

87797

海船航行時的電鐸工作

Е.И. 威爾波夫斯基著

程達羣譯

人民交通出版社

海船航行時的電鐸工作

Е.И. 威爾波夫斯基著

程達羣譯

人民交通出版社

這本書是蘇聯海船電機工程師 Е.И. 威爾波夫斯基根據實際工作經驗寫成的。他們在航行時應用電鐸方法修補破損的零件，克服了航行中零件缺乏的困難，從而大大節省了材料和縮短修理時間而降低了成本。書的內容是以機器修理的電鐸工作為主，適合修船工作的技術員與工人以及船員進行自修時參考之用，亦可供一般工廠的機器修理工作者參考。

DW 36/E-1

書號：6052-京

海船航行時的電鐸工作

Е.И. ВЕРБОВСКИЙ

ЭЛЕКТРОСВАРКА

В УСЛОВИЯХ ПЛАВАНИЯ

МОРСКОГО СУДНА

ВОДТРАНСИЗДАТ

МОСКВА 1953

本書根據蘇聯水運出版社1953年莫斯科俄文版本譯出

程達羣譯

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

新華書店發行

萃斌閣印刷廠排版

慈成印刷工廠印刷

1956年1月北京第一版 1956年1月北京第一次印刷

開本：31"×43" $\frac{1}{2}$ 印張：Ⅺ張

全書：17,000字 印數：1—1,100冊

定價(9)：0.19元

(北京市書刊出版營業許可證出字第〇〇六號)

目 錄

序

一、概論	3
二、電鐸的機器與設備	5
1. 變壓器與發電機	5
2. 電極夾把	8
3. 鐸接電線	9
4. 防護設備	9
5. 鐸台，刷子與鎚頭	10
三、鐸條	10
四、電鐸的應用	11
1. 用金屬極的鐸接	11
2. 用礬極的鐸接	14
五、鐸接金屬的製備	14
六、金屬的膨脹與收縮	16
七、各種金屬的電鐸	17
1. 低碳鋼的鐸接	17
2. 高碳鋼的鐸接	17
3. 錳鋼的鐸接	18
4. 紅銅的鐸接	18
5. 生鐵的鐸接	18
八、鐸縫品質的技術檢查	19
九、電鐸安全技術	20
附錄	23

序

當進行船員自修工作時，應用電銲能大大節省資金和縮短修理時間。

在航行時，船舶遠離自己的修理基地，如果遇到欠缺備用零件作替換時，可用電銲方法迅速而容易地恢復破裂了的零件。

在所有的海船中均有足夠的發電機動力，不難利用它而連接電銲機。所需接連時間僅佔10～20分鐘。

電銲機可以而且應該安置於船上安裝車床的地方。

作者的目的是幫助海船機艙部船員掌握航行中的電銲工作。

作 者

一、概 論

電弧現象是俄羅斯科學家B. B. 彼特洛夫於 1802 年發明的。這發明的本質是什麼呢？電弧是由通過氣體的電流激勵而產生。氣體普通是難於傳電的，但如果創造游離的條件則很易傳電。

如果取兩根炭棒，使它彼此接近且在30~40伏的電壓通以直流電則炭極開始熾熱。移開碳極成某些距離，增加阻力，則電流沿着熾熱氣體所組成的小橋通過。碳極在高溫中逐步燃燒。

接於正極的碳棒較之接於負極的碳棒燃燒速度增加一倍，因為正極達到溫度4000°而負極則只有3000°。

1881年俄羅斯工程師 H. H. 賓納爾多斯開始用電弧進行金屬銲接。

因為正極溫度比負極高得多，故正極導綫接於銲件，而負極導綫則接於碳棒，碳棒夾緊於碳極夾把。填充金屬則在銲接工地製成棒狀或塊狀。

這種方法的特點是迅速發生銲接，堆銲與縮孔的灌鑄。同時由於銲接零件的受熱面積很大，而周圍空氣中的氮與氧和熔化金屬化合，損壞了金屬的接合強度。還有從碳棒脫落少部分碳或石墨的危險。所有這些都是用碳極銲接金屬的不利性質。

