



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208419637 U

(45)授权公告日 2019.01.22

(21)申请号 201820457031.3

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2018.04.02

(73)专利权人 华北水利水电大学

地址 450045 河南省郑州市北环路36号

专利权人 中信重工机械股份有限公司

(72)发明人 王为术 徐维晖 李振 彭岩

时小宝 赵鹏飞 马自强

(74)专利代理机构 北京金恒联合知识产权代理

事务所 11324

代理人 李强

(51)Int.Cl.

F27D 17/00(2006.01)

F01C 13/00(2006.01)

F01D 15/10(2006.01)

F01K 11/02(2006.01)

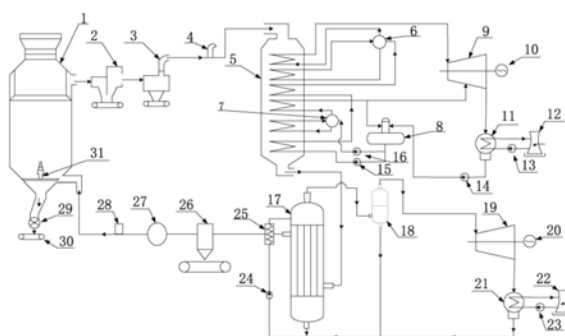
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54)实用新型名称

烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备

(57)摘要

烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备,属于余热发电技术领域。该设备包括烧结矿冷却部分、余热锅炉发电部分、基于降膜蒸发的有机朗肯循环部分和烟气循环部分,烟气循环部分连接了烧结矿冷却部分、余热锅炉发电部分和有机朗肯循环部分形成闭合回路。该设备可实现对烧结矿冷却过程中释放的余热资源深度回收,实现了余热梯级利用,提高发电量,降低设备自用电率,具有节能和减排双重效果。



1. 烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备,其特征在于包括:

竖式冷却炉(1)、重力除尘器(2)、旋风除尘器(3)、应急排放阀(4)、双压余热锅炉(5)、中压汽包(6)、低压汽包(7)、降膜蒸发器(17)、末级除尘器(26)、鼓风机(27)、新气入口(28)、冷却矿排出装置(29)、冷却矿输送装置(30),

其中,

竖式冷却炉(1)、重力除尘器(2)、旋风除尘器(3)、双压余热锅炉(5)、降膜蒸发器(17)、预热器(25)、末级除尘器(26)、鼓风机(27)、竖式冷却炉(1)的入口通过烟气管道依次相连,冷却矿排出装置(29)和冷却矿输送装置(30)被设置在竖式冷却炉(1)的出口处;

所述烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备进一步包括:补气凝汽式汽轮机(9)、第一发电机(10)、第一凝汽器(11)、凝结水泵(14)、主给水泵(15)、低压给水泵(16)、除氧器(8)、第一冷却塔(12)和第一循环水泵(13),

其中,

中压汽包(6)通过饱和蒸汽管道连接到双压余热锅炉(5),

双压余热锅炉(5)的主蒸汽口连接到补汽凝汽式汽轮机(9)的主汽门,

低压汽包(7)通过饱和蒸汽管道连接到双压余热锅炉(5),

双压余热锅炉(5)通过低压过热蒸汽管道连接到补汽凝汽式汽轮机(9),

补汽凝汽式汽轮机(9)连接到第一发电机(10),

汽轮机(9)的尾部乏汽出口连接到凝汽器(11)蒸汽入口,

第一凝汽器(11)、第一冷却塔(12)、第一循环水泵(13)依次连接,属于对乏汽进行冷却的第一循环水部分,

第一凝汽器(11)的凝结水出口连接到凝结水泵(14)的入口,

凝结水泵(14)的出口与除氧器(8)的入口相连,

除氧器(8)的入口分别连接到主给水泵(15)的入口和低压给水泵(16)的入口,

低压给水泵(16)连接到低压汽包(7),

主给水泵(15)出口与双压余热锅炉中(5)省煤器的入口相连,

所述烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备进一步包括:降膜蒸发器(17)、气液分离器(18)、螺杆膨胀机(19)、第二发电机(20)、第二凝汽器(21)、第二冷却塔(22)、第二循环水泵(23)、有机工质循环泵(24)、预热器(25),

