



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111451546 A

(43)申请公布日 2020.07.28

(21)申请号 202010274329.2

(22)申请日 2020.04.09

(71)申请人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路  
17923号

(72)发明人 李安海 葛德俊 张茹凤 吕明航  
唱佳林

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限  
公司 37221

代理人 赵敏玲

(51)Int.Cl.

B23B 41/00(2006.01)

B23B 47/00(2006.01)

B23Q 5/28(2006.01)

B23Q 15/013(2006.01)

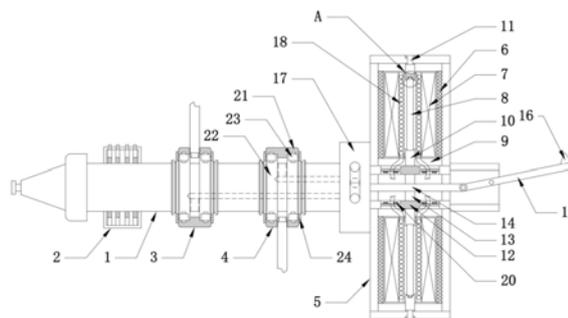
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种异形孔镗孔装置、机床及方法

(57)摘要

本公开提供一种异形孔镗孔装置、机床及方法,涉及机械加工领域,包括输出板,所述输出板一端连接镗杆,另一端连接刀具,所述镗杆带动刀具绕镗杆轴线转动,所述镗杆上配合有伸缩结构,所述伸缩结构包括磁致伸缩杆和驱动机构,所述驱动机构带动磁致伸缩杆往复伸缩并作用于输出板,使输出板偏移镗杆轴线方向或恢复镗杆轴线方向,从而改变刀具与镗杆的相对位置,通过磁场变化控制磁致伸缩杆的伸缩过程,使磁致伸缩杆作用于输出板,输出板带动刀具偏移,周期性改变刀具与镗杆的相对位置,从而使刀具末端形成所需的异形轨迹,从而将工件镗削得到所需的异形孔结构,在降低镗削加工表面粗糙度的同时,提高了销孔的精镗效率。



1. 一种异形孔镗孔装置,其特征在于,包括输出板,所述输出板一端连接镗杆,另一端连接刀具,所述镗杆带动刀具绕镗杆轴线转动,所述镗杆上配合有伸缩结构,所述伸缩结构包括磁致伸缩杆和驱动机构,所述驱动机构带动磁致伸缩杆往复伸缩并作用于输出板,使输出板偏移镗杆轴线方向或恢复镗杆轴线方向,从而改变刀具与镗杆的相对位置。

2. 如权利要求1所述的异形孔镗孔装置,其特征在于,所述驱动机构包括供电模块和磁场模块,所述供电模块驱动磁场模块;磁场模块有两个,分别对应配合有磁致伸缩杆,两磁致伸缩杆对称布置在镗杆轴线两侧,呈相反方向共同作用于输出板。

3. 如权利要求2所述的异形孔镗孔装置,其特征在于,所述磁致伸缩杆沿径向远离轴线依次同轴套设有线圈、永磁体和壳体,所述永磁体配合线圈共同对磁致伸缩杆施加变化磁场,驱动磁致伸缩杆的伸缩,所述线圈、永磁体和壳体共同构成磁场模块,所述磁致伸缩杆整体位于线圈轴向的两端面之间。

4. 如权利要求1所述的异形孔镗孔装置,其特征在于,所述磁致伸缩杆输出端配合有变形体,变形体将磁致伸缩杆输出段的位移放大并通过位移输出轴作用于输出板;

所述变形体配合有应变片,用于测取变形体的形变量并配合驱动机构形成对磁致伸缩杆的反馈调节。

5. 如权利要求1所述的异形孔镗孔装置,其特征在于,所述输出板一端铰接有连接杆,所述连接杆中部与镗杆铰接形成杠杆结构,所述刀具安装在连接杆远离输出板的一端,所述连接杆用于放大输出板的偏移量并作用于刀具,从而使刀具输出椭圆形运动轨迹。

