

装备绿色维修的发展方向

马世宁, 孙晓峰

(装甲兵工程学院 装备再制造技术国防科技重点实验室, 北京, 100072)

摘 要: 在以绿色为主题, 以可持续发展和建设节约型社会为目标的历史时期, 绿色维修已成为新的维修理念。装备绿色维修的内涵是节约资源、保护环境、提高效率、保证安全。国外以信息化为基础的装备绿色维修成为发展的主流。目前我国装备维修正朝着绿色方向发展, 为实现装备的绿色维修本文提出了 4 点建议。

关键词: 绿色维修; 节约资源; 保护环境; 发展方向

中图分类号: TH17;X820

文献标识码: A

文章编号: 1007-9289-(2006)05⁺-0036-07

Development Direction of Equipments' Green Maintenance

MA Shi-ning, SUN Xiao-feng

(Academy of Armored Force Engineering, National Key Laboratory For Remanufacturing, Beijing 100072)

Abstract: Green maintenance has become new maintenance concept in the historical period when green become theme and sustainable development and concepts of saving-oriented society is defined as goal. The connotation of equipments' green maintenance is economizing resource, protecting environment, raising efficiency and guaranteeing safety. Equipments' green maintenance on the base of informationization has become developmental mainstream. At present equipment maintenance in our country is developing in the direction of green, we have put forward four pieces of suggestion in order to realize the equipments' green maintenance.

Key words: green maintenance; economize resource; protect environment; development direction

0 引 言

20 世纪, 在人类创造了前所未有的物质财富及加速推进了文明发展进程的同时, 也造成了全球性的资源枯竭、环境污染和生态破坏, 严重威胁到人类生存和发展。为此从 1972 年的斯德哥尔摩会议到 1992 年的世界环境与发展大会, 人们逐渐认识到节约资源、保护环境的重要性。为此可持续发展成为当今世界发展的主题, 绿色文明成为 21 世纪的主流。

1 装备绿色维修

1.1 装备绿色维修产生背景

为了避免由于经济的高速发展、无节制的资源消耗、工业污染物的过量排放和人口的爆炸性增长, 而导致的资源枯竭、环境破坏和人口骤增三大问题。人类社会从上个世纪 80 年代末开始大力推崇以“保护环境, 崇尚自然, 促进持续发展”为核心的“绿色时代”。以节约能源、资源, 实行环境

保护, 实现可持续发展为主题的绿色模式成为装备生产、使用、维修、再制造等各个阶段未来发展的新趋势。

维修作为装备工作不可分割的有机组成部分, 是保持、恢复乃至提升装备战斗力的重要因素。传统的维修仅考虑装备基本属性的恢复, 如结构、性能、功能方面的恢复, 却忽视了维修工作的环境属性, 如维修时绿色环保材料、替代品, 采用节能环保的绿色工艺; 应尽量减少或消除维修时产生的废水、废气、废渣、噪音和各种辐射; 以及维修后废弃物的环保处理等^[1]。而我国是一个装备大国, 有几万亿的装备资产, 这些装备在运行中的磨损、腐蚀、疲劳、老化、断裂等是不可避免的。据不完全统计, 在现代企业中, 装备故障及停产损失约占其生产成本的 30%~40%, 有些行业的维修费用竟占生产成本的第二位, 维修已成为装备在使用过程中必不可少的环节^[2]。

在当今以绿色为主题, 以可持续发展为目标的历史时期, 装备维修也应顺应时代潮流, 将绿色维

收稿日期: 2006-05-26

作者简介: 马世宁(1941-), 男(汉), 北京市人, 教授。

修作为新的维修理念。将包容多门学科和技术的跨学科、跨领域的现代科学技术和理论,合理地综合应用,形成在环境和条件各异的现场行之有效的绿色维修理论和技术,优质、高效、低成本、环保、安全地完成维修任务,实现装备绿色的维修。

1.2 装备绿色维修的定义、内涵及特点

装备绿色维修是指采用先进的技术和工艺设备,以最小的资源消耗,最少的废弃物产生,获得最大效能的维修。绿色维修不仅满足维修保障的时间和经济约束,更要以最少的资源消耗和最小的环境影响,完成维修保障任务。

