

機械工作法叢書

附着鉚接

布爾斯丁 著

徐 禎 譯

科學技術出版社·1952

原著版本說明

書 名 Das Löten
作 者 W. Burstyn
出 版 者 Verlag von Julius
Springer, Berlin
版 次 第三版
出版年月 1944年

著者：布爾斯丁（德） 譯者：徐 楨

特約責任編輯：譚惠然 文字編輯：曹一平 校對：婁燕翔

1951 年11月發排（新華） 1952 年1月付印（新華）

一九五二年一月初版

北京造 0001——4000 冊

科學技術出版社 北京燈市口甲 45 號

總 經 售

三聯·中華·商務·開明·聯書

聯 合 組 織

中國圖書發行公司

出版者的話

附着鉚接就是用一種和鉚件材料不同的熔化的金屬或合金，使鉚件結合起來的鉚接法，也就是一般所謂錫鉚、銅鉚、銀鉚等鉚接法的總稱。這種鉚接在機械製造和修理廠中，應用都很廣，但因一般技工缺乏正確的鉚接知識，同時對這種技術也都不夠重視，因此往往降低了鉚接的品質。

本書譯自德國機械工廠叢書（Werkstattbücher）中‘附着鉚接’一書，內容適合一般技工的需要，譯文也很容易了解，但書中關於材料或技術上的一些德國工業規格，只可作為大家的參考。

1951年11月

目 次

一 附着鐸接的意義和歷史	1
二 附着鐸接概說	2
三 主要材料	4
1 金屬	4
2 鐸料	8
3 鐸劑	16
4 燃料	19
四 附着鐸接用具	21
1 乙炔發生器	21
2 減壓閥	21
3 安全設備	23
4 壓縮空氣	24
五 熱源	25
1 概說	25
2 木炭爐	26
3 火焰	26

4	煤氣燈	27
5	氫燈	31
6	乙炔燈	32
7	液體燃料燈	33
六	烙鐵	36
1	概說	36
2	間歇加熱烙鐵	39
3	連續加熱烙鐵	41
七	附着鐸接皿及其他鐸接工具	47
八	鐸接操作	49
1	軟鐸接	49
2	鉛鐸	56
3	鋁鐸	58
4	硬鐸接	60
	中外名詞對照表	69

一 附着銲接的意義和歷史

附着銲接是利用一種熔化的金屬，加在金屬銲件的銲接面上。熔化的金屬冷卻後凝固，粘着於銲接面上，使銲件互相連接成爲一體。這種連接用的金屬稱爲銲料。因爲材料和用途不同，普通又分爲銲錫、銲銅、銲銀等。附着銲接的原理是和利用火漆封口的情形大致相似。

附着銲接是一種古老的技術。在鐵器時代以前，就廣泛地被利用了。在東歐的薩頓地區曾經發現過一把古劍（約爲紀元前 1000 年所製造），這把劍的末端曾經折斷，而用一種光亮的金屬，把它很平正地互相銲接。金或鉛的附着銲接，更爲年久，在古埃及就早已發明了。希臘和羅馬利用附着銲接把鉛板銲接成爲水管，這種水管在今日還能見到。根據阿拉伯書籍的記載，在 12 世紀已經盛行的硬銲和軟銲，銲接的方法和現在使用的方法大致還是相同的。

二 附着銲接概說

根據附着銲接的定義可以明瞭，銲料的熔點一定要比銲件的熔點為低。因此也決定了銲接某種銲件所應採用的銲料。例外的是氣體銲接，這種銲接法把銲件的銲接面熔化或用同樣熔點的銲料互相銲接。嚴格地說，這種銲接方法已經屬於熔化銲接，而不屬於附着銲接了。

採取那一種附着銲接最為相宜，這要根據實際的需要而決定。銲道一定要有適宜的強度。附着銲接比利用油灰粘合的強度為高，所以油灰粘合法只能在不需要強度的縫道處使用。至於上面所說的強度，不僅是機械性的強度，此外還包括對於高溫和化學作用的抵抗力。除強度以外，還要注意的是銲料的價格，施銲的速度和施工的難易等，作為選擇附着銲接的條件。

