

无损检测技术及其在航空维修中的应用

张文华

(电子科技大学成都学院, 四川 成都 611730)

摘要 近年来,我国航空产业事业不断发展,为落实保障航空运输飞行安全,须做好航空器的维修工作,确保航空设备安全可靠运行,利用好无损检测技术这一重要技术手段尤为重要,有利于提升维修质量,降低故障及事故发生率。因此,相关航空维修人员应当合理运用无损检测技术,及时发现并解决航空设备故障隐患,推动航空事业健康、可持续发展。本文主要对无损检测技术的概念以及在航空维修中的作用进行分析,并针对传统无损检测技术和新型无损检测技术的应用展开探究,总结在现代航空业创新发展背景下,应用新型无损检测技术的效果,旨在为相关维修工作提供借鉴和参考。

关键词 无损检测技术;航空维修;应用效果

中图分类号:V26

文献标识码:A

文章编号:1007-0745(2023)01-0007-03

当前阶段在航空设备安全保障中,无损检测技术已经成为一项重要的维修手段,并且在现代科学技术的持续进步下,该项技术得到极大的发展,不再局限于对受损零件进行检测,逐渐扩大内涵和应用范围,有效地为航空维修工作提供了可靠依据和实践指导。而在现代新发展背景下,传统无损检测技术难以满足对航空设备和零部件的检测需求,导致部分缺陷和故障隐患无法被及时发现,影响飞行安全。因此必须在创新理念的指导下,改善传统无损检测技术的应用情况,通过合理运用新型无损检测技术,有利于提升航空技术维修水平,进而保证航空设备的安全稳定运行,对我国航空事业向前发展进步具有积极的推动作用。

1 无损检测技术概述

1.1 无损检测技术概念

无损检测技术的概念是指在不损害材料以及零部件等使用性能、不改变或破坏其形状与状态的基础上,利用超声波、射线以及电磁等技术手段,通过发挥与被检测物体的相互作用,实现对材料或设备等内部及表面存在缺陷的探测,有利于确定缺陷的位置、大小、形状、种类等,相比于以往的破坏性检测技术而言,无损检测具有非破坏性、全面性、可靠性等特点,在机械维修等领域具有重要应用价值,有利于及时发现设备损伤^[1]。

最近几年,随着我国航空事业的不断进步,在维修工作中对于无损检测技术的应用,逐渐侧重创新性,以期通过新型无损检测技术适应现代航空维修工作的

要求,确保航空器安全、稳定开展飞行任务。

1.2 无损检测技术在航空维修中的作用

现阶段,无损检测技术在航空维修中已经得到较为广泛的应用,并且能够发挥良好作用。比如利用无损检测手段能够完全、有效地检测飞机结构存在的疲劳裂纹等缺陷,指导维修人员采取相应的措施,最大限度地避免发生飞行安全隐患。在对损伤部件进行维修的过程中,相关人员先对损伤区域开展探测和评定,在按照评估结果制定针对性的维修方案,有利于提升维修工作的可行性和科学性。当完成修理后,也可再次使用无损检测技术对修理效果进行评价,保障维修工作质量符合相关规范,提升航空设备维修可靠性。同时,由于航空器结构设计日益创新,在一定程度上促进无损检测技术的发展,在实际维修过程中可实现即位检查,即在航空器结构件尚未拆解的情况下,利用无损检测技术能够顺利完成检测活动,有利于大幅节省维修时间和成本。

另外,无损检测技术在应用中也可针对航空器结构的零部件进行实用监控,如发现某些零部件存在微小的缺陷,但没有达到判废标准,为保障其使用安全性,可利用无损检测技术进行周期性检查,合理判断其承受交变载荷以及应力的情况,有效制定维修保养方案。

除此之外,无损检测技术的发展,对航空维修工作产生较大的影响,促使定时维修转变为可靠性维修模式,并改善损伤定位的传统方法,逐渐趋于损伤定性和定量评估方向,有利于革新现代航空维修方式^[2]。

2 航空维修中的无损检测技术应用情况

2.1 传统无损检测技术的应用

在航空维修领域内,我国所应用的传统无损检测技术主要包括四种,具体如下:

1. 超声波无损检测。对于航空维修无损检测技术的应用,已经形成较为完善的体系,主要是运用超声波检测技术,对航空事业发展起到极大的推动作用。在实践工作中,相关维修人员只需要通过一侧对试件进行接触,即可实现探伤。并且能够多种材料实现检测,有利于针对航空设备的内部缺陷开展定位性检测,具有故障定位准确、测定故障影响程度、明确基本性质和埋深等。同时利用超声波技术可对特殊的航空设备故障开展检测,例如测定零部件的焊接程度是否符合规范、是否存在裂纹、夹层、折叠等问题。相比于以往的破坏性检测而言,能够提升感知故障的能力,提高检测灵敏度,而且对维修人员的安全性有较好的保障,即便是在野外、水下等特殊环境内,也可有序开展缺陷检测工作。但超声波检测技术在实际应用中也存在一定的不足,比如对气孔故障则无法实现准确检测,尤其是对于零部件存在较为稀疏的气孔缺陷时,难以接收到足够的超声回波。所以通常情况下,应用超声波检测技术仅适用于航空器多个部位存在裂纹问题,主要方法有横波法和纵波法等。

2. 涡流检测。其是我国航空维修技术中的重要组成部分,是借助感应电磁波对设备和零部件实施无损探伤的。在应用过程中,相关检测人员无需提前准备耦合剂,具有自动化检测的优势,并且在高温以及高速运转条件下,仍能够有效完成检测任务,特别是对于监控设备的抗疲劳裂纹等具有较好的检测优势,可在相对较短的时间内获取准确的检查结果。不过该项技术也存在诸多局限性,例如检测范围较小,大多是针对导电性材质材料开展检测,而且只能在导电性材料的仅表面和表面位置开展探测,对于内部损伤情况缺乏了解,对故障情况的判断也存在模糊的问题。此外,在应用涡流检测时,由于感应电磁波的性质,检查过程中会受到多种干扰因素影响,所以该检测技术通常应用在航空发动机以及金属零件的表面裂纹检测活动中^[1]。

3. 孔探仪检测技术。该技术在航空维修工作中是较为常用的检测手段,尤其是针对航空发动机检测能够发挥良好效果。比如可应用于发动机管件内表面或者其他肉眼难以检查到的封闭结构零件表面缺陷,如破损、变形、烧伤、裂纹等。在实践检测过程中可及

时发现高压压气机进口整流叶片、压气机转子叶片以及燃油喷嘴等异常问题,例如积碳、涂层脱落、掉块等。在使用该技术时,一般可将孔探仪分为硬式和软式,可运用在目视不便的检查场景,在以往维修检测活动中,经常使用高强度光源的光导纤维软式孔探仪,有利于对航空发动机的压气机、燃烧室、涡轮等部件开展探伤检查。

4. 轴承原位检测技术。其主要是利用音频诊断技术,对轴承声音开展检测,并基于对声音的分析处理,合理判断轴承机械是否出现磨损、裂纹、胶着、锈蚀或表面剥落等变化,能够有效检测航空发动机转子之间的轴承与轴间状态。

2.2 新型无损检测技术的应用

在航空事业不断发展的新时期下,各种航空材料以及设备逐渐趋向新型化和精密化,因此在维修工作中对无损检测技术提出更高的要求,为有效适应这一变化,产生了多种新型无损检测技术,具体应用如下:

1. 红外线检测技术。其主要原理是航空设备的相关材料与装备等,在运行期间会产生一定的热量,通过红外线检测能够有效反应机械运行的状况,基于设备热状态判断是否正常运行。

2. 微波检测技术。通过测量航空设备的基本参数,有助于表示待检设备的微波反应情况,再对微波的物理性能变化进行观察,按照待检设备的介电常数损耗与其正切角的关系和改变现状,能够合理判断设备是否存在故障缺陷。

3. 激光全息检测技术。该技术的原理是在物体受到一定载荷作用时,将产生一定的变化,而这种变化与物体内部是否存在缺陷具有密切联系。所以当外界载荷出现不同情况时,也会影响物体的改变程度。激光全息检测技术主要是利用该原理,详细记录在不同情况下对物体表面变化的情况,再经过分析判断航空设备及零部件是否存在缺陷^[4]。

4. 声波发射检测技术。随着近年来科学技术的发展,产生了动态无损检测技术,即声波发射检测,利用缺陷声发射信号与正常设备检测差异的原理,能够较为准确地判断缺陷严重程度。而且在实际检测过程中,由于缺陷处于不同位置,对结构造成的伤害也有所不同,所以航空设备的声发射信号存在一定迥异性,相关检测人员通过明确有缺陷信号装置,有利于对待检设备开展全面监视,相比于传统无损检测技术具有较大的优势,并且适用范围较广。

