

# 保证发射架吊挂孔同轴度的定位工装设计

## Design of Location Fixture for Concentricity of Launcher Suspension Hole

中航工业空空导弹研究院 单奇艺 李红波 吴建林

**[摘要]** 发射架壳体吊挂孔的同轴度是发射装置一个重要的形位公差,影响发射装置的悬挂精度,在蓝图中吊挂孔同轴度为关键尺寸且公差要求严格。根据发射架壳体的工艺路线,介绍了由一菱形销、两定位键和平面支承组成的定位工装,并进行了定位分析和工艺计算。采用该定位工装保证了加工精度和形位公差,装夹方便,定位可靠。目前已加工出合格的壳体吊挂孔同轴度尺寸,适用于大批量生产。

**关键词:** 发射架壳体 同轴度 定位键 菱形销

**[ABSTRACT]** The concentricity of suspension hole is one of the key dimension for launcher, which affects the suspending accuracy, and this result in the tolerance is being made necessarily tight. According to the machining process, a fixture which is comprised of the flatted location pin, the location key and the base plate is presented. The fixture eliminates the six freedoms when work is located. The process calculation of the jig is also carried out. Accuracy is ensured by machining suitable location features, and the clamp can be operated quickly but with safety. The qualified concentricity of suspension hole is processed to meet the demand of mass patch production.

**Keywords:** Launcher Concentricity Location key Flatted location pin

某型号壳体是导轨式发射装置的关键结构零件,由硬铝合金型材加工而成,下部有导轨,内部是空腔,导弹悬挂在其下部导轨上,发射时沿导轨发射。壳体横截面为异形、长径比在 15 倍以上的铝合金型材,零件构形复杂、壁薄、刚性较差,精度、表面质量及其他技术要求较高,加工难度大。必须采用合理先进的工艺方法,解决壳体精密制造的工艺技术问题。

### 1 工艺路线分析和问题的提出

根据发射架壳体的工艺路线,在粗铣、车、刨和半精铣、车、刨去除大部分材料后,中间安排去应力时效工序,时效规范为:加热温度( $T \pm \Delta T$ ) °C,保温时间( $t \pm \Delta t$ )

min,空气冷却至室温,再安排各项精加工内容。

壳体内腔以腹板为加工基准,导顶面以壳体顶面为加工基准。数控加工前,除壳体底面和导轨面各留有 0.5mm 余量外,壳体外形已加工到尺寸。根据工艺路线,先用数控铣床依次加工壳体的导轨面、顶面和侧面,最后用普通铣床切去头尾部,完成其他尺寸的加工。壳体如图 1 所示。

壳体吊挂孔处要求导轨面孔  $\phi 20$  和顶面孔  $\phi 34$  的同轴度为 0.1。根据工艺路线,导轨面和导轨面的孔

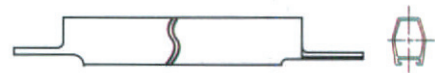


图1 壳体示意图  
Fig. 1 Diagram of launcher

先加工。如果一次装夹完成 2 个孔的加工,从导轨面的孔  $\phi 20$  无法进刀加工顶面孔  $\phi 34$ ,另外镗刀过长易振动,造成尺寸超差,采用常规的加工方法不能达到理想的加工效果。为了保证公差,必须设计定位工装,先精镗导轨面孔,换面装夹后以导轨面孔为基准定位壳体,加工顶面孔。

### 2 两键一销用于壳体定位的分析

根据前面确定的加工方案,找正底面吊挂孔  $\phi 20$  的中心是保证同轴度的关键,换面装夹后,  $\phi 20$  的孔在底部无法找正,因此考虑采用销和孔相配合,找正销的中心。工装设计必须实现以下功能:反面装夹零件,将定位销穿过孔  $\phi 20$ ,把孔的中心转换成销的中心,以定位销为基准进行顶面吊挂孔的加工。

