



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105443243 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201510993548. 5

F01K 23/10(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 12. 23

(71) 申请人 中国能源建设集团广东省电力设计
研究院有限公司

地址 510663 广东省广州市萝岗区广州科学
城天丰路 1 号

(72) 发明人 郑赟

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理
有限公司 44224

代理人 秦雪梅 刘静

(51) Int. Cl.

F02C 6/00(2006. 01)

F02C 7/08(2006. 01)

F02C 7/224(2006. 01)

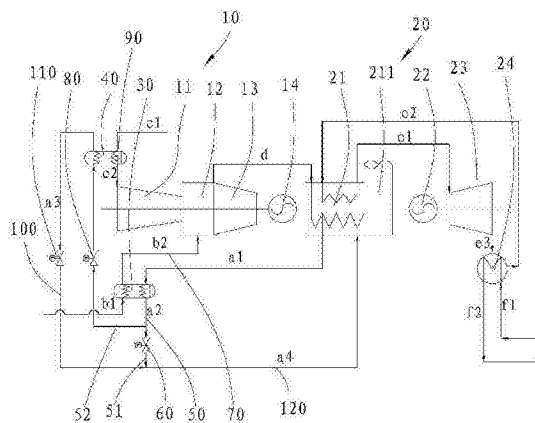
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

燃气蒸汽联合循环系统

(57) 摘要

本发明公开了一种燃气蒸汽联合循环系统，包括燃气轮机发电机组及蒸汽轮机发电机组，燃气蒸汽联合循环系统还包括第一烟气换热器，燃气轮机发电机组包括依次连通的压气机、燃烧室及透平，蒸汽轮机发电机组包括余热锅炉，余热锅炉与透平连通，余热锅炉与第一烟气换热器的进气端连通，第一烟气换热器的出气端与余热锅炉连通，从余热锅炉流出的高温烟气，经过第一烟气换热器的进气端进入第一烟气换热器，与经过第一烟气换热器的冷燃料换热后得到的低温烟气可从第一烟气换热器的出气端流进余热锅炉，与所述高温烟气换热后得到的热燃料进入燃烧室。本发明提供的燃气蒸汽联合循环系统，可大幅提高燃气蒸汽联合循环系统的效率。



1. 一种燃气蒸汽联合循环系统,包括燃气轮机发电机组及蒸汽轮机发电机组,其特征在于,所述燃气蒸汽联合循环系统还包括第一烟气换热器,所述燃气轮机发电机组包括依次连通的压气机、燃烧室及透平,所述蒸汽轮机发电机组包括余热锅炉,所述余热锅炉与所述透平连通,所述透平做功完成排放的烟气可进入所述余热锅炉,所述余热锅炉与所述第一烟气换热器的进气端连通,所述第一烟气换热器的出气端与所述余热锅炉连通,从所述余热锅炉流出的高温烟气,经过所述第一烟气换热器的进气端进入所述第一烟气换热器,与经过所述第一烟气换热器的冷燃料换热后得到的低温烟气可从所述第一烟气换热器的出气端流进所述余热锅炉,与所述高温烟气换热后得到的热燃料进入所述燃烧室。

2. 根据权利要求1所述的燃气蒸汽联合循环系统,其特征在于,所述燃气蒸汽联合循环系统还包括第二烟气换热器,所述第二烟气换热器的进气端与所述第一烟气换热器的出气端连通,所述第二烟气换热器的出气端与所述余热锅炉连通,所述低温烟气可进入所述第二烟气换热器与进入所述第二烟气换热器的冷空气换热,所述冷空气换热后得到的热空气进入所述压气机,所述低温烟气换热后得到的较低温烟气进入所述余热锅炉。

3. 根据权利要求2所述的燃气蒸汽联合循环系统,其特征在于,所述第一烟气换热器的出气端与所述第二烟气换热器的出气端连通,所述低温烟气与所述较低温烟气汇聚进入所述余热锅炉。

4. 根据权利要求3所述的燃气蒸汽联合循环系统,其特征在于,所述第一烟气换热器的出气端与所述余热锅炉之间设置有第一管道,所述第一管道包括第一分支管道及第二分支管道,所述第一分支管道的一端与所述余热锅炉连通,所述第二分支管道的一端与所述第二烟气换热器连通,所述第一分支管道上设置有第一流量控制阀。

