力矩电动机及直线电动机在齿轮磨床数控改造中的应用

汉江工具有限责任公司 （陕西汉中 723002） 赵 榕

大平面砂轮齿轮磨床的齿廓形成机构主要由机械分度装置、凸轮靠模板及滚圆盘为展成运动件构成。Y7125、Y7420 和 Y7432 型号均属于该类机床。该类机床主要用于插齿刀及剃齿刀齿形面的磨削加工。

大平面砂轮齿轮磨床，在使用中问题集中在分齿和渐开线展成运动上。分齿通过挂轮驱动等分板定位，精度由等分板保证；渐开线展成运动通过凸轮靠模板或基圆盘做纯滚动实现。不同规格插齿刀的磨削需要更换相对应的等分板、凸轮靠模板及基圆盘。等分板、凸轮靠模板及基圆盘的误差直接影响到插齿刀的磨削质量，并且该误差很难修正。由于结构限制使得机床调整过程时间长，且依赖操作工人的熟练程度。

机床的分齿机构定位精度直接决定着被磨削刀具等分精度，渐开线展成运动精度直接决定着被磨削刀具渐开线齿形面精度，该两项精度是刀具的重要精度指标。

1. 直线电动机的性能

直线电动机是一种将电能直接转换成直线运动机械能而不需通过中间任何转换装置的新颖电动机，它具有系统结构简单、磨损少、噪声低、组合性强及维护方便等优点。

直线电动机是将传统圆筒形电动机的初级展开拉直，变初级的封闭磁场为开放磁场，使旋转电动机的定子部分变为直线电动机的初级，旋转电动机的转子变为直线电动机的次级。在电动机的三相绕组中通入三相对称正弦电流后，在初级和次级间产生气隙磁场，气隙磁场的分布情况与旋转电动机相似，沿展开的直线方向呈正弦分布。当三相电流随时间变化时，使气隙磁场按定向相序沿直线移动，这个气隙磁场称为行波磁场。当次级的感应电流和气隙磁场相互作用便产生了电磁推力，如果初级是固定不动的，次级就能沿着行波磁场运动的方向做直线运动。把直线电动机的初级和次级分别直接安装在机床的工作台与床身上，即可实现机床的直线电动机直接驱动的进给方式。

机床采用直线电动机驱动技术，克服了传统驱动方式的许多缺陷，使机床精度性能指标得以提高。

2. 直线电动机的特点

（1）高速响应。系统中取消了响应时间常数较大的滚珠丝杠、联轴器等机械传动件，使得整个闭环系统动态响应性能大大提高，反应非常灵敏快捷，定位精度高。系统取消了由于机械机构引起的传动误差，减少了插补过程因传动系统滞后带来的跟随误差。同时也消除了传动环节的弹性变形、摩擦磨损和反向间隙造成的运动滞后现象，提高了传动系统的传动刚度。

（2）定位精度高。通过直线位置检测反馈（全闭环）控制，可大大提高机床的定位精度及重复定位精度。

（3）加速度大。由于电动机结构简单，质量轻，响应速度快，因而可灵敏实现加速和减速。

（4）低噪声。由于系统中取消了响应时间常数较大的滚珠丝杠、联轴器等机械传动件，采用滚动直线导轨，使得整个运动噪声大大降低。

（5）效率高。由于没有中间传动环节，消除了

机械摩擦时的能量损耗。

3. 力矩电动机

交流力矩电动机与一般笼型交流异步电动机的运转原理是完全相同的，只是结构上有所不同，电动机特性不同，是低速大转矩的伺服电动机，与我们熟悉的伺服电动机分类相同。

力矩电动机反应速度快，转速波动小，能在高转矩、低转速下稳定运行，机械特性和调节特性线性度好，具有高耦合刚度。

力矩电动机可设计成直接驱动连接方式，力矩电动机的转子直接驱动旋转部件的运动，它没有中间传动环节，取消了齿轮箱、蜗轮蜗杆及同步带等机械传动装置，没有反向间隙，没有磨损，实现了机械负载与电动机转子的直接连接。这样的连接方式能够提供高动态性能，消除了传动的间隙与传动系统滞后现象，可提供机床加工需要的高刚性，从而提高了机床系统的运行精度。

力矩电动机轴系配合高精度编码器做位置检测反馈控制，可以实现高的回转定位精度及高的回转跟随精度。

4. 齿轮磨床的数控改造

利用先进的直线电动机、力矩电动机成熟技术，汉江工具有限责任公司成功地对 Y7125、Y7420 及 Y7432 型号的齿轮磨床进行了数控改造。

（1）数控系统。采用德国博世力士乐公司的 Micro 全数字数控系统，该数控系统采用百兆以太网高速通信连接；采用通用的 CF 存储卡保存所有机床数据；拥有面板 USB 接口，用于传输和备份数据；拥有标准双向螺距补偿及轴间交叉补偿功能；拥有 CPL 高级语言编程（宏程序编写）；拥有标准双通道功能，内部插补计算是纳米级别插补。该数控系统配有电子手持操作单元，配有电子手轮、轴选择开关和倍率开关等。

（2）交流伺服驱动部分。①分齿机构采用力矩电动机直接驱动，力矩电动机型号为：MST160E—0050（额定转矩为 105 N·m，最大转矩为 270 N·m）。配置西班牙发格公司圆光栅尺，型号：HP 36000D 200，测量精度 ±2 角秒。②展成滑座机构采用直线电动机驱动，直线电动机的型号为：MLP100A—0090（额定转矩为 1 180 N，最大转矩为 3 750 N）。有效行程 240 mm。配置西班牙发格公司长度光栅尺，型号：SP 270—3，测量精度 0.001 mm。

（3）机械机构配置。①分齿机构采用高精度、高刚性机械主轴结构，内置力矩电动机。②展成滑座机构采用高强度铸铁，选配高精度、高刚性的德国博世力士乐公司直线导轨。

（4）机床大修。对机床进行大修，按出厂精度要求恢复各项几何精度。

5. 结语

利用先进的机构及成熟的数控技术对机床进行数控改造，可大大改善机床性能，提高精度，提高加工效率。

采用德国博世力士乐公司的 Micro 全数字数控系统，直线电动机、力矩电动机控制技术，对齿轮磨床分齿和展成运动机构进行数控改造，是提高机床运动精度的重要途径，有利于插齿刀及剃齿刀齿形面的磨削加工精度的提高。

汉江工具有限责任公司利用该技术对齿轮磨床进行了数控改造。经过 2 年的使用，该机床能满足插齿刀精磨工序各项精度指标，机床各项性能及精度情况良好。**MW**

（收稿日期：20140105）

沈阳机床中捷立加事业部：青年团队的奇迹

“五四”前夕，团中央、全国青联决定授予沈阳机床（集团）有限责任公司中捷立式加工中心事业部“中国青年五四奖章集体”称号。这是全国青年集体最高荣誉，也是辽宁省企业首次获此殊荣。

中捷立加事业部是沈阳机床集团所属的历史最短的主机生产企业，在短短 7 年时间里，这支平均年龄不足 30 岁、充满朝气、实干创新的青年团队，在立式加工中心机床行业，从名不见经传，一跃成为世界经济规模第一，创造了令世界机床企业为之瞩目的奇迹。