



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109297313 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 20

(21) 申请号 201811236322.0

B01D 53/14 (2006.01)

(22) 申请日 2018.10.23

B01D 53/18 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109297313 A

(56) 对比文件

CN 105536484 A, 2016.05.04

CN 108434960 A, 2018.08.24

(43) 申请公布日 2019.02.01

CN 208952702 U, 2019.06.07

(73) 专利权人 宋成

JP 2016159205 A, 2016.09.05

JP H11147018 A, 1999.06.02

地址 311400 浙江省杭州市富阳区文教北路973号人才公寓1-204室

审查员 阎晓卓

(72) 发明人 宋成 周岳珍 郑家辉 黄文宝

(74) 专利代理机构 杭州华知专利事务所(普通合伙) 33235

专利代理师 赵梅

(51) Int. Cl.

F27D 17/00 (2006.01)

B01D 53/00 (2006.01)

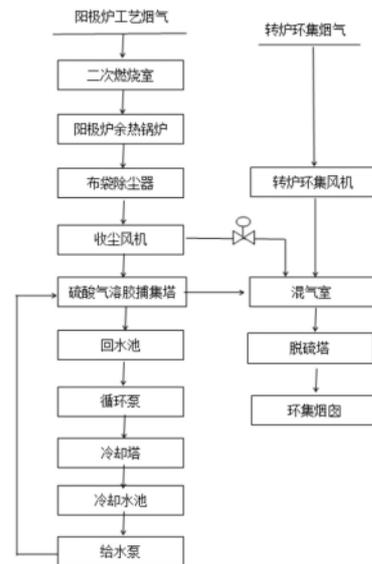
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

硫酸气溶胶捕集塔、阳极炉工艺烟气处理系统及方法

(57) 摘要

本发明公开一种硫酸气溶胶捕集塔,包括塔本体,塔本体外壁下部设有烟气入口、排污口,上部设有冲洗水进口、烟气出口;塔本体内中部设有冷却管束,每组冷却管束进水端和冷却水进口联箱连通,出水端和冷却水出口联箱连通,多组冷却管束上方设有冲洗水管,冲洗水管上设有多个朝向冷却管束的喷头,冲洗水管和冲洗水进口连通。本发明还公开一种阳极炉工艺烟气处理系统及方法。本发明硫酸气溶胶捕集塔能降低并控制阳极炉工艺烟气进混气室的温度,降低烟气温度后,一是绝大部分SO<sub>3</sub>已经在捕集塔内凝结而去除,另外进入混气室后,也不会因温差较大而大量形成硫酸气溶胶,给湿法脱硫创造有利条件。



1. 一种粗铜火法精炼的阳极炉工艺烟气处理系统处理粗铜火法精炼的阳极炉工艺烟气的方法,其特征在于,所述阳极炉工艺烟气处理系统包括:

二次燃烧室,

入口与所述二次燃烧室的出口相连的阳极炉余热锅炉,

入口与所述阳极炉余热锅炉的出口相连的布袋除尘器,

入口与所述布袋除尘器的出口相连的收尘风机,

烟气入口与所述收尘风机的第一出口相连的硫酸气溶胶捕集塔,

第一入口与所述硫酸气溶胶捕集塔的烟气出口相连的混气室,混气室第二入口与收尘风机第二出口相连,混气室第三入口与转炉环集风机出口相连,其中,混气室和收尘风机相连管路上设有阀门,

入口与所述混气室的出口相连的脱硫塔,

入口与所述脱硫塔的出口相连的环集烟囱;

硫酸气溶胶捕集塔与冷却循环系统相连,冷却循环系统包括:

入口与所述硫酸气溶胶捕集塔冷却水出口联箱的冷却水出口相连的回水池,

入口与所述回水池的出口相连的循环泵,

入口与所述循环泵的出口相连的冷却塔,

入口与所述冷却塔的出口相连的冷却水池,

入口与所述冷却水池的出口相连的给水泵,

所述给水泵的出口与所述硫酸气溶胶捕集塔冷却水进口联箱的冷却水进口相连;

所述硫酸气溶胶捕集塔,包括塔本体,塔本体外壁下部设有烟气入口、排污口,上部设有冲洗水进口、烟气出口;塔本体内中部设有冷却管束,冷却管束为翅片管冷却元件组成的管束,翅片管为H型翅片管或螺旋翅片管,每组冷却管束进水端和冷却水进口联箱连通,出水端和冷却水出口联箱连通,多组冷却管束上方设有冲洗水管,冲洗水管上设有多个朝向冷却管束的喷头,冲洗水管和冲洗水进口连通;

