



冶金工业先进經驗

轉爐熱風吹煉

青島市冶金工業局等 著

冶金工業出版社

冶金工业先进經驗

轉 爐 熱 風 吹 煉

青島市冶金工業局等 著

冶 金 工 業 出 版 社

轉爐熱風吹煉

青島市冶金工業局等 著

1960年2月第一版 1960年2月北京第一次印刷 5,520 冊

開本 $787 \times 1092 \cdot 1/32$ • 字數16000 • 印張 $\frac{20}{32}$ • 插頁3 • 定價0.14元

統一書號 15062 • 先2

冶金工業出版社印刷廠印 新華書店發行

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

轉爐熱風吹煉是我國轉爐煉鋼生產上的一項重大技術革命。青島市車輛廠的試驗結果表明：它與冷風吹煉相比，每爐鋼吹煉時間由冷風吹煉時的15~17分鐘；縮短到10~12分鐘，最低為8分鐘，產量提高了30%；出鋼溫度提高了100°C以上；吹煉中不僅可以不加提溫劑，反而可加入相當數量的廢鋼、鐵礦石或氧化鐵皮，使生鐵消耗顯著降低；每噸鋼成本可降低30元左右。而且還由於吹煉溫度高、化渣早、脫硫效率比冷風時高，使鋼的質量顯著提高，並為擴大品種煉制優質鋼、合金鋼創造了條件，使轉爐煉鋼進入一個新的領域，為賽平爐、電爐創造了條件。

轉爐熱風吹煉的經驗一經出現，就引起了各方面的重視和關注。目前青島市轉爐全部推行了熱風吹煉，其它地方也正在積極推廣。有鑒于此，我社在冶金工業部鋼鐵司大力支持與協助下，刊印了這份初步資料。

可以預見，這次成功的經驗經過各地普遍推廣和提
高之後，一定會顯出更大威力。

目前，轉爐煉鋼中的群眾性的技術革新和技術革命的運動正在推向更大的高潮，各地將會出現更多的奇跡，我們希望各地將新出現的事物及時加以總結寄給我們，以便迅速交流。

热风吹炼 ——

轉爐煉鋼的重大技術革命

郝国策 孙长悌

側吹碱性轉爐在我国鋼鐵工业的发展中，起着重要的作用。根据历年来的生产經驗，为了保証轉爐得到溫度足够的鋼水，要求鉄水中硅和磷的总含量达到1.2%（当硫 $\leq 0.07\%$ 时）或1.4%（硫 $> 0.07\%$ 时）。尽管如此，目前国内許多側吹碱性轉爐炼出的鋼水的溫度仍不够高。特别是小轉爐，所用的生鉄成份往往不合上述要求，而且由于爐子小，散热快，所以鋼水溫度低的問題更加突出。

青島市車輛制造厂在0.5吨側吹碱性轉爐上进行了轉爐預热鼓风强化冶炼（即热风吹炼）的試驗，效果很显著，鋼水溫度达到1600度。現已正式在生产上运用。

設備簡單 容易推行

实行轉爐热风吹炼时，只需要增加一座热风爐。青島市車輛制造厂所用的热风爐，是按照5吨化鉄爐用的“八九”式管式热风爐的定型設計，并根据車間面积較小的具体情况改建而成的。修改后的热风爐为三排五列折綫式排列，折綫角度为30度，它的优点是热交換效率較直綫式排列高。根据实际測定，風溫最高曾达432度，当时热风爐出口处的風量

为每分钟39.9立方米，达到了设计的要求。

对于小爐子来说，采用“八九”式管式热风爐是合适的。因为它的构造简单，制造和施工容易，占地面积并不大，耗用的生铁不多，阻力损失也不太大。但对于大的轉爐，这种类型热风爐是不适宜的。

