

圆锥滚子贯穿磨削方法研究

瓦房店轴承集团公司 (辽宁 116300) 李 智

在磨削圆锥滚子外径表面时,采用精度好的夹具定位,因其定位精度较高,装夹方式合理,故在滚子外径生产加工中起到了重要的作用。如果所用工装精度不好,导致工人频繁修整砂轮,既造成了环境污染,又造成了砂轮极大的损耗浪费,影响了工人的身体健康,严重影响滚子产品质量,也影响了滚子的生产周期,这是一个需要注意的问题。

1. 圆锥滚子贯穿磨削加工调整

从某种推力圆锥滚子初次试验结果来看,由于滚子直径变动量 VD_{WP} 、圆度误差 ΔC 大多数没有达到工艺要求,经过对机床仔细查看滚子托板、螺旋导轮状况,发现托板倾角 30° 表面不平,托板出现弯曲现象。托板是用 M7475 平面磨削,托板表面纹路是横向磨削纹路,表面粗糙度不好。因此首先要解决滚子直径变动量、圆度误差难以达到工艺要求的难题。

滚子中心高 H (见图 1) 是一个重要的调整参数,对滚子的圆度误差和直径变动量有很大影响。若升高滚子中心高时,纠正滚子圆度误差的能力就增大;反之,若降低滚子中心高时,纠正滚子圆度误差的能力就减小,中心高 H 根据滚子直径大小而定。一般取 $H = (1/4 \sim 2/3) D$,大滚子可取 $H = (1/4 \sim$

$1/2) D$ 。式中 D 为滚子大头直径, H 为滚子大头中心至砂轮轴心线的垂直距离。由于导轮是用磨料制成,可以任意修整,导轮的摩擦系数比贯穿磨削的螺旋轮大,因此加工出的滚子精度较高。滚子中心高是一项对磨削质量起关键作用的参数,实践证明,滚子中心高 H 太大,滚子处于一种不稳定的磨削状态,使滚子的加工表面圆度误差大;若 H 太小,滚子的直径变动量变大以及出现其他缺陷,这主要取决于操作者,以操作者的耐心调整为前提。圆锥滚子贯穿磨削法,是将无心磨床的导轮换成用特殊铸铁或钢制造的螺旋导轮 (见图 2),在自动送料装置的传动下,将被加工的滚子送入螺旋槽中。

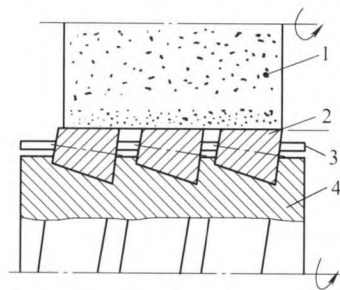


图 2

1. 砂轮 2. 圆锥滚子 3. 托板 4. 螺旋导轮

螺旋导轮槽有角度,其大小与滚子的锥角相适应 (大约等于滚子的锥角),使滚子的素线平行于磨削轮的素线;当螺旋导轮旋转时,滚子在螺旋槽中一面旋转一面前进,以实现贯穿磨削。其磨削原理与套圈无心外圆磨削原理基本相同,下面简单介绍一下托板和螺旋导轮。贯穿磨削圆锥滚子时,所采用的有上、下两块托板,下托板起着支承滚子的作用,使滚子压向导轮并使滚子中心线高出两轮中心连线的高度为 H ;上托板引导滚子和防止滚子在磨削时跳动。上托板与滚子间隙 a 的选择原则是使滚子

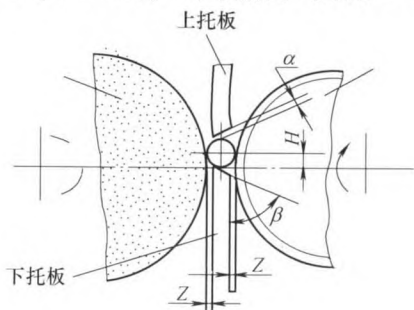


图 1

顺利通过，并使滚子的大头和小头没有磨伤。滚子直径为4~16mm时，其间隙选0.3~0.5mm；滚子直径为10~25mm时，其间隙为0.5~0.06mm。磨削轮和下托板的间隙 C 是磨屑和切削液通过的地方， Z 是滚子和下托板的接触线的位置，它们互相制约。调整 Z ，使滚子的1/3在磨削轮与接触线（滚子与托板接触线）之间。

