

航空材料學

下 冊

中國人民解放軍空軍司令部印

目 錄

第八章 銲接

第二十一節 銲料

第二十二節 表面包錫與銲接之方法

第九章 熔接

第二十三節 氣體熔接設備和材料

第二十四節 乙炔氧氣的混合氣體熔接施工法 氣體割切

第二十五節 鋼及鋁合金的熔接

第二十六節 熔接縫口的檢查

第十章 金屬與合金的腐蝕

第二十七節 腐蝕發生之原因

第二十八節 保護金屬不致腐蝕的方法

第二十九節 飛機金屬部分的維護

第十一章 木質材料

第三十節 飛機上木料之用途

第三十一節 木料的缺點

第三十二節 層板和精製木材

第三十三節 木料用膠

第三十四節 木質飛機的維護

第十二章 飛機用布

第三十五節 飛機布製蒙皮的材料

第十三章 油漆材料

第三十六節 油漆和罩光漆

第三十七節 透布油

第三十八節 底漆和膩子

第三十九節 罩光漆層的維護和修理

第十四章 橡皮

第四十節 橡皮的性質和應用

第十五章 受範性材料和墊料

第四十一節 受範性材料的原料

第四十二節 絕緣體，墊子和補助的材料

附 註

1. 5.5, 5CO-TT 5.5 號柔軟鋼索的說明
2. 5.5, 127-TOT 5.5 號特別柔軟鋼索的說明
3. 製作膠水成份的重量比例

第八章 銲 接

第二十一節 銲 料

銲接發動機各零件的一切方法，可以分爲兩類：可卸接合，其中包括螺門接合，膠合，套槽接合及楔子接合。和永久接合，或稱死接，其接合方法如鉗接，熔接與銲接。

在銲接金屬零件時，用於銲接的合金稱爲銲料。將銲料熔化後加入接合之零件中間，凝結以後即將零件接合一起。但因爲銲料的機械性質比較不高，銲接口不能具有大的強度，所以對於接合飛機上承受高度負担（負荷）的零件，就不能用這種接合方法。在那些必需有密封性的接合，也就是說使流體不能滲過的接合的那些零件，基本上才使用銲接。如：以錫銲將螺線管子接頭（咀子）固接於導管之上（圖110），將散熱器的細管與散熱器金屬殼相接合，以及銲接各種貯藏器與容器。最後，尚有一種特別的銲接法，如電線頭接合處之銲接，在此種情形下，必須要使錫銲接合能保證電線有可靠的接觸。

如果能保證銲料的晶體組織順利地轉爲基本金屬（被銲金屬）的結晶組織，則在此種情況下銲接口即可認爲合格，換言之，就是必須使兩種金屬有相當程度的互相熔合（即滲透）。

熔點高的金屬，能熔合在熔點較低而成爲液體狀態的金屬內。例如固體的銅，其熔點爲 1084°C ，可以熔合於熔點爲 232°C 已熔化的錫內。類如此種情形，鉛可熔合於錫，鐵可以熔合於銑，鎳可以熔合於銅等等。這種情形，可以使任何零件之基本金屬與金屬銲料於銲接時互相熔合。

但是金屬與銲料之相互熔合，事實上只有在下述條件下方爲可能的：第一，如果銲接的金屬與銲料，能緊密地接觸；第二，如果在液體狀態的銲料能潤粘於金屬表面並附於其上。

圖 111 表示兩滴熔爐金屬落於固體金屬之表面。第一種情況，表示熔爐金屬並不粘結於固體金屬上，仍保持其圓球形狀且不流散於固體之表皮；第二種情況則表示熔爐金屬滴正在粘結，且正在流散着。例如水銀不

能粘於玻璃上，而水則能粘於其上，但是如將玻璃抹上一薄層脂肪，則水就不能粘附於其上。



圖 110 銲接於導管之
上的螺線管子接頭

根據金屬的本質，不是一切金屬都能熔結於別的金屬上，但是如金屬雖有這種性能，惟因其表面上有氧化膜或脂肪層，油漆，銹層，也可能阻礙它粘着，所以在銲接之前，必須將這些阻礙物除去。脂肪層或油漆容易除去，只要將預備銲接的表面洗



