



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112775366 B

(45) 授权公告日 2021.12.28

(21) 申请号 202110055276.X

(22) 申请日 2021.01.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112775366 A

(43) 申请公布日 2021.05.11

(73) 专利权人 西安交通大学
地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72) 发明人 张大伟 张硕文 卢昆银 赵升吨

(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务所 61215

代理人 贺建斌

(51) Int. Cl.

B21H 3/04 (2006.01)

B21H 9/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102553993 A, 2012.07.11

CN 103370158 A, 2013.10.23

JP 2007054892 A, 2007.03.08

CN 111112522 A, 2020.05.08

CN 211614155 U, 2020.10.02

审查员 江南

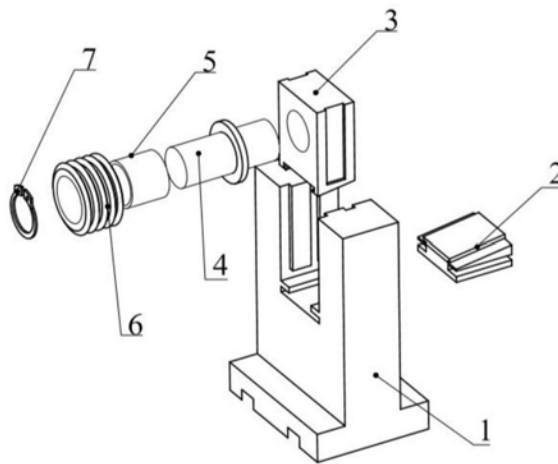
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置及工艺

(57) 摘要

一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置及工艺,装置包括偏心系统和滚轧系统,偏心系统由支架、楔形块和滑块构成,支架上连接有楔形块,楔形块上方的支架上连接有滑块;滚轧系统包括支撑轴、滑动轴承、滚轧模具和挡圈,支撑轴的一端与滑块固联,支撑轴上安装有滑动轴承,滑动轴承上安装有滚轧模具,滑动轴承与滚轧模具的轴向通过支撑轴的轴肩和挡圈定位;工艺是先装夹工件,保证工件的轴线与滚轧模具的轴线重合;然后工件或滚轧模具轴向送进,楔形块沿轴向运动,工件旋转,螺母内表面的环形槽成形;楔形块沿轴向退回,滑块向下运动,卸料;本发明可减少材料浪费、提升加工效率以及零件抗疲劳性能和表面质量。



1. 一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置,包括偏心系统和滚轧系统,其特征在于:偏心系统使滚轧模具轴线与坯料轴线不同轴线,产生偏心;滚轧系统完成螺母内表面环形槽的塑性成形;

所述的偏心系统由支架(1)、楔形块(2)和滑块(3)构成,支架(1)下端固定在导轨上,或固联在机架上;支架(1)上连接有楔形块(2),楔形块(2)上方的支架(1)上连接有滑块(3);

所述的支架(1)上部设有凹型缺口,凹型缺口底部设有第一凹槽(101),凹型缺口侧面设有第一突出导向(102);

所述的楔形块(2)底部设有第二突出导向(201),上部设有第二凹槽(202),顶部设有第一斜面(203),第一斜面(203)的角度由滚轧模具偏心距离即径向进给距离 H 和楔形块(2)的沿工件或模具轴向的位移 L 确定,第一斜面(203)的角度 $\theta \geq \arctan(H/L)$,楔形块(2)沿工件或模具轴向长度大于 L ;

所述的滑块(3)侧面设有第三凹槽(301),滑块(3)底部设有第三突出导向(303),滑块底部设有第二斜面(302),第二斜面(302)角度与楔形块(2)的第一斜面的角度相同;

楔形块(2)上的第二突出导向(201)与支架(1)上部的第一凹槽(101)配合,第二凹槽(202)与滑块(3)上的第三突出导向(303)配合,楔形块(2)上的第一斜面(203)与滑块(3)底部的第二斜面(302)相接触;滑块(3)侧面的第三凹槽(301)与支架(1)上部的第一突出导向(102)配合,保证滑块(3)的竖直运动。

2. 根据权利要求1所述的一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置,其特征在于:所述的滚轧系统包括支撑轴(4)、滑动轴承(5)、滚轧模具(6)和挡圈(7),支撑轴(4)的一端与滑块(3)固联,支撑轴(4)上安装有滑动轴承(5),滑动轴承(5)上安装有滚轧模具(6),滑动轴承(5)与滚轧模具(6)的轴向通过支撑轴(4)的轴肩和挡圈(7)定位。

