

ZAIYUN GONGJU YUNYONG GONGCHENG
RUOGAN YANJIU DE XINJINZHAN

载运工具运用工程

若干研究的新进展

● 严新平 主 编
● 孙俊才 副主编

人民交通出版社

THESE THÈSES SONT DÉPOSÉES EN VERTU DE LA LOI
DU 19 JUIN 1978 (ART. 17) ET DE LA LOI
DU 12 MARS 1982 (ART. 1)

THÈSE DE DOCTORAT

DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

DE LA UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
MATHÉMATIQUES

THÈSE DE DOCTORAT

1764454

载运工具运用工程

若干研究的新进展

- 严新平 主 编
- 孙俊才 副主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书共收入了载运工具运用工程学科博士学位论文 12 篇,其中大连海事大学 7 篇、武汉理工大学 5 篇;硕士学位论文 15 篇,其中大连海事大学 5 篇、武汉理工大学 10 篇。根据论文的内容,分为摩擦学及表面工程(博士论文 7 篇、硕士论文 7 篇);状态监测与故障诊断(博士论文 2 篇、硕士论文 2 篇);可靠性、维修工程与计算机辅助工程(博士论文 1 篇、硕士论文 4 篇);安全工程、智能运输系统及作业优化(博士论文 2 篇、硕士论文 2 篇)等 4 个专篇。本书的出版,不仅促进了两校在该学科的交流,而且从一个侧面促进了我国该学科建设的发展。

本书是继 1993 年杨烈宇先生主编的《大连海运学院和武汉水运工程学院船机修造工程专业博士硕士学位论文选集》之后,在新世纪出版的一本文集,它既是 10 年来两校在该学科的博士和硕士研究生及其导师的研究成果的检阅;也是两校在该学科开展合作与交流的结果;同时又是两校在该学科领域的师生们对杨烈宇先生的深切怀念的体现。

图书在版编目(CIP)数据

载运工具运用工程若干研究的新发展/严新平主编.
北京:人民交通出版社,2003.10
ISBN 7-114-04834-3

I.载... II.严... III.交通运输工具—文集
IV.U-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 088854 号

载运工具运用工程若干研究的新进展

严新平 主 编

孙俊才 副主编

正文设计:孙立宁 责任校对:尹 静 责任印制:张 恺

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本:880×1230 1/16 印张:40.75 字数:1200 千

2003 年 10 月 第 1 版

2003 年 10 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—1100 册 定价:160.00 元

ISBN 7-114-04834-3

《载运工具运用工程若干研究的新进展》

编委会委员、主编及编辑名单

主任委员： 严 立
副主任委员： 严新平 孙俊才
委 员： (按姓氏笔画为序)
丁彰雄 于志伟 马永庆 刘世永 刘正林 朱国宝
孙俊才 严 立 严新平 余 廉 范世东 张占平
张会臣 钟骏杰 徐久军 海鹏洲 萧汉梁 黑祖昆

主 编： 严新平
副 主 编： 孙俊才
编 辑： 萧汉梁 严 立 牛求煌 黑祖昆 杨和庭

序 一

欣闻《载运工具运用工程若干研究的新进展》出版,这是大连海事大学和武汉理工大学在该学科上携手合作的集体成果,谨表祝贺。

该书的出版,不仅展示了两校在载运工具运用工程学科上的最新研究成果,而且推动了两校在此学科上的学术合作与交流,对于两校高层次人才的培养将起到积极的促进作用,意义重大。

党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标,小康社会需要高效、舒适、安全的交通体系,交通发展可以促进经济的繁荣与提高人们的生活质量,推动社会的发展。因此,发展交通是全面建设小康社会的重要组成部分。载运工具运用工程学科是研究各类交通工具及其设施安全、可靠、低耗、环境友好地运用的理论、方法与技术的一门学科。无疑,该学科的发展对于推动交通事业的科技进步具有积极的作用。

