

叶片荧光渗透检测背景过度的产生原因及改进方法

徐亚亚, 刘兴勇

(中国航发西安航空发动机有限公司 无损检测中心, 西安 710021)

摘要: 某机压气机转子叶片在荧光渗透检测时发现荧光背景过度的现象, 经过第一次除氧化膜和第二次除氧化膜返修处理后, 查找出背景过度的原因是叶片表面氧化膜未去除干净。因此, 在压气机转子叶片的荧光渗透检测前增加了目视检查工艺, 确保叶片表面氧化膜去除干净。

关键词: 荧光渗透检测; 氧化膜; 预清洗; 荧光背景过度

中图分类号: V232.4; TG115.28 文献标志码: B 文章编号: 1000-6656(2018)05-0076-03

Reason and Improvement Method of Excessive Background in Fluorescent Penetrant Inspection of Vanes

XU Yaya, LIU Xingyong

(NDT Center, AECC Xi'an Aero-Engine Ltd., Xi'an 710021, China)

Abstract: The fluorescence background of compressor rotor blade is excessive when it is detected by fluorescence penetrant inspection. After the first and the second removing of the oxide film, the cause of excessive background is that the oxide film on the surface of the blade is removed incompletely. Therefore, a visual inspection process is added before the fluorescent penetration test of the compressor rotor blade to ensure the surface oxidation of the blade is removed completely.

Key words: fluorescent penetrant inspection; oxidation film; prewashing; excessive fluorescent background

发动机压气机叶片通常由铝及铝合金制成, 叶片一般在 350℃左右的高温环境下工作, 由于工作环境恶劣以及承受的应力较大, 叶片是发动机故障的多发件之一^[1]。为了保证飞行安全, 需要使用荧光渗透检测(Fluorescent Penetrant Inspection, FPI)对叶片缺陷进行质量检验。

某机压气机叶片由锻铝(LD7-1)制成, 为了检验其制造过程中产生的表面缺陷, 在叶片成品入库前, 需要对其进行荧光渗透检测^[2-3], 然而在实施检测的过程中, 经常会出现因荧光背景过度而导致的误检甚至漏检的情况。消除荧光背景过度是检测叶片过程中面临的困难。笔者对叶片的整个制造工艺进行了梳理, 并分析了荧光背景过度

的产生原因, 最终提出了改进方法, 从而解决了这一难题。

1 某压气机叶片的荧光渗透检测

某压气机叶片为经过机械加工制成的锻件, 其在入库前的最终荧光渗透检测灵敏度为后乳化 3 级。然而经过渗透、去除、干燥、显像等工艺流程后, 在暗室里观察发现零件大部分表面呈明亮的荧光背景(见图 1), 经丙酮擦拭后该荧光背景不能消失。

将叶片彻底清洗和烘干后, 在白光下目视观察



图 1 叶片在黑光下的荧光背景照片

收稿日期: 2017-12-14

作者简介: 徐亚亚(1976—), 女, 本科, 高级工程师, 主要从事荧光渗透检测工作

通信作者: 徐亚亚, xyyluck@163.com

发现叶片表面有光滑附着层,且叶片表面呈现轻微的、不均匀的黄褐色(见图 2)。



图 2 叶片在白光下的表面状态

2 原因分析

为了查找原因,从叶片荧光渗透检测工艺和叶片的整个制造过程两方面进行分析。

(1) 此叶片属于关键件,零件表面状态良好,因此对其进行后乳化 3 级灵敏度的荧光渗透检测。检测前,为了保证零件可以进行高灵敏度等级的检测,需严格按照零件的水基清洗程序对零件进行清洗,并彻底干燥;待叶片冷却至室温后,才可以对叶片施加渗透液。

通过对当天预清洗工艺的复查,发现清洗剂的控制合格,叶片的清洗参数完全符合清洗程序的规定,且叶片表面无明显油污残留,因此排除了此叶片表面存在油脂等污染物的影响。

(2) 复查此叶片的整个制造流程。铝及铝合金在空气中容易被氧化,从而会在表面形成一层氧化膜。由于零件表面存在氧化膜会影响零件荧光渗透检测的效果,该叶片在荧光渗透检测前,安排了除氧化膜工序。

