



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105823077 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(21)申请号 201610164473.4

(22)申请日 2016.03.22

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁路28号

(72)发明人 刘明 严俊杰 李根 种道彤

刘继平 邢秦安 王进仕 陈伟雄

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

代理人 何会侠

(51)Int.Cl.

F23L 15/00(2006.01)

F02G 1/00(2006.01)

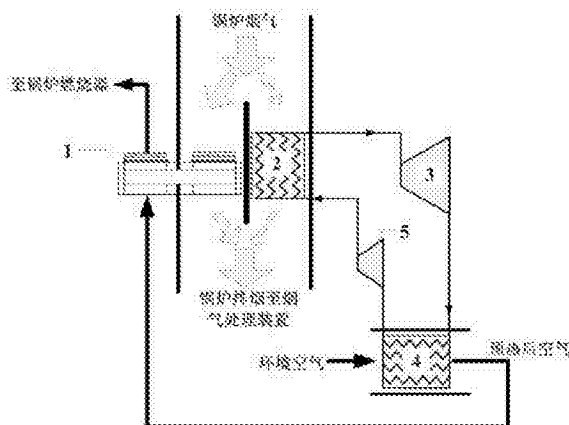
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种火电厂中低温烟气热能梯级利用系统
及方法

(57)摘要

一种火电厂中低温烟气热能梯级利用系统及方法,该系统在火电厂锅炉尾部烟道耦合布置布雷顿循环,且火电厂锅炉尾部烟道采用分隔烟道即两路烟道,一路烟道连通空气预热器烟气入口,另一路烟道连通布雷顿循环加热器烟气入口,所述布雷顿循环加热器工质出口连通透平入口,透平出口连通布雷顿循环冷却器工质入口,布雷顿循环冷却器工质出口通过压气机连通布雷顿循环加热器工质入口;布雷顿循环冷却器热空气出口连通空气预热器空气入口,空气预热器空气出口连接锅炉燃烧器;本发明还公开了烟气热能梯级利用方法;能够优化火电厂中低温烟气的换热流程,降低空气预热器不可逆损失,从而提高整个火力发电厂效率,同时提高了进入空气预热器空气温度对空气预热器的安全运行有利。



1. 一种火电厂中低温烟气热能梯级利用系统,其特征在于:在火电厂锅炉尾部烟道耦合布置布雷顿循环,且火电厂锅炉尾部烟道采用分隔烟道即两路烟道,一路烟道连通空气预热器(1)烟气入口,另一路烟道连通布雷顿循环加热器(2)烟气入口,所述布雷顿循环加热器(2)工质出口连通透平(3)入口,透平(3)出口连通布雷顿循环冷却器(4)工质入口,布雷顿循环冷却器(4)工质出口通过压气机(5)连通布雷顿循环加热器(2)工质入口;所述布雷顿循环冷却器(4)冷空气入口连通大气环境,热空气出口连通空气预热器(1)空气入口,空气预热器(1)空气出口连接锅炉燃烧器;所述空气预热器(1)和布雷顿循环加热器(2)的烟气出口均连通烟气处理装置。

2. 根据权利要求1所述的火电厂中低温烟气热能梯级利用系统,其特征在于:所述布雷顿循环加热器(2)和布雷顿循环冷却器(4)中的布雷顿循环工质为超临界CO₂。

3. 根据权利要求1所述的火电厂中低温烟气热能梯级利用系统,其特征在于:该系统发电量用于火电厂厂用电,以降低火电厂厂用电率。

4. 权利要求1所述火电厂中低温烟气热能梯级利用系统的利用方法,其特征在于:锅炉烟气在进入空气预热器(1)前被分为两部分,一部分烟气进入空气预热器(1),另一部分烟气进入布雷顿循环加热器(2)对布雷顿循环工质进行加热,布雷顿循环工质在布雷顿循环加热器(2)中升温后进入透平(3)中降温降压对外做功,而后进入布雷顿循环冷却器(4)中预热锅炉送风,而自身降温,降温后的布雷顿循环工质再经压气机(5)升压后进入布雷顿循环加热器(2)中完成布雷顿循环;锅炉燃烧所需空气先送入布雷顿循环冷却器(4)预热后,再送入空气预热器(1),最终送入锅炉燃烧器。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于:分配进入布雷顿循环加热器(2)中的烟气占总烟气的质量份额为10%~35%。

