

電 弧 鐸 接 法

張之鈞編著

龍門聯合書局
重慶中山一路三六八號

工 學 書 店 印 行

版權所有



翻印必究

一九五〇年十一月初版

一九五一年五月再版

電弧鐸接法

全一冊 人民券壹萬叁仟貳百元
(外埠酌加郵運費)

編著者 張 之 鈞

出版兼人 張 良 辰

總發行所

工 學 書 店

地址：北京西交民巷鞏兒胡同十二號

目 錄

| | |
|-----|---|
| 第一章 | 銲接之種類.....1~4 |
| | 燬銲 火銲 氣銲 電銲 |
| 第二章 | 銲接用途.....5~6 |
| | 代替鑄件 銲接樑桁 銲接車架及船身 銲接貴金屬工具 銲接錨鍊 銲接管子 銲接金屬罐 銲製金屬管 銲接傢具 修補鑄件 修理機件或工具 |
| 第三章 | 電弧銲之設備.....6~12 |
| | 電流之來源 電纜 銲條 銲鉗 保護設備 銲案 掃除工具 背板 預熱及退火設備 冷卻材料 其他附屬設備 |
| 第四章 | 電弧銲之程序.....13~22 |
| | 工作時之姿勢 極性 銲深 電流量 銲條之位置 電弧 弧之長度 弧之穩定 引弧方法 銲波 電弧進行之速度 炭精弧熱銲接之滴積方法 |
| 第五章 | 銲件接合之位置與種類.....23~29 |
| | 銲件之位置 銲接按銲縫位置分類 聯接之形式 銲接按施銲方式分類 銲接之強度 聯接之選擇 |
| 第六章 | 銲接之準備工作.....29~36 |
| | 斜面 間隔 清潔 背板 防止收縮所生之不良影響 |
| 第七章 | 施銲方法.....36~45 |
| | 銲層之分佈 並銲 角銲 邊銲 繫銲 塞銲 豎銲 橫銲 仰銲 補料銲法 圓形銲波銲接法 開洞方法 |
| 第八章 | 特殊金屬銲接法.....45~53 |
| | 鑄鐵 可鍛鑄鐵 熟鐵 鑄鋼 高炭鋼 錳鋼 鉻鋼 鎳鋼 鈾鋼 鎳鎢鋼 不銹鋼 紫銅 黃銅 青銅 鈳納喇金屬 鎳鋁 |
| 第九章 | 銲接之檢查.....52~56 |
| | 觀察檢查法 聽診檢查法 電磁檢查法 X—光檢查法 y—光檢查法 |

附訓練焊工之程序.....57~61

訓練焊工之步驟 需用材料 焊工之位置 引弧工作 滴錫金屬

金屬弧錫法之練習.....61~77

練習第一 練習第二 練習第三 練習第三(A) 練習第三(B)
練習第三(C) 練習第四 練習第五 練習第六 練習第七
練習第八 練習第九 練習第十 練習第十一 練習第十二 練習第十三
練習第十四 練習第十五 練習第十六 練習第十七 練習第十八
練習第十九 練習第二十 練習第二十一 練習第二十二 練習第二十三
練習第二十四 練習第二十五 練習第二十六 練習第二十七 練習第二十八
練習第二十九 練習第三十 練習第三十一 練習第三十二 練習第三十三
練習第三十四

炭精弧錫法之練習.....77~81

練習第三十五 練習第三十六 練習第三十七 練習第三十八
練習第三十九 練習第四十
附錄電錫條塗料之成份

| 目次 | 頁數 |
|-----------|----|
| 圖 1..... | 1 |
| 圖 2..... | 2 |
| 圖 3..... | 3 |
| 圖 4..... | 4 |
| 圖 5..... | 7 |
| 圖 6..... | 7 |
| 圖 7..... | 8 |
| 圖 8..... | 9 |
| 圖 9..... | 10 |
| 圖 10..... | 11 |
| 圖 11..... | 11 |
| 圖 12..... | 12 |
| 圖 13..... | 13 |
| 圖 14..... | 15 |
| 圖 15..... | 13 |
| 圖 16..... | 14 |
| 圖 17..... | 14 |
| 圖 18..... | 16 |
| 圖 19..... | 18 |
| 圖 20..... | 18 |
| 圖 21..... | 19 |
| 圖 22..... | 19 |
| 圖 23..... | 20 |
| 圖 24..... | 21 |
| 圖 25..... | 22 |
| 圖 26..... | 22 |
| 圖 27..... | 22 |