3 新型无损检测技术在航空维修中的应用效果与趋势分析

3.1 应用效果

在航空维修工作实践过程中,应用超声波检测、涡流检测技术等传统无损检测方法,往往会消耗工作人员大量的时间和精力,通过寻找改变区域判断缺陷。同时还需将航空设备实施分解处理,便于进一步测量裂纹等缺陷的长度。对于检测部位和间隔的选择,大多是依靠过去的维修经验进行准确定位。由此,采用传统无损检测技术的时间效率较低,且准确性难以保障。在现代航空事业发展中,对于维修工作采用新型无损检测技术是至关重要的,其具有相对较好的应用效果。通常情况下可针对航空设备的结构性损伤进行有效检查。比如针对航空器结构零部件生产过程中产生的缺陷进行检测、对航空器在起飞、飞行以及着陆期间因某种因素导致负载过大所造成的结构损伤,常见的有起落架、机轮组件损伤等。另外,包括在航空设备和部件日常维护中所出现的刮伤、撞伤等,或是受使用环境的影响出现腐蚀损伤、交变荷载产生的疲劳损伤等,通过利用新型无损检测技术能够有效发现损伤,合理判断损伤程度和影响,有利于帮助维修人员制定和实施处理方案,最大限度地保障维修效果良好。以声发射检测方式为例,在实践应用环节中,能够及时对受损设备和零部件开展测定,按照产品结构的一致性与工作中形同的循环载荷原理开展检测,有利于缩短检测时间,并可进行多次检测。同时在实验过程中,声发射无损检测技术的应用,能够针对航空设备的主翼梁与中间耳片的运行过程中承受巨大载重量等情况,有序在工作现场实施全面检测,更加准确地测定机身疲劳裂纹,有助于减少试样机的故障隐患^[5]。

3.2 未来应用趋势

为进一步提升航空维修工作质量和效率,在未来将推动无损检测技术朝向以下几个方向发展,以此促进航空维修实效得到提升。

首先,注重结合多种检测技术。根据现有的无损检测技术特点,在实际应用过程中均存在自身优势和缺点,比如传统检测技术中涡流测定方法无需接触试件,且无不需要使用耦合介质,具有检测速度较快的特征,对于金属材料表面与存在仅表面缺陷的设备和零部件实施检测,具有较高的灵敏难度。不过其存在操作难度大、容易出现漏检或者误判等情况。而且孔探仪检测设备受检测部位的影响较大,而且仅能够发现检测对象表面存在的缺陷,无法实现对内部缺陷的

判定。所以今后航空维修检测技术发展的进程中,将会越来越注重将传统检测技术与新型检测技术相结合的应用模式,从而及时有效地发现航空设备及零部件的缺陷情况,进而制定相应的处理措施。

其次,从无损检测逐渐趋向无损评估。根据航空维修工作的特点,其实施检测的质量将直接决定设备及零部件的性能发展效果,因此为充分提升检测可靠性,则应当注重减少人为因素的干预。结合当前计算机技术的发展,可利用自动化技术实现无损检测,并智能化处理各项检测数据,切实推动定性检测转变向定量检测、自动检测,以此实现自动化无损评估,减轻无损检测与评价工作负担、降低航空维修成本。

最后,强调实现便捷式的快捷检测。对于航空重要设备的维修,一般包括外场维修和返厂维修两种模式,在外场维修中,开展无损检测技术的目的是保证飞行任务的有效完成,因此需要提升检测和处理效率。为避免对航空飞行任务产生较大的阻碍,在无损检测技术发展进程中,则需要朝向便捷式、快速化的实施检测,有利于节约维修周期,进而降低维修成本。

4 结语

综上所述,无损检测技术在当前属于一门新兴的综合性应用技术,在航空维修这一重要领域具有巨大的应用发展潜力。经过最近几年的持续发展,在现代科学技术的支持下,针对航空维修开展无损检测技术取得较大的成就,在传统检测技术的基础上,出现多种新型检测手段,促使航空设备维修的可靠性得到大幅提高。同时对于新型无损检测技术的应用,也有利于缩短检测和维修时间,避免设备和零部件受到破坏,有利于推动航空事业的健康、持续发展。

参考文献:

- [1] 傅天航,刘松平,刘菲菲,等.复合材料桨叶无损检测技术研究进展[J].工程塑料应用,2020,48(10):162-166,171.
- [2] 刘松平,刘菲菲,李乐刚,等.航空复合材料无损检测与评估技术研究进展回顾[J].航空制造技术,2019,62(14):14-27.
- [3] 周晶.无损检测在飞机维修中的应用分析[J].工程技术研究,2020,05(09):237-238.
- [4] 裘进浩,张超,季宏丽,等.面向航空复合材料结构的激光超声无损检测技术[J].航空制造技术,2020,63(19):14-23.
- [5] 孙延军.航空器复合材料无损检测技术及评价[J].科技创新导报,2020,17(03):2-3.