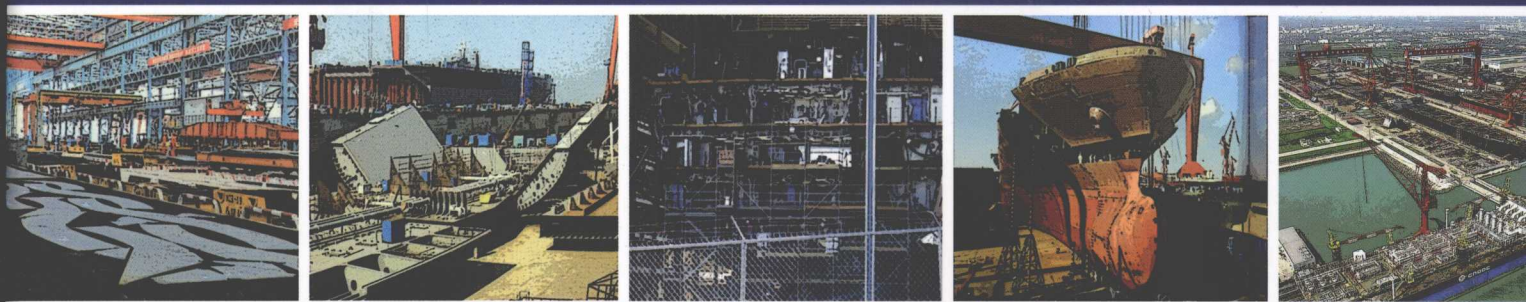


总结以往 构建体系 引领未来 支撑发展

船舶工艺技术

CHUANBO GONGYI JISHU

应长春 主编



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

013042787

U66
29

船舶工艺技术

应长春 主编



U66
29

上海交通大学出版社



北航 C1650621

内 容 简 介

本书以船舶工艺技术为主题,以船舶工艺技术体系为主线,全面系统地叙述了船舶工艺技术。内容涵盖船舶工艺技术概论和体系、各专项船舶工艺技术、典型船舶产品和海洋工程装备制造工艺、工艺管理和船舶工艺技术展望等五方面的内容。全书按上述内容分为:“概论篇”第1章概论,包括船舶工艺技术体系;“技术篇”第2章~第16章,包括现代造船模式等5项总体技术和船体构件加工、装配、焊接等10项专项技术;“产品篇”第17章~第20章,包括三大主流船型、液化气船、高性能船和海洋工程装备制造工艺;“管理篇”第21章~第24章,包括船舶工艺管理、标准化、船厂建设工艺设计和工艺队伍建设等内容;“展望篇”第25章~第26章,包括船舶工艺技术创新、展望和规划等内容,共五篇26章。

本书既可作为船舶行业各级领导干部、科技人员和管理干部的培训教材和参考资料,也可作为高等院校教学用书,更可作为船舶企业工艺技术人员的工作手册。

图书在版编目(CIP)数据

船舶工艺技术/应长春主编. —上海:上海交通大学出版社, 2013

ISBN 978-7-313-09169-7

I. ①船… II. ①应… III. ①船舶技术 IV. ①U66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 258138 号

船舶工艺技术

应长春 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 韩建民

浙江新华数码印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 889 mm×1194 mm 1/16 印张: 68 字数: 1988 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-313-09169-7/U 定价: 580.00 元

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0571-85155604

编审委员会

一、序 张广钦

二、主任委员 王惠敏

三、编委会委员(按姓氏笔画排序,共9人)

王国忠 麦荣枝 李 强 肖红星 胡可一 姜乃锋 陶 颖 蒋志勇 谢 新

四、主编 应长春

五、副主编(按姓氏笔画排序,共9人)

庄建国 刘建峰 刘 群 武 晶 金建江 赵 虹 姚建春 谢 妤 楼晓明

六、编撰人员(按篇章排序,共33人)

谢 新 刘传茂 赵正平 高介祐 陈 风 薛曾丰 潘建辉 赵 虹 陈家本 陈永康 章炜樑
李绍东 洪栋煌 虞子森 曹明法 徐定烈 高爱华 王 正 李 青 潘伟昌 丁伟康 邬成杰
门中喜 王 琦 陈 刚 吴晓源 赵定刚 王 俊 武 晶 王瑞璧 顾长石 朱若凡 杨润党

七、审稿人员(按篇章排序,共23人)

徐学光 高介祐 姜乃锋 孙松年 唐汉帆 乌家骅 程庆和 蒋志勇 马晓平 李维博 钱其林
刘俊伟 欧沪生 潘海洋 汪国平 李 军 肖善红 陈 钢 张震一 孙仲钰 刘建峰 王勉钰
郑鹏飞

八、编务办主任 姚建春

九、编务办成员(按姓氏笔画排序,共11人)

丁伟康 王 俊 刘 磊 陈 蕾 宗晓春 赵定刚 赵 虹 曹红梅 盛浩中 童晓敏 虞 捷

十、执行编务 曹红梅

序

我国船舶工业自新中国成立以来,经过 60 年的建设发展,特别是改革开放 30 年和新世纪初,国家确立“建设世界第一造船大国”的战略目标以来,实现了超常规的跨越式发展,已经成为世界上最主要的造船大国,建成世界造船强国的目标清晰可见,不久定将成功实现。在建设造船大国和强国的进程中,科技创新和引领起到了决定性的作用,而制造工艺技术更是造船能力大幅提升、造船生产效率大幅提高、高技术船舶成功研制的决定性因素。

工艺是人类社会发展过程中创造累积、沉淀和凝练的操作技能和技艺。技能和技艺的创新、累积和传承均属于人类社会发展的动力,体现了社会生产力的本质。现代制造业的诞生,赋予了传统工艺的现代属性,形成了现代制造业的制造工艺技术体系。

现代制造业的制造工艺技术是指加工零件和产品制造流程中所采用的各种方法和技艺的总称,是应用科学、生产实践及劳动技能的总和。数字信息技术的融入又增加了自动化、智能化和虚拟化的特征。现代制造工艺技术不仅是将设计图纸物化为产品的工程技术,更是科学技术生产力的重要的、不可或缺的组成部分,在提升国家综合实力和制造业竞争能力方面更具关键的支撑作用。

船舶工艺技术就是在船舶建造过程中所采用的作业方法、操作技艺和流程的集成,是最终决定船舶性能、质量可靠性和经济可承受性的关键因素,更是提高造船生产效率、促进造船生产集约化、内涵式增长发展和提升船舶工业国际竞争力的重要支撑和基础。

