

蘇聯鋁合金

劉多樸編譯

科學技術出版社

出版者的話

本書大部材料是從蘇聯‘機械製造百科全書’第四卷中節譯出來的。內容包括蘇聯鋁合金的牌號、成分、熱處理方法、半製品的種類及其他機械性質、主要用途等，可供工廠技術人員與器材管理人員參考。

1951年9月

序 言

一、鋁合金質輕而強度大，所以在航空工業上佔有極重要的地位。以往我們知道的，大多是美國及日本的資料，對蘇聯鋁合金，多不很熟悉。針對這種情況，編者特根據俄文本‘機械製造百科全書’（Машиностроение. Энциклопедический Справочник）第四卷，把有關蘇聯鋁合金的資料，節譯下來。有些地方並參考其他書籍，編譯整理，而成此書。

二、本書主要內容包括：蘇聯鋁合金的牌號、成分、熱處理、半製品的種類及其機械性質、主要用途以及其他技術數據，以供各工廠、學校的工作同志參考使用，並藉此對蘇聯鋁合金有一較深入的認識。此外並附有蘇、美、英、德等國鋁合金牌號對照表，以便對美、英、德鋁合金熟悉的同志，對照參考。

三、因本書譯者俄文程度很淺，幾乎全靠字典，有些地方雖經管琮同志幫助解釋，相信其中一定存在很多缺點。希望使用本書的同志，將使用本書時發現的內容缺點、文字缺點、編譯缺點，隨時提供科學技術出版社轉交編者，以便更正或增訂。

劉多樸 1951年3月20日

目 次

序言

一 概說	1
二 熟鋁合金	3
1 工業用熟鋁	4
2 鋁錳合金	6
3 鋁鎂合金	8
4 鋁鎂矽合金	11
5 鋁銅鎂矽四元合金	13
6 硬鋁(杜拉鋁)	15
7 鋁鎂鋅銅合金——B95 超強度鋁合金	29
8 耐熱鋁合金(宜在高溫下工作的熟鋁合金)	32
9 宜於鍛造機匣的熟鋁合金 AlK5	37
三 鑄鋁合金	38
1 鋁矽(Al-Si)系鑄鋁合金	38
2 鋁銅(Al-Cu)系鑄鋁合金	50
3 鋁鎂(Al-Mg)系鑄鋁合金	57
4 鋁鋅(Al-Zn)系鑄鋁合金	59

附表

1 熟鋁合金的標準化學成分	62
2 熟鋁合金半製品的種類	63
3 熟鋁合金半製品的最低(安全)機械性質	64

4 熟鋁合金的基本物理性質	66
5 各國熟鋁合金牌號對照表	67
6 鑄鋁合金的分類及其化學成分	68
7 鑄鋁合金的機械性質與物理性質	69
8 鑄鋁合金的技術性質	71
9 各國鑄鋁合金牌號對照表	73
譯名對照表	74

一 概 說

鋁為柔軟而有受範性的金屬，錫白色，易於滾壓（Rolling）、鍛製（Forging）、模壓（Stamping）及抽製（Drawing），且不論在冷時或熱時，均易受壓模或鍛造，可以引起冷作硬化（Harden by cold working）的冷壓，能增高鋁的抗張強度（Tensile strength）和硬度，但其受範性（Plasticity）則降低。

鋁在空氣中可以很快的氧化，並在表面形成一層氧化鋁的薄膜，這一層薄膜可以保護鋁在空氣及潮氣中不受腐蝕。

航空工業上所用的鋁，多為鋁的半製品，如鋁片、鋁板、鋁桿、鋁管、扁條（Strip）、鋁絲（Wire）以及各種型材，這些半製品，有經過爛火（M-Annealing）後出廠的，也有經過冷作硬化（H 或 II）後出廠的。

鋁的比重很低，如與其他金屬配合，強度可以很高，所以在航空工業上的地位非常重要。純鋁因機械性質較低，因此在工業上應用時，均需摻配其他金屬，以提高其機械性質。摻入金屬的成分，大部為銅（Cu）、鎂（Mg）、鋅（Zn）、錳（Mn）、矽（Si）等。

鋁合金在淬火（Quenching）後，起始質軟，後漸變硬，經過一定

的時間，始達最高硬度與強度。這種逐漸提高機械性質的特性，即稱為時效 (Aging)。

鋁合金可以分為兩個基本種類：(1)適於壓製的鋁合金；(2)適於鑄造的鋁合金。第一類用於飛機製造以及發動機大部零件的製造，第二類僅用於部分發動機零件的製造。同時由於鍛件的強度皆較鑄件為高，以及鍛件在鍛造過程中金屬結晶組織的改進，而獲得高度的機械性質，致使發動機鑄製機件有逐漸為鍛製機件所代替的趨向。

