

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101979202 A

(43) 申请公布日 2011. 02. 23

(21) 申请号 201010276915. 7

(22) 申请日 2010. 09. 08

(71) 申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号

(72) 发明人 王延忠 吴灿辉 龚康 张俐

候良威

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责

任公司 11251

代理人 成金玉

(51) Int. Cl.

B23F 5/12(2006. 01)

B23F 23/00(2006. 01)

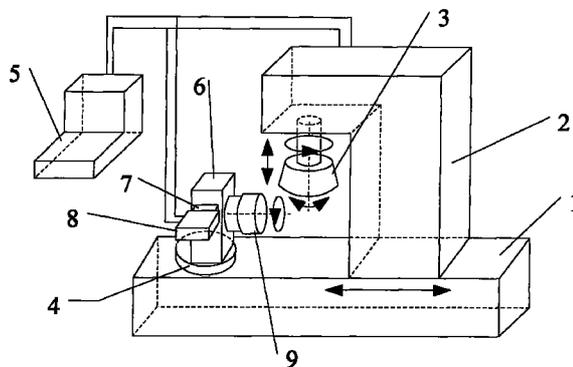
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

面齿轮数控加工装置及加工方法

(57) 摘要

面齿轮数控加工装置及方法,包括:数控插齿机、数控工作转台、过渡传动机构及面齿轮工件,数控插齿机包括床底座、床身、插齿刀、数控插齿机回转工作转台、数控系统和电机;床身连接在床底座上,插齿刀与床身相连接,数控插齿机回转工作台与底座相连接,数控工作转台固定在插齿机回转工作台上,电机通过过渡传动机构与数控工作转台相连接,面齿轮工件固定在数控工作转台上,数控系统分别与床底座和电机相连;工作时,床身在床底座上移动实现面齿轮插齿加工的进给运动,插齿刀与面齿轮工件围绕自身的轴线旋转,实现面齿轮加工的展成运动,插齿刀的摆动实现面齿轮插齿加工的让刀运动,插齿刀的上下往复运动实现面齿轮插齿加工的主切削运动。本发明可以实现面齿轮的高效精密加工。



1. 面齿轮数控加工装置,其特征在于包括:数控插齿机、数控工作转台(6)、过渡传动机构(7)及面齿轮工件(9),所述数控插齿机包括床底座(1)、床身(2)、面齿轮插齿刀(3)、数控插齿机回转工作转台(4)、数控系统(5)和电机(8);床身(2)连接在床底座(1)上,面齿轮插齿刀(3)与床身(2)相连接,数控插齿机回转工作台(4)与底座(1)相连接,数控工作转台(6)固定在插齿机回转工作台(4)上,电机(8)通过过渡传动机构(7)与数控工作转台(6)相连接,面齿轮工件(9)固定在数控工作转台(6)上,数控系统(5)分别与床底座(1)和电机(8)相连;工作时,床身(2)在床底座(1)上移动实现面齿轮插齿加工的进给运动,面齿轮插齿刀(3)与面齿轮工件(9)围绕自身的轴线旋转,实现面齿轮加工的展成运动,面齿轮插齿刀(3)的摆动实现面齿轮插齿加工的让刀运动,插齿刀(3)的上下往复运动实现面齿轮插齿加工的主切削运动;

所述过渡传动机构(7)包括连接螺栓(10)、连接法兰(11)、联轴器(12)、螺栓(13)、轴(14)、齿轮(15)、挡板(16)、弹簧垫圈(17)和固定螺栓(18)和平键(19);通过四个连接螺栓(10)把连接法兰(11)固定在电机(8)的法兰上,电机(8)的轴通过联轴器(12)与轴(14)连接;联轴器(12)可以根据实际需要调整电机(8)的轴与轴(14)的安装距,并可以调整轴(14)相对于连接法兰(11)的轴向安装位置;通过联轴器(12)把动力由电机传递给轴(14),轴(14)通过平键(19)与齿轮(15)连接,齿轮(15)一端通过轴(14)的轴肩定位,另一端用固定螺栓(18)通过弹簧垫圈(17)和挡板(16)把齿轮(15)在轴(14)上轴向固定,弹簧垫圈(17)起到防止固定螺栓(18)松动的作用,连接法兰(11)通过四个螺栓(13)与数控工作转台(6)连接,动力通过齿轮(15)传递给数控工作转台(6),由此带动数控工作转台(6)的连续转动。

