(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207933199 U
(45)授权公告日 2018.10.02

(21)申请号 201721616310.1

(22)申请日 2017.11.28

(73)专利权人 华电郑州机械设计研究院有限公司

地址 450046 河南省郑州市郑东新区龙子湖湖心岛湖心环路与湖心一路交叉路口西北角

(72)发明人 王刚 赵保华 易祖耀 马双忱 武凯 范紫瑄 郭廷晖 韩征飞 陈洁薇 张继锋

(74)专利代理机构 郑州中原专利事务所有限公司 41109

代理人 霍彦伟

(51)Int.Cl.

C02F 9/08(2006.01)
B03C 3/017(2006.01)
B01D 53/86(2006.01)
B01D 53/78(2006.01)
B01D 53/50(2006.01)
B01D 53/56(2006.01)
C02F 101/20(2006.01)
C02F 103/18(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

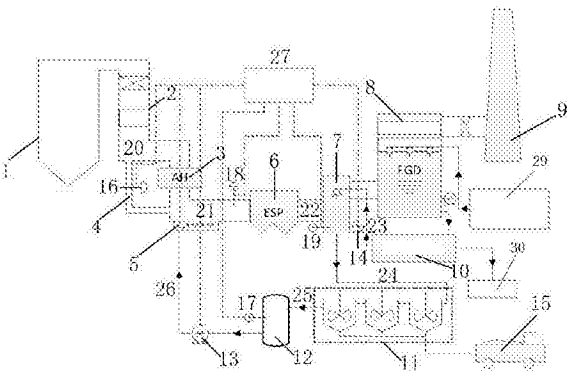
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)实用新型名称

一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置

(57)摘要

本实用新型提供一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置，包括通过烟道连接的锅炉、SCR催化脱硫系统、空气预热器、电除尘器、浓缩系统、湿法脱硫吸收塔、烟囱，湿法脱硫吸收塔下部还连接有石膏脱水系统，石膏脱水系统脱出的脱硫废水输送至浓缩系统，浓缩系统的上部和下部通过连通管道连通，连通管道上设置有循环泵，所述浓缩系统底部连接有加药系统，加药系统下部污泥输送至污泥输送系统，加药系统的上部清液输送至废水罐。本实用新型结构简单，投资及运行成本低，可为企业带来显著经济效益，并具有良好的环境与社会效益。



CN 207933199 U

1.一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置，包括通过烟道连接的锅炉(1)、SCR催化脱硫系统(2)、空气预热器(3)、电除尘器(6)、浓缩系统(7)、湿法脱硫吸收塔(8)、烟囱(9)，其特征在于：所述湿法脱硫吸收塔(8)下部还连接有石膏脱水系统(10)，所述石膏脱水系统(10)脱出的脱硫废水输送至浓缩系统(7)，浓缩系统(7)的上部和下部通过连通管道连通，连通管道上设置有循环泵(14)，所述浓缩系统(7)底部连接有加药系统(11)，加药系统(11)下部污泥输送至污泥输送系统(15)，加药系统(11)的上部清液输送至废水罐(12)。

2.根据权利要求1所述的一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置，其特征在于：所述空气预热器(3)和电除尘器(6)之间的烟道Ⅱ(21)下部设置有雾化系统(5)，所述雾化系统(5)的下部连接废水罐(12)；所述空气预热器(3)出口的烟道Ⅱ(21)和空气预热器(3)的入口烟道Ⅰ(20)之间连接旁路引风系统(4)。

3.根据权利要求1所述的一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置，其特征在于：所述浓缩系统(7)连接在电除尘器(6)和湿法脱硫吸收塔(8)之间的烟道Ⅲ(22)上。

4.根据权利要求1所述的一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置，其特征在于：所述浓缩系统(7)连接在电除尘器(6)和湿法脱硫吸收塔(8)之间的烟道Ⅲ(22)的旁路上，此时，烟道Ⅲ(22)通过输入旁路烟道输出烟气至浓缩系统(7)，浓缩系统(7)通过输出旁路烟道连通烟道Ⅲ(22)，所述输入旁路烟道与烟道Ⅲ(22)之间设置有挡板(28)。

