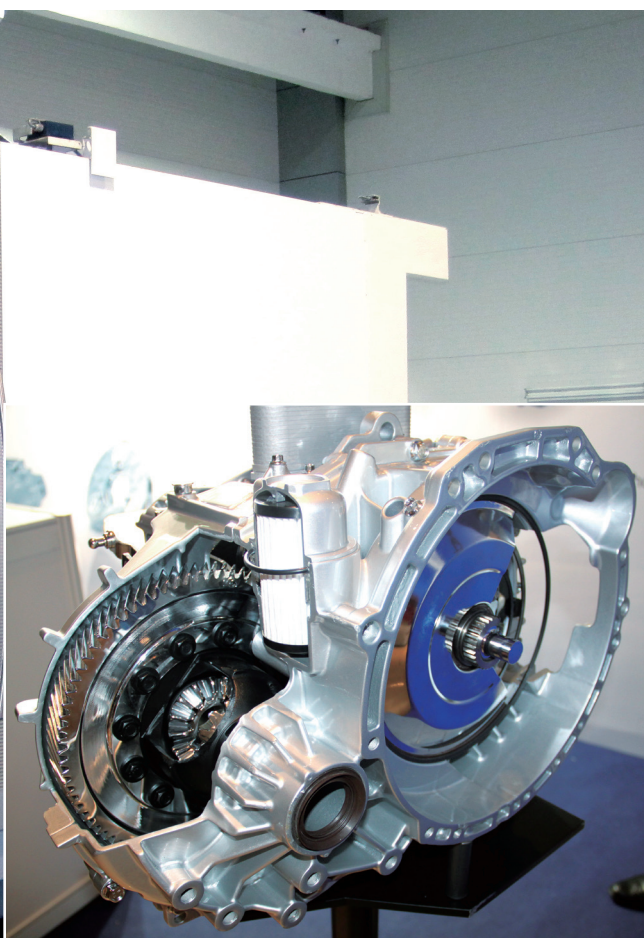


高端乘用车减速器壳体加工方案

□ 中国第一汽车股份有限公司技术中心/李金华 王海涛 郑敬超

介绍高端乘用车驱动桥减速器壳体试制加工，通过壳体机加工工艺性分析，设计制作专用工装和专用刀具，利用现有加工中心设备顺利完成减速器壳体加工，保证了驱动桥总成的试制，为平台产品的开发积累了经验。



对于高端乘用车减速器总成，我公司首次全新开发高端乘用车驱动桥，对其零件加工及总成装配质量提出了很高的要求。减速器壳体首次设计采用ZL101A材质，并且壳体结构复杂，加工精度要求高，试制部首次试制此类总成零件，通过前期工艺性分析，制作合理的工装及刀具，在五轴加工中心完成减

速器壳体零件加工，通过三坐标全尺寸检测，为后续总成装配提供有效数据。

加工难点分析

前桥减速器壳体材料设计采用ZAL101A，后续增加QT450-10材料，主齿安装孔系与差速器轴承孔偏置距设计要求公差 $25\mu\text{m}$

(± 0.016)；止口与轴承油封孔系同轴度要求 0.03mm ，主齿内轴承端面至差速器轴承孔中心线距离(145 ± 0.05) mm，内外轴承安装面距离(46 ± 0.03) mm；差速器轴承安装面距主齿中心线距离(63.5 ± 0.05) mm；主齿中心线距止口端面(74 ± 0.02) mm；总成装配需要依据以上数据进行调整；孔

系直径要求7级精度（见图1）。

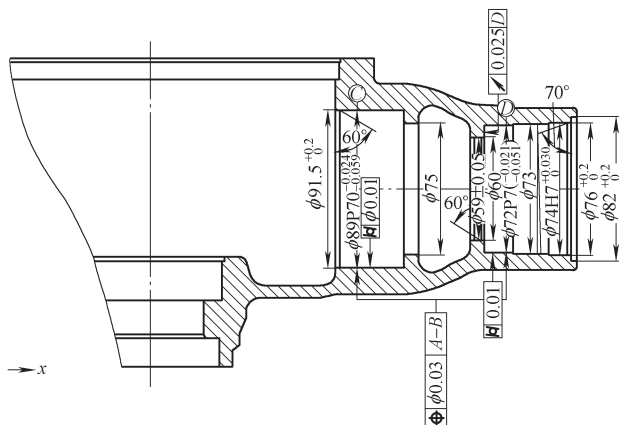


图1 前桥减速器壳体主要加工部位示意

减速器壳体主齿轴系加工根据图样要求，分为两个工序（见图2）。

红色部分孔隙反镗，加工内容： $\phi 89N6$ ($^{+0.016}_{-0.038}$)，孔口倒角 30° 。

绿色部分孔隙正镗，加工内容： $\phi 82^{+0.2}_{-0.0}$ mm； $\phi 74H7$ ($^{+0.03}_{-0.0}$)，孔口倒角 20° ； $\phi 73$ mm； $\phi 72N6$ ($^{+0.014}_{-0.03}$)，孔口倒角 45° ； $\phi (58 \pm 0.05)$ mm，孔口倒角 30° 。

