

ICS 13.200
CCS E 09

AQ

中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 3062—2025

精细化工企业安全管理规范

Specification for safety management of fine chemical enterprises

2025-04-17 发布

2025-10-18 实施

中华人民共和国应急管理部 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总体要求	3
5 工艺要求	4
5.1 工艺技术来源	4
5.2 工艺安全	4
6 规划布局与总图布置	5
7 设计要求	5
7.1 设计基础	5
7.2 工艺设施	6
7.3 厂房(装置)内布置	8
7.4 自动化控制和仪表	9
7.5 电气	10
7.6 公用、辅助工程	10
8 试生产管理	11
9 运行管理	11
9.1 安全基础管理	11
9.2 操作安全要求	13
9.3 安全仪表管理	14
9.4 异常工况处置	14
10 检维修管理	15
11 应急管理	15
附录 A(规范性) 精细化工常见的危险化工工艺安全风险管控关键要求	17
A.1 硝化工艺	17
A.2 氯化工艺	18
A.3 氟化工艺	19
A.4 重氮化工艺	20
A.5 过氧化工艺	21
A.6 格氏反应工艺(含格氏试剂制备)	22
A.7 加氢工艺	23
A.8 光气及光气化工艺	23
A.9 聚合工艺	24
A.10 氧化工艺	24

A.11 烷基化工艺	25
A.12 胺基化工艺	25
A.13 碳化工艺	26
A.14 偶氮化工艺	26
附录 B(资料性) 工艺技术安全可靠性论证报告编制提纲	27
B.1 工艺技术概况	27
B.2 工艺技术分析	27
B.3 结论	27
B.4 其他要求	27
参考文献	28



前　　言

本文件的全部技术性内容为强制性。

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出，危险化学品安全监督管理一司业务管理、政策法规司统筹管理。

本文件由全国安全生产标准化技术委员会化学品安全分技术委员会(SAC/TC 288/SC 3)技术归口及咨询。

本文件起草单位：浙江省应急管理科学研究院、浙江省天正设计工程有限公司、沈阳化工研究院有限公司、中国化学品安全协会、浙江工程设计有限公司、浙江龙盛集团股份有限公司、浙江新和成股份有限公司、浙江衢化氟化学有限公司、中控技术股份有限公司、浙江大学衢州研究院、万华化学(宁波)有限公司、浙江巍华新材料股份有限公司、长三角绿色制药协同创新中心(浙江工业大学)。

本文件主要起草人：冯桂、吴晓军、吴恢庆、包晓跃、梁汝军、刘啸武、程春生、童熹琛、郑根土、何旭斌、洪江永、王晓钟、王文学、俞文光、潘强彪、苏为科、吕韩、孙青霞、沈奕峰、黄林兵、潘浩、魏振云、江奎、白存寿、朱鹏飞、刘斌、徐华军、吕家育、黄飞、毛钦晖、张增兴、舒理建、范咏峰、万勇。

本文件为首次发布。



精细化工企业安全管理规范

1 范围

本文件规定了精细化工企业的总体要求、工艺技术、规划布局与总图布置、设计、试生产管理、运行管理、检维修管理和应急管理等方面的安全要求。

本文件适用于精细化工企业新建、扩建和改建项目安全管理以及精细化工企业的运行管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 4962 氢气使用安全技术规程
- GB 15258 化学品安全标签编写规定
- GB 15577 粉尘防爆安全规程
- GB 16912 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程
- GB/T 17519 化学品安全技术说明书编写指南
- GB/T 17919 粉尘爆炸危险场所用收尘器防爆导则
- GB 19041 光气及光气化产品生产安全规范
- GB 19815 离心机 安全要求
- GB/T 28603 无水氟化氢生产技术规范
- GB/T 29729 氢系统安全的基本要求
- GB/T 30000.31 化学品分类和标签规范 第31部分:化学品作业场所警示性标志
- GB 30077 危险化学品单位应急救援物资配备要求
- GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
- GB/T 33509 机械密封通用规范
- GB 36894 危险化学品生产装置和储存设施风险基准
- GB/T 37241 惰化防爆指南
- GB/T 37243 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 50016 建筑设计防火规范
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50187 工业企业总平面设计规范
- GB 50351 储罐区防火堤设计规范
- GB 50489 化工企业总图运输设计规范
- GB/T 50779 石油化工建筑物抗爆设计标准
- GB 50974 消防水给水及消火栓系统技术规范
- GB 51283 精细化工企业工程设计防火标准
- GB 55036 消防设施通用规范

- GB 55037 建筑防火通用规范
- AQ/T 3034 化工过程安全管理导则
- HG/T 2098 釜用机械密封类型、主要尺寸及标志
- HG/T 4684 液氯泄漏的处理处置方法
- HG/T 4685 无水氟化氢泄漏的处理处置方法
- HG/T 4686 液氨泄漏的处理处置方法
- HG/T 4687 过氧化氢泄漏的处理处置方法
- HG 20231 化学工业建设项目试车规范
- HG 20571 化工业企业安全卫生设计规范
- HG/T 22820 化工安全仪表系统工程设计规范
- HG/T 30033 氟化氢生产安全技术规范
- SH/T 3059 石油化工管道设计器材选用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3. 1

精细化化工企业 fine chemical enterprise

以基础化学工业生产的初级或次级化学品、生物质材料等为起始原料,进行深加工而制取具有特定功能、特定用途、小批量、多品种、附加值高和技术密集的精细化化工产品的工厂。

[来源:GB 51283—2020,2.0.1]

3. 2

急性毒性 acute toxicity

经口或经皮肤给予物质的单次剂量或在 24 h 内给予的多次剂量,或者 4 h 的吸入接触发生的急性有害影响。

[来源:GB 30000.18—2013,3.1]

注:根据急性毒性估计值(ATE),急性毒性分为 5 个类别(类别 1~类别 5),其中类别 1 为最高毒性类别。

3. 3

可燃气体 flammable gas

又称易燃气体,甲类气体或甲、乙_A类可燃液体气化后形成的可燃气体或可燃蒸气。

[来源:GB/T 50493—2019,2.0.1]

3. 4

有毒气体 toxic gas

劳动者在职业活动过程中,通过皮肤接触或呼吸可导致死亡或永久性健康伤害的毒性气体或毒性蒸气。

[来源:GB/T 50493—2019,2.0.2]

3. 5

反应安全风险评估 safety risk assessment of chemical reactions

对反应失控及物料分解带来的风险进行评估。

注:包括失控反应严重度评估、失控反应可能性评估、失控反应风险可接受程度评估、反应工艺危险度评估和物料分解热评估等。

3. 6

过程危险性分析 process hazard analysis

对危险化学品生产、使用、储存等过程的危险源进行辨识,并在危险源发生不期望的事件后,对人

员、环境、财产和社会所产生的影响进行分析的过程。

[来源: AQ/T 3033—2022, 3. 3, 有修改]

3. 7

自加速分解温度 self-accelerating decomposition temperature, SADT

一定包装材料和尺寸的反应性化学物质可能发生自加速分解的最低温度。

[来源: GB/T 21613—2008, 3. 1, 有修改]

3. 8

自反应物质 self-reactive substances

即使没有氧(空气)也容易发生激烈放热分解的不稳定液态或固态物质。

[来源: GB 30000. 9—2013, 3. 1, 有修改]

注 1: 不包括分解热小于 300 kJ/kg 的物质, 50 kg 包装件的 SADT 大于 75 °C 的物质, 以及根据 GHS 分类为爆炸物、有机过氧化物或氧化性物质。

注 2: 自反应物质如果在实验室试验中其组分容易起爆、迅速爆燃或在封闭条件下加热时显示剧烈效应, 视为具有爆炸性质。

3. 9

化学品相容性矩阵 chemical compatibility matrix

厂房、装置区、储罐区、仓库、堆场等单元内化学品(包括包装材料)之间发生化学反应情况的矩阵。

3. 10

高危工艺 high risk processes

具有较高危险性的危险化工工艺的统称。

注: 包括硝化工艺、氯化工艺、氟化工艺、重氮化工艺、过氧化工艺等。

3. 11

共线设施 share-line facilities

用于生产不同产品的同一台设备或同一套生产装置。

3. 12

数字化交付 digital delivery

以工厂对象为核心, 对工程项目建设阶段产生的静态信息进行数字化创建直至移交的工作过程。涵盖信息交付策略制定、信息交付基础制定、信息交付方案制定、信息整合与校验、信息移交和信息验收。

[来源: GB/T 51296—2018, 2. 0. 3]

注: 数字化静态信息是指工程建设过程中产生的设计、采购、施工等阶段的工程信息。

4 总体要求

4. 1 建设项目(包括新建、扩建和改建项目)应符合国家和当地化工产业发展规划和项目安全准入条件。

4. 2 建设项目应按照最小化、替代、减缓、简化的本质安全原则, 优先选用下列工艺技术:

- a) 危险化学品在线量、储存量少的连续化生产技术, 如微通道反应、管式反应、环流反应、分布结晶、精密精馏等;
- b) 以低危险性化学品替代高危险性化学品的工艺路线;
- c) 反应温度、压力等反应条件温和的工艺技术;
- d) 步骤少、操作简单, 易实现自动化、智能化控制的工艺技术。

4. 3 企业应全面识别生产工艺中涉及的原料、辅料、中间产物、产品(包括副产品)、副产物、换热介质、

密封液以及工艺条件偏差产生的物质等物料的危险性,掌握其理化特性、危害程度分级等数据,并建立化学品相容性矩阵。

4.4 企业应根据实际情况,采用顺序控制、智能视频监控、智能化巡检、工业物联网等技术,提高自动化、智能化水平,实现工艺操作安全和现场人身安全。

4.5 建设项目涉及的危险化学品重大危险源、高危工艺装置应进行数字化交付,并建立健全安全风险数字化管控措施,实现安全管理基础信息、重大危险源安全管理、安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制、特殊作业许可与作业过程管理、人员定位等基础功能的信息化、数字化。

4.6 企业不应在已建成投用的生产装置上进行中试和工业化试验。除国家法律法规另有规定外,中试或工业化试验装置不应直接进行工业化生产。

4.7 精细化工常见的危险化工工艺的安全风险管理关键要求应符合附录A的要求。

5 工艺要求

5.1 工艺技术来源

5.1.1 建设项目应有明确的工艺技术来源。企业应选用先进、安全、成熟的工艺技术和装备,从源头管控安全风险,不应使用淘汰落后的工艺技术和设备。

5.1.2 建设项目采用自主开发的工艺技术或转让的新开工艺技术时,应经过小试、中试、工业化试验。当工业生产装置的规模与中试装置相当时,工业化试验可与中试合并开展。

5.1.3 建设项目涉及国外引进或国内转让的生产工艺技术时,应符合下列要求:

- a) 应根据国内外同类项目技术先进性、安全业绩等情况,针对物料的危险特性及加工和储存量、工艺过程和自动化控制水平等进行对比分析和选择;
- b) 应要求工艺转让方提供工艺技术的设计基础、工艺说明、工艺设备清单、工艺控制方式及控制参数等文件以及过程危险性分析报告等工艺技术资料;
- c) 不应只引进生产设备而未引进与其配套的安全控制技术。

