



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103542407 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 29

(21) 申请号 201310518978. 2

(22) 申请日 2013. 10. 28

(71) 申请人 凤阳海泰科能源环境管理服务有限
公司

地址 233123 安徽省滁州市凤阳县李二庄安
徽凤阳玻璃有限公司

(72) 发明人 何秀锦

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 汪人和

(51) Int. Cl.

F23C 10/26 (2006. 01)

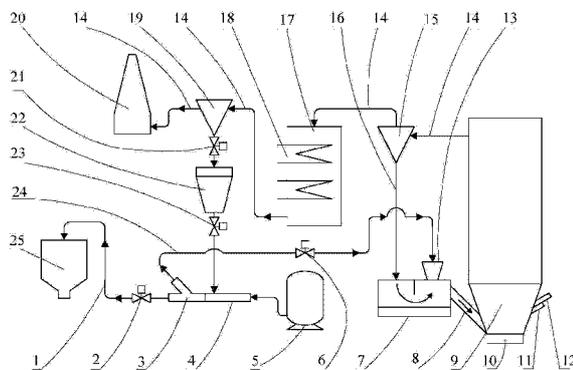
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种循环流化床锅炉飞灰再循环装置及飞灰再循环方法

(57) 摘要

本发明提供一种循环流化床锅炉飞灰再循环装置及飞灰再循环方法, 锅炉烟气出口与旋风分离器连通, 旋风分离器气体出口经换热器与除尘器连通, 旋风分离器固体出口与返料器的大颗粒高温灰进口连通, 除尘器气体出口与烟囱连通, 除尘器固体出口经仓泵与输灰母管连通, 输灰母管出口一路与灰库连通, 另一路与返料器的循环灰进口连通, 返料器出口与锅炉炉膛连通; 旋风分离器捕集下来 900℃ 左右的大颗粒高温灰与除尘器捕集下 150℃ 以下的低温循环灰混合, 混合后进入炉膛的循环灰温度高达 850℃, 提高循环灰中未燃尽的碳颗粒在炉膛内的燃烧、燃尽性能, 有效降低飞灰含碳量和提高炉内脱硫用石灰石利用率的, 运行安全稳定、能够循环流化床锅炉的飞灰再循环装置。



1. 一种循环流化床锅炉飞灰再循环装置,其特征在于:锅炉烟气出口与旋风分离器(15)连通,旋风分离器(15)气体出口经换热器(17)与除尘器(19)连通,旋风分离器(15)固体出口与返料器(7)的大颗粒高温灰进口连通,除尘器(19)气体出口与烟囱(20)连通,除尘器(19)固体出口经仓泵(22)与输灰母管(4)连通,输灰母管(4)出口分为两路,一路与灰库(25)连通,另一路与返料器(7)的循环灰进口(13)连通,返料器(7)出口与锅炉炉膛(9)连通。

2. 根据权利要求1所述的循环流化床锅炉飞灰再循环装置,其特征在于:所述输灰母管(4)出口安装有三通管结构的分配器(3),分配器(3)进口与输灰母管(4)出口连通,分配器(3)一出口安装排灰开关阀(2)后与灰库(25)连通,分配器(3)另一出口安装循环灰开关阀(6)后与返料器(7)的循环灰进口(13)连通。

3. 根据权利要求1或2所述的循环流化床锅炉飞灰再循环装置,其特征在于:所述输灰母管(4)上连接有向输灰母管提供输送飞灰用压缩空气的储气罐(5)。

4. 根据权利要求1或2所述的循环流化床锅炉飞灰再循环装置,其特征在于:所述返料器(7)出口通过返料斜管(8)与锅炉炉膛(9)、风室(10)、给煤口(11)、脱硫剂喷口(12)连通。

5. 根据权利要求1或2所述的循环流化床锅炉飞灰再循环装置,其特征在于:所述仓泵(22)的进口和出口处分别设置有仓泵进料阀(21)和仓泵出料阀(23)。

6. 一种基于权利要求1飞灰再循环装置的飞灰再循环方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤一,锅炉中煤炭燃烧生成的烟气携带未燃尽的残余物离开炉膛(9),经烟道(14)进入到旋风分离器(15),高温大颗粒高温灰被旋风分离器(15)捕集后送入返料器(7)中;

