

渗碳钢件磨削裂纹的产生及其工艺分析

Occurrence of Crack on Carburized Steel Pattern in Grinding Process and Its Technique Analysis

保定惠阳航空螺旋桨制造厂 李国平

[摘要] 定性地对渗碳钢件磨削裂纹进行分析,找出渗碳、热处理以及磨削过程中产生裂纹的原因,并提出排除裂纹的方法。

关键词: 渗碳钢件 裂纹 磨削

[ABSTRACT] The crack of carburized steel pattern in grinding process is analyzed qualitatively to find the cause of the crack and the way to obviate the crack in the carburization, heat treatment and grinding process.

Keywords: Carburized steel pattern Crack Grinding

在机械制造过程中,经常遇到渗碳钢件的渗碳、热处理及磨削加工问题。图1所示为某渗碳钢件的零件简图,其渗碳面为环槽及孔,渗碳深度为1.2~1.6mm,热处理硬度HRC \geq 58,材料为12Cr2Ni4A,表面粗糙度为 $R_a0.8\mu\text{m}$ 。环槽磨削后经磁力探伤检验发现环槽部位出现无规则的裂纹,后经人工时效,磨削后仍有裂纹。随后对该批渗碳件进行渗碳、热处理及磨削方法的定性分析。通过剖切零件,发现产生裂纹的主要原因是渗碳参数控制及碳化物级数分布状况不合理,热处理应力释放不均匀,磨削刀具切削用量等参数选择不当。从上述几个方面进行改进后,未出现裂纹。

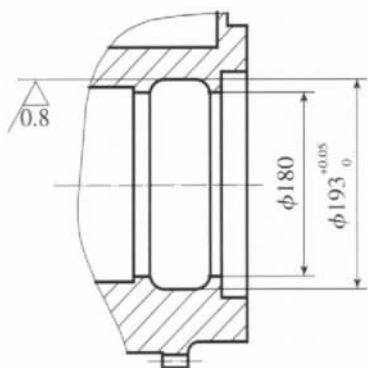


图1 零件简图

Fig.1 Diagram of part

1 磨削裂纹的产生与定性分析

1.1 磨削裂纹的产生

该渗碳钢件环槽要受到交变应力的作用,故需经过渗碳、热处理,以获取高的硬度、高的疲劳强度及高的耐磨性。热处理只能采用低温回火,但低温回火只能消除约1/3的热处理应力,余下的2/3左右的热处理应力将被残留下来。零件经过热处理后,其表面残留了大量的切向应力和轴向应力,在未经机械加工前,零件表面应力呈正值即为拉应力,由表面向里,拉应力逐渐减小,应力由正值逐渐减小至零,过零点为负值即产生了由压应力。从零件表面至壁厚中心位置,越往里层压应力越大。零件热处理后的残余应力处于相对平衡状态,在磨削环槽表面时通常都要产生磨削应力,磨削参数的不合理往往会使得处于平衡状态的残余应力再次被破坏,即磨削后的表面及其未加工表面压应力转变成拉应力,从而引起不加工表面产生变形,直到出现磨削裂纹。

1.2 磨削裂纹的定性分析

为定性说明问题,对开裂的钢件进行剖切并作金相分析、测试,主要对其硬度及剖面碳化物级数(即碳化物梯度)进行金相分析,结果如下:环槽表面硬度稍低,约为HRC55,略小于HRC \geq 58的要求,金相显示碳化物级数不稳定,二碳化物多,高碳化物低,剖面梯度大,表面粗糙度偏大($R_a1.6\sim0.8\mu\text{m}$)。

从以上金相组织分析可知,磨削环槽表面出现裂纹的主要原因为热处理存在的缺陷,其次是磨削工艺参数的控制。

2 磨削裂纹的工艺分析

2.1 渗碳、热处理工艺分析

在一定的渗碳温度下,渗碳时间越长,渗碳层越深。渗碳时间主要按照渗碳层深度的要求及渗碳速度的经验数据来确定。该渗碳件渗碳深度为2.1~2.3mm、渗碳温度为925℃~950℃,渗碳时间在为8~12h,出炉时间要靠抽检试件来确定。原有的渗碳炉无

法控制渗碳时间、渗碳层厚度,造成金相组织的变异,碳化物梯度紊乱,为此需对旧炉进行改造。一般地说,五级碳化物好,剖面梯度均匀;从金相组织分析看,剖面梯度陡大,易造成表面脱碳、表面硬度软化,易撕裂。

