汽车铸造桥壳中段加工工艺分析

■ 中国重汽集团济南桥箱有限公司　（山东　250022）　刘胜勇

摘要：以重型汽车的三段式铸造桥壳中段的加工为例，对其成品尺寸与技术要求进行详细分析，制定出实用性较强的工艺方案，并配置了相关的加工设备，对同类型汽车零部件制造具有一定的参考价值。

在重型货车行业，后驱动桥的重要程度仅次于发动机，属于汽车产品的核心技术之一。而作为后驱动桥关键组成件的驱动桥壳，既是承重零件，也是传力部件，又是主减速器、差速器和半轴的外壳。当前，国内重卡的驱动桥壳主要分为三段式铸造桥壳和冲压焊接式桥壳两种类型。其中，前者采用球墨铸铁、可锻铸铁或铸钢进行铸造；后者先是采用厚钢板冲压出上、下对焊的桥壳主件，再将其与三角钢板、加强圈、半轴套管、后盖及钢板弹簧座等配件沿彼此间的接缝组焊而成。相比后者，前者因具有承载能力强、制造成本低及单位质量大等使用特点，被广泛用于重载运输的汽车上，并在国内处于主流桥壳地位。

1. 产品结构

目前，在总质量为31t的重型货车的后驱动桥上，所用桥壳中有一种三段式铸造后桥壳中段，如图1所示。

2. 技术要求

成品三段式铸造后桥壳中段的技术要求包括：①材料为符合JIS G 5102—1991《碳素钢铸件》要求的焊接结构用铸钢SCW550。②铸件采用树脂砂造型，保证铸件内部质量。③铸件未注圆角为$R5\sim R10$mm，拔模斜度不大于3°。④铸件公差按GB/T 6414—1999《铸件 尺寸公差与机械加工余量》中的CT10级执行。⑤铸件去应力退火，消除内应力。

3. 尺寸与精度分析

（1）加工基准的选择在工艺编制中相当重要，它是决定加工工艺是否科学合理的重要因素。因此，作为大型铸件的后桥壳中段在开始机械加工前，应先以其两端内孔的毛坯面为粗基准，进行法兰盘外圆面的粗车削，以获取该桥壳中段加工的径向精基准；同时检验毛坯的铸后变形，以防不合格品的流入造成设备与工时的浪费。

（2）因铸造后桥壳中段的总长尺寸公差要求为±0.5mm，两端面要求表面粗糙度值R_a=1.6μm，故应以粗车后桥壳中段的法兰盘外圆面为径向基准、两法兰盘内侧毛坯面为轴向粗基准，采用镗车端面倒孔角专机对桥壳中段的两端面和内孔30°斜角进行镗车加工，从而形成法兰盘部位车削加工的轴向精基准。考虑专机结构体积庞大、购置成本较高等影响因素，可将镗车端面的加工放入法兰盘部位的车削加工中（即在车床上车削桥壳中段两端面），并将镗车端面倒孔角专机更换为配置简单、结构紧凑及投资较少的普通双端铣床或镗床。

（3）成品铸造后桥壳中段不仅要求法兰盘部位的外圆尺寸和表面粗糙度满足图样要求，同时还要求$\phi154^{-0.19}_{-0.30}$mm和$\phi209^{+0.5}_{0}$mm的外圆面相对于基准*A*、*B*的圆柱度公差分别符合ϕ0.15mm与ϕ0.10mm以及桥壳中段端面和法兰盘外侧面相对于基准*A*、*B*的跳动公差均符合0.05mm。因此，需以镗车后桥壳中段的2个30°内倒角为基准，采用卧式双端数控车床同步车削法兰盘部位，确保法兰盘外侧面到端面的距离尺寸及精度要求。如此，车削产生的两法兰盘外圆面将成为后续加工的最新径向精基准。