6. 如权利要求1所述的异形孔镗孔装置,其特征在于,所述镗杆上配合有冷却机构,包括通过管路连通的进水阀和排水阀,所述管路一端连通进水阀,另一端沿阀杆内部延伸并环绕至磁致伸缩杆周围后,沿阀杆内部返回并连通排水阀,用于冷却磁致伸缩杆。

7. 一种机床,其特征在于,安装有如权利要求1-6任一项所述的异形孔镗孔装置。

8. 一种异形孔镗孔方法,其特征在于,利用如权利要求1-6任一项所述的异形孔镗孔装置,包括以下步骤:

将镗杆与机床主轴配合,驱动机构接入外部供电端;

根据所需异形孔的形状确定刀具的运动轨迹,得出单周期内驱动机构带动磁致伸缩杆的形变过程;

镗杆带动刀具与工件产生相对转动,从而加工孔内壁实现镗孔,沿镗杆轴向进给得到所需异形孔。

9. 如权利要求8所述的异形孔镗孔方法,其特征在于,刀具与工件相对转动一周为一个周期,刀具在单周期内的运动轨迹与所需异形孔的界面形状相同。

10. 如权利要求8所述的异形孔镗孔方法,其特征在于,磁致伸缩杆的往复动作经位移放大后传递到刀具。

## 一种异形孔镗孔装置、机床及方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及机械加工领域,特别涉及一种异形孔镗孔装置、机床及方法。

### 背景技术

[0002] 本部分的陈述仅仅是提供了与本公开相关的背景技术,并不必然构成现有技术。

[0003] 随着机动车污染物排放标准的不断提升,对机动车各方面性能,主要是发动机方面性能的提升提出了越来越高的要求。发动机输出功率在不断提高,活塞承受的燃气压力也在不断上升,作为支撑部分的销孔负荷明显增加,销孔部分的应力集中越来越大,因此传统活塞在此处很容易产生裂纹导致活塞失效降低活塞使用寿命。为提高活塞销孔部分的承载能力,现通常将销孔部分设计成异形孔,其形状一般有椭圆孔、椭圆孔的组合型孔还有喇叭口。

[0004] 发明人发现,由于销孔尺寸一般较小,且椭圆度也很小,椭圆度一般在 $100\mu\text{m}$ 以内,销孔加工误差要求在 $0.02\text{mm}$ 以内,表面粗糙度 $R_a$ 小于 $0.32\mu\text{m}$ ,即销孔加工要求精度高,采用普通数控机床加工一方面难以实现椭圆孔等异型销孔的精镗加工,另一方面镗削加工表面粗糙度达不到交货要求,因此,目前的机械加工过程难以满足同时保证销孔的形状和加工质量的要求,影响带有异形销孔活塞的加工效率。

### 发明内容

[0005] 本公开的目的是针对现有技术存在的缺陷,提供一种异形孔镗孔装置、机床及方法,通过磁场变化控制磁致伸缩杆的伸缩过程,使磁致伸缩杆作用于输出板,输出板带动刀具偏移,周期性改变刀具与镗杆的相对位置,从而使刀具末端形成所需的异形轨迹,从而将工件镗孔得到所需的异形孔结构,在提高降低镗削加工表面粗糙度的同时,提高了销孔的精镗效率。

[0006] 本公开的第一目的是提供一种异形孔镗孔装置,采用以下技术方案:

[0007] 包括输出板,所述输出板一端连接镗杆,另一端连接刀具,所述镗杆带动刀具绕镗杆轴线转动,所述镗杆上配合有伸缩结构,所述伸缩结构包括磁致伸缩杆和驱动机构,所述驱动机构带动磁致伸缩杆往复伸缩并作用于输出板,使输出板偏移镗杆轴线方向或恢复镗杆轴线方向,从而改变刀具与镗杆的相对位置。

[0008] 进一步地,所述驱动机构包括供电模块和磁场模块,所述供电模块驱动磁场模块;磁场模块有两个,分别对应配合有磁致伸缩杆,两磁致伸缩杆对称布置在镗杆轴线两侧,呈相反方向共同作用于输出板。

