

基礎知識學習資料
煉 鋼 講 義

唐 山 鋼 廠 編
鄭 州 市 新 華 書 店 翻 印
1958.11.

目 录

第一章 轉爐煉鋼法的發展及其在国民經济中的价值

第一节 鋼在国民經济中的价值

第二节 各种煉鋼方法的介紹

第三节 轉爐煉鋼法的产生和發展

第四节 轉爐煉鋼法的应用范围

第二章 煉鋼法的基本理化知識

第一节 物質

第二节 物質的变化

第三节 元素和它的符号

第四节 原子原子量和分子量

第五节 化学反应基本的形式

第六节 化学方程式和化学反应的特性

第七节 物質的物理性能

第八节 波义耳——查理合律

第九节 轉爐煉鋼法之曲綫圖确定繪制及其应用

第三章 轉爐煉鋼法的种类

第一节 酸性轉爐煉鋼法

第二节 碱性轉爐煉鋼法

第四章 轉爐煉鋼的分类及技术标准

第一节 为什么鋼要进行分类

第二节 轉爐鋼的分类

第三节 酸性、碱性轉爐甲乙类鋼的技术标准

第四节 化学成份对鋼性質的影响

第五节 鋼的宏观檢驗及机械檢驗

第五章 轉爐和它的附屬設備

第一节 耐火材料

第二节 結合鎂砂磚及白云石磚之制造

第三节 爐子制造

第四节 鼓風机和送風系統

第五节 車間布置

第六章 轉爐煉鋼应用原材料及其保管

第七章 轉爐煉鋼原理

第一节 鉄水的品質

第二节 鼓風及吹煉角度

第四节 吹煉过程中雜質的去除

第五节 吹煉中的金屬損失

第六节 热的来源和消耗

第七节 氧氣在轉爐吹煉的应用

第八章 冶煉操作

第九章 沸騰鋼在轉爐里的冶煉与制錠

第一节 沸騰鋼的鋼錠組織

第二节 沸騰鋼錠組織的形成过程

第三节 鋼的沸騰作用、澆注溫度、鋼水的化學成份及鋼錠模溫度对鋼錠組織的影响

第十章 脫氧和鑄鋼

唐山鋼厂轉爐小型鋼錠的鋼錠介紹

李建成澆注法介紹

第十一章 安全技术規程

第十二章 生产劳动組織及工資制度

- 第一节 車間技术經濟指标
- 第二节 班組的經濟核算
- 第三节 生产劳动組織及工資獎勵制度
- 第十三章 生产过程的技术监督与产品表面的檢驗
 - 第一节 技术监督工作在生产上的意义和作用
 - 第二节 如何进行生产过程的监督
 - 第三节 鋼錠的表面檢查与試軋

第一章

轉爐煉鋼法的發展及其在國民經濟中的價值

第一節 鋼在國民經濟中的價值

一、金屬和非金屬：黑色金屬和有色金屬

在自然界中所遇到的一切大量的固態、液態和氣態的物質，都是由各種不同的簡單物質構成的，這些簡單的物質我們叫它作化學元素，例如鐵、氧、碳、錳等，在這些化學元素中又分為兩類，金屬和非金屬元素，而且大部分的化學元素（約70種）是屬於金屬，下面就要區分一下金屬與非金屬物質不同的特點是什麼？

1. 金屬物質：外表具有光澤，不透明，有良好的導熱性和導電性，除此以外，大部分的金屬是可以鍛打的並且能夠焊接。例如，鐵、銅、錫、鉛、鋁、銀、金等都稱為金屬。

2. 非金屬物質：沒有金屬所特有的性質，例如它不可以鍛打和焊接，它包括下面這些物質，氧、氫、氮、碳、矽、磷、硫等。

金屬的種類是很多的，由於它們在自然界存在的數量和對它們的實用價值不同，而又把金屬分成二類，黑色金屬，有色金屬。

① 黑色金屬：它包括鐵和鋼，由於鐵礦在自然界分布很廣，而且數量又多，開采方便，冶煉容易，又有很好的機械價值，例如，強度，韌性，加工性能熱處理後可以得到我們所需要的性質，價格便宜，大量生產，由於這些優點，它對人類使

