

化学品安全 文摘

2024.06
VOL 总 209 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 2024 年中小油气储存企业部级专家指导服务
- 危化品重点县专家指导服务协调办解读企业安全风险隐患排查表
- 又是带压堵漏，又是异常工况处置，同类事故为何重复发生？





化学品安全文摘

2024/06 总第 209 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 峰

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：永祥股份



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。

目 录

I ndustry News 行业新闻 ----- 02

- 应急管理部启动 2024 年中小油气储存企业部级专家指导服务
- 应急管理部：在全国范围内开展安全生产资格证书涉假专项治理
- 危化品重点县专家指导服务协调办解读企业安全风险隐患排查表
- 酸碱交替固定床过氧化氢生产工艺改造方案研讨会召开

P olicy Interpretation 政策解读 ----- 04

- 间歇碳化法碳酸锶 / 碳酸钡生产工艺改造方向
——《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》解读之三
- 硝基苯等化学品用间歇或半间歇釜式硝化工艺改造方向
——《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》解读之四

E xpert Perspective 专家视角 ----- 12

- 反应釜爆炸事故接连发生！精细化工生产如何避免操作不当引发事故？
- 又是带压堵漏，又是异常工况处置，同类事故为何重复发生？
- 汲取“4·19”中毒事故教训，强化坑池井等半封闭空间的风险管控
- 化工老旧装置运行现状分析及更新改造建议

Contents

C ase Study 案例学习 ----- 23

- 甘肃滨农科技有限公司 “6·16” 较大爆炸事故
- 2024 年 5 月发生的典型事故
- 历史上 6 月发生的危险化学品事故

P SM 过程安全管理 ----- 30

- 防止压缩机与输送泵薄弱点泄漏导致事故扩大
——论紧急切断阀的设置必要性

T echnology Online 科技在线 ----- 32

- 国产新款四足机器人快速跨越复杂地形，第一时间到达救灾现场

S afety knowledge 安全知识 ----- 33

- 安全 5 分钟
- 高温将至，危化品储存要提前做好安全防范
- 安全管理人员如何做好与员工谈话沟通？
- 关于 VOCs 废气吸附装置的几点安全建议
- 氮气的危害及防范措施

行业新闻

应急管理部启动 2024 年中小油气储存企业部级专家指导服务

为认真落实《化工和危险化学品安全生产治本攻坚三年行动方案（2024—2026 年）》工作部署，有效防控重大安全风险，帮扶中小油气储存企业持续提升安全管理水平，应急管理部 5 月中旬启动 2024 年中小油气储存企业专家指导服务，目前各专家指导服务工作组已分赴河北、山西、江苏、湖北等地开展工作。

本次对 100 家中小油气储存企业分批次开展部级专

家指导服务，通过现场指导服务，帮扶企业健全油气储存“4321”（气体检测、紧急切断、视频监控、雷电预警 4 个系统，主要负责人、技术负责人、操作负责人 3 类包保责任，企业对标自评和深度评估 2 个评估，1 个智能化管控平台）风险防控工作机制。指导服务期间，将邀请地方专家现场观摩，示范带动地方专家队伍和企业安全管理人员提高隐患排查能力，共同提升风险防控水平。

应急管理部：在全国范围内开展安全生产资格证书涉假专项治理

5 月 29 日，应急管理部召开新闻发布会，介绍安全生产资格证书涉假专项治理工作情况。会上，应急管理部执法工贸局局长杨智慧表示，安全生产资格证书涉假问题给企业生产经营活动埋下重大事故隐患，近年来，因从业人员持假证或无证违规作业酿成的事故屡屡发生。对此，应急管理部会同相关部门坚决予以打击，取得阶段性治理效果。

但因利益驱动，一些不法分子心存侥幸、铤而走险，假证问题很容易死灰复燃。比如，去年北京市查出的一条特大跨省伪造特种作业操作证黑灰产业链，据虚假网站后台数据显示，超 50 万人关注该网站，超过 1.9 万人购买了伪造的证件。

杨智慧介绍，为全面加强安全生产资格证书涉假问题系统综合治理，依法查处打击相关证书涉假违法犯罪活动，应急管理部、中央网信办、工业和信息化部、公安部、住房城乡建设部、市场监管总局、国家矿山安

监局、最高人民法院、最高人民检察院九个部门迅速行动，按照“三个强化”的思路研究做好安全生产资格证书涉假专项治理工作。

一是强化全链条打击。贯穿制假、售假、买假、用假、虚假营销等多个环节，不仅在使用现场，更要从源头上杜绝假证空间。二是强化多部门联合。九个部门加强联动，进行了多次会商，就“打什么、如何打、谁来打”达成一致意见，根据各自职责职能，构建起全方位、无死角的严密网络。三是强化疏堵结合。坚持打击与服务引导并重，不仅出台了一系列精准打击措施，还致力于打造便捷、高效的特种作业管理体系支撑。

“我们将抓紧修订相关制度规定，推广应用信息化手段，强化监管服务，既方便考生，又解决企业特种作业人员用工难的问题，清除‘假证土壤’。”杨智慧说，5 月 12 日，九部门联合印发了《安全生产资格证书涉假专项治理工作方案》，从印发之日到 12 月底，在全

国范围内组织开展专项治理，此次专项治理，对象更加聚焦，力度更强，力争通过一系列务实管用的举措，坚决防范遏制假证问题，更好服务经济社会高质量发展。

据介绍，目前，各地区、各有关部门已经迅速部

署行动，细化完善工作任务分工，确保专项治理按计划推动。九个部门建立了部际联络等工作机制，定期会商研判，定期调度掌握进展情况，加大工作推进和督导力度，确保工作方向不偏移、力量不分散、动作不走样。

危化品重点县专家指导服务协调办解读企业安全风险隐患排查表

5月22日下午，危化品重点县专家指导服务协调组办公室组织《重点县危险化学品企业安全风险隐患排查表》线上培训。

培训中，协调办负责人程长进分析了2024年开年至今危化领域发生的典型事故，介绍了2024年危化品重点县专家指导服务工作方案，解读了排查表中安全管理、设计与总图、装置运行管理、设备安全管理、仪表及电气安全、四个“清零”、高危细分领域、重大活动期间与复工复产等核查项，并对检查表的使用和填写、问题整改情况复查、企业检查报告编写等提出具体

要求。

程长进指出，开展好危险化学品重点县2024年专家指导服务，是落实《化工和危险化学品安全生产治本攻坚三年行动方案（2024—2026年）》及危险化学品安全监管年度重点工作的重要举措，通过实施“两覆盖一核查”、推动重点县落实好年度重点工作、强化本地专家队伍建设、加强反馈培训等工作，切实提高企业隐患排查及整改质量，提升本地专家隐患排查能力，提升监管人员安全监管能力，为全国危化品安全生产形势持续稳定向好提供坚实支撑。

酸碱交替固定床过氧化氢生产工艺改造方案研讨会召开

5月10日至11日，酸碱交替固定床过氧化氢生产工艺改造方案研讨会在洛阳召开。

会议期间，中国化学品安全协会就应急管理部发布的《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》中淘汰“酸碱交替的固定床过氧化氢生产工艺”的相关要求，向与会人员进行了专题讲解，并针对应急部日前印发的《化工企业生产过程异常工况安全处置准则（试行）》附录4《过氧化氢生产企业典型异常工况安全处置要点》进行了详细解读。

黎明化工研究设计院介绍了酸碱交替的固定床过氧化氢生产装置合规性改造的几种不同类型设计思路，以及改造过程中可能会出现的一系列典型工艺问题的解

决方案，并重点提出了整个改造过程必须开展的各类评估与鉴定等合规性要求。针对不同类型的改造设计思路，与会人员结合各自装置存在的问题和面临的困难进行了深入交流和研讨。

会议明确了酸碱交替固定床过氧化氢生产工艺升级改造的方向，统一了认识，为下一步积极推进酸碱交替的固定床过氧化氢生产工艺的淘汰，加快推进蒽醌法酸碱交替固定床过氧化氢生产工艺的技术升级改造进度奠定了基础。

中国化学品安全协会总工程师程长进及协会有关人员，黎明化工研究设计院有关人员，来自全国各地的27家过氧化氢生产企业代表等参加会议。

间歇碳化法碳酸锶 / 碳酸钡生产工艺改造方向

——《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录(第二批)》

解读之三

中国化学品安全协会 田雨发

应急管理部日前发布《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录(第二批)》，明确提出淘汰间歇碳化法碳酸锶、碳酸钡生产工艺(使用硫化氢湿式气柜的)，要求新(扩)建项目禁用，现有间歇碳化法碳酸锶生产工艺一年内改造完毕，现有间歇碳化法碳酸钡生产工艺两年内改造完毕。

工艺介绍

碳酸锶、碳酸钡的生产工艺过程基本相同。下面以碳酸锶为例，介绍其主要生产工艺流程。

碳酸锶是以天青石矿粉(SrSO_4)和无烟煤两种物质为原料，经过计量、混合后，经输送带送入转炉进行高温还原，生成硫化锶(SrS)熟料，加入热水使熟料中的 SrS 溶解，生成的 SrS 溶液泵入碳化塔，与通入的 CO_2 反应形成碳酸锶(SrCO_3)浆液，浆液经板框脱水分离得到 SrCO_3 滤饼，滤饼进入烘干机利用换热烟气烘干得到粉状 SrCO_3 成品，反应伴生的含硫化氢的尾气排入硫化氢气柜暂存，之后由罗茨风机送至克劳斯系统用于制取硫磺。碳酸锶生产工艺流程见图1。

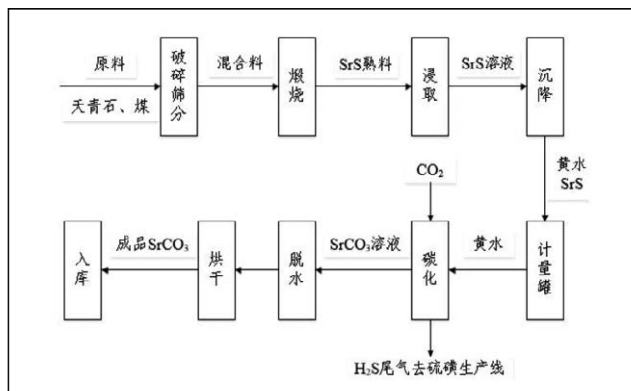


图1 碳酸锶生产工艺流程图

目前，国内大部分碳酸锶企业的生产工艺为间歇碳化工艺，生产过程基本相同。间歇碳化工艺的操作方式如下(以每组3台碳化塔为例)：

三只塔均泵入黄水(SrS)，一号塔设为主碳化，开启 CO_2 入一号塔进行反应，尾气入串联的其余两塔，一号塔达到反应终点时，停止通入 CO_2 ，关闭所有运行阀门，一号塔放料完毕后再次泵入黄水，将 CO_2 通入作为主碳化塔的二号塔，尾气入三号塔和一号塔，以此类推，循环操作。间歇碳化工艺流程见图2。

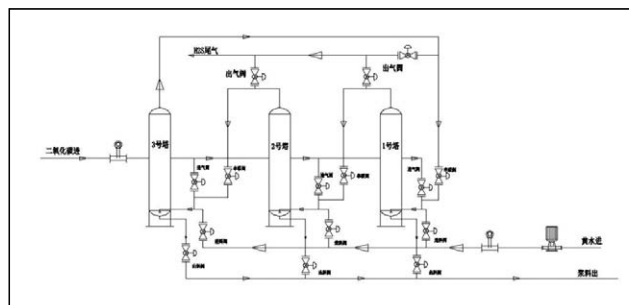


图2 间歇碳化工艺流程图

每3个碳化塔为一组，根据企业的生产规模，碳化塔的数量在数组到数十组之间。因采用间歇碳化工艺，碳化塔产生的硫化氢尾气时常中断，且通入二氧化碳进行反应的前期产生的硫化氢流量大、浓度高，反应末期硫化氢流量小、浓度低。因反应的不同阶段，尾气中硫化氢含量及尾气流量波动较大，难以维持克劳斯装置正常生产。因此，采用间歇碳化工艺，尤其是碳化塔组数量较少时必须设置硫化氢气柜暂存硫化氢气体，以便进入克劳斯装置的尾气中硫化氢浓度和尾气流量相对稳定。

被淘汰原因

间歇碳化法生产工艺被列入淘汰目录，最主要的原因是该工艺需要设置硫化氢气柜，大部分企业设置了1~2台1000~1500m³的硫化氢气柜，硫化氢浓度为50%~80%，如果全部泄漏，可以使得长宽各500米、高度2米的空间内的硫化氢浓度达到立即致死的水平。因此，硫化氢湿式气柜存在的安全隐患较大。此外，间歇碳化法在生产过程中还存在阀门操作频繁导致的易泄漏、使用罗茨风机输送硫化氢尾气易泄漏等缺点。

对设备而言，由于硫化氢溶于水，对湿式气柜的腐蚀较为严重。湿式气柜在运行时硫化氢溶于水封水，即使企业在水封槽严密地覆盖一层漂浮物，硫化氢仍会挥发到环境中，对操作人员的身体健康及周边环境均产生不良影响。碳酸锶、碳酸钡生产企业的硫化氢气柜中，硫化氢的浓度可达50%~80%，且气柜的在线量较大，加之硫化氢气体比空气重，可沿地面向远处传播的特性，使得硫化氢气柜一旦发生大量泄漏，其后果不可接受。

替代工艺

间歇碳化法碳酸锶、碳酸钡生产工艺的替代工艺主要有两种：一是连续碳化法碳酸锶、碳酸钡生产工艺；二是多组碳化塔间歇式生产工艺。

（一）连续碳化法生产工艺

1. 工艺流程

连续碳化法生产工艺在碳化塔之前的工艺流程不变，只对碳化塔进行改造，将碳化塔数量由3台改为2台，第三台碳化塔变更为脱气塔，入料顺序固定，不再频繁进行切换。具体工艺流程如下：

黄水与二氧化碳按比例连续通入一号碳化塔底部进行反应，部分未完全反应的黄水与锶浆由一号塔上部采出泵入二号塔底部，塔顶尾气排放至硫回收装置；由一号塔上部来的料浆进入二号塔前补充二氧化碳，进入二号碳化

塔进行反应，塔顶尾气排放至硫回收系统；基本反应完全的浆料由二号塔上部采出，泵入脱气塔上部，在脱气塔底部补充部分二氧化碳，与塔上部进料的浆料逆流接触，浆料中少量未反应的黄水在脱气塔中完全反应，同时将浆料中溶解的部分硫化氢气体脱除，尾气由塔顶排放至前两个碳化塔，其中的二氧化碳与原料黄水进行反应，以降低尾气中的二氧化碳含量，减少二氧化碳消耗，提高尾气硫化氢浓度，根据生产情况也可将脱气塔尾气直接排至硫回收装置。在碳化塔内反应产生的硫化氢气体及脱气塔顶部排出的尾气利用压差通过管道直接送入克劳斯系统制取硫磺。

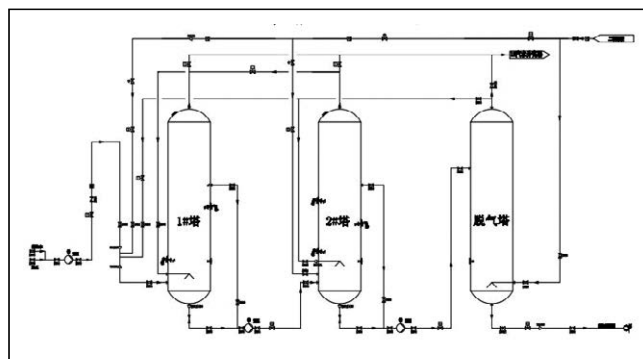


图3 连续碳化工艺流程图

2. 工艺优势

连续碳化法生产工艺中硫化氢尾气产生的量和浓度不会出现大幅波动，取消了含硫化氢尾气气柜，显著减少了毒性气体的在线量，降低了安全风险；取消了罗茨风机，减少了泄漏的可能；降低了反应压力，由原0.3MPa左右降低至0.03MPa左右，对设备的要求降低、泄漏风险减少；减少了阀门的频繁操作，降低阀门泄漏的概率。因此，连续碳化法生产工艺更加安全。

此外，连续碳化法生产过程连续、稳定，更加易于控制，尾气中硫化氢的含量由间歇式工艺的60%左右提高至85%左右，显著降低了二氧化碳消耗量；显著提高了生产效率，可减少设备投资；生产装置连续生产，产品质

量更稳定，避免了间歇式生产工艺中不同批次质量波动的问题。

（二）多组碳化塔间歇式生产工艺

多组碳化塔间歇式生产工艺实质上仍为间歇式碳化工艺，与列入淘汰目录的间歇式碳化工艺相比，唯一的区别是由于塔组数量较多，一组或两组碳化塔停止碳化反应期间造成的尾气产量降低，对进入克劳斯系统的尾气总量影响较小，尾气流量和浓度的波动不影响克劳斯系统的正常运行，因此可以取消硫化氢尾气气柜。此次淘汰目录中，将提高碳化塔组数量的方式也列为替代工艺，为企业改造留出更大的自主选择空间。

