



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105132021 B

(45)授权公告日 2017.09.22

(21)申请号 201510381745.1

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.07.02

C10J 3/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

C10J 3/84(2006.01)

申请公布号 CN 105132021 A

F02C 6/00(2006.01)

F22B 1/00(2006.01)

(43)申请公布日 2015.12.09

审查员 杜峰

(73)专利权人 云南电网有限责任公司电力科学
研究院

地址 650217 云南省昆明市经济技术开发
区云大西路105号

(72)发明人 赵明 肖睿 梁俊宇 张会岩
陈星 张晓磊

(74)专利代理机构 昆明大百科专利事务所
53106

代理人 何健

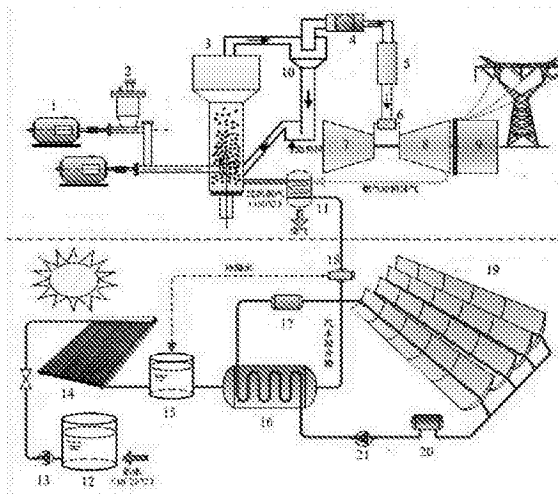
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种分布式多源互补的小型生物质发电系
统

(57)摘要

一种分布式多源互补的小型生物质发电系
统。该系统包括生物质气化单元、太阳能蒸汽单
元和燃气轮机单元。太阳能蒸汽单元利用太阳
能加热给水产生蒸汽,生物质气化单元利用蒸
汽气化生物质产生燃气,燃气轮机单元利用该
燃气发电,同时回收燃气轮机尾气余热,提高
系统热效率。本发明结合了我国农村可再生
能源太阳能和生物质能丰富的优势,将太阳
能供热和生物质气化有机结合起来,一方面
解决了由于传统化石能源使用造成的能源短
缺和环境污染问题,另一方面实现可再生能
源的分布式多源互补发电,解决农村及边
远地区应用单一能源供电造成的电力供应
不稳问题。



1. 一种分布式多源互补的小型生物质发电系统,其特征在於,包括生物质气化单元、太阳能蒸汽单元和燃气轮机单元;

所述生物质气化单元包括生物质给料器(1)、给料阀(2)、气化反应器(3)、旋风分离器(10)、除尘器(4)和除焦油装置(5),其中,生物质给料器(1)出口与气化反应器(3)底部入口相连,控制生物质给料流量的给料阀(2)设置在生物质给料器(1)出口与气化反应器(3)入口之间,气化反应器(3)顶部出口与旋风分离器(10)相连,旋风分离器(10)顶部出气口与除尘器(4)入口相连,旋风分离器(10)底部固体出口通过斜管与气化反应器(3)底部相连,除尘器(4)出口与除焦油装置(5)入口相连,除焦油装置(5)出口与燃烧室(6)燃气入口相连;

所述太阳能蒸汽单元包括蒸汽过热器(11)、蓄水池(12)、循环泵(13)、太阳能集热器(14)、中温水箱(15)、换热器(16)、冷油罐(17)、汽水分离器(18)、槽式太阳能集热器阵列(19)、热油罐(20)、加热油循环泵(21),其中,蓄水池(12)入口与给水相连,蓄水池(12)出口与循环泵(13)入口相连,循环泵(13)出口与太阳能集热器(14)出口相连,太阳能集热器(14)出口与中温水箱(15)入口相连,中温水箱(15)出口与换热器(16)冷端入口相连,换热器(16)冷端出口与汽水分离器(18)相连,汽水分离器(18)气相出口与蒸汽过热器(11)冷端入口相连,蒸汽过热器(11)冷端出口与气化反应器(3)底部进气口相连,汽水分离器(18)液相出口通入中温水箱(15)顶部入口,换热器(16)热端出口与冷油罐(17)入口相连,冷油罐(17)出口与槽式太阳能集热器阵列(19)入口相连,槽式太阳能集热器阵列(19)出口与热油罐(20)入口相连,热油罐(20)出口与加热油循环泵(21)入口相连,加热油循环泵(21)出口与换热器(16)热端入口相连,完成油循环;

