



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113008552 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 05

(21) 申请号 202110163860.7

G01M 13/027 (2019.01)

(22) 申请日 2021.02.05

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113008552 A

CN 202305228 U, 2012.07.04

CN 108122470 A, 2018.06.05

CN 102879197 A, 2013.01.16

(43) 申请公布日 2021.06.22

CN 104200736 A, 2014.12.10

CN 207397581 U, 2018.05.22

(73) 专利权人 洛阳理工学院

CN 203931338 U, 2014.11.05

CN 206410824 U, 2017.08.15

地址 471003 河南省洛阳市高新区丰华路8号

CN 107301813 A, 2017.10.27

CN 210489029 U, 2020.05.08

(72) 发明人 王荣先 晁源 贺建行 李旭鹏
武彪 巢佳乐

CN 104616580 A, 2015.05.13

CN 109374278 A, 2019.02.22

US 4413513 A, 1983.11.08

(74) 专利代理机构 洛阳华和知识产权代理事务所(普通合伙) 41203

专利代理师 刘亚莉

审查员 李若楠

(51) Int. Cl.

G01M 13/023 (2019.01)

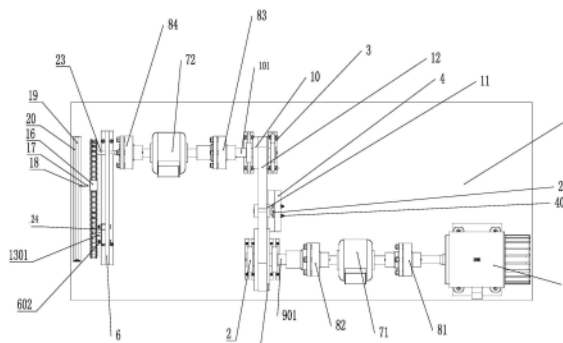
权利要求书2页 说明书12页 附图14页

(54) 发明名称

一种链传动及带传动运动特性实验装置

(57) 摘要

一种链传动及带传动运动特性实验装置,包括底座、测速仪,电机的输出轴通过第一联轴器与第一功率测试仪的一端相连接,第一功率测试仪的另一端通过第二联轴器与第一转轴的端部相连接;第二转轴的端部通过第三联轴器与第二功率测试仪的一端相连接,第二功率测试仪的另一端通过第四联轴器与第三转轴的一端相连接,第三转轴的另一端安装有小链轮,第一挡板上还安装有链轮,大链轮和小链轮的外圆周面上安装有链条;链条的一侧安装有在低速测量时用于绘制链条运动轨迹的绘图板或在高速测量时用于拍摄链条运动轨迹的工业相机;本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置可用于测量链传动的运动特性、带传动测力实验、带的弹性滑动及打滑实验。



1. 一种链传动及带传动运动特性实验装置的实验方法,其特征在于:所述装置用于测量链传动运动特性实验、带传动测力实验、带的弹性滑动及打滑实验,具体包括底座、测速仪,安装在底座上的电机、第一安装架、第二安装架、第一功率测试仪、第二功率测试仪、第一挡板,通过第一转轴可转动地安装在第一安装架上的大带轮,通过第二转轴可转动地安装在第二安装架上的小带轮,安装在大带轮和小带轮外圆周上的V带,安装在底座上并用于改变V带张紧程度的第一张紧装置;

电机的输出轴通过第一联轴器与第一功率测试仪的一端相连接,第一功率测试仪的另一端通过第二联轴器与第一转轴的端部相连接;

第二转轴的端部通过第三联轴器与第二功率测试仪的一端相连接,第二功率测试仪的另一端通过第四联轴器与支承在第一挡板上的第三转轴的一端相连接,所述第三转轴的另一端安装有小链轮,第一挡板上安装有用于改变链条的张紧度的第二张紧装置,大链轮安装在第二张紧装置上,大链轮和小链轮的外圆周面上安装有链条;

链条远离第一挡板的一侧安装有在链传动运动特性实验中的低速测量实验时用于绘制链条运动轨迹的绘图板或在链传动运动特性实验中的高速测量实验时用于拍摄链条运动轨迹的工业相机;

当进行链传动运动特性实验中的低速测量实验时,绘图板上安装有纸张,链条上安装与链条同步运动并用于在纸张上绘制运动轨迹的笔;

当进行链传动运动特性实验中的高速测量实验时,链条远离第一挡板的一侧还安装有光源及计算机,链条上安装有光学传感器,所述计算机与工业相机电性连接;

所述装置用于进行链传动运动特性实验时,其实验过程包括:(1)实验前调整第一张紧装置和第二张紧装置,使链条和V带处于正常状态;(2)在支撑座上安装绘图板,并在绘图板安装上纸张,在卡子上安装笔并调整笔尖的位置;(3)进行低速测量,在测速仪的配合使用下调整电机的转速,笔在纸张上画出运动轨迹,分别记录第一功率测试仪和第二功率测试仪显示的功率,由测得的实验数据计算出链传动的紧边拉力和松边拉力;(4)进行高速测量,拆掉绘图板、笔和卡子,打开光源并调整工业相机的参数,将光学传感器安装在链条的任一销轴上,在测速仪的配合使用下调整电机的转速,启动工业相机,拍摄光学传感器的运动图像并将运动图像传到计算机,计算机通过对光学传感器上的散斑点图像分析,得出链传动过程中销轴处的运动规律;(5)基于前述实验结果,可以验证链传动的多边形效应,分析链传动的动载荷、链传动的受力、链传动运动特性;

所述装置用于进行链传动的松边拉力、紧边拉力实验时,其实验过程包括:拆去链条任一链接上的两个外链板,使链条断开,在链条断开处安装上拉力传感器,使该拉力传感器的两个安装孔的中心距与该链条的链接宽度一致,从而使该拉力传感器代替前述链接上的外链板,通过该拉力传感器将断开的链条重新连接上,链条运动时,通过拉力传感器可测得链条的松边拉力和紧边拉力;同时根据第二功率测试仪、测速仪的测量值,计算出链传动时的松边拉力和紧边拉力,然后将计算值与通过拉力传感器测得的松边拉力和紧边拉力进行对比,分析产生误差的原因;

所述装置进行带传动测力实验时,其实验过程包括:将一个弹性应力传感器粘贴在V带顶面的任一点,记该点为A点,找出A点关于两个带轮中心连线的对称点,记为B点,将另一弹性应力传感器粘贴在B点的顶平面,运动时A点和B点轮流处在松边和紧边,弹性应力传感器

可测量出松边拉力和紧边拉力;同时根据第一功率测试仪、测速仪的测量值和初拉力,计算出带传动时的松边拉力和紧边拉力,然后将计算值与通过弹性应力传感器测得的松边拉力和紧边拉力进行对比,分析产生误差的原因;基于前述实验结果,可以进行带传动的受力分析和带传动的最大有效拉力及其影响因素的分析;

所述装置进行带的弹性滑动及打滑实验时,其实验过程包括:调松带传动的第一张紧装置,使带传动的张紧力变小,观察打滑现象,带传动即将打滑时,紧边拉力会出现突然变小现象,说明带传动处于临界打滑状态,通过弹性应力传感器测出紧边拉力和松边拉力值,并分析紧边拉力和松边拉力之间是否符合欧拉方程。

2. 根据权利要求1所述的一种链传动及带传动运动特性实验装置的实验方法,其特征在于:第一张紧装置包括安装在底座上的第三安装架,需要调整时可沿第三安装架上的长度方向移动且在使用时又能锁紧在第三安装架上的第一滑块,可转动地安装在第一滑块上且直径小于小带轮的张紧轮;张紧轮安装在V带松边的内侧且张紧轮与小带轮之间的距离大于张紧轮与大带轮之间的距离。

3. 根据权利要求2所述的一种链传动及带传动运动特性实验装置的实验方法,其特征在于:第三安装架沿长度方向开设有多个第一安装槽,第一滑块通过第二螺栓安装在第三安装架上,所述第二螺栓依次穿过第一滑块、第一安装槽并在螺母的配合下拧紧在第一滑块上。

4. 根据权利要求1所述的一种链传动及带传动运动特性实验装置的实验方法,其特征在于:第二张紧装置包括第三螺栓以及通过第三螺栓安装在第一挡板上的第二滑块,第一挡板沿长度方向水平设置有第二安装槽,第三螺栓依次穿过第二安装槽和第二滑块从而在螺母的配合下将第二滑块固定在第一挡板上。

5. 根据权利要求1所述的一种链传动及带传动运动特性实验装置的实验方法,其特征在于:链条上安装有卡子,卡子远离第一挡板的一侧设有用于安装笔的空心轴。

6. 根据权利要求1所述的一种链传动及带传动运动特性实验装置的实验方法,其特征在于:所述底座上安装有支撑座,绘图板可拆卸地安装在支撑座上。

7. 根据权利要求1所述的一种链传动及带传动运动特性实验装置的实验方法,其特征在于:所述绘图板设有供纸张插入的间隙、以及挡在间隙的进口处从而防止安装在间隙中的纸张脱出的第二挡板,绘图板的顶部设有供第二挡板插入的通孔。

一种链传动及带传动运动特性实验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种机械设计实验教学仪器,具体涉及一种链传动及带传动运动特性实验装置。

背景技术

[0002] 机械设计课程是机械专业的专业核心课,该课程主要用于介绍常见零件的结构特点及设计方法。链传动是机械设计中常见的连接方式,通过链传动可以实现轴与轴之间的传动,链传动的运动特性分析和受力分析是链传动设计及检测的重要方法。通常链传动设计时,其受力情况及运动特性按经验公式进行估算或基于各种软件的仿真计算,目前尚未有相关链传动力检测机构及运动特性测试实验内容。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种可用于测量链传动的运动特性、带传动测力实验、带的弹性滑动及打滑实验的链传动及带传动运动特性实验装置。

