



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112875785 A

(43) 申请公布日 2021.06.01

(21) 申请号 202110093040.5

(22) 申请日 2021.01.25

(71) 申请人 北京京能能源技术研究有限责任公司

地址 100192 北京市海淀区宝盛北里西区
13号楼1-3层配套A1层101室

(72) 发明人 刘政修 梅东升 蔡来生 冯宝泉
毛永清 郭永红 郭强 赵潇然
梁国杰 朱迎春 杜志刚 彭晓军
陈国伟

(74) 专利代理机构 北京卓岚智财知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
11624

代理人 李景辉

(51) Int.Cl.

C02F 1/06 (2006.01)

C02F 1/04 (2006.01)

C02F 1/16 (2006.01)

B01D 1/18 (2006.01)

B01D 1/26 (2006.01)

C02F 103/18 (2006.01)

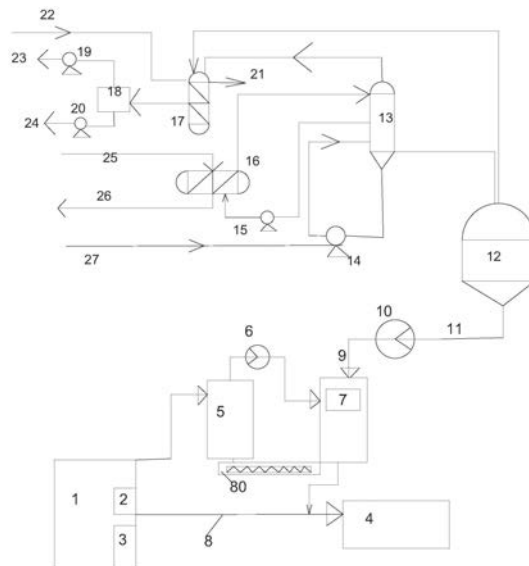
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统
及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种用于燃煤锅炉湿法脱硫
废水深度处理系统及方法。所述用于燃煤锅炉湿
法脱硫废水深度处理系统及方法包括:步骤A:燃
煤锅炉出来的脱硫废水经过闪蒸浓缩形成脱硫
废水浓缩液;步骤B:脱硫废水浓缩液进入喷雾干
燥器蒸发干燥,蒸发干燥过程中产生的粉尘及水
蒸气随烟气引入电除尘前烟道,利用电除尘捕捉
氯离子和其他固态颗粒及金属元素,其中蒸发的
水蒸气进入脱硫塔。本发明还提供了一种用于燃
煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统,采用前面所
述的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理方法。
本发明实现能源再利用,提高了能源的利用率,
整个蒸发过程无外部蒸汽输入,实现低能源消
耗。



CN 112875785 A

1. 一种用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理方法,其特征在于,所述用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统及方法包括:

步骤A:燃煤锅炉出来的脱硫废水经过闪蒸浓缩形成脱硫废水浓缩液;

步骤B:脱硫废水浓缩液进入喷雾干燥器蒸发干燥,蒸发干燥过程中产生的粉尘及水蒸气随烟气引入电除尘前烟道,利用电除尘捕捉氯离子和其他固态颗粒及金属元素,其中蒸发的水蒸汽进入脱硫塔。

2. 如权利要求1所述的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理方法,其特征在于,步骤A中,脱硫废水不需预处理系统,直接利用低低温省煤器的热量对脱硫废水进行预热。

3. 如权利要求1所述的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理方法,其特征在于,步骤A中,所述闪蒸浓缩采用三效闪蒸浓缩。

4. 如权利要求1所述的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理方法,其特征在于,步骤A中,通过控制泵与阀门的运行,来调整容器内的液位、浓度及温度,从而实现脱硫废水的闪蒸浓缩。

5. 如权利要求1所述的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理方法,其特征在于,步骤B中,喷雾干燥器的数目为两个,两个所述喷雾干燥器并联设置。

6. 一种用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统,其特征在于,采用权利要求1所述的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理方法,所述用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统包括:相互连接的闪蒸浓缩系统和喷雾干燥系统。

