

冶金工人技术丛书

碱性轉炉炼鋼工教材

唐山鋼厂 編著

冶金工业出版社

碱性轉爐煉鋼工教材

唐山鋼廠 編著

冶金工业出版社

出版者的話

我国人民在經濟战線、政治战線和思想战線上的社会主义革命已基本上获得胜利之后，党中央和毛主席向全党和全国人民提出了技术革命与文化革命的偉大号召。在这个偉大号召的鼓舞下，全国各地無論是城市农村、厂矿、合作社或是机关、学校，都在大鬧技术革命和文化革命，广大工人、农民、机关干部、学生群众表现了敢想、敢做的偉大共产主义风格，他們在这个轟轟烈烈的运动中，創造了許多动人的事迹，随着这一运动的开展，他們迫切要求提高自己的文化技术水平，以便在工作中做出更大的貢獻。但是到目前为止，还缺乏适应我国具体情况的冶金工人讀物，这样就在一定程度上影响了他們的技术水平的进一步提高。有鉴于此，我們准备出版一套冶金工人教材，以适应广大讀者的需要。

本書可以做为工人技术学校或訓練班的教材，凡是具有高小程度的工人都能看懂。未参加技术学校学习的工人和冶金工业中的工作人員亦可以用来自学。由于我們还缺乏經驗，書中不当之处在所难免，希望讀者多提意見，以便再版时加以修正。

本書包括煉鋼的物理化学知識、轉爐煉鋼的原料、轉爐的構造、轉爐煉鋼原理及煉鋼的实际操作等。

目 录

序.....	1
緒 論.....	2

第一章 煉鋼的基本理化知識

§ 1 物質及其变化.....	11—13
§ 2 元素和它的符号.....	13—15
§ 3 原子量和分子量.....	15—16
§ 4 化学反应的基本形式.....	16—19
§ 5 化学方程式及化学反应的特性.....	19—20
§ 6 固体的物理性能.....	20—23
§ 7 气体的性質和气体的流动.....	23—26

第二章 轉爐煉鋼的原材料及其保管

§ 8 耐火材料.....	27—32
§ 9 熔 剂.....	32—34
§ 10 氧化剂.....	34—35
§ 11 鉄合金.....	35—36
§ 12 鉄水的品質.....	37—40

第三章 轉爐構造、轉爐附屬設備及轉爐車間布置

§ 13 轉爐構造.....	41—48
§ 14 鼓风机和送风系統.....	48—50
§ 15 測量裝置.....	51—55

§ 16 轉爐車間布置	56—58
-------------	-------

第四章 轉爐煉鋼原理

§ 17 鼓风制度与吹煉角度	59—63
§ 18 熔渣制度	63—69
熔渣的一般性質	64—66
吹煉过程对于熔渣性質的要求	66—67
在轉爐內造成流动性良好的高碱度	
熔渣的方法	67—69
§ 19 Fe、Si、Mn、C 的氧化	69—74
杂质氧化的化学反应式	69—71
在吹煉过程，杂质去除的影响因素	71
碱性轉爐吹煉过程中杂质的变化	71—74
§ 20 硫的去除	74—78
熔渣去硫——解釋去硫的分子理論和离子理	
論——影响去硫的因素	74—78
气化去硫	78—88
§ 21 磷的去除	79—81
§ 22 金屬損失、物料平衡和热平衡	81—88
金屬損失，化学損失，非化学損失	82—86
側吹碱性轉爐的物料平衡	86—88
側吹碱性轉爐的热平衡	88

第五章 側吹碱性轉爐煉鋼

§ 23 吹煉过程的一般介紹	89—91
§ 24 渣料配合	92—93

§ 25	吹煉角度的应用与鼓风制度·····	93—96
§ 26	留渣操作·····	96—99
§ 27	吹煉过程中金屬液和熔渣成份的变化·····	99—104
§ 28	高硫鉄的处理·····	104—106
§ 29	中(高)礪鋼的冶煉·····	107—112
	高拉礪法·····	107—110
	鉄水增礪法·····	110—112
	礪粉增礪法·····	112
§ 30	合金鋼的冶煉·····	112—115
§ 31	側吹碱性轉爐鋼的性能·····	115—118

