

采用轴向进给法滚压多头数 加长螺纹

Rolling Multi-Head Long Thread by Axial Feed Method

中航工业陕西航空宏峰精密机械工具公司 许丽华



许丽华

任职于中航工业陕西航空宏峰精密机械工具公司技术开发部,从事螺纹刀具、量具设计工作多年,担任全国螺纹标准化技术委员会委员;全国螺纹标准化技术委员会螺纹测量分技术委员会委员;全国刀具标准化技术委员会螺纹刀具分技术委员会委员。

采用滚压法对螺纹进行加工是一种塑性加工工艺,该种加工是一种无切削使金属成型的方法,既能改善螺纹的机械性能也节约了金属材料,金属经塑性变形后,其强度和硬度都有所提高,零件的耐磨性有较大的提高,而螺纹的疲劳强度可提

采用滚压法对螺纹进行加工是一种塑性加工工艺,该种加工是一种无切削使金属成型的方法,既能改善螺纹的机械性能也节约了金属材料,金属经塑性变形后,其强度和硬度都有所提高,零件的耐磨性有较大的提高,而螺纹的疲劳强度可提高 20%~40%,表面质量也得到提高。采用滚压螺纹的方法应用非常广泛,尤其对于航空航天用螺纹零件,零件强度、耐磨性、表面质量等都提出了较高的要求,对外螺纹零件多采用滚压法进行加工。

高 20%~40%,表面质量也得到提高。采用滚压螺纹的方法应用非常广泛,尤其对于航空航天用螺纹零件,零件强度、耐磨性、表面质量等都提出了较高的要求,对外螺纹零件多采用滚压法进行加工。

普通滚丝轮可滚压的零件都不长,而在标准滚丝机上,要滚压加工一根长杆零件,就需要采用轴向进给的滚压方法,用通过重新设计的、宽度较小的滚丝轮,滚压出长螺纹来。这种滚压法已被经常采用,而当需要滚压的长杆零件为多头螺纹时,原有的滚丝轮就不能满足要求了,滚丝轮必须重新设计加工。本公司结合多年设计加工滚丝轮的经验,经过试验

验证,掌握了采用轴向进给法滚压多头长螺纹用滚丝轮的设计方法。

轴向进给滚丝轮的设计要求

通常所用的滚丝轮,其中径处的螺纹升角与被滚压螺纹中径处的螺纹升角是相等的,因此,滚丝轮与被加工零件在其轴向没有相对运动。但是,当采用有轴向进给的滚压方法时,滚丝轮中径处的螺纹升角与被滚压螺纹中径处的螺纹升角不相等,滚丝轮与被滚压圆柱作滚动时,滚丝轮与其被加工零件就要产生相对轴向运动。为了在螺纹的滚压过程中实现轴向进给,并滚压出合乎要求的螺纹,所选滚丝轮必须满足以下条件。

(1) 滚丝轮的螺距与被滚压零件的螺距必须相等,当被滚压螺纹中径处的螺纹升角 ψ_b 与所选滚丝轮中径处的螺纹升角 $\psi_{b'}$ 不能相等。 $\psi_{b'}$ 可以大于 ψ_b ,也可以小于 ψ_b 。

(2) 滚丝轮的宽带 L 应满足 $L \geq 2d$ (d 为被滚压螺纹公称直径)。

(3) 被滚压螺纹零件每转轴向位移量 $\Delta \iota_{\text{零}}$ 应满足下列不等式要求:

$$\Delta \iota_{\text{大}} > \Delta \iota_{\text{零}} > \Delta \iota_{\text{小}}$$

式中, $\Delta \iota_{\text{大}}$ 为在螺纹滚压过程中,被滚压零件每转轴向位移量的最大允许值,可取 $\Delta \iota_{\text{大}} = 0.5P$ (P 为螺距); $\Delta \iota_{\text{零}}$ 为用所选择的滚丝轮滚压螺纹时,被滚压零件与滚丝轮的相对轴向位移量, $\Delta \iota_{\text{零}} = \pi d_2 (\text{tg} \psi_{b'} - \text{tg} \psi_b)$,其中 d_2 为被滚压螺纹中径; $\Delta \iota_{\text{小}}$ 为被滚压零件每转轴向位移量的最小

允许值, $\Delta \iota_{\text{小}} = \frac{1-L}{TnU}$, 式中 ι 为被滚压螺纹的长度 (mm); L 为所用滚丝轮的宽带 (mm); T 为滚丝机所能提供的最长的滚压时间 (min); n 为滚丝轮每分钟转数 (r/min); U 为滚丝轮螺纹中径 D_2 与被滚压螺纹中径 d_2 的比值,即 $U = D_2/d_2$ 。

从设计上讲, $\Delta \iota_{\text{大}}$ 可取接近于被滚压螺纹螺距的数值,但零件每转轴向位移量大了的话,会使被加工零件的螺纹升角发生畸变,降低滚丝轮的耐用度。对于软材料被滚压零件,其每转轴向位移量 $\Delta \iota_{\text{大}}$ 可取较大值;对于硬材料被滚压零件,其每转轴向位移量 $\Delta \iota_{\text{大}}$ 应取较小值。

轴向进给法滚压多头长螺纹滚丝轮设计

在实际工作中,需要滚压零件为 $M6 \times 4/ (P1) - 6h$, 长度 200mm 的长螺纹,螺纹中径 $d_2 = 5.350$,具体设计如下。

