



船舶主体工种岗位培训教材

船舶电焊工

CHUANBO DIANHANGONG

主编 赵伟兴 主审 忻鼎乾



国防工业出版社

National Defense Industry Press

船舶主体工种岗位培训教材

船舶电焊工

主编 赵伟兴

主审 忻鼎乾

国防工业出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书由船舶电焊工基础知识、焊条电弧焊、埋弧自动焊、CO₂ 气体保护焊、手工钨极氩弧焊和焊接质量检验及安全管理六篇组成,着重讲解了四种船舶焊接方法的操作技能、船舶焊接设备的使用及焊接材料的选用;船舶焊接基本工艺知识和船厂先进的焊接技术;船舶典型部件产品焊接工艺的应用实例等。本书从船舶电焊工生产实际出发,内容简明扼要,通俗易懂,具有一定的深度和广度。

本书是新进厂船舶电焊工(劳务工)的岗位培训教材,也是本专业有关工人和技术人员的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

船舶电焊工/赵伟兴主编. —北京:国防工业出版社,
2008.7

船舶主体工种岗位培训教材

ISBN 978-7-118-05718-8

I. 船… II. 赵… III. 造船—电焊—技术培训—教材
IV. U671.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 065549 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 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 26½ 字数 605 千字

2008 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—14000 册 定价 45.00 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

船舶主体工种岗位培训教材

编著委员会

主 任 路小彦

执行主任 黄永锡

副 主 任 孙 伟 程小彬

委 员 熊余红 任少光 曾爱兰 黄成穗 陈建良

朱大弟 陈 平 周军华 何汉武 施克非

赵伟兴 章炜樑 黄 镇 金鹏华 沈子玉

邱隆宝 张信祥 陈胜林

顾 问 周振柏

序

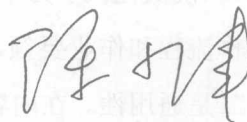
经过改革开放三十年,特别是新世纪以来近八年的发展,我国造船工业不仅在造船产量、能力规模方面实现了跨越式发展,而且在产品结构、造船效率、技术研发等方面有了长足进步,取得了令世人瞩目的历史成就。作为我国船舶工业的主力军,中船集团公司用短短几年时间提前实现了“五强”、“三强”目标,2007年造船完工量、新船接单量和手持定单量均跃居世界造船集团第二位。

当前,中船集团公司已经站在了从做大迈向更加注重做强的历史新起点。集团公司第六次工作会议明确提出,到2015年,我们不仅要成为世界第一造船集团,全面实现“五三一”目标,而且要推动做强的新跨越,达到“五个世界领先”。这个宏伟目标,既为我们各项工作进一步指明了方向,也提出了新的要求。其中,人才队伍世界领先更具战略意义,需要付出更多努力。我们要紧紧围绕集团公司改革发展实际需要,创新人力资源管理机制,以建设职业化的管理经营人才队伍、创新型科技人才队伍以及技艺精湛的高技能人才队伍为重点,建设世界领先的人才队伍。

加强员工培训,是提高人才队伍素质的重要手段。深入系统地开展岗位技能培训,提升企业员工尤其是造船生产一线员工的技能水平和业务素质,对于不断壮大集团公司技艺精湛的高技能人才队伍,更好地适应集团公司新的跨越式发展具有重要意义。为此,集团公司委托上海地区公司组织编著了《船舶主体工种岗位培训教材》系列丛书。这套书比较完整地汇集了集团公司各单位造船技术和工艺的精华,凝聚着集团公司造船专家们的经验和智慧,是一套难得的员工技能培训教材。希望集团公司各单位结合工作实际,真正学好、用好,取得实效。

