

造船技工試用教材

船舶電焊

(上 冊)

趙偉興 忻鼎乾 編著



科技衛生出版社

造船技工試用教材

船 舶 电 焊

(上 冊)

趙偉興 忻鼎乾 編著
斯杭生 宋大有 審閱

科 技 卫 生 出 版 社

內 容 提 要

本書主要包括手焊、自动及半自动焊两部分。手焊部分介紹基本操作技术,电焊設備的使用与保养,焊接变形与内应力以及船体結構的焊接程序。自动及半自动焊部分着重介紹船厂常用及新型焊机構造、綫路原理,設備的使用与保养,焊接规范和技术以及安全技术等。

本書是造船厂培訓电焊工教材,也可以供熟練电焊工提高技术知識用。

船 舶 电 焊

(上 册)

赵偉兴 阮鼎乾 編著
阮杭生 宋允有 审閱

科技卫生出版社出版

(上海南京西路204号)

上海市書刊出版业营业許可証出 093 号

中華書局上海厂印刷 華華書店上海發行所總經售

統一書号 15 · 981

开本 880×1168¹/₃₂ 印張 7 1/4 · 字数 17,000

1958年10月第1版

1958年10月第1次印刷 · 印数: 1—7,000

定价: (6) 0.70元

序 言

在第一个五年计划期間，我局各厂因培訓新技工編写了不少教学資料，也积累了一定的教学經驗，在此基础上，我們編写了船体基础教程、船体放样、船体装配、船体加工、船舶电焊、船舶气焊与气割、輪机鉗工工艺学基础、船舶蒸汽机、船舶輔机、船舶軸系、船舶銅工、船舶强电流工、船舶木工等 13 种教材。

遵照“国务院关于学徒的学习期限和生活補貼的暫行規定”的精神，結合造船企业的生产特点来編写，对教材深度、广度的要求均較过去为高，內容增加較多，各教材所需要的教学时数，一般地也較过去多一倍左右。同时也注意到教材內容符合船厂生产实际，尤其是工艺部分，均經有經驗的老师傅审查并作了补充修改。

可是在生产大跃进和技术革命运动中，造船厂的工艺操作的許多重大革新未及編入教材；另方面因很多企业急需教材，出版匆促，所以教材还有缺点和不妥之处，請讀者批評并將書面意見寄科技卫生出版社，以便再版时更正。

在編写教材过程中承上海市劳动局姚平同志給予工作上的帮助，特此致謝。

第一机械工业部第九局
新技工教材編輯委员会

1958 年 9 月

前 言

本書系根据“第一机械工业部第九局新技工教材編委会”审定的“船舶电焊”教学大綱进行編写的。因而在編写时着重对船舶建造中焊接工作的特点加以叙述。

全書共分上、下两册：上册是“手工电弧焊”；下册是“自动及半自动焊”。

上册主要叙述手工电弧焊的设备及工艺。其中“电焊设备及工具”一章以“上海电焊机厂”出品的焊机为例，通俗而較清楚地叙述了焊机的構造、工作原理及电流的調节。在叙述焊接工艺时尽量結合了船厂的生产实际，由于采用正确的焊接程序是减小船体結構变形及內应力的有效措施，因此本書单独設立了“船体結構的焊接程序”一章。

下册是根据自动及半自动焊的特点，着重介紹船厂中常用的各种焊机。其中以 АДС-1000-2、ТС-17-М-У、АДС-500 型自动电焊机及 ИИ-5、ИДСМ-500 型半自动电焊机作为典型，詳細地叙述这些焊机的構造、綫路原理、使用及保养，并对自动及半自动焊的焊接技术作了較全面的叙述。最后还簡略地介紹了新的焊接方法——螺柱半自动焊、电鉚焊、二氧化碳保护气体焊以及电渣焊等。