圖 111 固體表面上熔滲金屬滴
1 沒有熔結 2 已在熔結

擦並再將它擦乾即可。

除去表面氧化物則相當困難，因為已經擦磨過的金屬表面，在銲接加熱時又能重新氧化，所以除了用機械擦磨以外，爲了除去氧化物並防止金屬表面在銲接過程中的氧化起見，應使用專門的物質——銲接劑。

銲接劑（銲藥）是防止零件在銲接時（及熔接時）氧化的一種物質。

銲接劑的防止作用之要點是銲接劑能溶合金屬的氧化物，並將它轉變爲熔渣。熔渣漂浮於已經熔化的銲料之表面，使其離開原來佔據之地位，而讓與銲料，使銲料能銲接於金屬表面。這樣就能達到金屬被銲料粘合的可能，並使它們直接接觸。

此外，加熱被銲零件的銲接邊緣至稍高於銲料熔點的溫度，能使金屬與銲料互相熔合（即滲透）。因此，零件的徹底加熱是銲接過程中的必需手續。

銲 料

在銲接過程中，爲達到被銲零件的接合所應用的合金，稱爲銲料。爲了保證銲接接口必需的強度，銲料應符合一系列的要求。其中主要的要求如下：

1. 鐸料的機械性質應盡可能的接近於基本金屬（被鐸接機件）的機械性質。

2. 鐸料的熔點應低於基本金屬的熔點，以便在鐸接過程中加熱零件時，不但不致引起鐸接口邊沿熔化，而且也不能使被鐸金屬的晶體組織發生顯著的變化。

3. 鐸料應具有流動性，以便易於滲入鐸接面之間的小空隙內，並緊密地注滿鐸接口。

根據鐸料的可熔性與強度，可將鐸料分為兩類：

(a) 軟鐸料——其熔點在 181°C — 230°C 之間。

(b) 硬鐸料——熔點在 500°C — 1100°C 之間，硬鐸料的強度顯著地高於軟鐸料。

還有一類特種鐸料，是用於鋁及鋁合金的鐸料。鋁與鋁合金的鐸接有許多不同的特點。

最後，還有一種特別易於熔化的鐸料，專門用於電器與無線電方面。這種鐸料的熔點不高於 150°C 。

軟 鐸 料

屬於軟鐸料的，通常為錫與鉛的合金，這種合金的組成成份有各種不同的比例（表 34）。

鐸料的牌號按其成份劃分之，如 ПОС —— 是錫鉛鐸料；並用數字表示其含錫量，如 30 則是含錫量 30% —— 等等。

ПОС 30 鐸料之熔點約為 230°C 。最易於熔化者為 ПОС 61 鐸料；其熔點為 85°C 。

表 34

錫鉛鐸料（軟性的）

鐸料之牌號	化學成份 %		用 途
	錫	鉛	
ПОС 30	30	70	鐸接儀表零件，軟性的軸承。
ПОС 40	40	60	鐸接飛機散熱器、鑄子、電工器械。
ПОС 61	61	39	鐸接無線電機械的零件。

根據已有的經驗，鐸料的成份，可以大概地根據錫在屈折時所發出的劈拍聲音來確定。鐸料內含錫愈多，則屈折時的劈拍聲愈大。

如缺乏應需之那一牌號鐸料的成品，則可以自行造成。製造時將必需數量的錫與鉛熔化即得。先將錫在任何一種容器內熔化；當已成液態之錫表面上發現一層氧化薄膜時，即開始將定量的小塊鉛加入容器內（至應需數量為止）。將已成液態的鐸料攪混。當鉛已全部溶爛時，將其注入木製或粘土製的模子內，為便於使用起見，將鐸料鑄成截面 5—8 平方公厘的圓桿形。

含錫多的鐸料較貴，所以必須嚴格地按用途來使用，例如 ПOC 61 鐸料是最貴的，只可用於鐸接儀表與無線電設備，因這些設備要求的導電性最大，所需的鐸料熔點較低。

錫的缺點，要求尋找錫鉛鐸料的代替品。這種代替品就是由錫、鉛與銻所做成的鐸料。

ΠOCC 18 鐸料是 ΠOC 30 的代替品，ΠOCC 30 是 ΠOC 40 的代替品，ΠOCC 45 是 ΠOC 61 的代替品。由此就可以看出，使用含銻的鐸料在錫的方面就節省得多了。

