统的储罐；
- (4) 内浮顶储罐罐顶中央通气管。

⑥《阻火器的设置》(HG/T 20570.19—1995)规定：

(1) 化学油品的闪点小于等于43℃的储罐，其直接放空管道(含带有呼吸阀管道)上设置阻火器；
(2) 储罐(和槽车)内物料的最高工作温度大于或等于该物料的闪点时，其直接放空管道(含带有呼吸阀的放空管道上)设置阻火器。最高温度要考虑到环境温度变化、日光照射、加热、管失控等因素；

(3) 管道阻火器的设置，输送有可能产生爆燃或爆轰的爆炸性混合气体的管道(应考虑可能的事故工况)，在接收设备的入口处设置管道阻火器；

(4) 输送能自行分解爆炸并引起火焰蔓延的气体物料的管道(如乙快)，在接收设备的入口或由试验确定的阻止爆炸最佳位置上，设置管道阻火器；

(5) 火炬排放气进入火炬头前应设置阻火器或阻火装置。

⑦《立式圆筒形钢制焊接储罐安全技术规范》(AQ3053—2015)规定：

下列储罐应设置阻火器：

(1) 甲、乙、丙A类油品的固定顶储罐，其通气管或呼吸阀上应设阻火器；

(2) 采用气体密封的储罐上经常与大气相通的管道应设阻火器；当建罐地区月平均最低气温的最低值低于0℃时，呼吸阀和阻火器应有防冻措施；在环境温度下物料有结晶或自聚可能时，呼吸阀和阻火器应有防结晶或自聚措施。

(3) 内浮顶储罐的罐顶中央通气孔应加装阻火器。

⑧《石油化工石油气管道阻火器选用检验及验收标准》(SH/T3413—2019)规定：

当有爆炸性混合物存在的可能且无其他防止火焰传播的设施时，下列管道系统和容器应设置阻火器：

- (1) 与燃烧器连接的可燃气体输送管道；
- (2) 具有爆炸性气体的储罐或容器气相空间的开放式通气管；
- (3) 甲B、乙类液体储罐之间气相连通管道的分支管道，储罐顶部油气排放管道的集合管；
- (4) 装卸设施的油气排放(或回收)总管及分支管道。

⑨《压力管道安全技术监察规程》(TSG D0001—2009)对管道阻火器作出如下规定：

凡有以下情况之一者，一般应当在管道系统的指定位置设置管道阻火器：

- (1) 输送有可能产生爆燃或者爆轰的混合气体管道；
- (2) 输送能自行分解导致爆炸，并且引起火焰蔓延的气体管；
- (3) 与明火设备连接的可燃气体减压后的管道(特殊情况可设置水封装置)；

(4) 进入火炬头前的排放气管道。

对放空阻火器作出如下规定：

以下放空或者排气管道上应当设置放空阻火器：

(1) 闪点低于或者等于 43℃，或者物料最高工作压力高于或者等于物料闪点的储罐的直接放空管（包括带有呼吸阀的放空管道）；

(2) 可燃气体在线分析设备的放空总管；爆炸危险场所内的内燃发动机的排气管道。

但这些标准规范对阻火器的选型规定的信息较少，尤其是管道阻火器具体选用阻爆燃型还是阻爆轰型的内容更少。具体选用阻爆燃型还是阻爆轰型，应根据潜在 / 已知着火点距离阻火器的距离进一步判定，但在实际生产过程中，很难确切预知可能的火焰位置，因此选择阻爆轰型管道阻火器情况较为常见。

五、阻火器的安装要求

对阻火器的安装要求，来看看标准规范是如何规定的。

《阻火器的设置》（HG/T 20570.19-1995）中对安装方向作出了规定：安装管道阻爆轰阻火器时，要注意其爆轰波吸收器应朝向有可能产生爆轰的方向，否则将失去阻爆轰的作用。