这个厂使用每分钟鼓风42立方米的罗茨式鼓风机一台鼓风，电动机的功率为55瓩。考虑到热风管道的阻力增加的结果，将鼓风机的轉速由原来的每分钟480轉增加到600轉。罗茨式鼓风机对于热风轉爐是适宜的，如果采用离心式鼓风机則必須选用压力較高的，否則虽然风溫升高，但风量不足，仍达不到良好的效果。送风管道应尽量减少拐弯和管径变化，这点在車輛厂由于条件的限制，沒有很好作到，所以阻力較高。

轉爐热风吹炼后会使耳軸受热。經測量，当风溫达到400度左右时，耳軸附近管道外表面的溫度可以达到250~280度（管道壁厚为3毫米）。这就必須考虑空心耳軸受热后的机械强度和变形以及軸承潤滑等問題。这个厂为避免造成运轉上的困难和发生事故，采取了临时性的装置，将空心耳軸两端堵塞，另外增設风管，使热风繞过軸承进入爐膛。但爐体只能在280度范围内运轉，这对烘爐等操作有一定的妨碍。我們認為如果风溫不超过500度时，可以考虑用絕热的办法来解决这一問題。带有座圈的轉爐，使用热风吹炼时，同样也需考虑受热变形的問題。

采用热风吹炼时，风眼也应有相应的改变。空气預热后，体积膨胀，风压上升，为了保持在正常风压下吹炼，避免风机电动机过载，轉爐的风眼面积必須适当扩大。車輛厂

将原来的4个直径为35毫米的风眼改为4个直径为45毫米的风眼，风眼面积扩大了66%。在未改以前风鼓不进去，火焰起不来，局部氧化情况严重，出钢量很少，铁耗很大。而将风眼扩大后，则取得了良好的效果。如果原来的风眼安排正确，那末增加风眼面积最好从增加每个风眼的直径和增加风眼的个数两方面着手。因为风眼直径过大，则鼓入炉内的空气的利用效率会降低。車輛厂由于受具体条件的限制，所以只增大了风眼的直径而没有增加风眼的个数。

提高出钢温度 节省提温剂

車輛厂所用的生铁的含硅量在0.1~0.944%的范围内，含磷量在0.035~0.30%的范围内。硅和磷的总和，最高仅为1.074%，絕大多数的铁水，所含硅和磷的总和是在0.5~0.8%的范围内，可见生铁中的发热元素是不足的。再者炉子小，相对的散热面积较大，降温快，所以在未采用热风吹炼时，出钢温度皆在1500度以下，常常出现粘包、浇短锭等情况。而采用热风吹炼后，这种情况就得到了扭转，提高了钢的质量。下列表中六炉钢的情况就是一个对比。

从表中可以看出，采用热风后，出钢温度皆在1500度以上（光学高温计未经校正之读数）或1600度以上（铂铈插入式热电偶读数）。

和許多其它的小转炉一样，車輛厂在未使用热风吹炼之前，为了提高钢水温度，往往也要向转炉内投加硅铁来提温。但使用热风后，不但不使用提温剂，反而在加入12~35公斤的废钢的情况下（占出钢量的1.46~4.86%），出钢温度仍然很高。该厂在吹炼过程中，最多曾向炉内投加过80公

爐 号	出鉄温度 (度)	爐 水 成 份 %			提温硅 鉄数量 (公斤)	平均风温 (度)	出鋼温度 (度)
		硅	磷	硅+磷			
356	1280	0.614	0.20	0.814	5	冷风	1450
358	1280	0.10	0.36	0.46	5	冷风	1460
359	1290	0.64	0.36	1.00	5	冷风	1500
466	1340	0.38	0.097	0.477	未加	369	$\frac{1640*}{1540}$
472	1340	0.416	0.085	0.501	〃	362	$\frac{1640*}{1530}$
475	1320	0.344	0.10	0.444	〃	357	$\frac{1620*}{1520}$

