V12发动机进气歧管加工工艺技术研究及应用

■ 中国第一汽车股份有限公司研发总院　（吉林长春　130011）　盛　捷　刘　鹏　王海龙

摘要：针对V12发动机进气歧管零件壁薄、尺寸较大、无易用粗基准，加工过程中易产生振动、变形和尺寸超差，精度难以控制的加工难点，制定完整的工艺方案，通过采用铸造毛坯增设粗基准、设计制作专用夹具、增设防振支撑、粗精加工分序进行、合理选择刀具及切削参数等措施，确保了零件的加工质量。

发动机机加零件主要分为以下几类：①尺寸中等，外形不规则的零件，如发动机进气管、排气管。②外形尺寸较小的支架类零件，如发电机支架、动力转向油泵支架。③轮廓尺寸较大、外形相对规整的零件，如发动机气缸体、气缸盖。④细长轴类零件，如曲轴、凸轮轴。

1. V12发动机进气歧管的特征

如图1所示，装配于红旗L5轿车上的V12发动机进气歧管具有如下特征：①尺寸较大，长765mm，宽610mm。②外形不规整，无规整或便于装夹的表面。



图 1

③材质为铝合金，结构单薄，气道壁厚4mm。④加工精度要求较高，法兰口端面的平面度要求0.06mm。⑤出气口法兰定位销孔直径公差0.022mm，位置度0.03mm。

2. 加工难点分析

分析V12发动机进气歧管的加工难点，主要为：①外形尺寸较大，需大型机床及夹具，加工精度难掌控。②外形表面大部分为气道壁的曲面结构，装夹不便。③材质为铝合金，壁厚较薄，装夹及切削过程中易产生变形、振动。

针对以上难点，制定了设计专用夹具、增设铸造工艺粗基准和辅助支撑、控制夹紧力及每工序精确选择夹紧部位的工艺方案。

3. 加工工艺方案

进气歧管是发动机的空气入口，其质量影响着发动机的进气量、进气流畅性、燃烧、扭矩和容积效率，同时关系到振动和噪声。进气歧管的进气口和出气口的位置、端面及各安装定位孔、面必须严格达到图样要求。

按照减少装夹次数，增设辅助基准，尽量选用非加工表面的粗基准确立原则，针对进气歧管中部出气法兰端面为铸造浇注口、表面不平整的毛坯状况，确定了要求铸造毛坯保证中部进气口、两侧出气口与四角处铸造用划线凸台的相对位置精度，以中部进气口、两侧出气口及四角处的铸造用划线凸台（见图2中的红色表面）为首次划线基准（实

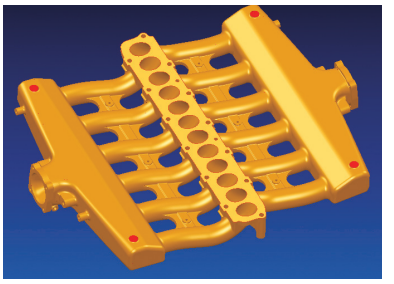


图2　辅助粗基准

际操作中需综合考虑），以较为平整的法兰端面背面的搭子表面（见图3中的绿色表面）作为铣削粗基准的起始加工工艺方案。具体工艺方案如下。

（1）工序1：针对中部法兰表面为零件浇注口、表面凸凹不平、其背面搭子表面较为平整的毛坯状况，以搭子表面为粗基准，在龙门刨铣床上铣削作为余量较大的中部法兰端面（见图4中的绿色表面），并留余量1mm，要求加工完的表面平面度达到0.2mm。再以加工完的中部法兰端面为基准，铣削中部搭子表面，同样留余量1mm。工序1夹具如图5所示。

