

### 案例3 铣削螺旋槽的技巧。

图 3-46 所示为一轴瓦零件，材料为 HT200，外圆为  $\phi 80_{-0.10}^0$  mm，内圆为  $\phi 56_{+0.05}^0$  mm，长度为 200mm，现欲铣切两条螺旋槽将它剖开，槽宽为  $5_{+0.30}^0$  mm，螺旋角  $\beta$  为  $8^{\circ}30' \pm 15'$ ，槽侧的表面粗糙度为  $R_a 12.5\mu\text{m}$ 。

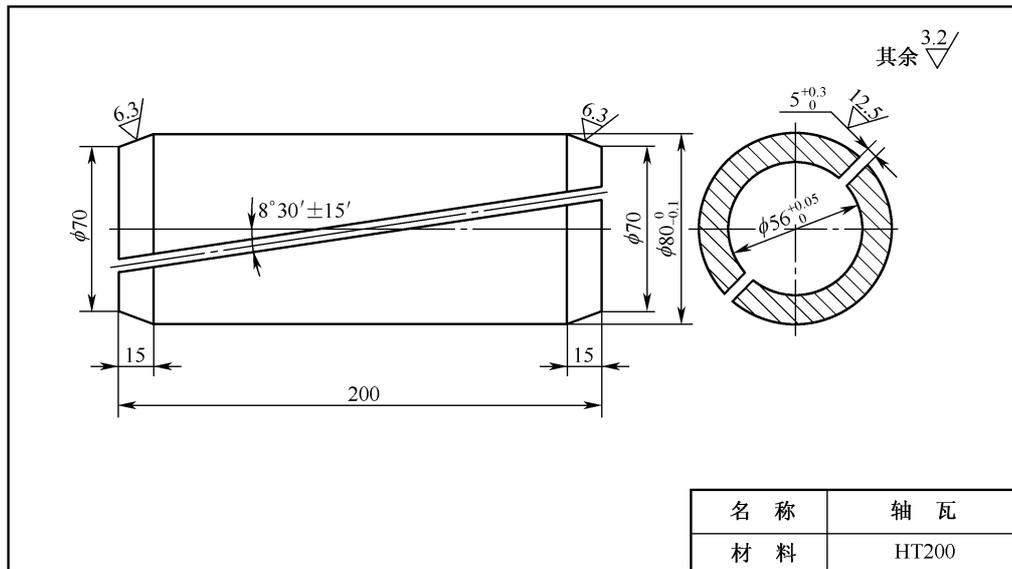


图 3-46 轴瓦零件

#### (1) 零件加工工艺方案分析。

① 合理选择铣削方法。铣螺旋槽时，必须满足铣螺旋槽的运动形式，即工作台移动工件的一个导程时，工件正好旋转一转。为此，必须把铣床工作台纵向丝杠和分度头侧轴连接起来，通过装上交换齿轮来实现这一传动关系，同时还要考虑是否安装中间轮。铣右螺旋槽时，应选中间轮使工件的旋转方向与工作台右旋丝杠的旋转方向一致。本例工件为左旋螺旋槽，应选中间轮使工件的旋转方向与工作台右旋丝杠的旋转方向相反。交换齿轮

在工作台回转角度后安装，以保证啮合精度。交换齿轮安装后应检验导程。检验时，松开分度盘紧固螺钉，将分度定位销插入分度盘孔中，记下工作台起始刻度，然后移动纵向工作台。当移动距离为一个导程时，观察分度头主轴前端刻度环是否刚好转过一转。

② 正确选用定位心轴。根据零件结构（套类）及尺寸标注，应采用心轴定位实施加工。安装工件的心轴应设计合理，正确使用。心轴不宜过长，过长会影响装夹的刚度；过短则易使铣刀切入工件与切出工件碰撞尾座和卡盘。心轴的硬度也要适当，因为铣刀可能会铣到心轴定位部分和端部，若材质太硬易于损坏甚至折断刀齿。心轴材料可选用45钢，调质至220HBW。心轴左端中心孔应具有较高精度，两端定位外圆和装夹轴颈应有较小的同轴度和圆跳动误差，其值不大于0.02mm。

