



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110508853 B

(45) 授权公告日 2020.09.29

(21) 申请号 201910842739.X

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2019.09.06

B23Q 3/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 刘文

申请公布号 CN 110508853 A

(43) 申请公布日 2019.11.29

(73) 专利权人 哈尔滨汽轮机厂有限责任公司

地址 150046 黑龙江省哈尔滨市香坊区三
大动力路345号

(72) 发明人 杨凤 杨庆仁 董礼涛 张武成

陈国宏 何志国 庄乾才 鲁航
孙兆亮

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事
务所 23109

代理人 牟永林

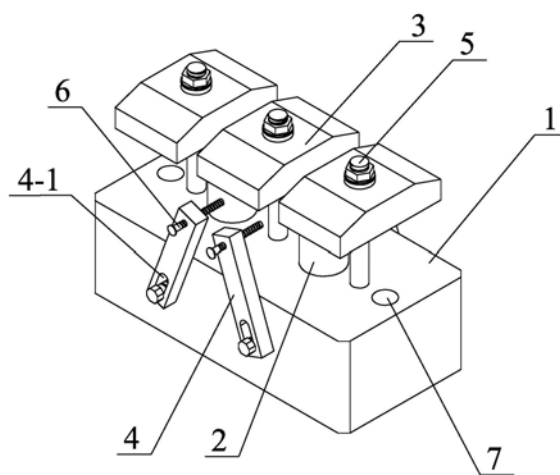
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法

(57) 摘要

一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法,它涉及一种斜齿加工方法。本发明为了解决现有的汽封斜齿加工方法存在无法加工出满足其加工精度的问题。本发明的步骤一:待加工件的装夹;步骤二:加工背弧面;步骤三:取下工件,加工端面台阶及两端的第一辐射面和第二辐射面;步骤四:加工端面;卸下工件,将工件翻转180°后使端面台阶面向下并安装在工装夹具上,加工另一端面台阶;步骤五:加工斜齿;在加工中心上,选择硬质合金球头铣刀对工件的斜齿先加工最上面一个斜齿,再加工最后一个斜齿,最后加工其余斜齿;直到所有斜齿全部加工完毕后,完成对斜齿汽封圈中斜齿的加工。本发明用于斜齿汽封圈中斜齿的加工。



1. 一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法,其特征在于:它包括以下步骤:

步骤一:待加工件的装夹;

将两个待加工的毛坯料安装在工装夹具的底座(1)上,两个毛坯料之间通过工装夹具上的柱销(2)进行定位,两个毛坯料通过连接在底座(1)和盖板(3)上的双头螺栓进行连接固定;

步骤二:加工背弧面(E);

将安装有毛坯料的工装夹具安装到三轴数控立铣加工中心上,铣削加工出工件的背弧面(E);

步骤三:取下工件,加工端面台阶(A)及两端的第一辐射面(C)和第二辐射面(D);

在工装夹具中取下工件,以背弧面(E)为基准,再次将工件装夹在工装夹具上,工装夹具安装在三轴数控立铣加工中心上,加工端面台阶(A)及第一辐射面(C)和第二辐射面(D);

步骤四:加工端面(B);

卸下工件,将工件翻转180°后使端面台阶(A)面向下并安装在工装夹具上,加工另一端面(B)台阶;

步骤五:加工斜齿(F);

在五轴铣车加工中心上,选择硬质合金球头铣刀(H)对工件的斜齿(F)先加工最上面一个斜齿(F),硬质合金球头铣刀(H)参数为:φ6的100mm长硬质合金棒磨制的R1.5球头,10°锥角,三刃,螺旋角为30°,球头精度保证在-0.014~-0.028,锥角精度保证在+1'~-1',切削刃长度15mm;再加工最后一个斜齿(F),最后加工其余斜齿(F);直到所有斜齿(F)全部加工完毕后,完成对斜齿汽封圈中斜齿的加工。

2. 根据权利要求1所述的一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法,其特征在于:步骤四中在加工端面(B)台阶时,通过工装夹具上穿过连杆(4)上的球头螺钉进行辅助支撑。

3. 根据权利要求2所述的一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法,其特征在于:步骤四中在加工端面(B)台阶时,在底座(1)与端面台阶(A)之间的缝隙内采用“凸”字形垫块(50)进行支撑。

4. 根据权利要求3所述的一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法,其特征在于:

步骤五中,对斜齿(F)的加工步骤为:

第一步:上下齿粗加工:采用等距粗加工方式;

第二步:上下齿精加工:采用等距精加工方式;

第三步:中间六齿粗加工:采用5轴自由路径加工方式;

第四步:中间六齿精加工:采用5轴投影精加工方式。

5. 根据权利要求4所述的一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法,其特征在于:步骤五中的斜齿(F)的粗加工参数为:主轴转速:S=5000rpm;进给速度:F=800mm/min;切削用量 $a_p=0.15\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求5所述的一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法,其特征在于:步骤五中的斜齿(F)的精加工参数为:主轴转速:S=6000rpm;进给速度:F=600mm/min;切削用量 $a_p=0.1\text{mm}$ 。

