

側吹轉爐設計

吳成江 等 編著



側吹轉爐設計

吳成江等 編著

冶金工业出版社

本書按側吹轉爐不同類型論述了轉爐爐型設計的基本方法，討論了熱平衡和物料平衡計算，轉爐鼓風機選擇，煙囪計算等。書中附有設計數據。此外，還概述了生產及車間的設計問題。

本書吸收了我國側吹轉爐設計的經驗，可供有關設計人員和生產人員工作中參考。

本書由黑色冶金設計總院吳成江根據該院資料整理編寫，賈振海、汪仲蘭、趙榮久、鄧昌陸、于百堂等同志負責校閱，馮漢傑同志負責總校閱。

側吹轉爐設計

吳成江等 編著

1960年5月第一版 1960年5月北京第一次印刷 5,325 冊
開本 $850 \times 1168 \cdot \frac{1}{32}$ • 字數85,000 • 印張 $3 \frac{10}{32}$ • 定價 0.45 元
統一書號: 15062 · 2198 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

目 录

概 論	5
第一章 现代侧吹轉爐的结构和机械設備	10
爐壳	12
托圈	13
风箱	14
傾动机构	16
出鋼咀	16
第二章 側吹轉爐設計問題探討	18
爐型选择	18
爐型設計指标与生产的关系	22
轉爐的单位有效容积	22
轉爐有效高度	24
风眼面积	25
爐口面积	23
熔池深度	26
风眼角度	26
第三章 直筒型側吹轉爐設計	28
設計步驟	28
确定轉爐容量	28
确定爐型設計的原則	29
計算轉爐各部尺寸	30
爐膛有效容积計算	37
驗算轉爐各項指标	38
1.5 吨側吹直筒型轉爐設計举例	39
第四章 渦鼓型側吹轉爐設計	48
爐型选择	48
渦鼓型轉爐爐型設計	49
3 吨渦鼓型側吹碱性轉爐設計举例	54
內型为梨形的渦鼓型側吹碱性轉爐設計	59
第五章 側吹轉爐生产物料平衡及热平衡	63

物料平衡計算	63
热平衡計算	74
第六章 鼓风机选择和鼓风系統	82
对鼓风机的要求	82
轉爐鼓风机容量的选择和計算	82
鼓风机选择举例	85
鼓风系統	83
第七章 側吹轉爐烟肉設計	89
烟肉的作用	89
烟肉計算	89
烟肉計算举例	94
第八章 側吹轉爐炼鋼車間	99
側吹轉爐容量的选择	99
車間轉爐座数的确定	101
車間化鉄爐座数的确定	101
側吹轉爐炼鋼車間布置和操作系統	102

概 論

空气从轉爐側面鼓入使鉄水吹煉成鋼的煉鋼方法称之为側吹轉爐煉鋼法。側吹轉爐煉鋼法是我国人民在党的领导下在解放后得到很大的发展的。这种煉鋼方法适合我国客观发展的要求并取得了輝煌的成就。

在我国，使用碱性生鉄应用側吹碱性轉爐吹煉的鋼，含 $P=0.03\sim0.05\%$ ， $S=0.05\sim0.06\%$ ， $N_2=0.004\%$ 左右，而且还可煉出合金鋼；而且側吹轉爐煉鋼車間造价低（比平爐煉鋼車間低 $40\sim50\%$ ），施工快，設備簡單。所有这一切，都說明繼續改善和发展側吹轉爐煉鋼法有着充分的根据。对于今后发展混合煉鋼也有其重要意义。

轉爐的分类

轉爐生产按着吹煉方式不同基本上可分为三大类：

1. 頂吹轉爐——气体由頂上按金屬的垂直方向吹入（图1、2）；
2. 底吹轉爐——气体由底部按金屬的垂直方向吹入（图3）；
3. 側吹轉爐——气体由側面与金屬水平面成一个角度（ $7^\circ\sim8^\circ$ ）吹入（图4、5）。

頂吹轉爐

頂吹轉爐一般都是用純氧吹煉，經帶有水冷銅头的吹氧管将氧气引入（图1、2）。

頂吹鋼的質量不次于平爐鋼。按着爐子結構形式頂吹轉爐又可分为两种：

1. 爐帽偏心的：爐帽口中心綫与轉爐中心綫成一定角度（ $10^\circ\sim15^\circ$ ），如图1所示。此种形式在兌鉄水和废气进入烟罩至烟囱，可防止噴濺，但在結構上較复杂些。