[0009] 进一步地,所述磁致伸缩杆沿径向远离轴线依次同轴套设有线圈、永磁体和壳体,所述永磁体配合线圈共同对磁致伸缩杆施加变化磁场,驱动磁致伸缩杆的伸缩,所述线圈、永磁体和壳体共同构成磁场模块,所述磁致伸缩杆整体位于线圈轴向的两端面之间。

[0010] 进一步地,所述磁致伸缩杆输出端配合有变形体,变形体将磁致伸缩杆输出段的位移放大并通过位移输出轴作用于输出板;

[0011] 所述变形体配合有应变片,用于测取变形体的形变量并配合驱动机构形成对磁致伸缩杆的反馈调节。

[0012] 进一步地,所述输出板一端铰接有连接杆,所述连接杆中部与镗杆铰接形成杠杆结构,所述刀具安装在连接杆远离输出板的一端,所述连接杆用于放大输出板的偏移量并作用于刀具,从而使刀具输出椭圆形运动轨迹。

[0013] 进一步地,所述镗杆上配合有冷却机构,包括通过管路连通的进水阀和排水阀,所述管路一端连通进水阀,另一端沿阀杆内部延伸并环绕至磁致伸缩杆周围后,沿阀杆内部返回并连通排水阀,用于冷却磁致伸缩杆。

[0014] 本公开的第二目的是提供一种机床,利用如上所述的异形孔镗孔装置。

[0015] 本公开的第三目的是提供一种异形孔镗孔方法,利用如上所述的异形孔镗孔装置,包括以下步骤:

[0016] 将镗杆与机床主轴配合,驱动机构接入外部供电端;

[0017] 根据所需异形孔的形状确定刀具的运动轨迹,得出单周期内驱动机构带动磁致伸缩杆的形变过程;

[0018] 镗杆带动刀具与工件产生相对转动,从而加工孔内壁实现镗孔,沿镗杆轴向进给得到所需异形孔。

[0019] 进一步地,刀具与工件相对转动一周为一个周期,刀具在单周期内的运动轨迹与所需异形孔的界面形状相同。

[0020] 进一步地,磁致伸缩杆的往复动作经位移放大后传递到刀具。

[0021] 与现有技术相比,本公开具有的优点和积极效果是:

[0022] (1) 通过磁致伸缩材料在磁场下的伸缩动作驱动刀具的摆动,在周期变化的磁场下使得磁致伸缩杆周期性伸缩,使得刀具的运动轨迹改变,从圆形轨迹改变为所需的异形运动轨迹,配合镗杆的进给实现对销孔的精镗,从而得到所需结构的异形孔,降低异形孔的加工难度,并提高整个异形孔的加工效率,保证精镗后销孔内壁的粗糙度满足需求;

[0023] (2) 利用变形体配合连接杆形成的多级放大结构,将磁致伸缩杆的伸缩动作放大,从而得到所需的形变量,配合刀具和工件的相对转动共同形成轨迹为椭圆的加工截面,解决了传统加工方式难以实现异形孔加工的问题;另外,根据所需加工的截面形状,适当调节磁致伸缩杆的伸缩量,实现对椭圆度的调节,满足不同椭圆度需求异形销孔的加工;

[0024] (3) 对于驱动磁致伸缩杆的磁场模块,配置周期性变化的线圈和永磁体,线圈为磁致伸缩杆提供周期性变化的驱动磁场,永磁体产生偏置磁场使得磁致伸缩杆处于预极化状态,避免“倍频”现象产生,使得磁致伸缩杆处于线性伸缩区;另外,线圈通过产生正负方向可变的变化的磁场,与永磁体产生的偏置磁场叠加并产生较大范围变化的驱动磁场;

[0025] (4) 配置冷却机构对磁致伸缩杆进行冷却,约束磁致伸缩杆的过度升温,使磁致伸缩杆处于良好的相应区,提高其伸缩动作的精度;

