

铸造工件工装设计案例

张世君

山东浩信集团有限公司 山东潍坊 261307

摘要：铸造产品加工时大多采取直角弯板加V形块压板的方式进行装夹，方法单一，效率不高，而且介绍异形件车削用夹具的教材也不多，针对此问题，笔者根据多年在零部件开发制造中积累的经验，总结了几款异形件及阀体车削用工装的设计思路，可以作为铸造型壳类产品设计夹具的参考。

关键词：对开式三爪夹具；大行程两爪工装；夹具制造；失效分析；铸造工件

1 序言

在数控加工中为了更好的提升设备综合效率OEE（以下称OEE），制造技术人员不断的设计装夹较快的工模具，例如：具有热流道的塑胶模具，装有机械手的大型模具；液压、气动夹具。在车削加工中，液压自定心卡盘、液压两爪卡盘提升了工装装夹工件的便捷性，减少了装夹时间，提升了产品加工的OEE^[1]。

2 胖阀体开放式两半型腔车削用夹具

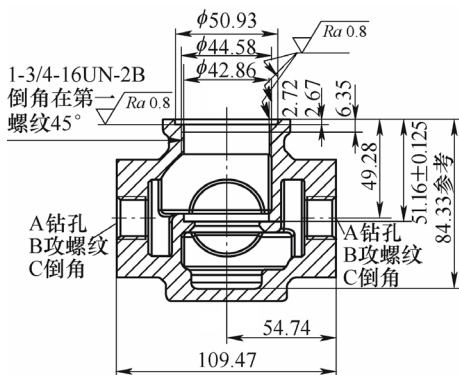
1) 分析胖阀体加工图样（见图1），上端底孔 $\phi 42.86\text{mm}$ ，加工1-3/4-16UN-2B螺纹，有2个止口。

①根据图样安排工艺：车削上面内孔；以内孔定位，旋转180°车削两端螺纹。②参考教科书来设计车削1件夹具的话，一般会考虑使用弯板加两个V形块，再使用压板压紧的办法。③设计缺陷及问题点：数控车削加工一般采用液压卡爪，设计这样的夹具比较困难，装夹时间长，还需要进行静平衡试验，不利于高速加工。

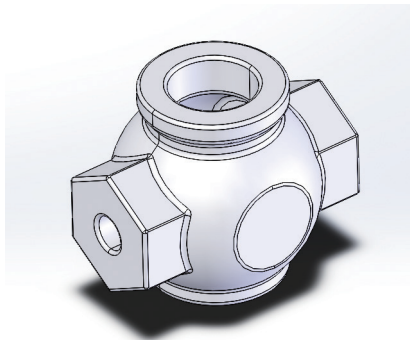
2) 夹具改善思路：加工两半型腔，使用液压两爪卡盘或液压自定心卡盘夹持，采用六点定位原理，车削绿色部位作为装夹工件定位部位（V形块原理），红色为避空部位，避让2~3mm（见图2、图3）^[2]。

3) 液压卡盘装夹如图4、图5所示。

4) 制造技术：①材质45钢，调质28~



a) 平面图



b) 毛坯三维图

图1 阀体

32HRC。②利用设计模具型腔方法设计本套夹具。

③设计对开式夹具，两半间隔距离3~5mm。④根据六点定位原理选取阀体两端六方为定位基准，要求外圆与六方加工轮廓度相对于外圆及V形定位中心定位控制在0.1mm以内。⑤其他曲面及型腔避空2~3mm，避开因毛坯铸造精度产生的误差。