| | |
|-------------------------|----|
| 圖28..... | 23 |
| 圖29..... | 24 |
| 圖30..... | 25 |
| 圖31..... | 24 |
| 圖32..... | 25 |
| 圖33..... | 26 |
| 圖34..... | 29 |
| 圖35..... | 30 |
| 圖36..... | 31 |
| 圖37..... | 31 |
| 圖38..... | 31 |
| 圖39..... | 32 |
| 圖40..... | 32 |
| 圖41..... | 33 |
| 圖42..... | 34 |
| 圖43 (甲)(乙)(丙一)(丙二)..... | 35 |
| 圖44..... | 36 |
| 圖45..... | 37 |
| 圖46..... | 38 |
| 圖47..... | 39 |
| 圖48..... | 39 |
| 圖49..... | 39 |
| 圖50..... | 40 |
| 圖51..... | 40 |
| 圖52..... | 41 |
| 圖53..... | 41 |
| 圖54..... | 42 |
| 圖55..... | 43 |
| 圖56..... | 43 |
| 圖57..... | 44 |
| 圖58..... | 45 |

圖59.....47

圖60.....47

圖61.....55

圖62.....56

練 一 圖.....58

練 二 圖.....58

練 三 圖.....59

練 四 圖.....60

練 五 圖.....62

練 六 圖.....64

練 七 圖.....65

練 八 圖.....66

練 九 圖.....66

練 十 圖.....68

練 十一 圖.....69

練 十二 圖.....69

練 十三 圖.....70

練 十四 圖.....71

練 十五 圖.....71

練 十六 圖.....71

練 十七 圖.....73

練 十八 圖.....73

練 十九 圖.....75

練 二十 圖.....75

練 二十一 圖.....76

練 二十二 圖.....76

練 二十三 圖.....76

練 二十四 圖.....78

練 二十五 圖.....78

練 二十六 圖.....79

練 二十七 圖.....80

練二十八圖.....80
練二十九圖.....81

表

| 目次 | 頁數 |
|------|-------------------------------|
| 第一表 | (金屬弧銲各種裸軟鋼銲條應用電流量) 8 |
| 第二表 | (各種炭電極應用電流量) 9 |
| 第三表 | (金屬弧以裸鋼銲條接低炭鋼料應用電流量) 15 |
| 第四表 | (以炭精電極作銲接及切割工作應用電流量) 15 |
| 第五表 | (金屬弧銲用裸鋼銲條適當電弧長度) 17 |
| 第六表 | (炭精弧銲適當電弧長度) 17 |
| 第七表 | (手工金屬弧銲之速度表) 21 |
| 第八表 | (銲接每吋負荷之限度) 27 |
| 第九表 | (繫銲之長度代替釘) 27 |
| 第十表 | (各種接合之比較) 38 |
| 第十一表 | (橫銲, 豎銲, 仰銲應用電流量比較表) 43 |
| | 應用加重塗料銲條遮蔽電弧銲接軟鋼料之情形 55 |
| | 應用裸鋼銲條銲接軟鋼料之情形 56 |

電弧銲接法

第一章 銲接之種類

1. 銲者乃籍熱將兩金屬物灼熱，至適當之高溫度，使之互相銲接而成一體，此種操作即稱為銲接，工業中常用之銲接法有四：

- (1) 煅銲 (Forge Welding) (2) 火銲 (Thermit Welding)
(3) 氣銲 (Gas Welding) (4) 電銲 (Electric Welding)