普通使用的銲料（鋁銲料除外），依照熔點可分為軟銲料和硬銲料兩種。軟銲料的熔點在鉛的熔點（ 325°C ）以下，硬銲料的熔點則在 500°C 以上。這兩種銲料熔點的中間有相當的距離，所以軟銲料和硬銲料的區別也很為明顯。

各種金屬並不是都能利用附着銲接法施銲的。首先要說明的，附

着銲接的基本原則，是銲料和銲件的表面要能互相結合成為合金。因此，銲件是否可以利用附着銲接施銲，只要看銲件是否能和銲料結合成為合金就是了。這樣的合金種類很多。至於如何能成合金，到現在還沒有明確的說明。附着銲接和油灰粘合的區別，也就在這一點。

附着銲接除使用銲料以外，一般還要在銲縫上另加銲劑。在施銲時，它能起化學作用，因此促進了銲接品質的純潔。

附着銲接所需要的熱力，可利用各種不同的熱源，這些熱源是否適用，也和銲件及銲料有密切的關係。最古老的熱源為煤炭燃燒的熱力，現在最普通的熱源是氣體燃料或液體燃料火焰的熱力。此外，還有一種鋁劑銲接法，利用鋁的燃燒而發生高熱。這些熱源都是因燃燒而生熱，電力所供給的熱力，却沒有化學變化的過程。附着銲接普通利用噴燈的火焰，直接供給所需要的熱力。軟銲接一般是先把烙鐵加熱，然後把熱力間接傳佈到銲件上。有時也可把銲件浸入金屬熔液中進行附着銲接。

以下各章，先把附着銲接所用的主要材料（銲件、銲料、銲劑、燃料等）、熱源和工具等，分別加以說明，然後再把附着銲接的方法擇要解釋。

三 主要材料

1 金屬

工業用的各種金屬，都和附着焊接有直接的關係，現在把它的性質分別說明如下：

1 鋁 鋁是一種容易燃燒的金屬，但不生銹，因鋁經加工後，表面即氧化成爲一層很薄的表皮，這種表皮阻止了空氣的侵入，保護了內部不再繼續氧化。鎂和鋅以及很多的其他金屬都有這種性質，不過程度各不相同。鑄造用的鋁，大都是鋁和鋅的合金，裏面再加少量的銅和矽。近代的鋁合金，經過適當的熱處理後，強度都很高。另外還有一種鋁合金能抵抗海水的侵蝕，和普通的鋁合金不同。海水對於普通鋁合金的腐蝕性很強，不可不注意。

2 鉛 鉛在空氣中表面呈暗灰色。酸類和有機酸都能起腐蝕作用。鉛的化合物含有毒性，能引起鉛中毒痼痛。因此，鉛水管的內壁常鍍錫。鉛業工人要保持身體的清潔，在就食前務必要把手洗淨。飲食用的錫器含鉛量不得超過 10%。鉛裏摻入少量的砒或鎢，它的性質就變爲堅硬。

表 1 附着鐸接的主要金屬

1=在稀硫酸內 2=在濃鹽酸內 3=在稀硝酸內 4=在濃硝酸內

l=易溶解 s=不易溶解 u=不溶解

	化學符號	密度 ρ/cc	熔點 $^{\circ}\text{C}$	1	2	3	4	膨脹係數
鋁	Al	2.6	657	l	l	l	l	0.000023
鉛	Pb	11.4	327	u	u	s	l	0.000028
金	Au	19.3	1063	u	u	u	u	0.000015
金 585/1000	—	不一定	900	u	u	u	u	
金 800/1000	—	不一定	890	u	u	u	u	
生鐵	—	不一定	不一定	l	l	l	s	0.000011
鎘	Cd	8.6	322	s	l	l	l	0.000031
銅	Cu	8.9	1034	u	u	l	l	0.000017
鉍鎢 (65%)	—	8.3	182	u	u	s	l	0.000025
鎢	Mg	1.74	633	l	l	l	l	0.000027
黃銅	—	約8.5	不一定	u	u	l	l	0.000019
黃銀	—	8.5	不一定	u	u	s	l	0.000018
鎳	Ni	8.9	1484	s	s	l	l	0.000013
鉑	Pt	21.5	1780	u	u	u	u	0.000009
鋼	—	7.9	1550	l	l	l	u	0.000012
銀	Ag	10.5	961	u	u	l	l	0.000019
鉍	Bi	9.8	237	u	u	l	l	0.000013
鎢	W	19.1	3400	u	s	u	s	0.000005
鋅	Zn	7.1	419	l	l	l	l	0.000030
錫	Sn	7.3	232	s	s	s	l	0.000023

