

发动机某型号节流圈的切削加工

史永刚

(西安航天发动机厂, 陕西 西安 710100)

摘 要: 某型号节流圈, 其结构特点是壁薄, 壁厚仅 2.5mm, 轴向尺寸小, 精度高, 刚性差; 加工难点为装夹时容易变形, 尺寸精度难以保证。通过设计、制作专用夹具, 优化加工参数, 解决了这一加工难题。这样既保证了产品质量, 降低了加工难度又显著提高了生产效率。

关键词: 节流圈; 加工; 装夹; 专用夹具

中图分类号: V463

文献标识码: A

文章编号: (2006) 06-0048-04

Machining of engine throttle ring

Shi Yonggang

(Xi'an Space Engine Factory, Xi'an 710100, China)

Abstract: Structural feature of throttle ring are thin wall part (wall thickness 2.5 mm), short axial dimension, high dimension precision and poor rigidity. Difficult point of machining are easy deformation when installing jig and difficult to ensure the dimension precision. After the problems are solved by design, making special jig and optimizing working parameters, the product quality and productive capacity are increased greatly. The method of installing jig gives a reference to similar thin wall working.

Key words: throttle ring; machining; installing jig; special jig

1 引言

在液体火箭发动机中, 节流圈的主要作用是: 调整系统各路中推进剂的流量和压力达额定

值, 保证系统正常工作。因此节流圈的尺寸精度、形位公差, 在生产加工中应重点保证。对于某型号试车用节流圈要获得设计图纸最终要求, 其加工难点就在于如何有效的防止变形, 进而保证质量, 提高效率。经实践证明, 采用专用夹具

收稿日期: 2006-05-17; 修回日期: 2006-09-15。

作者简介: 史永刚 (1981—), 男, 研究领域为液体火箭发动机总装直属件加工与研究。

万方数据

使节流圈准确的定位和可靠的夹紧，增加了零件的刚性，因而可以在保证质量的同时增加切削用量，提高加工效率。

2 节流圈结构特点分析

节流圈的结构尺寸如图 1 所示，材料为 S-06。其加工工艺流程为：铸造、热处理、粗加工、热处理、半精加工，最后加工内孔。由于节流圈内孔尺寸是在发动机系统调整计算后方才确定。因此，在半精加工后，仅给内孔留了部分余量，待调整计算后，内孔再精加工到最终尺寸。

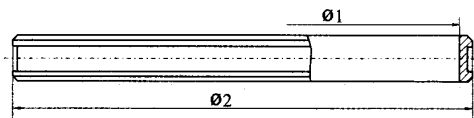


图 1 节流圈
Fig.1 Throttle ring

节流圈内孔尺寸为 Φ_1 为 $88+0.1\ 0\text{mm}$ ，最大外圆为： Φ_2 为 $93_{-0.04}^{-0.02}$ ，即单边厚度只有 2.5mm，属于薄壁零件，在加工过程中受作用力容易产生变形。外圆属于装配定位尺寸，变形在发动机中无法装配，内孔属于调节发动机性能的关键尺寸，不允许超差。因此，加工过程中应严格控制外圆椭圆变形和内孔尺寸超差。

3 加工方法及可用性对比分析

3.1 直接用软爪夹持外圆车制内孔

因为夹紧力径向作用于工件的薄壁上，容易引起变形，而且软爪夹紧力不易控制，（即夹紧力过松，工件受刀具切削力作用而容易随刀具自行转动，或者时停时转。这将直接影响节流圈内孔尺寸精度、粗糙度，且如果切削力稍大零件有可能飞出，造成零件报废和安全问题）。另外在加工过程中还要将工件转动一个角度多次装夹车制内孔，以防止一次装夹工件产生椭圆变形。一

