

# 化学品安全 文摘 CHEMICAL SAFETY DIGEST

2023.10 VOL 总 201 期

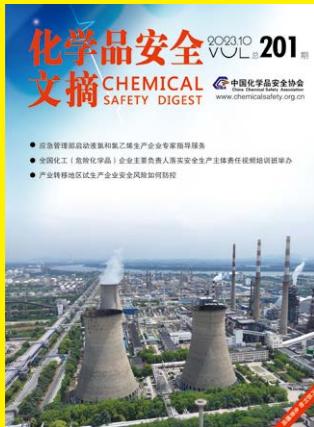
中国化学品安全协会  
China Chemical Safety Association  
[www.chemicalsafety.org.cn](http://www.chemicalsafety.org.cn)

- 应急管理部启动液氯和氯乙烯生产企业专家指导服务
- 全国化工（危险化学品）企业主要负责人落实安全生产主体责任视频培训班举办
- 产业转移地区试生产企业安全风险如何防控



高温罐体  
管道保温

# 目录



## 化学品安全文摘

2023/10 总第 201 期

主办单位：中国化学品安全协会

网 址：[www.chemicalsafety.org.cn](http://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 19 号  
中国蓝星大厦 8 层、9 层

邮 编：100029

电 话：010-64464198

投稿邮箱：[ccsa@ccsa.net.cn](mailto: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

- 国务院安委办启动 2023 年第二轮危化品重点县专家指导服务
- 应急管理部启动液氯和氯乙烯生产企业专家指导服务
- 全国化工（危险化学品）企业主要负责人落实安全生产主体责任视频培训班举办
- 强制性行标《化工企业可燃液体常压储罐区安全管理规范（征求意见稿）》征求意见

## P olicy Interpretation 政策解读 ----- 04

- 标准解读 | 《化工企业事件管理规范》

## E xpert Perspective 专家视角 ----- 05

- 产业转移地区试生产企业安全风险如何防控？
- 化工园区事故应急设施（池）建设的思考
- 企业要不要设置 SIS ?

# Contents

## C Case Study 案例学习 ----- 13

- 化工企业检修和开停车期间典型事故案例
- 2023 年 9 月发生的典型事故
- 历史上 10 月发生的危险化学品事故

## P SM 过程安全管理 ----- 25

- 流化催化裂解装置爆炸——磨损的闸板阀

## T echnology Online 科技在线 ----- 27

- 应急特种机器人备受瞩目

## S afety knowledge 安全知识 ----- 30

- 安全 5 分钟
- 化工企业消防泵的配置有何要求？
- 浅谈制药企业的消防安全管理
- 静电对石化企业的危害及预防措施

# 行业新闻

## 国务院安委办启动 2023年第二轮危化品重点县专家指导服务

为认真落实国务院安委会2023年工作要点和危险化学品安全监管年度重点工作安排，为杭州第19届亚运会的举办营造良好环境，全力做好中秋、国庆假日安全防范，国务院安委会办公室9月中旬启动2023年第二轮危险化学品重点县专家指导服务。

本轮专家指导服务以防控重大安全风险和推动重点工作落实为主线，注重推动各级应急部门开展指导服务，提升重点县企业与专家开展隐患排查能力，足力推动重点县企业与应急管理部门对表对标开展自查、复查，提升企业隐患自查与整改的质量，压实企业落实安全生产主体责任。并通过线上培训、线下帮扶等方式，帮助企业查找分析产生隐患的深层次原因，建立防控同类隐患再次发生的有效措施，举一反三整改隐患，防控重大安全风险。指导服务中针对各重点县实际，按照示范引领、改进提升、全面指导服务开展分类施策，推动装置设备带“病”运行、异常工况应急处置、重大危险源企

业双重预防机制数字化应用、包保责任制履职、精细化工企业整治任务“四个清零”、高危细分领域、液化烃储罐区等各类安全风险专项整治工作在重点县率先取得成效。

本轮指导服务将继续固化基础较好重点县的示范成果，及时总结隐患整改成功案例或最佳工程实践，并宣传推广；强化对突出问题的培训，利用“化危为安”培训平台，线上坚持“一日一答题，双周一课堂”，及时解读新制定、新修订的法规标准；加强互动交流，推动交办问题整改闭环，满足各重点县在安全生产方面的个性需求；进一步优化评价指标体系，持续对重点县安全生产指数实行综合评价，形成“比学赶超”良好氛围。

目前，专家指导服务组已完成对北京房山区、天津滨海新区南港工业园区、河北沧州渤海新区临港产业园区、浙江台州市临海市、辽宁抚顺市高新技术产业开发区等重点县指导核查工作。

## 应急管理部启动液氯和氯乙烯生产企业专家指导服务

为落实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，强化液氯和氯乙烯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9月初启动液氯和氯乙烯生产企业专家指导服务。

针对液氯和氯乙烯危险特性、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液氯和氯乙烯生产企业安全风险隐患排查指南，聚焦生产、储存等重点环节，部署地方和企业全面对标自查，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3个专家组，会同有关省级应急管理部

门，突出重点企业，深入查找液氯和氯乙烯生产过程安全风险隐患与根源问题，提出针对性解决措施，示范带动地方应急管理部门和企业落实责任，强化重大安全风险隐患排查治理，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与安全保障能力。

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，各专家组已分赴青海、天津、新疆等地开展现场指导服务。

## 全国化工（危险化学品）企业主要负责人 落实安全生产主体责任视频培训班举办

8月26日至30日，中央党校（国家行政学院）、应急管理部、工业和信息化部、国务院国资委、国家粮食和物资储备局、中华全国工商业联合会联合举办全国化工（危险化学品）企业主要负责人落实安全生产主体责任视频培训班，首次通过直播形式同步培训全国化工（危险化学品）企业“第一责任人”。

培训班深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想和党的二十大精神，学习贯彻习近平总书记关于安全生产重要论述，紧紧围绕新时代化工行业安全发展、高质量发展的新任务新要求，以“知敬畏、明责任、控风险、提能力”为主题，设置思想理论、法治责任、风险防控、应急处置、案例交流5个模块的课程体系，把习近平新时代中国特色社会主义思想作为首课，安排中央党校（国家行政学院）、最高人民检察院、应急管理部领导和专家讲授法规政策要求，剖析典型事故案例，安排安全管理先进

企业主要负责人传授经验做法，全面提升化工（危险化学品）企业第一责任人安全风险防控意识和安全管理能力。

中国化学品安全协会专家受邀为本次培训班授课。协会总工程师程长进讲授了《<2023年危险化学品企业安全生产执法检查重点事项指导目录>解读》，法规标准部主任冯建柱讲授了《<化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）>解读》，行业安全咨询中心主任刘啸武讲授了《硝化安全风险分析与管控》。协会还为培训班学员编制了《危化品安全生产法规政策选编》等配套学习资料，为此次培训班的成功举办提供坚实保障。

学员普遍反映，这次培训班政策解读权威、内容讲解深入、案例剖析深刻、工作要求具体，对企业落实安全生产主体责任、统筹好发展和安全、切实以高水平安全服务高质量发展具有重要意义。

## 强制性行标《化工企业可燃液体常压储罐区安全管理规范 (征求意见稿)》征求意见

为强化化工企业可燃液体常压储罐区安全风险管控，应急管理部危化监管一司组织有关单位编制了《化工企业可燃液体常压储罐区安全管理规范（征求意见稿）》和编制说明，9月4日，危化监管一司向

社会公开征求意见。此次公开征求意见时间为即日起至2023年11月6日，反馈意见请填写应急管理标准项目征求意见表后发送至指定电子邮箱（cycgqaq@163.com）。

# 标准解读 | 《化工企业事件管理规范》

由中国化学品安全协会组织南通星辰合成材料有限公司等单位编制的团体标准《化工企业事件管理规范》(T/CCSAS 041-2023)，于7月25日发布实施。

近些年，在事件管理方面，国内化工企业借鉴了欧美国家过程安全管理相关的法规及标准要求，建立事件相关管理制度，明确了事件分类、报告、分析与跟踪等要求，事件管理水平有了较大提升。《化工企业事件管理规范》(T/CCSAS 041-2023)在我国现行有关法律法规、部门规章和标准的基础上，借鉴国内外优秀石油、化工企业对于事件管理的最佳实践编制而成，规定了化工企业事件管理的基本要求和工作流程，事件分类、报告、分析与跟踪等方面的管理要求，特别是事件定义、事件调查流程，旨在进一步引导企业事故管理前移，鼓励全员参与事件管理，查找、分析引起事件的直接原因、根本原因，从管理、工程技术和教育培训等方面制定系统性的改进措施，持续改进，从而避免类似事件再次发生。

该标准结合《化工过程安全管理导则》(AQ/T 3034-2022)，明确将化工企业事件分为9大类，即：火灾事件、泄漏事件、人身伤害事件、工艺事件、设备事件、电气事件、仪表事件、非计划停车、未遂事件。标准提出，企业宜根据实际情况及造成的人员伤害或者直接经济损失等情况，制定企业事件分级标准。

该标准还提出，事件调查组应在事件管理原因调查的基础上，从安全文化角度剖析事件发生的深层次原因，不断改进企业的安全文化。企业应建立事件数据库，每半年对发生的事件进行统计分析，确定共性原因，找出发生的规律，制定系统性的防范措施，发现管理体系存在缺陷和不足，及时对管理体系进行修正和完善，防止事件重复发生。

合理运用《化工企业事件管理规范》(T/CCSAS 041-2023)，可推动化工企业事故管理前移，通过根因分析等手段，弥补体系管理的漏洞，进一步提升企业的安全绩效。



# 产业转移地区试生产企业 安全风险如何防控?

中国化学品安全协会 兰云



从 2019 年开始，我国沿海地区大量的化工企业向中西部、东北地区转移，到 2022 年，这些企业开始陆续试生产。可能有人会认为，在当前技术水平日益提高、标准规范逐渐成熟的背景下，新建成的企业各方面都应该很好，安全管理也到位。但是事实真是如此吗？

笔者近期在参加产业转移重点县专家指导服务时发现，一家涉及硝化工艺装置的试生产企业没有任何自动化控制系统，设备设施随意变更，将原来安装在甲类车间的甲类物料设施，私自安装在乙类装置内，增加了乙类装置的风险等级；一家涉及加氢工艺的企业刚刚建成试生产，就开始整改自动化控制系统和安全仪表功能方面的问题；某地区多家刚刚建成的企业开始频繁地整改隐患问题，导致不能正常试生产……

这些试生产企业为何会存在这么多安全问题？笔者认为有以下几个主要原因。

## 一、招商引资门槛低，部分企业未批先建、边建设边补手续

一些地区为了发展经济降低了招商引资门槛，未统筹考虑安全与发展的关系，只要是项目就要。为了招到项目，某些地方政府甚至提前出资建设厂房，以此吸引企业。未批先建、边建边补手续的项目屡见不鲜，导致很多项目没有得到正规设计。试问，这样的项目建成后存在多少安全隐患？风险如何能够控制住？

## 二、设计标准低，企业随意变更

某地区一家精细化工企业涉及加氢、氧化、烷基化、

胺基化 4 种重点监管的危险化工工艺。笔者在查看该企业的 P&ID 图纸时，发现自动化控制和安全仪表功能在设计时就有缺失。政府监管部门组织的检查对此提出了整改建议，企业没有履行设计变更就私自增加了装置超温、超压等联锁。笔者现场询问控制室的操作人员，发现其根本就不知道如何操作，也不清楚哪些是重要的工艺指标，完全由现场操作人员指挥控制室的人员辅助完成操作。

笔者在另一家试生产企业还发现，居然将盖有设计单位公章的白纸拿了出来，企业随意进行“正规”的设计变更，应付检查！试问，这样的企业如何能够保证安全生产？

### 三、部分评审专家对试生产环节把关不严

在一家试生产企业，笔者发现专家审查意见中提出的 10 项问题，基本都是无防护网、无防护栏杆、未加装防护罩、未安装踢脚板等浅显问题。企业真的这么好？真的就只有这些小问题吗？指导服务专家组核查这家企业，发现存在多处设备设施与总图不符、未进行总图布局设计、自动化控制系统和 SIS 系统不完善等方面的问题，而爆炸危险区域内使用非防爆电气等问题也是比比皆是。试问，评审专家真的看不出来这些问题吗？

### 四、施工过程无管控，企业未认真开展“三查四定”

一些小精细化工企业投资额相对较小，建设过

程中基本无力聘请监理单位管控施工质量，为了尽早投产抢占市场，赶工期、降低施工标准是常态化，为日后生产埋下安全隐患。如笔者核查的一家企业，安装的管道七扭八歪、焊接质量不堪入目，设备随便往地上一放，没有设备基础，更没有固定措施，全靠管道拉力稳定。试问，这样的生产现场怎能不让人担忧？

### 五、企业安全投入不足

存在以上问题，大部分是因为企业安全投入不足导致的。哪个设计单位要的钱少就用哪个，不考虑口碑和业绩，有的时候找设计单位，只是为了把一些不合规的“变成”合规的；采购设备设施能省则省，只要能用就行，很少考虑安全性和稳定性；使用施工单位，也是谁价格低就用谁；总是抱怨不好招人，但在招人方面却舍不得投入。试问，这样的企业如何能搞好安全生产？

### 六、某些监管部门睁一只眼闭一只眼

笔者在核查某园区时发现了 2 家未批先建的企业和 1 家违规试生产企业。而当地监管部门有意隐瞒，在提供的企业名单中没有这 3 家企业。这表明当地监管部门是知道此情况的，或是迫于各种压力和情况，不敢硬碰硬、不敢动真格，睁一只眼闭一只眼，甚至都闭上了。当然，监管能力不足，也是导致这个局面的重要原因之一。

试生产是很容易发生事故的环节，有效防控产

业转移地区试生产企业的安全风险，是产业转移地区整体安全形势稳定的保障，而这也需要各方共同努力，严格把关。

## 一、提高招商引资门槛，充分考虑当地人力资源

招商不能只考虑为地方带来的经济效益，还要掌握企业的固有风险，了解企业的安全管理水。要清醒地认识到本地资源能否管控住项目的安全风险，尤其是要充分考虑本地的人力资源，是否能够匹配该企业的发展。如果企业在原所在地就是“问题”企业，坚决不能引进。

## 二、提高项目设计标准，择优而用

有人说，安全是设计出来的。也有人说，设计投入多，运行成本就会少。企业一定要认识设计的重要性，摒弃“谁便宜就用谁”的思维，坚决不用挂靠资质的个人。一定要选择业务能力好、口碑好的设计单位，确保设计优良、设备设施选择正确、自动化控制和安全仪表功能完整。只有这样，才能够为以后的安全生产打下好的基础。同时也希望负责审核图纸的相关部门认真负责，不能任意而为。当地政府可加大这方面的追责问责。

## 三、评审专家应恪守职业操守，严格把关

参加试生产审查的专家应直面问题，帮助企业查出存在的重大安全隐患、重大风险问题，提升企业本

质安全水平，不符合试生产条件的坚决不同意试生产。评审专家不能与企业串通一气，任由企业摆布，提一些皮毛问题、无关紧要的问题。

## 四、加强施工过程的监管，确保按图施工，保障施工质量

安全管理工作不是应急管理部一个部门的事情，需要各部门共同努力。相关部门应采取措施，倒逼企业找好的施工单位、按图施工、不偷工减料，避免出现企业一试生产，不是这根管线漏就是那个设备漏、不是这台设备坏了就是那台设备开不起来的情况。

