

本小冊子總結了山西省建築工程學校對鋁焊接及鋁焊藥的研究成果。書中敘述了幾種適用於氣焊的鋁焊藥及其使用方法。此外扼要介紹了鋁的電弧焊接、焊條配方及其製造工藝學。

本小冊子可供中等專業學校在講解焊接工藝時參考。並可作為有關工程技術人員的參考書。

鋁及鋁合金的焊藥製造及焊接技術

山西省建築工程學校李秀山編著

高等教育出版社出版 北京宣武門內大街27號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第051號)

京華印書局印刷 新華書店發行

統一書號 15010·777 開本 787×1092 1/32 印張 8/16

字數 7,000 印數 0001—3,000 定冊(5) 0.06

1959年5月第1版 1953年5月第1次印刷

目 录

一、鋁的概述	1
二、鋁焊接的特点和鋁焊藥的試制	1
三、鋁施焊前的預熱方法	4
四、鋁气焊焊接方法	4
五、鋁焊藥的使用方法	7
六、鋁电弧焊接方法	7
七、焊接規範	9
八、焊条塗料配方	9
九、焊条制造工艺	10
十、鋁試件加工詳圖及說明	10

一 鋁的概述

鋁是一種輕金屬，它的比重只有2.7。鋁的熔點很低（658°C），而且耐蝕性、加工性、導電性和傳熱性都很良好。此外，它的成本也比較低，所以用途非常廣泛。鋁不但是航空工業中的主要原料，並且是化學工業和日常生活中所不可缺少的材料。因此黨和國家對鋁的冶煉和製造極為重視，而對於鋁焊接這一新的研究工作則更為關懷，已組織工程技術人員專門進行對鋁焊藥及鋁焊接技術的研究工作。

二 鋁焊接的特點和鋁焊藥的試制

正由於鋁的熔點低，比重小，膨脹係數大（23.8），在焊接時，容易氧化（ Al_2O_3 ），因此變形很厲害。氧化鋁的熔點則很高（2050°C左右），重度為4公斤/公寸³，所以熔渣不易熔化和浮起；且氧化鋁的性質又很柔軟，焊接時包在鋁的表面，妨礙着鋁的加熱及相互接觸作用；在加熱過程中，鋁本身的色彩不變。所有這些特點，給焊接工作人員帶來了許多困難。

隨着國家各項建設的飛躍發展，對鋁及鋁合金的需要量不斷增加。因此，我校焊接研究室在黨委領導下，對鋁焊接及鋁焊藥進行了充分研究和分析。焊接班全體師生，在教育與生產勞動相結合的教育方針指導下，破除迷信，解放思想，經過一年多的反復試驗，克服了種種困難，終於試制成功幾種適合於氣焊的鋁焊藥。頭一次試制成功的焊藥是含氯化鋰的

106 号鋁焊藥。它的特点是熔点低，能大量溶解氧化鋁，使熔渣能很好地流动和浮起。我們的配方成分如下：

无水碳酸鈉	(Na_2CO_3)	38%
硼砂	($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)	21%
氯化鈉	(NaCl)	3.8%
硫酸氫鉀	(KHSO_4)	3.8%
硫酸鉀	(K_2SO_4)	3.8%
硼酸	(H_3BO_3)	19%
氯化鋰	(LiCl)	8.5%
无水碳酸鉀	(K_2CO_3)	2.7%

以上配方虽然很好，但在目前却有很大困难，主要是原料缺乏，象氯化鋰和硼酸都要从国外进口，所以这种焊藥的成本很高。以后，又經過一段時間的苦心钻研，已能完全用国产貨代替了进口貨，不用含氯化鋰的配方，而改用其他藥品，也同样达到了含氯化鋰的質量。配方成分如下：

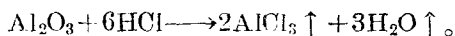
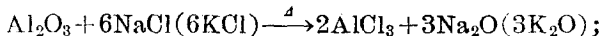
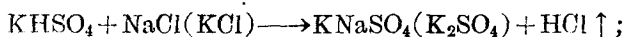
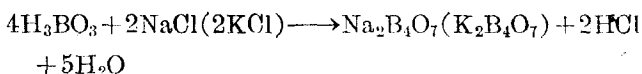
氯化鉀	(KCl)	25%
无水碳酸鉀	(K_2CO_3)	7%
硼砂	($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)	20%
氯化鈉	(NaCl)	10%
硼酸	(H_3BO_3)	20%
无水碳酸鈉	(Na_2CO_3)	18%

