

铝合金陀螺框架磨削技术研究

■ 西安北方光电科技防务有限公司（陕西 710043） 张利军 申 伟

摘要：通过加工摸索，总结出铝合金陀螺框架零件的平面磨削工艺。通过选用正确的砂轮参数、磨削用量及低应力磨削方法，克服铝合金材料的加工难点，控制零件精度和表面磨削质量，提高了产品合格率。

铝合金的比重为 2.7g/cm^3 ，仅为钢的35%，具有性能稳定、塑性较好的特点，热处理淬火和时效处理后可强化内部组织，提高强度和耐磨性。用铝合金材料制成的精密陀螺框架结构零件，广泛应用于航天航空领域的产品中。传统的加工方法中，零件的定位基准面主要靠钳工修铲和研磨完成，效率较低且容易变形，很难保证尺寸要求。笔者通过加工实践，总结出铝合金陀螺框架

零件的平面磨削工艺，有效解决了其加工难题。

1. 磨削加工难点

铝合金陀螺框架的磨削加工难点为：①铝合金材料在高温下组织易产生裂变。铝合金材料具有熔点低、激活能大的特点，温度升高后，塑性变大，在高温高压下，磨削时易产生粘刀现象，形成积屑瘤。②零件易变形。铝合金陀螺框架壁厚薄、刚性差，每一次磨削加工由于应力释放，造

成工件变形，影响陀螺框架零件的尺寸精度及形位公差。③砂轮磨损失效。磨削铝合金材料时，除粘接扩散之外，铝合金材料与砂轮磨粒之间起化学反应，加速了砂轮的磨损过程。④铝合金材料由于硬度低，材料抵抗塑性变形或划痕的能力差，磨削加工时容易划伤和碰伤工件表面。⑤磨削时易变形。铝合金材料磨削时无法吸附，只能采取压紧的方式进行磨削，由于陀螺框架零件

示为高速磨头加工示意图。

(4) 高速磨头加工工艺参

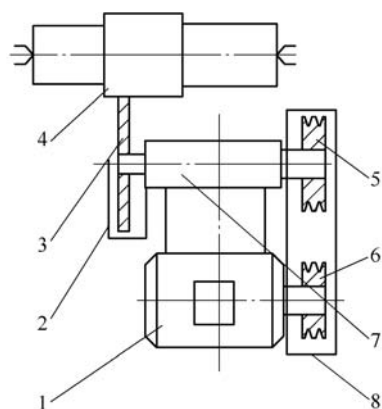


图 4

1.高速电动机 2.砂轮护罩 3.小砂轮
4.工件转轴 5.小皮带轮 6.大皮带轮
7.主轴 8.皮带轮护罩

数：砂轮速度 $v_s = 80 \sim 120\text{m/s}$ （砂轮的大小不同，其转速也不同）；工件速度 $v_w = 10 \sim 15\text{m/min}$ （工件直径大则速度低，工件直径小则速度高）；进给量 $f = 0.04 \sim 0.10\text{mm}$ ；磨削余量 $t = 0.15 \sim 0.30\text{mm}$ 。

(5) 注意事项：①高速磨头装置的制造精度要求较高，对装置的振动要求也高，磨头的振动速度应不大于 1.0mm/s ，主轴的径向跳动不大于 0.005mm 。②小砂轮的直径不可过大，以不大于 220mm 为宜。③磨头安装在车床上后，要进行砂轮的同步修整，

确保砂轮平面与加工面平行。④加工时需加磨削液。

4. 结语

通过对以上3种以车代磨加工工艺的介绍可以看出，3种加工工艺各有优缺点，可根据实际情况选用，都能够达到以车床代替磨床操作的要求，实现小投入解决大问题的目的。

参考文献：

[1] 李伯民，赵波. 现代磨削技术[M]. 北京：机械工业出版社，2003.