[0004] 本发明的目的是采用以下技术方案来实现。依据本发明提出的一种链传动及带传动运动特性实验装置,包括底座、测速仪,安装在底座上的电机、第一安装架、第二安装架、第一功率测试仪、第二功率测试仪、第一挡板,通过第一转轴可转动地安装在第一安装架上的大带轮,通过第二转轴可转动地安装在第二安装架上的小带轮,安装在大带轮和小带轮外圆周上的V带;电机的输出轴通过第一联轴器与第一功率测试仪的一端相连接,第一功率测试仪的另一端通过第二联轴器与第一转轴的端部相连接;第二转轴的端部通过第三联轴器与第二功率测试仪的一端相连接,第二功率测试仪的另一端通过第四联轴器与支承在第一挡板上的第三转轴的一端相连接,所述第三转轴的另一端安装有小链轮,第一挡板上还可转动地安装有大链轮,大链轮和小链轮的外圆周面上安装有链条;链条远离第一挡板的一侧安装有在链传动运动特性实验中的低速测量实验时用于绘制链条运动轨迹的绘图板或在链传动运动特性实验中的高速测量实验时用于拍摄链条运动轨迹的工业相机;当进行链传动运动特性实验中的低速测量实验时,绘图板上安装有纸张,链条上安装与链条同步运动并用于在纸张上绘制运动轨迹的笔;当进行链传动运动特性实验中的高速测量实验时,链条远离第一挡板的一侧还安装有光源及计算机,链条上安装有光学传感器,所述计算机与工业相机电性连接。

[0005] 优选的,安装在底座上用于改变V带张紧程度的第一张紧装置。

[0006] 优选的,第一张紧装置包括安装在底座上的第三安装架,需要调整时可沿第三安装架上的长度方向移动且在使用时又能锁紧在第三安装架上的第一滑块,可转动地安装在第一滑块上且直径小于小带轮的张紧轮;张紧轮安装在V带松边的内侧且张紧轮与小带轮之间的距离大于张紧轮与大带轮之间的距离。

[0007] 优选的,第三安装架沿长度方向开设有多个第一安装槽,第一滑块通过第二螺栓安装在第三安装架上,所述第二螺栓依次穿过第一滑块、第一安装槽并在螺母的配合下拧

紧在第一滑块上。

[0008] 优选的,第一挡板上安装有用于改变链条的张紧度的第二张紧装置,所述大链轮安装在第二张紧装置上。

[0009] 优选的,第二张紧装置包括第三螺栓以及通过第三螺栓安装在第一挡板上的第二滑块,第一挡板沿长度方向水平设置有第二安装槽,第三螺栓依次穿过第二安装槽和第二滑块从而在螺母的配合下将第二滑块固定在第一挡板上,

[0010] 优选的,链条上安装有卡子,卡子远离第一挡板的一侧设有用于安装笔的空心轴。

[0011] 优选的,所述底座1上安装有支撑座,绘图板可拆卸地安装在支撑座。

[0012] 优选的,所述绘图板设有供纸张插入的间隙、以及挡在间隙的进口处从而防止安装在间隙中的纸张脱出的第二挡板,绘图板的顶部设有供第二挡板插入的通孔。

[0013] 优选的,V带顶面上安装有在带传动测力实验中用于测量紧边拉力和松边拉力的弹性应力传感器

[0014] 本发明具有如下有益效果:

[0015] 1、本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置可用于测量链传动的运动特性,且具有设计科学、结构紧凑、操作方便、精度高、安全可靠等特点。

[0016] 2、本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置适合在工程实践或高等院校、职业院校实践教学中推广。

[0017] 3、本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置还可以进行带传动测力实验、带的弹性滑动及打滑实验。

[0018] 以上说明仅是本发明技术方案的概述,为了能更清楚了解本发明的技术手段,可依照说明书的内容予以实施,并且为使本发明的上述和其他目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举较佳实施例,并配合附图,详细说明如下。

附图说明

[0019] 图1为本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置低速测量时的俯视图。

[0020] 图2为本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置低速测量时的立体示意图。

[0021] 图3为本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置低速测量时的正视图。

[0022] 图4为本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置低速测量时的立体示意图(另一方向)。

[0023] 图5为本发明中链条与第一挡板的安装位置的半剖示意图。

[0024] 图6为本发明中链条与第一挡板的安装位置的示意图。

[0025] 图7为本发明中大链轮、小链轮与链条的安装示意图。

[0026] 图8为本发明中大链轮、小链轮与链条的安装示意图(另一方向)。

[0027] 图9为本发明中绘图板和支撑座的安装示意图。

[0028] 图10为本发明中第一张紧装置的结构示意图。

[0029] 图11为本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置高速测量时的示意图。

[0030] 图12为链传动多变形效应示意图。

[0031] 图13为链条铰链运动轨迹。

[0032] 图14为链传动的悬垂拉力。

[0033] 图15a为带传动不工作时,只受初拉力,两边拉力相同

[0034] 图15b为带传动工作中受力情况图。

[0035] 图16为带与带轮的受力分析图。

[0036] 图17为带传动的弹性打滑分析图。

[0037] 【附图标记】

[0038] 1-底座,2-第一安装架,201-第一轴承座,202-第二轴承座,3-第二安装架,301-第三轴承座,302-第四轴承座,4-第三安装架,401-第一安装槽,402-第二螺栓,5-电机,6-第一挡板,601-第二安装槽,602-第三螺栓,71-第一功率测试仪,72-第二功率测试仪,81-第一联轴器,82-第二联轴器,83-第三联轴器,84-第四联轴器,9-大带轮,901-第一转轴,10-小带轮,101-第二转轴,11-张紧轮,12-V带,1201-松边,13-大链轮,1301-第四转轴,14--小链轮,15-链条,1501-销轴,16-卡子,17-空心轴,18-笔,19-绘图板,1901-间隙,1902-第二挡板,20-支撑座,21-纸张,22-第一滑块,23-第三转轴,24-第二滑块,25-工业相机,26-光源,27-计算机。

具体实施方式

[0039] 为更进一步阐述本发明为达成预定目的所采用的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实例,对依据本发明提出的一种链传动及带传动运动特性实验装置其具体实施方式、结构、特征及其功效,详细说明如后。

[0040] 在本发明的描述中,需要说明的是,在本实施例中以设有支架的端部为前端,以设有加载装置的端部为后端,术语“上”、“下”、“左”、“右”等指示的方位或位置关系为基于附图的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或者暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因而不能理解为对本发明的限制。

[0041] 请参阅图1至图10,一种链传动及带传动运动特性实验装置,包括底座1、测速仪、电机5、第一安装架2、第二安装架3、第三安装架4、第一功率测试仪71、第二功率测试仪72、第一挡板6、支撑座20,电机5、第一安装架2、第二安装架3、第三安装架4、第一功率测试仪71、第二功率测试仪72、第一挡板6、支撑座20均安装在底座1上。

[0042] 请参阅图1至图4,第一安装架2上可转动地安装有大带轮9,第一安装架2包括相对设置底座1上的第一轴承座201、第二轴承座202,大带轮9的中心孔上安装有第一转轴901,第一转轴901的左端可转动地安装在第一轴承座201上、右端可转动地安装在第二轴承座202上;第一转轴901的右端穿出第二轴承座202并通过第二联轴器82与第一功率测试仪71扭力轴的一端相连接,第一功率测试仪71扭力轴的另一端通过第一联轴器81与电机5的输出轴相连接。

[0043] 请参阅图1、图2、图3、图4、图5及图10,第二安装架3上可转动地安装有小带轮10,第二安装架3包括相对设置在底座1上的第三轴承座301和第四轴承座302,小带轮10的中心孔上安装有第二转轴101,

[0044] 大带轮9与小带轮10的外圆周上安装有V带12,启动电机5时,电机5带动大带轮9转动,大带轮通过V带12带动小带轮10转动,V带12的一侧设有用于改变V带张紧程度的第一张

紧装置,请参阅图10,该第一张紧装置包括安装在底座1上的第三安装架4、通过第二螺栓402安装在第三安装架4上的第一滑块22、可转动地安装在第一滑块22上的张紧轮11,张紧轮11的直径小于小带轮10的直径;第三安装架4位于V带12的一侧,所述第三安装架4沿长度方向开设有多个第一安装槽401,第二螺栓402依次穿过第一滑块22、第一安装槽401并在螺母的配合下拧紧在第一滑块22上,当需要调整张紧轮11的位置时,拧松安装在第二螺栓402上的螺母,然后向上或向下移动第一滑块22,移动到位后,拧紧安装在第二螺栓402上的螺母即可;在本实施例中,张紧轮11安装在V带12松边1201的内侧,从而使V带12只受单向弯曲,且张紧轮11在安装时,还应尽量靠近大带轮9,以免减少带在小带轮上的包角。

[0045] 第二转轴101的右端可转动安装在第四轴承座302上、左端可转动地安装在第三轴承座301上;

[0046] 第二转轴101的左端穿出第三轴承座301并通过第三联轴器83与第二功率测试仪72扭力轴的一端相连接,第二功率测试仪72扭力轴的另一端通过第四联轴器84与支承在第一挡板6上的第三转轴23的一端相连接,所述第三转轴23穿过第一挡板6的另一端安装有小链轮14,所述第三转轴23通过滚动轴承支承在第一挡板6上,所述第一挡板6上还安装有第二张紧装置,请参阅图5、图6,第二张紧装置包括第三螺栓602以及通过第三螺栓602安装在第一挡板6上的第二滑块24,第一挡板6沿长度方向水平设置有第二安装槽601,第三螺栓602依次穿过第二安装槽601和第二滑块24从而在螺母的配合下将第二滑块24固定在第一挡板6上,第一挡板6上安装有大链轮13,大链轮13的中心孔处安装有第四转轴1301,第四转轴1301的通过滚动轴承支承在第二滑块24上;

[0047] 请参阅图5至图8,大链轮13和小链轮14的外圆周面上安装有链条15,链条15上安装有卡子16,卡子16内部的两侧均设有与链条15上的轴销配合使用的凹槽,卡子16卡在链条15上且不影响链条15的传动,所述卡子16远离第一挡板6的一侧设有用于安装笔18的空心轴17,笔18可随着链条15传动转动而转动。

[0048] 本发明的链传动的第二张紧装置在使用过程中需定期调整大链轮与小链轮之间的中心距从而改变链条的张紧度,调整时通过水平移动第二滑块24来调整大链轮与小链轮之间的中心距,从而避免链条的松边垂度过大时造成啮合不良或链条振动现象的出现,同时也增加链条与小链轮的包角。