（三）两种替代工艺的对比

两种替代工艺相比较，连续碳化法不仅能够实现取消硫化氢气柜的目的，同时还具有投资少、生产工艺更加平稳、降低危险环境中人员暴露的频次、降低阀门泄漏风险等优点。因此，连续碳化法工艺应作为首选替代工艺。

而且，经过前期调研，通过连续碳化法技术改造，取消湿式硫化氢气柜是可行的，既能取得良好的安全效果，同时具备良好的经济效益，改造后的碳化塔能够连续向硫回收装置提供含硫化氢尾气，基本达到了改造目的，部分工艺指标优于原间歇式工艺。

改造建议

一、采用间歇碳化法生产工艺的企业，应尽快开展连续碳化法生产工艺的调研、攻关

针对间歇碳化法生产工艺中硫化氢气柜可能存在的安全风险，早在几年前，相关部门已开始督促有关企业进行技术攻关及改造，其中部分企业对相关要求进行了积极响应，并成功开发出了连续碳化法生产工艺，经过一段时间的运行，取得了较好的成果。但部分企业始终

处于观望状态。此次淘汰目录的发布，要求现有碳酸锶间歇碳化法生产工艺一年内改造完毕，现有碳酸钡间歇碳化法生产工艺两年内改造完毕，对于前期未开展相关工作的企业，虽然时间比较紧迫，但总体来看，时间仍是足够的，但前提是对于这类企业，需要立即开展相关工作，一旦拖延，很可能导致截止日期前不能完成改造，或在技术储备不足的前提下仓促改造，不能达到预期效果。

二、尽量提高生产装置的自动化控制水平

由于目前大部分采用间歇式碳化法生产工艺生产碳酸锶、碳酸钡的企业均为手动操作，对自动化控制系统接触较少，对其功能了解不多，对其可靠性存在怀疑。因此，建议相关企业开展更广泛的调研，充分了解目前自动化控制系统的强大功能和高可靠性，打消疑虑。

由于改造为连续碳化法生产工艺，减少了进出料、取样分析等人工操作，但仍需要对整个生产系统进行频繁的微调，如果设计得当，这些微调操作均能够实现自动化控制，整个生产过程可以全部实现远程控制，生产现场不再需要人工操作，只需按时巡检即可。

三、加强人员培训

在连续碳化法生产工艺改造装置投入使用前，应制定完善的操作规程，并对操作人员进行充分培训，尤其应注意完善操作规程中开停车过程的操作内容。由于缺少气柜的缓冲，碳化装置和硫回收装置必须做到“同开同停”，对操作人员的要求提高；同时，生产装置由手动操作改为自动化控制系统控制，对操作人员的操作方式、操作习惯带来的改变较大。在装置投用前必须进行充分的培训，让操作人员了解自动化控制系统的控制原理、调节方法、异常工况的处置等内容，确保其具备足够的操作技能和应急处置能力。

硝基苯等化学品用间歇或半间歇釜式硝化工艺改造方向

——《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》

解读之四

中国化学品安全协会 刘啸武

近日，应急管理部发布《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》，明确提出禁止硝基苯等 27 种化学品生产过程中采用间歇或半间歇釜式硝化工艺，要求两年内改造完毕，替代的工艺为微通道反应器、管式反应器或连续釜式硝化生产工艺。27 种化学品包括：硝基苯、二硝基苯、硝基甲苯、二硝基甲苯、硝基氯苯、二硝基氯苯、乙氧氟草醚、O-甲基-N-硝基异脲、唑草酮、2,5-二氯硝基苯、3-硝基邻苯二甲酸、2,4-二氯-5-氟苯乙酮、硝基胍、5-氯-2-硝基苯胺、2,4-二氯硝基苯、2,4-二氟硝基苯、芬苯达唑、阿苯达唑、二甲戊灵、甲磺草胺、氟磺胺草醚、4-氯-2,5-二甲氧基硝基苯、2-硝基-4-乙酰氨基苯甲醚、3,4-二氟硝基苯、1-氨基-8-萘酚-3,6-二磺酸(H 酸)、2-硝基-4-甲磺基苯甲酸、6-硝基-1,2-重氮氨基萘-4-磺酸(6-硝体)。

硝化工艺介绍

(一) 硝化反应概述

硝化反应是指向有机化合物分子中引入硝基($-\text{NO}_2$)而生成硝基化合物的反应过程。硝化反应是染料、炸药，以及某些医药、农药等精细化工产品生产过程中的重要反应步骤，通过硝化反应可生成多种芳烃、烷烃硝化物，如硝基苯类、TNT、硝基甲烷等，以及制备苦味酸、染料、偶氮苯、联苯胺、氨基蒽醌类等重要化工原料。

(二) 硝化工艺分类

按不同生产方式，硝化工艺可分为以下 3 类：

- 间歇硝化工艺：所有物料一次性加入设备中，完成操作的工艺。间歇硝化工艺采用的设备一般为搅拌釜式反应器。

- 半间歇硝化工艺：打底物料一次性加入设备中，其余物料分段或持续加入设备中完成操作的工艺。半间歇硝化工艺采用的设备一般为搅拌釜式反应器。

- 连续硝化工艺：原料连续进入设备且产品连续排出的工艺。连续硝化工艺的设备可采用搅拌釜式反应器、管式反应器、微通道反应器等。

硝化工艺危险性分析

(一) 硝化物料风险

硝化反应产物和副产物大多具有爆炸危险性，特别是多硝基化合物和硝酸酯，在受热、摩擦、撞击或接触火源时，极容易发生爆炸和火灾事故。例如，2,4,6-三硝基甲苯(TNT)是一种烈性炸药；脂肪族硝基化合物通常闪点较低，属于易燃液体；芳香族硝基化合物中苯及其同系列的硝基化合物属于可燃液体或可燃固体；二硝基和多硝基化合物性质极不稳定，在受热、摩擦、撞击或接触火源时都可能发生分解，甚至爆炸，并且爆炸破坏力很大。

(二) 反应过程风险

硝化反应放热量大，反应速率快，温度不易控制。硝化反应过程中，温度越高，反应速率越快，引入一个硝基可释放出约 153kJ/mol 的热量，硝化反应过程必须

及时移除反应热。在生产过程中，若冷却失效、加料失控或搅拌中途停止，极易造成温度急剧升高而发生爆炸事故。混酸配制过程中，也会产生大量的热量，若不能及时移出，体系温度将持续升高，温度可达 90℃ 以上，可能造成硝酸分解，释放出氮氧化物等有毒气体，导致中毒事故。

大多数硝化工艺过程为非均相反应，若反应过程中各反应组分分布不均匀，将会引起局部过热，导致危险事故的发生。尤其是在反应起始阶段，停止搅拌等原因造成传热失效是非常危险的，一旦再次开动搅拌，会导致局部剧烈反应，短时间内释放大量热量，引起爆炸事故。

（三）间歇硝化工艺的风险

间歇硝化工艺为分批式操作，每一批次反应物料全部加入反应釜中，反应一定时间后全部取出转入下一工序。在此过程中，反应集中在单釜中，反应物必须按照严格的配比进行投料，一旦有较大误差，易发生事故。在每一次反应结束后，有部分反应物尚未反应完全，进入下道工序带来安全风险。在间歇式硝化工艺中，投料、反应时间和温度的控制、放料等都由人工掌控，操作人员无法做到每一次操作的参数都完全一样，不仅导致不同批次产品质量有波动，更会因操作人员一点疏忽，造成生产安全事故。

（四）半间歇硝化工艺的风险

半间歇硝化工艺是将一部分物料投入反应釜，另一部分物料采用连续的方式加入，反应结束后放料。例如，半间歇的混酸滴定工艺提高了目标产物的收率，减少了副产物的生成，缓解了局部热量累积问题。但半间歇硝化工艺仍然采用釜式反应，持液量大，在操作过程中仍存在滴加过量、搅拌故障、传热失效等风险，易生成局部热点，具有爆炸的危险性。

（五）副反应的风险

间歇、半间歇硝化反应均易发生副反应和过反应，

直接影响生产安全，尤其是二硝、三硝的爆炸风险将急剧增加。若在硝化反应过程中发生氧化反应，反应放出热量，同时释放大量红棕色氮氧化物气体，在体系温度升高后，可能导致氮氧化物气体与硝化混合物同时从设备中喷出，发生爆炸事故。

（六）搅拌装置的风险

间歇、半间歇硝化反应釜的搅拌装置非常重要，如果反应过程中搅拌停止，硝化反应不均匀，容易产生局部热点引发爆炸。另外，搅拌器采用甘油或普通机油等作为润滑剂，机油与硝酸等物料混合，有可能发生硝化反应而造成爆炸。

典型事故案例

（一）甘肃某企业硝化釜爆炸事故

2021 年 12 月，甘肃某企业的硝化工序在装置临时停车、硝化釜停止搅拌时，浓硝酸进料未完全切断，导致釜内硝酸含量偏高。开车启动搅拌时，釜内物料急剧反应放热，发生爆炸，造成 3 人死亡。

（二）内蒙古某企业硝化反应釜爆炸事故

2017 年 2 月 21 日，内蒙古阿拉善盟某公司对硝基苯胺车间发生反应釜爆炸事故，造成 2 人死亡、4 人受伤。

事故原因：事故企业在应急电源不完备的情况下，于 2 月 17 日擅自复产，2 月 20 日由于大雪天气，企业所在工业园区全面停电，由于缺乏应急电源，对硝基苯胺车间反应釜无法冷却降温，其中一个反应釜超温超压发生爆炸。

（三）天津某精细化工企业硝化釜爆炸事故

2006 年 8 月 7 日，天津市某精细化工企业硝化车间反应釜发生爆炸，造成 10 人死亡、3 人重伤。

直接原因：该公司硝化车间 5 号硝化反应釜滴加浓硫酸时速度控制不当，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。

（四）辽宁某企业硝化装置爆炸事故

1991年2月，辽宁省辽阳市某企业的硝化工房在生产过程中，由于硝化工段六号机、七号机硝酸加料阀泄漏，造成硝化系统硝酸含量增高发生爆炸事故，死亡17人，重伤13人，轻伤98人。

以上事故涉及的硝化反应工艺均为间歇釜式反应。从硝化企业各类事故统计来看，目前还没有微通道反应器、管式反应器发生硝化事故的记录。

替代工艺介绍

（一）釜式连续硝化

为提高工艺过程传质传热能力，减少反应器内热量积累现象，进一步提高硝化工艺的安全可靠性，硝化工艺的主流发展方向是进行连续化改造，将间歇、半间歇工艺操作过程转变成连续化，降低人工误操作引发安全事故的几率。同时，工艺流程连续化也强化了硝化工艺中物料、热量的流通和控制能力，进一步提高了硝化工艺过程安全性。

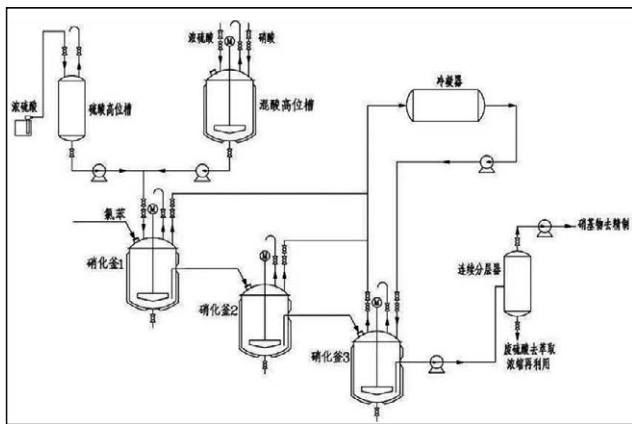


图1 釜式连续硝化工艺

釜式连续硝化工艺如图1所示。该工艺是由传统的单釜间歇硝化改为串联多釜连续硝化。不同于间歇的单釜硝化工艺，多釜连续硝化工艺的操作流程是连续的，本质上实现了物料、热量的连续流动，提高了该工艺的安全性。

（二）管式硝化

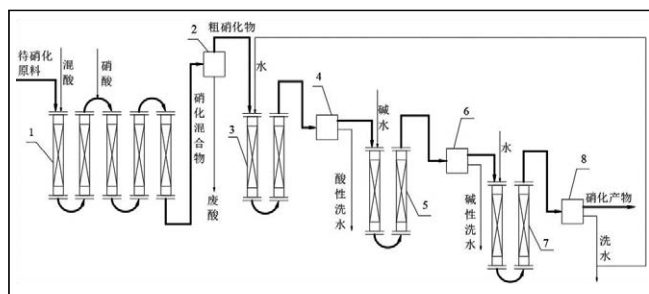
管式反应器是一种呈管状、长径比很大的连续操作反应器，通常利用液体或气体作为传热介质进行化学反应。这种反应器可长可短，长的可达几十米，短的不够1米；

管径可大可小，从微米级到分米级。管式反应器返混小，容积效率（单位容积生产能力）高，对要求转化率较高或有串联副反应的场合尤为适用。

根据流动形式可以分为管式反应器、动态管式反应器和环形反应器。

1. 管式硝化反应器

管式硝化反应工艺流程见图2。硝化原料与混酸进入管式硝化反应器内进行流动、混合、反应、传热，硝化混合物进入分离器，分离出含硝废酸和粗硝化物。粗硝化物经水洗、碱洗、水洗得到硝化产物。



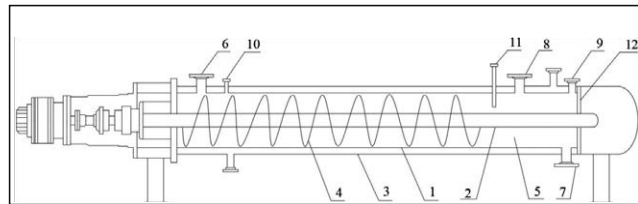
1 管式反应器，2 硝化混合物分离器，3 管式一级水洗器，4 一级水洗分离器，5 管式碱洗器，6 碱洗分离器，7 管式二级水洗器，8 二级水洗分离器

图2 管式硝化反应器流程示意图

为提高管式硝化反应器传热传质效果，管式反应器管内需要设置静态混合器或化工填料，促进液液两相混合。

2. 动态管式反应器

动态管式反应器主要包括夹套、反应腔、搅拌轴和电机驱动装置等，如图3所示。搅拌轴高速旋转可以对反应物料进行良好的换热，强化径向速度，同时螺旋推进结构使物料流动趋近于平推流，避免返混，实现连续化生产。



1 筒体，2 搅拌轴，3 换热夹套，4 搅拌叶片，5 气液分离空间，6 进料口，7 放料口，8 排汽口，9 泄压阀，10 压力探测器，11

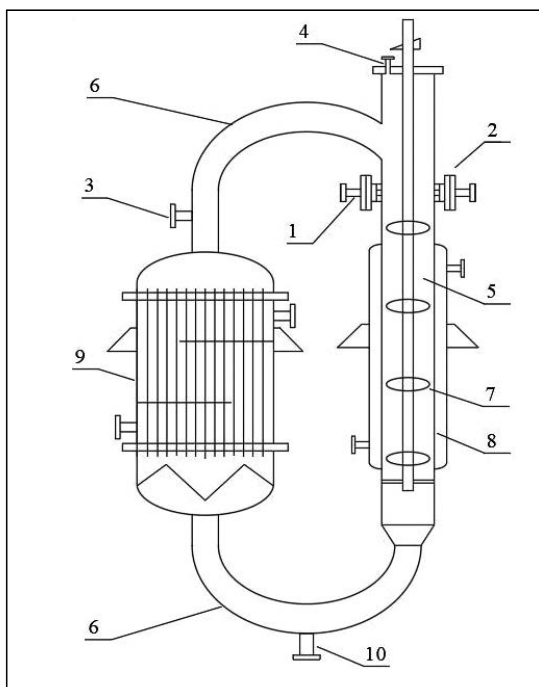
温度探测器, 12 端盖

图 3 动态管式反应器示意图

动态管式反应器具有强有力的机械搅拌, 使固体不容易沉积和堵塞, 使得反应物之间混合均匀, 以达到充分反应的效果, 可以用于有固体参与反应的体系。

3. 环形反应器

环形硝化反应器结构如图 4 所示, 采用轴流泵推进搅拌, 强化无机相混酸和有机相原料混合, 增强传质。与传统釜式反应器相比, 环形硝化反应器的比表面积更大, 弥补硝化釜内移热面积不足的问题, 增强硝化反应阶段的移热能力, 有效控制和缓解硝化反应“飞温”现象, 保证硝化装置的安全运行。



1、2 进料口；3 出料口；4 放空口；5 反应管路部分；6 连通管路部分；7 下压推进式搅拌器；8 冷却夹套；9 换热器；10 排净口

图 4 环形反应器示意图

管道化生产是未来趋势之一, 很多高校和研究机构也正在开发。目前, 管道化工艺工业化的主要问题是其加料比例必须非常准确, 一旦比例有较大波动, 整个装置的温升会特别大, 容易造成超温。

