



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1987058 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200510134668.6

(22) 申请日 2005.12.19

(73) 专利权人 中航世新燃气轮机股份有限公司

地址 100029 北京市朝阳区小关东里14号7层

(72) 发明人 苏大为

(74) 专利代理机构 北京国林贸知识产权代理有限公司 11001

代理人 李桂玲 贾兴昌

(51) Int. Cl.

F01K 23/06 (2006.01)

F02C 6/18 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1072764 A, 1993.06.02, 说明书第2页第3段, 第4页倒数第1段至第5页第4段, 权利要求1-3, 图1、4-5.

高野英树. 二段预热式高炉煤气发电炉

炉. 冶金能源 6 1. 1987, 6(1), 60-63.

张凤辰. 焦炉煤气的综合利用途径. 煤矿机电 2. 2005, (2), 61-63.

审查员 周勤

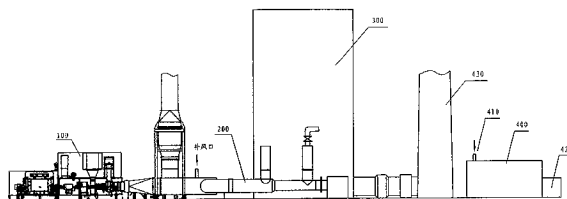
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

使用燃气锅炉的燃机—汽机联合循环系统

(57) 摘要

本发明涉及一种使用燃气锅炉的燃机—汽机联合循环系统, 有燃气锅炉、燃气轮机装置、蒸汽轮机装置, 所述燃气锅炉下部的助燃风进口通过一个热风道与所述燃气轮机装置的涡轮排气口连通, 所述燃气锅炉的过热蒸汽出口与所述蒸汽轮机进气装置连通; 所述燃气锅炉是以高炉煤气为主要燃料的燃气锅炉, 所述燃气锅炉的炉体内设置有负压燃烧炉膛、水冷壁装置、过热炉排、燃烧装置, 所述燃气锅炉上部设有汽包。本发明可以提高联合循环的净供电效率, 适用于钢铁企业低品级可燃气体的能源转化, 降低钢铁企业的成本。



1. 一种使用燃气锅炉的燃机-汽机联合循环系统,有燃气锅炉、燃气轮机装置、蒸汽轮机装置,其特征在于:所述燃气锅炉下部的助燃风进口通过一个热风道与所述燃气轮机装置的涡轮排气口连通,所述燃气锅炉的过热蒸汽出口与所述蒸汽轮机进气装置连通;所述燃气锅炉以高炉煤气为主要燃料,所述燃气锅炉的炉体内设置有负压燃烧炉膛、水冷壁装置、过热炉排、燃烧装置,所述燃气锅炉上部设有汽包;所述燃气锅炉的过热蒸汽出口的新蒸汽参数为:蒸汽压力 3.5MPa ~ 14MPa,蒸汽温度 400℃ ~ 540℃;所述燃气锅炉所用高炉煤气热值参数为 2900-3700KJ/NM³;所述燃气轮机装置的热风道上设有两位挡板阀室、旁通烟道和补风管道;所述燃气轮机装置使用焦炉煤气为燃料。

使用燃气锅炉的燃机－汽机联合循环系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用燃气锅炉的燃机－汽机联合循环系统，该系统中的燃气锅炉使用钢铁企业炼铁高炉产生的高炉煤气作为燃料，可以提高联合循环系统的效率，降低钢铁企业的成本。

背景技术

[0002] 在已有技术中中国专利 98116785.3 公开了一种排气再热式联合循环发电成套装置，将锅炉和蒸汽透平装置与燃气透平装置相组合、使来自上述燃气透平装置的排气在锅炉被加热后作为热源向蒸汽透平装置的冷凝器、给水系统供给，其特点是还具有将来自低温再热系统的蒸汽向燃气透平高温部供给的冷却蒸汽供给系统以及使对燃气透平高温部冷却后的蒸汽由中压透平中间级回收的冷却蒸汽回收系统，具有能有效使冷却后的蒸汽被回收，进一步提高发电成套装置热效率等效果。现有燃气轮机－蒸汽轮机联合循环（发电）装置中多采用余热锅炉，燃气轮机排气能量在余热锅炉中转换成过热蒸汽或饱和蒸汽；余热锅炉是以对流换热为主，没有水冷壁装置，余热锅炉只能产中压过热蒸汽（4MPa/450℃）或次高压过热蒸汽；由于余热锅炉入口温度低，排烟亦要在 105℃ 以上，故余热锅炉热效率在 80% 以下。其蒸汽轮机发电热耗率在 32% 以下。