7. 根据权利要求1或6所述的一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法,其特征在于:步骤二中的工装夹具安装到五轴联动铣车加工中心上或者三轴数控立铣上。

一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法。属于机械加工技术领域。

背景技术

[0002] 在某汽轮机组中有多种径向斜齿汽封弧段,传统结构的斜齿汽封弧段采用普通数控铣床上加工。但是经过该机组结构的不断优化,使得这类汽封斜齿的结构越来越特殊,尺寸精度要求也越来越严格。该汽封斜齿是在圆弧上铣准两条 45° 、 55° 的斜线,并在斜线的根部倒R1.6圆角,齿深6.35mm,齿宽6.35mm,齿厚 $0.18^{+0.10}_{-0.05}$,属于典型的深腔薄壁件。现有的汽封斜齿加工方法为:在普通的三轴数控设备上加工存在加工轴无法旋转导致与工件干涉,采取常规球头刀具导致刀具后角与齿顶干涉以及采取三轴加工或者二轴加工没有合适的加工方法。因此,现有的斜齿的加工方法无法加工出满足其加工精度的问题。

发明内容

[0003] 本发明的目的是为了解决现有的汽封斜齿加工方法存在无法加工出满足其加工精度的问题。进而提供一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法。

[0004] 本发明的技术方案是:一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法,它包括以下步骤:

[0005] 步骤一:待加工件的装夹;

[0006] 将两个待加工的毛坯料安装在工装夹具的底座上,两个毛坯料之间通过工装夹具上的柱销进行定位,两个毛坯料通过连接在底座和盖板上的双头螺栓进行连接固定;

[0007] 步骤二:加工背弧面;

[0008] 将安装有毛坯料的工装夹具安装到加工中心上,铣削加工出工件的背弧面;

[0009] 步骤三:取下工件,加工端面台阶及两端的第一辐射面和第二辐射面;

[0010] 在工装夹具中取下工件,以背弧面为基准,再次将工件装夹在工装夹具上,工装夹具安装在加工中心上,加工端面台阶及第一辐射面和第二辐射面;

[0011] 步骤四:加工端面;

[0012] 卸下工件,将工件翻转 180° 后使端面台阶面向下并安装在工装夹具上,加工另一端面台阶;

[0013] 步骤五:加工斜齿;

[0014] 在加工中心上,选择硬质合金球头铣刀对工件的斜齿先加工最上面一个斜齿,再加工最后一个斜齿,最后加工其余斜齿;直到所有斜齿全部加工完毕后,完成对斜齿汽封圈中斜齿的加工。

[0015] 本发明与现有技术相比具有以下效果:

[0016] 1、本发明采用正确的加工中心设备,有效避免了加工设备的主轴在旋转时易导致与工件发生干涉的问题,同时,使用了专用的装夹工装,优化切削参数,解决斜齿汽封圈加工中存在的各种难题,从而提高产品质量,提升生产进度,可以推广使用。

[0017] 2、本发明的工装夹具在实际使用时,至少能够同时装夹两件产品,内外弧穿插加

工,提高加工效率,实用性能强大。在机床工作台允许的条件下,可以实现多件装夹同时加工(可同时在工作台面上安装两个夹具,每个夹具上装夹两个工件,即在一次安装完成后,连续加工四个工件),减少停机时间,大大缩短辅助时间,提高机床开动率。减少体力付出,降低劳动强度。

[0018] 3、本发明的斜齿加工方法通过工装夹具的装夹以及采用相应的刀具,有效的避免了常规球头刀具导致刀具后角与齿顶干涉的问题,并在加工前通过三维软件在计算机上建模进行模拟仿真加工,在模拟仿真过程中确定刀具的结构、尺寸;保证斜齿加工的精度要求。

附图说明

- [0019] 图1是本发明待加工工件的主视图。
- [0020] 图2是待加工工件的侧视图。
- [0021] 图3是工装夹具的整体结构示意图。
- [0022] 图4是图3去掉盖板后的结构示意图。
- [0023] 图5是图4的俯视图。
- [0024] 图6是图4的主视图。
- [0025] 图7是图4的侧视图。
- [0026] 图8是硬质合金球头铣刀的主视图。
- [0027] 图9是图8沿A-A处的剖视图。
- [0028] 图10是图8沿B-B处的剖视图。
- [0029] 图11沿C-C处的剖视图。
- [0030] 图12是待加工工件采用“凸”字形垫块50进行支撑的示意图。

具体实施方式

[0031] 具体实施方式一:结合图1至图12说明本实施方式,本实施方式的一种斜齿汽封圈中斜齿的加工方法,它包括以下步骤:

[0032] 步骤一:待加工件的装夹;

[0033] 将两个待加工的毛坯料安装在工装夹具的底座1上,两个毛坯料之间通过工装夹具上的柱销2进行定位,两个毛坯料通过连接在底座1和盖板3上的双头螺栓进行连接固定;

