

绿色维修总论

Green Maintenance Generalization



周 红 甘茂治 著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

绿色维修总论

Green Maintenance Generalization

周红 甘茂治 著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

绿色维修总论/周红,甘茂治著. —北京:国防工业出版社,2008. 1

ISBN 978-7-118-05423-1

I. 绿... II. ①周... ②甘... III. 设备—维修—无污染技术 IV. TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 166883 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850 × 1168 1/32 印张 7³/₄ 字数 188 千字

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。
2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。
3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。
4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金 评审委员会

国防科技图书出版基金

第五届评审委员会组成人员

主任委员 刘成海

副主任委员 王 峰 张涵信 程洪彬

秘 书 长 程洪彬

副 秘 书 长 彭华良 蔡 镭

委 员 于景元 王小谟 甘茂治 刘世参

(按姓氏笔画排序)

李德毅 杨星豪 吴有生 何新贵

佟玉民 宋家树 张立同 张鸿元

陈冀胜 周一宇 赵凤起 侯正明

常显奇 崔尔杰 韩祖南 傅惠民

舒长胜

本书主审委员 刘世参

序 言

党的十六大以来,我们全党全国人民正在积极贯彻落实科学发展观,大力推进社会主义经济、政治、文化、社会的全面发展,努力做到统筹城乡发展、统筹区域发展、统筹经济社会发展、统筹人与自然和谐发展、统筹国内发展和对外开放的“五个统筹”。统筹人与自然和谐发展,就要高度重视资源和生态环境问题,处理好经济建设、人口增长与资源利用、生态环境保护的关系,增强可持续发展的能力,推动整个社会走上生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。我们正在建设资源节约型、环境友好型社会,推动国民经济又快又好发展;这既是贯彻落实科学发展观的战略部署,又是统筹人与自然和谐发展和促进可持续发展的重大举措,是实现节约发展、清洁发展、安全发展的重要任务。发展循环经济,是建设资源节约型、环境友好型社会的重要途径。循环经济以减量化、再利用和资源化为原则,以提高资源利用效率为核心,以资源节约、资源综合利用、清洁生产为重点,通过调整结构、技术进步和加强管理等措施,大幅度减少资源消耗、降低废物排放、提高生产率。

产品以及更加广泛的资产的维修是实现减量消费(Reduce)的有效途径,同产品的再利用、再制造、再循环(Reuse、Remanufacture、Recycle,3R)都是循环经济中的重要环节,是社会持续发展的重要途径。在新的历史条件下,维修事业将被赋予新的内容和意义,从而获得新发展的历史机遇。然而,资产维修同样要消耗资源和能源,并可能产生废弃物和污染。因此,资产维修同样必须积极开发和推广新技术、新工艺、新设备,加快本行业和企业的技术改造,合理、节约地使用能源和资源,减少甚至消除维修作业的

污染,即实现维修的绿色化。绿色维修是在持续发展理念和科学发展观的发展中应运而生的,它将促使传统维修概念和技术的根本性变革,同时,将带来维修行业(事业)新的增长。绿色维修有着广阔的发展前途,必将产生十分长远而巨大的社会效益和经济效益。研究和应用绿色维修的理论和技術,是新的历史条件下,资产维修发展的重要前提和紧迫任务。