所述燃气轮机单元包括燃烧室(6)、压气机(7)、透平(8)和发电机(9),其中,压气机(7)入口连通大气,压气机(7)出口与燃烧室(6)空气入口相连,燃烧室(6)燃气入口与除焦油装置(5)出口相连,燃烧室(6)出口与透平(8)入口相连,透平(8)与发电机(9)共轴串联,透平(8)出口与蒸汽过热器(11)热端入口相连。

2. 根据权利要求1所述的分布式多源互补的小型生物质发电系统,其特征在於,其工作流程为:

生物质气化单元:生物质给料器(1)中的生物质原料进入气化反应器(3),通过给料阀(2)开度变化控制生物质原料的流量,在气化反应器(3)中生物质原料在水蒸气气氛下气化,生成的燃气通入旋风分离器(10)进行气固分离;旋风分离器(10)分离出固相产物为含尘混合物,由返料风送入气化反应器(3)底部,为气化反应提供热量;旋风分离器(10)分离出气相产物为燃气,通入除尘器(4)进行除尘;除尘器(4)中利用布袋除尘进一步除去燃气中的小颗粒微粒,除尘后的燃气通入除焦油装置(5),利用白云石催化剂催化降解焦油,得到较为纯净的燃气;

太阳能蒸汽单元:蓄水池(12)中给水经循环泵(13)压入太阳能集热器(14),在太阳能集热器(14)中吸收太阳能加热,进入中温水箱(15),然后由换热器(16)冷端进入换热器(16),在换热器(16)中与导热油换热,被加热后进入汽水分离器(18);汽水分离器(18)分离出液相产物冷凝水回流进中温水箱(15),汽水分离器(18)分离出气相产物水蒸气由蒸汽过热器(11)冷端进入蒸汽过热器(11),在蒸汽过热器(11)中与燃气轮机尾气换热,被加热成过热蒸汽进入气化反应器(3)下部,为气化反应器(3)中提供水蒸气;另一方面,换热器(16)热端导热油与水换热后被冷却,进入冷油罐(17),冷油罐(17)中较低温度的导热油进入槽

式太阳能集热器阵列(19),在槽式太阳能集热器阵列(19)中吸收太阳能加热,进入热油罐(20),热油罐(20)中较高温度导热油经加热油循环泵(21)导入换热器(16)热端,完成导热油循环;

燃气轮机单元:压气机(7)压缩出高压空气进入燃烧室(6),与生物质气化单元中产生的生物质燃气混合,在燃烧室(6)中燃烧,产生高温高压气体进入透平(8)做功,推动发电机(9)运转产生电力;透平(8)排出尾气进入蒸汽过热器(11)热端,加热蒸汽以回收燃气轮机尾气余热,回收余热后的燃气轮机尾气排入大气。

3. 根据权利要求1所述分布式多源互补的小型生物质发电系统,其特征在于,气化反应器(3)采用流化床气化炉,生物质原料在水蒸气气氛下气化,气化当量比为0.25,气化反应器(3)工作温度为800℃。

4. 根据权利要求1所述分布式多源互补的小型生物质发电系统,其特征在于,利用太阳能二段加热水,同时回收燃气轮机尾气余热,提高系统热效率。

5. 根据权利要求1所述分布式多源互补的小型生物质发电系统,其特征在于,所述除焦油装置(5)中填充白云石催化剂($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$),工作温度为750-900℃。

