

書叢小學工

鐵

著基維彭

行發館書印務商



書叢小學工

鐵

著基維彭

行發館書印

一十三年五月國難後第一版
一十四年五月國難後第二版

(58004.1)

工學
小叢書
鐵 一 册

每册定價大洋伍角

外埠酌加運費匯費

著 者 彭 維 基

發 行 者 兼 印 刷 者
商 務 印 書 館
上 海 河 南 路

發 行 所
商 務 印 書 館
上 海 及 各 埠

版 權 所 有
翻 印 必 究

鐵

目錄

第一章	總論	一
第一節	用鐵之歷史	一
第二節	鐵之定義	四
第三節	鐵之分類	五
第四節	製鐵法	一一
第五節	鐵在工商業上之位置	一三
第二章	鐵鑛牀	一八
第一節	鑛牀學大意	一八

第二節	鐵鑛牀之分類	二〇
第三節	水成鑛牀	二〇
第四節	交代及充填鑛牀	二二
第五節	變質鑛牀	二四
第六節	火成鑛牀	二五
第七節	鐵鑛牀之地質年代	二五
第八節	各種鐵鑛牀重要程度之比較	二八
第三章	鐵鑛之探採	二〇
第一節	探鑛	二三
第二節	探鑛	三二
第四章	鐵鑛石	二四
第一節	總論	三四

第二節	赤鐵鑛	三六
第三節	磁鐵鑛	三七
第四節	碳酸鐵鑛	三八
第五節	褐鐵鑛	三九
第六節	鐵鑛石之代用品	四〇
第七節	價值	四一
第八節	揀選	四三
第九節	焙燒	四四
第十節	團鑛	四五
第五章	製鐵用雜項材料	四六
第一節	錳鑛石	四六
第二節	媒熔劑	四六

第三節 燃料.....四七

第四節 耐火爐材.....四九

第六章 生鐵之製造法.....五一

第一節 化鐵爐.....五一

第二節 化鐵作業.....五七

第三節 鑽石中各成分之還原程度.....六一

第四節 生鐵之種類.....六二

第五節 鐵滓.....六七

第六節 電熱化鐵爐.....六八

第七章 鋼之製造法.....七〇

第一節 坩堝鋼製造法.....七〇

第二節 柏塞麥鋼製造法.....七二

第三節	西門士馬丁鋼製造法	七五
第四節	電爐鋼製造法	七八
第八章	鐵之性質	八一
第九章	世界鐵業	八五
第一節	世界鐵鑛之儲量	八五
第二節	世界鐵業之發展	九四
第三節	世界鐵業之現狀	九九
第十章	中國鐵業	一〇五
第一節	中國鐵鑛	一〇五
第二節	中國鐵鑛之儲量	一〇九
第三節	中國採鐵製鐵公司	一一七
第四節	中國鋼鐵之成分	一二一

第五節	中國鐵礦之出產及銷費·····	一三三
第六節	採礦費·····	一二九
第七節	鐵礦石買賣契約及其價值計算公式·····	一三〇
第八節	中國製鐵之成本·····	一三四
第九節	產量及銷路·····	一三七
第十節	中國生鐵之價值·····	一四三
第十一節	結論·····	一四四

鐵

第一章 總論

第一節 用鐵之歷史

外國用鐵之歷史 據蒙特力阿斯 (Montelius) 氏所著鐵器時代之原始一書所考定，各國用鐵之起源，均在中國之後。埃及用鐵，始於西元前一千二百年；迦勒底、亞述、希臘及意大利南部，始於西元前一千一百年；亞美尼亞、高加索、法國南部、奧國、德國北部、及丹麥，始於西元前一千年；法國北部及比國，始於西元前八百年；瑞典始於西元前七百年。是則歐亞非三洲之間，為用鐵最古之地，其時約在中國商周之間也。

中國用鐵之歷史

泰西學者，研究人類歷史，分爲三大時期：一曰石器時代，二曰銅器時代，三曰鐵器時代。越絕外傳亦引風胡子之言曰：軒轅、神農、赫胥之時，以石爲兵；黃帝之時，以玉爲兵；禹之時，以銅爲兵；當今之時，作鐵兵。蓋人文進化之理，中西一律也。山堂肆考云：黃帝之先不用鐵，至黃帝炒鐵鑄釜，造干戈金器之物。事物原始引古史考曰：翦鐵器也，用以裁布帛，始於黃帝時。崔豹古今注云：黃帝與蚩尤戰於涿鹿之野，蚩尤作大霧，兵士皆迷，於是作指南車以示四方，遂擒蚩尤。指南車之製造，必用磁針，磁針必取材於鐵；然則黃帝之時，鐵器業已萌芽，時在西曆紀元前二六九八年以前也。

周代文化，煥然稱盛，器物之精，夏殷莫比。六韜軍用篇說兵械多以銅鐵爲之。周禮地官特設井人，以司鑛政。管仲治齊，斯業更進。管子海王篇稱鐵官之數頗詳。地數篇言中國出鐵之山，三千六百九山。又云，上有赭者下有鐵，可見古時求鑛之有術。其後冶煉之業，盛於吳越。吳有干將，越有歐冶子，皆以善鑄劍名。干將所鑄之劍，曰干將、莫邪，歐冶子所鑄之劍，曰純鈞、湛盧、豪曹、魚腸、巨闕（見吳越春秋），並爲後世所稱。此外鄭之刀，宋之斤，魯之削，吳越之劍，皆材美工巧之制也。

秦始皇收天下兵器爲金人十二，重二十四萬斤。其後銅不敷用，鐵兵漸多。據勞斐（Laufer）氏之考證，則秦始皇二十八年（西元前二一九年），當爲銅兵鐵兵過渡時代。東漢以後，兵器已完全用鐵，而製作之法，亦日漸精美。鐵之爲用既廣，遂爲政府所特別注意。秦漢之際，已以鹽鐵二者爲政府專利事業。漢武帝時（西元前一一九年），桓寬著鹽鐵論，以鐵爲農具所必需，反對鐵政，而卒無效。順帝永建四年，且以風水之說而施禁焉。魏末鹽鐵自由之令，時頒時廢。當乏銅之際，鐵錢盛行。蜀漢之時，卽有鐵錢之鑄。第一世紀中亞細亞人民，得鑄鐵術於流亡之華人，可知中國精鑄鐵器，發明絕早。北齊綦毋懷文造宿鐵刀，燒生鐵精，以重錘鋌，數宿則成鋼，以錘鋌爲刀脊，浴以五牲之溺，淬以五牲之脂。此種方法，已合乎今世科學的處理法矣。

東漢以後，鐵政寬嚴不一。唐代（西元六一八至九〇七年）仍以鐵歸政府專辦。五代時，鐵禁漸弛。後唐明宗嘗令官鐵廠出售餘鐵，較市價低售一成，後又令百姓得自由買賣，製造農具。宋神宗元豐六年（西元一〇八三年）又復鐵政，而私賣私製者，迄難禁止。徽宗時，復下令，民間除作農具外，禁止買鐵。金亦厲行鐵政，往往強迫開採。元代用兵既廣，用鐵亦多。忽必烈於中統四年（西元一

二六三年一月間，招集鐵工一萬一千八百戶，次月復招四千，復於至元二十八年（西元一二九一年）派三千戶，開採濟南鐵鑛。越二年，禁止金鐵輸出。武宗至大二年（西元一三〇九年），重申此禁，同時准許民間採鍊，以一二成歸其私有，又禁止外人購買銅鐵各器。明初雖無私採禁令，但每因細故，常有封禁鐵鑛之舉。永樂時，盡開鐵禁。其後則旋禁旋開，鐵稅亦往往極重。清代與泰西未交通以前，亦有採冶各省鐵鑛之令也。

綜觀我國歷史所載，鐵稅煩苛，政令雜亂。歷朝以來，或設鐵官，或設場監，然盡提倡保護之責者少，貽擾民奪利之譏者多。若鐵，若鋼，在今日視爲實業國防之根本者，而在當日，僅視爲農餘之附產，致令冶鍊鋼鐵最古之國，不特不能與後進諸邦並駕齊驅，且反默默無聞，而若忘却我祖先昔日原有聲譽者，良可慨已。所幸各省鐵鑛，蘊蓄甚多，至寶深藏，啓發有待。凡我國人，可不特別加意乎。

第二節 鐵之定義

鐵之定義 純粹之鐵，爲化學上八十餘種原質之一，製造甚難，成本昂貴，性質軟弱，不合實用。

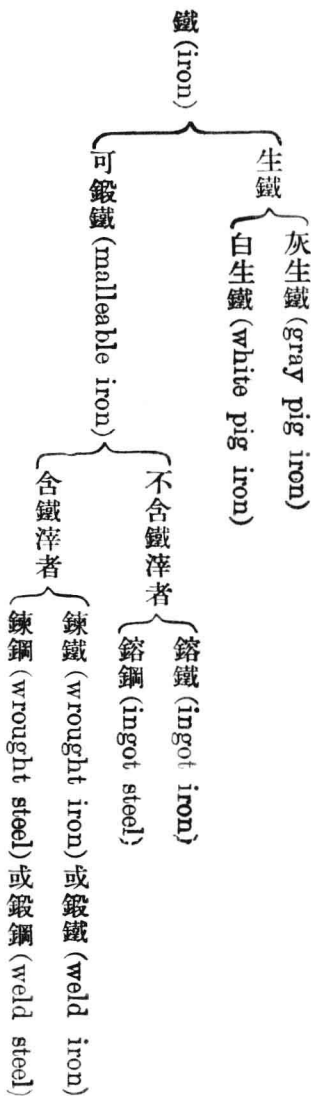
須適當含有其他原質，始得工業用之鐵類。故吾人所謂鐵者，非化學上之原質鐵也，乃鐵與其他種種原質相合而成之合金耳。此等原質，或故意加入，或自然混入，要以碳對於鐵之影響為最大。此外尚有矽、錳、磷、硫、或少量之銅、矽存焉。普通工業用鐵之成分，除鐵原質以外，其他原質之分量如下：碳，○·○五至四·五%；矽，痕跡至五%；錳，痕跡至二%；磷，痕跡至三%；硫，痕跡至○·三%。

供特別用途之鐵，上述原質或其他原質，更有含有多量者。鐵之成分中，各種原質，如調和適當，可使其牽引強度 (tensile strength) 增至純鐵之六倍或七倍。

第三節 鐵之分類

分類法之標準 製鐵法未甚發達時，鐵之分類，至為簡易。赤熱之鐵，急入水中冷之，可以增加硬度；即可謂硬化 (hardening) 者為鋼，無此性質者為鐵。製鐵法發達以後，冶鍊方法繁多，分類頗欠明瞭。現今或以化學成分（即含碳量之多少），或以物理性質（即牽引強度之大小），或以製造方法，為分類之標準也。

菲列得爾菲亞會議之分類法 一八七六年，美國菲列得爾菲亞 (Philadelphia) 博覽會時，開萬國會議，各國委員議定之分類法如下。



(一) 生鐵 生鐵含有其他原質頗多，含碳量達二·六%以上。熱至攝氏一千一百度至一千二百度時，熔融為流動體，容易注入鑄型，造成任意之形狀。但不能鍛鍊，不可展延。由其顏色，細別為二。

(甲) 灰生鐵 鐵中之碳，全為石墨 (graphite)，夾在鐵粒之間，其斷面呈暗灰色。質柔軟強韌。

(乙) 白生鐵 鐵中之碳，與鐵結合，其斷面呈白色，質堅而脆。

(二) 可鍛鐵 可鍛鐵含碳在二·六%以下。其熔融點，在攝氏一千三百度至一千五百度之間，有可鍛性。雖在常溫，亦可展延。赤熱之，更變柔軟，容易鍛鍊。強熱之，先為半熔融體，終成流動體。由其製法性質之不同，分為四種。

(甲) 鑄鐵 在流動狀態時製造，不含鐵滓，不可硬化。

(乙) 鑄鋼 在流動狀態時製造，不含鐵滓，可以硬化。

(丙) 鍊鐵 製法同前，包含鐵滓，不可硬化。

(丁) 鍊鋼 製造時之溫度，不甚充分，在半流動之狀態鍊製，各鐵粒互相鍛接，成爲一塊，包含鐵滓，可以硬化。

此種分類法，生鐵與可鍛鐵之界限，頗爲明瞭。鑄鐵與鍊鐵，鑄鋼與鍊鋼，因其製法不同，亦不混雜。然鋼與鐵之區別，若僅以含碳之多寡，硬化之能否爲標準，殊不妥當。例如含碳微少之鐵，如含其他原質多量時，亦可硬化。故除德奧政府公文及學術上應用此法外，餘如英美法等國，概不依據之。

也。

德國鐵路局之分類法 德國鐵路局以每平方公釐之牽引強度在五十公斤以上者爲鋼，以下者爲鐵。然鐵因加工程度之異，雖在同一鐵材，其牽引強度亦有強弱之差。故此分類法，仍不免曖昧之譏。

英、美、法等國之分類法 現今英、美、法等國之鋼鐵分類法如下：



〔鋼〕 坩堝鋼 (crucible steel)

電爐鋼 (electric steel)

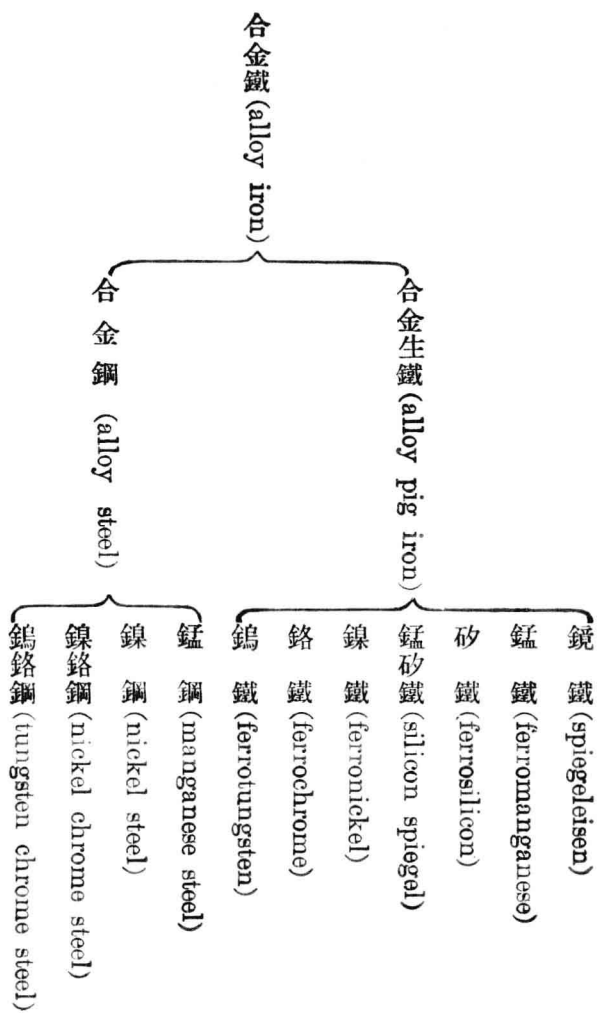
碳滲鋼 (cement steel)

即鋼者或可硬化，或在熔融狀態製造者也。此種分類法，乃如堪頒布爾 (Campbell) 氏所云僅由常識區別耳。此等鋼內，常有軟鋼 (mild steel)、硬鋼 (hard iron) 之分。含碳約在 0·3% 以上者，謂之硬鋼，0·3% 以下者，謂之軟鋼。硬鋼軟鋼之中，更分爲種種等級。

合金鐵之分類法 上述諸法，專以鐵中之碳爲主要成分之分類法也。供特別用途之鐵，亦以在碳以外之原質爲主要成分者，即所謂合金鐵是也。合金鐵亦分二種：

(一) 合金生鐵 無可鍛性，利用其含有之原質加於鋼中，以改良鋼質，故製造之。

(二) 合金鋼 一名特殊鋼 (special steel)，有可鍛性，乃遂可利用之成品也。近年特別進步之材料，如軍艦之裝甲板 (armoured plate)，如高速度工具鋼 (high speed tool steel) 等，皆屬之。



第四節 製鐵法

製鐵法之範圍 製鐵法之範圍甚廣，工作極複雜，可分爲三部。

(一) 生鐵之製造 取鐵礦石，除去其中夾雜物，使鐵質還原，而成生鐵，其法名生鐵之製造法。本書於第六章述之。

(二) 鋼鐵之製造 取生鐵精鍊，使成鋼鐵，其法名鋼鐵之製造法。鋼鐵種類甚多，如前所述，製造法隨之而異。本書第七章專述鋼之製造法，且以鎔鋼爲限。至於鍊鐵及鍊鋼，用途不廣，故本書於其製造姑從略。

(三) 鋼鐵器物之製造 取鋼鐵加工，令成所需形式，成爲器物。

製鐵法之發展 製鐵法之發展，可分爲三部述之。

(一) 由礦石直接製造鍊鐵法之發展 地球上產出之鐵塊或由地球以外落於地球上之隕石 (meteorite) 中之鐵，呈金屬狀態，自然存在，古人用之，毫無疑義。古人用最易還原之鐵礦爲原

料，投之火中，以人工製鐵，亦意中事。然何人發明，不得而知。要之，世漸開明，需鐵漸多，製鐵法亦漸發達，此自然之勢也。幼稚時代，用木炭爲燃料，處理鐵鑛。此二種原料，世界各地，鮮不產之。故任何國民，類皆製鐵，而其地點，自非移於鐵鑛森林兼備之地域不可。所用之爐，低小簡單，燃燒木炭，使之發熱，令鐵還原。其所需之風，或聽自然，或藉人力，溫度不強，火候不足，製出之鐵，僅鍊鐵耳。易言之，在此等時代，全由鑛石直接製造鍊鐵也。

(二)由鑛石製造生鐵之發展 逮第十四世紀時，歐洲發明水力利用法，送風之力頗強，送風之量頗多，爐形亦大，溫度亦高，製出之鐵，吸收多量之碳，充分熔融，可由爐內流出，蓋所製造者卽生鐵也。鐵廠位置，勢非集中於河道附近不可。生鐵注入型中，造成任意形狀，由此發明鑄造術，並知生鐵反覆熔融，可獲鍊鐵。此法便利甚多，故不特由鑛石直接製造鍊鐵已也，而先由鑛石製造生鐵，進而製造鍊鐵及鋼之間接法，亦行於世矣。

此時代中，世界各國，無不製鐵；然產良鑛者，自得良鐵。如烏拉爾山，如瑞典等，皆以產良鐵著稱。世愈進步，需鐵益多，產量亦愈大。木炭之供給不足，不得不改用煤與焦煤代之。由鐵鑛用焦煤製造

生鐵之法，由生鐵用煤製造鑄鐵之術，先後發明。自汽機出世以來，用廉價之煤，送強力之風，故鐵廠地點，乃集中於煤田附近。此等大發明，多成於英人之手；使製鐵事業，面目一新。且英國地勢，既有運輸之便利，復有天然之富源，故其製鐵業，勢力雄厚。自第十九世紀之初，進步甚速。一八七〇年頃，英國產鐵量，達全世界總量之半。

(三) 製鋼法之發展 約二百年以來，關於鑄鋼之製造，專用坩堝，容量微小。一八五五年，英人柏塞麥 (Bessemer) 氏發明柏塞麥法。製鐵業上，起大革命，鋼之產量，非常增進。一八六一年至一八六四年間，西門士馬丁氏法發明，鍊鋼法益有進步。近年電爐製鋼法，又有發展之勢矣。

第五節 鐵在工商業上之位置

鐵在工商業上之位置 今之言富強者，曰煤鐵主義，曰棉鐵主義，曰鐵血主義。欲測國之強弱，恆以用鐵之多寡為標準。使世界而無鐵，則一切物質文明，化為烏有；使一國而無鐵，則弱肉強食，國亡無日。鐵之關係如是之重且大者，果何故耶？曰價值低廉，蘊藏豐富，性質優良，用途廣大使然耳。小

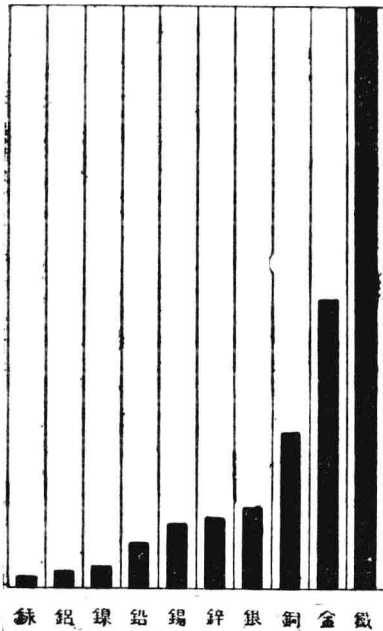
則日用器具，大則船舶、鐵路、橋梁、房屋、機械、武器，無不惟鐵是賴。謂之物質文明之基礎，誰曰不宜。然鐵與其他金屬實際差異之點安在？鐵在近世工商業界之位置如何？非以統計為根據，無以明其真相。今就一九一〇年世界各種金屬產額及價值，列表比較於下：

