基于KGM182的机床动态精度测量及伺服调整

大连机床集团技术中心试验室　（辽宁 116620）　王喜运

摘要：本文以TD500A钻削中心机床为测试对象，采用海德汉KGM182光栅测量系统，介绍了一种通过对机床动态精度进行测量，并通过系统参数优化，提高机床动态精度的方法。

随着高速机床技术水平的不断提高，对机床的静态几何精度提出了更高要求，同时也对机床工作状态下的动态精度提出了更高要求。如我厂TD500A钻削中心主轴最高转速为24 000r/min，*X*、*Y*、*Z*三轴快速定位速度可达到60m/min，加速度达1.8*g*。此次基于海德汉KGM182二维光栅精度测量系统，对机床在铣圆测试、轮廓曲线下的动态精度进行测量并分析，从而对机床进行相关伺服优化调整，改善机床动态精度和性能。

1. 仪器介绍

海德汉KGM182二维光栅精度测量系统是由德国海德汉公司研制，测量系统主要由双坐标光栅码盘、读数头、IK220计数卡、连接电缆、加密狗、计算机及ACCOM测量软件等组成，如图1所示。

相比其他测量仪器，海德汉KGM182二维光栅精度测量系统有如下优点：①非接触测量，无弯曲、无应力。②不受环境因素（如空气湿度、环境温度和气压波动）的影响。③可进行动态测量。④可进行任意平面形状的直接测试（非测量加工结果）。

测试内容包括圆测试、自由曲线测试、正交测试以及阶越测试等，本文主要介绍圆测试及轮廓测试。

图2所示为海德汉KGM182二维光栅精度测量系统进行测试的流程。

2. 圆测试及相关优化调整

使用KGM182可进行半径为10μm～110mm的圆测量。测量结果可根据国际通用标准ISO230—4计算和评估。

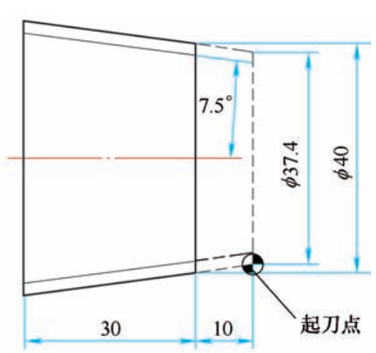

图6　非标外螺纹螺距为3mm

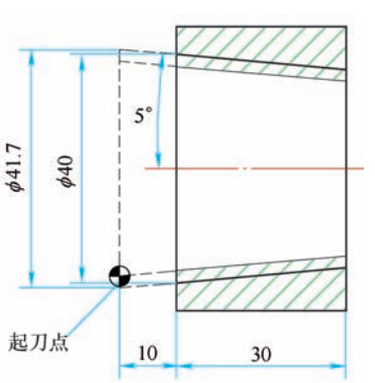

图7　非标内螺纹螺距为3mm

次车螺纹只需要调出“O9600”这个程序，然后定义*X*、*Z*、*R*和*F*即可。实际加工结果与单独针对某一规格编程效果相同，但使用此程序在满足切削规范的前提下，具有简化并可重复利用的优势。对螺纹加工的效率、刀片的使用寿命、螺纹的表面质量和编程都有很大的提高。MW

（收稿日期：20151223）

（1）测试方法。以直径为10mm、进给速度*F*为1 000mm/min的圆测试为例，圆测试运行轨迹如图3所示。圆测试运行轨迹由起点*O*点直线插补到*A*点，逆时针圆周插补450°到*B*点，直线插补回到*O*点；由起点*O*点直线插补到*B*点，顺时针圆周插补450°到*A*点，直线插补回到*O*点。

（2）测试结果如图4所示，图中蓝色线代表CCW圆，红色为CW圆，单位为每格为2μm。

（3）圆精度结果分析和伺服优化调整。在圆精度误差中，与伺服优化相关的误差主要有：反向间隙、反向越冲和周期误差。

测试结果的图形表明，圆度主要影响因素为*Y*方向的反向间隙和在*X*轴方向的反向越冲。反向间隙值产生的原因是在机床的导轨中可能存在间隙，导致机器在被驱动换向时出现在运动中跳跃。反向越冲值产生的原因是低增益引起的滞后误差，驱动和进给系统之间存在反向间隙。

