

合金属合金丛书

湯启夏 編

中间合金的生产

冶金工业出版社

有色金屬合金叢書

中間合金的生產

湯 啟 良 編

冶金工業出版社

本書詳細地敘述了有色金屬合金生產中使用的中間合金的基本性質和化學成分，介紹了常用中間合金的熔製方法，使用中間合金時的爐料計算等。

正確地選擇不同成分的中間合金，對成品合金的質量有直接影響。

書中列舉了二元合金狀態圖和常用金屬的牌號、化學成分及物理性質，以便在選擇適當成分的中間合金與原料時參考。

本書可供有色金屬合金加工廠、機器製造廠，以及其它的合金生產部門的工程技術人員、工藝師以及工人同志參考。

有色金屬合金叢書

中間合金的生產

湯啟良 編

冶金工業出版社出版（北京市燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

冶金工業出版社印刷廠印 新華書店發行

—— * ——

1959年11月第一版

1959年11月北京第一次印刷

印 數 2,720 冊

開本 787×1092 • 1/40 • 55,000字 • 印張 $2\frac{20}{40}$ •

—— * ——

統一書號 15062 • 1912 定價 0.30 元

序 言

有色金屬及其合金在現代各工业部門，如机器制造工业，航空工业，无綫电和 电器 制造 工业，化学工业，以及汽車拖拉机制造 工业 等 方面的用途是相当广泛的。

中間合金是有色金屬合金生产中不可缺少的爐料成分之一。它广泛地应用于鋁合金、鎂合金、特殊青銅和黄銅、巴比合金的生产，以及稀有金屬的电弧熔炼。

正确地选择中間合金的成分、熔化溫度以及熔制方法，对提高成品合金的質量有直接影响。

但是，关于中間合金的性質及其制备方法的系統資料还很少，只个别地散見于各种書刊中。为了适应我国有色金屬合金生产日益发展的要求，編者根据生产中的一些实际經驗及有关資料，对中間合金的基本性質、化学成分、熔制方法、使用中間合金时的爐料計算方法等，作了比較有系統的敘述，希望能对从事有色金屬合金生产部門的工作人員有所帮助。

为了便于讀者在工作中更好地結合实际选择有适当成分及熔化溫度的中間合金起見，書中插入了常用的二元合金状态图。

書后列举了若干常用金屬的牌号、化学成分及其物理性質，以供配料时，根据成品合金杂质含量的要求，选择适当牌号的金屬之用。

在編写过程中，曾分別向王庭印、付永珍、

姜永海等老工人征求意见，全書并經关廉昭工程师詳細审閱，謹致謝意。

由于編者的水平有限，以及時間倉促，缺点和錯誤在所不免，希讀者多予批評和指正。

編者 1959. 7. 1.

目 录

序 言

第一章 中間合金的应用	1
一、概述	1
二、使用中間合金的基本目的	1
三、对中間合金的基本要求	3
四、中間合金的化学成分和物理性質	5
第二章 中間合金的熔制工艺	10
一、熔制中間合金的各种方法簡述	10
二、各种中間合金的熔制	11
1. 鋁—銅中間合金	11
2. 鋁—鎳中間合金	14
3. 鋁—硅中間合金	17
4. 鋁—錳中間合金	19
5. 鋁—鉄中間合金	21
6. 鋁—鎂中間合金	24
7. 鋁—鉍中間合金	25
8. 鋁—鈦中間合金	27
9. 鋁—鉻中間合金	30
10. 鋁—鈮中間合金	32
11. 銅—硅中間合金	33
12. 銅—錳中間合金	35
13. 銅—鉍中間合金	37
14. 銅—鉄中間合金	51
15. 銅—鎳中間合金	53
16. 銅—鎂中間合金	55
17. 銅—錒中間合金	58
18. 銅—磷中間合金	59