（4）成品铸造后桥壳中段不仅要求大盘面至桥壳中段纵向中心线*E*的高度、表面粗糙度值和平面度分别符合（81±0.5）mm、R_a=3.2μm与0.07mm，以

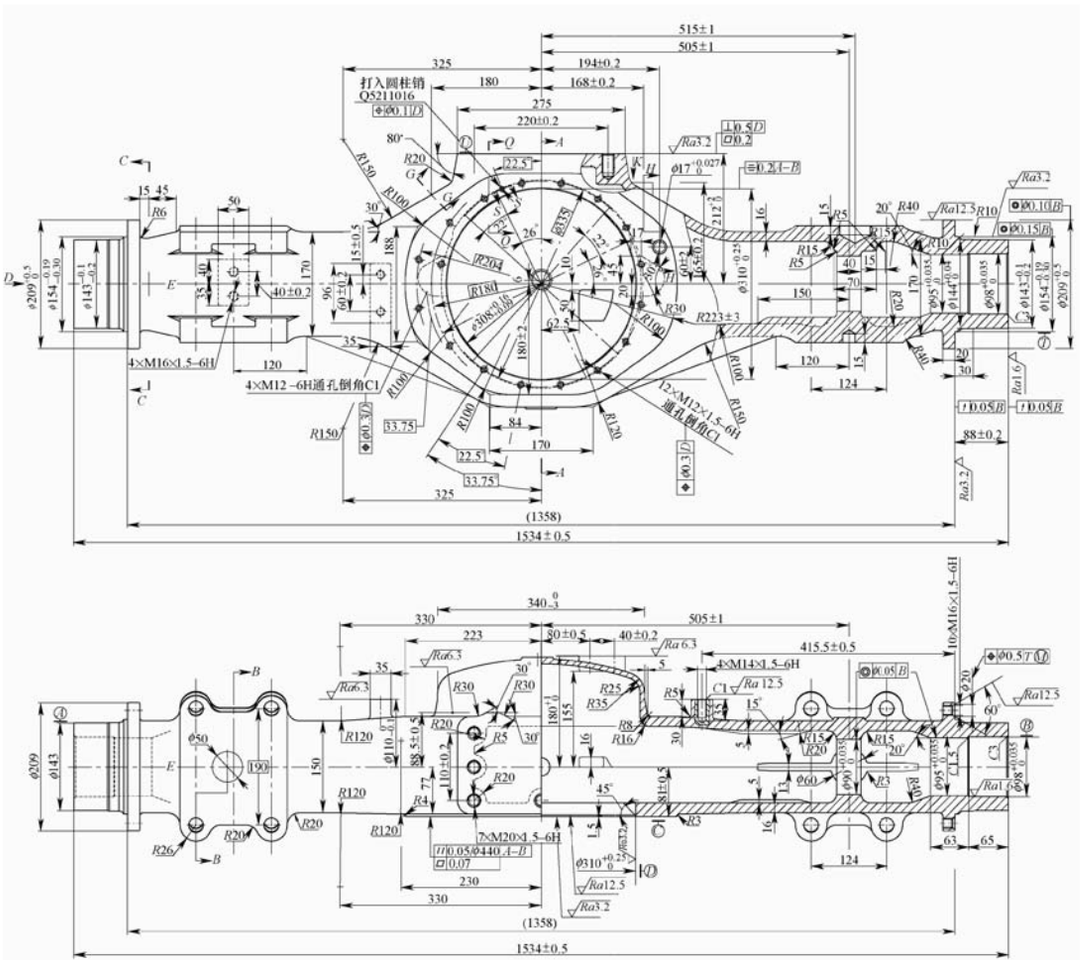


图1　某驱动桥装用的三段式铸造后桥壳中段示意图

及大盘面相对于基准*A*、*B*的平行度为0.05mm，还要求琵琶孔的内径和表面粗糙度值分别符合$\phi310^{+0.25}_{0}$mm与R_a=3.2μm，以及琵琶孔相对于基准*A*、*B*的对称度为0.2mm；不仅要在大盘面上加工12个M12与4个M12的具有角度要求的螺纹通孔，还要在大盘面上加工1个用于安装圆柱销Q5211016的ϕ10H7×ϕ8.5mm的销孔，且螺纹通孔和销孔相对于基准*D*（琵琶孔）的位置度分别为ϕ0.3mm与ϕ0.1mm。因此，需以车削产生的两法兰盘外圆面为径向精基准和一侧法兰盘外侧面为轴向精基准进行一次装夹后，采用立式加工中心依次进行大盘面的铣削加工、琵琶孔的镗削加工、螺纹通孔的钻攻加工及销孔的钻扩铰加工。同时，应将大盘面与琵琶孔的加工提前，及早发现加工表面的铸造缺陷，防止后续工序在人力、物力等方面的浪费。

（5）成品铸造后桥壳中段不仅要求连接板平面至后桥壳中段纵向中心线*E*的高度、表面粗糙度值和平面度分别符合212^{+2}_{0}mm、R_a=3.2μm与0.2mm，以及连接板平面相对于基准*C*的垂直度为0.5mm，还要在连接板平面上加工7个M20螺纹盲孔，以及在连接板的侧面凸台上加工1个ϕ20D9（$^{+0.117}_{+0.065}$）mm的差速锁孔（见图2）。因此，需以两法兰盘外圆面为径向精基准和$\phi310^{+0.25}_{0}$mm琵琶内孔为轴向精基准进行一次装夹后，采用带有*A*向回转坐标轴的立式加工中心依次进行连接板平面的铣削加工、差速锁孔的钻扩铰加工与

