

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 29338—2012

---

## 磷酸(湿法)生产技术规范

Production technical regulation for phosphoric acid (wet-process)

2012-12-31 发布

2013-08-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国石油和化工协会提出。

本标准由全国化学标准化技术委员会无机技术委员会(SAC/TC 63/SC 1)归口。

本标准负责起草单位:贵州开磷(集团)有限责任公司。

本标准参加起草单位:中海油天津化工研究设计院、瓮福(集团)有限责任公司。

本标准主要起草人:屈庆麟、周俊生、洪霞、陆思伟、万林、石秀明、刘海、姜庆泉。

# 磷酸(湿法)生产技术规范

## 1 范围

1.1 本标准规定了磷酸(湿法)生产企业的基本要求、磷酸(湿法)生产原理、生产过程控制、生产设备维护和保养、产品品质要求、安全生产操作注意事项、污染物排放限值、数据采集与监测采样和污染物测定方法。

本标准适用于现有、新建、扩建、改建和实施技改工程的磷酸(湿法)生产企业。

1.2 磷酸(湿法)工程建设,除应符合本标准外,还应符合国家有关工程质量、安全、职业卫生、消防等方面的强制性标准条文的规定。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有修改单)适用于本文件。

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB 3095 环境空气质量标准

GB 15580 磷肥工业水污染物排放标准

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 18599 一般工业固体废物储存、处置场污染物控制标准

HG/T 4068 工业湿法粗磷酸

HG/T 4069 工业湿法净化磷酸

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

## 3 术语

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**磷酸(湿法) phosphoric acid (wet-process)**

通常指用硫酸直接与磷矿反应制成的磷酸。

### 3.2

**二水法 dihydrate Act**

用硫酸与磷矿反应,生成磷酸和二水硫酸钙结晶的生产方法。

### 3.3

**半水法 water-half Act**

用硫酸与磷矿反应,生成磷酸和半水硫酸钙结晶的生产方法。

### 3.4

**半水-二水法 semi-water-dihydrate Act**

用硫酸与磷矿反应,先生成磷酸和半水硫酸钙结晶,再水合成二水硫酸钙结晶的生产方法。

## 3.5

**二水-半水法 dihydrate-half water Act**

用硫酸与磷矿反应,先生成磷酸和二水硫酸钙结晶,再脱水成半水硫酸钙结晶的生产方法。

## 3.6

**磷石膏 phosphogypsum**

磷酸生产过程中生成的硫酸钙结晶石膏,即为磷石膏。

## 3.7

**装置可用率 device availability**

生产装置每年正常运行时间与生产装置每年设计运行时间的百分比,按式(1)计算:

$$\text{装置可用率} = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$t_1$ ——生产装置每年设计运行时间,单位为小时(h);

$t_2$ ——生产装置每年系统故障导致的停运时间,单位为小时(h)。

## 3.8

**磷回收率 phosphorus recovery**

获得的总磷量与进萃取槽总磷量的质量百分比,按式(2)计算:

$$\text{磷回收率} = \frac{m_1 \times w_1}{m_2 \times w_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$m_1$ ——输出成品磷酸的质量的数值,单位为吨(t);

$w_1$ ——输出成品磷酸含量以五氧化二磷( $P_2O_5$ )的质量分数计,数值以%表示;

$m_2$ ——进入磷酸生产系统中干基磷矿石(以干基计)的质量的数值,单位为吨(t);

$w_2$ ——进入磷酸生产系统的磷矿石中五氧化二磷( $P_2O_5$ )的质量分数,数值以%表示。

## 4 基本要求

## 4.1 总图布置要求

## 4.1.1 厂区布置

4.1.1.1 总平面布置,应在总体规划的基础上,根据规模、生产流程、交通运输、环境保护,以及安全、卫生、施工及检修等要求,结合场地自然条件,经技术经济比较后择优确定。

4.1.1.2 总平面布置,应符合下列要求:

- a) 在符合生产流程、操作要求和使用功能的前提下,建筑物、构筑物等设施,应联合多层布置;
- b) 按功能分区,合理地确定通道宽度;
- c) 厂区、功能分区及建筑物、构筑物的外形宜规整;
- d) 功能分区内各项设施的布置,应紧凑、合理。

