

基本第藏

雖內閱讀

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本

鐵合金

下 冊

В. П. ЕЛЮТИН 等 著

北京鋼鐵工業學院煉鋼教研組譯



龍門聯合書局

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本



鐵 合 金

LB.
尤
3

下 冊

B. II. 依留金 IO. A. 巴甫洛夫 B. E. 列文著

謝家蘭 陳良緒 盧盛意 儲鍾炳譯

龍 門 聯 合 書 局

本書係根據蘇聯國營冶金出版社(МЕТАЛЛУРГИЗДАТ)出版的依留金(В. П. ЕЛЮТИН),巴甫洛夫(Ю. А. ПАВЛОВ)和列文(Б. Е. ЛЕВИН)合著“鐵合金”(ПРОИЗВОДСТВО ФЕРРОСПЛАВОВ)(電冶金,第二部分)的1951年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為高等學校“黑色金屬冶金”專業用教科書。

全書計十八章,分上下兩冊出版。

參加本書下冊翻譯和校訂工作的有北京鋼鐵工業學院煉鋼教研組謝家蘭,陳其緒,盧盛意,儲鍾炳等同志。

鐵 合 金 ПРОИЗВОДСТВО ФЕРРОСПЛАВОВ

下 冊

В. П. ЕЛЮТИН
Ю. А. ПАВЛОВ 著
Б. Е. ЛЕВИН
謝家蘭 陳其緒 譯
盧盛意 儲鍾炳

★ 版權所有 ★

龍 門 聯 合 書 局 出 版

上海南京東路61號101室

中國圖書發行公司總經售

華 文 印 刷 局 印 刷

上海濟甯路143弄4號

1953年9月初版 印0001—3000冊

定價 ¥ 14,500

上海市書刊出版業營業許可證出029號

中央人民政府高等教育部推薦 高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：‘蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯系實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。’我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃地大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

目 錄

第七章 錫 鐵

1. 錫與它的化合物·····	1
2. 錫對於鋼的性質的影響·····	7
3. 錫礦石·····	9
4. 製造錫鐵的方法·····	11
5. 還原錫的氧化物的物理-化學原理 ·····	12
6. 熔煉錫鐵的爐料計算·····	13
7. 製造錫鐵的工藝·····	22
8. 損耗的防止·····	30

第八章 鉬 鐵

1. 鉬與它的化合物·····	31
2. 鉬對鋼的影響·····	38
3. 鉬礦石·····	40
4. 鉬鐵的製造方法·····	41
5. 還原氧化鉬的物理化學-原理 ·····	43
6. 爐料材料·····	45
7. 用矽熱法熔煉鉬鐵的爐料計算·····	46
8. 熔煉鉬鐵的熱平衡·····	51
9. 製造鉬鐵的工藝·····	54
10. 損耗與有害雜質的防止·····	58
11. 鉬酸鈣的製造·····	63

第九章 釩 鐵

1. 釩與它的化合物·····	64
-----------------	----

2. 鈮在黑色冶金工業上的應用	71
3. 蘇聯鈮鐵生產的發展	74
4. 鈮礦石	76
5. 五氧化二鈮的製造	78
6. 鈮鐵的製造方法	81
7. 氧化鈮還原的物理-化學原理	82
8. 用碳還原氧化鈮	85
9. 用矽還原氧化鈮	86
10. 用鋁還原氧化鈮	88
11. 用矽熱法製造鈮鐵的工藝	89
12. 用鋁熱法製造鈮鐵的工藝	94
13. 損耗的防止	98

第十章 鈦 鐵

1. 鈦與它的化合物	100
2. 鈦在冶金工業上的應用	109
3. 鈦鐵製造的發展	111
4. 含鈦的礦石	112
5. 鈦鐵的製造方法	113
6. 還原氧化鈦的物理-化學原理	114
7. 用鋁熱法製造鈦鐵的工藝	117

第十一章 鋳合金

1. 鋳與它的化合物	127
2. 鋳在冶金工業上的應用	134
3. 鋳礦石	135
4. 鋳合金的製造方法	136
5. 還原氧化鋳的物理-化學原理	137
6. 矽鋳鐵的製造	140

