

曲轴两端孔位置度检具的研讨与设计

王加云

(遵义市特种设备检验所 贵州 遵义 563000)

摘要: 某发动机曲轴小端有4个螺纹(底)孔,大端有8个螺纹(底)孔和1个工艺孔,两端孔的位置度误差应满足公差要求,需要检查。本文通过曲轴工艺分析,研讨和确定曲轴在检具中的定位和夹紧方式,并设计了发动机曲轴两端孔位置度检具、功能量规和扫描规,光滑量规功能性地检查工艺孔、螺纹底孔位置度,扫描规测量各位置度具体误差值。

关键词: 孔位置度; 检具; 研讨; 设计

0 引言

为了保证发动机长期可靠地工作,对曲轴提出了很高的要求。其中主要要求有:曲轴要有足够的强度,主要包括弯曲疲劳强度、扭转疲劳强度等;曲轴要有足够的刚度,目的是减少曲轴挠曲变形,提高曲轴的自振频率;曲轴要有良好的润滑性、较高的耐磨性;曲轴与所连接零件之间要有良好的配合等等。

某发动机曲轴的大端直接通过螺纹孔与后油封和飞轮相连接,小端也以同样的方式与前端板、前油封、减震器等相连接,所以,两端螺纹孔的位置度误差将直接影响到曲轴与连接件的正常连接。如果两端螺纹孔的位置度误差过大,造成不能连接或者勉强连接,都会使曲轴产生不平衡,从而使曲轴在旋转时产生严重的振动。所以,为了避免由于曲轴两端螺纹孔的位置度误差过大而影响发动机的工作性能,必须在曲轴的生产过程中对其进行检验控制。

1 曲轴工艺分析

1.1 第二工艺孔加工

如图1所示,本工序完成后必须使第二工艺孔(即法兰端工艺孔)的位置度误差不大于 $\phi 0.1\text{mm}$,法兰端工艺钻孔的位置度误差不大于 $\phi 0.08\text{mm}$ 。

1.2 飞轮盘连接孔系加工

如图2所示,本工序完成后必须使法兰端螺纹孔位置度误差不大于 $\phi 0.3\text{mm}$,螺纹底孔的位置度误差不大于 $\phi 0.2\text{mm}$ 。