冲洗水管用于定期冲洗冷却管束上的粘接物,需要冲洗时冲洗水由冲洗水进口进入冲洗水管,通过各喷头对冷却管束进行冲洗;

冲洗水管还可以对烟气急速降温:通过冲洗水进口设有电磁阀,可远程控制冲洗水进口开启和关闭;烟气出口设有温度检测器,用于检测烟气出口的烟气温度;当烟气出口的烟气温度大于设定值时,可远程开启冲洗水进口,喷头急速喷冷却水给烟气降温,使烟气出口的烟气温度快速达到设定值;

所述硫酸气溶胶捕集塔工作时:

冷却水从冷却水进口进入冷却水进口联箱,再进入冷却管束,从冷却水出口联箱的冷却水出口流出;阳极炉工艺烟气从烟气入口进入硫酸气溶胶捕集塔,烟气通过冷却管束的外侧间隙发生热交换,带有 $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 、水蒸气、微米级烟尘的混合烟气在捕集塔内部发生结露现象凝结成液滴,液滴沿着冷却管束的钢管外壁低落至捕集塔底部,定期通过排污口排污,送废酸处理,处理后的烟气从烟气出口出去并进入混气室;其中,阳极炉工艺烟气进硫酸气溶胶捕集塔温度控制在 $\geq 150^\circ\text{C}$ ,塔内温度控制在 $100 \sim 130^\circ\text{C}$ ,烟气出塔温度控制在 $80 \sim 100^\circ\text{C}$ ,确保烟气中的 $\text{SO}_3$ 骤冷形成硫酸气溶胶,进一步与烟气中的水蒸气结合形成硫酸,硫酸结露定期排出;

所述处理阳极炉工艺烟气的方法包括如下步骤：

步骤一、阳极炉采用富氧燃烧方式，阳极炉工艺烟气温度控制在 $1200 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ；

步骤二、步骤一阳极炉工艺烟气进入二次燃烧室，阳极炉工艺烟气出二次燃烧室温度控制在 $\leq 800^{\circ}\text{C}$ ；

步骤三、步骤二阳极炉工艺烟气进入阳极炉余热锅炉，阳极炉工艺烟气出阳极炉余热锅炉温度控制在 $\leq 250^{\circ}\text{C}$ ；

步骤四、步骤三阳极炉工艺烟气进入布袋除尘器，阳极炉工艺烟气进布袋除尘器温度控制在 $180 \sim 220^{\circ}\text{C}$ ，出布袋除尘器温度控制在 $\geq 150^{\circ}\text{C}$ ；

步骤五、步骤四阳极炉工艺烟气进入硫酸气溶胶捕集塔，阳极炉工艺烟气进硫酸气溶胶捕集塔温度控制在 $\geq 150^{\circ}\text{C}$ ，塔内设有冷却管束，塔内温度控制在 $100 \sim 130^{\circ}\text{C}$ ，烟气出塔温度控制在 $80 \sim 100^{\circ}\text{C}$ ，确保烟气中的 $\text{SO}_3$ 骤冷形成硫酸气溶胶，进一步与烟气中的水蒸气结合形成硫酸，硫酸结露定期排出；

步骤六、步骤五阳极炉工艺烟气与转炉环集烟气混合后，烟气温度进一步降低至 $50 \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，自下而上经过脱硫塔后，最终由环集烟囱排入大气。

2. 根据权利要求1所述的一种粗铜火法精炼的阳极炉工艺烟气处理系统处理粗铜火法精炼的阳极炉工艺烟气的方法，其特征在于，塔本体外壁上部设有检修人孔I，塔本体外壁下部设有检修人孔II。

## 硫酸气溶胶捕集塔、阳极炉工艺烟气处理系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及石灰石/石灰-石膏法脱硫技术领域,具体涉及一种硫酸气溶胶捕集塔、阳极炉工艺烟气处理系统及方法。

### 背景技术

[0002] 烟气湿法脱硫技术是国内外应用最广的烟气脱硫技术,包括石灰石/石灰-石膏法、氢氧化镁法、氢氧化钠法、亚硫酸钠法、氨法、海水法等。其中,石灰石/石灰-石膏法作为最为成熟的烟气脱硫技术,因其具有操作简单、运行可靠、脱硫效率高(>90%)、脱硫剂来源丰富且低廉等优势,从而得到广泛应用,其装机容量占现有工业脱硫装置总容量的80%以上。

