



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111141631 B

(45) 授权公告日 2021.06.04

(21) 申请号 202010020984.5

(22) 申请日 2020.01.09

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111141631 A

(43) 申请公布日 2020.05.12

(73) 专利权人 东华大学

地址 201600 上海市松江区人民北路2999号

(72) 发明人 张锐 张明宇 韩一鸣 王静

(74) 专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司
31001

代理人 徐俊

(51) Int.Cl.

G01N 3/56 (2006.01)

G01N 3/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105510033 A, 2016.04.20

CN 103868812 A, 2014.06.18

CN 107402098 A, 2017.11.28

CN 109187188 A, 2019.01.11

CN 104155102 A, 2014.11.19

JP 2004301671 A, 2004.10.28

王珊珊. 脂润滑弹流膜厚的实验研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程技术 II 辑》.2019, (第1期),

Yiming Han 等. Oil film variation and surface damage in the process of reciprocation-oscillation transformation.《Tribology International》.2019, 第140卷

审查员 杨桐

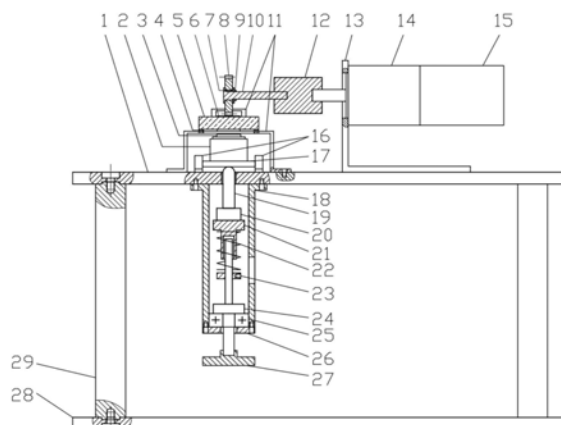
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种有限长接触润滑磨损一体实验机

(57) 摘要

本发明提供了一种有限长接触润滑磨损一体实验机,具体为一种可以使滚子与玻璃块或钢块在一定载荷下形成长/短有限长接触,通过电机间接驱动玻璃块或钢块以一定规律作往复直线运动并使用速度传感器实时反馈玻璃块或钢块运动速度,可以实时观测、储存滚子与玻璃块所形成的弹性流体动力润滑油膜的形状和厚度,或可以研究滚子与钢块间磨损的长/短有限长接触润滑磨损一体机。本发明结构简单、实用性强且工作可靠,为研究一定载荷下长/短有限长接触的润滑或磨损问题提供了可靠的试验装置。



1. 一种有限长接触润滑磨损一体实验机, 其特征在于: 包括框架、用于装夹滚子 (3) 的夹具一 (2)、用于装夹玻璃块 (5) 或金属块的夹具二 (6), 所述夹具一 (2) 和夹具二 (6) 设在框架上, 框架下方设有用于对夹具一 (2) 施加载荷的加载装置, 框架上设有用于驱动夹具二 (6) 做往复直线运动的驱动装置, 滚子 (3) 和运动的玻璃块 (5) 或金属块之间形成长/短有限长接触区, 接触区上方设有用于获取接触区润滑油膜图像的光学采集系统, 所述光学采集系统连接计算机;

所述夹具二 (6) 通过滑轨装置设在框架上, 夹具二 (6) 的两端设在滑轨装置上并由驱动装置带动沿滑轨装置进行往复运动, 夹具二 (6) 的中间设有用于装夹玻璃块 (5) 或金属块的框形结构, 夹具二 (6) 上设有用于和齿轮相配合的齿条以及用于检测夹具二 (6) 运动速度的速度传感器 (30);

所述滑轨装置包括设在上台面 (1) 上的前滑轨支架 (31) 和后滑轨支架 (11), 所述前滑轨支架 (31) 包括与上台面 (1) 连接的支架一和设在支架一上的凹槽, 凹槽内设有滚轮一, 后滑轨支架 (11) 包括设在上台面 (1) 上的支架二和设在支架二上的通孔, 通孔内设有滚轮二, 所述夹具二 (6) 的一端设在凹槽上, 另一端穿过通孔设于后滑轨支架 (11) 上。

2. 如权利要求1所述的一种有限长接触润滑磨损一体实验机, 其特征在于: 所述驱动装置包括电机 (15) 和齿轮传动结构, 电机 (15) 通过齿轮传动结构驱动夹具二 (6) 从而驱动玻璃块 (5) 或金属块往复直线运动。

3. 如权利要求2所述的一种有限长接触润滑磨损一体实验机, 其特征在于: 所述齿轮传动结构包括减速器 (14)、联轴器 (12)、齿轮连杆 (10) 和齿轮, 电机 (15) 转轴连接减速器 (14) 的输入轴, 减速器 (14) 的输出轴通过联轴器 (12) 和齿轮连杆 (10) 连接齿轮。