步骤二,烟气携带飞灰离开旋风分离器(15)经换热器(17)换热、降温后进入除尘器(19)中,飞灰被除尘器(19)捕集下来,洁净的烟气经烟囱(20)排放到大气中,除尘器(19)捕集下来的飞灰经仓泵(22)送入输灰母管(4)中;

步骤三,进入输灰母管(4)的飞灰一部分排放到灰库(25),另一部分送入返料器(7)中与旋风分离器捕集下来的高温大颗粒高温灰混合后,经返料斜管(8)返回炉膛(9)。

7. 根据权利要求6所述的飞灰再循环方法,其特征在于:所述输灰母管(4)出口安装有三通管结构的分配器(3),分配器(3)进口与输灰母管(4)出口连通,分配器(3)一出口安装排灰开关阀(2)后与灰库(25)连通,分配器(3)另一出口安装循环灰开关阀(6)后与返料器(7)的循环灰进口(13)连通;步骤三中通过控制排灰开关阀(2)和循环灰开关阀(6)的开启或关闭,实现飞灰排放到灰库(25)和返回炉膛(9)量的比例。

8. 根据权利要求7所述的飞灰再循环方法,其特征在于:所述步骤三中当飞灰含碳量和飞灰中氧化钙含量降低到一定值时,增加排灰开关阀(2)的开启次数、减少循环灰开关阀(6)的开启次数,以降低返回炉膛的飞灰量与排放到灰库的飞灰量的比例,即降低飞灰再循环倍率;当飞灰含碳量和飞灰中氧化钙含量上升到一定值时,减少排灰开关阀(2)的开启次数、增加循环灰开关阀(6)的开启次数,增加返回炉膛的飞灰量与排放到灰库的飞灰量的比例,即增加飞灰再循环倍率。

9. 根据权利要求6-8任一项所述的飞灰再循环方法,其特征在于:所述输灰母管(4)连接有为其提供输送飞灰用压缩空气的储气罐(5)。

一种循环流化床锅炉飞灰再循环装置及飞灰再循环方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高效清洁燃烧领域,特别涉及一种循环流化床锅炉飞灰再循环装置及飞灰再循环方法。

背景技术

[0002] 循环流化床锅炉由于具有燃料适应性广、清洁燃烧等优点,在我国发展迅速,并占有我国能源市场较大的市场份额。燃煤在循环流化床锅炉内燃烧、脱硫剂在炉内脱硫之后,所产生的高温烟气携带大量颗粒(包含:煤灰和脱硫产物、未燃尽的碳颗粒、未反应的脱硫剂)离开锅炉后进入旋风分离器进行气固分离,大颗粒高温灰被捕集下来经立管和返料器返回炉膛,烟气携带细颗粒(即飞灰)进入换热器放热后进入除尘器,绝大部分飞灰(超过99%)被除尘器捕集并送往灰库,除尘后的清洁烟气经烟囱排入到大气当中。

[0003] 由于煤颗粒在炉膛内的停留时间有限、循环流化床锅炉燃烧温度较低(一般低于950℃)等原因,锅炉的飞灰含碳量一般在3%至20%之间,甚至高达30%,循环流化床锅炉的飞灰含碳量高是导致锅炉效率降低的主要原因之一。绝大部分循环流化床锅炉用石灰石粉作为脱硫剂进行炉内脱硫,由于石灰石粉在炉内停留时间短等原因,为了达到理想的脱硫效率,一般需要过多添加脱硫剂,钙硫摩尔比一般在2.5以上,石灰石的利用率一般低于40%,如果石灰石粉的粒度偏小,颗粒度过小的石灰石粉经煅烧后还未在炉膛内充分参与脱硫反应就被烟气携带出炉膛、进入除尘器内并被收集、输送到灰库中,石灰石的利用率更低,脱硫用石灰石耗量大。

[0004] 为了实现脱硫目的往炉膛内过多添加脱硫剂存在如下缺点:(1)脱硫剂成本增加;(2)石灰石在炉内分解吸热,降低锅炉效率;(3)石灰石输送系统输送量增加,故障率提高;(4)飞灰量增加,除尘器和输灰系统的负荷增加、故障率增加,造成烟气的粉尘排放浓度超标;(5)飞灰中含有大量未参与脱硫反应的煅烧石灰石粉,不利于飞灰作为水泥的原料,难于综合利用。