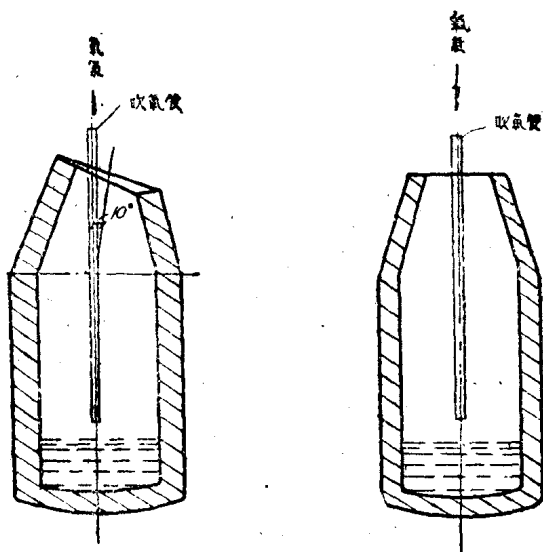


图 1 頂吹轉爐（爐帽偏心）

图 2 頂吹轉爐（爐帽正咀）

2. 爐帽为正咀的：爐帽口中心綫与轉爐中心綫相重合，如图 2 所示。此种形式在結構上比較簡單，吹氧管的升降較方便。但在某些操作上有不方便的地方。

底吹轉爐

底吹轉爐按其鼓风的性質不同基本上可分为两种：

1. 空气底吹：将空气由轉爐爐底风眼鼓入，穿过金屬层进行吹炼，但含氮量較高，鋼的質量不好，生产率不高（如图 3）。

2. 氧气——蒸气底吹：氧气和蒸气按比例混合由爐底风眼鼓入，穿过金屬层进行吹炼。此种方法爐子寿命高，鋼中含磷和氮較低，当含氧量 $< 50\%$ 时爐子寿命可大于 80 爐，而当含氧量增加时爐子寿命有所降低。

当氧气-水蒸气加热到 180°C 时，蒸气含量为 70% 对鋼的質量无影响（仅指低碳鋼而言），可吹含 $P = 1.5 \sim 2.0\%$ 的生鉄。

关于氧和蒸气底吹和純氧頂吹的比較。

A) 氧和蒸气底吹:

优点: (1) 同样容量的爐子比頂吹生产能力大 (一般大 30% 左右);

(2) 容易控制溫度, 可大量去 P;

(3) 不需除尘設備;

(4) 能炼成低氮低磷的鋼;

(5) 要求氧的純度不高;

(6) 可降低氧消耗, 約 15% (因 $H_2O=2H+[O]$);

(7) 原料要求不严, 可吹炼 $P=1.5\sim2.0\%$ 的生鉄。

缺点: (1) 渣子含鉄量高, 約 18~32%;

(2) 对中碳和高碳鋼鋼中可能含氢量高, 鋼种受限制。

B) 純氧頂吹:

优点: (1) 渣子含鉄量少, 約 14~16%;

(2) 可炼成低磷低氮的鋼;

(3) 鋼的質量好。

缺点: (1) 对爐壁浸蝕大, 溫度不均匀, 渣子溫度高, 对去磷条件不太有利, 同时反应接触面小;

(2) 由于局部过氧化, 則氧的利用率不高。

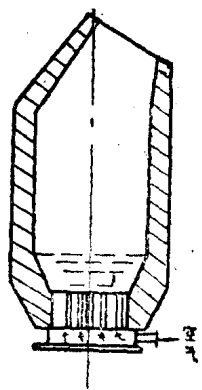


图 3 底吹轉爐

側吹轉爐

側吹轉爐按爐衬性質不同分为两种:

1. 側吹碱性轉爐: 用白云石或鎂砂作內衬。此种轉爐对生鉄成分要求不十分严格, 能去除磷和一小部分硫。它对我国矿床的利用和迅速发展冶金工业有很大意义, 目前已成为我国主要的炼鋼方法。