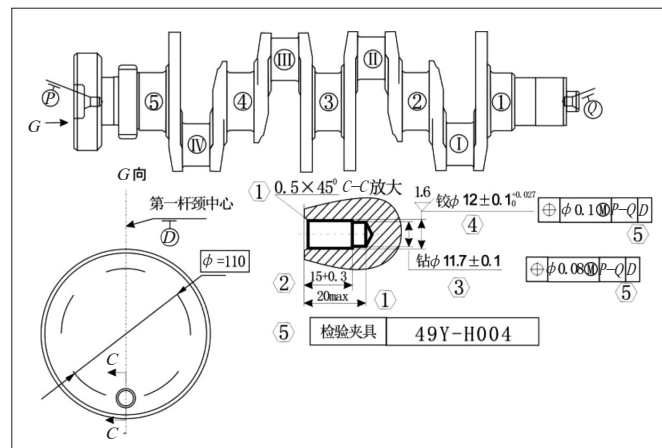


图1 加工第二工艺孔

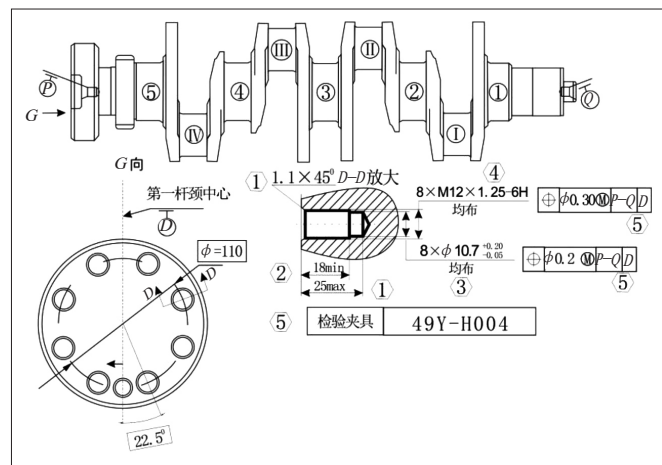


图2 加工飞轮盘连接孔系

1.3 曲轴前端螺纹底孔钻削

如图3所示,本工序完成后必须使螺纹底孔的位置度误差不大于 $\phi 0.2\text{mm}$ 。

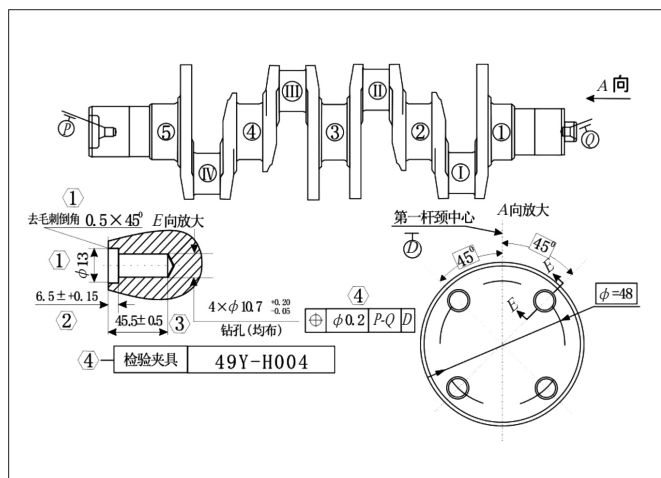


图3 钻曲轴前端螺纹底孔

1.4 曲轴前端螺纹底孔攻丝

如图4所示,本工序完成后必须使小端螺纹孔位置度误差不大于 $\phi 0.3\text{mm}$ 。

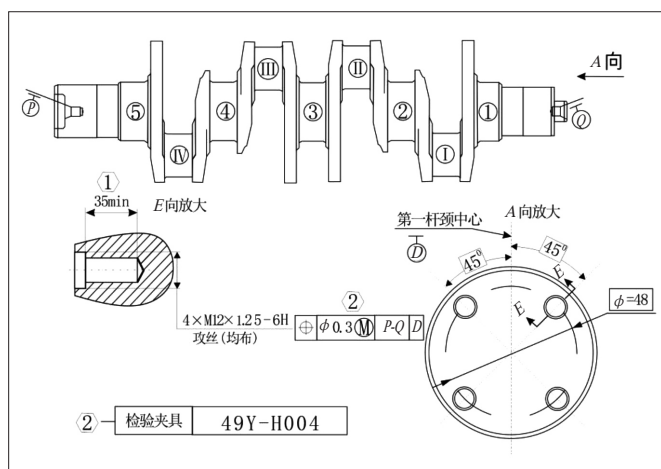


图4 曲轴前端螺纹底孔攻丝

通过对某发动机曲轴的加工工艺分析可知,本文所设计的检具需要能够同时检查工艺孔、螺纹底孔的位置度,并能够测量各位置度误差值。需要检查的项目如下:

- (1) 法兰端螺纹 $M12 \times 1.25$ 孔位置度误差不大于 $\phi 0.3\text{mm}$;
- (2) 法兰端螺纹底孔 $\phi 10.7^{+0.2}_{-0.05}$ mm 位置度误差不大于 $\phi 0.2\text{mm}$;
- (3) 法兰端工艺孔 $\phi 12^{+0.003}_{-0.03}$ mm 位置度误差不大于 $\phi 0.1\text{mm}$;
- (4) 法兰端工艺孔钻孔 $\phi 11.7^{+0.1}_{-0.1}$ mm 位置度误差不大于 $\phi 0.08\text{mm}$;
- (5) 小端螺纹 $M12 \times 1.25$ 孔位置度误差不大于

$\phi 0.3\text{mm}$;

