

团 体 标 准

T/CCASC 1002.5-2021

# 电石法聚氯乙烯生产安全操作规程

## 第5部分 氯乙烯聚合

Safety operation rules for the production of PVC by calcium carbide process

Part 5 Vinyl chloride polymerization

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国氯碱工业协会 发布

## 前 言

本规程受应急管理部危险化学品安全监督管理局委托，由中国氯碱工业协会组织行业重点企业共同编制完成。

本规程在编制过程中，吸收了行业内电石法聚氯乙烯生产过程中氯乙烯聚合工序的管理要求和实际生产经验，旨在规范氯乙烯聚合工序的操作运行相关要求，提升安全生产水平，并在广泛征求意见的基础上，最后定稿。

本规程由中国氯碱工业协会负责管理和具体技术内容解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送中国氯碱工业协会（地址：天津市南开区白堤路 186 号天津电子科技中心 1105 室，邮政编码：300192），以供今后修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人：

主编单位：唐山三友氯碱有限责任公司、新疆天业（集团）有限公司

参编单位：山东信发化工有限公司

宜宾天原集团股份有限公司

陕西北元化工集团股份有限公司

新疆中泰（集团）有限责任公司

陕西金泰氯碱化工有限公司

主要起草人

---

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 氯乙烯聚合制备聚氯乙烯（悬浮法）安全运行规程..... | 19 |
| 1 范围.....                   | 19 |
| 2 规范性引用文件.....              | 19 |
| 3 术语和定义.....                | 19 |
| 3.1 生产装置.....               | 19 |
| 3.2 助剂.....                 | 19 |
| 4 聚合生产装置工艺安全技术.....         | 19 |
| 4.1 安全技术措施.....             | 19 |
| 4.2 事故预防措施.....             | 20 |
| 4.3 生产和作业场所安全监控预警系统.....    | 20 |
| 5 运行操作安全.....               | 20 |
| 5.1 对操作人员工艺安全资料的提供.....     | 20 |
| 5.2 工艺安全控制.....             | 21 |
| 5.3 工艺危害性过程控制.....          | 21 |
| 6 生产装置开停车及运行安全条件.....       | 21 |
| 6.1 生产装置正常开车.....           | 21 |
| 6.2 生产装置正常停车.....           | 23 |
| 6.3 生产装置紧急停车.....           | 24 |
| 7 关键装置、重点部位.....            | 24 |
| 7.1 关键装置.....               | 24 |
| 7.2 关键装置监控要求.....           | 24 |
| 7.3 联锁及其功能.....             | 24 |
| 8 检维修安全技术规定.....            | 25 |
| 9 劳动保护和劳动环境的安全规定.....       | 25 |
| 10 应急处理.....                | 25 |
| 10.1 生产异常处置方案.....          | 25 |
| 10.2 急救措施.....              | 25 |
| 10.3 泄漏应急处理.....            | 25 |
| 10.4 着火应急处理.....            | 26 |

# 电石法聚氯乙烯生产安全操作规程 第5部分 氯乙烯聚合

## 1 范围

本规程适用于悬浮法聚氯乙烯聚合工序的安全操作，即从氯乙烯进入聚合釜，到聚氯乙烯经过汽提和干燥单元进入包装单元前的生产过程。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB30871 化学品生产单位特殊作业安全规范。  
GB18218 危险化学品重大危险源辨识  
GB50058 爆炸危险环境电力装置设计规范  
GB14544-2008 电石乙炔法生产氯乙烯安全技术规程  
HG2367-2005 氯乙烯聚合反应釜技术条件  
AQ3013-2008 危险化学品从业单位安全标准化通用规范  
AQ3034-2010 化工企业工艺安全管理实施导则  
AQ3035-2010 危险化学品重大危险源安全监控通用技术规范  
T/CCSAS003-2019 石油化工密闭采样安全要求

