

氟化工艺装置的上下游配套装置 自动化控制改造指南

(试行)

1 适用范围

适用于涉及氟化工艺装置的危险化学品生产、使用取证企业。

2 氟化工艺装置的上下游配套装置

与氟化工艺装置存在上下游关系的生产工序，包括原料处理和输送、反应、精（蒸）馏精制、产品包装、危险化学品储运、尾气处理等工艺装置。

3 总则

3.1 自动化控制应满足安监总管三〔2009〕116 号和安监总管三〔2013〕3 号提出的安全控制基本要求，并应符合危险与可操作性分析（HAZOP）报告和保护层分析（LOPA）报告对自动化控制提出的对策措施。

3.2 涉及氟化工艺的精细化工企业应按照安监总管三〔2017〕1 号要求完成反应安全风险评估。涉及氟化工艺的精细化工企业应完成全流程（不含公用工程）反应安全风险评估，同时对原料、中间产品、产品及副产物进行热稳定性测试和蒸馏、干燥、储存等单元操作的风险评估。企业应采纳反应安全风险评估报告中确定的反应工艺危险度等级和评估建议，设置相应的安全设施、安全仪表系统和自动控制系统。

3.3 企业应委托具备资质的单位进行自动化控制系统设计和安装。

4 自动化控制要点

4.1 通用规定

4.1.1 重点监控的工艺参数应传送至控制室集中显示。自动化控制系统应具备远程调节、信息存储、连续记录、超限报警、联锁切断、紧急停车等功能。

4.1.2 涉及极度、高度危害气体的生产、储存设施应与应急处置系统联锁。

4.1.3 处于备用状态的有毒气体应急处置系统应设置联锁启动和一键启动功能，吸收剂供应泵、吸收剂循环泵应设置备用泵，备用泵应具备低压或低流量自启动功能，用电负荷应为一负荷。

4.2 原料处理

4.2.1 涉及可燃、有毒等原料相应工艺过程的设施，应设置温度/压力远传、温度/压力超限报警、温度/压力与热(冷)媒或泄放系统联锁。

4.2.2 涉及固体原料连续输送工艺过程的，应采用机械或气力输送方式。可燃固体采用机械输送时应设置故障停机联锁系统。涉及易燃、易爆物质的气力输送应采用氮气等惰性气体输送并设置气体压力自动调节装置，且应设置氧含量在线监测。

4.2.3 存在突然超压或发生瞬时分解爆炸危险、因物料暴聚或分解造成超温、超压的物料储存设施(包括伴有加热、

搅拌操作的设施)，应设置温度、压力、搅拌电流等工艺参数的检测、远传、报警，温度/压力应与热（冷）媒或泄放系统联锁。

4.2.4 可燃液体或有毒液体的装置储罐应设置高低液位报警，高液位应与进料联锁。

4.2.5 装置高位槽应设置高液位报警，高液位应与进料联锁或设溢流管道。

4.3 反应工序

4.3.1 氟化反应釜不应用于其他用途。

4.3.2 氟化反应要严格控制氟化物浓度（控制氟化反应器称重或液位）、投料配比、氟化剂进料速度、反应温度/压力等，设置自动化控制系统和报警联锁装置。

4.3.3 氟化反应釜搅拌（含外循环泵，后同）在电网停电时无法满足安全停车要求的，应设置独立的后备电源供电。

4.3.4 氟化反应釜应设温度/压力/液位远传、报警和自动调节，反应温度/压力与釜内搅拌、进料流量、氟化反应釜用热媒/冷媒进口阀、泄放系统形成联锁控制的措施（对于带搅拌的釜式反应器，应设搅拌器电流远传指示，实现搅拌器运行状况的监测和联锁，搅拌系统故障停机时应联锁切断进料并采取必要的冷却等措施）。

4.3.5 氟化反应釜用热媒/冷媒应设温度、压力、流量、pH 等重点参数监控和超限报警；应设热媒/冷媒流量自动控制阀，通过改变热媒/冷媒流量调节反应釜的温度/压力。

4.3.6 反应过程涉及热媒、冷媒切换操作的，应实现自

动切换。

4.3.7 设有搅拌系统且具有超压或爆炸危险的反应釜，应设搅拌电流远传指示。搅拌系统故障停机信号应与进料、热(冷)媒或泄放系统联锁。

4.3.8 设有外循环冷却或加热系统的反应釜，应设置备用循环泵，并具备自动切换功能。应设置循环泵电流远传指示或电机启停指示，外循环系统故障信号应与进料及热(冷)媒或泄放系统联锁。

