

锆合金零件的磨削工艺及实践应用

■ 西安泵阀总厂有限公司 (陕西 710025) 丁 勃 刘航泊

摘要: 通过对锆合金零件的材质特点和磨削性能进行试验研究, 总结出一套合适的工艺方法, 解决了锆合金零件的磨削难题。



我公司根据市场需求开发研制出了填补国内空白的锆材泵阀产品: 母液循环泵、外循环泵、脱水塔进料泵、锆球阀、锆截止阀及锆旋塞阀, 广泛应用于氯碱和醋酸行业。锆合金对多种酸(例如盐酸、硝酸、硫酸和醋酸)、碱和盐具有优良的抗蚀性, 更为重要的是, 锆合金在300~400℃的高温、高压水蒸气中具有良好的耐腐蚀性。

1. 锆合金的磨削特点

(1) 化学活性大, 易氧化。锆合金在空气中易形成氧化层, 氧化表层的强度和硬度更高, 因而单位面积承受的磨削力较大。

(2) 锆合金粘性很大, 磨削时容易堵塞砂轮。锆合金比我们熟知的难磨削材质钛合金粘性还要大。

(3) 磨削力大, 磨削温度高, 容易引起烧伤缺陷。锆合金的导热率和比热都特别小, 不到钛合金的0.5倍。钛的比热为29J/(kg·K), 而锆的比热为0.50J/(kg·K)。切削热集中在砂轮和工件的摩擦部位上, 升温很快, 再加上锆合金粉末燃点低, 极易烧伤工件, 在磨削后的已加工表面产生微裂纹缺陷。

2. 锆合金磨削存在的问题

(1) 表面粗糙度质量不好。因锆合金燃点低、比热小, 表面易烧伤, 以致烧伤积累, 表面粗糙度达不到要求, 有时有鱼鳞状缺陷。

(2) 外圆面容易产生多棱形缺陷。因锆合金磨削时粘性大, 极易使砂轮钝化, 导致中心孔变形。

(3) 轴类零件中心孔易烧伤变形。因锆合金燃点低, 磨削力大, 磨削若润滑不及时, 则会导致中心孔烧伤、咬合拉伤及变

形, 形位公差超差。

(4) 锆合金磨削表面容易发乌。因锆合金极易氧化, 磨削后表面容易发乌, 亮度不好。

针对锆合金磨削存在的问题, 进行了研究、分析和试验, 力求在实践应用中解决问题。

3. 针对烧伤问题的解决措施

(1) 多种砂轮磨料择优试验。①单晶刚玉: 呈淡黄或白色, 单颗粒球状晶体, 强度和韧性均比棕刚玉、白刚玉高, 具有良好的多棱多角切削刃, 切削能力较强, 适用于易变形、易烧伤工件和低表面粗糙度值磨削。②锆刚玉: 呈灰褐色, 具有较高韧性和耐磨性, 是 Al_2O_3 和 ZrO_2 复合氧化物, 适用于耐热合金、钛合金等难磨材料的磨削。③绿碳化硅: 呈绿色, 具有较高硬度和脆性, 导热性好, 棱角锋利, 自锐性能好。适用于粘附材质, 以减少与工件的砂轮粘附。④立方氮化硼砂轮: 特点是磨削力小, 磨削温度低, 磨削效率高, 耐磨性好, 磨削比(金属切除量/砂轮消耗量)约为普通砂轮的近百倍(磨耗小)。

(2) 选择合适的砂轮粒度。由于砂轮粒度粗一些的排热性好,适用于粘性材质,同时考虑到表面粗糙度要求,采用46#、60#砂轮粒度进行试验。

(3) 采用陶瓷结合剂。其自锐性能好,会降低磨削表面粗糙度值,且耐热性好。

(4) 砂轮组织号5~8,以中等疏松、疏松组织为宜,利于排热。

(5) 根据锆合金材料特性,选取砂轮硬度为中软1(K硬度等级)。

(6) 磨削液选用合成脂极压切削液,必须具有优良的润滑性、良好的冷却和可冲洗性。选用3号高负荷磨削液,具体配方为:硫化油酸30%、三乙醇胺 23.3%、非离子型表面活性剂16.7%、硼酸盐5%、水25%。消泡剂(有机硅)另加,比例为2.5/1 000。

(7) 磨削深度要小于0.01mm,以提高表面质量。

4. 针对外圆表面多棱形缺陷的解决措施

(1) 砂轮的平衡必须调整好,做到砂轮不平衡量值<0.1g。

(2) 磨之前,用硬质合金顶尖修磨粗加工中可能受损的中心孔。磨削中间根据需要增加几次中心孔修磨,确保中心孔接触良好。必须对修磨后的中心孔进行严格检测,以保证修磨到位。中心孔锥面的表面粗糙度要符合要求,工件转速不能过大。

(3) 轴磨削时必须分粗、精磨,反复调头。磨削时,粗、精

磨之间要有时间间隔,必要时去应力退火。

(4) 砂轮磨钝后及时修磨。

5. 针对中心孔烧伤变形的解决措施

(1) 为了减少中心孔和顶尖的摩擦,必须在磨削过程中适时加润滑油润滑,以防咬合拉伤引起中心孔烧伤变形。

(2) 磨削过程中发现中心孔烧伤变形时,必须及时修磨中心孔至合格后,方可进行下道工序。

(3) 粗磨后,对特殊长轴增加一道去应力退火工序,减小磨削力。

6. 砂轮试验情况

(1) 树脂砂轮:磨削时发热大,有塑料燃烧的味道,有白烟,试验工件表面烧伤较严重,表面发黑,螺旋线烧伤。

(2) 单晶刚玉砂轮:磨削时发热大,试验工件表面质量好,但烧伤比树脂砂轮严重,螺旋线烧伤。工件转速高时比转速低时烧伤程度轻一些,但烧伤问题还是没有解决。磨削过程需要多次修砂轮。