(6) 小端螺纹底孔 $\phi 0.7^{+0.2}_{-0.05}$ mm 位置度误差不大于 $\phi 0.2\text{mm}$ 。

2 曲轴在检具中的定位和夹紧

2.1 概述

为了检查该发动机曲轴的工艺孔、螺纹底孔位置度,就必须完全限制发动机曲轴在检具中的六个自由度。发动机曲轴的位置度公差定位基准是两端顶尖孔和第一连杆颈中心线,连杆颈采用滚轮V型块角向定位。由于设计基准、加工基准和测量基准是重合的,所以基准不重合误差为零。综上所述,该发动机曲轴在检具上的定位,应选用两端顶尖孔和第一连杆颈外圆面为定位基准,采用一固定顶尖、一活动顶尖和一活动滚轮V型块进行定位^[1]。

2.2 曲轴夹紧方案的确定

结合上文已经确定的定位方案,确定夹紧方案。其中,活动顶尖和活动滚轮V型块在对发动机曲轴进行定位的同时对其进行夹紧。

活动滚轮V型块夹紧装置如图5所示,V型块通过螺纹与滑块连接,而整个夹紧部分的夹紧松开是通过夹紧器上的手柄来实现的。在无工件的情况下,夹紧器处于夹紧状态,装上工件前,向上扳动手柄松开夹紧器,装上工件后,放开手柄,由于弹簧的收缩作用自动夹紧工件。活动顶尖夹紧装置如图6所示,本装置采用气动夹紧方式,目的在于实现夹紧过程的自动化和降低劳动强度。顶尖轴与固定气缸相连接,通过气动装置实现顶尖轴的夹紧、松开和退回。

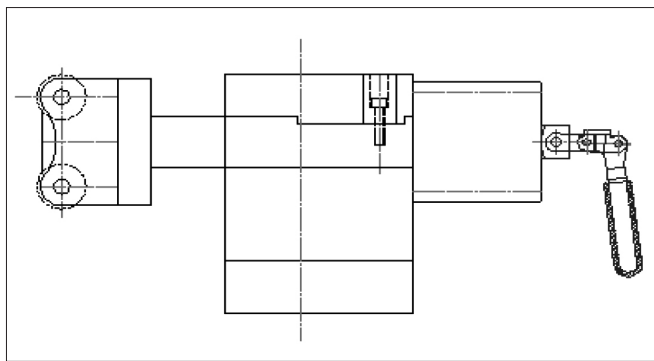


图5 活动滚轮V型块定位夹紧装置

3 发动机曲轴端面孔位置度检具总体设计

3.1 检具总图设计

如图7、图8所示,分别为检具的装配总图俯

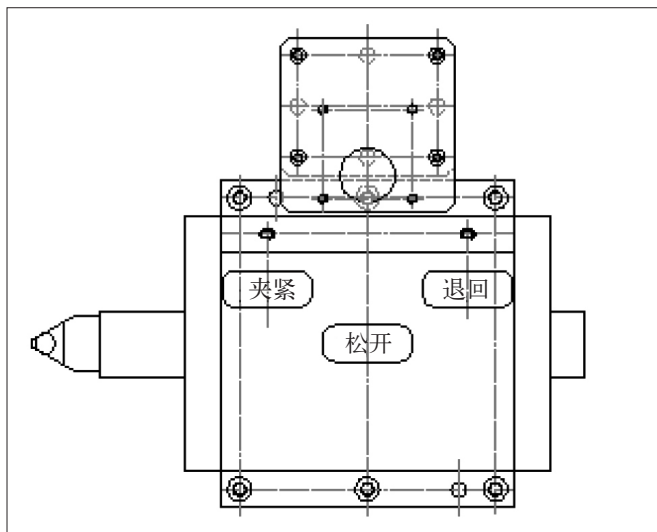


图6 活动顶尖夹紧装置

视图和主视图。侧视图中的测量模板孔与两端孔的位置一一对应。活动滚轮V型块对称中心与左右顶尖等高，允差为 $\pm 0.025\text{mm}$ 。测量模板孔的位置度以V型块对称中心与左右顶尖为基准，允差为