[0034] 步骤二:加工背弧面E;

[0035] 将安装有毛坯料的工装夹具安装到加工中心上,铣削加工出工件的背弧面E;

[0036] 步骤三:取下工件,加工端面台阶A及两端的第一辐射面C和第二辐射面D;

[0037] 在工装夹具中取下工件,以背弧面E为基准,再次将工件装夹在工装夹具上,工装夹具安装在加工中心上,加工端面台阶A及第一辐射面C和第二辐射面D;

[0038] 步骤四:加工端面B;

[0039] 卸下工件,将工件翻转180°后使端面台阶A面向下并安装在工装夹具上,加工另一端面B台阶;

[0040] 步骤五:加工斜齿F;

[0041] 在加工中心上,选择硬质合金球头铣刀H对工件的斜齿F先加工最上面一个斜齿F,

再加工最后一个斜齿F,最后加工其余斜齿F;直到所有斜齿F全部加工完毕后,完成对斜齿汽封圈中斜齿的加工。

[0042] 本实施方式所使用的工装夹具包括底座1、多个柱销2、多个盖板3、多个连杆4、多个双头螺栓5和多个球头螺钉6,底座1为长方体底座,底座的上端面上安装有多个柱销2,且多个柱销2沿底座1的长度方向设置并位于同一条直线上,底座1上开设多个螺纹孔7,多个螺纹孔7与多个柱销2为同一排,并均与底座1的长度方向平行;双头螺栓5的一端旋拧到螺纹孔7内,双头螺栓5的另一端与盖板3连接并压装在待加工工件上,连杆4的一端转动安装在底座1的侧端面上,连杆4的另一端通过球头螺钉6顶设在待加工工件上。辅助支撑装拆灵活,在不同的工步,根据需要可以处于安装顶紧状态,也可以处于松开待用状态

[0043] 其中连杆4为长条形连杆,连杆的一端开设长条形通孔4-1,不但便于将连杆安装在底座1的侧端面上,还便于调整连杆的位置。使得连杆安装的位置非常灵活。

[0044] 本实施方式的两个圆柱销可以同时两个坯料进行定位。先加工出背弧,然后以背弧为基准面,加工端面A台阶及两端辐射面C和D,把工件翻转180°后使A端面台阶面向下,加工另一端面B台阶,此时与夹具上表面接触的A端面台阶平面较窄,为提高稳定型,使用带有球头螺钉的辅助支撑,以保证背弧与定位销紧密接触,达到准确定位。

[0045] 具体实施方式二:结合图3说明本实施方式,本实施方式的步骤四中在加工端面B台阶时,通过工装夹具上穿过连杆4上的球头螺钉进行辅助支撑。如此设置,使得待加工工件的固定更加牢固,有效防止因装夹不牢固带来的加工精度差的问题。其它组成和连接关系与具体实施方式一相同。

[0046] 具体实施方式三:结合图12说明本实施方式,本实施方式的步骤四中在加工端面B台阶时,在底座1与端面台阶A之间的缝隙内采用“凸”字形垫块50进行支撑。如此设置,便于保证待加工工件下部的稳固性。其它组成和连接关系与具体实施方式一或二相同。

[0047] 具体实施方式四:结合图1至图4说明本实施方式,本实施方式步骤五中的硬质合金球头铣刀H参数为: $\phi 6$ 的100mm长硬质合金棒磨制的R1.5球头,10°锥角,三刃,螺旋角为30°。如此设置,考虑到铣削加工斜齿汽封时刀具干涉的情况,以及根部倒圆角为R1.6等因素。所以在设计刀具时应避免加工过程中刀具与工件及工装产生干涉。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二或三相同。

[0048] 具体实施方式五:结合图8至图10说明本实施方式,本实施方式步骤五中的硬质合金球头铣刀H的球头精度保证在 $-0.014 \sim -0.028$,锥角精度保证在 $+1' \sim -1'$ 。如此设置,如果任何位置尺寸超差都将影响斜齿尖宽度,因此要求必须严格保证刀具尺寸。便于保证斜齿的加工精度。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三或四相同。

[0049] 具体实施方式六:结合图8至图10说明本实施方式,本实施方式步骤五中的硬质合金球头铣刀H的切削刃长度15mm。如此设置,这样既保证耐用度,又可以随着刀具使用的磨损随时修磨,即能节约大量刀具材料,又能降低消耗。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三或四相同。

[0050] 具体实施方式七:本实施方式步骤五中,对斜齿F的加工步骤为:

[0051] 第一步:上下齿粗加工:采用等距粗加工方式;

[0052] 第二步:上下齿精加工:采用等距精加工方式;

[0053] 第三步:中间六齿粗加工:采用5轴自由路径加工方式;

