

側吹轉爐煉鋼專輯

第五輯

冶金工業部鋼鐵司 合編
冶金工業出版社

冶金工業出版社

側吹轉爐煉鋼專輯

(1958.4—1959.4)

第 五 輯

冶金工業部鋼鐵司 合編
冶金工業出版社

冶 金 工 業 出 版 社

側吹轉爐煉鋼專輯 第五輯

冶金工業部鋼鐵司 合編
冶金工業出版社

編輯：劉應妙 設計：魯芝芳、童煦庵 校對：婁哲

— * —

冶金工業出版社出版（北京南河沿口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

京華印書局印 新華書店發行

— * —

1959年7月第一版

1959年7月 北京第一次印刷

印數 6,520 冊

開本850×1168·1/32·150,000字·印張6 16/32·總頁8

— * —

統一書號15062·1755 定價0.95元

出版者的話

从去年四月至今年四月的一年中，我国側吹轉爐煉鋼法以史无前例的速度飞跃發展着，它將在完成1800万吨鋼的战斗中發揮十分重要的作用。在这一年中，我国轉爐工作者在党的英明領導下作出了卓越的成績，出現并初步總結了轉爐“三排”風眼操作的重大技术革新事例；解决了世界冶金史上从未遇到的高硫土鉄煉鋼問題。

为了使轉爐順利地过好“土鉄关”和“技术操作关”，冶金工业部于1958年10月及1959年3月先后召开了兩次轉爐煉鋼會議。在这二次會議上，对我国历年来側吹轉爐煉鋼的生产經驗和科学研究成果作了系統的总结，为轉爐煉鋼迅速突破技术关和今后發展指出了方向。

为广泛傳播这些經驗，滿足讀者学习和研究的需要，我們把这二次會議的主要文件及在最近召开的轉爐煉鋼會議制定并經冶金工业部批准的化鉄爐、碱性轉爐爐襯、側吹碱性轉爐暫行操作要点彙編成本專輯出版。另外，还将过去列入内部資料的“三排風眼”总结列入本專輯第一部分，而在第三部分附录了1956年和1957年轉爐會議決議及56年制定的操作規程供作参考。

有关化鉄爐的資料，將彙編成“化鉄爐專輯第二輯”出版。

本專輯与其他四輯一起，是我国轉爐煉鋼發展中生产經驗与科学研究成果的重要文献，可供全国轉爐煉鋼工作者閱讀、参考。

目 录

第一部分 一九五八年十月全国地方煉鋼現場促进会

- 一、轉爐煉鋼技术座談会总结..... 1
- 二、轉爐土鉄煉鋼.....余景生 16
- 三、渦鼓型側吹轉爐三排風眼初步总结
.....冶金工业部三排風眼总结小組 46

第二部分 一九五九年三月全国轉爐煉鋼會議

- 一、竞赛倡議書..... 59
- 二、專題报告
 - 1. 迅速突破技术关
为轉爐高产优質高效率而奋斗.....陆 达 61
 - 2. 一定要使側吹碱性轉爐在技术操作上
过技术关.....余景生 72
 - 3. 一定要使側吹碱性轉爐在爐襯問題
上过技术关的几个問題.....王应梧 92
 - 4. 一定要使轉爐煉鋼厂的化鉄爐过技术关.....邵象华 111
 - 5. 轉爐鋼的规范及生产中的几个問題 W. 孔歇尔 131
- 三、生产經驗
 - 1. 轉爐車間生产正常化的几个問題.....徐基乾等 139