其中,

有机工质循环泵(24)、预热器(25)、降膜蒸发器(17)通过有机工质管道依次连接,

降膜蒸发器(17)通过有机工质管道与气液分离器(18)连接,

气液分离器(18)的蒸汽出口通过有机工质蒸汽管道与螺杆膨胀机(19)连接,

螺杆膨胀机(19)与第二发电机(20)连接,

螺杆膨胀机(19)的尾部通过有机工质管道与第二凝汽器(21)连接,

第二凝汽器(21)、第二冷却塔(22)、第二循环水泵(23)、第二凝汽器(21)通过水管道依次连接,

第二凝汽器(21)通过有机工质管道与有机工质循环泵(24)连接,

气液分离器(18)通过有机工质管道与有机工质循环泵(24)连接,

降膜蒸发器(17)通过有机工质管道与有机工质循环泵(24)连接,

有机工质循环泵(24)通过有机工质管道与预热器(25)连接，
预热器(25)通过有机工质管道与降膜蒸发器(17)连接。

2.根据权利要求1所述的烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备,其特征在于:
所述的冷却炉是竖式密闭冷却炉,

所述双压余热锅炉包括主蒸汽装置和低压蒸汽装置。

3.根据权利要求1所述的烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备,其特征在于:
所述竖式冷却炉(1)、重力除尘器(2)、旋风除尘器(3)、应急排放阀(4)、双压余热锅炉
(5)、降膜蒸发器(17)、末级除尘器(26)、鼓风机(27)连接成一个闭合回路,
所述的鼓风机(27)连接到新气入口(28)。

烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备

技术领域

[0001] 本实用新型涉及烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备。

背景技术

[0002] 钢铁行业作为国民经济中的重要基础行业,同时也是高耗能工业。钢铁生产中的烧结工序,是钢铁生产中仅次于炼钢工序的第二大耗能项,占钢铁生产总能耗的9%~12%,烧结工序余热资源量约占吨钢余热资源总量的19.3%,具有很大节能潜力。烧结余热回收是降低烧结工序能耗及提高资源利用效率的重要途径。烧结机排出的烧结矿必须经过烧结冷却后才能进入后续工艺。对烧结矿的冷却普遍采用环冷机或者带冷机以空气为介质对烧结矿进行冷却,冷却后的废气温度在100~400℃之间。有些显热废气只进行简单利用,甚至直接排放,造成了余热资源的极大浪费,环境的粉尘污染和热污染。

[0003] 目前,对烧结矿冷却后的烟气,进行余热回收,一般采用余热锅炉进行回收,换热后的烟气温度降到120℃直接排放,120℃的烟气也是具有可利用价值的余热资源,排放的同时也会对环境造成污染,加重雾霾天气的形成。没有对余热资源深度回收利用,造成了余热资源的极大浪费。余热回收也存在能耗较高、换热不充分、余热利用效率低、余热发电设备不稳定、对环境造成污染。

实用新型内容

[0004] 根据本实用新型的一个方面,提供了一种烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备,其特征在于包括:

[0005] 竖式冷却炉、重力除尘器、旋风除尘器、应急排放阀、双压余热锅炉、中压汽包、低压汽包、降膜蒸发器、末级除尘器、鼓风机、新气入口,冷却矿排出装置、冷却矿输送装置,

[0006] 其中,

[0007] 竖式冷却炉、重力除尘器、旋风分离器、余热锅炉、降膜蒸发器、预热器、末级除尘器、鼓风机、竖式冷却炉的入口通过烟气管道依次相连,

[0008] 冷却矿排出装置和冷却矿输送装置被设置在竖式冷却炉的出口处;

[0009] 所述烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备进一步包括:补气凝汽式汽轮机、第一发电机、第一凝汽器、凝结水泵、主给水泵、低压给水泵、除氧器、第一冷却塔和第一循环水泵,