19. 銅—鎂中間合金	63
20. 銅—鉻中間合金	64
21. 鎂—鐵中間合金	67
三、中間合金質量的檢查	68
第三章 使用中間合金時的爐料計算	69
一、原生金屬和中間合金組成的爐料	70
二、廢料、原生金屬和中間合金組成的爐料	76
附錄 熔制中間合金用的原料	78
一、常用金屬的牌號與化學成分	78
鋁	78
鐵	78
銅	79
鎳	80
錫	81
鎂	82
鋅	83
鈦	84
鎳	85
錫	86
鎢	87
鈦	88
鉛	89
鉻	90
鋅	91
二、常用金屬的物理性質	92
參考文獻	94

第一章 中間合金的应用

一、概 述

由两种或三种組元，其中有一种或两种为难熔組元，所組成的合金，叫做中間合金。它是过渡合金，用于将难熔組元加入需要制备的成品合金中。

在生产銅基合金、鋁基合金、鎂基合金、鋅基合金和巴比合金等合金时，均須使用中間合金。

二、使用中間合金的基本目的

在有色金屬合金的生产实践中，必須使用中間合金的原因有三：

1. 为获得化学成份尽可能精确的成品合金

有些合金，各組份含量的公差范围很狹窄。例如：鉍青銅 БрБ2，其中鉍含量的范围規定为 1.9—2.2%。当鉍含量大于 2.2% 时，就白白地多耗費了最貴重的金屬；相反地，当鉍含量低于下限时，則用普通方法加工过的合金的性質，就会比标准低些。

如将量少的組元直接加入合金，特别是当这一組元的性質容易氧化或揮发时，則将引起金屬的显著損耗。在这种情况下，就必须使用中間合金。而且中間合金中加入組元的含量，要比所需制备的成品合金中的多些，这样才能保证获得規

定組元含量相当精确的成品合金。由于易燃組元的損耗和制备中間合金时的不精确性，所制中間合金的成分要經化学分析来确定。

2. 为便于加入具有高熔点的难熔組元

在母体金屬的熔化溫度下，使其与熔点高的組元熔合是相当困难的。当使用难熔的組元时，为了避免熔炼时合金过热起見，故要将难熔組元制成熔点較低的中間合金。

假定說，在熔炼鋁合金时，須加入鎳。为了使熔化溫度为 1455°C 的純鎳溶解于熔化溫度为 660°C 的鋁中，很明显，要使鎳在鋁中有效地溶解，势必要使鋁大大地过热。这样就会显著地增加了鋁的燒損。所以一般要制备含鎳20—28%的鋁-鎳中間合金。这种中間合金在 $800-854^{\circ}\text{C}$ 时就能完全熔化。

3. 为避免合金組元相互溶解时的

合金过热现象

制备合金时，一种組元溶解于另一組元中，有时会有溫度升高的現象。在这种情况下，为了避免合金过热，第二种組元就应以中間合金的状态加入。例如：在熔制硅青銅、鋁青銅、鎳硅合金和鎳鋁合金时，就有这种情况。所以在熔制硅青銅和鋁青銅时，通常使用含20—25%硅的銅-硅中間合金和含15—20%或50%銅的鋁-銅中間合金。

三、对中间合金的基本要求

根据上述情况，对中间合金有下列要求：

1. 中间合金的化学成分要均匀

从某一鑄錠的不同部分或从同一次熔炼的各个鑄錠上取下的合金試样，每种元素的百分含量应当一样。

化学成分均匀，对成品合金配料的精确性是必要的。

中间合金的成分应稳定，不随時間而有所改变。在貯存时，不与周围介質起作用，不受空气的影响。

2. 中间合金应含有最高含量的难熔元素

难熔金属含量不同的中间合金是可以制得的，但一般宁愿讓中间合金中含有最大数量的难熔金属，这样就能使加入合金中的中间合金总量减少。因为难熔成分多的中间合金，加入合金中的量要比难熔成分少的加入量少些。减少中间合金的数量，对成品合金的质量有良好影响，因为随着中间合金一起总要带入相当数量的氧化物和其他杂质。所以中间合金加入量愈少，进入合金中的有害杂质也愈少。同样，难熔组元愈多，中间合金消耗得愈少。