6. 根据权利要求2所述分布式多源互补的小型生物质发电系统,其特征在于,蓄水池(12)中给水温度为10-25℃,水经过太阳能集热器(14)一次加热后进入中温水箱(15)温度为60℃,经过换热器(16)二次加热后为饱和蒸汽,经过蒸汽过热器(11)燃气轮机尾气过热后温度为180℃。

7. 根据权利要求2所述分布式多源互补的小型生物质发电系统,其特征在于,所述透平(8)排出尾气温度为600℃,通过蒸汽过热器(11)回收热量后温度降为200℃,回收热量用于加热蒸汽,为气化反应器(3)中生物质气化反应提供所需热量。

一种分布式多源互补的小型生物质发电系统

技术领域

[0001] 本发明涉及生物质资源利用领域与太阳能利用领域,具体涉及一种分布式多源互补的小型生物质发电系统。

背景技术

[0002] 中国农村地域广阔,可再生能源丰富,结构多样,有着诸多开发利用分布式能源的优势。分布式发电可以提供传统的电力系统无可比拟的可靠性和经济性,具有可靠性高、能源利用效率高,同时分布式电源位置灵活、分散的特点极好地适应了分散电力需求和资源分布,延缓了输、配电网升级换代所需的巨额投资,它与大电网互为备用也使供电可靠性得以改善。

[0003] 同时,农村与边远地区能源供应具有双重性:一方面电力供应不足,供电不够可靠,广大农村用电量小,农村居民亟需可靠稳定的电力供应;另一方面,农村具有丰富的生物质能、太阳能等可再生能源,秸秆和薪柴在农村能源供应中占有重要地位,然而农村用能方式粗放,效率低下,生态保护难以得到有效巩固。因此,对生物质能、太阳能的有效利用和高效开发,将是解决农村能源供应的关键。因地制宜地利用当地生物质能资源秸秆、薪柴、谷壳和木屑等发电,不仅有效解决了秸秆处理的问题,保护了生态环境,而且可以有效解除农村用电短缺、电力供应不足的难题。

[0004] 利用秸秆气化发电是一项业已得到验证的可靠技术,可以节约化石能源,保护生态环境。由于秸秆在燃烧中排放的 CO_2 与再生时吸收的 CO_2 达到碳平衡,具有 CO_2 零排放的作用,利用秸秆发电可以替代部分化石燃料,从而减少温室气体的排放,对缓解和最终解决温室效应问题将具有重要贡献。因此,秸秆发电技术已经被联合国列为重点项目推广。

[0005] 秸秆气化可分为空气气化、氧气气化、水蒸气气化、空气-水蒸气混合气化等,用空气做气化剂,具有投资省的优点,但由于空气中氮气的存在,气化气热值较低,仅为 $4\sim 7\text{MJ}/\text{m}^3$,氧气和水蒸气气化是有效的制取中热值燃气的方法,气化气热值可达 $10\sim 18\text{MJ}/\text{m}^3$,但氧气气化的主要缺点是需要一套相应的制氧设备,其一次投资很大,对水蒸气气化而言,要使气化达到较好的效果,需要利用外热源将水蒸气的温度预热到 700°C 以上。因此,生物质空气-水蒸气混合气化是一种投资相对较低,产气质量也较好的气化方法。传统气化技术中,经常采用化石燃料或电作为蒸汽产生的动力。农村地区的太阳能资源丰富,在农村地区发展太阳能蒸汽技术为秸秆气化配套,具有技术上的先进性和经济上的可行性。考虑到保护森林资源的要求和云南农村农业生产的实际,该秸秆气化技术将主要采用玉米秆和稻秆这些比较常见的秸秆资源,以保证不会对农民生产和生活造成影响,同时不会破坏山区植被,影响生态环境。

