

Convergence of Remanufacturing & Advanced
Manufacturing and Relative Technology

再制造与先进制造的融合 及其相关技术

田欣利 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

再制造与先进制造的融合 及其相关技术

Convergence of Remanufacturing & Advanced
Manufacturing and Relative Technology

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

再制造与先进制造的融合及其相关技术/田欣利编
著. —北京:国防工业出版社,2010. 10

ISBN 978-7-118-07104-7

I. ①再... II. ①田... III. ①制造业—再生资源—
资源利用—研究 ②机械制造工艺—研究 IV. ①X76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 191189 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 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限公司

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 245 千字

2010 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 52.00 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 第六届评审委员会组成人员

主任委员	刘成海			
副主任委员	宋家树	蔡 镭	程洪彬	
秘书长	程洪彬			
副秘书长	邢海鹰	贺 明		
委员 (按姓氏笔画排序)	于景元	才鸿年	马伟明	王小谟
	甘茂治	甘晓华	卢秉恒	邬江兴
	刘世参	芮筱亭	李言荣	李德仁
	李德毅	杨 伟	肖志力	吴有生
	吴宏鑫	何新贵	张信威	陈良惠
	陈冀胜	周一宇	赵万生	赵凤起
	崔尔杰	韩祖南	傅惠民	魏炳波

序

设备的制造与再制造同属设备全寿命周期中的两个重要环节。制造是将原材料加工成产品,而再制造是将达到报废阶段后的产品,通过高技术修复与改造,使其不低于原型产品质量和性能,可以说再制造启动了设备新的寿命周期。

进入 21 世纪后,节约资源能源和节能减排已成为世界各国关心的重要话题,再制造作为废旧产品资源化的最佳形式和节能减排的重要途径而得到广泛关注。在科学发展观指导下,人们对再制造工程的认识不断深化,再制造工程的内涵也在不断地拓展,目前再制造工程已成为发展循环经济、构建资源节约型和环境友好型社会的重要组成部分。

先进制造与再制造虽然研究内容不同,但存在着紧密的本质的联系,它们之间的关系是辩证的而且内涵深刻。再制造是先进制造中重要的组成部分,先进制造的发展带动了再制造的发展;同时再制造本身又具有相对的独立性,与维修工程、表面工程等相关学科密不可分,由于它的产业化和高科技的自然属性,有统领和带动这些学科共同发展的积极作用。再制造学科的发展无疑对于先进制造起到了支撑作用,有力地促进了先进制造技术的发展。

再制造工程作为一门新兴学科,其学科体系内涵和相关基础理论及应用实践问题值得深入研究。田欣利教授编著的《再制造与先进制造的融合及其相关技术》一书,探索性地将先进制造和再制造综合在一起,是专门讨论和分析二者关系的专著。该书不仅反映了作者多年来在该领域辛勤耕耘的研究成果,而且反映了大量国内外学者在先进制造、再制造及其关系的前沿的资料和成果。该书对加深先进制造与再制造,尤其是对新兴学科再制造的认识颇有意义,不仅为该领域的研究和技术人员提供了翔实的学习资料,而且对于相关学科的教师、研究生的学习也具有重要的参考价值。

中国工程院院士 徐滨士

前言

人类社会的发展必将走向与自然界的和谐,制造技术也不例外。制造业是国民经济持续发展的基础,是实现国家现代化的重要手段。虽然制造业不是“夕阳产业”,但是,制造技术中有“夕阳技术”,就是那些同时代发展不相适应的技术,甚至还可能是危害可持续发展的技术。先进制造技术的“先进性”的重要标志之一,就是坚决摒弃走那些浪费资源、污染环境的传统制造之路,而是迈向绿色制造发展的新路。再制造是绿色制造的重要组成部分。在国家可持续发展战略和大力发展循环经济的科学发展观指导下,再制造工程已成为发展循环经济、构建节约型社会的重要组成部分。随着时代的发展,人们对再制造工程的认识进一步深化,再制造工程的内涵也在不断拓展。

