



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112636634 A

(43) 申请公布日 2021.04.09

(21) 申请号 202011317166.8

(22) 申请日 2020.11.20

(71) 申请人 上海第二工业大学

地址 201209 上海市浦东新区金海路2360号

(72) 发明人 王元元 王俊丽 周亚杰 翟涵
谢华清 吴子华

(74) 专利代理机构 上海天翔知识产权代理有限公司 31224

代理人 严义秀

(51) Int.Cl.

H02N 11/00 (2006.01)

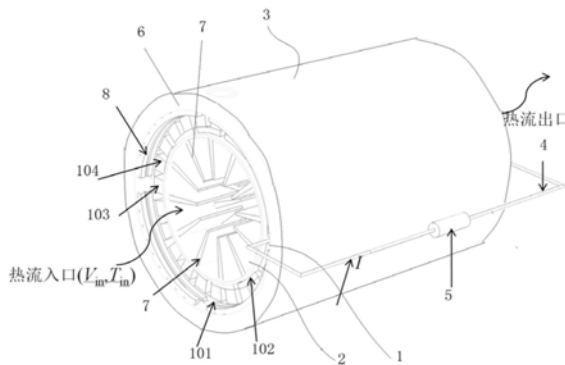
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

环状热电发电器件发电装置和提高环状热电发电器件性能的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种环状热电发电器件发电装置和提高环状热电发电器件性能的方法;环状热电发电器件发电装置包括:发电系统、聚热系统、冷却散热系统、导线、负载电阻、圆筒;发电系统位于圆筒内的内壁;聚热系统位于圆筒内;冷却散热系统位于圆筒外;负载电阻通过导线连接在发电系统上;圆筒内是交叉分布排列的翅片,翅片粘接到圆筒上。本发明采用翅片能够减少污垢残留,扩大接触面积,能更好的聚热,以便获得更多的热能,达到强化热端吸热的目的。本发明采用冷端的散热系统,可以使用多种冷却剂,强化冷端的散热,增大温差。本发明采用多段连接结构的设计,可以无限连接热电器件,提高热电器件的性能。



CN 112636634 A

1. 一种环状热电发电器件发电装置,其特征在于:所述环状热电发电器件发电装置包括:发电系统、聚热系统、冷却散热系统、导线、负载电阻、圆筒;

发电系统位于圆筒内的内壁;聚热系统位于圆筒内;冷却散热系统位于圆筒外;负载电阻通过导线连接在发电系统上;圆筒内是交叉分布排列的翅片,翅片粘接到圆筒上。

2. 根据权利要求1所述的环状热电发电器件发电装置,其特征在于:所述发电系统包括冷端、热端、若干个p型热电元、若干个n型热电元;热端固定粘接到圆筒上,一对p型热电元和n型热电元粘接到一个热端上,冷端覆盖一对热电元,冷端外侧粘接冷却散热系统。

3. 根据权利要求1所述的环状热电发电器件发电装置,其特征在于:所述聚热系统包括:固定翅片的翅片管、安装在翅片管内的沿流体流动方向交叉排列的翅片。

4. 根据权利要求1所述的环状热电发电器件发电装置,其特征在于:所述冷却散热系统包括:冷流体管,冷流体管内充满有冷流体,冷流体管上设置有冷流入口。

5. 根据权利要求1所述的环状热电发电器件发电装置,其特征在于:环状热电发电器件发电装置还包括连接结构:连接结构将若干个环状热电发电器件发电装置连接起来,连接结构采用轨道加上纽扣的连接方式将多个环状热电发电器件发电装置连接起来。

6. 一种利用权利要求1-5中的发电装置提高环状热电发电器件性能的方法,其特征在于:所述方法包括如下步骤:

步骤(1):根据权利要求1-5中的结构安装环状热电发电器件发电装置;

包括不含翅片的热电发电系统和含有翅片的热电发电系统;

步骤(2):对于两种环状热电发电系统,当热气体的温度 T_{in} 和入口流速 V_{in} 从入口进入热电发电系统,热量 Q_{in} 被热交换器吸收;假设热交换器和热电发电器件热端之间无接触热阻,这在理想的光滑表面条件下是可接受的,不会影响我们的主要结论;在此假设下,热交换器吸收的所有热量可以传输到TEG的热端;

在两种热电发电系统中,由于没有额外的冷却部件,所以冷端均采用自然对流换热条件,其对流换热系数为 h ;

同时,假设暴露在环境中的其他区域采用了保温材料进行保温,为理想绝热情况;在此条件下,热端吸收的热量的一部分由热电发电器件的冷端释放到环境中,另一部分在负载电阻为 R_L 的闭合电路中通过塞贝克效应转换为电流为 I 的电流;为了保证TEG的最大输出功率,外部负载 R_L 始终与热电系统内部电阻相等;

步骤(3):考虑到进口气体的高温和高雷诺数,将换热器内的流动视为湍流;应用标准 $\kappa-\epsilon$ 函数获得流体的湍流动能和能量耗散;然后将动能和能量耗散代入NK传热模型中,得到换热器的温度分布;在得到了换热器的温度分布后,热电模块的热端温度即可得到,并将其作为TEG模块的边界条件代入后续计算;根据热流的稳态控制方程、电荷控制方程和热电耦合方程,得到热电耦合方程的最终表达式为:

$$\begin{aligned} \nabla \cdot (\alpha T \mathbf{J}) - \nabla (\lambda \nabla T) &= \dot{q} \\ \nabla \cdot (\sigma \nabla \varphi_e) + \nabla \cdot (\sigma \alpha \nabla T) &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

式中 α 、 T 、 \dot{q} 、 \mathbf{J} 、 σ 和 φ_e 分别表示塞贝克系数、绝对温度、单位体积发热率、电流密度矢量、电导率和电势;在推导过程中;忽略了所有表面的热辐射;应用基于ANSYS的热电模块有限

元法求解式(1)得到了TEG热端吸收的热能 Q_{in} 和产生的电流 I ,并通过计算得到了输出功率 P_{out} 和热电转换效率 η

$$P_{out} = I^2 R_L, \quad (2)$$

$$\eta = P_{out} / Q_{in}; \quad (3)$$

步骤(4):无翅片和有翅片热电发电系统的性能随着入口流体的温度和流速变化的性质;在计算中,基于实际情况,入口温度设为400K至600K之间,入口流速取为1m/s至9m/s之间,冷端温度固定为300K的室温;热电发电系统冷端的对流换热系数设为 $20\text{W}/\text{m}^2$,管道的外壁面对流换热系数设为 $0.1\text{W}/\text{m}^2$,忽略接触电阻和接触热阻;热电材料采用是p型和n型碲化铋,其热导率,Seebeck系数和电阻率都采用实验数据,对温度有很强的依赖性;

