

土 轉 爐 煉 鋼

第 一 輯

冶金工業出版社 編

冶金工業出版社

土轉爐煉鋼（第一輯）

編輯：劉應妙 設計：魯芝芳 蔣曉菴 校對：趙崑方

1958年10月第1版 1958年10月北京第1次印刷 53,000冊
787×1092· $\frac{1}{32}$ · 20,000字 · 印張1 $\frac{1}{2}$ · 定價0.12元
北京市印刷一廠印 新華書店發行 書號1277

冶金工業出版社出版（地址：北京市燈市口甲45號）
北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

出版者的話

現在，全民煉鋼運動正在全國各地迅速地發展起來，而土轉爐却又是屬於投資少、建設快、操作簡單、生產率高的一種好辦法。因此，各地都正在大力建設土轉爐。

為了適應土法煉鋼新形勢的要求，我

目 录

一、土轉爐煉鋼基本知識	北京鋼鐵學院 刘越生	1
二、手搖土鹼性轉爐煉鋼	故縣鋼鐵廠	14
三、手動土酸性轉爐煉鋼	南京國營某廠土法煉鋼小組	25

一、土轉爐煉鋼基本知識

北京鋼鐵學院 劉越生

一、轉爐冶煉原理簡述

大家都知道，生鐵與鋼都是鐵碳合金，而含碳量大於1.7%的是生鐵，含碳量小於1.7%的便是鋼，由此看出脫碳是煉鋼生產中的主要任務，但並不是唯一任務。因為在生鐵中除了碳之外，還含有其他元素——矽、錳、磷、硫等。除去生鐵中的有害雜質——磷、硫以及減少鋼中氣體和非金屬夾雜物也同樣是煉鋼生產的重要任務，當這些雜質在鋼中的含量較多時，會嚴重的降低鋼的物理機械性能。

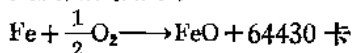
轉爐煉鋼與其他煉鋼方法的基本區別在於轉爐是用強力的空氣鼓風和液態生鐵相作用，把生鐵很快的煉成鋼。而在煉鋼過程中不直接使用任何燃料，整個冶煉所需要的熱量是來自液體生鐵所帶入爐內的物理熱以及雜質氧化時所放出的化學熱。

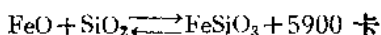
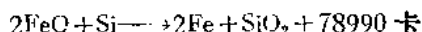
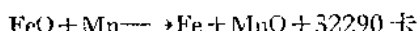
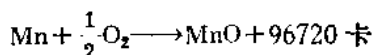
下面把轉爐煉鋼的重要化學反應寫給大家供作參考。

在側吹轉爐煉鋼過程中分為兩個時期，這兩個時期在煉鋼的火焰外貌上有着明顯的區別。

1. 側吹酸性轉爐：

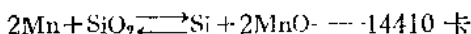
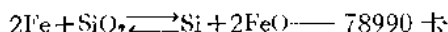
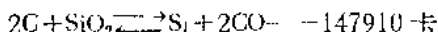
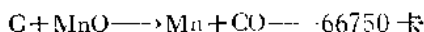
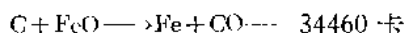
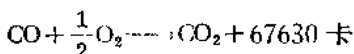
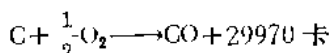
第一期（又稱矽錳氧化期），是鐵的氧化和矽、錳的氧化，造成爐渣，並使鐵水溫度上升到碳開始氧化的溫度（1450°C）。其反應式如下：





由于空气流把爐渣推向爐子內壁，使鉄水暴露在空气中，因而上列反应除了在爐渣与鉄水的界面上进行外，还在空气与鉄水的接触面上直接进行氧化。

第二期（又称炭吹期），是去炭和部分的矽、錳还原期。爐温可上升得很高（1600~1750°C），其反应如下：

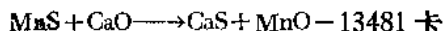
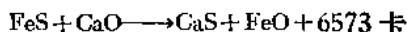
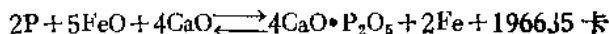