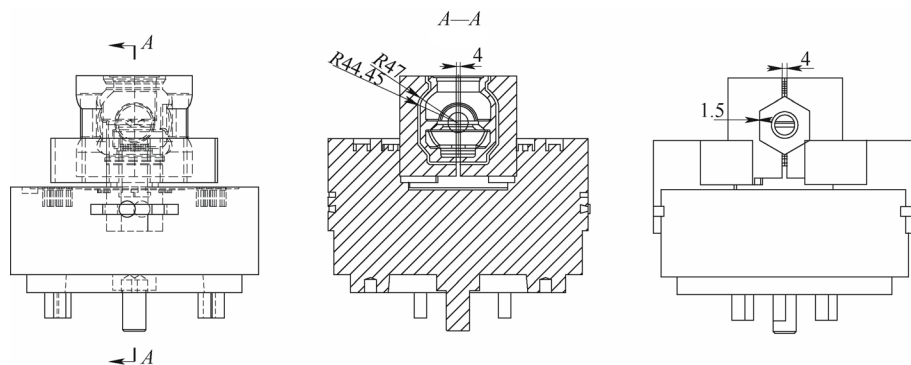


图2 夹具设计说明示意

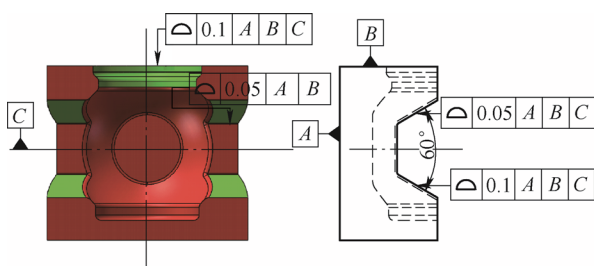


图3 加工尺寸要求



图6 加工完毕产品

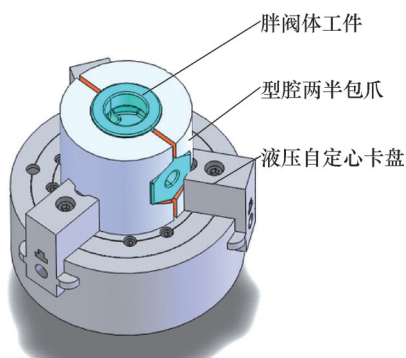


图4 液压三爪卡爪装夹示意

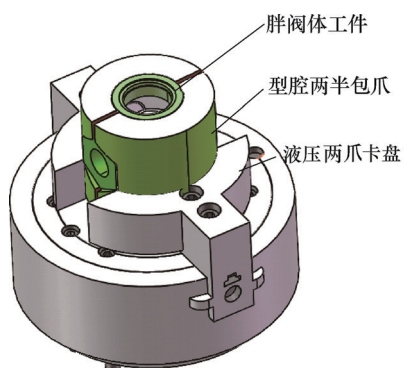


图5 液压两包爪装夹示意

5) 加工工艺：①圆棒料，线切割对半割开。②打表后进行型腔加工。③加工完毕去除尖角毛刺。加工后的产品照片如图6所示。

6) 批量较大时可以加工两套，进行机内、机外

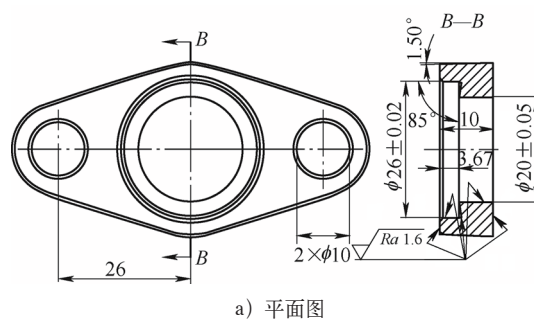
切换。

7) 通过加工统计：相比较V形块及压板压紧夹具，其时间减少45%以上。

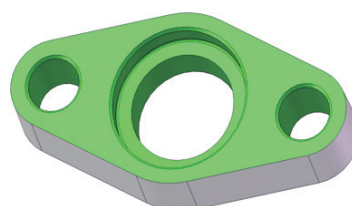
8) 装夹牢靠，切削参数进行提升，使效率提升105%以上。

3 汽车法兰两爪液压专用卡爪夹具

小汽车排气管法兰如图7所示。



a) 平面图



b) 三维图

图7 法兰

1) 改善前工艺：①铣削。先前工艺是用永磁铁吸盘吸住，铣削右端面，控制总厚度。②车削。以右端面、外轮廓为基准，车削内孔。③加工中心加工。以内孔定中心，外轮廓定位，压住斜面，铣削左面，钻 $2 \times \phi 10\text{mm}$ 孔。

2) 改善前工艺存在的问题：忽略了 1.5° 模锻斜度方向，导致没有防错措施，有60%工件加工相反，导致大批量产品不良，客户投诉严重，进行报废处理。

3) 问题分析：模锻斜度没有防错，导致问题的发生，重新设计工装，增加防错措施，经过验证，质量得到保证，效率得到提升。

4) 解决方案：①增加防错措施。加工时识别模锻斜度（在模具上增加标识，产品毛坯面标识后具有防错功能）。②删减铣削工序，右端面与内孔车削加工合并，增加专用工装。设计工装如图8所示。③采用加工中心。夹持外形，铣左端面、钻孔及倒角。