5.1.4 建设项目采用国内首次使用的化工工艺技术时,应开展安全可靠性论证。

5.2 工艺安全

5.2.1 建设项目生产工艺中涉及的原料、辅料、中间产物、产品(包括副产品)、副产物等物料以及蒸馏(精馏)等后处理过程中涉及的相关物料,应通过热稳定性测试、查阅可信资料等方式,获得其热分解起始分解温度、分解热等物料热稳定性数据及物料分解热评估等级,制定安全风险管控措施。

5.2.2 建设项目涉及的生产工艺存在下列情形的,应开展反应安全风险评估,完成热力学和动力学测试与分析:

- a) 国内首次使用并投入工业化生产的新工艺、新配方,或者从国外首次引进且未进行过反应安全风险评估的;
- b) 涉及重点监管的危险化工工艺或金属有机物合成反应(包括格氏反应)的;
- c) 因反应工艺原因发生过生产安全事故的。

5.2.3 涉及高危工艺的生产装置应完成有关产品生产工艺全流程的反应安全风险评估。全流程涵盖从原料投入生产开始,到最终产品产出为止,包括原料预处理、分步化学反应、产品分离及精制等。

5.2.4 涉及反应安全风险评估工艺危险度3级及以上高危工艺的建设项目,除采用回流蒸馏反应工艺且过程危险性分析结果为安全风险可接受的外,应优先采用微通道、管式反应器等新装备、新技术;暂不具备新技术新装备应用条件的,应采取将反应器放置在符合防爆设计的建筑物内等安全风险削减措施,并进行安全可靠性论证。

5.2.5 在建设项目的基础工程设计阶段,应采用 HAZOP(危险和可操作性分析)、LOPA(保护层分

析)等方法开展过程危险性分析,明确安全技术措施和安全管理措施。过程危险性分析应符合下列要求:

- a) 结合装置的安全风险分级管控要求、化学品相容性矩阵以及化学品热稳定性测试、反应安全风险评估结果和建议措施等;
- b) 包括工艺过程发生操作偏差、加料失控、搅拌突停、冷媒断供、突然停电等异常工况;
- c) 涵盖活化、加料、反应、分离、退料、干燥、清洗、输送、储存等全部工艺流程及供热、供气等公用工程;
- d) 因工艺原因发生安全生产事故的,重新开展过程危险性分析。

5.2.6 涉及“两重点一重大”(重点监管的危险化学品、重点监管的危险化工工艺、危险化学品重大危险源)的生产装置、储存设施应开展 HAZOP 分析;其他装置和设施应根据其复杂程度,选用安全检查表(SCL)、预先危险性分析(PHA)、作业危害分析(JHA)、故障类型和影响分析(FMEA)以及 HAZOP 分析等一种或多种方法的组合进行安全风险辨识分析。

5.2.7 企业在建设项目的工程设计、建设和运行过程中应落实反应安全风险评估、过程危险性分析提出的相应建议措施,完善安全设施设计,补充安全管控措施,制定并完善安全操作规程,确保设备设施满足工艺安全要求。

6 规划布局与总图布置

6.1 建设项目选址应根据企业、相邻企业或设施的特点和火灾危险性类别,结合风向与地形等自然条件,合理规划布局。

6.2 建设项目的选址、规划布局和总平面布置应符合 GB 50016、GB 50187、GB 50489、GB 51283、GB 55037 等相关标准要求。企业不应在厂区设置员工宿舍(含倒班宿舍)。

6.3 危险化学品生产装置和储存设施的个人风险、社会风险及外部安全防护距离应满足 GB 36894、GB/T 37243 的相关规定。

6.4 建设项目的总平面布置应根据生产流程及各组成部分的生产特点和火灾、爆炸、毒性和腐蚀危险性,结合风向、地形等条件,按功能分区集中布置,按相关标准规范控制工艺设施、罐组、建构筑物等相互间的防火间距。

6.5 办公管理区与生产区之间应采用围栏等设施隔离,并设置智能化二道门或门禁系统,做好人员和车辆的管控。

6.6 中试和工业化试验装置应在独立区域单独设置,不应与生产装置设置在同一建构筑物内,不同试验装置应处于独立的防火分区内,并满足防火防爆等安全要求。

7 设计要求

7.1 设计基础

7.1.1 企业应委托具备国家资质要求的设计单位承担建设项目的工程设计。涉及“两重点一重大”的大型危险化学品建设项目和涉及高危工艺的危险化学品建设项目,其设计单位应具有工程设计综合资质或化工石化医药行业、专业甲级资质。

7.1.2 企业应向设计单位提供建设项目的工艺技术来源、反应安全风险评估报告以及具备工业化设计条件的完整工艺设计包等资料。工艺设计包应包括工艺流程图及工艺流程说明、工艺操作参数、物料规格、物料平衡、能量平衡、工艺设备选型、自动化控制、特殊管道、主要安全泄放设施数据、操作规程(包括设备检查与维护)、过程危险性分析及安全措施、分析化验等内容。

7.1.3 建设项目应根据工艺设计包资料、反应安全风险评估结果进行设计,完善工艺流程、设备选型及

管道选材、自动化控制设施等。涉及国内首次使用的化工工艺的建设项目,设计时还应考虑工艺倍数放大热力学和动力学分析结果。

7.2 工艺设施

7.2.1 反应单元

7.2.1.1 涉及重点监管的危险化工工艺和金属有机物合成反应(包括格氏反应)的建设项目,应根据过程危险性分析与反应安全风险评估的结果,按照安全控制措施和操作规程的要求,针对反应温度、压力、搅拌电机(循环泵)电流(转速)、加料流量、冷(热)媒流量等重点工艺参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置,并设置安全联锁、紧急切断、紧急泄放等控制设施。涉及预热、预冷、反应物的冷却等热媒、冷媒切换操作的,应设置自动控制阀进行自动切换。

7.2.1.2 涉及放热易造成热失控的反应,通过控制加料速度来控制反应放热量时,应采用自动加料系统,控制加料速度在设计的安全范围内。加料速度控制措施应采取至少两种固定不可超调的限流措施,如限制进料管径、设置限流孔板、调节阀物理限位等。

7.2.1.3 涉及移动式罐(瓶)装烷基铝等类别1 自燃液体物料进料的,应设置专用的供料间。自燃液体供料间布置在厂房(装置)内时,应设置在本厂房(装置)首层的一侧,并采用无门、窗、洞口的防火隔墙和耐火极限不低于1.50 h 的不燃性楼板与厂房(装置)的其他部位分隔,且其门窗周围4 m 范围内相邻外墙应为防火墙。自燃液体供料间应设置相应的防液体泄漏、防流散、紧急切断、火焰探测及自动灭火等设施,并满足9.2.10 中间仓库物料存放量的规定。

7.2.1.4 催化剂、添加剂等小剂量辅料加料口附近应设局部排风设施,并根据爆炸危险区域划分结果选择防爆设施。

7.2.1.5 涉及重点监管的危险化工工艺和金属有机物合成反应(包括格氏反应)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。

7.2.1.6 高危工艺反应釜不应用于反应后的蒸馏、结晶等其他用途。

7.2.1.7 反应介质遇水会发生剧烈反应时,反应器及换热器的冷(热)媒不应直接使用水、水蒸气及含水介质;必须采用的,应采取防止该类物质与水接触的安全措施。

7.2.1.8 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。

7.2.1.9 采用液氮等低温液化介质作为冷媒时,应评估快速降温发生材料骤冷脆变的风险,选择适用的设备、管道材料。

7.2.1.10 釜用及类似旋转轴用机械密封型式应满足GB/T 33509 的相关规定。涉及易燃、易爆以及急性毒性属于类别1、类别2 物料的反应釜,其搅拌器的机械密封应采用双端面机械密封或磁力搅拌。高压机械密封应根据HG/T 2098 的相关规定选用双端面或多端面结构。

7.2.1.11 顶部最高操作压力超过0.1 MPa 的反应设备应设置安全泄放装置,并根据过程危险性分析结果确定是否设置压力控制回路。安全泄放装置应根据泄压物料的燃爆性、毒性及物质形态,在安全阀或者爆破片装置的出口装设导管,将泄放物料引至安全地点,并进行妥善处置。

7.2.1.12 涉及有毒气体的设备、管道泄压排放应采取密闭形式,并保持应急吸收系统的正常有效;涉及可燃气体的设备、管道泄压,应泄放至火炬、焚烧系统或引至安全地点。

7.2.1.13 涉及黏性胶状物、固体物料和易凝固、易结晶物料的反应设备需要安装安全阀时,应在安全阀入口侧串联安装爆破片,或在其出入口管道上采取吹扫、加热或保温等防堵措施;涉及金属腐蚀物和急性毒性属于类别1、类别2 介质的反应设备需要安装安全阀时,应在安全阀入口侧串联安装爆破片。安全阀和爆破片串联式安装时,应在爆破片与安全阀之间设置放空阀、压力表(或压力开关)等。

7.2.2 分离、干燥、包装单元

7.2.2.1 建设项目应优先选用过滤、淋洗、干燥一体化设备。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。

7.2.2.2 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。

7.2.2.3 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。

7.2.2.4 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 24 h 对应的温度)时,应设置紧急冷却或紧急泄放等安全设施。

7.2.2.5 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。

7.2.2.6 涉及甲、乙类易燃介质的减压(真空)蒸馏(精馏)、干燥设备,应设置惰性气体破真空。真空泵入口应设置止回阀或缓冲罐等防止空气倒流的设施。

7.2.2.7 最高操作温度高于或等于易燃易爆介质闪点的结晶设备,应设置惰性气体保护。

7.2.2.8 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。

7.2.2.9 能散发可燃、有毒气体(蒸气)的介质干燥时应使用密闭式干燥设备。可燃介质不应直接使用电热、远红外热源和明火加热干燥。

7.2.2.10 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%。

7.2.2.11 涉及易燃、易爆或操作温度超过闪点的介质时,非均相分离操作时应充入惰性气体进行惰化处理,并控制设备中的氧含量符合 GB/T 37241 的有关规定。

7.2.2.12 危险化学品包装应优先选用自动化包装设施,减少现场作业人员数量。产生扬尘的固体包装过程应利用吸尘罩捕集生产过程产生的粉尘,并采用除尘设备分离处理。可燃性粉尘的除尘设备还应按照 GB 15577、GB/T 17919 的相关规定进行防爆设计。

7.2.3 储存单元

7.2.3.1 企业应设置仓库、储罐、堆棚(场)等专门的危险化学品储存设施,储存设施应符合 GB 51283、GB 50016、GB 50351 等标准的相关规定,且储存能力应与危险化学品生产、使用规模匹配。

7.2.3.2 涉及氧化性属于类别 1 的液体储罐应设置独立罐组;属于金属腐蚀物的液体储罐应设置应急罐或应急收集设施,罐区地坪应进行防腐、防渗处理。埋地储罐应采取可靠的抗上浮、防腐、防渗措施,并设置应急收集设施。

7.2.3.3 甲、乙类易燃液体储罐罐顶的尾气收集管上应设置阻爆轰型阻火器,并设置呼吸阀、液封或压力联锁开启泄压阀等超压保护设施。

7.2.3.4 多个化学品储罐尾气收集管道相互连通时,企业应进行安全风险辨识分析。不同来源的尾气或泄放气体排入同一尾气收集或处理系统的,经分析可能存在相互禁忌、腐蚀、静电累积等风险的,应采取分类收集、专管输送、凝液排放、静电导除、超压泄放等对应的安全措施。