一种火电厂中低温烟气热能梯级利用系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及火电厂热能利用技术领域,具体涉及一种火电厂中低温烟气热能梯级利用系统及方法。

背景技术

[0002] 火力发电是我国电力生产的主体,随着我国节能减排工作的深入,排烟余热利用逐渐引起了学者们的重视。在火电厂的空气预热器中,由于锅炉排烟单位温降放热量大于锅炉送风单位温降吸热量,导致空气预热器烟气出口侧(空气入口侧)换热温差大,达100℃以上,由此造成空气预热器不可逆损失较大。

发明内容

[0003] 为了克服上述现有技术存在的问题,本发明的目的在于提供一种火电厂中低温烟气热能梯级利用系统及方法,本发明能够优化火电厂中低温烟气的换热流程,降低空气预热器不可逆损失,从而提高整个火力发电厂效率,同时提高了进入空气预热器空气温度对空气预热器的安全运行有利。

[0004] 为了达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0005] 一种火电厂中低温烟气热能梯级利用系统,在火电厂锅炉尾部烟道耦合布置布雷顿循环,且火电厂锅炉尾部烟道采用分隔烟道即两路烟道,一路烟道连通空气预热器1烟气入口,另一路烟道连通布雷顿循环加热器2烟气入口,所述布雷顿循环加热器2工质出口连通透平3入口,透平3出口连通布雷顿循环冷却器4工质入口,布雷顿循环冷却器4工质出口通过压气机5连通布雷顿循环加热器2工质入口;所述布雷顿循环冷却器4冷空气入口连通大气环境,热空气出口连通空气预热器1空气入口,空气预热器1空气出口连接锅炉燃烧器;所述空气预热器1和布雷顿循环加热器2的烟气出口均连通烟气处理装置。

[0006] 所述布雷顿循环加热器2和布雷顿循环冷却器4中的布雷顿循环工质为超临界CO₂。

[0007] 该系统发电量用于火电厂厂用电,以降低火电厂厂用电率。

[0008] 上述所述火电厂中低温烟气热能梯级利用系统的利用方法,锅炉烟气在进入空气预热器1前被分为两部分,一部分烟气进入空气预热器1,另一部分烟气进入布雷顿循环加热器2对布雷顿循环工质进行加热,布雷顿循环工质在布雷顿循环加热器2中升温后进入透平3中降温降压对外做功,而后进入布雷顿循环冷却器4中预热锅炉送风,而自身降温,降温后的布雷顿循环工质再经压气机5升压后进入布雷顿循环加热器2中完成布雷顿循环;锅炉燃烧所需空气先送入布雷顿循环冷却器4预热后,再送入空气预热器1,最终送入锅炉燃烧器。

[0009] 分配进入布雷顿循环加热器2中的烟气占总烟气的质量份额为10%~35%。

[0010] 和现有技术相比较,本发明具备如下优点:

[0011] 1. 本发明降低了空气预热器的不可逆损失,利用布雷顿循环实现了烟气热能的有

效利用,可以降低供电煤耗率 $1.5\sim 2.5\text{g/kWh}$,同时可以进一步与低温省煤器耦合使用,使电站供电煤耗率降低 $3\sim 4.5\text{g/kWh}$;

