键 槽 对 称 度 测 量

齐齐哈尔市糖厂 （黑龙江 161005） 刘艳伟
齐齐哈尔第二机床厂 （161005） 刘 燕 赵 齐
齐齐哈尔市监测中心 （161005） 白 华

键槽对称度常用 GB/T1958—1980《形状和位置公差检测》规定中推荐 180°反向法测量。但在实际应用中普遍反映测量误差较大，甚至造成将不合格品误判为合格品的现象。本文就其存在问题及计算方法的改进作一探讨。

1. 键槽对称度测量的一般原则

键槽对称度误差是键槽的实际中心面对理想中心面的变动量。确定键槽理想中心面时，应注意满足两个条件：第一，键槽的理想中心面必须通过基准轴线。第二，理想中心面的位置应符合最小条件，即要使实际中心面至理想中心面的最大距离为最小。当同时满足这两个条件时，键槽的理想中心面就惟一确定，此理想中心面就是键槽对称度的评定基准。键槽的对称度为实际中心面到理想中心面最大距离的两倍。

键槽的实际中心面可以用嵌在槽内的量块或定位块的中心面来体现，也可以通过实际测量，用相应的坐标位置来体现。前者如用 V 形块 180°反向测量法测量，后者如用万能工具显微镜附件灵敏杆杠或其他坐标类仪器测量键槽的若干截面，由各测点的中心坐标值来体现键槽的实际中心面。

2. 用 V 形块 180°反向法（以下简称 V 形块法）测量键槽对称度时的数据处理

国标规定 V 形块法数据处理采用截面误差和长向误差分别处理的方法，并规定“取以上两个方面测量误差的最大值作为该零件的对称度误差”。这种将两个方向的误差分别处理的方法，当键槽存在长向误差时往往会造成长向误差超越由截面误差所确定的误差包容区域，而实际上键槽的截面误差和长向误差总是同时存在的，由图 1、2 的分析可以看出，由此产生了较大的理论误差。

图 1 表示出由截面误差计算对称度误差的原理图，图中 xOy 坐标平面为被测截面的坐标平面，原点 O 位于轴线位置，$a/2$ 为 V 形块法测量中，测量截面 180°上下两对应点的读数差的一半，d 为轴径，h 为槽深。图中零件键槽的对称度误差 f 为：

$$f = \frac{ah}{d-h} \qquad (1)$$

如该键槽只有截面误差而无长向误差时，按式（1）计算符合对称度误差定义，无理论误差。当存在长向误差时，由图 2 看出，此时出现误差超越现象。图中 $a_1/2$、$a_2/2$ 分别为键槽两端截面的中心位置。从图中可以看出，当只按其中一端截面（图中为 $A—B$ 截面）作最小包容区域（包容面 1、3 间的区域）时，长向误差的阴影区域超越最小包容区域，由此可能造成将不合格品判为合格品。

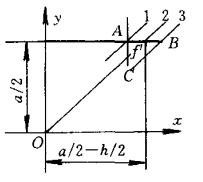

图 1
1、3. 包容面
2. 理想中心线

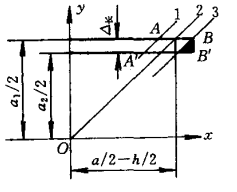

图 2
1、3. 包容面
2. 理想中心线

为克服误差超越现象，当键槽同时存在截面方向和长向误差时，作误差包容区域图时，必须使得该两项误差都落在最小包容区域内，如图 3 所示，图中 AB 为键槽，一端中心平面的位置。$A'B'$ 为另一端中心

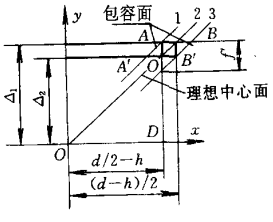

图 3

（下转第 65 页）

（2）累积误差较小，便于校对。

在此需要说明，球头千分尺仅限于外燕尾槽的测量检查。但在实际工作中，外燕尾正好是修刮及锉削要首先保证精度的基准件。而对于与之相配合的内燕尾的加工，可由基准件的形状精度进行配刮或配锉，刚好弥补它的不足，相信该千分尺的使用会填补量具使用方面的空缺，并能较大地提高工作效率。