$\phi 0.05\text{mm}$ ，是被测孔位置度允差的1/4左右。

3.2 功能量规的设计原理

功能量规的工作部分包括检验部分（一般是工艺要求的孔径最小值减去位置度允差）、定位部分（一般与测量模板衬套孔研配，基本无间隙）和导向部分。检验部分和定位部分分别与被测零件的被测要素和基准要素相对应，分别模拟被测要素应遵守的边界和基准，它们之间的关系应保持零件图上所给定被测要素与基准要素间的几何关系。导向部分是为了在检验时引导活动式检验元件进入实际被测要素，以及在检验时便于被测零件定位而设置的。检验时，功能量规的检验部分和定位部分应能分别自由通过被测零件的实际被测要素和实际基准要素，这样才认为所检验的位置精度是合格的。功能量规的设计计算步骤一般为：

- (1) 按照被测零件的结构以及被测要素和基准要素的技术要求确定量规的结构；
- (2) 选择检验方式（共同检验或依次检验）；
- (3) 根据国家标准 GB/T 8069-1998 计算量规工作部分的极限尺寸，并确定形状和位置公差，确定表面粗糙度。

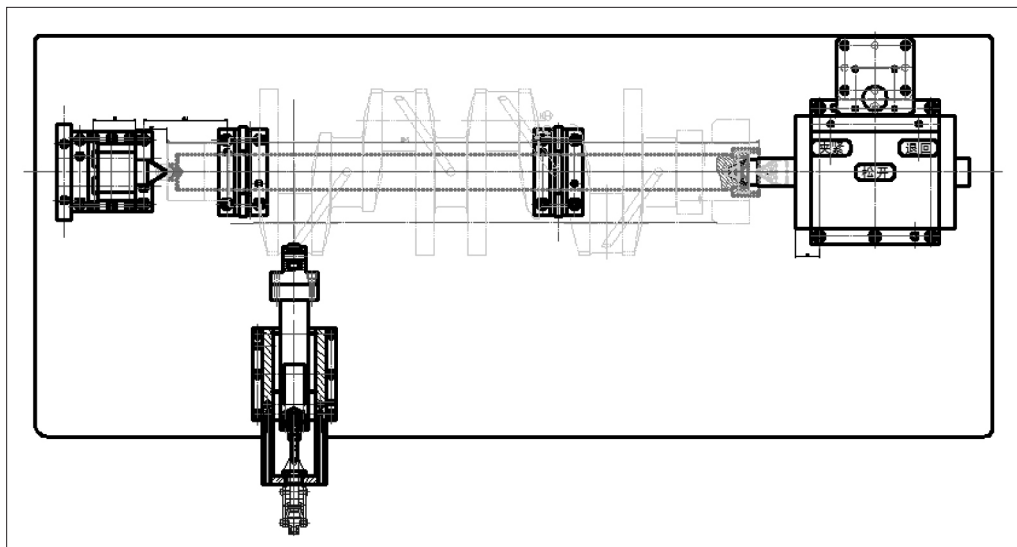


图7 检具装配总图俯视图

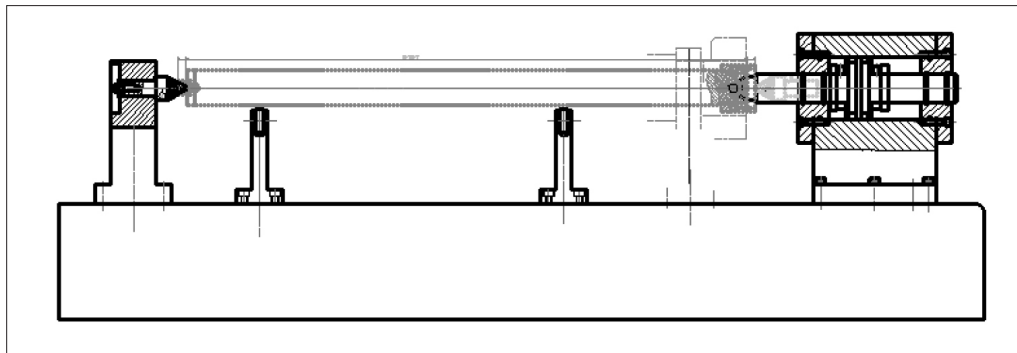


图8 检具装配总图主视图

确定形状和位置公差，确定表面粗糙度。

发动机曲轴端面孔位置度检具将原有的单一多工序的检验方式集中起来，并进行了优化和改进。它使用塞规功能性地检查发动机曲轴两端面孔的位置度，检验原理简单且能保证精确，检验过程轻松且能保证效率，基本上完成了设计所要求的任务。而且，本检具还实现了传统意义上的孔位检具的功能升级和改装，在所有零件不变的情况下，还为其设计制造了扫描规，用来具体测量各个端面孔位置度误差值。

若将指针表换成电感传感器，然后用电子柱来显示，机械式（半径）扫描规就变成了电子扫描

规,读数将更加直观方便。(半径)扫描规的测量结果可反馈给机械加工设备,并以此修改数控程序坐标值,以提高两端孔的加工质量。

4 检具主要零件装配的技术要求

(1) 两顶尖孔的锥面用于曲轴的定位,若锥面斜向圆跳动过大,将增大检具的误差,所以规定两顶尖锥面对轴线的斜向圆跳动为0.005mm。同时,为了提高顶尖头部的耐磨性,顶尖头部采用硬质合金YG6制造,并且用焊接的方式与顶尖相连接^[2]。