(三) 微通道硝化

微通道反应器是一种依托于微加工技术, 集混合、换热、反应、分离操作单元为一体的新型管道反应器。与传统反应器相比, 其表现为反应器传热传质效率得到大幅度升高, 促进了物料均匀分散, 抑制副反应“热点”的产生。而且, 微通道反应器本身体积较小, 反应无放大效应, 可连续化制备, 生产中无需变换原参数, 即可实现产量调整, 缩短周期, 达到柔性生产的目标。

微通道硝化与釜式硝化相比, 有较大的优越性。安全性方面, 可以使极端条件下的反应变得温和可控, 避免飞温和爆炸事故发生; 还可以控制反应时间, 使串联反应在秒级和毫秒级时间内终止, 避免副反应发生。经济性方面, 通过微反应器已经实现了平稳安全的单硝化、二硝化, 不仅收率提高, 而且废酸较釜式工艺可减少 30% 以上。

基于微反应器过程强化的优点, 该技术在硝化反应中的应用越来越广泛, 实现了硝化反应过程的本质安全化。

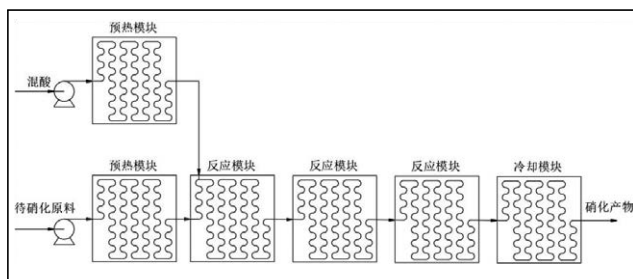


图 5 微通道连续硝化工艺示意图

国内硝化工艺改造实践

(一) 采用连续釜式硝化工艺的实例

国内已实现连续釜式硝化工艺的产品有以下 21 种:

硝基甲苯、二硝基甲苯、硝基苯、二硝基苯、硝基氯苯、二硝基氯苯、乙氧氟草醚、索酚磺酰胺、甲磺草胺、O-甲基-N 硝基异脲、阻聚剂 DNBP (4,6-二硝基邻仲丁基酚)、二氯硝基苯、2-甲基-3-三氟甲基苯胺、

2,4-二氯-3-氟硝基苯、硝基胍、二甲戊灵、4-氯-3,5-二硝基三氟甲苯、硝化纤维素、硝基邻二甲苯、丙炔 草酮、H 酸。

（二）采用管式反应器的实例

以下 13 种硝化产品已有管式反应器应用实例：

硝基氯苯、二硝基甲苯、H 酸、硝基苯、二硝基苯、6-硝体（6-硝基-1,2-重氮氧基萘-4-磺酸）、亚硝酸戊酯、唑草酮、2,5-二氯硝基苯、硝基胍、二氟硝基苯、2-硝基-4-乙酰氨基苯甲醚、2,5-二甲氧基-4-氯苯胺。

（三）采用微通道反应器的实例

以下 18 种硝化产品已有微通道反应器应用实例：

唑草酮、O-甲基-N 硝基异脲、奥美拉唑氯化物、兰索拉唑缩合物、雷贝拉唑氯化物、环戊恶草酮、硝酸异辛酯、高端药物中间体 HAA、阻聚剂 DNBP（4,6-二硝基邻仲丁基酚）、氟磺胺草醚、2-硝基-4-甲磺基甲苯、二氟硝基苯、硝基邻苯二甲酸、二氯氟苯、6-氯-2-氨基-4-硝基苯酚、2-氨基-4-羟乙基氨基苯甲醚硫酸盐、2-硝基对苯二胺、3-硝基-2-羟基-5-氯-[1-1-联苯]-3-甲酸。

以上 3 种替代工艺，可满足《目录》中提及的目前采用间歇或半间歇釜式硝化工艺的 27 种化学品生产工艺的改造要求。

改造建议

（一）大力开展硝化本质安全技术应用推广工作

根据硝化反应的特点，实行本质安全策略，按照“最小化、替代、缓和、简化”的原则，防控反应失控风险，保证硝化过程的本质安全。

1. 按照最小化原则，降低物料在线量，以降低反应超温风险；

2. 按照替代原则，使用离心分离等方式替代静态分离工艺，减少分离程序的时间，进而减少同时参与工艺的物料量，降低积热超温风险；

3. 按照缓和原则，通过精确控制反应温度，提高主

产物产率，减少副反应过程；

4. 按照简化原则，进一步优化工艺，实现全过程的自动化控制，减少人工操作。

（二）现有间歇或半间歇釜式硝化装置改造建议

相关企业要加快改造，淘汰现有间歇或半间歇釜式硝化工艺。在改造中要注意以下事项：

1. 注意掌握原料、主产物、副产物和各种杂质的理化性质；

2. 从硝化反应热力学、动力学等方面开展工艺技术研究，开展反应安全风险评估，全面分析反应过程的动力学和热力学数据，明确工艺过程的风险等级；

3. 选择有资质、有经验的设计单位，评估微通道反应器、管式反应器或连续釜式硝化生产工艺等替代工艺的可行性，开展本质安全设计，实施全流程自动化控制。

（三）开展微反应技术研究，解决难点和瓶颈问题

对于目前尚未实现连续流硝化工艺的产品，应积极开展技术攻关，解决当前硝化改造的难点问题。

由于微通道反应器的反应条件要求较高，有些硝化产品（如硝基蒽醌、硝基萘、永固紫等）物料粘度较大，反应过程有固体结晶产生等，不适合采用微通道反应器，可尝试进行动态管式反应器研究，或进行釜式连续工艺改造。

（四）提升硝化生产装置的自动化控制水平

目前，国内在役的很多硝化生产装置自动化水平普遍不高，特别是硝化反应上、下游工序的自动化程度普遍较低。借助此次淘汰落后硝化工艺、进行技术改造升级的契机，应加大在役硝化生产企业自动化改造的力度，通过技术改造全面提升整个行业的自动化控制水平和自动化系统的管理水平。

（五）持续推进硝化工艺连续流改造提升

一旦某种产品在实践中成功进行了连续流工艺改造，该产品的间歇釜式反应工艺大概率会被列为淘汰工艺。因此，倡导生产该产品的所有企业进行连续流改造。

反应釜爆炸事故接连发生！ 精细化工生产如何避免操作不当引发事故？

中国化学品安全协会总工程师 程长进

据媒体报道，2024年5月3日，四川某公司五氟碘乙烷合成反应釜发生爆炸，导致3人死亡。初步分析事故原因是在反应出现异常后盲目进行处置，导致四氟乙烯暴聚引发合成反应釜爆炸。

2024年5月9日，湖北老河口市一化工厂硝化棉生产车间发生爆炸，造成3人死亡。初步分析事故原因是硝化棉生产车间1[#]煮洗锅水位下降，局部硝化棉缺水，在高温蒸汽作用下分解，持续释放热量，导致煮洗锅内硝化棉剧烈热分解发生爆炸。

虽然以上两起事故具体原因仍在进一步调查中，但从媒体报道来看，都是发生在反应工序，因反应失控或处置不当而引发的爆炸。



近几年，按照两办意见以及三年行动的要求，大力推

动精细化工企业整治提升“四个清零”，因反应失控而引发的事故得到了有效遏制，但这两起事故再次给我们敲响了警钟。企业了解了反应机理，提升了自动化控制水平，搬迁了或加固了人员密集场所（如控制室、交接班室），培训了特种作业人员……控制反应过程中的风险，这些还远远不够。如在生产过程中操作不当，或处于非正常操作状况下，或是异常工况处置时，如何有效地管控风险，防止因操作或处置不当导致的事故，成为企业一个明显的短板，反映的是员工对生产过程风险的认知仍需强化。

而除了这两起事故，2023年也至少有3起事故暴露了这些问题。

事故 1

2023年3月5日，重庆某医药公司8[#]产气釜盐酸滴加过程中产气釜发生爆炸，造成1人死亡、3人受伤。

事故 2

2023年7月1日，黄山市某化工公司一号车间2[#]反应釜在加入新戊二醇时发生闪燃，引发火灾，导致1名投料工死亡。

事故 3

2023年11月4日，沁阳市某精细化工公司水解车间发生爆炸事故，造成1人死亡、2人受伤。经初步调查分析，是因为水解反应釜工艺水加入量不足，导致硝基氯苯与氢

氧化钠反应生成大量不稳定的硝基苯酚钠，在保温过程中自催化分解加速，超压导致水解釜发生爆炸事故。

精细化工生产过程中存在哪些风险？

精细化工生产多以间歇和半间歇操作为主，虽然经过几年的工艺与自动化控制提升改造，但由于工艺操作条件复杂多变，上下游操作单元还存在未按要求实现自动化控制，现场仍有需要人工操作的操作单元，以及从业人员对工艺控制要点不掌握和对反应机理认识不清等问题，这些是造成反应失控的主要原因。而反应一旦失控，可能会导致高温、高压、有毒有害物料等危险因素的产生，并进一步引发火灾、爆炸等安全事故。

风险一

未按照作业指导书的规定进行投料、投料顺序错误、投料配比错误、投料速度过快、投料量过大，或是错投物料，甚至投入相互禁忌物料引起物料间剧烈反应，致反应失控，引发燃爆事故。

例如，2018年宜宾恒达科技有限公司“7·12”重大爆炸着火事故。该企业在生产咪草烟的过程中，操作人员将无包装标识的氯酸钠当作2-氨基-2,3-二甲基丁酰胺，补充投入到反应釜中进行脱水操作，釜内的丁酰胺-氯酸钠混合物发生化学爆炸，导致釜体解体，造成19人死亡。

风险二

涉及甲、乙类易挥发物料，投料时未采用氮气置换，釜温未降到可接受的范围，投料过程中物料挥发，与空气混合，达到爆炸极限，遇静电等点火源而发生燃爆。

例如，2022年辽宁某生物科技公司“5·26”爆炸事故。操作工在反应釜加料操作前，没有按操作规程进行氮气置换（釜内存有空气）并降温，当物料（含有二氯乙烷）开始放入反应釜时，物料直接落入釜底，喷溅产生挥发性二氯乙烷气体，与釜内空气形成爆炸性混合气体，因流体与内衬四氟的管壁摩擦产生的静电放电，引爆了釜内爆炸性

混合气体，造成1人死亡。

风险三

未按照操作规程的规定升温、稳定温度、降温，反应釜停留时间不符合工艺要求等，均有可能造成反应釜超温、超压引起反应失控，甚至造成反应釜燃爆事故。

例如，2012年5月16日，江西某化工公司2#磺化釜投料后，因催化剂在2#磺化釜底部短管堆积、沉淀，导致在反应体系中，催化剂的量不足，磺化反应达不到终点，氯磺酸、氨基磺酸（催化剂）、硝基苯等物料在釜内放置时间较长，硝基苯含量高于正常值，致磺化釜发生爆炸事故，造成3人死亡。

风险四

反应釜物料混合不均匀，局部物料浓度、温度超过操作范围；反应釜中残留物、物料中杂质超标，引起物料剧烈反应。反应不充分，残余物料进入下一个操作单元。

例如，2017年1月3日，浙江某医药化工公司因员工身体疲劳，在岗位上瞌睡，错过了投料时间，致反应不充分，下一班直接开始减压蒸馏，未反应原料继续反应放热，加之蒸汽开量过大，反应产物（含乳酸）急剧分解放热，导致反应釜超压物理爆炸，致3人死亡。

风险五

反应温度过低，投料持续进行，造成物料过剩，当温度恢复时，发生剧烈反应而致失控。

笔者在一些精细化工企业查看HAZOP分析报告时，常发现报告中对反应釜低温偏离后果是“无风险”。这说明企业对低温易造成物料积累，而一旦升温时反应加快、放热加快的风险，还缺少认知。

风险六

冷媒系统失效、搅拌故障等，反应热量无法及时取走。氮气保护措施失效，釜中进入空气。尾气系统失效，不同釜内的尾气互窜，造成反应异常。泄压系统失效，压力升高无法泄压，造成反应釜超压爆炸。

风险七

安全联锁系统报警并连锁动作,未分析原因,强制恢复。

例如,2020年5月8日,某精细化工公司三氯化磷车间氯化釜投磷操作时,氯化釜压力升高,造成压力高高报警并连锁动作。操作人员在未查明原因的情况下,擅自投用 SIS 系统联锁,继续投磷,五氯化磷与黄磷剧烈反应生成三氯化磷并迅速气化,压力骤升导致氯化釜与洗磷塔连接的上气管和降液管发生爆裂事故,造成2名操作人员死亡。

风险八

设备、管道因腐蚀、磨损造成高温物料泄漏,易引发燃爆事故。

风险九

易燃、易爆固体缓慢氧化蓄热,温度超过物料自燃点,引发反应失控。密闭空间中爆炸性粉料积聚并达到爆炸极限,遇点火源发生燃爆事故。

上述风险如何防控?

措施一

开展反应安全风险评估与物料热稳定测试。要高度重视危险工艺的反应温度、分解温度、绝热温升、失控温度、最大允许压力(安全阀、爆破片的设定压力)等安全核心数据的采集,为优化生产工艺,提升本质安全水平提供安全保障。对反应可能涉及的物料,如原料、中间产品、产品及副产物等,进行热稳定性测试,在此基础上明确其起始分解温度及分解过程放热量。尤其是当反应过程可能混入杂质、金属离子,或因控制不当产生不明副产物时,可能引发的后果要进行评估与分析。对于涉及硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化工艺的精细化工生产装置,要开展生产工艺全流程的反应安全风险评估。

措施二

涉及危险化工工艺的生产装置要实现自动化控制,并按照要求设置温度、压力、搅拌电机电流、浓度检测仪、pH计等在线监测设施、泄压设施及紧急冷却、紧急停车设施。硝化反应则应设置双温度计。

措施三

实现投料与转料的自动化控制,消除因人工投料而失误的可能性。企业应优化反应工艺,尽可能采用顺序控制,降低投料、放料等顺序上操作失误的风险。

措施四

确保反应釜在工艺操作规程规定控制范围内运行,及时处置工艺报警,防范反应过程失控造成喷料现象及燃爆事故。对硝化、过氧化、重氮化等危险工艺应采用限流措施控制加料速度,硝化反应硝化剂加料应采用双切断阀。

措施五

实行密闭化操作,避免敞口作业。存在燃爆风险的物料投、放料作业及离心分离作业时,采取惰性气体置换、保护等隔绝空气的安全操作方式。

措施六

严格执行《化工企业生产过程异常工况安全处置准则(试行)》的要求,对于精细化工企业要按照“精细化工企业典型异常工况安全处置要点”。当反应釜故障停车,或者根据温度或压力急剧升高、物料突沸或冲料等现象判断为反应失控的,应关闭进料阀,停止加热,属于放热反应的应立即启动冷却系统。如冷却系统或搅拌故障时,应将物料分散转移至其他正常运行的反应釜中。如果仍无法控制需要泄放的,物料应泄放至预先加入淬灭剂的泄放设施,严禁违规就地排放。

措施七

反应釜加料中持续低温,或带料开车前应进行风险评估,制定反应控制作业方案和应急处置措施。对于有反应失控风险的,应退料后再开车。

又是带压堵漏，又是异常工况处置， 同类事故为何重复发生？

中国化学品安全协会总工程师 程长进

据央视新闻报道，2024年5月18日，山西晋城晋丰煤化工有限责任公司尿素车间液氨缓冲罐气相管线卡具注胶加固过程中，液氨突然泄漏，2名作业人员及现场1名巡检人员中毒晕倒，造成2人死亡、1人受伤。

虽然具体原因正在调查中，但该起事故暴露出企业对异常工况处置不当、装置打卡子带“病”运行、隐患未及时消除、作业现场人员管控不到位等突出问题。



同样的带压堵漏事故发生在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着火事故，造成13人死亡、35人受伤。事故主要原因是在涉及正丁烷的管线上盲目带压堵漏，连续3次堵漏均失败的情况下，未采取停车处理措施，仍强行再次堵漏作业，且同一时间现场无关人员聚集，造成伤亡扩大。

为深刻吸取盘锦浩业“1·15”重大爆炸着火事故教训，

应急管理部在2023年开展了危险化学品企业装置设备带“病”运行安全专项整治，明确要求涉及易燃易爆、剧毒物料的装置、设备、管线中，严禁设备、管线（弯头、法兰、变径等）发生泄漏，未采取有效措施仍然继续运行，严禁管线采取打“卡具”等临时性防泄漏措施。

同样的异常工况处置不当引发的事故发生在2023年9月7日，亿鼎生态农业开发有限公司在装置检修后，投料开车过程中，气化B炉点火时粗煤气外送界区阀故障，维保人员对阀门压盖进行拆除检查时，发生高压气体喷出事故，因相关管理人员进入现场指挥，造成10人死亡。

