

造船 焊接学

別尔秋克、馬茨凱維奇著

机械工業出版社

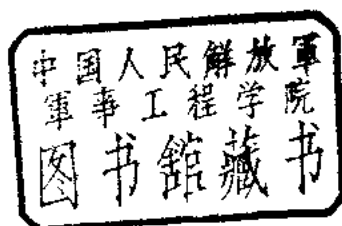
6366

18142

造船焊接学

別尔秋克、馬茨凱維奇著

陈利华、李傳曦译



机械工业出版社

1957

042963

出版者的話

本書闡明焊接的理論基礎，敘述化學焊，電焊及氣焊的各種類型以及這些焊法在造船業中的應用特點，並引述關於焊接應力和變形以及各種船體結構焊接工藝過程的知識。

本書是高等造船學校學生的教學參考書，也可供造船工業的工程師及技術人員參考。

本書第1—9章及第19章由李傳曦譯出，第10—16各章由陳華學譯出。



苏联 Г. А. Бельчук, В. Д. Мацкевич 著 ‘Сварка в судостроении’ (Судпромгиз 1955 年第一版)

*

*

*

NO. 1179

1957 年 8 月第一版 1957 年 8 月第一版第一次印刷

850×1168 1/32 字數 328 千字 印張 12 001—700 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(10) 2.20 元

目 次

原序	7
第一章 緒論	9
1 焊接課程的對象及意義	9
2 歷史概況	10
3 焊接對造船和船舶機械製造的意義	13
4 焊接的物理實質及焊接過程的分類	17
第二章 化學焊——鍛焊、鑄焊和氣焊	21
1 鍛(鍛爐)焊	21
2 鑄焊	22
3 氣焊的一般知識	24
4 氣焊用的乙炔和其他燃料	26
5 氧氣、它的性能和制取	32
6 焊接站氣體的供給，氣焊站的設備	34
7 氣焊的火焰	38
8 氣焊的工藝和應用範圍。氣壓焊	41
第三章 氧氣切割及金屬加工	45
1 過程的性質	45
2 氧氣切割設備	50
3 氧氣切割的工藝	55
4 火焰加工金屬的其他形式	60
第四章 接觸電焊	62
1 一般概念	62
2 接觸電焊中零件的加熱	64
3 接觸電焊機的裝置	68
4 對接接觸電焊	71
5 貼接接觸電焊	73

5 縫接電弧焊	76
7 儲能焊接	7

第五章 电弧焊的一般概念

1 熔化电焊的種類	80
2 电弧	81

第六章 手工、自動与半自動电弧焊的设备

1 一般概念	97
2 直流單站焊接設備	98
3 交流單站焊接設備	102
4 多站焊接設備	108
5 在造船厂的条件下电流種類及焊接設備型式的選擇	110
6 焊剂層下自動焊和半自動焊設備的一般介紹	112
7 造船中所採用的自動电焊机	115
8 造船中所採用的半自動电焊机	118
9 特种形式自動电焊机	120

第七章 焊接熱基础

1 焊接的熱源	124
2 焊接中熱傳播過程的計算原理	127
3 在一定功率的移動集中熱源下焊件中的熱傳播	131
4 运用強大的快速熱源時的熱傳播	139
5 运用焊接的熱傳播原理以解決某些实际問題	141
6 在焊接中計算金屬溫度的舉例	150

第八章 焊条的熔化和金屬在电弧中的过渡

1 焊条的加熱与熔化	154
2 金屬过渡到焊接熔池	159

第九章 焊接的冶金过程

1 焊接中冶金过程的特點	163
2 裸焊条和穩定性塗料焊条焊接的冶金过程	167

3 用有保護的电弧焊接時冶金过程的一般特征	170
4 厚涂料焊条焊接的冶金过程	176
5 焊剂層下自動与半自動焊的冶金过程	178
6 电弧焊中的焊接材料	181
7 焊条和焊剂生产的一般介紹	187
第 十 章 焊接熔池的結晶及焊縫區域的組織	190
1 焊接熔池的結晶及焊縫的粗視組織	190
2 焊縫區域的显微組織	195
3 在焊接接头中發生裂縫	200
4 金屬可焊性的概念	203
第十一章 造船鋼的焊接工艺及焊接规范	207
1 焊縫和接头的形式及其分類	207
2 手工焊接规范	213
3 焊剂層下自動焊和半自動焊的焊接规范	217
4 焊接接头的强度和耐腐蝕性与焊接条件的關係	222
第十二章 中碳鋼、高碳鋼和合金鋼的焊接	225
1 高碳鋼和合金鋼的难焊特性	225
2 在船舶制造中所采用的高碳鋼和高合金鋼的焊接工艺	229
第十三章 鑄鉄和有色金屬的焊接特點。金屬的鐵焊	236
1 鑄鉄的焊接特點	236
2 有色金屬的焊接特點	242
3 金屬的鐵焊	245
第十四章 焊接应力和变形的一般概念	247
1 焊接应力的問題及其研究	247
2 焊接应力和变形的分類	249
3 金屬受熱時机械特性的改变	255
4 均匀受熱的杆件中的变形和应力	257
5 組織应力	266

