



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106090865 B

(45)授权公告日 2018.06.22

(21)申请号 201610654055.3

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.08.10

F22B 31/08(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

F22G 7/12(2006.01)

申请公布号 CN 106090865 A

F23L 15/00(2006.01)

(43)申请公布日 2016.11.09

(56)对比文件

(73)专利权人 华能国际电力股份有限公司

CN 105526576 A, 2016.04.27, 全文.

地址 100031 北京市西城区复兴门南大街  
丙2号

EP 2554803 A1, 2013.02.06, 全文.

专利权人 西安热工研究院有限公司

CN 104728823 A, 2015.06.24, 说明书第  
[0017]-[0020]段, 图1.

(72)发明人 张一帆 李红智 姚明宇 白文刚

审查员 沈春艳

杨玉 王月明

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

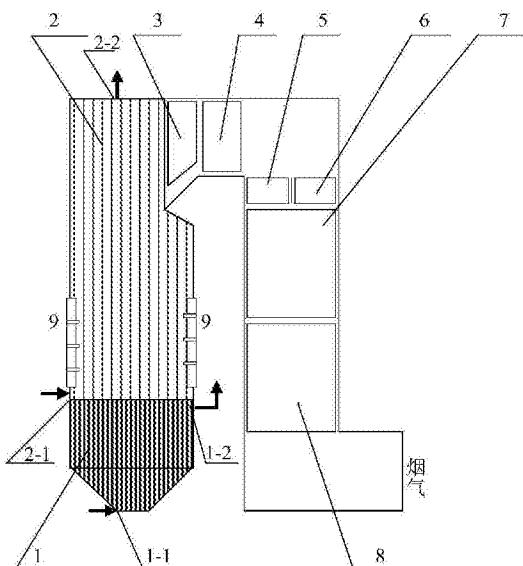
代理人 安彦彦

(54)发明名称

一种超临界二氧化碳锅炉辐射受热面布置  
方法

(57)摘要

本发明公开了一种超临界二氧化碳锅炉辐  
射受热面水冷壁的布置方法,在炉膛内布置了主  
工质辐射受热面和再热工质辐射受热面。其中主  
工质辐射受热面布置在燃烧器区域、燃烧器上方  
的区域和炉顶,再热工质辐射受热面布置在燃  
烧器下方的区域及冷灰斗区域。该布置方法使得主  
工质辐射受热面的入口段刚好位于燃烧器附近  
的区域,即将整个炉膛内工质温度最低的管段布  
置在了沿炉膛高度方向热负荷分配系数最高的  
区域,有效的解决了高参数超临界二氧化碳锅炉  
辐射受热面管壁温度过高的问题,提高了锅炉的  
安全性,并降低了超临界二氧化碳锅炉辐射受热  
面对高温金属材料的要求。



1. 一种超临界二氧化碳锅炉辐射受热面布置方法,其特征在于:在炉膛中布置的辐射受热面,辐射受热面包括再热工质辐射受热面(1)和主工质辐射受热面(2),主工质辐射受热面(2)布置在燃烧器(9)的周围区域、燃烧器(9)的上方区域和炉顶,再热工质辐射受热面(1)布置在燃烧器(9)的下方区域及冷灰斗区域;其中,再热工质辐射受热面(1)带有再热工质辐射受热面入口(1-1)和再热工质辐射受热面出口(1-2),再热工质辐射受热面入口(1-1)布置在炉底,再热工质辐射受热面出口(1-2)布置在主工质辐射受热面入口(2-1)的下方;主工质辐射受热面(2)带有主工质辐射受热面入口(2-1)和主工质辐射受热面出口(2-2),主工质辐射受热面入口(2-1)布置在燃烧器(9)下方L/10~L/15的位置,其中L为炉膛高度,主工质辐射受热面出口(2-2)布置在炉顶。

2. 根据权利要求1所述的一种超临界二氧化碳锅炉辐射受热面布置方法,其特征在于:所述再热工质辐射受热面(1)和主工质辐射受热面(2)均采用膜式水冷壁的结构。

3. 根据权利要求1所述的一种超临界二氧化碳锅炉辐射受热面布置方法,其特征在于:所述再热工质辐射受热面(1)和主工质辐射受热面(2)之间通过膨胀节连接。

## 一种超临界二氧化碳锅炉辐射受热面布置方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于超临界二氧化碳布雷顿循环高效火力发电领域,具体涉及一种超临界二氧化碳锅炉辐射受热面布置方法。