[0049] 支撑座20上可拆卸地安装有绘图板19,绘图板19接近第一挡板6的一侧安装有纸张21,绘图板19平行于第一挡板6设置,安装在卡子16上的笔18的笔尖与纸张面接触。

[0050] 在本实施例中,支撑座20上安装有双轴心导轨,请参阅图9,绘图板19的底部设有与双轴心导轨配合适应的丝杠,绘图板19通过丝杠与双轴心导轨相连从而便于绘图板19安装及取出,且双轴心导轨具有节省成本、清洁环保、拆卸方便、使用安装灵活、维护容易且长期使用、特殊环境使用等优点,当然在本发明的其他实施例中,绘图板可通过凹凸配合的方式安装在支撑座20上,也可通过螺钉或其他方式可拆卸地安装在支撑座上。

[0051] 所述绘图板19设有供纸张插入的间隙1901、以及挡在间隙1901的进口处从而防止安装在间隙中的纸张21脱出的第二挡板1902,绘图板19的顶部设有供第二挡板1902插入的通孔,第二挡板1902插入在该通孔内从而在外力的作用下可上下移动,当需要安装或取出纸张时,第二挡板1902向上移动,将纸张从间隙1901处插入或取出即可,从而可满足实验装置循环使用的需要;由于间隙和第二挡板1902的限位作用,当笔尖在纸张上运动时纸张不

发生晃动,从而保证笔迹的稳定;当然在本发明的其他实施例中,纸张也可以通过胶带、图钉、粘胶或其他方式安装在第二挡板上。

[0052] 在本实施例中第一安装槽401和第二安装槽601均为腰型孔。

[0053] 本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置,大带轮9、小带轮10、大链轮13、小链轮14可根据需要进行更换。

[0054] 本发明中的电机5为变频电机。

[0055] 当进行链传动运动特性实验的低速测量时,首先将纸张21安装在绘图板上,并调整纸张21的位置和角度,选择合适大小的笔并将笔安装在链条上,调整好笔的角度,使笔在随着链条转动时能在纸张上得到清晰的运动轨迹。启动电机5,本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置开始运转,通过第一功率测试仪71测出起始功率(第一功率测试仪测得的是电机的输出功率,同时也是带传动的输入功率),电机转动的同时通过第一转轴901依次带动大带轮9和小带轮10转动,小带轮10转动的同时通过第三转轴23带动小链轮14转动,小链轮14通过链条15带动大链轮13转动,此时通过第二功率测试仪72测出此时的功率(第二功率测试仪72测得的功率为带传动的输出功率,同时也是链传动的输入功率),同时,笔在随着链条15转动的同时在纸张21上画出相应的运动轨迹,然后结合运动轨迹及测得的数据进行链传动的受力分析、计算,得出结果;数据处理基于机械观察法,观察法是指研究者根据一定的研究目的、研究提纲或观察表,用自己的感官和辅助工具去直接观察被研究对象,从而获得资料的一种方法。科学的观察具有目的性和计划性、系统性和可重复性。

[0056] 请参阅图11,当进行链传动运动特性实验的高速测量时,拆掉绘图板19、笔18及卡子16,然后在底座1上设有第一挡板的一侧安装上工业相机25、光源26及与工业相机25电性连接的计算机27,在链条15上安装上光学传感器,光学传感器安装在链条15其中任一销轴上,在本实施例中光学传感器采用磁吸式光学传感器;所述利用工业相机对光学传感器的运动轨迹进行拍摄并通过计算机对该运动轨迹进行处理分析的技术为现有技术,在此不再赘述。

[0057] 一、链传动运动特性实验

[0058] 1、实验过程:

[0059] (1) 实验前调整第一张紧装置和第二张紧装置,使链条和V带处于正常状态,观察各零件装配关系。

[0060] (2) 在支撑座20上安装好绘图板19,并在绘图板19安装上纸张21,在卡子16上安装好笔,调整笔尖的位置。

[0061] (3) 低速测量。

[0062] 启动电机5,在测速仪的配合使用下,将大链轮13的转速调整为20r/min,笔18随链节运动,在纸张21上画出运动轨迹1,分别记录第一功率测试仪71和第二功率测试仪显示的功率。调整电机5的转速,使大链轮13的转速为40r/min,笔随链节运动,在纸张21上画出运动轨迹2,分别记录第一功率测试仪71和第二功率测试仪显示的功率。由测得的实验数据计算出链传动的紧边拉力和松边拉力。

[0063] (4) 高速测量。

[0064] 拆掉绘图板19、笔18及卡子16,打开光源26,将工业相机的位置、角度、光圈等参数调整好,工业相机通过数据传输线与计算机相连,将光学传感器安装在链条的任一销轴

1501上,启动电机5,在测速仪的配合使用下,将大链轮13的转速调整为60r/min,启动工业相机25,拍摄光学传感器的运动图像,将运动图像传到计算机27,计算机通过对传感器上散斑点图像分析,得出链传动过程中销轴处的运动规律。

[0065] (5)实验结果与分析

[0066] 因为链条是由刚性链节通过销轴铰接而成,当链条绕在链轮上时,链条的链节与相应的轮齿啮合后,这一段链条将曲折成正多边形的一部分,请参阅图12,该正多边形的边长等于链条的节距 p ,边数等于链轮齿数 z ,链轮每转过一圈,链条走过 zp 长,所以链的平均速度(单位为m/s)为:

$$[0067] \quad V = \frac{z_1 n_1 p}{60 \times 1000} = \frac{z_2 n_2 p}{60 \times 1000} \quad \dots\dots (1-1)$$

[0068] 式中: z_1 、 z_2 ——主、从动链的齿数;

[0069] n_1 、 n_2 ——主、从动链的转速,r/min。

[0070] 链传动的平均传动比:

$$[0071] \quad i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad \dots\dots (1-2)$$

[0072] 因为链传动为啮合传动,链条和链轮之间没有相对滑动,所以平均链速和平均传动比都是常数。但是,仔细考察铰链链节随同链轮转动的过程就会发现,链传动的瞬时传动比和链速并非常数。

[0073] 下面来分析图12所示的链传动中,链条和链轮的速度是怎样发生变化的。

[0074] 在主动链轮上,铰链A正在牵引链条沿直线运动,绕在主动链轮上的其他铰链并不直接牵引链条,因此,链条的运动速度完全由铰链A的运动所决定。由图可见,铰链A随同主动链轮运动的线速度为 $v_1 = R_1 \omega_1$,方向垂直于 AO_1 ,与链条直线运动方向的夹角为 β 。因此,铰链A实际用于牵引链条运动的速度为

$$[0075] \quad v_x = v_1 \cos \beta = R_1 \omega_1 \cos \beta \quad \dots\dots (1-3)$$

[0076] 式中: R_1 为主动链轮的分度圆半径,m。

[0077] 因为 β 是变化的,所以即使主动链轮转速恒定,链条的运动速度也是变化的。当

$\beta = \pm \frac{\varphi_1}{2} = \pm \frac{180^\circ}{z_1}$ 时,链速最低;当 $\beta = 0$,链速最高。 φ_1 是主动链轮上一个链节所对的中心角。链速的变化呈周期性,链轮转过一个链节,对应链速变化的一个周期。链速变化的程度与主动链轮的转速 n_1 和齿数 z_1 有关。转速越高、齿数越少,则链速变化范围越大。

[0078] 在链速 v_x 变化的同时,铰链A还带动链条上下运动,其上下运动的链速也是随链节呈周期性变化的。其上下运动的链速为:

$$[0079] \quad v_{y_1} = v_1 \sin \beta = R_1 \omega_1 \sin \beta \quad \dots\dots (1-4)$$

[0080] 在主动链轮牵引链条变速运动的同时,从动链轮上也发生着类似的过程。从图中可见,从动链轮上的铰链C正在被直线链条拉动,并由此带动从动链轮以此转动。因为链速 v_x 的方向与铰链C的线速度方向之间的夹角为 γ ,所以铰链C沿圆周方向运动的线速度为:

$$[0081] \quad v_2 = R_2 \omega_2 = \frac{v_x}{\cos \gamma} \quad \dots\dots (1-5)$$

[0082] 式中, R_2 为从动链轮的分度圆半径, m。

[0083] 由此可知从动链轮的转速为:

$$[0084] \quad \omega_2 = \frac{v_2}{R_2 \cos \gamma} = \frac{R_1 \omega_1 \cos \beta}{R_2 \cos \gamma} \quad \dots\dots (1-6)$$

[0085] 在传动过程中, 因为 γ 在 $\pm \frac{180^\circ}{z_2}$ 内不断变化, 加上 β 也在变化, 所以即使 ω_1 为常数, ω_2 也是周期性变化的。

[0086] 从式(1-6)可得链传动的瞬时传动比 i 为:

$$[0087] \quad i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2 \cos \gamma}{R_1 \cos \beta} \quad \dots\dots (1-7)$$

[0088] 可见链传动的瞬时传动比是变化的, 链传动的传动比变化与链条绕在链轮上的多边形特征有关, 故将以上现象称为链传动的多边形效应。

[0089] 1) 链传动的动载荷

[0090] 链传动在工作过程中, 链速和从动链轮的转速都是变化的, 因而会引起变化的惯性力及相应的动载荷。

$$[0091] \quad \text{链速变化引起的惯性力为 } F_{d_1} = m a_c \quad \dots\dots (1-8)$$

[0092] 式中: m ——紧边链条的质量, kg;

[0093] a_c ——链条变速运动的加速度, m/s^2 。

[0094] 如果视主动链轮匀速转动, 则

$$[0095] \quad a_c = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt} (R_1 \omega_1 \cos \beta) = -R_1 \omega_1^2 \sin \beta$$

$$[0096] \quad \text{当 } \beta = \pm \frac{\varphi_1}{2} = \pm \frac{180^\circ}{z_1} \text{ 时,}$$

$$[0097] \quad (a_c)_{\max} = -R_1 \omega_1^2 \sin \left(\pm \frac{180^\circ}{z_1} \right) = \pm R_1 \omega_1^2 \sin \frac{180^\circ}{z_1} = \mp \frac{\omega_1^2 p}{2}$$