大连海事大学和武汉理工大学的载运工具运用工程学科在长期的建设与发展中,为我国的交通行业输送了一大批德才兼备的建设者与管理者。处于 21 世纪的今天,经济全球化、社会信息化、科技综合化的趋势日益明显,在我国全面建设小康社会的宏伟目标的进程中,交通行业也面临着许多新的挑战和技术方面的新课题,两校载运工具运用工程学科的专家们负有历史的重任,衷心希望两校专家、学者继续携手合作,加强交流,为推动我国交通事业的发展贡献聪明与才智。

感谢大连海事大学和武汉理工大学组织编辑出版《载运工具运用工程若干研究的新进展》及参与此项工作的教师和研究生们为我国交通事业的建设、发展所作出的贡献。

中国交通运输协会会长
2003 年 10 月 20 日

钱永昌

序二

本论文集收录了我校能源与动力工程学院的载运工具运用工程学科自1993年至2003年期间的5篇博士学位论文和10篇硕士学位论文,展示了我校这一学科的最新研究成果与进展。我校与大连海事大学合作,共同选编《载运工具运用工程若干研究的新进展》,是一件值得庆贺的事情,也是加强校际合作,探索创新人才培养的崭新途径。

武汉理工大学是进入“211”工程建设的教育部直属重点大学。学校自2000年5月27日成立之日起,始终坚持以学科建设为龙头,以创新的理念与不懈努力的精神,全面开展学科建设,取得了不少学科建设的新进展。学校的载运工具运用工程学科是湖北省重点学科之一,近几年,在科学研究、人才培养以及研究生教育等方面取得了许多喜人的成果,初步形成了自身的特色和发展优势。目前,学校载运工具运用工程学科具有以下稳定的研究方向:运输机械监测、诊断与控制;自动公路系统的关键技术;运输系统的安全工程;摩擦学系统及表面工程;轴系工程优化与仿真;运输机械可靠性、维修性与维修决策等。在长期的建设和发展中,有一支年龄、学历、职称结构优化的学术梯队,包括第五届国务院学位委员会学科评议组成员1人和一批博士生导师与教授。该学科自1952年设立以来,经历了本科专业,硕士学位授权点(首批,1981年),博士学位授权点(第七批,1996年)到一级学科授权点(2003年)的发展历程,已培养博士9名,硕士114名(其中留学生1名),该学科为我国的航运事业的发展和港航机械的安全、可靠、高效、低耗的营运,培养了一大批优秀的高级专业人才。

加强跨学科、跨学校、跨行业、跨区域乃至跨国界的学术合作与交流,无疑有利于提高学术水平和产生新的学科增长点。大连海事大学与我校共同编辑的《载运工具运用工程若干研究的新进展》一书,是两校开展学术合作与交流的典范之作。

值此作序之际,我真诚地感谢原交通部部长、中国交通协会钱永昌会长对我校的关心与支持;感谢大连海事大学和我校的同行对载运工具运用工程学科的贡献;感谢参与此书编辑、选题和制作的研究生和教师们。

10年前,在杨烈宇先生的组织下,编辑了《大连海运学院和武汉水运工程学院船机修造工程专业博士硕士学位论文选集》。10年后的今天,出版《载运工具运用工程若干研究的新进展》,也是对杨烈宇先生的真诚怀念。

武汉理工大学校长
2003年6月27日

周祖德

序 三

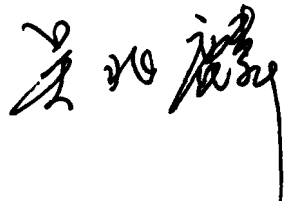
大连海事大学载运工具运用工程学科的前身为船机修造工程学科,于1953年大连海事大学的前身大连海运学院建校的同时成立,迄今已有50年的发展历史。该学科建设主要任务是在保证载运工具(主要是船舶和港航机械)正常运行的基础上,进行故障与失效分析,寿命周期预测,零部件修复、强化并延长使用寿命的新工艺、新技术、新材料的研究开发以及高级专门人才的培养。1956年至1958年由杨烈宇教授主办过一期研究生班。1983年正式被国家批准为我校第一个博士学位授权点,并同时开始招收博士研究生。该学科也先后被确定为交通部和辽宁省重点学科。

