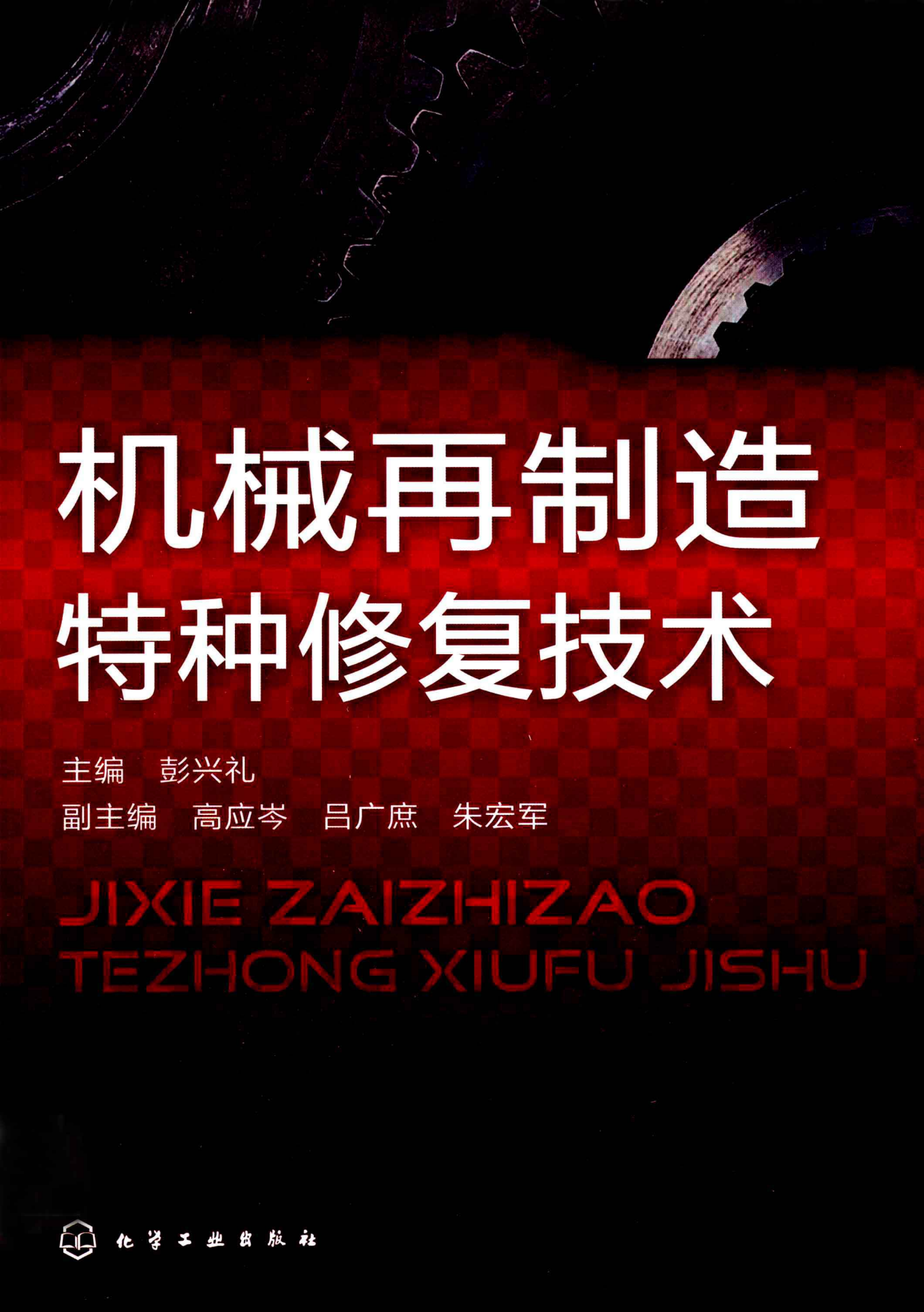




机械再制造 特种修复技术

主编 彭兴礼

副主编 高应岑 吕广庶 朱宏军

JIXIE ZAIZHIZAO
TEZHONG XIUFU JISHU



化学工业出版社

机械再制造 特种修复技术

主编 彭兴礼

副主编 高应岑 吕广庶 朱宏军



化学工业出版社

· 北 京 ·

机械再制造工程是针对损坏或报废的机械零部件进行再制造工程设计,并采用一系列先进的修复技术对这些零部件进行处理,使其质量和性能达到或超过新品。本书在介绍机械再制造工程特种修复技术的基础上,全面讲述了电刷镀修复技术、微脉冲电阻熔焊修复技术、胶粘修复技术、热喷涂修复技术以及激光修复技术,最后还给出了一些机械再制造特种修复技术应用案例。