1891年俄羅斯工程師 H. Γ. 其拉維揚諾夫建議用金屬棒代替碳棒。結果，金屬棒可以激勵弧光同時可以用作熔銲材料。應用金屬電極銲接方法可以顯著地改善銲接品質。當用金屬電極銲接時，受熱面積可減少好幾倍，這樣就大大降低了氧與氮和電弧熔化金屬化合的可能性。

此外，應用金屬電極可以塗抹銲藥，銲藥由白堊粉，鉀碱或高嶺土等材料與水玻璃混合而組成。這種塗層與弧光同時燃燒而形成渣層與氣層，保護熔池的熔化金屬不受周圍空氣的氧與氮作用；渣層使金屬不會迅速冷卻，改善熔化金屬中的氣體排泄。

電極塗層的銲藥能保證電弧燃燒穩定。當必需改變熔化的金屬化合物時，銲藥成份可以增加些其他藥劑，即錳鐵，矽鐵，鈦鐵，鉬鐵等。

金屬電極銲接法現在應用很廣；銲接鋼板厚度由 0.5 公厘以至實際所需要的厚度。

銲接的品質視乎是否正確選擇電流強度而定。過弱的電流不能得到充份的熱量，未能沿着所有的零件斷面充份熔化填充金屬與基體金屬。由於這樣所造成的結果稱為未銲透（普通是在弧坑斜邊上角處）。過強的電流則產生過量的熱且引致燒壞金屬。

當銲接難熔的金屬時（銅、鐵等）正極接於銲件，而負極則接於電極夾把（正極性）。

當銲接易熔的金屬與薄鋼板時正極接於電極夾把，而負極則接於銲件（反極性）。

金屬與合金傳導熱的特性稱為導熱性。導熱性愈高則熔化時所需的熱耗量愈多。導熱性最高的是銅與銀，最低的是鉛與鐵。

當導熱性較大的金屬與合金熔銲時，必需用較強的電流。

選擇銲接零件所需的電流強度是視乎準備要銲接的零件厚度，電極大小，金屬的種類等而定。

表 1

在表 1 中所列的某些金屬導熱係數是表示每平方公尺每小時當相差 1° 時的卡路里數量。	1. 銅	350
	2. 黃銅	88
	3. 鉑	60
	4. 鐵	45
	5. 生鐵	40



表 2

名	稱	符 號	熔 解 溫 度
1.鐵		Fe	1530
2.銅		Cu	1083
3.銀		Ag	966
4.鋁		Al	658
5.鋅		Zn	419
6.鉛		Pb	327
7.錫		Sn	231
8.黃銅		—	900

當銲接鋼結構時可以應用銲接裝置規則表（參看附錄）。

在船上，可以順利地進行電銲已折斷的欄干與繫索鼓，熔接水槽，管系裂縫及製造繫柱索纜等。

二、電銲的機器與設備

1. 變壓器與發電機

電弧可以由交流或直流的電流而產生。前者的情況要用特殊的電銲變壓器，將電流由380、220、127伏降為55~80伏。電銲變壓器的無載電壓不宜超過80伏，而當發生弧光時的載荷電壓不宜超過18~25伏。

我們工業產品的電銲變壓器是由8.7仟伏安至212仟伏安。調節電流的方法可用感應電阻或改變電流洩耗。在船舶航行中因極大多數只有直流電，故電銲變壓器的應用不多。

用直流電施行電銲工作時，無載電壓由50伏到80伏，載荷電壓由18伏到35伏。

電弧可以直接由船上的直流電路供電，過剩電壓（電路電壓與

電弧電壓的差額)用特殊的變阻器抵消。在電銲時,電流強度的不均勻,電極的局部短路都會引起電壓變動而致工作上產生其他的不利損失。除此之外,這種線路的效率很低(不多於15~20%)。

在船舶中,這種線路很少應用,只是當銲接厚度1公厘以下的金屬板時才應用。爲了這種工作,可以直接在船上製造電銲用的鎮定變阻器以供使用。

電壓220伏的變阻器必須用直徑1.8公厘,長28.7公尺的鎳鉻線繞製,作出6.5、4.5及2.7公尺的分線,這樣就可以調節電弧電流爲15、20、25及30安培。線圈安裝於鐵箱內,鐵箱頂部要鑽孔,且固定於陶瓷絕緣體上或大號的照明用絕緣瓷瓶上。分線可以接於鐵螺栓和翼形螺帽。