③ 保证两条螺旋槽螺旋角精度。用扳转机床纵向工作台方法保证螺旋角 $\beta$ 为 $8^{\circ}30'\pm 15'$ ，使用分度头实现两条螺旋槽分度，并采用一夹一顶方式装夹。

根据以上分析，拟定工艺方案如下。

① 机床的选择：选用X6132型万能卧式铣床，利用分度头及其附件装夹工件加工。

② 刀具的选择：选用直径为 $\phi 150\text{mm}$ ，厚为5mm的锯片铣刀。

③ 装夹方法：工件装在心轴上（见图3-47），心轴一端以

中心孔支承在分度头尾座顶尖上，另一端用分度头上的三爪自定心卡盘夹持。装夹后需找正工件外圆两端等高性及工件轴线对工作台纵向移动的平行度，误差均不大于 0.02mm。

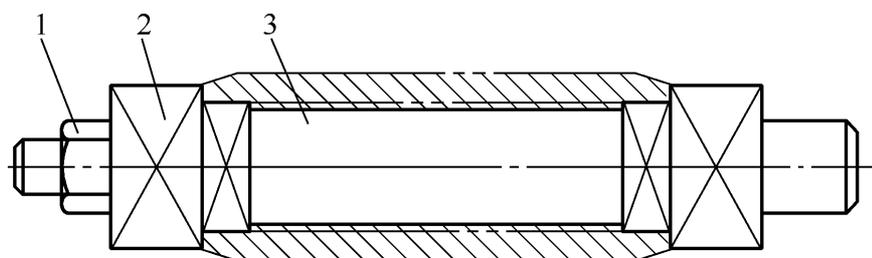


图 3-47 心轴

1-螺母 2-压块 3-心轴

④ 铣削方法：在铣床上铣螺旋槽，必须满足工作台移动工件的一个导程时，工件正好旋转一转。为此，必须把铣床工作台纵向丝杠和分度头侧轴连接起来，通过装上挂轮来实现这一传动关系。图 3-48 所示为铣螺旋槽的传动关系。

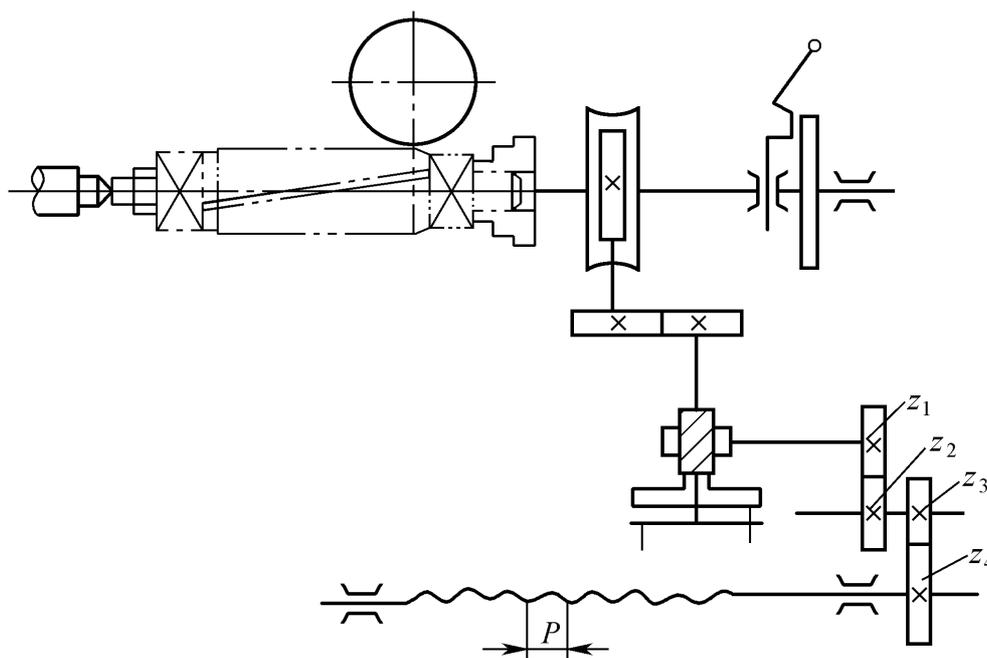


图 3-48 铣螺旋槽的传动关系

由图看出，分度头侧轴与纵向工作台丝杠之间挂轮的计算公式为

$$\frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} = \frac{40P}{P_h} \quad (3-16)$$

