锥度塞规测量的辅助工具——L铁

河北省廊坊市恒宇工具有限公司 （102800） 于志强

在批量生产锥度塞规时，塞规的测量需要既快速又准确，这就要求测量方法必须从传统的光学仪器测量变为比较直观的螺旋测微器测量。然而对于具有锥度的塞规该如何用螺旋测微器来测量呢？L铁便成了最佳的辅助测量工具。用L铁和螺旋测微器配合起来测量锥度塞规，无论光滑塞规的外径还是螺纹塞规的外径和中径以及它们的锥度，都会既简便又快捷，而且精确度很高。

那么，什么是L铁？该如何使用？制作方法是什么？下面我将就其一系列问题作具体的陈述。

1. L铁的理论

L铁又称“弯铁”，它的理论基础是利用L铁两内侧面的倾斜角度，将需测量的锥度塞规与L铁的外侧面形成一个直线上的测量体，实施测量并比较理论值与实测值的差别。如图1所示：$\angle\beta$ 与塞规斜度相同，即 $\angle\beta = 1°47'$。L铁左侧面与塞规的右侧面已形成了一个直线上的测量体。

假设某1:16塞规的基面距为 L，求基面外圆 D。

首先，我们选取相对应的L铁，用螺旋测微器测出 H 值。$H_2 = H - H_1$；其中 H_1 是L铁的固定参数（稍后将做具体说明）。那么，只要能找出 H_2 与塞规基面处的外径尺寸 D 的关系即可。那么，H_2 与 D 之间的关系如何呢？

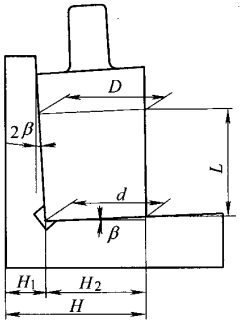

图1 锥度1:16（斜度1°47′）塞规与弯铁的配合示意图

向上平移 H_2 至塞规小端面左下角的点，即产生了 $\angle\beta$ 为一锐角的直角三角形。

从而得到 $H_2 = d\cos\beta$，

因为 $d = D - L/16$；$\angle\beta = 1°47'$

所以 $H_2 = (D - L/16)\cos1°47'$

既而 $D = (H_2/\cos1°47') + L/16$

至此，便可依理论公式计算出 D 值。

2. L铁的制作

首先要确定L铁要用于测量什么锥度的塞规，以确定L铁的两侧面的斜度。因为L铁只能测量与它底面斜度相同的塞规。其次要保障斜度公差尽可能的接近“0”。然后，以塞规理论斜度为准磨L铁底面内侧的斜面。接着磨L铁侧面的斜面，数值为2倍的塞规理论斜度。

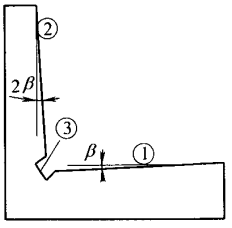

图2

最后，在L铁的内角处向里做一空心形状。此形状是为了防止塞规小端与L铁接触时产生干涉。具体步骤如图2所示。

3. L铁参数的确定

这原本可以放在“L铁的制作”中，但由于它的公式推导比较复杂，便单独作为一个问题来阐述。所谓参数也就是右图中的 H_1 值。它是L铁的自身属性，每个L铁都有一个属于自己参数。我们该如何知道一个L铁的参数 H_1 呢？用一根直径校对验棒即可找到答案。

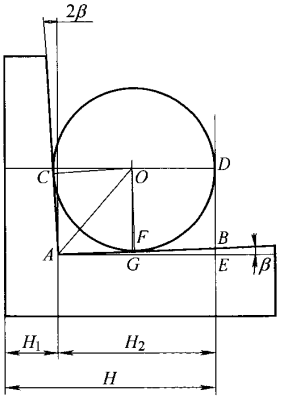

图3

例：图3的已知条件有：直径校对验棒在L铁上的实测值 H；$OD = OF = OC = d$（圆柱的半径）；G 点为通过圆心 O 的直线在 AE 上的垂足；$\angle\beta$ = 塞规理论斜度；$OF \perp AB$；$OG \perp AE$；$OC \perp AC$；

求：H_1 的值。

解：由于 $H_1 = H - H_2$

$H_2 = AE = AG + GE$ (1)

