

鋼鐵工業叢書之三

馬丁爐煉鋼

中央重工業部鋼鐵工業局出版

鋼鐵工業叢書之三

馬 丁 爐 煉 鋼

中央重工業部鋼鐵工業局出版

1952. 8.

鋼鐵工業叢書之三
馬 丁 爐 煉 鋼

版 權 所 有

中央重工業部鋼鐵工業局技術處編譯
中央重工業部鋼鐵工業局出版

※

一九五二年八月北京初版
(生教) 0001—3100册 定價：25,000元

總 經 售

三聯・中華・商務・開明・聯營

聯 合 組 織

中國圖書發行公司

前 言

本書是以蘇聯諾·斯·米羅什尼前克同志所作之「馬丁爐煉鋼工人手冊」為藍本，並增添蘇聯專家在我國鋼鐵廠幫助和指導工作時，對馬丁爐車間技術操作之指導經驗，由翻譯同志系統整理後的材料。因此，本書是比較切合從事馬丁爐煉鋼實際工作者和冶金學校學生學習之用的一本良好書籍。

本書經本局技術處煉鋼工程師多人反覆校閱以後，因考慮編譯有錯誤，故延未付印；但各地鋼鐵廠從事馬丁爐煉鋼工作者，對本書一再要求提早出版，故先行付印，如有不妥及錯誤之處，尚乞讀者指出與糾正。

中央重工業部鋼鐵工業局

一九五二年八月

目 錄

第 一 章	緒 論	(1)
第一節	鋼鐵的意義和在工業上一般的功用	(1)
第二節	鋼的種類及生產方法的簡單知識	(5)
第 二 章	煉鋼的基本化學知識	(11)
第 三 章	鋼的分類和用途	(17)
第 四 章	馬丁爐煉鋼的重要性和它的目的	(25)
第 五 章	馬丁爐和它的構造	(33)
第一節	固定式爐子	(37)
第二節	可傾側式爐子	(37)
第三節	爐子的重要部分及其構造和用途	(38)
第四節	馬丁爐工場的位置	(64)
第五節	工場內的裝料工具	(67)
第六節	馬丁爐本身構造的再說明	(70)
第 六 章	耐火材料	(83)
第一節	天然耐火材料	(83)
第二節	人造耐火材料	(84)
第三節	石墨製品和特種耐火材料	(89)
第四節	火泥和隔熱材料的調製	(90)
第 七 章	馬丁爐所用燃料和它的燃燒	(95)
第一節	對燃料的要求	(95)
第二節	傳熱的方式	(100)
第三節	氣體的燃燒	(103)
第四節	煤氣中硫的清除法	(105)
第五節	液體燃料——重油和煤焦油	(106)
第六節	燃料的懸浮物	(108)
第 八 章	煤氣發生爐	(109)
第一節	燃料在發生爐中氣化的原理	(109)
第二節	煤氣發生爐的構造和工作的控制	(110)
第三節	冷煤氣和熱煤氣	(117)

