数控车床抖动缺陷分析*

强书文[1],陈 琳[2],王恺乐[1]

(1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司轨梁轧钢厂,内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司生产部,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 数控车床抖动故障原因复杂,存在外界环境影响造成车床抖动;加工件装夹及加工件材质造成加工过程中的车床抖动;车床设备缺陷造成车床抖动。通过总结的抖动原因及案例分析,提出部分在维修中常见的抖动原因及维修思路,解决实际现场车床抖动故障。

关键词: 数控车床;抖动;加工精度
中图分类号: TG519.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2017)04-0073-04
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.04.021

Analysis for Jitter Defects of Numerical Control Lathe

QIANG Shu-wen[1], *CHEN Lin*[2], *WANG Kai-le*[1]

(1. *Rail and Beam Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*;
2. *Productive Dept. of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: The failure causes of numerical control lathe jitter are complicated: lathe jitter caused by external environment influence; lathe jitter caused by workpiece clamping and workpiece material in the workpiece process; lathe jitter caused by lathe equipment defects. Through summarizing the jitter causes and case analysis, common jitter causes and maintenance ideas in maintenance are put forward and the lathe jitter failure of actual site is solved.

Key words: numerical control lathe; jitter; machining precision

数控车床是一种高精密机床,自动化程度高,结构复杂,是机,电,液一体化的产品,在机械制造业中有广泛应用,在实际使用过程中,它要求各进给轴运行快速平稳可靠,但在实际的维修中经常会遇到机床的抖动故障。机床进给轴、传动轴的振动对机械加工的精度,工件的表面质量,机床的有效使用寿命等有着不容忽视的影响。

1 数控车床的组成

从机械结构上看,数控车床还没有脱离普通车床的结构形式,即由床身、主轴箱、刀架进给系统、液压、冷却、润滑系统等几部分组成。

数控车床的进给系统是直接用伺服电机通过滚珠丝杠驱动溜板和刀具,实现进给运动,因而大大简化了进给系统的结构[1]。

* 收稿日期:2017-05-08
作者简介:强书文(1979-),男,内蒙古凉城县人,工程师,现从事机械加工维护技术管理工作。

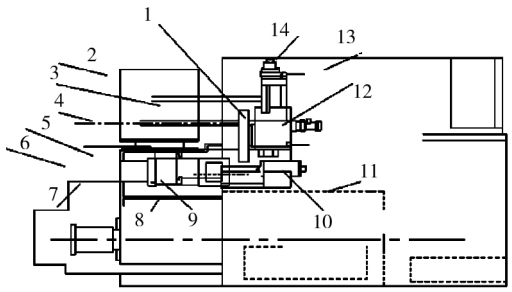
2 外部环境对车床的影响

对于重型、精密加工车床而言，应当将车床安装在单独的地基上，地基尺寸应不小于机床大小且预留维修与调整空间、并在地基周围设计防振沟，以利于减振、消振；机床摆放的位置应当避免阳光的直射，避免雨水浸蚀、远离下水道，注意通风；应当远离各种热源和各类干扰源，避免高强度电磁波辐射，原理发射塔与火车道；不允许放置在充满粉尘或各类强酸性腐蚀环境[2]。

3 工件及工件材质对车床产生抖动

3.1 外形复杂而装夹部位选择不合适

工件外形结构不规则，没有好的基准面，不方便装夹，工件夹不紧，容易在加工时产生松动，随着切削力的变化而发生相应的振动，其构成见图1。



1－刀架；2－液压装置；3－床身；4－主轴伺服电机；5－主轴箱；6－夹紧装置；7－主电动机；8－防护门；9－卡爪；10－尾架；11－控制面板；12－往复拖板；13－NC装置；14－x轴伺服电机

图1 数控车床构成示意图

3.2 工件内部组织不均匀

铸造毛坯件局部有气孔、砂眼、疏松等缺陷，晶粒粗大或者夹有杂质等情况。切削时铸件软硬不均匀，刀具受力不均匀，使得切削力不稳定，易使数控车床产生震动，有时还会造成打刀，工件的加工质量也很难控制。

3.3 刀具选择不合理

刀体材料不合适，刚性差，是引起振动的原因之一。若选错了刀具，有时会使刀具磨损加剧或引起切屑瘤，拉毛工件表面或出现打刀引起振动而影响产品质量。

3.4 切削用量和数控车床转速的选择不合适

(1) 切削速度与工件待加工表面直径、工件转速成正比，当直径一定时，转速越快，切削速度越快，引起振动的可能性越大。

(2) 进给量越大，刀尖受力越大，越容易引起振动。

(3) 切削深度越大，受到的剪应力越大越引起对刀尖的阻力增大而引起振动。

4 机床设备引起的抖动

4.1 联轴器松动

数控车床在长期的加工过程中，由于机械磨损等原因造成联轴器松动或橡胶垫变形，都可以使传动过程中产生间隙，导致丝杠和伺服电机的传动不一致，忽松忽紧，从而造成运动部件不能连续平稳的运动，引起工作台抖动，影响加工零件的精度。

