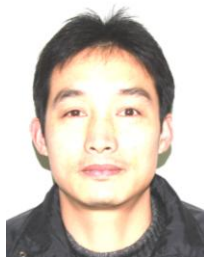


聚四氟乙烯薄壁密封件的切削加工

王春震¹ 李 辉² 蔡祥宝¹

(1. 湖北三江航天江北机械工程有限公司, 孝感 432000;

2. 第二炮兵驻 8610 厂军代室, 远安 444200)



摘要: 介绍了聚四氟乙烯薄壁密封件的切削加工难点及改善措施, 较详细地论述了车加工聚四氟乙烯薄壁密封件方法及所用的刀具、刀具几何角度、切削用量和冷却要求。通过对薄壁密封环的结构进行分析, 选择合理的进、退刀路线和加工方案, 使薄壁密封环在加工后能够保证产品的设计要求, 可以为以后同类型的密封件零件的机械加工积累经验。

关键词: 聚四氟乙烯; 薄壁密封件; 切削加工

Cutting Thin Wall Sealing Workpiece of Polytetrafluoroethylene

Wang Chunzhen¹ Li hui² Cai Xiangbao¹

(1. Jiangbei Machinery Engineering Co. Ltd., Xiaogan 432000;

2. The Second Artillery Military Representative of Plant 8610, Yuanan 444200)

Abstract: This article introduces the difficulty and improvement methods for cutting thin wall sealing workpiece of polytetrafluoroethylene. Discusses in a greater detail such as the method for turning thin wall sealing workpiece of polytetrafluoroethylene, used cutting tool, geometrical angle of cutting tool, cutting condition and cooling requirements. Chooses the reasonable feed, receding line and machining plan according to analyzing the structure of thin wall sealing ring, ensures the design requirements of products after machining thin wall sealing ring, and accumulates the experience for machining same kinds of sealing parts later on.

Key words: polytetrafluoroethylene; thin wall sealing workpiece; cutting

1 引言

密封件广泛用于航天产品上连接部位的密封, 其制作方式一般采用模压成型。由于航天产品的研制具有单件、小批量、技术状态变化快等特点, 采用模压成型生产周期长, 制作成本高, 很难满足科研生产的需要。

聚四氟乙烯是一种高性能密封材料, 具有优异的化学稳定性、耐溶胀性和自润滑性, 以及较好的耐热耐寒性、耐磨性和耐压性, 成为理想的密封材料, 广泛应用于密封场合。用聚四氟乙烯制作的密封件, 由于其性能好, 可靠性高和使用寿命长, 已广泛应用于

国防科研和民用机械工业中。但其难于用熔融或溶解方法进行成型加工, 一般采用类似“粉末冶金”的冷压与烧结相结合的加工方法, 进行成型加工, 加工周期长, 成本高, 工艺过程较为复杂, 很难满足型号产品研制的需要。采用切削加工周期短, 成本低, 能够适应研制产品技术状态变化快的要求, 而被广泛用于研制生产。由于聚四氟乙烯材料本身导热性差, 弹性模量低, 刚性差却又具有高弹性的特性, 使机加零件难以保证较高的尺寸精度和表面粗糙度。

2 零件工艺分析

作者简介: 王春震 (1971-), 中级技师, 车工; 研究方向: 机械冷加工。

收稿日期: 2011-12-28

某型号产品零件密封环(见图1),采取切削加工成型,毛坯为聚四氟乙烯管料;该零件为薄壁圆环状零件,内型截面呈大半圆弧半封闭状,其工艺特点如下:

- a. 零件为开口薄壁件,最薄处只有 0.5mm,结构刚性差,对切削力敏感,容易产生加工避让变形;
- b. 零件重量公差要求严,零件加工后重量误差仅为 $\pm 1\text{g}$,相对提高了零件的尺寸加工精度要求;
- c. 内型面质量要求 $R_a 1.6\text{mm}$,采用成形车刀靠车成型易产生接刀痕;
- d. 内型面呈半封闭状,加工时易产生过切干涉;
- e. 材料本身导热性差,弹性模量低,刚性差却又具有高弹性,加工中易产生避让变形。