爲了要控制電流強度,最好裝設電流錶,而爲了防護則裝設保險裝置。

這種裝置可以容易地銲接達1公厘厚的金屬,且可用碳弧或石墨弧銲接合金。碳棒或石墨棒直徑不大於6~8公厘。

爲了要銲接較厚的金屬板時能有穩定電弧而不因其他用途的電流影響,可用專設的直流電機。原動機可用電動機或內燃機。

銲接用發電機在閉路時(當電極與工作物接連時)需用低電壓,以免電極附着於金屬。

發電機電壓在銲接時應該降低,而電流強度要增加;要這樣就要用複激發電機的方法,在這種發電機中,接有串激線圈與分激線圈。

實際上在船舶的情況是完全可以用複激發電機,它的電流強度不低於150安。格魯斯亞號內燃機船則採用有開關變換激磁線路的船用發電機。因此我們應用下述的方法:分繞分激線圈(內線路如圖1所示)與及接連分激線圈於其他電源,例如由船上其他用途的發電機線路經過插頭而供給電源。在接外來電源於分激線圈之前要

預先檢查插頭兩極使裝成相反方向。即發電機的正極要和線路的負極相接。這樣就造成接近電銲發電機的特性。跟着就將激磁回路接連到10盞100瓦的燈。燈用並聯相接；由燈的開與關，我們可以調整發電機的激磁，且因而改變電弧的電流與電壓。

如果船上有5安培以下的滑動式激磁調整器則可以用它代替燈。但最好不用開關式激磁調整器的發電機，因為這會使變換線路複雜。

用於電銲的變換激磁船舶發電機沒有完全的銲接性能，因為短路時電流太大。必須於銲接回路安置入1歐姆的鎮定電阻使電流為150~200安培，它的作用是當電極與金屬接觸時，靠自己短路電流推力克服。所需用的1歐姆變阻器可用長72公尺，直徑4公厘的鋼線自製成螺旋形線捲。

當船上有9~12平方公厘截面的圓鋁銘線或扁形鋁銘線時，可以用這些材料製造鎮定電阻，且能使電阻較易搬動。電阻線圈大約需要電線15~20公尺，視乎斷面的面積大小而定。線圈用兩根螺旋形線並聯相接使總電阻為1歐姆。

裝置螺旋線的構架必須用20×25公厘的角鐵製造（圖2）；螺旋線間的絕緣可用陶瓷絕緣子。當船上有變壓器時，可接連於電動發電機，以便利用絞盤的電機與操舵的電機作為電銲發電機使用；但

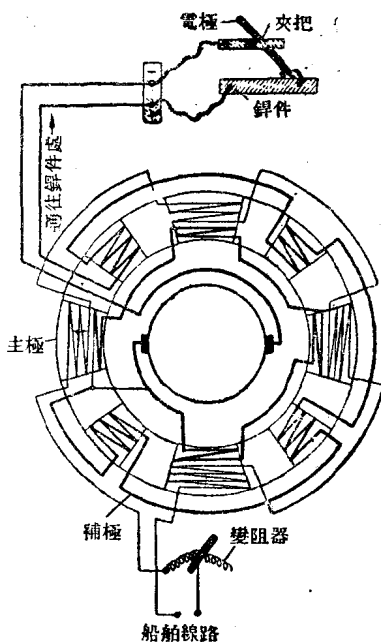


圖1 發電機激磁線路圖

必須預先改變分激線圈的極性，開關裝置，船舶電源輸入線圈的接頭裝置及可變電阻等。此外，必須串聯鎮定電阻於鉗接回路。接於配電板的電線應該拆開，並在發電機引出端接連鉗接的電線以便電流導入電極夾把。