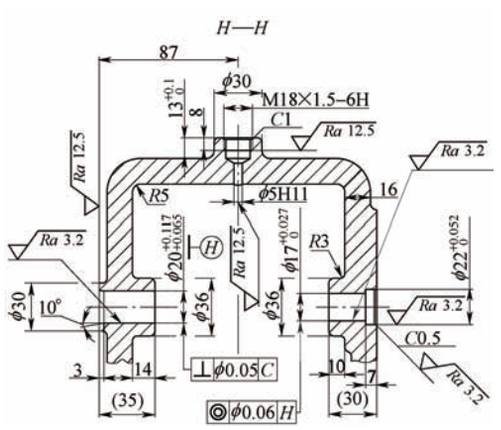


图2　三段式铸造后桥壳中段的*H-H*剖视图

连接板平面上螺纹盲孔的钻攻加工。

（6）成品铸造后桥壳中段不仅要求凸轮支座平面至桥壳中段纵向中心线*E*的高度和表面粗糙度值分别符合$110^{0}_{-0.1}$mm与R_a=6.3μm，还要在凸轮支座平面上加工4个M14螺纹盲孔（见图1的俯视图），并保证该螺纹盲孔的中心线至法兰盘外侧面的距离为（415.5±0.5）mm；不仅要求感应阀平面至桥壳中段纵向中心线*E*的高度和表面粗糙度值分别符合180^{+1}_{0}mm与R_a=6.3μm，还要在感应阀平面上加工2个M8螺纹盲孔（见图3），并保证这2个螺纹盲孔的中心距离为（40±0.2）mm；不仅要求放油孔平面至桥壳中段纵向中心线*E*的高度和表面粗糙度值分别符合178mm和R_a=3.2μm，还要在放油孔平面上加工1个M36放油螺孔（见图4）；不仅要求连接板侧平面至桥壳中段纵向中心线*E*的高度和表面粗糙度值分别符合$110^{0}_{-0.1}$mm与R_a=6.3μm（见图1的俯视图），还要在板簧座部位加工4个M16的U形架固定螺孔（见图5）。因此，需以两法兰盘外圆面为径向精基准和$\phi310^{+0.25}_{0}$mm的琵琶内孔为轴向精基准进行一次装夹后，采用带有*A*向回转坐标轴的立式加工中心依次进行凸轮支座平面、放油孔平面、感应阀平面与连接板侧平面的铣削加工，以及凸轮支座螺纹盲孔、感应阀螺纹盲孔、放油螺孔与U形架固定螺孔的钻攻加工。