7. 如权利要求6所述的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统,其特征在于,闪蒸浓缩系统包括:串联的:一效闪蒸器、二效闪蒸器、三效闪蒸器、增稠器和排泥泵,所述闪蒸浓缩系统还包括:与增稠器连接的冷却水回水管路、以及连接冷却水回水管路的凝结水箱。

8. 如权利要求7所述的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统,其特征在于,冷却水回水管路与凝结水箱之间设有换热器。

9. 如权利要求6所述的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统,其特征在于,喷雾干燥系统包括:喷雾干燥器和连接所述喷雾干燥器的电除尘前烟道,所述电除尘前烟道连接脱硫塔。

10. 如权利要求6所述的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统,其特征在于,喷雾干燥器的数目为两个,两个所述喷雾干燥器并联设置。

用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及燃煤发电领域,具体涉及燃煤锅炉湿法脱硫废水的处理系统和方法,尤其是一种用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统及方法。

背景技术

[0002] 燃煤锅炉运行中,为防止脱硫设备腐蚀,保证石膏质量,脱硫吸收塔需要排除一定量脱硫废水。

[0003] 传统脱硫废水处理工艺常采用氧化—中和—沉淀—絮凝—澄清处理工艺,配套安装次氯酸钠预氧化、Ca(OH)₂中和、有机硫、FeClS04絮凝、助凝剂沉淀及亚硫酸钠还原等加药系统,经处理脱硫废水达到DL/T997-2006《火电厂石灰石-石膏湿法脱硫废水水质控制指标》后排放或用于干灰(渣)加湿及灰场喷洒降尘。

[0004] 2015年4月,国务院印发了《水污染防治行动计划》(简称“水十条”),提出到2020年,全国水环境质量得到阶段性改善,污染严重水体较大幅度减少,饮用水安全保障水平持续提升,地下水污染加剧趋势得到初步遏制;要求推进循环发展,鼓励废水深度处理回用;攻关研发前瞻技术,整合科技资源,加快研发重点行业废水深度处理、工业高盐废水脱盐等技术;禁止燃煤电厂脱硫废水外排。DL/T 5046-2018《发电厂废水治理设计规范》明确规定:脱硫废水宜处理回用,当有零排放要求时,应对脱硫废水进行深度处理。

[0005] 目前燃煤电厂脱硫废水深度处理技术主要包括脱硫废水的预处理软化技术、浓缩减量技术、蒸发结晶技术等,浓缩减量技术中包括膜法浓缩(RO、FO、ED等)以及热法浓缩(利用蒸汽浓缩、烟道余热浓缩等)。常规脱硫废水深度处理性能比较见表1

[0006] 表1常规脱硫废水深度处理性能分析

	项目	预处理+膜浓缩+结晶	预处理+热法浓缩 +结晶
	能耗	需要蒸汽和电耗, 能耗较高	需要蒸汽和大量电耗, 能耗高
[0007]	是否加药	二级澄清软化, 需要大量药剂	预处理需要部分软化, 加药量高
	固体产物	石膏+污泥+盐	石膏+污泥+杂盐
	处理后的水质	水质好, 可回用 55%	水质好, 可回用 55%
	系统复杂程度	复杂	较复杂
	运行维护	复杂, 需要更换膜、定期加药	复杂, 需要清洗蒸发器
[0008]	占地	大	大
	设备投资	较大	大
	运行费用	吨水处理费用约 100 元	一般, 吨水处理费用约 80 元
	自动化程度	低	较低

[0009] 从常规脱硫废水深度处理中可以得知:现有的脱硫废水处理,需要加药剂进行污染软化,而且有高盐泥饼的产生,处理过程复杂,成本高。

[0010] 综上所述,现有技术中存在以下问题:现有的脱硫废水处理,需要加药剂进行污染软化,而且有高盐泥饼的产生,处理过程复杂,成本高。

发明内容

[0011] 本发明提供一种用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统及方法,以解决脱硫废水处理,需要加药剂进行污染软化,而且有高盐泥饼的产生,处理过程复杂、成本高的问题。

