中部壳体组件加工工艺

河南平原光电有限公司 （焦作 454001） 李广周 李红义 王三民

中部壳体组件是我公司某产品中一个重要部件，承装着电动机、旋变、滚珠等零件。它在装配中处于中间位置，上面联接着头部壳体，下面联接着激光器座，起着“承上启下”的作用。整个组件的加工质量直接影响产品的性能、精度和寿命。中部壳体组件由不同材料的三种零件组成，零件的尺寸及形位精度要求很高。由于加工后零件变形和误差累积，其精度不易保证，零件返修率很高，大大增加了加工成本，生产效率较低。经过多次加工试验，总结出了中部壳体组件的加工工艺，提高了生产效率和产品质量。

1. 零件结构特点

图1所示为公司加工的某型号产品中的中部壳体组件，它是由中部壳体1、导轨3、导轨6三种零件通过定位销、螺钉联接在一起组成，其中中部壳体材料为ZL101A铸造铝合金，导轨6材料为20CrMnTi，导轨3材料为GCr15。该零件具有以下特点：

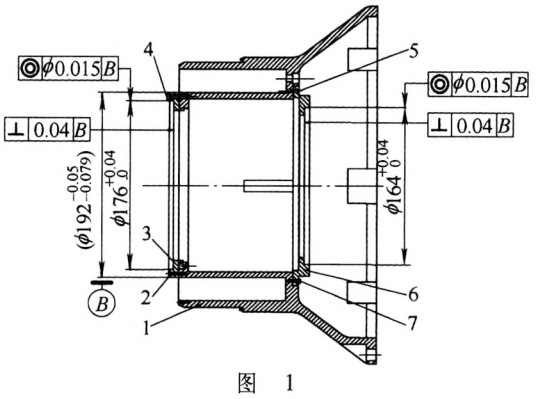


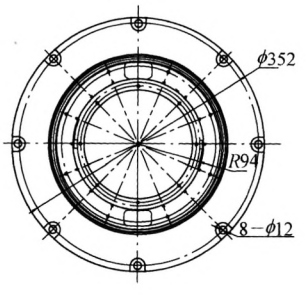
图 1

1.中部壳体 2.销 3、6.导轨 4、7.螺钉 5.销

（1）精度要求高。中部壳体组件内孔孔径较大，尺寸精度达IT7级，孔系同轴度ϕ0.015mm，孔底面垂直度0.04mm。

（2）零件刚性差。零件结构为环形薄壁，孔侧壁有穿线槽，结构刚性低，容易变形。

（3）中部壳体（见图2）为铸件毛坯，加工余量大。该零件为砂铸件毛坯，为了保证工作尺寸要求，其加工余量较大。



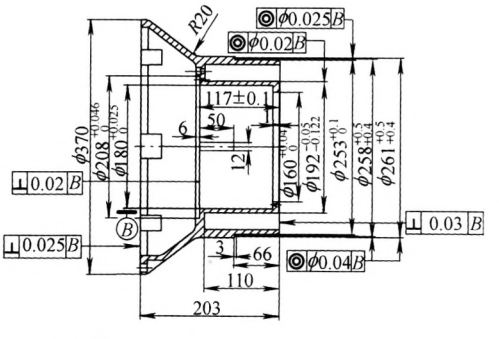


图 2

（4）导轨件硬度高。导轨零件硬度要求58～65HRC，对刀具硬度和耐用度有较高要求。

（5）零件外形尺寸大。零件外形尺寸ϕ370mm×203mm，并且中空壁薄，按常规装夹方法容易变形，要做专用工装。

2. 零件工艺性分析

根据中部壳体组件及其零件的结构特点，该零件加工难度大，加工后尺寸稳定性差，加工过程中存在以下薄弱环节：

（1）零件为环形薄壁件，结构刚性差，加工过程中对装夹力，切削力很敏感，易造成零件变形，存在较大的加工应力，各项精度指标不易保证。

（2）中部壳体是铸件，加工余量较大，铸造应力、结构应力、加工中产生的加工应力，都会对后续加工精度和尺寸稳定性产生不利影响。

（3）热处理安排是否合理，能否使应力充分释放，也是影响尺寸稳定性的一个重要因素。

综上所述，从毛坯的铸造到加工过程中的装夹定位、刀具参数、切削参数的选择，热处理的安排等各个环节都应严格控制，从而加工时残余应力小，消除残余应力措施有效，继而提高零件稳定性。

