

分圈式紫铜垫圈加工关键技术

■ 湖北三江航天江河化工科技有限公司（远安 444200） 朱旭东 鲁华丽 胡增建 李义民

摘要：紫铜垫圈是多种产品试验的关键工件，通过分析其结构特性，制定合理的加工工艺流程，采用小巧实用的工装，解决了加工中的各类问题，保证了产品加工精度，满足了设计指标，降低了加工成本，提高了生产效率。



1. 垫圈结构分析

紫铜垫圈为试验装置组成零件之一，用于保证连接密封（见图1）。其大、小垫圈结构尺寸如图2所示。

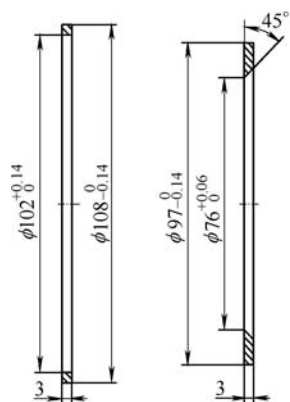


图1 垫圈结构示意图

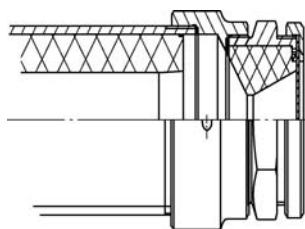


图2 垫圈装配示意图

从图1、图2中可以看出，大、小垫圈壁薄、孔径大，工件材料为T2-M，属于冷压紫铜板软状态。其要承受10MPa压力，且密封要求高，这就要求紫铜垫圈尺寸精度较高、无变形以及表面无锈蚀缺陷等，给加工带来了较大难度。

从工件外形尺寸来看，小垫圈正好可以从大垫圈套切下来，因此公司采用板料分圈式加工法进行大、小垫圈加工。

2. 工艺难点分析

分圈式紫铜垫圈加工工艺流程如下：粗切车小圈内圆→粗切车大圈外圆→精镗车小圈内圆→套切分离大小垫圈→精镗车大圈内圆→精车大、小垫圈外圆→小圈倒角45°。

从工艺流程可以看出，分圈式加工主要包含3方面内容：套切车加工、精车尺寸及倒角。具体分析如下：

（1）套切尺寸较难掌握。分圈式加工关键在于套切车加工，大、小垫圈采用毛坯板料 $t3\text{mm} \times 116\text{mm} \times 116\text{mm}$ 加工，其最小内圆与最大外圆余量紧凑，

且大垫圈内圆与小垫圈外圆之间仅满足1个切刀宽（ $\leq 2\text{mm}$ ），加之必须留有精车余量，使得各套切尺寸必须十分精确，很难掌握。

（2）大圈壁薄、精车变形大。大圈壁厚仅2mm，内外圆精度要求高，且紫铜材质较软，在加工过程中容易产生切削变形，必须采用套筒和心轴工装来有效地控制装夹变形及切削变形。

（3）小圈倒角难度大。小圈倒角工序只能单件加工完成，仅3mm的装夹长度及较软材质特性使得装夹极易产生变形，且45°倒角用于衔接喷管及过渡件，尺寸要求严格，尖角处为保证密封性不得产生圆角或破落，为倒角加工带来很大的难度。

针对上述工艺难点，分别通过设计专用工装来解决加工难点问题。

3. 套切用堵板工装

（1）粗切车小圈内圆 $\phi 74\text{mm}$ 。设计加工堵板，如图3所示，夹堵板小端外圆靠平端面找正，将毛坯板顶至堵板与顶头之间，粗切车内圆 $\phi 74\text{mm}$ 。

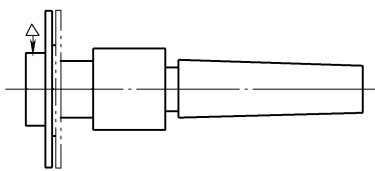


图3 堵板切车示意图

堵板结构如图4所示。采用堵板利用堵板 $\phi 116\text{mm}$ 外圆边线对齐板料边线找正中心，完全取代了“划十字中线→按线找正中心”的工步，大大提高了加工效率。