第 九 章	馬丁爐開爐前的準備工作	(119)
第一節	乾燥和烘烤	(119)
第二節	烘爐時爐溫的檢查	(122)
第三節	向爐內引送煤氣	(122)
第四節	碱性馬丁爐底燒結的準備	(124)
第五節	碱性馬丁爐爐底的燒結	(125)
第六節	出鋼口的製作	(127)
第七節	酸性馬丁爐底的燒結和出鋼口的製作	(128)
第 十 章	馬丁爐生產用的各種原料，及其準備和保存	(131)
第一節	生鐵和廢鐵	(131)
第二節	廢鋼	(134)
第三節	廢鋼和廢鐵的破碎和準備	(137)
第四節	脫氧劑和鐵合金	(139)
第五節	鐵礦石和錳礦石	(144)
第六節	熔劑	(146)
第 十 一 章	馬丁爐煉鋼操作的理論	(149)
第一節	關於物理化學的幾點介紹	(149)
第二節	氧化和還原理論的基本概念	(151)
第三節	原料中各原素的氧化反應和它們的有效熱量	(153)
第四節	鋼渣的形成	(154)
第五節	去磷	(157)
第六節	去硫	(158)
第七節	去錳	(159)
第八節	爐內熔體沸騰的意義	(159)
第九節	酸性馬丁爐煉鋼操作	(160)
第 十 二 章	馬丁爐配料的計算	(165)
第一節	生鐵，鐵礦石，石灰以及增炭等的計算	(165)
第二節	碱性馬丁爐中石灰石或石灰需要數量的計算	(168)
第三節	脫氧劑需要數量的計算	(170)
第四節	製煉特種（合金）鋼時合金廢鋼返回的利用以及合金鐵的採用	(171)
第 十 三 章	馬丁爐操作的掌握	(173)
第一節	原料的裝入	(173)
第二節	熔化，沸騰和精煉	(175)

第三節	碱性馬丁爐中熔煉沸騰鋼、鎮靜鋼和合金鋼的作業	(182)
第四節	增炭操作法	(190)
第五節	擴散操作法	(193)
第六節	酸性馬丁爐的熔煉操作	(195)
第十四章	馬丁爐的熱力	(199)
第一節	液體靜壓力的理解	(199)
第二節	熔煉的熱力以及它在各個階段的情況	(201)
第三節	熱力的改善和節省燃料的方法	(206)
第四節	燃燒的檢查和熱力的自動調節	(210)
第五節	排風機	(212)
第十五章	開爐期間，馬丁爐的生產技術規程	(213)
第一節	消除爐底上的鋼液和鋼渣	(213)
第二節	爐底上坑穴的克服	(215)
第三節	除去坑穴中的鋼液和鋼渣以及燒補坑穴	(216)
第四節	馬丁爐出鋼口的堵及修理	(218)
第五節	爐頂的看護	(220)
第六節	司爐在馬丁爐邊的工作	(222)
第十六章	盛鋼桶和出鋼槽的準備	(229)
第一節	盛鋼桶的構造	(229)
第二節	盛鋼桶磚層的鋪砌	(230)
第三節	盛鋼桶的乾燥和烘烤	(232)
第四節	塞桿的準備	(233)
第五節	出鋼槽接受熔鋼的準備工作	(234)
第十七章	注鋼	(237)
第一節	注鋼的方法	(237)
第二節	下注法的替換設備，注鋼池的準備，注鋼的溫度和速度	(238)
第三節	上注法的替換設備，注鋼的溫度和速度	(248)
第四節	鋼錠模的準備工作及各種塗抹材料的調製和應用	(252)
第五節	鎮靜鋼和沸騰鋼在模子內凝固的過程，鋼錠結晶的組織和獲得健全鋼錠的條件	(253)
第六節	鋼錠的主要缺點及其在熱處理中避免生產廢品的方法	(260)
第十八章	技術檢驗和照圖表（時間）工作	(267)

