

西门子数控系统在带冲铆点传动轴与十字轴装配设备中的应用

张银桥

(万向钱潮股份有限公司 浙江 杭州 311200)

摘要: 汽车行业中传动轴连接普遍采用卡簧来完成轴向定位, 这对两卡簧槽距切削加工的尺寸精度和卡簧厚度要求都很高, 且卡簧的一致性要好, 否则在安装时要用厚薄卡簧分档来调节间隙, 这样既无法保证质量, 生产工艺也较繁琐, 费时费力成本较高。为解决这个问题, 有人发明了一种采用带冲铆点的传动轴和十字轴固定结构, 通过冲压形成铆点来达到轴向定位。该工艺要求铆点结实可靠, 两侧铆点基于轴线对称度好。鉴于此, 本文设计了一种基于西门子数控系统, 能够自动测量冲铆行程, 完成冲铆过程的控制系统, 具有装配节拍快、设备重复精度高、传动轴装配质量稳定可靠的特点。

关键词: 传动轴; 冲铆; 数控系统; PLC; NC

0 引言

传动轴是一个高转速、少支承的旋转体, 是汽车传动系中传递动力的重要部件, 它的作用是与变速箱、驱动桥一起将发动机的动力传递给车轮, 使汽车产生驱动力。它可以有几节, 节与节之间可以由万向节连接。万向节能够保证变速器输出轴与驱动桥输入轴两轴线夹角的变化, 并实现两轴的等角速传动。目前市场上的商用车下传动轴和十字轴之间的固定大部分是采用卡簧来轴向定位的, 这种定位方式存在许多问题, 因此, 有人发明了一种采用带冲铆点的传动轴和十字轴固定结构, 它包括传动轴和十字轴, 传动轴的一端设有 6 个冲铆点, 十字轴通过 6 个冲铆点固定于传动轴的一端^[1]。

为了实现这种固定结构, 需要开发新的冲铆设备, 良好的设备离不开可靠高效稳定的控制系统。在控制系统中, 因为传动轴定位面和双耳变形量的累积误差, 每一个零件的铆接量都是不一样的, 所以针对每一个零件计算出各自的铆接量是冲铆工艺的难点。而传动轴与十字轴装配是一个批量生产的过程, 设备最好能够实现自动计算铆接量并完成铆接过程, 保证十字轴在结构内间隙的一致性和对称度。基于此, 本文设计了以西门子 828D 数控系统为控制系统的传动轴与十字轴铆接设备控制方案, 保证设备能够稳定可靠地完成铆接装配。该控制系统主要包括定位、测量、计算与铆接执行四大功能。

1 系统构成

1.1 系统组成及各部分功能介绍

铆接设备控制系统主要由 828D 数控系统、MCP 标准操作面板、输入输出模块、伺服电源模块、S120 伺服驱动器、伺服电机和自带编码器等构成^[2], 系统原理如图 1 所示。

该控制系统采用西门子 828D 数控系统, 将设备的各个传感器和伺服驱动连接起来, 通过测量、计算、协调设备各执行机构, 实现设备功能。MCP 标准操作面板是通过基于 PROFINET 技术的 PLC I/O 接口将通讯网络与数控系统连接的标准操作面板, 它预定义了 50 个带 LED 的功能按键, 利用 PLC 标准程序包可以方便快速地实现对数控系统的操作。伺服电机是设备的执行机构, 用于带动各机构执行动作。电机编码器是伺服电机位置的测量机构, 它将伺服轴位置反馈给伺服驱动器, 伺服驱动器根据数控指令和编码器反馈数值控制伺服电机运行。伺服电源模块是将主电源交流电压变换为直流母线上的直流电压, 为伺服驱动器提供能源的装置。I/O 模块中的 DI 实现各开关信号的采集, 主要是气缸、油缸行程开关信号; DO 实现对开关量执行器的控制, 如继电器、气动阀、液压阀等, 完成不同控制要求; AI 实现对模拟量传感器的信号采集。模拟量传感器用于测量铆接头位置, 在铆接前将当前铆接头位置通过模拟量传感器传给数控系统, 进行一系列运算处理, 确定铆接头的最终铆接位置。

