

江苏省化工企业氯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氯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

适用于涉及氯化工艺的化工和危险化学品、医药生产企业开展氯化工艺装置全流程自动化改造提升。氯化工艺装置的全流程是指包括氯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、改建氯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 11984 化工企业氯气安全技术规范

GB 17681 危险化学品重大危险源安全监控技术规范

GB/T 21109 过程工业领域安全仪表系统的功能安全

GB/T 42300 精细化工反应安全风险评估规范

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）

《关于加强化工过程安全管理的指导意见》（安监总管三〔2013〕88 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）

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

2. 氯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. 涉及氯化工艺的精细化工装置应完成全流程(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。精细化工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，设置相应的自动控制系统、安全设施和安全仪表系统。

4. 氯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. 氯化企业应按照《化工企业氯气安全技术规范》(GB 11984)和《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。

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 的氯化工艺，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、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 的工艺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 应对氯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。涉及重大危险源的氯化车间（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. 氯化车间（装置）设置有安全泄放与事故减缓措施的，在BPCS中应设置触发条件和报警。安全泄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）。

9. 事故风机具备手动和自动启动功能，在厂房内外易于操作处分别设置手动开关，并能实现远程启动；自动启动与封闭式（半敞开式）厂房内氯气探测器联锁；循环泵、事故风机设置备用设备，用电负荷为一级负荷中特别重要的负荷。

10. 涉及固体加料工艺操作的（一次性固体投料的除外），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。

（二）原料处理

11. 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。

12. 氯化车间（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。

13. 液氯气化器的压力、温度等参数，应设置具有远传记录和超限报警功能的在线监测装置，并与进料设施联锁。

14. 液氯气化应采用全气化工艺，不应使用釜式气化器。气化器应针对氯气温度、压力以及加热热水温度（或蒸汽压力）等参数设置就地显示仪表和具有远传记录及超限报警功能的在线监测装置，并将氯气温度、压力与气化加热设施联锁。

（三）反应工序

15. 氯化工艺应按工艺生产和安全的要求设置工艺温度、压力的高、高高报警，高高报警值与冷却、氯化剂（催化剂）进料等联锁，反应温度、压力超限时自动切断进料，并适时调大冷媒流量。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、低低报警值与氯化剂进料量联锁，反应釜内搅拌系统故障时应自动停止加料，并采取必要的冷却等措施。属于同一种氯化工艺、多个反应设备串联使用的，各反应设备应设反应温度和压力远传、报警。任一反应设备温度和压力应与总进料及热（冷）媒或泄放系统联锁。

16. 氯化反应氯气进料管应设置紧急切断阀和止逆设施，并设置氯气进料流量低限或气化器-反应器压差值低限时切断氯气

进料的联锁，防止物料反串。

17. 氯化工艺的反应过程中需要通过调节冷却系统控制或者辅助控制反应温度的，应设置自动化控制回路，实现反应温度升高时自动提高冷却剂流量；调节精度要求较高，简单控制回路不能满足要求时，应设置串级控制回路实现冷却剂流量自动化调节。

18. 反应工艺危险度等级 3 级及以上的氯化工艺，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）。

19. 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；搅拌系统故障信号应与进料、热（冷）媒或泄放系统联锁。

20. 氯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。

21. 氯化工艺过程涉及热媒、冷媒切换操作的，热媒、冷媒进、出口管道应设置自动化控制阀。

22. 采用光催化的氯化反应釜应设置光催化系统电流检测远传、报警。DCS 控制系统中设置氯化反应釜超温联锁停用光催化的功能。氯化反应釜光催化系统异常应设置联锁氯气停止进料。

（四）精馏精制

23. 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。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。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。

24. 涉及氯化物的浓缩、干燥、萃取、中和等工艺的温度应自动检测、调节、远传和报警，并与热（冷）媒形成联锁关系。

25. 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。

26. 连续精馏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。使用外置回流控制塔顶温度的应设置温度自动化控制回路，通过调节回流量控制塔顶温度。使用内置回流的，应设置液位检测和控制。

（五）储存和包装

27. 氯化车间（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。

28. 氯化车间（装置）外涉及可燃固体、液体、气体或有毒气体包装或爆炸性粉尘的包装作业场所应采用自动化包装，确因技术装备问题无法实现固态产品自动化包装的，由设区市级应急管理部门组织安全论证。

29. 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。

30. 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。

31. 液氯储罐区应设置 SIS，实现紧急切断功能，切换时实现远程自动化操作。每台储罐液氯进出口管道设置手动阀和两道远程切断阀，两道远程切断阀中一道接入 BPCS，另一道接入 SIS；构成一级、二级重大危险源的应配备独立于 BPCS 的 SIS 系统。新建储存极度危害和高度危害液体的储罐液位仪表，应按两套连续测量液位仪表，和一个高高液位开关；或按三套连续测量液位仪表进行设置。

（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。在涉及氯化氢、盐酸冷却的循环水、冷冻盐水箱或总管上设置 pH 计，用于及时发现泄漏。

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。导热油管道进入氯化车间（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。

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。