[0003] 在已有技术中，使用低热值气体燃料的燃气轮机－蒸汽轮机联合循环发电系统提高出力的方法是加大低热值燃气轮机的功率规格或增加辅助中压锅炉，其可选设备有限并且价格较高；由于中热值燃料和低热值燃料的使用方式不甚合理，致使已有技术联合循环系统的净供电效率不太高，为此，需要提出一种新的使用燃气锅炉的燃机－汽机联合循环系统。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种使用燃气锅炉的燃机－汽机联合循环系统，该系统的燃机使用焦炉煤气，燃气锅炉使用钢铁企业炼铁高炉产生的高炉煤气作为燃料，采用负压燃烧方式产生高压过热蒸汽，使用燃气轮机排气作助燃风，使用高压参数汽轮机，可以提高联合循环的净供电效率，适用于钢铁企业低品级可燃气体的能源转化，降低钢铁企业的成本。

[0005] 本发明的目的是由以下述技术方案实现的：一种使用燃气锅炉的燃机－汽机联合循环系统，有燃气锅炉、燃气轮机装置、蒸汽轮机装置，所述燃气锅炉下部的助燃风进口通过一个热风道与所述燃气轮机装置的涡轮排气口连通，所述燃气锅炉的过热蒸汽出口与所述蒸汽轮机进气装置连通；所述燃气锅炉以高炉煤气为主要燃料，所述燃气锅炉的炉体内设置有负压燃烧炉膛、水冷壁装置、过热炉排、燃烧装置，所述燃气锅炉上部设有汽包。

[0006] 本发明与已有技术相比具有如下优点：

[0007] 1、由于本发明的系统中可以使用较小功率的燃气轮机，燃料气增压耗功较小，负压燃烧式燃气锅炉可以燃烧大量低压头的低热值燃料，可以使大量低品级可燃气体有效、

合理地转换成高品级的机械能。经济性较高。

[0008] 2、由于本发明的系统中使用燃气轮机排气作为助燃气体,有利于高炉煤气等低热值气体在较低的余气系数下稳定燃烧,可燃物燃尽度高。

[0009] 3、由于本发明的系统中的燃气锅炉燃烧生成热还要继续加热由燃气轮机排气中所含的那一部份无氧烟气,至使燃气锅炉炉膛燃烧温度在 1450℃ 以下,氮氧化合物生成量较低,有利于环保。

[0010] 4、本发明的联合循环系统具有联合循环、燃气轮机单循环、蒸汽轮机单循环运行的能力。

[0011] 5、在以高炉煤气、焦炉煤气为燃料的相同出力、相同净供电效率的联合循环发电项目中,使用本发明配置的设备总投资最低,高炉煤气、焦炉煤气的耗用比最大。

附图说明

[0012] 以下结合附图及实施例对本发明作进一步说明。

[0013] 图 1、本发明的结构示意图

[0014] 图 2、本发明的俯视图

[0015] 图 3、本发明的热风道结构示意图

[0016] 图 4、本发明的燃气锅炉结构示意图

[0017] 图 5、本发明的燃烧装置结构示意图(图 4 的 A-A 剖视图)

[0018] 图 6、本发明的热力系统原理图

具体实施方式

[0019] 实施例一:

[0020] 参见图 1,本发明的燃机-汽机联合循环系统,有燃气锅炉、燃气轮机装置、蒸汽轮机装置,所述燃气锅炉 300 下部的助燃风进口 3083 通过一个热风道 200 与所述燃气轮机装置 100 的涡轮排气口 101 连通,燃气轮机装置的涡轮排气作为助燃风直接进入燃气锅炉的负压燃烧炉膛参与燃烧,所述燃气锅炉的过热蒸汽出口 301 与所述蒸汽轮机 400 的蒸汽进汽装置连通,燃气锅炉产生的过热蒸汽在蒸汽轮机装置中转化成机械能;所述燃气锅炉以高炉煤气为主要燃料,所述燃气锅炉的炉体内设置有负压燃烧炉膛 309、水冷壁装置 310、过热炉排 302、燃烧装置 308,所述燃气锅炉上部设有汽包 312。

[0021] 在本发明的一个具体的实施例中,燃气轮机装置带有一个发电机装置 110,其发电功率为 11.01MW;燃气轮机装置使用焦炉煤气,焦炉煤气压缩功率为 1650KW,焦炉煤气消耗量为 7276NM³/h(焦炉煤气的热值为 17260KJ/NM³);涡轮的排气流量为 46.03kg/s,排气温度为 484℃;涡轮排气中的含氧量 15.0%。涡轮排气直接进入一个热风道 200。

[0022] 参见图 3,在本实施例中,热风道前部是一个扩压段 201,该扩压段的一端呈圆形与涡轮排气口连接,该扩压段的另一端呈矩形通过一个弯头 202 与双位挡板阀室 203 连接。双位挡板阀室是一个三通型部件,设有上下两个接口和一个水平出口,其上接口通过一个膨胀节 204 与一个旁通烟囱 205 连通,其水平出口经过渡段 206 与一个主风道 207 连通,该主风道两侧设有两个分流风道 209 及多个热风道出口管 210,该热风道出口管通过法兰与燃气锅炉下部相对应的多个助燃风进口 3083 连接,分流风道与主风道之间各有一个膨胀

