

坩 埚 爐 煉 鋼

重慶人民出版社

內 容 提 要

坩埚爐煉鋼是一種煉鋼的土方法。它的設備簡單，操作方便，在目前開展全民煉鋼的運動中，可以廣泛採用。

這裏的兩篇文章，都很通俗易懂，比較細致地介紹了坩埚爐煉鋼的設備、配料方法、操作技術……等。因此，特編選在一起，供讀者參考。

坩 埚 爐 煉 鋼

*

重慶人民出版社編輯、出版
(重慶嘉陵路344號)

重慶市書刊出版業營業許可証出字第1號

重慶新華印刷廠印刷
新華書店重慶發行所發行

*

開本787×1092 1/32 印張 $\frac{1}{2}$ 字數10千

1958年9月第1版第1次印刷

印數1—100,000

統一書號：15114·25

定 價：0.07 元

坩 埚 爐 煉 鋼

重慶人民出版社

面由此通入空气。通空气的方法以利用烟囱自然抽风为简单，如果有鼓风机或风扇强制吹风当然更好。灰坑的高度在采用自然通风时，不应小于一公尺；在使用35或40号坩埚的爐子时，灰坑的长宽各为560公厘。如坩埚小，当然应减小些。

2. 爐膛——它是坩埚爐的主要部份，内形象个罈子，上下小，中間大。爐膛頂部須設置爐盖，底部須安置爐柵。应注意的是坩埚底距爐柵的高度不应小于190公厘；坩埚口至爐壁的距离不应小于100公厘；坩埚口至烟道口底的距离不应小于100公厘；爐膛口宽度不宜大于450公厘。

3. 烟囱——它是引導坩埚爐内燃烧气体流动的设备，对自然通风尤为重要。烟囱的主要尺寸是高度，如果烟囱至爐膛的横烟道不大于三公尺，烟囱高度不应小于10公尺，烟囱的平均断面积不应小于 350×350 公厘。烟囱至爐膛横烟道的断面以 250×250 公厘为宜。

爐子的附属构件还有三种，即用白泡石（或耐火材料）打成的圓底座，直径随所用坩埚底的大小决定，高度不应小于190公厘。其次是坩埚盖子，它决定于坩埚口的大小，也是用白泡石打成，厚50公厘，中間开一个直径为50—60公厘的圓孔，以便探料及取样。另一种是爐盖，这没有規定用那种材料，只要能盖着爐口，火不往外噴就行了。爐盖最好是两半拚成，中間留一个直径150公厘的孔，以便不打开爐盖即可往爐内炭层打釘条。

二 坩埚爐必須的工具

坩埚爐必需的工具不多，任何鐵工廠都可以製造。主要有：

1. 抱鉗——夾持坩埚出爐入爐用的工具，用鋼條及鋼板打成，如图 2 甲 所示。抱鉗的鋼條直径不应小于25公厘，抱鉗上的夾板应厚些，不应小于10公厘，这样才不会在夾坩埚时发軟而打倒坩埚。

2. 抬架——坩埚出爐后即放在抬架上，然后抬起抬架把坩埚內的鋼水浇鑄在鋼錠模內。抬架的抬杠直径也不应小于25公厘，抬架的夾圈应厚些，不应小于10公厘，才能在浇鋼时保持平稳。

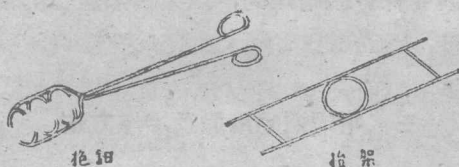
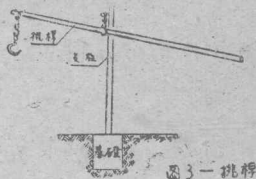