谨向编著本套教材的专家和同志们表示衷心感谢。

中国船舶工业集团公司总经理



2008年4月10日

编者的话

近年来,随着我国船舶工业的快速发展,各造船企业的造船能力和产量迅速提升,各类新建造船企业如雨后春笋般涌现,由此带来造船员工队伍尤其是劳务工队伍的需求持续增长。伴随造船员工队伍总量的迅猛扩大,员工队伍的技能素质越来越难以适应造船总量的快速提升,在一定程度上已成为我国造船工业进一步发展的瓶颈。为了适应我国造船工业的快速发展,满足造船企业培训技能员工尤其是劳务工的需求,全面提升企业员工队伍整体技能素质,编写一套造船主体工种岗位培训教材已成为当务之急。

受中国船舶工业集团公司的委托,上海船舶工业公司从2005年开始筹划,并组织上海地区所属江南造船(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、上海船厂船舶有限公司、中船澄西船舶修造有限公司等造船企业的几十名造船专家开展了船舶主体工种岗位培训教材的编写。

本套岗位培训教材共10本,囊括了造船生产中员工相对需求量较大的所有工种的岗位培训要求,是一套主体工种齐全、内容全面的上岗培训教材。它们是《船舶切割工》、《船体装配工》、《船舶电焊工》、《船舶管系工》、《船体火工》、《船体冷加工》、《船舶除锈涂装工》、《船舶起重工》、《船舶钳工》、《船舶电工》。

本套岗位培训教材的编写,以造船企业对技能人才的需求为导向,以造船工种岗位技能需求为依据,以现代造船流程和工艺为标准,以新入企业员工(劳务工)培训为对象,以模块化教学为单元。在编著过程中着力把握以下原则:一是实用性。突出标准操作流程和作业要领,教会员工正确的作业方法和操作步骤,并辅以基础理论知识。二是通用性。在内容上以现代造船模式的流程和新技术、新工艺、新设备为主,兼顾传统生产管理模式、流程和老设备。在深度上以适用文化程度较低的劳务工初级培训为主,兼顾已掌握一定技能员工进一步提高的再次培训。三是先进性。以建立现代造船模式为基础,广泛吸收国内外先进造船理念、技术和工艺,体现技术、管理和生产一体化思想,结合“HSE”和“5S”要求,使员工充分了解和掌握先进、规范的操作

业要求以及安全生产和产品质量的基本知识。

如有可能,我们还将陆续制作影像教学光盘,以便使教学更直观、更形象、更生动。我们真诚希望本套教材的出版,为加速培养我国造船工业更多、更优技能人才起到积极的推动和促进作用,同时衷心希望从事造船岗位培训教学人员和广大读者对本套教材提出宝贵意见和建议。

船舶主体工种岗位培训教材编著委员会

2008年3月

出版

2008年3月

前 言

为适应船舶工业飞速发展的形势,按照中国船舶工业集团公司岗位培训教材编著委员会的统一部署和编著要求,我们编著了《船舶电焊工》,作为船舶电焊工上岗培训教材。

焊接技术是现代工业基础工程技术之一,电焊是在焊接技术中应用最为广泛的焊接方法。焊条电弧焊在 20 世纪 20 年代进入了造船技术领域,替代铆接造船,船体建造技术获得了蓬勃发展。随着科技的进展,使电焊得到了多元化的发展,由单一的焊条电弧焊演变成埋弧焊、 CO_2 气体保护焊、氩弧焊和焊条电弧焊四种方法共同发展的局面。当今的电焊已是现代造船的关键工艺技术之一,在船体建造中电焊工的工时,占船体建造总工时的 30% 以上,电焊工种成为造船企业的主体工种之一。

本书是根据《船舶电焊工国家职业标准》,结合岗位培训要求而编写的,本书编写时,本着以船舶电焊工生产实际出发,叙述内容力求深入浅出,通俗易懂,理论联系实际,贯穿了实用性、通用性和先进性三原则,使电焊工能切实掌握必要的基础知识和专业操作技术。

在编写过程中,承蒙周锡庭、连永康、陈景毅、杜逸明、蔡占宝等技师,提供了有价值的生产经验及相关资料,对编写工作给予了大力支持,在此致以衷心感谢。同时对书中所引用的参考文献的作者表示诚挚谢意。