5.根据权利要求1所述的一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置，其特征在于：所述废水罐(12)内设置有水量监测仪表Ⅰ(17)，所述浓缩系统(7)内设置有水量监测仪表Ⅱ(19)，所述浓缩系统(7)的上部和下部连通的连通管道上设置有循环泵(14)，所述水量监测仪表Ⅰ(17)、水量监测仪表Ⅱ(19)、循环泵(14)均与设置在外部的监控终端(27)连接。

6.根据权利要求1所述的一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置，其特征在于：所述电除尘器(6)入口的烟道Ⅱ(21)上设置有烟气温湿度传感器(18)，所述烟气温湿度传感器(18)与设置在外部的监控终端(27)连接。

7.根据权利要求2所述的一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置，其特征在于：所述旁路引风系统(4)包括引风管道，所述引风管道设置在空气预热器(3)出口的烟道Ⅱ(21)和空气预热器(3)的入口烟道Ⅰ(20)之间，所述引风管道上设置有烟气流量控制阀(16)，所述烟气流量控制阀(16)、雾化系统(5)均与设置在外部的监控终端(27)连接。

8.根据权利要求4所述的一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置，其特征在于：所述挡板(28)与设置在外部的监控终端(27)连接。

一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于工业废水处理领域，具体涉及一种利用烟气余热对脱硫废水进行浓缩减量和雾化蒸发的处理装置。

背景技术

[0002] 石灰石/石膏湿法脱硫工艺作为当前燃煤电厂主流脱硫技术，具有脱硫效率高，技术成熟，运行稳定且维护方便等优点，但为了维持浆液循环系统稳定可靠运行，需要定期排放一定量的脱硫废水。2017年6月正式开始实施的《火电厂污染防治可行技术指南》明确提出，除脱硫废水外，各类废水经处理后基本能实现“一水多用，梯级利用”、废水不外排，实现废水近零排放的关键是实现脱硫废水零排放。但脱硫废水是电厂终端废水，受多种因素影响，且随工况及煤种影响大；pH在4.5-6.5之间，呈弱酸性，氯离子含量高；以石膏颗粒，二氧化硅，铁铝化合物为主要成分的悬浮物含量较高，易造成膜过滤装置污堵；总溶解性固体含量较高，且变化范围大，一般在30000-60000 mg/L，Ca2+和Mg2+等硬度离子含量高，汞、铅、砷等重金属污染物超标。目前常用的传统物理化学脱硫废水处理方法，仅能去除大部分的重金属离子，但无法去除迁移性较强的氯离子。

[0003] 针对水质复杂的脱硫废水及其难以处理的现状，专利号为201710054360.3的中国专利公开了一种利用烟气余热基于液柱蒸发的废水浓缩系统及方法，将脱硫废水以液柱喷射的方式喷入蒸发塔中，利用脱硫塔前的烟气余热对脱硫废水进行浓缩，蒸发塔出口布置除雾器以脱除烟气中的液滴，脱硫废水浓水从系统排出，达到通过利用烟气余热对脱硫废水浓缩减量的目的，但该方法加重了现有烟道的腐蚀；专利号为201010179796.3的中国专利公开了一种火电厂湿法烟气脱硫废水喷雾蒸发处理方法，将脱硫废水直接在电除尘器前烟道内喷雾蒸发以实现脱硫废水的零排放，但该方法将不经减量处理的脱硫废水直接喷入静电除尘器前的主烟道中增加了静电除尘器的腐蚀风险；专利号为201510275955.2的中国专利公开了一种脱硫废水零排放工艺及系统，利用加药软化以及微滤膜进行预处理，采用纳滤以及反渗透分离，冷冻结晶析出99%以上纯度的十水合硫酸钠，蒸发结晶析出98%纯度的氯化钠，还提供了一种能够将脱硫废水回用的零排放系统，但系统冗长，处理步骤繁琐，投资和运行成本较高；专利号为201611008084.9的中国专利公开了一种脱硫废水浓缩及烟气干燥综合处理的系统与方法，将脱硫废水经传统三联箱处理后，利用蒸发器浓缩，浓缩后的废水利用旁路烟道烟气热量完成蒸发结晶，气流经除尘后从烟囱排出，但该方法直接利用空气预热器前的高温烟气对脱硫废水进行蒸发，且后续固态蒸干产物采用旋风除尘器收集而非由静电除尘器捕集并混入飞灰中，不仅增加了脱硫废水蒸发的能耗，而且其固态蒸干产物由于富集重金属等污染物还需作为危险固体废弃物处理。专利号为201610031262.3的中国专利公开了一种利用烟气余热处理脱硫废水的方法及装置，其石膏脱水系统排出的脱硫废水直接喷入湿法脱硫吸收塔前由主烟道改造而成的浓缩塔中，浓缩塔出水直接送至静电除尘器前主烟道内进行雾化蒸发，但该方法的脱硫废水不经三联箱加药处理，水体中钙镁离子、重金属离子较多，水质较差，不仅增加了静电除尘器前主烟道的腐蚀和结垢的风

