

薄壁过滤器加工方案设计与优化

何世林 许伟利 杨洋 刘士学 刘全
(首都航天机械有限公司 北京 100076)

摘要: 氧副过滤器是典型的筒状薄壁过滤器, 其传统加工过程一直存在工序多、周期长、操作复杂和易变形的问题, 本文结合车铣复合中心的加工优势, 减少了装夹定位次数, 应用应力释放槽方法解决了应力变形问题, 提高了加工精度与效率, 为零件工艺改进提供了实践参考和应用依据。

关键词: 薄壁零件; 加工工艺设计; 表面粗糙度

0 引言

氧副过滤器是应用于火箭发动机管路中的零件, 属于重要的总装直属件, 材料为不锈钢。氧副过滤器在加工过程中存在工序复杂、周期长、易变形和不易装夹的问题, 直接影响了生产效率, 提高了生产成本。

1 改进前加工方案

传统的加工方法主要是使用数控车床、数控铣床和钳工或磨粒流去毛刺三种工种, 通过合理安排加工过程而完成制造。传统加工方法的加工工序过程示意图如图 1 所示, 具体步骤如下: 准备棒材毛料, 在数控车床上完成装夹后进行外圆的粗车加工; 切断后掉头装夹外圆部位, 进行内孔的半精车加工; 再掉头装夹外圆, 过滤器底部使用顶尖固定, 钻阵列小孔; 去除过滤器小孔口处毛刺; 自制芯轴和背帽, 重新装夹精加工外圆大部分, 背帽遮挡部位由于无法加工到而先不加工; 掉头使用开口胎保护过滤器装夹, 精车内孔和剩余未精车部位的外圆, 此处要注意外圆车削连缝处要尽量平整光滑; 最后磨粒流去毛刺。

2 改进前加工方案的问题分析

综合分析氧副过滤器加工过程中的问题, 主要有以下几点:

(1) 工序繁多复杂。每道工序均需要重新装夹定位, 造成机床、人员和工时浪费, 同时多次装夹找正降低工件的形位精度。

(2) 毛刺不易去除。小孔钻削形成的毛刺处于过滤器

内腔一侧, 毛刺去除过程复杂, 对工人师傅的技术能力要求高。

(3) 需要自制工装。在氧副过滤器的精加工阶段, 需要自制芯轴、背帽和开口胎等辅助装夹工具, 装夹准备时间长。

(4) 零件容易变形。铣工钻小孔的过程中, 需要在过滤器两侧装夹, 钻孔部位属于薄壁结构, 容易发生变形, 降低加工精度; 开口胎装夹薄壁部位也会造成零件的变形, 最终得到的过滤器壁厚将小于要求值。

3 改进方案设计与优化

3.1 改进方案设计

为解决加工过程中工序繁多复杂、加工质量不易保证的问题, 本文提出使用车铣复合中心进行加工的方法, 减少车加工完成后需在铣床上重新定位装夹的步骤。同时选择切入车外圆的方法, 将外圆与内孔的半精加工在同一道工序中完成, 减少调头装夹的步骤, 提高加工质量。改进后的加工过程如下: 在车铣复合中心上装夹定位后先半精加工外圆与内孔, 为保证工件强度, 外圆按同一直径尺寸加工, 除外圆细径部位, 其余均留约 0.05mm 的精加工余量; 钻削小孔; 精车外圆与内孔, 切断; 调头穿芯轴装夹, 铣端面小孔; 钳工去毛刺 (参见图 2)。

3.2 改进方案优化

氧副过滤器属于薄壁零件, 在钻削小孔之后, 如果直接进行外圆与内孔的精加工再切断, 前期加工过程中集中在切断部位的内应力得到释放, 将会造成过滤器孔口部位的收缩, 降低制造精度。为避免应力分布带来的加工变形, 本改进方案创新性的增加应力释放槽的车削, 即在钻削小孔之后, 精加工外圆与内孔之前, 先在切断部位切入车 4~8mm 的槽 (并注意槽的位置要不影响氧副过滤器整体加工尺寸), 将毛坯内应力对薄壁氧副过滤器的影响降到尽量小的数值, 然后再进行外圆与内孔的精加工, 这样切断得到的零件尺寸变形量最小。

