



一类线性尺寸的求取新法

重庆联合技工学校江津分校 (402260) 萧道坊 萧人山

在机械零件中,许多线性尺寸都与角度相关,例如燕尾槽的宽度尺寸、相交斜面的交点尺寸、斜孔轴线上点的坐标尺寸等。关于这类尺寸的求取方法,很多技术资料 and 文献中均有介绍。基本思路是:将角度作为已知量给出,测出相关尺寸,然后利用几何关系求出待求尺寸。这些方法虽然都可行,但还存在着一些不能忽视的问题,归纳起来有三点:

(1) 角度值是怎样给出的?如果是通过测量确定的,则可能存在测量和计算误差;如果是由图样给定的,则存在加工误差。这些都势必影响到计算结果的准确性。

(2) 计算过程一般都比较复杂,步骤较多,这就可能产生较大的累积误差。

(3) 由于各类零件的几何要素存在形状和位置的差异,导致计算公式形式各异,给实际应用带来不便,尤其对一些文化水平较低、计算能力较差的检测人员来说,困难更多一些。

能否避开角度误差的影响?能否使计算公式尽量简化?能否通过对少数几个问题的分析找出一般规律,以便在更大的范围内得到应用?本文正是为了实现这些目标进行一些探索。

1. 燕尾槽和燕尾块宽度尺寸的求取

(1) 求取图 1a 所示燕尾槽的宽度尺寸 L 。

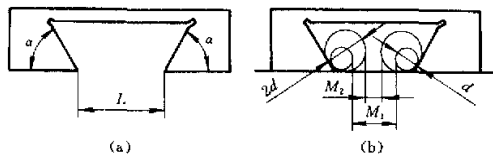


图 1

先选用两根直径为 d 的标准圆柱,测出图 1b 所示尺寸 M_1 。由几何关系得:

$$L = M_1 + d (1 + \tan \frac{\alpha}{2}) \quad (1)$$

更换直径为 $2d$ 的标准圆柱,测出图 1b 所示尺寸 M_2 ,则:

$$L = M_2 + 2d (1 + \tan \frac{\alpha}{2}) \quad (2)$$

由式 1×2-式 2 得:

$$L = 2M_1 - M_2 \quad (3)$$

这就是计算燕尾槽宽度尺寸 L 的公式。

顺便解出计算燕尾槽斜角 α 的公式:

$$\alpha = 2\arctan\left(\frac{M_1 - M_2}{d} - 1\right) \quad (4)$$

(2) 检测图 2a 所示燕尾块的宽度尺寸 l 。

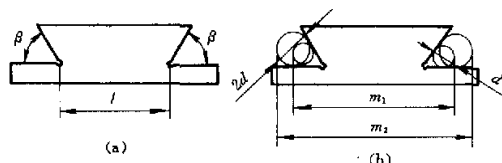


图 2

先选用直径为 d 的标准圆柱,测出图 2b 所示尺寸 m_1 ,由几何关系得:

$$l = m_1 - d (1 + \cot \frac{\beta}{2}) \quad (5)$$

更换直径为 $2d$ 的标准圆柱,测出图 2b 所示尺寸 m_2 ,则:

$$l = m_2 - 2d (1 + \cot \frac{\beta}{2}) \quad (6)$$

由式 5×2-式 6 得:

$$l = 2m_1 - m_2 \quad (7)$$

这就是计算燕尾块宽度 l 的公式。

顺便解出计算燕尾块斜角 β 的公式:

$$\beta = 2\operatorname{arccot}\left(\frac{m_2 - m_1}{d} - 1\right) \quad (8)$$

2. 相交斜面交点坐标尺寸的检测

(1) 检测图 3a 所示坐标尺寸 L_x 、 L_y 。

先选用直径为 d 的标准圆柱,测出图 3b 所示尺寸 M_{1x} 、 M_{1y} 。由几何关系得:

$$L_x = M_{1x} - \frac{d}{2} \left[1 - \frac{\cos\left(\alpha + \frac{\beta}{2}\right)}{\sin \frac{\beta}{2}} \right] \quad (9)$$

