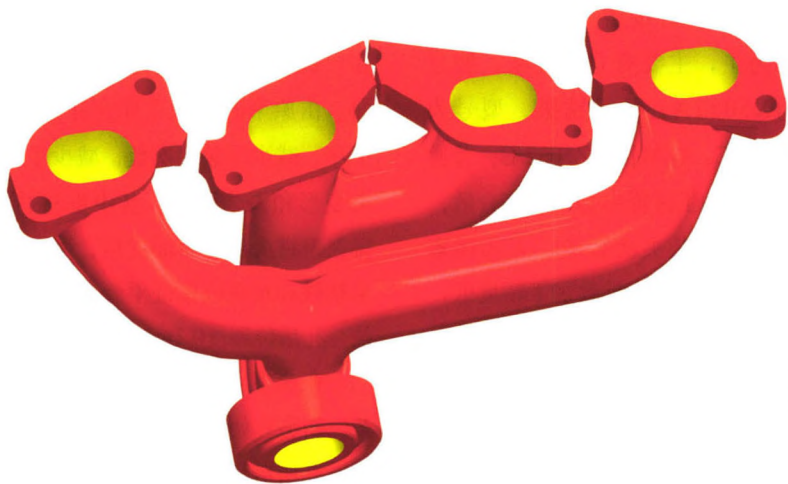


高镍排气管加工变形解决方案

□ 河南省西峡县内燃机进排气管有限责任公司/黄晓雷 赵冰 靳九月



高镍材料成为当前汽车排气歧管的首选材料。由于在切屑过程中，该高强度材料产生更多的热，且导热性较低，因此形成高切削温度，大大增加了切削难度。本文针对该材料加工难点，通过工艺和夹具改进，解决了开槽变形问题，有效保证了联接孔的位置度和结合面平面度，保证了结合面的平面度和联接孔的位置度符合标准要求，使产品质量稳定，生产效率提高。

随着汽车工业的迅速发展，发动机的性能不断提升，对排气歧管使用性能的要求也越来越高。耐高温、耐腐蚀且抗氧化性能好的高镍材料，成为当前汽车排气歧管的首选材料。高镍材料不会因为切削时产生高温而发生软化，因此在切削刃上会形成很高的压力，这样就可能引起刀具因碎裂或变形而损坏。由于在切削过程中，高强度材料产生更多的热，且导热性较低，因此形成高切削温度，大大增加了切削

难度。本文针对该材料加工难点，提出了加工工艺解决方案。

加工难点工艺分析

我公司生产的产品精度要求高，连接法兰平面度0.1mm、 $\phi 8 \sim \phi 9$ mm孔位置度 $\phi 0.1$ mm，表面粗糙度值 $R_z=8 \mu m$ 。产品材质为高镍，牌号为GGG-Ni.Cr35.52。铸件外形及内腔流道比较复杂，属于薄壁铸件，加工时，在夹紧力的作用下，零件易产生变形，从而影响

加工精度，工件尺寸公差不易保证。

样件机加工后，在三坐标检测中发现平面度、粗糙度和位置度等均出现超差。和传统排气歧管的加工工艺相比，高镍材料加工后零件表面硬化现象十分严重，刀具在加工硬化区域内切削，其表面硬度约为正常表面硬度的2~3倍以上。此外，高镍材料还具有不锈钢材料的性能，如加工时切屑强韧、切削温度高，当强韧的切屑流经前刀面

时，会产生粘结、熔焊等粘刀现象，影响工件的表面粗糙度。另外增加了开断裂槽工序，开槽后释放应力使排气歧管变形，严重影响加工后的尺寸精度。

原因分析

该产品的原加工工艺为：铣大法兰平面→钻铰大法兰平面各孔→铣小法兰平面→锯法兰背面→钻小法兰面各孔→铣小法兰背部凸台→锯大法兰平面3槽→钻小法兰背部凸台→攻小法兰背部凸台螺纹→镗面。对不合格项分析发现，此产品平面度、位置度超差原因主要是工艺设计把锯大法兰平面3槽安排在后道工序加工。排气管法兰面在铣断裂槽时，由于局部受切削力和切削热的交替变化，造成排气管应力增加，开断裂槽后使应力释放，导致排气歧管法兰平面变形，造成平面度和孔的位置度超差。在工艺上开槽工序不能滞后，要放在精铣结合面之前、钻联接孔之后。这样既保证了结合面的平面度，又使得联接孔的位置度在公差范围内。

夹具：薄壁件的加工和夹紧一直是业界的难题之一，现场加工方法很多，但适合于大批量生产的方法不多。我公司生产的产品经过铸件成形，外形及内腔流道比较复杂，属于薄壁铸造件。薄壁件夹紧外轮廓曲面进行加工时，如果夹具设计夹紧力集中在局部一点，在夹紧力的作用下，零件易产生变形，从而影响加工精度，工件尺寸公差不易保证。开槽后结构发生变化，整体刚性降低。释放应力使排气歧管变形，严重影响加工后的尺寸精度。原夹具如图1所示。