2. 簡易白云石窑的煅燒操作情况.....唐山鋼厂156

3. 轉爐热补爐襯的經驗体会

.....武汉鋼鐵公司煉鋼厂轉爐車間160

四、操作要点

1. 化鉄爐操作要点(暫行).....164

2. 碱性轉爐爐襯操作要点(暫行).....168

3. 側吹碱性轉爐操作要点(暫行).....173

五、关于生产的原始記錄和統計分析.....W. 孔歇尔177

第三部分 附 录

一、关于轉爐煉鋼的几項技术經濟指标計算方法

的說明.....180

二、一九五六年七月全国轉爐煉鋼經驗交流會議

1. 會議決議.....182

2. 操作規程.....188

①側吹碱性轉爐基本技术操作規程.....188

②側吹酸性轉爐基本技术操作規程.....194

三、一九五七年四月全国煉鋼會議有关

轉爐部分決議.....198

第一部分 一九五八年十月

全国地方煉鋼現場促进会

一、轉爐煉鋼技术座談会总结

在1958年10月7日召开的全国地方煉鋼現場促进会上，到会代表提出很多关于轉爐煉鋼方面的技术問題。归納起来，主要是关于爐子酸碱性的选择、化鉄爐操作、轉爐操作、鑄錠、耐火材料以及鋼的标准等方面的問題。这些問題，在接着召开的技术座談会上进行了較詳細的討論，并基本上有了答案。現在把这次座談会的綜合記錄發表出来，供各地鋼鐵战綫上的同志們参考。

(一) 关于爐子酸碱性的选择

如何选择酸性或碱性爐子，主要取决于当地生鉄的磷、硫含量。根据轉爐和化鉄爐所用的爐襯不同，可分为四大类：

(1) 酸性化鉄爐配酸性轉爐（鉄水一般不經爐外处理）
要求生鉄中磷，硫的含量为：

第Ⅰ类 第Ⅱ类

$P < 0.06\%$ $0.061 - 0.1\%$

$S < 0.06\%$ $0.061 - 0.1\%$ （焦炭硫高时鉄水硫要低些）

(2) 碱性化鉄爐配酸性轉爐（鉄水一般不經爐外处理）
要求生鉄中磷硫的含量为：

第Ⅰ类 第Ⅱ类

$P < 0.06\%$ $0.061 - 0.10\%$

$S \leq 0.10\%$ $0.11-0.20\%$

对成品鋼中磷，硫含量的要求同（1）。

（3）酸性化鉄爐配碱性轉爐 < 渦鼓型轉爐
直筒型轉爐（鉄水一般不經爐外处理）。

要求生鉄中磷，硫的含量为：

	第Ⅰ类	第Ⅱ类
$P <$	渦鼓型 $\geq 0.8\%$ 直筒型 $\leq 0.8\%$	$\geq 0.8\%$ $\leq 0.8\%$
S	≤ 0.2	$0.21-0.25\%$

（渦鼓型去S效率較差，鉄水S低些）

要求成品鋼中磷，硫的含量是：

鋼 号	一 級 品		二 級 品		三 級 品	
	S	P	S	P	S	P
鋼0、 碱轉鋼	≤ 0.06	≤ 0.07	≤ 0.08	≤ 0.08	≤ 0.12	≤ 0.09
鋼2—7 碱轉鋼2—7	≤ 0.055	≤ 0.05	≤ 0.07	≤ 0.06	≤ 0.10	≤ 0.08

注：二級品鋼中 $P+S \leq 0.13$ ，三級品鋼中。

$P+S \leq 0.18\%$ ，但P、S含量应符合上表規定。

对成品鋼中磷，硫含量的要求同（1）。

（4）碱性化鉄爐配碱性轉爐 < 渦鼓型轉爐
直筒型轉爐

要求生鉄中磷，硫的含量为：

	第Ⅰ类	第Ⅱ类
$P <$	渦鼓型 $\geq 0.8\%$ 直筒型 $\leq 0.8\%$	$\geq 0.8\%$ $\leq 0.8\%$
S	$\leq 0.2\%$	$0.21-0.51\%$

注： $S \leq 0.5\%$ 要进行爐外脫硫。

对成品鋼中磷，硫含量的要求同（1）。

(二) 关于化鉄爐操作

(1) 化鉄爐提高鉄水溫度:

化鉄爐鉄水溫度高, 給轉爐操作創造有利条件, 主要如: 轉爐初期造渣快, 碳焰易起, 噴濺少, 吹煉時間少, 吹煉过程不必加入附加物进行提溫以及可以保証出鋼所必須的高溫。

为了提高化鉄爐鉄水溫度, 可采用如下措施:

1) 化鉄爐采用热風: 这是提高鉄水溫度最有效的办法。一般地說, 風溫在 $80-100^{\circ}\text{C}$ 左右时, 即可看到显著效果。根据各厂經驗, 当風溫为 180°C 时, 可提高鉄水溫度 $30-40^{\circ}\text{C}$ 。新兴鋼厂鉄水溫度原为 1300°C ; 用热風后 (180°C 左右) 鉄水溫度提高到 $1340-1360^{\circ}\text{C}$ 左右。当風溫提高到 300°C 时, 鉄水溫度可提高至 1400°C 。当風溫为 500°C 时, 鉄水溫度可高至 1500°C 。

目前各厂所采用的热風爐形式主要有以下几种:

1. 新兴鋼厂一車間現用的管式热風爐;
2. 新兴鋼厂半吨小轉爐車間正在兴建的蓄热式热風爐;
3. 北京新中机械厂在化鉄爐装料口上安裝的井字型鉄管預热空气裝置;
4. 鞍鋼西鑄造部車間用的利用化鉄爐煤气作燃料的針狀預热。

2) 适当增加焦比: 10吨以上的爐子一般焦比为 $1:10$, 1吨以下的爐子焦比为 $1:5-1:6$ 。焦炭的灰份及含硫量尽可能低。石灰石加入量視焦炭灰份的高低而定, 一般为焦炭量的 $15-20\%$ 。螢石量为石灰量的 $1/10$ 。

底焦高度要合适, 过高鉄水就冷, 过低則鉄的氧化損失大。如用热風, 底焦可以适当降低。

批焦厚度亦应合适，一般为150公厘高，可按爐徑大小預先測定批焦数量后加入之。

3) 化鉄前膛加一个小烟囱，使部分廢气經前膛从小烟囱排出，这样可以使鉄水溫度提高。重庆鋼鐵公司試用此办法，在前膛相当于渣口的位置上接一个小烟囱，烟囱为 $\Phi 150$ 公厘，高3公尺，鉄水溫度提高了 20°C 左右。根据国外資料，可提高鉄水溫度达 1500°C 。采用这个办法后，發現鉄水过桥处易堵塞，可采取加大过桥出鉄口內徑来解决。

同样道理，将出渣口打通引入爐气，也可得到同样效果。

4) 布料要均匀，目前所采用的几种上料机械中（开底式、翻斗式、料鐘式等），以天津新兴鋼厂的开底式較好。翻斗式料机加料不易均匀，应有人看管。一般化鉄爐爐缸直徑在 $\Phi 1000$ 公厘以下的都可用人工加料，大于 $\Phi 1000$ 公厘的才用料鐘加料。生鉄塊不要太大，長度一般应小于直徑的 $1/3$ 。焦炭不要太碎。

5) 有條件的厂，可在前膛噴焦油或燒煤气加热。

6) 避免停風、放風，上料要有节奏；轉爐、化鉄爐要配合得好。特別是化鉄爐不能停風过久，否則極易結渣，甚至造成凍結事故。

7) 在目前焦炭灰分高、强度低的条件下采用小風口，風口总面积一般为爐膛面积的 $1/15-1/10$ （指叶氏，罗氏風机）。如用离心式風机，則風口面积一般为爐膛面积的 $1/5-1/10$ 。

(2) 化鉄爐去硫：

土鉄含硫高，应千方百計地設法在化鉄爐內去除鉄水中大部分的硫。轉爐采用土鉄煉鋼时，去硫工作应尽量在化鉄爐中做，而讓轉爐可集中力量来去磷。一般化鉄爐去硫的主要措施如下：

1) 采用碱性化铁爐：碱性化铁爐采用碱性爐機能造碱性渣，爐渣碱度一般为1.2—1.7。碱度在1.4 以上，熔煉工作比較困难。从新兴鋼厂試驗来看，碱度在1.4 以下，已有良好的去硫效率。