2. 圆锥滚子贯穿磨削工装制作

无心磨床托板斜角 β 对滚子磨削质量也有很大影响， β 减小则 K 值（圆度误差）增大，纠正圆度误差的能力就减小；同样滚子中心高 H 值减小，纠正滚子圆度误差能力也减小。但如果 H 值太大，螺旋导轮带动滚子旋转的铅重分力就太大，易于造成滚子中心跳动，这样磨出滚子的圆度也容易超差。间隙 a 太大，托板强度减弱，对磨削滚子也是不利的。托板的角 β 一般取 30° ，修磨滚子时 β 取 45° 。因为 β 角增大时，滚子与导轮之间的作用增大，导轮驱动滚子均匀旋转，这对修磨滚子有很大作用。圆度误差容易修整（ β 角等于 25° 时，对消除七棱波有效； β 角等于 45° 时，对于消除三棱波和五棱波有效； β 角等于 30° 时，对消除九棱波有效）。试验时只有一种 30° 的托板，由于此滚子为推力型大锥角圆锥滚子，半锥角为 $4^\circ 20'$ ，托板的角要加大，托板就要有足够强度，因为托板的厚度与螺旋导轮挡边高度有关，约为滚子直径的 $1/3 \sim 1/2$ ，大直径滚子可适当加厚。因滚子大头直径为 $\phi 43.5\text{mm}$ ，分别设计了三种托板角度斜坡线分别与水平方向夹角为 25° 、 30° 和 45° ，材料为Cr15，托板厚度均为22mm，高度分别取125mm。三种角度托板制造不采用M7475平面磨床磨削，那样托板表面纹路是横向的，表面粗糙度值较大，应采用大行程往复磨床直线磨削，保证了托板表面粗糙度及磨削纹路为纵向，以减小滚子前进时阻力及增加滚子运动的平稳性。

为了使滚子前进以实现磨削，建议应将螺旋导轮向下倾斜 α 角度。 α 角大，滚子前进速度快，适用于粗磨外径； α 角小，滚子前进速度慢，适用于精磨外径。粗磨外径时， α 角可取为 $1^\circ \sim 2^\circ$ ；精磨外径时， α 角可取为 $0^\circ \sim 30'$ ，导轮修整器的角度与 α 角相同，导轮的转数对滚子圆度误差有很大影响，应根据加工情况合理选择。由于此滚子半角为 $4^\circ 20'$ ，

属于大锥角圆锥滚子，所以上述 α 角度值应适当增加，操作者要根据滚子加工情况适当调整合理选择。

一般说法是螺旋导轮自身的角是 $\phi = 2A$ ， A 为圆锥滚子半锥角，这是一个简便而又粗略的说法。其实，只有当滚子、砂轮、导轮三者的中心高相等，并且托板又倾斜一个角度，使三者中心线平行的时候， $\phi = 2A$ 才真正成立。而在贯穿磨削圆锥滚子时，托板是平的，即滚子中心线与砂轮、导轮的中心线不平行，并且滚子中心又高出砂轮、导轮的中心，所以螺旋导轮的角度必须加以修正。修正值的计算是一个比较复杂的问题，目前尚未解决。理论分析与实践都告诉我们：螺旋轮角度的修正值与滚子的直径、长度、角度、滚子的中心高有关，并且与机床的情况有关。所以修正值要凭实际经验确定。通常的情况修正值为滚子的大头比小头大 $0.05 \sim 0.15\text{mm}$ 左右。粗磨是修正值还要大些。中心高越高，修正值越大。圆锥滚子的角度差主要是由螺旋导轮的角度决定的，因此磨削中发现角度差超过时，应根据超差的大小决定调整的方法。当滚子的角度差超出 $0.02 \sim 0.03\text{mm}$ 时，应重新磨削螺旋导轮的角度，即调整修正值。当滚子的角度差超差较小（ $0.02 \sim 0.03\text{mm}$ 以内）时可调整滚子中心高，即升降托板。滚子大头大托板向下降，滚子小头大托板上升。所以，磨削圆锥滚子中心高的确定要充分考虑到这一因素，就是在加工时留有调整的余地。

3. 砂轮的选择及磨削量分配

砂轮线速度越高、砂轮越宽则加工的滚子表面粗糙度值越小。因为宽砂轮使磨削区域增长，滚子在磨削区域内旋转的次数增加。砂轮消耗时应注意及时调整砂轮线速度，砂轮线速度提高，单位时间内砂轮与滚子的表面接触频次增加，宽砂轮使单个磨粒的切削厚度变薄，切削力和磨削热减小，滚子表面的磨痕深度减小，从而使滚子表面粗糙度值减小。砂轮的修整十分重要，砂轮修整时金刚笔尖应低于砂轮中心 $1 \sim 2\text{mm}$ ，避免修整砂轮时金刚笔尖镶入砂轮中出现螺旋纹。修整砂轮时最后要进行几次无进给，这会使砂轮修整效果更好，这一点应引起注意。