4.3.9 氟化反应工序应设置紧急停车系统。

4.3.10 固体原料连续投入反应釜（非一次性投入）并作为主反应原料的，应设置加料斗、机械加料设施。反应釜进料量应与反应温度/压力或其它反应物料进料量联锁。

4.4 精馏精制

4.4.1 氟化产物精（蒸）馏工艺的温度、压力、液位等参数应进行监控和自动调节，当参数超限时，声光报警并采取联锁措施。

4.4.2 氟化产物的浓缩、干燥、萃取、中和等工艺的温度应自动调节和报警，并与热（冷）媒形成联锁关系。

4.4.3 含有氟化氢等酸性介质的换热设备应在线检测管道中冷却/加热介质的氟离子含量或 pH 值等。

4.4.4 有毒物料的尾气处理设施应能做到设备运行状态自动监控、工艺参数自动监测和排放指标连续检测。

4.5 产品包装

4.5.1 氟化反应工序所在建/构筑物内的包装作业场所应

采用自动化包装。

4.5.2 无水氟化氢、氟气等有毒物料钢瓶充装作业间应配备自动切断、自动喷淋、抽风吸收等应急装置。

4.5.3 无水氟化氢槽车装卸设施应实施封闭化管理，并设置报警、自动处置设施，应按规定在装卸管道上设置便于操作的紧急切断阀。

4.6 危险化学品储运

4.6.1 构成重大危险源的无水氟化氢、氟气储存设施应实施封闭化管理，并设置报警、自动处置设施。

4.6.2 应对液体氟化剂储罐的温度、压力、液位等进行监控，对气体氟化剂储罐的温度、压力等进行监控，并接入DCS系统中。

4.6.3 可燃液体、有毒液体储罐均应设置液位就地和集中显示，并设高、低液位报警和超限控制措施。

4.6.4 涉及有毒气体、液化气体、剧毒液体的一级、二级重大危险源的危险化学品罐区应设独立的安全仪表系统。

4.6.5 酸、碱储罐应设置高、低液位报警。

4.6.6 设有加热或冷却盘管的储罐应设置液相温度检测和报警超限控制措施。

4.7 可燃气体和有毒气体检测报警

4.7.1 氟化工艺装置和储运设施应按照 GB/T50493 的规定设置可燃和有毒气体检测报警仪。

4.7.2 可燃和有毒气体检测报警信号应送至操作人员常驻的控制室。

4.7.3 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，并应设置独立的显示屏或报警终端。

5 其他

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，对相关人员进行有针对性的培训，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。

氟化工艺装置的上下游配套装置

自动化控制改造检查表（一）

序号	内容	检查情况	备注
一、通用规定			
1	DCS 显示的工艺流程应与 P&ID 图和现场一致；SIS 显示的逻辑图应与 P&ID 图和现场一致；自动化控制系统及安全仪表系统的参数设置必须与设计文件和操作规程一致。		
2	DCS 系统和 SIS 系统应设置管理权限，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 DCS、SIS 系统的权限。		
3	企业应定期维护和调试 DCS、SIS、ESD、GDS 等自动化系统，保证系统完好并处于正常投用状态。		
4	企业应设置区域性控制室或全厂性控制室，并符合 GB 50160、GB 51283、HG/T 20508 或 SH/T 3006 等要求。		
5	重点监控工艺参数应传送至控制室集中显示。自动化控制系统应具备远程调节、信息存储、连续记录、超限报警、联锁切断、紧急停车等功能。记录的电子数据保存时间不少于 30 天。		
6	安全仪表系统应符合 GB 50770 要求，安全完整性（SIL）等级为 2 级及以上的，应独立设置。		
7	DCS 系统与 SIS 系统的电源宜满足一级供电负荷要求，并应配备 UPS，UPS 供电时间不低于 30min。		
8	涉及极度、高度危害气体的生产、储存设施应		

序号	内容	检查情况	备注
	与应急处置系统联锁。		
9	处于备用状态的有毒气体应急处置系统应设置联锁启动和一键启动功能；吸收剂供应泵、吸收剂循环泵应设置备用泵；备用泵应具备低压或低流量自启动功能，用电负荷应为一级负荷。		
10	涉及易燃易爆、有毒、腐蚀性物料不应使用玻璃管液位计，液位计应标有最高安全液位。		
二、原料处理			
11	涉及可燃、有毒（氟化氢、氟气等）等原料相应工艺过程的设施，应设置温度/压力远传、温度/压力超限报警、温度/压力与热（冷）媒或泄放系统联锁。		
12	涉及固体原料连续输送工艺过程的，应采用机械或气力输送方式；可燃固体采用机械输送时应设置故障停机联锁系统。		
13	涉及易燃、易爆物质的气力输送应采用氮气等惰性气体输送并设置气体压力自动调节装置，且应设置氧含量在线监测。		
14	存在突然超压或发生瞬时分解爆炸危险、因物料暴聚或分解造成超温、超压的物料储存设施（包括伴有加热、搅拌操作的设施），应设置温度、压力、搅拌电流等工艺参数的检测、远传、报警，温度/压力应与热（冷）媒或泄放系统联锁。		
15	可燃液体或有毒液体的装置储罐应设置高低液位报警；高液位应与进料联锁。		
16	装置高位槽应设置高液位报警，液位应与进料联锁或设溢流管道。		
17	氟氮气配制过程应设置进料流量、进料配比等		