多年来,我国船舶工艺技术取得了长足的进步,与国外先进造船国家的差距迅速拉近,但仍有一定的差距。为了适应船舶工业日益向高端化发展的趋势,以及海洋工程装备制造业被列为国家战略性新兴产业的发展形势,国家主管部门于今年发布了一系列的“决定”、“规划”和“发展战略”,如:《船舶工业“十二五”发展规划》、《海洋工程装备制造业中长期规划》和《海洋工程装备产业发展战略(2011~2020)》等。《船舶工业“十二五”发展规划》明确指出:船舶工业是军民结合的战略产业,今后一个时期,我国船舶工业将进入由大到强转变的关键阶段。而海洋工程装备产业则是开发、利用海洋资源的物质和技术基础,是我国当前要加快培育和发展的战略性新兴产业,是船舶工业调整和振兴的重要方向,但产业发展目前仍处于幼稚期和成长起始期。因此,未来十年,不论是船舶工业的做强,还是海工装备制造业的成长壮大,都亟须大力推进创新引领和技术进步。

船舶工业由大到强不仅要具备先进的研究开发能力,还必须具备强大的研制和生产能力。为此,实现船舶工艺技术的创新发展,持之以恒地提高全行业工艺技术水平,培养和造就一支高

素质、高水平的工艺人才队伍是十分重要而又非常迫切的任务,也是必须下力气抓好的一件大事。

在此形势下,国内唯一专门从事船舶工艺研究的上海船舶工艺研究所联合国内 8 家院所院校,组成了由产学研、老中青相结合的近百位专家和编务人员参与的编撰机构。在国内首次全面梳理和构建船舶工艺体系的基础上,系统阐述了当代船舶与海洋工程装备建造的各项先进工艺技术和装备,并包括数字化制造和工艺管理、工艺规划和发展展望等内容。所构建的体系完整、内涵丰富、内容翔实、叙述严谨,全书约 200 万字,堪称集当代船舶工艺之大成,对传承船舶工艺技术、推动船舶工艺技术进步意义重大。

值此船舶工业迈入新 10 年、新发展期起步之际,本书的出版将为船舶工艺技术的传承发展和船舶工艺技术研究、推广和工程化应用提供重要的支撑。同时,为船舶工业的领导干部、设计人员、工艺人员和各级管理人员以及相关院校师生提供了极具价值的船舶工艺技术专著。

我希望,在我国船舶工业努力实现由造船大国向造船强国转变的进程中,本书的出版能有力促进船舶工艺人才的培养和船舶工艺水平的提高,进而为实现造船强国的目标,充分发挥科学技术是第一生产力的重要作用。

谨向编撰本书的专家和工作人员的辛勤劳动表示衷心的感谢。

中国船舶工业行业协会
会长 张广钦
2012.5.6

前 言

新世纪开始的 10 年,是我国船舶工业高速发展的黄金 10 年,其原动力在于国家政策的正确导向、投资的拉动和科技进步。造船完工量 10 年中猛增近 20 倍的史无前例、后无来者的发展态势,不仅使我国从此成为世界最主要的造船大国,而且导致了全球船舶市场格局的彻底改变。为应对这一改变,我国船舶工业今后的发展必须走上集约化的科学发展道路。创新引领、转型升级将成为我国船舶工业由大转强、科学发展的指导思想和基本原则。

10 年高速发展,在把中国推向世界造船大国的同时,也大幅度提升了中国船舶工业的科技水平,拉近了与先进造船国家的差距。其集中表现就是中国的船舶工业具备了自主设计、建造包括高新技术船舶在内的几乎所有种类船舶的能力。

本着“总结以往、构建体系、引领未来、支撑发展”的理念,在有关部门的大力支持下,以工艺现代化为己任的上海船舶工艺研究所,联合江南造船(集团)有限责任公司、沪东中华造船(集团)有限公司、上海外高桥造船有限公司、广船国际股份有限公司、中船第九设计研究院工程有限公司、中国船舶工业集团公司第七〇八研究所、中国船舶工业综合技术经济研究院和江苏科技大学等八家单位,成立了专门的编写班子,着手编撰出版既具专业性又具可读性的船舶工艺专著——《船舶工艺技术》。期望本书的出版能起到促进船舶工艺技术发展、促进造船生产效率提升、促进船舶工业转型升级和海工装备产业成长壮大、促进船舶与海工人才培养等多方面的作用。

编写工作紧密结合船舶工业企业生产实际和船舶工艺技术现状,坚持“系统、实用、先进”的原则:

一是系统性。通过对船舶工艺技术发展历程的梳理,构建了船舶工艺技术体系,以保证船舶工艺技术的完整性和系统性,实际上,也是建立了船舶工艺技术的创新体系。

二是先进性。当今全球产业竞争的焦点是科技和人才的竞争,为此,国内产业必须努力抢占科技制高点,尽快缩小与先进工业国家的科技差距。本书对船舶工艺技术发展趋势进行展望,期望能对船舶工艺技术的创新发展起到引领和促进作用。

三是实用性。工艺技术是一门实用性技术。本书的读者主要是船舶企业的生产、技术和管理人员,并兼顾领导干部和科研、设计人员对船舶工艺技术知识了解的需求,力求做到领导能读懂、设计人员能选用、工艺人员能应用,并使读者能掌握当代船舶工艺技术发展的主要脉络和相应的工艺技术知识,促使工艺技术实实在在地转化为生产力和竞争力。

本书分为概论、技术、产品、管理、展望等 5 篇,共 26 章。概论篇有第 1 章概论,其中包括船

船舶工艺技术体系;技术篇有 15 章,为第 2 章~第 16 章,内容包括造船模式、造船方法、生产设计、精度管理、数字化制造等总体工艺技术;构件加工、船体装配、焊接、无损检测、舾装、管件制造、涂装、舱室绝缘、复合材料成形、船舶下水及起重等专项工艺技术;产品篇有 4 章,为第 17 章~第 20 章,具体包括三大主流船型、液化气船、高性能船和海洋工程装备制造工艺等内容。管理篇有 4 章,为第 21 章~第 24 章,具体包括工艺管理、工艺标准化、船厂建设工艺设计和工艺队伍建设等内容;展望篇有 2 章,为第 25 章~第 26 章,具体包括工艺创新、规划和工艺技术发展展望等内容。

本书由 9 家参编单位近百位专家和工作人员,经 4 年的艰辛劳动,完成了编撰工作。本书篇幅之巨、体系之完整、内容之全面,开创了船舶工艺技术专著的新纪录。

值此本书出版之际,谨向所有关心、支持本书编撰、出版的领导、专家和同仁们致以真诚的感谢!