（7）成品铸造后桥壳中段不仅要求板簧座上下平面间至中心线（旋转3°）的距离及其相对于基准*U*的倾斜度分别符合（92±0.5）mm与0.5mm，并保证两平面的表面粗糙度值和平面度分别为R_a=3.2μm与0.2mm，还要在板簧座上平面上加工1个ϕ50mm、深15mm的盲孔Ⅰ和8个$\phi24^{+0.3}_{-0.1}$mm的通孔Ⅰ，以及在下平面上加工1个$\phi20^{+0.073}_{+0.040}$mm、深15mm的盲孔Ⅱ和8

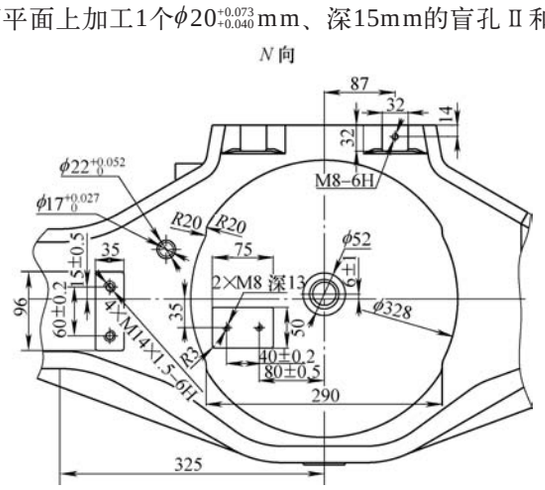
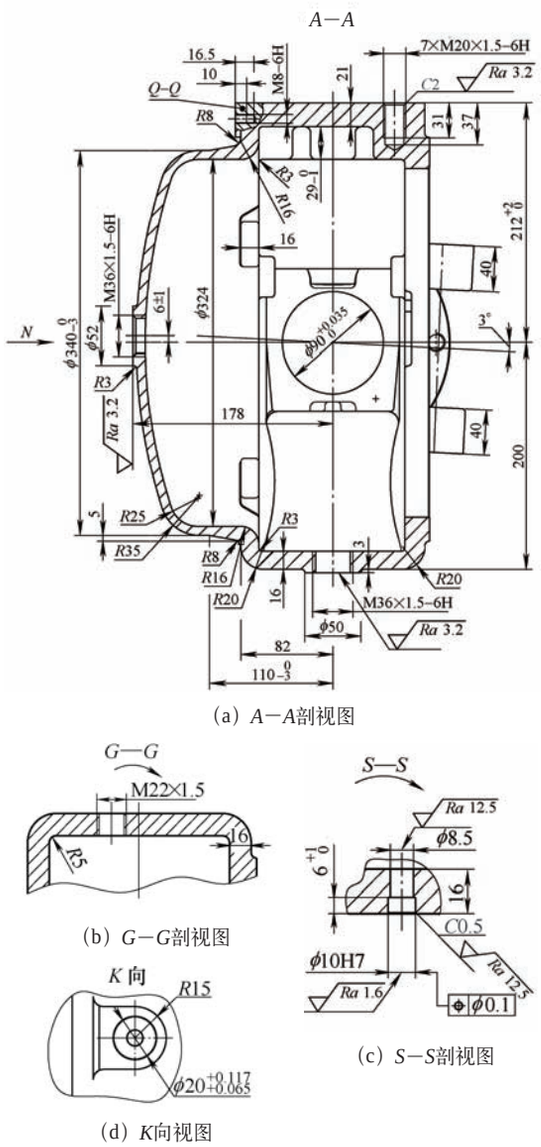