节 208,两个分流风道各有一个放风调节阀门 211 及放风管道 212,放风管道与锅炉的省煤器烟道相通,用于调节进入燃气锅炉炉膛的助燃风量。分流风道的单循环接口 213 与蒸汽轮机装置单循环用的鼓风装置相接,用于蒸汽轮机装置单循环时提供助燃风。过渡段 206 上设置有补风道接口 214,用于必要时的补风。涡轮排气在热风道中的最大流速为 20.2m/s ,热风道的阻力为 2000Pa ,热风道的散热损失为 10°C ;出口风压 1500Pa 。

[0023] 参见图 4、图 5,本实施例中所用的燃气锅炉是以高炉煤气为主要燃料的负压燃烧式锅炉,该锅炉属于市场上公开出售和使用的产品,该燃气锅炉由炉墙 311、负压燃烧炉膛 309、水冷壁装置 310、过热炉排 302、燃烧装置 308、省煤器 305、省煤器烟道 303、过热蒸汽出口 301、排烟道 307、蒸汽包 312 构成,省煤器设有给水进口 306 及出水口 304。燃烧装置由运行燃料管 3081、点火燃料管 3082、助燃风进口 3083 构成。该锅炉的炉膛压力为 -150Pa ,该锅炉的出口蒸汽压力为 9.87MPa ,出口蒸汽温度为 540°C ,蒸发量为 166t/h ,给水温度为 220°C 。该锅炉主要使用高炉煤气,高炉煤气压力为 2700Pa ,高炉煤气消耗量为 $141200\text{NM}^3/\text{h}$ (高炉煤气热值为 3247KJ/NM^3)。

[0024] 在本发明的实施例中,所述燃气锅炉的过热蒸汽出口的新蒸汽参数可以是:蒸汽压力 $3.5\text{MPa} \sim 14\text{MPa}$,蒸汽温度 $400^\circ\text{C} \sim 540^\circ\text{C}$ 。

[0025] 由于本发明的燃气锅炉是一种负压燃烧式锅炉,燃料气压力参数低,尤其以大量低热值气体为燃料时可以节省可观的燃料气压缩功。

[0026] 参见图 2,本实施例中的蒸汽轮机装置带有一个发电机装置 420,发电功率为 48.95MW ,蒸汽轮机的进汽压力为 8.83MPa ,进汽温度为 535°C 。

[0027] 本实施例的联合循环总出力 59.96MW ;总效率 37.0% ;外供电功率 54.16MW ;净效率 33.40% 。

[0028] 参见图 6,本发明的热力循环原理如下:燃气轮机装置中的燃料供给装置 120 向燃气轮机提供燃料,燃气轮机的涡轮排气通过热风道 200 接入燃气锅炉 300 下部的燃烧装置 308,通过该装置进入负压燃烧炉膛参与燃烧,在本发明的联合循环中,涡轮排气是主要的助燃风。燃气锅炉产生的过热蒸汽通过过热蒸汽出口 301 和蒸汽轮机装置 400 上的蒸汽进汽装置 410 进入蒸汽轮机,燃气锅炉由燃料装置 320 提供气体燃料,燃烧后的烟气通过烟囱 430 排放。辅助装置 440 完成蒸汽轮机和燃气锅炉的水循环。热风道上设有补风道接口,通过补风机 130 进行必要的补风。

[0029] 本实施例可以进行高效率的联合循环,还可以实现燃气轮机装置单循环、蒸汽轮机装置单循环。当需要燃气轮机装置单循环时,操纵双位挡板阀室的挡板使下接口与水平出口的通道关闭,使下接口与上接口之间连通,涡轮排气直接进入旁通烟囱。当需要蒸汽轮机装置单循环时,不再使用燃气轮机装置的涡轮排气作助燃风,而是另行启动一个鼓风装置,将新鲜空气通过单循环接口 213 送入分流风道,并通过助燃风进口 3083 进入燃气锅炉燃烧装置。这种运行方式上的灵活性有利于达到高的可靠性和可用性。对于联合循环发电系统,可以有效减少完全不能供电的几率;降低可燃气体被迫放空的几率和放空量;这对工艺流程为长年连续运行方式的钢铁、石化、化工企业具有重要的价值。

[0030] 在本实施例中,由于燃机是一台较小的设备,燃料气增压耗功较小,涡轮排气含氧 15% 左右、温度 500°C 上下,燃机排气流量中含氧量足够烧尽锅炉所需要的低热值燃料量,用涡轮排气作助燃风一方面有利于高炉煤气等低热值气体在较低的余气系数下稳定燃烧,