装备绿色维修的内涵可归结为十六个字:“节约资源、保护环境、提高效能、保证安全”。绿色维修作为新的维修理念,其在维修的诸环节中始终贯彻的原则是有益于节约能源、提高资源利用率、防止污染、注重生态保护以及人员安全健康。

绿色维修是集约型的,是更合理、更环保、更人性化的维修思想。它的特点是节省能源、资源,降低维修费用,缩短维修时间;尽量采用环保型的能源、材料、技术和方法;维修过程不产生或少产生污染、废弃物,维修造成的破坏少;重视维修人员的安全健康。

1.3 装备绿色维修的研究内容

装备绿色维修是一种新的装备维修观,也是一种新的装备维修发展战略。其研究内容包括以下几个方面:

(1) 装备绿色维修性设计研究

装备维修性设计是指在装备设计阶段赋予装备使用、维修阶段可维修的性能。装备绿色维修性设计不仅要赋予装备优良的维修性,而且要赋予装备在方便维修的同时,还要具备绿色的特征,满足绿色维修的要求。因此,研究装备绿色维修性设计就抓住了装备绿色维修的源头,只有从源头抓起,才能保证装备的“优生、优育”,为装备绿色维修奠定良好的基础。将绿色维修理念贯穿在装备设计中,使装备在孕育和诞生时就具有绿色维修本质,绿色维修性将成为装备的固有特性,并将在装备维修阶段发挥作用。装备绿色维修性设计研究内容应包括:在装备及零部件设计时,在满足功能和性能要求的前提下尽量采用简单的结构和外形;进行合理的结构设计提高装备的可达性(即维修人员到达故障点的方便程度);装备零部件实现标准化、互

换化、通用化和模块化;采取防止维修差错的措施或设置维修识别标志及充分考虑故障检测诊断的方便性;注意装备维修的安全性。

此外,装备回收性和开放性设计也属于绿色维修性的研究范畴。可回收性设计是在装备绿色维修设计初期充分考虑其零件材料的回收可能性、回收价值的大小、回收处理方法、回收处理结构工艺性等与回收性有关的一系列问题,最终达到零件材料资源、能源的最大利用,并对环境污染为最小的一种设计思想和方法^[3]。为使达到寿命周期的装备及零部件的价值得到充分利用,并大幅度减少废弃物数量,必须从装备及零部件的设计阶段着手,加大对装备及零部件可回收性设计研究,使装备及零部件达到寿命周期时易于有效地回收。

装备设计的开放性是指装备在功能和性能上应具有可扩展性和可升级性,即装备必须是一个能保证新系统和旧系统的协调工作的开放的系统。装备的开放性设计保持了时代性与绿色性,减少了报废处理装备及零部件的数量,极大的提高了资源利用率。

(2) 装备绿色维修材料的开发与应用研究

绿色材料是指在满足装备功能要求的前提下,具有良好环境兼容性的材料。绿色材料在制备、使用以及用后处置等生命周期的各阶段具有最大的资源利用率和最小的环境影响。选择绿色材料是实现绿色维修的前提和关键因素之一。

传统维修中大多数材料的机械和物理性能是否最经济地满足使用要求来选材,很少考虑材料对环境的影响。而绿色维修在选择维修材料时,要对维修用材和消耗用材对环境的影响进行分析评价。优先选用绿色材料、可再生材料和可回收材料;尽量选用低能耗、低污染的材料及环境兼容性好的材料与零部件;避免选用有毒、有害和有放射性的材料;以提高资源利用率和减少环境污染;并且要求所选材料自身的生产过程应满足能耗低、污染少、成本低、材料易于加工且加工过程能耗低、噪音小、污染少,加工废料不污染环境且易于回收;材料本身不含有毒成份;材料使用过程中不产生有害物资、不污染环境;产品报废后材料本身易降解或易回收。此外,选用的材料种类应尽量少,以便于产品的回收。发展绿色维修材料是关键,要大力发展绿色维修材料,加强对绿色维修材料的应用基础研究,为装备绿色维修提供坚实的物质基础。