3. 根据权利要求2所述的一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置,其特征在于:所述的滚轧模具(6)的齿形结构由所要成形的螺母内表面环形槽的齿形确定,滚轧模具(6)的齿形结构的高度为 h , $h = h_w + c$, h_w 为螺母内环形槽齿形高度, c 为滚轧模具齿形同螺母啮合间隙;滚轧模具(6)的齿形结构的齿厚对应于螺母齿槽,滚轧模具(6)的齿形结构的齿槽对应于螺母齿厚,滚轧模具(6)的齿形结构的齿顶和螺母内环形槽齿形齿底无间隙配合;滚轧模具(6)的齿形结构的最大外径 $d \leq D_{\min}$, D_{\min} 为所成形螺母的最小内径,滚轧模具(6)的齿形结构的轴向分布同所成形螺纹内环形槽相对应,轴向长度不小于相应的所成形螺纹内环形槽轴向长度。

4. 利用权利要求1或3所述的一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置的工艺,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1,成形装置装配:首先将支撑轴(4)与滑块(3)固联,将滑动轴承(5)、滚轧模具(6)安装在支撑轴(4)上,通过挡圈(7)对其进行定位;然后将滑块(3)的第三凹槽(301)与支架(1)的第一突出导向(102)配合保证滑块(3)在垂直方向的运动,当滑块(3)安装到支架(1)时插入楔形块(2),使楔形块(2)的第二突出导向(201)与支架(1)的第一凹槽(101)配合,同时保证楔形块(2)的第二凹槽(202)与滑块(3)上的第三突出导向(303)配合,此时楔形块(2)的第一斜面(203)与滑块(3)的第二斜面(302)正好配合;

步骤2,装夹工件,工件为空心结构,装夹时保证工件的轴线与滚轧模具(6)的轴线重合;

步骤3, 工件或滚轧模具轴向送进:

若支架(1)与机架固连, 则工件沿轴向向支架(1)运动, 直到滚轧模具(6)进入工件的内部到达指定位置;

若支架(1)固连在导轨上, 支架(1)向坯料运动, 使得滚轧模具(6)进入工件的内部到达指定的位置;

当滚轧模具(6)运动到指定位置时, 工件保持静止或者以恒定的转速 ω 开始转动;

步骤4, 楔形块(2)以速度 v 沿轴向运动, 此时滑块(3)会沿着垂直方向以速度 Hv/L 运动, 直至滚轧模具到达最大偏心距离 H , 此时 $2H+d=D_{\max}$, D_{\max} 为所成形螺母的最小内径;

若工件保持静止, 则此时工件开始旋转, 工件的旋转时间不小于 $2\pi/\omega$;

若工件以恒定速度 ω 转动, 则当滑块(3)运动到指定位移后, 工件旋转的时间应不小于 $2\pi/\omega$;

步骤5, 工件旋转规定时间后, 螺母内表面的环形槽成形, 工件停止转动; 楔形块(2)沿轴向退回, 滑块(3)向下运动, 直到滚轧模具(6)的轴线与工件的轴线共线;

步骤6, 若支架(1)与机架固连, 则工件沿轴向退回到原来的位置; 若支架(1)固定在机架上, 则支架(1)沿轴向退回到原来位置即滚轧模具(6)与工件脱离, 卸料。

一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置及工艺

技术领域

[0001] 本发明属于材料先进成形制造技术领域,具体涉及一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置及工艺。

背景技术

[0002] 1942年瑞典人发明了行星滚柱丝杠副,行星滚柱丝杠以其高承载、耐冲击、高精度等诸多优点得到广泛的认可和应用。但是滚柱丝杠结构复杂,对加工精度等的要求较高,特别滚柱结构包含螺纹与齿轮结构。1993年德国宇航中心研制出PWG型差动式行星滚柱丝杠,PWG型差动式行星滚柱丝杠基于行星滚柱丝杠的原理融合行星传动和螺旋传动,螺母、丝杠、滚柱均为环形槽结构。

[0003] 但是目前螺母内环形槽普遍采用切削工艺,切削工艺造成了材料的浪费,而且存在效率低下的问题;同时,切削工艺切断金属纤维,降低了材料的强度,低零件的抗疲劳性能。