[0026] (5) 通过应变片获取变形体的输出量,依据其输出量与所需的形变量进行比对,形成反馈调节,实现对磁致伸缩杆伸缩量的闭环控制,及时对控制线圈磁场的电流进行调节,进一步提高可控性,提高加工精度。

## 附图说明

[0027] 构成本公开的一部分的说明书附图用来提供对本公开的进一步理解,本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开,并不构成对本公开的不当限定。

[0028] 图1为本公开实施例1、2、3中镗孔装置的整体结构示意图;

[0029] 图2为本公开实施例1、2、3中应变片和弹性体的配合示意图;

[0030] 图3为图1中A处的局部放大示意图;

[0031] 图4为本公开实施例1、2、3中异形孔示意图。

[0032] 图中,1、镗杆,2、电刷,3、进水阀,4、排水阀,5、磁致伸缩马达,6、永磁铁,7、线圈,8、磁致伸缩杆,9、导磁体,10、导向块,11、预紧螺钉,12、弹性变形体,13、位移输出轴,14、位移输出板,15、杠杆,16、机夹刀片,17、冷却水转换阀,18、冷却水管,19、霍尔元件,20、电阻应变片,21、外壳,22、内冷道橡皮圈,23、橡皮滚珠,24、防漏橡胶圈。

## 具体实施方式

[0033] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本公开提供进一步地说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本公开所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。

[0034] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本公开的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合;

[0035] 为了方便叙述,本公开中如果出现“上”、“下”、“左”、“右”字样,仅表示与附图本身的上、下、左、右方向一致,并不对结构起限定作用,仅仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的设备或元件必须具有特定的方位,以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本公开的限制。

[0036] 正如背景技术中所介绍的,现有技术中销孔加工要求精度高,采用普通数控机床加工一方面难以实现椭圆孔等异型销孔的精镗加工,另一方面镗削加工表面粗糙度达不到交货要求,因此,目前的机械加工过程难以满足同时保证销孔的形状和加工质量的要求,影响带有异形销孔活塞的加工效率,针对上述问题,本公开提出了一种异形孔镗孔装置、机床及方法。

[0037] 实施例1

[0038] 本公开的一种典型的实施方式中,如图1-图4所示,提出了一种异形孔镗孔装置。

[0039] 主要包括镗杆1、磁致伸缩马达5和刀具;

[0040] 所述镗杆一端为配合端,能够与外部机床主轴配合连接,获取外部动力,另一端为工作端,其工作端上配合有位移输出板14,位移输出板连接刀具,配合端从外部获取动力,从而带动刀具与待加工的工件产生相对转动;

[0041] 可以理解的是,若在产生相对转动时,可以使镗杆整体带动刀具进行自转,从而使刀具与待加工工件产生相对转动;也可以使刀具和镗杆固定,使得外部夹具带动待加工的工件转动,也能够使得刀具与待加工的工件产生相对转动;上述两种产生相对转动的方式均能够实现镗孔过程;在本实施例中,优选为机床主轴带动镗杆、刀具绕轴线自转。

[0042] 镗杆上配合有伸缩结构,所述伸缩结构包括磁致伸缩杆8和驱动机构,磁致伸缩杆在驱动机构的带动下能够进行往复伸缩动作,并作用于输出板,使得输出板本体偏移镗杆轴线方向的同时也能带动刀具偏移;使得刀具与镗杆的相对位置发生改变,在配合相对转动的工件进行加工时,改变刀具原有的圆形运动轨迹,使其轨迹呈所需的异形轨迹线;

[0043] 在本实施例中,异形孔为椭圆形孔,对应的刀具的轨迹线为椭圆轨迹线。

[0044] 当然,可以理解的是,所述驱动机构和磁致伸缩杆均配合有对应的辅助结构,驱动机构、磁致伸缩杆和其辅助结构共同形成了磁致伸缩马达;

[0045] 具体的,磁致伸缩马达从轴线向外为多层结构,磁致伸缩杆的外部依次套设有线圈7、永磁体和外壳21;