绿色维修是近年来蓬勃发展的绿色工程的一个重要部分,它与产品的绿色制造有许多相同或近似的原理和方法;但绿色维修针对的是使用中的产品或资产,因而有其特殊的理论和技術。资产维修的绿色化或绿色维修的理论和技術有着十分丰富的内容,涉及到一系列的科学与技术,包含自然科学与人文科学中的若干学科与工程技术。就技术领域而言,广泛应用高新技术,改进维修工艺、方法和手段,包括信息化,是实现维修绿色化的落脚点。绿色维修以先进制造技术、先进材料技术为基础,特别是表面工程技术,为维修技术大幅度改革实现绿色维修提供了崭新的途径,不论在维护、修复还是在零部件的再制造中都有广泛应用。绿色维修中还有许多有关管理方面的问题,需要应用管理科学的理论和方法。以现代信息技术改造传统维修技术是实现维修高效、优质、低消耗、无污染的有效途径。实现维修绿色化的关键是产品的设计,包括产品的维修性设计和维修方案与过程的设计。必须在传统维修方案、过程和维修性设计原理和方法的基础上,在持续发展理念和科学发展观指导下,对原有理论和技術进行改造,增添节能、节材、环保等新鲜内容,研究提出有关绿色维修和维修性设计的要求、方法和措施。判断维修是不是绿色的,基于节能、节材和环保等绿色维修的理念,在产品全寿命过程中,运用基于节能、节材和环保等绿色维修的理念来分析、权衡和评价维修是否绿色是十分重要的。为此,这自然需要一系列准则、指标和相应的评价方法。可见,绿色维修以及有关的维修性需要有自己特殊的理论和技術体系。对这些理论和实践问题进行深入探讨,具有创新性和实用性。绿色维修理论与技術是传统维修理论与技術的重大发展。

绿色维修和维修性理论与技术的提出是维修理论的重要创新。本书作为绿色维修的总论,以科学发展观和持续发展理念论述了绿色维修是产品维修的发展趋势和方向,对绿色维修的概念做了深入阐述,首次比较全面、系统地阐述了绿色维修的理论和技術体系,并对其中的若干重要原理和关键技术(包括绿色维修与维修性设计理论与方法,绿色维修的分析与综合权衡,绿色维修评价技术,绿色维修(作业)技术,绿色维修与再利用、再制造、再循环等)进行了探讨。这些内容尽管不是绿色维修理论与技术的全部,但它们的确是绿色维修理论与技术的核心和关键性内容。作者所做研究和对这些问题的阐述显然是十分有益的。

本书主要作者甘茂治教授和他的学生们长期从事维修和维修性理论研究及应用,在维修工程理论、装备战场抢修、维修性工程等方面有很多创新性成果。10余年来他们关注社会持续发展和绿色工程,面向21世纪提出了维修绿色化是资产维修的一个发展趋势。在总装备部支持下,他们开展了“基于持续发展理念的维修理论”的研究。周红博士一直从事绿色维修的研究并发表论文多篇,是该科研项目的主要研究者。本书正是作者10年来有关研究成果的系统总结和理论升华。我相信,本书的出版发行一定能够给读者学习、研究绿色维修和维修性提供有益的帮助,并将促进我国绿色维修理论和实践的发展。

中国工程院院士、中国设备管理协会副理事长、
总装备部维修工程技术专业组顾问 徐滨士

2006年10月

前 言

绿色维修是基于社会持续发展和科学发展观,高效、优质、低消耗、无污染的产品(设备、装备乃至更广泛的有形资产)维修。显然,它是一种科学、合理的维修。为了区别于一般所说的“科学维修”,突出其包含的节省资源、减少(消除)污染和利于社会持续发展的特点,并与绿色工程、绿色产品、绿色设计、绿色制造等相一致,将这种维修形象地称为“绿色维修”。与绿色维修相应,作为产品设计特性的维修性称为绿色维修性,显然,绿色维修性是维修性的扩展。一般维修性要求产品能够快捷、方便、经济地维修,而绿色维修性除这些要求外,还将节省资源、减少维修对环境的影响作为一个目标。绿色维修和绿色维修性需要有一套相应的理论和技术,包括绿色维修与维修性设计理论和方法、绿色维修分析和综合权衡技术、绿色维修评价技术、先进绿色维修作业技术等,以指导和推动维修实践向维修绿色化方向发展。