## 3 术语和定义

### 3.1 生产装置

包含助剂配制工序、聚合工序、汽提工序、离心干燥工序、包装工序。

### 3.2 助剂

指聚氯乙烯生产过程中使用的缓冲剂（PH值调节剂）、分散剂、引发剂、终止剂、热稳定剂、消泡剂、阻聚剂等。

## 4 聚合生产装置工艺安全技术

### 4.1 安全技术措施

4.1.1 应根据聚氯乙烯生产工艺、设备、原材料、辅助材料、产品特性及生产操作岗位的特点，编制包括但不限于下列岗位的操作规程：助剂配制、聚合岗位、汽提岗位、离心干燥岗位、包装岗位；操作规程的编制符合《AQ/T3034-2010》中4.3.1要求。在新工艺、新技术、新装置、新产品投产或投用前，企业应组织编制新的操作规程。

4.1.2 应按照《GB30871化学品生产单位特殊作业安全规范》规定，对危险性作业实施作业许可证管理，未办理作业许可证，不得进行相关作业活动。各种作业许可证存根应至少保存一年。

- 4.1.3 按照《GB18218 危险化学品重大危险源辨识》辨识达到重大危险源时，应按照《危险化学品重大危险源监督管理暂行条例》做好相关安全措施，纳入重大危险源管理。
- 4.1.4 应根据工艺、设备具体情况至少设置以下安全工艺参数：聚合釜温度、压力、氯乙烯贮槽液位。
- 4.1.5 应建立、实施和维护报警管理制度，包含有毒气体报警、工艺报警等。
- 4.1.6 操作人员经过安全教育培训，考试合格后，持证上岗。
- 4.1.7 操作人员应掌握生产工艺安全信息，主要包括：氯乙烯等化学品的物理性数据、燃爆特性、腐蚀性数据、毒性信息，职业基础限制，急救和消防措施等信息；应熟悉聚氯乙烯生产工艺的流程，各自岗位设备的结构特点，控制参数、劳动保护措施和安全设施。
- 4.1.8 操作人员应熟练掌握聚氯乙烯生产系统紧急停车时采取的应急处理措施。
- 4.1.9 聚氯乙烯生产属甲类火灾危险性范围，所用电气设备应符合《GB50058爆炸危险环境电力装置设计规范》的防爆要求
- 4.1.10 氯乙烯聚合系统的动力、仪表、照明和冷却水系统应有备用电源，并应具备停电后的应急处置措施。
- 4.1.11 厂（车间）内的氯乙烯设备、管道应按要求采取防静电措施，并在避雷保护范围之内。
- 4.1.12 氯乙烯管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上。在已敷设的氯乙烯管道下面，不得修建与氯乙烯管道无关的建筑物和堆放易燃物品。
- 4.1.13 氯乙烯管道不应穿过非氯乙烯生产使用的建筑物。
- 4.1.14 应根据《T/CCSAS 003-2019石油化工密闭采样安全要求》，安装氯乙烯密闭取样装置。

## 4.2 事故预防措施

- 4.2.1 聚合釜应设置必要的安全联锁，如聚合釜超温、超压、搅拌失效等自动终止聚合反应。
- 4.2.2 聚合、汽提等系统的控制，推荐采用远程自动控制，以尽可能减少防爆区域内的操作人员。
- 4.2.3 聚合厂房、汽提厂房等存在氯乙烯的作业场所应定期进行氯乙烯浓度监测，空气中氯乙烯时间加权平均容许浓度为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- 4.2.4 涉及氯乙烯场所的厂房应设置机械通风装置，通风量需满足相关规范要求。
- 4.2.5 现场作业人员必须配备滤毒罐、防护服、空气呼吸器等防护器材。
- 4.2.6 严格安全纪律，禁止无关人员进入防爆区域。

## 4.3 生产和作业场所安全监控预警系统

- 4.3.1 聚合厂房宜设置工业电视监控系统。
- 4.3.2 聚合厂房、回收厂房、汽提厂房等单元应按规范要求设置固定式有毒气体检测报警系统。
- 4.3.3 有毒气体报警系统应采用独立的报警系统，报警信号应发送至工艺装置、贮运设施等操作人员常驻的控制室或操作室。
- 4.3.4 应配备适量的便携式可燃气体和有毒气体检测报警仪。

