



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105444247 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201510985613. X

(22) 申请日 2015. 12. 25

(71) 申请人 力明(北京)节能科技有限公司
地址 100080 北京市海淀区北四环西路 52 号 6 层

(72) 发明人 邓毕力 许明超

(51) Int. Cl.
F24D 11/00(2006. 01)
F24D 12/02(2006. 01)
F01K 25/10(2006. 01)

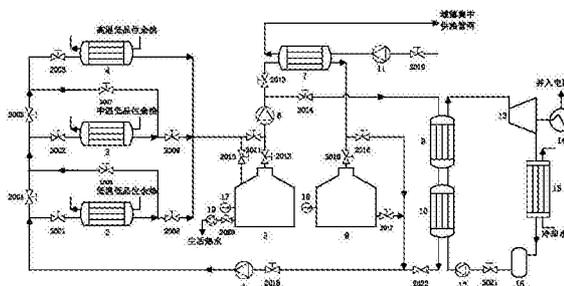
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

基于多种低品位余热综合回收利用的区域能源供应系统

(57) 摘要

本发明涉及一种基于多种低品位余热综合回收利用的区域能源供应系统,包括余热采集子系统、能源站子系统、供热子系统、有机朗肯循环发电系统和生活热水供应子系统。该系统通过余热采集子系统对城镇周边的高耗能工业企业的不同热源形式、温度范围及位置分布的多种工业低品位余热资源进行综合回收,实现梯级换热,使余热在能源站子系统中集中蓄积并优化分配到供热子系统、有机朗肯循环发电系统和生活热水供应子系统中,满足城镇居民和工业企业的采暖、用电和生活热水等多种用能需求,形成区域能源供应系统,在全年里实现低品位余热高效化和规模化的综合回收利用。



1. 基于多种工业低品位余热综合回收利用的区域能源供应系统,其特征是:包括余热采集子系统、能源站子系统、供热子系统、有机朗肯循环发电子系统和生活热水供应子系统;

所述的余热采集子系统包括余热采集循环泵(1)、低温换热器(2)、中温换热器(3)、高温换热器(4)及连接管路和控制阀(2001~2009、2018、2022);

所述的能源站子系统包括蓄热器(5)、供能循环泵(6)、回水箱(8)及连接管路和控制阀(2010~2017);

所述的供热子系统包括供热首站换热器(7)、供热循环泵(11)及供热管路和控制阀(2019);

所述的有机朗肯循环发电子系统包括有机工质循环泵(12)、预热器(10)、蒸发器(9)、螺杆膨胀机(13)、冷凝器(15)、储液罐(16)、发电机(14)及连接管路和控制阀(2021);

所述的生活热水供应子系统包括生活热水供水泵(19)及连接管路和控制阀(2020);

所述的低品位余热是指50~100℃的液体和400℃以下的烟气等工业余热。

2. 根据权利要求1所述的区域能源供应系统,其特征是:所述的余热采集子系统、供热子系统、有机朗肯循环发电子系统和生活热水供应子系统的末端与所述的能源站子系统的蓄热器(5)和回水箱(8)相连,以维持系统的质量和能量平衡;所述的生活热水供应子系统与所述的能源站子系统的蓄热器(5)相连。

3. 根据权利要求书1或2所述的区域能源供应系统,其特征是:所述的余热采集子系统中,低温换热器(2)、中温换热器(3)和高温换热器(4)分别外接低品位热源中相对低温、中温和高温的余热,换热器类型是水-水换热器或气-水换热器的一种;

通过控制各控制阀的开闭,实现各换热器之间的串联和/或并联组合,能对多种热源实现梯级换热,提升整体换热效率,并进一步地通过变频控制余热采集循环泵(1),使子系统末端出水进入所述的能源站系统中的蓄热器(5)中时达到所需的温度和流量。

4. 根据权利要求1或2所述的区域能源供应系统,其特征是:所述的能源站子系统中,蓄热器(5)将所述余热采集子系统所采集的热能蓄集起来,并通过供能循环泵(6)实现平滑输出;通过控制相关控制阀(2013~2014),蓄热器(5)中所蓄积的热水能根据需求通过供能循环泵(6)部分或全部泵送至所述的供热子系统的供热首站换热器(7)中,或至所述有机朗肯循环发电子系统的蒸发器(10)和预热器(9)中进行换热,同时,还能进一步地通过生活热水供水泵(19)泵送至所述的生活热水供应子系统中;从蓄热器(5)出来的热水经供能循环泵(6)泵送换热后,部分通过回水箱(8),其余部分直接通过逆止阀(2022),经由所述余热采集子系统余热采集循环泵(1),最终全部回到所述的余热采集子系统中;回水箱(8)具有补水和蓄水供能,以维持系统的质量平衡;蓄热器(5)和回水箱(8)中均设有传感系统(17, 18),包括温度、压力和水位传感器。