[0005] 为了解决循环流化床锅炉飞灰含碳量高、脱硫剂利用率偏低等问题,飞灰再循环技术得到应用:将除尘器捕集下来的飞灰通过输送装置送回到炉膛,飞灰中未燃尽的碳粒在炉膛内再次进行燃烧,未参与脱硫反应的煅烧石灰石颗粒再次参与脱硫反应。通过采用飞灰再循环技术,锅炉飞灰的含碳量明显降低、石灰石的利用率显著提高。有研究结果表明,循环流化床锅炉安装飞灰再循环装置后,锅炉的飞灰含碳量从37%降低到20%,二氧化硫的排放浓度从300mg/m³以上降低到100mg/m³以下;燃用无烟煤的循环流化床锅炉采用飞灰再循环技术后,飞灰含碳量从24%降低到19%,节能效益显著;大型循环流化床锅炉采用飞灰再循环技术可以有效提高石灰石的利用率和脱硫效率。

[0006] 但是,现有的循环流化床锅炉飞灰再循环技术存在如下不足:

[0007] (1)循环灰进入炉膛的温度偏低。除尘器收集的飞灰温度一般在150℃以下,经过飞灰再循环系统返回炉膛的循环灰温度更低,不利于返回炉膛的循环灰中碳颗粒的燃烬和石灰石颗粒的脱硫。

[0008] (2)有的装置设置了循环灰中间存储仓,存储仓占用一定空间,投资成本增加;循环灰经过一定存储时间后温度进一步降低,不仅不利于循环灰返回炉膛后碳颗粒的燃烬和石灰石颗粒的脱硫,存储仓内的循环灰变成冷灰后流动性能变差,气力输送消耗的电能增加;由于循环灰中含有大量CaO,冷却后CaO的吸水性、粘接性特别强,非常容易发生存储仓内再循环灰板结、气力输送管道堵塞等问题。

[0009] (3)设置循环灰的中间存储仓,再将存储仓内的循环灰输送到炉膛,属于二级输送。除第一级输送需要消耗压缩空气外,第二级输送需要罗茨风机等高压风机提供输送空气,消耗动力增加。

[0010] 上述分析表明,飞灰再循环技术可以提高锅炉效率、提高炉内脱硫系统的石灰石的利用率。但是,飞灰再循环技术目前还存在系统复杂、运行能耗高、系统运行不稳定、锅炉飞灰含碳量高和脱硫用石灰石利用率低等问题。

发明内容

[0011] 本发明的目的在于提供一种结构紧凑、运行能耗低、运行安全稳定、能够有效降低飞灰含碳量和提高炉内脱硫用石灰石利用率的循环流化床锅炉飞灰再循环装置及飞灰再循环方法。

[0012] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0013] 一种循环流化床锅炉飞灰再循环装置,锅炉烟气出口与旋风分离器连通,旋风分离器气体出口经换热器与除尘器连通,旋风分离器固体出口与返料器的大颗粒高温灰进口连通,除尘器气体出口与烟囱连通,除尘器固体出口经仓泵与输灰母管连通,输灰母管出口分为两路,一路与灰库连通,另一路与返料器的循环灰进口连通,返料器出口与锅炉炉膛连通。

[0014] 所述输灰母管出口安装有三通管结构的分配器,分配器进口与输灰母管出口连通,分配器一出口安装排灰开关阀后与灰库连通,分配器另一出口安装循环灰开关阀后与返料器的循环灰进口连通。

[0015] 所述输灰母管上连接有向输灰母管提供输送飞灰用压缩空气的储气罐。

[0016] 所述返料器出口通过返料斜管与锅炉炉膛、风室、给煤口、脱硫剂喷口连通。

[0017] 所述仓泵的进口和出口处分别设置有仓泵进料阀和仓泵出料阀。

[0018] 一种飞灰再循环装置的飞灰再循环方法,包括以下步骤:

[0019] 步骤一,锅炉中煤炭燃烧生成的烟气携带未燃尽的残余物离开炉膛,经烟道进入到旋风分离器,高温大颗粒高温灰被旋风分离器捕集后送入返料器中;