## 5 运行操作安全

### 5.1 对操作人员工艺安全资料的提供

#### 5.1.1 化学品危害性资料

毒性、允许暴露限值、物理参数、反应特性、腐蚀性数据、热稳定性和化学稳定性、对于泄漏化学品的处置方法、急救和消防措施等

#### 5.1.2 工艺操作规程资料

工艺流程简图、化学反应原理资料、设计的物料最大存储量、安全操作范围（温度、压力、流量、液位或组分等）、偏离正常工况后果的评估等

#### 5.1.3 设备设施资料

工艺控制流程图（P&ID）、安全系统（如：联锁、监测或抑制系统）、设备结构特点及控制参数、电气设备危险等级区域划分图、卸压和排空系统等。

### 5.2 工艺安全控制

- 5.2.1 严格按照操作规程进行岗位操作，严格控制工艺参数不超安全限制，做到平稳运行。
- 5.2.2 DCS岗位连续监控生产线系统各项数据并做好记录，应对工艺报警及时进行记录与处置。
- 5.2.3 现场岗位严格执行巡回检查制度，准确填写巡检记录，发现异常及时汇报。
- 5.2.4 对偏离工艺操作指标的运行应有审批手续和应急措施。
- 5.2.5 氯乙烯贮槽装载量不应超过其容积的85%。
- 5.2.6 在生产操作过程中应严格控制“跑、冒、滴、漏”在安全范围内。
- 5.2.7 联锁管理应符合制度要求，仪表联锁不得随意解除，安全仪表系统应严格投用。
- 5.2.8 聚合釜涂釜废水等含有氯乙烯的废水，应密闭回收，严禁直接排放。
- 5.2.9 聚合釜反应期间应设置必要的联锁或再次确认流程，防止人员误操作导致反应的物料排出。
- 5.2.10 生产系统正常运行时，出料系统必须预留至少一个釜次出料量的空间，以应对聚合釜紧急出料。在汽提干燥系统异常处理及干燥例行清理时，出料系统不足一个釜次出料量的空间时，需制定相应的应急措施。
- 5.2.11 料仓必须可靠接地，以消除静电。

### 5.3 工艺危害性过程控制

应从以下方面进行工艺危害性控制，包括但不限于以下项目：

工艺系统的危害；对以往发生的可能导致严重后果的事件的审查；控制危害的工程措施和管理措施，以及失效时的后果；现场设施；人为因素。

## 6 生产装置开停车及运行安全条件

### 6.1 生产装置正常开车

#### 6.1.1 开车前准备

- 6.1.1 编制开车方案，并经过相关部门审批。
- 6.1.2 按相关规范进行设备及管道试压、冲洗、吹扫、气密试验及设备单机试车；做好记录并保存。
- 6.1.3 聚合釜试车
  - 6.1.3.1 聚合釜空载试车：
    - a) 搅拌轴为钢性轴时，可先进行空运转；试车时，需加入一定量的水，水面略高于最底层浆叶，运转0.5h，搅拌传动系统运转应平稳。搅拌轴为挠性轴时，严禁空运转。
    - b) 聚合釜机械密封密封液系统压力保持高于釜内压力0.1-0.2MPa，或符合技术文件要求。
  - 6.1.3.2 聚合釜加水负荷试车：
    - a) 应使用无离子水。
    - b) 釜体内加入80%的水，运转1h检查。
    - c) 电机的电流不得超过电机额定电流的70%。

