



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103836987 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 04

(21) 申请号 201210516020. 5

(22) 申请日 2012. 11. 26

(71) 申请人 无锡市东优环保科技有限公司

地址 214181 江苏省无锡市前洲街道堰玉中路 99 号

(72) 发明人 王珍露

(51) Int. Cl.

F27D 17/00 (2006. 01)

F22B 1/18 (2006. 01)

F01D 15/10 (2006. 01)

F01K 25/10 (2006. 01)

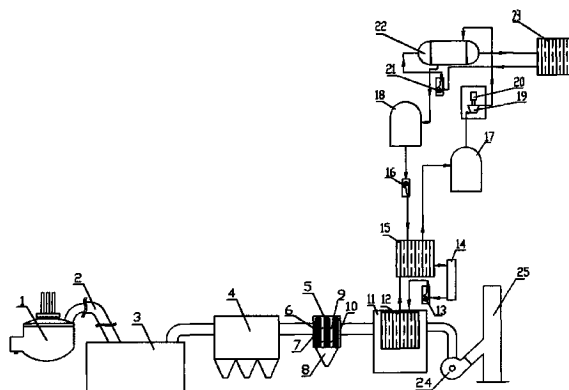
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

带有储液罐的电炉烟气余热发电节能除尘方法

(57) 摘要

带有储液罐的电炉烟气余热发电节能除尘方法,其特征在于:电炉烟气由炉内排出,经水冷烟道混入冷风后进入沉降室,经过沉降室的烟气进入高温除尘器,所述高温除尘器为耐高温碳铜复合材料滤芯除尘器,再进入蓄热均温器,经过蓄热均温的烟气进集气室放出热量,由主风机压入排气筒入大气,同时,循环水进入换热器吸收烟气的热量,形成汽水混合物进蒸发器,放出热量,有机工质通过工质泵,在蒸发器中吸收热量,变成蒸汽,进入汽包,在汽轮机内膨胀做功,带动发电机发电,其特征在于:采用 R227ea 为循环有机工质。本发明采用工质储液罐,可确保工质循环泵连续加压,通过有机朗肯循环余热发电将热能转化为高品位电能,装置投资低、运行能耗低。



1. 带有储液罐的电炉烟气余热发电节能除尘方法,其特征在于:本发明电炉烟气由炉内排出,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 650°C ,经过燃烧沉降室的烟气进入高温除尘器,所述高温除尘器为耐高温碳铜复合材料滤芯除尘器,经除尘后粉尘浓度 $12\text{mg}/\text{Nm}^3$,经除尘的高温烟气进入蓄热均温器,所述蓄热均温器包括烟气进口、碳化硅复合材料蓄热体、激波清灰装置、烟气出口和灰斗,所述碳化硅复合材料蓄热体设置于烟气进口和烟气出口之间,所述激波清灰装置分段布置于蓄热体之间,通过蓄热均温器中碳化硅复合材料蓄热体对高温烟气的蓄热均温作用后,烟气进入集气室中,高温烟气放出热量,完成热交换,温度降至 80°C 左右,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,进入安装于集气室内的一次表面换热器中吸收烟气的热量,形成汽水混合物,汽水混合物在自然循环力推动下进入管壳式蒸发器内,放出热量,变成低温水,低温水流入循环水池,开始新一轮循环,低沸点工质通过工质泵驱动,在管壳式蒸发器中吸收汽水混合物的热量,变成饱和蒸汽,进入汽包,汽包可滤除气源中过饱和水份和杂质,确保汽轮机平稳运行,工质蒸汽通过调压阀后,在低沸点工质汽轮机内膨胀做功,并带动三相发电机发电,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,从低沸点工质汽轮机排出的工质蒸汽由铜肋板式冷凝器冷凝为饱和液体,进入储液罐,储液罐可确保工质循环泵连续加压,工质循环泵将工质液体加压后送入管壳式蒸发器中,开始新一轮循环,从铜肋板式冷凝器出来的循环水,通过溴化锂吸收式制冷机冷却,冷却水的温度降至 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$,满足工质蒸汽冷凝为饱和液体对冷却水的要求,经水泵送入铜肋板式冷凝器中,开始新一轮循环。

