

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810182738.9

[51] Int. Cl.

H02N 6/00 (2006.01)

F24J 2/38 (2006.01)

F24J 2/54 (2006.01)

F24J 2/04 (2006.01)

H02N 11/00 (2006.01)

H02K 44/08 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 9 月 2 日

[11] 公开号 CN 101521477A

[22] 申请日 2008.12.4

[21] 申请号 200810182738.9

[30] 优先权

[32] 2007.12.4 [33] CN [31] 200710195620.5

[32] 2007.12.29 [33] CN [31] 200710307116.X

[32] 2008.8.13 [33] CN [31] 200810147051.1

[32] 2008.8.20 [33] CN [31] 200810212426.8

[71] 申请人 张玉良

地址 100073 北京市丰台区太平桥中里 18 号
楼 2 门 601

[72] 发明人 张玉良

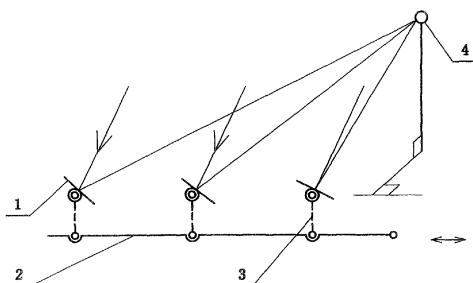
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 11 页

[54] 发明名称

低成本太阳能跟踪聚光发电方法

[57] 摘要

低成本太阳能跟踪聚光发电方法，属于太阳利用领域，涉及太阳能聚光热发电与聚光光伏发电及太阳能聚光热利用，通过各环节的技术突破实现太阳能发电整体低成本方案。包括：通过平行连杆机构加补偿机构低成本控制反射镜阵列跟踪聚光；在蒸发与冷凝的热管循环中增加逆止阀的动力热管传热；容器式热力蒸发升压替代给水泵使热力发电循环可以自由选择工质高效率全封闭运行；简单直线电机式热磁流体发电方法可以使热力升压式发电循环效率更高而成本更低以及太阳能电池背板热管散热聚光发电等。低成本的整体解决方案将推动太阳能被广泛使用，各环节的技术突破将在各自领域的节能发挥重要作用。



1、一种连杆连动式跟踪反射聚光方法，由反射镜、反射镜支撑架及控制与驱动装置等组成太阳能跟踪系统使光线经反射后总是聚集于接收器，用于太阳能低成本聚光热发电及电池聚光发电及其它聚光领域，其特征是：各反射镜增加跟踪补偿机构，并且通过平行连杆机构互相连接统一跟踪光线偏转。

2、如权利要求1所述的连杆连动式跟踪反射聚光方法，其特征是：平行连杆机构的平行摇杆悬挂于扭杆上，一端与连杆铰接，连杆与扭杆保持平行，通过扭杆扭转与连杆拉动使平行摇杆另一端二维偏转。

3、如权利要求1所述的连杆连动式跟踪反射聚光方法，其特征是：补偿机构采用角平分线原理，所谓的角平分线原理是指跟踪摇杆偏转保持与光线平行并通过传动件或传动机构带动反射镜偏转，使跟踪摇杆所在直线与跟踪摇杆偏转基点到接收器连线的两个角平分线之一保持垂直于反射镜面，将跟踪摇杆直接做为平行连杆机构的平行摇杆或者与平行连杆机构以其它方式连接。

4、如权利要求3所述的连杆连动式跟踪反射聚光方法，其特征是：反射镜由直接由指向接收器的立轴支撑或者由横轴支撑或者采用其它支撑轴方式，采用以下机构之一实现角平分线原理，

- (1) 对称的连杆滑快机构，角平分线摇杆与反射镜垂直固定连接；
- (2) 等腰三角形连杆滑块或滑轮机构；
- (3) 外切对称的齿轮副机构；
- (4) 内切齿轮 $1/2$ 速度机构；
- (5) 凸轮机构或凸轮连杆机构；
- (6) 链轮机构或链轮弹簧机构，包括链条式、皮带式、绳缆式及其它柔性拉动传动机构。

5、如权利要求1所述的连杆连动式跟踪反射聚光方法，其特征是：反射镜阵列布置在一个整体统一偏转的，偏转轴为立轴或横轴的支撑架上，控制系统控制整体支撑架跟踪光线同步偏转。

6、一种动力热管循环系统，工质从加热器吸收热量蒸发后进入冷凝器输出热量冷凝，然后回流到加热器再次被加热蒸发循环工作，用于太阳能低成本聚光热发电及其它热力过程，其特征是：采用管路循环的结构，在冷凝器到加热器的回流管路上至少采取以下两种措施之一，

1) 装有止逆阀；

2) 在冷凝器位置较低时装有两个止逆阀，在两个止逆阀之间装有满足工质向蒸发器回流的回水箱。

7、如权利要求6所述的动力热管循环系统，用于热力发电、制冷等热力过程，其特征是：加热器与冷凝器的连接管路上连接有动力输出装置，该动力装置是汽轮机或蒸汽喷射式制冷装置，或者是热力磁流体发电装置。

8、一种热力升压方法，通过加热提升工质循环压力，用于太阳能低成本聚光热发电及各种需要升压的热力过程，其特征是：采用容积式升压器取代升压泵，升压器内工质由热力循环系统内的蒸汽加热或由其它热源加热，通过阀门控制工质的进出并满足以下循环工作过程，

1) 补充工质，低压液体工质进入升压器；

2) 升压，当补充工质完成后升压器开始加热升压；

3) 输出工质，当压力升高达到输出压力时，升压器向循环系统输出高压液体工质；

4) 减压，当输出工质完成后升压器开始排汽减压；

5) 再补充工质，当压力减小到输入压力时新的低压液体工质进入升压器，开始新的热力升压过程。

9、一种直线电机式磁流体发方法，高速流动的导电流体经过磁场产生感应电流，用于太阳能低成本聚光热发电或其它领域发电，其特征是：采用直线直流电机或直线交流电机原理的定子线圈结构，导电流体通过导磁管路高速通过定子线圈产生的磁场，使定子线圈输出感应直流电或交流电。

10、如权利要求 8 所述的热力升压方法，用于热动力循环，其特征是：热力循环中增加汽轮机或直线电机式热磁流体发电机，循环系统采用一种工质或多种混合工质，由热力升压系统为蒸发器提供升压工质，热力升压系统通过一支或多支管路与汽轮机或直线电机式热磁流体发电机的工质通道连接，并控制各工质各阶段进出发电机。

11、如权利要求 8 所述的热力升压方法，用于太阳能供暖等热力系统，其特征是：用升压器加热升压，增加蒸发器加热稳定热水输出流量和压力或者升压器直接间断性输出热水，热水输出管路与低温回流水管路之间有换热系统调节热水输出温度。

12、如权利要求 8 所述的热力升压方法，用于太阳能电池、电脑芯片等发热件散热或太阳能热水器的传热等热力循环，其特征是：蒸发器管路铸于金属板内或者焊接在金属板上，金属板贴紧在需要散热的发热件上，热力升压器吸收太阳能辐射或吸收发热件热量或吸收其它热源升压为蒸发器补充工质，工质在蒸发器吸热后进入冷凝器冷凝。

低成本太阳能跟踪聚光发电方法

技术领域

本发明属于太阳利用领域，涉及太阳能聚光热发电与太阳能聚光热利用及光伏电池聚光发电的高效散热方法。

背景技术

目前太阳能发电与热利用技术发展比较快，太阳能热利用领域太阳能低温热水器发展很快但中高温领域因技术成本高应用很少。太阳能发电主要包括太阳能光伏发电（太阳能电池）与太阳能热发电两种，但是共同的问题依然是发电成本很高。前者晶体硅的原材料成本难以突破，后者无论是碟式反射镜聚光或槽式反射镜聚光还是塔式平面反射镜聚光，普遍的思路是单个集热装置大型化，每个反射镜采用独立的跟踪控制系统，结果复杂笨重的集热系统对于能流密度很低的太阳能总是难以降低发电成本。

目前太阳能热发电采用的热力机组因无法实现大容量高参数热效率都偏低，采用斯特林循环的热力系统有较高的发电效率，可是其内部气体工质密封等一些技术问题目前仍然解决不好不能普遍使用造价很高。太阳能高倍聚光电池有较高的发电效率但是制造工艺复杂成本较高，普通晶硅电池可以采用低倍聚光但是其随聚光温度升高而发电效率下降，采用冷却水系统给电池降温效果比较差，很少有应用。

无论太阳能跟踪聚光方面还是太阳能热力发电方面或太阳能电池，尽管各自有不断的技术进步，太阳能发电成本在逐年下降，但是总的特点依然是高成本高投资，与普通电力成本相差甚远，单方面局部的技术突破很难使太阳能发电成本大幅度降低，需要探索更有效的整体解决方案。

总之，目前太阳能技术离全社会迫切希望解决能源与环境压力要求的可全面推广的低成本需求还有很远的距离。

发明内容

本发明的目的：以低成本太阳能聚光热发电为主要目的，从太阳能聚光、传热与发电几个方面的技术突破采用整体的解决方案大幅度降低太阳能利用成本。

本发明的技术方案：为实现大幅度降低太阳能热发电成本，本发明提出连杆连动式跟踪聚光方法、动力热管循环及热力升压式热力循环发电方法及直线电机式热磁流体发电方法等，具体描述如下：

一、一种连杆连动式跟踪反射聚光方法，由反射镜、反射镜支撑架及控制与驱动装置等组成太阳能跟踪系统使光线经反射后总是聚集于接收器，各反射镜增加跟踪补偿机构，通过平行连杆机构互相连接统一跟踪光线偏转。由于反射镜的跟踪聚光规律导致每个反射镜的二维偏转角度变化各不相同，每个反射镜采用补偿机构是为了满足平行连杆机构统一控制反射镜阵列跟踪光线偏转，实现跟踪聚光。