本書未將金屬材料、电工学基础知識編入。但在学习本書时先要学好上述兩門課程，为此，請老师們自行选择認為合适的輔助教材，以資补充。

在編写本書时，曾选用了造船厂中有关的技术文件和焊接書籍中的有关文献。特別在焊接设备几章中采用了“上海电焊机厂”

所出品的焊机的技术資料。这里特向作者和譯者致以謝意。

本書的緒論、第一章至第十三章、第二十三章及第二十四章2~5节是由赵偉兴同志編写的。第十四章至第二十二章及第二十四章第1、6节是由忻鼎乾同志編写的。

本書附有四个附录,附录 I、II 列于上册書末;附录 III、IV 列于下册書末。

由于編者能力有限,書中缺点和錯誤在所难免,因而懇切地要求使用本書的老师們和讀者提供宝貴的意見,以便再版时修正和补充。

編者 1958年6月

目 录

緒論	1
第一节 电弧焊在苏联和中国的发展	1
第二节 金属焊接的分类及主要熔焊方法	4
第三节 电弧焊的优越性	6
复习题	7
第一章 电弧基础知识	8
第一节 电弧	8
第二节 电弧的静特性	9
第三节 电弧的温度、热量分布及焊接性质	10
第四节 电弧的极性	11
第五节 电弧的稳定性	12
复习题	14
第二章 电焊设备及工具	15
第一节 对焊机的要求	15
第二节 他激式直流电焊机	16
第三节 裂极式直流电焊机	20
第四节 ABA-500 型直流电焊机	24
第五节 多头直流电焊机	20
第六节 具有单独电抗线圈的电焊变压器	28
第七节 复合式电焊变压器	31
第八节 BS-336 型电焊变压器	33
第九节 焊机的外部接线	35
第十节 焊机的并联运用	37
第十一节 焊机的保养及故障消除	39
第十二节 电焊变压器和直流电焊机的比较	40
第十三节 工具及附具	41
复习题	44

第三章 鋼焊條·····	46
第一節 焊條的分類·····	46
第二節 焊條鋼芯·····	47
第三節 焊條的塗藥·····	48
第四節 造船中用的鋼焊條·····	50
第五節 焊條的合理使用和保存·····	55
復習題·····	57
第四章 焊接接头型式、焊前邊緣准备·····	58
第一節 对接接头·····	58
第二節 搭接接头·····	60
第三節 T 形接头·····	60
第四節 角接接头·····	61
第五節 塞焊接头·····	61
第六節 复板焊接接头·····	62
第七節 卷边焊接接头·····	63
第八節 焊缝型式·····	63
第九節 焊前邊緣准备·····	65
第十節 装配焊件的卡具·····	66
復習題·····	67
第五章 碳鋼焊接技術·····	68
第一節 引弧·····	68
第二節 运条·····	69
第三節 焊缝的端头、結尾及連接·····	71
第四節 焊接规范的选择·····	72
第五節 平焊·····	78
第六節 直焊·····	80
第七節 橫焊·····	81
第八節 仰焊·····	82
第九節 定位焊、“馬”的焊接·····	83
第十節 間断 T 形焊缝焊接、由左向右焊接·····	85
第十一節 長焊缝焊接·····	87
第十二節 多层焊·····	88
第十三節 薄板焊接·····	90

第十四节	管子焊接	92
第十五节	堆焊	95
第十六节	鋼鑄件缺陷修补、裂縫修补	97
第十七节	鑲釘孔补焊	98
	复习題	100
第六章	高速手工电弧焊	101
第一节	使用大电流焊接	101
第二节	使用粗焊条焊接	102
第三节	深熔焊	102
第四节	多条焊	104
第五节	双手焊	105
第六节	三相电弧焊	106
	复习題	108
第七章	鑄鉄焊接	109
第一节	鑄鉄的焊接性能	109
第二节	鑄鉄热焊	110
第三节	鑄鉄冷焊	113
	复习題	117
第八章	船用合金鋼的焊接	118
第一节	合金鋼的焊接性能	118
第二节	船用合金鋼焊条的选择	119
第三节	船体結構中的低合金鋼的焊接	119
	复习題	121
第九章	有色金屬的焊接	122
第一节	有色金屬的焊接性能	122
第二节	銅和銅合金的焊接	123
第三节	鋁合金的焊接	125
	复习題	128
第十章	电弧切割	129
第一节	电弧切割的原理及其在船舶生产中的应用	129
第二节	电弧切割技术	129
第三节	碳弧气刨	131