2. 根据权利要求 1 所述的带有储液罐的电炉烟气余热发电节能除尘方法,其特征在于:采用 R227ea 为循环有机工质。

带有储液罐的电炉烟气余热发电节能除尘方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种带有储液罐的电炉烟气余热发电节能除尘方法,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,属于电炉除尘技术领域。

背景技术

[0002] 钢铁工业每年消耗大量能源,冶炼过程中产生的高温烟气和设备散热带走了大量能量。由于电炉烟气温度很高,经捕集后进入管道的温度一般在 900℃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。并且烟气温度剧烈波动,含尘量大,普通水列管余热锅炉很难运用于铁合金炉烟气的余热回收。目前,热管换热器已经成功运用到电炉的烟气余热回收中,但由于热管的固有缺陷(造价高、不抗冻、不耐高温、使用年限短),使得热管余热回收装置在钢铁行业的普及还面临很多问题。

[0003] 由于烟气中含有大量的粉尘,粘而细的粉尘在换热元件上出现积灰、堵塞现象,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。

[0004] 同时,由于电炉烟气温度波动剧烈,波幅大,余热回收装置就必须设计得足够大,确保高温烟气也能有效冷却。但实际蒸汽产量却远低于余热回收装置的最大蒸发量,出现大马拉小车的局面。这就相对减少了余热回收装置的经济价值,增加了余热回收装置的投资。

发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明提供了带有储液罐的电炉烟气余热发电节能除尘方法,通过该方法不仅能有效降低电炉烟气温度波动幅度,高效地冷却高温烟气,还能最大限度地回收烟气中的热能转化为高品位电能,同时可降低烟气的排放温度,改善除尘能力,得到很好的除尘效果,排放的粉尘浓度 12mg/Nm³,并且不影响电炉生产的稳定和连续。

[0006] 本发明所采用的技术方案如下:

[0007] 带有储液罐的电炉烟气余热发电节能除尘方法,其特征在于:本发明电炉烟气由炉内排出,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 650℃,经过燃烧沉降室的烟气进入高温除尘器,所述高温除尘器为耐高温碳铜复合材料滤芯除尘器,经除尘后粉尘浓度 12mg/Nm³,经除尘的高温烟气进入蓄热均温器,所述蓄热均温器包括烟气进口、碳化硅复合材料蓄热体、激波清灰装置、烟气出口和灰斗,所述碳化硅复合材料蓄热体设置于烟气进口和烟气出口之间,所述激波清灰装置分段布置于蓄热体之间,通过蓄热均温器中碳化硅复合材料蓄热体对高温烟气的蓄热均温作用后,烟气进入集气室中,高温烟气放出热量,完成热交换,温度降至 80℃左右,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,进入安装于集气

室内的一次表面换热器中吸收烟气的热量,形成汽水混合物,汽水混合物在自然循环力推动下进入管壳式蒸发器内,放出热量,变成低温水,低温水流入循环水池,开始新一轮循环,低沸点工质通过工质泵驱动,在管壳式蒸发器中吸收汽水混合物的热量,变成饱和蒸汽,进入汽包,汽包可滤除气源中过饱和水份和杂质,确保汽轮机平稳运行,工质蒸汽通过调压阀后,在低沸点工质汽轮机内膨胀做功,并带动三相发电机发电,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,从低沸点工质汽轮机排出的工质蒸汽由铜肋板式冷凝器冷凝为饱和液体,进入储液罐,储液罐可确保工质循环泵连续加压,工质循环泵将工质液体加压后送入管壳式蒸发器中,开始新一轮循环,从铜肋板式冷凝器出来的循环水,通过溴化锂吸收式制冷机冷却,冷却水的温度降至 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$,满足工质蒸汽冷凝为饱和液体对冷却水的要求,经水泵送入铜肋板式冷凝器中,开始新一轮循环。

