(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103658801 A
(43)申请公布日 2014.03.26

(21)申请号 201310642333.X

(22)申请日 2013.12.03

(71)申请人 福建工程学院
地址 350108 福建省福州市闽侯大学城学园路三号

(72)发明人 江吉彬 曾寿金 练国富 陈丙三 叶建华

(74)专利代理机构 福州智理专利代理有限公司 35208
代理人 林捷华

(51)Int.Cl.
B23C 7/02(2006.01)
B23Q 5/00(2006.01)
B23F 5/20(2006.01)
B23F 9/08(2006.01)

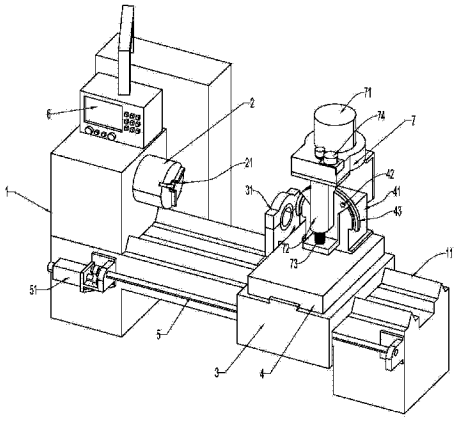
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

基于车床硬件平台的再制造数控滚齿机

(57)摘要

本发明涉及一种基于车床硬件平台的再制造数控滚齿机，包括车床床身、以及车床自带由三相异步电动机C驱动的主轴、大拖板、小拖板、以及驱动大拖板的丝杆螺母副和数控系统，其中在小拖板上定位有滚刀总成，小拖板滑动安装在大拖板上，并由伺服电机X驱动，实现滚刀径向进给运动；大拖板上固定有与所述主轴同心的自定心夹具，工件由主轴上卡盘和自定心夹具夹持；所述丝杆螺母副由伺服电机Z驱动，带动大拖板沿车床导轨运动；数控系统采用电子齿轮箱程序和差动电子齿轮箱程序编程，协同控制所述的三相异步电动机C、三相异步电动机B、伺服电机X和伺服电机Z的动作，代替传统机械式滚齿机上的分齿挂轮齿轮箱和差动挂轮齿轮箱，简化传动结构。



CN 103658801 A

1. 一种基于车床硬件平台的再制造数控滚齿机，包括车床床身、以及车床自带由三相异步电动机 C 驱动的主轴、大拖板、小拖板、以及驱动大拖板的丝杆螺母副和数控系统，其特征是在所述小拖板上固定有分度盘座，滚刀总成轴定位在所述的分度盘座上，并通过一定位螺栓锁紧在分度盘圆弧槽中，形成进刀角的调节结构；滚刀总成包括有由三相异步电动机 B 驱动的滚刀轴、滚刀轴上的滚刀和编码器；所述小拖板滑动安装在大拖板上，并由伺服电机 X 驱动，实现滚刀径向进给运动；所述大拖板上固定有与所述主轴同心的自定心夹具，工件由主轴上卡盘和自定心夹具夹持，并由主轴带动回转；所述丝杆螺母副由伺服电机 Z 驱动，带动大拖板沿车床导轨运动；所述的数控系统采用电子齿轮箱程序和差动电子齿轮箱程序编程，协同控制所述的三相异步电动机 C、三相异步电动机 B、伺服电机 X 和伺服电机 Z 的动作，其中三相异步电动机 B 的动作通过编码器反馈给数控系统。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于车床硬件平台的再制造数控滚齿机，其特征是三相异步电动机 C、三相异步电动机 B 和伺服电机 Z，在加工直齿工件时满足：$Nc=Nb*K/Z$；

