



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104176855 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201410439918. 6

JP S6249992 A, 1987. 03. 04,

(22) 申请日 2014. 09. 01

审查员 邹聪慧

(73) 专利权人 大唐淮南洛河发电厂

地址 232008 安徽省淮南市大通区洛河镇

(72) 发明人 陈煜 陈金泉 赵晓燕 肖学好

鲁叶茂 兰汉平 邓亮 赵李梅

(74) 专利代理机构 北京振安创业专利代理有限

责任公司 11025

代理人 祁纯阳

(51) Int. Cl.

C02F 9/04(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1168296 A, 1997. 12. 24,

CN 102503015 A, 2012. 06. 20,

CN 201362608 Y, 2009. 12. 16,

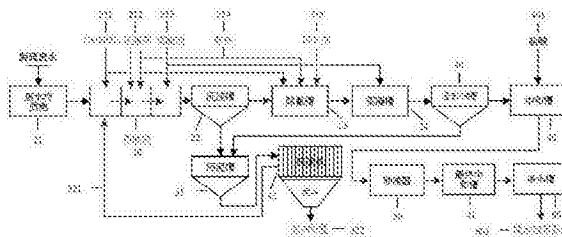
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,包括废水均质池、四联箱、沉淀槽、除氟槽、絮凝槽、澄清浓缩槽、中和槽、砂滤器、最终中和槽、净水槽、污泥槽、泥浆脱水单元和尾水回用系统;本发明还公开了一种燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用方法:脱硫废水→四联箱→沉淀槽→除氟槽→絮凝槽→澄清浓缩槽→中和槽→砂滤器→最终中和槽→净水槽→尾水回用系统。通过处理后脱硫废水砂滤,尾水满足燃煤电厂用水水质要求,进入循环水系统,节约了水资源,实现了脱硫废水零排放。



1. 一种燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,其特征在于:包括废水均质池(21)、四联箱(10)、沉淀槽(22)、除氟槽(23)、絮凝槽(24)、澄清浓缩槽(30)、中和槽(40)、砂滤器(50)、最终中和槽(41)、净水槽(60)、污泥槽(31)、泥浆脱水单元(32)和尾水回用系统(601);

所述四联箱(10)包括加入了石灰浆液的氧化箱、pH调节箱、加入了有机硫或 Na_2S 或硫酸氯铁作为还原剂的反应箱和凝聚箱;

所述澄清浓缩槽(30)底部安装一个泥浆集中单元;

所述废水均质池(21)、四联箱(10)、沉淀槽(22)、除氟槽(23)、絮凝槽(24)、澄清浓缩槽(30)、中和槽(40)、砂滤器(50)、最终中和槽(41)、净水槽(60)和尾水回用系统(601)依次相连;

所述污泥槽(31)的上部与沉淀槽(22)、澄清浓缩槽(30)的底部相连;

所述泥浆脱水单元(32)的上部分别与污泥槽(31)和四联箱(10)的底部相连;

其中,废水均质池(21)用于脱硫废水和石膏脱水间废水收集,水量水质调节;四联箱(10)用于脱硫废水氧化、还原、絮凝、凝聚、除氟;澄清浓缩槽(30)絮凝体靠重力沉降与水分离,用于去除重金属及其它污染物;中和槽(40)加盐酸,调节pH值;砂滤器(50)用于过滤、进一步净化水质;最终中和槽(41)用于进一步调节pH值至中性;净水槽(60)用于存储处理后洁净水;尾水回用系统(601)用于连接燃煤电厂循环用水管网。

2. 根据权利要求1所述的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,其特征在于,所述除氟槽(23)中装有有机硫或 Na_2S 作为还原剂(212)、聚铁(214)和除氟剂(215)。

3. 根据权利要求1所述的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,其特征在于,所述絮凝槽(24)中装有絮凝剂。

4. 根据权利要求1所述的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,其特征在于,所述澄清浓缩槽(30)设有搅拌器。

5. 根据权利要求1所述的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,其特征在于,所述中和槽(40)中加有盐酸,调节pH值至6~9。

6. 根据权利要求1所述的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,其特征在于,所述砂滤器(50)中装有颗粒状细砂。

7. 根据权利要求1所述的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,其特征在于,所述尾水回用系统(601)为燃煤电厂循环水系统或事故水池。