2) 焦炭中硫及灰份应尽可能低，并应注意加强洗煤及配煤工作。

3) 如果条件允許，在化铁爐前膛吹入石灰粉、炭粉等造渣剂，有利于去硫。

4) 酸性化铁爐或碱性化铁爐的高硫铁水，可采用爐外脫硫。脫硫剂可用：石灰、螢石、木炭粉等在出铁前預先加到铁水包中，借出铁水时铁水和脫硫剂的机械攪拌而脫硫。据重庆鋼鐵公司經驗，用1 : 2 : 3的苏打、螢石、石灰粉作脫硫剂进行爐外脫硫，去硫效率可达到40—50%。但大部分同志的意見，最好不用苏打，大冶正准备用食盐代苏打配加石灰、螢石进行爐外脫硫。

(3) 化铁爐的结构：

1) 水冷却問題：有前膛的化铁爐，在前膛及熔化带应用水冷却。具体部位是在前膛200 公厘以上及風眼上部至2 公尺以下用水冷却。沒有前膛的爐子只冷却熔化带。冷却水出口溫度应为50—60°C。有前膛的爐子，过桥铁水眼处也要用水冷，为防止冷底，最好做成拱形水箱。唐山鋼厂在铁水眼两边放两根无縫鋼管通水冷却，寿命由过去200 多爐提高到1000多爐。

2) 風压和風量：一般化铁爐風压和風量的数据介紹如下表。
用管式热風爐时，風压应加大至0.2大气压。

(4) 化铁爐的爐襯寿命：

1) 化铁爐爐襯要用水冷却（方法看上节）。

2) 碱性化铁爐在熔化带应砌焦油白云石磚，爐缸可用炭

化鉄爐爐腔直徑，公厘	每時化鉄量，噸	每平方公尺爐腔面積風量，立方公尺/分	風 壓，公厘水柱	風口面積與爐腔面積比	風眼個數，個/每排	配合轉爐噸位，噸
1600	20	200—250	1500 (高压) 800 (低压)	1 : 20 (高压) 1 : 5 (低压)	12	6
1200	10	150—180	1500 (高压) 800 (低压)	1 : 20 (高压) 1 : 5 (低压)	8	3
800	5	80—100	1000 (高压) 600 (低压)	1 : 20 (高压) 1 : 5 (低压)	6	1.5
600	3	40—60	800 (高压) 500 (低压)	1 : 20 (高压) 1 : 5 (低压)	4	1.0
400	1	30—60	400 (低压)	1 : 5	3—4	0.3

粉加粘土搗打。过桥、口磚、風口等可用含 Al_2O_3 較高質量較好的粘土磚，有条件的地区，最好用燒成鎂磚。

3) 砌磚灰縫应小于3公厘。

4) 酸性化鉄爐用粘土磚或半砂磚，也可用沙岩或泡沙石磚。过桥用高鋁磚或用含 Al_2O_3 較高質量較好的粘土磚，个别單位曾用廢石墨電極搗打料，寿命可达400爐以上。

5) 过桥与爐子寿命关系最大，大多数同志建議，过桥最好用打結方法搗成，因为这样可以减少接縫。打結过桥所用的材料是：(1) 鎂砂加焦油(碱性化鉄爐)；(2) 石墨粉加粘土。不論用什么材料，都要注意粒度配合适当，以获得最大的密度。

(三) 关于轉爐操作

(1) 轉爐爐襯：分酸性爐襯和碱性爐襯两种。

1) 爐襯的制造：可分搗打法和砌磚法。

1. 酸性轉爐爐襯的制造：

搗打法：原料为石英砂，要求 SiO_2 在90%以上，用5—7%

水玻璃或糖漿作粘結劑，也可以用15%左右的耐火粘土作結合劑。用壓縮空氣錘打，氣錘壓力為4—6公斤/平方公分左右。

有的工廠打爐襯時象做翻砂模一樣，在其內加上釘子，這樣做，壽命可以提高。

砌磚法：用矽磚或沙岩、泡沙石都可，但矽岩或泡沙石的 SiO_2 要不小於85%。粘結泥料用矽質火泥， SiO_2 要求大於90%。如果磚型很有規律，可保證灰縫在3公厘以下時，也可用干砌法。

2. 碱性轉爐爐襯的製造：

搗打法：打的時間長。以唐山鋼廠為例，搗打一個爐襯需時兩天，而用磚砌，只需4小時。拆爐時也比磚砌的難拆。特別是在搗打時需要用熱焦油做粘結劑，勞動條件很壞，所以不推薦採用這種方法。