在温度固定的情况下,有翅片和无翅片的输出功率 P_{out} 均随入口流速 V_{in} 的增大而增大;因为进口流速的增加导致通过换热器的热流增加;随入口流速的增加,有翅片的输出功率 P_{out} 始终大于无翅片的输出功率 P_{out} ;随着入口流速 V_{in} 的增加,有翅片的输出功率 P_{out} 比无翅片的输出功率大的更多。

7. 根据权利要求6所述的发电装置提高环状热电发电器件性能的方法,其特征在于:

当 $T_{in} = 600\text{K}$, $V_{in} = 9\text{m}/\text{s}$ 时,有翅片的输出功率比无翅片的大了299%;在入口流速不变时,随着进口温度的升高,两种热电器件的输出功率 P_{out} 均有所增加;随着入口温度增大,有翅片的比无翅片的功率大的比例更多。

8. 根据权利要求7所述的发电装置提高环状热电发电器件性能的方法,其特征在于:

对于 $V_{in} = 9\text{m}/\text{s}$ 的情况,当 $T_{in} = 400\text{K}$ 时,有翅片的吸热量比无翅片的输出功率大约275.4%,而当 $T_{in} = 600\text{K}$ 时,有翅片的吸热量比无翅片的输出功率大了316.7%,有显著提高;在温度固定的情况下,有翅片和无翅片的转换效率均随入口流速 V_{in} 的增大而增大;

随入口流速的增加,含有翅片的环状热电发电系统的热电转换效率始终高于普通型废热发电系统的热电转换效率。

环状热电发电器件发电装置和提高环状热电发电器件性能的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种发电装置,具体涉及一种聚热和散热效果都很好,可以无限连接热电器件,提高热电器件的性能的环状热电发电器件发电装置和提高环状热电发电器件性能的方法。

背景技术

[0002] 在世界范围内能源环境问题日益严峻的背景下,各类废热的成为能源领域备受关注的问题。热电发电器件(thermoelectric generator, TEG)以其无噪声、小尺寸、重量轻、高可靠性等优点,被应用到了废热回收领域。热电发电系统是利用半导体的塞贝克(Seebeck)效应将热能转化为电能的热能利用系统,当热电器件两端存在温差时,会生成电势差,并在通路情况下伴有电流产生。针对环状废热回收的场景,比如汽车尾气废热回收或者工厂烟囱和废水的废热回收,环状热电发电器件具有兼容性更好的优点。然而,环状热电发电器件目前的热电转换效率和输出功率往往比较低,这主要是由于热端吸热和冷端散热性能的局限,导致冷热端温差较小。

发明内容

[0003] 针对上述问题,本发明的主要目的在于提供一种聚热和散热效果都很好,可以无限连接热电器件,提高热电器件的性能的环状热电发电器件发电装置和提高环状热电发电器件性能的方法。

[0004] 本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题的:一种环状热电发电器件发电装置,所述环状热电发电器件发电装置包括:发电系统、聚热系统、冷却散热系统、导线、负载电阻、圆筒。

[0005] 发电系统位于圆筒内的内壁;聚热系统位于圆筒内;冷却散热系统位于圆筒外;负载电阻通过导线连接在发电系统上;圆筒内是交叉分布排列的翅片,翅片粘接到圆筒上。

[0006] 在本发明的具体实施例子中,所述发电系统包括冷端、热端、若干个p型热电元、若干个n型热电元;热端固定粘接到圆筒上,一对p型热电元和n型热电元粘接到一个热端上,冷端覆盖一对热电元,冷端外侧粘接冷却散热系统。

[0007] 在本发明的具体实施例子中,所述聚热系统包括:固定翅片的翅片管、安装在翅片管内的沿流体流动方向交叉排列的翅片。

[0008] 在本发明的具体实施例子中,所述冷却散热系统包括:冷流体管,冷流体管内充满有冷流体,冷流体管上设置有冷流入口。

[0009] 在本发明的具体实施例子中,环状热电发电器件发电装置还包括连接结构:连接结构将若干个环状热电发电器件发电装置连接起来,连接结构采用轨道加上纽扣的连接方式将多个环状热电发电器件发电装置连接起来。

[0010] 一种利用权利要求上述的发电装置提高环状热电发电器件性能的方法,所述方法

包括如下步骤:

[0011] 步骤(1):上述的结构安装环状热电发电器件发电装置;

[0012] 包括不含翅片的热电发电系统和含有翅片的热电发电系统;

[0013] 步骤(2):对于两种环状热电发电系统,当热气体的温度 T_{in} 和入口流速 V_{in} 从入口进入热电发电系统,热量 Q_{in} 被热交换器吸收;假设热交换器和热电发电器件热端之间无接触热阻,这在理想的光滑表面条件下是可接受的,不会影响我们的主要结论;在此假设下,热交换器吸收的所有热量可以传输到TEG的热端;

[0014] 在两种热电发电系统中,由于没有额外的冷却部件,所以冷端均采用自然对流换热条件,其对流换热系数为 h ;

[0015] 同时,假设暴露在环境中的其他区域采用了保温材料进行保温,为理想绝热情况;在此条件下,热端吸收的热量的一部分由热电发电器件的冷端释放到环境中,另一部分在负载电阻为 R_L 的闭合电路中通过塞贝克效应转换为电流为 I 的电流;为了保证TEG的最大输出功率,外部负载 R_L 始终与热电系统内部电阻相等;

[0016] 步骤(3):考虑到进口气体的高温和高雷诺数,将换热器内的流动视为湍流;应用标准 $\kappa-\varepsilon$ 函数获得流体的湍流动能和能量耗散;然后将动能和能量耗散代入NK传热模型中,得到换热器的温度分布;在得到了换热器的温度分布后,热电模块的热端温度即可得到,并将其作为TEG模块的边界条件代入后续计算;根据热流的稳态控制方程、电荷控制方程和热电耦合方程,得到热电耦合方程的最终表达式为:

$$\begin{aligned} [0017] \quad \nabla \cdot (\alpha T \mathbf{J}) - \nabla (\lambda \nabla T) &= \dot{q} \\ \nabla \cdot (\sigma \nabla \varphi_e) + \nabla \cdot (\sigma \alpha \nabla T) &= 0' \end{aligned} \quad (1)$$