表 35 含銻的錫鉛鐸料

鐸料之牌號	化 學 成 份 %		
	錫	銻	鉛
ΠOCC 18	18	2—2.5	其餘為鉛
ΠOCC 30	30	1.6—1.9	其餘為鉛
ΠOCC 45	45	2.5—2.8	其餘為鉛

硬 鐸 料

軟鐸料的強度不很大 ($\sigma_b = 6 - 8$ 公斤/平方公厘)，所以為了鐸接較主要的零件，須使用硬鐸料：如銅銻鐸料（即黃銅的）與銀鐸料等。

茲將銅銻鐸料的熔點與用途列入表 36 內。

表 36

銅 鋅 鎔 料

鎔料之牌號	化 學 成 份 %			用 途
	銅	鋅	熔點 °C	
ПМЦ 36	36	64	810	鎔接含銅不下於60%的黃銅 鎔接含銅超過 68% 以上的 銅，青銅與黃銅。 鎔接鐵與銅製零件
ПМЦ 48	48	52	845	
ПМЦ 54	54	46	870	

黃銅鎔料之牌號，是這樣分析的，如：ПМЦ 48——是含銅 48% 的銅鋅鎔料。

含銅量愈高，則鎔料的熔點亦愈高，所以在鎔接零件時，例如鎔黃銅製的管子時，應當經常注意選擇鎔料，要使鎔料的熔點較低於被鎔接材料的熔點。

用銅鋅鎔料鎔接之鎔接口，其強度可達到 15—30 公斤/平方公厘。

銅鋅鎔料廣泛地用於鎔接螺線管子的接頭於導管之上。由於用軟鎔料鎔接的強度不足，所以不能用軟鎔料鎔接此類零件。

屬於硬鎔料的還有由銀，銅及鋅組成的銀鎔料，銀鎔料比較銅鋅鎔料易於熔化。此外，銀還能增加鎔料的強度至 18—40 公斤/平方公厘，而主要是使鎔接口有韌性。因此汽油導管的接頭（咀子）最好以銀鎔料鎔接，尤其是用含銀 45% 的 ПСР 45 號鎔料來鎔接。

茲將銀鎔料的成份列入表 37 內。

表 37

銀 鎔 料

鎔料之牌號	化 學 成 份 %			熔點 °C	用 途
	銀	銅	鋅		
ПСР 12	12	36	其餘為鋅	785	用於鎔接含銅58%以上的黃銅與青銅零件（短管注油嘴，航空儀表等）。 全 上
ПСР 25	25	40		765	

ИСР 45	45	30	,,	720	用於鉚接有螺紋之管子接頭，航空儀表
ИСР 65	65	20	,,	721	用於鉚接黃銅製的儀表零件
ИСР 70	70	26	,,	—	用於鉚接電線

鋁 鎂 料

鋁合金所用之鎂料 可以分爲用於軟鎂之鎂料 與性質接近於 硬鎂之鎂料。

含下列成份的錫鎂料 И1， 可以作爲 鉚接板形 材料的零件 —— 加油箱，發動機整流罩，管子等的軟鋁鎂料，

錫.....71% 鎂.....6%
 鋁.....23%

И1 鎂料之熔點在 190°C—240°C 之間。

用於鋁合金之硬鎂料者爲 И3 鎂料與更新的 ВИТ4（表 38）鎂料。這種鎂料與 И1 鎂料之區別，在於這種鎂料以鋁爲基本成份。

И3 與 ВИТ4 鎂料在用作鉚補比較厚重的鑄造與鍛造零件（機匣等）上有缺陷之處。

鋁鎂料沒有充足的抗腐蝕性，所以不能用它鉚接在水中工作的零件。

表 28

用於鋁合金之難熔鎂料

鎂料之牌號	化 學 成 份 %				熔點 °C
	鋁	鎂	銅	矽	
И3	68	—	27	5	530
ВИТ4	55	40	—	5	—

易熔鋅料與鋅糊

鋅接電線用的易熔鋅料，可以使用錫，鉛與銻，有時並摻有鎳的合金。包括於此類鋅料者為伍德與牛頓合金，此種合金的化學成份列入表 39 內。

表 39 易 容 鋅 料

鋅料之名稱	化 學 成 份 %				熔點°C
	錫	鉛	銻	鎳	
伍 德 合 金	12.5	25.0	50.0	12.5	60—70
牛 頓 合 金	11.5	34.0	54.5	—	94.5