(2) 为了实现测量部件按一定精度作直线运动的目标,需要在检具中加入运动导向装置。导向装置应保证一定的精度,但导向精度对检具测量精度的影响大小需要具体分析,应根据具体情况对导向装置提出适当的要求。对导向装置的要求:刚性好、耐磨、运动灵活和平稳。

检具的静态精度及测量重复性情况:外观无明显缺陷,紧固件连接牢固可靠,运动件运动灵活;两顶尖中心同轴,允差 $\phi 0.05\text{mm}$;测量重复性 $C_g > 1.33$, $GR\&R=15.6\%$,验收结论为合格。

检具设计中尽量使测量部分符合阿贝原则,保证测量精度,保证底座等主要零件有足够的强度和刚度,检具零部件具有良好的工艺性,合理地选择检具主要外购件、非标加工件材料和技术要求。两端孔位置度检具外观造型合理,既能功能性地检测曲轴左右两端孔位置度,又能测出孔位置度具体误差值,经济性较好,满足现场控制工序质量使用要求,

在一定程度上保障了曲轴生产和加工质量^[3]。

5 结语

曲轴作为发动机的核心部件,其生产制造必须保证较高的质量,而曲轴生产过程中的检查,也必须保证较高的精度质量。所以,曲轴的各种精度检查不仅要满足生产中的快速要求,而且要满足质量要求,这就需要专用检具来完成。专用检具多属于专用件,没有现成的标准检具可供使用,而需要进行专门的研究设计和制造。在检查零件的各种精度过程中,专用检具成为缩短检查时间、提高劳动效率、降低生产成本的重要手段。

生产实践证明,按照比较法原理进行专用检具的设计与使用,既可提高工效,又能提高测量精度,为工装调试提供了准确数据,稳定了工序质量。

参考文献:

- [1] 吴正伟. 高性能汽车发动机曲轴加工工艺及结构改进研究[J]. 机械设计与制造工程, 2023, 52(05):17-20.
- [2] 危淼, 赵寒, 石存秀. 检具在汽车零件质量检测中的作用及设计的有效性分析[J]. 南方农机, 2020, 51(16):142-143.
- [3] 牛磊. 汽车检具关键技术的研究[J]. 时代汽车, 2023(06):16-18.

作者简介:王加云(1988.02-),男,汉族,贵州遵义人,硕士研究生,工程师,研究方向:机电类设备检验。