4.1.1.3 散发含尘含氟气体的装置应布置在厂区常年最小频率风向的上风的边缘地带。

## 4.1.2 厂房建筑

4.1.2.1 生产车间地面应平整,易于清扫。

4.1.2.2 多层厂房应有防止含氟气串流和扩散的相应隔离措施。

4.1.2.3 厂房建筑应具有足够使用的高度和面积,以利于通风。

## 4.2 工艺设计要求

- 4.2.1 劳动安全卫生防护设施、环境保护设施应做到与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，凡不符合劳动安全卫生标准、环境保护标准的，不得施工和投产。
- 4.2.2 磷酸(湿法)生产工艺流程应包括萃取系统、过滤系统、浓缩系统、储存系统、氟回收系统和水处理系统、磷石膏储存系统。
- 4.2.3 应采用先进的工艺和设备，使生产过程密闭化、机械化和自动化。
- 4.2.4 磷酸(湿法)装置的主体设备设计使用寿命不低于 15 年，装置的可用率应保证在 95% 以上。
- 4.2.5 同一性质的生产工艺设备，宜集中布置，为劳动安全卫生防护及环境保护设施留出足够的检修空间。
- 4.2.6 工艺设计应优化工艺流程，减少中转环节，缩短运输距离，最大程度地达到节能效果。

## 4.3 磷石膏储存与处置

- 4.3.1 磷石膏渣场建设应远离人口稠密区、水源区。
- 4.3.2 磷石膏储存与处置符合 GB 18599 的要求。

## 4.4 工艺装置要求

装置规模应符合国家和有关部门产业结构的相关规定。

## 4.5 工艺装备

### 4.5.1 新建装置

- 4.5.1.1 应同步建设原料加工系统，含氟气体回收利用系统，污水处理系统，磷石膏合理堆存，并逐步实现综合利用。
- 4.5.1.2 原料加工流程应做到粉尘回收。
- 4.5.1.3 含氟气体易泄漏、逸出的岗位，应有工业电视监控。
- 4.5.1.4 尾气排放应实现在线监测。

## 4.6 环境保护

- 4.6.1 生产线应有含氟气处理装置，大气污染物的源排放应满足 GB 16297 的规定。
- 4.6.2 应有磷石膏综合利用措施，磷石膏的排放应满足 GB 18599 的规定，不污染周边环境。
- 4.6.3 应有水循环利用系统，废水的排放应满足 GB 15580 的规定。

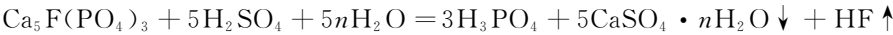
## 4.7 经济技术评价指标

经济技术评价指标应符合相关部门的规定。在国家没有相关规定时，企业参见附录 A 自行评价。

## 5 磷酸(湿法)生产原理

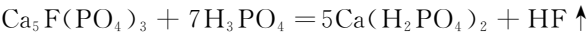
### 5.1 磷矿的酸分解(酸解)

用硫酸分解磷矿，生成磷酸和硫酸钙结晶的混合料浆。控制混合料浆磷酸溶液中的磷酸浓度、温度以及游离硫酸浓度得到三种不同的硫酸钙晶体，即二水硫酸钙( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )、半水硫酸钙( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ )、无水硫酸钙( $\text{CaSO}_4$ )。其总反应表示如下：

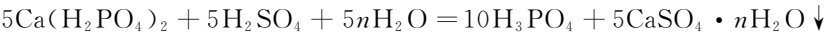


在实际生产中,反应是分两步进行。

(1) 磷矿颗粒首先被稀磷酸分解,生成磷酸一钙:



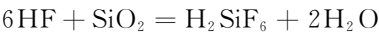
(2) 磷酸一钙继续与硫酸反应生成磷酸和二水硫酸钙结晶:



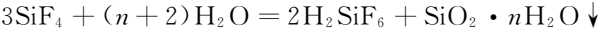
注:目前磷酸(湿法)生产中主要有二水法、半水法及其混合法, $n$ 为 $2$ 、 $\frac{1}{2}$ 或 $0$ 。

(3) 其他物质发生的副反应如下:

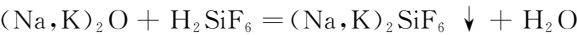
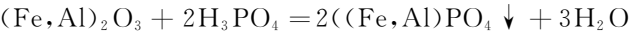
磷矿中的  $\text{SiO}_2$  将与主反应生成  $\text{HF}$  发生下述反应:



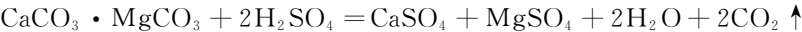
四氟化硅气体从反应槽逸出,在洗涤装置中用水吸收生成氟硅酸,同时析出易堵塞设备及管道的硅胶( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )。



磷矿中的铁、铝、钠、钾等杂质与磷酸、氟硅酸发生下述反应:



磷矿中镁主要存在于碳酸盐中,与硫酸发生下述反应:



生成的镁盐全部进入磷酸溶液中,对后工序生产将带来不利的影响。

5.2 磷酸与磷石膏的过滤分离(过滤)

磷酸(湿法)生产中将反应得到的磷酸和硫酸钙晶体(磷石膏)的混合料浆送到过滤机上,采用真空过滤的方法进行液固分离,分别得到稀酸和磷石膏。并对过滤后的磷石膏滤饼进行逆流洗涤,充分回收磷酸。

