

铸造壳体零件的机械加工工艺

张业俊，梁爱民

中航工业航宇救生装备有限公司 湖北襄阳 441000

摘要：根据铸造壳体类零件的结构特征和加工难点进行工艺分析，正确选择粗基准与精基准，合理分配加工余量，解决了平面和内孔的加工难题，最终使零件加工合格。

关键词：铸造壳体；基准；平面；孔；尺寸精度

1 序言

铸造壳体类零件外形复杂，关联尺寸多、精度高，加工基准的选择十分重要。某型产品的操纵机构安装在可分开的外壳中，可分开的外壳如图1所示，由1号、2号和3号壳体组成。其中2号壳体处于中间位置，起着承上启下的作用，其上有1号壳体，其下有3号壳体，其内装配有轴等多个重要零部件。由此可以看出，2号壳体是装配时的基准零件，它的加工精度将直接影响操纵机构的装配精度。

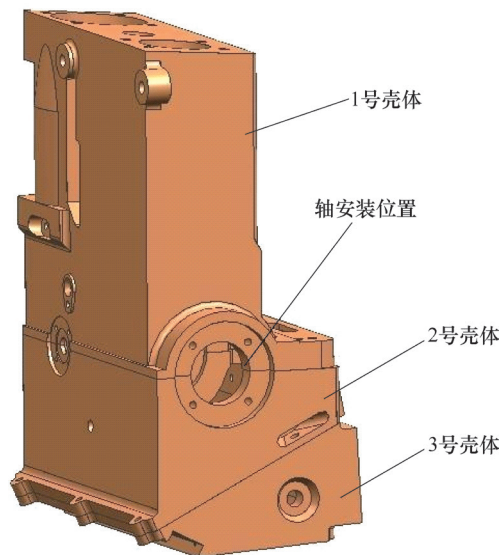


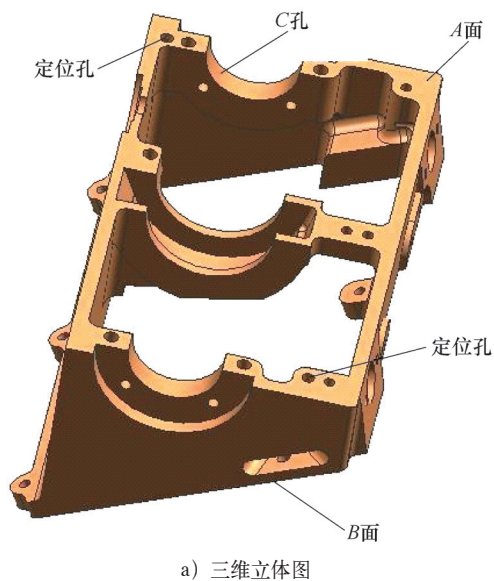
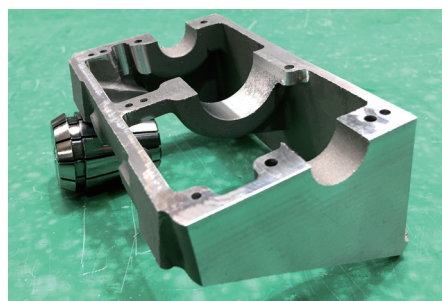
图1 可分开的外壳

2 零件的技术要求

1号、2号和3号壳体的毛坯为砂型铸件，材料为ZL116铝合金（T5），铸造精度等级为HB 6103—

2004中的CT9。

2号壳体如图2所示。为了保证能与1号、3号壳体紧密贴合，要求A、B两面有良好的尺寸精度（偏差为 $\pm 0.1\text{mm}$ ）、几何公差（平面度为 0.05mm ）和表面质量（表面粗糙度值 $Ra=1.6\mu\text{m}$ ）。同时，为了



b) 实物

图2 2号壳体

保证装配后的位置关系，对A、B两面上的定位孔也有相当高的要求，孔距尺寸精度为 $\pm 0.05\text{mm}$ ，孔径尺寸精度为H8级，表面粗糙度值 $Ra=1.6\mu\text{m}$ 。对于非定位孔，例如一般的安装孔、螺纹孔，尺寸精度也达到了 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

