

155503

船体焊接 变形防止法

巴普苏也夫著

机械工业出版社

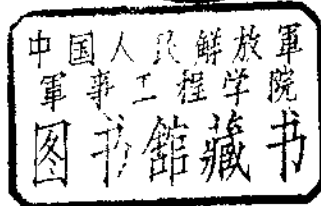
~~155303~~

18176

船体焊接变形防止法

巴普苏也夫著

沈玉麟译



机械工业出版社

1957

20111

2029/15

出版者的話

本書敘述用薄板金屬製造船舶結構時防止及減少焊接變形的施工方法。書中所介紹的資料是根據各造船廠的實際經驗加以研究及總結而得。

本書供造船廠裝配—焊接車間工長及工人用。



苏联 Н. Н. Палсуев 著 'Производственные способы предотвращения сварочных деформаций' (Судпромгиз 1952 年第一版)

*

*

*

NO. 1466

1957 年 6 月第一版 1957 年 6 月第一版第一次印刷
787×1092^{1/32} 字數 59 千字 印張 2¹⁴/₁₅ 0,001—1,000 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證出字第 008 號 定價(10) 0.46 元

目 次

原序	5
第一章 焊接变形發生的原因	9
1 鋼的机械性能概要	9
2 溫度升高時鋼的机械性能的变化	13
3 个别構件加热時产生应力和变形的原因	14
4 焊接時变形的产生	18
第二章 焊接程序对焊接变形的影响	24
5 熔焊焊缝的程序	24
6 違反焊接程序時的焊接变形	26
第三章 最簡單的船体構件及部件的变形	31
7 丁字型鋼的变形	31
8 丁字型鋼縱向弯曲的預防和减少法	34
9 丁字型鋼角变形的防止法	37
10 基座的变形	39
11 防止基座变形的办法	41
第四章 平面段的变形	46
12 平面段焊接時的局部变形	46
13 平面段局部变形的防止法	50
14 平面段的总变形	53
15 平面段总变形的防止法	54
第五章 半立体段及立体段的变形	60
16 半立体段的总变形及减少总变形的办法	60
17 不同裝配方法下双層底分段的变形	62
18 双層底分段变形的防止法	69

第六章 船舶結構焊接後的矯正	73
19 由於矯正不當，裝配不良及其他原因而增加的變形	75
20 矯正的方法	82
21 局部加熱矯正法	84
22 利用局部加熱法矯正部件及分段的總變形	88
參考文獻	91

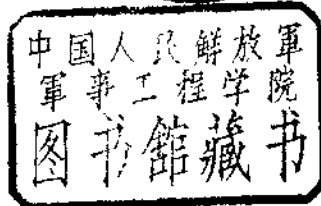
~~155303~~

18176

船体焊接变形防止法

巴普苏也夫著

沈玉麟译



机械工业出版社

1957

25111

2029/15

出版者的話

本書敘述用薄板金屬製造船舶結構時防止及減少焊接變形的施工方法。書中所介紹的資料是根據各造船廠的實際經驗加以研究及總結而得。

本書供造船廠裝配—焊接車間工長及工人用。



苏联 Н. Н. Палсуев 著 'Производственные способы предотвращения сварочных деформаций' (Судпромгиз 1952 年第一版)

*

*

*

NO. 1466

1957 年 6 月第一版 1957 年 6 月第一版第一次印刷
787×1092^{1/32} 字數 59 千字 印張 2¹⁴/₁₅ 0,001—1,000 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證出字第 008 號 定價(10) 0.46 元

目 次

原序	5
第一章 焊接变形發生的原因	9
1 鋼的机械性能概要	9
2 溫度升高時鋼的机械性能的变化	13
3 个别構件加热時产生应力和变形的原因	14
4 焊接時变形的产生	18
第二章 焊接程序对焊接变形的影响	24
5 熔焊焊縫的程序	24
6 違反焊接程序時的焊接变形	26
第三章 最簡單的船体構件及部件的变形	31
7 丁字型鋼的变形	31
8 丁字型鋼縱向弯曲的預防和减少法	34
9 丁字型鋼角变形的防止法	37
10 基座的变形	39
11 防止基座变形的办法	41
第四章 平面段的变形	46
12 平面段焊接時的局部变形	46
13 平面段局部变形的防止法	50
14 平面段的总变形	53
15 平面段总变形的防止法	54
第五章 半立体段及立体段的变形	60
16 半立体段的总变形及减少总变形的办法	60
17 不同裝配方法下双層底分段的变形	62
18 双層底分段变形的防止法	69