图3　三段式铸造后桥壳中段的*N*向视图



（a）*A*—*A*剖视图

（b）*G*—*G*剖视图

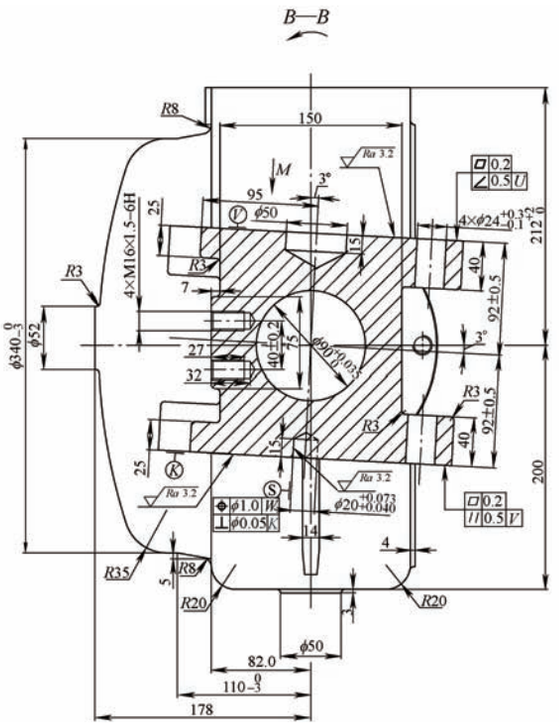
（c）*S*—*S*剖视图

（d）*K*向视图

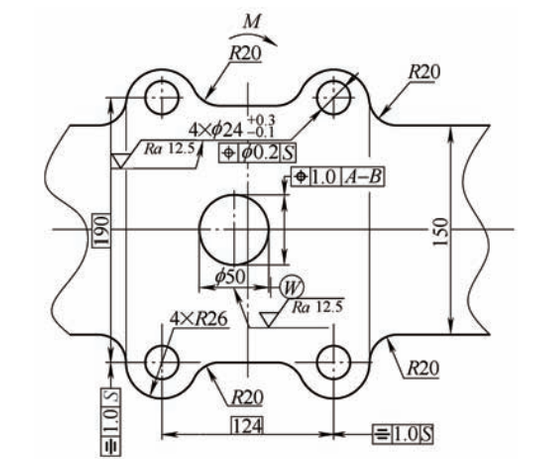
图4　三段式铸造后桥壳中段的各向视图

个$\phi24^{+0.3}_{-0.1}$mm的通孔Ⅱ（见图5）；不仅要在连接板侧平面上加工1个M8螺纹盲孔（见图4a中的*Q*－*Q*剖视图），还要在连接板侧平面的凸台上加工1个M18的感应塞孔（见图2）。因此，需以两法兰盘外圆面为径向精基准和$\phi310^{+0.25}_{0}$mm的琵琶内孔为轴向精基准进行一次装夹后，采用带有*A*向回转坐标轴的立式加工中心，依次进行板簧座上下平面的铣削加工与盲孔Ⅰ、Ⅱ和通孔Ⅰ、Ⅱ的钻扩铰加工，以及螺纹盲孔与感应塞孔的钻攻加工。

（8）成品铸造后桥壳中段要求两端法兰盘的侧平面上加工1个ϕ19mm的通孔和10个M16螺纹通孔（见图6）。因此，需以两法兰盘外圆面为径向精基准和$\phi310^{+0.25}_{0}$mm的琵琶内孔为轴向精基准进行一次装夹后，采用卧式双面双工位组合钻床进行ϕ19mm通