4. 如权利要求1所述的一种有限长接触润滑磨损一体实验机, 其特征在于: 所述夹具一 (2) 包括凹形结构的夹具外壳、夹具外壳内并排设有两组轴承, 轴承通过贯穿于夹具外壳的轴承轴与夹具外壳连接, 滚子 (3) 设于两组轴承形成的间隙上, 夹具一 (2) 设于加载装置上。

5. 如权利要求1所述的一种有限长接触润滑磨损一体实验机, 其特征在于: 所述加载装置包括设在上台面 (1) 上的加载托板 (17)、与上台面 (1) 下表面连接的加载套筒 (18)、用于向加载托板 (17) 施加载荷的顶针 (19)、用于向顶针 (19) 施加载荷的加载杆 (24)、用于驱动加载杆 (24) 的加载手轮 (27), 所述夹具一 (2) 设在加载托板 (17) 上, 所述顶针 (19) 通过筒芯 (21) 与加载杆 (24) 连接, 筒芯 (21) 设于加载套筒 (18) 内, 筒芯 (21) 一端连接顶针 (19), 另一端设有用于连接加载杆 (24) 一端的管, 管上套有弹簧 (22), 加载杆 (24) 的另一端连接加载手轮 (27), 加载杆 (24) 上设有用于使得弹簧 (22) 处于压缩状态的加载盘 (23), 加载杆 (24) 和套筒之间设有用于防止加载杆 (24) 从加载套筒 (18) 内滑落的限位结构。

6. 如权利要求5所述的一种有限长接触润滑磨损一体实验机, 其特征在于: 所述限位结构包括设在加载套筒 (18) 底端的加载筒端盖 (26), 加载杆 (24) 和加载筒端盖 (26) 之间设有调心球轴承 (25), 加载杆 (24) 穿过调心球轴承 (25) 和加载筒端盖 (26) 与加载手轮 (27) 连接; 所述顶针 (19) 和筒芯 (21) 之间设有用于实时测量顶针 (19) 受力大小的压力传感器 (20); 所述加载盘 (23) 和加载杆 (24) 通过紧固件连接, 套筒侧壁上设有用于调整加载盘 (23) 位置的开口。

7. 如权利要求1所述的一种有限长接触润滑磨损一体实验机, 其特征在于: 所述框架包括上台面 (1)、下台面 (28) 和支柱 (29), 上台面 (1) 和下台面 (28) 之间通过支柱 (29) 支撑。

8. 如权利要求7所述的一种有限长接触润滑磨损一体实验机,其特征在于:所述上台面(1)上设有两个轴承座(16),轴承座(16)内设有深沟球轴承,深沟球轴承的内圈通过轴承连杆连接,加载托板(17)与轴承连杆连接。

一种有限长接触润滑磨损一体实验机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种有限长接触润滑磨损一体实验机,尤其是一种研究长/短有限长接触问题的光学弹性流体动力润滑磨损一体实验机。

背景技术

[0002] 工业实际中,许多做相对运动的机械零件间会形成不同接触长度的有限长接触弹性流体动力润滑工况。现有的光学弹性流体动力润滑试验台中,只能够研究点接触或面接触等形式的弹性流体动力润滑问题,无法模拟工业实际中长/短有限长接触的工况,以及测量该工况下弹性流体动力润滑油膜的形状和厚度。在现有的点接触或面接触试验台中,一般是驱动玻璃圆盘旋转;若使用这种方式进行长/短有限长接触的试验,会导致滚子轴线方向上不同位置的线速度不同,不能有效、准确地模拟长/短有限长接触问题。换言之,目前尚无研究长/短有限长接触相关的光学润滑问题的试验机。

[0003] 因此,寻求设计一种研究长/短有限长接触润滑磨损一体化的试验机,以便能够更好地模拟实际工况,研究长/短有限长接触弹性流体动力润滑问题或磨损问题,测量该工况下油膜的形状与厚度,或测量该工况下试件的磨损状况。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是:现有技术不能有效准确地模拟光学弹性流体动力领域长/短有限长接触的实际工况,不能进行润滑磨损实验的问题。

[0005] 为了解决上述问题,本发明的技术方案是提供了一种有限长接触润滑磨损一体实验机,其特征在于:包括框架、用于装夹滚子的夹具一、用于装夹玻璃块或金属块的夹具二,所述夹具一和夹具二设在框架上,框架下方设有用于对夹具一施加载荷的加载装置,框架上设有用于驱动夹具二做往复直线运动的驱动装置,滚子和运动的玻璃块或金属块之间形成长/短有限长接触区,接触区上方设有用于获取接触区润滑油膜图像的光学采集系统,所述光学采集系统连接计算机。