加工斜齿工件时满足：$Nc=Nb*K/Z\pm(Vz*\sin\beta/\pi*Mn*Z)$；

其中，Nc 为三相异步电动机 C 带动工件的转速，

Nb 为三相异步电动机 B 带动滚刀转速，

Vz 为伺服电机 Z 带动工件轴向进给长度，Z 为工件齿数；

K 为滚刀头数，β 为工件螺旋角，Mn 为工件模数。

基于车床硬件平台的再制造数控滚齿机

技术领域：

[0001] 本发明属于机械设备领域，特别涉及一种基于车床硬件平台的再制造数控滚齿机。

背景技术：

[0002] 再制造工程是解决资源浪费、环境污染和废旧装备翻新的最佳方法和途径，是符合国家可持续发展战略的一项绿色系统工程。它是以产品全生命周期设计和管理为指导，以使废旧产品实现性能跨越式提升为目标，以优质、高效、节能、节材、环保为准则，以先进技术和产业化生产为手段，对废旧产品进行修复和改造的一系列技术措施或工程活动的总称。

[0003] 因此，若能对普通机床进行数控化再制造，不仅可以达到与购置新机床同样的效果：提高零件加工质量和生产率，缩短产品制造周期，改善工作环境；而且还可以减少资金投入，和购买新机床相比，可以节省 50% 以上的资金。机床数控化再制造的意义还在于：能充分利用旧设备资源，以极小的代价获得性能先进的数控机床，提高加工效率和加工质量；可全面提升企业现有机床性能，有效提高企业加工制造能力。同时，可大量节省在铸造、切削加工时所消耗的能源，并减少对环境的污染。

[0004] 截止 2010 年，我国已连续八年成为世界机床第一大消费国和第一进口国。每年生产的金属切削机床约 40 万台。目前机床保有量近 700 万台。若按 3% 的年机床报废淘汰率进行估算，每年将有近 20 万台机床进入再制造行列，约占每年生产新机床产量的一半左右，也就是说，“十一五”期间有近 100 万台机床面临各种形式的报废，这为机床再制造领域带来无限机会，机床再制造市场有着巨大潜力。

[0005] 传统的滚齿机是传动原理最复杂的金属切削机床，其复杂的传动链造成机械结构非常复杂，并且精度差、速度低、磨损严重、调整困难，无法加工少齿数齿轮(特别是少于 4 齿的齿轮)，根本无法适应高速、高精度加工齿轮的要求(特别是干切削非金属材料对滚齿机的要求)，一般的传统滚齿机的轨道行程都不长，很难加工长的齿轮轴。

[0006] 目前国内使用的滚齿机大都采用立式结构，不适于加工长轴类零件。

发明内容：

[0007] 本发明的目的是提供一种基于车床硬件平台的再制造数控滚齿机，其数控系统采用电子齿轮箱程序和差动电子齿轮箱程序编程，协同控制四轴联动。

[0008] 本发明技术方案是这样实现的：一种基于车床硬件平台的再制造数控滚齿机，包括车床床身、以及车床自带由三相异步电动机 C 驱动的主轴、大拖板、小拖板、以及驱动大拖板的丝杆螺母副和数控系统，其特征是在所述小拖板上固定有分度盘座，滚刀总成轴定位在所述的分度盘座上，并通过一定位螺栓锁紧在分度盘圆弧槽中，形成进刀角的调节结构；滚刀总成包括有由三相异步电动机 B 驱动的滚刀轴、滚刀轴上的滚刀和编码器；所述小拖板滑动安装在大拖板上，并由伺服电机 X 驱动，实现滚刀径向进给运动；所述大拖板上固

定有与所述主轴同心的自定心夹具，工件由主轴上卡盘和自定心夹具夹持，并由主轴带动回转；所述丝杆螺母副由伺服电机 Z 驱动，带动大拖板沿车床导轨运动；所述的数控系统采用电子齿轮箱程序和差动电子齿轮箱程序编程，协同控制所述的三相异步电动机 C、三相异步电动机 B、伺服电机 X 和伺服电机 Z 的动作，其中三相异步电动机 B 的动作通过编码器反馈给数控系统。