MW（收稿日期：20160304）

壁薄，在压紧力的作用下出现变形，当磨削加工完成，零件恢复弹性，造成零件尺寸超差报废。

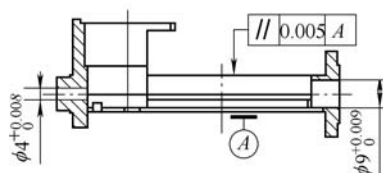
2. 磨削材料的选择

磨削材料的选择如下：①磨料采用脆性大而锋利的黑碳化硅砂轮，减少磨削粘接，提高磨削效率。②使用具有较高强度的陶瓷结合剂，且耐油、耐酸、耐碱及耐腐蚀，从而提高砂轮的组织强度和耐用度，减少砂轮修整次数，提高加工尺寸的稳定性。③在满足要求的情况下使用粗号砂轮，减少磨削热，控制零件的变形，防止砂轮堵塞，提高磨削表面质量。④应选用较低的砂轮硬度，使砂轮保持良好的自锐性。一般选用H~J级硬度。⑤应采用较疏松的组织容纳磨屑，以便使磨削液进入磨削区，增强冷却效果，降低磨削区温度。可选用具有疏松组织的大气孔砂轮，具有较好的磨削效果。⑥采用良好的乳化型油品做磨削液，以防止磨削区温度过高引起零件烧伤。

3. 加工实例

铝合金陀螺框架如附图所示，铝合金2A12-T4零件的基准A和平行度0.005mm需要磨削加工来达到尺寸精度要求。

陀螺框架零件材料为难磨削加工的铝合金材料，磨削温度、磨削力、砂轮及磨削速度对零件的精度及变形有很大的影响。以A面为定位面，压紧零件上端



铝合金陀螺框架图

面，采用平面磨床，先磨削上平面留余量0.1mm，在以上平面定位将基准A面磨削到尺寸，再以磨削好的A面定位将上平面磨削到尺寸，保证平行度要求。磨削选择的砂轮、磨削参数及磨削液介绍如下。

(1) 砂轮参数的选择如表1所示。

表1 砂轮参数

砂轮	平面磨	
	粗磨	精磨
磨料	GC (TL)	GC (TL)
粒度	40, 50	60, 80
组织	6~8	6~8
硬度	H (ZR1)	J (ZR1)
结合剂	陶瓷结合剂	陶瓷结合剂

(2) 磨削用量的选择如表2所示。

表2 磨削用量

平面磨	平面磨	
	粗磨	精磨
砂轮转速 $n/(r \cdot min^{-1})$	1 000~1 400	800~1 000
工作台速度 $v_m/(m \cdot min^{-1})$	14~20	2~14
磨削深度 a_p/mm	0.005~0.010	0.001~0.002

(3) 磨削液。在磨削铝合金时，磨削液具有冷却、润滑和冲洗作用，使用30%~50%的煤油和30%~70%的机油混合配置的油液作为冷却和润滑液，防止和减少砂轮堵塞造成的零件烧伤和划伤。

(4) 其他注意事项。①磨削过程中进给速度要均匀，特别是横向进给速度要均匀。②铝的磨削过程中砂轮很容易堵塞、钝化，所以加工表面很容易出现砂轮划痕和烧伤痕迹，故砂轮表面加工时需要润滑，可以适当增加外涂润滑液、油、膏。可以选择在砂轮上面涂柴油，但是较脏；

还可以在砂轮上面涂蜡烛、工业蜡、润滑剂及润滑膏等，从而减少堵塞造成的烧伤、划伤等。③砂轮上面粘的铝屑，可以使用油石或者使用一种锋利的刀片刮一下。④砂轮必须及时修整，修整得粗糙些，但必须锋利，以防止堵塞。⑤砂轮边角可以使用砂轮刀倒下角，以利铝屑的及时排出。

4. 结语

该平面磨削工艺采用正确的砂轮参数、磨削液、磨削用量及低应力磨削方法，合理选择砂轮磨料、粒度、硬度及结合剂等参数，调整磨削力、磨削参数，提高了零件的表面磨削质量。通过多批次加工，使零件合格率由原来的80%提高到98%左右。

参考文献：

[1] 上海市金属切削技术协会. 金属切削手册[M]. 上海：上海科学技术出版社，2000.

MW (收稿日期：20160317)

专家点评

作者以磨削铝合金材料陀螺框架零件为例，采用正确的砂轮参数和磨削方法，提高零件的表面质量。文章内容丰富，层次分明，站在操作者的角度细腻完整地描述整个平面磨削过程。作者善于总结铝合金工件的材料特征和磨削技巧，能够从不同的工艺因素和加工细节中发现问题，解决问题，提高了零件合格率。