

電弧鐸接技術

王長齡編譯

龍門聯合書局出版

U

2-13-16

本書內容第一章及第二章敘述電弧的應用原理，第三章至第五章是各種銲條成分銲接機具的性能，第六章至第九章介紹了各種實用銲接技術，第十章為檢查試驗的方法，第十一章第十二章為自動電弧銲接方法，末附銲接方法的練習課程；用通俗文字，由淺入深，所用數據均列成圖表，極適工廠工人學習和自修；且可供高專技術學校教學或參考之用。

電弧銲接技術

王長齡編譯

★版權所有★

龍門聯合書局出版

上海市書刊出版業營業許可證出029號

上海淮海中路1813號

新華書店總經售

科學出版社上海印刷廠印刷

上海延安中路537號

開本：787×1092 1/27 印數：15,701—17,700 冊

印張：9 21/27 1953年7月第一版

字數：191,000 1958年10月第九次印刷

定價：(10)1.60 元

序

自公曆 1885 年蘇聯的科學者尼古拉斯·翁·貝納德氏發明了炭精電弧銲接方法以來，世界各國都很快的發展開來；現在蘇聯已有了完全自動的電弧銲接機器，和全部電銲的機車。

電弧銲接的技術，現在已廣泛的被利用到製造戰艦、輪船、坦克、汽車、機車、飛機、貯煤氣塔、水管、輸油管、煤氣管、鋼筋水泥建築物的骨架、鋼鐵橋樑、發電機、電動機、工作機具和各種金屬工業，尤以製造龐大的鋼鐵鑄造物為最顯著，並且這種趨勢，是與日俱進的。

電弧銲接技術所以會如此發展，是因為它比一切的金屬接合工業省材料，省工省時，並能增大接合的強度，譬如每年要消耗 500 萬噸鋼鐵的國家，利用電弧銲接，就可節約 50~100 萬噸的鋼鐵。至於節省金錢人力，更是不可勝計的。一般的鉚釘接合的接縫強度，很難達到與被銲接物件質料相等的強度，而電弧銲接就能達到，並且尤能超過。電弧銲接技術既然有這麼大的用途和發展趨勢，那麼就必須有大批熟練的銲接工作人員來配合着工作了。雖然電弧銲接已進步到利用自動機械的時代，而從事銲接的人員，依然是必須熟練一切人工銲接技術和積累經驗的。

現在我國在勝利的基礎上開始建設重工業，鋼鐵的接合工業也必須跟着發展，才能配合得好。譯者以伊藤千代藏著的「最新電弧銲接的理論與實際」一書為骨幹，並參考了其他的銲接工學書籍，擇取實用

的精華，用通俗的文字由淺入深，編譯了本書，以求適合初學和自修。
希望先進和工人同志們多提供意見，使再版時得以釐正。

再編譯本書時承宋振剛，李治中諸同志的協助，深表謝意。

譯者識於北京

目 錄

第一章 概 說

一	電弧銲接是什麼·····	1
二	發明電弧銲接方法的歷史·····	2
三	金屬接合法的分類·····	4
四	電氣銲法·····	6

第二章 銲接的電弧

一	電弧的能性·····	9
二	極性的關係·····	10
三	熔透·····	12
四	銲接部份金屬組織的變化·····	14
五	電弧的長短關係·····	15
六	電流量的關係·····	17
七	銲接的速度·····	19
八	電弧的安定·····	20

第三章 銲接的電極棒

一	電極棒的種類·····	22
二	電極棒芯線的成分·····	23
三	塗藥電極棒和包皮電極棒所用的藥劑·····	25

四	藥劑配合的舉例(銲藥).....	29
五	市間出售的各種電極棒的性能.....	31

第四章 銲接用的工具

一	電纜.....	43
二	電極棒保持器.....	44
三	工作台.....	45
四	護身用具.....	45
五	現場用具.....	46
六	清潔用具.....	46
七	銲接用材料.....	47
八	預熱及緩冷的設備.....	47
九	雜項用具.....	47

第五章 電弧銲接機

一	直流電弧銲接機.....	49
二	交流電弧銲接機.....	57
三	高週波電弧銲接機.....	65
四	直流電銲機和交流電銲機的比較.....	68

第六章 接縫的形式和銲接的方法

一	發生電弧的方法.....	69
二	電極棒的夾持位置.....	70
三	運棒的方法.....	70
四	銲接的位置與姿勢.....	73
五	銲接的運行方向.....	74
六	銲痕線是什麼.....	76
七	必須知道的接縫形式.....	77
八	各種接縫的銲接方法.....	81

