

活塞型线夹具检测精度分析

■ 陕西柴油机厂重工有限集团公司 （兴平 713105） 邢立莉 张帅军 景富生

摘要：从分析活塞型线入手，着重讨论三坐标、圆度仪及所设计夹具的检测原理、检测要素，对比分析其检测的优缺点，确定活塞型线最方便、经济的检测方案。不仅能提高工作效率，而且可以节省工料，降低成本。



1. 计量数据分析

柴油机是舰船的“心脏”，而活塞则被看作是柴油机的“心脏”，因此性能良好的活塞是柴油机正常运转的前提。某型活塞裙外径加工后用外径千分尺测量基准断面上的直径，结果符合图样要求。为了验证其他断面上型线的正确性，对这些断面进行计量。由于活塞直径为400 mm，在圆度仪上无法计量，只能由三坐标计量活塞裙外圆型线中的四条侧母线。现从计量数据中找出两个断面，对数据进行分析。第一断面（见图1）在图样中距裙部端面高度为45 mm，计量单中为点0~13。表1中短半轴的理论值为（图样中长轴标注的尺寸－椭圆度0.25 mm）/2－偏移量0.3 mm。第二断面（见图2）在图样中距裙部端面高度为371.5 mm，计量单中为点9。表2中短半轴的理论值为（图

样中长轴标注的尺寸－椭圆度0.427 mm）/2－偏移量0.3 mm。

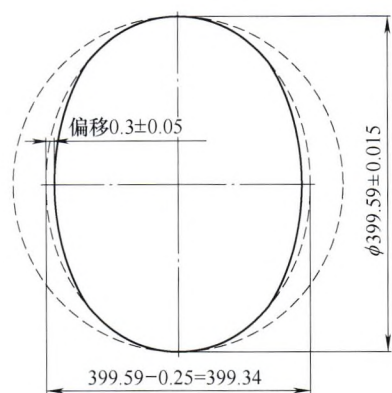
从以上数据可以看出，如果能测出每个断面不同角度点的精确直径，椭圆度误差就会很小，在三坐标计量时误差为0.005 mm，能计量活塞裙外圆上长轴与短轴上的四条侧母线。缺点是对于其他角度处的点的计量不是很准确。如果设计用一种工装的千分表能测出长轴与短轴上的四条侧母线，并且取点数相当于三坐标的测头触点，就可以代替三坐标检测。

表1 第一断面数据 （单位：mm）

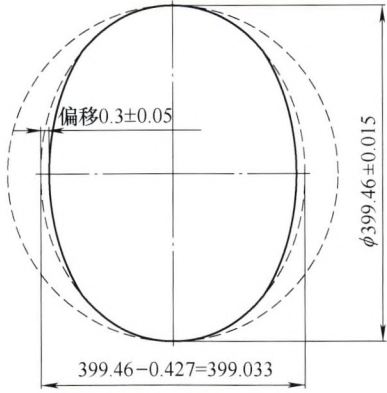
测量位置	理论值	实测值	结论
0°（短半轴）	199.37±0.05	199.342	合格
180°（短半轴）	199.37±0.05	199.372	合格
90°（长半轴）	199.795±0.007 5	199.847	+0.045
270°（长半轴）	199.795±0.007 5	199.775	-0.013

表2 第二断面数据 （单位：mm）

测量位置	理论值	实测值	结论
0°（短半轴）	199.217±0.05	199.255	合格
180°（短半轴）	199.217±0.05	199.281	+0.014
90°（长半轴）	199.73±0.007 5	199.762	+0.030
270°（长半轴）	199.73±0.007 5	199.737	合格



第一断面
图 1



第二断面
图 2

2. 三坐标检测分析

(1) 检测原理：三坐标检测活塞裙时，将活塞头部竖直向上水平放在等高块上，找正与活塞顶配合的外圆止口，确定活塞裙的中心轴线，再分别找活塞裙销孔两断面，确定活塞裙的短轴，检测时沿活塞裙的外圆在不同断面上采点，测出的数值为各断面不同角度的半径值。

(2) 误差分析：①如果零件没有调平，存在裙部端面与活塞裙轴线的垂直误差，这与机床主轴和夹具制造、装夹误差有关，约为0.02 mm。②活塞裙外圆止口与裙部外圆存在同轴度误差，虽然止口与外形是同一工位加工，但存在制造误差，测出的数值与极径值有差值。③检测时测头是插补式进行，测头没有沿活塞中心轴线回转进行测量，根据触头接触的位置的不同，其测量误差不同。④自身误差约为0.005 mm。

