

伞形固化芯模制造工艺

■ 内蒙古航天红岗机械有限公司（呼和浩特 010076） 张 翔

摘要：针对伞形固化芯模的加工特点进行工艺研究，采用一系列新工艺新方法，在生产中设计了几套实用性较强的专用工装，保证了固化芯模的各项精度要求，并且大大缩短了加工周期。

可塑性泥状物固化，其内腔必须有一定的几何形状和尺寸，固化芯模是其成型的关键工装，其加工质量好坏对固化精度有着直接的影响。图1所示为某典型多瓣伞形组合式固化芯模，其特点是芯模形状结构特异，加工精度高、制造难度大，并且要求芯模加工后便于组装和拆卸。

1. 芯模结构特点

伞形固化芯模是一个结构复杂、配合精度要求很高的组合体，由伞形组合件、主芯棒组合件、沸腾环和定位环等几个零部件组成。伞形组合件又由伞片Ⅰ（8件）、伞片Ⅱ（8件）和钩柱等零件组成（见图2），材料采用低碳钢，其外形由较多曲面和斜

面构成。该芯模在发动机中的定位方法如下：伞片Ⅰ、Ⅱ通过沸腾环圆锥面、圆柱面及端面与发动机定位，主芯棒组合件又通过定位环圆锥面、端面与伞片Ⅰ、Ⅱ定位。

2. 技术要求

（1）伞片Ⅰ、Ⅱ交错排列装配，靠钩柱挂紧来防止相互错位，装配后不允许有台阶面出现。

（2）装配后相邻两伞片间的间隙不大于0.10mm。

（3）要求在重复拆装后仍然能保持上述精度要求。

3. 加工难点分析

通过对该芯模结构特点及技术要求进行分析，认为其加工中

存在以下难点：

（1）芯模结构形状复杂，组装伞片数量较多（共16件），组合后累积误差较大，精度不易保证。

（2）芯模各部件与发动机的定位靠中间件（沸腾环）间接定位，因而要求各参与定位的零、部件加工精度高。

（3）伞片Ⅰ、Ⅱ结构形状特殊、刚性差，加工过程中容易变形。

（4）伞片Ⅰ、Ⅱ配合面间隙要求较小（ $\leq 0.10\text{mm}$ ），不易保证。

针对该芯模的特点及上述加工难点，此伞形组合件采用组焊焊接整体加工的工艺方法。

4. 伞片留量

伞片Ⅰ、Ⅱ结构如图3所示。可以看出此伞片形状特别，尤

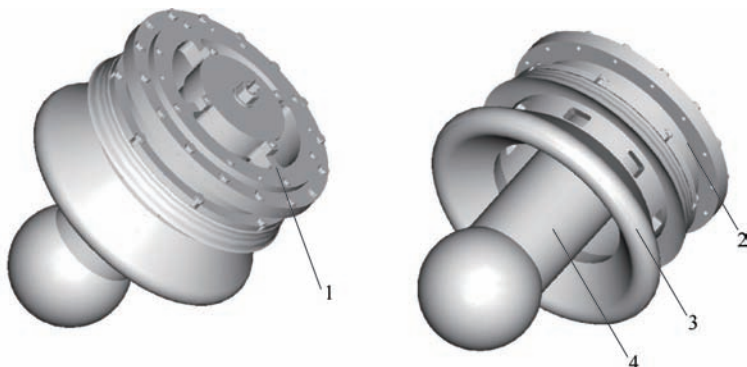


图 1

1.定位盘 2.沸腾环 3.伞形组合件 4.主芯棒组合件

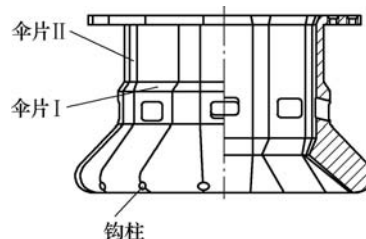


图 2