根据零件以上工艺特点和材料特性,分析影响零件加工质量的因素主要有切削力、夹紧力、刀具、进刀路线及切削参数选择等。针对这些情况,通过加工工艺方案的合理安排、进退刀路线设计、刀具角度的合理选择和切削用量的选择,解决零件的加工变形和过切问题。

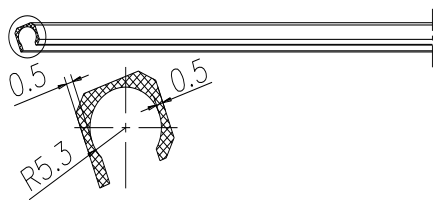


图1 零件及截面图

3 工艺方案的安排

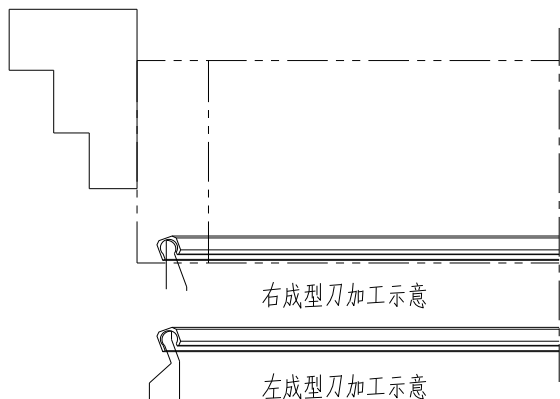


图2 密封环加工示意图

由于零件的结构特点和聚四氟乙烯材料特性,加工过程中会产生装夹变形、切削变形、过切等问题,以及加工成型后无法再次装夹进行返修,造成零件超

差报废,所以采用“夹毛坯加长部分→车外圆型面→成形车刀加工内腔型面→沿外形斜端面切断”的工艺方案(见图2),将零件在一次装夹状态下完成全部加工内容。

4 刀具的选择和切削用量

4.1 加工刀具选择

聚四氟乙烯比较容易切削,但其导热性差,弹性模量低,刚性差却又具有高弹性,使得加工过程中受切削力影响,易产生避让变形,难以保证较高的尺寸精度和表面粗糙度。因此,合理选择车刀类型和刀具几何角度,减小切削力至关重要。

加工内型面时,通常采用两种加工方法:

a. 采用尖刀,通过数控程序控制加工出内型面。该方法切削力小,刀具制造简单,型面加工靠数控程序控制,加工精度高。但该方法需要刀具在车床Z轴方向移动较大范围,由于该零件内型面开口尺寸小,加工时刀具与零件开口槽过切干涉而无法采用;

b. 分别采用左、右成形车刀靠车加工成型。该方法刀具制造较复杂,零件的形状精度靠刀具保证,两次车加工易产生接刀痕,切削力相对较大,加工过程中易产生避让变形,刀具进、退刀路线设计不当容易在圆弧型面产生过切。

4.2 成形车刀的形状设计

成形车刀如图3所示,刀具刃口形状采取圆弧过中心延长 0.5mm 刃口设计,目的是避免两次成形车削产生接刀痕,造成表面粗糙度超差。

4.3 刀具几何角度的选择和切削用量

聚四氟乙烯比较容易切削,弹性模量低,用无刃带、大后角刃口锋利的高速钢刀具以较小的切削深度进行高速切削,不仅可以减小切削力,而且可使被切削材料在产生弹性避让前就被迅速切断,从而减小回弹性,减小零件变形。因此,刀具选择大前角、后角,并且对刃口和刀面精研,可以改善零件的切削状态,有效降低切削力,减小切削过程中的避让变形,提高其尺寸精度和形状精度。

4.3.1 刀具几何角度

刀具前刀面加工成 SR12.5 球窝,并进行精研,粗车时刀具前角为 $10^\circ \sim 20^\circ$,精车时刀具前角为 $20^\circ \sim 30^\circ$,后角沿刃口型面加工成 $15^\circ \sim 25^\circ$ 。