第一節	馬丁爐產品數量的技術檢驗.....	(267)
第二節	馬丁爐車間的照圖表工作.....	(271)
第十九章	馬丁爐生產中的故障和缺陷, 故障與缺陷的預防和 消除的方策.....	(273)
第二十章	馬丁爐和生產過程中的技術安全規章.....	(289)
第二十一章	注鋼的技術規章.....	(297)
第一節	注鋼及盛鋼桶技術運用的規則.....	(297)
第二節	工作台的組織.....	(303)
第三節	注鋼工人及盛鋼桶工人的職務和責任.....	(305)
第四節	技術安全的基本規則.....	(309)
第二十二章	製錠的規章.....	(313)
第一節	工作規則.....	(313)
第二節	注鋼池工人工作台的組織.....	(317)
第三節	總注鋼池工, 注鋼池和清潔模子工人的職務與責任.....	(319)
第四節	技術安全的基本規則.....	(322)
第二十三章	煤氣用作燃料的安全方策.....	(325)
第一節	蘇聯天然煤氣工業的發展.....	(325)
第二節	氣體燃料的優點和它的使用的範圍.....	(325)
第三節	天然煤氣和混合煤氣的簡單介紹.....	(326)
第四節	煤氣系統和機械不漏氣的保證.....	(327)
第五節	煤氣正確燃燒率和燃燒產物去除的保證.....	(329)
第六節	管理煤氣裝置的安全措施.....	(330)
第七節	在檢查孔工作時的安全規則.....	(332)
第八節	煤氣中毒及其現象.....	(333)
第九節	急性中毒的救急法.....	(333)
第十節	結論.....	(334)
第二十四章	附錄.....	(335)
第一節	馬丁爐工人訓練綱要.....	(335)
第二節	注鋼部份注鋼池工的技術訓練計劃.....	(336)

第一章 緒 論

第一節 鋼鐵的意義和在工業上一般的功用

凡具有良好的傳熱性、傳電性、鍛冶性和特殊光澤的斷面以及具有結晶構造的物質，叫做金屬。金屬通常區分為黑色金屬和有色金屬兩種。屬於黑色金屬的，是鐵和它的合金。屬於有色金屬則包括所有其它的金屬：如鋅、銅、金、鉛、銻、鈦等。

鐵和它的合金，在工業上有莫大的重要性，一般約佔每人所用各種金屬物品全重量的百分之九十以上，因此鐵的冶煉，佔着特別重要的地位。

地面上只有很少的金屬，例如：金、白金等是在天然純粹的狀態中獲得的，其他大部份的金屬，均和其他物質相結合而以不純粹的狀態存在，例如和氧、硫、矽以及其他元素結合而存在。所以金屬的製煉，主要是在於把牠從這些結合着的東西中分離出來。

凡從地下開採出來的物質，照它的成分，可以很經濟的得到金屬的，叫作礦石。因為從不同的礦石中可以得到各種的金屬，所以礦石又可分為鐵礦石、銅礦石、鉛礦石以及其他等等。為了預先去除礦石中不含金屬的雜石，需將礦石加工富集，加工富集的方法通常有兩種；第一種是機械的方法，第二種是化學的方法，機械的方法包括擊碎、揀選、過篩、洗淨和磁力揀選。化學的方法，是把礦石焙燒，並視礦石的化學成份，然後規定用還原或氧化的方法使貧礦變為富礦。

由此可以斷言，在地面上沒有純粹的鐵，即使有，也只可說是由天空中落下來隕石，但其量極少。

在化學中，鐵是用Fe來表示的，它的原子量是 55.84，比重是7.86，熔點是 1528° C，純鐵的顏色是銀白色，由 0° C 加熱至 100° C 時，線膨脹係數是 0.0000117，由 0° C 至 100° C 的熱容量是 0.1 卡，每平方公分的熱傳導，是 0.16 卡，在 25° C 時的電氣阻力（抵抗），每一立方公分是 10.6 微歐姆（一歐姆的百萬分之一），牠的結晶體，具有立方體的形式。