6 磷酸(湿法)生产过程控制

6.1 生产工艺过程原料质量要求

6.1.1 磷矿质量要求:见表 1。

表 1

| 项目   | $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ | $w(\text{CaO})/w(\text{P}_2\text{O}_5)$ | $w(\text{R}_2\text{O}_3)/w(\text{P}_2\text{O}_5)$ | $w(\text{MgO})/w(\text{P}_2\text{O}_5)$ | 细度<br>(0.15 mm) |
|------|---------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|
| 基本要求 | $\geq 30\%$               | $\leq 1.45$                             | $\leq 10\%$                                       | $\leq 5\%$                              | $\geq 80\%$     |
| 最低要求 | $\geq 27\%$               | $\leq 1.61$                             | $\leq 11\%$                                       | $\leq 10\%$                             | $\geq 80\%$     |

6.1.2 硫酸质量要求:

硫酸浓度 $\geq 93(\%)$ 。

## 6.2 主要设备性能

### 6.2.1 反应槽

- a) 料浆在反应槽中停留时间 2 h~6 h, 反应槽容积应满足料浆停留时间的要求;
- b) 工作压力: 微负压;
- c) 槽体材质: 混凝土或碳钢上衬胶再衬碳砖。

### 6.2.2 过滤机

单台过滤机过滤面积 $\geq 80 \text{ m}^2$ , 过滤( $\text{P}_2\text{O}_5$ )强度 $\geq 4.0 \text{ t}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

## 6.3 湿法磷酸生产任务

6.3.1 用硫酸分解磷矿生成磷酸与硫酸钙结晶混合料浆, 控制适宜的反应条件, 以获得均匀、粗大、易于过滤洗涤的硫酸钙结晶。

6.3.2 用强制循环低位真空蒸发冷却料浆或用鼓风冷却料浆, 移出反应余热, 并将含氟尾气送到洗涤系统, 经处理达标后排放。

6.3.3 采用真空抽吸过滤、逆流洗涤工艺, 对磷酸与硫酸钙结晶混合料浆进行液固分离和洗涤, 控制适宜操作指标, 尽可能提高过滤强度和洗涤率, 达到最高的磷回收率, 并将成品磷酸送到成品磷酸贮槽。

6.3.4 采用湿法冲渣, 将经过滤洗涤后的磷石膏, 送入磷石膏再浆槽, 由排渣泵送至磷石膏渣场。采用干法排渣, 则将经过滤洗涤后的磷石膏通过皮带输送磷石膏渣场。

6.3.5 将稀磷酸输入浓缩系统进行浓缩, 获得需要浓度的浓磷酸, 将浓缩后的成品酸送到磷酸贮槽储存。

## 6.4 操作程序

### 6.4.1 开车准备

- a) 磷酸生产作业人员上岗前应进行相应的培训, 掌握生产原料、成品及中间产物特性及相应的安全知识, 磷酸生产过程相关控制技术, 并考试合格后才准予上岗作业;
- b) 工序设备应经过专业专职人员对其进行联合检查, 确认流程畅通, 设备正常, 并验收合格;
- c) 确认电气、仪表正常;
- d) 准备足够的原料。

### 6.4.2 开车程序

#### 6.4.2.1 原始开车操作程序

- a) 向反应萃取槽加水至规定液位, 启动其搅拌桨, 并调节料浆  $\text{SO}_3$  浓度至正常指标;
- b) 在初次开车期间, 应严格控制反应萃取槽的升温速率 $\leq 10 \text{ }^\circ\text{C}/\text{h}$ ;
- c) 启动搅拌桨, 根据反应槽中硫酸钙的结晶情况, 作好过滤准备;
- d) 启动过滤系统及排渣系统的所有设备, 将滤液全部返回反应萃取槽, 当其槽位过高时适当将一部分滤液送到稀磷酸贮槽, 待各项指标达到要求后, 转入正常生产;
- e) 根据料浆液相  $\text{P}_2\text{O}_5$  浓度, 调节滤液返回量, 剩余滤液送到稀磷酸贮槽。

#### 6.4.2.2 短期停车后的开车程序

- a) 启动过滤系统及排渣系统的所有设备;

- b) 向过滤机送料浆,调节反应萃取槽磷酸浓度,并向稀磷酸贮槽送磷酸;
- c) 按比例投入硫酸、磷矿至反应萃取槽,调节工艺指标到控制范围内;
- d) 将过滤机卸下的磷石膏送到磷石膏堆场堆放。

#### 6.4.3 停车程序

##### 6.4.3.1 正常停车

- a) 关闭硫酸调节阀,并停止输送磷矿粉;
- b) 用回磷酸将料浆管内料浆置换完毕后停料浆泵;
- c) 加料停止后,用热水对过滤系统进行清洗;
- d) 清洗结束后,停止除搅拌浆以外的其他设备。

