

ICS XXXXXX  
CCS X XXX

# 团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—2025

## 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用技术要求

Technical requirements for regeneration and utilization of  
industrial waste sulfuric acid and sulfur-containing waste liquid  
by thermal cracking

(征求意见稿)

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布



# 目 次

前言.....	错误! 未定义书签。
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总体要求.....	3
5 工艺设计.....	4
6 设备与材料选择.....	7
7 运行和维护管理.....	8
表 1 净化出口主要烟气杂质含量指标要求.....	5
表 2 转化工艺选择.....	5
表 3 干燥吸收工序工艺操作参数.....	6

## 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。

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：美景（北京）环保科技有限公司。

本文件主要起草人：郭光宇、程广春。

# 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用技术要求

## 1 范围

本文件规定了热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用技术的总体要求、工艺设计、设备与材料选择、运行和维护管理。

本文件适用于热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用技术的工艺设计、设备与材料选择、运行和维护管理，可作为热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用项目环境影响评价、环境保护设施设计、施工、验收和运营管理的技术参考依据。

## 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。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 534-2014	工业硫酸
GB 18484	危险废物焚烧污染控制标准
GB 26132	硫酸工业污染物排放标准
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 8978	污水综合排放标准
GB/T 50493	石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准

## 3 术语和定义

下述术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用技术** regeneration and utilization technology of industrial waste sulfuric acid and sulfur-containing waste liquid by thermal cracking

基于高温下(1000℃~1200℃)工业废硫酸和含硫废液中的硫酸、硫化物、硫酸盐及其他有机、无机杂质发生分解或燃烧，再生生成主要组分为SO<sub>2</sub>的烟气，这部分烟气采用接触法制酸工艺生产洁净的浓硫酸或其他硫化工产品的技术。

### 3.2

**接触法制酸** contact process for producing Sulfuric acid

接触法制酸是通过触媒的催化作用，将SO<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>化合而成SO<sub>3</sub>，再将SO<sub>3</sub>吸收而成硫酸。

### 3.3

**废硫酸** waste sulfuric acid

以硫酸为原料、辅料、催化剂、反应介质等进行生产活动中(后)形成或生成的，丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的，含有硫酸及其它污染物的混合液体。

### 3.4

**含硫废液** sulfur-containing waste liquid

化石能源和精细化工等行业排出的含硫液体，包括：含硫铵盐、硫化物、硫酸盐、硫代硫酸盐、亚硫酸盐等物质。

### 3.5

**可在线清灰烟气冷却换热器** online-cleaning flue gas cooling heat exchanger

可在线清灰烟气冷却换热器为管壳式换热器，前后分别设置大空腔集灰箱，可在线清灰烟气冷却换热器一端设有快开口实现在线清灰，快开口和换热管一一对应。可在线清灰烟气冷却换热器用于冷却高温烟气，管程走高温烟气，壳程走冷却介质，冷却介质通常为空气。

### 3.6

**烟气杂质** impurities in flue gas

热裂解再生废硫酸和含硫废液产生烟气中含有的烟尘、烟雾或气溶胶、挥发性金属及化合物、气态非金属化合物等。

### 3.7

**烟气净化** flue gas cleaning

烟气净化是指除去烟气中的烟尘、烟雾或气溶胶、挥发性金属及其化合物、气态非金属化合物等有害杂质。

### 3.8

**化学法除氟** chemical defluorination

用钙基固氟剂将氟化氢转化为氟化钙除氟；或用硅基固氟剂将氟化氢转化为氟硅酸或氟硅酸盐除氟。

### 3.9

**单次接触转化工艺** single-conversion process

单次接触转化工艺是指含SO<sub>2</sub>烟气经过一段或多段触媒层转化反应，之后通过吸收塔等设备除去转化反应生成的SO<sub>3</sub>，后续的含SO<sub>2</sub>烟气不再经过触媒层转化反应的工艺。

### 3.10

**两次接触转化工艺** double-conversion process

两次接触转化工艺是指含SO<sub>2</sub>烟气经过一段或多段触媒层转化反应，之后通过一级吸收塔等设备除去转化反应生成的SO<sub>3</sub>，后续的含SO<sub>2</sub>烟气再经过一段或两段触媒层转化反应后再次除去转化反应生成SO<sub>3</sub>的工艺。

