

航空薄壁QBe2耐磨架的加工

■ 郑州郑飞机电技术有限责任公司（河南 450005） 隗仁轩

摘要：结合QBe2铍青铜的材料特性，针对零件装夹加工过程中因受卡盘夹持作用而发生圆度变形问题，提供了车削心轴为辅助工装来控制零件变形的加工方案，保证了零件的加工精度，较好地控制了零件的变形，且生产效率高，为以后类似薄壁零件的加工提供了可借鉴的解决方案。



通常工程中所说的薄壁零件是指壁厚在1mm及其以下的金属材料零件。为了满足航空产品轻量化设计的要求，且因具有质量轻、节约材料和结构紧凑等特点，目前薄壁零件已经越来越广泛地应用于航空工业各类产品中。但是，薄壁零件的加工变形是车削中比较难以解决的问题，主要是由于薄壁零件刚性差、强度弱，在加工中受卡盘的夹持作用、刀具的切削力作用，极易发生加工后变形，使零件的形位误差增大，很难保证加工质量。为了有效地克服薄壁零件加工过程中出现的变形，保证加工精度，加工过程中除了设计车削工装

外，还对工件的装夹、刀具几何参数、车削进给量、吃刀量和主轴转速等方面进行试验，并充分地考虑工艺问题对零件加工质量的影响，最终摸索出一套相对合理的加工工艺方案。

我公司主要生产航空武器悬挂和发射装置，生产中有一种材料为QBe2的耐磨支架零件，该零件端面和壁厚均较薄，而且QBe2这种材料的硬度很高，很难车削，同时要控制加工过程中零件的变形。由于薄壁零件本身就不好加工，当零件比较薄时，在车削过程中，切削热会引起零件的热变形，而且该支架零件的径向尺寸和轴向尺寸均比较大，这样零件的刚性就很差，加工过程中受夹紧力和车削力作用就容易使零件变形。该零件的形位公差要求也较严。针对以上问题进行试验，探讨并给出生产解决办法。

1. 材料性能分析

铍青铜是一种以铍为主要元素的铜合金，也称铍铜。它是铜合金中性能最好的高级有弹性材料，有很高的硬度，具有耐寒、高导电、无磁性及冲击不产生火花等一系列优良的物理、化学和力学性能。广泛应用于制造各类模具镶嵌件，代替钢件制作精度高、形状复杂的模具，焊接电极材料，压铸机，注塑机冲头以及耐磨耐蚀工具等。铍青铜还应用于微机电刷、手机电池产品上，是国民经济建设不可或缺的重要材料，在所有的铍合金中是用途最广的一种。铍青铜是沉淀硬化型合金，固溶时效处理后具有很高的强度、硬度、弹性极限和疲劳极限，并具有强耐磨性和耐腐蚀性，其化学成分、物理性能和力学性能分别如表1、表2和表3所示。

2. 加工设备及刀具

本次加工我公司所用设备为普通卧式车床（型号为C620-1）。由于

表1 化学成分（质量分数） (%)

Be	Ni	Al	Fe	Pb	Si
1.8~2.1	0.2~0.5	≤0.15	≤0.15	≤0.005	≤0.15

表2 物理性能

弹性模量 E /GPa	密度 ρ / (g·cm ⁻³)	导电率	导热系数 (20℃时) / [W·(m·K) ⁻¹]
128	8.3	≥18%IACS	≥105

表3 力学性能

硬度 (淬火前)	硬度 (淬火后)	硬度 (软化后)	抗拉强度 σ_b /MPa	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ /MPa
200~250HV	≥200HRC	(135±35) HV	≥1 000	1 035

