

提高游标卡尺示值检测的精度

哈尔滨量具刃具集团有限责任公司 (黑龙江 150040) 杨 荣

游标卡尺的示值精度,是保证游标卡尺在使用过程中量值准确程度的综合指标,也是游标卡尺制造精度的综合体现。所以,保证示值精度是提高游标卡尺产品质量的关键。影响游标卡尺示值精度因素很多,例如尺身基准面直线度、刻度面的平面度、量爪对刻度面的垂直度以及测量力等。这些因素都是在生产过程中造成的。那么,如何保证游标卡尺示值精度除了合理安排设计、工艺和制造过程之外,还需要有严密合理的检测手段。

本文以 0~300mm 读数值为 0.02mm 游标卡尺在生产检查中的问题进行探讨。

1. 卡尺尺身基面直线度的影响

(1) 尺身基面弯曲 在一般情况下,是均匀弯曲呈圆弧形。如图 1 所示。

若在 300mm 长的尺身基面上,直线度为 δ ,假设在零位卡尺两测量面是平行的,随着尺框向后推移,尺框将相对原始位置发生倾斜,同时使尺框测量面作相应的倾斜,两测量面形成夹角。

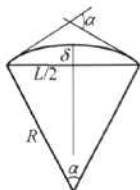


图 1

设在 $L=300\text{mm}$ 位置上,夹角为 α ,计算如下

$$(R - \delta)^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2 = R^2$$

$$R^2 - 2R\delta + \delta^2 + \frac{L^2}{4} = R^2$$

δ^2 很小,可忽略不计,即

$$R = \frac{L^2}{8\delta}$$

又 $R = L/\alpha$,代入得

$$\frac{L^2}{8\delta} \alpha = L$$

故

$$\alpha = \frac{8\delta}{L} \text{ (rad)}$$

则尺身基面直线度对示值的影响为

$$\Delta_{基} = H\alpha = \frac{8\delta}{L}H$$

若卡尺测量面下量爪伸出长度为 $H=60\text{mm}$, $\delta =$

0.01mm,如图 2 所示,则 $\Delta_{基} = H\alpha = \frac{8\delta}{L}H = 8 \times 0.01 \times 60 = 0.016 \text{ (mm)}$

由计算可知,0~300mm 读数值为 0.02mm 的卡尺,如果基面直线度为 0.01mm,对示值还是有影响的。

(2) 尺身导向面(基面) 是保证游标卡尺正常工作的基准,其直线度大小对游标卡尺示值误差有影响。由于卡尺尺身在精加工后、装配之前,还有很多工序需要加工,如磨凹面、电镀和照相等,很可能造成尺身导向面变形,破坏了原有的精度。另一方面,按加工工艺规定,尺身导向面在精磨后的检查,是用刀口尺通过光隙法进行检查,来估读间隙大小的,显然这不但有估读的误差,还有检查基准、方法等因素的影响。而且间隙不是造成卡尺示值误差的直接因素。我们知道,尺身导向面对示值的影响,是尺框沿导向面移动后,相对于尺框在零位时的原始位置产生倾斜,两测量面形成夹角所产生的,而不是直接由尺身导向面的间隙大小造成的。所以采用该检查方法是不完全合理的。

在图 3、图 4 中,假设尺身基面是均匀弯曲呈圆弧形。图 3 是单个弯曲,图 4 是有两个弯曲,直线度偏差都是 δ 。

设尺框移动位置 $L=300\text{mm}$,直线度偏差 $\delta = 0.01\text{mm}$,量爪伸出长度 $H=60\text{mm}$,此时 α_1 和 α_2 为尺框相对原始位置上的夹角,由图 3 计算如下

$$\begin{aligned} \Delta_{基1} &= H\alpha_1 = 8\delta H/L \\ &= 8 \times 0.015 \times 60/300 = 0.024 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