补偿办法是利用光学最基本的反射规律，即入射光与反射光及法线（经过镜面反射点垂直于镜面的直线）总是在同一平面内，且法线总是入射光与反射光的角平分线。按照这个规律补偿机构采用角平分线原理，所谓的角平分线原理是指跟踪摇杆偏转保持与光线平行并通过传动件或传动机构带动反射镜偏转，使跟踪摇杆所在直线与跟踪摇杆偏转基点到接收器连线的两个角平分线之一保持垂直于反射镜面（因为两个相交直线有两个互相垂直的角平分线，其中只有一个符合条件），将跟踪摇杆直接做为平行连杆机构的平行摇杆或者与平行连杆机构以其它方式连接。这样，连杆机构控制跟踪摇杆与太阳光线保持平行，就可以使反射光线始终沿目标线方向指向接收器。而所有各反射镜的与太阳光线保持平行的跟踪摇杆必然是同步平行的，因此将跟踪摇杆直接做为平行连杆机构的摇杆或者以与平行连杆机构以其它方式连接可以实现跟踪聚光。

因为跟踪的目的是使反射光线的方向固定指向接受器，当反射光方向保持固定时，法线的偏转速度也就是镜面偏转速度必然是入射光偏转速度的 $1/2$ 。因此角平分线原理的实质是平面 $1/2$ 速度机构原理，即镜面偏转速度是太阳光

线偏转速度的 $1/2$ ，也就是与光线保持平行的跟踪摇杆与反射镜偏转速度满足 $1/2$ 关系，前提是它们的转轴满足平面机构的条件。

反射镜可以直接由指向接收器的立轴支撑，也可以由横轴支撑或者采用其它支撑方式，有多种补偿机构可实现角平分线原理，例如：

- a) 对称的连杆滑快机构，角平分线摇杆与反射镜垂直固定连接；
- b) 等腰三角形连杆滑块或滑轮机构；
- c) 外切对称的齿轮副机构；
- d) 内切齿轮 $1/2$ 速度机构；
- e) 凸轮机构或凸轮连杆机构；
- f) 链轮机构或链轮弹簧机构，包括链条式、皮带式、缆绳式及其它柔性拉动传动机构。

补偿机构除了采用角平分线原理外，也可以采用其它的补偿原理，例如，至少在理论上可以采用凸轮机构，平行连杆机构带动凸轮转动补偿跟踪偏差控制反射镜偏转，但是凸轮补偿方式使跟踪系统变的复杂而影响控制精度与系统成本。

反射镜可以采用平面或凹面或者槽面，反射镜面为整体连续或由较小的平面镜组合而成，以进一步增加聚光倍率。而用于低倍聚光的太阳能电池发电时，一套控制系统还可以控制多组阵列对应的多个聚光点，以降低控制成本。

连杆连动式跟踪反射聚光方法可以用于太阳能高温热利用、太阳能热发电、太阳能聚光电池发电以及各种太阳能聚光集热系统，另外也可以用于太空望远镜等光学系统。

二、一种动力热管循环系统，简称动力热管，采用分离式管路循环的结构，加热器（对动力热管吸热端的通称）的入口与出口分别与冷凝器（对动力热管放热端的通称）的出口和入口连接构成工质的管路循环结构，工质从加热器吸收热量蒸发后流向冷凝器并且输出热量冷凝，在冷凝器到加热器的回流管路上装有可反向逆止的止逆阀（包括逆止阀或者电动控制的电磁阀及电动阀等，这里通称为止逆阀），整个循环回路中填充部分工质，排除空气全密封。

加热器加热工作时内部压力上升，逆止阀反向逆止关闭，可确保加热器

产生足够的压力将工质蒸发并送到冷凝器内，因此称为动力热管，当加热器内工质蒸发完后压力逐渐降低，最终逆止阀前冷凝工质推动逆止阀正向导通回流到加热器，接着开始新的循环。

热管的共同特点是利用工质的蒸发与冷凝高效传热，被称为传热领域的“超导”，普通热管须增加毛细孔材料的管芯保证冷凝后工质回流，功率小成本高，使用领域有限。动力热管最大特点是可产生强大的循环动力，有利于大功率的热管高效传热，甚至可以增加汽轮机发电。

三、为实现太阳能热发电的小机组或微型机组实现高参数连续运行，这里在前述动力热管的基础上提出一种热力升压式热力循环方法，不用给水泵，通过加热提升液体工质压力，采用容积式升压器取代升压泵（一般称给水泵），升压器内工质由热力循环系统内的蒸汽加热或由其它热源加热，通过阀门控制工质的进出并满足以下循环工作过程：

- a. 补充工质，低压液体工质进入升压器；
- b. 升压，当补水完成后升压器封闭开始加热升压；
- c. 输出工质，当压力升高达到输出压力时，升压器向循环系统输出高压液体工质；
- d. 减压，当输出工质完成后升压器开始排汽减压；
- e. 再补充工质，当压力减小到输入压力时新的低压液体工质进入升压器，开始新的热力升压过程。

热力升压式热力循环方法可以用于各种热力工程与热力发电，如果工质通过蒸发与冷凝传热，其实质是一种可连续工作的动力热管。

四、一般情况，电动机和发电机是可以做到可逆的，即电动机可以用来发电，发电机可以用来做电动机，只是有的需要增加一些辅助措施满足控制需要，最典型的是同步电机。一种更简单高效率的发电方法是热功转换装置采用热力直线电机式磁流体发电机，采用直线直流电机或直线交流电机原理的定子线圈结构，导电流体通过导磁管路高速通过定子线圈产生的磁场，

使定子线圈输出感应直流电或交流电。直线电机式磁流体发电机安装在热力循环中，循环工质采用一种导电流体，或者采用至少有一种导电流体的混合工质。直线电机用于磁流体发电与可连续工作的动力热管组合将使太阳能热发电实现高效率低成本。

在现有的磁流体发电技术领域，比较多的应用是热力发电厂高温烟气采用等离子技术使烟气导电，在烟道两侧布置强磁场使导电烟气产生电荷定向移动，由于烟气导电性较差一般需要采用超导技术增强磁场，成本很高，目前还不是很成熟。而采用本实施例导电液体或导电汽液混合物磁流发电方案最大的特点是简单高效率，无转动机械，小型化微型化的特点特别适合太阳能热发电等热动力领域。

在以上满足太阳能低成本热发电的技术基础上，事实上也具备了太阳能电池低成本聚光发电的条件。只要控制电池保持较低温度，普通太阳能晶硅电池可以通过聚光增加发电量，太阳能电池可以采用连杆连动的聚光系统与热管散热的背板冷却系统实现聚光光伏发电。在电池金属背板内部分布有散热工质通道，工质循环采用动力热管循环，其特点是因为动力热管强大的循环动力与传热能力可以将金属板的流通管路直径设计的很小，很容易适应现有的电池组件相关技术标准。

显然，连杆连动跟踪聚光方法、动力热管、热力升压式热力循环及热力磁流体发电在太阳能发电以外的各自相关领域都有独特的技术优势，应用广泛。

本发明的优点：

1. 从跟踪聚光到发电全面技术突破的整体解决方案，是非常有效的大幅度降低太阳能发电成本的解决方案。
2. 连杆连动跟踪聚光有利于大面积的太阳能反射镜阵列只用一套跟踪控制系统实现自动跟踪太阳。反射镜的大小可以自由设计，采用小镜片重心低抗风能力强，可以大幅度降低跟踪系统结构成本，并且在地面和屋顶都可以安装，是一种可实现高倍率聚光的低成本方案。

3. 动力热管即具有普通热管的高效传热优点，又具有强大的循环动力，特别有利于太阳能聚光集热、太阳能电池聚光发电的电池散热。可以在高效传热的过程中向外输出动力，可以用于简单的聚光热发电及各种热力工程。

4. 热力升压式热力循环系统可以完全密封的特点用于热力发电可以自由选择工质而不用局限于单一工质，有利于采取各种措施最大程度使热力发电过程接近理想效率的卡诺循环，可用于太阳能高效热发电及其它各种热动力过程。

5. 热力磁流体发电装置取代汽轮发电机组可使热力升压式热力循环发电系统进一步成为全封闭无转动机械的低成本发电系统。

6. 采用连杆连动反射镜聚光并且采用动力热管式背板散热的太阳能普通晶硅电池聚光发电，使晶硅电池用量大幅下降，发电成本随之大幅下降。

7. 本发明整体上形成一种太阳能发电彻底的低成本解决方案，同时各环节的突破又有各自独立的应用领域，从太阳能发电、太阳能热利用到诸多领域的节能降耗，对全社会的环境与能源结构必将产生深远影响。

附图说明

图 1 是太阳能连杆连动跟踪聚光系统基本模式图；

图 2 是一种由扭杆和拉杆控制摇杆二维偏转的平行连杆机构；

图 3 是一种由扭杆和拉杆控制摇杆轴二维偏转的平行连杆机构；

图 4 是反射镜由指向接收器的立轴支撑的对称连杆滑块角平分线原理补偿机构示意图；

图 5 与图 6 是两种反射镜由指向接收器的立轴支撑的等腰三角形连杆滑块式角平分线原理补偿机构示意图；

图 7 是反射镜由安装在立柱上的水平轴支撑的等腰三角形角平分原理补偿机构示意图；

图 8 是悬挂点设计在立轴延长线上的对称齿轮副角平分线机构示意图；

图 9 是对称齿轮副机构补偿机构的一种与反射镜安装结构示意图；

-
- 图 10 是内切齿轮式角平分线补偿机构示意图；
图 11 是凸轮式角平分线补偿机构示意图；
图 12 是采用空心管立轴的链轮式角平分线补偿机构示意图；
图 13 是动力热管原理图；
图 14 是冷凝器位置比加热器低的动力热管；
图 15 是加热器容积比较大并且增加了与之匹配的冷凝水箱的动力热管；
图 16 是发电动力热管；
图 17 是采用动力热管循环的蒸汽射流式制冷系统原理图；
图 18 是热力升压式热力循环发电系统原理图；
图 19 是采用热力升压循环的直线电机式热磁流体发电模式图；
图 20 是具有散热金属板的太阳能电池组件的主俯视示意图；
图 21 是采用热力升压动力热管循环的太阳能电池空气冷却系统；
图 22 是用于太阳能供暖等热力工程的热力升压系统示意图；
图 23 是反射镜阵列布置在一个整体统一偏转支撑架上的整体偏转示意
图。