[0098] 从动链轮因角加速度引起的惯性力为

$$[0099] \quad F_{d_2} = \frac{J}{R_2} \frac{d\omega_2}{dt} \quad (1-9)$$

[0100] 式中: J ——从动系统转化到从动链轮轴上的转动惯量, $kg \cdot m^2$;

[0101] ω_2 ——从动链轮的角速度, rad/s。

[0102] 链轮的转速越高, 节距越大, 齿数越少, 则惯性力就越大, 相应的动载荷也就越大。同时, 链条沿垂直方向也在作变速运动, 也会产生一定的动载荷。

[0103] 此外, 链节和链轮啮合瞬间的相对速度, 也将引起冲击和振动。请参阅图13, 当链

节与链轮轮齿接触的瞬间,因链节的运动速度和链轮轮齿的运动速度在大小和方向上的差别,从而产生冲击和附加的动载荷。显然,节距越大,链轮的转速越高,则冲击越严重。

[0104] 2)链传动的受力分析

[0105] 链条张紧的目的主要是使松边不致过松,以免出现链条的不正常啮合、跳齿或脱链。因为链传动为啮合传动,所以与带传动相比,链传动所需的张紧力要小得多。

[0106] 链条在工作时,存在紧边拉力和松边拉力。如果不计传动中的动载荷,则紧边拉力和松边拉力分别为:

$$[0107] \quad F_1 = F_e + F_c + F_f \dots \dots (1-10)$$

$$[0108] \quad F_2 = F_c + F_f \dots \dots (1-11)$$

[0109] 式中: F_e ——有效圆周力,N;

[0110] F_c ——离心力引起的拉力,N;

[0111] F_f ——悬垂拉力,N。

$$[0112] \quad \text{有效圆周力为 } F_e = 1000 \frac{P}{v} \dots \dots (1-12)$$

[0113] 式中:p——传递的功率,kw

[0114] v——链速,m/s。

$$[0115] \quad \text{离心力引起的拉力为 } F_c = qv^2 \dots \dots (1-13)$$

[0116] 式中:q为链条单位长度的质量,kg/m。

$$[0117] \quad \text{悬垂拉力 } F_f \text{ 为 } F_f = \max(F'_f, F''_f) \quad (9-13)$$

$$[0118] \quad \text{其中: } F'_f = K_f q a \times 10^2, F''_f = (k_f + \sin \alpha) q a \times 10^2$$

[0119] 式中:a——链传动的中心距,mm;

[0120] K_f ——垂度系数,如图14所示,图14中f为下垂度, α 为中心线与水平面夹角。

[0121] 3)链传动运动特性实验分析:

[0122] 链是由刚性链节通过销轴铰接而成,滚子、套筒、销轴之间为间隙配合,可以相对转动;在链节两端,销轴和外链板、套筒和内链板为过盈配合,无相对运动。

[0123] 链传动的瞬时传动比是变化的,变化与链轮上的多边形特征有关,这种现象称为链传动的多边形效应。

[0124] 链轮的转速越高,链轮齿数越少,则惯性力就越大,相应的动载荷也就越大。

[0125] 链条的铰链在和链轮啮合时,铰链处水平运动速度变化呈周期性,链轮转过一个链节,对应链速变化的一个周期。水平链速变化的程度与主动链轮的转速和齿数有关。转速越高、齿数越少,则链速变化范围越大。同时,铰链还带动链条上下运动,其上下运动的链速也随链节呈周期性变化。

[0126] 本发明的一种链传动及带传动运动特性实验装置,还可用于测量链传动的松边拉力、紧边拉力及带传动的受力分析实验,此外,还可用于对带的弹性滑动和打滑现象的实验中。

[0127] 二、链传动的松边拉力、紧边拉力的实验

[0128] 拆去链条任一链接上的两个外链板,使链条断开,在链条断开处安装上拉力传感器(拉力传感器选用TDE1型拉力传感器),使该拉力传感器的两个安装孔的中心距与该链条的链接的宽度一致,从而使该拉力传感器代替此链接上的外链板,通过该拉力传感器将断

开的链条重新连接上,链条运动时,通过拉力传感器可测得链条的松边拉力和紧边拉力;

[0129] 根据第二功率测试仪、测速仪的测量值,计算出链传动时的松边拉力和紧边拉力,然后将该计算值与通过拉力传感器测得的松边拉力和紧边拉力进行对比,分析产生误差的原因。

[0130] 三、带传动测力实验

[0131] 1、实验方法

[0132] 将一弹性应力传感器粘贴在V带顶面任一点,记该点为A点,找出A点关于两个带轮中心连线的对称点,记为B点,将另一弹性应力传感器粘贴在B点的顶平面。运动时,A点和B点轮流处在松边和紧边,传感器可测量出松边和紧边的拉力。

[0133] 根据第一功率测试仪、测速仪的测量值和初拉力 F_0 ,计算出带传动时的松边拉力和紧边拉力,然后将该计算值与通过拉力传感器测得的松边拉力和紧边拉力进行对比,分析产生误差的原因。

[0134] (1)带传动的受力分析

[0135] 带传动工作前,传动带以一定的初拉力 F_0 (如图15)张紧在带轮上。

[0136] 带传动工作时,因带和带轮间的静摩擦力作用使带一边拉紧,一边放松。紧边拉力为 F_1 ,松边拉力为 F_2 。如果近似认为带的总长度保持不变,并且假设带为线弹性体,则带紧边拉力的增加量应等于松边拉力的减少量,即

$$[0137] \quad F_1 - F_0 = F_0 - F_2 \dots \dots (2-1)$$

$$[0138] \quad \text{或者 } F_1 + F_2 = 2F_0 \dots \dots (2-2)$$

[0139] 如果取与主动小带轮接触的传动带为分离体如图16,则传动带上诸力对带轮中心的力矩平衡条件为:

$$[0140] \quad F_f \frac{d_{d1}}{2} = F_1 \frac{d_{d1}}{2} - F_2 \frac{d_{d1}}{2}$$

[0141] 由此可得:

$$[0142] \quad F_f = F_1 - F_2$$

[0143] 式中 F_f -传动带工作面上的总摩擦力;

[0144] d_{d1} ——小带轮的基准直径。

[0145] 传动的有效拉力 F_e 等于传动带工作表面上的总摩擦力 F_f ,于是

$$[0146] \quad F_e = F_f = F_1 - F_2 \dots \dots (2-3)$$

[0147] 在初拉力 F_0 、紧边拉力 F_1 、松边拉力 F_2 和有效拉力 F_e 这4个力中,只有两个是独立的。因此,由式(2-1)、(2-2)和式(2-3)可得:

$$[0148] \quad F_1 = F_0 + \frac{F_e}{2} \dots \dots (2-4)$$

$$[0149] \quad F_2 = F_0 \dots \dots (2-5)$$

[0150] 有效拉力 F_e 与带传动所传递的功率P的关系为:

$$[0151] \quad P = F_e v / 1000 \dots \dots (2-6)$$

[0152] 式中,功率P的单位为kW,有效拉力 F_e 的单位为N,传动带的速度v的单位为m/s。由

式(8-4)可知,在带速一定的条件下,带传动所能传递的功率P取决于带传动中的有效拉力 F_e ,即带和带轮之间的总摩擦力 F_f ,显然,当其他条件不变且由弹性应力传感器测得的初拉力 F_0 一定时,摩擦力 F_f 有一极限值(临界值),这个极限值就限制着带传动的传动能力。

[0153] (2)带传动的最大有效拉力及其影响因素的分析

[0154] 带传动中,当V带有打滑趋势时,摩擦力达到极限值,亦即带传动的有效拉力达到最大值。这时,根据理论推导,带的紧边拉力 F_1 和松边拉力 F_2 的关系可用柔韧体摩擦的欧拉公式表示,即

$$[0155] \quad F_1 = F_2 e^{f\alpha} \dots\dots (2-7)$$

[0156] 式中:e——自然对数的底;

[0157] f——摩擦系数(对于V带,用当量摩擦系数 f_v 代替摩擦系数f)

[0158] α ——带在带轮上的包角,rad。

[0159] 小带轮与大带轮的包角分别为 α_1 和 α_2 ,由下式确定:

$$[0160] \quad \alpha_1 \approx 180^\circ - (d_{d2} - d_{d1}) \frac{57.3^\circ}{a} \dots\dots (2-8)$$

$$[0161] \quad \alpha_2 \approx 180^\circ + (d_{d2} - d_{d1}) \frac{57.3^\circ}{a} \dots\dots (2-9)$$

[0162] 式中: α_1 和 α_2 的单位为 $^\circ$, d_{d1} 和 d_{d2} 分别为小带轮和大带轮基准直径(mm),a为带轮中心距(mm)。对于V带轮来说,基准直径就是带轮槽宽尺寸等于带的节宽处的直径。

[0163] 由式(2-7)与(2-3)、(2-4)、(2-5)可得出以下关系式,其中用 F_{ec} 表示最大(临界)有效拉力, F_1 和 F_2 也表示其临界值

$$[0164] \quad F_1 = F_{ec} \frac{e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1} \dots\dots (2-10)$$

$$[0165] \quad F_2 = F_{ec} \frac{1}{e^{f\alpha} - 1} \dots\dots (2-11)$$

$$[0166] \quad F_{ec} = 2F_0 \frac{e^{f\alpha} - 1}{e^{f\alpha} + 1} = 2F_0 \frac{1 - 1/e^{f\alpha}}{1 + 1/e^{f\alpha}} \dots\dots (2-12)$$

[0167] 式中的包角 α 应取 α_1 和 α_2 中的较小者。

[0168] 由式(2-10)、(2-11)、(2-12)可知,最大有效拉力 F_{ec} 与下列因素有关:

[0169] 初拉力 F_0 。最大有效拉力 F_{ec} 与 F_0 成正比, F_0 越大,带与带轮间的正压力越大,则传动时的摩擦力就越大,最大有效拉力 F_{ec} 也就越大。但 F_0 过大时,将使带的磨损加剧,以至过快松弛,缩短带的工作寿命。如 F_0 过小,则带的工作能力得不到充分发挥,运转时容易发生跳动和打滑。