由于工艺技术发展日新月异以及工艺体系的庞大繁杂,又是初次编撰,再加上工作量大、参编人员多、历时长、编者水平有限,书中疏漏、错误和不尽完善之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 概论篇

- 第 1 章 船舶工艺技术概论 / 3**
 - 1.1 船舶工艺技术内涵 / 3**
 - 1.2 船舶工艺技术的地位和作用 / 3**
 - 1.2.1 船舶工艺技术的地位 / 3
 - 1.2.2 船舶工艺技术的作用 / 4
 - 1.3 造船技术沿革和船舶产品分类 / 5**
 - 1.3.1 造船技术沿革 / 5
 - 1.3.2 造船产业的兴起与转移 / 6
 - 1.3.3 现代船舶产品分类 / 7
 - 1.4 船舶工艺技术的发展进程 / 7**
 - 1.4.1 现代造船工艺技术的发展 / 7
 - 1.4.2 我国造船工艺技术的发展历程 / 11
 - 1.5 船舶工业工艺技术体系 / 14**
 - 1.5.1 船舶工艺技术体系 / 15
 - 1.5.2 船舶制造工艺技术体系的演化和特征 / 17
 - 1.5.3 “船舶工业科学技术体系”中的船舶工艺技术体系 / 18
 - 1.6 我国船舶工艺技术现状与水平分析 / 24**
 - 1.6.1 现状与差距 / 24
 - 1.6.2 造船技术水平评价和分析 / 25
 - 1.7 船舶工艺技术发展思路、目标和措施 / 27**
 - 1.7.1 发展思路 / 27
 - 1.7.2 发展原则 / 27
 - 1.7.3 发展目标 / 27
 - 1.7.4 措施和建议 / 28

第二篇 技术篇

- 第 2 章 现代造船模式 / 33**
 - 2.1 概述 / 33**
 - 2.1.1 造船模式的内涵及其演变过程 / 33
 - 2.1.2 现代造船模式的内涵及其概念形成的背景 / 34
 - 2.2 现代造船模式的理论基础及其主要特征 / 37**
 - 2.2.1 现代造船模式的理论基础 / 37
 - 2.2.2 现代造船模式的特征 / 40
 - 2.3 现代造船模式的构成要素及其相关要求 / 41**
 - 2.3.1 面向生产的设计技术 / 41
 - 2.3.2 均衡连续的作业流程 / 43
 - 2.3.3 严密精细的工程管理 / 44
 - 2.3.4 高效合理的生产组织 / 48
 - 2.3.5 信息集成 / 52
 - 2.4 加快建立现代造船模式的指导意见 / 54**
 - 2.4.1 指导方针 / 54
 - 2.4.2 基本方向和总体要求 / 54
 - 2.4.3 实施要点 / 55
 - 2.4.4 相关保障措施 / 57
 - 2.5 现代造船模式的发展趋势 / 58**
- 第 3 章 造船方法和造船主流程 / 59**
 - 3.1 概述 / 59**
 - 3.2 造船方法分类及特征 / 59**

- 3.2.1 造船方法分类 / 59
 - 3.2.2 主要造船方法特征 / 60
 - 3.3 船体建造方法 / 61**
 - 3.3.1 船体建造方法的选择 / 62
 - 3.3.2 分段(总段)建造方法 / 63
 - 3.3.3 船台(坞)搭载(建造)方法 / 69
 - 3.3.4 船体建造阶段的划分和作业内容 / 72
 - 3.4 舾装方法 / 72**
 - 3.4.1 舾装方法分类 / 72
 - 3.4.2 舾装作业阶段划分 / 73
 - 3.4.3 区域舾装法 / 75
 - 3.5 涂装方法 / 76**
 - 3.5.1 区域涂装和作业阶段 / 76
 - 3.5.2 涂装计划和生产管理 / 77
 - 3.6 造船作业主流程 / 77**
 - 3.6.1 造船作业主流程的内涵 / 77
 - 3.6.2 造船作业主流程的演变 / 79
 - 3.6.3 造船总装作业主流程 / 79
 - 3.6.4 船厂造船作业主流程布置基本形式 / 81
 - 3.7 流程再造和流程优化 / 81**
 - 3.7.1 产品导向型工程分解(PWBS) / 81
 - 3.7.2 船体加工装焊流程优化 / 82
 - 3.7.3 壳舾涂一体化作业流程 / 85
 - 3.8 造船方法和造船主流程发展趋势 / 86**
- 第4章 造船生产设计 / 88**
- 4.1 概述 / 88**
 - 4.1.1 生产设计的由来 / 88
 - 4.1.2 生产设计的内涵 / 88
 - 4.1.3 生产设计的基本原则与设计理念 / 89
 - 4.1.4 生产设计的主要特点和作用 / 90
 - 4.2 船舶设计与工程计划管理相结合的设计工作模式 / 91**
 - 4.2.1 船舶设计阶段的划分 / 92
 - 4.2.2 船舶设计各阶段的设计协调方式 / 92
 - 4.2.3 船舶设计与工程计划管理的结合方式 / 94
 - 4.3 生产设计前的准备 / 98**
 - 4.3.1 作业阶段、作业区域和作业类型的划分 / 98
 - 4.3.2 按作业性质、区域划分的生产设计组织机构 / 100
 - 4.3.3 生产设计标准体系 / 100
 - 4.3.4 建立船舶建造编码体系 / 103
 - 4.3.5 计算机辅助生产设计软硬件的配置 / 107
 - 4.4 船体生产设计 / 109**
 - 4.4.1 船体生产设计的内涵及基本要求 / 109
 - 4.4.2 船体生产设计的主要内容 / 110
 - 4.4.3 船体生产设计工作图的出图模式 / 113
 - 4.4.4 船体生产设计的程序与方法 / 117
 - 4.5 舾装生产设计及舾装综合布置 / 118**
 - 4.5.1 舾装生产设计概述 / 118
 - 4.5.2 舾装综合布置的内涵及其主要作用 / 119
 - 4.5.3 舾装综合布置的主要内容 / 120
 - 4.5.4 各专业在综合布置中的相互关系 / 123
 - 4.5.5 舾装综合布置的设计程序与方法 / 124
 - 4.6 舾装托盘及托盘化设计 / 127**
 - 4.6.1 托盘的定义与划分 / 127
 - 4.6.2 托盘管理的基本概念与管理流程 / 129
 - 4.6.3 托盘化设计的主要内容 / 131
 - 4.6.4 托盘化设计的程序与方法 / 133
 - 4.7 壳舾涂一体化分段的生产设计 / 136**
 - 4.7.1 壳舾涂一体化分段的内涵与作业流程 / 136
 - 4.7.2 壳舾涂一体化分段完工技术状态的设定 / 136
 - 4.7.3 壳舾涂一体化分段的生产设计内容 / 137
 - 4.7.4 壳舾涂一体化分段的生产设计方法 / 138
 - 4.8 生产设计技术的发展趋势 / 142**
- 第5章 造船精度管理技术 / 146**
- 5.1 概述 / 146**
 - 5.1.1 精度管理的内涵和作用 / 146
 - 5.1.2 船体建造精度管理的发展过程 / 147
 - 5.1.3 船体建造精度管理体系 / 148
 - 5.1.4 船体建造精度管理的关联技术 / 150
 - 5.2 船体建造精度管理的基础理论和方法 / 151**
 - 5.2.1 基础理论 / 151
 - 5.2.2 基本方法 / 153
 - 5.3 船体建造精度标准 / 153**
 - 5.3.1 名词术语定义 / 153
 - 5.3.2 标准的分类 / 153
 - 5.3.3 标准的作用 / 154