2. 煅銲——煅銲即以兩銲件之銲端於煅爐內灼熱，至其質軟而未熔之時，置於鋼砧上以錘擊之或用其他工具壓之，使其結合成為一體。因煅爐內常存有剩餘之氧，銲處時發生氧化，故在施銲時應將銲藥（矽砂或硼砂）撒于銲處，以吸收金屬氧化物使銲面純淨並熔接優良。此法限於普通形狀之熟鐵與低炭鋼料之銲接，其他材料用者甚少，故應用之處不廣。

3. 火銲——鋁與氧之化合力較任何金屬為強，火銲即利用此種化學作用，使金屬熔結。熔結劑為氧化鐵與鋁粉之混合物，稱為“Thermit”。火銲時即將此劑裝入坩內，經燃着後鋁即奪取氧化鐵內之氧成為氧化鋁，而與熔鐵分離 ($2Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$)，熔鐵較重沈于底部，氧化鋁浮於表面稱為熔渣將此渣除去後注熔鐵於銲縫，因溫度甚高 ($5400^\circ F$)，即將銲縫金屬熔化並與之混合待冷即變為均勻之熔結體。修補處之周圍應築砂壁，而銲件須經預熱至赤熱溫度，否則有破裂之虞，以此法修補低炭鋼與熟鐵之重大銲件最為適當。

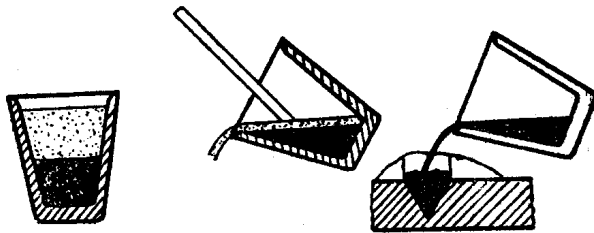


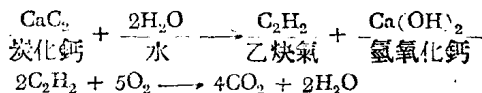
圖 1

4. 氣銲——氣銲係用乙炔氣與氧氣，或氫氣與氧氣在合宜壓力下燒

合燃燒，以所生之高溫火焰燒熔金屬銲縫及銲條，使銲料滴入縫內與已熔之金屬混合，待冷則密結為一體，此法運用方便銲接迅速優良，故製造及修理方面採用者甚廣。

工業上所用之氧氣，普通取自空氣，其法使空氣受壓縮並冷卻之，再使之膨脹令其溫度降低如此連續進行，則溫度愈降愈低，待降至 -183°C 時氧即凝為液體，氮仍為氣體（氮之凝點為 -196°C ），使氮外昇即得氧氣。乙炔氣係以碳化鈣加水即得，碳化鈣為灰色結晶體，用石灰及煤在電爐內藉高熱熔合而成。氫氣可用電解法取自水中，但此法祇適用在電流極廉之處，亦可引蒸氣經過燒紅之鐵屑使其分解而得氫氣，又可降低汽煤氣之溫度使其他氣體凝為液體而與氫氣分離。

乙炔氣之化學變化如下式所示：



5. 電銲——電銲係利用電流所生之熱，將兩金屬物灼熱至適當之高溫，使之互相熔接而成為一體。由其應用方法之不同，可分為電阻銲與電弧銲兩種，前者多用於生產方面，如各種金屬線及金屬罐縫之銲接等，後者廣用於製造及修理方面，如造船廠，鋼鐵廠，翻砂廠，製管工廠，修理工廠及鋼骨建築等方面，莫不廣為應用之。