图2 — 坩埚爐主要工具

3. 鋼釐与火鈎——用直径为20及10公厘的圓鋼作成，长度均不小于2公尺。大的鋼釐用来穿透炭层和打渣；小的鋼釐用来探料。

4. 挑杆——如果使用的坩埚太大，达50公斤以上时，以采用简单的起重挑杆来提升坩埚为宜。挑杆很简单，用一根废旧的2吋水管或木柱作支柱，另用鉄鏈吊一根2吋水管或

1 吋鋼條作挑杆，长度以能自坩埚爐內提出坩埚，自由地轉



到澆注地点放入抬架內即可。

5. 夾鉗——是夾炭塊用的。有时炭塊会落下坩埚內，或者必須把紅熱焦炭夾出來，就使用夾鉗。它可以用火鉗代

替，但把子应有一公尺多长，使用才方便。

6. 鋼錠模——是澆鋼用的，它是用生鐵翻制成的。也可不用鋼錠模而采用砌型澆鑄。但煉出的鋼錠質量沒有用鋼錠模澆鑄的好。

7. 石棉手套及藍眼鏡——这是必需的劳动保护用品。石棉手套主要是在使用抱鉗、抬架时才应用，不可乱用，以免損坏。藍眼鏡是保护眼睛用的，以免白熱爐膛的輻射热损伤眼睛。

三 坩埚爐的用途及冶煉方法

坩埚爐的用途有三：①可以熔化各种鋼料；②可以代替感应电爐配制高級合金鋼；③可以直接用生鐵煉鋼。

坩埚爐使用的原料为廢鋼、鐵合金、生鐵及鐵矿石、石灰等。

坩埚爐的冶煉方法，随着采用的金屬原料而有所不同。在采用廢鋼作原料时，冶煉最簡單，采用生鐵作原料时，冶煉較复杂一些。

在采用廢鋼时，坩埚爐主要起熔化混合作用，伴随的化

學反應可以不考慮。廢鋼的塊子不能太大，一般以不大於30公厘為最好。廢鋼上的鐵銹要少，最好用米湯先將鐵銹洗淨。

在用生鐵煉鋼時，坩堝爐就不只是簡單的混合作用了。生鐵必需用鐵礦石或軋鋼屑（氧化鐵皮）作氧化劑，並配加適當的造渣材料，如石灰、螢石等，才能在坩堝內完成冶煉作用。坩堝使用的生鐵最好是先用化鐵爐化成鐵水再倒入坩堝內。當然也可將生鐵小塊冷裝入坩堝內熔化，生鐵的塊子愈小愈容易熔化。所用的鐵礦石和造渣材料，應打成小粒，粒度以1—3公厘為宜，最好是打磨成粉狀。這些散裝材料在應用前均應烘烤，以能達500—600°C為最好。

所用的鐵合金均應打成細粒，並須烘烤後應用。

作為坩堝爐的理想燃料是灰分低、熔點高的冶金焦，這種焦炭的灰分不會結成塊，容易漏過爐柵，保持很好的燃燒。其他燃料如普通嵐炭或無煙煤也可應用，但操作上較為困難。所用的燃料應打成不大於100公厘也不小於60公厘的塊子，太小容易漏過爐柵，造成燃料損失；太大又不能燒完，也會造成燃料損失。

四 坩堝爐的配料計算

坩堝鋼的配料也如其他煉鋼法一樣，主要目的在於調整和保證鋼的化學成分，也就是計算配加的鐵合金數量。

在熔煉合金鋼時，要計算配加的鐵合金，應知道所用廢鋼、鐵料的化學成分及所用鐵合金的化學成分。廢鋼鐵料的化學成分有時是無法知道的，在這種情形下，一般不應冶煉

合金鋼。假如廢鋼鉄料的平均成分是知道的，那么計算配加的鉄合金量就很簡單。需要配加的重量為：

$$\text{鉄合金量} = \frac{(\text{需要的鉄合金量}\% - \text{廢鋼鉄料中的鉄合金量}\%) \times \text{坩埚裝料总量}}{\text{鉄合金中含合金量}\% \times \text{鉄合金回收率}\%}$$

