



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105126561 B

(45)授权公告日 2018.08.10

(21)申请号 201510469084.8

B01D 53/64(2006.01)

(22)申请日 2015.08.04

B01D 50/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B01D 51/02(2006.01)

申请公布号 CN 105126561 A

F23J 15/02(2006.01)

G02F 9/10(2006.01)

(43)申请公布日 2015.12.09

G02F 1/16(2006.01)

(73)专利权人 东南大学

(56)对比文件

地址 211103 江苏省南京市江宁区东山街
道万安西路59号

CN 102380278 A,2012.03.21,

CN 104388146 A,2015.03.04,

(72)发明人 杨林军 胡斌 刘勇 温涛源

CN 104014217 A,2014.09.03,具体实施方式、附图1.

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所

CN 104084028 A,2014.10.08,具体实施方式、附图1.

(普通合伙) 32249

代理人 冯慧

审查员 李文娟

(51)Int.Cl.

B01D 53/75(2006.01)

B01D 53/50(2006.01)

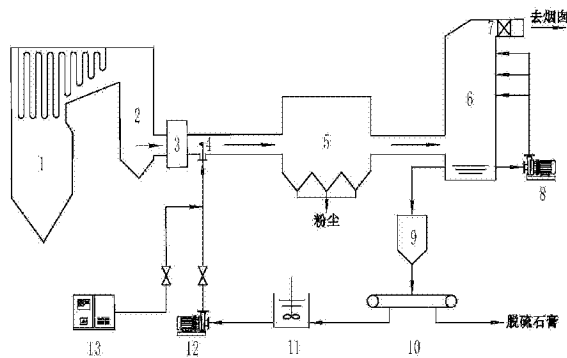
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气
PM_{2.5}/SO₃/Hg联合脱除方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气PM_{2.5}/SO₃/Hg联合脱除方法,在脱硫废水中加入由高聚物粘结剂和润湿剂组成的化学团聚剂,喷入烟道,利用烟气所含热量使脱硫废水进入电除尘器之前蒸发,蒸发过程中化学团聚剂将多个PM_{2.5}或PM_{2.5}与粗粉尘连接,PM_{2.5}发生团聚增大;脱硫废水蒸发析出的含氯固相产物及吸附在飞灰上的氯化物促进烟气中的单质汞转化为氧化态与颗粒态汞;同时,烟温降至酸露点与水露点之间,SO₃凝结吸附于粉尘表面。然后随烟气进入后续电除尘除团聚长大的颗粒物、颗粒态汞及SO₃,由脱硫塔脱除氧化态汞。本方法不仅实现PM_{2.5}/SO₃/Hg联合高效脱除,还协同实现脱硫废水零排放。



1. 一种基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气PM_{2.5}/SO₃/Hg联合脱除方法,其特征在于,燃煤烟气粉尘经SCR脱硝装置(2)、空气预热器(3)与喷入的化学团聚剂液滴相混合,化学团聚剂吸附于粉尘表面,在润湿剂作用下粉尘进入化学团聚剂液滴内部,并通过化学团聚剂中带有极性基团的高聚物粘结剂分子链将多个PM_{2.5}或PM_{2.5}与粗粉尘以“架桥”方式相连接,促使PM_{2.5}团聚长大;脱硫废水蒸发析出的含氯固相产物及吸附在飞灰上的氯化物促进烟气中的单质汞转化为氧化态与颗粒态汞;同时,控制化学团聚剂液滴的喷入量使烟温降至酸露点与水露点之间,SO₃凝结吸附于粉尘表面;然后随烟气进入后续的电除尘器(5),由电除尘器(5)脱除团聚长大的颗粒物、颗粒态汞及SO₃后再进入脱硫塔(6)采用湿法烟气脱硫法脱除存在于气相中的氧化态汞;所述的化学团聚剂液滴采用的是来自湿法烟气脱硫法中产生的脱硫废水为溶剂和高聚物粘结剂以及润湿剂混合后配制得到,其中高聚物粘结剂的浓度为0.1~1%wt,润湿剂的浓度为0.5~2%wt;所述的燃煤烟气粉尘由燃用中高硫煤产生,烟气中SO₂浓度 $\geq 1500\text{mg}/\text{m}^3$,SO₃浓度 $\geq 50\text{mg}/\text{m}^3$,烟气酸露点不低于105℃;所述的化学团聚剂液滴在采用脱硫废水配制,其中Cl⁻浓度保证在8000mg/l,浓度如达不到还需添加CaCl₂、MgCl₂调节。

