

探究 SSTT 采样工具用于数控装置调试优化

张剑

(湖南网络工程职业学院智能制造学院 湖南 长沙 410004)

摘要: SSTT 软件是伺服调整工具 (Servo Self Test Tools) 的简称, 主要用于配备华中 8 型数控系统的机床在线调试、诊断过程, 也可以作为一种离线数据分析工具, 主要用于机床测试, 发现机床运动过程中的微观问题, 通过 SSTT 软件进行问题放大发现问题, 并从中寻找解决方案。

关键词: SSTT 软件; 在线调试; 诊断过程; 离线数据

0 引言

SSTT 软件的主要功能有数据采样和测定功能。数据采样提供给用户快捷的基本数据 (位置、速度、电流) 采样和用户自定义数据 (任意数据) 采样; 测定功能包括圆度测试、刚性攻丝测试和轮廓测试。圆度测试模式下, 能够输出任意 2 轴的圆误差波形及相应的量化指标; 刚性攻丝测试模式下, 能够输出刚性攻丝同步误差的时域波形图及相应的量化指标; 轮廓测试模式下, 能够输出二维平面内任意 2 轴的轮廓图形; 图形操作: 用户能够对波形曲线进行缩放、局部框选放大、回放操作, 以便对采样特征点进行全局和局部分析; 参数调整: 支持在线读取数控系统参数, 并能够进行参数数据调整; 文件导入和导出: 用户能够将采样数据进行保存^[1], 并在离线模式下导入采样数据文件, 用于观察波形, 对波形进行任意放大缩小操作, 以此来进行数据分析; 图形对比: 支持两个示波器文件的图形数据对比, 也支持在线采集的波形跟离线保存的数据波形文件对比。

1 驱动特性优化

1.1 驱动器增益的调节

以常用速度 1000mm/min 的速度运行被测轴, 配置采

样通道对该轴进行位置、速度、电流指令和反馈采样。

1.1.1 速度环的优化

如图 1 所示, 通过十字光标测量标定区域的幅值^[2], 可通过增大速度比例增益减小稳速段的速度波动, 而较小的稳速段波动对加工表面质量有一定的改善 (图 2)。