在这里应当說明：吹煉的第一期中，如果鉄水的温度不够，上升到 1470°C 以上，在操作过程中就將發生爐温度不够的現象。炭就不能正常的氧化，当然煉不出鋼来。

2. 側吹碱性轉爐：

在这种轉爐，基本氧化反应与酸性轉爐相同，所不同的

仅仅是加入石灰造渣所引起的脱磷、脱硫反应与氧化反应同时进行。



二、土轉爐的特点

大家一定会常常遇到这样一个问题，土轉爐到底“土”在那里？根据现在我们所了解到的情况，可以这样认为，土轉爐的“土”处就在于以下几点：

1. 爐子容量小，一般从 50~500 公斤，适用于进行少量煉鋼的地方；

2. 制造簡單，可用廢油筒，廢的小鍋爐及小塊 4 公厘左右的鋼板做成；

3. 由于容量小可以不用任何形式的起重設備，全部用人工操作；

4. 無須很高風压和大風量的大鼓風設備；

5. 無須用机械来轉动爐体；

6. 可在任何地点（农村、各种小工厂、学校）建立，不用厂房，烟罩等；

7. 操作灵活，可以随时开爐和停爐。

就是因为这些，因而使它無論在城市或乡村，在深山或辟野能够立刻开花結果。

現在已經采用的土轉爐也有直筒型和渦鼓型兩種。

这两种側吹手搖土轉爐都是一个用耳軸轉动的金屬外

壳，其中一个耳軸是空心的（用来向風箱內通風），它們在支架的滾動軸承內（也可以不用軸承，直接放在支架座上）轉動，而支架固定于地而的基础上。

为了便于砌造和修理爐襯，爐帽和爐身应做成可以互相分开的部分，它們之間是用角鋼焊制的法蘭盤（或鋼板螺孔）和螺釘連接，为使烘爐时爐襯內的水蒸汽可以逸出，在金屬外壳上开一些 5~10 公厘大小的气孔。

爐帽做成 30° 角的傾斜狀是为了減低吹煉过程中金屬吹損，減少輻射热的損失，以及便于从爐內把煉好的鋼水倒入鋼水包中。

假若使用鼓風裝置的風压或風量过大，則必須在鼓風的管道系統中安裝一个調節閘門和放風管。

三、土轉爐的襯砌

由于用不同的耐火材料来砌造爐襯，土轉爐同样可以分为酸性和碱性两种。

酸性耐火材料——矽磚和石英砂；

碱性耐火材料——鎂磚，鎂砂和白云石；

半酸性耐火材料——粘土磚，耐火粘土；

土轉爐的爐襯的砌造。

爐底可以用气錘或用人工打結，也可用磚砌成的，也有混合式爐底（下面用粘土磚砌到一定厚度，在砌磚上面用酸性或碱性耐火材料打結到規定厚度——这种方法可以节省貴重的石英砂或鎂砂）。

爐身，爐帽也有打結，襯砌和混合的三种。若沒有現成的矽磚或鎂磚多半用打結的，假若有現成的異型磚可以完全

用襯砌的，若只有標準磚則可以用磚按爐內型砌成，在磚與磚之間的空隙處填入相同性質的耐火材料打結即可。

為了減少爐體的散失熱量，在整個爐體的耐火材料與金屬外殼之間必須放入厚 15~20 公厘的石棉材料的絕熱層。

砌襯用的耐火材料的配料成份如下：

酸碱性	配 料 比	用 途
酸性	75%石英粉，25%耐火泥，加入适当的水	砌砂磚時磚縫用
酸性	50%砂磚粉，25%耐火泥，25%水份	熱補酸性爐襯用
酸性	65%碎砂磚顆粒或細石英砂，20%耐火泥，15%水份	打結風眼磚
酸性	66%碎砂磚，17%耐火泥，17%石英砂，加 7~10%总材料重量的水	打結爐襯
酸性	83%石英砂，17%耐火泥，加 7~10% 总材料重量的水	打結爐襯
碱性	煅結白云石加入 7~8.5% 焦油，焦油溫度 65°C 左右	打結爐襯、風眼
碱性	鐵砂，加入 8~9% 焦油或瀝水，焦油溫度 65°C 左右瀝水加水熬成比重 1.32	打結爐襯
碱性	細鐵砂，加入 6% 比重 1.32 的瀝水	打結風眼

