

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F25B 9/08 (2006.01)

F25B 27/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710171885.1

[43] 公开日 2008年5月28日

[11] 公开号 CN 101187509A

[22] 申请日 2007.12.6

[21] 申请号 200710171885.1

[71] 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

[72] 发明人 翁一武 郑彬 凌基薇 戴立明

张巍 张园锁

[74] 专利代理机构 上海交达专利事务所

代理人 王锡麟 王桂忠

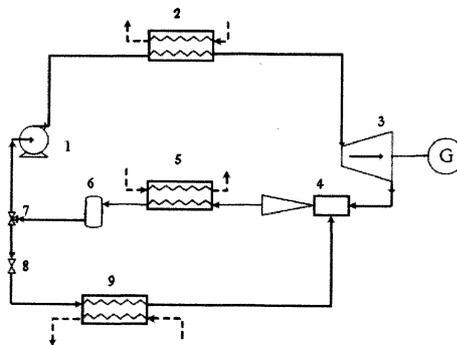
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

[54] 发明名称

整体式喷射型低温余热发电制冷装置

[57] 摘要

一种整体式喷射型低温余热发电制冷装置，本发明包括：工质泵、余热换热器、透平发电机、喷射器、冷凝器、储液罐、三通阀、节流阀、蒸发器。这些部件依次连接，以太阳能、地热能、生物质能或各种低温余热作为系统热源，以地下水、湖水、河水或海水作为冷源，选择环保性能优良的低沸点有机物作为工质，组成封闭循环系统。本发明通过喷射器将有机物朗肯循环与喷射式制冷循环结合起来，在低品位热能不断被回收利用的同时，不断向用户输出电能和冷量，从而实现利用低温余热发电制冷。本发明符合能量梯级利用的原则，从而极大的提高了能源综合利用率。



1、一种整体式喷射型低温余热发电制冷装置，包括：工质泵、余热换热器、透平发电机、喷射器、冷凝器、储液罐、三通阀、节流阀、蒸发器，其特征在于，工质泵出口与余热换热器工质入口相连，余热换热器工质出口与透平发电机工质入口相连，透平发电机工质出口与喷射器工作流体入口相连，喷射器工质出口与冷凝器工质入口相连，冷凝器工质出口与储液罐工质入口相连，储液罐工质出口与三通阀工质入口相连，三通阀的一个工质出口与工质泵入口相连，三通阀的另一个工质出口与节流阀工质入口相连，节流阀工质出口与蒸发器工质入口相连，蒸发器工质出口与喷射器引射流体入口相连。

2、根据权利要求1所述的整体式喷射型低温余热发电制冷装置，其特征是，所述工质选择干性工质，为 R245fa、R600、R600a、R141b、R123、R142b 中一种。

整体式喷射型低温余热发电制冷装置

技术领域

本发明涉及一种制冷技术领域的装置,具体是一种整体式喷射型低温余热发电制冷装置。

背景技术

统计表明,低温余热总量约占工业产热总量的 50%左右。在实际应用中,由于缺乏有效的回收利用方式,大部分低温余热被直接排放到环境中,这样既浪费了大量能源,又对周围环境构成了严重的热污染。有机物朗肯循环低温余热发电技术是一种有效的低温余热回收利用方法,它以低沸点有机物工质作为能量的载体,将低品位热能转化为电能。当热源温度低于 270℃时,有机物朗肯循环工质选择范围广,针对性强,设备要求相对简单,与常规的水蒸气朗肯循环相比,具有更高的能源利用率。

喷射式制冷技术在 20 世纪 30 年代受到了广泛的青睐,然而伴随着蒸汽压缩式制冷技术的出现,喷射式制冷技术的主导地位被渐渐取代。近些年,喷射式制冷系统凭借其设备简单,维护方便,环保可靠,适用于太阳能,地热能,低温余热回收等优点,重新成为了制冷技术领域中的一个研究热点。分布式供能系统是指设在用户附近的,较小出力的,建立在能量梯级利用原则上的能源供给系统。相对于传统的大规模能源供给方式而言,分布式供能系统高效环保,形式灵活多样,除了供电之外,一般还同时拥有供冷供热的功能。近年来出现的电冷联产分布式供能系统就是其中的一种形式。

经过对现有技术文献检索, Feng Xu 等在《能源》杂志 2000 年第 25 卷 233—246 页上发表了一篇题目为“一种发电制冷循环”的文章,(Xu,F.,Goswami,D.Y.,and Bhagwat,S.S.,2000, “A Combined Power/Cooling Cycle,”Energy,25,pp.233-246.)该系统将有机物朗肯循环发电技术与吸收式制冷技术相结合,选择二元溶液作为工质,将低品位热能转化为电能和冷量同时输出,提

