

職業教科書委員會審查通過

冶鐵學

唐吉傑編著



商務印書館發行

職業學校教科書

冶 鐵 學

唐吉傑編著

商務印書館發行

中華民國十六年七月初版
中華民國三十五年十月第五版

職業學校
教科書
冶鐵學一冊

(63872.1)

定價國幣叁元伍角

印刷地點外另加運費

版 權 所 有
翻 印 必 究

編 著 者 唐 吉 傑

發 行 者 兼 商 務 印 書 館

發 行 所 商 務 印 書 館
各 地

編印職業教科書緣起

我國中等教育，從前側重於學生之升學，但事實上能升學者，究佔少數；大部分不能不從事職業。故現在中等教育之方針，已有漸重職業教育之趨勢。近年教育部除督促各省市教育行政機關擴充中等職教經費，並撥款補助公私立優良職業學校，以資鼓勵外，對於各類職業學校之教學，亦擬有改進辦法。其最重要者，為向各省市職業學校徵集各科自編講義，擇尤刊印教本，供各學校之採用。先後徵得講義二百餘種，委託敝館組織職業教科書委員會，以便甄選印行。敝館編印中小學各級教科書，已歷多年，近復編印大學叢書，供大學教科參考之用。關於職業學校教科書，亦曾陸續出版多種，並擬有通盤整理之計畫。自奉教育部委託，即提前積極進行。經於二十五年春，聘請全國職業教育專家及著名職業學校校長組織職業學校教科書委員會。該會成立後，一面參照教育部印行之職業學校課程表及教材大綱，釐訂簡明目錄，以便各學校之查

考；一面分科審查教育部徵集之講義及做館已出未出之書稿。一年以來，賴各委員之熱忱贊助，初審複審工作，勉告完成。計教育部徵集之講義，經委員會選定最優者約達百種，自廿六年秋季起，陸續整理印製出版。本館已出各書，則按照審查意見澈底修訂，務臻妥善，其尚未出版者，亦設法徵求佳稿，以求完備。委員會又建議，職業學校之普通學科，內容及分量，均與普通中學不同，亟應於職業學科外，編輯普通學科教本，以應各校教學上之迫切需要。做館謹依委員會意見，聘請富有教學及編著經驗之專家，分別擔任撰述。每一學科，並分編教本數種，俾各學校得按設科性質，自由選用。惟我國各省職業環境不同，課程科目亦復繁多，編印之教科書，如何方能適應各地需要，如何方能增進教學效率，非與各省實際從事職業教育者通力合作不為功。尚祈全國職業教育專家暨職業學校教師，賜以高見，俾做館有所遵循，隨時改進。無任企幸之至。

中華民國二十六年七月一日 王雲五

目 錄

第一章 總論	1
第一節 導言	1
第二節 鐵之分類	2
第三節 鐵礦	5
第四節 各元素之影響	9
第五節 鐵礦之焙燒	13
第二章 銑鐵製煉法	15
第一節 化鐵爐	15
第二節 鼓風	22
第三節 煉礦工作法	25
第四節 化鐵爐中之化學變化	29
第五節 銑鐵之種類	33
第六節 混銑爐	42
第七節 配料計算法	43
第三章 熟鐵熟鋼及滲碳鋼製煉法	47
第一節 概言	47
第二節 木炭熟鐵製煉法	48

