

基于对称加工技术应用中的同轴度误差在线检测

■ 太原机车车辆配件厂（山西 030003） 田建忠

摘要：利用对称加工技术，通过回转工作台在卧式车床中分别加工工件两端孔时，容易出现同轴度误差，通过专用检具在线检测，可以方便地判断误差的大小及方位，为解决同轴度误差带来的质量问题提供可靠的技术数值。

1. 对称加工技术的定义及应用

对称加工技术是实施位置公差定义的工艺技术，需用自动定心兼夹紧功能的对称转台的独特功能，通过给通用机床或数控机床增添极坐标系、基准点及辅助运动之后，改善装备的切削加工功能，提高工艺快速反应能力及工艺可靠性，借助对称工作台具有正多边形的几何对称性质，为实施位置公差定义奠定物质基础。

基于以上对称加工技术的基本原理，利用车床加工铁路货车用16型钩舌内孔时，将车床改为镗床使用。16型钩舌的加工要求如图1所示。

车床改造为镗床使用后，由于被加工孔较长，机床主轴内孔装入的刀具悬出量不宜过长，否则将因机床振动、刀具偏摆等不利因素的影响，造成加工后的工件内孔偏斜，同轴度达不到规定要求，为此将车床溜板、刀架拆除后，装入对称工作台，夹具

安装在工作台之上，加工完一端内孔后，工件连同对称工作台快速旋转180°后加工另一端内孔。具体加工情况如图2所示。

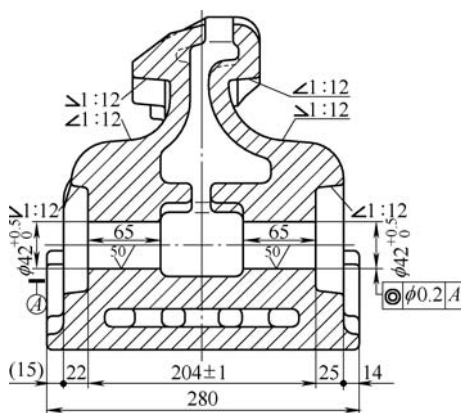


图1 16型钩舌加工要求

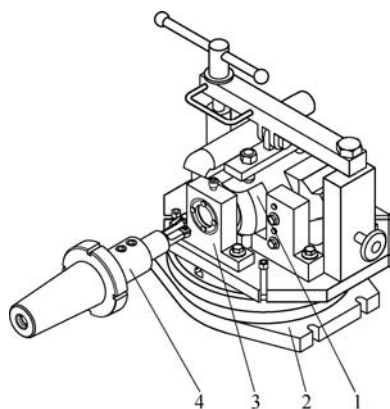


图2 定位夹紧装置加工示意图

1.工件 2.回转工作台 3.夹具 4.刀具

2. 回转工作台安装位置对加工精度的影响

回转工作台在车床大溜板中的安放位置正确与否，对产品加工后内孔的同轴度有直接关系，因此必须调整其位置的正确性。下面分别介绍回转工作台处于不同安装位置时对产品加工后同轴度的影响。

（1）机床主轴与工作台回转中心在空间正交的情况。具体情况如图3所示：①当机床主轴中心与工作台回转中心在空间正交时，先加工的A孔与后加工的B孔轴线重合，同轴度误差为零。

②两孔中心线重合为一条线，A孔与B孔可同时顺利通过孔用塞规的检查。③无论工装及被加工件安放在工作台的什么位置，刀具始终要沿着A孔与B孔的位置进刀，因此工装的安放位置对同轴度不会带来影响，只是对产品被加工孔的位置产生一定的影响。

（2）机床主轴与工作台回转中心在水平面内垂直但不相交的情况。具体情况如图4所示：①

当机床主轴中心与工作台回转中心在水平面内垂直但相差距离为 δ 时,先加工完的A孔旋转 180° 后相对工作台回转中心向上偏移 δ ,后加工完的B孔相对工作台回转中心向下偏移 δ ,A孔与B孔的中心线总偏差为 2δ ,出现了同轴度误差。②两孔中心偏移后,直径为 D 的孔只能通过直径为 d 的塞规, $d=D-2\delta$ 。

(3) 机床主轴中心与工作台回转中心在铅垂面内相交但不垂直的情况。具体情况如图5所示:
①当机床主轴与工作台回转中心在铅垂面内虽然相交但倾斜了 α 角时,先加工的A孔旋转 180° 后与后加工的B孔的轴线在空间相交

为 2α 角,出现了同轴度误差。②两孔轴线相差一个 2α 角度后,直径为 D 的孔只能通过直径为 d 的塞规, $d=D-2\sin 2\alpha / (L \cos \alpha)$ 。