8. 根据权利要求1所述的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,其特征在于,所述泥浆脱水单元(32),包括压滤机及其泥斗。

9. 根据权利要求1或8所述的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,其特征在于,所述泥浆脱水单元(32)底部安装泥饼处置单元(322)。

10. 燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用方法,其特征在于,利用权利要求1~9之一的系统进行脱硫废水处理与回用方法,包括以下步骤:

步骤I:脱硫废水和石膏脱水间废水入废水均质池(21),调节水量水质;

步骤II:废水均质池(21)废水再入由氧化箱、pH调节箱、反应箱、凝聚箱组成的四联箱(10),其中,

在氧化箱中加入石灰浆液,使石灰乳中 Ca^{2+} 与废水中部分F⁻反应,生成难溶 CaF_2 ,去除

部分氟化物；在 pH 调节箱中加入混凝剂，使废水 pH 值由酸性调至 9 ~ 10；在反应箱加入有机硫或 Na₂S 或硫酸氯铁，使离子态重金属与硫化物发生反应，生成细小络合物；在凝聚箱中加入絮凝剂 (213)，絮凝体靠重力沉降与水分离，使废水中细小络合物颗粒凝聚成大絮凝体颗粒而沉积，在凝聚箱出口加助凝剂，以降低颗粒表面张力；

步骤 III：四联箱 (10) 出来废水入沉淀槽 (22)、除氟槽 (23)、絮凝槽 (24)；沉淀槽 (22) 底部泥浆入污泥槽 (31)，经泥浆脱水单元 (32) 脱水后进入泥饼处置单元 (322)；除氟槽 (23) 中加入有机硫或 Na₂S 作为还原剂 (212)、聚铁 (214)、除氟剂 (215)，去除氟化物，生成络合物；絮凝槽 (24) 加入絮凝剂，形成颗粒物沉淀；

步骤 IV：絮凝后废水入澄清浓缩槽 (30) 处理，澄清浓缩槽 (30) 絮凝体靠重力沉降与水分离，去除重金属及其它污染物；澄清浓缩槽 (30) 底部浆液入污泥槽 (31)，经泥浆脱水单元 (32) 脱水后进入泥饼处置单元 (322)；

步骤 V：澄清水溢流至中和槽 (40) 加盐酸，调节 pH 值至 6 ~ 9，入砂滤器 (50) 过滤；

步骤 VI：砂滤后洁净水经最终中和槽 (41)，调节 pH 至中性，入净水槽 (60)；净水槽 (60) 洁净水入尾水回用系统 (601)。

11. 根据权利要求 10 所述的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用方法，其特征在于，所述步骤 II，四联箱 (10) 各槽内废水滞留 1 小时。

12. 根据权利要求 10 所述的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用方法，其特征在于，所述步骤 IV，澄清浓缩槽 (30) 底部浆液，经刮泥耙清除，少量浆液返回 pH 调节箱，大部分泥浆送至泥浆脱水单元 (32) 脱水，然后进入泥饼处置单元 (322)。

一种燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及脱硫废水处理领域,具体涉及一种燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统。

背景技术

[0002] “十一五”以来,燃煤电厂烟气脱硫是我国大气污染防治的重点领域。目前,国内外燃煤电厂烟气脱硫,大多采用石灰石-石膏湿法脱硫洗涤烟气,由此产生脱硫废水和设备冷却水。脱硫废水来源有三:一是燃煤电厂烟气中含高浓度二氧化硫(SO_2)、氮氧化物(NO_x)及其少量 Cl、F 等,当烟气进入 SO_2 吸收塔时,这些离子被洗脱,并在浆液中不断浓缩;二是经反应生成的石膏浆液含水率高,须经脱水机脱水后外排,废水中主要成份有反应副产物——石膏、未反应石灰石、含硫产物和重金属等;三是脱硫岛 (FGD) 中换热器 (GGH)、吸收塔除雾器、浆液输送设备及其管道、脱水机、贮存箱等工序清洗水。

[0003] 燃煤电厂烟气脱硫废水有别于普通锅炉烟气脱硫废水、炼钢烧结炉冷却水、炼钢烧结炉烟气脱硫废水,其中:普通锅炉烟气脱硫废水经中和-还原法处理后可达标排放;炼钢烧结炉冷却水属间接冷却水,经冷却和沉淀后可循环利用;炼钢烧结炉虽与燃煤电厂煤粉炉烟气脱硫废水相似,但烧结炉烟气脱硫废水氟化物浓度低、不需要除氟,废水含高浓度氨氮、须经生化处理,且处理工艺复杂,建设投资和运行费用高。

