

液压

提高磨削精度的液力静压减振尾座

在新研发设计的机床尾座系列产品中，尾座套筒的旋转运动和轴向运动都采用了液力静压径向轴承减振。在这种支承方式的帮助下，磨削出来的轴有着迄今为止从未有过的高精度。因为它有效地平衡了发热所带来的支承状态变化。

文 | Jochen Schönfeld

在 高精度轴类零件的最后一步加工中，轴类零件通常都是装夹在强力车削或磨削机床的主轴和尾座顶尖之间。当轴类零件低速旋转且轴类零件直径不大时，尾座顶尖的顶紧力只在轴类零件上产生不大的压力；这时的磨削机床可以使用不旋转的尾座顶尖，也就是“死顶尖”来夹紧工件。

靠近顶尖处的圆跳动与轴类零件的中心孔对中情况有关，因此中心孔要进行很好地磨削、抛光，并具备良好的润滑。当轴类零件有着直径较大的中心孔和较大的重量或在很高转速下磨削时，就是使用滚动轴承支承的活顶尖。但活顶尖能够达到的圆跳动公差通常超过 $2\text{ }\mu\text{m}$ ；因此活顶尖不适合在圆跳动公差要求小

于 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的高精度磨削加工中使用。

可以达到 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 的圆跳动公差

若尾座套筒要在滑动轴承中有轴向运动，则两者的配合尺寸必定是间隙配合。当处于运动停止状态时，滑动轴承与尾座套筒之间既有摩擦也有间隙。而摩擦会使压力大小不断变化，尤其是当零件的长度尺寸膨胀伸长时。如由磨削加工带来的弯曲、发热，由冷却液带来的冷却收缩。滑动轴承的间隙会带来旋转轴向在 X 轴方向的移动。这就会在相同的磨削位置处磨削出不同的直径尺寸。在长度尺寸较长的圆柱形工件磨削中，尾座套筒的间隙可以通过零件轴向的精调来补偿和平衡，也可以利用球形调心轴承来实现尾座套筒的无间隙支承，但它却因较低的减振性能而降低了磨削加工的质量。

由 Hyprostatik Schönfeld 公司研发生产的新型液力静压尾座的尾座套筒配用的是由凸缘连接的尾座顶尖，这一顶尖在 2 个液力静压径向轴承的支承下旋转，可沿轴向微移。这种支承是一种无间隙且无摩擦的支承方式，并有着很好的减振性能。径向轴承中的液压油压力



图 1 Hyprostatik Schönfeld 公司的磨削加工设备采用了液力静压的支承方式，可以实现圆跳动公差为 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 的磨削精度