为减少渗碳钢件的表面氧化、脱碳,钢件应随炉冷却至 880℃~860℃再出炉,冷却速度不可太低,以防止碳化物成网状析出,出炉后的钢件可在空气中冷却,也可保护冷却^[1]。

钢件经热处理空冷后,应进行冷处理、低温回火,以进一步消除内应力,稳定组织,并安排时效,以消除冷处理带来的应力^[2]。

由于钢件属于大型件,正确的冷却方式是降低内应力的首要条件,一般情况下应沿阻力最小的方向浸入^[1]。

2.2 磨削工艺分析

(1) 磨削用量的选择。

首先,要控制磨削速度,因为磨削速度对磨削热影响最大。其次,是进给量、切削深度。在磨削环槽时,为减少切削温度的影响和避免砂轮迅速磨损,在金属切除率相同条件下增大磨削深度或进给量比增大磨削速度更有利;但考虑到磨削过程中表面会产生残余应力,磨削时应减少砂轮的切入量,以提高环槽的疲劳强度,消除磨削裂纹。

(2) 砂轮的选择。

开始磨削环槽时,粗、精磨削采用同一种砂轮,即粒度为 46#、硬度为 ZR1 的砂轮,磨削过程中发现砂轮磨损严重,磨削热急剧增高。为防止磨削时因磨削热造成的残余应力,粗磨环槽时应采用粒度小、组织号大的软砂轮,由于磨削余量大,砂轮不易堵塞,可以改善工件散热条件,减少热变形,但不易保持砂轮的轮廓形状,需经常校准砂轮,因而控制热变形即磨削跳动量至关重要。精磨环槽时需采用粒度大、硬度高的砂轮。在确保表面质量前提下,选用了粒度为 100#~240#,硬度为 ZR2~Z1,组织号为 3~4 的陶瓷结合剂砂轮。

(3) 冷却液的选取。

磨削产生的热不仅会引起环槽的表面烧伤,而且还会产生相变应力,因而采用良好的冷却措施可有效地避免表面烧伤。

3 结论

(1)通过对渗碳钢件磨削裂纹的分析,找出了产生裂纹的原因,采取了必要的措施,后批产品不仅有

效地控制了磨前跳动量,保证了碳层深度,而且未出现裂纹现象。

(2)通过定性分析,避免了成批零件裂纹超差及报废,提高了产品质量。

参 考 文 献

- [1] 李国平. 齿轮加工裂纹的原因分析及消除方法. 航空制造技术, 2002(9): 70-71.
- [2] 航空工业检验员手册编写组. 航空工业检验员手册. 北京: 国防出版社, 1978. (责编 金卯)

征文通知

中国复合材料学会聚合物基复合材料专业委员会、性能测试与检测专业委员会、中国机械工程学会无损检测分会学术工作委员会兹定于 2009 年 9 月联合举行高性能复合材料结构制造与检测技术暨第五届全国复合材料性能测试与检测学术交流会,会议主题包括:

(1)高性能复合材料结构制造技术。高性能树脂基复合材料及其结构制造技术;先进复合材料、结构一体化设计与制造技术;液体成型技术及其预成型件制备技术;复合材料缠绕、铺放、纤维束铺放技术;先进复合材料连接与装备技术等。

(2)复合材料无损检测与性能测试技术。复合材料无损检测技术;信号处理与缺陷表征技术;微结构与性能测试技术;换能器、仪器、设备技术;自动化、数字化检测技术;复合材料固化监控与健康检测技术;修理无损检测技术;其他新材料新结构无损检测技术;无损检测现状与发展;无损检测技术在工业领域的应用与作用等。

会议将组织出版正式论文集,评选优秀论文,并推荐到《复合材料学报》、《航空制造技术》、《无损检测》上发表。欢迎各界同仁踊跃投稿、积极参会,也欢迎有关仪器设备商参展和进行专题产品发布。

会议地点:初定新疆乌鲁木齐。

会议时间:初定 2009 年 9 月,具体时间另行通知。

论文截稿日期:2009 年 9 月 1 日。

联系人:复合材料无损检测与性能测试技术方向:刘松平,刘菲菲。电话 010-85701657,传真 010-85701651,Email:liusping@publicb.bta.net.cn

高性能复合材料结构制造技术方向:曹正华,郭春燕。电话 010-85701270,传真 010-85701651。