



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107060914 A

(43)申请公布日 2017. 08. 18

(21)申请号 201710348884.3

F23L 15/00(2006.01)

(22)申请日 2017.05.17

F24D 3/02(2006.01)

(71)申请人 东南大学

地址 211189 江苏省南京市江宁区东南大学路2号

(72)发明人 向文国 吴牧笛 陈时熠 赵正浩 虞然

(74)专利代理机构 南京众联专利代理有限公司 32206

代理人 许小莉

(51)Int.Cl.

F01K 7/32(2006.01)

F01D 15/10(2006.01)

F01K 3/26(2006.01)

F23J 15/06(2006.01)

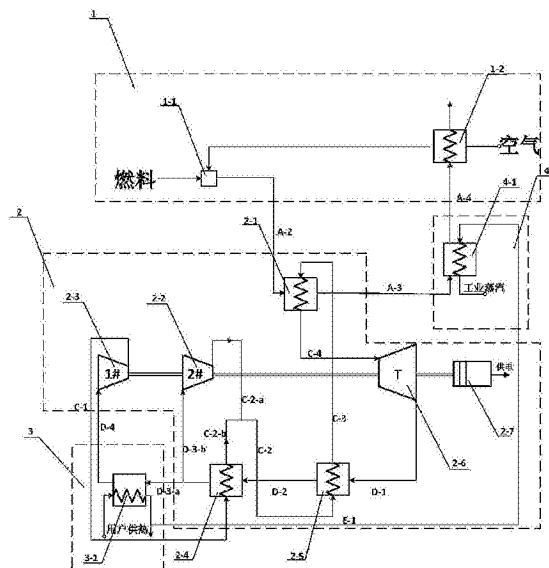
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统。本发明包含燃料燃烧单元、超临界CO₂布雷顿发电单元、用户供热单元、工业供气单元,所述的燃料燃烧单元(1)用于产生高温烟气给所述的超临界CO₂布雷顿发电单元提供热量;所述的超临界CO₂布雷顿发电单元吸收燃料燃烧单元提供的热量在做功发电后分别将余热用于加热所述的用户供热单元和工业供气单元;所述的用户供热单元用于吸收所述的超临界CO₂布雷顿发电单元的余热进行居民供热和所述的工业供气单元提供热量。本发明在超临界CO₂循环发电的基础上,利用烟气和CO₂余热进行换热,提高机组效率。



1. 一种基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统,包含燃料燃烧单元(1)、超临界CO₂布雷顿发电单元(2)、用户供热单元(3)、工业供气单元(4),其特征在于,

所述的燃料燃烧单元(1)用于产生高温烟气给所述的超临界CO₂布雷顿发电单元(2)提供热量;

所述的超临界CO₂布雷顿发电单元(2)吸收燃料燃烧单元(1)提供的热量做功发电后余热用于分别加热所述的用户供热单元(3)和工业供气单元(4);

所述的用户供热单元(3)用于吸收所述的超临界CO₂布雷顿发电单元(2)的余热进行居民供热和所述的工业供气单元(4)提供热量。

2. 根据权利要求1所述的基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统,其特征在于,所述的燃料燃烧单元包括燃烧室(1-1)和空气预热器(1-2),所述的燃烧室(1-1)和所述的空气预热器(1-2)通过管路A-1连接。