金屬名稱	產量 (噸)	產量百分率	總價值 (美金圓)	總價值百分率	各金屬單位價值之比較
生鐵	六五,三〇〇,〇〇〇	九六·五二	九七九,五〇〇,〇〇〇	四六·二	一
鉛	一,一三九,七〇〇	一·六七	七四,一〇〇,〇〇〇	三·五	四
銅	八三六,九〇〇	一·二三	二五四,八五〇,〇〇〇	一一·〇	一〇
鋅	八六,六〇〇	一·一九	九四,四二五,〇〇〇	四·五	八
錫	一一五,七〇〇	〇·一七	九〇,三五〇,〇〇〇	四·三	五二
鋁	四三,八〇〇	〇·〇六	一五,八七五,〇〇〇	〇·七	二四
鎳	二四,五〇〇	〇·四	一六,三二五,〇〇〇	〇·八	四六

銀	七、四三七	0.011	一三五、四七五、000	六·三	1、100
銻	四、100	0.00K	五、五七五、000	0·三	九0
金	204	0.001	四五、二四、000	111·四	20,000
總計	六六、二六九、四一	100	二、二〇、七六九、000	100	

觀上表，知生鐵之產量，占全世界各種金屬年產量之九五%，而其價值占各種金屬總價之四六%。其用途之最廣，關係之最鉅，從可知矣。今將世界各種金屬總價，作圖比較於下。

更就一九〇一年至一九



第一圖 世界各種金屬總價比較圖

一〇年十年間，世界各種金屬之產量及其增加率，比較考察，可以推知此期間一切工業勃興之狀。

世界各種金屬產量及其增加率表（產量以千噸為單位）

年次	一九〇一	一九〇二	一九〇三	一九〇四	一九〇五
鐵	41,000	45,100	46,368	46,400	54,400
鉛	860.5	882	9026.	970.3	965.4
銅	534.8	553.3	591.3	647.9	693.9
鋅	307.4	545.3	571.6	625.4	658.7
錫	89.2	96.7	100.5	103.1	102.4
鋁	7.5	7.8	8.2	9.3	11.5
鎳	8.9	8.7	9.9	12	12.5
銀	5.463	5.782	5.647	5.503	5.624
銻	3.1	4.1	3.6	3.8	3.3
金	0.395	0.446	0.490	0.525	74 0.5

加十 百年 分間 率增	一 九 一 〇	一 九 〇 九	一 九 〇 八	一 九 〇 七	一 九 〇 六
59	65,300	60,314	49,300	61,500	58,650
33	1,139.7	1,092	1,077.1	1,027	984.1
57	836.9	849.2	757.8	712	720.6
61	816.6	783.2	722.1	738.4	702
29	115.7	113.9	113.3	102.4	104.4
484	43.8	31.2	18.6	19.8	14.5
126	20.1	17.3	14.6	14.1	14.3
36	7.437	7.337	7.004	6.113	5.650
16	3.6	3.7	3.3	3.2	3.8
79	0.704	0.710	0.650	0.620	0.609

第二章 鐵鑛牀

第一節 鑛牀學大意

鑛牀學 鑛牀學者，地質學之一分科，研究鑛牀 (ore deposits) 之成因、形狀、含有物、及地質學上之關係等之科學也。

各種鑛質之分合聚散，貧富多寡，以及其形狀變化，分佈範圍，驟視若無定律，細察實有至理，莫不有一定之原因，即莫不可尋其一定之規則。由事實上之規則，進而窮其所以然之原因，此理論鑛牀學之所有事。而本此原因，循此規則，以實驗鑛產之狀態，而預測其變化，則鑛牀學之致用也。

鑛牀 鑛床乃一種鑛物或二種以上之鑛物之集合體，其中含有有用鑛物者。

鑛石 鑛石 (ore) 者，在現今經濟狀態之下，以獲利為主，由鑛牀開採而得之主要鑛物或鑛

物之集合體也。

地質 鑛牀與地質，息息相關；欲論鑛牀，須明地質。地質學者，研究地球之構造歷史與其生物之進化者也。

地球可分爲三大部：一曰大氣，二曰地殼，三曰地球內部。地殼純爲岩石所組成。地球內部，則論者不一，然據火山現象及侵入岩層之狀態而論，則大抵爲一種溫度極高之物質；其近於表面溶液之部爲岩汁 (magma)。

岩石 岩石可分爲三大類：

(一) 火成岩 (igneous rock)，由地內岩汁凝結而成，皆含鐵質。

(二) 水成岩 (sedimentary rock)，由水力等沖積而成。

(三) 變質岩 (metamorphic rock)，由水成岩或火成岩重行結晶而成。其原來情狀常不可

考。

水成岩由各類岩石崩解沉積而成。而水成岩及火成岩二者又皆可成變質岩。由此循環不已，

而火成岩實爲各岩之源。

第二節 鐵鑛牀之分類

鐵鑛牀之分類 今依鑛牀之成因，分鐵鑛牀爲四大類：

- (一) 水成鑛牀(卽成層鑛牀)，
- (二) 交代及充填鑛牀，
- (三) 變質鑛牀，
- (四) 火成鑛牀。

第三節 水成鑛牀

成因 鐵質最初溶解混合於流水，隨波轉徙，或由力學作用，或由化學作用，或由有機作用，沉澱成層；其後爲他岩層所掩覆，故鑛層必較下部之岩層新，而較上部之岩層舊。此種屬於水成鑛牀

(sedimentary deposits) 卽成層鑛牀 (bedded deposits) 之鐵鑛牀，多成於元古紀與白堊紀之間，分布最廣，儲量最多，占現今已知經濟的鐵鑛牀儲量三分之二。

分類 此種鑛牀常與水成岩隨伴重疊，由生成細則之不同，更分爲二：

(一) 移運集積鑛牀 岩石腐爛所生之鐵鑛粉末，受流水沖洗，流往河海水底，全由力學作用，愈積愈富，成爲鑛牀；此種鑛牀，謂之移運集積鑛牀 (transported concentrates)。河流沖積鑛牀，海岸砂鐵，及河川砂鐵等屬之。閩浙一帶之砂鐵，是其例也。在經濟上不甚重要。

(二) 沈積鑛牀 鐵之溶液，依地面水爲轉移，後由化學作用，或藉有機物之助，沉積成層，此種鑛牀，再分爲三：

(甲) 鑛泉鑛牀 地下水含有鐵溶液，流現地表，鐵之一部，沉積鑛泉湧出口之傍者，謂之鑛泉鑛牀 (spring deposits)。其鑛石多爲有孔性之褐鐵鑛。

(乙) 沼鐵鑛牀 地面水含有鐵溶液，流入湖沼，與腐敗植物質互起反應，而生海綿狀之褐鐵鑛、硫化鐵鑛、或碳酸鐵鑛者，謂之沼鐵鑛牀 (bog deposits)。鑛泉鑛牀及沼鐵鑛牀，均不重要。

(丙)海底盆地鑛牀 鐵鑛由蒸發、化學反應、或有機作用之結果，生於海底凹部者，謂之海底盆地鑛牀 (marine basin deposits)。此種鑛牀，更分爲下列三種：

(子)海底碳酸鐵鑛牀 (marine carbonate deposits)

(丑)海底矽酸鐵鑛牀 (marine silicate deposits)

(寅)海底氯化鐵鑛牀 (marine oxide deposits)

英國之南威爾士 (South Wales)、克利夫蘭 (Cleveland) 及密德爾波洛 (Middleboro) 等鐵山，皆屬盆地碳酸鐵鑛牀。北美之克林吞 (Clinton)、紐芬蘭 (Newfoundland)、歐洲之洛林 (Lorraine)、盧森堡 (Luxembourg)、南美之米那宅賴斯 (Minas Geraes) 及朝鮮之安岳、中和等鐵山，皆屬盆地氯化鐵鑛牀。

現今世界鐵業中心地之鐵鑛，除美國蘇必利爾湖外，鮮非屬水成者也。

第四節 交代及充填鑛牀

成因 鐵鑛沈積原來岩石中所成之鐵鑛牀，皆屬於交代及充填鑛牀 (replacements and fillings)。

分類 交代及充填鑛牀，可分四類：

(一) 洞穴間隙充填鑛牀 岩石(例如石灰岩)原有之空隙，後由鐵鑛沈澱充滿者，謂之洞穴間隙充填鑛牀 (cavity and pore fillings)。現今可以開採者，未之有也。

(二) 普通交代鑛牀 岩石原有之細粒，實際上由鐵溶液沈澱之鑛石細粒所交代者，謂之普通交代鑛牀 (normal replacements)。美國鄂立斯坎尼 (Oriskany) 之褐鐵鑛，英國之昆布蘭 (Cumberland) 西班牙之畢爾巴鄂 (Bilbao) 古巴之聖的牙額 (Santiago) 等赤鐵鑛屬之。

(三) 次生集積鑛牀 成色低微之水成鐵鑛牀，後受鐵溶液之富鑛作用而成者，謂之次生集積鑛牀 (secondary concentrations)。與交代鑛牀水成鑛牀及殘留鑛牀，皆有密切關係。蘇必利爾湖之赤鐵鑛屬之。

(四) 接觸交代鑛牀 火成岩之熔融體，侵入他岩層中時，與熔岩發出之蒸汽及熱溶液，起各

種化學變化；火成岩接觸點之近傍尤甚；而其結果，鑛牀生焉。此種鑛牀，謂之接觸交代鑛牀 (contact replacement deposits)。磁鐵鑛及赤鐵鑛，多屬於此。湖北之大冶獅子山，山東之金嶺鎮鐵山，日本之釜石鐵山，皆其例也。

第五節 變質鑛牀

成因 鐵鑛牀現在之位置形狀及性質，概由原有鐵鑛牀多少變質而成；其變質之主要原因，亦為地面水及地下水。惟變質鑛牀中，鐵鑛或鐵之化合物，為水所移轉者，絕無僅有耳。

分類 變質鑛牀可分三類：

(一) 露頭風化鑛牀 硫化鐵鑛徐受風化作用 (weathering) 時，硫多溶解移動，常成海綿狀或多孔狀之鑛牀；如此變質而成者，謂之露頭風化鑛牀 (gossan deposits)。美國達克敦 (Ducktown) 鐵山屬之。

(二) 殘留鑛牀 鹽基性火成岩或富於鐵質之水成岩，風化腐爛時，岩石之一部分，溶解流失，

其餘部分，殘留爲鐵鑛者，謂之殘留鑛牀 (residual deposits)。北美及古巴甚多，美國之阿拉巴瑪 (Alabama) 及朝鮮西部之褐鐵鑛屬之。

(二) 壓力變質鑛牀 原有之成層貧鑛，在地殼最深處，受橫壓力之壓榨作用，其發生之熱及岩中之水，使岩石再結晶，或行局部岩漿分泌作用 (magmatic segregation)；如此變質而成者，謂之壓力變質鑛牀 (stress metamorphism)。斯干的那維亞 (Scandinavia)、美國、及吾國廟兒溝、鞍山之磁鐵鑛屬之。

第六節 火成鑛牀

成因 火成鑛牀 (igneous deposits)，直接全由火熱作用而成；有時與接觸交代鑛牀及壓力變質鑛牀甚難區別。學者議論紛紛，莫衷一是。惟含鎂磁鐵鑛牀之大部，確屬於此。

第七節 鐵鑛牀之地質年代

地質年代 地球自初生以至今日，地殼之變遷，生物之進化，備極複雜。地質學家以古代生物遺骸，即所謂化石者為標準，判定地質年代之新舊，說明地球往古之經過。蓋古地層之生物，構造簡單，全屬下等。新地層之生物，漸次發達，組織完全。且世界各地，同時代之地層，常有相同之化石，故由化石之繁簡異同，可以判別地球往日之事實也。據地質學家討論結果，地史可分為四大界 (era)；每界分為數紀 (period)；而每紀中，又各就本地特殊情形，分為系統層帶等名目。茲將最大系統，列表於左。

新生界	第四紀
	第三紀
中生界	白堊紀
	侏羅紀
	三疊紀
古生界	二疊紀
	石炭紀
	泥盆紀
	志留紀
	奧陶紀
	寒武紀
太古界	元古紀
	太古紀

現今已發現之鐵鑛牀，殆與各種地質年代之岩石相伴。如盆地鑛床，乃與其相伴巖石同年代

生成。如交代鑛牀，乃於巖石構成後始生成。吾人所重視者，非周圍巖石之年代，乃鐵鑛牀自己之年代耳。各種地質年代中，鐵鑛牀生成之重要期間有五，分述於下。

元古紀之鐵鑛牀 全世界元古紀 (Pre-Cambrian) 之巖石中，有重要鐵鑛。如美國蘇必利爾湖之鐵鑛，巴西之鐵鑛，吾國遼寧省本溪縣廟兒溝及遼陽縣鞍山站之鐵鑛，皆屬之。

由上寒武紀至下志留紀之鐵鑛牀 由上寒武紀 (Upper Cambrian) 至下志留紀 (Lower Silurian) 巖石中之重要鐵鑛牀，如紐芬蘭之鐵鑛，如美國克林吞 (Clinton) 之鐵鑛，皆其例也。

石炭紀之鐵鑛牀 石炭紀 (Carboniferous) 中之鐵鑛，多係碳酸鐵，成色低。英國碳酸鐵鑛之一部屬之。

侏羅紀之鐵鑛牀 歐洲密勒特鐵鑛石 (minette ore) 及英國黑帶 (black band) 鐵鑛 之大部，皆屬侏羅紀 (Jurassic)。

第三紀之鐵鑛牀 世界褐鐵鑛之生成，多在第三紀 (Tertiary)。古巴、印度、及美國東南部 之主要褐鐵鑛，皆屬之。

第八節 各種鐵鑛牀重要程度之比較

各種鐵鑛牀重要程度之比較 鐵鑛牀生成之方法雖多，然現今有經濟的價值者，不過水成盆地鑛牀、交代鑛牀及殘留鑛牀三者而已。其中水成盆地鑛牀，尤為重要。今將北美洲、南美洲及歐洲鐵鑛儲量之鑛牀種類，列表比較於下。

各種鐵鑛牀重要程度比較表（儲量以百萬噸為單位）

鑛牀種類	北美洲	南美洲	歐洲	洲合	計百分率
水成盆地鑛牀	六、〇三〇	七、五〇〇	八、四〇七	二一、九三七	六三·一
普通交代鑛牀	三一〇	〇	一、四四一	一、七五一	五·〇
二次集積鑛牀	二、七五〇	〇	〇	二、七五〇	七·九
接觸鑛牀	六八〇	三五〇	五〇七	一、五三七	四·四

殘留鑛床	四、三五〇	〇	二七二	四、六二二	一三・三
成因未明之磁鐵鑛(壓力變質)	六四〇	一五〇	一、四〇五	二、一九五	六・三
合計	一四、七六〇	八、〇〇〇	一二、〇三二	三四、七九二	一〇〇〇・〇

第三章 鐵鑛之探採

第一節 探鑛

總論 鑛牀學之目的本為學理的研究；而其應用，則在探鑛方面。鑛牀情形，如不明瞭，鐵鑛儲量，無由預定。探鑛法者，調查鑛牀之工作也。其方法不外乎以露頭觀察導其先，以探掘鑛井驗其實。然必有科學之規則，而後露頭所見，可概其餘。亦必有理論之想像，而後鑛探計劃，有所憑藉也。

探鑛法之種類 普通所用探鑛法有五，其中三種為鑛孔法，二種為實行挖鑿法。

(1) 心型鑽 (core drill) 法，

(11) 衝擊鑽 (churn drill) 法，

(111) 螺鑽 (auger drill) 法，

(四) 豎孔 (pit) 法，及豎井 (shaft) 法，

(五) 淺槽 (trench) 法，及水平坑道 (drift) 法。

此外如磁鐵鑛鑛床，有強磁性鑛石存在者，以經緯儀之磁針，測定其水平垂直之變動，可以推知磁性鑛床之寬廣深厚。

心型鑽法 多用金剛石鑽孔法 (diamond drilling) 以中空之錐 (bit) 迴轉鑿巖石，取出原形之巖層，可得優良之標本 (sample)。深厚幾何，均可確定。採用此法之特殊目的有二：一為周圍巖質堅硬之囊狀 (pocket) 鑛牀，或不規則鑛牀之確定。二為深處成層鑛牀，或扁豆形鑛牀之確定。然此法所需經費較他法多。粗弱龜裂及硬度不均勻之巖石，亦難適用。土壤或其他表土太厚者，亦令此法減其效用。故與其用之於最初之探鑛，不若用於最後精詳探鑛之為愈也。

衝擊鑽法 用棒繫錐擲下，衝擊巖石，所取標本，概為黏泥。此法原為油井或天然煤氣探鑛之用。其後鐵鑛探鑛，亦可用之。能達最深之處，而標本不良，分析結果，有欠精確。鐵鑛層狀明瞭，其周圍之巖石性質懸殊者，可收相當之成效。用費較心型鑽法為廉。巖質硬者，用費大增。

螺鑽法 於各種長短之棒之端，或管之末端，繫以螺鑽，用手迴轉之；標本附於螺鑽齒。本法原為黏土層探鑛之用。鐵鑛探鑛，亦可用之。本法不能貫徹堅巖，惟在黏土中，進行迅速。本法非用轆轤 (tackle)，入地不能過三十尺。故其適用之範圍，限於褐鐵鑛之淺層。

豎孔法及豎井法 豎孔法及豎井，於垂直探鑛時用之。鑛牀接近地表者，宜用豎孔法。豎孔淺時，所需經費，較心型鑽法或衝擊鑽法為少。然其能達之深，有一定限制。普通巖石，如達三十尺，非施以簡單支柱，即多危險。砂之捲揚裝置，亦為必要。豎井深者，需費特多。

淺槽法及水平坑道法 依水平方向探鑛時用之。如欲橫斷傾斜之鑛牀，在地表則用淺槽；在露頭 (out crop) 下，則用水平坑道。其成績較用豎孔法或鑽孔法者優良。一遇鑛牀，變其方向，可以確定鑛牀之廣袤。

第二節 探鑛

探鑛 鐵鑛山之大部分，其第一步探鑛，概用露天探掘法 (open cut)，即在地面開採也。直立

或傾斜甚急之鑛牀，在極深處者，非用豎井法或斜井法不爲功，而近於水平之鑛牀，多露出地面，殆可全用露天法開採之。但有二缺點：一爲除去表土，需費頗多；一爲鑛山各地，蒸汽鑿巖機 (steam shovel) 之工作費大異也。

第四章 鐵礦石

第一節 總論

鐵爲地殼中最多之金屬。地球全體之比重，約爲五·六。構成地殼岩石之比重，平均二·七。故地球內部，有多量甚重物質，存於其間。重金屬類，爲其主要成分，可想而知也。據克拉克 (Clark) 氏之計算，構成地殼之原質平均量，氮爲四七·三三%，矽爲二七·七四%，鋁爲七·八五%，鐵爲四·%五；鐵在諸原質中，列第四位。除鋁以外，鐵爲地殼中最多之金屬，然冶鋁甚難，冶鐵較易。鐵之其他特長最多。其應用極盛者，良有以也。

金屬之鐵。顧鐵呈金屬狀態存在者甚少，不敷實用。須將鐵之化合物，即所謂鐵礦石 (Iron ore) 者，採取之，製鍊之，始能得金屬之鐵。

鐵鑛石之定義 鐵鑛石者，由冶金法製鐵，在經濟上可以獲利之鐵化合物也。

鐵鑛石中含鐵量 吾人主旨，首在獲利，故鐵鑛石應含有之鐵質成分，自因時因地而大異，而至少非有二五或三〇%不可。

鐵鑛石含雜質量 鐵鑛石中含有種種夾雜物。其常見者，為矽酸、石灰、苦土、礬土、鑄酸等。由其成分，分為酸性鑛及鹽基性鑛。夾雜物中之錳，不僅無害，有時且為故意加入者。磷、銅、硫，均常有害。但磷因製鋼之方法，亦有望其含有多量者。

