偏心轴车削加工的三种方法

江苏多棱数控机床股份有限公司 （常州 213012） 夏向阳

根据笔者的经验，在车床上加工偏心轴类零件有以下四种方法：双顶尖法、三爪自定心卡盘加垫片法、偏心轴套法、偏心轴套加胀紧套法，其中双顶尖法较简单且加工精度不高这里不作具体介绍，下面就另外三种方法作详细的分析。

1. 三爪自定心卡盘加垫片法

最传统的偏心轴车削方法为三爪自定心卡盘加垫片法，如图1所示，在三爪自定心卡盘上任取一个卡爪，在卡爪与工件 ϕD 圆柱面之间垫上一块厚度预先计算好的垫片，垫片厚度可按下式计算：

$$x = 1.5e + k$$

$$k = 1.5\Delta e$$

$$\Delta e = | e - e' |$$

式中 x——垫片厚度

e——工件偏心距

e'——试车后实测工件偏心距

k——修正系数

Δe——试车后偏心距的误差值

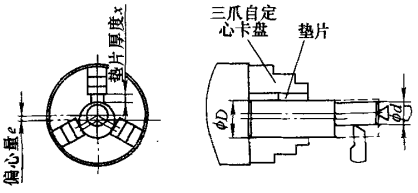


图1 三爪自定心卡盘加垫片法图示

下面以图1所示的工件为例来说明一下垫片厚度的整个计算过程，$\phi D = 30$mm，$\phi d = 18$mm，$e = 4$mm，则

时视线受影响的困难，要采用分层切削法，先将螺纹部分车至一定的深度后，利用借刀法分别向两侧“排刀”车削（使螺旋槽成台阶形状），这时螺旋槽的排屑既顺利，有利于操作者的视线观察，还可提高工件的实际加工强度，避免了直进法车削时因阻屑产生的“打刀”现象。另外，控制车床操纵离合器正、反车的摩擦片应调整得松紧适当，以提高退刀和停车的准确性。

特别提示：对于闭合螺母间隙较大的车床，一定要配上闭合螺母挂砣，防止车削过程中闭合螺母自动跳起而造成事故。

② 进、退刀准确性的保证。小径较小的螺旋推进器，精车时，因受后顶尖的影响，往往会出现进刀困难或根本无法进刀的问题，解决问题的方法有：a. 中心孔可钻得小一些；b. 将后顶尖更换为带台阶的固定顶尖；c. 将工件的螺纹一端面加长3～5mm，长出部分车成小于螺纹小径的尺寸，留作进刀位置，工件加工完毕后截去；d. 因螺纹深度较深，需经多次反复车削，为防止中滑板多进一圈将工件顶弯造成事故，还可以在中滑板旁边放置一物作为进刀的参照物，提高进刀的准确性；e. 精车螺纹时，因退刀的空间较小，很容易与工件的柄部发生碰撞，为降低操作者的紧张情绪，可将操作杆离合器调整到可以“溜车”的松紧程度，以提高退刀的准确性；f. 批量车削时粗、精车分开，以便消除粗加工时工件的内应力，减少工件的变形。

③ 大径尺寸和位置精度的保证。因工件螺纹大径和柄部均留有精车余量，所以测量大径时，可以利用外径千分尺配合辅助测量板（测量板要求平直、尺寸准确；测量时，测量板平放于两牙型顶端），大径的实际尺寸等于外径千分尺的读数减去测量板的厚度，大径精车完毕后，工件可装夹在两顶尖间车削加工柄部，以保证同轴度要求，若夹持柄部可用鸡心夹头，若夹持螺纹大径可用加工好的内孔略大于螺纹大径的开缝套，并借助对分夹头加紧，从而完成螺旋推进器精车外圆的车削加工，保证位置精度要求。

（收稿日期：20070518）

$x = 1.5e + k = 1.5 \times 4 + k = 6 + k$，按照计算厚度 1.5 × 4mm = 6mm。预选 6mm 厚垫片在卡爪上垫好后试车，测出试车后的实测偏心距为 $e' = 3.9$mm，$\Delta e = |e - e'| = 4 - 3.9 = 0.1$（mm），$k = 1.5\Delta e = 1.5 \times 0.1 = 0.15$（mm），所以 $x = 1.5e + k = 1.5 \times 4 + 0.15 = 6.15$（mm），6.15mm 就是修正后的垫片厚度，也就是图 1 所示的工件采用三爪自定心卡盘加垫片法车削时要加的垫片厚度。

此法加工出来的产品质量较差，偏心轴的偏心量 e 的尺寸精度以及两轴中心线的平行度难于保证，易出废品，而且需要试车、测量、计算后才能确定最终的垫片厚度，生产效率较低，只适宜单件生产时采用。