险，而且增加了其采用的机械雾化或介质雾化方式的堵塞风险。

[0004] 通过蒸发结晶的方法处理脱硫废水，要想实现较高的分盐要求，往往能耗较高，经济成本过高；而相比于烟道蒸发，旁路蒸发塔一方面给电厂带来相对较大的投资，另一方面给本身设备占地紧张的电厂带来用地压力。但烟道蒸发所存在的脱硫废水处理量低和在低负荷下无法完全蒸干的问题限制了脱硫废水烟道蒸发技术的发展，因此，需要对脱硫废水采取先利用脱硫塔前烟气余热(90~120℃左右)进行减量浓缩，后利用电除尘前烟气余热(150℃左右)进行雾化蒸干的处理技术手段，梯级利用电厂烟气余热，在降低电厂投资的同时实现脱硫废水的零排放。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于提供一种设备简单、运行稳定，低投资和运行费用的脱硫废水浓缩减量和雾化蒸发的装置。

[0006] 本实用新型采用以下技术方案：

[0007] 一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置，包括通过烟道连接的锅炉1、SCR催化脱硫系统2、空气预热器3、电除尘器6、浓缩系统7、湿法脱硫吸收塔8、烟囱9，湿法脱硫吸收塔8下部还连接有石膏脱水系统10，石膏脱水系统10脱出的脱硫废水输送至浓缩系统7，浓缩系统7的上部和下部通过连通管道连通，连通管道上设置有循环泵14，浓缩系统7底部连接有加药系统11，加药系统11下部污泥输送至污泥输送系统15，加药系统11的上部清液输送至废水罐12。

[0008] 所述空气预热器3和电除尘器6之间的烟道Ⅱ21下部设置有雾化系统5，所述雾化系统5的下部连接废水罐12；所述空气预热器3的出口烟道Ⅱ21和空气预热器3的入口烟道I20之间连接旁路引风系统4。

[0009] 所述浓缩系统7连接在电除尘器6和湿法脱硫吸收塔8之间的烟道Ⅲ22上。

[0010] 所述浓缩系统7连接在电除尘器6和湿法脱硫吸收塔8之间的烟道Ⅲ22的旁路上，此时，烟道Ⅲ22通过输入旁路烟道输出烟气至浓缩系统7，浓缩系统7通过输出旁路烟道连通烟道Ⅲ22，所述输入旁路烟道与烟道Ⅲ22之间设置有挡板28。

[0011] 所述废水罐12内设置有水量监测仪表I17，所述浓缩系统7内设置有水量监测仪表Ⅱ19，所述浓缩系统7的上部和下部连通的连通管道上设置有循环泵14，所述水量监测仪表I17、水量监测仪表Ⅱ19、循环泵14均与设置在外部的监控终端27连接。

[0012] 所述电除尘器18的入口烟道Ⅱ21上设置有烟气温湿度传感器18，所述烟气温湿度传感器18与设置在外部的监控终端27连接。

[0013] 所述旁路引风系统4包括引风管道，所述引风管道设置在空气预热器3的出口烟道Ⅱ21和空气预热器3的入口烟道I20之间，所述引风管道上设置有烟气流量控制阀16，所述烟气流量控制阀16、雾化系统5均与设置在外部的监控终端27连接。

