



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106352317 B

(45)授权公告日 2018.06.22

(21)申请号 201610825240.4

(22)申请日 2016.09.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106352317 A

(43)申请公布日 2017.01.25

(73)专利权人 西安热工研究院有限公司
地址 710032 陕西省西安市碑林区兴庆路
136号
专利权人 华能集团技术创新中心

(72)发明人 张一帆 王月明 李红智 姚明宇
高炜 吴帅帅

(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 徐文权

(51)Int.Cl.

F22B 31/08(2006.01)

F22D 1/00(2006.01)

F22G 7/12(2006.01)

F23J 15/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 206016879 U,2017.03.15,

CN 101929386 A,2010.12.29,

CN 102080599 A,2011.06.01,

CN 103075216 A,2013.05.01,

CN 204691835 U,2015.10.07,

CN 204941627 U,2016.01.06,

CN 105526576 A,2016.04.27,

CN 105840442 A,2016.08.10,

US 2014352305 A1,2014.12.04,

审查员 姚丽华

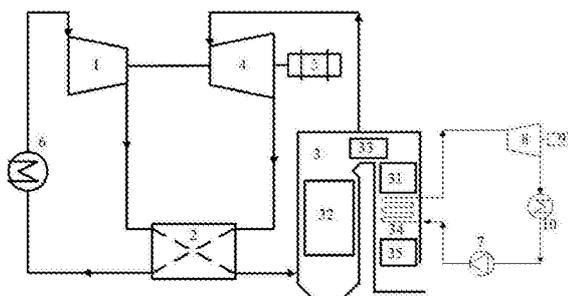
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

超临界二氧化碳布雷顿和蒸汽朗肯联合循环火力发电系统

(57)摘要

本发明公开了一种超临界二氧化碳布雷顿和蒸汽朗肯联合循环火力发电系统,包括超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统及蒸汽朗肯循环系统,蒸汽朗肯循环系统中的加热器位于超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统中锅炉的尾部烟道内,且蒸汽朗肯循环系统中的加热器位于超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统中省煤器与空气预热器之间,该系统能够实现超临界二氧化碳锅烟气热量的梯级利用,能够保证锅炉尾部烟道中空气预热器安全运行,降低锅炉的排烟温度,提高锅炉的热效率。



1. 一种超临界二氧化碳布雷顿和蒸汽朗肯联合循环火力发电系统,其特征在於,包括超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统及蒸汽朗肯循环系统,蒸汽朗肯循环系统中的加热器(34)位于超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统中锅炉(3)的尾部烟道内,且蒸汽朗肯循环系统中的加热器(34)位于超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统中省煤器(31)与空气预热器(35)之间;

蒸汽朗肯循环系统包括加热器(34)、蒸汽透平(8)、水泵(7)、蒸汽冷凝器(10)及蒸汽循环发电机(9),蒸汽透平(8)的输出轴与蒸汽循环发电机(9)的驱动轴相连接,加热器(34)的出口依次经蒸汽透平(8)、蒸汽冷凝器(10)及水泵(7)与加热器(34)的入口相连通;

超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统包括锅炉(3)、二氧化碳循环发电机(5)、二氧化碳透平(4)、二氧化碳回热器(2)、二氧化碳预冷器(6)、二氧化碳压缩机(1)、以及布置于锅炉(3)尾部烟道内的过热器(33)、省煤器(31)及空气预热器(35);

二氧化碳透平(4)的出口依次经二氧化碳回热器(2)的热侧、二氧化碳预冷器(6)及二氧化碳压缩机(1)与二氧化碳回热器(2)的冷侧入口相连通,二氧化碳回热器(2)的冷侧出口依次经省煤器(31)、锅炉(3)的水冷壁(32)及过热器(33)与二氧化碳透平(4)的入口相连通,过热器(33)、省煤器(31)、蒸汽朗肯循环系统中的加热器(34)、以及空气预热器(35)沿烟气流的方向依次布置;二氧化碳压缩机(1)、二氧化碳透平(4)及二氧化碳循环发电机(5)同轴布置,空气预热器(35)的出口与锅炉(3)的空气入口相连通。