由于编者水平有限,实践经验不足,再加上时间仓促,书中会有错误和不当之处,恳请使用本书的教师和电焊工谅解并批评指正。

编 者

2008 年 3 月

目 录

—— 第一篇 船舶电焊工基础知识 ——

第一章 造船基础知识	2
第一节 船舶工业发展及船舶分类	2
第二节 船舶主要技术参数和船体主要结构	7
第三节 船体建造工艺流程	14
第四节 造船中的焊接方法	16
复习题	18
第二章 造船焊接用的金属材料	19
第一节 金属材料的分类	19
第二节 金属的力学性能和工艺性能	20
第三节 船用碳钢	21
第四节 船用低合金结构钢	23
第五节 船用不锈钢	26
第六节 铜及铜合金	28
第七节 铝及铝合金	29
复习题	30
第三章 船用金属的焊接性	32
第一节 金属的焊接性概述	32
第二节 钢的焊接性	33
第三节 有色金属的焊接性	34
复习题	35

—— 第二篇 焊条电弧焊 ——

第四章 焊接电弧	37
第一节 焊接电弧的特性	37
第二节 焊条电弧焊的极性接法	38
第三节 焊接电弧的稳定性	39
复习题	41
第五章 焊接接头形式和焊缝形式	42

第一节	焊条电弧焊焊接接头形式	42
第二节	焊缝形式	44
第三节	焊缝符号	45
第四节	焊前坡口准备	48
复习题		50
第六章	电焊条	51
第一节	电焊条的分类	51
第二节	焊条钢芯	51
第三节	药皮	53
第四节	钢焊条的型号	54
第五节	电焊条的牌号	58
第六节	焊条的选用、保管和使用	63
复习题		66
第七章	焊条电弧焊用电源	67
第一节	对焊条电弧焊电源的要求	67
第二节	焊条电弧焊电源的分类及型号	68
第三节	弧焊变压器	71
第四节	硅弧焊整流器	74
第五节	焊条电弧焊电源的维护及故障处理	77
复习题		79
第八章	焊条电弧焊的操作技术	81
第一节	引弧、收弧、运条及焊缝的连接	81
第二节	焊条电弧焊的工艺参数	85
第三节	电弧的功率和焊接热输入	89
第四节	焊条电弧焊的平焊操作技术	91
第五节	焊条电弧焊的立焊操作技术	93
第六节	焊条电弧焊的横焊操作技术	95
第七节	焊条电弧焊的仰焊操作技术	98
第八节	预热、后热及焊后热处理	100
第九节	焊条电弧焊的焊接缺陷	101
复习题		104
第九章	焊接变形及应力	106
第一节	温度变化引起的变形和应力	106
第二节	产生焊接变形及应力的原因	107
第三节	减小焊接变形及应力的方法	108
第四节	船体结构焊接顺序的基本原则	112
复习题		112

第十章 水下焊接和碳弧气刨	113
第一节 船舶水下焊接	113
第二节 碳弧气刨	115
复习题	119
第十一章 钢结构的焊条电弧焊	120
第一节 碳钢的焊条电弧焊	120
第二节 低合金结构钢的焊条电弧焊	122
第三节 不同强度等级结构钢的焊条电弧焊	126
第四节 结构钢焊条电弧焊的生产举例	127
复习题	133
————— 第三篇 埋弧自动焊 —————	
第十二章 埋弧自动焊概述	135
第一节 埋弧自动焊原理及优点	135
第二节 埋弧焊方法的分类及应用	137
复习题	138
第十三章 埋弧焊焊丝和焊剂	139
第一节 埋弧焊焊丝	139
第二节 埋弧焊焊剂	142
第三节 焊丝、焊剂的保管和使用	148
复习题	149
第十四章 埋弧自动焊机	150
第一节 埋弧焊的焊接电源	150
第二节 埋弧焊的自身调整	156
第三节 MZ1-1000 型埋弧自动焊机	160
第四节 MZ-1-1000 型埋弧自动焊机	167
第五节 埋弧自动焊机的合理使用和保养	173
复习题	175
第十五章 埋弧焊的操作技术	177
第一节 埋弧焊的坡口准备及焊缝形状尺寸	177
第二节 埋弧焊工艺参数	182
第三节 埋弧焊的焊接热输入	187
第四节 引弧、收弧及焊缝的连接	188
第五节 无垫双面埋弧焊	191
第六节 衬垫双面埋弧焊	195
第七节 焊剂铜衬垫单面埋弧焊(FCB 法)	199