[0009] 本发明利用卧式车床硬件平台改造的数控滚齿机，具有较长的床身轨道、较好的刚性和较高的精度，能适应长轴类零件滚齿加工；采用电子齿轮箱程序和差动电子齿轮箱程序编程的数控系统，代替传统机械式滚齿机上的分齿挂轮齿轮箱和差动挂轮齿轮箱，简化传动结构，其具有许多不可比拟的优点：不用算参数、搭挂轮，只须输入工件参数及刀具参数即可；而且主轴和滚刀的速度大幅度提高，主轴的速度可达 1200—3000r/min，滚刀速度可达 300—500r/min，大大提高生产效率和降低工人的劳动强度。

附图说明：

[0010] 下面结合具体图例对本发明做进一步说明：

[0011] 图 1 基于车床硬件平台的再制造数控滚齿机示意图

[0012] 其中

[0013] 1—床身 11—车床导轨 2—主轴 21—卡盘

[0014] 3—大拖板 31—自定心夹具 4—小拖板 41—分度盘座

[0015] 42—定位螺栓 43—分度盘 5—丝杆螺母副 51—伺服电机 Z

[0016] 6—数控系统 7—滚刀总成 71—三相异步电动机 B 72—滚刀轴

[0017] 73—滚刀 74—编码器

具体实施方式：

[0018] 参照图 1，基于车床硬件平台的再制造数控滚齿机，包括车床床身 1、主轴 2、大拖板 3、小拖板 4、丝杆螺母副 5 和数控系统 6；主轴 2 由车床自带的三相异步电动机 C 驱动，大拖板 3 由丝杆螺母副 5 驱动，该丝杆螺母副 5 由伺服电机 Z51 驱动，带动大拖板 3 沿车床导轨 11 运动；在所述小拖板 4 上固定有分度盘座 41，滚刀总成 7 轴定位在所述的分度盘座 41 上，并通过一定位螺栓 42 锁紧在分度盘 43 的圆弧槽中，形成进刀角的调节结构；滚刀总成 7 包括有三相异步电动机 B71、滚刀轴 72、滚刀轴上的滚刀 73 和编码器 74，滚刀轴 72 与三相异步电动机 B71 传动连接，编码器 74 用来检测滚刀轴 72 的转角参数；小拖板 4 滑动安装在大拖板 3 上，并由伺服电机 X 驱动，实现滚刀 73 径向进给运动；大拖板 3 上固定有与主轴 2 同心的自定心夹具 31，工件由主轴 2 上卡盘 21 和自定心夹具 31 夹持，并由主轴 2 带动回转；

[0019] 所述的数控系统 6 采用电子齿轮箱程序和差动电子齿轮箱程序编程，协同控制所述的三相异步电动机 C、三相异步电动机 B71、伺服电机 Z51 和伺服电机 X 的动作，也即使得主轴 2——定义为 C 轴、滚刀轴 72——定义为 B 轴、丝杆螺母副 5 中的丝杆——定义为 Z 轴和小拖板进给——定义为 X 轴，四轴联动，其中三相异步电动机 B71 的动作通过编码器 74 反馈给数控系统 6。

[0020] 本发明设计的驱动方式为伺服电机，由于伺服电机结构简单，运行可靠，具有良好

的调速性能和较大的起动转矩而无须机械换向器，可实现无级调速。整个传动链都采用数控系统进行联动控制，即滚刀轴和主轴分别由三相异步电动机直接驱动，去掉了传统滚齿机繁琐的齿轮、涡轮蜗杆传动副，这样使得机械结构大大简化，可加工最小齿数为 1 齿的齿轮(即蜗杆)。

[0021] 设计原理如下：根据滚齿机原理和结构，本发明设计的滚齿机将滚刀轴回转定义为 B 轴、驱动工件回转的主轴定义为 C 轴、小拖板相对大拖板的运动——也即径向进给运动定义为 X 轴、轴向进给运动——也即大拖板运动定义为 Z 轴。本发明可以实现同步控制是指在控制系统中，有至少一个受控对象为主控制对象，另外的受控对象为从控制对象，当主控制对象的位置确定时，可以根据主从控制对象之间特定的偶合关系计算出从控制对象的位置。当主控制对象位置发生改变的时候，从控制对象应该跟随移动，确保其实际位置能与根据偶合关系计算出的位置尽可能快地协调一致，这个过程就叫做同步。对于滚齿机来说，B 轴、Z 轴为主动轴，C 轴为跟随轴，由滚直齿原理可知，B 轴、C 轴两轴联动的展成运动得到齿轮的齿形，Z 轴轴向进给得到齿轮的齿宽，X 轴径向进给得到齿轮的齿高，它们之间的偶合关系如下：

