

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103105071 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 15

(21) 申请号 201110369235. 4

(22) 申请日 2011. 11. 14

(71) 申请人 无锡市广运环保机械有限公司

地址 214181 江苏省无锡市惠山经济开发区
前洲配套区惠和路 7 号

(72) 发明人 冯建新

(51) Int. Cl.

F27D 17/00 (2006. 01)

F01D 15/10 (2006. 01)

F01K 25/08 (2006. 01)

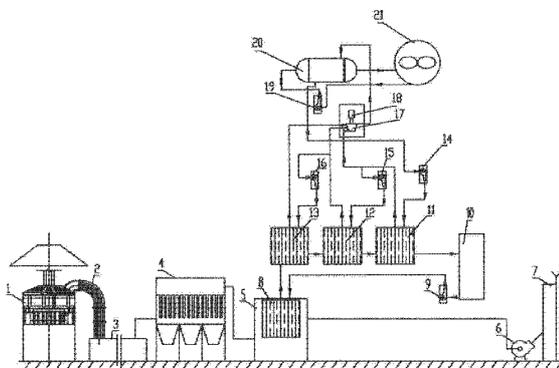
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

矿热炉烟气多级有机朗肯循环余热发电方法

(57) 摘要

矿热炉烟气多级有机朗肯循环余热发电方法,其特征在于:矿热炉烟气由炉内排出,经水冷却烟道混入冷风,燃烧一氧化碳气体后进入燃烧沉降室;然后进入高温除尘器,经除尘后进入蓄热室,完成热交换,由主风机压入排气筒排入大气。同时,循环水通过换热器给水泵驱动,进入安装于蓄热室内的换热器中吸收烟气的热量,形成汽水混合物。有机工质液体,吸收汽水混合物的热量,在多级有机透平内膨胀做功,并带动发电机发电。其特征在于:所述高温除尘器中设置有不锈钢滤芯,其进一步特征在于:采用 R413a 为循环有机工质。本发明方法可最大限度地回收烟气中的热能直接转化为高品位电能,其效率比单级蒸发有机朗肯提高 10 ~ 20%,还能达到好的环保效果。



1. 矿热炉烟气多级有机朗肯循环余热发电方法,其特征在于:本发明矿热炉烟气由炉内排出,经水冷烟道混入冷风,燃烧一氧化碳气体后进入燃烧沉降室;燃烧沉降室的作用是:降低烟气流速,使烟气中携带的大颗粒粉尘沉降,并适当混入冷风,最终燃烬一氧化碳气体,调节控制沉降室的烟气温度 600°C ,由燃烧沉降室出来的烟气进入高温除尘器,经除尘后粉尘浓度 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。然后进入蓄热室,高温烟气放出热量,完成热交换,温度降至 90°C ,由主风机压入排气筒排入大气。同时,循环水通过换热器给水泵驱动,进入安装于蓄热室内的分离套管式热管换热器中吸收烟气的热量,形成汽水混合物(温度 150°C),汽水混合物在自然循环力推动下进入高压级蒸发器中放出热量,温度降至 120°C ,然后进入中压级蒸发器中放出热量,温度降至 90°C ,再进入低压级蒸发器中放出热量,温度降至 60°C ,变成低温水,低温水流入循环水池,开始新一轮循环。同时,经过冷凝的有机工质液体,经过低压级工质加压泵的驱动,先在低压级蒸发器中吸收余热载体的热量,变成低压级工质蒸汽;一路经管道进入带补汽口有机透平的低压补汽口,另一路经中压级工质加压泵加压后,进入中压级蒸发器中吸收余热载体的热量,变成中压级工质蒸汽;一路经管道进入带补汽口有机透平的中压补汽口,另一路经高压级工质加压泵加压后,进入高压级蒸发器中吸收余热载体的热量,变成高压级工质蒸汽;经管道进入带补汽口有机透平的高压进汽缸,工质蒸汽在多级有机透平内膨胀做功,并带动三相发电机发电。从带补汽口有机透平排出的工质蒸汽由管壳式冷凝器冷凝为饱和液体,再由低压级工质加压泵将工质液体加压后送入低压级蒸发器中,开始新一轮循环。从冷却塔过来的循环水通过循环水泵驱动,进入管壳式冷凝器中吸收热量,在自然循环力推动下进入冷却塔内,放出热量,变成低温水,开始新一轮循环。系统发出的电能为三相交流电,额定电压为 380V ,可经过调压后并入厂内电网,或直接送给用电设备使用。

