

一种便携式温差发电炉的实验研究

李国能*, 朱凌云, 郑友取, 徐志华

浙江科技学院能源与环境系统工程系, 杭州 310023

* 联系人, E-mail: 109026@zust.edu.cn

2016-11-24 收稿, 2016-12-20 修回, 2016-12-20 接受, 2017-03-23 网络版发表

国家自然科学基金(51476145, 51476146)资助

摘要 为解决极端条件下的供电问题, 设计了一种便携式温差发电炉, 实验研究了其功率负载特性. 温差发电炉可燃用干树枝等生物质, 总质量为2.5 kg, 折叠后尺寸为0.25 m×0.2 m×0.044 m. 实验发现, 设计的便携式温差发电炉在自供电散热后, 当外部负载介于50~70 Ω 时, 可对外提供2.45 W的电能; 经过稳压模块转换成5 V后, 当外部负载为12 Ω 时, 可对外提供2.06 W的电能, 系统的热电转换效率约为2.1%. 此外, 实验揭示了热管理在温差发电技术中的关键作用, 即零耗电的热端设计、热端温度控制、热容匹配和冷端散热耗电负荷是实现净对外供电的核心参数. 最后, 通过实验对比了商业化销售的便携式温差发电炉, 并进行了分析和讨论.

关键词 热电效应, 功率负载特性, 温差发电炉

世界上仍有13亿人口需要燃烧生物质或煤等固体燃料烹饪食物、取暖和照明; 在许多国家和地区, 人们无法获得电力^[1]. 随着材料科学的进步, 基于塞贝克效应的温差发电材料获得了长足的进步, 在军事、地热利用和余热回收等领域得到了广泛的应用. 近年来出现了大量关于温差发电的研究工作, 相关工作可见相关综述论文^[2,3]. 本文重点关注温差发电炉的研究意义和研究动态. 2009年世界卫生组织估计发展中国家和地区每年有200万人由于家庭燃烧固体燃料产生的空气污染(主要是CO和颗粒物)而死亡^[4]. 一种简单有效的方法是鼓风改善燃烧, 从而减少污染物的生成. 然而, 鼓风需要电力供应, 这阻碍了鼓风燃烧的普及. 此外, 一些特殊条件下, 如地震、冰雪天气导致大面积停电和野外军事等, 如何利用非化石能源获得电力仍然是一个有挑战的难题. 近年来, 温差发电技术的发展成为解决上述问题的一种可能.

文献[1]对温差发电炉做了系统的综述, 阐述了

温差发电炉的发展背景和工作原理, 总结了温差发电片的性能和成本, 对比了已有温差发电炉的散热方式和对应的发电功率, 并提出了该领域的技术瓶颈和发展方向. 总体而言, 温差发电炉的研究工作相对缺乏, 仍需要持续深入地进行研究. 近2年来, Montecucco等人^[5,6]设计了一种水冷式温差发电炉. 该发电火炉燃用固体燃料, 最大发电功率为27 W, 热电转换效率为5%. Najjar等人^[7]改造了传统的炉灶, 增加了温差发电模块, 实现了热电联供, 最大发电功率为7.8 W. Mal等人^[8]设计了一种风冷式温差发电炉, 采用不同温差发电片时对外供电功率为2~4 W, 同时测量了强迫通风和自然通风时的CO浓度和颗粒物浓度, 发现强迫通风有效降低了CO浓度和颗粒物浓度. O'Shaughnessy等人^[9]制作了若干台温差发电炉, 发电功率为4~6 W, 并发放到马拉维的无电村落中, 进行了为期80天的实地测试, 结果发现用户平均每天只需3 WH电能即可满足需求. Sornek等人^[10]在壁炉烟囱上采用温差发电技术回收热量和促进燃烧,

引用格式: 李国能, 朱凌云, 郑友取, 等. 一种便携式温差发电炉的实验研究. 科学通报, 2017, 62: 1191–1197

Li G N, Zhu L Y, Zheng Y Q, et al. Experimental study on a potable thermoelectric power generating stove (in Chinese). Chin Sci Bull, 2017, 62: 1191–1197, doi: 10.1360/N972016-01279

发电功率为3~6 W, 并研究了其经济性, 表明采用温差发电技术的投资回报期较长. 上述温差发电炉体积较大, 难以携带. 据笔者的文献检索和调研, 目前只有美国BioLite公司的野营温差发电炉是一款体积小巧的便携式温差发电炉^[11], 在特殊条件下可实现应急供电.

