差动螺旋传动及摩擦在龙门铣床中磨削机床导轨的应用

大同市东华机械厂 （山西 037036） 吕学成

导轨磨损是机床精度下降的一个普遍现象，有些设备，因产品单一，会造成导轨局部段的严重磨损，从而影响到机床精度下降，加工出的零件达不到要求。对于这类设备淘汰有些可惜，外协维修费用较高，要在本厂维修，导轨的维修工作量约占整台设备维修量的40%左右，如果不具备磨削导轨的条件，依靠人工刮研，其工作量大、劳动强度高、维修周期长，尤其是对于淬硬的导轨面，刮研就显得无能为力了。如何解决导轨面的维修，根据我公司现有的龙门铣床X2020A，设想拆去原装铣削头，安装上一个可以转角度的磨削头，实现维修导轨的以磨代刮研。

1. X2020A龙门铣床磨削时的工作要求

磨削加工属于微量切削，一般情况下粗磨时的背吃刀量 a_p 为0.04～0.08 mm，精磨时的背吃刀量 a_p 为0.005～0.04 mm，而X2020A龙门铣床铣削时的精确进刀是依靠铣削头来进给，而横梁的上下升降只有点动与快速移动，轻点一下，少则零点几毫米，多则几毫米，只适合远距离的快速移动，要想依靠横梁进刀磨削，无法保证精确进刀，而且容易发生碰撞现象。现在将铣削头换成磨削头，还必须有微量进刀机构来完成进刀工作，根据磨削加工中的实际操作要求，微量进刀机构应能满足以下两个方面的工作要求：①当刀具离工件较远时，点动升降按钮快速移动横梁，使刀具距离工件10 mm左右停下，下一步手动微量进刀机构能够使刀具安全地较快地接触到工件作进刀准备。②当刀具接触到工件准备进刀切削时，应用微量进刀机构能够使刀具精确进刀，最小调整精度能达到0.005 mm，才能满足磨削进给的要求。

2. 微量进刀机构的设计原理

根据磨削加工两个方面的工作要求：

（1）应用材料的滑动摩擦与轴承的滚动摩擦来实现微量进刀机构的快速移动与微量进给之间的手动转换，原理如图1所示。因摩擦阻力的大小主要取决于摩擦因数的大小，移动构件中的分合螺母3与轴承支座2之间采用滚动球轴承的安装方式，滚动轴承的摩擦因数 f 为0.002，螺旋副中的螺杆采用45钢调质，分合螺母3采用减磨性能较好的锡青铜，钢、青铜之间的摩擦因数 f 在有润滑剂的情况下为0.10。当分合螺母3与轴承支座2之间的转换装置1的轴销退出时，这时分合螺母3与轴承支座2之间安装的滚动轴承的摩擦阻力远远小于螺杆5与分合螺母3之间的摩擦阻力，所以转动螺杆5会带动分合螺母3及轴承内圈作圆周旋转运动，并同时推动移动构件整体向前较快速地移动，使刀具安全的接触到工件。

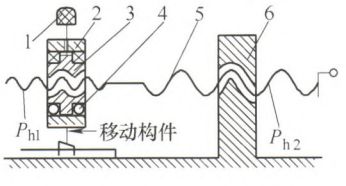


图1 微量进刀机构原理简图

1. 转换装置 2. 轴承支座 3. 分合螺母
4. 轴承 5. 螺杆 6. 固定构件

（2）应用差动螺旋传动原理，即在同一螺杆上的两个不相等螺距（导程）之差，且两个螺距（导程）的旋向相同，可实现微量移动，结构原理如图1所示。当分合螺母3与轴承支座2调节为一体时，这

时转动螺杆 5，移动构件向前移动的方式为微量移动，即可实现磨削加工的精确进刀。

3. 微量进刀机构的螺旋副参数设定

这里微量进刀机构中的螺旋副选用对中性较好牙型角 α 为 30°的梯形螺纹。滑动螺旋副的传动特点是运转平稳，但传动效率低，且在一定的条件下具有自锁功能。为了提高螺旋副的传动效率，螺杆的螺距尽量选用较大的螺距值。

微量进刀机构中的螺杆只作传动运动，轴向无载荷，移动构件的自重约为 20 kg 可忽略不计，故螺杆的强度可不必计算，螺纹直径选择，可根据常用机床的传动丝杠及螺母的加工难易度作为参考，故螺纹中径 d_2 设定为 ϕ30 mm。

