

机床六工位转塔动力刀架的设计

福建铁路机电学校 (福州 350013) 苏晓晖

针对孔的加工工艺特点,笔者设计了一种转塔动力刀架,可同时安装多把刀具。工件在一次安装中,通过刀架的自动转位,多把刀具能分别对零件进行钻、扩及铰等加工,在提高被加工零件加工精度的同时,还可提高生产效率和工人操作的安全性,继而为企业节约了生产成本和机械维修维护的费用。

1. 设计要求

转塔动力刀架要求动作平稳,转位准确,回转分度误差 $\leq \pm 3''$,刀架能根据需要自动转位,并在转位后提供动力驱动主轴转动。根据这些情况设计的六工位转塔动力刀架,可安装在组合机床及卧式车床上使用。

2. 设计方案

(1) 抬起机构 抬起机构由一个非标件的液压缸来完成上刀架的抬起和下降动作。液压缸进油时,液压油压力使得上刀架随同液压缸抬起,接到转位结束后,卸去油压,在碟形弹簧的压力和自重的作用下,上刀架下降。

(2) 转位机构 上刀架的转位依靠一非标件的 60° 扇形液压缸完成。液压缸的一端进油推动扇形活塞摆动,带动中间轴抬起缸活塞及上刀架完成 60° 旋转,回转分度误差 $\leq \pm 3''$ 。

(3) 夹紧机构 上刀架靠碟形弹簧的预紧力和自重分力作用在上刀架和下刀架的结合锥面上,形成夹紧力。

(4) 行程限位机构 行程限位机构给动力刀架提供下一个动作信号,使其按照既定的动作流程做出反应。

(5) 液压系统 两个液压缸和相应的阀组成了动力刀架的液压系统,提供抬起和转位的动力。

(6) 密封系统 保证液压油的压力,并防止外界污染物进入。

由这六个部分和电动机及传动件组成的转塔动力刀

架(见图1),完成抬起、转位、落下、夹紧四个转位换刀动作和加工。其动作流程图如图2所示。

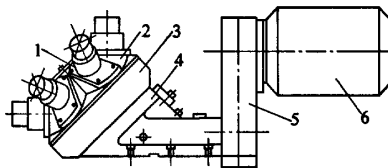


图1 转塔动力刀架布局

1. 主轴 2. 上刀架 3. 下刀架 4. 底架 5. 带传动箱 6. 电动机

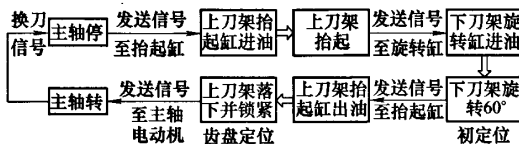


图2

结构中有两个设计难点,即刀架的定位、主轴头齿轮与传动轴齿轮的脱离及啮合。本文对关键部位的设计作如下说明。

3. 定位装置设计

根据转塔刀架加工特点,采取初定位与精确定位两个阶段达到回转分度误差 $\leq \pm 3''$ 的要求。初定位阶段在上刀架抬起开始,外置传感器控制下刀架旋转缸进油推动扇形活塞旋转,并带动上刀架旋转 60° ,这一阶段起到大致定位的作用。精确定位阶段是在上刀架落下后与下刀架间齿盘啮合,从而实现精确定位要求。

(1) 传感器定位 由于机械式行程开关的灵敏度较差,且大部分是接触式的行程开关,长时间使用,会因为摩擦损耗而使其失灵。采用传感器可避免上述问题,本例使用两个传感器来限制上刀架的抬起位置和上刀架的转位角度,保证动作的准确性。由于是初定位阶段,对传感器的定位精度也不需要很高,只要保证从动齿轮

脱离啮合并滑出导向齿轮即可。

(2) 齿盘定位 目前在动力刀架中使用的定位方式有圆销定位、齿盘定位、钢珠定位及反靠定位等。现就应用较为普遍的圆销定位方式和齿盘定位方式作一个对比。

方案一：圆销定位结构简单，经济性较好，但分度、定位精度不高，取决于加工和安装精度，且对圆销和弧槽耐磨性要求较高，加工难度大。

方案二：端面齿盘定位结构具有分度准确、重复定位精度高、能自动定心、无角位移空程、齿面磨损对定位精度基本不影响、承载能力强、定位刚性好、使用寿命长等其他分度、定位装置不具备的独特优点。但这种结构的缺点是经济性不高，加工难度较大且没有自锁功能。