7. 鉛鐵的製造	142
----------	-----

第十二章 鈮 鐵

1. 鈮與它的化合物	144
2. 鈮在黑色冶金工業上的應用	148
3. 含鈮的礦石	148
4. 還原五氧化二鈮的物理-化學原理	149

第十三章 硼 鐵

1. 硼與它的化合物	154
2. 硼對於鋼的性質的影響	160
3. 硼礦石	162
4. 硼鐵的製造方法	162

第十四章 磷 鐵

1. 磷與它的化合物	166
2. 磷對於鋼的性質的影響	169
3. 製造磷鐵的工藝	169

第十五章 在電爐中製造生鐵

1. 在電爐中製造生鐵的發展	171
2. 熔煉生鐵的電爐的構造特點	173
3. 用碳還原礦石中的氧化物	174
4. 爐料的計算	176
5. 熔煉的工藝	181

第十六章 礦熱電爐的使用

1. 爐子的類型	186
2. 能力和工作電壓	187

3. 爐子裝置和電損耗·····	189
4. 爐子的電氣設備·····	192
5. 爐口的工作·····	193
6. 爐缸的維護·····	195
7. 技術安全·····	199

第十七章 鐵合金工廠的佈置

1. 工廠的組成和計劃·····	203
2. 料場·····	204
3. 熔煉車間·····	205
4. 給水·····	206

第十八章 鐵合金生產的經濟問題

1. 經濟的基本問題·····	208
2. 熔煉鐵合金的車間人員·····	216
3. 製成品質量的檢查·····	218
4. 工廠實驗室·····	220
附錄一·····	221
二·····	225
三·····	226
四·····	228
文獻·····	230

第七章 鎢 鐵

1. 鎢與它的化合物

鎢(W)

K. 錫里 (K. Шееле) 在 1781 年發現了鎢。鎢在冶金工業上的應用始於 1815 年,那時初次有意識地把它加入鋼內。可是當時因為對於從鎢礦中提取純鎢還沒有便宜和簡單的方法,所以鎢的應用是極有限制的。

鎢鐵在冶金工業上的應用從 1893 年起才開始迅速增加,那時已研究出含 80% W 的鎢鐵的製造方法。

在 19 世紀末,製造出含 7% W 的鋼的工具;在 1906 年,含 18% W 的高速鋼問世了。應用了這種鋼,大大地增高了切削速度,並且推動了高速車床及自動車床的發展。

純鎢是用氫還原鎢的氧化物來製造的。這樣製造出來的鎢粉,在模內加壓並用電流熔接。

鎢的物理-化學性質如下:

原子序數.....	74
原子量.....	184
原子直徑.....	2.82 Å
晶格.....	體心,晶格常數 3.158 Å
比重.....	19.32
原子價.....	從 2 到 6
熔點.....	3387°C
沸點.....	5927°C
熔化熱.....	8420 卡/克原子
熔化熵.....	2.3 卡/度
在 25°C 時的比熱.....	0.034