[0012] 为此,本发明提出一种用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统,所述用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统及方法包括:

[0013] 步骤A:燃煤锅炉出来的脱硫废水经过闪蒸浓缩形成脱硫废水浓缩液;

[0014] 步骤B:脱硫废水浓缩液进入喷雾干燥器蒸发干燥,蒸发干燥过程中产生的粉尘及水蒸气随烟气引入电除尘前烟道,利用电除尘捕捉氯离子和其他固态颗粒及金属元素,其中蒸发的水蒸汽进入脱硫塔。

[0015] 进一步地,步骤A中,脱硫废水不需预处理系统,直接利用低低温省煤器的热量对脱硫废水进行预热。

[0016] 进一步地,步骤A中,所述闪蒸浓缩采用三效闪蒸浓缩。

[0017] 进一步地,步骤A中,通过控制泵与阀门的运行,来调整容器内的液位、浓度及温度,从而实现脱硫废水的闪蒸浓缩。

[0018] 进一步地,步骤B中,喷雾干燥器的数目为两个,两个所述喷雾干燥器并联设置。

[0019] 一种用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统,采用前面所述的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理方法,所述用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统包括:相互连接的闪蒸浓缩系统和喷雾干燥系统。

[0020] 进一步地,闪蒸浓缩系统包括:串联的:一效闪蒸器、二效闪蒸器、三效闪蒸器、增稠器和排泥泵,所述闪蒸浓缩系统还包括:与增稠器连接的冷却水回水管路、以及连接冷却水回水管路的凝结水箱。

[0021] 进一步地,冷却水回水管路与凝结水箱之间设有换热器。

[0022] 进一步地,喷雾干燥系统包括:喷雾干燥器和连接所述喷雾干燥器的电除尘前烟道,所述电除尘前烟道连接脱硫塔。

[0023] 进一步地,喷雾干燥器的数目为两个,两个所述喷雾干燥器并联设置。

[0024] 由于采用低温闪蒸、硫酸钙晶种及高速循环等技术,脱硫废水中的盐主要以硫酸盐、氯化盐和亚硫酸盐、碳酸盐及石膏的形式存在,在此蒸发工艺中这些盐类不会导致在蒸发的过程中结垢。整套系统不会结垢。

[0025] 利用烟道尾部余热加热脱硫废水,实现预热综合利用,节能降耗。采用三效“闪蒸浓缩”技术,利用低低温省煤器热量加热脱硫废水,实现能源再利用,提高了能源的利用率,整个蒸发过程无外部蒸汽输入,实现低能源消耗。

[0026] 采用“闪蒸浓缩+浓液干燥”工艺,具有设备占地少、投资及运行成本低、自动化程度高等优点。

附图说明

[0027] 图1为本发明的用于燃煤锅炉湿法脱硫废水深度处理系统及方法的工作原理示意图；

[0028] 图2为本发明的脱硫废水的闪蒸浓缩阶段的工作原理示意图。

[0029] 附图标号说明：

[0030] 1、燃煤锅炉；2、脱硝装置；3、空预器；4、除尘器；5、管式除尘器；6、风机；7、喷雾干燥器（喷雾干燥机）；8、烟道；80、送灰装置；9、压缩空气；10、给料泵；11、脱硫废水浓缩液；12、增稠器；13、多效闪蒸蒸发器；14、蒸发循环泵；15、循环泵；16、低温省煤器；17、换热器；18、凝结水箱；19、真空泵；20、凝结水泵；21、冷却水回水；22、冷却水；23、排空；24、凝结水回用；25、热烟气；26、热烟气；27、（来自滤液水箱的）脱硫废水；

[0031] 91、一效加热器；92、二效加热器；93、三效加热器；131、一效闪蒸器；132、二效闪蒸器；133、三效闪蒸器；270、给料泵；120、排泥泵；30、真空泵；31、疏水箱；17、换热器。

