

技工學習資料

(15)

軋鋼生產

(內部學習資料)

鞍山鋼鐵公司教育處



1953

前 言

切實可用的各種技術學習的教材資料的不足，已成為當前工業部門培訓工作中急待解決的重要問題之一。在鞍鋼解決這個問題，尤其刻不容緩。因為國家給予鞍鋼的任務不但要生產優質鋼材，而且要培養出大批人才。在培養訓練當中以技術工人的數量最多；他們在生產中的意義也最大，而恰恰在這方面的培養訓練中所需的教材也最缺乏。這就使我們應首先解決術技工人學習用的教材資料問題。

〔學習蘇聯〕是應該在各種工作中貫徹實行的基本原則。因此，採用蘇聯先進的技工教材或以之為藍本而編寫技工使用的技術教材，是我們的努力方向。目前，由於翻譯力量薄弱，技術操作與現有設備與蘇聯相距尚遠，以及技工文化水平不夠等條件的限制，大量的翻譯蘇聯教材尚不可能。因此，組織具有實際經驗的技術人員與有一定理論修養的老技工，同力合作，編寫出理論結合實際、適合現場需要的技工教材，是目前編寫技工教材的主要力量和主要方法，但在教材編寫當中我們仍應充分注意選用蘇聯資料。

根據上述精神，我們將陸續編寫或翻譯公司各主要工種學習資料。

顯然，由於我們某些設備仍是舊的；某些先進經驗與先進操作方法尚未充分掌握；能蒐集到的參考資料不多；

從事編寫的同志能力有限；這些教材資料難於完全使人滿意。尚望各單位在應用前加以考慮；使用後提出修改意見。這樣，在大家努力之下，相信完整的技工教材會逐漸編出。

許多熱情的同志參加了技工教材的編寫、審核、校對及描製插圖的工作，許多單位的領導同志，在這一系列的工作中提供了許多寶貴的意見，在此，謹向他們致以敬意。

鞍山鋼鐵公司教育處

一九五三年

目 錄

第一章 總 論

1~1	黑色金屬生產過程	1
1~2	鐵的定義和鐵的分類	6
1~3	鋼的定義和鋼的分類	7
1~4	軋鋼發展簡史	8
1~5	軋鋼的目的	9
1~6	軋鋼作業系統	10
1~7	鋼坯及鋼材的分類	11
1~8	軋鋼機的分類	16
1~9	軋鋼機的排列方式	22

第二章 軋鋼理論

2~1	關於應力及變形的概念	27
2~2	外力與變形大小的關係	28
2~3	應力應變圖	31
2~4	應變硬化	32
2~5	金屬的兩個主要加工性質	33
2~6	塑性變形期間的體積不變規律	35
2~7	最小抵抗規律	36
2~8	相似規律	39
2~9	變形時的應力狀態	40
2~10	附加應力原理	42

2~11	塑性變形的外摩擦	44
2~12	變形區及其大小	45
2~13	變形的基本係數	47
2~14	絕對變形及相對變形值	49
2~15	體積移動及變形速度	49
2~16	軋輥咬入金屬的條件	50
2~17	隨着壓延過程所產生的現象	56
2~18	軋鋼需用的動力	69

第三章 軋 輥

3~1	軋輥的構造及其尺寸	76
3~2	軋輥的分類	80
3~3	對軋輥質量的要求	84
3~4	生鐵軋輥和合金生鐵軋輥	87
3~5	炭素鋼軋輥和合金鋼軋輥	92
3~6	軋輥的保養	96

第四章 對孔型應有的認識

4~1	孔型的定義和用途	102
4~2	孔型的形狀	103
4~3	軋輥孔型圖	104
4~4	軋輥間的空隙	106
4~5	上壓和下壓	107
4~6	軋輥上的孔型	109
4~7	孔型的壁坡	110
4~8	軋輥上孔型的配置	111

4~9	軋輥的工作直徑	114
4~10	軋輥孔型繪製規則	114
4~11	異形鋼材孔型設計的幾個特點	117
4~12	鋼在孔型內變形的研究	120
4~13	擬製孔型設計的方法	121
4~14	壓下量的選擇和各道壓下量的分配	123

