

“十三五”国家重点图书出版规划项目



深远海工程装备与高技术丛书

CHUANBO
MINJIE ZHIZAO XITONG

船舶敏捷制造系统

杨兴林 · 著



上海科学技术出版社



深远海工程装备与高技术丛书

船舶敏捷制造系统

杨兴林 著

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

船舶敏捷制造系统 / 杨兴林著. —上海: 上海
科学技术出版社, 2018.1

(深远海工程装备与高技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3690 - 3

I. ①船… II. ①杨… III. ①造船—敏捷制造 IV.
①U671 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 197124 号

船舶敏捷制造系统

杨兴林 著

技术编辑 张志建 陈美生

美术编辑 赵 军

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235 www.sstp.cn)

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 33.25 插页 4

字数 700 千字

2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3690 - 3/U · 48

定价: 218.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题, 请向工厂联系调换

内 容 提 要

本书主要研究了当前先进的船舶制造模式——船舶敏捷制造系统,较系统地介绍了船舶敏捷制造系统的产生背景、发展过程以及未来的方向。书中通过研究与总结,初步界定了船舶敏捷制造系统的内涵和基本构成,并对船舶敏捷制造系统是一个什么样的系统,系统如何工作和过程控制以及所依赖的主要关键技术等方面做了进一步研究和介绍。书中不仅围绕船舶敏捷制造系统研究过程中的相关理论问题进行了深入的思考和探讨,更重要的是,结合大量国内船舶制造厂家的工程实践,有针对性地进行了安全研究,提出了详细解决办法和实现路径,以期为解决船舶工业制造及管理中相关技术问题以及推动我国船舶工业的快速发展提供帮助,并为广大同行提供参考。

全书共分 12 章:第 1 章是绪论,对船舶制造过程的特点、制造模式演变、现代造船模式的技术基础做了较详细的分析和总结,同时对当前船舶制造过程研究的热点、现状和未来发展等方面进行了归纳;第 2~5 章,主要介绍了船舶敏捷制造系统的核心理念和相应的模式结构,提出了基于 CPC 与动态联盟理念的船舶敏捷制造系统模式结构、产品 CAPP 与 PPS 集成框架,研究了船舶敏捷制造系统生产计划体系结构以及船舶敏捷制造系统生产计划的编制和优化;第 6 章,着重研究了几种途径下船舶敏捷制造系统生产运作与控制过程;第 7~10 章,主要阐述了基于复杂适应系统(CAS)理论的造船敏捷供应链管理,构建了基于 TC 与 ABC 集成的船舶敏捷制造全生命周期成本控制模型,并提出了船舶敏捷制造系统的知识体系结构和共享机制,详细讨论了相关的信息支撑技术和方法;第 11 章,主要探讨了船舶敏捷制造企业生命力评价与预测方法;第 12 章,介绍了船舶敏捷制造系统工程计划管理原型系统的实践。

本书的主要读者对象是船舶工程和海洋工程领域的设计、研发、管理人员,高校相关专业的师生,以及对敏捷制造感兴趣的专业读者。

学术顾问

- 潘镜芙 中国工程院院士、中国船舶重工集团公司第七〇一研究所研究员
- 闻雪友 中国工程院院士、中国船舶重工集团公司第七〇三研究所研究员
- 顾心怿 中国工程院院士、胜利石油管理局资深首席高级专家
- 方书甲 中国造船工程学会副理事长、研究员
- 童小川 中国船舶重工集团公司第七〇四研究所所长、研究员、博士生导师
- 俞宝均 中国船舶设计大师、中国船舶工业集团公司第七〇八研究所研究员
- 杨葆和 中国船舶设计大师、中国船舶工业集团公司第七〇八研究所研究员
- 赵耕贤 中国船舶设计大师、中国船舶工业集团公司第七〇八研究所研究员
- 徐绍衡 中国船舶设计大师、江苏省舰船及海洋自动化工程研究中心首席科学家

丛书编委会

主 编 潘镜芙 童小川

常务副主编 闻雪友

副 主 编 方书甲 王自力 刘志刚 沈余生 金 焘
黄 震 王文涛

编 委 (按姓氏笔画排序)