(3) 装备绿色维修关键技术研究

绿色维修技术是指为保持和恢复装备良好技术状态,在规定的资源利用率的维修条件下和规定的时间内,按规定无污染的程序和方法,对装备及其零部件所采取的一系列维护、监控、诊断、修复、强化和抢救技术的统称。装备绿色维修要求所采取的维修技术要在合理利用资源的前提下,最大程度的减少维修过程中废弃物的排放量,对环境的污染降到最低。这些要求对传统的装备维修技术提出了新的挑战,所以我们要大力开展装备绿色维修关键技术的开发研究。

装备绿色维修关键技术研究主要包括:基于状态的装备健康管理技术、装备延寿与寿命预测技术、以网络为中心的维修技术、先进的表面修复强化技术、装备战场应急维修技术、装备再制造技术等。目前有些技术已达到或接近绿色维修的技术要求,但大部分技术还有待于进一步开发和研究。所以,我们要加大科研力量和经费的投入,对这些技术进行攻关,早日实现装备维修技术的绿色化。

(4) 装备维修绿色度评价体系研究

装备维修绿色度是指装备维修过程中,各项指标的绿色化程度。装备维修是否达到绿色标准,需要建立一个评价体系对其进行规范。评价体系应包括能源消耗、资源消耗、废弃物排放、环境污染、人员安全等多方面指标。这些指标并不是几个简单的数据所能表示的,它需要维修工作者经过大量的维修实践和不断的积累,并要与国家相关的法规政策相一致,最终形成一套完整的评价体系、法律法规、国家标准和军队标准。

2 国外装备绿色维修发展现状及趋势

2.1 国外装备维修观念与理论创新

国外维修组织与专家,近年来一直致力于维修观念和维修理论的创新。欧洲国家维修联盟作为国外先进维修团体的代表,多年来一直致力于维修信息和知识的传播、法规和权威意见的制定。欧洲维修会议每两年召开一次,大会的主题和会议论文均代表着当今世界维修发展的特点和方向。从近几届欧洲维修会议来看,维修与环保、效益、安全等主题紧密结合起来,绿色维修越来越受到维修界的关注。

(1) “先进维修”和“绿色维修”将是新世纪的一个主题目标

第15届欧洲维修国际会议于2000年3月在瑞典歌德堡市举行。“先进维修”是这次会议提出的重要口号,先进维修不仅是使装备保持良好的运行,更重要的是使装备保持良好的状态,从而使装备能够、而且将一定会满足由各种调整措施和环境所带来的严格要求。其特征是高效、可靠、安全、效益,这是与维修发展战略相适应的,也是面向21世纪维修发展的重要战略和方向。

绿色维修是这次会议上提出的一个新的维修概念。随着社会文明进步和科技的发展,人们的环保意识逐步增强,把它同社会可持续发展紧密联系起来。会议发表的相关论文中,从不同角度论述了发展绿色维修的意义、技术和方法,指出绿色维修已经愈来愈受到许多国家政府和企业重视,显示了绿色维修将是21世纪的一个主题目标。

(2) 发展“预先维修”,不断更新维修概念

第16届欧洲维修国际会议于2002年6月在芬兰首都赫尔辛基召开。这次会议的主题是“预先维修”,其特征是在装备全寿命周期中注重其可靠性和维修性,改变过去只重视在装备使用中的维修,而是强调故障的预计和预防,从而变“被动维修”为“主动维修”。装备的“预先维修”能够以最少的资源消耗保持装备固有可靠性和安全性,是实现装备绿色维修的有效途径之一。

维修作为一个过程,常常被定义为能产生一定的效果、有逻辑关系的一系列任务。当前,维修不再认为是有明确边界的,其概念、内容不断被扩展。维修工作者通过扩展维修的概念来提高维修目标,满足维修需求,节约维修资源和能源,减少环境污染。本次会议还提出了全面性能优化(TOP)、全面优质维修(TQMain)、商业过程维修等概念。