[0008] 其进一步特征在于:本发明采用 R227ea 为循环有机工质。

[0009] 本发明的有益效果是:由于电炉烟气温度波动剧烈,烟气温度峰值高,当烟气通过本发明的蓄热均温器处理后,烟气温度波动幅度可以大为减少,同时也降低了烟气温度的峰值。经过蓄热均温器的烟气进一次表面换热器,由于烟气温度峰值降低,可以使余热发电装置投资减少;烟气温度波动幅度减少,则有利于提高余热发电装置的稳定性,延长使用寿命;同时,由于本发明的一次表面换热器放置在除尘器后,热源烟气含尘量低,设备设计制造时可不予考虑,因此可以将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;余热利用设施体积减小,同时维护量减小,也延长了换热器的使用寿命,粉尘排放浓度更低。

[0010] 本发明与已有技术相比具有以下优点:

[0011] 1. 采用低沸点工质有机朗肯循环余热发电来回收电炉烟气的余热,将电炉烟气中的热能转化为高品位电能;

[0012] 2. 通过溴化锂吸收式制冷机冷却,冷却水的温度降至 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$,满足工质蒸汽冷凝为饱和液体对冷却水的要求;

[0013] 3. 蓄热均温器可对烟气温度削峰填谷,降低烟气的最高温度、减小烟气温度的波动幅度,缓解烟气温度的骤升骤降,解决热胀冷缩问题;

[0014] 4、汽包可滤除气源中过饱和水份和杂质,确保汽轮机平稳运行;

[0015] 5、工质储液罐,可确保工质循环泵连续加压;

[0016] 6、一次表面换热器不积灰,不堵塞,延长设备的使用寿命;

[0017] 7、提高余热发电装置效率;

[0018] 8、减少余热发电装置投资。

附图说明

[0019] 图 1 是实现本发明带有储液罐的电炉烟气余热发电节能除尘方法的工艺流程图。

[0020] 图中:1. 电炉,2. 水冷烟道,3. 燃烧沉降室,4. 高温除尘器,5. 蓄热均温器,6. 烟气进口,7. 碳化硅复合材料蓄热体,8. 灰斗,9. 激波清灰装置,10. 烟气出口,11. 集气室,12. 一次表面换热器,13. 换热器给水泵,14. 循环水池,15. 管壳式蒸发器,16. 工质循环泵,17. 汽包,18. 储液罐,19. 低沸点工质汽轮机,20. 三相发电机,21. 循环水泵,22. 铜肋板式

冷凝器, 23. 溴化锂吸收式制冷机, 24. 主风机, 25. 排气筒。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本发明作进一步的描述：