可燃物燃尽度高,另一方面锅炉燃烧生成热还要继续加热助燃风中所含的那一部份无氧烟气,至使燃烧温度在 1400℃—1450℃以下,氮氧化物生成量较低。

[0031] 由于燃气轮机装置本体和其备件的价格及维修费用相对较高,由于本方法所使用的燃气轮机装置规格小,可以有效地降低联合循环工程投资、维修和运行成本。

[0032] 在本发明中,被燃气轮机装置吸入的空气在燃气轮机装置的燃烧室内和负压燃烧的锅炉炉膛中经过了两次助燃;燃气轮机装置的涡轮排气的低压头动能、氧气组份及相当于燃气轮机装置功率两倍左右的热能在中压或高压(至超高压)参数的锅炉内参与产生中压参数以上的蒸汽,以中压或高压参数蒸汽轮机装置的效率转化成机械能。

[0033] 在本实施例中,联合循环系统配有补风装置,在大气温度升高和燃气轮机装置工况降低时涡轮排气的含氧量降低,此时需要由补风装置提供所需的补充空气量。补风装置中的补风机 130 将来自燃气轮机的箱体通风气通过补风道接口 214 送入热风道,箱体通风气的温度为 40℃~60℃。

[0034] 实施例二:

[0035] 一种使用燃气锅炉的燃机-汽机联合循环系统,有燃气锅炉、燃气轮机装置、蒸汽轮机装置,所述燃气锅炉下部的助燃风进口通过一个热风道与所述燃气轮机装置的涡轮排气口连通,所述燃气锅炉的过热蒸汽出口与所述蒸汽轮机进气装置连通;所述燃气轮机装置以热值为 5000~36000KJ/NM³的可燃气体为燃料;所述燃气锅炉以天然气、高炉-转炉混合气、地下气化煤气、煤制气、煤层气、化工尾气、生物气中的一种为燃料,所述燃气锅炉的炉体内设置有负压燃烧炉膛、水冷壁装置、过热炉排、燃烧装置,所述燃气锅炉上部设有汽包。

[0036] 在本实施例中,使用的燃气锅炉、燃气轮机装置、蒸汽轮机装置的结构与实施例一基本相同,不同点是燃气锅炉是以地下气化煤气为主要燃料。蒸汽轮机装置采用中压蒸汽参数。燃气轮机装置以热值为 5000~36000KJ/NM³的可燃气体为燃料。

[0037] 在本实施例中,燃气轮机装置带有一个发电机装置,其发电功率为 2.0MW,涡轮排气流量 10.76kg/s,排气温度 525℃,含氧量 15.8%。燃气轮机装置使用焦炉煤气,焦炉煤气压力 1.6MPa,焦炉煤气耗量 1630NM³/h(焦炉煤气热值 17670KJ/NM³),焦炉煤气压缩功率 250KW,涡轮排气直接进入一个热风道。

[0038] 涡轮排气经过热风道时的最大流速 20m/s,流量 10.76kg/s,出口温度 521℃,出口压力 1500Pa。

[0039] 补风装置的最大补风量 4000NM³/h,补风温度 40℃,压力 2000Pa。

[0040] 在本实施例中,燃气锅炉是负压燃烧式过热蒸汽锅炉,该燃气锅炉使用地下气化煤气。地下气化煤气耗量 15527NM³/h(地下气化煤气热值 6338KJ/NM³),供气压力 2700Pa。燃气锅炉蒸汽出口压力 3.82MPa,蒸汽出口温度 450℃,蒸发量 42t/h;给水温度 150℃。

[0041] 在本实施例中,蒸汽轮机装置带有一个发电机装置,发电功率为 10MW,蒸汽轮机的进汽压力为 3.43MPa,进汽温度为 435℃,进汽量 42t/h。

[0042] 本实施例的联合循环总发电功率 12MW,总发电效率 33.6%,净供电功率 11.5MW,净供电效率 32.2%。

[0043] 由于地下煤气化的工艺特点,地下气化煤气的适时组份和热值不太稳定,产气量与热值呈反比关系,尤其是随投产时间的延长,煤气品质降低幅度较大,根据我国某煤矿的

数据至少要能适应 $5400-7120\text{KJ}/\text{NM}^3$ 的变化,因此本发明中补风系统及热风道对锅炉助燃风含氧量的增、减调节作用,更加适应地下气化煤气的特点,本发明联合循环系统为我国地下气化煤气的大规模商业应用提供了实用的设备。

