

大專科技教科用書

鋁工學

黃玉珩編著

正中書局印行

大專科技教科用書

鋁 工 學

黃玉珩編著

正書局印行

版權所有



翻印必究

中華民國六十四年二月臺初版

大專科技
教科用書

鐸 工 學

全一冊 基本定價 三元四角

(外埠酌加運費滙費)

編 著 者 黃 玉 珩

發 行 人 黎 元 譽

發 行 印 刷 正 中 書 局

(臺灣臺北市泰安街一巷三號)

海外總經銷 集 成 圖 書 公 司

(香港九龍油麻地北海街七號)

海 風 書 店

(日本東京都千代田區神田神保町一丁目五六番地)

東 海 書 店

(日本京都市左京區田中門前町九八番地)

新聞局出版事業登記證 局版臺業字第〇一九九號

(1000)

外(6924)

序 文

銲接工作自古有之，因應用不廣及缺乏研究故未有進步。迄民國初年第一次世界大戰結束時，德國利用銲接法來完成萬噸袖珍戰艦，使銲接法之優良價值顯示於世界。再後民國四十七年「人造衛星」放射太空，為應付太空船機件之銲接修理，而有超音波銲接法及電子射線銲接法之發明。用以促成核子武器之製造者良多。

銲接之性能品質，應具與銲件之同樣機械性質。因此作業者應予把握其要點，並考慮其「着力位置」以增強其承接力。施工前之準備設施，均應適宜。施工時之控制、亦應依定規處理。「穿透不足」、
「裱貼」等弊端，均應極力避免之。而作業人之「職業品德」亦需高尚。

由於銲件量大，不克全數試驗，則須求作業人誠懇接受「自動控制銲接」及「監察試驗」，以明銲疵發生之根源，為他人所不能察知者。

銲接金屬種類繁多，其性質各異，所用銲接方法則不相同。作業人除應熟習銲接方法外，對於金屬材料之性能，亦應有相當常識，始能克盡其職，獲得優良銲接之結果。

現代之超音波銲接及電子射線銲接雖然應用於世，然尚有研究改進之餘地，希望學者就此更進一步！

目 次

第一章 銲接概論.....	1
第一節 緒論.....	1
第二節 銲接分類.....	3
第三節 安全防護.....	5
第二章 古典銲法.....	11
(甲) 釐銲法.....	11
第一節 緒論.....	11
第二節 軟銲料.....	12
第三節 硬銲料.....	13
第四節 銲藥.....	15
第五節 釐銲加熱法.....	16
第六節 釐銲作業.....	17
第七節 三種低溫銲接法.....	19
第八節 硬金屬刀類銲接法.....	28
(乙) 鍛銲法.....	31
第一節 緒論.....	31

2 銲 工 學

第二節	鍛銲設備·····	33
第三節	爐火與鍛銲之關係·····	43
第四節	鍛銲作業·····	46
(丙)	鑄銲法·····	48
第一節	緒論·····	48
第二節	鑄銲法·····	50
第三節	鑄銲要點·····	53
第三章	氣 銲 法·····	57
第一節	銲接品質與瑕疵·····	57
第二節	銲接控制·····	61
第三節	銲接計算法·····	87
第四節	氣銲方法·····	95
第五節	氣銲機·····	131
第六節	銲接準備·····	137
第七節	氣銲要領·····	142
第四章	各種金屬之氣銲·····	143
第一節	普通鋼鐵之氣銲·····	143
第二節	特殊鋼之氣銲·····	158
第三節	鑄鐵之氣銲·····	164
第四節	鋁及鋁合金之氣銲·····	180
第五節	銅及銅合金之氣銲·····	197
第六節	鉛之氣銲·····	211
第七節	他種金屬之氣銲·····	218