2. 根据权利要求1所述的基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气PM_{2.5}/SO₃/Hg联合脱除方法,其特征在于,所述的脱硫废水是脱硫塔(6)产生的废水经水力旋流器(9)分离去除石膏后流入脱硫废水贮存槽(11)得到。

3. 根据权利要求1所述的基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气PM_{2.5}/SO₃/Hg联合脱除方法,其特征在于,所喷入的化学团聚剂液滴的最大粒径小于75μm,平均粒径小于25μm,在空气预热器(3)和电除尘器(5)之间的烟道中的停留时间大于0.75s。

4. 根据权利要求1所述的基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气PM_{2.5}/SO₃/Hg联合脱除方法,其特征在于,所述化学团聚剂液滴的喷入量为每Nm³烟气0.005~0.05kg。

5. 根据权利要求1所述的基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气PM_{2.5}/SO₃/Hg联合脱除方法,其特征在于,所述高聚物粘结剂为改性聚合氯化铝、聚合氯化铝铁、聚合氯化铁、聚二甲基二烯丙基氯化铵、高分子纤维素醚、果胶、水溶性胞外多糖中的任意一种或由两种组合而成。

6. 根据权利要求1所述的基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气PM_{2.5}/SO₃/Hg联合脱除方法,其特征在于,所述的润湿剂为丁二酸钠、十二烷基磺酸钠、脂肪酸单硫酸钠复合盐中的任意一种。

一种基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气PM_{2.5}/SO₃/Hg联合脱除方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种燃煤烟气净化方法,具体涉及一种基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气 PM_{2.5}/SO₃/Hg联合脱除方法,属于环保技术领域。

背景技术

[0002] 空气动力学直径小于2.5 μ m的PM_{2.5}污染已成为我国突出的大气环境问题,是导致大气能见度降低、酸雨;主要原因在于PM_{2.5}比表面积大,易富集各种重金属及化学致癌物质,而常规除尘技术对其难以有效捕集,造成大量PM_{2.5}排入大气环境,PM_{2.5}有效控制的技术发展方向主要为在常规除尘设备前设置预处理措施,使其通过物理或化学作用长大成较大颗粒后加以清除,包括声波团聚、电凝聚、湍流团聚、化学团聚、蒸汽相变等;这些措施中,蒸汽相变不适合与电除尘设备结合,电凝聚虽已基本具备工业应用的条件,但投资运行费用过高。

[0003] 2011年9月,环境保护部和国家质量监督检验检疫总局联合发布了史上最严的《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011),要求至2014年7月,燃煤锅炉要达到:汞及其化合物0.03mg/Nm³,烟尘30mg/Nm³,二氧化硫200(现有机组)/100(新建机组)mg/Nm³,氮氧化物100mg/Nm³的排放标准;其中重点地区的排放标准为烟尘20mg/Nm³、二氧化硫 50mg/Nm³,燃煤机组的环保压力进一步加大。除烟尘、SO₂、NO_x等主要烟气污染物和新标准中提及的Hg之外,SO₃这种浓度较小的污染物也引重视,SO₃有极强的腐蚀性,不仅对环境造成污染,也给电厂的安全运行带来了很大隐患,燃煤电厂的烟气排放中SO₃浓度虽低,但排放的绝对量较大,不可忽视,美国已有相关的排放标准出台,最严格的州标准为 0.6mg/Nm³,而我国仍未有相关标准。中国专利CN104474897公开了一种脱除燃煤烟气中三氧化硫的方法即往烟道中喷射一定量的氢氧化钙或氢氧化镁与三氧化硫发生气固反应,此方法虽然可以脱除SO₃,但需要喷入碱性物质,不但增加成本,还会增加引风机、电除尘负荷。