(3) 注重维修的安全性和环境保护

第17届欧洲维修国际会议于2004年5月在西班牙巴塞罗那召开。这次会议的主题是“维修的安全性和环境保护”,提出了要在装备的全寿命周期中注重装备的安全性,重视维修对环境的友好性。这是维修领域思想观念的一次革新。

通过此次会议我们可以看出,维修从普通技艺逐步形成了学科,并随着高科技的发展,形成了高科技维修;维修的理论逐步完善成熟,如:RCM(以可靠性为中心的维修)、PDM(产品数据管理)、CBM(基于状态管理)、LCC(寿命周期费用)等维修

理论的应用日益广泛; 维修研究方向不断扩大发展, 维修信息系统日益完善; 维修的诊断与检测技术不断与先进的传感、计算机等技术结合、完善; 维修技术和管理高科技产业化; 维修人才的培训, 故障诊断系统方面的人才培养, 动态维修培训计划受到越来越多的重视。维修信息化的框架已经形成并日臻完善, 其大大促进了绿色维修的发展。

(4) 加强维修实践和科学之间的交流

第18届欧洲维修国际会议于2006年6月在瑞士巴塞尔召开。这次会议的主题是“为未来分享知识与成功”, 其具体内涵是: 为了维修科技的未来, 在维修技能、经验、教育、发展趋势等方面, 开展维修实践与维修科学的对话, 让大家共享知识与成果。我们要大力开展绿色维修实践和科学之间的交流与合作, 实现绿色维修资源共享, 让绿色维修深入到维修行业的各个角落。

通过这次会议看到: 全球范围超过20%的GNP投入在维修和设备管理领域, 国际和政府组织、金融保险业、资产拥有者、资产运作者、标准化组织都参与这一递增的市场, 本次维修国际会议就维修、设备和资产管理等问题为来自世界各地的管理人员、决策者、教授和专家围绕维修领域的系统问题提供了一个国际交流的机会和平台, 以帮助维修领域整体推进竞争力、开拓市场、提升技术水平和管理水平。维修科技已经形成了系统的学科, 从维修理论、维修技术到维修设备均得到了长足的发展, 在硬件与软件方面日趋完善。

2.2 国外装备绿色维修技术发展特点及趋势

在高新技术发展和新军事革命的推动下, 以美国为代表的发达国家近年来提出、发展并应用了大量具有创新性的装备绿色维修技术。美军的装备维修更是走在了世界的前列。从美军装备维修发展来看, 近年来其在装备绿色维修技术领域的发展显现出以下特点和趋势:

(1) 为实现基于状态的维修, 降低维修能源与资源消耗, 重点发展信息融合的故障诊断和状态监控技术

随着武器装备日趋复杂, 信息化程度不断提高, 传统的定期维修、视情维修方式已经无法很好地满足现代战争对装备维修保障的需求, 装备维修工作的重点已由传统的以机械修复为主, 转变为以各类故障信息的获取、处理、传输并据此做出维修

决策为主。在这种情况下, 外军提出并发展了“基于状态的维修”方式, 实现装备全寿命健康管理。这一新型维修方式大大降低了由于落后的维修制度而造成的能源与资源的消耗。发展趋势主要表现为外军重点发展并使用基于信息融合的故障诊断和状态监控技术, 其典型代表是: 嵌入式诊断技术、便携式维修辅助技术、交互式电子技术手册等。

(2) 为实现装备精确保障, 节约维修保障费用, 重点发展以网络为中心的维修技术

以网络为中心的维修技术是美军网络中心战的重要组成部分, 是网络中心思维在维修保障领域的应用。利用网络计算机、通信、传感器等技术强大的获取信息数据的能力, 将分散的、分布式的维修资源进行有效链接, 达到动态控制和最佳协同, 实现全部资产的可视化, 实现后方维修基地和前方维修现场的有机结合。在以网络为中心的维修系统投入应用后, 可大大减少对现场装备进行一般性检查和修理的任务量, 因此可显著简化检查流程, 减少相关的维修费用。此外, 依靠自动识别技术, 能大大提高物资供应的精确性和及时性, 能够快速、准确地获取维修物资的信息, 无需或仅需少量人工干预即可向自动化信息系统传送数据, 同样也可大大节约维修保障费用。综上所述, 以网络为中心的维修是装备维修从粗放型的传统维修向集约型的绿色维修转变的典型代表。

