V形槽角度快速测量

齐齐哈尔二机床（集团）有限责任公司设计院 （黑龙江 161005） 杨晓东

机床在使用过程中需要定期检修，对已磨损的零部件进行修复或更换；在机床进行大修或改造的过程中，也需要对已损坏的零件进行更换。在这个过程中，就需要对损坏的零件进行测绘后重新制造，然后进行更换。在测绘过程中，经常会遇到角度的测量，比如V形槽角度的测量等。由于V形槽的角度是面与面的角度，从某种意义上来讲是一种立体角度，特别是在机床的大修或改造中，能否对V形槽角度进行准确测量，直接影响相关修配和改造零件的尺寸，最终决定机床性能和精度的高低。如果被测角度不是特殊角度（如90°）时，对于现场没有专用测量工具的技术人员来说，仅靠角度规、分度尺、万能角度尺等传统测量工具，实现直接对V形槽角度的测量难度会很大，测量工作将无法进行下去。如何利用车间现场有限的测量工具，快速完成测量任务，是一直困扰现场技术人员的问题。

本文介绍一种能够通过简单测量快速计算出V形槽角度的方法。此方法是通过总结多年的设计经验，并且经过现场的实践检验，证明是一种切实可行且能够充分满足现场实际测量需要的方法。利用现场常用的测量工具，总结出一个计算被测零件角度的计算公式。按照下文中介绍的方法测量出相关数据并代入公式后，能够迅速计算出被测零件的角度。尤其是对于一些角度特殊、体积较大的零件，更不需要专用的量具及检具。

1. 测量原理及角度计算过程

测量过程需要准备的工具有：用于单件小批量的转轴键槽检测，批量生产时效率太低。下面介绍一种用标准测量棒进行对称度检测和计算的方法。

如图3所示，当键槽不对称时，用测量棒分别置于键槽的两侧，OO_1 将比 OO_2 大，键槽对称度的偏差越大，OO_1 与 OO_2 之间的差值也越大。OO_1 和 OO_2 可通过外径千分尺测量 CD、EF 的尺寸间接获得。由图中的几何关系可计算出键槽的对称度公差。

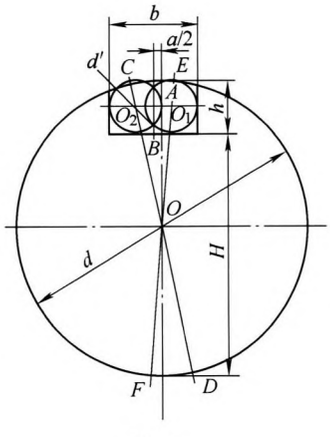


图 3

从△OO_1A 和△OO_2A 中可以求出 OO_1 和 OO_2

$$OO_1 = \sqrt{OA^2 + AO_1^2} \quad (1)$$

$$OO_2 = \sqrt{OA^2 + AO_2^2} \quad (2)$$

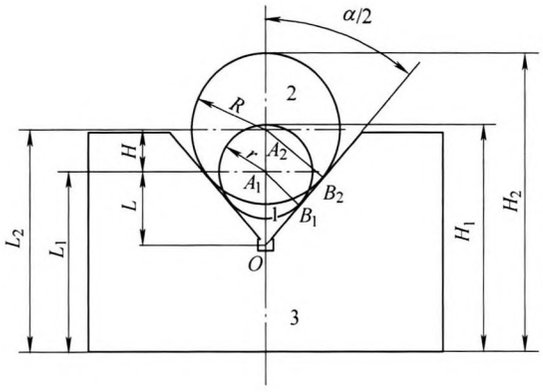
这样，我们就可以根据零部件的允许对称度公差，事先计算出 OO_1 与 OO_2 的允许差值 δ 来控制对称度，简单方便。

使用中应注意：①测量棒 d' 的直径越小，算出的差值 δ 越大；d' 的直径越大，算出的差值 δ 越小，即使用时用小直径的测量棒对测量结果比较敏感，更加便于控制对称度误差。②测量使用的转轴、键槽宽及测量棒都是有公差的，计算中取上差还是下差对 δ 有微小影响。批量生产中，为了控制产品质量，须控制 δ 不大于某一数值，因此计算值应取最小值，所以 OB、b、a 和 H 应取最小值，h、d 取最大值。但在对键槽对称度进行准确判断时，应取键槽相关尺寸的实际值。**MW** （收稿日期：20131217）

