

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.12.024

## 重心驱动在数控深孔螺旋拉床整机设计中的应用

尹健, 陈昌金

(中国兵器工业第五八研究所 数控事业部, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 重心驱动是一项可以缩短加工时间、提高加工面质量的技术。在数控深孔螺旋拉床整机设计中, 采用了重心驱动原理, 结果表明, 该设计能在结构上减少机床振动, 提高机床性能。

**关键词:** 重心驱动; 振动; 数控深孔螺旋拉床

**中图分类号:** TH122 **文献标识码:** A

## Application of Barycentre Drive in Overall Design of NC Deep Hole Helical Broacher

Yin Jian, Chen Changjin

(Dept. of CNC Engineering, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** Barycentre drive is a technology to short processing time and to improve the quality of machined surface. In overall design of NC deep hole helical broacher, applying the principle of barycentre drive, the results show that the design can reduce the machine vibration in the structure, improve the machine's performance.

**Keywords:** barycentre drive; vibration; NC deep hole helical broacher

### 0 引言

在数控深孔螺旋拉床的加工过程中, 部件运动或外界传来的振动会直接影响加工工件的精度及表面粗糙度, 更恶劣的情况是影响拉刀刀具的动作准确性, 极可能造成工件的降级或报废。如何减少振动不仅是机床设计过程中应该考虑的因素, 在类似深孔类加工机床的设计中也很重要, 对其进行研究。

### 1 机床概述

数控深孔螺旋拉床是一种在深孔类工件内壁加工直沟槽、可变深度直沟槽及螺旋槽等的机床, 由机床本体和数控系统等组成, 可控制刀具沿身管轴线运动 (Z 轴)、刀具旋转运动 (C 轴)、刀具径向运动 (X 轴), 并实现 Z、C 轴联动功能。机床本体由工件床身机构、刀杆床身机构、进给机构、刀具系统、冷却系统、润滑系统等部分组成, 其中主要的工件床身机构包括工件床身、夹具和其他辅助机构, 实现对工件的定位夹紧等功能; 刀杆床身机构包括刀杆床身、刀杆托架等, 实现对进给机构和刀杆的支撑作用; 进给机构则完成刀具沿深孔内壁轴线的直线运动进给 (Z 轴)、刀具沿深孔内壁轴线的旋转运动进给 (C 轴)、刀具沿深孔内壁直径的直线运动进给 (X 轴)。

### 2 重心驱动的原理

重心驱动可以缩短加工时间、改善轮廓加工精

度、提高加工面质量。众所周知, 在对物体施加作用力时, 如果力的作用线不通过物体重心, 物体的运动就会有附加偏心载荷, 这会使物体的运动受到扰动, 从而产生振动。重心驱动就是利用这样一个简单的原理, 尽可能使驱动力直接通过被驱动物体的重心, 从而避免偏载, 也就避免了产生振动。

### 3 应用

数控深孔螺旋拉床的主轴结构部分存在下列问题: 加工是依靠长径比很大的拉杆带动拉刀运动, 其本身刚性相对较差、易受到扰动; 加工工艺要求拉杆必须中空, 以方便控制拉刀刀具的推杆及中空推杆通过冷却油, 即主轴驱动端必须也是“轴中轴”的结构, 如图 1; 在加工过程中, Z 轴与 X 轴耦合, 细微的扰动就会让系统产生振动。为了进一步减少引起扰动的因素, 在 X 轴的设计上应用了重心驱动的原理。



图 1 数控深孔螺旋拉床驱动部分

(下转第 86 页)

收稿日期: 2010-08-12; 修回日期: 2010-10-13

作者简介: 尹健 (1981-), 男, 青海人, 工程师, 从事数控机床研究。

制作用弱，减少控制误差的时间将加长。

根据上述 PID 整定原则进行各工艺阶段的 PID 整定。首先取 P 值，P 值从小到大逐渐增加，观察夹套压力输出曲线，当认为 P 值合适时，由于只有 P 值无法使偏差为 0，因此必须再增加 I 值，I 值也是从小到大逐渐增加。I 值的增加使偏差能够快速缩小，但却使系统不稳定，因此还需要增加 D 值。实际调试获得在各工艺阶段的 PID 参数各不相同。如在浸泡阶段夹套压力的 PID 控制参数分别为 P=0.1, I=0.001, D=0.25, 其设定值为 0.2 MPa。