第五章 電 銲 法	223
(甲) 電阻銲法	224
第一節 緒論	224
第二節 對銲	235
第三節 閃銲	238
第四節 點銲	244
第五節 凸銲	256
第六節 擊銲	258
第七節 縫銲	259
(乙) 電弧銲法	267
第一節 緒論	267
第二節 電弧銲器材	291
第三節 安全防護	329
第四節 電弧銲作業	331
第五節 各種金屬電弧銲	356
第六節 自動電弧銲	372
第七節 原子氫電弧銲	376
第八節 惰性原子電弧銲	381
第九節 超音波銲接	397

第一章 銲接概論

第一節 緒論

I. 銲接簡史

自古代兵器獵具和結構加以研究，得知銅器時代人類，已有金屬盔甲等之銲接知識，十三世紀歷史有銲接工作顯明記載，因該項技術在當時尚未昌明擴大應用，故難以有所進展迄十八世紀末葉始有水煤氣($\text{CO}44\%\text{H}_25\%\text{CO}_23\%\text{N}\%$)代替碳火施行銲接者稱為「水煤氣銲接法」此種方法僅用於鑄造廠在製造龐大機件時，遇其尖角或邊緣殘缺未為熔化金屬所澆至之處常加局部模型以補鑄之，使其成為應有之完整形狀，是謂「鑄補銲接法」，惟該法較昂，且不可靠，故少用之。

迨十九世紀末葉，因為人類文化進步，逐漸發明多種金屬，遂使金屬銲接法，如銅銲、錫銲銀銲等，隨時代之推進，而發展其應用效能。

西元1887年（民國記元前24年彭氏（Basaidos）利用電弧銲接鋼鐵兩年後蔡氏（Zoures）及斯氏（Slsoaff）二人研究另一種電弧銲接法，因設備簡陋，曇花一現即不復為人道及。西元1893年北美洲斯布瑞（Spry）地方發現乙炔氣，後五年電弧銲接機製造成功，遂使電弧銲接法遽然復活一躍而為工業必需之專門技術。

西元1911年，德國在第一次世界大戰（1914-1918民國5-7年）失

2. 銲 工 學

敗後，受國際條約之限制其戰艦噸位不得超過一萬噸，乃迫使利用銲接法以代替鉚接法藉以減輕戰艦鋼板重疊部份之靜重至20-30%，應用此種方法曾完成一萬噸之袖珍戰艦，堪與美、英三四萬噸戰艦相抗衡。

西元1922年英國創製吹管(Blowpits)而氣銲方法於是突飛猛進，在工業領域，已顯示其優良價值矣！復經，第二次世界大戰之技術發掘而銲接用途及效能更形異常發展，自西元1938年(民國四十七年)人造衛星既經放射為應付太空機件之銲修，發展超聲波銲接術(Ultrasonic welding)遠在萬里之外，可以電鈕實施銲接，所謂巧奪天工者，此其時歟抑原子科學之賜歟。

II. 銲接定義

(一) 銲接為兩金屬邊緣藉熱力作用，密切接合之謂。

(二) 應用氣體或電弧加熱於銲件接合處達於黏性或熔融狀態而密切接合，通常另以金屬材料，銲條溶解填充，以加強其耐力。

III. 銲接範圍與應用

凡金屬幾乎均可使用銲接法，曾受熱處理或軋鍛之金屬，因銲接時加熱常改變其性質，故遇修理，不宜銲接，但運用特殊材料及技巧，對於若干金屬亦可實施銲接，銲接設備，有時除用於銲接外，尚可用作火焰淬火表面硬化火焰加工等工作。

就銲接工作，在工業用途而言，可分製造及修理。在製造方面，如製造鍋爐、管件、貯器等，均先用鋼板製成相當形狀，然後加以銲接其他如鋼料結構橋樑、船舶、車輛等亦可採用部份銲接以完成之。形狀複雜而受力較大機件，因鍛工成本過高，施工困難若用鑄鐵澆製，又嫌太笨，故對於受大應力之較薄機件，均採用銲接法。至經修理損

