



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104587826 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201510066668. 0

(22) 申请日 2015. 02. 09

(71) 申请人 安徽海螺建材设计研究院

地址 241000 安徽省芜湖市弋江区九华南路  
1017 号

(72) 发明人 任勇 李乐意 汪克春 盛赵宝  
轩红钟 李群峰 章嗣福 刘永涛  
李志强 谢飞 傅祖扬 吴桂林

(74) 专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限  
公司 34107

代理人 朱圣荣

(51) Int. Cl.

B01D 53/80(2006. 01)

B01D 53/50(2006. 01)

F27D 17/00(2006. 01)

权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统及其脱硫  
工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种新型干法水泥窑窑尾烟气  
脱硫系统,取料装置(1)与分解炉(6)的出口连  
接;取料装置(1)与储存装置(3)连接;储存装置  
(3)与制浆装置(2)连接;制浆装置(2)通过输  
送装置(4)及喷射装置(5)分别与增湿塔(7)和  
生料磨(8)连接。本发明还公开了该系统的脱硫  
工艺。采用上述技术方案,脱硫效率高,实现脱  
硫效率>50%;操作方便,自动化程度高;施工工  
期短,脱硫系统大部分施工不影响生产线正常  
生产;无需额外购买脱硫剂,投资成本及运行  
成本低。



1. 新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统,所述的干法水泥窑包括分解炉(6)、增湿塔(7)和生料磨(8),其特征在于:所述的脱硫系统设置取料装置(1)、储存装置(2)、制浆装置(3)、输送装置(4)和喷射装置(5);所述的取料装置(1)与分解炉(6)的出口连接;所述的取料装置(1)与储存装置(3)连接;所述的储存装置(3)与制浆装置(2)连接;所述的制浆装置(2)通过输送装置(4)及喷射装置(5)分别与增湿塔(7)和生料磨(8)连接。

2. 按照权利要求1所述的新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统,其特征在于:所述的取料装置(1)设置稀释冷却器(10)、稀释鼓风机(11)和旋风分离器(12)。

3. 按照权利要求1所述的新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统,其特征在于:所述的制浆装置(3)设置制浆罐,所述的制浆罐上设置搅拌器(13)和浓度计。

4. 按照权利要求1所述的新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统,其特征在于:所述的储存装置(3)设置储存罐,所述的储存罐上设置搅拌器(13)和浓度计。

5. 按照权利要求1所述的新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统,其特征在于:所述的输送装置(4)设置输送泵组和循环泵组。

6. 按照权利要求1所述的新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统,其特征在于:所述的喷射装置(5)设置雾化喷枪。

7. 按照权利要求1至6所述的新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统的脱硫工艺,其特征在于:

所述的脱硫工艺为:

抽取分解炉出口含有活性CaO气体;

将含有活性CaO气体通过稀释冷却器(10)冷却,通过旋风分离器(12)收尘,将物料收集下来;

将收集下来的物料送入储存装置(3)的储存罐,加入水,进行预搅拌,形成储存浆液;

将浆液送入制浆装置(2)的制浆罐,再加入水,进行搅拌,制成质量浓度为20%~30%的Ca(OH)<sub>2</sub>浆液;

通过输送装置(4)的输送泵组,将浓度为20%~30%的Ca(OH)<sub>2</sub>浆液送至喷射装置(5);

通过喷射装置(5)的雾化喷枪,分别将浓度为20%~30%的Ca(OH)<sub>2</sub>浆液喷射到增湿塔(7)和生料磨(8)的出口或入口,还原烟气中的SO<sub>2</sub>。

8. 按照权利要求7所述的新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统的脱硫工艺,其特征在于:当所述的制浆罐浆液达不到设定浓度时,通过输送装置(4)中的循环泵组从储存罐向制浆罐输送一部分浆液。

9. 按照权利要求7所述的新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统的脱硫工艺,其特征在于:所述的制浆罐制成的浆液浓度为26.5%。

## 新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统及其脱硫工艺

### 技术领域

[0001] 本发明属于水泥生产设备的技术领域,涉及水泥生产中的环保技术,更具体地说,本发明涉及一种新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统。另外,本发明还涉及该系统的脱硫工艺。

### 背景技术

[0002] 目前,我国  $\text{SO}_2$ 排放量在 2000 万 t/年以上,其中水泥行业占到 3%~4%。众所周知,  $\text{SO}_2$ 是酸雨形成的主要原因,同时也是 PM2.5 的主要组成部分,PM2.5 可形成雾霾,引发呼吸道疾病;酸雨严重污染环境,可引起树木黄化、脱落甚至死亡、农作物减产、建筑材料腐蚀、水生生物的生态平衡等,酸雨区域已从 20 世纪 70 年代西南区域扩大到长江以内的广大区域,面积已达到国土面积的 30%以上,每年全国因酸雨和二氧化硫污染导致的经济损失上千亿元,  $\text{SO}_2$ 的排放已成为制约国民经济可持续发展的主要问题。

[0003] 我国政府十分重视  $\text{SO}_2$  的污染问题,制订了许多相关的控制政策、法规及标准,对生产企业  $\text{SO}_2$ 排放进行限制,其中 2013 年 12 月 27 日针对水泥企业发布的《水泥工业大气污染物排放标准》(GB4915-2013) 中规定,水泥窑  $\text{SO}_2$  排放浓度要控制在 200mg/Nm<sup>3</sup> 以内,重点地区控制在 100mg/Nm<sup>3</sup>以内。

