



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111790768 A

(43) 申请公布日 2020.10.20

(21) 申请号 202010396368.X

(22) 申请日 2020.05.12

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72) 发明人 徐竹田 孙磊 彭林法 易培云
来新民

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 蒋亮珠

(51) Int. Cl.

B21C 37/15 (2006.01)

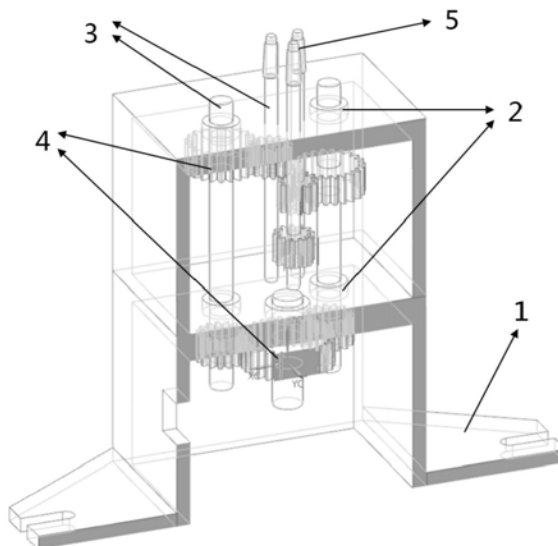
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置及方法,包括夹具体(1)、轴承(2)、旋转轴(3)、齿轮组(4)、若干磨辊(5)和管道装夹装置(6),待加工金属管坯通过管道装夹装置(6)固定于加工设备主轴上,若干磨辊(5)固定于旋转轴(3)上,通过齿轮组(4)实现同步旋转运动,齿轮组(4)和轴承(2)安装于夹具体(1)内部。与现有技术相比,本发明成形方法在管坯变径段轴向和径向两者都为渐进成形过程,可实现薄壁金属毛细管较长变径段和较大变径范围的加工成形,成形装置中磨辊无径向位移,简化了管道加工设备,有效避免了相关位移误差对变径金属管道加工的影响,提高了长薄壁金属毛细管成形性能和加工质量。



1. 一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置,其特征在在于,包括夹具体(1)、轴承(2)、旋转轴(3)、齿轮组(4)、若干磨辊(5)和管道装夹装置(6),待加工金属管坯通过管道装夹装置(6)固定于加工设备主轴上,若干磨辊(5)固定于旋转轴(3)上,通过齿轮组(4)实现同步旋转运动,齿轮组(4)和轴承(2)安装于夹具体(1)内部。

2. 根据权利要求1所述的一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置,其特征在在于,所述的管道装夹装置(6)将管坯平稳固定于加工设备主轴上,管坯随主轴做旋转或轴向进给运动。

3. 根据权利要求1所述的一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置,其特征在在于,所述的磨辊(5)垂直其轴线方向各截面存在偏心或变直径设置,多个磨辊(5)以待加工金属管坯轴线为中心环型均匀布置。

4. 根据权利要求3所述的一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置,其特征在在于,所述的磨辊(5)的数量为两个以上,各个磨辊(5)轴向长度为待加工金属管坯所需变径段长度。

5. 根据权利要求3所述的一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置,其特征在在于,所述的磨辊(5)的旋转方向与待加工金属管坯旋转方向一致或相反;待加工金属管坯与磨辊(5)旋转速度之比大于1。

6. 根据权利要求1所述的一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置,其特征在在于,所述的旋转轴(3)包括固定各磨辊(5)的轴和与齿轮组(4)匹配的轴。

7. 根据权利要求1或5所述的一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置,其特征在在于,所述的齿轮组(4)安装在各旋转轴(3)上,并通过同一动力驱动,带动各个磨辊(5)做同步旋转运动。

8. 根据权利要求7所述的一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置,其特征在在于,所述的齿轮组(4)部分齿轮沿管坯轴线方向上下分层布置。

9. 根据权利要求1所述的一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置,其特征在在于,所述的待加工金属管坯在磨辊(5)内部的一系列沿管道轴线的轴向进给量随着变径成形程度的增加而逐步递减。

10. 一种采用如权利要求1所述的薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置加工管坯的方法,其特征在在于,包括以下步骤:

第一步,通过管道装夹装置(6)将待加工金属管坯平稳装夹至加工设备主轴上;

第二步,各个磨辊(5)转动至初始位置,将待加工金属管坯下降移至多个磨辊(5)之间,磨辊(5)与待加工金属管坯外圆相切;

第三步,待加工金属管坯通过主轴转动驱动其沿管道轴线旋转,随后所述各个磨辊(5)通过齿轮组(4)进行沿自身轴线同步旋转运动;