[0014] 所述挡板28与设置在外部的监控终端27连接。

[0015] 本实用新型的有益效果：本实用新型在静电除尘器后设置脱硫废水浓缩塔，利用余热烟气与脱硫废水直接接触进行强烈的传质传热，达到对脱硫废水减量化处理的效果，避免了由于脱硫废水烟道蒸发量大而导致主烟道内烟气温度低于酸露点的问题，增强了脱硫废水烟道蒸发的稳定性；经过浓缩塔后的高盐废水通过三联箱加药进行化学处理，脱除

钙镁离子、重金属离子等污染物，后经超声波雾化系统将其雾化为20um以下的雾滴并送入蒸发烟道，利用超声波引起的空化效应实现对脱硫废水的超细雾化，蒸发时间大大缩短，保证了在有限长的低温烟道内雾化液滴完全蒸干，减小了脱硫废水未能完全蒸干所导致的后续静电除尘器的腐蚀风险；同时，蒸发速率的加快也减小了烟道内固态蒸发产物结垢的风险；另外，整个系统备有空气预热器旁路引风结构，当烟道蒸发区温度较低时，通过引入空气预热器前的高温烟气提升废水蒸发区温度，加速蒸发，保证系统运行的稳定性。本实用新型结构简单，投资及运行成本低，可为企业带来显著经济效益，并具有良好的环境与社会效益。

附图说明

[0016] 图1为本实用新型进行主烟道浓缩的工艺流程示意图。

[0017] 图2为本实用新型进行主烟道浓缩的监控终端连接示意图。

[0018] 图3为本实用新型进行旁路浓缩的工艺流程示意图。

[0019] 图4为本实用新型进行旁路浓缩的监控终端连接示意图。

[0020] 其中，1-锅炉，2-SCR催化脱硝系统，3-空气预热器，4-旁路引风系统，5-雾化系统，6-电除尘器，7-浓缩系统，8-湿法脱硫吸收塔，9-烟囱，10-石膏脱水系统，11-加药系统，12-废水罐，13-废水泵，14-循环泵，15-污泥输送系统，16-流量控制阀，17-水量监测仪表Ⅰ，18-温湿度传感器，19-水量监测仪表Ⅱ，20-烟道Ⅰ，21-烟道Ⅱ，22-烟道Ⅲ，23-输水管道Ⅰ，24-输水管道Ⅱ，25-输水管道Ⅲ，26-输水管道Ⅳ，27-监控终端，28-烟气挡板门，29-石灰水配置车间，30-石膏。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步详细说明。

[0022] 如图1所示，本实用新型提供一种梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放的装置，包括通过烟道连接的锅炉1、SCR催化脱硫系统2、空气预热器3、电除尘器6、浓缩系统7、湿法脱硫吸收塔8、烟囱9， SCR催化脱硫系统2与空气预热器3之间通过烟道Ⅰ20连通，空气预热器3与电除尘器6之间通过烟道Ⅱ21连通，电除尘器6与湿法脱硫吸收塔8之间通过烟道Ⅲ22连通，浓缩系统7与烟道Ⅲ22连通。

[0023] 在湿法脱硫吸收塔8下部连接石膏脱水系统10，湿法脱硫吸收塔8排出的浆液经过石膏脱水系统10处理后，产出石膏30排出系统，而脱出的脱硫废水通过输水管道Ⅰ进入到浓缩系统7进行热法减量浓缩，从浓缩系统7底部排除的脱硫废水浓水经过输水管道Ⅱ送至浓缩系统7底部连接的加药系统11进行化学处理，而加药系统11所产出的污泥从加药系统11底部连接的污泥输送系统15排除，而加药系统11上层产出的废水上清液通过输水管道Ⅲ送至废水罐12进行缓冲、储存。湿法脱硫吸收塔8上部还连接石灰水配置车间29。

[0024] 所述的加药系统11可采用三联箱加药系统，而污泥输送系统15则至少包括污泥输送管道和污泥树输送车。

[0025] 上述的浓缩系统7的上部和下部之间设置有连通管道，连通管道上设置循环泵14，循环泵14将浓缩系统7下部的液体泵到上部，进行多次的浓缩，以提高浓缩效率，降低液体的量，即用于将浓缩系统7中的上层清液进行循环减量浓缩，并通过控制循环泵14的运行参