鐵通常以下列的形式存在：

磁鐵礦 $\text{Fe}_3 \text{O}_4$ 含鐵達 70%，

赤鐵礦 $\text{Fe}_2 \text{O}_3$ 含鐵 50% 至 60%。

菱鐵礦 Fe CO_3 含鐵 30% 至 40%。

現代的冶金技術，可以把鐵礦石加工富集，使其含鐵的平均量成為 50%，而最低的含鐵量，也能達到 30%。

一般礦石的加工，以合乎經濟條件為原則；如果不值得的話，那就不加工了。

最初生鐵是在開口的熔鐵爐中煉出來的，這個方法，叫做生吹法，和鐵結合着的氧與燃料中的炭相化合，而鐵液即下降在爐底上。

嗣後煉鐵爐改成閉口式的，為了避免人工吹風，增加了爐身的高度，由此逐漸改良，成為現在煉鐵爐的式樣，

煉鐵爐的高度，可分為二種；第一種是「全高度」，第二種是「有效高度」。

全高度是由爐底至爐頂的高度，有效高度是由爐底至爐料裝入綫的高度（裝入煉鐵爐材料的上部平面），這高度是要看燃料的品質如何而定，凡是燃料愈硬，高度愈大。例如用焦炭工作的煉鐵爐，現時它的高度可達到三十公尺。

煉鐵爐全部均是用耐火材料砌成的；磚層的外面，用鐵殼包住。

爐底的砌磚厚度達到 2.5 公尺，爐子有出鐵口和出渣口，是放出生鐵及爐渣之用。

為了要在煉鐵爐內煉出鐵來，就先要把原料裝入爐中。在煉鐵爐的上部，爐料被乾燥，並且加熱至 200° C 度，這項作用發生在第一圖（1）的部份。以後爐料下降而加熱達 350° C—450° C 的時候，礦石失去它所含有的水份，這項作用發生在第一圖（2）的部份。

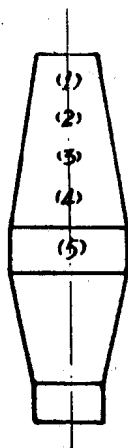
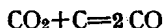


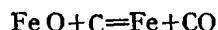
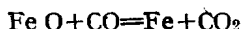
圖1. 煉鐵爐剖面簡圖

裝入煉鐵爐內的燃料，漸漸下降而加熱，當行近風嘴的區域，遇到了加熱達 $500-800^{\circ}\text{C}$ 在 1.5 大氣壓力下的空氣，就開始激烈的燃燒，形成二氧化碳 (CO_2)。

二氧化碳上升時，在途中遇着熾熱的炭素，而還原成爲一氧化炭 (CO)；如下列的反應：

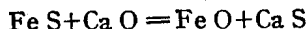


由以下反應可知此一氧化炭是鐵從它的氧化物還原的還原劑。



這個過程在 400°C 的時候開始， 900°C 的時候終了，還原時所生成的二氧化碳上升至上層時，和焦炭相遇，又變成一氧化炭，即 $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$

當鐵礦石熔解的同時，石灰石也受熱分解，於是形成了爐渣，爐渣和生鐵接觸，由生鐵中奪取硫份，如下述的反應：



硫化鈣 (CaS) 完全不溶解於生鐵中，爐子溫度愈高，去硫的成績愈好。

不含金屬的雜石，在煉鐵爐爐缸部份熔解，因為這裡的溫度是 $1600^{\circ}-1700^{\circ}\text{C}$ ，是煉鐵爐中溫度最高的部份，通常煉鐵爐備有三至四個熱風爐使用，熱風爐的式樣是豎立的，內部用耐火磚砌成，專門用以預熱空氣，其溫度達 750°C 至 850°C 。

熱風爐利用從煉鐵爐出去的煤氣加熱，只要熱風爐的磚砌層加熱達 $800-1000^{\circ}\text{C}$ 時，就要停止送入煤氣，而改送空氣，同時加熱第二個熱風爐。所以煉鐵爐，有三個同時工作的熱風爐，另外一個是備用的，熱風爐的替換開用，通常是隔一小時行之。

在熱風爐加熱的時候，如第二圖所示，(2) 和 (3) 是關閉着的，煤

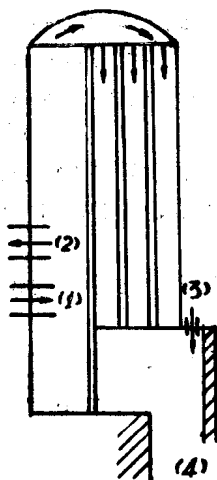


圖2 熱風爐剖面簡圖

- (1) 煤氣的入口。
 (2) 熱空氣的出口。
 (3) 冷空氣的入口。
 (4) 燃燒產物的出口。

氣引至(1)和空氣相混合而燃燒，祇要熱風爐一熱時，即將(1)和(4)關閉，(3)和(2)開啓，空氣由(3)進入，加熱達 $750-850^{\circ}\text{C}$ ，再經過(2)放出，導至風嘴。