序号	内容	检查情况	备注
	工艺参数的检测、远传、报警，设置自动化控制系统，设置氮气低流量报警联锁装置。		
三、反应工序			
18	氟化反应釜不应用于其他用途。		
19	涉及分批加料的反应釜应设温度/压力远传、报警，反应温度/压力与热（冷）媒或泄放系统联锁；进料设备应设置手动遥控和自动紧急切断设施。		
20	氟化反应要严格控制氟化物浓度（控制氟化反应器称重或液位）、投料配比、氟化剂进料速度、反应温度/压力等，设置自动化控制系统和报警联锁装置。		
21	氟化反应釜用热媒/冷媒应设温度、压力、流量、pH 等重点参数监控和超限报警；应设热媒/冷媒流量自动控制阀，通过改变热媒/冷媒流量调节反应釜的温度/压力。		
22	反应过程涉及热媒/冷媒（含预热、预冷、反应物的冷却）切换操作的，应设置自动化控制阀。		
23	氟化反应釜搅拌（含外循环泵）在电网停电时无法满足安全停车要求的，应设置独立的后备电源供电。		
24	氟化反应釜应设温度/压力/液位远传、报警和自动调节，反应温度/压力与釜内搅拌、进料流量、氟化反应釜用热媒/冷媒进口阀形成联锁控制的措施（对于带搅拌的釜式反应器，应设搅拌器电流远传指示，实现搅拌器运行状况的监测和联锁，搅拌系统故障停机时应联锁切断进料并采取必要的冷却等措施）。		
25	设有搅拌系统且具有超压或爆炸危险的反应		

序号	内容	检查情况	备注
	釜，应设搅拌电流远传指示；搅拌系统故障停机信号应与进料、热（冷）媒或泄放系统联锁。		
26	设有外循环冷却或加热系统的反应釜，应设置备用循环泵，并具备自动切换功能；应设置循环泵电流远传指示或电机启停指示；外循环系统故障信号应与进料及热（冷）媒和泄放系统联锁。		
27	氟化工艺应设置紧急停车系统。 控制室应设紧急停车按钮，现场应设就地紧急停车按钮；控制系统紧急停车按钮和重要的复位、报警等功能按钮应在辅操台上设置硬按钮，就地紧急停车按钮宜分区域集中设置在操作人员易于接近的地点。		
28	液态催化剂采用计量泵自动滴加至反应釜的，紧急停车时和反应温度/压力联锁动作时应联锁自动停止滴加泵；带压反应工况的反应釜应在催化剂自动滴加管道上靠近反应釜设置联锁切断阀。		
29	连续添加固态催化剂的应采用自动添加方式（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催化剂）。		
30	固体原料连续投入反应釜（非一次性投入）并作为主反应原料的，应设置加料斗、机械加料装置。反应釜进料量应与反应温度/压力或其它反应物料进料量联锁。		
31	为氟化工艺服务的加热炉应设置火焰监测和熄火保护联锁设施。		
四、精馏精制			
32	连续进料或出料的精馏（蒸馏）塔应设液位自		

序号	内容	检查情况	备注
	动化调节回路，通过调节塔的进（出）料量实现液位自动化控制。		
33	精馏（蒸馏）塔应设塔釜液位就地和远传指示，并设高、低液位报警；塔釜及塔顶应设置温度远传指示、超限报警，塔釜温度应与热（冷）媒联锁；连续进料的精馏（蒸馏）塔应设置塔釜温度自动化调节回路。		
34	精馏（蒸馏）塔、汽提塔、蒸发塔等应设置压力就地/远传指示和高限报警，压力高高限应与热媒或泄放系统联锁；连续进料的精馏（蒸馏）塔应设置塔顶压力自动化控制回路；塔顶冷凝（却）器宜设置冷媒中断报警；当非正常条件下，可能超压的前述设备应设置泄压排放系统。		
35	再沸器的加热热媒管道上应设置压力就地/远程指示和控制阀。		
36	塔顶馏出液的回流罐应设就地和远传液位计，并设高、低液位报警。回流罐液位宜与馏出液采出量形成自动化控制回路。塔顶回流量、馏出液采出量宜设置流量指示，并形成自动化控制回路。		
37	涉及氟化产物的浓缩、干燥、萃取、中和等工艺的温度应自动调节和报警，并与热（冷）媒形成联锁关系。		
38	含有氟化氢等酸性介质的换热设备应在线检测管道中冷却/加热介质的氟离子含量或 pH 值等。		
39	有毒物料（氟化氢、氟气、氯化氢等）的尾气处理设施应能做到设备运行状态自动监控、工		