3. 中间合金应具有相当低的熔化温度

中间合金的熔点最好等于或近于拟加入液中

— 4 —
間合金的成品合金母体元素的熔点。

中間合金的熔点低，就容易将难熔組份加入成品合金中。在这种情况下，合金熔体不致过热，且能改善其質量，减少烧損，加速熔炼过程。

在同一中間合金中，要将第2和第3項条件结合起来，既要含有最高的难熔組元，又要有最低的熔点，在大多数情况下是很难做到的。因为熔化溫度最低的中間合金，往往是与难熔組元的含量不大相适应的。

因此必須选择适当的中間合金的成分，使在保証将中間合金加入成品合金的溫度下，又含有最高的难熔組元。

当熔化两种金屬时，若实难获得熔点相当低的中間合金，可使用三元中間合金。

4. 中間合金应有足够的脆性

中間合金应很容易被破碎成任意大小的小块。这是为配料时获得必要的称量所必需的。坚固而有韌性的中間合金，須用剪刀切割或用錘来破碎，以便精确地配料。在选择中間合金的成分时，也应考虑到它是否具有脆性。

上述對中間合金的四点要求，是选择中間合金类型和成分时的基本要求。在熔鑄复杂合金时，并不是随时都能选择到成分符合上述要求的二元中間合金。如果所要制备的合金含有数种組元，則二元中間合金就不一定能滿足要求了。在生产实践中，可以制备三元甚至四元的中間合

金。其成分的选择应保证使成品合金的组元含量在規定范围之内。

三元中間合金与二元合金相比，具有許多优点：

- 1) 在合金中可以一次加入两种难熔元素；
- 2) 其熔化溫度比二元中間合金低得多。如鋁-錳二元中間合金，錳含量为 10%，其熔点为 800°C ；如在其中加入鎂到 20%，就可以显著地降低其熔化溫度。含 70% 鋁、20% 鎂和 10% 錳的三元中間合金的熔点不超过 600°C ；
- 3) 比二元中間合金脆得多；
- 4) 可以含有大量的难熔組元。

四、中間合金的化学成分和

物理性質

应用最广泛的二元和三元中間合金的化学成分和物理性質，分別列于表 1 及表 2。

表 1

二元中國合金化學成分和物理性質

中國合金 名 稱	牌 号	化 學 成 分 , %											熔 点 °C	物理性質	
		鋁	銅	鎳	硅	錳	鐵	鎂	鈹	鈦	鋁	錫			
鋁—銅	AM33	67	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	548	脆 弱 的
	AM50	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	580	
	AM60	40	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	648	
鋁—銀	AH10	90	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	710	韌 性 的
	AH20	80	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	780	
	AK15	85	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	640	
鋁—硅	AK25	75	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—	770	韌 性 的
	AK50	50	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	1050	
	AMI10	90	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	780	
鋁—鎂	AMI20	80	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	870	韌 性 的
	AK10	90	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	880	
鋁—鉄	AK20	80	—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	1020	不 太 脆 的

(續表1)

中國合金 名稱	牌 号	化 学 成 分 , %										熔 点 °C	物理性質
		鋁	銅	銀	硅	錳	鐵	鎳	鉍	鉍	鉍		
鋁—鎳	AMr10	90	—	—	—	—	10	—	—	—	—	620	不太脆的
鋁—鎳	AB	97	—	—	—	3	—	—	—	—	—	800	—
鋁—鎳	AT	97	—	—	—	3	—	—	—	—	—	900	韌性的
鋁—鎳	AT	95	—	—	—	5	—	—	—	—	—	1000	—
鋁—鎳	AKB	92	—	—	—	—	—	8	—	—	—	890	—
鋁—鎳	AX	40	—	—	—	—	—	—	60	—	—	1450	—
鋁—鎳	AX	40	—	—	—	—	—	—	—	60	—	—	—
鋁—鎳	MX16	—	84	—	16	—	—	—	—	—	—	802	脆性的
鋁—鎳	MX25	—	75	—	25	—	—	—	—	—	—	1000	—
鋁—鎳	MMn	—	73	—	—	—	—	—	—	—	—	860	—
鋁—鎳	MB	—	96—95.5	—	—	4—	—	—	—	—	—	—	韌性的
鋁—鎳	MB	—	93—85	—	—	4.5—	—	—	—	—	—	—	韌性的
鋁—鎳	MB	—	90—95	—	—	7—15	—	—	—	—	—	—	韌性的
鋁—鐵	MX	—	—	—	—	—	5—10	—	—	—	—	900—1050	—
鋁—鐵	MX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1160—1300	韌性的