[0003] 粗铜火法精炼是冰铜吹炼和电解精炼之间的重要中间工序,其目的是先氧化脱除粗铜中的硫及部分金属杂质,再还原脱除粗铜中的氧,为浇铸出化学成分合格、物理规格达标的阳极板提供保障。现代大型铜冶炼企业多采用回转式阳极炉进行粗铜火法精炼,阳极炉工艺烟气 $\text{SO}_2$ 浓度低,不具备制酸条件,经余热锅炉、布袋除尘器、脱硫塔(石灰石/石灰-石膏法脱硫系统)处理后,最终由环保烟囱排放。目前,为缩短作业时间、降低天然气消耗、减少烟气排放量,阳极炉多采用富氧燃烧方式,氧气浓度大于95%。在现有技术中,阳极炉采用富氧燃烧方式,工艺烟气中 $\text{SO}_3$ 浓度较常氧燃烧大幅度上升,部分 $\text{SO}_3$ 会在进入脱硫塔前或在脱硫塔内形成硫酸气溶胶。因脱硫塔对硫酸气溶胶的脱除率低(30~50%),大部分硫酸气溶胶会随烟气由环保烟囱排入大气,并使排空烟气带有黄色或蓝色烟羽。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种硫酸气溶胶捕集塔、阳极炉工艺烟气处理系统及方法,以解决现有技术的不足。

[0005] 本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种硫酸气溶胶捕集塔,包括塔本体,塔本体外壁下部设有烟气入口、排污口,上部设有冲洗水进口、烟气出口;塔本体内中部设有多组冷却管束,每组冷却管束进水端和冷却水进口联箱连通,出水端和冷却水出口联箱连通,多组冷却管束上方设有冲洗水管,冲洗水管上设有多个朝向冷却管束的喷头,冲洗水管和冲洗水进口连通。

[0007] 进一步地,冷却管束为翅片管冷却元件组成的管束,翅片管为H型翅片管或螺旋翅片管。

[0008] 进一步地,塔本体外壁上部设有检修人孔I,塔本体外壁下部设有检修人孔II。

[0009] 进一步地,冲洗水进口设有电磁阀,可远程控制冲洗水进口开启和关闭;烟气出口设有温度检测器,用于检测烟气出口的烟气温度;当烟气出口的烟气温度大于设定值时,可远程开启冲洗水进口,喷头急速喷冷却水给烟气降温,使烟气出口的烟气温度快速达到设定值。

[0010] 一种阳极炉工艺烟气处理系统,包括:

- [0011] 二次燃烧室，
- [0012] 入口与所述二次燃烧室的出口相连的阳极炉余热锅炉，
- [0013] 入口与所述阳极炉余热锅炉的出口相连的布袋除尘器，
- [0014] 入口与所述布袋除尘器的出口相连的收尘风机，
- [0015] 烟气入口与所述收尘风机的第一出口相连的权利要求1-4任一权利要求所述的硫酸气溶胶捕集塔，
- [0016] 第一入口与所述硫酸气溶胶捕集塔的烟气出口相连的混气室，混气室第二入口与收尘风机第二出口相连，混气室第三入口与转炉环集风机出口相连，其中，混气室和收尘风机相连管路上设有阀门，
- [0017] 入口与所述混气室的出口相连的脱硫塔，
- [0018] 入口与所述脱硫塔的出口相连的环集烟囱。
- [0019] 进一步地，硫酸气溶胶捕集塔与冷却循环系统相连，冷却循环系统包括：
- [0020] 入口与所述硫酸气溶胶捕集塔冷却水出口联箱的冷却水出口相连的回水池，
- [0021] 入口与所述回水池的出口相连的循环泵，
- [0022] 入口与所述循环泵的出口相连的冷却塔，
- [0023] 入口与所述冷却塔的出口相连的冷却水池，
- [0024] 入口与所述冷却水池的出口相连的给水泵，
- [0025] 所述给水泵的出口与所述硫酸气溶胶捕集塔冷却水进口联箱的冷却水进口相连。
- [0026] 上述阳极炉工艺烟气处理系统处理阳极炉工艺烟气的方法，包括如下步骤：
- [0027] 步骤一、阳极炉采用富氧燃烧方式，阳极炉工艺烟气温度控制在 $1200 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ；
- [0028] 步骤二、步骤一阳极炉工艺烟气进入二次燃烧室，阳极炉工艺烟气出二次燃烧室温度控制在 $\leq 800^{\circ}\text{C}$ ；
- [0029] 步骤三、步骤二阳极炉工艺烟气进入阳极炉余热锅炉，阳极炉工艺烟气出阳极炉余热锅炉温度控制在 $\leq 250^{\circ}\text{C}$ ；
- [0030] 步骤四、步骤三阳极炉工艺烟气进入布袋除尘器，阳极炉工艺烟气进布袋除尘器温度控制在 $180 \sim 220^{\circ}\text{C}$ ，出布袋除尘器温度控制在 $\geq 150^{\circ}\text{C}$ ；
- [0031] 步骤五、步骤四阳极炉工艺烟气进入硫酸气溶胶捕集塔，阳极炉工艺烟气进硫酸气溶胶捕集塔温度控制在 $\geq 150^{\circ}\text{C}$ ，塔内设有冷却管束，塔内温度控制在 $100 \sim 130^{\circ}\text{C}$ ，烟气出塔温度控制在 $80 \sim 100^{\circ}\text{C}$ ，确保烟气中的 $\text{SO}_3$ 骤冷形成硫酸气溶胶，进一步与烟气中的水蒸气结合形成硫酸，硫酸结露定期排出；
- [0032] 步骤六、步骤五阳极炉工艺烟气与转炉环集烟气混合后，烟气温度进一步降低至 $50 \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，自下而上经过脱硫塔后，最终由环集烟囱排入大气。
- [0033] 本发明的有益效果：
- [0034] 1、高的烟气温度(大于等于 $150^{\circ}\text{C}$ )与转炉环集烟气(约 $40^{\circ}\text{C}$ )进行混合时，因转炉环集烟气温度较低，气量大，在混合过程中，发生骤冷而迅速雾化，阳极炉工艺烟气在骤冷条件变化下，形成大量硫酸气溶胶，硫酸气溶胶进入石灰石石膏法脱硫系统后，脱除率仅在30%左右，给尾期排放造成影响。本发明硫酸气溶胶捕集塔能降低并控制阳极炉工艺烟气进混气室的温度，降低烟气温度后，一是绝大部分 $\text{SO}_3$ 已经在捕集塔内凝结而去除，另外进入混气室后，也不会因温差较大而大量形成硫酸气溶胶，给湿法脱硫创造有利条件。本发明