上式中除鉄合金回收率有變動外，其他各項都在決定煉某種鋼之前就知道的，所以很容易計算出來。鉄合金回收率不一樣，對於坩埚爐來說，我們的經驗是：

鎢鉄—100%；鉬鉄—100%；鈳鉄—90%；鈦鉄—90%；
錳鉄—90%；矽鉄—80%；鉻鉄—85%；鎳—100%；
碳粉—60%

為了說明問題，舉例如下：

假定廢鋼中含錳0.5%，我們需要鋼中含錳量為0.9%。

坩埚一爐的裝料總重為10公斤，錳鉄合金中錳含量為65%，則

$$\frac{(0.009 - 0.005) \times 10 \times 1000}{0.65 \times 0.90} = 68.2 \text{ 克}$$

即應在配料中加入錳鉄合金68.2克。

還應指出，計算鉄合金配加量時應注意鋼的含碳量。因為鉄合金有高碳與低碳之分。在上一例中，如果我們要求的含碳量為0.4%，而廢鋼的含碳量為0.35%，則在計算出錳鉄配加量時，還應計算由錳鉄帶入鋼水中多少碳。假定我們用的是高碳錳鉄，其含碳量為7%，則加入647克時，帶入鋼水中的碳為

$$\frac{0.0682 \times 7}{10} = 0.047\%$$

这样，我們所炼出来的鋼的含碳量将是：

$$0.35 + 0.047 = 0.4\%$$

这与要求的含碳量符合。証明我們可以完全采用高碳錳鉄。假如加入鉄合金后，鋼的含碳量高于要求的数值，則应采用一部分低碳鉄合金。但是，不能忘記，在可能情况下应尽量用高碳鉄合金，因为高碳鉄合金較低碳鉄合金經濟得多。

其他鉄合金的配加量計算完全相同，这里不再贅述。

如果废鋼鉄料的化学成分不知道，又必須要炼合金鋼时，只有在废鋼熔化后取样分析碳、矽、錳、硫、磷及有关合金成分，如錫、銅、鉻、鈦等。然后根据化学分析計算配加料，再加入坩堝中，繼續熔炼。这时，如加入鉄合金的量很多，已熔化的鋼水又会冻结，差不多等于重新开始冶炼。这种方法受到化学分析的限制，不能普遍应用。

用一般碳素废鋼时，如化学成分不知道，冶炼碳素工具鋼无甚关系，可以不必考虑另外加入鉄合金，熔清后适当保温，待鎮靜后即可出鋼。这样炼出来的鋼絕大部分仍会是合格的。如果废鋼是把鉄锈洗去的，也沒有必要另外加入脫氧剂（矽鉄或鋁），我們的經驗是，不加脫氧的坩堝鋼錠，質量也很好。

用生鉄炼鋼时，可采用平爐矿石法的配料計算，按照杂质氧化的程度，計算加入鉄矿石和石灰的数量，并在造渣过程中，追加鉄矿石和石灰的数量以及最后的脫氧剂数量。

五 冶炼操作要点

1. 利用废鋼作为原料的操作要点如下:

①将坩埚放在烘爐內烘烤，烘到发紅时才能应用。

②坩埚爐新开时先用木屑生小火烘烤 4 小时，然后加木柴烘烤 4 小时，爐壁已发暗紅后才加入焦炭，加到与坩埚座子齐为止。这时将已烤紅的坩埚放入坩埚爐內，端正地安放在座子上，再加入焦炭，直加到与坩埚口齐为止。

③待坩埚已发紅，才将已准备好的废鋼及鉄合金加入坩埚中，如果废鋼是小块子，則废鋼与鉄合金分层交替装入；如废鋼是条形的，应将废鋼条理順捆好，鉄合金加在坩埚底，捆好的废鋼装在鉄合金上面。然后盖上已烤紅的坩埚盖。