(表中有米記号的温度，是鉑鉑插入式热电偶讀数，其余都是光学高温計未校正的讀数)。

斤废鋼。此外也曾向爐內投加过鉄矿石，装入鉄水中的发热元素虽然很低(硅約为0.7%，磷約为0.2%)，在加入30公斤赤鉄矿的情况下，出鋼温度仍达到1480度。由此可見，轉爐采用热风吹炼有可能通过加入废鋼甚至矿石来降低生鉄消耗，并保持有足够高的出鋼温度。

温度較低的鋼水用下注法浇注小鋼錠，往往出短尺废品。車輛厂轉爐采用热风吹炼前，下注90×90毫米的鋼錠，由于鋼水温度低，也有浇不成錠和出短尺废品的情况。采用热风后，由于鋼水温度升高，除根本扭轉此种情况外，还作了18爐下注断面为75×55毫米、高度为1200毫米的小型鋼錠的試驗，全部浇成，沒有短錠。

扩大了品种 提高了質量

要扩大轉爐鋼的品种，必須以高温操作、获得高温鋼水

为先决条件，否則將不能保証鋼的合格的化学成份和它的均匀性以及良好的机械性能。轉爐采用热风吹炼就給扩大轉爐鋼的品种提供了良好的溫度条件。車輛厂0.5吨热風轉爐曾經試炼了三种優質炭素鋼和二种低硅錳高强度鋼，不仅成份合格，而且机械性能良好。

上面說到的两种優質炭素鋼是用鉄水增碳法炼制的。由于保温困难，增碳鉄水到使用时一般只有1250度。炼制硅錳合金鋼时，加入的硅鉄和錳鉄仅烘烤到300度左右。对于0.5吨的小轉爐來說，能够在兑入装入鉄水量10%以上的低溫鉄水或加入鋼水重量的6~7%未經很好烘烤的錳鉄和硅鉄的情况下，炼成合乎規格的不同品种的鋼，浇成了合格的鋼錠，这肯定只有轉爐采用了热风吹炼、达到了高溫操作才取得的結果。可見热风吹炼給扩大轉爐鋼的品种創造了良好的条件，特別对小轉爐來說，它的作用更显得重要。

从上述各种情况看来，轉爐采用热風，对于提高鋼水溫度的作用是肯定的。然而并非任何热風溫度都能使鋼水溫度显著提高。根据实践来看，当热風溫度在300度以下时，热風对鋼水溫度并无显著影响；只有風溫超过300度时，才能使鋼水溫度显著升高。

預热鼓風使爐內溫度提高，渣化得快，渣的流动性好，对于去除硫磷都是有利的，可以提高轉爐鋼的質量。

縮短了吹炼時間 提高了生产效率

轉爐热风吹炼后，提高了爐內的溫度，每爐鋼的吹炼時間縮短了。根据車輛厂半吨轉爐連續5爐冷风吹炼的統計，純鼓風時間在14~17分鐘之間。而48爐热风吹炼的統計，純

鼓风时间波动在5~15分钟之间，其中纯鼓风时间为10~12分钟的占58.3%。由此可见转炉采用热风吹炼后，纯鼓风时间比冷风吹炼时缩短了6分钟，即缩短了35%左右，效果是相当显著的。而且随着热风温度的上升，转炉的纯鼓风时间是不下降的。当风温低于250度时，纯鼓风时间随热风温度的升高而缓慢下降；当温度超过250度时，则纯鼓风时间由于热风温度的升高而显著降低。

既然转炉的纯鼓风时间因热风吹炼而缩短，那末在其它生产设备能跟得上的情况下，必然会使转炉的生产率大大提高。去年12月17至21日，車輛厂就曾經創造了青島市半吨小轉爐日產56.75噸的紀錄。

綜上所述，轉爐熱風吹煉的優點是很多的，它是使轉爐煉鋼達到高產、優質、低耗的一條重要的途徑。

(原載冶金報1960年第2期)

0.5吨側吹碱性轉爐預熱鼓風強 化吹煉和75毫米小型鋼錠的澆鑄試驗

——青島市冶金工業局等

側吹碱性轉爐煉鋼法，特別是小型轉爐，在目前，生鐵原料供應不足、質量差的情況下，溫度的控制和調節還是個問題。研究採用預熱鼓風強化吹煉，以期提高吹煉溫度，就是一個方向性問題，上海等地也進行了一些較成功的試驗研究。