### 背景技术

[0002] 超临界二氧化碳布雷顿循环是目前公认的最具潜力的先进动力循环之一。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,不需要再开发新型的高温合金,且设备尺寸小于同参数的蒸汽机组,应用前景非常好。

[0003] 我国能源储备的构成特点决定了煤电机组仍然是未来几十年内我国电力行业的主力军,因此,将超临界二氧化碳布雷顿循环应用在燃煤发电机组非常符合我国国情,是我国电力行业节能减排中极具潜力的技术路线之一。作为超临界二氧化碳布雷顿循环燃煤发电机组的核心设备,超临界二氧化碳锅炉的安全性关系到整个循环系统的稳定运行,超临界二氧化碳锅炉的建设成本也是整个发电系统初投资的重要部分。因此,如何通过合理的受热面布置,既能降低锅炉成本,又能确保锅炉的长期安全运行是煤基超临界二氧化碳发电技术的难点之一。

[0004] 由于二氧化碳和水物性的不同,以及布雷顿循环与朗肯循环的差异,超临界二氧化碳锅炉与传统的超临界蒸汽锅炉有着明显的区别。其中一个最为显著的差别在于:二氧化碳布雷顿循环中回热器换热量非常大,透平乏气将高压新工质加热至很高的温度才能进入锅炉,所以超临界二氧化碳锅炉入口工质的温度远高于同参数的蒸汽锅炉。以25MPa, 600/600/32℃的系统参数为例,用于朗肯循环的超临界蒸汽锅炉的锅炉入口工质温度为300~320℃左右,而对于超临界二氧化碳布雷顿循环的锅炉而言,其锅炉入口工质温度约为500~530℃。因此,二氧化碳锅炉辐射受热面的管壁温度要明显高于同参数的蒸汽锅炉。另外,在蒸汽锅炉炉膛内热负荷分配系数高的区域中,水冷壁中工质处在大比热区,换热系数明显较高,而在超临界二氧化碳锅炉的炉膛内热负荷分配系数较高的区域中,辐射受热面(相当于蒸汽锅炉水冷壁)中工质工作于远离大比热区的区域,换热系数大约只有蒸汽锅炉水冷壁的1/2~1/5,这更容易导致超临界二氧化碳锅炉辐射受热面金属管壁的温度过高。因此,针对超临界二氧化碳锅炉的特点,通过合理的受热面布置尽可能降低辐射受热面的管壁温度就非常必要。

[0005] 然而目前国内外均鲜有公开成果和专利介绍涉及解决高参数超临界二氧化碳锅炉水冷壁局部壁温过高的方法。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的为解决的超临界二氧化碳水冷壁管壁温度过高的问题,提供一种超临界二氧化碳锅炉辐射受热面布置方法,该方法能有效的减小高参数超临界二氧化碳锅炉主工质辐射受热面管壁温度沿炉膛高度方向的壁温差值,降低主工质辐射受热面管壁温度

的峰值。

[0007] 为达到上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0008] 一种超临界二氧化碳锅炉辐射受热面布置方法,在炉膛中布置的辐射受热面,辐射受热面包括再热工质辐射受热面和主工质辐射受热面,再热工质辐射受热面带有再热工质辐射受热面入口和再热工质辐射受热面出口,主工质辐射受热面带有主工质辐射受热面入口和主工质辐射受热面出口;其中,主工质辐射受热面布置在燃烧器的周围区域、燃烧器的上方区域和炉顶,再热工质辐射受热面布置在燃烧器的下方区域及冷灰斗区域。

