



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205714312 U

(45)授权公告日 2016. 11. 23

(21)申请号 201620310126.3

(22)申请日 2016.04.14

(73)专利权人 许昌中机动力设备有限公司

地址 461000 河南省许昌市尚集产业集聚区汉风路中段路东

(72)发明人 刘和平 孙好雷

(74)专利代理机构 厦门市新华专利商标代理有限公司 35203

代理人 刘兰

(51) Int. Cl.

F01K 25/08(2006.01)

F01K 23/02(2006.01)

F01K 23/18(2006.01)

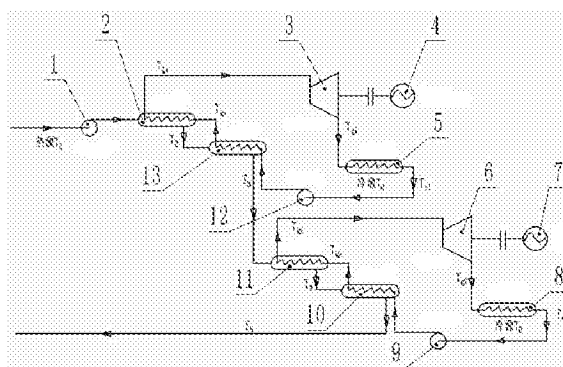
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

一种余热双级两种工质朗肯循环发电系统

(57)摘要

一种余热双级两种工质朗肯循环发电系统,包括:采用串级式两级朗肯循环发电系统,每级朗肯循环发电系统中在蒸发器与预热器间串接有预热器,二级蒸发器与一级预热器相连,且双级朗肯循环发电系统每级采用不同工质,一级采用高温工质,二级采用低温工质,两级循环中,热源均先经过蒸发器再经过预热器,蒸发温度 $T_{k1} > T_{k2}$ 。本新型的余热双级两种工质朗肯循环发电系统,利用高温工质和低温工质分别在高温和低温下蒸发吸热膨胀做功,既提高了热源的利用效率,又降低了膨胀机的排量和工质泵的扬程,节省了空间,提高了能源利用效率,保证了设备运行的可靠性和稳定性。



1. 一种余热双级两种工质朗肯循环发电系统,包括:采用串级式两级朗肯循环发电系统,其特征在于:每级朗肯循环发电系统中在蒸发器与预热器间串接有预热器,二级蒸发器与一级预热器相连,且双级朗肯循环发电系统每级采用不同工质,一级采用高温工质,二级采用低温工质,两级循环中,热源均先经过蒸发器再经过预热器,蒸发温度 $T_{k1} > T_{k2}$,热水泵、蒸发器1、预热器1、蒸发器2、预热器2依序相串接,蒸发器1中热源温度由 T_1 降低到 T_2 ,预热器1中热源温度由 T_2 降低到 T_3 ,在蒸发器2中热源温度由 T_3 降低到 T_4 ,在预热器2(10)中热源温度由 T_4 降低到 T_5 。

2. 根据权利要求1所述的一种余热双级两种工质朗肯循环发电系统,其特征在于:预热器采用壳式换热器。

3. 根据权利要求1所述的一种余热双级两种工质朗肯循环发电系统,其特征在于:经工质泵提升压力的工质在预热器内预热至饱和液态,工质经过冷凝器后有 $1\sim 8^{\circ}\text{C}$ 的过冷度。

4. 根据权利要求1所述的一种余热双级两种工质朗肯循环发电系统,其特征在于:一级工质采用R245fa;二级工质采用p134a。

一种余热双级两种工质朗肯循环发电系统

技术领域

[0001] 本新型涉及一种朗肯循环发电系统,特别涉及一种余热双级两种工质朗肯循环发电系统。

背景技术

[0002] 传统的余热双级或多级有机朗肯循环发电系统不同级采用一种工质且无预热器,工质直接从过冷状态加热到饱和或过热气态,设备运行不稳定、难控制,导致发电量波动较大。采用一种工质又难以适应两级或多级循环的需要,如果都采用高温工质在二级或三级膨胀机膨胀后有较大的过热度,工质比体积较大致使膨胀机排量急剧上升,膨胀机体积偏大。若均采用低温工质在冷源温度一定的情况下一级循环高低压压差较大,导致工质泵扬程升高,工质泵效率降低能耗上升且容易泄露。