2. 電 極 夾 把

電極夾把用以安全地引導電流到電極，且當電極與夾緊面任意傾斜時均能夾緊。

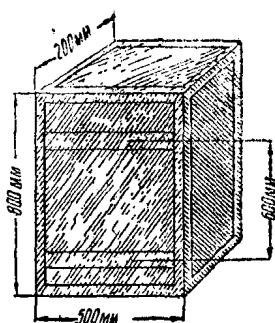


圖2 變阻器構架

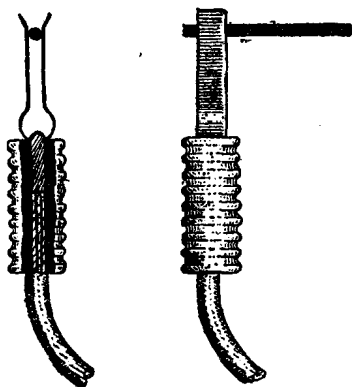


圖3 電極夾把

用圓銼於紅銅桿製作電極凹部。銅桿部分依照手的寬度用兩邊合成的木墊板包蓋。電線和電極夾把的封閉襯套的一端相接。

在船舶的情況可以容易地製造兩種的電極夾把，第一種（圖3）用帶形彈性鋼（厚1.5公厘，寬20公厘）製造。鋼條彎曲成開口環形（爲了彈性）。夾把長度由把手起計200公厘。在環的中點鑽孔的地方用螺絲紋擰緊黃銅管，它鉗上很柔軟的電線，沿着管用石棉繩包纏。第二種夾把（圖4）用紅銅桿製造（長200公厘，寬30公厘，高10公厘）。彈性鋼條固定於電極夾把，

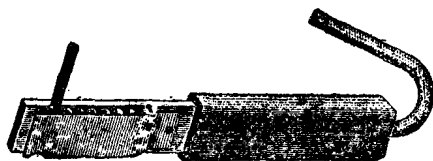


圖4 電極夾把

3. 銲 接 電 線

電線應該很軟，尤其是靠近電極夾把的地方更重要。有彈性的電線不能很好的控制電極，因為銲匠的手容易疲倦且會使銲接品質降低。

電線必須有三段：其中一段30~40公尺長，接於發電機到銲接物之間，其他兩段各為5公尺至6公尺長以便與地接連。電線末端必須銲以插頭以便利於安裝。

電線斷面的大小根據銲接工作的電流強度而定；在船舶的情況用16~25平方公厘的斷面已足夠。

4. 防 護 設 備

電弧的火燄射出可見的光線與看不見的熱紅外線及紫外線，有害地作用於眼及皮膚。可用遮板（圖5）保護。遮板的大小與形狀應造成使整個面部都不露出。

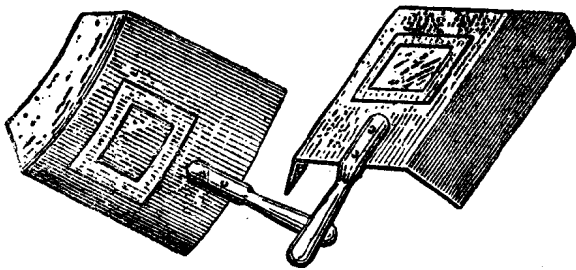


圖5 防護遮板

電銲工作必需穿上緊密的帆布衣服才進行。必需用皮靴與富有彈性的帆布手套。

如果銲接工作是在人們與銲工所在的房間中進行，則應圍以層板使光線作用不會危及周圍。

5. 鉚台，刷子與鎚頭

當進行細零件鉚接時，宜用高度50~70公分的鉚台，它用厚度8~10公厘的鐵板製成。

鉚接處應該妥善清除油漬，污物與鐵滓。使用鋼刷、鎚頭來清除鐵滓等物。要清除油脂可用汽油與煤油。在清除零件的油脂之後必需妥善予以乾燥。

三、鉚條

鉚縫的品質視乎電鉚條的品質而定。對於鋼板與鋼結構，熟鐵與生鐵等的鉚接，可用棒狀鉚條，含碳0.08%，錳0.4%，磷與硫0.04%，及少量的矽。最好的鉚條不會飛濺，能流暢地與基體金屬結合且鉚成最好的弧坑。

鉚條直徑大小視乎要鉚接的零件厚度而定。先將金屬條割切成塊狀然後熔解。用管組成模型製作，管的一端緊密灌鑄，而另一端則鉚於角尺。管夾於虎鉗。預先為鉚條裝置入電線於管中並用鎚敲打剪斷。