[0020] 步骤二,烟气携带飞灰离开旋风分离器经换热器换热、降温后进入除尘器中,飞灰被除尘器捕集下来,洁净的烟气经烟囱排放到大气中,除尘器捕集下来的飞灰经仓泵送入输灰母管中;

[0021] 步骤三,进入输灰母管的飞灰一部分排放到灰库,另一部分送入返料器中与旋风分离器捕集下来的高温大颗粒高温灰混合后,经返料斜管返回炉膛。

[0022] 所述输灰母管出口安装有三通管结构的分配器,分配器进口与输灰母管出口连通,分配器一出口安装排灰开关阀后与灰库连通,分配器另一出口安装循环灰开关阀后与返料器的循环灰进口连通;步骤三中通过控制排灰开关阀和循环灰开关阀的开启或关闭,

实现飞灰排放到灰库和返回炉膛的量的比例。

[0023] 所述步骤三中,当飞灰含碳量和飞灰中氧化钙含量降低到一定值时,增加排灰开关阀的开启次数、减少循环灰开关阀的开启次数,以降低返回炉膛的飞灰量与排放到灰库的飞灰量的比例,即降低飞灰再循环倍率;当飞灰含碳量和飞灰中氧化钙含量上升到一定值时,减少排灰开关阀的开启次数、增加循环灰开关阀的开启次数,增加返回炉膛的飞灰量与排放到灰库的飞灰量的比例,即增加飞灰再循环倍率。

[0024] 所述输灰母管连接有为其提供输送飞灰用压缩空气的储气罐。

[0025] 本发明的旋风分离器捕集下来的温度为 900℃左右的大颗粒高温灰进入返料器,来自于仓泵的 150℃以下的低温循环灰经循环灰进口进入返料器,并在返回炉膛前与大颗粒高温灰混合,由于大颗粒高温灰流量一般是循环灰流量的 30 至 50 倍,二者混合后的平均温度高达 850℃以上,大幅度提高了循环灰中未燃尽的碳颗粒在炉膛内的燃烧、燃尽性能,以及循环灰内石灰石的脱硫性能,本发明的优点明显高于传统的直接将低温循环灰送到炉膛的飞灰再循环装置,有效降低飞灰含碳量和提高炉内脱硫用石灰石利用率,通过返料器混合煤灰,结构紧凑、运行安全稳定的循环流化床锅炉飞灰再循环装置。

[0026] 进一步,本发明通过循环流化床锅炉的飞灰再循环装置的输灰母管上设置分配器、以及配套的排灰开关阀和循环灰开关阀,可以有效控制被除尘器捕集下来的飞灰返回炉膛的灰量与排放到灰库的灰量之比,实现对飞灰含碳量和炉内脱硫用石灰石利用率的控制。

[0027] 本发明还具有如下优点:本发明采用一级输送,将再循环灰直接从仓泵输送到返料器、炉膛,省去现有技术中飞灰再循环装置普遍采用的循环灰的中间存储仓,节省了存储仓的占地空间及初投资成本,结构简单。本发明输灰管道内流动的是热灰(温度高于 100℃),热灰输送不存在吸湿问题,也解决了冷灰输送存在的飞灰吸湿后在存储仓内发生板结问题和输送管道的堵塞问题。

[0028] 本发明是密封输送,还解决了由于存储仓顶部设置与大气联通开口所造成的粉尘污染环境的问题。

[0029] 本发明采用一级输送,并且与气力除灰系统采用一体化设置,省去现有技术中飞灰再循环装置普遍采用的输送风机,进一步节省了输送风机运行必须消耗的电能,降低能耗。

附图说明

[0030] 图 1 是本发明的结构示意图。

[0031] 图中:1-排灰管,2-排灰开关阀,3-分配器,4-输灰母管,5-储气罐,6-循环灰开关阀,7-返料器,8-返料斜管,9-炉膛,10-风室,11-给煤口,12-脱硫剂喷口,13-循环灰进口,14-烟道,15-旋风分离器,16-立管,17-换热器,18-受热面,19-除尘器,20-烟囱,21-仓泵进料阀,22-仓泵,23-仓泵出料阀,24-循环灰管,25-灰库