- 5.3.4 标准的制订 / 156
- 5.3.5 精度标准内容 / 157
- 5.4 船体建造精度控制 / 162**
 - 5.4.1 船体精度控制系统 / 162
 - 5.4.2 船体结构的尺寸基准 / 169
 - 5.4.3 船体建造精度过程控制 / 171
 - 5.4.4 重点分段精度控制实例 / 177
- 5.5 船体建造尺寸精度补偿 / 180**
 - 5.5.1 精度补偿的先决条件和经济性原则 / 180
 - 5.5.2 精度补偿的方法和推荐值 / 181
- 5.6 船体建造精度检测技术 / 186**
 - 5.6.1 船体精度检测技术的发展过程 / 186
 - 5.6.2 检测工具的分类和使用 / 186
 - 5.6.3 船体建造精度检测方法 / 187
 - 5.6.4 全站仪检测和应用 / 188
- 5.7 精度管理技术发展趋势 / 192**
- 第6章 船舶制造数字化技术 / 194**
 - 6.1 概述 / 194**
 - 6.1.1 船舶制造数字化技术的内涵 / 194
 - 6.1.2 船舶制造数字化技术的发展历程 / 197
 - 6.1.3 船舶制造数字化技术的国内外发展概况 / 197
 - 6.1.4 现代造船模式与数字化技术 / 201
 - 6.2 船舶制造数字化技术的理论与技术基础 / 201**
 - 6.2.1 现代制造的基本哲理 / 202
 - 6.2.2 数字化技术基础 / 204
 - 6.3 船舶制造数字化技术体系和集成系统功能架构 / 207**
 - 6.3.1 船舶制造数字化技术体系 / 207
 - 6.3.2 船舶制造集成系统 / 209
 - 6.4 船舶生产设计系统 / 209**
 - 6.4.1 船舶三维建模技术 / 209
 - 6.4.2 船体结构设计系统 / 211
 - 6.4.3 船舶管系设计系统 / 213
 - 6.4.4 船舶风管设计系统 / 214
 - 6.4.5 船舶电气设计系统 / 215
 - 6.4.6 船舶铁舾件设计系统 / 216
 - 6.4.7 船舶涂装生产设计系统 / 217
 - 6.4.8 焊接工艺规划系统 / 217
 - 6.4.9 船舶精度控制系统 / 218
 - 6.5 船舶虚拟制造技术 / 219**
 - 6.5.1 虚拟制造技术 / 219
 - 6.5.2 船舶虚拟制造技术 / 220
 - 6.6 船舶制造数字化管理技术 / 223**
 - 6.6.1 船舶制造数字化管理系统架构及功能 / 224
 - 6.6.2 船舶制造数字化管理系统的业务流程 / 225
 - 6.7 船舶制造数字化装备 / 232**
 - 6.7.1 造船数字化装备发展综述 / 232
 - 6.7.2 典型数控装备 / 234
 - 6.8 船舶制造数字化的若干关键技术 / 237**
 - 6.8.1 问题和关键 / 237
 - 6.8.2 船舶制造数字化关键技术 / 238
 - 6.9 船舶制造数字化技术发展趋势 / 242**
- 第7章 船体构件加工工艺技术 / 246**
 - 7.1 概述 / 246**
 - 7.1.1 船体构件加工工艺体系 / 246
 - 7.1.2 船体构件加工方法分类 / 246
 - 7.1.3 船体构件加工分道技术 / 246
 - 7.2 船体放样工艺 / 247**
 - 7.2.1 船体型面特点和船体放样的内涵 / 247
 - 7.2.2 船体放样工艺的演化和发展 / 248
 - 7.2.3 船体放样的内容 / 249
 - 7.2.4 船体数学放样(Mathematical Lofting) / 251
 - 7.3 船体构件号料工艺 / 257**
 - 7.3.1 船体构件号料的内涵 / 257
 - 7.3.2 船体构件的套料 / 258
 - 7.3.3 船体号料技术的演化和发展 / 258
 - 7.4 船体构件边缘加工(切割)工艺 / 258**
 - 7.4.1 船体构件边缘加工(切割)工艺体系 / 258
 - 7.4.2 船体构件切割工艺 / 258
 - 7.4.3 焊接坡口加工工艺 / 265
 - 7.5 船体构件成形工艺 / 266**
 - 7.5.1 船体构件成形加工工艺体系 / 266
 - 7.5.2 船体型材构件的成形工艺及装备 / 266
 - 7.5.3 船体板材构件的成形工艺及装备 / 271
 - 7.6 船体构件加工技术的发展趋势 / 276**
 - 7.6.1 切割技术的发展趋势 / 276