這種鋅料不能加強鋅接口，但具有良好的導電性。

鋅接電線時，使用鋅糊最為便利。用鋅糊鋅接，可以不需要鋅接器（烙鐵），就是用火柴也足能將鋅糊燒化。

某些鋅糊通常稱為「軟膏」。這種軟膏的配方很多，而且製造它也不複雜。例如：要製軟膏時，將兩份鉛屑，兩份錫屑與一份氯化銻摻混一起成為粉狀。摻混時再加入有腐蝕性的鹽酸與甘油，攪為米糊狀混合物即成為做成的軟膏。鋅接時將鋅糊置於擦磨過的電線尖端上並熔化之，如果條件許可，即用火熔化，如不能用火燃燒即用鋅接器。

為了避免鋅糊乾燥，可以將它貯於密閉的盒子內。

鋅接劑（或稱鋅藥）

對於各種不同的鋅接方法與鋅料所用之鋅接劑成份亦不相同。它的成份按以下情形確定之：第一依據某種金屬的氧化物性質，這種氧化物性質應與鋅接劑協同作用以形成溶渣；第二依據鋅料之熔點。當鋅料溫度達到熔點時，鋅接劑應當是液態的並且不使蒸發，否則它就不能有防護與形成溶渣的作用。

軟鐸料所用之鐸接劑

用軟鐸料鐸接時所應用之鐸接劑爲：

1. 10%的鹽酸水溶液—用於鐸接鋅及包鋅金屬。
2. 粉狀之氯化銨—用於磨擦鐸接器之工作面（烙鐵尖頭）；
3. 氯化鋅或腐蝕性之鹽酸。
4. 松香。

氯化鋅是最普通的鐸接劑。其製作法如下：在裝有鹽酸的瓶內預先加入半瓶水，再投入許多小鋅塊，或在缺乏鋅而迫切需要的情形下，可以投入許多小塊的鋅化鐵。鋅與酸內所含的氯化合，而酸內之氫則成氣泡狀被分解出去。當反應促使溶液沸騰時，溶液的溫度即增高。當氫氣的分解停止，而一部分未溶化之鋅沉於瓶底時，氯化鋅即告做成。

氯化鋅能侵蝕金屬，所以在鐸接以後，應即將剩留的鐸接劑細心地清除。

當金屬有被氯化鋅腐蝕的可能，並爲了可靠地防止產生這種可能時，應使用松香作爲鐸接劑，例如，鐸接纜子與電線時，即使用松香作爲鐸接劑。

粉狀的松香可以撒在鐸接之處或將它溶化於酒精內。這樣是比較便利的，因爲用此種方法所得的松香是有黏性的液體，可以很好地膠着於金屬上。

硬鐸料所用之鐸接劑

以軟鐸料鐸接時所用之鐸接劑不適用於硬鐸料，因爲這種鐸接劑在硬鐸料熔化時，就要沸騰並自行揮發。所以用硬鐸料鐸接時應用硼砂或硼酸作爲鐸接劑。

通常所見的硼砂是結晶形的或粉狀的。鐸接時最好用粉狀的硼砂，如用結晶形的，則必須在使用之前將他搗碎並篩過。硼砂易於熔合金屬之氧化物，即當金屬在不低於 740°C 的溫度中成熔化狀態時，硼砂能熔合它的氧化物。這種現象是硼砂的缺點，亦即把硼砂作爲鐸接劑的缺點，因爲當它與金屬氧化物化合後，在冷卻時即在金屬表面留下形成的鹽質，像玻璃

