

ICS XX. XXX

CCS X XX

CPCIF

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF 00XX—20XX

## 六氟磷酸锂安全生产技术规范

Technical Standard for Safe Production of Lithium hexafluorophosphate

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国石油和化学工业联合会 发布



## 前 言

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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：XXXXXXXXXXXXXXXXXX。

本文件主要起草人：XXXXXXXXXXXXXXXXXX。



# 六氟磷酸锂安全生产技术规范

## 1 范围

本标准规定了氟化氢溶剂法生产六氟磷酸锂安全生产技术要求。

本标准适用于六氟磷酸锂生产企业的工程设计、生产、贮存、运输、检维修、应急救援和安全管理。

## 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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GBZ 158 工作场所职业病危害警示标识
- GB/T 3787 手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程
- GB/T 3805 特低电压(ELV)限值
- GB 4053.1 固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯
- GB 4053.2 固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯
- GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台
- GB 5083 生产设备安全卫生设计总则
- GB 7231 工业管路的基本识别色、识别符号和安全标识
- GB 6441 企业职工伤亡事故分类标准
- GB 12801 生产过程安全卫生要求总则
- GB 14050 系统接地的型式及安全技术要求
- GB 15603 常用化学危险品贮存通则
- GB 17914 易燃易爆性商品储藏养护技术条件
- GB 17915 腐蚀性商品储存养护技术条件
- GB 17916 毒害性商品储藏养护技术条件
- GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
- GB 30871 化学品生产单位特殊作业安全规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50055 通用用电设备配电设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
- GB 50160 石油化工企业设计防火标准
- GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准

GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范  
HG 20231 化学工业建设项目试车规范  
HG 20666 化工企业腐蚀环境电力设计规程  
HG/T 4066 六氟磷酸锂  
HG/T 4335.9 酸类物质泄漏的处理处置方法 第9部分：氢氟酸  
HG 20546 化工装置设备布置设计规定  
HG/T 20568 化工粉体物料堆场及仓库设计规范  
JT/T 617.1 危险货物道路运输规则 第1部分：通则  
JT/T 617.2 危险货物道路运输规则 第2部分：分类  
JT/T 617.3 危险货物道路运输规则 第3部分：品名及运输要求索引  
JT/T 617.4 危险货物道路运输规则 第4部分：运输包装使用要求  
JT/T 617.5 危险货物道路运输规则 第5部分：托运要求  
JT/T 617.6 危险货物道路运输规则 第6部分：装卸条件及作业要求  
JT/T 617.7 危险货物道路运输规则 第7部分：运输条件及作业要求  
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程  
TSG D0001 压力管道安全管理与监察  
TSG 23 气瓶安全技术规程

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 氟化氢溶剂法

将锂盐溶于无水氢氟酸中，然后通入五氟化磷气体进行反应，经结晶、过滤、干燥得六氟磷酸锂的方法。

#### 3.2 罐区

用于储存原料无水氟化氢、氢氟酸、盐酸废液、氢氟酸废液的储罐区。

#### 3.3 危险因素

能对人造成伤亡或对物造成突发性损坏的因素。

#### 3.4 有害因素

能影响人的身体健康，导致疾病，或对物造成慢性损坏的因素。

#### 3.5 中毒

毒性化学物质被吸入人体或直接接触人体皮肤等部位所造成的损伤。

#### 3.6 化学灼伤

腐蚀性化学物质直接接触人体皮肤等部位所造成的损伤。

#### 3.7 安全设施“三同时”

新建、改建和扩建工程等建设项目中的安全设施设备必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投

### 4 工程设计要求

4.1 新建、改建和扩建六氟磷酸锂项目，应设置满足安全生产要求的自动化控制系统和安全仪表系统。

4.2 项目的设计应当选择具有综合甲级资质或者化工石化专业甲级设计资质的单位设计，并在设计中严格遵循危险化学品建设项目的设计规范和标准。

## 5 基本要求

- 5.1 新建、改建和扩建工程项目的安全设施应坚持“三同时”的原则。
- 5.2 新建、改建和扩建工程试车应符合 HG20231 的要求。
- 5.3 危险化学品采购、使用、储存及废弃处置应符合国家相关法规、部门规章、标准规范的规定。
- 5.4 所有操作人员应经过安全教育和专业培训，考核合格后持证上岗。
- 5.5 严禁携带火种及其他易燃易爆物品进入车间、仓库，生产区内严禁烟火。
- 5.6 日常生产操作、检维修时，操作人员应做好个人防护并规范着装（如穿戴防酸工作服、防酸手套、防酸鞋、防毒面具、防护面罩等）。
- 5.7 操作过程中，应严格执行操作规定，严禁“三违”现象。
- 5.8 六氟磷酸锂装置开车投运前，自控联锁装置应正常投用。
- 5.9 检维修过程中特殊作业应严格执行 GB30871 中相关规定。
- 5.10 厂区内及管道，应按照 GBZ158、GB7231 设置相应的标识，并采取相应的防护措施。
- 5.11 现场应配备应急设备设施、物资器材，并确保完好可用。
- 5.12 严格承包商安全准入条件，严格现场安全作业管理。