具体实施方式

[0032] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解，现说明本发明。

[0033] 某厂规划总装机容量为1920MW。其中I期工程2×300MW机组，主机为自然循环的循环流化床锅炉，采用直接空冷抽汽式汽轮发电机组；II期扩建工程为2×660MW高效超超临界燃煤空冷机组，同步配套建设烟气脱硫和脱硝设施。全厂除渣采用机械除渣系统、干除渣工艺，除灰系统采用布袋除尘、干除灰工艺，脱硫工艺采用石灰石—石膏湿法烟气脱硫系统、一炉一塔脱硫装置。

[0034] I期工程2×300MW机组锅炉安装有低低温省煤器，空预器入口烟温370℃，电除尘入口烟温经低低温省煤器温度120℃，不经低低温省煤器温度155℃，脱硫塔入口烟温90℃，出口烟温50℃。

[0035] I、II期锅炉烟气均采用湿法脱硫，工艺水水源采用厂区工业水、锅炉补给水处理系统的高含盐排水以及处理合格后的工业废水，I期工程2×300MW机组脱硫废水量8t/h，II期脱硫废水量14t/h，总共22t/h。脱硫废水的主要成份参见表2。

[0036] 表2脱硫水水质

序号	项目	单位	指标
1	pH	—	5.0-6.0
2	悬浮物	mg/L	15000
3	K ⁺	mg/L	300-400
4	Na ⁺	mg/L	4000-5000
5	Ca ²⁺	mg/L	626-920
6	Mg ²⁺	mg/L	4000-10585
[0037] 7	Cl ⁻	mg/L	12000
8	SO ₄ ²⁻	mg/L	11000-33000
9	SO ₃ ²⁻	mg/L	500-1300
10	HCO ₃ ⁻	mg/L	500
11	NO ₃ ⁻	mg/L	300
12	氟化物	mg/L	100-150
13	COD _{Cr}	mg/L	1000
14	氨氮	mg/L	15-20
15	全硅(以 SiO ₂ 计)	mg/L	250

[0038] I、II期工程锅炉脱硫废水流量为22t/h,脱硫废水不需预处理系统,直接利用低低温省煤器的热量对脱硫废水进行预热,而后经过三效闪蒸浓缩,浓缩率可达到90%,并且在线50%-90%自动可调,脱硫废水浓缩后约有2.2t/h的浓液分别进入两台机组喷雾干燥器蒸发干燥,每台锅炉干燥浓液量为1.1t/h,产生的粉尘及水蒸气随烟气引入电除尘前烟道,利用电除尘捕捉氯离子和其他固态颗粒及金属元素,蒸发的水蒸汽进入脱硫塔。闪蒸浓缩过程中产生水蒸汽,经过凝结后可回收至脱硫工艺水或其它用途补水。

[0039] 脱硫废水通过“闪蒸浓缩+浓液干燥”技术处理后,将水经过蒸发、凝结90%回收利用,其余水分以蒸汽的形式进入脱硫塔,被脱硫塔吸收,水的回收率为100%,产生的固态颗粒通过电除尘以灰尘的形式全部去除,实现了脱硫废水处理无废气、无废水、无废弃固体排放的真正零排放。

[0040] 该技术方案配置双列闪蒸浓缩系统,浓缩后的浓液输送到两台锅炉尾部安装的喷雾干燥系统,进行干燥。

[0041] 本发明主要包括两个阶段:一是闪蒸浓缩阶段,如图1和图2所示;另外一个是在之后的浓液干燥阶段,如图1所示。具体来说,本发明的整体工作流程为:

[0042] (来自滤液水箱的)脱硫废水27,废水流量为22t/h,经过蒸发循环泵14进入多效闪蒸蒸发器13,经过三效闪蒸浓缩,浓缩率可达到90%,并且在线50%-90%自动可调,脱硫废水浓缩后约有2.2t/h的浓缩液11通过增稠器12进入喷雾干燥器7蒸发干燥(例如进入两台机组喷雾干燥器蒸发干燥,每台锅炉干燥浓液量为1.1t/h),产生的粉尘及水蒸气随烟气引入烟道8,例如引入电除尘前烟道,利用电除尘捕捉氯离子和其他固态颗粒及金属元素,蒸发的水蒸汽进入脱硫塔。闪蒸浓缩过程中产生水蒸汽,经过凝结后可回收至脱硫工艺水或其它用途补水。