我局根據中央冶金部和省冶金局的指示，在青島車輛製造廠煉鋼車間0.5噸側吹碱性轉爐上，於10月28日在省冶金工作組、市計量檢定所、市冶金研究所等協助下，進行了轉爐預熱鼓風強化吹煉，並同時進行了75毫米小型鋼錠的澆鑄試驗，借以尋求解決“公社號”軋機和其他小型軋機關於原料鋼錠的來源問題。

通過試驗，初步取得了較顯著的效果。但由於我們的經驗不足，試驗計劃安排不周，整個試驗過程還存在一些問題，尚希提出批評和指正。

一、試驗設備：

1. 熱風爐。系採用“八九”式5噸化鐵爐管式熱風窖改裝的，用30根長1800毫米內徑160毫米的鑄鐵直管和15個

頂部鑄鐵彎管、10個底座彎管，以及6個總橫鑄鐵管組成的三排五列管組組成。約占平地面积 18米^2 ，有效热交换表面积約 75米^2 ，預热空气量約 $2500\text{米}^3/\text{小时}$ ，預計風溫 $300-400^\circ\text{C}$ ，風管排列如（图1）。

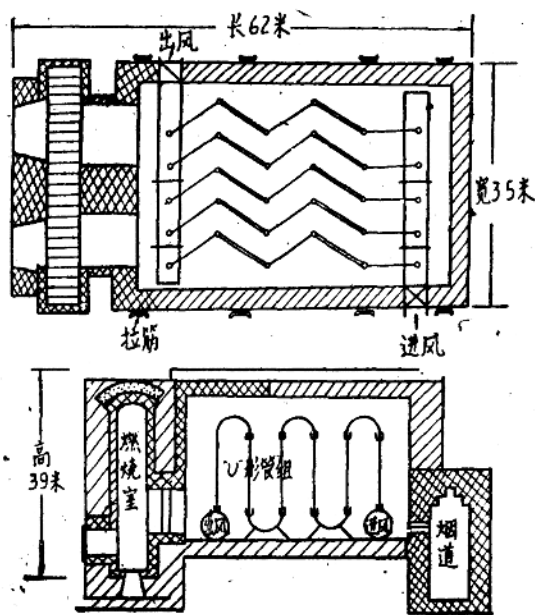


图1 热风窑形式管组排列示意图

2. 轉爐通风系統的隔热措施和設計：

①風溫如达 300°C 以上时，轉爐空心耳軸必須采取隔热措施，否則将会影响其机械强度或鋼件变形，造成運轉上的困难和生产事故。根据車間的具体情况 and 条件，試驗中采取了临时装置（如图2）将空心軸两端堵塞，送風管繞过軸

承，使爐體在 250 度範圍內運轉，这样就解决了空心軸的冷却問題，保证了試驗的正常運轉。

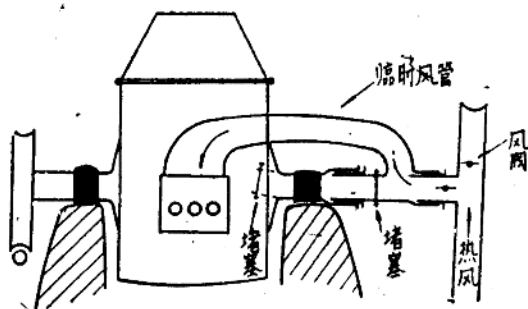


图 2 轉爐临时改装和隔热措施示意图

②風眼的設計，是按擋風溫達 400°C ，容量在 500—700 公斤鉄水裝入量的條件下設計的。據計算，熱風達 400°C 時，空氣體積比冷風吹煉時膨脹約二倍，為保持正常風壓吹煉，將風眼面積適當放大 1.65 倍，原風眼直徑 35 毫米共 4 個，合面積為 38.484厘米^2 ，放大 1.65 倍後，風眼直徑 45 毫米共 4 個，合面積為 63.6174厘米^2 。試驗證明，放大後的風眼面積對吹煉操作是有極顯著效果的。