④火已发旺后，再往爐內加入焦炭，直到与烟道出口底端齐为止。然后盖上坩埚爐盖，尽可能加以密閉。

⑤約經60—100分鐘后，打开爐盖上的小盖，用鋼钎探料：看鋼是否已經熔化。如已經熔化即应加以攪拌，否則輕攪拌后再封閉爐盖加热。

⑥鋼水化清后，保温20—30分鐘，再用鋼钎測溫。这时，鋼钎应在爐內烧紅才放入坩埚內去，等 20—30 秒鐘取出，如不沾或很少沾鋼水，并无大的火花飞溅，証明温度已达 1500°C 以上，可以立即組織出鋼。如温度不够，应再繼續保温。这时应注意炭层高度，如炭层已很低，炼的是碳素鋼的話，也应该立即組織出鋼。如炼的是合金鋼，則应再加焦

炭，直到全部熔化，溫度已提高時才出鋼。總之，應力求避免在熔化後追加焦炭。因為這時再加焦炭，已熔化的鋼水又會凍結，等於從新開始熔煉。

⑦出鋼前應組織好人力，二人輪流掌握抱鉗，從坩堝爐內把坩堝夾出來。夾出後立即放入抬架內，另外二人立即抬起澆入鋼錠模。澆鋼時，另一人用鉤鉤住坩堝，以免倒出來，另一人用渣扒擋渣，不讓渣子流入鋼錠模內。

⑧出鋼後立即通底炭，儘可能把已燒過的細碎焦炭通下爐橋，並即把還在發紅的坩堝放入爐內安好，再裝入焦炭至與坩堝口齊，重複以上③項以後的操作。

2. 生鐵煉鋼的操作要點：

①烘爐出鋼的操作與上述相同。

②生鐵含硫磷均高，應注意造渣材料的烘烤溫度及加入的次序。我們採用兩種方法：一種是將熔化的鐵水加入預熱的造渣材料坩堝內；一種是將冷生鐵加入已熔化的造渣材料坩堝內。

③在造渣過程中，採用扒渣及追加造渣材料的方法。

④純沸騰的時間必須保證。

⑤出鋼時加入脫氧劑。

⑥在鋼包內先盛預熱的脫硫劑（現在採用石灰粉、螢石、電石的合成劑可以脫硫80%），然後將鋼水沖入鋼內。

⑦脫硫後再行鑄成鋼錠。

六 冶炼中应注意事項

冶炼坩埚鋼中常出的事故是不熔化和漏鋼。一般应注意以下問題：

①坩埚爐密封加热至5小时后，如果还不熔化就認為是事故。主要原因是燃料問題，很可能是灰分結瘤，阻塞通道。这时应立即用大鋼鉗把結瘤打去，并經常从爐桥下通灰，保持灰坑內通亮。其次是通风不足，可以采用风机或电扇来吹。如果爐子很久未用，也可能是爐体受潮或烟道受潮，这样往往需要三小时左右的額外加热時間。所以坩埚爐最好連續生产。

②漏鋼事故的发生有两种可能：一种是坩埚受到损伤，比如用鋼鉗通炭层或打灰瘤时碰坏坩埚，用鋼鉗探料时用力过猛打坏鋼鉗；或者坩埚使用時間太久，自然浸蝕穿了。这些原因只有在操作时注意，才能避免。另一种是废鋼装的太滿，当熔化后順着坩埚外部向下流。无论那一种漏鋼，都会使爐桥冻结，被迫停爐。所以应力求避免。

③倒鋼事故，发生在用抱鉗抱出坩埚时打倒了。可能的原因是沒有夹紧或因在爐內夹得太久，抱鉗烧軟了，也可能是夹出来时碰到爐壁而撞倒。这种事故很危险，应在操作时小心。抱鉗应有二把，如果在爐內長時間抱不好坩埚，一定要换抱鉗，不可勉强使用。掌握抱鉗的人应有二人，一人支持不了就换人，也不可勉强操作。

