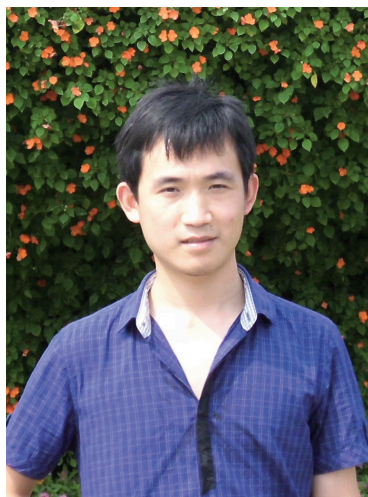


用于飞机大型结构件加工的高档数控机床的精度控制及管理

Accuracy Control and Management of NC Machine Tool for Manufacture of Large Aircraft Structure

中航工业成都飞机工业(集团)有限责任公司数控加工厂 张云 夏远猛



张云

自动化专业工学学士,就职于中航工业成都飞机工业(集团)有限责任公司数控加工厂,从事数控设备维修及管理相关工作,主要研究方向为数控设备维修技术及数控机床精度控制。

数控机床的加工精度由数控系统的控制精度和机床的机械精度共同组成。数控系统的精度高低、伺服控制的方法是否调整到最优直接影响数控机床的加工精度,而机床的机械本体精度同样也会制约数控机床的加工精度,影响高精度数控系统实现高精度控制。航空大型结构件的

精度检查一直被我国学者所忽略,但是机床精度的检查与管理是至关重要的。机床精度的检查需要按照计划按照周期进行实施,通过检测精度的记录结果分析并了解机床实时精度状态。通过合理的调配及管理使机床加工出更合适的零件,可以提高机床加工零件的合格率,也可以更好地延长机床寿命。结合TPM(全员生产保全)的实施,将精度检测与管理融入其中,实时地展现了机床精度状态及加工注意事项,为机床的预防性维修做好了铺垫。

加工大部分采用五坐标加工中心,针对此类特点制定相应的精度检测计划,将精度做好统计和分析,并结合TPM(全员生产保全)设备管理的思路,做好精度控制,保证加工质量。

机床常用精度检查介绍

1 数控机床常见精度检测内容

(1)几何精度包括直线度、垂直度、平面度、俯仰与扭摆和平行度等。传统方法采用大理石或金属平尺、角规、百分表、水平仪、准直仪等工具,由人工操作,手工记录数据与计算,精度低,多用于小型机床^[1]。

(2)位置精度包括定位精度、重

复定位精度和微量位移精度等。

(3)工作精度是在切削加工条件下对机床几何精度和定位精度的一项综合检查,一般分为单项加工精度检查和加工一件试件综合性检查。

2 数控机床精度检测常规检测手段

(1)常规检测手段,运用方规、直尺、百分表、千分表等进行精度检测,它们只适合进行单一精度指标的分散测量,且检测精度不够高^[2]。

(2)数控系统伺服硬件、检测软件的检测手段,运用数控系统自身的伺服硬件加检测软件进行精度检测,检测精度高且可对二轴插补轨迹进行检测,检测结果反映了伺服精度,

但它不能对机械精度进行检测。

(3)球杆仪、激光干涉仪检测手段,运用球杆仪、激光干涉仪进行精度检测,精确度高,且可对二轴插补轨迹进行检测,检测结果反映了伺服、机械的总体精度。能够对伺服精度、机械精度综合进行检测,且检测结果的精度指标表述直观、定位正确,是目前比较理想的检测手段。

精度检查及调整

针对飞机大型结构件加工的精度要求,根据机床特性及使用年限,制定相关的检查项目,如果机床有出现严重报警及机械调整,根据对应的精度变化进行相关项目检查。按照计划进行的检查方式分为以下3种。

1 日精度检查

每天由操作人员进行机床精度日检查,主要检查项目为位置精度,包含有:重复定位精度,机床加工原点精度,主要是通过激光探头对机床原点进行找正。日检查的精度可以通过坐标补偿进行调整,有利于保证加工零件位置,确保零件质量。

2 月精度检查及调整

月检查的项目由维修人员进行,安排相应的时间对于机床几何精度进行检查。对应的检查项目设定相应的允许误差,对超过误差的项目进行机械或参数调整。月精度检查主要是针对机床对于零件或重大关注项进行的,检测项目不多,而且操作简单,检测时间为1h左右,能达到设备部门实时了解设备动态的目的。