2. 根据权利要求1所述的超临界二氧化碳布雷顿和蒸汽朗肯联合循环火力发电系统,其特征在於,锅炉(3)的尾部烟道内还设有SCR脱硝装置,蒸汽朗肯循环系统中的加热器(34)、SCR脱硝装置及空气预热器(35)沿烟气流的方向依次布置。

3. 根据权利要求1所述的超临界二氧化碳布雷顿和蒸汽朗肯联合循环火力发电系统,其特征在於,锅炉(3)为 π 型锅炉。

超临界二氧化碳布雷顿和蒸汽朗肯联合循环火力发电系统

技术领域

[0001] 本发明属于超临界二氧化碳高效火力发电领域,涉及一种超临界二氧化碳布雷顿和蒸汽朗肯联合循环火力发电系统。

背景技术

[0002] 发电机组效率的高低对国民经济的发展和环境保护都有着重要影响,我国能源储备的构成特点决定了火力发电机组仍然是未来几十年内我国电力行业的主力军,因此,提高火力发电机组的效率在我国显得尤为重要。

[0003] 提高超临界、超超临界机组的蒸汽参数可以有效的提高火力发电系统的效率。将主蒸汽参数提高至700℃,可将蒸汽朗肯循环机组的发电效率提高至50%左右。但是,目前700℃高温合金材料开发难度大,成本高,材料问题成为了700℃发电技术的最大瓶颈。为了避免材料方面的技术瓶颈,各国学者纷纷将目光转移到新型动力循环系统,以期实现发电效率的提升。经过各国学者大量的前期研究和论证,目前普遍认为超临界二氧化碳布雷顿循环系统是极具潜力的新概念先进动力系统。这主要是由于超临界二氧化碳具有能量密度大、传热效率高等特点,超临界二氧化碳布雷顿循环高效发电系统可以在620℃温度范围内达到常规蒸汽朗肯循环700℃的效率,避开了新型的高温合金的制约,且设备尺寸小于同参数的蒸汽机组,经济性非常好。

[0004] 但是,超临界二氧化碳布雷顿循环高效发电系统作为一种新型的先进发电系统,仍然有一些问题有待解决。尤其是对于用于火力发电的超临界二氧化碳布雷顿循环,其二氧化碳锅炉与蒸汽锅炉有显著差别,二氧化碳锅炉烟气余热梯级利用是目前亟待解决的问题。

[0005] 由于二氧化碳和水物性的不同,二氧化碳布雷顿循环与蒸汽朗肯循环的发电原理也有明显差异,在超临界二氧化碳布雷顿循环火力发电系统中,二氧化碳锅炉入口工质的温度比同参数蒸汽锅炉高出100-200℃,这意味着当600℃等级的超临界二氧化碳锅炉仍采用传统超临界蒸汽锅炉的结构形式时,省煤器内工质温度会达到500-550℃,省煤器处的烟气温度则会高达600℃以上,而省煤器后的空气预热器比较合理的烟气入口温度应为400℃,这就导致了600℃-400℃的这部分烟气余热无法利用,锅炉热效率低,严重影响了机组的发电效率。此外,过高的烟气温度会造成空预器的损坏以及脱硝设备无法正常工作。因此,提出一种能够实现超临界二氧化碳锅炉烟气热量梯级利用的联合循环,降低锅炉排烟温度,提高锅炉及系统效率十分有必要。

[0006] 然而经调研可知,目前国内外公开成果和专利中关于以超临界二氧化碳布雷顿循环为基础的联合循环火力发电系统的内容很少,更鲜有专利涉及通过联合循环的方式解决超临界二氧化碳锅炉烟气热量梯级利用的问题,同时现有的超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统不能保证锅炉尾部烟道内空气预热器的安全运行。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点,提供了一种超临界二氧化碳布雷顿和蒸汽朗肯联合循环火力发电系统,该系统能够实现超临界二氧化碳锅炉烟气热量的梯级利用,能够保证锅炉尾部烟道中空气预热器安全运行,降低锅炉的排烟温度,提高锅炉的热效率。

[0008] 为达到上述目的,本发明所述的超临界二氧化碳布雷顿和蒸汽朗肯联合循环火力发电系统包括超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统及蒸汽朗肯循环系统,蒸汽朗肯循环系统中的加热器位于超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统中锅炉的尾部烟道内,且蒸汽朗肯循环系统中的加热器位于超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统中省煤器与空气预热器之间。