[0170] 四、带的弹性滑动及打滑实验

[0171] 调松带传动的张紧轮,使带传动张紧力变小,观察打滑现象。带传动即将打滑时,

紧边拉力会出现突然变小现象,说明带传动处于临界打滑状态,测出紧边拉力和松边拉力值,并分析一下紧边拉力和松边拉力之间是否符合欧拉方程。

[0172] 传动带在受到拉力作用时会发生弹性变形。在小带轮上,V带的拉力从紧边拉力 F_1 逐渐降低到松边拉力 F_2 ,V带的弹性变形量逐渐减少,因此V带相对于小带轮向后退缩,使得V带的速度低于小带轮的线速度 v_1 ;在大带轮上,V带的拉力从松边拉力 F_2 逐渐上升为紧边拉力 F_1 ,V带的弹性变形量逐渐增加,V带相对于大带轮向前伸长,使得带的速度高于大带轮的线速度 v_2 。这种由于V带的弹性变形而引起的带与带轮间的微量滑动,称为带传动的弹性滑动。

[0173] 因为带传动总有紧边和松边,所以弹性滑动也总是存在的,是无法避免的。V带在开始绕上小带轮时,V带的速度等于小带轮的线速度;V带在绕出小带轮时,V带的速度低于小带轮的线速度。在大带轮上发生着类似的过程。V带在开始绕上大带轮时,带的速度等于大带轮的线速度;带在绕出大带轮时,带的速度高于大带轮的线速度。带经过上述循环,带速没有发生变化但是大带轮的线速度 v_2 却因此而小于小带轮的线速度 v_1 。带轮线速度的相对变化量可以用滑动率 ε 来评价:

$$[0174] \quad \varepsilon = \frac{v_1 - v_2}{v_1} \times 100\% \quad \dots\dots (2-19)$$

[0175] 或

$$[0176] \quad v_2 = (1 - \varepsilon) v_1 \dots\dots (2-20)$$

$$[0177] \quad v_1 = \frac{\pi d_{d1} n_1}{60 \times 1000} \quad \dots\dots (2-21)$$

$$[0178] \quad v_2 = \frac{\pi d_{d2} n_2}{60 \times 1000} \quad \dots\dots (2-22)$$

[0179] 式中, n_1 、 n_2 分别为主动轮和从动轮的转速,r/min。

[0180] 将式(2-20)、(2-21)、(2-12)代入式(2-19),可得

$$[0181] \quad d_{d2} n_2 = (1 - \varepsilon) d_{d1} n_1 \quad \dots\dots (2-23)$$

[0182] 因而带传动的平均传动比为:

$$[0183] \quad i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{d2}}{(1 - \varepsilon) d_{d1}} \quad \dots\dots (2-24)$$

[0184] 在一般的带传动中,因滑动率不大 $\varepsilon \approx 1\% \sim 2\%$,故可以不予考虑,而取传动比为:

$$[0185] \quad i = \frac{n_1}{n_2} \approx \frac{d_{d2}}{d_{d1}} \quad \dots\dots (2-25)$$

[0186] 分析:在带传动正常工作时,V带的弹性滑动只发生在V带离开主、从动轮之前的那一段接触弧上,例如 $C_1 B_1$ 和 $C_2 B_2$ 如图17,这一段弧称为滑动弧,所对的中心角为滑动角;而把没有发生弹性滑动的接触弧,例如 $A_1 C_1$ 和 $A_2 C_2$,称为静止弧,所对的中心角为静止角。在带传

动的速度不变的条件下,随着带传动所传递的功率逐渐增加,V带和带轮间的总摩擦力也随之增加,弹性滑动所发生的弧段的长度也相应扩大。当总摩擦力增加到临界值时,弹性滑动的区域也就扩大到了整个接触弧(相当于点 C_1 移动到与点 A_1 重合时)。此时如果再增加带传动的功率,则带与带轮间就会发生显著的相对滑动,即整体打滑。打滑会加剧带的磨损,降低从动带轮的转速,甚至使传动失效,故应极力避免。

[0187] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明做任何形式上的限制,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围内。