第八节 对接环缝埋弧焊	205
第九节 角焊缝的埋弧焊	208
第十节 埋弧焊焊接缺陷	211
第十一节 埋弧焊生产举例	212
复习题	219

—— 第四篇 CO₂ 气体保护电弧焊 ——

第十六章 CO₂ 气体保护电弧焊概述	222
第一节 CO ₂ 气体保护电弧焊的原理及优点	222
第二节 CO ₂ 气体保护电弧焊的分类及应用	223
第三节 CO ₂ 气体保护电弧焊的熔滴过渡	225
第四节 CO ₂ 气体保护电弧焊的飞溅	226
复习题	227
第十七章 CO₂ 气体和焊丝	228
第一节 CO ₂ 气体	228
第二节 实心焊丝	228
第三节 药芯焊丝	232
第四节 CO ₂ 气体保护焊焊丝的选用	240
复习题	242
第十八章 CO₂ 气体保护半自动焊机	243
第一节 CO ₂ 气体保护电弧焊机的电源	243
第二节 CO ₂ 气体保护半自动焊的控制装置	247
第三节 送丝机	250
第四节 CO ₂ 气体保护半自动焊焊枪	252
第五节 CO ₂ 气体保护焊供气系统	255
第六节 CO ₂ 气体保护半自动焊机的连接和焊前准备	256
第七节 焊枪开关的操作	259
第八节 CO ₂ 气体保护半自动焊机的保养及故障	260
复习题	262
第十九章 CO₂ 气体保护半自动焊的操作技术	263
第一节 CO ₂ 气体保护半自动焊的坡口和定位焊	263
第二节 CO ₂ 气体保护电弧焊的工艺参数	266
第三节 CO ₂ 气体保护电弧焊的焊接热输入	269
第四节 焊枪的运动、引弧、收弧及焊缝的连接	270
第五节 CO ₂ 气体保护半自动平焊操作技术	273
第六节 CO ₂ 气体保护半自动立焊操作技术	276

第七节	CO ₂ 气体保护半自动横焊操作技术	279
第八节	CO ₂ 气体保护半自动仰焊操作技术	281
第九节	CO ₂ 气体保护管子焊接	283
第十节	陶质衬垫 CO ₂ 气体保护半自动单面焊	287
第十一节	CO ₂ 气体保护半自动焊的焊接缺陷	290
第十二节	CO ₂ 气体保护半自动焊生产举例	291
复习题		299
第二十章	CO₂ 气体保护自动焊	301
第一节	CO ₂ 气体保护自动角焊	301
第二节	CO ₂ 气电垂直自动焊	304
复习题		311

—— 第五篇 手工钨极氩弧焊 ——

第二十一章	氩弧焊概述	314
第一节	氩弧焊原理及特点	314
第二节	氩弧焊的分类及应用	315
复习题		316
第二十二章	钨极氩弧焊用气体、钨极及焊丝	317
第一节	氩弧焊用气体	317
第二节	钨极	318
第三节	钨极氩弧焊焊丝	320
复习题		326
第二十三章	手工钨极氩弧焊设备	327
第一节	手工钨极氩弧焊的焊接电源	327
第二节	钨极氩弧焊的控制装置	331
第三节	钨极氩弧焊焊枪	332
第四节	供气系统及供水系统	335
第五节	典型逆变式手工钨极氩弧焊机	336
第六节	氩弧焊机的保养及故障	342
复习题		343
第二十四章	手工钨极氩弧焊的操作技术	345
第一节	手工钨极氩弧焊的坡口准备	345
第二节	手工钨极氩弧焊的工艺参数	346
第三节	引弧、加丝、收弧及焊缝的接头	350
第四节	各种典型位置对接的手工钨极氩弧焊操作技术	353
第五节	管子的手工钨极氩弧焊操作技术	359