3. 根据权利要求1所述的基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统,其特征在于,所述的超临界CO₂布雷顿发电单元包括1#压缩机(2-3)、2#压缩机(2-2)、低温回热器(2-4)、高温回热器(2-5)、透平(2-6)、发电机(2-7)、高温加热器(2-1),所述的1#压缩机(2-3)出口经管路C-1与低温回热器连接(2-4),低温回热器(2-4)受热侧出口经管路C-2-b与2#压缩机(2-2)出口管路C-2-a汇合与主管路C-2,主管路C-2与高温回热器(2-5)联通,高温回热器(2-5)受热侧出口经管路C-3与高温加热器(2-1)连接,管路C-4将高温加热器(2-1)受热侧出口与透平(2-6)连接,管路D-1连接透平(2-6)出口和高温回热器(2-5),透平(2-6)出口连至高温回热器(2-5),高温回热器(2-5)放热侧出口与低温回热器(2-4)放热侧通过管路D-2联通,低温回热器(2-4)放热侧出口分成两支路,一路为D-3-a与所述的用户供热单元(3)连接,所述的用户供热单元(3)放热侧出口经管路D-4与1#压缩机(2-3)进口联通,另一路为D-3-b与2#压缩机(2-2)进口联通。

4. 根据权利要求1所述的基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统,其特征在于,所述的用户供热单元(3)包括低温换热器(3-1),所述的低温换热器(3-1)的进口通过管路D-3-a连接所述的低温回热器(2-4),所述的低温换热器(3-1)的放热侧出口经管路D-4与1#压缩机(2-3)进口联通,供水管路与CO₂管路D-4逆流布置,热水出口一路经管路E-1供至所述的工业供气单元(4),另一路通向用户。

5. 根据权利要求1所述的基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统,其特征在于,所述的工业供气单元由高温换热器(4-1)构成,供气管路与烟气管路A-4逆流布置。

一种基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统，属于超临界CO₂发电技术领域。

背景技术：

[0002] 我国现阶段发电系统主要以热力发电为主，其中煤炭资源在我国发电方面占比约为60%~70%，在我国发电行业占据着极为重要的位置。因此提高能源热转化率和整体发电效率尤为重要。

[0003] 以煤炭资源的火力发电厂将朗肯循环作为电厂的发电基础，以水蒸气作为能量传递的介质，实现能量转换，提供并输送电力。在现有科技基础上，从亚临界机组以不断发展至超临界、超超临界机组，装机量也大幅增长。但纵观近年火力发电科研进展，以水蒸气为基础的朗肯循环的发展已进入瓶颈期，超超临界机组虽然可以达到45%的净发电效率，但进一步的发展受到诸多因素的制约。许多国家都已经制定AD700的发电计划，但对于可以耐受高温的材料研究发展缓慢，难以研发出合适的材料可以满足朗肯循环长期运行的要求。同时CO₂因其在临界状态下独有的特性得到国内外诸多科学家的关注。如CO₂在临界状态下具有高导热率、高比热容等诸多特性。超临界CO₂布雷顿循环方案相应被提出，其可以在相对低的温度达到朗肯循环的相同的发电效率，降低对材料性能的要求，或在相同温度下，可以实现更比朗肯循环更高的发电效率。

[0004] 超临界CO₂布雷顿循环相比较于朗肯循环有诸多优点，相同的出力下，超临界CO₂机组尺寸约为朗肯循环机组的十分之一左右，初期投资可以大幅降低；同样温度下，超临界CO₂布雷顿循环效率高于朗肯循环；同时，超临界CO₂系统可与多种系统耦合发电，效率进一步的提升；CO₂价格相对便宜，降低企业成本。此外，热电联产可以进一步提升供电效率，将超临界CO₂布雷顿循环与供热相结合，利用高温烟气和CO₂的余热来供热供气，充分挖掘联产潜力。

[0005] 在进一步节能减排的趋势下，超临界CO₂布雷顿循环将具有较大的发展空间和广阔的发展前景。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统，在超临界CO₂循环发电的基础上，利用烟气和CO₂余热进行换热，提高机组效率。

[0007] 上述的目的通过以下技术方案实现：

[0008] 一种基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统，包含燃料燃烧单元、超临界CO₂布雷顿发电单元、用户供热单元、工业供气单元，

