

# 数控机床误差检测技术探讨

么忠厚

齐重数控装备股份有限公司 黑龙江 齐齐哈尔 161005

**【摘要】**作为机械工程中重要的制造工具,数控机床的精度直接关系到制成品的质量保证。尤其是在高速,高精度的生产中,由轨道引起的误差会在不同程度上影响工件的参数。因此,对于确定受控机器的运行过程中可能发生的错误,要有透彻的了解,对于确定制成品的数量和识别故障的原因至关重要。

**【关键词】**数控机床; 误差检测技术; 探讨

数控机械的精度是机械工程中的主要工具,是加工精度的关键因素。高速和高精度(复杂)路径误差直接影响被加工物体的几何精度。准确的错误检测与以下内容直接相关:但是,仅在线补偿过程中,也会导致机器跟踪精度不准确或变速箱零件出现故障。随着高科技生产领域对生产设备精度的需求不断增长,数控机床的错误检测和故障跟踪变得越来越重要。“机床或刀具运动台的实际位置与理想位置之间的差异”叫做机床误差。

## 1 数控机床误差的来源

数控机械错误可分为四个区域:几何或运动错误,热变形错误,模具固定错误和切削阻力错误。几何或运动学错误意味着设计人员在数据机的设计过程中使用市场上的典型设计模式,而不是根据数控机器要处理的对象的特性进行设计。当安装数据机本身的相关设备时,数控机本身的设备不能完全满足布局标准,因此存在一些缺点。不能完全保证各种机械零件的设计和精度,并且在数控机器运行时,零件之间的运动存在一定的相对性。热变形误差主要与外部温度高,数控机床工作台和立柱的位置变化以及数控机床的恒定变化引起的数控机床的主轴和螺杆膨胀有关。夹紧液主要是由于未严格按照安装标准确定数控机床的组装过程,数控机床工作时间长,设备被更换或拆卸所致。某些原始零件可能与原始位置相去甚远。另外,工件的夹紧角度是导致故障的主要原因。夹紧力低时,工件离开保持架。由于数控机器承受重负荷并在操作过程中切割切削刃时会发生高温,因此大多数切削阻力误差都与机器变形有关。另外,由于工件和工件材料的偏差也会产生一些缺陷导致误差产生<sup>[1]</sup>。

## 2 数控机床误差检测技术

### 2.1 DBB 方法

1982年,美国利弗莫尔(Lawrence)劳伦斯国家实验室(J.B.) Brian开创了双球测量技术,可快速检测数控机床上的运动误差。基本结构如图1所示。双球规具有相当灵活的精细分散性和两臂显示,每个钢球壳体的两端连接到两个磁性凹球吸盘。机器上装有两个吸盘,因此其运动,零件有所不同,在测量时,配备有吸刀的仪器的运动部分以圆周运动运动,并且可以测量运

动以获得轨迹精度。内置的微型应变计运动模型可用于确定故障的各个组成部分, DBB 现已在多个国家通过硬件和软件进行商业生产和销售,例如美国的 API, 英国的雷尼绍(Renishaw), 以及德国的 Heidenhain。经过研究,它具有自己的 DBB 方法,并且多年来,主要解决了使用 DBB 方法识别 3 轴机床中 21 个几何位移误差的问题。在过去的几年中,一直致力于异常检测在多轴机床中的应用,2003 年,获得了东京农业科技大学的硕士学位,并获得了 5 轴加工中心的 2 学位。转台具有 3 个 Tsutsumi, Akinori Saito, 我们提出了一种基于轴联动控制的方法(两个线性轴和一个主轴同时移动,支持 DBB(中心球位置不变)) DBB 算法可检测并识别八个位置以及旋转轴中的误差角度。如果使用此方法运行模拟和实验,则两个结果是一致的。2004 年,我们两次测量了机床运动的精度,并发表了四连杆控制转盘的案例研究。轴(同时有 3 个线性轴和 1 个主轴)检测到连续的位置错误。盘角度偏,是通过模拟 Zargarbashi 等人的方法完成的。此外, DBB 用于研究特定的主轴误差,并且通过 5 次测量可以识别特定的主轴误差。所有测量均为手动干预设置,因此可减少误差,偏航角误差和其他五个误差,并提高检测精度。2007, WT Lei 提出了一种新的测量方法。测量期间,5 轴加工中心的 3 个线性轴是固定的,并且只有 2 根轴同时旋转。然后,根据 DBB 测得的轨迹数据,识别出两个轴的反冲和伺服,并且对准和其他误差成为 2009 年多轴机床(东京大学, M.)中的误差跟踪的良好基础。谢里夫·乌丁(Sharif Uddin)等。基于 Tsutsumi 和 Saito Akinori 的工作,第一个 DBB 用于记录和预测具有两个枢轴工作台的 5 轴加工中心的几何位移误差。根据误差模型对加工误差进行研究的结果已成功应用于误差校正之中。上述研究反映了广泛的研究领域,并有望将 DBB 错误检测技术用于多轴机床。同时, DBB 方法有几个缺点,这主要是由于其独特的设计限制了仪器的测量精度,这使得很难使用小的径向圆弧插值法进行轨迹测量<sup>[2]</sup>。