7.6.2 成形加工技术的发展趋势 / 277

第8章 船体装配工艺技术 / 279

8.1 概述 / 279

8.1.1 船体装配工艺技术体系 / 279

8.1.2 船体分道建造技术 / 279

8.1.3 船体装配作业技术依据 / 283

8.1.4 船体建造基准及检测 / 284

8.2 部件装配(小组立、中组立)工艺 / 286

8.2.1 部件装配工艺流程 / 287

8.2.2 部件装配基准 / 287

8.2.3 板材拼装与焊接工艺 / 288

8.2.4 T型材装焊工艺 / 291

8.2.5 框架装焊工艺 / 293

8.2.6 平面型板架装焊工艺 / 295

8.2.7 主、辅机基座装焊工艺 / 298

8.2.8 艏柱和艉柱装焊工艺 / 301

8.3 分段(大组立)装配工艺 / 303

8.3.1 分段类型 / 303

8.3.2 分段建造和装配方法 / 304

8.3.3 底部分段装焊工艺 / 306

8.3.4 舷侧分段装焊工艺 / 312

8.3.5 顶(底)边水舱分段装焊工艺 / 316

8.3.6 甲板型分段装焊工艺 / 319

8.3.7 上层建筑分段装焊工艺 / 321

8.3.8 艏、艉立体分段装焊工艺 / 322

8.3.9 胎架 / 330

8.3.10 分段装配焊接变形及控制技术 / 334

8.4 分段总组(总组立)工艺 / 335

8.4.1 立体分段总组 / 335

8.4.2 上层建筑总组 / 339

8.5 船体总装工艺技术 / 340

8.5.1 船台(坞)总装(搭载)工艺流程 / 340

8.5.2 船台(坞)总装(搭载)准备工作 / 341

8.5.3 分/总段的船台(坞)搭载技术 / 343

8.5.4 典型分/总段的船台(坞)搭载工艺流程和技术要领 / 345

8.5.5 船台(坞)装配焊接变形及控制技术 / 348

8.6 船体装配工艺技术的发展趋势 / 351

8.6.1 按现代造船模式的要求建立总装造船工艺

流程 / 351

8.6.2 建立船体部件、分段机械化与自动化装焊流水线 / 351

8.6.3 全面实施造船精度管理 / 351

8.6.4 数字虚拟装配技术的研究和应用 / 352

8.6.5 造船工法研究和应用 / 353

第9章 船舶焊接技术 / 355

9.1 概述 / 355

9.1.1 船舶焊接技术特点 / 355

9.1.2 船舶焊接技术的演化历程 / 355

9.2 船舶焊接技术体系和管理一体化流程 / 356

9.2.1 船舶焊接技术体系 / 356

9.2.2 船舶焊接工艺、设计、施工管理一体化流程 / 356

9.3 船体结构用钢及匹配的焊接材料 / 358

9.3.1 船体结构用钢 / 358

9.3.2 船体结构用钢匹配的焊接材料 / 359

9.4 船舶焊接工艺规程 / 360

9.4.1 焊接工艺规程的内涵和作用 / 360

9.4.2 焊接工艺规程编制的原则 / 360

9.4.3 焊接工艺规程编制的依据 / 361

9.4.4 焊接工艺规程的主要内容 / 361

9.5 船舶焊接标准及体系 / 361

9.5.1 船舶焊接标准现状 / 361

9.5.2 船舶焊接标准体系 / 361

9.6 船用材料焊接工艺性 / 362

9.6.1 薄板及厚板结构焊接工艺性 / 362

9.6.2 铝及其合金的焊接工艺性 / 366

9.6.3 钛与钛合金焊接工艺性 / 369

9.7 常规焊接工艺及装备 / 370

9.7.1 手工电弧焊工艺及装备 / 370

9.7.2 普通埋弧焊工艺及装备 / 371

9.8 船舶高效焊接工艺及装备 / 373

9.8.1 手工高效焊条焊接工艺及装备 / 373

9.8.2 高效埋弧焊工艺及装备 / 374

9.8.3 焊剂垫单面埋弧焊(RF法)焊接工艺及装备 / 376

9.8.4 焊剂铜衬垫多丝单面埋弧焊(FCB法)

- 焊接工艺及装备 / 378
- 9.8.5 软衬垫单面埋弧焊(FAB法)焊接工艺及装备 / 383
- 9.8.6 CO₂气保护焊焊接工艺及装备 / 389
- 9.8.7 双丝单面 MAG 焊焊接工艺及装备 / 390
- 9.8.8 TIG、MIG 焊工艺及装备 / 392
- 9.8.9 气电垂直自动焊工艺及装备 / 395
- 9.8.10 气电横向自动焊工艺及装备 / 399
- 9.9 碳弧气刨工艺及设备 / 399**
- 9.9.1 碳弧气刨原理及应用 / 399
- 9.9.2 碳弧气刨工艺参数 / 400
- 9.9.3 碳弧气刨设备 / 400
- 9.10 焊接质量管理 / 400**
- 9.10.1 焊接缺陷分类 / 400
- 9.10.2 焊接变形及控制技术 / 401
- 9.10.3 焊接接头缺陷及防止措施 / 404
- 9.10.4 焊缝外观质量要求 / 410
- 9.10.5 焊缝内部质量要求 / 411
- 9.11 船舶焊接发展趋势 / 411**
- 9.11.1 船舶焊接技术发展面临的机遇与挑战 / 411
- 9.11.2 船舶焊接技术发展趋势 / 411
- 9.11.3 船舶焊接技术发展展望 / 412
- 9.11.4 船舶焊接技术发展对策 / 414
- 第10章 船舶无损检测技术 / 416**
- 10.1 无损检测概述 / 416**
- 10.1.1 船舶无损检测技术的内涵 / 416
- 10.1.2 船舶无损检测技术体系 / 416
- 10.1.3 船舶无损检测技术人员资格的认证 / 417
- 10.2 船舶无损检测标准 / 417**
- 10.3 船舶无损检测方法的选择 / 418**
- 10.3.1 材料表面或近表面检测方法 / 418
- 10.3.2 全熔透焊接接头检测方法 / 418
- 10.3.3 船体结构的无损检测 / 419
- 10.4 船舶无损检测技术及设备 / 421**
- 10.4.1 船舶超声波检测工艺及设备 / 421
- 10.4.2 船舶射线检测工艺及设备 / 429
- 10.4.3 船舶磁粉检测工艺及设备 / 432
- 10.4.4 船舶渗透检测工艺及设备 / 439
- 10.4.5 船用复合材料(玻璃钢)无损检测技术 / 443
- 10.5 无损检测新技术 / 446**
- 10.5.1 奥氏体不锈钢焊缝超声波检测 / 446
- 10.5.2 相控阵超声波检测 / 447
- 10.5.3 对接焊缝 TOFD 技术 / 447
- 10.5.4 磁记忆检测技术 / 448
- 第11章 船舶舾装工艺技术 / 449**
- 11.1 概述 / 449**
- 11.1.1 舾装工艺的内涵 / 449
- 11.1.2 船舶舾装工艺的演化 / 450
- 11.1.3 舾装工艺技术体系 / 450
- 11.2 区域舾装工艺 / 451**
- 11.2.1 单元组装工艺(Unit Outfitting) / 451
- 11.2.2 分段舾装工艺(Section Outfitting; Block Outfitting) / 452
- 11.2.3 总段正反转舾装工艺 / 453
- 11.2.4 盆舾装工艺(Plate Outfitting) / 453
- 11.3 专业舾装工艺 / 454**
- 11.3.1 机装工艺(Machinery Fitting) / 455
- 11.3.2 电装工艺(Electric Fitting) / 463
- 11.3.3 外舾装工艺(Deck Outfitting) / 467
- 11.3.4 内(舱室)舾装工艺(Accommodation Outfitting) / 471
- 11.3.5 特装工艺 / 477
- 11.4 舾装托盘集配技术 / 481**
- 11.4.1 舾装托盘(Outfits Pallet)的形成 / 481
- 11.4.2 托盘管理表 / 481
- 11.4.3 集配中心 / 486
- 11.5 舾装技术发展方向 / 487**
- 第12章 船舶管件制造与安装工艺技术 / 488**
- 12.1 概述 / 488**
- 12.2 船舶管路系统 / 488**
- 12.2.1 含义 / 488
- 12.2.2 分类及用途 / 489
- 12.3 船用管材及管路附件和设备 / 490**
- 12.3.1 船用管子 / 490
- 12.3.2 管路附件 / 492
- 12.3.3 管系设备 / 494
- 12.4 管系生产设计 / 496**