在国内, 温差发电技术主要集中在材料研究上, 目前北京航空航天大学、浙江大学、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、清华大学等科研院所均有大量科研人员从事温差发电材料的研究. 在应用研究领域, 目前国内存在少量报道研究了汽车尾气温差发电^[12,13]和工业设备余热温差发电^[14]技术. 值得提及的是马洪奎和高庆^[15]采用电加热板和水冷板测试了一组温差发电模块的功率负载曲线, 在工作温差为170℃时, 发电功率为8.96 W. 此外, 笔者尚未找到温差发电炉的研究文献. 总体而言, 国内报道样机的工作较少, 详细见相关综述文章^[16,17]. 上述研究报告对我国开展温差发电研究具有重要的作用. 本文设计了一种便携式温差发电炉, 并对其自供电启动性能、功率负载特性和热电转换效率进行了实验研究, 同时对比了某商业化的便携式温差发电炉, 为后续研究人员提供有意义的参考.

1 温差发电炉测试实验简介

1.1 温差发电炉简介

便携式温差发电炉由若干支撑板、盖板、连杆、USB输出接口和温差发电单元构成, 一体化设计, 展开后的发电炉如图1所示, 其支撑板、盖板和连杆均由0.7 mm厚不锈钢板制作. 展开后的尺寸为0.28 m×0.2 m×0.28 m, 折叠后的温差发电炉尺寸为0.25 m×0.2 m×0.044 m, 如图2所示.

温差发电炉的温差发电单元为核心部件, 其实物如图3所示. 该核心部件由铜质导热板、温差发电片、铝质散热器、散热风扇和直流稳压模块构成. 铜质导热板为Z型结构, 将热量从火焰处传导至右侧. 右侧导热板上贴合安装有8片温差发电片. 温差发电片耐温200℃, 半导体材料为碲化铋, 电堆数为126对. 温差发电片上贴合安装铝质散热器, 散热器下端厚度4 mm, 齿厚0.8 mm, 齿距2 mm.

这样的设计使得系统有足够的热容, 以便系统自行启动散热. 各贴合处均采用银基导热硅脂降低

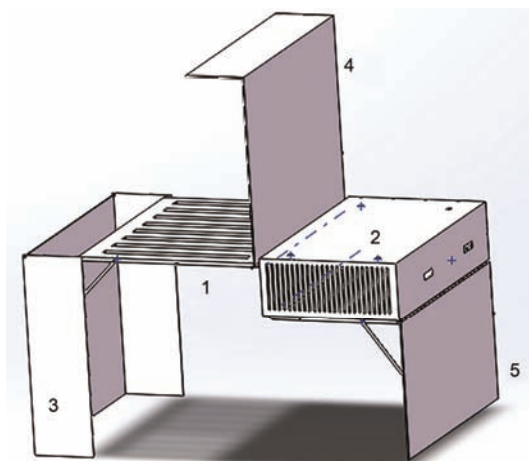


图1 展开后的温差发电炉. 1, 导热板; 2, 温差发电箱; 3~5, 折叠盖板

Figure 1 The unfolded thermoelectric power generating stove. 1, the heat conducting plate; 2, thermoelectric power generating box; 3~5, the foldable cover plates

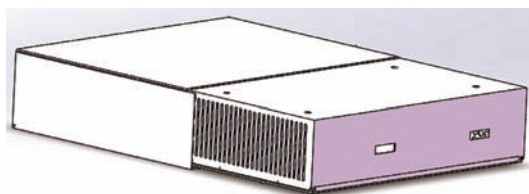


图2 折叠后的温差发电炉

Figure 2 The folded thermoelectric power generating stove

接触热阻. 散热器上端密封, 内部形成风道, 同时在散热器的一端安装3个台达双滚珠5.0 V风扇, 单个风扇风量为6.67 m³/h, 并联后通过一根USB线供电. 导热板、温差发电片和散热器通过12根铁螺栓固定, 安装时上下侧加入弹簧垫圈, 以便给系统加上预紧力. 直流温差模块采用德州仪器生产的LMS2596芯片稳压, 输入电压7~28 V, 稳压输出电压为5 V, 双USB口