第十五章 縱向應力和變形	268
1 鋼料邊緣加熱時的應力和變形	268
2 焊接規範、鋼條尺寸和固定條件對其變形的影響	287
第十六章 在平面上焊接接頭和堆焊焊波時的變形和應力	298
1 平面應力的發生和作用	298
2 移動的點加熱：縱向和橫向收縮	302
3 焊補剛性輪廓中的裂縫	308
4 對接焊時的變形和縱向應力	310
5 二塊被固定著的鋼料在對接焊時的變形和應力	316
6 二塊自由鋼料對接焊時的應力和變形	318
7 角變形	323
8 堆焊作業時的變形	330
第十七章 船體結構由於焊接所引起的變形	333
1 船體構件的焊接	333
2 船體分段焊接的變形	344
3 整個船體焊接時的變形	348
第十八章 焊接船舶結構的強度及特點	353
1 焊接應力對焊接結構強度的影響	353
2 局部焊接變形及總焊接變形的意義	362
3 焊接結構的特點的考慮	363
第十九章 船舶結構中焊接接頭的檢驗	373
1 焊接接頭的缺陷	373
2 揭露焊縫和焊接接頭缺陷的方法	376
3 造船廠中焊接作業的一般檢驗組織	382
參考文獻	384

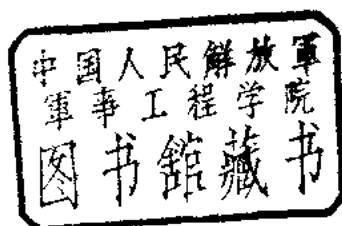
6366

18142

造船焊接学

別尔秋克、馬茨凱維奇著

陈利华、李傳曦译



机械工业出版社

1957

042963

出版者的話

本書闡明焊接的理論基礎，敘述化學焊，電焊及氣焊的各種類型以及這些焊法在造船業中的應用特點，並引述關於焊接應力和變形以及各種船體結構焊接工藝過程的知識。

本書是高等造船學校學生的教學參考書，也可供造船工業的工程師及技術人員參考。

本書第1—9章及第19章由李傳祿譯出，第10—16各章由陳華學譯出。



苏联 Г. А. Бельчук, В. Д. Мацкевич 著 ‘Сварка в судостроении’ (Судпромгиз 1955 年第一版)

*

*

*

NO. 1179

1957 年 8 月第一版 1957 年 8 月第一版第一次印刷

850×1168 1/32 字數 328 千字 印張 12 001—700 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價(10) 2.20 元

目 次

原序	7
第一章 緒論	9
1 焊接課程的對象及意義	9
2 歷史概況	10
3 焊接對造船和船舶機械製造的意義	13
4 焊接的物理實質及焊接過程的分類	17
第二章 化學焊——鍛焊、鑄焊和氣焊	21
1 鍛(鍛爐)焊	21
2 鑄焊	22
3 氣焊的一般知識	24
4 氣焊用的乙炔和其他燃料	26
5 氧氣、它的性能和制取	32
6 焊接站氣體的供給，氣焊站的設備	34
7 氣焊的火焰	38
8 氣焊的工藝和應用範圍。氣壓焊	41
第三章 氧氣切割及金屬加工	45
1 過程的性質	45
2 氧氣切割設備	50
3 氧氣切割的工藝	55
4 火焰加工金屬的其他形式	60
第四章 接觸電焊	62
1 一般概念	62
2 接觸電焊中零件的加熱	64
3 接觸電焊機的裝置	68
4 對接接觸電焊	71
5 貼接觸電焊	73

5 縫接電弧焊	76
7 儲能焊接	7

第五章 电弧焊的一般概念

1 熔化电焊的种类	80
2 电弧	81

第六章 手工、自動与半自動电弧焊的设备

1 一般概念	97
2 直流單站焊接設備	98
3 交流單站焊接設備	102
4 多站焊接設備	108
5 在造船厂的条件下电流种类及焊接設備型式的選擇	110
6 焊剂層下自動焊和半自動焊設備的一般介紹	112
7 造船中所采用的自動电焊机	115
8 造船中所采用的半自動电焊机	118
9 特种形式自動电焊机	120