[0004] 燃煤电厂烟气脱硫废水含可溶性氯化钙、不可溶硫酸钙、氟化物、亚硝酸盐、亚硫酸盐、有机物、重金属等,尤以 SO_2 吸收废水污染为最。监测结果表明,燃煤电厂烟气脱硫废水特征有三:一是废水 pH 呈酸性;二是废水含大量悬浮物 (SS)、重金属、F、 SO_4^{2-} 、Cl 等,成份复杂,尤其重金属处理难度大;三是烟气 Cl 溶解吸收液中,致使 Cl 浓度升高,降低吸收液 pH 值和脱硫效率,增大硫酸钙结垢倾向,高浓度 Cl 影响副产物二水石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 质量,一般控制吸收液中 $\text{Cl} < 20\text{g/L}$ 。

[0005] 20 世纪 90 年代以来,我国燃煤电厂烟气脱硫废水处理,均为引进德国 STEULER 公司废水中和-还原处理工艺技术,主要去除废水中还原性物质、重金属等。

[0006] 中和-还原法烟气脱硫废水处理工艺,经氧化→混凝→絮凝→澄清→中和后,尾水达标排放。该工艺技术具有国内外大量燃煤电厂脱硫废水处理设施运行业绩。

[0007] 然而,中和-还原法处理后的尾水排放,浪费水资源。在脱硫废水处理实践中,采用过氧化氢氧化有机物,最近某些新技术,尤其生化处理技术被用以去除痕量金属和生化需氧量 (BOD_5) 等,但处理后的尾水仍难回用。预处理+蒸发+结晶工艺是燃煤(气)电厂脱硫废水零排放系统 (ZLD),分别将脱硫废水、 SO_2 吸收废水经预处理后,蒸发、结晶产出盐水,废水零排放;但能耗大,压滤盐水再蒸发成为难题。

发明内容

[0008] 本发明的目的,是针对现有中和-还原法处理燃煤电厂烟气脱硫废水技术中,处理后尾水无法回用的问题,提供一种燃煤电厂烟气脱硫废水处理设备稳定运行,且能有效

处理和循环利用烟气脱硫废水系统及方法。

[0009] 为实现上述目的,本发明采取了以下技术方案:

[0010] 一种燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,包括废水均质池、四联箱、沉淀槽、除氟槽、絮凝槽、澄清浓缩槽、中和槽、砂滤器、最终中和槽、净水槽、污泥槽、泥浆脱水单元和尾水回用系统;

[0011] 所述四联箱包括加入了石灰浆液的氧化箱、pH 调节箱、加入了有机硫或 Na_2S 或硫酸氯铁作为还原剂的反应箱和凝聚箱;

[0012] 所述澄清浓缩槽底部安装一个泥浆集中单元;

[0013] 所述废水均质池、四联箱、沉淀槽、除氟槽、絮凝槽、澄清浓缩槽、中和槽、砂滤器、最终中和槽、净水槽和尾水回用系统依次相连;

[0014] 所述污泥槽的上部与沉淀槽、澄清浓缩槽的底部相连;

[0015] 所述泥浆脱水单元的上部分别与污泥槽和四联箱的底部相连;

[0016] 其中,废水均质池用于脱硫废水和石膏脱水间废水收集,水量水质调节;四联箱用于脱硫废水氧化、还原、絮凝、凝聚、除氟;澄清浓缩槽絮凝体靠重力沉降与水分离,用于去除重金属及其它污染物;中和槽加盐酸,调节 pH 值;砂滤器用于过滤、进一步净化水质;最终中和槽用于进一步调节 pH 值至中性;净水槽用于存储处理后洁净水;尾水回用系统用于连接燃煤电厂循环水管网。