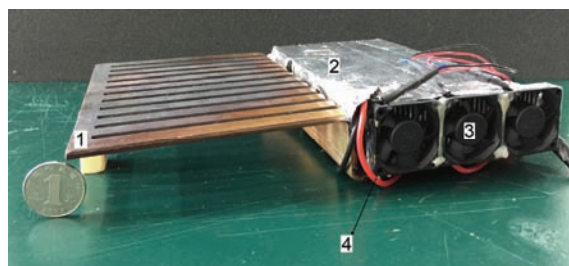


图3 发电单元. 1, 导热板; 2, 散热器; 3, 散热风扇; 4, 温差发电片
Figure 3 The power generating unit. 1, The heat conducting plate; 2, the heat sink; 3, the fan; 4, the thermoelectric module

设计, 其中一路为散热风扇供电, 另外一路对外供电.

1.2 实验测试简介

实验测试系统示意图如图4所示, 测试系统由K型热电偶、数据采集系统和电子负载系统构成. 在导热板右侧下表面布置4个K型热电偶, 在散热器底面上钻孔布置2个K型热电偶. 热电偶信号通过Agilent 34970A采集. 热电偶的直径为1 mm, 精度为0.5%. 温差发电炉的对外供电负载特性采用Prodigit 3311F电子负载测试, 电压输入范围为0~60 V, 精度为0.5%. 在测试不经过直流稳压模块直接对外供电的功率负载特性时, 将电子负载接入直流稳压模块的输入端, 直流稳压模块的输出端仅供散热风扇使用.

实验测试燃料为固体酒精, 实验在若干天内反复进行, 室温介于25~28℃之间, 相对湿度介于65%~75%之间. 右侧导热板工作温度介于185~190℃之间. 测试实验经过了反复多次测量, 重复性好. 温差发电炉可自行启动, 散热风扇的启动温度介于65~67℃之间, 从点火到自启动时间小于100 s. 整个系统无需外部电能启动, 对外净输出电能, 系统自供电散热占总发电量的50%~55%之间, 其余为对外供电电能. 在本文的实验结果和分析中, 只涉及对外供电的功率负载特性, 测试标准为加入负载后系统能持续稳定工作900 s.

2 实验结果与分析

2.1 温度分析

图5给出了实验过程的4个热电偶(图4中TC3-TC6号热电偶)的升温曲线. 点火后, 各个温度点迅

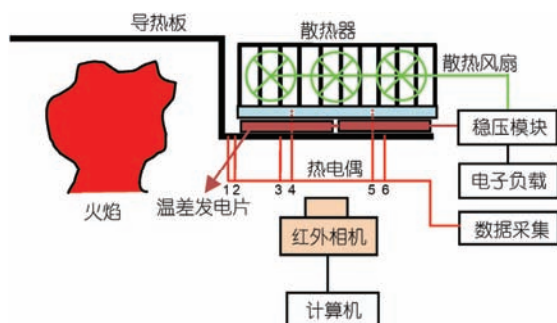


图4 便携式温差发电炉的实验系统示意图

Figure 4 The sketch map of the experimental system for the portable thermoelectric power generating stove

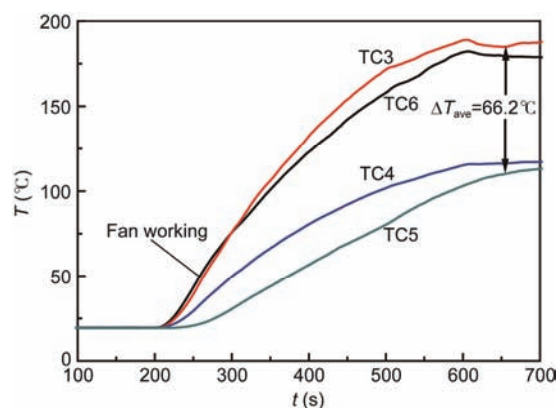


图5 热电偶测量的温度曲线

Figure 5 The temperature change curve recorded by thermocouples

速上升, 在第80 s后, 第1个散热风扇开始工作, 在第85 s后, 3个散热风扇全部开始工作, 此时系统进入强迫对流散热模式, 散热得到强化, 降低了冷端温度的上升速度, 系统进入良性循环, 温差发电片的温差越来越大, 最终获得的平均温差 $\Delta T_{ave}=66.2^{\circ}\text{C}$. 值得注意的是, 温差发电片实际的工作温差小于实验测量结果, 这是由于测量工作忽略了导热板与温差发电片热端之间, 以及散热器与温差发电片冷端之间两处的导热硅脂的热阻. 目前难以测量这2层导热硅脂的热阻, 后续工作可深入探索导热硅脂热阻对温差发电性能的影响. 此外, 由图5可见, 冷端温度超过了 100°C , 最高到达 117.5°C . 因此, 这是一个温度较高的表面, 可进行二次利用.