同理,由图 4 计算,尺身基面直线度对示值的



图 2

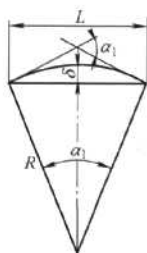


图 3

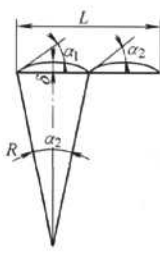


图 4

影响为

$$\Delta_{\text{测2}} = H\alpha_2 = 8\delta H / (\alpha/2) \\ = 8 \times 0.015 \times 60 / 150 = 0.048 \text{ (mm)}$$

由计算可知, 尺身两个弯曲比一个弯曲对示值的影响要大, 如果尺身弯曲呈蛇形, 则对示值的影响会更大。

(3) 对尺身基面的检查 卡尺检定规程 JJG30-2002 中规定, 游标卡尺在成品检查时, 只在 3 个位置上检定示值, 而使用者在测量过程中, 很可能在任何位置上使用和测量。所以, 为了更好地反映尺身导向面直线度对示值的影响, 我厂设计了 2601 型卡尺尺身基面直线度测量仪, 该仪器采用电感测微原理, 取得各传感器尺身的坐标点, 以第一、第二传感器测头的坐标连线为基准线, 然后计算每两个测头坐标点连线的偏角, 并选出其最大者数值, 以角秒显示。具有监视、分析、判断、报警等功能, 测量速度快, 数值准确等特点。

由以上两种情况, 建议卡尺在装配前, 要对尺身导向面进行复检, 对有疑问者, 采用卡尺尺身基面直线度测量仪进行判断是比较合理。

2. 量爪测量面偏角对示值的影响

卡尺在装配过程中, 量爪测量面需要精研加工, 常常由于加工方法不当, 会造成量爪测量面对尺身刻度面的偏斜。在检查卡尺示值时, 会因为量面偏斜而引起示值误差。而且由于测量方法的不同, 引起示值误差的大小也不同。

(1) 首先讨论下量爪, 假设量爪测量面对卡尺尺身刻度面垂直度为 $10'$, 若用贴合方法测量 (找最小值), 如图 5 所示, 示值在 300mm 长上影响为

$$\Delta_{\text{测贴}} = L - l \approx (L\alpha)^2 / 2L \approx \frac{1}{2} L\alpha^2 = \frac{1}{2} \times 300 \times (10 \times 0.0003)^2 = 1.36 \text{ (}\mu\text{m)}$$

(2) 若用放正法测量 (沿尺身方向), 如图 6 所

示, 因卡尺尺身厚度 $h = 4\text{mm}$, 对示值的影响为

$$\Delta_{\text{测平}} = 4 \times 10 \times 0.0003 = 0.012\text{mm}$$

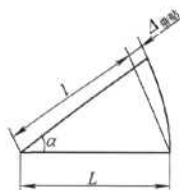


图 5

由以上计算结果可以看出, 贴合法测量影响示值较小。放正法测量示值较大。

(3) 对于上量爪, 由于量面很窄 (0.2~0.6mm) 常常被忽视, 认为在这样窄的量面上即使是有些偏斜也不会对示值有多大影响。实际上正是由于量面很窄, 在制造加工时容易产生较大的偏角而影响示值。在历年的抽检中也可以证实这一点。

设刃宽 $\sigma = 0.5\text{mm}$, 偏角 $\alpha = 3^\circ$, $L_1 = 51.2\text{mm}$, 用贴合方法测量, 量爪需要转过长度为 $3 \times 0.01745 \times 51.2 = 2.68 \text{ (mm)}$, 超过了量面的宽度。所以最小值实际是两量面尖点与量块接触连线。如图 7 所示。

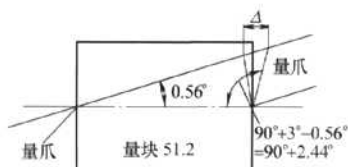


图 7

按三角函数方法计算, 则产生的误差为

$$\alpha \approx \frac{0.5}{51.2} \div 0.01745 = 0.56^\circ$$

由正弦定理

$$\frac{51.2}{\sin 87^\circ} = \frac{\Delta}{\sin (90^\circ + 2.44^\circ)} \\ \Delta = 0.024 \text{ (mm)}$$