[0004] 全国 1500 多条新型干法水泥生产线受地域限制,因原、燃料中硫含量不同,  $\text{SO}_2$ 排放浓度也各不相同,大部分生产线原、燃料中硫含量较少或不含硫,烟气中  $\text{SO}_2$ 排放浓度低于 200mg/Nm<sup>3</sup>(10%  $\text{O}_2$ ),甚至检测不到  $\text{SO}_2$ 排放,但有的生产线原、燃料中硫含量较高,特别是石灰石中硫含量较高,导致  $\text{SO}_2$ 排放浓度较高,有的甚至高达 1000mg/Nm<sup>3</sup>(10%  $\text{O}_2$ ) 以上。

[0005] 为了进一步响应国家环保减排政策,安徽海螺建材设计研究院开展了新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫技术的开发与应用研究。

### 发明内容

[0006] 本发明提供一种新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统,其目的是降低窑尾烟气中  $\text{SO}_2$ 的排放。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采取的技术方案为:

[0008] 本发明的新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统,所述的干法水泥窑包括分解炉、增湿塔和生料磨;所述的脱硫系统设置取料装置、储存装置、制浆装置、输送装置和喷射装置;所述的取料装置与分解炉的出口连接;所述的取料装置与储存装置连接;所述的储存装置与制浆装置连接;所述的制浆装置通过输送装置及喷射装置分别与增湿塔和生料磨连接。

[0009] 所述的取料装置设置稀释冷却器、稀释鼓风机和旋风分离器。

[0010] 所述的制浆装置设置制浆罐,所述的制浆罐上设置搅拌器和浓度计。

[0011] 所述的储存装置设置储存罐,所述的储存罐上设置搅拌器和浓度计。

[0012] 所述的输送装置设置输送泵组和循环泵组。

[0013] 所述的喷射装置设置雾化喷枪。

[0014] 为了实现与上述技术方案相同的发明目的,本发明还提供了以上所述的新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统的脱硫工艺,其技术方案为:

[0015] 抽取分解炉出口含有活性 CaO 气体;

[0016] 将含有活性 CaO 气体通过稀释冷却器冷却,通过旋风分离器收尘,将物料收集下来;

[0017] 将收集下来的物料送入储存装置的储存罐,加入水,进行预搅拌,形成储存浆液;

[0018] 将浆液送入制浆装置的制浆罐,再加入水,进行搅拌,制成质量浓度为 20%~30%的 CaOH<sub>2</sub>浆液;

[0019] 通过输送装置的输送泵组,将浓度为 20%~30%的 CaOH<sub>2</sub>浆液送至喷射装置;

[0020] 通过喷射装置的雾化喷枪,分别将浓度为 20%~30%的 CaOH<sub>2</sub>浆液喷射到增湿塔和生料磨的出口,还原烟气中的 SO<sub>2</sub>。

[0021] 当所述的制浆罐浆液达不到设定浓度时,通过输送装置中的循环泵组从储存罐向制浆罐输送一部分浆液。

[0022] 更具体地,所述的制浆罐制成的浆液浓度为 26.5%。

[0023] 本发明采用上述技术方案,主要创新点是:脱硫效率高,脱硫效率>50%;操作方便,可接入中控 DCS 系统,自动化程度高;施工工期短,停窑时间短,脱硫系统与生产线运行并联,脱硫系统大部分施工不影响生产线正常生产;无需额外购买脱硫剂,只要依托熟料生产线即可实现脱硫剂自给自足;投资成本及运行成本低;巧妙地将旋风分离器出口与预热器最顶上的 C1 筒出口汇总管道连接,利用 C1 筒出口汇总管道的负压实现物料收集,省去一台收尘排风机。

## 附图说明

[0024] 下面对本说明书各幅附图内容及图中标记作简要说明:

[0025] 图 1 是本发明的水泥生产线烟气脱硫工艺流程框图;

[0026] 图 2 是本发明的水泥生产线烟气脱硫系统结构示意图;

[0027] 图 3 是图 2 中新型干法水泥窑结构放大的示意图;

[0028] 图 4 是图 2 中储存装置结构放大的示意图;

[0029] 图 5 是图 2 中制浆装置结构放大的示意图;

[0030] 图 6 是图 2 中 PH 锅炉和增湿塔结构放大的示意图;

[0031] 图 7 是图 2 中生料磨、缓冲仓、及汇风箱电收尘器结构放大的示意图;

[0032] 图 8 是本发明的烟气脱硫中控系统显示界面的屏幕截图。

[0033] 图中标记为:

[0034] 1、取料装置,2、制浆装置,3、储存装置,4、输送装置,5、喷射装置,6、分解炉,7、增湿塔,8、生料磨,9、回转窑,10、稀释冷却器,11、稀释鼓风机,12、旋风分离器,13、搅拌器,14、PH 锅炉,15、水表,16、料位计,17、安全阀,18、高温风机,19、缓冲仓,20、汇风箱,21、电收尘器,22、排污阀。

