

极坐标机床主轴供电、供水及位置数据反馈装置的设计

□ 曹立宏¹ □ 李刚² □ 王宏¹

1. 兰州理工大学 机电工程学院 兰州 730050

2. 陕西秦川机床工具集团有限公司 秦川发展技术研究院 陕西宝鸡 721008

摘要:设计了一台机床主轴以极坐标轨迹运行的新型数控机床。主要完成了机床整体设计、电主轴供电、供水系统的设计、电主轴 U 轴位置反馈数据传输装置的设计。为机床的生产制造提供了理论依据。

关键词:极坐标 数控机床 供电、供水 位置反馈

中图分类号: TG502

文献标识码: A

文章编号: 1000-4998(2012)06-0034-03

传统的数控机床都是以直角坐标方式工作, 在加工圆周表面、倾斜表面时, 需要借助计算机进行不断的插补运算。通过 X 、 Y 方向的伺服电机各自在不同时间段接受指令, 驱动机床的执行机构在微观上以走台阶面的形式完成对圆弧、斜线及各种曲线加工。用该方法加工的圆弧、非圆二次曲线的表面只是近似值, 而非理论值^[1,2]。针对直角坐标机床加工二次曲线存在的问题, 本课题研究了一种按极坐标轨迹运行的极坐标数控机床。所谓极坐标式数控机床是指在极坐标下数控机床本身具有 1 个能够实现极角改变的旋转轴和 1 个能够实现极径改变的径向移动轴, 两轴在位置控制模式下可以实现角位移与径向位移的联动。该系列机床不但具有传统数控机床的优点, 而且更加适合在极坐标参数下加工大型回转类零件沿环形分布要素, 以及复杂的曲线、曲面^[3,4]。

1 机床的整体结构

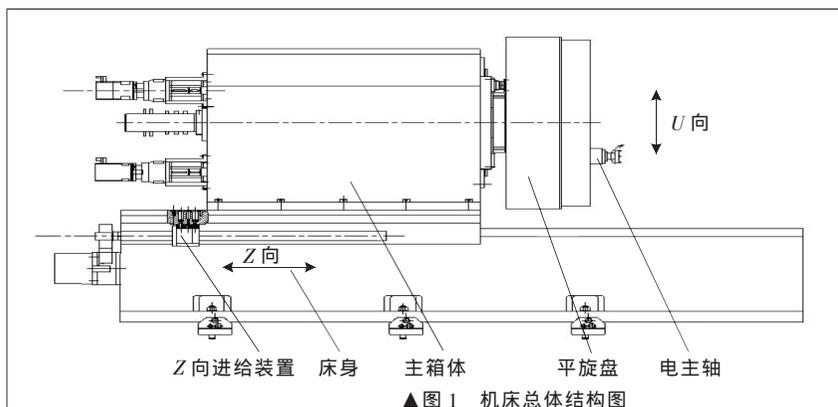
机床采用单面卧式的布局形式, 其结构如图 1 所示。这种布局的特点是: 机床以床身作为水平面基础, 主箱体及主电机安装在同一动力滑台上, Z 向进给装置驱动动力滑板完成 Z 向进给运动; 回转运动由伺服电机驱动平旋盘转动, 实现极坐标机床的 C 轴功能; 平旋盘上装有由伺服电机驱动的径向移动的滑台, 实现极坐标机床的 U 轴功能; 安装刀具的主轴设置在径向移动的滑台上, 刀具轴线作 C 轴、 U 轴方向的极坐标运动。机床的敞开性较好, 方便工件的装卸和机床的维护; 主箱体的重力垂直作用于动力滑台上, 动力滑台驱动力仅需克服切削力和摩擦力, 故滑台运行稳定可靠, 而且容易掌控^[5]。

