

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F01C 1/16 (2006.01)

F01P 3/22 (2006.01)



# [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200920096459.0

[45] 授权公告日 2010年1月20日

[11] 授权公告号 CN 201386572Y

[22] 申请日 2009.4.22

[21] 申请号 200920096459.0

[73] 专利权人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

[72] 发明人 李惟毅 赵力 李汛 汪健生  
曹滨斌

[74] 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理  
事务所  
代理人 江镇华

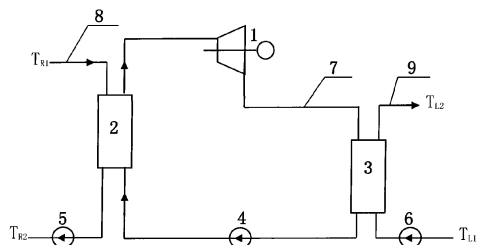
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

## [54] 实用新型名称

利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统

## [57] 摘要

一种利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统，有螺杆膨胀机、蒸发器和冷凝器，螺杆膨胀机、蒸发器和冷凝器通过密封管路依次连接形成一工质循环通路，蒸发器上设置有用于加热工质循环通路内所循环流动的工质的加热通路，冷凝器上设置有用于冷却工质循环通路内所循环流动的工质的冷却通路。工质循环通路上位于蒸发器和冷凝器之间设置有工质泵。加热通路中流通有加热水，加热通路上位于蒸发器的出水端设置有加热水泵。冷却通路中流通有冷却水或冷却空气，冷却通路上位于冷凝器的冷却水/空气的入口端设置有冷却水泵。本实用新型结构简单，可针对 60 - 100℃ 常压下的余热进行设计回收，节能环保，不消耗低沸点物质，循环效率高，适用性强，无需专门设计螺杆膨胀机。



1. 一种利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统，其特征在于，包括有：螺杆膨胀机（1）、蒸发器（2）和冷凝器（3），其特征在于，所述的螺杆膨胀机（1）、蒸发器（2）和冷凝器（3）通过密封管路依次连接形成一工质循环通路（7），所述的蒸发器（2）上设置有用以加热工质循环通路（7）内所循环流动的工质的加热通路（8），所述的冷凝器（3）上设置有用以冷却工质循环通路（7）内所循环流动的工质的冷却通路（9）。

2. 根据权利要求1所述的利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统，其特征在于，所述的工质循环通路（7）上位于蒸发器（2）和冷凝器（3）之间设置有工质泵（4）。

3. 根据权利要求1所述的利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统，其特征在于，所述的加热通路（8）中流通有加热水，所述加热通路（8）上位于蒸发器（2）的出水端设置有加热水泵（5）。

4. 根据权利要求1所述的利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统，其特征在于，所述的冷却通路（9）中流通有冷却水或冷却空气，所述的冷却通路（9）上位于冷凝器（3）的冷却水/空气的入口端设置有冷却水泵（6）。

## 利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统

### 技术领域

本实用新型涉及一种利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统。特别是涉及一种能够充分得用工业余热产生动力的利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统。

### 背景技术

由于我国能源结构的特点，能源没有充分达到梯级利用，能源总体利用率很低，余热资源量大而分布广泛，主要表现在以下五个方面：

1、我国现有工业锅炉约 50 万台，其中相当部分 6-10(吨/小时)锅炉的额定蒸汽压力为 1.3MPa，由于生产工艺方面的原因，需降压运行、减温减压使用，造成大量浪费。

2、随着城市集中供热普及率的提高，供热站一般都有部分余压可以利用，而且热源条件也不错，利用螺杆膨胀机进行发电，其节能效益、社会效益、环保效益将十分显著。

3、大量的工业窑炉消耗了大量能源。如水泥行业，由于生产工艺落后，企业平均熟料能耗是国外先进水平的 2 倍以上，窑炉排出的废气温度在 300-400℃左右，余热回收率仅为 2%，是发电项目应用的一个巨大的潜在市场，提高余热利用率对企业节能有重要意义。