## 具体实施方式

[0035] 下面对照附图,通过对实施例的描述,对本发明的具体实施方式作进一步详细的

说明,以帮助本领域的技术人员对本发明的发明构思、技术方案有更完整、准确和深入的理解。

[0036] 如图 2 所表达的本发明的结构,为一种新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统,所述的干法水泥窑包括分解炉 6、增湿塔 7 和生料磨 8。

[0037] 所述的新型干法水泥窑,为回转窑 9。本发明的新型干法水泥窑系统还包括 PH 锅炉 14、高温风机 18、缓冲仓 19、汇风箱 20、电收尘器 21。

[0038] 本发明属于水泥熟料生产线降低  $\text{SO}_2$  排放的脱硫技术。本技术是结合水泥工业新型干法窑系统的工艺特点,通过在生产线的适当位置抽取脱硫原材料,配制成脱硫剂,并借助独立输送系统和喷射系统,将脱硫剂喷入烟气,以达到降低  $\text{SO}_2$  排放浓度的目的。

[0039] 为了解决现有技术存在的问题并克服其缺陷,实现降低窑尾烟气中  $\text{SO}_2$  的排放的发明目的,本发明采取的技术方案为:

[0040] 如图 2 至图 6 所示,本发明的新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统,所述的脱硫系统设置取料装置 1、储存装置 2、制浆装置 3、输送装置 4 和喷射装置 5;所述的取料装置 1 与分解炉 6 的出口连接;所述的取料装置 1 与储存装置 3 连接;所述的储存装置 3 与制浆装置 2 连接;所述的制浆装置 2 通过输送装置 4 及喷射装置 5 分别与增湿塔 7 和生料磨 8 连接。

[0041] 本发明的上述技术方案,是基于现有技术,从节能环保、绿色生产的角度出发,充分利用水泥烧成系统的工艺特点,在分解炉提取脱硫原材料,配制脱硫剂,并通过脱硫储存装置、输送装置和喷射装置,将还原剂喷入窑尾烟气中,以达到降低  $\text{SO}_2$  排放的目的。

[0042] 烟气脱硫技术主要是从分解炉出口抽取含有高活性  $\text{CaO}$  的高温气体,通过冷却、收尘,将物料收集下来,并通入水中,制备 20%~30% 的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  浆液,并通过输送泵组输送,将脱硫浆液喷射到增湿塔 7 和生料磨 8 出口或入口,还原烟气中的  $\text{SO}_2$ 。

[0043] 本发明上述技术方案涉及的主要化学反应方程式如下:

[0044] 1、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  的生成(在储存罐及制浆罐):

[0045]  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

[0046] 2、 $\text{SO}_2$  被液滴吸收:

[0047]  $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$

[0048] 3、吸收剂与  $\text{SO}_2$  反应(在增湿塔和生料磨的出口):

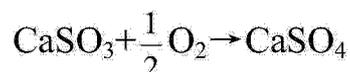
[0049]  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

[0050] 4、液滴中  $\text{CaSO}_3$  过饱和:

[0051]  $\text{CaSO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3(\text{g})$

[0052] 5、被溶于液滴中的氧气所氧化生成硫酸钙:

[0053]



[0054] 如图 2 和图 3 所示:

[0055] 所述的取料装置 1 设置稀释冷却器 10、稀释鼓风机 11 和旋风分离器 12。

[0056] 取料装置主要是利用现有生产线出分解炉物料含有大量活性  $\text{CaO}$  的特点,在分解炉 6 的出口抽取含料气体,然后通过稀释冷却器 10 冷却、旋风分离器 12 收尘,将物料收集下来。稀释鼓风机 11 为稀释冷却器 10 提供动力。

[0057] 如图 2 和图 4 所示：

[0058] 所述的储存装置 3 设置储存罐，所述的储存罐上设置搅拌器 13 和浓度计。所述的储存罐上还设置料位计 16、水表 15 和安全阀 17。

[0059] 如图 2 和图 5 所示：

[0060] 所述的制浆装置 3 设置制浆罐，所述的制浆罐上设置搅拌器 13 和浓度计。

[0061] 所述的制浆罐上还设置料位计 16、水表 15 和安全阀 17。

[0062] 上述储存及制浆系统，主要是将收集下来的物料送入储存罐进行预搅拌，并进行储存；储存罐和制浆罐均设置搅拌器 13 和浓度计。

[0063] 所述的输送装置 4 设置输送泵组和循环泵组。输送装置 4 由输送泵组和循环泵组组成，主要是向喷射装置 5 输送浆液。

[0064] 在浆液的输送管路上，设置排污阀 22。

[0065] 如图 2、图 6 和图 7 所示：所述的喷射装置 5 设置雾化喷枪。

[0066] 喷射装置 5 由若干组喷枪组成，喷枪具有耐磨、耐腐蚀等特性，且喷射嘴直径及布置角度等与生产工艺密切相关。

[0067] 如图 1 并结合图 2 所示，本发明是新型干法水泥窑窑尾烟气脱硫系统的脱硫工艺，其技术方案如下：

[0068] 抽取分解炉出口含有活性 CaO 气体；

[0069] 将含有活性 CaO 气体通过稀释冷却器 10 冷却，通过旋风分离器 12 收尘，将物料收集下来；

[0070] 将收集下来的物料送入储存装置 3 的储存罐，加入水，进行预搅拌，形成储存浆液；

[0071] 将浆液送入制浆装置 2 的制浆罐，再加入水，进行搅拌，制成质量浓度为 20%~30% 的 CaOH<sub>2</sub> 浆液；

[0072] 通过输送装置 4 的输送泵组，将浓度为 20%~30% 的 CaOH<sub>2</sub> 浆液送至喷射装置 5；

[0073] 通过喷射装置 5 的雾化喷枪，分别将浓度为 20%~30% 的 CaOH<sub>2</sub> 浆液喷射到增湿塔 7 和生料磨 8 的出口或入口，还原烟气中的 SO<sub>2</sub>。