5. 根据权利要求1或2所述的区域能源供应系统,其特征是:所述的有机朗肯循环发电子系统中,预热器(9)和蒸发器(10)均为管壳式有机工质-水换热器,有机工质在其中与热水换热后,变成高压的气体工质,驱动螺杆膨胀机(13)做功,从而推动发电机(14)发电;经过膨胀之后的气体工质,在冷凝器(15)中经外接冷却水冷凝成液态进入到储液罐(16),再通过工质泵(12)回到预热器(10)和蒸发器(9)中,完成整个有机朗肯循环后发电并网,实现供电。

6. 根据权利要求1或2所述的区域能源供应系统,其特征是:所述的供热子系统中,供热首站换热器(7)为液-液式换热器,供热回水在其中换热后,由热循环泵经一次管网输送中城镇集中供热管网,实现供热。

7. 根据权利要求1或2所述的区域能源供应系统,其特征是:所述的生活热水供应子系统中,生活热水经由生活热水供水泵(19)从所述能源站子系统中的蓄热器(5)输送至用户,实现生活热水供应。

8. 根据权利要求1或2所述的区域能源供应系统,其特征是:所述的余热采集子系统,能源站子系统、供热子系统、和生活热水供应子系统的换热工质为水,所述有机朗肯循环发电子系统的工质为低沸点的有机工质。

9. 根据权利要求1所述的区域能源供应系统,其特征是,所述的控制阀(2001~2021)均为电磁式的,并装有射频控制装置。

10. 根据权利要求1所述的区域能源供应系统,其特征是,所述的余热采集循环泵(1)、供能循环泵(6)、供热一次网循环泵(11)、有机工质循环泵(12)和生活热水供水泵(19)均设有变频设施,并装有射频控制装置。

基于多种低品位余热综合回收利用的区域能源供应系统

技术领域

[0001] 本发明属于节能环保技术领域,特别涉及基于多种低品位余热综合回收利用的区域能源供应系统。

背景技术

[0002] 工业生产需要消耗大量的能源,并在生产工艺流程中产生大量的余热。随着我国工业节能工作的不断推进,中高品位的工业余热目前已经得到了较为有效的利用,但诸如100℃以下的液体、400℃以下的烟气等工业低品位余热,仍广泛且大量存在于钢铁、有色金属、建材、石化、化工和电力等高能耗行业中。这部分余热因其能源品位低,传统的利用方式无法满足要求,通常未被充分利用,造成了大量的能源浪费,且加剧了环境污染。

[0003] 城镇居民生活和工业生产存在着大量的采暖、用电和生活用水等用能需求。这些生产和生活用能主要来自化石能源,造成了严重的大气污染。尤其是煤炭的大量使用,是北方地区采暖期雾霾天气的主要成因之一。因此,在能源消费量较大的地区,若采取有效的方式,将城镇周边的工业企业所产生的多种低品位余热综合回收利用起来,替代化石能源,满足城镇居民及工业企业的生产生活的用能需求,必将有力推动我国节能减排和大气污染防治工作。

[0004] 近几年来,随着节能技术的不断进步,一些低品位余热回收利用方法和装置开始出现。其中:利用低品位余热供暖开始有了一些小范围的工程应用尝试;采用有机朗肯循环的低品位余热发电系统初步进入商业化应用阶段;通过热泵提升余热品味再加以利用的系统也被提出。然而,这些方法和装置主要存在以下问题:

1. 从余热回收侧来看,余热来源和形式单一。余热均来自某一工业企业的某一种形式的单一热源,缺少对不同热源形式、温度范围、余热量及位置分布的多种余热资源的综合考虑;

2. 从余热利用侧来看,存在诸多限制。比如:若仅用来供暖,会导致余热在非采暖期内无法使用;若仅用于发电,能源利用效率不高;而通过新增热泵来提升余热品味,不仅需要消耗一部分高品位的电能,而且还提高了系统的投资建设成本;

3. 从整体来看,目前尚缺少一种能对工业低品位余热进行高效化综合回收和规模化利用的方法及装置系统,能为区域用户提供能源供应服务,满足城镇居民和工业企业的采暖、用电和生活热水等多种用能需求。