本书作为第一本全面、系统地论述绿色维修与维修性的理论和技术专著,分7章就绿色维修和维修性进行了阐述。第1章绪论,从可持续发展理论和科学发展观的高度,论证了绿色维修是维修发展的趋势和方向,论述了绿色维修的基本概念及其形成以及研究绿色维修的现实意义。第2章提出了绿色维修理论和技术体系,并阐述了与绿色维修相关的先进维修技术。随后各章对绿色维修与维修性理论和技术体系中的几个重点部分展开论述。实现维修绿色化的关键是设计,包括产品(资产)维修方案、过程的设计和维修性设计。作者对维修方案设计和维修性设计有多年的研究,是有关国家军用标准的主要起草人,在此基础上,本书第3

章在持续发展理念和科学发展观指导下,对原有理论和技术进行改造,研究提出有关绿色维修和维修性设计的要求、方法和措施,讨论了有关绿色维修的设计特性、设计要求以及设计方法,包括维修性分配、预计、分析、设计准则等。第4章绿色维修的分析与权衡,讨论了考虑环境、资源等因素的维修工程分析方法,其中一些方法是现有维修工程分析的扩展,详细阐述了作者提出的一种综合权衡方法——MABTCEA。维修是否达到“绿色”需要进行评价。第5章阐述了绿色维修评价技术,提出了评价准则、标准和具体方法,包括绿色维修和维修性评价方法。绿色维修和维修性,要体现在维修过程的具体方法、工艺、手段上,这就是维修(作业)技术。第6章以较大的篇幅,介绍了能够实现节能、节材、减少环境影响的若干维修技术。绿色维修与设备、装备及更广泛的有形资产的3R有着必然的紧密联系。再利用、再循环、再制造能对到寿、报废的产品进行回收利用和环保处理,具有极大的环境效益和经济效益。而实施3R,“变废为宝”同使用阶段“变坏为好”的维修具有极大的相似性。从某种意义上说,这三个R实质上是资产维修的延伸和发展,是绿色维修必须研究和关注的问题。故本书在第7章对3R及其与绿色维修的关系进行了阐述。

本书是作者在长期研究维修与维修性理论的基础上,10余年来关注社会持续发展、环境保护,并与装备维修相结合的研究成果的总结和理论概括。作者的研究还依托总装备部维修科研与改革项目“基于持续发展理念的维修理论研究”。中国工程院院士徐滨士,总装备部维修工程技术专业组组长、全军维修表面工程中心马世宁教授,维修工程专业组副组长冉懋雄研究员都十分关心和支持本书的编写;军械工程学院于永利教授、郝建平副教授在本书编写中给予了许多帮助;本书附录中引用的材料是作者和其他同志在有关工厂、部队调研的结果,这些调研得到工厂和部队李洪海高工、土尔逊江连长等同志的支持与帮助,在此一并表示感谢。

资产绿色维修和维修性是在新时代产生的全新概念,其理论和技术正在发展和完善中。本书作为绿色维修的总论,只是就绿色维修和维修性理论与技术提供基本的认识和论述,此领域还有着广阔的研究与发展。同时,尽管作者对其有所研究,但肯定还存在诸多问题和不足。我们欢迎读者提出宝贵意见,促使绿色维修与维修性理论和技术的发展。

作者

目 录

第 1 章	绪论	1
1.1	绿色维修概述	1
1.1.1	绿色维修的概念	1
1.1.2	绿色维修的内涵	2
1.1.3	绿色维修中部分基本概念的拓展	4
1.2	绿色维修产生的背景	7
1.2.1	可持续发展理论与科学发展观	7
1.2.2	绿色技术的兴起	10
1.2.3	资产维修与持续发展	13
1.3	维修理论的发展和绿色维修的产生	14
1.3.1	维修理论的发展	14
1.3.2	研究绿色维修的目的和意义	21
第 2 章	绿色维修理论与技术体系	24
2.1	绿色维修理论与技术体系框架	24
2.2	与绿色维修相关的先进维修技术	27
2.2.1	绿色维修材料	28
2.2.2	改进性维修	33
2.2.3	精确维修	35
2.2.4	预先维修	42
2.2.5	E-维修与维修信息化	44