《石油化工金属管道布置设计规范》（SH/T3012-2011）对安装位置作出了规定：

(1) 氢气放空管上的阻火器应靠近放空口端部布置。

(2) 加热炉燃料气主管上的管道阻火器应靠近加热炉布置，并便于检修，管道阻火器与燃烧器距离不宜大于 12m。

(3) 储罐用的阻火器应直接安装在储罐顶的管口上。

(4) 常压放空排气管道的阻火器宜设布置在排气管道的末端。

《石油化工石油气管道阻火器选用检验及验收标准》（SH/T3413-2019）

第 6.2.12 条规定阻火器应安装在接近点火源的位置。该文件也对阻火器的连接方式进行了规定，

第 6.2.17 条规定：安装于管道中的阻火器，通常采用法兰连接。

《阻火器的设置》（HG/T 20570.19-1995）

第 5.0.4 条规定：阻火器与管道的连接一般为法兰连接，小直径的管道采用螺纹连接。

《压力管道安全技术监察规程》（TSGD0001-2009）

对阻火器安装，提出了如下要求：

(1) 管端型放空阻火器的放空端安装防雨帽；

(2) 工艺物料含有颗粒或者其他会使阻火元件堵塞的物质时，在阻火器进、出口安装压力表，监控阻火器的压力；

(3) 工艺物料含有水汽或者其他凝固点高于 0℃ 的蒸汽（如醋酸蒸汽等），有可能发生冻结的情况，阻火器设置防冻或者解冻措施，如电伴热、蒸汽盘管或者夹套和定期蒸汽吹扫等，对于水封型阻火器，可以采用连续流动水或者加防冻剂的方法防冻；

(4) 阻火器不得靠近炉子和加热设备，除非阻火元件温度升高不会影响其阻火性能；

(5) 单向阻火器安装时，阻火侧朝向潜在点火源。

此外，阻火器安装时要查看制造商提供的使用说明书，遵照说明书介质流向和安装方向的限制要求。一般情况是，稳定燃烧的阻火器要避免介质垂直向下流动，且潜在点火源位于阻火层下方的情况。

总之，安装位置不对，阻火器就起不到安全设施的作用；安装方向不对，将会失去阻爆轰的作用。

（来源：中国化学品安全协会 今日化题榜）

高温之下， 企业请重视危化品仓储安全管理

近日，全国各地频频通报高温预警高温环境导致危险化学品储存安全隐患大大增加危险化学品具有易燃易爆有毒有害及腐蚀特性对人员、设施、环境影响巨大，事故屡禁不止。

案例一

2019年9月16日，广东省广州市一材料有限公司仓库首层小仓库发生爆燃事故，造成2人死亡，2人受轻微伤。

事故原因：仓管员在处置危险化学品泄漏时，泄漏物过氧化2-乙基己酸叔丁酯受热分解后形成的爆炸性气体，遇工人搬动铁桶时产生的火花，引起爆炸并随后起火。进而引燃现场存放的过氧苯甲酸叔丁酯、过氧化2-乙基己酸叔丁酯、偶氮二异丁腈和甲胺溶液等危险化学品和空塑料桶等，造成现场火势迅速蔓延并引发多次爆燃。

司的成品仓库发生火灾事故，虽未造成人员伤亡，但导致周边群众疏散，社会影响大。

发生事故的仓库外搭建的雨棚下方违规堆放大量化学品，严重违反《常用化学危险品贮存通则》等标准规范要求。



案例二

2019年8月6日，广东省清远市一生化科技公

案例三

2019年7月29日，江西省南昌县小蓝工业园一化工原料公司仓库发生爆炸，所幸事故未造成人员伤亡。

经了解，爆炸物为桶装二甲苯，爆炸造成仓库屋顶塌陷，并引燃仓库内其他物品。



危化品安全是安全生产的重中之重，若安全风险管控不到位，易引发群死群伤事故。那么关于危化品存储仓库的安全管理，

危险化学品仓储管理9条要求

- 企业应当提供与其生产的危险化学品相符的化学品安全技术说明书，并在危险化学品包装上粘贴或者拴挂与包装内危险化学品相符的化学品安全标签。化学品安全技术说明书和化学品安全标签所载明的内容应当符合国家标准的要求。