[0006] 优选地,所述驱动装置包括电机和齿轮传动结构,电机通过齿轮传动结构驱动夹具二从而驱动玻璃块或金属块往复直线运动。

[0007] 优选地,所述齿轮传动机构包括减速器、联轴器、齿轮连杆和齿轮,电机转轴连接减速器的输入轴,减速器的输出轴通过联轴器和齿轮连杆连接齿轮。

[0008] 优选地,所述夹具一包括凹形结构的夹具外壳、夹具外壳内并排设有两组轴承,轴承通过贯穿于夹具外壳的轴承轴与夹具外壳连接,滚子设于两组轴承形成的间隙上,夹具一设于加载装置上。

[0009] 优选地,所述夹具二通过滑轨装置设在框架上,夹具二的两端设在滑轨装置上并由驱动装置带动沿滑轨装置进行往复运动,夹具二的中间设有用于装夹玻璃块或金属块的框形结构,夹具二上设有用于和齿轮相配合的齿条以及用于检测夹具二运动速度的速度传感器。

[0010] 优选地,所述滑轨装置包括设在上台面上的前滑轨支架和后滑轨支架,所述前滑轨支架包括与上台面连接的支架一和设在支架一上的凹槽,凹槽内设有滚轮一,后滑轨支架包括设在上台面上的支架二和设在支架二上的通孔,通孔内设有滚轮二,所述夹具二的一端设在凹槽上,另一端穿过通孔设于后滑轨支架上。

[0011] 优选地,所述加载装置包括设在上台面上的加载托板、与上台面下表面连接的加载套筒、用于向加载托板施加载荷的顶针、用于向顶针施加载荷的加载杆、用于驱动加载杆的加载手轮,所述夹具一设在加载托板上,所述顶针通过筒芯与加载杆连接,筒芯设于加载套筒内,筒芯一端连接顶针,另一端设有用于连接加载杆一端的管,管上套有弹簧,加载杆的另一端连接加载手轮,加载杆上设有用于使得弹簧处于压缩状态的加载盘,加载杆和套筒之间设有用于防止加载杆从加载套筒内滑落的限位结构。

[0012] 优选地,所述限位结构包括设在加载套筒底端的加载筒端盖,加载杆和加载筒端盖之间设有调心球轴承,加载杆穿过调心球轴承和加载筒端盖与加载手轮连接;所述顶针和筒芯之间设有用于实时测量顶针受力大小的压力传感器;所述加载盘和加载杆通过紧固件连接,套筒侧壁上设有用于调整加载盘位置的开口。

[0013] 优选地,所述框架包括上台面、下台面和支柱,上台面和下台面之间通过支柱支撑。

[0014] 优选地,所述上台面上设有两个轴承座,轴承座内设有深沟球轴承,深沟球轴承的内圈通过轴承连杆连接,加载托板与轴承连杆连接。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0016] (1) 可以模拟实际工况中的长/短有限长接触,避免了长滚子与旋转玻璃块相对运动时,相对速度在滚子轴线方向上变化,增加了测试的实用性与可靠性;

[0017] (2) 结构合理,操作方便、易于控制,增加了测试的可操作性;

[0018] (3) 可以实时观测、储存油膜图像;

[0019] (4) 测量得到的油膜图像清晰,测得的油膜厚度准确。

[0020] 本发明结构简单、实用性强且工作可靠,为研究一定载荷下长/短有限长接触的润滑或磨损问题提供了可靠的试验装置。

附图说明

[0021] 图1为本发明的主体结构主视图;

[0022] 图2为图1的局部放大图;

[0023] 图3为本发明的主体结构俯视图;

[0024] 图4为本发明的前滑轨支架主视图;

[0025] 图5为本发明的后滑轨支架主视图;

[0026] 图6为本发明夹具二的主视图和俯视图;

[0027] 图7为本发明夹具一的主视图和俯视图。

具体实施方式

[0028] 为使本发明更明显易懂,兹以优选实施例,并配合附图作详细说明如下。

[0029] 为了减小冲击、传动平稳,本实施例中齿轮选用斜齿轮8和斜齿条;光学采集系统

为光源、CCD相机和光学显微镜组成,金属块为钢块。如图1所示,本发明涉及的一种有限长接触润滑磨损一体实验机的主体结构包括:上台面1、夹具一2、滚子3、橡胶垫4、玻璃块5、夹具二6、键7、斜齿轮8、齿轮压盖9、齿轮连杆10、后滑轨支架11、联轴器12、减速器支架13、减速器14、电机15、轴承座16、加载托板17、加载套筒18、顶针19、压力传感器20、筒芯21、弹簧22、加载盘23、加载杆24、调心球轴承25、加载筒端盖26、加载手轮27、下台面28、支柱29。为了便于展示,夹具二6、速度传感器30和前滑轨支架31的具体形式参见图3。