7.2.3.5 液氯和急性毒性属于类别 1 的气体、液化气体储存、装卸设施,应设置在密闭结构的建筑物内,并配套设置有毒气体检测报警系统和专用的气体吸收处理装置。其他急性毒性属于类别 2 的气体、液化气体储存、装卸设施,应根据安全风险辨识分析结果确定是否采取同等安全措施。

7.2.3.6 储存爆炸物、自反应物质及其混合物的仓库内应设置具有报警功能的红外热成像和温度、湿

度在线监测设备。

7.2.4 输送单元

7.2.4.1 挥发性液体危险化学品的装卸应采用设有平衡管或有惰性气体保护的密闭系统。甲_B、乙_A类可燃液体物料不应采用真空或压缩空气压送方式输送。

注：挥发性液体是指20℃时，真实蒸气压大于0.3 kPa的单一组分液体，或者真实蒸气压大于或等于0.3 kPa的组分总质量占比大于或等于20%的液体混合物。

7.2.4.2 建设项目甲、乙类厂房(装置)内单品种桶装易燃、有毒液体物料1天(24 h)使用量超过1吨时，应设置供料间转送物料。供料间布置在厂房(装置)内时，应设置在本厂房(装置)首层的一侧，并采用无门、窗、洞口的防火隔墙和耐火极限不低于1.50 h的不燃性楼板与厂房(装置)的其他部位分隔。供料间应根据物料性质设置必要的隔离、防流散、防渗、防腐、静电接地、机械通风设施以及可燃气体和有毒气体检测报警系统(GDS)等，并满足9.2.10中间仓库物料存放量的规定。

7.2.4.3 液体物料应采用管道密闭输送，输送可燃介质的管道应符合静电导除的要求。可燃物料和急性毒性属于类别1、类别2物料的输送不应采用非金属管道。

7.2.4.4 涉及急性毒性属于类别1、类别2的气体、甲_A类以及操作温度超过自燃点的危险化学品时，企业应采用双端面机械密封、串联机械密封、干气密封离心泵或者屏蔽泵、磁力泵、隔膜泵等无轴封泵。

7.2.4.5 操作温度高于或等于260℃或介质自燃点的可燃液体输送泵，液化烃、C5或其他类似的易燃液化气体的输送泵、急性毒性属于类别1、类别2物质的输送泵，应设置振动和电流(或轴承温度)远传监控装置，并满足远程急停的要求，机泵所在区域应安装GDS及视频监控系统。

7.2.4.6 涉及惰性气体保护条件下仍具有爆炸危险性的物料不应使用气力输送系统。

7.2.4.7 自燃性和急性毒性属于类别1、类别2介质的金属输送管道应采用焊接连接。涉及的自燃性和急性毒性属于类别1的气体、液化气体的输送管道应采用夹套管设计，内外管之间的夹套应抽真空或充惰性气体，且夹套抽真空时应设置压力表，充惰性气体时应设置压力报警。

7.2.4.8 涉及急性毒性属于类别1、类别2气体、液化气体的厂际输送管道不应穿(跨)越除厂区、化工园区外的公共区域。

7.2.5 共线设施

7.2.5.1 采用共线设施的精细化工装置，应结合反应物料及工艺，充分考虑各产品生产工艺操作参数与设备的符合性、产能的匹配性、自动控制系统调整的要求和安全可靠性以及防爆电气的选型、反应釜的泄压设施等。

7.2.5.2 建设项目涉及的产品切换时可能存在物料不相容的共线设施，应设计批量控制程序(系统)实现不同生产工况下的自动切换。

7.3 厂房(装置)内布置

7.3.1 建设项目应按照生产流程顺序，将同类设备适当集中布置；因流程过远导致温降、压降不符合工艺控制要求，容易发生结焦、堵塞及副反应的相关设备应靠近布置。

7.3.2 控制室、交接班室不应布置在涉及爆炸危险性化学品的厂房(装置)内。

7.3.3 控制室、交接班室原则上不应布置在甲乙类火灾危险性、粉尘爆炸危险性、中毒危险性的装置区内；确需布置的，应按照GB/T 50779的相关规定进行抗爆设计、建设和加固，存在有毒气体扩散中毒影响时，还应采取防止人员中毒的措施。

7.3.4 办公室、休息室、外操室、巡检室、化验室、值班室、更衣室、淋浴室和有固定作业人员的机修间不应布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，特殊情况必须

设置更衣室、淋浴室的，应布置在爆炸危险区域外，并采取隔离、防火、防爆、防毒和超员报警等措施。

7.4 自动化控制和仪表

7.4.1 自动化控制

7.4.1.1 企业应根据生产特点和需要，设置相应的基本过程控制系统（BPCS）、安全仪表系统（SIS）、GDS，并符合下列要求：

- a) 反应安全风险评估工艺危险度等级4级及以上的重点监管的危险化工工艺和金属有机物合成反应（包括格氏反应）装置，以及涉及有毒气体、可燃气体、液化气体和急性毒性属于类别1的液体的一级、二级危险化学品重大危险源，应配备独立的SIS，并经安全完整性等级（SIL）评估，确定相应的安全仪表等级；
- b) GDS应独立其他系统单独设置；
- c) 有逻辑联系的控制系统、监控系统、信息系统之间应时钟同步。

7.4.1.2 涉及重点监管的危险化工工艺和金属有机物合成反应（包括格氏反应），以及危险化学品重大危险源的生产装置，应装备满足安全生产要求的自动化控制系统。构成一级、二级危险化学品重大危险源的生产装置，应装备紧急停车系统；构成一级、二级危险化学品重大危险源的储存设施，应具备紧急切断功能。

7.4.1.3 高危工艺装置应实现投料（指反应期间连续或多次投料，不含反应前一次性投料）、反应、后处理等全流程自动化，涉及硝化物、重氮化物、过氧化物的高危工艺装置所在的厂房内布置的其他装置也应实现自动化。

7.4.1.4 使用硝化物的工艺装置经过程危险性分析具有爆炸风险的，应实现自动化控制。

7.4.1.5 建设项目涉及的可燃、有毒及强腐蚀性液体充装设施应具有流量自动控制、高液位联锁等功能。

7.4.1.6 企业在下列场所设置紧急停车按钮：

- a) 涉及超温、超压可能引起火灾、爆炸危险的高危工艺生产现场；
- b) 一级、二级危险化学品重大危险源罐组的泵站、装卸站，及罐组防火堤外。

7.4.2 仪表安全措施

7.4.2.1 厂房（装置）的仪表气总管应安装具有远传记录、超限报警功能的压力在线监测装置。

7.4.2.2 涉及重大危险源的危险化学品仓库，应进行仓库外气温、湿度、风速、风向等环境参数监测，仓库内的温度、湿度以及可燃气体和有毒气体探测器等监控信号应现场显示，并引入控制室进行集中监控。

7.4.2.3 涉及易燃、有毒固体原料经熔融成液体相变工艺过程的设施，应设置具有远传记录、超限报警功能的温度在线监测装置，并与热媒联锁。

7.4.2.4 危险化学品计量槽、高位槽应设置液位高、低报警，并设置溢流管道或采取液位高高报警值联锁停进料措施。

7.4.2.5 可燃液体储罐和急性毒性属于类别1、类别2液体储罐应设置液位高、高高报警，高高报警值应与进料阀门联锁，储罐应设置两套远传式液位测量仪表，且其中应至少有一套具有连续测量功能。

7.4.2.6 仪表设计、安装应符合下列安全要求：

- a) 仪表的防护级别与其所在的环境相适应，并采取防潮、防尘、防腐、绝热、洁净等措施；
- b) 爆炸性环境的用电仪表及其安装符合GB 50058的相关规定，非用电仪表满足防爆安全要求；
- c) 仪表及其安装部件的材质、耐压、密封、卫生、防火、防静电、防泄漏等与其接触的介质相适应；具有易燃、易爆、有毒、腐蚀性的测量介质不任意排放；

- d) 有防火要求及火灾紧急响应的工艺管线控制阀,采用具有火灾安全特性的控制阀;
- e) 安全仪表系统设计成故障安全型。

7.4.2.7 气动控制阀的选用应满足下列要求:

- a) 仪表气源应设置备用气源,备用气源可采用备用空压机组、储气罐或辅助气源;当备用气源为氮气源时,其排放点处应防止氮气积聚,封闭、半封闭厂房应设置氧气浓度检测报警器等安全设施;
- b) 气动调节阀、SIS 用气动开关阀不应采用空气分配器方式供气;如确需采用空气分配器方式供气,应采取相关气源管路的标识及管理措施(如气源阀上锁等);
- c) 用于联锁及顺序控制的控制阀,以及涉及关键工艺操作步骤的手动阀,应配阀位开关。

7.4.2.8 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。远程信号单元与设置在控制室、机柜间的控制站之间的通信网络应冗余配置,传输介质应采用不同敷设路径。

7.4.2.9 全厂性、区域性控制室的仪表、控制系统接地应采用网形结构。

7.5 电气

7.5.1 供电电源和应急电源的配备应符合 GB 50052 用电负荷分级及其供电的相关规定。

7.5.2 一级负荷应由双重电源供电;一级负荷中特别重要的负荷供电,还应增设应急电源。各供电电源、应急电源之间的切换时间应满足设备允许中断供电的要求。

7.5.3 应急电源应能满足工艺装置紧急停车、应急处置所需投入及运行时间。应急电源不应与正常工作电源并列运行;非应急负荷不应接入应急供电系统。

7.5.4 同时供电的两回路及以上的供配电线路中,当有一回路中断供电时,其余线路应能满足全部二级及以上负荷的要求。

7.5.5 涉及的有毒气体应急处置系统的吸收剂供应泵、吸收剂循环泵和尾气风机等设备应设置应急电源,其配电、控制线路应具备阻燃耐火性能或采取防火保护措施。

7.5.6 BPCS、GDS 和 SIS 应配备不间断电源(UPS),其持续供电时间应满足安全设施应急需要,且不应低于 30 min。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 3 h 以上。

7.5.7 事故废水转输泵及其备用泵的供电电源应符合一级负荷要求,不能满足时应设双动力源。

7.5.8 电缆不应穿越与其无关的甲、乙、丙类厂房(装置)、仓库、罐区等。

7.6 公用、辅助工程

7.6.1 燃气锅炉应设置火焰监测和熄火保护设施。

7.6.2 火焰加热导热油锅炉应配备蒸汽或氮气灭火系统。当能够提供稳定的蒸汽供应时,应选用蒸汽灭火系统,灭火蒸汽切断阀应设置在距导热油炉 15 m 以外方便操作处;当采用氮气灭火时,氮气用气量应能保证 15 min 内至少可充满 3 倍炉膛体积,灭火用氮气瓶组或氮气罐应与加热炉灭火气体接口连通并保证事故时氮气的持续供应。

7.6.3 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。

7.6.4 循环冷却水系统应设置具有远传记录、超限报警功能的压力在线监测装置,出厂房(装置)的循环水回水管应设置定期取样检测;冷冻盐水循环冷却系统应安装 pH 在线监测仪或定期取样检测,并定期调节 pH,防止腐蚀系统。

7.6.5 熔盐换热系统中熔盐与换热物料(包括反应物、溶剂、产物等)不相容时,应选用其他换热介质代替或采用其他换热技术和设备;必须采用的,应根据过程危险性分析结果,采用监控、泄压和联锁等措施。涉及其他非常规类型换热介质的,企业应开展安全风险辨识分析,完善相关监测监控措施。