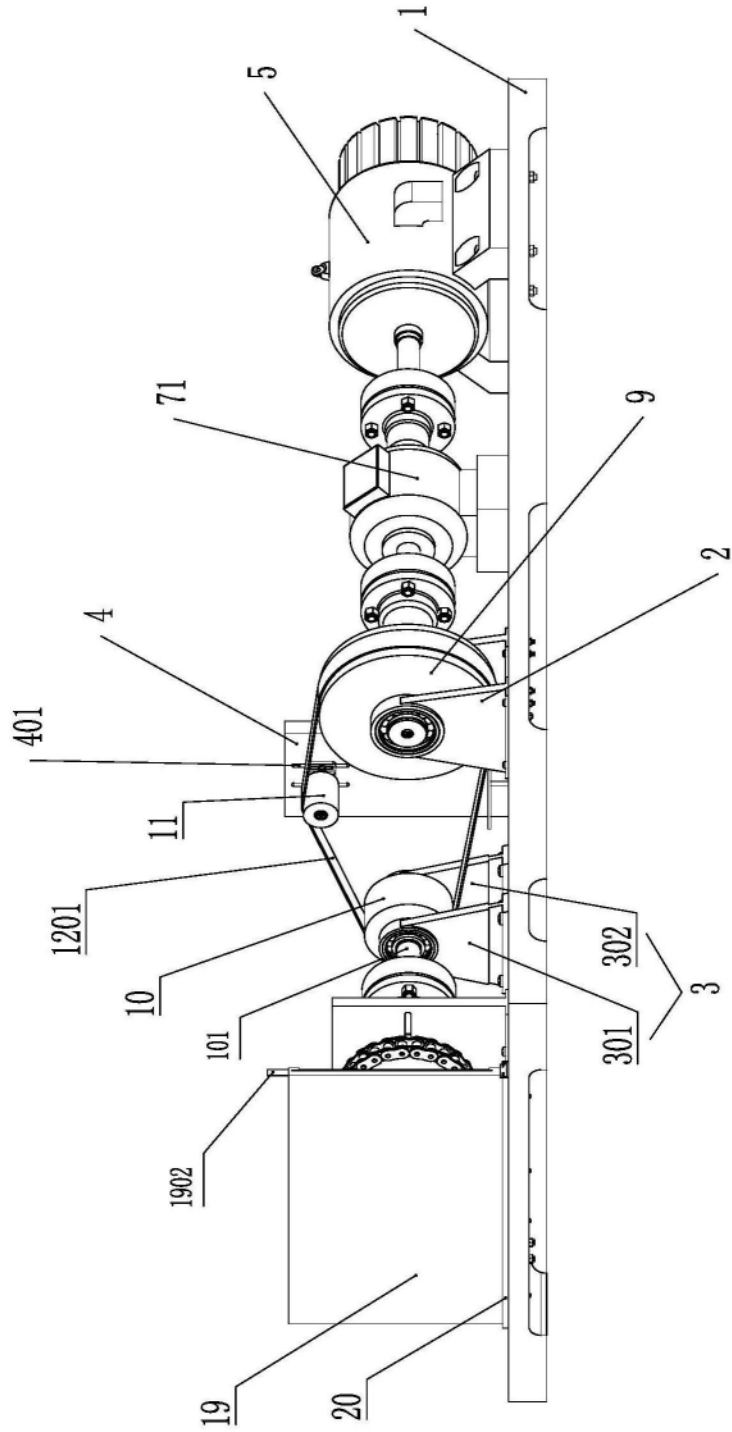


图2

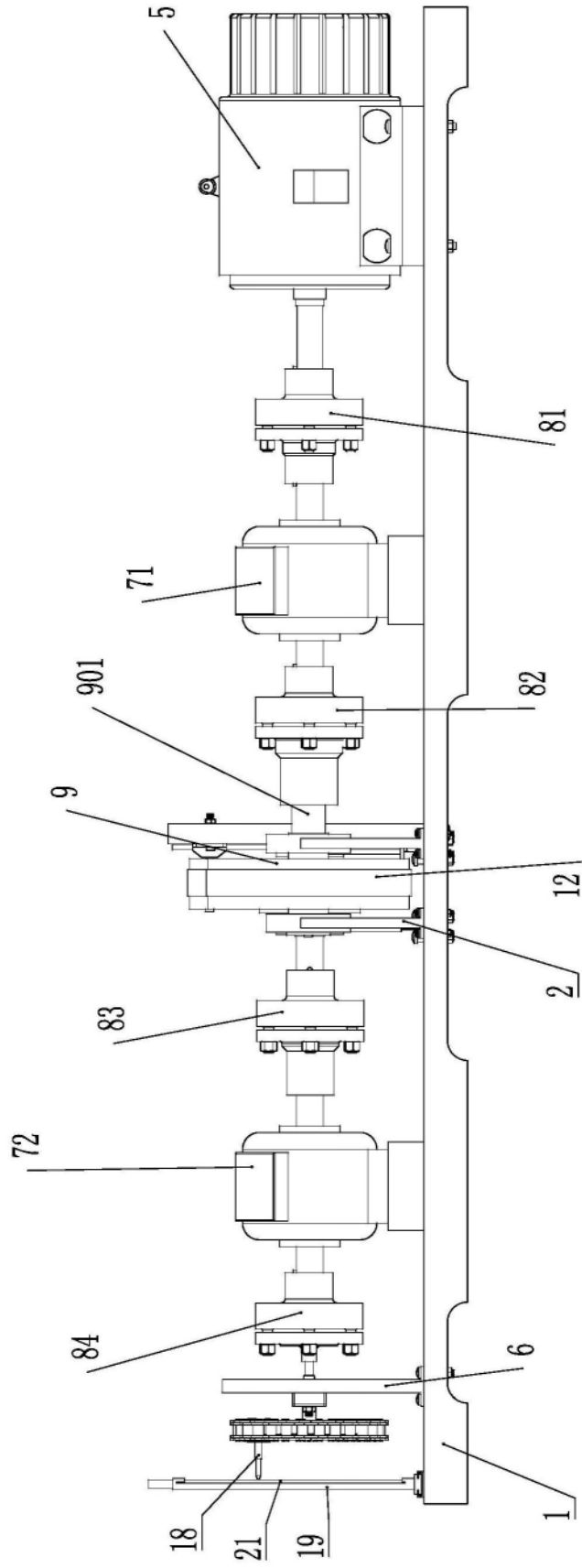


图3

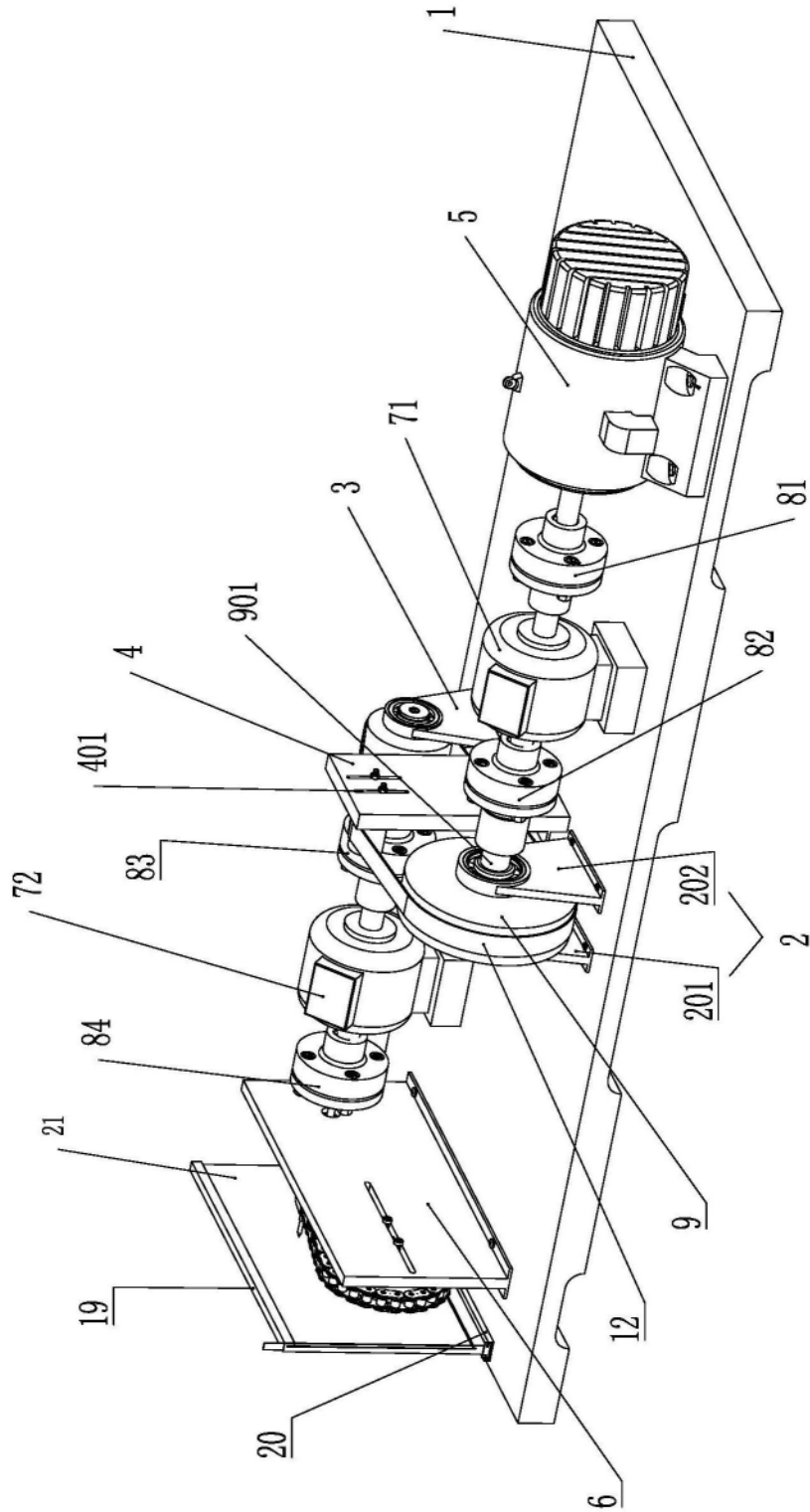


图4

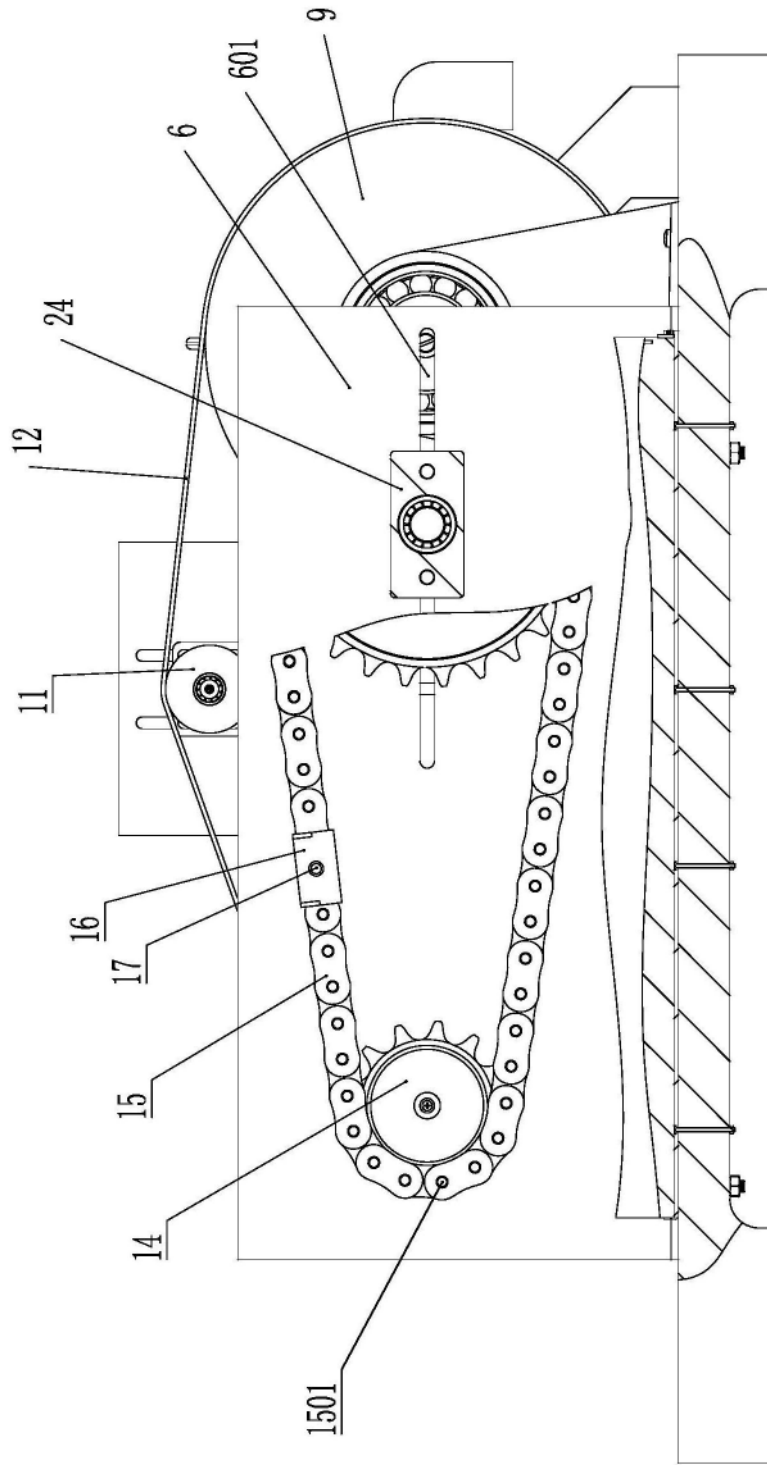


图5

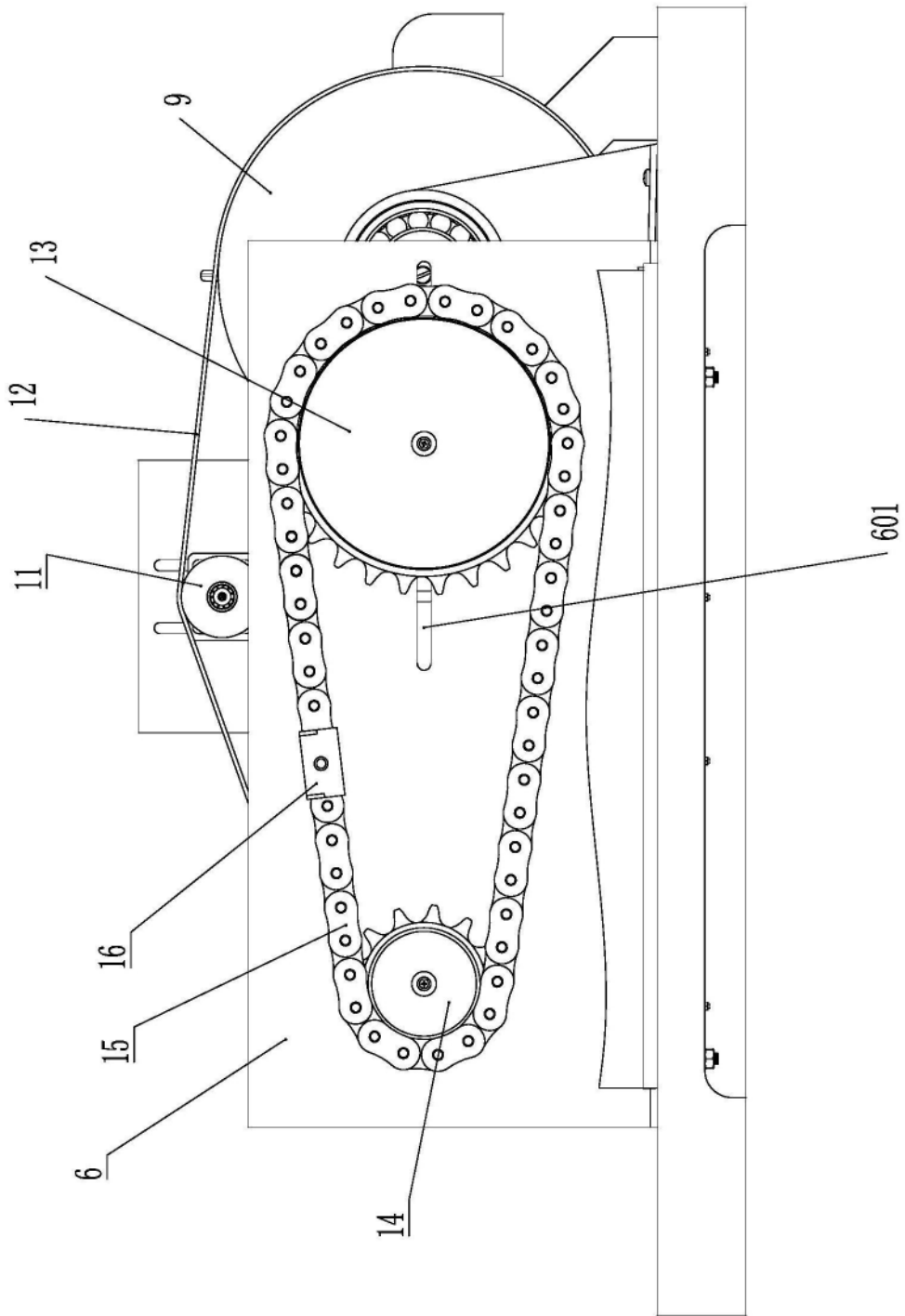


图6

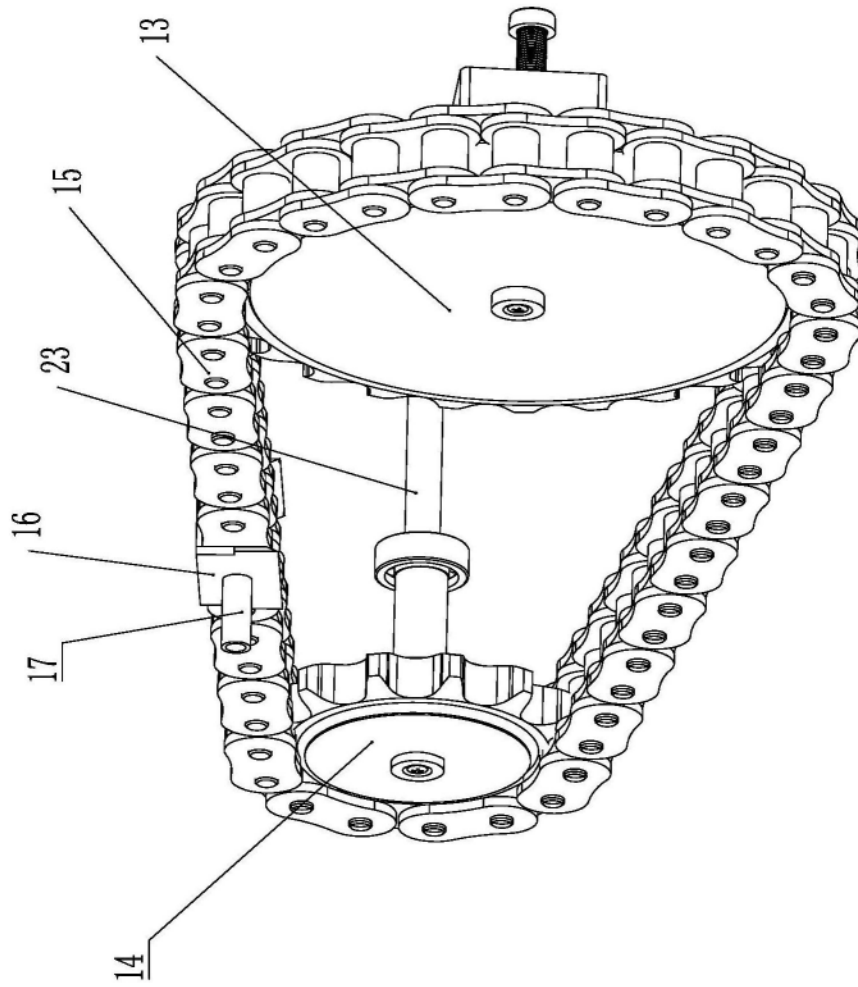