(3) 白刚玉砂轮:磨削时有发热,试验工件表面有可见轻微点烧伤。砂轮极易磨钝,磨削过程需要多次修砂轮。

(4) 立方氮化硼砂轮:磨削工件时有发热,磨削表面质量不好,砂轮和锆合金软硬度不相适应,存在粘结烧伤,表面粗糙度值 $R_a=3.2\mu\text{m}$ 。同时因为立方氮化硼砂轮硬度高,易在磨削表面产生残余拉应力,且成本高(价格为普通砂轮的10倍)。

(5) 绿碳化硅砂轮:磨削时工件表面质量尚可,在工件转速低于6.5m/s时有轻微鱼鳞面缺陷,在控制好工件和砂轮转速后,表面粗糙度值可达 $R_a=0.8\mu\text{m}$ 。

综上所述,磨削锆合金的砂轮最适合、最经济的是绿碳化硅砂轮。

7. 试验最终确定的磨削工艺参数

在确定采用绿碳化硅砂轮磨削后,对磨削参数进行了多次配对试验,最终确定结果如附表所示。

磨削工艺参数表

	磨削用量		
砂轮速度 $v_s/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	35	35	35
工件速度 $v_w/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	6.5	13	16
磨削深度 a_p/mm	0.005 (2~3个行程光磨)		
纵向进给量 f (砂轮宽度 B) / $(\text{mm}\cdot\text{r}^{-1})$	$B/5$		

8. 结语

此次试验成功解决了锆合金磨削中遇到的几大难题。特别强调的是在磨削轴类零件时,为防止中心孔咬合变形烧伤,要及时加黄油润滑;发现中心孔有烧伤变形时,要及时修磨中心孔;磨削细长轴时,在粗磨后,必要时应增加去应力退火工序。

磨削试验成果很快在公司的锆产品中推广应用,产生了很大的经济效益。该磨削试验的成功,对新产品研发具有较强的指导意义,也形成了研究、试验和实践的良好循环体系,为以后此类问题的解决提供了借鉴。

基于欧洲标准不锈钢客车车体制造工艺

■ 中车唐山机车车辆有限公司 (河北 063035) 李希勇 姚明哲 郭会生 陈树娟

摘要: 基于国际标准的不锈钢客车车体骨架的生产主要采用MAG电弧焊方式, 制造难度大。通过预制挠度、优化组装顺序和工艺参数等措施, 使得车体相关尺寸得到有效控制, 达到了设计及工艺要求。



某公司为国外研制了基于国际标准UIG 566—1990客车车体及其构件载荷标准的不锈钢客车车体。UIC 566《客车车体及其零部件的载荷》应用于所有国际铁路联盟成员(注: 国际联运客车国际铁路联盟主要是由一些国家的铁路机构及有关组织参加的非政府性铁路联合组织, 目前拥有5大洲201个成员), 适用的地域范围广泛。

1. 车体结构

(1) 不锈钢车体基本设计

参考文献:

- [1] 北京第一通用机械厂. 机械工人切削手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [2] 朱祖根, 杭根新. 磨工与磨削[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.

MW (收稿日期: 20161015)

结构: 车体采用薄壁筒形整体承载全焊接不锈钢结构, 由车顶、侧墙、端墙和底架等大部件组成(见图1), 侧墙板、地板采用1.5mm厚不锈钢, 车顶板采用2mm厚不锈钢, 梁柱采用2~4mm不锈钢。不锈钢车体主结构材料采用高强度超低碳奥氏体不锈钢和奥氏体铁素体双相不锈钢, 按照客户要求, 车顶有1个空调机组平台, 侧墙采用通长侧墙板外侧附加一层波纹板结构。

(2) 不锈钢车体钢结构工艺特点: 由于UIG 566标准对车体强度的要求远高于国内客车采用的TB1335标准, 为提高车体强度, 除了车体结构进行加强之外, 车体骨架焊接大部分采用了MAG电弧焊方式, 而非不锈钢车体通常采用的、焊接变形较小的电阻点焊方式, 所以焊接变形量更大, 焊接变形更难控制。

2. 制造工艺难点

该不锈钢客车车体制造中存

在如下难点:

(1) 车体挠度控制。车体组成挠度要求枕内上挠8~13mm, 枕外下垂0~5mm。由于侧墙组成窗口密集, 造成整体刚度较弱, 并且侧墙与底架边梁垂向错位, 不在同一立面(见图2), 侧墙无法带动底架整体变形, 车体挠度控制是难点之一。

(2) 侧墙平面度控制。侧墙门口平面度直接关系到车门的安装与调试, 窗口部位平面度关系到车窗的安装。该不锈钢客车车体为无涂装车体, 墙板原材料表面裸露在外面, 墙板表面状态直接影响车辆的整体视觉效果。

(3) 车体断面尺寸控制。车体断面尺寸影响车内组装件的安装精度, 断面尺寸的控制也是限界需要。

3. 车体组装工艺的制定和实施

车体组装工艺流程如下:

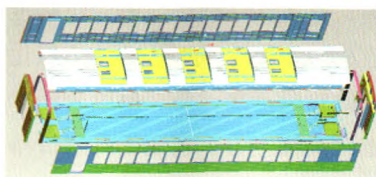


图1 车体结构

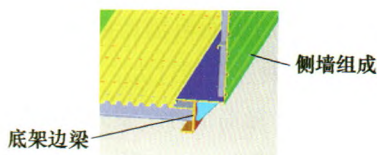


图2 侧墙与底架连接形式