普通製鐵所用鐵鑛石，計有四種。

- (一) 赤鐵鑛，
- (二) 磁鐵鑛，
- (三) 碳酸鐵鑛，
- (四) 褐鐵鑛。

以下各節分述之。

第二節 赤鐵鑛

赤鐵鑛 赤鐵鑛之主要成分，爲氧化鐵 (Fe_2O_3)。常有夾雜物。然不失爲鐵分豐富之鑛石。其色由暗黑至赤。條痕 (streak) 作赤褐色。容易還原。以含磷極少著稱。蓋由鑛石所製生鐵，因含磷多少，成重要問題。含磷少者，有特別用途，價值甚昂。而欲製磷少之生鐵，勢非選用鑛石含磷極少者不可。赤鐵鑛乃其最適當者也。最著名之產地，首推美國蘇必利爾 (Lake Superior) 湖，實美國鐵業之基礎。

赤鐵鑛成分表

產地	成分之百分率												
	鐵	矽	酸	礬	土	石	灰	苦	土	錳	硫	磷	銅
美國蘇必利爾湖	六二·九一	五·八九	一·三九	〇·七〇	〇·四二	痕跡	〇·〇五	〇·一一	無				

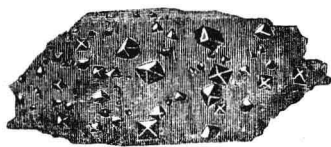


第二圖 赤鐵鑛

英國昆	六六·六〇	五·六六	〇·〇六	〇·〇七	無	〇·一九	痕跡	痕跡	無
布蘭									
西班牙	五八·六三	五·二五	三·二〇	一·三六	痕跡	二·二八	無	無	無
魯畢鄂									

第三節 磁鐵礦

磁鐵礦 磁鐵礦之主要化學成分爲氧化鐵 (Fe_2O_3)，含鐵質甚多。常作緻密之塊狀產出。此礦石之磁性極強，故易與他種礦物區別。磁鐵礦石之色深黑。有金屬光澤。條痕作褐黑色。劈開不完全。斷口稍呈介殼狀或參差狀。質脆。用酸化焰熱之，則失其磁性。我國湖北省大冶鐵礦產之。世界上有名之產地，尚有瑞典、俄國之烏拉爾山，美國紐約省之阿的倫達克 (Adirondack) 山，及新澤西 (New Jersey) 省之高地 (Highlands) 等處。



第三圖 磁鐵礦

英國克利夫	二元·八六	一〇·二三	六·九五	六·六三	三·七三	〇·七〇	〇·一〇	〇·五〇	三·〇二	一一·〇〇
英國黏土鐵礦	三六·二〇	一·九三	一·二三	二·四四	一·三九	一·九七	〇·一八	〇·二九	三〇·七七	一〇·四六
英國色爾頓										
黑帶鐵礦										

第五節 褐鐵礦

褐鐵礦 褐鐵礦為含水之氯化鐵 ($2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$)。細分為二其一質甚純良由碳酸鐵礦、

黃鐵礦 (FeS_2) 或磁鐵礦之變化而成，含鐵多，含磷少，良礦石也。西班牙北部產者甚著名。其二質不純粹，由含鐵之水溶液單獨沈澱，或由有機物之作用而沈澱，或由不純鐵礦石之變化而成，含鐵頗少，含磷常多，曩昔不甚利用。自鹼性製鋼法發明以後，用途極廣，開採遂盛，以德、法國境所產之密勒特鐵礦石為最著。歐戰以前，屬於德國，開採量列世界第二位，其鐵礦儲量，世界尠與比倫。歐戰以後，劃歸法國，現



第四圖 褐鐵礦

爲法國製鐵業之基礎矣。

褐鐵礦之成分表

產地	成分										
	鐵	矽酸	礬土	石灰	苦土	錳	硫	磷	銅	水分	率
西班牙畢爾巴鄂	五·八〇	八·八〇	一·一五	〇·五〇	〇·〇三	〇·五七	〇·〇四	〇·〇二	無	一〇·五	
德國密勒特鐵	二·三三	四·五三	四·七三	二·九三	〇·八五	〇·四一	無	〇·五	無	無	
朝鮮般栗	五·一八	六·六六	〇·九二	〇·〇三	〇·一九	二·〇四	〇·〇三	〇·一〇	痕跡	一一·八九	

第六節 鐵礦石之代用品

鐵滓、鐵渣及其他製鐵原料，由種種冶金法所得副產物中，有鐵滓 (Slag) 焉，有鐵渣焉。其中含鐵多者，可用作製鐵原料，爲鐵礦石之代用品。大冶鐵礦附近，古時盛行製鐵，鐵滓堆積殊多，製鐵之好材料也。

鐵滓及鑛滓之成分表

產地	成分											
	鐵	矽	酸	礬	土	石灰	苦	土	錳	硫	磷	銅
德國所用	六五·八〇	一·六	—	—	〇·一〇	痕跡	痕跡	痕跡	〇·七	〇·〇一	〇·〇一	〇·〇一
大冶鐵滓	五五·三	一〇·七	三·三	—	一·六	〇·四	三	一·〇一	〇·〇四	〇·二六	三	〇·四八

黃鐵鑛本爲一種不能供製鐵用之鑛石，然近年北美由此製造硫酸，其中所含少量銅分，用溼式 (Wet Process) 收銅法採取之，而其殘滓可製上等生鐵。此法發明以後，黃鐵鑛遂變爲有用之鐵鑛矣。

第七節 價值

決定鑛石價值之條件 開採鐵鑛石時，決定其價值之條件有種種。分述如下。

(一) 鑛量之多少。

(一) 運輸之難易。

(二) 鑛塊之大小 易破碎者，運輸之際，成小粉或細粒，將來在化鐵爐中製鐵，頗感困難。或如某種褐鐵鑛，裝入爐內，始為粉末，亦覺不便。近年用團鑛法團結粉鑛為塊狀，雖多開應用之途，仍不免發生困難。故鑛石原有之大小，在決定其價值上有重大之關係。

(四) 鑛石之組織 鑛石之組織，亦甚重要。鑛石在化鐵爐中，還原為鐵者，以受煤氣作用故耳。組織粗鬆者，煤氣容易通過，還原化鍊均易。堅硬緻密者反是。鑛石之組織，因其種類而大異。褐鐵鑛或焙燒後之菱鐵鑛，最易還原。赤鐵鑛次之。至於磁鐵鑛，最難還原，不易製鍊之鑛石也。故經焙燒等手續，酌施加減焉。

(五) 鑛石之成分 鑛石之化學成分，最為重要。鐵鑛石不可不含有鐵質之最低量；鐵質以外，含有種種夾雜物，已如前述。此等夾雜物，在化鐵爐中，多成鑛滓，與生鐵分離。矽酸內之矽質，鎂酸內之鎂金屬，一部分還原，入生鐵中。

鐵鑛石含夾雜物（尤以矽酸為最）多者，使鐵量減少，使燃料加多。成本太貴，獲利維艱。錳之一

部分入生鐵中，使鐵質優良，依所製生鐵種類，必須酌加錳質。故錳乃有利之含有物也。硫及砷之一部分，入生鐵中，大害鐵質；例如黃鐵礦，含鐵質五〇%以上，又若砷硫鐵礦，含鐵質三四%，顧因含多量硫質或砷質之故，均不能直接用以取鐵也。銅之全部，入生鐵中，亦害鐵質。鐵礦石含磷者尤宜慎重用之。依今日普通製鐵法，用含磷多量之礦石，不能製磷少之生鐵。由磷之多少，分礦石為二大類：其含磷量在含鐵量之〇·一%以上者，謂之含磷鐵礦；不及此者，謂之無磷鐵礦。無磷鐵礦，或為酸性製鋼法之生鐵原料，或為特殊鑄造用之生鐵原料。含磷鐵礦，或為鹽基性製鋼法之生鐵原料；或為普通鑄造用之生鐵原料。蓋磷質之多少，對於製鋼法之採擇，或生鐵種類之決定，有莫大關係，非特別斟酌不可也。

第八節 揀選

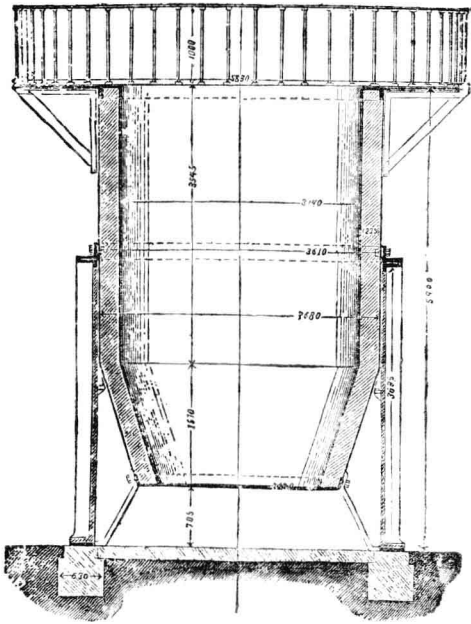
揀選 鐵以外之金屬礦石類，常用複雜選礦法。惟鐵價最廉，選礦之成效，難償選礦之費。故鐵礦石由鑛山採出以後，運至鐵廠，多直接裝入化鐵爐。然開採之礦石，含夾雜物過多者，亦須選礦；除

去雜質，增高鑛石中之鐵質，藉以減少鑛石運費。夾雜物由鑛石周圍之巖石而來者，其性質與鑛石懸殊，可用物理的方法除去之；即利用形狀之大小，比重之差異，及磁力之有無也。或用手選，或用篩分，或用機械選鑛法，或用磁力選鑛法。然在今日鐵業界，不甚注重。除少數鑛山以外，殆不適用。

第九節 焙燒

焙燒 碳酸鐵鑛，全須焙

燒，驅逐碳酸氣，增加氮質，并使鑛石之組織粗鬆。其重量約減少三〇%。磁鐵鑛有時亦須焙



第五圖 西利亞式焙燒爐

燒，除去其硫。

焙燒爐 (calciner) 爲方形、圓筒形、或圓錐形。容積小者不過十七立方公尺；大者達四百五十立方公尺。爐壁用火磚造，外廓圍以鐵板。用煤、焦煤、木炭、煤氣等爲燃料。先由爐底點火，後將燃料及鑛石，分層輪流裝入。燃料在爐腹部燃燒最盛。鑛石十分焙燒，漸次下降，由爐底取出之。

第十節 團鑛

團鑛 粉狀鐵鑛或易爲細粒之鐵鑛，在化鐵爐內製鐵時，障礙孔多，裝入爐中，降下不勻，且妨風之進入及上昇。此等粉鑛，混以塊鑛，固可製鐵，然不能超過全裝入物之一〇%。故用多量粉鑛時，宜先團結爲塊狀，此卽所謂鑛團 (briquette) 也。此本極難問題，現今尙未完全解決。團鑛之一法，係以石灰、砂石，與鐵鑛混合，約一晝夜間，曝於高熱蒸氣中。團鑛法如進步，砂鐵亦可完全利用矣。

第五章 製鐵用雜項材料

第一節 錳鑛石

錳鑛石 錳爲生鐵之必要成分，故常加錳鑛於化鐵爐中。鐵鑛含硫多量或所製生鐵供製鋼原料之用者，錳之存在，尤爲必要。鐵鑛含錳少時，須另加錳鑛。錳鑛大概含錳五〇%，以含磷及硫少者爲上品。

第二節 媒熔劑

媒熔劑 媒熔劑 (flux) 者，鐵鑛製鐵時之附加物也。鑛石中鐵以外之夾雜物，及燃料內之灰分，雖在極高溫度，常難熔融；故加適當媒熔劑，使變爲可熔性，而成鑛滓，與鑛分離。裝入物中之夾雜

物，多爲矽酸等酸性物，故媒熔劑多用鹽基性之石灰石或白雲石（dolomite）。其質宜純，所含矽石務少，組織亦宜堅緻。由採掘場採出後，碎爲二三寸之大，不用焙燒，直接裝入爐中可也。用木炭處理特別鑛石時，亦有用酸性岩（如花崗岩或砂岩）爲媒熔劑者。

第三節 燃料

燃料 化鐵鍊鋼，常需高熱；多用固體及氣體燃料，須有發熱及還原能力。木柴、煤、及焦煤，多由碳質構成；此外含有氫、氫、氫及灰分等。乾溜樹木而得木炭。乾溜煤而得焦煤。茲二者，化鐵爐最重要之燃料也。蓋化鐵爐甚高，天然燃料如煤一類，易碎爲粉，或結成塊，在爐中阻塞風路；或在爐內受熱，減少容量；爐內裝入物之狀態，致不平均；其弊不一。化鐵爐不可用天然燃料者，職此故也。惟無烟煤含揮發質頗少，故有直接用爲製鐵燃料者。

木炭 木炭爲古時製鐵唯一之燃料，含磷及硫等夾雜頗少。且爐內溫度較低，碳質以外之原質，還原入生鐵中者亦少。故用木炭所製之生鐵，質地頗佳。

焦煤 一七三五年，達比 (Darby) 氏改用焦煤，遂開今日鐵業之基。現今製鐵一噸，至少需煤一噸半。產煤地方，鐵業發達者，勢使然也。優良焦煤，堅固緻密，而有光澤，含灰質不過一〇%，硫不過一%。焦煤者，誠鐵業之最大要素，經營鐵業之難易，均繫乎是也。

煤氣 氣體燃料中，有天然發生之煤氣。然作製鐵燃料者頗少。有化鐵爐排出之煤氣，利用之途甚廣，後當再論之。

由煤造煤氣，作燃料之方法，有種種；鐵業上最重要者，為煤氣發生爐 (gas producer)；使煤半燃燒，成一氯化碳與氫之混合物；馬丁 爐製鋼時用之。所以變固體燃料為氣體燃料者，因除去固體燃料中之灰分水分，變為氣體，則可用蓄熱爐 (regenerators) 預熱，且容易燃燒完全故也。

煤氣發生爐種類頗多，坡忒 (Poeter) 氏煤氣發生爐為圓筒形，外壁用火磚造之，風由底部爐格之下而入，煤氣由爐頂而出。陶遜 (Dawson) 氏煤氣發生爐，底部以水閉之，煤灰落於水中，除灰甚便，風由爐底之中央而入，煤氣由上部而出。

第四節 耐火爐材

普通建築材料，鮮有供製鐵爐材之用者。在高熱之部分，其築造須用耐火材料 (refractory materials)，防氟化作用之侵蝕。爐材由性質，可分三種：

(一) 中性爐材，

(二) 酸性爐材，

(三) 鹽基性爐材。

中性爐材 此為化鐵爐及其他製鐵爐之普通材料。有下述數種。

木炭粉末與黏土及水混合者，謂之素灰，供木炭化鐵爐之用。

石墨多作坩堝之材料。

鉻鐵鑛造成火磚，供製鋼爐之用。

火磚及耐火黏土多由矽酸礬土而成。

酸性爐材 矽石磚含矽酸九〇%以上，在發生高熱時，鹽基性鑛滓影響不甚猛烈之處用之。惟高熱之時，其膨脹收縮之度甚大也。

鹽基性爐材 造鹽基性鑛滓時用之。

菱苦土鑛，或造磚，或爲粉，供鹽基性製鋼爐之用。

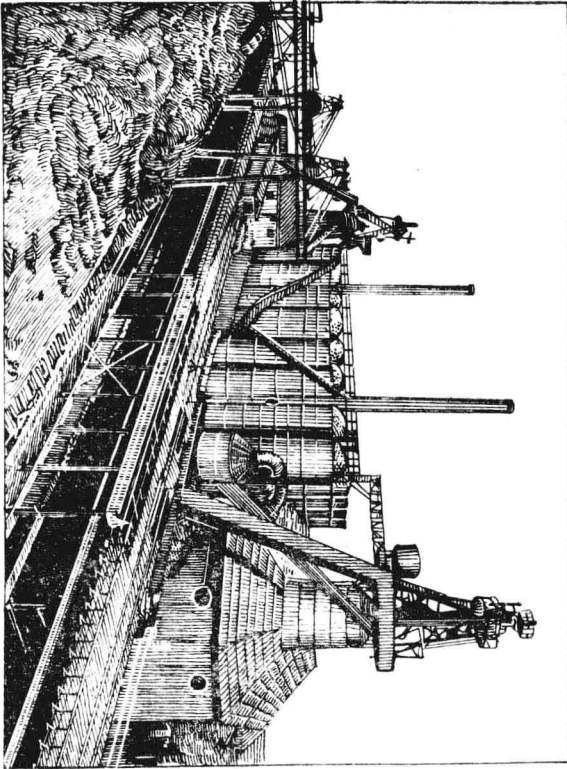
白雲石先焙燒爲石灰及苦土之混合物，加煤膏 (coal tar)，塗布鹽基性製鋼爐爐底之普通材料也。

第六章 生鐵之製造法

第一節 化鐵爐

化鐵爐 由鐵鑛石製鐵，最普通之爐，首推化鐵爐 (blast furnace)，一名鼓風爐，德國謂之高爐 (der Hochofen)，日本謂之鎔鑛爐。爲直立式爐之一種，作高大圓筒形。現今開採之鐵鑛石，殆全部通過之。故約翰孫 (Johnson) 氏有言：化鐵爐者，啓發自然界埋藏之鐵，以供吾人利用之鎖鑰也。

容量 近世化鐵爐用焦煤爲燃料者最多。美國產鐵中，用無烟煤及木炭製造者，各約一%；用焦煤者，約占九八%。化鐵爐之大小，以其一晝夜出鐵噸數表之。木炭化鐵爐爲十五至六十噸，焦煤化鐵爐爲一百五十至三百噸。北美洲之化鐵爐以四百至五百噸者爲多，甚至有達七百噸以上者。



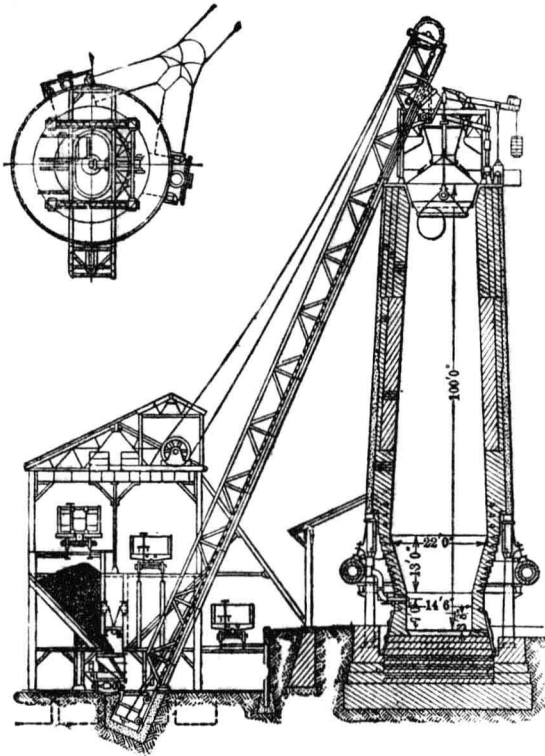
第六圖 化鐵廠全景

構造 現今化鐵爐之最大內容積，在六百立方公尺以內。普通爐高十至二十五公尺；最大內徑三至六公尺。其形狀如第七圖所示，宛然接合二個圓錐截頭體之底部而成。由全體言之，似圓筒形。歐洲之爐大而矮，美國之爐細而高。

原料（鐵鑛石、燃料、煤熔劑等）由爐口分層輪流裝入，下部漸大，故易下降。原料遇高熱而熔融，容積減少，故中部以下，爐徑漸小。底部送風之處尤小，使送入之風，能達爐心。爐內溫度昇至最高也。爐壁用良質火磚建築。底部送風之處，厚約一公尺。英、美、法諸國化鐵爐，爐壁外部，全用鐵板包圍；德國式化鐵爐則不用之。爐頂部厚約〇·七公尺。爐頂運輸原料，工人工作，架以鐵板，設裝鑛臺（charging platform）。爐之底部，為熔鐵貯蓄之處，其上為鐵滓停留之區，燃燒最盛，溫度最高，侵蝕甚強，爐壁易損，故安置多數冷卻函，用水冷卻之。距爐底適當高度處，設有送入熱風之送風口（tuyere），普通用四個至十二個。爐底之側，設有放出生鐵之放鐵口（iron notch）。其上設有流出鐵滓之放滓口（cinder notch）。

化鐵爐口有裝鑛設備（charging arrangement），使原料裝入輕便，配布均勻。備有煤氣收集

器 (gas collecting apparatus), 收集爐口排出之煤氣。此種煤氣, 在普通情形中, 含一氮化碳二



第七圖 化鐵爐, 裝礦設備, 及捲揚裝置

四%，碳酸氣一二%，氫氣及碳化氫氣等四%，氧氣六〇%。其一立方公尺有熱量八百卡路里，大可用為燃料，或在蒸汽鍋爐內燃燒，以得蒸汽，供送風汽機之用；或直接供煤氣機之用；或在熱風爐內燃燒，以預熱入爐之風；用途甚多，鐵廠重要燃料之一也。煤氣由爐口出後，經大垂直管，導至地上。此時煤氣中，含有多量之水分及烟塵，減少煤氣之熱量，須設法除去之。其法不外變更煤氣流動之方向，減少其速度，使在多數垂直鐵管中，時上時下。有時管內噴水，除其煙塵。有時用旋風機，迅速迴轉，使水與煤氣分離。普通用為蒸汽鍋爐或熱風爐之燃料者，其一公尺中，含塵埃重千分之五公分。供煤氣機之用者，須仔細洗滌，減至千分之一公分以下。