[0010] 其中,

[0011] 中压汽包通过饱和蒸汽管道连接到双压余热锅炉,

[0012] 双压余热锅炉的主蒸汽口连接到补汽凝汽式汽轮机的主汽门,

[0013] 低压汽包通过饱和蒸汽管道连接到双压余热锅炉,

[0014] 双压余热锅炉通过低压过热蒸汽管道连接到补汽凝汽式汽轮机,

[0015] 补汽凝汽式汽轮机连接到第一发电机,

[0016] 汽轮机的尾部乏汽出口连接到凝汽器蒸汽入口,

[0017] 第一凝汽器、第一冷却塔、第一循环水泵依次连接,属于对乏汽进行冷却的第一循环水部分,

[0018] 第一凝汽器的凝结水出口连接到凝结水泵的入口,

[0019] 凝结水泵的出口与除氧器的入口相连,

[0020] 除氧器的入口分别连接到主给水泵的入口和低压给水泵的入口,

[0021] 低压给水泵连接到低压汽包,

[0022] 主给水泵出口与双压余热锅炉中省煤器的入口相连,

[0023] 所述烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备进一步包括:降膜蒸发器、气液分离器、螺杆膨胀机、第二发电机、第二凝汽器、第二冷却塔、第二循环水泵、有机工质循环泵、预热器,

[0024] 其中,

[0025] 有机工质循环泵、预热器、降膜蒸发器通过有机工质管道依次连接,

[0026] 降膜蒸发器通过有机工质管道与气液分离器连接,

[0027] 气液分离器的蒸汽出口通过有机工质蒸汽管道与螺杆膨胀机连接,

[0028] 螺杆膨胀机与第二发电机连接,

[0029] 螺杆膨胀机的尾部通过有机工质管道与第二凝汽器连接,

[0030] 第二凝汽器、第二冷却塔、第二循环水泵、第二凝汽器通过水管道依次连接,

[0031] 第二凝汽器通过有机工质管道与有机工质循环泵连接,

[0032] 气液分离器通过有机工质管道与有机工质循环泵连接,

[0033] 降膜蒸发器通过有机工质管道与有机工质循环泵连接,

[0034] 有机工质循环泵通过有机工质管道与预热器连接,

[0035] 预热器通过有机工质管道与降膜蒸发器连接。

[0036] 根据本实用新型的另一个方面,提供了一种烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备,其特征在于包括:

[0037] 竖式冷却炉、重力除尘器、旋风除尘器、应急排放阀、双压余热锅炉、降膜蒸发器、末级除尘器、鼓风机、新气入口,冷却矿排出装置、冷却矿输送装置,

[0038] 其中,

[0039] 竖式冷却炉的烟气依次进入重力除尘器、旋风分离器后进入余热锅炉,再进入降膜蒸发器,再进入预热器,再进入末级除尘器,然后经鼓风机进入竖式冷却炉的入口,

[0040] 冷却矿排出装置和冷却矿输送装置被设置在竖式冷却炉的出口处;

[0041] 所述烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备进一步包括:补气凝汽式汽轮机、第一发电机、第一凝汽器、凝结水泵、主给水泵、低压给水泵、除氧器、第一冷却塔和第一循环水泵,