二 熟鋁合金

熟鋁合金 (Wrought aluminum alloy) 的機械性質一般皆較鑄相合金 (Cast aluminum alloy) 優良, 抗張強度及受範性都很高, 因此可壓製或鍛造成各種型材、桿材 (Bar)、管材 (Tube) 以及一些機件的毛坯等。

熟鋁合金的基本化學成分和半製品的種類以及半製品的機械性質, 可參閱附表 1、2、3。

表示半製品經過何種處理 (即材料狀態) 的字母, 通常即註於牌號的最後面, 其區分如下:

M——充分爛火, 材料處於極柔軟的狀態。與美國 Alcoa 規定的 O 字含意相同。

H——充分冷作硬化 (通常藉滾壓法)。美國 Alcoa 的規定也是 H 字。

II——半冷作硬化。美國 Alcoa 的規定為 $\frac{1}{2}$ H。

T——淬火後復經時效處理, 材料處於充分熱處理狀態。美國 Alcoa 的規定也是 T 字。有些合金在室溫下即可達到 T 的狀態, 但也有些合金則需保持於較高的溫度下, 經過一

段時間後，才能達到T的狀態。這種方法即稱為人工時效 (Artificial aging)處理。

TH ——充分熱處理(即淬火後復經時效處理)後，再冷作硬化，以便更進一步的提高材料的強度。美國 Alcoa 的規定為 RT。

大部分的熟鋁合金內，均含有相當數量的銅、鎂或鋅。由於這些成分摻入鋁合金內，遂使鋁合金經熱處理後強度能大為提高。這些鋁合金，我們稱之為“接受熱處理的”鋁合金，如 AB, AK6, Д18, Д3П, Д1, Д6, Д16, AK8, AK4, AK2, B95, AK5 等。另外還有一小部分熟鋁合金，由於它們中間缺乏或根本就沒有這些合金成分摻入，所以經熱處理——淬火後，仍不能提高其硬度和強度。這些合金只能處於燜火狀態 (O)。同時它們必須的強度，是在燜火後經冷作硬化 (H) 而得到的。這些合金，我們稱之為“不接受熱處理的”鋁合金，如 A, AMu, AMr, AMr 5 等。由於這些合金的受範性很高 (尤其在燜火狀態)，所以通常多用來模壓一些承力不大的機件。

熟鋁合金的基本物理性質可參看附表 4。

各國熟鋁合金牌號對照可參看附表 5。

1 工業用熟鋁

這種金屬的受範性很高，熔接性好，不接受熱處理，它所必需的強度和硬度，是藉冷作硬化而得到的。

A 標準化學成分及機械性質：

1) 標準化學成分：鋁 $\geq 99.0\%$

2) 標準機械性質：

材料狀態		抗張強度	屈服點	延伸率	斷面收縮率	疲勞限度	彈性係數	剪切係數	布勒林硬度 H _B	包愛森係數
		公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	%	%	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	
燭火	AM	9	5	50	80	4	7200	2700	25	0.33
冷作硬化	AH	14	10	12	60	5	7200	2700	32	0.33

B 技術數據:

燭火溫度: 350~410°C。

機器切削性 (Mechinability) 不佳。

B 在高温下的機械性質:

機械性質		溫度 °C											
		25	150	200	260	315	370	25	150	200	260	315	370
		燭火						冷作					
抗張強度	公斤/公厘 ²	9	5.5	4	2.5	2	1	12	9	6.5	2.5	2	1
屈服點	公斤/公厘 ²	3.5	2.5	2	1.5	1	0.5	10	7	4.5	1.5	1	0.5
延伸率	%, 2吋	45	65	70	85	90	95	30	22	25	85	90	95

Г 技術條件: 蘇聯 МАП 規定。

1) 化學成分: %, 不超過 (下剩即為純鋁)

牌號	鐵	矽	銅	錳	鎂十矽	其他雜質的和
A	0.4	0.6	0.05	0.1	1.0	0.1

2) 半製品的機械性質:

半製品的種類		材料狀態	抗張強度 公斤/公厘 ²	延伸率 %	
鋁片 (B528-CMTY)	厚度：公厘	0.5~10.0	冷作硬化	11	6
		0.3~0.8	燻火	≤11	20
		1.0~10.0	燻火	≤11	25
棒材(B107-AMTY)	各種尺寸	冷作硬化	11	6	
棒材(B109-AMTY)	各種尺寸	燻火	≤11	25	
管材(B109-AMTY)	壁厚 ≤2.0 公厘 的各種尺寸	冷作硬化	12	6	
同上	壁厚 2.5 ~ 5.0 公厘	冷作硬化	10	6	
同上	各種尺寸	燻火	≤11	20	