第四步,各个磨辊(5)旋转至与管坯外径相切的初始位置时,各个磨辊(5)和管坯两者不同的旋转运动相互配合完成金属毛细管局部变径加工成形,待各个磨辊(5)多次旋转后再转至与管坯外径相切的初始位置时,停止磨辊(5)旋转运动,将金属管坯进一步下降移至磨辊(5)内部,重复管坯与磨辊(5)旋转运动,进一步完成变径加工,增加变径长度直至符合加工要求;

第五步,停止管坯和磨辊(5)旋转运动,取出成形变径金属毛细管道。

一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及复杂截面变径金属管制造技术领域,特别涉及长薄壁金属毛细管件偏心辊压变径加工成形方法及装置。

背景技术

[0002] 长薄壁微细金属管是精密散热器、换热器的主要工作部件,广泛运用于核能工程、航空航天等领域。随着换热器性能提升和产品设计要求,传统微细圆管难以满足实际需求,复杂截面变径金属微细管需求量日益增加。现有的复杂截面变径管成形方式主要为:不同直径的管坯拼焊、通过模具对荒管进行拉拔加工成形和轧辊与芯棒配合的冷轧法。针对拼焊成形,焊接过程常出现焊接裂纹,气孔多种缺陷,进而降低金属管承载能力,扰乱冷却液流动。拉拔成形工艺中,由于金属管壁薄,成形过程材料流动和摩擦剧烈,易出现管道断裂、起皱等问题。通过轧辊往复运动的冷轧成形方法,虽然能获得表面质量较好,变径程度较大的金属管,但轧制所需的轧辊和芯棒设计、加工较为复杂,复杂截面变径管轧辊行程长、道次多,管道变形精度难以保证、生产效率较低。

[0003] 以旋压和辊压为代表的旋转式变径加工成形方法集合了锻造、挤压、环轧和滚压等多个工艺特点,具有材料利用率高、金属变形范围广及成本低等特点,是一种经济,适用于多种金属材料的快速成形薄壁变径管道零件的优选方法。但传统旋压或辊压方法在进行长薄壁金属毛细管变径加工过程中存在以下缺点:

[0004] 1. 由于金属毛细管件直径较小,故在普通变径成形过程中,辊轮径向进给量较小,对辊压机位移控制精度要求较高。此外辊轮的轴向跳动易使变径管道产生弯曲,平直度误差较大。

[0005] 2. 加工管道轴向较长,管壁较薄,刚度较小,在辊压成形过程中管件易发生弯曲进而使变径管道存在圆度误差甚至扭曲断裂。

[0006] 中国专利CN 102069121A利用浮动滚珠设计了一种新型旋转式变径管道加工方法,该方法通过压块将滚珠封闭在凹槽内,叉形推杆改变滚珠与管材径向距离。当管材穿过主轴内孔,主轴带动滚珠旋转,叉形推杆和管材轴向的进给运动共同完成变径管局部缩径加工。但针对金属毛细管,该方法仍需考虑叉形推杆径向进给精度和安装误差。

发明内容

[0007] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种适用于长薄壁金属复杂截面变径微细管件的新型偏心辊压成形方法及装置。

[0008] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:一种薄壁金属微细管件偏心辊压成形装置,其特征在于,包括夹具体、轴承、旋转轴、齿轮组、若干磨辊和管道装夹装置,待加工金属管坯通过管道装夹装置固定于加工设备主轴上,若干磨辊固定于旋转轴上,通过齿轮组实现同步旋转运动,齿轮组和轴承安装于夹具体内部,夹具体通过螺钉安装固定于加工设备夹具基准安装面板。夹具体为两层箱体结构,四周侧壁开槽用于电机驱动链接,底面两

侧设置外延平面,平面中轴位置对称分布两U型槽用于安装定位,轴承安装于旋转轴与齿轮组之间。

[0009] 所述的管道装夹装置将管坯平稳固定于加工设备主轴上,管坯随主轴做旋转或轴向进给运动。加工设备包括铣床、车床等机加工设备,管道装夹装置顶部与加工设备主轴对接连接,底部设有与管坯外壁相匹配的弹性夹头,管坯插入弹性夹头内,通过其弹性力固定夹紧。

[0010] 所述的磨辊垂直其轴线方向的各截面存在偏心或变直径设置,多个磨辊以待加工金属管坯轴线为中心环型均匀布置。

[0011] 所述的磨辊的数量为两个以上,各个磨辊轴向长度为待加工金属管坯所需变径段长度。磨辊圆截面偏心距离或变直径设置应与管道变径加工要求相匹配,确保磨辊轴线方向对管坯挤压的极限位置为管道变径段母线轮廓。