[0030] 实验机主要由框架、加载装置、驱动装置和夹具一2、夹具二6构成。

[0031] 框架的构成为:四根支柱29分别与上台面1和下台面28螺钉连接,构成实验机框架。

[0032] 加载装置的构成为:使用强力胶水依次连接顶针19、压力传感器20和筒芯21,以便压力传感器20可以实时测量顶针19上受到的力;筒芯21一端加工有用于连接加载杆24一端的管,在管上套上弹簧22,然后将装有加载盘23的加载杆24装入筒芯21,其中加载盘23与加载杆24螺钉连接,调整加载盘23在加载杆24上的位置直至弹簧22的两端与筒芯21和加载盘23相接触并处于受压状态;在加载杆24下侧装入调心滚子轴承25后,将装配好的从顶针19到调心球轴承25的部分整体装入加载套筒18,然后在加载套筒18底部安装加载筒端盖26,加载套筒18与加载筒端盖26螺钉连接;加载套筒18与上台面1螺钉连接,以便固定加载装置并承重;加载套筒18右侧开有一个条形的孔,在加载盘23确定好位置后,使用螺钉从外向内,从条形孔中穿入并拧入加载盘23上的螺纹孔,以便使加载盘23周向固定;加载手轮27与加载杆24螺纹连接。

[0033] 驱动装置的构成为:减速器14分别与减速器支架13和电机15螺钉连接,与齿轮连杆10通过联轴器12连接,以便将电机15的转动传递到齿轮连杆10;斜齿轮8与齿轮连杆10通过键7连接,并使用齿轮压盖9固定,齿轮端盖9与齿轮连杆10螺纹连接;减速器支架13与上台面1螺钉连接,以便支撑减速器14和电机15。

[0034] 两个轴承支座16与上台面1螺钉连接,内部装有深沟球轴承,两个深沟球轴承的内圈使用轴承连杆连接,以便轴承连杆可以自由转动;加载托板17与轴承连杆螺钉连接,夹具一2与加载托板17螺钉连接,以便将夹具一2固定在加载托板17上;前滑轨支架31和后滑轨支架11分别与上台面1螺钉连接,以便支撑夹具二6并可以使其在滑轨内自由滑动;在夹具二6中间的框形结构上装上橡胶垫4,然后安装上玻璃块5并使用橡胶垫4、垫片和螺钉进行固定;夹具二6的无齿条端装有速度传感器30,以便实时反馈夹具二6上安装的玻璃块5的实际运动速度。

[0035] 如图4和图5所示:前滑轨支架31和后滑轨支架11的下底板开有条形孔,以便通过螺钉固定在上台面1;前滑轨支架31上方凹槽的下侧安装有一排滚轮一,以便夹具二6齿条端的下表面可以自由滑动;后滑轨支架11上侧通孔的上下各安装有一排滚轮二,以便夹具二6无齿条端的上下表面可以自由滑动。

[0036] 如图6所示为夹具二6的结构示意图,分别为主视图和俯视图:夹具二6的齿条端的上表面加工有一定数量的齿条,能够与斜齿轮8的齿轮相配合,以便电机15通过齿轮-齿条机构进行传动;齿条端的下表面光滑,以便在前滑轨支架31的滚轮一上自由滑动;夹具二6的无齿条端的上下表面均为光滑表面,以便在后滑轨支架11的装有滚轮二的通孔中自由滑动;夹具二6的中间为方形框状结构,以便可以安装玻璃块5并留有一定空间使其与滚子3相

接触;夹具二6的上表面靠近框形结构处设有两个螺纹孔,以便使用螺钉、垫片和橡胶垫4固定玻璃块5。

[0037] 如图7所示为夹具一2的结构原理示意图,分别为主视图和俯视图:夹具一2主要由夹具外壳、4个圆柱滚子轴承和2根轴承轴组成,其中夹具外壳为凹形结构,两侧上方各有一个条形压条,条形压条与夹具外壳主体螺钉连接;每根轴承轴上装有两个圆柱滚子轴承,再将装有圆柱滚子轴承的轴承轴安装在夹具外壳上;夹具一2与上台面1螺钉连接;试验时,将滚子3放置于在夹具一2的中间,以便滚子3在与玻璃块5作相对运动时能够自由转动。

[0038] 本实施例涉及的电机15选用三菱HG-MR43,配套的PLC和伺服驱动器选用三菱晶体管型FX3U-16MT和三菱MR-J4-40A,减速器14选用PGL60-40;夹具一2使用的圆柱滚子轴承选用NSK-NU205ET,轴承座16使用的深沟球轴承选用6200,调心滚子轴承25选用21304CC。

