

某产品钛合金性能及台阶轴磨削

乔奇光¹, 乔正阳², 李时威¹, 寇娟利¹, 谢宇航²

(1. 中国兵器工业集团北方光电股份有限公司, 西安 710043;

2. 中国兵器工业第五九研究所, 重庆 400039)

摘要: TC4 因具有良好的力学性能和较好的工艺性能而成为钛合金结构件中使用最多的材料,但其磨削性极差,特别是台阶轴的磨削更为困难。在吸取总结各种磨削经验的基础上对钛合金台阶轴的磨削做了一些探索和实践。

关键词: 钛合金; 性能; 磨削; 台阶轴

中图分类号: TG580.1^{†1} **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2013)01-0108-02

Performance and Stepped Shaft Grinding of Titanium Alloy of Guided Product

QIAO Qi-guang¹, QIAO Zheng-yang², LI Shi-wei¹, KOU Juan-li¹, XIE Yu-hang²

(1. North Electro-optic Co., Ltd. of China Ordnance Industry Group, Xi'an 710043, China;

2. No. 59 Institute of China Ordnance Industry, Chongqing 400039, China)

Abstract: TC4 becomes most commonly used material of titanium alloy structural components because of good mechanical properties and better process performance. However, its grinding is very poor, especially stepped shafts. Some exploration and practice of titanium alloy stepped shaft grinding were carried out based on various grinding experience.

Key words: titanium alloy; performance; grinding; stepped shaft

某产品部件在装调试验中需一根精度较高的台阶轴。同批次产品同时调试用量较多,要满足反复使用要求,台阶轴需较好的强度、耐磨性与抗磁性。原用料为黄铜,但在试验环境下不久轴就会因潮湿等锈蚀,且配合连接的产品零件是钛合金材料,与黄铜中的铜、锌、铅都易因亲和而受损,为此改用了TC4钛合金制作。钛合金具有密度小、强度高、耐腐蚀、耐热好和抗磁等许多优点,TC4按机体组织属于 $\alpha + \beta$ 钛合金中综合性能较好且最常用的一种材料。然而其切

削性能不好,特别是磨削,被认为是一种可磨性极差的金属材料。因此钛合金的磨削需要在磨料、磨削余量、方法和工艺装备等各方面研究和改进。

1 钛合金轴及磨削分析

1.1 钛合金轴

如图1所示,台阶轴不仅尺寸精度要求严格,且

收稿日期: 2012-09-28

作者简介: 乔奇光(1957—),男,汉族,陕西西安人,工程师,主要研究方向为专用工具装备的设计及工艺制造。

形位公差要求较高即同轴度 0.005 mm。同时反复配合需要较高的表面粗糙度,车削加工不易达到,故精加工采用磨削。

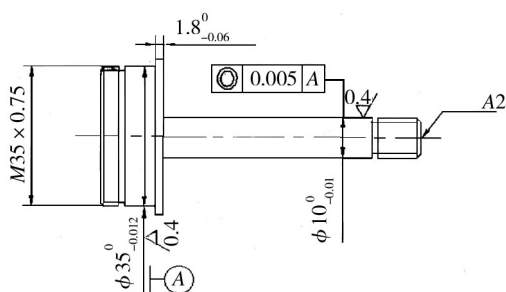


图1 钛合金轴

Fig. 1 Titanium alloy shaft

1.2 磨削分析

根据现有经验和资料,影响钛合金磨削性能的主要因素有以下几点。

1) 弹性模量小,只有钢的 1/2^[1];抗拉强度大,使磨削剪切力增大,同时消耗于塑性变形的能量大,磨削力大但去除余量困难。

2) 导热系数小,只有钢的 1/5~1/7^[1],因而导热性能差。在磨削加工时产生高温,难以向材料内传导,导致磨削区温度升高,产生切削过热。过热不仅使钛合金表面粗糙,而且可能产生烧伤、裂纹;另外,过热增强了材料的活性^[2],加剧与磨料的反应,破坏了砂轮结合剂,使砂轮过度损耗。

3) 钛的化学亲和力大,在高温下易与铝、硅、碳、氧等形成化合物^[1],在摩擦表面产生粘附现象,加速砂轮磨损。

考虑上述因素,磨削加工钛合金台阶轴时,车削加工后不宜留余量过大,外圆径向留 0.2 mm,轴向留 0.05 mm;砂轮磨料选择白刚玉(主要成分为氧化铝),易与钛形成化合物而粘附,故不宜使用,文中采用较常见的绿色碳化硅砂轮,其粘附较轻;砂轮粒度应选择较粗,能减少粘附、提高磨削力。然而此台阶轴要磨削到端面根部,粒度太粗不能清根,故选用 80#砂轮,硬度选择 L。另外磨削时冷却液要充分冲至磨削部位,既降低了磨削温度,又冲刷了磨屑,减少粘附;同时防止进给过快造成过热。