2. 偏心轴套法

如图 2 所示，在工件 3 加工至大端 ϕD 的外圆尺寸后，将其插入偏心轴套2的 ϕD 的内孔中，然后用三爪

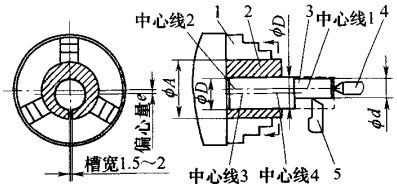


图 2　偏心轴套法图示

1. 三爪自定心卡盘　2. 偏心轴套　3. 工件（偏心轴）　4. 顶尖　5. 车刀

自定心卡盘夹紧偏心轴套 2 的 ϕA 的外圆。由于偏心轴套 2 轴向开有 1.5 ~ 2mm 的槽，偏心轴套受到三爪自定心卡盘卡爪的夹紧力后会自动收紧并夹紧工件 3，此时即可车削工件 3 的 ϕD 端外圆至尺寸。偏心轴套 2 的 ϕA 的外圆的中心线 2 与工件小端外圆 ϕd 的中心线 1 同轴，偏心轴套 2 的 ϕD 的内孔的中心线 4 与工件大端外圆 ϕD 的外圆中心线 3 同轴，偏心轴套外圆上沿轴线方向开有 1.5 ~ 2mm 的通槽，此槽的作用是使偏心轴套受到三爪自定心卡盘卡爪的夹紧力后自动收紧并夹紧工件。此法比三爪自定心卡盘加垫片法提高了生产效率，缩短了校正和计算时间。但由于偏心轴套轴向开有通槽，夹紧工件时偏心轴套会产生变形导致对中性受到影响，使偏心轴的偏心量 e 的尺寸公差和两轴中心线的平行度均受到不良影响，工件加工也难以达到较高的尺寸精度和形位精度。因此，此法适用于批量较大但对工件的精度要求不是太高的偏心轴的车加工的场合。

3. 偏心轴套加胀紧套法

为了进一步提高偏心轴的尺寸精度和形位精度，笔者设计了图 3 所示的偏心轴套加胀紧套专用工装夹具。该夹具由偏心轴套 2、自对中胀紧套 6 组成，其中自对中胀紧套 6 由支撑套 6-1、胀紧套右套 6-2、胀紧套左套 6-3、螺钉 6-4 组成。此方法与偏心轴套法采用的偏心轴套的区别在于：本夹具的偏心轴套 2 不需要开轴向槽，工件 3 靠自对中胀紧套 6 胀紧在偏心轴套 2 的内孔中，然后将偏心轴套 2 夹紧在三爪自定心卡盘 1 中，即可对工件 3 的 ϕd 段的外圆进行车加工。自对中胀紧套 6 由专业厂家生产可以作为外购件采购到，其自对中性能非常好，胀紧后可保证轴与轴套之间的同轴度小于 0.02mm，因此，可以显著提高偏心轴的尺寸精度和形位精度。

下面就自对中胀紧套 6 的胀紧原理进行简要分析。如图 3 所示，胀紧套左套法兰的左端面圆周上均布 6 个通孔，胀紧套右套法兰的左端面的对应圆周上均布 6 个螺纹孔，胀紧套左套、胀紧套右套均为锥形开口环，未胀紧时，胀紧套左套法兰的右端面和胀紧套右套的法兰的左端面在支撑套的作用下存在 3mm 间隙，胀紧时用扳手均匀地按对角拧紧6个均布螺钉，胀紧套左套在支

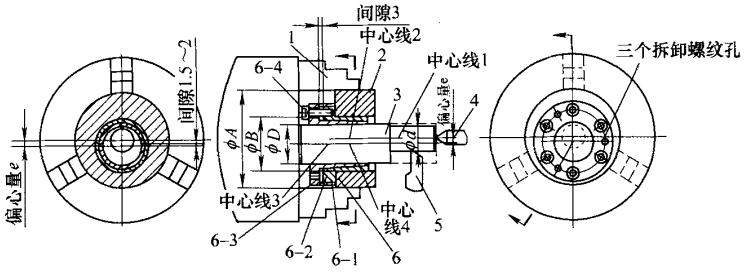


图 3　偏心轴套加紧套法图示

1. 三爪自定心卡盘　2. 偏心轴套　3. 工件（偏心轴）　4. 顶尖　5. 车刀
6. 自对中型胀紧套（KTR250 型）　6-1. 支撑套　6-2. 胀紧套右套　6-3. 胀紧套左套　6-4. 螺钉