2. 側吹酸性轉爐：用石英砂，砂泡石和矽磚等作內襯。此種爐子對生鐵要求嚴格，P、S含量均要低，這是酸轉爐沒有得到很普遍發展的原因之一。

側吹轉爐按着爐子內型形狀不同又分為兩種：

- ① 直筒型側吹轉爐，見圖 4；
- ② 渦鼓型側吹轉爐，見圖 5。

這兩種轉爐的比較如下：

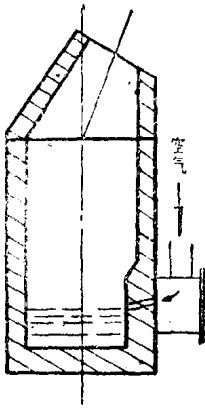


圖 4 直筒型側吹轉爐

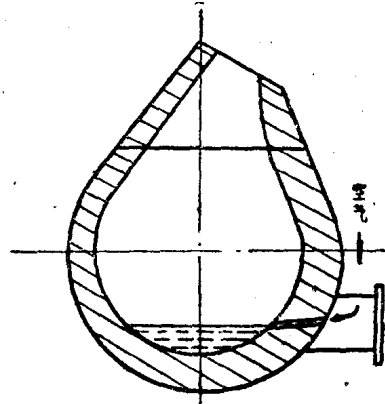


圖 5 渦鼓型側吹轉爐

A) 直筒型轉爐：

優點：(1) 內型簡單，易砌磚打結，便於製造；

(2) 重量輕。

缺點：(1) 氣流旋轉不理想；

(2) 爐子高，力矩大；

(3) 發展大容量的轉爐困難多；

(4) 風力不等程，內襯局部浸蝕嚴重；

(5) 要求廠房高。

B) 渦鼓型轉爐：

優點：(1) 風力等程；

- (2) 内型浸蚀较均匀;
- (3) 力矩小;
- (4) 要求厂房低;
- (5) 反应面积大, 去P效果好;
- (6) 气流旋转好;
- (7) 热的利用率高 (由于内型为近似圆形, 内衬温度向金属液面辐射)。

缺点: (1) 结构复杂不易砌砖;

(2) 爐子重, 如为可卸式的, 厂房负荷重。

第一章 現代側吹轉爐的結構和機械設備

近代側吹轉爐，不論是酸性的還是碱性的，也不論是直筒型的還是渦鼓型的，一般都有兩種結構：一種是不帶托圈的可卸的固定式轉爐，另一種是帶托圈的可卸式轉爐。這兩種形式比較起來各有優缺點，按目前國內維持一座經常生產，固定式轉爐需要三個爐座，可卸式轉爐僅需二個爐座，用那種形式比較好呢？若以同容量的轉爐言，固定式轉爐所採用的吊車雖然較小，但須多增加一個爐座，如果採用可卸式轉爐則可少一個爐座，同時能提供生產的連續性，然而起重吊車起重重量較同容量的固定式轉爐要高二級，廠房加重。就我國的冶金設備作經濟比較，對於3噸至6噸轉爐一座（包括馬達、傾動減速機一套，爐坑、煙囪、風管等），其投資約十萬元。而吊車起重重量增加一級所提高的廠房造價不大於10%（約不超過一萬五千元）。其吊車本身增加二級投資差別不大，如15噸/3噸（18米跨）為5.8萬元，30噸/5噸（18米跨）的為8.26萬元。

如果能把可卸式轉爐改為三段卸開，則可降低起重吊車的起重重量，根據天津新興鋼廠（現稱天津第三鋼鐵廠）的實踐是可能的，但在接縫處如不加注意，會有漏鋼的情況發生（實際上已有漏鋼現象發生過），另外對裝卸工作也不方便。如果操作熟練和經驗豐富了，這些缺點也是可以克服的。

總的看起來，二段（爐帽、爐筒兩部份）可卸式轉爐，從結構和操作方面看來，是比較好的一種。

現代側吹轉爐（見圖6）爐壳由爐身（1）和爐帽（2）所構成，爐壳內有構成爐腔的耐火材料（3）爐襯。生產時將爐帽緊固在爐身上，爐身轉動依靠連結在爐壳上的耳軸，坐在支架（5）上，支架固定在基礎（10）上，連同托圈（7）一起轉動，空氣經空心耳軸至風箱（8），由風眼鼓入轉爐內進行吹煉。風