2.2 功率负载特性

图6(a)给出了便携式温差发电炉在自供电散热后, 不经过直流稳压模块时对外供电的功率负载特性. 由图可见, 过低的外部负载电阻值($R \leq 40 \Omega$), 会使得系统不能维持工作, 散热风扇将降低速度运行, 从而影响散热, 进而降低温差发电片两侧的温差, 导致发电功率下降, 形成恶性循环, 系统不能持续工作, 甚至损坏. 实验测量结果发现, 当外部负载 $R > 40 \Omega$ 时, 温差发电炉对外输出功率先增加后缓慢降低, 在 $50 \Omega < R < 70 \Omega$ 之间获得较大的对外输出功率, 最大输出功率为2.45 W, 供电电压介于12.2~12.9 V之间, 供电电流介于0.19~0.20 A之间. 因此, 该温差发电炉每小时最大可对外输出电能2.45 W h. 作为参考, 一部iPhone 6的手机电池(1800 mA h)蓄能为9.0 W h.

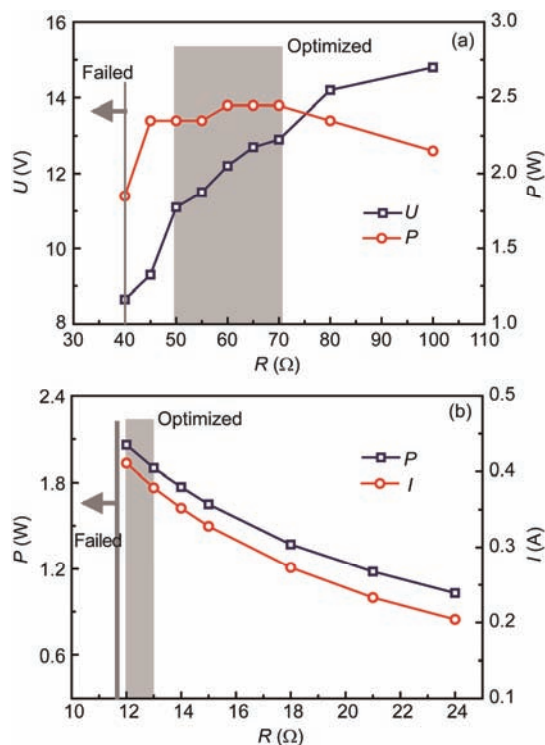


图6 温差发电炉对外供电的功率负载特性. (a) 未经过直流稳压模块; (b) 经过直流稳压模块

Figure 6 The output power load feature of the thermoelectric power generating stove. (a) Before voltage converter; (b) after voltage converter

在实际使用时, 外部负载往往对供电电压有严格的要求, 因此, 需要加入直流稳压模块. 图6(b)给出了将对外供电电压稳定在5.0 V时的功率负载特性. 由图6(b)可见, 当负载电阻值太低($R < 11.5 \Omega$), 会使得系统不能维持工作, 散热风扇将降低速度运行, 从而影响散热, 进而降低温差发电片两侧的温差, 导致发电功率下降, 形成恶性循环, 系统不能持续工作. 由此可见, 不管对外供电是否经过直流稳压模块, 对负载电阻均有一定的要求. 实验测量结果发现, 当外部负载 $R \geq 12 \Omega$ 时, 温差发电炉对外输出功率不断下降, 在 $R=12 \Omega$ 时获得最大输出功率, 为2.06 W, 每小时可以5.0 V电压对外输出电能2.06 WH, 电流为0.41 A.

综合分析图6可以发现, 温差发电炉直接给用电负载供电时, 对负载的电阻有较高的要求, 而且供电电流会随热源温度的波动而波动. 因此, 当直接接入用电负载时, 温差发电炉的对外供电功率很难达到最大值. 一种合理的解决方案是温差发电炉先给蓄电池充电, 再通过蓄电池给用电负载供电. 这种解决方案已经获得共识, 蓄电池将最大程度地储能, 同时

不影响散热风扇的工作, 本文的对比商业化产品正是采用该技术进行电能管理^[11]. 此外, 实验测量结果表明, 改变负载大小时, 温差发电炉的发电电压、电流和功率的响应速度快, 在10 s内即可稳定输出.