- 12.4.1 管系生产设计的基本要求 / 496
- 12.4.2 管系综合布置 / 496
- 12.4.3 管系综合布置图 / 497
- 12.4.4 管系安装图的设绘 / 498
- 12.4.5 管子零件图的设绘 / 498
- 12.4.6 管子开孔委托及开孔图的设绘 / 503
- 12.4.7 管理图表的编制 / 503
- 12.4.8 管子加工与安装编码系统 / 504
- 12.5 基于成组技术(GT)的管件加工生产系统 / 508**
- 12.5.1 基本原理 / 508
- 12.5.2 管件成组加工工艺流程 / 508
- 12.5.3 管件成组加工单元 / 509
- 12.5.4 设备选择与车间布置 / 509
- 12.5.5 管件生产管理 / 511
- 12.6 管子加工工艺和工艺装备 / 515**
- 12.6.1 切割工艺与装备 / 515
- 12.6.2 弯管工艺及装备 / 516
- 12.6.3 校管 / 519
- 12.6.4 焊接工艺与装备 / 522
- 12.6.5 管子的化学清洗与表面防腐 / 526
- 12.6.6 管子柔性加工生产线 / 528
- 12.7 船舶管系安装工艺技术 / 530**
- 12.7.1 船舶管系安装工艺要求 / 530
- 12.7.2 管系安装方法 / 536
- 12.7.3 管系安装的技术要求 / 540
- 12.7.4 管系安装的质量检验 / 541
- 12.8 管系加工与安装技术的发展趋势 / 545**
- 12.8.1 管子材料与管系连接工艺 / 545
- 12.8.2 管件成组生产系统和信息化管理 / 546
- 12.8.3 现代造船模式对管系安装工艺的推动 / 547
- 第13章 船舶涂装工艺技术 / 548**
- 13.1 概述 / 548**
- 13.1.1 船舶的腐蚀与防护 / 548
- 13.1.2 船舶涂装工艺技术体系 / 549
- 13.1.3 船舶涂装技术的进步 / 551
- 13.2 船舶涂料 / 552**
- 13.2.1 涂料 / 552
- 13.2.2 船舶涂料及其分类 / 553
- 13.2.3 车间底漆 / 553
- 13.2.4 防锈涂料 / 554
- 13.2.5 防污涂料 / 555
- 13.2.6 船用面层涂料 / 557
- 13.2.7 液舱涂料 / 558
- 13.3 船舶除锈涂装工艺技术 / 559**
- 13.3.1 钢材表面处理工艺 / 559
- 13.3.2 船舶涂装作业 / 564
- 13.3.3 船舶涂装管理 / 567
- 13.3.4 船舶涂装生产设计 / 569
- 13.3.5 特种(殊)涂装 / 570
- 13.4 船舶除锈涂装工艺装备 / 577**
- 13.4.1 钢材抛丸预处理装置 / 577
- 13.4.2 抛丸技术的最新进展 / 578
- 13.4.3 船体分段除锈涂装设施 / 579
- 13.4.4 船舶除锈涂装辅助工艺装备 / 581
- 13.5 IMO 保护涂层性能标准(PSPC) / 582**
- 13.5.1 PSPC 标准适用范围、实施时间和基本目标 / 582
- 13.5.2 涂层系统的基本要求 / 583
- 13.5.3 涂层检查要求 / 584
- 13.5.4 PSPC 标准的实施 / 585
- 13.5.5 IMO 其他涂层性能标准 / 586
- 13.6 船体阴极保护 / 588**
- 13.6.1 阴极保护原理及基本参数 / 588
- 13.6.2 牺牲阳极保护 / 589
- 13.6.3 外加电流阴极保护 / 590
- 13.7 现代船舶涂装技术发展趋势 / 591**
- 13.7.1 适应国际船舶涂装的新要求 / 591
- 13.7.2 适应绿色造船的要求 / 591
- 13.7.3 适应快速造船的需求 / 592
- 第14章 船舶舱室绝缘工艺技术 / 595**
- 14.1 概述 / 595**
- 14.1.1 船舶舱室绝缘材料及工艺技术发展历程 / 595
- 14.1.2 热的三种传递方式 / 595
- 14.2 舱室绝缘材料 / 596**
- 14.2.1 舱室常用绝缘材料结构与导热系数 / 598
- 14.2.2 舱室绝缘材料燃烧性能的三大参数 / 600