如图 3 所示, 稳速段的加速度波动从侧面反映了该轴的负载情况, 若在空载时则反映了丝杆及导轨的安装情况, 通过十字光标测量每隔 0.96s 有一个较大的加速

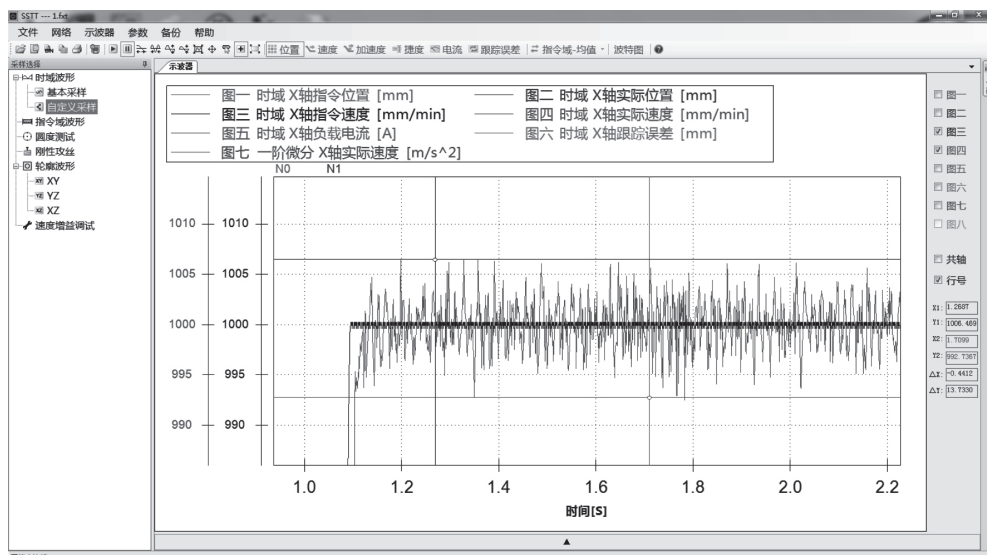


图 1 稳速段速度波幅 1.37%

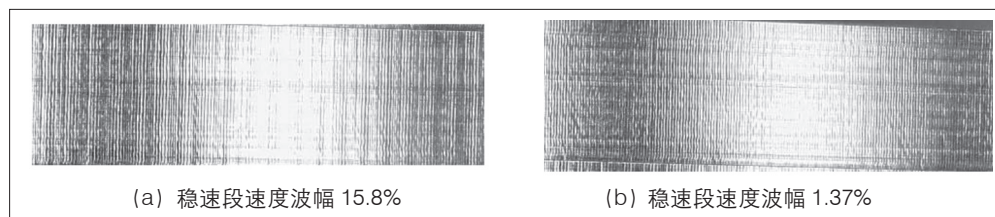


图 2 稳速段速度波幅对侧壁加工纹路的影响

度波动, 已知电机与丝杆直连, 丝杆螺距 16mm, 进给速度为 1000mm/min, 可计算出加速度波动和丝杆螺距一致, 即丝杆每周都有一个高阻力点, 可判断出丝杆存在较大的偏心问题^[3], 也可通过调整速度反馈滤波因子及转矩指令滤波时间常数进行一定的抑制。

1.1.2 位置环调节

通过对红色区域局部放大, 还可分析移动轴稳速段的跟踪误差, 分析是否有超调现象, 然后通过调节位置比例增益改善。

1.1.3 电流环调节

若稳速段的电流波幅不均或波幅较大, 可适当增加速度及电流比例增益进行抑制。

1.2 加减速的调试

根据机床惯量等特性设置合理的系统加减速时间常

数及加减速捷度时间常数, 执行轴移动程序, 观察速度时域图, 调节速度环将速度到达时的越冲量控制在 0.5% 以内。

2 整圆轨迹采样及圆度调试

2.1 整圆轨迹采样

若出现轴向夹角椭圆, 如图 4 所示, 则需要逆向整圆的验证, 若逆向圆的方向与之垂直, 则属于两轴的位置环响应速度存在快慢, 根据轴线法向趋近判定标准来进行判断, 适当修改两轴的位置比例增益, 使伺服不匹配度降至 $1\mu\text{m}$ 以内即可。

2.2 过象限突跳

为了更清晰地显示实际的圆度误差或象限点处的误差, 可通过对采样得到的轮廓误差数据进行放大或缩小^[4]。

一般情况下过象限突跳, 可通过增加速度比例增益改善, 也可根据键弹出的圆度调试误差的数据进行过象限突跳补偿设置^[5]。

2.3 圆弧轮廓

一般情况下由于采样终端来自于电机编码器, 所以反馈数据很难体现机床的实际特性, 只能通过半闭环反馈的数据及图像进行分析, 以整圆采样轨迹为准。

2.3.1 整圆轮廓误差波幅与丝杆预紧力的关系

如图 5 所示, 在相同的参数下, 较大的丝杆预紧力会对整圆插补的实际轨迹误差有一定影响, 使得圆度误差轨迹波动幅度大大增加 (左侧图像), 一般情况下可通过适当增加速度环比例增益得到改善 (右侧图像)。