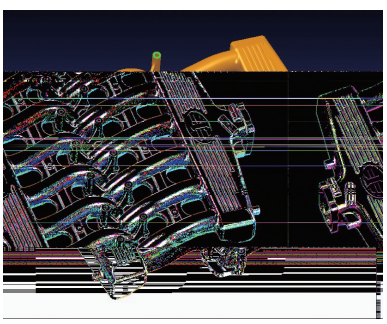


图3 粗基准（进气端法兰面背面）

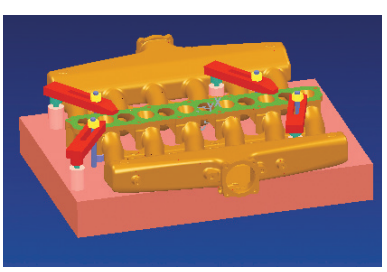


图4 工序1装夹状态

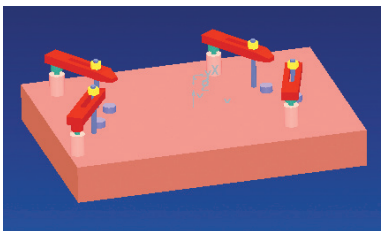


图5 工序1夹具

（2）工序2：在五轴加工中心，以上序铣削的中部法兰端面为基准，精加工反面的搭子表面（见图6中的绿色表面）、装饰罩安装表面（见图6中的红色表面）和字标表面（见图6中的白色表面），要求装饰罩固定表面的平面度达0.1mm。同时，完成装饰罩安装表面上连接孔的加工，并钻铰对角两孔直径至$\phi 5^{+0.03}_{0}$mm，位置度达0.03mm。由于定位面较小，又集中在中部的狭长区域，在加工装饰罩安装表面及字标表面时，为避免零件振动，保证装饰罩固定表面的平面度及其上加工孔的精度，需在零件四角用千斤顶作支撑，并用百分表监控千斤顶的调整高度，不可产生过顶现象，避免工件变形。工序2夹具如图7所示。

（3）工序3：以位于接近零件四角位置的装饰罩安装表面及对角两孔作为零件定位、夹紧点，用长80mm小压板装夹，完成包括中部法兰端面（含端面上的销孔、连接孔）和两侧法兰端面（含端面连接孔）及其余各面、孔的加工。加工时，同样应按上序的方式，在四角应用千斤顶作支撑，以减小零件加工过程中的振动及变形（见图8）。工序3夹具如图9所示。

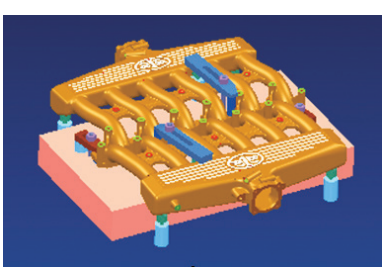


图6 工序2装夹状态

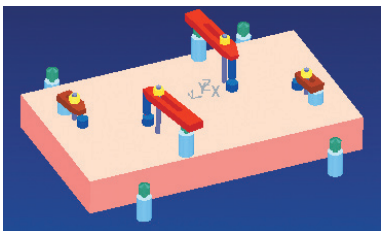


图7 工序2夹具

4. 刀具的使用

在刀具的使用中，确定切削参数是非常重要的内容。合理选择切削参数的原则是：粗加工时，一般以提高生产率为主，但也应考虑经济性和加工成本；半精加工和精加工时，应在保证加工质量的前提下，兼顾切削效率、经济性和加工成本。具体参数值应根据机床配置、刀具切削参数表，并结合零件在加工中的状况而定。

考虑各种因素，对进气管的加工刀具采取了如下方案。

（1）在进行中部法兰端面（见图10）、字标表面（见图11）和两端法兰端面（见图12）的加工时。粗加工阶段，使用直径80mm的6齿金刚石涂层硬质合金铣刀，选择具有最高切削刃安全性的小前角刀片（H系）；精



图8 工序3装夹状态

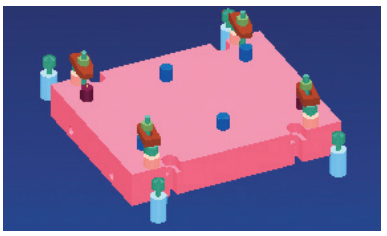


图9 工序3夹具

加工阶段，选择具有最高刃锋性的较大前、后角刀片（L系），以减小切削力。

在加工两端法兰端面时，须控制刀具切削速度v的正向向下，以削减切削振动。刀具参数如表1所示。

（2）在对图13所示中部搭子表面和装饰罩固定表面进行加工时，选用直径20mm、长度为30mm的4刃整体硬质合金涂层铣刀。同时须严格控制走刀方式，运用PowerMILL软件的“偏置平坦面精加工”刀具路径策略（见图14），采用偏置走刀方式编程，从而确保加工后零件表面粗糙度值$Ra<1.6\mu m$，以作为下序工艺基准。

