

# 激光干涉仪调光技巧及数控机床典型误差曲线分析

■ 陕西汽车控股集团有限公司 (西安 710200) 张金权

**摘要:** 随着数控机床的日益普及,许多生产制造企业的数控机床经过长期使用,精度随之逐渐降低,对于机床误差曲线的分析以及精度检测就变得极为重要。本文通过介绍激光调光及对激光干涉仪检测出来的误差曲线进行分析,为企业寻找制约机床精度问题的终结所在。

数控机床精度检测有多种方法,近年来随着科技的发展,许多家机床制造企业都采用激光干涉仪来检测机床的出厂精度,但如何使用激光干涉仪对下游制造企业来说难度不小。

## 1. 激光干涉仪调光对镜技巧基本步骤及注意事项

(1) 确定要测量的轴,并选择好干涉镜组合方式、干涉镜和反射镜的安装位置,尽可能将干

涉镜靠近激光头方向。

(2) 确定测量轴的行程范围,合理分段,尽量取整数长度以便螺距补偿,并根据行程编辑机床测量程序,要注意测量程序只控制运行机床测量轴,设置好越程距离(一般默认为2mm),程序准备好后将机床空运行调试,确保安全无干涉。

(3) 放置三角架,有些机床因床身过高需要加高三脚架,一

定要确保稳定放置不能受到任何振动干扰,连接激光头与电脑、内外温度传感器等测量设备,上电预热激光头,等待激光调试。

(4) 安装干涉镜组及反射镜组在测量轴上,根据所测量的轴与激光头方向平行或垂直,确定是透射方式还是反射测量方式,透射测量需要将反光镜固定到分光镜反射侧(见图1)。

反射测量需将反光镜固定在

角出现红色闪烁的alarm,无报警时此区域为浅灰色。

(2) 输入区:深灰色区域为输入区,共设计了8个按钮:①方式选择按钮(mode select)。F1激活。机床有回零方式(home)、手动方式(jog)和步进方式(step)共三种工作方式。机床所有坐标回零完成后,手动方式和步进方式才生效。②轴选择按钮(axis select)。F2激活。可以选择Z1和Z2轴同时

运动、Z1轴单独运动或Z2轴单独运动。③故障复位按钮(fault reset)。F4激活。当机床出现报警时可以按此复位键清除报警。④报警显示按钮(Display alarm)。F6激活。按此键可进入报警画面查看报警和报警历史记录。⑤横梁速度输入按钮(z\_speed)。K10激活。按此键输入横梁移动速度。⑥横梁步距输入按钮(z\_step),K11激活。按此键输入横梁移动步距。⑦滚

轴速度输入按钮(a\_speed),K13激活。按此键输入滚轴滚动速度。⑧滚轴步距输入按钮(a\_step),K14激活。按此键输入滚轴移动步距。

## 6. 结语

本次改造完成后,经加工试件完全满足工艺要求,改造目标全部实现并有所超越,积累了液压类设备改造经验。**MW**

(收稿日期:20160120)

分光镜正后侧。让机床运行到两镜组靠近的极限位置，根据选择的安装位置放置磁力表座（见图2）。

（5）镜组安装好后用水平仪及标准平面校正板将分光镜与反射镜调至同一水平并中心同轴，用水平仪粗调激光头水平位置，使其发射的一束光打到干涉镜中靠上位置，再站在激光头后面大致调整使其与分光镜反射镜在同一直线上，尽量使发出的那一束光保持在干涉镜靠上位置。激光头出光孔发射一束激光经过干涉镜（固定反射镜）返回的光束称为参考光束，穿过分光镜后由反射镜（运动）返回的光束称为测量光束（见图3）。

调光时先将激光头白色光靶旋转入光孔位置，观察两束返回光必须重合在白色光靶中心，若不能重合，先通过调整三角架粗调使其尽可能重合，还无法重合时应调整机床其他坐标轴使其重合，然后移动被测量坐标轴，使反射镜（运动）远离分光镜，再观察两束返回光能否重合（绝大多数情况下不可能一次就调试成功，两束光肯定随被测轴带着反射镜的运动而分离），然后再观察两束光分离的方向，有时可

能会因为发射出的光束与运动轴的夹角太大而直接脱离出反射镜（运动），这时就需要重新调整三角架左右位置或升降中心柱，使激光发射的光束通过分光镜后到达反射镜上，才能进行后续的微调。每一次调整三角架位置或升降中心柱后必须再次将被测轴回到起始位置，重新观察在近端的两束光是否重合，通过以上方法使近端重合，如此再移动被测轴到远端后，观察两束光返回在白色光靶上的位置。若此时仍不重合，然后通过微调三角架上云台的扭摆微调控制、俯仰角控制以及平移微调控制（光束左右分离调整扭摆微调，上下分离调整俯仰角控制，整体偏离调整平移微调），将两束光重合，再将被测轴来回运动，使其在运动全程中两束光始终重合。如不能重合再继续第5步，切记这时仅仅只是需要微调坐标或扭摆、仰角和平移，请勿再动三角架的位置。

调光中需要注意的一点就是必须保持两组镜子的镜面干净，否则会影响返回光的信号强度质量。在调光中途将返回的两束光对上后，要随时观察接收返回光的信号质量灯，信号质量灯共有5个，全亮时表示状态最佳。最少

保持3个以上的灯亮才能保证测量数据采集的稳定。调光是一个很费工又费时的过程，需要不断地调整，但调整原则有一条：近调坐标，远调摆角和俯仰。只要做到这一点，调光只是一个渐渐合适的过程。