2. 根据权利要求1所述的面齿轮数控加工装置,其特征在于:所述数控工作转台(6)与插齿机回转工作台(4)的连接为:通过压板(21)和四个螺栓(20)将立式回转工作转台(6)固定在数控插齿机回转工作台(4)上,调整好数控工作转台(6)的轴线与面齿轮插齿刀(3)轴线位置,使得两轴线垂直正交,然后锁紧压板(21)和螺栓(20)。

3. 面齿轮数控加工方法,其特征在于实现步骤如下:

A. 根据实际传动需求,确定面齿轮插齿刀(3)轴线和面齿轮工件(9)轴线的轴交角和偏置距;

B. 选取满足面齿轮加工精度要求的数控工作转台(6),数控工作转台(6)的参数包括工作转台联动轴数、转速、扭矩和精度;然后确定出数控工作转台(6)与电机(8)接口处的尺寸;

C. 选取数控插齿机,确定出电机(8)的接口尺寸;

D. 根据数控工作转台(6)与电机(8)接口处的尺寸,并按照权利要求1所述过渡传动机构(7)结构进行加工;

E. 将电机(8)与数控工作转台(6)通过过渡传动机构(7)连接,并将数控系统(5)与电机(8)连接;

F. 调整数控工作转台(6)位置使其满足面齿轮加工要求所需的轴交角和偏置距,并固定数控工作转台(6);

G. 根据实际加工要求在数控系统(5)中设定加工参数,所述加工参数包括插齿刀齿数、面齿轮齿数、加工过程周向进给量;然后调整面齿轮插齿刀(3)冲程,完成面齿轮的数

控插齿加工。

面齿轮数控加工装置及加工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种新型齿轮—面齿轮数控加工方法与装置,适用于任何轴交角的面齿轮数控插齿加工。

背景技术:

[0002] 目前,从国外的技术资料显示,面齿轮可以采用插齿、滚齿和磨齿的加工方法加工,由于国外对面齿轮加工技术实行严格保密,致使其加工技术在国内还未能掌握,而国内对面齿轮的研究还主要集中于对面齿轮设计阶段,主要包括面齿轮齿面方程的研究、面齿轮接触分析的研究、面齿轮传动应力的研究、面齿轮弹流润滑的研究以及面齿轮插齿加工仿真的研究。对面齿轮插齿加工的研究也只有南京航空航天大学朱如鹏教授在普通插齿机 Y54 上实现了面齿轮的粗加工,严格真正意义上的面齿轮数控精密加工国内还没有涉及到。

[0003] 因此,目前尚缺乏一种面齿轮数控精密加工方法来加工出高精度的面齿轮。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于:克服现有技术的不足,提供一种面齿轮数控加工装置和加工方法,利用其可以实现面齿轮的高效精密加工。