2.3 热电转换效率

温差发电炉的热电转换效率是一项重要的指标. 导热板从左边火焰处导至右边的热流率 Q , 仅有一部分转换成电能 E , 其余部分为右侧导热板背面的自然对流散热热流率 Q_1 和温差发电片冷端的散热热流率 Q_2 . 因此,

$$Q = E + Q_1 + Q_2. \quad (1)$$

因此, 热电转换效率 η 可定义为

$$\eta = \frac{E}{Q}, \quad (2)$$

其中 E 可通过测量散热风扇和对外供电的电流计算获得. 因此,

$$E = (UI_{\text{fan}}) / \xi + P_{\text{out}}. \quad (3)$$

其中 U 为散热风扇的供电电压, 恒定为5.0 V, I_{fan} 为散热风扇的供电电流. ξ 为直流电压稳压模块的效率, 可通过以下公式计算获得,

$$\xi = \frac{P_{\text{稳压后}}}{P_{\text{稳压前}}} = \frac{2.06}{2.45} = 84\%. \quad (4)$$

导热板的导热率 Q 通过热电偶(TC1和TC2)测量的温度数据, 结合傅里叶导热定律计算获得,

$$Q = Ak_c \frac{T_{c1} - T_{c2}}{\Delta L}, \quad (5)$$

其中 k_c 为当地温度下铜的导热系数(375 W/m K), T_{c1} 和 T_{c2} 分别为导热板右侧起始段距离为 ΔL (14.0 mm)两点的温度, A 为导热板的横截面面积. 值得注意的是 T_{c1} 和 T_{c2} 所在的铜导热板上表面不能接触到温差发电片, 此时导热的热流率仅有小部分通过导热板的上下表面以自然对流散热损失, 大部分热量导至右侧温差发电片处. 实验测量获得的 $T_{c1}-T_{c2}$ 的平均值为17.2℃, 从而可计算获得导热板的导热热流率 Q 为248.8 W. 由此计算获得温差发电炉的热电转换效率为2.1%. 值得注意的是, 这是热电转换效率, 计算的基准是导热板导至右侧的总热流量, 并非燃料的总发热量. 一般地, 温差发电片的热电转换效率为6%以内^[1], 在进行系统集成时, 由于热端热阻、冷端热阻、直流稳压模块效率和实际工作温差等因素的改

变,实际系统的热电转换效率远低于温差发电片的效率.已有的关于温差发电炉的研究文献中,存在报道热电转换效率达到5%^[5,6]的样机,然而该系统为水冷系统.

2.4 与商业化产品性能的对比

为了便于对比,实验测量了美国某品牌的便携式温差发电炉,其重量为0.934 kg,尺寸为0.106 m×0.106 m×0.176 m,如图7所示.该温差发电炉内嵌锂电池,要求用户外带时提前充电6 h.为了对比更为科学,测试实验拆卸了其内部电池,其散热风扇由外部电源供电,直接测量其温差发电片的最大电能输出.散热风扇的工作电压为3.6 V,实测工作电流为0.2 A,功耗0.72 W;同时,实测其直流稳压模块效率为86%.

实验测量获得的对外输出功率负载结果如表1所示,按照产品说明书最大功率2.0 W,在实际测试过程中,在经过直流稳压器之前,发电功率确实达到了2.0 W,为2.12 W.经过直流稳压器(5.0 V)后,最大对外输出功率为1.07 W.测试过程中其温差发电片的平均温差为72℃.从单片温差发电片的功率来对比,所设计的便携式温差发电炉性能对比产品差,仅为其性能的31%.从功率重量比而言,所设计的发电炉为1.0 W/kg;对比产品为1.14 W/kg,两者相当.从功率体积比而言,所设计的发电炉为936 W/m³,对比产品为540 W/m³.此外,两者工作温差相当,所设计的温差发电炉为66℃,对比产品为72℃.由此可见,温差发电材料是最为核心的,决定性的,目前无法获得该产品的温差发电片材料.从总输出功率而言,所设计的发电炉是对比产品的193%,成本上由于商业机密等无法进行对比.值得注意的是,对比产品有更多的空间解决散热问题,因此其冷端温度介于70~73℃之间,本文所研究的发电炉的冷端温度超过100℃,因此,如何在有限空间内进行强化散热是改进性能的另一个方向.