第六节	手工钨极氩弧焊的焊接缺陷	363
复习题		364
第二十五章	船用金属的手工钨极氩弧焊	366
第一节	船用低碳钢及低合金钢的手工钨极氩弧焊	366
第二节	船用不锈钢的手工钨极氩弧焊	367
第三节	船用铝及铝合金的手工钨极氩弧焊	369
第四节	船用铜及铜合金的手工钨极氩弧焊	373
第五节	手工钨极氩弧焊生产举例	378
复习题		385

—— 第六篇 焊接质量检验及安全管理 ——

第二十六章	焊接质量检验	388
第一节	焊接质量检验概述	388
第二节	焊缝的无损检验	390
第三节	焊缝的破坏性检验	400
复习题		402
第二十七章	船舶电焊工的安全操作技术	404
第一节	焊工“十不焊”	404
第二节	预防触电	404
第三节	预防弧光伤害、灼伤和火灾	405
第四节	其他安全技术	406
复习题		407
参考文献		408

第一篇 船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

第一章 造船基础知识

第二章 造船焊接用的金属材料

第三章 船用金属的焊接性

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

船舶电焊工基础知识

第一章 造船基础知识

第一节 船舶工业发展及船舶分类

一、船舶工业发展概况

(一) 古代造船史

中国、埃及、希腊和罗马,都是世界造船和航海的发源地。约在七八千年前世界出现了舟船,在新石器时代,人们已能够利用火和石斧制造独木舟。中国古代的造船技术在世界上长期处于领先地位,在世界船舶初期发展的历史中,曾作出过重大的贡献。

秦汉时期,我国的舟船技术获得了蓬勃的发展。唐宋时期,中国的舟船技术臻于成熟。宋代建造了长 30.4m、宽 9.8m 的远洋贸易商船“南海一号”(现命名)。在此基础上,明代永乐年间开创了郑和下西洋的壮举。

1405 年—1433 年,郑和七次下西洋,每次出洋海员 27000 余人,船舶一二百艘。郑和的船队不但到了南洋群岛的主要国家,而且一直航行到了非洲东岸,总航程十万余里。此时建造的船舶数量多、船型尺寸大、技术先进,撰写了我国船舶建造历史的新篇。15 世纪的中国,以高超的传统造船技术,建造了巨大的船舶,郑和下西洋,达到了这一时期世界造船和航海历史的高峰。

(二) 近代造船史

17 世纪的欧洲,自然科学得到了迅猛的发展,到 17 世纪开始建立了现代造船科学,对船舶的航海性能有更为深刻的认识,欧洲的帆船也有了明显的进展。18 世纪末,西、法、英、美等国都有不少人探讨蒸汽机推进船舶的方案。1807 年美国富尔顿完成了第一艘蒸汽机明轮船“克雷门特”号。1838 年英国建造了新型蒸汽机明轮船“大东方号”,船长 207.13m,排水量 18915t,采用风帆、明轮和螺旋桨联合推进。

19 世纪 60 年代后,中国封建统治者的代表人物曾国藩、左宗棠、李鸿章等人奏请清政府操办洋务运动:1861 年开办了安庆内军械所,于 1865 年制成了我国第一艘蒸汽机轮船“黄莺”号,1865 年在上海创办了制造军火和船舶的综合企业——江南制造总局,1886 年造出了我国第一艘载重 600t 的木壳明轮船“恬吉”号;1866 年设立专门从事造船的福州船政局,并开设了“前学堂”,专业培养造船和造机人才。1869 年造出排水量 1450t 的木壳运输舰“万年青”号。这些是我国近代造船工业的开端。