第六章 船舶結構焊接後的矯正	73
19 由於矯正不當，裝配不良及其他原因而增加的變形	75
20 矯正的方法	82
21 局部加熱矯正法	84
22 利用局部加熱法矯正部件及分段的總變形	88
參考文獻	91

原 序

由于造船工業中广泛地采用电弧焊接，使船体結構起了根本的变化。鉚接船舶中要使用搭接接头，各种盖板，大量的角鋼、肘板和鉚釘，以致使船体結構复杂，重量增加。而焊接船舶結構中这些接头就变得更簡單合理。

随着电弧焊接的使用，在結構設計方面由于鉚接而存在的各种限制失去了意义（例如，对于所連接的構件尺寸、形狀、重量等等的限制）。此外，由鉚接改为焊接后，船体重量降低20~25%，因此可以节约金屬材料。

工艺过程簡化的結果省去了和鉚釘有关的一些工序，如划綫、落样、鑽孔及扩孔、鉚接及捻縫。

使用电弧焊接可以容許船体分成个别分段，甚至几个整段来进行装配。分段及整段在有遮蔽的車間內預先装配及焊接，同时为了进行这些工作可以利用各种胎架，以簡化和加速船体，鍋爐等的制造过程。焊接过程的接近全部自动化为进一步提高生产率和減輕工人的劳动創造了条件。

但是焊接工艺过程也有它的缺点，其中主要是焊接时結構內發生的变形和应力。

焊接应力屬於内应力或固有应力之列，即在無外力影响的情况下結構中存在的应力。

奥凱尔勃洛姆（Н. О. Окерблом）教授將焊接应力分为以下几种：

- 1) 根据应力存在的時間分为在加热时存在的暂时应力

和在焊接完畢結構完全冷却后殘存的殘留应力；

2) 根据应力作用的方向分为沿焊缝軸綫方向的縱向应力，和垂直焊缝軸綫方向的橫向应力；

3) 根据应力作用的性質分为——因局部加热結果出現的正作用应力，它的消失可以完全解除焊件所受的应力，和由于正作用应力的存在而引起的反作用应力。

除此以外，还分出在位置接近焊缝、受热超过临界温度的区域内，由于金屬結晶組織轉变而發生的組織应力。組織应力是合金鋼所特有的現象。

关于焊接应力对焊接結構强度的影响經研究証明，在結構的設計和制造都正确的情况下，焊接应力并不影响其强度。同时指出，总的或局部的焊接变形对焊接結構的强度都有不利的影响。局部变形对焊接結構强度的影响尤其有害。

焊接中發生的分段的整体变形在船体装配时造成極大的困难。在这种情况下，只有經過配合工作以后才能將已变形的分段对接在一起。两个对接的甲板分段如有縱向变形时，除了在配合列板和構架的对接时要發生困难外，还恶化了縱系構件的受力条件，因为在这一区域内所受的力不会是純粹的压縮或拉伸，而是帶有弯曲的压縮和拉伸。

关于变形降低船舶結構的强度或者造成船体装配时的困难，这方面的例子可以举出很多。变形的大小决定于編制焊接工艺規程的正确性、結構的工艺性以及一系列其他的因素。其中一个因素是曾否采取防止变形的各种預防性措施。

防止变形——这是造船厂生产工作中的一个现实問題，因为船体装配时，大量的配合和修切工作以及焊接后所必需的結構矯正工作，使得这些結構的制造成本上漲。

到目前为止，許多造船厂还繼續在矯正變形上耗費時間和物力，而不採取防止這些變形的措施。這種習慣應該認為是不正確的，因為矯正結構比防止變形的工作更費工。

例如，在製造尺寸 4×10 公尺的隔壁時，防止變形的預防性措施所耗費的工時如下：

外形的定位焊（84處定位焊每個長 50 公厘——共焊 4.2 公尺）.....	2 工時
安裝三個支撐.....	1.8 工時
剷除外形定位焊.....	1.2 工時

