

红色为说明性文字。

格式要求：标题二号，黑体，英文字体为 Arial，希腊字母保持不变，如 $\theta\omega\rho\omega\Delta$ ，段前空 12 磅

低温余热驱动的热电复合系统优化设计

论文题目要精炼、醒目，一般不超过 20 个字。

格式要求：作者姓名四号仿宋，中间全角逗号隔开

钟芬，吴竺，朱彤，高乃平

(同济大学机械与能源工程学院，上海市嘉定区 201804)

单位排在姓名之下，单位名称用全称，著录到二级单位，后加逗号写所在省、市及邮编。

格式要求：作者单位、地址五号楷体，标点均为全角

格式要求：英文标题小四号 Times New Roman 加黑，实词和 4 个字母及以上的虚词首字母大写(如 With)

Optimization Design of a combined organic Rankine cycle-heat pump system driven by low-grade waste heat

ZHONG FEN, Wu Zhu, ZHU Tong, GAO Naiping

(School of Mechanical Engineering, Tongji University, Shanghai, 201804)

格式要求：英文姓名五号 Times New Roman，标点半角，姓大写，名首字母大写

格式要求：英文摘要为小五号 Times New Roman 字体，行距为 14 磅，标点为半角

格式要求：中文摘要为小五号宋体，行距为 14 磅，中间标点为全角，段首空 6 磅

格式要求：英文单位小五号 Times New Roman，标点半角，实词首字母大写，虚词小写，段后空 12 磅

大写，加粗

ABSTRACT: In this study, the system combined Organic Rankine cycle (ORC) with heat pump cycle (HPC) was analysis based on the 1st law of classical thermodynamics..

Key words: energy utilization efficiency; R134a; R245fa

首字母大写，加粗

格式要求：英文关键词为小五号 Times New Roman 字体，小写，行距为 14 磅，中间标点为半角，段首空 6 磅

摘要：本文基于热力学定律，对低温余热驱动的有机朗肯循环 (ORC) 与热泵循环……

摘要中一般不出现公式，不用第一人称，不出现参考文献序号。中文摘要一般不超过 300 字。

关键词：低温余热；产热量；能量利用率；R134a

一般列 3~6 个关键词，词间加分号。

格式要求：中文关键词为小五号宋体，行距为 14 磅，中间标点为全角，段首空 6 磅

英文关键词与中文关键词对应，首字母小写，词间用分号隔开。

格式要求：一级标题为小四黑体，英文字体为 Arial，段前段后均空 6 磅

0 引言

格式要求：正文字号五号，首行缩进 0.74cm，中文宋体，英文及数字为 Times New Roman，行距为单倍行距

随着能源与环境问题的日益突出，低品位工业余热、废热及可再生能源因其总量巨大而逐渐受到

了理论依据^[1]……

格式要求：参考文献，上标，五号 Times New Roman 字体

1 系统简介

有机朗肯循环系统和热泵循环系统组成的复合系统原理图及相应 $T-s$ 图分别如图 2 所示。

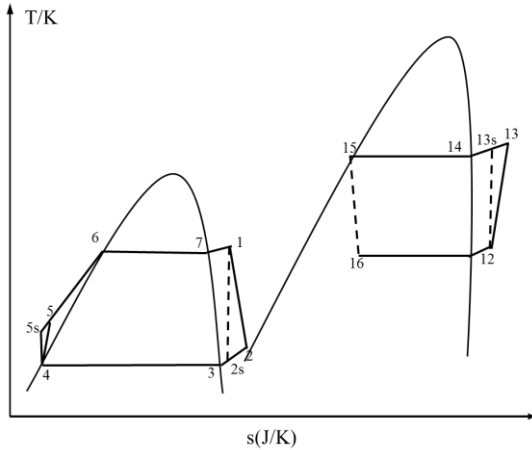


图 1 ORC-HPC 复合系统 $T-s$ 图

Fig. 2 $T-s$ diagram of the combined ORC-HPC system

格式要求：居中，中文为小五黑体，数字与英文字体为 Times New Roman，加粗，行距为固定值 14 磅，英文图题段后空 3 磅

图的插入方式为锁在文字中，居中，图中中文文字为六宋，英文字母为 Times New Roman 体。图的下方须注出图序和图题。图题采用中英文对照，分图题、图注、图内文字均用英文，图注、图内文字首字母小写。