[0009] 所述再热工质辐射受热面和主工质辐射受热面均采用膜式水冷壁的结构。

[0010] 所述再热工质辐射受热面和主工质辐射受热面之间通过膨胀节连接。

[0011] 所述主工质辐射受热面入口布置在燃烧器下方L/10~L/15的位置,其中L为炉膛高度,主工质辐射受热面出口布置在炉顶。

[0012] 所述再热工质辐射受热面入口布置在炉底,再热工质辐射受热面出口布置在主工质辐射受热面入口的下方。

[0013] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:本发明采用了新型的辐射受热面布置方法对超临界二氧化碳锅炉炉膛内部受热面进行了布置,特别将主工质辐射受热面布置在燃烧器区域、燃烧器上方的区域和炉顶,再热工质辐射受热面布置在燃烧器下方的区域及冷灰斗区域。在该布置方法中,炉膛内工质温度最低的辐射受热面——主工质辐射受热面的入口段被布置在了炉膛内热负荷分配系数最高的燃烧器周边区域,而炉膛内工质温度最高的辐射受热面——主工质辐射受热面的出口段被布置在了炉膛内热负荷分配系数最低的炉顶区域。通过采用这种新的布置方法,有效的减小了高参数超临界二氧化碳锅炉主工质辐射受热面管壁温度沿炉膛高度方向的壁温差值,降低主工质辐射受热面管壁温度的峰值,在提高了超临界二氧化碳锅炉的安全性的同时,又可以降低其辐射受热面的成本。

[0014] 本发明将主工质辐射受热面入口作为超临界二氧化碳锅炉一次工质回路的入口,通过取消传统的锅炉省煤器,进一步降低了主工质辐射受热面入口处的工质温度,从而进一步降低燃烧器区域主工质辐射受热面的管壁温度。

[0015] 以25MPa,600/600℃的300MW超临界二氧化碳锅炉为例,经锅炉“水”动力计算可知:采用传统的主工质辐射受热面布置方法时,超临界二氧化碳锅炉辐射受热面的壁温最高点约为640℃,而采用本发明时,超临界二氧化碳锅炉辐射受热面的壁温最高点约为610℃。

## 附图说明

[0016] 图1是本发明应用在高参数一次再热超临界二氧化碳π型锅炉中的结构示意图。

[0017] 其中,1为再热工质辐射受热面;1-1为再热工质辐射受热面入口;1-2为再热工质辐射受热面出口;2为主工质辐射受热面;2-1为主工质辐射受热面入口;2-2为主工质辐射受热面出口;3为高温过热器;4为高温再热器;5为低温再热器;6为低温过热器;7为分流低温省煤器;8为空气预热器;9为燃烧器。

## 具体实施方式

[0018] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细说明:

[0019] 本发明以π型锅炉为例进行说明,但不局限于π型锅炉。

[0020] 参见图1,本发明包括在炉膛中布置的辐射受热面,辐射受热面包括两部分:再热工质辐射受热面1(相当于“二次汽水冷壁”)和主工质辐射受热面2(相当于“一次汽水冷壁”)。其中主工质辐射受热面2布置在燃烧器9的周围区域、燃烧器9的上方区域和炉顶,再热工质辐射受热面1布置在燃烧器9的下方区域及冷灰斗区域。再热工质辐射受热面1和主工质辐射受热面2均采用膜式“水”冷壁的结构,再热工质辐射受热面1和主工质辐射受热面2之间通过膨胀节连接。主工质辐射受热面入口2-1布置在燃烧器9下方约L/10~L/15的位置(L为炉膛高度),主工质辐射受热面出口2-2布置在炉顶。再热工质辐射受热面入口1-1布置在炉底,再热工质辐射受热面出口1-2布置在主工质辐射受热面入口2-1的下方。在该布置方法中,炉膛内工质温度最低的辐射受热面——主工质辐射受热面的入口段被布置在了炉膛内热负荷分配系数最高的燃烧器周边区域,而炉膛内工质温度最高的辐射受热面——主工质辐射受热面的出口段被布置在了炉膛内热负荷分配系数最低的炉顶区域,这种布置方式有效的减小了超临界二氧化碳锅炉主工质辐射受热面管壁温度沿炉膛高度方向的壁温差值,降低主工质辐射受热面管壁温度的峰值,在提高了超临界二氧化碳锅炉的安全性的同时,又可以降低其主工质辐射受热面的成本。此外,烟道后部设置有分流低温省煤器7和设置在分流低温省煤器7下方的空气预热器8,分流低温省煤器7设置在低温过热器6和低温再热器5的下方。