[0074] 本系统的技术特点是收集分解炉出口含高活性 CaO 的物料，并配制为 20%~30% 的浆液，借助泵组输送至增湿塔和生料磨，通过雾化喷枪喷入烟气，脱除烟气中的 SO<sub>2</sub>，取得了良好的脱硫效果。

[0075] 本发明是利用新型干法水泥生产线的工艺特点，在分解炉出口抽取含高活性 CaO 气体，借助稀释冷却器将气体冷却，并通过旋风分离器将物料收集下来，直接通入储存罐，通过掺入适量水，在搅拌罐配制 20%~30% 浓度的浆液，并通过输送泵组送至增湿塔和生料磨出口或入口，由雾化喷枪直接喷入烟气，达到降低 SO<sub>2</sub> 排放浓度的目的，并不影响水泥生产线正常生产运行。

[0076] 如图 1 所示：

[0077] 当所述的制浆罐浆液达不到设定浓度时，通过输送装置 4 中的循环泵组从储存罐向制浆罐输送一部分浆液。

[0078] 当制浆罐浆液达不到设定浓度时，储存罐向制浆罐输送一部分浆液，制浆罐通过搅拌器配制 20%~30% 浓度的浆液。

[0079] 更具体地,所述的制浆罐制成的浆液浓度为 26.5%。

[0080] 图 8 是烟气脱硫系统的中控系统显示界面的屏幕截图,图中标示了系统运行时的主要技术参数。

[0081] 上述技术方案的优点是:

[0082] 1、脱硫效率高:本发明可实现脱硫效率 $> 50\%$ 。通过对实际投产的 5000t/d 实施脱硫技术改造,取得脱硫效率 $> 50\%$ 的成果;

[0083] 2、操作方便:可接入中控 DCS 系统,自动化程度高;

[0084] 3、施工工期短:停窑时间短,脱硫系统与生产线运行并联,脱硫系统大部分施工不影响生产线正常生产;

[0085] 4、无需额外购买脱硫剂,本发明依托熟料生产线,可实现脱硫剂自给自足;

[0086] 5、投资成本及运行成本低:巧妙地将旋风分离器出口与 C1 筒汇总管道连接,利用 C1 筒出口汇总管道的负压实现物料收集,省去一台收尘排风机。

[0087] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述,显然本发明具体实现并不受上述方式的限制,只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进,或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的,均在本发明的保护范围之内。