第三節	攪煉法	49
-----	-----------	----

第四節	滲碳煉鋼法	53
-----	-------------	----

第四章 坩堝煉鋼法.....57

第一節	概言.....	57
-----	---------	----

第二節	原料.....	57
-----	---------	----

第三節	坩堝.....	60
-----	---------	----

第四節	坩堝爐	62
-----	-----------	----

第五節	煉鋼工作法	65
-----	-------------	----

第六節	坩堝鋼之特色及種類	67
-----	-----------------	----

第五章 柏塞麥煉鋼法.....70

第一節	概言.....	70
-----	---------	----

第二節	迴轉爐及附屬設備	71
-----	----------------	----

第三節	酸性煉鋼法.....	73
-----	------------	----

第四節	鹽基性煉鋼法	80
-----	--------------	----

第五節	小柏塞麥法	85
-----	-------------	----

第六節	熱量計算法	87
-----	-------------	----

第七節	酸性與鹽基性法之比較.....	91
-----	-----------------	----

第六章 馬丁煉鋼法.....93

第一節	概言.....	93
-----	---------	----

第二節	開爐.....	94
-----	---------	----

第三節	酸性開爐法	100
-----	-------------	-----

第四節	鹽基性開爐法	106
第五節	特種煉鋼法	108
第六節	各煉鋼法之比較	112
第七節	可鍛鑄鐵	116

第七章 鐵與鋼之電煉法

119

第一節	概言	119
第二節	電煉礦法	120
第三節	鋼之再精煉法	122
第四節	電爐	125

第八章 鋼塊鑄造法

134

第一節	鑄造法	134
第二節	鋼塊之弱點	135
第三節	鋼塊弱點之救濟法	139

第九章 鋼料造形法

143

第一節	概言	143
第二節	烘烙爐	144
第三節	打擊法	145
第四節	壓榨法	147
第五節	軋輾法	149

鐵與鋼之性質

153

第一節	溶體學說	153
第二節	鋼之性質	167
第三節	生鐵之性質	176
第四節	鐵與鋼之腐蝕	181
第五節	加熱與性質之關係	186

第十一章 合金鋼 193

第一節	概言	193
第二節	鎳鋼	194
第三節	錳鋼及鉻鋼	196
第四節	自硬鋼及高速工具鋼	198
第五節	矽鋼及釩鋼	200

第十二章 鋼鐵組織學 202

第一節	概言	202
第二節	顯微鏡	203
第三節	試料之準備	204
第四節	照射法與明暗度之關係	205

附錄 207

職業學校教科書

冶鐵學

第一章 總論

第一節 導言

金屬之中最重要者，莫鐵若也。小而家常日用之具，大而鐵路、橋梁、輪船、鎗礮，幾無一非鐵所造者；今日物質文明之駸駸日上，藉鐵之力者居多，而就國勢言之，幾以鋼鐵需用之多少，卜其國之強弱，鐵之重要，蓋可知矣。

據統計家言：全世界產鐵之噸數，適合各金屬全體之二十二倍，而價額約相等；其所以發達至此者：一由於鐵礦之存於地球者極多，煉法簡易，故其價廉；二由於性質堅強，且稍事加減鐵中所含之各種元素，即可得軟硬強弱各異之鐵，以適應吾人特殊之需。

鍊鐵術之範圍極廣，作業頗煩，且以價廉之故，必規模宏大，始能獲利，故常大別為三，各為專門之業，其範圍如次：

(1) 鐵鑛中含有各種雜質，必除卻之，且使鐵還原，產出銑鐵或生鐵，業此者曰鍊鐵廠。

(2) 生鐵中尚含少量之不純物質，必除卻之，始成鋼鐵，業此者曰煉鋼廠。

(3) 生鐵與鋼鐵乃僅工業品之材料，必製成適當形狀，始能供用，如翻砂廠，鐵軌廠等，乃以此為業者也。

化學的純粹之鐵，質軟且弱，不適於用，必含有其他元素，始得各種工業用之鐵材，故吾人所常用者，實鐵與其他元素之合金，特簡其名曰鐵而已。鐵所含之各種元素之中，以碳為最重要，而其量亦最多，故以碳之多少，為鋼與鐵分類之標準。碳而外，如矽，錳，磷，硫等，亦常夾存鐵中，此等亦影響於鐵之各種性質，故每有特別加入此等元素，使其適於或種特殊之用者。茲將工業鐵材中所含各種元素之成分範圍開列於次：

碳 0.05 至 5%

磷 微量 至 3%

矽 微量 至 5%

硫 微量 至 0.3%

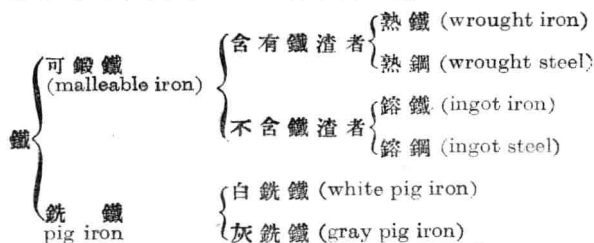
錳 微量 至 2%

第二節 鐵之分類

在煉鐵術幼稚時代，鐵之分類 (classifications of iron) 極簡，凡將鐵赤熱之後，急冷於水中，以增長其硬度者曰鋼，否者曰鐵。至近世煉鐵之術大昌，方法既不一，而產品之種類繁多，故分類亦極形複雜。茲記三種分類法如下：

1. 學術上之分類法

此爲西曆1876年萬國公會所議決者，其所分各類諸多含混籠統之弊，尤以可淬性之有無作鋼鐵之分界爲最不足信賴，但由此可窺測鋼與鐵性質之一般，且德奧諸邦及諸官廳公文或學術上有實際用之者。



更申言之：銑鐵者，含雜質頗多，僅碳量亦達2.6%以上，熱至攝氏1200°，則熔解成流動體，可供鑄造，故一名鑄鐵，(cast iron 卽生鐵，但嚴格言之，鑄鐵及生鐵乃指銑鐵中之專供鑄造者而言)但無論在何溫度，無鍛冶展延之性。銑鐵又小別爲二：鐵所含之碳，概爲石墨體，夾於鐵粒之間，故斷面呈暗灰色，其質軟而韌，故能車剝錯削，此曰灰銑鐵(俗稱紫口鐵)；鐵中之碳與鐵成結合體，其色白，其性脆而堅，不便鑄造，只供他種鋼鐵製造之原料者，曰白銑鐵(俗稱白口鐵)。