(3) 为提高装备维修效能, 减少维修对环境的影响, 重点发展智能维修和虚拟维修技术

智能维修和虚拟维修主要用于装备的故障诊断、维修训练、维修管理、维修评估等方面。智能维修和虚拟维修在缩短维修周期, 降低训练研制费用的同时, 可显著提高训练水平, 并且能够提供维修建议和决策, 已成为目前绿色维修技术发展的趋势之一。它们的宗旨都是利用高新技术, 以提高维修研制、训练的效率和水平, 从而在维修工作中节约资源, 减少实际维修过程中对环境产生的污染, 这与绿色维修的理念是完全一致的。

(4) 为提高应急修复能力, 节省维修时间, 重点发展战场抢修新技术

为了提高装备及零部件的现场修复能力, 外军正在积极的发展战场抢修新技术。一方面应用快速拆拼技术、新材料及新工艺, 实现装备及零部件的原位快速修复; 另一方面发展现场快速再制造技术, 将激光熔覆成型等技术应用于维修零件的制造。美军开发的“快速制造系统”是外军在维修保障

领域发展快速制造能力的典型代表。采用“快速制造系统”后,一旦出现紧急的零件需求,保障人员可利用罐装的金属粉末,在非常短的时间内完成零件的制造,大大减少零件采购和运输费用,以及购买、储存和跟踪备件所消耗的时间。运用战场抢修新技术,可在短时间内,应用尽可能少的原材料、资源和能源修复损伤的装备,实现装备维修工艺的绿色化。

3 国内装备维修技术绿色化现状

上个世纪70年代末、80年代初,我国装备维修技术在国外先进的维修理论和技术带动下,有了快速的发展,初步实现了维修保障作业由手工向机械化转变。近年来,在世界绿色氛围的渲染下,以先进的表面工程技术和再制造技术为代表的绿色维修技术正在被广泛的开发和应用。在这些先进的维修技术中,有些技术已经达到了绿色维修技术的要求,而有些技术也非常接近于绿色维修技术,我们也可称其为“准绿色维修技术”。

(1) 节省能源的维修技术

节省能源的维修技术是指在修理过程中,通过应用先进维修技术和工艺,在保证维修质量的前提下,使消耗的能源尽可能减少或不使用能源。这类技术有无电焊接技术、快速粘接堵漏技术、快速补板技术等。

无电焊接^[4]是一种新型焊接技术,它将先进焊接材料制成专用手持式焊笔,焊笔一经点燃,不需任何其它能量补充,仅依靠焊接材料燃烧放出的热量就能进行焊接。即以化学反应放出的热为高温热源,以反应产物为焊料,在焊接件间形成牢固连接的过程。其突出特点就是不使用任何外界能源,焊接效率高,携带方便,节省维修时间。

快速粘接堵漏技术是利用粘接堵漏材料及简单工艺,快速止住泄漏。它在消除泄漏过程中,不用停产,不用改变生产过程中的任何活动,不用升降温度,不用降低压力,也不影响生产过程的正常进行,对装备的产量和质量也不会有任何的影响。可以在不动火,甚至在绝大多数场合不用电的情况下,便可在现场完成消除泄漏的任务。应用该技术可节省能源消耗,降低维修费用,但所获得的效益却是很高的,不仅能避免停产或事故中所造成的巨大经济损失,同时也使得泄漏介质(能源、物料、产品等)停止流失,并有效地避免事故的发生。

(2) 节约材料的维修技术

在装备维修中,通常在零部件表面沉积几微米到几毫米厚的表面功能薄层,便具有了比基体材料更高的耐磨性、抗腐蚀性、耐高温性能以及其它特殊性能。即便采用性能优良的贵重、稀有材料,也不会显著增加成本,因而可大大节约维修材料的使用。这类技术有电刷镀技术、热喷涂技术、微脉冲电阻焊技术、纳米固体润滑技术等。