[0012] 2.本发明提高了空气预热器入口风温,可以有效降低空气预热器腐蚀,提高锅炉空气预热器运行可靠性。

附图说明

[0013] 图1为本发明火电厂中低温烟气热能梯级利用系统图。

[0014] 图2为理想布雷顿循环图。

具体实施方式

[0015] 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。

[0016] 如图1所示,本发明一种火电厂中低温烟气热能梯级利用系统,在火电厂锅炉尾部烟道耦合布置布雷顿循环,且火电厂锅炉尾部烟道采用分隔烟道即两路烟道,一路烟道连通空气预热器1烟气入口,另一路烟道连通布雷顿循环加热器2烟气入口,所述布雷顿循环加热器2工质出口连通透平3入口,透平3出口连通布雷顿循环冷却器4工质入口,布雷顿循环冷却器4工质出口通过压气机5连通布雷顿循环加热器2工质入口;所述布雷顿循环冷却器4冷空气入口连通大气环境,热空气出口连通空气预热器1空气入口,空气预热器1空气出口连接锅炉燃烧器;所述空气预热器1和布雷顿循环加热器2的烟气出口均连通烟气处理装置。

[0017] 作为本发明的优选实施方式,所述布雷顿循环加热器2和布雷顿循环冷却器4中的布雷顿循环工质为超临界 CO_2 。

[0018] 本发明系统发电量用于火电厂厂用电,以降低火电厂厂用电率。

[0019] 本发明火电厂中低温烟气热能梯级利用系统的利用方法,锅炉烟气在进入空气预热器1前被分为两部分,一部分烟气进入空气预热器1,另一部分烟气进入布雷顿循环加热器2对布雷顿循环工质进行加热,布雷顿循环工质在布雷顿循环加热器2中升温后进入透平3中降温降压对外做功,而后进入布雷顿循环冷却器4中预热锅炉送风,而自身降温,降温后的布雷顿循环工质再经压气机5升压后进入布雷顿循环加热器2中完成布雷顿循环;锅炉燃烧所需空气先送入布雷顿循环冷却器4预热后,再送入空气预热器1,最终送入锅炉燃烧器。

[0020] 作为本发明的优选实施方式,分配进入布雷顿循环加热器2中的烟气占总烟气的质量份额为 $10\%\sim 35\%$ 。

[0021] 下面详细说明本发明的工作原理:

[0022] 在火力发电厂空气预热器中,存在以下关系:

[0023] $m_f c_{pf} > m_{air} c_{pair}$

[0024] 式中: m_f 、 m_{air} 分别为烟气、空气流量, kg/s ; c_{pf} 、 c_{pair} 分别为烟气空气比热容, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

[0025] 因此,锅炉排烟单位温降放热量大于锅炉送风单位温降吸热量,空气预热器中热烟气放热曲线与冷空气吸热曲线匹配较差,空气预热器烟气出口侧(空气入口侧)换热温差大,达 100°C 以上,由此造成空气预热器不可逆损失较大。

[0026] 为此,本发明提出采用分隔烟道,将进入空气预热器烟气分流部分烟气作为热源

驱动布雷顿循环,使得:

[0027] $m_f c_{pf} \approx m_{air} c_{p,air}$

[0028] 从而降低空气预热器中烟气、空气换热的不可逆损失。

[0029] 同时,利用布雷顿循环冷却器对进入空气预热器前的烟气进行预热,一方面补充分流烟气带来的烟气热量不足,一方面可以有效降低空气预热器的腐蚀风险。理想布雷顿循环示意图如图2所示,其中1-2为绝热压缩过程,2-3为定压加热过程,3-4为绝热膨胀过程,4-1为定压放热过程。

[0030] 布雷顿循环等压吸热、放热曲线与烟气放热、空气吸热曲线匹配较好,不可逆性低。布雷顿循环工质可以选取超临界状态下的CO₂等。

[0031] 其工作过程为:常规火电厂中,锅炉烟气全部送入空气预热器。

[0032] 本发明火电厂中低温烟气热能梯级利用系统采用分隔烟道,将部分烟气送入空气预热器1,部分烟气送入布雷顿循环加热器2。布雷顿循环工质在布雷顿循环加热器2中吸热,而后进入透平3中膨胀做功,之后进入布雷顿循环冷却器4对进入空气预热器1的空气进行加热,而自身冷却,冷却后的工质送入压气机5升压后送入布雷顿循环加热器2中完成布雷顿循环。锅炉所需空气经布雷顿循环冷却器4、空气预热器1两级加热后送入锅炉燃烧器。