4、钢铁厂的高炉冲渣热水及高炉煤气这部分余热的回收发电也具有巨大的市场潜力。

5、其它如大型柴油机废气，石油化工行业及新能源利用都是该技术发挥其技术优势的重要市场。

以上列举的各项，充分说明了我国加强节能工作的重要性和紧迫性，但也同时体现了螺杆膨胀机余热回收发电的应用前景。

现有的单循环螺杆膨胀动力系统（即将含热流体直接引入螺杆膨胀机利用的系统方式）更适用于高温高压流体的能量回收，而双循环系统（即低沸点有机工质与含热流体进行换热后再引入螺杆膨胀机利用的系统方式）对含热流体的水质的好坏以及流体的温度和压力都没有太高的要求，甚至六七十度常压下的低温热水，也可以通过双循环的系统方式发电。

### 发明内容

本实用新型所要解决的技术问题是，提供一种将含热流体与低沸点工质换热，再将低沸点工质引入螺杆膨胀机进行能量回收的利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统。

本实用新型所采用的技术方案是：一种利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系

统，包括有：螺杆膨胀机、蒸发器和冷凝器，所述的螺杆膨胀机、蒸发器和冷凝器通过密封管路依次连接形成一工质循环通路，所述的蒸发器上设置有用于加热工质循环通路内所循环流动的工质的加热通路，所述的冷凝器上设置有用于冷却工质循环通路内所循环流动的工质的冷却通路。

所述的工质循环通路上位于蒸发器和冷凝器之间设置有工质泵。

所述的加热通路中流通有加热水，所述加热通路上位于蒸发器的出水端设置有加热水泵。

所述的冷却通路中流通有冷却水或冷却空气，所述的冷却通路上位于冷凝器的冷却水/空气的入口端设置有冷却水泵。

本实用新型的利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统，具有以下有益效果：

(1) 符合节能环保要求，二氧化碳排放为零，氮氧化物和硫化物排放为零；(2) 低沸点工质在这个闭合回路中循环，工作时起“介质”的作用，只要管道和设备严密不漏，低沸点物质并不消耗；(3) 余热参数要求低：可针对 60-100℃常压下的余热进行设计回收，无需为本实用新型另行专门设计螺杆膨胀机；(4) 低沸点物质在循环中和含热流体、冷却水都不是直接接触的，而是隔着管壁传递热量，因此，除了系统排出的含热流体温度降低了一些，冷却水温度升高一些外，品质上没有任何变化，仍然可以用作其它生产，生活用途；(5) 循环效率高：本实用新型在回收 85℃的余热时（介质为水），每吨废水每小时可发电 1kW 以上。

## 附图说明

图 1 是本实用新型的整体结构示意图。

其中：

- |          |        |
|----------|--------|
| 1：螺杆膨胀机  | 2：蒸发器  |
| 3：冷凝器    | 4：工质泵  |
| 5：加热水泵   | 6：冷却水泵 |
| 7：工质循环通路 | 8：加热通路 |
| 9：冷却通路   |        |

## 具体实施方式

下面结合实施例和附图对本实用新型的利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统做出详细说明。

如图 1 所示，本实用新型的利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统，包括有：螺杆膨胀机 1、蒸发器 2 和冷凝器 3，所述的螺杆膨胀机 1、蒸发器 2 和冷凝器 3 通过密封管路依次连接形成一个密封的工质循环通路 7。所述的蒸发器 2 上设置有用于加热工质循环通路 7 内所循环流动的工质的加热通路 8，所述的冷凝器 3 上设置有用于冷却工质循