方案三：锥面齿盘定位（见图3）是方案二的改进，即将平面的齿盘改成锥面形式，从而具备了自锁功能，这一点对于需要45°放置的结构来说尤为重要。

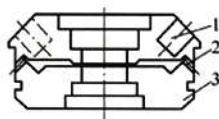


图3 锥面齿盘定位

1. 上刀架 2. 锥面齿盘
3. 下刀架

作为转位时的精定位，定位精度要求 $\leq \pm 3''$ 。比较上述三种方案，最终选择方案三作为最终方案。应注意，所选方案中锥面齿盘2是以齿圈形式用定位销和螺钉镶嵌在上刀架1和下刀架3上的。但由于上下齿盘只作定位不传递动力，因此不考虑它的齿面接触疲劳强度和齿根弯曲疲劳强度，只需保证分度精度和齿面的耐磨性。齿盘的分度精度靠自身参数确定。为避免齿盘啮合时碰齿，选齿盘法向齿形角 $\alpha = 60^\circ$ 的鼠牙齿形。

4. 主轴头与传动轴齿轮传动的设计

此设计中的主轴头与传动轴间的齿轮传动不同于其他装置，它有两种状态：加工时，处于啮合状态；换刀时，需要脱离啮合状态。这就对结构的设计要求很高。如图4设计一个锥齿轮3作为两传动齿轮脱离啮合后的二次啮合的导向，它与传动轴齿轮5以导向销1连接，每次换刀后，主轴头齿轮4从导向齿轮的齿间滑入传动轴齿轮与其啮合。而导向齿轮会受到摩擦力作轴向移动，轴端的碟形弹簧2使其沿导向销复位。

根据总体结构，设定两啮合齿轮的中心距 $a = 50\text{mm}$ ，

已知输入的转矩 $26\text{N} \cdot \text{m}$ ，主动轮转速 $n = 1440\text{r/min}$ ，传动比 $i = 1$ ，工作寿命假定 $9.6 \times 10^6\text{h}$ ，有轻微振动。由接触疲劳强度算得的模数 $m = 2$ ，选择传动齿轮的齿数为 $z_1 = 25$ ，导向齿轮的齿数、截面的齿形角、模数以及截面形状与传动齿轮都相同，且做同样的热处理。

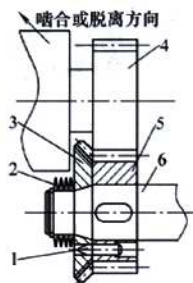


图4 齿轮啮合

5. 其他结构设计说明

转塔动力刀架的主要装配结构如图5所示，选型说明如下。

(1) 上刀架碟形弹簧的选型 因夹紧需要，非换刀期间碟

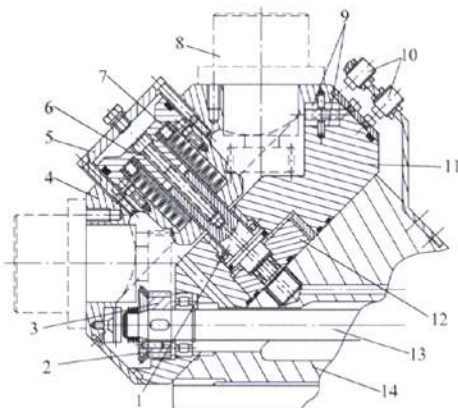


图5

1. 中间轴 2. 导向齿轮 3. 齿轮 4. 上刀架 5. 抬起缸
6. 活塞 7. 碟形弹簧 8. 主轴头 9. 上下锥面齿盘
10. 传感器 11. 下刀架 12. 回转活塞 13. 传动轴 14. 底座
形弹簧7始终处于压缩状态，提供轴向压力使上刀架4与下刀架11通过锥面齿盘9啮合更紧密，不会因为受到冲击发生错位。换刀时上刀架抬起时，碟形弹簧需要克服液压力作压缩运动，这对液压油压力有较大的要求。经过上述分析，决定选用C系列的碟形弹簧，由于空间较小，选用9对（18片）对装碟形弹簧装，满足上刀架的运动行程，并保证上下刀架齿盘的啮合不会发生相对位移。