##### 6.4.3.2 紧急停车

- a) 立即关闭各泵、槽的进、出口阀门,参照正常停车程序 a)、b)项操作;
- b) 系统突然停电时,需对系统所有的搅拌浆进行盘车,待供电正常后,按开车操作程序开车。

##### 6.4.3.3 长期停车(反应槽的放槽清理)

- a) 检查并确认放出阀完好;
- b) 停止加料时,调节工艺指标在正常范围,将贮槽内的磷矿消耗尽;
- c) 将反应萃取槽内的料浆放尽后进行清理。

#### 6.4.4 过滤系统清洗

##### 6.4.4.1 清洗流程开车程序

- a) 将清洗水升温至 60℃~75℃;
- b) 关闭至稀酸贮槽的阀门,将系统切换至清洗状态;
- c) 按正常操作程序启动过滤系统设备;
- d) 将清洗水送到过滤系统循环清洗。

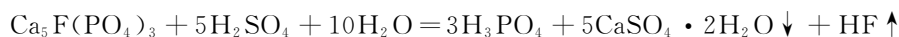
##### 6.4.4.2 清洗流程停车程序

- a) 关闭洗涤水槽的出口阀门,停洗涤水泵;
- b) 停过滤系统设备,把洗水回收至洗涤水槽;
- c) 将过滤系统切换至正常过滤操作状态。

#### 6.5 二水磷酸(湿法)生产过程控制

##### 6.5.1 方法提要

用硫酸分解磷矿,控制适宜的工艺指标,以生成稀磷酸和二水硫酸钙( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )结晶。其总反应表示如下:



##### 6.5.2 生产工艺流程图

见图 1。



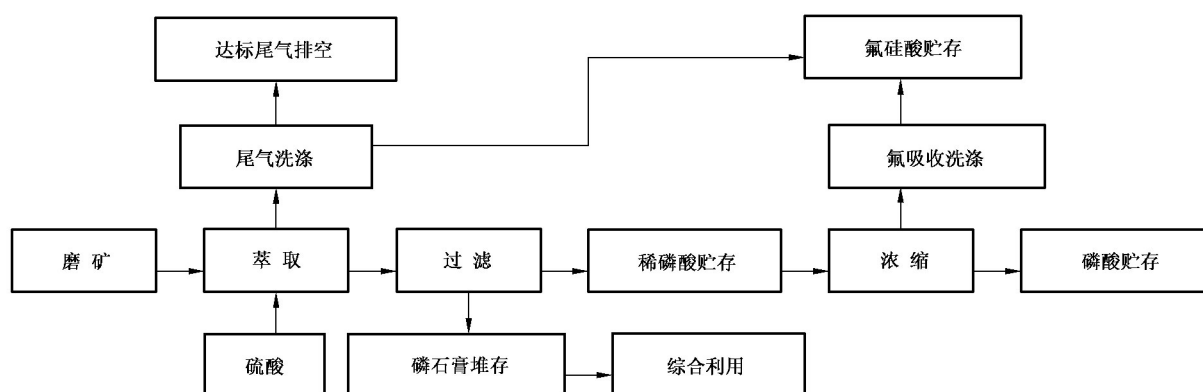


图 1

### 6.5.3 工艺流程说明

- 硫酸和磨细的磷矿经计量后按一定比例加入反应萃取槽,控制适宜的反应条件,得到磷酸和二水硫酸钙结晶的混合料浆;
- 采用低位闪冷或空气鼓风等冷却方式移走反应热;
- 反应、过滤逸出的含氟气体经尾气洗涤后达标排放,洗涤水回收至氟硅酸贮罐;
- 反应料浆养晶后泵送到过滤机,过滤得到稀磷酸用泵输送至稀磷酸贮罐进行贮存,供下工序生产,滤饼用水洗涤,洗液返回萃取槽,磷石膏送到磷石膏渣场合理堆存,并逐步综合利用;
- 稀磷酸贮罐中稀磷酸经泵送自浓缩系统用蒸汽加热,将稀磷酸中的部分水分蒸发;
- 真空浓缩所得磷酸送至磷酸贮罐进行贮存;
- 浓缩蒸发的含氟二次蒸汽经氟吸收循环洗涤所得的氟硅酸产品送至氟硅酸贮罐进行贮存。

### 6.5.4 生产工艺控制

#### 6.5.4.1 磷酸萃取工艺控制

- 液相游离酸浓度(指萃取槽反应料浆中液相  $\text{H}_2\text{SO}_4$  浓度,以  $\text{SO}_3$  计):20 g/L~40 g/L;
- 萃取反应温度:75℃~82℃;
- 稀磷酸(以  $\text{P}_2\text{O}_5$  计)浓度:24%~32%;
- 转化率:≥96%。

