

江苏省化工企业氟化工艺全流程自动化改造提升指南（试行）

为全面提升化工企业氟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，结合我省实际，特制定本指南。

一、适用范围

适用于涉及氟化工艺的化工和危险化学品、医药生产企业开展氟化工艺装置全流程自动化改造提升。氟化工艺装置的全流程是指包括氟化工艺装置及与其存在上下游关系的生产过程，上游通常包括原料处理和投料等工序，下游通常包括反应、精馏精制、储存、包装等涉及反应物的工序。

新建、扩建、改建氟化工艺装置应满足本指南关于自动化的有关要求。

二、引用规范和文件

GB 17681 危险化学品重大危险源安全监控技术规范

GB 19815 离心机安全要求

GB/T 42300 精细化工反应安全风险评估规范

GB/T 28603 无水氟化氢生产技术规范

GB/T 37241 惰化防爆指南

GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准

AQ 3062 精细化工企业安全管理规范

AQ 3067 化工和危险化学品生产经营企业重大生产安全
全事故隐患判定准则

DB32/T 4743 重点化工企业全流程自动化控制配备和
提升规范

《中华人民共和国危险化学品安全法》主席令第 64 号)

《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)

《关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整
首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》(安监
总管三〔2013〕3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)

《氟化企业安全风险隐患排查指南》

《危险化学品生产建设项目安全风险防控指南(试行)》
(应急〔2022〕52号)

《省应急管理厅关于印发江苏省重点化工企业全流程
自动化控制改造验收规范(试行)的通知》(苏应急〔2021〕
48号)

三、总则

1. 氟化工艺的全流程应采用自动化控制,氟化工艺全流
程自动化控制改造应以控制风险为目的。

2. 氟化工艺的自动化控制应满足《国家安全监管总局关

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)、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》(安监总管三〔2013〕3号)提出的安全控制基本要求,并根据《国家安全监管总局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)的要求落实安全仪表系统的设计和管理。

3. 氟化企业应按要求完成氟化工艺全流程的反应安全风险评估,对原料、中间产品、产品、辅料、副产品以及蒸馏(精馏)等后处理及过程涉及的相关物料等进行热稳定性测试,对蒸(精)馏、干燥、储存等单元操作进行安全风险评估,并根据安全风险评估结果与建议,设置相应的自动化措施。

4. 氟化工艺全流程自动化控制改造应落实HAZOP报告和SIL定级报告对自动化控制提出的对策措施,并应根据SIL定级分析结果开展SIL验算,以确定SIF回路满足安全风险降低需求。

5. 氟化企业应按照《精细化工企业安全管理规范》(AQ 3062)进行自动控制系统对标改造提升。实现全流程自动控制应以实现氟化工艺的安全、稳定控制和减少现场操作人员为目标,现场操作尽可能实现远程化、无人化。

6. 企业实施自动化控制改造时应履行相关变更程序,并及时修订发布相关管理制度、操作规程和工艺控制指标,对

相关人员全面开展有针对性的培训，提升岗位人员操作技能水平，提升企业安全设施维护和管理水平。

7. 反应釜不大于 50 L 的氟化工艺，因工艺设备原因难以满足全流程要求的，应根据反应安全风险评估、过程危险性分析结果等，基于风险控制的原则，装备自动控制系统并具备进料切断、热源切断、紧急冷却等安全控制功能和紧急泄放系统、配备抗爆设施，现场人员数量不得超过 2 人，并由设区市级应急管理部门组织安全论证。

8. 具备紧急切断或联锁切断或紧急泄放功能的管路不得设置旁路。

四、全流程自动化控制要点

（一）通用规定

1. 基本过程控制系统（以下简称 BPCS）的主要工艺流程应与 P&ID 图和现场一致，BPCS 和安全仪表系统（以下简称 SIS）显示的逻辑图应与联锁逻辑图和现场相符。BPCS 和 SIS 的参数设置应与操作规程一致并符合设计要求。

2. BPCS 和 SIS 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，岗位操作人员不应有修改自动化控制系统工艺指标、报警阈值、联锁阈值和摘除联锁的权限。修改报警阈值、联锁阈值应履行变更管理流程。

3. BPCS 应对氟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。BPCS 历史数据记录的保存时间应不少于 180 天。涉及重大危险的氟化车间（装置）视频监控录像储存时间不应小于 90 天，其他监控信息（含 BPCS、SIS、GDS）储存时间不应少于 1 年，并有人值守。

4. BPCS、GDS 和 SIS 应配备 UPS，其持续供电时间应满足安全设施应急需要，且不应低于 30min。参与消防联动控制的可燃气体检测报警系统的可燃气体探测器、报警控制单元、现场警报器等应优先采用专用蓄电池备用电源，其容量应满足相关设施连续工作 3h 以上。BPCS、GDS 和 SIS 的 UPS 在线检修时不得相互影响。