3 鎳 鎳是一種堅硬的、化性穩定的、灰白色的金屬。它的用途，除作鎳的合金以外，還可供鍍鎳使用。

4 鐵 鐵裏面或多或少都含有一部份碳。鍛鐵或機器用鐵的含碳量約至 0.6%，工具鋼約至 1.6%，鑄鐵為 2.3~4%。很多的合金鋼內，還含有鎳、鉻、錳和其他金屬，這種合金鋼也可稱為優質鋼，這種鋼因成份不同，性質也和普通鋼不相同。例如含鎳多(30~40%)的鋼

就失掉了磁性，對於溫度的變化，它的伸縮率很小。含多量的鉻(12~16%)，或有少量的鎳的鋼可以不生銹，能抵抗化學作用的侵蝕。鋼裏含 14~20% 的鎢和少量的鉻，稱為高速工具鋼，經淬火後雖在紅熱的溫度下，硬度也不稍減，因此能切削鋼料及其他金屬。鋼料經過淬火，硬度增加，再在一定的溫度下回火，又能增加韌性。光亮的表面經退火而變色，隨著退火溫度的不同，色澤也互異，225°C 為黃白色，245°C 為深黃色，250°C 為紫紅色，265°C 為紫色，290°C 為淺藍色，315°C 為深藍色，溫度再增加，退火色澤就完全消失。利用這種退火色澤和溫度的關係，可以作為測定溫度的標準。

5 金 金為貴金屬。純金的性質很軟，摻入銅或銀後的金合金硬度就增加了。最常用的金合金為14開金（重量1000 份中含純金 583 份），它的硬度與彈性，約和軟鋼的性質相似。

6 鎘 鎘的外觀及化學性質和鋅很相似，但抵抗能力比鋅大。鎘在工業上常用作合金和電鍍等工作。

7 銅 純銅(電解銅)在電工業上應用很廣。它的導電性僅次於純銀。加入少量錫、鋅或鋁(近來也加鎳)的銅合金，就失掉了柔韌性和紅紫色，變成黃而硬的青銅或黃銅。如再摻入少量的鐵，則硬度更為增高，不易用銼刀加工。銅的化合物都有毒性，因此銅器常鍍錫，以免發生化學作用。

8 鎂 鎂和少量鋁及鋅製成的合金，稱為電子輕金，工業上利用它代替鋁合金的用途，不過加工的方法則和鋁合金不同。鎂鋁合金是鎂和鋁的合金，它的強度比純鎂或純鋁的強度高得多。

9 黃銅 黃銅是 $\frac{2}{3}$ 銅和 $\frac{1}{3}$ 鋅的合金。普通含銅量愈多，韌性也愈大。經過壓延或鍛造等加工方法，性質變硬而有彈性。經回火後，

即能恢復原有的韌性。因此黃銅絲或黃銅皮可分為軟性和硬性的兩種。

10 賽銀 賽銀在中國古代即已發明，它是鎳、銅和鋅的合金。可以製成細絲或薄片，電工業上用它做電阻線，用途很廣。

11 鎳 純鎳有磁性，比鋼鐵稍弱。鎳可製烹調器具，對於身體健康影響很小，但非絕對無害。鎳和鎳及鐵的合金是製造電熱絲的最好材料。

12 鉑 鉑也稱白金。純鉑或鉑和鈷的合金，在電工業上用於製造電鈕。鉑是貴金屬，價格很高，所以在工業上常儘可能的用銀和鎢的合金來代替。鉑絲和鉑鈷的合金絲是製造高溫計電熱偶的原料。