## 6 生产安全及操作技术要求

### 6.1 六氟磷酸锂生产

将氟化锂溶解于精制后无水氟化氢备用，再将五氟化磷气体导入一次反应罐中，生成的混合液再进入结晶器进行结晶操作，控制一定温度结晶后，经过过滤、干燥得到成品六氟磷酸锂。

#### 6.1.1 原料精制工序

##### 6.1.1.1 工艺简述

氟化锂经过真空高温干燥除水，冷却后进行包装，在配料罐中加入所需的母液或无水氟化氢，再加入氟化锂。

##### 6.1.1.2 安全技术指标

氟化锂除水温度控制在 180℃；溶解过程控制温度不超过 10℃，压力不超过 0.08MPa。

##### 6.1.1.3 安全操作要求

- (1) 氟化锂储存、投料、精制过程避免与酸接触。
- (2) 氟化锂、氟化氢对设备设施及建（构）筑物产生腐蚀，设备、管线选材应考虑原料腐蚀性，生产过程中不应有跑、冒、滴、漏现象。
- (3) 氟化锂母液罐、反应罐等应设置防流散设施。

#### 6.1.2 六氟磷酸锂制备

##### 6.1.2.1 安全操作要求

- (1) 生产过程应严格遵守操作规程，氟化反应釜应严格控制进料速度与配比，调控好反应温度、反应压力。
- (2) 无水氟化氢的加入量控制与压力控制设计联动控制，当压力超限后，自动关闭反应罐进料阀门。
- (3) 建（构）筑物、地面做好防腐蚀处理。
- (4) 装置系统氟化氢、五氟化磷、氯化氢等禁止直接排放，应采用水洗、碱洗处理后再排放。

#### 6.1.3 结晶工序

##### 6.1.3.1 安全技术指标

- (1) 低温结晶温度控制-12℃以下。
- (2) 严格控制冷却介质流量、流速，避免操作系统温度偏高，导致氟氢酸气化，压力升高而发生泄漏。

(3) 氮气压送物料压力不超过 0.3Mpa。

#### 6.1.3.2 安全操作指标

- (1) 严格控制结晶进料量，严禁超负荷运行。
- (2) 严格控制母液浓度及结晶温度，避免温度过低导致管道堵塞。
- (3) 保持结晶母液清洁程度，避免被铁屑、油污等杂质污染。
- (4) 检查各传动、输送设备，避免跑偏、卡死。

#### 6.1.4 干燥过滤

##### 6.1.4.1 安全技术指标

- (1) 产品干燥、除氟化氢，水温 60℃，二次干燥蒸汽控制温度在 120~140℃。
- (2) 干燥设备在操作过程中应保证干燥温度和压力平稳，避免大幅波动。
- (3) 干燥设备、热水管道、蒸汽管道等高温设备、管道应采取隔热措施。
- (4) 生产过程中应对设备、管道进行经常性检查，发现热介质泄漏应及时处理。

#### 6.1.5 包装工序及库房

##### 6.1.5.1 工艺简述

干燥后的六氟磷酸锂产品进行封装，密闭保存。

##### 6.1.5.2 安全技术指标

按 HG/T4066 规定的规格进行包装，包装应符合 GB 12463 的要求。

##### 6.1.5.3 安全操作指标

- (1) 包装作业时，应启动除尘系统。
- (2) 仓库应符合 GB50016、HG/T20568 的要求。

#### 6.2 贮存与运输安全

6.2.1 无水氟化氢、氢氟酸、五氯化磷、氟化锂运输应符合 JT/T617.1~JT/T617.7。

6.2.2 厂内无水氟化氢的输送应采用管道输送。

6.2.3 氟化锂、氟化氢（氢氟酸）、五氯化磷管理应符合《危险化学品安全管理条例》的要求。构成危险化学品重大危险源的，应按《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》的要求进行管理。