2.2.6	自主维修保障	48
2.2.7	软件维护	49
2.2.8	设备自维修与状态管理	50
2.3	绿色维修管理	52
第3章	绿色维修与维修性设计理论与方法	54
3.1	绿色维修与产品设计特性	54
3.2	绿色维修方案设计	56
3.2.1	绿色维修方案的概念	56
3.2.2	绿色维修方案设计准则	58
3.2.3	绿色维修方案设计内容	59
3.3	绿色维修性设计要求及其确定	63
3.3.1	绿色维修性	63
3.3.2	绿色维修性设计	64
3.3.3	维修性设计定性定量要求	65
3.3.4	绿色维修性设计定性定量要求的确定	72
3.4	绿色维修性预计与分配	75
3.4.1	维修性预计	75
3.4.2	绿色维修性分配	84
3.5	绿色维修性分析	88
3.5.1	维修性分析概述	88
3.5.2	绿色维修性分析的内容	90
3.5.3	维修性分析的技术和方法	91
3.6	绿色维修性设计准则	94
3.6.1	概述	94
3.6.2	绿色维修性设计准则的一般内容	94
3.7	绿色维修设计工程实例	105
3.7.1	锅炉受热面的绿色维修方案	105

3.7.2	锅炉受热面的绿色维修	106
第4章	绿色维修分析与综合权衡	107
4.1	绿色维修分析目的及内容	107
4.2	绿色维修分析技术	107
4.2.1	故障模式、影响与危害性分析	107
4.2.2	以可靠性为中心的维修分析	110
4.2.3	修理级别分析	118
4.2.4	维修工作分析	128
4.2.5	费用分析	132
4.3	综合权衡分析	135
4.3.1	MABTCEA 方法的基本原理	135
4.3.2	MABTCEA 方法的基本流程	136
4.3.3	MABTCEA 方法应用实例——火炮大修 环境影响分析	137
第5章	绿色维修评价技术	139
5.1	绿色维修评价指标体系	139
5.1.1	绿色维修评价指标确定的原则	139
5.1.2	绿色维修评价指标体系的建立	140
5.2	绿色维修评价标准	144
5.3	绿色维修评价方法	145
5.3.1	基于作业的维修环境影响评价基本原理 ...	146
5.3.2	基于作业的维修环境影响评价方法的 实施	148
5.3.3	绿色维修活动环境影响评价因素量化 处理	152
5.4	绿色维修性评定	154

5.4.1	维修性评定的目的与作用	155
5.4.2	维修性评定的时机和种类	155
5.4.3	绿色维修性评定方法	157
第6章	绿色维修作业技术	159
6.1	绿色维修工艺及其规划	159
6.1.1	概述	159
6.1.2	绿色维修工艺规划系统	162
6.2	表面工程技术	163
6.2.1	概述	164
6.2.2	表面工程技术在维修中的应用	165
6.2.3	维修表面工程技术的发展趋势	171
6.3	机加工技术	173
6.4	绿色清洗技术	176
6.5	热处理技术	180
第7章	绿色维修与再利用、再制造、再循环	184
7.1	概述	184
7.2	再利用、再制造、再循环的设计特性	187
7.2.1	可拆卸性设计	187
7.2.2	可回收性设计	188
7.2.3	可修复性设计	189
7.2.4	再制造性设计	189
7.3	3R、绿色维修与循环经济	190
7.3.1	3R 与绿色维修	190
7.3.2	3R、绿色维修与循环经济	192
7.4	再制造工程	193
7.4.1	再制造概述	193

7.4.2	再制造与维修、回收利用	195
7.4.3	再制造工程概述	197
7.4.4	再制造工程关键技术	199
附录:装备维修废弃物与绿色维修案例调查分析		202
附1	引言	202
附2	火炮大修废弃物统计分析	203
附3	军用汽车部队维修废弃物统计分析	212
附4	结论	216
参考文献		218