具体实施方式

实施例 1：为实现低成本的太阳能反射镜跟踪聚光，采用如附图 1 所示的连杆连动模式，为实现反射聚光，每个反射镜 1 以各自合适的安装角度安装，在连杆 2 移动的作用下通过互相平行的平行摇杆 3 实现同步偏转，随着太阳光线的偏转，使反射光线同步变化聚向接收器 4，构成平行连杆跟踪聚光系统。一般的通过纵横两个方向的各个连杆控制整个阵列的二维偏转，附图 1 中只显示了一行反射镜的跟踪，多行布置时成为反射镜聚光阵列，当每行的平行连杆机构为横向时，反射镜纵向偏转是由纵向连杆拖动横向连杆移动实现的。也可以采用如附图 2 所示的二维偏转平行连杆机构，平行连杆机构的平行摇杆 3 悬挂于扭杆 5 上，另一端与连杆 2 连接，连杆与扭杆保持平行，通过扭杆扭转与连杆拉动控制平行摇杆二维偏转，在此基础上附图 3 表示平行摇杆输出端为转轴 7，适用范围更广。一个平行连杆机构连接控制一行反射镜，这

样，只需控制一个平行摇杆的偏转就可以控制整行平行摇杆同步偏转。用一个同样的平行连杆机构，控制每行平行连杆机构的一个平行摇杆（如附图 2 中的平行摇杆 6）的二维偏转，就可以实现对整个阵列的跟踪控制。

但是，这种直接通过平行连杆机构跟踪方式不能实现准确聚光，必须采取补偿措施使不同位置反射镜的聚光偏差得以消除才能准确聚光，附图 1 中摇杆 4 用虚线表示其不是直接的而是增加了补偿机构的间接控制模式转。

附图 4 表示一种由指向接收器的立轴支撑的对称连杆滑块角平分线式补偿机构，反射镜 11 由立轴 12 支撑，角平分线摇杆 13 与反射镜 11 垂直固定连接，平分指向接收器 15 的立轴与指向太阳（与光线平行）的跟踪摇杆 14 形成的夹角，这样，连杆机构控制跟踪摇杆 14 保持指向太阳，就可以使反射光线始终沿立轴 12 的方向指向接收器 15。而所有反射镜阵列中指向太阳的跟踪摇杆必然是同步平行的，因此可以将跟踪摇杆直接做为平行连杆机构的摇杆或者按实际需要间接连接。

这里所说的立轴是习惯说法，显然不局限于与地面垂直，当反射镜很高与接收器高度相当时，如反射镜在墙面上，立轴 12 也可能水平甚至向下倾斜布置。

另外也可以采用以下角平分线原理的补偿方式：

附图 5、6 及附图 7 是等腰三角形式角平分线补偿机构，在附图 5 中，摇杆 14 和支撑立轴 12 以及滑杆 16 组成以滑杆 16 为底边的等腰三角形滑快机构，并且滑杆 16 与反射镜 11 垂直固定连接，这样随着摇杆 14 的偏转，摇杆 14 和支撑立轴 12 所在的直线的两个角平分线总是分别与滑杆 16 和镜面保持垂直（任何两个相交直线总是存在两个互相垂直的角平分线），因此这样的等腰三角形角平分线机构同样满足角平分线补偿原理。附图 6 是将等腰三角形滑快机构的滑杆 16 设置为与镜面平行，同时反射镜与支撑立轴 12 的铰接轴线要同时垂直于立轴 12 及摇杆 14 并且平行于镜面，这样就形成了另一种等腰三角形角平分线机构。附图 7 是反射镜由安装在立柱上的横轴支撑的二维偏转机构与等腰三角形角平分线机构组合示意图，跟踪摇杆 14 的偏转基点 18（一般情况也是悬挂跟踪摇杆的二维偏转轴的交点）与反射镜的偏转基点

17（一般情况也是反射镜的二维偏转轴的交点）的连线指向接收器，并且与跟踪摇杆及与反射镜垂直固定安装的滑杆 16 组成等腰三角形角平分线机构，跟踪摇杆的悬挂点 17 与反射镜悬挂点 18 之间可以有构件连接，也可以省掉，这样更方便将附图 3 所示的二维平行连杆机构的平行摇杆的输出转轴 7 直接做为跟踪摇杆。等腰三角形机构的滑快也可以采用滑轮等方式。

附图 8 的补偿机构采用对称的齿轮副角平分器机构。采用一对相同的齿轮 19 互相啮合对称布置，一个齿轮固定于立轴 12 上，另一个齿轮通过与其固定连接的摇杆 20 以平行连杆的方式与跟踪摇杆 14 连接，齿轮架使两个齿轮保持正常啮合，反射镜 11 安装于齿轮架上，并且与两个齿轮轴平行且距离相等。这样使反射镜的偏转速度总是跟踪摇杆 14 偏转速度的 $1/2$ ，即立轴与跟踪摇杆的夹角的角平分线总是与反射镜垂直。在附图 8 的基础上，附图 9 表示可以延长齿轮轴的长度，同时齿轮可以安装在反射镜外侧，这样可以尽可能减小齿轮轴线与镜面的垂直距离，从而减小反射光线平移产生的偏差。

附图 10 是内切齿轮式角平分线机构示意图，转速比为 $1/2$ ，内齿轮与跟踪摇杆 14 固定连接，两个齿轮都安装于立轴上；

附图 11 是凸轮式角平分线机构，通过 $1/2$ 速度关系设计凸轮的结构；

附图 12 是采用空心管立轴的链轮式角平分线补偿机构示意图，大小链轮的直径比为 2: 1，空心管的立轴结构有利于平行连杆机构运行空间的设置。连接链可以是链条、皮带、绳缆及其它柔性件，链绳可以封闭环式安装也可以开式安装，开式安装的链绳至少一端要固定在轮周上，而且须配合弹簧预紧。

实施例 2：如附图 13 所示的简单的动力热管循环系统，系统内充有一部分工质（可以是水或其它适合的溶液），并且抽真空排除空气密封使工质在较低温度就可以蒸发，当加热器 22 受热时工质开始蒸发膨胀产生压力，逆止阀 21 反向关闭，工质开始向冷凝器 24 流动，经过冷凝器后被冷凝成液态进入回流管 25，当加热器内工质蒸发完后其内部压力逐渐下降，最后冷凝器前后汽体工质压力接近相同，整个回路成为连通器，回流管内液体工质推动逆止阀

正向导通进入加热器开始新的循环。图中加热器与冷凝器的图形只是一种表示符号不限制实际应用中的形状、结构及连接方式。

如附图 14 所示, 为适应冷凝器位置比加热器低的情况回路中增加止逆阀 26, 在两个逆止阀之间连接有回流水箱 25 (大小因系统需要而定, 最小时由管路代替), 并使回水箱的输出管路装在下部, 在加热器 22 将工质加热蒸发时, 加热器前的逆止阀 21 关闭而冷凝器后的逆止阀 26 正向导通, 冷凝后工质进入回流水箱, 直到蒸发完时由于冷凝器的继续冷凝, 加热器内压力会下降到低于水箱内压力, 压差推动逆止阀 26 关闭而逆止阀 21 正向导通, 加热器充液, 循环将继续。

装有逆止阀的动力热管循环是可产生强大循环动力的高效传热过程, 最大循环动力由热源与冷源的温度差决定, 不仅可以用于各种条件的传热过程, 而且在加热器与冷凝器之间增加汽轮机或其它热力转换装置就可以构成动力热管式热力系统。

如附图 15 所示是适应大型热力过程的动力热管系统, 增大加热器 22 容积成为加热水箱, 在冷凝器与逆止阀 21 之间连接与加热器容积匹配的凝结水箱 27, 有利于加热器内汽水分离和延长工作周期。

如附图 16 所示在动力热管循环回路中增加汽轮发电机 28, 成为间断性发电的动力热管, 增加过热加热器 29 可以提高发电效率, 加热器 22 布置在加热水箱外有利于汽水分离加热。为了得到稳定的电力输出, 可以采用两个或多个这样的系统组合。

如附图 17 所示的用于蒸汽喷射式制冷的动力热管循环系统, 工质一般为水, 被加热器 22 加热蒸发成为压力蒸汽, 经射流喷射器 33 减压降温再经冷凝器 24 冷凝后进入回流水箱 27, 冷凝水一部分经过节流器 34 再次减压降温后进入冷媒水热交换器 32 内吸收冷媒水热量, 冷媒水热交换器的高真空由射流喷射器 33 的抽汽口抽汽维持。当加热器内水被蒸发完后压力下降, 直至回流水箱 27 内的回流水自动使逆止阀 21 正向导通, 回流水进入加热器, 开始新的循环。动力热管蒸汽喷射式制冷系统无须任何转动机械, 简单低成本耐

用。

这样的动力热管循环系统可以用于各种热力工程的传热全过程，包括：
动力热管锅炉，通过动力热管向锅炉外传热；
动力热管式室内供暖：热网热交换器为加热器，用户散热器为冷凝器，如
动力热管式家用暖气片，或者将细管路焊接在铜或铝等薄金属板上，可以布
置于墙壁或顶棚；
动力热管热网，锅炉为加热器，整个热网用户为冷凝器，适合高层建筑；
高温传热：太阳能热发电的传热及太阳能锅炉与太阳灶等热力输出过程。