[0022] 加工圆柱齿轮，需要 B 轴、C 轴联动和 Z 轴进给运动，B 轴、C 轴之间必须满足以下运动关系：

[0023] 滚直齿 Nc=Nb*K/Z

[0024] 滚斜齿 Nc=Nb*K/Z± （Vz*sinβ／π*Mn*Z）

[0025] 其中，Nc 为三相异步电动机 C 带动工件的转速，

[0026] Nb 为三相异步电动机 B 带动滚刀转速，

[0027] Vz 为伺服电机 Z 带动工件轴向进给长度，Z 为工件齿数；

[0028] K 为滚刀头数，β 为工件螺旋角，Mn 为工件模数。

[0029] 本发明设计的滚齿机采用电子齿轮箱是用来替代传统机械式滚齿机上的分齿挂轮齿轮箱和差动挂轮齿轮箱，有许多不可比拟的优点：不用算参数、搭挂轮，只须输入工件参数及刀具参数即可。

[0030] 其中分齿电子齿轮箱可采用两种方式来实现。

[0031] 第一种方式，异步控制方式，滚刀轴也即 B 轴，通过变频器来控制其启动、停止、正反转及调速，B 轴上安装光电编码器，滚齿加工时数控系统先检测出 B 轴转角后再控制 C 轴转动角度，即通过检测 B 轴编码器在采样周期内发出的脉冲数，再计算应该向 C 轴驱动器发出的脉冲数。这样在系统里设定不同齿数，系统就向 C 轴发出相应的脉冲个数，来实现电子齿轮分齿功能。因为这种方式系统要先检测 B 轴转角后，再通过计算发出相应脉冲个数给 C 轴，使 C 轴转动，这个过程系统要有一定的处理时间，所以 C 轴的转动时刻要比 B 轴滞后，由于滞后时间是不变的，所以不影响控制精度，所以这种控制方式我把它叫做异步控制方式。

[0032] 第二种方式，同步方式，系统根据设定的齿数，同时向 B 轴和 C 轴发出按一定的比例关系的转角脉冲，使 B 轴和 C 轴按一定的比例速度同时转动，由于两路脉冲是从系统里面同时发出的，所以不存在有时间滞后。这种方式系统里必须要增加一个控制轴，而且驱动 B 轴的电机必须是带有位置控制方式的私服电机，成本比较高。这种控制方式我把它叫做同步控制方式。

[0033] 只有分齿电子齿轮箱只能滚圆柱直齿轮和涡轮，不能滚出斜齿轮的，要滚斜齿轮

还有增加一个装置，差动电子齿轮箱。传统的机械式滚齿机是利用行星差动机构来实现的，用行星差动既有结构复杂、精度低、噪音大、磨损严重、计算复杂、搭配挂轮困难等缺点，本人利用独特的差动电子齿轮箱可以克服以上的各种缺点，不用算参数，只须输入工件加工参数即可。上面谈到滚直齿轮时，滚刀轴 B 轴与工件轴 C 轴要保持一定的转速比例关系，但滚斜齿轮时，电子差动齿轮箱就是用来按一定规律的来破坏这个转速比例关系。系统首先检测 Z 轴轴向进给量后再根据工件的模数和螺旋角，计算出相应的脉冲个数然后送给 C 轴进行叠加，C 轴接收到这些脉冲后转速就产生了变化（增加或者减少取决于工件的螺旋方向和滚刀的螺旋方向），这时 C 轴与 B 轴之间的转速比例关系就遭到了破坏，如果停止 Z 轴轴向进给，系统就停止向 C 轴发出叠加脉冲，C 轴与 B 轴就恢复原来的转速比例关系。

