



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106121754 A

(43)申请公布日 2016. 11. 16

(21)申请号 201610490602.9

(22)申请日 2016.06.29

(71)申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72)发明人 朱帮守 岳晨 韩东 蒲文灏

(74)专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔

(51) Int. Cl.

F01K 27/02(2006.01)

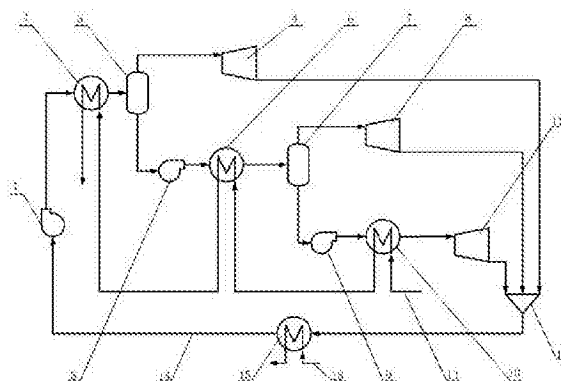
权利要求书2页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

梯级回收利用低品位热的ORC系统与方法

(57)摘要

一种梯级回收利用低品位热的ORC系统与方法,属于节能领域。该系统包括第一泵(1)、第二泵(5)、第三泵(9)、第一换热器(2)、第二换热器(6)、第三换热器(10)、第一气液分离器(3)、第二气液分离器(7)、第一膨胀机(4)、第二膨胀机(8)、第三膨胀机(11)、混合器(12)、冷凝器(15)。该系统属于多级有机朗肯循环系统,可实现对变温热源的高效梯级回收利用,同时每一级换热器前都有压力泵,使工质在与变温热源的换热过程实现了更好的温度匹配,能够有效降低变温热源的有效能损失。该系统适合对太阳光热、地热能和工业废热及中低温湿空气等低品位热能进行回收。



1. 一种梯级回收利用低品位热的ORC系统,其特征在于:

该系统包括:第一泵(1)、第二泵(5)、第三泵(9)、第一换热器(2)、第二换热器(6)、第三换热器(10)、第一气液分离器(3)、第二气液分离器(7)、第一膨胀机(4)、第二膨胀机(8)、第三膨胀机(11)、混合器(12)、冷凝器(15);

第一换热器(2)包括冷侧入口、冷侧出口、热侧入口和热侧出口;第一气液分离器(3)包括入口、气相出口和液相出口;第二换热器(6)包括冷侧入口、冷侧出口、热侧入口和热侧出口;第二气液分离器(7)包括入口、气相出口和液相出口;第三换热器(10)包括冷侧入口、冷侧出口、热侧入口和热侧出口;混合器(12)包括混合入口和混合出口;冷凝器(15)包括冷侧入口、冷侧出口、热侧入口和热侧出口;

工质(14)与第一换热器(2)的冷侧入口相连,第一换热器(2)的冷侧出口与第一气液分离器(3)的入口相连;

第一气液分离器(3)的气相出口通过第一膨胀机(4)与混合器(12)的入口相连;

第一气液分离器(3)的液相出口通过第二泵(5)与第二换热器(6)的冷侧入口相连,第二换热器(6)的冷侧出口与第二气液分离器(7)的入口相连;

第二气液分离器(7)的气相出口通过第二膨胀机(8)与混合器(12)的入口相连;

第二气液分离器(7)的液相出口通过第三泵(9)与第三换热器(10)的冷侧入口相连,第三换热器(10)的冷侧出口通过第三膨胀机(11)与混合器(12)的入口相连,混合器(12)的出口与冷凝器(15)的热侧相连,冷凝器(15)的热侧出口通过第一泵(1)与第一换热器(2)的冷侧入口相连;常温液态水(16)与冷凝器(15)的冷侧入口相连,冷凝器(15)的冷侧出口与环境相连;

热源(13)与第三换热器(10)的热侧入口相连,第三换热器(10)热侧出口与第二换热器(6)的热侧入口相连,第二换热器(6)热侧出口与第一换热器(2)的热侧入口相连,第一换热器(2)的热侧出口与环境相连。

2. 根据权利要求1所述的梯级回收利用低品位热的系统的工作方法,其特征在于包括以下过程:

工质(14)进入第一换热器(2)的冷侧吸收热侧热源(13)的热量,吸热后的工质(14)进入第一气液分离器(3)的入口;

第一气液分离器(3)气相出口的气态工质(14)进入第一膨胀机(4)入口进行膨胀做功,第一膨胀机(4)出口的产物进入混合器(12)的入口;

第一气液分离器(3)液相出口的液态工质(14)通过第二泵(5)升压后进入第二换热器(6)的冷侧吸收热侧热源(13)的热量,第二换热器(6)冷侧出口的工质(14)进入第二气液分离器(7)的入口;