原子熱容量..... $C_p = 5.74 + 0.76 \times 10^{-5} T \dots (298-2000^\circ\text{K})$

熵..... 8.0 卡/度

蒸氣壓力..... $\lg P = -\frac{46440}{T} + 9.15$

在 5077°C 時..... -0.1 大氣壓

在 5647°C 時..... -0.5 大氣壓

在 1000°C 時的導熱率..... 0.22 卡-公分/平方公分-秒-度

在 20°C 時的電阻係數..... 5.5 毫歐-平方公分/公分

彈性係數..... 35200 公斤/平方公厘

降伏點..... 70 公斤/平方公厘

硬度 H_V 430

鎢—鐵

鎢—鐵體系的相圖如圖 78 所示。

在這體系內，在 1540° 時有共晶體，相當於合金裏 33% 的 W。當鎢的含量繼續增加時，合金熔點隨之增加。這樣，含 70—80% W 的合

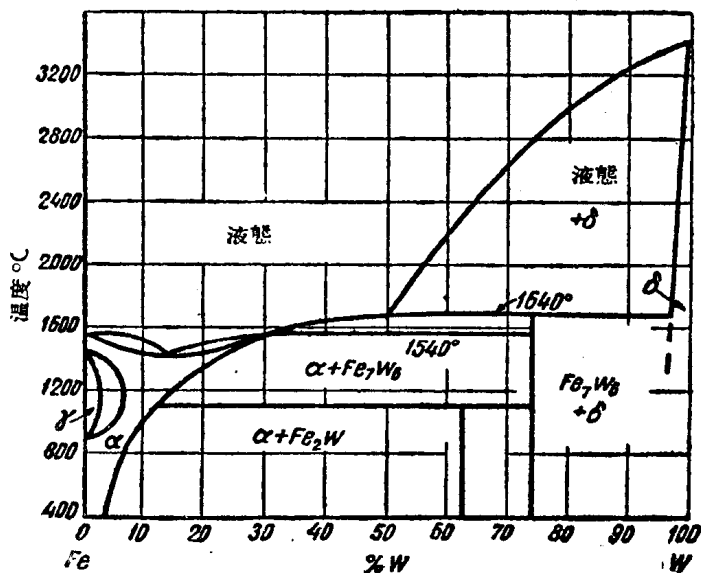


圖 78. W—Fe 體系的相圖

金的熔點超過 2000° 。相圖指出，含鎢高的合金是非常難熔的，所以用液體金屬流出的方法來製造實際是不可能的。

鎢和鐵組成含 62.2% W 的 Fe_2W 與含 73.8% W 的 Fe_7W_6 的金屬化合物。

這些化合物是不穩定的，它們不大可能在高溫度下存在。

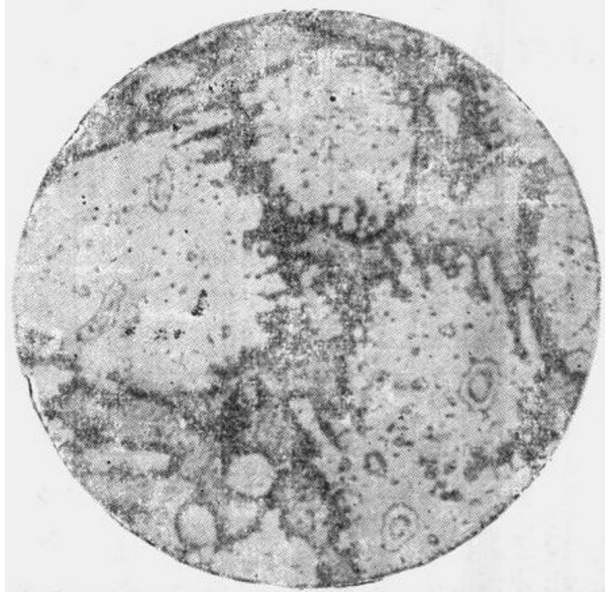


圖 79. 工業用鎢鐵 (75% W; 0.06% C; 0.6% Si) 樣品的顯微組織：在磨光面上有化合物 Fe_7W_6 的區域， $\times 500$