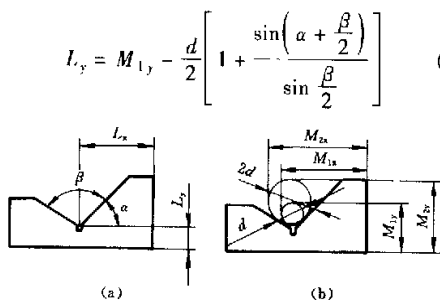


图 3

更换直径为 $2d$ 的标准圆柱, 测出图 3b 所示尺寸 M_{2x} 、 M_{2y} , 则:

$$L_y = M_{1y} - \frac{d}{2} \left[1 + \frac{\sin\left(\alpha + \frac{\beta}{2}\right)}{\sin \frac{\beta}{2}} \right] \quad (10)$$

$$L_x = M_{2x} - d \left[1 - \frac{\cos\left(\alpha + \frac{\beta}{2}\right)}{\sin \frac{\beta}{2}} \right] \quad (11)$$

$$L_y = M_{2y} - d \left[1 + \frac{\sin\left(\alpha + \frac{\beta}{2}\right)}{\sin \frac{\beta}{2}} \right] \quad (12)$$

由 (9) 式 $\times 2 - (11)$ 式, (10) 式 $\times 2 - (12)$ 式得:

$$L_x = 2M_{1x} - M_{2x} \quad (13)$$

$$L_y = 2M_{1y} - M_{2y} \quad (14)$$

顺便解出计算角度 α 和 β 的公式:

$$\alpha = \arctan \frac{2(M_{2y} - M_{1y}) - d}{2(M_{1x} - M_{2x}) + d} - \arcsin \frac{d}{\sqrt{[2(M_{1x} - M_{2x}) + d]^2 + [2(M_{2y} - M_{1y}) - d]^2}} \quad (15)$$

$$\beta = 2\arcsin \frac{d}{\sqrt{[2(M_{1x} - M_{2x}) + d]^2 + [2(M_{2y} - M_{1y}) - d]^2}} \quad (16)$$

(2) 检测图 4a 所示斜孔轴线与斜面交点 Q 的坐标尺寸 L_x 、 L_y 。

先按孔径 D 插入心轴, 用直径为 d 的标准圆柱测出图 4b 所示尺寸 M_{1x} 、 M_{1y} 、 N_{1x} 、 N_{1y} 。由几何关系得:

$$L_x = \frac{M_{1x} + N_{1x} - d}{2} - \frac{d \cdot \cos(\alpha_1 + \alpha_2)}{2\cos\alpha_2} \quad (17)$$

$$L_y = \frac{M_{1y} + N_{1y}}{2} - \frac{d \cdot \sin(\alpha_1 + \alpha_2)}{2\cos\alpha_2} \quad (18)$$

更换直径为 $2d$ 的标准圆柱, 测出图 4b 所示尺寸 M_{2x} 、 M_{2y} 、 N_{2x} 、 N_{2y} , 则:

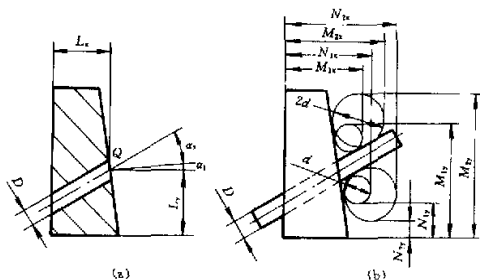


图 4

$$L_x = \frac{M_{2x} + N_{2x} - 2d}{2} - \frac{2d \cdot \cos(\alpha_1 + \alpha_2)}{2\cos\alpha_2} \quad (19)$$

$$L_y = \frac{M_{2y} + N_{2y}}{2} - \frac{2d \cdot \sin(\alpha_1 + \alpha_2)}{2\cos\alpha_2} \quad (20)$$

由 (17) 式 $\times 2 - (19)$ 式, (18) 式 $\times 2 - (20)$ 式得:

$$L_x = \frac{(2M_{1x} - M_{2x}) + (2N_{1x} - N_{2x})}{2} \quad (21)$$

$$L_y = \frac{(2M_{1y} - M_{2y}) + (2N_{1y} - N_{2y})}{2} \quad (22)$$

这就是计算 Q 点坐标 L_x 、 L_y 的公式。

顺便解出计算角度 α_1 、 α_2 的公式:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \arctan \frac{N_{1x} - M_{1x}}{M_{1y} - N_{1y} - d} \\ &= \arctan \frac{N_{2x} - M_{2x}}{M_{2y} - N_{2y} - 2d} \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= \arccos \frac{D + d}{\sqrt{(N_{1x} - M_{1x})^2 + (M_{1y} - N_{1y} - d)^2}} \\ &= \arccos \frac{D + 2d}{\sqrt{(N_{2x} - M_{2x})^2 + (M_{2y} - N_{2y} - 2d)^2}} \end{aligned} \quad (24)$$

这几个都是线性尺寸与角度有关, 并且都能用标准圆柱、量块等计量器具间接测量其尺寸的问题。采用以上方法解决这类问题具有以下特点:

(1) 尺寸计算公式中不含角度参数, 这就有效地避免了角度误差对计算结果的影响。

(2) 尺寸计算公式简单、规范, 便于记忆和使用且无计算累积误差。

(3) 可根据测量数据计算角度值, 以便同给定值进行校对, 必要时还可替代角度检测工序。现在

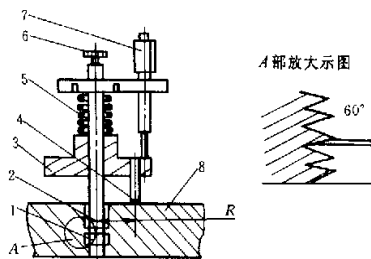
螺孔垂直度检具

山东华源莱动内燃机有限公司 (莱阳 265200) 张焕洲

我公司的 L、D 系列多缸曲轴在飞轮端设计有螺纹, 垂直度为 $0.03/R10 \sim 0.05/R10$, 螺纹中径用螺纹极限塞规检查, 垂直度用螺纹心棒检具测量。为了消除螺纹测量心棒与被测螺孔中径配合间隙, 过去曾采用一组不同中径尺寸的心棒 (级差 $0.02 \sim 0.025\text{mm}$) 作旋入选配, 待旋入测量心棒在被检螺孔中到位后又无松动时再套入表架测取数据。这样多次选配试测, 效率极低, 有时还因心棒被咬死在螺孔中, 造成不应有的废品。如果要提高抽检频率, 进一步控制加工质量, 势必要耗费更多劳力, 使产品成本增加。为此, 我们研制一种新的螺孔垂直度检具, 经使用效果良好, 检测效率比旧检具提高了 4~5 倍, 并且测量误差小, 示值稳定, 现已在其他零件上推广应用。

附图是该检具的结构原理图。检具的测量定心部分, 由主螺纹心轴 6 和副螺纹拉杆 7 组成, 检测时将螺纹心轴 (中径取止端螺纹塞规尺寸) 旋入被测螺孔中, 到位后旋紧螺母 2, 这样就把主螺纹心轴 6 与副螺纹拉杆 7 锁紧在被测螺孔中。由于 60° 螺纹牙形角斜面作用, 使螺纹心轴中径轴线与螺孔中径轴线重合, 起到精确定心作用。设在测环 5 上

的圆球形测头 4 借助压簧 3 的作用, 始终与被测端面贴合。测量时旋动测环 5, 就能看出指示表 1 的指针摆动量, 即测出螺孔中径轴线对端面半径为 R 的端面跳动量, 此跳动量即为被测螺孔中径轴线对端面的垂直度偏差值。



螺纹垂直度检具结构图

1. 指示表 2. 螺母 3. 压簧 4. 测头
5. 测环 6. 螺纹心轴 7. 螺纹拉杆

此种内螺纹垂直度检具的工作原理新颖, 结构紧凑, 测量方便, 测量示值重复精度高, 检具零件的制造工艺性好, 造价低, 是目前较为理想的一种螺孔对端面垂直度计量器具, 值得应用推广。

(收稿日期: 20030618)

对以上方法进行解剖。

其实, 这里并没有引入什么新的内容, 测量方法和基本计算公式都没有变化, 只是多安排了一次测量, 仅此而已。然而, 正是多一次测量才是解决这类问题的关键。

以燕尾槽为例, 那里实际上存在两个待求量: L 和 α 。如果只安排一次测量, 就只能建立一个方程式, 只能求解一个未知量, 要求解 L , 必然设 α 为已知量, 这就必然存在前面列举的种种弊端。反之, 如果用不同直径的标准圆柱先后测量两次, 就可以建立两个方程式, 可以求解两个未知量, 从而使它们的计算结果都不受对方实际误差的影响。其次, 只要先后两次所用圆柱的直径比不变, 则线性尺寸计算公式的形式不变, 这就是上述方法的全部奥秘。

4. 两点参考意见

(1) 如因空间位置所限, 标准圆柱直径不能成倍增加时, 可另选比例, 但计算公式要作相应的变化。例如先后两次所用圆柱的直径分别为 d 和 $\frac{5}{4}d$, 则尺寸计算式: $L = 5M_1 - 4M_2$ 。

(2) 具体操作时, 可用三种不同直径的圆柱 (例如直径分别为 d 、 $2d$ 、 $4d$) 进行三次测量, 划分两组数据实施计算, 然后进行对比。如果两组结果相差较大, 则应进一步查明原因, 例如零件有关几何要素的形状误差是否太大, 各基准要素的位置度误差是否超出规定标准, 测量方法是否存在问题, 测量器具是否合格, 测量数据是否有较大误差等。如果两组计算结果相差较小, 则取其算术平均值作为最后结果, 以减小测量误差的影响。

(收稿日期: 20030602)