九	電弧的切割的方法	109
十	蘇聯人工高速電弧銲接法	112

第七章 銲接中金屬的變形和防治的方法

一	金屬的膨脹和收縮	117
二	減低金屬殘留內力的方法	118
三	防治歪曲變形的的方法	125

第八章 接縫的設計和強度

一	術語的解釋	128
二	接縫的尺寸	130
三	接縫負載能力的計算	132
四	銲接的強度	139
五	接縫的容許應力	140
六	接縫的效率	141
七	銲接設計上必需的符號和圖示法	144

第九章 各種金屬的銲接方法

一	金屬的銲接性	152
二	鑄鐵(生鐵)銲接法	153
三	銲鐵合金和鋼合金法	163
四	銲有色金屬(非鐵金屬)的方法	167

第十章 銲接部份的檢查方法

一	檢查方法的種類	172
二	目力檢查	172
三	機械的試驗	179
四	壓力檢查	181
五	浸漬檢查	182
六	音響的檢查	182

七	電氣的檢查	182
八	磁力的檢查	183
九	顯微鏡檢查	184
十	鑽孔檢查	184
十一	X 光線檢查	184
十二	銲接接縫的強度試驗方法	186

第十一章 特別的銲接法

一	壓接銲接法	196
二	高週波電弧銲接法	197
三	氬原子銲接法及電氣混合銲接法	197

第十二章 自動電弧銲接法

一	自動電弧銲接的特點	200
二	自動金屬電弧銲接	201
三	自動炭精電弧銲接	204
四	自動金屬電弧銲接和自動炭素電弧銲接的比較	206
五	助熔劑自動電弧銲接法	207
六	半自動電弧銲接法	208

附錄一	金屬電弧銲接實習法 練習 1—練習 36	210
附錄二	中英名詞對照表	236
附錄三	各國規格比較表	241
附錄四	鋼材的種類	243
附錄五	鋼板重量表	247
附錄六	按用途分的鋼材的標準鋼質表	248
附錄七	一般鋼材的標準鋼質表	249
附錄八	有關銲接的火焰溫度表	250
附錄九	尺度換算表	251
附錄十	重量換算表	255
參考書目		256

第一章 概 說

一 電弧銲接是什麼

兩根通有電流的光銅線，當它互相接觸的時候，便發生一個小小的火花。這個火花有着非常高的熱度和強大的光亮。利用一種適當的裝置，使火花能夠連續的發生，增強它的熱力，這個連續的電火花，就叫做電弧。利用電弧的高熱把金屬物件的一部份熔解了，使它們的分子彼此互相混合固結起來的方法叫做電弧銲接。俗叫電銲，又叫燒電火。

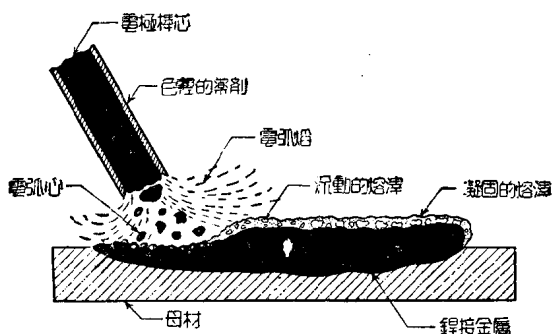
利用普通的 110V 或 220V 的市用電源的電力，直接來發生電弧，不但浪費電力；銲出的物體，也不堅固。如銲大的厚的銲件（以後我們叫母材），就需要有很大能力的電弧。所以必須使用一種電弧銲接機械，俗叫電銲機。電銲機的一端接通電源，一端接着電弧發生的電極棒和母材。

電弧銲接中使用的電極棒分為金屬的和炭精的兩種。使用金屬電極棒的做法叫金屬電弧銲接，這個金屬電極棒同時發生電弧，同時兼作銲接棒之用，俗叫銲條。使用炭精棒作電極棒的做法叫炭精電弧銲接，另外須再加入銲接棒（銲條）。電弧銲接方法大體上是隨着使用的電極棒分為上列兩種。

用金屬電弧銲接的時候，電弧的熱力，把被銲接的物件（母材）熔化成凹下去的熔池，俗叫火口，金屬電極棒（銲條）的尖端，同時也熔化了

一些，通過電弧，滴落到熔池裏，於是金屬的分子便互相混合了，它的滴落與混合的情形，因為進行得很快，很難明確的了解。但是銲接的接縫堅固程度及所使用的材料是否合適，却要從這一點上着眼的。