捲揚裝置 化鐵爐頂，備有捲揚裝置 (winding arrangement)，為捲揚原料之用。往昔多用垂直捲揚槽，近年多設傾斜軌道。

送風機 裝入之燃料，在爐內燃燒，需空氣甚多，且欲風達爐心，須有相當之壓力，故非設送風機不為功。送風機有汽機及煤氣機兩種。送風壓力，通常為半氣壓至一氣壓。

熱風裝置 送入化鐵爐之風，除少數小爐以外，常須預熱，因一可減少燃料，二可令爐底部易

成強熱故也。熱風裝置有兩種：一曰鐵管式熱風爐 (iron pipe hot blast stove)；入爐之風通過鑄鐵管內，外面燃燒煤氣以熱之，熱風能達之溫度，約攝氏四百度。一曰蓄熱式熱風爐 (regenerator hot blast stove)；設火磚孔道，燃燒煤氣，火磚熱至高溫後，斷絕煤氣來源，送入冷風，奪取火磚

中之高溫，可熱

至攝氏八百度。

熱風由熱

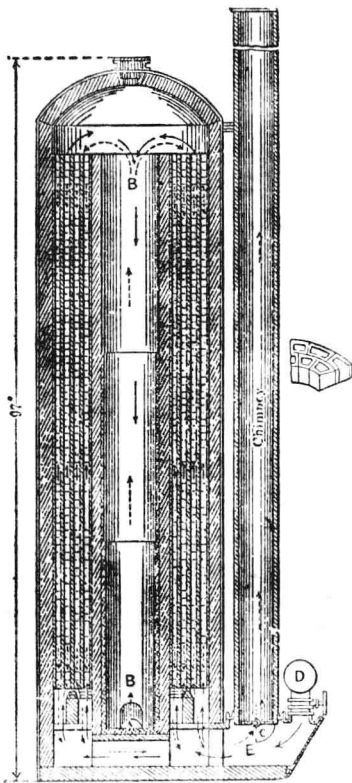
風爐出後，經過

導管，入化鐵爐

周圍之環管，後

經過支管，送風

口，而入爐內。



第八圖 熱風爐

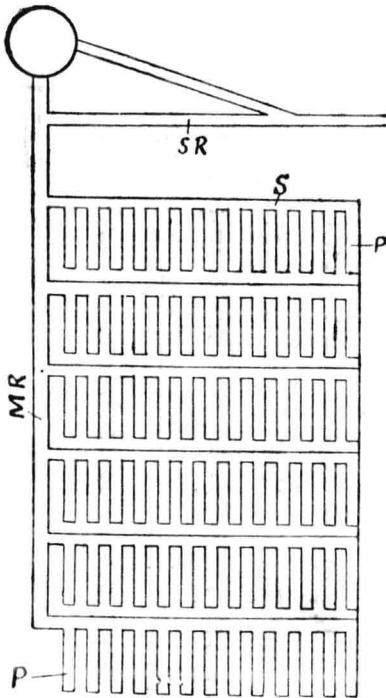
第二節 化鐵作業

鑛石在化鐵爐中之變化 高溫之空氣，受高壓力，由送風口入爐，令燃料燃燒，起兩種作用。一方面因其火力甚強，爐中已製造之生鐵或鐵滓，十分熔融。他方面發生一氮化碳氣而上升，鐵鑛受熱起反應，還原為鐵。而一氮化碳之一部，氮化為碳酸氣。風中氮氣，毫無變化，帶熱上升，預熱原料。故爐內氣體在上部冷至攝氏三四百度，由爐頂排出，其中含多量之一氮化碳，重要燃料也。裝入之鐵鑛，先在上部受熱，漸藉煤氣之作用還原，達攝氏八九百度之處時，變為金屬鐵。碳之一部，滲入鐵中，遂成含碳多量，容易熔融之生鐵。鐵鑛中之夾雜物，如矽酸、磷酸、氮化錳等，直接受白熱炭質之作用；矽、磷、錳等之一部，還原而入鐵中。生鐵十分熔融，沈積爐底，其餘殘留鑛石中之矽酸等等，與石灰石（媒熔劑）中之石灰質結合，造成鐵滓，亦甚易熔融。生鐵比重，約為七·三，重而下沈；鐵滓比重，約為二·八，輕而上浮，兩者可以分離。鐵鑛自裝入爐口以至製成生鐵，約需二十小時。熔融之鐵滓，由放滓口常時流出，或分期放出。

生鐵放出法 熔融之生鐵，依化鐵爐底部之大小，每日放洩六次至八次。用鋼鑽鑿開放鐵口，放出熔鐵。爐前備有生鐵鑄場，敷布細粒河沙；沙中用木型作成凹型，多數相連，熔鐵流入其中，鑄為小塊，處理輕便。若嫌細砂附着鐵面，則注入鑄鐵製之模型。或如大規模之鐵廠，備有鑄造機 (casting machine)，多數鑄鐵型相聯絡，更覺便利。生鐵直接供製鋼之用者，逕注鍋中，運往鋼廠，或移注於混鐵爐 (pig iron mixer) 中。

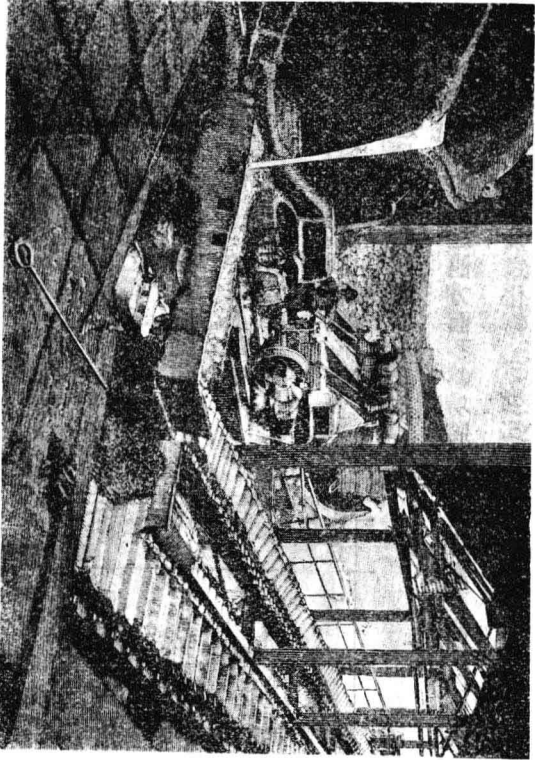
混鐵爐

混鐵爐者，貯蓄熔融之生鐵者也，處化鐵爐與製鋼爐之中間，圖兩者聯絡之



(SR) 鐵滓溝 (S) 熔鐵溝
(MR) 總溝 (P) 鑄塊型
第九圖 生鐵鑄場

第十圖 生鐵塊鑄造機

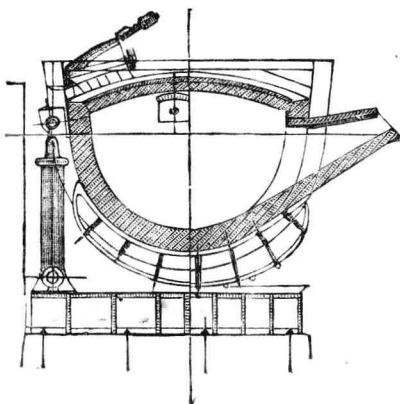


圓滿。其容量由一百噸至三百噸，鮮有至千噸者。混鐵爐之作用有二：(一)生鐵之混合作用。由化鐵爐所製生鐵之化學成分，不免因時而異；故先注入混鐵爐，混合各種生鐵，使其成分略同。(二)除硫作用。生鐵中含多量之硫，同時如有錳存在，則長貯混鐵爐中。此二原質互相結合，成硫化錳，浮於鐵上，鐵中有害之硫可以除去也。

化鐵爐效率之增進 現今最良化鐵爐，單視

作製鐵機械時，其效率已近最大限度。如尙欲求效

率大進步，殊難預期。故其改良，非求之他方面不爲功。將來改良之點有四。一曰所失各種熱之利用；二曰由揮發物中收回鹼質化合物及腈化物 (cyanide)；三曰由煙塵中收回鐵礦粉及焦煤粉等；四曰鐵滓之完全利用。



第十一圖 一百五十噸混鐵爐

第三節 鑛石中各成分之還原程度

總論 如欲使矽錳等原質還原，以製造含矽多量之矽鐵 (ferrosilicon) 含錳多量之錳鐵 (ferromanganese) 時，須變更鑛石種類，自不待論。即媒熔劑性質與數量之調整，爐底部溫度之增高，亦為必要。今就各主要原質還原入鐵中之程度，略述於下。

矽 矽在任何鐵鑛石中，皆成矽酸而存在。其還原之多寡，視化鐵爐底部溫度之高低及所生鐵滓之性質為轉移。底部高溫，鐵滓為酸性者，多量還原入生鐵中；今日化鐵爐可造生鐵含矽至一六%。

錳 鐵鑛石中，錳不足時，須另加錳鑛。爐內高溫，鐵滓為鹽基性者，其還原之量增多。普通裝入爐內全量之約三分之二，還原入生鐵中；今日化鐵爐可造生鐵含錳達八〇%。

磷 在現今生鐵製造法，磷悉入生鐵中；化鐵爐普通製造生鐵含磷達三%。

硫 爐內高溫，鐵滓為鹽基性者，硫入鐵滓中。

銅 原料含銅之全部，皆入生鐵中。

各種成分之利害 此等原質對於生鐵之影響，硫常有最大害，銅亦有害，磷則因其適用之方法，或有利或有害，而錳矽則常有利焉。

第四節 生鐵之種類

生鐵之成分 生鐵之中，除鐵質外，常含別種物質；其量大抵在下列之範圍以內：碳，二·五至四%；矽，一·五至三·五%；錳，〇·五至四%；磷，〇·〇七至一·八%；硫，〇·〇一至〇·一八%。

生鐵之成分，因製鐵法及用途之不同，自有增減之餘地。化鐵爐內，如裝入原料，加減適當，溫度鐵滓，調整合宜，則雖為同一生鐵，而其中所含矽錳，或多或少。含矽量，可自〇·五至一六%；含錳量，可自〇·一至八〇%。此等生鐵，名稱各別，如下所述，其中除生鐵外，均屬合金生鐵，化鐵爐鮮製之。

矽鐵 含矽一六%至五%者，謂之矽鐵，專為增加鋼內矽質之用。

生鐵 含矽五%至〇·五%，含錳〇·一至五%者，謂之生鐵。

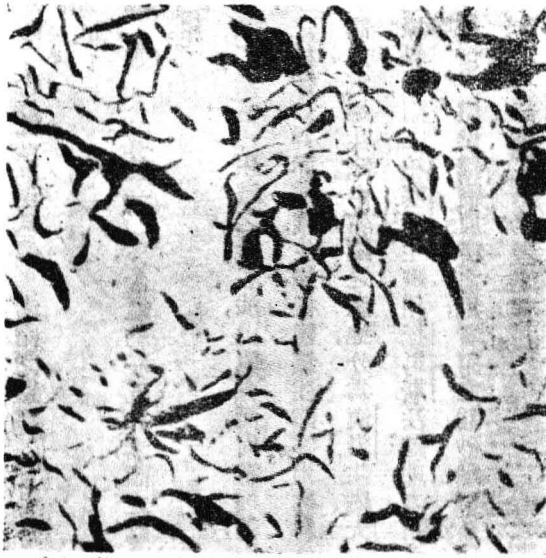
鏡鐵 含錳五至二五%者，謂之鏡鐵 (spiegelisen)，以其面平滑如鏡，故名。

錳鐵 含錳二五至八〇%者，謂之錳鐵 (ferromanganese)。錳鐵與鏡鐵，均供增加鋼中錳質之用。

錳鐵 含矽約一〇%，含錳約一五%者，謂之錳矽鐵 (silico-spiegel)，亦為增加鋼中矽錳兩質之用。

生鐵之異名 生鐵之命名法，由他方面，尚有種種：由入爐風之冷熱，分為冷風生鐵、熱風生鐵。由鐵鑛之種類，分為赤鐵鑛生鐵、褐鐵鑛生鐵等。由燃料之種類，分為木炭生鐵、焦煤生鐵。用電爐熱製造者，謂之電爐生鐵。由生鐵之產地，分為漢陽生鐵、大冶生鐵等。更有由用途分類者，供柏塞麥製鋼法之原料者，謂之柏塞麥生鐵。用托馬斯法處理者，謂之托馬斯生鐵。為製造鍊鐵之原料者，謂之佛吉 (forge) 鐵供鑄物原料之用者，謂之翻砂鐵 (foundry pig iron)。作鑄物者，謂之鑄鐵 (cast iron)。生鐵全部統名鑄鐵者亦有之。

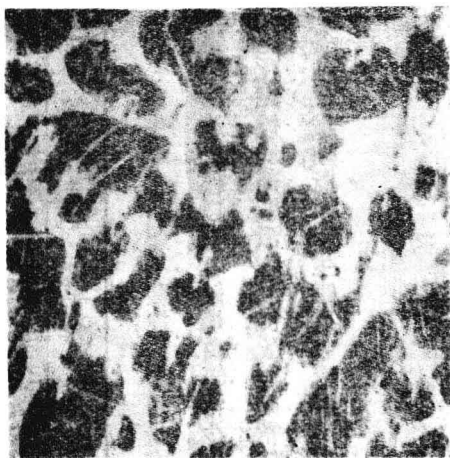
鐵中之石墨 化鐵爐之最普通出產品，生鐵也。其中之灰生鐵 (gray pig iron)，為鑄鐵工



第十二圖 灰生鐵在顯微鏡下放大一百倍之形

場之重要材料。灰生鐵及白生鐵 (white pig iron) 為製鋼之主要原料。考鐵中之碳，有為石墨而存在者。此石墨之發生與否，對於灰生鐵白生鐵之區別，有大關係。生鐵含有多量之碳同時含矽者，石墨生焉。錳之作用，與矽相反，妨害鐵中石墨之發育。灰生鐵白生鐵之分別，全視石墨之有無。鐵中有石墨者，鐵塊斷面，呈灰色，謂之灰生鐵。無石墨者，呈白色，謂之白生鐵。灰生鐵之中，矽多而錳少。白

者，石墨發達，含矽必多；作鑄造用時，可使軟韌，價值最高，定為一等品。鐵粒小而色淡者，逐次分為二等品三等品。此種分級法，僅據外觀推定矽質之多少，判斷價值之高低，而人地不同，見解各異。且鐵由高溫冷卻之速度，對於石墨之發生，亦有大影響。同一生鐵，徐冷者石墨發達，急冷者反是。故此分



第十三圖 白生鐵在顯微鏡下放大一百倍之形

生鐵之中，錳多而矽少也。

灰生鐵 灰生鐵含矽達五%，

其中含矽在三·五%以下者，製造最多，適用甚廣。最重要者，為柏塞麥生鐵及翻砂鐵。翻砂鐵在市場出售之時，依其種類，定其價值。其分級之法，以生鐵斷面粉之大小及色之濃淡為標準；由粒與色之不同，可以略知矽質之多少。鐵粒最大呈濃灰色

級法錯誤滋多。近來翻砂鐵分級之新法，全不以外觀為根據，而用化學成分（尤以矽及硫之多少）為基礎矣。英國克利夫蘭生鐵分級法如左。

生鐵等級	一等品	二等品	三等品	四等品 (鍊鐵原料)	斑生鐵	白生鐵
碳 (%)	三·二〇	三·三六	三·六四	二·八〇	三·〇九	三·〇五
矽 (%)	三·五〇	二·九〇	二·五九	一·九三	一·〇一	〇·六七

白生鐵 白生鐵中，石墨不發達；或含多量之錳，或含少量之矽，普通含矽不過〇·八%。製鋼用之白生鐵，含錳達二%以上。其餘磷質等常少。而托馬斯生鐵用鹽基性製鋼法處理者，含磷約二%。白生鐵係化鐵爐底部低溫時產出，故含硫常多。除德及法之北部，多製托馬斯生鐵作製鋼原料以外，其餘各地化鐵爐，概製灰生鐵。爐起障礙，溫度大降時，始產白生鐵。用途不多，僅製鋼時用作附加品耳。

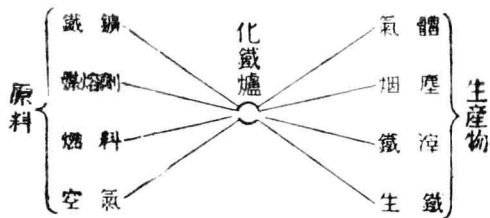
第五節 鐵滓

化鐵爐之生產物 化鐵爐所用原料，為鐵礦石、煤熔劑、燃料、及空氣。而其生產物有鐵、煤氣、鐵滓、及煙塵。原料及生產物之關係，可用第十四圖表示之。生鐵及煤氣之用途，前已述之。

鐵滓之成分 鐵滓之成分，因化鐵爐之狀況及其他各種情形而異，大略如下表所示。

鐵滓之成分表

生鐵種類	
成	砂
	酸礬
	土鹽基物(多石灰質)
分	



第十四圖 製鐵原料及生產物關係圖

焦炭灰生鐵	三〇至三五	一五至一〇	五〇至五五
木炭灰生鐵	四五至六五	一〇至五	四五至三〇
焦煤白生鐵	三〇至四〇	一〇至五	六〇至五五
木炭白生鐵	四五至五〇	一〇至五	三五至四五

鐵滓之利用 往昔鐵滓棄而不顧；今日已開利用之機。其中富於石灰質者，碎為粉末，調以他物，製成水泥（cement）。或混以適當石灰，乾燥為磚，供建築之用。或於熔融之鐵滓流出時，用蒸汽橫射之，使成微細纖維狀，謂之鐵滓毛，乃優良保溫劑也，供包裹汽鍋汽管等之用。其餘砂塊，供鋪砌道路之用。

第六節 電熱化鐵爐

電熱爐者，變電能（electric energy）為熱能，用電流為熱源，以熔融物體或使起化學變化之

器也。電熱化鐵爐，皆屬電阻爐（resistance furnace）。現在經濟上成功者，僅特洛爾哈坦（Troil-Häitan）式化鐵爐而已。一九一〇年十一月建於瑞典特洛爾哈坦地方，爐形與木炭化鐵爐大抵相似，惟爐底部不設送風口，而插入四根或六根炭製電極（或石墨電極）之點異耳。據一九一九年八月調查，世界所有特洛爾哈坦式化鐵爐，瑞典十六座，意大利六座，日本一座云。

第七章 鋼之製造法

第一節 坩堝鋼製造法

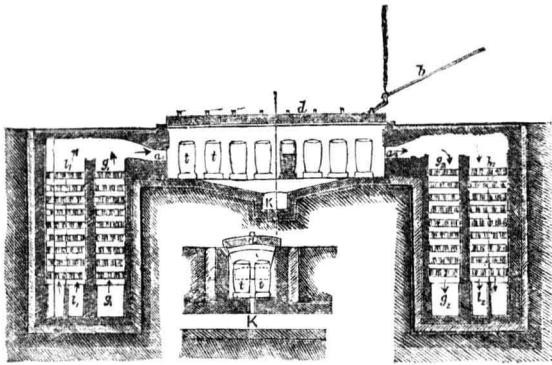
坩堝鋼 用坩堝製造之鋼，謂之坩堝鋼。前世紀中葉，別種製鋼法發明以來，此法應用範圍漸小，然仍占重要位置。

製鋼原料 其製鋼原料，選擇宜嚴，以碳滲鋼（由質地優良之木炭鍊鐵加入碳質而成，含碳約〇·五至一·六%）為標準。用攪鍊鋼或木炭鍊鋼亦可。茲數者，僅用坩堝熔融之，除去其中之鐵滓而已。其他如柏塞麥鋼、西門士馬丁鋼、鍊鐵與生鐵之混合物，或生鐵與鐵礦石之混合物，亦可用為原料；然減少坩堝製鋼法之特長。

坩堝 坩堝之容量可以熔融十至二十五公斤之鋼。其材料以已燒之耐火黏土為主，加生黏

土與石墨或焦煤，捏合製成之。大規模之鋼廠，製鋼時，用煤氣爲燃料。每製鋼一噸，需煤一噸至一噸半。坩堝爐如第十五圖所示，爐竈 (hearth) 上，置坩堝十五至十八個，最大者可置九十個。