## 2. 数控机床典型误差曲线分析及其误差原因分析

（1）负坡度曲线如图4所示。

负坡度曲线中显示机床在启程和回程运行中的分段测试点形成的两条曲线基本重合，但总体曲线趋势为向下坡度，误差基本呈线性负增加。表示机床在实际运行中所走行程小于控制程序所设定的距离，引起负坡度的原因（本文主要通过机床角度分析误差曲线，下同）主要是机床丝杠预紧力不合适或俯仰和扭摆造成的偏置误差，引起导致丝杠轴向线性间距小于丝杠理论螺距。因此解决方法主要着手从丝杠预紧力及轴间的俯仰和扭摆调整，再通过多次测量直到两曲线到达所要求的公差范围。

（2）正坡度曲线如图5所示。

正坡度曲线中显示机床在启程和回程运行中的分段测试点形

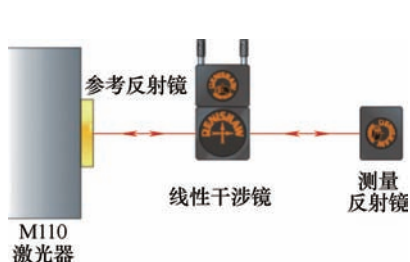


图 1

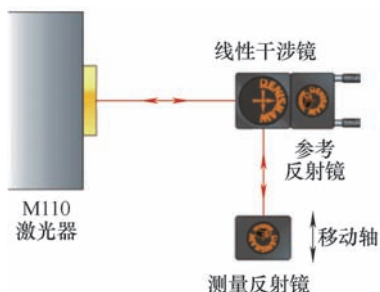


图 2

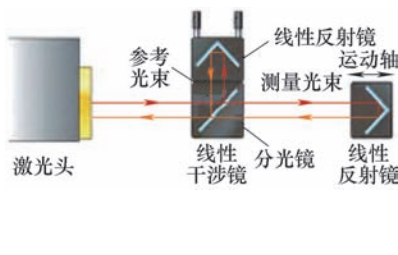


图 3

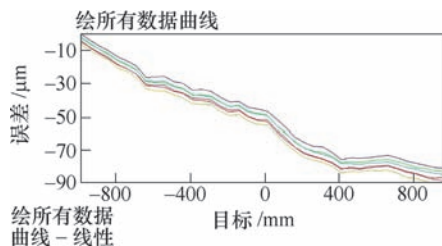


图 4

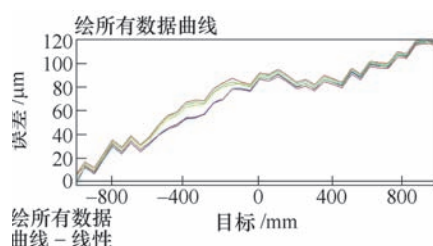


图 5

成的两条曲线基本重合，但总体曲线趋势为向上坡度，误差基本呈线性正增加，表示机床在实际运行中所走行程大于控制程序所设定的距离。引起正坡度的主要原因有两条：一是机床预紧力过大；二是俯仰和扭摆造成的偏置误差，导致丝杠轴向线性间距大于丝杠理论螺距。正坡度与负坡度正好相反，解决方法与负坡度相似。

(3) 偏移曲线如图6所示。

偏移曲线显示启程和回程中运行的两条曲线在坐标y向存在大致相等的距离，由引起这种误差的曲线图像分析机床原因有以下几点：①丝杠预紧力不够，轴承磨损导致丝杠轴向窜动间隙。②丝杠滚珠磨损导致反向间隙增加。③工作台与丝杠副松动导致存在间隙。④反向间隙参数补偿

不合理。由这几种原因引起的偏移误差曲线应根据各自原因对应解决。

(4) 无规则型曲线如图7所示。

无规则型曲线显示启程和回程中运行的两条曲线图像在坐标系中与基准零线无规则偏移，两曲线之间还有相对偏置距离，由引起这种误差的曲线图像分析机床原因主要是丝杠滚珠磨损或滚道局部磨损，导致启程和回程中的点无规则不重合，当不重合点距离很小（如小于0.15mm）时，可以用螺距补偿表补偿矫正；但是当重合点距离过大时，就该考虑更换丝杠了。

其实在实际的机床误差曲线中，往往还会出现以上好几种典型曲线的组合形成的图像，还是需要通过测量图像的综合分析

化解为多种典型曲线类型，归纳造成这些误差的原因，以便对应解决问题，恢复机床精度。

#### 参考文献：

- [1] 雷尼绍公司. 雷尼绍 (RENISHAW) 激光测量系统 Lesar10 用户手册 [E]. 英国：雷尼绍公司, 2005.

#### 专家点评

作者通过文章介绍了对激光干涉仪的应用，并且用图解说明轴的状态和调整的现象，这对机床调整和应用的工程技术人员有现实的指导以及借鉴的作用。

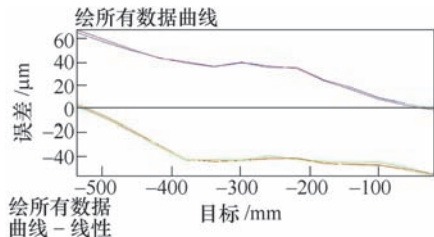


图 6

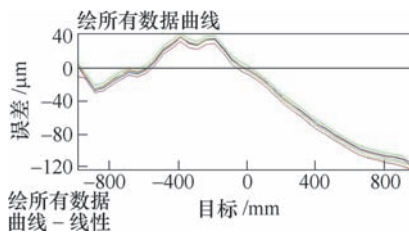


图 7