[0017] 进一步,所述除氟槽中装有有机硫或 Na_2S 作为还原剂、聚铁和除氟剂。

[0018] 进一步,所述絮凝槽中装有絮凝剂。

[0019] 进一步,所述澄清浓缩槽设有搅拌器。

[0020] 进一步,所述中和槽中加有盐酸,调节 pH 值至 6-9。

[0021] 进一步,所述砂滤器中装有颗粒状细砂。

[0022] 进一步,所述尾水回用系统为燃煤电厂循环水系统或事故水池。

[0023] 进一步,所述泥浆脱水单元,包括压滤机及其泥斗。

[0024] 进一步,所述泥浆脱水单元底部安装泥饼处置单元。

[0025] 进一步,利用上述系统进行脱硫废水处理与回用方法,包括以下步骤:

[0026] 步骤 I :脱硫废水和石膏脱水间废水入废水均质池,调节水量水质;

[0027] 步骤 II :废水均质池废水再入由氧化箱、pH 调节箱、反应箱、凝聚箱组成的四联箱,其中,

[0028] 在氧化箱中加入石灰浆液,使石灰乳中 Ca^{2+} 与废水中部分 F 反应,生成难溶 CaF_2 , 去除部分氟化物;在 pH 调节箱中加入混凝剂,使废水 pH 值由酸性调至 9-10;在反应箱加入有机硫或 Na_2S 或硫酸氯铁,使离子态重金属与硫化物发生反应,生成细小络合物;在凝聚箱中加入絮凝剂,絮凝体靠重力沉降与水分离,使废水中细小络合物颗粒凝聚成大絮凝体颗粒而沉积,在凝聚箱出口加助凝剂,以降低颗粒表面张力;

[0029] 步骤 III :四联箱出来废水入沉淀槽、除氟槽、絮凝槽;沉淀槽底部泥浆入污泥槽,经泥浆脱水单元脱水后进入泥饼处置单元;除氟槽中加入有机硫或 Na_2S 作为还原剂、聚铁和除氟剂,去除氟化物,生成络合物;絮凝槽加入絮凝剂,形成颗粒物沉淀;

[0030] 步骤 IV :絮凝后废水入澄清浓缩槽处理,澄清浓缩槽絮凝体靠重力沉降与水分离,去除重金属及其它污染物;澄清浓缩槽底部浆液入污泥槽,经泥浆脱水单元脱水后进入泥

饼处置单元；

[0031] 步骤V：澄清水溢流至中和槽加盐酸，调节 pH 值至 6-9，入砂滤器过滤；

[0032] 步骤VI：砂滤后洁净水经最终中和槽，调节 pH 至中性，入净水槽；净水槽洁净水入尾水回用系统。

[0033] 进一步，所述步骤II，四联箱各槽内废水滞留 1 小时。

[0034] 进一步，所述步骤IV，澄清浓缩槽底部浆液，经刮泥耙清除，少量浆液返回 pH 调节箱，大部分泥浆送至泥浆脱水单元脱水，然后进入泥饼处置单元。

附图说明

[0035] 图 1 为本发明的系统工艺流程结构示意图。

具体实施方式

[0036] 实例 1：

[0037] 2003 ~ 2008 年，意大利 ENEL 电力公司 Brindisi (4×660MW 燃煤发电机组)、Fusina (2×320MW+2×165MW 燃煤机组)、Torrevaldaliga (3×360MW 燃煤机组)、La Spezia (1×600MW 燃煤机组、2×250MW 燃气循环机组)、Sulcis (1×345MW 循环流化床和 1×240MW 燃煤机组) 等五座燃煤(气)电厂原煤为不同国家，脱硫废水采用 ZLD (预处理 + 蒸发 + 结晶) 处理工艺，设计处理能力分别为 140m³/h、70m³/h、50m³/h、30m³/h、45m³/h，脱硫和 SO₂吸收废水经预处理 + 蒸发 + 结晶产出盐水，盐饼填埋处置。

[0038] 实例 2：

[0039] 某燃煤电厂 2×1000MW 烟气脱硫废水设计处理能力 18m³/h，废水入四联箱 10，在 pH 调节箱投加 Ca(OH)₂，调节 pH 值 9.2，部分重金属生成难溶或微溶化合物；在反应箱投加有机硫或硫酸氯铁，去除绝大部分重金属，再在凝聚箱投加混凝剂硫酸氯铁，为悬浮物混凝沉降提供必要条件；在凝聚箱出口，投加助凝剂，絮状物在澄清器内沉降，去除大部分悬浮物，溢流至中和槽，加盐酸，控制 pH7.65。脱硫废水处理前后比较，见表 2。