[0006] 因此,结合太阳能蒸汽技术与生物质气化发电技术,本发明提出了一种分布式多源互补的小型生物质发电系统,结合农村地区分布式能源结构特点,因地制宜发展广泛吸纳分布式能源,以促进农村可再生能源的规模化利用,保持农村自然生态环境,提高农村供电能力。对于农村经济的快速发展有着极其重大的意义。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种综合利用生物质能与太阳能等可再生能源的分布式多源互补的小型生物质发电系统,以缓解传统化石能源使用造成的能源短缺和环境污染问题,同时解决农村及边远地区应用单一能源供电造成的电力供应不稳问题。

[0008] 为解决上述问题,本发明采用以下技术方案:

[0009] 一种分布式多源互补的小型生物质发电系统,它包括生物质气化单元、太阳能蒸汽单元和燃气轮机单元;所述生物质气化单元包括生物质给料器、给料阀、气化反应器、旋风分离器、除尘器和除焦油装置,其中,生物质给料器出口与气化反应器底部入口相连,控制生物质给料流量的给料阀设置在生物质给料器出口与气化反应器入口之间,气化反应器顶部出口与旋风分离器相连,旋风分离器顶部出气口与除尘器入口相连,旋风分离器底部固体出口通过斜管与气化反应器底部相连,除尘器出口与除焦油装置入口相连,除焦油装置出口与燃烧室燃气入口相连;所述太阳能蒸汽单元包括蒸汽过热器、蓄水池、循环泵、太阳能集热器、中温水箱、换热器、冷油罐、汽水分离器、槽式太阳能集热器阵列、热油罐、加热油循环泵,其中,蓄水池入口与给水相连,蓄水池出口与循环泵入口相连,循环泵出口与太阳能集热器出口相连,太阳能集热器出口与中温水箱入口相连,中温水箱出口与换热器冷端入口相连,换热器冷端出口与汽水分离器相连,汽水分离器气相出口与蒸汽过热器冷端入口相连,蒸汽过热器冷端出口与气化反应器底部进气口相连,汽水分离器液相出口通入中温水箱顶部入口,换热器热端出口与冷油罐入口相连,冷油罐出口与槽式太阳能集热器阵列入口相连,槽式太阳能集热器阵列出口与热油罐入口相连,热油罐出口与加热油循环泵入口相连,加热油循环泵出口与换热器热端入口相连,完成油循环;所述燃气轮机单元包括燃烧室、压气机、透平和发电机,其中,压气机入口连通大气,压气机出口与燃烧室空气入口相连,燃烧室燃气入口与除焦油装置出口相连,燃烧室出口与透平入口相连,透平与发电机共轴串联,透平出口与蒸汽过热器热端入口相连。

[0010] 所述的分布式多源互补的小型生物质发电系统,其工作流程为:

[0011] 所述生物质气化单元中,生物质给料器中的生物质原料进入气化反应器,通过给料阀开度变化控制生物质原料的流量,在气化反应器中生物质原料在水蒸气气氛下气化,生成的燃气通入旋风分离器进行气固分离,旋风分离器分离出固相产物含尘混合物,由返料风送入气化反应器底部,为气化反应提供热量;旋风分离器分离出气相产物燃气,通入除尘器除尘;除尘器中利用布袋除尘进一步除去燃气中的小颗粒微粒,除尘后的燃气通入除焦油装置,利用白云石催化剂催化降解焦油,得到较为纯净的燃气;

[0012] 所述太阳能蒸汽单元中,蓄水池中给水经循环泵压入太阳能集热器,在太阳能集热器中吸收太阳能加热,进入中温水箱,然后由换热器冷端进入换热器,在换热器中与导热油换热,被加热后进入汽水分离器;汽水分离器分离出液相产物冷凝水回流进中温水箱,汽水分离器分离出气相产物水蒸气由蒸汽过热器冷端进入蒸汽过热器,在蒸汽过热器中与燃气轮机尾气换热,被加热成过热蒸汽进入气化反应器下部,为气化反应器中提供水蒸气;另一方面,换热器热端导热油与水换热后被冷却,进入冷油罐,冷油罐中较低温度的导热油进入槽式太阳能集热器阵列,在槽式太阳能集热器阵列中吸收太阳能加热,进入热油罐,热油罐中较高温度导热油经加热油循环泵导入换热器热端,完成导热油循环;