用，起着重大作用，我們便把它分成一类，叫黑色金屬。

②有色金屬：除了鉄和以鉄为基体的合金外，所有的金屬都是有色金屬，这些金屬的性能是多样化的，例如銅有很好的导电性，鋁可以做为飞机制造業所用的金屬，在工業中和建築業中最常用的有色金屬是銅、鋁、錫、鉛、鋅和它們的合金。

二、鋼鉄：

1.鉄矿石：鉄在自然界中不是呈金屬状态存在，而成为鉄的各种化合物存在，这种东西我們叫鉄矿石。鉄矿石就是我們黑色金屬的原料。我們把鉄矿石放到高爐内便生产出生鉄。

2.純鉄生鉄和鋼：不含有其他雜質的鉄，称为純鉄。最純的鉄就是鉄元素。在鉄里經常含有其他的元素，碳(C)、矽(Si)、錳(Mn)、硫(S)、磷(P)，这些元素的含量对鉄的性能影响是很大的，尤其是碳的含量的影响最大，因此我們又按鉄中含C量不同而分为生鉄、熟鉄和鋼。凡是鉄里含碳量在1.7%以上，不能鍛造加工的叫做法生鉄，含C量在1.7%以下可以鍛造加工的，叫做鋼，含碳量在0.05%以下叫做工業純鉄。

三、鋼在国民經济中的价值：

鋼鉄的使用和鋼鉄工業的發展，对人类社会进步起着重大作用。

这一点我們可以引用恩格斯对鋼鉄的評價，他說……鉄已經为人所役使，……鉄造成了广大面积的田野耕作，开垦了广大森林地域；它給了手工業以堅牢而銳利的工具，不論任何石头或当时所知道的任何金屬，沒有一种能与之相抗……”。而在我們的时代——鋼鉄时代中，它的作用更加特別重要了。沒有鋼鉄就沒有輪船火車，桥梁汽車，沒有鋼鉄就沒有拖拉机及联合收割机；沒有鋼鉄也不会有供应国防的飞机大炮，就是說

沒有鋼鐵，將沒有現在的社会物質。可見鋼鐵對於人类物質生活起着多么巨大的作用。

鋼鐵在人类历史中占这样重大的作用，是因为与其他金屬比較它有下列的优点：

1. 有很宝贵的性能，如鋼鐵經热处理可以改变它的性能，可以压力加工，耐磨耐侵蝕。

2. 地壳內矿藏丰富。

3. 开采、生产、加工都很容易。而且价格便宜。

在兩千年以前，我們的祖先就使用了鉄器。用近代化的工業企業生产鋼鐵，还只是从一八九〇年开始（兩广总督張之洞）在湖北省汉陽建立中国第一个鋼鐵厂，但規模很小。解放以前，我国虽然有了一些鋼鐵工業，那只是为帝国主义、官僚資本主义服务。临到解放前夕，我国的鋼鐵工業几乎全部瓦解。

随着全国大陆的解放，祖国的鋼鐵工業也获得了新生。我們的党和政府早在經濟恢复时期就集中了大批人力、物力和財力着手恢复祖国的鋼鐵工業。我国的第一个鋼鐵工業基地——鞍鋼的恢复，扩建，为我国实现工業化打下了良好的基础。

随着社会主义建設的第一个五年建設计划提前完成，紧跟着第二个、第三个五年建設计划的建設，我国將要建立强大的机器制造工業、交通运输工業、农业机械工業、化学工業、燃料工業和国防工業……等等，使我国成为一个完整的工業化大国。要使我国工業迅速发展，必須有可靠的鋼鐵工業作为基础。斯大林同志曾經說：鋼鐵工業是工業基础的基础。因此在社会主义建設事業中，鋼鐵工業迅速发展起着重大的作用。

第二节 各种煉鋼方法的介紹

按照煉鋼方法發展的先后次序，下面分別簡單地給以敘述：

1. 坩埚煉鋼法:



把我們按成分配好的原料，放到利用耐火材料制造的坩埚內，形狀如圖：（坩埚用石墨或50%石墨50%粘土做成）由外面加熱它，通過坩埚把內部裝入的爐料熔化，而得到我們所需要的液體鋼，在熔化過程內部的化學變化簡單。