[0009] 所述的燃料燃烧单元用于产生高温烟气给所述的超临界CO₂布雷顿发电单元提供热量；

[0010] 所述的超临界CO₂布雷顿发电单元吸收燃料燃烧单元提供的热量做功发电后余热

用于分别加热所述的用户供热单元和工业供气单元；

[0011] 所述的用户供热单元用于吸收所述的超临界CO₂布雷顿发电单元的余热进行居民供热和所述的工业供气单元提供热量。

[0012] 所述的基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统,所述的燃料燃烧单元包括燃烧室和空气预热器,所述的燃烧室和所述的空气预热器通过管路A-1连接。

[0013] 所述的基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统,所述的超临界CO₂布雷顿发电单元包括1#压缩机、2#压缩机、低温回热器、高温回热器、透平、发电机、高温加热器,所述的1#压缩机出口经管路C-1与低温回热器连接,低温回热器受热侧出口经管路C-2-b与2#压缩机出口管路C-2-a汇合与主管路C-2,主管路C-2与高温回热器联通,高温回热器受热侧出口经管路C-3与高温加热器连接,管路C-4将高温加热器受热侧出口与透平连接,管路D-1连接透平出口和高温回热器,透平出口连至高温回热器,高温回热器放热侧出口与低温回热器放热侧通过管路D-2联通,低温回热器放热侧出口分成两支路,一路为D-3-a与所述的用户供热单元连接,所述的用户供热单元放热侧出口经管路D-4与1#压缩机进口联通,另一路为D-3-b与2#压缩机进口联通。

[0014] 所述的基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统,所述的用户供热单元包括低温换热器,所述的低温换热器的进口通过管路D-3-a连接与低温回热器,所述的低温换热器的放热侧出口经管路D-4与1#压缩机进口联通,供水管路与CO₂管路D-4逆流布置,热水出口一路经管路E-1供至所述的工业供气单元,另一路通向用户。

[0015] 所述的基于超临界CO₂布雷顿循环的热电联产系统,所述的工业供气单元由高温换热器构成,供气管路与烟气管路A-4逆流布置。

[0016] 有益效果:

[0017] 1.本发明采用超临界CO₂布雷顿循环发电,结构紧凑,占地面积小,投资成本相应降低。

[0018] 2.本发明采用超临界CO₂布雷顿循环发电,相同负荷下,临界参数较朗肯循环蒸汽参数低,降低对透平材料要求。

[0019] 3.本发明中超临界CO₂布雷顿循环发电部分采用两级回热,提高整体热效率。

[0020] 4.本发明燃烧室处同时与超临界CO₂布雷顿循环单元以及工业用气单元耦合,烟气在与CO₂换热之后的,低温状态下继续与给水换热,降低排烟温度和热损失,提高机组整体热效率和供电效率。

[0021] 5.本发明将超临界CO₂布雷顿循环与低温换热器耦合,即低温回热器放热后的CO₂进入低温换热器加热给水,同时降低进入1#压缩机进口CO₂参数,降低压缩机功耗的同时,提供居民用热,降低了系统的不可用能,提高机组发电效率。

[0022] 6.本发明对工况变化或燃料热值变化有很好的调节性。当工况发生变化时,可以通过调控低温换热器的换热量调节系统负荷,当系统负荷上升时,通过减少进入低温换热器的CO₂的流量,提高进入2#压缩机进口的CO₂流量,提高CO₂状态参数,满足系统负荷要求。

附图说明

[0023] 图1是本发明的系统结构图。

[0024] 图中:1、燃料燃烧单元;2、超临界CO₂布雷顿发电单元;3、用户供热单元;4、工业供

气单元;1-1、燃烧室;1-2、空气预热器;2-1、高温加热器;2-2、2#压缩机;2-3、1#压缩机;2-4、低温回热器;2-5、高温回热器;2-6、透平;2-7、发电机;3-1、低温换热器;4-1、高温换热器。

具体实施方式

[0025] 下面结合具体实施方式,进一步阐明本发明,应理解下述具体实施方式仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围。