(1) 電阻銲係將欲銲接之兩金屬面互相接觸，而通以強電流，使其接觸部分特別發熱，至相當溫度時，再由外部加機械的壓力，使接觸部分互相接合，現時所用之電阻電銲機，其構造之原理略如第二圖所示，其主要部份為一變壓器， F 為變壓器之一次線圈，普通多用200—320伏之交流電壓， C 為二次線圈，約有1.5—3.5伏之電壓，兩端接於軋頭 A 及 B 上，銲件軋在 A 及 B 內，通電後銲端間 a 處之阻力最大，故發熱甚劇，

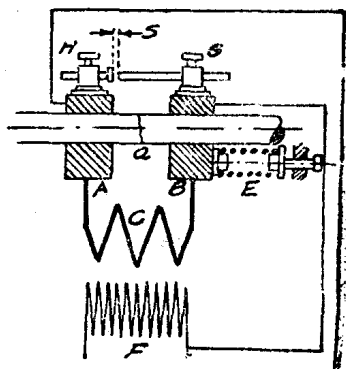


圖 2

至軟而未鎔之時，藉彈簧 E 之力使銲端互相聯結，同時 H 與 G 相觸，藉電磁作用斷一次線圈之電路。惟用電阻銲每項工作須備有特別之設備，工作完成後此種設備不能應用於其他工作，耗費甚鉅，故此法採用不廣。

(2) 電弧銲則利用兩電極所生之電弧，以灼熱兩金屬物，使之熔化爲一陷槽，銲條藉弧熱熔化滴入槽內，與已鎔之金屬混合，待冷則密結爲一體。應用此法可將各金屬物體聯結，或將金屬物件聯銲於金屬面上，其所用之電流有直流與交流兩種，直流多由特種直流發電機供給，交流則由特種交流發電機或變壓器供給，此等發電機普通多用交流或直流電動機或內燃機爲原動，與之共裝於一起，如第三圖所示，爲一直接電弧電弧電銲機，其下部圓筒內裝有交流電動機與直流發電機，上部之箱內則裝置電流調整器及開關等件。

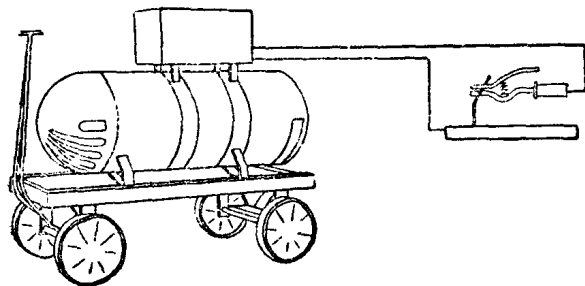
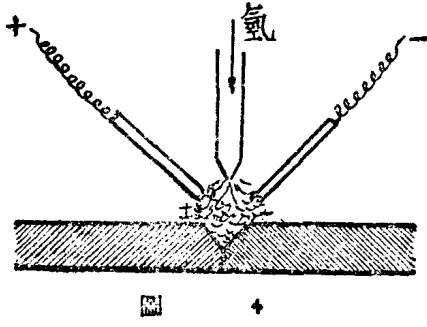


圖 3

普通電弧電銲機，多以銲接之工件作一電極，以炭素或金屬棒作另一電極，而利用其間所生之電弧以作銲接，由於工作方法不同，故又分爲炭素電極電弧銲，與金屬電極電弧銲兩種。用炭素電極電弧銲時，必須另用一充填金屬棒，同時在電弧中熔解下滴，使之與被電弧熔解之金屬部分互相結合，以助電銲之堅固。但金屬電極電弧銲，則金屬棒自身可作電極與充填金屬兩用，故無須另用其他充填金屬。

(3) 復有一種氬原子電弧電銲，係用兩根鎢棒作電極，在電極支持器上，附有氬氣管，當交流電弧發生時，以氬氣吹入弧內，如第四圖所示，圍繞電極之氬分子，被弧熱分解爲原子，復至弧外化爲氬分子，當化合時發生劇熱將金屬鎔結。其電流係由單相變壓器供給，其電弧電壓爲80-