荧光渗透检测前的工序为“除氧化膜”工序,结合叶片目视时的表面状态进行分析,初步认为该明亮荧光背景现象与除氧化膜工序有关。

3 试验验证

3.1 第一次除氧化膜返修处理

联系送检单位,从该批次叶片中随机抽取 3 件叶片作为试验叶片,重新进行除氧化膜工序(工艺参数为原工艺参数);返回后,在白光下目视观察发现,试验叶片表面状态与图 2 相比有一定改善,但表面仍呈现轻微的不均匀黄色(见图 3)。

将该 3 件叶片重复进行荧光渗透检测(参数按原工艺参数),在黑光下观察,试验叶片表面状态与图 1 相比有一定改善,但大部分表面仍呈现明亮的荧光背景(见图 4)。



图 3 一次重新除氧化膜后叶片在白光下的表面状态



图 4 一次重新除氧化膜后叶片在黑光下的荧光背景

3.2 第二次除氧化膜返修处理

由于第一次氧化膜经过返修重新处理后,叶片的荧光背景有了一定改善,说明问题出在氧化膜处理阶段。通过与相关技术人员沟通后,将这 3 件试验叶片的去除氧化膜时间延长(和原工艺规范相比),即进行深度除膜。

经过此次除膜后,在白光下目视观察试验叶片发现,这 3 件叶片在送检前表面非常干净,且呈现亮的银灰色背景(见图 5)。



图 5 二次除氧化膜后叶片在白光下的表面状态

对此 3 片试验叶片按原荧光渗透检测工艺重复处理后,在暗室的黑光下观察发现整个零件呈现均匀的深蓝紫色背景(见图 6)。



图 6 二次除氧化膜后叶片在黑光下的荧光背景

4 改进方法与结语

由前面的分析和试验可知,该压力机叶片荧光背景过度是由零件表面存在氧化膜引起的,氧化膜为多孔性结构,因此具有一定的吸附性,此氧

中国机械工程学会无损检测分会第十一届年会 征稿通知

为庆祝中国机械工程学会无损检测分会成立40周年,全面总结我国无损检测技术近年来的研究成果,加强相关行业间的交流与合作,促进无损检测新理论、新方法、新技术的推广与应用,推动中国无损检测事业的发展,中国机械工程学会无损检测分会决定于2018年10月29日~11月2日在上海光大会展中心国际大酒店举办中国机械工程学会无损检测分会第十一届年会。会议特向国内外无损检测学者、专家、研究人员、技术人员征稿,论文集将以《无损检测》增刊的形式出版,会议期间将评选优秀论文并进行颁奖。

一、征文范围

1. 无损检测基础理论和应用研究
2. 自动化、智能化、可视化无损检测技术
3. 无损检测仪器设备的设计和研发
4. 无损检测方法的实际应用
5. 无损检测法规和标准
6. 无损检测培训,教育,资格鉴定和认证
7. 材料性能无损评价与结构健康监测
8. 无损检测安全性和可靠性
9. 其他

二、论文递交

1. 论文分口头交流和书面交流,大会论文组

审核后提前一个月通知作者。

2. 论文摘要提交日期:2017年6月1日~2017年12月30日。
3. 全文递交日期:2018年1月1日~2018年5月30日。
4. 论文按专业分类通过E-mail递交,投递方式见表1。

表1 论文投递方式

专业	联系人	联系方式	邮箱
超声波	香勇	13910787225	paper@utndt.com
电磁	赵晋成	15259233830	loulan1979@126.com
磁粉、渗透	黄丽	13474101378	xachl@sina.com
射线	邬冠华	13970940474	cnndtrt@163.com
声发射	董屹彪	18001031790	dyb@soundwel.com
教育培训	刘晴岩	13641699798	liusnx@163.com
新技术	刘颖韬	13501350743	yingt.liu@163.com
应力测试	刘关四	13021227725	stress2016@sina.com
其他	朱绍华	021-65559079	ndt@mat-test.com

作者递交论文时请务必注明完整的通信方式(姓名、手机、邮箱、邮寄地址、邮编)。

中国机械工程学会无损检测分会

2017年12月

参考文献:

- [1] 周菊元,王于梅,陈金伟. 大型铝叶片压差铸造工艺[J]. 热加工工艺,1990(3):56-58.
- [2] 章海霞,李中奎,许并社,等. 氧化膜结构及内应力对新锆合金腐蚀机理的影响[J]. 金属学报,2014,50(12):1529-1537.
- [3] 黄军林,周克毅,边彩霞,等. 锅炉过热器蒸汽侧氧化膜的应力状态分析[J]. 中国电机工程学报,2012,32(14):49-52.