第六章 氧氣在轉爐煉鋼中的應用

§ 32	側吹富氧吹煉·····	119—126
	一般情况·····	119—121
	吹煉过程的化学成份变化·····	121—124
	鋼水的含氧量·····	124
	金屬液的含氮量·····	125
	热效率·····	126
§ 33	頂吹純氧煉鋼法·····	127—147
	頂吹純氧煉鋼法的一般情况·····	127—129
	頂吹純氧煉鋼的設備——吹氧管的構造——吹氧管 的升降裝置——加料設備——除尘設備·····	129—138
	原材料·····	138—139
	吹煉原理·····	139—141
	供氧制度·····	141—142
	造渣制度·····	142—143

金屬溫度和熔池冷卻.....	143—145
物料平衡和熱平衡.....	145—146
鋼的氣體含量.....	147

第七章 轉爐鋼的脫氧與澆注

§ 34 脫氧方法及脫氧程序.....	143—150
§ 35 澆注方法.....	150—151
§ 36 澆注設備.....	151—153
§ 37 鎮靜鋼的組織.....	153—156
鋼錠結晶的形成過程.....	154—155
影響結晶過程的因素.....	155—156
§ 38 鋼錠的注法.....	156—158
鎮靜鋼上注法.....	156
鎮靜鋼下注法.....	157—158
小型鋼錠的澆注.....	158
§ 39 連續注錠.....	159—161

第八章 沸騰鋼生產的工藝

§ 40 沸騰鋼鋼錠的組織.....	161—164
§ 41 沸騰鋼鋼錠組織的形成過程.....	164—168
§ 42 吹煉沸騰鋼的冶煉操作.....	163—170
§ 43 鋼的化學成份、澆注溫度、澆注速度及鋼錠 模溫度等對鋼錠組織的影響.....	170—172
§ 44 小型沸騰鋼的澆注操作.....	172—174
附錄：轉爐煉鋼車間主要生產工段安全技術規程.....	175—178

序

我們的祖國，正处在一天等于二十年的大跃进的日子里。在鼓足干劲，力争上游，多快好省地建設社会主义总路綫的光輝照耀下，在中央工业与地方工业同时並举，大中小企业相結合的方針指导下，全国各地的中小型鋼鐵企业如雨后天春笋般地建設起来。

在唐山鋼厂党、政领导的关怀与积极支持下，抽調了專人从事編写“碱性轉爐煉鋼工教材”一書，企图对近年来碱性轉爐特别是側吹碱性轉爐的生产經驗加以概括地总结，以便支援兄弟厂尽快培訓轉爐煉鋼技术工人，为鋼鐵工业的大跃进准备条件。

我們認為：这本书虽然綜合了我国側吹碱性轉爐煉鋼工人数年来积累的一些工作經驗，但由于能力所限，在內容的編写与安排上，在对操作經驗的总结与分析上，不免存在着缺点和錯誤，希望同志們加以批評和指正。更为遺憾的是，由于時間急迫，对轉爐煉鋼車間不可缺少的化鉄爐和混鉄爐的工艺操作沒有編入。如有再版的可能，当应列入。

本書是由楊启恒同志負責編写、張俊民工程师負責审改的，在編审过程中，曾得到蕭来潮、吳东、陈立友、陈鉄等同志的协助与指导。

1958.9,

緒 論

在兩千年以前，我們的祖先就开始使用了鐵器。我國用近代化的工業企業生產鋼鐵只是從1890年才开始的，當時在湖北省漢陽建立了中國第一個鋼鐵廠，但是規模很小。解放以前，我國雖然有了一些鋼鐵工業，但也只是為帝國主義、官僚資本主義服務的。

解放以後，祖國的鋼鐵工業獲得了新生。黨和政府早在經濟恢復時期就集中了大批人力、物力和財力，着手恢復和發展祖國的鋼鐵工業。我國第一個鋼鐵工業基地——鞍鋼的恢復和擴建為我國的工業化打下了良好的基礎。

隨着第一個五年計劃的勝利完成，緊跟着第二個五年計劃的开始，我國將要建立強大的機器製造工業、交通運輸工業、農業機械工業、化學工業、燃料工業和國防工業……等，使我國成為一個完整的工業化強國。鋼鐵工業是這一切工業發展的基礎。斯大林同志曾經說過：“鋼鐵工業是工業基礎的基礎”。鋼鐵工業的發展在我國社會主義建設中起着重大的作用。

在鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社會主義的總路線的指導下，在中央工業和地方工業同時並舉、大中小企業相結合的方針下，祖國的鋼鐵工業在向前大躍進，我們有十足的信心在十五年或者更短得多的時間內在鋼鐵產量上趕上英國。

一、鐵與鋼

一般所說的生鐵是含碳在1.7—4%的鐵碳合金。生鐵除含有碳外，還有很多其他元素，如錳、矽、硫、磷等。由於有這些雜質，特別是含碳量高，生鐵性質硬脆，延性和展性均不好。鋼是含碳在1.7%以下的鐵和碳的合金。鋼除含碳比鐵低外，其他雜質含量也不同。因此，鋼有更多的优越性：强度高，有很好的延展性，可進行多種的冷熱加工和熱處理。有很多特殊用途鋼，如不銹鋼、耐磨的高錳鋼、耐酸鋼等合金鋼更是鐵所比不上的。

二、各種煉鋼方法的簡單介紹

鋼的冶煉是黑色冶金的重要組成部分（所謂黑色冶金是指鐵、鋼、鉻、錳等的冶煉。有色冶金為鋁、鉛、鋅、銅等的冶煉）。

從古代到近代的煉鋼方法有很多種，現在世界各國普遍採用的煉鋼方法主要有下列三種：

1. 平爐煉鋼法；
2. 電爐煉鋼法；
3. 轉爐煉鋼法。

平爐煉鋼法 平爐爐形如圖1，煉鋼時把廢鋼、鐵水和造渣劑裝入平爐熔池；使預熱過的煤氣和空氣在爐里燃燒，使爐料受熱並熔化；然後調整成份，煉成合乎規格的鋼。

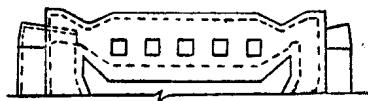


圖1 平爐爐形示意圖

平爐煉鋼法的优点是：

- 1) 可以利用廢鋼，擴大了原料的利用範圍；
- 2) 成份比轉爐容易控制；
- 3) 冶煉的鋼種很多。

平爐煉鋼法的缺点是：

- 1) 熱效率較低；
- 2) 平爐車間設備複雜，笨重，基建投資大，建廠時間長。

電爐煉鋼法 圖2是電弧爐的外形圖。此煉鋼法完全利

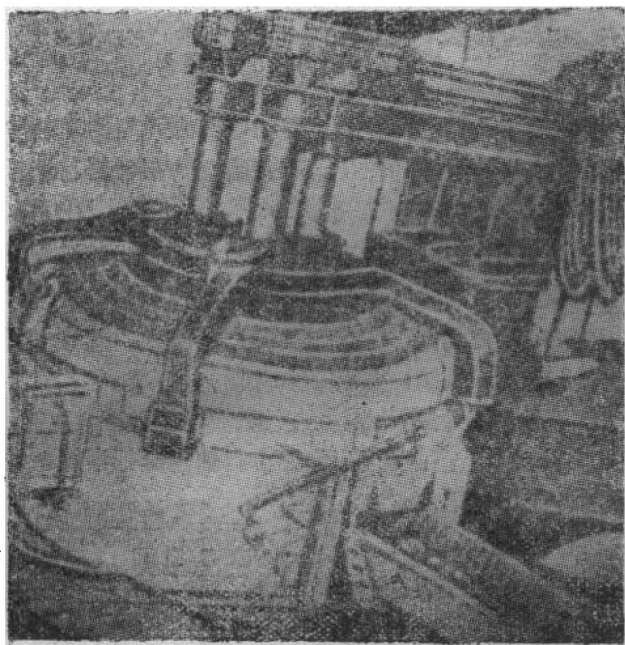


圖2 電弧爐外形圖

用廢鋼或者少量的生鐵作原料，利用電能變成熱能來加熱金屬並使之熔化。由於電能轉變為熱能的方式不同，電爐又可分為電阻爐、電弧爐和感應爐三種。

一般用於大量生產的還是電弧爐。煉鋼時，把固體金屬裝入熔池後放下電極，然後通電，爐內便產生電弧。在電弧附近有很高的溫度，因而金屬便發生熔化，然後經過精煉而完成煉鋼的任務。