[0018] 式中 α 、 T 、 \dot{q} 、 \mathbf{J} 、 σ 和 φ_e 分别表示塞贝克系数、绝对温度、单位体积发热率、电流密度矢量、电导率和电势;在推导过程中;忽略了所有表面的热辐射;应用基于ANSYS的热电模块有限元法求解式(1)得到了TEG热端吸收的热能 Q_{in} 和产生的电流 I ,并通过计算得到了输出功率 P_{out} 和热电转换效率 η

$$[0019] \quad P_{out} = I^2 R_L, \quad (2)$$

$$[0020] \quad \eta = P_{out} / Q_{in}; \quad (3)$$

[0021] 步骤(4):无翅片和有翅片热电发电系统的性能随着入口流体的温度和流速变化的性质;在计算中,基于实际情况,入口温度设为400K至600K之间,入口流速取为1m/s至9m/s之间,冷端温度固定为300K的室温;热电发电系统冷端对流换热系数设为 20 W/m^2 ,管道的外壁面对流换热系数设为 0.1 W/m^2 ,忽略接触电阻和接触热阻;热电材料采用是 p 型和 n 型碲化铋,其热导率, Seebeck系数和电阻率都采用实验数据,对温度有很强的依赖性;

[0022] 在温度固定的情况下,有翅片和无翅片的输出功率 P_{out} 均随入口流速 V_{in} 的增大而增大;因为进口流速的增加导致通过换热器的热流增加;随入口流速的增加,有翅片的输出功率 P_{out} 始终大于无翅片的输出功率 P_{out} ;随着入口流速 V_{in} 的增加,有翅片的输出功率 P_{out} 比无翅片的输出功率大的更多。

[0023] 在本发明的具体实施例子中,当 $T_{in} = 600 \text{ K}$, $V_{in} = 9 \text{ m/s}$ 时,有翅片的输出功率比无翅片的大了299%;在入口流速不变时,随着进口温度的升高,两种热电器件的输出功率 P_{out} 均有所增加;随着入口温度增大,有翅片的比无翅片的功率大的比例更多。

[0024] 在本发明的具体实施例子中,对于 $V_{in}=9\text{m/s}$ 的情况,当 $T_{in}=400\text{K}$ 时,有翅片的吸热量比无翅片的输出功率大约275.4%,而当 $T_{in}=600\text{K}$ 时,有翅片的吸热量比无翅片的输出功率大了316.7%,有显著提高;在温度固定的情况下,有翅片和无翅片的转换效率均随入口流速 V_{in} 的增大而增大;

[0025] 随入口流速的增加,含有翅片的环状热电发电系统的热电转换效率始终高于普通型废热发电系统的热电转换效率。

[0026] 本发明的积极进步效果在于:本发明提供的环状热电发电器件发电装置和提高环状热电发电器件性能的方法有如下优点:

[0027] 1. 本发明中,采用翅片能够减少污垢残留,扩大接触面积,能更好的聚热,以便获得更多的热能,达到强化热端吸热的目的。

[0028] 2. 本发明中,采用冷端的散热系统,可以使用多种冷却剂,强化冷端的散热,增大温差。

[0029] 3. 本发明中,采用多段连接结构的设计,可以无限连接热电器件,提高热电器件的性能。

附图说明

[0030] 图1-1为本发明的整体结构示意图。

[0031] 图1-2为本发明的整体结构示意图的左视图。

[0032] 图1-3为本发明的整体结构示意图的正视图。

[0033] 图2-1为本发明的聚热系统的结构示意图。

[0034] 图2-2为图2-1的剖视图。

[0035] 图3为本发明中冷却系统的结构示意图。

[0036] 图4为本发明中连接结构的示意图。

[0037] 图5-1为本发明的不含翅片的热电发电系统的结构示意图。

[0038] 图5-2为本发明的含有翅片的热电发电系统结构示意图。

[0039] 图6-1为本发明的含有翅片的环状热电发电器件的性能示意图。

[0040] 图6-2为本发明的不含有翅片的环状热电发电器件的性能示意图。

[0041] 下面是本发明中标号对应的名称:

[0042] 发电系统1、聚热系统2、冷却散热系统3、导线4、负载电阻5、圆筒6、翅片7、连接结构8、冷端101、热端102、p型热电元103、n型热电元104。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图给出本发明较佳实施例,以详细说明本发明的技术方案。

[0044] 图1-1为本发明的整体结构示意图,图1-2为本发明的整体结构示意图的左视图,图1-3为本发明的整体结构示意图的正视图,如上述图所示:本发明提供的环状热电发电器件发电装置,该环状热电发电器件发电装置包括:发电系统1、聚热系统2、冷却散热系统3、导线4、负载电阻5、圆筒6。

[0045] 发电系统1位于圆筒内的内壁;聚热系统2位于圆筒内;冷却散热系统3位于圆筒外;负载电阻4通过导线4连接在发电系统1上;圆筒6内是交叉分布排列的翅片7,翅片7粘接

到圆筒上。

[0046] 发电系统1包括冷端101、热端102、若干个p型热电元103、若干个n型热电元104；热端102固定粘接到圆筒6上，一对p型热电元和n型热电元粘接到一个热端上，冷端101覆盖一对热电元，冷端101外侧粘接冷却散热系统3。

[0047] 图2-1为本发明的聚热系统的结构示意图，图2-2为图2-1的剖视图。如图2-1和2-2所示：聚热系统包括：固定翅片的翅片管、安装在翅片管内的沿流体流动方向交叉排列的翅片。

[0048] 图3为本发明中冷却系统的结构示意图。图4为本发明中连接结构的示意图。如图3和4所示：冷却散热系统包括：冷流体管，冷流体管内充满有冷流体，冷流体管上设置有冷流入口。环状热电发电器件发电装置还包括连接结构8：连接结构将若干个环状热电发电器件发电装置连接起来，连接结构采用轨道加上纽扣的连接方式将多个环状热电发电器件发电装置连接起来。

[0049] 热电发电系统主要由冷端、热端、p型热电材料构成的热电元、n型热电材料构成的热电元、金属连线、外接负载电阻等组成，各个尺寸在发明内容中已详细阐述，在此不多作赘述。图5-1为本发明的不含翅片的热电发电系统的结构示意图。