### 3.11

**自热平衡** self-thermal equilibrium

自热平衡是指在不需要系统外补热的情况下，吸收塔(两转两吸一级吸收塔和二级吸收塔)入口烟气温度高于露点。

### 3.12

**钒系催化剂** vanadium catalyst

钒系催化剂是以V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>为活性组分，以碱金属硫酸盐(K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>或Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)为助催化剂，以硅藻土为载体的多组分催化剂。

### 3.13

**单转单吸** single-conversion single-absorption

单转单吸是指含SO<sub>2</sub>烟气经过一段或多段触媒层转化反应后只经过单级吸收塔吸收转化反应生成SO<sub>3</sub>。

### 3.14

**两转两吸** double-conversion double-absorption

两转两吸是指含SO<sub>2</sub>烟气经过一段或多段触媒层转化反应后送入一级吸收塔吸收一级转化反应生成SO<sub>3</sub>，吸收SO<sub>3</sub>后的烟气再经过一段或两段触媒层转化反应后送入二级吸收塔吸收二级转化反应生成SO<sub>3</sub>。

### 3.15

**有机胺离子液脱硫** desulfurization by organic amine ionic liquid

利用有机胺离子液，在一定的环境下有选择地吸收烟气中的SO<sub>2</sub>成份，从而实现烟气脱硫。吸收后的有机胺离子液再在高温环境下将吸收的SO<sub>2</sub>解吸出来，形成纯净的气态SO<sub>2</sub>。

### 3.16

#### 活性炭催化氧化法脱硫 desulfurization by catalytic oxidation of activated carbon

在有一定的温度下，以活性炭为催化剂，吸收烟气中的 $O_2$ 和 $H_2O$ ，并将 $SO_2$ 氧化为硫酸，从而实现烟气脱硫。

## 4 总体要求

4.1 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用装置的生产规模应与工业废硫酸和含硫废液的处理量相适应。

4.2 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用工艺应在充分研究工业废硫酸和含硫废液的性质、条件与特点的基础上，经过综合分析，全面讨论确定。

4.3 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用技术的产品硫酸指标不应低于GB/T 534-2014标准中的相关要求。

4.4 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用工艺在总结生产经验的基础上，应积极采用新技术、新材料和新设备，做到技术先进、经济合理、安全可靠、节能减排。

4.5 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用过程产生的废气、废液和废固应妥善处理，不得对环境造成污染。

4.6 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用装置过程控制及参数监测应采用集散控制系统，提高自动化程度；对涉及安全、环保等关键参数应采取监测、报警、联锁控制等相应措施，确保安全生产。

4.7 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用技术的工艺设计、设备与材料选择、运行和维护管理，除应符合本规范外，还应符合国家现行有关标准的规定。

## 5 工艺设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用技术适用于：硫质量分数不低于20%（或经浓缩后硫质量分数不低于20%）的工业废硫酸和含硫废液。

5.1.2 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用技术主要应用领域：石油炼制废硫酸、乙炔净化废硫酸、丙烯腈（AN）和甲基丙烯酸甲酯（MMA）废液、焦化硫泡沫及脱硫废液、磺化废硫酸、农药及染料行业含有机物废硫酸、蒽醌废硫酸、离子交换树脂废硫酸领域等。

5.1.3 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用装置主要由热裂解工序、烟气净化工序、转化换热工序、干燥吸收工序和尾气脱硫工序组成。