因为壳体导轨槽和底面吊挂孔在一次加工中完成,加工基准一致,且公差较严,壳体定位可以利用已有的外形尺寸,使用键槽和销孔定位。先将壳体放置在工作平台上,由平面支承限制  $z$ 、 $x$ 、 $y$  3 个方向的自由度,再将 2 定位键和壳体导轨槽配合定位壳体,限制  $Z$  和  $Y$  两个方向的自由度,采用菱形销和底面吊挂孔配合,限制了  $x$  的自由度。两键一菱形销和平面支承共限制了壳

体的6个自由度,没有出现过定位和欠定位,设计合理。

自制2个定位键,其中一个定位键带有菱形销,两键和导轨槽同宽。用内六角螺钉将定位键固定在工作平台上。用机床找正棒找正菱形销中心,反面装夹零件,定位键和导轨槽相配合,将菱形销穿过壳体导轨面的孔。找正菱形销的中心,确定底面吊挂孔的加工基准,如图2所示。

为了减小因装夹造成的变形,装夹前将零件水平放置在工作台上,采用菱形销定位,防止零件移动,使用辅助支撑,确保零件处于自然松弛状态,用自制工装、压板等夹具装夹零件。在形位公差要求严和关键尺寸位置

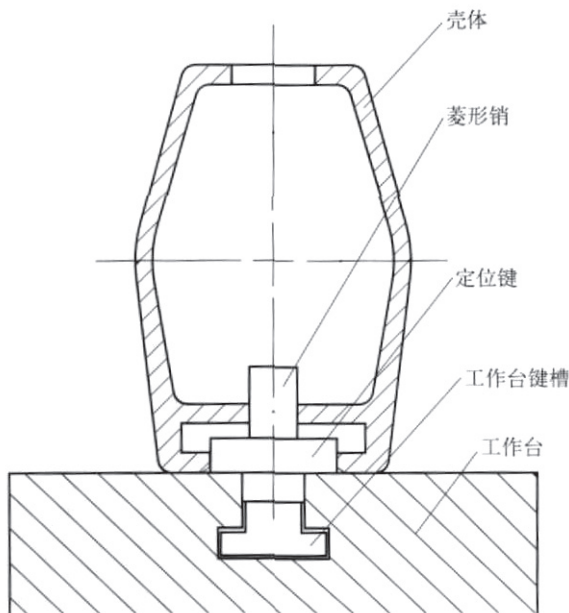


图2 壳体定位  
Fig. 2 Location of the launcher

使用百分表压紧壳体表面,同时记录百分表的读数。如果装夹使零件产生变形,那么百分表的读数会发生改变,则重新进行装夹,调整夹具的定位基准和夹紧力。这种方法可以有效防止装夹变形,保证关键尺寸,同时兼顾零件全长。

### 3 两键一销的尺寸设计

#### 3.1 定位键设计

定位键和导轨槽相配,导轨槽的尺寸为45.5mm,所以它的基本尺寸同样为45.5mm。查《机床夹具设计手册》<sup>[3]</sup>可以确定定位键的规格和主要尺寸。选取定位键的公差带为H6、极限偏差为 $0_{-0.016}^0$ ,与其相配的导轨槽公差带为H7,极限偏差 $^{+0.025}_0$ ,适当圆整后,选取键的极限偏差 $0_{-0.015}^0$ ,导轨槽的极限偏差 $^{+0.025}_0$ ,在机床y方向上,定

位键和导轨槽相配合后得到装配尺寸链,因此y方向的装配公差为 $0.015+0.025=0.04$ 。

定位键的其他尺寸如图3所示,键高H为20mm,沉头深度 $h_1$ 为12mm,螺钉孔直径d为 $\phi 10.5$ mm,螺钉头直径 $d_1$ 为 $\phi 15$ mm,机床键槽宽度14mm,机床键槽高度6mm。与机床连接的紧定螺钉为M10×25,表面粗糙度值0.8,材料选用45钢,热处理HRC40~45。