为了吸取亿鼎生态农业“9·7”事故教训，应急管理部于2024年4月25日下发了《化工企业生产过程异常工况安全处置准则（试行）》，明确要求，发生以下情形时，应按紧急处置程序及时退守到安全状态，即：“易燃易爆、高毒剧毒介质明显泄漏，存在失控风险的。”《准则》要求：“处置前应全面分析研判处置过程的安全风险，制定落实有效管控措施，严禁在风险不明或不可控的情况下盲目处置。”而且强调：“处置作业过程中非必要不得进行带压密封和带压开孔作业。应急处置中确需进行的，企业应开展作业可行性评估，勘测现场环境和设备状况，制定专项作业方案。”而在附录3的《合成氨生产企业典型异常工况安全处置要点》中，又进一步要求，当出现以下任一异常工况时，应进行系统或局部停车处置，其中就有“发

生氨、煤气、合成气大量泄漏”的情景。

危险化学品企业装置设备带“病”运行安全专项整治已一年有余，带“压”堵漏所引发的重大伤亡事故影响还记忆犹新，但有的企业还是记不住“痛”，或许是因为没有“痛”在自己身上。



《化工企业生产过程异常工况安全处置准则（试行）》虽然下发不到1个月，但关于强化企业防控异常工况处置风险的警示，自亿鼎生态农业“9·7”事故后，一直在持续，不停地提醒企业要高度重视异常工况的安全处置。

但是，在不到1个月的时间内，却还有两起因泄漏、异常工况处置不当而引发的类似事故。

2024年4月18日，宁夏某环保科技有限公司（使用焦炉气制甲醇）发生闪爆，造成2人死亡、4人受伤。初步分析为转化工段焦炉气换热器入口法兰处泄漏，现场处置过程中发生闪爆。

2024年5月2日，四川某公司五氟碘乙烷合成反应釜在投料后发现机封内漏、反应不佳等问题，对相关设备进行检修，重新开车时有关人员违反操作规程，采取蒸汽加热、过量添加催化剂（三氟化锑粉末）等方式试图恢复正常反应，导致反应釜发生爆炸，造成3人死亡。

因泄漏、异常工况处置不当而引发的事故频发，尤其是在专项整治的情况下，在推进治本攻坚三年行动的第一年，还是不能得到有效遏制，就不得不引起各级应急部门 and 企业的反思了。

反思一

关于危险化学品企业装置设备带“病”运行安全专项整治工作开展已一年有余，仍发生了带“病”运行的事故，问题在哪？

一是在政府层面，是否还有地方应急部门没有组织企业开展系统培训？是否还有应急部门没有按照带“病”运行10种情景，制定执法计划，组织专家对企业进行排查？如果开展了排查，曾排查出哪些“病灶”？开出了什么“处方”给企业治“病”？企业的“病”是否得到根治？还是只治“标”未治“本”？二是在企业层面，还有没有企业主要负责人不了解带“病”运行安全专项整治工作的要求，不知道带“病”运行10种情景包括哪些，不清楚如果出现10种情景之一该如何正确处置？

反思二

《化工企业生产过程异常工况安全处置准则（试行）》发布已近1个月，落实了没有？

一是政府层面，还有没有不清楚该文件的？还有没有未组织企业开展过培训的？有没有未列入今年执法计划的？二是在企业层面，还有没有企业主要负责人不清楚何为异常工况、不了解异常工况可能引发的风险的？还有多少企业不清楚如何建立或明确紧急处置程序以及授权机制的？

反思三

企业在协调效益与安全两方面时，是否真正地把安全放到了第一位？

当装置发生泄漏，或异常工况时，企业主要负责人首先想到是什么？是研判风险、控制风险，风险不清或不可控时，及时退守到安全状态？还是只顾效益、轻信经验，心中只有不能停车、担心经济受损的想念，不顾风险大小实施盲目处置？从这几起事故来看，显然很多企业并没有把研判风险、控制风险放在首位。

在此，建议各地应急部门与企业要重视企业装置设备

带“病”运行的风险，更要重视异常工况处置中的风险，做好以下几项工作。

一是

扎实推进《化工和危险化学品安全生产治本攻坚三年行动方案(2024—2026年)》的落地。推动实施作业安全专项治理，省级应急管理部门要组织开展化工和危险化学品企业作业安全专题培训，并将特殊作业、检维修作业、带压密封、带压开孔等作业安全作为日常监管、执法检查等的必查项，集中处理、曝光一批违法违规行。要推动重大危险源企业2024年全部建设应用特殊作业审批与作业管理系统、人员定位系统（包含人员聚集风险监测预警功能），采用数字化技术，防控重大作业安全风险。

二是

继续开展危险化学品企业装置设备带“病”运行安全专项整治。各地应急部门要组织企业开展系统培训，按照带“病”运行10种情景制定执法计划，持续组织专家对企业进行排查，并按照《2024年危险化学品企业安全生产执法检查重点事项指导目录》要求，强化对“未按规定对涉及易燃易爆、剧毒物料的危险化学品管道（包括管件）定期进行检查、检测”“涉及易燃易爆、剧毒物料的设备、管线及管件发生泄漏，未妥善处置仍继续运行，或者打卡子带病运行、未采取有效措施彻底消除隐患”，以及“涉及重大危险源、重点监管危险化工工艺的生产装置、储存设施的安全联锁摘除未履行手续，或者未及时恢复”等带“病”运行情景的执法检查，加大处罚力度。

三是

加快推动企业落实《化工企业生产过程异常工况安全处置准则（试行）》。组织属地所有企业开展异常工况安全处置准则的培训，组织专家帮扶企业，对照近期异常工况处置不当引发事故所暴露出的深层次原因，开展装置运行异常工况的识别，对识别出的可能出现的异常工况要充

分进行风险评估，并建立异常工况紧急处置程序，紧急处置程序至少包括处置步骤、安全措施、停车条件，并开展培训和演练。对于可能发生的但未识别出的异常工况，要建立完善岗位人员紧急停车、人员撤离等授权机制，尤其是要将紧急处置授权至一线岗位人员，而不能层层上报，坐等主要负责人同意才能停车进行处置。

四是

严格落实异常工况安全处置准则要求，对易燃易爆、高毒剧毒介质明显泄漏，存在失控风险的，要立即采取停车、停止进料、卸料泄压、单元隔离等安全退守方式，及时退守到安全状态。严禁装置带“病”运行，对涉及易燃易爆、剧毒物料的管线采取打“卡具”等临时性防泄漏措施的，应立即处置、彻底消除，不得带“病”运行。

五是

强化作业现场人员聚集风险管控。要采用视频监控、电子围栏、基于人员定位系统的人员聚集风险监测预警等信息化数字化技术，严防因人员聚集造成事故扩大。要坚决杜绝违章指挥，企业主要负责人、各级管理人员要树立风险意识，异常工况出现时，该停车的坚决停车，该安全退守的坚决退守，严禁侥幸心理、赌博行为，把生命安全放置于不顾。



汲取“4·19”中毒事故教训， 强化坑池井等半封闭空间的风险管控

中国化学品安全协会总工程师 程长进

日前，天津市应急管理局向危险化学品企业发出的一则安全警示通知提到：2024年4月19日凌晨0时55分许，内蒙古乌兰泰安能源化工有限责任公司煤储运车间发生一起中毒事故，1名作业人员在进入管道井（井深约2m）关闭阀门时晕倒，后续有4人下井救援，造成4人死亡、1人受伤，初步分析为硫化氢中毒。具体原因正在调查中。

很多企业因为工艺上的需要，或者是物料输送的需要，将泵、阀、槽罐等设备设置在半地下的坑、池、井中。对于这些半封闭空间的风险管控，安全意识好的企业会在周边采用围栏防护，并在入口处设警示牌，但还有一些企业常常会忽略此类场所的安全风险。历史上多起中毒事故都与内蒙古乌兰泰安能源化工有限责任公司“4·19”中毒事故类似。

案例 1

湖北省浠水县某联合气体公司“10·13”窒息事故。2015年10月13日，因钻孔作业需要用水，2名施工人员擅自抬开了密封储罐基础槽水坑入口处的两块水泥盖板，准备到储罐底部水坑内取水。此时，设备运行排放出大量氮气通过暗沟到达储罐基础槽（氮气含量达95%），两人吸入高浓度氮气晕倒窒息，在救援中又造成事故扩大，造成3人死亡。

案例 2

安徽亳州市某化工公司“1·9”中毒事故。2014年1月9日，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4人死亡、2人轻伤。

案例 3

甘肃某化工公司“7·21”中毒事故。2013年7月21日，硫化碱车间烘干机运行中引风机变频器跳闸，引风量不足，烘干机内煤粉燃烧不充分，致使炉内产生一氧化碳等有毒有害气体，并通过提升机机壳倒流入负一层检修地坑，致使地坑内一氧化碳等有毒有害气体浓度过高，操作人员在无任何防护措施的条件下进入地坑清理灰渣发生一氧化碳中毒，造成4人死亡、4人受伤。

案例 4

宁夏某能源公司“12·17”中毒事故。2011年12月17日，苯加氢项目一名苯加氢员工在巡检时发现非芳烃地下废液槽抽出泵的轴封有渗漏，对渗漏部位进行检查时，不小心掉入槽外的地坑中，硫化氢中毒昏迷，在救援中又造成事故扩大，造成3人死亡、9人受伤。

案例 5

甘肃某肥料公司“12·20”中毒窒息事故。2010年12月20日，因电气故障导致曼海姆反应炉尾气在粉碎机地坑内大量聚集，致使正在检修的人员和后续救援人员相继中毒窒息，造成5人死亡、2人受伤。

案例 6

江西省某科技公司“12·3”中毒窒息事故。2009年12月3日，该公司一反应釜中的一氧化碳通过新安装的料浆输送管回流至原矿调浆池坑，并不断积聚，导致司泵工窒息。随后在未采取任何安全防护措施的情况下，多人下坑进行施救，相继窒息晕倒，造成3人死亡、2

人受伤。

根据 GB 30871-2022《危险化学品企业特殊作业安全规范》的定义，受限空间即为“进出受限，通风不良，可能存在易燃易爆、有毒有害物质或缺氧，对进入人员的身体健康和生命安全构成威胁的封闭、半封闭设施及场所”，并明确受限空间包括“反应器、塔、釜、槽、罐、炉膛、锅筒、管道以及地下室、窖井、坑（池）、管沟或其他封闭、半封闭场所”。

企业对于进入反应器、塔、釜、槽、罐、炉膛、锅筒、管道等作业识别为受限空间作业，都有一定的认知，但对于进入地下室、窖井、坑（池）、管沟等半封闭的空间，却常疏忽其风险。一些企业将泵、阀、槽罐等设备设置在坑、池、井等半封闭的场所，而这些场所中有的需要人员进入开启泵、阀，有的需要人员进入进行巡检，有的虽然不需要人员进入操作，但因为这样的场所是半封闭的，甚至是敞开的低洼点，空气流动不畅，泄漏出的物料很容易聚集，尤其是比空气重的有毒有害物质几乎不可能扩散出来。这类场所如果缺少有效的管控，当人员进入操作时防护不当，且其他人员也很容易误入其中，存在较大的中毒风险，应是企业重点防控的受限空间。

为了有效防控坑、池、井等半封闭场所的人员中毒风险，建议强化以下5点措施。

一是要强化本质安全设计。要降低人员进入坑、池、井等半封闭场所的可能性，消除有毒有害物质在低处空间积聚而引起中毒窒息的风险，最根本的手段便是消除这样的场所。因此，从设计理念上，便要尽可能避免将需要经常开启的泵、阀，以及需要经常巡检的槽罐等设备，设置在坑、池、井等半封闭的场所内。如因工艺需要必须设置的，要强化有毒有害物质的监测报警，要设置便于进入并紧急避险的通道。

二是要强化风险辨识评估。企业应组织相关岗位员

工，对所涉及的坑、池、井等半封闭场所开展风险辨识，尤其是可能存在氯气、硫化氢等比空气重的有毒有害气体，以及氮气、二氧化碳、一氧化碳、氟化氢等气体的辨识，不仅要辨识处理这些介质的泵、阀、槽罐、管道等设备发生泄漏的可能性，也要辨识周边的泵、阀、槽罐、管道等设备泄漏后有毒有害介质沿地面、地沟或管沟扩散流入的可能性。

三是要强化风险防控措施。对辨识出的涉及坑、池、井等半封闭场所的中毒风险，要严格按照受限空间作业进行管控。在坑、池、井等半封闭场所四周要设置一圈固定的围栏，在进入的通道口要采用可活动的门或铁链锁住，并在边上设立“受限空间 严禁随意进入”等警示牌。如果需要人员进入操作，一定要对坑、池、井等半封闭场所内，尤其是底部的气相进行检测，确保气相空间的氧含量、有毒有害物质的浓度满足要求，并且在有人监护的情况下，配带便携式检测仪方可进入操作。

四是要强化相关人员培训。在对设置有泵、阀、槽罐、管道等设备的坑、池、井等半封闭场所的风险进行辨识时，应组织岗位所有作业人员参加，通过风险辨识的过程，让岗位人员了解可能泄漏的有毒有害物质的特性，强化相关岗位作业人员防控中毒风险的意识。要常态化开展防控中毒风险的培训，尤其是外来承包商等第三方人员的培训，确保人人了解半封闭场所的中毒风险。

五是要强化应急救援工作。对于设置有泵、阀、槽罐、管道等设备的坑、池、井等半封闭场所的进入，要编制防止中毒的现场处置方案。在此岗位配置必要的应急救援器材，包括空气呼吸器、安全绳等。对岗位所有人员开展应急处置培训，熟练掌握应急器材的使用。要强化风险意识，防止发生意外时，未采取有效的防护措施，而进入坑、池、井等半封闭场所内实施救援，造成事故扩大。

化工老旧装置运行现状分析及更新改造建议

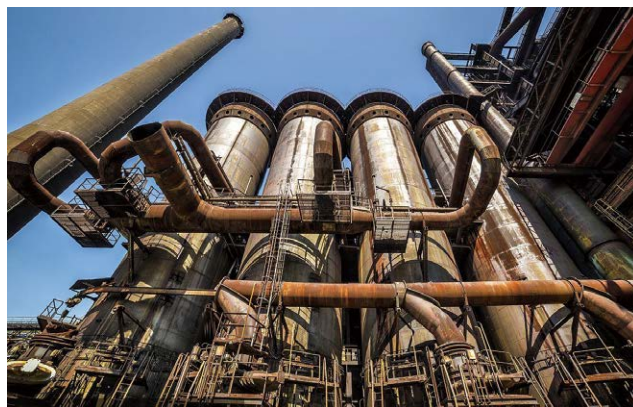
中国化学品安全协会 刘璐

上世纪 80 年代，我国化学工业进入快速发展期，到 2000 年发展形成配套完整的工业体系。这一时期建设上马的化工装置已运行超过 30 年、甚至 40 年以上，由于设计建设标准和设备制造水平低，长周期运行腐蚀减薄，安全保障能力下降，加上监测监控设施不完善，化工老旧装置设备安全风险隐患叠加并进入集中暴露期。近几年，一些危险化学品企业装置因设备、管道、控制系统“年老”失效，引发多起泄漏、火灾、爆炸事故，对全国危险化学品安全生产形势稳定造成不利影响。因此，化工老旧装置更新改造亟待加速，以推动化工行业加快发展新质生产力。

一 化工老旧装置运行现状

通过对 2011 ~ 2020 年国内发生的较大及以上化工和危险化学品事故统计分析，涉及老旧装置事故的比例为 7%。其中，因设备设施老化导致的事故占比 30%，因设计建设标准低导致的事故占比 50%，因自动化控制程度低导致的事故占比 20%。针对老旧装置存在的安全风险，2022 年初，应急管理部印发《危险化学品生产使用企业老旧装置安全风险排查评估指南》，要求全面排查评估老旧装置安全风险，确定风险等级，实施分类整治，实现淘汰退出一批、改造提升一批、常态化严格管控一批。经过一年的专项整治，排查建立了 1381 套老旧装置清单，评估出 65 套高风险和 138 套较高风险装置，累计淘汰退出不符合安全生产条件的老旧装置 57 套。

老旧装置安全风险管控取得了一定成效，但专项整治过程中也发现了一些问题。



1. 老旧装置安全风险评估难度大，排查评估质量参差不齐

虽然印发了评估指南，但受限于对评估方法的理解、专家水平，一些地区和企业存在应排查未排查、深度评估质量把控不严等问题，老旧装置的安全风险未有效管控，2022 年以来又发生多起典型事故。

如：2022 年 6 月 18 日，某石化企业乙二醇装置环氧乙烷精制塔区域发生爆炸。事故装置已运行 32 年，企业在老旧装置自查评估中，将该装置评估为“较低”安全风险等级，未能辨识出环氧乙烷精制塔系统循环工艺水管道泄漏、塔釜溶液漏空后，环氧乙烷泄漏的爆炸风险；未评估出管道堵漏打夹具部位突发泄漏引发的后果；未分析氯离子对不锈钢管道焊缝造成的应力腐蚀影响等。正是这些没发现的问题导致了事故的发生。

2. 设备设施基础资料不完善

开展老旧装置评估时，设备设施的设计文件（包括计算书、图纸、制造检验技术要求等）是基础，压力容器的还能够保存下来，但对于非压力容器的设备设施，很多企业提供不出设计文件。除此之外，还有材质老化、设备工艺防腐、腐蚀检测、事故档案等资料，也是很多企业设备管理的缺项。在缺少基础信息的情况下，无法准确评估装置运行情况，实施维护保养、技术改造时也存在一定风险。