壞或用舊機件，如磨蝕軸幹，軌機輓筒，凍裂汽缸，脫落輪齒損壞之工具機座鑄件之缺陷等，均可採用鐸接法，加以補修，除局部受害之處應避免使用鐸接外，其餘均可採用迅速經濟之鐸接法，近年來工業發展之所以能如此神速者，而鐸接作業，貢獻殊大。

第二節 鐸接分類

查目前常用之鐸接法，計有釐鐸、銀鐸、鑄鐸、氣鐸、電鐸等五種，若就工作狀態言之又可分為壓鐸法與熔鐸法兩大類，前者包括鍛鐸法、電阻鐸法、鑄鐸法、鋁鐵粉鐸法，後者包括釐鐸法，氣鐸法，電弧鐸法，本書之編排，係依前種分類法行之，先將各法之要義畧加敘述以示概念。

I. 鐸法 (Soldering)

此法為古時首先發明之金屬鐸接法，現在手工業鐸接仍多用之，按此法對於鐸接金屬之加熱，不似他種鐸接法需將鐸件加熱至熔化程度始行鐸接，僅將金屬鐸件，熱至與鐸料能以相接之程度為止。此法所用鐸料與金屬鐸件之材料不同，其成份軟者多為錫、鉛元素所合成，硬者多為銅鋅元素所合成，施工時應加以適宜鐸藥使之牢固。

II. 鍛鐸法 (Forge welding. Blacksmith welding)

此法亦為古老之金屬鐸接法，現在手工鐸接業，已不甚採用因多數鐸接工作，已能以氣鐸及電鐸代替之，而機件之鐸接，由於適用電鐸機之發展，其鐸接速度與鐸件大小，均逐漸增加。