[0046] 驱动机构包括供电模块和磁场模块,所述供电模块驱动磁场模块;磁场模块有两个,分别对应配合有磁致伸缩杆,两磁致伸缩杆对称布置在镗杆轴线两侧,呈相反方向共同作用于输出板;

[0047] 所述永磁体配合线共同对磁致伸缩杆施加变化磁场,驱动磁致伸缩杆的伸缩,所述线圈、永磁体和壳体共同构成磁场模块;

[0048] 供电模块为线圈供应电能,线圈通入电流后在内圈形成磁场,配合筒状的永磁体共同将磁场施加在磁致伸缩杆上。

[0049] 对于供电模块,可以采用多种形式,如图1所示,采用电刷2安装在镗杆上,在镗杆转动时仍然能够为转动的线圈进行供电;当然,也可以采用不接触的供电方式,比如采用无线充电结构,为转动的线圈持续供电;

[0050] 在采用无线充电结构时,需要将无线供电模块和无线受电模块布置在运力磁致伸缩马达的位置,避免无线充电结构对线圈的磁场产生影响,将无线受电模块安装在镗杆上,并与线圈电联,无线供电模块布置在机床或其他外部支撑结构上,从而实现持续对线圈的供电。

[0051] 在磁致伸缩马达内部布置了可形成变化磁场的线圈和固定磁场状态的永磁体,使其二者的磁场叠加共同作用于磁致伸缩杆;

[0052] 一方面,利用永磁体产生的偏置磁场使得磁致伸缩杆处于预极化状态,避免“倍频”现象产生,以使磁致伸缩杆处于线性伸缩区域,使得磁致伸缩杆在收到变化磁场作用时,能够产生良好的相应状态;

[0053] 另一方面,线圈所产生的正负方向可变的变化磁场,在于永磁体产生的偏置磁场叠加后,能够产生更大范围变化的驱动磁场,进一步提高整个磁场模块的驱动性能,保证其磁场变化范围所形成的磁致伸缩杆的伸缩幅度能够满足需求。

[0054] 需要指出的是:线圈、永磁体的轴向长度均大于磁致伸缩杆的轴向长度,使得磁致伸缩杆两端位于线圈的两端面之间;

[0055] 由于驱动线圈轴向的两端的磁场存在端部效应,退磁场较大,致使线圈磁场轴向不均匀;通过以上设置,线圈和永磁体在轴向上覆盖磁致伸缩杆,使得磁致伸缩杆两端也能够位于线圈磁场的均匀区域内,避免端部效应的影响,提高磁致伸缩杆的良好相应。

[0056] 可以理解的是,上述所采用的磁致伸缩杆可以选用现有的超磁致伸缩棒,对于永磁体,可以选用现有的筒状结构的永磁铁6。

[0057] 进一步地,磁致伸缩马达有两组,分别设置在镗杆轴线的两侧,线圈和永磁体的两

端均配合有导磁体9；

[0058] 每个磁致伸缩杆的两端均配合有导向块10,导向块穿过导磁体,远离输出板的导向块穿过导磁体与外壳连接,对磁致伸缩杆的一端进行约束;靠近输出板的导向块穿过导磁体配合有弹性变形体12;

[0059] 磁致伸缩杆两端的导向块相互配合,约束并校正磁致伸缩杆在磁场作用下的伸缩方向。

[0060] 导磁体、导向块配合壳体,能够将磁路形成闭合,永磁体、线圈、导向块通过对应的固定元件安装在壳体上,实现其位置的固定。

[0061] 外壳通过预紧螺钉11与对应导向块连接,在一定预紧力的作用下,磁致伸缩杆的磁致伸缩特性能够进行有效改善,从而通过调节预紧力能够对磁致伸缩杆的伸缩特性进行调节,以使其满足需求。

[0062] 对于弹性变形体12,其一侧导向块对接,获取磁致伸缩杆在磁场作用下的伸缩位移变化,另一端通过位移输出轴13抵压在输出板上;弹性变形体能够将磁致伸缩杆的形变予以增幅后进行传递,具有定的传动比;