式中， $z_1, z_3$ ——从纵向工作台丝杠到分度头的主动挂轮齿数；

$z_2, z_4$ ——从动交换齿轮齿数；

$P$ ——铣床工作台传动丝杠螺距，单位为 mm；

$P_h$ ——工件导程，单位为 mm。

本例所选挂轮为

$$\frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} = \frac{40P}{P_h} = \frac{40 \times 6\text{mm}}{\pi 80\text{mm}} = 0.1426 = \frac{40}{70} \frac{25}{100}$$

在实际工作中，根据工件的导程，可以查阅有关手册直接得到挂轮的齿数。配置挂轮时，由于工件螺旋槽有左、右旋之分，所以要根据工作台进给方向判断工件的旋向，如转向不对，可通过加介轮来纠正。

挂轮安装前，先找正锯片铣刀两侧面与工件轴线对称，将机床纵向工作台在水平面内旋转一个角度，其值与工件导程角 $\beta$ 相同。

铣削时，先铣出一槽，两端各留 10mm 左右，暂不锯断。分

度后再铣另一槽，锯断后再分度锯断另一槽。

⑤ 加工路线：铣一侧螺旋槽，两端各留 10mm~15mm 不铣通→铣另一侧螺旋槽，锯断→铣另一侧螺旋槽未加工部分，两端锯断。

## (2) 加工步骤。

① 操作前准备。安装分度头及尾座，并找正尾座顶尖中心与分度头主轴回转中心一致；将工件安装在心轴上，用分度头三爪自定心卡盘夹持心轴右端，尾座顶尖顶住心轴左端中心孔，用“一夹一顶”的方式装夹。装夹后，用千分表找正工件外圆两端的等高性，及工件轴线对工作台纵向移动的平行度，误差均不大于 0.02mm。调整尾座顶尖顶紧力，使工件能灵活转动。

② 调整机床工作台横向位置，使锯片铣刀两侧面与工件轴线对称，误差不大于 0.02mm。

③ 扳转机床纵向工作台，将工作台在水平面内顺时针旋转  $8^{\circ}30'$ ，回转后，紧固工作台横向移动机构。

④ 安装挂轮。将主动挂轮  $z_1=40$ ， $z_3=25$  和从动挂轮  $z_2=70$ ， $z_4=100$  安装在分度头侧轴和机床纵向丝杠的交换齿轮架上。松开分度头主轴锁紧装置，并插入分度板上的定位销，以使分度头卡盘能随工作台纵向移动自由回转。

⑤ 铣一侧螺旋槽。移动机床纵向工作台，将铣刀移至工件最左端，开动机床进行铣削。初始用手轮移动，待铣刀切削平稳后改为机动，通过 2~3 次垂直进刀，铣透工件大部分螺旋槽，两

端各留 10mm~15mm 暂不铣通。切削速度选用  $v_c = 35 \text{ m/min}$ ，每齿进给量  $f_z = 0.02 \sim 0.03 \text{ mm/齿}$ ，即铣刀转速为 75r/min，每分钟进给量  $v_f = 75 \text{ mm/min}$ 。

⑥ 分度铣另一侧螺旋槽，铣成通槽。

⑦ 再分度铣第一侧螺旋槽两端剩余部分，割断。

(3) 加工注意事项。

① 合理扳转纵向工作台角度。采用盘形铣刀铣削螺旋槽时，必须将铣床纵向工作台扳转一个角度，转角的大小等于工件螺旋槽的螺旋角，转动方向与螺旋槽的旋向有关。如图 3-49 所示，铣左旋螺旋槽，工作台顺时针转动；铣右旋螺旋槽，工作台逆时针转动。