可鍛鐵所含之碳在2.6%以下，熔點較高，約1300-1500°C。富於可鍛性，熱之則性極柔軟，易於鍛冶，強熱之則成半熔體，終成流動體。可鍛鐵由製法不同，首別爲二：一凡由流動體製造者，曰鑄鐵鑄鋼，其特性在不含鐵渣；凡製造時熱度不足，僅成半熔體者，曰熟鐵熟鋼，其特性在含有鐵渣；至鋼與鐵之分，則係於可淬性(hardening capacity)之有無，卽有者爲鋼，無者爲鐵。(凡將鐵類赤熱之後，急投水中，其硬度

頓加者，曰有可淬性，其硬度不加者，曰無可淬性。）

2. 根據煉法之分類法

此汎用於英法美諸國，其銑鐵之意義及其分類仍與第一分類法相同，但可鍛鐵中之由木炭所煉及由攪煉法 (puddle process) 所製造者，習慣上稱之爲鐵，他如由馬丁法 柏塞麥法等所煉出之可鍛鐵則稱爲鋼，例如坩堝鋼乃由

鐵	{ 銑鐵 (pig iron)	灰銑鐵(gray pig iron)	{ 鋼	滲碳鋼(cement steel)
		白銑鐵(white pig iron)		坩堝鋼(crucible steel)
	{ 熟鐵 (wrought iron)	木炭鐵(charcoal iron)		柏塞麥鋼(Bessemer steel)
		攪煉鐵(puddle iron)		馬丁鋼(Siemens-Martin steel)
				電鋼(electric steel)

坩堝煉鋼法所煉出之可鍛鐵，就第一分類法言之，應屬於鑄鋼類，其他皆可類推。本書係根據上述之煉法逐條詳述，故對於各種鋼鐵之特性用途，容後分別說明。

3. 根據硬度之分類法

鐵之分類與第二法同，惟鋼則以硬度爲最重要之性質，故常隨硬度之大小分類如次：

	含碳成分	英 名
最軟鋼或最低碳鋼	0.1 % 以下	Extra mild steel
軟鋼或低碳鋼	0.1 ~ 0.25 %	Mild steel
硬鋼或中碳鋼	0.25 ~ 0.6 %	High carbon machine steel
最硬鋼或高碳鋼	0.6 ~ 1.5 %	Extra hard tool steel

此分類法亦難免含混之弊，鋼之硬度雖隨含碳量增加，但難有劃然之界限，故不宜拘泥太甚。

以上所述係以鋼中所含碳量爲標準，碳以外之元素如矽錳等雖亦常夾存於鋼中，以爲量無多，不至大影響於鋼

之性質，此種以碳為標準之鋼，通稱碳鋼(carbon steel)，凡單稱鋼時，皆指碳鋼而言。

合金鋼(alloy steel)者，乃以碳以外之元素為主要成分，其目的在特加入此種元素以改變鋼性，以適應某種特殊用途者，亦稱特殊鋼(special steel)。

合金鐵之分類如次。表中合金銑乃製造各種合金鋼之原料，無可鍛性，不能直接應用。



第三節 鐵鑛

金屬之存於地球上者，鋁而外，以鐵為最多，但皆為化合物，若自然鐵及隕石等，為量極微，不足供原料之用；故吾人煉鐵，全仰給於此化合物，即通稱為鐵鑛(iron ores)者。地球上含鐵之化合物極多，非可一一稱為鐵鑛，鐵鑛云者，必由此煉成銑鐵，於經濟上能獲利者之謂，故鑛中含鐵之成分，不宜過少，至少亦宜在百分之二十五或三十以上，如在

我國交通不便之地，雖含鐵至百分之四五十，尚有不能獲利者。鐵鑛之價值，除含鐵成分而外，關係於夾雜物之有無及其種類，例如磷硫乃鐵鑛之最忌者。鐵鑛中常有之夾雜物爲矽酞^① (SiO_2)，石灰 (CaO)，苦土 (MgO)，礬土 (Al_2O_3)，錳，磷，硫，銅，砷，鉍等，關於此等夾雜物之影響，容後詳論。