数实现废水浓缩减量可控。

[0026] 为了达到脱硫废水零排放的目的，本实用新型还设置雾化系统5，雾化系统5包括用于进行液体雾化的装置，如压电陶瓷片，该雾化系统5设置在烟道Ⅱ21的下部，与烟道Ⅱ21连通。该雾化系统5的下部通过输水管道Ⅳ连接废水罐12，输水管道Ⅳ上设置废水泵13，用于将废水罐12内部的废水泵到雾化系统5内进行雾化蒸发处理。

[0027] 具体来说，废水罐12中储存的脱硫废水通过废水泵13加压输送至雾化系统5，通过对压电材料(包括压电陶瓷片等)施加交变电场使其产生超声波，传导至脱硫废水液面并引起脱硫废水的空化，产生20um以下的细小雾滴随烟气进入烟道21中蒸发，固态产物(干态盐等)被后续电除尘器6捕集，气态产物(水蒸气等)混入烟气进入后续设备。

[0028] 作本实用新型还包括在空气预热器3的出口烟道Ⅱ21和空气预热器3的入口烟道Ⅰ20之间连接的旁路引风系统4，该旁路引风系统4包括引风管道，引风管道的前端接空气预热器3入口烟道Ⅰ20，后端接空气预热器3出口烟道Ⅱ21，引风管道上设有烟气流量控制阀16。

[0029] 上述的引风管道用于将空气预热器3入口烟道Ⅰ20的高热气体引入到空气预热器3出口烟道Ⅱ21。当设置在电除尘器6的入口烟道Ⅱ21上的烟气温湿度传感器18测得的空气预热器3后端烟气温度较低导致雾化系统无法完全蒸干、导致温湿度传感器18报警时，通过控制设置在引风管道上的烟气流量控制阀16的开启引入空气预热器3前300°~350°的高温烟气到烟道Ⅱ21，在雾化区域附近形成局部高温区，为雾化系统5提供高温蒸发区，加速蒸发，保证系统运行的稳定性。

[0030] 本实用新型外设有监控终端27，监控终端27可包括服务器和与服务器通信的人机交互终端。监控终端27与上述的废水泵13、循环泵14、烟气温湿度传感器18、烟气流量控制阀16、雾化系统5连接，可通过人机交互终端对泵进行调控。

[0031] 且此时，本实用新型的废水罐12内设置有检测在线的水质、水量的水量监测仪表Ⅰ17，浓缩系统7内设置有检测在线水质、水量的水量监测仪表Ⅱ19，水量监测仪表Ⅰ17、水量监测仪表Ⅱ19均与设置在外部的监控终端27的服务器连接。

[0032] 监控终端27获取水量监测仪表Ⅰ17、水量监测仪表Ⅱ19、烟气温湿度传感器18测得的数据后，通过在监控终端设置水量阈值、温度阈值、湿度阈值对废水泵13、循环泵14、雾化系统5进行闭环控制。

[0033] 根据浓缩系统与烟道Ⅲ22的连接关系的不同，本实用新型的浓缩系统7分为主烟道浓缩(如图1和图2所示)和旁路烟道浓缩(如图3和图4所示)。

[0034] (1)主烟道浓缩

[0035] 如图1和图2所示，此时，浓缩系统7连接在电除尘器6和湿法脱硫吸收塔8之间的烟道Ⅲ22上。

[0036] 此时，烟道Ⅲ22的全部烟气经过浓缩系统7进行浓缩，经过浓缩系统的烟气进入到湿法脱硫吸收塔8中进行反应。

[0037] (2)旁路烟道浓缩

[0038] 如图3和图4所示，当为了增强主烟道系统的稳定性或在现有电厂烟道上进行脱硫废水热法浓缩改造时，可采用旁路浓缩形式来浓缩脱硫废水。此时，浓缩系统7连接在电除尘器6和湿法脱硫吸收塔8之间的烟道Ⅲ22的旁路上。此时，烟道Ⅲ22通过输入旁路烟道输

出烟气至浓缩系统7，浓缩系统7通过输出旁路烟道连通烟道Ⅲ22，输入旁路烟道与烟道Ⅲ22之间设置有挡板28。

[0039] 如图3所示，脱硫废水浓缩系统7由主烟道浓缩变更为旁路浓缩，由利用全烟气量浓缩变更为利用部分烟气量浓缩，由烟气挡板28控制浓缩系统7进口烟气压力，防止其被主烟道22短路而无法引入烟气。即进入湿法脱硫吸收塔8内的烟气为部分经过浓缩系统7的烟气。