[0004] 煤燃烧的烟气中,汞的存在有3种基本形态:元素态Hg⁰、氧化态Hg²⁺和颗粒态汞Hg(p)。Hg(p)和Hg²⁺可以通过常规的污染物控制设备脱除,由于单质Hg⁰的高挥发性及在水中的难溶性,现有的烟气净化设备很难将其去除。因此,燃煤烟气脱汞的关键就是Hg⁰的脱除。中国专利CN101480555A公开了一种对汞具有良好吸附作用的残碳与袋式过滤器协同作用来脱除烟气中的汞及细颗粒物;中国专利CN102580493公开了一种基于放电活化卤族物质的卤族物质,将烟气中元素态汞转变为氧化态汞以及颗粒态汞后,进行除尘和吸收脱除氧化态汞以及颗粒态汞。目前已有的脱汞技术工艺复杂,成本较高。

[0005] 通常,国内电站锅炉、工业锅炉典型烟气治理流程大多为烟气经SCR脱硝、电除尘后进入湿法烟气脱硫(WFGD)系统,最后由烟囱排入大气环境;其中WFGD系统绝大部分采用的是石灰石-石膏湿法工艺,该工艺技术成熟、运行可靠、脱硫效率高,但该脱硫工艺中的浆液在不断循环过程中,逐渐富集Cl⁻等杂质,会产生一定量的脱硫废水,必须加以处理达标后才能排放。脱硫废水的处理方法有多种,应用最广泛的是物理化学处理方法,通过氧化、

中和、沉淀、絮凝等过程去除脱硫废水中的污染物,存在工艺复杂,运行成本高,且无法去除 Cl^- 等缺陷。废水烟道气蒸发工艺是将脱硫废水雾化后喷入空气预热器和电除尘器间的烟道,利用热烟气使废水完全蒸发,废水中的污染物转化为结晶物或盐类等固体,随烟气中的飞灰一起被电除尘器收集下来,从而除去污染物,由于脱硫废水富含氯离子,喷入脱硫废水后氯离子会在飞灰颗粒上富集,可有效促进烟气中元素态汞(Hg^0)转化为氧化态汞(Hg^{2+})和颗粒态汞(Hg^p),而电除尘、WFGD系统分别对烟气中的 Hg^{2+} 、 Hg^p 具有较高的脱除作用,进而可有效提高对汞的脱除效率。脱硫废水喷入烟道后,会使烟道中烟温降低,烟温降低及 SO_3 凝结于粉尘表面,粉尘比电阻降低,使得电除尘具有较佳的 SO_3 捕集效果,且除尘效率显著高于普通电除尘,通过借鉴低低温电除尘技术的成功运行经验,合理调控脱硫废水喷入量,使废水增湿后的烟温适当低于酸露点,可望起到类似低低温电除尘的功效。

[0006] 国际上研究燃煤烟气多污染物协同控制技术是一种新的技术动向,针对国家火电厂环保排放标准中的:烟尘、Hg以及将来要严格控制的 SO_3 ,火电机组需要采取一系列的环保措施来保证各污染物的超低排放。

发明内容

[0007] 发明目的:本发明的目的在于克服现有燃煤烟气污染物控制技术的不足之处,提供一种基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气 $\text{PM}_{2.5}/\text{SO}_3/\text{Hg}$ 联合脱除方法,该方法可以有效的实现燃煤烟气中 $\text{PM}_{2.5}$ 、 SO_3 以及剧毒汞等,同时还能协同处理脱硫废水,实现脱硫废水零排放。