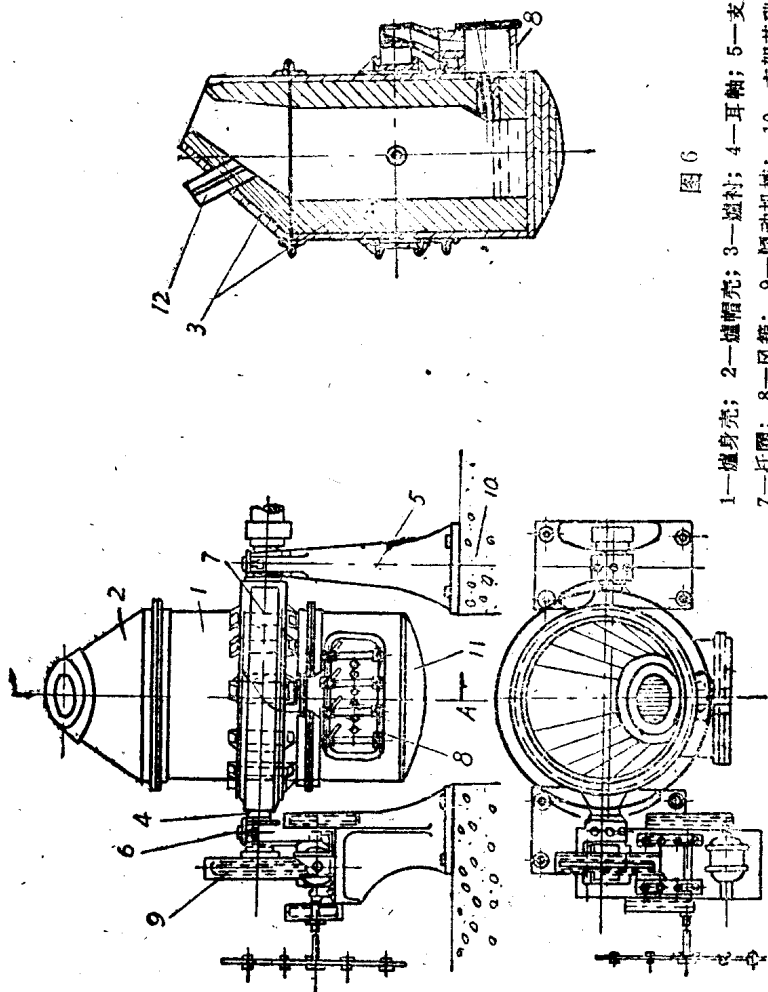


图 6

1—炉身壳；2—炉帽壳；3—垫片；4—耳轴；5—支架；6—轴承；
7—托圈；8—风箱；9—倾斜机械；10—支架基础；11—炉底；
12—出烟咀

压一般为 $0.25 \sim 0.8$ 大气压（随着爐子容量增加而增加）。用特制的专供給冶金用的鼓风机进行送风。

一、爐 壳

爐壳厚度的选择沒有理論計算，根据实践經驗，一般爐壳按轉爐容量大小通常是由 10 至 20 毫米厚的鋼板制成的。一般的是焊接而成的，这部分是轉爐构造的主要部份。它要支承轉爐的爐衬材料重量及注入鉄水的重量，和在吹炼时由于搖爐的振盪与轉距負荷，同时也受着由烟罩掉下来的积渣打击的負荷等，它还承受着高溫下的內衬热膨胀应力。所以轉爐爐壳必須要坚固耐用。

爐帽部份也是用同样厚度的鋼板制成的，爐口中心綫与轉爐中心綫的夹角通常为 30° ，偏角是为了便于兑鉄水和出鋼，以及減少噴濺損失和減低爐內輻射热能的損失。同时，为了便于修理，爐壳（爐身部分）与爐帽作成可卸的两部分，以角鋼和螺栓进行連結或用楔鍵連結。当用可卸式轉爐时，爐身的拆下是由托圈內抽出（不帶耳軸），因为它是由焊接在爐身上的特殊角鋼支在托圈上的。