4. 鋸 工 學

III. 鑄鋸法 (Thermit welding)

此法係西元1898年 Th Goldschmidt) 氏，所發現混合鋁粉及氯化鐵粉燃燒時可得大量熱能，後用此法鋸接鋼軌及笨重機件。

IV. 氣鋸法 (Gas welding Oxyacetylene welding)

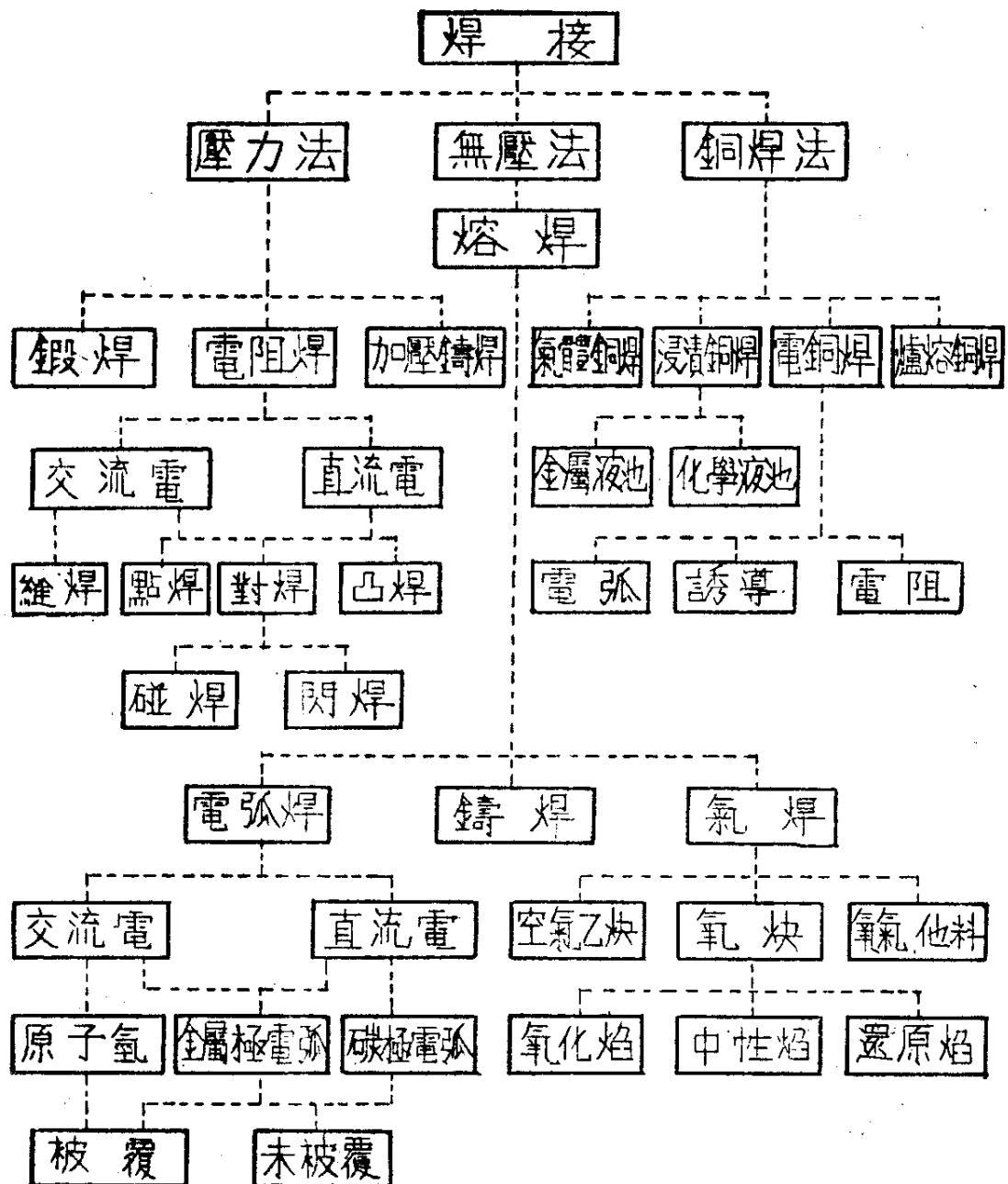
此法最初使用氫和氧，為加熱燃料，因所生之熱量少，溫度低(2000c) 故僅限於鋸接薄鋼板及非鐵金屬如鋁、鉛、銅、錫等鋸件，乙炔發見初期(1836年)因製造困難，未得即時推廣應用，五十餘年(1892年)始有人利用電爐製造**碳化鈣**(CaO_2) 俗稱電石加水產生乙炔亦僅用以照明因對鋸接控制之不善，而告失敗。1875年法國化學家李氏(Leihatetier) 發明混合乙炔氣(由電石加水發生之氣體和以氧氣燃燒可得極高溫度(3200°C) 科學家即思用以鋸接金屬經過五年之研究始誕生，第一具乙炔燒鋸器1903年起民前八年) 乙炔鋸開始應用於金屬鋸接。

V. 電鋸法 (Electric welding)

電阻鋸法為早期電鋸法西元1972年民前29年) 英國物理學家唐蓀氏(Thomson) 發明直接使用電流通過金屬產生熱量之電阻鋸接法。

電弧鋸接法係1885彭氏(Bera los) 利用碳電極發生電弧產生熱量以熔化鋸條及鋸件，因電弧鋸接時受磁場作用，使電弧不能垂直鋸件，而起偏差現象，故蔡氏(Zeunos) 加以改進，(1887年)在兩電極間加裝一線圈，藉鋸接電流通過線圈時所產生之磁場作用，迫使電弧鋸吹向鋸件。又斯氏(Slaviorlt) 於同時改變彭氏之碳電極為金屬電極(鋸條)，遂使電弧鋸接法之應用更形便利。