本书技术内容先进,实用性强,可供机械制造、机械修理相关专业科研人员、工程人员参考,也可作为相关企业工程技术人员和技术工人的培训教材,还可供高等学校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械再制造特种修复技术/彭兴礼主编. —北京:化学工业出版社, 2011.7

ISBN 978-7-122-11565-2

I. 机… II. 彭… III. 机械制造-修复 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 117860 号

责任编辑:刘兴春
责任校对:周梦华

文字编辑:汲永臻
装帧设计:关飞



出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张19 字数461千字 2011年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

序 言

环境、资源、人口是当代人类社会面临的三大主要问题。从 20 世纪到现在，全球经济得到高度发展，但同时自然资源的任意开发和对环境的无偿利用却造成全球的生态破坏、资源浪费及环境污染等重大问题。其中机电产品制造业是最大的资源使用者，也是最大的环境污染源之一。据统计，造成全球环境污染 70% 以上的排放物来自制造业。因此，有效地利用资源和最低限度地产生废弃物是解决环境污染问题的治本之道，其中近十几年迅速发展起来的再制造（或称绿色再制造），就是降低机电产品制造业中资源浪费、减少废弃物污染、保护环境的有效途径。

所谓机械再制造，是指将废旧机电产品运用高科技进行专业化修复或升级改造，使其恢复到像新品一样或优于新品的批量化制造过程。其重要特征是再制造产品的质量和性能不低于新品，而与新品相比，再制造的产品可节约成本 50%，节能 60%，节材 70%，对环境的不良影响与制造新品相比显著降低。

由于再制造不仅可以更有效地利用资源，减少浪费及保护环境，而且再制造可以提供更多就业岗位，因此得到了国家和政府的关注和大力支持。早在 2005 年，国务院有关文件就明确指出国家支持废旧机电产品再制造，并组织相关再制造技术及其创新能力的研发。同年 11 月，国家发展改革委员会等 6 部委联合印发了“关于组织开展循环经济试点（第一批）工作的通知”，其中再制造被列为四个重点领域之一。2008 年 3 月，国家发展改革委员会又批准全国 14 家企业作为首批汽车零部件再制造产业试点企业。2009 年 1 月，《循环经济促进法》颁布，为推进再制造产业发展提供了法律依据。在 2011 年 3 月十一届全国人大四次会议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》中，更是把大力发展循环经济提到新的战略高度，强调要“按照减量化、再利用、资源化的原则，减量化优先，以提高资源产出效率为目标，推进生产、流通、消费各环节循环经济发展”。并明确提出了“推进再生资源规模化利用，加快完善再制造旧件回收体系，推进再制造产业发展”，这都为我国再制造的快速发展拓展了更广阔的空间。

机械再制造发展的关键是要有一系列能使废旧机电产品修复如新的特种修复技术。近十几年来，全军装备维修表面工程研究中心等相关科研单位、大专院校及企业，对再制造中的特种修复技术进行了系统的研究开发和实践应用。这些特种修复技术主要是基于复合表面工程技术、纳米表面工程技术和自动化表面工程技术，其中很多技术是我国独立自主的创新技术。

由北京奥宇可鑫表面工程集团公司、装甲兵工程学院、北京理工大学、北方工业大学、浙江大学等有关专家教授编写的这本《机械再制造特种修复技术》，从实际应用的角度，较系统地对我国再制造中常用的特种修复技术进行了归纳总结。书中介绍的每项技术，都