[0005] 本发明的技术方案是:面齿轮数控加工装置包括:数控插齿机、数控工作转台(6)、过渡传动机构(7)及面齿轮工件(9),所述数控插齿机包括床底座(1)、床身(2)、面齿轮插齿刀(3)、数控插齿机回转工作转台(4)、数控系统(5)和电机(8);床身(2)连接在床底座(1)上,面齿轮插齿刀(3)与床身(2)相连接,数控插齿机回转工作台(4)与底座(1)相连接,数控工作转台(6)固定在插齿机回转工作台(4)上,电机(8)通过过渡传动机构(7)与数控工作转台(6)相连接,面齿轮工件(9)固定在数控工作转台(6)上,数控系统(5)分别与床底座(1)和电机(8)相连;工作时,床身(2)在床底座(1)上移动实现面齿轮插齿加工的进给运动,面齿轮插齿刀(3)与面齿轮工件(9)围绕自身的轴线旋转,实现面齿轮加工的展成运动,面齿轮插齿刀(3)的摆动实现面齿轮插齿加工的让刀运动,插齿刀(3)的上下往复运动实现面齿轮插齿加工的主切削运动;

[0006] 所述过渡传动机构(7)包括连接螺栓(10)、连接法兰(11)、联轴器(12)、螺栓(13)、轴(14)、齿轮(15)、挡板(16)、弹簧垫圈(17)和固定螺栓(18)和平键(19);通过四个连接螺栓(10)把连接法兰(11)固定在电机(8)的法兰上,电机(8)的轴通过联轴器(12)与轴(14)连接;联轴器(12)可以根据实际需要调整电机(8)的轴与轴(14)的安装距,并可以调整轴(14)相对于连接法兰(11)的轴向安装位置;通过联轴器(12)把动力由电机传递给轴(14),轴(14)通过平键(19)与齿轮(15)连接,齿轮(15)一端通过轴(14)的轴肩定位,另一端用固定螺栓(18)通过弹簧垫圈(17)和挡板(16)把齿轮(15)在轴(14)上轴向固定,弹簧垫圈(17)起到防止固定螺栓(18)松动的作用,连接法兰(11)通过四个螺栓(13)与数控工作转台(6)连接,动力通过齿轮(15)传递给数控工作转台(6),由此带动数控工作转台(6)的连续转动。

[0007] 所述数控工作转台(6)与插齿机回转工作台(4)的连接为:通过压板(21)和四个螺栓(20)将立式回转工作台(6)固定在数控插齿机回转工作台(4)上,调整好数控工作转台(6)的轴线与面齿轮插齿刀(3)轴线位置,使得两轴线垂直正交,然后锁紧压板(21)和螺栓(20)。

[0008] 面齿轮数控加工方法,实现步骤如下:

[0009] A. 根据实际传动需求,确定面齿轮插齿刀(3)轴线和面齿轮工件(9)轴线的轴交角和偏置距;

[0010] B. 选取满足面齿轮加工精度要求的数控工作转台(6),数控工作转台(6)的参数包括工作转台联动轴数、转速、扭矩和精度;然后确定出数控工作转台(6)与电机(8)接口处的尺寸;

[0011] C. 选取数控插齿机,确定出电机(8)的接口尺寸;

[0012] D. 根据数控工作转台(6)与电机(8)接口处的尺寸,并按照所述过渡传动机构(7)结构进行加工;

[0013] E. 将电机(8)与数控工作转台(6)通过过渡传动机构(7)连接,并将数控系统(5)与电机(8)连接;

[0014] F. 调整数控工作转台(6)位置使其满足面齿轮加工要求所需的轴交角和偏置距,并固定数控工作转台(6);

[0015] G. 根据实际加工要求在数控系统(5)中设定加工参数,所述加工参数包括插齿刀齿数、面齿轮齿数、加工过程周向进给量;然后调整面齿轮插齿刀(3)冲程,完成面齿轮的数控插齿加工。

[0016] 本发明与现有技术相比的有益效果是:

[0017] (1) 目前,国内对面齿轮插齿加工的研究主要集中的插齿加工仿真阶段和初步的面齿轮插齿加工,其中南京航空航天大学在改变现有的插齿机床 Y54 的传动链基础上,完成了面齿轮的粗加工,但由于加工精度低,操作不方便,对面齿轮精度要求较高的场合,不能高效精密的加工出合格的面齿轮;本发明利用数控技术,方便控制面齿轮加工过程中各个运动,与传统插齿机床比较,节省了加工时间,提高了加工效率和加工精度。