作業 製鋼原料，切爲小片，秤其重量，計其成分。俟坩堝加熱以後，裝入其中，加蓋密封。後增高爐之溫度，坩堝內大起沸騰，旋即平靜。插入鐵棒，探其情形；鐵滓色淡或鋼粒殆不附着鐵棒者，坩堝



- (l₁, l₂) 空氣用蓄熱室
- (g₁, g₂) 煤氣用蓄熱室
- (a₁, a₂) 空氣煤氣出入口
- (t) 坩堝
- (d) 爐蓋

第十五圖 坩堝爐

內之鋼，十分熔融之證也。靜置二三十分鐘時，俟其中少量氣體發散，除去其上浮之夾雜物。用坩堝鉗將坩堝由爐中取出，將熔融之鋼，注入鑄塊型，造成方柱形之鋼鑄塊。此等工作，自始至終，共需三四小時。

坩堝鋼之成分 造坩堝鋼時，如慎重選擇原料，可得良鋼。製造之時，鋼不與呈氮化作用之火焰接觸，少受鐵滓之作用。坩堝鋼在工作上及應用上，均以製硬鋼為最適宜，故含碳量常在〇·八至一·五%之間。其餘原質之普通含量：至〇·四%；錳，由〇·二至〇·三%；磷，由〇·〇一至〇·〇三%；硫，至〇·〇三%。然燃料及坩堝價值不廉，每次製鋼頗少，而耗力多。故坩堝鋼之用途，僅限於武器材料，及工具鋼 (tool steel) 等也。

第二節 柏塞麥鋼製造法

總論

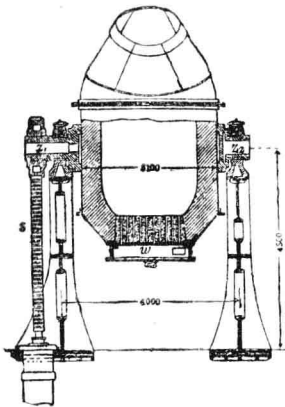
本法原理，乃用熔融之生鐵為原料，送入空氣，燒除碳矽，使化為鋼也。此等工作，利用生鐵中各原質氮化燃燒所生之熱量，不必另加燃料。一八五五年，英人柏塞麥 (Bessemer) 氏發明之。

當時爐之內壁，悉用酸性耐火爐材，名曰酸性柏塞麥法，或單稱柏塞麥法，不能除去生鐵中之磷質。一八七八年，托馬斯 (Thomas) 氏用經過焙燒之白雲石，混以石油，塗布爐壁；製鋼之時，加入石灰，謂之托馬斯製鋼法，或鹽基性柏塞麥製鋼法；可以除磷，並利用磷為燃料。

製鋼原料 在酸性製鋼法中，生鐵中之矽，為主要燃料，故其製鋼原料，含矽， 0.6 至 2% ；磷，在 0.1 以下；錳， 0.5 至 2% 。用鹽基性法製鋼之生鐵，含磷， 1.8 至 2.5% ；矽至 0.5% ；錳，一至 2% 。與此等目的相合之生鐵，各謂之柏塞麥生鐵，或托馬斯生鐵。

迴轉爐 製鋼之爐，謂之迴轉爐 (rotary)

如第十六圖所示，爐之全體，由齒車裝置，可於水平軸之周圍迴轉，一時可容生鐵五噸至二十噸；其內容之大，約為生鐵所占容積之十倍。製鋼時送入爐內之風，有一·四至二·五氣壓，通過爐軸，由爐底部之風箱 W 而



第十六圖 迴轉爐

入；爐底有多數小孔，使送風均勻。

作業 在酸性法製鋼，先使爐體橫臥成水平。注入熔融之生鐵，留於側壁膨脹部。至送風壓力十分高時，乃使爐直立。強壓之風，通過熔融之生鐵而昇騰，起氮化作用，燃燒生鐵中之種種原質。先就酸性法而論，碳燃燒時，發生氣體最盛，噴出白熱長火燄；碳漸少，火燄亦漸小。用分光器視察火燄之變更，判別光色之模樣。待碳約減至 0.1% 時，即停止送風，使爐橫臥。加少許錳鐵，除去熔融鋼中之氮化鐵。製硬鋼時，則加鏡鐵，以增碳量；投入焦煤粉末或無煙煤粉末，亦可。以生鐵為原料，僅需十分至二十分鐘時，即成鋼矣。其中含碳 0.1 至 1% ；錳 0.3 至 1.2% 。

在鹽基性法，爐內注人生鐵以前，先裝入生石灰約一成。送風後，生鐵中種種原質燃燒，與酸性法同。然至碳燃燒將盡時，磷質尚多殘留，故須繼續送風三四分鐘時，使之氮化，以除磷。除磷後之工作，與酸法性同。須注意者，鹽基性柏塞麥法，為除磷之故，碳質可以氮化驅逐，減至極微量；若再加入多量碳質時，鐵滓中一部分之磷，還原復歸鋼中，故此法專適於製造軟鋼。反之，酸性柏塞麥法，適於製造硬鋼。製出之鋼，由爐移於鍋中，注入鑄塊型，先造鋼鑄塊。後經軋壓，成為各種材料。今日鐵路軌

條鋼之大部，仰給於此。使鍊鐵殆全絕跡者，柏塞麥鋼與有大力焉。

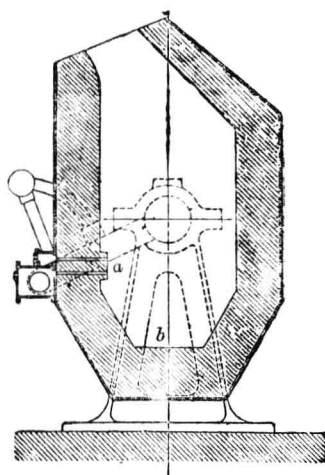
小爐柏塞麥製鋼法

此外尚有小爐柏塞麥 (Baby Bessemer) 製鋼法。其爐容量甚小，普通為〇・八噸至二噸。爐壁內敷布酸性耐火材料。所製之鋼，專供鑄物之用。

第三節 西門士馬丁鋼製造法

總論 本法為現今最盛行之製鋼法。一八六五年，法國馬丁 (Martin) 氏兄弟，採用英國西門

士 (Siemens) 氏兄弟發明之反射爐 (reverberatory furnace) 熔融生鐵與廢鐵 (scrap) 以製鋼。廢鐵者，生鐵以外一切舊鐵之總稱也。本法名為西門士馬丁法。其鋼名為西門士馬丁鋼。美國因爐



第十七圖 小迴轉爐

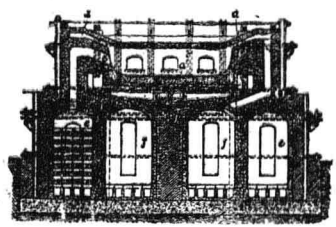
之形狀，名曰平爐 (open hearth furnace) 製鋼法。此法亦有酸性與鹽基性之別。酸性法之爐底，用矽酸質耐火材料塗布，不能除去原料中之磷質。自托馬斯製鋼法發明以後，平爐爐竈，亦採用鹽基性耐火材料，謂之鹽基性西門士馬丁製鋼法。

製鋼原料 本法之目的，在熔融含碳多之生鐵及含碳少之廢鐵，使成爲鋼。其原料之化學成分，隨製鋼法及所製之鋼之種類而異。酸性法既不能除磷，故造武器材料時，其原料之生鐵，僅含磷 0.02%。廢鐵亦僅用最純良之鋼鐵，其含硫量自宜最少。鹽基性法則不然，任何成分之原料，均可適用。一切廢鐵或生鐵斷片，皆可熔融爲良鋼。然含磷超過 1% 者，延長製鋼之時間。含矽過多者，需時亦久，且損爐底。均以在 1% 以內者爲適宜。

平爐 平爐之大小，以其一次能熔製原料之量表之：最小者，三噸；大者，七十五噸；用特別製鋼法者，達二百噸；普通者，十五噸至六十噸。平爐之構造，如第十八圖所示，爐竈 a 之面積，對於鋼量一噸爲 0.5 至 1.1 平方公尺；爐長爲 3.5 至 12 公尺；爐寬在三.5 公尺以下。近來酸性爐及鹽基性爐之構造全同。惟依其目的，僅變更爐側壁及爐竈底部之材料而已。爐頂或側壁上，皆

用砂石磚塗之，而其底部，敷布砂石磚之薄層於鐵板上。其上塗布之材料，隨製鋼法而異。在酸性法，則用砂石粉與黏土之混合物。在鹽基性法，則用完全焙燒之細粒白雲石，混以石油。圖中 c 爲煤氣之入口，d 爲空氣之入口。爐下兩側，各有二個蓄熱爐。e 爲煤氣之蓄熱爐。f 爲空氣之蓄熱爐。各爐內部，用上等火磚建之，煤氣或空氣，潛通其間。

作業 新爐乾燥後，徐徐加炭，而得白熱。裝入製鋼原料。用鹽基性製鋼法者，須加生石灰。此等原料多，用機械裝入。裝入之後，通煤氣強熱之。三四小時間，原料熔融。裝入物中之碳質等，受火燄或鐵滓之氮化作用，漸次減少，時時採取標本，考察碳之多少，判定鋼之軟硬。如此行之，至熔融鋼中之碳量減少，得極軟鋼而後已。同時鋼中發生氮化鐵，有害鋼質，加錳鐵以除之，遂得軟鋼。如欲製造硬鋼，須加鏡鐵。



第十八圖 平爐

或焦煤末，以增碳量。但在鹽基性法，若復加碳質，則竄入鐵滓中之磷，重返鋼中。易言之，用鹽基性製鋼法，不能製良質之硬鋼也。大廠材料等，須用良質之硬鋼，非用酸性法不爲功。

平爐製鋼一噸，需煤○·三至○·五噸。需時五至十二小時。平爐所製之熔融鋼，先作鋼塊，由壓延機、鐵鎚、或水壓機等，造成所需之形式，供各種之用。此種鋼料，應用最廣，武器、房屋、船舶、橋梁、機械等之材料，尠不仰給於此。

裝入原料中，生鐵太多者，製鍊之時間甚長，爐之生產力大減。欲除此弊，則有托爾波特 (Talbot) 氏及伯特龍·帖爾 (Bertrand-Thiel) 等製鋼法，皆漸有發達之勢。

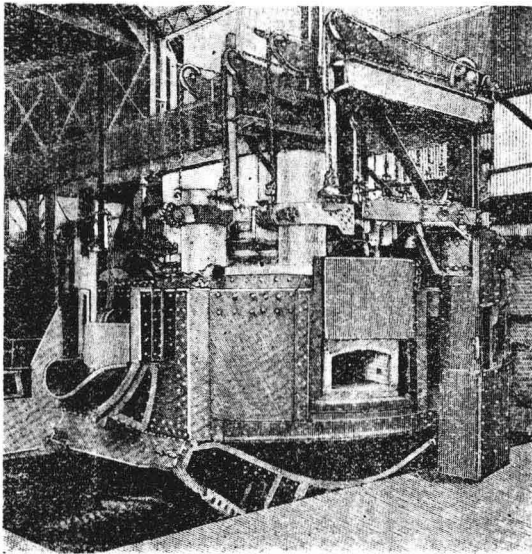
第四節 電爐鋼製造法

電熱製鋼爐 利用電流發熱，熔製生鐵所得之鋼，謂之電爐鋼。電熱製鋼爐，因電流出入之電極，有電弧 (arc) 式、電感 (induction) 式、及電阻 (resistance) 式之別。現今應用最廣者，首推赫牢爾 (Heroult) 式製鋼爐，兼用電阻式與電弧式，形似小平爐。其中裝入製鋼原料，如第十九圖所示，通

過爐頂壁，插入二炭電極 a 及 a₁，可以上下移動。電流通過一電極而入爐內，表面之鐵滓與電極之間，作電弧，入鐵中熱之，經過他電極外出。

作業 電爐製鋼法，或如普通坩堝法，僅作熔融原料之用。或如西門士馬丁法，爐內加以氟化劑，作精鍊原料之用。製鋼一噸，若用大爐，需電力五十基羅瓦特小時 (kilowatt

hour)。若用小爐，需九百基羅



第十九圖 赫索爾式製鋼爐

瓦特小時。據一九二一年之調查，世界電熱製鋼爐之數，達九百六十一座，而赫牢爾式占三百八座。七噸以下者最多。

成品之品質 電爐鋼性質之優劣，自與製鋼原料之良否相關，而能除去多量之硫，乃其特色。製鍊之際，恰似坩堝法，不受呈氯化性火燄之作用。如原料選擇適宜，可製良鋼。

第八章 鐵之性質

總論 鐵之特性甚多，其最重要者，可溶性、可鍛性、鍛接性、硬化性、牽引彈性、及韌性等是也。利用此等性質，可達各種目的。

可溶性 可溶性者，鐵熱至高溫時，熔解流動，可以鑄造成形之性質也。

可鍛性 可鍛性者，鐵赤熱時，變為柔軟，擊之以錘，壓之以機，容易變形，可製任何形體之性質也。

鍛接性 鍛接性者，數個鐵片，加以強熱，施以擊壓，可以鍛成一片之性質也。

硬化性 硬化性者，燒紅某種鐵類，急入水中冷之，可以增加硬度之性質也。硬化之鐵，復熱至一二百度之工作，謂之緩煉 (tempering)。鍛鍊或壓延加工後之鐵，復赤熱徐冷之工作，謂之軟化 (annealing)。

牽引彈性及韌性 鐵之有牽引彈性及韌性，實其廣用之一大原因。此種性質，不特因鐵中含有各種物質之多寡而殊，且由加工之方法及程度而大異。加工之程度愈進，此等特性亦愈顯，然加工過度，則脆而易碎矣。

鐵加工時，其溫度之高低，對於牽引強度，亦有大影響。溫度過高，或加熱過久者，減少牽引強度，且性脆。溫度過低者，牽引強度與彈性雖增，而性亦脆。加熱之溫度，常視鐵之硬軟及含有物質之種類，酌定高低。如溫度適宜，則牽引強度可大，彈性及韌性亦可富也。

硬化之時，可得強大之牽引強度，而乏彈性及韌性。然施適度之緩煉，調和鐵之組織，則牽引強度，不致十分減少，而彈性及韌性，可以相當增加。

鍛鍊或推壓加工之時，各部擊壓不均，分子移動過烈，故復熱之，徐冷之，使分子融和，組織整齊；牽引強度雖稍減，韌性則大增矣。

斷面紋理 檢查鐵之新斷面，常呈種種紋理；例如壓延或鍛鍊後之鍊鐵，呈纖維狀，板呈葉狀，薄片相重。鋼呈細粒狀，碳愈加多，粒愈微細，硬化者更細。鉻鎢矽等之合金鋼，亦使紋理微細，且斷面

之色澤各異，磷使粒狀粗大扁平。

鋼之紋理，依加熱之高低及加工之情形，不免有種種變化。由流動體冷卻凝固者，皆呈粗粒狀，然因加工之異，仍有粗細之分。雖在同一鋼塊亦有迥然不同者。苟非全然相同之加工，僅據紋理，不能識別也。

結晶性 鐵又有結晶性質，大鑄塊內部之空窩，或化鐵爐爐竈所生鐵塊之內部，往往發現完全結晶，形似杉樹狀。含錳多者，呈放線狀或大葉狀。

熔融點及比重 鐵之熔融點及比重，皆因含有物之多寡品質而異，略在左表之範圍以內。

種類	熔	融	點	比	重
白生鐵	一、〇五〇度至	一、二〇〇度	七·五八至	七·七三	
灰生鐵	一、一〇〇度至	一、三〇〇度	七·〇三至	七·一三	
鋼	一、二〇〇度至	一、五〇〇度	七·四至	八·一	(通例作七·八五算)
鍊鐵	一、五〇〇度至	一、八〇〇度	七·三五至	八·一	

鐵中含碳少者，其熔融點上升，比重增大。熔融之生鐵，比重約爲六·九；鋼之比重，約爲七·二至七·二五。

第九章 世界鐵業

第一節 世界鐵鑛之儲量

史約格禮氏之估計 一九一〇年萬國地質協會在斯德哥爾摩 (Stockholm) 開會時，史約格禮 (Sjogren) 氏分世界鐵鑛儲量為確定儲量 (actual reserves) 及推定儲量 (potential reserves) 二種；其統計如下表所示。

世界鐵鑛儲量表 (以百萬噸為單位)

洲名	儲量	
	確定	推定
歐洲	鐵鑛	鐵鑛
美洲	鐵鑛	鐵鑛
亞洲	鐵鑛	鐵鑛
非洲	鐵鑛	鐵鑛
大洋洲	鐵鑛	鐵鑛
合計	鐵鑛	鐵鑛

美 洲	九、八五五	五、一五四	八一、八二二	四〇、七三一
澳 洲	一三六	七四	六九	三七
亞 洲	二六〇	一五六	四五七	二八三
非 洲	一二五	七五	不詳	不詳
合 計	二二、四〇八	一〇、一九二	一二三、三七七	五三、一三六

昆氏之估計 一九二二年，昆(Kun)氏所估計之世界各國鐵鑛儲量，如下表所示。

世界鐵鑛儲量表(以百萬噸為單位)

地名	確定儲量	推定儲量	地名	確定儲量	推定儲量
歐洲			亞洲		
英國	一、〇五二	四、六五五	印度	四〇〇〇	……
挪威	三三七	八〇八	中國 大治及 本溪湖	四〇〇〇	……

瑞典	七四九・〇	一、二三九・四	
芬蘭	一三・五	三七・〇	
德國	七二五・八	二、八五一・三	
盧森堡	二〇〇・〇	七〇・〇	
比利時	七・一	七三・一	
法國	五、三八・五	四、〇九〇・〇	
西班牙	六七八・五	三七三・〇	
葡萄牙	一七・〇	二七・〇	
瑞士	三・五	三・五	
意大利	一〇・五	六・〇	
奧地利	二二七・〇	一五〇・〇	
日本釜石	二〇・〇	……	……
亞洲合計	八二〇・〇	……	四五七・〇
澳洲	一三六・〇	……	……
非洲	一五〇・〇	……	……
北非洲	一五〇・〇	……	……
西南非洲	一〇〇・〇	……	……
非洲合計	二五〇・〇	……	……
北美洲	……	……	……
紐芬蘭	三、六三・〇	……	……
坎拿大	一五〇・〇	……	……
美國	六、五〇〇・〇	……	七〇、〇〇〇・〇

捷克斯拉夫	八五·〇	一一八·〇	墨西哥	五五·〇	……
波蘭	三四·五	三二·〇	古巴	三一五·〇	一一、〇〇〇·〇
羅馬尼亞	六·二	二三·三	北美洲合計	一三、三四〇·〇	八二、〇〇〇·〇
南斯拉夫	二二·〇	四〇·〇	南美洲	……	……
希臘	四〇·〇	五〇·〇	委內瑞拉	五〇〇·〇	……
俄羅斯	六二九·五	九五六·〇	智利	……	……
歐洲合計	一〇、〇〇九·五	一五、七八五·二	巴西	七、五〇〇·〇	……
			南美洲合計	八、〇〇〇·〇	……
			世界總計	三三、五五五·五	九六、二四二·〇

各家估計之差異

歐美盛行探鑛，故儲量頗有把握。而亞、非等洲，調查未詳，確實數量，無由計

算。各家估計全世界鐵鑛確定儲量之總數，不免有出入。一九一〇年，史約格稜氏所估計者為二二、四〇八、〇〇〇噸，外有推定儲量一一三、三三七、〇〇〇噸。一九一四年，厄克爾(Eg-

Hel) 氏所估計者爲三四、七九二、〇〇〇、〇〇〇噸，外有推定儲量九〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇噸以上。一九二〇年，哈赤(Hatch)氏所估計者爲三一、八〇〇、〇〇〇、〇〇〇噸。一九二二年，昆氏所估計者爲三二、五〇〇、〇〇〇、〇〇〇噸以上。綜觀各家之意見，除史約格棱氏以外，大抵主張在三百萬噸與三百五十萬噸之間，約與一百五十萬噸之金屬鐵相當。除現今不經濟之劣鑛，或未調查地域之鐵鑛不計外，雖鐵鑛銷費量繼續增加，亦確可供給七十五年以上。若加入約一千萬噸之推定儲量，想可供給一百五十年至二百年也。