在阐述其基本原理的基础上，较详细地描述了工艺过程和具体的操作方法，同时对影响修复质量的因素及解决措施进行了论述。另外，本书还用一章的篇幅列举了各项技术的几十个应用案例。综上所述，我认为这是一本具有较强应用性和可操作性的科技著作，值得从事机械再制造及机械修理行业的工程技术人员一读。我也希望，通过此书的出版，会有更多的人关注机械再制造，研究机械再制造，使我国再制造产业及其相关技术得到更快的发展。

中国工程院院士 徐滨士

2011年6月

前言

再制造工程 (remanufacturing engineering) 是 20 世纪 80 年代美国等发达国家开始兴起的新产业。1999 年, 中国工程院院士徐滨士教授在国内首次提出“再制造工程”的概念: “再制造工程”是以产品全寿命周期设计和管理为指导, 以优质、高效、节能、节材、环保为目标, 以先进技术和产业化生产为手段, 来修复或改造废旧产品的一系列技术措施或工程活动的总称。

机械再制造是再制造工程的一个分支, 就是针对损坏或报废的机械零部件, 在失效分析、寿命评估等全寿命分析的基础上, 进行再制造工程设计, 并采用一系列先进的修复技术对这些零部件进行处理, 使其质量和性能达到或超过新品。通俗地说就是将机械设备损坏乃至失效报废的零部件采用特种修复技术处理后, 还可以当新品一样使用, 而不需更换零部件。

机械再制造的社会效益和经济效益表现在多个方面。主要方面有二: 一是废旧机械产品零部件的利用, 节约了企业原材料的投入, 同时还避免了因处理机械废弃物所耗费的巨额开支, 是解决资源浪费、环境污染的最佳方法和有效途径之一; 二是再制造本身属于劳动密集型产业, 能够创造大量的就业机会。目前全球机械再制造产业产值已超过数千亿美元, 欧洲仅打印设备再制造的产值就超过 10 亿欧元。

目前, 我国装备资产已达数十万亿元, 许多大型成套装备, 尤其是 20 世纪 90 年代引进的重大装备, 已陆续开始报废, 在今后几年将达到最高峰。这些装备和产品的再制造无疑将形成一个潜在的、巨大的市场。

机械再制造的核心是特种修复技术。对机械设备运行产生磨损、划伤、腐蚀、断裂而失效的机械零部件, 传统的修复技术主要是用电焊或气焊。但由于电、气焊工艺发热量较大, 在实施修复中往往会使金属零部件产生不同程度热变形, 还可能使这些金属零部件的金相组织发生变化, 这都将直接影响零件修复后的使用寿命, 修复后的零部件质量和性能也很难达到新品的标准。另外, 由于采用电、气焊修复工艺只能对某些金属零件进行修补, 而对于现代很多机械设备零部件所用的新材料 (如塑料、陶瓷、橡胶及一些特殊的合金材料等) 无法用传统的电、气焊工艺进行修复而废弃, 损坏的零部件只能用新的零部件更换。还有, 不少零部件在修复过程中, 为了便于修复操作, 往往要对设备的零部件进行解体或拆卸, 从而降低了修复效率。有时一台设备往往只有一个零件产生了磨损、划伤、断裂等缺陷, 就会使整个生产线停止运行, 因而给企业带来了巨大的经济损失。

在机械再制造中, 为解决上述技术难题, 必须要用一系列特种修复技术代替传统的电、气焊技术, 以满足再制造的需要。本书旨在将目前国内外机械再制造工程中常用的一些特种修复技术进行了归纳总结, 并对这些技术的工艺原理、操作过程, 操作过程中应注意的事项

及修复产品的质量控制和检测进行了介绍，同时还专用一章的篇幅列举了这些特种修复技术实际应用的具体案例。因为本书编写还拟作为相关企业工程技术人员和技术工人的培训教材，因此在第二章用一定的篇幅介绍了与机械再制造特种修复技术有关的基础知识。