出了一套低品位热能回收利用的新方案。但该技术存在一定的不足：首先在制冷过程中，工质没有发生相变，主要依靠工质显热变化实现制冷，因此制冷量受到了一定的限制；此外，选择两元工质作为能量的载体，使系统设备结构，运行操作更加复杂。

发明内容

本发明针对现有技术中的不足，提出一种整体式喷射型低温余热发电制冷装置。本发明通过一种沸点适中、环保安全的工质将有机物朗肯循环发电系统同喷射式制冷循环有机的结合起来，同时满足用户电量和冷量的需求，不仅有效的提高了低温余热回收装置的整体能量利用率，而且整个过程简单易行，洁净环保，安全可靠。

本发明是通过以下技术方案实现的，本发明包括：工质泵、余热换热器、透平发电机、喷射器、冷凝器、储液罐、三通阀、节流阀、蒸发器。工质泵出口与余热换热器工质入口相连，余热换热器工质出口与透平发电机工质入口相连，透平发电机工质出口与喷射器工作流体入口相连，喷射器工质出口与冷凝器工质入口相连，冷凝器工质出口与储液罐工质入口相连，储液罐工质出口与三通阀工质入口相连，三通阀的一个工质出口与工质泵入口相连，三通阀的另一个工质出口与节流阀工质入口相连，节流阀工质出口与蒸发器工质入口相连，蒸发器工质出口与喷射器引射流体入口相连。

在装置工作过程中，液态饱和低沸点有机物工质经由工质泵提高压力，在余热回收换热器中利用低温余热加热至过热状态。高温高压气体进而推动透平旋转，并带动发电机组向外输出电功。从透平出口排出的工质气体作为压力相对较高的工作流体流入喷射器，将蒸发器出口侧的低温低压气体引射至喷射器中，二者在喷射器中经过混合扩压，进入冷凝器。在冷凝器中，有机物工质在地下水，湖水，河水或海水的冷却下，由气态变为液态。液态工质进入到储液罐中，储液罐工质出口连接有三通阀，一部分液态工质经由三通阀的一个出口进入工质泵，在工质泵中加压重新回到余热回收换热器中，完成发电循环，另一部分液态工质经由三通阀的另一个出口进入节流阀，在节流阀中降温降压，重新回到蒸发器中，完成制冷循环。在整个循环过程中，低品位热能不断被回收利用，同时，系统不断向用户输出电能和冷量，从而实现利用低温余热发电制冷。

根据工质在理想绝热膨胀过程中的特性,工质可以分为干性和湿性两类。饱和湿性工质在透平膨胀过程中进入两相区,对透平叶片的使用寿命产生较大的负面影响。而饱和干性工质在透平膨胀过程中容易保持在过热区。因此,为了避免工质在膨胀过程中进入两相区,本发明选择安全环保的干性工质。如:R245fa、R600、R600a、R141b、R123、R142b等。

本发明通过选择一种工作温度压力适中,环保安全的干工质将有机物朗肯循环与喷射式制冷循环有机的结合起来,以太阳能,地热能,生物质能,或各种低温余热作为系统的热源。以 20℃左右的地下水,河水,湖水,或海水作为系统的冷却水。在利用有机物朗肯循环发电的同时,进入蒸发器的低温低压工质从外界吸收热量,由液态变为气态,利用工质的气化潜热实现制冷。本发明具有高效,环保,部件简单,操作性强等特点,通过对透平,喷射器的合理设计,既满足了有机物朗肯循环和喷射式制冷循环对工质物性参数方面的要求,又同时解决了用户对电能和冷量的要求,符合能量梯级利用的原则,从而极大的提高了能源综合利用率。

附图说明

图 1 为本发明的结构示意图

具体实施方式

下面结合附图对本发明的实施例作详细说明:本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

如图 1 所示,本实施例包括:工质泵 1、余热换热器 2、透平发电机 3、喷射器 4、冷凝器 5、储液罐 6、三通阀 7、节流阀 8、蒸发器 9。工质泵 1 出口与余热换热器 2 工质入口相连,余热换热器 2 工质出口与透平发电机 3 工质入口相连,透平发电机 3 工质出口与喷射器 4 工作流体入口相连,喷射器 4 工质出口与冷凝器 5 工质入口相连,冷凝器 5 工质出口与储液罐 6 工质入口相连,储液罐 6 工质出口与三通阀 7 工质入口相连,三通阀 7 的一个工质出口与工质泵 1 入口相连,三通阀 7 的另一个工质出口与节流阀 8 工质入口相连,节流阀 8 工质出口与蒸发器 9 工质入口相连,蒸发器 9 工质出口与喷射器 4 喷射流体入口相连。