硫酸气溶胶捕集塔投资小,便于清理,能在线远程控制,自动化程度高。

[0035] 2、本发明阳极炉工艺烟气处理系统中增设了硫酸气溶胶捕集塔,收尘风机第一出口通过硫酸气溶胶捕集塔和混气室连接,能降低并控制阳极炉工艺烟气进混气室的温度,降低烟气温度后,一是绝大部分SO<sub>3</sub>已经在捕集塔内凝结而去除,另外进入混气室后,也不会因温差较大而大量形成硫酸气溶胶,给湿法脱硫创造有利条件;收尘风机第二出口通过阀门和混气室连接,在硫酸气溶胶捕集塔不需或不能工作时也可以按现有的工作方式工作。

[0036] 3、本发明阳极炉工艺烟气处理方法可预防阳极炉工艺烟气进脱硫塔后产生硫酸气溶胶,通过控制阳极炉工艺烟气在进脱硫塔前的沿程关键设备进出口温度(包括阳极炉工艺烟气温度1200~1300°C、出二次燃烧室温度≤800°C、出阳极炉余热锅炉温度≤250°C、进布袋除尘器温度180~220°C、出布袋除尘器温度≥150°C、进硫酸气溶胶捕集塔温度≥150°C、出硫酸气溶胶捕集塔温度80~100°C、进脱硫塔温度50~60°C)和增设硫酸气溶胶捕集塔的方式,使烟气中的SO<sub>3</sub>在硫酸气溶胶捕集塔内冷凝形成硫酸气溶胶,进一步与烟气中的水蒸气结合形成硫酸并予以脱除,从而避免烟气中的SO<sub>3</sub>在脱硫塔内形成硫酸气溶胶,也避免了混气室内温差较大而大量形成硫酸气溶胶,从而解决了因脱硫塔对硫酸气溶胶的脱除率低,大部分硫酸气溶胶会随烟气由环保烟囱排入大气,并使排空烟气带有黄色或蓝色烟羽的问题,符合当前日益严峻的环保要求,利于企业在周边地区树立良好形象,具有显著的环境效益和社会效益。