[0042] 其中,

[0043] 中压汽包分离出的饱和蒸汽进入双压余热锅炉中进行过热,作为双压余热锅炉的主蒸汽,

[0044] 双压余热锅炉的主蒸汽口连接补汽凝汽式汽轮机的主汽门,

[0045] 低压汽包分离出的饱和蒸汽经双压余热锅炉过热后变成双压余热锅炉的低压过热蒸汽,双压余热锅炉的一部分低压过热蒸汽进入补汽凝汽式汽轮机的补汽门阀,

- [0046] 补汽凝汽式汽轮机连接第一发电机，
- [0047] 汽轮机的尾部乏汽出口连接到凝汽器蒸汽入口，
- [0048] 第一凝汽器和与其连接的第一冷却塔以及第一循环水泵属于对乏汽进行冷却的第一循环水部分，
- [0049] 第一凝汽器的凝结水出口连接到凝结水泵的入口，
- [0050] 凝结水泵的出口与除氧器的入口相连，
- [0051] 除氧器的入口分别连接到主给水泵的入口和低压给水泵的入口，
- [0052] 低压给水泵连接到低压汽包，
- [0053] 主给水泵出口与双压余热锅中省煤器的入口相连，
- [0054] 所述烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备进一步包括：降膜蒸发器、气液分离器、螺杆膨胀机、第二发电机、第二凝汽器、第二冷却塔、第二循环水泵、有机工质循环泵、预热器，
- [0055] 其中，
- [0056] 采用低沸点的有机工质作为发电的载热工质，
- [0057] 有机工质经过有机工质循环泵加压后进入预热器中进行预热，然后进入降膜蒸发器，
- [0058] 在降膜蒸发器中有机工质与双压余热锅炉排出的低温烟气进行充分换热，
- [0059] 蒸发的有机工质进入气液分离器进行气液分离，
- [0060] 分离后的有机工质的蒸汽进入螺杆膨胀机中膨胀做功，使螺杆膨胀机驱动第二发电机发电，
- [0061] 螺杆膨胀机的尾部乏汽在第二凝汽器内由包括第二凝汽器、第二冷却塔和第二循环水泵的第二循环水部分冷却后变为冷凝工质，
- [0062] 冷凝工质、气液分离器分离出的未蒸发的有机工质液体和降膜蒸发器中未蒸发的有机工质液体经有机工质循环泵加压后进入预热器中进行预热，再进入降膜蒸发器进行下一次循环。
- [0063] 根据本实用新型的另一个方面，提供了一种烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电方法，其特征在于包括：
- [0064] 使竖式冷却炉的烟气通过管道依次进入重力除尘器、旋风分离器、双压余热锅炉、降膜蒸发器、预热器、末级除尘器，然后经鼓风机进入竖式冷却炉的入口，然后通过进风装置使低温烟气均匀分布竖式冷却炉中，
- [0065] 用设置在竖式冷却炉的出口处的冷却矿排出装置和冷却矿输送装置排出和输送冷却矿，
- [0066] 使中压汽包分离出的饱和蒸汽进入双压余热锅炉中进行过热，作为双压余热锅炉的主蒸汽，
- [0067] 把双压余热锅炉的蒸汽通过双压余热锅炉的主蒸汽口输送到补汽凝汽式汽轮机的主汽门，
- [0068] 把低压汽包分离出的饱和蒸汽经余热锅炉过热后变成低压过热蒸汽，
- [0069] 把双压余热锅炉中的低压过热蒸汽的一部分经补汽门阀进入补汽凝汽式汽轮机，
- [0070] 用主蒸汽和低压过热蒸汽共同推动补汽凝汽式汽轮机做功，

- [0071] 用补汽凝汽式汽轮机驱动第一发电机发电，
- [0072] 把汽轮机的尾部乏汽输送到凝汽器蒸汽入口，
- [0073] 用包括第一凝汽器、第一冷却塔和第一循环水泵的第一循环水部分对尾部乏汽进行冷却，
- [0074] 把第一凝汽器的凝结水输送到凝结水泵的入口，
- [0075] 把凝结水泵的出口处的凝结水输送到除氧器的入口，
- [0076] 把除氧器的出口处的凝结水分别输送到主给水泵的入口和低压给水泵的入口，
- [0077] 用低压给水泵把凝结水输送到低压汽包，
- [0078] 用主给水泵把凝结水输送双压余热锅炉中的省煤器的入口，
- [0079] 所述烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备进一步包括：降膜蒸发器、气液分离器、螺杆膨胀机、第二发电机、第二凝汽器、第二冷却塔、第二循环水泵、有机工质循环泵、预热器，
- [0080] 其中，
- [0081] 采用低沸点的有机工质作为发电的载热工质，
- [0082] 使有机工质经过有机工质循环泵加压后进入预热器中进行预热并随后进入降膜蒸发器，
- [0083] 使有机工质在降膜蒸发器中与双压余热锅炉排出的低温烟气进行换热，
- [0084] 使来自降膜蒸发器的蒸发的有机工质进入气液分离器进行气液分离，
- [0085] 使分离后的有机工质的蒸汽进入螺杆膨胀机中膨胀做功，
- [0086] 用螺杆膨胀机驱动第二发电机发电，
- [0087] 使螺杆膨胀机的尾部乏汽在第二凝汽器内由包括第二凝汽器、第二冷却塔和第二循环水泵组成的第二循环冷却水部分进行冷却，从而变为冷凝工质，
- [0088] 使冷凝工质、气液分离器分离出的饱和未蒸发的有机工质液体和降膜蒸发器中未蒸发的有机工质液体经有机工质循环泵加压后进入预热器中进行预热，再进入降膜蒸发器进行下一次循环。