5.1.4 可燃气体和有毒气体报警仪配置宜按照GB/T50493执行。

### 5.2 热裂解工序

5.2.1 应合理利用热裂解工序产生高温烟气降温过程中的热量，将入焚烧裂解炉的助燃介质预热，减少燃料气的消耗，多余的热量应通过余热回收锅炉生产蒸汽。

5.2.2 助燃介质预热热源应采用热裂解产生的高温烟气、蒸汽或独立加热炉产生的高温烟气。

5.2.3 热裂解助燃介质宜采用空气或富氧空气。

5.2.4 焚烧裂解炉应满足废硫酸和含硫废液完全裂解，有机物充分燃烧所需的温度和停留时间等工艺要求。

5.2.5 燃烧器宜选用低氮燃烧器。

5.2.6 焚烧裂解炉内宜保持 $1000^{\circ}C\sim 1200^{\circ}C$ 。

- 5.2.7 焚烧裂解炉内的停留时间应根据废硫酸和含硫废液的雾化程度确定，雾化越充分，雾滴粒度越小，需要停留时间越短，一般控制停留时间不宜低于8s。
- 5.2.8 焚烧裂解炉内宜为微负压操作。
- 5.2.9 应通入雾化介质将进入雾化喷枪的废硫酸和含硫废液雾化，雾化介质宜选用压缩空气或低压蒸汽，雾化介质使用量与废硫酸和含硫废液的质量比宜为0.15~0.3。
- 5.2.10 焚烧裂解炉宜维持还原—弱氧化气氛，减少氮氧化物生成。
- 5.2.11 焚烧裂解工序氧气浓度分析仪前宜设置过滤器，以防止烟气中的尘影响氧浓分析仪的可靠性和长期运行。
- 5.2.12 对于乙炔净化废硫酸，其再生焚烧裂解炉后宜设置降尘室，宜控制降尘室的烟气温度800℃~900℃，降尘室烟气停留时间不宜低于5s；乙炔净化废硫酸热裂解再生裂解炉后不宜设置自然对流辐射式炉气冷却器。
- 5.2.13 热裂解工序烟气降温余热回收锅炉水侧工作压力应不低于4.0MPaG；而对于乙炔净化废硫酸热裂解再生装置不宜采用余热回收锅炉对热裂解工序产生高温烟气进行降温。
- 5.2.14 废硫酸和含硫废液经焚烧裂解炉热裂解再生后，在烟气降温过程中，与烟气接触金属壁面温度不宜低于250℃；对于乙炔净化废硫酸，其热裂解再生降尘室后烟气宜通过可在线清灰烟气冷却换热器进行降温，与烟气接触金属壁面温度不宜低于350℃。
- 5.2.15 可在线清灰烟气冷却换热器
- 烟气应走可在线清灰烟气冷却换热器管程，换热管直径不宜低于DN50；
  - 可在线清灰烟气冷却换热器可采用立式或卧式布置；而对于乙炔净化废硫酸热裂解再生装置热裂解工序可在线清灰烟气冷却换热器宜采用立式布置。
  - 可在线清灰烟气冷却换热器管程操作压力宜为负压。
  - 可在线清灰烟气冷却换热器壳程空气侧操作压力应大于管程烟气侧操作压力。
- 5.2.16 废硫酸和含硫废液热裂解再生装置热裂解工序产生高温烟气宜降温至280~350℃送入烟气净化工序；对于乙炔净化废硫酸，其热裂解工序产生高温烟气降温后不宜低于450℃进入烟气净化工序。

### 5.3 烟气净化工序

- 5.3.1 烟气净化工艺应根据烟气性质、产品质量要求、净化指标等选择相关技术，优选稀酸洗涤绝热蒸发的湿法烟气净化工艺。
- 5.3.2 当烟气中含氟较高时，应采用化学法除氟。
- 5.3.3 烟气净化工序出口主要烟气杂质含量，应符合表1的指标要求。

表1 净化出口主要烟气杂质含量指标要求

主要烟气杂质	砷	氟	氯	尘	酸雾
含量mg/Nm <sup>3</sup>	≤1.0	≤0.25	≤0.5	≤2.0	≤5.0

- 5.3.4 湿法烟气净化流程宜选用：洗涤塔—填料冷却塔（板式换热器）—一级电除雾器—二级电除雾器。
- 5.3.5 采用稀酸洗涤绝热蒸发净化工艺的湿法烟气净化，宜设置稀酸脱吸塔，脱出的含SO<sub>2</sub>烟气应返回填料冷却塔入口。
- 5.3.6 采用稀酸洗涤绝热蒸发净化工艺的湿法烟气净化，净化工序出口的烟气温度应满足干燥吸收工序的硫酸水平衡要求。
- 5.3.7 稀酸冷却宜选用板式冷却器，稀酸板式冷却器的酸侧入口宜设置篮式过滤器。
- 5.3.8 烟气净化工序宜设置两级电除雾器。
- 5.3.9 电除雾器宜设置冲洗装置。

- 5.3.10 二级电除雾器出口总管上应设置安全水封。
- 5.3.11 对洗涤塔等关键设备的各种重要参数应采取监测、联锁控制及自动报警的措施。
- 5.3.12 烟气净化工序产生的稀硫酸可直接外送处理或中和后外送处理。
- 5.3.13 烟气净化工序产生的稀硫酸不宜采用斜管沉降器进行过滤。

