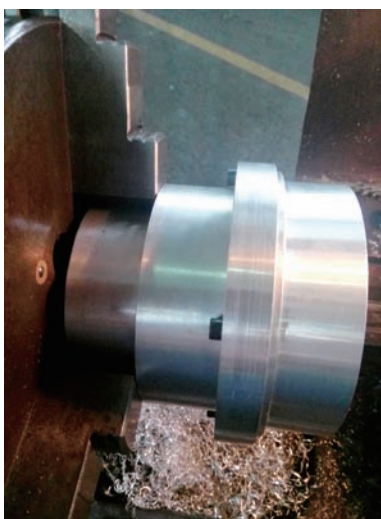


轴套类零件加工变形原因及控制

■ 河南平原光电有限公司 (焦作 454001) 邵 军 李红义 李宝生 李广周

摘要: 结合生产实例, 对轴套类零件在加工中的变形进行原因分析。通过采取工艺措施, 控制轴套类零件在加工过程中的变形, 从而更好地保证零件的尺寸精度及形状位置精度。



轴套类零件大多属于薄壁构件, 结构并不复杂, 精度要求相对较高, 在产品中主要起定位、旋转的作用, 并承受一定的径向力和轴向力。其加工质量

的好坏, 直接影响产品的功能和寿命。几乎每个产品中都有轴套类零件, 在加工中往往由于变形严重而影响其尺寸精度、形状精度。要解决此问题, 必须分析原因, 采取有效的措施, 才能保证零件精度。

1. 零件的结构特点

公司某型号产品中轴套类零件较多, 零件精度也较高, 如短空心轴 (见图1) 和解算器座 (见图2), 其尺寸精度为IT5~IT7, 同轴度为 $\phi 0.008 \sim \phi 0.015 \text{ mm}$, 垂直度为 $0.010 \sim 0.015 \text{ mm}$ 。具

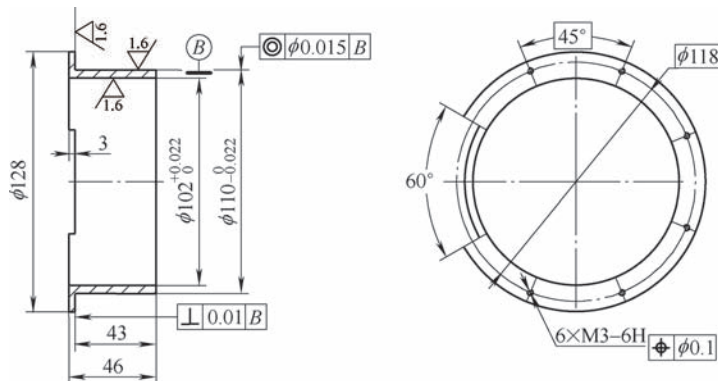


图 1

8. 结语

本文提出的伞形固化芯模的加工工艺方法, 可以有效地提高固化芯模整体加工的工艺性, 提高芯模间隙控制的可靠性, 为加工生产结构复杂、精度要求高的固化芯模提供了保障, 并为以后类似结构产品的加工提供了宝贵的经验, 有广泛的借鉴作用和应

用价值。

参考文献:

- [1] 王先逵. 机械制造工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [2] 孙佰媛. 机械制造工艺学[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007.
- [3] 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: 20170822)

专家点评

文章针对芯模的结构特征和加工难点进行了工艺研究, 并设计了一套专用组合装配工装, 解决了多瓣伞片整体加工的难题, 为类似结构的产品找到了一种新的加工方法。

有精度要求高、壁薄易变形的特点。

2. 加工中的问题及难点

在加工短空心轴零件时，考虑到其壁薄、容易变形，因此工艺要求粗、精加工分开，中间安排时效去应力处理。精加工后，零件在装备上处于夹紧状态时，用杠杆表、百分表分别测零件的孔径尺寸和圆度都符合图样要求，但卸下再检测，孔变形量达0.1~0.2mm，导致孔径尺寸和圆度超差，影响装配要求。

考虑到解算器座零件精度要求高，工艺要求在高精度车削中心上一次装夹完成其外圆、内孔和台阶的加工，以保证其同轴度、圆度要求。零件加工完后，在三坐标测量仪上检测，孔变形量达0.05~0.15mm。在采取了粗、精加工分开，中间安排时效处理后，仍达不到零件尺寸精度要求。