此外，为了保证轴的位置安装正确，C孔的加工也相当重要。该孔的加工精度将直接影响轴在其内的安装位置以及轴是否能够灵活转动。

通过以上分析，从装配要求及使用上出发，该零件的机械加工主要有两方面内容：一是加工A、B面及其上的定位孔和安装孔；二是加工C孔。

3 精基准的选择

精基准是指在最初几道工序中就加工出来，为后面的工序做好定位、装夹的准备，在后续的加工中，以它为准对别的部位进行加工。就该零件而言，选择A面作为精基准，主要是考虑到以下几个方面。

1) A面及其上的两个定位孔是装配基面（设计基准），这样能使工艺与设计基准重合，符合“基准重合”原则，可以减少尺寸换算，避免因基准不重合而引起的误差。

2) 在后续加工过程中，将多次用到A面作为定位基准加工其他表面，这样符合“基准统一”原则，便于保证各加工表面间的相互位置精度，避免了因为基准变换所产生的误差，并简化夹具设计和制作工作。

3) A面形状简单，便于装夹，加工方便，易

于获得较高的表面精度；具有较大的支承面积，可为后续加工提供好的定位和夹紧。B面之所以不能作为精基准，是因为该面是斜面（与A面的夹角为 26° ），而且没有合适的加工基准，不易装夹。

4 粗基准的选择

粗基准是用来加工精基准时所用的定位面，它应保证在以后的加工中各加工面的加工余量均匀，装入壳体内部的轴等零件与壳体的内壁各表面有足够的间隙，以及定位夹紧牢固可靠等要求。

零件各面和孔之间的位置关系如图3所示，零件结构尺寸如图4所示。选择以D面（两圆弧顶点）和E面为粗基准。因为R20mm圆弧的中心线理论上是C

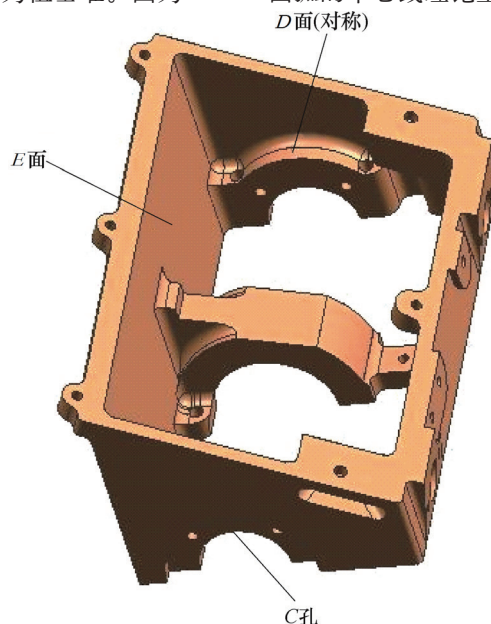


图3 零件各面和孔之间的位置关系

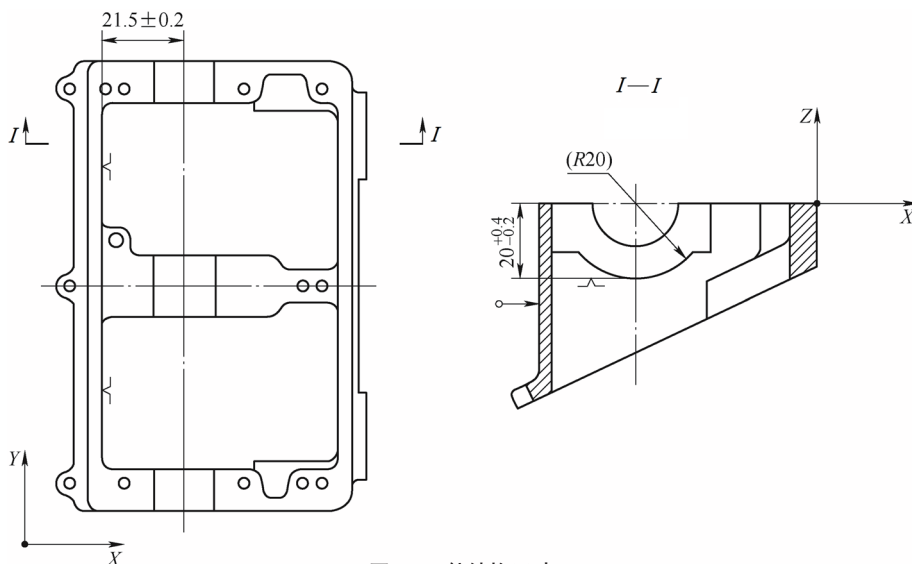


图4 零件结构尺寸

孔的轴线，也就是安装后轴的轴线，一切都应该向轴看齐，所以加工的粗基准应该放在这里，也就是图4中Z方向的尺寸 $20^{+0.4}_{-0.2}$ mm。另外E面至轴线的距离为 (21.5 ± 0.2) mm（图4中X方向尺寸），为了直接保证这个尺寸，只能以E面为粗基准。Y方向要求中心对称即可。