[0012] 所述的磨辊的旋转方向与待加工金属管坯旋转方向一致或相反;待加工金属管坯与磨辊旋转速度之比大于1。

[0013] 所述的旋转轴包括固定各磨辊的轴和与齿轮组匹配的轴。与各磨辊配合的轴前端直径较小。较小直径圆柱面可作为磨辊径向定位圆柱面,轴前端凸台可作为磨辊轴向定位。轴顶部柱面设置螺纹,磨辊安装于轴的上方后可用螺母进行夹持固定。与齿轮组匹配的轴前后两端直径较小且柱面布置螺纹,直径与齿轮轴孔尺寸相同,轴中部直径与轴承内孔直径相同。齿轮可通过前后两端柱面和凸台进行定位,采用螺母进行固定。

[0014] 所述的齿轮组安装在各旋转轴上,并通过同一动力驱动,带动各个磨辊做同步旋转运动。

[0015] 所述的齿轮组部分齿轮沿管坯轴线方向上下分层布置。

[0016] 所述的待加工金属管坯在磨辊内部的一系列沿管道轴线的轴向进给量随着变径成形程度的增加而逐步递减。

[0017] 采用上述装置进行薄壁金属微细管件偏心辊压成型的方法,包括以下步骤:

[0018] 第一步,通过管道装夹装置将待加工金属管坯平稳装夹至加工设备主轴上;

[0019] 第二步,各个磨辊转动至初始位置,将待加工金属管坯下降移至多个磨辊之间,磨辊与待加工金属管坯外圆相切;

[0020] 第三步,待加工金属管坯通过主轴转动驱动其沿管道轴线旋转,随后所述各个磨辊通过齿轮组进行沿自身轴线同步旋转运动;由于各个磨辊圆截面沿其轴线方向存在偏心 and 变直径设置,磨辊旋转一周由与管坯外圆相切的初始状态变为磨辊对管坯进行接触挤压,最后又与成形后管道分离回复到初始状态。因此各个磨辊和管坯两者不同速度的旋转运动相互配合可完成金属毛细管前端局部变径加工成形。

[0021] 第四步,各个磨辊旋转至与管坯外径相切的初始位置时,各个磨辊和管坯两者不同的旋转运动相互配合完成金属毛细管局部变径加工成形,待各个磨辊多次旋转后再转至与管坯外径相切的初始位置时,停止磨辊旋转运动,将金属管坯进一步下降移至磨辊内部,重复管坯与磨辊旋转运动,进一步完成变径加工,增加变径长度直至符合加工要求;

[0022] 第五步,停止管坯和磨辊旋转运动,取出成形变径金属毛细管道。

[0023] 各个磨辊旋转一周由与管坯外圆相切的初始状态变为磨辊对管坯进行接触挤压,最后又与成形后管道分离回复到初始状态。

[0024] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0025] (1) 本发明在旋转成形过程中各个磨辊无径向位移,简化了管道加工设备,有效解决了普通多道次辊压成形中位移控制精度误差和辊轮轴向跳动对变径金属管道加工的影响,提高了长薄壁金属毛细管成形性能和加工质量,加工的金属毛细管长度可达30mm,直径可达2mm,壁厚可为0.3mm,加工完后管道表面质量较好,粗糙度为Ra1.6。

[0026] (2) 在上述金属毛细管旋转式变径加工方法中,在管坯内部无芯棒,在完成长薄壁金属管变径加工以后能方便取出成形工件,无需后续脱模工序。

[0027] (3) 通过管坯多次轴向进给,将金属毛细管道较长变径段分为多次局部变径加工。在一次局部变径成形过程中,随磨辊旋转角度增加,磨辊由与管坯外圆相切转变为对管坯挤压成形,且对管坯接触挤压量逐渐增加。因此上述金属毛细管旋转式变径加工方法在管坯变径段轴向和径向两者都为渐进成形过程,因此材料流动平缓,成形性能增加,可实现薄壁金属毛细管20-30mm较长变径段和直径10mm-2mm较大变径范围的加工成形。

[0028] (4) 通过沿轴线方向上下布置齿轮搭建齿轮组可解决由于金属毛细管坯直径较小导致的各磨辊间距较小的驱动干涉问题,实现同一驱动带动各个磨辊同步旋转运动,避免了因磨辊对管坯挤压程度不一致引起的同轴度误差,进而提高金属管道变径加工质量。

附图说明

[0029] 图1为本发明中长薄壁金属毛细管件旋转式变径加工装置截面示意图;