综上所述可以看出,工作台在车床中的理想位置是其回转中心与机床主轴中心在空间垂直相交。出现第2或第3种情况,均会对产品加工后的同轴度带来不利影响,如果第2、第3两种情况同时出现,则同轴度误差将进一步增大。

3. 回转工作台正确位置的确定

为了实现工作台回转中心与机床主轴中心在空间正交的理想状态,对工作台在机床溜板中的

安放位置,可分以下两种情况进行调整。

(1) 工作台回转中心与机床主轴轴线垂直度调整。调整时,可将百分表磁力座吸附在机床主轴端面,百分表触头接触工作台表面,表针调零,纵向移动大溜板,观察表针变化,其表针变化值即体现了垂直度误差,通过在工作台下部加入调整垫片可解决这一问题。调整方法如图6所示。

(2) 工作台回转中心与机床主轴相交误差的调整。工作台回转中心与机床主轴在水平面内不相交的情况,将直接影响产品加工后的同轴度精度,其调整在现场实际操作时有一定难度,如果加工后的零件在回转工作台夹具中不拆卸就能直接测出其在水平方向的同轴度误差数值,对精准调整其位置将会带来便利。为此设计了同轴度专用检测量具进行在线测量,具体结构如图7所示。

该检具主要由杠杆8、检具体7及准确度为 0.01mm 的百分表1等零件组成。由于被测内孔较长,百分表触头很难全长直接接触工件内孔表面进行测量,为此设计了杠杆式传递机构,通过杠杆前端压入 $S\phi 3\text{mm}$ 钢球,将其测得的误差1:1传递到百分表触头上。本检具的关键件是杠杆,其两钢

