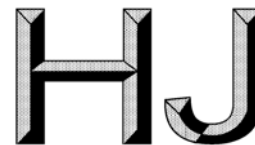


附件 2



# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□-201□

## 铅冶炼废气治理工程技术规范

Technical specifications for Lead Smelting Waste Gas  
(征求意见稿)

201□-□□-□□ 发布

201□-□□-□□ 实施

环 境 保 护 部 发布

# 目 次

前 言.....	2
1 适用范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	5
4 污染物和污染负荷.....	6
5 总体要求.....	9
6 工艺设计.....	12
7 主要工艺设备和材料.....	18
8 检测及过程控制.....	19
9 主要辅助工程.....	21
10 劳动安全与职业卫生.....	22
11 施工与验收.....	24
12 运行与维护.....	26
附录 A 铅冶炼低浓度 SO <sub>2</sub> 烟气各种脱硫工艺流程的特点（资料性附录）.....	28
附录 B 铅冶炼废气治理氨法脱硫系统（资料性附录）.....	30

## 前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，规范铅冶炼废气治理工程的建设与运行管理，防治环境污染，保护环境和人体健康，制定本标准。

本标准对铅冶炼废气治理工程的设计、施工、验收、运行和维护提出了技术要求。

本标准为指导性标准。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：云南亚太环境工程设计研究有限公司、昆明冶金研究院、昆明有色冶金设计研究院股份公司、云南驰宏锌锗股份有限公司。

本标准环境保护部201□年□□月□□日批准。

本标准自201□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 铅冶炼废气治理工程技术规范

## 1 适用范围

本标准规定了铅冶炼废气治理的设计、施工、运行验收和维护等技术要求。

本标准适用于以矿产铅为原料的冶炼业和以矿产铅冶炼作为捕集剂的冶炼行业所产生废气的治理工程，可作为环境影响评价、工程咨询、设计、施工、设备安装、调试、环境保护验收及建成后运行管理的技术依据。

本标准不适用于再生铅冶炼产生废气的治理要求。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

《中华人民共和国大气污染防治法》

GB 13746	铅作业安全卫生规程
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 18597	危险废物贮存污染控制标准
GB 25466	铅、锌工业污染物排放标准
GB 2894	安全标志及其使用导则
GB 5083	生产设备安全卫生设计总则
GB 50009	建筑结构荷载规范
GB 50011	建筑抗震设计规范
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50019	采暖通风与空气调节设计规范
GB 50033	建筑采光设计标准
GB 50046	工业建筑防腐蚀设计规范
GB 50057	建筑物防雷设计规范
GB 50058	爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范
GB 50212	建筑防腐工程施工及验收规范

GB50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50630	有色金属工程设计防火规范
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物的测定与气态污染物采样方法
GB/T 17398	铅冶炼防尘防毒技术规程
GBZ 1	工业企业设计卫生标准
GBZ 2.1	工作场所有害因素职业接触限值
HJ 462	工业锅炉及炉窑湿法烟气脱硫工程技术规范
HJ 512	清洁生产标准 粗铅冶炼业
HJ 513	清洁生产标准 铅电解业
HJ 538	固定污染源废气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法
HJ 544	固定污染源废气 硫酸雾的测定 离子色谱法(暂行)
HJ 606	工业污染源现场检查技术规范
HJ 2000	大气污染治理工程技术导则
HJ/T 48	烟尘采样器技术条件
HJ/T 55	大气污染物无组织排放监测技术导则
HJ/T 56	固定污染源排气中 SO <sub>2</sub> 的测定 碘量法
HJ/T 57	固定污染源排气中 SO <sub>2</sub> 的测定 定电位电解法
HJ/T 75	固定污染源烟气排放连续监测技术规范
HJ/T 76	固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法
HJ/T373	固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范
HJ/T 387	环境保护产品技术要求 工业废气吸收净化装置
HJ/T 397	固定源废气监测技术规范
HJ-BAT-7	铅冶炼污染防治最佳可行技术指南（试行）
YS 5017	有色金属工业环境保护设计技术规范
YSJ 001	有色金属企业总图运输设计规范
YSJ 005	铅锌冶炼厂工艺设计规范
QBT 2013	气流除尘器
BS EN 1093-4	机械安全.空气有害物质排放的评估.除尘系统的吸收效率.示踪法

《铅锌冶炼工业污染防治技术政策》(中华人民共和国环境保护部公告 2012 年 第 18 号)

《危险化学品安全管理条例》(中华人民共和国国务院令 第 344 号)

《危险化学品生产储存建设项目安全审查办法》（国家安全生产监督管理局、国家煤矿安全监察局令 第 17 号）

《建设项目环境保护设计规定》（1987 年 3 月 20 日国家计委、国务院环保委员会颁布）

《建设项目（工程）竣工验收管理办法》（国家环境保护总局令 第 13 号）

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 铅冶炼废气 lead smelting waste gas

指铅冶炼过程中产生的对环境产生污染的有害气体。主要包括固体颗粒物、含硫气态化合物（主要为 SO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub>、硫酸雾等）。

#### 3.2 颗粒物 solid particulate material

颗粒物包括粉尘、烟尘和铅尘，其中：粉尘指铅冶炼过程中产生的一定时间内悬浮在空气中的固体微粒，其粒径通常小于 75μm；烟尘指铅冶炼过程中产生的以及废气输送、治理过程中由于升华、气态化学反应及冷凝等形态变化而产生的固体微粒，其粒径通常小于 1μm；铅尘指铅冶炼过程中产生的漂浮于空气中的含铅固体微粒，其直径一般大于 0.1μm。

#### 3.3 烟气量 flue gas rate of discharge

指生产过程中有组织排放的烟气量。一般用收尘器入口烟气量计算，应考虑调温、增湿、脱酸等引起的烟气负荷变化量。烟气量计算还应考虑炉窑超负荷运行引起的烟气量变化。工况与标况烟气量按公式（1）核算：

$$Q_1=Q_0 \cdot P_0 \cdot T_1 / (T_0 \cdot P_1) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q<sub>0</sub>——烟气标况流量，Nm<sup>3</sup>/h；

P<sub>0</sub>——标准大气压，101.325kPa；

T<sub>0</sub>——取值 273.15K；

Q<sub>1</sub>——烟气工况流量，m<sup>3</sup>/h；

P<sub>1</sub>——烟气工况压力，Pa；

T<sub>1</sub>——烟气工况温度，K；

#### 3.4 低浓度 SO<sub>2</sub> 烟气 low-concentration SO<sub>2</sub> flue gas

一般指铅冶炼过程中产生的 SO<sub>2</sub> 含量低于 3.5%的烟气。

### 3.5 集气（尘）罩 dust /ash-collecting hood

指收集污染气体的装置，可直接安装于气体污染源的上部、侧部或下部。

### 3.6 有罩尘源 shrouded dust source

指烟（粉）尘源控制过程中，可设置集气（尘）罩的尘源。

### 3.7 无罩尘源 no cover dust source

指烟（粉）尘源控制过程中，无法设置集气（尘）罩时，可根据具体情况区别处置的尘源。

### 3.8 无动力（微动力）除尘：unpowered（micro-powered）dedusting

属干法除尘，运用空气动力学原理，采用压力平衡和闭环流通方式，最大限度降低物流导管内粉尘空气的压力，使之与外部空气压力趋于平衡，实现在无动力或微动力条件下除尘。

### 3.9 脱硫效率 Desulfurization efficiency

指由系统或装置脱除烟气中的 SO<sub>2</sub> 量与未经脱硫铅烟气所含 SO<sub>2</sub> 量的百分比，按公式

(2) 计算：

$$\text{脱硫效率} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

式中：

C<sub>1</sub>：铅烟气脱硫前所含 SO<sub>2</sub> 折算为标准状态下的干烟气浓度           mg/m<sup>3</sup>

C<sub>2</sub>：铅烟气脱硫后所含 SO<sub>2</sub> 折算为标准状态下的干烟气浓度           mg/m<sup>3</sup>

### 3.10 吸收剂利用率 absorbent utilization coefficient

指用于脱除 SO<sub>2</sub> 的吸收剂占加入脱硫系统的吸收剂总量的质量分数。

## 4 污染物和污染负荷

铅冶炼生产工艺流程及主要产污环节如图 1 所示。

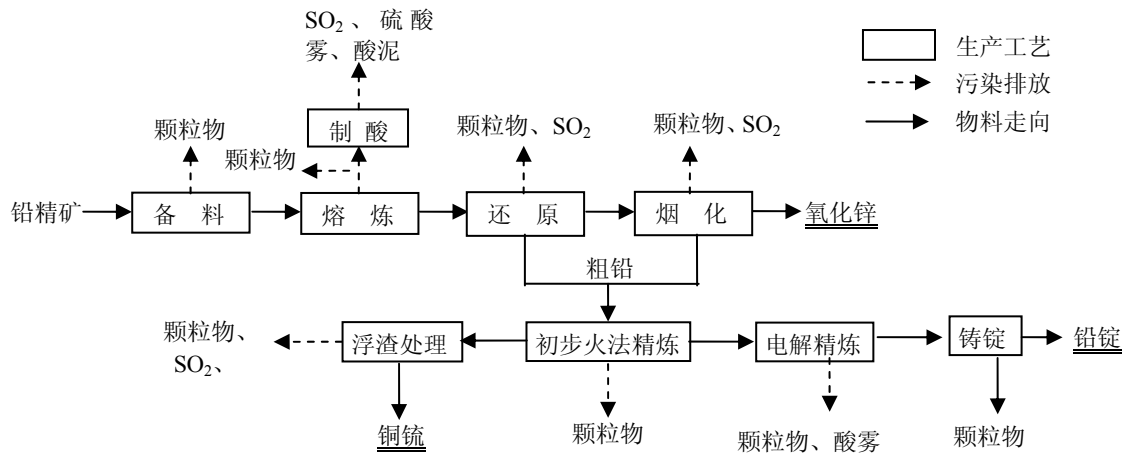


图 1 铅冶炼生产工艺流程及主要废气产污环节

#### 4.1 颗粒物

铅冶炼废气中的颗粒物包括粉尘、烟尘和铅尘。颗粒污染物来源及主要成份见表 1。

表 1 铅冶炼废气中颗粒污染物来源及主要成份

源型	颗粒物种类	来源	主要污染物成分	含尘量(g/Nm <sup>3</sup> )
有组织排放				
点源	粉尘	铅精矿仓中给料、输送、配料等过程产生	铅、锌、镉、汞、铜、砷、铊、锰、铋、锡等	5~10
点源	烟尘	熔炼炉 <sup>①</sup>	铅、锌、砷、汞等及其氧化物	100~200
点源	烟尘	烧结机	铅、镉、汞、锌、砷、铜、铊等及其氧化物	25~40
点源	烟尘	还原炉 <sup>②</sup>	铅、锌、砷、镉、铜等	8~30
点源	烟尘	烟化炉	铅、锌的氧化物	50~120
点源	烟尘	澳斯麦特炉 <sup>③</sup>	铅、锌、砷等及其氧化物	100~200
点源	铅尘	熔铅锅	铅、锌、砷、镉等及其氧化物	1~2
点源	铅尘	电铅锅	熔化氧化产生的含铅烟尘	1~2
点源	烟尘	浮渣反射炉	铅、锌、砷、镉、铜、碲、铟等及其氧化物	5~10
点源	粉尘	熔炼炉、鼓风机、烟化炉、浮渣处理炉窑、铸渣机和铸锭机	铅、锌、镉、汞、铜、砷、铊、锰、铋、锡等	1~5