## 五、企业要加大安全投入

化工行业是高危行业，而且有的危险看不见、摸不到。投资者一定要清醒地认识到，化工行业需要高投入，不能有挣快钱的思想。在设备设施选型上要加大投入，选择适宜的设备设施，不能以便宜为标准。人力资源投入是很多企业最不注重的，也是最不想投入的。企业家们一定要摒弃“谁要的工资低就用谁”的思想，要尊重人才、培养人才。

## 六、监管部门要严格监管

监管部门要加大监管力度，借助优秀的第三方机构力量，为安全监管提供技术支撑，发现企业存在的问题；要敢于直面问题，解决问题，无所畏惧、理直气壮地执行赋予自己的监管权力，不能发现违法行为视而不见、任由企业一堆隐患不整改、不处罚、不执法。

# 化工园区事故应急设施（池）建设的思考

汪卫国 嵇华泰 等

化工园区事故应急设施（池）是化工园区防控水环境风险的重要公共基础设施。该项设施在建设过程中存在一些问题，也面临一些风险。本文从应该遵循的3个原则、3个“一体化”及1个“智能化”的角度出发，建议应急设施（池）的建设。

化工园区的快速发展，集聚了众多的化工企业，为国家带来巨大的社会和经济效益的同时，也产生了一些环境、安全等方面的社会问题。近年来，由于部分化工园区和企业缺乏完善的事故污水拦蓄、导排系统和事故应急水池等设施，导致发生多起重大的水污染事件，对环境造成了严重的污染，社会影响巨大，群众反响强烈。另外，化工园区内的危险化学品有诸多易燃易爆、易挥发的液体，事故水如不能有效管控，还可能引发大范围的安全事故。

化工园区事故应急设施（池）作为防控水环境风险的重要公共基础设施，建立有效的水环境风险防控体系，做好事故废水的收集、暂存和处理，确保事故状态下的事故废水处于受控状态、得到有效处理，是保障化工园区安全运行和防范水环境风险的有效措施，也是促进化工园区可持续发展的基本要求。

## 事故应急设施（池）建设现状及原因分析

### 认知态度有偏差

一是园区管理方对建设事故应急设施（池）必要性认识不清，认为企业已经建设了事故应急池，园区没有必要再建设；或是认为事故应急设施（池）占用土地资源和资金，

建成后基本用不上，对于项目建设和经济发展作用小；亦或是侥幸认为发生事故也能将影响控制在事故企业内，即使有少量废水进入园区公共区域，也有污水处理厂兜底。

二是园区管理方迫于园区安全整治提升过关的要求，不得不建公共事故应急设施（池），应付了事，满足于“有”而非“用”，有效容积算而不核，配套设施能省则省，建成后无人问津，成为摆设。

三是不少化工园区因土地指标、资金缺乏等原因，导致畏难退缩，部门之间互相推诿，拖而不建。

### 建设过程不规范

目前，与化工园区公共事故应急设施（池）相关的规范，除中国石油和化工联合会制定的《化工园区事故应急设施（池）建设标准》外，尚无太多其他可参考的规范。

对于公共综合管廊、危险品运输车辆道路及停车场事故污水的收集，园区内企业间可能发生的多米诺效应，沿海、沿江、沿河、沿湖等典型化工园区如何结合实际情况建设，事故应急设施（池）容积计算过程中K值选取原则等，都缺少相关可行性依据，以上原因导致化工园区公共事故应急设施（池）的选址、设计、建设及配套设施建设都处于“摸索中前行”的状态，园区管理部门即便知道建设的重要意义，但在均衡资金投入、土地使用、园区特点之后，很难从现有标准中找到一个既合规、经济又贴合园区实际的建设方案，可能不得不选取一个折中的办法或是考虑不全，导致“建而不用”或“建而无用”。

### 运行管理不到位

一是建成的化工园区公共事故应急设施（池）缺少收集输送及转输管线、事故池消防设施、自动化控制系统配

套不到位，难以投入实际运行。

二是园区缺少对公共事故应急设施（池）的日常管理及运行维护制度，导致建成的园区公共事故应急设施（池）荒废、配套设施损坏，甚至作为蓄水池、废水暂存池或蒸发塘使用。

究其根本原因，是化工园区事故应急设施（池）关联到多个单位（部门），在规划、设计、建设过程中未能综合全面的考虑各相关方实际需求（见表1）。

序号	相关方	关心问题
1	园区管委会	资金申请问题、土地批复问题、后期运维管理的责任问题
2	园区内企业	企业厂界内管网与园区管网的衔接、界区阀门的开关条件（时机）及相关要求，配套设施全不全（能不能用起来）等问题
3	属地政府	资金投入与产出、综合经济收益、土地选址等问题
4	应急部门	日常安全监管，事故后是否能发挥应急处置作用，能否避免事故扩大化，以及事故应急设施（池）本身是否存在安全隐患等问题
5	环保部门	是否会引发大范围水体污染事故
6	服务机构	相关法规、标准规范是否健全；计算方法是否合理、明确；日常检查（技术服务）要点

表1 化工园区事故应急设施（池）相关方关心问题一览表

## 思考和建议

### 建议遵循3个原则

根据化工园区事故应急设施（池）建设现状及原因分析，结合对于园区事故应急设施（池）的规划、选址、设计、建设、运行和维护等方面的思考，建议化工园区事故应急设施（池）建设遵循以下3个原则。

第一，坚持“规划先行、科学建设”的原则。即先规划选址，再估算分析，最后实施建设。一些园区没有结合自身的自然条件、地质条件、产业规划、总体规划等因素进行科学分析规划，选择最优方案，本可利用自然沟渠或人工沟渠等稍加设计改造，却采用人工挖掘的方式设计建造，甚至连容积都没有准确核算，造成土地和资金的浪费。

再如，鉴于事故状态下现场情况混乱复杂，供电及控制系统常因火灾、爆炸受到破坏，靠动力输送事故水无法得到有效保障，化工园区事故应急设施（池）应优先选用非动力自流模式设计事故水输送管路，并采取有效措施防

止流淌火引发火灾蔓延；前期规划设计如未能系统考虑事故水收集输送，建成之后再行改造会增加诸多困难。

第二，坚持“最大事故水量”和“最小影响范围”的原则。化工园区事故应急池一般可按园区内最大的事故源企业，超出其防控能力可能排放到园区的事故水量计算容积，在确定化工园区事故应急设施（池）的规模时，应模拟园区内发生巨灾情景，根据园区内各企业事故源的设备容量，事故时消防水量及可能进入应急储存设施的降水量等综合因素确定。

在模拟巨灾情景时，应考虑多米诺效应的影响，如企业发生事故可能引发毗邻企业、园区公共管廊、园区危险品运输车辆等发生事故，确定规模时应予以考虑。同时，事故废水环境风险防范应明确“单元—厂区—园区／区域”的3级环境风险防控体系要求，将污染尽可能控制在最小影响范围内（见图1）。

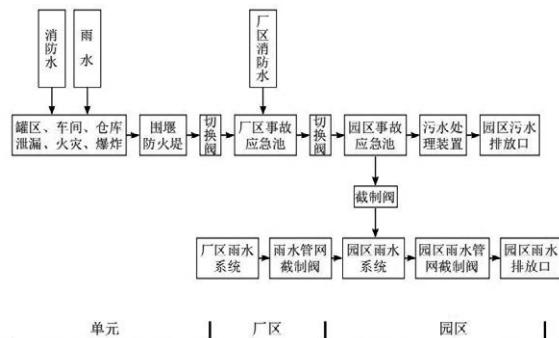


图1 单元—厂区—园区 / 区域 3 级水环境风险防控系统示意图

第三，坚持“系统思维、共建共享”的原则。化工园区事故应急设施（池）是一个系统工程，其设计建设建议根据“单元—厂区—园区／区域”的3级风险防控体系统一进行规划，尝试利用人工渠、人工河道、初期雨水收集池、低洼地等自然条件分区共建事故应急池，企业除建设配套的泄漏物料收集池、围堰、防火堤、污水处理收集池外，不再单独投资建设事故应急池。

分区建设的事故应急池与周边企业共建共享，相关企业只需按应建池容缴纳一定比例的事故应急池共建资金，

每年按应建池容缴纳一定比例的维护管理费用，由园区平台公司统一建设和管理。这样既可以大幅度减少企业自建事故应急池的用地和建设成本，又解决了化工园区事故应急池“无钱建”和“无人管”的问题，也提高了事故应急池的利用率。

### 建议实施3个“一体化”和1个“智能化”

综合考虑化工园区事故应急设施（池）涉及的相关方以及其“投入大、利用率低”的特点，提出3个“一体化”和1个“智能化”的建议，将风险管控做到关口前移，把园区的安全管理向事前预防转型。

一是“安全环保一体化”。建立包括属地政府、应急管理、消防救援、生态环境、气象、水利、交通运输等部门安全环境风险一体化联防联控机制，同时建立起政府与园区内企业的联动机制，实现数据信息共享、共用，应急物资和力量联合调度指挥，做好园区内企业重大危险源应急预案、园区突发事件应急预案、属地突发事件总体应急预案、生态环境（水体污染）专项应急预案、自然灾害防治专项应急预案的衔接。

二是“园企一体化”。在化工园区发生突发环境事件时，化工园区事故应急设施（池）负责收集超出企业防控能力而进入公共区域的事故水，包括泄漏的化学物料、消防冷却用水、泡沫液、其他灭火剂和雨水收集系统收集的受污染的雨水。

需要注意的是，化工园区事故水风险防控体系由企业级水体污染三级防控体系、园区级事故应急设施（池）和末端拦蓄系统组成，园区级的事故应急设施（池）不可替代企业级的事故水防控系统，亦不可用企业级的事故水防控系统代替；特别是共建共享的事故应急池需通盘考虑企业、园区事故水的总量，并有相应的体制机制约束各尽其责。

如果能够统筹管理和调度好各级防控体系，实现动态可视化自动调节，则可以在减少资金和土地投入的同时，取得最大的防控成效。

三是“建用一体化”。化工园区事故应急设施（池）不止是一个池子，它是一个系统工程，包括管道、阀门、机泵、收集设施、配套的安全监测设施等，无论哪个环节出了问题都影响事故状态下的实际效果。

园区应建立针对事故应急设施（池）的定期演练制度和定期评估制度，将事故应急池运行列入化工园区各类安全、环境应急事故演练的必练内容，并根据演练评估结果及时修订应急预案和充实应急物资、加强应急能力。

以演练不断优化化工园区环境风险防控体系，优化事故水的收集、拦截、存储、转输方案，确保突发情况下事故水拦得住、收得全、存得下、送得走，切实担负起化工园区水环境风险的警卫员责任。

四是“防控智能化”。作为应急设施，化工园区事故应急设施（池）使用率非常低，只靠日常的巡检维护很难发现问题。在资金充足的情况下，建议将化工园区事故水风险防控体系使用信息化赋能、智能化增效。如通过视频和远传液位计，动态监测各企业事故水池容量和使用情况，通过气体检测报警仪监测事故水是否存在挥发燃爆的风险，通过信息化手段自动统计事故水池及配套设施的完好率，通过隐患大数据，研判可能发生事故的企业并推送事故演练计划等。

充分利用信息化手段把化工园区事故应急设施（池）真正用起来，在事故状态下可以有效防范风险、削减风险。

随着化工园区安全整治提升工作的推进，以及时代的发展和科技的进步，相信在5G、物联网、大数据等技术的加持下，化工园区事故应急设施（池）的规划选址会越来越合理化，建设运维会越来越标准化，监测预警会越来越智能化。

化工园区事故水风险防控体系会逐步实现自动化、数字化、可视化、智能化，也会逐步与园区整体的安全监管信息化系统和城市的公共安全监管信息化系统互相衔接，做到数据共享，实现化工园区的风险感知评估、实时监测预警和高效应急响应。

（来源：《劳动保护》杂志）

# 企业要不要设置 SIS ?

南京泰华安全科技有限公司 周恺

笔者在与化工企业开展 HAZOP、LOPA 分析交流的时候，大家最关心的问题是：“我们企业到底要不要设置 SIS，如何设置？”其实原国家安监总局和各个地方都出台过相应的规范和要求，笔者结合自己的实践，谈谈对这个问题的认识。

要理清这个问题，我们从四个方面来进行探讨：一、到底什么是 SIS，它的功能和作用是什么？二、现有的法律法规和文件标准要求是什么？三、设置 SIS 的依据以及 LOPA 分析的应用；四、目前企业设置 SIS 的现状。

## 一、什么是 SIS，它的功能和作用是什么

SIS 是 安 全 仪 表 系 统 (Safety Instrumented System) 的简称，由传感器、逻辑控制器和执行器组成，用来实现一个或多个 SIF 的仪表系统。SIF (Safety Instrumented Function) 安全仪表功能，是由安全仪表系统 (SIS) 实现的安全功能。

根据保护层模型（洋葱模型）我们知道，工业化生产的安全保护层由内到外分为多层次保护。内层最核心的是工艺设计，而 SIS 位于基本过程控制系统 (BPCS) 外面，即当 BPCS 和报警响应都失效或未能控制风险的情况下，SIS 作为独立保护层起作用。

### 保护层



SIS 与 BPCS 的区别在于：BPCS 执行基本过程控制

功能，一般由 DCS 或 PLC 程序控制实现，可以动态和连续的监控生产的各项仪表参数的运行情况，并实现对仪表参数的控制和联锁，以保证生产在工艺控制范围内运行，确保产量、质量和安全。

SIS 则是静态、触发式的监控重大风险点的参数运行状态，当 BPCS 失效或不满足控制安全风险的要求时，根据 SIF 的设置，SIS 动作以防止危险的发生或减轻事故造成的后果。由此来看，SIS 是当前面的工艺设计、BPCS、报警和人员响应失效或无法满足控制安全要求时触发动作，它对化工生产的安全，尤其是重大风险点的防控至关重要。

BPCS 是生产控制系统，它是在生产范围内进行调节、报警和联锁。而 SIS 触发就属于生产事故，应纳入事故处理范围。

## 二、现有的法律法规和文件标准要求

《关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》（安监总管三【2014】116 号文）中，明确对于新建项目涉及“两重点一重大”的要设计符合要求的安全仪表系统。对于涉及“两重点一重大”的在役生产装置，要在全面开展 HAZOP 分析的基础上，通过风险分析确定安全仪表功能及其风险降低要求。

AQ/T 3033《化工建设项目安全设计管理导则》规定，SIL 定级、SRS 编制及 SIL 验证应纳入《建设项目安全设计管理计划》。SIL 定级应确定每个 SIF 及其所需要的 SIL 等级，应针对工艺过程特定事件，结合 HAZOP 分析结果确定。

AQ/T 3034《化工过程安全管理导则》规定，企业应根据工艺过程危害辨识和风险评估结果，安全仪表系



统安全完整性等级（SIL）评估结果，确定安全仪表系统的装备。涉及重点监管危险化工工艺的新建项目应按照 GB/T 21109 和 GB/T 50770 等标准开展安全仪表系统设计。国家安全生产监督总局第 40 号令要求，对涉及毒性气体、液化气体、剧毒液体的一级或者二级重大危险源，应设置独立的安全仪表系统。