似的硬殼。銲接以後，應當將這種硬殼用銼或利刀除去之。

硼砂容易吸收潮濕，所以應將它保管於密閉的容器內。

硼酸也是銲接劑，其作用較優於硼砂。它很少流散，所以銲接以後容易將它由零件上除去。但因硼酸的價貴，故很少使用。

如缺乏硼砂與硼酸，可以使用玻璃粉以作銲接劑。爲了此種目的，需將玻璃極力地加熱並浸於冷水中。這樣玻璃就變成脆的，容易將它搗碎爲粉。這種粉就可以用作硼砂或硼酸之代替品。

銲接鋁合金之銲接劑

銲接鋁合金相當困難，且要熟練。因爲鋁加熱時，形成一種很難熔化的氧化膜，約在 3000°C 時才能熔化。爲了除去這種氧化膜，現在已經有大量的但配方複雜的銲接劑。普通供應的銲接鋁所用的銲接劑都是製成品；所以只限於知道 BPT3 號的銲接劑之成份即可，這種銲接劑可用於硬的，也可用於軟的鋁銲料。BPT3 銲接劑基本上是由鉀，鈉，銦及其他金屬的氯化鹽所組成的。

BPT3 銲接劑的組成成分爲：

氯化鉀.....	40%
氯化鈉.....	20%
氯化銦.....	12%
氯化鋰.....	15%
氯化鎂.....	6%
氟化鈉.....	7%

關於銲接劑一節，在終結時尚須說明一點，即除了松香以外，其它銲接劑都能引起被銲金屬的有力腐蝕。所以各種銲接工作的最後手續應當是仔細的除去銲接零件上所餘留的銲接劑。

測驗問題

1. 銲接時應有何種必需條件，才能得到堅固的結合？
2. 對銲料應有何種要求？

5. 如何區分鐸料？
4. 試說出軟性鐸料的牌號及它們的化學成分。
5. 鐸接劑有何用途並對鐸接劑應提出何種要求？
6. 用軟鐸料鐸接時，應使用何種鐸接劑？
7. 試述如何配製氯化銻？
8. 試述硬鐸料的牌號，及它們的化學成分。
9. 用硬鐸料鐸接時，應使用何種鐸接劑？
10. 試述銀鐸料的性質。在何種情形下始使用銀鐸料？
11. 何種鐸料與鐸接劑用於鐸接鋁合金？

第二十二節 表面包錫與鐸接之方法

表面包錫

在金屬表面上包以錫（錫或錫與鋁之合金）的薄層稱為包錫。使用包錫法主要的是爲了保護金屬（鐵板與銅合金）不受腐蝕（生銹）；並爲了使青銅軸瓦準備包附巴比特合金及準備鐸接零件時實行包錫。

包錫係用兩種方法完成之：將預先加熱之零件浸於盛有熔化錫的槽內或將加熱之零件用錫包附之。

包錫時，應先注意將需要包錫之零件表面擦淨；最好用鹽酸溶液洗擦這個表面。然後用氯化銻液塗抹零件表面並撒上松香粉。在需要包錫的零件表面上，隨同松香並投上幾小塊錫。然後將零件加熱至錫的熔點（200—250°C），祇要等至包錫正在熔化，即在零件表面上用一塊麻屑或厚抹布將它拭擦。錫即能包附於表面上。

包錫層應平展地附於零件表面上，不使凸起不平或有未包附之處。如果某處包錫層未附着於零件表面，應當將這一段從新用鐸接劑拭擦，並重複進行包錫手續。

將烹飪用之銅器，包覆以錫，有其一定意義的，因爲在銅器表面上所形成的某些銅化物是有毒的。錫是屬於無毒的金屬。因此就說明了用白鐵片——包錫之薄鐵片（俗稱馬口鐵）製罐頭盒子之原因。

用軟錫料銲接

用軟錫料銲接時，使用銲接器（烙鐵）。先將銲接器加熱至相當於錫料熔點的溫度，再用銲接器熔化錫料，並同時將銲接零件之銲接邊沿燒熱。

銲接器是用一塊安裝於鐵棒上的楔形銅塊做成的（圖 112）製做銲接器所用的材料，差不多全用紫銅，因為它具有大的容熱量，所以它能蓄積多量的熱。同時銅有優良的導熱性，所以能很快地將它加熱，並能很快地發出熱。