完成上述工作共需 5 個工時，但是矯正這樣的隔壁時由兩個人組成的小組，利用最完善的方法——局部加熱——最低限度也要 16 工時。

各種臨時加強肋和支撐所用的型鋼材料可以重複利用分段安裝及剛性固定在船體上以後送回預裝配車間的這類材料，因而將型鋼消耗量縮減到最低程度。

本書的目的，在於使造船廠裝配—焊接工段的廣大工人、小組長和工長熟悉船舶結構產生焊接變形的原因和減少及防止變形的方法。

本書著重於敘述防止或減少結構的焊接變形所用的施工方法的特點。所以關於焊接變形和應力的產生和性質問題只根據粗略的近似圖作初步的解釋。按照這種圖解，結構發生焊接變形的主要原因是焊縫長度的縮短和寬度的減小。

這種圖解雖然是粗略近似的，但便於解釋本書中所研究的最簡單的變形發生的原因。

如果要系統地深入研究焊接變形和應力應該學習奧凱爾勃洛姆教授所創立的焊接變形及應力的一般理論，在他的兩

本主要著作 [焊接 变形及 应力] (Сварочные деформации и напряжения, Машгиз 1948年) 与 [金屬結構中的 焊接 应力] (Сварочные напряжения в металлоконструкциях, Машгиз 1950年) 中有詳細叙述。

本書概括了一些造船厂的經驗及作者本身的体验, 同时利用了某些技术文献資料。

書中所推荐的措施在制造厚度 2~10 公厘的低碳鋼 (Ст. 2~Ст. 4) 船舶結構中經過实际应用考核。

第一章 焊接变形發生的原因

1 鋼的机械性能概要●

各种材料，包括金屬在內，在受外力作用时的現象是由材料力学这門科学来研究的。本書內只叙述对于了解焊接內应力和变形發生的原因所必需的，有关金屬主要机械性能的要點。在研究材料力学时，認為自然界不存在絕對剛性的物体。例如，在外力的影响下金屬会縮短、伸長，即改变其尺寸和形狀，并且最后会破坏。

在外力作用下金屬尺寸和形狀的变化称为变形。

变形分彈性和塑性的两种。当所加的力停止作用时能完全消失的变形称为彈性变形。如果作用的力超过了一定的限度，当力的作用終止时金屬不能完全恢复到它原有的形狀和尺寸；則最后和最初的尺寸間的差別称为殘留塑性变形。

拉伸、壓縮、剪切和弯曲是变形的主要形式。

因为以后我們还要涉及到拉伸和壓縮变形，所以先研究一下这种变形的特性。

为了研究金屬的拉伸，有一种專門的試驗机。試驗材料的試样通常制成圓形或方形截面。为了有可能判斷試样在試驗后的長度变化，在試样上每隔一公分或几公厘划上刻度。將試样兩端夾在机器上，然后开始不加震動也沒有冲击地緩慢

拉伸。随着負載的增加，試样逐漸被拉長，同时在达到（該种試样的）極限負載时断裂。

在拉力試驗机上备有特殊的自动裝置，画出試样的拉伸圖。圖 1 所示的是低碳鋼（СТ. 2~СТ. 4）試样的拉伸圖。在圖中縱坐标軸上划出試驗时作用在試样上的拉力数值，横坐标軸上划出絕對伸長。

在圖 1 中字母 A 所标明的界限以前，試样的伸長和負載的增加成正比例上升。負載越过 A 点后，这种比例关系便消失了，因此和 A 点相符的应力称为比例極限 σ_{nn} ●。縱坐标