[0040] 表 2 脱硫废水处理前后水质比较单位：mg · L⁻¹ (不含 pH)

[0041]

指 标	处理前水质	处理后水质	GB8978-1996一级标准
pH值	5.80	7.65	6.0~9.0
悬浮物	35700	36.5	70
化学需氧量	229	78	100
硫化物	0.023	0.006	1.0
氯化物	7880	5600	—
氟化物	10.84	1.62	10
总 铬	1.97	0.21	1.5
汞	0.08	0.01	0.05

[0042] 实例 3：

[0043] 某燃煤电厂 4×600MW 烟气脱硫废水采用德国 STEULER 公司中和 - 还原处理工艺，设计处理能力 20m³/h，脱硫废水 → 四联箱 10 → 沉淀槽 22 → 絮凝槽 24 → 澄清浓缩槽 30 → 中和槽 40 → 砂滤器 50，达标排放。脱硫废水处理前后比较，见表 1。

[0044] 表 1 脱硫废水处理前后水质比较单位 :mg · L⁻¹ (不含 pH)

[0045]

指 标	处理前水质	处理后水质	GB8978-1996一级标准
pH值	5-9	7.74	6.0-9.0
悬浮物	53000	16	70
化学需氧量	160	46	100
氟化物	180	1.18	10
总 铬	10.0	0.02	1.5

[0046] 实例 4 :

[0047] 下面结合本发明附图 1, 清晰、完整地描述本发明的技术方案。

[0048] 与现有中和 - 还原法烟气脱硫废水处理工艺技术相比, 本发明解决其技术问题所采用的技术方案, 如图 1 所示。

[0049] 本发明的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统, 包括废水均质池 21、四联箱 10、沉淀槽 22、除氟槽 23、絮凝槽 24、澄清浓缩槽 30、中和槽 40、砂滤器 50、最终中和槽 41、净水槽 60、污泥槽 31、泥浆脱水单元 32 和尾水回用系统 601 ;

[0050] 四联箱 10 包括加入了石灰浆液的氧化箱、pH 调节箱、加入了有机硫或 Na₂S 或硫酸氯铁作为还原剂的反应箱和凝聚箱; 澄清浓缩槽 30 底部安装一个泥浆集中单元; 泥浆脱水单元 32 底部安装污泥处置单元 322。

[0051] 废水均质池 21、四联箱 10、沉淀槽 22、除氟槽 23、絮凝槽 24、澄清浓缩槽 30、中和槽 40、砂滤器 50、最终中和槽 41、净水槽 60 和尾水回用系统 601 依次相连; 污泥槽 31 与沉淀槽 22、澄清浓缩槽 30 相连; 泥浆脱水单元 32 与污泥槽 31 和四联箱 10 相连。

[0052] 将沉淀反应槽改为由加入了石灰浆液的氧化箱、pH 调节箱、加入了有机硫或 Na₂S 或硫酸氯铁作为还原剂反应箱、凝聚箱组成的四联箱 10, 废水澄清浓缩后的最终中和处理工艺改为中和槽 40 → 砂滤器 50 → 最终中和槽 41 → 净水槽 60 → 尾水回用系统 601, 规避了 STEULER 公司废水中和 - 还原处理工艺技术的尾水无法回用, 以及预处理 + 蒸发 + 结晶 (ZLD) 工艺能耗大和压滤盐水再蒸发的难题, 实现了尾水回用; 正常工况下, 处理后尾水入循环水系统, 闭路循环; 非正常工况下, 废水入事故水池, 重新启动时, 返回废水处理工艺水箱, 实现废水零排放。节约了水资源, 降低了能耗与排污强度, 环境经济效益显著。

[0053] 由于将沉淀反应槽改为由加入了石灰浆液的氧化箱、pH 调节箱、加入了有机硫或 Na₂S 或硫酸氯铁作为还原剂反应箱、凝聚箱组成的四联箱 10, 因此, 具体操作时, 需在氧化箱中加入石灰浆液, 使石灰乳中 Ca²⁺ 与废水中部分 F 反应, 生成难溶 CaF₂, 去除部分氟化物; 在 pH 调节箱中加入混凝剂, 使废水 pH 值由酸性调至 9; 在反应箱中加入有机硫或 Na₂S, 使离子态重金属与硫化物发生反应, 生成细小络合物; 在凝聚箱中加入絮凝剂, 絮凝体靠重力沉降与水分离, 使废水中细小络合物颗粒凝聚成大絮凝体颗粒而沉积, 在凝聚箱出口加助凝剂, 以降低颗粒表面张力。同时, 在除氟槽加入还原剂、聚铁和除氟剂, 去除氟化物, 生成络合物; 在絮凝槽加入絮凝剂, 形成颗粒物沉淀。

