

小R角结构零件涡流检测

张朝晖¹ 冷梓豪² 高立杰¹ 王晓青¹ 高冠楠¹

1. 石家庄海山实业发展总公司 河北石家庄 050208

2. 河北省建筑科学研究院有限公司 河北石家庄 050208

摘要: 针对外场反馈轮毂卡环、起落架支臂耳片根部等小R角结构存在疲劳裂纹的问题,分析了R角结构无损检测现状,确定采用涡流检测技术,开展了小R角结构涡流检测技术研究及应用。该方法通过制作小R角结构对比试块,分析对比了放置式检测线圈检测常规表面裂纹和小R角结构裂纹阻抗平面显示的不同,实现小R角结构裂纹快速检测,能保证缺陷不漏检、不误判。

关键词: 小R角结构; 裂纹; 阻抗平面显示

引言

外场反馈轮毂卡环、起落架支臂耳片根部等小R角部位存在疲劳裂纹,甚至支臂耳片脱落,卡环根部R角和起落架支臂耳片根部R角共同特点是R角较小。目前小R角结构铝合金材料一般采用荧光渗透法检测,小R角结构钢件一般采用磁粉检测,由于R角较小,荧光液和磁粉在R角根部堆积容易形成假显示,影响检测员判断容易造成误判。飞机零部件小R角结构无损检测困扰我们已经多年,是目前工厂面临的一个严峻挑战。因此为了提高飞机飞行安全和飞机性能,需要寻找一种适宜的无损检测手段发现缺陷并对缺陷进行定性定量分析,为修理部门提供修理依据,为设计部门改进结构设计提供依据。

1、R角结构

R角是两条相交直线相切的圆弧的圆角,从制造工艺角度分析,在应力集中的地方做成圆弧过渡是为了分散应力,减少车削后裂纹的产生。从使用角度分析,在结构突变处做成圆弧过渡,将疲劳应力沿圆弧的方向疏散开,减少疲劳裂纹的产生。R角结构裂纹方向一般平行于R角,为了确保航空产品的高质量要求,规避生产制造中产生的车削裂纹和使用中产生的疲劳裂纹,需要对R角部位进行无损检测。在选择检测方法时,应考虑到操作手法、操作空间限制的影响,结合各方法的特点

和适用性并根据出现的损伤类型,选择合适的无损检测方法,尽量选择便携式、操作简单、判读直观的仪器设备和专用辅助工具^[1]。

2、小R角无损检测现状

目前工厂R角无损检测技术主要采用荧光渗透检测和磁粉检测,荧光液和磁粉在R角根部堆积容易形成假显示,影响检测员对缺陷判断;超声波和射线检测均受R角的影响,实施困难;目前工厂开展的涡流检测主要是针对零部件平面部位和大R角部位采用放置式检测线圈进行检测,探头外径可超过3mm,小R角因为根部结构机体感应不到探头检测线圈磁芯磁场。然而涡流检测是以电磁感应原理为基础,线圈无需接触工件,也无需耦合剂,检测速度快^[2],因此针对小R角结构无损检测宜选用涡流检测技术。

由于小R角结构特点不同于常规的平面部位和大R角部位,不能用平面试块代替小R角结构对比试块,需根据结构特点的特殊性制作特定的对比试块;GJB2908A规定放置式检测线圈检测表面裂纹时,扫查方向宜垂直于缺陷长度方向,符合常规涡流检测要求,对于小R角结构检测线圈无法垂直于缺陷长度方向扫查,只能沿着裂纹方向扫查,阻抗平面显示将不同于常规信号显示。

3、小R角结构对比试块

对比试块的制作应根据被检工件的尺寸、材料特性和验收级别,结合检测灵敏度和检测深度等要求制作。目前工厂小R角结构涡流检测材料为铝合金。铝合金材料小R角结构对比试块既能用于零部件检测灵敏度

作者简介: 张朝晖,高级工程师,主要研究方向为涡流检测和超声波检测。

调试又能用于评价缺陷深度，刻槽深度从左到右分别为：0.2mm、0.2mm、0.4mm、0.6mm，人工刻槽1宽度为0.12mm、其余3个刻槽宽度均为0.2mm。

4、小R角结构缺陷阻抗平面显示

放置式检测线圈检测常规表面裂纹时，检测线圈垂直扫查通过对比试块上人工缺陷，观察屏幕上的信号变化情况，在裂纹位置相位和幅值同时发生变化，检测线圈经过裂纹后信号显示又回归零点。

由于小R角结构特点不同于常规的平面部位和大R角部位，涡流检测放置式检测线圈无法垂直于缺陷长度方向扫查，只能沿着裂纹方向进行扫查。将探头线圈垂直置于对比试样R角完好区平衡探头，阻抗平面显示见图1。探头线圈沿R角扫查，当遇到裂纹时，相位角和幅值同时发生变化，如果裂纹宽深比不变，相位和幅值将保持在某一高度位置不再发生变化，直到裂纹消失，信号显示才回归零点，阻抗平面显示见图2所示。

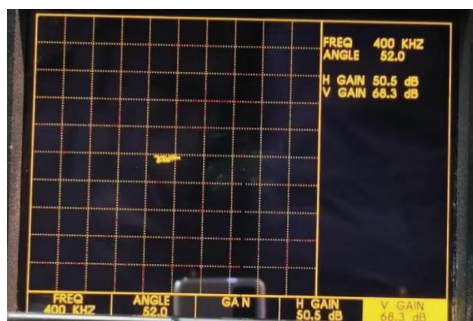


图1 R角完好区信号显示图

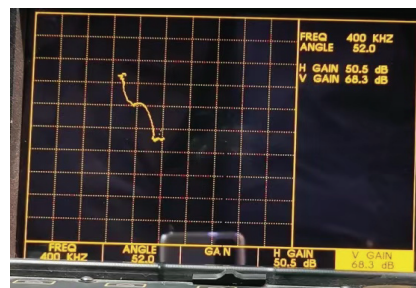


图2 R角裂纹部位信号显示

结束语

小R角结构采用涡流检测，仪器设备便携、工艺方法操作简单、涡流阻抗平面信号显示判读直观，能保证缺陷不漏检、不误判，解决了外场反馈轮毂卡环、起落架支臂耳片根部等小R角部位存在疲劳裂纹的问题，可保证飞机服役大修中小R角结构制造和使用过程中产生裂纹缺陷能100%检出，保障了装备修理质量及飞行安全。

参考文献

- [1] 俞佳，任吉林.民用飞机在役维护中无损检测的应用[J].无损探伤，2011.6：1-4.
- [2] 徐可北，周俊华.涡流检测/《国防科技工业无损检测人员资格鉴定与认证培训教材》编审委员会编.—北京：机械工业出版社，2004.7（2018.5重印）.国防科技工业无损检测人员资格鉴定与认证培训教材，ISBN 978-7-111-14602-5.