[0050] 图5-2为本发明的含有翅片的热电发电系统结构示意图，可以看出，无翅片的热电发电系统中除了没有翅片以外，其他设计都与有翅片的热电发电系统相同。

[0051] 对于两种环状热电发电系统，当热气体的温度 T_{in} 和入口流速 V_{in} 从入口进入热电发电系统，热量 Q_{in} 被热交换器吸收。我们假设热交换器和热电发电器件热端之间无接触热阻，这在理想的光滑表面条件下是可接受的，不会影响我们的主要结论。在此假设下，热交换器吸收的所有热量可以传输到TEG的热端。在两种热电发电系统中，由于没有额外的冷却部件，所以冷端均采用自然对流换热条件，其对流换热系数为 h 。同时，假设暴露在环境中的其他区域采用了保温材料进行保温，为理想绝热情况。在此条件下，热端吸收的热量的一部分由热电发电器件的冷端释放到环境中，另一部分在负载电阻为 R_L 的闭合电路中通过塞贝克效应转换为电流为 I 的电流。为了保证TEG的最大输出功率，外部负载 R_L 始终与热电系统内部电阻相等。

[0052] 考虑到进口气体的高温和高雷诺数，将换热器内的流动视为湍流。应用标准 $\kappa-\epsilon$ 函数获得流体的湍流动能和能量耗散。然后将动能和能量耗散代入 NK 传热模型中，可以得到换热器的温度分布。该过程采用有限元方法，通过ANSYS CFX软件模块进行求解。在得到了换热器的温度分布后，热电模块的热端温度即可得到，并将其作为TEG模块的边界条件代入后续计算。根据热流的稳态控制方程、电荷控制方程和热电耦合方程，得到热电耦合方程的最终表达式为：

$$[0053] \quad \nabla \cdot (\alpha T \mathbf{J}) - \nabla (\lambda \nabla T) = \dot{q}$$

$$[0054] \quad \nabla \cdot (\sigma \nabla \phi_e) + \nabla \cdot (\sigma \alpha \nabla T) = 0' \quad (1)$$

[0055] 式中 α 、 T 、 \dot{q} 、 \mathbf{J} 、 σ 和 ϕ_e 分别表示塞贝克系数、绝对温度、单位体积发热率、电流密度矢量、电导率和电势。在推导过程中，我们忽略了所有表面的热辐射。应用基于ANSYS的热电模块有限元法求解式(1)得到了TEG热端吸收的热能 Q_{in} 和产生的电流 I ，并通过计算得到了输出功率 P_{out} 和热电转换效率 η

$$[0056] \quad P_{\text{out}} = I^2 R_L, \quad (2)$$

$$[0057] \quad \eta = P_{\text{out}} / Q_{\text{in}}. \quad (3)$$

[0058] 图5-1和5-2给了不包含和包含翅片的热电发电系统。无翅片和有翅片热电发电系统的性能随着入口流体的温度和流速变化的性质。在计算中,基于实际情况,入口温度设为400K至600K之间,入口流速取为1m/s至9m/s之间,冷端温度固定为室温(300K)。热电发电系统冷端的对流换热系数设为20 W/m²,管道的外壁面对流换热系数设为0.1W/m²,忽略接触电阻和接触热阻。热电材料采用是p型和n型碲化铋,其热导率,Seebeck系数和电阻率都采用实验数据,对温度有很强的依赖性。

[0059] 图6-1为本发明的含有翅片的环状热电发电器件的性能示意图。图6-2为本发明的不含有翅片的环状热电发电器件的性能示意图。从图6-1中可知,在温度固定的情况下,有翅片和无翅片的输出功率 P_{out} 均随入口流速 V_{in} 的增大而增大。这是因为进口流速的增加导致通过换热器的热流增加。此外,从图6-1也可以看出,随入口流速的增加,有翅片的输出功率 P_{out} 始终大于无翅片的输出功率 P_{out} ,这是因为含有翅片的热电器件具有更好的吸热能力。随着入口流速 V_{in} 的增加,有翅片的输出功率 P_{out} 比无翅片的输出功率大的更多。例如,当 $T_{\text{in}}=600\text{K}$, $V_{\text{in}}=9\text{m/s}$ 时,有翅片的输出功率比无翅片的大了约299%。从图6-1还可以看出,在入口流速不变时,随着进口温度的升高,两种热电器件的输出功率 P_{out} 均有所增加。这是因为随着进口温度的升高,TEG的热端吸收了更多的热能。随着入口温度增大,有翅片的比无翅片的功率大的比例更多。例如,对于 $V_{\text{in}}=9\text{m/s}$ 的情况,当 $T_{\text{in}}=400\text{K}$ 时,有翅片的吸热量比无翅片的输出功率大约275.4%,而当 $T_{\text{in}}=600\text{K}$ 时,有翅片的吸热量比无翅片的输出功率大了316.7%,有显著提高。再看两种发电系统的转换效率。从图6-2可以看出,在温度固定的情况下,有翅片和无翅片的转换效率均随入口流速 V_{in} 的增大而增大。从图6-2也可以看出,随入口流速的增加,含有翅片的环状热电发电系统的热电转换效率始终高于普通型废热发电系统的热电转换效率。但是随着流速的增加,两者转换效率的差值呈现先增大后减小的趋势。例如,当 $T_{\text{in}}=400\text{K}$, $V_{\text{in}}=9\text{m/s}$ 时,两者转换效率的相对差异达6.02%。当 $T_{\text{in}}=600\text{K}$, $V_{\text{in}}=9\text{m/s}$ 时,两者转换效率的相对差异是0.79%。这是由于随入口流速的增加,含有翅片的热电发电器件的热端吸热量增大的幅度远高于无翅片的,而输出功率增大的幅度相对要缓慢一些。

[0060] 下面是一个具体的实施例子:

[0061] 发电系统包含冷端、热端、p型热电元和n型热电元组成。当冷热端产生温差,由于Seebeck效应,电路中会产生电流。图1-1是三维示意图,该结构由一个环形热交换器和144对热电偶组成,热电偶紧密附着在热交换器表面,以及外电路中的导线和负载电阻构成。每个部件的尺寸可以在横截面图(图1-2)和侧视图(图1-3)中找到。热交换器入口的半径,热端内半径,热端外半径,热电腿内半径,热电腿外半径,冷端外半径分别为25mm,26mm,28mm,33mm,35mm,内管厚度是1mm。两个热电腿之间的角度为5°,单个热电偶的角度为25°。图1-3是侧视图(左边是流体入口,右边是流体出口),从侧视图中可以看到热电发电系统换热的管道的总长度是100mm,热电腿的厚度为5mm,两圈热电偶之间的距离为2mm。聚热系统中的翅片设计环形沿流体流动方向交叉排列,如图2-1所示,它的主要功能是扩大接触面积以最大程度的聚热。翅片总数一共是60个。一圈十二个,每圈翅片的间隔是25°,翅片所占为5°,翅片的长度是15mm,相邻两圈翅片的间隔是5mm。散热系统采用冷凝管式的散热

