试制TCJ4325型交变磁场轴承滚子退磁机

瓦房店轴承集团有限责任公司 （辽宁 116300） 李 阳 纪恩杰 李财林

摘要：本文从TCJ4325型交变磁场退磁机试制的起因、工作原理、双控节能式结构特点及工作过程等几个方面加以叙述，全面系统地介绍了该机的性能和与其他机型的区别。

TCJ4325型交变磁场退磁机是一款双控节能型产品，它的试制是针对轴承滚子最终磨削过程的3MT4325锥滚子球基面磨床的磨削加工而配套设计的，也是滚子最终磨削自动连线不可缺少的设备之一，它可在有效保证生产过程自动化的条件下，清除3MT4325机床磨削产品的残磁，确保轴承配套成品质量的优化，使具有机电一体化机能的高端磨床更能发挥积极的作用。

1. TCJ4325型交变磁场退磁机试制的起因

一般来说，轴承滚子的热处理后精密磨削加工基本上是采用连线机自动加工的，其工艺步骤大体上遵循：外径的粗细磨→外径的精磨→端面球基面磨削→外径的终磨，全过程由各自不同的机床完成的。

值得一提的是，这条生产线中最为特殊的加工设备是3MT4325锥滚子球基面磨床，它的优点是采用了现代化的机电一体化技术，将机械、电子等内容有机结合的复杂技术，在机械产品的基础上采用微电子技术和计算机技术产生出来的新一代产品，使砂轮在磨削过程中通过智能化手段进行监测、运算，从而达到自动补偿，同时能够准确地反馈出砂轮磨削时状态优劣，实时调整砂轮的修整要求，是轴承滚子加工的专业设备。

由于这是一种有磁加工设备，即磨削过程是依赖磁力的辅助作用做球基面磨削的，这种作业方式虽然技术领先，但能够使磨削后的产品具有残磁，在轴承配套装配机器中会产生严重的后果，可能将机械中磨损的金属碎末或微粒吸附在轴承的滚动体或套圈上，造成轴承相关件的胶合现象。

胶合是指轴承在有杂质介入转动表面后，杂质被压入或附着滑道和滚动体上，从而导致表面呈压痕后再出现片状粘连现象。其后果能使轴承提前报废或造成机械严重故障的状况。

圆锥滚子轴承在装备中的作用是可以同时承受轴向力和径向力的，其中轴向力能够使滚动体的大端球基面沿套圈的侧挡边自转和公转时紧紧贴向侧挡边，因此球基面的质量直接可以传递或转换到径向的跳动大或小，即影响正常的精度。就球基面端面相对平面端面而言，前者可以减少滚动体的边缘应力和套圈的应力，更能延长轴承的寿命。

那么，轴承滚子在3MT4325锥滚子球基面磨床上的磁性是如何产生的呢？

球基面磨削加工的过程如下：

3MT4325锥滚子球基面磨床采用连续成形磨削法。如图1所

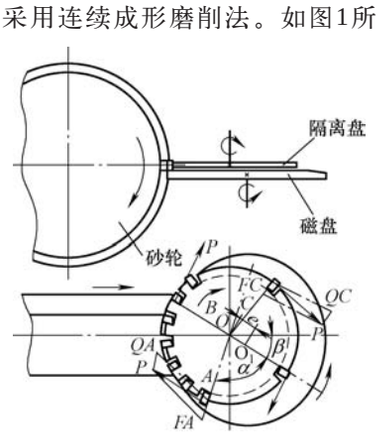


图1 3MT4325锥滚子球基面磨床工作原理

示，O为隔离盘中心；O_1为磁盘中心；e为隔离盘与磁盘的偏心量；β为OO_1联线与托板导轨的偏角。

从图1中可以看出工件由上料机构被送进隔离盘的槽中后，由磁盘拖住；磁盘以一定的吸力吸住工件，带动工件一起按逆时针方向旋转。由于隔离盘按磁盘相反的方向转动，隔离盘的齿槽工作面阻止工件与磁盘一起转动，而使工件获得一定的自转速度和绕隔离盘轴心旋转的公转速度（此速度与隔离盘转速和转向相同）。

当隔离盘与磁盘有一个偏心量e时，隔离盘齿槽的工作面作用于工件的切向力P，可分解成沿磁盘切向的分力Q和沿隔离盘径向的分力F，滚子处于不同的位置，F、Q分力也不相同，与隔离盘、磁盘中心连线作为起始边的α角有关，F力按正弦曲线的规律变化着，如图2所示。