③熱風轉爐爐形是車間原 0.5 噸側吹鹼性直筒形爐體，內形如（圖 3）。

3. 鼓風能力有 $42\text{米}^3/\text{分}$ 羅茨式鼓風機一台和 55 瓩電動機一台。

二、試驗效果討論：

1. 預熱鼓風對吹煉溫度的影響：

当吹炼相同化学热与物理热的铁水，在同样操作制度的条件下，预热鼓风对吹炼温度的影响，应该表现在出钢温度的不同和随风温的提高而引起出钢温度的变化以及提温剂消耗量的多少上。

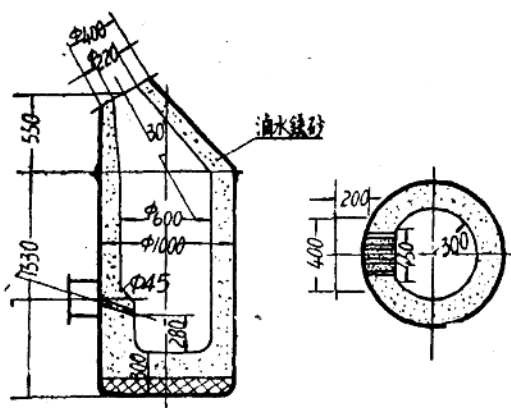


图3 热风转爐爐型图

表1

热风对提温剂及出钢温度的影响

平均爐数	铁水温 度°C	铁水成分%		平均风 温°C	风量 米³/分	风压 mm/ 水銀柱	提温 剂 砂鉄	出钢温 度°C	备 注
		U	Si+P						
5	1290	2.95	0.785	318	38	190	—	1600	浇注順利
5	1300	3.204	0.674	冷风	未測	155	7 公斤	1490	未浇成錠
第208爐	1310	3.18	0.51	340	38	180	—	1610	浇成小鋼錠
第358爐	1310	3.44	0.46	冷风	未測	155	5 公斤	1460	未浇成錠

表1是冷热风各5爐平均統計的結果，这些数据极明显的可以看出，预热鼓风时，当吹炼Si+P=0.7%的特低成分

和低温铁水时，完全可以炼成钢，使出钢温度提高到 1600°C ，并且顺利浇成 75×55 毫米的小型钢锭，而同样的铁水成分，同样的温度条件，采用冷风吹炼，虽每爐都加砂铁提温，却仍不能顺利吹炼，較大的钢锭有的尚未浇成。

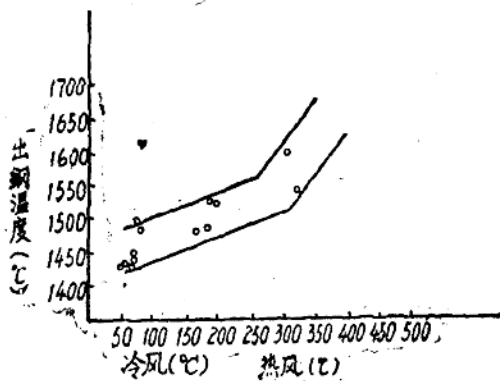


图4 热风温度对出钢温度的影响（化学热物理热相近的条件下）

由图四可以看出，随风温的提高，出钢温度也有较显著的变化，由实际操作过程中看，当风温不到 200°C 时（铁水 $\text{Si} + \text{P} = 0.5 - 0.7\%$ ，铁水温度在 $1260 - 1310^{\circ}\text{C}$ 之间），轉爐操作同样是采用单渣法（60公斤石灰/吨铁水），而浇注时，常产生钢水粘包，出短锭。但当风温提高到 250°C 以上时，就根本消灭了粘包的现象，包包钢水铸成合格的钢锭，以及浇成 75×55 毫米的小型钢锭。这就明显的可以看出热风是有一定的增温效果的。