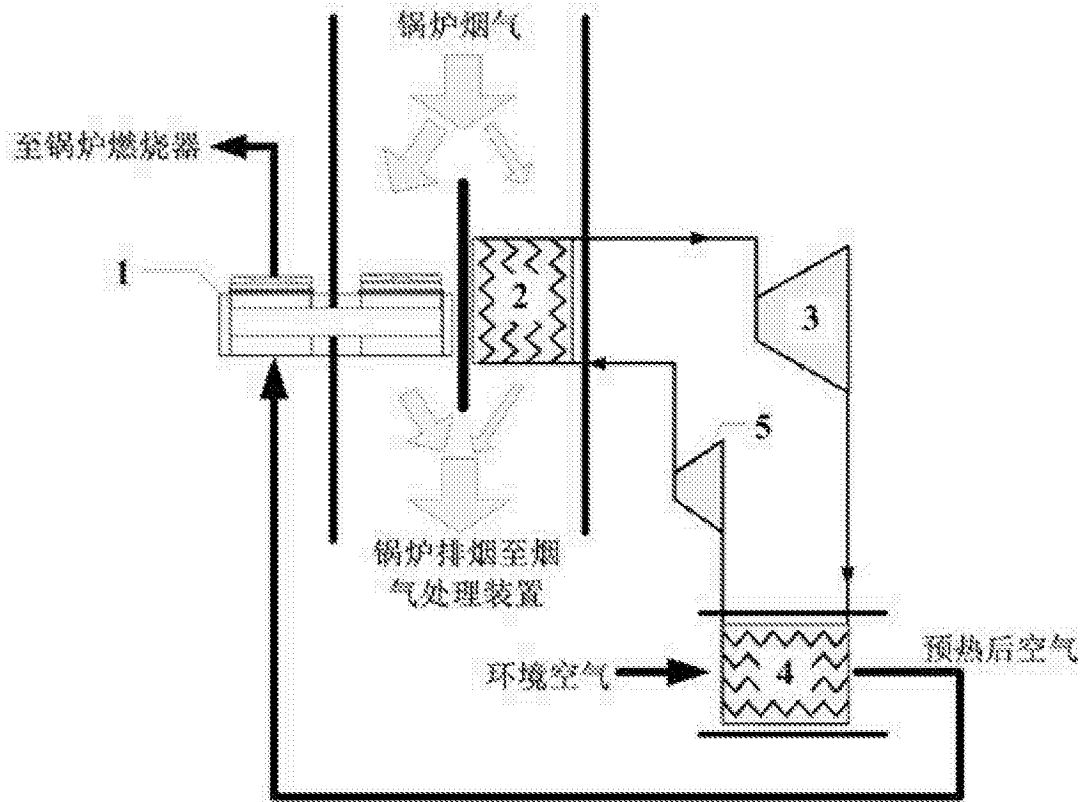


图1

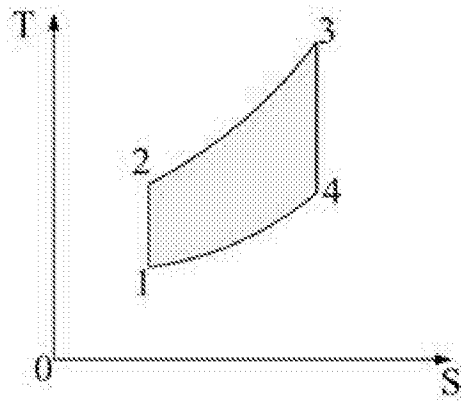


图2