第五章 鋼錠及其加熱

5~1	鋼錠的大小	126
5~2	鋼錠的形狀	127
5~3	鋼液在上小下大鋼錠模中的凝固	128
5~4	鋼液在上大下小鋼錠模中的凝固	130
5~5	鋼錠的種類	131
5~6	鋼錠缺陷及補救方法	133
5~7	鋼錠的傳送	138
5~8	鋼錠的傳攔時間與加熱時間	144
5~9	對鋼錠加熱應有的認識	146
5~10	加熱爐工作	147
5~11	鋼錠的加熱制度	149
5~12	按照化學成份規定不同鋼質的加熱規則	152
5~13	鐵皮的生成及其為害性	153
5~14	鋼錠的加熱缺點	156

第六章 鋼坯的軋製

6~1	鋼坯軋製技術操作過程	160
6~2	初軋機軋輥的孔型	160

6~3	在初軋機上軋製時鋼的變形	162
6~4	初軋機壓下量的選擇	163
6~5	初軋機的產量	168
6~6	初軋機的換軋工作	171
6~7	初軋機的運轉操作	173
6~8	各種大型坯壓下規程	177
6~9	大型鋼坯的剪切	178
6~10	連續軋鋼機的特徵	179
6~11	第一組連軋機的操作	181
6~12	第二組連軋機的操作	185
6~13	中小型鋼坯的剪切	188
6~14	鋼坯的缺陷及其改進的方法	189
6~15	鋼坯的技術經濟指標	192

第七章 型鋼的軋製

(7—1)	型鋼軋製的範圍	198
(7—2)	型鋼機的分類	200
(7—3)	型鋼機的特徵	201
一、	600~450公厘的橫列式軋鋼機	201
二、	600~450公厘的縱列式軋鋼機	205
三、	350公厘的橫列式軋鋼機	209
四、	350和300公厘的跳棋式軋鋼機	211
五、	250公厘的橫列式軋鋼機	212
六、	250公厘的半連式軋鋼機	215
七、	250公厘的連續式軋鋼機	216
(7—4)	普通型鋼的軋製	219

002	一、圓鋼的軋製	219
038	二、方鋼的軋製	230
238	三、扁鋼的軋製	234
70	(7—5) 異形鋼材的軋製	239
	一、角鋼的軋製	239
	二、槽鋼的軋製	247
	三、工字鋼的軋製	250
	四、鋼軌的軋製	254
	(7—6) 成品尺寸的公差	262
	一、公差的定義	262
	二、公差大小與鋼的損失	262
	三、公差係數	263
	四、影響於部份公差喪失的因素	264

第八章 鋼板的軋製

(8—1)	鋼板的分類	266
(8—2)	厚鋼板	266
	一、厚鋼板的種類	266
	二、原料	267
	三、軋製過程	269
	四、軋製厚鋼板壓下量的選擇	276
	五、軋製厚鋼板的壓下規程	277
	六、各種鋼板軋製特點	282
	七、生產鋼板的精整過程	284
	八、厚板廠的配置	286
	九、厚板廢品的鑑別	289

(8—3) 薄 板.....	290
一、薄板的種類，按軋製方法與用途來分類...	290
二、以二輥式軋機軋製鋼板.....	292
三、關於合理壓下規程的概念.....	297

第一章 總 論

(1—1) 黑色金屬生產過程

甚麼樣的金屬是黑色金屬呢？黑色金屬包括有鐵，鋼及其他元素與鐵相鎔合的鐵屬合金如各種合金鐵和合金鋼等。黑色金屬在現代化工業使用的各種材料中，佔特殊重要地位，它是製造各種機械不可缺少的材料，一個國家黑色金屬生產量的多少，是這個國家的生產力和工業化程度的標誌。在舊中國時期，雖然我國的人口已佔全世界總人口的20%，而鋼的產量僅佔全世界鋼的總產量 0.3%。現在我們革命勝利了，我們要發展工業，黑色金屬的生產就成為我國經濟建設的重點，那末黑色金屬是怎樣生產出來的呢？為着具體解答這個問題，我們可以了解鞍鋼的生產程序：