又一种配方成分为：

硼砂	($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)	15%
硝酸鉀	(KNO_3)	45%
氯化鈉	(NaCl)	23%
氯化鉀	(KCl)	17%

鋁焊藥的主要作用是使氧化鋁 (Al_2O_3) 變成為揮發性的氯化鋁 ($AlCl_3$) 或氟化鋁 (AlF_3)。它們在 $180^\circ C$ 的低溫中自行升華，故焊藥一般是用鹵鹽和氟鹽混合製造的。

用上述鋁焊藥將氧化鋁層除去時的化學反應式如下：



這些鋁焊藥的優點很多。例如：能適用於平、立、橫、仰各種位置的焊接；熔化速度適當，易于操作；火焰穩定，熔化金屬飛濺率小；穿透力強，焊縫內無砂眼夾渣氣泡等不良現象；熔渣能自動浮出焊縫金屬表面，冷卻後渣皮易于剝脫；焊縫平滑、潔白、美觀；經過理化試驗，所有物理及化學性能均合乎規格。產品質量已超過英美水平，英美產品的拉力強度為 $7.8-8$ 公斤/公厘²，而我們產品的拉力強度為 $7.95-8.2$ 公斤/公厘²。操作性能良好。這種焊藥現業經中央工商行政管理局核准注冊，定名為躍進牌。與進口鋁焊藥比較，美國製造的鋁焊藥售價為每市斤約 60 元，而我們自己製造的每市斤僅 20 元。最新的 100 號鋁焊藥還可降低到每市斤不到 10 元。因此，已有不少單位紛紛向我校詢問和採購；山西省太原市五金公司批發站去年 (1958 年) 就與我校訂立了包銷合同。從今年起，我校準備開始大量生產。這樣，將可給國家創造出很大經濟價值。

三 鋁施焊前的預熱方法

為了防止和減少鋁焊接所發生的各種困難。在施行焊接以前，最好將工件預熱到 $200-300^{\circ}\text{C}$ 。預熱溫度可用鋸末來測定，將鋸末塗在工件上，當溫度達到 300°C 左右時，鋸末即發生火星。工件的預熱溫度也可以用代色鉛筆來測定，其方法是在工件上划道，當溫度達到 300°C 左右時，變為白色與鋁金屬顏色相同。在工件下面加墊板來承托工件，同時在墊

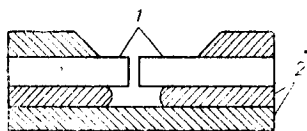


圖 1. 焊鋁墊板裝置：

1—工件；2—墊板。

板上要挖一個槽，兩工件鋁板的端頭要對正槽的中心。在焊接過程中，使受熱的鋁熔液逐漸陷落，槽子就成了一個自然模子(圖 1)。其次是用塗料使氧化物溶解，增

加焊藥流動性，促使氧化物熔點降低。

四 鋁氣焊焊接方法

1. 焊前準備工作 焊接鋁及鋁合金時，厚度在 4 公厘以下，可以不開坡口，但兩工件端部需留小於 0.5 公厘的間隙。厚度超過 4 公厘時，應開成 V 形坡口。厚度大於 12 公厘時，應開成 X 形坡口(見表 1 及圖 2)。

表 1

鋁板厚度 S (公厘)	坡口型式	鈍邊高度 b (公厘)	間隙 a (公厘)	坡口角度 α
4 以下	对接型	2	1~2	—
4 ~ 15	V 型	2~4	1.5~4	$60^\circ \sim 70^\circ$
15 以上	X 型	4	2~4	$60^\circ \sim 70^\circ$

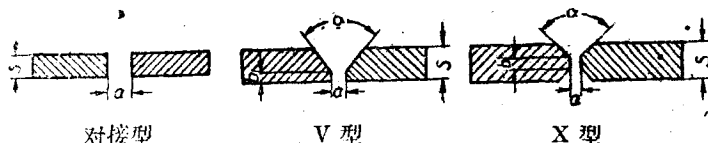


图 2. 气焊的坡口型式。

2. 清洁及点焊 在焊接以前，应将焊缝金属熔化地带用酸蝕法脱去油脂，将鋁板上的氧化鋁(Al_2O_3)除去。然后以 1% 的氫氧化鈉($NaOH$)、5% 的磷酸鈉(Na_3PO_4) 和 3% 的水玻璃等藥品用水調和并加热到 $65-70^\circ C$ 。用毛刷涂在接头附近約 30 公厘处，随后用水冲洗使之干燥；再用 10% 的稀硝酸溶液来腐蝕及用热水冲洗，干燥后即可进行焊接。施焊前的点焊工作可按图 3 进行。