由于过滤器整体壁厚约为 1mm, 相对较薄, 刚度和强度不够高, 同时切入车

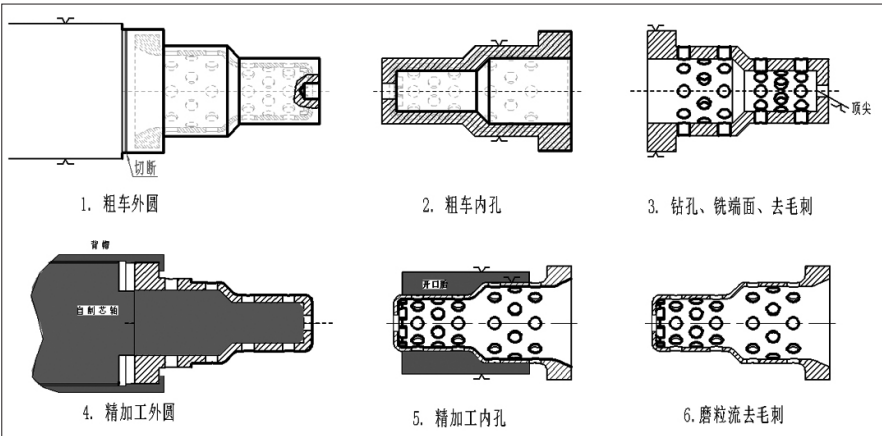


图 1 传统加工过程示意图

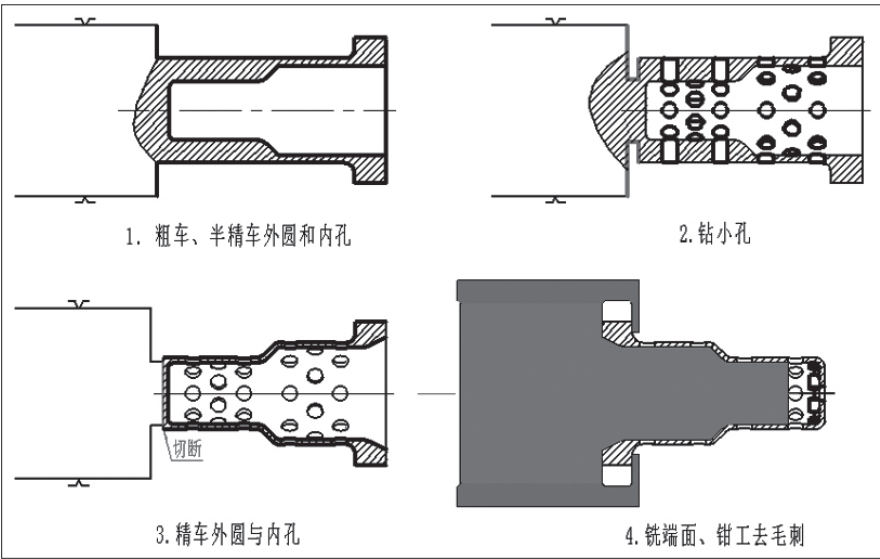


图 2 改进方案加工过程示意图

槽使过滤器与固定装夹的毛坯部位连接量较小，在加工过程中，如有较高的切削力会引起零件的变形，刀具和加工参数不合理还会使的零件外圆产生振纹现象。为此，精车外圆时要使用刀尖圆弧半径尽量小的刀具，因为较小的刀尖圆弧半径在加工过程中对工件施加的径向力相对较小，但刀尖越小，刀具越容易磨损，为延长刀具的寿命，减少换刀引起的工时浪费，并彻底消除振纹的存在，必须进行加工参数的试验与探索。

以主轴转速和没转进给量为两个因变量做正交试验，主轴转速设置 600、800、1000、1200 四个水平的数值，没转进给量设置 0.1mm、0.2mm、0.3mm 三个水平的数值，共进行 12 次试验。

经对比试验，当主轴转速为 1000r/min 和 1200r/min 时，零件表面出现振纹；当主轴转速为 1200r/min，没转进给 0.3mm 时，外圆表面振纹最明显；当主轴转速为 600r/min

和 800r/min 时，零件表面无明显振纹，且表面粗糙度均小于 Ra0.8。由此可知，零件表面振纹的产生受进给速度的影响不明显，而受主轴转速的影响显著，为达到更好的加工效果，应选用 600 ~ 800 之间的的主轴转速。

4 改进方案评论

改善后的加工方法可以一次装夹完成外圆与内孔的精加工以及轴面上阵列小孔的加工，极大的减少了加工工序步骤，提高了加工效率；一次装夹保证了形位公差要求。

应力释放槽的设置避免了切断时造成的薄壁结构变形问题；使用刀尖圆弧半径较小的刀具车削外圆避免工件表面振纹的产生，提高了表面光整度，降低粗糙度值。

新的加工方案中完成精车内孔与外圆工序后，小孔孔口毛刺均相对较小，且处于小孔内部，钳工只需使用简单工具即可完成毛刺的去除工作，极大的简化了辅助工作内容，避免去毛刺时对过滤器其他部位的刚蹭现象。

5 结语

新型的加工方法保证了工件的形位精度，减小了工件变形量。提高了加工精度和加工效率。滤芯组件的加工优化过程为相似产品的加工优化提供了方案参考。

参考文献：

[1] 北京第一通用机械厂编. 机械工人切削手册 [M]. 北京：机械工业出版社 .2009.
[2] 姚新平，王志斌. 轴套类薄壁零件加工工艺措施小议 [J]. 应用技术，2018(2):80-82.
[3] 高腾，苗鸿宾，等. 刀尖圆弧半径对难加工材料表面粗糙度的影响. 煤矿机械 [J],2013,34(8):149-150.