[0022] 如图 1 所示：本发明带有储液罐的电炉烟气余热发电节能除尘方法步骤如下：

[0023] 90t/h 电炉 1 烟气流量 $20 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$, 温度 900°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 650°C , 经过燃烧沉降室的烟气进入高温除尘器 4, 所述高温除尘器 4 为耐高温碳铜复合材料滤芯除尘器, 经除尘后粉尘浓度 $12\text{mg}/\text{Nm}^3$, 经除尘的高温烟气进入蓄热均温器 5, 所述蓄热均温器 5 包括烟气进口 6、碳化硅复合材料蓄热体 7、激波清灰装置 9、烟气出口 10 和灰斗 8, 所述碳化硅复合材料蓄热体 7 设置于烟气进口 6 和烟气出口 10 之间, 所述激波清灰装置 9 分段布置于蓄热体 7 之间, 通过蓄热均温器 5 中碳化硅复合材料蓄热体 7 对高温烟气的蓄热均温作用后, 烟气进入集气室 11 中, 高温烟气放出热量, 完成热交换, 温度降至 80°C , 由主风机 24 压入排气筒 25 排入大气, 同时, 循环水通过换热器给水泵 13 驱动, 进入安装于集气室 11 内的一次表面换热器 12 中吸收烟气的热量, 形成汽水混合物, 汽水混合物在自然循环力推动下进入管壳式蒸发器 15 内, 放出热量, 变成低温水, 低温水流入循环水池 14, 开始新一轮循环, 低沸点工质通过工质泵 16 驱动, 在管壳式蒸发器 15 中吸收汽水混合物的热量, 变成饱和蒸汽, 进入汽包 17, 汽包 17 可滤除气源中过饱和水份和杂质, 确保汽轮机 19 平稳运行, 工质蒸汽通过调压阀后, 在低沸点工质汽轮机 19 内膨胀做功, 并带动三相发电机 20 发电, 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, 从低沸点工质汽轮机 19 排出的工质蒸汽由铜肋板式冷凝器 22 冷凝为饱和液体, 进入储液罐 18, 储液罐 18 可确保工质循环泵 16 连续加压, 工质循环泵 16 将工质液体加压后送入管壳式蒸发器 15 中, 开始新一轮循环, 从冷却塔 23 过来的循环水通过循环水泵 21 驱动, 进入铜肋板式冷凝器 22 中吸收热量, 在自然循环力推动下进入冷却塔 23 内, 放出热量, 变成低温水, 开始新一轮循环。

[0024] 所述低沸点工质为 R227ea, 进入低沸点工质汽轮机的工质压力为 2.85MPa , 膨胀做功后的工质压力为 0.35MPa 时, 系统输出电功率为 2500KW , 朗肯循环效率为 22.5% , 系统排出的烟气温度为 80°C 。

[0025] 采用先除尘后余热回收装置, 即先将高温含尘烟气进入碳铜复合材料滤芯除尘器净化, 除尘器中的碳铜复合材料滤芯, 一般能够承受 700°C 左右的长期工作温度, 最高能承受 800°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 $12\text{mg}/\text{Nm}^3$ 成为洁净烟气, 余热发电装置不需要处理灰尘的堵塞、清灰等问题。

[0026] 由于蓄热均温器可对烟气温度削峰填谷, 降低烟气的最高温度、减小烟气温度的波动幅度, 缓解烟气温度的骤升骤降, 因而可减少余热发电装置的投资, 提高余热发电装置的稳定性, 并可安全地配置各类余热发电设备。

[0027] 本发明的最大特点是采用蓄热均温器, 降低了烟气温度的峰值, 采用低沸点工质有机朗肯循环余热发电来回收电炉烟气的余热, 通过溴化锂吸收式制冷机冷却从管壳式冷

凝器出来的循环冷却水,冷却水的温度降至 10 ~ 15℃,满足工质蒸汽冷凝为饱和液体对冷却水的要求,采用工质储液罐,可确保工质循环泵连续加压,采用汽包可滤除气源中过饱和水份和杂质,确保汽轮机平稳运行,可最大限度地回收烟气中的热能转化为高品位电能。

[0028] 以 90t/h 电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:

[0029]

序号	比较项目	常规的技术经济指标	本发明的技术经济指标
1	处理风量 ($\times 10^4 \text{ Nm}^3 / \text{h}$)	20	
2	原始烟气温度(℃)	130~900	
3	系统全压(Pa)	7000~8000	3200~3600
4	排放浓度(mg / Nm^3)	50	12
5	进集气室温度波动区间	130℃~900℃	320℃~580℃
6	余热利用量	产蒸汽量: 4t/h (蒸汽压力: 0.8MPa) 折算人民币: 400 元/h	发电量: 2500 KW/h 折算人民币: 1250 元/h
7	余热利用率	5%	22.5%

[0030]

8	余热设施钢耗 (t)	1250	480
9	主电机能耗 (KW)	1000	500
10	除尘器折算钢耗 (t)	500	420
11	年度总排放 (kg)	4500	1080
12	年度总能耗 (KW.H)	8200000	3960000