為了提高電弧的穩定性與預防鉚縫金屬受周圍空氣的有害作用，將鉚條覆塗鉚藥。

加塗鉚藥必須照下述方法進行：妥善混和藥粉，塗抹鉚條的膠合物；在鉚條塗膠之後浸入於藥粉中，然後脫去多餘的藥粉，將鉚條置於乾燥器。鉚條大約經2小時烘乾然後準備使用。

我國工業出的鉚條直徑由1至12公厘。鉚條長度是因直徑大小而定，大約為200~450公厘。對於特種鋼（鉻鎳鋼，耐熱鋼，高剛性鋼等）則製造特殊的鉚條，其標號為ЛН及ЛС。對於生鐵熱鉚，則應用生鐵鉚條，直徑由6至20公厘。進行生鐵冷鉚則用普通低碳鋼加塗鉚藥。碳極與石墨極則製成直徑6至15公厘，長度200~300

公厘。鉚條末端應該磨光。

四、電 鉚 的 應 用

1. 用金屬極的鉚接

初學的電鉚工必需首先經過學習引弧（打火）。要得到弧光必須使夾把和鉚條引到鉚件上。必須預先用遮板保護眼睛與面部，否則點着的弧光會傷害眼睛。需要引弧的地方在遮板遮面之前預早畫記號。在遮板遮蓋眼睛之後迅速將鉚條直接向下移動，輕輕接觸金屬並立即提起鉚條（類似對火柴盒擦火柴的動作）。

如果鉚條離開不够迅速，則它會黏着在金屬上。在這種情況下，爲了要使鉚條離開金屬必需從右邊或左邊（而不是從上面）折斷鉚條，然後按照以上所述的條件重新引弧。

爲了易於點着弧光，要預先清除金屬上的銹與油脂。

初學的電鉚工應該善於掌握熔鉚波於低碳鋼板塊。按照鉚條燃燒的程度慢慢移動並使金屬板得到正確的鉚波。

鉚條有幾種移動的方法。在圖6所示的是鉚條向自己這邊移動的方法。

圖7所示的是鉚條離開自己的方向的移動方法。

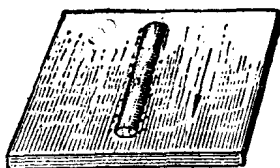


圖6 向自己方向的鉚接法

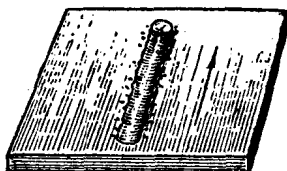


圖7 離開自己方向的鉚接法

圖8與圖9所示的是鉚條由左至右與及由右至左的移動方法。

鉚波的堆鉚是用塗藥鉚條進行，鉚條直徑爲4公厘，電流120安

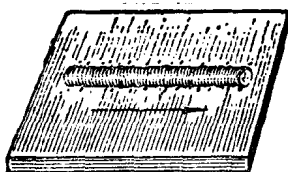


圖8 向右銲接法



圖9 向左銲接法

培，用正極性接法。

同時銲條移動速度必需使弧光保證能熔化金屬的堆銲位置。如果移動太快，則銲珠只是附着於表面而沒有銲透。必須注意使弧光移動，使它保持在弧坑銲波的前邊。

銲珠應該有均勻的高度、寬度及足夠的穿透，弧坑要有足夠的深度。銲珠品質視乎電流強度而定。當銲接電流太強則會引起金屬的過燒現象。當銲接電流太弱則欠缺足夠的弧坑深度（未銲透）。