用青銅、鋁、莫乃爾合金*、有色金屬(非鐵金屬)製的電極棒銲接的時候，因為有色金屬熔化的顆粒相當的大並且沉重，就能很清楚的看到它們投入熔池的狀態(參看第1圖)。



第1圖 電弧銲接金屬滴落熔合的情形

用軟鋼製的電極棒，這種現象就不易看清，所以用黑色金屬(鐵金屬)做的電極棒，做仰銲和豎銲的工作就比較困難。

電弧銲接分為人工操作和機械自動操作。人工操作是由銲接工人用手執定電極棒保持器，俗叫手鉗，進行銲接。這種方法操作，在現在仍然是廣泛的被使用着。用自動銲接機的操作方法，是按銲接工程的需要，和規模大小而決定的。

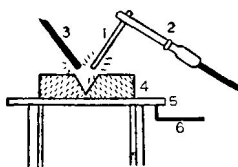
二 發明電弧銲接方法的歷史

電弧銲接技術的發明，已有五十多年，實際應用也有二十幾年了。現在利用的範圍更廣，舉凡輕重工業的製造車船、飛機、火車頭、軍火工

* 莫乃爾合金是含鎳75%，銅23.5%，鐵1.5%的合金。

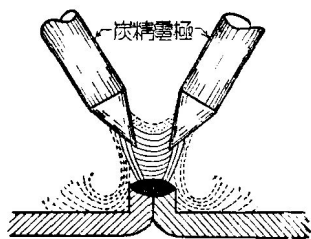
業、坦克、工作機械、建築骨架、橋梁等工程上都要用它。

公曆 1885 年蘇聯人尼古拉斯·翁·貝納德氏發明炭精(炭素)電弧銲接法。他用炭精棒(或黑鉛棒)作電極,另一端用母材作電極,通電流後,發生電弧(參看第 2 圖),用這電弧發生的熱能,熔化母材,另外再加入銲條,進行銲接。



第 2 圖 炭精電弧銲接

- | | |
|--------------|-----------|
| 1. 炭精電極棒 | 2. 電極棒夾持器 |
| 3. 填充金屬棒(銲條) | 4. 母材 |
| 5. 工作台 | 6. 電纜 |



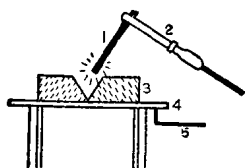
第 3 圖 炭精電弧銲接

公曆 1889 年德國人茲耳奈氏發明吹管式的電弧銲接法,他用兩根炭精棒(或黑鉛棒),當作兩個電極,通電後發生電弧;在電弧的週圍發生磁場。電弧熱力便把銲接部份的金屬燒化而銲接成一塊。使用銲條的時候,它的銲接情形和氣銲一樣(參看第 3 圖)。

公元 1892 年蘇聯人斯拉費諾夫氏發明用金屬電極棒代替炭精電極棒,使母材與電極棒間發生電弧;當電弧熱力把母材熔化的同時,電極棒尖端也熔化一些,通過電弧,注入母材的熔池裏,完成銲接。當時這種方法祇可使用直流



第 4 圖 斯拉費諾夫



第5圖 金屬電弧銲接

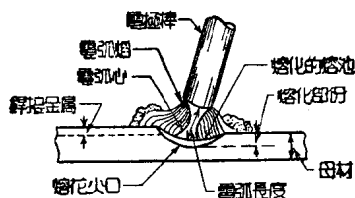
1. 金屬電極棒 2. 電極棒保持器
3. 母材 4. 工作台 5. 電纜

電源(參看第5圖)。

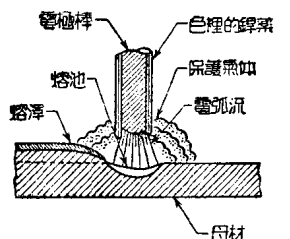
斯氏的方法解決了貝氏和茲氏銲接法中不可能的仰銲和豎銲的缺點；並且用電很省，節省了電費，這是斯氏法的特點。

不久，英國人司徒蒙哥爾氏和斯魯特氏發明在金屬電極棒上塗抹

和包上藥劑的方法，以保護金屬電弧的穩定性和促進銲接金屬的堅固性，提高了金屬電弧銲接的價值，同時也能利用交流電源來搞電銲了；這種方法，一直沿用到現在(參看第6,7兩圖)。



第6圖 金屬電弧銲接(光棒)