煉鐵爐基本的產品是生鐵。

生鐵的種類如下：

第一、鑄造生鐵——用做生鐵鑄件。

第二、鹼性煉鋼生鐵(馬丁爐用生鐵)
 ——用于馬丁爐中作為煉鋼的原料。

第三、酸性轉爐煉鋼生鐵——用于酸性轉爐作為煉鋼的原料。

第四、鹼性轉爐煉鋼生鐵(含磷高于1.5%，含矽低于0.5%)——用于托馬斯爐作煉鋼的原料。

用于馬丁爐煉鋼之鹼性生鐵的化學成份必須是：

矽——0.5 至 1.5%	錳——1.2 至 2.5%
磷——0.30%	硫——小於0.08%

酸性轉爐用的生鐵必須含有：

矽——1.0 至 1.75%	錳——0.8 至 1.25%
磷——0.08%	硫——小於0.06%

由生鐵的化學成份看來，知其所含的雜質如炭、矽、錳、硫、磷等比鋼中所含的為多。

生鐵中所含的各種雜質對於鋼鍛製及軋軋的影響很大。爲了要減低這些雜質使鋼能達到需要的物理性能，必需再經過一番處理的工作，因此在冶金學中乃產生煉鋼的方法。

第二節 鋼的種類及生產方法的簡單知識

爲了使金屬適合於各種的加工，必需先使這種被加工的金屬含有一定的化學成分，鋼就是這樣金屬的一種，鋼是由生鐵得來的，茲將中炭鋼和生鐵的化學成份，列表比較於下：

表1 中炭鋼和生鐵的化學成份(%)比較表

化 學 成 分	炭 素	矽	錳	硫	磷
生 鐵	3.5	1.85	1.5	0.05	0.05
中 炭 鋼	0.45	0.15	1.0	0.05	0.05

鋼和生鐵之中，除了以上成份之外，其餘的都是鐵。

我們普通把含炭高於1.7%的鐵算作生鐵，含炭低於1.7%者算作鋼。

由此可知鋼是鐵和炭、錳、矽、磷、硫及其他等元素相結合而成的，以上的成份在煉鋼的過程中藉氧化作用可失掉一部份，例如： $\text{Mn} + \text{FeO} = \text{MnO} + \text{Fe}$ ，但在煉鐵的過程中，相反的，則由於還原的作用，而進入鐵中，以上各種元素的含有量，都給予鋼鐵以各種的特性。

鋼的區分，大致如下列：

商用普通鋼——內分第一號、第二號、第三號、第四號、第五號、第六號和第七號。

建築用鋼——內分08、10、15、20、30、35、40、70以及其他等等。

炭素鋼——內分y7、y8、y9、y12、y12A以及其他等等。

合金鋼——內分錳鋼、鉬鋼、鎳鋼、鉻鋼以及其他等等。

商用普通鋼用於一般的製品（各種不很重要的製品）。

建築用鋼用於做鋼架和各種建築物用。

炭素鋼用於製造特種工具，如鋸、磨盤、拈子、洗刀以及其他各種工具。

合金鋼用於製造各種特殊的物品（重要的物品），有的也能用以製造工具。

煉鋼時除了用生鐵作原料以外，還要加入廢鋼、鐵礦及石灰石等。

茲將煉鋼的方法略述於下：

第一、普得林爐（攪拌爐）操作法——這是比較陳舊的一種方法，把生鐵放在一個用氧化鐵襯底的反射爐內熔化，其中含有的雜質和氧化鐵以及燃燒的煤氣中的氧相結合，而形成二氧化矽（ SiO_2 ），氧化錳（ MnO ）、五氧化二磷（ P_2O_5 ），組織成精煉的鋼渣，為要使生鐵氧化的好，須要在爐內將牠不斷的加以攪拌。因為操作的溫度不高，所以煉出來的鋼，掄入了很厚的鋼渣塊子。