#### 6.5.4.2 磷酸过滤工艺控制

- 滤液(以  $\text{P}_2\text{O}_5$  计)浓度≥24%;
- 洗水温度:60℃~75℃;
- 洗涤率≥98%。

#### 6.5.4.3 磷酸浓缩工艺控制

- 浓磷酸(以  $\text{P}_2\text{O}_5$  计)浓度≥46%;
- 氟回收率≥30 kg/t 磷酸。

### 6.5.5 生产消耗定额(以 100% $\text{P}_2\text{O}_5$ 计)

- 硫酸(折 100%)消耗≤2.90 t;

b) 磷矿(折 30%  $P_2O_5$  干基计)消耗 $\leq 3.52$  t。

## 6.6 半水磷酸(湿法)生产过程控制

### 6.6.1 方法提要

用硫酸分解磷矿,控制适宜的反应条件,可生成磷酸和半水硫酸钙结晶的混合料浆,采用真空过滤的方法进行过滤,得到 40%~45%  $P_2O_5$  浓磷酸,并对石膏进行洗涤,充分回收磷酸。

### 6.6.2 生产工艺流程图

见图 2。

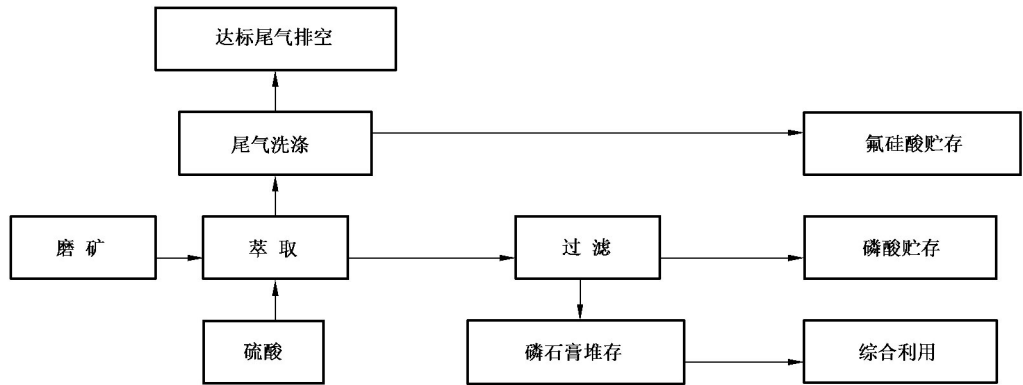


图 2

### 6.6.3 工艺流程图说明

- 硫酸与磨细的磷矿经计量后按比例加入反应萃取槽,控制适宜的反应条件,得到磷酸和半水硫酸钙结晶的混合料浆;
- 采用低位闪冷或空气鼓风等冷却方式移走反应热;
- 反应、过滤逸出的含氟气体经尾气洗涤后达标排放,洗涤水回收至氟硅酸贮罐;
- 反应料浆养晶后泵送到过滤机,过滤得到磷酸用泵输送至磷酸贮罐进行贮存供下工序生产,滤饼用水洗涤,洗液返回萃取槽,磷石膏送到磷石膏渣场合理堆存,并逐步综合利用。

### 6.6.4 生产工艺控制

#### 6.6.4.1 磷酸酸解工艺控制

- 液相游离酸浓度(指酸解槽反应料浆中液相  $H_2SO_4$  浓度,以  $SO_3$  计):  
在溶解槽内为 0 g/L~16 g/L,在结晶槽内为 25 g/L~43 g/L;
- 酸解反应温度:90 °C~110 °C;
- 磷酸浓度:40%~45%  $P_2O_5$ 。

#### 6.6.4.2 磷酸过滤工艺控制

- 滤液浓度:40%~45%  $P_2O_5$ ;
- 洗水温度:70°C~80°C;
- 经过滤得到的滤液成品酸通过泵输送至成品酸贮罐进行贮存,用于下工序生产。

### 6.6.5 生产消耗定额(以 100% $P_2O_5$ 计)

- a) 硫酸(折 100%)消耗:  $\leq 3.03$  t;
- b) 磷矿(折 30%  $P_2O_5$  干基计)消耗:  $\leq 3.58$  t。