第7圖 金屬電弧銲接(包皮棒)

三 金屬接合法的分類

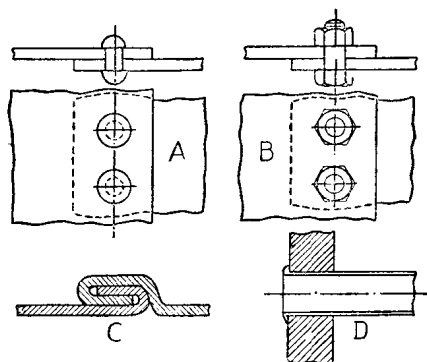
金屬與金屬接合的作業，是現代金屬工業中不可缺少的一項工業，接合金屬的方法可以分做：

1. 機械的接合法

現在使用最廣的鉚釘接合法，就是其中的一種(參看第8圖)。

2. 焊接法

焊接法分做用錒錫(白鐵)的軟鐵法，和用錒銀、錒銅的硬鐵法，錒的熔解溫度約 550°C 。作業較為複雜些。



第 8 圖 機械的結合法

3. 銲接法

銲接法可以分做三大類：

A. 煅接銲法

B. 壓接銲法

一、加壓鉛熱銲接法

二、電阻銲接法

C. 熔化銲接法

一、鉛熱銲接法

本法是德國人哥德西米特氏在公曆 1900 年發明，它是利用鋁粉末，和氧化鐵粉末混合燃燒的銲接方法，平均溫度在 2500°C 以上，它的特點，是工作簡易，危險性小，可以防止銲接金屬的組織變化，但只能在露天裏銲接鋼鐵製的物件，如鋼軌、鋼管的接縫。

二、氣銲法

本法是利用乙炔氣（電石氣）和氧氣，或氫氧氣體混合氣體來發生火焰進行銲接。

三、電弧銲接法

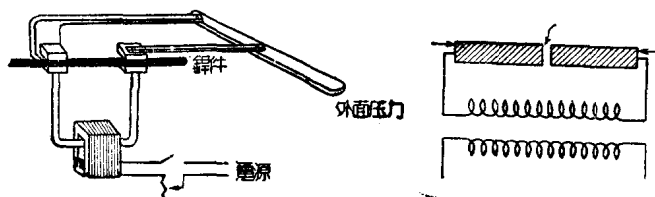
即本書所介紹的方法。

四 電氣銲法

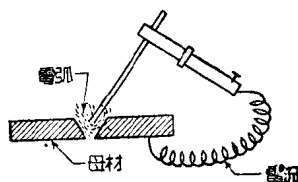
電氣銲法分做二種，一種是電阻銲接法，一種是電弧銲接法，普通叫做電銲就是指這兩種方法的總稱。雖然它所用的熱源都是電力，但是它們的操作方法、原理、效用，是完全不一樣。

電阻法又叫壓接法，是美國人湯姆生氏在公曆 1886 年發明，所以又叫湯姆生法。他是把二塊被銲接的金屬，通以電流，使接觸的部份表面（即銲接部份）發生電阻，由於電阻而發生高溫，使金屬達到熔化的程度，再藉着外面機械的壓力以達到銲接的目的。

電弧銲接法，又叫熔接法，它是由於母材和電極棒間的電弧熱力來銲接的。這二種方法應用原理，圖解如下：



第 9 圖 電阻法原理



第 10 圖 電弧銲接原理

電阻銲接法，因為使用的目的不同，又可分做三種形式的銲法，各有固定裝置的電阻銲接機。

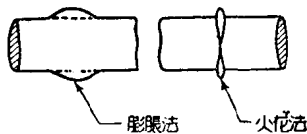
1. 對接鉚法

對接鉚法，是使用上面原理，來鉚接棒狀物、管狀物、鐵絲狀的金屬物；鉚的時候，要把鉚件接觸面的銹（鏽化物）及油質等去淨，把鉚件固定在鉚接機上，通以電流後，由外面施以壓力，全部鉚接的時間，祇有幾秒鐘。

對接鉚法在實際作業中，有二種操作的方式，一種叫做膨脹鉚接，一種叫火花鉚接。

膨脹鉚接是在通電流之前把二塊母材緊接在一起，通電流後，母材熔化，仍被壓得很緊；這樣鉚接的接縫部份就有一些凸出來，二塊母材也就縮短了一些，這種方法多用來鉚接棒狀物、環狀物及較粗大的物件。接縫的強度效率較好，但需用時間稍長（參看第 11 圖）。