[0063] 利用其增幅作用,能够放大磁致伸缩杆的微小形变,提高作用到输出板上的位移量;另外,磁致伸缩杆具有紧密且灵敏的传递微小位移的特性。

[0064] 进一步地,两组磁致伸缩马达相对设置,两磁致伸缩杆轴线共线设置,其配合变形体的一端分别抵压在输出板的两侧,并同步相反运动,共同对输出板进行驱动;

[0065] 镗杆的非配合端设有一个盲孔结构,输出板安装在此盲孔内,输出板的一端固定在盲孔的底部端面上,另一端为自由端,形成一个悬臂结构,位移输出轴从镗孔轴线的两侧共同抵压在输出板上,通过其动作驱动自由端的运动,从而带动刀具位置变化。

[0066] 在初始时,输出端与镗杆轴线处于平行状态,在受到位移输出轴的推动后,使得位移输出板偏离镗杆的轴线方向,从而带动自由端的运动;

[0067] 由于磁致伸缩杆在磁场作用下的伸缩形变量较小,因此为了实现所需的刀具偏移量,还需要对其形变量进行放大后输出到刀具上;本实施例中配置一个杠杆结构作为位移放大机构,自由端铰接有连接杆,连接杆的中部铰接在盲孔内壁上,中部铰接点靠近自由端,从而形成一个费力杠杆结构,远离自由端的另一端安装有刀具,从而形成对自由端位移的放大。

[0068] 可以理解的是,通过弹性变形体对磁致伸缩杆的位移进行一级放大后,再通过悬臂结构对位移进行二级放大,又通过连接杆形成的杠杆结构对位移进行三级放大,实现对磁致伸缩杆位移的多级放大过程,提高了位移量的变化范围,从而提高刀具镗孔的加工范围,有效提升其适用性。

[0069] 对于刀具结构,其可以通过对应的夹具安装在连接杆端部,在本实施例中,刀具可以选用机夹刀片16,;以可拆装的方式通过对应的夹具安装在连接杆上,在刀片磨损后能够方便的进行替换;

[0070] 当然,也可以直接将刀具和连接杆作为一体,不同的连接杆其支点对应的两个力臂的长度不同,从而通过更换不同的连接杆实现不同比例的三级放大效果,能够更好的满足多级放大的需求;

[0071] 在本实施例中,杠杆15两铰链之间距离与铰链与机夹刀片16之间的长度比为1:5;

利用杠杆两边的长度比再次放大输出的位移量,使镗孔装置可以适应更大径向范围的异形孔加工。

[0072] 进一步地,磁致伸缩杆在磁场作用下伸缩时,还会产生大量的热量,热量会导致磁致伸缩杆温度的提升,在到达一定温度后,磁致伸缩杆的伸缩特性会削弱或消失,无法满足长时间工作的需求;

[0073] 因此,在本实施例中,镗孔装置上还配置有冷却机构;

[0074] 对于冷却机构,其包括进水阀3、排水阀4、冷却水管18和冷却水转换阀17,进水阀通过冷却水管连通冷却水转换阀后进入磁致伸缩马达内,对磁致伸缩杆进行冷却,然后通过冷却水管返回冷却水转换阀,最后通过冷却水管连通排水阀将水排出,形成循环冷却结构;

[0075] 具体的,进水阀3和排水阀4通过镗杆1内的管道与冷却水转换阀17相通;超磁致伸缩棒8周围设有冷却水管18,冷却水管18穿过导磁体9、弹性变形体12和超磁致伸缩马达5的侧壁与冷却水转换阀17连接;

[0076] 进水阀3和排水阀4其结构相同,包括外壳21和内冷道橡皮圈22,内冷道橡皮圈22套在镗杆1上,与镗杆1、外壳21共同组成绕镗杆1一周的环形内冷道,因此镗杆1上不论是进水口还是出水口只要开一个口与环形内冷道相接即可实现与镗杆内部冷却水交换,内冷道橡皮圈22与外壳21之间设有两排橡皮滚珠23,橡皮滚珠23的作用是减少镗杆1转动时与水阀外壳之间的摩擦,提高水阀使用寿命,进水阀3和排水阀4两侧均设有防漏橡胶圈24,防漏胶圈24的作用是尽可能的防止冷却水外漏。