附註：1. 石英砂可用天然砂石或天然砂岩打碎而成。

2. 碱性材料的風眼磚在打結成之後，首先自然干燥一兩天，再用木柴加熱，最好能在窯內加熱到 600°C 煅結。

3. 碱性材料成品出料時的溫度為 75°C 左右，裝入模板的溫度為 60~70°C。

4. 白云石必須是煅結良好的，由於白云石易於吸收水份分解，所以每次修砌爐襯時應當用新煅結的。切勿用儲存過久的白云石。

土轉爐酸性或碱性爐襯的決定：

我們採用酸性或碱性爐襯的根本原則是決定於當地所用的生鐵的化學成分，其次是考慮到我們生產那幾種鋼種及當地耐火材料情況。

由于一般鋼种中要求的磷、硫含量均小于0.05%。大家都知道在酸性爐內是沒有去磷、去硫作用的，特別是經過冶煉过程之后生鉄中其他雜質及部份鉄的氧化掉，会使磷、硫的含量相对增加，故而酸性轉爐的生鉄要求磷、硫小于0.05%，但是在某些不得已的情况下，稍高一点可勉强使用。

在一般情况下当生鉄的含磷及含硫量大于0.05%时可采用碱性爐襯，这样一方面可以冶煉各种生鉄并且可以生产低磷、硫的鋼种。

四、土轉爐的鼓風裝置

我們目前所知道在土轉爐上应用过的鼓風裝置有下列几种。

鼓風設備	動力情況	風壓	風量	使用情況
叶氏鼓風机	鍋駝机或电动机	0.2~0.3 大氣壓	不詳	良好
离心式鼓風机	鍋駝机或电动机	670公厘 水柱	7米 ³ /分	風壓、稍低
壓縮空气机	电 动	7大氣壓	5米 ³ /分	良好

附註：①1大氣壓=10000公厘水柱
760公厘水銀柱。

②風量：一般來說每噸鉄水所需的風量为50~60米³/分。

③50~200公斤土轉爐的風壓是700~2000公厘水柱（下限只能用于不超过70公斤的土轉爐上）。

五、几个重要的轉爐操作制度的簡單介紹

1. 鼓風：

轉爐在冶煉中是依靠鼓入的空气中的氧来氧化雜質。对

一定量鉄水來說，如果其中含矽和其他元素越高，則由理論計算上所需要的空气量就愈大，相反，則需要的空气量就少。当鼓風机風量一定时（即每分鐘鼓入轉爐內的空气量一定），冶煉時間的長短就決定于鼓風空气中氧的利用程度，而空气中氧气的利用程度是和空气进入爐內的速度和鉄水温度有关，所以我們对風眼直徑与鉄水温度应給予極大的注意。

風压的大小决定着爐內鉄水的攪拌和分散程度，这就关系到鉄水与鼓風中氧的接触面积。若風压太小，会使鉄水攪拌和分散作用变弱，这不但会減低氧的利用程度，延長了冶煉時間，在土轉爐冶煉中甚至于会使鉄水在爐內冻结。風压太大則会造成大量噴濺，不但加剧了爐襯的侵蝕而且会使土轉爐內的鉄水被吹得少到不能繼續吹煉的情况。

因为渦鼓形爐子的工作空間較直筒型为大，熔池面較長，所以用的風压也就要大一些。

2. 搖爐制度：

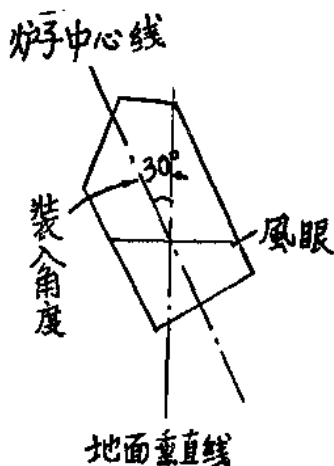
側吹轉爐的特点之一就是風嘴和金屬面的相对位置（夾角和深度）能够隨時变动。这种相对位置的变化是由裝入角度和搖爐制度所決定，所以搖爐制度是側吹轉爐的重要操作之一。

所謂裝入角度就是裝入鉄水表面到風眼下沿时轉爐的傾斜度，也就是爐子裝入鉄水后，爐子中心綫与地面垂直綫間的夾角。

随着吹煉过程的进行，金屬液面由于雜質的氧化掉而不断的下降，这就需要不断地轉动爐体，由傾斜逐漸到直立。

土轉爐的裝入角可以稍大一些，一般可达 $25 \sim 30^\circ$ 。

面吹和深吹：



面吹和深吹的基本差别只不过是風眼下沿和鉄水表面的相对位置来决定。簡單地說，鉄水在風眼下沿叫面吹，風眼沒入鉄水中叫深吹。

面吹时鼓入的空气在鉄水表面經過它可使 CO 进一步氧化成 CO_2 ，而放出大量的热来提高鉄水温度。同时面吹使鉄在表面氧化后进入爐渣中，这种高 FeO ，是流动性良好的