6.2.4 危险品库及氟化氢罐区规划设计应满足 GB 50016、GB 50160 等标准规范要求。

6.2.5 无水氟化氢储罐应设置密闭采样器和凝液收集系统。

6.2.6 罐区应设置温度、流量、压力、液位等 DCS 仪表控制、报警、联锁系统和安全仪表系统；无水氟化氢储罐应设置高高液位报警、低低液位报警及联锁控制。

6.2.7 锂盐罐区内阀门集中处、排水井处应设置可燃气体或有毒气体检测报警器，并应符合 GB50493 的规定。

6.2.8 储罐应设围堰，围堰最小容积应满足罐区内最大一个储罐的量，围堰应做防腐处理。

6.2.9 罐区及仓库应按规定配备消防设施，符合 GB50016、GB50160、GB50974、GB50140。

### 7 机电设备安全要求

#### 7.1 设备

7.1.1 设备、管线布置、安装、使用应符合 GB 5083、GB 7231、GB 50160、HG/T 20546 的规定。

7.1.2 压力容器、管道及相关安全附件的使用与管理，按 TSG 21、TSG D0001、TSG 23 执行。

7.1.3 高位槽、罐等容器应设置回流管。

7.1.4 机械设备的外露转动部位应设置安全防护装置，并确保完好可靠。

7.1.5 特种设备操作人员应持证上岗。

7.1.6 特种设备应建立特种设备技术档案。

## 7.2 电气与仪表

7.2.1 电气设备应具有国家指定机构的安全认证标志。

7.2.2 供配电系统、用电安全、照明、通用用电设备配电、防雷、报警系统、腐蚀环境的电气设备，应符合 GB50034、GB50052、GB/T13869、GB50054、GB50055、GB50057、GB50116、HG/T20666 的规定。

7.2.3 所有电气、仪表设备安装应符合现场的防火防爆要求。

7.2.4 各种仪器、仪表应定期校验，确保完好、可靠。

7.2.5 移动式电气设备应采用漏电保护装置。

7.2.6 凡应采用安全电压的场所，安全电压应符合 GB/T3805 中规定。

7.2.7 电气设备故障检修应由专业人员完成，个人不得私自拆装。

7.2.8 配电室应采取防水、防潮、防小动物进入措施，其耐火等级不应低于二级；设有“防触电”标识，保持清洁、干燥、严禁堆放杂物。

7.2.9 变配电室、消防控制室、消防泵房及车间主要场所应设置应急照明及安全疏散指示牌，应急照明应满足 GB50016 中规定。

7.2.10 定期对设备和管道进行壁厚检测。

## 8 检维修安全

8.1 作业前做好风险辨识与分析，制定详细的施工方案，明确检维修负责人，做好安全教育培训，落实检维修过程中各项安全措施。

8.2 运转设备检修前，应切断电源，在电源开关处上锁并加挂安全警示牌。

8.3 检修过程中应根据现场情况配备灭火器材及防护用品。

8.4 手持电动工具应符合 GB/T3787 的要求。

## 9 安全防护及安全标识

9.1 现场扶梯、平台、栏杆等防护设施，应符合 GB 4053.1、GB 4053.2、GB 4053.3 的规定。

9.2 安全标识的设置应符合 GB2894、GB7231、GBZ158 的要求。

## 10 应急救援

10.1 应建立完善的应急管理体系，按 GB/T29639 制定六氟磷酸锂生产安全事故应急预案，定期组织演练。

10.2 配备相应的应急设备设施、物资、器材，做好日常维护保养，确保充足、完好、可靠。

# 制定《六氟磷酸锂安全生产技术规范》石油和化学工业联合会 (CPCIF) 团体标准编制说明(征求意见稿)

## 一、任务来源

根据中国石油和化学工业联合会中石化联质标函[2019]35号《关于征集2019年中国石油和化学工业联合会第一批团体标准计划项目的通知》的要求,在2019至2021年完成《六氟磷酸锂安全生产技术规范》团体标准的制定工作。本标准是由中国石油和化学工业联合会提出,中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。标准由中海油天津化工研究设计院有限公司滨化集团股份有限公司、九江天赐高新材料有限公司、厚成科技(南通)有限公司、中国科学技术大学等单位共同起草。