[0009] 蒸汽朗肯循环系统包括加热器、蒸汽透平、水泵、蒸汽冷凝器及蒸汽循环发电机,蒸汽透平的输出轴与蒸汽循环发电机的驱动轴相连接,加热器的出口依次经蒸汽透平、蒸汽冷凝器及水泵与加热器的入口相连通。

[0010] 超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统包括锅炉、二氧化碳循环发电机、二氧化碳透平、二氧化碳回热器、二氧化碳预冷器、二氧化碳压缩机、以及布置于锅炉尾部烟道内的过热器、省煤器及空气预热器;

[0011] 二氧化碳透平的出口依次经二氧化碳回热器的热侧、二氧化碳预冷器及二氧化碳压缩机与二氧化碳回热器的冷侧入口相连通,二氧化碳回热器的冷侧出口依次经省煤器、锅炉的水冷壁及过热器与二氧化碳透平的入口相连通,过热器、省煤器、蒸汽朗肯循环系统中的加热器、以及空气预热器沿烟气流通的方向依次布置;二氧化碳压缩机、二氧化碳透平及二氧化碳循环发电机同轴布置,空气预热器的出口与锅炉的空气入口相连通。

[0012] 锅炉的尾部烟道内还设有SCR脱硝装置,蒸汽朗肯循环系统中的加热器、SCR脱硝装置及空气预热器沿烟气流通的方向依次布置。

[0013] 锅炉为 π 型锅炉。

[0014] 本发明具有以下有益效果:

[0015] 本发明所述的超临界二氧化碳布雷顿和蒸汽朗肯联合循环火力发电系统包括超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统及蒸汽朗肯循环系统,蒸汽朗肯循环系统中的加热器位于超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统中锅炉的尾部烟道内,且加热器位于空气预热器与省煤器之间,实现高参数的超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统与中低参数的蒸汽朗肯循环系统相结合的循环火力发电,锅炉产生的高温烟气经过热器、省煤器、加热器及空气预热器依次吸收利用,实现锅炉烟气热量的梯级利用,同时通过加热器有效的降低进入到空气预热器中烟气的热量,保证空气预热器安全、稳定运行,降低锅炉的排烟温度,提高锅炉的热效率及系统的发电效率。

附图说明

[0016] 图1为本发明的结构示意图。

[0017] 其中,1为二氧化碳压缩机、2为二氧化碳回热器、3为锅炉、31为省煤器、32为水冷壁、33为过热器、34为加热器、35为空气预热器、4为二氧化碳透平、5为二氧化碳循环发电机、6为二氧化碳预冷器、7为水泵、8为蒸汽透平、9为蒸汽循环发电机、10为蒸汽冷凝器。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述：

[0019] 参考图1,本发明所述的超临界二氧化碳布雷顿和蒸汽朗肯联合循环火力发电系统包括超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统及蒸汽朗肯循环系统,蒸汽朗肯循环系统中的加热器34位于超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统中锅炉3的尾部烟道内,且蒸汽朗肯循环系统中的加热器34位于超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统中省煤器31与空气预热器35之间。

[0020] 蒸汽朗肯循环系统包括加热器34、蒸汽透平8、水泵7、蒸汽冷凝器10及蒸汽循环发电机9,蒸汽透平8的输出轴与蒸汽循环发电机9的驱动轴相连接,加热器34的出口依次经蒸汽透平8、蒸汽冷凝器10及水泵7与加热器34的入口相连通。

[0021] 超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统包括锅炉3、二氧化碳循环发电机5、二氧化碳透平4、二氧化碳回热器2、二氧化碳预冷器6、二氧化碳压缩机1、以及布置于锅炉3尾部烟道内的过热器33、省煤器31及空气预热器35;二氧化碳透平4的出口依次经二氧化碳回热器2的热侧、二氧化碳预冷器6及二氧化碳压缩机1与二氧化碳回热器2的冷侧入口相连通,二氧化碳回热器2的冷侧出口依次经省煤器31、锅炉3的水冷壁32及过热器33与二氧化碳透平4的入口相连通,过热器33、省煤器31、蒸汽朗肯循环系统中的加热器34、以及空气预热器35沿烟气流通的方向依次布置;二氧化碳压缩机1、二氧化碳透平4及二氧化碳循环发电机5同轴布置,空气预热器35的出口与锅炉3的空气入口相连通。

