数控机床主轴变速齿轮箱换挡互锁机构设计

■ 汉川数控机床股份公司　（陕西汉中　723000）　郭　军　肖宏松　王　雷　杨　鹏

摘要：本文介绍了数控机床三挡主轴变速箱的传动原理，着重讲述了其关键构件换挡互锁机构的设计。

1. 传动设计

轻载数控机床的主轴一般采用直连方式，在高速时机床主轴扭矩较小，低速时也不能提供较大的扭矩。对于加工范围大并要求提供主轴低、中、高三挡扭矩的数控机床，就需要为主轴设计一个三挡变速箱，将主轴电机的扭矩增大来驱动主轴。这个三挡变速箱传动比最好接近等比数列，这样才比较合理。图1所示是我公司设计的某数控机床主轴三挡拨叉齿轮变速箱。

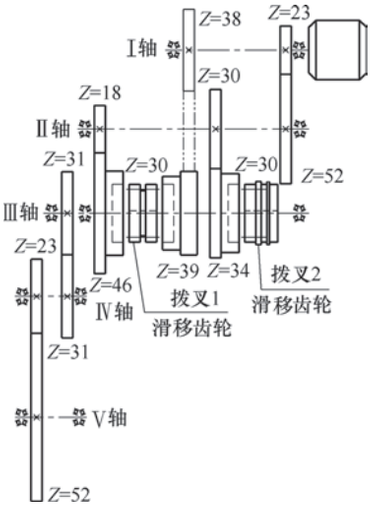

图　1

拨叉1向左移动且拨叉2在空位为一挡，传动比i=（52/23）×（46/18）×（31/31）×（52/23）=13.063；拨叉1在空位且拨叉2向左移动为二挡，传动比i=（52/23）×（34/30）×（31/31）×（52/23）=5.793；拨叉1向右移动且拨叉2在空位为三挡，传动比i=（39/38）×（31/31）×（52/23）=2.320。

为了保证传动的准确性、平稳性、重载荷及低噪声，此三挡齿轮变速箱传动齿轮采用了斜齿

端面。

（2）调整磨削参数，工件经过“对刀—磨削—测量—调整”后，得到了合格尺寸的磨削参数，对电气箱内的时间继电器进行调整，设定好磨削时间。工作时，只需起动电动机，放下磨头砂轮，起动时间继电器，当达到预设时间，电动机在时间继电器的控制下自动停止。这样既降低了操作难度、保证了磨削质量，又提高了磨削效率，收到了半自动控制的效果。

（3）由于工件为铁基粉末冶金材料，磨削温度较高，为避免工件表面烧伤和提高工件两端面的磨削质量，降低磨头砂轮的磨损，在工作台的固定齿圈上设置了4个切削液喷嘴，工作中通过切削液喷嘴连续不断地向磨削区喷浇切削液。

（4）磨头砂轮选用直径300mm、粒度240#的铬刚玉平行砂轮。在磨削过程中应注意及时对砂轮端面进行修整，以保证磨削精度和磨削效率。

该套装置结构简单紧凑，操作简便容易，一次装夹可磨多件，且磨削质量稳定可靠，效率很高，深受韩国客户的好评。

参考文献：

[1] 王先逵. 机械制造工艺学[M]. 北京：机械工业出版社，2003.

[2] 孟少农. 机械工艺手册[M]. 北京：机械工业出版社，2007.

MW（收稿日期：20170210）

轮传动。这就使普通滑移齿轮的换挡方式行不通，且直齿滑移齿轮的换挡方式传动平稳性差、间隙大、易磨损齿且易打齿。故采用主、从齿轮一直啮合并与轴空套，由离合器控制与轴的传动切换方式，但普通的离合器无法满足高精度数控机床主轴变速箱的要求。此变速箱采用三挡变速斜齿轮通过高精度轴承空套在Ⅲ轴上，三组齿轮均一直啮合。拨叉1和拨叉2分别推动两个30齿的直齿滑移外齿轮与30齿的内齿圈充当离合器，滑移齿轮与Ⅲ轴是花键联接，分别将三个挡位变速传递到Ⅲ轴。这样的好处是需要变速的齿轮一直啮合，传动精度高、齿轮磨损小且不会打齿，传动平稳。而30齿的内外齿轮充当离合实现转速的切换，由于是全齿啮合，故传动刚性大、间隙小，即使局部齿轮磨损也不会使间隙增大，寿命长，不易打齿，换挡时间短。

