

附件 1

化工企业硝化工艺全流程自动化改造工作指南（试行）

（征求意见稿）

为全面提升化工企业硝化工艺装置全流程自动化水平，有效减少危险作业场所人员数量，严密防控重大安全风险，制定本指南。

一、适用范围

适用于涉及硝化工艺的化工企业（以下简称硝化企业）开展硝化工艺装置全流程自动化改造。全流程自动化包括硝化工艺装置及与其存在上下游关系的生产过程，通常包括原料处理、反应、后处理、储存、包装等工序。

硝化企业新建、扩建、改建硝化装置也应满足本指南关于自动化的有关要求。

二、总则

1. 硝化企业应优先开展工艺优化，降低工艺危险度等级。工艺危险度等级 3 级及以上硝化工艺，原则上应采用微通道反应器、管式反应器等先进技术，实现全流程自动化、连续化生产；确实不具备微通道反应器、管式反应器等先进技术应用条件的，企业应对现有工艺技术组织开展安全可靠性论证，尽可能采取安全风险削减措施，形成报告报省级应急管理部门。

2. 硝化工艺装置应实现全流程自动化，最大限度减少现场人工操作。硝化车间（装置）现场操作人员（含巡检人员）同一时间不得超过 2 人。鼓励硝化企业建设无人车间、无人装置。

3. 硝化企业全流程自动化改造工作应委托具有工程设计综合甲级资质或化工石化医药行业（专业）工程设计甲级资质的设计单位进行设计。

4. 自动化改造应满足《关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116号）、《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）提出的安全控制基本要求，并落实危险与可操作性分析（HAZOP）报告和保护层分析（LOPA）报告提出的自动化建议措施。

5. 硝化企业应按照《精细化工反应安全风险评估规范》（GB/T 42300）要求，完成硝化工艺全流程的反应安全风险评估，对原料、中间产物、产品及副产物进行热稳定性测试，对蒸（精）馏、干燥、储存等单元操作进行安全风险评估。根据安全风险评估结果与建议，设置相应的自动化措施。

6. 硝化企业自动化控制宜采用顺序控制，鼓励采用先进过程控制。

7. 硝化企业重点工艺参数（硝化反应温度、硝化物蒸馏温度、硝化物储存温度等运行参数和报警值）应接入危险化学品安全生产风险监测预警系统。

三、全流程自动化控制要点

（一）通用规定

1. 基本过程控制系统显示的带控制点的工艺流程图（如DCS流程界面）应符合工艺管道和仪表流程图（P&ID图）；基本过程控制系统、安全仪表系统工艺参数设置、联锁逻辑应与工程设计文件和操作规程一致。

2. 基本过程控制系统、安全仪表系统应设置管理权限，对工艺参数、报警阈值、联锁阈值修改和联锁投切、复位等权限进行分级管理，防止随意修改。

3. 基本过程控制系统的控制器、通信、电源等模块应冗余设置。要求冗余设置的测量仪表、最终元件等应配置在不同的输入输出（I/O）卡件上。安全仪表系统的测量仪表、逻辑控制器、最终元件等应独立于基本过程控制系统，安全仪表功能回路（SIF）应通过安全仪表完整性等级验证。

4. 基本过程控制系统应对硝化工艺全流程的重点工艺参数进行实时监控，并具备远程调节、信息存储、连续记录、超限报警、联锁切断、紧急停车等功能。基本过程控制系统历史数据记录和视频监控录像的保存时间应分别不少于 90 天、30 天。

5. 基本过程控制系统应设置双路不间断电源（UPS），双路 UPS 分列运行，且单路电源持续供电时间不少于 60 分钟。

6. 硝化工艺全流程、硝化车间（装置）的基本过程控制系统应设置自动（紧急）停车功能；自动（紧急）停车功能应在操作员界面设置软件按钮，并在控制室和现场适当位置设置有显著标识的物理按钮。

7. 硝化工艺全流程应根据反应安全风险评估和安全仪表完整性等级评估的要求，设置独立于基本过程控制系统的紧急停车功能，并在操作员界面设置软件按钮，在控制室设置物理按钮。

8. 硝化企业应按照《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T 50493）规定，设置可燃和有毒气体检测

报警器。可燃和有毒气体检测报警系统应独立于基本过程控制系统，且在硝化工艺装置停车或控制系统失效后，仍能有效进行检测报警。

9. 硝化车间（装置）、硝化物料储罐（仓库）和涉及硝化物料后处理的装置设施，应设置现场声光报警和远程视频监控。企业应根据自身工艺特点，将硝化反应温度、硝化物料储存温度等关键工艺参数报警与现场声光报警联动。