3. 工艺方案的确定

方案一：分别完成单件的精加工，最后通过调整组装完成中部组件。凭以往经验，按照此方案加工，就要提高单件精度。提高零件精度会增加加工成本，对设备有较高要求，工艺中的各个环节都要严格控制，一个环节出问题，就影响整体要求。另外，由于存在误差累计，组装后易出现返工返修情况。

方案二：分别完成单件的半精加工，最后组合精加工。按此方案加工，不用提高单件精度，只留取合适的加工余量，生产组织较为简洁。精加工时，各单件组合在一起进行，生产成本会降低，不存在误差累计，比较可靠。

通过分析比较，结合公司设备、工装具体情况，工艺上采取第二种方案。

4. 热处理方案的确定

由于单件结构形式局限，零件在半精加工后仍会产生较大的后续变形，故各零件在常规热处理以后，均安排稳定化处理工序。

GCr15材料的稳定化处理一般在磨削加工后进行，其目的是为了消除部分磨削应力，进一步稳定组织，提高尺寸稳定性。其回火温度比淬火时回火稳定低20～30℃，保温时间在4h以上。本零件采用油浴炉设备、回火温度130～140℃，保温时间5h。

20CrMnTi材料属渗碳模具钢，渗碳淬火后具有高的硬度和低的脆性，易形成网状渗碳体。为了稳定组织、消除脆性，通常需要长时间回火来解决，即稳定化处理。本零件采用油浴炉设备、回火稳定120～130℃，保温时间12h。

ZL101A材料的稳定化处理，以获得良好的稳定组织和性能为目的，对于在较高温度条件下工作的铸造铝合金，稳定化时效温度应接近或超过工作温度。本零件时效处理后、精加工前，采用随室温逐渐冷却到45℃，保温时间2h，再逐渐升温到120℃保温时间6～8h，随炉冷却到室温。

5. 中部壳体组件的工艺设计

（1）导轨6的加工工艺流程设计：下料→车→渗碳→车→线切割→数铣→钳→热处理（淬火）→磨→稳定化处理→钳。

加工导轨6时应采取的措施和注意事项：热处理过程中变形较大的，应采取校正措施；磨削大面时，采取多次翻面的方式进行，使粗磨、半精磨、精磨分开进行；为了保证尺寸的稳定性，采取稳定化处理；稳定化处理后，为防止后续机械加工产生的切削力和装夹变形，采用钳工研磨定位面；零件加工完后，要保证的尺寸及达到的要求如图3所示，待组合加工用。

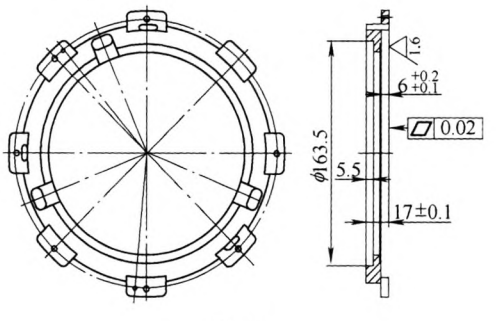


图 3

（2）导轨3的加工工艺流程设计：下料→车→热处理（时效）→车→数铣→钳→热处理（淬火）→磨→热处理（回火）→磨→钳。

加工导轨3时应采取的措施和注意事项：磨削时，同样采取多次翻面的方式进行，粗磨、半精磨、精磨分开进行；磨削过程中要经过消磁、退磁和回火处理，以消除应力，稳定尺寸；定位基准面要靠磨出来，在达到精度要求的同时，不许存在“中凸”现象；零件加工完后，要保证的尺寸及达到的要求如图4所示，待组合加工用。

（3）中部壳体零件的加工工艺流程设计：铸造→热处理（时效）→铣→钳→数铣→数车→数铣→钳→热处理（时效）→数车→数铣→钳→电脉冲→稳定化处理。

加工中部壳体零件时应采取的措施和注意事

项：该零件为砂铸毛坯，加工余量比较大，为了防止加工应力引起的变形，采取了粗加工、半精加工分开进行，加工中采取了时效和稳定化措施；零件壁厚较薄，夹紧时应避免径向夹紧，要采取轴向压紧方式；为了避免在组合加工时装夹引起零件变形，要加工出工艺夹紧螺纹，如图5中M256×1－6h ；零件加工完后，要保证的尺寸及达到的要求如图5所示，待组合加工用。