[0077] 通过冷却机构能够有效降低磁致伸缩杆在工作时的温度,从而使其温度维持在正常工作的区间内,保证其磁致伸缩效果,保证其工作的精度;

[0078] 而配置在镗杆内部的管路能够减少冷却水管道的外露,减少冷却水管与外部其他结构的干涉,从而提高整体的传动、冷却效果。

[0079] 在进行镗孔加工时,为了实现刀具动作的控制并保证加工的精度,还设置有相应的反馈调节;

[0080] 磁致伸缩杆8与靠近马达外部的导向块10之间设有霍尔元件19,主要是利用了半导体元件的霍尔效应实现对磁场的感知和测量,实现对磁场的闭环控制,及时对控制磁场的电流进行调节,提高加工精度。

[0081] 上下两根超磁致伸缩棒8材料成份分别为Tb-Dy-Fe系合金和SmFe<sub>2</sub>化合物,主要是因为二者居里温度均较高,且在相同磁场环境下,Tb-Dy-Fe系合金长度伸长,SmFe<sub>2</sub>化合物收缩,便于磁场方向的控制。也可以均采用同一种材料,磁场大小相同但方向相反。

[0082] 弹性变形体12上设有两组电阻应变片20,电阻应变片20按“全桥”变换电路方式连接,电阻应变片可以感知微位移变化,测量微位移变化量,与霍尔元件从不同角度进行测量,对系统的输出量进行多角度矫正来保证加工精度。

[0083] 实施例2

[0084] 本公开的另一典型实施例中,如图1-图4所示提供一种机床,利用如实施例1所述的异形孔镗孔装置。

[0085] 所述机床的主轴上安装有异形孔镗孔装置,其镗杆与主轴对接,从主轴获取转矩,待加工的工件安装在机床夹具上,异形孔镗孔装置与待加工工件产生相对转动,从而对工

件上的销孔进行镗孔加工,得到所需的异形孔结构。

[0086] 实施例3

[0087] 在本申请的另一典型实施例中,如图1-图4所示,提供一种异形孔镗孔方法,利用如实施例1所述的异形孔镗孔装置。

[0088] 包括以下步骤:

[0089] 将镗杆与机床主轴配合,驱动机构接入外部供电端;

[0090] 根据所需异形孔的形状确定刀具的运动轨迹,得出单周期内驱动机构带动磁致伸缩杆的形变过程;

[0091] 镗杆带动刀具与工件产生相对转动,磁致伸缩杆的往复动作经位移放大后传递到刀具,从而加工孔内壁实现镗孔,沿镗杆轴向进给得到所需异形孔。

[0092] 在本实施例中,刀具与工件相对转动一周为一个周期,刀具在单周期内的运动轨迹与所需异形孔的界面形状相同;

[0093] 上述的轨迹为镗杆仅自转、不进行轴向进给时的刀具轨迹。

[0094] 具体的,在本实施例中,加工如图4所示的异性小孔,图中虚线圆为不启动超磁致伸缩马达时刀尖处所加工出的销孔形状,在加工椭圆销孔前,异性销孔形状可以确定,则椭圆的长轴长和短轴长可以确定,即椭圆极坐标方程:

$$[0095] \begin{cases} \frac{\rho^2 \cos^2 \alpha}{a^2} + \frac{\rho^2 \sin^2 \alpha}{b^2} = 1 \\ x = \rho \cos \alpha \\ y = \rho \sin \alpha \end{cases}$$

[0096] 其中a、b值确定,其中ρ为椭圆半径,ρ的值随转角α的变化而呈周期性变化,椭圆半径ρ与圆的半径b之差为r=ρ-b,r值的大小决定椭圆的形状即异形销孔的形状,r值即间接为超磁致伸缩棒的伸缩量,不同材料在不同电流下所产生的伸缩量不同,从而改变电流的大小即可以控制伸缩量,最终来实现所预想的刀尖轨迹,加工出椭圆销孔。