2 鋁錳合金 AMu

鋁錳合金在航空工業上應用很廣，它的特點是不接受熱處理。這種合金必須的強度是在燻火後以冷作硬化法得到的。

鋁錳合金具有高度的抗蝕性(Corrosion resistibility)，其受蝕性在燻火狀態時(AMuM)很高，在半冷作硬化狀態時(AMuII)次之，這種合金的熔接性(Weldability)很好，宜於製造熔接的汽油箱與滑油箱，以及修理油箱用的鉚釘；這種鉚釘不須淬火即可使用。在航空工業上，製造熔接的油箱多選用此種合金。機器切削性不佳。

A 標準化學成分與機械性質：

1) 標準化學成分：含錳 1.3%

2) 標準機械性質：

合金狀態		抗張強度	屈服點	延伸率	斷面收縮率	疲勞限度	彈性係數	剪切係數	布勒林硬度 H _B	包愛森係數
		公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	%	%	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	
半冷作硬化	AMnII	16	13	10	55	6.5	7200	2700	40	0.33
燜火	AMnM	13	5	20	70	5.5	7200	2700	50	0.33

B 技術數據:

鍛製及模壓溫度: 420~455°C。

燜火溫度: 350~410°C, 在空氣或水中冷卻。

B 在高溫下的機械性質:

溫度 °C	抗張強度 公斤/公厘 ²		屈服點 公斤/公厘 ²		延伸率 %, 2時	
	燜火	半冷作硬化	燜火	半冷作硬化	燜火	半冷作硬化
	25	11.5	15	4	13	40
150	8	12.5	5.5	10.5	47	17
200	5.5	10	5	6.5	50	23
260	4	7.5	2.5	3.5	60	25
315	3	4	2	2	60	40
370	2	3	1.5	1.5	60	60

Г 技術條件: 蘇聯 МАИ 規定。

1) 化學成分: %, (下剩即為純鋁)

牌號	鋁	銅	鎂	錳	矽	鉍	其他雜質
		不 超 過					
AMn	1.0~1.6	0.2	0.05	0.7	0.6	0.1	0.1

2) 半製品的機械性質:

半製品的種類	尺寸範圍 (公厘)	材料狀態	抗張強度 公斤/公厘 ²	延伸率 %
片材 B329CMTY	厚 0.3~5	燻火	11~14.5	20
	3.1~6	燻火	11~14.5	18
	度 0.5~5	半冷作硬化	14.5~21	18
棒材 B236CMTY	各種尺寸	熱壓以後	1	18
管材 207AMTY	各種尺寸	燻火	≤11	20
	同上	冷作硬化	11~10*	4~5**
鉚釘絲 549CMTY		冷作硬化至 25~35%	$\tau_{cp} \geq 7\dagger$	—
擠壓型材 B234CMTY		燻火	10	16

* 前一個數值——壁厚 ≤ 2 公厘的管。

** 後一個數值——壁厚 2.5~5 公厘的管。

† 結構用鉚釘其設計抗剪強度 (Shearing strength) 為 7 公斤/公厘²。

3 鋁鎂合金

鋁與鎂的合金其特點是比重小，且有較好的抗蝕性。此種合金不經過熱處理，即具有優良的機械性質；可以作為壓製的原料，也可作為鑄造的原料。蘇聯的鋁鎂合金有兩種牌號，即為：AMr，含 2.0~2.8% 鎂；AMr5，含 4.7~5.7% 鎂。

1 AMr 合金 含鎂 2.0~2.8%，用作抽製汽油系與滑油系油管的材料。其受範性在燻火狀態下 (AMrM) 很高，在半冷作硬化狀態下 (AMrII) 中等；熔接性很好。不接受熱處理，因之熱處理並不能增高其硬度與強度。其機器切削性：AMrM——不合格；AMrII——

合格 此種合金抗蝕性很高，並且接受打光的能力也很強。

A 標準化學成分與機械性質：

1) 標準化學成分：%

鎂——2.4；錳或鉻——0.3。

2) 標準機械性質：

合金狀態		抗張強度	屈服點	延伸率	疲勞限度	彈性係數	剪切係數	布勒林硬度 H _B	包覽係數
		公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	%	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	
半冷作硬化	AMrII	25	21	6	15.5	7200	2700	60	0.53
燻火	AMrM	20	10	25	12.5	7200	2700	45	0.55