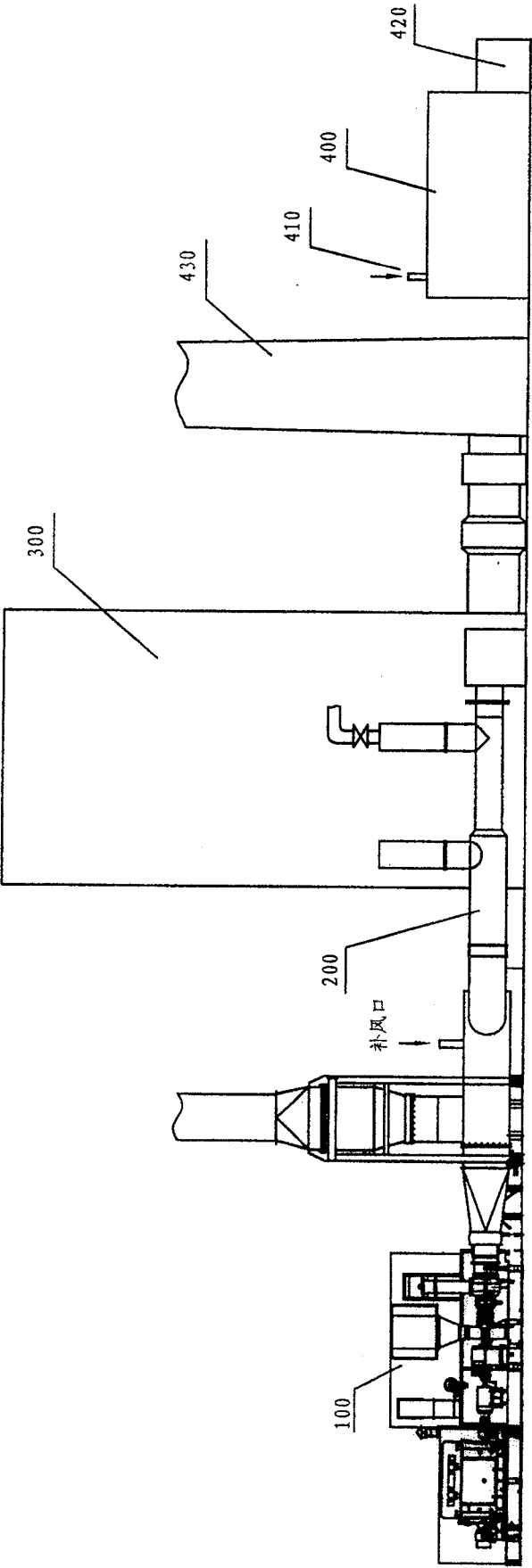


图 1

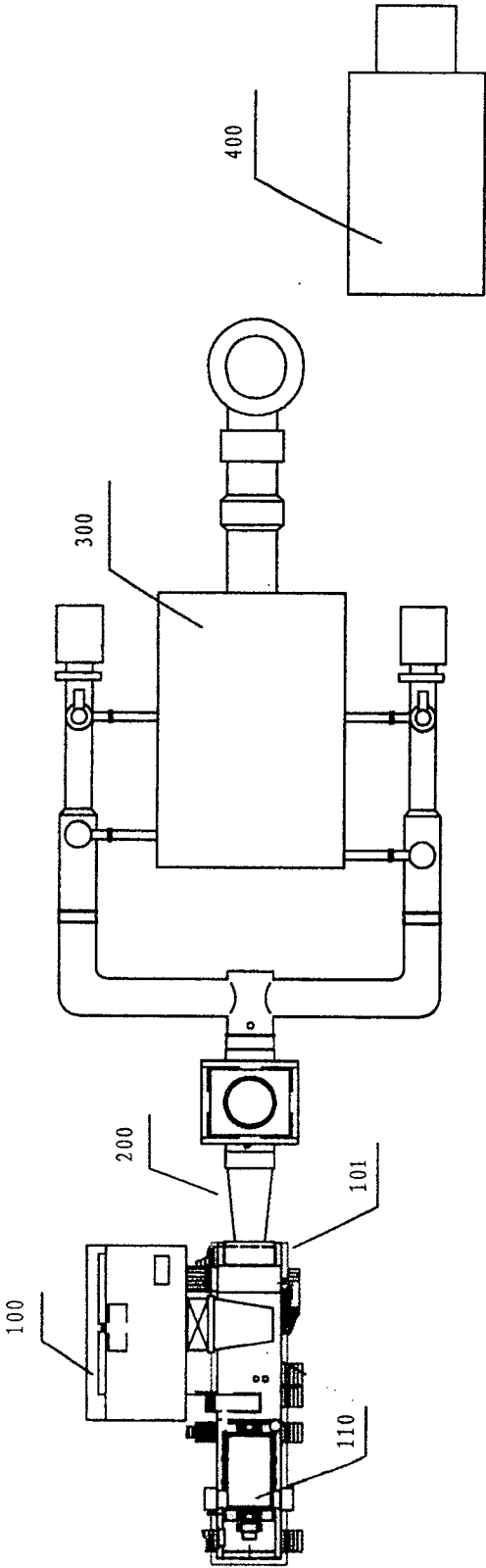