## 附图说明

[0037] 图1为硫酸气溶胶捕集塔结构示意图。

[0038] 图2为硫酸气溶胶捕集塔内部结构示意图。

[0039] 图3为图2中A-A剖视图。

[0040] 图4为翅片管冷却元件结构示意图。

[0041] 图5为阳极炉工艺烟气处理系统示意图。

## 具体实施方式

[0042] 下面结合实施例和附图对本发明做更进一步地解释。下列实施例仅用于说明本发明,但并不用来限定本发明的实施范围。

[0043] 一种硫酸气溶胶捕集塔,如图1-4所示,包括塔本体,塔本体外壁下部设有烟气入口1、排污口6、检修人孔II7,上部设有冲洗水进口5、烟气出口2、检修人孔I7;塔本体内中部设有冷却管束3,冷却管束3为翅片管冷却元件组成的管束,翅片管由钢管11和翅片12组成,翅片管为H型翅片管或螺旋翅片管,每组冷却管束3进水端和冷却水进口联箱13连通,出水端和冷却水出口联箱14连通,冷却水进口联箱13和冷却水出口联箱14通过支架15固定在塔本体上,多组冷却管束3上方设有冲洗水管4,冲洗水管4上设有多个朝向冷却管束的喷头,冲洗水管4和冲洗水进口5连通。

[0044] 硫酸气溶胶捕集塔工作流程:

[0045] 冷却水从冷却水进口8进入冷却水进口联箱13,再进入冷却管束3,从冷却水出口联箱14的冷却水出口9流出;阳极炉工艺烟气从烟气入口1进入硫酸气溶胶捕集塔,烟气通

过冷却管束3的外侧间隙发生热交换,带有SO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub>、水蒸气、烟尘(微米级)的混合烟气在捕集塔内部发生“结露”现象凝结成液滴,液滴沿着冷却管束3的钢管11外壁低落至捕集塔底部,定期通过排污口6排污,送废酸处理,处理后的烟气从烟气出口2出去并进入混气室。

[0046] 硫酸气溶胶捕集塔的冲洗水管4用于定期冲洗冷却管束3上的粘接物,需要冲洗时冲洗水由冲洗水进口5进入冲洗水管4,通过各喷头对冷却管束3进行冲洗。

[0047] 冲洗水管4还可以对烟气急速降温,具体如下:冲洗水进口5设有电磁阀,可远程控制冲洗水进口5开启和关闭;烟气出口2设有温度检测器,用于检测烟气出口的烟气温度;将冲洗水的开启、关闭和烟气温度进行连锁,当烟气出口2的烟气温度大于设定值时,可远程开启冲洗水进口5,喷头急速喷冷却水给烟气降温,使烟气出口2的烟气温度快速达到设定值。

[0048] 一种阳极炉工艺烟气处理系统,如图5所示,包括:

[0049] 二次燃烧室,

[0050] 入口与所述二次燃烧室的出口相连的阳极炉余热锅炉,

[0051] 入口与所述阳极炉余热锅炉的出口相连的布袋除尘器,

[0052] 入口与所述布袋除尘器的出口相连的收尘风机,

[0053] 烟气入口1与所述收尘风机的第一出口相连的权利要求1-4任一权利要求所述的硫酸气溶胶捕集塔,

[0054] 第一入口与所述硫酸气溶胶捕集塔的烟气出口2相连的混气室,混气室第二入口与收尘风机第二出口相连,混气室第三入口与转炉环集风机出口相连,其中,混气室和收尘风机相连管路上设有阀门,

[0055] 入口与所述混气室的出口相连的脱硫塔,脱硫塔采用的是常规的“石灰石-石膏法”脱硫工艺,

[0056] 入口与所述脱硫塔的出口相连的环集烟囱。

[0057] 硫酸气溶胶捕集塔与冷却循环系统相连,由冷却循环系统提供冷却水,冷却循环系统包括:

[0058] 入口与所述硫酸气溶胶捕集塔冷却水出口联箱14的冷却水出口9相连的回水池,

[0059] 入口与所述回水池的出口相连的循环泵,

[0060] 入口与所述循环泵的出口相连的冷却塔,

[0061] 入口与所述冷却塔的出口相连的冷却水池,

[0062] 入口与所述冷却水池的出口相连的给水泵,

[0063] 所述给水泵的出口与所述硫酸气溶胶捕集塔冷却水进口联箱13的冷却水进口8相连。

[0064] 上述阳极炉工艺烟气处理系统处理阳极炉工艺烟气的方法,包括如下步骤:

[0065] 步骤一、阳极炉采用富氧燃烧方式,阳极炉工艺烟气温度控制在1200~1300℃;

[0066] 步骤二、步骤一阳极炉工艺烟气进入二次燃烧室,阳极炉工艺烟气出二次燃烧室温度控制在≤800℃;