電爐煉鋼法有下列優缺點：

- 1) 可以冶煉高級質量鋼和合金鋼，冶煉的鋼種最多；
- 2) 冶煉時，可以得到很高的溫度，因而能熔化熔點高的原料如鎢（W）；
- 3) 消耗大量的電能，在火力發電的情況下，成本較高。

我國有着豐富的水力資源，開發後將獲得廉價的電力，這對於我國電冶金工業的發展是個有利的條件。

轉爐煉鋼法 轉爐煉鋼法的基本原則和其他煉鋼法一樣，用氧化的方法除去生鐵中所含各種有害元素，使生鐵煉成合乎規格的鋼。它與其他煉鋼方法不同的地方是所需的氧絕大部分都是來自空氣，而其他煉鋼法則來自礦石。轉爐煉鋼法的另一個特點就是不需要依靠外界供給熱量，而是利用雜質氧化發出的熱量來提高液體金屬的溫度。

三、轉爐煉鋼的發展

十九世紀中葉，歐洲資本主義國家工業有了蓬勃的發展，尤其是鐵路的大量修建，使得金屬需要量突然增加。然而舊有的煉鋼方法，都不能滿足這種日益增長的需要。

英國人亨利·貝氏麥經過多次試驗，於1855年利用坩堝

熔化生鐵，然后通过插入鉄水中的泥管吹入空气，使杂质氧化而吹煉成鋼（图3）。

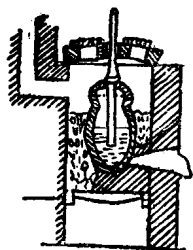


图3 在坩埚里吹煉的情形

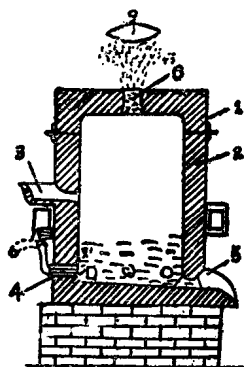


图4 貝氏創造的固定轉爐

以后貝氏麦又創造了一种新的爐子，就是“轉爐”，又名“吹爐”。

最早的“轉爐”实际上是不能轉动的（图4）。它的外面是一个不轉动的爐壳1，里面砌上耐火磚2。鉄水由在爐子半腰上一个特制小孔3倒入爐內。空气通过底部的风眼4吹入，煉成的鋼由旁边的出鋼口5流出。爐气由頂上排气孔6排出。

固定的轉爐使用起来很不方便，特別是終点成份不易控制，出鋼时不能停风。1860年貝氏麦又創造了新型的可以轉动的轉爐（图5）。轉爐安放在一个圓环（称为支撑环）上，爐子同支撑环在一起通过樞軸而轉动。鼓风是由底部供給的。

側吹轉爐（小型貝氏爐）首先在瑞典利用。当初风眼

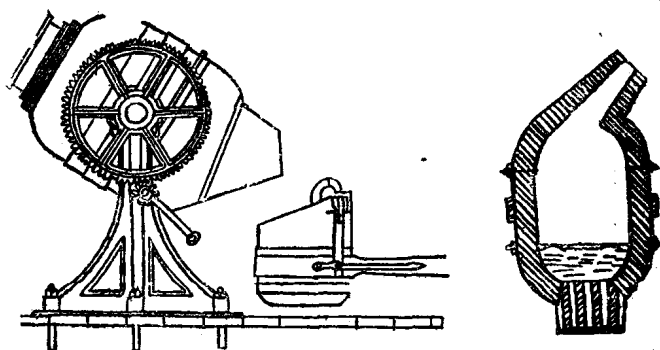


圖5 第一个轉動式轉爐

是在靠近爐底的圓周上，風眼不是對准爐子中心而是側向一邊。這種轉爐的缺點是出鋼時不能停風，否則，鋼水就會灌入風箱中，因此，在礮到終點前就要出鋼。這給操作帶來了很大的困難，很難保證正常的成份。1884年華爾特把分佈在轉爐周圍的風眼改進放在一邊，爐缸橫斷面為“D”字形(圖6)，而且把風眼的位置也提高了。側吹爐經過這樣的改進後，與現在使用的很相近了。