### 6.7 半水-二水磷酸(湿法)生产过程控制

#### 6.7.1 方法提要

磷矿和硫酸在高温条件下分解,生成半水物结晶(在此过程中,力求形成粗大,易过滤晶体颗粒);半水物结晶在控制的结晶条件下转化为粗大、均匀的二水物晶体。

#### 6.7.2 生产工艺流程图

见图 3。

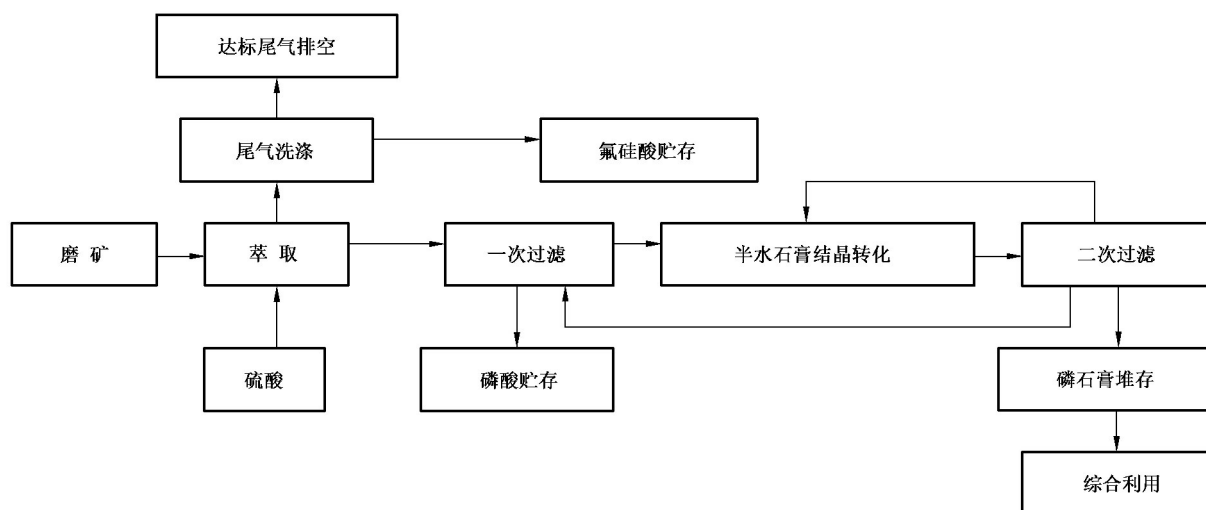


图 3

#### 6.7.3 工艺流程图说明

- a) 计量、冷却、含氟气体经尾气处理过程同 6.6.3 中的 a)、b)、c)；
- b) 反应料浆养晶后泵送到一次过滤机,过滤得到浓磷酸用泵输送至浓磷酸贮罐进行贮存供下工序生产,滤饼用二次过滤来的滤液洗涤,洗液部分返回萃取槽,其余洗液与一次过滤后的半水磷石膏一并送到结晶转化槽；
- c) 在结晶转化槽内控制适宜的工艺指标, 得到稀磷酸和二水硫酸钙结晶的混合料浆,用泵送到二次过滤机,过滤得到稀磷酸用泵输送至一次过滤机作洗涤用,滤饼用水洗涤,洗液送到结晶转化槽,二水磷石膏送到渣场合理堆存,并逐步综合利用。

#### 6.7.4 生产工艺控制

##### 6.7.4.1 磷酸酸解工艺控制

- a) 液相游离酸浓度(指酸解槽反应料浆中液相  $H_2SO_4$  浓度,以  $SO_3$  计):  
在溶解槽内为 0 g/L~16 g/L,在结晶槽内为 25 g/L~43 g/L;
- b) 酸解反应温度为 90 °C~100 °C;

c) 液相  $P_2O_5$  浓度(指以  $P_2O_5$  表示的磷酸浓度)为 30%~45%。

6.7.4.2 一次过滤工艺控制

- a) 滤液浓度为 40%~45%  $P_2O_5$ ;
- b) 洗涤稀磷酸温度为 60℃~65℃;
- c) 经过滤得到的滤液成品酸通过泵输送至成品酸贮罐进行贮存,用于下工序生产。

6.7.4.3 半水结晶转化工艺控制

- a) 液相游离酸  $H_2SO_4$  浓度(指再结晶槽料浆中液相  $H_2SO_4$  浓度)为 10%~15%;
- b) 结晶槽内温度为 50℃~60℃。

6.7.4.4 二次过滤工艺控制区

- a) 滤液浓度:15%~20%  $P_2O_5$ ;
- b) 洗水温度:65℃~75℃。

6.7.5 生产消耗定额(以 100%  $P_2O_5$  计)