第七章 焊接熱基础

1 焊接的熱源	124
2 焊接中熱傳播过程的計算原理	127
3 在一定功率的移動集中熱源下焊件中的熱傳播	131
4 运用强大的快速熱源時的熱傳播	139
5 运用焊接的熱傳播原理以解决某些实际問題	141
6 在焊接中計算金屬溫度的举例	150

第八章 焊条的熔化和金屬在电弧中的过渡

1 焊条的加熱与熔化	154
2 金屬过渡到焊接熔池	159

第九章 焊接的冶金过程

1 焊接中冶金过程的特點	163
2 裸焊条和穩定性塗料焊条焊接的冶金过程	167

3 用有保護的电弧焊接時冶金过程的一般特征	170
4 厚涂料焊条焊接的冶金过程	176
5 焊剂層下自動与半自動焊的冶金过程	178
6 电弧焊中的焊接材料	181
7 焊条和焊剂生产的一般介紹	187
第 十 章 焊接熔池的結晶及焊縫區域的組織	190
1 焊接熔池的結晶及焊縫的粗視組織	190
2 焊縫區域的显微組織	195
3 在焊接接头中發生裂縫	200
4 金屬可焊性的概念	203
第十一章 造船鋼的焊接工艺及焊接规范	207
1 焊縫和接头的形式及其分類	207
2 手工焊接规范	213
3 焊剂層下自動焊和半自動焊的焊接规范	217
4 焊接接头的强度和耐腐蝕性与焊接条件的關係	222
第十二章 中碳鋼、高碳鋼和合金鋼的焊接	225
1 高碳鋼和合金鋼的难焊特性	225
2 在船舶制造中所采用的高碳鋼和高合金鋼的焊接工艺	229
第十三章 鑄鉄和有色金屬的焊接特點。金屬的鐵焊	236
1 鑄鉄的焊接特點	236
2 有色金屬的焊接特點	242
3 金屬的鐵焊	245
第十四章 焊接应力和变形的一般概念	247
1 焊接应力的問題及其研究	247
2 焊接应力和变形的分類	249
3 金屬受熱時机械特性的改变	255
4 均匀受熱的杆件中的变形和应力	257
5 組織应力	266

第十五章 縱向應力和變形	268
1 釵料邊緣加熱時的應力和變形	268
2 焊接規範、釵條尺寸和固定條件對其變形的影響	287
第十六章 在平面上焊接接頭和堆焊焊波時的變形和應力	298
1 平面應力的發生和作用	298
2 移動的點加熱：縱向和橫向收縮	302
3 焊補剛性輪廓中的裂縫	308
4 對接焊時的變形和縱向應力	310
5 二塊被固定著的釵料在對接焊時的變形和應力	316
6 二塊自由釵料對接焊時的應力和變形	318
7 角變形	323
8 堆焊作業時的變形	330
第十七章 船體結構由於焊接所引起的變形	333
1 船體構件的焊接	333
2 船體分段焊接的變形	344
3 整個船體焊接時的變形	348
第十八章 焊接船舶結構的強度及特點	353
1 焊接應力對焊接結構強度的影響	353
2 局部焊接變形及總焊接變形的意義	362
3 焊接結構的特點的考慮	363
第十九章 船舶結構中焊接接頭的檢驗	373
1 焊接接頭的缺陷	373
2 揭露焊縫和焊接接頭缺陷的方法	376
3 造船廠中焊接作業的一般檢驗組織	382
參考文獻	384

原 序

本教學參考書是按照高等教育部批准作為高等造船學校“造船”專業的“焊接”課程大綱編成(大綱編號 M-117)。因而主要注意到了造船業中焊接作業的特點。

根據大綱,此一高等造船學校的課程是很淵博的并包括了所有全部焊接問題,它包括有物理基礎、設備、工藝以及焊接結構的製造。

本書主要在於闡述電弧焊接,因為在建造現代化的船舶中電弧焊乃是主要的工藝過程之一。其餘焊接形式(接觸焊、鑄焊及氣焊等)的討論比較簡單,而僅僅從其在造船業中可能採用的角度出發。

