

细长孔加工夹具的定位误差分析*

Analysis of Location Error for Machining Fixture of Deep and Thin Hole

中航工业北京航空制造工程研究所 张省 黎明



张省
机械工程师,主要从事专用装备及数控机床设计制造工作。

机床夹具定位误差的计算是衡量夹具的一项关键指标,探索定位误差的来源对保证机械零件加工精度具有十分重要的意义,对提高夹具设计效率也具有重要作用,可以快速地提高机床夹具设计效率。

形成了定位误差^[1]。定位误差直接影响被加工零件的尺寸与位置精度。夹具定位误差是评价夹具性能的重要指标,定位误差分析是夹具设计中的一个重要环节。全面了解工件位置偏移与定位源误差之间的关系以及掌握定位误差变化规律,有助于提高夹具设计质量和夹具结构的合理性,可获得良好的设计方案。

夹具定位误差

机械加工过程中,产生加工误差的因素有很多,其中有一项因素与机床夹具有关。使用夹具时,加工表面的位置误差与夹具在机床上的对定及工件在夹具中的定位密切相关,为了满足工序的加工要求,必须使工序中各项加工误差之和等于或小于该工序所规定的工序公差。

与机床夹具有关的加工误差 Δ_j ,一般可用下式表示:

$$\Delta_j = \Delta_{wz} + \Delta_{DA} + \Delta_{Dw} + \Delta_{jj} + \Delta_{jM}, \quad (1)$$

式中, Δ_{wz} 为夹具相对于机床成形运动的位置误差; Δ_{DA} 为夹具相对于刀具位置的误差; Δ_{Dw} 为工件在夹具中的定位误差; Δ_{jj} 为工件在夹具中被夹紧时产生的夹紧误差; Δ_{jM} 为夹具磨损所造成的加工误差。

由式(1)可知,正确地计算出工件在夹具中的定位误差和减小其他各项误差,是设计夹具时必须认真考虑的重要问题之一。

机床夹具通常采用一面两销的定位方式,工件在夹具中的准确位置由定位销和支承板来保证,为补偿工件两定位孔直径和中心距误差及夹具两定位销和中心距误差,夹具两定位销应采用1个圆柱销和1个菱形销。根据机床夹具设计手册,可知一面两销定位方式定位误差的计算公

机械加工中,为了保证零件精度的加工要求,必须使零件和刀具及机床相互之间有正确的位置,并使这个位置在加工过程中保持不变。在批量生产中,广泛地使用机床夹具来满足这一要求。一批工件逐个在夹具上定位加工时,由于工件及定位元件实际所占据的位置并不完全一致,导致加工后的零件尺寸不一致,即

* 高档数控机床与基础制造装备科技重大专项(2009ZX04004-101)资助。

式如下:

$$\Delta_{D.W(\gamma)} = \delta_{D1} + \delta_{D2} + \Delta_{1\min}, (2)$$

$$\Delta_{j.W} = \arctan$$

$$\frac{\delta_{D1} + \delta_{d1} + \Delta_{1\min} + \delta_{D2} + \delta_{d2} + \Delta_{2\min}}{2L}, (3)$$

式中, $\Delta_{j.M}$ 为转角误差; $\Delta_{1\min}$ 为第一定位孔与固定定位销间的最小间隙; δ_d 为销孔尺寸公差; δ_d 为销轴尺寸公差; $\Delta_{2\min}$ 为第二定位孔与菱形销间的最小间隙; L 为两定位销中心距。

实例分析

加工对象为转向泵壳体 $\phi 3.5$ $+0.2/-0.1, 48 \pm 0.5$, 如图1和图2所示。

夹具定位基准的选择

(1)应尽量选用设计基准, 作为

加工用定位基准, 以减少累积误差, 保证加工精度。

(2)应力求采取统一工艺基面的原则。

由图1分析知, 两个 $\phi 9$ 的孔间距为 120mm, 误差在 ± 0.01 mm, 定位精度相当精确; 且孔的粗糙度适宜做为定位孔; 在夹具设计中采用了一面两销的定位方式。