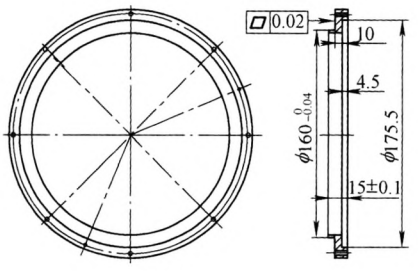


图 4

（4）中部壳体组件的加工。工艺流程设计：数车（与导轨6组合）→钳→数车（与导轨3组合）→钳→表面处理。与导轨6的组合加工如图6所示。

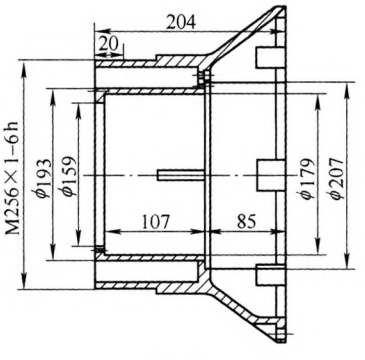


图 5

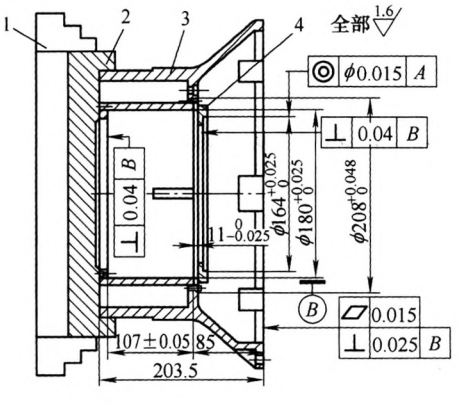


图 6

1.卡爪 2.工装 3.中部壳体 4.导轨6

加工采取的措施和注意事项：做专用工装，采取螺纹夹头方法装夹零件，防止装夹变形。螺纹夹头如图7所示；先加工完成中部壳体零件上的尺寸特征后，零件不取下，把导轨6装上，螺钉拧紧，再加工$\phi164_{0}^{+0.025}$mm尺寸达到要求；由于导轨6硬度高，加工参数选择要适当，刀具选择超硬合金刀头，转速200r/min左右,背吃刀量0.02～0.05mm；加工完后，钳工要打上定位销并做上标记。

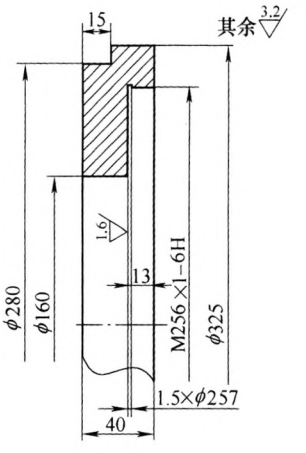


图 7

与导轨3的组合加工如图8所示。

加工采取的措施和注意事项：为确保零件装夹定位可靠，要做法兰心轴专用工装；加工前要先打表检查零件是否装正，打表应控制在0.015mm以内；先加工完成中部壳体零件上的尺寸特征后，零件不取下，把导轨3装上，螺钉拧紧，再加工$\phi176_{0}^{+0.04}$mm尺寸达到要求；由于导轨3硬度高，加工参数选择要适当，刀具选择超硬合金刀头，转速200r/min左右，背吃刀量0.02～0.05mm；加工完后，钳工要打上定位销并做上标记。

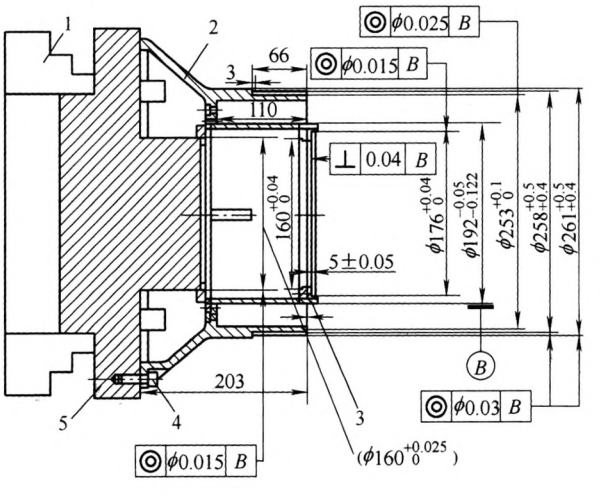


图 8

1.卡爪 2.工装 3.导轨3 4.压紧螺钉 5.工装

6. 结语

通过生产实践证明，对中部壳体组件的加工所采用的方案、工艺路线、工艺措施及各项工艺参数的选择都比较合理，保证了中部壳体组件的加工精度和质量。启示：在选取加工方式时，应结合现场的实际情况，在不断解决问题的过程中，可使我们的工艺水平得到提高，甚至使设计结构趋于合理、完善。MW

（收稿日期：20121010）