其是根部薄弱、刚性差，容易变形，所以在组焊前的伞片留量问题就不同于传统芯模的均匀留量2.5~3.0mm，由此我们进行了伞片留量方案的确定。

伞片留量有两个方案。方案一：长方形留量，如图4所示；方案二：按外形留量4~5mm，薄弱部分留量8mm，如图5所示。下面对两个方案进行分析。

(1) 方案一的优点为：形状规则、刚性好，配合面的加工切削均匀，产生的应力小，不易变形，好装夹；缺点为：组焊后加工余量大并且不均匀，因而产

生的应力大且不均匀，拆卸后各伞片变形量较大，这样会导致加工完毕后，因配合面平面度差而满足不了间隙不大于0.10mm的要求。

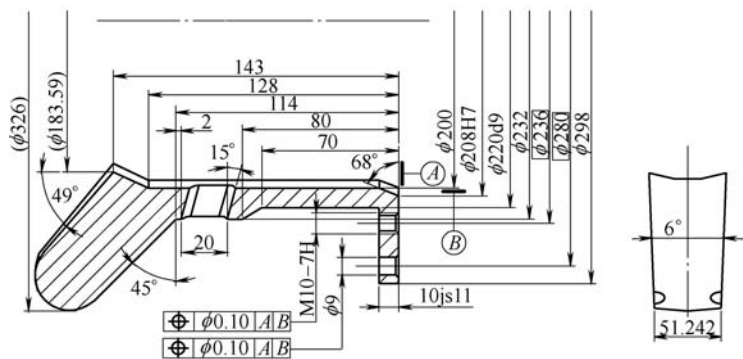
(2) 方案二的优点为：留量大大减小且比较均匀，切削应力小并且均匀，加工产生的应力可以相互抵消一部分，变形量大大减小；缺点为：毛坯形状较复杂，不好装夹，因刚性差导致加工容易变形，加大了组焊前配合面间隙的控制难度。

综合考虑对比两种方案，认为采取方案二最好。对于组焊

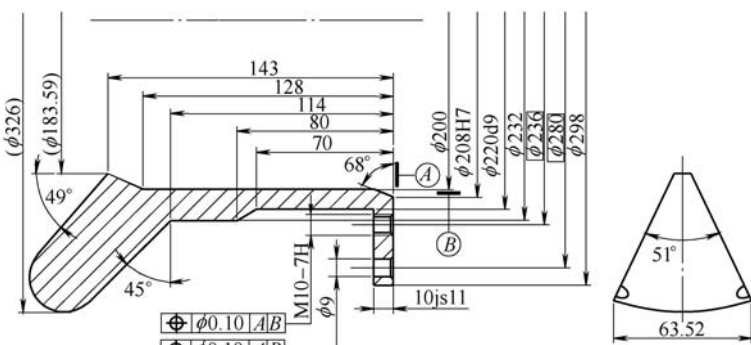
前配合面间隙的控制难题，可以采取以下几点来解决：①加工配合面时可以采取小走刀量，采用煤油或煤油中加入适量的硫化油作冷却液。②在装夹方面，可以多加辅助支撑来增加整体刚性，从而减小加工变形量。③在钳工工序中，采用快速平面刮研法，增加刮磨次数，以提高其装配精度。

5. 伞片配合面的加工

(1) 伞片 I、II 配合面的刨削。伞片配合面的刨削，传统工艺是采用留出一个伞片 II 暂不加工，组合配研已加工伞片，最后配作剩余伞片 II 接合面角度。由图6可以看出，伞片 II 的配合面角度51°与伞片 I 的配合面角度6°是互相制约的，相邻二者之差的绝对值必须满足 $45^{\circ} \pm 2' 25''$ 的关系，其最大偏差是这样计算的： $\alpha_{\max} = \arcsin \{0.10 / [(326 - 183.59) / 2]\} = 4' 50''$ ，所以其相邻两伞片配合面角度尺寸绝对不允许有较大的累积误差。为了保证伞片两配合面角度尺寸一致而尽可能地消除上述累积误差，新工艺方法采取8件伞片 I 同时装夹刨销两配合面，然后实测其角度值并做记录；再同时装夹8件伞片 II，用万能水平仪校准伞