（a）*B*—*B*剖视图



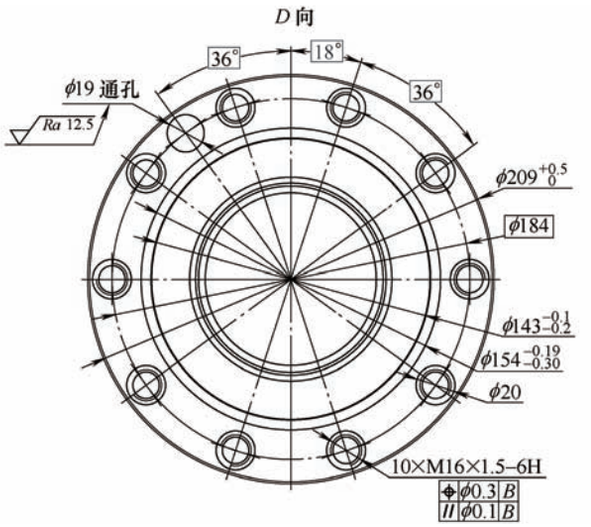
（b）*M*向视图

图5　三段式铸造后桥壳中段的*B-B*剖视图与*M*向视图

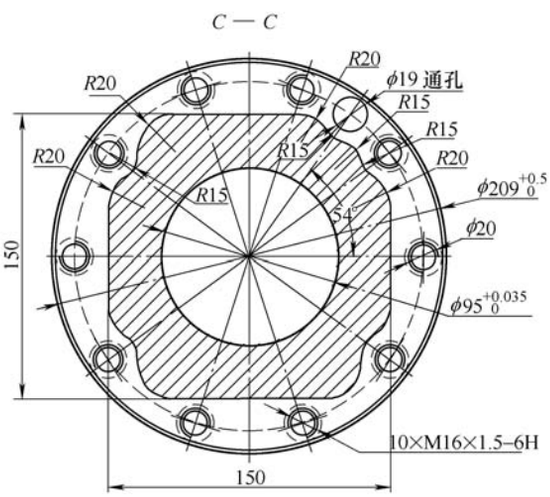
孔的钻削加工与M16螺纹通孔的钻攻加工。

（9）成品铸造后桥壳中段要求两端三级内孔的尺寸符合$\phi98^{+0.035}_{0}$mm、$\phi95^{+0.035}_{0}$mm和$\phi90^{+0.035}_{0}$mm，并保证三级内孔的表面粗糙度值R_a=1.6μm及其相对于基准*A*、*B*的圆柱度均为ϕ0.5mm。因此，需以两法兰盘外圆面为径向精基准和$\phi310^{+0.25}_{0}$mm的琵琶内孔为轴向精基准进行一次装夹后，采用卧式加工专机对后桥壳中段的三级内孔进行粗镗削（留余量0.5mm）和精镗削，并将其两端的30°内倒角加工为3mm×45°的斜角。

（10）成品铸造后桥壳中段两端的三级内孔在



（a）*D*向视图



（b）*C*—*C*剖视图

图6　三段式铸造后桥壳中段的*D*向视图与*C*—*C*剖视图

镗削加工后，需要与2件空心压入式轴头进行过盈配合的热压装，如此要求孔壁不得黏附切屑等杂质，以免影响到热压装的一次合格率及驱动桥的后续装配。同时，铸造后桥壳中段在加工中会产生大量的短且呈屑状的铸铁屑，这些铸铁屑的绝大部分可在工序流转中去除，但仍有少量铸铁屑受其黏附性与后桥壳中段结构复杂性的影响，会附着在后桥壳中段上。因此，需采用台车式清洗机或通过式清洗机对加工完毕后的铸造后桥壳中段进行彻底的清洗，以借助清洗机喷射水流的机械力作用并配合热能和金属清洗剂，先使其湿润、软化与分离，再由清洗液将其污垢粒子带走。