如：2022年6月8日，某石化企业乙烯输送泵出口轨道球阀加装气动马达过程中，引发乙烯泄漏爆燃，造成人员伤亡。经分析，企业老旧设备台账资料缺失，涉事压力管道（含阀门）的设计、安装技术资料不全；阀门的相关资料在压力管道技术档案中无记录，对阀门类型辨识不清，盲目改造，造成事故。

3. 设计建设标准低，材料与制造标准低

设备设施本身存在缺陷是导致老旧装置高风险的另一个潜在因素，这一问题可能隐藏多年，不容易发现并且很难整改，但风险很大，可能突然发生故障并导致工艺设备出现失效。

如：2021年2月23日，某焦化企业甲醇合成反应器出口管道法兰焊缝断裂，合成产物泄漏发生燃爆，造成2人死亡。从事故原因来看，设备缺陷是导致事故的主要原因之一，甲醇水冷器入口管道连接法兰设计材质为304不锈钢，但实际设备制造选用材质为16Mn钢，再加上对设备设施检测检验不足，未发现焊缝缺陷。

4. 监测手段不完善，“健康监测”不到位

关键机组和设备的实时监控和预警在线监测系统、设备和管道的在线腐蚀监测系统等未得到全面应用，且部分系统功能不完善，设备完整性及预测性检维修目前仍是企业管理的短板。从以往事故来看，因为防腐蚀管理不到位导致的泄漏、火灾事故时有发生。

如：2020年1月14日，某石化企业催化重整装置预加氢进料/产物换热器与预加氢产物/脱水塔进料换热器间的压力管道90°弯头处因腐蚀减薄破裂，石脑油、氢气混合物喷出发生爆燃。从事故原因来看，企业未对预加氢高分罐酸性水做连续监控分析，未按要求建立《重点腐蚀部位台账》，未确定重点防腐部位和定点测厚点，未明确定点测厚频次，未落实年度测厚工作，未对包含事故管道在内的重点腐蚀部位采取有效的管控措施。事故暴露出的问题也是目前很多企业存在的问题。

5. 装置运行时间长，安全性能退化，检维修作业风险、变更风险随之增大

如：2023年12月23日，某石化企业烯烃厂发生火灾爆炸事故，事故装置1987年投产，从初步暴露出来的问题来看，是设备管理维护方面出了问题。这起事故发生在周六，当天仅烯烃厂裂解车间就安排了6家施工单位，15项作业，其中10项是特殊作业。事故发生的时候，现场有40多名承包商员工。目前还不清楚事故的真正原因，但检维修作业多、技术改造多，无形中增加了装置运行风险，也增加了事故后果扩大的风险。

6. 长期停用设备、利旧设备安全风险管控措施不足

化工企业中这类设备很多，尤其是运行很长时间的装置，因为技术升级改造、产品更新换代，会有部分装置设备停用。有的是临时停用，一段时间后还会再次投用；有的是在本套装置中不再使用，但有可能作为利旧设备在其他装置或企业继续使用。这些设备有的仍处于生产系统中，仅做了简单的隔离；有的被拆除，存放在堆场中。未对设备进行彻底置换、吹扫，仍有化学品存在盲端、死区，存在因腐蚀、外部环境变化等导致设备寿命降低的风险；缺少必要的维护保养，再次投用前未全面检查，可能导致生产安全事故。

二 更新改造面临的问题

针对老旧装置运行中存在的问题，很多企业已经建立了“一装置一策”，对隐患问题进行整改。但从整改情况看，存在以下问题：

1. 隐患整改不积极

尤其涉及重大危险源、关键设备管线的老旧装置设施，问题隐患整改能拖就拖、带“病”运行。部分企业因空间有限，对现有装置进行改造需按照现行标准规范执行，面临防火间距不足等问题，难以整改。部分企业因改造更新成本高，不愿投入资金进行整改。

2. 未从根本上采取措施管控风险

目前，部分企业对老旧装置的安全风险防控仅停留在发现什么问题改什么问题，未能从整个装置设备的安全风险防控角度制定方案，采取措施。如前所述，因受限于老旧装置安全风险评估的质量和深度，发现的隐患问题有限，且整改中安全投入不足，整改质量不高，修修补补，没有改变装置老化、安全可靠性降低的本质。

3. 风险防控机制不健全

部分企业在资金安排、治理进度、本质安全、先进监测技术应用等方面仍有较大差距。

三 建议

2024年1月，国务院安委会印发《安全生产治本攻坚三年行动方案（2024—2026年）》，要求突出重大安全风险防控，坚决淘汰一批、退出一批、更新改造一批安全风险高的老旧装置设备，有效提升化工企业本质安全度。2024年3月，国务院印发《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》，提出加快淘汰落后产品设备，提升安全可靠水平，推进化工等重点行业设备更新改造。围绕推进新型工业化，以节能降碳、超低排放、安全生产、数字化转型、智能化升级为重要方向，大力推动生产设备

等更新和技术改造。严格落实能耗、排放、安全等强制性标准和设备淘汰目录要求，依法依规淘汰不达标设备。

建议企业以此为契机，加快推进实施老旧装置淘汰退出和更新改造，真正从根本上消除事故隐患，从根本上解决问题。

1. 开展一次全面排查，建立装置设备台账

列入淘汰范围的，坚决依法淘汰不符合产业政策和安全标准要求的装置设备。对于未列入淘汰范围的，深入评估装置安全风险和更新改造费用，对于运行时间长、安全风险高、改造难度大、整改投入多的装置设备，强制退出。不属于以上两类的老旧装置设备，依据《危险化学品生产使用企业老旧装置安全风险评估指南（试行）》，深入开展安全风险评估复核，确定安全风险等级，实施分类安全改造。针对每套（个）老旧装置设备，制定淘汰、退出、改造的措施，明确时间表、路线图，按照时间节点完成整改。

2. 运用先进技术，提升设备完整性及预测性检维修水平

完成老旧装置更新改造的同时，还应着重通过运用先进技术，提升设备运行安全管理。建议运用信息化手段、在线监测预警、在线腐蚀监测、泄漏检测和修复（LDAR）技术等，从设备设计、采购、制造、安装、运行维护、检测检验、预防性维护、泄漏管理、数据库建设等方面，促进设备全生命周期安全运行。

3. 加大政策支持，提高更新改造标准

建议各地区融合产业升级、安全环保、技术改造等多方面政策，研究优化政策供给、资金支持，强化技术支撑，引导支持做好老旧装置淘汰退出和更新改造。各企业对老旧装置更新改造时，应提高设计和建设标准，提高设备制造标准，提高自动化控制水平，高质量推进老旧装置更新改造。

甘肃滨农科技有限公司

“6·16”较大爆炸事故

2022年6月16日18时56分，兰州新区秦川园区甘肃滨农科技有限公司（以下简称“甘肃滨农”）固体废物处理车间污泥处理工段发生爆炸事故，造成6人死亡、8人受伤，直接经济损失4190.45万元。

一、事故发生单位及装置基本情况

（一）事故发生单位概况

甘肃滨农成立于2020年8月5日，系山东滨农科技有限公司全资子公司，主要产品为草铵膦、甲基亚磷酸二乙酯和苯达松等农药及中间体，年总产能为22000吨。一期建设5000吨/年草铵膦、9000吨/年草铵膦中间体甲基亚磷酸二乙酯生产装置；二期建设5000吨/年草铵膦、3000吨/年苯达松生产装置。

（二）事故装置及工艺简况

事故发生地点为企业固废车间的污泥处理工段，该工段于2022年4月27日投入使用，占地面积约576平方米，建筑结构为钢结构，主要安装有2台空心桨叶干燥机、4台板框压滤机、1台叠螺式污泥脱水机及其附属配套设备。

2021年5月甘肃滨农购买了2台空心桨叶干燥机（以下简称“干燥机”）。2022年4月，为降低企业外排污水中总磷等含量，达到园区污水处理厂要求的生产污水排放标准，山东滨农公司技术总监、工程管理部主任和时任甘肃滨农经理助理，决定采用离心母液真空干燥工艺对母液固体废物进行加工。因疫情影响，干燥机设备厂家人员无法到现场安装调试干燥机；固废车间污泥处理工段工段长请示甘肃滨农环保治理部主任兼环保治理车间主任同意，由干燥机设备厂家视频指导安装调试干燥机后，开始

试运行。

固废车间污泥处理工段的污水处理工艺流程包括含水泥板框压滤工艺和离心母液真空干燥工艺（事故发生工艺）两个部分，离心母液真空干燥工艺为：将母液池的离心母液泵入干燥机内，在 -0.05 至 -0.07MPa 真空条件下，通过蒸汽加热干燥机夹套加热盘、空心轴加热管，湿物料在 $5\sim 15\text{rpm}$ 的转速下搅拌，进行热交换达到干燥目的。产生的冷凝液接收至冷凝水罐自动泵入废液池，干燥机底部放出的干燥母液固废用吨袋盛装临时堆放车间内，后转运至乙类危废暂存库。

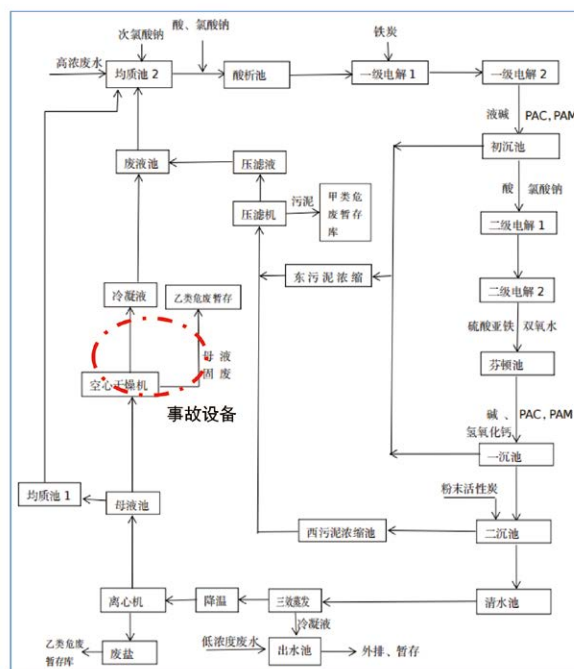


图1：污水处理工艺流程示意图

二、事故发生经过

2022年6月10日15时左右,甘肃滨农固废车间污泥处理工段因干燥机冷凝器内部循环水管泄漏,设备负责人安排停车,更换冷凝器。至15日13时52分前,干燥机处于停车状态。

6月15日10时30分,当班操作人员给干燥机内加入约 10m^3 母液。13时52分,启动干燥机,打开干燥机夹套加热盘蒸汽阀门、空心轴内加热管蒸汽阀门,启动真空泵,开始蒸盐作业。15时,当班操作人员发现冷凝器循环水管故障,在未停车的状态下,关闭干燥机夹套加热盘蒸汽阀门,对冷凝器进行维修,于当日22时30分故障排除后,再次开启干燥机夹套加热盘的蒸汽阀门。期间,空心轴内加热管蒸汽阀门未关闭,桨叶搅拌和加热未停止。

6月16日3时许至7时,操作工甲分多次向干燥机补加 15m^3 母液。

14时56分,乙班操作工丙将一个吨袋推入接料口,准备接料,此时已到放料时间。(企业的《环保治理岗位作业指导书》要求:当设备运行24小时后,至干燥机内物料呈粘稠状,温度达到 120°C 左右,达到放料状态)

15时06分,干燥机下方的卸料阀故障,乙班班长带领本班3名操作工临时对卸料阀进行维修,此时未停止加热。

16时54分,乙班操作工丙推出第1袋母液固废。此时母液固废干燥时间比正常延长了2小时(正常出料时间应为当日15时左右)。

16时56分至18时56分06秒,又陆续推出第2至第8袋母液固废。此时母液固废干燥时间比正常延长了4小时,干燥机内部热量难以散发、持续累积,母液固废所含的氯酸钠与有机物反应放热,进一步引起有机物的分解放热,引起干燥机内部温度与压力均急剧上升。

18时56分38秒,干燥机出料口附近出现白烟和火焰。

18时56分41秒,污泥间发生第1次爆炸,爆炸使得周边数米内形成局部空间的高温、高压状态,并伴随有

火光、强烈冲击波及高温金属碎片的产生,形成了局部空间内的爆炸综合效应。

18时56分42秒,临时堆存在干燥机东侧约5米的8袋干燥后的含有氯酸钠、有机物和盐的母液固废中的部分物料发生殉爆(第2次爆炸)。

两次爆炸造成固废车间污泥处理工段完全炸毁,本次爆炸TNT当量约为425.60公斤。事故造成6人死亡,8人受伤。



图2 爆炸事故现场

三、事故原因分析

(一) 直接原因

甘肃滨农固废车间污泥处理工段母液固废在干燥机真空干燥过程中,在不停机的情况下进行设备检修,干燥机未按规程要求的时间出料,母液固废在干燥机中长时间加热,导致母液固废所含的氯酸钠与有机物反应放热,进一步引起有机物的分解放热,引发爆炸。

(二) 间接原因

甘肃滨农在污水处理工艺、安全风险辨识防控、安全生产责任制和教育培训等方面存在的问题缺陷,是导致本起事故的间接原因。

1. 污水处理工艺未按要求设计建设,对污水处理工艺风险辨识不足。甘肃滨农违反《环境保护法》第四十一



条有关“三同时”的规定，母液干燥工艺及装置系统未与主体工程同时设计、同时建设、同时投入使用，未对母液固废进行危险特性鉴别和认定。未严格执行设备变更管理制度，山东滨农公司技术总监、工程管理部主任和时任甘肃滨农经理助理三人商议后，在未对母液固废危险特性分析的情况下，擅自安装使用母液固废离心干燥装置系统，为事故发生埋下隐患。

2. 对母液固废危险特性分析不足，随意过量添加氧化物导致隐患加剧。甘肃滨农对母液固废中氯酸钠与有机物会发生反应并放热的风险缺乏必要的认知，为降低企业外排污水中总磷等含量，达到园区污水处理厂要求的生产污水排放标准，在未对母液固废危险特性分析的情况下，采用未经设计和风险辨识的投加氯酸钠等药剂的工艺，未制定氯酸钠的添加标准、添加频次等操作要求，也未规定对污水中氯酸钠等主要指标进行检测，仅由污水量及污水气味确定氯酸钠添加量，导致整个污水处理系统氯酸钠含量富集。特别是6月10日至6月14日，甘肃滨农停运干燥机、对冷凝器进行检修期间，离心母液全部通过均质池重新进入污水处理工段前端，再次投加氯酸钠，致使污水处理工段的离心母液及母液固废中氯酸钠含量处于富集状态，为事故发生埋下隐患。

3. 操作规程缺失异常工况处置、应急操作内容。在甘肃滨农“干燥机（烘干机）安全操作规程”中，缺少异常工况处置及应急操作相关内容，导致在事故当天卸料过程出现异常情况下，操作工无法正确应对，造成物料长时间加热，最终导致事故发生。

4. 设备维修管理存在缺陷。干燥机出现故障进行维修作业时，未进行危险有害因素分析、未制定设备维修方案、未履行设备维修的交接手续、未进行维修前的安全教育、未办理相关的作业票证，特种作业人员无证作业。边生产边维修，设备维修时未对设备内母液固废稳妥处置，未停止加热，导致母液固废长时间加热。

5. 安全生产管理混乱。甘肃滨农对下属各部门、车间及岗位安全生产工作疏于管理，安全生产规章制度执行及考核流于形式，对固废车间污泥处理工段存在的事故隐患漏管失控。污泥间新增干燥机设备后，安全生产技能培训滞后，导致操作人员处理异常情况能力差。

四、事故启示及防范措施建议

（一）加强化工项目建设依法依规管理。事故车间污水处理工艺未经过正规设计，仅按照环境影响报告中的工艺流程图思路，直接购买设备并安装，存在安全隐患。根据《环境保护法》第四十一条规定：建设项目中防治污染的设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

（二）加强环保设施风险评估及管控。化工企业要对配套环保处理设施进行安全风险评估，全面辨识危险废物产生、收集、贮存、处置和利用过程可能存在的安全风险，制定并落实好管控措施。科学制定并管控好污水处理过程各项工艺指标参数和物料添加量，对环保处理中产生的属性不明固体废物进行鉴别鉴定，企业生产过程涉及使用和产生爆炸性危险化学品企业的污水和固体废物要取样进行热稳定性测试，并根据测定结果制定对应的安全风险防控措施。严禁擅自增加环保设施工艺操作单元及装置，严禁随意添加氯酸钠等氧化剂降低企业外排污水中总磷等含量。

（三）完善设备检维修规程，杜绝边生产边维修。企业应建立完善的检维修规程，并按照规程要求正确维修设备。规程中应明确规定：维修前对设备进行检查，确认设备已停车并处于安全状态、维修过程中应遵守的安全要求、维修完成并验收合格后方可重新开车等内容。严禁边生产边检修、现场聚集大量与生产无关的人员，防控发生意外时造成后果扩大。