- a) 硫酸(折 100%)消耗 $\leq$ 2.90 t;
- b) 磷矿(折 30%  $P_2O_5$  干基计)消耗 $\leq$ 3.52 t。

6.8 二水-半水磷酸(湿法)生产过程控制

6.8.1 方法提要

磷矿和硫酸在酸解槽中分解,并首先析出二水物,在转化过程中又脱水转化成为半水物。

6.8.2 生产工艺流程图

见图 4。

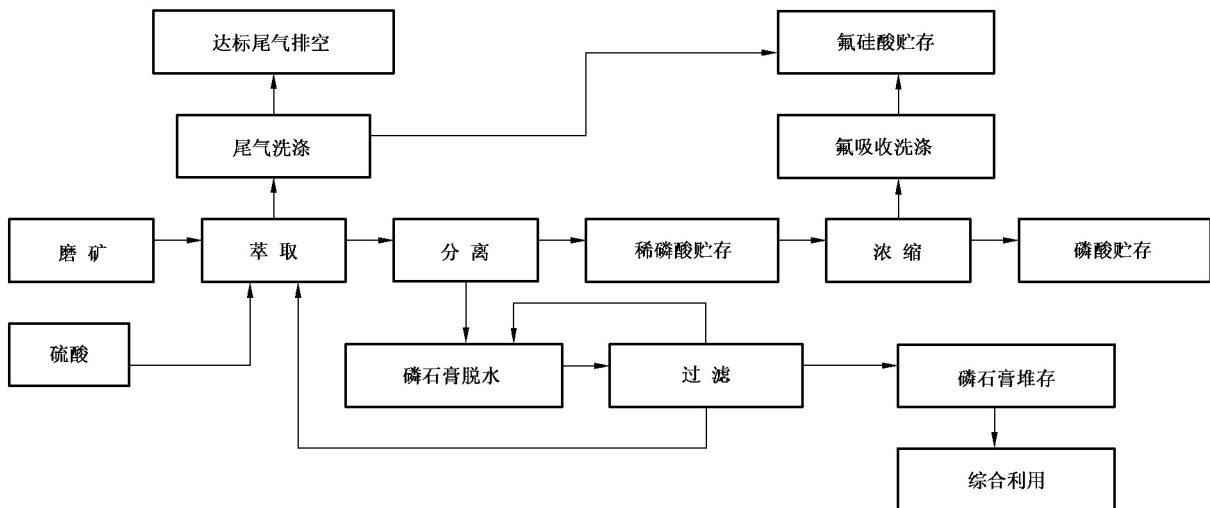


图 4

6.8.3 工艺流程图说明

- a) 计量、冷却、含氟气体经尾气处理过程同 6.6.3 中的 a)、b)、c)；

- b) 反应料浆养晶后泵送到离心机,离心得到稀磷酸用泵输送至稀磷酸贮罐进行贮存,供下一工序生产,离心后的二水硫酸钙送到石膏脱水槽,控制适宜的工艺指标得到稀磷酸和半水硫酸钙结晶的混合料浆,用泵送到过滤机,过滤得到滤酸用泵输回萃取槽,滤饼用水洗涤,洗液送到石膏脱水槽,半水磷石膏送到渣场合理堆存,并逐步综合利用;
- c) 磷酸贮罐中稀磷酸经泵送自浓缩系统用蒸汽加热,将稀磷酸中的部分水分蒸发;
- d) 真空浓缩所得浓磷酸送至磷酸贮罐进行贮存;
- e) 浓缩蒸发的含氟二次蒸汽经氟吸收循环洗涤所得的氟硅酸产品送至氟硅酸贮罐进行贮存。

#### 6.8.4 生产工艺控制

##### 6.8.4.1 磷酸酸解工艺控制

- a) 液相游离酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  浓度(指酸解槽反应料浆中液相  $\text{H}_2\text{SO}_4$  浓度)为  $1\%\sim 2\%$ ;
- b) 酸解反应温度: $75\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 82\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 液相  $\text{P}_2\text{O}_5$  浓度(指以  $\text{P}_2\text{O}_5$  表示的磷酸浓度): $33\%\sim 35\%$ ;
- d) 经过滤得到的滤液成品酸通过泵输送至成品酸贮罐进行贮存,用于下工序生产。

##### 6.8.4.2 二水石膏脱水工艺控制

- a) 液相游离酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  浓度(指脱水槽料浆中液相  $\text{H}_2\text{SO}_4$  浓度): $1\%\sim 2\%$ ;
- b) 结晶槽内温度: $110\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

##### 6.8.4.3 过滤工艺控制

- a) 滤液浓度: $33\%\sim 35\%\text{ P}_2\text{O}_5$ ;
- b) 洗水温度: $65^{\circ}\text{C}\sim 75^{\circ}\text{C}$ 。

#### 6.8.5 生产消耗定额(以 $100\%\text{ P}_2\text{O}_5$ 计)

- a) 硫酸(折  $100\%$ )消耗 $\leq 2.90\text{ t}$ ;
- b) 磷矿(折  $30\%\text{ P}_2\text{O}_5$  干基计)消耗 $\leq 3.52\text{ t}$ 。

### 7 生产设备维护和保养

- a) 加强设备巡回检查,确保设备正常运行,设备润滑应做到定点、定质、定量、定人和定时和入库过滤、发放过滤、加油过滤;
- b) 严格按照操作规程进行操作,不得违章操作,以免损坏设备、造成事故;
- c) 对磷酸生产设备要定期维护和检修;
- d) 设备及管道要防止跑、冒、滴、漏及堵塞现象,如有发现应及时处理;
- e) 经常检查转动设备地脚螺栓和联接螺栓,有松动和振动现象时,应及时处理;
- f) 正确使用各种电器设备和各种仪表。