实施例 3：如附图 18 所示，一种热力升压式动力热管循环发电系统，可
以认为是在普通热力发电系统的基础上用热力升压系统取代给水泵升压的循
环系统，其热力升压工作过程是：

- a. 补水。当热力升压器 41 需要补充水时，打开与凝结水箱 44 的通汽阀
43 关闭其它阀门，从凝结水箱 44 来的低压液体工质因连通器原理经过逆止阀
42 进入升压器 41。
- b. 升压。当升压器补水完成后关闭通汽阀 43，打开抽汽阀 46 升压器开始
封闭式加热升压，逆止阀 42 自动反向关闭；当升压器压力上升到与抽汽压力
接近平衡时关闭抽汽阀 46，打开与蒸发器 39 的通汽阀 37 继续加热升压。
- c. 给水。当压力升高达到与蒸发器 39 压力平衡时逆止阀 40 自动正向导
通，升压器向蒸发器输出高压液体工质。
- d. 减压。当输出工质完成后关闭通汽阀 37，打开抽汽阀 46 向汽轮机 47
的低压缸排汽，逆止阀 40 自动反向关闭，升压器开始排汽减压；当升压器压
力降到与汽轮机低压缸接近平衡时关闭抽汽阀 46，打开与凝结水箱 44 的通汽
阀 43，升压器压力继续下降。
- e. 再补水。当升压器压力减小到与凝结水箱压力平衡时，逆止阀 42 自动
正向导通，新的低压液体工质进入升压器，开始新的热力升压过程。

虽然升压给水过程是间断周期性的，但是如果设计好每次给水量与蒸发器
容量的比例，就可以确保蒸发器只是液位在周期性变化而并不影响蒸发

循环的连续性。通汽阀 37 与 44 以及抽汽阀 46 一般采用电磁阀，由控制系统根据液位压力温度等参数自动控制。

蒸发加热器 38 可以直接是太阳能聚光系统的接收器，也可以间接的由动力热管传热，蒸发器产生的蒸汽由过热加热器 36 进一步被加热为过热蒸汽后进入汽轮发电机实现热功转换，从汽轮机出来的低参数尾气经过冷凝器 45 成为液态进入凝结水箱 44，后经过热力升压过程循环工作。这样，系统可以省掉一般热力发电系统需要的给水泵、补水、排污及除氧等一系列复杂的辅助系统，使小机组微型机组实现高参数高效率运行。整个热力循环系统可使工质在密封系统内工作，工质可以采用一种或多种混合。

为了进一步提高效率，可以增加抽汽加热管路的数量，原理等同于增加回热循环数量，也可以增加再热加热器提高热效率。

为了确保系统密封，汽轮机可以通过磁力传动输出轴功，磁力传动目前已经比较成熟。这样的系统当汽轮机与其它转动机械连接时就成为一种高效率的外燃式蒸汽循环发动机。

实施例 4：如附图 19 所示，一种以导电液体为工质的热力升压循环模式，在附图 18 的基础上将汽轮机换成直线电机式磁流体发电机 50 构成热磁流体发电方案。磁流体发电机采用直线直流电机或直线交流电机原理的定子线圈结构，导电流体通过导磁管路高速通过定子线圈产生的磁场，使定子线圈输出感应直流电或交流电，适合用导电率强的导电液体或导电汽液混合工质。

在附图 19 中，工质按箭头所指方向循环，增加了管路 51 将蒸发器内的导电液体引到磁流体发电机入口与蒸汽管路会合通过阀门控制好合适的汽液比例，以满足足够的热动力和导电性。循环工质可采用一种导电流体，如水银，或者采用至少有一种导电流体的混合工质，如水银与水，在发电机的工质管路上引出一支管路（或多支管路），通过阀 46 与热力升压系统连接提供升压热源。需要注意的是，当采用水银与水的混合工质时，由于密度差别大，在升压系统的各容器内必然是分层，连接管路的相对位置及阀对流量与液位的控制应适应这一特点。磁流体发电机在发电过程中需要增加补水箱 52 和补水

管路 53，以控制发电机内部工质压力降低过程符合稳定运行要求。这是因为水银蒸汽会在水蒸汽之前凝结为液相，会出现压力大的变化，补充适当的水吸热蒸发膨胀可以调节压力，这样的管路可以根据需要分布多个。整体而言，通过热力升压系统控制各工质各阶段进出发电机，可以实现稳定高效率运行。

实施例 5：与实施例 3 及实施例 4 类似，热力升压的动力热管循环也可以用于空调等热泵循环，但是得选择合适沸点的工质，也可以用于溴化锂吸收式空调等，将系统中的压缩机或升压泵改为热力升压系统。

热力升压式动力热管循环，还可以用于小型或微型热电冷联产，包括热发电水器、供暖及空调发电等，尤其在高温聚光的太阳能利用系统中，在加热器加热后的工质先进入热力发电设备发电，然后进入供热或制冷系统提供热源，最后再完成循环的其它过程，或者，在用于燃料为热源的热力过程时，高温烟气加热发电动工质低温烟气通过动力热管为其它设备提供热力，这对全社会节能降耗有着重要意义。

实施例 6：太阳能聚光电池或普通晶硅太阳能电池的聚光发电其底部散热板必须有良好散热，这里提出利用动力热管循环为其散热。如附图 20 所示为具有散热金属板太阳能电池组件的主俯视示意图，在主视图中从上而下依次为玻璃板、透明胶膜、太阳能电池片、绝缘胶膜、金属散热板及其内部的散热管路，主俯视图共同显示了散热管路的分布方式。散热板一般应该采用导热性能强的金属，如采用铜管铸造于铝板内的结构。一般金属板与工质管路采用焊接，而附图 20 所示的将管路铸造在金属板内导热性能更好。

如附图 21 所示为采用热力升压系统的连续动力热管循环的太阳能电池空气冷却系统，太阳能电池 63 正面朝下周围布置了管状升压器 64（实际安装时应该尽量靠近电池），二者都接受聚集来的光线的辐射，升压器为电池中散热板补充工质，安装了散热板的电池在循环中就是蒸发器，工质在电池中吸热蒸发膨胀成汽液混合状态通过管路进入凝结水箱 66，在凝结水箱汽液分离后

汽相工质在空气冷却器的盘管 62 中冷凝，由大量分布的散热膜片 61 增强散热，冷凝后的工质回流到凝结水箱 66 中，系统的补液升压过程与前面的实施例相同。这样整体散热系统的特点是蒸发器汽水分离水箱与凝结水箱合二为一，强制蒸发，重力回流，电池散热板中的管路的直径可以设计的很小，容易适应太阳能电池组件的要求，在实际使用中只需控制器控制阀门 65 的开关时间就可以了，或者采用机械式液位控制装置，如常用的浮子式液位开关或液位阀。

也可以采用水冷代替空冷，将冷却水盘管直接伸进凝结水箱就可以。

本实施例特别适合于太阳能聚光电池、电脑芯片、服务器芯片等各种只能分布很细散热管路的发热体的强制热管式散热。也适合用于太阳能真空管式及平板式热水器，而且加热器和凝结水箱都可以采用真空管集热管，蒸发器吸收太阳能辐射热量，或者由发热件提供热量或者采用其它热源。

实施例 7：如附图 22 所示，热力升压系统用于供暖等热力工程，因为热力升压必须通过加热蒸发产生压力，而供暖的水温经常不需要达到临界温度，因此在热水输出管路与回流低温水管路之间增加换热系统 71 调节水温，换热系统图中没显示具体结构但换热量应该可调，也可以再增加连通阀 72 调节输出流量和温度。换热系统可以与回流水箱 74 统一设计节省水箱；如果热力系统允许间断性工作，可以省掉蒸发加热器 73 的加热系统或者整个蒸发加热器都省掉。这样热力升压系统可以代替供热系统的循环泵和补水泵而节约电能，可以通过太阳能聚光集热系统同时满足供暖的热量与循环动力。

实施例 8：热力升压系统也可以用于热电厂凝结水升压取代凝结泵。热电厂汽水循环系统中本来就有从汽轮机抽汽加热凝结泵到除氧器的给水的加热系统，以满足除氧器的温度需要，因此采用以汽轮机抽汽为热源的热力升压系统可以取代凝结泵及其后面的给水加热器，同时可以省掉凝结泵电耗，也省掉了凝结泵的汽蚀问题。存在的一个问题是在每次升压完成后的排

汽热损失比较大（因为凝结水箱的水本身已经是临界状态不能再吸收蒸汽），一个解决办法是采用两组或多组热力升压系统，各升压系统的升压过程统一控制，使升压工作周期互相保持合适的时间差，升压器排汽互相交叉加热，使每个加热器最终排汽温度尽可能低，这里简单的称为热力升压系统的并联。另一个解决办法就是热力升压系统采用两组或者两组以上的加热升压器，从汽轮机抽汽加热末级加热器，末级加热器的排汽成为上一级加热器的热源，依此类推到初级加热器，其加热完成后的排汽的温度就会低很多，这里称其为热力升压系统的串联。

实施例 9：如附图 23 所示的连杆连动跟踪系统，反射镜阵列布置在一个整体统一偏转的支撑架上，整体支撑架的偏转方式分为两种情况，一种是以经过 A 点的水平轴为转轴，类似于槽式反射镜跟踪方式；另一种是以经过 BC 线的竖直轴为转轴类似于碟式反射镜的自旋转方式，控制系统控制整体支撑架跟踪光线同步偏转，使控制镜片偏转的平行连杆机构的平行摇杆的转轴保持与光线垂直。这样光线相对反射镜来说是一维偏转，可以简化平行连杆机构为一维偏转机构，使连杆连动机构更简单更精确，接收器 80 须保持与反射镜阵列固定的空间关系，也就是接收器必须安装在整体支撑架上固定的立柱上，一种特殊情况是当整体支撑架以立轴偏转时，安装接受器的立柱布置在立轴位置时可以固定在地面上。