注意：当采用立铣刀铣削螺旋槽时，不需要扳转纵向工作台角度。

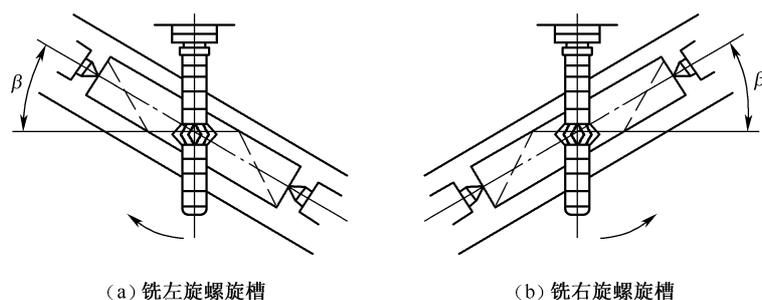


图 3-49 工作台的扳转角度

② 正确应用分度头。分度头安装时，其定位键应装入铣床工作台的 T 型槽内，当铣刀对好中心后，再旋转工作台的角度，中心不致改变。当需要多次分度时，应按照分度头的分度方法操作。

③ 调整好纵向行程挡铁。铣削螺旋槽时，纵向工作台自右往左移动，铣刀切入工件与切出工件前、后位置要准确。因此，需认真调整好工作台纵向行程挡铁的距离和位置，使铣刀切入工件与切出工件时不致碰撞尾座和卡盘。

④ 铣削铸铁时不宜用切削液。工件材料是铸铁，铣削时不宜采用切削液喷注，以免使崩碎的铸铁切屑流入机床运动部分。为使铣刀冷却，可用毛刷蘸一些煤油涂在切削刃上。清除切屑则用干毛刷，避免切屑粘附在铣刀和工件表面。

⑤ 忌分度头使用维护不当。分度头是一种精密附件，其蜗杆和蜗轮的啮合间隙仅为  $0.02\text{mm}\sim 0.03\text{mm}$ ，在分度头卡盘上装夹工件时，应先锁紧分度头主轴，切忌用管子套在扳手上施力，否则会损坏蜗杆和蜗轮。

⑥ 正确选用刀具。

铣刀的截形应与螺旋槽的法向截形相同。对于法向截面为矩形的螺旋槽，只能用立铣刀，不能选用盘形铣刀，不然会产生干涉现象（见图 3-50）。对于截形为角度形状的螺旋槽，应使用双角铣刀铣削，不能用单角铣刀铣削，以免过切。

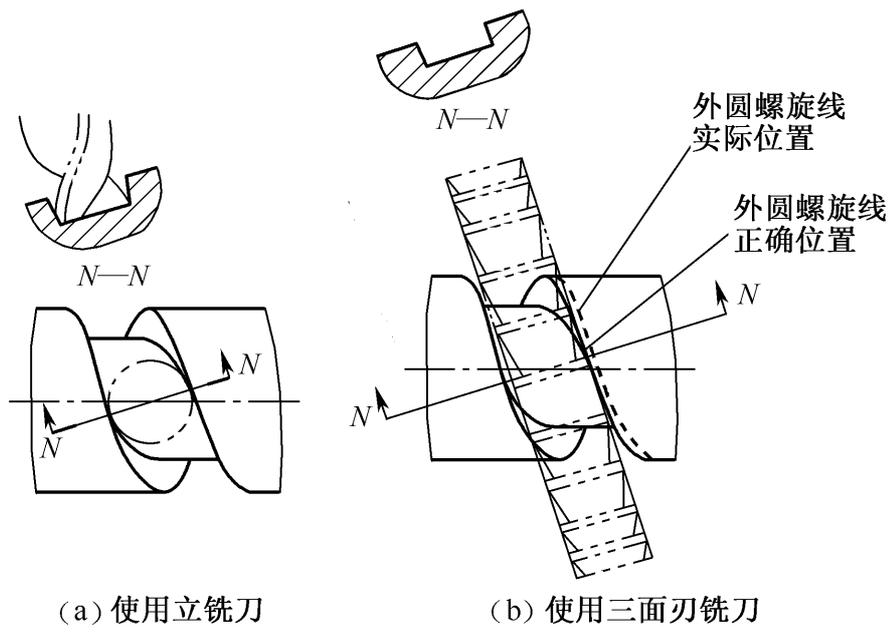


图 3-50 铣法向截面为矩形的螺旋槽