- [0054] 第四步:中间六齿精加工:采用5轴投影精加工方式。
- [0055] 如此设置加工顺序主要优势如下:
- [0056] 1、能够及时并均匀释放应力,避免应力集中导致齿形变形。
- [0057] 2、由于上下两齿与中间六齿结构及尺寸不同,在余量分配上及加工方式上均有所不同。
- [0058] 所以将上下两齿加工完毕后更加便于测量待加工中间六齿的余量并平均分配。
- [0059] 其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三或四相同。
- [0060] 具体实施方式八:结合图1至图4说明本实施方式,本实施方式步骤五中的斜齿F的粗加工参数为:主轴转速: $S=5000\text{rpm}$;进给速度: $F=800\text{ (mm/min)}$;切削用量 $a_p=0.15\text{mm}$ 。如此设置,既能保证余量均匀又能保证提高速度。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三或四相同。
- [0061] 具体实施方式九:结合图1至图4说明本实施方式,本实施方式步骤五中的斜齿F的精加工参数为:主轴转速: $S=6000\text{rpm}$;进给速度: $F=600\text{ (mm/min)}$;切削用量 $a_p=0.1\text{mm}$ 。如此设置,既能保证齿形加工精度和尺寸公差又能够控制齿形变形。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三或四相同。
- [0062] 具体实施方式十:结合图3至图7说明本实施方式,本实施方式的步骤二中的工装夹具安装到五轴联动铣车加工中心上或者三轴数控立铣上。如此设置,此工装不仅适用于三轴数控立铣(加工内外圆弧及两端辐射面),而且在五轴铣车加工中心(加工斜齿)中同样使用。具有良好的通用性。其它组成和连接关系与具体实施方式一、二、三或四相同。
- [0063] 加工斜齿F的实施例:
- [0064] 通过对该产品多次试验加工,在全面验证加工程序、刀具结构、夹具结构的同时,确定了铣齿方案:
- [0065] 第一:在齿加工过程中,由粗精加工两部分组成。
- [0066] 第二:为保证五轴联动时有足够的运动空间,主轴转角 50° ,刀具要装夹在“接长杆”刀柄上。
- [0067] 第三:斜齿所在的内弧面,要在前序留 0.5mm 余量,这样在齿加工时定位、夹紧后,精铣一刀,确保齿型准确。
- [0068] 第四:齿形粗铣后最低处留有 0.1mm 余量,高处留有 0.3mm 余量。这样确保齿形精加工时加工后有好的齿型和尺寸精度。
- [0069] 第五:最佳切削参数:通过对多组参数对比选择一组最佳切削参数:
- [0070] 粗加工主轴转速: $S=5000\text{rpm}$
- [0071] 进给速度: $F=800\text{ (mm/min)}$
- [0072] 切削用量 $a_p=0.15\text{mm}$
- [0073] 精加工主轴转速: $S=6000\text{rpm}$
- [0074] 进给速度: $F=600\text{ (mm/min)}$
- [0075] 切削用量 $a_p=0.1\text{mm}$
- [0076] 原点偏置:G55坐标中心
- [0077] 找正坐标原点:X、Y、Z零点设在工件上表面中心。
- [0078] 加工坐标原点:X0、Y0、Z0、A 50°

- [0079] 阵列坐标原点: X、Y、-Z
- [0080] 主要加工方法:
- [0081] 上下齿粗加工: 等距粗加工方式。
- [0082] 上下齿精加工: 等距精加工方式。
- [0083] 中间六齿粗加工: 5轴自由路径加工方式。
- [0084] 中间六齿精加工: 5轴投影精加工方式。