月检查主要检查项目包含有:主轴与Z轴平行度检查;主轴径向跳动(近端与远端);主轴轴向跳动;主轴与C轴同轴度;C轴零点定位精度;A轴 -90° 时与Y轴平行度;卧加工作台旋转中心偏差;主轴夹紧力检测等。下面介绍几个主要的检测项目与调整方向。

(1)主轴与Z轴平行度检测。

如图1所示,摆角归零,将芯棒

装入主轴,百分表表座吸附在工作台上,百分表表针指向X轴正向,移动机床,使芯棒压到百分表上,移动Y轴,找到芯棒最高点,使机床向Z正向移动,直到百分表表针移动到芯棒远端,读取表针变化量,记录X向误差,压表记为正值,松表记为负值。在航空结构件加工精度要求下,要求机床误差允许范围为 $0.02\sim 300\text{mm}$ 。如果检测结果出现偏差,可通过参数补偿A摆的零点,使达到精度要求。

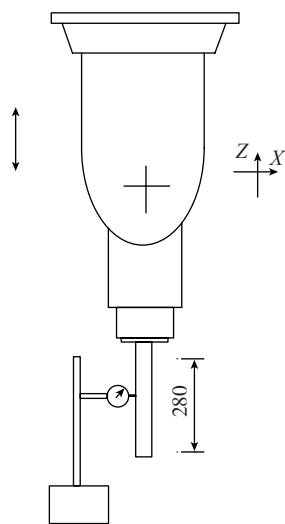


图1 主轴与Z轴平行度检测

(2)主轴径向跳动精度检测。

如图2、图3所示摆角归零,将芯棒装入主轴,百分表表座吸附在工作台上,百分表表针指向X轴正向,移动机床,使芯棒压到百分表上,移动Y轴,找到芯棒最高点,缓慢移动Z轴使百分表移动到芯棒靠近主轴近端(远端),移动中注意观察,用手转动芯棒,读取百分表变化值,并记录。要求精度标准为近端跳动小于 0.02mm ,远端跳动小于 0.04mm 。如果检测出现较大偏差,检查主轴轴承是否损坏,或轴承精度有所下降,重新固定或更换新轴承。

(3)主轴轴向跳动。

如图4所示,摆角归零,将芯棒装入主轴,百分表表座吸附在工作台上,百分表表针指向Z轴正向,移动机床,使芯棒端面中心压到百分

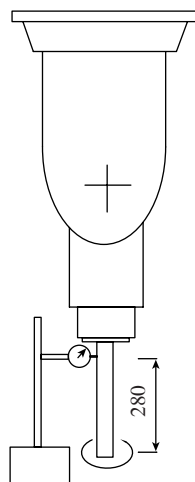


图2 主轴径向跳动检测(近端)

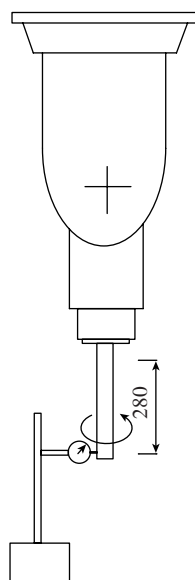


图3 主轴径向跳动检测(远端)

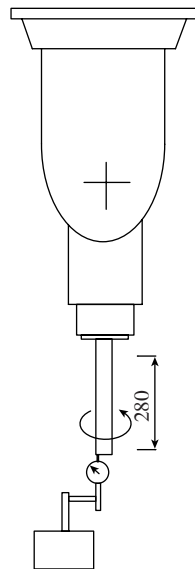


图4 主轴轴向跳动检测

表上,用手转动芯棒,读取百分表变化值,并记录。精度要求跳动小于0.02mm。如果偏差过大,根据结果判断更换主轴轴承。

(4) 主轴与C轴同轴度。

主要针对拥有A摆和C摆的五坐标机床。如图5所示,摆角归零,将芯棒装入主轴,百分表表座吸附在工作台上,百分表表针指向X轴正向,移动机床,使芯棒压到百分表上,移动Y轴,找到芯棒最高点,缓慢移动Z轴使百分表移动到距离主轴端面200mm附近,编写程序,激活“TRAORI”功能,全行程内运行C轴,记录百分表变化值。允许误差在0.05mm以内。如果同轴度出现较大