[0034] 数控技术与滚齿机的结合是滚齿机技术发展的方向，它大大提高了滚齿机主刀具轴和工件轴的转速，使滚齿机在加工效率、加工精度以及绿色环保方面有了质的飞跃。本发明设计的滚齿机数控系统有很强的开放性、通用性、扩展性，有效地节约了机床的开发时间和成本，具有典型的代表意义，这种控制方式控制柔性好，并且主轴转速越高精度越高。随着数控系统性能的进一步提升，这样的控制方式不仅仅实用于滚齿机，还可以适用于任何一种高速高效的齿轮加工机床。

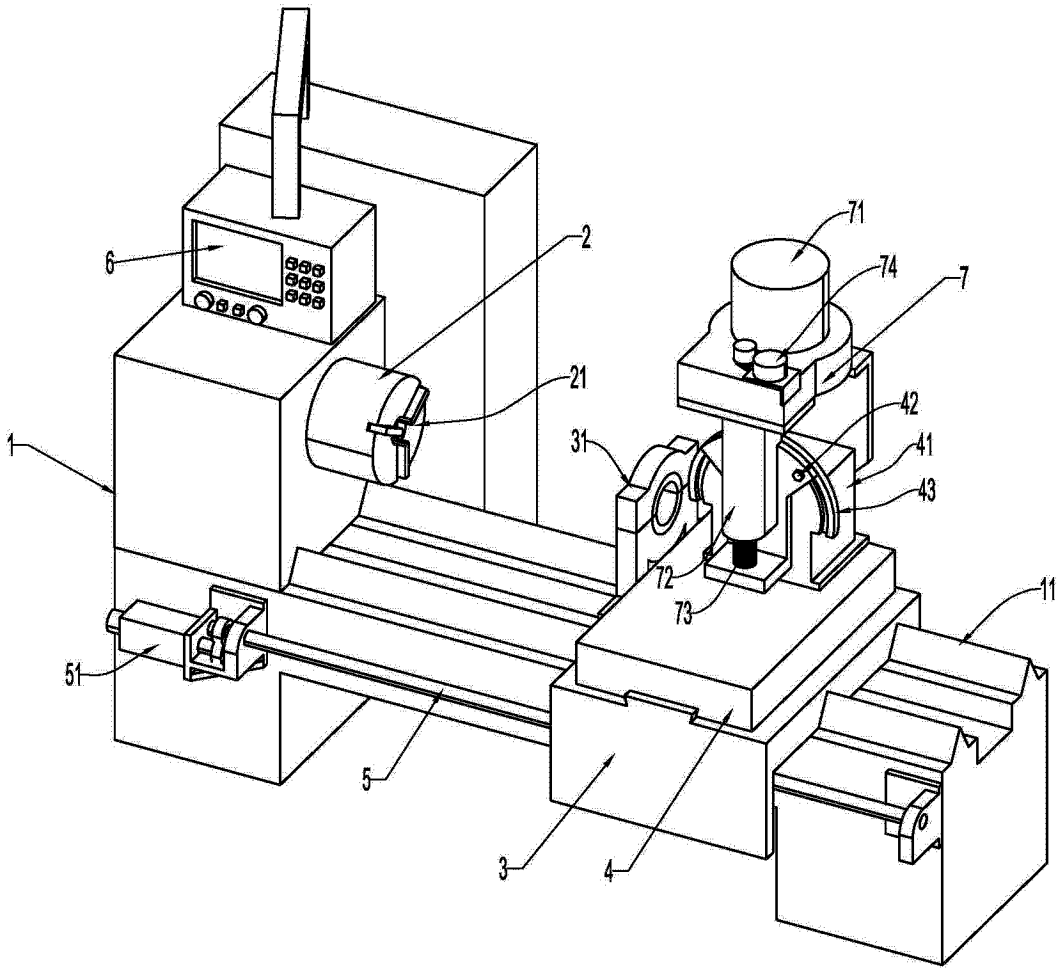


图 1