结构,适用于多种冷却剂,如图3所示,冷流管道的总长度是120mm,内半径长35mm,薄壁厚度为1mm,冷却剂所流通道厚4mm。另外,为了可以灵活拼接延长环状热电系统,还设计了连接结构,见图4。连接轨道共有四个,等间距分布在冷流体通过的外管道上,间隔为 15° ,轨道半径是35mm,轨道宽度是5mm,两端连接宽度是1.4mm。在流速9m/s和温度600K条件下,含有翅片的环状热电发电系统的输出功率比不含翅片的热电发电系统高299%,效率高6.02%。

[0062] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内,本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

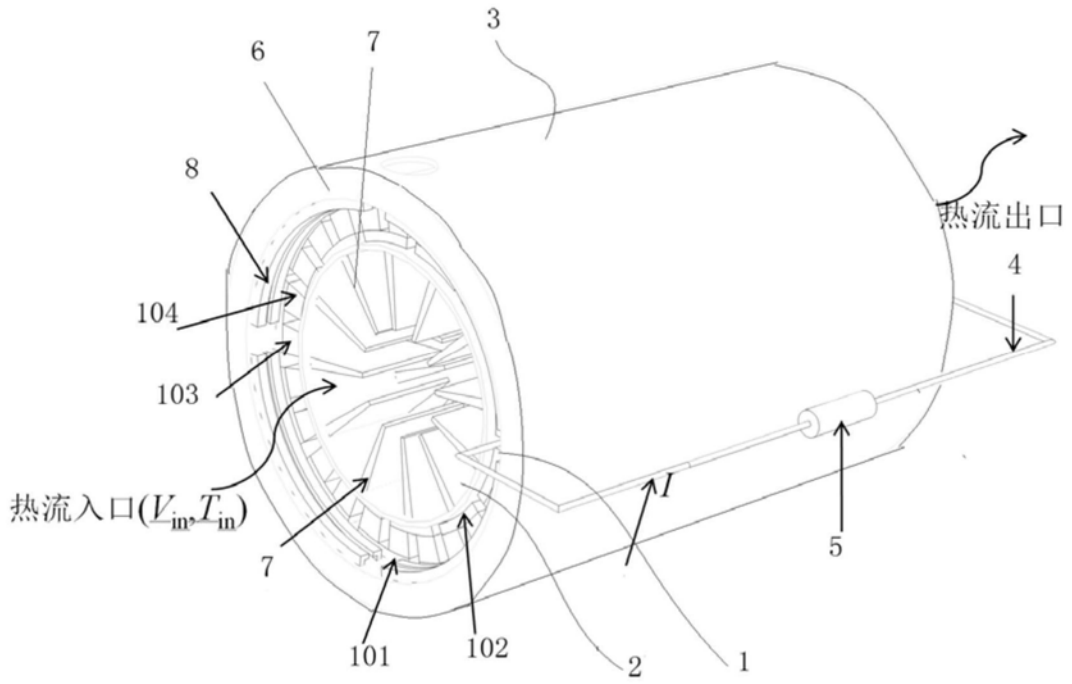


图1-1

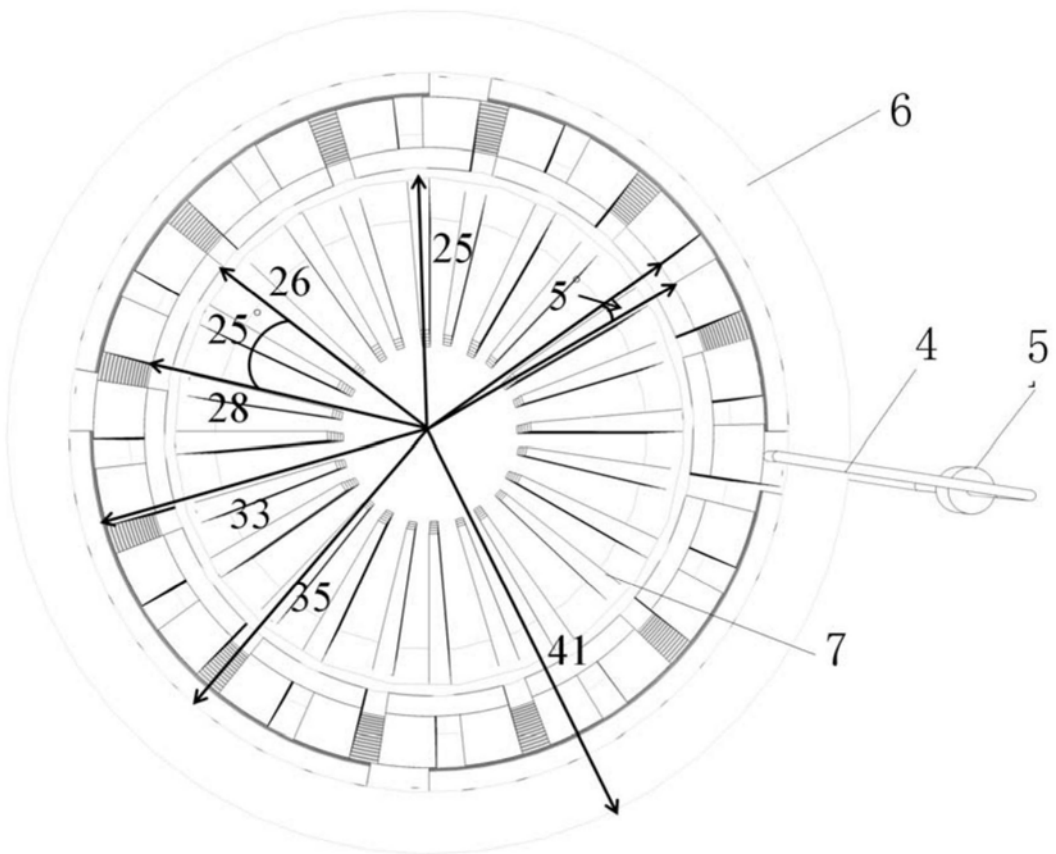