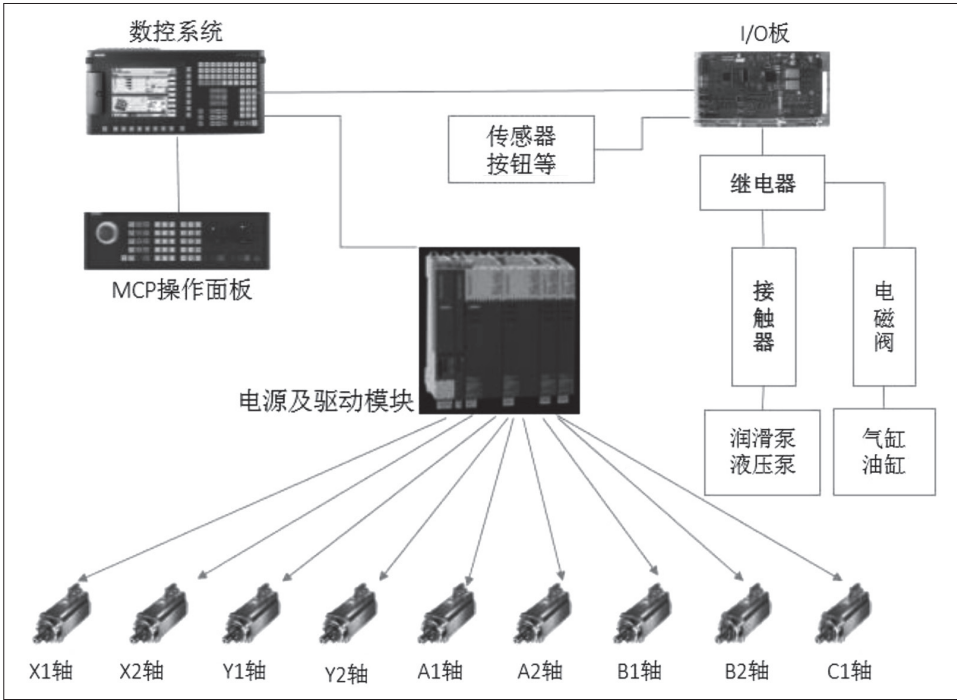


图 1 系统原理图

1.2 系统中主要部件配置

根据设备的技术要求，电气控制系统中的主要配置及选型如下表所示。

表 控制系统配置清单

名称	型号
828D PPU	PPU281.3 车削版
机床操作面板	MCP483C
I/O 板	PP 72/48D 2/2A PN
AC/DC 开关电源	DC24V 开关电源
电源模块	书本型，非调节型电源模块 16kW
X1、X2 驱动模块	书本型，2×5A，双轴模块
Y1、Y2 驱动模块	书本型，2×5A，双轴模块
A1、A2 驱动模块	书本型，2×5A，双轴模块
B1、B2 驱动模块	书本型，2×5A，双轴模块
C1 驱动器	书本型，5A，单轴模块
接触式传感器 2 个	基恩士 GT2-71MCP

基于面板的 SINUMERIK 828D 是一款紧凑型数控系统，集 CNC、PLC、操作界面以及轴控制功能于一体。其拥有 10.4" TFT 彩色显示器和全尺寸 CNC 键盘，前置 USB 2.0、CF 卡和以太网接口，通过 Drive-CLiQ 总线与全数字驱动 SINAMICS S120 实现高速可靠通讯。MCP 操作面板和 I/O 模块通过 PROFINET 连接，可自动识别，无需额外配置。系统总共配置 9 个伺服电机，分别为 X1、X2 冲铆伺服轴，Y1、Y2 斜契锁紧伺服轴，A1、A2

冲铆点转位轴，B1、B2 拉钩转位轴，C1 中间旋转轴，9 轴均采用绝对位置编码器。X1、Y1、A1、B1 轴布置在设备一侧，参与传动轴与十字轴 1 处轴套的铆点冲压；X2、Y2、A2、B2 轴对称布置在设备另外一侧，参与对称处轴套铆点的冲压；冲压铆点时要求两侧同时动作，即 X1 和 X2 轴联动做插补运算，同时到达冲铆最终位置。系统配置 2 套基恩士高精度数字接触式传感器，用于测量冲铆前铆接头位置，通过 I/O 模块的模拟量输入接口将位置数据传递到数控系统 PLC 内做运算。此系统采用的所有伺服电机、驱动器和数控系统均为西门子公司产品，大大提高了系统的兼容和