- 14.2.3 舱室常用绝缘材料 / 602
- 14.3 SOLAS 公约 / 607**
 - 14.3.1 与舱室绝缘材料有关的 SOLAS 公约及相关规范 / 608
 - 14.3.2 SOLAS 公约及规范对舱室绝缘的规定和要求 / 608
- 14.4 舱室绝缘工艺技术 / 610**
 - 14.4.1 绝缘材料固定工艺 / 610
 - 14.4.2 一般舱室绝缘工艺技术 / 611
 - 14.4.3 特殊舱室绝缘工艺技术 / 613
- 14.5 防火门和防火封堵 / 614**
 - 14.5.1 防火门 / 614
 - 14.5.2 防火封堵 / 616
- 14.6 LNG 船液化天然气储舱绝缘技术 / 617**
 - 14.6.1 独立球型(MOSS)液货舱的绝缘技术 / 617
 - 14.6.2 GTT 薄膜型液货舱的绝缘技术 / 617
 - 14.6.3 LNG 日蒸发速率与绝热层材质及厚度控制 / 618
- 14.7 舱室绝缘材料与工艺发展展望 / 619**
 - 14.7.1 轻质节能与绿色环保型舱室绝缘材料的发展方向 / 619
 - 14.7.2 新型绝缘工艺技术展望 / 620
- 第 15 章 船用复合材料成形技术 / 621**
 - 15.1 概述 / 621**
 - 15.1.1 树脂基复合材料成形工艺概况 / 621
 - 15.1.2 复合材料成形工艺技术体系 / 622
 - 15.1.3 复合材料成形工艺技术特征和选择 / 625
 - 15.2 复合材料/树脂基复合材料/玻璃纤维增强塑料 / 625**
 - 15.2.1 内涵 / 625
 - 15.2.2 特性 / 626
 - 15.2.3 命名和分类 / 626
 - 15.2.4 原材料 / 627
 - 15.2.5 模具、模具材料和脱模剂 / 630
 - 15.3 复合材料成形工艺 / 631**
 - 15.3.1 手糊成形工艺 / 631
 - 15.3.2 喷射成形工艺 / 633
 - 15.3.3 树脂传递模塑成形(RTM) / 635
 - 15.3.4 低压接触成形工艺 / 636
 - 15.3.5 模压成形工艺 / 638
 - 15.3.6 缠绕成形工艺 / 640
 - 15.3.7 拉挤成形工艺 / 642
 - 15.3.8 真空辅助成形工艺 / 645
 - 15.3.9 其他成形工艺 / 648
 - 15.4 复合材料船体结构制造技术 / 648**
 - 15.4.1 FRP/CM 船艇船体的典型结构型式 / 648
 - 15.4.2 FRP/CM 船体的设计 / 649
 - 15.4.3 FRP/CM 船体的制造技术 / 649
 - 15.5 复合材料无损检测技术 / 650**
 - 15.5.1 复合材料无损检测技术分类 / 650
 - 15.5.2 常用复合材料无损检测方法 / 651
 - 15.6 船用复合材料成形技术的发展趋势和展望 / 652**
- 第 16 章 船舶下水(进出坞)及起重工艺技术 / 653**
 - 16.1 概述 / 653**
 - 16.1.1 我国船舶下水和起重技术的发展历程 / 653
 - 16.1.2 船舶下水设施和起重技术在船厂中的地位和作用 / 653
 - 16.1.3 船舶下水方式分类 / 654
 - 16.2 纵向倾斜船台滑道下水 / 654**
 - 16.2.1 纵向倾斜船台滑道分类 / 654
 - 16.2.2 纵向倾斜船台滑道的主要尺度 / 654
 - 16.2.3 纵向倾斜船台滑道下水工艺 / 656
 - 16.2.4 纵向倾斜船台滑道下水工艺的改进 / 657
 - 16.2.5 气囊下水 / 657
 - 16.3 纵向机械化滑道上墩下水工艺 / 658**
 - 16.3.1 纵向船排滑道 / 658
 - 16.3.2 纵向两支点滑道 / 661
 - 16.3.3 纵向斜船架滑道 / 662
 - 16.3.4 纵向栈桥滑道 / 663
 - 16.3.5 典型多船位纵向滑道上墩下水工艺流程 / 664
 - 16.4 横向机械化滑道上墩下水工艺 / 665**
 - 16.4.1 横向高低轨滑道 / 665
 - 16.4.2 横向高低腿滑道 / 666
 - 16.4.3 横向梳式滑道 / 666
 - 16.4.4 横向整体斜船架滑道 / 667
 - 16.4.5 典型多船位横向滑道上墩下水工艺

- 流程 / 669
- 16.5 升船机上墩下水工艺 / 669**
- 16.6 船坞及进出坞工艺 / 672**
- 16.6.1 船坞的型式 / 672
- 16.6.2 船坞的工艺设施 / 676
- 16.6.3 进出坞操作工艺流程 / 679
- 16.6.4 船坞建设的进展 / 679
- 16.7 平地造船及下水技术 / 681**
- 16.7.1 平地造船的历史沿革 / 681
- 16.7.2 国内外平地造船概况 / 681
- 16.7.3 平地造船的移船技术 / 682
- 16.8 起重技术 / 685**
- 16.8.1 起重设备 / 685
- 16.8.2 船坞、码头区常用起重设备 / 685
- 16.8.3 起重设备的配置 / 689
- 16.8.4 大型起重工艺及设备的合理化 / 690

