机床进给系统中振动与爬行故障的区别

哈尔滨电机厂有限责任公司 （黑龙江 150040） 王立春 王佳亮 杨永智

大型机床的轴运动经常会出现不稳定的状况，即振动或爬行，这种现象可影响产品加工质量，甚至导致产品报废。机床沿直线运动的振动与爬行是截然不同的两个概念，经归纳主要有如下区别。

1. 故障原理不同

（1）爬行原理 爬行是一种非常复杂的物理现象，但可以将其简化为直线运动传动系统的力学模型，如图1所示。

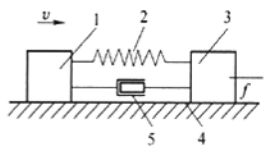

图1 爬行的物理模型

1. 主动件 2. 弹性件 3. 从动件 4. 平面 5. 阻尼器

在这个弹性机械系统中，主动件1作等速运动，速度为v。从动件3与它由弹性件2和阻尼器5相连，并沿着固定平面移动。开始时从动件3相对于平面4静止不动，主动件1向右移动使弹性件2压缩，其弹性力逐渐增大。当弹性力超过从动件3与平面4之间的最大静摩擦力时，从动件3向右快速滑动，此时从动件3所受的摩擦力，由静摩擦力变为动摩擦力。由于静摩擦力小于动摩擦力所以会引起从动件3运动的加速度。当从动件3向右滑动到某个位置时，所受到的动摩擦力和弹性件2向右的张力相等，从动件3将停止下来。然后再经过一段时间，弹性件2重新受压，又强迫从动件3再次向右滑动，运动将这样重复下去。虽然主动件1作匀速运动，而从动件3由于静摩擦力和动摩擦力的交替作用产生了不均匀的间歇运动，即出现爬行现象。

（2）振动原理 图2所示为间隙的物理模型，若输出构件的惯量比输入构件惯量小得多时，运动显然被摩擦所控制，当输出被输入驱动时，两构件保持接触并以相同速度一起移动，直到输入构件反向为止。反向后，输出构件保持原状态（静止不动）直到输入构件与另一面接触，间隙消失为止。

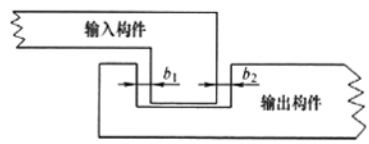

图2 间隙的物理模型

从另一个极端情况来说，若输出构件的摩擦小到可以忽略时，则惯量成为机械链动态特性的决定因素。输入构件越过间隙后保持与输出构件接触，驱动输出构件以相同速度运动，直至输入构件达到

运行。③脱开挡块，近点开关 = ON，控制器开始检测第一个“Z相脉冲”点，这一点就是“电气原点”，通常也是机床的“原点”。

系统现在出现“脱开挡块后移动100mm”，显然大大地超过电动机旋转一圈的距离。但这一台车床是旧车床重新改造的，传动系统为齿轮齿条，Z轴齿轮箱的减速比厂家也不能准确提供，系统回原点参数中的“栅格间距”（“Z相脉冲”发出点间距）为初始值。该值与被改造车床的传动比不相符。这样造成了“Z相脉冲”的紊乱。所以系统回原点时就出现紊乱的现象。

（3）处置 要求厂家仔细测定计算减速箱传动比，然后计算出电动机每一转对应的行程，以此数据作为参数#2228（栅格间距）的设定值，正确设定后故障消除。对于改造设备这是必须注意的。**MW**

（收稿日期：20110308）

最大速度为止，这是输出构件以输入构件所能达到的最大速度恒速滑行，并逐渐与输入构件脱离接触。输入构件反向后，当输出构件已移出间隙 b 时，将被输入构件另一侧阻止，输出构件将再度承担输入构件的速度。

2. 故障现象不同

由爬行原理可以看出，爬行现象在系统速度较高时并不明显，或者并不出现，因为高速运行时，输入信号增长较快，能发生停滞的时间很短。同时输出轴的能量较大，动、静摩擦力交替作用的不平稳性被系统的惯性所平滑。