稳定性。

2 软件实现

此设备通过 PLC 程序和 NC 程序实现设备的运动控制，西门子 828D 数控系统拥有 80 位浮点数计算精度，充分保证了控制的精确性。

PLC 主要实现以下功能：(1) 对外部信号的采集功能，如传感器位置数据，气缸、油缸的位置信号等；(2) 数据处理功能，如将传感器位置数据通过运算，算出冲铆头需要行进的最终位置；(3) 逻辑控制功能，简单说就是位处理功能，利用 PLC 的 AND、OR、NOT 命令代替继电器触点的串联、并联等逻辑连接，实现逻辑控制、开关控制和顺序控制；(4) 输出控制功能，通过输出数字信号，控制外部电磁阀、指示灯等动作。此外，PLC 还具有延时、计数、自诊断报警等一系列其他辅助功能。

NC 程序主要是实现机床的运动控制，由操作人员输入程序指令，在自动模式下设备逐条按照程序指令执行，通过十字轴连接的前后两段传动轴分别称之为法兰叉和焊接叉。设备具体工作流程如图 2 所示。

设备上电开机后，进入数控操作界面，启动润滑泵和液压泵，将法兰叉和十字轴放到设备装夹位置，启动定心装置将十字轴和耳孔定心后夹紧。撤回定心装置，两边冲铆模块油缸伸出，拉钩伸出，拉紧油缸动作，这时法兰叉两边耳孔被拉钩拉紧，通过接触式位移传

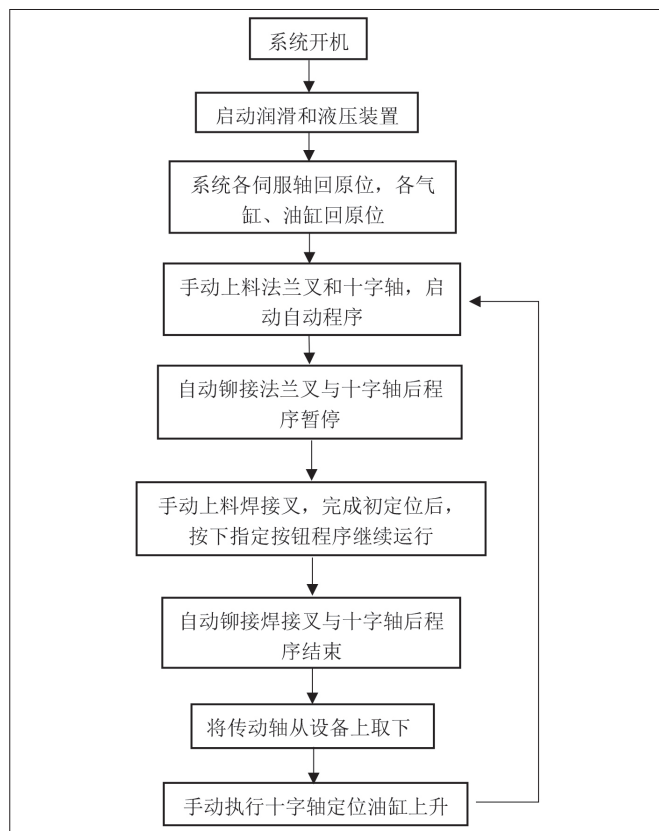


图2 设备工作流程

传感器测出位置数据, 两边锁紧伺服 Y1、Y2 前进, 推动斜契正好接触斜面锁死, 这时轴套上料气缸动作, 将轴套送到位, 启动冲铆伺服轴 X1、X2, 将轴套推入耳孔内开始冲铆, 冲铆伺服轴最终位置根据传感器测量位置与标准件设置参数综合计算获得。完成 3 点冲铆后, 送轴套气缸松开退回, 冲铆伺服返回起始位, A1 和 A2 冲铆点转位轴启动, 将冲铆头旋转 60°, 冲铆伺服轴 X1、X2 再次启动, 到达前次所述位置, 完成 3 个铆点。然后冲铆伺服退回原位, A1、A2 转位轴返回原位, Y1、Y2 斜契锁紧伺服返回原位, 最后所有油缸退回返回原位, 十字轴与法兰叉的冲铆装配完成。