3. 圆度仪测量分析

(1) 检测原理：将活塞裙竖直放在圆度仪回转台上，自动调平和调心后，活塞轴线与回转台垂直且活塞中心在回转中心上，这样消除了与型线的其他误差，然后对正刻线，确定活塞裙短轴，最后根据回转台的旋转测出各断面不同角度的极径值。

(2) 误差分析：由于圆度仪的测量消除了与型线的其他误差，其产生的误差只有圆度仪的精度误差，故测量误差小，成本高。

4. 夹具设计分析

(1) 检具结构：根据活塞外圆型线的特性，设计检测夹具必须具备找心、调平功能。此检具在底板上安装半圆形侧板，在长轴和短轴相应的断面高度上分别安装千分表。该夹具能有效地检测长轴和短轴的断面型线，以及各断面上角度对应的长短轴（见图3）。

通过长支承方便将标准样件推进半圆形侧板中，将标准样件放入图示位置后在180°处找出标准样件的最大外径，确定180°线。在安装千分表的

孔位上侧刻印每块表的坐标位置，如：30-1，其中30表示角度，1表示层。再根据高度要求加工出最高处的基准孔，同时加工出找正孔（见图4）。最后根据侧板图样加工其余孔及螺孔。注意加工带有角度的孔时，要以底座中心孔为旋转中心，保证角度公差为 $\pm 10'$ 。夹具使用方法是在放入标准样件并正确定位后，将各千分表归零，然后移去标准样件，将活塞放入，读表并按表位将数值填入表格内。

(2) 检具的检测方法：检测长轴和短轴型线时，用高精度直尺将各千分表分别对零，然后将活塞放在底板上，对正刻线后靠近千分表，观察千分表的读数，记录读数并计算，确定长、短轴是否合格。该检测方法既方便又简单。

(3) 检测误差分析：①角尺对表误差。角尺垂直度误差按GB/T 6092—2004要求可知，最高精度角尺垂直度为0.002 mm/200 mm（高）。以某机型活塞裙为例，需检测262.5 mm高度断面，误差0.002 65 mm。②活塞外圆面与止口定位面垂直度误差（加工误差）。以止口处端面定位加工外圆，夹具定位面的跳动度0.01 mm/200 mm，加工误差反映到活塞长度上，导致外圆面相对止口的垂直度误差为0.01 mm。③千分表的精度误差为

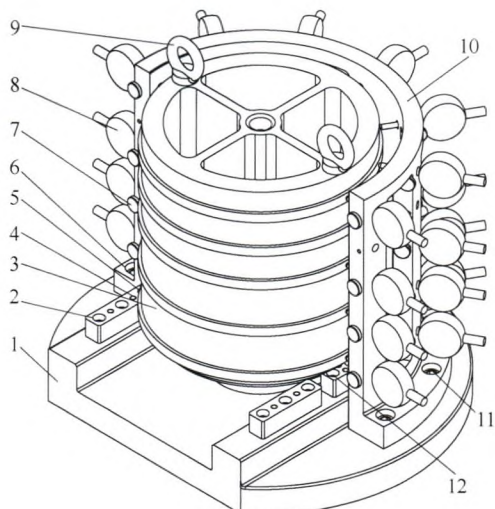


图 3

1.基体 2.长支承 3.标准样件 4、6.销钉u8 5.圆柱头内六角螺钉
7.滚花圆头压紧螺钉 8.千分表 9.起重螺钉 10.侧板 11.内六角螺钉 12.支承

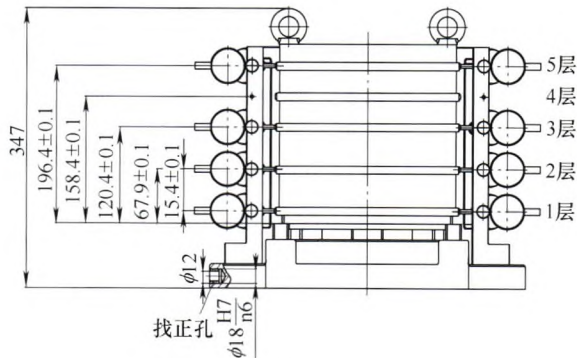


图 4

倾角传动齿轮箱箱体孔系加工工艺方法

■ 杭州前进齿轮箱集团股份有限公司 (浙江 311203) 王爱琴

摘要: 在倾角传动齿轮箱箱体孔系加工中, 利用卧式加工中心的工作台任意旋转角度功能, 解决了与偏置平面夹角为 β 的斜面孔加工难题。一次装夹即可进行箱体下倾角内孔的加工, 并能很好地保证斜度、同轴度等设计要求。