[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转化为高品位电能,一次表面换热器无须卸灰、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,并且不影响电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 $12\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。装置投资低、运行能耗低。

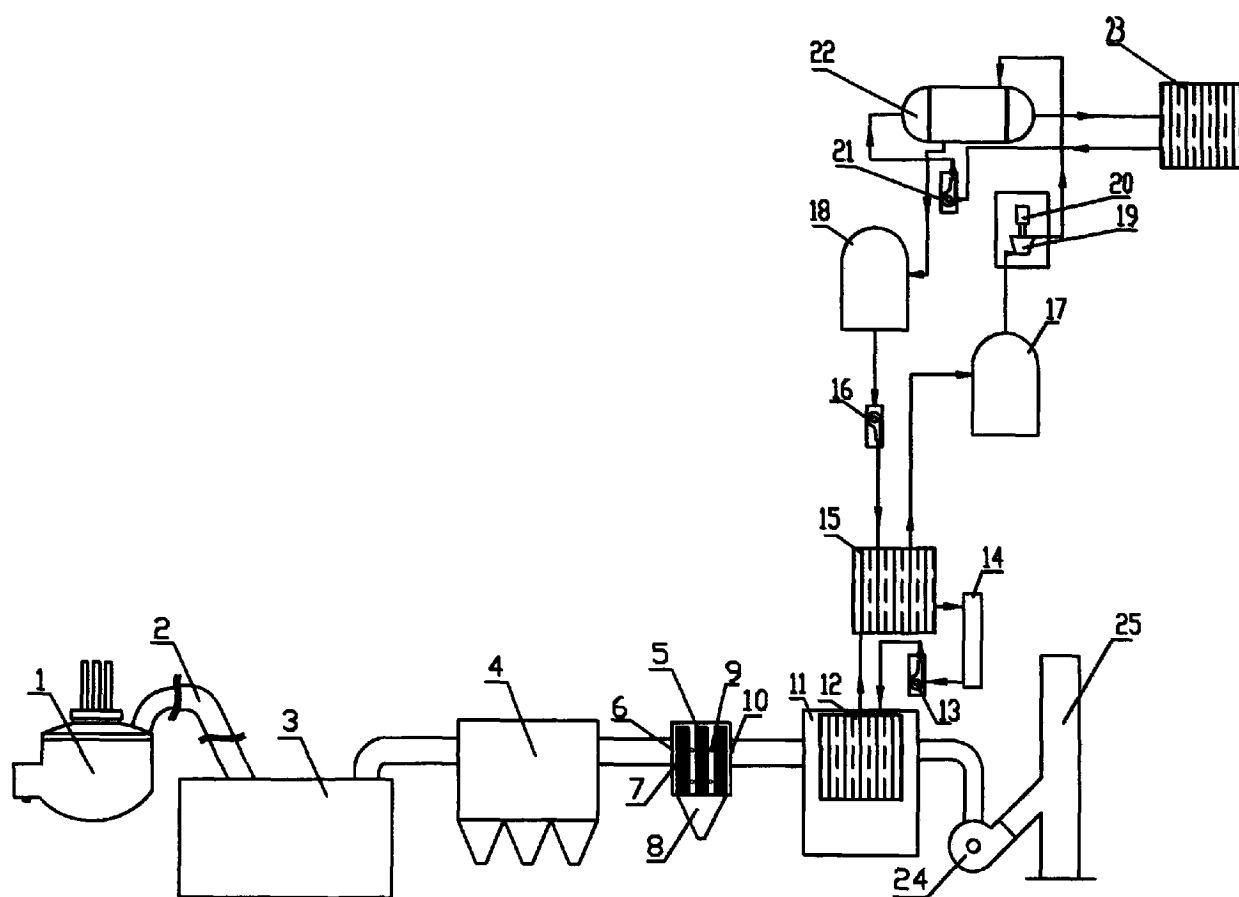


图 1