[0067] 步骤三、步骤二阳极炉工艺烟气进入阳极炉余热锅炉,阳极炉工艺烟气出阳极炉余热锅炉温度控制在≤250℃;

[0068] 步骤四、步骤三阳极炉工艺烟气进入布袋除尘器,阳极炉工艺烟气进布袋除尘器

温度控制在180~220℃,出布袋除尘器温度控制在 $\geq 150^\circ\text{C}$ ;

[0069] 步骤五、步骤四阳极炉工艺烟气进入硫酸气溶胶捕集塔,阳极炉工艺烟气进硫酸气溶胶捕集塔温度控制在 $\geq 150^\circ\text{C}$ ,塔内设有冷却管束3,塔内温度控制在100~130℃,烟气出塔温度控制在80~100℃,确保烟气中的 $\text{SO}_3$ 骤冷形成硫酸气溶胶,进一步与烟气中的水蒸气结合形成硫酸,硫酸结露定期排出;

[0070] 步骤六、步骤五阳极炉工艺烟气与转炉环集烟气(约40℃)混合后,烟气温度进一步降低至50~60℃,自下而上经过脱硫塔后,最终由环集烟囱排入大气。

[0071] 实施例1

[0072] 阳极炉粗铜采用富氧燃烧方式,将250~300 $\text{Nm}^3/\text{h}$ 的0.08MPa的天然气与500-600 $\text{Nm}^3/\text{h}$ 的0.3MPa的氧气(纯度95%以上)燃烧。阳极炉对粗铜进行氧化作业,股入压缩空气900 $\text{Nm}^3/\text{h}$ 。阳极炉工艺烟气温度控制在1200~1300℃,出口压力-50pa~-100pa。阳极炉工艺烟气出二次燃烧室温度控制在600~750℃。阳极炉工艺烟气出阳极炉余热锅炉温度控制在210~230℃。阳极炉工艺烟气进布袋除尘器温度控制在180~200℃。阳极炉工艺烟气出布袋除尘器温度控制在170℃。系统漏风后,生成气量10000 $\text{Nm}^3/\text{h}$ 的阳极炉工艺烟气,所述控制条件制备的阳极炉工艺烟气中 $\text{SO}_2$ 含量为100ppm, $\text{SO}_3$  7ppm。

[0073] 上述制备的10000 $\text{Nm}^3/\text{h}$ 阳极炉工艺烟气进入硫酸气溶胶捕集塔,阳极炉工艺烟气进硫酸气溶胶捕集塔温度控制在164℃。硫酸气溶胶捕集塔内部设有冷却管束,捕集塔内温度控制在100~120℃,烟气出塔温度控制在80~90℃,确保烟气中的 $\text{SO}_3$ 与烟气中的水蒸气结合形成硫酸,硫酸结露并定期排出。经过硫酸气溶胶捕集塔后,烟气中 $\text{SO}_2$ 含量为56ppm, $\text{SO}_3$  0.3ppm。

[0074] 经硫酸气溶胶捕集塔冷却降温的阳极炉工艺烟气进入混气室与转炉环集烟气(约40℃)混合后,烟气温度进一步降低至52℃,自下而上经过脱硫塔后,最终由环集烟囱排入大气。