2. 根据权利要求 1 所述的矿热炉烟气多级有机朗肯循环余热发电方法,其特征在于:所述高温除尘器中设置有不锈钢材料滤芯。

3. 根据权利要求 1 所述的矿热炉烟气多级有机朗肯循环余热发电方法,其特征在于:采用 R413a 为循环有机工质。

矿热炉烟气多级有机朗肯循环余热发电方法

所属技术领域

[0001] 本发明涉及一种矿热炉烟气多级有机朗肯循环余热发电方法,具体地说是能最大限度地回收烟气中的热能转化为高品位电能,又能改善除尘能力,属于矿热炉除尘技术领域。

背景技术

[0002] 矿热炉烟气温度很高,经捕集后进入管道的温度一般在 1000℃左右,粉尘浓度达 35g/Nm³,小于 5um 的灰占粉尘总量的 80%以上,粉尘量大,并且粘而细。目前通常采用先换热降温(换热降温方式有:机力冷却器换热、喷雾冷却换热、余热锅炉换热等)后除尘的方法。先换热降温后除尘的方法存在诸多缺点:

[0003] 1、机力冷却器换热后除尘:降温效果差,进口烟气温度不宜大于 450℃,降温范围有限,机冷器管壁容易堵灰,造成烧布袋,系统无法正常运行。

[0004] 2、喷雾冷却换热后除尘:增加烟气中水的含量,不仅使布袋板结,还容易造成水与粉尘粘结,造成系统设备堵塞。

[0005] 3、余热锅炉换热后除尘:由于烟气中含有大量的粉尘,粘而细的粉尘即使在光管的热管元件上也会出现积灰、堵塞现象,对于环向翅片管的热管元件积灰、堵塞更加严重,同时为了防止结灰,余热利用设施中换热核心元件翅片间距大,不仅影响换热效率,造成余热锅炉产汽量不足,更为严重的是由于余热锅炉堵灰,系统运行不稳定,造成冶炼生产无法正常进行,被迫停产检修。

[0006] 由于以上缺点,工程中采用许多吹灰方法:如激波吹灰、蒸汽吹灰、落丸清灰等,但由于粉尘细而粘,并且粉尘量大,每生产 1 吨钢就会产生 35kg 粉尘,这些清灰方式收效甚微,无法从根本上解决积灰、堵塞问题。

发明内容

[0007] 本发明提供了矿热炉烟气多级有机朗肯循环余热发电方法,通过该方法不仅能最大限度地回收烟气中的热能转化为高品位电能,拖动除尘风机,同时可降低烟气的排放温度,达到好的环保效果,并且不影响矿热炉生产的稳定和连续,还能得到很好的除尘效果,排放的粉尘浓度 10mg/Nm³。

[0008] 本发明所采用的技术方案如下:

[0009] 矿热炉烟气多级有机朗肯循环余热发电方法,其特征在于:本发明矿热炉烟气由炉内排出,经水冷烟道混入冷风,燃烧一氧化碳气体后进入燃烧沉降室;燃烧沉降室的作用是:降低烟气流速,使烟气中携带的大颗粒粉尘沉降,并适当混入冷风,最终燃尽一氧化碳气体,调节控制沉降室的烟气温度 600℃,由燃烧沉降室出来的烟气进入高温除尘器,经除尘后粉尘浓度 10mg/Nm³。然后进入蓄热室,高温烟气放出热量,完成热交换,温度降至 90℃,由主风机压入排气筒排入大气。同时,循环水通过换热器给水泵驱动,进入安装于蓄热室内的分离套管式热管换热器中吸收烟气的热量,形成汽水混合物(温度 150℃),汽水混合物

在自然循环力推动下进入高压级蒸发器中放出热量,温度降至 120℃,然后进入中压级蒸发器中放出热量,温度降至 90℃,再进入低压级蒸发器中放出热量,温度降至 60℃,变成低温水,低温水流入循环水池,开始新一轮循环。