第三篇 产品篇

- 第17章 主要运输船舶制造工艺 / 695**
- 17.1 概述 / 695**
- 17.1.1 运输船舶的分类 / 695
- 17.1.2 主要运输船舶及其分类 / 695
- 17.2 主要运输船舶制造工艺流程 / 699**
- 17.2.1 船舶制造典型工艺流程 / 699
- 17.2.2 壳舾涂一体化制造工艺流程 / 701
- 17.3 散货船制造工艺 / 702**
- 17.3.1 散货船船型和结构特征 / 702
- 17.3.2 船体建造工艺 / 703
- 17.4 油船制造工艺 / 714**
- 17.4.1 油船船型和结构特征 / 714
- 17.4.2 油船专用设备及系统 / 719
- 17.4.3 油船制造工艺技术 / 721
- 17.4.4 油船制造关键技术 / 724
- 17.5 集装箱船制造工艺 / 730**
- 17.5.1 集装箱船的船型和结构特征 / 730
- 17.5.2 集装箱船制造关键技术 / 733
- 17.6 主要运输船舶发展趋势 / 746**
- 17.6.1 散货船发展趋势 / 746
- 17.6.2 油船发展趋势 / 746
- 17.6.3 集装箱船发展趋势 / 747
- 17.7 主要运输船舶制造工艺技术发展趋势 / 747**
- 17.7.1 分段总段划分技术 / 747
- 17.7.2 船舶建造标准化(SDP)技术 / 748
- 17.7.3 分段组立详细装配程序(DAP)技术 / 749
- 17.7.4 综合工程图(WSD)规划和设计 / 751
- 17.7.5 新工艺新技术的推广应用 / 752
- 17.7.6 运输船舶制造工艺技术发展方向 / 756
- 第18章 液化气船制造工艺 / 757**
- 18.1 概述 / 757**
- 18.1.1 液化气船及其分类 / 757
- 18.2 LPG(液化石油气)船制造工艺 / 761**
- 18.2.1 LPG船及其液货舱布置和结构特征 / 761
- 18.2.2 LPG船液舱(罐)型式和结构 / 763
- 18.2.3 液舱(罐)制造工艺及关键技术 / 765
- 18.2.4 液货舱(罐)制造关键技术 / 770
- 18.3 LNG(液化天然气)船制造工艺 / 772**
- 18.3.1 LNG船及其液货舱结构特征 / 772
- 18.3.2 LNG船围护系统制造工艺 / 776
- 18.3.3 液货舱系统制造关键技术 / 780
- 18.4 液化气船制造工艺发展趋势 / 788**
- 18.4.1 LPG船及其制造工艺发展趋势 / 788
- 18.4.2 LNG船及其制造工艺发展趋势 / 789
- 第19章 高性能船制造工艺 / 791**
- 19.1 概述 / 791**
- 19.2 分类及其特征 / 791**
- 19.2.1 高性能船分类 / 791
- 19.2.2 高性能船特征 / 792
- 19.3 布置和结构特征 / 795**
- 19.3.1 地效翼船布置和结构特征 / 795
- 19.3.2 气垫船布置和结构特征 / 797
- 19.3.3 水翼船布置和结构特征 / 798
- 19.3.4 船体材料 / 799

- 19.4 高性能船制造工艺流程 / 800**
- 19.4.1 地效翼船制造工艺流程 / 800
- 19.4.2 气垫船制造工艺流程 / 800
- 19.4.3 水翼船制造工艺流程 / 800
- 19.5 关键技术和专用工艺 / 801**
- 19.5.1 铝合金冷、热加工工艺 / 801
- 19.5.2 铝合金船装焊工艺 / 801
- 19.5.3 铝合金焊接工艺 / 802
- 19.5.4 气垫船制造关键技术 / 802
- 19.5.5 地效翼船制造关键技术 / 803
- 19.5.6 水翼船制造关键技术 / 803
- 19.6 新工艺应用发展趋势 / 804**
- 第20章 海洋工程装备制造工艺 / 805**
- 20.1 概述 / 805**
- 20.2 海洋工程装备发展史及其分类 / 806**
- 20.2.1 海洋工程装备发展史 / 806
- 20.2.2 海洋工程装备的分类 / 809
- 20.3 海洋工程装备的功能和结构形式 / 812**
- 20.3.1 油气勘探钻井装置的功能和结构形式 / 812
- 20.3.2 油气生产装置的功能和结构形式 / 812
- 20.3.3 存储装备和外输系统的功能和组成 / 825
- 20.3.4 海洋工程船 / 826
- 20.3.5 水下工程装备 / 826
- 20.3.6 配套设备 / 827
- 20.4 海洋工程装备的材料选用和焊接要求 / 827**
- 20.4.1 海洋工程装备的设计建造标准 / 827
- 20.4.2 海工装备结构用钢及其性能要求 / 828
- 20.4.3 海工结构钢的焊接工艺要求 / 836
- 20.5 导管架平台(Jacket Platform)制造工艺 / 838**
- 20.5.1 导管架平台的布置和结构形式 / 839
- 20.5.2 导管架平台制造工艺流程 / 840
- 20.5.3 导管架平台制造关键技术 / 842
- 20.6 半潜式平台(Semi-Submersible Drilling Platform)制造工艺 / 847**
- 20.6.1 半潜式平台的布置和结构形式 / 847
- 20.6.2 半潜式平台制造工艺流程 / 849
- 20.6.3 半潜式平台制造关键技术 / 855
- 20.7 自升式平台(Jack-up Drilling Platform)制造工艺 / 867**
- 20.7.1 自升式平台布置和结构形式 / 867
- 20.7.2 自升式平台制造工艺流程 / 870
- 20.7.3 自升式平台的系统调试 / 876
- 20.7.4 自升式平台制造的关键技术 / 876
- 20.8 张力腿平台(Tension Leg Platform, TLP)制造工艺 / 880**
- 20.8.1 SeaStar 系列张力腿平台的布置和结构形式 / 880
- 20.8.2 SeaStar 系列张力腿平台制造工艺 / 882
- 20.8.3 SeaStar 系列张力腿平台海上安装工艺 / 884
- 20.8.4 张力腿平台制造安装工艺流程 / 885
- 20.9 SPAR 平台制造工艺 / 885**
- 20.9.1 SPAR 平台的布置和结构形式 / 886
- 20.9.2 SPAR 平台制造工艺流程 / 887
- 20.9.3 SPAR 平台海上定位安装工艺 / 892
- 20.10 浮式生产储油装置(Floating Production Storage and Offloading Unit, FPSO)制造工艺 / 893**
- 20.10.1 FPSO 的船型布置和结构形式 / 893
- 20.10.2 单点系泊系统装焊工艺 / 897
- 20.10.3 模块支墩的形式和装焊工艺 / 908
- 20.10.4 总承包技术 / 911
- 20.11 海洋工程装备及制造工艺技术发展趋势 / 915**
- 20.11.1 海洋工程装备的发展趋势 / 915
- 20.11.2 新颖海工装备概念设计 / 916
- 20.11.3 海工装备制造工艺技术的发展趋势 / 917
- 20.11.4 规划和展望 / 918

第四篇 管理篇

第21章 船舶工艺管理 / 923

21.1 概述 / 923

21.1.1 船舶工艺管理的基本内涵 / 923

21.1.2 工艺管理的主要内容 / 923