#### 3.2 公差带计算

底面孔和顶面孔的同轴度要求为:根据形位公差的定位,2孔的中心距离不大于0.05mm。实际加工以菱形销中心为基准加工顶面孔,因此菱形销和底面孔的中心

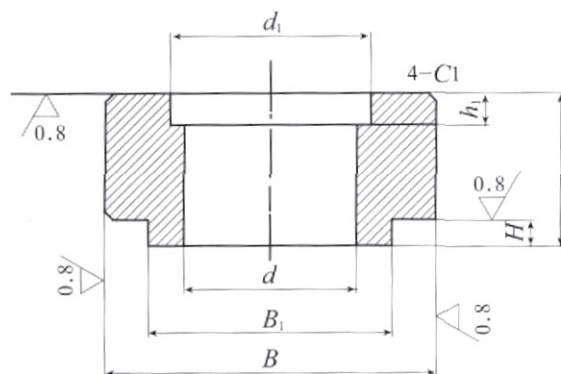


图3 定位键设计示意图  
Fig. 3 Design diagram of the location key

距离不能大于0.05mm。尺寸链的封闭环是两定位键和菱形销装配后形成的,那么封闭环的公差带就是两孔的中心距离,因此工装设计必须保证装配后公差带不大于0.05mm。

在机床XY平面上,两定位键的连线沿x方向,限制壳体在y方向的移动,定位键和导轨槽配合的公差带为 $\Delta y$ 。菱形销限制壳体在x方向上的移动,它的公差带为 $\Delta x$ ,定位销与底面孔的中心距为 $O_1O_2$ ,如图4所示,得到公式如下:

$$\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \leq O_1O_2$$

该工装要求装配精度高、互换性强、且组成零件少,所以在装配时采用完全互换法,使用极值法求解尺寸链,极值偏差为0.05mm。 $\Delta y$ 的值为0.04mm,根据上式计算得到 $\Delta x$ 的值为0.03mm,由此得到平面尺寸链的公差带,削边销的定位误差为0.03mm。

#### 3.3 定位销设计

为保证强度,定位销一般多采用菱形结构,故又称菱形销。在安装菱形销时,应注意使其削边方向垂直于两定位键的连心线。菱形销宽度部分可以修圆,以进一

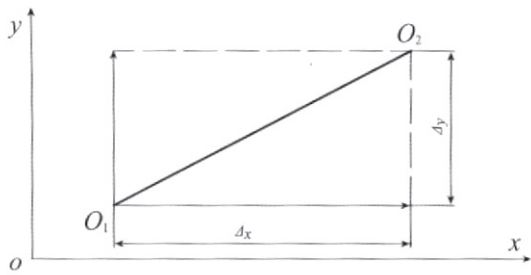


图4 公差带计算示意图

Fig. 4 Calculation diagram of tolerance zone

步增大连心线方向的间隙。销与孔为间隙配合,底面吊挂孔的直径为  $D_0^{+\delta_D}$ , 销的未削边部分最大直径为  $d_{-da}^0$  孔的公差必须严格控制,以保证定位精度。削边销与基准孔的最小配合间隙公式为:

$$\Delta_{\text{定位}} = (\delta_d + \delta_D) / 2 = 0.03 \text{ mm}$$

底面吊挂孔精镗后保证尺寸  $20_0^{+0.01}$  mm,因此,销的未削边部分最大直径为  $20_{-0.05}^0$  mm,菱形销尺寸如图5所示。补偿值  $a$  对装卸零件是否方便、削边销宽度和使用寿命都有影响。由于