[0010] 同时,经过冷凝的有机工质液体,经过低压级工质加压泵的驱动,先在低压级蒸发器中吸收余热载体的热量,变成低压级工质蒸汽;一路经管道进入带补汽口有机透平的低压补汽口,另一路经中压级工质加压泵加压后,进入中压级蒸发器中吸收余热载体的热量,变成中压级工质蒸汽;一路经管道进入带补汽口有机透平的中压补汽口,另一路经高压级工质加压泵加压后,进入高压级蒸发器中吸收余热载体的热量,变成高压级工质蒸汽;经管道进入带补汽口有机透平的高压进汽缸,工质蒸汽在多级有机透平内膨胀做功,并带动三相发电机发电。从带补汽口有机透平排出的工质蒸汽由管壳式冷凝器冷凝为饱和液体,再由低压级工质加压泵将工质液体加压后送入低压级蒸发器中,开始新一轮循环。从冷却塔过来的循环水通过循环水泵驱动,进入管壳式冷凝器中吸收热量,在自然循环力推动下进入冷却塔内,放出热量,变成低温水,开始新一轮循环。系统发出的电能为三相交流电,额定电压为 380V,可经过调压后并入厂内电网,或直接送给用电设备使用。

[0011] 其进一步特征在于:采用 R413a 为循环有机工质。

[0012] 本发明的有益效果是:由于本发明的余热发电装置放在高温除尘器后,热源烟气含尘量低,因此可以将蓄热室内的换热核心单元翅片间距设计很小;而且无须卸灰、清灰、输灰设施;体积减小,同时维护量减小,也延长了分离套管式热管换热器的使用寿命,粉尘排放浓度更低。该发电设备与单级单压有机朗肯循环最大的区别在于,该发电设备在有机工质高、中、低蒸发器里采用多级蒸发的措施,利用热水的低温段(进口 90℃,出口 60℃)加热工质产生低压工质蒸汽,进入有机透平的低压补汽口膨胀做功;利用热水的中温段(进口 120℃,出口 90℃)加热工质产生中压工质蒸汽,进入有机透平的中压补汽口膨胀做功;利用饱和水蒸汽的高温段(进口 150℃,出口 120℃)加热工质产生高压工质蒸汽,进入有机透平的高压缸膨胀做功;实现余热流对有机工质的梯级分压加热,这样就在各级受热面中减少了余热流与工质间的传热温差的不均衡性,降低了由于温差传热不可逆损失带来的熵增,可在单级蒸发有机朗肯循环热效率的基础上提高 10~20%,降低了烟气的排放温度,排放浓度低,可以确保排放粉尘浓度在 10mg/Nm³。

[0013] 与现有技术相比,本发明具有如下优点、经济效果:

[0014] 1、最大限度地回收烟气中的热能转化为高品位电能,其热效率比单级蒸发有机朗肯提高 10~20%。

[0015] 2、满足循环经济的要求,符合节能减排的国家政策。

[0016] 3、分离套管式热管换热器不积灰,不堵塞,换热效率提高 8~9 倍。

[0017] 4、省掉了热管换热器的吹灰系统,从而降低了造价及运行费用。

[0018] 5、采用耐高温不锈钢材料滤芯除尘器,排放浓度 10mg/Nm³。

[0019] 6、应用范围广,矿热炉除尘余热发电都可采用。

[0020] 综上所述,本发明方法采用先除尘后余热发电的装置,烟尘排放浓度低,发电量多,装置运行稳定能耗低。

附图说明

[0021] 图 1 是实现本发明矿热炉烟气多级有机朗肯循环余热发电方法的工艺流程图。

[0022] 图 1 中 :1. 矿热炉, 2. 水冷烟道, 3. 燃烧沉降室, 4. 高温除尘器, 5. 蓄热室, 6. 主风机, 7. 排气筒, 8. 分离套管式热管换热器, 9. 换热器给水泵, 10. 循环水池, 11. 低压级蒸发器, 12. 中压级蒸发器, 13. 高压级蒸发器, 14. 低压级工质加压泵, 15. 中压级工质加压泵, 16. 高压级工质加压泵, 17. 带补汽口有机透平, 18. 三相发电机, 19. 循环水泵, 20. 管壳式冷凝器, 21. 冷却塔。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明作进一步的描述 :