[0054] 本发明进一步方案为, 所述四联箱 10 由加入了石灰浆液的氧化箱、pH 调节箱、加入了有机硫或 Na₂S 或硫酸氯铁作为还原剂的反应箱和凝聚箱组成, 所述氧化箱中加有石灰浆液, 所述 pH 调节箱中加有混凝剂, 所述反应箱中加有有机硫或 Na₂S, 所述凝聚箱出口加

有助凝剂,所述除氟槽中加有还原剂、聚铁和除氟剂,所述絮凝槽中加有絮凝剂,所述澄清浓缩槽 30 设有搅拌器,所述中和槽 40 中加有盐酸,所述砂滤器 50 中装有颗粒状细砂,所述污泥槽 31 与沉淀槽 22、澄清浓缩槽 30 相连,所述污泥处置单元与污泥槽 31、泥浆脱水单元 32、污泥处置单元 322 相连,所述尾水回用系统 601 为燃煤电厂循环水系统或事故水池。通过污泥处置单元 322 和尾水回用系统 601,可实现污泥安全处置,节约水资源,降低能耗与排污强度。

[0055] 本发明的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,其脱硫废水处理前后比较,见表 3。

[0056] 表 3 脱硫废水处理前后水质比较单位 : $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (不含 pH)

[0057]

指 标	处理前水质	处理后水质	去除效率 (%)
pH值	6.50~7.44	7.75~7.82	—
悬浮物	90563~120780	78~95	99.91~99.92
硫化物	0.472~0.524	0.043~0.075	85.69~90.89
氟化物	189.6~329.8	7.42~10.27	94.27~97.75
砷	0.0008~0.002	0.00015~0.0002	75.00~92.50
汞	0.0010~0.0015	0.0007~0.0008	30.00~46.67

[0058] 本发明的燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统的水污染物去除效率高,处理效果显著。烟气脱硫废水处理尾水可达到《污水综合排放标准》(GB8978 — 1996) 一级标准 (见表 4)。

[0059] 表 4 脱硫尾水水质达标分析单位 : $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (不含 pH)

[0060]

指 标	尾水水质	GB8978-1996	是否达标
pH值	7.75	6~9	达 标
悬浮物	86.5	70	超 标
硫化物	0.059	1.0	达 标
氟化物	8.85	10	达 标
砷	0.000175	0.5	达 标
汞	0.00075	0.05	达 标

[0061] 烟气脱硫废水经处理后循环利用,节约新鲜用水量 $301.86\text{km}^3/\text{a}$;工业用水按 1.5 元/ m^3 计,正常工况下,节约水资源费用 45.28 万元/年,减免脱硫废水超标排污费 26.42 万元/年,环境经济总效益 71.7 万元/年;扣除处理设施运行成本、设备维修与折旧费、环境管理与监测费用后,环境经济净效益 40.82 万元/年,费-效比 $1:0.57$,即:投入 1 元脱硫废水处理费用,可取得 0.57 元经济效益。燃煤电厂烟气脱硫废水处理与回用系统,即:中和-还原-尾水回用工艺技术,可实现废水零排放,具有广阔的推广应用前景。

[0062] 实施例 5:

[0063] 燃煤电厂烟气脱硫废水和石膏脱水间废水入均质池,调节水量水质。

[0064] 均质池废水再入由加入了石灰浆液的氧化箱、pH调节箱、加入了有机硫或 Na_2S 或硫酸氯铁作为还原剂的反应箱和凝聚箱组成的四联箱 10;其中:在氧化箱中加入石灰浆液,使石灰乳中 Ca^{2+} 与废水中部分 F 反应,生成难溶 CaF_2 ,去除部分氟化物;在 pH 调节箱中