### 2.2 平面正交光栅技术

平面正交网格法是 20 世纪下半叶引入的一种控制技术,该技术的基本原理是在数据和绘图机的桌面上安装直径约 220 mm 的平面网格同,时在平坦的网格表面上刻画精美的网格图案。它提供基于动态数据比较的错误检

查。在数控加工过程中，如果工作台与主轴之间的相对运动位于平坦的网格所覆盖的区域，则可以使用该读数进行测量。主轴和串联电路平面正交网格方法的最新发展出现在 2010 年。上海交通大学的研究团队使用 KGM 系统在三轴数控机床执行错误检测<sup>[3]</sup>。

### 2.3 激光干涉仪法

激光干涉仪技术的进步已经实现了使用常规激光干涉仪的单误差检测以及复杂的测量方法，例如 12 线和 14 线，15 线和 22 线方法，捕获错误和设备标识。但是，在现实世界中的测量中，大多数方法都具有复杂且耗时的设置，较长的测量周期以及每年需要购买额外的昂贵镜片等带来的麻烦。2000 年，上海交通大学的杨建国教授与美国光学运动公司合作，提出了一种测量机床对角线位置公差的方法。这种方法使用了 LDDM 技术和激光多普勒位移计的创新。多步测量算法和机床使用激光头和一组简单的设备来测量机器的对角多步设置（见图 2）和总共 12 个运动误差。在机床上使用错误校正时会创建条件。2003 年，Mark A. W. Chapman 原则上使用对角矢量激光方法分析了测量精度，并指出了使用该方法的测量数据的缺点。可能的错误校正。2005，H. Schwencke 等基于单个激光跟踪干涉仪的测量结果，提出了一种“激光跟踪方法”。这种方法对机器的运动没有限制，并且使用固定的球作为参考，从而大大减少了径向测量误差。2005 Umetsu K 等人，在日本，用激光测量系统测量 21 台 3 轴机床的几何误差。2006 年，Ondrej Svoboda 进行了一项实验，使用对角线激光方法确定机器的几何误差，该误差可以在编辑过程中将误差分散在不同的轴上。激光的使用将是未来研究的主要趋势。

### 3 机床误差检测研究趋势

国际工业技术协会（CIRP）预测，到 2012 年，有 30% 到 50% 的新机器将具有位置误差，可用直线度和各

种功能来纠正误差。随着每个国家数控机器数量的增加，同时需要重新校准和跟踪数控机器以及设置机床以修复数控机器错误。同时，对数控机床的快速错误检测方法的需求正在增长，并且快速有效的错误检测是许多国家正在进行的研究重点，这表明该研究正在进行中。扁平栅格和 R 测试方法因其测量灵活性而满足快速检测的要求。改善所有这些技术并扩大应用范围将是将来的重要课题。同时，随着在生产应用中对复杂曲面的精密加工的需求日益增加，机床缺陷检测的研究重点正逐渐从机械 3 轴和 3 轴测量机转向多轴机。仪器当前的 DBB 和 R-Test 方法正在证明多轴传感的好处，并且科学家仍在研究可能的应用<sup>[4]</sup>。

### 4 结语

检测数控机器中的错误对于确保产品准确性和质量非常重要。在使用数控机器的过程中，由于多种原因会造成数控机器出现错误从而导致误差。为了减少数控机床的误差，需要几种检测方法来发现误差。随着科学技术的不断提高，数控缺陷检测技术不断提高和增强，使数控机床可以生产出更加准确，准确的产品。

#### 【参考文献】

- [1] 王剡. 数控机床误差补偿及其应用 [J]. 内燃机与配件, 2020(14):35-36.
- [2] 黄璜. 数控机床热误差检测与补偿技术研究 [D]. 西京学院, 2020.
- [3] 富宏亚, 重型数控机床精度检测及热变形补偿技术研究与应用. 黑龙江省, 哈尔滨工业大学, 2019-11-26.
- [4] 张伟, 陈鹏, 潘爱金, 张翰韬, 王双喜. 数控机床误差检测及补偿技术研究进展 [J]. 机床与液压, 2019, 47(17):198-205.