发明内容

[0005] 为了克服上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种基于多种低品位余热综合回收利用的区域能源供应系统,通过在余热回收端采取不同的换热器串联和/或并联组合,匹配不同的热源形式、温度范围、余热量及位置分布的多种工业低品位余热,实现余热的高效化和规模化综合回收。

[0006] 本发明的另一目的在于提供一种基于多种低品位余热综合回收利用的区域能源

供应系统,在余热利用端输出热、电和生活热水,满足城镇居民和工业企业的采暖、用电和生活热水等多种用能需求,实现余热的高效化和规模化综合利用。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

基于多种低品位余热综合回收利用的区域能源供应系统,包括余热采集子系统、能源站子系统、供热子系统、有机朗肯循环发电子系统和生活热水供应子系统;

所述的余热采集子系统由余热采集循环泵、低温换热器、中温换热器、高温换热器及连接管路和控制阀依次连接而成;

所述的能源站子系统由蓄热器、供能循环泵、回水箱及连接管路和控制阀组成;

所述的供热子系统主要由供热首站换热器、供热循环泵及供热管路和控制阀组成,连接至城镇集中供热管网,实现集中供热;

所述的有机朗肯循环发电子系统由有机工质循环泵、预热器、蒸发器、螺杆膨胀机、冷凝器、储液罐及管路和控制阀依次连接形成循环回路,并由所述螺杆膨胀机驱动发电机产生电能,实现并网供电;

所述的生活热水供应子系统主要由生活热水供水泵经相应的管路和控制阀输送至用户,实现生活热水供应。

[0008] 所述的余热采集子系统、供热子系统、有机朗肯循环发电子系统和生活热水供应子系统的末端均分别与所述的能源站子系统的蓄热器和回水箱相连,以维持系统的质量和能量平衡;所述的生活热水供应子系统与所述的能源站子系统的蓄热器相接。

[0009] 所述的低品位余热是指50~100℃的液体和400℃以下的烟气等工业余热。

[0010] 所述的余热采集子系统、能源站子系统、供热子系统和生活热水供应子系统的换热工质为水,所述有机朗肯循环发电子系统的工质为低沸点的有机工质。

[0011] 所述的控制阀均为电磁式的,并装有射频控制装置。

[0012] 所述的余热采集循环泵、供能循环泵、供热一次网循环泵、有机工质循环泵和生活热水供水泵均设有变频设施,并装有射频控制装置。

[0013] 所述的余热采集子系统中:低温换热器、中温换热器和高温换热器分别外接热源中相对低温、中温和高温的低品位余热,根据热源形式的不同,换热器类型相应的是水-水换热器或气-水换热器中的一种。根据热源形式、温度范围、余热量及位置分布的不同,通过控制各控制阀的开闭,实现各换热器之间的串联和/或并联组合,实现对多种热源的梯级换热,提升整体换热效率,并进一步地通过变频控制余热采集循环泵,从而使子系统末端出水进入所述的能源站子系统中的蓄热器时达到所需的温度和流量。

[0014] 所述的能源站子系统中:蓄热器将所述余热采集子系统所采集的热能蓄集起来,并通过供能循环泵实现平滑输出;通过控制相关阀门,蓄热器中所蓄积的热水能根据需求通过供能循环泵部分或全部泵送至所述的供热子系统的供热首站换热器中,或至所述有机朗肯循环发电子系统的蒸发器和预热器中进行换热,同时,还能进一步地通过生活热水供水泵泵送至所述的生活热水供应子系统中;从蓄热器出来的热水经供能循环泵输送,完成换热后,部分通过回水箱,其余部分直接通过逆止阀,经由所述余热采集子系统中的余热采集循环泵,最终全部回到所述的余热采集子系统中;回水箱具有补水和蓄水供能,以维持取换热循环的质量平衡;蓄热器和回水箱中均设有传感系统,包括温度、压力和水位传感器。

[0015] 所述的有机朗肯循环发电子系统中:预热器和蒸发器均为管壳式有机工质-水换

热器,有机工质在其中与热水换热后,变成高压的气体工质,驱动螺杆膨胀机做功,从而推动发电机发电;经过膨胀之后的气体工质,在冷凝器中经外接冷却水冷凝成液态进入到储液罐,再通过工质泵回到预热器和蒸发器中,完成整个有机朗肯循环并发电并网,实现供电。

[0016] 所述的供热子系统中:供热首站换热器为液-液式换热器,供热回水在其中换热后,由供热循环泵经一次管网输送至城镇集中供热管网,实现供热。

[0017] 所述的生活热水供应子系统中:生活热水经由生活热水供水泵从所述能源站子系统中的蓄热器输送至用户,实现生活热水供应。

[0018] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

1.可对城镇周边的高耗能工业企业的不同热源形式、温度范围及位置分布的多种工业低品位余热资源进行综合回收;