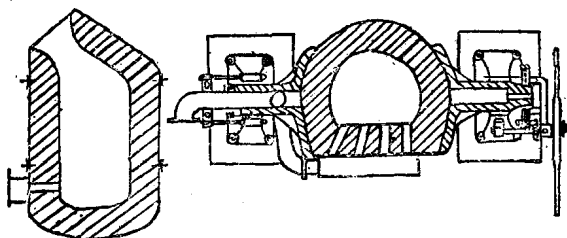


圖6 1885年的小型貝氏爐

貝氏爐所用的爐襯耐火材料是酸性的。酸性轉爐吹煉要求原料含硫、磷很低，而低硫磷鐵礦在當時歐洲是很少的，

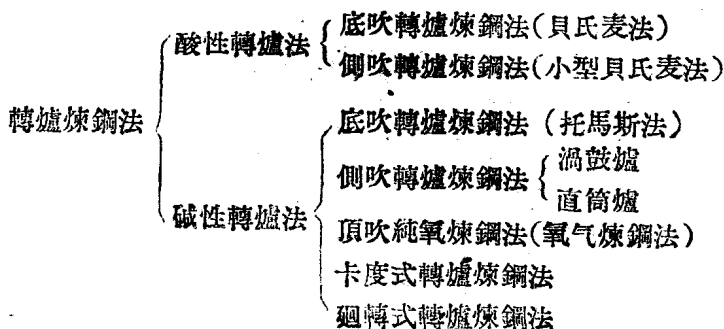
貝氏爐煉鋼法就遇到了原料不足的問題。后来托馬斯將貝氏爐爐襯改為碱性耐火材料，它可以吹煉含磷很高的生鐵（要求含磷在 1.5% 以上）。但是，托馬斯煉鋼法的原料在世界上很多地区仍然受到限制。

我国唐山鋼厂的工人和技术人員，在党的領導和支持下，在側吹碱性轉爐煉鋼上，付出了辛勤的劳动，在原有的設備基础上，取得了直筒式側吹碱性轉爐的試驗成功並投入生产，这是我国解放后在冶金史上取得的重大成就。这种煉鋼方法，对生鐵含磷量有着較大的适应范围，1.5% 以下皆可使用。因此解决了轉爐的原料問題。

四、轉爐煉鋼的種類

轉爐按砌筑爐襯耐火材料的不同，可分为酸性轉爐和碱性轉爐兩種；按鼓风（或供氧）的部位不同又可分为底吹、側吹和頂吹等多种。

轉爐煉鋼法的分类如下：



五、轉爐煉鋼法的優缺點及其應用範圍

由于近来轉爐煉鋼法的发展，它已經引起了人們的足够注意。特別是廢鋼来源不足的国家，轉爐煉鋼法获得了很大的发展，因为它有下列的优点：

- 1) 吹煉時間短，生产率大；
- 2) 轉爐只依靠鼓入的空气（或氧气）进行吹煉，設備簡單，投資少，建厂時間短；
- 3) 轉爐煉鋼法操作簡單，技术工人容易訓練；
- 4) 可以完全不使用廢鋼，並可与电爐和平爐提供廢鋼原料；

轉爐煉鋼法的缺点是：

- 1) 由于轉爐煉鋼过程迅速，成份不易控制，操作过程較緊張；
- 2) 轉爐吹煉主要依靠金屬中杂质氧化所得到的热来提高金屬液的温度，加上机械攪拌作用大，因而吹煉过程中鉄的損失較大。

酸性側吹轉爐适用于鑄造車間。各种类型的轉爐都可以用于煉鋼車間澆注鋼錠。轉爐与平爐或电爐双联，或采用混合煉鋼法，可以增大優質鋼和合金鋼的产量並降低其成本。

采用那一类型的轉爐，应当按原料条件、产品用途、因地制宜的来决定。例如，生鉄中的P(磷)含量低于0.06%，即可采用酸性轉爐；鋼軌鋼是日常生产的主要品种 还可采用酸性底吹轉爐吹煉。如果生鉄的含P量波动在0.05~1.5% 範圍內，就可采用側吹碱性轉爐或純氧頂吹轉爐。如果生鉄的含P量經常偏高，但又低于1.5% 即可采用卡度式或迴轉式轉爐。

如果生鐵的含P量大于1.5%，即可采用托馬斯煉鋼法。但是，在我国的資源条件下，側吹碱性轉爐和純氧頂吹轉爐將被广泛的采用。