[0021] 主工质的工质流程:锅炉主工质是来自超临界二氧化碳布雷顿循环高温回热器冷侧出口的高压超临界二氧化碳,该部分高压超临界二氧化碳从主工质辐射受热面入口2-1进入锅炉炉膛,依次流经热负荷分配系数最高的燃烧器区域管屏、热负荷分配系数中等的燃烧器上方区域管屏和热负荷分配系数较低的炉顶管屏,由主工质辐射受热面出口2-2引至低温过热器6,随后流入高温过热器3,加热至主“蒸汽”设计参数。

[0022] 再热工质的工质流程:锅炉再热工质是来自超临界二氧化碳布雷顿循环高压透平出口的中压超临界二氧化碳,该部分中压超临界二氧化碳从再热工质辐射受热面入口1-1进入锅炉炉膛,依次流经热负荷分配系数较低的冷灰斗管屏和热负荷分配系数中等的燃烧器下方区域管屏,由再热工质辐射受热面出口1-2引至低温再热器5,随后流入高温再热器4,加热至再热“蒸汽”设计参数。

[0023] 本发明从超临界二氧化碳锅炉的自身特点考虑,通过合理的受热面布置方案,减小主工质辐射受热面管壁温度沿炉膛高度方向的壁温差值,降低主工质辐射受热面管壁温度的峰值,提高超临界二氧化碳锅炉的安全性,并在确保安全的前提下降低主工质辐射受热面金属管材的等级,降低锅炉成本。

[0024] 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。

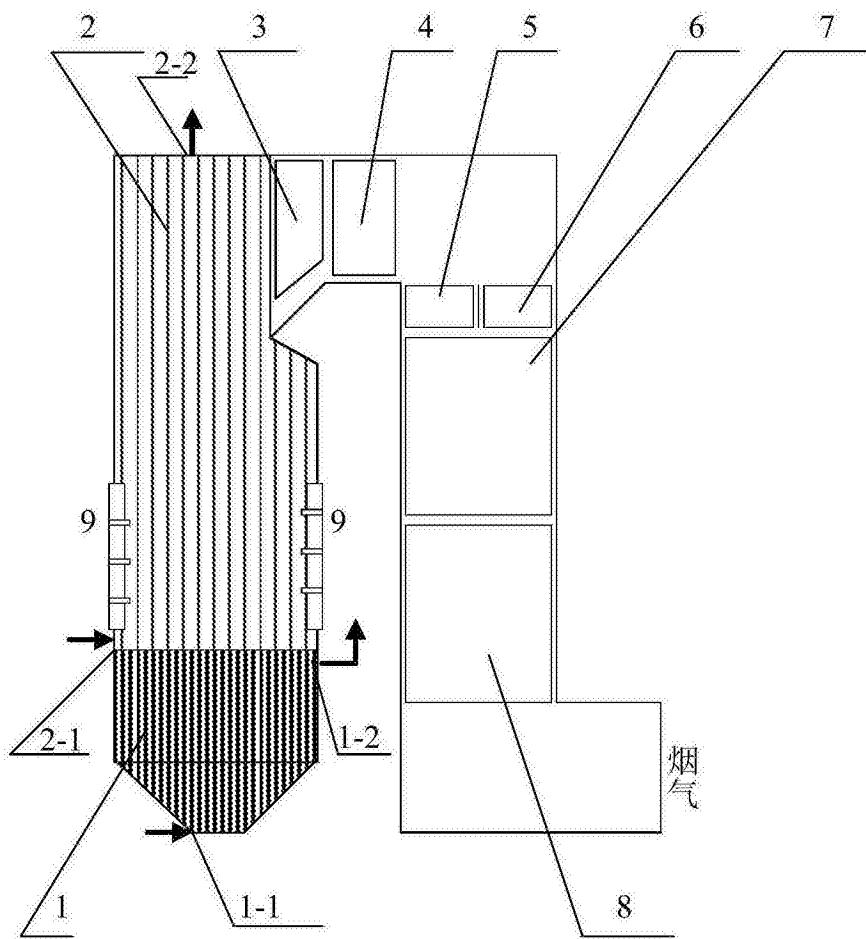


图1