尤 熙 冯志敏 刘建峰 李林焯 杨葆和

何可耕 张 云 张锦岚 陈福正 林宪东

周国平 赵耕贤 俞宝均 桂文彬 翁一武

崔维成 焦 依

编委办公室 刘 震 田立群 周海锋 施 璟 杨文英

方思敏 赵宝祥 李 慧 蒋明迪

主 编 单 位 中国造船工程学会《船舶工程》编辑部

《船舶敏捷制造系统》 编审委员会

主任委员

景旭文 江苏科技大学副校长,教授

副主任委员

刘建峰 上海外高桥造船有限责任公司总工程师,研究员

李振均 福建船政集团船舶重工董事长,高级工程师

杨兴林 江苏科技大学研究生院常务副院长,教授

桂文彬 中船重工集团第七〇四研究所副所长,研究员

委员

蒋志勇 江苏科技大学教授;中国船舶工业行业协会副秘书长

朱凌 武汉理工大学交通学院院长,教授;教育部高性能舰船技术实验室副主任

韩文民 江苏科技大学教授;教育部工业工程专业指导委员会委员

嵇春艳 江苏科技大学教授,船海学院院长;国家优秀青年基金培养人选

陈亚杰 中船重工集团第七〇四研究所计算机中心主任

陈光 重庆船东船舶制造有限公司技术部部长

段会章 上海聚致信息技术有限公司总经理

黄一成 外高桥造船集团豪华邮轮项目部部长助理

荆学东 上海应用技术大学科技处副处长,教授

王鸣放 江南造船集团科技与信息化部主任,研究员

熊春霞 中船黄埔文冲造船集团物资科科长,高级工程师

前 言

合卷静思,不禁感慨万千。经过近十年的努力,本书终于像一个新生婴儿,就要落地并要与读者见面了。在兴奋之余,更有一份惴惴不安的沉重藏于心间,就像孩子的父母,已经不再担心即将面世的孩子是否漂亮,只衷心希望孩子能够健康,能够幸福生活一生即可。好在十余年来,我和我的学生们一直在努力,因此,一想到即使此书不至于予人启迪,但也不至于会引人入歧途,至少在闲暇时可供感兴趣的同行批评与指正,这方能使人内心稍安。

众所周知,船舶不仅是一种体现现代工业和科技水平的工业产品,更是一个国家综合实力的象征。20世纪80年代以来,在国家政策扶持下,我国船舶行业发展迅速,尤其是进入21世纪,随着造船技术的快速发展,我国船舶行业日渐强盛。同时,随着中国造船业的快速崛起,从衡量造船业整体发展的造船完工量、新接订单量、手持订单量这三大世界造船指标来看,中国造船业已多年保持世界领先地位。其中,根据英国克拉克松研究公司数据,近5年来,中国造船业新接订单量、手持订单量均稳居世界第一,造船完工量也多年位居世界第一。

因此,从全球市场的订单量来看,中国目前已经是当之无愧的造船大国。而就市场竞争力来看,目前基本上也是中、日、韩三分全球造船业的格局,而中国企业能成功击败国外优秀的造船企业拿下大单,并从日本企业手中接过订单,真正体现的其实是中国造船业的竞争力。尽管当前受国际市场持续低迷的影响,中国造船业面临着订单难接、利润下降、外部风险等问题,但随着我国造船行业结构体系的改善、自主创新能力的增强以及国内船舶需求的加快释放,我国的造船企业市场竞争力将快速提升,中国正在加快转向造船强国。因此就整体形势而言,中国造船业仍将能保持优势,未来前景依然光明。

2017年国务院发布《船舶工业深化结构调整加快转型升级行动计划(2016—2020年)》,明确提出,我国船舶工业快速发展,已经成为世界最主要的造船大国,到2020年前后,整体技术水平和自主创新能力进入国际前列,我国不仅要努力成为世界造船大国,还将成为世界造船强国。政府的这一目标,实际上已经吹响了进军世界造船强国的号角。保持中国造船业加速发展的势头,并完成政府提出的成为世界造船强国的战略目标,使具有综合比较优势的中国造船业面临着历史性的发展机遇。针对目前还处在分段制造和分道制造过渡阶段的我国大多数造船企业,还将面临着向现代造船模式的转型发展。因此,开展未来船舶制造系统创新模式的研究,改变我国造船行业长期存在的建造周期长、工时消耗大、生产效率低等管理粗放因素导致的产量低、成本高等问题,已成为造船企业生存