[0039] 本实验机的工作原理为:转动加载手轮27,带动加载杆24转动,加载盘23由于周向固定,会沿着加载杆24上下移动,从而通过弹簧22加载或卸载;通过加载装置和夹具一2,使滚子3与玻璃块5在一定载荷下形成长/短有限长接触;夹具二6一端的上表面加工有斜齿条,与斜齿轮8共同构成齿轮-齿条机构;夹具二6使用前滑轨支架31和后滑轨支架11支撑,以便滚子3和玻璃块5既可以在一定载荷下相接触又能够以一定规律作相对运动;电机15通过斜齿轮8与夹具二2上的齿条共同构成的齿轮-齿条机构,驱动装有玻璃块5的夹具二2作往复直线运动;夹具二6上安装有速度传感器30,以便实时反馈玻璃块5的实际运动速度;使用CCD相机和光学显微镜等观测和采集图像,使用油膜分析软件测量油膜厚度;试验后使用表面形貌仪等测量滚子的磨损情况。

[0040] 本实例进行试验时:将滚子3安装在夹具一2上后,转动加载手轮27使得滚子3与玻璃块5形成长/短有限长接触;继续转动加载手轮27直至预定载荷;使用PLC和伺服驱动器驱动电机15按照一定规律进行运动,通过减速器14、联轴器12和齿轮连杆10等驱动斜齿轮8,从而通过斜齿轮8与夹具二6的斜齿条所共同构成的齿轮-齿条机构,驱动装有玻璃块5的夹具二2作往复直线运动;由光源、CCD相机和光学显微镜组成的光学采集系统位于滚子3和玻璃块5接触区的正上方,可以实时采集接触区的油膜图像并传输至计算机进行储存;使用油膜分析软件对所采集的油膜图像进行测量和分析,即可得到所形成弹性流体动力润滑油膜的形状和厚度;试验后使用表面形貌仪等测量滚子的磨损状况。

[0041] 本发明具有以下特征:(1)可以装夹滚子,以及玻璃块或钢块,可以通过加载系统使滚子与玻璃块或钢块在一定载荷下形成长/短有限长接触;(2)可以使玻璃块或钢块在与滚子相接触的状态下,由电机间接驱动而作往复直线运动,与滚子形成长/短有限长接触条件下的弹性流体动力润滑;(3)可以实时观测、储存滚子与玻璃块所形成弹性流体动力润滑油膜的形状和厚度。

[0042] 在使用本发明进行磨损试验时,只需将上述试验过程中的玻璃块5替换为相同尺寸的钢块,其原理和试验方法大致相同。在磨损试验完成后,使用表面形貌仪等测量滚子的磨损状况。

[0043] 以上所述,仅是对本发明的较佳实施例而已,并非是对本发明做其他形式的限制,任何熟悉本专业的技术人员可能利用上述揭示的技术内容加以变更或改型为等同变化的等效实施例。但是,凡是未脱离本发明方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化与改型,仍属于本发明的保护范围。