### 4 结束语

现场运行证明，该系统运行良好，满足了各工艺阶段的质量要求，保证了产品的一致性和产品质量，提高了中药提取的效率，减少了资源浪费，降低了工人的劳动强度，具有一定的推广价值。

\*\*\*\*\*

(上接第 79 页)

如图 1、图 2 所示，采用模块化设计，将 X 轴进给机构独立化为驱动单元，提高其可维护性及可借用性。其中，推杆穿过主轴控制拉刀刀具；驱动推杆的滑动套筒、滚珠丝杠副、电机等的作用力也在同一作用线上，保证 X 轴运动时作用力都通过拉刀刀具。这也就使驱动力直接通过被驱动物体的重心，达到重心驱动的目的，从驱动端直接减少引起振动的可能。

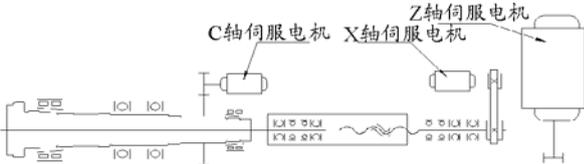


图 2 数控深孔螺旋拉床驱动部分机构简图

在应用重心驱动的基础上，使用有限元的方法优化箱体结构。如图 3，对 X 轴箱体进行三维建模，依照“施加约束及作用力、划分网格、静态结构分析”的步骤，进行有限元分析，并采用最优化设计步骤运算得到作用力、变形与结构之间的最优解，从结构上保证重心驱动的效果。

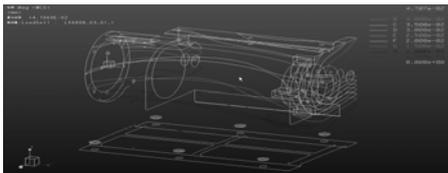


图 3 X 轴箱体变形有限元分析图

### 4 效果

在机床实际加工过程中，控制循环简单来说就

### 参考文献:

[1] 宋伯生. PLC 编程实用指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 6.

[2] 黎志钟. 中医药学走向世界的若干理论问题—接轨、改轨还是铺轨[J]. 中国医药学报, 1997, 12(1): 49-53.

[3] 黄保民. 中药提取分离工艺中高新技术应用的进展(续)[J]. 中医研究, 1998, 11(6): 44-47.

[4] 梁凯, 沈公槐, 戎兵. 中药生产过程的可控性分析和计算机控制技术[J]. 医药工程设计杂志, 2002, 23(5): 31-38.

[5] 沈平阶, 邵忠法, 唐青华, 等. 新技术在中成药工业中的应用与展望[J]. 中成药, 1998, 20(5): 1-3.

[6] 丁洪涛. 中药提取生产自动系统的研制[J].

[7] 韩焕平, 聂俊岚, 刘恩海, 等. 模糊寻优 PID 在中药生产自动控制中的应用[J]. 河北科技大学学报, 2001, 22(4): 58-61.

[8] 陶永华, 尹怡欣, 葛芦生. 新型 PID 控制及其应用. 北京: 机械工业出版社, 1998: 123-130.

是“给定指令、运行、判定是否到达指定位置、修正指令”的循环，如图 4。

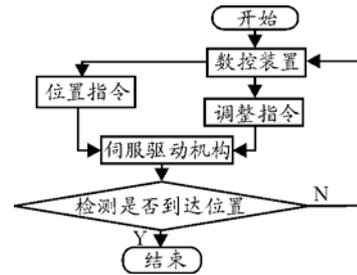


图 4 数控深孔螺旋拉床控制简图

在设备运动过程中，驱动力不仅驱动设备按指令运动，也会引起设备产生。在将原设计与应用重心驱动后的设计对比后，可以明显看到系统动作引起的振动不仅振幅大幅度缩小也使振动快速衰减消失，如图 5。

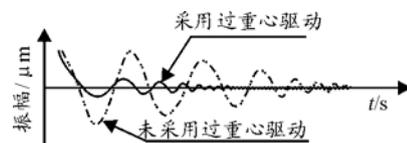


图 5 振幅与时间关系图

### 5 结束语

数控深孔螺旋拉床及类似设备对振动都较敏感，在引入重心驱动的设计后，可以在结构上减少机床振动，有利于提高机床的性能。

### 参考文献:

[1] 森精机, 森精机的重心驱动, www.moriseiki.com.

[2] 杨奕昕, 黄泽森, 范青. 数控系统及研发技术研究[J]. 兵工自动化, 2009, 28(10): 78-81.