2 系统的热力学分析

根据能量守恒定律，在 ORC 系统中，低温余热流在 ORC 蒸发器中所传递的热量 Q_1 和有机工质的质量流量 m_o 可表示为：

$$Q_1 = m_{wo} c_{p,g} (T_8 - T_9) = m_o (h_1 - h_5) \quad (1)$$

$$m_o = \frac{m_{wo} \times c_{p,g} (T_8 - T_9)}{h_1 - h_5} \quad (2)$$

使用 MathType 公式编辑器。公式依出现的顺序编号，公式居中，编号靠右对齐。物理量注意用斜体。避免以图片的形式插入。

3 系统热力计算与性能分析

3.1 标准工况下的计算结果

格式要求：二级标题五号黑体，英文及数字用 Arial，希腊字母保持不变，段前段后不空

格式要求：三级标题五号宋体，英文及数字用 Times New Roman 字体，段前段后不空

3.1.1 计算结果

为了设计并评估各主要运行参数对复合系统性能的影响，本文运用 MATLAB 软件建立了复合系统热力学模型。

格式要求：中文表题小五黑体，数字与英文字体及英文表题为 Times New Roman (加粗)，居中，段前及英文表题后空 3 磅，行距为固定值 14 磅

表 1 ORC-HPC 复合系统标准工况设计参数

Tab. 1 Parameters under basic case for the combined ORC-HPC system

设计参数	符号	单位	设计值
余热热水流量	m_w	kg/s	1
热水温度	T_w	K	368.15
环境温度	T_0	K	303.15
蒸发温度	T_{oe}	K	333.15
膨胀机入口过热度	ΔT_{oe}	K	5
冷凝温度	T_{oc}	K	303.15
膨胀机等熵效率	η_t	1	0.75
工质泵等熵效率	η_p	1	0.8
蒸发温度	T_{he}	K	353.15
压缩机入口过热度	ΔT_{he}	K	10
冷凝温度	T_{hc}	K	393.15
压缩机等熵效率	η_{com}	1	0.8

表内栏目线 0.5 磅，顶线和底线 1 磅。表中文字为六号宋体，数字及英文为 Times New Roman，行距为 14 磅。列间一律用制表位对齐。

4 结论

本文对低温余热驱动的有机朗肯循环（ORC）与热泵循环（HPC）组成的复合系统进行了热力学计算与分析，并对不同状态参数的变化对系统性能的影响进行了讨论，主要得出了以下结论：

- (1) 在余热资源温度为 368.15K、流量为 1kg/s、ORC 系统蒸发温度与冷凝温度分别为 333.15K 与 303.15K、HPC 系统蒸发温度与冷凝温度分别为 353.15K 与 393.15K 的标准工况下，系统的高温制热量为 27.56kW，能量利用效率为 10.13%；
- (2) ORC 蒸发温度对复合系统的效率影响较大，存在最佳的 ORC 蒸发温度使得系统的能源利用率最高，复合系统产高品位热量最多，而 ORC 冷凝温度的提高将减少系统的高品位热量；
- (3) ……

在研究结果与讨论的基础上总结出本研究得到的重要论点，建议可包括以下内容：（1）解释结果；（2）将结果与之前提出的研究目的或假设相联系，阐明结果的重要性；（3）将结果与其他已有研究工作进行比较；（4）尽可能得出一个很清晰的结论。对每一个结论需要总结证据。同时也可以指出本工作的不足和将要开展工作的展望。请注意不能简单重复摘要和引言。

格式要求：小四黑体，左对齐，段前段后均空 6 磅

格式要求：参考文献为小五宋体，英文字体为 Times New Roman，编号后空 2 小格。行距 14 磅，标点除括弧为半角外，其余均为全角

参考文献

- [1] 马丽敏. 新型中高温热泵工质的研究[D]. 天津：天津大学，2003.
- [2] Zhang Na, Noam Lior, Hongguang Jin. The energy situation and its sustainable development strategy in China[J]. Energy, 2011, 36: 3639-3649.
- [3] 张菁雯, 蒋磊, 赵丹等. 纺织印染行业余热回收利用现状及研究进展[J]. 广东化工, 2012, 39(16): 71-72.

参考文献的编排格式为：

专著格式：序号.编著者.书名[M]，出版地：出版社，年代，起止页码.

期刊论文格式：序号.作者.论文名称[J]，期刊名称，年度，卷（期）：起止页码.