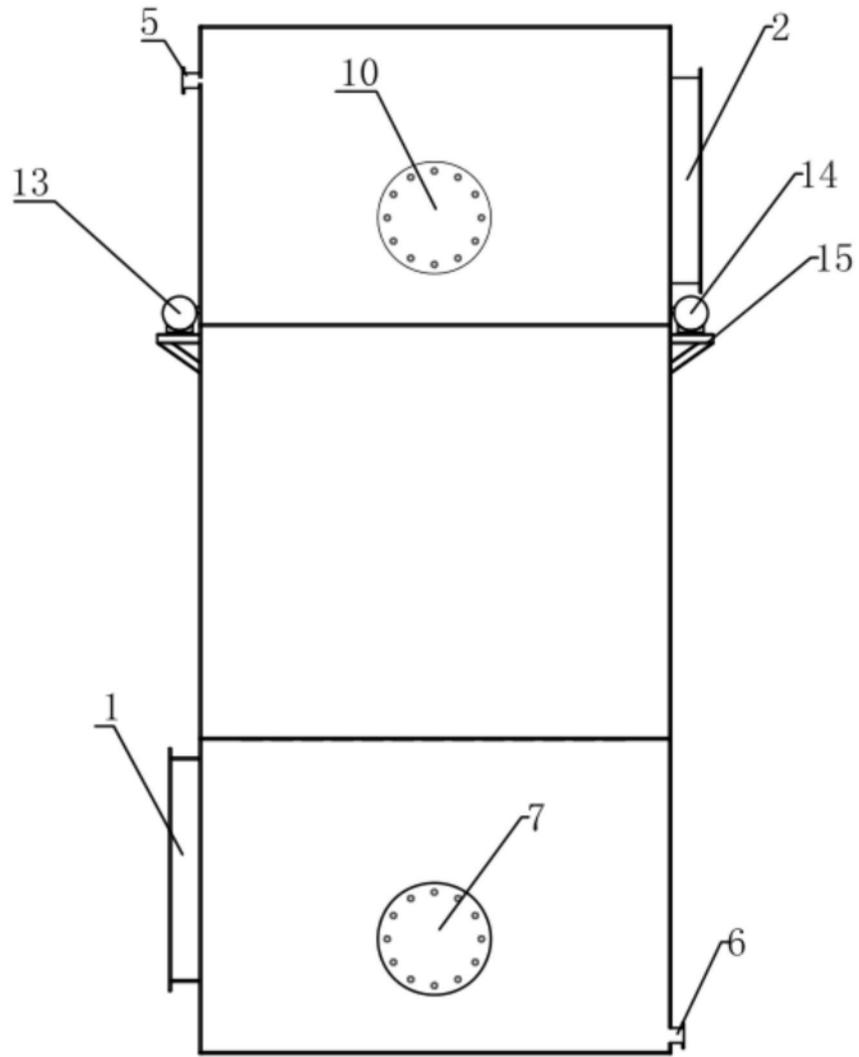


图1

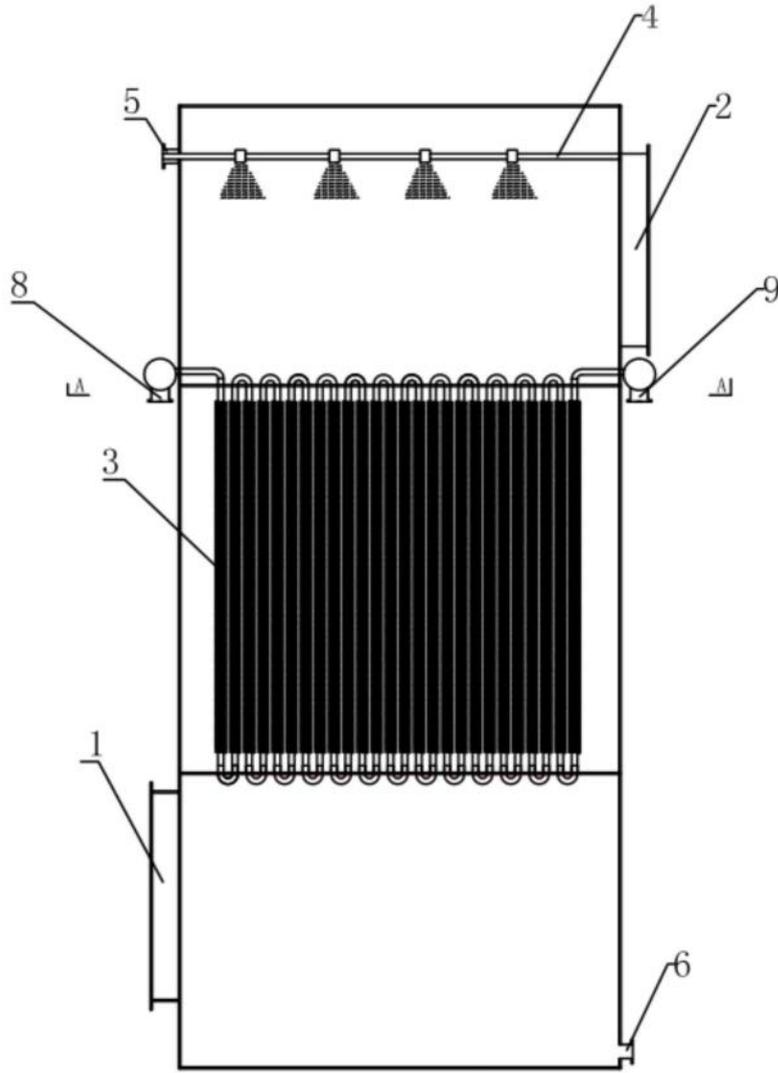


图2