5. 根据权利要求4所述的燃气蒸汽联合循环系统,其特征在于,所述第一烟气换热器与所述燃烧室之间设置有第二管道,所述热燃料经过所述第二管道流进所述燃烧室,所述第二管道上设置有第一温度测点。

6. 根据权利要求4所述的燃气蒸汽联合循环系统,其特征在于,所述第二分支管道上设置有第二流量控制阀。

7. 根据权利要求4所述的燃气蒸汽联合循环系统,其特征在于,所述第二烟气换热器与所述压气机之间设置有第三管道,所述热空气经过所述第三管道进入所述压气机,所述第三管道上设有第二温度测点。

8. 根据权利要求3所述的燃气蒸汽联合循环系统,其特征在于,所述第二烟气换热器的出气端与所述余热锅炉之间设置有第四管道,所述第四管道上设置有烟气关断阀。

9. 根据权利要求1-8任一项所述的燃气蒸汽联合循环系统,其特征在于,所述第一烟气换热器的进气端与所述余热锅炉的低压蒸发器连通。

10. 根据权利要求1-8任一项所述的燃气蒸汽联合循环系统,其特征在于,所述第一烟气换热器的出气端与所述余热锅炉的凝结水加热器连通。

燃气蒸汽联合循环系统

技术领域

[0001] 本发明涉及发电技术领域,特别是涉及一种燃气蒸汽联合循环系统。

背景技术

[0002] 由于燃气轮机发电机组具有效率高、造价低、环境友好、占地少及调控灵活等优点,燃气蒸汽联合循环系统或者以燃气轮机发电机组为主机的多联产工程已经成为世界各国为实现节能减排而积极发展的发电技术。

[0003] 其中,燃气轮机发电机组主要由四部分组成,包括压气机、燃烧室、透平及发电机。其工作原理为,空气被吸入进气系统的压气机,并被压缩升压后排进燃烧室,同时,燃料也进入燃烧室,在燃烧室中空气和燃料混合燃烧,推动透平做功,部分能量传递到压气机使其能压缩空气,其余部分能量传递到发电机发电。

[0004] 蒸汽轮机发电机组则主要由蒸汽轮机、发电机及凝汽器组成。其工作原理为,高温高压蒸汽进入蒸汽轮机做功,其能量传递给发电机发电,蒸汽做功完成后形成乏汽进入凝汽器,通过循环冷却水冷却乏汽成为凝结水。

[0005] 燃气蒸汽联合循环系统,是在燃气轮机发电机组中混合空气和燃料并通过燃烧一定参数的燃料,产生的烟气做功发电,其排烟将剩余的热量带入余热锅炉内加热介质水变为蒸汽,高参数蒸汽进入蒸汽轮机做功发电或者供热,蒸汽做功后在凝汽器内被循环冷却水冷却,蒸汽冷凝成凝结水重新进入余热锅炉升温升压变为蒸汽,形成蒸汽热力循环。

[0006] 如何提高燃气蒸汽联合循环系统的效率,减少燃料的损耗是各联合循环电厂研究的重点,目前主要通过两种方式来实现:

[0007] 第一,通过余热锅炉引出的高温中压饱和水加热进入燃气轮机发电机组的燃料,从而提高燃气轮机发电机组做功效率和稳定性,但是该技术方案需要利用蒸汽循环中高品位热量的高温中压饱和水,使得在提高燃料温度同时,也减少了在余热锅炉产生的蒸汽量,降低了蒸汽循环效率,从而减小了燃气蒸汽联合循环系统效率的提升效果;

[0008] 第二,在余热锅炉尾部烟道设置汽水换热器,除盐水通过泵升压后进入余热锅炉汽水换热器中,与燃气轮机发电机组做功后的排烟进行换热,利用除盐水作为中间介质将余热锅炉的余热传递到进入燃气轮机发电机组的空气中,此时余热锅炉尾部烟气与除盐水进行一次换热,除盐水与空气进行二次换热,则换热效率和烟气余热的利用效率大大降低;此外,该技术方案需要在余热锅炉内额外设置烟气换热器和升压泵设备,设备投资较多,也增加了余热锅炉内部的烟气阻力和燃气轮机背压,也就降低了燃气轮机发电机组的出力和效率;同时,该技术方案使用升压泵等转动机械,平时维护检修工作量较大,而且升压泵在机组正常运行时需要消耗厂用电能,使燃气蒸汽联合循环效率提高的幅度不明显。