图 2

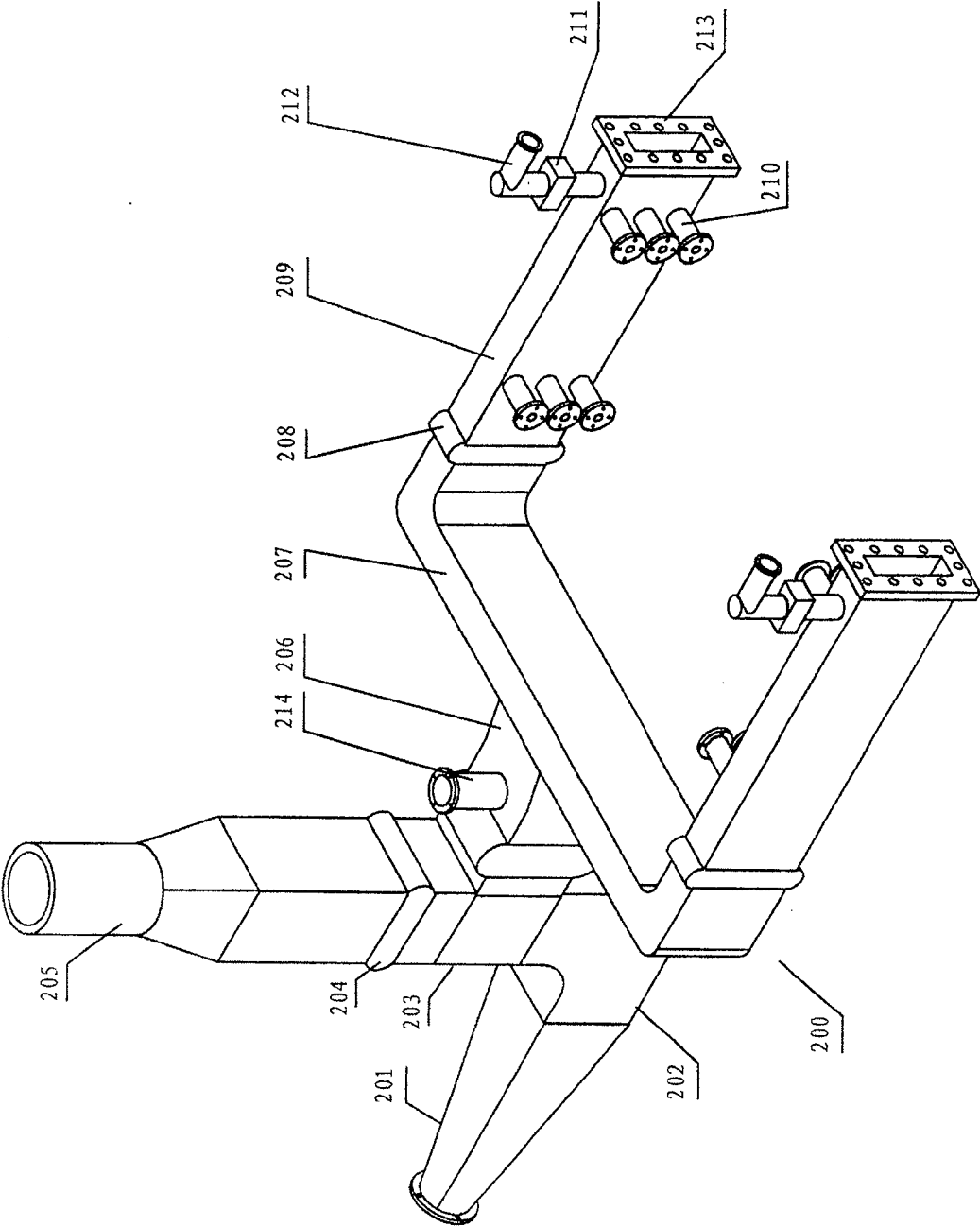


图 3

