

军工科普

激光冲击强化技术——“激光敲打”固叶片



古时候,铁匠通过敲打受热器,提高兵器韧性和硬度。而在发动机叶片制造过程中,也有一种类似于“敲打”的加工手段,能够显著提高叶片的抗疲劳性和抗腐蚀性,这种“敲打”方式是激光冲击强化技术。

20世纪50年代,军用发动机总寿命只有300小时左右,这是因为叶片在高速运转时,受到拉伸、弯曲和振动等多重因素影响,极易产生变形或裂纹。

为了提高叶片性能,20世纪70年代,国外一名教授使用激光冲击强化技术,提高了铝合金的使用寿命。这种技术不仅能够有效预防金属表面裂纹的产生,还可以降低裂纹的扩展速率,使处理后叶片总寿命达到6000小时以上。

激光冲击强化技术在大规模投入使用前,走过漫长的探索之路。激光冲击强化技术需要在每平方厘米的金属表面照射10亿瓦特功率以上的激光,那时候能达到这种要求的高能脉冲激光器很少。

后来,国外一家公司成功开发了激光处理单元,有效提高了激光照射能力;某电气公司在提高生产效率、降低成本的前提下,研制出高重复频率的激光器……随着多款激光器问世,激光冲击强化技术得到大规模使用。

与传统强化工艺相比,激光冲击强化技术可以对不规则部件进行强化,保持强化位置表面粗糙度和尺寸精度,显著提高金属材料的疲劳寿命。

放眼未来,激光冲击强化技术将广泛应用于汽车制造、医疗卫生、核废料处理等领域,发展前景值得期待。

上图:国外某工厂利用激光冲击强化技术加工飞机零部件。 资料图片

铆接技术——

“穿针引线”拼机身



在舰船制造领域,使用焊接工艺的船体十分牢固,能长时间抵御海水侵蚀。而在飞机制造领域,技术人员会使用铆钉将成千上万块飞机蒙皮拼接起来。

有人会问,飞机制造为什么不能采用焊接工艺呢?

现代飞机蒙皮材料主要是铝合金。铝合金材料有一个突出特点:焊接性能差。采用传统焊接技术后,相应区域会变得很脆,容易产生砂眼、气泡等问题,使得焊接区的性能低于非焊接区。

不仅如此,飞机长时间在恶劣环境中飞行,蒙皮要承受外界拉力,机身会产生振动。如果飞机制造采用焊接工艺,那么机身焊接处可能会产生裂纹,在外界拉力、飞机振动的影下,裂纹会沿着焊缝持续扩大,导致飞机空中解体。

与焊接技术相比,铆接技术在飞机制造领域具有以下3个优势:

一是误差小。焊接时,焊接工艺存在较大人为误差。而流水线生产的铆钉,加工精度可以达到微米级,不管是量化生产还是质量控制上都效果更佳。

二是抗高压。飞机上铆钉所承受的压强高达1100兆帕。铆接技术具有抗疲劳、抗振动、抗裂纹延伸等特点,能够使连接区承受来自外界环境的更大压力。

三是成本低。铆接技术实现的是永久性连接,往往一处有问题,飞机蒙皮就要全部更换。而铆接技术易于拆除,出现问题后更换其中一片即可,对于昂贵的复合材料来说,极大降低了维修成本和技术难度。

经过铆钉的“穿针引线”,成千上万块飞机蒙皮拼接在一起,形成更为坚固严密的机身,守护着飞机的飞行安全。

上图:国外技术人员正在铆接飞机蒙皮。 资料图片

(张齐宁、曹建伟、胡朝治)

“万能标尺”精测战机“五脏六腑”

■祁宇豪 王若璞 王子昂



够对叶片前边缘进行精准测量,叶片成品率持续攀升。

事实上,战机的关键零部件生产总装是一个串联过程,任何一个环节出现问题都会导致产品质量不合格。近年来,数字化测量被广泛应用于工装制造、零件检验、战机组件扫描分析和逆向建模等航空制造领域,为战机打造“钢筋铁骨”。

检查诊断,守护战机健康的“数据医生”