[0008] 技术方案:一种基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气 $\text{PM}_{2.5}/\text{SO}_3/\text{Hg}$ 联合脱除方法,燃煤烟气粉尘经SCR脱硝装置、空气预热器与喷入的化学团聚剂液滴相混合,化学团聚剂吸附于粉尘表面,在润湿剂作用下粉尘进入化学团聚剂液滴内部,并通过化学团聚剂中带有极性基团的高聚物粘结剂分子链将多个 $\text{PM}_{2.5}$ 或 $\text{PM}_{2.5}$ 与粗粉尘以“架桥”方式相连接,促使 $\text{PM}_{2.5}$ 团聚长大;脱硫废水蒸发析出的含氯固相产物及吸附在飞灰上的氯化物促进烟气中的单质汞转化为氧化态与颗粒态汞;同时,控制化学团聚剂液滴的喷入量使烟温降至酸露点与水露点之间, SO_3 凝结吸附于粉尘表面;然后随烟气进入后续的电除尘器,由电除尘器脱除团聚长大的颗粒物、颗粒态汞及 SO_3 后再进入脱硫塔采用湿法烟气脱硫法脱除存在于气相中的氧化态汞;所述的化学团聚剂液滴采用的是来自湿法烟气脱硫法中产生的脱硫废水为溶剂和高聚物粘结剂以及润湿剂混合后配制得到,其中高聚物粘结剂的浓度为0.1~1%wt,润湿剂的浓度为0.5~2%wt。

[0009] 所述的脱硫废水是脱硫塔产生的废水经水力旋流器分离去除石膏后流入脱硫废水贮存槽得到。

[0010] 所述的燃煤烟气粉尘由燃用中高硫煤产生,烟气中 SO_2 浓度 $\geq 1500\text{mg}/\text{m}^3$, SO_3 浓度 $\geq 50\text{mg}/\text{m}^3$,烟气酸露点不低于 105°C 。

[0011] 所喷入的化学团聚剂液滴的最大粒径小于 $75\mu\text{m}$,平均粒径小于 $25\mu\text{m}$,在空气预热器和电除尘器之间的烟道中的停留时间大于 0.75s 。

[0012] 所述化学团聚剂液滴的喷入量为每 Nm^3 烟气 $0.005\sim 0.05\text{kg}$ 。

[0013] 所述的化学团聚剂液滴在采用脱硫废水配制,其中 Cl^- 浓度保证在 $8000\text{mg}/\text{l}$,浓度如达不到还需还添加了 CaCl_2 、 MgCl_2 调节。

[0014] 所述高聚物粘结剂为改性聚合氯化铝、聚合氯化铝铁、聚合氯化铁、聚二甲基二烯丙基氯化铵、高分子纤维素醚、果胶、水溶性胞外多糖中的任意一种或由两种组合而成。

[0015] 所述的润湿剂为丁二酸钠、十二烷基磺酸钠、脂肪酸单硫酸钠复合盐中的任意一种。

[0016] 有益效果

[0017] (1) 本发明将脱硫废水雾化后喷入空气预热器和电除尘器间的烟道中,利用烟气所含的热量可使脱硫废水迅速蒸发,促进PM_{2.5}团聚增大,同时蒸发析出的含氯固相产物及吸附在飞灰上的氯化物促进烟气中的单质汞转化为氧化态汞,被WFGD系统吸收。

[0018] (2) 本发明采用脱硫废水配制团聚剂溶液,可实现化学团聚与脱硫废水蒸发处理技术的有机结合;脱硫废水蒸发析出的无机盐类物质(如CaCl₂·2H₂O、MgSO₄·H₂O、NaCl)以及SO₃凝结吸附于粉尘表面还能适当降低粉尘比电阻,达到烟气调质的效果。

[0019] (3) 本发明工艺简单,只需在空气预热器与电除尘器间的烟道喷入由脱硫废水配制的团聚剂溶液,既不改变正常生产条件,也不改变现有电除尘设备结构和操作参数,就可促使PM_{2.5}有效团聚长大,还能协同脱除SO₃以及汞有害物质,同时提高电除尘设备对PM_{2.5}的脱除效率。

