

使用工具显微镜测量外螺纹参数的方法

唐山劳动技师学院 (河北 063300) 张继东 何智慧

万能工具显微镜是几何测量中比较常用的精密仪器,能快速准确测量各种形状复杂的样板、螺纹量规、蜗杆、滚刀等,其长度测量读数可精确到微米,角度测量读数可精确到分。

螺纹测量分为综合测量和单项测量两种方式。综合测量是用螺纹量规进行的测量,它能判断螺纹合格与否,适用于一般螺纹零件制造过程中的检验。对一些高精度螺纹,仅用综合测量不能满足精度要求,而必须采用单项测量。单项测量的主要参数包括影响螺纹配合性质的螺距、中径与牙型半角等。下面简单介绍一下使用工具显微镜测量外螺纹参数的方法。

1. 测量前的准备工作

首先要了解仪器结构,熟悉测量原理和操作程

序。根据被测螺纹的尺寸及精度,确定被测要素的公差及基本偏差。其次是接通电源,检查光路系统,根据被测螺纹中径大小和牙型角,调整光圈值。转动目镜头,使视场中分划板上的刻线最清晰。然后在顶针架上装好仪器的附件调焦棒,转动升降手轮使调焦棒中的刀刃清晰(调物镜焦距);转动纵向测微器,使工作台纵向移动方向与调焦棒中刀刃一致(调基准)(见图1)。最后将顶针架上调焦棒换成被测螺纹,根据公式 $\phi = \arctan(P/\pi d^2)$ (单头螺纹),计算出立柱倾斜角。转

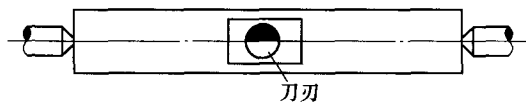


图1 工作台纵向移动方向与调焦棒中刀刃边缘一致

实测关系如下

a位置: $a_1=90^\circ - A + \Delta a$, $b_1=90^\circ - A + \Delta b$,
 $c_1=90^\circ - A + \Delta c$, $d_1=90^\circ - A + \Delta d$ 。

b位置: $a_2=90^\circ - A + \Delta a$, $b_2=90^\circ - A + \Delta b$,
 $c_2=90^\circ - A + \Delta c$, $d_2=90^\circ - A + \Delta d$ 。

c位置: $a_3=90^\circ - A + \Delta a$, $b_3=90^\circ - A + \Delta b$,
 $c_3=90^\circ - A + \Delta c$, $d_3=90^\circ - A + \Delta d$ 。

d位置: $a_4=90^\circ - A + \Delta a$, $b_4=90^\circ - A + \Delta b$,
 $c_4=90^\circ - A + \Delta c$, $d_4=90^\circ - A + \Delta d$ 。

分别将4个位置的角度关系相加得到如下关系

$$\sum_{i=1}^4 a_i = 360^\circ + 4 \Delta a$$

$$\sum_{i=1}^4 b_i = 360^\circ + 4 \Delta b$$

$$\sum_{i=1}^4 c_i = 360^\circ + 4 \Delta c$$

$$\sum_{i=1}^4 d_i = 360^\circ + 4 \Delta d$$

则有方规的4个角的实际偏差

$$\Delta a = (1/4) \sum_{i=1}^4 a_i - 90^\circ$$

$$\Delta b = (1/4) \sum_{i=1}^4 b_i - 90^\circ$$

$$\Delta c = (1/4) \sum_{i=1}^4 c_i - 90^\circ$$

$$\Delta d = (1/4) \sum_{i=1}^4 d_i - 90^\circ$$

通过以上推算可以看出,在测量过程中利用反向以及自封闭原理对4个角的结果进行,测量设备的误差分离以及测量结果的平均处理,有效地提高了测量结果的可靠性,并分离出了由于测量机本身几何精度误差带入的不确定度的影响。

3. 结语

本文通过数学推导,着重介绍了利用对称反向消差法以及自封闭原理对4个角的结果进行处理,不仅提高了测量的准确性,而且可以为更大型的方规在不同精度测量机检测探寻可行的理论依据。

MW (收稿日期: 20111112)

动手轮使立柱与被测螺纹螺旋升角方向一致，保证此时的螺纹牙型最清晰。

2. 测量外螺纹参数

(1) 外螺纹中径 d 的测量 螺纹中径是指螺纹截成牙凸和牙凹宽度相等并和螺纹轴线同心的假想圆柱直径。对于单头螺纹，它的中径也等于在轴截面内，沿着与轴线垂直的方向量得的两个相对牙型侧面间的距离。

测量时如图2所示，先使目镜分划板中平分 60° 夹角的虚线与螺牙影像一个侧边重合（用压线法），且使其交叉点大致落在侧边中点上。如图中 I 位置，记下横向测微器上的读数 $I_{横}$ （此时纵向测微器不动）；转动横向测微器，使另一侧对应牙边与分划板上的同一虚线重合，注意立柱倾斜方向的调整，保证牙型