[0022] 锅炉3的尾部烟道内还设有SCR脱硝装置,蒸汽朗肯循环系统中的加热器34、SCR脱硝装置及空气预热器35沿烟气流通的方向依次布置。

[0023] 超临界二氧化碳布雷顿循环发电系统的工作过程为:二氧化碳透平4输出的乏气经二氧化碳回热器2的热侧对其冷侧的工质进行加热,再经二氧化碳预冷器6冷却、二氧化碳压缩机1升压后进入二氧化碳回热器2的冷侧中,二氧化碳回热器2冷侧输出的工质依次经省煤器31、锅炉3的水冷壁32及过热器33加热到设计温度形成高温高压工质,然后再进入到二氧化碳透平4中膨胀做功变为乏气,并通过二氧化碳循环发电机5发电,至此工质实现了一个完整的闭式布雷顿循环。

[0024] 蒸汽朗肯循环系统的工作过程为:经水泵7升压后的工质进入加热器34中与烟气进行换热,使其加热至设计温度,然后再进入到蒸汽透平8中做功,并通过蒸汽循环发电机9发电,蒸汽透平8输出的乏气经过蒸汽冷凝器10冷凝后进入到水泵7中,至此工质实现了一个完整的蒸汽朗肯循环。

[0025] 加热器34布置在锅炉3的尾部烟道中,加热器34位于省煤器31与空气预热器35之间,加热器34有效吸收省煤器31与空气预热器35之间中温烟气的热量(以600℃机组为例,中温烟气为温度大约在600℃至400℃的烟气),再通过蒸汽朗肯循环系统将该部分热量转换为电能,实现锅炉3中烟气余热的梯级利用,保证空气预热器35烟气侧入口的温度处于一个合理的范围。

[0026] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明

的保护范围之内。

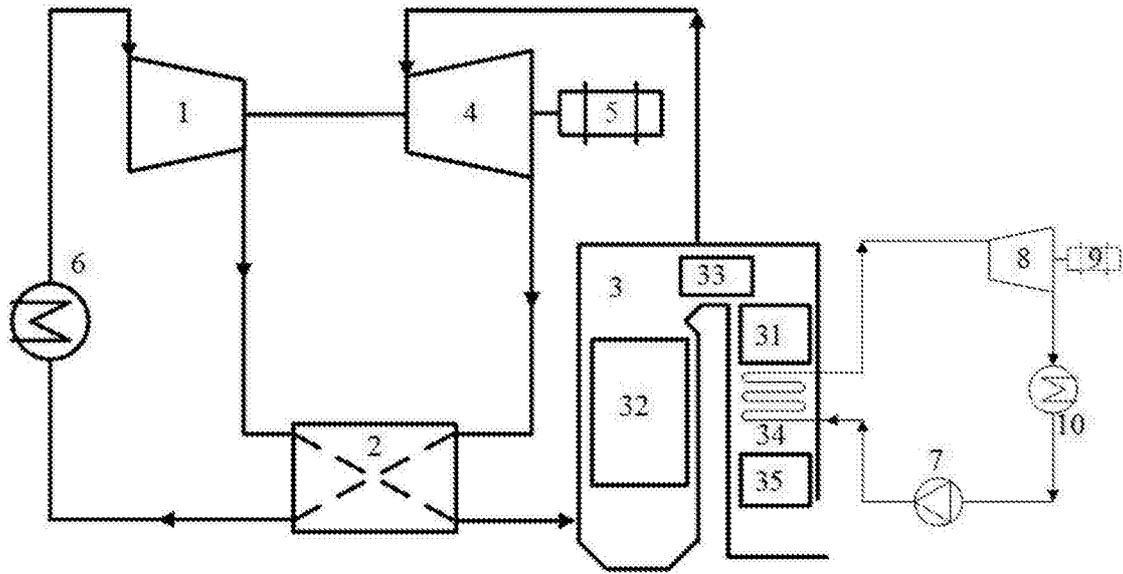


图1