5 精基准的加工

精基准加工精度直接影响后续加工的进行，关系到整个零件能否顺利加工完成，这一步非常关键和重要，所以加工前必须考虑周全，以防止在开始加工后发现错误而造成不可挽回的损失。在精基准面加工完成后，将会影响到的部位如图5所示。

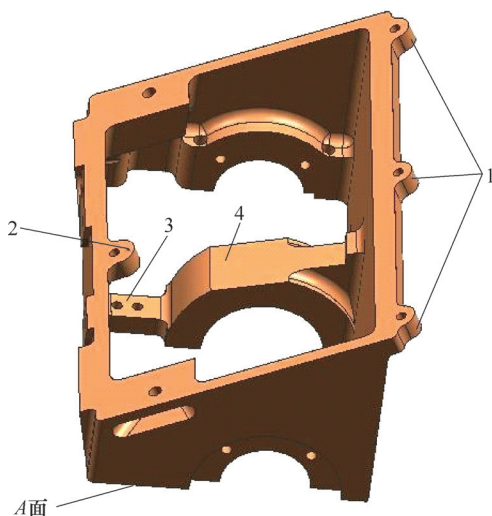


图5 精基准面加工完成后将会影响到的部位

注：图中1~4为4处加工位置。

若A面加工过多，则3、4两处尺寸将会变小，4处甚至可能还会出现破漏的现象；若A面加工不足，在后续加工中，1、2两处尺寸会偏小，将不能满足设计要求。

在实际加工中，因为毛坯的不确定性因素较多，尺寸又不稳定，如何确定A面的尺寸呢？如何将A面的尺寸考虑得更全面呢？在未开始加工之前，安排一道钳工划线工序，以图4中的基准划线，同时划出图5中1、2、3和4四处线，检查它们的余量分布是否合理。并且可以通过铸件实际尺寸调整A面的加工尺寸，来同时满足1、2、3和4四处的余量要求。通过分类，找出共性，最终确定A面的加工尺寸，为后续加工做好准备。加工中的基准与钳工划线基准是一致的，这样只要钳工能划出来的零

件，都应该可以加工出合格的产品，毛坯的加工余量是充足的。

加工设备为数控铣削中心（见图6），可以在加工出A面后，将A面上的各孔也一并制出，一次装夹即可保证各孔与A面的垂直度，也能保证各孔之间的相互位置，同时为后续加工做好装夹、定位的准备。在后续的加工中，将多次用到这一步所加工的基准面、基准孔，定位方式为“一面两销”，比如对于图2a中B面的加工就是如此。孔加工中，除了两个精度为H8的定位孔需要先钻后铰外，其余各安装孔只需钻就可以保证尺寸和精度要求。精基准加工用拼装夹具如图7所示。

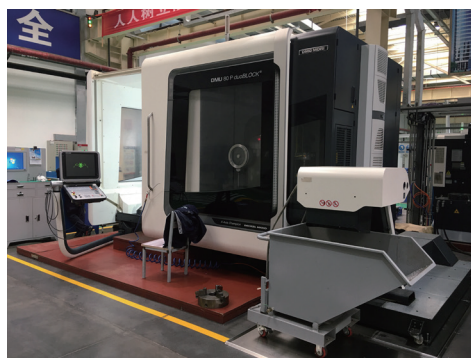


图6 数控铣削中心



图7 精基准加工用拼装夹具

6 孔的加工

在加工完精基准、定位孔和安装孔后，就可以加工C孔。

由于C孔是安装轴的地方，对孔的位置、形状要求比较高。为了保证孔的完整性及精度要求，它不可以单独加工出来，而必须是在2号壳体与1号壳体装配后进行整体加工，装配后的状态如图8所示。在进行孔的精加工时，因为2号壳体上已没有可用的装夹定位的地方，所以其定位基准就转换到了1号壳