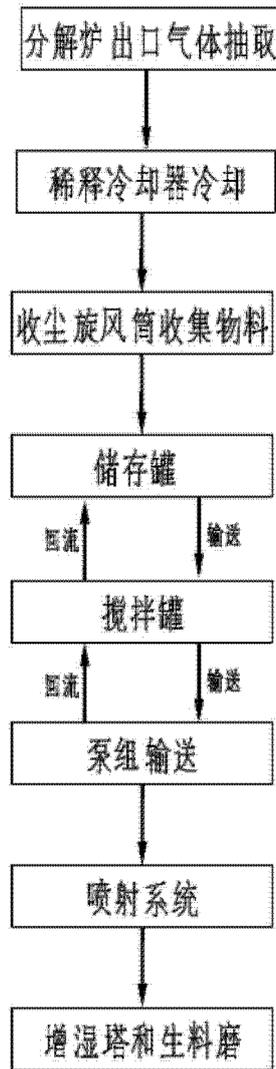


图 1

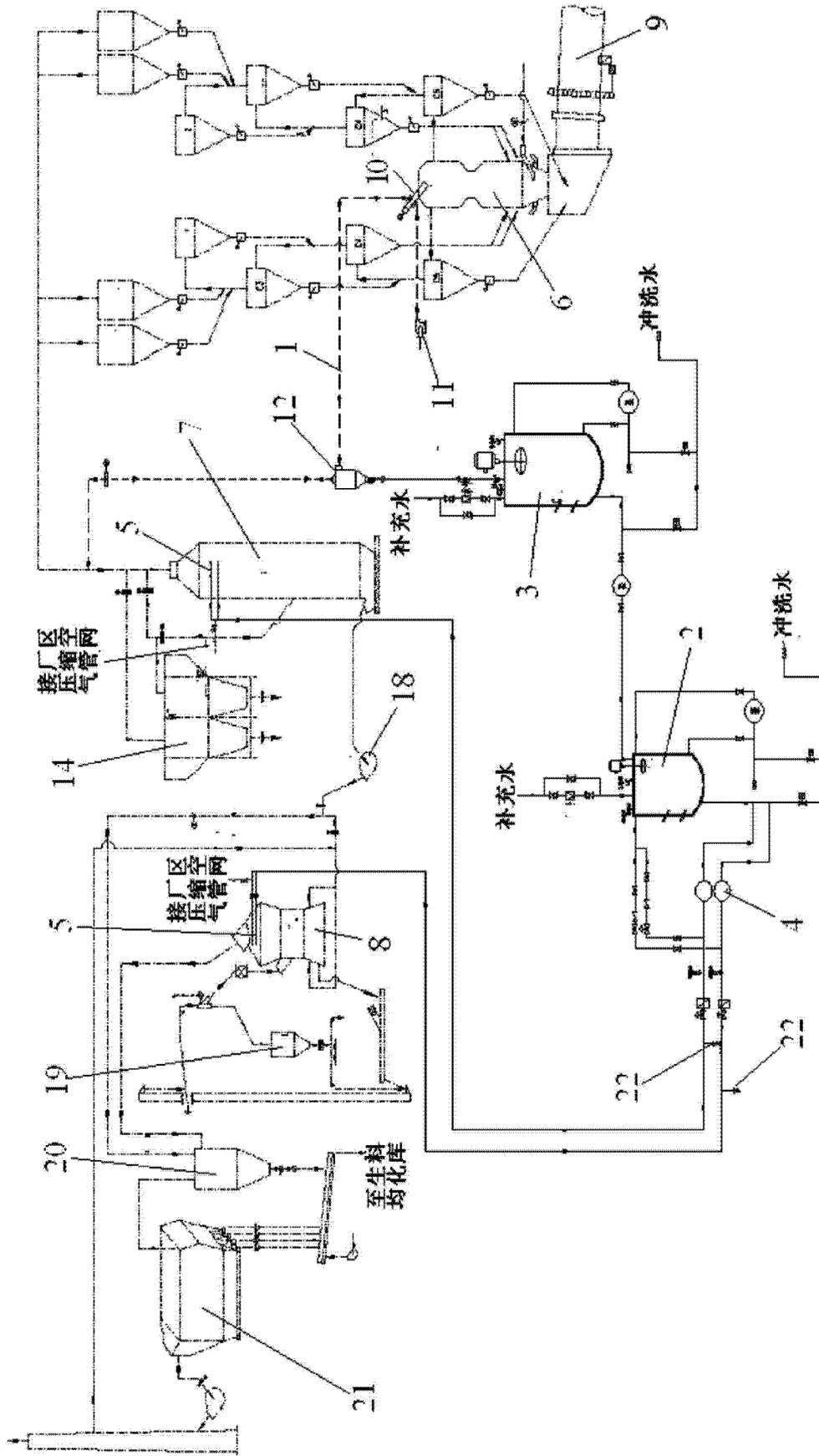