[0018] (2) 本发明能够在不改变现有数控插齿机的传动链基础上,通过添加数控工作转台和配套的组建即可完成面齿轮的数控插齿加工,把该套装置去掉即可实现普通插齿机功能,因此结构简单,操作方便,对原来数控插齿机床无任何损害。

附图说明

[0019] 图 1 为本发明加工装置的结构示意图;

[0020] 图 2 为本发明的过渡传动装置结构装配图;

[0021] 图 3 为本发明的数控立式工作台与插齿机回转工作台连接图;

[0022] 图 4 为本发明的加工方法实现流程图。

具体实施方式

[0023] 本发明以正交面齿轮数控插齿加工为例。

[0024] 本发明的整体思想如图 1 所示。所述面齿轮加工装置的整体结构是:在现有的数

控工作转台 6 上,添加过渡传动装置 7(用来连接数控工作转台 6 与数控插齿机回转工作转台 4 所用电机 8) 将电机 8 与数控工作转台 6 连接起来,将数控系统 5 与电机 8 连接起来,通过数控系统 5 控制电机的运转和插齿机的各项运动来实现面齿轮插齿加工所需的运动。加工过程中通过面齿轮插齿刀 3 的上下往复运动实现了加工面齿轮的主切削运动;面齿轮插齿刀 3 和面齿轮工件 9 绕自身的轴线旋转实现了面齿轮加工的圆周进给运动;插齿刀 3 前后的微小摆动实现了面齿轮加工的让刀运动;通过面齿轮插齿刀 3 与面齿轮工件 9 的联动实现了面齿轮加工的分齿运动;通过床身 2 在床底座 1 上的前后移动实现了面齿轮插齿加工的轴向进给运动。上述 5 个运动都是由数控系统 5 发送指令给各个运动机构来实现的。

[0025] 如图 2 所示,过渡传动机构 7 包括连接螺栓 10、连接法兰 11、联轴器 12、螺栓 13、轴 14、齿轮 15、挡板 16、弹簧垫圈 17 和固定螺栓 18 和平键 19。通过四个连接螺栓 10 把连接法兰 11 固定在电机 8 的法兰上,电机 8 的轴通过联轴器 12 与轴 14 连接;联轴器 12 可以根据实际需要调整电机 8 的轴与轴 14 的安装距,并可以调整轴 14 相对于连接法兰 11 的轴向安装位置;通过联轴器 12 把动力由电机传递给轴 14,轴 14 通过平键 19 与齿轮 15 连接,齿轮 15 一端通过轴 14 的轴肩定位,另一端用固定螺栓 18 通过弹簧垫圈 17 和挡板 16 把齿轮 15 在轴 14 上轴向固定,弹簧垫圈 17 起到防止固定螺栓 18 松动的作用,连接法兰 11 通过四个螺栓 13 与数控工作转台 6 连接,动力通过齿轮 15 传递给数控工作转台 6,由此带动数控工作转台 6 的连续转动。

[0026] 过渡传动机构 7 中,通过 4 个连接螺栓 10 把连接法兰 11 固定在电机 8 的法兰上,电机 8 的轴通过联轴器 12 与轴 14 连接起来;联轴器 12 可以根据实际需要调整电机 8 的轴与轴 14 的安装距,并可以调整轴 14 相对于连接法兰 11 的轴向安装位置;通过联轴器 12 把动力由电机传递给轴 14,轴 14 通过平键 19 与齿轮 15 连接,齿轮 15 一端通过轴 14 的轴肩定位,另一端用螺栓 18 通过弹簧垫圈 17 和挡板 16 把齿轮 15 在轴 14 上轴向固定,弹簧垫圈 17 起到防止螺栓 18 松动的作用,连接法兰通过 4 个螺栓 13 与立式工作转台 6 连接,动力通过齿轮 15 传递给数控工作转台 6,由此带动工作转台 6 的连续转动。