- d) 减速机的运转正常, 润滑油温升不超过40℃, 润滑油温升加上环境温度的最高温度不超过80℃。
- e) 机械密封液温升不超过40℃, 密封液温升加上环境温度最高温度不超过80℃。
- f) 检查轴承箱处轴承温升不超过40℃, 轴承温升加上环境温度最高温度不超过80℃。
- 6.1.3.3 聚合釜加压负荷试车
  - a) 通过向聚合釜内充氮加高压水等方式将聚合釜压力升高至入料及反应压力的1.05-1.15倍, 运转1h检查。
  - b) 所有静密封面不得泄漏。
  - c) 填料密封泄漏量不大于25ml/h。
  - d) 机械密封液温升不超过40℃, 密封液温升加上环境温度最高温度不超过80℃。
- 6.1.4 确认相关公用工程供给正常, 达到要求指标。
- 6.1.5 确认相关管线、装置上的压力、温度、液位、流量等检测设施完好, 远传与就地显示一致。
- 6.1.6 对照操作规程确定相关工艺参数的高低限报警值与规程设置一致
- 6.1.7 仪表、联锁调试: 仪表回路控制正常, 联锁动作结果正确; 做好记录并保存。
- 6.1.8 系统水联动, 以无离子水作为介质进行系统水联动。
- 6.1.2 开车前系统置换
  - 6.1.2.1 生产装置开车前, 针对聚合工序、回收工序、汽提工序进行置换, 以排除系统中的氧气。
  - 6.1.2.2 聚合工序、回收工序推荐氮气置换+氯乙烯置换。
    - a) 氮气置换: 抽真空(排除空气)+氮气置换方式去除系统中空气: 利用纯度大于99%的氮气置换至含氧体积分数<3%。
    - b) 聚合釜氯乙烯置换: 采用抽真空排除聚合釜中氮气后, 进行氯乙烯置换, 直至系统含氧(氮)体积分数<3%。
  - 6.1.2.3 聚合釜氯乙烯置换过程中, 严禁氯乙烯外排。
  - 6.1.2.4 汽提工序置换推荐采用氮气置换的方式进行置换, 直至系统含氧体积分数<3%。
  - 6.1.2.5 系统置换取样点包括但不限于以下: 各聚合釜顶部及底部、出料槽顶部、汽提塔顶部、回收冷凝器顶部、回收单体储槽顶部。
  - 6.1.2.6 系统整体置换合格后, 氯乙烯才能引入系统。
- 6.1.3 聚合工序开车
  - 6.1.3.1 助剂配制工序
    - a) 助剂需按配方单配制, 各配制物料应专人称量和复核。
    - b) 助剂配制过程中如涉及升降温操作, 需连续监测温度, 并设定温度报警及超温切断加热/冷却介质的单回路控制。
    - c) 配制完成的助剂需进行化学检验分析, 与理论配制浓度在偏差范围之内。
    - d) 助剂配置工序需监控包括但不限于以下参数: 分散剂储存温度、引发剂贮存温度、各助剂液位、配制过程温度。
  - 6.1.3.2 聚合釜涂釜
    - a) 聚合釜入料前需进行聚合釜涂釜操作, 涂釜后及时进行冲洗水排放。涂釜冲洗水应密闭回收, 严禁直接进入污水系统。
    - b) 聚合釜涂釜操作需监控包括但不限于以下参数: 涂釜液的流量及加量、蒸汽(氮气)流量、聚合釜温度。
  - 6.1.3.3 聚合釜入料
    - a) 聚合釜入料主要包括缓冲剂(PH调节剂)、无离子水、氯乙烯单体、分散剂、引发剂。

- b) 确认各助剂配制完毕，冷/热无离子水温度达到要求，氯乙烯单体槽液位达到要求具备入料条件。缓冲剂、分散剂、引发剂加料过程中不允许向加料槽中放料。
- c) 各物料加料应严格按照配方量精确计量，推荐采用双质量流量计或称重计量。加料应采用计算机程序控制，具备超量报警（程序暂停）、紧急停止功能。
- d) 聚合釜由检修状态进入生产状态的第一釜次，需注意入料期间的排气，防止氯乙烯置换不彻底不凝气体在釜内积存较多，造成釜压偏高。
- e) 聚合釜入料操作需监控包括但不限于以下参数：各物料加料流速及加料量、入料过程中聚合釜搅拌电流变化趋势、聚合釜温度及压力。

#### 6.1.3.4 聚合反应过程

- a) 聚合反应期间，为充分利用聚合釜的传热面积，需持续进行无离子水补充，补充量需与物料反应的收缩量一致或略小，防止满釜。
- b) 反应过程需监控包括但不限于以下参数：聚合釜温度、聚合釜压力、注水流量、温度分布、搅拌负荷、冷却水流量及压力、反应终点。
- c) 一般根据聚合反应压力及反应时间综合确定反应终点。当聚合反应达到终点时，需及时加入终止剂进行反应终止。