### 三、企业设置 SIS 的依据以及 LOPA 分析的应用

根据现有的法律法规和标准文件等要求，是不是凡是涉及“两重点一重大”的生产项目都要设置 SIS 呢？答案显然不是。实际上，根据前面的文件标准要求，重点监管危险化学品并不在强制要求，只有当危险化学品的储存量达到重大危险源的标准时，才会按照重大危险源来管理。另外三、四级重大危险源，涉及重点监管危险化工工艺，涉及一级、二级重大危险源的，在设置 SIS 之前，应在 HAZOP 分析的基础上，对涉及的重大危险场景进行定量分析，即我们所说的 LOPA 分析。并在 LOPA 分析的同时，确认已有安全措施和保护层的设置情况，才能最终确定 SIS 设置哪些 SIF，以及这些 SIF 的等级。

保护层分析（LOPA）的目的是在定性危险分析的基础上，进一步对具体的场景的风险进行相对量化（准确到数量级）的研究，包括对场景的准确表述及识别已有的独立保护层，从而判定该场景发生时系统所处的风险水平是否达到可容许风险标准的要求，并根据需要增加适当的保护层，以将风险降低至可容许风险标准要求的水平。

所以到底要不要设置 SIS，怎么设置 SIS 是由 LOPA 分析结论确定的。当然 LOPA 分析必须符合前面说的文件标准的要求。如果已有保护层的设置已经可以将风险降低到可容许标准内，则 SIF 的 SIL 等级也会相应降低。我们知道 SIL 等级分为 4 级，分别是 SIL1—SIL4。在实践中，我们通过 LOPA 分析发现，有些不属于文件强制要求的 SIF 的风险降低因子（RRF）值小于等于 10，则我

们会将其 SIL 等级定义为 SIL0 级，即该 SIF 也可以使用 BPCS 等级来替代。如果已有保护层设置不足，在 LOPA 分析建议中应根据洋葱模型，遵循由内到外的设置原则，优先使用主动保护层、BPCS 级保护层等。

### 四、目前企业 SIS 设置的现状

根据安监总管三〔2014〕116 号文《关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》要求，从 2018 年 1 月 1 日起，所有新建涉及“两重点一重大”的化工装置和危险化学品储存设施要设计符合要求的安全仪表系统。其他新建化工装置、危险化学品储存设施安全仪表系统，从 2020 年 1 月 1 日起，应执行功能安全相关标准要求，设计符合要求的安全仪表系统。

在实践中我们看到，不管是 HAZOP 分析还是 LOPA 分析，都是基于国家最基本的安全要求而开展的分析并最终给出的建议。笔者想提醒的是，HAZOP 和 LOPA 分析的建议项其实是对安全最底线的建议要求，各个企业应根据自己的实际情况和长期生产经验，尽可能在分析讨论中完善自身的控制方案。简单来说就是企业的最终实施方案的安全标准应等于或大于风险分析的结果。

另外，在开展 HAZOP 和 LOPA 分析时，使用什么样的风险评估矩阵非常重要。根据标准要求，各个企业应制定适合自己企业的单一场景可容许标准。实践中，大部分企业是没有自己的风险评估矩阵的。这就要求开展风险分析的单位和个人必须在分析之前，与业主确定本次分析的风险评估矩阵。我们经常看到一些分析报告，因为采用了不适合的风险评估矩阵而造成分析结果的偏差。

### 五、总结

综上所述，企业设置 SIS 应根据 HAZOP 和 LOPA 分析结论，在符合国家法律法规要求的基础上设置能满足企业自身实际的安全仪表系统。规范文件只是最基本的要求，企业应根据自身不同情况、不同风险点和风险容许标准，在 LOPA 分析的基础上，从严设置 SIS，确保风险可控和生产安全。

# 化工企业检修和开停车期间典型事故案例

由于危险化学品企业生产装置危险性大，加上装置和设备复杂，在装置大检修期间工作内容多、工期紧，承包商对作业现场不熟悉等原因，导致安全事故频发。据化工企业以往所发生事故统计，化工行业每年发生的事故中，发生在检修环节的事故占 32.8%。现分享部分企业检修期间和开停车期间典型事故案例，希望广大企业吸取教训，警钟长鸣。

## 检修期间典型案例

### 一 着火爆炸事故

#### 1. 储油罐闪爆

· 罐内作业造成的闪爆

##### 案例 1 上海赛科石化“5·12”爆炸事故

2018年5月12日15时25分左右，在上海赛科石油化工有限责任公司公用工程罐区位置，上海埃金科工程建设服务有限公司的作业人员在对苯罐进行检维修作业过程中，因苯罐发生闪爆，造成在该苯罐内进行浮盘拆除作业的6名作业人员当场死亡。

事故直接原因为：内浮顶储罐的浮盘铝合金浮箱组件有内漏积液（苯），在拆除浮箱过程中，浮箱内的苯外泄在储罐底板上且未被及时清理。由于苯易挥发且储罐内封闭环境无有效通风，易燃的苯蒸气与空气混合形成爆炸环境，局部浓度达到爆炸极限。罐内作业人员拆除浮箱过程

中，使用的非防爆工具及作业过程可能产生的点火能量，遇混合气体发生爆燃，燃烧产生的高温又将其他铝合金浮箱熔融，使浮箱内积存的苯外泄造成短时间持续燃烧。

##### 案例 2 某炼油厂“5·24”爆炸事故

1988年5月24日，某炼油厂委托某建设公司修复一储罐倾斜的内浮盘。下午在罐内浮盘上进行施工用火作业时，不慎引起罐内易燃物着火，罐内施工作业的6人全部死亡。

事故直接原因：施工用火导致罐内浮盘软密封内的石脑油、软密封表层耐油丁腈橡胶及施工用乙炔、道木等易燃物、可燃物着火，使罐内形成高温、缺氧的环境，导致6名作业人员因窒息、一氧化碳中毒和热灼伤死亡。

##### 案例 3 辽宁某石化公司“6·29”原油罐爆燃事故

2010年6月29日，辽宁某石化公司炼油厂原油输转站原油罐在清罐作业过程中，发生闪燃事故，致使罐内5名作业人员死亡，5人受伤。

事故直接原因是：作业人员在对1个3万立方米原油进行清罐作业时，产生的油气与空气混合，形成好了爆炸气体环境，遇到非防爆照明灯打火，或者铁质工具摩擦罐底产生的火花，造成的爆燃事故。

· 储罐外壁及附件作业造成的闪爆

##### 案例 1 山东某石化公司“6·9”火灾事故

山东某建设公司承包山东某石化公司油品车间西罐区石脑油储罐（V-1303D）外壁除锈防腐。事发时，罐内



存有石脑油 1800m<sup>3</sup>。2020 年 6 月 9 日上午 10 时，2 名作业人员用非防爆电动磨光机在靠近储罐盘梯的通气孔处进行除锈作业，通气孔突然喷出火焰，随后罐顶撕裂并起火。事故中，2 名作业人员被烧伤，经抢救无效死亡，另外 4 名人员受轻微伤。

事故直接原因：作业人员使用非防爆工具（铁铲、磨光机）产生的火花引燃了通气孔溢出的爆炸性混合气体，回火造成储罐内气相空间闪爆。

管理人员安全意识淡薄，随意确定“不退油进行储罐外壁除锈防腐”，违反了 GB30871—2022 第 4.2.a 款。对设备、管线内介质有安全要求的特殊作业，应采取倒空、隔绝、清洗、置换等方式进行处理。

### 案例 2 河南某企业“1·5”爆炸事故

2022 年 1 月 5 日，河南一家企业 30 万吨 / 年煤焦油加氢精制装置原料罐区发生爆炸事故，造成 3 人死亡。

事故直接原因：T4207 储罐动火前未进行清洗、置换，残存蒽油挥发出的低闪点可燃蒸汽与罐内空气达到爆炸极限，形成爆炸性混合物。外来施工人员违反有关规定，在尚未办理动火作业审批手续情况下，擅自冒险对 T4207 储罐人孔处进行焊接作业。焊接高温引起罐内爆炸性混合气体爆炸，罐体损毁，罐内物料冲出起火。

企业违反了 GB 30871—2022 第 4.2.a) 款，对设备、管线内介质有安全要求的特殊作业，应采取倒空、隔绝、清洗、置换等方式进行处理。

### 案例 3 大连某公司“6·2”火灾爆炸事故

2013 年 6 月 2 日，大连某公司在罐区检修过程中发生爆炸起火，造成 4 人死亡，直接经济损失约 697 万元。

事故直接原因是：非法分包的大连林沅建筑工程公司作业人员违章在罐顶气焊切割，切割火花引燃泡沫发生器泄漏的油气，回火至罐内，引起罐内处于爆炸极限内的混合气体发生爆炸。

### 案例 4 淄博峻辰新材料科技有限公司“4·29”一般火灾

2023 年 4 月 29 日 9 时 33 分许，位于淄博市临淄区的淄博峻辰新材料科技有限公司在 RTO 蓄热焚烧装置项目施工过程中，发生火灾事故，未造成人员伤亡，直接经济损失 565.35 万元。

### 案例 5 贵州某化工公司“8·2”甲醇储罐较大爆炸事故

2008 年 8 月 2 日，贵州某化工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。

事故的直接原因是：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。

### 案例 6 太原某新材料公司“8·18”粗苯储罐爆燃事故

2016 年 8 月 18 日 15 时 13 分许，太原某新材料公司苯加工分厂罐区装置的 5000m<sup>3</sup> 粗苯储罐 (V181011) 发生爆燃事故，事故造成该储罐损毁，相邻储罐部分设施损坏，部分防火隔堤和管道、电缆损毁，爆炸冲击波造成四周部分建筑物玻璃破损，事故未造成人员伤亡，直接经济损失 175.3317 万元。

事故直接原因：苯加工分厂 V181011 储罐进料后，粗苯液位长期低于浮盘落底位置，储罐内形成爆炸性混合气体，并窜入与储罐相通的开口的氮气管线。在未采取盲板隔断、可燃气体分析和现场确认等安全措施的情况下，

违章指挥动火作业切割氮气管线是引发粗苯储罐爆燃的直接原因。

### 案例 7 贵州某公司“5·9”锅炉车间氨水罐爆炸事故

2018年5月9日，贵州某公司锅炉车间机修班工人陈某某和邓某某在1#氨水罐罐顶安装循环管，在进行动火作业时，1#氨水罐突然发生爆炸，爆炸导致陈某某和邓某某从罐顶被震飞到了地面，造成陈阳刚死亡，邓华忠受伤。

事故直接原因：贵州芭田生态工程有限公司锅炉车间2名员工在1#氨水罐安装循环管，没有办理动火作业证，没有进行动火分析，违章进行动火作业，致使在作业过程中氨水罐内氨水外泄汽化与空气混合物达到爆炸极限，焊接电弧火花引燃了氨气，发生爆炸。

### 案例 8 山东淄博某热电公司“11·8”较大事故

2016年11月8日，山东淄博某热电公司在技改工程施工时，脱硫脱硝装置氨水罐发生爆炸，事故已5人死亡，6人受伤，直接经济损失1000万元。事故造成55吨左右氨水(20%)泄漏。

事故的直接原因：11月7日，封闭氨水罐人孔，因未对氨水罐进行惰性气体出扫、置换，氨水储罐注入氨水后，挥发出的氨气与罐内空气形成了爆炸气体。

## 2. 污水罐闪爆

### 案例 1 某石化公司净水车间“4·28”爆炸事故

2008年4月28日，某安装工程公司为某石化公司净水车间污水罐增设氮封线进行配管作业过程中，擅自变更动火地点，移至罐顶作业，在动火时造成污水罐闪爆。事故造成施工人员2死2伤，罐底沿焊缝方向撕裂，罐体

整体倾斜移位。

事故直接原因：施工人员使用气焊拆卸罐顶人孔盖螺栓，引起爆燃。

### 案例 2 上海某公司“7·25”爆炸事故

2014年7月25日，上海某公司为2#含油污水调节罐D813增设氮封系统。7月24日承包商施工人员将罐顶人孔拆下，在地面上做完开孔和对接法兰焊接后安装到罐体上。对环境进行可燃气体检测，未检出，开具测爆合格单。业主开具特级动火作业票后，施工人员开始动火作业。罐内气体从焊口处溢出，遇焊花发生燃烧，回火至罐内，引发罐内气体闪爆。

## 3. 催化裂化烟气脱硫脱硝吸收塔聚丙烯除雾器着火

### 案例 河北某炼化公司“6·15”火灾事故

2016年6月15日，河北某炼化公司催化裂化烟气脱硫脱硝吸收塔发生火灾，造成4人死亡。

事故的直接原因是：作业人员在催化裂化烟气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聚丙烯材质的除雾器，引发大火。高温烟气沿烟筒排出，造成作业人员中毒窒息死亡。

## 二 中毒（主要是硫化氢）事故

### 1. 用含酸溶液处理含硫垢污生成硫化氢

#### 案例 大连某公司“11·18”中毒事故

2017年11月18日，大连某石化公司检修期间将难以清洗洁净的换热器外包给专业清洗公司。承包商作业人员在清洗换热器作业中，使用含盐酸的清洗剂，并将清洗剂直接倒在含有硫化亚铁污垢的换热器管束上（也可能是浸泡换热器管束），反应释放出硫化氢气体，导致9人作



业人员中毒，其中 3 人中毒死亡。

造成施工人员中毒窒息死亡。

## 2. 催化剂在特定条件下释放硫化氢

### 案例 山东某石化公司硫化氢中毒事故

上世纪 90 年代，山东某石化公司重油加氢固定床催化剂采用湿法卸剂。一日，卸催化剂承包商用碱液对催化剂浸泡后，分析拆分配盘作业空间进行采样分析，对反应器相连接管道加堵盲板，准备就绪后，生产人员开具进入容器作业票。施工人员开启抽风机，进入反应器拆分配盘作业。下午作业结束后，出反应器，停抽风机。大概半小时后，施工人员发现工具遗忘在反应器内，返回进入器后晕倒。同伴着急生产人员紧急组织施救，送医院后死亡。采样后分析硫化氢超标，属于硫化氢中毒。

## 3. 灰渣在特定条件下释放一氧化碳

### 案例 江苏某企业一氧化碳中毒事故

2015 年 10 月，江苏某企业在甲醇厂气化车间气化 A 系统真空闪蒸罐进行清灰作业时，承包商 3 名罐内清灰作业人员因一氧化碳、硫化物中毒窒息死亡。作业前进行了空间气体分析合格。

事故原因：磨煤过程中铁棒与煤块磨擦损耗产生的微米铁粉，与原煤中微量硫，在造气过程还原性高温环境中，与铁直接反应生成硫化亚铁；同时送入气化 A 系统的黑水中所含的少量硫化氢，与铁质容器反应生成的硫化亚铁附着在器壁上。因本次清灰作业罐体于 10 月 15 日打开后，其间 10 月 17 日、18 日周末休息停工，罐内壁上灰渣在空气中暴露时间较长，灰渣水分含量减少，硫化亚铁在灰渣内缓慢氧化积热。在清渣作业过程中，在清除罐体下部较厚灰渣时，铁质工具冲击灰渣磨擦发热，引起其中的硫化亚铁发生链式自热反应，产生的热又引发灰渣中的煤粉氧化产生一氧化碳，同时释放出灰渣中残存的硫化物，