第二、三和六章內敘述有關氣焊、氣割和自動電弧焊設備的知識,按照課程大綱作極簡要的敘述。

本教學參考書中特別注重焊接變形問題,因為建造尺寸甚大而材料較薄的船舶結構時,防止變形的產生,使建造船體的整個工藝過程大為複雜化。但是,現時已有的焊接應力和變形理論還不能認為是全面制定了的。因此書中這一重要部分的一系列原理闡述還不夠。

本書也可以作為“船舶機械製造”及“造船企業經濟與組織”專業的焊接課程參考書。

本教學參考書是由科學技術碩士別利秋克(Г. А. Бельчук)副教授及馬茨凱維奇(В. Д. Мацкевич)——列寧格勒造船學院“船舶結構焊接”教研室教師——編寫。

第一、二、三、五、八、十四、十五、十六、十七及十八章由馬茨凱維奇所編寫,第四、六、七、九、十、十一、十二、十三及十九章由別利秋克所編寫。

作者將以感激的心情接受所有有關本書的意見。



第一章 緒 論

1 焊接課程的對象及意義

在我國順利地建設共產主義新社會中，所有工業和技術部門都隨着產生了技術的進步。

十九次黨代表大會的決議中特別注重在國民經濟中廣泛採用新技術和先進工藝過程為基礎的勞動生產率的增長。

焊接也屬於此種先進生產方法之列。

所有現代的金屬結構或者完全利用焊接或者大部分利用焊接來建造。

所謂焊接是指獲得不可分離的接頭的一種工藝過程，其特徵是原子之間的結合，因而組織的特徵是連續的。

通常是組合地採用或單獨地採用熱及壓力來實現焊接。按照加熱所採用的能量種類，焊接方法可分為若干種，下面即將逐一加以研究。在工程上應用最普遍的為電弧焊，現時在許多工程部門中，電弧焊排擠了所有其他接合零件的方法。

從科學的觀點來看，焊接是一門實用的技術科目，是金屬工藝學特殊部分之一。它是建立在大量有關科學的基礎上，如物理學、化學、金相學、材料力學等。

在我國金屬焊接的研究已得到很大發展。在蘇聯烏克蘭蘇維埃社會主義共和國科學院下設有專門的電焊研究所。在很多國家科學機關和高等學校內建立了焊接部門和焊接教研室。許多偉大的蘇聯學者〔尼基金（В. П. Никитин）院士、蘇聯科學院通訊院士赫列諾夫（К. Е. Хренов）及雷卡林（Н. Н. Рыкалин）、教授奧克爾勃洛姆（Н. О. Оверблом）、尼古拉也夫（Г. А. Николаев）和留巴夫斯基（К. В. Любавский）等〕。專門從事金屬焊接理論的研究，並將其應用到工業上。大多數高等工業學校現時開設有焊接專業課程。還有專門培訓熟練焊工和工程師的

学院。

这种对焊接以及对从事焊接人才的注重一方面说明了工业上采用焊接的广泛性，另一方面也说明了为了有效地应用焊接是需要具有一定技术文化和知识这一过程的复杂性。

在采用焊接工作量方面占首位之一的造船业中，培养工程师和技术干部，使他们很好地理解焊接的过程，并善于应用焊接具有特别重要的意义。

金属焊接这一课程也应运用这些知识来武装学生——未来的工程师。

2 历史概况

利用局部加热来接合固体金属部分，即金属的焊接法，从远古时代起人类就已开始知道了。还在人类学会了熔炼和在热状态下（在我们这一世纪前四千年左右）利用锻造法加工铁的时候，他们就实现了焊接过程，开始是广泛用来接合个别金属小块或金属片成为大块和坯料，以后用来接合各种金属制件。

制件的铁（在成为有用物的最初时期）是直接铁矿中还原而获得。将矿砂放在炉中烧结、还原，并逐渐转变成铁的微粒，在赤红状态下利用锻和压以构成“小块”——錠。

因此，制造铁錠的过程就已经包括了压力焊或“锻-热”焊，经过约一千年左右（直到目前为止）它几乎没有多大改变。锻焊是将接合部分的表面加热到“焊接温度”，然后在铁砧上利用锤子冲击该部。

数百年来，锻焊法曾经是唯一的方法，仅在十九世纪才产生新的焊接法——“铸焊”。实质上它是铸造工艺过程另一种形态。

其后，在出现的时间上说，要算电弧焊的方法了，电弧焊法为俄国所发明，并在今日已得到普遍推广。

电焊首先是俄国的发明者尼古拉依·尼古拉也维奇·貝納尔多士于1882年发明。此法的实质是在焊件和炭棒之间通以电流，并产生电弧。电弧熔化焊件的表面和固体的“填充”金属。填充金属制成棒料是