附图说明

- [0089] 图1为根据本实用新型的一个实施例的烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备的配置图。
- [0090] 附图标记：
- [0091] 1竖式冷却炉,2重力除尘器,3旋风除尘器,4应急排放阀，
- [0092] 5双压余热锅炉,6中压汽包,7低压汽包,8除氧器，
- [0093] 9补汽凝汽式汽轮机,10第一发电机,11第一凝汽器，
- [0094] 12第一冷却塔,13第一循环水泵,14凝结水泵，
- [0095] 15主给水泵,16低压给水泵,17降膜蒸发器，
- [0096] 18气液分离器,19螺杆膨胀机,20第二发电机，
- [0097] 21第二凝汽器,22第二冷却塔,23第二循环水泵，
- [0098] 24有机工质循环泵,25预热器,26末级除尘器，
- [0099] 27鼓风机,28新气入口，

[0100] 29冷却矿排出装置,30冷却矿输送装置,31布风装置。

具体实施方式

[0101] 为了解决现有技术烧结矿余热回收存在的缺陷,本实用新型提供了一种烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备,该设备可实现对烧结矿冷却过程中排放的余热深度回收,实现了余热梯级利用,提高发电量,降低设备自用电率,具有节能和减排双重效果。

[0102] 如图1所示,根据本实用新型的一个实施例的烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备包括:竖炉烧结矿冷却部分、余热锅炉发电部分、有机朗肯循环部分和烟气循环部分,其中:

[0103] 所述的烧结矿冷却部分包括竖式冷却炉1、冷却矿排出装置29、冷却矿输送装置30、布风装置31,竖式冷却炉1的出口处设置有冷却矿排出排出装置29、冷却矿输送装置30;

[0104] 所述的余热锅炉发电部分包括双压余热锅炉5、补气凝汽式汽轮机9、第一发电机10、第一凝汽器11、凝结水泵14、主给水泵15、低压给水泵16、除氧器8、第一冷却塔12和第一循环水泵13,中压汽包6分离出的饱和蒸汽进入双压余热锅炉5中进行过热然后作为双压余热锅炉的主蒸汽,双压余热锅炉5的主蒸汽口连接补汽凝汽式汽轮机9的主汽门,低压汽包7分离出的饱和蒸汽经余热锅炉过热后变成低压过热蒸汽,双压余热锅炉5中的低压过热蒸汽一部分经补汽门阀进入补汽凝汽式汽轮机9,低压蒸汽另一部分连接到除氧器8中进行热力除氧,低压蒸汽和主蒸汽推动补汽凝汽式汽轮机9做功,补汽凝汽式汽轮机9连接第一发电机10,补汽凝汽式汽轮机9驱动第一发电机10发电,补汽凝汽式汽轮机9的尾部乏汽出口连接到第一凝汽器11蒸汽入口;第一凝汽器11 和与其连接的第一冷却塔12以及第一循环水泵13属于乏汽冷却的第一循环水部分,第一凝汽器11的凝结水出口连接到凝结水泵14的入口,凝结水泵14的出口与除氧器8的入口相连,除氧器8的出口分别连接到主给水泵15和低压给水泵16的入口,低压给水泵16连接到低压汽包7,主给水泵15出口与双压余热锅炉中的省煤器入口相连。

[0105] 所述的有机朗肯循环部分包括降膜蒸发器17、气液分离器18、螺杆膨胀机19、第二发电机20、第二凝汽器21、第二冷却塔22、第二循环水泵23、有机工质循环泵24、预热器25,其中:采用低沸点的有机工质作为发电的载热工质,有机工质经过有机工质循环泵24加压后进入预热器25中进行预热,然后进入降膜蒸发器17,在降膜蒸发器17中与双压余热锅炉5排出的低温烟气进行充分换热,蒸发的有机工质进入气液分离器18进行气液分离器,分离后的有机蒸汽进入螺杆膨胀机19中膨胀做功,驱动第二发电机20发电,螺杆膨胀机19的尾部乏汽在第二凝汽器21内被包括第二冷却塔22、第二循环水泵23的第二循环水部分冷却后变为冷凝工质,冷凝工质与气液分离器18中分离出液体有机工质和降膜蒸发器17中未蒸发的有机工质一起进入有机工质循环泵24中加压,经有机工质循环泵24加压后进入预热器25进行预热,最后进入降膜蒸发器17中进行下一次有机工质循环。