本书由北京奥宇可鑫集团公司董事长、总经理、装备再制造技术研究院院长彭兴礼教授统筹主编，主要编写人员有装甲兵工程学院高应岑教授，北京理工大学吕广庶教授，北方工业大学朱宏军教授。参加本书编写工作的还有浙江工业大学姚建华教授，北京工业大学吴玉锋教授，河北农业大学马跃进教授，上海大豪纳米材料喷涂有限公司总工程师陈惠国，北京工业大学硕士研究生韦子超，奥宇可鑫集团公司副总经理彭兴玖、连锁总部经理阮霞、修理中心主任王素玲、培训中心主任林士民、工程中心主任李燕燕、实验室主任李江英及中国人民解放军宣化炮兵指挥学院工程师李天宇等。

全书由朱宏军教授负责统稿，特种修复技术的应用案例主要由奥宇可鑫集团公司总部及其下属分公司提供。

机械再制造特种修复技术是不断创新、不断发展的技术，本书介绍的特种修复技术仅仅是我国机械再制造中目前常用的几种，由于时间仓促和编者水平的限制，疏漏、欠妥之处在所难免，诚望同行专家不吝赐教。

编者

2011年6月

目 录

第一章 概论

1

- 第一节 发展机械再制造的重要意义 1
- 第二节 国外机械再制造发展概况 2
- 第三节 我国机械再制造发展概况 3
- 第四节 机械再制造特种修复技术的选择 3

第二章 机械制造基础

5

- 第一节 工程材料概述 5
 - 一、钢铁材料分类 6
 - 二、钢的编号表示法 7
 - 三、钢材的成分、性能和用途 8
 - 四、铸铁及其用途 11
 - 五、有色合金 15
 - 六、陶瓷材料 16
 - 七、高分子材料 16
 - 八、复合材料 17
- 第二节 工程材料的性能 18
 - 一、工程材料的力学性能 18
 - 二、材料物理性能 27
 - 三、材料化学性能 28
 - 四、材料工艺性能 28
- 第三节 钢铁材料微观组织与性能 28
 - 一、金属的晶体结构 28
 - 二、金属结晶 30
 - 三、合金的结构 31
 - 四、Fe-Fe₃C 相图 32
 - 五、碳含量对铁碳合金组织及性能的影响 36
 - 六、钢中杂质 37
 - 七、合金元素在钢中的作用 38
- 第四节 金属材料强化与改性 38

	一、钢的加热	39
	二、奥氏体在冷却时的转变	41
	三、常规热处理工艺	42
	四、钢的表面淬火	47
	五、化学热处理	48
	六、表面处理	50
第五节	金属材料成形	53
	一、铸造	53
	二、锻压	56
	三、焊接	59
	四、粘接成形工艺	64
	五、切削成形	64
第六节	材料质量检验与零件失效分析	69
	一、材质检验在机械制造中的作用	69
	二、材料及工艺质量标准体系	71
	三、材料质量检验规程	72
	四、材质检验技术	74
	五、零件失效分析	76
	附：新旧标准金属材料强度、塑性指标有关名词及符号对照表	79
第三章	电刷镀修复技术	80
第一节	电刷镀修复技术的基本原理、特点及电源设备	80
	一、电刷镀修复技术的基本原理	80
	二、电刷镀修复技术的特点	81
	三、电刷镀修复技术的电源设备	82
	四、电刷镀镀笔	83
第二节	电刷镀镀液	85
	一、电刷镀镀液的分类及特点	85
	二、表面准备溶液	85
	三、刷镀溶液	87
第三节	电刷镀修复技术的操作工艺	97
	一、电刷镀工艺中的一般问题	97
	二、电刷镀镀层的结构及结构设计	100
第四节	常用金属材料的电刷镀工艺	102
	一、低碳钢类材料电刷镀工艺	102
	二、中、高碳钢类材料的电刷镀工艺	103
	三、铸铁和铸钢类材料的电刷镀工艺	103
	四、镍、镍不锈钢、热强钢类材料的电刷镀工艺	104
	五、铬、铬不锈钢类材料的电刷镀工艺	104
	六、铜及铜合金电刷镀工艺	105

	七、锌、锡、铅、镉、钴等金属材料电刷镀工艺	105
	八、铝及铝合金材料的电刷镀工艺	105
	九、铁-铜复合表面的电刷镀工艺	106
第五节	电刷镀质量控制与质量检测	107
	一、电刷镀的质量问题及其解决对策	107
	二、电刷镀镀层质量检验	108