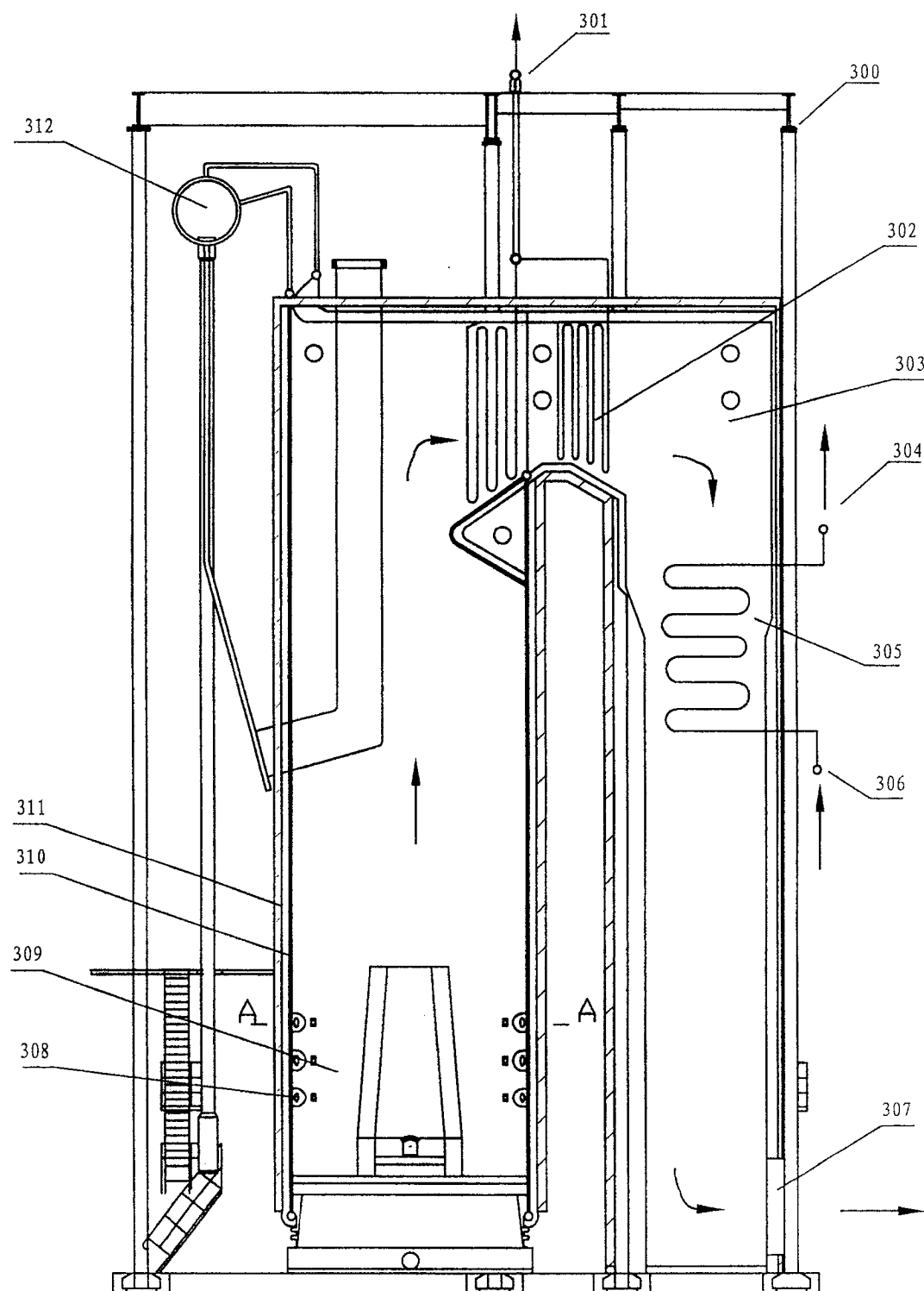


图 4

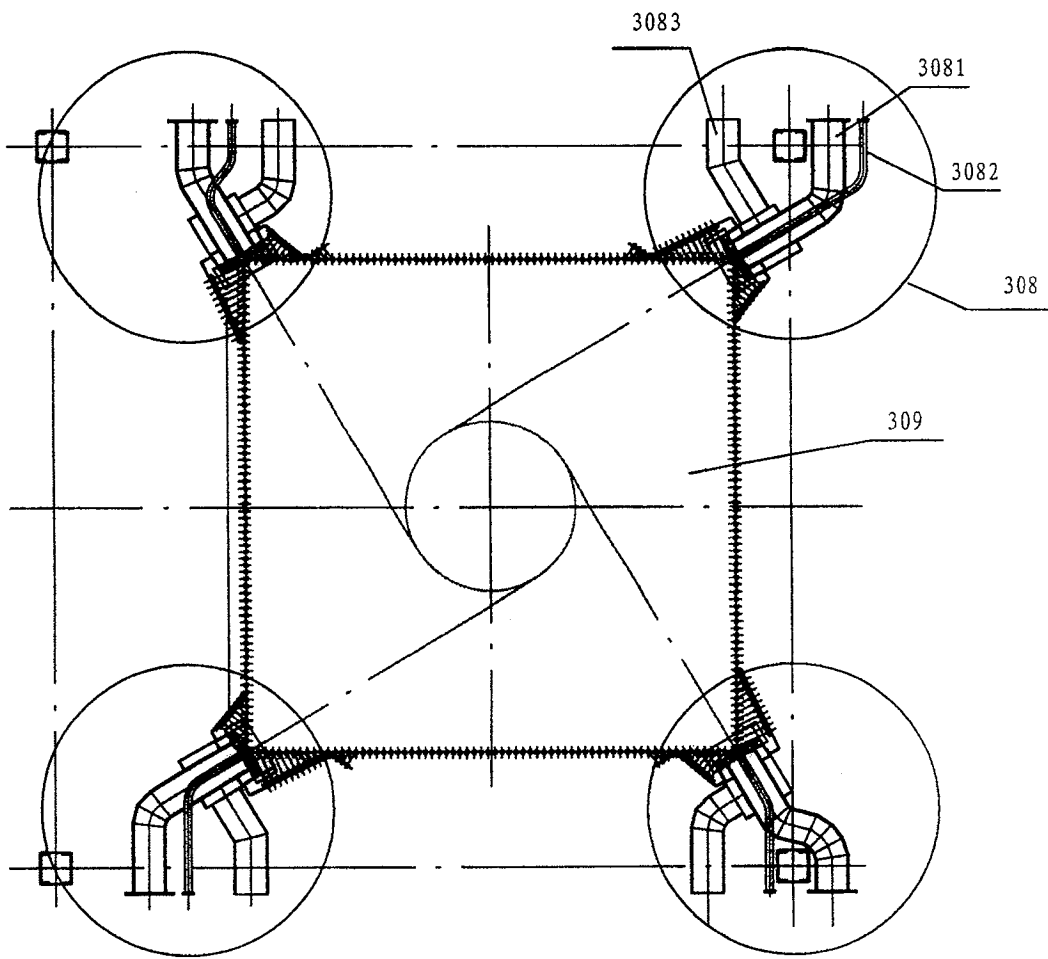