1. 採 礦

在鞍山周圍的地下和地面上，蘊藏有豐富的鐵礦石，經初步勘測，我們知道最少就有40億噸以上，我國其它各地和鞍山一樣在地下埋藏着大量的鐵礦，這些鐵礦在地下已好多萬年了，等待我們去挖掘使它能見着太陽。我們鞍鋼的採礦工人，用挖土機，鑿石機和炸藥等，爆破堅固的岩石和鐵礦石，把它們由很深的地下解放出來。

鐵礦石主要的成分是氧化鐵，此外尚有碳酸鐵。

約分以下幾種：

- a. 褐鐵礦： $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 含鐵 59.85% 呈淺褐色。
- 6. 赤鐵礦： Fe_2O_3 最大含鐵量 70%，呈黑黝色或赤褐色。
- B. 磁鐵礦： $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ 或 Fe_3O_4 含鐵 72.4%，這種鐵礦帶有磁性。
- r. 菱鐵礦： FeCO_3 含鐵 48.3% 礦石顏色因與空氣接觸由黃褐色變紅褐色最後呈黑色，這四種鐵礦是煉鐵用的主要原料。

2. 選 礦

由地下採掘出來的鐵礦石，事實上不全是鐵的氧化物或碳酸鐵，鐵礦石內還含有砂石、泥土、磷、硫和其它成份的雜質，使鐵礦石內含量的鐵降低，如大孤山，弓長嶺等地的鐵礦，僅含鐵 35~40%，像這樣的鐵礦是不能直接作為煉鐵原料的，必須加以處理，提高他的含鐵量，這就是所說的選礦。選礦在煉鐵作業上是頗為重要的，選礦方法有六種，

a. 手選法：將採掘出來的礦石，用碎礦機，碎至拳頭大小的塊，再用手排選出裡面的岩石和貧礦部份。

6. 水洗法：在赤鐵礦混有大量粘土時，用水沖洗。

B. 淘汰法：利用礦石比重和雜質比重不相同的性質。使用粉碎機粉碎礦石後，用水洗分開。

r. 焙燒法：褐鐵礦內含有 10% 的結晶水，菱鐵礦中含有碳酸成份，利用使礦石加熱的焙燒法，可以趕走水和碳酸成份，又磁鐵礦中常含多量的硫，可將這種鐵礦放在

爐內與焦炭摻混一起，燒掉其中的硫。

A. 磁力選礦：利用球磨機將礦石碎至 50~200 篩眼的尺寸，再以強磁力吸引礦石，使與岩石雜質分開，鞍山鐵礦石內的矽石呈細網狀，不易與鐵礦分離，需碎至 200~250 篩眼程度，再用磁力選礦機分離。

鐵礦石用選礦方法，將它的含鐵量提高到 55% 以上，如為粉狀，還不能直接去煉鐵，需使用下面方法之一處理成塊狀物質後，才能送往煉鐵廠。

e. 團礦或燒結：團礦是以適當量的石灰，焦粉等結合劑摻入精礦裏，用壓力機壓成礦形，圓塊形，或不加壓力只使之成形，然後在爐內燒成塊狀；另一種為燒結法，把粉礦，精礦與結合劑的石灰，燃料的焦粉，做適當的配合裝到鐵盤內，然後用瓦斯火焰或重油火焰噴燒，使之結成塊狀，鞍鋼現在採用燒結法，這個方法是較經濟的。

3. 煉 鐵

將鐵礦和焦炭分層相間的裝於煉鐵爐內，煉鐵爐又叫鼓風爐，也叫高爐。現代化的高爐產量，一座高爐每日就可生產出一千噸以上的鐵，那末怎樣在高爐裡才能煉出鐵來呢？主要的有下面幾種：

a. 原料的預熱作用

在高爐的上層及略低部分，即爐喉及爐身上部，在溫度 200°C 到 350°C 或 400°C 的地方，進行原料的準備，預熱和水蒸發的作用，也就是當原料自爐喉慢慢下降的時候，受着上述溫度的煤氣的熱力作用，原料得到預熱放出所含的水分。