实用新型内容

[0003] 本新型的目的在于:设计一种在装机容量相同的情况下膨胀机的排量明显降低,减小设备的尺寸和占地面积,有效的降低了设备的初期投资费用,提高了热源的利用效率,增加了发电量,实现了节能减排的目的。

[0004] 本新型采用如下结构实现上述目的:一种余热双级两种工质朗肯循环发电系统,包括:采用串联式两级朗肯循环发电系统,其特征在于:每级朗肯循环发电系统中在蒸发器与预热器间串联有预热器,二级蒸发器与一级预热器相连,且双级朗肯循环发电系统每级采用不同工质,一级采用高温工质,二级采用低温工质,两级循环中,热源均先经过蒸发器再经过预热器,蒸发温度 $T_{k1} > T_{k2}$,热水泵、蒸发器1、预热器1、蒸发器2、预热器2依序相串联,蒸发器1中热源温度由 T_1 降低 T_2 ,预热器1中热源温度由 T_2 降低到 T_3 ,在蒸发器2中热源温度由 T_3 降低到 T_4 ,在10预热器2中热源温度由 T_4 降低到 T_5 ,预热器采用壳式换热器。经工质泵提升压力的工质在预热器内预热至饱和液态,工质经过冷凝器后有 $1\sim 8^\circ\text{C}$ 的过冷度。

[0005] 一级工质采用R245fa;二级工质采用p134a。

[0006] 本新型提出一种带预热器,双级采用不同工质,一级采用高温有机工质如R245fa,该工质压力较低,在冷源温度一定时高低压压差较小,热源先通过一级蒸发器和预热器降温后进入二级循环系统,有效降低了二级的蒸发温度,使二级循环的高低压压差减小,有效降低了工质泵的扬程,二级采用低温工质膨胀,由于低温工质膨胀后过热度较小,工质比体积小,在装机容量相同的情况下膨胀机的排量明显降低,减小了设备的尺寸和占地面积。采用双级两种工质朗肯循环发电系统有效的降低了设备的初期投资费用,提高了热源的利用效率,增加了发电量,实现了节能减排。本新型中双级膨胀发电,一级采用高温工质,二级采用低温工质,根据工质特性的不同,一级高温工质选用汽化潜热大,沸点和临界温度较高的工质。二级工质选用汽化潜热大,沸点和临界温度较低的工质。工质经过冷凝器后必须有 $1\sim 8^\circ\text{C}$ 的过冷度;冷凝温度设计时依据冷源温度设计冷凝器的换热面积,使工质冷凝为过冷液态的温度低于冷凝温度 $1\sim 8^\circ\text{C}$ 左右。经工质泵提升压力的工质在预热器内预热至饱和和液

态;根据设计的工质流量,过冷液态的比焓,饱和液态的比焓设计预热器的换热面积,保证工质余热至饱和液态。工质在蒸发器内由饱和液态变为饱和(或过热)气态;根据设计的工质温度、压力下工质的汽化潜热和质量流量设计蒸发器的换热面积,保证工质由饱和液态变为饱和(或过热)气态。两级循环中,热源均先经过蒸发器再经过预热器;由于设计工况条件下工质的蒸发温度最高,预热器温度较低,为减小传热温差,提高换热效率设计时将热源先流经蒸发器再流经预热器。蒸发温度 $T_{k1} > T_{k2}$;热源先流经一级蒸发器和预热器,一级蒸发温度 T_{k1} 较高,热源后流经二级蒸发器和预热器,二级蒸发温度 T_{k2} 较低。

[0007] 本新型的余热双级两种工质朗肯循环发电系统,利用高温工质和低温工质分别在高温和低温下蒸发吸热膨胀做功,既提高了热源的利用效率,又降低了膨胀机的排量和工质泵的扬程,节省了空间,提高了能源利用效率,保证了设备运行的可靠性和稳定性。

附图说明

[0008] 图1为该余热双级两种工质膨胀朗肯循环发电系统原理图。

[0009] 标号说明:1、热水泵;2、蒸发器1;3、膨胀机1;4、发电机1;5、冷凝器1;6、膨胀机2;7、发电机2;8、冷凝器2;9、工质泵2;10、预热器2;11、蒸发器2;12、工质泵1;13、预热器1。