#### 6.1.3.5 聚合釜出料及回收

- a) 聚合反应结束后，应及时将聚合釜内物料排放至出料槽，排放至一定量时（企业可根据需要调整）进行聚合釜的大量水冲洗及高压水冲洗。
- b) 聚合釜出料过程中进行未反应氯乙烯单体回收。当出料槽压力上涨至0.3MPa（企业可根据需要调整），则进行氯乙烯回收。回收系统根据程序设定在出料槽及聚合釜之间切换。
- c) 聚合釜回收压力需达到0.05MPa（企业可根据需要调整），以便于涂釜及下一釜次入料。
- d) 出料及回收操作监控指标包括但不限于以下参数：出料槽液位、出料流量、回收流量、回收冷凝器温度、回收单体储槽液位。

#### 6.1.4 汽提工序开车

- a) 根据系统负荷情况，调整汽提塔进料量及蒸汽量，防止汽提塔温度控制过高，产生杂质。
- b) 汽提工序监控指标包括但不限于以下参数：汽提塔顶温度及压力、汽提塔底温度及压力、汽提塔压差、进出塔浆料温度。

#### 6.1.5 离心干燥工序开车

- 6.1.5.1 启动离心机前，必须先启动润滑系统（油泵）。
- 6.1.5.2 离心机启动后，需水进料5-10分钟（企业可根据需要调整），确认运行正常后，逐步关闭冲洗水阀门，打开进料阀，逐步加大投料量，直至正常量，禁止突然开大阀门。
- 6.1.5.3 按工艺指标控制干燥工序热风温度，最高不超过150℃（企业可根据需要调整）。
- 6.1.5.4 旋风分离器运行正常，保证外排热风中粉尘含量符合相关国家标准。
- 6.1.5.5 离心干燥工序监控指标包括但不限于以下参数：离心机电流、干燥系统进风温度、干燥床温度、干燥床出口温度，鼓风及引风风量。

#### 6.2 生产装置正常停车

- 6.2.1 编制停车方案，并经过相关部门审批。正常停车必须按停车方案中规定的步骤进行。聚合釜安全仪表系统（SIS）不得用于正常停车。
- 6.2.2 停车过程中，聚合釜、出料槽等设备泄压时，需密闭排放可靠收集，推荐通过氮气置换系统中的氯乙烯直至合格，防止氯乙烯的排放和散发而产生事故。



6.2.3 根据检修需要,采取盲板、拆除一段管线等方式进行相关设备可靠隔离。

6.2.4 冬季停车后,视环境温度采取适当的防冻保温措施。

### 6.3 生产装置紧急停车

6.3.1 编制紧急停车程序,聚合装置推荐利用安全仪表系统进行紧急停车。

6.3.2 工艺及机电设备等发生异常情况时,应迅速采取措施,并通知有关岗位协调处理,按步骤紧急停车。

6.3.3 生产装置泄压系统或排空系统排放氯乙烯时,应及时进行人员疏散及现场作业活动的清场。

6.3.4 操作人员应严格执行紧急停车操作规程,工艺参数控制不超出安全限值。

6.3.5 聚合釜安全仪表系统触发后,需及时安全仪表系统的恢复,包括但不限于补充紧急事故终止、更换爆破片等,确保安全仪表系统完好。

## 7 关键装置、重点部位

### 7.1 关键装置

根据聚氯乙烯生产的性质和危险性,下列生产装置应为关键装置:

(1) 聚合装置。(2) 氯乙烯贮槽。

### 7.2 关键装置监控要求

7.2.1 关键装置的各项工艺指标必须符合操作规程要求,不得超温、超压、超负荷运行。

7.2.2 重点监控工艺参数及按控制基本要求

重点监控的聚合工艺参数控制包括但不限于以下参数:聚合反应釜内温度及压力,搅拌速率(功率),引发剂加量精度,聚合釜夹套/挡板冷却水流量及压力,有毒气体监控,根据企业工艺、装备等情况制定各项参数工艺控制范围。