7.6.6 制冷系统应按照制冷剂的特点,选用合适的管材、阀门和仪表。使用氨作为制冷剂的制冷系统,其氨管路上所用阀门应选用氨专用阀门,安全阀应选用微启式安全阀。

7.6.7 生产工艺过程中可能产生可燃、有毒气体的尾气处理设施配套的收集系统应设置止回设施,防止气体反窜至生产环节。

7.6.8 消防系统的设置应符合 GB 51283、GB 55036、GB 50974 等标准的相关规定。

8 试生产管理

8.1 建设项目试生产前,应评估并确认试生产活动与周边环境的相互安全影响情况,并采取相应措施。

8.2 建设项目试生产前,应编制试生产方案,明确加料试车方案、试生产过程中可能出现的安全问题及其对策和应急预案,以及试生产起止日期等重要内容。

8.3 建设项目应根据 HG 20231 和 AQ/T 3034 的相关要求,在试生产投料前开展开车前安全审查(PSSR),审查的内容应包括:

- a) 项目“三查四定”(“三查”:查设计漏项及不合理设计、查施工质量及隐患、查未完工工程量;“四定”:定任务、定人员、定措施、定整改时间)发现问题的整改落实情况;
- b) 安装的设备、管道、仪表及其他辅助设备设施符合设计安装要求情况;特种设备已按要求办理登记使用并在检验有效期内;安全设施经过检验、标定并达到使用条件;
- c) 安全评价、安全设施设计、HAZOP 分析、SIL 定级评估和 SIL 验算及其他安全风险评估提出建议措施的落实情况;
- d) 系统吹扫冲洗、气密试验、单机试车、联动试车等过程存在问题及整改完成情况;
- e) 相关试车资料、操作规程、管理制度等准备情况;
- f) 工艺、设备、电气、仪表、公用工程和应急准备等是否具备加料条件的现场确认情况;
- g) 发生的变更符合变更管理要求;
- h) 配备人员数量、资质及员工培训考核情况。

8.4 试生产过程中应严格控制现场人数,防止无关人员进入试生产区域。

8.5 试生产过程中应重点加强各类工艺指标的监控分析。试车过程中出现故障或异常时,应全面排查故障或异常发生的原因,在原因未查明、隐患未消除前,不应继续试车。

8.6 试生产期间工艺路线、控制参数、原辅料等发生变更时,应严格执行变更管理程序,开展变更安全风险分析,必要时由设计单位出具设计变更联系单及相关设计图纸,并及时对试生产方案进行修订完善。

9 运行管理

9.1 安全基础管理

9.1.1 企业主要负责人、分管安全生产的负责人、安全生产管理人员和各岗位操作人员的教育程度、专业知识和技能(含上岗资格)、工作经验和综合素质等应满足岗位任职资格和能力要求。

9.1.2 企业应开展安全生产标准化建设,建立并落实全员安全生产责任制,建立完善安全生产管理体系,定期组织开展安全管理体系评审、安全生产绩效考核、外部安全审计等活动,实现安全管理量化评估考核。

9.1.3 企业应建立安全教育培训制度,定期开展从业人员安全培训,培训内容包括本岗位的安全生产信息、危险有害因素、控制措施、操作规程、异常工况识别判定、应急处置方法以及个体防护用品使用和避险避灾、自救互救技能与方法。当工艺技术、设备设施等发生变更时,应及时对相关人员进行再培训。

9.1.4 企业应编制操作规程,并根据操作规程中的重要控制指标编制工艺卡片。操作规程、工艺卡片

应根据试生产情况进行修订完善。操作规程和工艺卡片符合下列要求：

- a) 操作规程应包括开车、正常操作、临时操作、异常工况处置、正常停车和紧急停车的操作步骤与安全要求,工艺参数的正常控制范围,以及报警、联锁值,偏离正常工况的后果、预防措施和步骤等;
- b) 工艺卡片应包括装置关键工艺过程和公用工程的各类工艺控制指标等,并与操作规程中的工艺控制指标以及 BPCS、SIS 对应的工艺参数值保持一致。

9.1.5 企业应每年对操作规程的适应性和有效性进行确认,并且至少每三年对操作规程进行一次审核、修订。本企业发生生产安全事故事件或行业内同类工艺装置发生事故时,企业应及时对操作规程进行审查;工艺技术、设备设施等发生变更或安全风险分析提出修订要求时,企业应及时组织对操作规程中的相应内容进行修订。

9.1.6 企业应建立设备台账管理制度,对所有设备进行编号,建立设备台账、技术档案和备品配件管理制度,编制设备操作和维护规程。企业应定期检测检查设备、压力管道及其仪表、阀门、螺栓等附件的安全状态,及时消除静设备密封件、动设备易损件的安全隐患。

9.1.7 企业应建立风险管理制度,按要求开展安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制数字化建设。

9.1.8 涉及危险化学品重大危险源的企业应建立健全重大危险源管理制度,制定并落实重大危险源包保责任制。企业应当在危险化学品重大危险源场所设置明显的安全警示牌和安全包保责任制公示牌。

9.1.9 企业应按照 AQ/T 3034 的相关要求,建立健全变更管理制度,将总图布置、工艺技术、设备设施、仪表系统、公用工程、管理程序和制度、企业组织架构、生产组织方式、重要岗位人员和职责、供应商以及外部条件等纳入变更管理范畴,确定变更管理流程,规范变更申请、安全风险辨识分析、审批、实施、验收等程序,建立变更管理台账,组织变更管理培训。

9.1.10 企业应针对变更相关内容开展安全风险辨识分析,并根据评估结果采取安全风险防控措施,制定变更方案。

9.1.11 涉及重大变更的,企业在安全风险辨识分析的基础上重新进行安全设施设计。企业涉及以下情形之一的,应作为重大变更进行管理:

- a) 周边条件发生重大变化的,包括周边防护目标发生重大变化,导致安全防护距离、防火间距等不符合要求的;
- b) 生产、储存、使用危险化学品的厂房(装置)、仓库、罐区等场所的总图布局发生变化的;
- c) 主要技术、工艺路线、产品方案(含中间产品、副产品、溶剂回收)或者主要装置规模、主要功能布局发生重大变化的。

9.1.12 泄压泄爆设施或整定的泄放指标发生改变时,应执行变更管理程序。

9.1.13 企业应至少每三年开展一次变更设计图纸回顾和整理。发生总图布局、功能布局、产品方案、工艺技术、设备设施、厂内储运方案等变更时,企业应及时委托有资质的设计单位进行全面设计审查与设计图纸更新。

9.1.14 企业应运用信息化、数字化和智能化技术,建立完善安全生产信息档案,包括:

- a) 化学品安全信息,包括化学品分类信息、化学品热稳定性数据、化学品相容性矩阵、化学品安全技术说明书(SDS)和安全标签、化学品应急处置方案等;
- b) 工艺技术信息,包括工艺技术来源,自主开发工艺技术或转让的新开发工艺技术的小试、中试、工业化试验资料以及工艺倍数放大热力学分析资料,工艺设计包资料,工艺流程资料,物料平衡资料、工艺操作规程,过程危险性分析资料,以及反应安全风险评估资料等;
- c) 设备设施信息,包括设备设施清单,设备设施选型选材、检测检验信息,设备设施操作规程、控制策略、应急处置方案等;
- d) 自动化控制和仪表信息,包括采用的 BPCS 及其控制指标、SIS 及 SIL 等级、GDS 设置资料等;

- e) 公用、辅助工程系统信息,包括公用、辅助工程规模、规格和操作参数等;
- f) 其他信息,包括建设项目安全设施“三同时”资料,同类企业或同类工艺技术的事故调查报告等。

注:反应安全风险评估资料仅针对重点监管的危险化工工艺和金属有机物合成反应(包括格氏反应)。

- 9.1.15 危险化学品仓库应设置现场告示牌,明确可储存物资种类及其最大储存量。
- 9.1.16 企业生产运行和作业过程中现场人员的数量符合下列要求:
 - a) 危险化学品生产厂房(装置)、储存场所不应有与相关操作、作业无关的人员进入;
 - b) 涉及易燃易爆、毒性气体、毒性粉尘、爆炸性粉尘的作业现场或厂房(装置)的最大人数(包括交接班时)不应超过 9 人;
 - c) 涉及高危工艺和工艺危险度 4 级及以上的其他危险化工工艺的装置区内同一时间现场人员不应超过 2 人,厂房(装置)内采用符合抗爆设计的防爆墙分隔的,两侧应按照不同区域处理。
- 9.1.17 涉及危险化学品重大危险源、高危工艺的企业,应采用基于人员定位系统的人员聚集风险监测预警等技术,管控生产运行和作业过程中现场人员的数量。
- 9.1.18 布置在涉及易燃易爆物质(包括可燃性粉尘)、有毒气体(粉尘)的厂房(装置)内的远程仪表间,不应设固定操作岗位,并应设门禁管理,禁止无关人员进入,限制在房间内工作时间每月 1 h 及以上的人员数量不应超过 2 人。

9.2 操作安全要求

- 9.2.1 企业应采用密闭生产工艺,确因工艺需要,加料、出料、转料、分离、取样等工序为非密闭时其所在的场所应采取防物料泄漏的技术措施。
- 9.2.2 危险化学品液体的加料、转料应采用密闭方式。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。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。
- 9.2.3 涉及可燃气体、液化烃以及急性毒性属于类别 1、类别 2 介质的装置和储罐,应采用密闭取样系统进行取样,储罐的凝液(残液)应密闭排入专用收集系统。
- 9.2.4 企业应防止加料错误和加料顺序颠倒,加料前应采取可靠的物料跟踪、核查措施,对物料外包装上的安全标签进行复核确认。
- 9.2.5 生产过程会生化气化或有不凝气生成的反应,应考虑最大产气速率可能导致设备超压的风险,并明确安全操作条件。
- 9.2.6 小剂量辅料(包括催化剂、溶剂、添加剂等)的配制过程中,涉及可燃气体、有毒气体使用或产生的,应在专用配制室(柜)内操作,配制室(柜)应设置机械通风设施、可燃气体和有毒气体探测器。
- 9.2.7 蒸馏设备内存在爆炸物、硝化物、过氧化物、重氮化物、自反应物质等危险物料富集的部位,应定期进行组分分析,采取抑制措施并定期清理排放。
- 9.2.8 在易燃易爆液体、遇空气自燃物料的输送、灌装、储存等过程中应采取控温、隔绝空气或惰性气体保护等措施。
- 9.2.9 危险化学品应储存在仓库、储罐、堆棚(场)等专门储存场所内。化学品包装物不应长期堆放在道路上或厂房(装置)周围。
- 9.2.10 厂房(装置)内物料的存放符合下列要求:
 - a) 原料、辅料、产品、中间产品、副产品、包装物等应定点存放,存放量不应超过单班或单批次使用(生产)量;
 - b) 原料、辅料存放量需要超过单班或单批次使用量时,应按 GB 51283 的要求设置中间仓库;
 - c) 原料、辅料单个包装物的满装量超过其 1 天(24 h)的使用量时,其中间仓库设计存放量不应超

过 1 个包装物的满装量；

- d) 物料的堆放不应影响应急疏散和消防救援。

9.2.11 企业生产、储存的化学品应有与其相符的 SDS, 化学品包装(包括外包装件)上应粘贴或者拴挂相符的化学品安全标签。SDS 和安全标签的内容、型式应分别符合 GB/T 17519、GB 15258 的相关规定。