5) 工装夹具设计制造。夹具材料为45钢，焊接加工前调质处理 $28 \sim 32\text{HRC}$ 。加工工艺步骤：①软爪安装完毕后，焊接固定轮廓板（两块），卡爪夹紧状态，加工中心铣削工装内轮廓（轮廓较工件内偏置 $0.5 \sim 1.0\text{mm}$ ），并且加工模锻斜度 1.5° ，加

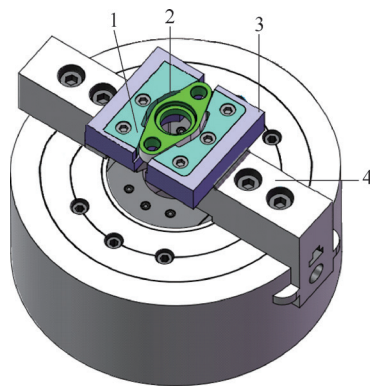


图8 工装（法兰两爪夹具）示意

1—钳口体 2—法兰工件 3—固定轮廓板 4—卡盘/生爪

工完毕，将轮廓夹紧板翻转 180° ，让模锻斜度朝下。②加工液压夹紧量调整为 $5 \sim 10\text{kg/mm}^2$ ，夹紧以后，法兰的 1.5° 模锻斜度与钳口体的反向模锻斜度吻合，反扣在里面，不用担心工件甩出来，保证了装夹的有效性。

6) 经过验证，整体加工效率提升60%以上，内孔及端面一次车削加工完成，保质、保量，并且一次性解决了模锻斜度出错的失效问题。

4 精密铸造弯管车削、铣削两用工装

精密铸造弯管如图9所示。

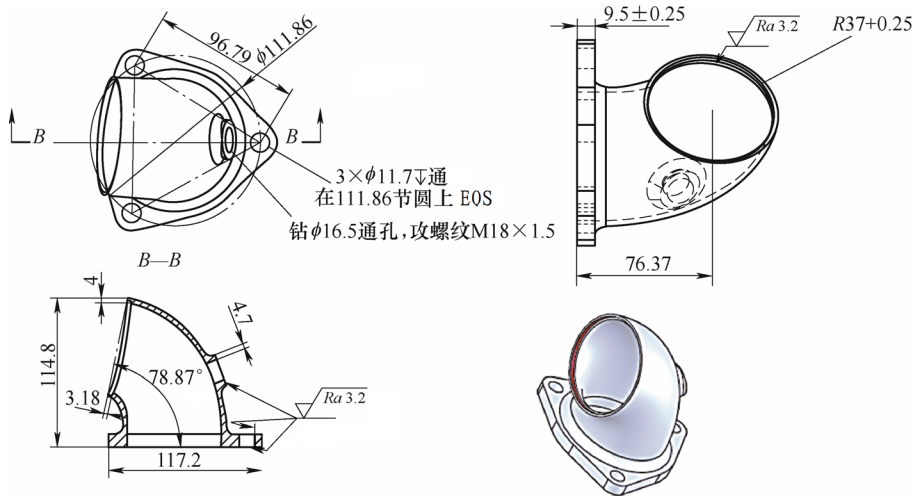


图9 精密铸造弯管

1) 改善前工艺：采用加工中心加工，采取两半凹模进行装夹，凹模外形是方形，放在工作台上加工，压紧装夹都要把一半移开后再安装^[3]。缺点是受铸造变形的影响，定位精度不高，筛选装夹后再加工，费时、费力。经过改造，采取两卡爪焊接钳