中心线明细：

中心线 1—工件小头外圆 ϕd 中心线
中心线 2—偏心轴套外圆 ϕA 中心线
] —两线同轴

中心线 3—工件小头外圆 ϕD 中心线
中心线 4—偏心轴套外圆 ϕB 中心线
] —两线同轴

（下转第 39 页）

高，前刀面有磨损。磨损处比钢更靠近刀刃。

（2）因强度较大，切削力较普通灰铸铁大，由于石墨存在，加工时，仍有振动会造成刀具缺损。

（3）当它含共析体组织珠光体多时较硬，刀具易磨损，当含铁素体组织多时较软，切屑易在前刀面、后刀面上粘接。

（4）高强度球墨铸铁因强度高，使刀具寿命下降。

普通铸铁的被削性一般较好，但要注意铣加工时要防止边缘崩落（如图 12）。什么是边缘崩落？这是指铸铁加工时，切刃切到被削材边缘，角端变弱，承受不住切削力而崩落。为防止崩落，铣刀刀片主偏角选 45°较好。除 K 类硬质合金与相关涂层适切铸铁外，高效铣削铸铁常用 CBN 刀片。

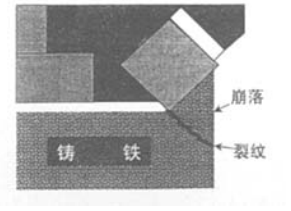


图 12 边缘崩落

5.N 类刀具材料

N 类刀具材料适合加工铝、铜等及其合金。

一般讲这类材料比钢与铸铁的被削性好，其加工特点为：

（1）切削速度可高达钢的 4 倍，消耗动力少。

（2）可长时间连续切削、刀具磨损小，适用切削条件范围广。

（3）加工精度高，易获 10μm 加工精度，用大量切削液时，加工表面质量更高。

（4）因切削力小，故对机床刚性要求不高。

（5）切屑处理性能差，切屑易伸长缠绕。

（6）工件表面会产生加工变质层，表面组织与内部不同。

（7）工件因软，易变形，易振动，夹紧处易损伤，夹紧力宜小。

（8）切屑易粘接、熔接在刀具上，造成刀具损伤，加工表面产生毛刺。

（9）刀具若磨损即会影响加工表面质量，产生毛刺，应及时重磨或更换刀片刀角。

因此，加工此类材料要注意使刀刃锋利，前角加大，刃口倒圆、倒棱量小。N 类的刀具材料主要是金刚石、聚晶金刚石（PCD）、金刚石涂层、类金刚石（DLC）涂层，以上材料较贵，一般加工时可用 K 类硬质合金材料或 K 类硬质合金上涂的抗粘接、熔接适铝铜加工专用的涂层。

铝硅合金是常用铝合金的一种，一般含硅量为 8% ~ 12%，当含硅量超过 12%时称高硅铝合金，是难加工材料，它既轻又耐磨，热膨胀系数小，热变形小，故广泛用于航空、汽车、空调等工业中；因其组织中含有粗大的结晶硅，使刀具易于磨损，含硅量越多，硅结晶颗粒愈大，刀具愈易磨损，故宜用金刚石刀具加工（如图 13）。

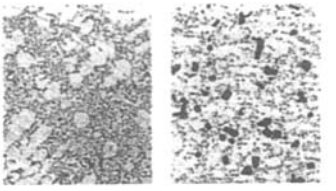


图 13 高 Si 铝和合金的光学显微镜照片

（待续） （收稿日期：20070620）

（上接第 32 页）

撑套的限制下原地不动，胀紧套右套整体自动向左移动，由于胀紧套左套、胀紧套右套均为锥形开口环，所以胀紧套右套的锥形开口环有径向向外移动的趋势从而顶紧偏心轴套 2 的内孔 ϕB 表面，胀紧套左套的锥形开口环有径向向内运动趋势从而顶紧工件 3 的 ϕD 的外圆表面，工件 3 便可以可靠地夹紧在偏心轴套 2 的内孔中，加工完毕后拆卸时，均匀地拧松所有螺钉，将 6 只螺钉中的 3 只拧入胀紧套左套法兰的左端面圆周上均布 3 个螺纹孔中（此螺纹孔为拆卸专用孔），并使螺钉端面冒出孔口 3mm，然后顺时针依次拧紧螺钉，螺钉将顶紧胀紧套右套法兰的左端面，使两个锥形环慢慢被顶分开，从而可以顺利地将工件 3 从偏心轴套 2 中取出。以图 3 所示的 $\phi D = 30$mm、$\phi d = 18$mm、$e = 4$mm 的偏心轴为例，选用 KTR250 自对中胀紧套规格为 30mm × 41mm，此规格的胀紧套可以承受的切削力矩达到 499N·m、可以承受的轴向切削抗力达到 33kN，因此夹紧安全可靠。实践证明，用此种工装加工出来的偏心轴质量好、生产效率高，拆装工件也简单方便，此法适用于批量较大且对工件的精度要求也较高的偏心轴的车加工的场合。 （收稿日期：20070619）