坩埚煉鋼法有下列優缺點：

- ①成分均勻，鋼的質量好。
- ②脫氧完全沒有氣體。
- ③不能澆注大鋼錠，限制了它的大量生產。
- ④原料要求嚴格，熔煉過程不能去P，S。
- ⑤燃料消耗多，坩埚也消耗多；造成鋼錠成本高。

2. 轉爐煉鋼法:

把鐵水放入轉爐內，同時向爐內吹進空氣，使空氣中的氧和鐵水所含的雜質起氧化去掉它們，在這時由於雜質的氧化作用，而放出大量熱量把金屬加熱到出鋼溫度。

這種煉鋼方法的優缺點：

- ①廠房設備簡單建廠快，基建費低。
- ②冶煉的時間短，生產快。
- ③冶煉的鋼種一般操作還受些限制。
- ④鋼的質量差些。
- ⑤用氧之後，可以大大改善鋼的質量和其它缺陷。

3. 平爐煉鋼法（馬丁爐煉鋼法）

把廢鋼鐵水和渣料放到平爐的熔池內，用溫度高的煤氣火

焰，在爐子內把熱量傳給金屬使它熔化，調整成份加熱，而煉成鋼。

平爐煉鋼法有下列优缺点：

①可以利用廢鋼，擴大了煉鋼原料的利用範圍。
②冶煉時間長，成份容易控制，適用於任何大小的生產規模。

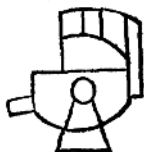
③冶煉的鋼種多。

④燃料的熱利用不好。（平爐剖面圖）：

⑤平爐車間設備複雜笨重，基建投資大，建廠時間長。

4. 電爐煉鋼法：

電爐煉鋼就是利用電能變成熱能而在爐子內煉出鋼，由於電能轉變熱能的方式不同，分為電阻爐，電弧爐和感應爐三種，一般用於大量生產的以電弧爐為多。



金屬料裝入爐後，把電極放下並距材料一定距離，通入電流，於是在電極和金屬之間產生電弧，這時產生大量熱能，把金屬熔化，精煉，而完成煉鋼的目的。

電爐煉鋼的优缺点：

①可以冶煉高級合金鋼和優質鋼。

②冶煉時，可以取得高溫，可以熔化熔點高的原料例如鎢（W）

③消耗大量熱能，使用廉價的電力，對鋼成本有利，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的發展是個有利的條件。

5. 聯合煉鋼法：

利用不同的煉鋼方法，聯合起來，來完成一個煉鋼的過

程，例如：轉爐、電爐，雙聯。

把鐵水放入轉爐內吹煉到合適的化學成分，把它再加入電爐內繼續冶煉，達到需要的化學成分。

優點：

①電爐可以使用價格低的原料，而得到質量高的鋼。

②減少電爐的熔化時間，充分發揮了電爐的生產率。

此外還有平爐——電爐、雙聯。轉爐——平爐雙聯，化鐵爐——轉爐——電爐三聯等。

6. 混合法和還原合金法煉鋼

就是用大的平爐（或轉爐或電爐）熔煉普通質量的鋼，另外用小的電爐熔煉還原渣和高質量的鋼（或合金鐵），當大小爐都熔煉到一定條件時，把大爐的鋼水，沖進裝有小爐煉的鋼（或合金）和還原渣的鋼水包裏。這樣使全部鋼水都成為磷、硫很低的優質鋼水。

優點：

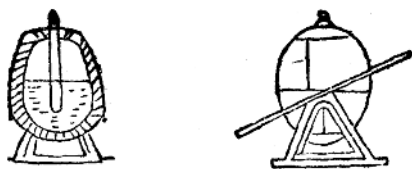
①可以提高鋼水的質量，和優質鋼的產量。

②可以縮短大爐子的冶煉時間，並提高了爐牆壽命。

第三節 轉爐煉鋼法的產生和發展

轉爐煉鋼的發展歷史，對於煉鋼工作者來說是比較重要的，只有使我們了解它的發展過程，才能在今後的工作中，不會繼續走前人已經走過的彎路，也許以前研究過的東西，由於在當時的技術條件下沒能成功，而現在可以探討在今天的技術條件下是否有再研究的價值。