附图说明

[0020] 图1是本发明的装置结构示意图

[0021] 图中:1-燃煤锅炉;2-SCR脱硝装置;3-空气预热器;4-双流体雾化喷嘴;5-电除尘器;6-脱硫塔;7-除雾器;8-脱硫浆液循环泵;9-水力旋流器;10-皮带脱水机;11-脱硫废水贮存槽;12-高压水泵;13-压缩空气发生器;

具体实施方式

[0022] 下面结合附图1,对本发明作详细说明:

[0023] 一种基于脱硫废水蒸发处理的燃煤烟气PM_{2.5}/SO₃/Hg联合脱除方法,来自脱硫塔6的脱硫废水经水力旋流器9分离去除石膏后流入脱硫废水贮存槽11,加入高聚物粘结剂和润湿剂,配制成化学团聚剂溶液,团聚剂溶液经双流体雾化喷嘴4喷入空气预热器3与电除尘器5之间的烟道中,燃煤烟气粉尘(包括PM_{2.5}和粗粉尘)经SCR脱硝装置2、空气预热器3与喷入的团聚剂液滴相混合,团聚剂吸附于粉尘表面,在润湿剂作用下粉尘进入团聚剂液滴内部,并通过带有极性基团的高聚物粘结剂分子链将多个PM_{2.5}或PM_{2.5}与粗粉尘以“架桥”方式相连接,促使PM_{2.5}团聚长大;脱硫废水蒸发析出的含氯固相产物及吸附在飞灰上的氯化物促进烟气中的单质汞转化为氧化态与颗粒态汞;同时,烟温降至酸露点与水露点之间,SO₃凝结吸附于粉尘表面;然后随烟气进入后续电除尘器和湿法烟气脱硫系统,由电除尘器脱除团聚长大的颗粒物、颗粒态汞及SO₃,由湿法烟气脱硫系统脱除存在于气相中的氧化态汞。

[0024] 所述的燃煤烟气由燃用中高硫煤产生,烟气中SO₂浓度 $\geq 1500\text{mg}/\text{m}^3$,SO₃浓度 $\geq 50\text{mg}/\text{m}^3$,烟气酸露点不低于105℃。

[0025] 所述的双流体雾化喷嘴通过调节压缩空气与团聚剂溶液的压力与流量使团聚剂液滴最大粒径小于75 μm ,平均粒径小于25 μm ,液滴在烟道中的停留时间大于0.75s。所述化

学团聚剂溶液配制时,脱硫废水中可以补充工艺水以调节浓度。化学团聚剂溶液的喷入量为每 Nm^3 烟气 $0.005\sim 0.05\text{kg}$, 喷入后烟温将至酸露点与水露点之间, 平原大概在 $105\sim 110^\circ\text{C}$ 。

[0026] 所述的化学团聚剂液滴在采用脱硫废水配制, 其中 Cl^- 浓度保证在 $8000\text{mg}/\text{l}$, 浓度如达不到还需还添加了 CaCl_2 、 MgCl_2 调节。

[0027] 所述高聚物粘结剂为下列物质的任意一种或由两种组合而成: 改性聚合氯化铝、聚合氯化铝铁、聚合氯化铁、聚二甲基二烯丙基氯化铵、高分子纤维素醚、果胶、水溶性胞外多糖。

[0028] 所述润湿剂为下列物质的任意一种: 丁二酸钠、十二烷基磺酸钠、脂肪酸单硫酸钠复合盐。

[0029] 以下结合具体实施例对本发明作进一步说明, 但本发明不只限于此实施例。

[0030] 实施例1:

[0031] 烟气由全自动燃煤锅炉产生, 烟气量 $300\text{Nm}^3/\text{h}$, 湿法烟气脱硫法采用的是石灰石-石膏法。全自动燃煤锅炉1产生的含尘烟气经SCR脱硝装置2、空气预热器3与通过双流体雾化喷嘴4喷入的化学团聚剂液滴相混合, 化学团聚剂吸附于粉尘表面, 在润湿剂作用下粉尘进入化学团聚剂液滴内部, 并通过化学团聚剂中带有极性基团的高聚物粘结剂分子链将多个 $\text{PM}_{2.5}$ 或 $\text{PM}_{2.5}$ 与粗粉尘以“架桥”方式相连接, 促使 $\text{PM}_{2.5}$ 团聚长大; 脱硫废水蒸发析出的含氯固相产物及吸附在飞灰上的氯化物促进烟气中的单质汞转化为氧化态与颗粒态汞; 同时, 控制化学团聚剂液滴的喷入量使烟温降至酸露点与水露点之间, SO_3 凝结吸附于粉尘表面; 然后随烟气进入后续的电除尘器5, 由电除尘器5脱除团聚长大的颗粒物、颗粒态汞及 SO_3 后再进入脱硫塔6采用湿法烟气脱硫法脱除存在于气相中的氧化态汞; 所述的化学团聚剂液滴采用的是来自湿法烟气脱硫法中产生的脱硫废水为溶剂和高聚物粘结剂以及润湿剂混合后配制得到。本例中采用脱硫废水配制 $0.5\% \text{wt}$ 的高聚物粘结剂果胶, 湿润剂选用 $1\% \text{wt}$ 的丁二酸钠。初始时候, 开启双流体雾化喷嘴, 调节空压机、水泵参数, 喷出的雾滴平均粒径为 $30\mu\text{m}$, 喷入量为 $800\text{mg}/\text{m}^3$ 。脱硫塔6出来的脱硫废水经水力旋流器9分离去除石膏后流入脱硫废水贮存槽11, 加入高聚物粘结剂和润湿剂配制得到化学团聚剂溶液, 试情况可以加入工艺水进行调节浓度, 在配制时还要添加氯化钙、氯化镁。系统稳定后, 经WJ-60B型皮托管平行全自动烟尘采样仪测试, 脱硫塔出口粉尘总浓度为 $16\text{mg}/\text{m}^3$; 采用电称低压冲击器ELPI在线测试, 脱硫塔出口 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度为 $8\text{mg}/\text{m}^3$; 采用高温冷凝法测试, SO_3 酸雾浓度 $12\text{mg}/\text{m}^3$, 利用VM-3000汞蒸汽监测仪在线测得脱硫塔出口汞浓度 $4.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

[0032] 实施例2:

[0033] 上述装置其它参数保持不变, 采用脱硫废水配制 $0.5\% \text{wt}$ 的聚合氯化铝铁, 湿润剂选用 $1\% \text{wt}$ 的丁二酸钠, 系统稳定后, 经WJ-60B型皮托管平行全自动烟尘采样仪测试, 脱硫塔出口粉尘总浓度为 $18\text{mg}/\text{m}^3$; 采用电称低压冲击器ELPI在线测试, 脱硫塔出口 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度为 $9\text{mg}/\text{m}^3$; 采用高温冷凝法测试, SO_3 酸雾浓度 $10\text{mg}/\text{m}^3$, 利用VM-3000汞蒸汽监测仪在线测得脱硫塔出口汞浓度 $4.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

[0034] 实施例3:

[0035] 上述装置其它参数保持不变, 采用脱硫废水配制 $0.5\% \text{wt}$ 的高分子纤维素醚, 湿润剂选用 $1\% \text{wt}$ 的丁二酸钠, 系统稳定后, 经WJ-60B型皮托管平行全自动烟尘采样仪测试, 脱

硫塔出口粉尘总浓度为 $17\text{mg}/\text{m}^3$ ；采用电称低压冲击器ELPI在线测试，脱硫塔出口 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度为 $8\text{mg}/\text{m}^3$ ；采用高温冷凝法测试， SO_3 酸雾浓度 $13\text{mg}/\text{m}^3$ ，利用VM-3000汞蒸汽监测仪在线测得脱硫塔出口汞浓度 $4.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