端面每3mm匝环槽 $t0.5\text{mm}$ ，用以增大端面摩擦力。

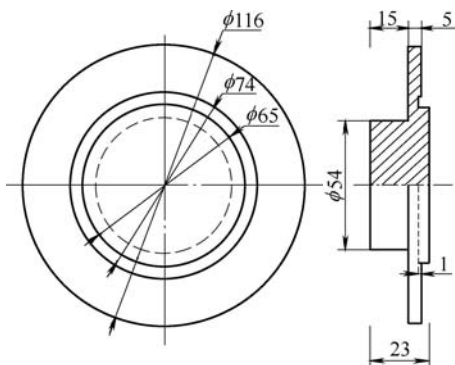


图4 堵板结构示意图

(2) 套切大小圈。设计加工分圈堵板，以 $\phi 74\text{mm}$ 内圆为基准粗切车大外圆至 $\phi 111\text{mm}$ ；待精镗车内圆至 $\phi 76\text{mm}$ 后，以堵板 $\phi 76\text{mm}$ 台阶定位进行分圈切车，小圈外圈至 $\phi 98\text{mm}$ 、大圈内圆至 $\phi 100\text{mm}$ 。分圈堵板结构如图5所示，双面定位台阶用于2次套切加工。

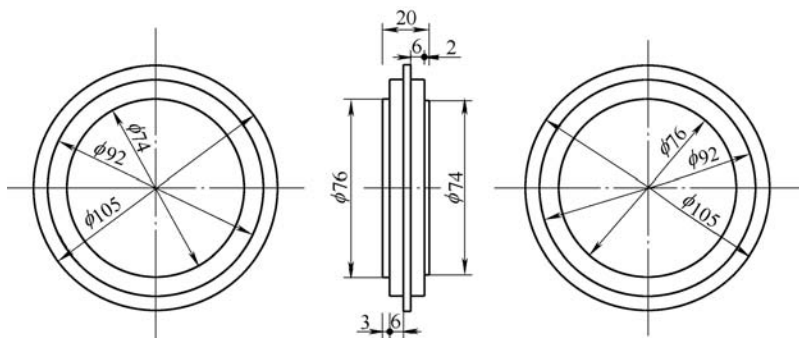


图5 分圈堵板结构示意图

4. 套筒和心轴工装

(1) 精车大、小圈内圆。利用专用套筒组件以外圆 $\phi 111\text{mm}$ 定位，一次可加工30件，精车小垫圈内圆至 $\phi 76\text{mm}$ ；待大、小垫圈分圈后，再精车大垫圈内圆 $\phi 102\text{mm}$ 。在装夹过程中注意垫圈之间不得有太大间隙，否则会影响内圆尺寸的精度要求。套筒组件如图6所示。

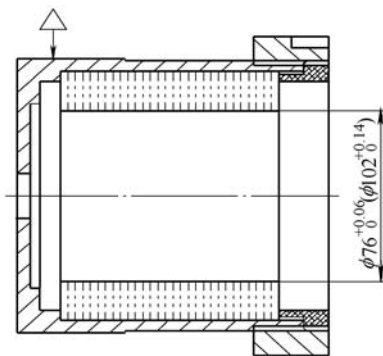


图6 套筒组件结构示意图

(2) 精车大、小圈外圆。待大、小垫圈内圆精加工后，分别以内圆为定位基准，利用心轴工装定位压紧（配合间隙 $0.02 \sim 0.04\text{mm}$ ），一次装夹30件，精车垫圈外圆至尺寸。心轴工装结构如图7所示。

5. 软爪工装

为了有效地控制小圈单件倒角装夹变形和车削破落，设计加工了软爪进行单件装夹（见图8），夹持内径与小垫圈外径一

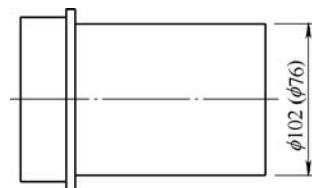


图7 心轴工装示意图

致，确保批量生产时一次装夹到位，避免反复找正，并采用反走刀加工，因产生拉伸而使得尖角处受力平衡，无破落损坏。

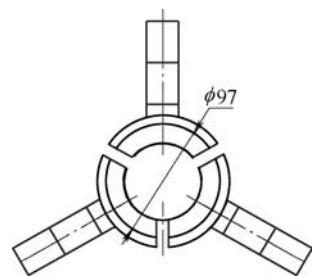


图8 软爪工装示意图

6. 结语

公司每月加工完成大、小垫圈各400件，一次交检合格率高达100%。经过生产实践证明，上述专用工装结构精准、性能可靠，有效地解决了套切尺寸难、精车变形大及倒角破落的难题，保证了产品质量，很好地完成了分圈式加工技术攻关，为公司节约了大量的生产成本，提高了生产效率。

参考文献：

- [1] 王文斌，林忠钦，李奇，等. 机械设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2004.
- [2] 李洪. 机械加工工艺手册[M]. 北京：北京出版社，1996.

MW (收稿日期：20151028)