2024 年 5 月发生的典型事故

四川西艾氟科技公司“5·3”较大爆炸事故

2024 年 5 月 3 日，四川西艾氟科技公司五氟碘乙烷合成反应釜发生爆炸，造成 3 人死亡。经初步调查，反应釜搅拌机封处泄漏的丙三醇与釜内物料发生反应，在处理异常工况过程中添加过量催化剂，通蒸汽升温，釜内四氟乙烯发生暴聚，超温超压引发爆炸。

湖北雪飞化工公司“5·9”较大爆炸事故

2024 年 5 月 9 日，湖北雪飞化工公司硝化棉生产车间发生爆炸，造成 3 人死亡。经初步调查，1[#]煮洗锅底部排水阀内漏导致水位下降，煮洗锅内硝化棉缺水，在高温蒸汽持续加热下，硝化棉剧烈分解发生爆炸。

历史上 6 月发生的危险化学品事故

（一）国内事故

2013 年 6 月 2 日

中石油大连石化分公司三苯罐区“6·2”

较大爆炸火灾事故

2013 年 6 月 2 日，中石油大连石化分公司第一联合车间三苯罐区在动火作业过程中发生爆炸着火，造成 4 人死亡，直接经济损失 697 万元。

事故的直接原因是：

承包商作业人员在第一联合车间三苯罐区小罐区杂料罐罐顶违规违章进行气割动火作业，切割火焰引燃泄漏

的甲苯等易燃易爆气体，回火至罐内引起储罐爆炸，并引起附近其他三个储罐相继爆炸着火。

2016 年 6 月 5 日

山东潍坊华浩农化有限公司“6·5”较大窒息事故

2016 年 6 月 5 日，山东潍坊华浩农化有限公司水溶肥生产车间发生一起窒息事故，造成 3 人死亡，直接经济损失约 240 万元。

事故的直接原因是：

操作人员开泵欲将罐内原料送入后续设备，但发现物料不能抽出，在未进行氧浓度及有毒气体浓度检测、未佩戴个体防护用品的情况下到罐内查看情况，缺氧窒息；另2名工人未佩戴个体防护用品盲目进入罐内施救，缺氧窒息死亡。

2017年6月5日

山东临沂金誉石化有限公司“6·5”重大爆炸着火事故

2017年6月5日，山东临沂金誉石化有限公司装卸区的一辆运输液化石油气罐车，在卸车作业过程中发生液化气泄漏爆炸着火事故，造成10人死亡、9人受伤。

事故的直接原因是：

液化气罐车在卸车栈台卸料时，快速接头卡口未连接牢固，接头处发生脱开造成液化气大量泄漏，与空气形成爆炸性混合气体，遇点火源发生爆炸。

2022年6月8日

中石化茂名分公司“6·8”泄漏起火事故

2022年6月8日，中石化茂名分公司化工分部芳烃车间中间罐区的乙烯输送泵发生泄漏起火事故，造成2人死亡、1人受伤，直接经济损失926万元。

事故的直接原因是：

芳烃车间外输乙烯准备过程中，现场人员在管道带压状况下，拆卸乙烯输送泵出口轨道球阀气动马达紧固螺栓（拉杆），造成轨道球阀阀杆防脱功能失效，在阀门出入口压差（4.069MPa）的作用下，轨道球阀出口密封失效，阀杆脱落，大量乙烯通过阀杆安装孔喷出，摩擦产生的静电火花引发泄漏的乙烯爆燃。

2017年6月9日

浙江绍兴林江化工股份有限公司“6·9”较大爆燃事故

2017年6月9日，浙江绍兴林江化工股份有限公司在中试生产农药新产品过程中发生爆燃事故，造成3人死亡、1人受伤。

事故的直接原因是：

试验的新产品涉及到一种不稳定的中间体，其反应特性是40℃以下缓慢分解，随温度升高分解速度加快，至130℃时剧烈分解。在不掌握新产品及中间体理化性质和反应风险的情况下，利用已停产的工业化设备进行新产品中试，在反应釜中进行水汽蒸馏操作时，夹套蒸汽加热造成局部高温，中间体大量分解导致反应釜内温度、压力急剧升高，发生爆燃事故。

2008年6月12日

云南昆明安宁齐天化肥有限公司“6·12”硫化氢较大中毒事故

2008年6月12日，云南昆明安宁齐天化肥有限公司在脱砷精制磷酸试生产过程中发生硫化氢中毒事故，造成6人死亡、29人中毒。

事故的直接原因是：

操作人员在向磷酸槽加入硫化钠水溶液过程中，底部阀门不能关闭，硫化钠水溶液持续流入磷酸槽，使磷酸槽中的硫化钠严重过量，产生的大量硫化氢气体从未封闭的磷酸槽上部逸出，导致部分现场作业人员和赶来救援的人员先后中毒。

2009年6月12日

浙江台州丰润生物化学公司“6·12”硫化氢较大中毒事故

2009年6月12日，浙江台州丰润生物化学有限公司发生硫化氢中毒事故，造成3人死亡、2人中毒。

事故的直接原因是：

1名施工人员下到约10米深的地下桩孔底部作业，因硫化氢含量过高中毒晕倒，后有4人在未佩戴任何防护用品的情况下盲目施救，相继中毒晕倒。

2016年6月15日

中石化石家庄炼化分公司“6·15”较大火灾事故

2016年6月15日，中石化石家庄炼化分公司220万

吨/年催化裂化装置烟气脱硫脱硝设施吸收塔发生火灾事故，造成4人死亡。

事故的直接原因是：

作业人员在烟囱顶部防腐补焊作业过程中，由于隔离措施不到位，电焊焊渣从缝隙落到了除雾器层，引发聚丙烯材质的除雾器着火，高温烟气沿烟囱排出，造成作业人员高温和中毒窒息死亡。

2022年6月16日

甘肃兰州滨农科技有限公司“6·16”较大爆炸事故

2022年6月16日，甘肃兰州新区秦川园区滨农科技有限公司固体废料处理车间（污泥处理工段）发生爆炸事故，造成6人死亡、8人受伤，直接经济损失4190万元。

事故的直接原因是：

当班人员在干燥机未停车、持续加热的情况下，对卸料阀进行维修，导致母液固废在干燥机内加热时间延长约4个小时。干燥机持续加热，内部热量难以散发、持续累积，导致母液固废所含的氯酸钠与有机物反应放热，并进一步引起有机物的分解放热，干燥机内部温度与压力急剧上升，发生爆炸并殉爆了车间现场堆放的其他废料。

2018年6月18日

吉林农安柴岗兴发糠醛有限责任公司“6·18”较大爆炸事故

2018年6月18日，吉林农安柴岗兴发糠醛有限责任公司在停产期间违法生产，水解车间10号水解反应釜发生爆炸事故，造成3人死亡、3人受伤。

事故的直接原因是：

安全阀失效，水解反应釜超压爆炸。

2022年6月18日

中石化上海石油化工股份有限公司“6·18”乙二醇装置爆炸事故

2022年6月18日，中石化上海石油化工股份有限公司

司化工部1[#]乙二醇装置环氧乙烷精制塔区域发生爆炸事故，造成1人死亡、1人受伤，直接经济损失971万元。

事故的直接原因是：

由环氧乙烷精制塔塔釜至再吸收塔的管道夹具处发生断裂，管道内工艺水大量泄漏，导致塔釜内溶液漏空后，环氧乙烷落到塔釜底部，沿管道断口处泄漏至大气中，遇点火源起火爆炸。大火导致塔内环氧乙烷发生自分解反应，造成环氧乙烷精制塔爆炸。

2018年6月20日

辽宁葫芦岛世星药化公司“6·20”较大窒息事故

2018年6月20日，辽宁葫芦岛世星药化有限公司发生一起受限空间窒息事故，造成3人死亡。

事故的直接原因是：

在未对停用状态中的1[#]对氯苯胺结晶釜（该结晶釜因工艺原因于2018年3月底停用，一直用氮气保护，氮气压力2公斤）进行充分置换处理，未进行氧含量分析的情况下，擅自组织1名操作工进行清理作业遇险，另外2人盲目施救，3人因氮气窒息死亡。

2019年6月26日

河南开封旭梅生物科技有限公司“6·26”较大燃爆事故

2019年6月26日，河南开封旭梅生物科技有限公司天然香料提取车间发生一起燃爆事故，造成7人死亡、4人受伤，直接经济损失约2000余万元。

事故的直接原因是：

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，乙醇遇静电发生着火爆炸，车间装置附近存放的乙醇及含乙醇提取液造成火势进一步扩大和蔓延。

2017年6月27日

内蒙古乌海华资煤焦公司“6·27”较大

爆炸事故

2017年6月27日，内蒙古乌海华资煤焦公司化产车间脱硫工段发生一起爆炸事故，造成3人死亡。

事故的直接原因是：

脱硫溶液循环罐中的氨气或其他可燃性挥发气体与吸入的空气形成爆炸性混合气，机修班在未办理动火作业票的情况下在脱硫溶液循环罐顶安装管道，切割或焊接形成的点火源引爆了罐内的爆炸性混合气体。

2015年6月28日

内蒙古鄂尔多斯伊东九鼎化工公司“6·28”较大爆炸着火事故

2015年6月28日，内蒙古鄂尔多斯伊东九鼎化工有限责任公司发生爆炸着火事故，造成3人死亡、6人受伤。

事故的直接原因是：

由于三气换热器存在质量问题，在前四次修焊过的脱

硫气进口封头角接焊缝处存在贯通的陈旧型裂纹，引发低应力脆断导致脱硫气瞬间冲出。因脱硫气中氢气含量较高，冲出瞬间引起氢气爆炸着火，造成正在附近检修及保温作业的人员伤亡。

2010年6月29日

中石油辽阳石化分公司“6·29”原油罐较大爆燃事故

2010年6月29日，中石油辽阳石化分公司炼油厂原油输转站原油罐在清罐作业过程中，发生爆燃事故，造成5人死亡、5人受伤，直接经济损失150万元。

事故的直接原因是：

作业人员对原油输转站1个3万立方米的原油罐进行现场清罐作业过程中，产生的油气与空气混合，形成了爆炸性气体环境，遇到非防爆照明灯具发生打火，或作业时铁质清罐工具撞击罐底产生的火花，导致发生爆燃事故。

（二）国外事故

2019年6月21日

美国东海岸费城能源解决方案公司炼油厂爆炸事故

2019年6月21日，美国东海岸费城能源解决方案公司炼油厂氢氟酸烷基化装置发生爆炸，造成5人轻伤。

事故原因是：

氢氟酸烷基化装置的管道回路系统中的一段弯头由于腐蚀变薄，进而发生破裂，管道内的丙烷泄漏，发生火灾爆炸事故。

1991年6月26日

日本狮子株式会社千叶工厂甲醇精馏塔爆炸事故

1991年6月26日，日本狮子株式会社千叶工厂在新型表面活性剂 α -磺基脂肪酸酯生产中，由于甲醇和过氧化氢反应生成微量的甲基过氧化物，并在精馏塔停止运转

过程中，在局部浓缩时发热，精馏塔发生爆炸，造成2人死亡、13人受伤，塔及周围设施遭到严重破坏，爆炸碎片和冲击波使工厂内319个场所遭到破坏。

事故原因是：

甲基过氧化物分解放热反应失控，导致爆炸事故发生。

2016年6月27日

美国密西西比州帕斯卡古拉燃气厂火灾爆炸事故

2016年6月27日，美国密西西比州帕斯卡古拉燃气厂甲烷、乙烷、丙烷及其他烃类发生泄漏，随后被引燃发生火灾爆炸，周边居民撤离。

事故原因是：

由于热疲劳导致的铝钎焊换热器（BAHX）失效，烃类物料泄漏，发生火灾爆炸。

防止压缩机与输送泵薄弱点泄漏导致事故扩大

——论紧急切断阀的设置必要性

北京安必达科技有限公司 唐彬

一、事故案例

案例 1

2011 年 7 月 11 日 4 时 10 分，某炼化企业的重整生成油塔底泵（P - 402B）（197℃，2.8MPa）机械密封泄漏着火，连续燃烧 4 个多小时，大火在 13 小时后被完全扑灭。

案例 2

2022 年 4 月 24 日 0 时 02 分，某炼油厂连续重整车间压缩机区域氢气泄漏着火，连续重整装置、加氢裂化装置紧急停工。0 时 20 分切除氢气流程，保护性燃烧，1 时 20 分彻底扑灭。

案例 3

2010 年 3 月 1 日 0 时 30 分，某石化联合装置发生新氢压缩机氢气泄漏闪爆事故，事故应急组采取加氢装置反应系统泄压，引氮气置换，分馏系统闭路循环，重整装置预加氢和重整反应系统泄压，分馏系统单塔循环，低压系统放火炬等临时措施保证生产。治安保卫组立即对周边道路实施封锁，避免无关人员进入事故现场。后勤保障组组织车辆及各类应急物资，在指挥部随时候命，并于 1 时 30 分，将事故情况向炼油与化工分公司进行简要汇报。1 时环境保障组人员佩戴防护器具对事发现场及周边区域进

行首次监测，同时组织将装置污水切入应急缓冲池。4 时环境保障组进行第二次监测，监测合格。

二、风险分析

泵和压缩机是化工企业常用的动设备，由于有高速的运动部件，相比静设备与管线，动设备泄漏的概率更加大。当泵和压缩机输送易燃物料时，泵和压缩机泄漏，遇到点火源发生火灾后，对于高压可燃气体，泄漏时直接导致喷射火，可燃气体报警无法触发。假如泵和压缩机进出口没有切断阀，上下游设备内的易燃物料会从泄漏部位继续泄漏，导致火灾事故进一步扩大。

三、标准要求

关于压缩机与泵进出口是否需要紧急切断阀，两个标准有相关规定：

标准 1：《中国石化炼化工程建设标准压缩机工艺设计规定》（Q/SH 0700—2008）

5.1.7 进气管切断阀的设置要求：

- a) 进气管道应设置切断阀，一般为闸阀。
- b) 氢气压缩机进气管应设置双切断阀，靠近压缩机入口切断阀应为球阀，远离压缩机入口切断阀应为球阀，

或为闸阀，两阀之间设置 DN20 的排气阀，接至排气管。

c) 自大气抽吸空气的空气压缩机的吸入管道上可不设切断阀。

5.2.7 在工艺排出气末端的切断阀前，应设计开车用的出口放空管道，以保证压缩机空负荷启动。对离心式压缩机而言，此管道可与防喘流管道合并；往复式压缩机如有备用机，放空管道应单独设置。

标准 2：《危险化学品企业紧急切断阀设置和使用规范》（T/CCSAS 023—2022）

5.1.1 上游设备中盛装有毒液体物质，且采用有密封泵输送时，应在泵入口管线设置Ⅲ类紧急切断阀。

5.1.4 上游设备的类型不在 5.1.2 规定范围内，且设备中可燃液体体积超过 8m^3 且操作温度高于自燃点（查不到自燃点时，可取 250°C ）时，应在泵入口管线设置紧急切断阀。

5.1.5 泵出口与其他压力源（如压缩机系统、管网其他泵等）相连，停泵后可能导致危险化学品逆向流动，造成上游设备超压等安全风险时，应在泵出口管线设置紧急切断阀。

5.2.1 压缩机轴功率 $>150\text{kW}$ 且操作介质为危险化学品时，宜在压缩机进口和出口分别设置Ⅲ类紧急切断阀。

5.2.2 当压缩机进口或出口连接多个压力源且满足 5.2.1 时，在进出口正常操作时有介质流动的所有管线均宜设置Ⅲ类型紧急切断阀。在进出口正常连续操作的不大于 DN80 的管线上可设置 I 或 II 类型紧急切断阀。

5.2.3 若压缩机为多级（如设置级间冷凝器和分液罐），且级间设备内危险化学品在正常液位处容积超

4m^3 时，该级入口分液罐与下游压缩机之间宜设置Ⅲ类紧急切断阀。

四、最佳实践

某工程设计公司关于泵和压缩机进出口设置切断阀要求，对下列情况考虑在工艺容器和泵（无密封泵除外）入口阀之间设置紧急切断阀：

1. 体积超过 8m^3 轻组分（LPG）的工艺容器；
2. 体积超过 8m^3 并且装有超过自燃温度或者温度高于 316°C 的液体；
3. 体积超过 16m^3 并且装有易燃产品（闪点小于 28°C ）的工艺容器；
4. 毒性液体。

为减小压缩机区着火的影响后果，除非工艺包要求或其它特别要求，否则在功率 $>150\text{kW}$ 输送可燃或有毒气体的任何压缩机出入口宜加装遥控隔断阀。

五、建议

* 由于《中国石化炼化工程建设标准压缩机工艺设计规定》（Q/SH 0700—2008）发布时间为 2008 年，国内许多装置设计都早于 2008 年，且此标准只适用于中石化的建设项目，因此国内其他装置在压缩机和泵的进出口经常不设计紧急切断阀。