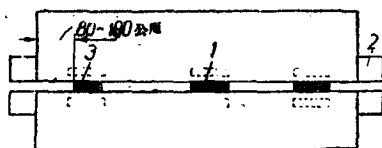


图 3. 点焊配置和預热方法:

1—預热地点；2—平板 50×50 ；3—点焊点。

进行点焊装配时，必須按表 1 中規定的間隙操作，而且不应使对接板料的边緣偏移，焊点长度約为 20—30 公厘，高度約为 1 ± 0.5 公厘，各焊点之間的距离約为 150—200 公厘。工件在沒有加工留量或留量小于 50 公厘时，焊縫端头的点焊可以不进行，而定点焊接可施行在离开焊縫端头为 80—100 公厘的地方。在有加工留量时，焊点可以配置在两端(图 3)。

3. 焊接方法 在进行焊接以前，必須用特种夹持器将工件和垫板压紧。因为鋁的性質有些和鑄鉄相似，只要达到熔点时，立刻变成液体，所以焊接时要注意加热温度，要操作敏捷，掌握住鋁金属的顏色，不要使它变化太厉害，以防止燒穿。操作时要用焊条随时把氧化鋁薄膜搔破，否則，由于它的阻碍，容易把下部燒漏。焊接方法最好采用右向焊法。为了便于操作和焊縫成形，焊枪、焊条与工件之間应形成适当的角度如图 4 所示。为了防止裂縫，可先从距工件端部 80—100 公厘处向回焊，然后再反过来向前焊接。

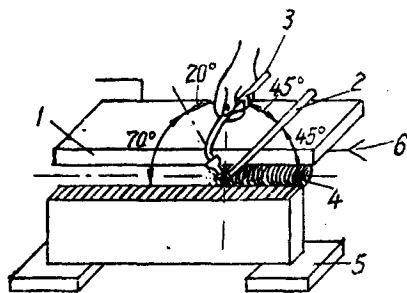


图 4. 气焊焊枪、焊条与工件之間的角度：

1—工件；2—焊条；3—焊枪；4—焊縫；5—垫板；6—夹具。

4. 适用火焰 火焰的选择对焊接质量的好坏，有很大关系。根据铝板厚度、焊条直径、焊具容量、焊接速度等，我们使用的火焰如表 2 所示。

表 2

铝板厚度 (公厘)	焊条直径 (公厘)	焊 具 容 量 (乙炔 公升/小时)	焊接速度 (公尺/小时)	火 焰
4~6	3~4	600~850	9~15	中性焰或微量 多快焰均可
6~10	4~6	800~1500	6~11	中性焰或微量 多快焰均可
10~15	4~8	1300~1600	5~10	中性焰或微量 多快焰均可


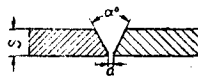
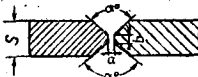
五 铝焊药的使用方法

这种焊药的使用方法非常简单。将焊药放在容器里，用水调成糊状，然后用毛刷均匀地涂在焊条上，等焊药稍干后即可进行焊接。但须注意：焊药开瓶用毕后，一定要把瓶盖盖紧，一次最好配成半天使用量，如放置时间过久，焊药容易氧化失效。另外，往焊条上涂药的毛刷要保持清洁。又因焊药有极强的腐蚀作用，焊好的工件必须用净水冲洗，否则，日久后焊缝金属就要被腐蚀。

六 铝电弧焊接方法

在施焊前工件的清洁、预热及定点焊接等都与气焊相同。工件尺寸与坡口型式的关系如表 3 所示。

表 3

坡口型式	尺寸 (公厘)			
	S	a	b	α°
	2-4	0-0.5	—	—
	≥ 4	0.5-1	—	$65^\circ \pm 5^\circ$
	≥ 12	0-0.5	1.5-3	$65^\circ \pm 5^\circ$

在焊接过程中, 电弧必须面对熔池, 电极与工件之间的距离应保持 3—4 公厘, 焊条与工件之间的角度应保持 80° — 90° (图 5)。运条方法是作前后运动或作直线运动。当焊缝有时

