

专用机床控制装置的研究与设计

范红¹, 陆建军¹, 仲秋², 许兴旺²

1. 江苏省盐城技师学院 江苏盐城 224002
2. 江苏恒力组合机床有限公司 江苏盐城 224055

摘要: 针对专用机床精加工垂直安定面定位精度差、难以达到加工精度要求的问题, 开发专用机床控制装置。通过在线控制装置, 自动调整垂直安定面的位姿和检测零件的加工精度, 提高了零件的定位精度、加工精度和工作效率。

关键词: 垂直安定面; 在线控制装置; 自动调整

1 序言

大型飞机零件加工精度直接影响到飞机的使用寿命及安全。目前, 国内小型零件加工技术已有较大发展, 但是大型零件加工还存在很多技术难题。大型零件尺寸大、结构复杂, 给定位和加工带来很大难度。针对上述大型零件存在的问题, 设计了在线控制装置。该控制装置借助数字化测量技术, 在构建飞机全局坐标系的基础上, 实现了对数控定位器和零件测量点的数字化测量, 提高了零件的定位精度、加工精度和加工效率。

2 组合机床控制装置架构

组合机床控制装置主要由激光跟踪仪、840Dsl数控系统、伺服电动机、工业PC机、以太网、现场总线、调姿和加工系统等组成(见图1)。

(1) 激光跟踪仪 激光跟踪仪系统主要由跟踪头、控制箱、工业PC机、靶球、靶标和其他测量附件等组成。垂直安定面调姿和加工过程中需要测量的调姿基准点较多, 通过人工引光的方式进行测量, 工作量大、效率低, 为此研究基于三维模型的激光跟踪仪自动跟踪测量。测量方法: 首测时采用人工测量, 初次调姿完成后基于垂尾的数字模型获取调姿基准点在全机坐标系下的理论坐标; 然后利用激光跟踪仪提供的二次开发接口, 驱动激光跟踪仪在空间搜索区域内自动搜索靶球, 实现基准点自动复测。由于制造和安装的误差, 基准点的实际坐标和理论值会有偏差, 因此需要设定以基准点为搜索中心的搜索区域。使用通信接口程序来实现工业PC机与跟踪仪之间的通信问题, 实现激光跟踪仪自动测量功能。当通信连接建立后, 设置测量的有关



图1 组合机床控制装置架构

参数,主要包括测量方式、数据采集频率和环境参数等。

(2) 840Dsl数控系统 组合机床的调姿和加工系统共用一套西门子840Dsl数控系统,通过SPL安全逻辑程序来执行安全功能逻辑,同时也可将第二编码器(光栅尺等)或伺服电动机编码器作为安全编码器,完成组合机床的伺服装置电路连接、在机测量等状态监控。840Dsl数控系统都有双通道检测功能,SPL程序同时在PLC和NC两系统内执行,实时同步监控检测,如果发现PLC和NC的信号状态不一致,数控系统立即产生报警,伺服轴安全停止并切断伺服转矩输出和伺服使能。另外,按照相关数控机床安全规定要求,每间隔8h,数控系统自动进行安全功能测试,确保组合机床的绝对安全性能。

(3) 现场总线和工业以太网 现场总线主要是为现场一级设备作控制用,各个现场控制点(例如继电器、变频器、传感器、控制阀和执行机构等)之间是以网络形式连接的,与控制设备的联系却是点对点的,即控制设备必须通过大量I/O接口与各个现场控制点联系,可以在任意位置上与控制设备通信。现场总线主要应用于实时性、数据传送可靠性要求高的场合。

随着IT技术的飞速发展,工业以太网在工业自动化控制中应运而生,由于一直存在数据通信实时性、可靠性以及网络阻塞等问题,所以主要应用在车间级及工厂级上层网络监控。在现场总线与工业以太网之间加一个网关(通常是一个串口服务器),则现场总线的数据就可以进入工业以太网,可以和电脑进行通信,对现场总线的数据进行分析或人工干预。工业以太网是采用共享现场总线型传输媒体方式的局域网,能接入控制器、智能现场传感器和测控仪表等,在网络运行过程中对系统实时采集数据。