4. 工序设置

通过上述图样分析，在充分考虑加工效率、制

造成本与空间场地的前提下，设置该三段式铸造后桥壳中段的加工工序为：05工序采用卧式车床粗车毛坯的法兰盘外圆→10工序采用T371组合镗床对桥壳中段两端的内孔倒斜角加工→15工序采用卧式双端数控车床粗、精车削桥壳中段的两端面及法兰盘部位→20工序采用TMV1100A立式加工中心（见图7）加工大盘面、琵琶孔及ϕ10mm销孔→25工序采用QVM610A-X1000立式加工中心加工差速锁孔及连接板螺纹孔→30工序采用福裕2552VMC-L高效能加工中心（见图8）铣削平面及钻攻加工背面各孔→35工序采用QVM610A-X1500立式加工中心加工板簧座孔及感应塞孔→40工序采用ZK370A卧式双面双工位组合钻床加工法兰盘盘孔→45工序采用GJ838桥壳中段粗镗两端孔组合机床（见图9）粗镗削桥壳中段两端内孔→50工序采用GJ839桥壳中段精镗两端孔组合机床精镗削桥壳中段两端内孔→55工序采用台车式桥壳中段清洗机清洗桥壳中段→60工序采用三坐标测量机对铸造桥壳中段成品进行抽样全检→65工序采用中频感应加热—压装一体机对桥壳中段与轴头加热并压装（见图10）。

图7　TMV1100A立式加工中心

图8　福裕2552VMC-L高效能加工中心

图9　GJ838桥壳中段粗镗两端孔组合机床

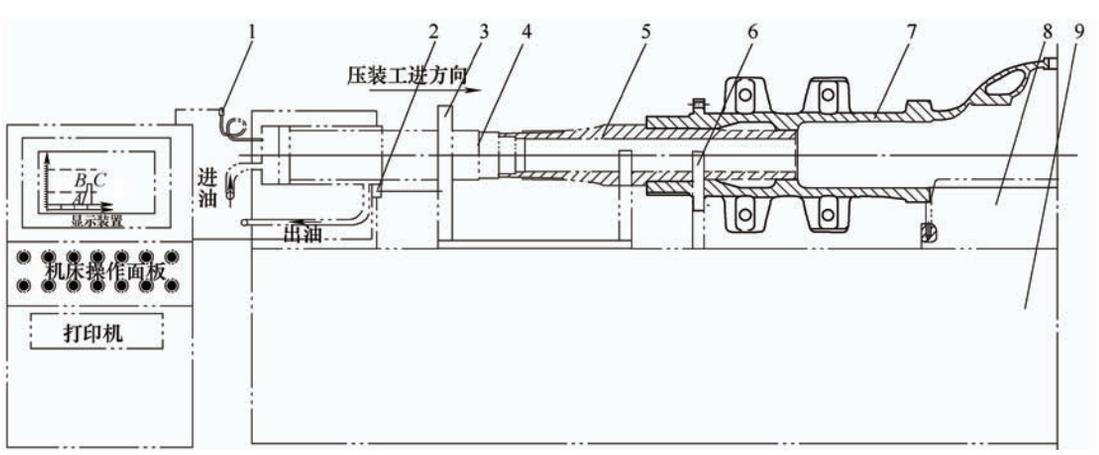


图10　铸造桥壳中段与轴头压装示意图

1.压力传感器 2.位移传感器 3、6、8.托架 4.压装机压头 5.轴头 7.铸造桥壳中段 9.机床本体

5. 结语

按照以上的工序设置，完成首件加工后，对其成品尺寸与技术要求进行综合检验，基本符合图样要求，工艺方案取得了初步成功，对同类型汽车零部件制造具有很好的参考价值。

参考文献：

[1] 刘胜勇. 三段式铸造桥壳热压装曲线的应用研究[J]. 汽车技术，2011，430（7）：54-58.

[2] 刘胜勇.车辆轮轴的加工与组装[M]. 北京：中国铁道出版社，2012.

[3] 刘胜勇. 实用数控加工手册[M].北京：机械工业出版社，2015.

MW（收稿日期：20160202）

专家点评

该文以重型汽车的三段式铸造桥壳中段加工为例，在保证成品尺寸、满足技术要求的前提下，针对主要部位的加工要点和难点进行详细的分析论证，制定出合理的加工方案，对于同类型汽车零部件的制造具有很好的借鉴作用。