[0106] 所述的烟气循环部分包括竖式冷却炉1、重力除尘器2、旋风除尘器 3、应急排放阀4、双压余热锅炉5、降膜蒸发器17、预热器25、末级除尘器26、鼓风机27、新气入口28。竖式冷却炉1的烟气通过管道依次进入重力除尘器2、旋风除尘器3后进入双压余热锅炉5,再进入降膜蒸发器17,再进入预热器25,再进入末级除尘器26,然后经鼓风机27进入竖式冷却炉1的布风装置31入口,完成一次烟气循环部分。

[0107] 所述的冷却炉采用竖式密闭冷却炉来冷却烧结矿,以解决密闭性差、漏风严重、换热时间短、换热不充分等问题。

[0108] 根据本实用新型的一个实施例,所述的余热锅炉采用双压余热锅炉,设置主蒸汽装置和低压蒸汽装置,蒸汽装置中有中压汽包和低压汽包。

[0109] 根据本实用新型的一个实施例,所述的有机朗肯循环部分对烧结矿冷却余热进行梯级利用,实现对余热深度回收。

[0110] 根据本实用新型的一个实施例,所述的有机朗肯循环采用低沸点有机工质,如烷烃、氟代烷烃等低沸点有机物。

[0111] 根据本实用新型的一个实施例,所述的有机朗肯循环部分中的降膜蒸发器采用竖直两相逆流四周切向进料的方式。

[0112] 根据本实用新型的一个实施例,所述的余热锅炉的低压蒸汽对除氧器进行热力除氧。

[0113] 根据本实用新型的一个实施例,所述的烟气循环采用闭合回路,不对大气排放污染物,具有环保作用。

[0114] 根据本实用新型的一个实施例,所述的鼓风机可以根据需要补充新风,以满足用风需求和换热需求。

[0115] 本实用新型的优点包括:

[0116] (1) 对烟气余热梯级利用,余热发电效率提高。余热烟气经过余热双压锅炉发电后,排烟温度120℃,尚有利用价值,进入降膜蒸发器,驱动有机朗肯循环,进行发电,提高了余热发电率。

[0117] (2) 烟尘实现“零排放”,改善环境质量。冷却烧结矿的烟气采用全封闭闭式循环,经过末级除尘器除尘后的烟气不是直接排放,而是进入烧结矿中冷却烧结矿进行下次循环,进而极大地减少了污染物排放,提高环境质量。

[0118] (3) 设有应急排放阀和新空气补充阀,应急排放阀减少了余热发电部分对烧结矿的冷却部分的影响。旋风除尘器之后的管道上设置有应急排放阀,余热发电部分出现故障后,烧结矿的冷却正常进行,烧结矿的冷却部分不受影响。新空气进口阀,保证了设备用风的需求。

[0119] (4) 设备可采用PLC控制部分,保证各个部分安全稳定运行。PLC可以调节冷却风温度,通过调节驱动有机朗肯循环后的烟气和新空气的比例,保证冷却效果,保证冷却矿的温度,提高发电量,使设备安全稳定高效运行。

[0120] (5) 锅炉给水采用热力除氧,提高了对余热利用,降低了除氧费用。

[0121] 如图1所示,烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备,包括竖炉烧结矿冷却部分、余热锅炉发电部分、有机朗肯循环部分和烟气循环部分;

[0122] 所述的烧结矿冷却部分包括竖式冷却炉1、冷却矿排出装置29、冷却矿输送装置30、布风装置31,竖式冷却炉的出口连接有冷却矿排出装置、冷却矿输送装置;

[0123] 所述的余热锅炉发电部分包括双压余热锅炉5、补气凝汽式汽轮机9、第一发电机10、第一凝汽器11、凝结水泵14、主给水泵15、低压给水泵16、除氧器8、第一冷却塔12和第一循环水泵13,中压汽包6分离出的饱和蒸汽进入双压余热锅炉5中进行过热然后作为双压余热锅炉的主蒸汽,双压余热锅炉5的主蒸汽口连接补气凝汽式汽轮机9的主汽门,低压汽包7