本实施例在场地面积有限的情况下可以增加实际采光面积，以立轴偏转时，整体支撑架可以保持最合适的固定倾斜角（朝太阳的仰角）跟踪太阳转动，可以最长时间利用太阳能，并且整体可以采用立轴支撑也可以采用环形轨道支撑，可同时具备碟式反射高倍聚光及槽式反射聚光支撑强度大采光面积大的优点，比较适合太阳能电池聚光发电。

本发明涉及多个领域，适用范围广，具体实施形式和用途灵活多样，不局限于实施例所述范围。

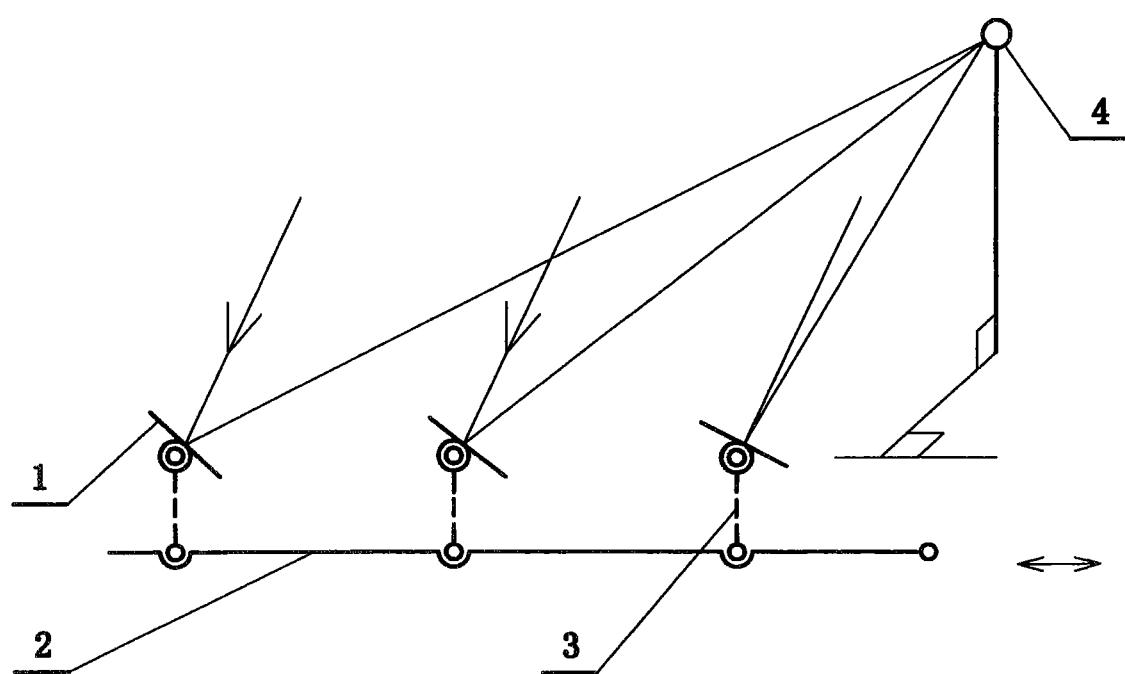


图 1

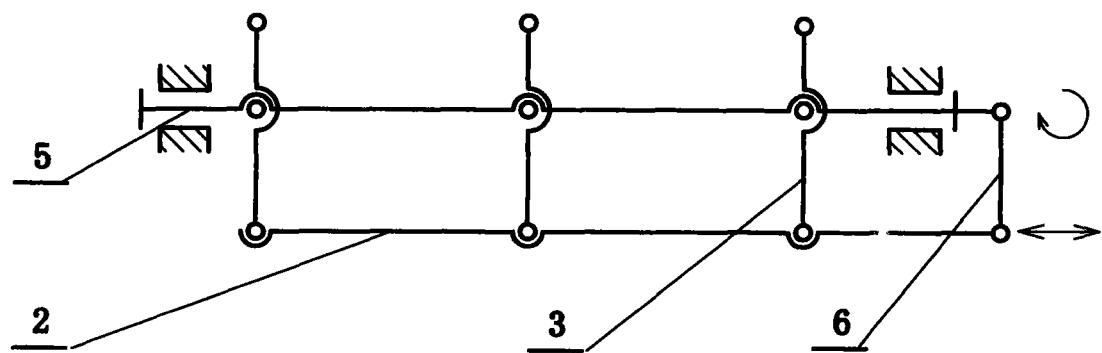


图 2

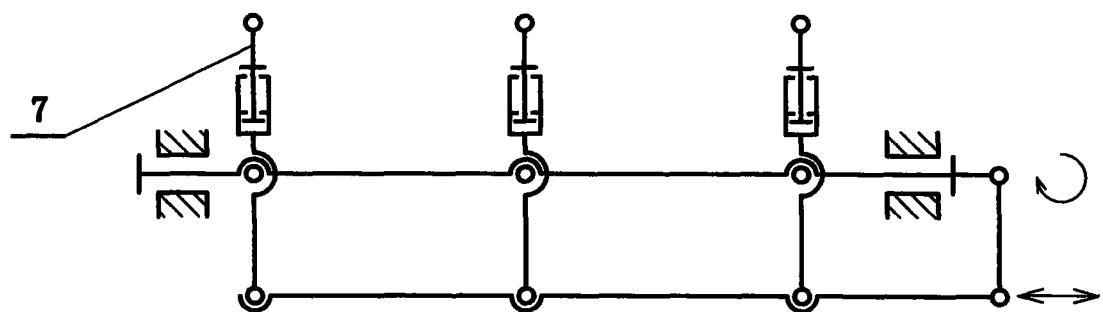