$$AB = CK = a$$

菱形销的尺寸可按下列公式计算

$$OA^2 - AH^2 = OB^2 - BH^2$$

即,  $D_{\min}^2 / 4 - (a + b/2)^2 = (D_{\min} - X_{\min})^2 / 4 - (b/2)^2$ ,

$$b = (2D_{\min} \times X_{\min} - X_{\min}^2 - 4a^2) / (4a)$$

由于  $X_{\min}^2$  和  $4a^2$  两项数值很小,可忽略不计,故得

$$a = D_{\min} \times X_{\min} / (2b)$$

查机床夹具设计手册可知,菱形销的宽度  $b$  为 4mm,  $B = D - 2 = 18$  mm,补偿值  $a$  为

$$20 \times 0.03 \times 2 / (2 \times 4) = 0.15 \text{ mm}$$

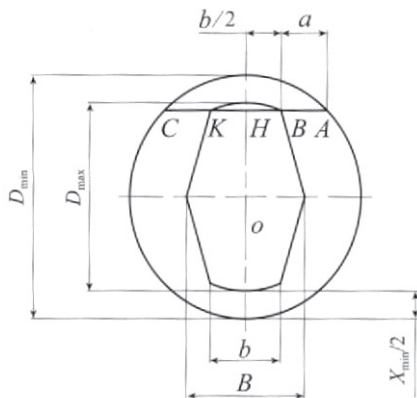


图5 菱形销尺寸

Fig. 5 Dimension of the flattened location pin

#### 4 带有菱形销的定位键的加工方法

因为采用了定位键和菱形销一体(见图6)的方法,

设计工装不需要考虑菱形销在定位键上的安装误差,只考虑菱形销相对定位键的加工误差在机床  $y$  方向上对定位精度的影响。加工带有菱形销的定位键时,先加工定位键与机床键槽的连接部分,然后将连接部分固定在机床工作台上,再加工定位键和菱形销,零件在一次加工中完成,定位键和菱形销的位置公差由加工中心精度保证,而加工中心的精度为  $2\mu$ ,菱形销的加工误差对定位精度的影响可以忽略。

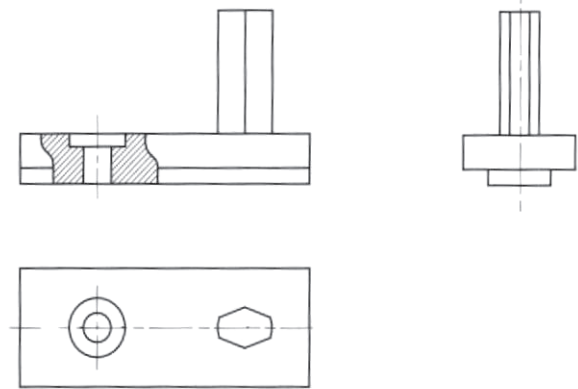


图6 带有菱形销的定位键

Fig. 6 Locatin key with flattened location pin

#### 5 结束语

采用该定位工装避免了过定位的出现,保证了工艺过程中的基准统一、壳体与工装间的相互位置精度,装卸方便且具有以下优点:工件在夹具中的定位夹紧误差最小,保证了高精度;夹具的元件数量少,具有足够的刚度;夹具能快速进行调整,减少了准备时间;防止夹具与机床的空间干涉,在进、退刀时不会发生碰撞;易确定夹具在机床上的坐标位置以及工件装入夹具后在机床坐标系的位置。该工装利用尺寸位置的相关性,将同轴度转化为两组相对简单的几何关系运算,概念清晰,易于理解,操作简单,实用性强,是保证发射装置吊挂孔同轴度的有力工具和有效方法。目前已加工出合格的壳体吊挂孔同轴度尺寸,适用于大批量生产。

#### 参考文献

- [1] 李庆寿. 机床夹具设计. 北京:机械工业出版社, 1984.
- [2] 东北重型机械学院. 机床夹具设计手册. 上海:上海科技出版社, 1980.
- [3] 徐鸿本. 机床夹具设计手册. 沈阳:辽宁科学技术出版社, 2004.
- [4] 侯银海,郭建华,刘天平,等. 菱形销用于砂箱模板定位的设计. 水利电力机械. 2003, 25(2): 77-79. (责编 小颖)