④在生鉄炼鋼的时候，由于碱性渣浸蝕坩埚爐很厉害，

渣綫浸入深痕，容易斷落及漏鋼，操作尤須細心，以免發生事故。

七 坩堝爐煉鋼的優點

1. 設備簡單。無論是砌在地面上或地面下的坩堝爐投資都很少，即使全部材料要新買，也不到一千元。

2. 操作容易。它的冶煉過程很簡單，只要求能配料及看溫度即可。冶煉普通碳鋼，不會配料也無關係，一般只要一天就能學會。

3. 成效快。修一個坩堝爐只要兩三天的時間，修在地面上一天都可以修好，兩天就可以出鋼。

4. 坩堝爐可以冶煉各種合金鋼，滿足生產上的特殊要求。我們已經煉出了高速工具鋼、耐熱鋼、滾珠及其他合金鋼。

5. 可以用生鐵及鐵礦石直接煉鋼，原材料來源沒有困難。

坩 埚 爐 煉 鋼 (之二)

上海冶金局 吳光亞

坩埚煉鋼是18—19世紀盛行的一種煉鋼方法，只要一個石墨或高嶺質粘土做的坩埚和加熱坩埚的坩埚爐，將廢鋼或毛鐵塊放在坩埚內加熱就熔煉成鋼。這種煉鋼方法設備非常簡單。坩埚可以向耐火材料廠購買，在出產石墨和高嶺質粘土的地方，還可以自己製造。一座坩埚爐只要一天功夫就可以砌成。厂房更加簡單，普通瓦房就可以作為厂房。因此一個煉鋼工廠只要很少投資就可以投入生產，而且方法簡單，操作容易，一個完全不懂得煉鋼的人，很短時間就可學會操作方法。

當然，現在直接用過去坩埚煉鋼的方法是可能的，因為過去坩埚煉鋼的原料是廢鋼或熟鐵，廢鋼熟鐵沒有雜質，不須經過氧化作用。而現在主要的問題是如何利用各地土高爐所生產的鐵來煉鋼。生鐵的雜質多，如果只用生鐵放在坩埚內熔化，而不除去雜質，當然不可能得到鋼。我們決定設法解決這一問題。用生鐵在坩埚中煉鋼，在世界上還沒有過，沒有現成的參考資料，碰到不少困難，但在黨正確的領導和總路線照耀下，依靠了集體力量，終於試成在坩埚中用鐵礦石為氧化劑，用石灰為造渣劑，使鐵水去掉雜質的辦法。

坩埚煉鋼的設備

土法坩埚煉鋼的設備最主要的是直接用來煉鋼的坩埚和一座坩埚爐。

坩埚因系盛鋼水的容器，必須具有耐 1600°C 高溫不軟化、傳熱快和在溫度急變時不致因坩埚內外壁溫度相差較大而爆烈的特點。一般最好用粘土和20—30%的石墨混合制成的石墨坩埚。如果沒有石墨坩埚，也可以用高嶺質粘土坩埚來代替。由於加入坩埚的石灰屬於鹼性，對坩埚有浸蝕作用，還要在坩埚內層搪一層2—3公厘厚的鎂砂內襯做保護層，如手邊沒有鎂砂，也可用新燒的熟白雲石代替。

另外還要配一底座和蓋子，底座和蓋子是粘土質，可以自己製造。坩埚蓋上要開一小孔，讓坩埚內氣體排出，同時也供鐵條伸入坩埚試探熔煉情況。

坩埚容量小的只裝幾公斤，大的可裝三百公斤。

坩埚爐有不同設計，最簡單的是高約1公尺多、用柴油筒砌成的，在柴油筒內部砌一層耐火磚，耐火磚裡面又搪一層耐火泥。爐子下部有爐柵，爐柵下是進風口，在爐子上部有廢氣排出口。利用鼓風機從進風口向爐內鼓風，使爐內無煙煤燃燒。廢氣經過煙道、進入烘烤爐烘烤坩埚，最後由煙囪排出去。這裡須要注意的，如果沒有鼓風機，可以砌高煙囪，利用煙囪的吸力自然通風；煙囪吸力不足時，還可用木板風箱補充，必須使爐子得到足夠的風量，爐內達到一定的溫度。（圖1）