		等加料口、出铅口及出渣口等 处产生的环保烟气烟尘 <sup>④</sup>		
无组织排放				
面源	粉尘	道路、堆场和厂房扬尘等	铅、锌、镉、汞、铜、砷、铊、 锰、铋、锡等	——
<p>注：① 熔炼炉：水口山炼铅法（SKS）、艾萨富氧顶吹炉（ISA）、基夫赛特炉(Kivcet)等。</p> <p>② 还原炉包括：密闭鼓风机、侧吹还原炉、底吹还原炉等。</p> <p>③ 澳斯麦特炉：在一座顶吹炉内完成硫化铅精矿的氧化、还原、烟化三段作业。</p> <p>④ 本标准环保烟气烟尘均指由上述工序在加料、出渣、出料等环节产生的烟气烟尘。</p>				

## 4.2 含 SO<sub>2</sub> 烟气

铅冶炼废气中 SO<sub>2</sub> 污染物来源及含量见表 2：

表 2 铅冶炼废气中 SO<sub>2</sub> 污染物来源及含量

源型	烟气 种类	来源	含SO <sub>2</sub> 量(%)
有组织排放			
点源	烧结烟气	ISP法烧结机	平均1.0-6.0 最低0.2, 采用富氧技术可达10 以上
点源	熔炼烟气	ISP法密闭鼓风机	<0.5
点源	熔炼烟气	水口山炼铅法	8-15
点源	熔炼烟气	基夫赛特法	20-50
点源	熔炼烟气	卡尔多炉	0-16
点源	熔炼烟气	奥托昆普、HUAS炼铅闪速炉	>20
点源	熔炼烟气	澳斯麦特炉	0.1-12
点源	还原烟气	富氧侧吹铅渣处理炉	10-20
点源	还原烟气	鼓风机	0.02-10
点源	烟气	烟化炉	0.02-0.03
点源	烟气	浮渣反射炉	<1

无组织排放			
面源	烟气	系统漏气、生产操作时在出铅口、出渣口等处产生的烟气、电解熔铅锅产生烟气	无规则、波动大

## 5 总体要求

### 5.1 一般规定

5.1.1 铅锌冶炼业新建、扩建项目应优先采用一级标准或更先进的清洁生产工艺（HJ 512、HJ 513），改建项目的生产工艺不宜低于二级清洁生产标准。主要冶金炉炉体应密闭化，具有防止废气逸出措施。在易产生废气无组织排放的位置设有废气收集与净化装置；物料储运应采用封闭式仓储，贮存仓库配通风设施；污染气体的收集和输送应满足HJ2000的规定。

5.1.2 铅冶炼废气治理工程应满足相关标准、法律法规、条例和办法的要求。必须坚持预防为主、防治结合、综合治理、以新带老、达标排放、总量控制的原则。

5.1.3 铅冶炼废气治理工程设计必须与主体工程设计同步进行。初步设计应以环境影响报告书（表）及批文为依据。

5.1.4 铅冶炼废气治理总硫利用率不小于 95%。烟气治理后排放的颗粒物和烟气治理系统产生的治理污水中重金属等有害元素总量应严格控制，外排烟气中 SO<sub>2</sub> 和重金属含量必须同时满足 GB 25466 要求。

5.1.5 铅冶炼废气治理工程应根据企业所选择的生产工艺，按照企业的规划及实际情况选择与预期生产条件相适应的工艺及设备，宜选择安全、环保、节能的工艺和设备。铅冶炼废气治理系统应设置有效的安全、消防、卫生、监控设施，控制有害物质的产生与扩散。

5.1.6 铅冶炼废气治理系统所需水、电、汽等宜尽量利用主体工程设施。

5.1.7 废气治理系统及设备运行、维护和检修应不影响炉窑及后续烟气处理的正常、稳定和连续运行。进行大修时应考虑和冶炼设施大修同步进行。

5.1.8 收尘系统工程设计、施工和运行应满足国家现行的相关技术政策、标准、规范和规程。所选用的设备和材料应是通过认证的合格产品。收尘系统的设计，应掌握收尘器入口烟气量、烟气温度及波动范围（烟气最高、最低和正常运行温度）、酸露点温度、含湿量、烟气含尘浓度、腐蚀性等，以及烟(粉)尘颗粒形状、粒径、粒径分布、含水性、比电阻、粘结性、化学成份等理化指标。

5.1.9 由于各地区铅冶炼采用的工艺不一致，各工序产生的烟气，经收尘后烟气中的 SO<sub>2</sub> 气体浓度不同，企业应在生产中对硫采取治理措施，宜根据实际情况选用适合工艺。

新建铅冶炼企业宜采用先进的冶炼生产工艺，烟气 SO<sub>2</sub> 浓度大于 3.5% 时宜首先考虑采用两转两吸类制酸工艺。作为安全预防措施，企业宜在制酸系统后建设脱硫系统，以防止出现制酸尾气不达标排放的情况。

任何外排烟气 SO<sub>2</sub> 含量未达到排放标准（400mg/m<sup>3</sup>）的必须进行脱硫处理，不能直接或稀释排放。

5.1.10 冶炼过程中烟气中 SO<sub>2</sub> 含量如大于 400mg/m<sup>3</sup>（0.014%），应按 6.3 要求进行低浓度 SO<sub>2</sub> 烟气脱硫。

1) 进入脱硫系统的烟气应先进行除尘，并且烟气含尘量宜小于 400mg/Nm<sup>3</sup>。当脱硫渣需资源化利用时，进入脱硫塔的烟气含尘量不宜大于 100mg/Nm<sup>3</sup>。烟气中少量固体颗粒物含量应不影响副产品质量及装置的正常运行；并宜在脱硫时采取相应技术措施防止副产品污染。

2) 脱硫系统出口烟气各方面指标必须达到 GB25466 的要求。吸收剂利用率应大于 90%。

3) 采用氨法脱硫系统的设计脱硫效率应不小于 95%，采用其它脱硫方法脱硫效率不少于 90%，设计时应保证在最差工况下，脱硫系统承诺的最低脱硫效率仍能满足排放标准的要求，同时，应考虑未来可能更严格的排放标准要求。脱硫系统脱硫塔设计使用寿命一般宜不少于 20 年。

4) 脱硫副产品应可以得到综合利用，可作为其他制造工业的原料，或可在农业上应用；当脱硫副产品暂时不能综合利用，应保持性能稳定，不会对环境产生二次污染，做防渗漏处理堆放。

5) 宜设置紧急堆放灰场，并对灰场进行防渗漏处理和采取防飞扬措施；脱硫副产物堆放量大时，应考虑灰场存储年限。

5.1.11 制酸酸雾及铅电解产生的酸雾宜采取措施进行降低浓度的净化处理，保证外排酸雾达到容许浓度限值要求。

5.1.12 铅阳极泥综合利用过程中产生的废气应根据具体工艺、废气类型和气量选用合适的除尘、脱硫、脱酸（碱）及脱除其它有害气体的工艺，不允许直接排放。

5.1.13 铅冶炼废气治理应重视重金属污染防治工作，要坚持“减量化、资源化、无害化”的原则，实行以清洁生产为核心、以重金属污染物减排为重点、以可行有效的污染防治技术为支撑、以风险防范为保障的综合防治技术路线。

1) 为防范环境风险，铅冶炼企业对每一批矿物原料均应进行全成分分析，宜采用配料等方式严格控制每批次入炉原、辅料中汞、砷、镉、铊、铍等有害元素含量。无汞回收装置的冶炼厂，不应使用汞含量高于 0.01% 的原料。含汞的废渣作为铅冶炼配料使用时，应先回收汞，

再进行铅冶炼。

2) 收尘系统所捕集的烟尘应根据原辅料变化情况及时进行化验分析,对砷、镉、汞等毒害物质含量超标的烟尘宜进行开路处理,不应重新进入冶炼流程。

3) 酸泥应严格按批次进行取样化验,对毒害物质含量较高的酸泥应进行密闭封存,并外送有处理资质的企业进行处理,严禁将毒害物质含量高的酸泥返回系统;脱硫过程中前期洗涤下来的尘泥宜与酸泥一并归类处理,脱硫过程中的可溶性毒害杂质宜在过程中除去,不能去除干净的,应固化或无害化处理。

5.1.14 铅冶炼废气治理过程中产生的污水应经处理后回用或达标排放。

5.1.15 铅冶炼废气治理工程的设计、建设应采取有效的隔声、消声、绿化等降低噪声的措施,噪声和震动控制设计应符合国家相关规定。

5.1.16 作业环境必须满足 GBZ1 和 GBZ2.1 要求;生产过程中安全防护应满足 GB/T 17398 的要求。

## 5.2 工程构成

5.2.1 铅冶炼废气治理工程的设计对象和范围应根据铅冶炼厂规模 and 不同工艺产生废气的浓度和成分的实际情况进行界定。设计对象一般包括铅冶炼废气治理系统的工艺、设备、土建、电气、控制、监测、消防、暖通、给排水等;设计范围一般包括从冶金炉窑出口烟道到烟囱进口的所有工艺系统、公用系统和辅助系统,以及从运输、储配料、精炼等其它铅尘产生点到环保烟囱进口的所有工艺系统、公用系统和辅助系统等。