工業用鎢鐵的顯微組織如圖 79 所示。

鎢—碳

鎢—碳體系的相圖如圖 80 所示。

鎢熔解很少量的炭——在 0.05 % 以下。

在高溫度時生成含 3.16% C 的 W_2C 與含 6.12% C 的 WC 的化學化合物；後者在 2600° 時發生包晶反應；同時預料到增加鎢，WC 就

析出石墨碳。 W_2C 的熔點是 $2750^\circ C$ 。

在這體系內，有含 1.5% 與 4.5% 碳的兩個共晶體。 碳化鎢在高溫時十分穩定，並用來製造硬質合金。

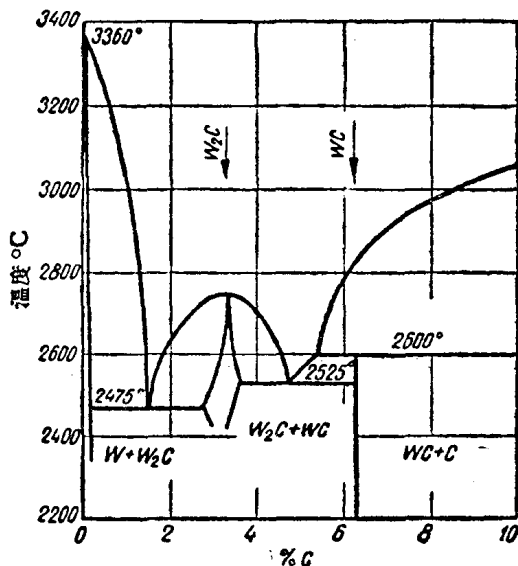


圖 80. W—C 體系的相圖

$2W + C = W_2C$ 反應的自由能的量，可以近似地從下列方程式測定：

$$\Delta F^\circ = 4775 - 6.06T.$$

鎢—矽

鎢和矽組成兩種化合物：



矽化鎢 W_2Si_3 是鋼灰色的晶體，它的比重是 10.9。這種矽化物對於酸及碱是非常穩定的。

矽化鎢 WSi_2 的比重是 9.75，也能抵抗酸和碱的作用。據說 WSi_2

是從 1200° 起變為不穩定的。

鋁—鎢

在文獻中指出有鎢與鋁的化合物 Al_4W , Al_7W 存在。W—Al 系的相圖如圖 81 所示,在 70—100% W 的區域內有化合物 Al_4W 存在。

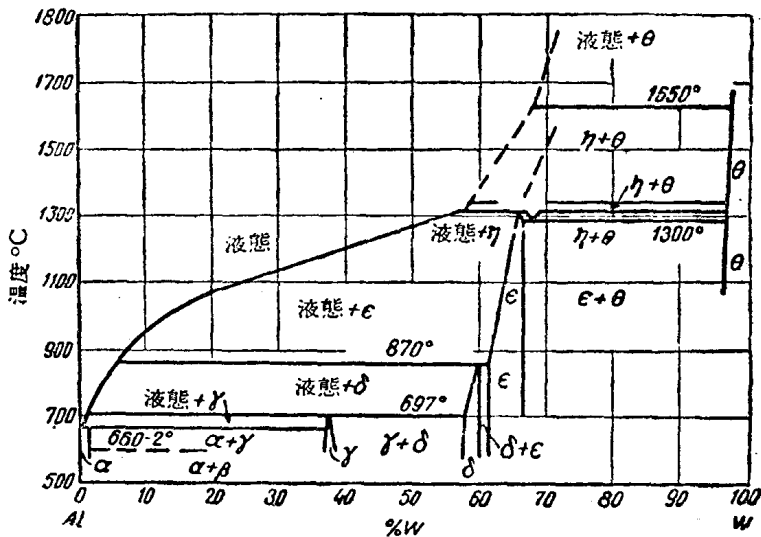


圖 81. W—Al 體系的相圖

鎢—硫

鎢與硫化合物成硫化物 WS_2 , 它的比重是 7.5。

按照反應 $W + 2S = WS_2$; 硫化鎢的生成熱如下:

$$\Delta H = -46000 \text{ 卡。}$$

在高溫度範圍內硫化鎢的生成自由能: $\Delta F^{\circ} = -60960 + 25.5T^{\circ}$ 。

鎢—磷

據說有磷化鎢 WP_2 和 WP 的存在。

鎢—氮

鎢與氮化合成氮化物 WN_2 和 W_2N_3 。

氮化鎢 WN_2 在真空中 400° 時就分解。氮化物 W_2N_3 對酸和碱的作用的抵抗力很强。

氮在鎢鐵內的熔解度為 0.001—0.019%。

鎢—氫

鎢與氫組成氫化鎢 WH_2 。氫在鎢鐵中的含量是 0.0002—0.0005%。

鎢—氧

鎢與氧組成一系列的氧化物： WO_2 、 WO_3 及中間氧化物 W_2O_5 。

除了這些氧化物外，還有不穩定的化合物——氧化鎢 WO 。

二氧化鎢 WO_2 —褐色粉末，它的比重是 11.4；熔點在 $1227-1327^\circ$ 之間，沸點是 1727° 。二氧化鎢在 800° 時開始昇華。

WO_2 的蒸發熱是 48860 卡/克分子。

由元素組成 WO_2 的生成熱：

$$\Delta H_{298} = -130500 \text{ 卡}$$

自由能的方程式：

$$\Delta F^\circ = 139150 + 41.7T.$$

鎢的中間氧化物 W_2O_5 是深藍色， W_2O_5 在 800° 時開始昇華。五氧化二鎢在 1527° 時沸騰。由二氧化鎢及氧組成 W_2O_5 ($2WO_2 + \frac{1}{2}O_2 = W_2O_5$) 的自由能，可以從下列方程式中近似地計算出來：

$$\Delta F^\circ = -60449 + 7.0T.$$

由元素組成 W_2O_5 的生成熱

$$\Delta H_{298} = -306300 \text{ 卡}.$$

三氧化鎢 WO_3 乃是最穩定的鎢的氧化物，發現在自然界的許多鎢礦中。

WO_3 的比重是 7.157。原子熱容量用方程式表示如下：

$$C_p = 16.0 + 7.74 \times 10^{-3} T \dots (273-1153^\circ\text{K}).$$

WO_3 的熔點在 1473° 附近；在 850° 時開始昇華。

由元素組成 WO_3 的生成熱：

$$\Delta H_{298} = -195500 \text{ 卡}.$$

根據文獻的資料[96]在高溫度時計算出來的 WO_3 的生成反應的自由能，用方程式表示如下：

$$\frac{2}{3}\text{W} + \text{O}_2 = \frac{2}{3}\text{WO}_3; \quad \Delta F^\circ = -131582 + 39.28 T.$$

在其它的錫的化合物中，對於製造錫鐵來說，錫酸鈣— CaWO_4 是值得注意的一種。

按照反應 $\text{CaO} + \text{WO}_3 = \text{CaWO}_4$ ； CaWO_4 的生成熱如下：

$$\Delta H_{298} = -40000 \text{ 卡}.$$

2. 錫對於鋼的性質的影響

錫是縮小 γ 區域的元素。當鋼內含 6% W 時， γ 區完全消失。

錫鋼在 900° 常化後的組織如圖 82 所示。從這圖上可以看出錫鋼的組織可以分為二類：珠光體及碳化物。

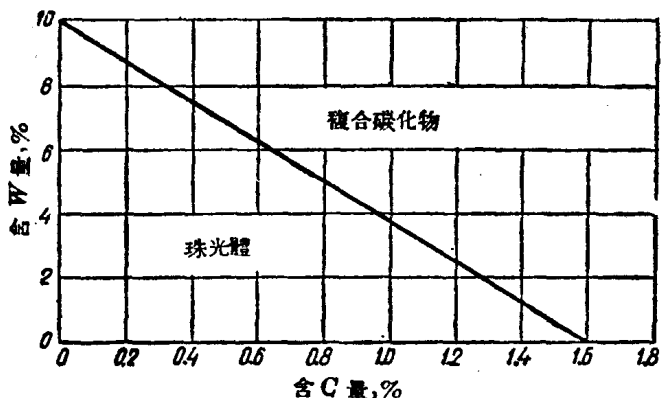


圖 82. 錫鋼的組織圖

現時在製造特殊鋼時，錫是最重要的合金元素之一。鋼內的錫在加熱時阻止晶粒長大和造成細晶粒的組織。鋼的硬度隨錫的加入而

增高;抗張強度及彈性限度也增高。

鎢通常與鉻和鎳同時加入結構鋼內。這樣的鋼具有高度的可塑性及韌性。鎢加入鉻鎳結構鋼內降低回火脆化的靈敏度。

高速鋼的成分

表 61

牌 號	化 學 成 分 %								
	C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	W	V
PΦ-1	0.70—0.80	0.40	0.40	0.030	0.030	0.40	3.8—4.6	17.5—19.0	1.0—1.4
ЭИ-262	0.85—0.95	0.45	0.45	0.035	0.040	0.35	4.0—4.6	8.5—10.0	2.0—2.6
ЭИ-347	0.70—0.80	0.40	0.40	0.035	0.040	0.35	4.0—4.6	8.5—9.5	1.3—1.7
ЭИ-184	0.80—1.00	0.40	0.50	0.035	0.040	0.35	7.0—9.0	3.5—4.8	1.0—1.5