[0030] 图2为磨辊通过齿轮组实现同步旋转运动示意图;

[0031] 图3为齿轮组沿轴线方向分层布置示意图;

[0032] 图4为齿轮组沿轴线方向运动示意图;

[0033] 图5为本发明中磨辊与管坯旋转变径加工成形示意图;

[0034] 图6为偏心变直径磨辊旋转式变径加工原理示意图;

[0035] 图7为本发明实施例1中磨辊剖面示意图;

[0036] 图8为多个磨辊与管坯几何尺寸和布置情况,虚线为磨辊初始位置,实线为磨辊挤压管坯极限位置;

[0037] 图9为本发明实施例2中磨辊几何尺寸和布置情况,虚线为磨辊初始位置,实线为磨辊挤压管坯极限位置;

[0038] 图10为本发明实施例2中磨辊剖面示意图;

[0039] 图11为本发明实施例2中磨辊几何尺寸和布置情况,虚线为磨辊初始位置,实线为磨辊挤压管坯极限位置;

具体实施方式

[0040] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。

[0041] 实施例1

[0042] 通过本发明中的旋转式变径加工方法和装置将直径6mm,管厚为0.3mm的金属毛细管缩径为直径3.5mm,缩径段长度为25mm。

[0043] 如图1~图5所示,本发明长薄壁金属毛细管件旋转式变径加工装置,包括夹具体1、轴承2、旋转轴3、齿轮组4、若干磨辊5和管道装夹装置6。将直径6mm,管厚为0.3mm的金属毛细管坯可通过管道装夹装置6固定于主轴上实现旋转和轴线方向进给运动。在管道下方,以管道轴线为中心环型均匀布置三个磨辊5。磨辊5几何尺寸和布置情况如图7~8所示,单一磨辊沿中心孔轴线截面为直角梯形,磨辊5长度与缩径段长度相同,垂直轴线各截面为圆形,直径由16mm沿轴线方向增加至17.25mm,偏心距离由0沿轴向增加至0.492mm。虚线为磨辊5初始位置,实线为磨辊5挤压管坯极限位置。若干磨辊5固定于旋转轴3上,如图4所示,旋转轴3包括固定各磨辊5的轴(从动轴)和与齿轮组4匹配的轴(主动轴),主动轴的中心主动轴与电机连接,齿轮组4分为上下两层,各层齿轮组相互啮合,中心主动轴通过Z1和Z2齿轮啮合带动外侧主动轴转动,a1为Z1、Z2两齿轮中心距;主动轴通过Z3、Z4两齿轮将旋转运动传递给从动轴,其中心距为a2,从动轴上安装磨辊,各从动轴通过齿轮组与主动轴啮合,通过图4所示齿轮组4实现可实现同步旋转运动。齿轮组4中各齿轮为标准圆柱直齿轮,各齿轮模数为2,齿数分别为: $z_1=30$, $z_2=15$, $z_3=22$, $z_4=12$ 。齿轮组4和轴承2安装于夹具体1内部,夹具体1通过T螺钉螺母安装固定于铣床T形槽夹具安装面板。

[0044] 根据所述的装置进行金属毛细管旋转式缩径加工成形的具体方法为:

[0045] 第一步:将直径6mm,管厚为0.3mm的金属管坯通过管道装夹装置6固定于主轴。

[0046] 第二步:调整磨辊5至初始位置,通过铣床主轴轴向位移,管坯降至磨辊5内部3mm处,且管坯外圆与各个磨辊5相切。

[0047] 第三步:设置主轴转速为:60r/min,电机驱动齿轮,通过齿轮组4传动后磨辊5转速为12r/min,主轴与各个磨辊5旋转方向相同。磨辊5由与管坯外圆相切的初始状态变为对管坯进行挤压,如图6所示,管坯和磨辊5两者的旋转运动完成管道前端3mm的缩径加工。

[0048] 第四步:运行30s后,磨辊5旋转至与外径6mm金属管坯相切的初始位置时,停止磨辊5运动。由铣床主轴将局部缩径的管料沿轴向下降2.8mm,进一步深入磨辊内部。

[0049] 多次重复上述第三,四步操作,对局部变形和未变形管坯进行缩径加工,进一步增加缩径长度。后续一系列沿管道轴线的轴向进给量为2.6mm,2.4mm,2.2mm,2mm,1.8mm,1.8mm,1.6mm,1.4mm,1.2mm,1mm,0.8mm,0.4mm,轴向进给量随变径成形程度的增加而逐步递减。最后可获得如图5所示金属毛细管,外径6mm管坯缩径为直径3.5mm,缩径段长度为25mm。