(4) 伺服电动机 组合机床各轴和调姿系统各模块都由伺服电动机驱动,均采用闭环伺服控制。闭环伺服是反馈控制,由于反馈测量装置精度高,所以环内各元件的误差和运动中造成的误差都能给予补偿。

(5) 工业PC机(Industrial Personal Computer) 采用现场总线结构,完成对激光跟踪仪自动测量、数据输入、软件核心算法、仿真、结

果输出、生产过程,以及机电设备和工艺装备进行检测与控制的计算机。

3 垂直安定面控制装置工作流程

组合机床控制装置主要具有位姿计算、轨迹规划、调姿仿真和加工过程仿真、支撑夹紧机构控制、调姿机构运动控制、支撑夹紧机构和调姿机构的诊断/维护/报警/监控、刀具和测头运动控制以及刀具和测头运动的诊断/维护/报警/监控等功能。组合机床控制装置工作按先后顺序分为5部分:平台初始化、自动调姿、人工调姿、夹紧和加工(见图2)。

(1) 平台初始化 首先将调姿平台初始化,垂直安定面(图2中简称垂尾)上架;输入理论数据和下架数据,若下架数据不满足精度要求,查看是否输入错误,是输入错误则重新准确输入数据;非输入错误则返回上一工序;若下架数据满足精度要求,将下架状态的位姿设为目标位姿。其次将测量系统初始化,测量初始位置的工艺基准点,计算初始位姿和位姿变换参数。

(2) 自动调姿、人工调姿和夹紧 规划调姿轨迹,进行调姿过程仿真(离线仿真),查看仿真过程是否有碰撞干涉。若仿真过程有干涉,重新进入调姿轨迹规划;若仿真过程无干涉,进入后置处理,生成调姿程序,执行调姿程序。调姿程序执行后,复测工艺基准点,查看是否满足调姿精度要求;工艺基准点满足要求则调姿结束,夹紧工件送进加工区域;如果工艺基准点不能满足调姿精度要求,计算当前位姿和位姿变换参数,判断是否满足人工调姿要求。如果不满足人工调姿要求则重新进入调姿轨迹规划;若满足人工调姿要求,生成定位器位移量指导人工调姿,人工调姿完成后,复测工艺基准点,判断是否满足调姿精度要求。若满足则调姿结束,夹紧送进加工区域;若不满足调姿精度要求,计算当前位姿和位姿变换参数,生成定位器位移量指导人工调姿。人工调姿完成后,复测工艺基准点,再判断是否满足调姿精度要求,若满足则调姿结束,夹紧送进加工区域。