该学科获得博士学位授予权已经20年了,这20年正是我们国家、我们学校发展最快的20年,也是该学科发展最快的20年。前10年在杨烈宇教授的带领下,在科研工作方面承担了国家及交通部的重大项目,取得多项重大成果,培养了一批业务骨干,为该学科的建设打下了坚实的基础。1996年开始的“211工程”建设,学校又把该学科的发展目标确定为国家级重点学科。1997年,按照教育部修订的新的学科目录,将原有的学科方向与本校航海学院中交通工具运行安全理论与技术及运行环境分析与保护学科方向重新整合为载运工具运用工程学科。经过5年的建设,逐渐形成了4个成熟稳定的学科方向及相应的4个年龄段结构合理的学术梯队,增添了一批现代化的研究仪器设备。1999年底,该学科的主要支撑单位本校材料工艺研究所实验室被确认为交通部重点实验室。同年,该学科与本校交通信息工程与控制二级学科一起申报获得交通运输工程一级学科博士后流动站,后又被国务院学位委员会确认为交通运输工程学科一级学科博士学位授权点,为学校的学科建设做出了重要贡献。到目前为止,我校载运工具运用工程学科已培养博士研究生21名,硕士研究生55名。这批毕业的研究生现已成为各自科研教学工作岗位的骨干,其中1名博士被国家评为有突出贡献的中国博士学位获得者,1名博士被评为“国家百千万人才工程”第一、二层人员和“国家有突出贡献的中青年专家”,另有多名研究生被评为省级、校级优秀青年教师。

继1993年出版的《船机修造工程专业博士硕士学位论文选集》之后,在该学科点成立20年之际,大连海事大学和武汉理工大学又合作出版《载运工具运用工程若干研究的新进展》论文集,这是对该学科在研究生教育教学和科研工作上取得的成绩的最好总结,也是与兄弟院校同学科相互学习、相互交流的一次极好的机会。希望该学科今后能获得更大的发展,为学校的学科建设做出更大的贡献。

今年正值该学科的创始人杨烈宇教授逝世10周年,本书的出版也是对杨烈宇先生的最好纪念。

大连海事大学校长
2002年6月23日



前 言

载运工具运用工程学科是1997年国务院学位委员会与原国家教委联合颁布的研究生学科专业目录中“交通运输工程”一级学科下设置的二级学科。它是一门多学科交叉的新兴学科,主要研究载运工具的运行品质、安全可靠度和监测维修等理论和技术。其研究对象包括机车车辆、汽车、船舶和航空器。涉及机械工程、材料科学与工程、电子科学与技术、管理科学与工程及系统工程等多个学科和现代信息技术、微电子技术、计算机技术和综合集成技术等新技术。

目前,我国设有交通运输工程博士、硕士授权一级学科的单位有:北京交通大学,同济大学,东南大学,西南交通大学,长安大学,北京航空航天大学,吉林大学,中南大学,大连海事大学,铁道部科学研究院,武汉理工大学和南京航空航天大学等12个;单独设置有载运工具运用工程二级博士学位学科的单位有上海海运学院,东北林业大学和江苏大学等3个。这些学科点的设置奠定了我国交通运输领域中载运工具的合理运用与管理的基础,也为我国交通运输的安全、可靠、经济、低耗、高效和环保创造了技术条件。

长期以来,大连海事大学和武汉理工大学在载运工具运用工程学科上开展了积极的技术合作与学术交流。两个单位的载运工具运用工程博士学位学科均源于“船机修造工程”学科。大连海事大学于1984年获得该学科的博士学位授权,是该校第一个博士学位授权学科,以重点研究载运工具零部件的表面强化、功能恢复而具特色;武汉理工大学于1996年获得该学科的博士学位授权,是该校在交通运输工程一级学科下的第一个博士学位授权学科,以重点研究载运工具的运行状态监测与故障诊断以及轴系工程而具特色。截止2003年6月,大连海事大学在该学科已培养博士研究生21名、硕士研究生55名;武汉理工大学在该学科已培养博士研究生9名、硕士研究生114名。因此,载运工具运用工程学科为大连海事大学和武汉理工大学的高层次人才培养和学科建设发挥了重要的作用。