各國鐵礦開採量 鐵鑛儲量最多者，以巴西爲第一，美、法、紐芬蘭及古巴次之。此五國之總儲量占全世界總儲量之八〇%以上。而開採最盛者，首推美國，其產量占全世界總產量之三五至四〇%。美國蘇必利爾湖有確定儲量三十萬萬噸，其每年標準產量，約爲六千萬噸，占美國總產量之八五%。英國鐵鑛，開採不多，供給不足，須自西班牙、挪威及瑞典等處輸入之。大戰以後，德國失洛林(Lorraine)大鐵鑛床，儲量大減，每年開採量不過五百萬噸至一千萬噸。而一九一三年，德國銷費四千八百萬噸，故將來亦非輸入多量不可。法國之最大鐵鑛床在洛林，確定儲量有四十八萬萬噸，

推定儲量有十五萬萬噸。現在法國每年開採量，約近四千萬噸。比利時僅有小鐵鑛床，成色亦低，銷費之鑛石，殆全自法國輸入。巴西之鐵鑛儲量，為世界第一，近來大惹鐵業界之注意。此鑛床在米那宅賴斯 (Minas Geraes) 省，墨爾廉 (Merriam) 及雷斯 (Leith) 二氏，估計此鑛儲量，達七十五萬萬噸。紐芬蘭地小鐵多，世界無與比倫，為英國重要鐵鑛產地之一。古巴無鐵工業可言，其開採之鑛石，全部輸出。瑞典以產最良鑛著稱，其大鑛床在其北部，開採量之八〇%以上，輸往他國。今將近來各國鐵鑛開採量列表於下。

各國鐵鑛開採量表 (以噸為單位)

國別	一九一三年	一九一六年	一九一七年	一九一八年	一九一九年	一九二〇年
北美洲						
坎拿大	二七九、〇八四	二四九、六三六	一九五、三七七	一九一、九六七	一七八、八六九	一一五、九六二
古巴	一、六〇七、七五〇	七三四、一九	五六二、三四一	六五三、八二九	三六三、五三三	八九六、九五二

紐芬蘭	一、四五六、八五九	九二八、一二一	八〇一、一七二	七六九、八〇九	四五三、五六五	五八五、〇七四
美國	六二、九七二、一二四	七六、三七〇、三五五	七六、四九三、四七三	七〇、七七二、八一〇	六一、九四三、九二二	六八、六八九、五二七
南美洲						
智利	一四、一〇〇	五六、一六六	五、〇〇〇	二、七四三	……	……
委內瑞拉	五八、一四一	……	……	……	……	……
歐洲						
奧匈國	五、三八、五三一	未詳	三、七四、六五六	未詳	未詳	未詳
比利時	一五〇、四五〇	三〇、四三〇	一七、〇〇〇	五〇〇	四、八二〇	未詳
法國	二二、九二七、八七〇	一、六八〇、六八四	二、〇三四、七二二	一、六七二、八五二	九、四二二、七八六	一三、八七一、一八七
德國	二八、六〇七、九〇三	二二、三三三、六六四	二二、四六四、七八〇	一八、三九二、五六九	未詳	未詳
希臘	三三三、五七八	八四、九八五	六三、三六四	六七、八七一	四六、九三九	四四、七五一

意大利	六〇三、一六	九四二、二四四	九九三、八二五	六九三、八七二	六三三、〇三五	四三三、三〇〇
盧森堡	七、三三三、三八二	六、九五七、八五四	四、五〇二、六九二	三、一三三、四〇〇	三、一一一、六〇二	未詳
挪威	五四四、六八六	四一七、八九九	三〇二、七三九	九五、八八七	未詳	未詳
葡萄牙	四九、一八二	二、二六一	七、三八一	……	八、七二二	一三八四五
俄國	九、五二三、九四五	未詳	未詳	未詳	未詳	未詳
西班牙	九、八六一、六六八	五、八五六、八六一	五、五五一、〇七一	四、六九二、六五一	四、六四〇、〇六一	四、七六七、六九三
瑞典	七、四七五、五七二	六、九八六、二九八	六、三二七、一七二	六、六二三、六六一	四、九八一、一一〇	未詳
英國	一六、二五四、〇八五	一三、七一、二四七	一五、〇八四、〇〇八	一四、八四七、五七一	一二、四五〇、八七五	一二、九一一、四三〇
亞洲						
中國	(大指) 四二三、〇〇三	二七八、五五五	三四、三五六	(輸出) 三八二、七一九	(輸出) 六四〇、四三〇	(輸出) 六八二、九三八
朝鮮	一四二、〇一一	二四五、三五五	一四〇、六一三	二〇二、八八一	四三三、二六七	未詳

印度	三七六、七九七	四一八、四一八	四一九、九九一	五〇〇、六〇七	五七二、七九八	未詳
日本	一七二、六五六	一五八、八二五	未詳	二三三、四三六	二〇四、八四六	未詳
非洲						
阿爾及利亞	一、三四八、八九九	一、〇四二、八六五	九八五、二九三	九〇二、四六五	七三五、五七九	一、〇七一、二七八
羅特西亞	……	四、八七七	四、七九九	五、七六五	二、二六八	……
突尼斯	五九七、五〇〇	五〇〇、九三五	六〇五、九五八	四二二、五四三	未詳	未詳
南非聯邦	……	……	……	四、四二六	三、二六八	二、三三六
澳洲						
新南威爾士	七五、九八一	九五、六二六	九七、八四〇	一二〇、五四八	一四九、一三四	一六一、二九四
昆士蘭	四一、〇三二	四四、八七〇	二五、四六七	四三、四六九	二五、〇七二	二〇、〇二五
南澳洲	六一、六三一	一九一、三五二	三三三、六五七	二六一、一五四	二七二、八四〇	四一九、六六七

第二節 世界鐵業之發展

五大製鐵國 現今世界大製鐵國有五：曰美，曰英，曰德，曰法，曰比是也。

美國鐵業 近年美國北部蘇必利湖附近發現大鐵床，大規模開採，運至賓夕法尼亞 (Pennsylvania) 省製鐵。各種鐵材，需要亦多，故鐵之產額大增。前世紀末葉，凌駕英國，為世界第一製鐵國。歐戰以後，其鋼鐵產額，超過英、德、法、比四大製鐵國之總產量。

英國鐵業 第十九世紀之初，為英國鐵業全盛時代，至於末葉，因美國鐵業勃興，降為第二位。迄本世紀初，因德國鐵業發達，降為第三位。歐戰以後，恢復第二位。

德國鐵業 德國古時，鐵業頗盛，中途為英國所壓倒。普法戰爭之結果，占領洛林之南部，得鑛石大富源，且德國西部，有廣大煤田，鐵之產量，遂大增進。本世紀初，一躍為世界第二製鐵國。歐戰後，洛林鑛山，還於法國，割地賠款，物力凋殘，降為第三位矣。

世界鐵業統計 十九世紀以來世界鐵業發展情形，可由下表見之。

一八〇〇年後世界生鐵產量表

國別	各年世界生鐵產量(以百萬噸為單位)												
	一八〇〇	一八一〇	一八二〇	一八三〇	一八四〇	一八五〇	一八六〇	一八七〇	一八八〇	一八九〇	一九〇〇	一九一〇	一九二一
美國	〇・〇六	〇・〇六	〇・〇二	〇・一六	〇・二九	〇・五六	〇・八二	一・六七	三・八四	九・二〇	一三・七九	二七・三〇	三三・六五
德國及 盧森堡	〇・〇二	〇・〇三	〇・〇四	〇・〇八	〇・一五	〇・二五	〇・六〇	一・四〇	二・七三	四・六六	八・三八	一四・五六	一五・三三
英國	〇・二〇	〇・二七	〇・四〇	〇・六八	一・四〇	二・三五	三・八三	五・九六	七・七五	七・九〇	八・九六	一〇・〇一	九・五三
法國	〇・〇六	〇・〇九	〇・一四	〇・二七	〇・三五	〇・四一	〇・九〇	一・一八	一・七三	一・九六	二・六七	三・九七	四・四四
俄國	〇・〇四	〇・〇七	〇・一〇	〇・一八	〇・一九	〇・二三	〇・三四	〇・三六	〇・四五	〇・九三	二・八五	二・九八	三・五二
奧匈國	〇・〇一	〇・〇二	〇・〇三	〇・〇四	〇・〇六	〇・一〇	〇・一八	〇・三七	〇・四六	〇・九七	一・四三	二・〇一	二・〇九
比國	〇・〇二	〇・〇三	〇・〇四	〇・〇六	〇・一〇	〇・一四	〇・三二	〇・五六	〇・六一	〇・七九	一・〇〇	一・八二	二・〇一
坎拿大	……	……	……	……	……	……	……	……	……	〇・〇二	〇・〇九	〇・七二	〇・八二

瑞典	0.02	0.03	0.03	0.04	0.06	0.09	0.19	0.30	0.41	0.46	0.52	0.59	0.62
西班牙	...	...	...	...	...	...	...	...	0.09	0.18	0.09	0.37	0.35
意大利	...	...	...	...	...	...	...	...	0.02	0.01	...	0.22	0.24
其他各國	0.05	0.06	0.08	0.10	0.15	0.20	0.25	0.35	0.40	0.50	0.65	0.60	0.80
全世界產量	0.48	0.66	0.88	1.61	2.75	4.33	7.43	12.15	18.49	27.58	40.33	65.14	63.39

此表數字之確實程度，隨時隨國而異。一八五〇年以前，除英國外，不過近似數而已。其後各國政府，概有統計，可得稍確之材料。一八七〇年以後，僅中國產量不明。由此表觀之，一九〇〇年以後，美、德、英、法、俄、奧及比七國，皆產出一百萬噸以上；七國合計，占全產量之九七%。一九一〇年時，美、德、英三國合計，占全產量五分之四。此一八〇〇年以後世界製鐵之概況也。

世界鐵業發展率 第十九世紀以來世界鐵業之發展率，可由前表推求得之。

一八〇〇年至一九一〇年鐵業發展率

期	間	增加率(%)	期	間	增加率(%)
一八〇〇	至一八一〇年	三七·五	一八六〇	至一八七〇年	七六·九
一八一〇	至一八二〇年	三三·三	一八七〇	至一八八〇年	五二·二
一八二〇	至一八三〇年	八二·八	一八八〇	至一八九〇年	四九·一
一八三〇	至一八四〇年	七〇·八	一八九〇	至一九〇〇年	四六·二
一八四〇	至一八五〇年	五七·四	一九〇〇	至一九一〇年	六一·五
一八五〇	至一八六〇年	七一·六			

一八〇〇年至一九一〇年之一百十年間，每十年之平均增加率，爲五八%。一八七〇年至一九一〇年之四十年間，每十年之平均增加率，爲五二%。此後數十年間，每十年之增加率，作爲五〇%或無大差。但此增加率，必不能永久維持，至相當時期，定當漸減。惟何時始減，無由豫測耳。若一旦減少，則其原因，不外三端：(一)世界鋼鐵需要實際減少；(二)採用鋼鐵代用品；(三)鐵鑛及煤缺乏。

今將各國每人每年所攤生鐵銷費量及增加率列表如下。

各國每人每年所攤生鐵銷費量及增加率表（銷費量以公斤計，增加率以百分率計）

國別	年次		平均數		平均數		平均數		平均數		平均數		平均數	
	一八七二至一八七五年	一八七六至一八八〇年	一八八一至一八八五	一八八六至一八九〇年	一八九一至一八九五年	一八九六至一九〇〇年	一九〇一至一九〇五年	一九〇六至一九一〇年	一九一〇至一九一五年	一九一六至一九二〇年	一九二一至一九二五年	一九二六至一九三〇年	一九三一至一九三五	一九三六至一九四〇年
美國銷費量	五九·八	五九·三	八七·七	一二五·一	一三三·二	一五四·八	二三七·四	二七四·二	二九六·二	—	—	—	—	—
美國增加率	—	減二·五	五〇·四	四二·六	六·五	一六·三	五三·四	一五·〇	八·〇	—	—	—	—	
德國銷費量	五七·八	三八·二	五三·一	六五·六	七二·五	一一二·一	一五六·二	一四四·一	一四八·〇	—	—	—	—	
德國增加率	—	減三·九	三九·〇	二三·五	一〇·五	五四·六	三九·三	減七·八	二·七	—	—	—	—	
英國銷費量	一一四·三	一一〇·八	一二四·七	一二七·六	一三四·四	一五三·一	一四七·六	一四七·三	一四〇·〇	—	—	—	—	
英國增加率	—	減三·六	一二·五	二·三	五·三	一三·九	減三·六	減〇·二	減四·九	—	—	—	—	
法國銷費量	—	四四·八	五六·三	四四·〇	五一·一	六〇·五	六二·〇	—	—	—	—	—	—	
法國增加率	—	—	二五·七	減三·八	一六·一	一八·四	二·五	—	—	—	—	—	—	

美國 美國一九二三年生鐵產量，約計四千二十五萬噸；鋼產量約計四千四百六十五萬噸，較之和平年代，均已超過。而其輸出量，不過一百九十九萬五千噸。產量最多，輸出量頗少，此誠美國國民銷費力最大之明證也。

英國 英國一九二三年生鐵產量，約計七百四十萬八千噸；鋼產量約計八百五十八萬五千噸；輸出量約計四百四十萬七千四百噸，皆有增進之勢。而鋼產量略等於一九二一年及一九二二年之和。其輸出量之多，尤堪注意；戰後任何年，無與比倫，且將恢復戰前二年之數矣。

德國 德國一九二三年生鐵產量，約計四百七十五萬噸；鋼產量約計五百五十萬噸；輸出量約計一百三十六萬噸。自歐戰以來，德國鐵業，日趨衰敝，蓋其鋼鐵富源之一部，已為法國占領故也。

法國 法國一九二三年生鐵產量，約計五百十五萬噸；鋼產量約計四百八十二萬噸，皆超過一九一三年之記錄，且各為一九一九年之二倍以上。法國鐵業，恢復誠最速矣。法國一九一三年鋼產量，約與一九二三年相等；其輸出量僅五十七萬噸；而一九二三年輸出量多至二百一十一萬噸，不特超過其前二年，且為一九一三年之四倍，而較之同年美國輸出量，尚多二十萬噸，此誠可驚異也。

比國 比國鐵業在戰爭期中，所受蹂躪，較他國為甚。一九二三年生鐵產量，約計二百十二萬噸；鋼產量約計二百二十一萬噸，雖不及戰前，然相差無幾矣。比國一九二三年輸出量約計二百三十六萬噸，除英國外，以比國為最多也。

世界鋼鐵產量及輸出量統計 今將世界鋼鐵產量及輸出量列表如下。

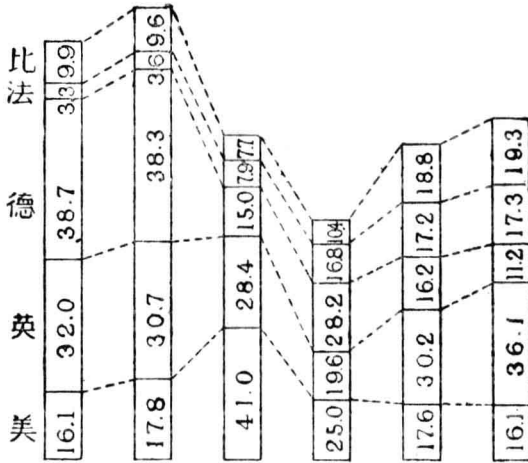
世界生鐵產量表（以千噸為單位）

國別	一九一二年	一九一三年	一九一九年	一九二〇年	一九二一年	一九二二年	一九二三年
美	二九、七七	三〇、九六六	三三、〇一五	三六、九三六	一六、六八八	二七、三三〇	四〇、二五〇
英	八、七四八	一〇、二六〇	七、四〇四	八、〇三四	二、六一一	四、九〇〇	七、四〇八
德	一五、三五〇	一六、四七六	五、六五四	五、五六八	六、〇九六	六、二〇〇	四、七五〇
法	四、八六〇	五、一二四	二、三七六	三、三八〇	三、三六四	五、一四七	五、一五二
比	二、三〇四	二、四四五	二四七	一、一二二	八六二	一、五七八	二、三三三

五國總計	六〇、九六九	六五、二七一	四六、六九六	五五、〇二〇	二九、六二二	四五、〇四五	五九、六八一
其他各國總計	—	一二、〇二五	—	四、〇三〇	三、六五九	—	四、八四〇
世界總計	—	七七、二九六	—	五九、〇五〇	三三、二八〇	—	六四、五三二

世界鋼產量表(以千噸為單位)

國別	一九二一年	一九二二年	一九二三年	一九二四年	一九二五年	一九二六年	一九二七年
美	三一、二五二	三一、三〇〇	三四、六七二	四二、一三三	一九、七八四	三五、六〇三	四四、六五〇
英	六、七九二	七、六八八	七、八九六	九、〇六七	三、六二五	五、八八一	八、五八五
德	一六、〇七五	一七、三四〇	六、七三三	六、六三四	八、七〇〇	八、七五〇	五、五〇〇
法	四、三五六	四、六二〇	二、一四八	三、〇二二	三、〇五四	四、四六四	五、八三二
比	二、四七二	二、四二八	三三九	一、二六	七八〇	一、五三八	二、二二一
五國總計	六〇、九四六	六三、三七六	五一、七七六	六二、〇四二	三五、九四三	五六、三三六	六五、七六八



第二十圖 五大製鐵國鋼鐵輸出量之比較

度及澳大利亞而言。一九二三年之產量及輸出量，皆係豫計。

第十章 中國鐵業

第一節 中國鐵鑛床

分類 我國鐵鑛，研究尙未完備，以今所知，可分爲下述各種。

- (一) 太古紀鐵鑛；
- (二) 元古紀之層形鐵鑛；
- (三) 水成岩中之赤鐵鑛、褐鐵鑛、及菱鐵鑛；
- (四) 石炭紀變質砂岩中之赤鐵鑛；
- (五) 與花崗岩有直接關係之赤鐵鑛及磁鐵鑛；
- (六) 露頭風化鑛床；

(七) 鐵砂。

太古紀鐵鑛

生於變質片巖系之底部，片巖中有花崗巖侵入，鐵鑛成因，似屬水成，分佈於河北東北部及東三省南部者至廣。鑛石爲砂質，而呈帶狀結構之結晶赤鐵鑛及磁鐵鑛，層位略不變，常夾於雲母片巖與石英巖之間。鑛質常劣，富砂質，含鐵約三〇%，氟化砂五〇%以上。質佳者亦偶有之，惟含硫較多。

元古紀之層形鐵鑛

鑛層整齊，與石英質砂巖及片巖，相間爲層。鑛石作腎狀結構。分佈於河北西北部宣化、龍關一帶，故稱爲宣龍式，爲中國最重要鐵鑛之一。鑛質平均含鐵量在四八至五六%間，含磷量在〇·一二%，含硫及其他有害物質之量極微。

水成巖中之赤鐵鑛、褐鐵鑛及菱鐵鑛

此類鐵鑛床甚多，雖所產地層略異，而地質情形，與鑛石成分，每多相似之點。在二疊紀至石炭紀地層之底部，此類鐵鑛，發現最多，即石炭紀地層之頂部及中生界 (Mesozoic) 地層中亦有之。主要含鑛層，爲一種黏土頁巖，覆於奧陶紀石灰巖之侵蝕面上，而當二疊紀至石炭紀地層之底部，二者接觸處，爲一大不整合 (unconformity)。鑛石或成

扁豆形，散布於黏土層內，或充填於石炭巖罅隙間，又有一部，成脈狀而產於石灰巖中。吾國北部及中部，凡遇此項地層，必有鐵鑛，惟質量有貧富之別耳。此類鑛床發育最廣之地爲山西、河南、河北、遼寧、山東諸省亦有之。昔人每因其分布極廣，推爲惟一之利源。實則不然，其鑛床既不規則，體積亦甚有限，鑛質亦劣，含鐵量至多約五〇%，含磷量較高，約自〇·二至〇·五%之間。

石炭紀變質砂巖中之赤鐵鑛 此類鑛床主要地點，爲湘贛交界之萍鄉上株嶺。鑛石爲赤鐵鑛，顆粒中常見綠泥石遺跡，而於巖基中，則多赤鐵鑛及石英。其附近砂巖，亦呈同樣結構，惟含赤鐵鑛甚少。其顆粒中每易以綠泥石，而巖基中則多石英。此種現象，顯示鐵質乃後來加入，與綠泥石及石英起交代作用而成。砂巖及鑛床，皆起摺縐甚烈，時呈紋理。有時原生巖石，爲黏土一類，則鑛石成塊狀，散布其中。鑛質含鐵量平均在五〇%以上；含磷量特大，常在一%以上。故爲中國惟一之鹽基性鐵鑛。湖南攸縣、寶慶縣，及江西吉安縣，亦有相似之鐵鑛。