与发展的关键。

当然,专注于理论的研究,你会发现仅依靠这些理论并无法有效保证船舶制造企业实现持续高效的生产模式,充其量也只是一种宏观指导。因此不断加强与造船企业的沟通,及时发现企业生产过程中有效而实用的创新作法,然后再加以理论创新,可能会更加具有实际效果。所以,如何从船舶制造企业生产实际出发,将船舶敏捷制造的模式、生产计划与控制、生产动态调度、企业供应链管理、企业全生命周期成本控制、企业生产管理信息化系统及船舶敏捷制造企业生命力等问题揉合成可实施的实际指导理论,从船舶敏捷制造系统的核心理念角度去解决在船舶制造企业生产过程中遇到的各种问题,这样不仅能够帮助船舶敏捷制造企业实现可持续发展,或许更能有助于提高船舶制造企业的核心竞争力。

作为将敏捷制造理念应用于船舶制造过程所形成的生产系统,船舶敏捷制造系统的实施过程是船舶行业在现有制造模式的基础上不断提高和优化的制造集成过程,必将是一个极为复杂的生产系统,但亦是进一步提升造船企业生产和管理效率的系统。和其他行业相比,目前国内外学者对船舶敏捷制造的研究主要集中在敏捷制造关键工艺及关键技术、合作伙伴的选择与评价等方面,对船舶敏捷制造系统的构建及其运作控制研究还不多,还没有比较系统的有关这方面的著作。随着造船模式从传统模式向敏捷制造模式的转变,船舶敏捷制造系统的构建及其运作控制将为企业提供重要的实践指导。因此,本书基于众多学者研究成果的基础上,对船舶敏捷制造系统是一个什么样的系统,以及系统如何工作和过程控制等方面进一步研究和介绍,着重对船舶敏捷制造系统的构建、船舶敏捷制造系统生产运作与控制、船舶敏捷制造系统依赖的关键信息支撑技术和企业生命力的评估与预测作一个初步探索,为解决船舶工业制造及管理中相关技术问题以及推动我国船舶工业的高速发展提供帮助。随着研究的深入,有关理论会进一步完善,因此本书的不足之处也请各位读者批评指正。

感谢曾经悉心指导我的南京航空航天大学的王宁生教授和江苏科技大学赵良才教授,是他们指导我进入了这一领域,并开展了一系列的研究。同时也非常感谢上海外高桥造船有限责任公司刘建峰总工程师,在我们与企业的调研中给予了非常大的帮助并提供了无私的指导。还有就是参与本项目研究的学生们,他们在此书的完成过程中给予了很大的支持,也付出了相应的心血,因此感谢我可爱的学生们,祝他们事业兴旺。

环顾世界,造船行业格局变革,科技较量更加凸显,欧美国家虽然日益衰微但仍在造船技术上占据主流。百舸争流,不进则退,我们更应顺应创新的历史潮流,提高设计、制造和管理的技术和水平,更加注重质量、效益和效率,努力实现我国由大国向强国转变的伟大梦想。

中国的造船,必将迎来更加辉煌的明天。

作者

2017年10月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 船舶制造过程特点	3
1.1.1 大型配套产业	3
1.1.2 依单定制并按项目进行管理	4
1.1.3 基本模块为分段并充分使用 CAD 技术	4
1.2 船舶制造模式的发展过程——从整体制造到敏捷制造	5
1.2.1 五种造船模式的演变	5
1.2.2 现代造船模式形成的技术基础	6
1.2.3 造船模式的未来发展趋势——船舶敏捷制造	7
1.3 当前船舶制造技术研究的热点	8
1.4 国内外船舶敏捷制造系统研究现状	12
1.5 我国船舶工业的发展形势	13
1.6 本书研究内容和意义	14
第 2 章 船舶敏捷制造系统核心理念及模式结构	17
2.1 船舶制造系统概要	19
2.1.1 制造系统	19
2.1.2 船舶制造系统	19
2.1.3 现代船舶制造系统主要 workflow 特征	20
2.2 船舶敏捷制造系统的核心理念	21
2.2.1 船舶敏捷制造过程的实质	21
2.2.2 船舶敏捷制造的特点	22
2.3 基于 CPC 与动态联盟理念的船舶敏捷制造系统	23
2.3.1 CPC 和敏捷制造的基本概念	23
2.3.2 基于 CPC 与动态联盟理念的船舶敏捷制造系统构建	25
2.3.3 基于 CPC 与动态联盟理念的船舶敏捷制造系统模式结构	27
2.3.4 船舶敏捷制造动态联盟协同工作机制	27
2.4 面向 MC 的船舶敏捷制造系统特征及其关键技术	29
2.4.1 MC 技术与其对现代船舶制造模式的影响	29