2 问题的提出

传统数控机床都是以直角坐标方式工作, 通过丝杠螺母机构把伺服电机产生的旋转运动转化成滑板机构的直线运动。机床主轴在各方向作往复的直线运动, 其供水、供电以及信号线都可放入拖链内部, 由拖链带动随机床作往复直线运动。本课题设计的极坐标数控机床具有 1 个能够实现极角改变的旋转轴。由于具有一维旋转轴, 若主轴的供电、供水管道以及径向位移检测装置的电缆线与外界直接固定连接, 那么在分度进给旋转轴的往复旋转过程中, 便会导致以上管道和电缆线的扭曲破坏。为了解决这一问题, 本课题设计了主轴供电、供水以及径向位移检测的动态连接装置^[6]。

3 电主轴供电、供水系统的设计

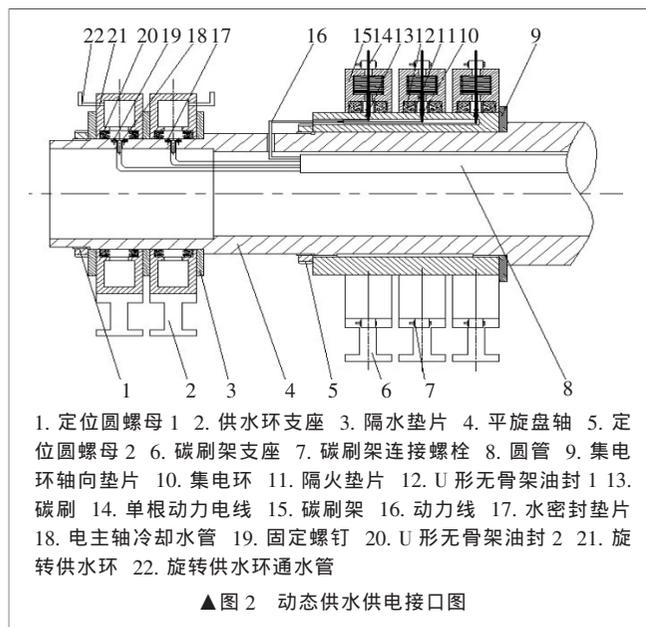
设计的极坐标数控机床, 其电主轴的供电及供水系统是本课题的关键技术。由于机床要实现极坐标运动的 θ 运动, 故平旋盘需要实现往复的、多次回转运动。若把给电主轴供电供水的管道直接与外界相连, 那么电线和水管会随着花盘的往复旋转而扭曲, 以至损坏。为了解决该问题, 本课题提出了动态供电、供水的方法, 以实现把水、电通入电主轴的目的。其结构如图



▲图1 机床总体结构图

收稿日期: 2011年12月

2 所示。



3.1 工作原理

1) 供电系统: 集电环 10 通过键装在空心平旋盘轴上, 与其一起旋转; 碳刷架 15 外环固定在碳刷架支座 6 上, 内环与集电环 16 连接, 它们之间采用 U 型无骨架密封 18 实现密封的作用, 以避免外部的灰尘进入碳刷和集电环, 在 U 型无骨架密封 18 的外侧装上一环隔热垫片 17, 以避免由于碳刷摩擦产生的火花烧坏密封圈。碳刷架通过内部弹簧的作用把碳刷压在集电环上, 使其在固定体与旋转体之间稳定地传导电流。

2) 供水系统: 旋转供水环 21 由供水环支座 2 固定, 保持静止, 空心的平旋盘轴做旋转分度运动; 电主轴冷却水管通过螺钉固定在空心的平旋盘轴上, 通过密封垫片与平旋盘轴接触, 以避免水泄漏到平旋盘轴内部; 旋转供水环分为两个, 一个提供冷却水进水口, 另外一个提供冷却水出水口。旋转供水环内部是一个空腔, 与轴相连接的部分使用 U 型无骨架密封, 同时它的外部由隔热垫片与平旋盘轴的轴肩相连, 以达到密封的作用。