具体实施方式

[0032] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0033] 参见图 1,本发明包括炉膛 9、旋风分离器 15、返料器 7、除尘器 19、仓泵 22、输灰母

管 4、分配器 3、排灰管 1、循环灰管 24、返料斜管 8、烟道 14 等。

[0034] 循环流化床锅炉的飞灰再循环装置,所述的炉膛 9 的上部烟气出口通过烟道 14 与旋风分离器 15 相连通,旋风分离器 15 固体出口与返料器 7 大颗粒高温灰进口相连通,返料器 7 出口与返料斜管 8 及炉膛 9 相连通;旋风分离器 15 气体出口还通过烟道 14 与换热器 17 相连通,除尘器 19 的进气端与换热器 17 相连通、出气端通过烟道 14 与烟囱 20 相连通,除尘器 19 的下部固体出口与仓泵 22 相连通、进一步与仓泵 22 下部的输灰母管 4 相连通。输灰母管 4 与储气罐 5、分配器 3 相连通,分配器 3 设置两个出口:一个出口通过排灰管 1 与灰库 25 相连通,另一个出口通过循环灰管 24 与返料器 7 的循环灰进口 13 相连通。所述仓泵 22 的进出口分别设置仓泵进料阀 21 和仓泵出料阀 23。所述排灰管 1 上设置排灰开关阀 2,循环灰管 24 上设置循环灰开关阀 6。所述的换热器 17 上设置受热面 18。所述炉膛 9 的下部与返料斜管 8、风室 10、给煤口 11、脱硫剂喷口 12 相连通。

[0035] 150℃ 以下的低温循环灰在返回炉膛前首先进入返料器与高温大颗粒高温灰混合进行预热,温度提升到 850℃ 以上后再经返料斜管进入炉膛,提高循环灰内碳颗粒和脱硫剂的反应活性,提高循环灰的碳颗粒返回炉膛后的燃尽率、脱硫剂返回炉膛后的脱硫效率,最终实现降低飞灰含碳量、提高锅炉效率,提高脱硫用石灰石的利用率和提高脱硫效率的目的,提高锅炉运行的经济性。

[0036] 本发明一种飞灰再循环装置的飞灰循环方法,其工作步骤如下:

[0037] 步骤一,助燃空气经进风室 10 进入炉膛 9、燃煤经给煤口 11 进入炉膛 9、脱硫用石灰石经脱硫剂喷口 12 进入炉膛 9。燃煤与助燃空气燃烧放热并加热锅炉相关受热面;煤炭中的硫分燃烧后生成大气污染物二氧化硫,石灰石颗粒进入炉膛后高温煅烧转变成氧化钙并参与脱硫反应脱除烟气中的部分二氧化硫;煤炭燃烧生成的烟气携带煤灰、脱硫产物、未燃尽的炭颗粒、未参与脱硫反应的石灰石颗粒等离开炉膛 9,经烟道 14 进入到旋风分离器 15,绝大部分大颗粒高温灰被旋风分离器 15 捕集后经立管 16 进入到返料器 7。

[0038] 步骤二,烟气携带细颗粒飞灰离开旋风分离器 15 经烟道 14 进入到换热器 17,与布置在其中的受热面 18 换热,烟气温度降低后经烟道 14 进入到除尘器 19,绝大部分细颗粒被除尘器 19 捕集下来,洁净的烟气经烟道 14 进入到烟囱 20 并排放到大气中。仓泵进料阀开启,除尘器 19 捕集下来的飞灰进入到仓泵 22。仓泵出料阀 23 开启,仓泵 22 内的飞灰进入到输灰母管 4。

[0039] 步骤三,分为两种情况:(一)输送循环灰。排灰开关阀 2 关闭,循环灰开关阀 6 开启,输灰母管 4 内的飞灰经分配器 3 进入到循环灰管 24,并经循环灰进口 13 进入到返料器 7,与旋风分离器捕集下来的高温大颗粒高温灰混合后,经返料斜管 8 返回炉膛 9,实现飞灰再循环;(二)排灰。排灰开关阀 2 开启,循环灰开关阀 6 关闭,输灰母管 4 内的飞灰经分配器 3 进入到排灰管 1,最终将飞灰排放到灰库 25。