[0040] 如附图4所示，在烟道22内布置烟气挡板28以调节浓缩系统7中的烟气流量。

[0041] 本实用新型的装置进行梯级利用电厂烟气余热实现脱硫废水零排放处理的具体过程为：

[0042] 锅炉1内的烟气通过烟道进入到SCR催化脱硝系统2，处理后的烟气通过烟道I20进入到空气预热器3，空气预热器3、电除尘器6、浓缩系统7、湿法脱硫吸收塔8以及烟囱9依次连接，湿法脱硫吸收塔8底部连接石膏脱水系统10，石膏脱水系统10所产出的脱硫废水经过输水管道I23输送给浓缩系统7与烟气直接接触进行传质传热，降低脱硫吸收塔8前烟气温度同时增加烟气湿度，由此可同步增加脱硫吸收塔8对SO_2的吸收效率并减少脱硫吸收塔8的补水。浓缩系统7同步配备循环泵14来调控脱硫废水的浓缩情况，从浓缩系统7底部排出的脱硫废水浓水经过输水管道24输送至三联箱加药系统11进行化学处理，脱除钙镁离子和重金属离子等，其所产生的污泥通过污泥输送系统15排出，其所产生的废水上清液经过输水管道25送至废水罐12储存，废水罐12中储存的废水通过废水泵13加压，经过输水管道26送至雾化系统5进行雾化，雾化液滴进入主烟道进行传质传热过程，脱硫废水中溶解性盐分随废水的蒸发成为细小颗粒进入烟气并在后续电除尘器6中被捕集，水分则以水蒸气的形式随烟气进入后续设备。与此同时整个体系设有旁路引风系统4，其前端接空气预热器3入口烟道20，后端接空气预热器3出口烟道21，并设有流量控制阀16，当烟道21中烟气温度较低时，通过引入空气预热器3前主烟道20中的部分高温烟气，为雾化系统5提供高温蒸发区，保证系统运行的稳定性。

[0043] 为了保证电除尘器6的运行稳定，电除尘器6前端进口处的烟气温湿度传感器18监测进口的烟气的温度和湿度，当烟气温度接近监控终端内部设置的烟气酸露点时，通过监控终端调节旁路引风系统4的烟气流量控制阀16来加速脱硫废水的蒸发速率，通过调节雾化系统5和废水泵13来减少脱硫废水的雾化水量，避免烟气结露，对烟道及电除尘器6造成腐蚀。

[0044] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本实用新型。对实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本实用新型中所定义的一般原理可以在不脱离本实用新型的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本实用新型将不会被限制于本文所示的这些实施方式，而是要符合与本实用新型所公开的原理和特点相一致的最宽范围。