[0026] 本发明具体装置结构描述如下:

[0027] 燃料燃烧单元主体1由燃烧室1-1和空气预热器1-2构成,管路A-1将空气预热器1-2出口与燃烧室1-1连接,燃烧室1-1出口经管路A-2联通至高温加热器2-1;

[0028] 超临界CO₂布雷顿发电单元包含1#压缩机2-3、2#压缩机2-2、低温回热器2-4、高温回热器2-5、透平2-6、发电机2-7、高温加热器2-1及管路;1#压缩2-3出口经管路C-1与低温回热器2-4连接,低温回热器2-4受热侧出口经管路C-2-b与2#压缩机2-2出口管路C-2-a汇合与主管路C-2,主管路C-2与高温回热器2-5联通,高温回热器2-5受热侧出口经管路C-3与高温加热器2-1连接,管路C-4将高温加热器2-1受热侧出口与透平2-6连接,管路D-1连接透平2-6出口和高温回热器2-5,透平2-6出口连至高温回热器2-5,高温回热器2-5放热侧出口与低温回热器2-4放热侧通过管路D-2联通,低温回热器2-4放热侧出口分成两支路,一路为D-3-a与低温换热器3-1连接,低温换热器3-1放热侧出口经管路D-4与1#压缩机2-3进口联通,另一路为D-4-a与2#压缩机2-2进口联通;

[0029] 用户供热单元由低温换热器3-1构成,供水管路与CO₂管路D-4逆流布置;

[0030] 工业供气单元由高温换热器4-1构成,供气管路与烟气管路A-4逆流布置;

[0031] 本发明装置具体工作方式如下:

[0032] 燃料与预热后的高温空气进入燃烧室1-1燃烧,释放热量,燃烧后烟气经管路A-2进入高温加热器2-1,与高温回热器出口的CO₂进行换热,提高CO₂整体温压,随后仍具有较高温度的烟气沿管路A-3进入到高温换热器4-1,与给水换热,提供工业用气。放热后的烟气,随后经管路A-4进入到空气预热器1-2,对环境冷空气进行预热,释放热量后的烟气经处理后排出,预热后的空气则进入燃烧室1-1提供燃烧耗氧;

[0033] 在透平2-6做功后的高温高压CO₂经管路D-1进入高温回热器2-5,加热循环中低参数CO₂流体,放热后沿管路D-2进入低温回热器2-4,与来自1#压缩机2-3出口的CO₂冷流体进行换热,进一步放热至115℃左右,热流体沿管路分成两路,一路沿管路D-3-b进入到2#压缩机2-2进行升温升压,另一路沿管路D-3-a进入到低温换热器3-1进行换热,加热给水,提供居民供暖,放热后的低温低压状态下的CO₂处于液态,随即进入1#压缩机进行升温升压,1#压缩机出口CO₂流体经管路C-1流至低温回热器2-4进行加热,加热后的CO₂流体与2#压缩机出口升压后的CO₂流体分别沿管路C-2-a、C-2-b汇入主管路C-2,并进入高温回热器2-5进一步吸热升温至380~400℃,升温后的CO₂流体沿管路C-3进入到高温加热器2-1,升温后的CO₂处于高温高压状态,并沿管路C-4进入到透平做功,做功后的CO₂再次进入高温回热器2-5进行下一次的循环;

[0034] 其中高温加热器2-1出口烟气沿管路A-3进入供气换热器4-1,高温烟气与给水整体以逆流方式进行换热,将给水加热到饱和蒸汽状态(250-300℃),随后经相应管道输送至

工厂；

[0035] 低温回热器2-4出口部分CO₂流体沿管路D-3-a流至供热加热器3-1,CO₂流体与给水进行换热,将给水加热到80℃左右,一部分沿相应管路输送至管网,满足居民生活需求,另一部分输送至供气单元进一步加热供给工业用气。