2 结果与改进

2.1 磨削结果及问题

根据一般经验,进行磨削后主要有两个问题。

1) 为保证轴向 1.80⁰_{-0.06} 尺寸,在轴向仅留 0.05 mm 余量的情况下端面磨削非常困难,以至砂轮尖角损耗极快,不能保证磨削清根。

2) 在统一磨削一端外圆,掉头磨削另一端后取下工件,检验同轴度发现超出要求。经检查发现机床顶尖已有明显磨损,如图 2 所示。



图2 机床顶尖磨损

Fig. 2 Abrasion of machine tool apex

文中采用了硬质合金作为顶尖,硬质合金摩擦系数大于钢的摩擦系数。之前考虑钛合金磨削力较大而对磨床顶尖的压紧力过大,在顶尖与钛合金轴两端中心孔间产生摩擦高温。高温促进了材料的活性,使钛的化学亲和力加大,与硬质合金中的合金元素发生反应,加快了顶尖的侵蚀磨损。磨损的顶尖与工件中心孔的接触面会发生变化,而机床两端顶尖的磨损在单一方向磨削时影响不易被发现,掉头磨削和工件加工后测量就可显示出跳动,即两端同轴度超差。

2.2 改进及总结

根据出现的问题做出改进,一是在车削后台阶端面即此件 1.8⁰_{-0.06} 处不留或仅留 0.02 mm 余量,减少端面磨削;二是机床改用合金钢顶尖,摩擦系数较小且不易粘附,同时在工件中心孔内加润滑油以减少摩擦。

(下转第 113 页)

计合理,研制成本较低,性能可靠,指标达到设计要求,满足船载无线电测控设备标校的需要。该信标已应用于船载测控设备的海上标校,有效地验证和调整了测控设备技术状态,为航天测控任务的圆满完成做出了贡献。

参考文献:

- [1] 柴华,吴连才. 基于协同频谱感知的无线电台通信组织[J]. 四川兵工学报,2011,32(4):132—134.

- [2] 马志强. 靶场大地测量[M]. 北京:国防工业出版社,2004.
[3] 查光明,熊贤祚. 扩频通信[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1999.
[4] 田耘,徐文波,张延伟. 无线通信FPGA设计[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
[5] ZHANG Yong-liang, XUE Jun, ZHAO Wen-hua, et al. A Method of Setting Radio Beacon's Frequency Based on MCU[C]// The 2011 International Conference on Electric and Electronics. New York: Springer Berlin Heidelberg, 2011:839—845.

(上接第104页)

4 结语

针对离心机吊篮耳轴这一特殊的转轴结构,提出利用测量应变的方法进行不平衡扭矩的实时监测。测量方程显示转轴扭矩与测点应变成线性关系,利用标定试验确定线性系数,即可通过监测过程中的应变值计算得到扭矩。选择合理位置粘贴全桥应变片,进行了验证性试验,试验结果显示该方法可行。

参考文献:

- [1] 沈观林. 应变电测与传感器技术的新发展及应用[J]. 中

国测试,2011,37(2):87—96.

- [2] 刘丽霞. 车辆扭矩与转速测试系统[J]. 仪表技术与传感器,2010(7):89—91.
[3] 王岩,储江伟. 扭矩测量方法现状及发展趋势[J]. 林业机械与木工设备,2010,38(11):14—18.
[4] 谢仕鸿,聂海雄,王效岗. 中厚板矫直机接轴扭矩在线监测系统研究[J]. 重型机械,2011(1):39—42.
[5] 陈胜来,朱长春,邓志刚. 某油箱离心试验的吊篮动平衡分析[J]. 装备环境工程,2010,7(6):243—246.
[6] 王登泉,杨明,叶林. 非接触式旋转轴扭矩测量现状[J]. 电子测量技术,2010,33(6):8—12.
[7] 刘谦,邓志刚. 离心机吊篮锁紧机构的设计研究[J]. 装备环境工程,2010,7(6):241—243.

(上接第109页)

在磨削钛合金台阶轴时要考虑清根,选用的砂轮粒度应比钛合金一般件磨削更细,在砂轮硬度方面更硬。这与加大切削力是相矛盾的,在普通砂轮的磨削中只能通过减少端面磨削余量来解决。顶尖问题采用合金钢顶尖加润滑的方法是较为简单的解决方法。

3 结论

对TC4钛合金的性能和磨削经验,目前已有较多报道,但根据零件的形状及磨削部位不同还要具体对待。针对台阶轴磨削在余量及顶尖方面,相对其它件磨削做了一些总结。当然,这只是在通用的条件下,若在专业的钛合金磨削中采用人造金刚石

JR和陶瓷立方氮化硼CBN砂轮将会得到更好效果。经过对钛合金性能的了解和加工摸索,克服其难磨削的弱点,保证了台阶轴的精度和使用要求。该轴在使用中既能满足抗磁、耐磨和强度等调试要求,又能避免与同为钛合金材料的零件在配合时发生亲和作用,同时在试验环境下抗腐蚀、锈蚀能力强,充分发挥了钛合金的材料优势,保证了测试轴的反复使用精度。

参考文献:

- [1] 张小福,张红霞,陈燕. 磨削钛合金用陶瓷CBN砂轮的研制[J]. 新技术新工艺,2006(9):37—39.
[2] 翟丽君,郭永嘉. 磨削钛及钛合金的砂轮选择[C]// 中国有色金属工业协会钛锆铪分会2009年年会论文集.(余不详)