[0043] 其中,热烟气25和热烟气26在低温省煤器16中进行换热,多效闪蒸蒸发器13分别连接低温省煤器16和循环泵15实现换热,脱硫废水27不需预处理系统,直接利用低温省煤器16的热量对脱硫废水进行预热。

[0044] 闪蒸浓缩过程中产生水蒸汽,经过换热器17换热以及凝结后形成冷却水回水21,可回收至脱硫工艺水或其它用途补水。另外,闪蒸浓缩过程中产生的水蒸汽经过换热器17

换热以及凝结后可以进入凝结水箱18,再经过真空泵19和排空23;还可以通过凝结水泵20实现凝结水回用24;其中,冷却水22可以经过换热器17换热;冷却水回水21进入凝结水箱18。

[0045] 如图1所示,其中的浓液干燥阶段工作流程为:

[0046] 浓缩液11通过增稠器12和给料泵10进入喷雾干燥器7蒸发干燥,喷雾干燥器7通入压缩空气9,产生的粉尘及水蒸气随烟气引入烟道8,例如引入电除尘前烟道,利用电除尘捕捉氯离子和其他固态颗粒及金属元素,蒸发的水蒸汽进入脱硫塔。通过除尘器4和烟道8中的送灰装置80进行除尘和除灰。

[0047] 另外,燃煤锅炉1内设有脱硝装置2和空预器3,燃煤锅炉1连接除尘器4,燃煤锅炉1还连接管式除尘器5和风机6,风机6连接喷雾干燥器7,管式除尘器5连接烟道8,以实现除尘。

[0048] 如图1和图2所示,闪蒸浓缩阶段的具体工作过程为:

[0049] (来自滤液水箱的)脱硫废水27,通过三效闪蒸进行蒸发浓缩。多效闪蒸蒸发器例如具体包括一效闪蒸器131、二效闪蒸器132和三效闪蒸器133。

[0050] 脱硫废水27经过给料泵270依次进入一效闪蒸器131、二效闪蒸器132和三效闪蒸器133,实现三效闪蒸,一效闪蒸器131通过蒸发循环泵14连接一效加热器91,二效闪蒸器132通过蒸发循环泵14连接二效加热器92,三效闪蒸器133通过蒸发循环泵14连接三效加热器93。脱硫废水27经过三效闪蒸后进入增稠器12,通过排泥泵120形成脱硫废水浓缩液11;

[0051] 其中,从三效闪蒸器133和增稠器12出来的一部分水蒸气经过换热器17形成冷却水回水21,另一部分水蒸气经过换热器17换热后进入凝结水箱18,凝结水箱18连接有真空泵19。凝结水箱18连接有凝结水泵20,实现凝结水回用24。冷却水22在换热器17换热。

[0052] 一效加热器91连接疏水箱31,疏水箱31存放回收的凝结水,连接有真空泵30,并且疏水箱31通过循环泵15与低温省煤器16相连接。热烟气25进入低温省煤器16,换热后形成热烟气26离开低温省煤器16。

[0053] 本发明具有下列优点:

[0054] 1、真正实现废水零排放

[0055] 采用“闪蒸浓缩+浓液干燥”技术,脱硫废水经过三效“闪蒸浓缩”,然后通过“喷雾干燥”系统烘干送入电除尘被捕捉。蒸发出的洁净水回收再利用,实现废水处理无废水、无废气、无废弃固体物产生的真正零排放。

[0056] 2、运行费用低

[0057] 该技术工艺无需三联箱预处理系统,一方面减少了高昂的药剂费用及运营费用,另一方面避免了高盐泥饼的产生,同时减少了由于加药对废水的再污染;应用尾部烟气余热加热,不消耗蒸汽;闪蒸浓缩技术的系统简单,自动化程度高,不需要增加运行维护人员;投运后不需要加药;不用消耗性材料,只有电费的消耗,吨水处理费用不到10元。回收高品质水最高可达95%,可节约水费。