本书是继1993年杨烈宇先生主编的《大连海运学院和武汉水运工程学院船机修造工程专业博士硕士学位论文选集》之后,在新世纪出版的一本文集,它既是10年来两校在该学科的博士和硕士研究生及其导师的研究成果的检阅;也是两校在该学科开展合作与交流的结果;同时又是两校在该学科领域的师生们对杨烈宇先生的深切怀念的体现。

本书共收入了博士学位论文12篇,其中大连海事大学7篇、武汉理工大学5篇;硕士学位论文15篇,其中大连海事大学5篇、武汉理工大学10篇。根据论文的内容,分为摩擦学及表面工程(博士论文7篇、硕士论文7篇);状态监测与故障诊断(博士论文2篇、硕士论文2篇);可靠性、维修工程与计算机辅助工程(博士论文1篇、硕士论文4篇);安全工程、智能运输系统及作业优化(博士论文2篇、硕士论文2篇)等4个专篇。本书的出版,不仅促进了两校在载运工具运用工程学科的交流,而且从一个侧面促进了我国载运工具运用工程学科的学科建设的发

展。在此书即将出版之际,我衷心地感谢原交通部部长、中国交通运输协会钱永昌会长为此书作序,体现了对两校学科建设的关心,这无疑对交通运输领域的工作者们是一个莫大的鼓舞。我真诚地感谢大连海事大学校长吴兆麟教授和武汉理工大学校长周祖德教授对此书给予的大力支持和关心。我深深地感谢收入此书的学位论文的研究生和导师们(实际上,除论文的署名导师外,还有不少老师也参与了论文的有关工作),没有他们在过去10年的辛勤耕耘,不会有此书的问世,这是他们智慧的结晶。我万分感谢参与此书编辑工作的编委会的各位老师,此书得以出版,与他们孜孜不倦的工作分不开,尤其是萧汉梁教授、牛求煌教授、严立教授和黑祖昆教授,从四位先生参与此书的编辑工作中,不仅体现了甘为人梯和默默奉献的崇高品质,而且也体现了团结协作和相互支持的学者风范。最后,我由衷地感谢交通部科技教育司、人事劳动司、交通学术专著出版基金委员会和人民交通出版社,此书的诞生与它们积极的

支持也是分不开的。

本书收入的学位论文都是根据作者们的学位论文提炼而成,原论文的一些内容(包括参考文献)都有所删简。编辑工作中还有诸多不妥之处敬请读者指正。

2003年6月30日于武昌余家头

罗新平

目 录

第一篇 绪论及实验方法

1. 准晶及其类似相颗粒增强 Al 基复合材料的研究	3
博士生: 齐育红 指导教师: 黑祖昆, 严 立	
第 1 章 绪论	4
1.1 准晶的结构特征	4
1.2 准晶的类似相	5
1.3 准晶的衍射特征	5
1.4 准晶的性能	5
1.5 准晶应用	5
1.6 准晶材料研究的方向	6
1.7 课题的提出	6
第 2 章 准晶及其类似相颗粒增强 Al 基复合材料的制备	6
2.1 粉末的制备	6
2.2 复合材料的制备	7
2.3 热压工艺参数的确定	8
2.4 热压工序	9
第 3 章 复合材料的显微组织结构分析	9
3.1 实验研究方法	9
3.2 增强颗粒原始显微组织结构分析	10
3.3 不同热压条件下复合材料中颗粒的显微组织结构	12
3.4 急冷态 $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{20}\text{Cr}_{15}/\text{Al}$ 复合材料中 Al 基体的显微组织结构分析	16
3.5 Al-Cu-Cr 、 Al-Cu-Fe 系准晶及其类似相的形成规律	17
第 4 章 热压过程中的相变	19
4.1 本实验采用热压系统的特点	19
4.2 复合材料中增强颗粒几何参数的定量分析	19
4.3 铸态 $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{20}\text{Cr}_{15}/\text{Al}$ 复合材料的扩散相变	20
4.4 急冷态 $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{20}\text{Cr}_{15}/\text{Al}$ 复合材料的扩散相变	21
4.5 铸态 $\text{Al}_{63}\text{Cu}_{25}\text{Fe}_{12}/\text{Al}$ 复合材料的扩散相变	22
第 5 章 复合材料的强化	22
5.1 复合材料的硬度	22
5.2 双重强化机制	23
5.3 与 SiC 颗粒增强的 Al 基复合材料硬度的比较	25
第 6 章 复合材料的摩擦磨损特性	25
6.1 实验方法	25
6.2 复合材料的摩擦磨损性能	25
6.3 摩擦磨损机制	27

