数控机床加工精度故障的诊断与维修

中国船舶重工第七二四研究所 （江苏南京 210003） 陈 颖

数控机床是集机床、计算机、电动机及拖动控制、检测等技术为一体的自动化设备，基本组成包括控制介质、数控系统、伺服系统、反馈装置及床身等。数控装置的计算机插补运算、伺服驱动系统的闭环控制及简化的高精度机械传动装置是数控机床实施高精度加工的保障。

数控机床在使用一定时间之后，经常会遇到加工过程中出现加工精度下降、尺寸不稳定的故障。影响数控机床加工尺寸不稳定的因素很多，包括机械方面、电气方面、系统参数及数控机床的辅助控制部分等。这类故障的诊断分析及维修有一定的难度。笔者结合日常维修经验，从进给机械传动、系统参数设定、电气控制及机床辅助控制装置等几个方面简单对此类故障诊断与维修进行阐述。

1. 进给机械传动

从数控机床进给系统机械组成方面来看，影响加工精度的原因包括：

（1）伺服电动机轴与丝杠之间的联接松动，致使丝杠与电动机不同步，出现尺寸误差检测时只需在伺服电动机与丝杠的联轴节上做好标记，用较快倍率来回移动工作台（或刀架），由于工作台（或转塔）的惯性作用，将使联轴节的两端出现明显相对移动。此类故障通常表现为加工尺寸只向一个方向变动，只需将联轴节螺钉均匀紧固即可排除。

（2）滚珠丝杠螺母副的间隙大或丝杠螺母副磨损。通过调整进给丝杠螺母副的间隙或整套更换丝杠螺母副就可排除故障。

（3）滚珠丝杠固定轴承磨损或调整不当，造成运动阻力过大。该故障现象通常表现为尺寸在几十微米范围内无规则变动，只需将磨损轴承更换并认真调整，故障即可排除。

（4）滚珠丝杠与螺母之间、滑块与导轨润滑不良。由于润滑不良使工作台（或刀架）运动阻力增加，无法完全准确执行移动指令，此类故障通常表现为零件尺寸在几十微米范围内无规则变动只需将润滑改善即可排除故障。

（5）机床进给传动系统大修后（如更换滚珠丝

分析，好像是气流通过窄缝处发出的尖叫。为见证噪声的来源，将小带轮拆下，在图示位置用车床加工2处沟槽，深度低于带轮的齿底，也就是在带轮的圆周方向上加工两个深槽，便于夹在同步带和带轮中间的空气通过沟槽排出，避免产生尖叫。当加工完沟槽重新安装后，再用噪声仪进行测量，噪声降低，但是效果不是很明显，说明找到了问题的所在；再次改变排气槽的结构，在带轮圆周方向的槽内和带轮轴向加工相交孔，小带轮是48个齿，每隔4个齿钻一个轴向孔，对应的圆周方向也按轴向孔的位置加工相交孔，安装好后再次测量噪声，有明显效果，但数值还是超标；再次增加排气孔结构，每隔2个齿钻一个轴向孔，对应的圆周方向也按轴向孔的位置加工相交孔，按照修改小带轮结构的方法对大带轮也进行了整改后，重新安装大小带轮，调整传动带松紧程度后，测量空运转噪声值为80 dB（A），整整降低了10 dB（A）。在保证带轮强度的情况下钻的孔越多，降噪效果越明显。根据上述试验得出结论，在带轮上增加排气槽对于主轴传动系统降噪确有明显效果，并且部分机床已经应用此结构。**MW**

（收稿日期：20140203）

杠螺母副）引起的误差主要是丝杠的安装不到位引起的，要重新调整丝杠的等高和等母线，即调整丝杠端部的固定轴承装置的垫片。

2. 系统参数设定不当或伺服参数未优化

影响加工精度的系统参数主要包括进给的反向间隙补偿参数、进给丝杠的螺距误差补偿参数及电动机控制的功能参数。

（1）反向间隙参数补偿不当引起。重新进行机床反向间隙的测量，修改系统参数。

（2）螺距误差补偿参数设定不当或未设定。用数控激光干涉仪进行机床螺距误差的补偿与调整。

（3）电动机相关控制参数设定不当。伺服电动机控制参数主要是伺服位置环的增益参数、速度环的机械负载惯性比参数及电动机规格及功能参数等。

维修处理方法：首先按电动机的具体规格进行伺服参数的设定并初始化，然后进行伺服的优化处理。现在的数控机床都是采用计算机辅助软件进行优化，如 FANUC 公司的伺服调整软件 SERVO GUIDE，使机床达到最佳状态。

3. 电气控制

（1）伺服电动机编码器不良，具体可有以下 3 个原因：①编码器的电源电压（标准为 +5 V）过低或过高都会造成输出信号的失真，影响反馈质量，造成加工不稳定。如果低于 4.75 V 时，检查编码器的电源 +5 V 的电源线是否有断线（正常是两根），编码器插头针是否有开焊的，否则为系统提供的电源控制电路板有故障。②由于电动机内装编码器未能进行良好密封，使油污或灰尘进入光栅副而造成信号失真或丢失，应拆开编码器对旋转光栅和指示光栅的玻璃板进行清洗。③编码器内部电路板不良。修理或更换编码器。

（2）伺服电动机不良。伺服电动机转子的轴承不良，需要更换电动机轴承或电动机。

（3）光栅尺位置检测装置不良。主要原因是光栅尺内部有油污和灰尘，需清洗或更换光栅尺。

（4）伺服放大器不良。可以用相同规格的放大器更换来判别故障，如果是放大器不良，更换放大器或送厂家维修。

（5）系统轴板不良。更换相同轴板。在更换轴板前注意做好轴板版本号及数据的备份。在更换之前，应检查更换板的状态应与原板状态完全一致。这包括检查板上的选择开关，短路棒的设定位置以及电位器的位置。

（6）系统受到干扰引起系统工作不稳定。主要因素有系统及控制装置接地不良或不合理、信号线布线不合理等。

4. 数控机床辅助控制装置不良

数控机床辅助控制装置不良引起的加工精度不稳定的因素包括：主轴组件（主要是轴承的精度下降）车床自动换刀装置的重复定位精度下降、机床导轨和滚珠丝杠螺母副润滑不足等。

（1）主轴组件不良引起的加工精度下降。首先检查主轴的的轴向和径向的偏差，然后调整主轴轴承或更换损坏部件。

（2）车床自动换刀装置重复定位精度下降。拆开自动换刀装置进行清洗或修理磨损部件。

（3）机床润滑不足引起的加工精度下降。检查润滑管道是否堵塞、打油时间过短、润滑系统控制故障等。

综上所述，引起数控机床加工尺寸不稳定的原因是多方面的，实际中先对机床进给传动系统进行定位精度和重复定位精度的检测，如果测量值超差，则拆下进给伺服电动机（设定为旋转轴），对伺服电动机定位精度和重复定位精度检测，判别是否是电气方面和系统参数因素引起的精度下降。电气和系统参数方面正常后，检修进给传动机械方面故障。如果进给系统精度正常，则检查机床辅助装置控制方面因素。**MW**

（收稿日期：20140327）

通　　知

本刊编辑部为了方便广大读者朋友的沟通交流，特别申请了“金属加工（冷）作者群”，QQ 群号是 7880924，欢迎大家加入！

本刊编辑部