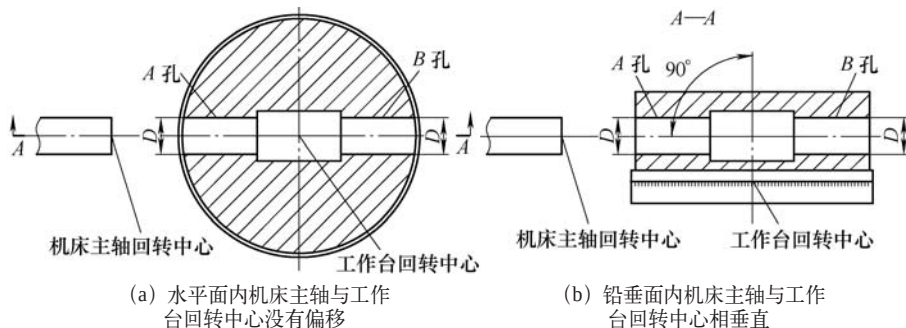


图3 机床主轴中心与工作台回转中心在空间正交的情况

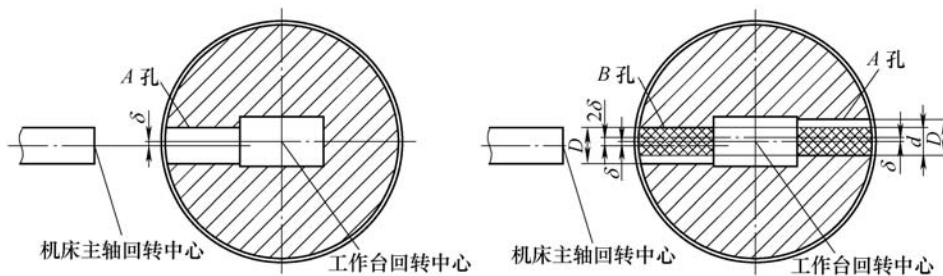


图4 机床主轴中心与工作台回转中心在水平面内垂直但不相交的情况

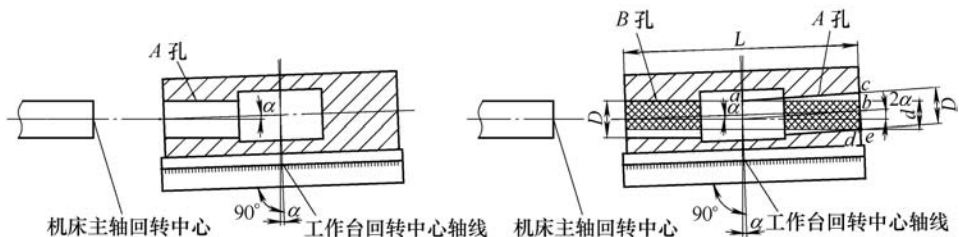


图5 机床主轴与工作台回转中心在铅垂面内相交但不垂直的情况

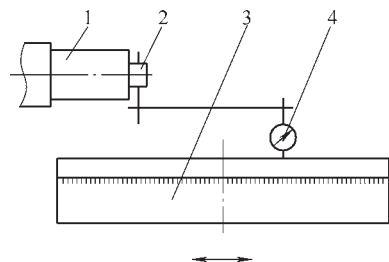


图6 工作台回转中心与机床主轴轴线垂直度调整方法

1.机床主轴 2.百分表磁力座 3.回转工作台 4.百分表

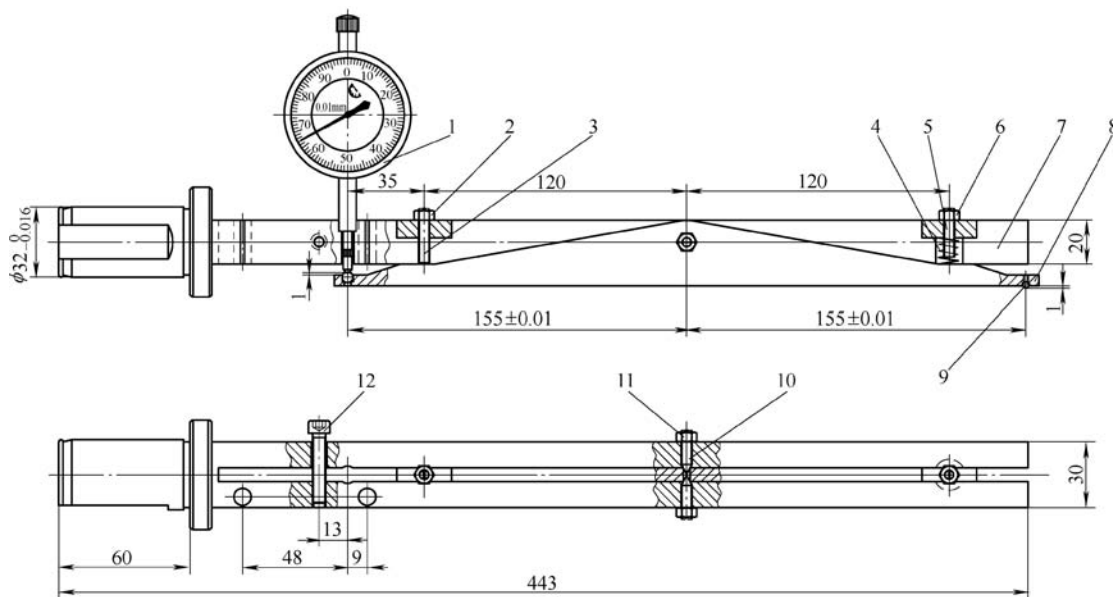


图7 同轴度在线检具

1.百分表 2、6、11.M5六角螺母 3.M5×25mm开槽平端紧定螺钉 4.φ1mm×φ9mm×15mm弹簧 5.M5×22mm开槽平端紧定螺钉 7.检具体
8.杠杆 9.测头（钢球） 10.M5×15mm开槽锥端紧定螺钉 12.M6×30mm内六角螺钉

球中心与杠杆回转中心的距离必须保持一致，否则将导致检测误差增大而失去其可信度，制造时可通过坐标镗床或数控加工中心来保证其加工精度。

4. 同轴度专用在线检测量具的使用方法

同轴度专用在线检测量具的使用按以下步骤进行：①将同轴度专用检具削平柄端装入机床主轴刀体孔内并锁紧。②加工后的工件不要卸下，使触头与被测工件内孔接触。③旋转表杆，找出水平最大点，记下表针数值。④检具不动，测头接触加工表面侧母线，左右移动工作台，观察检测点内侧母线数值的变化，记录其最大值。⑤工件连同工作台旋转180°，重复以上操作进行验证，记录表针最大数值差。⑥将记录的数值差除以2即是工作台中心与机床中心在空间实际偏差的数值，此时将百分表固定在床身上，百分表触头轻触夹具体端部

并观察表针，将工作台水平位移这个测定的数值，回转工作台中心与机床主轴中心就会在空间相交，困扰我们的同轴度误差问题也就有望得到改善和提高。同轴度检具在线检测时的情况如图8所示。

5. 结语

同轴度专用在线检测量具的投入使用，极大地方便了加工现场对回转工作台位置的正确调整，为确保产品质量带来益处，

具体优点是：

(1) 可以避开各种因素的干扰，将工件内孔加工后的变化情况通过专用检具的杠杆传递出来，直接反映出工件内孔轴线的偏差情况，使调整工作从工件的实际出发，做到了有的放矢。