2. 预热鼓风对吹炼时间的影响：

轉爐采取预热鼓风以后，较为突出的效果之一是太大的

縮短了吹煉時間(表2)，當風溫達 350°C 時，吹煉時間較冷風縮短40—50% (相似化學成分和鉄水溫度)，看來在熱風溫度提高以後，加速了吹煉過程的氧化反應，促進了熔池

表2

熱風對吹煉時間的影響

平均爐數	平均風溫 $^{\circ}\text{C}$	風量 $\text{米}^3/\text{分}$	風壓 $\text{mm}/\text{水銀柱}$	造渣制度	平均吹煉時間分	熱風平均較冷風縮短%	備 注
12	340	38	180	單渣法	10.04分	34.8%	鉄水成份、溫度、裝入量等條件相似的情況下
5	冷風	未測	155	單渣法	15.4分		
第214	350	38	190	單渣法	8分	53%	
215爐	冷風	未測	155	單渣法	17分		
第356爐	冷風	未測	155	單渣法	17分		

(注) 吹煉時間的縮短也與風量風壓有關，但冷風的風量因未測定，故未考慮該因素。

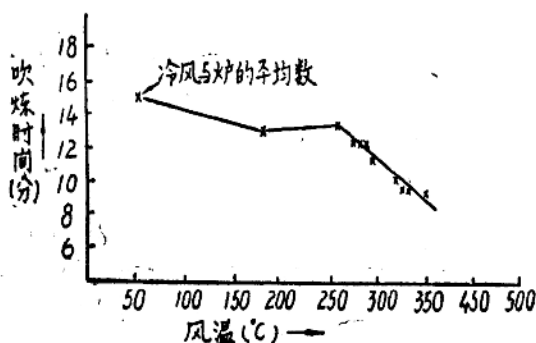


圖5 風溫對吹煉時間的影響

溫度的提高，使碳焰提前出現，而碳氧化期在整個吹煉時間中所占的比重最大 (鉄水 $\text{Si} + \text{P} + \text{Mn}$ 很低)，加速去鎂速

度，縮短碳燃燒期就可以使整個吹煉時間縮短。據有資料介紹，熱風提高溫度一度，可以提高鋼水溫度約0.5度，因此當熱風溫度達300°C以上時，就能使熔池溫度迅速提高，使碳焰提前出現，去碳速度也會加快。此次試驗證明，熱風達350°C時，去碳速度約0.6/分，而冷風吹煉時，去碳速度約0.2—0.3/分。

3. 預熱鼓風對造渣去硫和去磷的影響：

預熱鼓風後，由於熔池溫度的提高，化渣得到了改善，出鋼渣流動性良好，鹼度一般在3左右，因而對硫、磷的去除是有利的；特別是對硫的去除與冷風對比大有提高。由統計資料看，當熱風溫度達300°C以上時，去硫效率即有顯著的提高，一般在50%左右，去磷效率尚不夠理想，在80—90%之間，而冷風去磷率達90%以上，這可能與高溫去硫、低溫去磷的條件有關（表3）。

表 3

熱風對去硫去磷的影響

平均爐數	鐵水 (S) %	鐵水 (P) %	成品鋼 (S) %	成品鋼 (P) %	渣鹼度 $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$	渣中 FeO %	去S %	去P %	風溫°C
5	0.0843	0.263	0.045	0.0295	4.28	20.596	46.6	88.78	324
5	0.0834	0.258	0.059	0.0178	3.73	21.942	29.26	93.1	冷風

由（圖6、7）可以看出，熱風溫度在去磷去硫的影響沒有什麼規律現象，只能說明熱風吹煉時，去硫較冷風好，而去磷較冷風差。

4. 關於鋼水中的余鎂問題：

在此次試驗中，發現了一個新的問題——隨著熱風溫度