本实施例中,所述的整体式喷射型低温余热发电制冷装置,其工质为 R245fa。根据整体式喷射型低温余热发电制冷装置要求,下例以余热温度 150℃,余

热换热器蒸发压力 1.26MPa, 透平膨胀比 2.5, 透平出口压力 0.5MPa, 冷凝器冷凝温度 30℃, 冷凝压力 0.18MPa, 蒸发器蒸发温度 8℃, 蒸发器蒸发压力 0.076MPa, 环境温度 25℃, 冷却水温度 20℃作为工作参数, 选用有机工质 R245fa 作为循环工质, 说明循环流程。

1. 约 30℃的饱和液态有机工质 R245fa 由工质泵 1 提高压力至 1.26MPa, 送入余热换热器 2 中加热。

2. 液态工质 R245fa 在余热换热器 2 中被 150℃左右的低温余热加热至约 105℃, 过热度 5℃, 压力 1.26MPa。

3. 从余热换热器 2 出来的气体工质进入透平发电机 3, 推动透平发电机 3 旋转做功并输出电力。工质经过透平发电机 3 膨胀后, 压力降低至约 0.5MPa, 由 R245fa 物性知, 经过透平发电机 3 膨胀后的工质仍为过热气体。

4. 由透平发电机 3 排出的 R245fa 过热蒸汽作为工作流体进入喷射器 4, 将蒸发器 9 出口侧的 R245fa 蒸汽, 引射至喷射器 4 中, 工作流体与引射流体在喷射器混合室中混合, 进而通过扩压器恢复压力至 0.18MPa, 温度约 60℃。

5. 从喷射器 4 流出的 R245fa 工质气体进入到冷凝器 5 中, 由约 20℃的地下水, 湖水或海水冷却至饱和液体, 冷凝压力约 0.18MPa, 温度约 30℃。

6. 从冷凝器 5 出来的冷凝液进入储液罐 6, 储液罐 6 与三通阀 7 相连。

7. 一部分冷凝液经由三通阀 7 的一个工质出口进入工质泵 1, 在工质泵 1 中加压重新回到余热回收换热器 2 中, 完成发电循环, 另一部分冷凝液经由三通阀 7 的另一个工质出口进入节流阀 8 节流降压, 压力降至约 0.076MPa, 温度降至约 8℃。

8. 从节流阀 8 流出的 R245fa 液体进入到蒸发器 9 中蒸发, 同时向外界提供冷水, 蒸发压力约 0.076MPa, 蒸发温度约 8℃。

9. 从蒸发器 9 流出的 R245fa 蒸汽作为引射流体进入到喷射器 4 中, 从而完成整个循环过程, 实现系统电能和冷量的输出。

在透平效率 85%, 换热器效率 80%, 泵效率 80%的条件下, 假设系统从 150℃的低温热源中回收热量 240KJ, 通过该整体式喷射型低温余热发电制冷装置可以向用户提供电量 15KJ, 制冷量 32KJ。

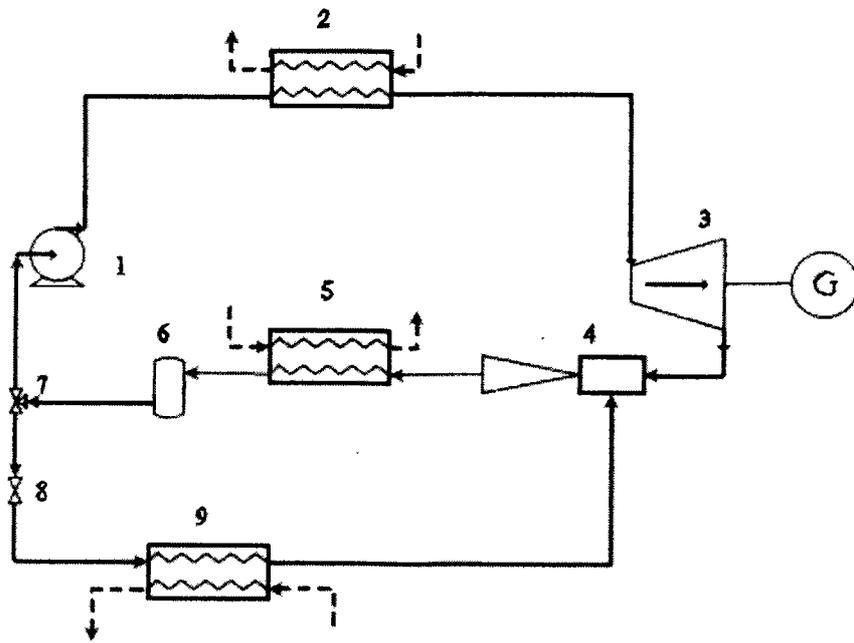


图 1