学位论文格式：序号.作者.学位论文名称[D]，发表地：学位授予单位，年度.

文献类型标识根据 GB3469 规定，以单字母方式标识一下各种参考文献类型：

专著（M）、论文集（C）、报纸文章（N）、期刊文章（J）、学位论文（D）、报告（R）、标准（S）专刊（P）、未定义类型的文件（Z）

作者简介：

钟芬(1991)，女，硕士研究生，主要从事低温余热利用的研究，XXX@126.com；

吴竺(1975)，男，教授级高工，主要研究方向为分布式能源、天然气有效利用，XXX@163.com；

朱彤(1969)，男，教授，博士生导师，主要研究方向为高效洁净燃烧技术、工业节能、分布式能源系统，XXX@tongji.edu.cn；

高乃平(1978)，男，教授，博士生导师，主要研究方向为低温余热利用、建筑节能、建筑环境与通风，本文通信作者，XXX@tongji.edu.cn。

请附第一作者简介，包括姓名、出生年、性别、籍贯、职称、学历（及作者的详细联系地址和其他联系方式（包括固定电话、手机、电子信箱）。如果论文系省部级以上基金或攻关项目产生的论文，亦请在论文首页地脚注明并给出项目的编号或批准文号。

附录是作为论文主体的补充项目，并不是必需的。附录格式：中文摘要为小五号宋体，行距为 14 磅。

首页范例:

低温余热驱动的热电复合系统优化设计

钟芬, 吴竺, 朱彤, 高乃平

(同济大学机械与能源工程学院, 上海市嘉定区 201804)

Optimization Design of a combined organic Rankine cycle-heat pump system driven by low-grade waste heat

ZHONG FEN, Wu Zhu, ZHU Tong, GAO Naiping

(School of Mechanical Engineering, Tongji University, Shanghai, 201804)

ABSTRACT: In this study, the system combined Organic Rankine cycle (ORC) with heat pump cycle (HPC) was analysis based on the 1st law of classical thermodynamics. Meanwhile the parametric trade-off was discussed to predict the performance for the combined system. It is found that under the typical waste heat conditions of the inlet temperature is 368.15K and mass flow rate is 1kg/s, the heat capacity of 27.56kW for the combined system will be obtained. And there was an optimal ORC-evaporation temperature for the maximum heating output, and the decrease of ORC-condensation temperature contributed to a reduction of heating output. In addition, results show that the isentropic efficiency of turbine has a great impact on the heat capacity of the combined system.

Key words: Organic Rankine cycle (ORC); low-grade waste heat; heat capacity; energy utilization efficiency

摘要: 本文基于热力学定律, 对低温余热驱动的有机朗肯循环 (ORC) 与热泵循环 (HPC) 组成的复合系统进行了分析计算, 并对不同状态参数对系统性能的影响进行了讨论及优化设计。研究表明: 在余热资源温度为 368.15K、流量为 1kg/s 的标准运行工况条件下, 系统的高品位产热量为 27.56kW, 能量利用率为 10.13%, 此时系统最佳的 ORC 蒸发温度为 335.15K 使得系统的能量利用率最高, 高温产热量最大; 而 ORC 系统冷凝温度的提高将降低系统的高温产热量; 同时研究发现: 膨胀机等熵效率的提升对复合系统产热量的增加有较明显的作用。

关键词: 有机朗肯循环 (ORC); 低温余热; 产热量; 能量利用率

0 引言

随着能源与环境问题的日益突出, 低品位工业余热、废热及可再生能源因其总量巨大而逐渐受到人们的关注。在一些传统的工业生产、生活过程中, 如食品烟草、化工工业、纸浆加工、纤维工业、陶瓷工业等常见的工业余热资源温度为 333~373K^[1], 与高品位能源相比, 该部分低温余热资源的能源品位较低, 很难被传统的能量转化设备集中高效的利用, 而同时在这些生产中, 存在大量需要加热的工艺过程, 通常这些加热过程主要通过燃煤、燃气或电加热等消耗高品位能源的方式来提供热量, 而其需求的温度主要在 373~413K 温区^[2], 这势必造成了能源的极大浪费, 降低了能源的利用品位和利用率。

1 系统简介

有机朗肯循环系统和热泵循环系统组成的复合系统原理图及相应 $T-s$ 图分别如图 1 和图 2 所示。ORC 系统由 ORC 蒸发器……

2 系统热力计算与性能分析

2.1 标准工况下的计算结果

……