10. 硝化车间（装置）设置有紧急排放与事故减缓措施的，在基本过程控制系统中应设置触发条件和报警，控制室应设置声光报警。紧急排放与事故减缓措施应实现远程控制（安全阀等泄压泄爆设施除外）。

11. 硝化工艺全流程涉及冷、热媒切换的，应实现自动切换。

（二）原料处理工序

12. 涉及可燃、有毒等原料相变工艺过程（如熔融、气化、升华等）的设施，应设置温度/压力远传、超限报警，并与冷（热）媒或泄放系统等联锁。

13. 固体原料在反应期间连续或分批加入反应釜的，应设置自动加料装置，并具备故障联锁停机功能。在惰性气体保护条件下仍具有爆炸危险性的物料（如硝化物料），不应使用气力输送系统。

14. 有超温、超压风险的储存设施应设置温度、压力、搅拌电流（功率、转速）等工艺参数的监测、远传、报警，温度、压力应与冷（热）媒、泄放系统等联锁。

15. 硝化车间（装置）内的计量槽或高位槽应设置高/低液位报警、高高液位联锁或设溢流管道。

16. 混酸配制应设置物料流量（重量）、比例、温度、搅拌电流（功率）、搅拌转速等工艺参数的监测、远传、报警，温度应与冷媒等联锁。

（三）反应工序

17. 硝化反应釜只能用于硝化反应，不能用于其他用途。

18. 硝化反应器单物料进料应设置流量超限联锁；多种物料同时进料的，物料间的流量应设置比例控制或超限联锁。

19. 硝化反应器的搅拌（循环泵）应设置后备电源供电。工艺危险度等级 3 级及以上的，后备电源应采用 EPS 应急电源供电。

20. 硝化反应器紧急冷却系统与反应温度及冷媒温度和压力进行联锁，并能自动启动。

21. 硝化反应器进料应设置可靠的双重切断装置，确保硝化反应器停机后自动切断进料。双重切断装置可采用调节球阀、开关阀、停进料泵等双重措施或措施组合，并与有关工艺参数进行联锁。

22. 在发生火灾、爆炸事故时可能相互影响的反应器、储罐（槽）等之间，应设置自动隔断措施。

23. 硝化反应釜应设置物料流量、温度、搅拌（循环泵）电流（功率、转速）、冷（热）媒温度、冷（热）媒压力（流量）、冷却水 pH 值等工艺参数的监测、远传；有关工艺参数应与反应物料进料、硝化剂进料、冷（热）媒联锁。

（四）后处理工序

24. 涉及硝化物的熔融、干燥、萃取等单元的温度应实现监测、远传，并与冷（热）媒等联锁。

25. 涉及硝化物的蒸（精）馏、浓缩单元的温度、压力、液位等工艺参数应实现监测、远传，并与冷（热）媒等联锁。根据蒸（精）馏过程风险评估结果，如果热媒温度超过 T_{D24} ，涉及硝化物的蒸（精）馏釜、蒸（精）馏塔的再沸器等应配备紧急冷却系统。

（五）包装及储存

26. 硝化车间（装置）内的包装作业应采用自动化包装；硝化车间（装置）外的涉及硝化物的包装车间，现场操作人员同一时间不应超过 9 人。

27. 储存硝化物（包括含硝化物的物料）的储罐（槽），应设置温度、液位、搅拌电流（转速）等工艺参数的监测、远传、报警，并与进料流量及热媒等联锁。

28. 储存硝化物（包括含硝化物的物料）的库房应满足《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB 36894）、《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T 37243）对企业外部安全间距的要求，且应设置环境温度监控、强制通风、红外热成像监测报警和视频监控等安全设施。

29. 构成重大危险源的危险化学品储罐区，应按照《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（原国家安全监管总局令第 40 号）要求，设置自动化控制系统。其他危险化学品储罐应设置液位高、低超限报警和联锁控制措施。

（六）公用工程

30. 冷冻盐水、循环水等冷却系统应设置温度、压力异常报警和联锁自动停车等控制措施，冷却系统循环泵应设置备用泵，并具备自动启动功能。

31. 导热油炉应设置出口温度、压力、流量异常报警和联锁控制措施。导热油管进硝化车间（装置）前应设置紧急切断阀。

32. 蒸汽系统应设置温度、压力异常报警和联锁。热水罐应设置温度异常报警和联锁。

33. 仪表气供气系统应设置压力异常报警和联锁自动停车等控制措施。仪表气应设置储气罐作为稳压、缓冲设备，仪表气源应满足断电或供气源故障等异常后不低于 30 分钟的供气要求。采用备用压缩机组或第二气源的，应具备自动启动功能。