[0024] 如图 1 所示 :本发明矿热炉烟气多级有机朗肯循环余热发电方法步骤如下 :

[0025] 25500KVA 矿热炉 1 烟气流量 $15 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$, 温度 1000°C , 含尘浓度 $35\text{g}/\text{Nm}^3$ 由炉内排出, 经水冷烟道 2 混入冷风, 燃烧一氧化碳气体后进入燃烧沉降室 3 ;燃烧沉降室 3 的作用是 :降低烟气流速, 使烟气中携带的大颗粒粉尘沉降, 并适当混入冷风, 最终燃烬一氧化碳气体, 调节控制沉降室的烟气温度 600°C , 由燃烧沉降室 3 出来的烟气进入高温除尘器 4, 经除尘后粉尘浓度 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。然后进入蓄热室 5, 高温烟气放出热量, 完成热交换, 温度降至 90°C , 由主风机 6 压入排气筒 7 排入大气。同时, 循环水通过换热器给水泵 9 驱动, 进入安装于蓄热室 4 内的分离套管式热管换热器 8 中吸收烟气的热量, 形成汽水混合物 (温度 150°C), 汽水混合物在自然循环力推动下进入高压级蒸发器 13 中放出热量, 温度降至 120°C , 然后进入中压级蒸发器 12 中放出热量, 温度降至 90°C , 再进入低压级蒸发器 11 中放出热量, 温度降至 60°C , 变成低温水, 低温水流入循环水池 10, 开始新一轮循环。

[0026] 同时, 经过冷凝的有机工质液体, 经过低压级工质加压泵 14 的驱动, 先在低压级蒸发器 11 中吸收余热载体的热量, 变成低压级工质蒸汽 ;一路经管道进入带补汽口有机透平 17 的低压补汽口, 另一路经中压级工质加压泵 15 加压后, 进入中压级蒸发器 12 中吸收余热载体的热量, 变成中压级工质蒸汽 ;一路经管道进入带补汽口有机透平 17 的中压补汽口, 另一路经高压级工质加压泵 16 加压后, 进入高压级蒸发器 13 中吸收余热载体的热量, 变成高压级工质蒸汽 ;经管道进入带补汽口有机透平 17 的高压进汽缸, 工质蒸汽在多级有机透平 17 内膨胀做功, 并带动三相发电机 18 发电。从带补汽口有机透平 17 排出的工质蒸汽由管壳式冷凝器 20 冷凝为饱和液体, 再由低压级工质加压泵 14 将工质液体加压后送入低压级蒸发器 11 中, 开始新一轮循环。从冷却塔 21 过来的循环水通过循环水泵 19 驱动, 进入管壳式冷凝器 20 中吸收热量, 在自然循环力推动下进入冷却塔 21 内, 放出热量, 变成低温水, 开始新一轮循环。系统发出的电能为三相交流电, 额定电压为 380V , 可经过调压后并入厂内电网, 或直接送给用电设备使用。

[0027] 所述低沸点有机工质为 R413a, 三级蒸发, 低压级蒸发压力为 0.43MPa , 中压级蒸发压力为 0.86MPa , 高压级蒸发压力为 1.75MPa , 膨胀做功后的工质压力为 0.31MPa 时, 系统输出功率为 2000KW , 朗肯循环效率为 21% , 系统排出的烟气温度为 90°C 。

[0028] 采用先除尘后余热发电装置, 即先将高温含尘烟气进入不锈钢材料滤芯除尘器净化, 除尘器中的不锈钢材料滤芯, 一般能够承受 600°C 左右的长期工作温度, 最高能承受 650°C 的高温, 且能承受高温大颗粒的冲刷, 因此可以直接净化高温烟气, 而不需要做任何预处理。净化后的粉尘浓度降至 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 成为洁净烟气, 不需要处理灰尘的堵塞、清灰等

问题。

[0029] 本发明的最大特点是采用先除尘后多级蒸发有机朗肯循环余热发电来回收矿热炉烟气的余热。以 25500KVA 矿热炉余热回收及除尘工艺为例,本发明方法与常规方法比较,说明如下:

[0030]