[0040] 当飞灰含碳量和飞灰中氧化钙含量降低到一定值时,增加排灰开关阀 2 的开启次数、降低循环灰开关阀 6 的开启次数,降低返回炉膛的灰量与排放到飞库灰量的比例,即降低飞灰再循环倍率;

[0041] 当飞灰含碳量和飞灰中氧化钙含量上升到一定值时,减少排灰开关阀 2 的开启次数、增加循环灰开关阀 6 的开启次数,增加返回炉膛的灰量与排放到飞库灰量的比例,即增加飞灰再循环倍率。

[0042] 本发明的技术效果有：

[0043] 1、在循环灰返回到炉膛之前首先进入到返料器，使循环灰温度从 150℃ 以下提高到 800℃ 以上，提高了循环灰中碳颗粒返回炉膛后的燃尽性能、以及循环灰中石灰石的脱硫性能，有效降低飞灰含碳量、提高锅炉效率，有效提高石灰石的利用率和脱硫效率，提高锅炉运行的经济性。

[0044] 2、飞灰含碳量降低，石灰石的利用率提高、飞灰的氧化钙含量降低后，大幅度改善了飞灰作为水泥添加剂的性能，提高以锅炉飞灰作为原料的水泥的性能，飞灰可以实现综合利用。

[0045] 3、气力除灰与飞灰再循环一体化设置，不再设置中间存储仓，系统紧凑，节省中间存储仓的占地。由于飞灰再循环装置采用密封式输送，还解决了由于中间存储仓顶部设置与大气联通开口所造成的粉尘污染环境的问题。

[0046] 4、气力除灰与飞灰再循环一体化设置，不再设置中间存储仓，飞灰再循环系统是热灰输送（温度一般高于 100℃），有效解决了传统的带中间存储仓的飞灰再循环系统采用冷灰输送系统飞灰吸湿所造成的飞灰板结问题和输送管道堵塞问题。

[0047] 5、气力除灰与飞灰再循环一体化设置，不再设置输送风机，除节省初投资外，还可以节省输送风机消耗的电能。

[0048] 6、气力除灰与飞灰再循环一体化设置，通过调节排灰开关阀和循环灰开关阀的开启和关闭状态，就可以方便、可靠地调整飞灰再循环的循环倍率，有效保证飞灰中的含碳量和氧化钙含量保持在较低的水平。

[0049] 实施例 1，一台 600MW 的燃煤锅炉，安装飞灰再循环装置与不安装飞灰再循环装置相比，每年节省的燃料费和石灰石的费用见表 1，现有的二级输送系统安装的输送风机耗电计算见表 2。由表 1 和表 2 可以看出，与不安装飞灰再循环装置相比，安装飞灰再循环装置每小时可以节省石灰石 7.16 吨，随飞灰排放的碳量减少 1.604 吨，每小时减少石灰石的费和燃料费共计 3035 元，每年减少 1973 万元，由于采用一级输送，减少功率为 129.8KW 的输送风机一台，每年减少电费 42.2 万元。

[0050] 此外，由于本发明不再设置中间存储仓，设备费、基建费大幅度降低，由于设备系统的复杂程度大幅度降低、故障率减少，设备的运行、维护费用大幅度降低。

[0051] 表 1 节省燃料和石灰石计算

[0052]

序号	名称	单位数值
1	机组负荷	MW600.00
2	热效率	%45.00
3	输入热量	MW1333.33
4	煤的低位发热量	MJ/kg22.00
5	煤的耗量	t/h218.18

6	灰分	%15.00
7	硫分	%1.50
8	不安装飞灰再循环装置钙硫比	-2.50
9	安装飞灰再循环装置钙硫比	-1.80
10	不安装飞灰再循环装置石灰石耗量	t/h25.57

[0053]

11	安装飞灰再循环装置石灰石量	t/h	18.41
12	节省石灰石量	t/h	7.16
13	飞灰份额	%	70
14	不安装飞灰再循环装置飞灰含碳量	%	12
15	安装飞灰再循环装置飞灰含碳量	%	5
16	不安装飞灰再循环装置飞灰损失碳量	t/h	2.749
17	飞安装飞灰再循环装置飞灰损失碳量	t/h	1.145
18	减少的碳量	t/h	1.604
19	石灰石价格	元/吨	200
20	碳的价格	元/吨	1000
21	每小时减少石灰石费用	元/h	1432
22	每小时减少的燃料费	元/h	1604
23	每小时节省的石灰石和燃料费	元/h	3035
24	每年运行时间	h/年	6500
25	每年节省石灰石和燃料费	万元/年	1973