這種爐子的生產力非常低，只有五噸至五十噸的容量，煤和鐵的消耗量、也比較大。

第二、貝司麥爐（轉爐）煉鋼法——用這方法煉鋼，生產力比上面說過的方法為高，這方法是根據以空氣來吹煉熔化的生鐵，而氧化它裡面所含的雜質。

貝司麥的爐身是用含93至97的二氧化矽的矽磚砌成，生鐵由爐口傾入，爐的容積可達三十噸。

但是用此方法，很難去掉鋼裏面的磷，因為牠所砌的磚是酸性的。

第三、托馬斯煉鋼法——這是貝司麥煉鋼法的變相，利用高磷的生鐵做原料。

煉爐的裝置與前法相同，不同之點僅在於所砌的磚，托馬斯爐的砌磚是碱性的，因為它是碱性的緣故，所以容易和磷及矽緊密的結合，由下式可以明瞭：



以上的物質都進入鋼渣，鋼內僅含磷約0.04%。

第四、小貝司麥式煉鋼法——這個方法用於鑄造重量不大的鑄件，做這些鑄件，使用二噸至三噸容量的貝司麥爐比較適宜、在這種情形下，空氣不從下面（底上）吹入，而從旁邊吹入，因為氧化鐵內的雜質用由表面來的空氣，對於這樣小容量的貝司麥爐已十分够用了，裝入小貝司麥爐內的生鐵通常是取給于附屬貝司麥爐的化鐵爐。

第五、馬丁爐煉鋼法——因為鋼鐵用途的增加，廢鋼數量的增多，於是發明了把廢鋼再熔化的方法。

所有上述各種煉鋼的方法都不能利用廢鋼，這問題直至採用了馬丁爐煉鋼法才得到了解決。

馬丁爐所用的燃料是空氣和煤氣，這兩樣東西都預先加熱至 800°C 或 900°C ，當其在爐內燃燒，爐子的溫度可升高到 1700°C ，裝入爐中的原料即被熔化，煉好的鋼由爐底上的出鋼口放出，出鋼口在熔煉過程中是封閉着的。

經燃燒後的廢氣進入蓄熱室中，可將蓄熱室加熱，直至格子磚的溫度能把空氣和煤氣加熱到 800°C 以上為止。

現在馬丁爐的容量已達到350噸，爐底的厚度是400—500公厘，爐床上部平面至爐頂高度是1.9至2.2公尺，爐頂的橫面成拱頂狀高出，而煤氣口則向爐底傾斜，爐子寬度對長度的比例約近於一比三。

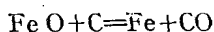
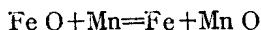
烘爐時，最先用木柴，烤至爐壁發亮，這時約 600°C ，然後通入煤氣，把爐子加熱到 1500°C 至 1600°C ，即開始燒結爐底，燒結完畢，即可把爐料裝入爐內。

依照熔煉過程中的特性，馬丁爐分為酸性和碱性兩種。

酸性馬丁爐爐底所用的耐火材料是石英石（矽石），而碱性爐中則用白雲石（苦灰）或鎂砂。

酸性馬丁爐煉鋼用的各種原材料要含有極少量的硫和磷，因為在酸性馬丁爐煉鋼法操作中，硫和磷兩種成份是不可能去掉的。

裝入爐中的原料，務使其中所含的炭素有足夠的數量，使在熔化後能發生沸騰，並經過一定的時間。沸騰現象，是鋼液內炭素被燒降的結果，這時所生成的二氧化炭就分離出來，遂使鋼液起泡，好像鋼是在那裏沸騰。在沸騰的時候，熔化的在爐床中的氧化鐵被炭素還原，因此鋼的品質變好，至於鋼液中的矽和錳，則被氧化鐵所氧化，而氧化鐵中的鐵為炭所還原，由下列的反應即可明瞭：