分离出的饱和蒸汽经余热锅炉过热后变成低压过热蒸汽,双压余热锅炉5中的低压过热蒸汽一部分经补汽门阀进入补汽凝汽式汽轮机9,低压蒸汽另一部分连接到除氧器8中进行热力除氧,低压蒸汽和主蒸汽推动补汽凝汽式汽轮机9做功,补汽凝汽式汽轮机9连接第一发电机10,补汽凝汽式汽轮机9驱动第一发电机10发电,补汽凝汽式汽轮机9的尾部乏汽出口连接第一凝汽器11蒸汽入口;第一凝汽器11乏汽被与其连接的冷却塔12以及循环水泵13构成乏汽冷却的循环水部分进行冷却凝结,第一凝汽器11的凝结水出口连接凝结水泵14的入口,凝结水泵14的出口与除氧器8的入口相连,除氧器8的入口分别连接主给水泵15和低压给水泵16的入口,低压给水泵16连接低压汽包7,主给水泵15出口与省煤器入口相连。

[0124] 所述的有机朗肯循环部分包括降膜蒸发器17、气液分离器18、螺杆膨胀机19、第二发电机20、第二凝汽器21、第二冷却塔22、第二循环水泵23、有机工质循环泵24、预热器25,其中:采用低沸点的有机工质作为发电的载热工质,有机工质经过有机工质循环泵24加压后进入预热器25中进行预热,然后进入降膜蒸发器17,在降膜蒸发器17中与双压余热锅炉5排出的低温烟气进行充分换热,蒸发的有机工质进入气液分离器18进行气液分离器,分离后的有机蒸汽进入螺杆膨胀机19中膨胀做功,驱动第二发电机20发电,螺杆膨胀机尾部乏汽在第二凝汽器 21内经第二冷却塔22、第二循环水泵23组成的循环水部分冷却后变为液体有机工质,液体有机工质再经有机工质循环泵24和气液分离器18 分离出的有机工质液体、降膜蒸发器17未蒸发的有机工质的液体经有机工质循环泵24加压后进入预热器25进行预热,预热后的有机工质进入降膜蒸发器17中蒸发,开始新的有机工质循环。

[0125] 所述的烟气循环部分,包括竖式冷却炉1、重力除尘器2、旋风除尘器3、应急排放阀4、双压余热锅炉5、降膜蒸发器17、末级除尘器26、鼓风机27、新气入口28、布风装置31,竖式冷却炉1的烟气出口通过管道依次进入重力除尘器2、旋风除尘器3后进入双压余热锅炉5换热,再然后进入降膜蒸发器17换热,进入预热器25对有机工质预热,进入末级除尘器26,然后经鼓风机27进入竖式冷却炉1的布风装置31入口,开始新的烟气循环。

[0126] 烧结矿竖炉冷却气余热深度回收闭式发电设备,包括以下步骤:

[0127] (1) 烧结矿冷却部分:从烧结机中排出的烧结矿经过破碎装置破碎后有热矿输送装置送入冷却炉1中,在冷却炉中与循环气体进行换热,烧结矿得到冷却,然后经过排出装置29排出到输送装置30,进入下一个工序;

[0128] (2) 烟气循环部分:循环气体(烟气)经风机27加压后进入冷却炉1 中的布风装置31对冷却炉1均匀布风,烟气和热的烧结矿进行换热,冷却烧结矿后烟气变成高温烟气,进入重力除尘器2中除尘,除尘后进入旋风除尘器3中再次除尘,得到洁净烟气进入双压余热锅炉5进行换热,推动余热锅炉发电部分发电后,低温烟气进入降膜蒸发器17中与有机工质换热,推动有机朗肯部分发电,从降膜蒸发器中排出的烟气进入有机工质预热器25中,对有机工质进行预热,然后进入末级除尘器26中进行除尘,最后经鼓风机27进入竖式冷却炉1中的布风装置31,完成烟气闭式循环;