5.2.3 工艺系统包括集气收尘系统、制酸系统、低浓度烟气脱硫系统等。

5.2.4 公用系统包括供电系统、蒸汽系统、压缩空气系统、工艺水及循环水系统等。

5.2.5 辅助系统包括仪表及控制系统、在线监测系统、化验分析、土建、采暖通风机空调、给排水系统、消防等

## 5.3 总平面布置

### 5.3.1 一般规定

1) 总平面布置符合《建筑项目环境保护设计规定》,并应满足 GB 50187、YSJ 001、YS 5017、GB50630 的规定。

2) 铅冶炼废气治理系统的总平面布置应符合工艺走向,遵循就近处理、综合治理、循环利用、达标排放和总量控制的原则。

### 5.3.2 副产品处理

副产品处理系统应结合工艺流程和场地条件因地制宜布置。一般可布置在与吸收循环系

统相对独立的交通便利的区域。

### 5.3.3 管线布置

1) 管线综合布置应根据总平面布置、管内介质、施工及维护检修等因素确定，在平面及空间上应与主体工程相协调。

2) 集中管廊布置时，内有腐蚀性介质的管道宜布置在下层，公用管道、电缆桥架宜布置在上层。

3) 管线附属构筑物（补偿器、检查井等）应相互交错布置，避免冲突。地上管线较多时，尽可能共架布置。

4) 单层管廊布置时，内有腐蚀性介质的管道与蒸汽管道、电缆的布置间距应符合安全、检修等规范、规定。

5) 电缆敷设设计应避免与腐蚀性介质接触，宜架空或采取防腐处理埋地。

## 6 工艺设计

铅冶炼废气治理一般工艺流程如图 2。

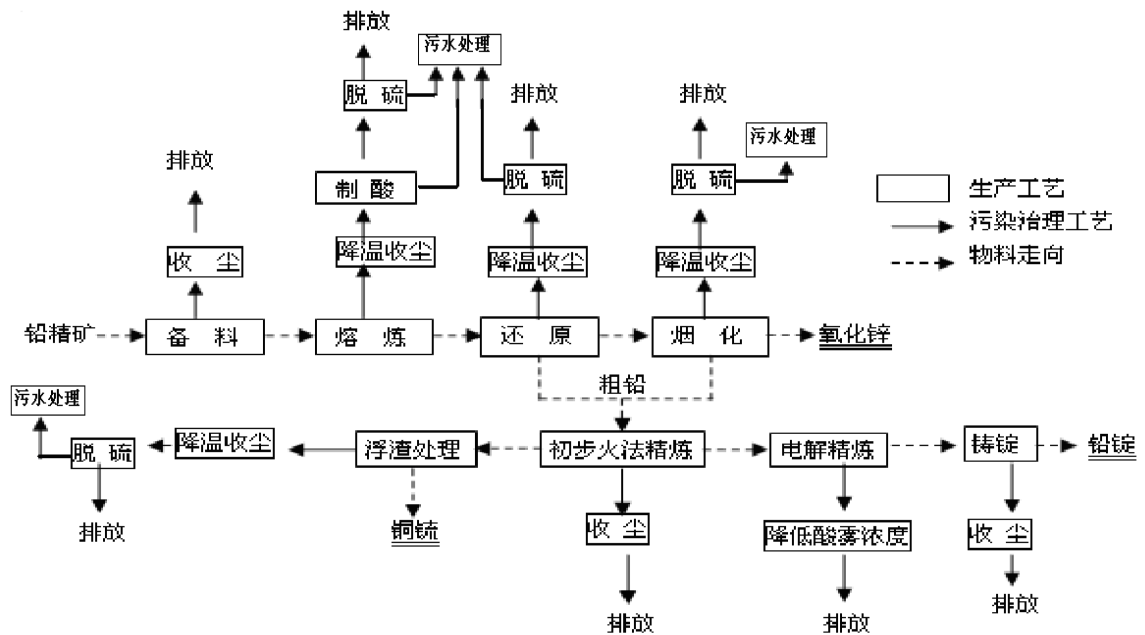


图 2 铅冶炼废气一般治理工艺流程简图

### 6.1 固体颗粒物收尘

6.1.1 铅冶炼废气收尘，一般包括废气冷却、废气收尘、烟（粉）尘输排、备料扬尘和积尘的集气收尘，同时还可能包括废气湿法收尘及其废水收集处理。流程见图 3：

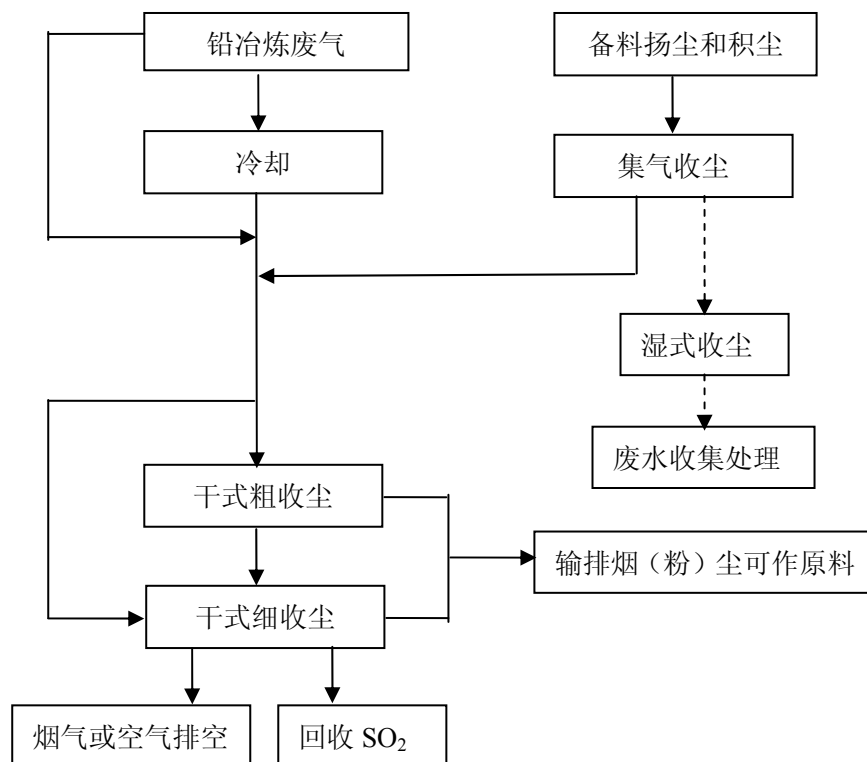


图 3 铅冶炼过程一般收尘工艺流程

针对具体各铅冶炼企业采用的不同冶炼工艺，收尘工艺技术总结推荐见表 3:

表 3 铅冶炼过程典型收尘技术流程表

烟（粉）尘来源	收尘流程	外排烟（粉） 尘浓度 (mg/Nm <sup>3</sup> )
铅精矿仓中给料、输送、配料等过程产生粉尘	集气罩→袋式收尘器（或无动力收尘 <sup>①</sup> ，或微动力收尘 <sup>②</sup> ）→外排	<80
熔炼炉烟尘	烟气→余热锅炉→电收尘器→制酸系统	——
鼓风烧结机烟尘	烟气→沉尘室（或旋风收尘器）→电收尘器→制酸系统	——
还原炉烟尘	烟气→旋风除尘（或沉降室、余热锅炉、表面冷却器）→布袋收尘器→制酸或脱硫系统	<80
烟化炉（或回转窑、烟化炉—余热锅炉一体化）烟尘	烟气→旋风除尘（或沉降室、余热锅炉、表面冷却器）→袋式收尘器→脱硫系统	<80
澳斯麦特炉烟尘	烟气→余热锅炉→电收尘器→动力波洗涤→电除雾→制酸系统	<50

熔/电铅锅铅烟尘	集气罩→袋式收尘器→外排	<8
浮渣反射炉烟尘	烟气→旋风除尘（或沉降室、余热锅炉、表面冷却器）→袋式收尘器→脱硫系统	<80
	烟气→冷却烟道→文氏管→汽水分离器→脱硫系统	
环保烟气烟尘	集气罩→袋式收尘器→外排	<25
道路、堆场和厂房等产生扬尘	道路和堆场扬尘采取遮盖、围栏、洒水抑尘、电动喷雾机组、压气喷雾或真空吸尘系统等降尘设施。 厂房扬尘采取电动喷雾机组、压气喷雾或真空吸尘系统等降尘设施。设置水冲洗设施，定期用水冲洗厂房内部各积尘表面。 利用开敞式空间静电抑尘装置对无罩尘源进行控制。	——
注：①和②适用于物料破碎、筛分、皮带转运系统的除尘，其中粉状、磨琢性小的物料，可采用无动力除尘；在粉尘量大，粉尘运动动力不足的情况下，宜采用微动力除尘技术。		

### 6.1.2 烟气冷却

烟气冷却一般分间接冷却和直接冷却。冷却时，除要求降温调湿的烟气用直接冷却外，否则应尽量采用间接冷却，如空气换热器、汽化冷却器和余热锅炉等设备，以利用烟气余热。

### 6.1.3 集气收尘

#### 1) 有罩尘源

- a) 表 4—1 所列有组织排放点源为有罩尘源。
- b) 收尘罩的设计和运行应根据冶炼设备的排烟量来确定。
- c) 收尘罩尽量靠近污染源并将其围罩起来，如果妨碍操作，将其安装在侧面，可采用风量较小的槽型或桌面型。
- d) 考虑粉尘飞散方向来确定收尘罩安装的位置和排气方向。
- e) 避免收尘罩开口四周全部自由开放。
- f) 控制适当的气流速度，防止收尘罩周围产生紊流，同时使有害物从飞散界限的最远点流进收尘罩开口处。

#### 2) 无罩尘源

- a) 表 4—1 所列无组织排放面源为无罩尘源。
- b) 应在适当地点安装电动喷雾机组、压气喷雾或真空吸尘系统等降尘设施，喷撒微细水

雾，使浮游粉尘沉降，抑制二次扬尘及抽吸走粉尘。

c) 产生粉尘的厂房内应设置水冲洗设施，定期用水冲洗厂房内部各积尘表面，可有效防止散落粉尘的二次扬尘。

d) 利用开敞式空间静电抑尘装置对无罩尘源进行控制，具有设备结构简单、投资少、节能等优点，其工作原理同电除尘器。

e) 原料堆场粉尘控制，须采取洒水抑尘、设备冲洗和抽风除尘等综合控制措施。

#### 6.1.4 烟气收尘

1) 收尘系统配置及功能应根据炉型、容量、炉况、铅矿成分、辅助燃料成分、脱硫工艺、烟气工况、气象条件、操作维护管理等具体情况进行设计。

2) 烟气中烟（粉）尘负荷可通过工艺计算、测试或类比方式确定。

3) 采用干法、半干法、湿法烟气脱硫工艺，收尘系统各种工况指标应满足相应收尘器入口烟(粉)尘要求。

4) 所收集的烟（粉）尘一般送往配料工序进入生产系统，对含有高经济价值元素或含有对工况有害元素的烟（粉）尘，应采用适当的回收、提取工艺实现资源化利用和无害化处理。