碱性爐渣，有很高的去 P 效率，且煉出鋼的含 N_2 量低。

深吹时，鼓入的空气全部經過鉄水内部，加强了金屬的机械攪拌作用，使鉄水中的杂质直接与鼓風的氧發生作用，这就使氧化反应过程大大加快。另外利用深吹时鉄水对鼓風所增加的阻力可以制止或減弱轉爐冶煉过程中的大量噴濺現象，深吹会使鋼中含 N_2 量增加。

深吹結果会使鉄水温度略微下降，所以温度不高的鉄水不能应用深吹。面吹能提高鉄水温度，所以温度不高的鉄水及轉爐吹煉的开始阶段必須采用面吹。但面吹時間太長，会使鉄的損失增加，在土轉爐中有时会把一爐鉄水几乎都吹成 FeO 渣。

3. 造渣制度:

根据生鉄成份的不同，要用不同的造渣方法。

酸性轉爐基本上不進行造渣操作，為了避免高 SiO_2 渣的過粘，除了要求鉄水中有一定的 Mn 含量之外 ($\text{Si}:\text{Mn}$ 最好在 $2.0\sim 2.5$) 最主要的是使爐內保持高溫，而這一點在土轉爐是很重要的，應給以相當的重視。

碱性轉爐的造渣方法基本上分為：單渣、雙渣、留渣三種方法。

單渣法就是吹煉開始加入造渣材料就一直吹煉到終點的方法。一般當生鉄中含矽量不太高，硫磷也不高時用單渣法。相反，則要在第一期末扒去酸性渣（鹼度 1.5 左右）再加入造渣材料，也就是實行雙渣法。留渣法是把上一爐的高 FeO 、高鹼度末渣留在爐內，因而可以在第一期去除大量的磷或硫。在第一期末把這些渣扒去再重造新渣。

扒渣操作要耽誤一些時間，損失一部分熱量，這對土轉爐操作是極端不利的，所以我們應當尽可能利用單渣操作（不過造渣材料應在冶煉過程中陸續加入爐內）。但冶煉低磷、硫的鋼種時就以雙渣法較好。留渣法由於在土轉爐內不容易把末渣留在爐內，所以目前我們還沒有這方面的經驗。

4. 土轉爐中正常冶煉操作概述：

(i) 冶煉中所用的各種原材料

生鉄——我們試驗中採用普通鑄鉄（化學成分不詳）。要求鉄水有尽可能高的溫度（最好大於 1350°C ）和適宜的化學成份（根據具體情況來決定，必要時自己可查一查參考資料）。

石灰——是主要的造渣材料。它必須貯存在乾燥處所。盡量要避免冶煉中使用吸收了水份而粉化的石灰粉。

螢石——用來稀釋碱性爐渣，但不会降低爐渣鹼度

(也可用鉄矾土来代替螢石使用)。

鉄合金——矽鉄、鋁、錳鉄等。主要用来做脱氧剂，前两者也可以在冶炼中加入轉爐內以便提高熔池温度。由于土轉爐每次出鋼量不大（热量有限），故而要求采用高錳鉄及高矽鉄。

焦炭、木炭——用来熔化生鉄，烘烤轉爐，鋼水包、鉄水包、鉄合金等。

氧气——用来提高爐温，防止土轉爐熔池冻结（若在乡镇及县內沒有氧气也可以不使用，只是在操作时要用鉄水浇洗爐襯2~3次）。

苏打——在煉低硫鋼时，用做鉄水預先脱硫或鋼水爐后脱硫剂。

鉄皮——亦称为鉄鱗、氧化鉄皮，軋鋼屑，用来促使石灰熔化，增强碱性渣的脱磷能力。

(ii) 轉爐烘爐

砌好爐襯，檢修好鼓風系統之后；首先把木柴裝入爐內点火燃燒，送入少量空气（若無閘門裝置，可不开鼓風机，而用洋鉄片做一2~3米的圓筒，放在爐口做为抽風的煙囪，同时把風箱上之小孔打开），烘烤約40~60分鐘，向爐內加入焦炭或煤，以及鼓入稍大一些的風量，烘烤約2~3小时，在裝入鉄水之前約1.5小时，向爐內加入木炭及焦炭，开全風进行烘烤使爐襯烘得發出耀眼的光亮，爐温达1300°C以上，扒出爐內燃料后即可傾轉爐子裝入鉄水进行吹煉。共烤爐5~6小时，焦炭塊度20~30公厘为宜。