[0004] 在工件内表面塑性成形方面,目前对于大内径的内螺纹可采用轴向进给滚轧成形的工艺(Shuowen Zhang,Dawei Zhang,Yongfei Wang,et al.The planetary rolling process of forming the internal thread.International Journal of Advanced Manufacturing Technology,2020,107:3543-3551.),PWG型差动式行星滚柱丝杠螺母内环形槽的结构与内螺纹的结构相似,但是PWG型差动式行星滚柱丝杠螺母内环形槽没有导程角无法采用轴向滚轧的方式进行成形;此外,PWG型差动式行星滚柱丝杠螺母内环形槽螺母的直径通常较小,要求滚轧模具的直径非常小,这将提高滚丝轮制造的难度同时减小模具支撑轴的刚度,降低螺母制造的精度。

发明内容

[0005] 为了克服上述现有技术的缺点,本发明的目的在于提出一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置及工艺,可减少材料浪费、提升加工效率以及零件抗疲劳性能和表面质量。

[0006] 为了达到上述目的,本发明采取的技术方案为:

[0007] 一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置,包括偏心系统和滚轧系统,偏心系统使滚轧模具轴线与坯料轴线不同轴线,产生偏心;滚轧系统完成螺母内表面环形槽的塑性成形;

[0008] 所述的偏心系统由支架1、楔形块2和滑块3构成,支架1下端固定在导轨上,或固联在机架上;支架1上连接有楔形块2,楔形块2上方的支架1上连接有滑块3;

[0009] 所述的滚轧系统包括支撑轴4、滑动轴承5、滚轧模具6和挡圈7,支撑轴4的一端与滑块3固联,支撑轴4上安装有滑动轴承5,滑动轴承5上安装有滚轧模具6,滑动轴承5与滚轧模具6的轴向通过支撑轴4的轴肩和挡圈7定位。

[0010] 所述的支架1上部设有凹型缺口,凹型缺口底部设有第一凹槽101,凹型缺口侧面

设有第一突出导向102；

[0011] 所述的楔形块2底部设有第二突出导向201，上部设有第二凹槽202，顶部设有第一斜面203，第一斜面203的角度由滚轧模具偏心距离即径向进给距离H和楔形块2的沿工件或模具轴向的位移L确定，第一斜面203的角度 $\theta \geq \arctan(H/L)$ ，楔形块2沿工件或模具轴向长度大于L；

[0012] 所述的滑块3侧面设有第三凹槽301，滑块3底部设有第三突出导向303，滑块底部设有第二斜面302，第二斜面302角度与楔形块2的第一斜面的角度相同；

[0013] 楔形块2上的第二突出导向201与支架1上部的第一凹槽101配合，第二凹槽202与滑块3上的第三突出导向303配合，楔形块2上的第一斜面203与滑块3底部的第二斜面302相接触；滑块3侧面的第三凹槽301与支架1上部的第一突出导向102配合，保证滑块3的竖直运动。

[0014] 所述的滚轧模具6的齿形结构由所要成形的螺母内表面环形槽的齿形确定，滚轧模具6的齿形结构的高度为h， $h = h_w + c$ ， h_w 为螺母内环形槽齿形高度，c为滚轧模具齿形同螺母啮合间隙；滚轧模具6的齿形结构的齿厚对应于螺母齿槽，滚轧模具6的齿形结构的齿槽对应于螺母齿厚，滚轧模具6的齿形结构的齿顶和螺母内环形槽齿形齿底无间隙配合；滚轧模具6的齿形结构的最大外径 $d \leq D_{\min}$ ， D_{\min} 为所成形螺母的最小内径，滚轧模具6的齿形结构的轴向分布同所成形螺纹内环形槽相对应，轴向长度不小于相应的所成形螺纹内环形槽轴向长度。

[0015] 利用一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置的工艺，包括以下步骤：

[0016] 步骤1，成形装置装配：首先将支撑轴4与滑块3固联，将滑动轴承5、滚轧模具6安装在支撑轴4上，通过挡圈7对其进行定位；然后将滑块3的第三凹槽301与支架1的第一突出导向102配合保证滑块3在垂直方向的运动，当滑块3安装到支架1时插入楔形块2，使楔形块2的第二突出导向201与支架1的第一凹槽101配合，同时保证楔形块2的第二凹槽202与滑块3上的第三突出导向303配合，此时楔形块2的第一斜面203与滑块3的第二斜面302正好配合；