[0013] 所述燃气轮机单元中,压气机压缩出高压空气进入燃烧室,与生物质气化单元中产生的生物质燃气混合,在燃烧室中燃烧,产生高温高压气体进入透平做功,推动发电机运转产生电力;透平排出尾气进入蒸汽过热器热端,加热蒸汽以回收燃气轮机尾气余热,回收余热后的燃气轮机尾气排入大气。

[0014] 所述气化反应器采用流化床气化炉,生物质原料在水蒸气气氛下气化,气化当量比为0.25,气化反应器工作温度为800℃。

[0015] 所述太阳能蒸汽单元中,所述太阳能集热器和所述槽式太阳能集热器阵列均吸收太阳能加热给水,所述蒸汽过热器回收燃气轮机尾气余热,提高系统热效率。

[0016] 所述除焦油装置中填充白云石催化剂($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$),工作温度为750-900℃。

[0017] 所述蓄水池中给水温度为10-25℃,水经过所述太阳能集热器一次加热后进入中温水箱温度为60℃,经过所述换热器二次加热后为饱和蒸汽,经过所述蒸汽过热器中燃气轮机尾气过热后温度为180℃。

[0018] 所述透平排出尾气温度的600℃,通过所述蒸汽过热器回收热量后温度降为200℃,回收热量用于加热蒸汽,为所述气化反应器中生物质气化反应提供所需热量。

[0019] 本发明的有益效果如下:

[0020] 1、该系统相对于传统的发电系统具有不可比拟的优势,因地制宜的结合了农村及边远地区可再生能源太阳能和生物质能丰富的优势,将太阳能供热和生物质气化有机结合起来,一方面解决了由于传统化石能源使用造成的能源短缺和环境污染问题,另一方面实现了新型能源的合理匹配。

[0021] 2、利用生物质资源发电,主要面向于选择玉米秆和稻秆等农村常见的秸秆资源,解决了秸秆处理困难的难题,同时不会破坏自然植被,影响生态环境。

[0022] 3、利用太阳能两段加热给水,为生物质气化提供蒸汽,同时回收燃气轮机尾气,提高系统热效率,达到节能减排的效果。

附图说明

[0023] 图1是本发明分布式多源互补的小型生物质发电系统示意图。

[0024] 图中:生物质给料器1、给料阀2、气化反应器3、除尘器4、除焦油装置5、燃烧室6、压气机7、透平8、发电机9、旋风分离器10、蒸汽过热器11、蓄水池12、循环泵13、太阳能集热器14、中温水箱15、换热器16、冷油罐17、汽水分离器18、槽式太阳能集热器阵列19、热油罐20和加热油循环泵21。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和实施例对本发明做更进一步的解释。

[0026] 一种分布式多源互补的小型生物质发电系统,如图1所示,所述生物质给料器1出口与气化反应器3底部入口相连,给料阀2设置在生物质给料器1出口与气化反应器3入口之间,控制生物质给料流量,气化反应器3顶部出口与旋风分离器10相连,旋风分离器10顶部出气口与除尘器4入口相连,旋风分离器10底部固体出口通过斜管与气化反应器3底部相连,除尘器4出口与除焦油装置5入口相连,除焦油装置5出口与燃烧室6燃气入口相连。所述蓄水池12入口与给水相连,蓄水池12出口与循环泵13入口相连,循环泵13出口与太阳能集