2. 互锁机构设计

此变速箱需要两个控制轴来控制两个拨叉实现三挡变速，用多个拨叉来回移动控制多个滑移齿轮离合到达合理位置，来满足多级变速的需要。多个滑移齿轮之间必须满足一定的逻辑关系。多个主传动齿轮同时与同一个轴上多个从动齿轮啮合，若发生多个滑移齿轮离合同时向Ⅲ轴传递运动的情况，会出现非常严重的后果，轻则导致滑移齿轮损坏，重则会使整个齿轮箱报废。所以必须进行互锁设计，为此该变速齿轮箱专门设计了两层互锁保护，第一层为机械式互锁机构，第二层为电器系统互锁保护，保证变速机构的绝对安全可靠。

该数控机床主轴变速箱研发的换挡变速机构增加了互锁圆柱销，如图2所示。在当前的状态下，活塞2左侧供油，则轴1推动拨叉停在中位空挡；若活塞2不供油，活塞1右侧供油，则轴1推动拨叉向左移动至一挡i=13.063；若活塞2不供油，活塞1左侧供油，则轴1推动拨叉向右移动至三挡i=2.320；当轴1换挡时，轴2必须位于空挡位置。由于圆柱销上端面被轴1外圆向下顶，正好卡在轴2的120°V形槽处，轴2被完全固定，不能移动。即使在机床调试或使用中，电器互锁出现故障以后，两个换挡控制轴均不能违反上述逻辑关系而移动。两个主传动齿轮不能同时将旋转运动传递给轴3，保证了减速箱的安全旋转。同理，当活塞3右侧供油推动轴2向左运动，轴2外圆顶住圆柱销的下端面，圆柱销卡在轴1的120°V形槽里，从而实现轴2移动，轴1必须位于空挡的固定位置。实现轴1和轴2之间的换挡互锁，此时为二挡i=5.793。这种互锁换挡装置保证了变速箱在任何情况下，只会通过滑移齿轮将一种运动传递给轴3，确保了整个齿轮箱的安全。

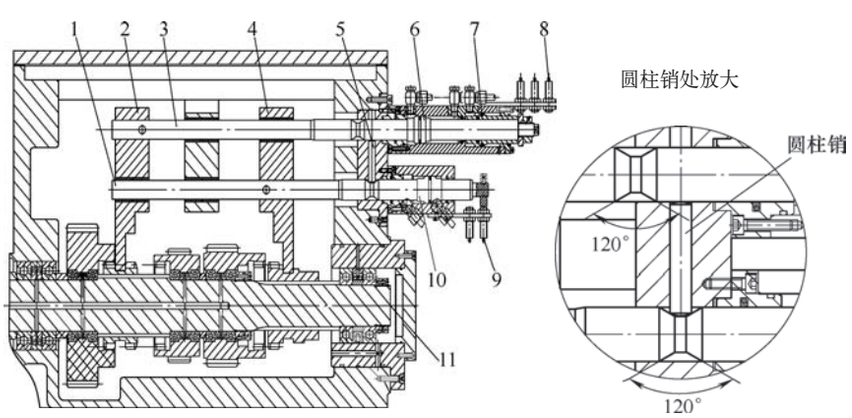

图 2

1.轴2 2.拨叉1 3.轴1 4.拨叉2 5.圆柱销 6.活塞1 7.活塞2
8、9.电器互锁感应开关 10.活塞3 11.轴3

3. 结语

对于有多个拨叉实现换挡变速的齿轮箱，有时它们之间有一定的逻辑关系，若多轴同时换挡，则有可能发生齿轮箱的损坏。为此必须设计换挡互锁装置，保证一个轴上只有一个运动的输入。有的换挡变速齿轮箱，仅设计了一层电器互锁保护，若在电器调试或电器故障时，有可能导致互锁失败，造成变速箱的损坏。我公司某数控机床主轴三挡拨叉齿轮变速箱换挡时，不仅有电器换挡互锁，还设计了圆柱销机械互锁装置，结构简单、安全可靠，满足了换挡互锁要求。

参考文献：

[1] 陈心昭. 现代实用机床设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2006.

MW（收稿日期：20170109）

万方数据