[0036] 实施例4：

[0037] 上述装置其它参数保持不变，采用脱硫废水配制0.5%wt的水溶性胞外多糖，湿润剂选用1%wt的丁二酸钠，系统稳定后，经WJ-60B型皮托管平行全自动烟尘采样仪测试，脱硫塔出口粉尘总浓度为 $19\text{mg}/\text{m}^3$ ；采用电称低压冲击器ELPI在线测试，脱硫塔出口 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度为 $9\text{mg}/\text{m}^3$ ；采用高温冷凝法测试， SO_3 酸雾浓度 $14\text{mg}/\text{m}^3$ ，利用VM-3000汞蒸汽监测仪在线测得脱硫塔出口汞浓度 $4.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

[0038] 对比例1：

[0039] 上述装置其它参数保持不变，不喷入脱硫废水，系统稳定后，经WJ-60B型皮托管平行全自动烟尘采样仪测试，脱硫塔出口粉尘总浓度为 $28\text{mg}/\text{m}^3$ ；采用电称低压冲击器ELPI在线测试，脱硫塔出口 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度为 $18\text{mg}/\text{m}^3$ ；采用高温冷凝法测试， SO_3 酸雾浓度 $20\text{mg}/\text{m}^3$ ，利用VM-3000汞蒸汽监测仪在线测得脱硫塔出口汞浓度 $7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

[0040] 对比例2：

[0041] 上述装置其它参数保持不变，喷入脱硫废水，系统稳定后，经WJ-60B型皮托管平行全自动烟尘采样仪测试，脱硫塔出口粉尘总浓度为 $24\text{mg}/\text{m}^3$ ；采用电称低压冲击器ELPI在线测试，脱硫塔出口 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度为 $15\text{mg}/\text{m}^3$ ；采用高温冷凝法测试， SO_3 酸雾浓度 $17\text{mg}/\text{m}^3$ ，利用VM-3000汞蒸汽监测仪在线测得脱硫塔出口汞浓度 $4.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

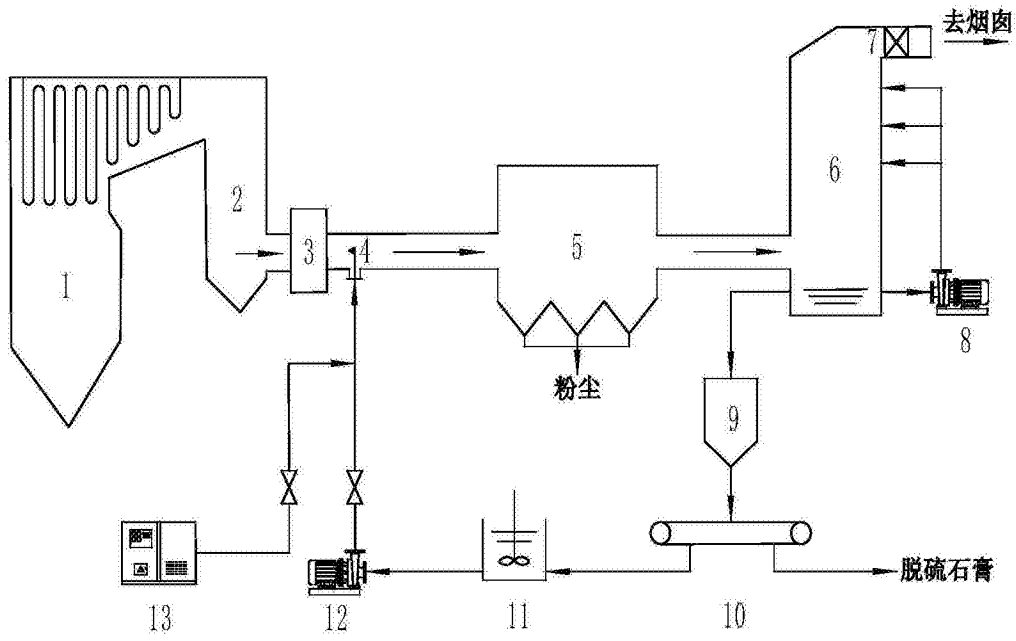


图1