6. 還原作用

裝入高爐的鐵礦石，主要的成份是氧化鐵，使氧化鐵變成鐵，主要依靠還原作用，鐵礦的還原是在溫度 400°C 及 400°C 以上開始，在鐵礦石溫度達 400°C 以上時，開放出氧化鐵中的氧，換句話說，就是礦石被還原，隨着礦石由爐身上部降落到中部和下部，氧化鐵的還原作用就愈來愈強烈，當礦石進到爐身下部，（這部分溫度達到 $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ）的時候，大部分的氧化鐵已經完全還原了，其餘尚未還原的氧化鐵，便由固體碳來直接還原。

B. 吸炭作用

鐵礦被還原後生成海棉狀的鐵，它與燃料接觸時發生吸炭作用，把炭素溶解在鐵裡，吸炭後的鐵受熱到約 1300°C 時變為鐵水，很快流下而積聚在爐底，靠着吸炭作用使鐵在較低的溫度熔化。

r. 造替作用

在礦石與石灰石接觸的地方，經過化學作用生成熔渣，當降落到爐腹上部 1300°C 的地方變為麵團狀態，直到爐腹中部及下部溫度 1400°C 時，才逐漸變為液態爐渣。

在高爐腹中生成初渣，在爐缸中生成末渣，兩者的化學成份差別很大，主要是因為初渣到底缸後與爐缸中焦炭的灰分化合所致的，由於造渣的作用，可以清除鐵內的雜滓含有大量雜滓的熔渣從出渣口排出爐外。

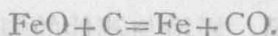
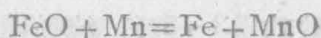
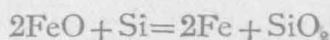
A. 燃燒作用

焦炭在各風嘴附近的區域進行燃燒，燃燒區與高爐其他區根本不同，在燃燒區有氧化氣氛，而在其他各部分，

都以還原氧氣為主。燃燒作用主要是供給熱能，使原料在高溫下起化學變化，從而由裝入的原料煉出鐵水來，鐵水由出鐵口流出爐外。

4. 煉 鋼

由高爐煉出的鐵水和廢鋼，都是煉鋼的原料，煉鋼的方法很多，這裡只講馬丁爐煉鋼，馬丁爐又稱平爐，爐體呈扁平狀，爐子寬度對長度的比例約近於一比三，爐床上部平面至爐頂的高度約為 1.9—2.2 公尺。冶煉時，將廢鋼和鐵水裝入爐內，在這些原料中要含有足夠的炭素，煤氣和空氣要經過預熱，燃燒前溫度即提升至 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$ 在爐內燃燒可使爐溫升至 1700°C 時裝入爐內的原料即被熔化，鋼液內的炭素被燒減，生成二氧化碳，分離出來，使鋼液起泡產生沸騰現象，在沸騰期間，熔化在爐中的氧化鐵被炭素還原，使鋼的品質變好，至於鋼液中的矽和錳，則被氧化鐵所氧化，氧化鐵本身還原為鐵，由下面的反應可以明瞭：



如此所得到的氧化錳和二氧化矽，都浮在鋼液的表面，形成鋼渣，為了加強這些反應，爐內常添加10%的鐵礦石或鐵鱗（氧化鐵皮）。

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，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大影響的，鋼渣從

出渣口放出，煉好的鋼水從出鋼口放出，較大的平爐為350噸，每日約可出鋼兩次，即可生產鋼700餘噸鋼水出爐後鑄成鋼錠送往軋鋼廠先軋成鋼坯，再軋成鋼材。

(1—2) 鐵的定義和鐵的分類

在化學中，鐵是用Fe來表示的，它的原子量是55.9，比重是7.86，熔點是 1528°C ，純鐵的顏色是銀白色，性質柔軟，且有延性，但人類至現在還很難煉出100%的純鐵來，事實上也不需用特純的鐵，一般所說的鐵都含有炭、矽、錳、磷、硫等元素，並含有些熔渣。