孔系加工是箱体加工过程中一项重要环节, 不仅有孔本身的形位公差精度要求, 而且孔系的相互位置也是一项必须保证的基本要求。

1. 加工分析

船用齿轮箱箱体的孔系一般为平行轴孔系, 其孔系的加工在组件中常以支架底面或底面为定位基准, 一次装夹完成 (见图1)。但为适应高速行驶的游艇和快艇等而研发的倾角船用齿轮箱, 其特点是

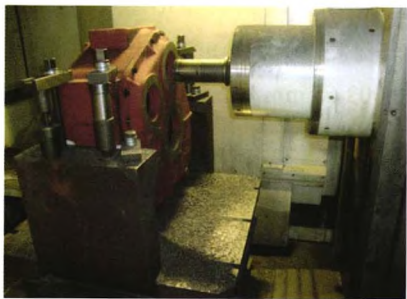


图1 平行孔系镗孔装夹方法

输入轴与输出轴有一个较小夹角 ($5^{\circ} \sim 20^{\circ}$), 即箱体上两孔轴线在垂直平面内相交, 从而使螺旋桨获得一个入水角, 同时解决了齿轮箱在小型船舶上安装空间狭小的问题。对于倾角传动齿轮箱箱体孔系的加工还没有专门的研究, 没有一种普遍适用的方法。而此类箱体零件如采用平行轴系的工艺方法, 需设计一套带有倾角的专用工装, 对单件、小批量生产来说很不经济, 且孔系无法一次装夹完成精加工, 需要基准转换, 这就很难达到图样相互轴线位置精度要求, 大大降低了零件的合格率和加工效率, 也直接影响到齿轮的传动精度以及传动的平稳性。

2. 加工方案

图2所示为倾角传动齿轮箱相

交轴孔系加工工艺方法。首先, 定位基准选为箱体一支架面, 这样把轴系在垂直平面内的相交转换为在水平面内的相交; 其次, 加工设备选具有任意旋转角度的卧式加工中心, 这样就将输出轴线相对输入轴线下倾 β 角的加工, 转换为卧式加工中心上与初始工件原点偏置平面夹角为 β 的斜面上孔的加工问题。

卧式加工中心上工件原点偏置转换, 即工件在机床工作台上定

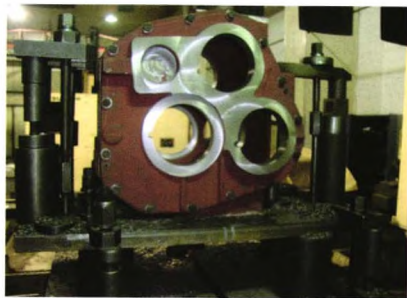


图2 倾角齿轮箱镗孔装夹方法

0.001 mm。④坐标点 (极轴点) 相位误差。检查是否存在椭圆象限偏差, 如果有象限偏差, 则也存在精度误差。如果椭圆相对理想, 椭圆偏转 5° , 则误差约为 0.002 mm。⑤总测量误差 = $0.0026 + 0.01 + 0.001 + 0.002 = 0.0156$ (mm)。

一般要求测量误差应该在被检测精度误差的 1/3 以内。而活塞型线长轴的误差一般为 ± 0.05 mm, 总

测量误差为 0.0156 mm, 小于型线误差的 1/3 (0.0166 mm), 可以满足测量精度要求。

5. 结语

本文所述测量活塞裙型线的方法操作简单, 成本低。在生产过程中, 由于批量等多方面因素的影响, 在分析和解决实际问题的時候应全面综合考虑, 从生产实际出

发, 几种方法结合对比做出准确判断, 从而可以避免许多失误的发生。

参考文献:

- [1] 薛源顺. 机床夹具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [2] 孟少农. 机械加工工艺手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.

MW (收稿日期: 20140704)