图7

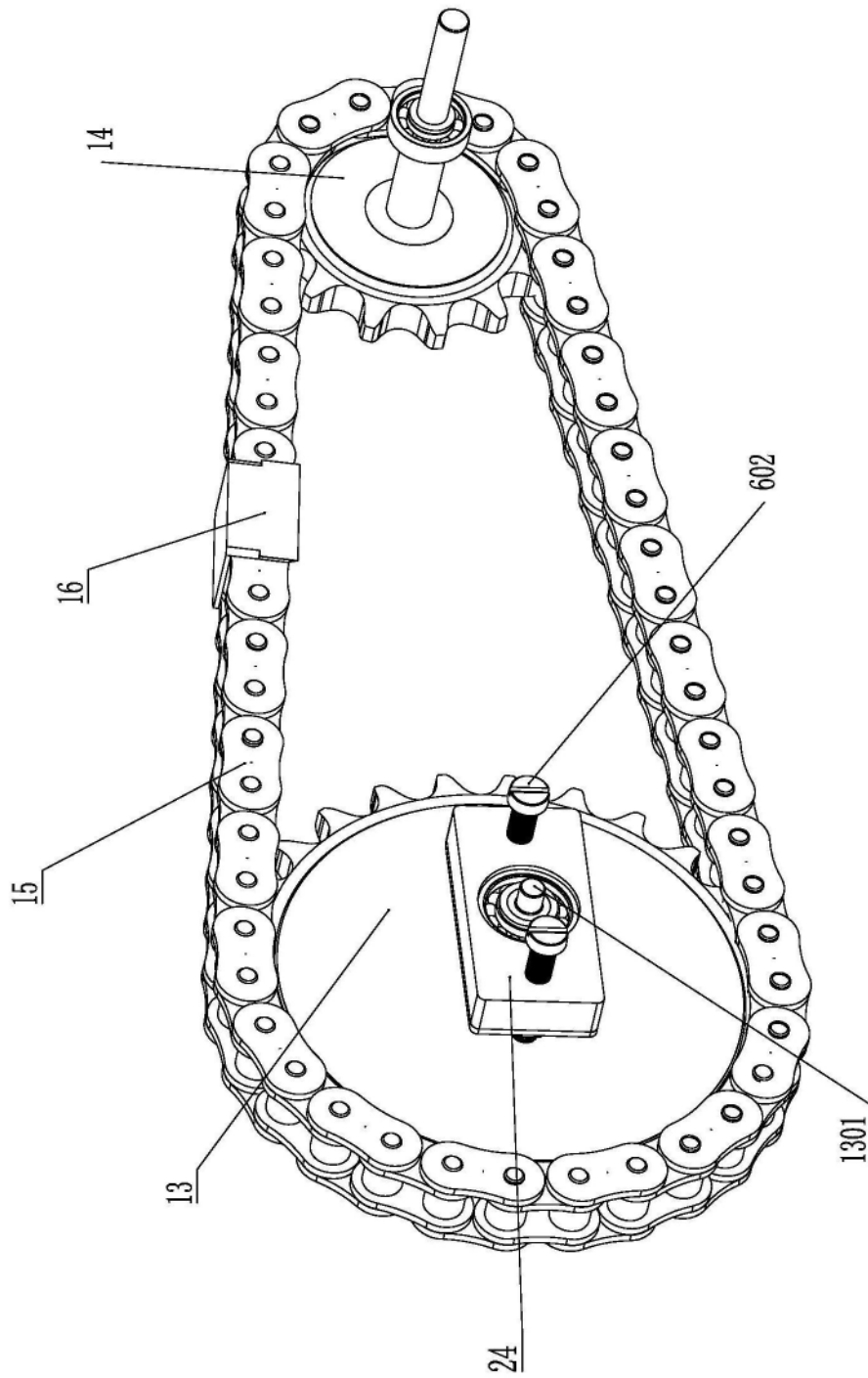


图8

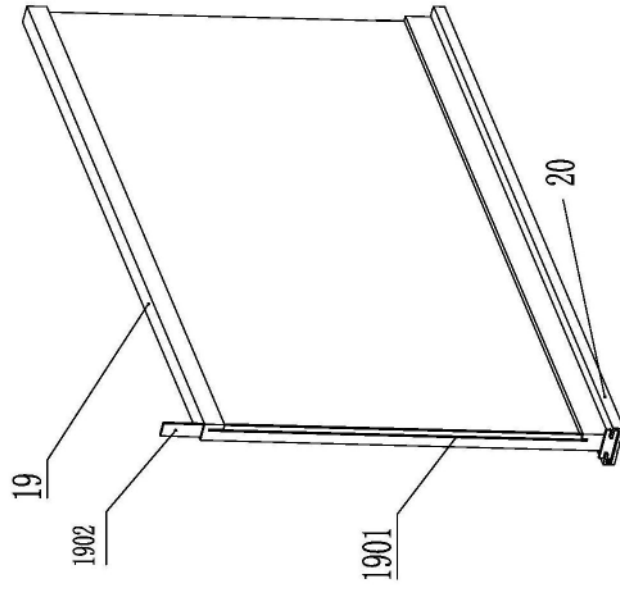


图9

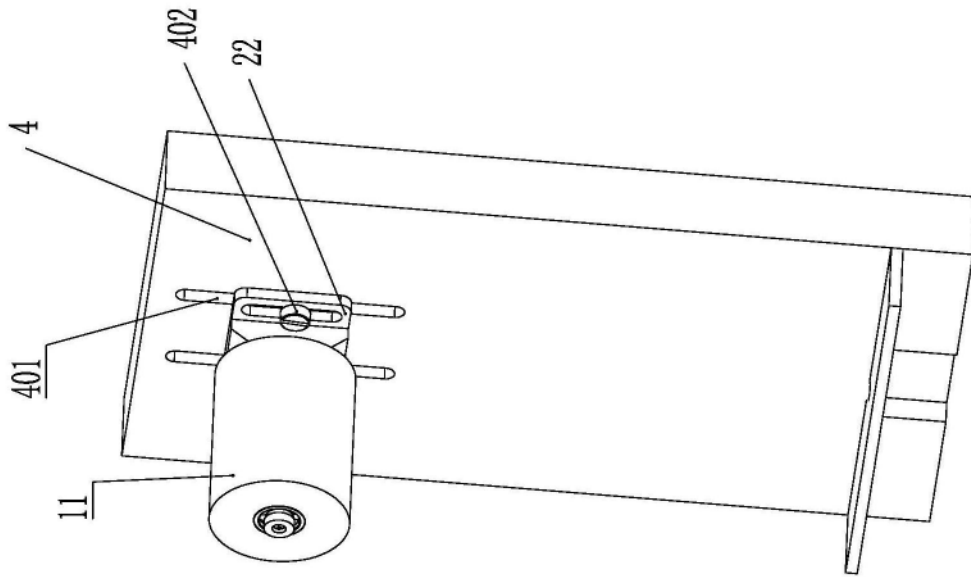


图10

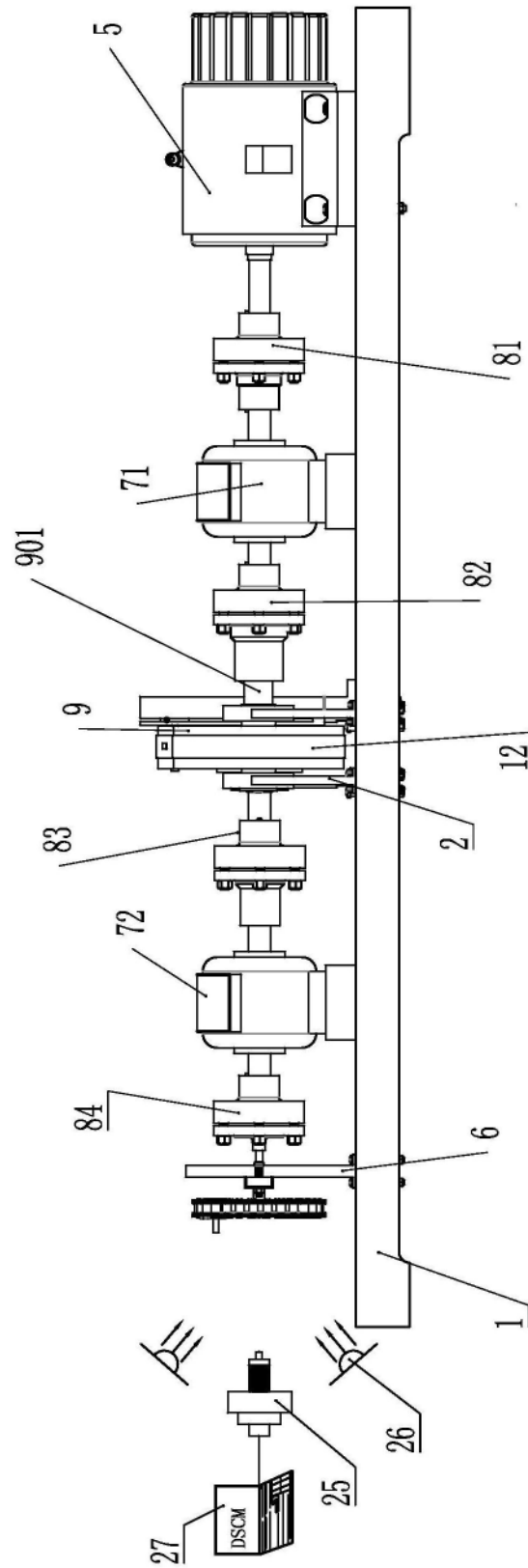


图11

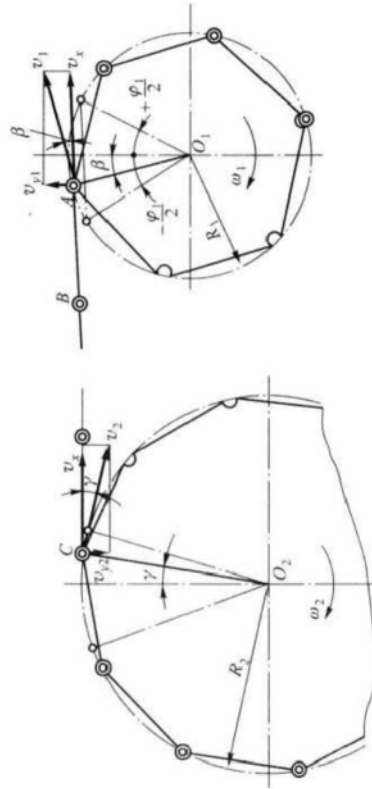


图12