次装夹时工件变形示意图如图 2 所示（虚线为工件在受力后的变形）。如此加工单件，虽然也可以将工件尺寸及形位公差勉强保证在要求范围内，但需很长时间，在很大程度上加大了加工难度及操作者的劳动强度，生产效率低，不适合批量生产，故不选用。

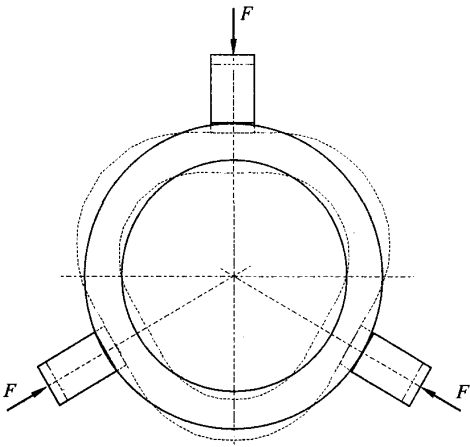


图 2 变形示意图
Fig.2 Deformation diagram

3.2 压板轴向压紧的方法车削加工

为避免夹紧变形，利用花盘，采用压板轴向压紧的方法车削加工。通过分析产品结构尺寸可知，零件加工成形后，单边厚度只有 2.5mm，除去 $1\times 45^\circ$ 倒角，实际压紧面宽度不能超过 1.5mm。在此情况下，工件在花盘上定位夹紧时，存在安全隐患。为了提高操作安全性，切削时必须严格控制切削用量。而且每一个零件在加工前都需找正，辅助时间长，生产效率低。这与节流圈最终工序加工多为急件的特点仍不相符，不宜选用。

3.3 专用夹具装夹工件

将上面的方法取利去弊，利用专用夹具装夹工件，使夹紧力沿工件轴向均匀分布，可防止零件产生压紧变形。这种加工方法不仅降低了加工难度，很好的保证加工质量，还明显提高了加工效率（加工时间不到 10 分钟），且专用夹具自身的设计与制造简便可行，是极佳加工方案。其切削参数选择与前两种方法对比情况见附表 1（此数据为操作者多次加工经验所得，仅供参考）。

表 1 切削参数对照表
Tab.1 Cutting parameter contrast table

主要参数 加工方法	切削用量				
	切削速度/(r/min)	切削深度/mm	进给量/(mm/r)	装夹次数	加工用时
(卡盘软爪装夹) 原始加工方法	低速 30	较小 0.1~0.3	最慢 0.05	多次	约 2 小时
花盘压板装夹	低速 30~100	较小 0.1~0.5	* 同上	一次	约半小时
专用夹具装夹	中速 300	较大 0.3~1	* 同上	一次	~10 分钟

*: 为有效保证零件孔的加工精度及表面质量, 三种方法均选用相同的慢进给量。

4 节流圈专用夹具的设计分析

4.1 夹具装夹方案的确定

通过分析产品的结构特点及加工工艺要求, 本人认为应以工件外径 $\Phi 93_{-0.04}^{-0.02}$ 作为径向定位基准, 以工件一侧端面作为轴向定位基准, 以另一端面作为压紧面。夹具结构方案及其元件结构尺寸分别如图 3、图 4、图 5 所示。

4.2 夹具零件材料的选择

由于产品零件与夹具定位面及夹紧面都很小, 为了保证可靠定位装夹, 同时又不夹伤工件, 夹具零件材料应该选择比较软而且强度较高的材料。此外, 由于工件轮廓尺寸较大, 为了便于安装操作, 工装重量应尽可能减轻。通过综合分析以上因素, 该工装零件材料选择锻铝 LD10。

4.3 夹具定位精度分析

通过分析工件的加工要求及夹具结构可以知道, 该工件加工难度主要在于保证内外表面之间的同轴度, 而影响工件内外表面同轴度的因素主要有以下几个方面:

- (1) 夹具定位块定位尺寸 $\Phi 93_{0}^{+0.02}$ 与装夹基准 A 之间的同轴度 $\Phi 0.03$;
- (2) 夹具定位块定位尺寸 $\Phi 93_{0}^{+0.02}$ 与工件定位尺寸 $\Phi 93_{-0.04}^{-0.02}$ 之间的间隙 0.02~0.06。因此, 夹具定位误差为 0.04~0.08mm, 而加工工艺要求产品内外表面同轴度为 $\Phi 0.10$, 可见该夹具定位精

度能够满足产品加工精度要求, 而且夹具元件的尺寸精度均为经济精度, 容易加工保证。

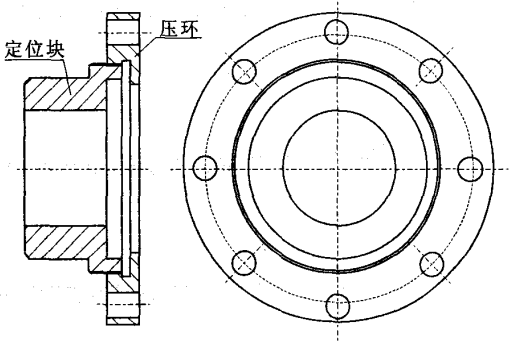


图 3 夹具结构示意图
Fig.3 Jig structure diagram

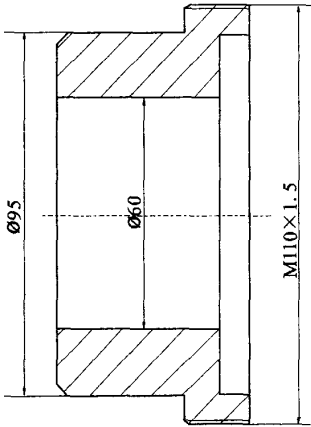


图 4 定位块示意图
Fig.4 Locating block diagram

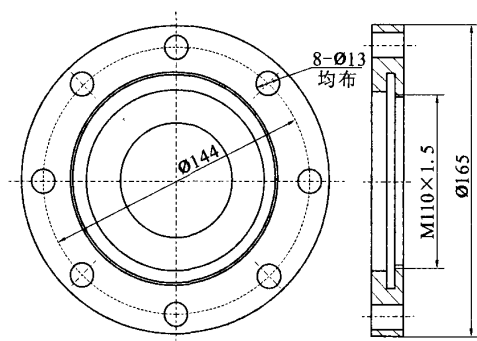


图5 压环示意图

Fig. 5 Clamp ring diagram

5 结论

加工截面较小的薄壁精密零件的内外表面时,采用端面定位,径向辅助定位,轴向夹紧的

(编辑:侯 早)

装夹方式是行之有效的。合理的机床夹具可有效的保证产品的加工质量,提高加工效率,降低加工难度等。专用机床夹具在机械加工过程中,尤其是精密零件的加工过程中具有非常重要的作用。

参考文献:

- [1] 薛源顺主编. 机床夹具设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [2] 劳动部教材办公室组织编写. 车工工艺学 [M]. 北京: 中国劳动出版社, 1997.
- [3] 许茂功, 桂定一. 主编. 公差配合与技术测量 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

简讯

《火箭推进》入选美国《化学文摘》(CA)和俄罗斯《文摘杂志》

2006年9月,《火箭推进》杂志分别被美国著名索引刊物《化学文摘》(CA)和俄罗斯著名索引刊物《文摘杂志》正式收录。我国目前有数千种期刊,入选美国《化学文摘》(CA)的1049种,入选俄罗斯《文摘杂志》的仅713种。此前,《火箭推进》已相继被《中国期刊全文数据库》、《中国核心期刊(遴选)数据库》、《中文科技期刊数据库》、《中国导弹与航天文摘》收录。

《火箭推进》创刊于1975年,是液体火箭发动机专业领域唯一公开发行的学术期刊,同时也是中国宇航学会液体火箭推进专业委员会会刊。