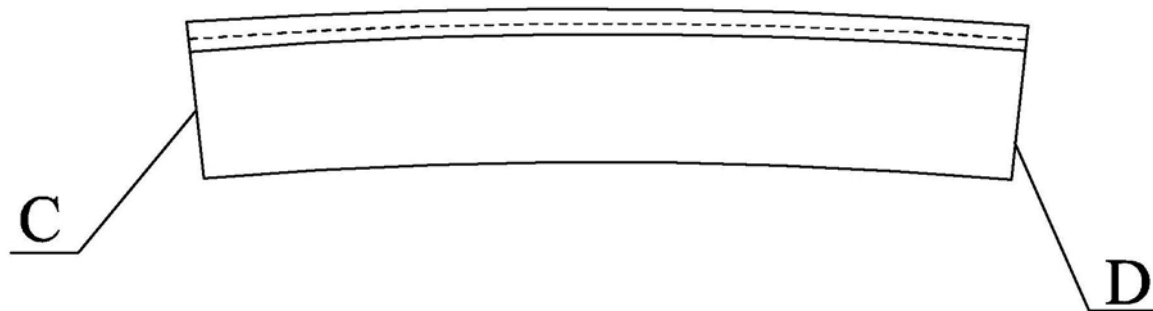


图1

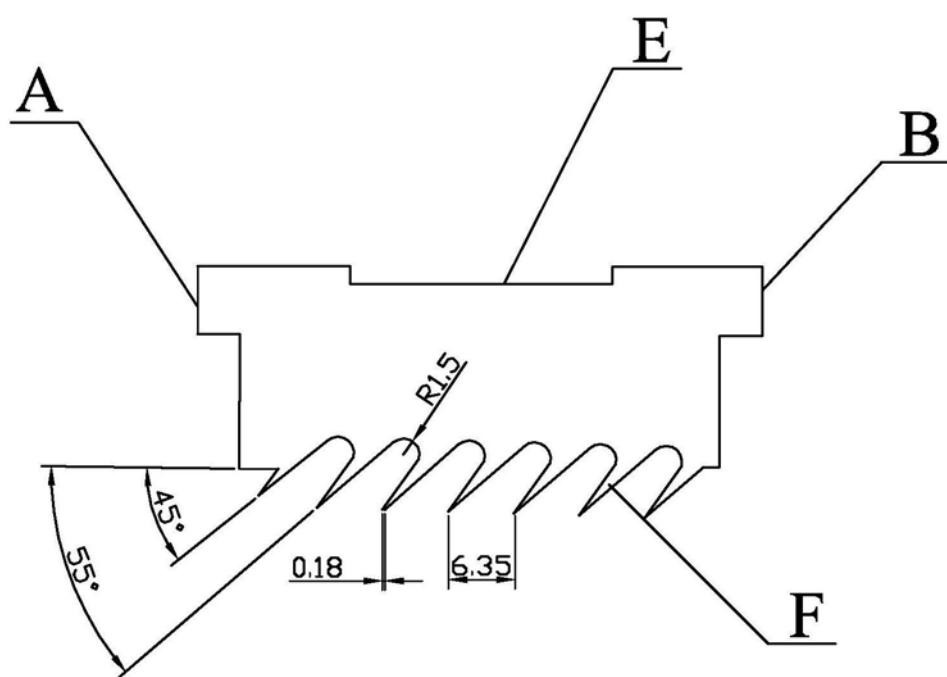


图2

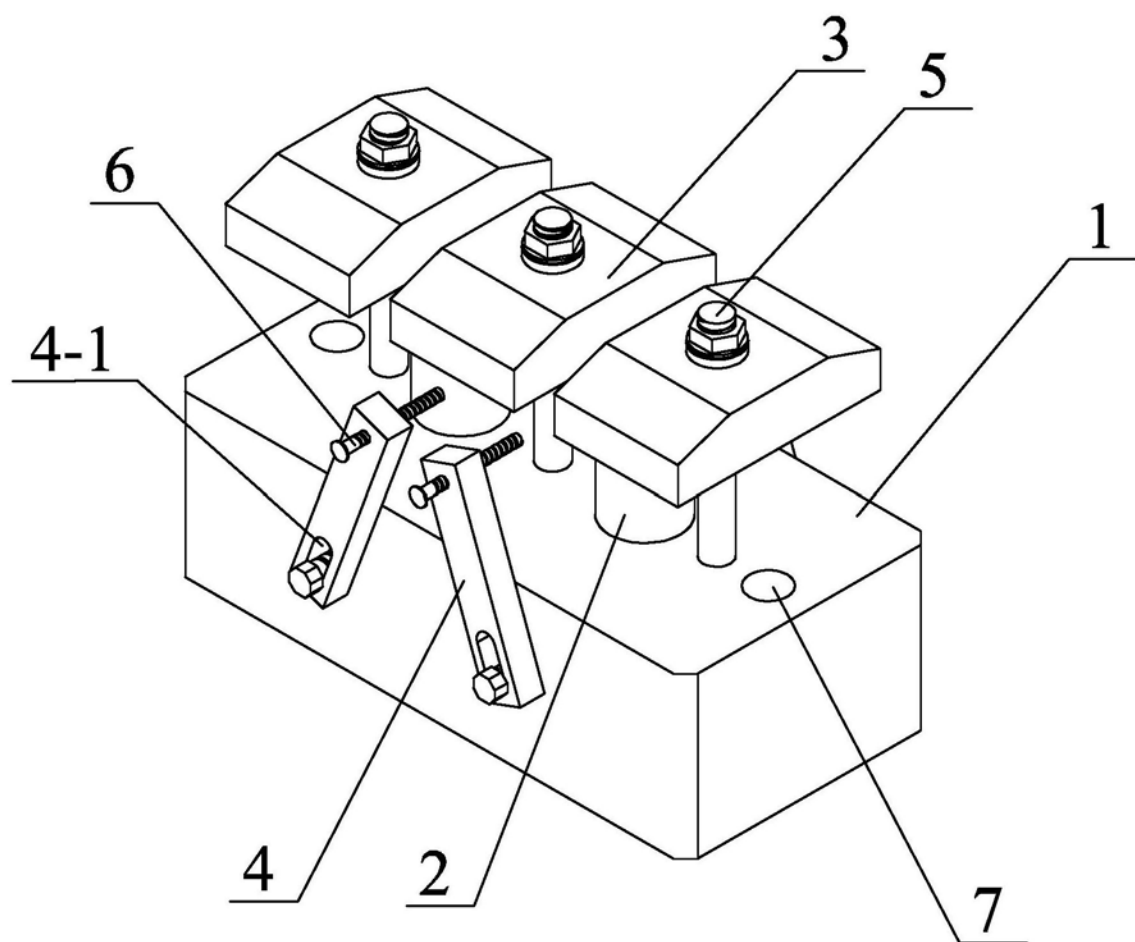


图3