焊接叉与十字轴的冲铆过程和法兰叉与十字轴的冲铆过程类似。首先十字轴定位油缸收回, 启动 C1 旋转轴至 90°, 将焊接叉手动放到设备装夹工装上, 启动定心装置定心后, 设备夹紧焊接叉, 这时法兰叉与焊接叉相对位置固定。B1、B2 轴带动拉钩转位 180°, 拉钩拉紧焊接叉双耳后启动焊接叉自动冲铆程序, 完成法兰叉与焊接叉的冲铆装配。

传动轴自动冲铆 NC 程序具体如下:

(1) G0 X1=0 X2=0 Y1=0 Y2=0 A1=0 A2=0 B1=0 B2=0 C1=0; 各伺服轴回到机床初始原位

(2) M80; 法兰叉和十字轴进行定心动作后夹紧

(3) M82; 执行法兰叉左右耳拉紧动作

(4) G04F1; 延时 1s 等待高精度接触式传感器数值稳定并读入数控系统内置 PLC

(5) G01 Y1=\$A_DBR[0] Y2=\$A_DBR[4] F5; 斜契锁紧轴运行到 PLC 计算指定位置

(6) M84; 送轴套气缸伸出

(7) G01 X1=\$A_DBR[8] X2=\$A_DBR[12] F2; 冲铆伺服轴运行到 PLC 计算指定位置

(8) M85; 送轴套气缸退回

(9) X1=0 X2=0; 完成 3 点冲铆后伺服退回原位

(10) A1=60 A2=60; 铆点转位轴运行, 与已有铆点错开 60°

(11) \$A_DBR[16]=\$A_DBR[8]-8.33 \$A_DBR[20]=\$A_DBR[12]-8.33; A1、A2 转位轴运行 60° 会使冲铆头实际前进 8.33mm 距离, 需要在行程中扣除

(12) X1=\$A_DBR[16] X2=\$A_DBR[20]; 冲铆伺服再次启动, 运行至指定位置

(13) G0 X1=0 X2=0; 冲铆伺服返回原位

(14) A1=0 A2=0 Y1=0 Y2=0; 转位伺服和斜契伺服返回原位

(15) M81 M83; 十字轴定心气缸撤回, 左右耳拉紧动作返回

(16) G0 C1=90; C1 轴旋转 90°

(17) M90; 等待焊接叉手动上料完成并按下完成按钮

(18) M80; 焊接叉和十字轴进行定心动作后夹紧

(19) B1=180 B2=180; 拉钩伺服转位 180°

(20) M82; 执行焊接叉左右耳拉紧动作

(21) G04F1; 延时 1s 等待传感器数值稳定并读取

(22) G01 Y1=\$A_DBR[24] Y2=\$A_DBR[28] F5; 斜契锁紧

(23) M84; 送轴套气缸伸出

(24) G01 X1=\$A_DBR[32] X2=\$A_DBR[36] F2; 冲铆伺服运行

(25) M85; 送轴套气缸退回

(26) X1=0 X2=0; 完成 3 点冲铆后伺服退回原位

(27) A1=60 A2=60; 铆点错开 60°

(28) \$A_DBR[40]=\$A_DBR[32]-8.33 \$A_DBR[44]=\$A_DBR[36]-8.33

(29) X1=\$A_DBR[40] X2=\$A_DBR[44]; 冲铆伺服再次运行

(下转第 30 页)

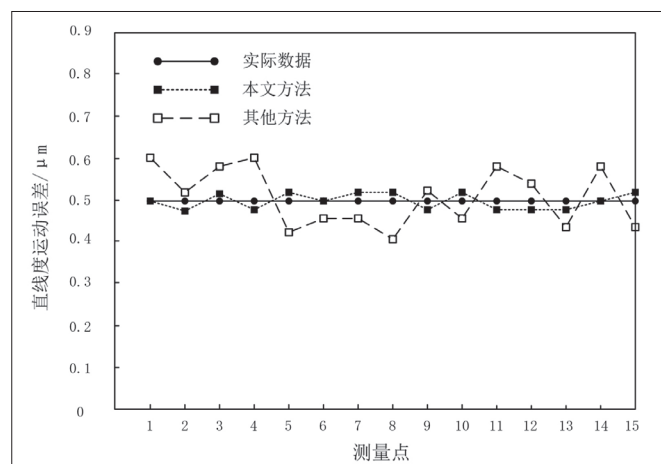


图 1 直线度运动误差检测结果对比图

何误差的方法,通过相关理论探讨以及真实测量实验,验证了该方法误差测量数据的准确可靠。由于时间有限,本文的研究还不够全面,例如三坐标测量机的温度等误差没有进行研究,今后将继续完善测量机的误差检测方法,为保证三坐标测量机的测量精度奠定基础。