1. 赤鐵鑛

赤鐵鑛(hematite)乃鐵鑛中之最重要者，其分子式爲 Fe_2O_3 ，純粹者含鐵70%，呈赤色至暗黑色，但條痕(streak)色常赤，爲鑑定此鑛之特徵。此種鑛含磷質極少，故其價高，蓋磷之有無，恆影響於銑鐵之性質，而欲得磷少之銑鐵，必用磷少之鐵鑛故也。英國幹巴蘭(Cumberland)地方所出之赤鐵鑛，含磷極少，所出之銑鐵，亦最純，故特稱爲赤鐵鑛銑鐵(hematite pig)。今則凡對於磷少之銑鐵，皆以此名之矣。

魚子赤鐵鑛(oölitic hematite)，乃球形粒狀之變體(variety)，常含石灰石，故可兼熔劑之用，法國 Lorraine 地方所產極多，實德法煉鐵界之主要原料。

2. 磁鐵鑛

磁鐵鑛(magnetite)之化學成分爲 Fe_3O_4 ，純粹者含鐵72.4%，有吸引磁針之性，故名。色與條痕皆黑，暴之雨雪中，則變成褐色。常爲八面及十二面結晶體，產於綠泥片巖(chlorite schist)之中，及巖石崩壞，則成砂鐵。最著名之產地爲瑞典，此處所產者含磷硫極少，故瑞典所出鋼鐵，以純粹著名於世。我國大冶鐵山及其周圍，所出之鐵鑛，皆屬於此。

① 矽酞係矽酸酞之簡，又名二氧化矽。

3. 碳酸鐵鑛

碳酸鐵鑛(carbonate ores or siderite)之主要成分爲碳酸鐵,質之稍純者曰菱鐵鑛(spathic iron ore),此中磷硫最少,而多含錳質。呈真珠光澤,色則不一,由珠白而紅而褐黑,此因易於變色之故。產此有名之地,乃德奧之 Eisenerz 及 Westphalia 等處。質之不純而雜含黏土者,曰黏土鐵鑛(clay ironstone),多產於英國之 Cleveland 地方,爲英國製鐵業之源。

4. 褐鐵鑛

褐鐵鑛(limonite)乃含水之氧化鐵。其質稍純者,乃由碳酸鐵鑛,磁鐵鑛等變化而成,富於鐵分,而含磷則少,西班牙北部產此頗多,有名於世。質之不純者,或由含鐵之水溶液沈澱而成,或由不純之鐵鑛變化而生,鐵之品位不高,而多含磷質,昔時頗以製煉爲苦,但自鹼性煉鋼法發明以來,知磷之爲害不大,故前之棄置不採者,今爲重要之富源矣。

5. 鐵礦之價值

當發見鐵鑛時,欲決其有無開採之價值,首宜實際考求者數端: (1)鑛量之多少;苟爲量不多,縱鑛質純良,交通便利,亦無開採之價值;苟爲量極多,則雖鑛質稍劣,尙有研究之餘地。(2)交通之便否。(3)燃料之有無及其價值。(4)鑛塊之大小及有無脆性;蓋小塊與性脆者,搬運不便,損失較多,且須壓成磚塊,否則有礙於化鑛爐之通風。(5)鑛石之組織;粒粗者煤氣易於侵入,故鑛易於還原,緻密者反此屢有焙燒之必要。(6)鑛之化學成分;含鐵不宜在25%以

下,前已言之,此外之宜注意者,乃鑛中所含雜質之種類及其多少;鐵鑛中常見之雜質,爲矽酐,石灰,苦土,礬土,及氧化鋁等,僅矽與鋁之一小部,還原混入銑鐵,其餘則全部變爲鐵渣,不至影響於鐵質之良否,但其量愈加,則鐵之含有率愈少,而燃料之消耗愈大,此爲經濟上所不許者。鑛中所含之錳,其一部混入銑鐵,可使鐵質改善,故常有特爲加入錳鑛者。硫砷之一部,亦入銑鐵,爲害極大;黃鐵鑛含鐵至50%以上,及硫砷鐵鑛 (arsenopyrite) 含鐵至34%,乃不能用爲鐵鑛者,以其含硫砷過多之故。雜質中之最有害於鐵者,厥惟磷,在今日之煉鐵術,尙不能由含磷之鐵鑛,煉出無磷之銑鐵,故鐵鑛常分爲有磷無磷二種,以含磷至鐵量之千分之一爲界限。無磷鐵鑛爲供特殊鑄造所用之銑鐵,及用於酸性煉鋼法之銑鐵之原料,故其價較昂。茲摘錄本溪湖煤鐵公司購買鐵鑛章程中所定鑛砂成分之標準量及價格增減法如下:

1. 鑛砂成分之標準量

鐵 65% (對於磁鐵鑛)

60% (對於赤鐵鑛)

50% (對於褐鐵鑛)

錳 0.5%

矽酐 (SiO_2) 10%

硫 0.1%

磷 0.05% (以鑛中所含之鐵量爲單位)

銅 0.1% (以鑛中所含之鐵量爲單位)