体上。以凸台1、凸台2的面为基面，以凸台1上的两个定位孔定位，这种“一面两销”的定位方式，能够可靠、安全地保证尺寸要求。

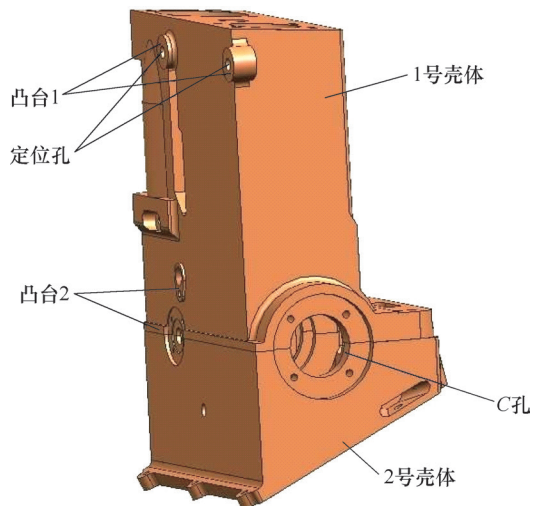


图8 装配后的状态

加工设备为C6150A车床。由于没有专用工装，所以用拼装夹具代替。孔加工用拼装夹具如图9所示。

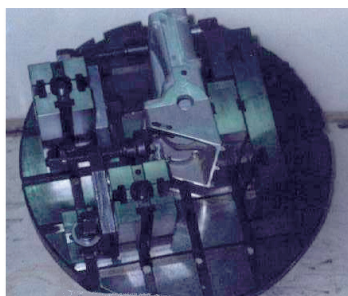


图9 孔加工用拼装夹具

C孔的尺寸为 $\phi 22^{+0.045}_0$ mm，为了保证孔本身的精度，加工时要分粗、精加工，精加工时镗孔至设计尺寸。为了保证两端孔同轴，必须一次装夹加工出该孔。孔的定位尺寸由拼装夹具保证。通过试车，调整夹具可以很好地保证孔的定位尺寸。

因为精基准已加工完成，后续加工中就不存在定位、装夹的难题，零件其余部分的加工也就可以迎刃而解。

7 结束语

2号壳体的加工重点是精基准和主轴孔。对于精基准的加工，只要选择了正确的粗基准，其加工质量就可以得到保证；对于主轴孔的加工，其尺寸精度、定位尺寸主要由刀具和拼装夹具来保证。

由于加工之初正确地选择了粗基准、精基准，给后续加工带来了极大的方便，简化了加工过程，减少了装夹次数，提高了工作效率，保证了加工质量。在加工中，充分利用公司现有的高精度数控机床设备，做到工序集中，较好地保证了零件上各面、各孔的相对尺寸精度、几何公差，同时减少了安装工件的次数和辅助时间，减少了工件在机床之间的搬运次数和工作量，缩短了生产周期。

通过实际加工，证明该加工方法正确、可行且有效。但是对精基准的加工仍然存在一些问题。由于铸造毛坯的不稳定性，铸件表面质量有一些缺陷，凹凸不平，特别是在有些关键的、要用于定位的面上，也就是粗基准上。比如图3中用作定位的D面，明显有着凸出点，这给精基准加工的定位带来了不准确性。在实际加工中，先把高点打磨平，使D面圆滑过渡，采用每件钳工划线的方法，划分加工余量，验证毛坯的余量分布是否合理。这种加工方法对于单件小批量生产而言是合适的，但对于大批量生产是不合适的。由于大批量生产时，为了提高生产效率必须用到专用夹具，这就要求铸造毛坯具有一致性，所以在以后的生产中，如果铸件的质量比较好，则机械加工一定会更顺利，生产效率也会得到更大的提高。另外，对于主轴孔的加工，如果能有专用车床夹具，那么其加工效率也将大大提高。

参考文献：

- [1] 杨叔子. 机械加工工艺师手册[M]. 北京：机械工业出版社，2001.

MW 20210702

专家点评

本例中的壳体组合零件外形复杂，铸造毛坯的不确定性因素较多，机械加工要兼顾零部件关键尺寸和整体装配精度，加工基准的选择十分重要。文章贴近生产实际，通俗易懂，实用性强。作者的分析能力强，工艺思路清晰，按照零件的结构特征和技术要求，正确选择工艺基准，合理分配加工余量，充分利用数控设备，为此类壳体零件的加工提供了实践经验。