90 伏。如欲銲接較厚之件，須用充填金屬滴入銲縫。此法較普通電弧銲法費用較貴，故採用者不廣。惟用此法銲接合金，非鐵金屬及較薄之鋼板等，最為適宜，又銲接處需具強韌性或銲接面需光滑時亦常應用之。



鐸 接 學

第二章 鐸接用途

1. 用鐸接方法製造或修理機器配件，可得迅速，美觀，堅固而經濟之效果，故在近代工業上採用甚廣，茲分述於后：

2. 代替鑄件——各種鑄鐵成品，如以鐸接之鋼件代替之，價值可省百分之三十至六十，因軋鋼之張應力較鑄鐵約高六倍，堅硬強度約高二倍半，分子組織均勻，故製品之厚度可減少；所用材料僅及鑄件三分之一，重量較輕，便於移運，且鐸接鋼件之準備工作費用較製鑄件為低，又無模型之耗費，成品需加工之處較少，如鐸件之某部需受強力，僅在該處鐸置適當之材料，故耗費甚少。近年製造一切負重之件，如基底樑架，支柱及需用不廣之鑄鐵配件等，均以鐸接鋼件代之。

3. 鐸接樑桁——以前聯接房屋及橋樑之桁架，均用鉚釘接合，現在都已採用鐸接法。因鐸接之桁架，無需鑽孔，免致減損材料之強度，並可省却鑽孔工作，其重量較輕，工作時無雜聲，結合堅固嚴密，可防止銹化，且表面較平易於油漆，如施鐸錯誤易於改正，又可節省接合用之材料及人力。在鉚工不易施工之處，鐸工能完成之。

4. 鐸接車架及船身——凡火車，電車，汽車牽引車車架及船艦外壳等現皆採用鐸接，至於機器腳踏車及自行車之桁架則由鐸接而成。

5. 鐸接貴金屬工具——在機械工廠內，如車切白口鐵用之賽金鋼車刀等，刀柄由普通鋼料製成，刀頭上鐸以少量之賽金鋼金屬。

6. 鐸接鉗鍊——船艦上所用之鉗鍊，及起重機上所用之鍊條，均由鐸接而成。

7. 鐸接管子——用作輸送水，油，煤氣，蒸汽之管子，以鐸接法聯結，較用絲扣聯結為迅速經濟，且聯結強度較高，表面平滑，維持費用低廉，現在各國均採用鐸接法，以聯結永久性之管子，如給水管子，輸油管及煤氣管等。

8. 鐸接金屬罐——以鐸接法鐸製金屬罐，較鑄製迅速經濟而堅固。

其接合處之強度，鑄製者僅及銅板百分之四十五至七十五，鑄製者可與銅板相等，如接合處須特別緊結嚴密，則鑄製者必須捻縫耗費人力財力，又不耐用，鑄製者則兩邊銲結為一體，甚為緊密。

9 鑄製金屬管——用銲接法製造各種金屬管，亦較迅速而經濟，現在所用之普通管子（有縫管），均由銲接製成，其直徑小者用一塊金屬板，輾成圓筒形銲接，僅有一縫，較大者乃用兩半圓筒形金屬板銲接。

10. 銲接家具——日常所用之桌椅及其他器具，用定形鋼，銅板或管子等鑄製，較為堅固，美觀，在飛機船艦及自動車上使用甚廣。

11. 修補鑄件——如鑄件有砂眼裂縫，可用銲接法修補之，免受回爐重鑄之損失。

12. 修理機件或工具——如機件或工具損壞，可以銲接之，較用機械修理，或重新配製與購買，為迅速經濟。

第三章 電弧銲之設備

1. 電流之來源，——供給電銲用電流之方法有三種：第一，電流取自普通固定電壓電路中，以電阻器調節，得適當之電壓。第二，應用特種直流發電機，第三，應用特種交流發電機，或變壓器。昔日電銲多採用第一法，因其設備費用甚低，惟電流通過阻器時，一部分有用電壓成為耗費，例如用金屬弧銲接，電弧電壓為 20 伏，設供電路電壓為 110 伏，其效率僅為百分之十八；電壓如為 220 伏，效率僅為百分之九，故近年電銲者多採用低壓發電機或變壓器，其效率可增至百分之四十至六十。電銲常用之電壓為 15—60 伏，電流為 25~300 安。