[0027] 数控工作转台与插齿机回转工作台的连接如图 3 所示,通过压板 21 和 4 个螺栓 20 将立式回转工作转台 6 固定在数控插齿机回转工作台 4 上,调整好数控工作转台 6 的轴线与插齿刀轴线位置,使得两轴线垂直正交,然后锁紧压板和螺栓。

[0028] 数控工作转台 6 与插齿机回转工作台 4 的连接为:通过压板 21 和四个螺栓 20 将数控工作转台 6 固定在数控插齿机回转工作台 4 上,调整好数控工作转台 6 的轴线与插齿刀 3 轴线位置,使得两轴线垂直正交,然后锁紧压板 21 和螺栓 20。

[0029] 本实例借助于宜昌长机科技有限责任公司 YKM5150-14 数控插齿机与烟台环球机床附件厂生产的 TK13250E 立式数控工作转台来完成面齿轮数控插齿机的改装,改装后的面齿轮数控插齿机床结构示意图如图 1 所示。

[0030] 将面齿轮插齿夹具和面齿轮毛坯工件安装在装置上,调整好插齿刀冲程,完成面齿轮的数控插齿加工。

[0031] 结合实施例说明本发明的面齿轮数控加工方法,如图 4 所示,面齿轮数控加工方法,实现步骤如下:

[0032] (1) 根据实际传动需求,确定面齿轮插齿刀 3 轴线和面齿轮工件 9 轴线的轴交角和偏置距;本实施例中,要加工的面齿轮为正交面齿轮,所以面齿轮插齿刀 3 轴线和面齿轮工

件 9 轴线的轴交角为 90° , 偏置距为 0。

[0033] (2) 选取满足面齿轮加工精度要求的数控工作转台 6(不带电机), 数控工作转台 6 的参数包括工作转台联动轴数、转速、扭矩和精度; 然后确定出数控工作转台 6 与电机 8 接口处的尺寸; 本实施例中, 所加工的面齿轮精度等级为 7 级, 面齿轮材料为铝合金, 可要求数控工作转台台面最高 $8r/min$, 分度精度为 $1'$, 工作转台输出扭矩为 $1000N \cdot m$, 工作转台联动轴数为 1 轴, 选取烟台环球机床附件厂生产的 TK13250E 立式数控工作转台, 该数控工作转台 6 的工作参数如下表所示:

[0034]

工作台面直径 Turntable diameter (mm)		Φ 250
工作台垂直时中心 Center height (mm)		160
工作台总厚度 Total thickness (mm)		190
中心定位孔直径 Center bore diameter (mm)		Φ 30H6
定位键宽度 Locating key size (mm)		18
工作台 T 型槽宽度 T-slot size (mm)		6-12
蜗轮副传动比 Worm gear ratio		1:90
总传动比 Total reduction ratio		1:180
工作台面最高转速 Max. speed (r/min)		11.1
设定最小分度单位 Table graduation angle per pulse		0.001°
直流伺服电机（用户 自备）带 2000 脉冲编码 器 Servo motor (optional)	功率 (kw) Output power	≥0.8
	扭矩 Nm	≥5
分度精度 Dividing accuracy		30"
重复定位精度 Repeatability accuracy		6"
刹紧力矩 Clamp torque	油压刹紧 Oil 15 ×10 ⁵ Pa	1000
	气压刹紧 Air 6×10 ⁵ Pa	300
水平承载 Load capacity hor. (kg)		300
立式承载 Load capacity vert. (kg)		150

[0035]	允许最大惯量（垂直使用时） Max. inertia of vertical (kg. cm. s ²)	16.4
	最大允许驱动力矩 Max. torque capacity (N.m)	300
	转台重量 Net weight (Kg)	110