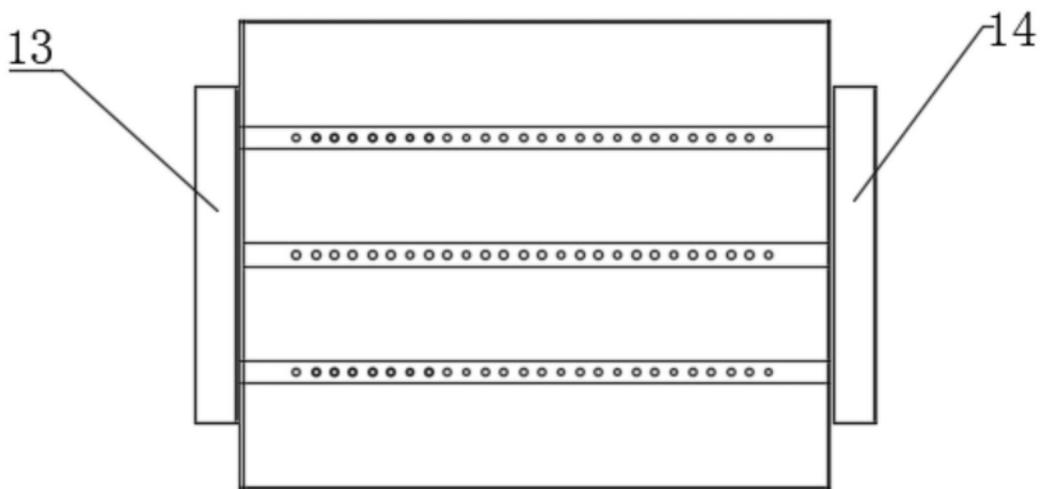


图3



图4

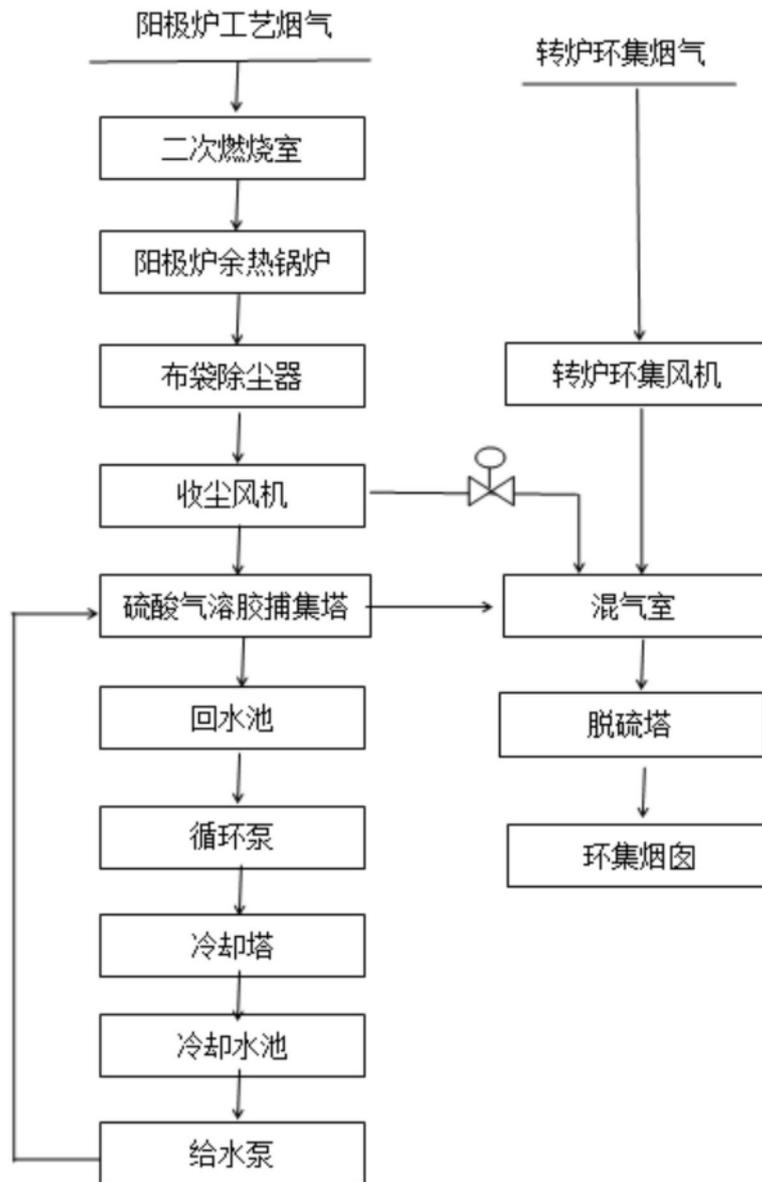


图5