2.可满足城镇居民和工业企业的采暖、用电和生活热水等多种用能需求;

3.可实现对低品位余热的高效化和规模化回收利用,形成区域能源供应系统,替代化石能源,促进节能减排和大气污染防治。

[0019]

附图说明

[0020] 图1为本发明的系统原理示意图。

[0021] 其中:余热采集循环泵1;低温换热器2;中温换热器3;高温换热器4;蓄热器5;供能循环泵6;供热首站换热器7;回水箱8;蒸发器9;预热器10;供热循环泵11;有机工质循环泵12;螺杆膨胀机13;发电机14;冷凝器15;储液罐16;蓄热器传感系统(包括温度、压力、水位)17;回水箱传感系统(包括温度、压力、水位)18;生活热水供水泵19;控制阀2001~2022。

[0022]

具体实施方式

[0023] 下面结合图1对本发明进行进一步地说明。

[0024] 实施例1:如图1所示,基于多种低品位余热综合利用的区域能源供应系统,包括余热采集子系统、能源站子系统、供热子系统、有机朗肯循环发电子系统和生活热水供应子系统。

[0025] 余热采集子系统由余热采集循环泵1、低温换热器2、中温换热器3、高温换热器4及连接管路和控制阀2001~2009、2018组成;能源站子系统由蓄热器5、供能循环泵6、回水箱8及连接管路和控制阀2010~2017组成;供热子系统由供热首站换热器7、供热循环泵11及供热管路和控制阀2019组成;有机朗肯循环发电子系统由有机工质循环泵12、预热器10、蒸发器9、螺杆膨胀机13、冷凝器15、储液罐16、发电机14及连接管路和控制阀2021组成;生活热水供应子系统由生活热水供水泵19及连接管路和控制阀2020组成。

[0026] 余热采集子系统、供热子系统、有机朗肯循环发电子系统和生活热水供应子系统的末端均分别与能源站子系统的蓄热器5和回水箱8相连,以维持系统的质量和能量平衡;生活热水供应子系统与能源站子系统的蓄热器5相接。

[0027] 在余热采集子系统中,低温换热器2外接50℃左右的较低温热水余热,中温换热器

3外接90℃左右的较高温热水余热,高温换热器4外接350℃左右的烟气余热;同时通过控制系统操控射频控制装置,开启控制阀2001~2003、2006、2007、2018,关闭控制阀2004、2005、2008、2009,使低温换热器2、中温换热器3和高温换热器4串联连接,并配合控制余热采集循环泵1的循环水流量,使进入能源站子系统中的蓄热器5的热水达到95℃左右。

[0028] 能源站子系统起到对整个系统的能源蓄积、调度和平衡控制作用。蓄热器5将所述余热采集子系统所采集的热能蓄集起来,并通过供能循环泵6实现平滑输出。在冬季供暖期工况下:控制阀2013全开,蓄热器5中热水优先进入供热子系统中,满足供热需求,若低品位余热资源充足,控制阀2014与此同时部分打开,富余的热水进入有机朗肯循环发电子系统,用于发电;若低品位余热资源不充足,则完全关闭控制阀2014,停止运行有机朗肯循环发电子系统。在非供暖期工况下:控制阀2013全闭,供热子系统停止运行;控制阀2014全开,蓄热器5中热水进入有机朗肯循环发电子系统中,用于发电。在供暖期和非供暖期工况下,蓄热器5中热水同时还能通过生活热水供水泵19输送至生活热水供应子系统中,实现生活热水供应。从蓄热器5出来的热水经换热后,部分通过回水箱8,其余部分直接通过逆止阀2022,经由余热采集循环泵1,最终全部回到余热采集子系统中;回水箱8具有补水和蓄水供能,以维持取换热循环的质量平衡;蓄热器5和回水箱8中均设有传感系统17、18,包括温度、压力和水位传感器,控制系统通过这些参数来控制其他相关子系统的运行,满足用户的用能需求,并维持整个系统的能量平衡。

[0029] 在供暖期,蓄热器5中热水进入供热子系统中,优先满足供热需求,供热回水在供热首站换热器7中与之换热后,由供热循环泵11经一次管网输送至城镇集中供热管网,实现供热。