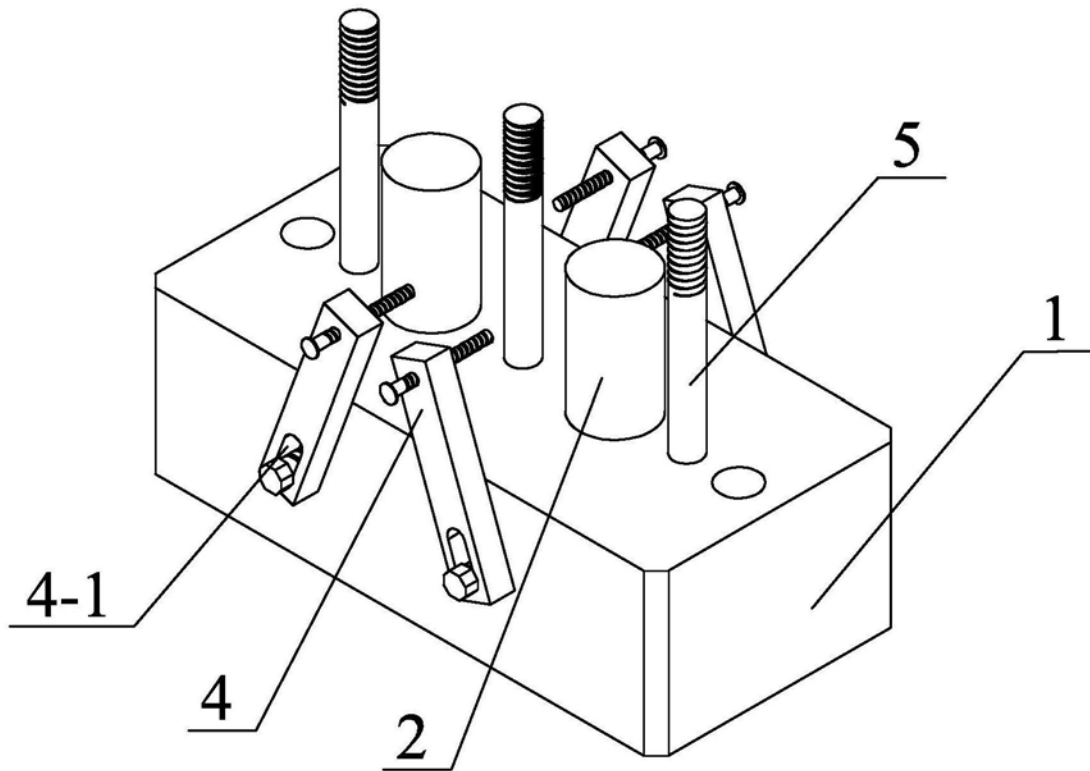


图4

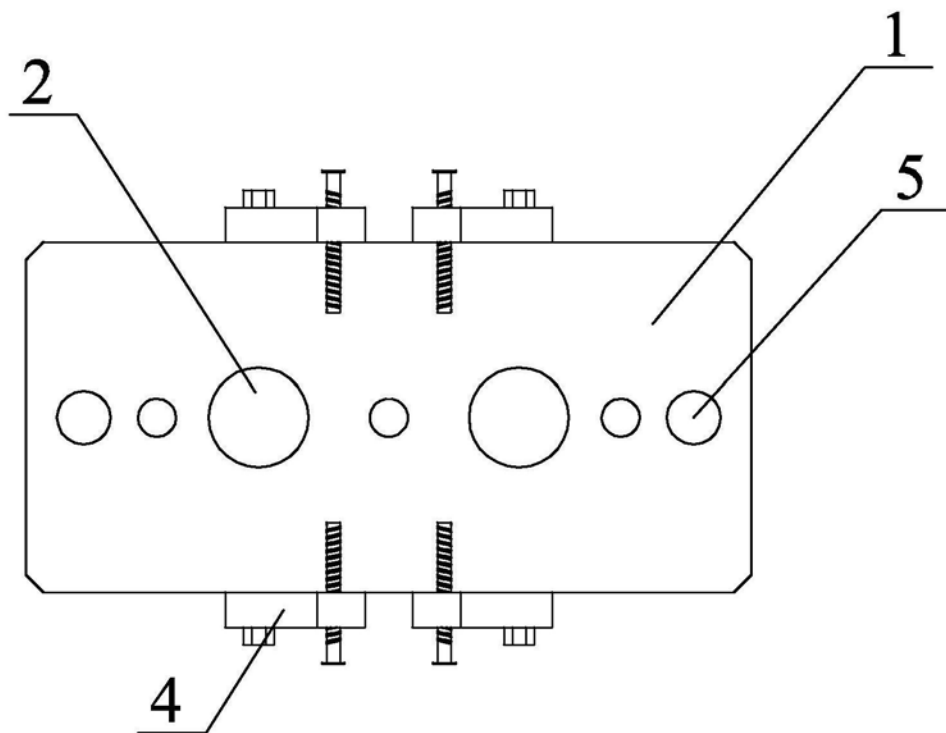


图5

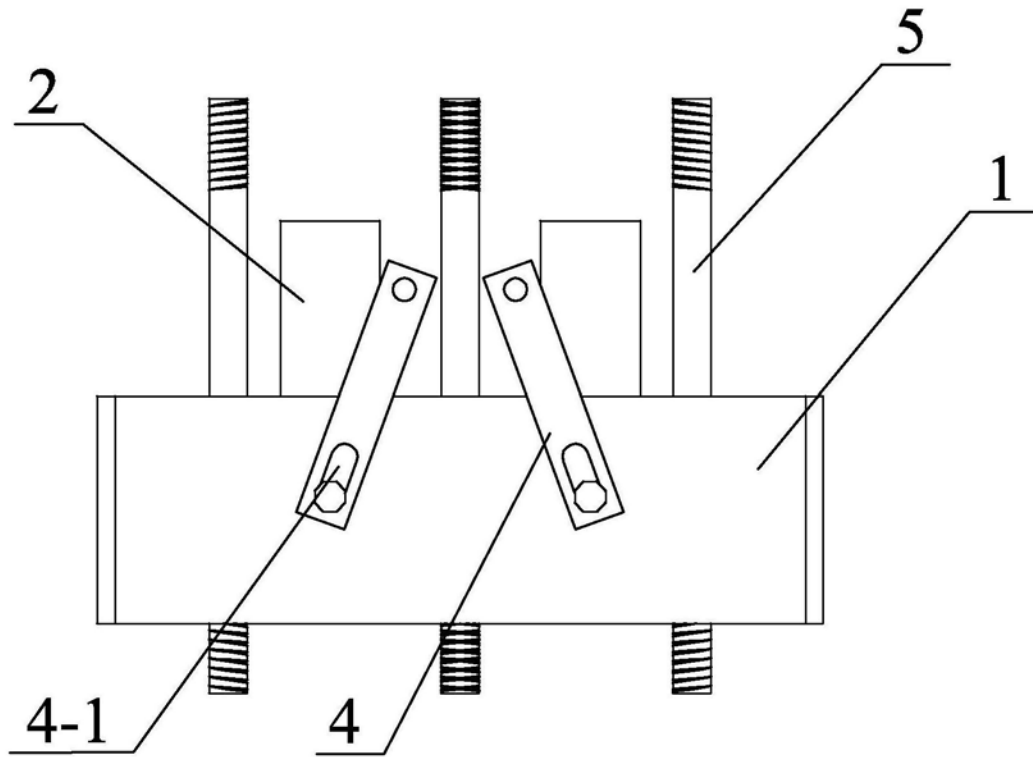


图6