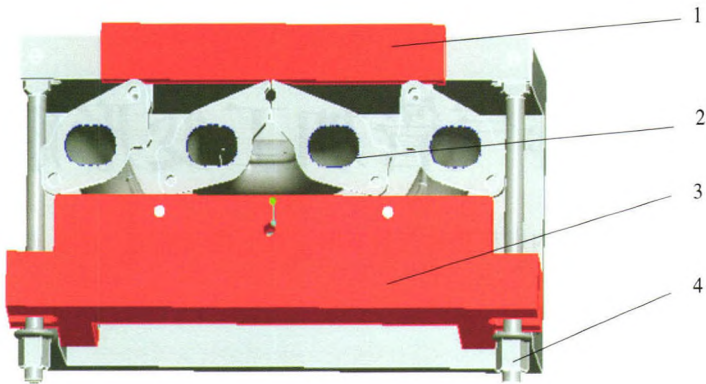


图 1

1.固定板 2.工件 3.压板 4.压紧螺母

设备：铣平面、锯槽、钻孔工序加工设备主要以普通设备为主，主要有立式铣床，型号为X5032A，卧式铣床，型号为X6032C；摇臂钻床Z3032/C。普通设备在加工过程中加工工序分散，工序多，装夹次数多，人为因素多，不确定因素导致加工精度低，平面度及粗糙度不容易保证。

大法兰面锯槽在型号为X5032A，卧式铣床加工，锯槽后工件发生变形而导致平面度超差，从而进一步导致大法兰面孔0.1mm位置度超差。

采取的措施

根据原因分析，使用立式加工中心完成铣、镗削、钻削、攻螺纹等工序，装夹方便，便于操作，易于观察加工情况，调试程序容易，加工精度高，不但适合中小批量产品加工，自动化程度高，而且适合柔性化生产，应用广泛。因此选用立式加工中心，对工艺进行优化，合并工序。

新方案为粗铣大法兰平面、锯3槽、半精铣、精铣大法兰平面、

钻大法兰平面各孔→铣小法兰平面、锯小法兰背面、钻小法兰面各孔→铣钻攻小法兰背部凸台→镗面。由原来的10道工序合并为4道工序。减少了装夹次数，减少了装夹变形和人为因素。其中锯3槽安排在粗铣大法兰平面之后，再进行半精铣和精铣以保证平面度和钻大法兰孔后位置度0.1mm的要求。

在夹具设计和定位上进行改革，新夹具如图2所示。

开槽后排气歧管变形，更多考虑夹具夹紧结构。变形量比较大，我们采用了一种浮动卡爪结构，夹紧元件使用4个活动小压板进行夹紧，保证小压板与工件大法兰侧面充分接触，不需要过大的夹紧力就可实现薄壁件加工的定位和夹紧，以减小工件夹紧变形产生振动，降低工件的表面粗糙度。定位系统采用六点定位原则，采用外轮廓定位。用3个支承钉确定高低平面尺寸，定位点应避开分型线。后道工序加工采用一面双销定位，即以大法兰平面和两定位基准孔，一个圆柱销和菱形销，避免过定位。从工艺设计上提高加工精度。

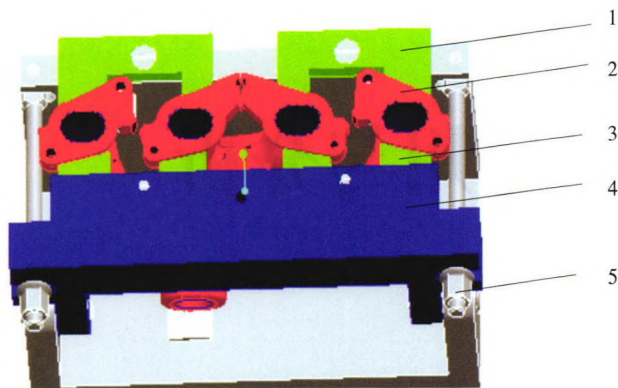


图 2
1.浮动卡爪 2.工件 3.活动压板 4.大压板 5.压紧螺母

注意事项

(1) 为了保证产品质量稳定性，毛坯合格后方可进行加工，加工后前三件必须要进行全尺寸检查，检查尺寸是否达到图样要求。

(2) 装夹零件时，需保证定位面必须干净无杂物，将定位孔准确放入定位销内，检查工件是否夹紧。

(3) 严格按产品工艺规定，设置切削参数。

(4) 工装夹具上的定位销磨损间隙变大时，要及时更换。

(5) 为提高加工表面质量，加工过程中需要持续不断地使用较大流量的切削液，以降低切削温度，保证良好冷却，以提高刀具使用寿命。

结语

通过以上工艺和夹具改进，解决了开槽变形问题，有效保证了联接孔的位置度和结合面平面度，保证了结合面的平面度和联接孔的位置度符合标准要求，使产品质量稳定，生产效率提高，为加工同类产品总结了良好的经验。 **AUTO1950**



黄晓雷
助理工程师
西峡县内燃机进排气管有限责任公司技术中心
主要从事排气管的工艺、工装研究和开发

斯柯达通过“数字化”增强未来竞争力

斯柯达正在全新领域实行数字化，以增强公司的竞争力。这些措施将为斯柯达做好必要的准备，以便针对日益发展的技术变革而开发相应的解决方案。在数字化主题下，斯柯达的主要任务包括开发新的产品和出行服务。同时，新的措施还将促使整个公司为数字化转变做好充分的准备。

斯柯达汽车CEO梅博纳（Bernhard Maier）先生表示：“数十年来，数字技术方面的创新一直影响着我们的生活和汽车行业的众

多领域，这种发展具有如此强大的力量和渗透性，以至于汽车行业在过去所发生的一切与之相比都相形见绌。在这场影响广泛的革命中，汽车只是其中的一部分。我们将应用各项创新技术，让斯柯达客户的出行生活更加轻松、高效和丰富有趣。”

数字化是斯柯达汽车2025战略中的关键内容。数字化跨越部门、涉及公司所有领域——从员工的教育和培训，到采用现代虚拟现实技术和三维技术进行的车辆研发，再



到根据工业4.0指导原则进行的车辆生产。未来，数字化将会对斯柯达汽车制造的传统业务产生越来越大的影响。