(2) 结构简单，易于操作，可以很容易地发现实际孔径轴线在空间的任意实际位置，直观地发现问题的症结所在，为进一步精准调整工作台的位置提供可靠

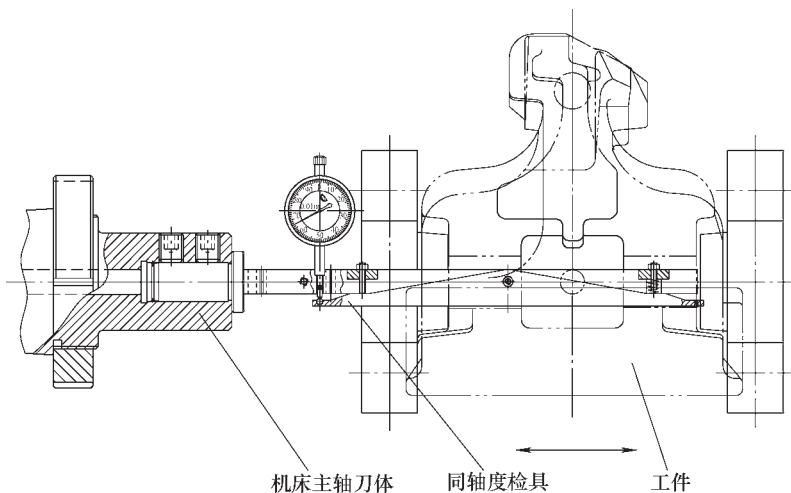


图8 同轴度检具在线检测示意图

表面滚磨光整技术在风电齿轮箱加工中的应用

■ 大连华锐重工集团股份有限公司 (辽宁 116035) 李维杰

■ 大连海事大学 (辽宁 116035) 于冬艳

摘要: 本文以某兆瓦级风电齿轮箱为例, 通过对齿轮轴进行光整加工试验, 探讨表面滚磨精研技术在提高零件表面质量和抗疲劳强度等方面的应用, 为该技术的风电领域的开发应用提供一定的参考。

齿轮失效的形式很多, 国内外的观察结果都较为一致, 即发生最多的仍为齿面的微点蚀, 主要发生在低速级传动齿面上, 一般认为与齿轮箱的工作状态有关(如速度及载荷变化等), 此外, 齿面的粗糙度对微点蚀的产生有直接影响。研究表明, 较低的表面粗糙度值对抑制齿面微点蚀的产生、延长齿轮箱的运行寿命有着十分明显的影响。

磨齿是最常用的齿轮精加工

方法, 精度可达六级, 齿面粗糙度值 $R_a=0.4\sim0.8\mu\text{m}$ 。将六级精度的齿轮经过光整加工, 接触疲劳强度提高1倍以上, 寿命提高1.5倍以上, 减小了齿轮的冲击振动和噪声。因此, 研究和推广先进的光整加工技术, 对改变我国齿轮制造业大却不强的现状、提高齿轮精度和质量具有重要意义。

1. 齿面微点蚀的发生机理

微点蚀又称灰斑现象, 是齿轮常见的失效形式, 是在油膜相

对于重载很薄的润滑条件下, 运转的齿轮副工作齿面的损伤, 多出现在齿轮的分度圆以下靠近齿根的部位。齿面点蚀区域如图1所示。

微点蚀的产生机理是齿面啮合时, 两齿面的微观波峰接

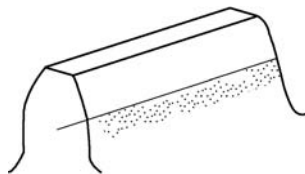


图1 齿面点蚀区域

的技术数值, 从而为确保产品质量创造有利条件。

(3) 实际使用时, 不需要调整机床的任何部位, 只是将工作台微调一个很小的距离就有望使问题得到很好的解决, 因此该检具在现场具有较强的实用性。

参考文献:

- [1] 张耀宸. 机械加工工艺设计手册[M]. 北京: 航空工业出版社, 1987.
- [2] 李新勇, 赵志平. 机械制造检测技术手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [3] 上海柴油机厂工艺设备研究所. 金属切削机床夹具设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1984.

MW (收稿日期: 20151023)

专家点评

本文介绍了对称加工中易出现的问题, 并设计了专用的同轴度检测器具。对称加工在加工较长孔的时候虽然比较容易, 但是如果主轴中心与工作台回转中心位置度稍有误差的话, 那么工件转位后所加工孔的同轴度误差将成倍增加, 所以还是尽量不用这种方法, 如果条件所限不得不用, 那也需选用精度较高的设备, 仔细校正主轴中心与工作台回转中心的位置度误差方可, 并在加工过程中随时检测其误差情况。