加入混凝剂,使废水 pH 值由酸性调至 10 ;在反应箱加入有机硫或 Na_2S ,使离子态重金属与硫化物发生反应,生成细小络合物 ;在凝聚箱中加入絮凝剂,絮凝体靠重力沉降与水分离,使废水中细小络合物颗粒凝聚成大絮凝体颗粒而沉积,在凝聚箱出口加助凝剂,以降低颗粒表面张力。

[0065] 四联箱 10 出来废水入沉淀槽 22、除氟槽 23、絮凝槽 24,沉淀槽底部泥浆入污泥槽 31,经脱水后污泥外运处置 ;除氟槽 23 中加入有还原剂、聚铁和除氟剂,去除氟化物,生成络合物 ;絮凝槽 24 加入絮凝剂,形成颗粒物沉淀。

[0066] 絮凝后废水入澄清浓缩槽 30,澄清浓缩槽絮凝体靠重力沉降与水分离,去除重金属及其它污染物 ;澄清浓缩槽底部浆液入污泥槽 31,经脱水后泥饼外运处置 ;其中 :澄清浓缩槽 30 底部浆液,经刮泥耙清除,少量浆液返回 pH 调节箱,大部分泥浆送至压滤机脱水,泥饼外运处置。

[0067] 澄清水溢流至中和槽 40 加入盐酸,调节 pH 值至 6,入砂滤器 50 过滤。

[0068] 砂滤后洁净水经最终中和槽 41,调节 pH 至中性,入净水槽 60 ;净水槽洁净水入尾水回用系统 601。

[0069] 实施例 6:

[0070] 废水在氧化箱中加入石灰浆液,使石灰乳中 Ca^{2+} 与废水中部分 F 反应,生成难溶 CaF_2 ,去除部分氟化物 ;在 pH 调节箱中加入混凝剂,使废水 pH 值由酸性调至 8 ;在反应箱加入有机硫或 Na_2S ,使离子态重金属与硫化物发生反应,生成细小络合物 ;在凝聚箱中加入絮凝剂,絮凝体靠重力沉降与水分离,使废水中细小络合物颗粒凝聚成大絮凝体颗粒而沉积,在凝聚箱出口加助凝剂,以降低颗粒表面张力。

[0071] 澄清水溢流至中和槽 40 加入盐酸,调节 pH 值至 9,入砂滤器 50 过滤。

[0072] 最后,砂滤后洁净水经最终中和槽 41,调节 pH 至中性,入净水槽 ;净水槽 60 洁净水入尾水回用系统 601。

[0073] 需要强调的是本发明所描述实施例仅是本发明与现有技术相比的部分实施案例,而不是全部实施案例。基于本发明中实施案例,本领域其他技术人员在未作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施案例,都属于本发明保护范围。

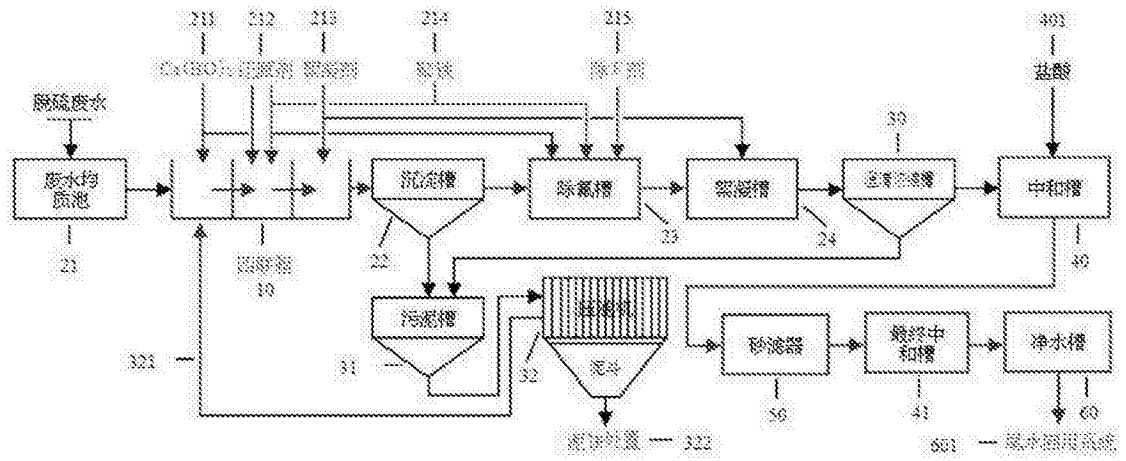


图 1