第四章 微脉冲电阻熔焊及高频熔焊修复技术 112

第一节	微脉冲电阻熔焊修复技术	112
	一、微脉冲电阻熔焊的工作原理	112
	二、微脉冲电阻熔焊修复工艺及其冷焊特征	113
	三、熔焊微区的性状及金相组织	114
	四、微脉冲电阻熔焊修补机的应用及操作工艺	115
	五、微脉冲电阻熔焊的修补材料	118
	六、待修零部件微脉冲电阻熔焊修复前的处理	118
	七、不同金属材料电阻熔焊修复工艺方法的选择	118
第二节	高频熔焊多金属材料缺陷修复技术	120
	一、高频熔焊多金属缺陷修复技术的工作原理	120
	二、高频熔焊多金属缺陷修复技术的特点	120
	三、高频熔焊多金属修补机的应用范围	121
	四、高频熔焊多金属材料缺陷修补机对铝合金零部件修复的应用	121
	附：高频熔焊多金属缺陷修补机及其焊枪使用操作说明	122

第五章 胶粘修复技术 125

第一节	胶粘技术的基本原理	125
	一、被粘物表面的特征	125
	二、胶粘作用的形成	125
	三、几种胶粘理论简介	127
第二节	胶粘修复技术的特点、发展与应用	128
	一、胶粘技术的特点与发展	128
	二、胶粘技术在机械制造及再制造中的应用	130
第三节	胶黏剂的组成、种类与性能	131
	一、胶黏剂的组成	131
	二、胶黏剂的种类和性能	137
第四节	胶粘技术中被粘材料表面的处理	144
	一、金属材料的胶粘及其表面的处理	144
	二、塑料胶粘及其表面的处理	150
	三、橡胶胶粘及其表面的处理	158
	四、其它材料粘接及其表面处理	164
第五节	胶粘接头的设计与胶粘结构的强化	166

一、胶接头及其受力状况	166
二、胶接头形式的选择原则	167
三、胶接头的类型	168
四、常用胶接头的分析与评价	170
五、胶粘结构与强化	170
第六节 胶粘技术的工艺方法	173
一、确定部位	174
二、表面处理	174
三、配胶	185
四、涂胶	186
五、晾置	187
六、胶合	188
七、清理与防粘连	188
八、固化	189
九、检验	192
十、整修	193
第七节 胶粘质量的控制	193
一、影响胶粘质量的因素	193
二、胶粘的质量缺陷及处理	198
三、确保胶粘质量的措施	199
四、常用胶黏剂使用应注意的事项	200
第八节 胶粘强度及影响胶粘强度的因素	202
一、胶粘强度的基本概念	203
二、胶粘的破坏类型	207
三、胶粘强度的影响因素	208
第九节 胶粘强度的测试方法	211
一、剪切强度的测定方法	211
二、拉伸强度的测定方法	213
三、不均匀扯离强度的测定方法	214
四、剥离强度的测定方法	215
五、冲击强度的测定方法	219
六、胶粘强度的无损检验	220
第十节 胶黏剂选用的基本原则	220
一、考虑被粘物的种类和性质	220
二、考虑胶黏剂的性能	221
三、考虑胶粘的目的和用途	221
四、考虑胶粘件的受力情况	221
五、考虑胶粘件的使用环境	221
六、考虑工艺上的可行性	222

第六章 热喷涂修复技术

第一节	热喷涂修复技术的基本概念	223
第二节	热喷涂工艺技术分类	224
	一、熔体喷涂	224
	二、普通热喷涂	225
	三、粉末火焰喷涂	226
	四、超音速火焰喷涂	226
	五、爆炸喷涂	227
	六、电弧喷涂	227
	七、等离子喷涂	228
	八、激光喷涂	231
第三节	热喷涂涂层形成过程和结合机理	231
	一、热喷涂涂层形成过程	231
	二、涂层结构及结合机理	231
第四节	不同热喷涂工艺技术与工艺参数的关系	232
	一、不同热喷涂工艺技术热源温度与喷涂粒子速度的关系	232
	二、热喷涂工艺技术与温度的关系	233
	三、热喷涂工艺技术与粒子速度关系	233
	四、热喷涂工艺技术与喷涂材料关系	233
	五、热喷涂工艺技术与涂层性能的关系	233
	六、不同喷涂方法有关技术经济参数的比较	235
第五节	热喷涂修复技术的操作程序及注意事项	235
	一、零部件检查	236
	二、零部件修复表面预加工	236
	三、待修复表面毛化处理	236
	四、对零部件进行保护与预热	236
	五、选择喷涂工艺和喷涂材料	236
	六、涂层结构设计	238
	七、喷涂自粘接底涂层	239
	八、喷涂工作涂层	239
	九、涂层的封孔处理	239
	十、保温	241
	十一、涂层机加工	241
	十二、清理与修整	241