一款新型战机的研发技术再先进,设计图纸再完美,试验再成功,能不能持续发挥出战斗力,还要看战机的维修保障技术能力。

以印度空军为例:过去40年坠毁战机高达上千架。其中一个重要原因是印度空军后勤保障能力不足,很多机型设备缺乏配套的计量检测仪器,战机常常“带病”飞行,导致故障率居高不下。

20世纪90年代,随着战机向着多用途方向发展,机载电子设备数量成倍增加,但战机的可靠性反而降低。电子操纵系统时常会出现误判等错情,因此更加依赖数据监测的准确可靠。

为此,航空计量作为战机的“数据医生”,采取了一系列措施来保证战机的可靠性——

为维修设备绘制“心电图”。要想维修一架战机,首先需要有一套完好的维修设备,而航空计量是保证维修设备精准有效的关键。针对电子测试设备,工程师通常会输入模拟信号、计量设备的反馈信号,就可以绘制出受检设备的“心电图”,设备的健康状况一目了然。

用“听诊器”发现故障征候。任何故障发生前,都是有迹可循的,越早发现故障越有利于战机飞行安全。维修人员除了观察战机的各项性能数据外,还会通过振动、温度等参数变化剖析故障问题,甚至将计量检测系统搭载到战机发动机试车平台上,像“听诊器”一样对战机“心脏”进行实时监测,反馈异常信号。

为返修战机“做体检”。维修人员作为战机的“数据医生”,会按照“一机一状态”要求,对整机性能和状态开展评估。检验时,维修人员将健康评估模型植入监测传感设备,通过监测润滑油成分、主轴承噪声等多项数据,为战机“验血”“把脉”,发现并及时排除战机故障问题。

计量先行,撬动装备研发的“杠杆”

计量界有这样一句话:“只有测量出来,才能制造出来。”每款武器装备的

迭代升级,都离不开计量技术的发展进步。

去年,美国海军向国会提交的2022年预算草案没有关于电磁炮的开支。自2005年以来,这项开支每年都会出现在海军“未来研发项目”的清单中。美国海军官方表示,电磁炮项目将被冻结,所有研发内容将被记录并封存。这意味着,这个花费5亿多美元的项目被迫叫停。

其实,这样的结局并不意外。早在之前的试制过程中,电磁炮在180公里极限射程时,误差高达100米以上,根本无法命中目标。高强度电磁脉冲的计量校准技术难度很大,美国海军不得不将这个项目无限期搁置。

“工欲善其事,必先利其器。”计量技术是支撑武器装备研发和作战使用的重要基础,被誉为技术创新的“种子”。航空航天、精确制导、电磁对抗、通信导航等领域都需要计量技术的支持。

俄罗斯十分重视计量技术的积累和研发,在时间计量方面多次取得技术突破,衍生出的先进制导技术,擦亮了战略和战术导弹的“眼睛”。在打击叙利亚“ISIS”目标时,俄罗斯“口径”导弹穿越上千公里,打击精度在10米以内,展现出优异的精确打击能力。

近年来,量子技术在计量领域快速兴起,其单量子水平的极限探测、精准

操纵和极限运用,是传统物理计量精度的上百倍。由此发展而来的量子惯性导航,具有高精度和高灵敏度优势,有效解决了GPS导航精度随时间推移而降低的问题。

2016年,英国皇家海军在测试潜艇时发现,量子导航系统精度在24小时内的定位误差仅有1米。不仅是水下,地下和建筑群里等导航卫星难以探测到的地方,量子惯性导航同样可以发挥作用。通过使用量子重力仪或磁力仪对该区域的磁场进行精确测量,导航精度可以精确到厘米级。有人预言,量子计量的发展将对军事应用带来革命性影响。

此外,在联合作战方面,无人作战系统和空天一体化作战网络的建立,需要时间计量的高精度同步。世界上多个国家的研究机构都在开展高性能计量设备的小型化、工程化研究。原子钟、量子接收机等高精度计量设备日趋成熟,将成为卫星、战机、导弹、地面雷达等装备“最强的大脑”的重要组成部分。

未来,计量技术会向着系统化、综合化、多参数化的方向发展,以适应武器装备的信息化、体系化需要。可以预见,随着装备更新换代速度加快,新型计量设备将不断问世,测量范围越来越广,技术指标越来越高,计量技术越来越先进。