(iii) 轉爐吹煉过程

土轉爐的特点在于爐子小，散失热量快，不容易保持爐

楓的高温，特别是在新开爐时，爐温是不够高的，所以往往吹煉过程不正常。解决这个问题的方法有两种：

a) 北京鋼鐵学院采用的方法：

向爐內装入足够数量的鉄水后，立即开風搖爐进行吹煉，当从爐口噴濺出来的多炸花、羽狀花逐渐减少时，应立即用4公分鉄管从爐口向熔池內吹入氧气（这时仍須照常鼓風，轉爐位置不动），当火花再一次大量噴出时，停止吹氧（应先从爐內提出吹氧管，再关闭氧气）一般吹30~70秒即可。

根据我們的經驗，采用这种方法，新开爐的第一爐就可以吹煉成鋼。

如此操作2~3爐，把爐温提到所需温度后就可不用氧吹煉。

b) 故县鋼鐵厂所采用的方法：

加入鉄水稍为吹煉后，看温度低到再吹鉄水就要粘爐时即行搖爐倒出鉄水，装入第二第三爐鉄水，再行吹煉，这叫做“用鉄水燙爐（洗爐）”，一般正常情况有兩三爐即可將爐温提高到煉鋼需要的温度，就可进行吹煉。

我們認為这两种方法在一般县以下的地区应不用氧吹煉，在其他地方可根据具体情况选用。

轉爐吹煉过程火焰的外貌与大轉爐相同，根据火焰来判断爐况的方法也与大轉爐相同，在这里就不再介紹了。

冶炼一般鋼种时，在出鋼口用木扒擋渣，將鋼水倒入鋼水包內。

在冶炼低磷、硫鋼种时，当鋼水放出爐外之前应迅速用木耙將渣从爐內扒淨，然后再倒入鋼水包中，脫氧剂或合金

化的鉄合金均加入鋼水包內，鋼水包和用做合金化的鉄合金必須用爐火烤紅。

在出鋼時亦可把鋼水直接倒入鋼錠模內。

在正常情況下每爐鋼吹煉時間約15分鐘左右，在不正常情況時，吹煉時間可達30分鐘~40分鐘。

六、土轉爐操作要點

根據我們試驗的情況，初步把操作中的幾個注意之點歸納如下：

(i)鼓風情況是土轉爐應當極為注意的事，必須要有足夠風壓和風量的鼓風設備才能保證煉出合格的鋼來。這一點對土轉爐尤其重要，因為風壓風量低將形成土轉爐冶煉時間的延長，會導致熱量損失的增加，最後使爐內鉄大量氧化，造成鋼水收得率極低，風壓過低可能使爐內沒有強烈的攪動，造成鉄水的凍結現象。

(ii)鉄水溫度必須高，一般應大於 1350°C 。

(iii)烘爐溫度必須高，爐襯溫度應烘到 1300°C 以上。

(iv)要裝入足夠數量的鉄水，否則在爐內形成長時間的吊吹，使鉄大量氧化，結果會煉出整整一爐氧化鉄渣來。

(v)操作要快，加入材料量應合適，切勿過多。

(vi)鉄水包、鋼水包、鉄合金等等必須烘烤到紅熱。

(vii)搖爐要穩，不可使爐突然向風眼方向傾倒，防止鉄水灌入風眼中。

(viii)轉爐四周，避免有水，特別是爐前一定要乾燥，防止鋼水爆炸事故。

總結起來土轉爐的中心問題是鼓風和溫度問題，今後在

这方面应从事大量的研究、試驗工作，以求妥善的解决这两个問題。

目前操作的基本要点是：

風压要足	風量要够	高温鉄水	熔池滿兌
快裝快吹	烤紅設備	才有可能	得到鋼水

七、結束語

土法煉鋼目前正在全国各地普遍进行，而土轉爐也是其中的重要方法之一。在全国人民敢想、敢說、敢干的冲天干劲下，这方面一定有数不清的創造發明，但是由于我們还没有能够接触到这方面的实际东西，特别是限于我們的經驗不足，水平不够，所以在这篇文章中可能出現大量錯誤和不当之处，好在是作为拋磚引玉，提供一点資料备大家参考。最后希望大家批評指正。

附註：

1. 100 公斤鉄水，每增加 1% 矽含量时应向爐內多加入石灰 5 公斤。
 2. 100 公斤鉄水，每增加 1% 錳含量时，应向爐內多加 9 公斤石灰。
- 根据以上数据按照鉄水成份算出石灰加入量后，再适量增加 10~20%。
3. 鉄合金加入数量可用下式計算：

$$\frac{(\text{鋼水要求成份} - \text{鋼水中殘余量}) \times \text{鋼水重量}}{\text{鉄合金中所含元素之}\% \times \text{效率}}$$