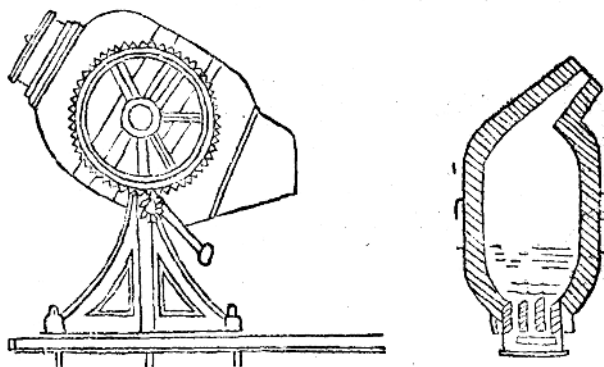
在貝斯麥未發明貝氏爐以前，只能用坩堝煉鋼法熔煉小量的鋼。



圖一 貝氏初期創造的吹爐

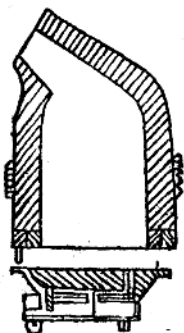
1855年，亨利·貝斯麥為了改進製造槍炮原料，把坩堝煉鋼法改進如圖一所指的形狀。外殼用鐵板制成，爐襯用酸性耐火材料襯着，並且可以用手扳動，使其旋轉，送風是用泥管從爐蓋上垂直插入鐵水里。

1856年貝氏將吹爐改為固定式的，爐襯仍用酸性耐火材料。送風是由靠近爐底沿圓周部位安裝風管。爐前有出鋼口，爐后有鐵水口，爐頂有出廢氣口，經過多次試驗，發現吹入的空氣不能深入爐子中心，而且風嘴的爐襯侵蝕太快，如是就改為如圖二所指的形狀。這種吹爐就接近現代的爐形了，只不過是用人力來轉動。這種吹爐最大的缺點是風嘴部位時常發生故障，修理不方便而且費的時間多。



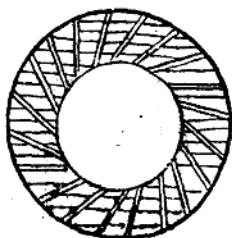
圖二 貝氏在設裴爾德所造吹爐的裝置和剖面情形

1863年貝氏採用了活動爐底（如圖三所指）解決了上面的缺點。這個改進對底吹爐的構造是很重要的。因為有了多餘的爐底，預先做成，並且烘烤到一定溫度，舊爐底壞了，要換一個新的爐底很方便，且花時間不多。當時因接縫處常因侵蝕需費時修理，這個問題後來於1868年經亞歷山大霍雷設計改進，直到現在還是用這種爐底。



圖三 貝氏活底式底吹爐

瑞典是首先利用側吹轉爐煉鋼法的國家，當時的爐子構造，其風管是在靠近爐底的圓周部位，風管不是對准爐子中心而是側向一邊。如圖四。爐缸渣面處有出渣口和爐缸下部有出鋼口。這種吹爐的缺點是出鋼時不能停風，免得鋼水流入風箱里去，所以吹煉時要特別注意，在碳量未燃盡以前，就要出鋼，否則鋼水會過分氧化，這就給操作上帶來了困難，很難保證成分的正常。



圖四 瑞典式邊吹爐風嘴部分橫剖圖

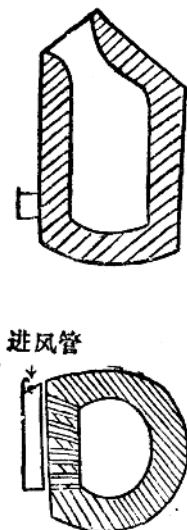
1884年以後華爾蘭特把分布在吹爐圓周上的風管改進放在一邊，爐缸面積為“D”字形（如圖五）。這就是單面吹風轉爐的開始。這種轉爐不但把風管放在一邊，而且操作上也有了改進，他把風管位置提高了，吹煉就接近了面吹操作。華氏不僅解決了以前吹爐出鋼不能停風的缺點，而且打破了以往多年對於風管愈接近金屬液面會使金屬被