第二气液分离器(7)气相出口的工质(14)进入第二膨胀机(8)的入口做功,第二膨胀机(8)出口的产物进入混合器(12)的入口;

第二气液分离器(7)液相出口通过第三泵(9)升压进入第三换热器(10)的冷侧吸收热侧热源(13)的热量,第三换热器(10)冷侧出口的工质(14)进入第三膨胀机(11)做功,第三膨胀机(11)出口的产物进入混合器(12)的入口;

经过混合器(12)混合后的工质(14)进入冷凝器(15)的冷侧被热侧的常温液态水(16)冷却,冷凝器(15)出口的工质(14)通过第一泵(1)升压后进入第一换热器(2)的冷侧,开始

下一个循环。

梯级回收利用低品位热的ORC系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种梯级回收利用低品位热的ORC系统及方法,属于节能领域。

技术背景

[0002] 化石燃料是人类赖以生存的基础,化石燃料的大量使用不仅带来了环境污染,而且利用率不高,造成了能源巨大浪费。随着化石燃料日益枯竭,可再生清洁能源太阳能、生物质能、地热能以及工厂废热等变温热源热能的利用得到研究者们越来越多的关注。有机朗肯循环发电技术被视为最适合用于回收低品位能源技术之一,但一般的有机朗肯循环系统的效率普遍偏低,如何实现“温度对口,梯级利用”的能源利用原则,对提高有机朗肯循环的效率和该项技术的推广具有十分深远的意义。

[0003] 目前对于低品位变温热源,主要采用两种ORC废热回收方法:第一种方法主要采用常规纯工质的ORC循环因为其蒸发过程存在明显的恒温段,使得变温热源热能回收过程的换热温差较大,从而存在明显的有用能损失;

第二种方法主要采用非共沸混合工质ORC循环来实现温度匹配,由于常规混合工质蒸发过程的滑移温度不高,因此尽管能够较采用纯工质的ORC系统效率有所提高,但热效率改善程度有限。

[0004] 因此,如何继续改善变温废热回收滑移温度匹配,是提高变温热源高效回收的研究方向之一。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种梯级回收利用低品位热的ORC系统及方法,该系统可充分回收利用太阳能、地热能和工业废热等低品位变温热源的热能,有效改善了变温热源废热回收过程的温度匹配,对变温热源热能能够进行了有效的梯级回收利用,提高了能源的利用率,其节能效果明显。

[0006] 一种梯级回收利用低品位热的ORC系统,其特征在于:该系统包括:第一泵、第二泵、第三泵、第一换热器、第二换热器、第三换热器、第一气液分离器、第二气液分离器、第一膨胀机、第二膨胀机、第三膨胀机、混合器、冷凝器。

[0007] 第一换热器包括冷侧入口、冷侧出口、热侧入口和热侧出口;第一气液分离器包括入口、气相出口和液相出口;第二换热器包括冷侧入口、冷侧出口、热侧入口和热侧出口;第二气液分离器包括入口、气相出口和液相出口;第三换热器包括冷侧入口、冷侧出口、热侧入口和热侧出口;混合器包括混合入口和混合出口;冷凝器包括冷侧入口、冷侧出口、热侧入口和热侧出口;

工质与第一换热器的冷侧入口相连,第一换热器的冷侧出口与第一气液分离器的入口相连;

第一气液分离器的气相出口通过第一膨胀机与混合器的入口相连;

第一气液分离器的液相出口通过第二泵与第二换热器的冷侧入口相连,第二换热器的

冷侧出口与第二气液分离器的入口相连；

第二气液分离器的气相出口通过第二膨胀机与混合器的入口相连；

第二气液分离器的液相出口通过第三泵与第三换热器的冷侧入口相连，第三换热器的冷侧出口通过第三膨胀机与混合器的入口相连，混合器的出口与冷凝器的热侧相连，冷凝器的热侧出口通过第一泵与第一换热器的冷侧入口相连；常温液态水与冷凝器的冷侧入口相连，冷凝器的冷侧出口与环境相连；