[0009] 以上,两种方案达到提高燃气蒸汽联合循环系统的效率的效果都不明显。

发明内容

[0010] 基于此,有必要针对如何大幅提高燃气蒸汽联合循环系统的效率的问题提供一种

燃气蒸汽联合循环系统。

[0011] 一种燃气蒸汽联合循环系统,包括燃气轮机发电机组及蒸汽轮机发电机组,所述燃气蒸汽联合循环系统还包括第一烟气换热器,所述燃气轮机发电机组包括依次连通的压气机、燃烧室及透平,所述蒸汽轮机发电机组包括余热锅炉,所述余热锅炉与所述透平连通,所述透平做功完成排放的烟气可进入所述余热锅炉,所述余热锅炉与所述第一烟气换热器的进气端连通,所述第一烟气换热器的出气端与所述余热锅炉连通,从所述余热锅炉流出的高温烟气,经过所述第一烟气换热器的进气端进入所述第一烟气换热器,与经过所述第一烟气换热器的冷燃料换热后得到的低温烟气可从所述第一烟气换热器的出气端流进所述余热锅炉,与所述高温烟气换热后得到的热燃料进入所述燃烧室。

[0012] 本发明提供的燃气蒸汽联合循环系统,第一烟气换热器与余热锅炉连接,高温烟气经过第一烟气换热器后变为低温烟气再次排入余热锅炉里重复利用,从第一烟气换热器经过的冷燃料在第一烟气换热器中换热后变为热燃料,进入燃烧室燃烧,余热锅炉的高温烟气直接被利用,不需要中间换热介质,余热锅炉里的废热可以被高效率利用,减少余热锅炉能量的浪费;且在余热锅炉中的烟气被利用过程中不需要中间设备维持运转,减少设备的投入量,降低了燃气蒸汽联合循环系统的用电量,可大幅提高燃气蒸汽联合循环系统的效率。

[0013] 在其中一个实施例中,所述燃气蒸汽联合循环系统还包括第二烟气换热器,所述第二烟气换热器的进气端与所述第一烟气换热器的出气端连通,所述第二烟气换热器的出气端与所述余热锅炉连通,所述低温烟气可进入所述第二烟气换热器与进入所述第二烟气换热器的冷空气换热,所述冷空气换热后得到的热空气进入所述压气机,所述低温烟气换热后得到的较低温烟气进入所述余热锅炉。

[0014] 在其中一个实施例中,所述第一烟气换热器的出气端与所述第二烟气换热器的出气端连通,所述低温烟气与所述较低温烟气汇聚进入所述余热锅炉。

[0015] 在其中一个实施例中,所述第一烟气换热器的出气端与所述余热锅炉之间设置有第一管道,所述第一管道包括第一分支管道及第二分支管道,所述第一分支管道的一端与所述余热锅炉连通,所述第二分支管道的一端与所述第二烟气换热器连通,所述第一分支管道上设置有第一流量控制阀。

[0016] 在其中一个实施例中,所述第一烟气换热器与所述燃烧室之间设置有第二管道,所述热燃料经过所述第二管道流进所述燃烧室,所述第二管道上设置有第一温度测点。

[0017] 在其中一个实施例中,所述第二分支管道上设置有第二流量控制阀。

[0018] 在其中一个实施例中,所述第二烟气换热器与所述压气机之间设置有第三管道,所述热空气经过所述第三管道进入所述压气机,所述第三管道上设有第二温度测点。

[0019] 在其中一个实施例中,所述第二烟气换热器的出气端与所述余热锅炉之间设置有第四管道,所述第四管道上设置有烟气关断阀。

[0020] 在其中一个实施例中,所述第一烟气换热器的进气端与所述余热锅炉的低压蒸发器连通。

[0021] 在其中一个实施例中,所述第一烟气换热器的出气端与所述余热锅炉的凝结水加热器连通。

附图说明

[0022] 图1为本发明实施例提供的燃气蒸汽联合循环系统的流程示意图。

具体实施方式

[0023] 为了便于理解本发明,下面将参照相关附图对本发明进行更全面的描述。附图中给出了本发明的较佳实施例。但是,本发明可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施例。相反地,提供这些实施例的目的是使对本发明的公开内容的理解更加透彻全面。