图 2

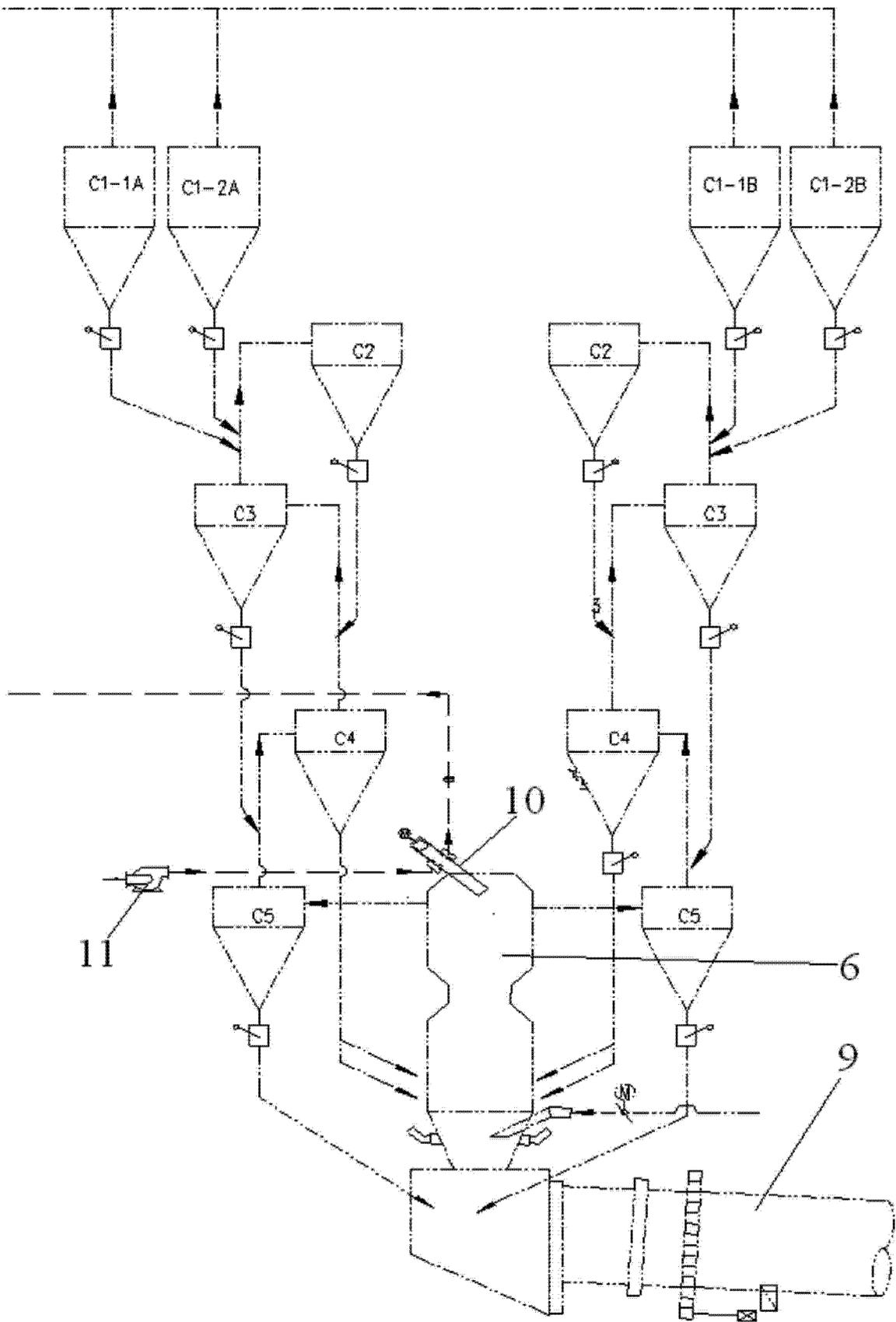


图 3

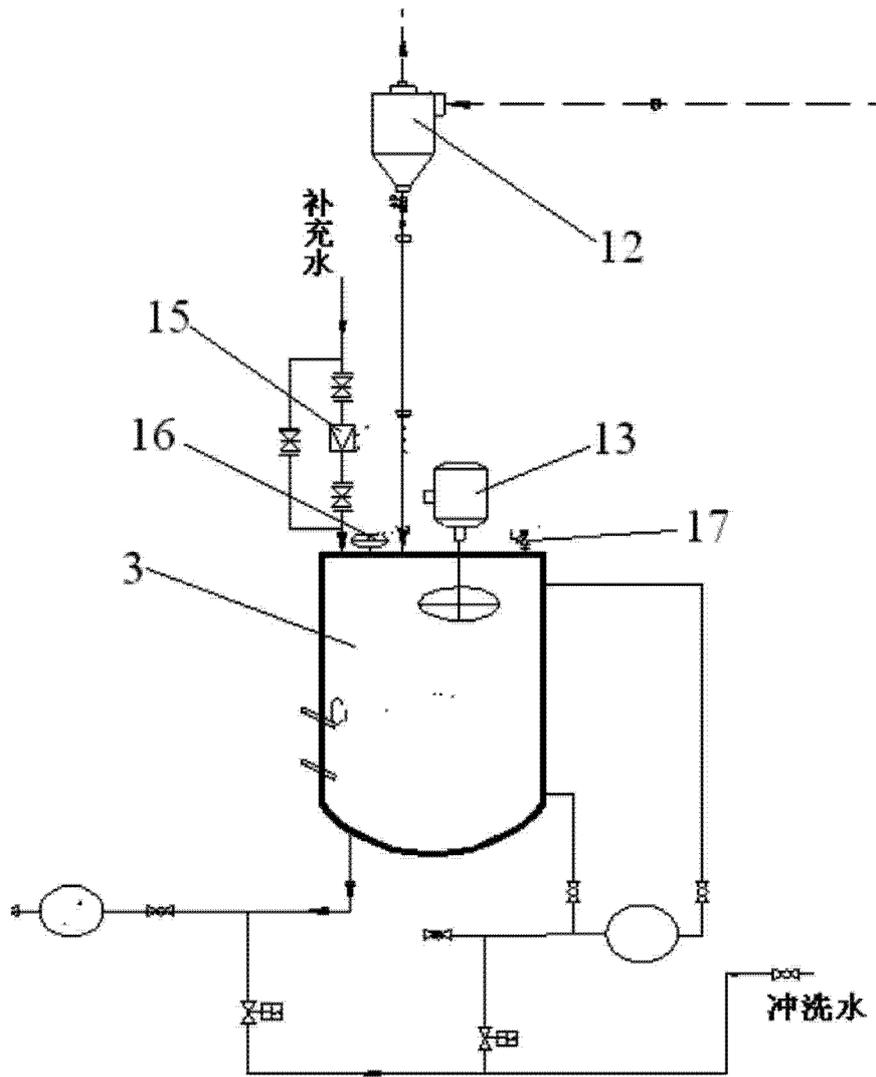