與花崗巖有直接關係之赤鐵鑛及磁鐵鑛 此類鑛床最重要，國內大鐵鑛，率屬此類。常生於花崗閃長巖與石灰質或砂質巖石之接觸處，或近於接觸之點。其鑛量有數百萬噸者，亦有極微者。

鑛塊有產於火成巖之邊際，適當接觸帶者，亦或成脈形，而產於水成巖內者，更有被包於火成巖內者。第一類顯為普通之接觸鑛床，附生鑛物，有柘榴石、綠簾石等，而最普通者為石英，尤以成爲鑛脈而產於水成巖中之鐵鑛，含石英更多，往往將鑛之罅隙，盡量充填。似鑛石生成之時，距地面甚近，其時溫度較低，故難與圍巖起作用，而生普通之接觸鑛物。顧又似成於花崗閃長巖凝結之後，蓋其碎塊往往爲鑛質貫穿而膠合故也。又有鑛石與初時所生之接觸鑛物，起交換作用，而成變形體者；如於某處所見之磁鐵鑛結晶，頗似爲柘榴石之變形體，即其證也。與鑛石相接之火成巖，亦常似曾受熱液變化之力。凡此皆可斷定鑛床由熱液變化而生，其成鑛時期，至少在火成巖邊際已經冷結之後也。

鑛石爲赤鐵鑛及磁鐵鑛。赤鐵鑛最多，呈細粒或緻密質結構。鏡鐵鑛亦有之，多生於鑛石之罅隙內。磁鐵鑛往往見於與火成巖緊接之鑛床內，亦常與赤鐵鑛密接共生。褐鐵鑛產於鑛床上面。附生鑛物，除已述數者外，時有晶形完美之長石。硫化物如黃鐵鑛、黃銅鑛及斑銅鑛亦常見，有時因過多，至損鐵鑛價值。

此類鑛床，分布於中國之中部與東部者至廣。北至東三省，南及廣東。惟最重要者，爲揚子江下游一帶，如蘇、皖、贛、鄂各省。鑛石成分，頗不一律，大致不失爲佳鑛，含鐵量約在六〇%左右，含硫磷皆少，不足爲害。

露頭風化鑛床 法人萊克列 (Leclère) 氏在雲南發見砒化物鑛脈，受侵蝕而成之鐵鑛。曾經開採，然無重大價值。

鐵砂 花崗石受侵蝕而崩解，其中赤鐵鑛、磁鐵鑛，隨水聚積，遂成鐵砂鑛床。在我國分布頗廣，最著者莫如河南南部，及閩浙等省。雖多開採，惟鑛質較劣，鑛量有限，恐無大價值也。

第一節 中國鐵鑛之儲量

中國鐵鑛儲量之估計 六十年前，新鋼鐵工業萌芽時代，利希陀芬 (Richthofen) 氏來華，見山西內地冶鐵爐之多，大爲驚異，謂我國若開採鐵鑛，獲利無窮。由是我國鐵鑛之富，遂著於世。惟我國鐵鑛之尚未發現者，與已發現而未經測量者，爲數實多，欲揣度其噸數，良非易易。茲就現在所知，

各地交通較便，易於開採，儲量在三十萬噸以上之鐵鑛，列表於下。

中國鐵鑛儲量表（以千噸爲單位）

鑛	地	鑛	石	含	之
	鐵		所		鐵
灤縣		一一、一二九		三、三三九	
井陘縣		五、〇〇〇		二、五〇〇(?)	
臨榆縣		三五〇		一七〇	
朝陽縣		三〇〇		一五〇	
易縣等處砂鐵		一、五〇〇		六七五	
以上河北省		一八、二七九		六、八三四	
龍關縣		四九、二〇〇		二六、六〇〇	
懷來縣		四、〇〇〇		二、四〇〇	

宣化縣	二〇、〇〇〇	九、六〇〇
以上察哈爾省	七三、二〇〇	三八、六〇〇
本溪縣廟兒溝	八〇、〇〇〇	二五、六〇〇
遼陽縣弓長嶺等處	四四、四六〇	一四、二二七
遼陽縣鞍山站一帶	一五八、二二〇	六三、二八八
海城縣	二、〇〇〇	六四〇
復縣	五〇〇	二五〇
臨江縣	一、二〇〇	六〇〇
通化縣	一、二〇〇	六〇〇
以上遼寧省	二八七、五八〇	一〇五、二〇五
益都縣金嶺鎮	二二、三二〇	一三、八三八

費縣

六〇〇

三〇〇

以上山東省

二二、九二〇

一四、一三八

武安縣

一、〇〇〇

五六〇

修武縣

四〇〇

一八〇

信陽縣一帶砂鐵

二、〇〇〇

九〇〇

以上河南省

三、四〇〇

一、六四〇

銅陵縣

八、〇〇〇(?)

四、四〇〇(?)

繁昌縣

三〇、五〇〇

一五、〇〇〇

當塗縣

一一、〇〇〇

五、五〇〇

六安縣等處砂鐵

五〇〇

二二五

以上安徽省

五〇、〇〇〇

二五、一二五

九江縣	六、〇〇〇	二、四〇〇
永新縣	九、〇六〇	四、七一—
萍鄉縣	三、〇〇〇(?)	一、五六〇(?)
以上江西省	一八、〇六〇	八、六七—
大冶縣	三五、〇〇〇	二〇、〇〇〇
鄂城縣	一七、六六〇	九、七八〇
以上湖北省	五二、六六〇	二九、七八〇
銅山縣	五、〇〇〇	二、五〇〇
江寧縣	三〇、〇〇〇	一五、〇〇〇
以上江蘇省	三五、〇〇〇	一七、五〇〇
安溪縣	五、〇〇〇(?)	二、五〇〇(?)

建甌縣等處砂鐵	二、〇〇〇	九〇〇
莆田縣	五〇〇	二五〇
以上福建省	七、五〇〇	三、六五〇
長興縣	三〇〇	一五〇
瑞安縣等處砂鐵	二、〇〇〇	九〇〇
以上浙江省	二、三〇〇	一、〇五〇
全國總計	五七〇、八九九	二五二、一九三

以上所示五萬七千餘萬噸，皆就已經測勘者計之。測勘之精粗，各鑛極不一致，一經詳探，難免增減。此外尚有零星之水成鑛床，適於土法製鍊，各省殆皆產之，而其儲量約三萬萬噸。且各省鐵鑛之未發現者尚多，將來地質調查逐漸進行，新鑛之發現，儲量之增多，當可操左券。由是觀之，中國鐵鑛儲量，當不在十萬萬噸以下也。

試以此數與富於鐵鑛之各國相較，則中國所有者，約占世界之二十五分之一；美之四分之一；英之十分之八；德法之三分之一。如以昆氏最近發表之統計爲比較之根據，則中國鐵鑛儲量，約占世界之三十二分之一，美之六分之一，法之五分之一，略與英國相等，而德之所有者，不過中國之十分之七也。再以美國之用鐵量爲標準，與中國相較，美國平均每人每年用鐵量，爲〇・二五噸。中國人口四萬萬，每年應用生鐵一萬萬噸，卽以最良鐵鑛含鐵五〇%者而言，則中國每年應用鐵鑛二萬萬噸，而中國所有之鑛，亦僅敷五年之用而已。然此係以中國與世界產鐵最富之國相較，自形見絀。目下中國用鐵之量極少，縱除去東三省之低等鑛，僅就上等鑛論，足供國內二百年之用。即使將來用量漸增，當亦足供百餘年之用。故中國鐵鑛之量，誠足供其所求，無缺乏之虞也。且瀕太平洋西岸諸國，鐵鑛均不豐富，日本與澳洲所有，爲數更微。故中國鐵鑛，當爲發展沿太平洋西岸諸國工業之樞紐也。

中國鐵鑛成分 今將各地鐵鑛之成分，列表如下：

中國鐵鑛成分表

產地	鐵	矽	酸	磷	硫
河北灤縣	三〇・〇〇	五二・〇〇	〇・〇五	〇・〇四	
察哈爾省宣化縣 煙筒山	四七・八〇	二五・〇〇	〇・一五	〇・〇二	
遼寧本溪縣廟兒 溝	三六・四一	四六・二〇	〇・〇五	〇・〇二	
遼寧遼陽縣弓長 嶺	三三・八四	五一・三一	〇・〇七	〇・一六	
遼寧遼陽縣鞍山	三六・〇〇	四六・〇〇	〇・〇三	〇・〇二	
山東益都縣金嶺 鎮	五五・三〇	一〇・五〇	〇・〇四	〇・六五	
湖北大冶縣鐵門 坎	五九・五〇	九・二〇	〇・一〇	〇・三二	
湖北大冶縣象鼻 山	五七・六〇	九・四〇	〇・〇六	〇・〇六	
湖北鄂城縣靈鄉	六〇・六〇	一〇・三〇	〇・〇三	痕跡	
安徽銅陵縣銅官 山	五八・六〇	九・四〇	〇・〇八	〇・一三	

安徽繁昌縣桃冲	六一·四〇	一一·二〇	〇·〇二	〇·〇一
安徽當塗縣南山	六二·三〇	五·八〇	〇·二一	〇·一六
江蘇江寧縣鳳凰山	四九·九〇	一八·八〇	〇·二九	〇·〇五
江西九江縣城門山	四二·〇〇	二七·一〇	〇·一九	〇·一七

第二節 中國採鐵製鐵公司

總論 十九世紀之初葉，中國用鐵，僅由舊法鐵業供給之。自海通以來，鋼鐵之需要，日益增加，專恃土法鐵業，供不應求。清同治六年（一八六七年），有海關第一次報告可考時，進口生鐵，僅七千噸。降至光緒十七年，遞增至十萬噸。當時有識者，始感新式採鍊鐵礦，以代外洋進口鋼鐵之必要。實行其事者，實為湖廣總督張之洞。漢陽鐵廠，即於是時肇基，此中國新式鐵業之嚆矢也。世界大戰時，鐵價暴漲，採鍊鐵礦之公司，隨之興起，茲述其梗概於後。

湖北官鑛局 開採大冶縣象鼻山鐵鑛。民國九年春，始採鐵鑛。至十一年，共產鑛石二十五萬

二千餘噸，分售與漢冶萍公司及揚子機器公司。

龍烟鐵鑛公司 採鍊察哈爾宣化龍關兩縣鐵鑛。資本五百萬圓，官商各半。民國七年成立。於北平西郊石景山下，建設鐵廠。有化鐵爐一座，每日可產生鐵二百五十噸。焦煤由河南安陽縣六河溝煤鑛供給之。前後共產鑛石約十萬噸，運往漢陽鐵廠試鍊者，達四萬噸。

漢冶萍煤鐵鑛廠有限公司 清光緒十七年，張之洞倡辦，開採大冶鐵鑛及萍鄉煤鑛，設鐵廠於漢陽。光緒二十二年，改歸商辦，資本二千萬圓。漢陽化鐵部，有舊式化鐵爐二座，每座每日能產生鐵七十五噸，後加至一百噸，早已停爐。新式化鐵爐二座，每座每日可產生鐵二百五十噸。民國九年，又於大冶新建化鐵爐二座，每座每日可產生鐵四百噸。大冶鐵鑛自光緒二十二年至民國十一年，計二十七年間，共產鑛石八百五十一萬四千餘噸。漢陽鐵廠自光緒二十六年至民國十一年，計十三年間，共產生鐵二百〇一萬二千七百餘噸。依民國二年十二月與日本八幡製鐵所及橫濱正金銀行所立借款合同，四十年內，應售與日本頭等鑛石一千五百萬噸，生鐵八百萬噸。

漢陽製鋼部，有馬丁爐六座，每座每日可製鋼三十五噸。自光緒三十三年至民國十年，計十五

年間，共產鋼五十一萬一千七百餘噸。

裕繁公司 開採安徽繁昌縣桃冲鐵礦，與日本三井物產會社訂約，日本與公司以經濟上及材料上之援助，而公司則以鑽石爲償。自民國七年至十一年間，該公司輸至日本之鑽石，計六十二萬三千噸。

寶興益華利民福民振冶等公司 開採安徽當塗縣鐵礦。自民國七年至十一年，共產鑽石二十七萬一千餘噸。

揚子機器公司 民國八年，始設鐵廠於漢口附近，十年開爐。鑛石取給於大冶縣之象鼻山。焦煤取給於河南安陽縣之六河溝煤鑛。

和興公司 民國六年，在上海縣浦東周家渡西建一化鐵爐，每日能出鐵十二噸。後復建一化鐵爐，每日能出鐵三十五噸。近年新設馬丁式鍊鋼爐二座，合共每月能出鋼一千三百噸。鐵鑛來自浙江，亦有一部分來自安徽當塗縣之益華鐵鑛。

本溪湖煤鐵公司 中日合辦。宣統二年四月成立，資本擴充至七百萬圓。日本方面，係大倉組

承辦，現採鍊遼寧本溪縣廟兒溝鐵礦。在本溪湖煤田附近，建設鐵廠。第一化鐵爐，建於民國四年。第二爐建於民國五年，每爐每日能產生鐵一百四十噸。民國八年，又建二十噸之小爐二座。自民國四年至十年間，共採鑛石五十八萬八千餘噸，共產生鐵三十一萬九千餘噸。所產生鐵，大都運往日本。近又爲利用含鐵量較少之貧鑛石起見，在南墳站附近，設有磁力選鑛場，選出之鑛，運往日本廣島，另行設廠製鍊。

振興公司

中日合辦。開採遼陽縣鞍山站一帶鐵鑛。日本方面，係南滿鐵道會社承辦。於鞍山站附近，設立鐵廠。第一化鐵爐，建於民國七年；第二爐建於八年。每爐每日可出生鐵二百五十噸。自民國八年至十一年，共採鑛石六十三萬餘噸。自八年至十年，共產生鐵十六萬餘噸。擬逐漸擴充，至能年產八十萬噸。並擬添設鋼廠。

弓長嶺鐵鑛公司

中日合辦。資本日金一百萬圓。民國八年成立，開採遼寧遼陽縣弓長嶺鐵鑛。十年，北京政府核准鑛區面積十四平方里。據雙方訂約，所產鐵鑛，皆須運至日本，然迄今尙無產額。

金嶺鎮鐵鑛 本爲德人所經營。民國三年，爲日本所得。八年五月，鐵山始正式開採。至十一年，共產鑛石三十五萬餘噸，皆由青島運往日本。民國十一年，以華盛頓會議之結果，協定歸中日合辦。保晉公司 山西孟縣等處之煤鐵，前爲英商福公司所經營。光緒二十四年成立。迨光緒三十三年，本地官紳，請求集資，以銀二百七十萬兩贖回。現在保有鑛權者爲保晉公司，開採煤鐵各鑛。但至今對於鐵鑛，並未進行。

涇銅公司 安徽銅陵縣銅官山之鐵鑛，前爲英商凱約翰所經營，光緒三十年成立。宣統元年五月，由我國政府以五十二萬圓贖回。現在保有鑛權者，爲純粹華股之涇銅公司，額定資本二百二十萬圓，以一半開採銅官山鐵鑛，一半開採涇縣煤鑛。迄今毫無成績可言。

第四節 中國鋼鐵之成分

生鐵 今將國產生鐵之成分，列表如下。

生鐵成分表

公司	生鐵品級	矽 (%)	硫 (%)	磷 (%)	錳 (%)
漢冶萍公司	第一號	自二〇〇 至四〇〇	自〇〇〇 至〇〇八	自〇〇二 至〇〇三	自〇〇六 至〇〇六
本溪湖公司	第一號	—	自〇〇四 至〇〇七	〇〇七	〇〇四
揚子機器公司	第一號	自二〇五 至三〇〇	〇〇三	自〇〇五 至〇〇一	自〇〇五 至〇〇七

鋼 今將漢陽鐵廠出品鋼板之成分列表如下。

漢陽鐵廠鋼板成分表

鋼板厚度	炭 (%)	矽 (%)	錳 (%)	磷 (%)	硫 (%)
四分之一英寸	〇・一二	〇・〇六	〇・四六	〇・〇二九	〇・〇四八
八分之三英寸	〇・一三	〇・〇五	〇・四五	〇・〇二九	〇・〇五九
	〇・一五	〇・〇三	〇・四八	〇・〇二九	〇・〇五九
	〇・二三	〇・〇六	〇・四九	〇・〇三九	〇・〇四一

半英寸	〇・一六	〇・〇三	〇・四二	〇・〇五〇	〇・〇六〇
	〇・一六	〇・〇五	〇・五三	〇・〇四七	〇・〇四五

第五節 中國鐵鑛之出產及銷費

中國鐵鑛之出產及銷費統計 中國鐵鑛歷年之產量、輸出量及銷費量等，就可稽者，列爲圖表如後。土法小鑛，未曾列入，因其素無統計故也。中國鐵鑛每年輸出量，約居其產量之半；而輸出者，殆全至日本。即在中國冶煉之生鐵，其中亦有一大部分輸至日本爲製鋼之用。

中國鐵鑛之產量、輸出量及銷費量表（以噸爲單位）

民國 元年	年 分						總產量	輸入量	輸出量	國內 銷費 量
	大治 (漢冶萍) (官鑛局)	大治	桃 冲	當 塗	金 嶺 鎮	廟 兒 溝					鞍 山
三二、二〇	三三、二〇	二〇、六九	一六、五一	

民國 十七年	五八〇,〇〇〇	四三,四三九	二四一,六三〇	二四,五九三	二五,七四五	.....	一四三,五六四	一,〇七〇,七五一	一,三六六	六七,二二〇	四〇〇,八九七
民國 十六年	六五〇,〇〇〇	一六一,五七五	一六〇,七〇〇	五五,五六五	八八,一〇四	六七,四三五	一六一,〇〇〇	一,三四三,四九九	五,九九二	五二四,八九八	八三四,六〇三
民國 十五年	八三四,四九〇	四三,六六七	八一,八二〇	四三,三九九	二二,九三五	一〇五,三三九	一五五,〇〇〇	一,三七九,五三〇	二〇,一〇三	六八二,六六〇	七六,九七一
民國 十四年	六八六,八八八	.....	二四,四六一	四一,二九〇	二四,七五一	一〇六,四〇六	一七〇,〇〇〇	一,二三三,七九六	三七,一五三	六四〇,一九九	六三〇,七八九
民國 十三年	六二八,八七六	.....	二四,三三一	九七,〇〇〇	.....	八九,一五一	.....	八三九,四五〇	一五,五九九	三七六,五〇〇	四七,五四九
民國 十二年	五四一,六九九	.....	.....	.....	.....	九九,一四六	.....	六三九,八四五	二八,〇三三	三〇九,一〇七	三五八,七六〇
民國 十一年	五七,七〇三	.....	.....	.....	.....	七一,三五三	.....	六二九,〇五六	二九,九六七	二八二,九〇四	三七六,二一九
民國 十年	五四四,五五四	.....	.....	.....	.....	五二,〇〇一	.....	五九五,五五五	四,八八三	三八,三五五	二七二,〇八三
民國 九年	五〇五,一四〇	.....	.....	.....	.....	.....	.....	五〇五,一四〇	一〇,七五三	二九九,三〇三	二二六,五九〇
民國 八年	四五九,七二一	.....	.....	.....	.....	.....	.....	四五九,七二一	.....	二七三,八六二	一八五,八四九

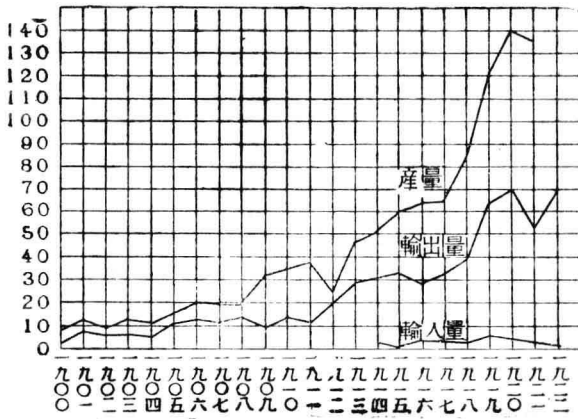
● 自朝鮮輸入安東、大連、供東三省化鐵爐之用。

● 殆全部運至日本及朝鮮。

復據日本鐵業助成之參考資料所調查，中國鐵鑛輸出國別及輸出港別如下表所示。

中國鐵鑛輸出國別表（數量以擔為單位，價值以海關兩為單位）

國別	一九一一年	一九一二年	一九一三年	一九一四年	一九一五年	一九一六年	一九一七年	一九一八年	一九一九年
日本	數量 三、三六六、〇八一	數量 三、三六六、〇八一	數量 三、三六六、〇八一	數量 三、三六六、〇八一	數量 三、三六六、〇八一	數量 三、三六六、〇八一	數量 三、三六六、〇八一	數量 三、三六六、〇八一	數量 三、三六六、〇八一
朝鮮	數量 四、五、〇三〇	數量 四、五、〇三〇	數量 四、五、〇三〇	數量 四、五、〇三〇	數量 四、五、〇三〇	數量 四、五、〇三〇	數量 四、五、〇三〇	數量 四、五、〇三〇	數量 四、五、〇三〇
香港	數量	數量	數量	數量	數量	數量	數量	數量	數量
其他	數量	數量	數量	數量	數量	數量	數量	數量	數量
總計	數量 三、三八六、〇八一	數量 三、三八六、〇八一	數量 三、三八六、〇八一	數量 三、三八六、〇八一	數量 三、三八六、〇八一	數量 三、三八六、〇八一	數量 三、三八六、〇八一	數量 三、三八六、〇八一	數量 三、三八六、〇八一
價值	四、五、〇三〇	四、五、〇三〇	四、五、〇三〇	四、五、〇三〇	四、五、〇三〇	四、五、〇三〇	四、五、〇三〇	四、五、〇三〇	四、五、〇三〇