序号	内容	检查情况	备注
	艺参数自动监测和排放指标连续检测（当排放指标超标时，应自动启动备用应急处置系统，当备用应急处置系统失效时，有毒物料产生单元应自动连锁停车）。		
40	涉及加热工艺过程的，应设置温度自动检测、远传、报警；热媒温度高于设备内介质沸点的，温度应与热（冷）媒或泄放系统连锁。		
五、产品包装			
41	氟化反应工序所在建/构筑物内的包装作业场所应采用自动化包装。		
42	与生产场所分开设置的，涉及可燃固体、液体、气体或有毒物料或爆炸性粉尘的包装作业场所，应采用自动化包装等措施（采用自动化包装确有困难时，包装作业场所当班操作人员应控制在法规规定要求以内）当。		
43	无水氟化氢、氟气等有毒物料钢瓶充装作业间应配备自动切断、自动喷淋、抽风吸收等应急装置。		
44	无水氟化氢槽车装车设施应实施封闭化管理，并设置报警、自动处置设施。 应在安全仪表系统（SIS）中设置有毒气体检测报警系统与泄漏事故处理系统的自动连锁，当氟化氢气体浓度达到高高限时，连锁停止槽车装、卸作业，关闭电动门窗和日常通风系统，启动事故抽风机、事故吸收塔系统和门窗上部的水喷淋；事故处置设施尾气排放口应设置尾气浓度在线检测。		
45	无水氟化氢、氟气等钢瓶充装应设电子衡称重计量和超装报警系统；超装信号应与自动充装		

序号	内容	检查情况	备注
	紧急切断阀联锁，并设置手动阀。		
46	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。		
47	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。		
六、危险化学品储运			
48	构成重大危险源的无水氟化氢、氟气储存单元和无水氟化氢卸车单元应实施封闭化管理，并配套设置报警、处置设施。应在安全仪表系统（SIS）中设置有毒气体检测报警系统与泄漏事故处理系统的自动联锁，当氟化氢气体浓度达到高高限时，联锁停止储罐的收、送料作业，关闭电动门窗和日常通风系统，启动事故抽风机、事故吸收塔系统和门窗上部的水喷淋。事故处置设施尾气排放口应设置尾气浓度在线检测。		
49	可燃液体储罐、有毒液体储罐、低温储罐及压力罐均应设置就地和集中液位指示，并设高、低液位报警，并设高高液位、低低液位联锁。		
50	涉及有毒气体、液化气体、剧毒液体的一级、二级重大危险源的危险化学品罐区应设独立的安全仪表系统。		
51	无水氟化氢储罐应配备两种不同原理的液位计或液位开关，安全仪表系统高液位联锁测量仪表和基本控制回路液位计应分开设置；压力储罐应设压力就地测量仪表和压力远传仪表，并使用不同的取源点。		
52	普通无机酸、碱储罐应设置高、低液位报警。		

序号	内容	检查情况	备注
53	设有加热或冷却盘管的储罐应设置液相温度检测和报警设施，宜具备联锁切断热（冷）媒的功能。		
54	设有远程进料或者出料切断阀的储罐应具备远程紧急关闭功能。		
55	应对液体氟化剂（氟化氢等）储罐的温度、压力、液位等进行监控，对气体氟化剂（氟化氢、氟气等）储罐的温度、压力等进行监控，并接入 DCS 系统中。		
七、可燃气体和有毒气体检测、报警			
56	生产或使用可燃气体及有毒气体的工艺装置和储运设施应按照 GB/T 50493 的规定设置可燃和有毒气体检测报警仪。		
57	可燃和有毒气体检测报警信号应送至操作人员常驻的控制室。		
58	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，并应设置独立的显示屏或报警终端。		
注：医药、试剂和高纯物等小批量生产、自动化确有困难的，精制、产品包装等过程可根据实际情况设置控制措施，最大限度减少作业人员，并满足涉爆车间人员控制要求。			

氟化工艺装置的上下游配套装置

自动化控制改造检查表（二）

检查单位：

检查时间：

企业名称	
不符合项 及整改建 议	
检查人员	人员签名： 年 月 日