热源与第三换热器的热侧入口相连，第三换热器热侧出口与第二换热器的热侧入口相连，第二换热器热侧出口与第一换热器的热侧入口相连，第一换热器的热侧出口与环境相连；

所述的梯级回收利用低品位热的ORC系统的工作方法，其特征在于包括以下过程：

工质进入第一换热器的冷侧吸收热侧热源的热量，吸热后的工质进入第一气液分离器的入口；

第一气液分离器气相出口的气态工质进入第一膨胀机入口进行膨胀做功，第一膨胀机出口的产物进入混合器的入口；

第一气液分离器液相出口的液态工质通过第二泵升压后进入第二换热的冷侧吸收热侧热源的热量，第二换热器冷侧出口的工质进入第二气液分离器的入口；

第二气液分离器气相出口的工质进入第二膨胀机的入口做功，第二膨胀机出口的产物进入混合器的入口；

第二气液分离器液相出口通过第三泵升压进入第三换热器的冷侧吸收热侧热源的热量，第三换热器冷侧出口的工质进入第三膨胀机做功，第三膨胀机出口的产物进入混合器的入口；

经过混合器混合后的工质进入冷凝器的冷侧被热侧的常温液态水冷却，冷凝器出口的工质通过第一泵升压后进入第一换热器的冷侧，开始下一个循环。

[0008] 由于该系统通过采用多个增压泵、多个气液分离器，并以非共沸混合工质作为工作流体，与一般仅采用非共沸混合工质的有机朗肯循环相比，该系统不仅可以调整工质组成来改善变温废热回收过程的温度匹配，而且可以通过调整增压泵压比以及气液分离器的气液比，来改善变温热源废热回收过程的滑移温度匹配，因此可以有效降低变温废热回收过程有用能的损失，有效提高废热回收效率。

附图说明

[0009] 图1 梯级回收利用低品位热的ORC系统；

图中标号名称：1、第一泵，2、第一换热器，3、第一气液分离器，4、第一膨胀机，5、第二泵，6、第二换热器，7、第二气液分离器，8、第二膨胀机，9、第三泵，10、第三换热器，11、第三膨胀机，12、混合器，13、热源，14、工质，15、冷凝器，16、常温液态水。

[0010] 具体实施方法

下面参照附图1说明该系统梯级回收利用低品位热的ORC系统的运行过程。

[0011] 工质14进入第一换热器2的冷侧吸收热侧热源13的热量，吸热后的工质14进入第一气液分离器3的入口。

[0012] 第一气液分离器3气相出口的气态工质14进入第一膨胀机4入口进行膨胀做功，第

一膨胀机4出口的产物进入混合器12的入口。

[0013] 第一气液分离器3液相出口的液态工质14通过第二泵5升压后进入第二换热6的冷侧吸收热侧热源13的热量,第二换热器6冷侧出口的工质14进入第二气液分离器7的入口。

[0014] 第二气液分离器7气相出口的工质14进入第二膨胀机8的入口做功,第二膨胀机8出口的产物进入混合器12的入口。

[0015] 第二气液分离器7液相出口通过第三泵9升压进入第三换热器10的冷侧吸收热侧热源13的热量,第三换热器10冷侧出口的工质14进入第三膨胀机11做功,第三膨胀机11出口的产物进入混合器12的入口。

[0016] 经过混合器12混合后的工质14进入冷凝器15的冷侧被热侧的常温液态水16冷却,冷凝器15出口的工质14通过第一泵1升压后进入第一换热器2的冷侧,开始下一个循环。

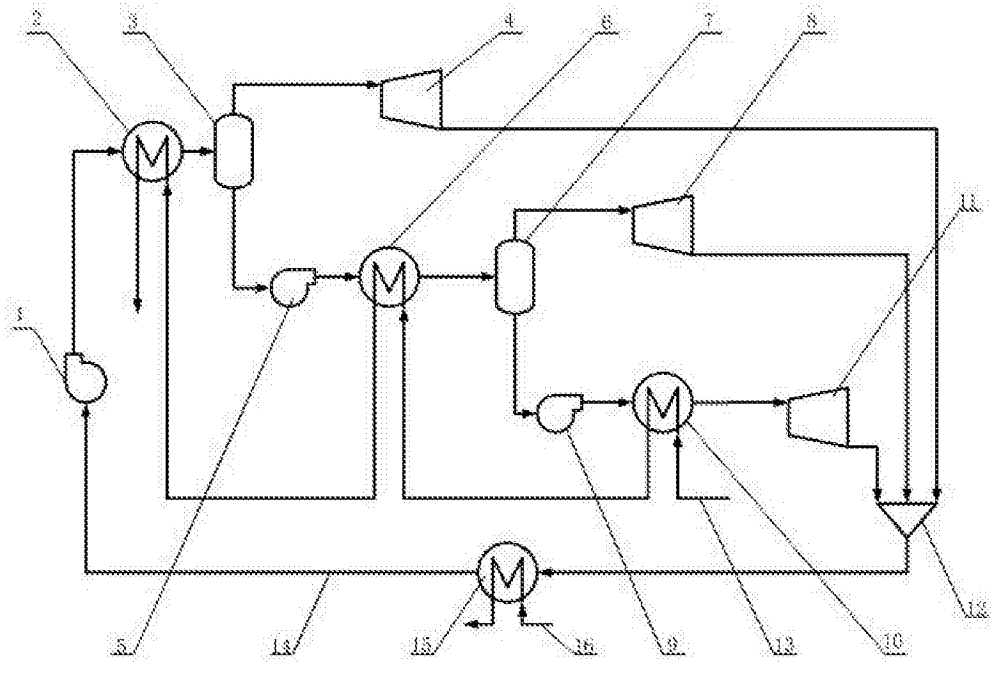


图1