## 二、目的、意义和必要性

六氟磷酸锂为锂离子电池电解液应用最广泛的电解质,也是近中期不可替代的锂离子电池主要原材料。基于国家新能源汽车发展规划实施,六氟磷酸锂的项目市场前景良好。国内六氟磷酸锂生产工艺目前多采用氟化氢溶剂法,该方法将锂盐溶于无水氢氟酸中,然后通入五氟化磷气体进行反应,经结晶、过滤、干燥得六氟磷酸锂。该生产工艺属于重点监管的危险化工工艺——氟化工艺。氟化反应为放热反应,若不及时排除反应热量,易导致反应釜内飞温,进而引发设备爆炸事故。产品干燥、除氟化氢工序使用热源为导热油,导热油发生泄漏遇明火或电火花会导致火灾事故。生产原料中氟化锂、五氟化磷及副产品氟化氢、氯化氢等具有燃爆危险性、毒性、强腐蚀性,其中氟化氢为国家重点监管危险化学品,急性中毒较严重时引发肺水肿,极高浓度时可发生反射性窒息。六氟磷酸锂生产工艺从原料的储存、使用到各个生产工序/操作单元、装置检修、开停车等都有较大风险,若安全风险管控不到位,将导致较严重的事故发生。

目前为止国内外还未颁布实施六氟磷酸锂安全生产技术标准。因此制定六氟磷酸锂安全生产技术规范,对实现六氟磷酸锂生产从工程设计、生产操作到装置检维修等环节的标准化、规范化,全面提升关键生产设备研发、工艺参数优化,

工业自动化控制水平，从而保证企业的安全生产，实现行业的快速、健康、可持续发展具有重要意义。

### 三、标准编制原则

本标准的制定参照国内外六氟磷酸锂生产的相关资料，同时参考国内生产企业的相关要求，引进生产安全的先进理念，充分考虑国内相关的法规、标准要求，结合国内企业的实际情况，以确保标准的科学性、先进性、可操作性。

### 四、编制过程

#### 1 制定标准调研阶段

2019 年根据中国石油和化学工业联合会中石化联质标函[2019]35 号《关于征集 2019 年中国石油和化学工业联合会第一批团体标准计划项目的通知》的要求开展相关产业和背景需求的调研。调研中，咨询了相关产业的制造商，了解了对防爆技术规范的需求。

#### 2 制定标准工作方案会阶段

2019 年 10 月再北京召开的方案会上讨论了标准制定的基本方向，初步确定了标准涉及内容，组织架构和进度方案。

#### 3 制定标准起草阶段

在制定标准工作方案会后，开展了具体论证阶段。2020 年 1 月开始收集技术资料，联系六氟磷酸锂生产厂家，了解其生产工艺及相关安全要求，编制团标具体技术内容。

2021 年 5 月，在充分调研国内外相关文件和技术资料的基础上，经过整理，形成了标准的征求意见稿。

### 五、主要条款的说明

#### 1.范围

本标准规定了氟化氢溶剂法生产六氟磷酸锂安全生产要求。

本标准适用于六氟磷酸锂生产企业的工程设计、生产、贮存、运输、检维修、应急救援和安全管理。

#### 2.主要内容

## 2.1 工程设计要求

项目的设计应当选择具有相应资质的设计单位进行设计，并在设计中严格遵循危险化学品建设项目的设计规范和标准。新建、改建和扩建六氟磷酸锂项目，应设置满足安全生产要求的自动化控制系统和紧急停车系统。

## 2.2 六氟磷酸锂生产

包括原料精制、六氟磷酸锂制备、结晶、干燥过滤、贮存与运输几个环节的安全技术要求。

### (1) 原料精制

氟化锂除水温度控制在 180℃；溶解过程控制温度不超过 10℃，压力不超过 0.08MPa。

### (2) 六氟磷酸锂制备

生产过程应严格遵守操作规程，氟化反应釜应严格控制进料速度与配比，调控好反应温度、反应压力。无水氟化氢的加入量控制与压力控制设计联动控制，当压力超限后，自动关闭反应罐进料阀门。建（构）筑物、地面做好防腐蚀处理。装置系统氟化氢、五氟化磷、五氯化磷、氯化氢等禁止直接排放，应采用水洗、碱洗等排放前处理。

### (3) 结晶、干燥过滤

低温结晶温度控制-12℃以下。严格控制冷却介质流量、流速，避免系统操作系统温度偏高，导致氟氢酸气化，压力升高而发生泄漏。氮气压送物料压力 0.3Mpa。

产品干燥、除氟化氢，水温 60℃以下，二次干燥导热油蒸汽控制温度在 120～140℃。干燥设备在操作过程中应保证干燥温度和压力平稳，避免大幅波动。干燥设备、热水管道、导热油蒸汽管道等高温设备、管道应采取隔热措施。生产过程中应对设备、管道进行经常性检查，发现热介质泄漏应及时处理。