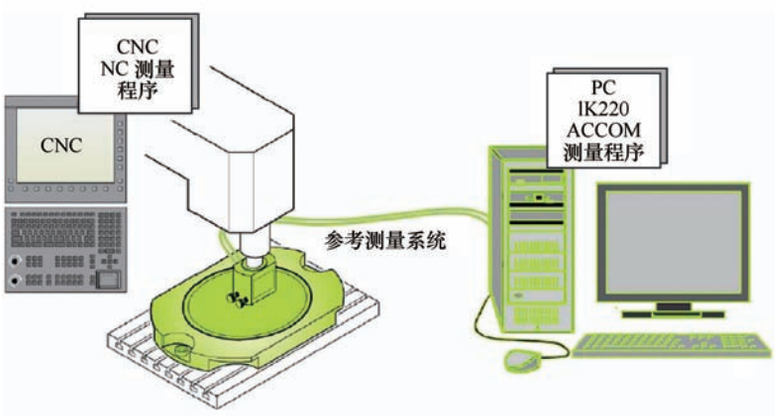

图1　海德汉KGM182二维光栅精度测量系统组成

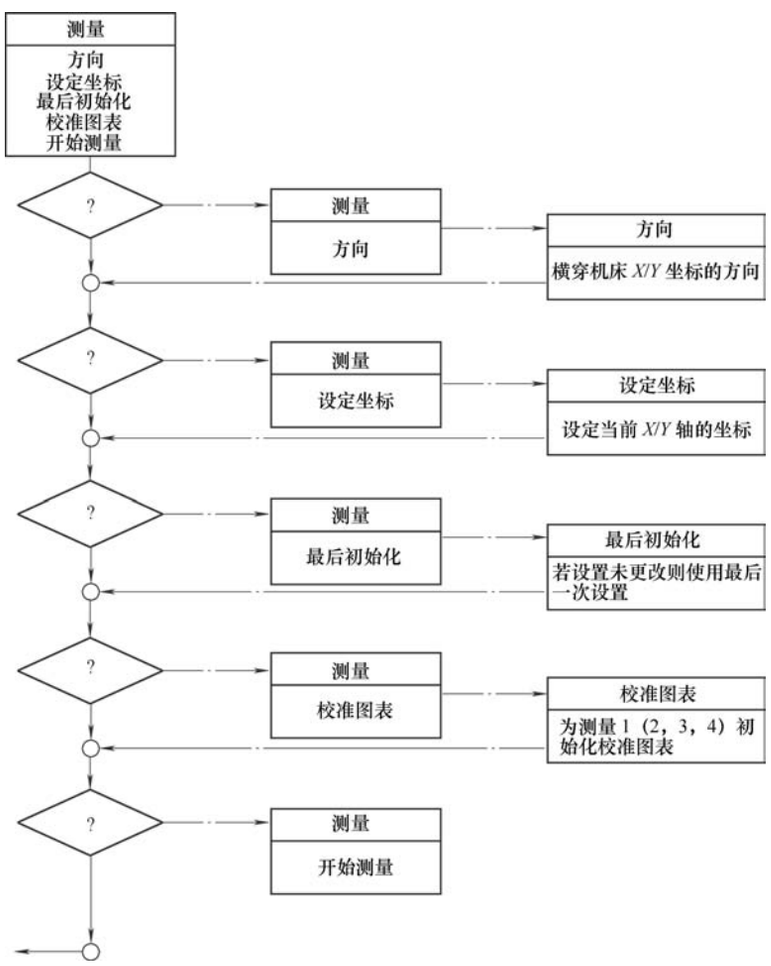

图2　KGM182动态精度测量流程图

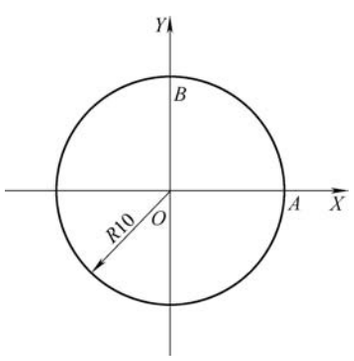

图3　圆测试运行轨迹

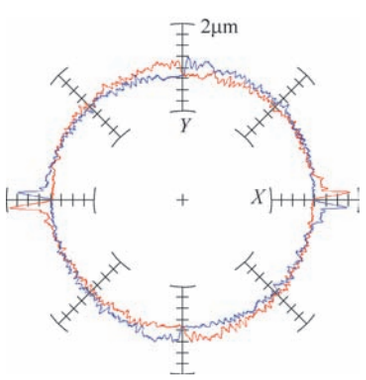

图4　初始圆测试运行结果

伺服调整方法：本台机床为三菱M70A数控系统，反向间隙可通过参数#2012（G1背隙）进行补偿，反向越冲可通过调整#2216（丢步补偿1）、#2239（丢步补偿时间）以及#2241（丢步补偿2）等参数进行补偿。伺服优化调整后，圆测试结果如图5所示，图中蓝色线代表CCW圆，红色为CW圆，单位为每格2μm。由测试结果可看出，经过伺服优化调整后，圆测试动态精度得到显著改善。