采用橡胶（WA150粒度、中软1）400mm宽砂轮，试验在反复修整砂轮的条件下，细磨外径工序滚

利用三轴铣加工中心加工两轴线相交外圆上的凸台

湖北三江航天江北机械工程有限公司 (孝感 432000) 王 斌

某型号发动机后封头零件为两轴线相交回转体, 该零件对两相交轴线角度和零件各高度尺寸要求高。其外形如图 1 所示: 在回转体外圆面上有凹凸型面, 由于外圆轴线相交, 加工凹型面时存在加工过切干涉, 因此该面加工时, 除设备的 X、Y、Z 轴联动外, 还需有 A、B 两角度轴变换, 通常工艺方法使用五轴联动 (或具有五轴) 设备进行加工。由于公司无五轴及以上数控设备, 因此实现加工很困难, 只能借助工装在三轴立式铣加工中心上进行加工。



图 1

1. 零件工艺分析

零件结构如图 2 所示, 零件上的 ($\phi 540$ mm)、 $\phi 560$ mm、 $\phi 600$ mm 为同心外圆, $\phi 540$ mm 外圆与

($\phi 540$ mm) 外圆相交, 轴线夹角为 $\alpha \pm 2'$, 在 ($\phi 540$ mm) 和 $\phi 560$ mm 外圆上有 3 个不同高度, 外圆同为 $\phi 600$ mm 的凸台。

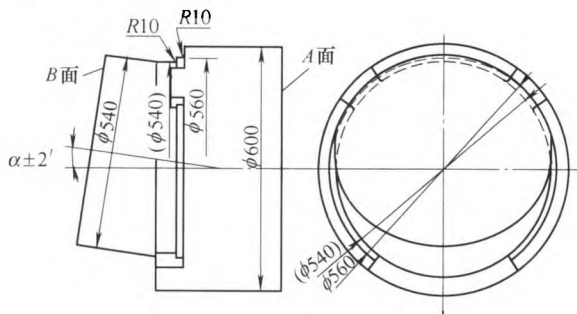


图 2

其工艺特点如下:

(1) ($\phi 540$ mm) 和 $\phi 560$ mm 外圆上有凸台, 须采取铣削加工成形。

(2) 轴线夹角为 $\alpha \pm 2'$, 加工精度较高, 靠辅助

子直径变动量 VD_{WP} 、圆度误差 ΔC 为 $4 \sim 5 \mu\text{m}$, 随后滚子外径出现棱子, 原因就是螺旋导轮滚道磨削表面有“振纹”, 其滚子外径就不可避免地要“复映”振纹, 造成滚子外径产生棱子, 说明与机床配套的螺旋导轮精度差导致机床存在着不稳定性。所以说, 用贯穿法磨削滚子时, 螺旋导轮是一件非常重要的工具, 滚子定位精度、螺旋导轮的安装精度及维修精度将直接影响滚子的加工质量。螺旋导轮是圆锥滚子贯穿磨削的主要工具, 它对滚子的加工质量影响最大。螺旋导轮的质量对滚子加工质量有直接影响。螺旋导轮的质量应保证以下几个内容: 螺旋槽角度应当准确, 表面粗糙度值小, 无明显的振纹及缺陷, 螺旋导轮内孔和螺旋槽应当同轴度。

由于初次粗磨滚子外径尺寸及圆度误差散差太大, 批量加工时应先选择滚子外径尺寸及圆度误差值, 要在同一台机床上进行粗、细、精、终磨削加

工, 粗、细磨削量为 0.06mm 为宜, 精、终磨削加工按正常磨削量。由于是滚子直径为 $\phi 43.5\text{mm}$ 的 I 级大锥角圆锥滚子, 精、终磨削加工时螺旋导轮转速要适当减慢, 螺旋导轮速度合理选择。终磨降低纵向进给速度。即使金属螺旋导轮的转速减慢增加磨削时间, 但如果滚子纵向进给速度过慢, 也会导致滚子精度降低, 所以, 精或终磨外径时, 采用导轮转速 $20 \sim 30\text{r/min}$ 为宜。采用三种倾斜角度新托板进行批量细、精、终磨外径, 细磨采用不同角度新制托板, 主要是保证滚子直径变动量 VD_{WP} 、圆度误差 ΔC 都能达到工艺要求, 也就是为终磨滚子加工奠定好的基础。因此, 进行终磨加工滚子外径时, 应采用手工油石修磨螺旋导轮大挡边平面, 以改善大挡边平面的表面粗糙度, 并仔细修整螺旋导轮角度及螺旋导轮槽底部的表面粗糙度。MW

(收稿日期: 20130916)