图1-2

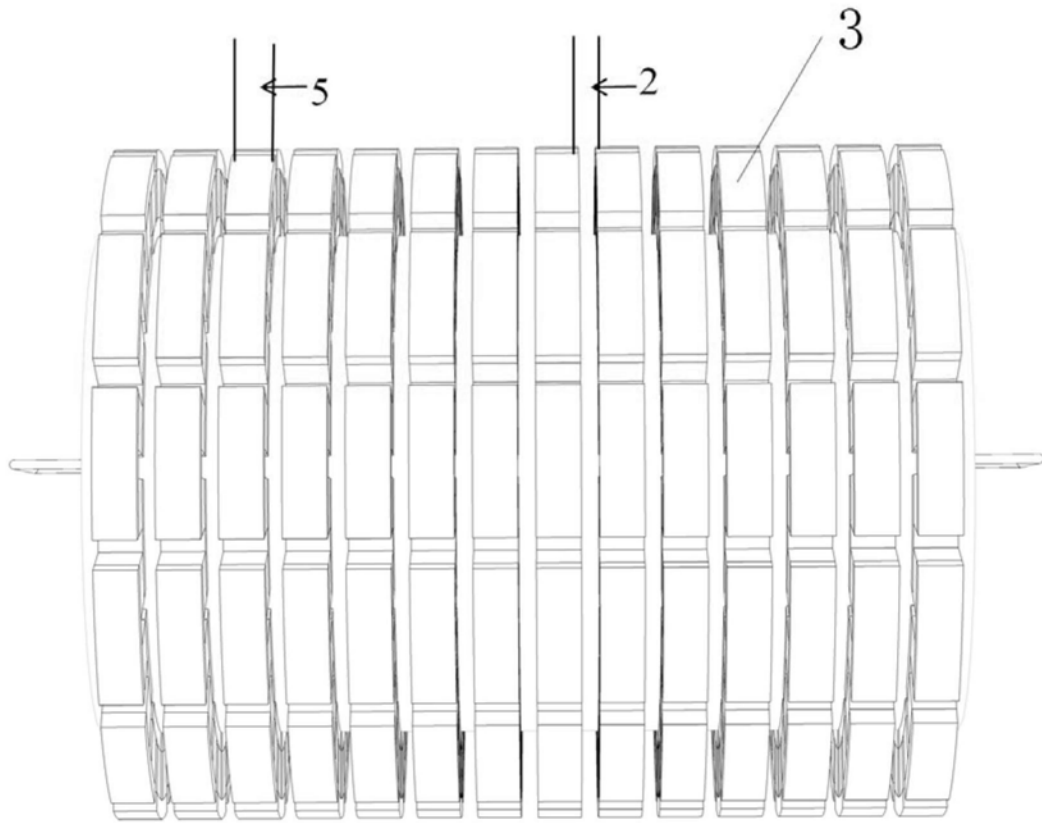


图1-3

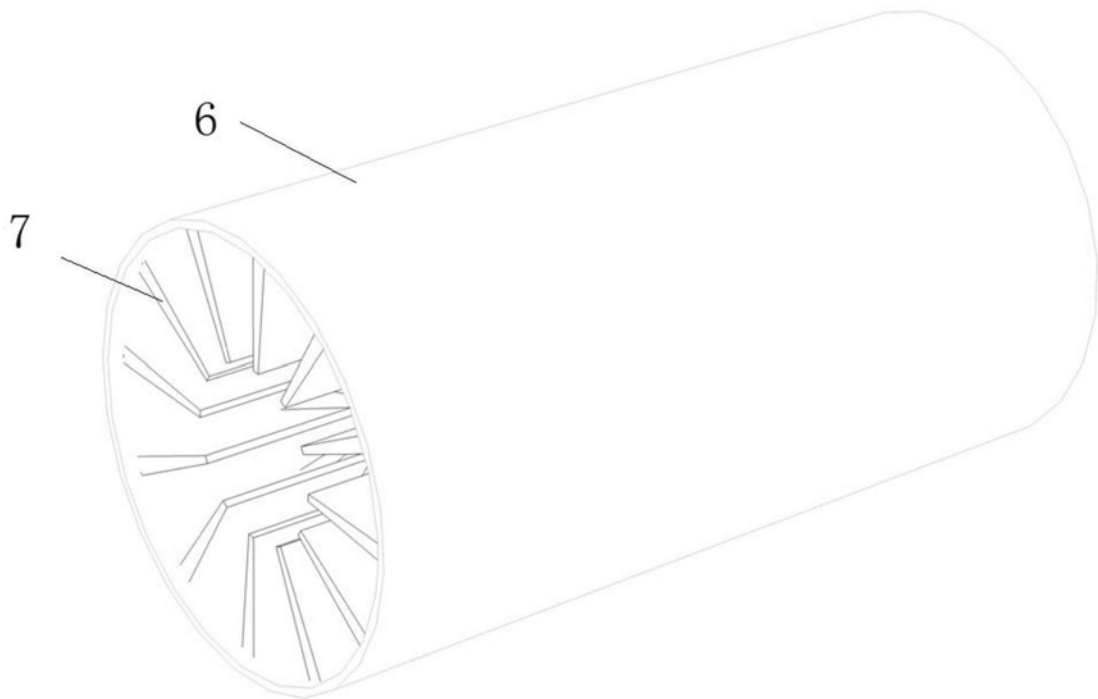


图2-1

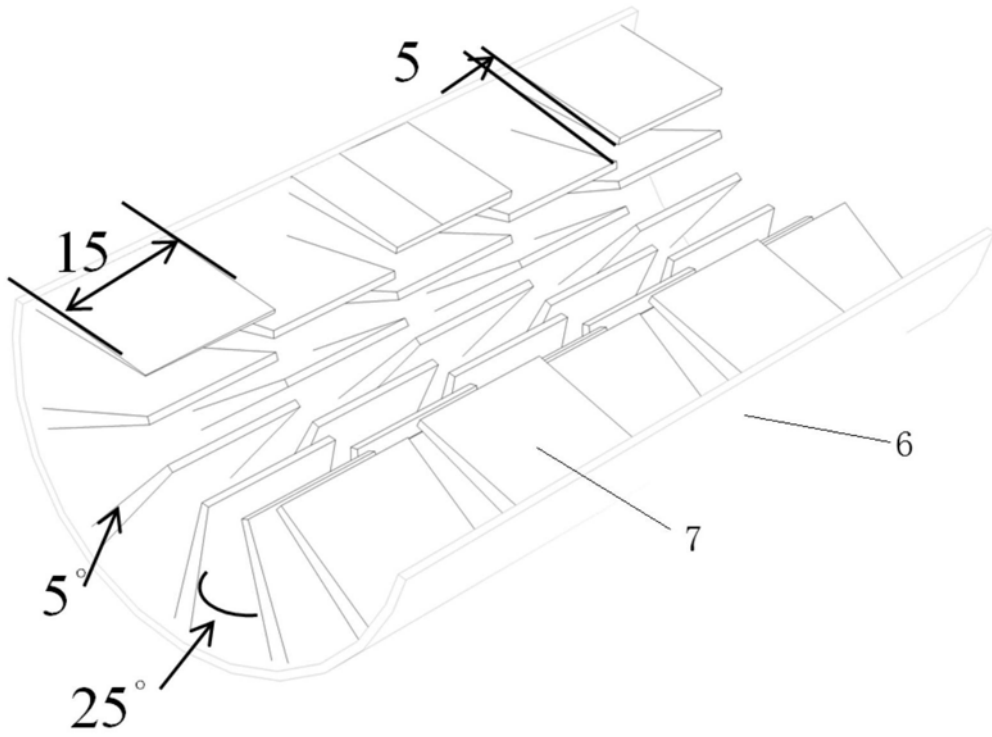


图2-2

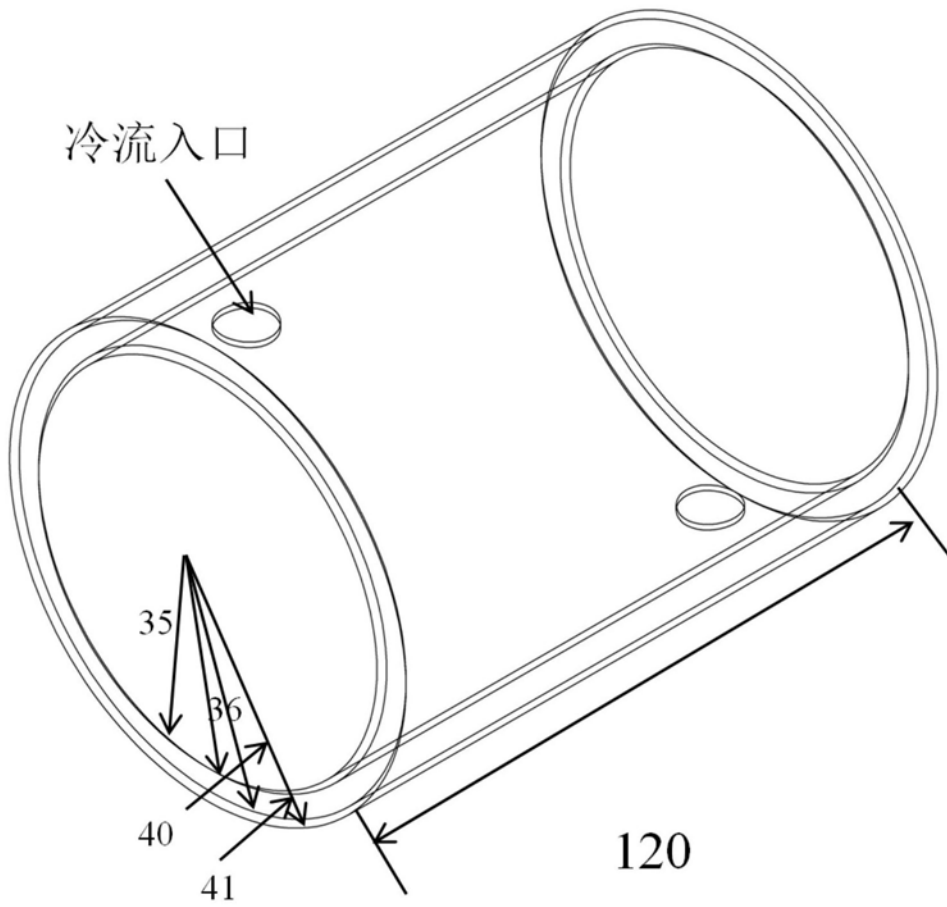


图3