第七章 激光修复技术

第一节	激光修复技术工作原理及特性	242
	一、激光修复技术工作原理	242
	二、激光修复技术的特性	243

第二节	激光修复技术的成套设备	243
第三节	激光修复工艺技术	244
	一、激光修复工艺	244
	二、激光修复工艺参数对修复层形状、稀释率的影响	246
	三、激光修复的专用材料	249
第四节	激光修复层裂纹、气孔的产生与控制	250
	一、激光修复层应力状态	250
	二、激光修复层裂纹的产生与控制	253
	三、激光修复层气孔的产生与控制	256

第八章 机械再制造特种修复技术应用案例 258

第一节	设备铸造件缺陷的修复与再制造	258
	一、航天设备大型不锈钢铸件缺陷的修复	258
	二、汽车大型铸钢（铸铁）覆盖件模具损伤的修复	259
	三、不锈钢齿轮铸件砂眼缺陷的修复及再制造	260
	四、PET 瓶制造模具裂纹的修复	260
第二节	机械零部件断裂的修复及再制造	261
	一、汽车凸轮轴支座断裂的修复	261
	二、汽车发动机缸体裂纹及缸套之间断裂的修复	262
	三、联合收割机铝合金变速箱断裂及裂纹的修复	262
	四、铝型材轧机主动辊断裂的修复	262
	五、航空材料研究院特种压力机主轴及凸轮键槽部位断裂的修复	263
	六、汽车后桥半轴法兰断裂的修复	263
	七、空压机机体裂缝的修复	264
	八、平板印刷机压印滚筒轴断裂的修复	265
第三节	机械零部件表面磨损、划伤、剥落及腐蚀的修复与再制造	266
	一、地铁工程盾构掘进机驱动外壳密封位严重磨损的修复与再制造	266
	二、万吨水压机进口充液阀提升柱塞的再制造	267
	三、数控凸轮磨床静压导轨磨损的修复和再制造	269
	四、船载打桩机变幅油缸及活塞损伤的修复	270
	五、百万吨远洋货轮主发动机机体及曲轴严重磨损的现场不解体修复	274
	六、宽幅压缩板成型机组热压辊筒磨损及腐蚀的不解体修复	274
	七、2500 吨压床大型齿轮磨损的修复	275
	八、设备机体、箱体轴承孔磨损的修复	275
	九、设备液压油缸磨损与划伤的修复	276
	十、车床尾座滑板磨损的修复	277
第四节	压力容器泄漏的修复及再制造	277
	一、“十五”重点工程“飞机模拟实验台的大型风洞”冷却塔渗漏修复	277
	二、锅炉贮水箱泄漏的修复	278
	三、大型煤气贮气罐及贮油罐泄漏的修复	278

第五节 激光修复技术在重要机械零部件表面损伤的修复和再制造中的应用 278

一、激光修复技术在航空发动机叶片损伤修复及再制造中的应用 278

二、激光修复技术在汽轮机叶片损伤修复及再制造中的应用 279

三、激光修复技术在注塑（橡）机螺杆损伤及表面强化中的应用 281

四、激光修复技术在石化系统的碱过滤器中的应用 285

第一章

概 论

第一节 ● 发展机械再制造的重要意义

为了保持我国经济的可持续发展、降低资源消耗，保护环境，进入新世纪之后我国已开始构建循环经济、建设节约型社会。这是我们国家实现可持续发展的重大战略决策，是新世纪高技术发展的必然选择，是增强国民经济发展，实现人类与自然和谐发展、建设小康社会的根本要求，也是人类文明进步的集中与具体的表现。

