



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204200288 U

(45) 授权公告日 2015. 03. 11

(21) 申请号 201420675316. 6

F01D 15/08(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 11. 05

F01D 15/10(2006. 01)

F02C 6/00(2006. 01)

(73) 专利权人 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

地址 102209 北京市昌平区北七家镇未来科技城华能创新基地实验楼 A 楼

专利权人 中国华能集团公司

(72) 发明人 穆延非 史绍平 闫姝 陈新明 周贤 方芳

(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务所 61215

代理人 贾玉健

(51) Int. Cl.

F01K 23/10(2006. 01)

F01K 11/02(2006. 01)

F01K 13/02(2006. 01)

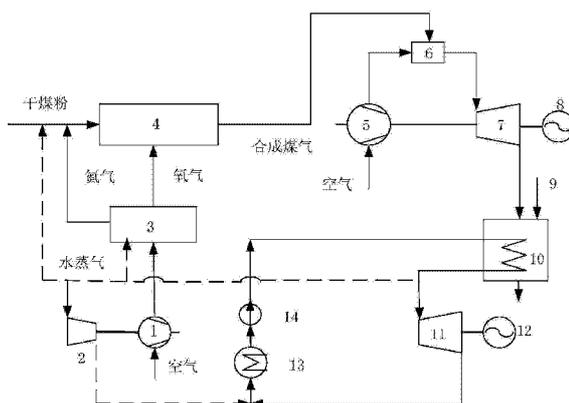
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种带补燃型余热锅炉的 IGCC 电站系统

(57) 摘要

一种带补燃型余热锅炉的 IGCC 电站系统,该系统包括整体煤气化联合循环系统原有的空分系统、汽化炉、燃气轮机系统、余热锅炉和蒸汽轮机系统以及新增的安装在余热锅炉的入口处的余热锅炉补燃装置和代替原有驱动空分系统压缩单元的电动机的小汽轮机;当电站启动时,余热锅炉补燃装置启动,为余热锅炉提供热量,产生蒸汽驱动小汽轮机运转,从而使得空分系统不依靠气化炉、燃气轮机系统而启动运行;本实用新型提出的 IGCC 电站系统及工作方法相对于原有电动机驱动空分系统压缩单元的 IGCC 电站系统,不仅能节省大量的初期投资费用,而且能提高电站的供电效率。



1. 一种带补燃型余热锅炉的 IGCC 电站系统,包括整体煤气化联合循环系统中原有的空分系统、汽化炉 (4)、燃气轮机系统、余热锅炉 (10) 和蒸汽轮机系统,其特征在于:还包括新增的安装在余热锅炉 (10) 的入口处的余热锅炉补燃装置 (9) 和代替原有驱动空分系统压缩单元的电动机的小汽轮机 (2),所述空分系统包括增压单元 (1) 和精馏单元 (3),所述燃气轮机系统包括燃气轮压气机 (5)、燃气轮机系统燃烧室 (6)、燃气轮机系统透平 (7) 和燃气轮机发电机 (8),所述蒸汽轮机系统包括蒸汽轮机 (11)、蒸汽轮机发电机 (12)、凝汽器 (13) 和给水泵 (14);所述小汽轮机 (2) 的转轴连接增压单元 (1) 的转轴,增压单元 (1) 的压缩空气输出口与精馏单元 (3) 的输入口连通,精馏单元 (3) 的氧气和氮气出口与汽化炉 (4) 的输入口连接,汽化炉 (4) 的产品合成煤气输出口与燃气轮压气机 (5) 输出口一同与燃气轮机系统燃烧室 (6) 输入口连通,燃气轮机系统燃烧室 (6) 的高温燃气输出口连接至燃气轮机系统透平 (7) 的入口,燃气轮机系统透平 (7) 的废气输出口与余热锅炉系统 (10) 输入口连通,余热锅炉系统 (10) 的蒸汽输出口依次与蒸汽轮机 (11) 的输入口和小汽轮机 (2) 的输入口相连,蒸汽轮机 (11) 和小汽轮机 (2) 的乏气输出口通过凝汽器 (13) 依次与给水泵 (14) 与余热锅炉 (10) 相连。