[0050] 第五步,停止主轴和磨辊5旋转运动,取出成形变径金属毛细管道。

[0051] 实施例2:

[0052] 通过本发明中的旋转式变径加工方法和装置将直径6mm,管厚为0.3mm的金属毛细管缩径为直径2.0mm,缩径段长度为30mm。

[0053] 采用上述所述装置,将直径6mm,管厚为0.3mm的金属毛细管坯通过管道装夹装置6固定于主轴上。两磨辊5固定于旋转轴3上,磨辊5几何尺寸和分布情况如图9所示,具体的,此实施例中磨辊5垂直于轴线的截面形状沿轴线方向由直径为16mm的圆形逐渐过渡为长径为18mm,短径为17mm的椭圆,磨辊5轴向长度与缩径段长度相同,均为30mm。图9中,虚线为磨辊5初始位置,与直径6mm的金属毛细管外圆相切,实线为磨辊5挤压管坯极限位置。两磨辊5通过齿轮组4实现同步旋转运动,齿轮组4中各齿轮为标准圆柱直齿轮,各齿轮模数为2,齿数分别为: $z_1=30$, $z_2=15$, $z_3=22$, $z_4=12$ 。齿轮组4和轴承2安装于夹具体1内部,夹具体1通

过T螺钉螺母安装固定于铣床T形槽夹具安装面板。

[0054] 根据所述的装置进行金属毛细管旋转式缩径加工成形的具体方法为：

[0055] 第一、二步与实例1方法相似，将直径6mm，管厚为0.3mm的金属管坯通过管道装夹装置6固定于主轴。调整磨辊5至如图7所示虚线初始位置，通过铣床主轴轴向位移，管坯降至磨辊5内部6mm处，且管坯外圆与两个磨辊5相切。

[0056] 第三步：主轴转速为：120r/min，两磨辊5转速为：12r/min，主轴与两个磨辊5旋转方向相同。如图9所示，两磨辊5由与管坯外圆相切的初始状态变为对管坯进行挤压，管坯和磨辊5两者的旋转运动完成管道前端6mm的缩径加工。

[0057] 第四步：运行30s后，磨辊5旋转至与外径6mm金属管坯相切的初始位置时，停止磨辊5运动。由铣床主轴将局部缩径的管料沿轴向下下降5mm，进一步深入磨辊内部。

[0058] 多次重复上述第三、四步操作，对局部变形和未变形管坯进行缩径加工，进一步增加缩径长度。后续一系列沿管道轴线的轴向进给量为4mm, 3.5mm, 3mm, 2.7mm, 2mm, 1.5mm, 1mm, 0.8mm, 0.5mm。最后可将外径6mm金属毛细管缩径为直径2mm，缩径段长度为30mm。

[0059] 第五步，停止铣床主轴和磨辊5旋转运动，取出成形变径金属毛细管道。

[0060] 实施例3：

[0061] 通过本发明中的旋转式变径加工方法和装置将直径6mm，管厚为0.3mm的金属毛细管加工为Y型金属管，变径段长度为10mm。

[0062] 采用上述实施例1所述装置，将直径6mm，管厚为0.3mm的金属毛细管坯通过管道装夹装置6固定于主轴上，三个磨辊5固定于旋转轴3上，磨辊5几何尺寸和分布情况如图10-11所示，单一磨辊几何尺寸与实施例1类似，磨辊5长度与变径段长度相同，均为10mm。虚线为磨辊5初始位置，实线为磨辊5挤压管坯极限位置。若干磨辊5固定于旋转轴3上，通过图3所示齿轮组4实现同步旋转运动。齿轮组4中各齿轮为标准圆柱直齿轮，各齿轮模数为2，齿数分别为： $z_1=30$ ， $z_2=15$ ， $z_3=22$ ， $z_4=12$ 。齿轮组4和轴承2安装于夹具体1内部，夹具体1通过T螺钉螺母安装固定于铣床T形槽夹具安装面板。

[0063] 根据所述的装置进行金属毛细管旋转式缩径加工成形的具体方法为：

[0064] 第一、二步与上述实例1相同，管坯降至磨辊5内部2mm处，且管坯外圆与各个磨辊5相切。

[0065] 第三步：主轴由步进电机驱动，单次脉冲信号旋转 120° ，转速为：40r/min。伺服电机驱动齿轮，通过齿轮组4传动后磨辊5转速为：12r/min，主轴与各个磨辊5旋转方向相同。磨辊5由与管坯外圆相切的初始状态变为对管坯进行挤压。如图10-11所示，管坯和磨辊5两者的旋转运动配合完成管道前端2mm的缩径加工。