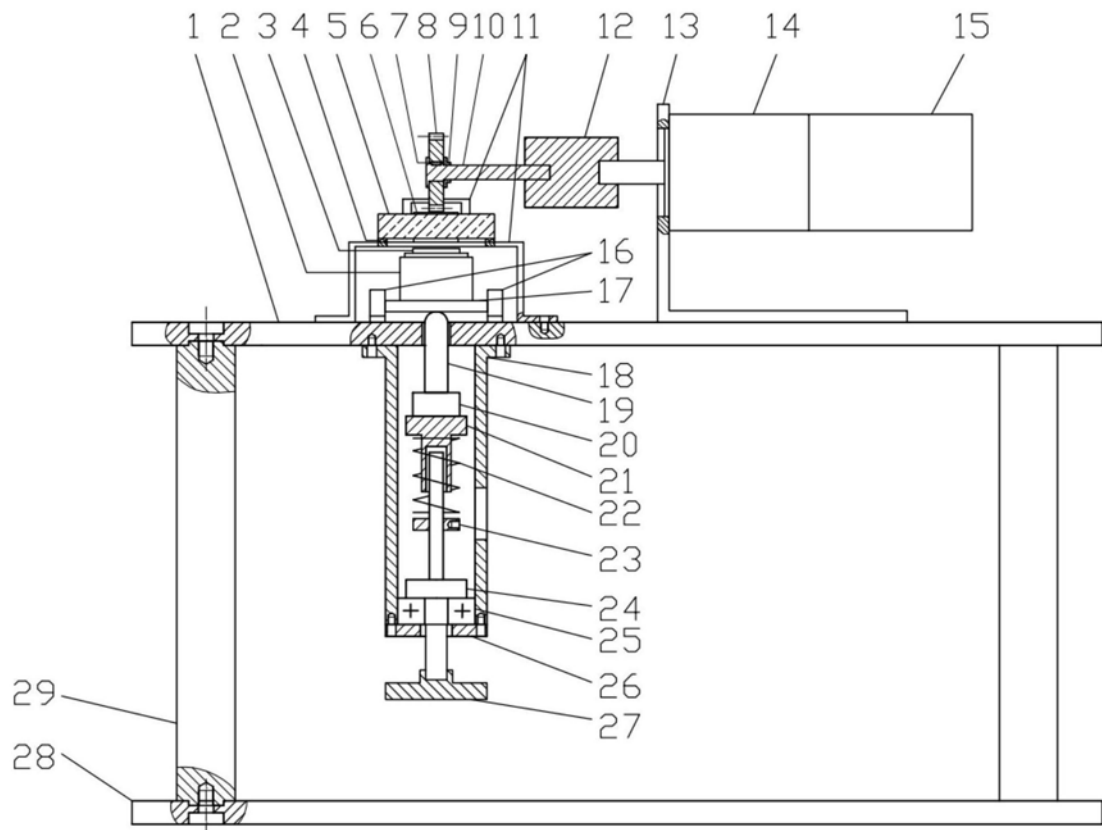


图1

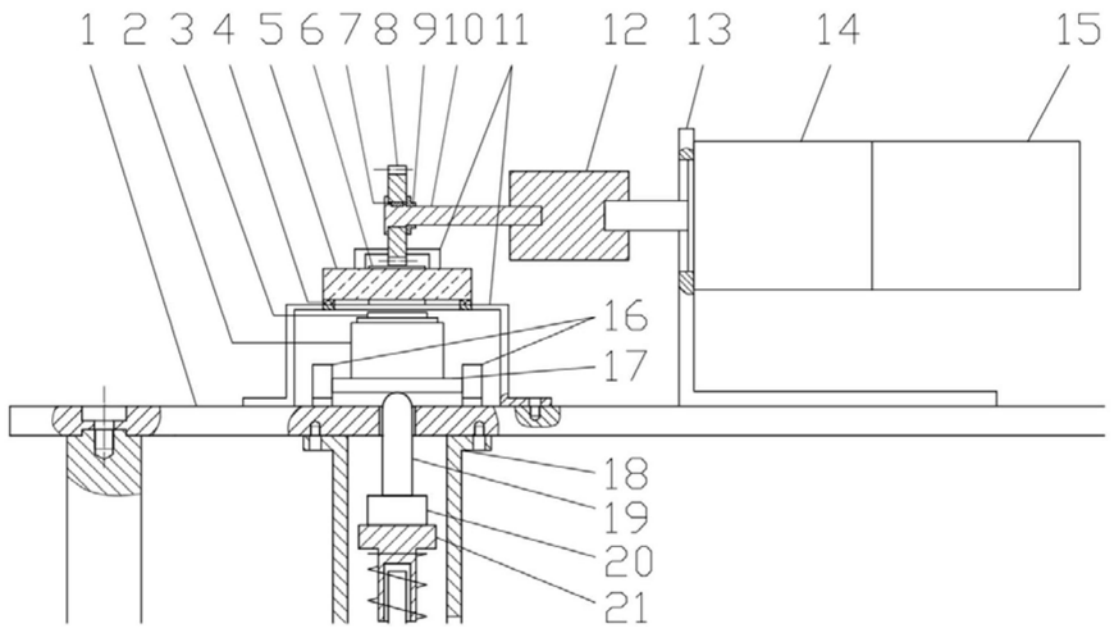


图2