## 三 窒息事故

### 案例 1 北京某石化公司探入受限空间作业，

### 坠落和窒息 1 死 1 伤

2010 年 8 月 5 日，北京某石化公司准备检修巨乙烯球罐时发生事故。两名检修工人开人孔时坠落罐内，罐内留存氮气等气体致 2 人窒息，后被人救出送医院抢救。其中 1 人死亡，另 1 人重伤。

### 案例 2 山东某石化公司临时起意氮气吹扫造成窒息 1 死 1 伤

山东某石化公司加氢装置检修收尾，施工人员在反应器内回装分布板。生产人员发现反应器入口管道有积碳和尘埃，需要用气体吹扫。安排保运人员拆除界区氮气管道的盲板，带领操作员打通流程进行吹扫作业。氮气通过未关严的冷氢阀门串入反应器内，造成施工人员 1 死 1 重伤。

上述案例是在检修期间发生的。众所周知，检修期间是以整个装置作为隔断目标，在界区加盲板。在装置检修结束验收合格后，才能拆除盲板。如确实工艺需要，引进氮气或者瓦斯等有毒有害物质，必须对作业区间进行局部隔断。案例 2 是典型的责任事故，在既没有经过安全评估，也没有编制作业方案的情况下，仓促随意的实施氮气吹扫作业，酿成重大伤亡事故。没有执行 GB30871—2022 第 4.17 和 6.1 两款。

### 案例 3 安徽某企业“5·11”窒息事故

2022 年 5 月 11 日 9 时 45 分许，安徽某公司气化车间渣锁斗 B 检修作业中发生一起中毒和窒息事故，造成 3 人死亡。

事故直接原因：采样人员未按照有关要求取样，未能检测出渣锁斗底部二氧化碳气体浓度超标；渣锁斗内通风

不彻底。渣锁斗内存在的有害气体。气化炉系统在停车置换合格后与其他系统采用盲板进行了隔离，事故渣锁斗B的排渣阀在事故发生前一直处于关闭状态，排除了其他系统、捞渣池内有害气体进入渣锁斗B内的可能。经分析，由于气化炉内气体处于相对不流动状态，在10余小时的时间里，气化炉内积灰中解析出二氧化碳在重力作用下向渣锁斗底部沉积，导致渣锁斗底部二氧化碳不断积聚。

#### 案例4 宁波某化工公司“8·7”窒息事故

2013年8月7日8时许，宁波某化工公司员工发现杭州某检测公司3名射线检测人员倒在顺酐车间3号反应器内管板平台上，送医院抢救无效死亡，事故造成直接经济损失351万元。

事故的直接原因是：与反应器连接的氮气管道未安全隔绝，气相侧操作人员误开氮气管道阀门，将氮气通入3号反应器中，与此同时，3名射线检测人员无证上岗，违章进入顺酐反应器进行焊缝探伤作业，因缺氧窒息死亡。

### 四 催化剂坍塌事故

江苏天鹏公司与山东某石化公司签署了《炼油厂2022年重油加氢装置反应器卸剂合同》和《安全生产管理协议》。作业描述：施工人员从反应器上部人孔进入，自上而下，先用风镐将结焦的催化剂焦块敲碎，再利用抽吸机将碎焦块抽出。为保证反应器内作业人员的安全，现场配备视频监控系统，外面的监护人员通过监视器监控反应器内的作业情况。合同范围为8台固定床反应器卸剂。截至事故发生时，现场已完成了3台反应器的卸剂操作。

2022年4月15日，重油加氢车间为R-1330卸剂

作业办理了《进入受限空间作业许可证》，时限为4月15日15时10分至4月16日15时9分。之前办理的《JHA（JSA）分析与安全交底／风险告知确认书》时限为4月14日至4月16日，《高处作业证（三级）》的有效期为4月14日14时30分至4月17日14时。

4月15日19时，天鹏一班组进入R-1330卸剂施工现场。当晚重油加氢车间的也配备了3名现场监护人员。除了器内作业人员以外，还有一名视频监控员。

4月15日19时40分左右，桑某首先进入R-1330作业。R-1330有两个床层，该班组开始作业时，上层催化剂已经清理完毕，中间塔板的通道板已经拆除，下层催化剂一侧挖出一个小洞，仅容一人蹲姿作业。4月15日23时，桑某结束卸剂作业。

4月16日1时至3时，张某某继续进行卸剂作业。他交班时，催化剂床层一侧可以容一人勉强站立，另一侧催化剂有一块直径约1米、厚约60公分的坚硬焦块难以破碎清除。

4月16日3时30分左右，张某进入反应器作业。4时40分左右，因为反应器内的温度有些高，张某通过通话器与负责监护的陈某通话，要求取一些干冰。陈某在反应器顶部平台拿到编织袋装的干冰准备输送给张某时，用通话器呼叫张某，张某起初答应一声，陈某再次呼叫时，张某不再回答。天鹏公司紧急组织营救，送医院后死亡。

事故调查组调取当时的视频监控显示，在张某作业区域上方悬空的催化剂焦块（直径约1米，厚约60公分）于5时整坍塌，砸落在张某身上。

JHA（JSA）分析与安全交底／风险告知确认书，辨识出了硫化氢中毒、窒息、高处坠落危害，唯独没有辨识出坍塌伤害。

事故反映出企业执行GB 30871—2022第4.1两款深度不够。



## 五 硫化亚铁自燃事故

山东某石化公司加氢裂化分馏单元两个填料塔，一个是生成油硫化氢汽提塔，另一个是石脑油稳定塔。大检修期间在填料塔支撑格栅以上高1米填料段发生硫化亚铁自燃，产生的高温融化了填料，把塔体烧烤变形。

### 开车期间典型事故案例

#### 一、硫化氢中毒事故（主要发生在抽堵盲板作业时）

**案例1** 山东某石化公司催化裂化装置检修后准备开车，安排保运人员拆除界区火炬管道的盲板。由于界区阀门内漏，火炬管道的含H<sub>2</sub>S瓦斯溢出，造成2名施工人员硫化氢中毒，其中一名失去知觉从管排掉下。此事故造成1重伤1轻伤。

**案例2** 2014年4月7日凌晨，新疆某炼化公司扩能改造项目进入试车阶段，生产人员安排保运人员拆除连接老区火炬管道的盲板。由于界区阀门（蝶形阀门）内漏，火炬管道的含H<sub>2</sub>S瓦斯溢出，造成1名施工人员硫化氢中毒死亡。

事故直接原因：作业人员佩戴空气呼吸器不规范，吸入硫化氢中毒晕倒；在救援过程中，作业人员苏醒，自行将面罩摘除，吸入高浓度硫化氢，导致伤亡事故。

上述案例是在检修或改造后试车发生的。随着含硫和高硫原油加工能力的增加，炼油厂火炬放空系统不可避免的存在H<sub>2</sub>S。火炬放空线界区阀一般都是单阀，盲板直接加在阀门的靠装置侧法兰，没有手段判断阀门是否内漏。另外，一般说来界区阀门都是在高空管排，作业空间小，躲闪不及，也不方便急救。

违反GB 30871—2022第7.9和8.2.1条款。

**案例3** 2014年6月9日上午，因装置调整需要，南京某石化公司炼油厂焦化车间硫回收装置决定投用刚完成

检修的6#酸性水罐（容积2000m<sup>3</sup>）。10时左右打开气相水封阀和罐顶去气相总管的阀门。10时30分左右，开始投用6#罐，共有包括装置来水、其他罐的倒罐水等8股来水进入6#罐。

12时35分，6#罐发生闪爆，罐底撕裂，防火堤内着火。12时36分，7#罐（容积1000m<sup>3</sup>）被引爆，随后8#罐（容积1000m<sup>3</sup>）也被引爆。经全力扑救，大火在16时20分被扑灭，晚18时再次复燃。21时，2#罐罐顶破裂。至10日17时30分左右，明火完全扑灭。事故造成6#罐、7#罐、8#罐坍塌损毁，2#罐沿焊缝撕裂。事故虽未造成人员伤亡，但持续燃烧近30小时，造成了较大社会影响。

初步分析，事故直接原因是，6#罐投用过程中，氯气置换不彻底，酸性水中的油气、氨等挥发，与空气混合形成爆炸性混合气体。罐顶水封罐及罐顶气到焚烧炉连通管线内存在的硫化亚铁自燃，引燃爆炸性气体，造成6#罐闪爆。由于罐顶气相管线相通，导致7#、8#罐相继发生爆炸。

#### 二、窒息事故

##### 案例1 上海某公司烯烃装置发生进入受限空间作业窒息事故，造成2人死亡。

2018年11月26日，裂解气压缩机完成空气试车后，进行复位准备。宁波工程公司三名员工与事故企业一名员工到达烯烃分离装置裂解气压缩机三段排出罐进行检查，发现罐内有一块警示牌（受限空间警示牌），宁波公司张某进入罐内欲取出警示牌时晕倒。事故企业员工于某发现后，跨入罐内欲救人也掉入罐内。2人经采取措施救出后抢救无效死亡。

原因分析：压缩机在空气试车时密封气为氮气，完成试车后，氮气密封继续维持工作，致使罐内处于低氧状态。张某某和于某进罐后造成窒息死亡。

## 案例 2 天津某石化公司在新建延迟焦化试车过程中，发生一起地下污油罐窒息死亡 2 人的事故。

2009 年 11 月 10 日，延迟焦化地下污油罐液面计到货安装后，供应厂家进行了调试。车间安排保运人员把罐内仪表调试的水抽出来。11 月 11 日保运队长安排四名施工人员，用潜水泵抽出。上午工具不凑手，直到中午才开始作业。当液面低时，其中一名保运人员下罐想移动泵入口尽量多抽些水出来，进去后就倒下了，第二名保运人员进罐施救同样倒下。另外两名保运人员喊来了车间生产人员，戴空气呼吸器后救出已经死亡。

事后，采集地下污油罐空气样，分析结果氧含量低，属于窒息事故。

## 案例 3 河南某石化公司“9·22”窒息事故。

2011 年 9 月 22 日，河南某石化公司新建 MTO 装置进入开车阶段。16 时 30 分，车间安排某建设公司的 1 名分包商员工进入装置急冷塔 C-2101 更换垫片，在更换过程中窒息晕倒，监护人随之进入塔内施救也窒息晕倒。两人随即被塔外人员救出，1 人完全恢复，另 1 人也基本康复。

直接原因：一是急冷塔 C-2101 与分离工段 K-3001 系统连接管线没加盲板，而是用两道阀切断隔离。在进入塔内作业过程中，下游单元分离工段正在对 K-3001 系统进行氮气置换。在升压过程中，氮气经两道隔离阀反窜到反应再生单元的分离塔，然后进入与之相连的急冷塔。因塔内氮气逐步积聚，氧气含量逐渐降低，致使两人相继因缺氧而晕倒。

## 三、着火爆炸事故

### 案例 上海某石化公司“5·29”爆燃。

2021 年 5 月 29 日 8 时 24 分，上海某石化公司烯烃部 2 号烯烃联合装置（老区）7 号裂解炉区域发生一起爆

燃事故，造成 1 人死亡，5 人重伤，8 人轻伤。

事故的直接原因：事故公司烯烃部 2 号乙烯装置（老区）在停车检修期间，完成管线氮气吹扫置换后，未关闭 7 号裂解炉进料管线 45 号盲板上、下游阀门。相关人在未完成“盲板抽堵作业许可证”签发流程，未对 7 号裂解炉进料管线 45 号盲板上、下游阀门状态进行现场确认的情况下，即开展抽盲板作业。同时，作业人员打开了轻石脑油进料界区阀门，造成轻石脑油自 45 号盲板未封闭的法兰处高速泄漏，气化后发生爆燃。

## 停车期间典型事故案例

**案例 1：**2014 年 3 月，安徽某石化公司炼油加氢装置，由于停车期间没有把低压分离器安全阀上下游短管的硫化氢置换干净，施工人员拆安全阀造成 1 人中毒死亡。

事故企业没有执行 GB 30871—2022 第 4.2 款，作业前危险化学品企业应采取措施对拟作业的设备设施、管线进行处理。确保满足相应作业要求。

建议有毒介质安全阀增加上下游阀内靠近安全阀阀体的联通线，以便停工置换时不留死角。

**案例 2：**山东某石化公司原油蒸馏单元，检修期间一平台上换热器跑油，遇明火形成火雨，把平台下一施工人员烧伤死亡。

事故的直接原因：跑油的换热器在停车之前就停用了，没有参与退油、吹扫、放空。

**案例 3：**山东某石化公司重整装置一换热器跑油至仪表电缆沟，遇明火爆炸，一车间副主任死亡。

事故的直接原因：跑油的换热器在停车过程中没有吹扫干净，在换热器残留石脑油。打开换热器，石脑油流入仪表电缆沟，达到爆炸极限，遇明火爆炸。

企业没有执行 GB30871—2022 第 4.2 款，作业前危险化学品企业应采取措施对拟作业的设备设施、管线进行处理。确保满足相应作业要求。



## 2023 年 9 月发生的典型事故

### 内蒙古鄂尔多斯市亿鼎生态农业开发有限公司“9·7”重大高压气体泄漏事故

2023 年 9 月 7 日，内蒙古鄂尔多斯亿鼎生态农业开发有限公司气化车间发生重大高压气体泄漏事故，造成 10 人死亡、3 人受伤。事故具体原因正在进一步调查中。

## 历史上 10 月发生的危险化学品事故

### (一) 国内事故

**1989 年 10 月 2 日**

#### 黑龙江省齐齐哈尔市龙沙化工厂“10·2”较大喷料中毒事故

1989 年 10 月 2 日，黑龙江省齐齐哈尔市龙沙化工厂在投料试生产中，有毒气体和灼热物质大量喷出，造成 5 人死亡、2 人受伤。

##### 事故的直接原因

该厂购买丙烯酸甲酯生产技术，在未经有关部门批准、无试生产方案、无操作规程和安全措施的情况下投料

试生产。由于物料发生异常化学反应，使有毒气体和灼热物料从反应釜大量喷出，发生事故。

**2013 年 10 月 3 日**

#### 湖北省保康县红岩湾化工厂“10·3”较大中毒事故

2013 年 10 月 3 日，湖北尧治河化工股份有限公司红岩湾化工厂黄磷车间净化工段发生硫化氢中毒事故，造成 3 人死亡、5 人受伤，直接经济损失 238 万元。