影像清晰，如图2中 II 位置，记下横向测微器读数 $II_{横}$ 。此两次读数差 $|II_{横} - I_{横}|$ 即为初次测量值。由于被测螺纹存在安装误差，使螺纹轴线与工作台纵向导轨方向（测量轴线）不重合，即其轴线不能与横向导轨绝对垂直。为了消除这种安装误差对测量结果的影响，实际测量时，还应测出相邻的另一（反向）牙面上的中径（图中 III ~ IV 位置），然后取其平均值，即为此螺纹的中径值。

如图2中 I 位置，记下横向测微器上的读数 $I_{横}$ （此时纵向测微器不动）；转动横向测微器，使另一侧对应牙边与分划板上的同一虚线重合，注意立柱倾斜方向的调整，保证牙型

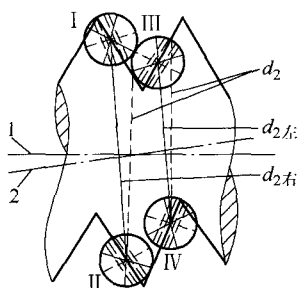


图2 螺纹中径的测量
1.螺纹轴线 2.测量轴线

影像清晰，如图2中 II 位置，记下横向测微器读数 $II_{横}$ 。此两次读数差 $|II_{横} - I_{横}|$ 即为初次测量值。由于被测螺纹存在安装误差，使螺纹轴线与工作台纵向导轨方向（测量轴线）不重合，即其轴线不能与横向导轨绝对垂直。为了消除这种安装误差对测量结果的影响，实际测量时，还应测出相邻的另一（反向）牙面上的中径（图中 III ~ IV 位置），然后取其平均值，即为此螺纹的中径值。

(2) 外螺纹螺距 P 的测量 采用影像法测量如图3所示，先将目镜分划板上的平分 60° 夹角的虚线与螺牙的一个侧边重合（压线法），且使其交叉点大致落在侧边中点上，如图6中 I 的位置，记下纵向测微器读数 $I_{纵}$ （横向测微器不动）；转动

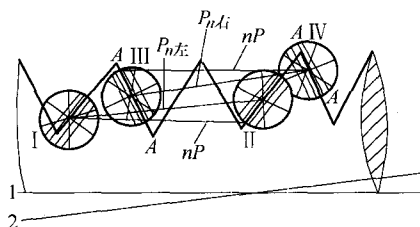


图3 螺纹中径的测量
1.螺纹轴线 2.测量轴线

纵向测微器，使螺纹影像移过 n 个螺距后（ n 可按螺纹旋入长度的不同取 $3 \sim 6$ 牙），使另一牙的同一侧边与分划板的同一边的虚线重合，图6中 II 的位置，记下纵向测微器的读数 $II_{纵}$ ，这两次读数之差是 $|II_{纵} - I_{纵}|$ ，即为此螺纹 n 个牙的螺距 $P_{n左}$ 。一般应测出螺纹副在任意旋合长度内最大的螺距累积误差 ΔP_n 。同理，为了消除螺纹安装误差的影响，实际测量时，还应测出相邻的另一（反向）牙面的螺距（III ~ IV）位置，然后取其平均值即为 n 个牙的实际螺距。

3. 外螺纹牙型半角 $\alpha/2$ 的测量

用影像法测量牙型半角时，先使分划板上平分 60° 夹角的虚线与被测牙型轮廓的一侧边重合，测量时可用间隙对线法，且使交叉点大致落在侧边中点上，如图4中 I 的位置，记下角度读数 $\alpha/2 I$ （即左半角）；调节纵、横测微器及分划板，使螺牙另一侧边与上述分划板上的虚线重合，图4中 II 的位置，记下角度读数 $\alpha/2 II$ （即右半角）。测量时注意立柱倾斜方向的正确，保证牙型影像清晰。同理，如果螺纹轴线与测量轴线不一致，则由同一螺旋面所形成的前、后边牙侧角会不相等，为了消除安装误差的影响，再测出另一边的左、右半角，图中的 III、IV 位置，右半角为 $\alpha/2 III$ ，左半角为 $\alpha/2 IV$ 。最后综合计算 $\alpha/2$ 的测量平均值。

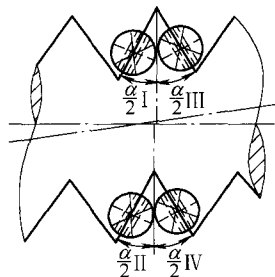


图4 螺纹牙型半角的测量
1.螺纹轴线 2.测量轴线

4. 结语

前面介绍了工具显微镜的测量原理和外螺纹参数的测量方法，在测量过程中有一些操作细节需要我们注意，如被测件表面的毛刺和磕痕、被测工件的正确安装、显微镜立柱倾斜方向、目镜和物镜的调焦顺序等因素，如果一时疏忽可能导致测量结果的准确度大大降低。MW

（收稿日期：20111104）