4.2 系统参数设置不当

位置环是整个驱动系统的重要控制回路，是驱动闭环控制回路的外环，其次是速度环，电流环又在速度环的内部。由于位置控制环数据较少，只有一个伺服增益因子(MD32200)需要调整，因而驱动系统的优化主要针对速度控制环中的速度调节器和电流控制环中的电流调节器，寻找调节器的最佳比例增益和积分时间常数，改善它的动态性能。在对驱动系统进行优化时，一般先进行速度控制环的优化，再进行电流控制环的优化，最后还要进行位置环的数据优化，可以利用西门子提供的自动优化工具软件，也可以凭借经验人工进行优化，最好的方法是两者的结合。

4.3 丝杠两端的背紧螺母松动

机械传动装置是数控车床进给传动系统的重要组成部分，其作用是将伺服电机的旋转运动转变为执行部件的直线运动或回转运动，为确保进给传动系统的定位精度、快速响应特征和稳定性要求、机械传动装置必须具有高强度、无传动间隙、低摩擦、高灵敏度和长寿命等。

在长期的传动过程中，由于机械部件的磨损或者人为因素的影响，导致丝杠两端的轴承座背紧螺母松动，使得丝杠带动工作台移动过程中，丝杠本身在轴方向有颤动，从而造成工作台运行不稳定，出现抖动问题。

4.4 滑动导轨的间隙不合理

滑动导轨、导轨面之间的间隙应适当、如果间隙过小，工作运动的阻力大，会使导轨磨损加剧，甚至产生爬行，间隙过大，运动失去准确性和平稳性，会

失去导向精度。因此需保证导轨具有合理的间隙。镶条用来调整矩形导轨和燕尾形导轨的侧隙，以保证导轨面的正常接触，镶条应放在导轨受力较小的一侧面，常用的有平镶条和锲形镶条两种。

4.5　检测装置有故障

数控车床常见的检测装置有脉冲编码器、光栅尺、磁尺等，他们通过检测工作台的实际位置反馈信号与数控装置中插补器发出的指令信号进行比较，根据其差值不断控制运动，进行误差修正，直到差值消除为止。如果检测装置出现故障，使得检测信号不能正常反馈，监测数据与实际位移不相符，为了消除误差，工作台就会出现爬行和抖动现象。在日常维修过程中，最常遇到的由于检测装置问题所引起的工作台抖动现象大致可分为以下 2 种情况:

(1) 由于光栅尺橡胶密封条磨损等原因造成密封效果不好，导致细小的粉尘或冷却液、润滑油等进入到光栅尺里，读头在运动过程中，由于油污或粉尘的影响，就会引起检测信号的误差，使反馈不及时，引起工作台的抖动。

(2) 读头与床身的链接螺钉，由于长期的运动导致松动，在车床工作台的实际运动过程中，读头检测到的数据与车床工作台实际运动的位移就会产生偏差，而为了消除误差，光栅尺就会给系统一个反馈信号，通过比较器分析后，经放大器给伺服机构一个位移信号，而由于读头松动，采集到的数据误差很大，因此就会不停地给伺服机构一个位移信号，从而导致工作台在移动过程中就会出现抖动现象。

4.6　导轨润滑不好出现爬行现象

车床润滑系统是保障车床正常运行必不可少的条件，当润滑系统出现故障时，就会导致进给传动链的润滑状态不良，产生了摩擦，不仅加剧了导轨的磨损，最主要的是外加载荷过大时产生工作台的爬行现象，大大影响车床加工零件表面质量。因此实时的检查车床的润滑系统工作状态，各坐标轴导轨丝杠润滑情况，可以有效预防因润滑不良造成的工作台爬行现象。

4.7　异常噪声判断抖动产生的原因

数控车床上的噪声异常，是传动过程中存在问题的最直接反映，最容易被查觉，但由于相关因素也较多，故障诊断不易，且维修难度较大。引起机床噪声异常的主要可能因素有: ①机床在装配过程中部件间的装配精度不达标，存在运动中的抖动或偏斜; ②传动部件由于磨损严重，带来的运动失稳; ③运动部件间配合精度差; ④轴承失效，引起了主轴抖动; ⑤啮合齿面间混入杂质，引起了传动不畅或轮齿表面损失严重，传动精度差等; ⑥电机老化或者超载时也会引起振动不规律并发出异常噪声，这时应当对电机进行维修或更换。