5) 收尘装置的收尘性能应满足下道工序所需要的浓度限值要求，外排烟气应满足现行国家、行业和地方排放标准规定的烟（粉）尘排放浓度和烟气黑度限制的要求。

6) 收尘工艺流程和设备应根据生产设备（或设施）的类型、能力、生产方式，所排含尘气体的性质，烟（粉）尘种类及相关参数、排放要求和环境影响评价的要求经全面优化后确定。生产工艺参数波动大的收尘系统应设置缓冲或预处理设施。

7) 收尘系统在保证含尘气体被充分捕集的前提下，应根据含尘气体的性质、结合经济原则，选取一个污染源配置一台收尘设备的单独收尘方式或多个污染源配置一台收尘设备的集中收尘方式。含不同性质烟（粉）尘的含尘气体宜单独收尘，集中收尘收集的烟（粉）尘应进入对生产影响最小的物料中。

8) 处理含有易燃易爆粉尘（如煤粉）的含尘气体，必须选择具有泄爆功能的收尘器，收尘器、输送系统、照明系统的设计、制造必须符合有关防燃爆的规定。

9) 常用干式粗收尘设备为旋风收尘器，常用干式细收尘设备为袋式收尘器和电收尘器；湿式收尘应用较少，对含湿量较大的烟气，可用水膜旋风收尘器、冲击式收尘器、自激式收尘器和文丘里管等。收尘器可以单独使用，也可以多种型式组合使用。

#### 6.1.5 烟（粉）尘输排

1) 烟（粉）尘输排装置应考虑收尘器的规模大小来确定。



- 2) 烟（粉）尘输排装置要简单，便于维护管理、故障少，作业率高。
- 3) 选择烟（粉）尘输排装置时，需了解排尘状态、间歇和连续性、烟（粉）尘性质、排尘量和收尘器排尘口处的压力状态等。
- 4) 烟（粉）尘中含有毒或剧毒物质时，烟（粉）尘输送过程中要用密封设备以防止飞扬污染环境，同时以免漏风导致净化效率的降低。
- 5) 排尘装置的最大排尘量应小于运输设备能力。
- 6) 如采用气力输送装置，距离较近的可用真空吸送式，距离较远的宜用压缩空气或氮气压送方式。

## 6.2 高浓度 SO<sub>2</sub> 烟气制硫酸

本着稳妥可靠、工艺先进的原则，在满足条件的情况下宜首先选用两转两吸类制酸工艺或相当于两转两吸的制酸工艺。

## 6.3 低浓度 SO<sub>2</sub> 烟气脱硫

### 6.3.1 工艺路线

1) 由于铅冶炼废气铅毒污染的特殊性，低浓度烟气脱硫工艺宜采用湿法工艺脱硫。铅冶炼企业应根据实际情况选取适应的脱硫工艺，达标排放。

2) 低浓度烟气湿法脱硫工艺主要分为脱硫工艺和副产品处理工艺两部分。工艺流程示意图见图 4：

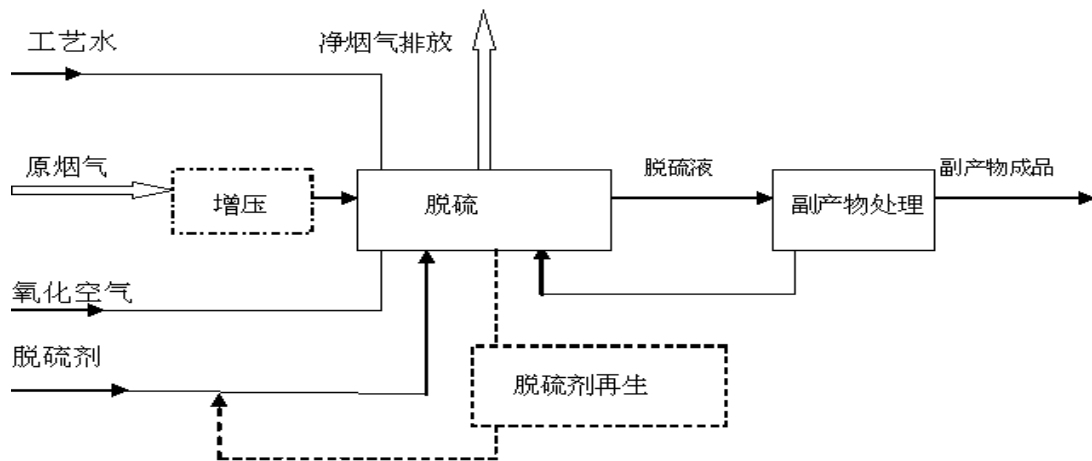


图4 低浓度烟气湿法脱硫工艺流程图

3) 脱硫剂选择原则为：来源丰富、容易获得、价格低廉、易于运输、运输距离近、对烟气中重金属有一定脱除作用，不会对环境造成污染，形成的脱硫产物应是无毒稳定的，不会对环境造成新的危害，副产品可直接使用的应采取措施脱除重金属，防止二次污染。吸收剂利用率宜不低于 90%。

4) 脱硫系统设计应以保证脱硫效率稳定达标、循环利用、不产生二次污染为原则，尽量

做到减少或杜绝抛渣，宜根据当地脱硫剂来源、副产物市场、安全环境等条件进行技术经济比较后确定。

各种脱硫工艺特点见资料性附录 A。

5) 采用石灰石/石灰法、钠碱法、双碱法脱硫工艺可参照 HJ462 工业锅炉及炉窑湿法烟气脱硫工程技术规范规定。氨法脱硫系统要求见附录 B 要求，其它工艺方法应符合国家相关规定。脱硫副产物利用过程中，应特别关注其中的有害物质，防范生态健康风险。

6) 选用的生产工艺产生的脱硫废水的情况：脱硫废水主要超标项目为 pH、COD、悬浮物及铅、汞、铜、镍、锌、砷、氟等，均为严格限定排放物质，属于对环境产生长远不利影响的第 I 类污染物，宜集中处理或与冶炼过程产生的废水一并处理，不允许直接排放。

### 6.3.3 烟气系统

1) 烟气系统应考虑脱硫系统建设后烟气压力降的变化，烟气压力不足时选择合适的烟气增压动力设备。

2) 烟气系统的设计应保证烟尘在烟道内不会沉积，在必要地方设置清除灰尘的装置，对烟道内粉尘的聚集，应考虑附加的积灰荷重。系统应按需要进行防腐处理，严格密封。

4) 烟气水平烟道、吸收塔入口等烟道宜安装膨胀节，烟道膨胀节、烟气密封机宜根据需要设置垂直排水管，排水可并入废水处理系统或沉降后回用。

### 6.3.4 吸收系统

1) 吸收系统应满足技术性能要求，宜选用占地少、流程短、节能低耗的工艺及设备。吸收系统应设事故泵、事故槽（池）。事故槽容量应能满足事故处理时液体物料的倒换和储存。

2) 浆液槽（池）应防腐并设有防沉积或堵塞装置。

3) 脱硫液系统应减少尘、油及其它杂质进入，必要时宜配置相应的除杂质设施。

4) 宜采用低压力降的脱硫塔型。脱硫塔顶部或出口烟道上应设除雾器，在正常运行工况下，除雾器出口烟气中的雾滴质量浓度应不大于  $80\text{mg}/\text{m}^3$ 。

5) 脱硫塔内部结构、液气比及喷淋层的设置应保证脱硫液及烟气的充分接触，脱硫塔液气比应达到脱硫系统要求，并在保证脱硫效率的同时控制脱硫剂逃逸。

6) 脱硫塔外部应设供检修维护的平台和楼梯，材质应符合防腐要求。

7) 循环泵和风机宜根据工艺要求特点设置和选型，应保证其可靠性，设置备用设备。

8) 管道应选择与工艺配套的材质，管道内应避免浆液沉积，浆液管道上宜设置排空和冲洗设施。

9) 在易结垢的设备及部位应设置方便可靠的冲洗措施，经常或定期需冲洗的部位宜采用远程控制的冲洗阀实现自动操作和远程操作，如吸收塔除雾器的冲洗、下料口冲洗等。

10) 脱硫塔（槽）底部分部管检修时，需要将溶液排出，设计施工时宜在塔体或流出管道开口更低位考虑排液孔和排液管，用阀门控制，以便以后入塔检修维护。

### 6.3.5 副产品处理系统

1) 应该根据所选工艺的技术要求及市场条件选择副产品品种及质量等级, 不得影响脱硫系统的主要技术性能。

2) 副产品市场系统应根据产品性质、加工用途进行设计和布局。

3) 副产品质量应达到国家或行业标准要求, 可根据用途确定检测指标和检测方法。

4) 副产品处理系统应充分考虑原烟气含尘量和组成对副产品品质影响, 必要时应设置相应的工艺设备。

5) 对不能返回系统或暂不具备资源化利用条件的副产品, 应考虑副产品的储存、堆放和运输, 此过程应严防污水、浮尘等泄露造成二次污染。其储存场、中转站的建设和使用应符合 GB18599 的规定。

## 7 主要工艺设备和材料

### 7.1 收尘系统

#### 7.1.1 工艺设备

1) 收尘器的基本性能应满足国家相关标准要求。

2) 当废气中含有腐蚀性介质时, 冷却装置、风机、集气收尘罩、阀门和颗粒过滤器等应满足相关防腐要求。

#### 7.1.2 主要材料

滤料、滤袋、滤袋框架应符合相关标准规定, 适应含尘气体的性质。

### 7.2 脱硫系统

#### 7.2.1.材料选择

1) 系统材料应充分考虑工艺特点, 选择性价比高, 具有耐磨、防腐特性的材料。金属材料选择符合相关标准要求。

2) 脱硫塔塔体及塔内支撑件应根据脱硫工艺特点、脱硫剂的性质选用合适的材料。选用的脱硫塔主材应有控制其质量与安全的措施。塔体其它构建宜采用涂覆防腐材料的碳钢、玻璃钢、合金钢等。