(3) 加工 使用在机测头找正垂直安定面的位置,编制在机测量程序并进行余量评估,执行在机测量程序,测量数据分析和计算加工余量,编制加

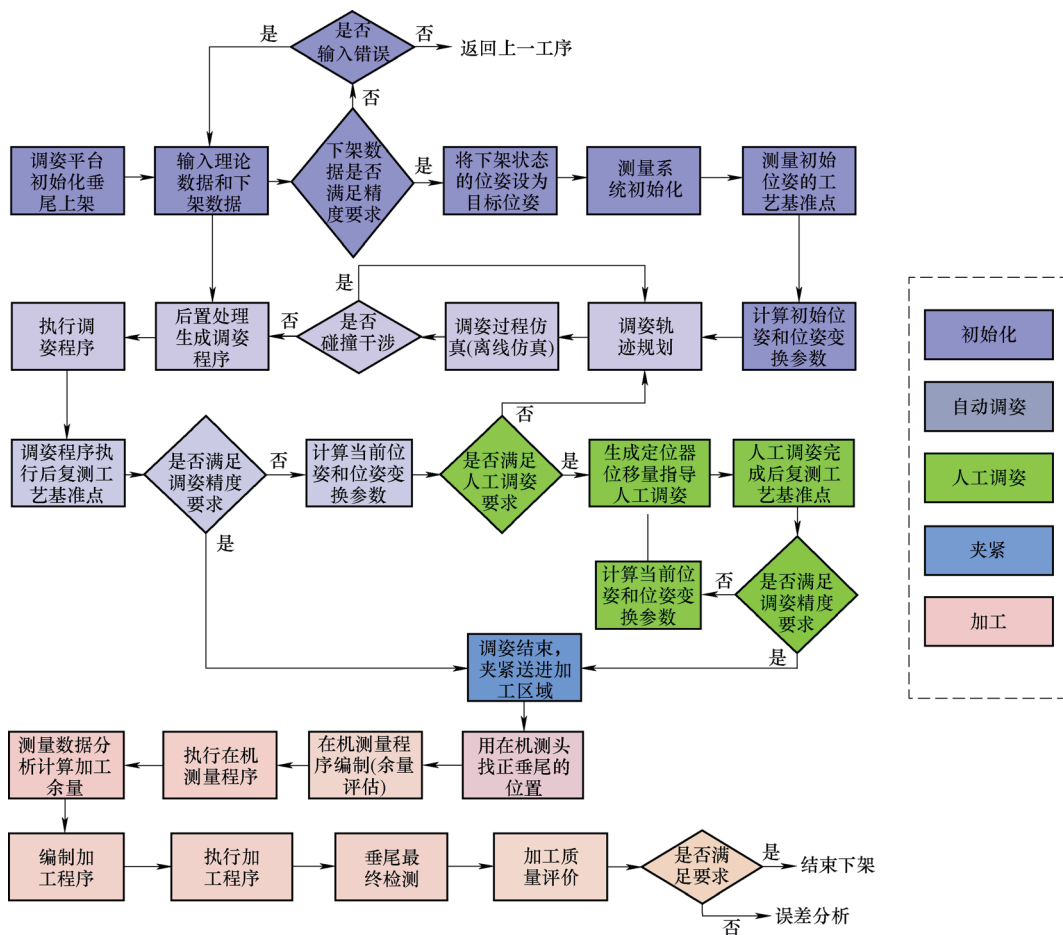


图2 垂直安定面控制装置工作流程

工程序, 执行加工程序, 垂直安定面最终检测, 进行加工质量评价, 满足加工精度要求则结束下架; 不能满足加工精度要求时进行误差分析。

4 结束语

本次针对在组合机床上精加工垂直安定面的控制装置的设计, 解决了过多依赖操作人员技能的问题, 减少了机床停机时间。通过自动修正偏置值进行序中工件测量, 提供过程反馈, 减少不确定因素的影响, 不仅提高了零件的定位精度和加工精度, 省去定位、调整和安装等生产辅助时间, 而且减少了测量过程中产生误差的可能性。该控制装置的设计, 既提高了机床的生产力和批量产品尺寸的灵活性, 降低了废品率, 又满足了用户对零件的加工精度要求和生产使用要求。

参考文献:

[1] 高航, 宋强, 刘国, 等. 航空发动机整机数控安装多轴调姿方法及其应用[J]. 航空制造技术, 2017 (11): 16-21.

[2] 季青松, 陈军, 范斌, 等. 大型飞机自动化装配技术的应用与发展[J]. 航空制造技术, 2014 (Z1): 75-78.

[3] 程燕, 李树军, 秦现生, 等. 大部件调姿平台的开发与设计[J]. 机械制造, 2015 (8): 42-44.

[4] 王启申, 袁培江, 王田苗, 等. 航空制孔末端执行器中调姿机构的设计与实验[J]. 北京航空航天大学学报, 2014 (7): 988-993.

[5] 徐源, 沈建新. 基于OpenGL的翼身调姿对接仿真系统开发[J]. 计算机系统应用, 2017 (4): 260-264.

[6] 马志强, 李珑果, 邢宏文, 等. 3-PPPS并联机翼调姿机构运动学解析正解[J]. 计算机集成制造系统, 2015 (2): 449-454.

[7] 范红, 仲秋, 许兴旺, 等. 垂直安定面专用机床的设计[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2018 (9): 129-132.

[8] 朱永国, 黄翔, 方伟, 等. 机身自动调姿方法及误差分析[J]. 南京航空航天大学学报, 2011 (2): 229-234.