从装备的全寿命周期看,再制造与先进制造同属于各自不同的循环分支。随着循环经济的发展,两者从理念到技术,由昔日各自相对独立,到如今正加速走向相互融合。再制造是先进制造中的重要组成部分,先进制造的发展必然牵引再制造的发展;同时,由于再制造所具有的产业化和高技术的自然属性,决定了其发展无疑对于先进制造技术会产生促进作用。实践证明,近年来再制造技术的高速发展正在有效地推进先进制造技术沿着可持续发展的正确轨道快速发展。

虽然近年来关于先进制造、再制造的专著出版了很多,但令人遗憾的是,到目前为止国内外还没有一部综合论述先进制造和再制造关系的专著。本书力图把两者在理念和技术等不同层面上的互动关系与相互融合,梳理出一条主线呈现给读者,供相关研究学者和科技人员参考。同时也为了抛砖引玉,让更多的学者能对此问题做更深入的研究,从而促进这两个学科的共同发展,这正是作者的初衷。

本书在概要总结了近年来再制造与先进制造关系及其发展的基础上,较全面地介绍了两者的融合理念和相互关联的技术。本书共分6章,内容主要包括

再制造与先进制造的融合基础,制造与再制造过程的行为评价,制造与再制造的互补性技术,先进制造与再制造的共性技术,融合先进制造理念的再制造生产与物流,先进制造与再制造的发展趋势等。在本书的写作和成稿过程中,装甲兵工程学院徐滨士院士高屋建瓴地提出了指导性意见;上海交通大学赵万生教授、装甲兵工程学院刘世参教授审阅了全书,并提出了宝贵的修改意见;装甲兵工程学院姚巨坤同志参与了部分章节的撰写,王健全博士对全书进行了校对。对此一并表示衷心的感谢。

本书既可以供再制造和机械制造专业的研究人员和工程技术人员参考,又可作为相关专业的研究生、本科生的选修或参考教材。

由于编者水平有限,同时这两个学科的前沿研究领域发展很快,书中不妥之处恳请读者和专家批评指正。

编 者
2010 年 6 月

目 录

第 1 章 再制造与先进制造的融合基础	1
1.1 先进制造与再制造概述	1
1.1.1 学科体系与研究内容	1
1.1.2 本质和内涵	6
1.1.3 特征和地位	10
1.1.4 再制造与相近学科的关系	12
1.2 再制造与先进制造的融合	15
1.2.1 再制造是绿色制造的组成部分	15
1.2.2 绿色再制造是再制造发展的必然	19
1.2.3 再制造与清洁生产的关系	22
1.2.4 再制造与先进制造的内在联系	24
1.2.5 再制造与先进制造的区别	27
1.3 再制造与先进制造关系的发展	32
1.3.1 制造与再制造的决策协调机制	32
1.3.2 再制造与先进制造关系的发展前景	35
第 2 章 基于资源与环境的制造/再制造的行为评价	37
2.1 制造/再制造对循环经济的影响	37
2.1.1 循环经济的基本概念	37
2.1.2 先进制造与循环经济	39
2.1.3 再制造对循环经济的贡献	40
2.2 再制造与制造过程对环境的影响及其资源消耗	42
2.2.1 再制造与制造过程对环境影响的比较	44
2.2.2 再制造与制造过程能源消耗的比较	46
2.2.3 案例:发动机再制造与制造过程的综合评价	50
2.3 基于环境的产品再制造性评价	53
2.3.1 再制造性评价参数	54
2.3.2 费用—环境—性能评价法	56

第3章 制造与再制造的互补性技术	63
3.1 再制造技术提升制造业水平	63
3.1.1 切削刀具的再制造技术	63
3.1.2 制造装备的再制造技术	71
3.2 先进制造技术应用于再制造	76
3.2.1 面向再制造的机械加工技术	76
3.2.2 面向再制造的特种加工技术	81
3.2.3 面向再制造的快速加工系统	88
3.3 面向再制造的质量控制	92
3.3.1 制造毛坯和产品的质量控制在方法	92
3.3.2 面向再制造的产品质量特性评价方法和评价体系	99
3.3.3 再制造毛坯的质量控制	102
3.3.4 再制造产品的质量控制在	106
3.3.5 先进制造与再制造产品质量控制的关系	109
第4章 先进制造与再制造的共性技术	112
4.1 快速成形制造与再制造	112
4.1.1 快速成形制造	112
4.1.2 快速成形再制造	114
4.1.3 快速成形制造与再制造的关系	117
4.2 柔性制造与再制造	118
4.2.1 柔性制造	119
4.2.2 柔性再制造	122
4.2.3 柔性制造与柔性再制造的共性问题	125
4.3 虚拟制造与再制造	129
4.3.1 虚拟制造	129
4.3.2 虚拟再制造	132
4.3.3 虚拟制造与虚拟再制造的共性问题	135
第5章 融合先进制造理念的再制造生产与物流	145
5.1 制造与再制造的生产模式	145
5.1.1 制造的生产模式	145
5.1.2 再制造的生产模式	148
5.1.3 制造生产与再制造生产的关系	152
5.2 成组技术的方法应用于再制造	153