为了适应我国内河航运的需要,1879 年在上海建成了载重 763t 长江铁壳螺旋桨轮船“公和”号,该船具有载重量大、燃料消耗省的特点。1905 年建成钢质长江客货轮“江

新”号,载重 1900 吨,载客 326 人。船的动力机器采用火管锅炉三座,三膨胀式蒸汽机两台,航速 12.5kn(1kn=1.852km/h)。1918 年江南造船所建成“隆茂”号客货轮,载客 200 余人,航速 13.79kn。“隆茂”号的成功受到航业界的认可,于 1919 年至 1922 年间,又造了同型船 10 艘。

1918 年夏,美国急需大批量远洋运输船,遂和我国签订了由中国承造 4 艘万吨级运输船的合同。第一艘“官府”号远洋运输船于 1919 年 1 月开工,1920 年 6 月船下水,1921 年 2 月交船开往美国。“天朝”、“东方”、“中国”号 3 艘远洋运输船于 1922 年交船完毕。这类船是全遮蔽甲板型蒸汽机货船,采用江南造船所制造的三缸蒸汽机,航速 11kn。

抗战胜利后,1948 年在上海成功地设计和制造了川江客货轮“民俗”号和“民铎”号,在实践中取得了川江航运中丰富的经验。

自洋务运动起到旧中国政府统治的 80 多年中,我国虽然也建造了一批钢质的船舶,但处于半殖民地半封建社会,在外国帝国主义和本国官僚买办势力的双重压迫下,造船工业的发展速度极为缓慢,造船技术也由于缺乏工业基础而无法达到先进水平。

(三) 我国现代造船工业的发展

新中国成立后,国家立即恢复和建设了一大批船舶修造厂和专业配套设备厂,在全国逐渐形成比较完整的配套协作网,为船舶工业的发展奠定了基础。

近 20 年来,我国船舶工业成功地实现了军转民的战略调整,造船产量获得了较大的发展。中国船舶工业总公司的造船产量,由 1982 年的 42 万吨提高到 2006 年的 1400 多万吨,占世界造船总产量的份额由 1982 年的 0.8%,世界第 17 位,提高到 2006 年的 20% 以上,持续 12 年成为仅次于日本、韩国之后的世界第 3 造船大国。在建造船舶品种方面,从一般散货船、油船、干货船发展到具有国际先进水平的成品油船、化学品船、滚装船、大型冷风集装箱船、液化石油气船和高速水翼客船等。船舶吨位从万吨级提高到 30 万吨级。中国现已成为发展中的造船大国。

新中国民用造船的发展,大致可以分为三个时期。

1. 艰苦创业时期(1949 年—1966 年)

建国初期,工业基础薄弱,造船工业从修旧利废开始。例如,在 20 世纪 50 年代初,将 20 世纪初建造的“江新”、“江华”号等长江客货轮加以改建后作为水运的交通工具,直至 70 年代。当时我国水运以发展内河航运为主,为此建造了大批的内河拖船、驳船和机帆船。1954 年设计和建造了以柴油机为动力的客货船“民众”号,载客 936 人,载货 500t。1957 年—1958 年间又批量建造了“江蓉”、“江津”、“江陵”号等 5 艘客货船,其造型有所改进,航速得到提高。1955 年,建造了航行渤海区域的“民主 10”号,“民主 11”号两艘沿海客货船,动力装置是附有预热器的水管锅炉和四缸三胀式蒸汽机,航速 11.5kn,载客 500 人,载货 700t。这是我国首次自行设计建造的沿海客货船,标志着我国造船工业的新发展。

在设计建造沿海货船方面,1958 年大连、江南两船厂分别以很短的造船周期建成了载货 5000t 的“和平 25”号和“和平 28”号货船。主机采用当时较为先进的单流式蒸汽