表 1—1 銲接法表解



第三節 安全防護

I. 緒論

使用任何銲接設備均須注意並作預防措施，以避免火災及其他意外災害之發生。以下所述預防方法為每位銲接作業者，所應熟稔。至

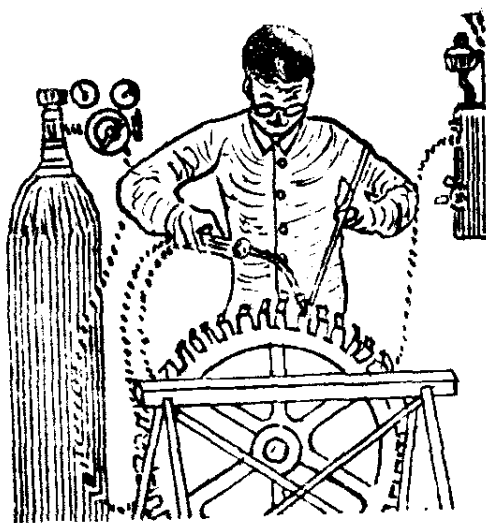
於電弧鉚接及氧炔焰鉚接所需特殊安全防護要領俟後在電弧鉚接及氧炔鉚接專章詳加解述。

II. 眼之防護

(1) 防護方法 無論使用任何方法實施鉚接或切割時均宜戴用眼鏡或防護鏡（有色眼鏡之頭盔）以避免有害光線之侵害並防止高溫金



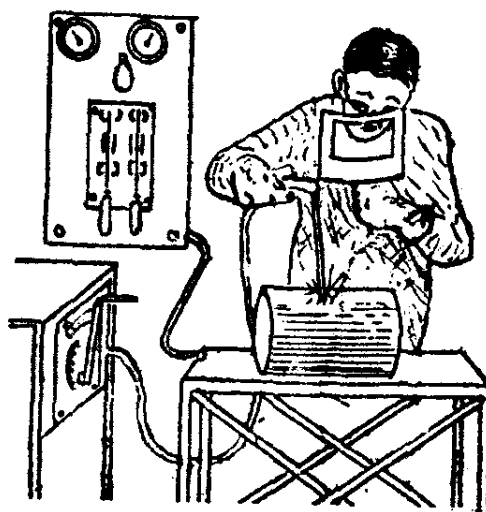
A 鍛 焊 法



B 氣 焊 法



C 電 阻 焊 法



D 電 弧 焊 法

圖 1-1.

屬濺及眼球，作業者於銲接鋼件後，可發現點狀物質黏着於透鏡，即為氧化物，如不戴眼鏡或頭盔即可傷及眼球，透鏡之色澤為防護極強之白光或稱閃光，進一步措施避免眼睛因受刺激所致之緊張。

(2) 防護鏡 電弧銲接所用之透鏡嵌於堅固頭盔上、此頭盔並用以保護面部及頭部為電銲作業所必需。因電弧所生之紫外線誠能引起皮膚及眼睛嚴重之傷害。

III. 火災防護

(1) 工作地區 無論銲接及切割工作，均不宜在禁止烟火之地區施行，除非有適當預防設備，但亦不可在易燃處施行。

(2) 防護措施 任何形式之銲接或切割在其工作進行中均發生高

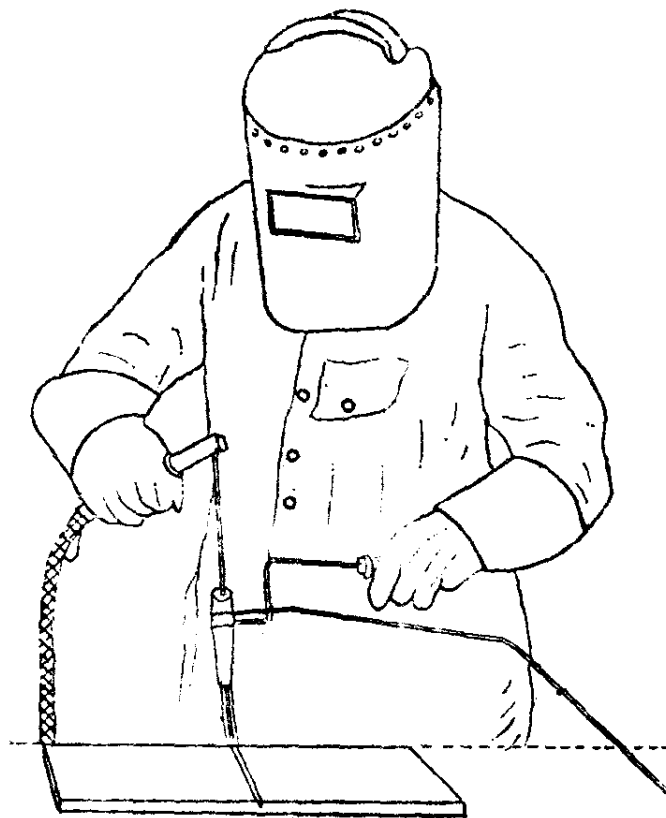


圖 1-2.