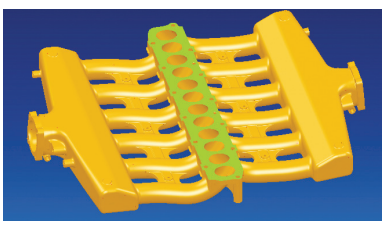


图 10

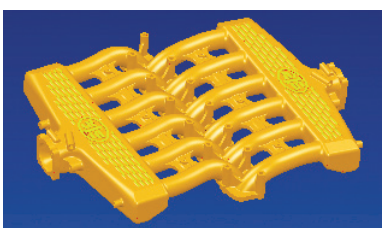


图 11

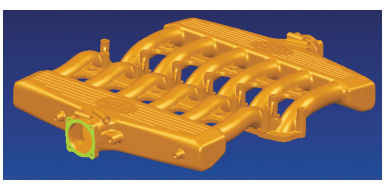


图 12

（3）选用具有过中心底刃的5刃直槽铣铰刀，加工装饰罩固定孔对角两直径为$\phi 5^{+0.03}_{+0.01}$mm的基准孔（见图15）。在加工侧面法兰旁边的$\phi 6.8^{+0.022}_{0}$mm和$\phi 9.8^{+0.022}_{0}$mm孔时，则采用钻头预钻底孔、铰刀完成精加工的方案。

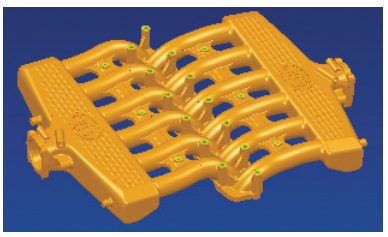


图 13

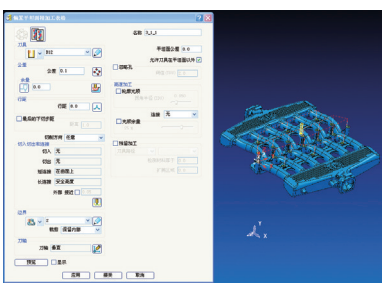


图 14

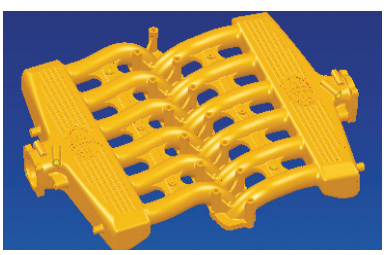


图 15

切削时，要适当减小刀具转速和进给量，以削减刀具的摆动及零件振动，减小切削力。刀具参数如表2所示。

加工中，须按照表2所示各刀具及其切削参数进行，以控制加工时间，确保零件加工质量。

零件加工完成后，经三坐标检测，各项尺寸均满足图样要求。

表 1

	转速n/（r/min）	切削速度v/（m/min）	进给速度v_f/（mm/min）	每齿切削量/mm
粗加工	600	150	600	0.17
精加工	800	200	280	0.06

表 2

刀具类型	刀具直径ϕ/mm	刀具长度/mm	转速n/（r/min）	进给速度v_f/（mm/min）
铣铰刀	$5^{+0.02}_{+0.01}$	15	850	220
钻头	6.5	120	2 600	450
钻头	9.5	120	1 100	300
铰刀	$6.8^{+0.01}_{0}$	120	600	180
铰刀	$9.8^{+0.01}_{0}$	120	550	160

5. 结语

本文从零件外形、材料和结构特征入手，通过粗基准、加工工序、工装夹具和刀具选用各项工作，全过程阐述了一种发动机用铝合金进气歧管的加工工艺。通过分析、研究，解决了零件加工中的装夹定位、精度控制和振动等问题，确保了零件质量。

参考文献：

[1] 余光国，马俊．机床夹具设计[M]．重庆：重庆大学出版社，2005.

[2] 王先逵．机械制造工艺学[M]．北京：机械工业出版社，2006.

[3] 杨叔子．机械加工工艺师手册[M]．北京：机械工业出版社，2001.

[4] 史全富，汪麟．金属切削手册[M]．上海科学技术出版社，2003.

[5] 李珊，丁建武．压铸铝合金加工刀具的选择与设计[J]．机电工程技术，2001（7）：99-100.MW

（收稿日期：20181102）