[0036] 选定数控工作转台 6 后, 查阅该数控工作转台 6 的外形尺寸即可确定数控工作转台与电机 8 接口处的尺寸。

[0037] (3) 选取数控插齿机 (由床底座 1、床身 2、面齿轮插齿刀 3、数控插齿机回转工作转台 4、数控系统 5 和电机 8 组成), 确定出电机 8 的接口尺寸。本实施例中, 选取数控插齿机的原则是: 数控插齿机最高加工精度等级必须大于或者等于面齿轮工件精度等级, 因此选取宜昌长机科技有限责任公司 YKM5150-14 数控插齿机, 该机床加工齿轮的最高精度等级为 6 级, 数控插齿机床选定后, 根据机床说明书即可确定数控插齿机电机 8 的型号和尺寸。

[0038] (4) 根据数控工作转台 6 接口处尺寸和数控插齿机电机 8 尺寸, 并按上述的过渡传动机构 7 结构进行加工; 本实施例根据选取的 TK13250E 立式数控工作转台电机接口尺寸和 YKM5150-14 数控插齿机电机 8 的型号和尺寸, 设计过渡传动机构 7, 并完成过渡传动结构 7 的各个零部件的制造和装配。

[0039] (5) 将数控插齿机电机 8 与数控工作转台通过过渡传动机构 7 连接, 并将数控系统 5 与电机 8 连接。

[0040] (6) 调整数控工作转台 6 位置使其满足面齿轮加工要求所需的轴交角和偏置距, 并固定数控工作转台 6; 本实施例中, 因为加工的为正交面齿轮, 所以在数控插齿机回转工作转台 4 上, 反复移动数控工作转台 6, 调整面齿轮工件轴线与插齿刀轴线的交角为 90°, 且两轴的轴线偏置距为 0, 然后拧紧螺钉 20, 将数控工作转台 6 通过压板 21 固定在数控工作转台 6 上。

[0041] (7) 根据实际加工要求在数控系统 5 中设定加工参数, 所述加工参数包括插齿刀齿数、面齿轮齿数、加工过程周向进给量; 然后调整面齿轮插齿刀 3 冲程, 完成面齿轮的数控插齿加工; 本实施例中, 加工的面齿轮工件 9 的齿数为 160, 面齿轮插齿刀 3 的齿数为 26, 且加工的面齿轮工件 9 为铝合金, 设定加工过程周向进给量面齿轮插齿刀 3 转速为 90r/min, 刀具齿数为 26, 工件齿数为 160; 调整面齿轮插齿刀 3 的冲程, 满足插齿刀刀尖的最低位置要超越面齿轮工件的内半径圆柱面在插齿刀轴线方向上的最高位置。

[0042] 本发明是一种新型齿轮传动-面齿轮传动如何精密加工的技术难题, 提供一种面齿轮数控插齿的加工方法以及相应的装置, 该方法和装置能够在不改变现有数控插齿机的传动链基础上, 通过添加数控工作转台和配套的组建即可完成面齿轮的数控插齿加工, 把该套装置去掉即可实现普通插齿机功能, 该方法和装置结构简单, 操作方便, 对原来数控插齿机床无任何损害。