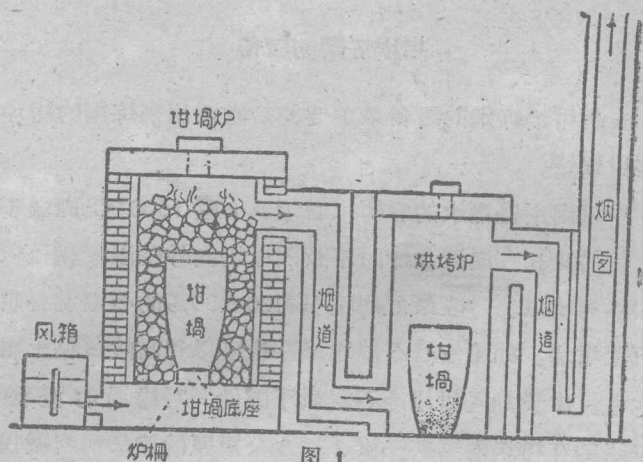


图 1

怎样炼钢

坩埚炼钢主要是利用铁矿石加入坩埚内使铁水中碳氧化成一氧化碳跑掉，硅、锰、磷等也生成氧化物变成溶渣浮在钢液上面。但这些物质是不稳定的，温度增高时，它们会还原，回到钢液中去；硅和锰没有害处，磷使钢的性质变坏。为了除磷，还需要在加入铁矿石的同时加入一定数量石灰，使二氧化硅、五氧化二磷和硫化物化合成为硅酸钙、磷酸钙和硫化钙，使它们保留在溶液内。

炼钢的步骤大致如下：

(1) 为了使铁矿石加入坩埚后容易熔化，首先将铁矿石研碎到 2 公厘大小，配一定数量石灰粉放进坩埚内，坩埚放在烘烤炉内烘烤到红热但不粘结为止。(2) 同时准备铁水。有高炉的地方当然直接有铁水供应，如无高炉，可用冲天炉将生铁熔成铁水；如连冲天炉也没有，可将生铁打碎成

一、二寸小块放进坩埚內，并在坩埚爐內进行熔化。（3）熔化时如果鉄水含硫較高（土高爐的鉄水含硫較高），須加入占鉄重量0.5—1.0%的純碱（苏打）扒去溶渣去硫。如鉄水含磷和硅过高，先在烘热的空坩埚內加入烘热的鉄矿粉，再迅速冲入鉄水使成溶渣扒掉。（4）坩埚內繼續加入鉄矿粉，石灰粉和鉄水，一面用棒攪拌。一面繼續加入粉末。在攪拌过程中，鉄水渐渐冷却和粉末結成一块生鉄、鉄矿粉和石灰粉的混合物。（5）將混合物放在坩埚爐內熔煉大約二、三小时就可熔化，这时可用鉄条从坩埚盖小孔伸入坩埚內試探（图2），如發現未完全熔化，再加些煤。（6）等完全熔化后，扒开坩埚盖，把溶渣扒去一部分。如果生鉄含磷硫較高，这时可再加一些石灰，盖好繼續加热。如果溶渣太粘或石灰不溶化，可以加少量螢石或鉄矾土化渣。（7）最后，当熔煉完成时，扒开溶渣（图3），加入一定数量的錳鉄和硅鉄（其数量須按照鋼的成份要求計算）以及少量的

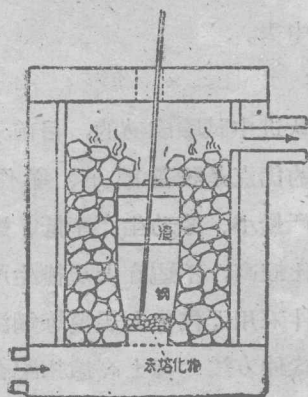


图 2

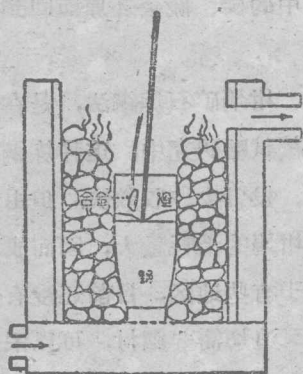


图 3