[0024] 参见图1,本发明实施例提供一种燃气蒸汽联合循环系统,包括燃气轮机发电机组10及蒸汽轮机发电机组20,燃气蒸汽联合循环系统还包括第一烟气换热器30,燃气轮机发电机组10包括依次连通的压气机11、燃烧室12及透平13,蒸汽轮机发电机组20包括余热锅炉21,余热锅炉21与透平13连通,透平13做功完成排放的烟气可进入余热锅炉21,余热锅炉21与第一烟气换热器30的进气端连通,第一烟气换热器30的出气端与余热锅炉21连通,从余热锅炉21流出的高温烟气a1,经过第一烟气换热器30的进气端进入第一烟气换热器30,与经过第一烟气换热器30的冷燃料b1换热后得到的低温烟气a2可从第一烟气换热器30的出气端流进余热锅炉21,与高温烟气a1换热后得到的热燃料b2进入燃烧室12。

[0025] 本发明实施例提供的燃气蒸汽联合循环系统,燃气轮机发电机组10做功完成排放的烟气d进入余热锅炉21,第一烟气换热器30与余热锅炉21连通,高温烟气a1经过第一烟气换热器30后变为低温烟气a2再次排入余热锅炉21里重复利用,从第一烟气换热器30经过的冷燃料b1在第一烟气换热器30中换热后变为热燃料b2,进入燃烧室12燃烧,余热锅炉21的高温烟气a1直接被利用,不需要中间换热介质,无汽水损失,且余热锅炉21里的废热可以被高效率利用,减少余热锅炉21能量的浪费;且在余热锅炉21中的高温烟气a1被利用过程中不需要中间设备维持运转,减少设备的投入量,降低了燃气蒸汽联合循环系统的用电量,可大幅提高燃气蒸汽联合循环系统的效率。

[0026] 上述设置只可加热冷燃料b1的温度,但是在燃烧室12中助于燃料燃烧的还有空气,因此为了加大燃料在燃烧室12中的燃烧利用率,在本实施例中,还可设置燃气蒸汽联合循环系统还包括第二烟气换热器40,第二烟气换热器40的进气端与第一烟气换热器30的出气端连通,第二烟气换热器40的出气端与余热锅炉21连通,低温烟气a2可进入第二烟气换热器40与进入第二烟气换热器40的冷空气c1换热,冷空气c1换热后得到的热空气c2进入压气机11,低温烟气a2换热后得到的较低温烟气a3进入余热锅炉21。如此设置,在高温烟气a1经过第一烟气换热器30变为低温烟气a2后,部分低温烟气a2可以流进第二烟气换热器40中与经过第二烟气换热器40的冷空气c1换热,冷空气c1在经过第二烟气换热器40换热后变为热空气c2进入压气机11被压缩后进入燃烧室12,与进入燃烧室12的热燃料b2一起在燃烧室12燃烧,提高了燃料在燃烧室12的燃烧效率,且充分地利用了余热锅炉21尾部排除的高温烟气a1,降低了余热锅炉21的排烟温度,减少了余热锅炉21的排烟损失,提高余热锅炉21换热效率和蒸汽产量,从而进一步提高了本发明实施例提供的燃气蒸汽联合循环系统的工作效率,同时,余热锅炉21的排烟温度降低,从而减少至大气的热污染排放,具有较好的社会效益。

[0027] 在本实施例中,可以设置第一烟气换热器30的出气端与第二烟气换热器40的出气端连通,低温烟气a2与较低温烟气a3汇聚进入余热锅炉21。当然,在其他实施例中,第一烟气换热器30的出气端与第二烟气换热器40的出气端也可不连通,从而从第一烟气换热器30的出气端出来的低温烟气a2与从第二烟气换热器40出来的较低温烟气a3分别从不同的地方流回余热锅炉21中。

[0028] 在本实施例中,还可在第一烟气换热器30的出气端与余热锅炉21之间设置有第一管道50,第一管道50包括第一分支管道51及第二分支管道52,第一分支管道51的一端与余热锅炉21连接,第二分支管道52的一端与第二烟气换热器40连接,第一分支管道51上设置有第一流量控制阀60。从第一烟气换热器30的出气端出来的低温烟气a2一部分经过第二分支管道52流入第二烟气换热器40,另一部分经过第一分支管道51流回余热锅炉21中。第一流量控制阀60主要用来控制进入燃气轮机发电机组10的燃烧室12的热燃料b2的温度,以及平衡进入第二烟气换热器40中的低温烟气a2的阻力。高温烟气a1从余热锅炉21抽出,通过控制第一流量控制阀60开度大小来调节通过第二烟气换热器30的高温烟气a1的流量,从而调节与冷燃料b1的换热量,其反馈信号来自进入燃气轮机发电机组10的燃烧室12前的热燃料b2的温度。