含鎢的磁鋼及各種含鎢的工具鋼也是衆所週知的。

含鎢量高的鋼是用來製造高速切削的切削工具。

蘇聯使用的高速鋼牌號的標準成分列於表 61。在工業上高速鋼被應用於高速切削和硬質材料的加工,因為它具有紅硬性,也就是在切削過程中達到的 600—700° 的高溫下,它具有保持高的硬度及組織穩定性的能力。

鎢在製造以碳化鎢為主要成分的所謂硬質合金時獲得了廣泛的推廣。這些合金含鎢達 90%,加熱到 900—950° 時,仍能保持紅硬性,所以具有比高速鋼更加高的切削能力。

爲了在鋼內加入合金,通常使用鎢量不同的鎢鐵。蘇聯國家標準

鎢鐵的成分

表 62

牌 號	化 學 成 分 %								
	W 不小於	Mn	Si	Cu	S	P	C	As	Sn
		不 大 於							
B1	70	0.2	0.4	0.25	0.08	0.05	0.5	0.05	0.10
B2	70	0.4	0.5	0.30	0.10	0.08	0.8	0.08	0.15
B3	65	0.7	1.0	0.30	0.10	0.12	0.8	0.08	0.20

4758—49 (表 62) 規定了錳鐵的化學成分。這個標準同時也規定了錳鐵的供售、運輸及驗收條件。

3. 錳礦石

錳不以金屬狀態或純的氧化物狀態存在於自然界中，而總是與別的元素及氧化物結合在一起。

工業用的錳礦礦床為數不多，錳在地殼中的總含量很少，是 $9.0 \times 10^{-4}\%$ 。

錳的礦物多半是由錳的氧化物及其他元素的氧化物組成的。在礦石內錳的礦物有大量的脈石伴隨着。在礦石中錳的含量很少超過 5%，通常含三氧化錳從 0.5 到 1.2%。含 WO_3 大於 0.2% 的礦石才能算是工業用的礦石。

錳的最重要礦物是：錳錳鐵礦、錳鐵礦、錳酸鈣礦及錳酸錳鐵礦。

錳錳鐵礦是氧化鐵、氧化錳和三氧化錳的化合物，相當於分子式 $(\text{Fe, Mn}) \text{WO}_4$ 。

純的礦物含有 75% WO_3 ，6—22% MnO 及 3—19% FeO 。

礦物的比重是 7.14—7.5，毛氏硬度 5—5.5，它的外表是帶有金屬光澤的深棕色。

錳鐵礦是氧化鐵及三氧化錳的化合物 (FeWO_4) ，含有 76.5% WO_3 及 23.5% FeO 。比重是 7.5，毛氏硬度是 5.5，顏色呈黑色。

錳酸鈣礦是氧化鈣與三氧化錳的化合物 (CaWO_4) ，礦物的比重是 5.9—6.1，毛氏硬度 4.5—5.0，顏色從淺黃色到紅棕色。錳酸鈣內三氧化錳的含量，依雜質為轉移，在 71—80% 之間。

錳酸錳鐵礦是氧化錳與三氧化錳的化合物 (MnWO_4) ，比重是 7.2，顏色呈褐色或赭色，毛氏硬度 5.0—5.5。

除所列舉者外，在自然界中還發現有某些礦物，由於它們分佈不廣的緣故，僅引起礦物學上的注意。

在自然界中分佈最廣的是錳錳鐵礦，它佔全世界錳的開採量的 95%。其次是錳酸鈣礦及錳鐵礦。