砌磚法：着重推薦用焦油白云石磚。

白云石的煅燒要注意以下幾方面：

①對生白云石化學成分的要求是：

MgO 含量不低於17%

SiO_2 含量不大於4%

②煅燒的設備，一般是用豎窯，化鐵爐也可使用。日產量為5—7噸的豎窯，其直徑為1.5公尺，高4.5公尺，使用10千瓦的離心式風機，其風量為6600立方公尺/小時。

③原料塊度與焦比：

白云石25—100公厘

焦炭（灰份愈低愈好）25—40公厘

焦比 一般為0.3左右

無煙煤亦可代替焦炭使用。

④白云石熟料必須燒透，煅燒溫度一般不低於 1500°C 。燒

結良好的白云石，應是黃色、褐黃色和黑色致密塊；未燒透的（一般為白色、灰白色和灰色）應選出重燒。熟料中的灰渣細粉應該除去。

⑤煨燒好的熟料應保存在乾燥而嚴密的倉庫內，最好隨燒隨用，一般不應超過3—5天。

白云石粒度配比，可參考故縣鋼鐵廠的經驗：

9.5—4.0公厘 30%

4.0—1.0公厘 20%

< 1 公厘 50%

粒度為4.0—1.0公厘的可全部用回收廢料，即原料中可摻用20%回收廢料。

一般採用瀝青和焦油作粘結劑。唐山鋼廠用50%焦油和50%瀝青；故縣鋼鐵廠不用焦油，而是用20%蔥油和80%瀝青。但也可全用瀝青（硬瀝青：軟瀝青 = 1 : 1）做粘結劑。粘結劑的用量為白云石的8—9%。

粘結劑應保證最低的含水量，一般要求水份小於0.5%。煮油溫度最好保持在150°C左右。用小木棍挑起焦油能呈不斷油絲時，表示焦油已煮好。

拌料前，白云石也要先烤至150—200°C，先將大粒的在火炕上拌混，炕下繼續加熱，隨拌隨用。

打磚要分層打，每層加料厚度約50公厘。每當打完一層後，先加熱接觸面再加第二層料，以保證兩層密切結合。打成的磚，其比重要求為2.8以上。

砌爐泥料可用鹵水拌鎂火泥，沒有鎂火泥，可用各種油料代替。如果磚型很規律，也可用干砌。但無論用干砌或濕砌，磚縫都不應超過3公厘。

2）烤爐：爐子砌好後，最少應有一天時間讓其自然干

燥，然后进行烘烤。烘烤酸性爐要比碱性爐慢一些。在各升温阶段，各种石英發生晶形轉化时，有較大的体积膨脹，所以烘烤速度不宜过快。上鋼采用的烤爐曲綫是：

25°C—→ 300°C 6 小时，50°C/时；

300°C—→ 600°C 6 小时，75°C/时；

600°C—→ 1200°C 6 小时，100°C/时；

1200°C以后就沒有問題了。

碱性爐的烘烤，刚好和酸性爐相反，因为焦油瀝青在 200°C 左右的溫度时要熔化，如在此段溫度保持時間太長，就会导致磚的松散。因此应尽可能的使烤爐溫度在 200°C—300°C 时很快地升上去使其焦化，到了 400°C 以上時就沒有問題了。在 400°C 以下一般不应搖爐。等到溫度上升到 500°C 时，作短時間的保溫，使其表面約有 2 公厘燒結層后再繼續升温。