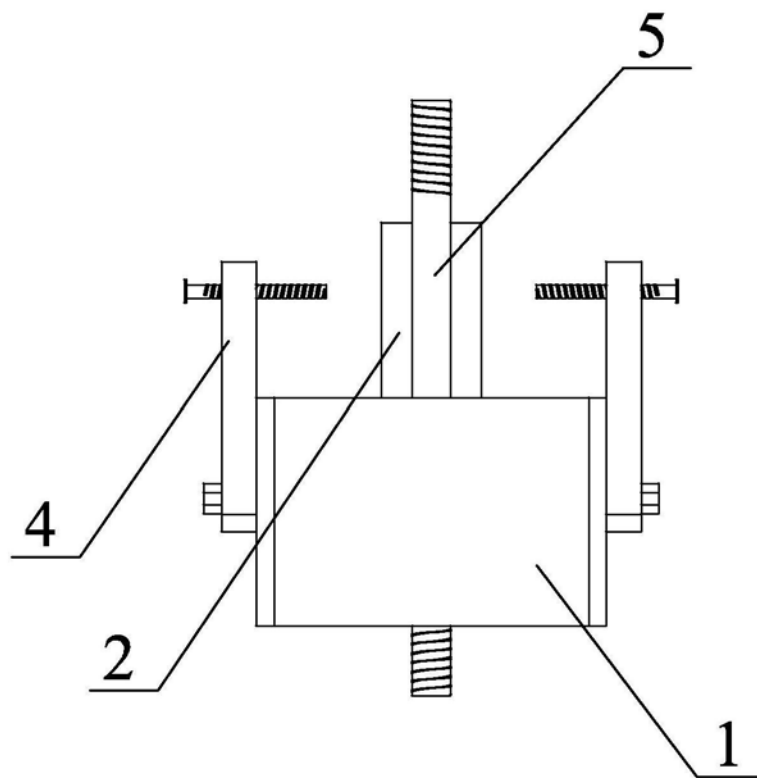


图7

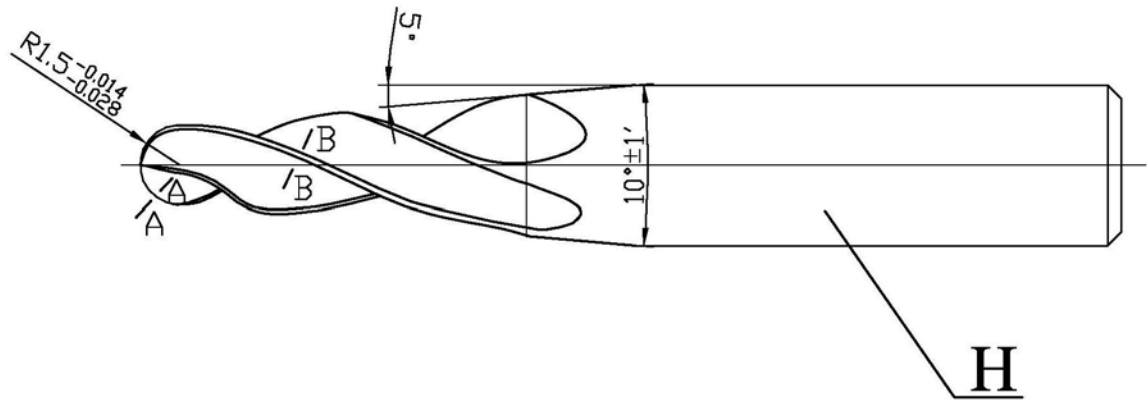


图8

A-A

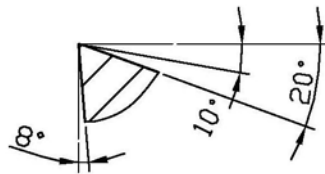


图9

B-B