在矩形 $GEOD$ 中，$GE = OD = d$

式（1）可变成 $H_2 = AG + d$；也就是说求出 AG，H_2 的值也就确定了。那么 AG 等于什么呢？

在△AGO 中，$OG \perp AG$

$$AG = OA\cos\angle OAG \tag{2}$$

接下来我们求 OA 和∠OAG

$OF = OC$；OA 是公共斜边；∠OCA = ∠OFA = 90°

△ACO ≌ △AFO

$$\angle OAC = \angle OAF = (90° - \beta + 2\beta)/2$$

$$\angle OAF = 45° + \beta/2 \tag{3}$$

$$\text{即 } OA = OF/\sin\angle OAF = d/\sin(45° + \beta/2) \tag{4}$$

$$\angle OAG = \angle OAF + \beta \tag{5}$$

将式（3）代入式（5）则有

$$\angle OAG = 45° + 3\beta/2 \tag{6}$$

将式（4）和式（6）代入式（2）中

$$AG = \cos(45° + 3\beta/2)\, d/\sin(45° + \beta/2) \tag{7}$$

将式（7）代入式（1）中

$$H_2 = \cos(45° + 3\beta/2)\, d/\sin(45° + \beta/2) + d$$

$$= d\{[\cos(45° + 3\beta/2)/\sin(45° + \beta/2)] + 1\}$$

$$H_1 = H - d\{[\cos(45° + 3\beta/2)/\sin(45° + \beta/2)] + 1\} \tag{8}$$

这个公式太复杂，我们要对其化简。

$$\cos(45° + 3\beta/2)/\sin(45° + \beta/2)$$

$$= \sin[90° - (45° + 3\beta/2)]/\sin(45° + \beta/2)$$

$$= \sin(45° - 3\beta/2)/\sin(45° + \beta/2)$$

$$= \sin[(45° - \beta/2) - \beta]/\sin(45° + \beta/2)$$

$$= [\sin(45° - \beta/2)\cos\beta - \cos(45° - \beta/2)\sin\beta] / [\sin45°\cos\beta/2 + \cos45°\sin\beta/2]$$

$$= [(\sin45°\cos\beta/2 - \cos45°\sin\beta/2)\cos\beta - (\cos45°\cos\beta/2 + \sin45°\sin\beta/2)\sin\beta] / [\sin45°\cos\beta/2 + \cos45°\sin\beta/2]$$

$$= [(\cos\beta/2 - \sin\beta/2)\cos\beta - (\cos\beta/2 + \sin\beta/2)\sin\beta] / (\cos\beta/2 + \sin\beta/2)$$

$$= [(\cos\beta/2 - \sin\beta/2)\cos\beta/(\cos\beta/2 + \sin\beta/2)] - \sin\beta$$

$$= [(\cos\beta/2 - \sin\beta/2)(\cos\beta/2 - \sin\beta/2)(\cos\beta/2 + \sin\beta/2)/(\cos\beta/2 + \sin\beta/2)] - \sin\beta$$

$$= (\cos\beta/2 - \sin\beta/2)(\cos\beta/2 - \sin\beta/2) - \sin\beta$$

$$= 1 - 2(\sin\beta/2\cos\beta/2) - \sin\beta$$

$$= 1 - \sin\beta - \sin\beta$$

$$= 1 - 2\sin\beta \tag{9}$$

将式（9）代入式（8）则有：

$$H_1 = H - d(1 - 2\sin\beta + 1)$$

$$= H - d(2 - 2\sin\beta)$$

即

$$H_1 = H - 2d(1 - \sin\beta)$$

4. L铁的使用以及使用时的注意事项

L铁的使用如图4，以斜度等于塞规斜度的边为底边，将塞规放在上面，使塞规与L铁侧面紧贴。直接测出 H 值即可。通常情况下，H_2 与 D 之间以千分之几甚至万分之几的差率变化，且塞规公差通常在几十微米之内，其差率一般可以忽略。这样，在测量前可以事先计算出理论 H 值，便能很方便地比较出基面处外径尺寸的实际数值。直观地说，也就是实测的 H 值与理论上的 H 值的差异，等于实测的中径 D 值与理论上的中径 D 值的差异。即：

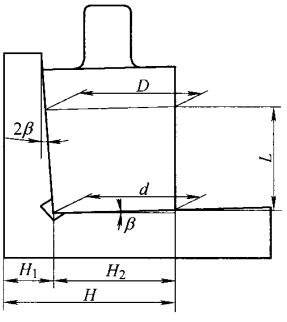

图 4

$$H_{实} - H_{理} = D_{实} - D_{理}$$

但使用时必须注意以下几点：

（1）选择底面斜度与塞规斜度相等且侧面斜度为塞规斜度两倍的L铁。

（2）测量时必须将塞规和L铁擦拭干净，尤其接触部位。

（3）由于斜度误差对这种测量方法影响很大，要定期检查L铁斜度，并尽可能地缩小塞规的斜度公差，以达到最佳的测量效果。

（4）极精密测量或公差相当之大时，应按上述公式推算出基面尺寸。

（5）以上是以光滑塞规外圆为例，对于螺纹塞的外径和 M 值，其理论也适用。

（6）检测锥度时，只需上下改变测量位置即可。

（收稿日期：20051210）