氧化損失愈大的錯誤觀點。

1891年特洛皮納斯設計的吹爐構造代表了十足的面吹操作。與華氏設計的吹爐（圖五）沒有多大區別。風管的排列是直向平行的，而沒有向爐的中心綫偏角度（以往側吹爐風管向爐子中心綫偏一角度，為的是使金屬液起漩轉作用，機械攪拌作用大）。這種吹爐構造上的特點是增大了爐缸面積，因而依靠較大的金屬面來促進金屬的氧化作用而不是依靠漩轉的機械攪拌作用。

特洛皮納斯也設計過兩排風管的側吹爐，增加上排風管的目的是使一氧化碳燃燒發生熱量；提高爐膛溫度。後來發現只要多輸入空氣一樣能夠保證碳的燃燼，故後來沒有人採用。

上面所提到的吹爐是屬於酸性耐火材料建築爐襯的所謂貝氏爐，貝氏爐的缺點（不論底吹或側吹）不能去除鐵水里的硫和磷。它要求原料里的硫、磷含量很低。低磷生鐵必須由低磷矿石冶煉才便宜，而低磷矿的藏量又不多，特別是在當時的歐洲的工業國家里，所以貝氏爐煉鋼法的原料來源成了問題。托馬斯把貝氏爐的爐襯改為鹼性耐火材料，後來人們就把這種轉爐叫做托馬斯爐或叫做底吹鹼性轉爐。解決了貝氏爐原料來源不足的問題。托馬斯爐要求原料含磷量在1.5%以上，這樣才能保證鋼水的澆鑄溫度，故在原料來源上還是受到一定限制。



圖五 華爾蘭特式邊吹爐

所以托馬斯法就是在底吹碱性轉爐內吹煉含P 1.5% 以上的鉄水，利用P 的氧化發熱使鋼水到達出鋼溫度的煉鋼方法，不這樣就不能稱托馬斯法。

底吹酸性轉爐（稱大型貝氏爐）和底吹碱性轉爐（稱托馬斯爐），它的定量只能適當較大的，對一般小定量的轉爐，由於底吹對轉爐吹煉熱的利用不好而不能把金屬溫度提高，因此側吹轉爐適于小定量的轉爐鋼的生產，側吹轉爐也分碱性和酸性兩種，而爐子構造上也有區別，一是圓筒式，一是渦鼓式，圓筒式的側吹轉爐，容量受到限制，因為在這種型式的爐子里，風眼面積和容量不能成比例的增加，這就影響了爐子的進風量，而延長吹煉時間，但在渦鼓式的轉爐里，風眼面積和容量可以成正比例的增加，這就不影響吹煉過程，此外它對於氣體在爐內的流動，爐襯侵蝕都比圓筒式爐子為佳。

我國唐山鋼廠的工人和技術人員，在側吹碱性轉爐煉鋼上，付出了辛勤的勞動，在原有的基礎上取得了圓筒式碱性側吹轉爐試驗的成功，並投入生產，這是我國解放後在冶金上第一次較大的成功。

第四節 轉爐煉鋼法的应用範圍

轉爐煉鋼法和其它煉鋼法具有一些優點和缺點，因此對這種煉鋼方法的使用上是有範圍的。

一、轉爐煉鋼法的優缺點：

- ①由於吹煉時間短，生產率大。
- ②轉爐只是依靠鼓入空氣進行冶煉，設備簡單，新建一座轉爐煉鋼車間比建其它煉鋼車間的投資少，建廠時間短。
- ③轉爐煉鋼法操作簡單，技術工人容易訓練。
- ④耐火材料消耗量少，用勞動力少，所以轉爐鋼成本比其它鋼較低。