#### 5.4 转化换热工序

- 5.4.1 选择转化工艺时，应选择成熟的、经生产验证的转化工艺。
- 5.4.2 选择转化工艺时，应根据入转化SO<sub>2</sub>浓度是否满足自热平衡确定采用单次接触转化工艺或两次接触转化工艺。
- 5.4.3 助燃介质选用富氧空气时，宜在转化换热工序配置SCR脱硝。
- 5.4.4 转化触媒应选用钒系催化剂。
- 5.4.5 转化触媒层数及触媒类型应根据入转化SO<sub>2</sub>浓度和总转化率要求确定，接触法制酸转化工艺选择应符合表2的规定。

表2 转化工艺选择

入转化SO <sub>2</sub> 浓度vol%	宜采用的转化工艺
3.5~6	单次接触转化工艺
5~12	两次接触转化工艺

- 5.4.6 入转化SO<sub>2</sub>烟气氧硫比（O<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>）不应小于0.8。
- 5.4.7 触媒的类型应根据入转化烟气条件和总转化率要求选择，触媒的装填量及各层分配比例应通过计算确定。
- 5.4.8 转化器应装填活性高、通气阻力小、载尘能力强的触媒；触媒层高度应留有裕量；触媒装填系数宜取170~350L/(d·t)（100%硫酸）。
- 5.4.9 转化换热工序器的开工预热宜选用燃油、燃气或电加热方式。
- 5.4.10 采用两次接触转化工艺时，开工预热系统应同时满足一次转化和二次转化的预热要求。
- 5.4.11 转化率应符合下列规定：
  - 1) 单次接触转化工艺SO<sub>2</sub>转化率应不低于96%；
  - 2) 两次接触转化工艺SO<sub>2</sub>转化率应不低于99.5%。
- 5.4.12 换热流程宜根据入转化烟气条件、转化器触媒层配置及转化余热回收方案等综合比较后确定。

#### 5.5 干燥吸收工序

- 5.5.1 干燥吸收的工艺流程应与转化工艺相对应。
- 5.5.2 酸冷却宜选用泵后冷却流程。
- 5.5.3 干燥吸收的串酸宜采用泵后串酸流程。
- 5.5.4 干燥循环系统生产93%~98%硫酸宜经过脱吸塔脱除SO<sub>2</sub>，脱吸塔排气直接到干燥塔入口管。
- 5.5.5 干燥吸收工序所有泵槽液面宜维持微负压，排气总管应接到干燥塔入口管。
- 5.5.6 干燥吸收工序产成品硫酸应降温至40℃以下再外送。
- 5.5.7 干燥塔出口烟气含水量应不高于0.1g/Nm<sup>3</sup>。
- 5.5.8 SO<sub>3</sub>吸收率应不低于99.95%。
- 5.5.9 干燥吸收工序计算选用的操作参数应以生产实践为依据，可按表3选用，部分操作指标应通过计算确定。

表3 干燥吸收工序操作参数

项目	干燥塔	吸收塔(单转单吸)	一级吸收塔(两转两吸)	二级吸收塔(两转两吸)
入口气体温度℃	≤40	160~200	160~200	140~180
出口气体温度℃	35~50	60~72	60~82	60~72
入口喷淋酸温度℃	≤50	≤70	≤80	≤70
出口喷淋酸温度℃	≤70	≤100	≤120	≤100
喷淋酸浓度wt%	93~98	98~98.8	98~98.8	98~98.8
喷淋酸密度m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .h)	≥18	≥18	≥18	≥18
操作气速m/s	1.2~1.8	1.2~1.8	1.2~2.0	1.2~1.8
效率%	气体出口含水≤0.1Nm <sup>3</sup>	SO <sub>3</sub> 吸收率≥99.95	SO <sub>3</sub> 吸收率≥99.95	SO <sub>3</sub> 吸收率≥99.95

5.5.10 干燥吸收工序区域内必须设置洗眼器、淋洗器。

## 5.6 尾气脱硫工序

5.6.1 尾气脱硫工艺应根据SO<sub>2</sub>排放控制总量、脱硫效率、脱硫剂供应的难易度、自然资源情况、脱硫副产物的综合利用、废液和（或）废固排放、厂址条件以及技术经济指标等因素，综合比较后确定。