图 3

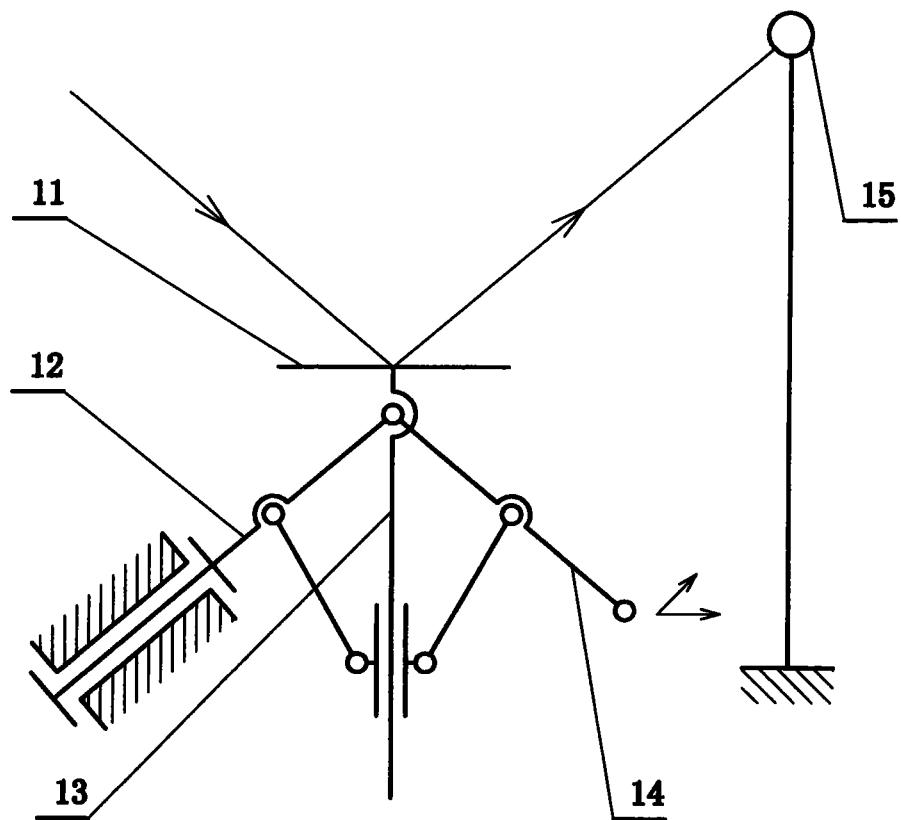


图 4

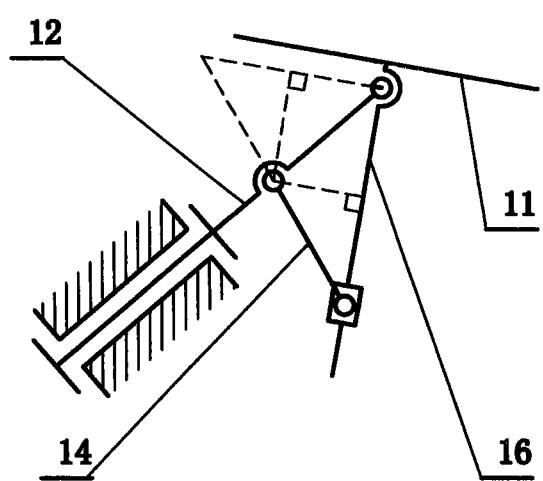


图 5

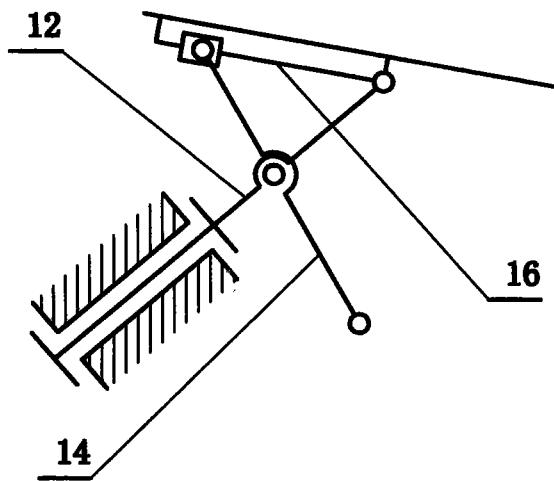


图 6

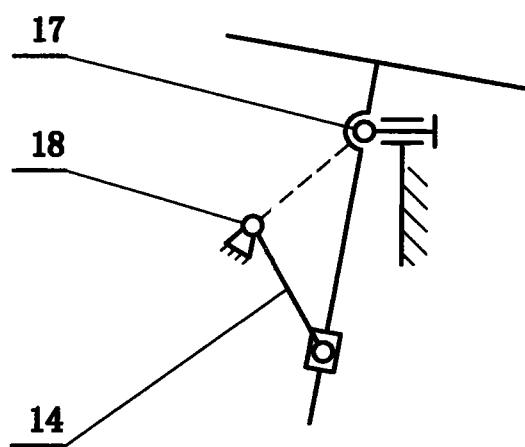


图 7

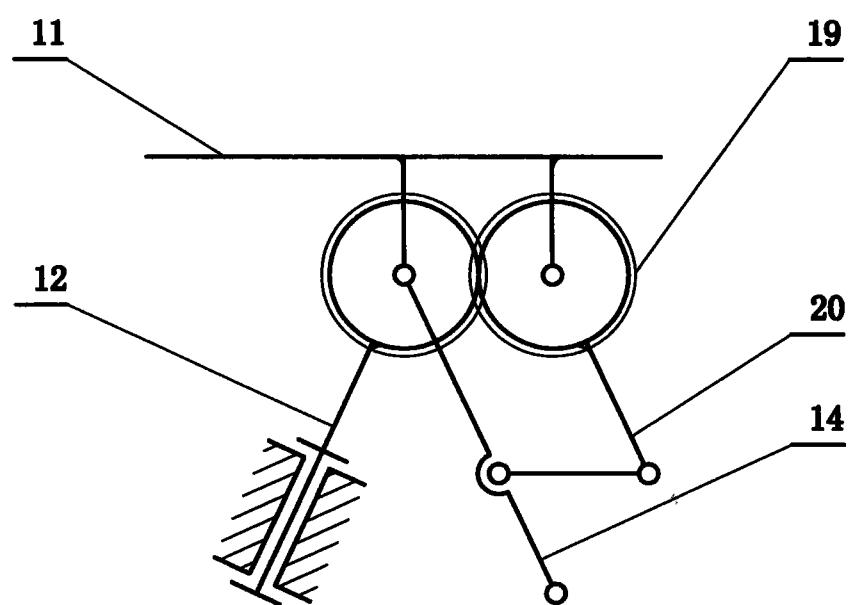


图 8

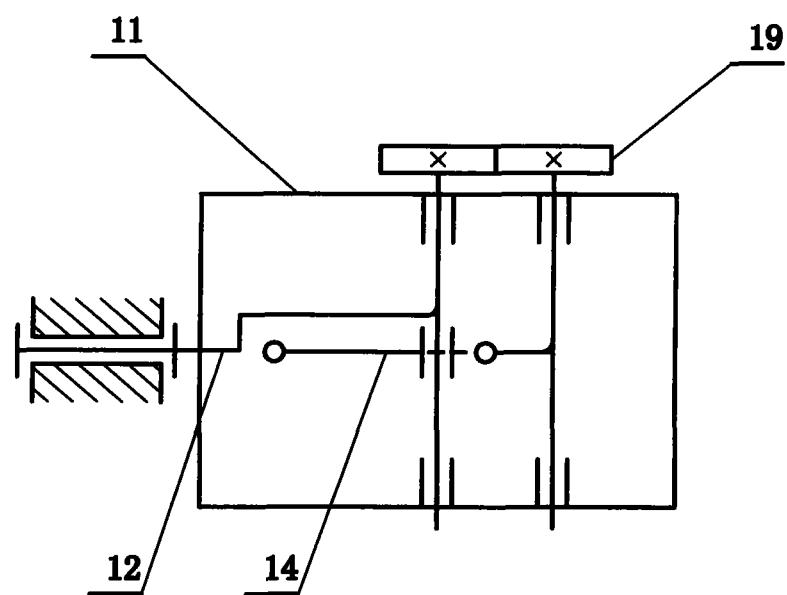


图 9

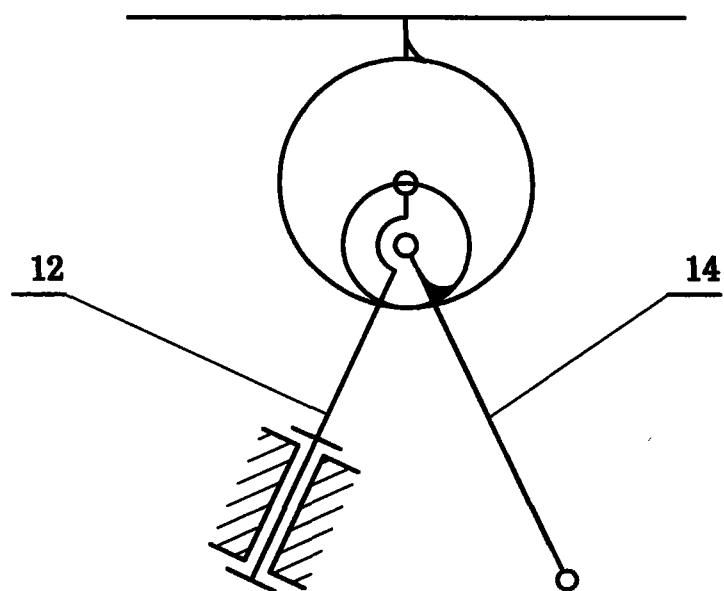