序号	比较项目	常规装置	本装置
1	处理风量 ($\times 10^4 \text{Nm}^3 / \text{h}$)	15	
2	原始烟气温度($^{\circ}\text{C}$)	150~1000	
3	系统全压(Pa)	6500~7500	3200~3500
4	排放浓度(mg / Nm^3)	50	10
5	发电量(KW/h)	无	2000
6	余热降温设施钢耗(t)	1200	500
7	主电机能耗(KW)	630	400
8	除尘器折算钢耗(t)	450	380
9	年度总排放(kg)	4500	900
10	年度总能耗(KW.H)	3200000	2040000
11	占地面积($\text{m} \times \text{m}$)	42 \times 48	25 \times 30
12	清、卸、输灰设备	多、堵、耗能	无

[0031] 注:按年工作 330 日计算。

[0032] 由此可见,本发明方法可最大限度地回收烟气中的热能直接转化为高品位电能,其热效率比单级蒸发有机朗肯循环提高 10 ~ 20%,分离套管式热管换热器无须卸灰、清灰、输灰设施,延长了设备的使用寿命,同时可降低烟气的排放温度,并且不影响矿热炉炼钢生产的稳定和连续,还能得到好的环保效果,排放的粉尘浓度 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。装置投资低、运行能耗低。

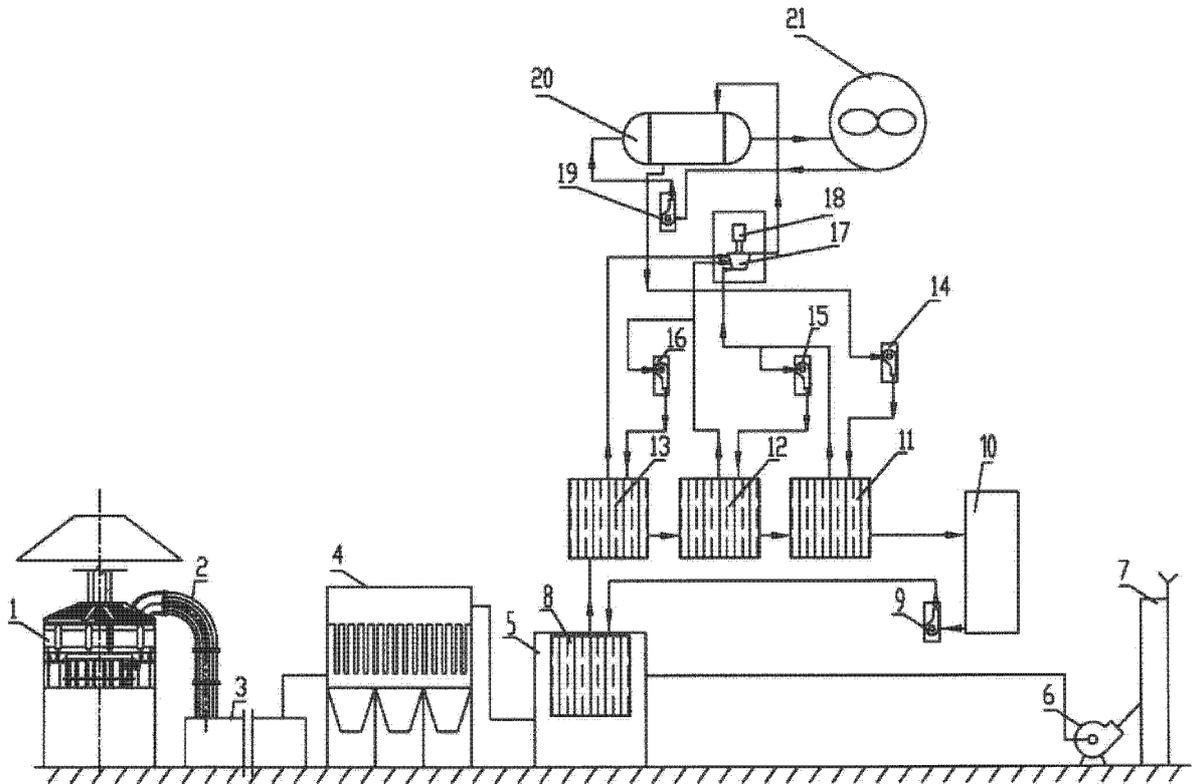


图 1