5.6.2 尾气脱硫工艺宜选择有机胺离子液脱硫或活性炭催化氧化法脱硫。

5.6.3 尾气脱硫选用脱硫剂应易获取，产品应有销路或可综合利用。

5.6.4 尾气脱硫出口应设置尾排在线监测分析仪。

5.6.5 尾气排放应符合GB 26132和GB 18484标准的规定。

## 6 设备与材料选择

### 6.1 热裂解设备

6.1.1 焚烧裂解炉宜采用热壁设计，设置外保温，焚烧裂解炉外壁温度应控制在250℃~350℃，外保温材料宜选用硅酸盐。

6.1.2 焚烧裂解炉内衬耐火层和保温层宜采用衬砖结构。

6.1.3 焦化硫泡沫及含硫废液热裂解再生装置焚烧裂解炉宜采用双室立式炉（前室为主炉、后室为副炉），主炉应具备多相态进料功能，副炉应具有除尘功能。

6.1.4 热裂解工序余热回收锅炉采用火管锅炉时，需考虑焚烧过程中有结焦和金属氧化物产生，宜设置大空腔集灰、在线清灰系统等措施减少炉管堵塞；热裂解工序余热回收锅炉采用膜式水冷壁锅炉时，烟气走空腔，大修时集中清灰，应在余热回收锅炉下部设置灰斗，宜配置以下吹灰装置中的一种或多种组合：机械振打清灰器、声波吹灰器、激波清灰器。

6.1.5 可在线清灰烟气冷却换热器应设置快速在线清灰口。

6.1.6 可在线清灰烟气冷却换热器人孔应设计为内嵌式。

6.1.7 可在线清灰烟气冷却换热器冷侧空气入气口宜设置防冲挡板。

## 6.2 烟气净化设备

- 6.2.1 烟气净化工序洗涤塔可选用空塔、动力波洗涤器或文丘里洗涤器。
- 6.2.2 烟气净化工序空塔应采用玻璃钢或钢衬耐腐蚀材料制作,烟气入口段材质应耐高温、耐腐蚀及耐磨蚀。
- 6.2.3 烟气净化工序动力波洗涤器过渡段宜设置冷却水夹套。
- 6.2.4 烟气净化工序动力波洗涤器过渡段材质可选用哈氏合金G30、哈氏合金C-276、钢搪铅铋合金内衬石墨(或耐酸砖)、钢衬氟塑料内衬石墨(或耐酸砖)等;而对于乙炔净化废硫酸热裂解再生装置动力波洗涤器过渡段不宜采用浸滞石墨。
- 6.2.5 烟气净化工序文丘里洗涤器收缩管宜设置冷却水夹套。
- 6.2.6 烟气净化工序填料冷却塔宜选用玻璃钢制作。
- 6.2.7 烟气净化工序稀酸泵宜选用工程塑料泵。
- 6.2.8 烟气净化工序稀酸冷却板式换热器材质可选用SMO254或哈氏合金C-276。
- 6.2.9 烟气净化工序电除雾器阳极管操作气速宜选用0.65~1.2m/s。
- 6.2.10 烟气净化工序烟气在电除雾器阳极管内的停留时间宜选用4s~8s。
- 6.2.11 烟气净化工序电除雾器的材质可选用导电玻璃钢(C-FRP)、聚氯乙烯(PVC)等。
- 6.2.12 对于氟、氯含量较高的烟气,玻璃钢防腐层宜采用耐氟、氯腐蚀的材料。
- 6.2.13 稀硫酸管道材质可选用钢衬聚烯烃树脂(PO)、钢衬高密度聚乙烯(PE)、钢衬聚四氟乙烯(PTFE)、玻璃钢(FRP)、硬聚氯乙烯管道(UPVC)、氯化聚氯乙烯管道(CPVC)或复和管等;稀酸泵出口不宜采用耐压等级较低的非金属材料管道。
- 6.2.14 烟气净化工序气体阀门宜选用玻璃钢蝶阀或非金属衬里蝶阀。
- 6.2.15 稀硫酸阀门可选用碟阀、球阀等,材质可选用聚四氟乙烯(PTFE)衬里、聚全氟乙丙烯(F46)衬里、聚乙烯(PE)衬里、聚烯烃(PO)衬里、硬聚氯乙烯(UPVC)及聚丙烯(PP)等,不宜选用金属阀门。