电刷镀技术以其设备轻便、操作简单、镀液种类多、镀层质量高、镀积速度快、环境污染小、应用范围广、节能节材、省水省电等一系列优点,在装备维修中表现出强大的生命力,成为装备维修技术的重要组成部分。在装备维修中,几毫米的刷镀层就能修复几十公斤甚至上吨重的大型零部件损伤表面,大大节省了维修材料。尤其在对大型进口、贵重零部件的维修中,其经济效益更为显著。

热喷涂技术是材料表面强化与保护的重要技术,它在表面技术中占有重要地位,是近年来在装备维修中广泛应用的一项表面技术。其突出特点是喷涂材料的选用范围广泛、涂层的功能多、适用于各种基体材料、被处理零件变形小、涂层中存在一定孔隙、涂层与基体的结合机理主要为机械结合等。喷涂材料根据热喷涂方法的不同而不同,包括粉末、丝材、棒材等。在维修中,只要选用合适的热喷涂方法及少量的喷涂材料,就能修复损伤装备表面,节约维修材料,节省维修费用,提高装备使用寿命。如应用等离子喷涂技术解决了坦克薄壁零件修复中受热变形和耐磨性不高的难题,使其耐磨性比新品提高了1.4~8.3倍,修复成本仅为新品的1/8。

(3) 无(少)环境污染的维修技术

无(少)环境污染的维修技术是指采用节能、环保、可回收的新材料、溶剂等绿色材料,如不含铅、镉、铬等有害物资的润滑剂、清洗液,低挥发性、无毒性的油漆、涂料等,在装备维修过程中不产生污染和废弃物,排放达到绿色环保要求。这类技术有水基清洗剂技术、无溶剂涂料技术及电子装备快速清洗技术等。

水基清洗剂是一种工业洗涤剂,由表面活性剂和少量添加剂组成,有粉状、膏状和液态三种形式,一般呈碱性。水基清洗剂除油是近年来得到迅速发展的一种除油清洗方法,它以水代油,具有节省能源、成本低、劳动条件好、使用安全、低污染等特点。水基清洗剂除油的原理是,水基清洗剂与水配

成水溶液,其中表面活性剂分子对工件表面油污物产生乳化和分解作用,工件表面水溶性污物被水溶解,从而达到表面除油清洗的目的。使用该技术消除了传统零部件清洗中,因油污无法溶解而导致的环境污染。

电子装备快速清洗技术可在不停机(带电)状态下对电子装备进行原位清洗,操作简单方便、高效快速,极大地提高了维修效率。过去用人工清洗一艘舰艇上的电子装备需1周时间,现在仅需6h,提高工效10倍。该技术的突出特点是其使用的清洗剂为无色透明液体,无异味,对人、畜无害,且清洗后无残液,对大气和环境均无污染和破坏。

(4) 提高效能的维修技术

提高效能的维修技术是指利用先进的维修技术提升装备的性能,以此延长装备及零部件的使用寿命,减少维修次数,节省维修成本,同时也降低了由于频繁更换零件而产生的能源与资源消耗,并减少了制造与维修过程中的环境污染。这类技术有氮碳共渗与低温硫化复合处理技术、物理气相沉积技术、化学气相沉积技术及强流离子轰击技术等。

氮碳共渗与低温硫化复合处理技术是指先在基体表面进行离子氮碳共渗(软氮化)耐磨、硬化处理,然后再进行硫化减摩处理,提升装备表面耐磨、减摩性能,从而延长使用寿命的表面技术。全军装备维修表面工程研究中心利用该技术对某舰艇的柴油机缸套进行了处理,经过台架试验发现,处理过的缸套无一划伤,其抗划伤性能提高了10倍以上,大大延长了缸套的使用寿命。