鐵，分生鐵和熟鐵兩類。

1. 生 鐵 類

生鐵是煉鐵爐基本的產品，生鐵內含炭在1.7%～6.67%之間，遇高熱則由固體變成液體，不經過半熔解狀態不能鍛壓，在生鐵內所含的雜質如炭、矽、錳、磷、硫等，都比鋼中所含的為多。

a. 鑄造生鐵：

生鐵鑄件，含矽約為3～5%，流動性大，適於鑄造，鐵裡的炭容易變成石墨，能增加鑄件的韌性，破面呈灰色，又叫灰鐵或灰口鐵。

6. 製鋼用生鐵：

含矽比鑄造生鐵少，流動性小，炭與鐵結合為炭化鐵 Fe_3C ，炭很少遊離成石墨，破面緻密成白色，稱白鐵，或白口鐵，比灰口鐵硬度大，白鐵裡的炭化鐵，比灰鐵中的石墨容易變質，炭也易氧化，所以白鐵極適於煉鋼，在煉

鐵爐裡製造白鐵，比灰鐵容易。

用於碱性平爐的製鋼生鐵，化學成份爲：

矽0.5—1.5%，錳1.2—2.5%

磷0.3% 硫小於0.08%

2. 熟 鐵 類

生鐵在攪拌爐中除去其中大部分的炭，錳、磷等雜質，其含炭達到 0.1% 左右者則稱爲熟鐵，熟鐵與極軟鋼相似，只是比鋼多含 3—4 % 的熔渣，性質柔軟延伸率爲 20%，在白熱溫度下，極易鍛合，是可以壓力加工使它變形。

(1—3) 鋼的定義和鋼的分類

鋼是鐵和炭的合金，含炭在 1.7% 以下最少在 0.035% 以上，含有其他元素也不超過一定範圍，幾乎不含熔渣，有韌性，加熱後可鍛壓，熔解後亦可鑄造，比重比生鐵大，約爲 7.6—7.9，熔點以低炭鋼爲最高，一般在 1450 °C 以上。

鋼分炭素鋼及合金鋼兩類。

1. 炭 素 鋼 類

主要成份爲鐵，炭、錳、和少量的矽、磷、硫等，炭素鋼按含炭的多少又可分爲以下幾類：

a. 低炭鋼類：含炭在 0.3% 以下，如製造有縫鋼管用的鋼及製造通訊線材用的鋼，都屬於這類。

6. 中炭鋼類：含炭在 0.3—0.85% 如做輕軌用的鋼及

鋼軌接板用的鋼等，屬於這類。

B. 高炭鋼類：含炭在0.85%以上，如炭素工具鋼等屬於這類。

2. 合 金 鋼 類

在低或中炭鋼裡，如特殊增添一種或幾種元素物質，以增進鋼的性質，那末這鋼就叫合金鋼。合金鋼的種類很多，如有磁力感應度大的矽鋼（含矽0.5—4.2%），耐熱的鎳鉻鋼，含鉻12—14%的不銹鋼，含錳14%的高速度鋼等等是為某種特殊用途而製造的。

(1—4) 軋鋼發展簡史

隨着煉鋼事業的發展，煉鐵爐冶煉出來的鐵，絕大部分做為煉鋼的原料，而煉鋼爐冶煉出的鋼，又絕大部分輾成一定形狀的鋼材，來供應各種建設和生產的需要，像這樣，把冶煉出的鋼，用一定的機械設備輾成需要形狀的鋼材的加工生產，叫做軋鋼。軋鋼的歷史和煉鐵，煉鋼，比較起來，是較短的，但是隨着生產力的提高，它是突飛猛進發展着，我們由它的歷史，可看出軋鋼生產的發展速度。

距現在四百年前的時候，1553年有法國人用兩個並列的圓桶形的輥子軋製鉛板，但還不能說是軋鋼，至離現在二百年（1751年），有瑞典人開始製造鋼材，可以說是軋鋼開始。其後，1783年，英國人考爾特在軋輥上鑄成軋槽，才正式確定軋鋼法的基礎，至1856年貝塞麥煉鋼法發明，大量煉鋼，並鼓舞了軋鋼工作者的努力研究，在1857