图 4

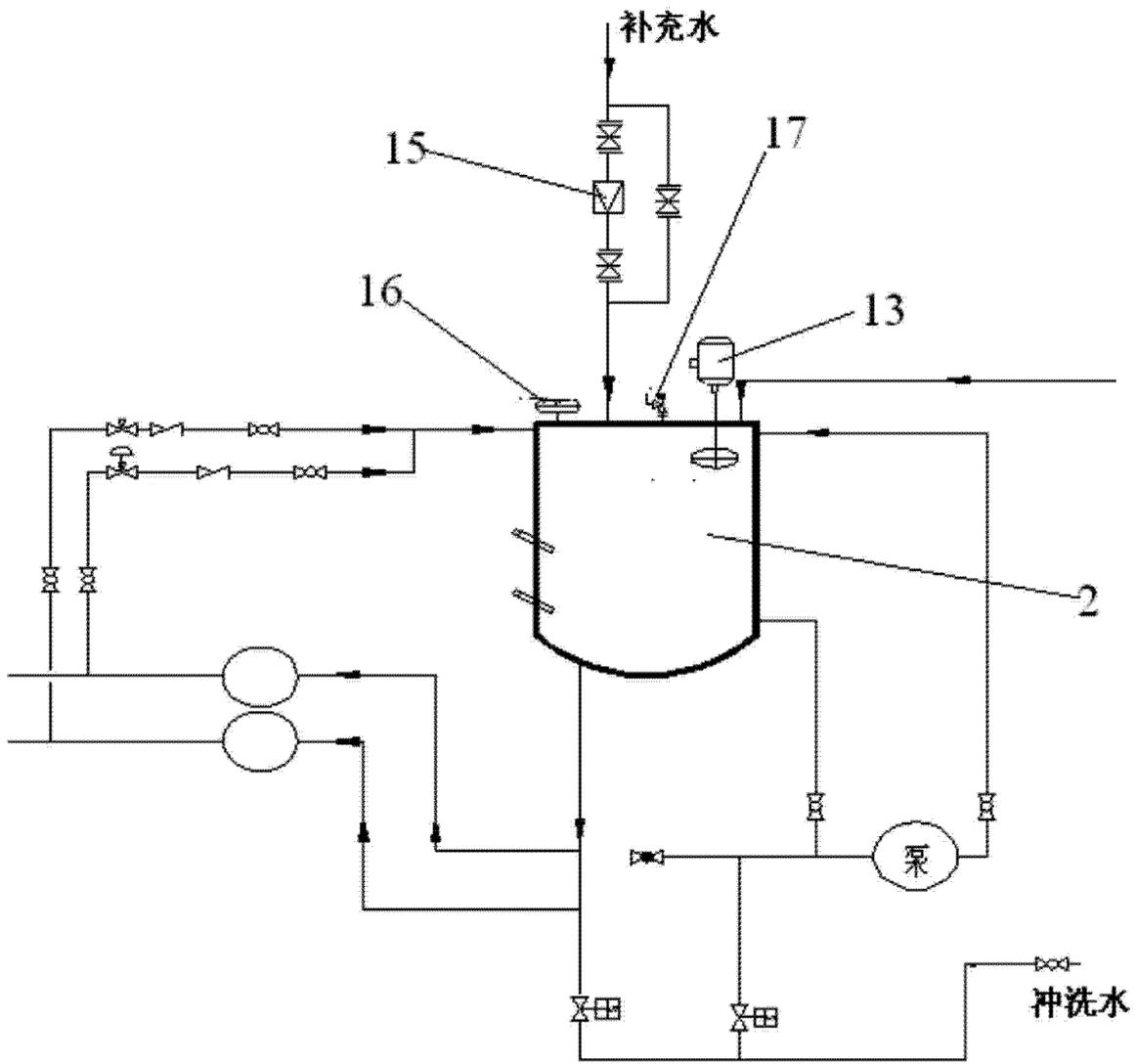


图 5