上图:海军航空大学某大队机务人员维修保障战机。 赵凤权摄

反复调试,氮纯度终于达标。就在他以为大功告成时,问题出现了——只要往气瓶里灌一会儿,气体纯度就会下降。张飞良习惯了机器运行的隆隆声。从一开始听久了头晕目眩,到后来当成美妙乐曲,张飞良的心境也在一点点发生变化。“岗位即战位,训练即打仗;在岗一分钟,认真六十秒。”每当看到战鹰冲上云霄,张飞良会感到无比兴奋与自豪,一种职业认同感在他的心底深深扎根。

一次任务急需高纯度,厂家工作人员看到制氮设备后直摇头。而张飞良凭借多年经验,判定制造高纯度氮具有可行性。于是,他主动向领导请缨受领任务。开机调试,准备工具,禁油脱脂……一系列操作有条不紊,经过20多个小时的

和性能,不断总结,写下了厚厚的制氮故障维修笔记。

天与制氮设备打交道,张飞良已习惯了机器运行的隆隆声。从一开始听久了头晕目眩,到后来当成美妙乐曲,张飞良的心境也在一点点发生变化。“岗位即战位,训练即打仗;在岗一分钟,认真六十秒。”每当看到战鹰冲上云霄,张飞良会感到无比兴奋与自豪,一种职业认同感在他的心底深深扎根。

左图:张飞良正在调试设备。 丁荣飞摄

铸剑·人物速写



海军航空大学某部制氧技师张飞良——

“把努力作为一种习惯”

■李 娜

备制氧工作。

理想与现实的反差,让张飞良信心受挫。一个辗转反侧的深夜,他想起了临行前父母的嘱托:“儿子,到了部队好好干,干出个样子,为家人争光。”父母的话重燃张飞良的斗志:“我一定要干出点成绩来。”

跟着师傅学习业务的过程,更让张飞良认识到制氧岗位的重要。“飞行员叱咤海天,每一分钟都离不开我们的‘氧气支援’。”他把每天工作安排得满满的,学理论、练实操,忙起来像一个停不下来的陀螺。看不懂的知识,他就请教师傅讲解;画不好的流程图,他就拿着一摞纸反复练习,几个月后堆起的废纸足足有凳子那么高。

功夫不负有心人。一年后,张飞良成为同批学员中第一个独立制氧的人。

一天夜里,张飞良正在值班,车上的液氧泵突然卡死无法工作,只能人工进行修复。液氧温度是-180℃,如果不小心触碰到,会被严重冻伤,处理不当甚至会引发爆炸。张飞良拿来一盆罩网,挂在机器旁照明,不料在拆卸过程中,手套沾有的液氧突然滴到灯泡上,只听“砰”的一声,灯泡碎片与他擦肩而过。险情过后,张飞良深吸了一口气,小心翼翼地拆装修理。没过一会儿,液氧泵故障顺利排除。

针对不同任务需要,张飞良给自己立下了不设上限的工作标准。他在氧气提纯上追求极致,常常埋头在机器旁一干就是十几个小时,研究设备的构造

和性能,不断总结,写下了厚厚的制氮故障维修笔记。

天与制氮设备打交道,张飞良已习惯了机器运行的隆隆声。从一开始听久了头晕目眩,到后来当成美妙乐曲,张飞良的心境也在一点点发生变化。“岗位即战位,训练即打仗;在岗一分钟,认真六十秒。”每当看到战鹰冲上云霄,张飞良会感到无比兴奋与自豪,一种职业认同感在他的心底深深扎根。

一次任务急需高纯度,厂家工作人员看到制氮设备后直摇头。而张飞良凭借多年经验,判定制造高纯度氮具有可行性。于是,他主动向领导请缨受领任务。开机调试,准备工具,禁油脱脂……一系列操作有条不紊,经过20多个小时的

夜色深沉,海军航空大学某部制氧站里灯火通明。制氧技师张飞良双眼紧盯纯度显示屏和仪表盘,不放过任何数据的细微变化。

氧气是生命之源。对于战机而言,翱翔万米高空需要高纯度氧气筑起生命屏障,张飞良就是一位“制氧匠人”。

25年前,张飞良应征入伍,光荣地成为一名海军战士。梦想登上军舰劈波斩浪的他,却被分到制氧站,从事装