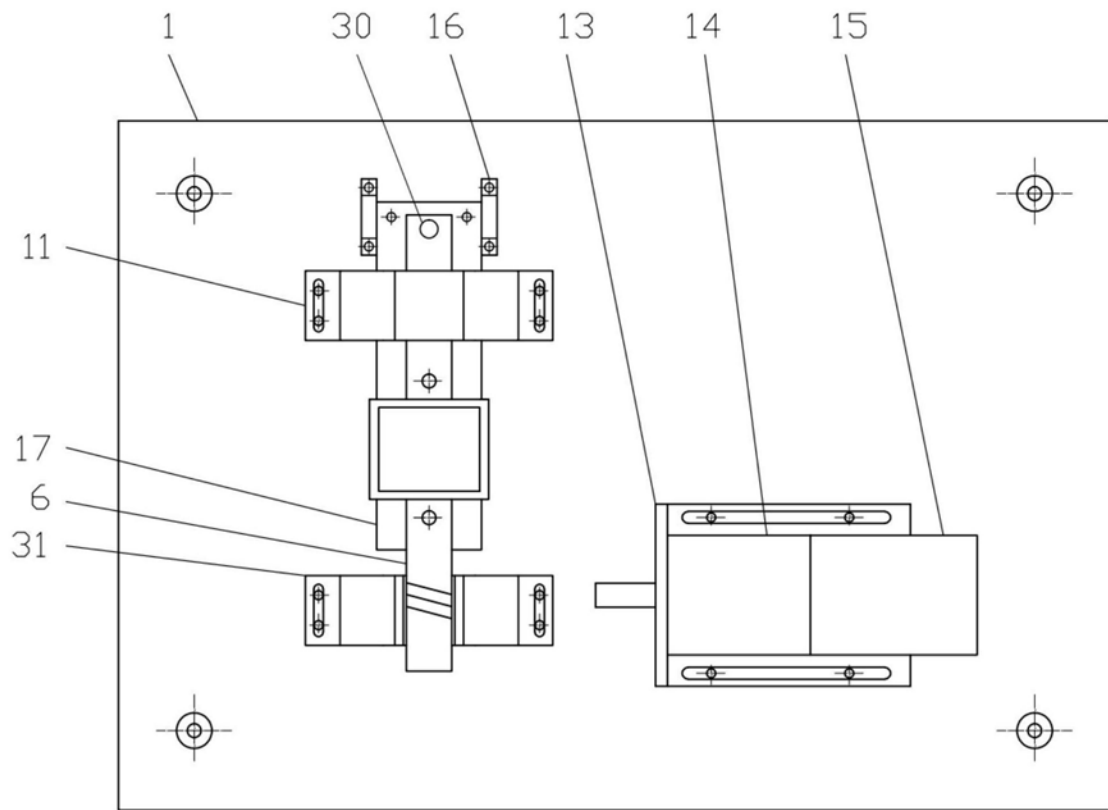


图3

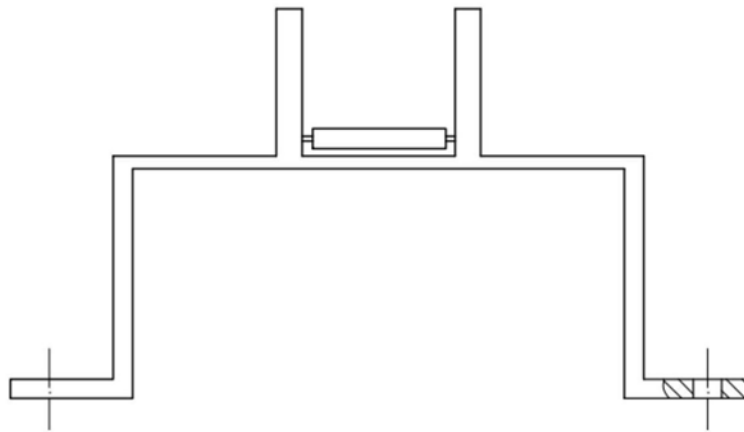


图4

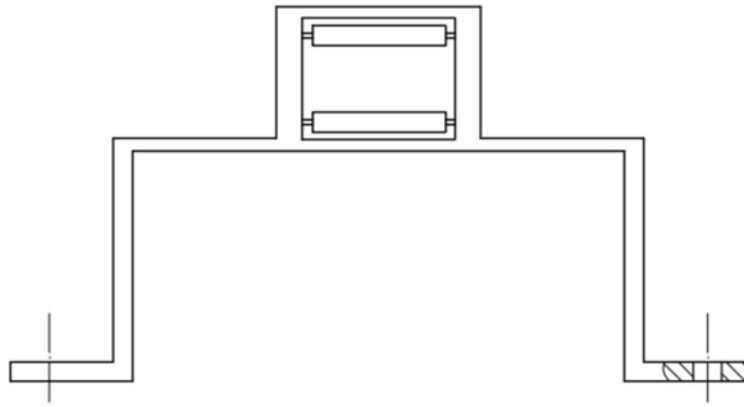