火花鉚接就是先把二塊母材的鉚接面，碰到一塊，通以電流的瞬息間，再把接觸面稍微引開一些，使它發生猛烈的電火花，接觸面的小部份熔化，然後再施以大的壓力，令它鉚接在一起。鉚



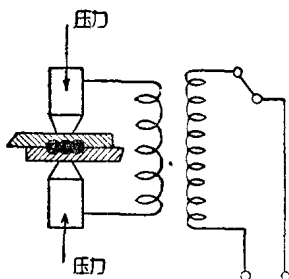
第 11 圖 對接鉚接

管狀物，較細的棒狀物，如眼鏡框，精密機械的零件等，多用這種方法。這樣母材的損失不會太多。容易氣化的材料，可以用火花鉚接法來鉚。鉚得的接縫部份也不需再加以研磨的手續了（參看第 11 圖）。

如果鉚接機好使，工人技術熟練，那麼也可以鉚銅、青銅、黃銅、鎳、鋁、莫乃爾合金等有色金屬，並且都很容易鉚接的。

2. 點狀鉚法

點狀鉚接是電阻鉚法中最普通的一種，使用的範圍很廣。方法是把二片金屬板重疊在一起，像附圖那樣（參看第 12 圖），把鉚接機的銅電極棒的尖端 放在要鉚接的部位，通以電流，自外面加大壓力，金屬



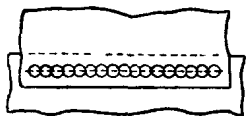
第 12 圖 點狀銲接原理

鈹溫度即上升，熔化而銲接起來，銲得的金屬鈹外面也沒有凸出的帽狀突出物，也不會穿孔，表面還很光滑，並可以塗上油料或噴漆。銲 1 mm ~ 5 mm 內外的薄鈹多用這種方法。特別大型的電阻電銲機可以銲厚 20 mm 的鋼鈹。對於

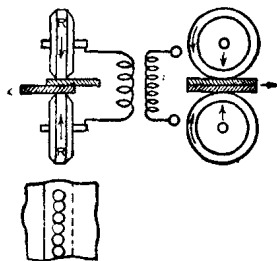
銲保險櫃、箱子、高壓容器、窗戶、汽車車體、送風管、烟管等機械用得很多。大型的點銲機，可以同時銲二十個點。並因為電極的形狀不同，可以銲各種構造的器材。

3. 縫合銲法

縫合銲法，是許多點聯續起來，像縫紉衣服的縫線一樣的形狀（參看第 13 圖）。這種銲法的原理和點狀銲法的原理一樣，只是把銅電極棒，換成能夠轉動的滾動電極，以一定的速度來轉動，繼續的通以電流；銲出的形狀就如第 13 圖樣子。第 14 圖是縫合滾動的裝置原理大意。



第 13 圖 縫合銲接狀態



第 14 圖 縫合銲接機的原理

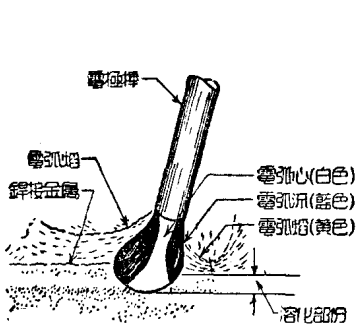
這種電阻銲接機，使用得極廣，例如汽車工場銲擋泥板、車體外壁的鋼鈹接縫等。

第二章 銲接的電弧

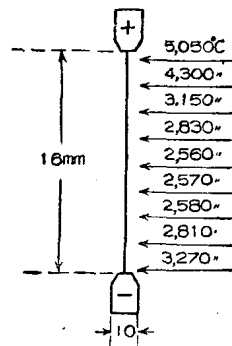
一 電弧的性能

電弧銲接的熱源是，直流電或交流電。電有流量、流向、壓力和阻力等性能。電銲便是利用這種性能來工作的。當電流通過電路上的間隙，由於電壓而發生電弧。所謂電弧也就是電路的一部份，而是把「電能」變成「熱能」供我們利用。

電弧一般的是分做三部份；就是電弧心，電弧流及電弧焰；它具有極猛烈的光線和非常高的溫度。電弧心是電弧中央的白熱部份，溫度最高，光線最強，它的尖端碰到金屬物，金屬立被熔化，並起一種攪拌混合的作用。電弧流是電弧心外圍的藍色部份，溫度較低。電弧焰是



第 15 圖 銲接中電弧的狀態



第 16 圖 炭精電弧溫度的分佈