

# L 型精密托架零件两端孔距加工误差的控制与补偿

## Control and Compensation on Machining Error of Distance Between Two Side Wholes of L Shape Precision Bracket Part

中航工业陕西宝成航空仪表有限责任公司 刘红霞 王逸飞 卫 强 张乖虎 蒲俭康



刘红霞

中航工业陕西宝成航空仪表有限责任公司机加分公司工艺室主任,公司科学技术委员会专业组成员。主要从事机械加工制造工艺技术及研究工作,负责多个专项工艺技术研究、技术攻关及新技术的应用等,并荣获宝成公司的多项奖励。

### 零件特点

某 L 型精密托架零件如图 1 所示,其外形体积较大,主要配合表面  $3 \times \phi 7.5H7$  的定位孔,孔距精度要求高。通过与国标对应,精度等级为

设备精度、环境温度、零件材料内部应力、测量方法等影响 L 型精密托架孔距尺寸的加工精度,通过采取控制措施和误差补偿,有效控制了加工误差,使 3 个定位孔  $3 \times \phi 7.5H7$  的孔距尺寸合格率由原来的 0 提高到 80% 以上,实现了精密零件加工的突破,满足了型号科研生产的需要。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.01/02.126

IT3~IT6 级。且 3 个孔分别分布在 L 型零件长度方向的两个端面上,两面相距 320mm,其中两个定位孔距侧壁很近。考虑到刀具的刚性,需采用“掉头镗”的加工方法。

### 加工精度影响因素及控制措施

在 3 个定位孔孔距(即两端孔距)的精密加工中,影响加工精度的因素较多,下面就如何保证加工精度以及在加工过程中应考虑的一些影响因素,提出几点措施。

#### 1 数控机床的精度

从理论上讲,加工机床的精度要高于零件精度,通常高一个数量级。由于机床自身的制造精度所限,要获

得高的加工精度,必须使用数控机床的在线检测及误差补偿技术,以实现数控系统的全闭环控制,同时利用机床的 CYCL DEF 19 找正定位功能,简化操作过程,减少孔距误差。

#### 2 切削状态下的环境温度

在精密加工过程中,环境温度的变化严重影响精密零件的加工精度。除常规控温外,加工前必须让机床空转来控制机床温度,使机床环境温度与三坐标测量机的环境温度保持一致。若两者温度有差异,可按后文温度补偿方法进行误差补偿。

#### 3 零件材料的内应力

材料的内应力影响零件尺寸稳定性。针对该零件,采用应对措施:

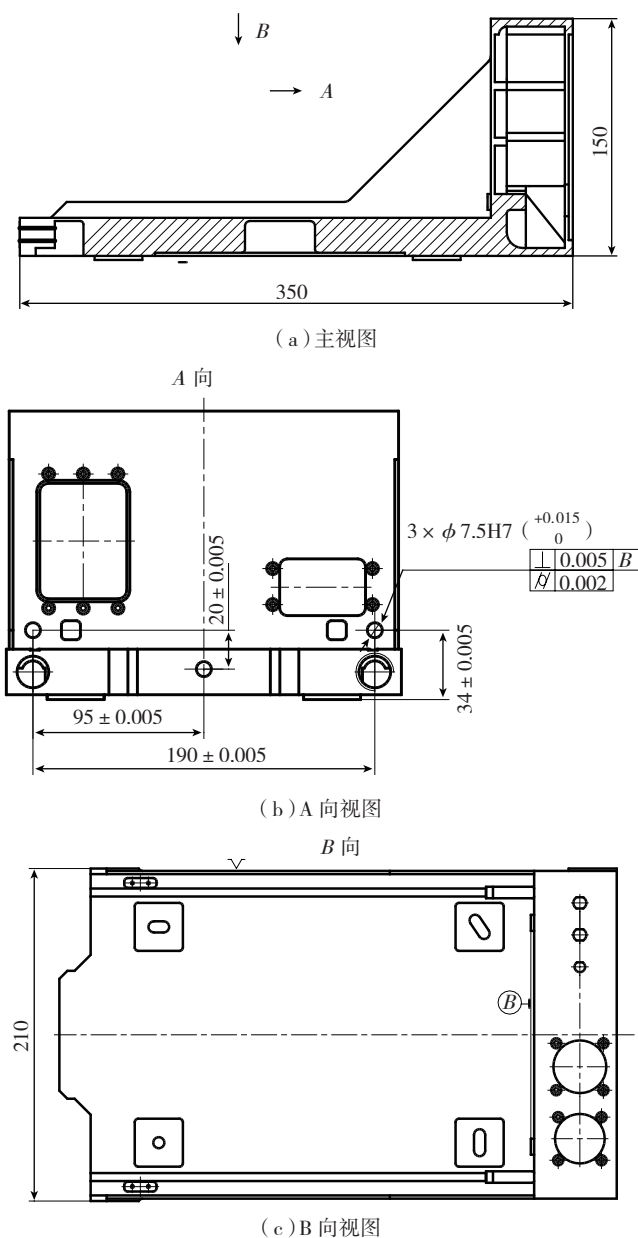


图1 某L型精密拖架零件 (单位: mm)

(1) 合理划分加工阶段,合理分配加工余量;

(2) 合理安排热处理工序,适时采用人工时效、负温处理、温度冲击、深冷处理等方法,使材料内应力得到充分释放。

#### 4 测量方法

为保证测量结果的准确性和有效性,采用在线检测与三坐标测量相结合的方法。在加工中通过在线检测实时测得加工尺寸,并根据测量结果决定是否在原位再次修正加工。

同时选择高精度三坐标测量机对孔距最终加工精度进行检测,以它的测量结果作为判断零件合格的依据。

除上述影响因素以外,零件加工精度还取决于操作者的加工经验和技术水平。只有熟悉机床性能,具备丰富的加工经验和操作技能等条件,才能根据不同情况加工出符合要求的高精度零件。

#### 误差补偿方法与实现

在采取上述控制措施的同时,还

必须采取误差补偿技术。通过调整程序数值,对零件误差进行有目的补偿,从而达到所需的零件精度。误差补偿值为比对修正值与温度补偿值的代数和。

#### 1 比对修正的补偿方法

所谓比对修正的补偿方法,就是将实际加工数值与要达到的数值比对,将它们之间的误差值不断修正到加工程序中,直到加工出合格的精度。

#### 2 温度补偿方法

由于环境温度不同,检测结果也会不同,因此加工过程必须考虑温度变化对该零件精度的影响。加工时,可在铣式加工中心上放置温度计,对环境温度进行监控,记录实时的温度值。当加工现场温度偏离检测中心温度时,就要对被加工尺寸进行补偿,将温度变化引起的变化量及时补偿到加工程序中。

温度补偿值

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T, \quad (1)$$

其中,  $L$  为被补偿的尺寸, mm;  $\Delta L$  为温度补偿值, mm;  $\alpha$  为材料的线膨胀系数,  $1/^\circ\text{C}$ ;  $\Delta T$  为温度差,  $^\circ\text{C}$ 。

$$\Delta T = T_1 - T_2, \quad (2)$$

$T_1$ 、 $T_2$  分别为加工现场和检测时的温度,  $^\circ\text{C}$ 。

根据热胀冷缩的原理,将温度补偿值  $\Delta L$  补偿到加工程序中: 当  $\Delta L$  为正值时,加工程序中被加工尺寸的坐标值应加上  $\Delta L$ , 反之减去  $\Delta L$ 。

#### 结束语

设备精度、环境温度、零件材料内部应力、测量方法等影响 L 型精密托架孔距尺寸的加工精度,通过采取控制措施和误差补偿,有效控制了加工误差,使 3 个定位孔  $3 \times \phi 7.5H7$  的孔距尺寸合格率由原来的 0 提高到 80% 以上,实现了精密零件加工的突破,满足了型号科研生产的需要。

(责编 谷雨)