9.2.12 危险化学品槽罐车不应直接在厂区进行卸车装桶作业。

9.2.13 涉及黏性胶状物、固体物料和易凝固、易结晶物料的,企业应采取防止物料在设备、管道内堵塞的措施。

9.2.14 爆炸物的输送管道及其阀门堵塞后,企业应采取溶剂溶解、清洗等安全可靠的方式,不应使用捅刺、冲击、挤压、敲击、烘烤等方式疏通;含有硝基、炔基等含能基团的危险化学品在输送转移过程中应采取防冲击撞击措施。

9.2.15 半固定式管道的对接处应设置明显标识,并采用工艺作业板管理,避免接错。

9.2.16 不同种类、不同规格的产品采用共线设施进行生产时,企业应在共线设施排空物料并清洗、置换干净后再切换产品生产。

9.2.17 采用共线设施时,企业应制定完善的工艺操作规程、安全管理制度,明确设备清洗、置换、自控系统参数调整等方面的要求。

9.2.18 使用水环式真空泵抽真空时,企业应至少每月检测一次真空缓冲罐内可燃物的含量。

9.2.19 采用熔盐换热系统时,企业应至少每月检测一次熔盐中反应物、溶剂的含量,或反应物中熔盐的含量。

9.2.20 企业应根据安全风险辨识分析结果,根据 GB/T 30000.31 的相关规定,在化学品生产、搬运、储存等作业场所和有关设施、设备上,设置明显的安全警示标志。

9.3 安全仪表管理

9.3.1 企业应建立仪表、控制系统日常维护保养制度,建立仪表台账,制定维护计划和规程,并按制度开展仪表、控制系统的维护、测试、变更工作。

9.3.2 企业应建立联锁管理制度,制定并执行联锁停运、变更专业会签和审批许可程序。

9.3.3 SIS 的检验测试应符合 SIS 安全要求规格书(SRS)、SIL 验证(验算)报告的检验测试覆盖率、检验测试时间间隔(周期)等相关要求。

9.3.4 SIS 应按照 HG/T 22820 的相应规定和 SIS 安全要求,定期开展功能安全复审,在变更投用前开展功能安全评估。

9.3.5 控制系统的人机接口等应设置不同级别的权限保护,严格管理外部访问。

9.4 异常工况处置

9.4.1 企业应全面辨识装置、设备设施的异常工况情形,开展安全风险辨识分析,确定处置措施和处置程序。

9.4.2 企业应制定报警管理制度,明确管理机构,设定报警管理的关键指标,对 BPCS、SIS、GDS 等系统的报警进行分级、分类管理,重要报警应有报警原因分析及处置记录,并定期统计分析报警率,优化报警设置,减少误报数量。

9.4.3 企业应建立报警响应机制。BPCS、SIS、GDS 及火灾报警系统等报警后,处理人员应立即确认报警信息,分析明确报警原因,并根据情况启动应急预案,未经现场确认、未分析报警原因的不应消除警报。

9.4.4 反应设备故障停车后应关闭进料阀,停止加热,属于放热反应的应立即启动冷却系统。冷却系统或搅拌故障时,还应将物料分散转移至其他正常运行的反应设备或排放至收集设施中。

9.4.5 根据温度或压力急剧升高、物料突沸或冲料等现象判断为反应失控的,应先按 9.4.4 进行处置;仍无法控制需要泄放的,物料应泄放至预先加入淬灭剂的设施,不应违规就地排放。

9.4.6 涉及氯气、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。

9.4.7 涉及危险化学品的设备、管线,作业人员应将拆装部位前端泄压、吹扫置换,与运行系统有效物理隔离,并经挂牌上锁等方式确认后方可进行打开作业,物理隔离不应以水封或关闭阀门代替盲板。

9.4.8 需要进行带压密封和带压开孔作业的,应开展安全风险辨识分析,勘测现场环境和设备状况,制定并落实专项作业方案和安全保障措施,并由专门人员进行作业。下列情况下不应进行带压作业:

- a) 设备、管道内存在急性毒性属于类别 1、类别 2 危险化学品的;
- b) 设备、管道未经测厚的;
- c) 无法有效阻止材料裂纹继续扩展、结构和材料的刚度或强度不满足安全要求的。

9.4.9 异常工况处置过程中,同一部位不应进行交叉作业,同一装置区内现场人员不应超过 6 人,无关人员不应进入作业区域。

10 检维修管理

10.1 企业应建立设备设施检维修管理制度,每年制定设备检维修计划并按计划开展日常和定期检维修作业。

10.2 检维修前,企业应落实定检维修方案、定检维修人员、定安全措施、定检维修质量、定检维修进度等“五定”原则。其中,检维修方案应包含安全风险辨识分析、控制措施、应急处置措施及安全验收标准等内容。

10.3 检维修过程中应执行安全控制措施,隔离能量和危险物质,并进行监督检查确认。检维修后应进行安全确认验收。

10.4 检维修时不应随意拆除、挪用或停用安全设施,确实需要拆除或停用的,应进行安全风险辨识分析,并采取临时安全措施,且在检维修完毕后立即复原。

10.5 企业应按照 GB 30871 的规定制定动火作业、受限空间作业等特殊作业许可制度,对特殊作业的申请、审批、许可、监护、实施和验收全流程进行规范化管理。涉及存在危险物料或带压的设备和管道打开、高压水射流、蒸汽清洗等其他高风险作业的,也应制定相关的作业许可制度,并按照制度执行。

10.6 涉及重点监管的危险化工工艺、危险化学品重大危险源的企业,应开展特殊作业全过程智能监控管理,实现特殊作业申请、审批、许可、监护、实施和验收全流程程序化、规范化、信息化、智能化管理。

11 应急管理

11.1 企业应建立应急管理组织机构,明确构成单位(部门)、人员及其职责,确定应急指挥和运行机制。有毒气体最大存在量构成危险化学品重大危险源时,企业还应按照 HG 20571 的相关规定设置气体防护站(组)。

11.2 企业应编制生产安全事故应急预案,开展预案培训,并根据本单位的事故风险特点,每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练,每半年至少组织一次现场处置方案演练。应急演练结束后应及时对演练效果和应急预案的适用性进行评估,对存在的问题及时整改,并持续完善应急预案。

11.3 企业应当在应急预案的基础上,针对工作场所、岗位的特点,编制简明、实用、有效的应急处置卡。应急处置卡应当规定危险场景的应急处置程序和措施,以及相关联络人员和联系方式,便于从业人员携带。

11.4 企业应建立应急物资储备制度,按要求建设(微型)消防站,根据 GB 30077 等标准的相关规定和应急预案的要求配备相应的应急物资,并定期进行检查、维护保养和补充、更新,保证资源充足有效。涉及有毒气体生产、储存和使用的企业,应当配备至少两套全封闭防化服。



附录 A

(规范性)

精细化工常见的危险化工工艺安全风险管控关键要求

A. 1 硝化工艺

A. 1. 1 连续化硝化工艺的反应、蒸馏(精馏)、浓缩等单元应定期检测硝化物、副产物的浓度以及物料成分比例,对硝化副产物的危险特性进行风险辨识与评估,并采取相应的安全管控措施,且在操作规程、工艺卡片中明确相应的控制指标。

A. 1. 2 硝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,针对反应温度、搅拌电机(循环泵)电流(转速)、硝化剂流量(流量比值)、冷媒压力(流量)、冷却水 pH 等重点工艺参数,设置具有远传记录和超限报警功能的在线监测装置。

A. 1. 3 硝化反应器应设置紧急冷却系统(绝热硝化、微通道反应器除外);热媒温度超过物料 T_{D24} 的,涉及硝化物的蒸馏釜、蒸馏(精馏)塔再沸器等应配备紧急冷却系统。

A. 1. 4 硝化工艺应按工艺生产和安全的要求,设置温度的高、高高报警,高高报警值与进料、加热、冷却等联锁,温度超限时自动切断进料,停止加热,并适时开启紧急冷却系统(绝热反应器和微通道反应器除外)。硝化反应器搅拌电流(速率)或循环泵电流应设置高、低报警和高高、低低报警,高高、低低报警值与进料联锁,搅拌系统故障时应能自动停止加料。

A. 1. 5 硝化反应器应设置至少 2 套具有远传记录和超限报警功能的温度在线监测装置。

A. 1. 6 硝化反应进料应采取双重切断措施(如采用调节球阀、开关阀、停进料泵等措施的组合)。硝化反应釜应通过限制进料管径、设置限流孔板、调节阀物理限位或分批加料等固定不可超调的限流设施来控制最大允许加料速度。

A. 1. 7 涉及硝化物的化料、浓缩、干燥等需要加热的工艺过程,热媒温度超过物料 T_{D24} 时,热媒应采取“双重切断”“自动切断与紧急冷却”“自动切断与内部泄漏检测”等措施之一。自动切断设施采用调节球阀、开关阀等,并与工艺温度联锁。

A. 1. 8 装置安全条件未确认前不应开车。硝化反应过程中物料配比发生异常时,应立即停止进料。

A. 1. 9 除已采取物料置换作为事故减缓措施的硝化反应器外,对发生事故可能相互影响的硝化反应器、储罐(槽)等设备,相互之间应增设自动隔断设施。

A. 1. 10 硝化反应过程中连续或分批加入固体原料的操作应采用预先流体化(熔融、溶解、分散等)、机械输送或气力输送等密闭方式,并具有联锁停止加料功能。

A. 1. 11 蒸馏(精馏)设施的温度、压力、液位、出料流量及冷媒、热媒的温度、压力等工艺参数,应设置具有远传记录和超限报警功能的在线监测装置和联锁控制。涉及硝化物的蒸馏(精馏)温度异常上升或不出料时,应立即关闭热媒,不应继续加热、干蒸。

A. 1. 12 硝化物化料、浓缩、干燥、萃取等需要加热的工艺过程,应设置具有远传记录和超限报警功能的温度在线监测装置,并与加热联锁,温度超限时,应能自动切断加热,并适时启动紧急处置措施。

A. 1. 13 硝化工艺全流程涉及易燃、易爆物料的设备应设置惰性气体保护、吹扫设施;减压蒸馏(精馏)、真空干燥等负压操作的设备应采用惰性气体破真空。

A. 1. 14 除绝热反应、微通道反应工艺外,硝化反应器应根据工艺控制难易和物料危险性,至少采取一种对系统有效的持续减缓措施,包括抑制淬灭、骤冷浇灌、倾泻排放、安全泄放、物料置换等,并符合下列要求。

- a) 除设置安全阀、爆破片等安全泄放设施外的减缓措施应能远程启动。
- b) 采用倾泻排放措施时,应设置专用的泄放应急釜(槽),应急釜(槽)应根据物料热稳定性设置

冷却搅拌或抑制淬灭等设施、并实现远程监控。建设项目涉及易燃易爆、毒性介质的泄放应急釜(槽)应设置在硝化厂房(装置)外侧安全区域。

A. 1. 15 硝化反应器、硝化物后处理设施和硝化物储罐(仓库)应设置远程视频监控设施,以及与操作温度联锁的声光报警装置。硝化物库房应设置强制通风、红外热成像监测报警等安全设施。带料停车的硝化反应器、硝化物储罐(库房)应持续进行温度在线监测,在温度异常变化时能及时报警并远程启动紧急处置设施。