热器14出口相连,太阳能集热器14出口与中温水箱15入口相连,中温水箱15出口与换热器16冷端入口相连,换热器16冷端出口与汽水分离器18相连,汽水分离器18气相出口与蒸汽过热器11冷端入口相连,蒸汽过热器11冷端出口与气化反应器3底部进气口相连,汽水分离器18液相出口通入中温水箱15顶部入口,换热器16热端出口与冷油罐17入口相连,冷油罐17出口与槽式太阳能集热器阵列19入口相连,槽式太阳能集热器阵列19出口与热油罐20入口相连,热油罐20出口与加热油循环泵21入口相连,加热油循环泵21出口与换热器16热端入口相连,完成油循环。所述压气机7入口连通大气,压气机7出口与燃烧室6空气入口相连,燃烧室6燃气入口与除焦油装置5出口相连,燃烧室6出口与透平8入口相连,透平8与发电机9共轴串联,透平8出口与蒸汽过热器11热端入口相连。

[0027] 进一步,所述气化反应器3采用流化床气化炉,生物质原料在水蒸气气氛下气化,。

[0028] 进一步,所述太阳能集热器14和所述槽式太阳能集热器阵列19均吸收太阳能加热给水,所述蒸汽过热器11回收燃气轮机尾气余热,提高系统热效率。

[0029] 进一步,所述除焦油装置中填充白云石催化剂($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)。

[0030] 上述分布式多源互补的小型生物质发电系统的工作流程为:利用给料阀2控制生物质原料流量,由生物质给料器1将生物质原料送入气化反应器3,在气化反应器3中生物质在水蒸气气氛下发生气化反应,生成生物质燃气,气化反应器3中气化当量比为0.25,工作温度为 800°C ,生物质燃气进入旋风分离器10进行气固分离,旋风分离器10分离出固相组分即含灰混合物,由返料风送入气化反应器3底部,旋风分离器10分离出气相组分即生物质燃气,通入除尘器4进行除尘,除尘器4中生物质燃气通过布袋除尘去除小微颗粒,进入除焦油装置5,除焦油装置5中填充白云石催化剂,使生物质燃气中焦油成分发生催化裂解,以除去生物质燃气中的焦油成分。同时,蓄水池12中储有 $10\text{--}25^\circ\text{C}$ 的给水,由循环泵13将给水压入太阳能集热器14吸收太阳辐射能,给水升温后进入中温水箱15,此时给水温度约为 60°C ,然后给水由换热器16冷端入口进入换热器16,在换热器16中与导热油换热,升温后由换热器16冷端出口离开换热器16,进入汽水分离器18,此时给水为饱和水蒸汽,在汽水分离器18中给水进行汽水分离,冷凝水由汽水分离器18液相出口离开由中温水箱15顶部进入中温水箱,蒸汽由汽水分离器18气相出口离开由蒸汽过热器11冷端入口进入蒸汽过热器11,在蒸汽过热器11中与燃气轮机尾气换热,加热成 180°C 左右的过热蒸汽,由蒸汽过热器11冷端出口离开蒸汽过热器11进入气化反应器3底部,为气化反应提供水蒸气气氛;同时,导热油在换热器16中换热后由换热器16热端出口离开换热器16,进入冷油罐17,然后进入槽式太阳能集热器阵列19,在槽式太阳能集热器阵列19中吸收太阳辐射能升温,然后进入热油罐20,经加热油循环泵21压入换热器16热端入口,完成导热油循环。压气机7将空气压缩成高压空气,高压空气进入燃烧室6,同时,除焦油装置5中排出的净化生物质燃气进入燃烧室6,生物质燃气与高压空气在燃烧室6中充分混合并燃烧,产生高温高压排气,排气进入透平8膨胀做功,推动发电机9转动发电,做功后尾气离开透平8由蒸汽过热器11热端入口进入蒸汽过热器11,此时燃气轮机尾气约为 600°C ,在蒸汽过热器11中与水蒸汽换热,以回收燃气轮机尾气余热,然后燃气轮机尾气由蒸汽过热器11热端出口排出蒸汽过热器11,此时温度约为 200°C 。

[0031] 以上所述仅为本发明的较佳实施方式,本发明的保护范围并不以上述实施方式为限,但凡本领域普通技术人员根据本发明所揭示内容所作的等效修饰或变化,皆应纳入权