[0017] 步骤2，装夹工件，工件为空心结构，装夹时保证工件的轴线与滚轧模具6的轴线重合；

[0018] 步骤3，工件或滚轧模具轴向送进：

[0019] 若支架1与机架固连，则工件沿轴向向支架1运动，直到滚轧模具6进入工件的内部到达指定位置；

[0020] 若支架1固连在导轨上，支架1向工件运动，使得滚轧模具6进入工件的内部到达指定的位置；

[0021] 当滚轧模具6运动到指定位置时，工件保持静止或者以恒定的转速 ω 开始转动；

[0022] 步骤4，楔形块2以速度v沿轴向运动，此时滑块3会沿着垂直方向以速度 Hv/L 运动，直至滚轧模具到达最大偏心距离H，此时 $2H+d = D_{\max}$ ， D_{\max} 为所成形螺母的最小内径；

[0023] 若工件保持静止，则此时工件开始旋转，工件的旋转时间不小于 $2\pi/\omega$ ；

[0024] 若工件以恒定速度 ω 转动，则当滑块3运动到指定位移后，工件旋转的时间应不小于 $2\pi/\omega$ ；

[0025] 步骤5，工件旋转规定时间后，螺母内表面的环形槽成形，工件停止转动；楔形块2沿轴向退回，滑块3向下运动，直到滚轧模具6的轴线与工件的轴线共线；

[0026] 步骤6,若支架1与机架固连,则工件沿轴向退回到原来的位置;若支架1固定在机架上,则支架1沿轴向退回到原来位置即滚轧模具6与工件脱离,卸料。

[0027] 本发明的有益效果为:通过本发明成形加工行星滚柱丝杠螺母内表面环形槽,可以减少材料的浪费,提高材料利用率;利用塑性成形时对材料的加工硬化提升成形零件的抗疲劳性能,同时可提升加工槽的表面质量;螺母内表面的环形槽通过滚轧模具滚轧成形,提高了加工效率。

附图说明

[0028] 图1是本发明装置的结构示意图。

[0029] 图2是支架1的结构示意图。

[0030] 图3是楔形块2的结构示意图。

[0031] 图4是滑块3的结构示意图。

[0032] 图5是本发明装置的组装结构示意图。

具体实施方式

[0033] 以下结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0034] 一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置,包括偏心系统和滚轧系统,偏心系统使滚轧模具轴线与坯料轴线不同轴线,产生偏心;滚轧系统完成螺母内表面环形槽的塑性成形;

[0035] 参照图1,所述的偏心系统由支架1、楔形块2和滑块3构成,支架1下端固定在导轨上,可沿导轨轴向移动,或固联在机架上;支架1上连接有楔形块2,楔形块2上方的支架1上连接有滑块3;

[0036] 参照图2,所述的支架1上部设有凹型缺口,凹型缺口底部设有第一凹槽101,凹型缺口侧面设有第一突出导向102;

[0037] 参照图3,所述的楔形块2底部设有第二突出导向201,上部设有第二凹槽202,顶部设有第一斜面203,第一斜面203的角度由滚轧模具偏心距离即径向进给距离H和楔形块2的沿工件或模具轴向的位移L确定,第一斜面203的角度 $\theta \geq \arctan(H/L)$,楔形块2沿工件或模具轴向长度大于L;

[0038] 参照图4,所述的滑块3侧面设有第三凹槽301,滑块3底部设有第三突出导向303,滑块底部设有第二斜面302,第二斜面302角度与楔形块2的第一斜面的角度相同;

[0039] 楔形块2上的第二突出导向201与支架1上部的第一凹槽101配合,第二凹槽202与滑块3上的第三突出导向303配合,楔形块2上的第一斜面203与滑块3底部的第二斜面302相接触;滑块3侧面的第三凹槽301与支架1上部的第一突出导向102配合,保证滑块3的竖直运动。

[0040] 参照图1,所述的滚轧系统包括支撑轴4、滑动轴承5、滚轧模具6和挡圈7,支撑轴4的一端与滑块3固联,支撑轴4上安装有滑动轴承5,滑动轴承5上安装有滚轧模具6,滑动轴承5与滚轧模具6配合以保证滚轧模具6的转动,滑动轴承5与滚轧模具6的轴向通过支撑轴4的轴肩和挡圈7定位。