[0058] 3、利用烟道尾部余热,节能降耗

[0059] 采用三效“闪蒸浓缩”技术,实现能源再利用,提高了能源的利用率。利用低低温省煤器热量加热脱硫废水,整个蒸发过程无外部蒸汽输入,实现低能源消耗。

[0060] 4、废水回收率高、回收水质优

[0061] 脱硫废水经过蒸发处理,废水回收率最大可达到95%,浓度50%—95%连续自动调整。通过闪蒸后,脱硫废水蒸发冷凝后的水属蒸馏产品水,可用于锅炉补水。

[0062] 5、该系统简单,维护量小,自动化程度高

[0063] 脱硫废水“闪蒸浓缩”系统通过控制泵与阀门的运行,来调整容器内的液位、浓度及温度。经过优化系统控制,可实现远程监控、一键启动、无人值守。该系统的主要设备是容器和泵,只要将泵进行常规维护即可。

[0064] 6、浓液干燥速度快

[0065] 喷雾干燥属闪蒸瞬息干燥,从湿物料到干粉产品的整个过程仅在20s内完成。浓液干燥系统体积小、占地少、热效率高。

[0066] 7、整套系统不会结垢

[0067] 由于采用低温闪蒸、硫酸钙晶种及高速循环等技术,脱硫废水中的盐主要以硫酸盐、氯化盐和亚硫酸盐、碳酸盐及石膏的形式存在,在此蒸发工艺中这些盐类不会导致在蒸发的过程中结垢。

[0068] 以上所述仅为本发明示意性的具体实施方式,并非用以限定本发明的范围。为本发明的各组成部分在不冲突的条件下可以相互组合,任何本领域的技术人员,在不脱离本发明的构思和原则的前提下所作出的等同变化与修改,均应属于本发明保护的范围。