化工企业硝化工艺全流程自动化改造工作指南（试行）（征求意见稿）起草说明

按照中办国办《关于全面加强危险化学品安全生产工作的意见》和国务院安委会《危险化学品安全专项整治三年行动实施方案》部署，近年来硝化工艺自动化改造工作全面深入推进，取得明显成效，有力提升了企业本质安全水平和安全保障能力，对防范遏制硝化事故、保障全国化工安全生产形势稳定发挥了重要作用。但硝化企业专家指导服务中发现，部分企业自动化改造不规范、不彻底，尤其是硝化反应器联锁设置不规范，固体投料、后处理等工序自动化程度低，现场操作人员数量依然较多，工作质量水平参差不齐。现有法规规章及规范性文件对硝化企业全流程自动化改造的要求不明确不具体是存在上述问题的重要原因。为规范和加强硝化工艺全流程自动化改造工作，在认真总结硝化企业安全专家指导服务和各地区自动化改造经验的基础上，多次征求了重点地区和有关行业协会意见，形成了《化工企业硝化工艺全流程自动化改造工作指南（试行）》（征求意见稿）。

一、制定必要性

（一）强化重大安全风险防控的要求。硝化工艺反应速度快、放热量大，部分反应物料、产物、副产物等具有爆炸危险性，一旦失控发生事故易造成群死群伤。硝化企业近年来发生过2015年山东东营“8·31”、2017年江苏连云港“12·9”、2019年江苏响水“3·21”等多起重特大事故，硝化工艺是18种重

点监管工艺中发生重特大事故最多的工艺。为深刻吸取有关事故教训，特别是解决自动化控制水平低、安全保障能力差的短板，急需制定全流程自动化改造工作指南，有力强化重大安全风险管控。

（二）提升化工企业本质安全水平的要求。涉及硝化工艺的化工企业多为中小精细化工企业，固有安全风险大、设计水平低、自动化程度低，现场操作人员数量较多，加之从业人员专业素质能力不足，安全风险防控难度高。国外发达国家化工事故伤亡人数少的重要原因之一就是企业自动化程度高，现场操作人员数量少。因此，开展全流程自动化改造提升是落实“机械化换人、自动化减人”的具体举措，能够推动加快技术升级改造，有效降低高危岗位现场操作人员数量，进一步提升本质安全水平，避免事故后果扩大。

（三）提高化工企业自动化改造工作规范性的要求。《危险化学品安全专项整治三年行动实施方案》等文件对推动精细化工企业开展全流程自动化改造提出了原则要求，一些地区和企业进行了积极的探索，但工作要求和质量不一，对谁要改、怎么改、改成什么样等没有细化统一的标准要求，需要完善顶层设计，制定指南，更好地指导推动硝化企业规范开展全流程自动化改造。

二、制定过程

2023年3月，应急管理部危化监管一司组织中国化学品安全协会硝化分会会同浙江龙盛股份有限公司成立起草组，制定初稿。

2023年4-5月，危化监管一司征求了部分省级应急管理部

门、设计单位和有关行业协会意见，起草组赴浙江万华化学（宁波）有限公司、上海科思创聚合物（中国）有限公司、巴斯夫（中国）有限公司等企业进行了调研并现场征求意见，在此基础上进行了修改完善。

2023年6月，结合应急管理部组织的硝化企业安全专家指导服务工作情况，起草组召开研讨会，会同浙江等地专家又进一步做了修改完善。

2023年7-8月，危化监管一司再次征求了部分省级应急管理部门和重点企业的意见，根据反馈的意见进行修改完善，形成了征求意见稿。

三、主要内容

（一）适用范围。明确了适用范围以及全流程自动化的含义，同时明确硝化企业新建、扩建、改建硝化装置也应满足相关自动化要求。

（二）总则。规定了硝化工艺全流程自动化改造的先进技术应用、自动化减人、设计、反应风险评估、控制系统等方面的总体要求。

（三）全流程自动化控制要点

1.通用规定。规定了硝化工艺全流程自动化、基本过程控制系统、紧急停车系统、可燃和有毒气体报警系统、现场声光报警等方面的基本要求。

2.原料处理工序。从有相变的原料、固体原料、储存设施、混酸配置等方面，规定了原料处理的自动化改造要求。

3.反应工序。规定了涉及硝化物反应的参数监控、报警、联锁、应急电源、进料与加热切断、紧急冷却系统、自动隔断

和喷淋等方面的要求。

4. 后处理工序。规定了涉及硝化物的精（蒸）馏、溶解、浓缩、干燥等后处理工序的自动化改造要求。

5. 包装及储存工序。规定了硝化车间（装置）内的包装作业自动化，硝化物、可燃和有毒物料储存安全，以及硝化物储存仓库的自动化监控设施要求。

6. 公用工程。规定了冷却系统、仪表气、导热油、天然气等公用工程的自动化控制及与硝化工艺联动停车等方面的要求。