5.2.1	成组技术概述	153
5.2.2	成组技术在再制造中的应用	158
5.3	精良生产的理念应用于再制造	160
5.3.1	精良生产概述	160
5.3.2	再制造的精良生产模式	162
5.4	制造资源计划(MRP-II)的思想应用于再制造	164
5.4.1	制造资源计划(MRP-II)概述	164
5.4.2	制造资源计划(MRP-II)在再制造生产中的应用	167
5.5	企业资源计划(ERP)的技术应用于再制造	172
5.5.1	企业资源计划(ERP)概述	172
5.5.2	发动机再制造的ERP解决方案	175
5.6	先进制造与再制造的物流	178
5.6.1	先进制造的物流	178
5.6.2	再制造的物流	181
5.6.3	先进制造物流与再制造物流的关系	185
第6章	先进制造与再制造的发展	187
6.1	生产者延伸责任制下的先进制造与再制造	187
6.1.1	生产者延伸责任制	187
6.1.2	生产者延伸责任制的实践	191
6.2	基于服务型的先进制造与再制造	195
6.2.1	服务型制造的发展特点	195
6.2.2	服务型制造发展的驱动力	198
6.2.3	服务型制造发展的核心	199
6.2.4	服务型制造的发展启示	201
6.2.5	服务型再制造的产品销售模式	202
6.3	再制造中的知识产权问题	204
6.3.1	产品再制造中的利益冲突	204
6.3.2	产品再制造中的利益衡量	206
6.3.3	专利产品再制造的法益分析	208
6.3.4	产品再制造中的商标法律问题	209
6.3.5	建议和对策	210
6.4	制约再制造产业发展的因素	212
参考文献		215

Contents

Chapter 1	Convergence base of remanufacturing & advanced manufacturing	1
1.1	Overview of advanced manufacturing and remanufacturing	1
1.1.1	Discipline system and research content	1
1.1.2	Nature and connotation	6
1.1.3	Characteristics and status	10
1.1.4	Relation among remanufacturing and close discipline	12
1.2	Convergence of remanufacturing with advanced manufacturing	15
1.2.1	Remanufacturing is part of the green manufacturing	15
1.2.2	Green remanufacturing is the inevitable development of remanufacturing	19
1.2.3	Relationship between remanufacturing and clean production	22
1.2.4	Inner link between remanufacturing and advanced manufacturing	24
1.2.5	Distinguish between remanufacturing and advanced manufacturing	27
1.3	Development between remanufacturing and advanced manufacturing relations	32
1.3.1	Decision-making coordination mechanism of remanufacturing with manufacturing	32
1.3.2	Development prospects of remanufacturing and advanced manufacturing relationship	35

Chapter 2	Manufacturing/remanufacturing behavior evaluation based on resources and environment	37
2.1	Relation between manufacturing/remanufacturing and circular economy	37
2.1.1	Basic principles of circular economy	37
2.1.2	Advanced manufacturing and circular economy	39
2.1.3	Remanufacturing contribution on circular economy	40
2.2	Environment effect and resources consumption of remanufacturing and manufacturing process	42
2.2.1	Contrast of environment effect between remanufacturing and manufacturing process	44
2.2.2	Contrast of energy consumption between remanufacturing and manufacturing process	46
2.2.3	Example;comprehensive evaluation between engine remanufacturing and manufacturing process	50
2.3	Product manufacturability evaluation methods based on environmental	53
2.3.1	Remanufacturability evaluation parameters	54
2.3.2	Cost-environment-performance evaluation method	56
Chapter 3	Complementarity technology between manufacturing and remanufacturing	63
3.1	Remanufacturing technology promoting manufacturing industry level	63
3.1.1	Remanufacturing technology of cutting tools	63
3.1.2	Remanufacturing technology of manufacturing equipments	71
3.2	manufacturing technology applied to manufacture	76
3.2.1	Machining technology facing remanufacturing	76
3.2.2	Special processing technology facing remanufacturing	81
3.2.3	Rapid processing system facing remanufacturing	88
3.3	Quality control for remanufacturing	92
3.3.1	Quality control methods of workpiece and product	