2.4.2	面向 MC 的船舶敏捷制造系统的前提和特征分析	32
2.4.3	基于 MC 的船舶敏捷制造系统的工作模式	33
2.4.4	船舶敏捷制造系统中基于 MC 的船舶设计关键技术	34
2.5	本章小结	36
第 3 章	船舶敏捷制造系统产品 CAPP 与 PPS 集成框架	39
3.1	基于 CPC 与动态联盟理念的产品 CAPP 与 PPS 集成特征分析	41
3.1.1	传统企业 CAPP 与 PPS 集成研究现状及存在的问题	41
3.1.2	基于 CPC 与动态联盟理念的产品 CAPP 与 PPS 集成思想	42
3.1.3	船舶敏捷制造产品 CAPP 与 PPS 集成特征	42
3.2	船舶敏捷制造系统产品 CAPP 与 PPS 集成关键技术	44
3.2.1	CAPP 与 PPS 集成过程中的产品配置管理技术	44
3.2.2	船舶产品全寿命协同优化设计技术	45
3.2.3	CAPP 与 PPS 集成过程中数据共享技术	45
3.2.4	CAPP 与 PPS 集成过程中冲突管理和协调解决技术	46
3.2.5	多项目动态联盟管理技术	47
3.3	基于 CPC 与动态联盟理念的船舶产品 CAPP 与 PPS 集成框架	48
3.3.1	船舶敏捷制造过程中 CAPP 与 PPS 集成分析	48
3.3.2	船舶敏捷制造过程中 CAPP 与 PPS 的并行工作模式	49
3.3.3	船舶敏捷制造系统产品工艺计划与生产计划的集成框架	49
3.4	船舶敏捷制造产品 CAPP 与 PPS 集成应用示例	50
3.4.1	船舶敏捷制造产品 CAPP 与 PPS 集成原型系统工作原理	50
3.4.2	42 000 t 散装货轮 CAPP 与 PPS 集成示例	51
3.4.3	集成结果	51
3.5	本章小结	53
第 4 章	船舶敏捷制造系统生产计划体系结构	55
4.1	船舶制造过程中的计划体系	57
4.2	船舶敏捷制造动态联盟生产计划及协调过程分析	58
4.2.1	船舶敏捷制造动态联盟生产计划及协调过程特点	58
4.2.2	船舶敏捷制造动态联盟生产计划协调内容	60
4.3	船舶敏捷制造动态联盟的生产计划体系结构	61
4.3.1	传统企业的生产计划体系	61
4.3.2	船舶敏捷制造动态联盟的生产计划体系结构	62
4.4	本章小结	64