[0036] 应当指出,上述实施实例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定,这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。本实施例中未明确的各组成部分均可用现有技术加以实现。对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

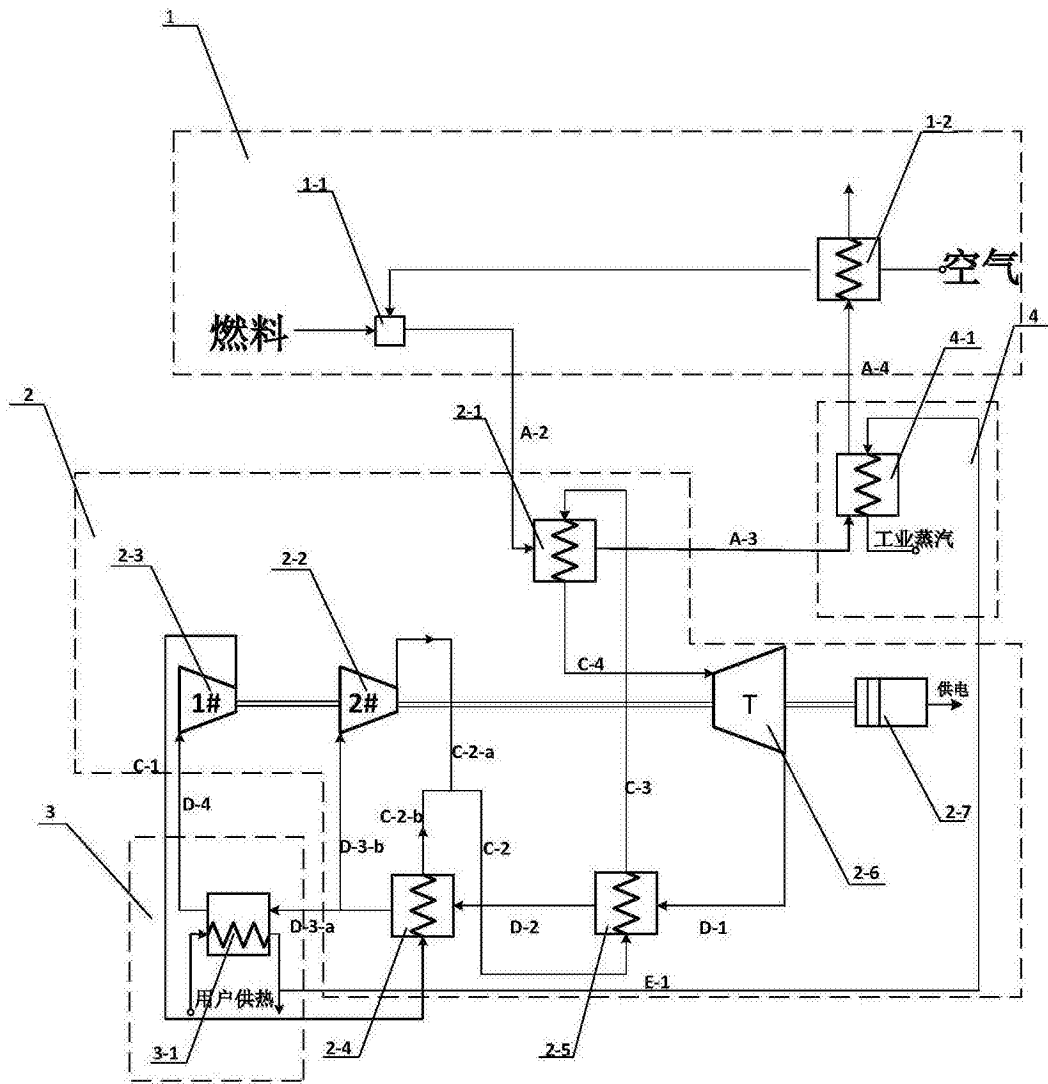


图1