manufacturing	92
3.3.2 Product quality evaluation method and evaluation system for remanufacturing	99
3.3.3 Quality control of remanufacturing core	102
3.3.4 Quality control of remanufacturing product	106
3.3.5 Product quality control relation between advanced manufacturing and remanufacturing	109
Chapter 4 Generic technology of the advanced manufacturing and remanufacturing	112
4.1 Rapid prototyping manufacturing and remanufacturing	112
4.1.1 Rapid prototyping manufacturing	112
4.1.2 Rapid remanufacturing forming	114
4.1.3 Rapid prototyping manufacturing and remanufacturing relationship	117
4.2 Flexible manufacturing and remanufacturing	118
4.2.1 Flexible manufacturing	119
4.2.2 Flexible remanufacturing	122
4.2.3 Common problems in flexible manufacturing and remanufacturing	125
4.3 Virtual manufacturing and remanufacturing	129
4.3.1 Virtual manufacturing	129
4.3.2 Virtual remanufacturing	132
4.3.3 Common problems in virtual manufacturing and remanufacturing	135
Chapter 5 Remanufacturing production and logistics of syncretizing advanced manufacturing philosophy	145
5.1 Production mode of manufacturing and remanufacturing	145
5.1.1 Manufacturing production mode	145
5.1.2 Remanufacturing production mode	148
5.1.3 Relations between manufacturing and manufacturing	

production	152
5.2 Method of group technology applied to remanufacture	153
5.2.1 Introduction of group technology	153
5.2.2 Application of group technology in remanufacturing production	158
5.3 Philosophy of lean production applied to manufacture ...	160
5.3.1 Introduction of lean production	160
5.3.2 Remanufacturing lean production mode	162
5.4 Thought of manufacturing resources plan (MRP-II) applied to remanufacturing	164
5.4.1 Introduction of manufacturing resource plan (MRP-II) ...	164
5.4.2 Manufacturing resource plan (MRP-II) application in remanufacturing application	167
5.5 Enterprise resource planning (ERP) technology applied to remanufacturing	172
5.5.1 Introduction of enterprise resource planning (ERP)	172
5.5.2 ERP solutions of engine remanufacturing	175
5.6 Logistics of advanced manufacturing and remanufacturing	178
5.6.1 Logistics of advanced manufacturing	178
5.6.2 Logistics of remanufacturing	181
5.6.3 Relationship between advanced manufacturing logistics and remanufacturing logistics	185
Chapter 6 Development of advanced manufacturing and remanufacturing	187
6.1 Advanced manufacturing and remanufacturing under extended producer responsibility	187
6.1.1 Introduction of extended producer responsibility	187
6.1.2 Practice of extended producer responsibility	191
6.2 Advanced manufacturing and manufacturing based on services	195

6. 2. 1	Development characteristics of services manufacturing	195
6. 2. 2	Driving force of services manufacturing development	198
6. 2. 3	Core of services manufacturing development	199
6. 2. 4	Inspiration of services manufacturing development	201
6. 2. 5	Product sales mode of services remanufacturing	202
6. 3	Problem of intellectual property rights in remanufacturing	204
6. 3. 1	Conflicts of interest during product remanufacturing	204
6. 3. 2	Balance of interest during product remanufacturing	206
6. 3. 3	Legal interest analysis of patented product remanufacturing	208
6. 3. 4	Trademark legal problems during products remanufacturing	209
6. 3. 5	Suggestions and countermeasures	210
6. 4	Restricted factors of remanufacturing industry development	212
References		215