当$\alpha=0$及$\alpha=\pi$时，$F=0$；当$\alpha=\pi/2$时，F为最大的向外方向的分力；当$\alpha=3\pi/2$时，F为最大的向内方向的分力。

工件的自转，使它在经成形砂轮磨削后，获得球形基面。工件绕隔离盘轴心旋转的公转，使工件获得足够的磨削时间以便把全部余量除去，在经过砂轮磨削区时，工件受不同方向大小变化力的作用，使工件获得粗、精磨削，从而符合规定的表面粗糙度要求。公转速度决定了生产率（单位时间内的磨削工件个数），对工件精度也产生影响。

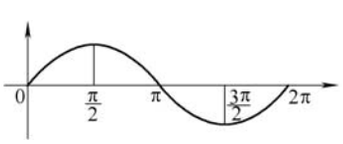


图2　F力正弦曲线的变化规律

利用α由0～π的范围内，F力表现为向外的力量作为压向砂轮的进给力，F的大小取决于磁盘对工件吸力的大小、工件在0～π范围内所处的位置以及偏心量e的大小。F的大小又直接影响工件的公转速度的选择（F越大，允许工件较快地通过砂轮就能除去全部加工余量）。

$\alpha=\pi$时，工件所处的位置为F力方向改变的交界处，利用此处作为工件即将离开砂轮的位置。α逐渐增大而接近π时工件所承受的向外力量逐渐减小而接近0，此时正处于精磨处，便于获得较低的表面粗糙度值。当α越过π再加大时，F就由0变为内方向的力，把工件沿隔离盘轴心拉回，这样可以避免工件即将脱离砂轮时被磨伤。

工件从被送进隔离盘槽中，到在隔离盘的带动下，经过砂轮全面的磨削过程后即告加工结束，完成球基面磨削工序。

因此，可以看出轴承滚子的端面磨削是一种有磁磨削，磁性或者说剩磁就是在球基面磨削的过程中产生的。

2. TCJ4325交变磁场退磁机的工作原理

前面已经说过轴承滚子是在端面球基面磨削加工过程中被磁化的。从理性上讲，滚子的原始自然状态是没有磁性的。所谓磁化就是将物质内部杂乱无章排列的分子在磁盘形成的磁场作用下形成有规律的排列，即形成了N极和S极。或者说，铁磁性材料在外加磁场作用下，其内部分子磁矩有秩序地排列，从而显示出磁性的现象。

退磁的过程就是与磁化相反的一个工艺过程，使物质内部有序排列的分子在变交磁场的作用下改变有序排列状态，即消除了磁性。

退磁处理最重要的两个条件：①磁极交迭。②磁场强度递减。其中，磁极交迭的方法采用交流电流通过绕组产生交变磁场，磁场强度递减的方式采用工件渐离磁场。

其工作原理是：从图3可以看出，在C形铁芯上绕制一定匝数的线圈，通上正弦波的交变电流，形成了强大的交变磁场，即磁极交迭，另外当工件从交变磁场中匀速走过时，磁场强度呈线性衰减从而达到退磁的目的。

应该注意的是，退磁机的线圈绕组是整个机器的核心部件，不是只要有线圈就能达到退磁效果的，也就是说线圈的外形结构、线圈匝数和导线直径大小要经过严格的计算、试验和选择确定后，使退磁后的产品不能有剩磁，同时还要达到高效节能的目的，这样就需要计算出磁场的强度。