##### 事故的直接原因

作业人员在对 5# 循环槽进行清理作业时，槽内硫化氢气体逸出，造成作业人员吸入中毒。施救人员未穿戴合适的个体防护用品，盲目入槽施救，相继中毒。

**1991 年 10 月 8 日**

## 江苏省淮阴有机化工厂“10·8”较大爆炸事故

1991 年 10 月 8 日，江苏省淮阴有机化工厂发生高压反应釜爆炸事故，造成中试室倒塌，3 名操作人员死亡。

**事故的直接原因**

该厂在以环氧乙烷和环氧丙烷为原料生产高分子聚醚的过程中，操作人员违反操作规程，一次投料过多，导致反应速度过快，引起爆炸。

**2013 年 10 月 8 日**

## 山东省博兴县诚力供气有限公司“10·8”重大爆炸事故

2013 年 10 月 8 日，山东省博兴县诚力供气有限公司稀油密封干式煤气柜在生产运行过程中发生重大爆炸事故，造成 10 人死亡、33 人受伤，直接经济损失 3200 万元。

**事故的直接原因**

该公司气柜在运行过程中，因密封油粘度降低，活塞倾斜度超出工艺要求，致使密封油大量泄漏，油位下降，活塞密封系统失效，造成煤气由活塞下部空间窜到活塞上部空间，与空气混合形成爆炸性混合气体，遇点火源发生爆炸。

**2007 年 10 月 11 日**

## 山东省烟台凯实工业有限公司“10·11”较大中毒事故

2007 年 10 月 11 日，山东省烟台凯实工业有限公司备料二车间操作人员在上料过程中发生硫化氢中毒事故，

造成 5 人死亡。

**事故的直接原因**

操作工为了赶时间，在向 2 号浸出槽内加入硫化镍精矿粉时，一次性将 1.5 吨的硫化镍精矿粉料加入浸出槽，导致吸收塔不能完全吸收产生的大量硫化氢气体而发生冒槽，溢出的硫化氢致使 5 人中毒死亡。

**2019 年 10 月 11 日**

## 陕西省恒翔生物化工有限公司“10·11”较大中毒窒息事故

2019 年 10 月 11 日，陕西省安康市恒翔生物化工有限公司污水处理厂发生中毒窒息事故，造成 6 人死亡。

**事故的直接原因**

该公司停工期间，由于连阴雨，污水处理厂工人在查看絮凝混合池时，不慎坠入池中。工友发现险情后寻求隔壁厂区看厂的 5 名工人进行施救，在施救过程中，5 人先后坠入池中中毒窒息。

**2015 年 10 月 13 日**

## 湖北省浠水县蓝天联合气体有限公司“10·13”较大窒息事故

2015 年 10 月 13 日，湖北浠水蓝天联合气体有限公司发生窒息事故，造成 3 人死亡，直接经济损失约 160 万元。

**事故的直接原因**

钻孔作业需要用水，2 名施工人员带来抽水泵，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，因空分设备运行排放出大量氮气通过暗沟进入储罐基础槽（氮气含量达 95%），二人吸入高浓度氮气晕倒窒息。该公司另一名员工在找人过程中，也不幸溺水身亡。

**2005 年 10 月 15 日**



## 山东省青岛东方化工股份有限公司

### “10·15” 较大硫酸泄漏事故

2005年10月15日，青岛东方化工股份有限公司发生硫酸储罐破裂事故，造成6人死亡、13人受轻伤。

#### 事故的直接原因

该公司在无设计和施工资质、不具备设计和施工能力的情况下，自行设计、制造硫酸储罐。施工中不按照规范施工，随意变更设计，粗制滥造，不执行检查、检验和验收规范，造成壁板结构形式不合理。一个1750立方米硫酸储罐在使用过程中突然发生上下贯穿性破裂，罐内2800多吨硫酸泄漏，导致事故的发生。

**2019年10月15日**

## 辽宁省朝阳金垚化工产品有限公司

### “10·15” 较大中毒事故

2019年10月15日，辽宁省朝阳金垚化工产品有限公司在设备抢修时发生有害气体泄漏事故，造成3人死亡、2人送医抢救。

#### 事故的直接原因

企业因环保原因停产，未经有关监管部门同意擅自复产，在设备运行状态下开展检维修作业，从业人员在未分析安全风险的情况下，直接打开处于生产状态的设备法兰，造成有毒气体和物料泄漏，导致人员中毒。

**2019年10月15日**

## 广西玉林兰科新材料科技有限公司

### “10·15” 较大爆炸事故

2019年10月15日，位于广西壮族自治区玉林市陆川县北部工业集中区的广西兰科新材料科技有限公司发生爆炸事故，造成4人死亡、8人受伤。

#### 事故的直接原因

在生产酚醛树脂过程中，因改变氢氧化钠状态和投入次数，致使反应失控，反应罐温度失控造成内压瞬间激增，最终导致爆炸事故发生。

**2011年10月16日**

## 浙江省常山县绝缘材料有限公司“10·16”较大爆炸事故

2011年10月16日，浙江省常山县绝缘材料有限公司制胶车间发生爆炸燃烧事故，造成3人死亡、3人受伤。

#### 事故的直接原因

该公司制胶车间一反应釜因温度失控，造成釜内压力增高，物料爆沸冲开加料孔盖，甲醇蒸汽与空气混合形成爆炸性混合气体，遇车间非防爆电器设备运行产生的火花，发生爆燃。

**1988年10月18日**

## 湖南省株洲化工烧碱分厂“10·18” 较大爆炸事故

1988年10月18日，湖南省株洲化工烧碱分厂发生爆炸事故，造成3人死亡、2人受伤。

#### 事故的直接原因

氢气泵跳闸引起氯化氢流量突然性下降，导致氯化氢合成炉的氯、氢比失调，形成了含过量游离氯的氯化氢。氯乙烯合成操作工在调整乙炔流量时，导致含过量游离氯的氯化氢气体经混合器反窜到乙炔调节阀管段，发生剧烈化学反应，致使乙炔管内压力剧增而发生爆炸着火。

**2013年10月18日**

## 山东省广饶县润恒化工有限公司“10·18”较大中毒事故

2013年10月18日，山东省广饶县润恒化工有限公司医药中间体生产车间发生物料泄漏中毒事故，造成3人

死亡，直接经济损失约 270.6 万元。

#### 事故的直接原因

氟化岗位操作工违章操作，未佩戴必要的劳动防护用品，在氟化釜处于带压的状态下，使用管钳对已关闭到位的截止阀进行阀盖紧固作业，截止阀压盖螺纹失稳滑丝，导致含有氟化氢的物料喷出，造成事故。

**2015 年 10 月 19 日**

### 江苏省索普化工建设工程有限公司“10·19”较大中毒窒息事故

2015 年 10 月 19 日，江苏省索普化工建设工程有限公司在江苏索普集团有限公司甲醇厂气化车间真空闪蒸罐进行清灰检修作业时，3 名罐内清灰作业人员中毒窒息死亡。

#### 事故的直接原因

作业人员在用工具翻动罐体下部较厚灰渣过程中，引起其中的硫化亚铁发生链式自热反应，产生的热量又引发灰渣中的煤粉氧化产生一氧化碳，同时释放出灰渣中残存的硫化物，造成施工人员中毒窒息死亡。

**2013 年 10 月 21 日**

### 山东省垦利县新发药业有限公司“10·21”较大火灾事故

2013 年 10 月 21 日，山东省垦利县新发药业有限公司发生火灾事故，造成 4 人死亡、1 人受伤。

#### 事故的直接原因

紧靠新发药业维生素 B2 车间（已停产 1 个月）西墙外侧的导热油管线破裂，泄漏的高温导热油引燃包装材料和成品，并产生大量烟气，致使正在四层平台实施保温施工的 5 名人员受困，造成 4 人死亡、1 人受伤。

**1988 年 10 月 22 日**

### 江苏省南京助剂厂“10·22”较大酒精蒸馏釜爆炸事故

1988 年 10 月 22 日，江苏省南京助剂厂防老剂 DBH 车间酒精蒸馏锅因超压发生爆炸，造成 4 人死亡、3 人重伤。

#### 事故的直接原因

酒精蒸馏工做完准备工作后开始抽料、升温，由于酒精蒸馏釜出料阀未打开，当开通蒸汽升温后，酒精蒸馏釜从常压状态变为受压状态，将釜盖冲开，大量酒精蒸气冲出后与空气混合形成爆炸混合物，遇火源发生爆炸。

**1988 年 10 月 22 日**

### 上海高桥石化炼油厂“10·22”重大液化气爆燃事故

1988 年 10 月 22 日，上海高桥石化总公司炼油厂小梁山球罐区发生一起液化气爆燃事故，造成 26 人死亡、15 人烧伤。

#### 事故的直接原因

该厂油品车间球罐区的作业人员正在对一液化气球罐进行开阀脱水操作，操作人员未按规程操作，边进料边脱水，致使水和液化气一同排出，通过污水池大量外逸，逸出的液化气随风蔓延扩散，遇球罐区围墙外临时工棚内取暖炉中的明火，引发大火。

**2021 年 10 月 22 日**

### 内蒙古中高化工有限公司“10·22”较大爆炸事故

2021 年 10 月 22 日，位于阿拉善高新技术产业开发区的内蒙古中高化工有限公司发生爆炸事故，造成 4 人死亡、3 人受伤。

#### 事故的直接原因

企业在处理蒸发出料泵管道堵塞作业中，磁力循环泵



吸入空气造成泵腔内物料（2- 硝基 -4- 甲砜基甲苯与 2- 硝基 -4- 甲砜基苯甲酸的混合物）断流，泵腔内物料遇高温分解爆炸，并造成氧化蒸发釜底阀断裂，氧化蒸发釜内的高温物料泄喷后遇到爆炸残留明火，发生闪爆和燃烧。

**2004 年 10 月 27 日**

### 黑龙江大庆石油化工总厂“10·27”较大爆炸事故

2004 年 10 月 27 日，大庆石化分公司炼油厂硫磺回收车间发生爆炸事故，造成 7 人死亡，经济损失 192 万元。

#### 事故的直接原因

该厂承包商在生产单位的指导配合下，气焊工在酸性水气提装置原料水罐顶排气线 0.8 米处动火切割作业过程中，原料水罐内的气体（氢气、烃类）从与其连接的

DN200 管线根部焊缝或与罐顶板连接焊缝开裂处泄漏，遇到气割明火或飞溅的熔渣，引起爆炸。

**1990 年 10 月 27 日**

### 河北省万全县化肥厂“10·27”合成气空间较大爆炸事故

1990 年 10 月 27 日，河北省张家口市万全县化肥厂发生爆炸着火事故，造成 5 人死亡、5 人烧伤，经济损失 148 万元。

#### 事故的直接原因

该厂工人长期用套筒扳手加长力臂紧固法兰螺栓，致使联合车间合成工段 1# 循环机西侧出口法兰变形，连接高压 U 形管与法兰的丝扣脱落，大量高压混合气（氢气、氮气）喷出，引起空间爆炸并形成火灾。

## (二) 国外事故

**1989 年 10 月 4 日**

### 韩国丽川 ABS 树脂厂火灾爆炸事故

1989 年 10 月 4 日，韩国幸福公司在丽川的 ABS 树脂工厂发生火灾和爆炸事故，造成 14 人死亡、20 多人受伤，直接经济损失约 30 亿韩元。事故发生前数小时，从一挤出机上部覆盖的帆布处漏出大量粉末树脂。同时，粉末树脂进入该挤出机机罩和电加热器之间，与电加热器接触，经电加热器表面加热分解，产生可燃气体。产生的可燃气体向一楼和二楼扩散，发生连续爆炸。

**2016 年 10 月 17 日**

### 德国路德维希港巴斯夫化工厂火灾爆炸事故

2016 年 10 月 17 日，德国路德维希港巴斯夫总部的化工厂发生火灾爆炸事故，造成 2 人死亡、6 人重伤、2 人失踪，此后一年，死亡人数升至 5 人。爆炸最先发生在路德维希港的一条连接港口和油库的供应线上，随后大火蔓延至其他设备，大火还导致邻近的蒸汽裂化装置关闭。

#### 事故直接原因

承包商人员在使用角磨机对管道进行切割作业时割错管道，切割产生的火花引燃管道内残留的丁烯混合物，继而引起爆炸火灾。

# 流化催化裂解装置爆炸 ——磨损的闸板阀

## 事故概况

2018年4月26日10:00，美国威斯康辛州赫斯基公司Superior炼油厂流化催化裂解装置发生爆炸。事故共造成36人紧急医疗处置，11人可记录伤害，数千人紧急疏散。

当天装置正在停车，有数百名承包商和操作人员在现场准备。事故时恰好为例行休息时间，员工在抗爆建筑内或远离装置的区域休息，所以没有严重伤亡发生。

流化催化裂化(Fluidcatalyticcracking,简称FCC)，是石油炼厂中最重要的转化工艺之一。FCC以重质油为原料，在高温和适当的压力下，与催化剂接触。催化剂打破了高沸点的烃分子长链，使之成为分子链更短的裂化气、汽油和柴油等。

催化剂的主要成分为硅酸铝，呈粉状或3~5mm小球状。在反应过程中，催化剂表面会附着油焦而活性降低，通过闸板阀V1下落至再生器，在再生器内用空气烧去附着的焦炭。再生后的催化剂，通过V2回到提升管反应器。

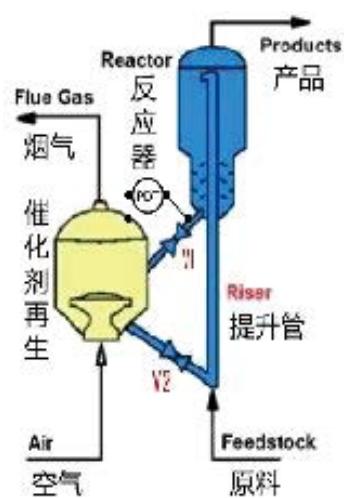


图2：FCC 工艺流程示意图

## 事故过程及原因

4月26日5:40，操作人员停止FCC进料，关闭和催化剂再生器联通的闸板阀V1和V2，然后通入蒸汽对系统进行清洗。

停止进料10min后V1关闭，反应器内的催化剂料位在30min后下降到0。从5:40停车到10:00事故发生，有10%的时间，差压显示为0。因压差表不能检测负压，实际压差可能已经为负，空气从再生器进入工艺系统。

10:00，吸收塔爆炸产生的碎片将60米外的沥青储罐击破，近2400m<sup>3</sup>热沥青泄漏，遇点火源发生大火，并迅速蔓延。

**根本原因：**

风险识别不到位。装置认为正常情况是反应器内压力高于再生器，没有识别开停车等异常工况，空气可能进入反应器的风险。

保护措施不充分。针对此高风险事故场景，除了1道控制阀，没有冗余的保护措施。

关键设备维护不到位。此阀在采购时，考虑了耐磨要求。但该装置在2013年大修后一直未停车，持续运行5年，未按计划对关键设备进行拆解检查。阀门的使用时间，超过了耐磨损寿命。



磨损的阀板不能阻止催化剂下落

尘器爆炸事故，同样是在电除尘器内发生爆炸。

2017年5月，CSB发布的事故调查报告，并建议：

1、控制阀不宜作为切断阀，正常磨损可能导致阀门密封失效。

2、严格执行安全关键设备的周期性维护。



赫斯基能源公司未吸取Torrance工厂的经验教训，没能阻止同类灾难在自己的炼油厂发生。埃克森美孚Torrance工厂事故现场催化剂闸板阀磨损状。

## 我们应该做什么？

- 风险识别除了考虑正常工况，还需识别开停车等异常操作的风险。
- 必须识别安全关键设备，制定维护策略并严格执行，确保关键设备有效。
- 识别潜在的异常工况，合理选择监控仪表，确保异常能够被及时发现。
- 隐患必须及时整改，禁止带病运行。
- 回流太大（降低回流）。
- 针对开停车、机械完整性失效等非LOPA场景，应参照IPL管控要求，完善管控策略，确保各类措施有效。
- 收集同类装置事故案例，开展类比排查，非常重要的。