第 四 节 电弧切割的安全技术	133
复习题	133
第十一章 焊接变形及应力	134
第 一 节 变形及应力的概念	134
第 二 节 焊接变形及内应力产生的原因	136
第 三 节 减小焊接变形及内应力的方法	138
第 四 节 简单构件的焊接程序	143
复习题	146
第十二章 焊缝的缺陷及检验	147
第 一 节 焊接质量及检验的意义	147
第 二 节 焊缝的缺陷	148
第 三 节 焊缝的检验方法	153
第 四 节 外部检查	154
第 五 节 焊缝的密致性试验	154
第 六 节 焊缝的透视	157
第 七 节 机械试验	159
复习题	161
第十三章 船体结构的焊接程序	162
第 一 节 船体结构名称	162
第 二 节 焊接造船概述	167
第 三 节 船体结构焊接程序的制定原则	172
第 四 节 龙筋、纵桁的焊接程序	174
第 五 节 肋骨框架、肋板的焊接程序	175
第 六 节 隔壁分段的焊接程序	175
第 七 节 甲板、甲板分段的焊接程序	178
第 八 节 傍板、傍板分段的焊接程序	180
第 九 节 双重底分段的焊接程序	183
第 十 节 机座的焊接程序	187
第十一节 船体总段的焊接程序	189
第十二节 船体总段对接的焊接程序	193
复习题	196
附录 I 手工电弧焊的焊缝基本类型和尺度	197
附录 II 焊缝符号	211

緒 論

第一节 电弧焊在苏联和中国的发展

电弧焊是一門年輕的、先进的科学技术,它現在已广泛的应用于各項工业中。

1802年俄国科学院院士 B. B. 彼得洛夫用电池組进行試驗时,发现了通电的两碳精棒之間产生一种具有高热和强光的电弧。他建議利用这个电弧的高热来熔化金屬,于是奠定了电弧焊的基础。

1882年俄国的天才发明家 H. H. 貝那尔多斯发明了电弧焊。他的方法是利用碳精棒作电极进行焊接的,所以这种焊接方法称为碳极电弧焊。

繼后在 1888 年,另一位俄国发明家 H. T. 斯拉維揚諾夫改善了碳极电弧焊,用金屬棒代替碳精棒进行电弧焊,这种焊接方法称为金屬极电弧焊。他利用这种焊接方法完成許多的金屬修补工作,并获得許多国家的发明專利权。

由于在沙皇俄国时代,工业不发达,电弧焊沒有得到广泛的应用。

偉大的十月革命以后,电弧焊就开始在苏联获得充分的发展。1929 年苏联就制造了世界上第一艘全部焊接的拖輪,繼后又制造了全部焊接的 500 吨駁船。在苏联第一个五年計劃期間,电焊已是广泛地被利用来制造金屬結構。但是在 1935 年以前,电弧焊的过程都还是用手工方法、薄药焊条进行的。

1935 年开始,在工业上出現了优質焊条,同时应用粗焊条和

大电流的焊接,这时劳动生产率得到显著的提高,电弧焊也可靠地应用于重要結構。

1940年起开始广泛发展焊剂层下自动电弧焊,这种方法最初是由 H. T. 斯拉維揚諾夫提出的,其次是 A. C. 杜利切夫斯基,后来在 E. O. 巴东院士领导下的电焊研究所完全研究成功,并在工业上得到推广应用。1949年造船工业中就开始运用焊剂层下的軟管自动及半自动电弧焊。近年来,又采用二氧化碳保护气体的明弧自动焊。电弧焊过程的自动化,在苏联已取得相当巨大的成就。