第 5 章 船舶敏捷制造系统生产计划的编制和优化	65
5.1 船舶敏捷制造系统生产计划编制与优化问题的求解	67
5.1.1 船舶敏捷制造系统生产计划编制与优化问题的求解分析	67
5.1.2 船舶敏捷制造系统生产计划编制与优化的数学描述	69
5.1.3 车间作业计划编制与优化的数学描述	71
5.1.4 动态联盟生产计划和车间作业计划在编制与优化上的异同	73
5.2 车间作业计划编制与优化算法的选择	75
5.3 基于工件表达法的遗传算法在车间作业计划中优化的实现技术	76
5.3.1 基于工件表达法的基因编码	76
5.3.2 基本个体及初始群体的产生	76
5.3.3 个体适应值的评价	77
5.3.4 遗传算子的设计	77
5.3.5 终止循环的条件	78
5.3.6 基于遗传算法的车间作业计划优化的主要步骤	78
5.3.7 优化过程说明	78
5.4 基于工件表达法的遗传算法应用实例	79
5.4.1 基于工件表达法的遗传算法应用情况	79
5.4.2 与其他算法的比较	79
5.4.3 动态联盟计划的编制与优化过程	81
5.5 本章小结	81
第 6 章 船舶敏捷制造系统生产运作与控制	83
6.1 基于关键链的敏捷造船资源配置与缓冲模型	85
6.1.1 船舶敏捷制造过程的生产流程及业务活动分析	85
6.1.2 基于关键链的船舶敏捷制造资源配置	91
6.1.3 基于关键链的船舶敏捷制造资源配置关键问题	95
6.1.4 敏捷制造资源配置缓冲管理	102
6.2 基于约束理论的船舶敏捷制造企业生产运作与控制	106
6.2.1 DBR 的生产计划与控制的步骤	107
6.2.2 基于约束理论的船舶敏捷制造企业生产运作与控制体系框架	109
6.2.3 基于约束理论的船舶敏捷制造企业生产运作与控制关键问题	111
6.2.4 船舶敏捷制造企业多目标生产优化问题	119
6.2.5 基于约束理论的船舶敏捷制造企业生产运作与控制仿真在生产中的 应用	125
6.3 基于制造网格的船舶敏捷制造虚拟企业资源调度	131
6.3.1 基于制造网格的敏捷造船虚拟企业资源优化选择	131
6.3.2 基于制造网格的船舶敏捷制造系统的资源调度	133

6.3.3	基于蚁群算法的敏捷造船资源调度的实现	134
6.4	基于知识工程的船舶敏捷制造企业生产计划与控制	146
6.4.1	基于知识工程的船舶制造企业生产计划与控制系统	146
6.4.2	基于知识工程的船舶敏捷制造企业生产计划与控制系统知识库和推理机	152
6.4.3	基于知识工程的船舶企业生产计划与控制在某造船企业的应用	162
6.5	基于 SD 的船舶敏捷制造项目进度管理	165
6.5.1	船舶敏捷制造项目进度管理系统的因果关系分析	166
6.5.2	船舶敏捷制造项目进度管理的系统动力学模型	175
6.5.3	基于关键链思想的船舶生产任务排序	189
6.5.4	船舶敏捷制造项目进度计划与控制策略仿真	197
第 7 章	船舶敏捷制造系统供应链管理	213
7.1	基于复杂适应系统(CAS)理论的造船敏捷供应链	216
7.1.1	造船敏捷供应链系统复杂性	216
7.1.2	造船敏捷供应链系统适应性特征	217
7.1.3	基于 CAS 理论 Agent 概念的造船敏捷供应链管理模型的建立	218
7.1.4	造船供应链各企业 Agent 信息共享逻辑框架结构	223
7.1.5	造船敏捷供应链管理中基于多 Agent 的任务分配	226
7.1.6	造船敏捷供应链适应性能力评价	242
7.2	造船企业供应链管理的采购系统设计及实现	252
7.2.1	造船企业物料采购管理需求特点及分析	252
7.2.2	造船企业采购管理系统的编程实现	265
7.3	本章小结	270
第 8 章	船舶敏捷制造系统全生命周期成本控制	271
8.1	基于 TC 与 ABC 集成的船舶敏捷制造全生命周期成本控制模型	273
8.1.1	船舶敏捷制造全生命周期成本控制分析	273
8.1.2	基于 TC 与 ABC 集成的船舶敏捷制造全生命周期成本控制模型的建立	279
8.1.3	基于 TC 与 ABC 集成的船舶敏捷制造全生命周期成本控制数学模型	287
8.2	实例仿真实验研究	290
8.2.1	任务情况说明	292
8.2.2	实例解析	292