## 同类事故

2015年2月18日埃克森美孚Torrance工厂电除

(来源：过程安全警示灯)

# 应急特种机器人备受瞩目

排涝机器人、工作面巡检机器人、防爆消防灭火机器人……2023世界机器人大会于8月16日至22日在北京经济技术开发区亦创国际会展中心举办，多款应急领域特种机器人备受瞩目。

160家国内外机器人企业，携近600件展品参展，  
60款全球首发新品，在博览会现场集中发布，数量成为历届之最！

另外，大会首次打造“机器人+”10个应用场景板块，包括“机器人+”应急、医疗健康、农业等。展示机器人创新应用新场景，更让现场观众大饱眼福。接下来，应急君来带你走进“机器人+”应急安全和极限环境应用板块

近20家企业带来了多款适用于洪水、地震、火灾等特殊情况救援工作的特种机器人。

这些特种机器人有哪些不同凡响之处，一起来看

看吧。

名称：[<水下机器人>](#)



功能特色：这款水下机器人不仅可以在水下快速

移动，还能在水下进行六个自由度的全向移动与观察。具备自动定深悬停、自动定向巡航与定速巡航等功能。搭载水下摄像头、声呐与机械手等配件。

**典型应用场景：**应用于湖泊、河流、海洋、水坝等场景，参与打捞、救援等作业。

### 名称：<排涝机器人>



**功能特色：**可直接拖拽水带，自行驶入深水区域进行抽水排涝，快速把水排放到远端，保障消防队伍和居民的安全。具有体积小，重量轻的特点，可以实现远距离操作。

**典型应用场景：**应用于抢险救灾任务中积水深度大、积水时间长、车辆通过能力差的水淹地带，如城市内涝、桥涵积水、地下车库排水等。

### 名称：<工作面巡检机器人>



**功能特色：**机器人具有视频分析、双向对讲、环境气体浓度探测、前端智能分析、三维激光断面扫描建模、跟随采煤机等功能。能够有效地减轻现场工作人员的劳动强度，最大限度地提升煤矿的安全水平。

**典型应用场景：**应用于煤矿 I 类爆炸环境中的综采工作面，可代替工人进行设备及环境巡检。

### 名称：<防爆轮式机器人>



**功能特色：**采用四轮独立驱动方式，适合各种复杂路况。全防爆设计，已经取得防爆认证，防爆等级 IIC，防护等级 IP65，搭载多种防爆传感器，如激光雷达、四目云台、气体传感器、扬声器、声光报警器、拾音器等，支持自动巡检、远程遥控功能等多种模式，代替人工完成日常巡视、红外测温、仪表示数读取、气体泄漏检测及设备运行状态检测诊断等工作，实现区域全覆盖巡视。

**典型应用场景：**可用于化工、石油、燃气等有防爆需求的巡检场景。

除上述机器人以外，可代替消防救援人员进入易燃易爆、有毒、缺氧、浓烟等事故现场进行灭火的消防排烟机

器人，消防灭火侦察机器人；可替代消防救援人员进入易燃易爆、有毒、缺氧、浓烟等事故现场进行火灾侦察和救援工作的消防侦察机器人，并下履带式探测机器人；应用于火电厂、化工厂、焦化厂等危险区域的智能巡检机器人，送样机器人等也纷纷亮相，应用领域涵盖消防救援、消防侦检、水域救援、煤矿安全、矿山救护、应急救护、安全管理等多个方面。



水上遥控救援机器人



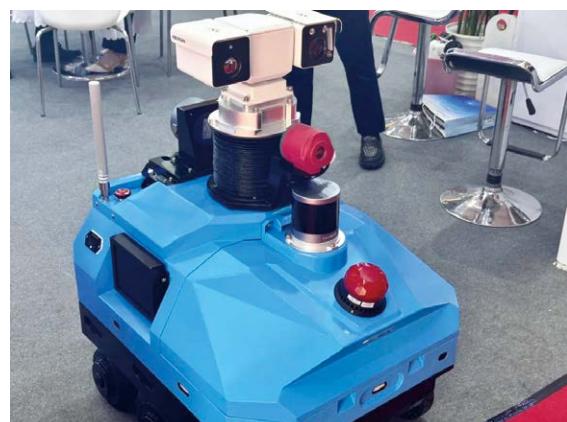
应急救援机器人系列



防爆消防灭火侦察机器人



排涝破拆一体化机器人



非防爆轮式巡检机器人

2023世界机器人大会以“开放创新 聚享未来”为主题，由开幕式、闭幕式，主论坛、专题论坛及配套活动组成，同期举办2023世界机器人博览会及2023世界机器人大赛。

世界机器人大会自2015年至今已成功举办七届，由北京市政府、工业和信息化部、中国科学技术协会主办，中国电子学会、北京市经济和信息化局、北京经济技术开发区管委会承办，是中国机器人领域规模最大、规格最高、国际元素最丰富的行业盛会。

(来源：应急管理部)

# 安全5分钟

中国化学品安全协会

## 气瓶胶管

《石油化工建设工程施工安全技术规范》(GB50484-2008)

第3.6.12条：气瓶的胶管接头应严密，胶管不得鼓泡、破裂和漏气。



**隐患：**胶管破裂

## 动力电缆安装

《电气安装用电缆槽管系统 第1部分：通用要求》(GB19215.1-2003)

4一般要求，电缆槽管系统在设计和结构上应保证在需要之处能给系统里的导线和／或电缆提供可靠的机械保护和足够的电气保护。



**隐患：**制冷机组动力电缆安装不规范，不能保护电缆。

# 仪表防爆密封

《自动化仪表工程施工及质量验收规范》( GB50093—2013 )

10.1.3 条的要求，当防爆仪表和电气设备引入电缆时，应采用防爆密封圈密封或用密封填料进行固定，外壳上多余的孔应做防爆密封，弹性密封圈的一个孔应密封一根电缆。



**隐患：**甲醇储罐下的压力变送器的备用接线口，未使用防爆丝堵进行防爆密封。

# 乙炔气瓶使用

在乙炔气瓶中丙酮作为溶液被填料吸收，当乙炔被压缩进气瓶时，乙炔作为溶质被丙酮吸收。当瓶阀打开时，由于压力下降，被丙酮溶解的乙炔从丙酮中逸出，作为可燃气体使用，因此要求乙炔气瓶站立使用。其原因：

- 1、乙炔瓶装有填料和溶剂（丙酮），卧放使用时，丙酮易随乙炔气流出，不仅增加丙酮的消耗量，还会降低燃烧温度而影响使用，同时会产生回火而引发乙炔瓶爆炸事故。
- 2、乙炔瓶卧放时易滚动，瓶与瓶、瓶与其它物体易受到撞击，形成激发能源，导致乙炔瓶事故的发生。
- 3、乙炔瓶配有防震胶圈，其目的是防止在装卸、运输、使用中相互碰撞。胶圈是绝缘材料，卧放即等于乙炔瓶放在电绝缘体上，致使气瓶上产生的静电不能向大地扩散，聚集在瓶体上，易产生静电火花，当有乙炔气泄漏时，极易造成燃烧和爆炸事故。
- 4、使用时乙炔瓶瓶阀上装有减压器、阻火器，连接有胶管，因卧放滚动造成其损伤。



**隐患：**施工现场卧放的乙炔气瓶



# 化工企业消防泵的配置有何要求？

中国化学品安全协会 孙志岩

危险化学品企业消防安全工作是确保企业安全生产的重要一环。近几年来，国家陆续编制、修订、出台了一系列适用于化工企业消防安全的法规标准，包括

GB 50016—2014（2018修订稿）《建筑设计防火规范》（下称GB 50016）、GB 51283—2020《精细化工企业工程设计防火标准》（下称GB 51283）、GB 50160—2008《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（下称GB 50160）、GB 50074—2014《石油库设计规范》（下称GB 50074）、GB 51428—2021《煤化工工程设计防火标准》（下称GB 51428）、GB 50974—2014《消防给水及消火栓系统技术规范》（下称GB 50974）以及GB 55036—2023《消防设施通用规范》（下称GB 55036）等，覆盖当前不同类型的化工生产、储存企业，

形成了较为完善的消防标准体系。

不同的消防标准对适用范围内的化工企业消防泵的配置提出了不同的要求，其最终目的是保障企业在发生火灾时，能有效地扑灭火灾，将损失降至最低。比较上述适用的各种消防标准对消防泵配置的不同要求，希望对指导化工设计院、危险化学品企业正确设计和管理消防泵，同时对政府监管部门以及专家正确地看待企业消防泵的配备及运行管理现状，起到一定作用。

## 一 各种消防标准适用范围的比较

根据各种消防标准给定的适用范围，可以看出GB 51283、GB 50160以及GB 51428专用于化工生产项目，GB 50074专用于各类油库，GB 50016、GB 55036以

及 GB 50974 适用于所有工业项目以及民用建筑等场所、设施的消防设施配置，其中 GB 55036 被列为国家强制性标准。各种消防标准适用范围详见表 1。

表 1 各种防火标准适用范围

标准名称	适用范围
GB 50016	适用于厂房、仓库、民用建筑、甲、乙、丙类液体储罐(区)、可燃、助燃气体储罐(区)、可燃材料堆场、城市交通隧道的新建、扩建和改建的建筑。
GB 51283	适用于液化烃储罐总容积不超过 300m <sup>3</sup> 、单罐容积不超过 100m <sup>3</sup> 、甲 B 和乙类液体储罐总容积不超过 5000m <sup>3</sup> 、单罐容积不超过 1000m <sup>3</sup> 、丙类液体储罐总容积不超过 25000m <sup>3</sup> 、单罐容积不超过 5000m <sup>3</sup> 、可燃气体储罐总容积不超过 5000m <sup>3</sup> 、单罐容积不超过 1000m <sup>3</sup> 的精细化企业新建、扩建和改建工程的防火设计。
GB 50160	适用于石油化工企业新建、扩建或改建工程的防火设计。
GB 51428	适用于以煤为原料，经过煤气化或煤直接液化过程制取燃料和化工产品的新建、扩建和改建工程的防火设计。
GB 50074	适用于新建、改建和扩建石油库的设计。
GB 55036	适用于建设工程项目消防设施的设计、施工、验收、使用和维护。
GB 50974	适用于新建、扩建、改建的工业、民用、市政等建设项目的消防给水及消火栓系统的设计、施工、验收和维护管理。

## 二 消防水泵配置台数、泵型及性能参数的比较

关于消防水泵配置台数、泵型及性能参数的要求，在标准 GB 50974 和强制性国标 GB 55036 中有相应规定。详见表 2。

表 2 消防标准对消防水泵配置台数、泵型及性能参数的要求

标准名称	条款号	具体要求
GB 50974	5.1.1	消防水泵宜根据可靠性、安装场所、消防水源、消防给水设计流量和扬程等综合因素确定水泵的型式。
	5.1.4	单台消防水泵的最小额定流量不应小于 10L/s，最大额定流量不宜大于 320L/s
	5.1.5	当消防水泵采用离心泵时，泵的型式宜根据流量、扬程、气蚀余量、功率和效率、转速、噪声，以及安装场所的环境要求等因素综合确定
	5.1.6	消防给水同一泵组的消防水泵型号宜一致，且工作泵不宜超过 3 台
GB 55036	3.0.1	消防水泵的性能应满足消防给水系统所需流量和压力的要求。

## 三 备用消防水泵配置要求的比较

备用消防水泵作为消防供水的应急提供者，能够在主泵出现故障时及时启动，确保消防救援的顺利进行。各防火标准对此都有基本一致的要求，详见表 3。

表 3 不同消防标准对备用泵的配置要求

标准名称	条款号	具体要求
GB 50160	8.3.6	消防水泵、稳压泵应分别设置备用泵；备用泵的能力不得小于最大一台泵的能力。
GB 51428	9.3.7	稳压泵应采用电动泵，并应设置备用泵；备用泵的供水能力应与主泵一致。
GB 50074	12.2.12	一级石油库的消防冷却水泵和泡沫消防水泵应至少各设置 1 台备用泵。二、三级石油库的消防冷却水泵和泡沫消防水泵应设置备用泵，当两者的压力、流量接近时，可共用 1 台备用泵。四、五级石油库的消防冷却水泵和泡沫消防水泵可不设备用泵。
GB 50974	5.1.10	消防水泵应设置备用泵，其性能应与工作泵性能一致。但下列情况除外： 1 除建筑高度超过 50m 的其他建筑室外消防给水设计流量小于等于 25L/s 时； 2 室内消防给水设计流量小于等于 10L/s 时。

GB 51283 虽没有明确规定，但却明确了消防泵的设置应符合 GB 50974 的规定。对于 GB 55036，也是没有明确规定，但第 3.0.11 条规定了“消防水泵应确保在火灾时能及时启动”的要求，也属于间接要求必须配备备用泵。

## 四 消防水泵动力源配置的比较

对于消防水泵是否需要柴油机驱动，各种防火标准一致要求是备用泵最好采用柴油机驱动。详见表 4。

表 4 不同消防标准对消防水泵动力源的配置要求

标准名称	条款号	具体要求
GB 51283	9.3.7	消防泵的供电应符合下列规定： 1.不需设置消防备用泵的消防泵房，可按一个动力源设置； 2.室外消防设计水量大于 25L/s 的厂房（仓库）、储罐区等应按两个动力源设置； 3.设有自动喷水灭火系统或固定泡沫灭火系统的消防泵房，应按两个动力源设置；一级负荷供电或备用泵宜采用柴油机泵。
GB 50160	8.3.8	消防水泵的主要应采用电动泵，备用泵应采用柴油机泵，且按 100% 备用能力设置，柴油机的油料储备量能满足机组连续运转 6h 的要求。
GB 51428	9.3.5	消防水泵的主要应采用电动泵，备用泵应采用柴油机消防泵，且备用泵应按 100% 供水能力设置。
GB 50074	12.2.12	当一、二、三级石油库的消防水泵有 2 个独立电源供电时，主泵应采用电动泵，备用泵可采用电动泵，也可采用柴油机泵；只有 1 个电源供电时，消防水泵应采用下列方式之一： 1) 主泵和备用泵全部采用柴油机泵； 2) 主泵采用电动泵，配备规格(流量、扬程)和数量不小于主泵的柴油机泵作备用泵； 3) 主泵采用柴油机泵，备用泵采用电动泵。
GB 50974	5.1.1	水泵驱动器宜采用电动机或柴油机直接传动，消防水泵不应采用双电动机或基于柴油机等组成的双动力驱动水泵。

## 五 稳压泵的配置要求比较

对于是否配备稳压泵，在 GB 50160 和 GB 51428 有明确规定，并规定了最低工作压力；在 GB 50974 中也有相应规定，但未规定最低工作压力。详见表 5。