(5) 安全可靠的维修技术

安全可靠的维修技术是指在装备故障诊断、维修训练、维修管理、维修评估等方面,利用计算机技术、信息技术等高新技术,在缩短维修周期,降低维修训练费用的同时,确保装备及人员安全可靠的技术统称。它们的宗旨是利用高新技术,节约各种维修资源,实现维修过程智能化、虚拟化,提高维修训练的效率和水平,保证装备可靠、人员安全健康。这类技术有故障诊断与检测技术、虚拟维修技术、智能维修技术等。

虚拟维修技术在维修领域的应用,不仅使得维修训练可在模拟的环境下进行,摆脱了对维修训练场地和真实装备的高度依赖,还可实现各种维修训练信息的共享,以及历史维修数据的充分利用,从而可显著提高维修训练的频度,增强维修训练效

果,节约维修训练资源,并确保训练中装备及人员的安全可靠。目前的虚拟维修系统主要包括两大部分,一是构建虚拟环境以及虚拟环境中的“虚拟装备”,二是模拟装备的运行机理,驱动虚拟环境中的装备,提取装备的各项资料,修改虚拟环境中装备的各项状态,以及在模型数据、场景数据、仿真参数及装备资料等数据的支持下完成操作训练、维修训练等功能。

(6) 再制造技术

再制造是维修的高级发展阶段,属维修范畴。随着技术更新换代的加快,废旧产品报废的数量在逐年增加。如果对这些废弃产品处理不当,将造成大量的资源浪费、环境污染、安全隐患。但在产品报废时,如果能够采用优质、高效、节能、节材、环保的先进再制造技术,不仅能够恢复产品原技术性能,而且通过实时引用新技术、新工艺和新材料,可以达到性能升级,获得质优价廉、“与时俱进”的再制造产品,实现产品循环。所以从本质上说,再制造完全属于绿色维修范畴。目前,我们再制造的产品有很多,如汽车发动机再制造、机床数控化再制造等。

机床数控化再制造^[6]是指以计算机数字控制技术和表面工程技术集成为手段,恢复与提升机床机械精度、运动精度及控制精度。机床数控化再制造的成功应用,大大降低了资金投入,节省了资源消耗,减少了环境污染,提高了工作效率。机床数控化再制造技术是一种绿色环保的技术,它赋予了老旧机床新的生命,在提升机床品质的同时,节约大量的能源,同时节省了人力、物力,生产周期短,快速实现了老旧机床的升级换代,是信息化带动机械化在维修领域的有益探索,也是再制造理论的成功实践。

总之,装备的健康管理技术、以网络为中心的维修技术、装备表面工程技术、装备再制造技术是绿色维修技术的重要发展方向。

4 发展装备绿色维修的几点建议

在绿色环保,可持续发展成为时代主题的大环境下,装备绿色化进程逐步加快,维修作为装备工作的重要基础,其绿色化是必然趋势。为了更好地发展装备绿色维修,实现维修技术的绿色化,特建议如下:

(1) 深入开展绿色维修基础理论研究

要逐渐在装备维修中推行绿色维修模式,必须改变传统观念,提高对绿色维修及其重要性的认识,不断加强绿色维修概念和基础理论的创新研究,才能适应当今社会的绿色化浪潮,适应装备绿色维修的必然发展趋势,加快装备绿色维修的实现和发展。绿色维修基础理论研究应包括以下几个方面:绿色维修的概念和模型,绿色维修设计原理和技术,绿色维修检测原理,绿色维修工艺理论,绿色维修材料理论等。