3) 脱硫液用泵宜选用全合金或钢衬胶材质, 浆液管道宜选用玻璃钢、合金钢、钢衬塑或钢衬胶材质, 固液分离设备与于吸收接触部分宜选用合金钢、玻璃钢, 碳钢内衬等材质。

#### 7.3.2.设备选择

1) 设备选型和配置应满足长期稳定运行的要求, 应考虑设备和管线、部件的耐温性、耐腐蚀性、耐冲刷性和抗结晶性。

2) 脱硫塔的数量应根据废气产生位置、废气量大小、脱硫塔容量、操作弹性、可靠性和

布置条件等因素确定。

3) 循环泵的过流部件应能耐固体颗粒磨损、耐酸腐蚀、耐高氯离子腐蚀。

## 8 检测及过程控制

### 8.1 收尘检测及过程控制

#### 8.1.1 分析检测

1) 铅冶炼废气系统应在烟道、除尘器、引风机、排气筒等设备、设施处安装现场检测仪器仪表，并将分析检测数据引入控制室。

现场一次仪表选型应能适应烟气温度、含尘、含酸的环境。除尘器前后应设监测平台和采样孔，并符合 HJ/T 397 的相关规定。

2) 在烟气排放口设排放连续监测系统，并符合 HJT 76 技术要求及检测方法要求；按照 HJT 75 固定污染源烟气排放连续监测技术规范要求进行连续监测。

3) 固定污染源排放检测过程采样方法、检测方法、检测质量保证和质量控制的技术要求按 GB/T16157、HJ/T 373、HJ/T 397 相关规定执行。烟尘采样器和测定参数所用仪器、仪表的技术要求，以及检测项目和试验方法，按 HJ/T 48 的规定执行。烟（粉）尘无组织排放监控点设置方法、监测气象条件的判定和选择、监测结果的计算等按 HJ/T 55 的规定执行。

#### 8.1.2 过程控制

1) 在分析检测的基础上，设置控制系统对过程进行控制，宜采用分散控制系统（DCS）或可编程逻辑控制器（PLC）进行控制，对参与控制的检测参数，应设报警上、下限值，设声光报警和必要的联锁。

2) 收尘控制室可结合收尘系统大小和现场情况设独立的控制室，或并入主控制室统一监控。若设独立的收尘系统控制室，对表征主工艺是否正常的重要参数（如冷却烟道烟气温度、烟气流量等）也应引入主控室显示。

3) 当烟气检测参数发生异常，如：烟气温度、流量异常，除尘器压差、电压异常，引风机电流异常，电机绕组、轴承温度过热等情况，应及时检查主工艺工况、除尘器运行状况、风门开度大小、混风阀开闭状况等，并通过控制调整，及时消除异常。

4) 当排放污染物分析检测值超过 GB25466 限值或异常，应及时检查物料变化，除尘器运行状况（电压、清灰、极板、布袋等），及时控制处理。

### 8.2 脱硫检测与过程控制

#### 8.2.1 分析检测

1) 应在脱硫塔（槽）入口、出口烟道等烟气监测点，安装密闭式在线烟气监测，应满足 HJ/T75、HJ/T76 等规范要求，还应安装可启闭式手动烟气仪器检测取样孔，开孔位置应能检测总烟气量，并符合国家环保要求，加装操作平台。

2) 新建冶炼系统时，宜将脱硫系统控制纳入环保控制系统，统一检测监控。现场仪表应满足脱硫工作介质要求。

3) 现有冶炼系统建设脱硫系统时，可就近设置独立的脱硫控制室。

4) 应配备对脱硫剂、脱硫副产物、沉降物等分析检测的手段。

5) 烟气测试方法依据 GB16297 进行。

## 8.2.2 主要工艺过程控制

1) 脱硫系统过程控制应按照技术方案和工艺流程对自动控制设计和实施的具体要求，并根据国家有关规程，结合实际情况采用可靠实用先进的自动控制技术，保证生产和设备的安全运行，强化装置的科学管理，有效治理环境污染

2) 整个脱硫系统的运行管理宜集中在脱硫控制室进行实时监控，脱硫系统控制宜采用分散控制系统（DCS）或可编程逻辑控制器（PLC），其功能包括数据采集和处理、模拟量控制（MCS）、顺序控制（SCS）及连锁保护、脱硫用电源系统监控等，对装置中主要参数如脱硫液浓度、储槽液位等进行监控和控制。

3) 自动控制方案宜应根据脱硫剂变化情况，自动调节脱硫剂加入量；应设置脱硫塔进口、出口的 SO<sub>2</sub> 连续在线检测装置，以此对整个脱硫系统进行闭环控制，并依此计算和控制脱硫剂的加入量和速度；宜设置脱硫液 pH 值的检测装置以辅助控制脱硫剂加入量。

4) 脱硫液的存储、配制、使用和检测应符合工艺和相关法规、标准的要求。

5) 各烟气在线检测装置应附设蒸汽伴热管或电加热管，以避免烟气中水分对检测结果干扰；应附设压缩空气吹管，及时去除检测装置积灰；取样管应有防堵塞措施，防止烟气采样失真。

6) 应及时采集装置出、入口烟气粉尘、流量、温度、SO<sub>2</sub> 含量、NO<sub>x</sub>、O<sub>2</sub> 含量、pH 值等信号，分别送在线分析室和 DCS 系统记录，DCS 系统应设定脱硫剂消耗量和 SO<sub>2</sub> 在线适时减排量和累计减排量等节能减排参数，减排量历史记录至少保存 12 个月。

7) 脱硫吸收塔入口烟气挡板与烟道烟气旁路挡板应设置可靠的连锁装置；工艺水箱、吸收液配制箱（槽）、吸收液储槽等关键槽罐等液位监视宜安装应有就地和远程液位监视装置，并安装液位报警装置。

8) 应设置以下主要控制及连锁系统：

- 吸收液 pH 值调节（自动调节吸收剂的加入量）
- 吸收液液位调节
- 各槽罐液位调节
- 加热器温度调节

- 脱硫塔（槽）温度控制
- 进装置烟气投入/切除联锁
- 除雾器冲洗循序控制

## 9 主要辅助工程

### 9.1 电气系统

#### 9.1.1 供电系统

- 1) 供电设备及系统的设置应符合国家相关标准规定。
- 2) 应充分考虑项目用电负荷的特点及总体布局，设置变配电所及低压配电室。从全厂总降压变电站引接。对影响到装备安全的重要设备宜按照一级负荷进行设计。
- 3) 配电系统宜采用两路电源进线，单母线分段接线方式。正常时两路电源同时供电，分列运行，当一回路电源故障或检修时，另一回路电源能承担全部负荷。
- 4) 主要生产设备宜采用集中—机旁两地控制方式。在生产设备机旁设现场操作箱，正常生产采用集中控制，当设备检修时切换到机旁控制。

#### 9.1.2 通讯系统

装置界区内应设置全厂统一的生产行政、调度通信及信息系统。

### 9.2 建筑与结构

#### 9.2.1 建筑

- 1) 一般规定
  - a) 废气处理区域内的建筑设计应根据工艺流程、使用要求、自然条件、建筑地点等因素进行整体布局，在进行布局的同时，要考虑与建筑周围环境的协调，满足功能要求。
  - b) 建筑物的防火设计应符合 GB50016、GB50630 的要求。
  - c) 建筑物的噪声设计应符合 国家相关标准的规定。
  - d) 工程建筑物的建筑安全等级不小于二级，耐火等级不小于二级。生产的火灾危险性分类为丁类。建（构）物腐蚀等级为强腐蚀。建筑防腐对气相和液相进行防护处理，设计严格遵守 GB50046、GB50212 标准。
  - e) 各建构筑物采用钢构架、轻钢、钢筋砼等结构，抗震强度满足国家相关标准要求。
  - f) 为防止气相性腐蚀，厂房电力电缆和控制电缆宜选用防腐型，电缆桥架宜采用玻璃钢制防腐电缆桥架，局部控制柜采用防腐、防尘、防水系列，选用防腐型混合光或金属卤化物灯具。
  - g) 建筑设计除执行本规定外，应符合国家和行业的现行有关设计标准的规定。

## 2) 室内外装修及防腐

a) 建筑的室内外墙面应根据使用和外观需要进行适当处理，地面和楼面材料除工艺要求外，宜采用耐磨、易清洁的材料。

b) 当有腐蚀性介质直接接触的设备基础、地面和楼面时需要进行防腐设计，长期接触溶液的地面和沟渠防腐可使用耐酸石板或砖（灰缝为树脂胶泥）、树脂稀胶泥或砂浆、沥青砂浆、聚合物水泥砂浆等，少量或偶尔接触的也可用水玻璃混凝土、耐酸石板或砖（灰缝为水玻璃胶泥或砂浆、沥青胶泥、聚合物水泥砂浆等）。

## 9.3 暖通

9.3.1 采暖通风与空气调节应符合国家相关标准要求。

9.3.2 生产厂房等有可能逸出大量有害气体的场所，应设计事故通风设施，事故通风换气次数不小于 12 次/h。

## 9.4 消防

9.4.1 消防系统设计应符合 GB 50016、GB 50630 的规定规定。

9.4.2 对于新建工程，消防站或队的设置由全厂统一设置；已建工程加装废气处理装置时，尽量利用已有的消防设施、消防给水系统，在系统内布置消防水管网及添置必要的消防器材，设备选型宜与主体工程一致。