* 在压缩机泵做好预防性维修的基础上，假如泵和压缩机输送易燃或者有毒物质，且上下游设备和管线内储存大量易燃或者有毒物质时，笔者建议按照中国化学品安全协会团体标准《危险化学品企业紧急切断阀设置和使用规范》（T/CCSAS 023—2022）设置紧急切断阀。

国产新款四足机器人快速跨越复杂地形，第一时间到达救灾现场

2024年5月，国家防汛抗旱总指挥部办公室、应急管理部、浙江省人民政府在浙江省金华市、杭州市、宁波市象山县联合举行“应急使命·2024”超强台风防范和特大洪涝灾害联合救援演习。



此次演习中，某消防总队与云深处联合提供“四足机器人应急消防解决方案”，机器狗与无人机协同完成化学品突发爆燃险情侦察，圆满完成演习任务。

全国两会期间，“人工智能+”首次被写入政府工作报告：提出深化大数据、人工智能等研发应用，开展“人工智能+”行动，打造具有国际竞争力的数字产业集群。

应急管理部工业和信息化部则发布“关于加快应急机器人发展的指导意见”，提出：到2025年，研发一批先进应急机器人，大幅提升科学化、专业化、精细化和智能化水平。

足式机器人拥有更强的地形适应能力，“应急使命·2024”演习中使用的云深处X30机器狗能快速跨越复杂地形，第一时间到达灾难现场。

演习现场，特大暴雨导致江水倒灌发生严重内涝，一厂房发生剧烈爆炸燃烧，引燃含有油品和危化品的仓库，火势蔓延，威胁厂区内危险化学品重大危险源。

机器狗协同无人机开展全面侦察，通过搭载的双光云台与气体探测器侦查火场温度、辐射热强度、有毒有

害气体及障碍物情况等，为救援人员提供宝贵信息。

云深处是具身智能技术创新与应用的引领者，在全球首次实现机器狗集群协同搜救。

2022年云深处在全球率先开发“四足机器人消防应急解决方案”，在地震灾后废墟和易塌建筑室内、隧道交通事故、化学污染以及火灾后的有毒、缺氧、浓烟等恶劣环境，该方案可结合消防侦察功能模块，灵活开展无人侦察、搜救工作。

作为方案核心的云深处X30机器狗自重50公斤，能在极限情况下搭载85公斤的重物，同时拥有IP67防水防尘和在-20℃至55℃温差下工作的能力，极寒酷暑，风雨无阻。



应急救援与侦察分秒必争，不分昼夜，云深处X30机器狗采用独创的融合感知能力，让它们在黑夜也能及时出击。

据悉，在新一轮技术创新中，云深处正开展“AI+计划”，通过新的AI和软件系统，使用大量数据让机器狗进行自我学习训练，突破以往传统模型的局限，实现机器狗在复杂恶劣环境中的极限运动能力，未来，“云深处AI+计划”还将扩展到感知、规划、决策以及人机交互能力。

（来源：应急装备之家）

安全5分钟

中国化学品安全协会

监控系统应统一时钟

《危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范》（AQ 3035-2010）

4.7.16.4 系统应有时间校准功能，系统的时钟误差应 ≤ 5 秒/24小时。存在多个子系统及远程设备时，宜使用全球时钟同步设备统一时钟。



监控系统时钟不统一。

精细化工企业分类

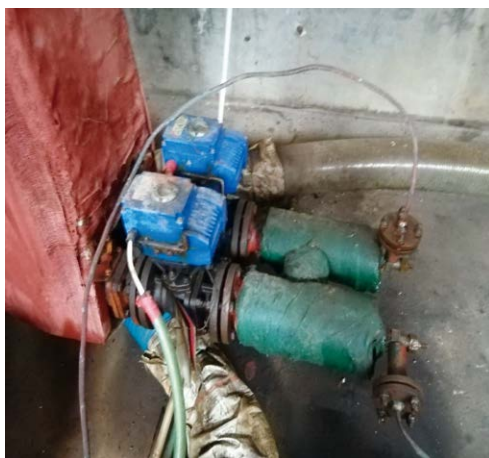
《精细化工企业工程设计防火标准》（GB 51283-2020）

术语：以基础化学工业生产的初级或次级化学品、生物质材料等为起始原料，进行深加工而制取具有特定功能、特定用途、小批量、多品种、附加值高和技术密集的精细化工产品的工厂。《精细化工企业工程设计防火标准》（GB 51283-2020）术语条文解释：精细化工产品共分为 21 类：农药、染料、涂料（油漆）和油墨、颜料、试剂和高纯物、食品添加剂、粘合剂、催化剂、日用化学品和防臭防霉剂（包括香料、化妆品、肥皂和合成洗涤剂、芳香防臭剂、杀菌防霉剂）、汽车用化学品、纸及纸浆用化学品、脂肪酸、稀土化学品、精细陶瓷、医药、兽药和饲料添加剂、生化制品和酶、其它助剂（包括表面活性剂、橡胶助剂、高分子絮凝剂、石油添加剂、塑料添加剂、金属表面处理剂、增塑剂、稳定剂、混凝土外加剂、油田助剂等）、功能高分子材料、摄影感光材料、有机电子材料。

气瓶与反应器之间应设置逆止阀

《氯气安全规程》（GB 11984-2008）

6.1.7 气瓶与反应器之间应设置截止阀、逆止阀和足够容积的缓冲罐，防止物料倒灌，并定期检查以防失效。



氯气瓶同反应器之间未设置逆止阀，容易倒灌。

泄漏管理

《国家安监总局关于加强化工企业泄漏管理的指导意见》（安监总管三〔2014〕94号）

第五条（五）优化设计以预防和控制泄漏。在设计阶段，要全面识别和评估泄漏风险，从源头采取措施控制泄漏危害。要尽可能选用先进的工艺路线，减少设备密封、管道连接等易泄漏点，降低操作压力、温度等工艺条件。在设备和管线的排放口、采样口等排放阀设计时，要通过加装盲板、丝堵、管帽、双阀等措施，减少泄漏的可能性，对存在剧毒及高毒类物质的工艺环节要采用密闭取样系统设计，有毒、可燃气体的安全泄压排放要采取密闭措施设计。



脱丁烷排放口为单阀。



高温将至， 危化品储存要提前做好安全防范



高温天气危化品储存为何风险高

01 温度升高使危险化学品体积压力增大

热胀冷缩是物体的一般物理现象。容器内部压力增大，若超过了容器所能承受的极限，就会造成容器故障，甚至炸裂。

如果容器是敞口的，所盛液体膨胀超过其容量就会外溢，发生跑、冒、滴、漏。为防止这种情况发生，除了采取防热降温措施以外，还要按规定的充装系数进行灌装。

就气体而言，其膨胀系数更大，且气体一般都装在钢瓶里，随着温度的升高，压力过高，钢瓶就有爆炸危险。

02 温度升高使液体蒸发速度加快

温度越高，易燃液体蒸发越快，液面上蒸气浓度越大，与空气形成爆炸性混合气体的可能性就越大，火灾爆炸危险性就越高。

不同液体的蒸发速度因温度、沸点、比重、压力的不同而不同。易燃液体蒸发的难易程度用沸点来表示，

沸点越低，表明该液体的蒸发性越强。

有些易燃液体的沸点很低，环境温度一旦超过其沸点，容易发生危险。

03 温度升高加速氧化分解和自燃

受温度、湿度等环境因素影响，许多危险化学品受热后容易分解，释放出氧气甚至氧原子，使其他物质氧化，同时放出大量的热。

如果通风不良，热量积聚不散，致使温度升高，又会加快其氧化速度，产生更多的热量，促使温度继续升高，当温度达到物质的自燃点时就会自燃起火。

危化品储存的基本安全措施有哪些？

01 储存仓库要合格

危险化学品仓库应采用不导热的耐火材料做屋顶和墙壁的隔热层，屋檐要适当加长，以阻止阳光射入仓库；库墙要适当加厚，常开窗，采用间接通风洞，设置双开门、双层屋顶，窗户玻璃可漆成蓝色或选用磨砂玻璃。

02 危化品要分类存放

危险化学品一般分为爆炸性物品、遇水燃烧物品、自燃性物品、易燃固体、易燃和助燃气体、腐蚀性物品、氧化剂等。对这些物品要分类、分库、分件、分架存放，严禁把各种性质互相抵触、灭火方法不同、容易发生自燃的物品混放在一处。

储存物品时堆垛不可过高、过大、过密，垛与垛之间，垛与墙、柱、屋梁、电灯之间应保持一定距离，并留有消防通道，不得超量储存。

03 严格控制温度

为仓库设贮水屋顶或在仓库屋顶设置冷却水管，当气温在 30 摄氏度以上时为仓库降温，使仓库内温度保持在 28 摄氏度以下。

在仓库屋顶铺砂石麻袋，能增强屋顶的隔热性能，也可将库房屋顶、外墙和窗户玻璃涂成白色，利用白色对阳光的反射作用，减少辐射热的吸收，达到降温的作用。

根据物品性质和包装情况，可以在仓库地面上浇井水、放冰块，有条件的可安装空调降温。有的仓库可在早晚和夜间开窗通风，放进冷空气，中午关闭门窗，防止热空气进入。

04 露天堆场和贮罐要降温

桶装的易燃液体，应放在建筑物内，以防太阳直接照射。在特殊情况下需要临时露天存放的，应采用不燃材料搭建遮阳棚，有时要根据实际情况用皮管定时喷水降温。

贮罐顶部应设置降温装置，在气温达到 30 摄氏度以上时，开启冷却水泵进行喷淋降温。贮罐不能装得太满，罐内一般只盛装容积的 90% 至 95%，需留出 5% 至 10% 的容积空间，这样能防止罐内危险化学品因受热膨胀而发生燃烧或爆炸事故。

05 安装防雷设施

危险化学品仓库一般都设在本单位或城市的边缘地区，与周围的其他建筑物保持一定距离，这样，仓库周围就形成了空旷地带，容易遭受雷击。因此，仓库要安装避雷装置，以防止雷击引起火灾事故。

06 加强人员管理

管理危险化学品仓库的人员必须经过安全培训并考核合格，持证上岗。库管人员要定时对仓库进行巡查，发现问题及时解决，确保安全。

1. 低能库：库房耐火等级不够。根据储存物质的危险系数不同，危险化学品仓库有不同的耐火等级要求，一般应在二级以上。

2. 库房变工房：违章在仓库进行危险化学品分包或者包装作业。

3. 专库变杂库：危险化学品应专库储存，但却与其他物品混存。

4. 禁忌库：将不同种类的危险化学品同储一库，如灭火方式不同的危险化学品、酸碱等。

5. 黑库和野库：私自建设未经批准的危险化学品库或租用不符合安全条件的库房储存危险化学品。

6. 人居库：在危险化学品仓库留人住宿或设置办公室。

7. 无名库：危险化学品仓库储存的物品未设置标志和标签。

8. 带电库：危险化学品仓库的电源开关没有设置在库外，电气线路、照明灯具没有达到防爆要求。

9. 拥挤库：危险化学品仓库物品码放混乱，“五距”（顶距、灯距、墙距、柱距、垛距）不足。易燃物品堆放应留出防火距离。

10. 露天库：危险化学品露天存放，未采取任何防护措施。

（来源：化工 707）

安全管理人员 如何做好与员工谈话沟通？

有人认为，安全管理长期与职工打交道，要处罚违章人员，是得罪人的工作。但我认为平安是每个职工的需要，关系到职工的切身利益，而安全工作者是在保护职工的安全，是在帮助职工，为民服务。从这个意义上讲，职工与安全员之间的关系应相处得很融洽。我们所看到的安全员与部分职工矛盾冲突大、关系紧张的主要原因是相互之间缺少沟通与理解。认识上的差异是矛盾产生的主要原因，必须通过沟通来解决职工对待安全的意识、态度与安全员不统一是造成矛盾的关键。



矛盾主要表现：

1. 员工安全意识淡薄，安全知识缺乏，不能正确地认识事故隐患，比如安全员认为存在隐患的地方，执行者本人却认为没关系，得过且过，或认为安全员过于紧张，没事找事。

2. 存在侥幸心理、冒险心理、麻痹心理、逆反心理等各种心理障碍，对安全员的管理提醒不予以重视，我行我素。

3. 虽然知道违章要受处罚，并知道严格的安

全管理是在保障自己的安全，但处罚所涉及到经济利益比安全生产所带来的利益更直接，心疼钱，无法接受。

4. 安全员与车间主任、班组长之间认识上不统一，安全管理工作执行困难。如果不重视以上思想问题的解决，任何工作都靠处罚或强制执行来解决，只会增加职工对安全员的反感情绪，甚至对安全工作产生抵触情绪，使矛盾冲突加深。所谓解铃还须系铃人，这些思想上的障碍，必须通过谈心，即进行沟通来寻求共识，实现相互理解。

安全管理工作中安全员是最积极，也是最活跃的因素。许多安全员等到矛盾冲突发生后才想办法进行解决，安全工作较为被动。要改变这种状态，安全员必须充分发挥主观能动性，在平时就要寻找机会主动找职工交谈，进行思想沟通。通过日常交谈，想方设法提高职工的安全意识，丰富职工安全知识，以获取职工更多的关心、理解和支持安全工作。找准沟通对象基层安全管理工作涉及的内容多，人手有限，安全员不能把全部的精力都只花在交谈上。需要对沟通对象进行选择，那么应选择哪些人作为谈话对象呢？

应注意以下几种人员：

1. 违章者。违章受到处罚后，经济利益受到了损失，可能有抵触情绪，带着情绪干活，易导致注意力不集中，反而影响安全。

2. 事故整改负责人。一项整改的安排也要先做思想工作，使其明白为什么要整改，为什么要他来完成整改，并让其愉快地完成任务。

3. 对违章次数多的人员。违章多者安全意识较差，或受各种环境因素的影响，工作力不从心，若不及时解决易导致事故发生。

4. 对情绪不好，有思想负担的人员。

5. 对安全管理提意见、提建议的人员。职工的很多意见和建议反映了其思想状态，对安全工作提出的意见，正确的要及时采纳，对不正确的要进行讲解分析。

6. 新进厂职工。

7. 车间主任、班组长等相关管理人员。

做好以下几点：

建立和谐、融洽的关系

在日常工作中注意与职工建立良好平等、互爱互重的人际关系，也是创造良好的谈话氛围的关键之一。作为一名安全员，应尊重每一位职工，对待职工热情、开放，见面主动打招呼，职工有困难寻求帮助，尽力而为之，积极帮助职工解决工作及生活中的困难。有了宽容心的安全员就会不计较这些，积极想办法解除误解。工作中不能得理不饶人，觉得得罪职工也无所谓，相互之间心里都有怨气，这些都会为沟通制造障碍。



谈话时间、地点及场景选择

谈话时间的选择关系到谈话效果。人的心情会随着一天的精力消耗而产生变化。根据一天的时间分布最好选择大家心情较好的情况下进行谈话。职工一般上午10：00～12：00，下午3：00～6：00时间段精力较差，不宜进行谈话。当然以上时间选择要求只是参考。

另外，不同的人具有不同的性格特征，谈话时间、时机的选择，主要看工作的需要或职工现场表现。安全员必须有敏锐的思维能力和观察力，寻找好的谈话时机，并根据心情状况，采取合适的谈话策略。

谈话地点及场合选择，对于冲突较小、谈话内容较简单，了解情况式的交谈或不伤害别人自尊心，不涉及他人利益，也不涉及保密内容的谈话可以在施工现场进行，不用顾及周围人。而对那些时间长、内容较多的谈话，应到办公室或休息室单独坐下来沟通。根据预见的沟通难度，可采取单对单交谈或多人一起进行谈话，有必要的话还可以请相关人员协助谈话。

做好沟通谈话准备

作为一名安全员，对于每一次谈话都必须高度重视，每一次都应对谈话目的，谈话需要达到的效果，怎么谈，在什么地方谈，谈话中有可能遇到的矛盾冲突，如何解决，谈话的最坏结果是什么等问题进行周密的思考。有必要的话还应对谈话对象的性格特征进行调查、研究，对相关情况进行了解，做到知己知彼，方能百战百胜。安全员在谈话前自己的思想宗旨也应明确，要时时告诫自己是为职工服务，要有愉快的心态；是在为职工解开思想包袱，做通思想工作而不是使矛盾深化。对每一次谈话都应考虑好最坏的结果，以便沉着应对。

沟通谈话方法、技巧

谈话也是一门艺术，必须正确掌握谈话方法与技巧，并从不断的谈话中实践、总结，不断提高谈话水平，才

能使安全沟通工作如鱼得水。

不同的对象采取不同的谈话策略

在工作中我们会遇到各种性格的人，如自大型、暴躁型、胆怯型、内向型等等，针对不同的性格应总结出不同的对应方法。如自大型的人，自尊心强，好摆架子，在态度上盛气凌人，有拒人于千里的表现，对这类人可赞扬其某些判断和看法，但要不卑不亢，坚持正确的立场，不要过于让步。再如暴躁型人员，此类人员往往听到某个事情或结果不假思索，暴跳如雷，但事后经常后悔。对这样的人说话不能太直接，力求委婉；处罚时先不说如何处罚，应使其先低头认错，后再谈论处罚。如若发生冲突，可采取中断谈话的方法，或找人协助进行谈话。其它性格人员的谈话技巧需要我们在实际工作中进行试验、总结、分析。