夹具中定位销的设计计算

加工定位采用了一个平面及两圆孔实现组合表面定位时, 为补偿两定位孔直径和中心距误差及夹具两定位销和中心距误差, 夹具两定位销应采用一圆柱销和一削边销。

结合图1和机床夹具设计^[2]中关于削边销的设计, 计算可设计夹具

$$(4) \Delta_{1\min} = 0.005, \varepsilon = \delta_{Lg} + \delta_{Lx} -$$

$$\frac{1}{2} \Delta_{1\min} = (0.0105 \sim 0.0108);$$

$$(5) \because D_2 = \phi 9 H5 ({}_0^{+0.006}),$$

$$\therefore b = 4, B = 7;$$

$$(6) \Delta_{2\min} = \frac{2 \cdot b \cdot \varepsilon}{D_2} = 0.0093;$$

$$(7) d_2 = \phi 9 h6 ({}_{-0.009}^0),$$

式中, $\pm \delta_{Lx}$ 为两定位销中心距公差; d 为销轴最大直径; ε 为补偿值; b, B 为削边销宽度。

定位误差计算与分析

由图1及定位销的设计计算可知, 在 $\phi 3.5$ 夹具中, $\delta_{D1} = 0.006$ mm, $\delta_{D2} = 0.006$ mm, $\Delta_{1\min} = 0.005$ mm, $L = 120$ mm, $\delta_{d1} = 0.014$ mm, $\delta_{d2} = 0.009$ mm, $\Delta_{2\min} = 0.0093$ mm。

因此, 将上述数据代入式(2)得工件在夹具中的定位误差为:

$$\Delta_{D.W(\gamma)} = 0.006 + 0.014 + 0.005 = 0.025\text{mm},$$

将上述数据代入式(3)得工件的转角误差:

$$\Delta_{j.W} = \arctan \left(\frac{0.006 + 0.014 + 0.005}{2 \times 120} + \frac{0.006 + 0.009 + 0.0093}{2 \times 120} \right) = -0.012^\circ = 0.7'.$$

结束语

机床夹具定位误差的计算是衡量夹具的一项关键指标, 探索定位误差的来源对保证机械零件加工精度具有十分重要的意义, 对提高夹具设计效率也具有重要作用, 可以快速地提高机床夹具设计效率。

参考文献

- [1] 肖继德. 机床夹具设计. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [2] 龚定安, 赵孝昶, 高化. 机床夹具设计. 西安: 西安交通大学出版社, 2000.

(责编 三丰)

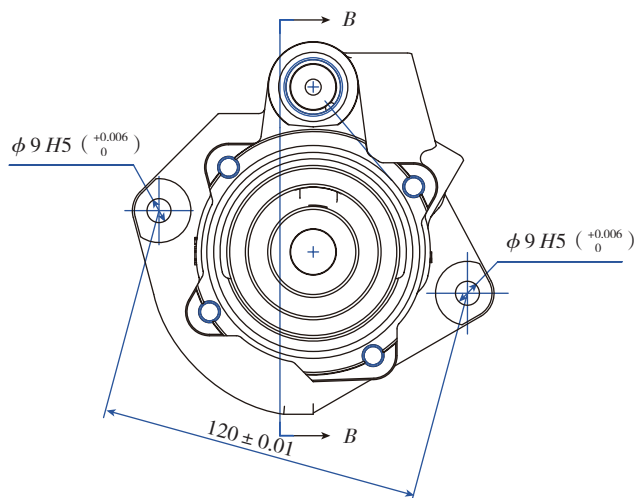


图1 定位孔尺寸图

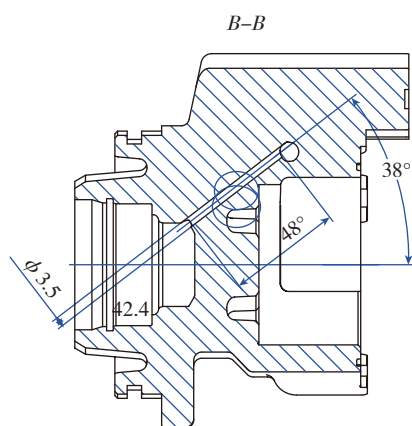


图2 φ3.5孔尺寸详图

的定位销:

$$(1) L_x = L_g = 120;$$

$$(2) \delta_{Lg} = 0.01, \pm \delta_{Lx} =$$

$$\pm \left(\frac{1}{5} \sim \frac{1}{3} \right) \delta_{Lg} =$$

$$\pm \left(\frac{1}{5} \sim \frac{1}{3} \right) \times 0.01 =$$

$$\pm (0.002 \sim 0.0033);$$

$$(3) D_1 = \phi 9 H5 ({}_0^{+0.006}),$$

$$d_1 = \phi 9 g6 ({}_{-0.014}^{-0.005});$$