[0129] (3) 余热锅炉发电部分:中压汽包6分离出的饱和蒸汽进入双压余热锅炉5中进行过热然后作为双压余热锅炉的主蒸汽,双压余热锅炉5的主蒸汽口连接补汽凝汽式汽轮机9的主汽门,低压汽包7分离出的饱和蒸汽经余热锅炉过热后变成低压过热蒸汽,双压余热锅炉5中的低压过热蒸汽一部分经补汽门阀进入补汽凝汽式汽轮机9,低压蒸汽另一部分连接到除氧器8中进行热力除氧,双压余热锅炉5换热后产生的主蒸汽和低压蒸汽进入补汽凝汽

式汽轮机9,推动补汽凝汽式汽轮机9做功,补汽凝汽式汽轮机9推动第一发电机发电10发电,补汽凝汽式汽轮机9尾部排出的乏汽进入第一凝汽器11中被冷却循环水冷却后变成冷凝水,第一冷却塔12和第一步冷却水循环泵13组成冷却水循环部分,冷凝水进过凝结水泵14进入除氧器8除氧,除氧器8的入口分别连接主给水泵 15和低压给水泵16的入口,低压给水泵16连接低压汽包7,主给水泵 15出口与省煤器入口相连,完成余热锅炉发电设备的构成;

[0130] (4) 有机朗肯循环部分:从双压余热锅炉5排出换热后的的烟气进入降膜蒸发器17中与有机工质换热,有机工质在降膜蒸发器17中蒸发变成有机蒸汽,有机蒸汽进入气液分离器18中除去未蒸发的有机工质,有机蒸汽进入螺杆膨胀机19做功,螺杆膨胀机推动第二发电机20发电,做功完成的有机蒸汽变成乏汽,进入第二冷凝器21被冷却循环部分冷凝成有机工质,第二冷却塔22和第二冷却循环水泵23组成冷却循环部分,冷凝后的有机工质和来自气液分离器18液体有机工质、降膜蒸发器17 中未蒸发的有机工质经有机工质循环泵24加压后进入预热器中25预热,重新进入降膜蒸发器17中开始新的有机工质循环。

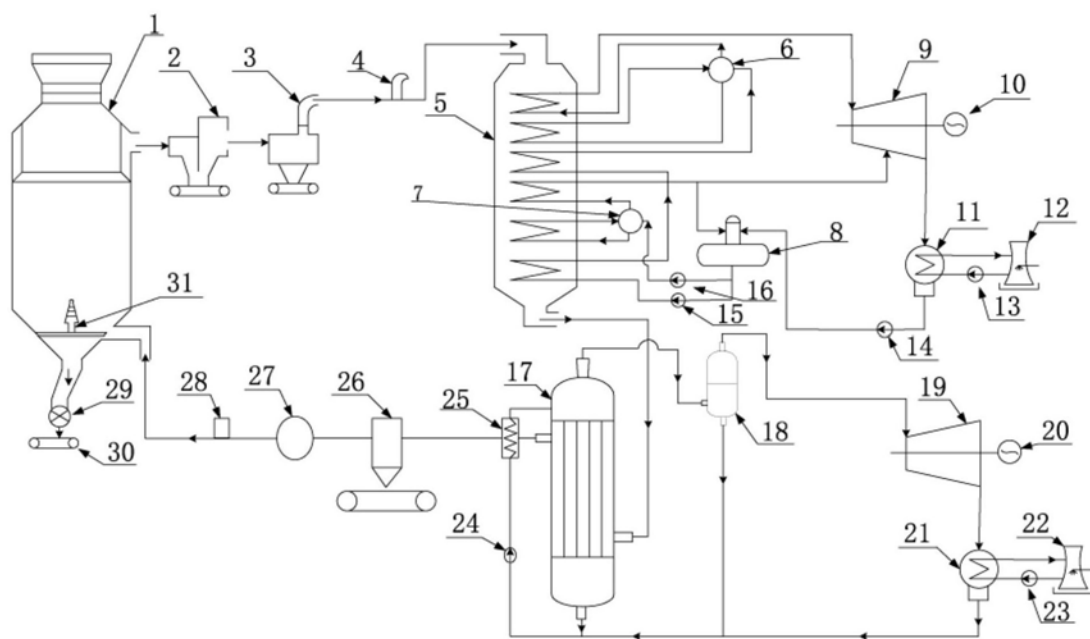


图1