[0066] 第四步：运行30s后，磨辊5旋转至与外径6mm金属管坯相切的初始位置时，停止磨辊5运动。由主轴将局部缩径的管料沿轴向下下降1.8mm，进一步深入磨辊内部。

[0067] 多次重复上述第三、四步操作，后续一系列沿管道轴线的轴向进给量为1.5mm, 1.2mm, 1mm, 0.5mm，轴向进给量随变径成形程度的增加而逐步递减。最后可将外径6mm金属毛细管坯变径加工为Y型管，缩径段长度为10mm。

[0068] 第五步，停止主轴和磨辊5旋转运动，取出成形变径金属毛细管道。

[0069] 最后说明的是，以上优选实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制，尽管通过上述优选实施例已经对本发明进行了详细的描述，但本领域技术人员应当理解，可以在

形式上和细节上对其作出各种各样的改变,而不偏离本发明权利要求书所限定的范围。

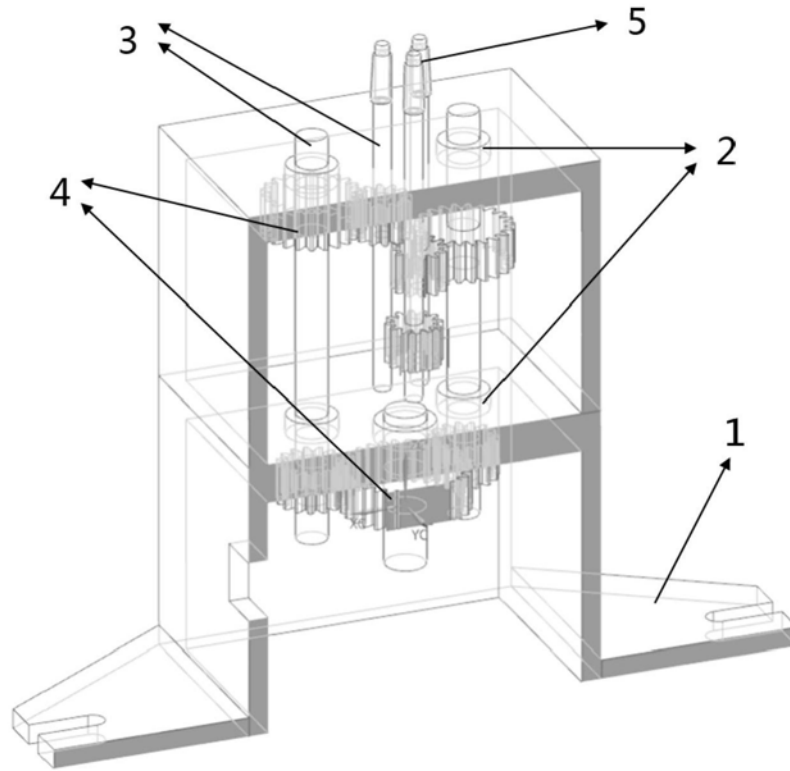


图1

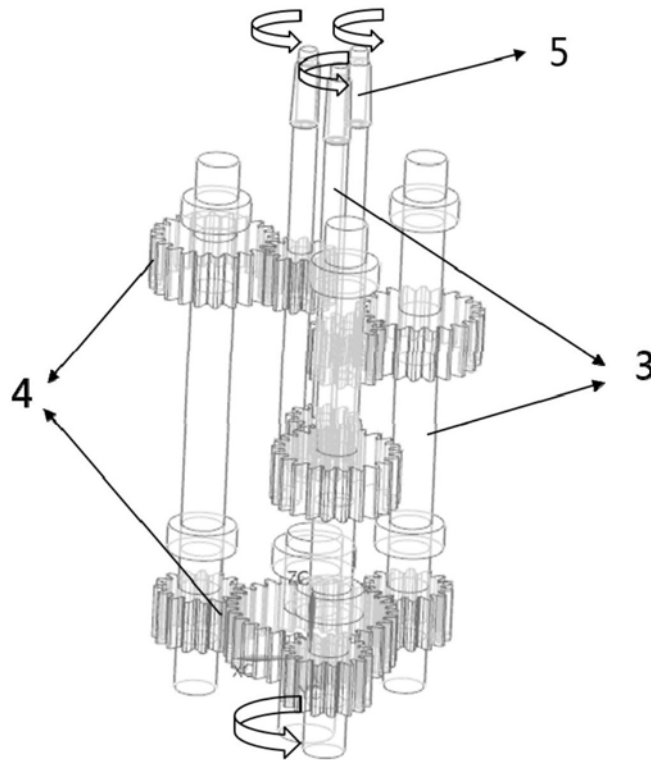


图2

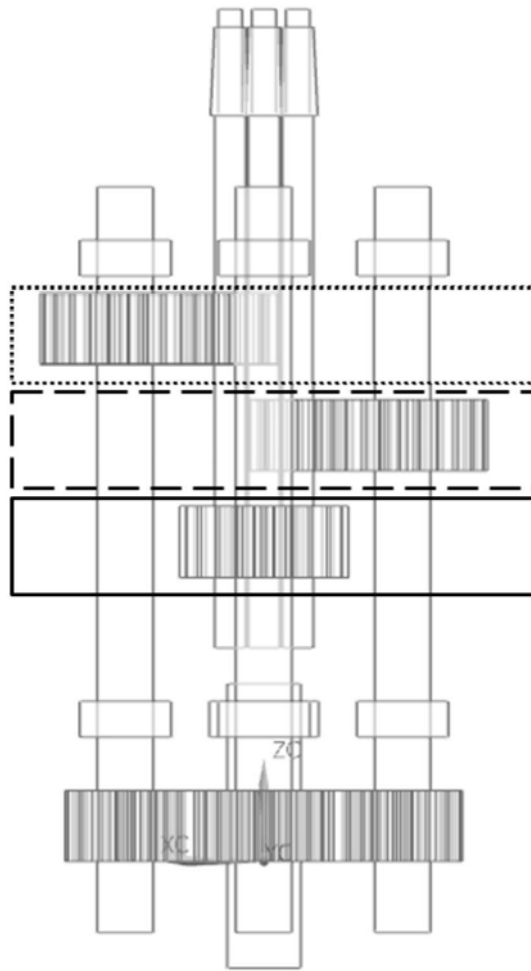


图3

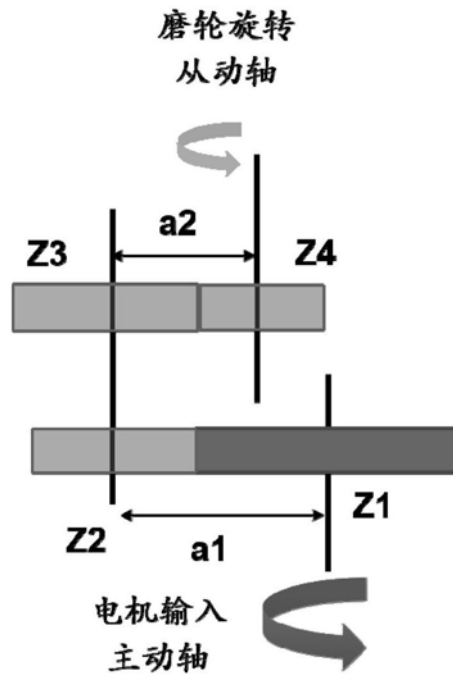


图4

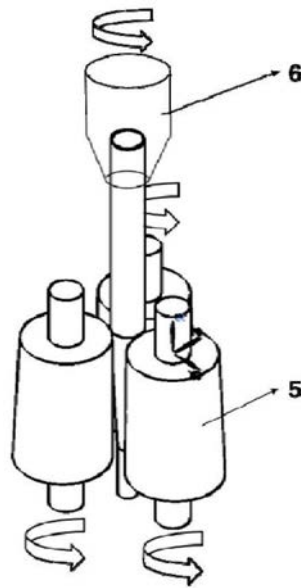