其思路应该是用高斯定理计算TCJ4325退磁机磁通量的大小，并与3MT4325球基面磨床的

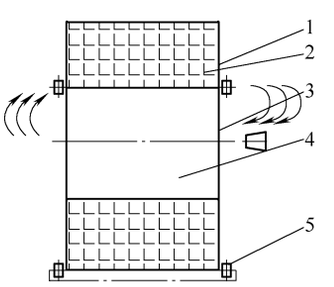


图3 TCJ交变磁场退磁机工作原理
1.上立板 2.线圈 3.下立板 4.套筒 5.螺钉

磁盘磁通量大小比较权衡一下，即：TCJ4325交变磁场退磁机线圈磁通量≥3MT4325球基面磨床磁盘的磁通量。

这里还要考虑滚子经端面磨削后在下料道还有叠加、稀疏、工件大小及传送带运行速度等状况影响，所以退磁机的线圈磁通量还应有一定的裕度。

那么，如何通过磁力的大小来确定线圈的匝数和导线的粗细呢？

根据高斯定理

$$\phi=B\cdot S \qquad (1)$$

式中，ϕ是磁通（Wb）；B是磁感应强度（Wb/m^2）；S是垂直于磁感应强度方向的面积（m^2）。

导出公式

$$B=\mu\cdot IN/C \qquad (2)$$

式中，μ是磁导率（H/m）；I是导线通过的电流（A）；N是线圈匝数；C是圆环形线圈的平均周长（m）。

即：电磁感应强度与线圈的匝数和电流的大小成正比。又根据欧姆定律可知，电流的大小与电阻的大小成反比，电阻的大小与导线的长度成正比，与导线的横截面积成反比。推理可得，电磁感应强度的大小与线圈的匝数有关，且与导线的横截面积大小有关，依此来计算和确定线圈的匝数和导线的粗细。

经过计算和经验法比较，试制的TCJ4325交变磁场退磁机选择线圈匝数为800～1 000匝，导线直径为2.2mm较为合适，并经实践检验效果良好。

3. 结构特点与工作过程

（1）结构特点：它是一款新式双控节能性交变磁场退磁机，与其他机型不同的是其具有节能的特点和磁感应强度的可控性。控制过程的实施是利用机电一体化技术，使用电子监测方式控制运行并能够自动调节两个绕组。

在线圈绕组绕制时，采用主工作绕组（占总匝数的3/4）和辅助绕组（占总匝数的1/4）同时绕制、双抽头各自独立控制的措施，由操作盘电子控制系统监测、JC2-10型磁强仪与FRN1.5G11S—4CX变频器支持的，根据工件规格大小和运行速度，随时调整主辅绕组工作状态以达到节能的目的和退磁的良好效果；同时，可附带人工依据终检反馈信息附加操作的多种模式，确保退磁效果万无一失。

（2）机构工作过程：如图4所示，经3MT4325锥滚子球基面磨床磨削端面后的轴承滚子，经下料道逐渐流入退磁机传送带（有重叠状态），通过传动机构变速后最终以13r/min速度转动的带轮驱动平板式传动带按0.068m/s的线速度运行，将传动带上的滚子带动慢行，在经过退磁机线圈绕组框架时，在其内强大交变磁场的作用下使多余的剩磁退掉，再经传送带送入连线的下级料道做最终的外径磨削，即完成整个退磁的全部过程。

4. 结语

TCJ4325交变磁场退磁机的工作过程是3MT4325锥滚子球基面磨床端面磨削磁化过程的一个逆向作业，如果没有退磁机或退磁机退磁效果达不到要求，那么具有较为领先技术的有磁磨削作业方式和手段将不可能被广泛应用于轴承加工生产中。为此，提高退磁机的使用性能及水平仍是需要继续探索和创新的课题，以便使退磁机的结构和性能达到更高的要求。

参考文献：

[1] 安庆机床厂. 3MT4325锥滚子球基面磨床使用说明书[K]. 安徽：安庆机床厂，1993.

[2] 东北电业管理局用电管理处. 工矿企业电工培训教材[M]. 沈阳：辽宁科学技术出版社，1987.

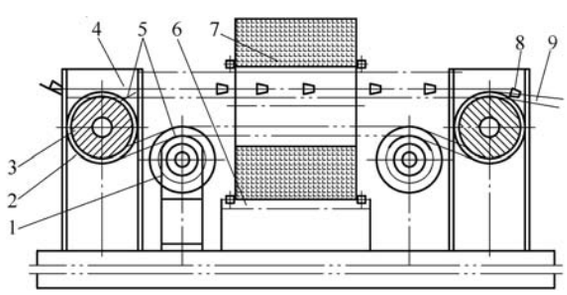


图4　TCJ4325交变磁场退磁机结构简图

1.支撑轮　2.带轮　3.传送带　4.传动支撑架　5.传动机构　6.架体　7.退磁机的线圈绕组
8.需要退磁的轴承滚子　9.下料料道

MW（收稿日期：20151125）

欢迎关注“机工机床世界”微信公众号

“机工机床世界”是金属加工杂志社旗下微信订阅号（账号：MW1950MT），定位于介绍机床产品、机床技术及机床使用技巧等。