3 结论

设计了一种便携式温差发电炉,对其自启动性能,升温曲线、功率负载特性和热电转换效率进行了实验测量,同时比较了商业化产品的性能,获得了以



图7 一种商业化的便携式温差发电炉

Figure 7 A commercial potable thermoelectric power generating stove

表1 某商业温差发电炉的实测结果

Table 1 Test result of a commercial thermoelectric power generating stove

负载(Ω)	电流(A)	功率(W)	平均温差(℃)
5.0	0.21	1.07	72
10.0	0.17	0.85	72
15.0	0.13	0.63	72
20.0	0.04	0.20	72

下有意义的结论.

(1) 所设计的便携式温差发电炉可折叠,折叠后体积小,重量为2.5 kg,自供电散热后可对外提供2.06~2.45 W的电能.

(2) 温差发电炉无需内嵌电池即可自启动散热,启动温度介于65~67℃之间,从点火到自启动散热时间小于100 s.

(3) 在热端工作温度介于185~190℃之间时,在有限的散热条件下,冷端温度超过了100℃,最高到达117.5℃.温差发电片的实际工作平均温差为66.2℃,热电转换效率为2.1%.

(4) 对比了某商业化产品的发电性能,所设计的温差发电炉对外输出功率是对比产品的1.93倍,重量是对比产品的2.68倍.分析发现温差发电材料是发电性能的决定性因素,此外,有限空间内的强化散热也是优化性能的一个重要方向.

参考文献

- 1 Gao H B, Huang G H, Li H J, et al. Development of stove-powered thermoelectric generators: A review. *Appl Therm Eng*, 2016, 96: 297–310
- 2 Zhao D L, Tan G. A review of thermoelectric cooling: Materials, modeling and applications. *Appl Therm Eng*, 2014, 66: 15–24
- 3 Orr B, Akbarzadeh A, Mochizuki M, et al. Review of car waste heat recovery systems utilizing thermoelectric generators and heat pipes. *Appl Therm Eng*, 2016, 101: 490–495
- 4 WHO and United Nations Development Program (UNDP). The energy access situation in developing countries. UNDP, New York, 2009
- 5 Montecucco A, Silviter J, Knox A R. A combined heat and power system for solid-fuel stoves using thermoelectric generators. *Energ Proced*, 2015, 75: 597–602
- 6 Montecucco A, Siviter J, Knox A R. Combined heat and power system for stoves with thermoelectric generators. *Appl Energ*, 2017, 185: 1336–1342
- 7 Najjar Y S H, Kseibi M M. Heat transfer and performance analysis of thermoelectric stoves. *Appl Therm Eng*, 2016, 102: 1045–1058
- 8 Mal R, Prasad R, Vijay V K. Multi-functionality clean biomass cook stove for off-grid areas. *Process Saf Environ*, 2016, 104: 85–94
- 9 O'Shaughnessy S M, Deasy M J, Doyle J V, et al. Performance analysis of a prototype small scale electricity-producing biomass cooking stove. *Appl Energ*, 2015, 156: 566–576
- 10 Sornek K, Filipowicz M, Rzepka K. The development of a thermoelectric power generator dedicated to stove-fireplaces with heat accumulation systems. *Energy Convers Manage*, 2016, 125: 185–193
- 11 BioLite. Available from: www.biolitestove.com/BioLite.html. 2016
- 12 Wang C Y, Li Y Z, Zheng J, et al. Study on thermoelectric power generator with large temperature difference between LNG and exhaust gas (in Chinese). *Chin J Power Sources*, 2016, 140: 149–176 [王春燕, 厉彦忠, 郑江, 等. 基于 LNG 与汽车尾气大温差下的温差发电研究. *电源技术*, 2016, 140: 149–176]
- 13 Xu L Z, Li Y, Yang Z, et al. Experimental study of thermoelectric generator from automobile exhaust (in Chinese). *J Tsinghua Univ (Sci Tech)* 2010, 50: 287–294 [徐立珍, 李彦, 杨知, 等. 汽车尾气温差发电的实验研究. *清华大学学报(自然科学版)*, 2010, 50: 287–294]
- 14 Bao L L, Han Y H, Zhang Y Z, et al. Thermoelectric generation technology and design of thermoelectric generation system for Industrial waste heat recovery (in Chinese). *Ordnance Mater Sci Eng*, 2015, 38: 110–114 [鲍亮亮, 韩永辉, 张永忠, 等. 温差发电技术及工业余热温差发电系统设计研究. *兵器材料科学与工程*, 2015, 38: 110–114]
- 15 Ma H K, Gao Q. Development and performance test of a thermoelectric modular (in Chinese). *Chin J Power Sources*, 2013, 37: 589–592 [马洪奎, 高庆. 一种温差发电模块的研制及其性能测试. *电源技术*, 2013, 37: 589–592]
- 16 Zhao J Y, Zhu D S, Zhou Z G, et al. Research progress of thermoelectric power generation (in Chinese). *Chin J Power Sources*, 2013, 34: 310–313 [赵建云, 朱冬生, 周泽广, 等. 温差发电技术的研究进展及现状. *电源技术*, 2013, 34: 310–313]
- 17 Yan W, Qiu G Y, Yuan X F. Application and research of semiconductor thermoelectric power generation technology (in Chinese). *Chin J Power Sources*, 2016, 40: 1737–1740 [宴维, 邱国跃, 袁旭峰. 半导体温差发电技术应用及研究综述. *电源技术*, 2016, 40: 1737–1740]