参考文献:

- [1] 马海钊,陈雪梅,李光俊,等. 导管构件的三坐标测量机自动化检测技术的研究与应用[J]. 锻压技术,2021,46(04):172-179.
- [2] 曾彪,周元生,王圣晖,等. 基于通用三坐标测量机的面齿轮齿形误差测量[J]. 航空动力学

报,2022,37(04):856-868.

- [3] 唐宇存,李锦忠,林安迪,等. 基于三坐标测量机的机器人位姿精度检测方法[J]. 计算机工程与应用,2020,56(05):257-262.
- [4] 陈思涛,温良,苟绍轩,等. 三坐标测量机在自动化生产单元中的应用[J]. 工具技术,2021,55(12):123-127.
- [5] 魏双羽,白跃伟,Paul de Vrieze. 基于坐标测量机数据互操作机制的检测数据管理及应用[J]. 计算机集成制造系统,2021,27(04):1032-1039.
- [6] 魏舜昊,章家岩,冯旭刚. 三坐标测量机高速测量过程动态误差分析与补偿[J]. 电子测量与仪器学报,2020,34(05):43-50.
- [7] 戚玉海,程荣俊,叶运生,等. 三坐标测量机气浮导轨滑块结构与仿真[J]. 工具技术,2022,56(01):100-103.
- [8] 屈力刚,胡宝慧,李静. 基于三坐标测量机的规则曲面采样策略研究[J]. 机床与液压,2020,48(02):35-39.
- [9] 李瑞君,李洁,何亚雄,等. 微纳米三坐标测量机三轴垂直度误差测量及建模补偿[J]. 计量学报,2022,43(04):452-456.
- [10] 陈洪芳,孙梦阳,高毅,等. 利用弹性网络算法求解大型三坐标测量机几何误差的方法[J]. 中国机械工程,2022,33(09):1077-1083.

作者简介: 卓军(1977.01-),男,汉族,安徽凤阳人,硕士研究生,研究方向:先进制造技术、精密测量。

(上接第26页)

- (30) G0 X1=0 X2=0; 冲铆伺服返回
- (31) A1=0 A2=0 Y1=0 Y2=0; 转位伺服和斜契伺服返回原位
- (32) M83; 拉钩返回
- (33) M86; 法兰叉和焊接叉夹紧松开
- (34) C1=0; 中间转位伺服回零
- (35) B1=0 B2=0; 拉钩转位伺服返回
- (36) M30; 程序结束

3 结语

本文基于西门子828D数控系统设计了一套传动轴冲铆设备控制系统,经过系统调试和冲铆参数设定,设备能够针对每个零件自动测算冲铆行程,使冲铆装配过程变得简单,操作人员只需完成上下料和初定位,设备就能完成自动冲铆。利用此套系统装配的传动轴转动

灵活,十字轴与法兰叉、焊接叉铆压对称度都能够控制在0.15mm以内。传动轴与十字轴的连接采用冲铆装配工艺后,提高了装配效率,为企业节省了大量加工成本;而基于西门子828D数控系统的传动轴冲铆设备控制系统的开发保证了冲铆装配的精度要求和产品装配的一致性,为这项工艺的推广应用打下实践应用基础。

参考文献:

- [1] 江苏格尔顿传动有限公司. 带冲铆点的传动轴和十字轴固定结构:CN202484109U[P]. 2012-10-10.
- [2] 周兰,陈建坤,周树强,等. 数控系统连接与调试[M]. 北京:机械工业出版社,2019.

作者简介: 张银桥(1983.05-),男,汉族,浙江宁波人,本科,工程师,研究方向:机床电气设计。