烤爐过程中应特别注意防止焦炭灰粘結爐底，每过 1—2 小时，应把爐子倒轉，出灰一次。烤爐溫度一般应不低于 1400°C，最好达到 1450°C。

烤爐時間一般是：3 吨爐——5 到 7 小时；6 吨爐——8 到 9 小时；10 吨爐——12 到 13 小时。

(2) 轉爐爐型：

1) 爐型：有渦鼓型、直筒型二种。各有优缺点，現在还没有結論，一般的看法是：

直筒型——結構輕，所需起重設備小，厂房結構小，消耗耐火材料較少，修砌方便，不易變形，基建投資較少較快等。

渦鼓型——去硫磷較易，溫度較高，吹損較少，同样的爐容，爐體矮一些，因而厂房可以矮一些。

2) 容積比：一般酸性爐為 0.8 立方公尺/噸鉄水，碱性爐為 1.0—1.4 立方公尺/噸鉄水，如要求吹煉時間在 20 分鐘以上時，則

容积比还可酌量减小。

3) 風机的选择: 以每吨鉄水需500—550立方公尺/空气計, 吹煉時間以15—20分鐘較合适。据此, 即可按爐子容量选定所需的風机。但必需考虑到爐子愈小对風的利用率愈低。

4) 風压的选择: 可参考下列数据。

爐子容量	風 压
10吨爐	0.6大气压
6 吨	0.4大气压
3 吨爐	0.3大气压
0.5—1.5吨爐	0.2—0.25

5) 風眼排数及型式: 轉爐采用三排風眼, 可以提高溫度, 降低吹損, 縮短吹煉時間和提高爐襯寿命等。采用三排風眼时, 必需增加風量, 但以不降低和减少主風眼的風量、風速为原则。

第二排風眼主要可緩和渣子回流的冲击, 对保护爐襯有好处, 第三排風眼主要为压抑噴濺。

一、二、三排風眼的面积比为6:1:3或6:1.5:2.5。二排風眼位置随風眼上受侵蝕部位而定, 三排風眼位置約为二排与一排風眼距离的两倍处。

風眼的型式, 最好不用弧形排列, 而用“D”形排列。否則在搖爐时, 風眼侵入鋼水深度不一致, 侵入最大的易损坏。

旋風式風眼尚待試驗, 暫不作普遍推荐。

(3) 吹煉操作:

1) 吹煉深度: 風眼在金屬面上叫“吊吹”; 鉄水在風眼下緣叫“面吹”; 鉄水在風眼上緣60公厘以內叫“淺吹”; 超过淺吹的范围叫“深吹”。

一般希望保持面吹或淺吹, 其好处是: (1) 鉄水中炭能

得到充分燃燒，爐溫高；（2）化渣易，可得到高FeO、流动性好的渣子，有利于去磷；（3）鋼中含氮低。但过装时，吹損大。深吹的优缺点則与面吹、淺吹相反。只有过装的爐子，才采用深吹，深吹对爐体寿命也有影响。

如何控制吹煉深度的問題，最有效的办法是看風眼。装完鉄水后，把爐搖轉到風眼下緣，再看角度。这个角度叫“装入角”。也可以从風压变动情况来看：当水銀柱开始波动时，即为鉄水侵到風眼的标志（如果用的是离心式風机，則不适用此法）。吹煉过程采取勤搖少动原則，随着吹損和爐液面的下降，快到終点时，差不多要把爐子豎直但不要成負角度。

2）造渣操作：采用留渣法，对热量的利用、FeO的回收、石灰消耗的降低以及去磷、去硫等都有好处，应推广采用。为了尽可能的把渣子留在爐內，采用出鋼口出鋼，是很重要的一个关键。

留渣法有两种做法：

①唐山鋼厂的留渣法：主要目的是为了去硫。尽可能把扒渣时的FeO降低到2—3%左右，很少有超过5%的。为了达到保持FeO含量較低的目的，在吹煉前期采取了較深的吹煉制度，这样，在扒渣后，去硫效率可达60%左右。

留渣法的具体操作是：把上爐出鋼末期渣留下約 $\frac{2}{3}$ ，然后加入石灰8—10公斤/吨鉄水，原則上保持扒渣时渣子碱度（CaO/SiO₂）为1.2—1.5，扒渣 $\frac{2}{3}$ 以上。扒渣時間为2—3分鐘。

采用留渣法时，兑入鉄水时去硫效率即达40%，吹風2—3分鐘去硫效率上升到60%左右，但再吹去硫效果就沒多大作用了。不过，不能在吹煉2—3分鐘后即扒渣，因为此时鉄水中矽还高。一般要求扒渣时鉄水中含矽在0.2—0.3左右。