13 銀 銀器的成份，大都含純銀約80%，其餘部份則為銅。這種成份的合金性質較硬。純銀質軟，不適宜於製造器皿。銀在空氣中，表面漸成藍灰色，和鋼的退火色澤相似。這種變化，不是因氧化作用而起，而是因為在人煙稠密的地方，空氣中常有少量的硫化氫，和銀相遇，硫和銀化合成為硫化銀，所以在表面上成藍灰色。如果銀和含硫的物質（硬橡皮等）相遇，那麼，這種變化更為顯著。硫對於銅和銅的合金，即或含有少量的金，也都能起相當的化學作用。

14 鈹 純鈹在工業上用處很少，大都用它配成合金，以改良合金的性質。

15 鎢 鎢是一種很硬的金屬。鎢絲是製造電燈泡內電熱絲的材料，此外，也可以做電鈕和合金鋼等，用途很廣。這種合金鋼的鎢也可用鋁來代替，它的性質相同。

16 鋅 鋅和錫常易相混。鋅在空氣中不起變化，鐵板表面鍍鋅就不生銹。鍍鋅的方法，或把鐵板浸入熔化的鋅液中，或用電鍍法來

鍍鋅。電鍍鋅鐵板的鋅層很薄而很堅固，鐵板雖經曲折，鋅層也不易剝落，但因鋅層過薄，防銹力稍差，又易磨耗，不能持久。如把鍍鋅鐵板的鋅層刮去一塊，則此處仍能保持不易生銹的性質，相反的，鍍鉛、鍍錫或鍍銅的鐵板在剝落處很快就腐蝕了。這種現象，是因這些金屬的電性不同而起。近來在鋅的合金裏，常加少量的鋁。鋅的溫度在 100°C 左右時，柔軟如鉛，冷卻後即又變硬（純鋁在 200°C 時也有這種相似的現象）。

17 錫 錫也被稱為貴金屬。它在冷處儲藏過久，表面上常生斑疤；斑疤漸成粉末而後剝落，表面常有許多陷坑；這種現象是錫本身的轉變。溫度在 20°C 以上時，錫是穩定的，在 20°C 以下則粉末狀的錫就比較不穩定了。錫的這種轉變，進行得很慢，雖在 0°C ，也要有其他外界的觸媒作用才能起變化。錫的成份，依含錫量做標準可分為四種，即 99.75%、99.5%、99% 和 98% 四種。就含鐵量來說，前兩種不得超過 0.015%，後兩種不得超過 0.025%（以上是德國材料標準）。錫裏不得含有鋁和鋅的雜質，錫和鉛互相混合而成的錫鉛合金，不易和鋅區別，最好利用密度的不同，以資鑑定（參照表 1）。

2 鋁 料

1 概說 軟鋁料的必要條件，是熔點要低，加工容易，可以鋁接熔點低的金屬；此外，鋁道要有韌性，鋁接的鐵板或鐵絲等雖經曲折，鋁道不易折斷，也不應剝落。合於上列條件的各種金屬，它的抗張力和抗壓力都很小。所以從力學方面而論，這種軟鋁料和油灰結合情形相似，不過韌性較大，經得起彎曲而已；因此用這種鋁料鋁成的鋁道，應儘可能的不受負荷。

硬鋸料適合於鋸接熔點高的金屬鋸件，鋸道的強度要和鋸件的強度彼此相近似。需要強度很高及抵抗高熱或抵抗化學作用的鋸縫，利用硬鋸料的附着鋸接是很適宜的。

2 軟鋸料

a) 錫鉛鋸料（通稱鋸錫）——普通用的軟鋸料都是錫和鉛的合金。合金的熔點一般比它的組成金屬的熔點為低。因此總有某種比例的合金，它的熔點為最低。含錫 65% 和鉛 35% 的錫鉛合金，稱為點錫，它的熔點最低，為 182°C 。除此以外的合金，不論含鉛較多或含錫較多，熔點就不穩定了，一般在 182°C 和錫或鉛的熔點之間。