具体实施方式

[0010] 普通的每极朗肯循环发电单元均包括:冷凝器、液体泵、膨胀机、发电机、冷凝器、液体泵、蒸发器、膨胀机并以此连接形成一个循环,膨胀机带动发电机发电;本新型中每级朗肯循环发电系统中在蒸发器与预热器间还串联有预热器,二级蒸发器与一级预热器相连,且双级朗肯循环发电系统每极采用不同工质,一级采用高温工质,二级采用低温工质;热水泵、蒸发器1、预热器1、蒸发器2、预热器2依序相串联,蒸发器1中热源温度由 T_1 降低 T_2 ,预热器1中热源温度由 T_2 降低到 T_3 ,在蒸发器2中热源温度由 T_3 降低到 T_4 ,在10预热器2中热源温度由 T_4 降低到 T_5 。

[0011] 经工质泵提升压力的工质在预热器内预热至饱和液态,两级循环中,热源均先经过蒸发器再经过预热器。预热器采用壳式换热器,蒸发温度 $T_{k1} > T_{k2}$ 。

[0012] 利用1(热水泵)将热源升压后依次通过2(蒸发器1)、13(预热器1)、11(蒸发器2)、10(预热器2),在2(蒸发器1)中热源温度由 T_1 降低 T_2 ,在13(预热器1)中热源温度由 T_2 降低到 T_3 ,在11(蒸发器2)中热源温度由 T_3 降低到 T_4 ,在10(预热器2)中热源温度由 T_4 降低到 T_5 ,

[0013] 一级循环:温度为 T_{k1} 气态高温工质经3(膨胀机1)膨胀后变为温度为 T_{g1} 的低温气态进入5(冷凝器1)在冷源温度 T_0 的工况下冷凝为过冷状态 T_{c1} ,经12(工质泵1)提升压力后进入13(预热器1),在13(预热器1)内吸热后达到 T_{k1} 的饱和液态,之后进入2(蒸发器1)中继续吸热从饱和液态变为饱和(或过热)气态后进入3(膨胀机1)完成一个循环过程,3(膨胀机1)和4(发电机1)同轴,3(膨胀机1)带动4(发电机1)发电。

[0014] 二级循环:温度较高的 T_{k2} 气态低温工质经6(膨胀机2)膨胀后变为温度较低的 T_{g2} 的气态低温工质,工质进入8(冷凝器2)在冷源温度 T_0 的工况下冷凝为过冷状态 T_{c2} ,经9(工质泵2)提升压力后进入10(预热器2),在10(预热器2)内吸热后达到温度为 T_{k2} 饱和液态,之后进入11(蒸发器2)中继续吸热从饱和液态变为饱和(或过热)气态后进入6(膨胀机2)完成一个循环过程,6(膨胀机2)和7(发电机2)同轴,6(膨胀机2)带动7(发电机2)发电。

[0015] 实例

[0016] 某化工厂有95℃流量为65吨/小时热水,要求将温度降低后循环利用。

[0017] 采用一种余热双级两种工质朗肯循环发电系统进行发电降温,既给客户降低了水温又发了电,产生巨大经济效益。提高了能源利用效率。

[0018] 热源循环:从化工厂取热源温度为95℃流量65吨/小时热水用1(热水泵)升压后依次通过2(蒸发器1)、13(预热器1)、11(蒸发器2)、10(预热器2)。在2(蒸发器1)中热水与饱和液态高温工质R245fa换热后温度由95℃降至87.9℃,在13(预热器1)中热水与过冷高温工质R245fa工质换热后温度由87.9℃降至83.76℃,热水继续流经11(蒸发器2)中热水与饱和液态低温工质R134a换热后温度由83.76降至72.1℃,在10(预热器2)中热水与过冷低温工质R134a换热后温度由72.1℃降至65℃,65℃的热水返回给化工厂进行重复利用。

[0019] 一级循环:温度为86℃,压力为0.8894MPa气态高温工质R245fa经3(膨胀机1)膨胀后变为温度为47.1℃,压力为0.17684Pa的低温气态进入5(冷凝器1)与温度为20℃的冷水的进行换热冷凝至25℃的过冷液态,经12(工质泵1)提升压力,压力由0.17684MPa升至0.8894MPa后进入13(预热器1),在13(预热器1)内吸热后温度从25的过冷液态升至86℃的饱和液态,之后进入2(蒸发器1)中继续吸热从86℃饱和液态变为86℃的饱和气态进入3(膨胀机1)完成一个循环过程,3(膨胀机1)和4(发电机1)同轴,3(膨胀机1)带动4(发电机1)发电。