图5

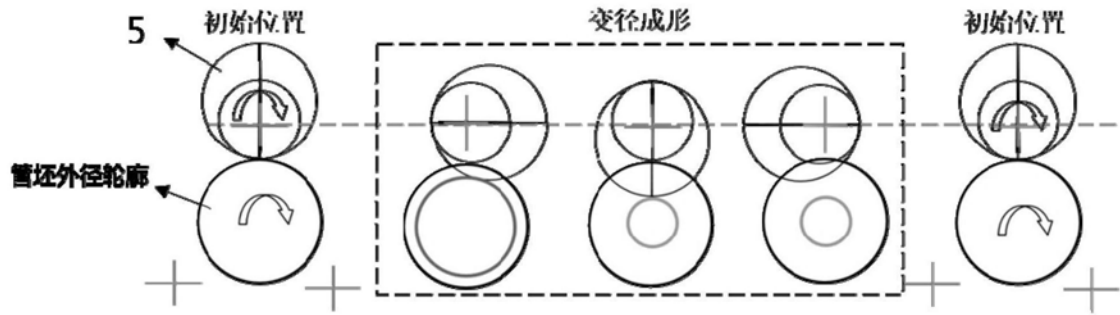


图6

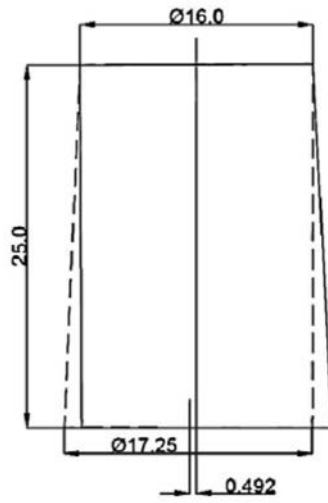


图7

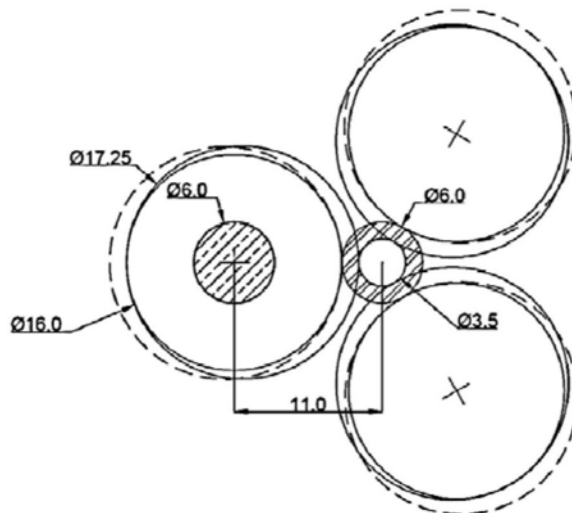


图8

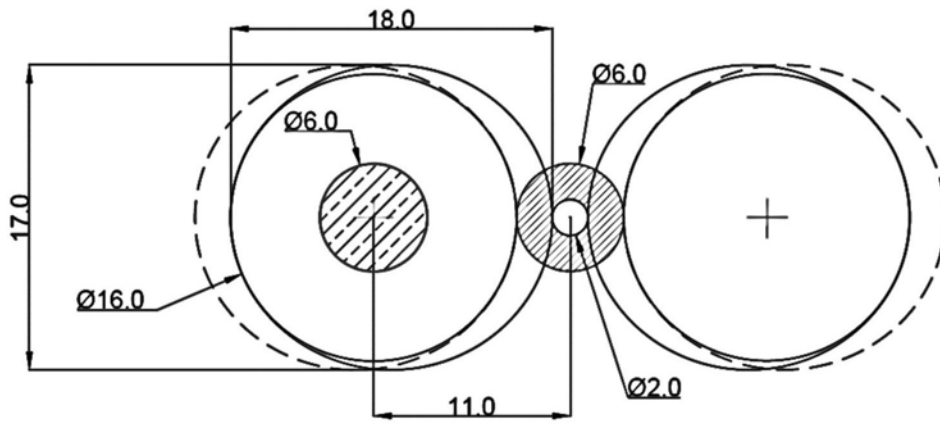


图9

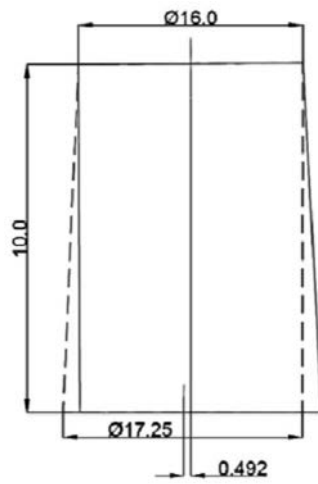


图10

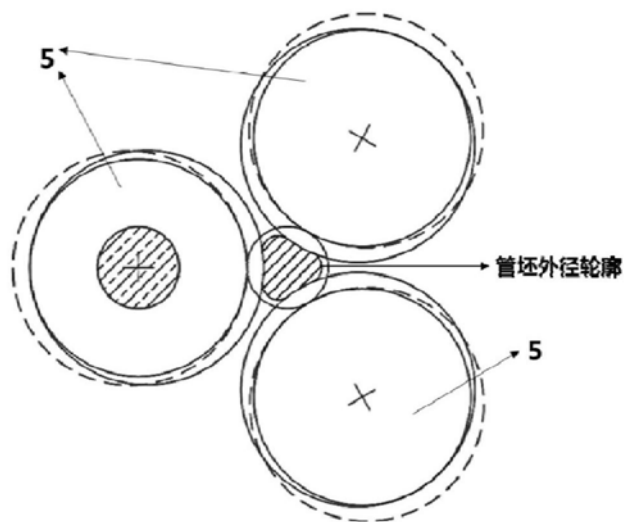


图11