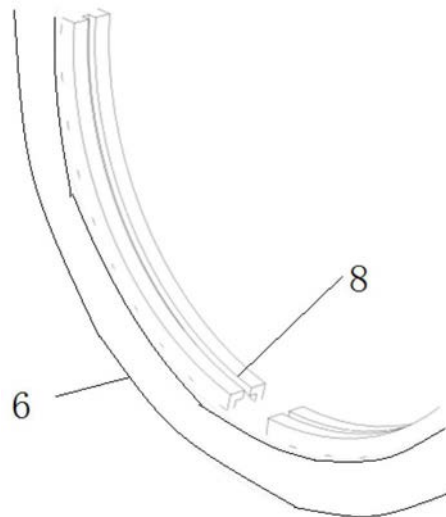


图4

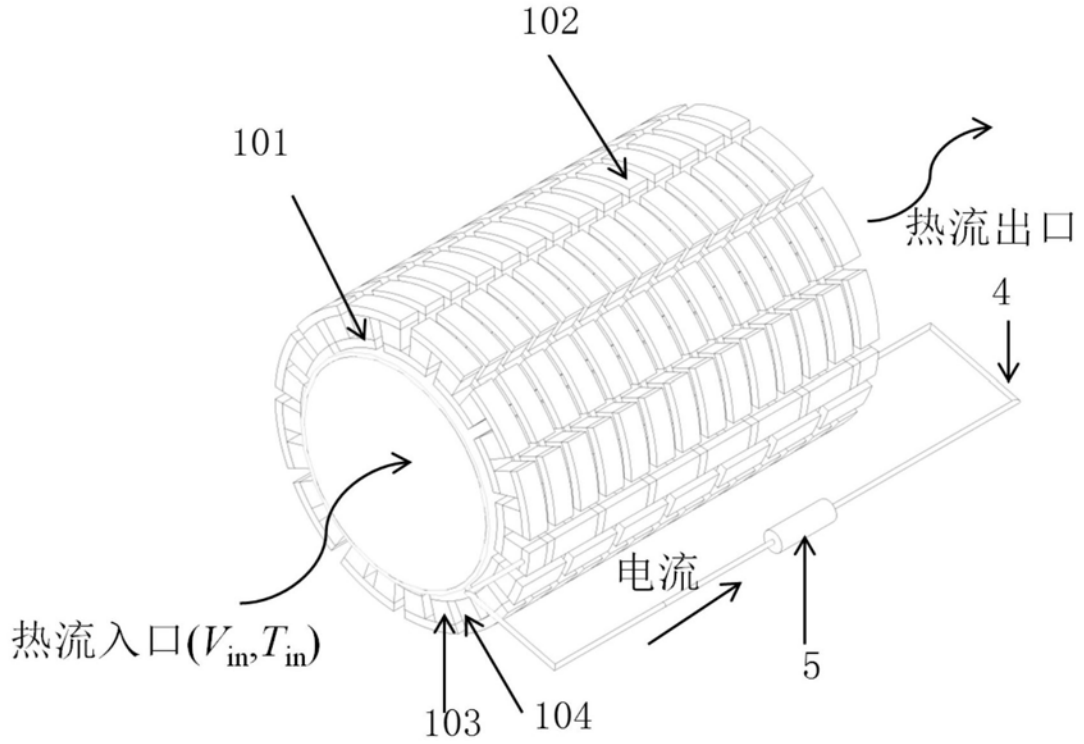


图5-1

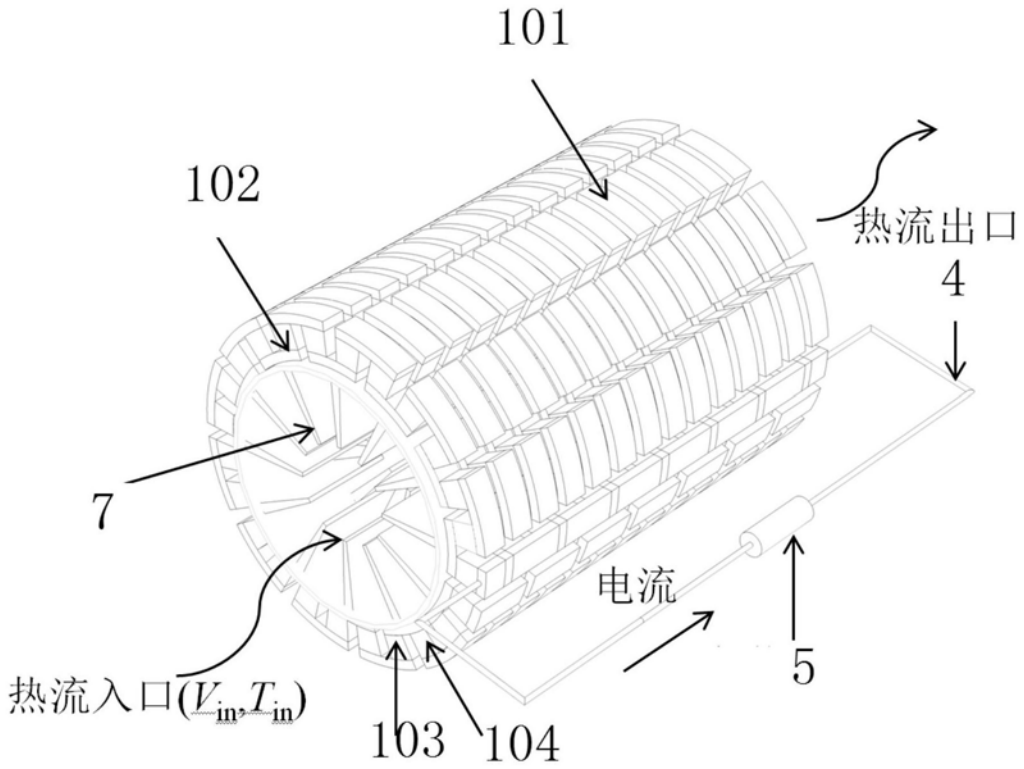


图5-2

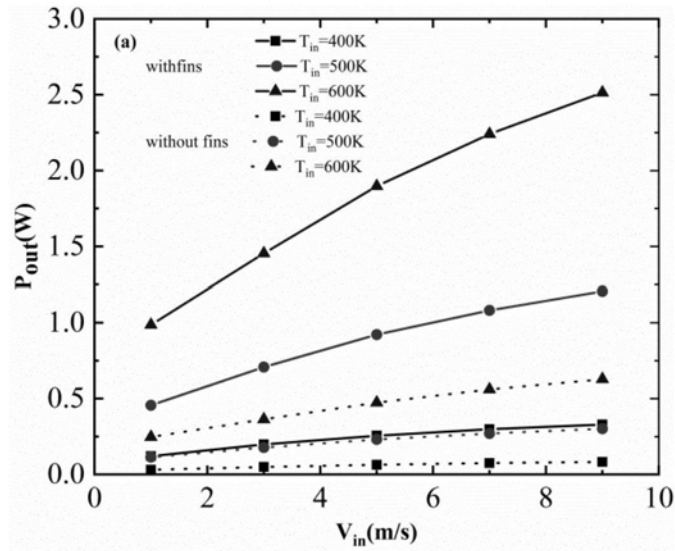


图6-1

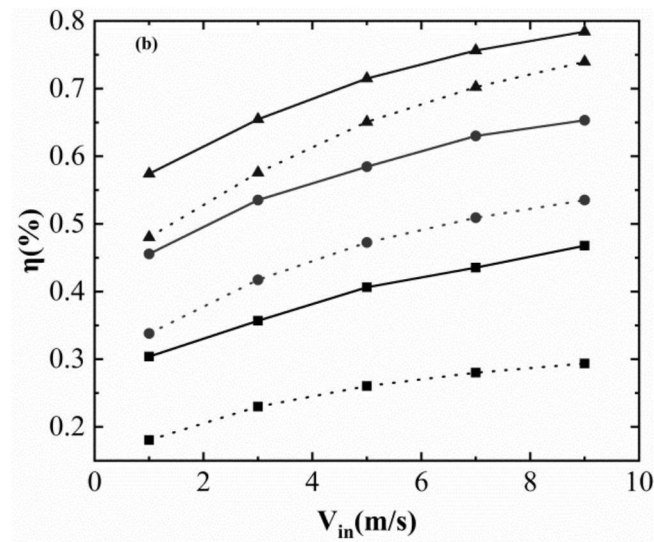


图6-2