## 6.3 转化换热设备

- 6.3.1 转化器材质可选用碳钢衬砖或不锈钢材质。
- 6.3.2 转化换热工序转化器和换热器人孔应设计为内嵌式。
- 6.3.3 转化换热工序换热器宜选用管壳式换热器,换热管宜选用无缝钢管,不宜选用缩放管。
- 6.3.4 转化换热工序换热器折流板可选用盘环式或单弓形。
- 6.3.5 转化换热工序换热器壳程入口宜设置防冲挡板。
- 6.3.6 转化换热工序温度高于450℃的烟气管道,宜选用奥氏体不锈钢或喷铝钢管等,其他可采用碳钢管道。

## 6.4 干燥吸收设备

- 6.4.1 干燥塔宜采用双层网垫式除雾器;吸收塔宜采用烛状纤维除雾器。
- 6.4.2 干燥吸收工序塔、槽独立布置时,塔宜采用碟形底结构;塔、槽连体布置时,塔可采用平底或碟形底结构。
- 6.4.3 干燥吸收工序塔主体可选用钢衬耐酸瓷砖、钢衬合金钢或整体合金钢结构。
- 6.4.4 干燥吸收工序塔的填料支承宜选用开孔率大、阻力小的条梁或球拱。
- 6.4.5 干燥吸收工序塔的填料可选用矩鞍环、异鞍环、阶梯环或陶瓷规整填料。
- 6.4.6 干燥吸收工序应根据塔径、填料型号及填料高度等参数对塔内件进行水力学核算,水力学核算后提供气液相负荷数据、填料层压降、泛点率等数据。
- 6.4.7 干燥吸收工序塔的分酸装置宜选用槽管式、倒扣子母槽式或管式分酸器,分酸点不宜小于42个/m<sup>2</sup>。

- 6.4.8 干燥吸收工序泵槽可采用卧式或立式。
- 6.4.9 干燥吸收工序泵槽可采用钢衬耐酸瓷砖、钢衬合金钢或整体合金钢结构。
- 6.4.10 浓酸泵宜选用液下泵，泵入口应配滤网。
- 6.4.11 浓酸冷却器可选用管壳式或板式。管壳式浓酸冷却器包括阳极保护和不带阳极保护两种形式，应综合比较后进行选择使用。
- 6.4.12 浓酸冷却器的材质应根据硫酸浓度和操作温度合理选择。带阳极保护管壳式酸冷却器的换热管宜选用316L不锈钢管，壳体、管板、折流板及补偿器宜选用304L不锈钢。阳极保护酸冷却器进口酸温：93%硫酸不应高于70℃，98%硫酸不应高于120℃。板式酸冷却器入口酸温根据板片材质选用，哈氏合金C-276温度不宜超过90℃，酸温高于90℃时，宜选用哈氏合金D-205等。
- 6.4.13 浓硫酸管道，当温度较低时，管道材质可选用不锈钢、铸铁、钢衬聚四氟乙烯（PTFE）；当温度较高时，管道材质可选用带阳极保护不锈钢、高硅不锈钢或钢衬聚四氟乙烯（PTFE）。
- 6.4.14 带阳极保护的管道流速不应大于1.2m/s。
- 6.4.15 浓硫酸阀门可选用球阀、蝶阀、旋塞阀等，材质可选用奥氏体不锈钢、奥氏体高硅不锈钢、聚全氟乙丙烯衬里（FEP）或聚四氟乙烯衬里（PTFE）等。

## 6.5 尾气脱硫设备

- 6.5.1 两转两吸的二级吸收塔（或单转单吸的吸收塔）排出的气体管道在进入尾气脱硫工序设备前宜设置衬四氟过渡段（5倍管道直径长度或2m，取较短者）。

## 7 运行和维护管理

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用装置不宜频繁启停。
- 7.1.2 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用装置运行和维护应制定严格的操作规程。
- 7.1.3 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用装置应根据生产实际情况制定合理的联锁逻辑，不应在解除联锁的调试状态下运行，联锁报警值设置不应随意更改。
- 7.1.4 操作人员应经过专业培训后持证上岗。