表 5 不同消防标准对消防稳压泵的配置要求

标准名称	条款号	具体要求
GB 50160	8.5.1	大型石油化工企业的工艺装置区、罐区等，应设独立的稳高压消防给水系统，其压力宜为 0.7~1.2MPa。
	8.3.7	稳高压消防给水系统的消防水泵应能依靠管网压降信号自动启动。
GB 51428	9.1.1	煤化工企业的装置区、储运区、动力及公用工程设施区、辅助设施区应设置独立的高压或稳高压消防给水系统。稳高压消防给水系统宜采用稳压泵维持系统压力大于或等于 0.7MPa。
GB 50974	6.1.7	独立的室外临时高压消防给水系统宜采用稳压泵维持系统的充水和压力。

## 六 结论

通过以上对现行化工企业适用的不同消防标准对消防泵配置要求的对比，可以得出以下结论。

### 01

消防泵要配备备用泵，备用泵应优先采用柴油机

驱动。

### 02

消防泵配置台数、泵型选择在消防标准中不做具体要求，以满足最大火灾时消防救援需求即可。

### 03

大型石油化工企业必须配备稳压泵，煤化工企业的装置区、储运区、动力及公用工程设施区、辅助设施区应设独立的高压或稳高压消防给水系统，精细化工企业没有明确要求。

## 七 建议

### 01

各种消防标准均有各自的适用范围，标准采用方应本着实事求是的原则，合理、科学、准确决策消防泵的配置问题，既不提出过度要求，也不削弱企业的火灾扑救能力。

### 02

对于精细化工企业消防泵的配置，可根据企业火灾危险性特点和火灾时可能造成的后果严重程度，以安全设计专篇确定的方案为准。

### 03

对于 GB 51283 颁布实施之前，按照 GB 50160 设计的精细化工企业的消防泵配置，只要能满足 GB 51283 要求，应该认为是合规的。

### 04

对于煤化工企业，应按照 GB 51428 的要求配置消防系统，不宜简单套用 GB 50160，尽管两个标准存在许多共同之处。

# 浅谈制药企业的消防安全管理

史同生

制药企业的消防火灾事故时有发生，电气线路老化、动火作业不规范、易燃易爆危险化学品存储使用不当、消防设施设备不完好等，都有可能引发火灾，甚至发生爆炸、中毒等人身伤亡、财产损失。笔者结合多年从事药品生产、研究开发、消防安全管理等方面的经验，结合法律法规、标准规范、规章制度等，对人员、管理、硬件、软件等各方面进行较全面的分析，并列举了消防安全的隐患，提出消防安全管理措施，请各位制药行业同仁商榷。

## 一、组织机构设置和人员配备

制药企业应成立由主要负责人暨法定代表人为主任的安全生产委员会（简称安委会），副主任由主管安全的副总经理担任，安委会成员包括公司各副总、各职能部门负责人，应明确消防安全的归口职能部门。

法人单位的法定代表人或者非法人单位的主要负责人是消防安全责任人，对消防安全工作全面负责；消防安全重点单位应当指定消防安全管理人并对消防安全责任人负责；归口管理部门和专兼职消防管理人员在消防

安全责任人或者消防安全管理人的领导下开展消防安全管理工作；进行电焊、气焊等具有火灾危险作业的人员和自动消防系统的操作人员，须取得建（构）筑物消防员资格证书，同时电焊气焊应取得应急管理部门的特种作业操作证书；只对消防设施进行监控操作时可以持中级工证书，对消防设施检测维修保养时需持中级工及以上证书。需建立志愿消防队、微型消防站等多种形式的消防组织，加强队伍建设，定期组织训练演练。

新改扩建时按照《消防法》和《建设工程消防设计

审查验收管理暂行规定》申报审批、备案，办理开工许可证；按照《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》把好消防安全关口。

## 二、责任制等管理制度的制定及消防安全管理

坚持安全自查、隐患自除、责任自负，单位应逐级制定并落实消防安全责任制和岗位消防安全责任制，制定消防安全制度、消防安全操作规程，确定各级、各岗位的消防安全责任人；按照消防法明确消防安全责任人的（至少七条）和消防安全管理人的（至少八条）消防安全职责，并且消防安全管理人定期向消防安全责任人报告消防安全情况，及时报告涉及消防重大问题；明确消控室值班人员职责；加强对全员责任制落实情况的监督考核，落实全员消防责任制和全员消防意识。重点单位除履行消防法规定的一般单位七条职责外，还应当履行重点单位的四项职责。

存在有建筑物的租赁、承包或者委托经营、管理的情况时，合同应明确各方的消防责任，消防车通道、涉及公共消防安全的疏散设施和其他建筑消防设施应当由产权单位或者委托管理的单位统一管理和人员。

建立健全消防安全管理规章制度和保障消防安全的操作规程，并公布执行，包括对“人”“物”“行为”的12项制度和一项兜底规定。

## 三、教育培训管理

培训是提高从业人员知识和技能的有效捷径。消防法第十七条消防安全重点单位应该对职工进行岗前消防安全培训，定期组织消防安全培训；根据本单位的特点

建立健全消防安全教育培训制度，明确负责培训的机构和人员，明确需要接受培训的人员和岗位，保障教育培训工作经费，按法规要求必须对如下人员进行消防安全教育培训：消防安全责任人、消防安全管理人、专兼职消防管理人员、消控室操作人员、新上岗和进入新岗位的人员，特有工种人员须经消防安全专门培训的人员如电工、焊接工、油漆工等。重点单位至少每年对每名员工进行一次消防安全培训，具备“三个四”的能力，一是“四懂”、二是“四会”、三是具备“四个能力”，提升全员消防技能。

## 四、硬件要求及现场安全管理

企业应分析火灾危险性、判断建筑类别，并设计出各建（构）筑的消防安全布局、防火间距，防火防爆、防火分区、耐火等级、防火分隔构件、建筑装修保温材料的燃烧性能和火灾耐火极限、安全疏散，应急照明和疏散指示标识、消防供电和布线、消防电梯、消防车道和消防救援场地；应配置消防给水设施和室内外消火栓系统、自动灭火系统、防排烟系统、建筑灭火器，消防控制室需配备火灾自动报警器、消防联动控制器、图形显示装置、消防电话总机、应急广播控制装置、消防应急照明和疏散指示系统控制装置、消防电源监控器，以及可燃气体探测报警系统和电气火灾监控系统等预警系统等。

建立消防管理制度，定期组织检验、维修，如对建筑消防设施每年进行一次全面检测，经常检查疏散通道、安全出口、消防车通道畅通，消防安全标志齐全。

在重点消防部位设置明显防火标志，实行硬件、软件的严格管理。

建设项目的安全设施应与建设项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

## 五、工作中常会发生但被忽视的消防安全问题

01

组织机构设置不全、责任制不到位。未明确企业主要负责人为消防安全责任人，而由消防安全主管人员担任消防安全责任人；未明确消防安全归口管理部门、未任命消防安全管理人员；消控室的值班人员未取得资质证书，每班人员未配备 2 人 24 小时在岗；未明确负责消防安全培训部门；消防安全投入不到位；需要定期培训的人员未按期培训或未达到预期的培训效果，未按规定对全员进行消防安全培训；新扩改建项目组成员未配备消防安全人员并不能较好的落实“全员安全责任制”，不符合《消防法》和《安全生产法》的要求，为消防安全事故埋下隐患。

02

厂区总平面布局、建筑平面布置的缺陷：消控室未设置在全年最小风频的下风侧，存储遇水分解或爆炸的危化品仓库设置在地势低洼处；按照《建筑设计防火规范》等需要独立设置的厂房、仓库未独立设置；甲乙类仓库与周围建筑、公路或公司围墙的防火间距不够；锅炉房与甲乙类厂房仓库的间距小于 30 米；消防车道的宽度或高度不够，消防车道距建筑外墙小于 5m；建筑物的消防救援窗未每层设置（首层也要设置），每层的每个防火分区少于 2 个消防救援窗，救援窗上未张贴清晰可见的明显标识；总控制室、分控制室与甲乙类建筑

贴邻；消控室疏散出口未直通室外或未直通安全出口；设置在丙类厂房的办公场所、休息室与厂房连接处未设置乙级防火门、未设置不小于 2.5 小时的防火墙和不大于 1 小时的楼板、未设置独立安全出口；生产区火灾危险性不同部位的隔墙、顶棚、门等防火分隔的耐火极限不合规；厂房内中间仓库未靠外墙，存储甲乙丙类物品的中间仓库与生产部位未采取有效的防火分隔，如未按要求设置不低于 4 小时防火墙和 1.5 小时的不燃性楼板与厂房分隔，其中存储甲乙类危险物品的中间仓库超过了一昼夜的量，中间仓库未设置在直通室外的出口；防排烟、供暖、通风和空气调节系统管道及建筑内的其他管道在穿越防火隔墙、楼板和防火分区的孔隙时未采用防火封堵材料堵塞或材料的容重低于  $80\text{kg/m}^3$ 、熔点低于  $1000^\circ\text{C}$ ，穿越楼板的管道未设置套管或套管未高于地面 50mm；建筑装修材料、保温材料防火极限不合规；生产区内存在火灾危险的区域与相邻区域和房间未设置门斗或门斗设置存在问题等；丙、丁、戊类仓库首层的推拉门或卷帘门未靠墙的外侧设置；地下或半地下建筑与地上建筑确需共用楼梯间时，应在首层采用耐火极限不低于 2 小时的防火隔墙和乙级防火门将地下或半地下部分与地上部分的连通部位完全分隔，并应设置明显的标志。

03

防火防爆管理。既要确保危化品的安全，也要确保使用危化品后产生的危险废液的安全，由于这些危险废液是多种危化品的混合物，成分非常复杂，其危险特性往往不可预测、危险程度更大，一旦发生异常情况造成的危害更大。

危化品存储未按照原则存储。如未按照理化性质、

存储禁忌和灭火方法不同分别采用隔离、隔开或分离存放；未分别设置相应的消防设施，未配备不产生火花的工具和器材，电气未达到相应级别的防火防爆性能，仓库的配电箱、电气开关箱设置在仓库内部、未设置人体静电消除装置、消防配电线暗敷时未穿在金属管内、未敷设在不燃性结构内且保护层厚度未大于30mm，库内危化品存储柜未设置通风口并排向室外、库内货架未可靠的接地，未按照其MSDS选择合适的可燃气体探测报警装置、安装位置和高度未考虑危化品挥发点以及挥发后气体的密度，未设定报警限值、未定期对探测报警装置校准，报警装置未与事故风机连锁；危化品仓库门口未设置150mm~300mm的门槛或漫坡。

具有可燃粉尘、可燃气体区域的隐患：（1）净化有爆炸危险粉尘的干式除尘器和过滤器未布置于系统的负压段；具备连续或定期清灰功能且风量不大于15000m<sup>3</sup>/h、集尘斗储尘量小于60kg的干式除尘器和过滤器，未设置在单独房间内，且未采用耐火极限不低于3.00h的防火隔墙和1.50h的楼板与其他部位分隔；（2）散发可燃气体的房间未设置可燃气体探测报警系统，报警参数设置不恰当或未与应急排风装置连锁或风量不适合；（3）较空气重的可燃气体或蒸气，未采用不发火花的地面，或采用绝缘材料作整体面层时未采取防静电措施；（4）可燃气体探测器设置位置未考虑其密度大小致使设置位置不正确；（5）报警设定值的低限未在LEL的5~25%范围，报警信号未与排风机的启停联锁；（6）在房间门口或方便操作处未设置排风机的手动紧急开关；（7）通风橱、试剂柜等存放有燃烧或爆炸危险气体、蒸气和粉尘的排风管道未采用金属材料，未设有导除静电的接地装置，没有直接通向室外安全地

点，管道没有采用暗设；（8）甲、乙类厂房或实验区空气不应循环使用、丙类厂房内含有燃烧或爆炸危险粉尘、纤维的空气，在循环使用前应经净化处理，并应使空气中的含尘浓度低于其爆炸下限的25%；（9）危化品暂存间未设置火灾自动监测装置，设置的灭火喷淋系统的喷淋强度低于15L/（min·m<sup>2</sup>）、持续喷淋时间达不到90分钟；（10）存放区域电气、灯具等不符合防爆、消防用电要求，事故照明和疏散指示标志不全；（11）对产生静电的场所，未配置静电防护用品，重点防火、防爆作业区的入口处，未设计人体导除静电装置；防雷电感应的接地装置与电气和电子系统的接地装置共用时其工频接地电阻超过10Ω；独立的安全保护接地电阻应≥4欧、共用接地体接地电阻超过1欧；火灾自动报警系统接地装置的接地电阻值：采用共用接地装置时超过了1Ω，专用接地装置的接地电阻值大于了4Ω；供电线路、火灾联动控制线路使用了阻火型而未采用耐火型电线电缆；控制室的端子板每个接线端子接线超过了2根、导线余量短、控制器的主电源没有明显的永久性标志或未直接与消防电源连接、模块设置在电气控制柜（箱）内等不合规的现象。

## 04

消防设施和消防器材。厂房、库房和室内净空高度超过8m的民用建筑如办公楼消火栓栓口动压不应小于0.35MPa；火灾探测器种类与设置场所的火灾危险性不匹配、有格栅吊顶时的火灾探测器安装有偏离、火灾探测器的防尘罩未摘除等；自动喷水灭火系统方面：喷头与顶棚间距大、距边墙距离远、未在大于1.2m的风管或桥架等障碍物下方增设喷头、喷头选型错误、水泵控制柜未置于自动档、消防水泵安装不规范、消防水泵吸

水管未采用偏心异径管顶平接等安装错误、出水管附件安装错误、稳压泵安装方式不正确、寒冷地区高位消防水箱间未设置采暖设施、消防水箱出水管连接错误、未设置备用泵、稳压设施进出水管阀门设置不合规、供水管网阀后采用了焊接工艺、供水管网的阀门未采用信号阀、系统管网未设置排气装置或排气装置设置的位置不对、管道穿墙体或楼板时未加设套管且穿墙穿楼板未采用防火封堵材料密封、系统管网的敷设不利于水的排空、报警阀组前未采用环状供水管网、湿式报警阀组未设置延迟器或延迟器下方未加装小孔节流阀、供水管道和出水管道采用的阀门不合格、同一防火分区采用不同的喷头混装、喷头与端墙距离或喷头距顶板距离不合规、立体仓库货架内部喷头上方采用了通透性层板、喷水的喷水强度错误等、厨房排烟管道的喷头选型不正确、末端试水装置设置不合规等；须采用卡箍连接时采用了机械三通或四通连接或焊接、配水管道变径时采用不合规的连接方式；防火门方面：消控室的疏散门未采用乙级防火门、消防水泵房疏散门未采用甲级防火门、闭门器损坏、双扇防火门未安装顺序器、防火门密封条脱落、防火门锁芯和把手被拆除、防火门两个铰链间距过远、常闭防火门不能确保常闭、常闭防火门未张贴“保持防火门关闭”“禁止上锁”等提示标识、防火门窗性能达不到相应标准要求；防火卷帘正下方 0.3m 范围内被占用，防火卷帘轨道变形或破损影响正常升降、影响防火分隔完整性；消防车道靠建筑外墙一侧的边缘距离建筑外墙小于 5m；消控室有与消防设施无关的管道、电气线路穿过，火灾报警控制器（联动型）与周边空间距离小于规范、室内堆放其他杂物等；消控室、消防水泵房、防烟和排烟风机房的消防用电设备及消防电梯的供