5　车床抖动维修案例

5.1　案例一

某厂一台数控轧辊加工车床，型号 CK84125。故障现象描述: ①该机床在 x 轴横切时不存在抖动，z 轴纵切加工时抖动。②机床在加工完载荷较大的加工件后，更换载荷较小的加工件存在抖动。③空运行时机床不存在抖动。④外界轻微抖动会引起机床自身抖动。⑤冬季抖动频率较夏季抖动频繁，受温度影响较大。⑥机床抖动不存在任何报警信号。⑦抖动会引起机床共振，床头、刀架、尾座同时振动严重，噪声大。

故障处理过程: 由于机床抖动现象复杂，因素相联性小，故障判断不明，采取排除法进行: ①首先从传动系统考虑产生抖动源，对床头箱齿轮、轴承进行检查，无磨损，对背紧螺丝进行锁紧后无效果。②对主轴直流电机进行更换，优化，无效果。③对尾座套筒及轴承进行检查，无损坏及磨损，回装后无效果。④对伺服电机联轴器进行检查、背紧; 对 x 轴滚珠丝杠进行检查，背紧; 对伺服电机进行增益，无效果。⑤对刀架进行拆解，对导轨面进行刮研、溜板箱进行齿轮传动检查，对镶条进行重新安装，无效果。⑥对床身调整螺母进行松开后，振动消除。

故障原因分析: 车床在使用十多年后，床身在应力释放的同时，存在轻微的变形，使原调整后的所有螺栓螺母松紧不同，床身产生新的机械应力，造成温度变化、载荷变化、外界轻微影响都能使整个机床产生共振现象。

处理方法: 对床身进行重新水平调整，消除因床身水平变形与地基等造成的机械应力。

5.2　案例二

某厂一台数控轧辊加工机床，型号 CK84125 ，该机床是原普通机床 CA84125 进行改造，床头箱属轴瓦系统，没有进行改造，对刀架进行数控改造。故障现象描述: ①该机床在 x 轴横切或斜切时不存在抖动，z 轴纵切加工时抖动。②空运行时机床不存在抖动。③机床抖动不存在任何报警信号。④机床抖动时，床头箱响声异常、与刀架形成共振，尾座无

抖动现象。

故障处理过程：①首先从传动系统考虑产生抖动源，对床头箱轴瓦、轴承进行检查，对轴瓦进行重新刮研，轴承进行更换，无效果。②对主轴直流电机进行更换，优化，无效果。③对伺服电机联轴器进行检查、背紧；对 x、z 轴滚珠丝杠进行检查，背紧；对伺服电机进行增益，无效果。④对刀架进行拆解，对导轨面进行刮研、溜板箱进行齿轮传动检查，对镶条进行重新安装、调整，无效果。⑤对尾座套筒及轴承进行检查，轴承间隙大，更换轴承后，回装振动消除。

故障原因分析：由于床头箱与刀架异响，尾座没有明显抖动造成判断失误，轴瓦系统自身精度不足，但床头是动力源，由于尾座轴承精度不够，对机床整体稳定性没有起到辅助作用，对工件产生颤动，引起车床发生共振。在 x 轴横切或斜切时，尾座轴承精度不足对工件颤动影响几乎很小，所以车床产生抖动不明显。

处理方法：对尾座轴承进行更换为精度较高的P5轴承，保证不因为尾座轴承精度不够，引起工件的颤动。

6 结束语

诊断处理数控车床抖动原则：先外部后内部；先机械后电气；先静后动；先简单后复杂；先一般后特殊。在实际生产加工中车床产生抖动，通常是几个因素共同作用引起振动，并可能产生共振现象，故障判断不能单一考虑，要结合具体情况，结合数控车床本身的特点，综合全面考虑各方面情况，作出准确的判断，才能有效排除抖动现象。

参 考 文 献

[1] 王金城，数控机床实训技术 [M]. 北京：电子工业出版社，2006.

[2] 韩志宏，揭晓. 数控加工技术基础教程 [M]. 北京：电子工业出版社，2007.

（上接第63页）

[6] G. Schleinzer，F. D. Fischer. Residual stress in new rails [J]. Materials Science and Engineering，2000，(A228)：280－283.

[7] K. H. Lo，P. Mummery，D. J. Buttle. Characterisation of residual principal stresses and their implications on failure of railway rails [J]. Engineering Failure Analysis，2010，(17)：1273－1284.

[8] Yi Yali，Jin Herong. The Roller Curvature Scotch Straightening Mechanism Study and System Design [J]. Energy Peocedia，2012，(16)：38－44.

[9] GB/T 11263—2010，热轧 H 型钢和剖分 T 型钢 [S].

[10] Y. D. Li，C. B. Liu，N. Xu，X. F. Wu，W. M. Guo，J. B. Shi. A failure study of the railway rail serviced for heavy cargo trains [J]. Case Studies in Engineering Failure Analysis，2013，(1)：243－248.