5. 企业应定期维护和测试 BPCS、SIS、GDS 等，保证系统完好并处于正常投用状态，联锁投用率达 100%。

6. 安全仪表系统应符合 GB/T 21109 要求，并满足安全仪表功能及其风险降低要求。SIL 等级为 2 级及以上的 SIF 回路，测量单元、逻辑控制器、执行单元应独立设置。

7. 设置在具有甲乙类火灾危险性、粉尘爆炸危险性、中毒危险性的厂房（装置）和仓库内的控制系统远程信号单元，不应接入与本厂房（装置）生产无关的信号。

8. 涉及固体加料工艺操作的，应设置密闭加料装置。其中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。固体物料加料时，应结合加料过程产生粉尘的可能性设置除尘设施，并定期清理尾气管线内的粉尘。不稳定、遇空气自燃等固体物料不应直接在反

应设备上开盖投料。自动添加方式确有难度的，应设置密闭添加设施，不应采用开放式人工添加。

9. 涉及氟化氢气体密闭空间的应急抽风系统应能实现在室外或远程启动，并与密闭空间的毒气报警系统联锁启动。氟化氢抽吸处理系统的能力（如碱吸收、碱储量、换热器等）应与氟化氢的泄漏量相匹配，氟化氢泄漏量应综合考虑堵漏和倒罐作业时长、泄漏管径和速率等因素。碱液循环泵、尾气风机应按一用一备设置，并配备应急电源。

（二）原料处理

10. 反应过程中固体物料的连续（分批）加料、转料操作应优先采用预先流体化（熔融、溶解、分散等）、机械输送、气力输送等密闭方式，并具有联锁停止加料、转料功能。

11. 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。

12. 氟化车间（装置）内的计量槽或高位槽、原料中转罐应设置液位或重量检测与高、低报警，液位或重量高高联锁停止进料或设置溢流管道。

（三）反应工序

13. 氟化工艺应按重点监管的危险化工工艺安全控制要求并结合反应安全风险评估、过程危险性分析结果，针对反应器内温度、压力、搅拌电流（速率）、投料配比、氟化剂进料量、氟化物浓度（控制氟化反应器称重或液位）等参数，

设置具有远传记录和超限报警功能的在线监测装置。

14. 氟化工艺应按工艺生产和安全的要求，设置温度、压力的高、高高报警，高高报警值与加热、冷却和氟化物进料联锁，反应温度、压力超限时自动切断进料，适时调大冷媒流量。带搅拌的釜式反应器的搅拌电流（速率）应设置高、低报警和高高、低低报警，高高、低低报警值与氟化剂进料量联锁，反应釜内搅拌系统故障时应自动停止加料。

15. 氟化氢生产企业回转炉应设置投酸、投粉比例自动控制 and 投酸、投粉联锁控制装置。按要求严格控制回转反应炉的系统压力，应设置负压产生设施（如负压风机变频或负压风机进口调节阀等）与回转反应炉炉头负压的自调节装置；在炉头、炉尾、燃烧炉等重要部位应设置指标监控报警和联锁设施。燃气加热炉应设置火焰监测和熄火保护联锁设施。

16. 采用釜式液相工艺的氟化反应器应设置两种不同原理、具有远传记录和超限报警功能的液位在线监测装置，确保物料体积不超过反应器总容积的 80%。

17. 氟化工艺的反应釜采用外循环冷却系统时，循环泵应设置电机启停指示和电流远传指示、监控、报警，并应设置具备自动切换功能的备用物料循环泵或其他紧急冷却系统。仅设有外循环冷却系统且未设置备用泵时，循环泵故障信号应与紧急停车系统联锁。

18. 存在高压窜低压且会造成设备损害或物料泄漏风险的设备，应采取压力监测报警、安全联锁、紧急切断及安全

泄放等防窜压措施。

19. 涉及氟化氢等急性毒性属于类别 1、类别 2 气体的尾气抽排系统出现故障时，应能及时联锁或远程启动备用抽排系统。

20. 反应工艺危险度等级 3 级及以上的氟化工艺，反应器的搅拌（循环泵）应设置快速自启动的后备电源供电（自启动发电机或 EPS 应急电源供电等）。

（四）精馏精制

21. 反应产物因酸解、碱解（仅调节 pH 值的除外）、萃取、脱色、蒸发、结晶等涉及加热工艺过程的，当热媒温度高于设备内介质沸点的，应设置温度自动监测、远传、报警，并与热媒或泄放系统联锁。