(2) 液压缸的设计 结构中有两处用到液压缸，一是抬起缸，二是摆动缸。抬起缸的作用是利用液压力将上刀架抬起，脱离传动齿轮3和定位齿盘9的啮合，为

转动做准备。此处液压缸要求活塞6不作轴向移动。在充油时,液压缸带动上刀架4及上刀架部件沿中间轴1抬起,抬起液压缸合用进、出油孔。在液压缸抬起时,液压油需要克服上体及上部部件的自重分力和碟形弹簧7的压力。摆动缸作用利用液压缸的一端油孔进油推动扇形活塞摆动,带动中间轴、抬起缸活塞、上刀架完成60°旋转。

(3) 电动机及传动链选择 动力刀架主要用于加工小孔,所要求的转速不宜过高及过低,为使结构紧凑,没有设置中间减速环节。按照工作要求和条件,选择较小转速的电动机Y系列三相异步电动机。带传动通常有四种选择,平带柔性好,但摩擦力较小,传递的功率小;V带摩擦力大,但柔性较差,在使用多根时,难以保证长短一致,而使各根受力不均;同步齿形带则使用在传动比要求严格,中心距及其尺寸稳定性要求较高的场合,用在此处经济性不高。鉴于以上分析,结合动力刀架要求传递功率较大和结构紧凑的使用环境,最终

选用多楔带传动,它兼有平带柔性好和V带摩擦力大的优点,并解决了多根V带受力不均的问题。

6. 结语

相比传统的刀架,本例设计有以下几点创新:

(1) 设计中采用了电子行程开关(即传感器)作转位粗定位,鼠牙形锥面齿盘挤压精定位,使得刀架的回转分度误差达到 $\leq \pm 3''$ 的精度。

(2) 由于转塔刀架中上、下刀架呈45°放置,采用锥角为45°的锥面端齿盘在起到定位作用的同时还可以减轻上刀架及上刀架零部件自重对中间轴的压力。

(3) 采用了锥角为45°的导向齿轮作为主头头齿轮脱离啮合和二次啮合的导向基准,避免因啮合错位而碰齿。

(4) 采用了扇形液压摆动缸来实现上刀架的转位,冲击和噪声小,对中间轴的强度要求降低。MW

(收稿日期:20101203)

加工超限小径齿轮用胎具设计

新乡日升数控轴承装备股份有限公司 (河南 453003) 张 党

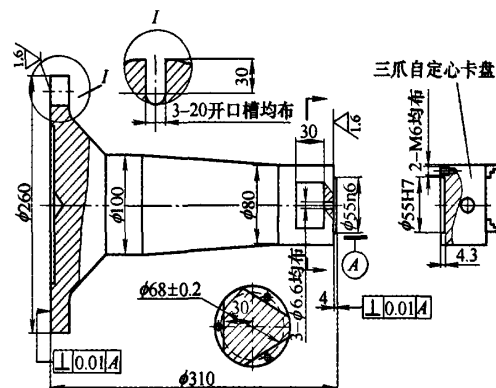
多年来,针对我公司齿顶圆小于 $\phi 40\text{mm}$ 的斜齿轮和齿顶圆小于 $\phi 30\text{mm}$ 的齿轮轴,在制齿环节上一直是一个难题,由于加工范围受限,这类零件只能靠外协加工,成本居高不下。另外,设备任务不足时,在承接外协任务方面也经常受限。

滚齿机工作台上面的滚齿胎是随机带的,加工范围一定,在加工超限的小直径齿轮时,滚刀还没有碰到齿坯外径,滚刀架就已经碰到滚齿胎。为解决这一问题,我们考虑在Y38滚齿机上增加一个胎具,以解决小直径类齿轮加工。

设计滚齿胎具如附图所示。

将胎具左端面紧贴工作台,通过20mm开口槽与Y38滚齿机把合在一起,胎具右端3个 $\phi 6.6\text{mm}$ 孔与三爪自定心卡盘把合在一起。

通过三爪自定心卡盘装夹工件。



滚齿胎具

加工了几批零件,全部合格,解决了加工小径斜齿轮和齿轮轴的难题。MW (收稿日期:20101116)