A. 1. 16 反应工艺危险度等级 3 级及以上的硝化工艺(绝热硝化工艺、微通道反应器除外),反应器搅拌(循环泵)应设置快速自启动的应急电源供电(自启动发电机、EPS 应急电源供电等)。

A. 1. 17 硝化工艺操作规程应包含下列内容:

- a) 带料停车时的工艺控制指标、报警参数等;
- b) 针对硝化系统温度、搅拌器(循环泵)、进料、冷却系统等异常的处置措施;
- c) 超温、超压事故场景的应急处置要求;
- d) 搅拌器(循环泵)开启、停止的操作要求,特别是反应过程中搅拌器(循环泵)中断后重新开启的条件。

A. 1. 18 涉及硝化物的设备、管道,长期停用或进行动火作业、受限空间作业前应冲洗干净,确保管道、设备内无残留的硝化物,并根据 GB 30871 的有关要求采取危险物质、能量隔离措施。

A. 1. 19 硝化工艺的生产运行和操作还应符合硝化工艺相关国家标准和行业规范的规定。

A. 2 氯化工艺

A. 2. 1 氯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)、氯化剂进料量及投料配比等参数,设置具有远传记录和超限报警功能的在线监测装置。

A. 2. 2 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。

A. 2. 3 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。

A. 2. 4 氯化工艺涉及三氯化磷、氯化亚砜等遇水剧烈分解的忌水物料时,应控制反应原料、溶剂的水分残留,换热系统不应直接采用含水的换热介质;必须采用的,应采取防止忌水物料与其接触的安全措施。

A. 2. 5 氯气缓冲罐底部、氯气过滤器底部应定期检测三氯化氮含量,并定期排污,确保排出物中三氯化氮含量小于 0.5%(质量分数)。

A. 2. 6 液氯气化器、储罐等设备的压力、液位、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。

A. 2. 7 液氯储罐、液氯气化器和氯气缓冲罐应设置安全阀,安全阀前应串接爆破片,爆破片和安全阀之间应进行压力监测;安全阀放空线引至吸收装置,不应直接排放。

A. 2. 8 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和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。

A. 2. 9 液氯储罐区应设置事故应急罐,事故应急罐的容积应满足罐区内单台容积最大液氯储罐的倒罐要求,并保持空罐。液氯储罐储存系数不大于 0.8(容积比),储罐应至少设置两种不同原理的具有远传记录和超限报警功能的液位在线监测装置。

- A. 2. 10 与干燥氯气直接接触的设备、设施,不应使用钛材或钛合金材料。
- A. 2. 11 与湿氯气、氯水直接接触的设备设施,应选用钛钯合金、双向不锈钢、哈氏合金等具备抗氯离子应力腐蚀特性的金属材料,或 CPVC(氯化聚氯乙烯)、PVDF(聚偏二氟乙烯)等经氯离子渗透验证的非金属材料,不应使用奥氏体不锈钢材料;涉氯装置区设备、设施外表面存在氯离子应力腐蚀风险时,应采用涂层或阴极保护等防腐蚀措施。
- A. 2. 12 液氯槽车装卸应使用金属万向管道充装系统,并配备紧急切断阀。
- A. 2. 13 涉及少量氯气泄漏的场所应设置带吸风罩的移动式真空抽吸软管,并送至氯气吸收处理系统进行处理,移动软管应能延伸到可能发生泄漏的区域。
- A. 2. 14 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应急电源供电(自启动发电机、EPS 应急电源供电等)。
- A. 2. 15 涉及氯气(液氯)的设备、管道打开前,应根据安全风险评估结果,采取能量隔离和倒空、隔离、清洗、置换等相关措施。未采取措施直接进行打开作业的,作业人员应佩戴有氯气防护功能的化学防护服、防化学品鞋、化学品防护手套、防化学品头罩,作业现场应设置应急冲淋和洗眼设备,并配备急救药品。
- A. 2. 16 进入涉及氯化装置区和其他涉及氯气(液氯)场所的操作、巡检人员应携带便携式氯气探测报警器。
- A. 2. 17 液氯(氯气)的储存、输送、使用和应急处置还应符合 GB 11984、HG/T 4684 的相关规定。氯化工艺的生产运行和操作还应符合氯化工艺相关国家标准和行业规范的规定。
- ### A. 3 氟化工艺
- A. 3. 1 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。
- A. 3. 2 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。
- A. 3. 3 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%。
- A. 3. 4 含有氟化氢等酸性介质的换热设备,应在线监测管道中换热介质的氟离子含量、电导率或 pH 等。
- A. 3. 5 氟化反应和后处理工艺不应使用与物料不相容的换热介质。
- A. 3. 6 接触氟化氢物料的设备、管道及其法兰等应选用耐氟材料,接触含水氢氟酸等酸性物料的设备、管道及其法兰等应选用耐酸材料。
- A. 3. 7 无水氟化氢储罐的储存系数应不大于 0.8(容积比),储罐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。
- A. 3. 8 无水氟化氢储罐区应设置事故应急罐,事故应急罐的储存容积应不小于罐区内单台容积最大无水氟化氢储罐的容积,并保持常空状态。
- A. 3. 9 无水氟化氢槽车装卸应使用金属万向管道充装系统,并配备紧急切断阀。
- A. 3. 10 新建无水氟化氢储存、装卸设施(含事故应急罐)应设置在密闭结构的建筑物内,并符合下列要求:
- 密闭建筑物设置门槛或围堰,门槛(围堰)的高度应不低于 300 mm,且有效容积大于单台最大无水氟化氢储存设施的公称容积;

- b) 密闭建筑物外围门、窗等密封面设置雾状水喷淋装置；
- c) 密闭建筑门与有毒气体检测报警系统联锁；不设置窗户，或窗户与有毒气体检测报警系统联锁；
- d) 配套设置有毒气体检测报警系统和氟化氢抽吸处理系统。

A. 3. 11 建设项目涉及氟化氢的生产装置和储存设施应设置可自动启动的氟化氢抽吸处理系统。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。

A. 3. 12 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)。

A. 3. 13 涉及氟化氢(包括含氢氟酸的介质)的设备、管道打开前,应根据安全风险评估结果,采取能量隔离和倒空、隔离、清洗、置换等相关措施。未采取措施直接进行打开作业的,作业人员应佩戴有氟化氢及氢氟酸防护功能的化学防护服、防化学品鞋、化学品防护手套、防化学品头罩,作业现场应设置应急冲淋和洗眼设备,并配备急救药品或冲洗液等。

A. 3. 14 氟化氢的储存、输送、使用和泄漏处置还应符合GB/T 28603、HG/T 30033、HG/T 4685的相关规定。氟化工艺的生产运行和操作还应符合氟化工艺相关国家标准和行业规范的规定。

A. 4 重氮化工艺

A. 4. 1 重氮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)或循环泵电流、预混流体化加入方式的重氮化剂进料量(或重氮组分加入量)、反应物质的配料比等参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置。

A. 4. 2 重氮化工艺应按工艺生产和安全的要求,设置温度的高、低报警和高高、低低报警,高高、低低报警值与进料、冷却联锁,反应温度超限时自动切断进料,并适时开启冷却。重氮化反应器搅拌电流(速率)或循环泵电流应设置高、低报警和高高、低低报警,高高、低低报警值与进料联锁,重氮化反应釜内搅拌系统故障时应能自动停止加料。

A. 4. 3 重氮化工艺反应体系含水量小于40%的,应设置紧急停车系统,采用釜式、管式反应器的,应采取紧急冷却、抑制淬灭、骤冷浇灌、倾泻排放、泄压泄爆、物料置换等方法中至少一种对系统有效的减缓措施,且除泄压泄爆外的减缓措施应能远程控制。若采用倾泻排放措施,应设置冷却搅拌或抑制淬灭等设施,并实现远程监控。

A. 4. 4 重氮化工艺反应体系含水量小于40%,且固体原料在反应期间连续或分批加入反应釜(非一次性投入)的,应设置自动加料装置,并具备故障联锁停机功能。

A. 4. 5 重氮化工艺反应体系含水量小于40%的,反应循环冷却水(冷冻水)系统应在线监测冷却(冷冻)水的pH,pH异常时应采取相应措施。

A. 4. 6 重氮化物的萃取或稀释工艺过程的温度、压力、搅拌电流(速率)、稀释剂加入量等参数应设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置;工艺温度应与萃取剂或稀释剂进料量联锁,温度超限时自动切断进料。

A. 4. 7 重氮化物的静置分层工艺过程的温度、压力等参数,应设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置和超压泄放设施,泄放管应接入储罐或其他容器。涉及重氮化物的静置分层工艺过程应采用自动分层操作。

A. 4. 8 涉及重氮化物脱氮的反应工艺,温度、压力、搅拌电流(速率)等参数,应设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置和超压排放设施;工艺温度、压力应与重氮盐加料量联锁,温度、压力超限时自动切断重氮化物加料、自动开启超压排放设施。

A. 4. 9 涉及重氮化物干燥等需要加热的设备,温度、压力等参数应设置具有远传记录、超限报警功能

的在线监测装置;工艺温度、压力应与重氮化物进料量、热媒流量和惰性气体保护设施联锁。

A. 4. 10 涉及重氮化物的精(蒸)馏单元应设置温度、压力高、低报警和高高、低低报警,高高、低低报警值与搅拌电流(速率)、冷媒流量联锁。

A. 4. 11 涉及重氮化物的储存设备应设置安全泄放、紧急排放和冲洗设施;重氮化物出料管线应采取冲洗或吹扫措施。重氮化物 T_{D24} 低于当地环境极端最高温度的,其涉及重氮化物(包括可能存在重氮化物残留物)的过滤器、输送管道和储槽等设备应采取保温或伴冷措施。

A. 4. 12 反应工艺危险度等级 3 级及以上的重氮化工艺,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)。

A. 4. 13 需储存的固体重氮化物应测试其 SADT(自加速分解温度)。重氮化物的运输、储存温度应低于其 SADT。

A. 4. 14 重氮化物储存仓库内应设置强制通风、红外热成像监测报警和视频监控等安全设施。

A. 4. 15 带料停车的重氮化反应器应持续进行温度在线监测,温度异常变化时能及时报警并远程启动紧急处置设施。

A. 4. 16 涉及重氮化物的设备、管道,长期停用或进行动火作业、受限空间作业前应冲洗干净,确保管道、设备内无残留的重氮化物,并根据 GB 30871 的有关要求采取危险物质、能量隔离措施。

A. 4. 17 重氮化工艺的生产运行和操作还应符合重氮化工艺相关国家标准和行业规范的规定。

A. 5 过氧化工艺

A. 5. 1 过氧化反应设备和过氧化物加料管线在新投用之前,应进行钝化处理,去除可能残留的铁、铜等金属离子,辨识碱液混入含过氧化氢介质的风险,并制定管控措施。

A. 5. 2 过氧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,针对反应温度、搅拌电流(速率)、反应物进料量或流量、过氧化剂流量等参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置;反应物进料管应设置紧急切断阀;过氧化反应设备应设置紧急冷却、紧急泄放设施。

A. 5. 3 过氧化反应应按工艺生产和安全的要求,设置温度的高、高高报警,高高报警值与冷却、加热、反应物进料等联锁,反应温度超限时自动切断进料和加热系统,适时调大冷媒流量,反应失控时应采取紧急泄放。反应釜搅拌电流(速率)应设置高、低报警和高高、低低报警,高高、低低报警值与反应物进料联锁,过氧化反应釜内搅拌系统故障时应能自动停止加料。