溫，熔渣火星金屬滴液等有時並可飛濺相當距離，故鄰近之可燃性材料應予遷移尤以此項材料為量較多時更為必要。因一旦發生燃燒，使用普通滅火法，常不易熄滅，如此等材料，未便自銲接處遷移時，即宜用石棉或他種耐火材料加以防護，此項措置，僅適用於火災發生為害不甚嚴重地方於對接近大量燃燒材料處所，則絕對不應嘗試。

(3) 遠距倉庫、飛機等設備，以火焰修理時，尤應注意防範火災，修理設備應置於機場倉庫以外或靠近門口處，以便不幸起火時，可以迅速撤離，且與其他飛機或易燃設備應保持一安全距離。如於接近油箱處實行銲接時應移開油箱，或將空桶餘油放盡以水注入之。

IV. 預防爆炸

盛裝或曾盛裝易燃或爆炸性物質之桶箱，施行銲接或切割時，應極端注意下列各項預防措施，以避免爆炸之危險。

(1) 空容器之處理 曾盛裝易燃或爆炸性物質之空容器，除非已將其中之物質或殘留氣體全部除去，並經良好通風者，切勿實施銲接切割等加熱工作。

(2) 容閉器之處理 密閉之圓筒或夾套，除非經過通風良好切勿實施銲接切割等加熱工作。

(3) 燃燒箱之處理 燃燒箱為常加銲接之物品，應特別加以考慮密閉之油箱及其他戰爭藥品容器，除非使用各種方法，將其封閉氣體充分驅除，絕不應逕施銲接，通風方法如鑽孔開啓螺旋塞或其他接頭等均可，否則此項容器，即能似一炸彈，引起爆炸，普通在實施銲接前，應先作下列準備工作：

a. 蒸汽法 通入蒸汽至汽油氣味完全消失為止。

b. 四氯化碳法 用四氯化碳或其他不燃之含氯碳氫化物，以清

潔容器銲接時，如容器保有少許此種化學品其所生之烟霧可以防止在容器內生成汽油蒸汽之爆炸性混合物，四氯化碳在銲接溫度產生有毒氣體工作者應使用面具加以防護。

c. 注水法 於銲接前，引水注入容器量至注滿溢出為止。

I. 通風

(1) 消除鋁鋅毒氣 燃燒之油漆通常含有鋁及鋅有毒質點，在銅銲銲接或切割黃銅鋅或鍍鋅件時，亦有毒質之生成，由於電弧作用，空氣中之氧與氮氣，能化為有毒化合物，如銲接工作於非空曠處施行，則此等有毒化合物，當達相當濃度時，一旦吸入肺部影響生理，可致生命於死亡或殘廢終身故應極端注意，切勿大量吸收此類氣體。

(2) 排除烟霧 在通風不良地區，由於銲接所生烟霧或氣體或因火焰而致空中之氧氣減少生成二氧化碳時，能使工作者不克支持故除非有充分壓力之通風設備或有適當之警報設備外並須有助手陪同在旁協作否則不應執行銲接工作。

(3) 適當通風 如必須在室內操作銲接工作時，應注意適當通風且在此地區須無絲毫汽油乙炔或其他易爆炸性蒸汽之痕跡存在，如令助手位於危險區域以外專事注意起火，並觀察工作者諸行動，自然適時發覺工作者有任何不能支持之象徵亦不失為良好之措施。

10 鐔 工 學