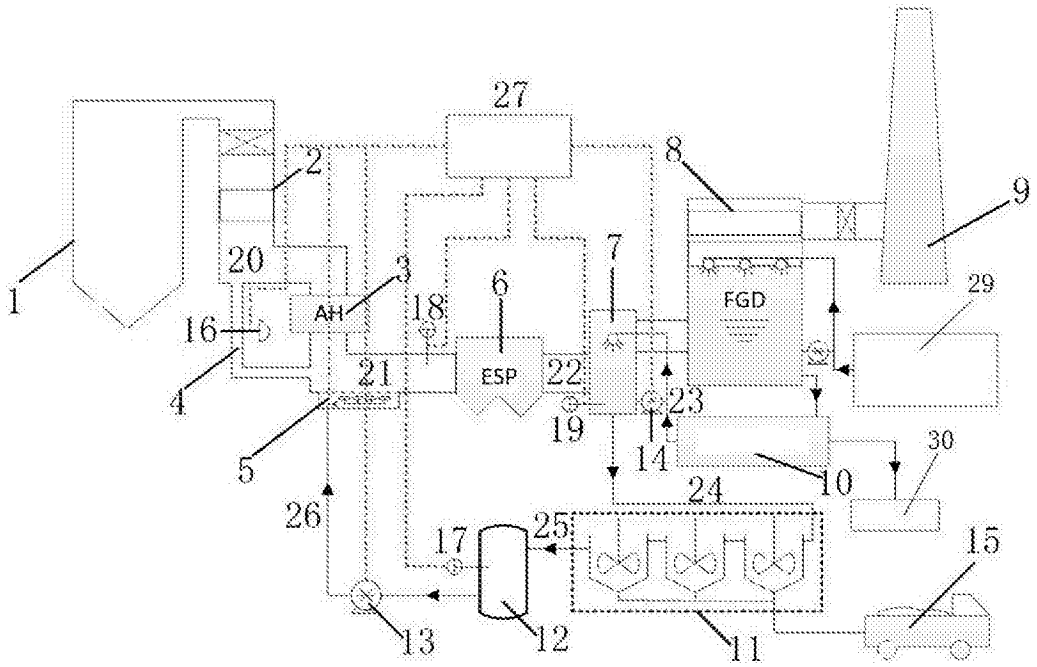

27
2
8
9
1
20
3
7
AH
18
6
FGD
29
16
21
ESP
22
23
4
19
14
30
5
24
10
26
25
15
17
13
12
11

图1

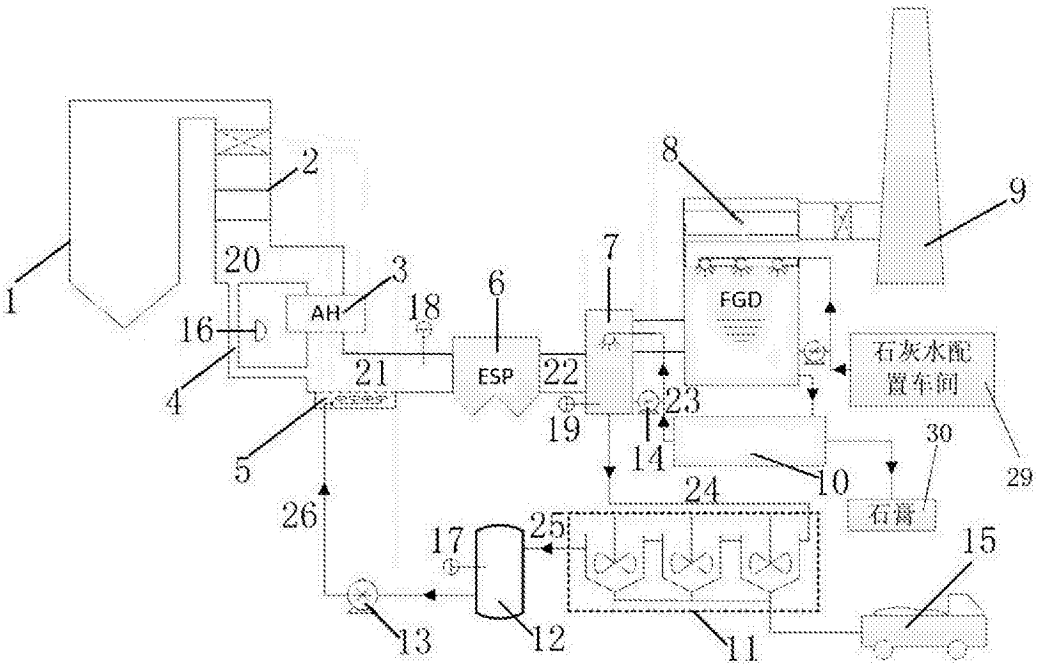

2
8
9
1
20
3
7
AH
18
6
FGD
16
石灰水配
置车间
21
ESP
22
23
4
19
14
30
29
5
24
10
石膏
26
25
15
17
13
12
11