在爐身下部是爐底（指直筒型轉爐），至今 12 吨以下的側吹轉爐，爐底完全是由一块鋼板制成的。爐底有三种类型（如图 7）：

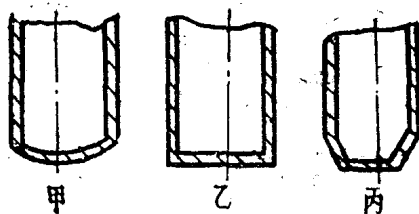


图 7 爐底类型

甲—球形；乙—平形；丙—錐形

1. 球形爐底（图 7 甲），这种类型的爐底在 0.5~6 吨轉爐上使用的不少。它在結構上比較堅固，同时爐底使用爐衬材料較少。但是，在制作上比較困难不易加工，在爐衬砌造上也不順利，当轉爐容量越大，則加工困难也越大。

2. 平形爐底（图 7 乙），制造简单，在砌砖方面也順利，但强度較差，使用耐火材料較多，此种类型也比較多。

3. 錐型爐底（图 7 丙），制造上比球型容易，但强度較差，使用的耐火材料少，这种类型我国虽有，但数量很少。

不論是爐帽、爐身、爐底的爐壳都要开孔，孔径約 15~20 毫米，其目的是为了在爐衬炭化时使內衬的水蒸汽可以跑出。在爐帽的噴口（爐口）处由于溫度較高，为了防止变形，通常設置加固圈。

二、托 圈

轉爐的托圈都是鑄造而成的，它帶有两个耳軸，托圈与耳軸組成一体。它的功用是能使轉爐固定生产和拆卸修理。將轉爐固定在一定的位置，即使当倒渣轉 180 度时也不能离开位置。托圈两边有两个耳軸，一个是空心耳軸，与鼓风机的风管相連，风就由空心耳軸經過托圈进入风箱里（如图 8）。

在厂房較低的炼鋼車間里，轉爐的修換不从托圈上面抽出，

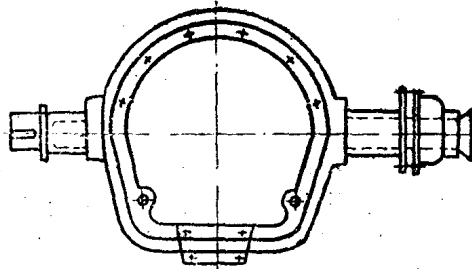


图 8 固定式托圈

而从托圈旁边移出爐身，因此这种托圈的构造是采用可分开式的（如图9）。但在实际生产中由于安装比较复杂，操作也不方便，至今没有得到发展。

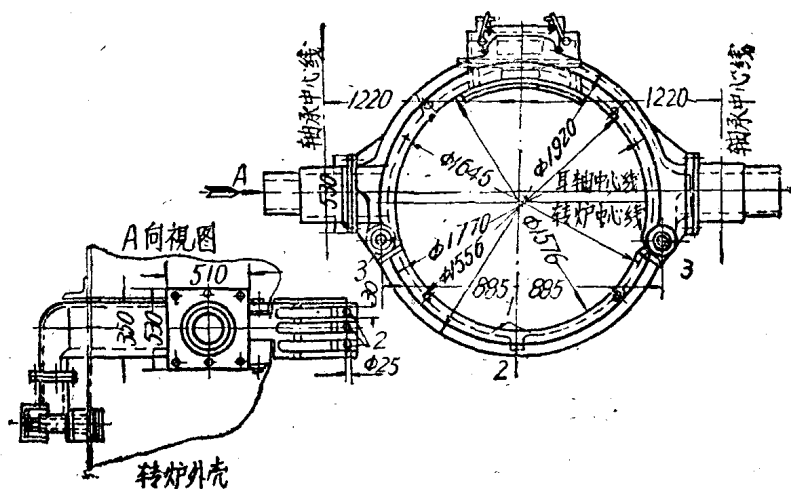


图9 可分开式托圈

三、风 箱

风箱在有托圈的可卸式轉爐是与托圈构成一个整体。固定式轉爐是与爐身构成一个整体。它的作用就是把由风管进来的空气平均分配到每个风眼，鼓入爐內。在风箱上有与风眼相等或不相等数量的窥孔，目的是为了观察风眼情况及清理风眼（如图10）。

为了防止在吹炼时发生漏风现象，必须要保证风箱严密。因为风箱的严密与否对吹炼时间有直接关系。送风方式最好由风箱上部引入，这样能使风能较均匀的分配于每个风眼。由侧面引入是不理想的（如图11）。