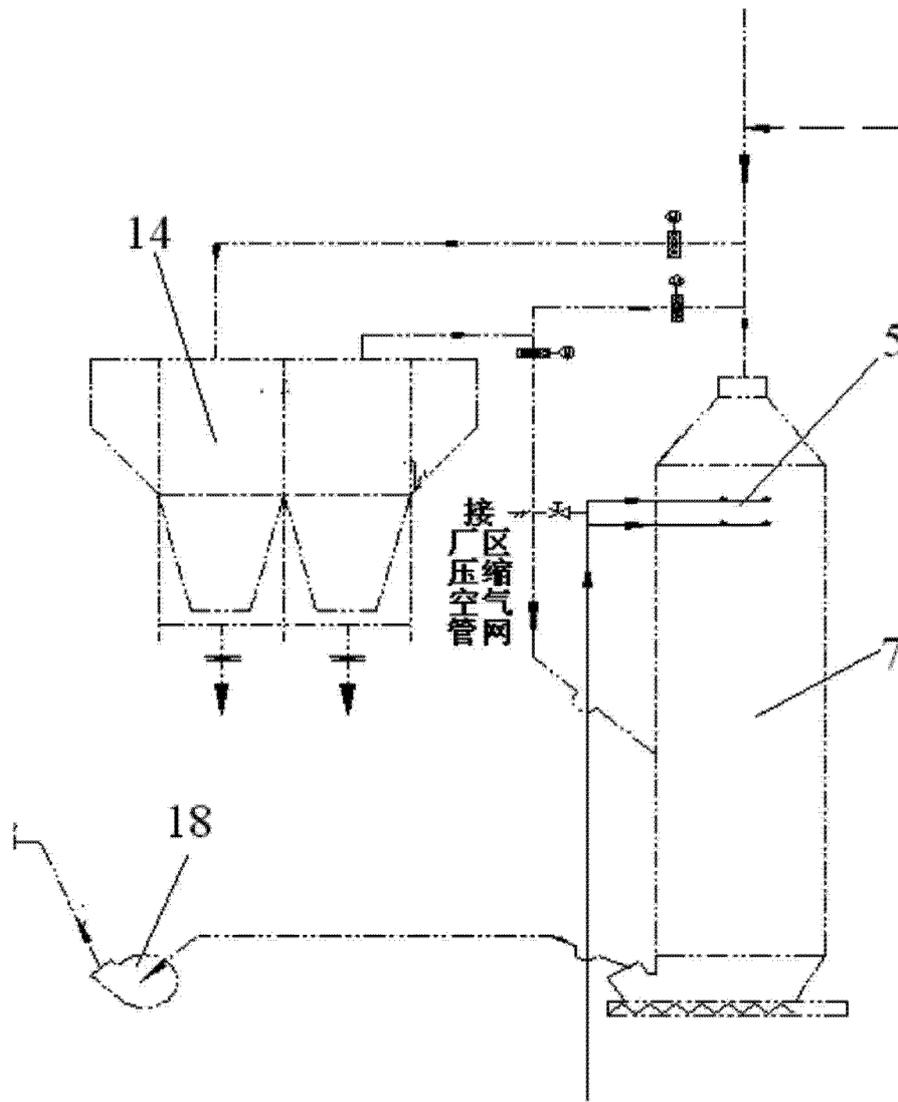


图 6

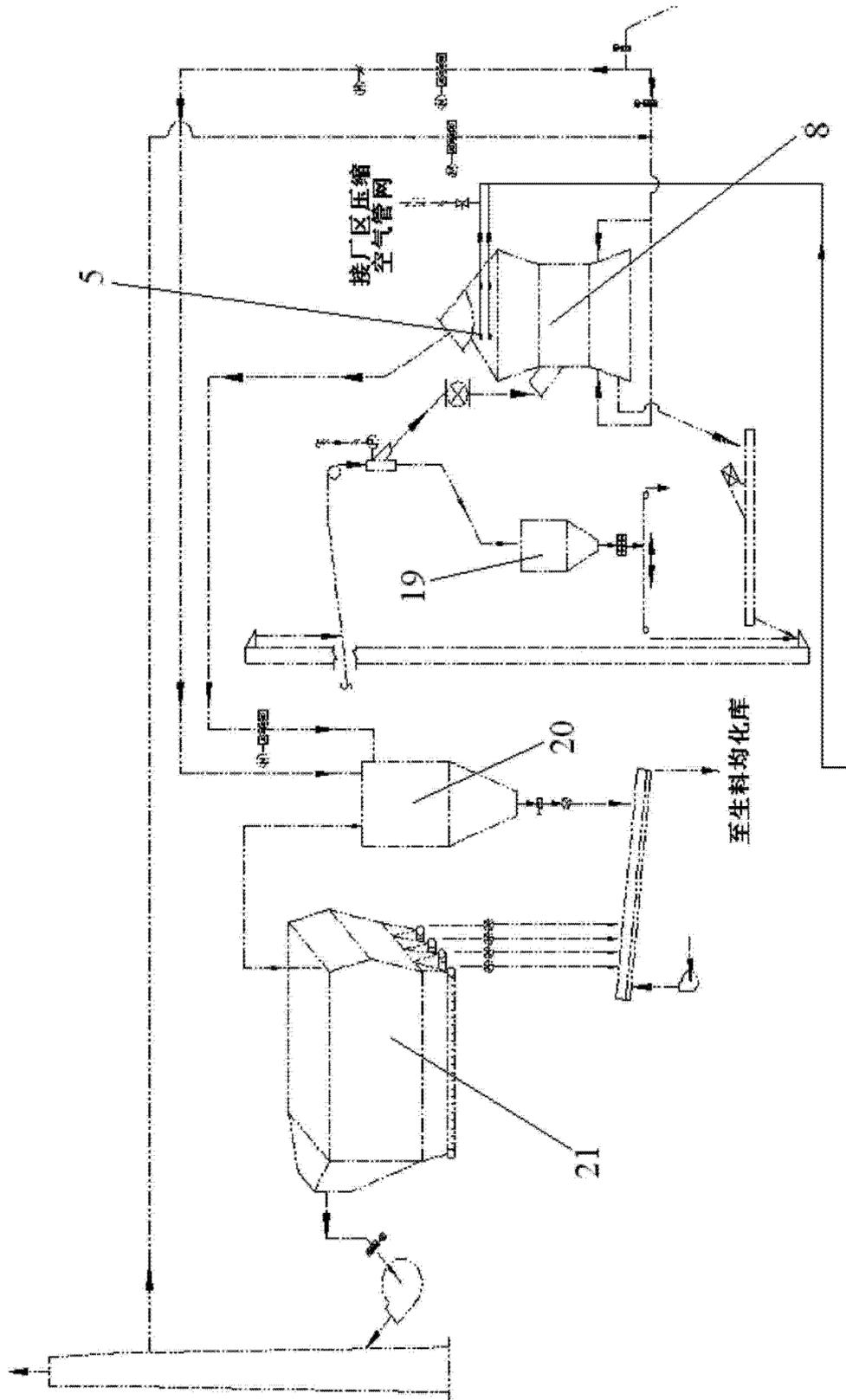


图 7