一种带补燃型余热锅炉的 IGCC 电站系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及整体煤气化联合循环发电系统的余热锅炉技术领域以及汽轮机驱动空分系统压缩单元的空分系统领域,具体涉及一种带补燃型余热锅炉的 IGCC 电站系统。

背景技术

[0002] 整体煤气化联合循环发电技术(IGCC 技术)因其高效、清洁的特点被认为是最具发展潜力的洁净煤技术之一。我国以燃煤发电为主的格局和未来社会对减少煤电污染排放的现实要求,使得 IGCC 发电系统将在我国中远期的燃煤发电中扮演重要的角色。

[0003] 目前 IGCC 面临的发展困境主要有两方面,一是部分技术和工艺还需要进一步优化和完善;二是建设、运营成本高,发电成本一般为普通火电厂的 2~3 倍。IGCC 电站主要有五个系统组成,空分系统、汽化炉与合成气净化系统,燃气轮机系统、余热锅炉系统、蒸汽轮机系统。其中在整个 IGCC 电站中,空分系统投资费用占整个电站投资费用的 15%左右,而且空分系统是耗能最高的单元,空分系统用电占全厂厂用电的 70%~85%。可见如果能降低空分系统的投资成本,而且减少空分系统的能耗,将有效的减少 IGCC 电站的投资成本并提高提高电站的供电效率。

[0004] 在空分系统中,空气压缩机和空气增压机作为空分系统的空气压缩单元,是能耗最高的两个设备,约占整个空分系统功耗的 90%。传统空分系统的空气压缩单元多用电动机驱动,虽然装置简单,工作可靠,占地面积小,但是缺点也是非常明显的。比如某 250MW 的 IGCC 电站,配备了型号为 KDON-46000Nm³/h O²的空分系统。(1) 空气压缩机和空气增压机需单独配备电动机,共需两台,每台功率约 20MW,供电电压 10KV,而且由于功率较高,需要增加变压变频器启动装置。从而投资费用较高。(2) 空分的压缩机电机和增压机电机属于连续工作的电机,在正常工作时,电机的转速一般恒定不变,空分压缩单元的负荷调节是仅通过压缩机入口的导流片的角度进行调节的,其调节范围为 75%~105%,调节范围较小,若继续调节只能通过空压机放空调节,这样是最不经济的调节方式。(3) 由于 IGCC 电站的空分系统用电为外接厂用电,所以一旦出现供电事故,将造成整个 IGCC 电站的生产中断。

发明内容

[0005] 本实用新型的目的在于克服以上传统 IGCC 电站采用电动机驱动空分系统压缩单元技术存在的问题,提供一种带补燃型余热锅炉的 IGCC 电站系统,最大限度的降低空分系统的投资成本并减少空分系统的能耗,而且利于电站的冷态启动。

[0006] 为达到以上目的,本实用新型采用如下技术方案:

[0007] 一种带补燃型余热锅炉的 IGCC 电站系统,包括整体煤气化联合循环系统中原有的空分系统、汽化炉 4、燃气轮机系统、余热锅炉 10 和蒸汽轮机系统,还包括新增的安装在余热锅炉 10 的入口处的余热锅炉补燃装置 9 和代替原有驱动空分系统压缩单元的电动机的小汽轮机 2,所述空分系统包括增压单元 1 和精馏单元 3,所述燃气轮机系统包括燃气轮