微量进刀机构中的螺杆移动方向垂直于机床水平面，为了防止螺杆在没有外力的情况下自行下落，螺旋副必须具有自锁性，螺旋副的自锁条件为螺旋升角 λ 小于摩擦角 ρ。在选择螺距值时，自锁条件为：螺距 $P \leqslant \pi d_2 f/\cos(\alpha/2)$，一般为了安全起见，螺旋副的螺旋升角 λ 还应小于摩擦角 ρ1°～1.5°，所以螺杆具有安全自锁时的摩擦因数为 $f = \tan(\arctan 0.1 - 1.5°) = 0.0736$，将 $f = 0.0736$ 代入公式 $P \leqslant \pi d_2 f/\cos(\alpha/2)$ 求螺距值，得 $P \leqslant 7.183$ mm，将 7.183 mm 归整为整数 7 mm，所以螺杆 P_{h1} 的螺距值设定为 7 mm。

依据差动螺旋的传动原理，螺旋副在微量移动时，螺杆前后两个螺距（导程）P_{h1} 与 P_{h2} 的差值越小，每圈旋转的精度就越高。查看车床铭牌的螺距参数，选择与 P_{h1} 螺距值 7 mm 最接近的一个数值 6.75 mm，故螺杆 P_{h2} 的螺距值可设定为 6.75 mm。如果有的车床铭牌没有 6.75 mm 这一米制螺纹，还可以选择英寸制螺纹、模数螺纹、径节螺纹与米制螺纹之间相互搭配来获得我们需要的螺距差值。

4. 微量进刀机构的进给参数

当手动螺杆作快速移动时，螺杆螺距 P_{h2} 依靠摩擦力带动分合螺母及轴承内圈与其一起旋转，这时向前推进的是螺杆螺距 P_{h1}，刀具快速移动的距离也就是螺杆螺距 P_{h1} 的移动距离。根据前面所设的螺杆参数，计算微量进刀机构的微量进给与快速移动的数值。

（1）依据差动螺旋传动计算公式求微量移动

$$L_w = (P_{h1} - P_{h2})\, n = (7 - 6.75) \times 1 = 0.25\ (\text{mm})$$

微量进刀时，手轮每转一圈，刀具的进给数值为 0.25 mm。

（2）依据普通螺旋传动计算公式求快速移动

$$L_k = P_{h1} n = 7 \times 1 = 7\ (\text{mm})$$

快速移动时，手轮每转一圈，刀具向前移动的距离为 7 mm。

L_w 为微量移动的数值，L_k 为快速移动的数值，P_{h1}、P_{h2} 为螺杆的前后两个螺距，n 为螺杆的旋转圈数。

5. 微量进刀机构转换调节结构

微量进刀机构的转换调节结构（见图 2）是应用推力球轴承 1 与深沟球轴承 12 将分合螺母 3 安装在轴承支座 4 之内，通过调整压盖 11 来调整轴承的间隙，应用压簧螺母 9 来调整弹簧的力度，利用拉手 10 的插拔来转换微量进刀与快速移动。当拉手 10 前端锥度卡在分合螺母 3 直径上的锥度槽中，这时轴承支座 4 与分合螺母 3 调节为一体，转动手轮，刀具的移动方式为微量移动，当拔出拉手 10，并旋转定

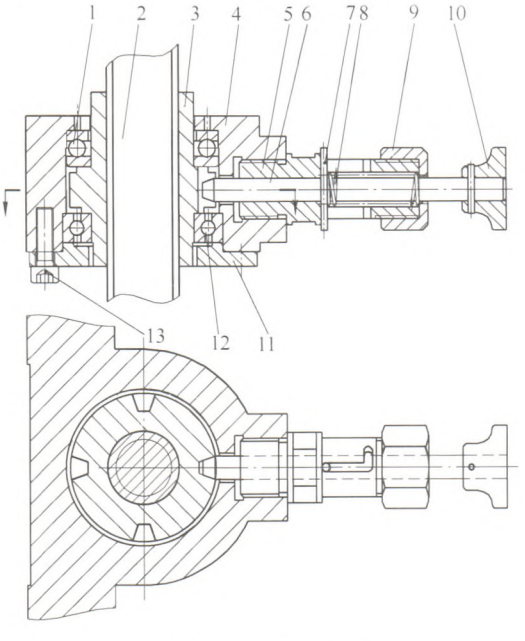


图 2　转换调节结构

1. 推力球轴承　2. 螺杆　3. 分合螺母　4. 轴承支座
5. 拉手座　6. 定位轴销　7. 挡簧销　8. 压缩弹簧
9. 压簧螺母　10. 拉手　11. 调整压盖
12. 深沟球轴承　13. 紧固螺钉