3.2 关键零件的安装顺序

1) 把集电环轴向垫片 9 从轴左侧装入, 安放在轴肩定位处; 2) 把集电环 10 安装在平旋盘轴上, 通过键和轴相连, 而后通过定位圆螺母 2, 固定集电环的轴向位移; 3) 碳刷架是由左右两部分组成, 通过连接螺栓 7 固定在一起, 右边部分通过碳刷架支座 6 与机床固定部位连接在一起。安装时首先

把右半部分装在集电环上, 通过碳刷架支座 6 固定在机床上, 而后依次装入 U 形无骨架油封 12、隔热垫片 11, 再装入碳刷。安装相同的办法, 把碳刷架左半部分, 装在集电环上, 而后通过螺栓把两部分连接起来。其他两个碳刷架部分的安装方法与前者相同; 4) 依次安装旋转供水环部件。

3.3 安装方法的两个优点

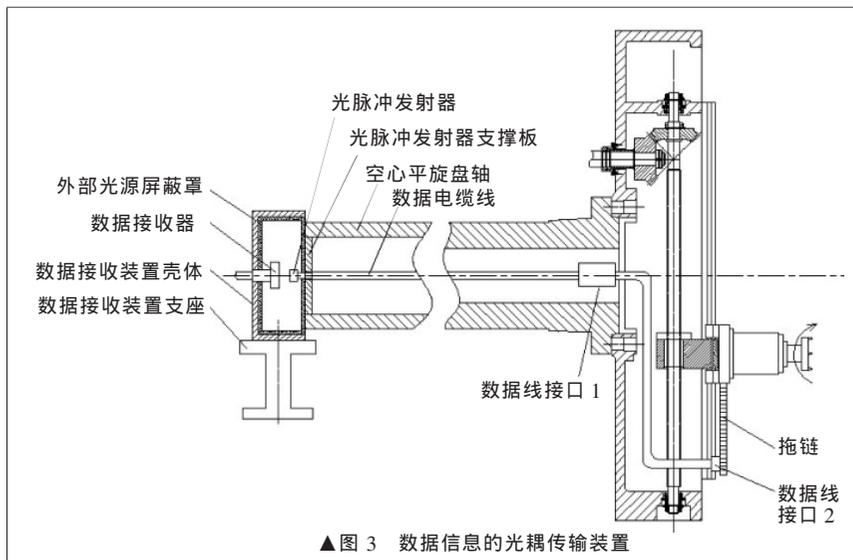
1) 由于碳刷是需要定期更换的零件, 把碳刷架做成两半对称的结构, 当需要更换碳刷时, 只需打开碳刷架即可, 不必拆卸其它零部件, 这样就降低了更换碳刷的难度。

2) 把供水系统安装在轴的端部, 并且在空心轴内部加工出一个一定高度的内轴肩, 以防止泄露出的冷却水流入平旋盘内部。

4 电主轴位置反馈数据的传输

为实现闭环控制, 故需要时刻检测电主轴在各方向的位置。其 Z 向位置的检测信号可以直接通过电缆传输给中央控制器。在空心平旋盘轴末端安装旋转编码器即可时刻检测 C 向位置, 同时也便于传递给中央控制器。由于机床具有一维旋转轴, 若电主轴的 U 向位移检测装置的电缆线与外界直接固定连接, 那么在回转进给旋转轴的往复旋转过程中, 便会导致电缆线的扭曲破坏。针对极坐标数控机床电主轴 U 轴位置检测信号在传输过程中存在的问题, 本课题研究了一种基于光耦技术的极坐标数控机床径向位移检测信号的传输方法(其硬件结构如图 3 所示)。

结构及工作原理: 电主轴的 U 轴位置检测数据反馈电缆线固定安装在空心平旋盘轴内; 数据接收装置通过数据接收装置支座与机床本体固定连接, 内置光脉冲发射器的空心平旋盘轴做旋转运动, 数据接收装



陆地钻机立柱式钻杆排放系统设计

□ 张洪生 □ 姚璐璐 □ 杨帆

兰州理工大学 机电工程学院 兰州 730050

摘要:在对陆地钻机结构进行分析的基础上,设计了立柱式钻杆排放系统,系统采用全液压驱动设计,电液比例阀和电液方向阀等对系统的方向、位置和速度进行控制,再通过 PLC 进行控制,实现了系统的智能化和柔性化。