合金組成的情形頗為複雜。現在把大概情形分別說明如下，以很容易瞭解軟鋸料的性質。

例如把一塊銅加熱至 400°C ，然後用溫度計測定它的冷卻情形。此時可以看到超溫度（銅溫度和外界溫度的差）的下降情形和時間的關係。圖 1 的曲線表明每經一分鐘，超溫度下降的速度減小一半。用一個坩堝裝滿了熔化的錫，作同樣的測驗，則得如圖 2 的曲線。開始

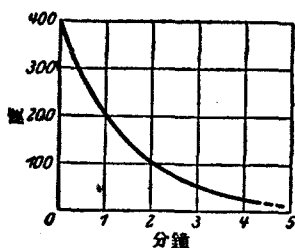


圖1 銅的溫度下降曲線

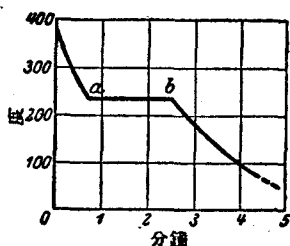


圖2 錫溶液的溫度下降曲線

的情形和圖 1 相似；在錫的熔點 $a=232^{\circ}\text{C}$ 處，曲線折向 b 點，在這個期間溫度保持不變；然後由 b 點起曲線再向前進；曲線 a 點表示錫開始凝固， b 點說明錫已全部凝固。點錫的冷卻曲線也是這種情形。

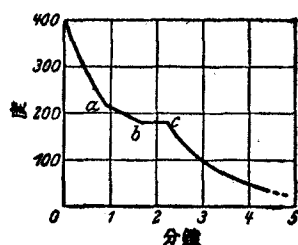


圖3 鉅錫溫度下降曲線

圖3的曲線是表示錫鉛各半的鉅料的冷卻情形，開始時和圖2的情形相同，但自 $a=220^{\circ}\text{C}$ 處斜度漸小，從b點至c點為 182°C ，這段曲線是水平直線，然後由c點起，曲線繼續正規地向前進行。在這種情形下，同時可以說明，在a點時，鉅料已

開始從表皮凝結而內部則漸漸黏稠，一直到水平線的終點c，全部已凝結成為固體。再進一步研究凝結的情形，可知在錫鉛各半的混合熔液裏最初凝結的部份，大部份是純鉛；鉛既首先凝結，直到殘餘的鉛適合於點錫的成份，即在溫度降至 182°C 時，把殘餘的金屬液體傾出或壓出，這部份金屬凝固後就是點錫。同樣，如果含錫過多，則一部份的錫首先凝結。點錫的特性和一種單純的金屬性質相同。這種混合情形稱為優構組織（希臘文 Eutektikum 是構造良好的意義）。

從上面試驗的結果得出下列的結論：

1. 如要使鉅料有單純的金屬性質，也就是說要有一定的熔點和在冷卻時沒有局部分泌的現象，那麼只有點錫合乎這種要求。
2. 點錫的優點，是它的熔點很低。利用熔點高的鉅料施鉅是無意義的，因為這種鉅料的溫度在 180°C 以上，性質即漸脆弱。
3. 鉅料的成份如不是點錫，那麼在鑄造鉅條時，冷卻的速度要快，以免內部分泌而成份不勻。
4. 熔點不穩定的鉅料，和白蠟一樣，溫度增高就漸漸柔軟，可捏塑成各種形狀。如果需用這樣的鉅料時，就不宜採用點錫，以採用含鉛或含錫較多的合金為宜；但也不宜用純鉛或純錫。

錫鉛合金的凝結點(開始凝結時的溫度)和密度如表 2。

表 2 錫鉛合金的凝結溫度

錫 (%)	凝 結 點 °C	密 度 g/c c
0	326	11.4
10	300	10.7
20	280	10.2
30	262	9.7
40	240	9.3
50	220	8.9
60	190	8.5
70	185	8.2
80	200	7.85
90	220	7.50
100	232	7.3