[0030] 在非供暖期或供暖期且低品位余热资源充足时,蓄热器5中的热水依次进入蒸发器9和预热器10中与有机工质进行换热;有机工质依次在预热器10和蒸发器9中吸收热能,变成高压的气体工质,驱动螺杆膨胀机13做功,从而推动发电机14发电;经过膨胀之后的气体工质,在冷凝器15中经外接冷却水冷凝成液态进入到储液罐16,再通过工质泵12回到预热器10和蒸发器9中,完成整个有机朗肯循环并网发电,实现供电。

[0031] 在供暖期和非供暖期工况下,蓄热器5中热水同时还可以经由生活热水供水泵19输送至用户,实现生活热水供应。

[0032] 实施例2:如图1所示,基于多种低品位余热综合回收利用的区域能源供应系统,本实施例与实施例1相同,其中余热采集子系统中的低温换热器2外接70℃左右的较低温热水余热,中温换热器3外接90℃左右的较高温热水余热,高温换热器4外接250℃左右的烟气余热;通过控制系统操控射频控制装置,开启控制阀2001~2005、2008、2009、2018,关闭控制阀2006、2007,使低温换热器2、中温换热器3和高温换热器4并联连接,并配合控制余热采集循环泵1的循环水流量,使进入能源站子系统的蓄热器5的热水达到80℃左右。

[0033] 实施例3:如图1所示,基于多种低品位余热综合回收利用的区域能源供应系统,本实施例与实施例2相同,其中余热采集子系统中的低温换热器2外接60℃左右的较低温热水余热,中温换热器3外接90℃左右的较高温热水余热,高温换热器4外接300℃左右的烟气余热;同时通过控制系统操控射频控制装置,开启控制阀2001~2003、2005~2006、2009、2018,关闭控制阀2004、2007、2008,使中温换热器3和高温换热器4并联连接,再与回路前端的低温换热器2串联连接,并配合控制余热采集循环泵的循环水流量,使进入能源站子系统

的蓄热器的热水达到90°C左右。

[0034] 以上实施例结合附图对本发明的具体实施作了详细说明,但是由于在余热回收端和利用端可以有多种组合方式,满足不同的用能需求。熟悉本领域的技术人员可以很容易对这些实施例进行改进和修改,而不必进过创造性劳动。因此,本发明并不限于上述实施例,本领域的技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明的范畴所做出的改进和修改都应在本发明的保护范围之内。

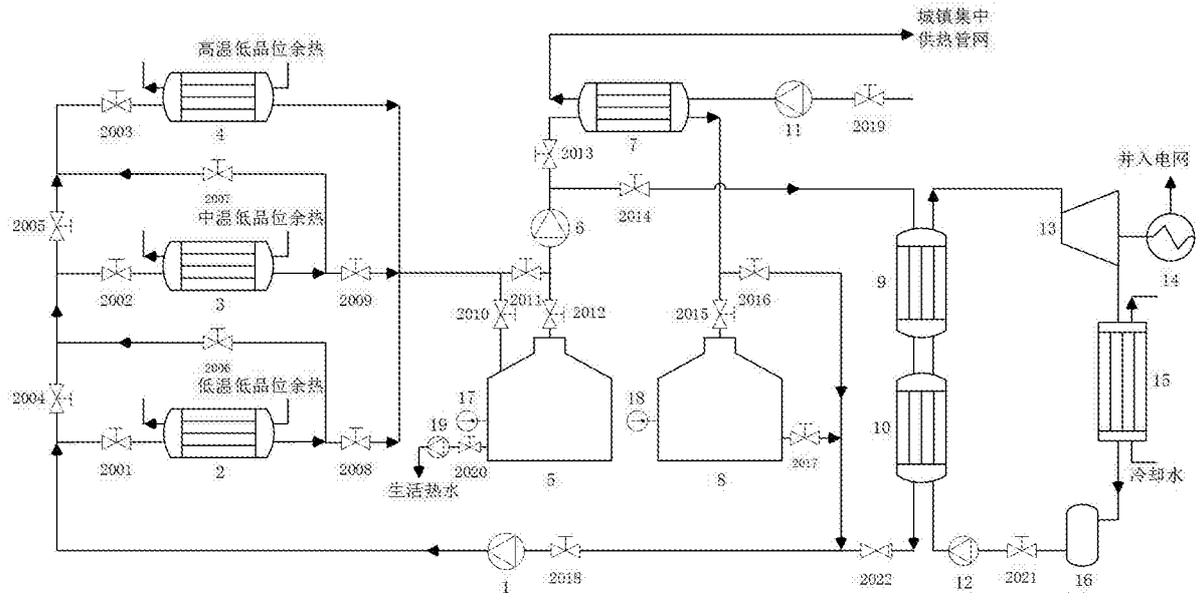


图1