[0020] 二级循环:温度为69℃,压力为2.0629MPa气态低温工质R134a经6(膨胀机2)膨胀后变为温度为30℃,压力为0.76688MPa气态,之后进入8(冷凝器2)与温度为20℃的冷水的进行换热冷凝至25℃的过冷液态,经9(工质泵2)提升压力,压力由0.76688MPa升至2.0629MPa后进入10(预热器2),在10(预热器2)内吸热后温度从25℃的过冷液态升至69℃的饱和液态,之后进入11(蒸发器2)中继续吸热从69℃饱和液态变为69℃的饱和气态后进入6(膨胀机2)完成一个循环过程,6(膨胀机2)和7(发电机2)同轴,6(膨胀机2)带动7(发电机2)发电。

[0021] 该项目实现一级轴功率81kW,二级轴功率105kW,冷源采用冷却塔提供循环冷凝水。扣除自身损耗后实现净发电量68kW,而且成功的将客户的热水进行了降温,使客户能够直接循环使用,不再需要将热水直接冷凝。

[0022] 二、高低问工质选用的依据

[0023]

工质	临界温度K	临界压力MPa	沸点K	汽化潜热L/(kJ/kg)
R245fa	427.2	3.64	288.05	196.69
R134a	374.21	4.06	247.08	216.97

[0024] R245fa沸点和临界温度较高,有较高的临界温度和较低的临界压力,汽化潜热较大,适宜做高温工质。一级采用。

[0025] R134a沸点和临界温度较低,有较低的临界温度和较高的临界压力,汽化潜热较大,只能做低温工质。二级采用。

[0026] R134a如果做高温工质将会导致在相同的温度下压力过高,对设备强度要求高,且在相同的冷源温度下,压差较大,造成工质泵扬程过高。

[0027] R245fa如果做低温工质,因R245fa膨胀后气态过热度大,密度小,在压力和温度较

低时膨胀机需要较大的排量。

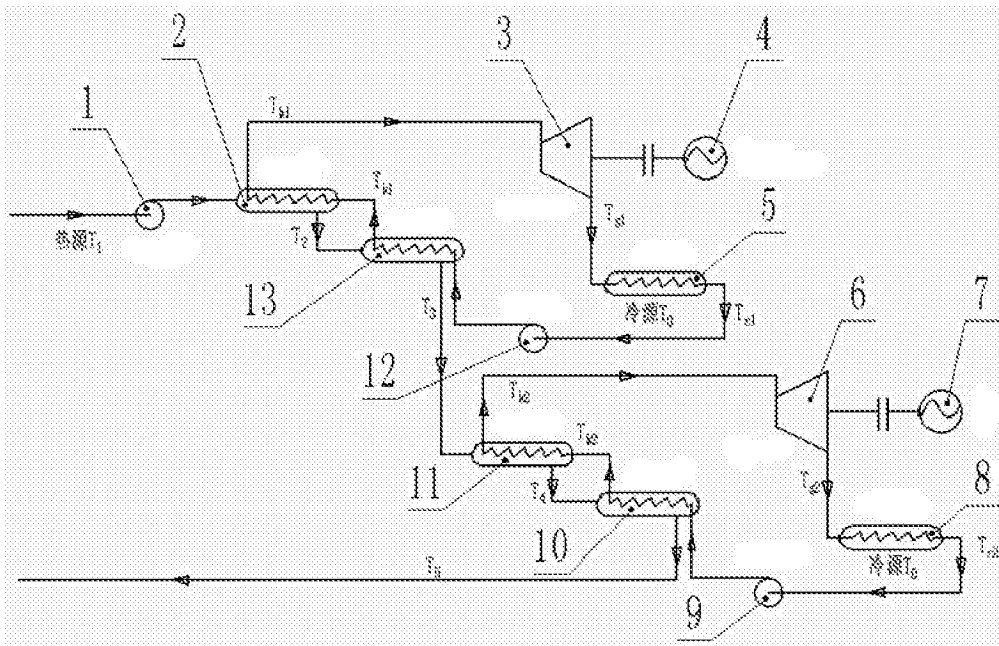


图1