[0041] 所述的滚轧模具6的齿形结构由所要成形的螺母内表面环形槽的齿形确定,滚轧

模具6的齿形结构的高度为 h , $h = h_w + c$, h_w 为螺母内环形槽齿形高度, c 为滚轧模具齿形同螺母啮合间隙; 滚轧模具6的齿形结构的齿厚对应于螺母齿槽, 滚轧模具6的齿形结构的齿槽对应于螺母齿厚, 滚轧模具6的齿形结构的齿顶和螺母内环形槽齿形齿底无间隙配合; 滚轧模具6的齿形结构的最大外径 $d \leq D_{\min}$, D_{\min} 为所成形螺母的最小内径, 滚轧模具6的齿形结构的轴向分布同所成形螺纹内环形槽相对应, 轴向长度不小于相应的所成形螺纹内环形槽轴向长度。

[0042] 利用一种差动式行星滚柱丝杠螺母环形槽塑性成形装置的工艺, 包括以下步骤:

[0043] 步骤1, 参照图1和图5, 成形装置装配: 首先将支撑轴4与滑块3通过螺纹或其他连接方式固联, 将滑动轴承5、滚轧模具6安装在支撑轴4上, 通过挡圈7对其进行定位; 然后将滑块3的第三凹槽301与支架1的第一突出导向102配合保证滑块3在垂直方向的运动, 当滑块3安装到支架1时插入楔形块2, 使楔形块2的第二突出导向201与支架1的第一凹槽101配合, 同时保证楔形块2的第二凹槽202与滑块3上的第三突出导向303配合, 此时楔形块2的第一斜面203与滑块3的第二斜面302正好配合;

[0044] 步骤2, 装夹工件, 工件为空心结构, 装夹时保证工件的轴线与滚轧模具6的轴线重合;

[0045] 步骤3, 工件或滚轧模具轴向送进:

[0046] 若支架1与机架固连, 则工件沿轴向向支架1运动, 直到滚轧模具6进入工件的内部到达指定位置;

[0047] 若支架1固连在导轨上, 支架1向工件运动, 使得滚轧模具6进入工件的内部到达指定的位置;

[0048] 当滚轧模具6运动到指定位置时, 工件保持静止或者以恒定的转速 ω 开始转动;

[0049] 步骤4, 楔形块2以速度 v 沿轴向运动, 此时滑块3会沿着垂直方向以速度 Hv/L 运动, 直至滚轧模具到达最大偏心距离 H , 此时 $2H+d = D_{\max}$, D_{\max} 为所成形螺母的最小内径;

[0050] 若工件保持静止, 则此时工件开始旋转, 工件的旋转时间不小于 $2\pi/\omega$;

[0051] 若工件以恒定速度 ω 转动, 则当滑块3运动到指定位移后, 工件旋转的时间应不小于 $2\pi/\omega$;

[0052] 步骤5, 工件旋转规定时间后, 螺母内表面的环形槽成形, 工件停止转动; 楔形块2沿轴向退回, 此时由于楔形块2的第二突出导向201与支架1的第一凹槽101配合, 同时楔形块2的第二凹槽202与滑块3上的第三突出导向303配合, 因此当楔形块2沿轴向退回时, 滑块3向下运动, 直到滚轧模具6的轴线与工件的轴线共线;

[0053] 步骤6, 若支架1与机架固连, 则工件沿轴向退回到原来的位置; 若支架1固定在机架上, 则支架1沿轴向退回到原来位置即滚轧模具6与工件脱离, 卸料。