这两种比较典型的轴套类零件，材料均为铝棒2A12-T4，精加工时不能磨削加工，工艺难点

是加工过程中零件出现变形，严重影响到尺寸及位置精度。

3. 变形原因分析及控制

零件在加工过程中产生的变形包括：①零件加工后，内应力重新分布产生的变形。②定位面平面度达不到要求，回弹产生的变形。③零件夹紧位置、方向及受力点不恰当引起的变形。④零件的加工余量及加工过程中的切削力引起的变形。⑤加工过程中的切削热引起的变形。⑥零件结构不合理引起的变形。

零件变形控制方法有：

(1) 通过热处理消除应力控制变形。划分为粗加工、半精加工和精加工工序，中间增加热处理消除应力、稳定化处理等，使零件释放加工应力和材料应力，提高精加工后零件尺寸精度的稳定性。

(2) 精加工定位面控制变形。通过磨削、研磨等方法精加工基准面，提高定位面精度，以防止回弹变形。

(3) 改进压紧装夹控制变

形。通过改变夹紧位置、方向及受力点控制变形，如将径向压紧改为轴向压紧。

(4) 减小切削力控制变形。在精加工时，可采用磨削、抛光等切削力较小的加工方法加工，还可以采用改变切削参数、减少切削用量的方法。

(5) 减少切削热控制变形。为防止切削热引起的热变形，在加工中可使用切削液，以及减少切削用量。

(6) 改进零件结构或工艺方法控制变形。通过改进零件结构减少或控制零件变形，比如增加支撑筋、形状对称设计等；改进工艺方法，使应力完全释放。

零件在粗加工后都经过了时效处理，应力得到释放。加工中都使用了切削液冷却，防止了切削热引起的变形。精加工余量为1mm，切削力、加工应力还可能影响零件变形。夹紧方式为径向夹紧，夹紧力很大，会引起很大的变形。分析认为，零件夹紧位置、方向及受力点不恰当是引起

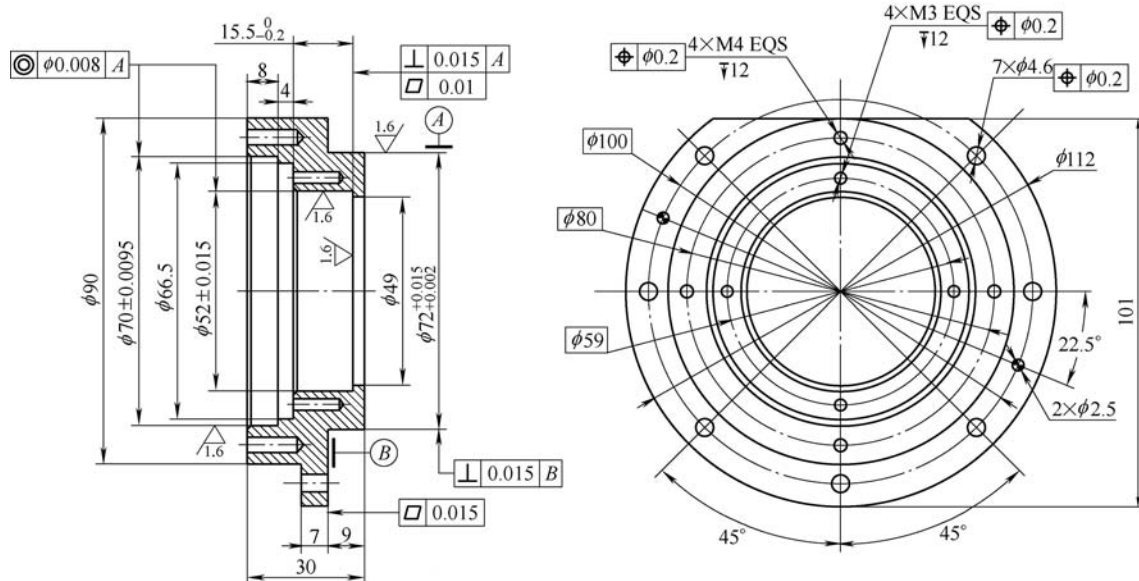


图 2

变形的主要原因。为此，工艺中采取了以下措施。

4. 针对短空心轴零件采取的工艺措施

(1) 研磨定位基准面。

(2) 按照图3制作专用工装，加工时按照图4采取轴向夹装方式，一次装夹完成精加工。

(3) 精加工余量由1mm减到0.5mm，加工时分三次切削，最后一次背吃刀量0.05~0.1mm，以控制精加工时切削力、加工应力引起的零件变形。

注意事项：所做专用工装定位面平面度 $\leq 0.01\text{mm}$ ；零件基准面研磨要达到0.01mm以内；螺钉拉紧力要均匀；切削参数选择适当，刀具要保持锋利。