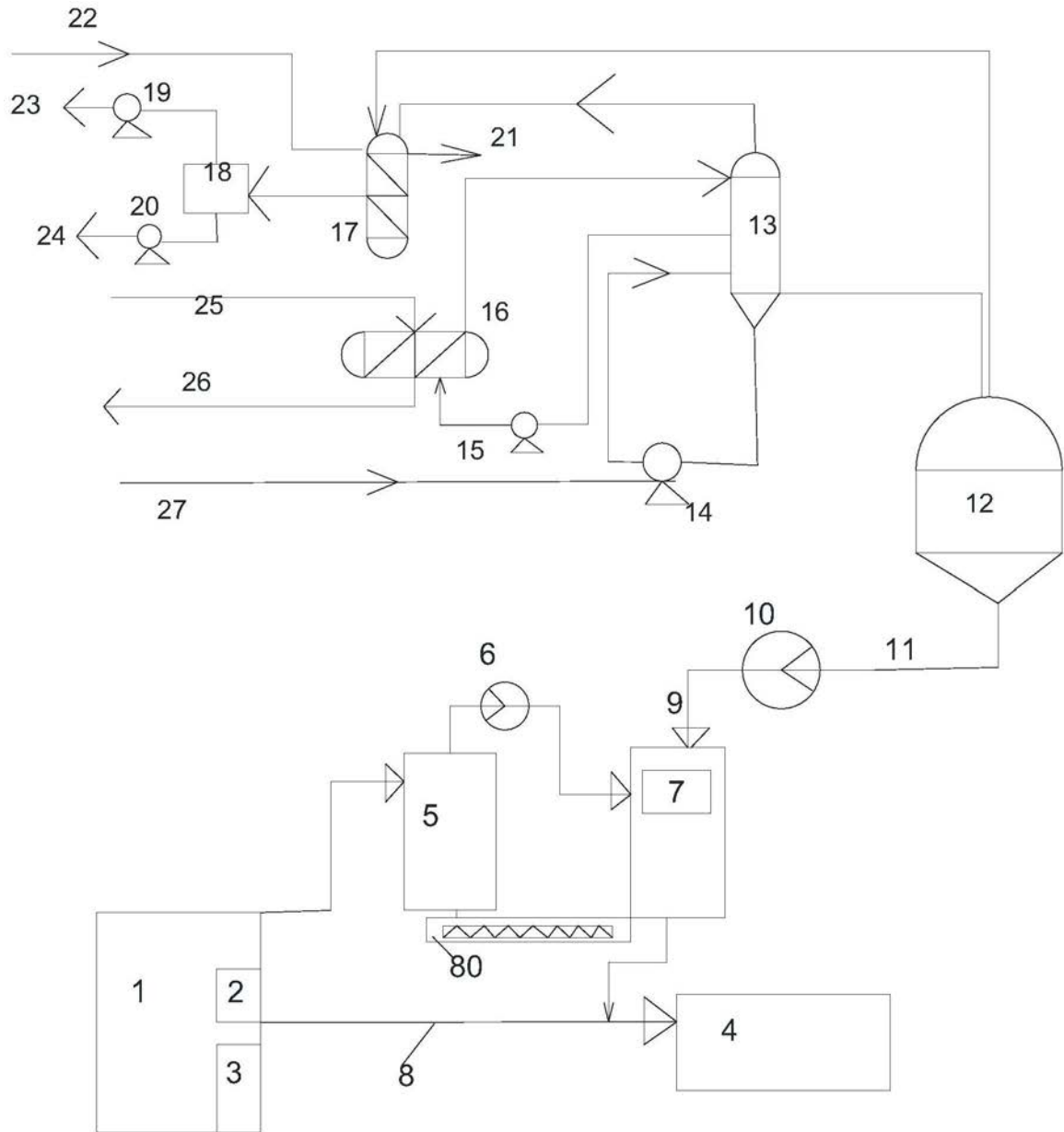


图1

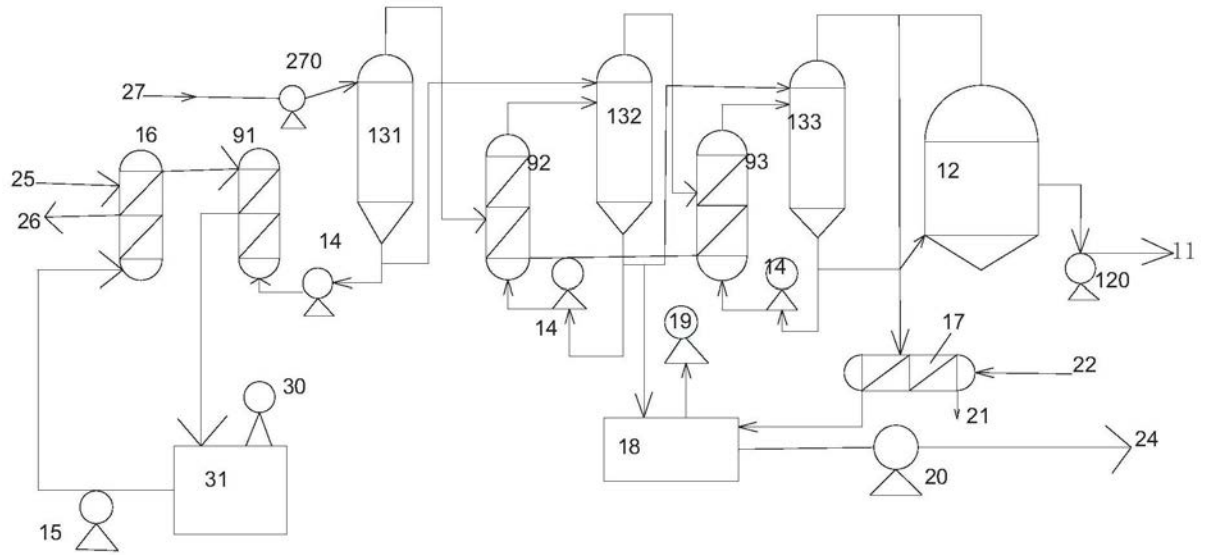


图2