(2) 大力开发绿色维修技术的研究与应用

绿色维修技术是节约资源及能源消耗、减少污染、降低维修费用、实现装备绿色维修的有效途径。绿色维修技术必须能够针对维修实践中提出的科学技术问题,特别是对有关装备的磨损、腐蚀、老化、疲劳、失效等机理性问题,以及装备寿命预测等规律性问题进行理论探索与试验研究。绿色维修技术的研究应包括以下几个方面:①重点发展装备全寿命健康管理技术。应用多种嵌入式监测、诊断设备,传感器,虚拟仪表等实时反映装备健康参数,通过网络传输、计算机辅助分析,判断装备损伤程度、故障位置等,并提出维修决策。从而达到不停机、不拆卸排除故障,或是把故障消灭在萌芽状态,最大限度发挥装备效能。②大力开发和应用装备表面工程技术。装备表面工程技术是装备维修技术的重要组成,它是使用少量的表面材料,甚至不使用材料对损伤零部件进行表面处理,改变表面的形态、化学成分、组织结构和应力状态等,制备出优于本体材料的特殊功能薄层,使机件达到更高的耐磨损、防腐蚀、抗疲劳和耐高温等性能,从而具有延长使用寿命、节约资源、减少环境污染的效用,是使维修工程达到优质、高效、低耗、低污染等目标的一个重要手段。因此,绝大多数表面工程技术属绿色维修技术范畴,当然还要不断提高已有表面技术的绿色度水平,不断开发新型绿色表面工程技术。③不断提高装备维修信息化水平。提高装备维修信息化水平能科学进行维修决策,合理配置维修资源。利用虚拟维修代替实物修理,节约人、财、物,减少废弃物排放,保证了维修人员的安全健康。提高了维修信息化水平,也就是提高了维修绿色度。④大力发展装备再制造技术。装备再制造技术是节约资源、保护环境、旧装备升级改造和为发展新装备积累经验的有效途径,是维修工程的继承与发展,是符合国家可持续发展战略的一项绿色系统工程。我们要大力加强再制造工程的基础理论和关键技术研究,为国防和经济建设服务。

(3) 加强装备绿色维修法规制定和宣传

1996年国际标准化组织(ISO)颁布的ISO14000环境管理体系标准是国际上企业界关于绿色生产的规范,它的宗旨和目标是支持环境保护、预防污染和实现可持续发展。我国依据ISO14000质量也建立了相应的标准体系,但在维修方面还没有相关的法律法规及相应的标准体系。国家有关部门应尽快建立绿色评价体系、绿色技术标准、绿色材料标准及维修排污标准等相关法规,规范装备维修的绿色环保要求,使得装备绿色维修做到有法可依。与此同时还要加强绿色维修法规的宣传教育工作,使人们在思想上改变传统观念,认识到节能、环保的重要性,大力推进绿色维修技术在装备维修中的应用。

(4) 加强国内外绿色维修学术和技术交流

维修行业绿色化是全球每一个维修工作者的共同愿望,也是每个维修工作者为之奋斗的最终目标。我们要通过广泛的学术交流和技术合作,借鉴国外先进的维修理念和技术,加强绿色维修理论、技术、经验等资源的共享,加快装备维修绿色化进程,为人类可持续发展做出应有的贡献。

5 结 语

发展装备绿色维修和再制造是实现可持续发展、节约能源与资源消耗、减少环境污染,节省维修费用的有效途径。我们要大力开展装备绿色维修和再制造基础理论研究与应用技术开发,为我军装备绿色维修提供技术支撑,为实现人类社会可持续发展作出应有的贡献。

参考文献:

- [1] 王向阳,孙学锋. 装备的绿色维修[J]. 中国兵工学会第二届维修专业学术年会论文集. 2004(7):868-873.
- [2] 马世宁,刘谦,等. 现代设备维修技术[M]. 北京:中国计划出版社,2006.6.
- [3] 蔺国民,孙秦,李艳华. 绿色维修与绿色维修性探讨[J]. 航空维修与工程. 2004, (2): 51-53
- [4] 马世宁,刘谦,孙晓峰. 装备应急维修技术研究[J]. 中国表面工程, 2003 (3): 7-11.
- [5] 马世宁,游光荣,孙晓峰. 装备维修技术的发展及表面工程技术的应用[J]. 中国表面工程, 2005(4): 1-5.
- [6] 马世宁,孙晓峰,朱胜,等. 机床数控化再制造[J]. 中国表面工程, 2004 (4): 6-9.

作者地址:北京市丰台区杜家坎21号 100072

装甲兵工程学院装备再制造工程系

Tel: (010)66179224 Fax: (010)66718871