OA 是相当于比例極限的拉力数值。

对于牌号 СТ. 4 的鋼 σ_{nn} 的数值約等于 2000 公斤/公分²。圖中这一段是直線。

如果負載达到 A 点后就不再繼續增長，并且重新降到零值，則試样仍具

有原来的長度，因为它的伸長是彈性變形。

圖中綫段 OB_1 表示出現殘留變形时的負載；和这点相应的应力称为彈性極限 σ_{yn} 。

A 点和 B 点在圖中相距很近，以致一般認為比例極限 σ_{nn} 和彈性極限 σ_{yn} 相同。

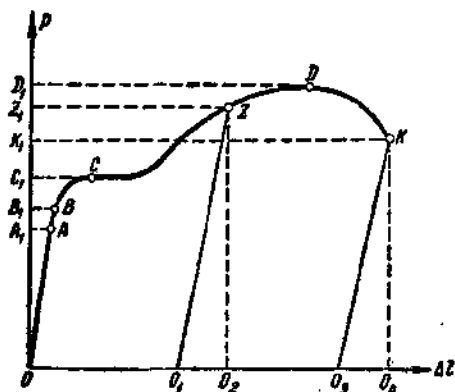


圖 1 低碳鋼試样的拉伸圖。

● 这里指的是正应力，即以平方公分表示的試样單位截面积上所具有的以公斤表示的拉力数值。

負載進一步增長，超出 OA_1 以後，變形開始更快地增加。圖中由字母 AC 標明的這一段具有曲綫形狀。

當負載達到圖中字母 C 所代表的數值時，拉力無需顯著增加，試樣就開始伸長。這時，試樣材料開始蠕變。然後它又重新具有抵抗能力，同時要增加伸長就必須增加拉力。

材料發生蠕變時，即負載暫時不變而變形（伸長）仍增長時的應力稱為屈服點 σ_r 。低碳鋼（Ст. 4）的這一數值約為 2400 公斤/公分²。

如果試樣在 C 及 D 點間的任一點卸載，則卸載的性質可由圖中大致平行於 OA 的直綫 ZO_1 表示。在這種情況下，試樣不會回到原有的尺寸。綫段 O_2O_1 相當於彈性伸長，綫段 O_1O 相當於殘留伸長，而綫段 O_2O 為加負載時的整個伸長。

在經過屈服區域以後，材料重新獲得抵抗負載的屬性，同時要使伸長增大就必須增加拉力。

當拉力達到圖中字母 D 所代表的數值時，變形集中在試樣的某一部分上。鄰近這一部分的試樣在不大的範圍內受到最大的應力。這就引起橫截面的局部收縮，因此試樣上出現所謂「細頸」，同時發生斷裂。

從形成「細頸」時開始，由於截面減小，試樣的進一步伸長需要的力量越來越小。所以圖中 D 點以後的曲綫向下降，直到斷裂時（ K 點）為止。相當於圖中縱坐標 OD_1 的最大拉力數值通稱為破壞負載，雖然事實上這時試樣並沒有破壞。破壞負載所引起的應力稱為極限強度或極限阻力 σ_b 。

極限強度 σ_b 說明要使某種材料破壞所必需的力的大小，也就是破壞負載被試樣原有的橫截面面積所除出的商數。對於 Ст. 4 號鋼，這一數值達到 4500 公斤/公分²。

稜段 O_3O_4 (圖 1) 相當於斷裂時彈性變形的大小。這一彈性變形在發生破壞後消失。長度 $OO_3 = \Delta l_0$ 代表斷裂後試樣的殘留伸長。

伸長量越大，試樣量度部分的長度也就越大，材料也就越有塑性。伸長量 Δl_0 與原有長度 l_0 的比被用作量度材料塑性的尺度，以衡量試樣拉伸時承受變形的能力大小。這一特性同樣是帶有假定性的，因為實際上伸長 Δl_0 並不沿長度 l 均勻分布。用百分比表示的這一比值稱為伸長率，對於牌號 $C\tau. 2 \sim C\tau. 4$ 的鋼，伸長率在 $8 \sim 28\%$ 的範圍內變動。

研究金屬受壓縮時的現象系用高度稍大於直徑的圓柱形試樣來進行試驗。長度大的試樣是不可能用作壓縮試驗的，因為長試樣會發生扭曲而不是壓縮。

在壓縮過程中當應力低於屈服點時，金屬的變化和拉伸時一樣，即存在彈性變形。如果在應力低於屈服點時進行卸載，則試樣仍回到原有的尺寸。

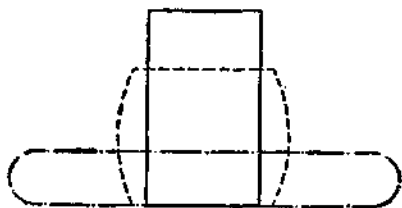


圖 2 試樣壓縮時的形狀變化。

鋼的比例極限和屈服點數值在壓縮時和拉伸時大致相同。

如果壓縮時應力超過彈性極限，則卸載後出現殘留變形，表現在試樣的長度減小而直徑增大上。壓縮時並不出現類似拉斷時極限強度那樣的應力。當負載超過彈性極限時，試樣最初呈桶形，然後被壓成餅狀 (圖 2)。