[0054] 表 2 现有二级输送系统输送风机耗电计算

[0055]

序号	名称	单位	数值
1	飞灰再循环倍率	-	4.0
2	每小时再循环灰量	t/h	91.6
3	灰气比	-	35.0
4	每小时空气耗量	t/h	2.6
5	输送风机压力	kPa	150.0
6	输送风机效率	%	65.0
7	输送风机耗电功率	kW	129.8
8	上网电价	元 /kWh	0.5
9	每年运行时间	h/ 年	6500.0
10	每年节省电费	万元 / 年	42.2

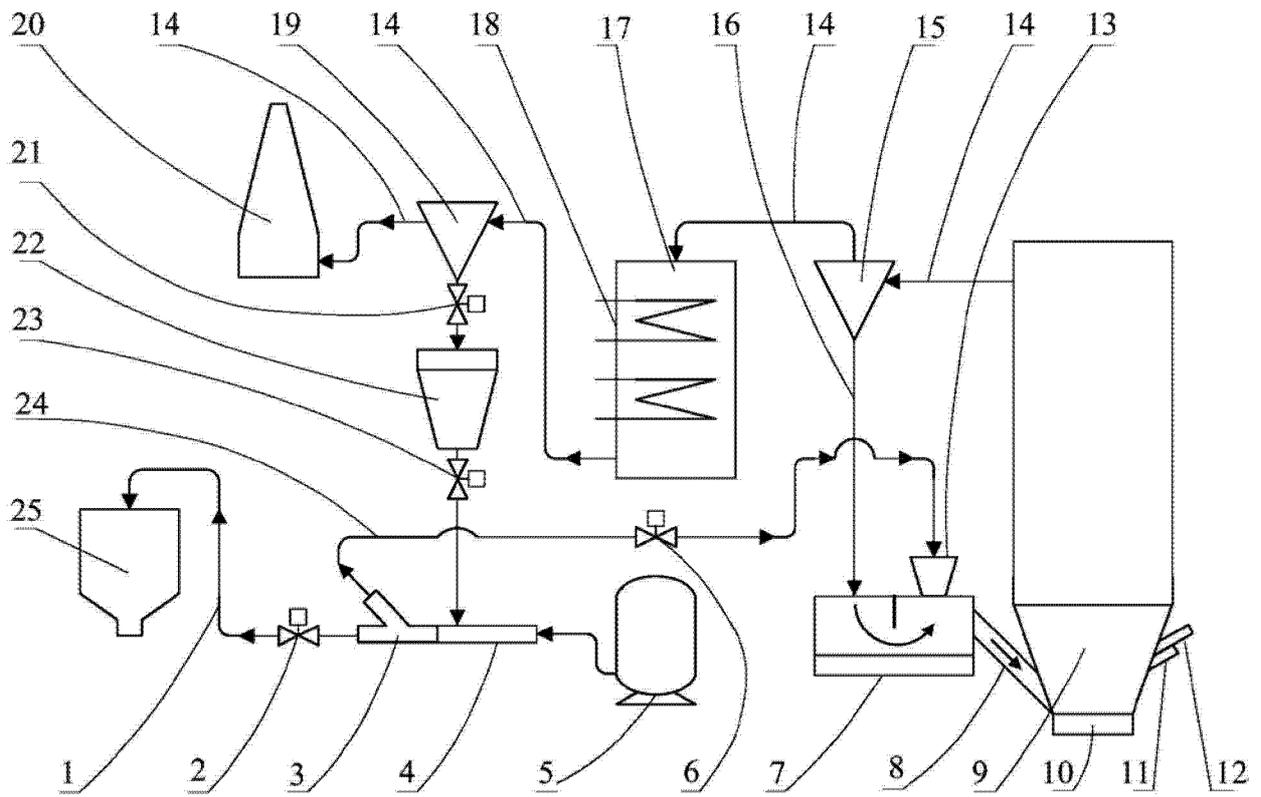


图 1