位轴销6，使挡簧销7从竖槽旋转到横槽中，这时定位轴销6的前端锥度退出到分合螺母3的直径外，分合螺母3在螺杆2摩擦力的作用下可随螺杆2作旋转，转动手轮，刀具的移动方式为快速移动。

6. 微量进刀机构尺寸进给的监控

微量进刀机构虽然可以实现尺寸微量进给，但在微调时可能会出现爬行现象，如果没有精确的刻度值显示，只凭操作者的感觉进刀，进给尺寸依然得不到保证。这里设计一个可以夹持千分表的辅助装置（见图3），根据移动构件在固定构件上的行程范围将固定支座2安装在固定构件上的合适位置，用螺钉将其紧固牢靠，然后将支柱3与夹持表臂4及千分表5安装在固定支座上，支柱3可在固定支座2孔内上下移动，夹持表臂4及千分表5可在支柱3的直径上，上下移动、左右回转，这样可以满足移动构件在不同位置上进给参数的测量监控。其缺点是因千分表的测量行程短，必须在微量进刀时把千分表调整好，千分表触头应有2 mm左右的压缩量，如更换工作面时需重新调整。

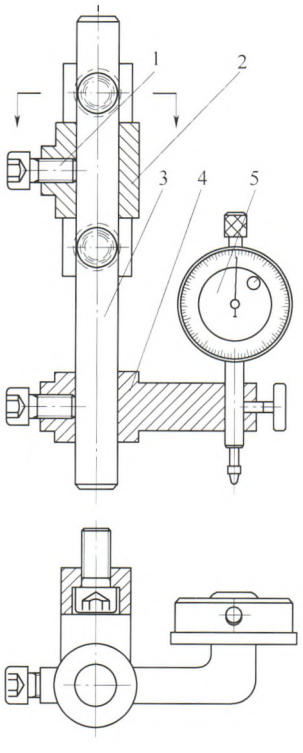


图3　尺寸进给辅助装置

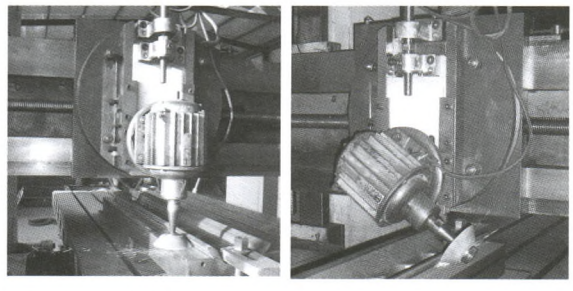
1. 紧固螺钉　2. 固定支座　3. 支柱

4. 夹持表臂　5. 千分表

以上是钟表式指针测量监控，还可应用拉杆式直线位移传感器并配备数显监控仪对进给参数进行测量监控，拉杆式直线位移传感器与钟表指针式相比，其行程的测量范围广，不用经常调整位置，应用数显监控仪要比钟表式指针监控更加直观、易读，投入费用要比钟表式指针测量监控相对多一些。

7. 结语

差动螺旋传动微量进刀机构结构简单、制造容易、操作方便，投入费用少，为本公司自己维修设备提供了有利条件，在维修费用方面节约了一定资金，使一些设备的精度得以恢复，面临淘汰的设备可以重新利用。图4为应用X2020A龙门铣床磨削机床导轨的平面部位与燕尾槽面部位。



（a）　　（b）

图　4

MW　（收稿日期：20140422）

秦川发展与通用电气签订新合同

近日，秦川发展与通用电气能源集团新签订2 000万元的齿轮及齿轮传动部件合同，这是GE与秦川集团继铸造业务之后，合作全面升级，业务范围的再次拓展，也标志着秦川集团近年来潜心转型，谋求机床主机、基础部件及现代、制造服务业三大板块协同发展获得了高端市场的回应。此次秦川发展与GE石油和天然气集团的合作，涉及油田设备特种齿轮箱的人字齿、齿轴零件与整机部件。合作领域的不断拓展，是在经GE能源集团对秦川集团工艺能力、装备水平、质量控制体系等不断认可基础上逐步形成的，为双方长期合作奠定了坚实基础。