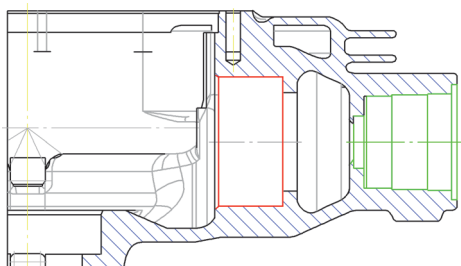


图2 主齿孔系加工示意

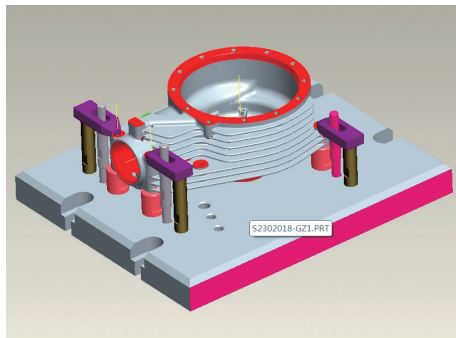
主齿内轴承孔 $\phi 89N6$ ，6级公差精度要求高，且空间尺寸紧凑，正镗无法实现，采用反镗加工。且反镗刀杆需要通过 $\phi 54$ mm中间孔，轴承孔端面距离主齿油封孔端面138mm，干涉严重，刀杆直径小，高速切削容易引起振动，无法用一把反镗刀实现粗镗、精镗和倒角全部加工内容。

正镗孔系需要加工5种尺寸孔，且倒角角度（ 20° 、 30° 、 45° ）不同，全部分解加工，效率降低，且相应关联尺寸无法保证，如主齿内外轴承安装面距离（ 46 ± 0.03 ）mm，调整难度加大。

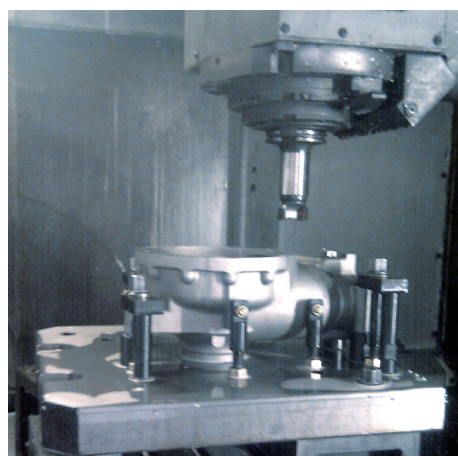
加工解决方案

整体考虑壳体机加尺寸及相互位置精度要求，制作专用工装，定制专用刀具，采用五轴加工中心，利用主轴立卧转换，工作台固定，工件一次装夹完成差速器孔系及主齿孔系加工，保证孔系空间

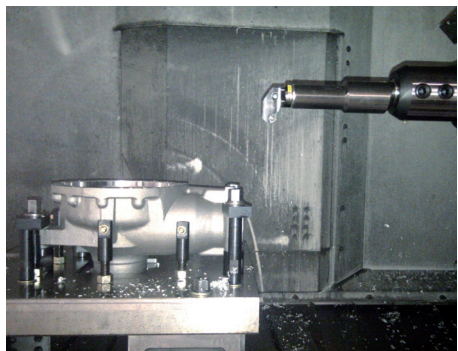
距离及直径满足要求（见图3）。



(a) 专用加工工装



(b) 主轴立式加工差速器孔系



(c) 主轴卧式加工主齿孔系

图 3

1.反镗加工方案

考虑工件内部尺寸限制，反镗 $\phi 89N6$ 孔只能分解成3个工步，分别为粗镗、精镗和倒角。

反镗 $\phi 89$ mm刀杆必须通过 $\phi 54$ mm中间孔加工（见图4a），导致刀具刀杆整

（下转第28页）

高速的时间,以避免低速时对薄层进行填充。通过以上措施,薄层部的冷隔得到了有效改善,但加工后有气孔不良现象发生。推测是由于切换高速的时间点过早,导致铝液中混杂了空气,产生了气孔。对此,利用伺服控制射出机的一个多段控制功能,由以往的低速/高速的2速控制变更为低速/中速/高速的3速进行控制,目标是满足无空气混入及通过薄层部的速度提升的两个要求。具体为:条件设定变更为铝在到达水口前的薄层部位之前进行低速射出,在铝快要到达薄层部位时提速(追加中速),之后再变更