关键词:钻杆排放系统 陆地钻机 PLC 液压系统

中图分类号:TE928;TE951

文献标识码:A

文章编号:1000-4998(2012)06-0036-03

改革开放以来,我国经济高速发展,对能源的需求越来越大,我国也由石油出口国变为石油进口大国,石油已经成为制约我国经济增长的“瓶颈”。钻井是石油工业的“龙头”,钻井的投资占整个石油工业上游投资的一半左右。钻井工程技术水平直接关系到石油勘探开发的成败,也决定着石油上游业务的发展潜力和竞争能力,目前,其技术发展趋向于信息化、自动化、智能化。

钻杆排放系统作为海洋钻井平台和钻井船上重要的井口机械化设备之一,在起钻、下钻作业过程中实现了对钻杆、套管等钻具的夹持、提升、下放和平移等操作,实现钻井过程中井口到排放架之间钻杆排放的自动化操作,避免人与钻杆的直接接触,并可加快起下钻速度,对降低海上钻井作业成本、提高作业安全性发挥了重要作用。20世纪90年代以来,该技术趋

收稿日期:2011年12月

于成熟并开始广泛应用。2001年,由英国石油公司与PAT公司共同研制了轻型自动化钻井系统(LADS),与相同功率常规钻机相比,新式钻机质量还不到常规钻机的1/2,仅需1人即可在计算机控制室完成所有钻井、起下钻及水平排立管柱作业。因海洋钻井平台-钻井船的特殊和恶劣作业环境限制,也由于国家和行业内的相关法律法规对作业人员的HSE要求,使海洋钻机对钻杆自动排放系统的需求量呈现出逐年上升的趋势。但是,对于陆地石油钻机而言,钻杆自动排放系统的应用还没有起步。本文根据陆地钻机常用的结构形式,借鉴国外海洋钻机排放系统的开发经验,设计出适合安装到陆地钻机的立柱式自动排杆系统。

1 结构方案

笔者所设计的立柱式钻杆排放系统主要用于实现在井口与立根盒之间往返自动移送钻杆立根操作,还

置与空心平旋盘轴作相对旋转运动;数据接收装置内部包括数据接收器和外界光源屏蔽罩,同时光脉冲发射器的发射端也位于信号接收装置内部,在该结构下,数据的发射和接收都在一个与外界干扰隔绝的环境下,从而可以避免外界信号对有用信号的干扰。为了便于机床各部分的安装和拆卸,在平旋盘轴和平旋盘的连接部位安装了数据线接口1,在平旋盘和动力主轴的接触部位安装了数据线接口2。

5 结论

(1)按照极坐标方程轨迹特点,设计出了主轴以极坐标参数运行的新型机床。

(2)完成了机床整体的设计,针对机床电主轴在供电、供水以及位置反馈系统存在的问题,本课题成功的设计了电主轴的动态连接供水、供电系统,以及位置反馈数据的光耦传输装置。解决了制造极坐标机床的

难题,为机床的生产制造提供了理论依据。

参考文献

- [1] 杨建武.国内外数控技术的发展现状与趋势[J].制造技术与机床,2008(12):57-58.
- [2] Tobias S A. Machine tool vibration [M]. Glasgow: Blackie and Sons Ltd, 1965.
- [3] 袁名伟,田美丽,徐国胜.车削中心的极坐标功能研究[J].机械制造,2002(9):24-25.
- [4] Yan HS. A methodology for Creative Mechanism Design[J]. Mechanism and Machine Theory, 1992,27(3).
- [5] Koenigsberger F, Tlustý J. Structural of Machine tools [M]. London: Pergamon Press, 1971.
- [6] 陈子银,陈为华.数控机床结构、原理与应用[M].北京:北京理工大学出版社,2006.

△

(编辑 凌云)