[0043] 本发明未详细阐述部分属于本领域公知技术。

[0044] 以上仅是本发明的具体应用范例, 对本发明的保护范围不构成任何限制。凡采用

等同变换或者等效替换而形成的技术方案,均落在本发明权利保护范围之内。

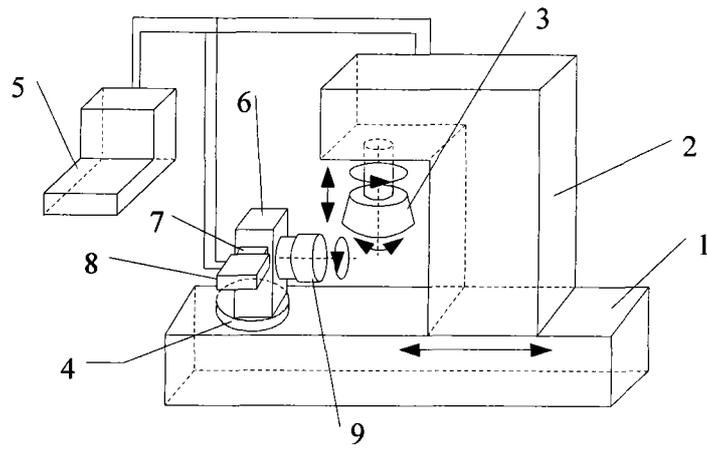