第二十一圖 中國鐵礦產量,輸出量,輸入量統計圖

中國鐵礦輸出港別表（數量以擔為單位，價值以海關兩為單位）

港名	一九二一年	一九二二年	一九二三年	一九二四年	一九二五年	一九二六年	一九二七年	一九二八年	一九二九年
漢口	數量 三,三八六,二三四 價值 四五六,三八六	數量 五,八七二 價值 六〇九,五五五	數量 六,五八七 價值 六六六,〇七九	數量 五,〇九六 價值 六七九,九五六	數量 四,一六四 價值 九四一,八五九	數量 八,三〇〇 價值 一,〇〇一,一三三	數量 五,四一三 價值 一,三六九,〇〇一	數量 八,一五五 價值 一,三三三,九五六	數量 三,九〇二 價值 一,三三三,三五九
蕪湖	數量	數量	數量	數量 三四七	數量	數量	數量	數量 一九一,五四〇 價值 三九,一七六	數量 五二四,六〇八 價值 四六九,九二三
青島	數量	數量	數量 一七三	數量 三二七	數量 六,四三〇 價值 四六四	數量 九,一三一 價值 四,一〇六	數量 一,八五七 價值 三六九	數量 一,八五五 價值 二七九	數量
安東	數量	數量	數量	數量	數量 二四二 價值 五二	數量 八三 價值 一三七	數量 五六五 價值 二,一九二	數量 六六 價值 八二	數量
大連	數量	數量	數量	數量	數量 五〇,七八九 價值 一六,二二三	數量	數量	數量	數量
上海	數量	數量	數量	數量	數量 二六 價值 一三	數量 二六 價值 一三	數量 一五五 價值 二五九	數量 一七三 價值 二〇〇	數量
其他	數量 一七 價值 七	數量 一,四一四 價值 三三三	數量	數量 三,八八九 價值 一,八二五	數量 一三 價值 一三	數量 一八二 價值 一八	數量 九五六 價值 九一三	數量	數量
總計	數量 三,三八六,二四八 價值 四五六,三九三	數量 五,三〇,一五六 價值 六〇九,七六〇	數量 六,九五〇,九九六 價值 六六六,〇八九	數量 五,〇九六,一一一 價值 六九八,五四六	數量 八,三九,三七〇 價值 九四六,四四九	數量 五,六〇八,五一〇 價值 一,七七八,〇九四	數量 六,九〇七,九三六 價值 一,六〇三,三五六	數量	數量

●按本表總計欄中之數字，含有國內轉運在內，故與前輸出國別表總計欄中之數字稍異也。

嘗考日本全國，無大鐵鑛，惟西部及東北部，有小鑛數處耳。然鑛脈不厚，鑛質不良。據一九一〇年井上禧之助在萬國地質協會所發表者，日本國內，有磁鐵鑛及赤鐵鑛五千五百六十萬噸，含鐵量二千八百萬噸。朝鮮有磁鐵鑛及赤鐵鑛四百萬噸，含鐵量二百萬噸。鑛量合計，不過五千九百六十萬噸。含鐵量合計，不過三千萬噸。每年鐵鑛產量殊少，鋼鐵產量頗多，故不能不仰給中國原料也。細閱左表，可知日本鐵鑛貧乏之甚矣。

日本鐵鑛銷費量及其來源表（以噸爲單位）

年 分	日 本 產	朝 鮮 產	自 中 國 輸 入		日 本 及 朝 鮮 銷 費 量	中 國 朝 鮮 鑛 石 平 均 價 值	
			自 中 國 輸 入	自 其 他 各 國 輸 入		(日金圓)	(日金圓)
一九一二年	一五三、〇七〇	一一三、五〇〇	一九五、六五〇	二、五九〇	四七三、七〇〇	五·六三	………
一九一三年	一五二、九五〇	一四二、〇五〇	二七七、八八〇	二、三三〇	五七五、二五〇	五·四七	五〇·〇〇
一九一四年	一二一、五〇〇	一八二、〇三〇	二九七、一八〇	一、六九〇	六〇二、五四〇	五·二	四九·〇〇
一九一五年	一二八、九四〇	二〇九、九四〇	三〇八、〇七〇	七〇〇	六三七、六八〇	五·五九	五八·〇〇

一九一六年	一三九、九五〇	二四五、四二〇	二七九、二二〇	五八〇	六六五、一六〇	五・七〇	八九・〇〇
一九一七年	二六七、五九〇	一五二、九三〇	二九五、六九〇	一、一九〇	七二七、四二〇	八・二〇	二二五・〇〇
一九一八年	三七二、七九〇	四三〇、七九〇	三六〇、九三〇	一、二三〇	一、一七一、〇六〇	二四・三〇	四〇六・〇〇
一九一九年	三六二、九四〇	四一七、〇〇〇	五九五、一四〇	二五、九三〇	一、四〇一、〇四〇	二四・一〇	一六四・〇〇
一九二〇年	三二四、八五〇	四四七、二五〇	六五〇、五二〇	一一、八四〇	一、四二四、四八〇	一八・二〇	一三三・〇〇
一九二一年	八六、九八〇	二二三、六九〇	四三九、七七〇	一三八、二九〇	八九七、七三〇	一五・三〇	七八・〇〇

第六節 採鑛費

大冶 鐵鑛開採費，因時因地及鑛牀種類而大異。試以大冶鐵山爲吾國大規模開採者之代表，民國二年，其採鑛費及運輸費（由鑛山至碼頭約十七英里）等每噸約爲銀一圓，其細目如下表所示。

薪水	○·一五四兩	裝卸費	○·一一二兩
工食及物料	○·二四一兩	雜費	○·一四三兩
運輸	○·〇七四兩	總計	○·七二四兩(約合銀一圓)

民國八年，工食材料騰昂，合利息及折舊 (depreciation) 計算，鑛石每噸運至碼頭以前所需費用，約為二圓八角。現在採鑛費大致亦同。

湖南 湖南微小零星鑛牀所採鑛石，供給土爐，每噸採鑛費，由六角七分至三元三角六分。

第七節 鐵鑛石買賣契約及其價值計算公式

吾國鐵鑛石之最大買主，厥為日本，每年銷售日本之鑛量，由三十萬噸達六十萬噸。漢冶萍公司向日本借款時，訂立合同，大冶船上交貨，每噸價值三圓，外加百分之五，以補不足。鑛石之標準成分及價值增減方法，如下表所示。

成分標準	量價	值	增	減	方法
成	分	標	準	量	價
鐵	六五〇〇%	每增一%，每噸增價一角。每減一%，每噸減價一角。五〇%以下者概不購買。			
錳	〇・五〇%	每增〇・一%，每噸增價一角。			
矽酸	一〇・〇〇%	每增一%，每噸減價五分。二〇%以上者，概不購買。			
硫	〇・一〇%	每增〇・一%，每噸減價五分。〇・五%以上者，概不購買。			
磷	〇・〇五%	每增〇・〇一%，每噸減價一角。每減〇・〇一%，每噸增價一角。〇・〇八%以上者，概不購買。			
銅	〇・四〇%	〇・四%以上者，概不購買。			

鑛石平均之大，在三英寸與六英寸之間。不及一英寸者，概不購買。

近來湖北官鑛局與六河溝公司開締結合同，由象鼻山供給鐵鑛六萬噸至七萬噸，大冶船上交貨，每噸價值三圓六角。鑛石之標準成分及價值增減方法，如下表所示。

鐵	六〇至六二%	六二%以上，每增一%，每噸增價一角。六〇%以下，每減一%，每噸減價一角。五〇%以下者，概不購買。
錳	〇・五〇%	每增〇・一%，每噸增價一角。
矽酸	一〇・〇〇%	每增一%，每噸減價五分。二〇%以上者，概不購買。
硫	〇・一〇%	每增〇・一%，每噸減價五分。〇・五%以上者，概不購買。
磷	〇・〇五%	每增〇・〇一%，每噸減價一角。每減〇・〇一%，每噸增價一角。〇・一%以上者，概不購買。
銅	〇・二〇%	〇・二%以上者，概不購買。

所交鑛石之重量，須扣除水分，以乾燥量計算之外加二・五%，以補不足。

鐵鑛石價值計算公式 下列之鐵鑛價值計算實驗式，湖北官鑛局用以決定民國十二年鑛

石之價值之原則。

令 x 爲原來契約訂立時之生鐵價值，

y 爲該契約訂立時議定之鑛石價值，

z 爲另議鑽石價值時之生鐵價值，

w 爲常數，

A 爲每年協議妥後，大冶船上交貨時之鑽石價值（以銀圓計）；

則

$$A = Y - \frac{Y - \frac{Z}{X} Y}{W}$$

x 爲銀七十兩，係民國八年合同訂定時之生鐵價值；y 爲四圓一角，係當時議定之價值；z 爲銀三十五兩，係民國十二年之生鐵價值；w 爲四，因生鐵每噸所需鑽石之費用，約合製鍊總費四分之一故也。以諸值代入上式，

$$A = 4.10 - \frac{4.10 - \frac{35}{70} \times 4.10}{4} = 3.6$$

此即民國十二年議定之鑛石價值爲三圓六角也。

第八節 中國製鐵之成本

中國製鐵之成本 中國各廠製鐵成本之精確數目，不易搜羅。民國十年，漢陽鐵廠前會計劉氏詳述漢陽製鐵之經濟情形。近有美國霍德(Hoyt)氏，調查中國各大鐵廠，論述頗詳。最近王寵佑氏亦有所發表。大抵霍德氏所記數目，多超出於王劉數目之上，今參考各數，列表於下。

中國製鐵成本表(以銀圓爲單位)

項 別	漢 陽 鐵 廠		揚 子 鐵 廠		本 溪 湖 鐵 廠		鞍 山 鐵 廠	
	民國八年 (劉)	民國九年 (王)	民國十一年 (霍)	民國十二年 (王)	民國九年 (霍)	民國十年 (王)	民國十一年 (霍)	民國十一年 (霍)
鐵鑛	六·五五	六·六六	九·一四	七·八八	九·八六			
錳鑛		〇·六六		〇·二六	〇·三三			
石灰石	共三·二八	〇·九三	共三·〇四	〇·六四	〇·八四	共二·九·六		

上表各廠成本，雖諸家所舉數目，略有不同，要已高出歐美製鐵成本之上。即較之現在歐美生

總計	四八·五二	四七·七八	六八·六八	四三·四四	四四·八〇	四四·九六	七〇·〇〇
焦煤	二四·五五	二六·五二	三七·二〇	二二·五二	二七·四六		共七·〇〇
廢鐵	三·七八	〇·三六	……	……	……		
工資	〇·五三	〇·五五	一·三四	一·一〇		二·五二	
添置儲存		〇·二四		〇·六〇		……	
修理		〇·三八		〇·五六	共六·三三	二·五六	
器具補換	共五·八二	〇·七二	共八·九六	〇·〇六		……	
動力		一·二四		……		二·五六	
辦事費	二·三三	一·九二		五·二〇	?	七·六四	
經濟費	二·七六	七·二〇	八·〇〇	五·六〇	?	……	?

鐵市價，亦已超過。蓋中國鐵鑛及工資，雖較歐美低廉，而中國之焦煤價及製造費，則遠在歐美之上也。

鋼 今將漢陽鐵廠出品鋼錠之成本，列表如下。

漢陽鐵廠鋼錠成本表（民國四年五年）

項 別	每 噸 成 本 (以銀兩計)	項 別	每 噸 成 本 (以銀兩計)
原 料	二〇・八七	工 資	〇・八〇
配 料	〇・九四	辦 事 費	三・二一
爐 料	二・二一	總 計 成 本	三三・五〇
燃 料	五・一二	軋鋼廠拉臘 鋼頭作價	一・八〇
雜項材料	〇・二八	實計成本	三一・七〇
鋼錠模	〇・〇七		

第九節 產量及銷路

產鐵能力 現在各新式鐵廠之產鐵能力，如下表所示。

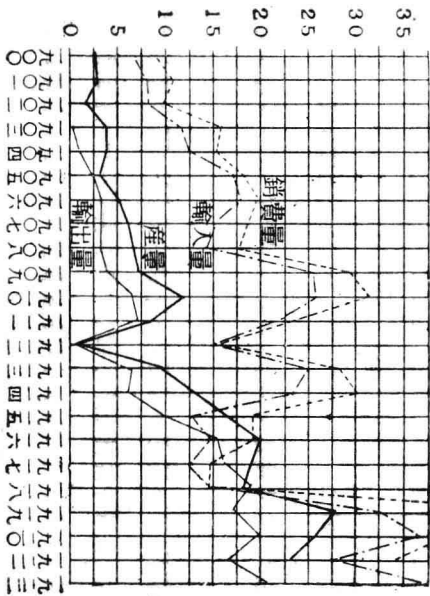
公 司	鐵廠地點	化鐵爐座數	每爐每日出鐵噸數	共計每日產鐵噸數	每年產鐵能力(噸)
漢冶萍公司	漢陽	四	二座 二五〇噸	六五〇	一三四、〇〇〇
漢冶萍公司	大冶	二	二座 四五〇噸	九〇〇	三二〇、〇〇〇
揚子機器公司	漢口	一	一座 一二〇噸	一二〇	四三、〇〇〇
和興公司	浦東	二	一座 三三噸	四五	一六、〇〇〇
龍煙公司	石景山	一	一座 二五〇噸	二五〇	九〇、〇〇〇
本溪湖公司	本溪湖	四	二座 一四〇噸 二座 二〇噸	三二〇	一一五、〇〇〇
振興公司	遼陽	二	一座 二五〇噸	五〇〇	一八〇、〇〇〇
共 計		一六		二、七七五	九九八、〇〇〇

實際上中國鐵廠產鐵能力，不如上表所示之多。例如漢陽鐵廠舊化鐵爐二座，早已停爐，恐不復用也。若鐵價一旦暴漲，既定之計劃，着着實現，則中國新式化鐵爐每年生鐵產量，可至一百萬噸。實在產量及銷費量，今將歷年我國鐵之實在產量及進出口量，列表如下。

歷年鐵之實在產量及進出口量表（以噸為單位）

年分	生鐵產量					鋼鐵生鐵國內		
	漢陽	本溪湖	鞍山	揚子	共計	進口量	出口量	銷費量
一九〇〇	二五、八九〇	—	—	—	二五、八九〇	六四、三六〇	—	九〇、二五〇
一九〇五	三三、三四	—	—	—	三三、三四	一七四、八三〇	二五、一三〇	一八二、〇一四
一九一〇	一一九、三九六	—	—	—	一一九、三九六	二五九、〇六四	六五、三六二	三三三、〇九八
一九一五	一三六、五三一	二九、五三〇	—	—	一六六、〇六〇	一二六、六〇七	一一〇、一六八	一九三、五〇〇
一九一九	一六六、〇九四	七六、八七一	三一、六二〇	—	二七六、五八七	三三七、六三三	一六七、六八一	四三六、五一九

一九二〇	一二六、三〇五	四八、八二四	七四、八九五	七、六三四	二五七、六四八	三六九、二九〇	一九八、二九三	四二八、七四五
一九二一	一二六、四九六	三〇、〇七〇	五七、一八四	一五、二四八	二二八、九九八	二七四、八四一	一六三、九一八	三三九、九三一



第二十二圖

中國生鐵產量，輸出量，輸入量，銷費量之統計圖

細觀上表，可見實際上每年生鐵產量，從未超過三十萬噸。而此二三十萬噸生鐵中，常有十六萬至二十萬噸，運銷國外。其中尤以售往日本者為最多。每年各種鐵品及鋼品進口者，常在三十萬噸上下。以產量加進口量，減去出口量，即得國內銷費量，每年平均約在四十萬噸以上。惟以上所謂產量，係僅就新式鐵廠所產者而言。此外尚有舊式鐵業土法所產者，全國統計，約有十七萬噸，殆全供國內之用。二數相加，則全國用鐵，至多為六十萬噸。夫中國人口，號稱四萬萬，而用鐵乃止此數，良可慨矣。

今試以中國每人每年用鐵之量，與世界各國在大戰前之統計相較，則得下列之表。

國名	每人每年用鐵量(以公斤計)	國名	每人每年用鐵量(以公斤計)
美國	二五〇	俄國	三〇
英國	一三〇	日本	一四
德國	一三〇	中國	一四
瑞典	八五	世界平均	四〇

由此可見中國每人每年用鐵量，與世界平均數相較，僅得其三十五分之一，而與美、英、德諸國相較，則僅得其百分之一耳。中國用鐵如是之少者，由於向重農業，用器極簡；新式工業，方在萌芽；鐵路建築，亦未發達也。須俟農業進步，改用機器，製造工業，大加振興，則鐵之銷路，庶有增加之望焉。

民國五年度土法生鐵之產量（地質調查所估計）

省名	採用鐵鑛量（噸）	生鐵產量（噸）
奉天	五、五〇〇	一、七〇〇
山西	二一〇、〇〇〇	七〇、〇〇〇
陝西	三、七〇〇	一、二〇〇
甘肅	一、二〇〇	四〇〇
河南	三六、〇〇〇	一四、四〇〇
湖北	一、五〇〇	八七〇

江西	四、五〇〇	一、四〇〇
安徽	六、一〇〇	二、四〇〇
浙江	三〇〇	一〇〇
福建	五、五〇〇	二、六〇〇
湖南	一〇六、〇〇〇	三五、〇〇〇
廣東	一、六五〇	五五〇
廣西	三、二〇〇	一、〇六〇
貴州	一八、〇〇〇	六、〇〇〇
四川	七一、〇〇〇	二三、七〇〇
雲南	二八、〇〇〇	九、三〇〇
共計	五〇二、一五〇	一七〇、六八〇

第十節 中國生鐵之價值

生鐵價值，隨時隨地及量之多寡而異。距廠近者價賤，遠者價貴；購多量者較廉，少者較貴；此自然之理也。民國十二年八月，漢冶萍公司規定在上海出售生鐵價值如下表所示。

購 買 量	生 鐵 每 噸 價 值 (以 銀 兩 計)		
	第 一 號	第 二 號	第 三 號
零售	三八·〇〇	三七·〇〇	三六·〇〇
五十噸以上	三七·〇〇	二六·〇〇	三五·〇〇
二百噸以上	三六·〇〇	三五·〇〇	三四·〇〇
五百噸以上	三五·五〇	三四·五〇	三三·五〇
一千噸以上	三五·〇〇	三四·〇〇	三三·〇〇
二千噸以上	三四·五〇	—	—

三千噸以上	三四·〇〇		
四千噸以上	三三·五〇		
五千噸以上	三三·〇〇		

第十一節 結論

吾國地大物博，蘊蓄鐵礦甚厚，如前所述。而每年生鐵產額，不過三十萬噸，每人每年所用之鐵，僅及世界每人每年用鐵平均三十五分之一。既非鐵之生產國，亦非鐵之銷費國，鐵礦如此之多，產銷如此之少，良可訝也。

且吾國自新式鐵業萌芽以來，亦既有年矣。乃經營乏術，弊竇叢生，計劃疎漏，部署未周；或奮於始而墮於末；或勇於前而怯於後；或恃羅掘，苟延殘喘；或利借貸，貪圖回扣；非假手於外邦，即暗售諸鄰國，任其利誘勢迫，越俎代謀，自刦家寶，甘送外人。天下至可惋惜之事，孰有逾於此者。

雖然，邇來民智漸啓，憂國之士，無不注意於是。興衰靡定，事在人爲，百業皆然，奚獨鋼鐵。苟能同

心協力，急起直追，廣爲採鍊，鐵業大興，發其蘊藏，以供諸國用，工商自振，國防賴安。所以救貧者在是，所以致強者亦在是。又安知我國鐵業，不能與列強媲美哉？