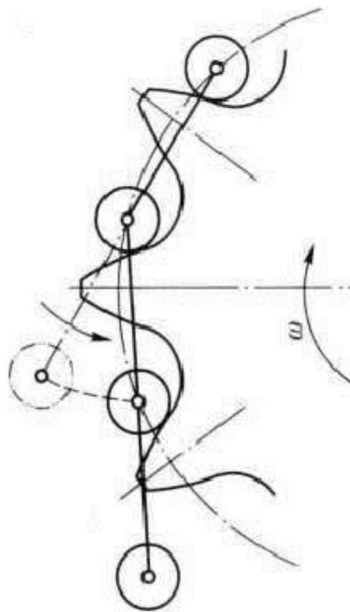


图13

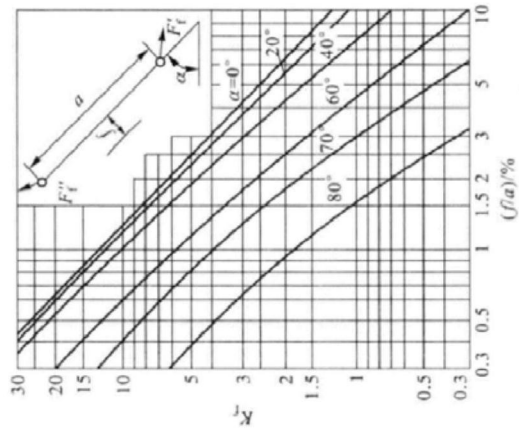


图14

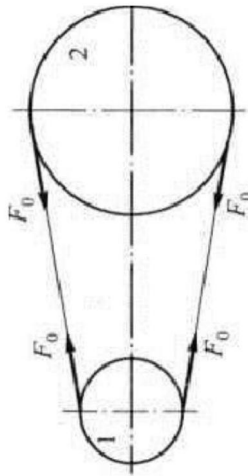


图15a

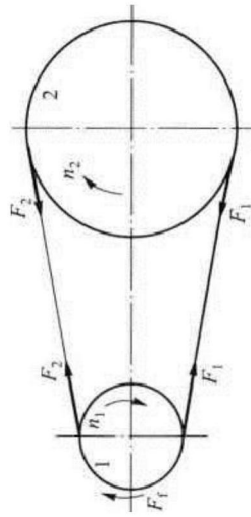


图15b

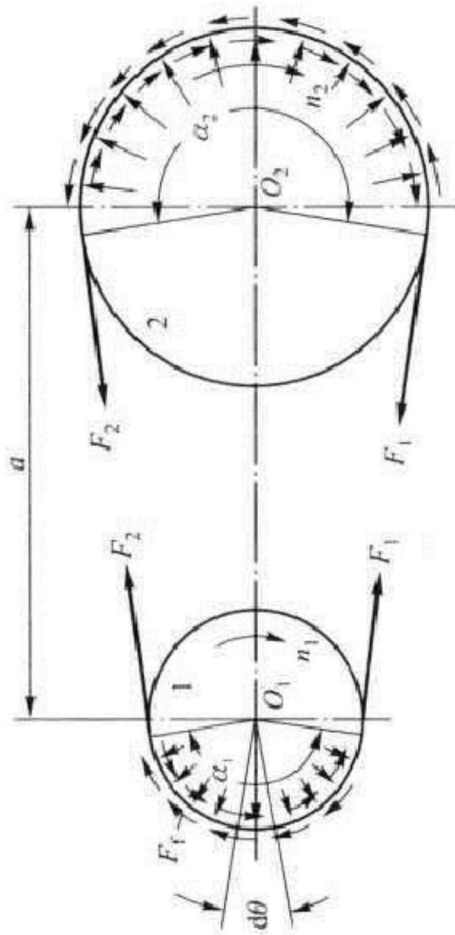


图16

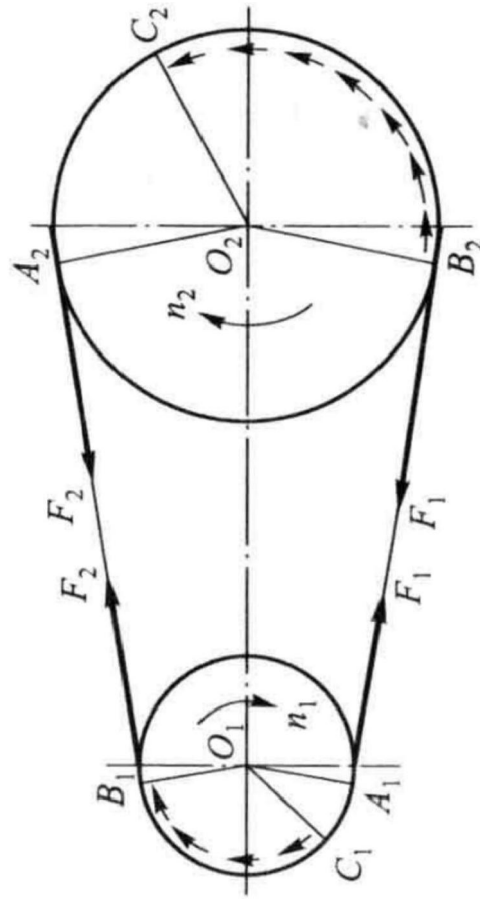


图17