[0029] 进一步,为了便于反馈进入燃气轮机发电机组10的燃烧室12前的热燃料b2的温度,可在第一烟气换热器30与燃烧室12之间设置有第二管道70,热燃料b2经过第二管道70流进燃烧室12,第二管道70上设置有第一温度测点。当第一温度测点测得的温度高于设定值时,则关小第一流量控制阀60,反之,当第一温度测点测得的温度低于设定值时,则开大第一流量控制阀60。

[0030] 进一步,参见图1,为了便于对流入第二烟气换热器40中的低温烟气a2的流量进行控制,可以在第二分支管道52上设置有第二流量控制阀80。设置第二流量控制阀80可以控制进入燃气轮机发电机组10的压气机11的热空气c2的温度。

[0031] 且在第二烟气换热器40的出气端与余热锅炉21之间设置有第四管道100,第四管道100上设置有烟气关断阀110。具体地,第四管道100与第一分支管道51连通并交汇于第五管道120,通过第五管道120与余热锅炉21连通。

[0032] 当燃气蒸汽联合循环系统在部分负荷下为了提高燃气蒸汽联合循环系统的效率时,就需要通过加热进入燃气轮机发电机组10的冷空气c1的温度来实现,此时打开第二流量控制阀80和烟气关断阀110,则部分被冷燃料b1冷却的低温烟气a2进入第二烟气换热器40加热冷空气c1。第二流量控制阀80的控制信号来自进入燃气轮机发电机组10的压气机11的热空气c2的温度,当热空气c2的温度高于设定值时,则关小第二流量控制阀80,反之,当热空气c2的温度低于设定值时,则开大第二流量控制阀80。当空气不需要加热时,则第二流量控制阀80和烟气关断阀110同时关闭。为了检测热空气c2的温度,可在第二烟气换热器40与压气机21之间设置有第三管道90,热空气c1经过第三管道90进入压气机21,第三管道90上设有第二温度测点。

[0033] 当第二流量控制阀80和烟气关断阀110打开投入运行时,流过第一烟气换热器30中冷燃料b1的烟气会少量减少,此时可将第一流量控制阀60同步微调开大,直至热燃料b2的温度和热空气c2的温度都达到设定值。

[0034] 在本实施例中,通过对第一流量控制阀60、第二流量控制阀80及烟气关断阀110的

灵活控制,可同时对冷燃料b1及冷空气c1的高效率加热。流回余热锅炉21的低温烟气a2或较低温烟气a3被利用后,最终可通过余热锅炉21尾部的烟囱211对外排放。

[0035] 上述的第一烟气换热器30及第二烟气换热器40均可作为低压换热器,系统造价低。

[0036] 具体地,余热锅炉21包括低压蒸发器和凝结水加热器,低压蒸发器为余热锅炉21的倒数第二级换热面,凝结水加热器为余热锅炉21末级烟气换热面,第一烟气换热器30的进气端与余热锅炉21的低压蒸发器连接,第一烟气换热器30的出气端与余热锅炉21的凝结水加热器连接。具体地,第二烟气换热器40的出气端通过第四管道100连通于第五管道120,第一烟气换热器30的出气端通过第一分支管道51连通于第五管道120,第五管道120与余热锅炉21的凝结水加热器连通,从而从第一烟气换热器30流出的低温烟气a2及从第二烟气换热器40流出的较低温烟气a3在第五管道120汇聚为混合烟气a4,混合烟气a4通过第五管道120流进余热锅炉21内部。

[0037] 从余热锅炉21倒数第二级换热面(低压蒸发器)中间引出的高温烟气a1温度约190℃,供至第一烟气换热器30将冷燃料b1加热,被冷燃料b1冷却的烟气降至约100℃,在第二烟气换热器40不投用时,即第二流量控制阀80及烟气关断阀110关闭,通过调节第一流量控制阀60使热燃料b2温度达到180℃的目标设定值。冷燃料b1被加热后进入燃气轮机发电机组10做功,做功效率提升的同时提高了燃烧稳定性,从而提高了燃气蒸汽联合循环系统的效率。