采用放正法测量, 则对示值的影响为

$$\Delta_{\text{测放}} = 0.5 \times 0.1745 \times 3 = 0.026 \text{ (mm)}$$

由计算可知, 量面偏角对示值误差影响是很大的。由于在实际使用测量过程中, 两种测量方法都可能采用, 所以要适当控制此项的加工误差。并且在检测卡尺示值误差时, 贴合法和放正法均应合格。

如果卡尺量面有较大偏斜时, 对于有经验的检查员, 通过光隙法, 是可以观察到单面量爪与量块

花键的加工与检测技巧

烟台捷林达通用齿轮箱制造有限公司 (山东 265500) 张小强

在机械产品设计中,花键联接为多齿工作,承载能力高,对中性、导向性好,齿根较浅,应力集中较小,轴与毂强度削弱小,因而被广泛地应用飞机、汽车、拖拉机、机床制造业、农业机械及一般机械传动装置中。对于载荷较大、定心精度要求较高以及尺寸较大的联接,常用渐开线花键联接。渐开线花键的齿廓为渐开线,受载时齿上有径向力,能起自动定心作用,使各齿受力均匀、强度高、寿命长。我单位某产品花键轴如图1所示。材料为20CrMnTi。

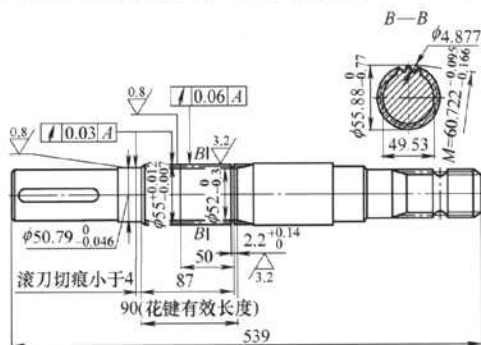


图 1

1. 问题的提出

由图1可知,该产品 $\phi 55\text{mm}$ 外圆需要在滚花键后进行磨削,由于其齿数为奇数,磨外圆时不能直接测量,需要换算尺寸后用公法线千分尺间接测量控制。

量面的间隙,如果有异议,特别是上量爪,还可以卡住小尺寸量块来观察卡尺量面偏斜的程度,进行判断和处理示值误差是否超差。

3. 结语

卡尺量面偏斜,尤其是上量爪对示值的影响不容忽视。采用合理的检查方法,是提高卡尺示值精度非常重要的手段。MW (收稿日期:20101218)

另外由于 $\phi 50.79\text{mm}$ 外圆处装配油封,因此在加工花键时不能有滚刀滚切痕(即图样要求滚切痕 $<4\text{mm}$)。实际生产中由于滚刀直径较大,加工后发现滚切痕 10mm 左右,不能满足图样要求。

2. 问题的解决

(1) 奇数齿外圆尺寸换算 方法一:利用CAXA电子图板直接作图,然后在图中直接测量。打开电子图板,单击“绘制/齿轮”命令,在弹出的对话框中进行各参数设定后,单击“确定”生成齿轮的平面图形,直接测量得齿外尺寸 $d = 54.8801\text{mm}$,如图2所示。

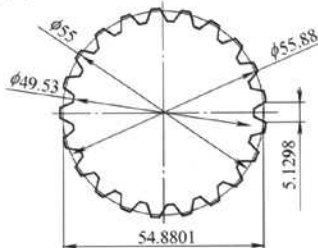


图 2

方法二:画出齿轮图形后,测量 $\phi 55\text{mm}$ 外圆处弦长得 5.1298mm ,利用直角三角形的公式得: $(5.1298/2) \times (5.1298/2) = x \times (55 - x)$,解一元二次方程得弦高 $x = 0.11987(\text{mm})$,故所需换算尺寸 $d = 55 - 0.11987 = 54.88013(\text{mm})$,与作图测量结果一致。

(2) 滚刀痕的解决 在滚刀刚开始切入时垂直手动进给,滚切一段后再自动进给加工。经检测,实际滚刀痕为 3mm 左右,满足图样的要求。

3. 结语

本文所述的花键加工技巧,经过实践检验准确、可靠,能够满足零件的加工要求,对于其他类似的花键零件的加工具有借鉴意义。MW

(收稿日期:20101102)