口的方法加工，装夹快速。

2) 设计制造思路：加工中心加工，以三角法兰处端面及外形定位进行铣削加工，加工圆口端面及内孔。如图10所示。

3) 制造工艺：①材料为45钢，调质 $28 \sim$

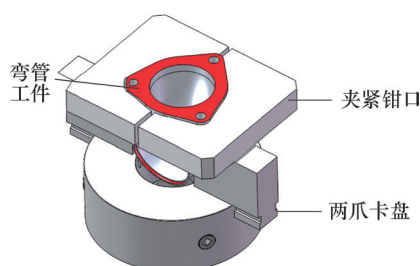


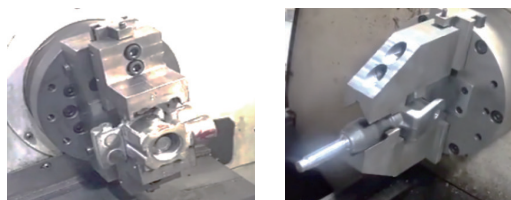
图10 铣削加工中心夹具方案（普通两爪卡盘）

32HRC。②铣钳口板外轮廓。③整体焊接到卡爪。④打表找正卡爪侧面在0.05mm左右，作为基准，打刻标识，找卡盘中心或外圆为XY方向原点，铣削轮廓，需要把设计轮廓放大偏移0.5~1.0mm。⑤铣削完毕，使用4~6mm直径的铣刀从中间铣削开，两侧钳口变成了自动定心装夹，定位精准。⑥使用内轮廓夹持工件进行加工。

4) 经过验证，装夹效率由原来的4min优化成30s，装夹效率提升700%。因装夹牢靠，切削参数提升有了保证，总加工时间由原来的8min降到3min，整体效率提升167%。

5 其他铸造大型程两爪工装夹具展示

部分铸造壳体车削用工装如图11所示，这些工装夹具在设计制造过程中需注意以下问题。



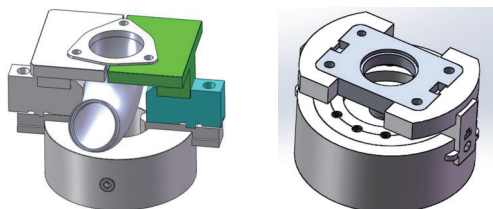
a) 阀体液压两爪夹具

b) 阀杆液压两爪夹具



c) 铜阀液压两爪夹具

d) 十字架转换器两爪夹具



e) 弯管加工中心两爪夹具

f) 长方块液压两爪夹具

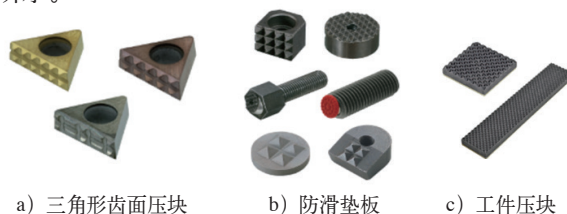
图11 部分铸造壳体车削用工装

1) 充分考虑六点定位原理，设计时不能过定位，曲面的部分少用，圆的部分多用V形，能避空的尽量避空，过多的面接触会导致过支撑，发生干涉会导致装夹不牢，造成飞车问题。

2) 因对装配精度有要求，所以需要考虑装夹变形、考虑留有夹紧余量和考虑夹具加工的工艺流程，这是该类夹具是否合理，最终是否好用的关键。

3) 工装材料推荐45钢，大批量考虑调质后加工，采用加工中心及线切割加工，采取工序集中原则降低多次定位带来的积累误差。

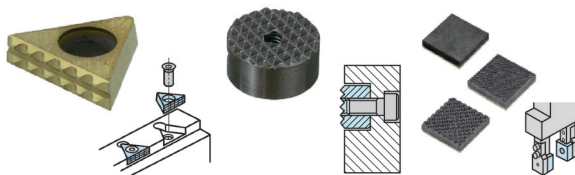
4) 必要时可以设计增加硬质合金棘爪，增加夹紧力，防止飞件。相关辅助支撑压紧零部件如图12所示。



a) 三角形齿面压块

b) 防滑垫板

c) 工件压块



d) 三角形齿面压块应用

e) 工件压块应用

f) 防滑板应用

图12 相关辅助支撑压紧零部件

5) 加工完毕有可能部分干涉，需要试装配，多装夹几个来验证，打表验证装夹精度，如果没有干涉，装夹校正后再加工，这样可以保证安全生产。

6 结束语

经验证，采取两半模夹具及大行程液压两爪设计的夹具，方案是可行的，对提升OEE有着举足轻重的作用。希望此文能起到抛砖引玉的作用，给广大机加工设计制造人员以启迪。

参考文献：

- [1] 张官生. 更换式两爪卡盘[J]. 机械工人（冷加工），1981（7）：12-13.
- [2] 刘志伟，王军，舒雨锋，等. 基于智慧理念的《工装夹具设计》研究[J]. 机电产品开发与创新，2021，34（6）：94-96.
- [3] 卜耀光. 数控铣床工装夹具设计与改进策略[J]. 内燃机与配件，2021（6）：68-69.