压气机 5、燃气轮机系统燃烧室 6、燃气轮机系统透平 7 和燃气轮机发电机 8,所述蒸汽轮机系统包括蒸汽轮机 11、蒸汽轮机发电机 12、凝汽器 13 和给水泵 14 ;所述小汽轮机 2 的转轴连接增压单元 1 的转轴,增压单元 1 的压缩空气输出口与精馏单元 3 的输入口连通,精馏单元 3 的氧气和氮气出口与汽化炉 4 的输入口连接,汽化炉 4 的产品合成煤气输出口与燃气轮机压气机 5 输出口一同与燃气轮机系统燃烧室 6 输入口连通,燃气轮机系统燃烧室 6 的高温燃气输出口连接至燃气轮机系统透平 7 的入口,燃气轮机系统透平 7 的废气输出口与余热锅炉系统 10 输入口连通,余热锅炉系统 10 的蒸汽输出口依次与蒸汽轮机 11 的输入口和小汽轮机 2 的输入口相连,蒸汽轮机 11 和小汽轮机 2 的乏气输出口通过凝汽器 13 依次与给水泵 14 与余热锅炉 10 相连,保证蒸汽轮机系统的动力循环。

[0008] 在电站启动时,余热锅炉补燃装置 9 启动,使得余热锅炉 10 产生蒸汽驱动小汽轮机 2 运转,从而使得空分系统不依靠气化炉 4 和燃气轮机系统而启动运行。

[0009] 通过调节小汽轮机 2 的进口蒸汽量改变其转速,从而调节空分系统的负荷,相对于电动机驱动方式,空分系统负荷调节范围更广且节约能耗。

[0010] 本实用新型相对于空分压缩单元电动机驱动方式的 IGCC 电站系统有以下优点:

[0011] 1) 投资成本降低。应用本实用新型装置需要配备一台小型汽轮机,对余热锅炉增加补燃装置,相对于采用常规电动机驱动空分压缩单元方式除电动机外还需要同时配备启动变压器、变频器、启动锅炉等设备。空分系统投资成本将节省约 15%。

[0012] 2) 电厂的热力性能提高。由于小汽轮机直接用蒸汽做功,没有电动机驱动方式的发电机、变压器、电力输送等设备的电量损耗的中间过程。经计算,电站的供电效率增加 0.47%,在低负荷工况下增加更多,如 50% 负荷工况,增加 6.5%

[0013] 3) 电站受外接厂用电的影响小。相比于原电站,不需要高电压、高功率的外接厂用电,则不易出现供电事故,电站生产中断。

附图说明

[0014] 图 1 为本实用新型 IGCC 电站系统示意图。

[0015] 图 2 为现有某 IGCC 电站系统示意图。

[0016] 图 3 为余热锅炉补燃装置安装位置示意图。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步详细说明。

[0018] 如图 1 所示,本实用新型一种带补燃型余热锅炉的 IGCC 电站系统,包括整体煤气化联合循环系统中原有的空分系统、汽化炉 4、燃气轮机系统、余热锅炉 10 和蒸汽轮机系统,还包括新增的安装在余热锅炉 10 的入口处的余热锅炉补燃装置 9 和代替原有驱动空分系统压缩单元的电动机的小汽轮机 2,所述空分系统包括增压单元 1 和精馏单元 3,所述燃气轮机系统包括燃气轮机压气机 5、燃气轮机系统燃烧室 6、燃气轮机系统透平 7 和燃气轮机发电机 8,所述蒸汽轮机系统包括蒸汽轮机 11、蒸汽轮机发电机 12、凝汽器 13 和给水泵 14 ;所述小汽轮机 2 的转轴连接增压单元 1 的转轴,增压单元 1 的压缩空气输出口与精馏单元 3 的输入口连通,精馏单元 3 的氧气和氮气出口与汽化炉 4 的输入口连接,汽化炉 4 的产品合成煤气输出口与燃气轮机压气机 5 输出口一同与燃气轮机系统燃烧室 6 输入口连通,燃气

轮机系统燃烧室 6 的高温燃气出口连接至燃气轮机系统透平 7 的入口做功,燃气轮机系统透平 7 的废气输出口与余热锅炉系统 10 输入口连通,余热锅炉系统 10 的蒸汽输出口依次与蒸汽轮机 11 的输入口和小汽轮机 2 的输入口相连,蒸汽轮机 11 和小汽轮机 2 的乏气输出口通过凝汽器 13 依次与给水泵 14 与余热锅炉 10 相连,保证蒸汽轮机系统的动力循环。