[0038] 在环境温度较低时,燃气蒸汽联合循环系统用电负荷降低,则烟气关断阀110可被完全打开,第二流量控制阀80则开到部分开度,此时通过控制第一流量控制阀60使热燃料b2温度稳定在目标设定值,逐渐开大第二流量控制阀80,使热空气c2温度稳定在目标设定值范围55~60℃,此时燃气轮机发电机组10做功后的排烟d温度升高,余热锅炉21产生的蒸汽量增加,进入蒸汽轮机发电机组20做功的蒸汽量也就增加,因此通过第一烟气换热器30及第二烟气换热器30的作用,燃气蒸汽联合循环系统效率大幅度提高。

[0039] 被冷却的低温烟气a2与较低温烟气a3形成的混合烟气a4最终排回至余热锅炉21凝结水加热器中间。

[0040] 本发明实施例提供的燃气蒸汽联合循环系统的燃气轮机发电机组10还包括第一发电机14,蒸汽轮机发电机组20还包括第二发电机22、蒸汽轮机23及凝汽器24,从余热锅炉21流出的高温高压蒸汽e1进入蒸汽轮机23做功,其能量传递至第二发电机22,蒸汽轮机23做功后的乏汽e3进入凝汽器24,通过流进凝汽器24的冷凝水f1的作用,乏汽e3冷凝后的凝结水e2再次进入余热锅炉21中,从凝汽器24流出的冷凝水f2排出回收利用。

[0041] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

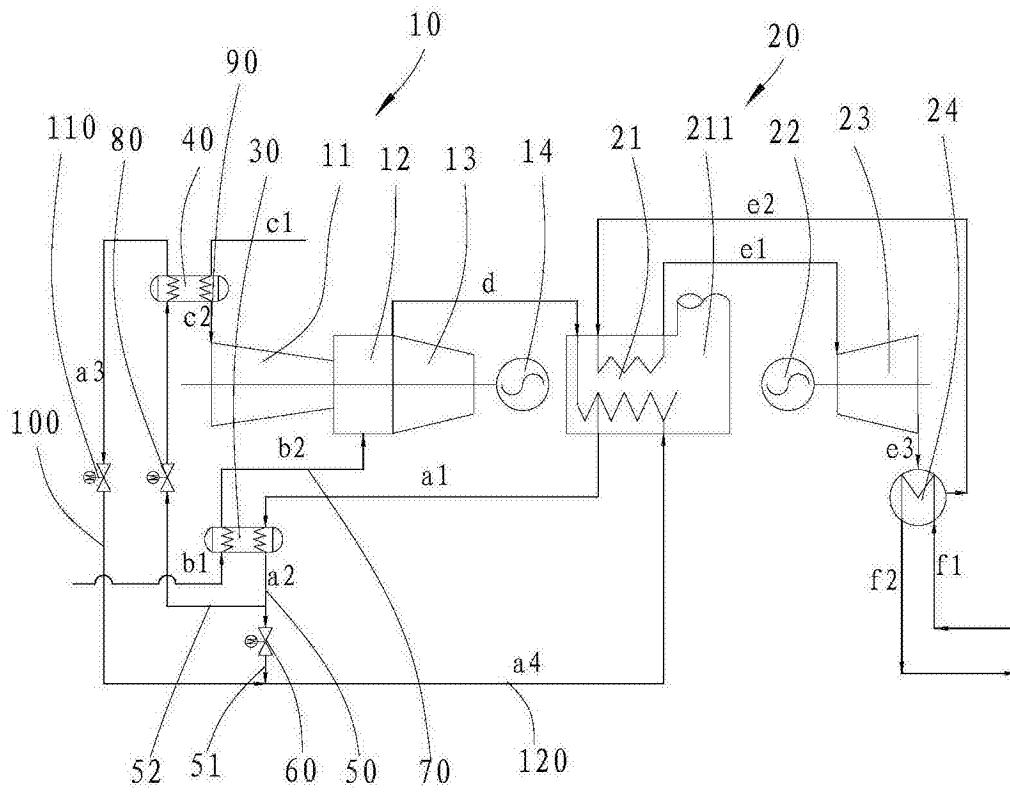


图1