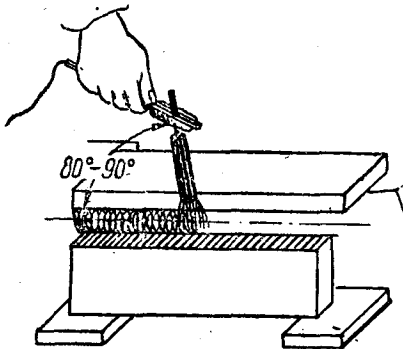


图 5. 电焊焊条与工件之间的角度。

被烧穿时, 应继续焊下去, 等焊完一条焊缝后再来补洞(修补时需将穿孔处加工)。如果因电弧熄灭或因故将焊接工作暂时中断, 而重新恢复焊接时, 引燃电弧必须在焊口熔池前面 8—10 公厘处开始, 随后应迅速重新回到熔池,

将焊缝稍微复盖。当工件长度在 400 公厘以下时，可以进行直通焊接(图 6)。当长度大于 400 公厘时，可由中心向两端进行(图 7)。

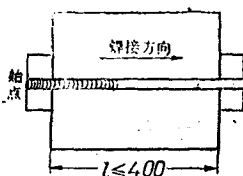


图 6. 直通焊接。

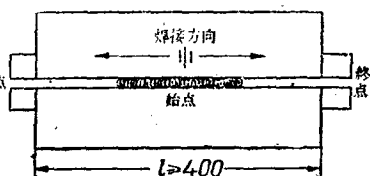


图 7. 由中心向两端焊接。

七 焊接规范

焊接规范如表 4 所示。

表 4

板 厚 (公厘)	焊条直径 (公厘)	焊接电流 (安培)	电 弧 电 压
2—3	2	60—80	20—25
3—4	3	100—140	20—25
4—5	4	130—150	20—25
5—6	4—5	130—160	20—25

八 焊条涂料配方

焊条涂料配方如表 5 所示。

表 5

塗料 編号	氯化鈉	氯化鉀	氯化鋰	冰晶石	氟化鈉	氟化鉀	
1	7	63	30	—	—	—	100%
2	35	50	10	—	2	3	100%
3	15	50	—	35	—	—	100%
4	60	20	—	20	—	—	100%

九 焊条制造工艺

將各种塗料按比例配合以后，第一次粘制时，不要加任何粘結剂，可按 100 克干塗料加 30—50 克水，攪拌成糊状，即可用鉛芯蘸制。如果藥皮的厚度沒有达到所需的要求，可进行第二次蘸制。第二次蘸制时塗藥內可以加入水玻璃，藥皮厚度約为 1.5—3 公厘左右。焊条藥皮蘸好以后，要在室溫中 (20°C) 凉干 2—3 小时。然后再放入烘箱內加溫 150—180°C，保留 30—50 分钟時間。

十 鋁試件加工詳图及說明

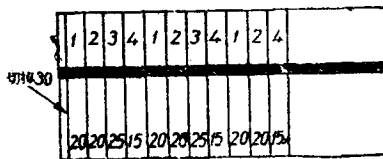
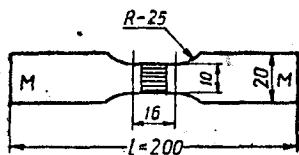
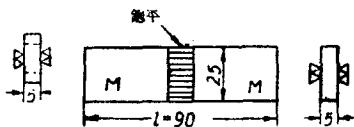


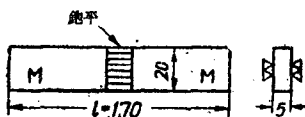
图 8. 試件切取。



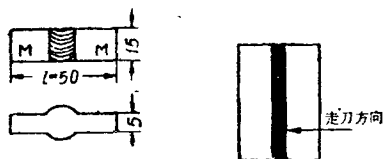
1号每块板上切三个



3号每块板上切二个



2号每块板上切三个



4号每块板上切三个

加工說明:

1. 本試件是焊工測驗試片，加工尺寸必須精密准确，否則，会影响試驗結果。尤其是1号試件应严格按圖紙加工要求。

2. 試件在加工以前，应在压力机上矯正平直。

3. 加工时，鉋刀与銼刀走刀方向应与焊缝垂直，这样可避免在在焊缝处凹进或凸出。

4. 按鋁板上油漆字样，在每一块切下的試件上打上鋼印（图上“M”表示打鋼印处）。

5. 圖紙加工尺寸均以公厘計算。