图 10

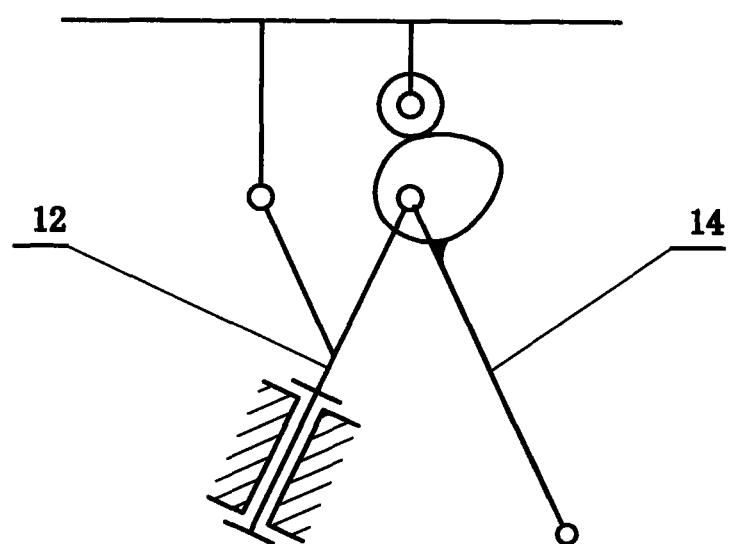


图 11

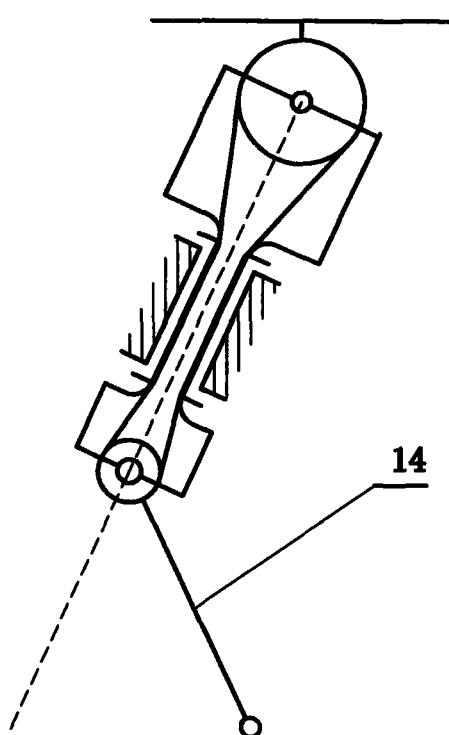


图 12

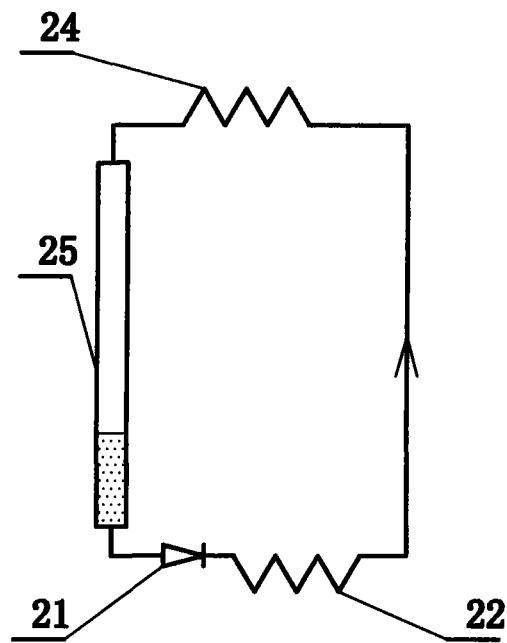


图 13

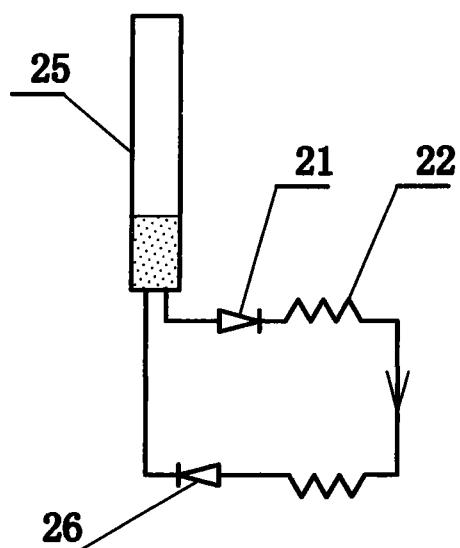


图 14

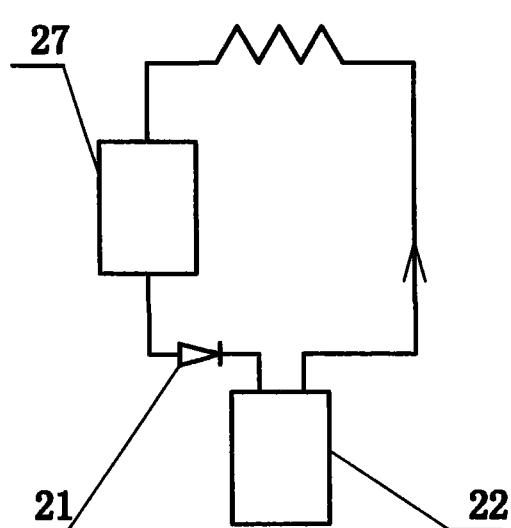


图 15

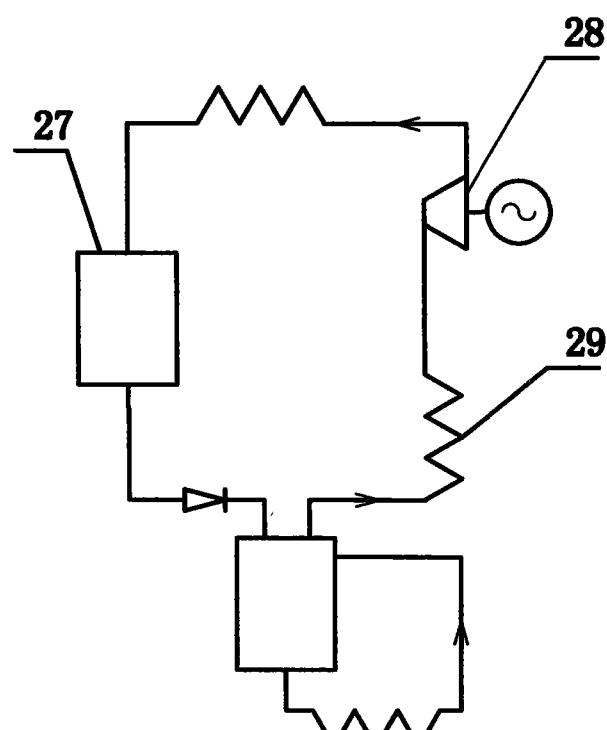


图 16