最近苏联正在着手創造新型的焊接設備,使装配和焊接結構达到高度的自动化;利用半导体創造新的小型直流电焊机;还要在焊接工作中,大胆地和广泛地利用各种科学上的新成就。

我国在解放前,由于長期的反动統治,沒有自己的独立的工业,因而电弧焊得不到发展。虽然在二十世紀二十年代前已有了电弧焊,但当时都只能作些小型修补工作。解放前,我国沒有一个制造焊接設備的工厂,所用的电焊机、焊条及其他焊接用具都是美国、英国、法国及日本的。由此可見,解放前焊接的命运是掌握在帝国主义侵略者的手中。在这漫长的日子里,造船业中全部用电弧焊建造船舶,是从1946年才开始,也仅仅建造“民泰”、“伯先”等极少数船只。在这些船只的建造过程中,我国的焊接工作人員作出了很大的努力。

解放后,在党的领导下,和全国焊接工作人員的努力下,焊接已得到迅速而蓬勃的发展,而电弧焊是其中发展得最快的。解放后不久,我国就成立“上海电焊机厂”,专业生产电焊設備,至今不但能成功地仿造出各种新型电焊机,而且已能自行設計制造出輕型的电焊机。这些电焊机为某些国家的电焊机所不及。国家还組織了焊接材料的生产,已經解决制造結構的焊条及焊剂。

造船工业中,在解放初期就开始大批地建造小型炮艇和运输船等电焊船舶。当时我国的电焊工人进行着頑强的劳动,并發揮了

无比的智慧。1952年船厂首先推广使用苏联的高速手工电焊法，使得焊接生产率大大地提高，促进了手工电弧焊的发展，这时电弧焊已获得空前的威望。1954年起由于新产品的制造，在苏联专家的指导和帮助下，电弧焊得到比较系统而正规的发展。先进的焊剂层下自动及软管半自动焊就是在这时候开始推广应用的，现在我们已经能熟练地掌握自动及软管半自动焊接技术，并大量地被应用于建造船舶上。

几年来，我们用电弧焊建造了许多船只，如航行长江的“民众”客轮、“大众”客货轮、“人民壹号”货轮等，航行沿海的“民主十号”和“民主十四号”等客货轮，载重量5000吨的海轮，“上海号”火车渡轮，“克凌壹号”破冰船，各种拖轮、渔轮、驳船以及保卫我国国防用的许多军舰等。

1957年5月第一机械工业部船舶工业管理局，召开第一次造船工艺会议。会上介绍与交换了各船厂的先进焊接工艺，并作出许多关于焊接方面的决议：如不再建造铆接船舶；在修船中应尽量以焊接代替铆接；应进一步扩大自动及软管半自动焊在造船及修船中的应用；在产品上尽量以半自动点角焊代替间断焊；大力推广双焊丝自动焊新工艺；推广螺柱半自动焊接；局属各厂应建立焊接试验室从事研究工作等。这个会议指出当前在造船工业中焊接的发展途径。各船厂遵循着该会议的决议，在焊接方面获得新的成就。不但完全贯彻了新的焊接工艺，而且在船厂焊接试验室里也研究成功先进的焊接方法——二氧化碳保护气体明弧自动焊。

应该肯定说，在第一个五年计划期间，我国电弧焊的发展是惊人的、飞快的，获得显著成就的，这给予在第二个五年计划期中电弧焊的发展创造了良好的条件。在党的正确领导下，完全可以确信我国电弧焊的技术一定能很快的赶上和超过世界先进水平。