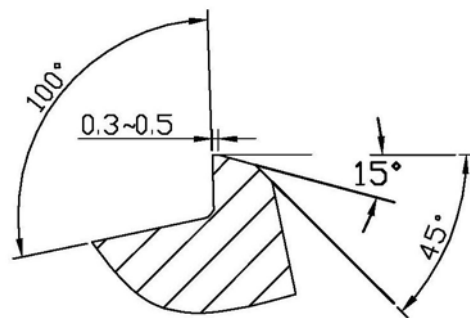


图10

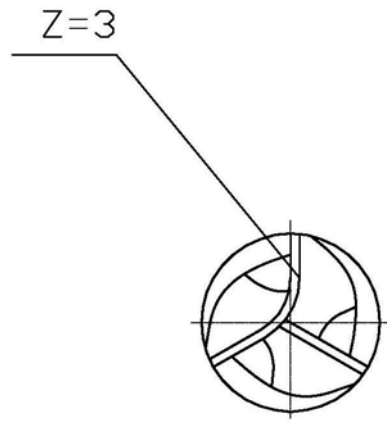


图11

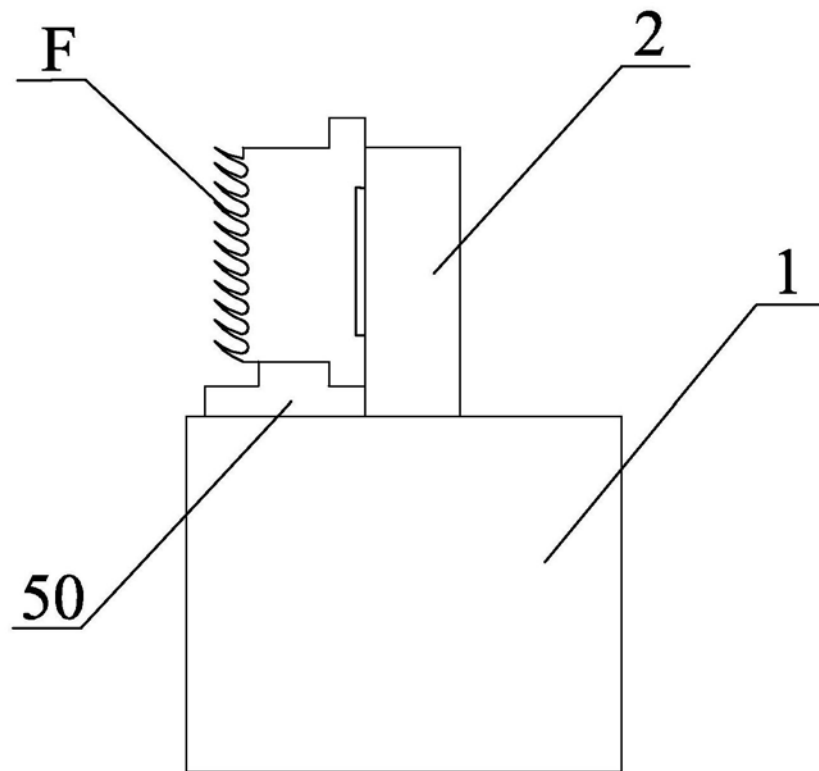


图12