如此得到的二氧化矽和氧化錳都浮在鋼液的表面，形成鋼渣，為了加強這些反應，爐內應添加鐵礦石或鐵磷，其數量為全部原料的3%至10%。

在熔煉終了之前，加入脫氧劑（還原劑），即含高錳或矽的鐵合金，有時加入鋁，鋁是在出鋼的時候加在出鋼槽中，藉以將鋼中的氧去掉，以減低鋼中的氧化鐵，因為氧化鐵對鋼的機械性質是有很大的影響。

只要鋼內所含的炭素接近所需要的數量，就要由爐內常常取試樣。

當用杓子取出鋼液後立刻倒入燒粉做的試樣杯中，把這試樣趁在熱的狀態，就鍛它冷它並彎曲它，如果在水中冷過的一塊試樣彎至一百八十度而不斷，那末其中所含的炭素是 0.1%，如果彎至銳角而裂斷，那末其中含炭素是 0.2%，如果在直角時就裂斷，其中炭素含量約為 0.25%，如果在鈍角時裂斷，其中炭素含量約為 0.30%。如果不彎就可裂斷，則炭素約 0.40%。冶煉含 0.40% 炭素以上的鋼，不經沾水加硬，彎至直角即破損者，含炭的 0.45%，至鈍角破損者含炭約 0.55%。沒有彎曲而破裂者，含炭約 0.70%。

如果試樣在鍛過以後，有破裂的邊緣，即表示這種鋼有熱脆現象，也就告訴我們鋼裏面有氧化鐵或硫存在。

這時所有試樣即送往化驗部門去分析，分析每個試樣約需五分至十分鐘。

因為鹼性爐子的爐底是用白雲石（苦灰）或鎂砂鋪填的，所以在操作中可以用含磷高至 2% 的生鐵來熔煉。為了脫除鋼液中的磷量，鋼渣必須是鹼性的。所以爐子中要加添石灰石達全部原料的 12%。並將高磷的鋼渣從爐中放出，免得磷重新被還原，返回鋼液中。

因為氧化鐵不能被二氧化矽所化合，故在鹼性法煉出的鋼中，其含有氧化鐵量比用酸性方法煉出來的要多些。因為這個原因鋼的機械性能也要差些，同時因為在鹼性法操作中，鋼內含有氧化鐵較多的緣故，所以要除掉的氧化鐵也要比酸性法多一些。此外鹼性法的優點是在於能減低磷和硫。因此加入原料成分的限制可以不必很嚴。

鐵液鑛石操作法，用液體生鐵（即生鐵水）來熔煉，但因含炭很高，需要氧化它使含炭下降，因此要使用鐵鑛石。

第六、雙聯或重疊操作法——將鋼在兩個爐子中完成熔煉，起初在貝司麥爐、後來在馬丁爐冶煉。或者接連在兩個馬丁爐中熔煉。

第七、特種鋼的熔煉法——特種鋼是在電爐和坩堝爐中製煉的：

(1) 電爐熔煉——此法能得到比較純淨的鋼，可以將硫及磷除掉至很低的限度。即磷可降到 0.003%，硫可降到 0.006%，除此之外，還可以用廉價的原料，到現在為止電爐的容量已達到了六十噸。

(2) 坩堝法——把材料裝入坩堝製的鍋中，即所謂坩堝中，原料的熔化是不和空氣接觸的。硫和磷也是去不掉的。坩堝的容積較小，僅三十至四十公斤。這是它的缺點。