第二节 金属焊接的分类及主要熔焊方法

应用局部加热,借以获得两块金属间的永久性结合过程,称为焊接。

金属焊接的常用方法可分为熔焊及压焊两大类。利用局部加热,使金属加热到熔化状态而获得结合的方法,称为熔焊。利用金属的局部加热并附加压力使其结合的方法,称为压焊。熔焊及压焊又可按其加热的热源或加压的情况等分为几种焊接方法。金属焊接方法的分类见图 0-1。

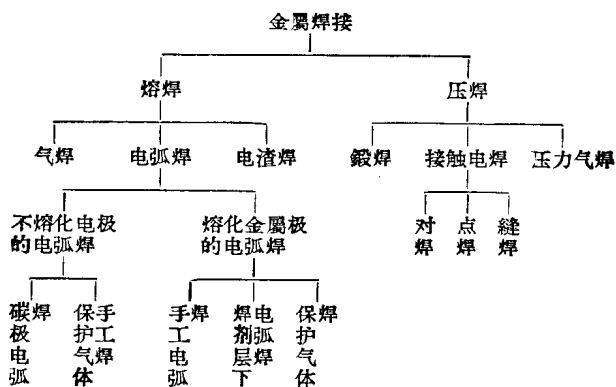


图 0-1 金属焊接方法的分类

在工业上应用最广泛的是熔焊,所以下面介绍主要几种熔焊方法的实质:

(一)气焊(图 0-2) 气焊是利用焊炬 1 喷出的火焰 2,将两

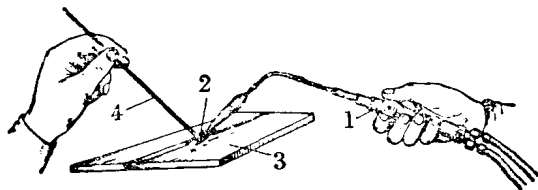


图 0-2 气焊

块金属板3的结合处加热到熔化状态,而获得连接。气焊的火焰可用乙炔气或氢气和氧气混合的气体燃烧而成。当焊接较厚的金属板时,还需要用附加金属棒4,熔化后填充焊缝。

(二)碳极电弧焊(图0-3) 这就是貝那尔多斯的电弧焊接法。利用碳精棒1与金属板2之间产生的电弧3,熔化两块金属板与附加金属棒4而获得金属板的连接。焊接过程中,碳极是不熔化的。

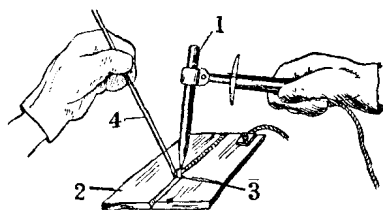


图0-3 碳极电弧焊

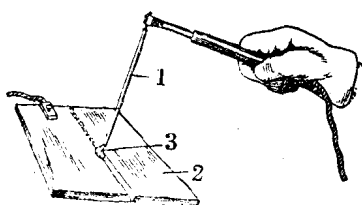


图0-4 金属极电弧焊

(三)金属极电弧焊(图0-4) 这就是斯拉維揚諾夫的电弧焊接法。利用金属棒(焊条)1与金属板2之间的电弧3,熔化金属而获得两块金属板的连接。焊接过程中,金属棒不但作为电极而且还作为附加金属棒用。这种方法在工业中应用得非常广泛。

(四)焊剂层下电弧焊(图0-5) 在大量生产中,目前是很广泛的一种焊接方法。它的电弧是在焊剂层下进行燃烧的。这种方法又可以分为自动及半自动两种。

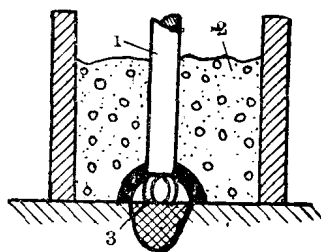


图0-5 焊剂层下电弧焊

1-焊丝; 2-焊剂; 3-电弧

(五)保护气体电弧焊(图0-6)

