

机械数控机床位置控制及误差补偿分析

王霞

(威海机械工程高级技工学校, 山东 威海 264500)

摘要 在现代工业不断发展的过程中, 实现全机械化的生产应用不仅有利于控制生产过程中的人工成本, 更有利于实现精准化的数控生产。机床加工生产的过程中会受到环境、设备等多方面因素的影响, 尤其是在零件的定位方面, 必须要充分考虑系统误差对产品加工质量带来的影响, 通过误差补偿来优化其性能。本文通过分析当前机械数控机床位置控制的要点与误差补偿的重要性, 结合产生位置误差的主要原因, 提出了提升误差补偿的有效对策, 希望能为相关行业的发展提供有益参考。

关键词 机械数控机床 误差补偿 位置控制 伺服补偿

中图分类号: TG653

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)03-0108-03

机械数控加工是指利用机床设备对待加工原材料进行切削处理的一种新模式, 主要通过数字控制的方式向加工设备传递操作指令, 可以实现无人化、自动化的加工生产。在机械数控生产过程中, 零件的加工精度与数字控制传输过程中的参数设置有密切的联系, 夹具、刀具的定位调节必须要保证位置的精确性才能够实现精密化的机械零件生产。为更好地保障位置信息的准确性, 针对系统性的误差可以通过补偿处理的方式进行还原, 使补偿量与误差量能够恰好保持一致。

1 机械数控机床运行过程中的位置控制

在机械数控机床的加工运行过程中, 主要是通过提前编设好的程度完成对刀具、夹具的操作响应, 其中的定位环节对于整个产品的加工质量会产生极大的影响, 一旦出现了位置偏置的问题就会导致刀具切削加工的位置与理论计算的位置不一致的问题, 在后续的组装过程中会形成一定量的材料损耗。机械数控机床的运行过程主要包括了确定刀具、调整吊具、夹取材料、切削处理等不同的环节, 其中有很多过程都涉及到了位置确定, 这也反映出了定位工作对于机械加工产品质量的重要影响。

2 加强对机械数控机床位置误差补偿的重要性

在机械产品逐步向精密化发展的过程中, 对其零件生产的精度要求也在不断提升, 一些机床系统性的加工误差会直接影响到后续的产品组装或二次加工, 容易造成性能不稳定或误差累加的问题。引起机械数控机床位置误差的原因较多, 且在切削加工的过程中存在许多运动性的误差, 需要通过实时监测与动态调

节的方式才能够予以消除, 这就给设备的误差补偿工作带来了一定的困难性, 必须要明确产生定位误差的主要原因, 才能够确保使用对应的方式进行有效调节, 使机械加工行业不断向精密化、数字化的方向发展。机械数控机床的运行精度要求较高, 且在对金属材质的原料进行加工处理时会出现一定的形变情况, 在长时间应用中的形变累积会产生较大的精度误差, 必须要做好补偿处理才能够有效延长机床设备的使用寿命并提升加工产品的质量。

3 产生机械数控机床位置误差的原因分析

3.1 加工原理误差

原理性的误差主要是由于技术人员对机械数控机床的运行指令编制存在不适配的问题, 特别是对于一些操作模型、理论等与机床操作存在差异化的情况, 不能为了实现流程与理论的一致而随意变动软件内容, 防止出现实操加工不一致的问题。

一方面, 机械加工的理论内容和软件的程序编制存在一定的差别, 特别是设备定位、加工流程等方面有明显的不足, 会直接造成同批次的产品产生误差等现象, 给加工企业造成了一定的经济损失^[1]。

另一方面, 技术人员在对机械数控机床进行参数设定时, 没有充分考虑到所使用的刀具、夹具的实际特点, 特别是刀头样式、尺寸的差异在执行同一个参数命令时所形成的加工结果会有很大区别, 必须要重视做好机械数控加工的前期管理工作, 确保在执行直线、弧线的切削处理中能够与理论预设保持一致性。

3.2 环境温度误差

许多精密性要求较高的机械数控机床在运行的过程中必须要保证环境的恒温恒湿,否则很容易造成设备零件的膨胀、损坏等问题,对于产品的加工质量也会产生一定的影响。在大型机械设备的运转过程中,内部的轴承会不断转动摩擦,一些滚珠、丝杠副在运动的过程中会由于受热膨胀而出现变形误差的问题,这和制作材料的热膨胀系数有一定的关系,特别是在丝杠副位置处的膨胀会造成螺纹位置的精度下降,从而引发设备内部的压力、转速等的变化,需要通过有效的补偿方式来解决。在环境温度反复变化的过程中,这种丝杠副上的误差会逐步发生累计,长时间应用甚至可能会造成超过0.02mm以上精度的生产误差,对于机械产品的质量产生了较大的影响性。

