

直驱技术及在五轴工具磨床上的应用

大连光洋科技工程有限公司 (辽宁 116000) 丁云飞 金 蒙

随着对机床产能、精度和动态性能要求的增加,直接驱动技术已经越来越多地被采用以满足以上多种需求。特别是直接驱动力矩电动机,能够为机床的性能提高带来重大的改变。直驱力矩电动机的应用,还具有降低客户的综合使用成本,简化机器的设计及减少维修维护等优点。

在齿轮传动下,机床分度工作台使用标准的旋转电动机连接到直角齿轮箱上。齿轮啮合时齿面间会留有间隙,称为齿隙,即一个齿轮在不影响与它啮合的齿轮的情况下可以承受的振动。当加速传动时齿隙会变大,减速传动时会减小。因此它对系统会产生不良作用,影响输出轴的精度。当工件进行精密加工时,传动系中的齿隙就会将其固有的精确性差的问题暴露出来。

直驱是直接驱动的简称,即电动机直接与执行部件连接,消除了齿轮箱、蜗杆蜗轮、同步带等机械传动装置,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,消除传动的间隙与延迟,提供机床加工需要的极高刚性。

1. 直驱技术的优点

(1) 低成本 省去了机械传动装置,简化了机械设计,使机床的机械零件数量降低,并且伺服力矩电动机免维护。

(2) 长寿命、高可靠性和高刚度 力矩电动机机械结构简单,移动部件数量少,各部件都没有受到磨损。

(3) 精度高和可重复性好 直驱系统避免了机械传动环节的机械间隙和机械弹性变形等影响,消除了机械传动装置的反向间隙和滞回现象,提高了系统控制精度。

(4) 高效率 没有能量用于驱动重型动力传动部件。系统传动效率高,比传统系统效率提高20%~60%,节能明显。

2. 直驱技术在产品设计中的接口问题

(1) 电气连接技术如图1所示。

(2) 温度传感器 为了保护力矩电动机定子避免出现不允许的高温负荷并能够在开机调试和运

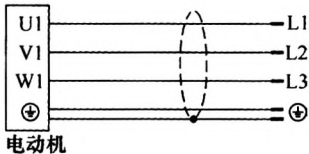


图 1

行中进行温度观测,力矩电动机定子上装有温度监控回路,如西门子1FW6就装有如下两种温度检测开关:①温度断开回路,由热敏电阻温度传感器(PTC元件)构成。在三相绕组(U、V和W)的每种都有一个热敏电阻温度传感器(PTC元件)。各PTC元件串联连接。②温度传感器回路,由一个温度传感器构成(KTY84)。在带有集成冷却的力矩电动机上,型号KTY 84 的温度传感器位于两个相绕组之间。

(3) 冷却连接 力矩电动机运转时会产生热量,处理得不好,会影响转台和机床的精度和稳定性。为此,需要在转台电动机定子套上开槽用于循环冷却,工作时通入循环冷却水或油带走热量。电动机转矩输出能力与电动机的冷却相关联,只有电动机得到有效冷却才能达到其标定转矩。但是过度冷却又会产生冷凝现象,降低电动机的绝缘性,因此推荐采用室温跟踪式冷却系统。

相对而言,水冷却的效果比油冷却的效果要好,油冷却情况下电动机的连续转矩最大将会损失20%。但在水冷却的情况下,须考虑防锈问题,因

此需要根据不同的要求和侧重点来做出选择。

3. 直驱技术给设计及控制带来的变革

传统的传动技术是由电动机旋转产生动力，通过机械传动环节（如变速箱、减速器、丝杠、蜗杆蜗轮），将动力放大，传递给执行部分，于是机器运转。

传统的机械传动发展到今天已经接近极致，遇到技术上的瓶颈。主要体现在以下三个方面：

（1）速度瓶颈 传统的机械传动速度提升已经到了极限，高速度带来的问题包括噪声高，摩擦损耗高，能量损失大等。

（2）精度瓶颈 传统机械传动在精度上存在间隙、弹性变形等很多影响精度的环节。很多零件制造误差积累起来直接使整机的精度降低。

（3）成本的瓶颈 为了在精度上、速度上取得进步，传统的机械传动装置不得不付出更高的制造成本，而且成本的提高和性能的提高不是成比例的。

4. 直驱技术的突破

直驱技术作为近十年来世界范围内新兴的传动技术，具有传统传动无法比拟的优越性。直驱技术突破了这些瓶颈：

（1）速度 在制造装备中，传统运动可实现15m/min的直线运动速度和十几到几十转每分钟的分度速度。而直驱技术应用后，直线运动速度可以提升到150m/min以上，转台转速可以达到几百转每分钟。这就意味着生产效率可以提升10倍以上。

（2）精度 直驱技术可以在设备上轻松地实现几千分之一毫米或角秒级的灵敏度，而传统的机械传动大多只能实现几百分之一毫米或角分级的灵敏度。直驱可以使设备的综合精度提升一倍以上。

（3）设备寿命 直驱技术减少了机械传动零件，减少了磨损，提高了设备寿命，还节约了能源。

此外，直驱技术取消了机械传动，节约了零件的原材料和制造成本，从而降低了设备整体的成本。

5. KBM力矩电动机在五轴工具磨床上的应用

近年来，结构紧凑的直驱电动机在砂轮主轴和工件主轴上的使用日渐增加。直驱主轴可避免机械传动上的间隙，替代原来成本高昂的精密蜗杆蜗轮系统，节省了安装体积，并保证系统稳定均衡的精

度。

经过前期的选型、安装方式确定、安装、水冷材料选择及效率分析，到型号的最终确认。我们选取了科尔摩根KBM系列无框电动机（见图2），KBM无框电动机系列采用了科尔摩根公司最新的直接驱动技术，具有以下特点：完全密封的定子绕组、155内部绕组温度持续能力、PTC 热敏电阻（雪崩式）过载保护、稀土钕铁硼永磁体、转子磁体的自动防故障频带（兼容RoHS）、UL（CE）认证、可定制的转子轮毂尺寸。



图2 KBM系列无框套件无刷电动机

选用KBM力矩电动机带来的好处显而易见：维护工作少、维修成本低、停机时间短、使用寿命长，效率至少比机械传动装置，如变速箱和同步带系统高10%。结构紧凑，性能好，占用空间小。另外，这些电动机可以驱动转子与负载之间具有较大惯性比的高惯性负载。同时它们具有优异的动态性能，加速和减速时间极短，大幅提升机床性能。六轴五联动数控刀具磨床如图3所示。



图3 科尔摩根KBM电动机在该机型上的应用

由于该机型填补了国内空白，在2011年的北京机床展上引起了业界的广泛关注及市场的积极响应。**MW**

（收稿日期：20120913）