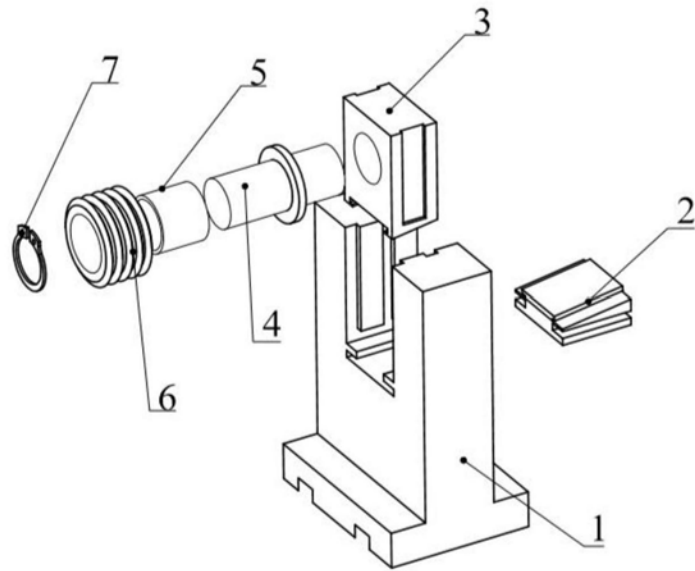


图1

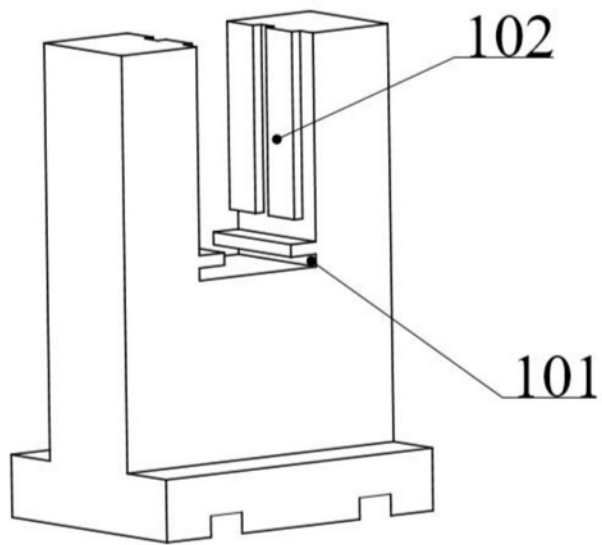


图2

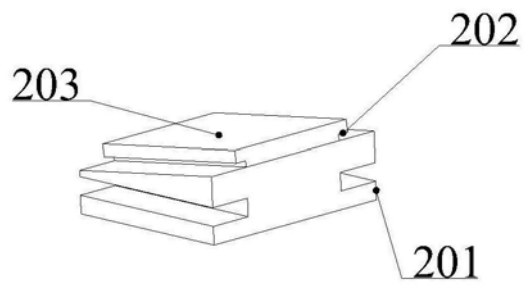


图3

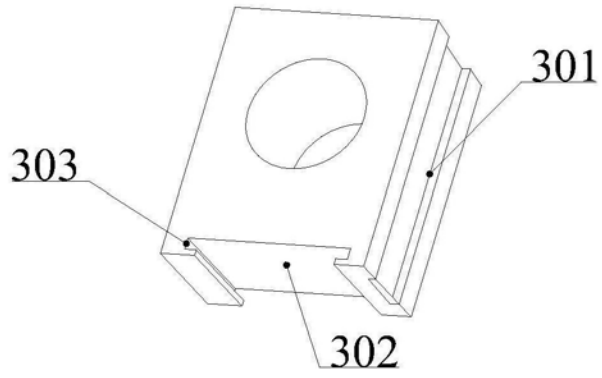


图4

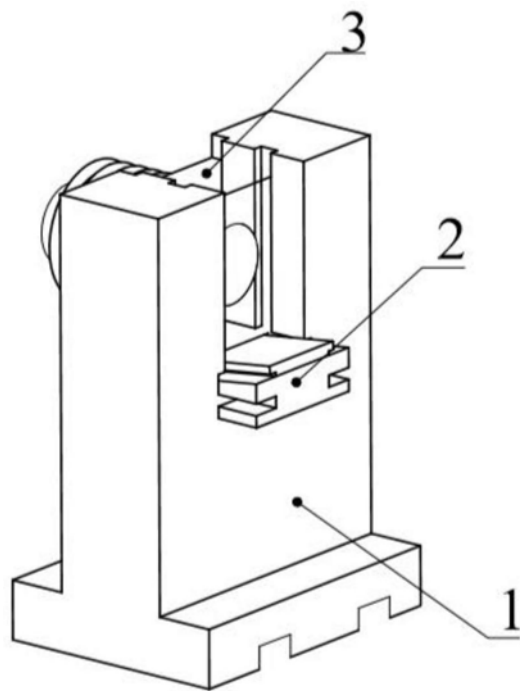


图5