早在 2004 年 12 月，胡锦涛总书记在中央经济工作会议上就强调指出：“在当前和今后相当长的时期里，全国经济建设必须坚决扭转高消耗、高污染、低产出的状况，全面转变经济增长方式。要坚持开发与节约并举，把节约放在首位，大力发展循环经济，逐步构建节约型的产业结构和消费结构，走出一条具有中国特色性的节约型发展道路。”

所谓机械再制造，就是以优质、高效、节能、节材、环保为目标，针对损坏或报废的零

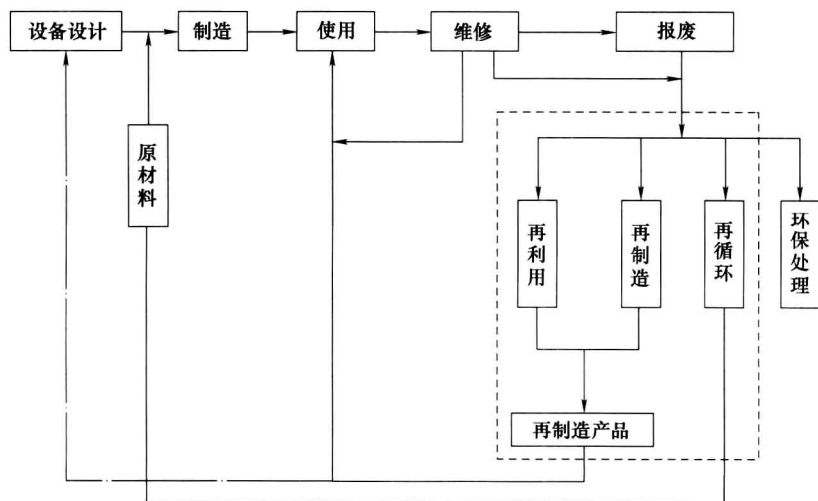


图 1-1 再制造工程闭环系统

部件,在失效分析、寿命评估等全寿命分析的基础上,进行再制造工程设计,并采用一系列先进的特种修复技术对这些零部件进行处理,使其质量和性能达到或超过新品。

传统的设备其全寿命周期是“科研—使用—报废”,它是一个开环系统。而再制造后的设备全寿命周期是“科研—使用—报废、损伤—再生”,这是一个闭环系统。将废旧产品及损伤失效的零部件、装置进行循环再生,是对全寿命周期的深化和发展。它可以形象概括地用这样一个过程表露出来(图 1-1)。

机械再制造的产品其成本只是新品的 10%~50%,节能 60%,节材 70%以上,对环境不良影响显著减低。再制造是先进的制造与绿色制造的组成部分。世界贸易组织(WTO)成员国已初步达成了共识,今后将再制造产品视如新品。国内外众多专家高度评价再制造,认为“再制造属于综合考虑环境影响和资源效率的现代制造模式。”

因此可以说,机械再制造是以节约资源能源、保护环境为特色,以综合利用高技术为核心,高度切合了构建循环经济和建设创新型国家的战略需求。

第二节 国外机械再制造发展概况

在工业发达国家,例如美国、欧洲、日本,很早就已提出具有循环经济特点的机械再制造。在 20 世纪 90 年代,美国就从工业的发展角度建立了 3R 体系(reuse 再利用, recycle 再循环, remanufacture 再制造);日本从环境保护的角度也建立了 3R 体系(reduce 减量化, reuse 再利用, recycle 再循环)。

1996 年,美国就发布了再制造业的调整报告《再制造业:潜在的巨人》。当时美国的专业化再制造公司就达到 73000 个,年创 530 亿美元的价值。直接员工达 48 万人。到 2005 年员工达 100 万,年创 1000 亿美元的价值。再制造公司数量已超过 10 万,75%的再制造产品的性能已通过 ISO 质量认证,到 2010 年,将保证 100%的再制造产品的性能达到或超过原产品的质量与性能。再制造业的发展,它不仅能够创造巨大的财富,而且还能够显著的解决社会就业的问题。