[0097] 以上所述仅为本公开的优选实施例而已,并不用于限制本公开,对于本领域的技术人员来说,本公开可以有各种更改和变化。凡在本公开的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本公开的保护范围之内。



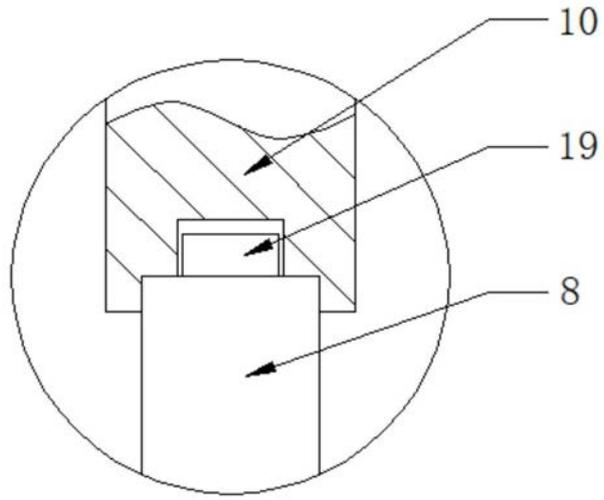


图3

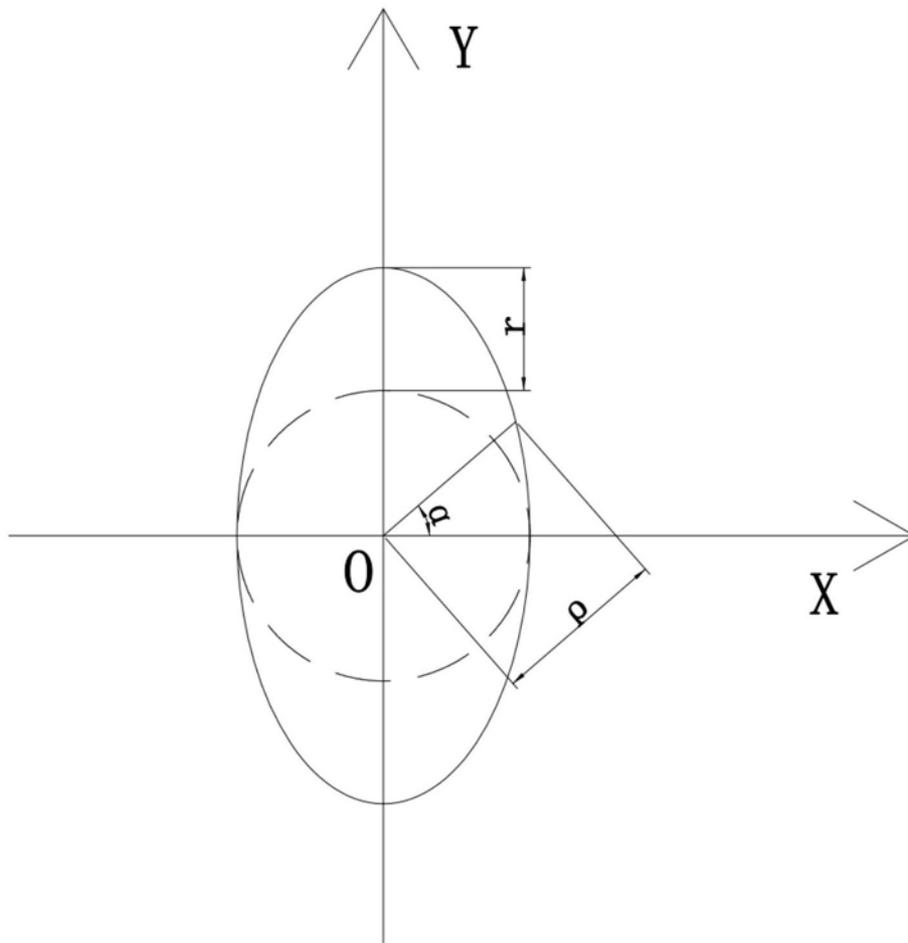


图4