4.3.2 切削用量

聚四氟乙烯切削时传入刀具的热量要比切削金

属时多,这与塑料的导热系数小有关,因此常以加工表面出现烧焦现象作为限制切削速度的依据,一般情况下切削速度选择 300m/min;进给量 0.05~0.1mm/r;切削深度 0.1~0.5mm。粗车时选择较大切削用量,精车时选择小切削用量,进刀完成后需停留 1~3s,可使产生的避让变形在弹性恢复过程中切除,提高零件加工精度。

冷却:加工过程中需进行充分冷却,避免过高的切削热造成零件变形。

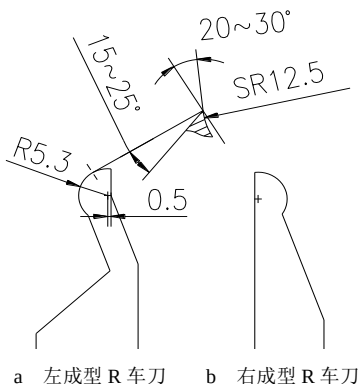


图3 成型车刀

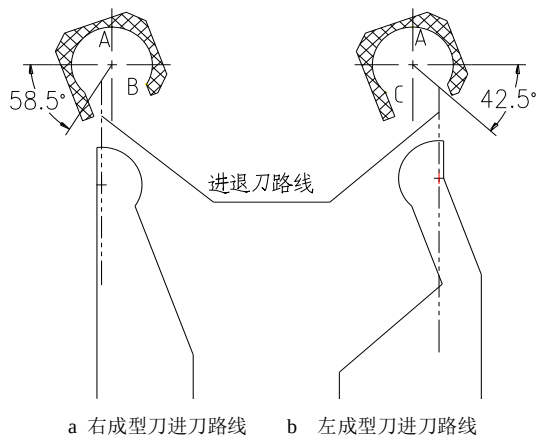


图4 成型车刀进退刀路线

5 进刀路线

5.1 过切干涉分析

加工内型面时,如果进、退刀路线考虑不周会产生过切干涉,造成零件加工报废。从零件截面图分析,产生过切干涉部位为开口部位的圆弧交点和圆弧的

象限点 A,如果按通常 X 轴方向进、退刀会造成象限点 A 部位附近过切;如果沿 Z 轴方向进、退刀会造成开口部位的圆弧交点过切,因此,进、退刀路线的设计直接影响到零件的加工质量。

5.2 进刀、退刀路线设计

用右成型 R 车刀加工时,产生过切的部位为象限点 A 和开口部位的圆弧交点 B,刀具圆弧中心的进、退刀路线如图 4 所示,进、退刀斜线角度为圆弧交点 B 的切线与中心线的夹角。

用左成型 R 车刀加工时,产生过切的部位为象限点 A 和开口部位的圆弧交点 C,刀具圆弧中心的进、退刀路线如图 4 所示,进、退刀斜线角度为圆弧交点 C 的切线与中心线的夹角。

6 结束语

通过对聚四氟乙烯材料加工性能的分析,以及对密封环零件加工过程中工艺性的分析,总结了聚四氟乙烯薄壁密封环零件加工过程中的变形控制措施,以及提高零件加工精度的一些重要经验,重点从工艺安排、切削用量、装夹方式、进刀路线和刀具参数选择等方面分析了零件的加工变形情况,并提出了相应的解决措施,为薄壁密封件的加工提出了有益的方法。

实践证明,采用上述加工方法加工的零件重量合格,经截断后检测截面形状尺寸,壁厚在 0.5~0.6mm 之间,截面尺寸合格,内型面装入与之配合橡胶密封圈后,与橡胶密封圈紧密贴合,完全符合设计要求,较好地解决了聚四氟乙烯薄壁密封环的加工难点,生产的零件质量稳定,加工方法对聚四氟乙烯密封件的机械加工有一定的借鉴意义,具有推广应用价值。

参考文献

- 1 胡农. 车工技师手册. 北京:机械工业出版社, 1998
- 2 中国第一汽车集团公司编写组. 机械工程材料手册—非金属材料. 北京:机械工业出版社, 1999
- 3 范忠仁, 陈世忠, 黄起藤. 非金属切削刀具. 北京:机械工业出版社, 1990