环通路7内所循环流动的工质的冷却通路9。

而且,所述的工质循环通路7上位于蒸发器2和冷凝器3之间设置有工质泵4。所述的加热通路8中流通有用于加热的加热水(余热),所述加热通路8上位于蒸发器2的出水端设置有加热水泵5。所述的冷却通路9中流通有冷却水或冷却空气,所述的冷却通路9上位于冷凝器3的冷却水/空气的入口端设置有冷却水泵6。

图1中: $T_{R1}$ 为热水流入口; $T_{R2}$ 为热水流出口; $T_{L1}$ 为冷却水流入口; $T_{L2}$ 为冷却水流出口。本实用新型中的螺杆膨胀机可以采用专利号为02230217.4中所述的螺杆膨胀动力机。

本实用新型的利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统的工作原理是:含热废水(汽)在经过一定的杂质处理过程后流经蒸发器,在蒸发器内含热废水(汽)对有机工质进行加热,使工质温度升高,到达饱和温度,生成饱和汽或汽液两相。从蒸发器流出的被加热的工质(饱和汽或汽液两相)进入螺杆膨胀机膨胀做功,驱动发电机发电。做功后的汽液混合物从螺杆膨胀机流出进入冷凝器,在冷凝器内通过冷却水/空气使汽液混合物中的蒸汽冷凝,最后再经工质泵返回蒸发器。这种有机工质发电循环系统,具有回收余热量大、设备紧凑、发电效率高等特点。

例如:假设余热热源为 $85^{\circ}\text{C}$ 的热水,流量为 $100\text{t/h}$ ,冷却水温度为 $25^{\circ}\text{C}$ 。

根据本实用新型的利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统的运行特点,螺杆膨胀机进口为饱和蒸气状态,在扣除工质泵耗电,冷却水泵耗电之后,每小时一吨热水的流量可以发出 $1.02\text{kW}$ 的电。

本系统设计方案的经济效益估算如下:

按年运行7200小时(10个月)计算,则年发电量为(采用带有冷却水塔或喷水池的循环供水冷却系统): $1.02 \times 100 \times 7200 = 734400\text{kWh}$

按电价0.5元/kWh计算,则年效益为: $734400 \times 0.5 \approx 36.7$ 万元/年

同时,采用了本实用新型的利用低沸点工质的双循环螺杆膨胀动力机系统,将会少向大气排放二氧化硫3.20吨,二氧化碳285.36吨。

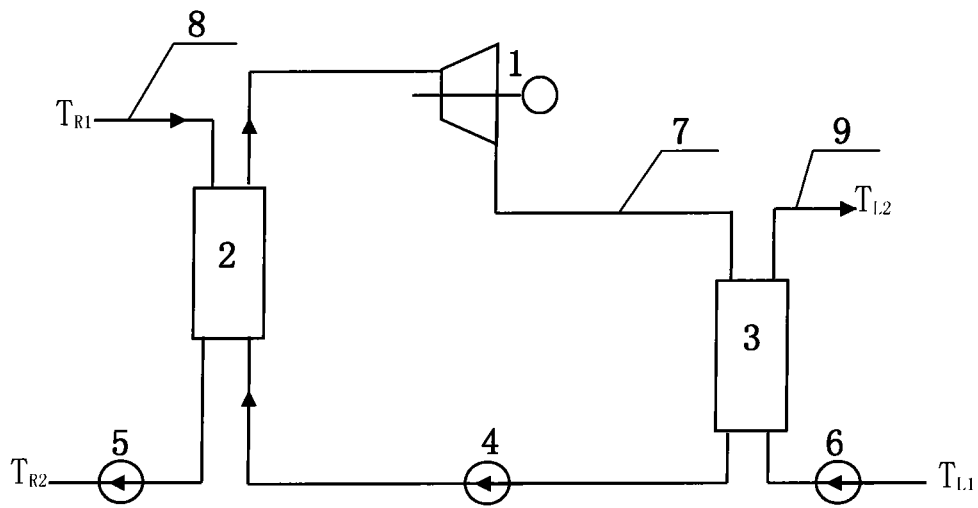


图 1