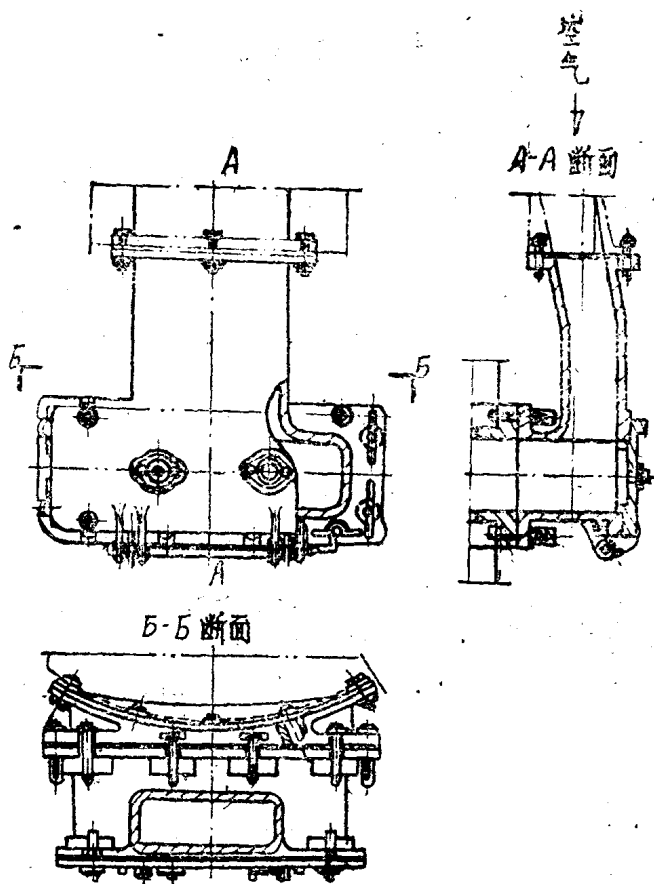


图 10 风箱

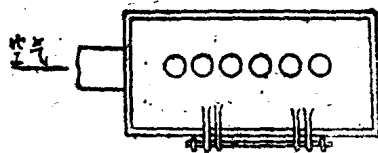


图 11 风从侧面引入的风箱

四、傾动机构

煉鋼車間每一個設備都是很重要的，都要經常檢查和修理。轉爐煉鋼車間的傾动机构有着特殊的重要性。所謂轉爐，就是意味着爐子能轉才能生產，而傾动机构是担负爐子是否能轉的關鍵。

轉爐生產冶煉時間很短（14~18分鐘），出鋼次數很頻繁，在吹煉過程中還要進行搖爐、扒渣（鹼性）、出鋼等工序，因而傾动机构是担负着繁重的任務，所以必須保證傾动机构的強度耐用和檢修方便，以保證正常生產。

傾动机构的動力有兩種：一種是液壓傳動；一種是電動的。用電動的是比較普遍的。它是由電動機經渦輪減速和齒輪減速裝置傳到與轉爐連結的耳軸，進行轉動的。一般轉爐傾动速度為0.6~1.0轉/分鐘。隨着爐容量的增大傾动速度有所降低。

此外，這部份傾动機械的安裝是非常重要的，那怕設計的再好，如果安裝上不正確有誤差是不能保證正常傾动的或者甚至不能傾动。

由於轉爐在吹煉時噴出火花和紅熱的渣粒，所以傾动設備應加以適當的保護。

五、出鋼咀

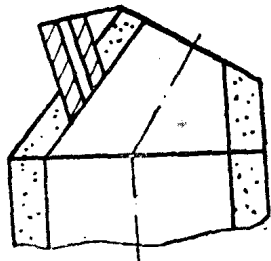


圖 12 出鋼咀

出鋼咀是在近幾年生產實踐中發展起來並得到廣泛應用的。採用出鋼咀對於減少石灰量的消耗，改善勞動條件，提高鋼水溫度，提高鋼的質量等有很大的好處。而且對於轉爐和電爐或轉爐和平爐進行混合煉鋼有極其重大意義。對鹼性轉爐操作，防止回磷現象同樣有很大