第 9 章 船舶敏捷制造系统知识体系构建及知识管理	299
9.1 船舶敏捷制造系统知识的特点	301
9.2 船舶敏捷制造系统的企业知识体系	302
9.2.1 船舶敏捷制造系统生命周期各阶段的知识	303
9.2.2 船舶敏捷制造系统层次类别维知识	306
9.3 船舶敏捷制造系统企业间的知识共享机制	307
9.3.1 敏捷制造系统知识共享的基础	308
9.3.2 船舶敏捷制造系统成员之间的知识交换	309
9.3.3 船舶敏捷制造系统知识共享过程模型	311
9.3.4 敏捷制造企业知识共享措施	311
9.4 基于知识工程的船舶敏捷制造系统及模式结构	313
9.5 船舶敏捷制造系统中的知识管理	315
9.5.1 基于粗糙集的知识获取	315
9.5.2 基于粗糙集理论的知识获取步骤	317
9.5.3 敏捷制造企业的知识更新	318
9.6 本章小结	324
第 10 章 船舶敏捷制造系统关键支撑信息技术	325
10.1 基于数据挖掘的企业敏捷动态联盟组建	329
10.1.1 基于数据挖掘的船舶敏捷动态联盟组建关键问题	330
10.1.2 企业动态联盟组建原型系统	346
10.1.3 动态联盟组建实例分析	347
10.2 基于 .NET 和 Ajax 的船舶敏捷制造 PDM 模型构建	359
10.2.1 基于 .NET 和 AJAX 的船舶敏捷制造 PDM 的体系结构	360
10.2.2 基于 .NET 与 AJAX 的船舶敏捷制造 PDM 系统的功能模块	363
10.2.3 基于 .NET 与 AJAX 船舶敏捷制造 PDM 系统的关键技术	368
10.2.4 SVG 技术在船舶图档管理模块中的应用	375
10.2.5 WWF 技术在工作流管理中的应用	382
10.3 基于 CPC 的船舶敏捷制造与 TPL 集成	387
10.3.1 基于 CPC 的企业集成平台框架	388
10.3.2 基于 Web 的 TPL 集成技术	389
10.3.3 基于 CORBA 与 Web 服务的异构数据源集成	393
10.4 SAME 模型构建的形式语义及应用	396
10.4.1 基于进程演算的 SAME 并发模型构件	396
10.4.2 面向船舶敏捷制造的模型构件信息集成	405
10.5 基于软构件复用的船舶敏捷生产管理系统快速重构技术	419
10.5.1 基于软构件的船舶生产管理系统开发模型	421
10.5.2 基于软构件的船舶生产管理系统框架模型	422

10.6	船舶生产管理系统中 MPS 子系统构件构造与设计	427
10.6.1	MPS 的 UML 建模	428
10.6.2	MPS 系统构件的划分与构造	431
10.6.3	构件的封装	436
10.7	船舶领域构件库及构件库管理系统的设计	442
10.7.1	船舶领域构件库	443
10.7.2	船舶领域构件库管理系统	448
10.7.3	船舶生产管理系统 MPS 子系统的组装	451
第 11 章	船舶敏捷制造企业生命力评价与预测方法	455
11.1	船舶敏捷制造企业生命力的特征及其构成	457
11.1.1	船舶敏捷制造企业的生物特征	458
11.1.2	船舶敏捷制造企业生命力	459
11.2	船舶敏捷制造企业生命力评价体系	463
11.2.1	船舶敏捷制造企业生命力评价分析	464
11.2.2	船舶敏捷制造企业生命力评价原则	464
11.3	船舶敏捷制造企业生命力评价指标体系的建立	465
11.3.1	船舶敏捷制造企业生命力评价指标体系的结构	466
11.3.2	船舶敏捷制造企业生命力评价指标体系的内容	466
11.3.3	评价指标的分析及量化	467
11.3.4	船舶敏捷制造企业生命力评价	470
11.4	船舶敏捷制造企业生命力预测	473
11.4.1	卡尔曼滤波预测模型基础	473
11.4.2	卡尔曼预测基本方程	475
11.4.3	基于卡尔曼滤波的船舶敏捷制造企业生命力预测模型构建	477
11.5	案例分析	479
第 12 章	船舶敏捷制造系统工程计划管理原型系统的实践	487
12.1	系统总体结构	489
12.2	系统运行环境	491
12.3	系统功能分析	492
12.3.1	船舶资源管理子系统	492
12.3.2	船舶工艺与计划集成子系统	492
12.3.3	船舶制造生产计划协调子系统	498
12.4	实例应用	498
12.5	本章小结	504
	参考文献	507

船舶敏捷制造系统

第1章 绪 论