6.4 与 SiC/Al 基复合材料摩擦磨损性能的比较	29
第 7 章 结论与展望	30
7.1 结论	30
7.2 展望	30
致谢	31
参考文献	31
博士学位论文答辩委员会决议	31
2. 镁基非晶合金的机械合金化制备及其吸放氢特性研究	32
博士生: 李世军 指导教师: 孙俊才, 严 立	
第 1 章 绪论	34
1.1 金属氢化物	34
1.2 金属氢化物的应用	34
第 2 章 实验方法及仪器	35
2.1 合金粉末的制备	35
2.2 测试仪器	35
2.3 电化学性能测试	36
第 3 章 Mg_2Ni 的制备及其形成过程中的结构转变	36
3.1 试验结果分析	36
3.2 讨论	38
第 4 章 镁基非晶合金的制备	39
4.1 实验结果与分析	39
4.2 $Mg-Cu$ 及 $Mg-Co$ 系非晶合金的制备	41
第 5 章 镁基非晶合金电极的吸放氢特性	42
5.1 实验结果及讨论	42
5.2 多元合金化的影响	44
第 6 章 $Mg-Ni$ 非晶合金的容量衰退机理	44
6.1 电解液中合金电极的腐蚀特征	44
6.2 实验结果与讨论	44
第 7 章 非晶合金中的贮氢位置	46
7.1 几种贮氢位置模型	46
7.2 $Mg-Ni$ 非晶合金中的贮氢位置	47
第 8 章 结论	48
第 9 章 总结与展望	49
致谢	50
参考文献	50
博士学位论文答辩委员会决议	51
3. 常压非平衡等离子体渗扩及纳米粉制备的原理和技术	52
博士生: 朱新河 指导教师: 严 立	
第 1 章 绪论	54
1.1 等离子体及其应用	54
1.2 常压非平衡等离子体研究现状及存在的问题	54

第2章 常压非平衡等离子体获取方法及其比较	55
2.1 常压非平衡等离子体的若干基本概念	55
2.2 气体放电的点燃电压	55
2.3 常压非平衡等离子体	56
2.4 常压下几种不同放电形式与低气压辉光放电的比较	59
第3章 常压非平衡等离子体实验装置	60
3.1 常压非平衡等离子体渗扩实验装置的研制	60
3.2 常压非平衡等离子体纳米粉制备装置的研制	61
第4章 常压非平衡等离子体渗扩实验及机理分析	61
4.1 现有等离子体渗扩技术的不足及常压非平衡等离子体表面渗扩技术的提出	61
4.2 金属表面常压非平衡等离子体渗氮研究	61
4.3 常压非平衡等离子体渗氮机理分析	68
第5章 常压气体放电非平衡等离子体诊断分析	69
5.1 发射光谱检测装置简介	69
5.2 常压下氮气及氨气介质阻挡放电等离子体发射光谱分析	69
第6章 常压非平衡等离子体纳米粉的制备	72
6.1 TiO_2 纳米粉的制备方法综述	72
6.2 常压非平衡等离子体纳米粉制备的基本原理	73
6.3 常压非平衡等离子体制备 TiO_2 纳米粉实验	73
6.4 常压非平衡等离子体纳米粉制备的特点	75
第7章 结论、展望与创新点	75
7.1 结论	75
7.2 展望	76
7.3 本文创新点	76
致谢	77
参考文献	77
博士学位论文答辩委员会决议	78