3.轮廓测试及相关优化调整

使用KGM182可进行轮廓测试，即在测量范围内可根据实际需要任意编辑所需要的测试路径。轮廓测试主要测试目标为直线到夹角的连续变化、夹角到直线的连续变化、圆弧到直线的骤变、直线到圆弧的骤变和直线到直线的骤变。

（1）以图6所示的图形路径为例介绍测试方法。轮廓测试运行轨迹由起点*O*移动到*A*点，*OA*长度为10mm，经半圆移动到*B*点，半圆*AB*半径为5mm，直线移动到*C*点，*OC*长度为20mm，接着依次经过*D*、*E*点，回到起点*O*，图形相对*Y*轴对称。

（2）测试结果如图7所示。图中黑色线代表程序路径，单位为每格5mm，红色线代表误差值，单位为每格25μm。

（3）测试结果分析及伺服调整。从测试结果可看出，机床运行在直线与圆弧过渡处、直线与直线拐角处存在相对较大的动态精度误差。经过伺服优化后，轮廓测试结果如图8所示，图中黑色线代表程序路径，单位为每格5mm，红色线代表误差值，单位为每格25μm。由测试结果可看出，经过伺服调整后，自由轮廓测试动态精度得到明显提高。

4. 结语

海德汉二维光栅具有很高的精度，精度等级为±1μm（实际精度要高于样本所示），而作为对比，球杆仪精度低于±1.5μm（测量中的弯曲和应力会使精度更差）。同时，相对于球杆仪，海德汉二维光栅测量系统还具有非接触式测量、测量半径无固定限制以及可进行自行规定测量运行轨迹的轮廓测试等优点。

此次通过KGM182二维光栅测量系统，对TD500A钻削中心机床在运行状态下的动态精度进行了测量，记录测量结果并依据相关标准做出了评估。依照测试结果，对系统相关伺服参数进行了优化调整，提高了机床的动态精度，达到了比较满意的效果。

实践证明，通过机床动态精度测量和伺服优化调整，可显著提高机床动态精度。在机床朝着高速化、高精度化发展的今天，机床动态精度的提高能够对机床加工质量和加工效率等方面的提高具有重要作用。

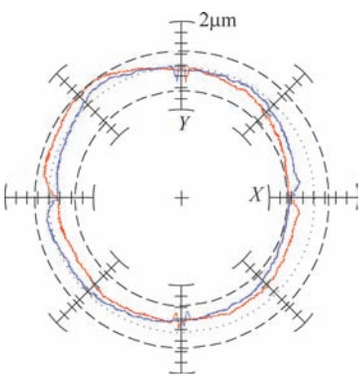

图5　伺服调整后圆测试运行结果

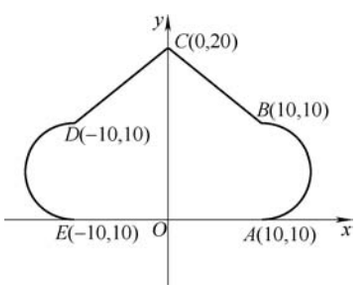

图6　自由轮廓测试运行轨迹

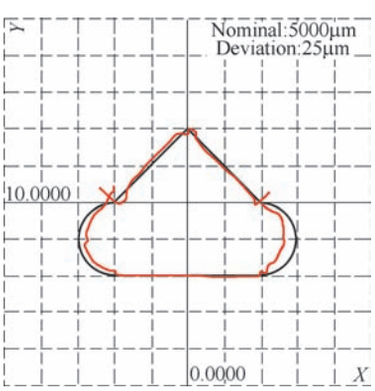

图7　初始自由轮廓测试运行结果

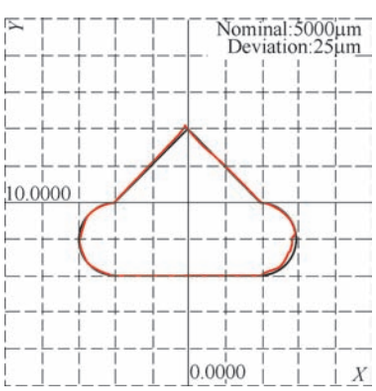

图8　伺服调整后自由轮廓测试运行结果

MW（收稿日期：20151231）