9.4.3 废气处理系统的火灾探测及报警系统应在各废气处理点监控室设置控制屏，并与全厂火灾探测及报警系统实现通信。

## 9.5 给排水

废气治理系统给排水设计应和全厂一致，系统宜考虑尽量多采用雨水回用和循环水，降低水耗。

# 10 劳动安全与职业卫生

## 10.1 一般要求

10.1.1 装置在设计、制造、安装、使用和维修各个阶段，应重视职业人员的安全与卫生防护。应遵守以下原则：

1) 装置建设、运行中污染物的防治与排放应执行国家现行的环境保护法规和标准的相关规定。

2) 作业环境必须满足 GBZ1 和 GBZ2 的要求，所有的员工都必须定期进行身体检查，并保存记录。

3) 装置可行性研究阶段应有环境保护、劳动安全和工业卫生的论证内容。在初步设计阶段，应提出深度符合要求的环境保护、劳动安全和工业卫生专篇。

4) 建设单位在装置建成运行的同时, 安全和卫生设施及相应的管理制度应同时建成运行。

10.1.2 装置安全与卫生的设计应安全可靠、技术先进、经济合理、互相协调一致, 尽可能达到本质安全化, 符合人机工程学原则。

10.1.3 防火、防爆设计应符合国家相关标准的规定。

10.1.4 防尘、防噪声与振动、防电磁辐射、防暑与防寒等职业卫生要求应符合 GBZ1 的规定。

10.1.5 建立并严格执行经常性的和定期的安全检查制度, 及时消除事故隐患, 防止事故发生。

10.1.6 装置应配备个人安全与卫生防护设施, 包括防酸防尘防毒防噪声等防护防护用品、逃生器械、急救用品等, 其中必须有 2 台自给式空气呼吸器、过滤式防毒面具等。

10.1.7 安全标志

应按照 GB2894 要求, 设立各种安全标志。

SO<sub>2</sub> 风机房等存在有毒、有害气体的场所, 脱硫剂储存区、硫酸储罐区等可能存在腐蚀性固液体的场所, 设置“小心泄漏”等危险警告标志。

在车间应设置应急疏散指示标志等。厂房内设置“严禁烟火”标志。

## 10.2 收尘系统

10.2.1 对经常检查维修地点, 应设安全通道。在检查维修处, 如有危及安全的运动物体, 均需设防护罩。人可能进入而又有坠落危险的开口处, 应设有盖板或安全栏杆。检修照明灯应符合安全照明要求。收尘系统安全防护应增设防雷、防静电、防火、防爆和抗震加固设备。

10.2.2 应加强重金属粉尘防护工作, 满足 GB/T 17398 标准要求。

## 10.3 脱硫系统

10.3.1 脱硫系统有毒有害物质主要有: SO<sub>2</sub>、脱硫剂、腐蚀性液体等。

1) 车间作业区设置事故冲洗水、紧急淋浴和洗眼器, 每个装置的保护半径不少于 15m。每个冲洗水、洗眼器的保护半径不小于 15m。

作业人员配备个人劳动防护用品: 包括防毒面具、防护目镜、空气呼吸器、防护服、工作鞋、防护手套、面罩、护肤膏等。

2) 防灼伤

高温物料设备管道连接无焊漏, 且均做气密性试验, 在生产过程中不存在泄漏情况。

高温作业区域设置安全操作通道。高温蒸汽管道远离操作区域, 对于表面温度大于 60℃ 的工艺管道及设备采取防烫伤措施, 用保温材料作隔热处理, 保温层经计算确定, 使保温外表面温度满足防烫伤要求。操作人员配工作服、手套、劳保鞋等安全防护装置, 防止烫伤。

3) 脱硫系统在施工和运行过程中主要应注意防泄露防火防腐蚀。

## 10.4 有毒有害物质防护

10.4.1 SO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub>、酸雾、氨气等



烟气输送管道、阀门采取密封设计。有害物质阀门、管道、人孔及设备严格按照国家相关标准规定，采取密闭措施，防止有害气体的逸散，能采取负压操作的采用负压操作，对受压操作的设备和管道，除对焊缝进行严格探查外，进行水压和气密性试验。

脱硫系统主要装置为露天布置，有利于有害气体的扩散。SO<sub>2</sub>风机房设有机械通风装置，为连续排风；系统与 SO<sub>2</sub> 主鼓风机连锁，一旦出现故障，鼓风机停止运行。生产操作采用 DCS 控制系统控制，正常生产情况下没有作业人员在风机房内逗留。为工段作业人员配备防毒面具等个体防护用品。

#### 10.4.2 腐蚀性液体

酸、碱液储槽等设备按国家规定选择材质、按有关规程进行制作。储槽宜设料位计，对料位进行检测，一旦出现高位报警，立即停止进料。

接触酸性、碱性腐蚀性液体的作业人员配备耐酸工作服、耐酸碱手套、耐酸碱防护鞋等个体防护用品，防止发生灼伤。

## 11 施工与验收

### 11.1 工程施工

11.1.1 工程总承包、设计、施工单位应具有与工程相符合的资质。

11.1.2 工程的施工应符合国家和行业相应专项工程施工规范、施工程序及管理文件的要求。

11.1.3 贮气罐、管道等压力容器及其配套件项目施工前应向特种设备主管部门办理相关手续，施工过程中接受其监督。

11.1.4 施工中采用的工程技术文件、承包合同文件对施工质量验收的要求不得低于国家相关专项工程规范的规定。

11.1.5 脱硫工程施工应按设计文件、施工图纸和设备安装使用说明书的规定进行，工程变更应取得设计单位确认并出具设计变更文件后再进行施工。

11.1.6 脱硫工程所用的设备、材料、器件等应符合国家相关标准，有产品的合格证书、产品性能检测报告。主要材料应有进场复验报告。严禁使用国家明令淘汰的材料。

11.1.7 施工除遵守相关的施工技术规范以外，还应遵守国家的质量、劳动安全及卫生、消防等标准。

#### 11.1.8 收尘系统安装

1) 收尘系统安装应符合 GB 50231 的规定。

2) 除尘器本体及零部件的现场贮存、运输和吊装应符合产品技术文件的规定。

3) 除尘工程安装包括：除尘器本体、高低压电源及其控制系统的安装，系统相关设备和装置的安装，风管和电、气、水管线的连接；除尘系统保温、防腐和防雨等。施工单位应

制定安装技术方案。

4) 除尘器、风机、管道等安装应符合相关标准要求。

5) 袋式除尘器滤袋安装应放在全部安装工作的最后，滤袋装好后，不得在壳体内部和外部再实施焊接和气割等明火作业。

6) 电除尘器的壳体四角应分别进行可靠的接地，新建电除尘器的接地电阻应小于或等于  $2\Omega$ 。

7) 除尘器的泄压装置应确保泄压功能。气路系统要保证密封，气动元件动作应灵活、准确。各运动部件应安装牢固，运行可靠。

8) 除尘工程安装完成后，应彻底清除除尘器、含尘气体管道及压缩空气管路内部的杂物、关闭各检修门。

#### 11.1.9 收尘系统调试

1) 除尘系统调试、运行、维修按相关标准的规定执行。

2) 除尘系统调试分单机试车、与工艺设备空载联合试运行和带料试运行三个阶段。前一阶段试车合格后进行下一阶段试车。

3) 单机试车应解决转向、润滑、温升、振动等问题，连续运行时间不低于 2h。单机试车时，应记录每个设备（装置）的试车过程。

### 11.2 竣工验收

11.2.1 竣工验收应按《建设项目（工程）竣工验收管理办法》以及相应专业现行验收规范和本规范的有关规定进行组织。工程竣工验收前，严禁投入生产性使用。

1) 与生产工程同步建设的废气治理工程应与生产工程同时进行环境保护验收；现有生产设备配套或改造的设施应单独进行环境保护验收。

2) 工程配套建设的烟气连续监测及数据传输系统，应与工程同时进行环境保护验收。

3) 贮气罐、压力管道等压力容器及其配套件须经特种设备主管部门验收。

11.2.2 工程环保验收应符合国家规定，在生产试运行期间应对工程进行性能试验，性能报告应作为环境保护验收的重要内容。验收依据为：主管部门的批准文件、设计文件和设计变更文件、合同及其附件、设备技术文件等。验收程序和内容符合相关标准和安装文件的有关规定。

11.2.3 对整体启动试运行中出现的问题应及时消除。在整体启动试运行及满负荷调试优化后，进行满负荷试运行考核，技术指标达到设计要求后，建设单位向有审批权的环境保护行政主管部门提出生产试运行申请。经批准后，方可进行生产试运行。

11.2.4 装置竣工环境保护验收按《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定进行。

## 12 运行与维护

### 12.1 一般规定

12.1.1 铅冶炼废气治理工程的运行、维护及安全管理除应执行本规范外，还应符合国家现行有关强制性标准的规定。

12.1.2 未经当地环境保护行政主管部门批准，不得停止运行废气处理装置。由于紧急事故造成装置停止运行或部分装置停运时，应立即报告当地环境保护行政主管部门，并立即执行应急预案。

12.1.3 废气治理装置的运行可用率宜大于 95%，各项污染物应达标排放。

12.1.4 废气治理装置运行应在满足设计工况的条件下进行，并根据工艺要求，定期对各类设备、电气、自控仪表及建（构）筑物进行检查维护，确保装置稳定可靠运行。

12.1.5 应建立与装置运行维护相关的各项管理制度包括运行、操作和维护规程；建立环境安全、人员安全、设备故障处理的应急预案；建立主要设备运行状况的台帐制度。

### 12.2 人员与运行管理

12.2.1 工厂宜成立环保管理部门负责装置的运行管理，装置的运行人员宜单独配置。

12.2.2 应对废气治理装置的管理和运行人员进行定期培训，使管理和运行人员系统掌握设备及其它附属设施正常运行的具体操作和应急情况的处理措施。

12.2.3 运行操作人员，上岗前应进行以下内容的专业培训，经考试合格，持证上岗：

- 1) 必要的工艺技术知识、安全知识；
- 2) 启动前的检查和启动要求的条件；
- 3) 处置设备的正常运行，包括设备的启动和关闭；
- 4) 控制、报警和指示系统的运行和检查，以及必要时的纠正操作；
- 5) 最佳的运行温度、压力、脱硫效率的控制和调节，以及保持设备良好运行的条件；
- 6) 设备运行故障的发现、检查和排除；
- 7) 事故或紧急状态下人工操作和事故处理；
- 8) 设备日常和定期维护；
- 9) 设备运行及维护记录，以及其他事件的记录和报告。
- 10) 常用的有毒有害化学品运输使用知识及防毒、防腐蚀、防火等安全知识和技能培训。

12.2.4 应建立废气处理系统运行状况、设施维护和生产活动等的记录制度，主要记录内容包括：

- 1) 系统启动、停止时间。
- 2) 原材料进厂质量分析数据，进厂数量，进厂时间。
- 3) 系统运行工艺控制参数记录，至少应包括装置进出口 SO<sub>2</sub> 含量、烟尘含量、烟气温度、烟气流量、烟气压力、用水量、脱硫剂消耗量。