(a) 伞片 I



(b) 伞片 II

图 3

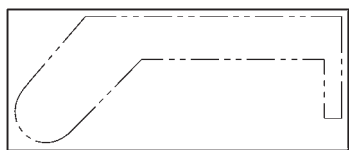


图 4

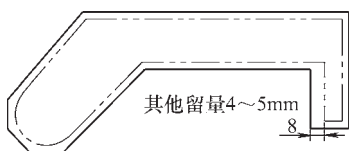


图 5

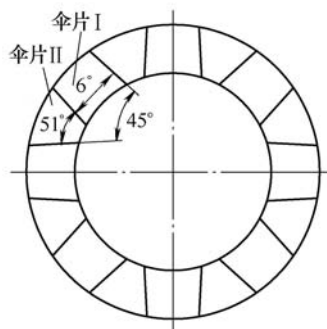


图 6

片Ⅱ的两配合面的角度尺寸（将伞片Ⅰ的配合面角度 51° 偏差抵消），这样就可以取消配作的工序，大大提高了伞片的加工效率和加工质量。

（2）伞片Ⅰ、Ⅱ配合面的刮研。经过配合面的刨削加工后，由于加工应力变形，在组合后配合面间隙往往只能达到 0.20mm 左右，再加上考虑伞片内外形的加工变形量，组焊前的伞片配合面必须经过钳工刮研组合后，相邻两伞片配合面间隙应控制在 0.06mm 以内，为了提高刮研速度及刮研质量，采用快速平面刮研法：首先用刮刀整体刮一遍，用毛刷扫净刮屑，然后用 $250\text{mm} \times 50\text{mm} \times 30\text{mm}$ 的 $300\#$ 油石把刮后所形成的各种形状的锯齿形小尖峰打磨平。这样经打磨一次，就可以去掉 $0.05 \sim 0.1\text{mm}$ 左右，省去了许多用刮刀刮研的次数。然后用棉纱擦干净，再用校验平板涂红丹粉互研显点用刮刀刮研，刮 $2 \sim 3$ 次后，一个理想的平面很快就形成了。组合后用塞尺检验，各配合面间隙均在 0.06mm 以内，达到了工艺要求，提高了加工效率。

6. 伞片Ⅰ、Ⅱ的组焊

（1）组装。针对此伞形组合件结构特点，设计了一套专用组合装配工装（见图7），该工装由2个内定位板、2个外夹紧环及顶紧螺钉组成。其组合装配过程为：先将其中一件内定位板平放于装配平台上，然后将8件伞片Ⅰ与内定位板8处定位平面依次贴合，伞片Ⅱ与内定位板留有 $2 \sim 3\text{mm}$ 的间隙，用夹夹紧环、螺钉预紧，然后将另一件内定位板装

配于伞形组合件上端多边形内孔中，调整各伞片间的配合间隙，直到满足小于 0.06mm 的工艺要求。最后拧紧螺钉顶紧各伞片。

（2）焊接。组装件预热后，采用钨极氩弧焊焊接，在其相邻接缝处先点式焊接伞形组合件两端，每条接缝对称点焊2点固定，然后对称断续焊接伞形组合件径向接缝，焊接熔深要求 $0.5 \sim 1\text{mm}$ ，焊后在 2h 内进行中温回火处理。该工艺方法的应用，解决了多瓣伞片整体加工的难题。

7. 伞片Ⅰ、Ⅱ内外形的整体加工及工装

第一步，钳工划线协调余量，先车削加工伞形组合件内孔、内锥面、下端面及其下端部分外圆，接下来在精密坐标镗床上将伞片Ⅰ、Ⅱ下端面各螺纹孔加工出来。伞形组合件随着进一步的加工，各焊接处不断地去掉，各伞片就有散开的趋势，为防止这一现象发生，设计了定位组合工装，以环形槽靠内、外圆柱面定位，装配如图8所示，这样保证了各伞片相对位置不改变。

第二步，装夹定位组合工装，车削加工伞形组合件上端面、内锥及上端外形部分，然后配作拉紧盖内圆柱面，装配拉紧

盖到位，如图9所示，这样就通过两套工装将伞形组合件两端固定，然后将其余外形全部加工到尺寸要求，这时伞形组合件还保持为一个整体，为伞片Ⅰ、Ⅱ的后续加工提供了良好的工艺性。

第三步，先加工伞片Ⅰ窗口，然后将拉紧盖拆下，将紧箍装配到位，如图10所示，加工钩柱内锥孔，接下来钳工拆下所有工装，将各窗口毛刺打磨去除，装配钩柱并将钩柱顶端修形后，再装配于沸腾环内调整各伞片位置。经过塞尺检验，各配合面间隙均不大于 0.08mm ，满足了使用要求。