图 5

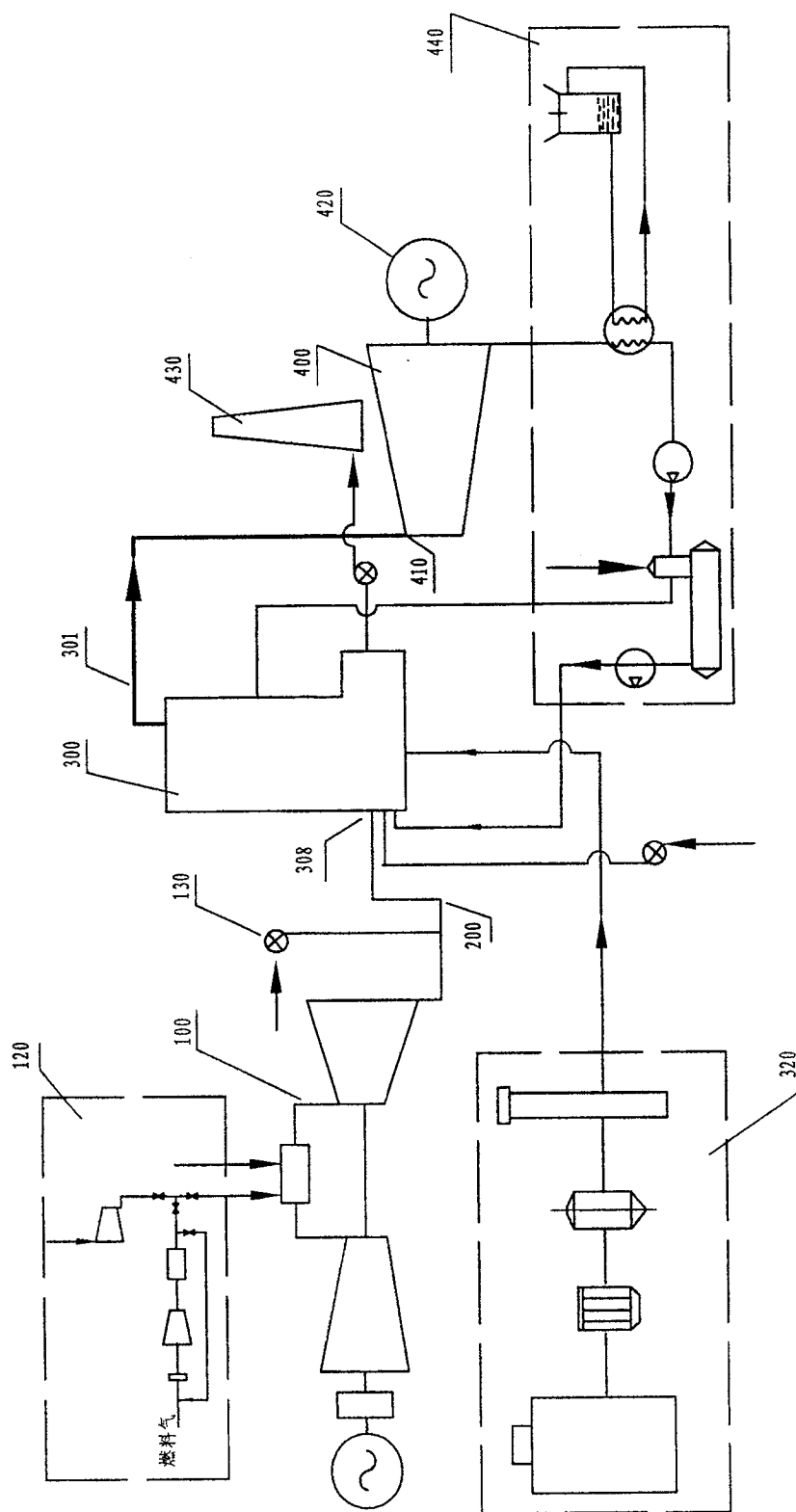


图 6