而从振动原理可以看出，振动在低速运行时，由于速度低，在摩擦力与阻力的作用下，输入件与输出件间隙不能达到极限位置，振动现象不明显。而在高速运行时，则易达到极限位置而产生振动。尤其是在速度变化较快或负载的情况下，极容易产生振动冲击，破坏机床机构。

综上所述，由于机械原因，轴运动不稳定的情况下，低速时此现象明显，机床为爬行故障；反之，则是由于间隙产生的振动。

3. 产生原因不同

爬行产生是由于摩擦阻力的变化引起的，所以摩擦系数、导轨平面度、滑动部件的驱动系统的刚性都是爬行现象产生的原因。消除爬行需从以上几个方面入手，根据具体情况改善润滑环境，提高零部件刚性、加工及装配质量，避免空气进入液压系统等，通过合理的系统参数配置，也可以改善爬行状态。

振动产生的机械原因一般为间隙产生的，包括齿轮传动间隙、丝杠背帽间隙及联轴节间隙等。同时电动机或测速发电机出现了反馈信号的波动，引起速度调节器的反方向调节，可以引起机床的振动。系统参数也可引起的机床震荡。

4. 故障实例

振动与爬行是大型机床比较容易出现的故障，现举出实际故障的判断与维修两例。

（1）实例 1　FT160 + FCR200 + DR2000 转子加工专机 X 轴运行故障。①故障现象：此专机 X 轴行程约20m，运行时机床振动，尤其是在 X 轴负载加工时，机床抖动剧烈。②故障分析：由于 X 轴低速不带负载运行时振动现象不明显，而在高速带负载情况下，振动明显，所以分析其为典型振动故障，可能是由机械间隙或电气原因引起的。③故障处理：在检查完电动机、系统参数后，果断地拆卸 X 轴齿轮箱，发现 X 轴蜗母联接键滚键，于是重新修补传动轴，重新加工键槽，安装后故障解除。

（2）实例 2　德国 Rapid 6K 转子铣床 X 轴运行故障。①故障现象：机床使用超过 20 年，改造后 X 轴镶钢导轨离层，重新固定修整后，X 轴运行时在某一特定位置振动剧烈。②故障分析：由于机床在特定位置快速运行时感觉不到振动，慢速运行时振动明显，所以考虑故障原因是爬行。由于是在特定位置发生爬行，所以排除液压系统故障，检查特定位置导轨面，发现一处镶钢导轨结合处有一接缝。于是怀疑滑座静压腔经过此段导轨时泄压，摩擦阻力变大，发生爬行。③故障处理：经过专业厂家对导轨面接缝的修补，机床爬行故障解除。

5. 结语

数控机床爬行与振动故障的分类，有助于我们迅速诊断故障，设计改进。判断时应有整体概念和经验，这样才能有效解决实际问题。**MW**

（收稿日期：20110224）

（上接第 58 页）

3. 工装的优点

（1）工装根据零件的特殊结构，采用轴向压紧装夹方法，避免了工件径向受力，确保了零件直径方向的尺寸精度。

（2）工装将对于零件的支撑由点支撑改为面支撑，增大了零件支撑面积，弥补了零件刚性不足的缺点，同时也避免了零件在车削过程中产生振动，对于提高零件表面质量起到积极作用。

（3）零件的装夹定位，只需要更换内、外定位环即可完成，无需重新找正，而且装夹定位结构紧凑，加工效率由传统加工方式的 2 件/日提高到 6 件/日，效率提高达 3 倍，产品质量达到可控状态，满足图样设计要求。

机床夹具配置往往在零件加工中起到事半功倍的作用，该夹具结构简单，装夹方便，工件变形小，无振动，节省了找正时间，提高了加工效率，成为车削环形薄壁零件的有效、实用夹具。**MW**

（收稿日期：20110125）