### 8 产品品质要求

执行 HG/T 4068、HG/T 4069 的品质要求。

## 9 安全生产操作注意事项

- a) 硫酸属强酸、磷酸属中强酸,具有腐蚀性、灼伤性,操作人员应按规定穿戴好防护用品;
- b) 操作人员在未取得安全作业证前,不准上岗作业;
- c) 系统电器设备停车超过 24 h,应检查电机绝缘,完好后方可启动;
- d) 对启动高压电机设备时,应有专业人员现场监护,方可启动;
- e) 不应湿手触摸电器开关或用湿布擦拭电器;
- f) 检查运转设备的运行状况时,应脱去手套,女工上岗应将头发盘于帽内;
- g) 设备的转动部位应保持防护罩完好,不得在防护罩上坐人和堆放任何杂物;
- h) 低位闪蒸冷却系统真空度应达规定指标后,才能开启循环泵。

## 10 污染物排放限值

包括含氟气体、液体及固体限值。

### 10.1 废气排放限值

满足 GB 16297 的要求。

### 10.2 废水排放限值

排放满足 GB 15580 的要求,或无排放。

### 10.3 废渣排放限值

- a) 排放限值:磷石膏中 F 含量小于 1%,水溶性  $P_2O_5$  含量小于 1%;
- b) 磷石膏堆存满足 GB 18599 的要求。

### 10.4 生产线卫生设计及工作场所有害因素职业接触限值

工作场所设计应积极采取行之有效的综合防护措施,防止有害因素对工作场所的污染。对于生产过程中尚不能完全消除的有害因素,亦应采取综合预防、治理措施,并使设计的设施正常运行。确保工作场所空气中有毒物质低于最高容许浓度。

## 11 污染物控制

### 11.1 尾气洗涤吸收控制

- a) 废气应经尾气洗涤系统洗涤后达标排放;
- b) 吸收液循环使用,补充清水进行置换,置换部分洗液用泵返回系统。

## 11.2 磷石膏控制

磷石膏应充分洗涤后,达到排放限值要求。

## 12 污染防治

### 12.1 废气污染防治

磷酸生产的主要废气为含氟气体,应设计有吸收处理装置,并正常运行。处理后的含氟气体排放应满足 GB 16297 的要求。

### 12.2 废水(液)污染防治

磷酸生产产生的废水(液),应建立污水处理设施。处理后的废水排放应满足 GB 15580 的要求,并循环利用。

### 12.3 废渣污染防治

磷石膏的储存、处置应满足 GB 18599 的要求,并逐步实现磷石膏综合利用。

## 13 数据采集与监测采样

### 13.1 生产数据采集

日常生产过程中各工序的生产记录和根据需要测定的数据,是磷酸(湿法)生产的主要评定依据之一,数据应存档备查。

### 13.2 污染物监测采样

13.2.1 大气污染物的监测采样按 GB/T 16157 执行。

13.2.2 污水监测的取样方法按 GB 15580 中的有关规定执行。

## 14 污染物测定方法

### 14.1 大气污染物测定方法

有关颗粒物、氟化物等污染物的分析方法按 HJ/T 397 的有关规定进行。

### 14.2 污水测定方法

根据 GB 15580 中的有关规定进行。

附 录 A  
(资料性附录)

企业自检经济技术评价指标

表 A.1 和表 A.2 给出了推荐的经济技术指标,供企业参考执行。

表 A.1 磷矿中磷的回收率及水资源消耗量

| 序号                                | 项目名称                  | 限值/%                   |                        |                         |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
|                                   |                       | A                      | B                      | C                       |
| 1                                 | 磷矿中磷回收率(以 $P_2O_5$ 计) | $\geq 96$              | $\geq 95$              | $\geq 94$               |
| 2                                 | 水资源消耗量(吨消耗)           | $\leq 6.0 \text{ m}^3$ | $\leq 8.0 \text{ m}^3$ | $\leq 10.0 \text{ m}^3$ |
| 注:吨消耗是指每吨磷酸(以 100% $P_2O_5$ 计)消耗。 |                       |                        |                        |                         |

表 A.2 综合能耗(含磨矿工序)

| 序号                                                         | 项目名称           | 限值/kg      |            |            |
|------------------------------------------------------------|----------------|------------|------------|------------|
|                                                            |                | A          | B          | C          |
| 1                                                          | 稀酸综合能耗(吨消耗折标煤) | $\leq 45$  | $\leq 50$  | $\leq 60$  |
| 2                                                          | 浓酸综合能耗(吨消耗折标煤) | $\leq 200$ | $\leq 250$ | $\leq 300$ |
| 注 1:吨消耗指吨磷酸(以 100% $P_2O_5$ 计)。并按 GB/T 2589《综合能耗计算通则》进行计算。 |                |            |            |            |
| 注 2:稀磷酸指 24%~35% $P_2O_5$ ;浓磷酸指 $\geq 46\%$ $P_2O_5$ 。     |                |            |            |            |