美军军费支出为世界第一(2003 年度 3554 亿美元),但美军仍然认为再制造具有巨大的作用。美国参众两院通过了一项共同决议案,授权美国国防部将更多的重点放在对军用装备上的再制造。

美军的机械再制造对 B-52 轰炸机,于 1961 年定型,1980 年第一次再制造,1996 年进行第二次再制造,其服役期延长至 2030 年。

美军的 M1A2 坦克,1985 年再制造 368 辆,1996~2000 年再制造 580 辆。

美军的 AH64-A 直升机 2000~2005 年再制造 269 架,今后 10 年要再制造 750 架。

美国的卡特彼勒公司(CAT)再制造公司,已在美国、英国、中国等 7 个国家建立了 14 个再制造厂。2005 年该公司的再制造产值超过 15 亿美元。

英国的李斯特-派特(Lister-Petter)公司是英国最大的专业化发动机再制造企业。该公司在英国、美国、中国等地也建立了再制造公司,与中国重汽集团合作建立了发动机再制造企业——“济南复强动力有限公司。”

德国大众公司于 1947 年就开始实施机械再制造,迄今已再制造发动机 748 万台,变速器 240 万台。近年来,由于高技术、特种修复技术在机械再制造中的应用,公司销售的再制造发动机及其配件和新机的比例已达到 9:1。

第三节 ● 我国机械再制造发展概况

1999年,我国著名维修工程及表面工程专家,中国工程院院士徐滨士教授首先提出了“再制造”的概念,并建立了我国第一个机械再制造实验室。在徐滨士院士等一些专家学者和相关企业工程技术人员努力下,具有中国特色的机械再制造在维修工程及表面工程的基础上得到了快速的发展。尤其是进入21世纪后,由于建设循环经济和创新型国家国策的需要,机械再制造得到了政府进一步肯定、重视和支持。

国务院颁发的文件《国务院关于做好建设节约型社会近期重点工作的通知》、《国务院关于加快发展循环经济若干意见》中指出,国家将大力“支持废旧机电产品再制造”,并把“绿色再制造技术”列为国务院有关部分和地方各级人民政府要加大经济支持力度的关键、共性项目之一。

国家发改委也下达了“开展发动机再制造示范试点研究”和“废旧计算机产品资源再利用可行性研究”。六部委联合颁布的七个重点行业,四个重点领域,其中再制造被列为四个重点领域之一,我国发动机再制造企业——济南复强动力有限公司被列为再制造重点领域中的试点单位。

2004年国家科技部组织的《国家中长期科学和技术发展规划战略研究报告》正式公布,报告中第三专题《制造业发展科技问题研究》共五处提到再制造,其中“共性关键制造技术与再制造技术”被列为制造业未来20年优先支持三大重点领域中的重点发展主题之一。科技部发布评审的“十一五”国家科技支撑计划中,“汽车零部件再制造关键技术与应用”被列为绿色制造重点课题中的子课题。

中国工程院咨询项目“绿色机械再制造在我国应用前景”引起了国务院领导高度重视,并被批转到国家各部委领导机关参阅。中国工程院开展了“建设节约型社会战略研究”重大项目的研究工作,包括机械再制造在内的“4R工程”研究被列为6个子课题之一。

国家自然科学基金委“再制造基础理论与关键技术”被批准为国家自然科学基金重点研究项目。优先资助领域研讨会“资源循环制造与再制造”专题得到了基金委和专家的肯定。

2011年3月十一届全国人大四次会议通过的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》中,再次强调“绿色发展,建设资源节约型、环境友好型社会”和“大力发展循环经济”,并特别提出要“推进再生资源规模化利用,加快完善再制造旧件回收体系,推进再制造产业发展”。

我国政府对机械再制造进一步肯定、重视和支持,使机械再制造的发展速度明显加快,其主要标志之一是机械再制造所必需的特种修复技术不断涌现。

第四节 ● 机械再制造特种修复技术的选择

我国机械再制造经过了相当长时间的应用和实践,从20世纪50年代开始,针对各种设备及军用装备的结构、使用性能、零件不同的材料进行了多种机械再制造的修复实践,各企业、科研单位、各工业高校都在随着科学技术的发展,不断探索研发新的高科技机械再制造