3.3 系统工艺误差

系统性误差问题主要是由机床自身的结构特点等因素引发的,特别是在刀具进行切削处理时,由于与原材料接触点位置在不断变化,其实际受力情况也会形成相应的变动,给系统的定位响应带来了一定的干扰,特别是在代加工处存在交错点的情况下,更容易出现加工误差的问题。如在部分刀具进行直线切割处理的过程中,随着接触深度不断下降,会出现夹具受力不稳定的问题,很容易给垂直化的直线切割带来一定的角度偏差。另外,在不同材质的机械加工产品时,给刀具头带来的实际受力也会产生一定的影响,特别是对于一些材料厚度不均匀的情况下,会造成切削触点不一致的问题,若统一采用一种数控程序,就会引发系统性的加工误差,不利于保证加工产品的精密度。

4 提升机械数控机床位置误差补偿的有效对策

4.1 硬件静态补偿

硬件补偿的方式是指,针对机械加工机床本身固有的一些系统误差问题,可以在原有的加工系统当中增加一个硬件结构,专门对其进行误差补偿,可有效实现位置的纠偏处理。如在部分机械机床的定位当中,由于螺丝、杠杆位置的问题,会在材料定位和刀具定位时形成一个偏差,而通过加装螺距校正尺的方式能够对原有的位置形成一个反方向的数据校准,通过增加硬件的副位置处理保证了系统在综合运行之下可以达到最为精确的理想定位^[2]。这种硬件补偿的应用只需要经过一次校准调节后就可以实现长时间的生产应用,但由于可调节的误差只能保持在固定的尺寸,不能实现动态化的校准处理,也会产生一定的应用限制性,

一般会和其他的误差补偿方式共同应用以提升工作效率。机械数控机床的实际荷载作用力较大,但由于材料的刚度高,能够较好地对抗这种形变问题,在进行系统的硬件设置时应该做好预应力的调整,优化设备零件的安装,使其能够在恒载的状态之下完成加工生产,更好地补偿系统性的误差量。

4.2 系统混合补偿

混合补偿对于消除不同原因引起的系统误差有较好的处理效果,将系统的动态检测补偿与硬件系统补偿共同作用,对机械数控机床的误差补偿效果更优,可以实现更加精密的零件加工处理。在混合补偿的系统当中,有专门用于进行定位检测与追踪的传感元件,能够根据不同加工状态下的刀具、夹具和原材料的位置进行动态追踪,通过校准补偿的方式实现精确定位后再启动切削加工的功能,并在加工的过程当中也实现全程定位与补偿。动态补偿对于传感器的灵敏度、通信系统的传输效率等都有一定的要求,特别是在加工过程中的零件受力、局部受热和材料形状等都会影响实际定位与补偿的数值,需要多个灵敏度较高的探测器共同辅助完成补偿作业,并保证数据反馈与处理的精确性^[3]。混合补偿的方式在前期建设的投入成本偏高,实际应用范围具有一定的局限性。

4.3 伺服系统补偿

伺服补偿技术是目前机械数控加工领域当中最为常见的一种位置误差补偿处理办法,能够根据机床与原材料在加工过程中的运行轨迹进行实时的补偿处理,主要应用了机床当中的轴向设备来实现。伺服系统中的传动装置是一个轴向结构装置,能够根据系统发出的补偿调节参数要求实现不同方向上的传动运动,通过电机带动确保了正向、反向两个维度的参数补偿有效实现,坐标轴的调节精度为0.1um。在伺服系统对加工位置的实时校正的过程中,要重视对电机转速的调节控制,确保能够和机床加工的尺寸范围保持适配,避免超调问题的出现。电机在转动过程中主要依靠机电系统发出的脉动进行步进处理,二者的响应呈现出正比关系,能够实现更加精细化的调节处理^[4]。部分机械数控机床中使用的伺服系统为闭环结构,在进行误差补偿处理时主要是通过将机床的实际位移数量和指令数据进行有效对比,一旦存在误差量会再次发出补偿指令消除位移偏差。还有一些伺服补偿系统中使用的位置检查元件是依靠光电转换的方式来实现,即当加工零件的边界未达到指定位置时,机床中的定位系统无法检测到光信号的遮蔽,则会通过软件系统进一