銲接器可用火爐加熱，但是通常都用錫錐噴燈加熱它。（圖 113）還有一種自動加熱的汽油銲接器與電銲器，而常用者乃為電銲器。

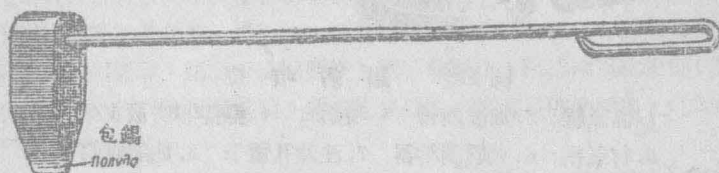


圖 112 銅製銲接器

銲接器加熱之溫度為 $300-400^{\circ}\text{C}$ 。要在實際經驗中去領會確定此種溫度。銲接器加熱不足，則不能燒熱金屬，且不能得到質量好的銲接，將銲接器過度加熱則不易保持熱量，保持不住包錫層，並且不能使銲接口平滑。

在進行銲接之前，先將加熱之銲接器的工作尖（即烙鐵尖頭）沾錫，以避免氧化。為了包錫起見，將燒熱之銲接器尖頭用一塊松香拭擦，並沾上氯化銲，再浸入被銲接器本身所熔化的錫料內。

銲接是這樣進行的。當一個被銲零件的邊緣，與另一被銲零件的邊緣合緊。並用銲接劑拭擦與處理後，將銲接器尖頭從新沾上松香，並用銲接器帶上少許錫料（圖 114），並將錫料移轉到被銲零件的接口上。只要銲接口被銲接器的熱充足地燒熱，錫料即充填於零件邊緣間的空隙內。也可以用另一種方式進行：左手持着圓棒形的錫料，右手持着銲接器，將銲接

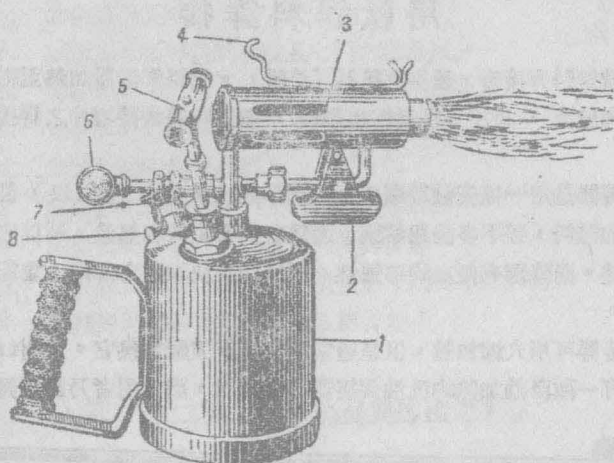


圖 113 錫 鐸 噴 燈

1. 儲氣罐 2. 加溫油槽 3. 噴焰口 4. 鐸接口安放支架
5. 打氣柄 6. 火焰調整器 7. 注油孔蓋子 8. 放氣螺釘。

器順着鐸接口來往移動，即逐漸將鐸料熔化，並加熱鐸接口的邊緣，這樣就將鐸接口鐸補上了。

只要鐸料充滿鐸接口上的一切縫隙，即停止鐸接。鐸上的鐸料層要盡可能地細薄；鐸料層愈薄，則鐸接口又堅固而又美觀。

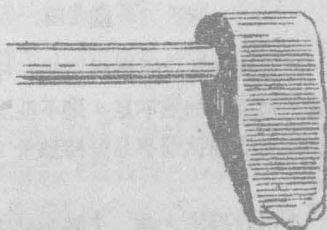


圖114 鐸接口所沾帶之一滴鐸料

用硬鐸料鐸接

將各零件的鐸接部份，注意使之合緊，拭擦並接連一起，有時並用鐵絲將它聯結起來。通常用錫鐸噴燈吹出之火焰將零件加熱至鐸料之熔點溫度為止。將鐸料加在預先已撒上鐸接劑的鐸接口上。爲了加上鐸料，在加熱零件以前預將一塊鐸料固結於鐸口上或者如果做成的鐸料是鐵絲狀的，