A. 5. 4 采用氧气作为过氧化剂时,氧气进料管应安装止回阀,设置惰性气体紧急充入系统,并与反应温度联锁,过氧化反应温度超限能紧急送入惰性气体。

A. 5. 5 采用过氧化氢作为过氧化剂时,应通过限制进料管径、采取限流孔板等固定不可超调的限流措施来控制最大允许流量。

A. 5. 6 过氧化反应器应至少采取一项反应紧急终止措施,包括注入终止剂、紧急冷却、紧急泄放。如采用紧急泄放措施,液体应迅速排放至过氧化物专用事故应急池(槽)。事故应急池(槽)应敞开设置,预先放入充足的应急水,并设置搅拌设备或在泄爆管线上设置事故补水管线,以防系统超压发生爆炸。

A. 5. 7 涉及过氧化物的萃取、中和、分层、干燥等单元,应设置具有远传记录、超限报警功能的温度在线监测装置,且与冷却(加热)联锁,并设置温度超限处置设施。

A. 5. 8 涉及过氧化物的蒸馏(精馏)操作,应结合过程危险性分析结果和物料热稳定性数据资料,针对蒸馏(精馏)温度、压力、进料流量以及冷媒、热媒流量等操作参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置,并将温度、压力与进料流量、冷媒流量和热媒流量联锁,避免再沸器干烧、再沸器内温度高于物料 T_{D24} 等易发生操作失控的异常工况。

A. 5. 9 过氧化物生产装置中含有有机过氧化物、浓度 70% 及以上过氧化氢的设备、管道系统和工艺系统的管道末端不应采用双阀等可能形成封闭空间的隔离方式。涉及过氧化苯甲酰、过氧化甲乙酮等受外

力易发生分解爆炸的过氧化物的生产应按照规范要求添加稀释剂(脱敏剂),且生产、输送过程应避免产生振动、冲击或摩擦。

A. 5. 10 过氧化反应设备应优先选用不锈钢材质,不应采用碳钢等材质,防止在酸、碱等腐蚀环境下产生较高浓度铁离子,引起过氧化物分解。

A. 5. 11 需储存的固体过氧化物应测试其 SADT。过氧化物的运输、储存温度应低于其 SADT。

A. 5. 12 过氧化物 SADT 低于当地环境极端最高温度的,应采取冷却储存方式。可常温储存的过氧化物应独立储存于阴凉、干燥、通风良好的仓库,并远离火种、热源,防止阳光直射,保持容器密封,应与还原剂、易燃或可燃物、硫、磷等禁忌物分开存放,包装及容器应完整无损坏。

A. 5. 13 反应工艺危险度等级 3 级及以上的过氧化工艺,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)。

A. 5. 14 生产现场的过氧化物产品或未用完的过氧化物应及时清理入库,不应长时间放置在现场。涉及过氧化物的厂房(装置)、储罐区、仓库等生产、使用和储存场所内不应存在水封、地沟等可能发生过氧化物滞留的设施或结构。

A. 5. 15 过氧化物储罐(库房)、带料停车的过氧化反应器应安装具有远传记录和超限报警功能的温度在线监测装置,温度异常变化时能及时报警并远程启动紧急处置设施。

A. 5. 16 涉及过氧化物的设备、管道,长期停用或进行动火作业、受限空间作业前应冲洗干净,确保管道、设备内无残留的过氧化物,并根据 GB 30871 的有关要求采取危险物质、能量隔离措施。

A. 5. 17 过氧化氢的泄漏处置应符合 HG/T 4687 的相关规定。过氧化工艺的生产运行和操作还应符合过氧化工艺相关国家标准和行业规范的规定。

A. 6 格氏反应工艺(含格氏试剂制备)

A. 6. 1 格氏反应工艺(含格氏试剂制备)应根据反应安全风险评估、过程危险性分析结果,针对反应温度、压力、进料量、搅拌电流(速率)或循环泵电流等参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置。

A. 6. 2 格氏试剂制备和格氏反应工艺应按工艺生产和安全的要求,设置温度的高、高高报警,高高报警值与冷却联锁,格氏反应工艺温度还应与格氏试剂等反应物进料联锁,反应温度超限时自动切断进料,适时调大冷媒流量。格氏反应(含格氏试剂制备)的反应器搅拌电流(速率)应设置高、低报警和高高、低低报警值与格氏试剂配制或格氏反应的进料量联锁,反应釜内搅拌系统故障时应能自动停止加料。

A. 6. 3 格氏试剂制备设施的换热介质不应直接采用含水介质。

A. 6. 4 格氏反应工艺(含格氏试剂制备)应明确氮封系统的氮气含水量指标。当共用尾气系统时,应采取防止尾气互串的措施。

A. 6. 5 格氏试剂制备过程所用金属镁选用优先级依次为镁锭、镁条、镁粒,反应放热量较大且难以控温时不应使用镁粉。

A. 6. 6 格氏反应的原辅料、溶剂(含回收套用)中水分、醇类、过氧化物等杂质含量经检测合格方可使用。

A. 6. 7 格氏反应(含格氏试剂制备)前,应做好系统无水化处理及惰性气体置换,确保系统水含量和氧含量合格再进行后续操作。

A. 6. 8 格氏试剂制备操作规程中应明确引发成功的判定依据以及引发失败后的应急处理措施。卤代烃进料应采取双切断(如采用切断阀、手动阀、停止泵料等措施组合)、避免单批加料过快过量的控制措施。

A. 6. 9 格氏试剂制备时,投入引发剂后未引发的,应立即排查原因,对物料进行安全淬灭,在压力与温度稳定后再进行后处理,不应直接升温或继续添加引发剂。

A. 6. 10 格氏试剂应即产即用,不应长时间存放。带料停车的格氏试剂制备反应器、格氏试剂储罐

(槽)应进行温度持续监测,温度异常变化时能及时报警并远程启动紧急处置设施。

A. 6.11 涉及格氏试剂的设备、管道进行动火作业或受限空间作业前,应淬灭处理清除设备、管道内残留的格氏试剂,并根据 GB 30871 的有关要求采取危险物质、能量隔离措施。

A. 6.12 格氏反应工艺(包括格氏试剂制备)的生产运行和操作还应符合格氏反应工艺(包括格氏试剂制备)相关国家标准和行业规范的规定。

A. 7 加氢工艺

A. 7.1 加氢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,针对反应设备内温度、压力、搅拌电流(速率)或循环泵电流、氢气流量等参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置。

A. 7.2 加氢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,高高报警值与进料、加热、冷却联锁,反应温度、压力超限时自动切断进料,关闭加热,并适时加大冷媒流量。釜式加氢反应器的搅拌电流(速率)应设置高、低报警和高高、低低报警,高高、低低报警值与进料量联锁,反应釜内搅拌系统故障时应能自动停止加料并紧急停车。

A. 7.3 加氢反应氢气进料管应安装止回阀和紧急切断阀。

A. 7.4 使用氢气钢瓶供氢时,氢气钢瓶的总几何容积应不大于 1 m³,且应存放在位于生产设施边缘的敞篷内或本厂房(装置)首层一侧的钢瓶间内,并有钢瓶架等可靠的固定措施。厂房(装置)内钢瓶间与其他区域应采用防火墙分隔。氢气钢瓶距明火或散发火花地点的防火间距不应小于 15 m。

A. 7.5 采用氢气长管拖车供氢时,应采用金属软管连接汇流总管,汇流总管应安装压力表和温度表,使用时应避免长管拖车上压差大的钢瓶之间通过汇流管进行均压。

A. 7.6 加氢反应催化剂进行活化时应控制氧含量。遇空气自燃的催化剂更换时,应将催化剂在反应装置内钝化处理。易自燃的催化剂(如雷尼镍),添加催化剂过程应采取隔离空气的措施,不应敞口加料。

A. 7.7 加氢反应加料前,所有涉氢管道及设备应用氧含量小于 3%(体积)的惰性气体置换合格。

A. 7.8 涉氢设备及管道的选材、加工应考虑氢腐蚀。加氢反应器及其管道的材质应符合 SH/T 3059 的相关要求。

A. 7.9 与加氢反应设备等直接相连的设备压力等级应与加氢反应设备压力等级一致,并设置防止系统超压的联锁切断和安全泄放设施。

A. 7.10 加氢反应设备应设置具有远传记录和超限报警功能的氧含量在线监测装置,当氧含量异常升高时,应立即停止供氢。氢气系统中的氧含量不应超过 0.5%(体积)。

A. 7.11 室内外架空或埋地铺设的氢气管道和汇流排及其法兰间应互相跨接和接地。

A. 7.12 加氢反应系统应设计安全泄放设施。氢气的放空(散)口出口处应设温度检测超限报警和氮气(蒸汽)自动灭火系统,氢气放空管的管口处应设置阻火设施。加氢装置区域应保持通风良好。

A. 7.13 氢气的使用、输送和储存应符合 GB 4962、GB/T 29729 的相关规定。加氢工艺的生产运行和操作还应符合加氢工艺相关国家标准和行业规范的规定。

A. 8 光气及光气化工艺

A. 8.1 光气及光气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,针对一氧化碳和氯气含水量,反应物质的配料比,光气进料速度、搅拌电流(速率)等重点参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置。

A. 8.2 光气及光气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,高高报警值与冷却、进料联锁,反应温度、压力超限时自动切断进料,适时开启冷却。反应釜内搅拌系统故障时应根据反应安全风险评估、过程危险性分析结果采取自动停止加料、紧急停车等措施。

A. 8.3 光气及光气化装置应设置独立的 SIS,SIS 应具备紧急停车功能,事故状态下能自动和手动紧

急停车,停车联锁报警应外接声光报警器。SIS 报警信号应通信至 DCS。

A. 8.4 进入光气合成的原料一氧化碳和氯气含水量均应不大于 50 mg/m^3 。光气合成及光气化的设备、管道系统应保持干燥,避免水分混入。

A. 8.5 含光气介质的设备和管道不应使用视镜,如工艺确需使用时,应选用带保护罩的视镜,且应在视镜附近设局部负压抽吸排风设施,排气接至光气破坏系统。含光气介质的管道上不应设置易泄漏的管道附件(金属波纹管、套筒补偿器、球形补偿器等)。

A. 8.6 含光气介质的管道不应使用蒸汽、热水加热或水冷却的套管。

A. 8.7 含光气介质的机泵使用的密封液应使用与工艺条件相适用的介质,不应用水或水性溶液。密封液压力应高于工艺侧压力,还应有监测密封液是否泄漏的设施,并在机泵附近设局部负压抽吸排风设施,排气接至光气破坏系统。

A. 8.8 测量光气及光气化产品生产装置中有毒介质的在线仪表与管道的连接方式应采用法兰或卡套连接,不应采用螺纹连接,与物料接触的仪表内部连接部分,均不应采用螺纹连接。

A. 8.9 光气化有毒物料应采用密闭取样系统,不能采用密闭取样系统的场所,应采取防止取样时接触有毒介质的措施。

A. 8.10 光气及光气化生产装置内含光气介质单元应采取分段隔离措施,设置事故紧急切断阀进行切断分区,将大装置分别分割成多个小段,每个区域的气相空间应与光气破坏系统相连,液相空间应与事故收集槽相连。

A. 8.11 光气及光气化装置应设置光气破坏系统,光气破坏系统应包括正常生产时的尾气回收及破坏处理系统、事故时的紧急停车及应急破坏处理系统,两个系统应分开设置。

A. 8.12 封闭式光气及光气化产品生产厂房应设机械排气系统,当检测到毒性气体时联锁开启排气系统,排气接入光气破坏系统。易于发生泄漏或因通风不良、易积聚易燃易爆及有毒气体的区域,如光气合成器、光气化反应器周边还应设置局部负压排气系统,排气接入光气破坏系统。