实践检验证明，此工艺方法切实可行，解决了伞形组合件的整体加工难题，提高了伞片间隙控制的可靠性。

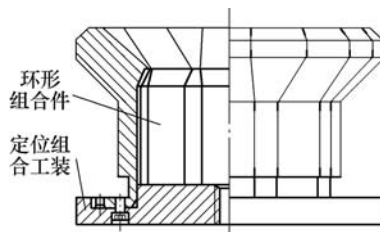


图 8

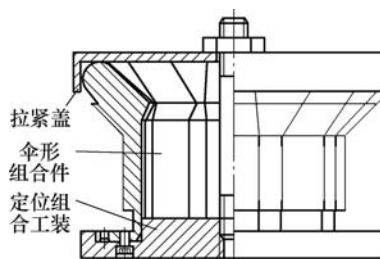


图 9

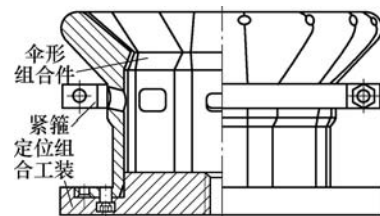


图 10

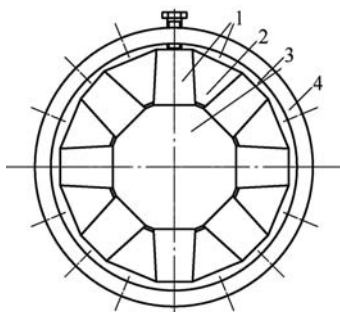


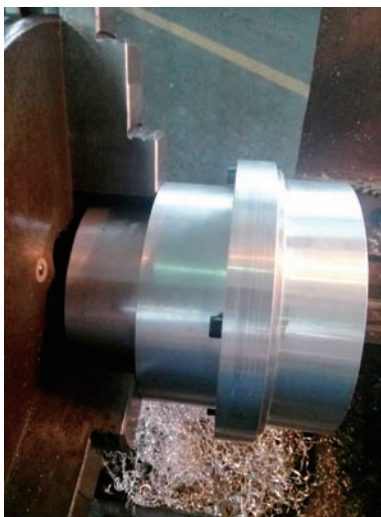
图 7

1.伞片Ⅰ 2.伞片Ⅱ 3.内定位板 4.外夹紧环

轴套类零件加工变形原因及控制

■ 河南平原光电有限公司 (焦作 454001) 邵 军 李红义 李宝生 李广周

摘要: 结合生产实例, 对轴套类零件在加工中的变形进行原因分析。通过采取工艺措施, 控制轴套类零件在加工过程中的变形, 从而更好地保证零件的尺寸精度及形状位置精度。



轴套类零件大多属于薄壁构件, 结构并不复杂, 精度要求相对较高, 在产品中主要起定位、旋转的作用, 并承受一定的径向力和轴向力。其加工质量

的好坏, 直接影响产品的功能和寿命。几乎每个产品中都有轴套类零件, 在加工中往往由于变形严重而影响其尺寸精度、形状精度。要解决此问题, 必须分析原因, 采取有效的措施, 才能保证零件精度。

1. 零件的结构特点

公司某型号产品中轴套类零件较多, 零件精度也较高, 如短空心轴 (见图1) 和解算器座 (见图2), 其尺寸精度为IT5~IT7, 同轴度为 $\phi 0.008 \sim \phi 0.015 \text{ mm}$, 垂直度为 $0.010 \sim 0.015 \text{ mm}$ 。具

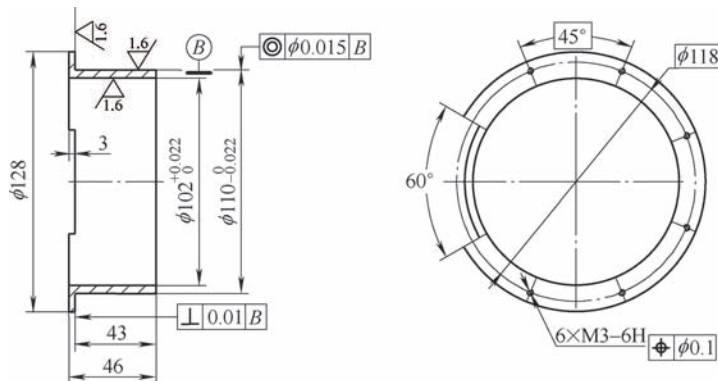


图 1

8. 结语

本文提出的伞形固化芯模的加工工艺方法, 可以有效地提高固化芯模整体加工的工艺性, 提高芯模间隙控制的可靠性, 为加工生产结构复杂、精度要求高的固化芯模提供了保障, 并为以后类似结构产品的加工提供了宝贵的经验, 有广泛的借鉴作用和应

用价值。

参考文献:

- [1] 王先逵. 机械制造工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [2] 孙佰媛. 机械制造工艺学[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2007.
- [3] 孟少农. 机械加工工艺手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.

MW (收稿日期: 20170822)

专家点评

文章针对芯模的结构特征和加工难点进行了工艺研究, 并设计了一套专用组合装配工装, 解决了多瓣伞片整体加工的难题, 为类似结构的产品找到了一种新的加工方法。