則將它放置於零件上同時與加熱的零件一起熔化。如果鐸料不流散在鐸接口上，則須在鐸接口上從新再撒上鐸接劑。

鐸接鋁製零件

鐸鋁之手續與所用之鐸料有關（硬鐸料或軟鐸料），實行鐸接時可以用上述某一種方法，但是必須將鐸接口邊緣包上鐸料。在用硬鐸料鐸接時，須要特別注意觀察，不要使金屬燃燒過度。

如缺乏專用的鐸接劑時，可用 II1 鐸料鐸鋁，不用鐸接劑亦可實行鐸接，這種方法稱為刮刀法。其進行方法如下：在精細擦磨（至發光為止）過並用錫鐸噴燈加熱的金屬面之一段上，放上鐸料，即在該處使之熔化，然後用刮刀刃將鐸料平均散佈在金屬面上；由刮刀刮去一薄層鋁，隨即除去了妨碍鐸接的氧化層。換言之，這就是純粹的機械除氧法。但因為鐸料直接被刮刀刃處理，鋁表面經擦磨後，就不起氧化，而消除氧化物則是簡單地在熔化之鐸料層下面進行。鐸接完成以後，能有足夠的強度，但工作則需要熟練。

最後還須着重說一點，就是鐸接後的接口必須精細地磨擦除去殘餘鐸接劑，否則就不可免的要發生腐蝕作用。

測驗問題

1. 何謂包錫？
2. 為何在鐸接之前必須要使鐸接器沾錫？
3. 用何種材料來製造鐸接器？
4. 怎樣用軟鐸料鐸接？
5. 為何用刮刀法鐸鋁，可以不用鐸接劑？

第九章 熔 接

第二十三節 氣體熔接設備與材料

熔接是把要接合的金屬零件的邊緣部份加熱，待其達到將熔狀態時實行接合的方法。當熔接金屬的接合部份冷卻後，即自行接合，其強度不下於整塊金屬。熔接在目前是最普遍的金屬連接方法之一。在製造飛機和修理飛機的實際工作中，熔接的應用最為廣泛。

由於熔接時使用的熱力來源不同，可分為氣體熔接和電熔接。

氣體熔接的熱量係由燃燒氣體在純氣中燃燒而得。燃燒氣體如氫氣，苯蒸氣和乙炔等都是。最通用的是乙炔和氧氣混合氣火焰的熔接。燃燒氣體——乙炔同氧氣混合氣體送在氣體燃燒器內，當該混合氣體自燃燒器的氣鋸嘴（熔接器的噴焰嘴）內湧出時，點火後即發生火焰，將火焰噴於熔接部份，可將縫口處熔爛，並可將一塊接補材料熔爛，使之注滿熔接零件之熔接部份間的凹溝。

電熔接（電鋸）有接觸（點）式和電弧式的。接觸式的電熔接或稱電阻式熔接，是當電流通過導體時，把電能轉變為熱能。傳導體之阻力愈大，則更能有力地將它加熱。如此，若將熔接部份相連，通以電流，那麼在這些部份的接縫處和界鄰接縫的區域，將分解出大量的熱來；熔接部份能局部加熱的理由，是由於接合之處未緊密接連而有空氣間隙，故對電流具有最大的阻力。只要接縫處的金屬溫度達到熔接的溫度時，即用強力壓縮的方法實行接合。

接觸式電熔接只適於在工廠和固定修理場中使用。

電弧熔接利用接於電流一端的被熔接零件與接於另一端的炭精電極或（常用的）金屬電極之間所產生之電弧熱。電弧的熱度達 $4,000^{\circ}\text{C}$ ，金屬在電弧熔接時即加熱至熔化狀態，不用附加外力壓縮即可熔接。

電弧熔接很少使用，但當鋼質零件之硬度高於100公斤/平方公厘需要熔接時，只能使用電弧法。

修理飛機時，最普遍地應用的是氣體熔接（氣鋸）——乙炔氧氣混合