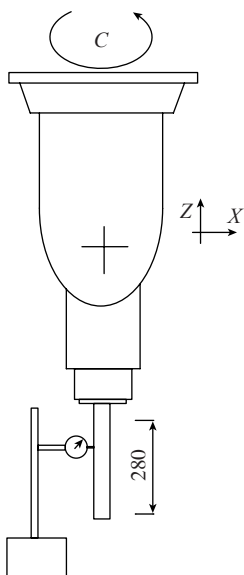


图5 主轴与C轴同轴度检测

偏差,可以通过机床参数补偿或调整C轴安装配合面的位置。

(5) 电主轴夹紧力检测。

电主轴夹紧力检测是非常必要的一种检测手段,主要采用专用的测力计进行。目前主要针对2种规格的电主轴进行检查,一种刀具型号为HSK63系列的机床,夹紧力规定在14.4~23.4kN之间,另一种刀具型号为HSK100系列机床,夹紧力规定在36~58.5kN之间。电主轴的夹紧力对于零件加工以及制造安全都起到了很大的保护作用。如果夹紧力相

差过大,检查主轴刀爪位置是否松动,液压力是否正常,刀具拉钉是否正常。

3 年检查

年度精度检查包含在机床的年保养内容内,是对机床精度进行的全面的检查,包括几何精度、位置精度及工作精度。内容包含了月检查的内容,还添加了项目,如各坐标轴垂直度检查、各坐标轴重复定位精度、RTCP(机床动态精度检查)等,主要运用工具有芯棒、球头刀具、大理石方尺等进行精度检测与记录。对于五坐标加工机床,主要是对于RTCP的精度检查,图中上方为球头检测工具,固定千分表的夹具为自主设计检测工具,通过五坐标联动的方式进行模拟机床五坐标加工状态,检查机床动态精度,读取千分表的值,要求精度在0.05mm以内。

精度检查分析与管理

根据日检查的记录与月检查的记录,可以对机床状态进行分析,了解机床的实时精度动态。例如如图6所示,为某机床2010年精度检查的月记录,由图中可以看出除了C轴同轴度检测的精度有所变化外,其他精度均较为稳定,且在误差范围内。而且自7月份误差达到最高值,后面误差处于平稳状态,但是精度误差较大。经过查证为6月底有操作人员因为误操作导致机床主轴撞到工装,导致Z轴与主轴平行度精度损失,经过参数补偿校正调整后,精度恢复到可以运行状态,但是机械精度已经丧失,只能按照现有精度加工零件。因此可以建议机床进行某些零件的粗加工程序,以免精加工时影响零件的精度。

也可以通过年精度检查记录分

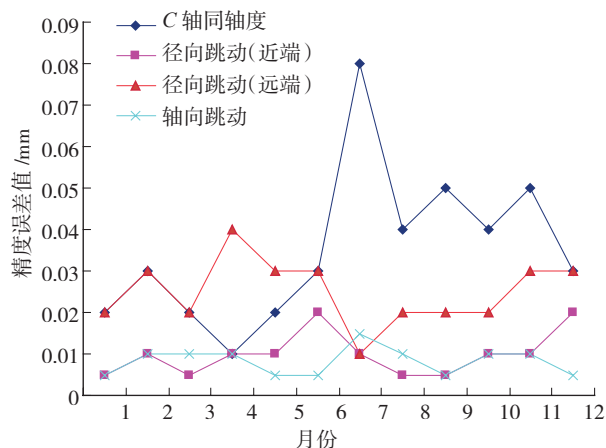


图6 某机床2010年月精度检查记录

析相关信息,获得机床自交付以来到机床报废或改造的时间内精度变化情况,找到机床的加工稳定时间区域,可以合理地调节加工任务及保养时间,结合TPM的开展,做好机床的一生管理。通过对精度的分析,合理地运用机床进行各零件加工的工艺分配,根据不同的精度误差等级以及特有的精度偏差,确定机床是否适合精加工或大功率切屑,最大限度地保证高精度零件的正常加工。

结束语

精度检查一直被我国学者所忽略,但是机床精度的检查与管理是至关重要的。机床精度的检查需要按照计划按照周期进行实施,通过检测精度的记录结果分析并了解机床实时精度状态。通过合理的调配及管理使机床加工出更合适的零件,可以提高机床加工零件的合格率,也可以更好地延长机床寿命。结合TPM(全员生产保全)的实施,将精度检测与管理融入其中,实时地展现了机床精度状态及加工注意事项,为机床的预防性维修做好了铺垫。

参考文献

[1] 朱仕学. 数控机床精度检测及提高的应用研究, 制造技术与机床, 2010(7):133.
 [2] 熊军. 数控机床原理与结构. 北京: 人民邮电出版社, 2007.

(责编 小城)