电没有在其配电线路的最末一级配电箱处设置自动切换装置；消防水泵、消防电梯、消控室等的两个供电回路未采用放射式供电，各防火分区内的防排烟风机、防火卷帘以及疏散照明未分别由配电小间内的双电源切换箱放射式或树干式供电；消防负荷的配电线路未具有短路保护功能，反而设置了过负荷保护、剩余电流动作保护或过欠电压保护装置；湿式报警阀控制阀未处于开启状态、延时器阀门关闭、湿式自动喷水灭火系统未在高处设置自动排气阀、末端试水装置压力表在试水阀后端、立体库货架喷头的上层板未安装实层板而使用通透板，反而在喷头下层设置了实层板；灭火器选型错误如固体火灾场所（A 类场所）配置了二氧化碳灭火器或配置了 BC 类灭火器；不同火灾场所不同危险等级设置的灭火器的最大保护距离不符合、灭火器的设置位置不符合、不同火灾场所不同危险等级的灭火器的最低配置基准不合规，如油浸变压器室和高、低压配电室为中危险级，应配置单具灭火器最小灭火级别为 2A 或 55B 的灭火器即 3kg、4kg 的干粉灭火器或大于 7kg 的二氧化碳灭火器，灭火器配置的计算单元数量少于 2 具，每个灭火器设置点的数量超过了 5 具等。

## 05

建筑安全疏散设施。疏散走道和安全出口的设置不合规，如疏散楼梯间未设置防烟楼梯间、封闭楼梯间、敞开楼梯间或建筑室外楼梯；厂房内疏散通道的总宽度或最小疏散通道宽度低于规范；疏散门采用了推拉门、卷帘门等、平开门未开向疏散方向、或房间的疏散门数量少；从房间内任一点到疏散门的疏散距离或从疏散门到安全出口的疏散距离过长；常闭式防火门未保持常闭状态；车间疏散通道上的换鞋凳影响逃生且未单独设置

直通室外的逃生通道，门禁不能在紧急情况下自动解除门禁功能；疏散门和安全出口内外 1.4m 内设置踏步或台阶；需设置疏散指示标志灯和应急照明灯的场所未设置或设置不合规，如消控室、水泵房、发电机房、配电室、防排烟机房等火灾发生时需要正常工作的消防设备房未设置备用照明、作业面的最低照度低于正常照明的照度，其他场所照度低于规范最低值，安全出口指示标志牌安装高度有误，方向标志灯的标志面与疏散方向平行时灯具设置间距大于 10m；厂房仓库应急照明和疏散指示标识灯连续供电低于 30 分钟；灯具安装在非 A 级墙体或非 A 级装修材料上、或安装在门窗等可移动物体上，安装的标志灯具大小尺寸与室内净空高度不匹配，如室内高度大于 4.5m 的场所应选择特大型或大型灯，3.5—4.5m 的场所选择大型或中型灯，安装在疏散走道或通道上方时且室内高度不大于 3.5m 的场所时标示灯底边距地面宜为 2.2—2.5m，大于 3.5m 时，不宜小于 3m 且不超过 6m。应急灯具与供电线路的连接不得使用插头连接，备用照明、疏散照明回路不应设置插座；疏散楼梯间前室堆放其他物品，物品遮挡正压送风口和室内消火栓；室外钢结构楼梯平台和梯段的耐火极限分别低于 1 小时和 0.25 小时、倾斜角度大于 45°、楼梯周围 2m 范围内的墙上设置了门窗洞口。

## 06

消防安全管理不到位。未落实消防安全主体责任，未保障疏散通道、安全出口、消防车通道畅通；消防设施和疏散通道、安全出口、消防车通道未进行维护管理，甚至在疏散通道堆放可燃易燃材料或锁闭安全出口等。

动火作业未办理动火证、未进行环境分析、未设置消防警示标志、未采取有效防火分隔措施、电动自行车充电未使用安全自动充断电装置、使用不符合新规范的插排插座或多个插线板串联使用、仓库内存放物料不符合“五距”要求、仓储场所每月未每月进行防火检查，各部门每周末至少开展一次防火检查，室外消火栓、水泵接合器 2m 范围内设置影响其正常使用的障碍物，仓库内电动叉车充电存在安全隐患、消防配电线路明敷时未穿金属导管或未采用封闭式金属槽盒保护。

各种消防台账不齐全、记录不及时；禁止、警告、指令、提示的安全标志设置不全、张贴位置不准确、组合式安全标志顺序错误、安全标志褪色；危化品库、暂存间、消防安全重点部位未张贴管理制度、未明确责任人、无应急处置卡；爆炸和火灾危险环境场所的防雷装置未每半年检测；各系统部件的维护保养周期与规范不符。

## 07

消防应急演练的问题。消防逃生演练时的路线不是真正出现事故时的路线（如未将逃生通道上的安玻璃打破，而是采用正常生产时的人流通道进行安全逃生疏散）；演练未编制脚本，未进行周密的组织策划，各个演练小组的责任不明确或未培训到位，未安排人员在适当地点进行观察，通知演练的时间过于具体，演练过程不够严肃，演练结束未进行科学严谨的总结。

消防安全重点单位是国家管控的重点，也是消防事故的发多单位，在日常工作中，企业每一位人员均是消防安全责任的主体，应自觉维护消防设施，杜绝事故发生。

# 静电对石化企业的危害及预防措施

静电现象很常见，它不仅会给生产生活带来不便还会产生放电火花，极易引燃物体发生事故。

## 案例一

2020年11月17日，江西省吉安市一化工公司发生一起爆炸事故，造成2人死亡、1人重伤、5人轻伤。事故直接原因为转料过程中产生静电引起爆炸。

## 案例二

2019年1月22日，广东某工业园内，货车司机把车停在生产车间门口空地，公司两名员工把生产车间内的珍珠棉成品搬到货车车厢里。一员工从珍珠棉上跳下来，踩到车厢地板金属时，脚下因静电产生火花引起火灾。

## 案例三

2019年11月23日，宁夏银川市贺兰县一加气站，一厢式货车发生液体泄漏，遇静电发生轰燃。现场安全员迅速进行灭火，3分钟后，大火被成功扑灭，无人员伤亡。

## 案例四

2019年8月9日，广东深圳一汽车轮胎店突发火灾，造成4人死亡。经调查，员工维修汽车过程中，将拆卸油箱内的汽油倒入塑料桶，移动塑料桶时产生静电火花引起汽油蒸气爆炸并蔓延成灾。

秋冬天气干燥，静电现象增多，在生产生活中，尤其是在易燃易爆环境中，一定要注意防静电！

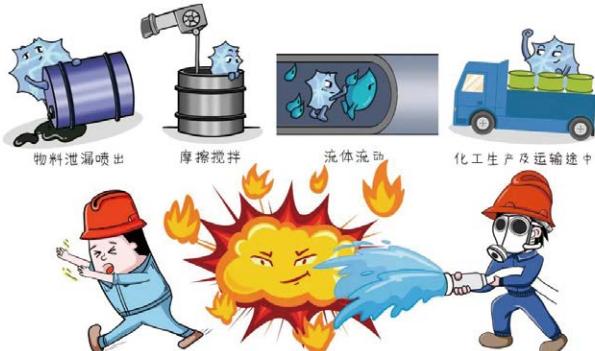
## 静电对石化企业的危害

对于石油化工企业而言，静电最危险的后果就是由于静电放电而引起严重的火灾爆炸灾害。并非所有的静电放电都能引起爆炸事故，静电引起火灾爆炸的条件可以归纳为4点：

- ★ 有静电电荷的产生。
- ★ 静电荷积聚到一定程度足够产生静电放电。
- ★ 存在处于爆炸极限范围内的可燃物气体混合物。
- ★ 静电放电的能量达到可燃物的最小点火能量。



在物料泄漏喷出、摩擦搅拌、流体流动、化工生产及运输途中，会产生大量的静电荷，其电压可达几万伏，一旦在满足静电火灾或爆炸条件的场所放电，能引燃可燃气体、液体蒸气、可燃粉尘与空气形成的爆炸混合物以及化学易燃品，造成火灾或爆炸事故。作业人员在活动时会产生人体静电，靠近金属物体时，也可能会发生火花放电，导致静电燃爆事故。



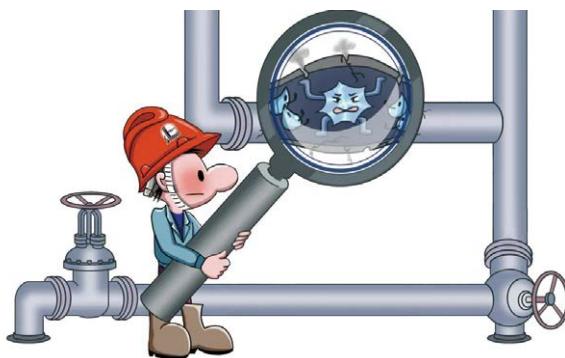
除了会导致事故发生，静电对产品的产量和质量、设备以及生产环境等方面都会带来危害。比如使生产中的粉

体沉积，堵塞管道、筛孔等，也可能导致计算机、生产控制仪表、安全控制系统中的硅元件损坏。静电带电体通过人体放电可造成电击伤，使人精神紧张，产生不安情绪。

### 静电形成的原因

静电是由不同物质的接触、分离或相互摩擦而产生的，固体、液体甚至气体都会因接触分离而带上静电。石油化工生产中所使用的生产设备和构件的固体绝缘材料及固体物质，在摩擦、滚压、挤压、剥离等操作下能产生静电。

石油化工生产中最常处理的就是液体物料。化工生产中的液体物料大都属于高绝缘物质，在流动、搅拌、喷射、灌注、飞溅、冲刷、过滤、喷雾、剧烈晃动等过程都能使液体与管壁和器壁间发生摩擦和积累静电荷，静电积累到一定程度可产生静电放电。



影响静电产生量的因素很多：

- ①液态介质在管道内的流速越快，流动时间越长，产生静电量越大；
  - ②液体温度越高，产生静电量越大；
  - ③油品中含杂质、水分时更易产生静电；
  - ④储罐和管道等设备的粗糙程度越高，产生静电量越大；
  - ⑤液体流经的闸、阀、弯头越多，产生静电量越大；
  - ⑥液体在金属和非金属材料的储罐和容器内流动时，静电产生量差别不太大，但非金属材料易使静电荷积累。
- 此外，气体在压缩、排放、喷射等操作以及因设备损坏导致气体高速喷出时，在阀门、喷嘴、放气管或缝隙处

极易产生静电。粉体物料在输送、悬浮状态下，粉体颗粒与管道或粉体颗粒间的摩擦易产生静电。



最后，人体带电最常见的是操作人员穿着的服装以及在生产过程中与带电材料接触时会产生静电积累。当人体与接地装置接触放电，其放电能量足以引燃某些可燃气体或液体蒸气与空气所形成的可燃性混合物。



### 静电防护措施

为使静电不致引起火灾爆炸，就必须从防止静电产生和积累这两方面入手。

#### 控制静电的产生

- 管道、设备应尽可能光滑干净，无棱角。尽量采用具有良好防静电性能的新材料、新工艺、新设备。
- 控制物料的流速。避免液体由层流变为湍流，减少静电产生。
- 改进过滤器。在石化企业生产中，过滤器与油泵、管线相比是更大的静电源。过滤器应从材质及设计上加以改进，防止静电产生。

●在易发生火灾爆炸的场所以及输送可燃物料的设备上，传动部位应尽可能采用直联轴传动，尽量减少皮带传输和异质齿轮传输，避免皮带传动时摩擦起电，应使用防静电皮带。

●改善操作工艺条件。如在油品灌装过程中，尽量采用底部装油，降低顶部装油时鹤管口油品喷溅带电；防止不同性质油品混装，同时降低油中水杂含量。



#### 加快静电的消散

◆使用抗静电添加剂。抗静电添加剂具可提高油品的电导率，加快静电荷泄放，减少静电积聚。



◆规定物料静置时间。在油罐收油、槽车装卸、物料输送过程中，往往带电量很大，需要选择适宜的静置时间，使已带的静电得以充分泄放。



◆可靠接地和跨接。静电接地和跨接是使设备、管道

表面静电荷快速消散、抑制静电积聚的重要方式。

◆装设缓和器。可使管道中的带电液体减缓流速，充分泄放油品中静电荷。

◆采用导电地面。实质上也是一种接地措施，它不但能导除设备上的静电，而且也能导除人体静电。

◆增加空气湿度。采用喷雾法和调湿装置，增加静电危险场所空气的相对湿度，当空气相对湿度高于70%时，静电荷不宜积累。

◆静电消除器。静电消除器借助于产生的离子中和物体上的静电，从而达到消除静电的目的。

除上述几点外，为了预防静电火灾爆炸事故，还应尽可能降低生产作业场所的爆炸性混合物浓度，以惰性气体减少氧化剂含量，使其降到爆炸下限以下。

#### 人体的防静电措施

在易燃易爆场所或易产生静电的场所，必须着防静电服，不允许穿易产生静电的服装和鞋靴，不准穿、脱衣服、鞋靴，巡检时不准携带孤立的金属物品。



在易燃易爆场所的入口处，增设静电释放接地拉手或扶手，通过触摸方式消除人体静电。

工作中戴导电或不易产生静电的手套，以消除或减少静电的危害。

宜将爆炸危险环境地面做成导静电地面，使人体所带静电安全流入大地。

只有在生产中认真分析静电产生的原因，预测它的危害，对静电防范工作引起足够的重视，防患于未然，才能把静电防范措施落实到实处。

(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**

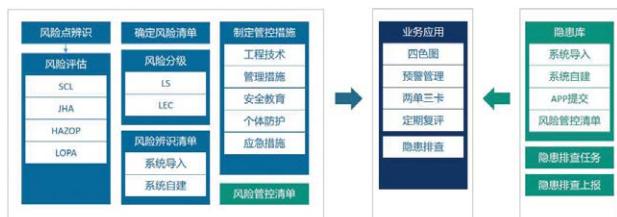
企业生产相关的系统（功能）往往相对独立，如 DCS/PLC、人员定位、巡检等，从而导致的“信息孤岛”现象，无法进行高效的工作和统一的管理。运用信息化技术，建设集成化平台，将与生产相关的设备、人员、风险

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。



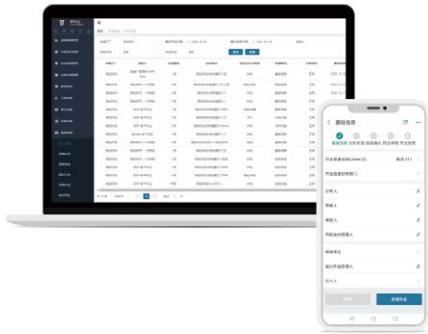
风险分区管理系统 – 通过生产过程危险和有害因素的辨识，运用定性或定量的统计分析方法确定其风险程度，一般分为重大风险、较大风险、一般风险、低风险，在信息系统中企业厂区平面图上用红、橙、黄、蓝“四色图”进行标绘，形成“两单三卡”。



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](http://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](http://www.strongpsm.com)