利要求书中记载的保护范围内。

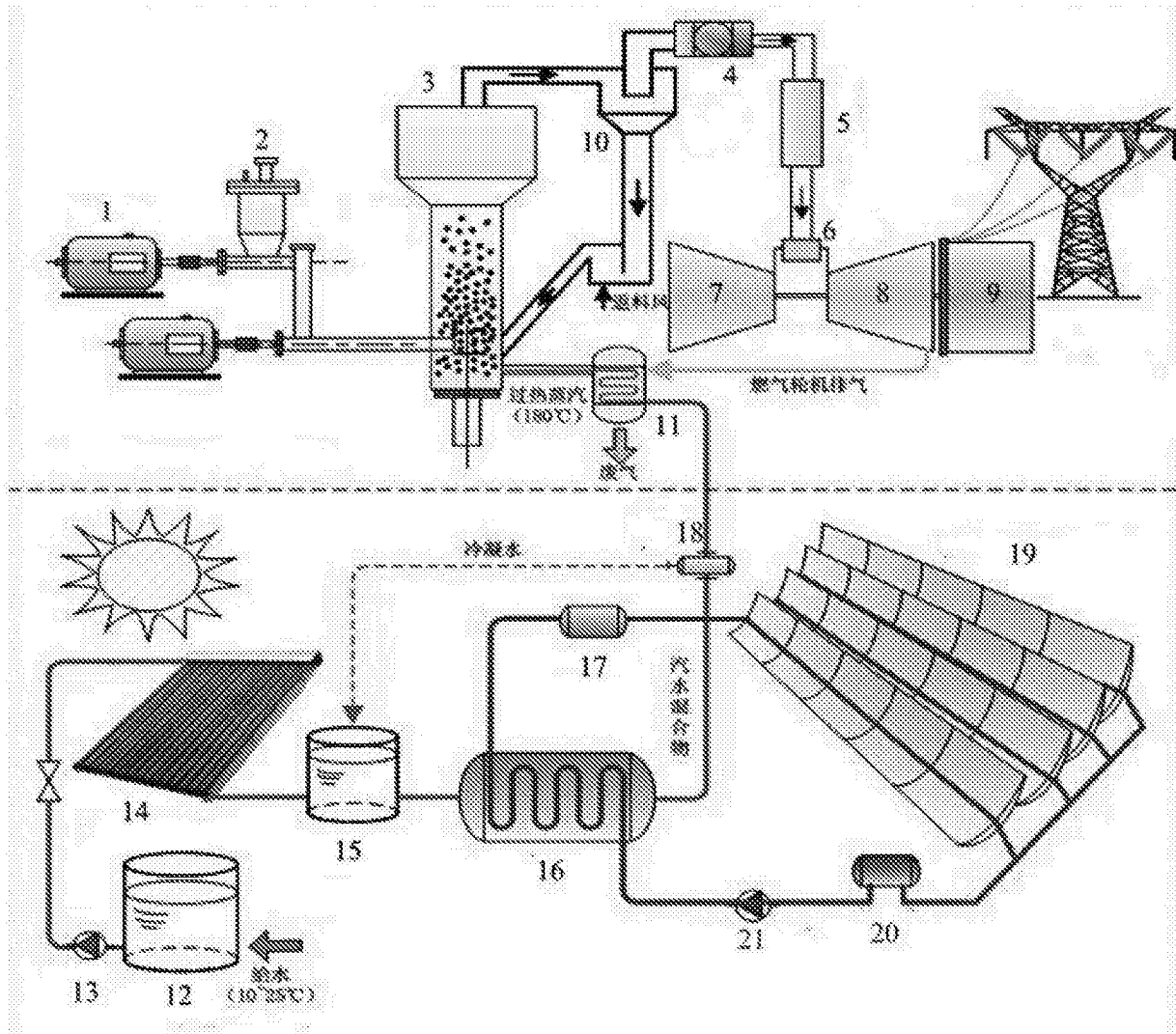


图1