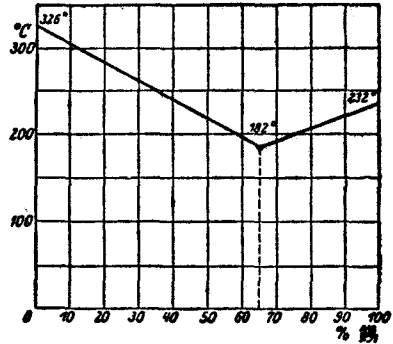


圖4 錫鉛合金凝結曲線

凝結點對於含錫量的關係，可

用如圖 4 的曲線來表示。這條曲線

是由兩條近似的直線互相連接而成的，曲線的最低點和優構混合液相符合。凝結點雖經精密的試驗測出，但所得的數值常不十分準確。

常用的鐔錫，含錫 50%，這種鐔錫的價格比點錫低廉，而它的功效也很好。因鐔錫所含的鉛過多，所以缺點也隨之而增加：容易起氧化作用，熔點也隨含鉛量而增高。飲食器皿上的鍍錫或鐔錫，它的含鉛量不得超過 10%。

合金的硬度，一般比它的組成金屬的硬度為高。例如黃銅比銅或鋅為硬。錫鉛合金含錫 80 ~ 90% 的硬度最大，而含錫 50% 的合金硬度則略減低。

鐔錫的成份，可依照表 2 的凝結點和密度來判斷。如含有其他雜質，那麼這兩種數值就不準確了，這時當以化學的分析法為準。把鐔錫做曲折試驗，是一種最普通的檢驗方法，純錫經曲折，因結晶互相摩擦而發生沙沙的聲音，在數步以外還能聽見。含鉛愈多，這種聲響

也愈微。含鉛到 50%，則須靠近耳旁才能聽到細微的聲音。許多有經驗的人，常用牙咬以代曲折，也能準確地辨別鋁錫的成份。

鋁錫的成份，按照德國工業規格 1707，如表 3 所示，以作參考。

鋁錫依含錫量而分類，本規格的鋁錫是以錫和鉛的合金為主。至於其他鋁料以鉛為主，另含錫、汞、銻等其他材料，則不在此例。

表 3 鋁錫（德國工業規格 1707）

名 稱	簡 號	成份(%)		用 途
		錫	鉛	
鋁錫 25	Sn L 25	25	75	火焰銲接(烙鐵銲接不合用)
鋁錫 30	Sn L 30	30	70	鐵板或粗糙的洋鐵器具的銲接
鋁錫 33	Sn L 33	33	67	鋅板或鋅鐵板的銲接
鋁錫 40	Sn L 40	40	60	黃銅或白鐵板的銲接
鋁錫 50	Sn L 50	50	50	同上及電表、氣表和食品罐頭等的銲接
鋁錫 60	Sn L 60	60	40	易熔金屬的銲接，精細的銲接如電工業等
鋁錫 90	Sn L 90	90	10	特別和衛生有關係的銲接

鋁錫上應鑄出或壓出標明這鋁錫種類的字樣。含錫量的公差為 ± 0.5%。鋁錫的不潔物不得含有害的雜質，最重要的是鋅、鐵和砒。產品的形狀是塊狀、板狀或條狀，均以重量計算。標明的方法，例如含錫 50% 的鋁錫，則標明“Sn L 50”的字樣。

製造鋁錫的方法，如用一定量的錫和鉛互相溶化而成，那麼應先將熔點低的錫先行溶化，然後再加入鉛。鉛開始溶化時，溫度要高於錫的熔點，因此會因氧化而損失一小部份，應預先計算在內。更好的辦法，是在坩堝裏，把少量成份相同的鋁錫預先溶化，或在鐵鍋裏溶化松脂一層，然後交互地加入錫和鉛，這些原料就能很好的溶化在已經溶化的液體內了。如原料為舊廢材料，那麼一定要注意選擇，確定