- 4) 主要设备的运行和维修情况的记录。
- 5) 烟气连续监测数据记录。
- 6) 废水、渣和副产物生产情况的记录。
- 7) 生产事故及处置情况的记录。
- 8) 定期检测、评价及评估情况的记录等。

12.2.5 运行人员应按照规定做好交接班制度和巡视制度，有毒、腐蚀性物品的装卸应加强监控。

### **12.3 维护保养**

12.3.1 装置的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中。

12.3.2 维修人员应根据维护保养规定定期检查、更换或维修必要的部件。

12.3.3 维修人员应做好维护保养记录。

12.3.4 压力容器及其配套件应定期由具有相应资质的单位检验。

### **12.4 应急预案及二次污染控制**

12.4.1 铅冶炼企业应编制和修订除尘、制酸和脱硫系统应急预案，并及时修订和更新应急救援预案，使之规范、符合、有效。

12.4.2 铅冶炼企业应有专业管理人员负责实施环境管理制度、安全、污染事故应急预案和事故应急处理事宜，相关应急设施应满足技术要求。

12.4.3 铅冶炼企业应加强员工培训，组织预演，并在组织结构和制度上保证废气治理系统发生事故时，根据应急响应级别，应急救援职能人员能按照预案要求，各司其职，及时有效地开展应急救援行动。

12.4.4 铅冶炼企业应加强生产和设备监控，避免二次污染产生；在二次污染产生时，应立刻报告相关部门，并执行应急预案。

12.4.5 铅冶炼企业有责任和义务对废气污染造成的后果进行后继处理和赔偿。

## 附录 A

(资料性附录)

### 铅冶炼低浓度 SO<sub>2</sub> 烟气各种脱硫工艺流程的特点

技术方法	适应的 SO <sub>2</sub> 含量 (%)	原料	原料消耗比 (t/tSO <sub>2</sub> )	副产品	脱硫效率	适用说明
氧化锌法	<3.5	氧化锌粉	1.27	硫酸锌、亚硫酸锌、高浓度 SO <sub>2</sub>	>90%	适用于铅锌联产的企业，脱硫剂易得，副产品可直接进入锌冶炼系统，或煅烧获得高浓度 SO <sub>2</sub> 。缺点是脱硫效率偏低，副产品外销不易
氨法	<3.5	液氨、氨水、尿素等氨源	0.532 (折液氨)	硫酸铵化肥	>95%	适用范围广、脱硫效率高，投资和运营成本低，副产品易销售，可在脱硫过程中除去重金属等污染物，但氨源的运输、存放和使用要求较高
有机胺法	0.5-18	有机胺	0.9×10 <sup>-3</sup> —3.0×10 <sup>-3</sup>	高浓度 SO <sub>2</sub>	>90%	脱硫效率高，工艺简单、系统腐蚀小，副产品处理容易，自动化程度高。适用于低压蒸汽供应充足、烟气二氧化硫浓度较高、波动较大的铅冶炼烟气制酸，但一次性投资高、蒸汽消耗量大，需要附设制酸或硫磺生产装置
钠碱法	<3.5	氢氧化钠、碳酸钠	1.25-1.66	硫酸钠、亚硫酸钠	>90%	适用范围广，碱的来源限制小，便于输送、储存，损耗低，投资省，但运营成本较高，产品销售面较窄，另外由于其吸收效果好，杂质易影响副产品品质。适用于氢氧化钠来源较充足的铅冶炼烟气制酸。
双碱法	<3.5	氢氧化钠、石灰或电石渣	0.16/0.88	脱硫石膏、亚硫酸钙	>90%	相比钙法不易在塔体形成结垢，吸收率高、缺点是：Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> 氧化副反应产物 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 较难再生，需不断的补充 NaOH 或 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 而增加碱的消耗量。另外，Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 的存在也将降低石

						膏的质量。
石灰石(电石渣)/石膏法	<1.5	石灰、电石渣等	1.8-1.9	脱硫石膏、亚硫酸钙	>90%	适用范围广，原料易得。但副产品含杂较多，销售难度大，多堆存处理。装置易结垢堵塞。不适用于脱硫剂资源短缺、场地有限的铅冶炼烟气制酸

附

## 附录 B

(资料性附录)

# 铅冶炼废气治理氨法脱硫系统

## 前言

作为补充，本标准增加了铅冶炼废气治理脱硫工艺中氨法烟气脱硫工程的规划、设计、评审、采购、施工安装、调试、验收和运行管理方面的一般原则。本标准执行应首先满足“铅冶炼废气治理工程技术规范”要求，两个标准有冲突时，应以“铅冶炼废气治理工程技术规范”为准。

本标准所称氨法是指以氨（液氨、气氨）、氨水、碳铵等氨基物质作吸收剂，用含氨基物质的循环吸收液对烟气进行洗涤吸收，使烟气湿度饱和从而具有较高二氧化硫脱除率和较高副产物回收利用率的湿式氨法烟气脱硫工艺。

### 1 适用范围

本标准适用于铅冶炼过程中含SO<sub>2</sub>废气的氨法治理工艺。

### 2 规范性引用文件

除前文引用的文件外，本标准还引用以下条款：

GB3559	农用碳酸氢铵
GB5044	职业性接触毒物危害程度分级
GB536	液体无水氨
GB14554	恶臭污染物排放标准
GB/T14668	空气质量 氨的测定 纳氏试剂比色法
GB14679	空气质量 氨的测定
HG 1-88	工业氨水

### 3 术语和定义

3.1 氨(回收)利用率 ammonia (recovery) utilization rate

氨法脱硫装置副产物成品中氨的量与用于脱硫的氨的量的比。以副产硫酸铵为例，按下式进行计算。

$$\text{氨(回收)利用率} = \frac{X \cdot Y + \sum_{i=1}^n (X_{i2} - Y_{i2} - X_{i1} - Y_{i1})}{X_1 \cdot Y_1} \times \frac{2M_1}{M_2} \times 100\%$$

式中：

X：计算期生产的硫酸铵产品的量，kg；

Y：计算期生产的硫酸铵产品中平均硫酸铵含量，%。

X<sub>1</sub>：计算期内系统投入吸收剂总量，kg；

Y<sub>1</sub>：投入的吸收剂含氨的含量，%。

X<sub>i1</sub>、X<sub>i2</sub>：计算期期初、期末时系统中第i项设备中副产物总量，kg；

Y<sub>i1</sub>、Y<sub>i2</sub>：计算期期初、期末时系统中第i项设备中副产物中氨及铵盐折算硫酸铵的含量，%；

n：装置中存有副产物的设备数。

M<sub>1</sub>：氨的分子量。

M<sub>2</sub>：硫酸铵的分子量。

### 3.2 氧化风机 oxidation fan

提供氧气（空气）用于氧化脱硫生成的亚硫酸（氢）铵的设备。

### 3.3 逸氨量 escape ammonia

脱硫后净烟气中携带游离氨的量，以mg/m<sup>3</sup>表示

### 3.4 氧化率 oxidation rate

吸收液或产品中硫酸盐的物质的量占亚硫酸（氢）盐及硫酸（氢）盐物质的量总和的百分比。

### 3.5 气溶胶 aerosol

悬浮在净烟气中的直径小于1μm的固态和液态粒子，主要由烟尘、水雾、吸收循环液雾、铵盐固体微粒等组成。

### 3.6 塔内饱和结晶 saturation crystal in absorber

利用原烟气的热量，使吸收系统产生的硫酸铵溶液在塔内喷淋洗涤过程中蒸发，浓度达



过饱和并析出结晶，浆液送副产物系统进行固液分离后，固体制成成品，母液回吸收系统循环使用。

### 3.7 塔外蒸发结晶 evaporative crystal out absorber

利用蒸汽等热源，将吸收系统产出的硫酸铵溶液在蒸发系统进行蒸发浓缩结晶，结晶后的浆液送分离系统固液分离，固体制成硫酸铵成品，母液回蒸发系统。

### 3.8 氨酸法 ammonia—acid method

利用制酸装置产出硫酸与脱硫吸收液（也称“母液”）混合反应，将吸收液中的亚盐（亚硫酸铵、亚硫酸氢铵）分解，产出的SO<sub>2</sub>气体返回制酸装置或直接回收。

### 3.9 氨肥法 ammonia—fertilizer method

利用压缩空气将吸收液中的亚盐直接氧化为硫酸铵的工艺方法。

## 4 总体要求

### 4.1 一般要求

4.1.1 宜首选安全、环保、经济性能优越的工艺和设备，如利用原烟气热量进行浓缩结晶的塔内饱和结晶工艺、装置压力降较小的烟气塔顶直排方案等。装置应有可靠的控制逸氨量、气溶胶的措施。

4.1.2 脱硫率一般应不小于 95%，氨（回收）利用率不小于 97%，二氧化硫排放达到国家环保部门规定或合同约定要求。净烟气排放逸氨量不大于 10mg/m<sup>3</sup>。

4.1.3 企业如需回收 SO<sub>2</sub> 返回硫酸系统或需生产液体 SO<sub>2</sub> 时宜采用氨酸法；要直接生产硫酸铵化肥时，宜采用氨肥酸法。

4.1.4 制酸尾气再治理宜采用塔内结晶工艺，不需重金属脱除工序；炉窑尾气氨法脱硫宜采用塔外结晶工艺，过程得到的硫酸铵溶液宜脱除溶液中夹杂及溶解的重金属，去除可溶性铅、砷、汞等毒害物质，保证硫酸铵产品质量。重金属脱除的沉降物应分批次进行化验分类，按毒害物质含量选择返回冶炼系统或按类似含量的硫酸系统酸泥处理方法进行处理。

4.1.5 脱硫装置可用率不小于 95%；厂区及厂界环境中氨、二氧化硫、尘等浓度不大于GB 25466规定的标准。

4.1.6 氨法脱硫工程设计时应充分考虑烟气的含水率，保证系统水平衡，不产生或减少处理废水的产出。产生的废水应设置独立输送系统，且宜单独处理，防止混入铅锌湿法冶炼系统，避免废水中的氨氮对湿法冶炼系统造成危害。

4.1.7 氨法脱硫系统氨吸收剂的储存、稀释、输送、使用过程应满足防火、防毒、防爆、防

雷的相关规定。

## 4.2 工程项目构成

4.2.1 设计对象应根据工程实际进行界定。氨法脱硫工程设计范围一般是从冶炼炉窑原引风机出口烟道起所有工艺系统、电气、控制系统及土建系统的设计。一般包括：烟气系统、吸收循环系统、氧化空气系统、吸收剂储存供给系统、工艺水系统、副产物处理系统、副产物包装（半自动）贮存系统、检修排空系统、电气设备、仪表及控制设备、土建、采暖通风及空调、供排水系统、通讯工程、消防及火灾报警等。