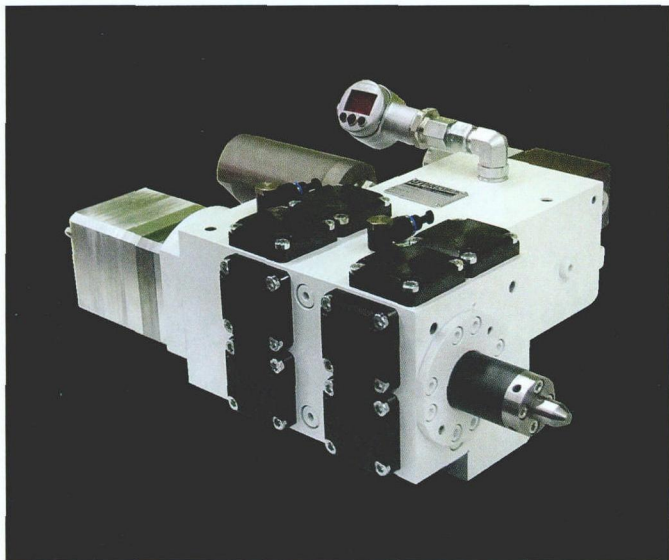


图2 磨床尾座的顶尖直径为 35 mm，适合于零件重量 50 kg 以下的工件磨削

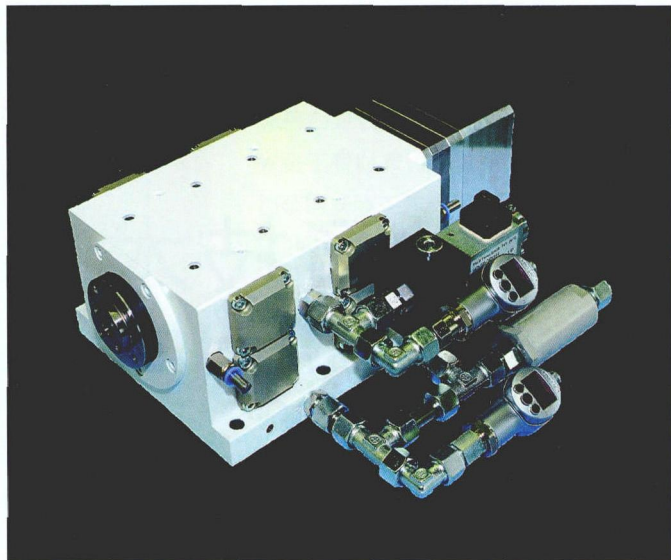


图3 大型尾座的顶尖直径为 70 mm，适合于最大重量 400 kg 的工件磨削

由 PM 步进量调节器调节，因此这些径向轴承的支承刚性非常好。

顶尖回转轴向的圆跳动公差在 $0.2\ \mu\text{m}$ 的范围内。基于如此小的公差，靠近尾座套筒顶尖处磨削零件的圆跳动误差也在 $0.2\ \mu\text{m}$ 的范围内。这就能够实现与零件中心孔质量无关的高精度磨削。在 Hyprostatik Schönfeld 公司和 Kellenberger 公司生产的 Kel-Varia 磨床中也使用了液力静压的主轴和尾座顶尖支承方式，在尾座顶尖处零件磨削的圆跳动公差也达到了 $0.2\ \mu\text{m}$ 的精度（图 1）。

精确调整施加到零件上的压力

由于这种液力静压支承方式不产生轴向摩擦力，因此顶尖施加到需进行磨削工件中心孔的距离可在零至最大夹紧力之间准确的调整。当被磨削工件的长度尺寸发生变化时，如因发热或受力而引起的长度变化，这种没有摩擦力的尾座顶尖都可以在保证夹紧力不变的情况下给予补偿。这样，即便是像曲轴磨削和平衡轴这类形状不稳定的零件也能磨削出非常精确的直径尺寸。

迄今为止，那些莫氏锥度的顶尖不适合在液力静压尾座套筒中使用，因为莫氏锥度对尾座套筒的直径和形状及液力静压轴承的尺寸有着很大的影响。不

同直径包括由硬质合金材料制造的不同直径的顶尖都可以更换成为有中心孔的凸缘连接，在径向调节螺钉的帮助下进行精密的调整和对中。由于顶尖是旋转的，因此也可以磨削大直径的主轴。此时所使用的尾座套筒顶尖应为大直径。带套筒的顶尖即可利用摩擦力带动工件旋转，也可以利用拨盘带动工件旋转。

若尾座套筒顶尖需要旋转动力以便实现与磨床主轴的同步加速或减速时，则可以使用电动机驱动的液力静压尾座套筒，无需增加套筒的长度尺寸，而电动机轴驱动的单传动轴还可以实现尾座套筒的轴向运动。同样，在有行程要求或负载变化要求时，也可以使用这一装置。

当前，工件重量小于 50 kg 时配用的液力静压顶尖的直径为 35 mm，最大夹紧力和最大径向力各为 500 N（图 2）。直径 70 mm 的尾座顶尖产生的最大夹紧力和径向力各为 2000 N（图 3）。

尾座顶尖的轴向行程为 45 ~ 50 mm。符合 VG 32 标准的液压油能够驱动直径 35 mm 的尾座顶尖按照 2000 转/min 的转速旋转，直径 70 mm 的按照 1000 转/min 旋转。液压油的粘度较低时还允许使用更高的转速，提高液压油的压力时可以明显的提高尾座顶尖的夹紧力。

可在外圆磨床和强力车削机床中使用

尾座顶尖的夹紧力即可利用伺服油缸的调节压力来控制也可以利用伺服电动机来控制。这两种施力系统都可以在夹紧零件的施力过程中和零件定位过程中使用。顶尖的轴向定位有绝对位置传感器进行检测。这就能够有效地限制顶尖的行程，并在接触到零件之前制动。

在进行自动上料的大批量生产时，通过对顶尖轴向位置的检测可以准确地评定：顶尖是否在零件的中心孔内？零件的装夹是否到位？加工过程中零件的热膨胀也能够检测出来。从而也就可以有效地控制细长零件的轴向尺寸公差。

当选择的夹紧力较小时，顶尖位置传感器能够识别零件是否在加工过程中被顶出去，从而可以自动地提高夹紧力保证夹紧零件。为了保证在机床设备停止工作时尾座顶尖仍然能够夹紧工件，尾座套筒用弹簧锁紧机构锁紧和固定，锁紧机构用压缩空气进行冷却通风。

Hyprostatik Schönfeld 公司可以根据装夹力的大小、尾座顶尖的转速和行程与几何尺寸为新生产的外圆磨床和二手外圆磨床或强力车削机床研发生产液力静压尾座。MM