(1) 發電機或變壓器能供給一人或數人應用，供一人使用之發電機，有電壓固定者及電壓變動者兩種。電壓固定式發電機，用時以電阻器任意調節至適當電壓，電壓變動式發電機，則當電流減小時，電壓立即增高，電流增高時，電壓自動減小。供一人使用之交流變壓器於電流減小時，電壓亦能自動增高。供多人使之發電機或變壓器均係電壓固定式，在各電弧與發電機或變壓器之間，各裝有電阻器，以調節各弧所需之適當電壓。

(2) 第五圖所示為威爾遜 (Wilson) 之直流電銲線路圖，電源供給為一定壓直流發電機，該機為平複繞組自激式，因裝有開極，整流良好，故對一

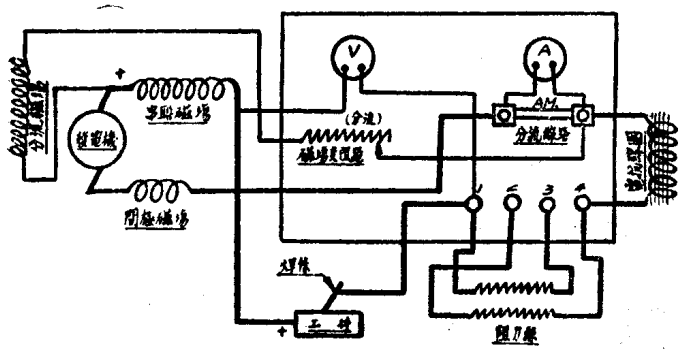


圖 5

切負荷(能過載 100%)能供給無火花之整流。線路中裝有串聯電阻器，以調整適當之電壓，因此即有一部分電力耗費。該機供給電流量為 20~600 安，電阻器為旋轉式，上有尖岔 1, 2, 3, 4. 四個，當轉至尖岔 1 時，2 與 3 短路，則兩阻力絲成爲串聯；當轉至尖岔 2 時，2 與 4 短路，僅有一個阻力絲串聯；至尖岔 3 時，1 與 2 及 3 與 4 短路，兩阻力絲成爲並聯；當轉至終點時，1 與 4 短路，並一切阻力斷流，因此僅有電抗與工件串聯。

(參 第六圖所示，爲交流變壓器之基本圖解，鐵心上繞有主線圈與副線圈，並在主線鐵心上，繞有一部分副線圈，因此在電銲引弧時，或銲時偶然與他物接觸，以免引起高壓而發生短路現象。當電流增大時，有一部分磁流發生相反作用，電壓即可自動下降，以達平衡狀態，並防止線路內存有剩餘電流，因此電弧可得穩定，對工作便利尤多。

2. 電纜——電弧銲須用電纜自供地導電至施銲處，電纜應相當

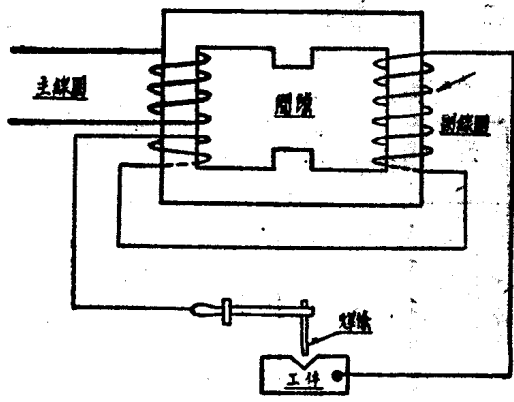


圖 6