（1）量柱2个：需根据V形槽尺寸选取直径不同的量柱一个，要保证量柱放到V形槽后，量柱上表面高出V形槽上表面。

（2）卡尺或深度尺1把（需根据实际情况选择合适的量程）。

如附图所示，1为量柱1，2为量柱2，3为V形槽，O为V形槽两槽面的交点，L_1为量柱1中心线到V形槽底面的距离，L_2为量柱2中心线到V形槽底面的距离，H_1为量柱1的最高母线到V形槽底面的距离，H_2为量柱2的最高母线到V形槽底面的距离，r为量柱1的半径，R为量柱2的半径，A_1、A_2分别为量柱1和量柱2端面圆中心，A_1B_1、A_2B_2分别为垂直于V形槽两槽面的两条线，α为V形槽角度。



测量尺寸图

数据测量步骤为：

第一步，在测量前，需将被测零件的表面彻底清洗并且擦拭干净。将清理后的零件置于工作平台上，使其固定，如零件太大，移动困难，需要在原地测量时，则必须确保零件被固定，否则测量数据将不准确，并且容易造成意外伤害。

第二步，如附图所示，分别测量两个量柱的半径r、R，将两个量柱放入V形槽内，使其与V形槽紧密接触，分别测量图示中的H_1及H_2尺寸。为保证最后计算结果的准确性，测量时不能用力太大，并且需要进行多次测量，计算出最后的平均值，以此作为最后计算公式中代入的数值。

角度计算如下：

由图可知$A_1B_1=r$，$A_2B_2=R$，$L_2=H_2-R$，$L_1=H_1-r$，故$H=L_2-L_1=(H_2-R)-(H_1-r)$。

$\triangle OA_1B_1$与$\triangle OA_2B_2$为相似三角形，根据相似三角形定理可知

$$L/A_1B_1=(L+H)/A_2B_2$$

将已知条件代入，可得

$$L/r=[L+(H_2-R)-(H_1-r)]/R$$

故 $$L=[(H_2-R)-(H_1-r)]r/(R-r)$$

$$\sin(\alpha/2)=A_1B_1/L$$

将已知数值代入，进行推导，可得出角度计算公式

$$\sin(\alpha/2)=(R-r)/[(H_2-R)-(H_1-r)]$$

$$\alpha=2\arcsin\{(R-r)/[(H_2-R)-(H_1-r)]\}$$

将先期测得的数据R、r、H_1和H_2值代入上式，可快速计算出角度值。

先期进行各数值测量时，采用多部位测量，多次测量取平均值，最终求得V形槽角度α。

2. 测量注意事项

为了尽可能减小测量误差，实现对V形槽角度的准确测量，使用该方法时要注意以下事项：

（1）被测零件外表面需彻底清洗并且擦拭干净。

（2）选用标准量柱或规矩的圆柱，以满足测量及计算准确性要求。

（3）需用正规并且检定合格的卡尺或深度尺，以保证测量结果的可靠性。

（4）在被测零件圆柱外表面长度方向取多个位置进行测量。

（5）为消除测量和计算的偶然误差，此方法应多次测量，取平均值。

（6）在使用卡尺或深度尺时应力度适中，保证卡尺或深度尺与被测零件圆柱外表面实现三点的同时接触。

（7）要确保卡尺的测量量程大于被测零件的直径，否则请更换更大规格的卡尺，并重新测量数值。

（8）V形槽开口朝上水平放置，保证量柱与V形槽两槽面线性接触时，量柱对两槽面的压力相等。

3. 结语

正确把握该测量方法的注意事项，利用现场常用的工具，通过简单的测量，计算出V形槽角度，给现场测量工作带来了便利，提高了测量工作效率。由于节省了制作专用量检具的费用，也给工厂带来了经济效益。**MW**

（收稿日期：20131205）