为所定的高速5m/s(见图8)。

通过以上对策,确保了水口前的薄层部的铝液填充的品质和内部品质,维持了壳体稳定的品质。

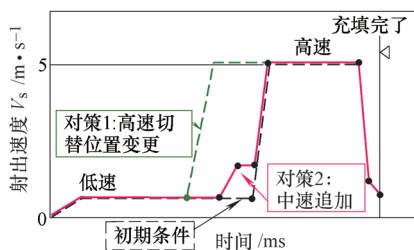
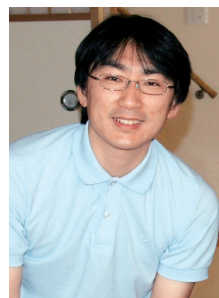


图8 射出条件

结语

通过对CVT8变速器壳体变薄的轻量化技术的研究,外壳素材的

厚度2.3mm量产技术确立。研究过程中发现,低速填充的情况多,如果水口前部变薄的话,容易出现铝液填充不良等外观缺陷现象。重点是需要控制铝在通过薄层部位时的填充速度,具体方案是利用射出的多段控制来达到改善效果。 **AME**



奥田 匡

部品技术部铸造技术课
加特可株式会社

(上接第25页)

体直径尺寸必须小于54mm,且孔径半径差 $(89-54)/2=17.5\text{mm}$,刀具偏置大于18mm,因此刀具刀杆直径只能为36mm,工件孔深138mm,达到了3.8倍径(刀具直径),高速切削后产生振动。为了解决这个问题,经与刀具设计人员进行沟通交流,结合工件特有结构形状,设计采用变截面+变半径的刀杆,首先实现反镗 $\phi 89\text{N6}$ 轴承孔(见图4b);刀杆采用重合金金属材料有效避免了切削产生振动,从根本上保证了刀体刚性。首件调试后三坐标检测壳体,加工数据显示

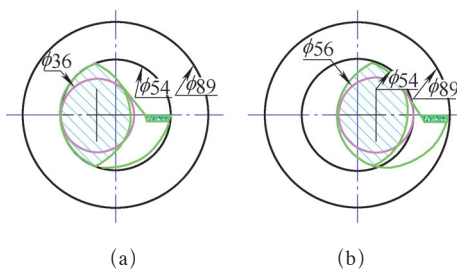


图 4

这种方案非常有效可行,内孔精度达到6级,表面粗糙度达到要求。

2. 正镗加工方案

正镗孔系需要加工孔径为 $\phi 82_{-0.20}^{+0.03}\text{mm}$ 、 $\phi 74\text{H7} \left(\begin{smallmatrix} +0.03 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ 、孔口倒角 20° 、 $\phi 73\text{mm}$ 、 $\phi 72\text{N6} \left(\begin{smallmatrix} 0.014 \\ 0.003 \end{smallmatrix} \right)$ 、孔口倒角 45° 、 $\phi (58 \pm 0.05)\text{mm}$ 、孔口倒角 30° 。

$\phi 54\text{mm}$ 中间孔图样没有加工要求,但考虑铸造毛坯孔,确保反镗刀杆通过性,正镗进行加工。整个工序分为两个工步:粗镗与精镗。粗镗需要完成加工3处孔加工($\phi 73\text{mm}$ 、 $\phi 58\text{mm}$ 及 $\phi 54\text{mm}$ 孔);3处孔口倒角的角度不一,分别为 20° 、 45° 和 30° ,无法采用一把倒角刀插补铣完成加工。综合考虑以上因素,设计采用非标方案,在粗镗工步将3处内孔及3处倒角一次加工完成,这样由刀具保证了各加工部位尺寸精度及各倒角间相互位置关系,降低了机床操作者的编程难度,缩短调试时间;而且

一把粗镗刀一次加工完成5处部位加工,节省了机床换刀次数和加工时间,提高了加工效率及加工精度要求。正镗孔系的精加工采用3把标准刀具,考虑工装干涉长度,完成 $\phi 74\text{H7} \left(\begin{smallmatrix} +0.03 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ 、 $\phi 72\text{N6} \left(\begin{smallmatrix} -0.014 \\ -0.003 \end{smallmatrix} \right)$ 、 $\phi (58 \pm 0.05)\text{mm}$ 孔的精加工。

结语

减速器壳体加工尺寸精度直接影响总成装配调整难度及总成质量,针对前桥减速器壳体机加精度高要求,分析工艺难点,拟定工艺方案,制做专用工装,订制非标专用刀具;工艺人员配合现场操作者反复调试工装刀具,进行编程,一次性实现了壳体加工要求;通过三坐标对壳体机加精度检测结果,完全达到图样要求,为总成装配提供了可靠的调整数据,保证了总成装配质量,部分总成已完成了相关试验机配车任务,为后续乘用车驱动桥产品开发积累了经验。 **AME**