图2

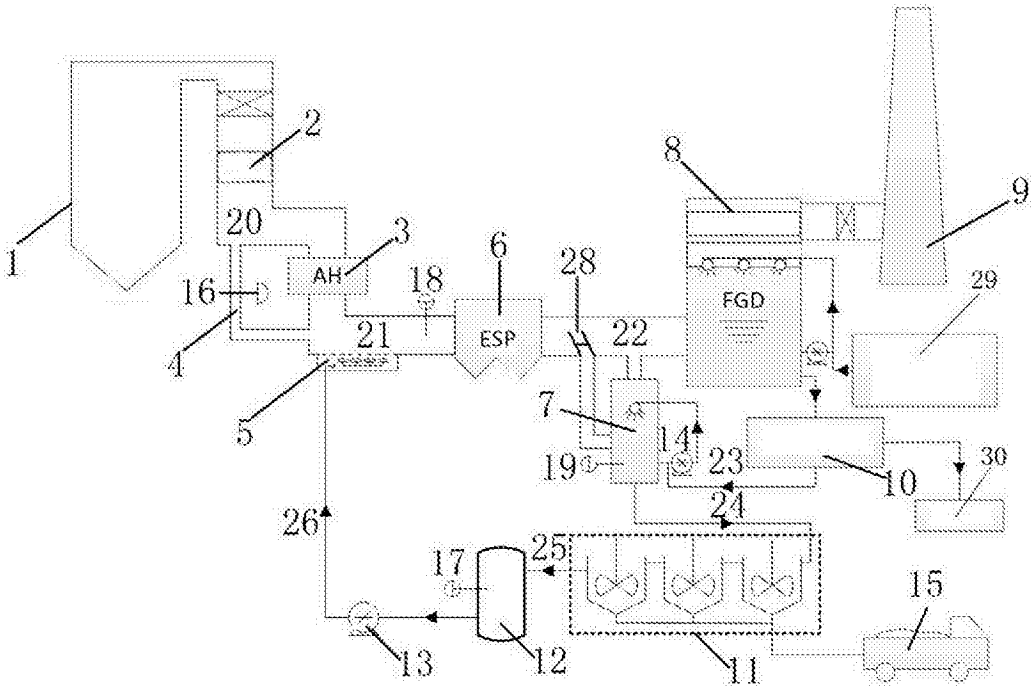

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
28
29
30
AH
ESP
FGD

图3

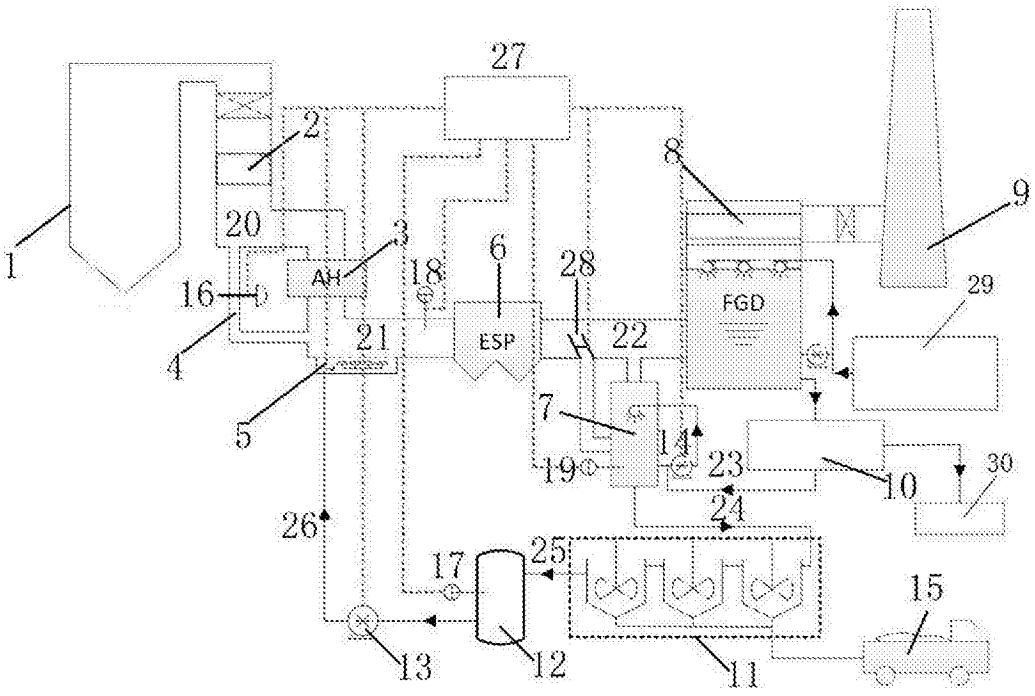

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
AH
ESP
FGD

图4