[0019] 本实用新型的工作原理为:当电站系统处于运行工况时,所述空分系统的增压单元 1 和精馏单元 3 用于为气化炉 4 提供氧气和氮气产品;借助这些气体产品,气化炉 4 将煤粉颗粒转化为合成煤气,并送入燃气轮机系统燃烧室 6 与燃气轮机压气机 5 输出的压缩空气混合燃烧;燃烧后的高温烟气驱动燃气轮机系统透平 7 做功并带动燃气轮机发电机 8 发电;燃气轮机系统透平 7 排放的高温废气进入余热锅炉 10 并将余热锅炉 10 中的介质水加热成过热蒸汽;少部分过热蒸汽进入小汽轮机 2 膨胀做功,从而带动空分系统的压缩单元 1 转轴转动,其余大部分过热蒸汽进入蒸汽轮机 11 膨胀做功,从而带动蒸汽轮机发电机 12 发电;做完功的乏汽进入凝汽器 13,经冷凝换热后变成水,并通过给水泵 14 送入余热锅炉 10 完成部分工质的循环;

[0020] 当电站系统处于冷态启动工况时,余热锅炉补燃装置 9 首先启动,使得余热锅炉 10 在低工况下运行,从而将余热锅炉 10 中的介质水加成过程蒸汽驱动小汽轮机 2 转动,带动空分系统的压缩单元 1 运行,为空分系统的精馏单元 3 提供压缩空气,空分系统启动完成;然后汽化炉 4、燃气轮机系统依次启动,当燃气轮机系统启动完成后,排放的高温废气供给余热锅炉 10,此时停止余热锅炉补燃装置 9;余热锅炉 10 产生的过热蒸汽供给蒸汽轮机系统和小汽轮机 2 所需,至此电站启动完成。

[0021] 如图 3 所示,余热锅炉补燃装置 9 安装在余热锅炉 10 的入口处,其喷出的燃料直接燃烧,产生高温气体进入余热锅炉 10,依次通过第一高中低压汽包 16、第二高中低压汽包 17 和第三高中低压汽包 18 的盘管,从而产生水蒸汽。

[0022] 下面将本实用新型提出的 IGCC 电站系统方案与现有某 IGCC 电站系统做出比较。

[0023] 一、电站系统建设的投资成本。某 250MW 的 IGCC 电站,燃气轮机功率为 170MW,蒸汽轮机的功率为 90MW,汽化炉为 2000t/d 级两段式干煤粉加压气化技术气化炉,电站也配备了型号为 KDON-46000Nm³/h O₂ 空气分离系统。其空分系统的空气压缩单元的轴功率共 37MW,采用电动机驱动,其流程如图 2 所示。电动机 16 驱动空分系统中增压单元 1 产生压缩空气,压缩空气被送入精馏单元 3,从而得到氧气和氮气产品。小锅炉 15 产生一定量水蒸气一部分供给给空分系统,另一部分为汽化炉 4 所用。煤粉、水蒸气和氧气被送入汽化炉 4 反应产出合成煤气,合成煤气进过净化后连同被燃气轮机压气机 5 压缩后的空气进入燃气轮机系统燃烧室 6,燃烧后的高温烟气驱动燃气轮机透平做功,从而驱动燃气轮机发电机 8 发电。做功后的废气(540℃)被送入余热锅炉 10,在余热锅炉 10 中,水被加热成一定压力和温度的水蒸气,大部分水蒸气去蒸汽轮机做功,从而带动蒸汽轮机发电机 12 发电,做功后的蒸汽乏汽经汽轮机凝汽器 13 冷却后通过给水泵 14 被送余热锅炉循环使用。