2.3.2 整圆象限轮廓变形与机床防护罩安装的关系

在线轨机床采样中由于负载摩擦力小,

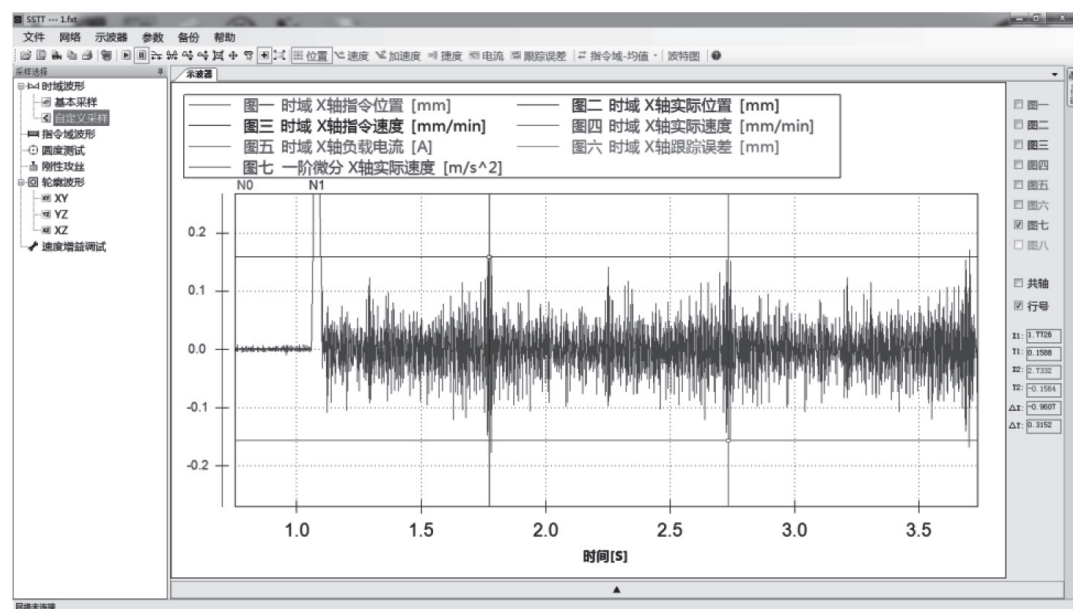


图3 实际加速度波幅

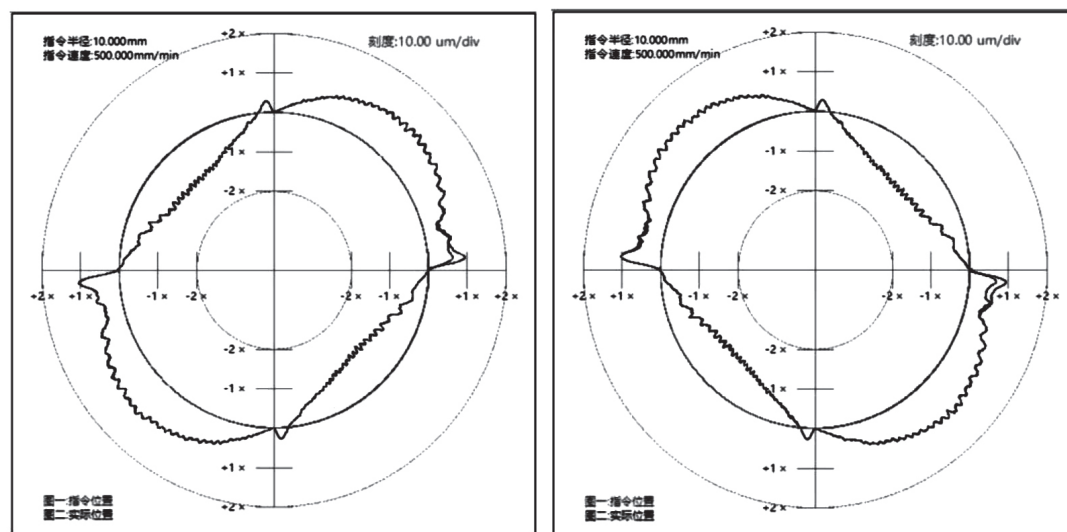


图4 G02 及 G03 两个方向的整圆图像

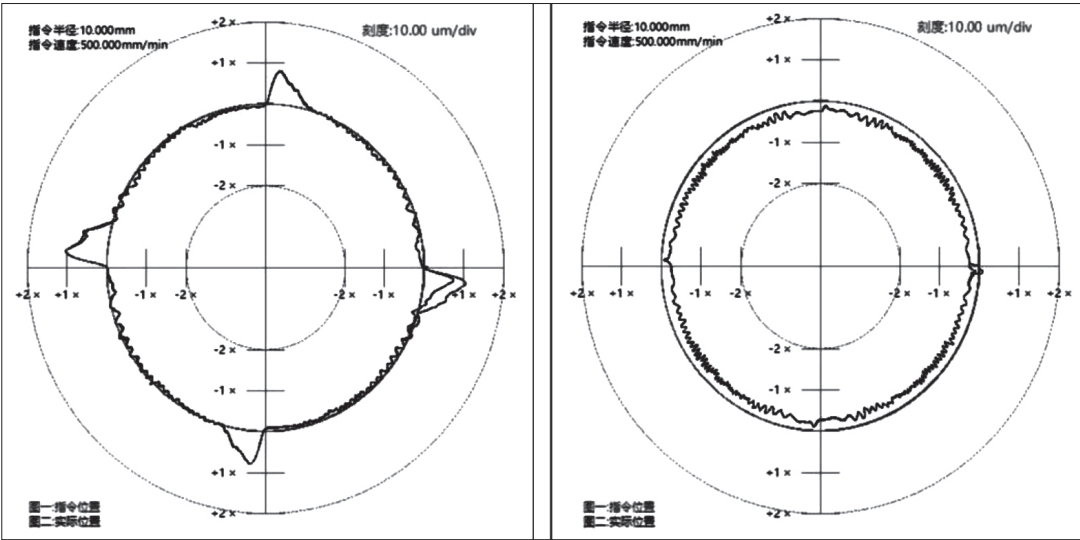


图 5 圆度误差波幅与电机阻力及速度环增益的影响

电机响应灵敏，防护罩产生的额外阻力可通过分析圆度误差波幅的突然变化和防护罩动作的关联性分析出来^[6]。

2.3.3 整圆局部轮廓误差波幅与重力轴及导轨摩擦力之间的关系

由于重力轴配重不平衡或无配重的高速机，由于负载重力的影响，导致双向载荷相差较大，使得电机在重载运行时的误差波动幅度明显大于轻载。

3 轮廓轨迹优化

3.1 直方轮廓

主要用于拐角速度及位置控制的调试，避免系统保证插补合成速度而使机床单轴启停加速度过大引起机床抖动，及位置控制超调或超差。

3.2 直方带 1/4 圆弧四角形状的调整

对圆弧拐角域局部放大，可发现换向轴 Z 的启动延

4 轮毂加工拐角调试

在进行轮毂拐角加工时，加工表面质量不合格，拐角纹路粗不均匀，0° 和 180° 象限的纹路质量比 90° 和 270° 象限差，折回刀路明显有小坑点，拐角减速不合理，刀具切削至拐角处振动剧烈，造成侧面纹路不良，或形成过切^[8]。通过对零件进行 SSTT 采样，进行数据分析，表面质量优级于未调试前，拐角、折回、短距折返位置明显改善，如图 7 所示。

5 结语

本文主要对 SSTT 软件在数控装置设备调试过程中出现的各类问题进行分析介绍，如何处理机床调试过程中的疑难点，将表象问题具体化、数据化、可视化，以图形方式进行处理，并向调试人员展现机床装调过程中不易描述的现象进行解释，更好地处理问题，并以此解决机床调试中的实际问题。