22. 蒸馏（精馏）设备应设置具有远传和超限报警功能的温度、压力在线监测装置，设备底部温度应与进料量和热媒流量联锁，加压蒸馏（精馏）设备还应设置超压泄放及其处置设施。

23. 蒸馏（精馏）设备的热媒温度超过介质 T_{D24} （绝热条件下最大反应速率到达时间为 24h 对应的温度）时，应设置紧急冷却或紧急泄放等安全设施。蒸馏（精馏）脱溶剂设备应设置两套独立的温度测量仪表，其中应至少有 1 套具有远传功能，并确保能检测到最低液位时物料的温度。

24. 再沸器的热媒管道上应设置压力或温度就地、远程指示和控制阀。

25. 连续进料或出料的精馏（蒸馏）塔应设液位自动化控制回路，通过调节进（出）料量实现液位自动化调节。精馏（蒸馏）塔应设塔釜和回流罐液位就地和远传指示，并设高、低液位报警。

26. 企业涉及易燃易爆、有毒物料时，不应采用敞开式真空抽滤设备及敞开式离心分离机，涉及易燃易爆介质的离心分离机系统应按 GB 19815 的规定设置惰性气体保护、在线氧含量检测报警联锁系统等设施。分离作业场所应设置通风系统，涉及惰性气体使用的封闭、半封闭作业空间应设置氧含量检测报警联锁系统。

27. 干燥设备应根据被干燥介质的分解温度、闪点等安全信息设置温度、压力检测、报警和联锁、泄放设施。

28. 含有机溶剂的介质干燥时应控制干燥设备内的氧含量符合 GB/T 37241 的有关规定，或控制干燥系统内的可燃气体浓度低于爆炸下限的 25%。

（五）储存和包装

29. 氟化车间（装置）内的包装作业应采用自动化包装。现有包装工艺确因技术装备问题无法实现产品自动化包装的，由设区市级应急管理部门组织安全论证，现场人员数量应符合 AQ 3067 第 5.7.4 条要求。

30. 液态物料采用自动计量称重灌装系统的，超装信号应与气动球阀或灌装机枪口联锁。

31. 可燃、有毒及强腐蚀性液体槽车充装应设置流量自

动批量控制器，或具备高液位停止充装、称重计量联锁功能。易燃易爆物料充装系统应与接地系统、泄漏检测报警系统联锁。有毒物料充装系统应与泄漏检测报警系统联锁。

（六）公用工程

32. 冷冻盐水、循环水或其他低于常温的冷却系统应设置温度、压力（流量）检测，并设置温度高、压力（流量）低报警。循环水泵应设置故障停机报警，循环水总管压力或流量低信号、联锁停机信号应远传报警。含有氟化氢等酸性介质的换热设备，应采用电导率或 pH 等在线监测管道中换热介质的氟离子含量。

33. 导热油炉出口温度应设置自动化控制回路，出口温度、压力、流量异常等报警和联锁控制措施。出口温度应与燃料流量联锁。导热油管道进入氟化车间（装置）处应设置紧急切断阀。使用天然气的导热油炉、加热炉应有火焰检测装置，燃气导热油燃烧器应设置自动点火装置和熄火保护装置。导热油系统应设置安全回流装置。导热油管道进入生产设施处应设置紧急切断阀。

34. 蒸汽系统应设置温度、压力异常报警和控制措施。热水罐应设置温度异常报警措施。产生蒸汽的汽包应设置压力、液位检测和报警，汽包设置双液位就地和远程显示，并设置液位自动化控制和高、低液位联锁。蒸汽过热器应在过热器出口设置温度控制回路，必要时设置温度高高联锁。

35. 控制室应设置仪表供气系统的监视与报警功能，包

括气源总管压力指示、低限压力报警。仪表气源装置在送出总管上应设置在线露点仪，并符合 HG/T 20510 的规定要求，信号送控制室。当采用备用压缩机组时，应采用自动切换方式；当备用压缩机组不具备自动切换时，应设置备用气源罐，备用气源罐大小需满足备用空压机启动时间内仪表用气要求。当工艺要求采用 FL 型时（双作用气缸无法做到弹簧复位），要求气源故障阀门处于安全位置，应配带储气罐气源装置。

36. 企业应按照 GB/T 50493 的规定设置可燃和有毒气体检测报警仪；GDS 信号应送至操作人员常驻的控制室；GDS 应独立于 BPCS，并应设置独立的显示屏或报警终端。

37. 当可燃气体或有毒气体检测器联锁回路具有 SIL 等级要求时，检测器应独立于 GDS 设置，检测器输出信号应送至 SIS，SIF 配置应符合 GB/T 21109 规定。当气体检测器不直接参与 BPCS 联锁、SIS 联锁，也不参与消防联动时，气体检测器联锁应在 GDS 中设置。