[0024] 比较两种方案的空分系统压缩单元的投资成本如表 1 所示。可见采用汽轮机驱动空分系统压缩单元将比电动机驱动方式节省约 6000 万元。

[0025] 表 1 两种空分系统空气压缩单元驱动方式的投资成本对比

[0026]

驱动方式	设备组成	投资费用 /万元
电动机驱动方式	启动变压器, 变频器, 空压机电动机, 增压机 电动机, 变电站建设, 中压和低压启动锅炉	11138
蒸汽轮机驱动方式	汽轮机系统, 辅助设备, 余热锅炉补燃装置	4950

[0027] 二、电站的供电效率比较。电站的热力性能评价一般用电站的供电效率作为评价指标。由于汽轮机直接用蒸汽做功, 没有电动机驱动方式的发电机、变压器、电力输送等设备的电量损耗的中间过程, 所以功率效率更好。经计算, 汽轮机驱动方式电站的供电效率比电动机驱动方式的电站供电效率增加了 0.47%。

[0028] 总结为本实用新型提出的 IGCC 方案, 比某 IGCC 电站方案投资成本节省约 6000 万元, 而且电站的供电效率提高了 0.47%。

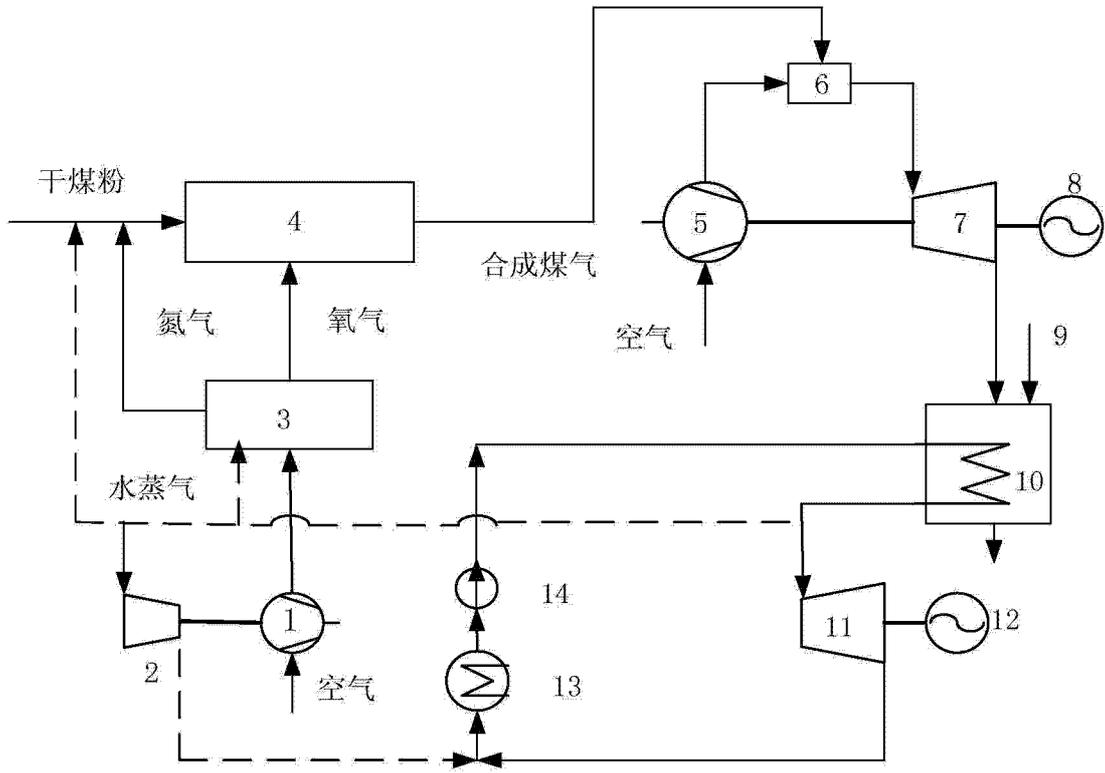


图 1

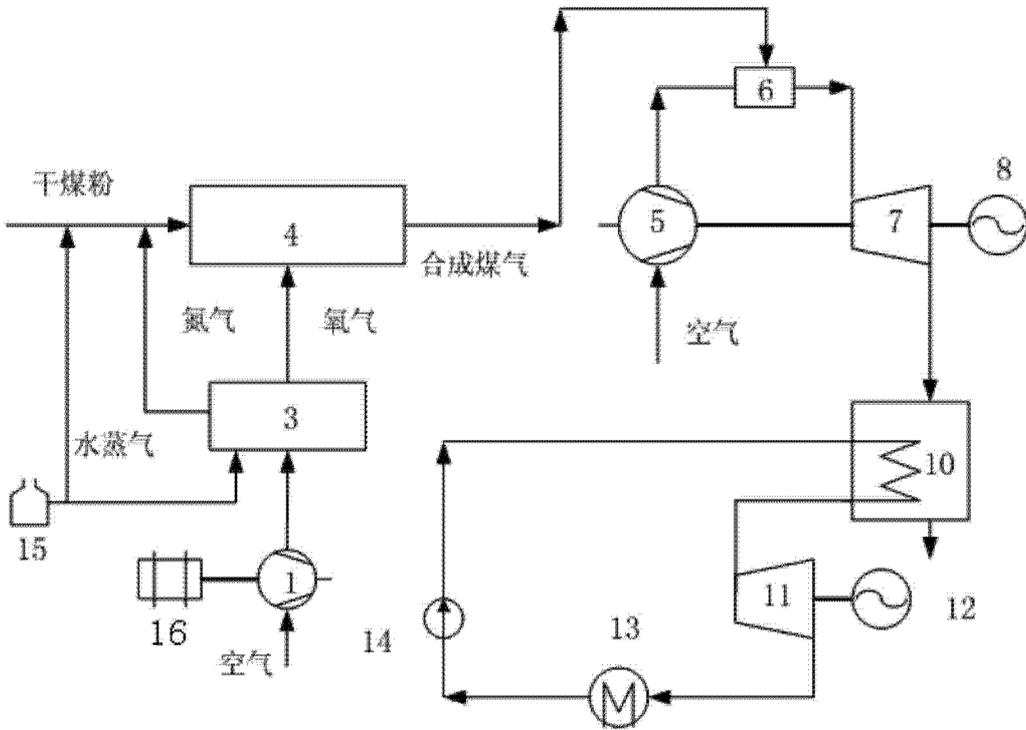


图 2

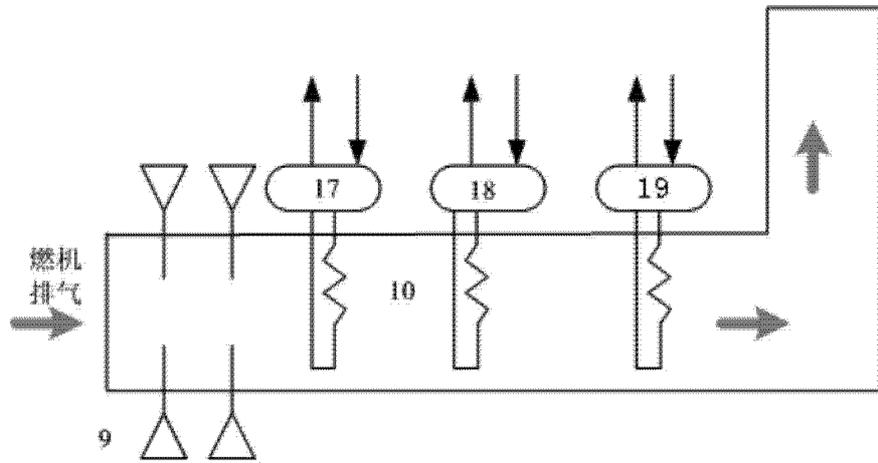


图 3