（收稿日期：20030914）

惯性，要其从转动状态停下来，需要很大的阻力，为了避免死挡铁与齿条端面发生强烈冲击，油缸端部采用了缓冲装置，当齿条移至油缸端部，将近死挡铁时，齿条端面直径为 ϕd_1 的小圆柱进入油缸端盖 9 上与之配合为 H7/f6 的小孔，这时，油缸筒 14 里的液压油只能通过油缸端盖 9 上的小孔（孔$_2$）回油，而调节块上与油缸端盖上孔$_2$ 相连通的回油口是一条开在圆周方向上由浅渐深的三角形长槽，转动调节块可以调节回油口的大小，从而来控制油缸回油速度；当回油速度减慢到一定程度时，齿条将慢慢地靠上死挡铁，而不会发生冲击现象。另外，考虑到万一在制造与装配调试中出错而使缓冲失灵，引起死挡铁与齿条端面发生碰撞，齿条端面直径将因撞击发生增大变形，为了防止齿条端面因增大变形而与油缸咬死，与死挡铁接触的一段齿条端面直径 ϕd_2 故意设计成比油缸直径小 2mm 左右。

齿条 6 在油缸筒 14 里移动时，齿条在各种外力的作用下会转动，转动后齿条与齿轮 7 啮合时将发生干涉，严重时，齿条与齿轮将咬死，齿条将不能移动；导向螺钉 4 端面圆柱与齿条的长键槽配合导向，使齿条 6 在油缸筒里只能直线移动，不能转动。从而避免齿条与齿轮咬死现象的发生。

工作台在回转与停止时，工作台及其上安装工件的回转惯量及加、减速度要求具有很大的回转力，而回转力是由齿条 6 传给齿轮 7 产生的，在齿条 6 把动力传给齿轮 7 时，齿条与齿轮之间将产生相当大的推力 F，而齿条上的推力 F 将使油缸筒 14 产生弯曲变形，为了防止油缸筒的变形，在支架 5 上增加了两螺钉 11，两螺钉分别支承在两边油缸筒上，以便增强油缸筒的刚性，防止其弯曲变形。

另外，在工作台回转的液压驱动装置中，除在机械结构上采用一定的措施外，控制油缸筒进油与回油的液压阀也有一定的讲究，图 2 为控制工作台回转的液压原理图，控制油缸的液压阀选用了如图 2 所示的三位四通阀，三位四通阀右位使齿条活塞 2 右移，三位四通阀的左位使齿条活塞 2 左移，三位四通阀中位使齿条活塞 2 两端均与回油箱相通，不受任何液压推力，从而使工作台定位后处于卸荷状态，以免工作台在多齿盘定位时还始终受到液压引起的回转力，从而影响工作台的定位精度。

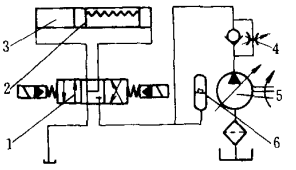

图 2
1. 三位四通电磁阀 2. 齿条活塞
3. 油缸体 4. 单向节流阀
5. 变量液压泵 6. 蓄能器

通过实际使用证明：在采用以上几个方面的措施后，液压驱动的回转工作台达到了令人十分满意的效果。

（收稿日期：20030815）

（上接第 59 页）

平面的位置。$\overline{AB}$，$\overline{A'B'}$为槽深 h，Δ_1、Δ_2 分别为键槽两端截面 180°上下两对应点的读数值（M_i、M'_i）之差的一半，即：

$$\Delta_1 = (M_1 - M'_1)/2 = a_1/2$$

$$\Delta_2 = (M_2 - M'_2)/2 = a_2/2$$

平面 2 为键槽实际中心面的理想中心面，它通过基准轴线，且使实际中心面至理想中心面的最大距离为最小。平面 1、3 为两个与理想中心面平行且对称分布在理想中心面两边的包容面。此包容区域的宽度即为综合考虑截面方向和长度方向的键槽对称度误差。

由图 3 几何关系显见：

$$f = 2\left(\Delta_1 - \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)(\frac{d}{2} - h)}{d - h}\right)$$

$$= \frac{2\Delta_2 h + d(\Delta_1 - \Delta_2)}{d - h}$$

由此，式（2）应作为 V 形块法键槽对称度误差的计算公式，按此式计算的对称度误差无理论误差。当然，V 形块法测量键槽对称度误差时，还会由于定位块的位置及操作不当等造成误差，所以在应用时除更正计算公式外，还应控制其他误差因素。当零件的精度要求很高时，应当考虑采用相应精度的坐标测量仪器或其他测量仪器进行测量。

3. 对比举例

设有一零件：轴径 $d = 120$mm，键槽深 $h = 10$mm，要求键槽对称度误差 $f = 0.02$mm，经 V 形块测量得：$\Delta_1 = 0.05$mm，$\Delta_2 = 0.03$mm。

按式（1）计算得：$f = 0.004$mm，可见合格。

按式（2）计算得：$f = 0.003$mm，不合格。

从上述例子可以看出按式（1）计算时，有可能把不合格品误判为合格品，一定要注意。

（收稿日期：20030930）