E 技術數據：

鍛裂及模壓溫度：420~475°C。

燻火溫度：350~410°C，在空氣或水中冷卻。

B 高溫下的機械性質：

溫度 °C	抗張強度 公斤/公厘 ²		屈服點 公斤/公厘 ²		延伸率，%，2吋	
	燻火	半冷作硬化	燻火	半冷作硬化	燻火	半冷作硬化
25	20.5	27.5	10	24	50	10
150	16	22.5	9.5	19	55	16
200	12.5	17.6	8	8	65	55
260	8.5	8.5	5.5	5.5	100	80
515	5.5	5.5	5	5	105	80
570	3.5	3.5	2	2	120	120

Г 技術條件：蘇聯 МАИ 規定。

1) 半製品的機械性質：

半製品的種類	尺寸範圍 (公厘)	材料狀態	抗張強度 公斤/公厘 ²	延伸率 %
片材, B291CMTV	厚度: 0.5~5	半冷作硬化	24	4
片材, B291CMTV	厚度: 0.5~5	燻火	≤25	16
桿材, B182AMTV	各種尺寸	燻火	≤35	10
管材, B182AMTV	各種尺寸	冷作硬化	23	
管材, B289CMTV	各種尺寸	半冷作硬化	21	
管材, B289CMTV	各種尺寸	燻火	≤22	
鉚釘絲, 549CMTV		冷作硬化至25~55%	σ _{cp} ≥ 19	—

2) 化學成分: % (下剩即為純鋁)

合金牌號	鎂	錳或錳	銅	鐵	矽	鐵+矽	其他雜質
			不 超 過				
AMr	2.0~2.8	0.15~0.40	0.1	0.4	0.4	0.0	0.1

2 AMr5 鋁鎂合金 此種合金含鎂 5.0%，在燻火狀態下 (A Mr5M) 受範性很高；熱處理不能提高其硬度和強度，為不接受熱處理的合金。機器切削性欠佳；抗蝕性很強，故常用作鉚釘材料。

A 標準化學成分與機械性質：

1) 標準化學成分: %

鎂——5.0%；錳——0.35%。

2) 標準機械性質：

合金狀態		抗張強度	屈服點	延伸率	彈性係數	剪切係數	布林奈硬度 H _B	包愛森係數
		公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	%	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	
燭火	AMr5M	27	15	25	7200	2700	70	0.35

B 技術數據:

燭火溫度: 340~370°C, 在空氣中冷卻。

B 技術條件: 蘇聯 МАП 規定。

1) 化學成分: % (下剩即為純鋁)

牌號	鎂	錳	銅	錳	鐵	矽	鐵+矽	其他雜質
			不 超 過					
AMr5	4.7~5.7	0.3~0.6	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6	0.1

2) 半製品的機械性質:

半製品的種類	TV	材料狀態	抗剪強度 公斤/公厘 ²	延伸率%
鉚釘絲	349CMYV	冷作硬化	≥16*	—

* 鉚釘的設計抗剪強度為 17 公斤/公厘²。

4 鋁鎂矽合金

在航空工業上廣泛應用的鋁鎂矽合金的牌號為“AB”。此種合金的受蝕性在燭火狀態下(ABM)很高,在高熱狀態時也很高,在淬火及自然時效(Natural aging)處理之後(ABT)則較次;熔接性好,其機器切削性:ABM——不合格;ABT(淬火及自然時效)及ABTI

(淬火及人工時效)——合格,抗蝕性很強,普通用作鍛製及模壓的原料,以及抽製發動機上的各種管子。

A 標準化學成分及機械性質:

1) 標準化學成分: %

鎂——0.7; 矽——0.9; 錳——0.25。

2) 標準機械性質:

材 料 狀 態	抗 張 強 度	屈 服 點	延 伸 率	斷 面 收 縮 率	疲 勞 限 度	彈 性 係 數	剪 切 係 數	布 勒 林 硬 度 H _B	包 曼 森 係 數
	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	%	%	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	公斤/公厘 ²	
淬火及人工時效	35	28	12	20	7.5	7200	2700	95	0.33
淬火	22	12	22	50	7.5	7200	2700	65	0.33
燻火	15	—	24	65	4.5	7200	2700	50	0.33

B 技術數據:

淬火溫度: 515~525°C, 在水中冷卻。

淬火後自然時效(ABT)或人工時效(ABTI)溫度: 150~160°C;

保持時間: 6 小時。

燻火溫度: 340~370°C, 在空氣中冷卻。

鍛製及模壓溫度: 470~475°C。

B 在高溫下的機械性質:

機 械 性 質	溫 度 °C	溫 度 °C					
		25	150	200	260	315	370
抗 張 強 度 公斤/公厘 ²		35.0	15.5	5.5	4.0	3.0	2.5
屈 服 點 公斤/公厘 ²		28.0	10.5	4.0	3.0	2.5	3.0
延 伸 率 %、2吋		20	28	58	59	60	65