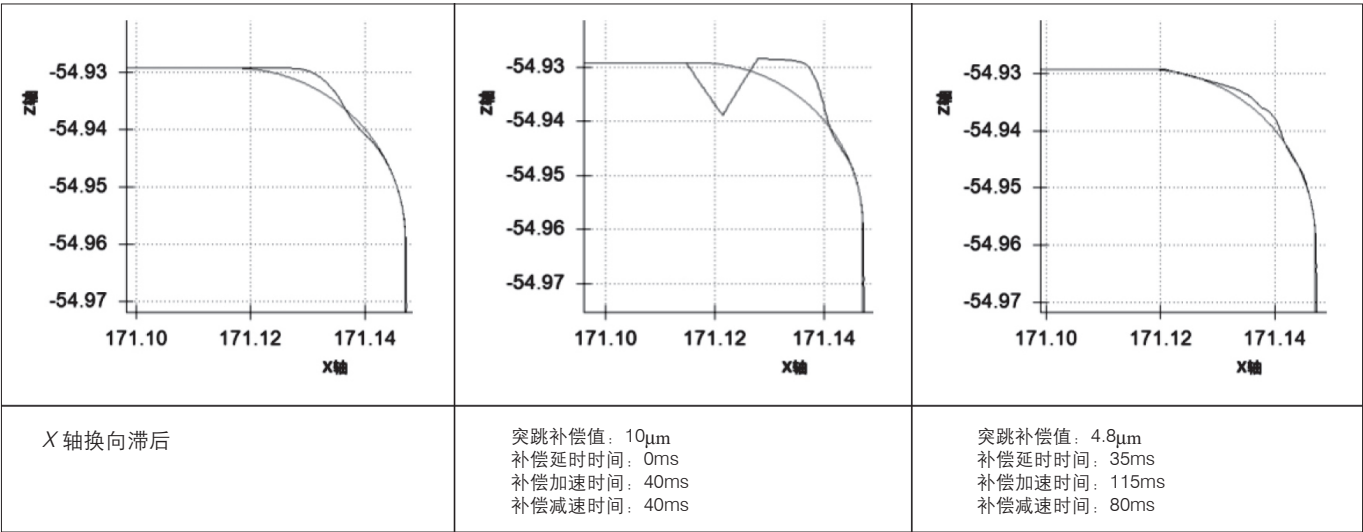


图 6 圆弧拐角误差

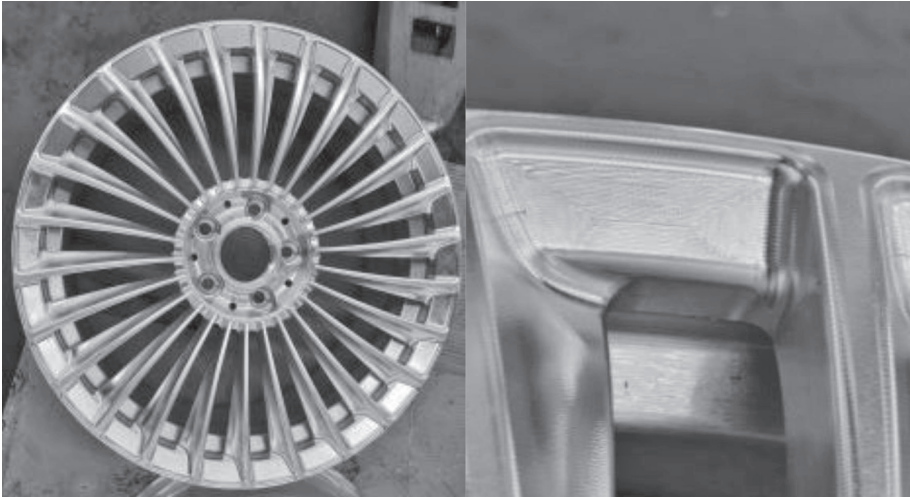


图 6 圆弧拐角误差

基金项目：湖南省教育厅科学研究项目——伺服系统动态特性对加工中心切削参数优化影响的研究及应用，课题编号 19C1243。

参考文献：

- [1] 袁林, 李海滨, 杨静, 等. 数控机床螺距误差分析与补偿[J]. 航空制造技术, 2011(8):82-85.
 [2] 商鹏, 阮宏慧, 张大卫. 基于球杆仪的三轴数控机床热误差检测方法[J]. 天津大学学报, 2006, 39(11): 1336-1340.

59+62.

- [7] 金建荣, 张秋菊. 滚珠丝杠在线检测及模糊 PID 补偿算法研究[J]. 机电工程, 2011(6):47-50.
 [8] 孙兴伟, 董蔚, 王可, 等. 数控机床伺服系统跟随误差对加工轮廓的影响[J]. 制造技术与机床, 2010(6):76-78.

作者简介：张剑(1979.06-), 女, 汉族, 湖南宁乡人, 硕士研究生, 讲师/工程师, 研究方向: 机电一体化、先进制造。

(上接第 31 页)

最大值分别为 76.9MPa 与 82.7MPa, 误差为 7.5%。

6 结语

通过对螺钉预紧原理的研究, 螺钉所受夹紧力是螺钉锁紧的关键, 查阅国标, 求得了螺钉所受的预紧力。进一步运用 ANSYS 仿真软件, 构建了 PCB 板-螺钉紧固结构静力学分析模型, 求解了 PCB 板-螺钉预紧过程中, PCB 板与螺钉所受应力和应变。通过仿真分析, 对比了简化模型和带螺纹的模型所受应力的分布情况, 得到以下结论:

(1) 简化模型和带螺纹的模型应力分布基本一致, 应力最大值也基本相近, 误差在 10% 左右。尤其是 PCB 板所受最大应力的误差为 7.5%, 说明在计算精度要求不高的时候, 可以考虑简化模型, 提升求解速度。

(2) 网格划分数量对求解结果有影响, 尤其是

PCB 板所受应力最大值, 对比网格加密前后, 误差从 27.1% 降到了 7.5%, 说明网格划分数目一定程度上决定了求解精度。

参考文献：

- [1] 任钧国, 唐乾刚, 欧阳勇. 螺钉预紧扭矩与其预应变转换方法[J]. 力学与实践, 2001, 23(4):61-62.
 [2] 钟贤栋, 梁飞华, 陈华豪. 控制螺纹联接预紧力的新方法[J]. 煤矿机械, 2002(4):44-46.
 [3] 韦清芳. 螺钉预紧力对精密零件装配变形的影响[J]. 机械设计与制造, 2013(5):216-218.

作者简介：谭德强(1985.10-), 男, 汉族, 湖南株洲人, 本科, 工程师, 研究方向: 空气能热水器与商用中央空调新产品导入、新材料开发、工艺规划及工艺管理。