- 甲类物品仓库宜单独设置；当其储量小于5t时，可与乙、丙类物品仓库共用一栋建筑物，但应设独立的防火分区。

- 仓库内严禁设置员工宿舍；办公室、休息室等严禁设置在甲、乙类仓库内，也不应贴邻建造。

- 甲、乙、丙类液体仓库应设置防止液体流散的设施；遇湿会发生燃烧爆炸的物品仓库应设置防止水浸

渍的措施。

- 危险化学品仓储应满足以下条件：
 - 爆炸物宜按不同品种单独存放，当受条件限制，不同品种爆炸物需同库存放时，应确保爆炸物之间不是禁忌物且包装完整无损；
 - 有机过氧化物应储存在危险化学品库房特定区域内，避免阳光直射，并应满足不同品种的存储温度、湿度要求；
 - 遇水可放出易燃气体的物质和混合物应密闭储存在设有防水、防雨、防潮措施的危险化学品库房中的干燥区域内；
 - 自燃物和混合物的储存温度应满足不同品种的存储温度、湿度要求，并避免阳光直射；
 - 自反应物质和混合物应储存在危险化学品库房特定区域内，避免阳光直射并保持良好通风，且应满足不同品种的存储温度、湿度要求，自反应物质及其混合物只能在原装容器中存放。
- 易燃易爆性商品存储库房温湿度应满足《易燃易爆性商品储存养护技术条件》（GB 17914—2013）要求。
- 危险化学品应当储存在专用仓库，并由专人负责管理；剧毒化学品以及储存数量构成重大危险源的其他危险化学品，应在专用仓库内单独存放，实行双人收发、双人保管制度。
- 储存危险化学品的单位应当建立危险化学品出入库核查、登记制度。
- 应按国家标准分区分类储存危险化学品，不得超量、超品种储存危险化学品，相互禁配物质不得混放混存。

（来源：班组安全）

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。



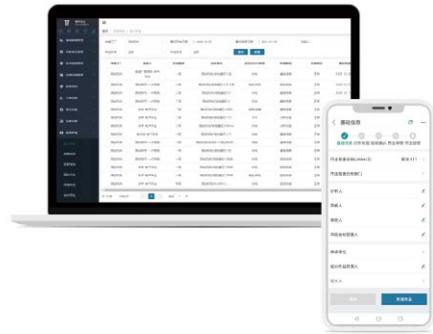
风险分区管理系统 – 通过生产过程危险和有害因素的辨识,运用定性或定量的统计分析方法确定其风险程度,一般分为重大风险、较大风险、一般风险、低风险,在信息系统中企业厂区平面图上用红、橙、黄、蓝“四色图”进行标绘,形成“两单三卡”。



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

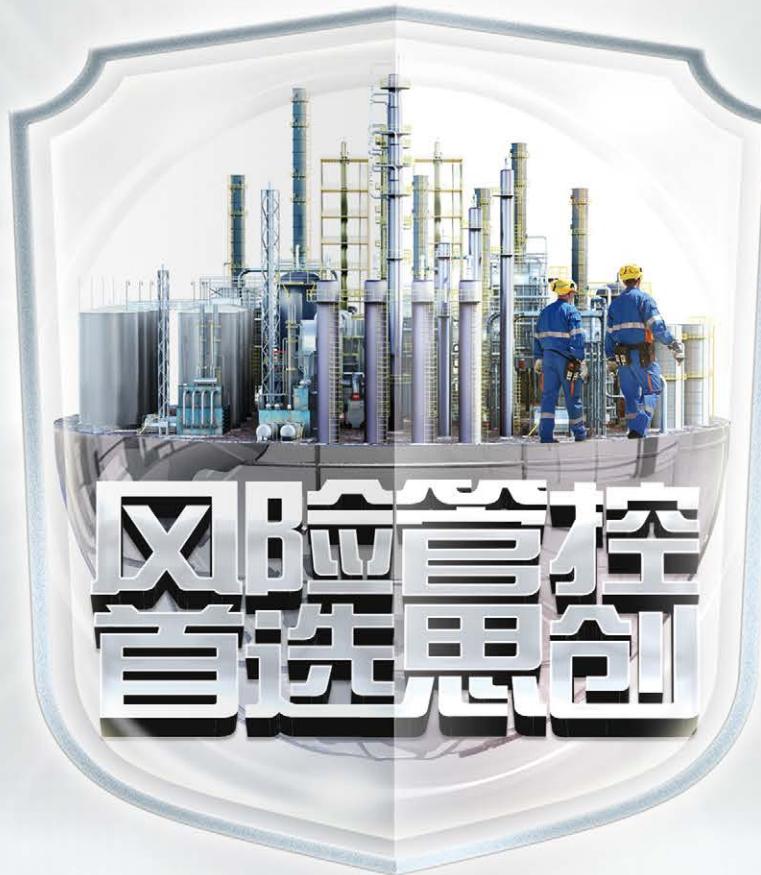
30年的技术精研·行业权威专家团队始终专注于化工安全领域

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