(1) 预选 $\Delta \iota_{\text{零}}$ 。

按照前述要求, $\Delta \iota_{\text{大}} = 0.5P$, 在确定选取此值时,当螺纹为单头时,取 $0.5P$,而当螺纹为多头时, $\Delta \iota_{\text{大}}$ 的选取尤为重要,可取导程的 0.5 倍,还

是取螺距的 0.5 倍。为此进行了以下分析:

$\Delta \iota_{\text{大}} = 0.5P = 0.5 \times 1 = 0.5$ (按螺距取), $\Delta \iota_{\text{零}}$ 取 0.45, (1)

$\Delta \iota_{\text{大}} = 0.5P_h = 0.5 \times 4 = 2$ (按导程取), $\Delta \iota_{\text{零}}$ 取 1.95。 (2)

(2) 计算滚丝轮螺纹升角。

$$\text{公式为: } \psi_{b'} = \tan^{-1} \frac{p - \Delta \iota_{\text{零}}}{\pi d_2} \quad (3)$$

对于单头螺纹,此公式中 P 即为螺距,对于多头螺纹,滚丝轮中径处的螺纹升角与被滚压螺纹中径处的导程升角相关,因此公式中的 P 应为导程值 P_h ,而 $\Delta \iota_{\text{零}}$ 就有式(1)、(2)两种取法,哪一种正确还需以下验算:

将式(1)代入式(3),得 $\psi_{b'} = \tan^{-1} \frac{4 - 0.45}{\pi \times 5.35} = 11.93^\circ$; 将式(2)带

入式(3),得 $\psi_{b'} = \tan^{-1} \frac{4 - 1.95}{\pi \times 5.35}$

$= 6.96^\circ$ 。再看需要滚压零件 $M6 \times 4/ (P1)$ 螺纹中径处的螺纹升角,螺纹为 1 头时螺纹升角为 3.4° ,螺纹为 2 头时螺纹升角为 6.79° ,螺纹为 3 头时螺纹升角为 10.13° ,螺纹为 4 头时螺纹升角为 13.39° 。经过试验比较,用上述角度加工了 2 幅不同螺纹升角的滚丝轮,结果 $\psi_{b'}$ 为 6.96° 的滚丝轮滚压出的零件为 2 头螺纹(因为此升角接近两头螺纹),而 $\psi_{b'}$ 为 11.93° 的滚丝轮滚压加工出 4 个头的长螺纹。

通过试验验证了滚丝轮中径处的螺纹升角与被滚压螺纹中径处的导程升角相接近。因此针对上述计算应取 $\psi_{b'}$ 为 11.93° 。

由此可知,对于多头螺纹滚丝轮螺纹升角的计算 $\psi_{b'} = \tan^{-1} \frac{p - \Delta \iota_{\text{零}}}{\pi d_2}$, 式中, P 应为导程 P_h ,而 $\Delta \iota_{\text{零}} \leq 0.5P$, P 为螺距,公式应为 $\psi_{b'} = \tan^{-1} \frac{p_h - \Delta \iota_{\text{零}}}{\pi d_2}$ 。

(3) 确定滚丝轮的导程。

确定滚丝轮导程时,根据滚丝机具体型号,预选滚丝轮外径 D' 为

155,计算滚丝轮导程 S :

$$S = \pi D' \text{tg} \psi_{b'} = 3.14 \times 155 \times \text{tg} 11.93^\circ = 102.83, S \text{ 应取零件导程的整数倍, 所以 } S \text{ 取 } 104。$$

(4) 确定滚丝轮头数 Z 。

由前面计算得滚丝轮的导程 S 为 104,零件导程 P_h 为 4,滚丝轮与零件导程的倍数为 $104/4 = 26$,零件的螺纹头数为 4,则可以得出滚丝轮头数为 $4 \times 26 = 104$ 。

(5) 滚丝轮的中径。

已知滚丝轮的升角,可计算滚丝轮的中径 D_2 :

$$D_2 = \frac{S}{\pi \tan \psi_{b'}} = \frac{104}{3.14 \times \tan 11.93^\circ} = 156.764。$$

(6) 验算 $\Delta \iota_{\text{零}}$ 满足下列不等式要求:

$$\Delta \iota_{\text{大}} > \Delta \iota_{\text{零}} > \Delta \iota_{\text{小}}$$

根据滚丝机型号将滚丝轮的宽度设计为 $L = 40\text{mm}$,被滚压螺纹长度 $\iota = 200\text{mm}$,其中 $T = 1\text{min}$, $n = 25\text{r/min}$ 。

$$\Delta \iota_{\text{大}} = 0.5,$$

$$U = D_2/d_2 = 156.764/5.35 = 29.302,$$

$$\Delta \iota_{\text{小}} = \frac{\iota - L}{TnU} = \frac{200 - 40}{1 \times 25 \times 29.302} = 0.218,$$

$$\Delta \iota_{\text{零}} = \pi d_2 (\text{tg} \psi_{b'} - \text{tg} \psi_b) = 3.14 \times 5.35 \times (\tan 11.93^\circ - \tan 13.39^\circ) = 0.45。$$

计算值满足要求的不等式,此设计取值可行。

(7) 滚丝轮外径 D 及其他参数可按径向进给标准滚丝轮设计。

结束语

通过以上分析计算,得出了轴向进给法滚压多头数加长螺纹用滚丝轮的设计方法,解决了现有机床加工长杆零件的难题,具有较强的实用性。

在采用有轴向进给滚压时机床的调整也很重要,它与用普通滚压方法的机床调整相比,有相同的地方,也有不同的地方,在具体调整时,要参考普通方法调整的有关内容,这里就不再介绍。 (责编 小城)