Summary for “一种便携式温差发电炉的实验研究”

Experimental study on a potable thermoelectric power generating stove

LI GuoNeng^{*}, ZHU LingYun, ZHENG YouQu & XU ZhiHua

Department of Energy and Environment System Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China

^{*} Corresponding author, E-mail: 109026@zust.edu.cn

Electricity is not available everywhere, and a significant portion of people still lives without electricity. Available commercial potable thermoelectric power generating stoves are rare. In order to obtain electrical energy in off-grid areas and in special conditions (earthquake, hurricane, tidal wave, military field, etc.), a potable thermoelectric power generating stove with eight thermoelectric modules was designed. The starting-up performance, temperature level, power load feature and thermoelectric efficiency were tested experimentally using thermocouples, electronic load and corresponding data acquisition systems. Biomass fuel, e.g. dry branches and withered-grasses, can be used in the thermoelectric power generating stove. The weight and the dimensions of the stove are 2.5 kg and 0.25 m×0.2 m×0.044 m (after folded), respectively. No battery is embedded inside, and the stove can producing electricity continuously in case of fire up. The fans for the heat sink are self-starting within 2 min after fire up, and electrical energy can be extracted from the stove to the outside electric equipment subsequently. Tested results found that a maximum output power of 2.45 W at 12.2 V can be obtained after self-powered fans for the heat sink when the load resistance lies between 50 Ω and 70 Ω . The system will fail to produce electricity when the load resistance is smaller than 40 Ω , while the output power decreases when the load resistance continues to increase from 70 Ω . In case a voltage converter with a conversion efficiency of 84% was adopted to maintain a 5.0 V output voltage, a maximum output power of 2.06 W was recorded when the load resistance is 12 Ω . Smaller load resistance will cause system failure, and larger load resistance results in less power output. The thermoelectric efficiency was found to be about 2.1% for the present stove based on experimental measurements and one dimensional Fourier law approximation. On the other hand, it is found that the working temperature difference is about 66°C, indicating that a large potential to increase the power output exists, and convective heat transfer enhancing methods for the heat sink should be a possible solution. This study reveals that the heat management is the key principle in the thermoelectric power generating technology. The zero energy consumption design of the heat end, the temperature controlling strategy for the heat end, the total heat capacity of the heat sink for the fan self-starting, the electrical power load selection for the cold end are the key parameters to extract electrical energy from the system. Comparisons were made between present results and tested data of a commercial potable thermoelectric power generating stove, and analysis and discussions were made. The tested commercial one has a weight of 0.934 kg, and producing a maximum output power of 1.07 W continuously when the load resistance is 5 Ω under the working temperature difference of about 72°C. It is showed that the ratio of output power to weight of the present potable thermoelectric power generating stove is 1.0 W/kg, while the commercial stove is 1.14 W/kg. The ratio of output power to volume for the present stove is 936 W/m³, while the commercial one is 540 W/m³.

thermoelectric effect, power load feature, thermoelectric power generating stove

doi: 10.1360/N972016-01279