图 1

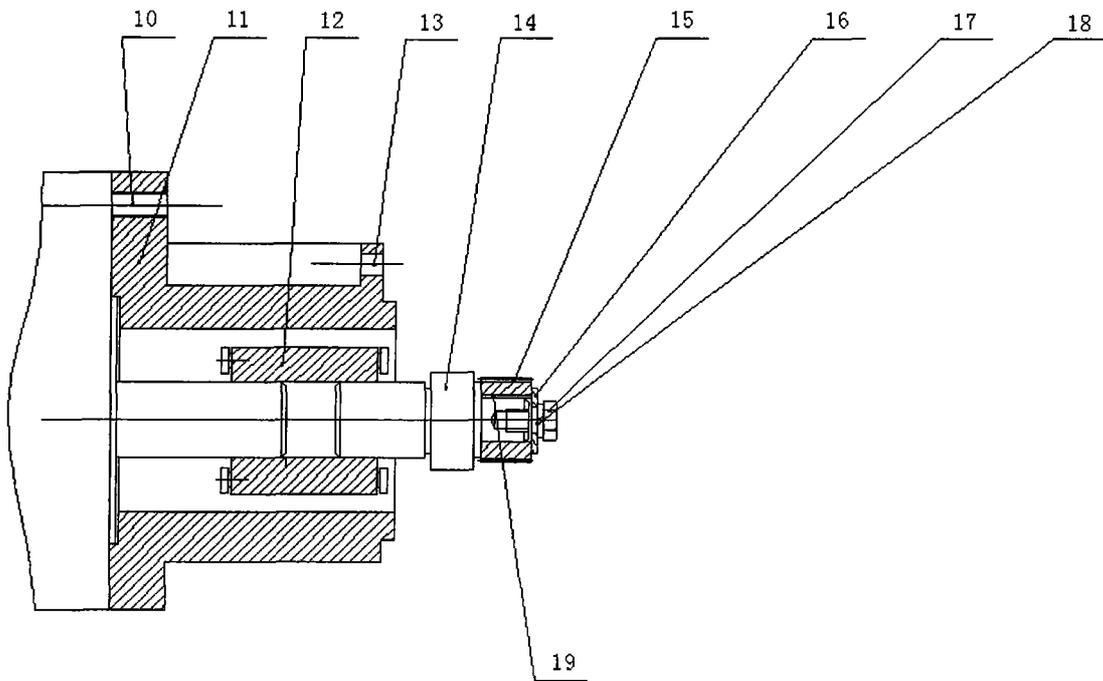


图 2

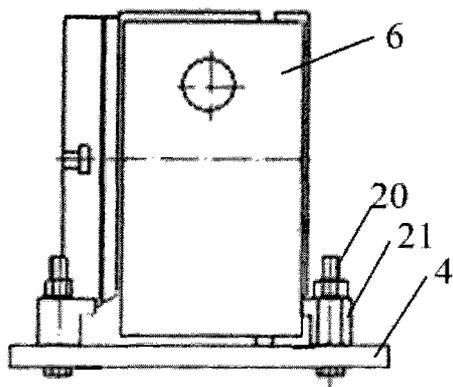


图 3

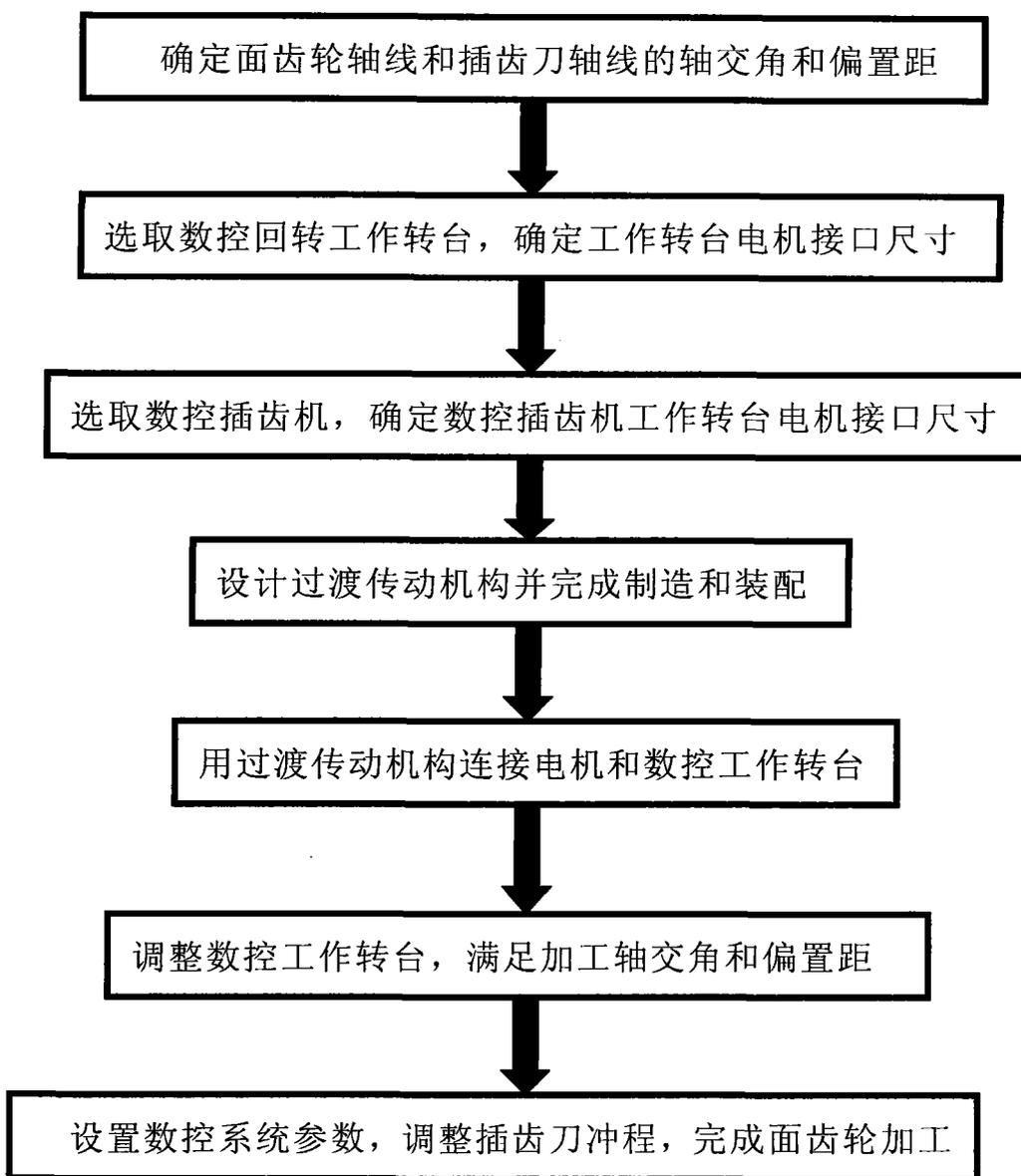


图 4