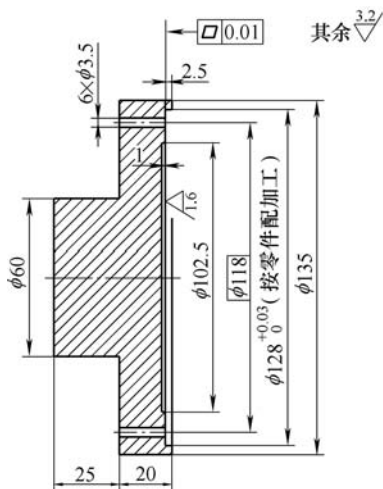


图 3

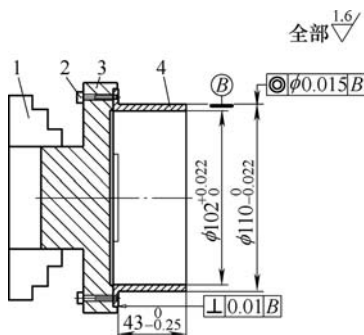


图 4

1.三爪自定心卡盘 2.拉紧螺钉
3.工装 4.零件

通过采取以上工艺措施，零件圆度0.01mm左右，同轴度 $\phi 0.006 \sim \phi 0.015\text{mm}$ ，合格率达100%。

5. 针对解算器座零件采取的工艺措施

(1) 针对零件不对称、壁厚不均的特点，在粗加工时就把直边加工出来，使此处应力完全释放。

(2) 加工时，由三爪自定心卡盘卡盘径向夹紧改为图5所示的螺纹拉紧。

(3) 精加工余量由1mm减到0.5mm，加工时分三次切削，加工量分别为0.2mm、0.2mm和0.1mm，以控制精加工时切削力、加工应力引起的零件变形。

按照图5加工完成后，再用心轴定位，轴向压紧端面，将工艺螺纹车到零件尺寸 $\phi 72\text{mm}$ ，并保证尺寸公差和形状位置要求。

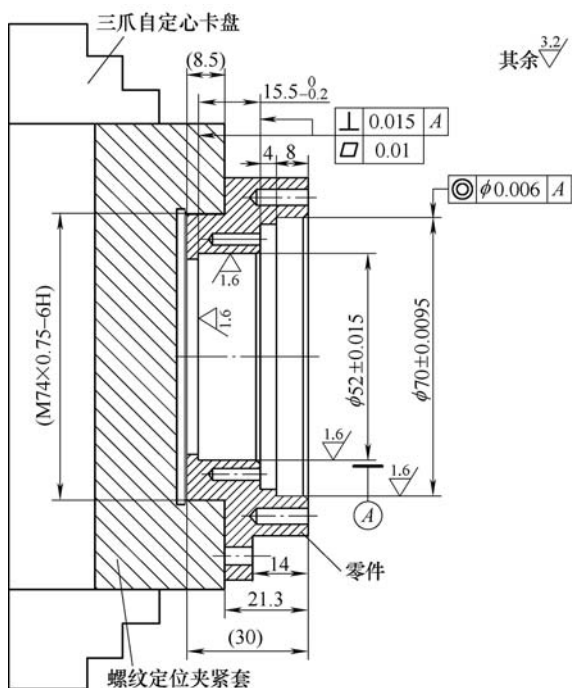


图 5

通过采取以上工艺措施，圆度、同轴度符合要求，零件合格率由原来的15%上升到90%。

6. 结语

通过实例分析了热处理消除应力、精加工定位面、改变压紧装夹以及减小切削力等工艺措施在轴套类零件加工过程中对变形进行的控制，这些措施往往组合使用。通过变形控制，保证了轴套类零件的尺寸形位精度，大大提高了零件合格率。这些措施可以推广应用到其他类似零件的加工变形控制中。

参考文献：

- [1] 李慧，马正先. 机械结构设计与工艺性分析[M]. 北京：机械工业出版社，2013.
- [2] 蒋增福，雷午生. 车工[M]. 北京：中国劳动社会保障出版社，2004.

MW (收稿日期：20170705)