安全控制基本要求:聚合釜进料自动控制,具有超量报警功能;聚合釜具有温度、压力、搅拌电流(功率)高高报警、联锁系统;聚合釜温度调节应设置自动控制回路;聚合釜应具备紧急终止系统。

### 7.3 联锁及其功能

#### 7.3.1 聚合釜安全仪表系统

聚合釜超温、超压、搅拌失效或紧急停车按钮触发,聚合釜安全仪表系统启动,紧急事故终止剂自动加入聚合釜内终止聚合反应。

#### 7.3.2 聚合釜联锁

聚合釜温度达到联锁值,则聚合釜冷却水调节阀全开。

聚合釜反应过程中,与釜相连的第一道非反应期间使用的程控阀门需有防止DCS人员误动作措施,推荐手动进行阀门状态切换及动作时需进行二次确认。

#### 7.3.3 氯乙烯贮槽联锁

氯乙烯贮槽液位过高,关闭贮槽进口阀门。

氯乙烯贮槽液位过低,关闭贮槽出口阀门。

#### 7.3.4 注意事项

联锁设置应根据生产装置工艺不同而具体确定。

联锁设置需考虑联锁触发后对上下游生产装置的影响,有效控制生产装置安全风险。

## 8 检维修安全技术规定

- 8.1 检修转动设备，应与生产人员联系，并应切断电源。
- 8.2 涉及氯乙烯的设备和管道检修后，应经试压和用泡沫水试漏合格，氮气置换含氧 $<3\%$ 后，方可投入生产。
- 8.3 要进入设备内检修，应先放净物料，清洗、置换后，经检测合格，执行GB30871、HG30011规范办理受限空间作业票证后方可进行检修。
- 8.4 生产区域内，严禁明火和可能产生明火、火花的作业（固定动火区必须距离生产区30m以上）。生产需要或检修期间需动火时，必须办理动火审批手续。
- 8.5 动火作业应符合GB14544中7.2规定。
- 8.6 清釜作业应符合GB14544中7.3规定。

## 9 劳动保护和劳动环境的安全规定

- 9.1 操作人员工作时间内应按规定穿戴好劳动防护用品。
- 9.2 熟悉本岗位有毒有害物质性质，熟知急救方法和气体防护知识，正确使用防护用品。
- 9.3 严格控制废水、废气和废渣的排放，减少对环境卫​​生的污染。
- 9.4 氯乙烯的作业场所应定期进行氯乙烯浓度监测，空气中氯乙烯时间加权平均容许浓度为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- 9.5 应按规定设置报警设施、冲洗设施、防护急救器具专柜。

## 10 应急处理

### 10.1 生产异常处置方案

应根据风险评价的结果，对潜在的事件和突发事故，制定相应的现场处置方案，应重点考虑停电、停水、泄漏、聚合釜搅拌失效、UPS失电等情况；定期进行演练。

### 10.2 急救措施

- 10.2.1 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道畅通。如呼吸困难，给氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。
- 10.2.2 皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤，就医。
- 10.2.3 眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，就医。

### 10.3 泄漏应急处理

- 10.3.1 氯乙烯的爆炸极限为 $3.6\% \sim 33.0\%$ （体积），应消除所有点火源。
- 10.3.2 氯乙烯泄漏后应采用可燃气体检测仪检测大气环境中氯乙烯的浓度，佩带正压式空气呼吸器。
- 10.3.3 处理液态氯乙烯泄漏时穿防静电、防寒服，尽可能切断泄漏源。
- 10.3.4 喷雾状水稀释氯乙烯蒸汽或改变蒸汽云流向，避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。
- 10.3.5 防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。
- 10.3.6 隔离泄漏区直至气体散尽。
- 10.3.7 作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离至少为100m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为800m。

#### 10.4 着火应急处理

- 10.4.1 氯乙烯着火，应使用干粉、七氟丙烷、二氧化碳灭火器或砂土、氮气、蒸汽扑救。
- 10.4.2 首先切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰；喷水冷却容器。
- 10.4.3 泄漏出的氯乙烯气体用水蒸气或雾状水增湿，防止形成爆炸