銲條的夾把要把握適當，過於用力握緊則會使手疲倦。爲要知道銲波是否正常，必需用尖鑿將它截斷；如果當截斷時不破碎且截斷表面平滑則熔銲正常。

當不正常的熔銲時，由手鉗輕輕將鑿擊一兩下便截斷銲波，而截斷表面沒有銲着。

在掌握了直線銲波的熔銲之後，再來敘述四個曲線銲波的熔銲方法。預先用粉畫記銲接地點，進行環形銲接（圖10）。

銲條燒完時，按下述方法進行替換：左手拿着新銲條，將它置入於夾叉的空餘地方，並輕輕壓入裏面，燒完部分（銲條殘渣）則跌落，而新銲條則變成夾於夾子。

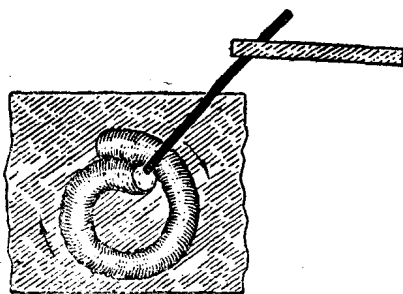


圖10 環形銲接法

在更換鋁條之後，弧光不是在弧坑上燃燒，而是在鋁波上燃燒。爲了弧光的穩定燃燒必須避免直射，因爲它會打擊弧光到一邊。

最困難的是在豎位與高位上熔鋁鋁波，因爲弧坑與鋁條的熔化金屬會往下流。豎鋁（圖11）必須按如下方法進行：應用反極性接法，即正極導線接於鋁條，而負極導線接於鋁件。當豎鋁時，堆鋁鋁波從下而上進行

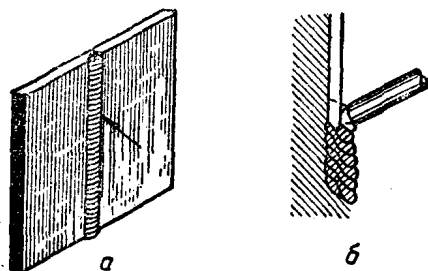


圖11 豎 鋁

比較妥當。鋁條與金屬之間的距離應該不多於2公厘。

最困難的是仰鋁，即在頭頂上面鋁接（圖12）。

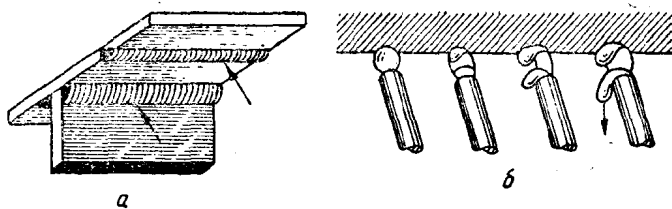


圖12 仰 鋁

爲了要使金屬在鋁接位置上保持，可應用豎鋁的同樣方法，即移動弧光到別處，使熔化金屬可以凝結。防護遮板和具有能够放下的眼鏡的套頭面罩一起應用。

如果有可能的話，必須避免仰鋁，鋁件盡可能裝置成豎位或平位較妥。

當堆鋁直縫鋁波時，鋁條直徑應超過2~3公厘。這種鋁縫稱爲線狀縫。

必須同時學會堆鋁寬縫。爲了要更好的鋁透寬最邊皮的地方，

銲條移動速度要適當減少。這樣，銲波寬度可增至銲條直徑的2~3倍。

堆銲孔眼最好由最邊的一個開始，逐漸向中心接近。

2. 用 碳 極 的 銲 接

碳極銲接或石墨極銲接的品質是低於金屬極，但在某種情況下，船上適合用碳極的。

當銲接進行時，碳極的熱產生弧光，熔化基體與填充金屬。最好是用石墨極，因為它比碳極燃燒較慢，且比較能保持弧光的穩定。電極應該製成尖錐形。

碳弧很穩定，弧長可以改變，不用怕它會中斷。

碳極銲接法是用正極性進行，即負極導線接於電極，而正極導線接於銲件。

碳極還可以銲接有色金屬，這時必需用硼砂作為銲劑。它大量落於受熱部位與燃燒部位，形成薄膜而遮斷空氣入口，並防止金屬的氧化。

常用碳極銲接時，利用兩個方法：(1)不用填充金屬的銲接法，(2)應用填充金屬的銲接法。

如果銲接薄板，要避免燒壞，可在銲縫下面放置紅銅板條，它可吸收多餘的熱量並預防金屬的過燒。

切割金屬最好用石墨極進行，使金屬的位置能夠無障礙地容易流到旁邊。

五、銲接金屬的製備

銲接的品質最重要是根據製備的精確度而定。金屬應該預先妥善清除油脂與銹。而且銲接邊緣必需進行加工，以便熔銲金屬的面