图5

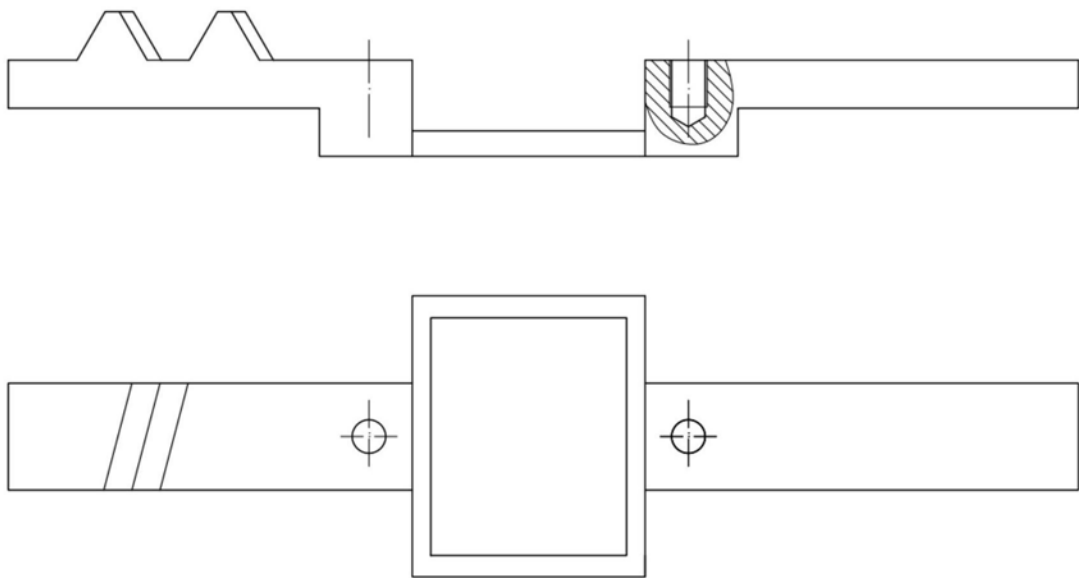


图6

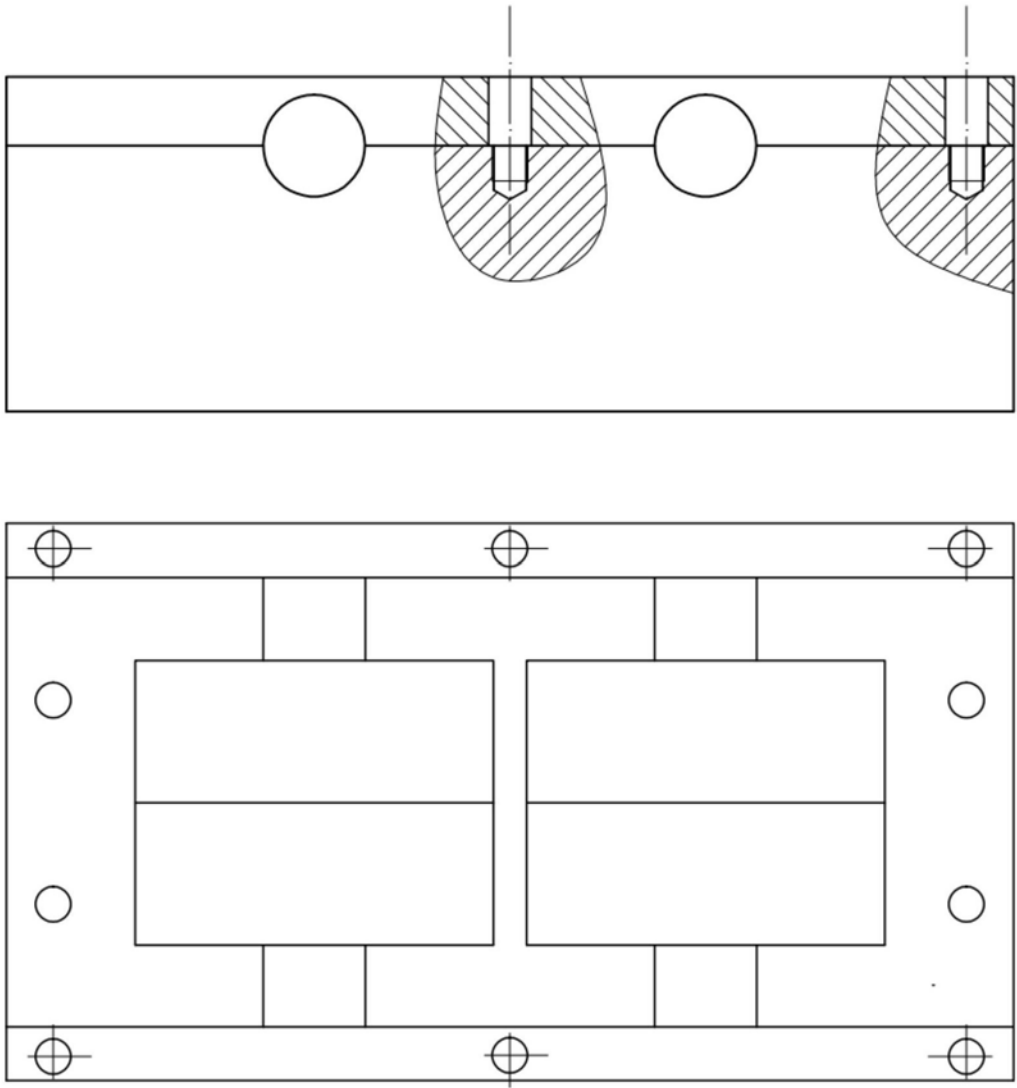


图7