⑤由于轉爐吹煉時間短，成分不易控制，生产产品有限。

⑥由于轉爐吹煉主要依靠金屬的雜質氧化来提高金屬液的溫度，再加上机械攪拌作用大，吹煉鉄的損失大。

⑦冶煉時間短，过程迅速，使操作过程緊張。

二、轉爐煉鋼法的应用范围：

由于轉爐煉鋼法具有一些特点，因此这种煉鋼方法有一定的使用范围：

①轉爐煉鋼法，使用鉄水的成分，有一定的范围：由于轉爐对鉄水成分要求不一样，因而鉄水成分就限制了这种煉鋼法。

a. 由于鉄水里P·S的含量不同，对它的使用也不同，不論酸性底吹或側吹的轉爐，S·P都要 $<0.05\%$ 。

b. 对于托馬斯法（碱性底吹轉爐）要求鉄水P的成分要大于 1.5% 以上。

c. 含P中等的鉄水可以利用碱性側吹轉爐吹煉。

②由于轉爐煉鋼的設備簡單操作容易，停开爐方便，吹煉的鋼水溫度又高，适于鑄鋼件，故一般机械制造厂的鑄鋼車間多采用酸性側吹轉爐。

③由于这种煉鋼方法要使用 100% 的鉄水，因此在廢鋼数量少的国家里，采用轉爐煉鋼比在平爐內煉鋼經濟。

④小型轉爐厂，建厂費少，工人訓練容易，生产規模可大可小，很适于作为地区的工業，煉出鋼来滿足这个地区对它的需要。

第二章 煉鋼的基本理化知識

第一节 物 質

一、什么叫物質：“物質就是作用于我們感覺器官并引起感覺的東西”，也就是說通過自己的感覺來知道各個物體的存在，例如空氣，水，土地，天體，植物，動物。也就是說所有我們周圍的一切，最後還有我們自己這一切就組成了自然界。

二、物質組成的單位——分子

自然科學所研究的基本問題之一就是研究它所研究的對象是由什麼構成和怎樣構成的。例如地質學研究地球的成分和構造；天文學研究天體的運動和構造等。

化學研究的對象是物質。因此，在研究化學時，“物質是由什麼構成的”是一個很重要的問題。

假如我們把一支粉筆研磨得很細很細，細到肉眼看不見，這種很細的微粒再也不能磨細了（但這種微粒不能因為我們看不見就說它不存在。我們就可以認為粉筆是由這些粉筆微粒構成的）。

大家知道物體有膨脹、收縮的性質，為什麼有這樣的性質呢？我們可以這樣來設想：構成物體的物質是由彼此保持相當距離的一個個細小微粒組成的。這種距離可以增大（物體膨脹），也可以縮小（物體收縮）。

在科學上要解決某些問題，常常採用一些假設，科學上把這種假設叫做假說。物質是由一個個細小微粒組成的假說叫做分子假說，因為保持物質的化學性質的最小微粒叫做分子。

物体为什么会有收缩，膨胀呢？可以用分子假说的观点来解释得很圆满：收缩时分子间的距离减小，膨胀时分子间的距离增大。

当气体被压缩时，它的体积可以压小得特别多。但是即使是气体也只能压到一定限度，达到这个限度，气体的体积实际上就不再缩小。这是因为气体分子本身并不缩小，气体体积缩小不过是它的分子间的距离缩短罢了。

三、物质的三态：水冷的时候，水分子运动的速度逐渐减小，分子小到不能再作不规则的运动，而按照一定的规则来排列时，就成为水的晶体——冰。

但是，即使在这种场合下，分子运动并没有停止，仅仅是分子运动的状态有了改变。这时候分子就像钟摆一样在振动。

分子由不规则的运动转入振动时的温度，正是这种物质凝固时的温度。叫凝固点。

但是有些粘稠的液体，如熔化的玻璃，橡胶等等，在冷却成固体的时候，分子的排列仍是不规则的。因此，形成的就不是晶形物质，而是无定形的物质。但固体大多数是晶体结构。

水加热以后，水分子运动速度激烈增大，当达到 100°C 温度时，水分子速度大到这样的程度：它能够从水中跑入空气中，这些水分子就是我们通常说的水蒸汽。

物质分子运动速度大到能使这种物质的分子逸入空气时的温度，正是这种物质的沸腾温度，叫做沸点。

通过上面的讨论，我们知道，同样是水分子在不同温度下它存在的状态是不一样的。水在 0°C 以下成固体状态存在，在 $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间成液体状态存在，在 100°C 以上成气体状态存在。

物质之所以有这样三种状态——液态、固态和气态——存