4.弹性金属塑料复合材料轴瓦的摩擦学特性研究

博士生: 赵新译 指导教师: 萧汉梁

第1章 绪论	81
第2章 EMP 轴瓦表面特性研究	82
2.1 EMP 瓦表层材料表面形貌结构	82
2.2 EMP 瓦表面缺陷	83
第3章 EMP 复合材料瓦的力学性能研究	84
3.1 EMP 复合材料瓦的力学性能测试	84
3.2 EMP 复合材料瓦的蠕变理论模型	84
3.3 EMP 轴瓦表面的接触	87
第4章 摩擦磨损试验设计与测试方法研究	89
4.1 试验设计	89
4.2 磨损量的测量	90
第5章 EMP 轴瓦滑动摩擦分析	91
5.1 油润滑条件下 EMP 轴瓦的滑动摩擦	91

5.2 EMP 轴瓦的摩擦理论分析	93
5.3 EMP 轴瓦的摩擦预测	96
第 6 章 EMP 轴瓦的磨损	97
6.1 试验数据与结果分析	97
6.2 EMP 轴瓦的磨损理论	98
6.3 EMP 轴瓦的磨损模型	101
第 7 章 EMP 复合材料轴瓦磨损表面形貌特征参数提取	102
7.1 EMP 轴瓦磨损粗糙面高度特征参数分布	102
7.2 粗糙峰和粗糙谷高度分布特征	103
7.3 EMP 轴瓦磨损表面轮廓自相关函数特征	104
致谢	104
参考文献	105
博士学位论文答辩委员会决议	106

5. 纳米润滑材料的制备及摩擦学性能的研究 107

硕士生: 余云川 指导教师: 刘世永, 张会臣

第 1 章 绪论	108
1.1 微粒的研究进展	108
1.2 自组装分子膜的制备与性能	109
1.3 本文的研究内容和意义	109
第 2 章 纳米级 ZnO 微粒的制备与表征	110
2.1 概述	110
2.2 溶胶-凝胶法制备纳米微粒的基本原理	110
2.3 溶胶-凝胶法制备工艺	110
2.4 实验结果与讨论	111
2.5 先驱物及纳米微粒的表征	112
2.6 小结	112
第 3 章 纳米级 ZnO 微粒作为润滑油添加剂的摩擦学性能研究	112
3.1 概述	112
3.2 纳米微粒在有机介质中的分散	113
3.3 ZnO 微粒作为润滑油添加剂的实验研究	113
3.4 实验结果与讨论	113
3.5 小结	115
第 4 章 OTS 自组装分子膜的制备	115
4.1 概述	115
4.2 实验研究	116
4.3 实验结果与讨论	117
4.4 小结	118
第 5 章 OTS 自组装分子膜摩擦学特性的研究	119
5.1 概述	119
5.2 研究内容和方法	119
5.3 实验结果与讨论	119
5.4 小结	120

第6章 结论	121
致谢	122
参考文献	122
硕士学位论文答辩委员会决议	123
6.耐磨梯度表面层滑动接触的有限元分析及其摩擦学特性的研究	124
博士生:潘新祥 指导教师:严 立	
第1章 绪论	126
1.1 梯度表面层	126
1.2 研究膜层材料接触问题的主要方法	126
1.3 表面薄膜接触问题及梯度多层膜的研究发展概况	127
1.4 本文所研究的主要内容	127
第2章 梯度覆层体弹性接触理论	128
2.1 多层膜受法向椭圆分布力作用下的接触应力	128
2.2 覆层体受不同形状压头法向力作用时的接触应力	128
第3章 理想梯度覆层模型	129
3.1 梯度覆层的概念及要求	129
3.2 有限元模型介绍	129
3.3 两种梯度覆层模型的应力分布比较	129
3.4 小结	129
第4章 影响薄膜覆层体应力分布的主要因素	130
4.1 膜层厚度对各应力的影响	130
4.2 膜层层数对应力场的影响	131
4.3 膜层弹性模量对应力场的影响	131
4.4 摩擦系数对应力分布的影响	132
4.5 小结	132
第5章 多层膜在滑动接触时的弹塑性有限元分析	133
5.1 接触表面塑性变形的数值计算	133
5.2 多触点粗糙面在膜层表面的滑动过程	133
5.3 弹、塑性前后的应力分布变化	135
5.4 影响梯度层基体产生塑性变形的参数	135
5.5 小结	138
第6章 滑动接触时表面膜界面应力分布及裂纹强度分析	138
6.1 模型及问题的描述	138
6.2 产生塑性变形时的应变分布	138
6.3 最大剪应力分布	140
6.4 覆层体内裂纹应力场分析	140
6.5 裂纹尖端应力场分析	141
6.6 小结	142
第7章 光弹性实验	143
7.1 光弹性实验目的	143
7.2 光弹材料制造及加工过程	143
7.3 实验结果及分析	143