續表 1

中間合金 名 稱	牌 号	化 学 成 分 , %											熔 点 °C	物理性質
		鋁	銅	鎳	硅	鐵	錳	鉍	鈦	鉻	錫	鎢		
銅—鋁	МКХ28 МКХ50 МО50 МН	— — — —	72 50 50 67—	— — 15 —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	— — 50 —	— — — —	870 655 680 1050—1250	脆 性 的 — — 韌 性 的
銅—鎳	МОγ	—	85	—33	—	—	—	—	—	—	—	—	680	脆 性 的
銅—磷	МФ1 МФ2	— —	90—91.5 —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	780—840 780—800	脆 性 的 脆 性 的
銅—鐵	ММr	—	91.5—93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	720	—
銅—鎳—鐵	МХ	—	90 95—97	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1150—1180 750—800	韌 性 的 韌 性 的
銅—鎳—鐵	МrMn	—	—	—	8—10	—	—	92—90	—	—	—	—	—	—

表 2

三元中間合金化學成分和物理性質

中間合金名稱	牌 号	化 學 成 分, %										熔 点 °C	物 理 性 質
		鋁	銅	鎳	硅	錳	鉄	鎳	鉍	鈦	鉍		
鋁-硅-錳	AKMn	83	—	—	10	7	—	—	—	—	—	—	—
鋁-銅-錳	AMMn	50	40	—	—	10	—	—	—	—	—	650	—
鋁-銅-鎳	AMH	40	40	20	—	—	—	—	—	—	—	700	脆弱的
鋁-銅-鉄	AMK	70	20	—	—	10	—	—	—	—	—	830	—
鋁-銅-鈦	AMT	82	15	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—
鋁-鉄-錳	AMr,Mn	70	—	—	—	10	—	20	—	—	—	580	脆弱的
鋁-鉄-鎳	ABM _r -3	72	—	—	—	—	—	25	3	—	—	800	脆弱的
鋁-鉄-鈦	ABM _r -5	55	—	—	—	—	—	40	5	—	—	600	脆弱的
鋁-鉄-鈦	AM _r T	79	—	—	—	—	—	18	—	3	—	670	脆弱的
鋁-硅-鈦	AKK6	81	—	—	12	—	—	—	—	—	7	720	脆弱的
鋁-鎳-錳	OKCy	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	脆弱的
錳-鎳-錳											60	30	

第二章 中間合金的熔制工艺

一、熔制中間合金的各种

方法簡述

中間合金的熔制，根据生产規模的大小，可使用不同的設備，如火焰爐、各种結構的電爐和坩堝爐等；由于使用的原料不同，也須采用各种不同的熔制方法。熔制中間合金的方法很多，大致可归納为下列三种。

1. 两种或多种金屬直接熔合法。其中包括：

(1) 将难熔元素溶解于易熔金屬中。这时，須首先将易熔金屬熔化并过热至一定的温度，而后将难熔元素分批地加入其中；

(2) 先熔化难熔金屬，而后将易熔金屬或其它元素加入其中；

(3) 事先将两种金屬在两台不同的爐內熔化成熔融状态，然后将其混合。

2. 由金屬化合物还原金屬法。如鋁热法，即用鋁从金屬氧化物还原金屬，并使之进入熔融金屬中。用这种方法可以制得含有难熔金屬（如鉬、钒、鎢、鈦、鉻等）的鋁合金。

3. 盐电解法。

在一般的情况下，第一法使用得比較多；在熔制含有难熔組元的鋁中間合金时，最宜使用第二法，即鋁热法。因其操作简单，制造成本低