这种焊接方法是借保护气体经过焊嘴1通往电极2与金属板间的电弧3,保护气体就笼罩着电弧的周围,保护着金属免受空气的不良影响,附加金属棒4伸入电弧,熔化后填充焊缝。这种方法是适宜用于焊接有色金属以及薄板金属。保护气体可采用氢、氩等。最近工业上已开始使用以二氧化碳作保护气体的,熔化金属丝作电

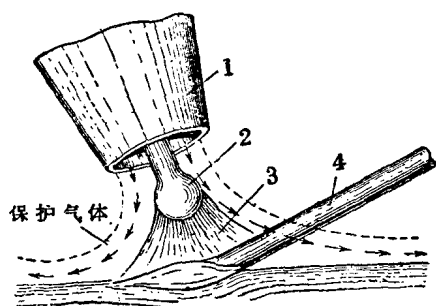


图 0-6 保护气体电弧焊

极的明弧自动及半自动焊。

(六)电渣焊 这是一种新的自动焊接方法，它是利用电流通过熔渣时所发生的热量来熔化金属的。这种焊接方法生产率很高，适用

焊接垂直位置的焊缝，能够一次焊接厚达 500 公厘的钢板。

第三节 电弧焊的优越性

电弧焊已广泛地应用于各项工业部门。这是因为它与铆接、铸造、锻造或气焊等比较，具有许多优越性。譬如电弧焊与铆接比较，就有以下诸优点。

(一)节省金属 图 0-7 为电弧焊与铆接工字梁的比较。铆接时需要复板和角钢，显而易见这将增加构件的重量；而利用电弧焊时，可节省金属约 20%。

(二)节省劳动量 铆接工作中要有许多工序：冲孔或鑽孔、扩孔和铰孔、铆接及捻缝。用电弧焊代替铆接，则这些工序都可省略，同时也简化构件的准备和装配工作，所以可节省大量劳动量，缩短生产周期。

(三)降低成本 由于节省金属和减少劳动量的结果，成本就比较低。

(四)提高结构的强度和密致性 焊缝将两分离的金属结合而成一体，所以焊接结构是连续的。焊缝具有与基本金属相同甚至超过它的机械性能，保证了结构的强度要求。结构的密致性对于船舶的不沉性起着很大的决定因素。焊缝的密致性远胜于铆接缝。

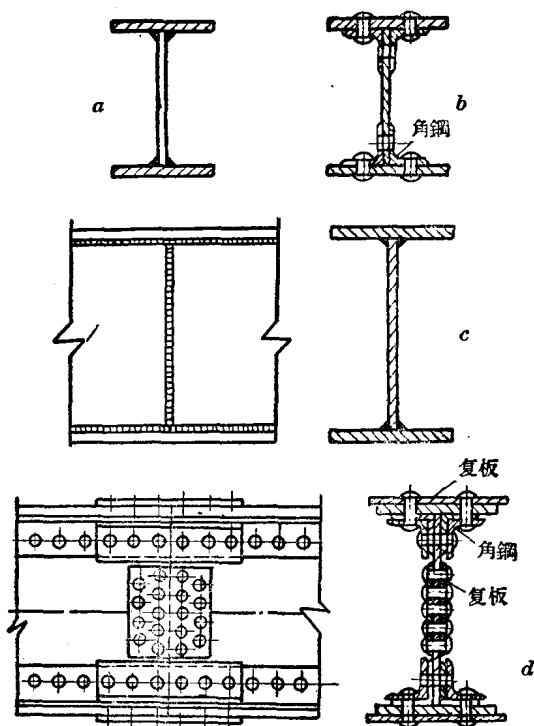


图 0-7 电弧焊与铆接工字梁的比较

a、c—电弧焊結構； b、d—铆接結構

(五)改善劳动条件 铆接工作中要产生噪声, 容易造成工人的职业病。电弧焊过程是无噪声的, 而且劳动强度也减低。

复 习 题

1. 斯拉維揚諾夫焊接法与貝那尔多斯焊接法有什么不同?
2. 电弧焊与铆接比較有那些优点?