### 7.2 系统开车与运行

- 7.2.1 开车前应检查系统的完整性和完好性。
- 7.2.2 系统应启用配套公用工程和辅助系统。
- 7.2.3 系统正常运行过程中应定期巡检，并应做好记录，发现问题应及时上报，并应及时处理。
- 7.2.4 系统正常运行时应严格控制各项工艺指标，并应严格执行操作规程。
- 7.2.5 焚烧裂解炉出口氧含量是热裂解工序重要的控制指标，因烟气中的尘会影响氧分析仪的可靠性和使用周期，宜将烟气引出，并设烟气过滤装置。
- 7.2.6 生产运行中应关注系统阻力变化，及时分析并处理。二氧化硫风机前的阻力增加通常是由换热设备管束灰尘堵塞或烟气管道局部灰尘堆积造成的，对于换热器设备管束灰尘堵塞应及时在线清灰，对于局部管道堵塞需适时停车清理。二氧化硫风机后的阻力升高，通常由下述一种或多种原因造成：(1)吸收塔纤维除雾器硝酸盐结晶；(2)冷热换热器酸泥堵塞；(3)尾气脱硫工序的设备、管道，局部硫酸盐析出结晶。
- 7.2.7 日常监护锅炉炉水水质指标，按规定加药、排污。

### 7.3 系统停车

- 7.3.1 整个系统的停车宜由控制系统按操作规程制定的停车程序完成。

7.3.2 长期停车以及停车换触媒之前，应用高于 400℃ 的干燥热空气吹净（小风量热吹扫），吹扫时间不宜低于 12 小时，直至分析末段触媒出口吹出气体  $\text{SO}_2+\text{SO}_3<0.02\%$ ，加大风量，转入冷吹扫，吹净触媒中少量残留的三氧化硫气体，直至降至常温。

#### 7.4 系统维护

7.4.1 系统装置应按要求定期维护。

7.4.2 动设备应认真执行设备润滑维护保养制度。

7.4.3 在触媒筛分阶段，宜采用触媒筛分设备，筛分设备应能够降低维保人员的劳动强度，并采取负压或封闭壳体等措施避免触媒粉尘对维保人员造成伤害和污染环境。

#### 7.5 安全

7.5.1 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用装置的操作和生产人员，应进行必要的安全教育和现场应急演练训练，考试合格后才可从事生产操作。应进行下列知识教育：

- a) 了解硫酸的性质，熟悉热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用装置的工艺流程、设备设施、安全防护等知识；
- b) 对新入厂的操作员工要教授正确的操作方法及防护措施，对老员工要提醒其坚持正确的操作方法，克服马虎、凑合的麻痹思想及不科学的操作方法；
- c) 操作人员必须熟知突发事件的紧急处置和急救方法；
- d) 必须对操作人员进行设备维护、处理漏酸和排除故障的技能训练；
- e) 巡检、操作、检修人员进入操作现场必须按要求穿戴好劳动防护用品及安全保护用品（防酸碱工作服、劳保鞋、安全帽、防护面屏、防毒口罩、防酸碱手套、毛巾、应急水等）；
- f) 岗位日常巡检必须两人以上，巡检时禁止直接接触运转设备的转动、传动部位，禁止操作人员直接擦拭运转设备，不允许操作非本岗位设备；
- g) 在检修、动火作业前，要先检查应急水源、防护器材，确认安全后方可作业；
- h) 动火、动土、高空、受限空间等特殊作业时，经审批方可作业，作业人员须携带特种作业证作业，现场做好安全监护。

7.5.2 按危险岗位类别应设置警示标识牌。

7.5.3 在开停任何电气设备或巡回检查时，严禁直接接触带电部分。

7.5.4 检修和更换酸泵、酸阀和酸管道时，必须先抽走余酸，并清理干净。

7.5.5 酸泵操作工开启酸泵和阀门时应戴防护面屏，要熟悉阀门的作用和开关方向。

7.5.6 在检修电除雾器等机械设备时，应执行挂警示牌制度，任何非工作人员，严禁擅自操作。

7.5.7 电除雾器是高电压工作设备，必须严格按照电气技术规程操作管理。

#### 7.6 环境保护

7.6.1 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用过程中产生的废气，经处理后应符合 GB 26132、GB 16297、GB 18484 等国家或地方大气污染物排放标准要求。

7.6.2 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用过程中产生的废液，经处理后应符合 GB 26132、GB 8978 等国家或地方污水排放标准要求。

7.6.3 热裂解法处理工业废硫酸和含硫废液再生利用过程中产生的废触媒，应交有资质的厂家处理。