7.4 小结	143
第8章 结论	144
致谢	145
参考文献	145
博士学位论文答辩委员会决议	146
7. 纯铁表面离子渗氮层显微组织及氮化物的高分辨电子显微镜研究	147
博士生: 刘志权 指导教师: 黑祖昆, 李斗星, 关若男	
第1章 绪论	148
1.1 材料的表面氮化	148
1.2 材料中的铁氮相	149
1.3 轻原子成像法的建立及应用	150
1.4 本研究工作的目的意义	150
第2章 材料制备与实验方法	150
2.1 高分辨电子显微术	150
2.2 材料制备	150
2.3 电镜观察	150
2.4 模拟计算	151
第3章 纯铁离子渗氮化合物层的微观结构	151
3.1 柱状晶化合物层的微观结构	151
3.2 等轴晶化合物层的微观结构	156
第4章 纯铁离子渗氮扩散层的微观结构	157
4.1 扩散层中的 α'' -Fe ₁₆ N ₂	157
4.2 扩散层中 $\alpha'' \rightarrow \gamma'$ 氮化物转变	163
4.3 扩散层中的 γ' -Fe ₄ N	164
第5章 轻原子成像法在 ϵ' 超结构分析中的应用	167
5.1 ϵ' 超点阵的衍射束分析	167
5.2 ϵ' 原子像的实验观察	168
5.3 ϵ' 高分辨像的模拟计算	170
第6章 结论	171
致谢	172
参考文献	172
博士学位论文答辩委员会决议	174
8. 0Cr18Ni9 不锈钢低温渗氮层的微观组织结构研究	175
硕士生: 羌建兵 指导教师: 于志伟	
第1章 绪论	176
第2章 不锈钢低温渗氮工艺及试样制备	177
2.1 低温渗氮设备及工作原理	177
2.2 样品的制备及处理工艺	177
第3章 奥氏体不锈钢低温渗氮层的特性及其形成动力学	178
3.1 奥氏体不锈钢低温渗氮层的特性	178
3.2 渗氮层的形成动力学研究	180

第4章 渗氮层的精细结构研究	182
4.1 S-B法测试条件的选择	182
4.2 渗层物相的剥层分析	184
4.3 低温渗氮层的透射电镜研究	185
第5章 双相不锈钢低温累积渗氮的相变特征	188
5.1 实验方法	188
5.2 实验结果	188
5.3 分析	189
第6章 结论	190
致谢	190
参考文献	190
硕士学位论文答辩委员会决议	191
 9. 船舶主机缸套-活塞环磨损试验智能化仿真系统研究	192
博士生: 徐久军 指导教师: 杨烈宇, 严立	
第1章 绪论	193
第2章 缸套-活塞环摩擦学系统分析	194
2.1 摩擦学系统分析方法的发展及本章的任务	194
2.2 系统边界及工作变量	194
2.3 船用柴油机缸套活塞环摩擦学系统结构	195
2.4 缸套磨损的系统逻辑模型	197
第3章 缸套-活塞环模拟磨损试验	199
3.1 模拟磨损试验设计	199
3.2 成分、组织和力学性能试验	201
3.3 磨损试验结果	202
3.4 结果分析	203
第4章 磨损试验智能化仿真模型研究	206
4.1 模型结构设计	207
4.2 模型实现方法	208
4.3 模型运行结果可信度的求解方法	213
第5章 知识表示和系统仿真流程	214
第6章 结论	215
致谢	216
参考文献	216
博士学位论文答辩委员会决议	217
 10. 高强韧性模具钢合金设计及DM9钢的研究	218
硕士生: 张春基 指导教师: 马永庆	
第1章 绪论	219
第2章 合金设计步骤	220
2.1 性能目标	220
2.2 结构设计	220
2.3 成分设计	222