A. 8.13 光气及光气化工艺还应符合 GB 19041 等相关国家标准和行业规范的规定。

A. 9 聚合工艺

A. 9.1 聚合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,针对反应温度、压力、引发剂流量、聚合单体流量、搅拌电流(速率)、冷媒压力等重点工艺参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置。

A. 9.2 聚合工艺应按工艺生产和安全的要求,设置温度的高、高高报警,高高报警值与冷却、进料联锁,反应温度超限时自动切断进料,适时开启冷却。反应釜内搅拌系统故障时应能自动停止加料。

A. 9.3 聚合反应器液相应设置双温度计;对于有气相冷凝设施或非常压反应的聚合工艺,应设置气相温度计;反应系统存在易堵塞工况的,还应设置双压力检测。

A. 9.4 聚合反应冷却循环水泵应设置备用泵。

A. 9.5 聚合工艺应根据反应和物料危险性,在风险辨识与评估基础上,合理选用超温超压应急措施(如紧急冷却、联锁泄压、加入终止剂、倾泻排放、安全泄放等),除安全阀等安全泄放设施外的应急措施应能远程控制。

A. 9.6 聚合工艺采用倾泻排放系统作为超温超压应急处置措施时,应设置专用的事故应急釜(槽)。事故应急釜(槽)应根据物料特性,选择合适的措施,如冷却、搅拌、终止剂投加等,且应实现远程监测与控制。泄放物料有燃烧、爆炸风险时,事故应急釜(槽)应设置在安全区域。

A. 9.7 聚合工艺的生产运行和操作还应符合聚合工艺相关国家标准和行业规范的规定。

A. 10 氧化工艺

A. 10.1 氧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

性分析结果,针对反应温度、压力、搅拌电流(速率)、氧化剂流量、多反应物料配比、气相氧含量等重点工艺参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置。

A. 10. 2 氧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,高高报警值与进料、冷却联锁,反应温度、压力超限时自动切断进料,调大冷媒流量,并适时开启紧急冷却系统。釜式带搅拌氧化反应器的搅拌电流(速率)应设置高、低报警和高高、低低报警,高高、低低报警值与进料联锁,反应釜内搅拌系统故障时应能自动停止加料并紧急停车。

A. 10. 3 间歇或半间歇操作的氧化反应系统,在使用硝酸、高锰酸钾、氯酸钠等作为氧化剂时,应控制加料速度和加料顺序,优先使用液态氧化剂,且反应过程中应持续搅拌,并控制反应温度在还原物质的自燃点以下。

A. 10. 4 具有燃爆危险性的氧化剂应避免受热、摩擦或撞击。桶装袋装氧化剂不应储存在氧化反应区。

A. 10. 5 工艺控制指标中应明确原料、中间产品和产品(副产品)中过氧基的检测要求。

A. 10. 6 使用易燃液体的氧化工艺,进料前反应系统应进行惰性气体置换;反应结束后,应及时对反应系统进行惰性气体吹扫。

A. 10. 7 使用空气或氧气作为氧化剂的氧化工艺,应控制反应系统的气相空间混合气体浓度在爆炸极限范围之外,或氧含量控制在 LOC(极限氧浓度)以下。空气进入反应器之前,应先进行净化处理,消除空气中携带的灰尘、水汽、油污以及可使催化剂活性降低或中毒的杂质。

A. 10. 8 使用氧气作为氧化剂的氧化工艺,氧气进料管应安装止回阀,设置惰性气体紧急充入系统。

A. 10. 9 氧化釜搅拌器机封不应采用与氧化剂反应的密封材料或润滑介质。

A. 10. 10 氧化工艺异常工况下应采取双切断措施(如采用切断阀、手动阀、停止泵料等组合)切断进料,停止加热,并适时开启紧急冷却系统。

A. 10. 11 氧气(液氧)的储存、输送和使用应符合 GB 16912 的相关规定。氧化工艺的生产运行和操作还应符合氧化工艺相关国家标准和行业规范的规定。

A. 11 烷基化工艺

A. 11. 1 烷基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,针对温度、压力、加料速率和加料量、多反应物料配比、搅拌电流(速率)等重点工艺参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置,并对原料、催化剂、烷基化试剂的加料顺序进行自动控制。

A. 11. 2 烷基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,高高报警值与冷却联锁,反应温度、压力超限时自动切断进料、调大冷媒流量,并适时开启紧急冷却系统。釜式带搅拌烷基化反应器的搅拌电流(速率)应设置高、低报警和高高、低低报警,高高、低低报警值与进料量联锁,反应釜内搅拌系统故障时应能自动停止加料。

A. 11. 3 烷基化工艺异常工况下应采取双切断措施(如采用切断阀、手动阀、停止泵料等组合)切断烷基化试剂进料,停止加热,并适时开启紧急冷却系统。

A. 11. 4 使用环氧乙烷进行羟乙基化反应的单元,应按照烷基化反应进行设计。

A. 11. 5 烷基化工艺的生产运行和操作还应符合烷基化工艺相关国家标准和行业规范的规定。

A. 12 胺基化工艺

A. 12. 1 胺基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,针对反应温度、压力、搅拌电流(速率)、多反应物料配比等重点工艺参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置。

A. 12. 2 胺基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,高高报警值与冷却联锁,反应温度、压力超限时自动切断进料、调大冷媒流量,并适时开启紧急冷却系统。釜式带搅拌胺基

化反应器的搅拌电流(速率)应设置高、低报警和高高、低低报警,高高、低低报警值与进料量联锁,反应釜内搅拌系统故障时应能自动停止加料并紧急停车。

- A. 12. 3 胺基化反应系统中有氧气参与反应的,应设置在线氧分析仪,并进行联锁控制。
- A. 12. 4 胺基化反应原料氨气应避免与铜、银、锡、锌及其合金、氧化汞等接触。
- A. 12. 5 液氨钢瓶库房内或液氨储罐应设置水喷淋装置,并与现场氨气检测报警器联锁。水喷淋装置应定期测试维护,喷淋水的供应能力和水压应满足应急处置要求。
- A. 12. 6 液氨卸车管道应采用万向管道充装系统。与液氨(氨气)使用及储存设施相连的氮气管线上应设置手阀和止回阀。
- A. 12. 7 胺基化工艺生产过程中涉及的有毒有害、易燃易爆介质取样应采用密闭取样系统。
- A. 12. 8 液氨的泄漏处置应符合 HG/T 4686 的相关规定。胺基化工艺的生产运行和操作还应符合胺基化工艺相关国家标准和行业规范的规定。

A. 13 磺化工艺

- A. 13. 1 磺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,针对反应温度、搅拌电流(速率)、磺化剂流量等重点工艺参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置。
- A. 13. 2 磺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,高高报警值与冷却联锁,反应温度、压力超限时自动切断进料、调大冷媒流量,并适时开启紧急冷却系统。釜式带搅拌磺化反应器的搅拌电流(速率)应设置高、低报警和高高、低低报警,高高、低低报警值与进料联锁,反应釜内搅拌系统故障时应能自动停止加料并紧急停车。
- A. 13. 3 接触酸性物料的设备、管道及其法兰等应选用耐酸材料。
- A. 13. 4 磺化反应器的夹套、冷却盘管、换热器应定期进行泄漏检查。
- A. 13. 5 磺化工艺的生产运行和操作还应符合磺化工艺相关国家标准和行业规范的规定。

A. 14 偶氮化工艺

- A. 14. 1 偶氮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,针对反应温度、搅拌电流(速率)、反应压力、反应物料配比、pH、肼类物流量、后处理单元温度等重点工艺参数,设置具有远传记录、超限报警功能的在线监测装置。
- A. 14. 2 偶氮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,高高报警值与冷却联锁,反应温度、压力超限时自动切断进料,加大冷媒流量,并适时启动冷却或补充冰和其他冷源。釜式带搅拌偶氮化反应器的搅拌电流(速率)应设置高、低报警和高高、低低报警,高高、低低报警值与进料联锁,反应釜内搅拌系统故障时应能自动停止加料并紧急停车。
- A. 14. 3 芳香族偶氮化工艺涉及重氮盐滴加或芳香胺(偶合原料)滴加的,应设置流量计或通过限制进料管径、设置限流孔板等固定不可超调的限流设施控制最大允许加料速度。
- A. 14. 4 涉及脂肪族偶氮化产物干燥等加热的设备应设置温度、压力等参数监控、报警,设置惰性气体保护的联锁装置等。
- A. 14. 5 需储存的脂肪族偶氮化合物应测试 SADT,脂肪族偶氮化物的运输、储存温度应低于其 SADT。
- A. 14. 6 偶氮化工艺的生产运行和操作还应符合偶氮化工艺相关国家标准和行业规范的规定。

附录 B
(资料性)
工艺技术安全可靠性论证报告编制提纲

B. 1 工艺技术概况

- B. 1. 1** 转让(引进)技术的技术转让方基本情况,或者自主开发工艺技术的小试、中试和工业化放大试验情况。
- B. 1. 2** 产品方案、质量指标、主要原辅材料、中间产品、最终产品及其危险化学品理化性能指标。
- B. 1. 3** 工艺流程说明、反应机理、反应方程式(吸放热情况)、工艺流程图、物料平衡。
- B. 1. 4** 主要设备选择原则、依据及选择方案。
- B. 1. 5** 反应安全风险评估情况及反应工艺危险度等级。
- B. 1. 6** HAZOP 等过程危险性分析情况。
- B. 1. 7** 转让技术在国内外使用情况,工业化规模。
- B. 1. 8** 本技术、同类技术在国内外发生的事故案例。

B. 2 工艺技术分析

- B. 2. 1** 工艺技术对比分析。与国内外同类工艺技术进行对比,对比说明本工艺技术的异同,以及安全性、可靠性和先进性情况。
- B. 2. 2** 工艺安全分析:
 - a) 危险有害因素分析;
 - b) 工艺倍数放大热力学和动力学分析;
 - c) 反应安全风险评估结果分析;
 - d) HAZOP 等过程危险性分析结果分析。
- B. 2. 3** 主要设备安全可靠性分析。
- B. 2. 4** 自控联锁方案安全可靠性分析。
- B. 2. 5** 事故案例反映出来的工艺、设计缺陷在本工艺中的修正、改进情况分析。
- B. 2. 6** 应急设施分析。项目所需消防设施、气体防护能力匹配性分析。
- B. 2. 7** 安全与应急管理能力需求匹配性分析。

B. 3 结论

综合本项目的安全可靠性,明确工艺技术安全可靠性结论。

B. 4 其他要求

根据首次工艺技术类别、范围,结合技术来源实际情况,提供反应安全风险评估报告,小试和中试总结报告,技术转让合同及其他相关支撑材料。

参 考 文 献

- [1] GB 11984 化工企业氯气安全技术规范
- [2] GB 17681 危险化学品重大危险源安全监控技术规范
- [3] GB/T 21613 危险品 自加速分解温度试验方法
- [4] GB 30000.1~GB 30000.29 化学品分类和标签规范
- [5] GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
- [6] GB/T 51296 石油化工工程数字化交付标准
- [7] AQ/T 3033 化工建设项目安全设计管理导则
- [8] SH/T 3148 石油化工无密封离心泵工程技术规范