设备较为老旧,精度稍差一些,所以对加工者的技能水平要求较高。使用的刀具为45°车刀、90°车刀、4mm宽切断刀、镗刀和 $\phi 50$ mm钻头。

此类薄壁支架零件结构简单、壁高而薄,加工余量大。而QBe2铍青铜硬度较高,线性膨胀系数大,故加工工艺性差。在切削力、切削热和切削振颤等因素影响下,易发生加工变形,不易控制加工精度和提高加工效率。并且此零件要求的加工精度和形位公差均难以保证,尺寸精度为 ± 0.1 mm,两端面平行度为0.2mm,同轴度为0.1mm,如果采用传统的加工方法和工艺,不能控制工件的变形且达不到精度要求。因此,研究铜合金薄壁零件加工技术具有较大的现实意义。经过试加工,上述设备和刀具可以满足该零件的加工,为了控制零件的加工变形,精加工薄壁时需使用软爪进行装夹。

3. 零件加工难点和工艺分析

对如附图所示零件进行分析,由于该零件为中空支架零件,其外形直径尺寸为100.5mm,支架轴外径为65.5mm,内孔为 $\phi 63.5$ mm,即壁厚只有1mm,支架两端端面壁厚分别为1mm和1.5mm。形位公差和尺寸精度要求均比较严,加工该零件时需要严格控制零件因受切削力而发生变形,在加工该零件前需要先车一个心轴,使之与零件的内孔配合,便于后续加工。即该零件的加工工艺路线为:5下料($\phi 105$ mm $\times$ 95mm) $\rightarrow$ 10片端面、车外圆至 $\phi 100.5_{-0.035}^0$ mm $\rightarrow$ 15钻内孔 $\phi 50$ mm $\rightarrow$ 20粗、精镗内孔至 $\phi 63.5_{+0.3}^0$ mm $\rightarrow$ 25调头、截长度(88.5 ± 0.31)mm $\rightarrow$ 30串心轴、装待加工零件、找正 $\rightarrow$ 35粗、精车零件外圆及台阶,控制尺寸(1 ± 0.1)mm、(1.5 ± 0.1)mm和 $\phi 65.5_{-0.025}^0$ mm $\rightarrow$ 40检验(尺寸、形位公差)。

4. 选用合理的切削用量

薄壁零件车削时变形是多方面的。装夹工件时的夹紧力、切削工件时的切削力以及工件阻碍刀具切削时产生的弹性变形和塑性变形,使切

削区温度升高而产生热变形。在粗加工时,背吃刀量和进给量可以取大些;精加工时,背吃刀量一般为0.1~0.3mm,进给量一般为0.02~0.04mm/r甚至更小,主轴转速12 000~24 000r/min。合理选用三要素就能减少切削力,从而减少变形。

5. 合理地选择及改进刀具

(1) 刀具材料的选择。切削有色金属时,切削温度较低,容易形成崩碎切屑,切削力集中在刀刃附近,因此刀具需要较高的抗弯强度和韧性。

(2) 刀具角度的选择。当刀具材料选定后,刀具的几何参数就是主要因素。工件材料的强度和塑性变形关系着刀具的受力情况,切削铍青铜等强度高的材料时,前角可选小些,切屑易于流出,变形和摩擦力就会减少;精加工时切削厚度相对小,切削力较小,可选用较小的后角。

(3) 刀具的改进。由于车削力的作用,工件的侧壁会产生“让刀”变形,为防止刀具因“让刀”变形对侧壁的干涉,可以选用刀宽较宽的切断刀,提高刀具切削时的刚性,以降低刀具对工件的变形影响和干扰。

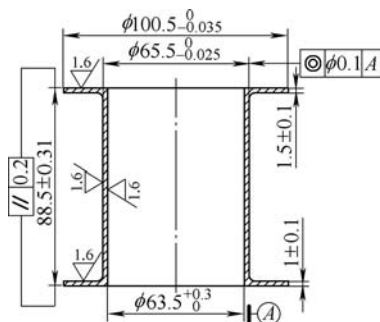
6. 结语

采用该工艺方法生产的零件合格率达100%。该工艺方法也可用于铝及铝合金薄壁类零件、甚至非金属材料的加工。

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.

MW (收稿日期: 20170928)



耐磨架零件