步调节其位置,确保光电脉冲的数据精确有效。在对伺服系统进行参数调节的过程中必须要关注电机和工作台运行参数之间的适配性,特别是在角转速上,差异控制和误差数据之间呈现出了正相关的情况,必须要做好调试和优化。

4.4 软件系统补偿

由于在机械数控机床的运行过程中主要是依靠软件系统的控制使机床和操作台等完成指令操作,在实现位置的误差补偿过程中就可以考虑通过优化调节软件代码的方式来具体落实。在机械数控机床中使用的软件语言为G语言,在操作指令的原语言结构中可以增加补偿模块,使其在每次运行的过程中都能够根据反馈数据值自动调取系统补偿来实现位置的精确优化^[5]。如不同类型的刀具其长度、廓形等存在一定的差别,为有效消除这类系统性误差,就可以通过增加G代码中刀具类型检测与补偿的方式来实现,其中的G43和G44刀具在完成加工指令时会自动加上长度差别来校准其加工位置。代码优化的方式针对一些异形的零件加工具有良好的应用优势,可以根据零件的几何形状来确定定位时的参考边,确保同一批次产品在进行加工生产时都能够保持统一精度。

4.5 坐标偏置补偿

偏置补偿的方式是从机械数控机床定位逻辑方面进行的优化处理,即在加工的过程中提前设置好系统坐标位置,只有当代加工的原材料放置在规定的坐标位置后才能够进行切削加工处理,在零件位置出现偏置后,系统能够将预设坐标与实际坐标地展开数据对比与分析,通过发送补偿指令的方式使其位移到预设位置。这种偏置补偿的方式可以实现更加精确的定位,补偿应用中的自动化响应程度较好,还可以通过坐标原点更改修正的方式来适配不同批次的机械加工应用^[6]。在偏置补偿的系统当中,需要有XYZ三个轴向结构来完成移动补偿的指令响应,可以通过固定坐标一端的方式来简化坐标分析的过程,但需要注意在激烈的晃动、撞击影响之下会出现坐标定位不准确的情况,必须要保证地基结构的稳定性。

4.6 机械处理补偿

针对由于机械性问题而引发的误差和故障问题,需要通过定期调试、检修的方式进行有效解决,并更换生产制造过程中使用的润滑剂,使其能够更好地实现冷却、润滑的作用。如在丝杠副运动的过程中螺纹处的摩擦生热情况较为严重,高质量的润滑剂不仅能

够较好地保证机械设备运行的顺畅度,还可以达到降温的目的,增加丝杠副螺纹的边缘位置和空气之间的接触,从而达到降温冷却的目的。在机械设备的调试检修过程中,要加强对轴承压力的控制,避免挤压过紧给生产加工造成影响,可以适度减少滚珠位置的受力,使产品的机械处理更加顺畅安全。在定检的过程中若发现出现了累积误差的情况要及时对其进行调零处理,并充分考虑到设备预张力参数的设定,使其和丝杠轴的直径、形变量之间形成更好地适配。在丝杠长时间运行的过程中会出现一定的设备磨损问题,特别是在压力设置不当的情况下会出现螺纹磨损不均匀,整体设备测量精度会有明显的下降,需要通过定检分析和零件更换的方式来保证机床的加工质量。

5 结语

总结以上所阐述的内容,要注意针对机械数控机床的误差问题,必须要通过系统补偿的方式予以消除,更好地保障了零件产品的合格率。在处理机床位置误差的过程中,首先要明确其产生的主要原因才能够保证选择方式更具对应性,这对技术人员的专业知识量、产品分析等都有较高的要求,还需要加强实操学习来予以提升。误差补偿既可以从机床设备的硬件系统中进行优化调试,也可以通过软件监测的方式进行动态补偿,在目前的机械产品加工中有重要应用,更有利于实现机械产品精密化发展。

参考文献:

- [1] 程英豪,李迎光.五轴联动机床运动轴位置信息高频率高精度实时采集[J].航空制造技术,2019(62):87-94.
- [2] 王帅,胡毅.基于OPC技术实现西门子数控系统的数据采集[J].组合机床与自动化加工技术,2016(04):69-71.
- [3] 殷勤,王玲.数控旋压机床旋转架广义空间位置维动态特性分析[J].工程科学与技术,2020(52):153-160.
- [4] 姚映涵.数控机床误差补偿关键技术及其应用[J].科技传播,2021(19):90,78.
- [5] 张中明,吴晓苏.数控机床工作台定位精度测试与动态补偿研究[J].机床与液压,2019(47):82-91.
- [6] 方瑞.数控机床在线检测与误差补偿技术研究[D].广西科技大学,2019.