4.2.2 装置主体构筑物与设备、配套工程和运行管理服务设施的范围应根据工程承建方式、主体工程建设等实际情况进行确定。一般总承包工程项目包括基础设计、基础设计审查、详细设计、设备和材料的采购运输、土建工程施工、安装工程施工、试运行、性能考核、技术培训、技术服务、项目验收、资料交付等工作内容。

## 4.3 吸收剂的选择

吸收剂应根据来源情况及当地条件进行安全、经济、环保等综合评价后选择。可选择液氨、氨水、碳铵等氨基物质作为吸收剂。氨基吸收剂质量宜按表 4.1 要求。

表 4.1 氨基吸收剂

吸收剂	液	氨	碳
宜执行标准	GB536 合格品， 氨含量 99.6%	HG1-88 农用品 (注)	GB3559 合格品

注：可在装置允许范围内降低氨水浓度标准。

## 4.4 总平面布置

4.4.1 脱硫设施布置应满足以下要求：

- 1) 工艺流程合理，烟道短捷；
- 2) 充分利用主体工程公用设施；
- 3) 合理利用地形和地质条件；
- 4) 节约用地、工程量少、运行费用低；
- 5) 交通运输方便；
- 6) 方便施工、维护和检修；

7) 符合环境保护、劳动安全和工业卫生要求。

#### 4.4.2 总平面布置

1) 烟气脱硫吸收塔宜布置在烟囱附近，循环泵（房）应紧邻吸收塔布置。

2) 防火设计应满足 GB50016的要求。吸收剂为液氨时，液氨罐区宜布置在厂区内主要装置的最小风频的上风向、地势较低、通风条件良好、厂区边缘安全地带，卸氨场地人流通行较少；已建厂区应选择无地下电缆，与其他建(构)筑物间距满足消防要求的区域。氨站建设应进行安全影响评价，并有应急防范措施。氨罐区与建筑物的防火间距见表 4.2。

表4.2 氨罐区与建筑物的防火间距

单位：米

一个罐区的总储量 $V(m^3)$	建筑物耐火等级			室外变、配电站	厂内道路路边	
	一、二级	三级	四级		主要	次要
$1 \leq V < 50$	12	15	20	30		
$50 \leq V < 200$	15	20	25	35		
$200 \leq V < 1000$	20	25	30	40	15	10
$200 \leq V < 1000$	20	25	30	40		
$1000 \leq V < 5000$	25	30	35	45		

3) 液氨贮存区吸收剂及副产物汽车运输装卸停车位路段纵坡宜为平坡，最大纵坡不应大于 1.5%。液氨罐区的配管管架宜为滑动结构。

## 5 工艺设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 装置宜根据烟气量、二氧化硫等含量及环境影响评价的要求留 10%裕量进行设计。

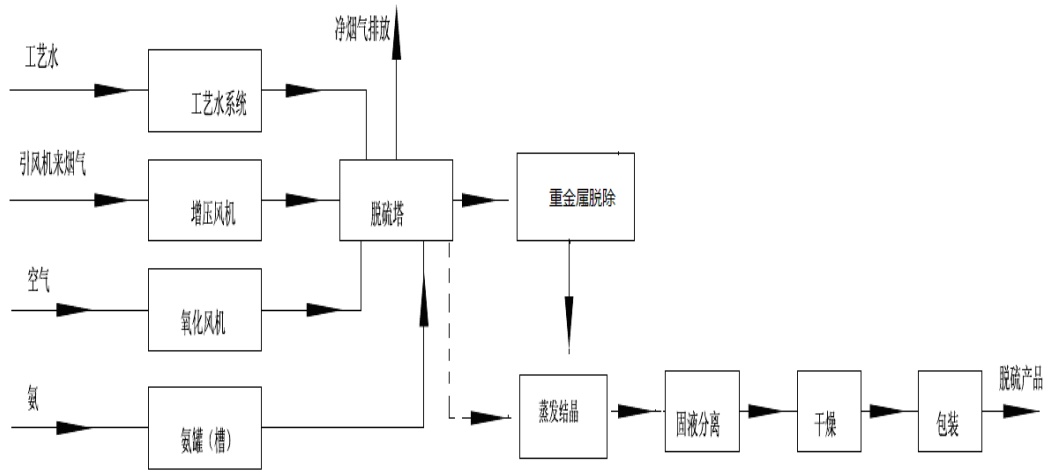
5.1.2 连续运行的动设备应至少在线备用一台（套）

5.1.3 装置宜设置事故池（槽）围堰、地池等事故排放系统，以应付生产事故或污染物负荷变化大等安全性情况。

### 5.2 工艺路线

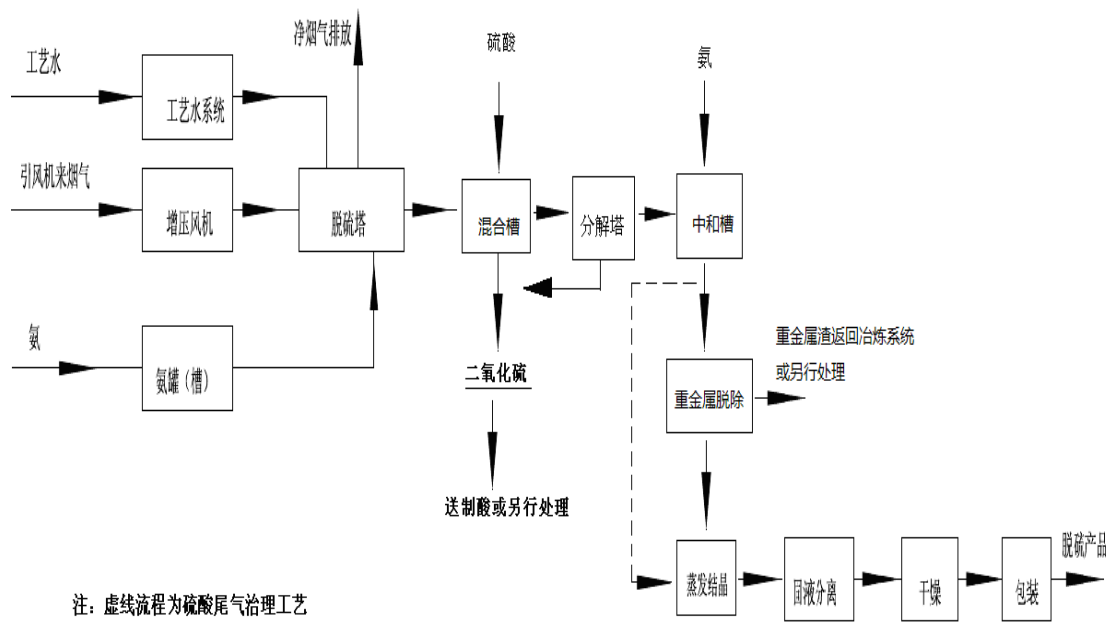
5.2.1 氨法烟气脱硫工艺主要分为吸收工艺、副产物处理工艺两大部分。装置应由烟气系统、吸收系统、副产物系统、吸收剂储存制备系统、自控及在线监测系统等组成。工艺流

程示意图见图 5.1、5.2



注：虚线流程为硫酸尾气治理工艺

图5.1 氨肥法烟气脱硫工艺流程图



注：虚线流程为硫酸尾气治理工艺

图5.2氨酸法脱硫工艺流程图

5.2.2 原烟气经除尘后进入脱硫塔，脱硫液吸收烟气中的  $\text{SO}_2$ ，脱硫后的净烟气经除雾后按要求排放。脱硫液吸收烟气中的  $\text{SO}_2$  后送副产品处理系统。

5.2.3 氨脱硫剂储量宜满足3-7d用量，可根据输送距离远近及供应能力增减储量；装置用液氨、气氨、氨水时，应按国家相应规范采取专门防护措施。加入吸收剂的方式应满足控制氨逃逸及气溶胶的要求。

5.2.4 引风机（或脱硫增压风机）来的烟气进入脱硫塔经降温在50℃左右用含氨（亚铵盐）吸收液循环吸收烟气中的SO<sub>2</sub>，脱硫率不小于95%。脱硫后的净烟气经除雾后经过烟囱排放，脱硫塔出口净烟气中雾滴含量宜不大于80 mg/m<sup>3</sup>。

5.2.5 吸收和洗涤浓缩泵进口宜设置过滤装置，防止杂物堵塞喷头。

5.2.6 吸收液直接氧化（氨肥法）

1) 氧化空气应使用无油压缩空气，氧化塔（槽）排放空气管路上不宜设置阀门，保证管路通畅；若需设阀门，须设铅封，确保阀门处在开启状态

2) 氧化段宜设置温度、密度和pH值监控。

5.2.7 吸收液酸解（氨酸法）

1) 硫酸输送泵出口法兰宜设置泄漏防护措施

2) 中和槽宜设置两台，轮换使用，中和槽放空管宜接至解析塔进气管上

3) 混合槽气体出口管宜设置水封，系统超压时能安全排放

## 6 主要工艺设备和材料

6.1 脱硫塔可根据工程实际选择填料塔、空塔、泡沫塔等塔型。

6.2 含氨盐介质的输送管可采用玻璃钢、聚氯乙烯外玻璃钢增强、钢衬防腐材料、钢塑复合管、不锈钢等，严禁在氨盐溶液和氨水管道上使用含铜合金阀门

## 7 检测及过程控制

7.1 吸收剂pH值测试点宜在吸收泵出口主管旁路上设置pH计测量筒，pH计测量筒上宜同时设置手工取样点，并设置与泵出口主管断开阀门，便于pH计维护。

7.2 安装气体取样管时，水平管道上取样管应从管侧引出；垂直管道上取样管宜与管道成45度角，倾斜向上引出。安装液体取样管时，垂直管道上介质自上而下流动，可在管道任意一侧设置取样管，垂直管道介质自下而上流动的不能设置取样管；水平管道上介质带压输送时，可在管道任一侧设置取样管，介质自流时，取样管应设置在管道下侧。

## 8 主要辅助工程、劳动安全与职业卫生、施工与验收

主要辅助工程、劳动安全与职业卫生、施工与验收以及运行维护应按照前述“铅冶炼废气治理工程技术规范”要求一致。