### (4) 贮存与运输

危险品库及氟化氢罐区规划设计应满足 GB50016、GB50160 等标准规范要求；无水氟化氢储罐密闭采样器和凝液收集系统；罐区应设置温度、流量、液位等 DCS 仪表控制、报警、联锁系统；无水氟化氢储罐高高液位报警、低低液位报警及联锁控制等。

#### （5）机电设备安全要求

- 1) 设备、管线布置、安装、使用应符合 GB5083、GB7231、GB50160、HG20546。
- 2) 压力容器、管道及相关安全附件的使用与管理，按 TSG21、TSG D0001、TSG G0001 执行。
- 3) 高位槽、罐等容器应设置回流管。
- 4) 计量槽、计量罐应设液位指示计。
- 5) 机械设备的外露转动部位应设置安全防护装置，并确保完好可靠。
- 6) 特种设备的操作人员应持证上岗。
- 7) 特种设备应建立特种设备技术档案。
- 8) 电气与仪表
- 9) 电气设备应具有国家指定机构的安全认证标志。
- 10) 供配电系统、用电安全、照明、通用用电设备配电、防雷、报警系统、腐蚀环境的电气设备，应符合 GB50034、GB50052、GB/T13869、GB50054、GB50055、GB50057、GB50116、HG/T20666 的规定。
- 11) 所有电气、仪表设备安装应符合现场的防火防爆要求。
- 12) 各种仪器、仪表应定期校验，确保完好、可靠。
- 13) 移动式电气设备应采用漏电保护装置。
- 14) 凡应采用安全电压的场所，安全电压应符合 GB/T3805 中规定。
- 15) 电气设备故障检修应由专业人员完成，个人不得私自拆装。
- 16) 配电室应采取防水、防潮、防小动物进入措施，其耐火等级不应低于二级；设有“防触电”标识，保持清洁、干燥、严禁堆放杂物。
- 17) 变配电室、消防控制室、消防泵房及车间主要场所应设置应急照明及安全疏散指示牌，应急照明时间不小于 30min。

#### （6）检维修安全

作业前做好风险辨识与分析，制定详细的工作计划，明确检维修负责人，做好安全教育培训，落实检维修过程中各项安全措施。运转设备检修前，切断电压，设置安全警示牌。检修过程中应根据现场情况配备灭火器材及防护用品。手持电动工具应符合 GB/T3787 的要求。

#### （7）安全防护及安全标识

现场扶梯、平台、栏杆等防护设施，应符合 GB4053 的规定。安全标识的设置应符合 GB2894、GB7231、GBZ158 的要求。

### (8) 应急救援

应建立完善的应急管理体系，按 GB/T29639 制定六氟磷酸锂生产安全事故应急预案，定期组织演练。配备相应的应急设备设施、物资、器材，做好日常维护保养，确保充足、完好、可靠。

## 3. 引用标准

GB2894 安全标志及其使用导则

GBZ158 工作场所职业病危害警示标识

GB7231 工业管路的基本识别色、识别符号和安全标识

GB30871 化学品生产单位特殊作业安全规范

GB5083 生产设备安全卫生设计总则

GB6441 企业职工伤亡事故分类标准

GB12801 生产过程安全卫生要求总则

GB15603 常用化学危险品贮存通则

GB17914 易燃易爆性商品储藏养护技术条件

GB17915 腐蚀性商品储存养护技术条件

GB17916 毒害性商品储藏养护技术条件

GBZ158 工作场所职业病危害警示标识

GB7231 工业管路的基本识别色、识别符号和安全标识

GB30871 化学品生产单位特殊作业安全规范

GB14050 系统接地的型式及安全技术要求

HG20231 化学工业建设项目试车规范

HG/T4335.9 酸类物质泄漏的处理处置方法 第9部分：氢氟酸

JT/T617.1 危险货物道路运输规则 第1部分：通则

JT/T617.2 危险货物道路运输规则 第2部分：分类

JT/T617.3 危险货物道路运输规则 第3部分：品名及运输要求索引

JT/T617.4 危险货物道路运输规则 第4部分：运输包装使用要求

JT/T617.5 危险货物道路运输规则 第5部分：托运要求

JT/T617.6 危险货物道路运输规则 第6部分：装卸条件及作业要求

JT/T617.7 危险货物道路运输规则 第7部分：运输条件及作业要求