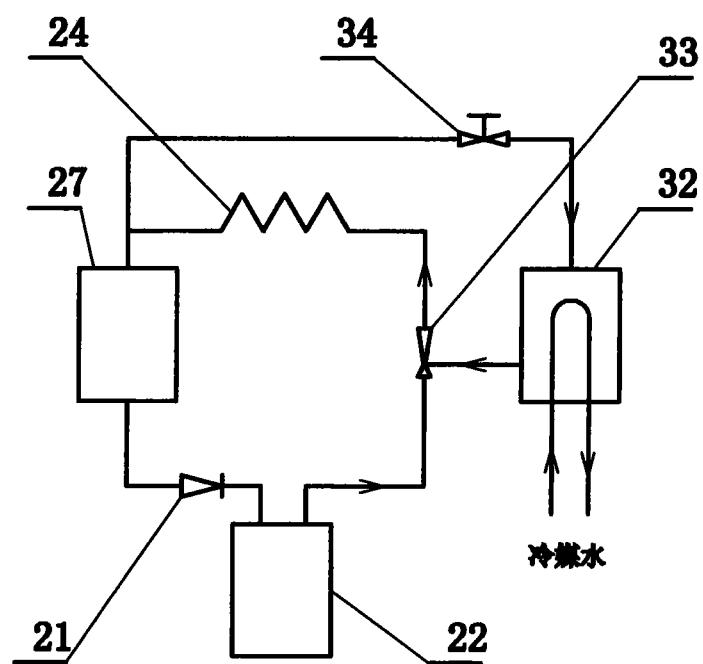


图 17

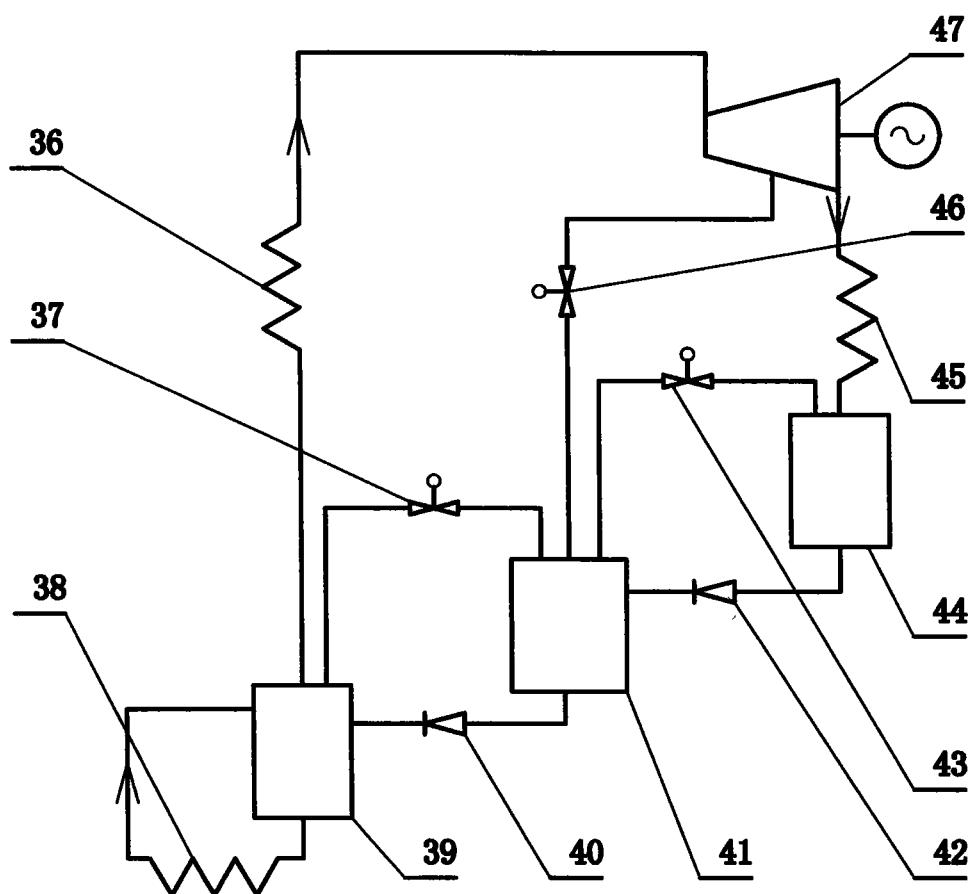


图 18

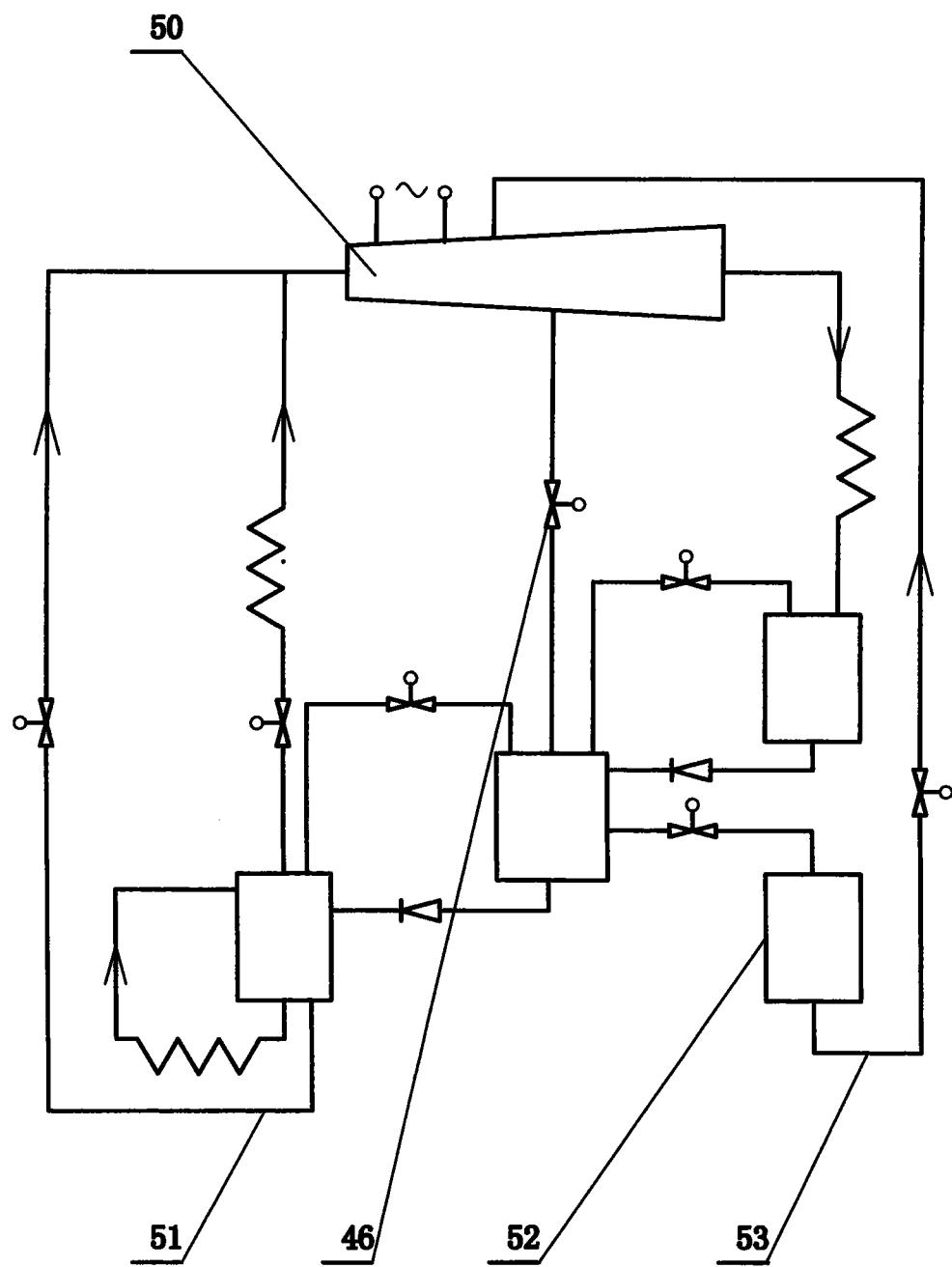


图 19

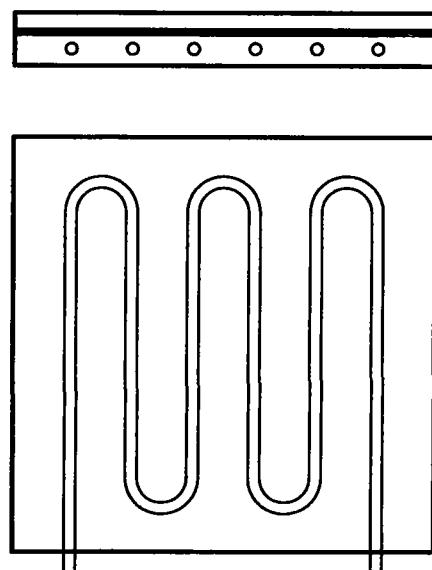


图 20

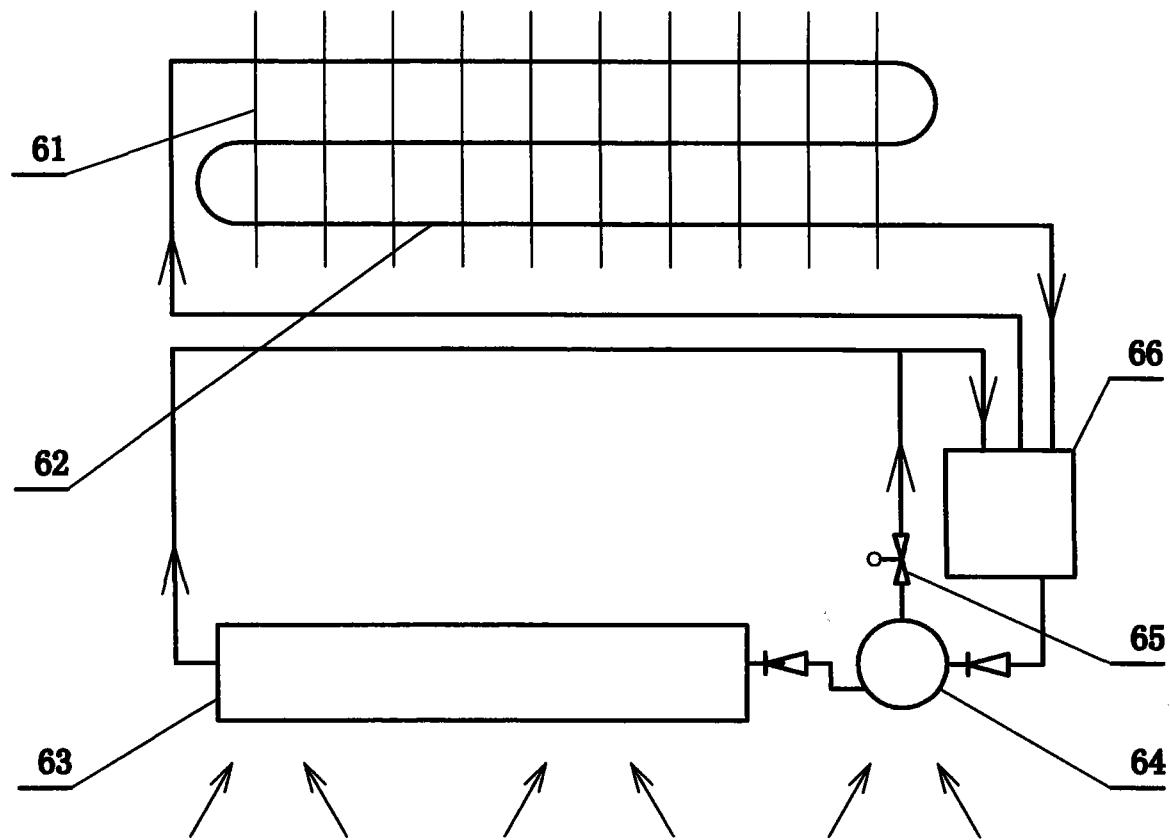


图 21

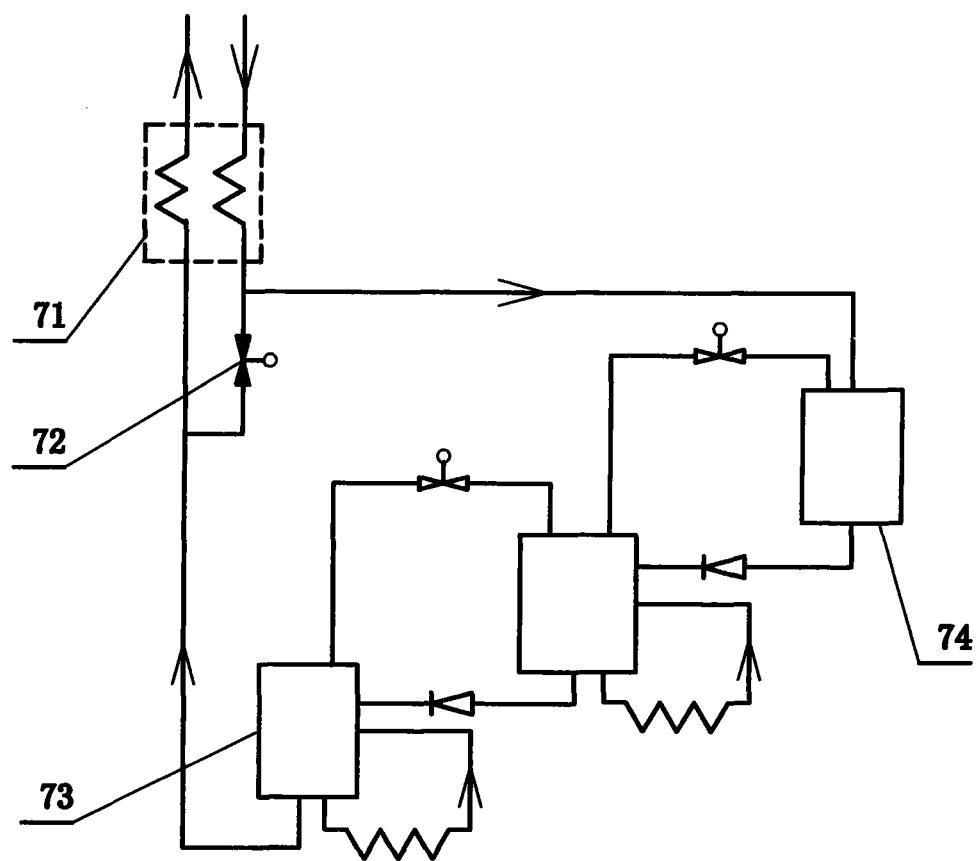


图 22

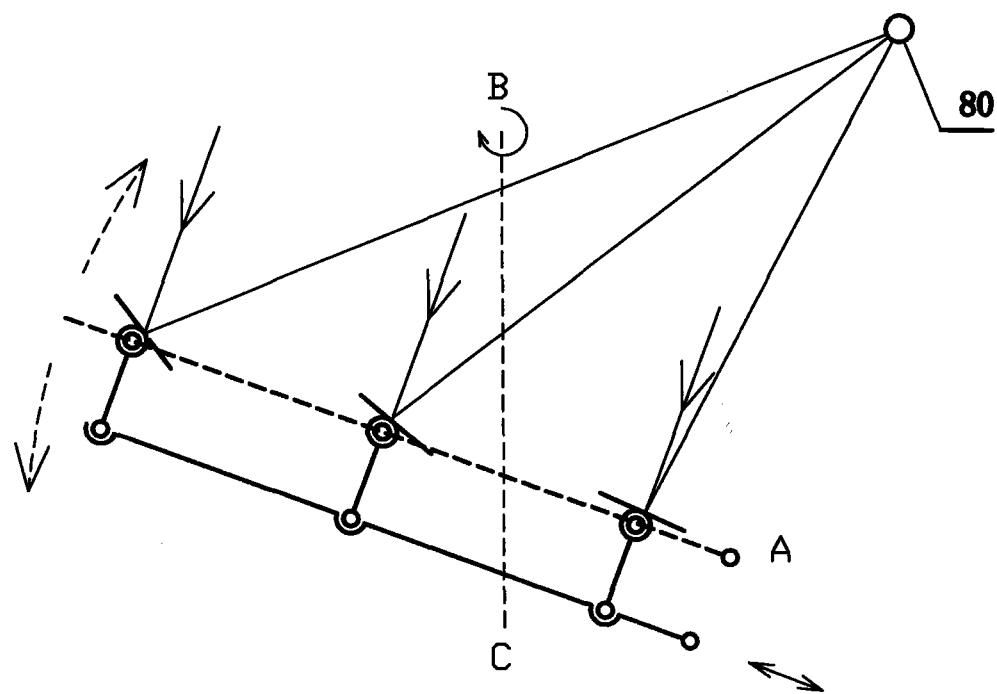


图 23