如何打破僵局、回避冲突

在安全违章处罚及隐患整改时，双方会由于分歧较大各持己见，谁都不愿意让步或妥协而形成僵持局面，甚至情绪极为对立。在这种情况下，安全员首先应沉着、冷静，应有一种谅解对方的大将风度，切记不要以牙还牙，意气用事，“小不忍则乱大谋”，扩大矛盾，加剧冲突的任何作法，都不是明智的。并且，任何攻击、讽刺等损害对方自尊心的语言，都是错误的。谈话中的僵局，较多情况下是由于双方情绪因素而引起。可采取缓和气氛，消除对立情绪着手，可采取暂停谈论，或转移谈话话题，谈其它无关的话题或放大话题，以达到其它方面更多的共识，形成缓冲。

开诚布公、坦率告诉职工自己的意图

在实际生活中，都希望别人相信自己，如果心怀叵测，又怎能指望别人以诚相待呢？要想别人相信你，首先从

自己做起。待人以诚才会还你以义，“以心换心”。安全员找职工主动进行谈话是对职工负责，是为职工着想，是想做好安全工作，这些思想我们都可以真诚地向对方表白，用亲切的言语体现对职工的关怀，即使情绪再紧张也会有所缓解。

换位思考策略

即引导对方处在安全员的角度来考虑问题，如：“你认为，你站在我的位置应怎么处理”，“如果我把这事放过了，会造成什么后果”等。安全员也可站在职工的角度分析问题，如：“我知道你是这样认为的”，“我站在你的角度也会有这样的看法”等。



要敢于否定，对职工无理的苛求，敢于说“不”

正面而合情合理否定对方，往往比回避更有效，反而不会损害你在对方心目中的形象。比如谈话中插入：“你不能为了个人的利益损害大家的利益”，“你不要以为吵闹可以解决问题”，“不能为了你个人而违背所有制度”等并不生硬的言语，不仅充分表明了你的立场，而且体现你的原则性。做到敢于否定，对自己谈话中的不正确要素，也要敢于纠正，不要不好意思。

谈话应平等、公平，不能高高在上，以权压人。

以上是对安全工作上的一点见解，文笔有限，至此。

（来源：每日安全生产）

关于 VOCs 废气吸附装置的 几点安全建议

吸附技术是最为常用的 VOCs 治理技术，其中以活性炭吸附 VOCs 装置居多。当我们了解了活性炭 VOCs 吸附装置的风险以后，可以根据实际情况，有的放矢，采取一些针对性的措施。总的来说还是从阻止形成燃烧三要素的角度出发，从源头设计，工程和管理措施上去发力，最终还是可以将吸附装置的风险降到可接受范围内的。



关于活性炭废气吸附装置的几点建议：

① 对于会产生高浓度 VOCs 的反应罐、贮罐、过滤器等设备，为避免与氧气形成爆炸性混合物，最好采用氮封系统保护，并以正压输送方式输送到废气总管。

② 确保 VOCs 的冷凝装置满足生产负荷，所有的废气组分必须经过有效的冷凝处理，降低有机气体浓度。不相容的废气应单独预处理后再排入吸附罐中吸附处理；

③ 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；

④ 条件允许的话对吸附装置进行降温。

⑤ 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。

⑥ 吸附处理装置前的废气管路安装管路阻火器；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；

⑦ 吸附装置内安装喷淋灭火装置，用来扑灭初期火灾（或者直接加装自来水管路）手动或自动开启。

⑧ 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。

⑨ 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。

（来源：VOCs 课堂）

氮气的危害及防范措施

氮气在冶金、金属加工行业，化工、新材料行业以及电子行业甚至食品加工行业都有很广泛的应用。在石油化工行业，氮气主要用途包括作为保护气体、置换气体和安全保障气体。

氮气是一种无色无味的惰性气体，是空气的主要成分之一。氮气可以排除空气中的氧气，导致缺氧窒息。吸入浓度不太高的氮气时，最初会感到胸闷、气短、疲软无力，继而会出现烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、神情恍惚、步态不稳的症状，称之为“氮酩酊”，会进入昏睡或昏迷状态。吸入高浓度的氮气，会迅速昏迷、因呼吸和心跳停止而死亡。

一、氮气窒息事故的危害

根据全世界化工行业的统计，在化工行业内，每年死于氮气窒息的人数远远超过其他有毒气体中毒死亡以及火灾爆炸死亡的人数，氮气已经成为化工行业第一杀手。以下是一些典型的事故案例：

2006年2月20日，大庆石油管理局化工集团甲醇分公司合成氨装置火炬系统水封罐检修过程中发生氮气窒息事故，造成3人死亡。事故原因是，施工人员擅自打开了密封储罐基础槽水坑入口处的水泥盖板，准备到储罐底部水坑内取水，不料吸入了高浓度的氮气而晕倒窒息。

2008年2月23日，河南省濮阳市中原大化集团有限责任公司新建年产30万吨甲醇项目，在生产准备过程中发生氮气窒息事故，造成3人死亡，1人受伤。事故原因为，在调试氮气储罐的控制系统时，连接管线上的电磁阀误动作，使储罐内氮气串入煤灰过滤器下部膨胀节吹扫氮气管线，加上该吹扫氮气管线的两个阀门中的一个未关闭，另一个阀内存有施工遗留物关闭不严，致使氮气串入煤灰过滤器中。

2020年10月30日，陕西省神木市陕西精益化工有限公司煤焦油预处理装置污水处理罐（长4米，直径2.4米）发生氮气窒息事故，致使3人死亡、1人受伤。事故初步原因为，当班员工在未对罐内气体检测分析、未办理作业许可的情况下，从人孔入罐内查看时窒息；同行人员未正确佩戴防护措施进行施救，造成伤亡扩大。

1998年3月27日，美国路易斯安那州 Hahnville 的联合碳化物公司 Taft/Star 加工厂发生一起氮气窒息事故，导致1名联合碳化物公司工人死亡和1名承包商严重受伤。事故原因是，在清洁供氧混合器时，工人用黑色塑料膜搭建一个较暗的工作区，不知不觉地形成了一个临时性封闭空间，而与供氧混合器相连的管道中含有高浓度的氮气，导致工人窒息。

氮气窒息不一定只发生在密闭空间内，也可能发生在通风不畅或氮气泄漏的空间内：

氮气是一种无色无味的惰性气体，不能仅凭感官判断空气中氮气的浓度是否超标。当空气中氮气浓度过高时，也就是氧气含量下降至19.5%以下时，就会发生窒息事故。当工作空间中氧浓度低于10%时，可立即使人窒息死亡。氮气的泄漏可能来自生产装置、工艺管道、安全装置等，如果及时发现和控制，就可能造成周围空间的氧含量降低。如果通风不畅或新鲜空气被阻断，就可能导致空间内的氧含量降低。所以，氮气窒息的条件是空间内的含氧量降低，而不一定是密闭空间。

虽然同为窒息性气体，但氮气的窒息机理与二氧化碳的窒息机理是不一样的：

氮气的窒息机理是由于自身浓度增大导致空气中含氧量降低而发生窒息。当空气中氧含量低于18%时，就会发生窒息事故。吸入纯氮气时，会因严重缺氧引发窒息。

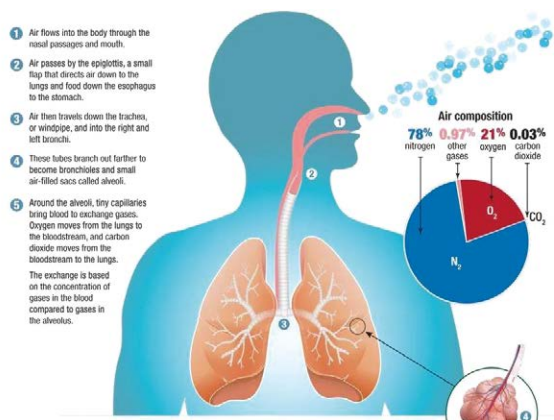
甚至导致死亡。

二氧化碳的窒息机理是由于自身浓度增大导致血液中二氧化碳分压升高而发生窒息。当空气中二氧化碳浓度超过 5% 时，就会发生窒息事故。吸入纯二氧化碳时，会因严重酸中毒引发窒息甚至导致死亡。

所以，氮气的窒息机理是缺氧性的，而二氧化碳的窒息机理是酸中毒性的。

需要特别注意的是，纯氮气特别危险，吸入纯氮气会让人在几秒内失去意识，会造成所谓的“闪电死亡”。

纯氮气会排除空气中的氧气，导致人体缺氧。人体对氧气浓度的变化不敏感，但对二氧化碳浓度的变化很敏感。吸入纯氮气时，体内的二氧化碳是会被正常地从肺排出的，身体的二氧化碳浓度一直处于正常状态，所以不会有窒息感。当人体吸入不含氧气的气体时，整个血液循环系统会发生非常奇怪的变化，正常情况下，红细胞在肺内获得氧气，然后将氧气运送到全身各处组织中供它们使用。但在肺部充满没有氧气，也没有二氧化碳的气体时，这一过程会逆转，红细胞会从身体的组织中抽出氧气（尤其是从脑组织中），全力支援没有氧气的肺脏，也就是说全身的氧气会被血液循环系统倒抽到肺部。



与此同时，氮气还会欺骗我们的大脑，让它命令肺部停止呼吸，这是由于人体的呼吸是由大脑的延髓控制，它根据血液中的二氧化碳和氧气的分压来调节呼吸频率和深度。当血液中的二氧化碳分压升高时，延髓会刺激呼吸肌

肉加快呼吸，以排出多余的二氧化碳；当血液中的二氧化碳分压降低时，延髓会抑制呼吸肌肉减慢呼吸，以保留足够的二氧化碳。当人体吸入纯氮气时，血液中的二氧化碳分压不会升高，而是保持在正常水平，所以延髓不会感知到缺氧的危险信号，也不会加快呼吸。但是，血液中的氧气分压会迅速下降，导致脑细胞缺血缺氧，失去功能。这样，延髓也会停止工作，无法控制呼吸肌肉，导致肺部停止呼吸。这会导致在吸入纯氮的几秒之内，人就意识丧失，处于无法自救的昏迷状态。这样，就算把人移到有新鲜空气的环境，人也不能自主恢复呼吸。



所以，氮气窒息不一定只会发生在受限空间内部。在极端情况下，如果工人打开一根带压的氮气管线的法兰连接开口，大量氮气瞬间涌出，在这名工人的呼吸区形成一个纯氮气的区域，他通过这种方式吸入纯氮气也可能就会倒下。

在氮气窒息事故中，如果施救人员采取措施不当，自身防护不足，很容易把自己的生命也搭上去。这是因为：

氮气是一种无色无味的气体，不易被察觉，如果施救人员不知道现场有氮气泄漏或置换，进入事故现场时就可能吸入高浓度的氮气，导致缺氧窒息。

氮气窒息的症状不明显，根据一些被从氮气窒息事故中救回的人描述的体验，他们都没有感受到明显的窒息反应或痛苦，初期甚至会出现愉悦感，随后会出现意识模糊、呼吸停止等危急情况，很快就失去了意识和自救能力。如果施救人员没有及时发现自己或他人的异常反应，就可能

错过最佳的救治和自救时机。

氮气窒息事故往往发生在受限空间内，如储罐、管道、阀井等。这些空间通风不良，空间狭小，出入困难，不利于施救人员的安全撤离和救援物资的运送。如果施救人员没有采取有效的安全措施，如佩戴防护用具、通风换气、设置监护人员等，就可能陷入危险境地。



因此一条必须遵守的铁律是：在没有做好自身防护措施特别是呼吸防护的时候，禁止盲目施救。还有就是，所有的受限空间作业在开始之前，就必须制定紧急救援方案。

二、氮气窒息的认识及预防

通常情况下氮气对人体无毒害作用。但由于不遵守操作规程，使氮气泄漏，某些工作空间中氮气浓度增高，氧浓度降低，容易使人窒息昏迷。

引发氮气事故常有以下因素：

1. 思想麻痹大意。认为工作空间较为敞开，氮气会从敞口逸出室外，忽略了氮气排放量的影响因素。当排放量很大时，会造成氮气聚集使工作空间缺氧。
2. 对氮气的危险特性认识不够深刻，存在侥幸心理。
3. 在可能发生氮气泄漏的危险区域缺少安全警示标识，无关人员可能进入该区域。
4. 盲目施工，会造成惨痛的局面。检修前缺乏对施工现场做充分了解。
5. 施工前，没有制定完善的施工方案。
6. 不佩戴 CO、O₂ 检测仪，不携带正压式供氧仪，

没有采取安全措施，随意进入富氮空间。

7. 工具携带的方式有缺陷。

8. 抢救人员既不明情况，又不采取自身防护，盲目进入富氮空间。

三、生产过程中的预防措施

1. 严格执行安全操作规程，加强岗位操作技能培训，避免因误操作导致设备损坏和管道阀门泄漏而引发事故；

2. 对岗位工人进行安全知识教育，使其了解、掌握氮气的理化性质、事故预防及应急措施；

3. 根据生产实际情况制定窒息事故应急救援预案，加强演练以提高岗位工人事故应急救援能力和救援水平，并根据工艺变化和人员变动适时进行修订，使预案具有可操作性；

4. 在可能发生氮气泄漏的危险场所悬挂安全警示标识，严禁无关人员进入该区域；

5. 在可能发生氮气泄漏的危险场所，加设强制通风装置，以减少氮气聚集；

6. 严格执行工作票制度；

7. 在可能发生氮气泄漏的危险场所中作业前，先制定完善的作业方案；并报备安全科室审核通过后再作业；

8. 在可能发生氮气泄漏的危险场所中作业前，必须将待检修设备与生产系统可靠隔绝，经强制置换并分析合格（氧含量 > 18%），落实好安全措施后方可进行作业。在不可能置换完全的情况下，作业人员必须使用正压式氧气呼吸器，正确携带 CO、O₂ 检测仪，并设专人监护；在可能发生氮气泄漏的危险场所中，严禁佩戴过滤式呼吸器作业；

9. 不得将纯氮气排放至通风不畅的空间；氮气的生产、使用现场和操作室等要保持通风换气良好，并定期分析周围大气的含氧量，保证其浓度不低于 18%；

10. 控制室操作人员要加强对压力、流量等参数的监控，以便及时发现氮气泄漏情况并及时得到有效控制。

（来源：安全保藏）

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 workflows 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。

为什么要做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

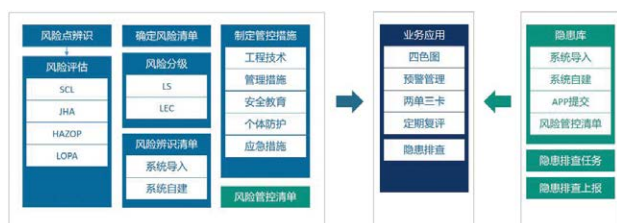
企业生产相关的系统（功能）往往相对独立，如 DCS/PLC、人员定位、巡检等，从而导致的“信息孤岛”现象，无法进行高效的工作和统一的管理。运用信息化技术，建设集成化平台，将与生产相关的设备、人员、风险

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。



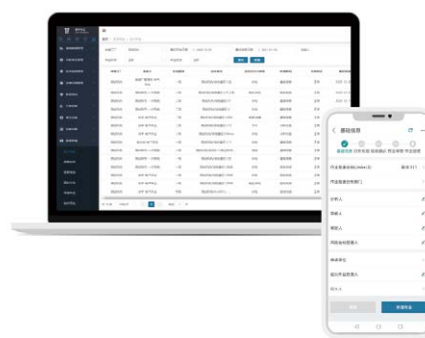
风险分区管理系统—通过生产过程危险和有害因素的辨识,运用定性或定量的统计分析方法确定其风险程度,一般分为重大风险、较大风险、一般风险、低风险,在信息系统中企业厂区平面图上用红、橙、黄、蓝“四色图”进行标绘,形成“两单三卡”。



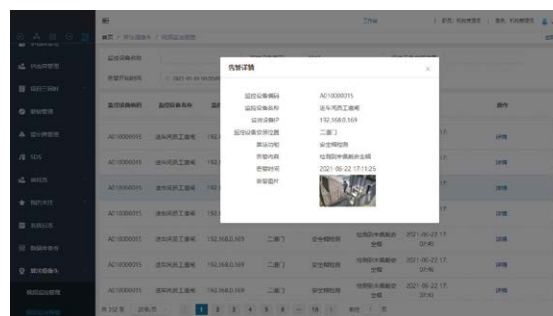
人员定位统一用于管理化工企业作业人员定时、定人、定岗履职的信息系统,能够有效识别、跟踪作业人员及车辆的位置和行为。结合电子围栏等功能,能有效对离岗、串岗、超员提供实时报警的功能。



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

**风险管控
首选思创**



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 国务院安委会危险化学品
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 AQT-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