

土法冶金学

TUFAYEJINXUE

[初 稿]

下 册

东北工学院 支援地方钢铁工业建设河南大队编
北京钢铁学院

1959 年 1 月 郑州

第二部份 煉鋼

土煉鋼必須迎頭趕上。在突破煉鐵關之後，河南人民在黨的領導下又向鋼展開了攻堅戰。鄭州用燒結鐵煉鋼，商城用熱鐵水煉鋼的兩朵鮮花，迅速的開遍全省，滿山遍野爐群棋佈，山谷平原鋼花怒放，光數百星騰空而起。特別是商城全國土法煉鋼現場會議以後，河南已成為全國土法煉鋼的一面紅旗，以飛步躍過鋼產指標的雄姿，奪得了全國煉鋼的金榜第一名，從此揭開了我國鋼鐵工業史新的一頁。

土法煉鋼有悠久的歷史和廣泛的手工業市場。它約在清朝咸丰二年，已進入手工冶鐵工廠，這距今已有200餘年的歷史，它當時可製作幾百種農具、二具和工器具材、部件，並且遠銷豫南、皖北、鄂東一帶。儘管如此，過去多少年來，它都一直受學洋辦土的人的輕視，認為它「落后」不能與洋鋼一樣登大雅之堂。當黨提出鋼產要翻一翻，必大行。小土群「方針」以後，呼雷一聲，土鋼大顯神通，日產鋼達千噸以上的有信陽，商城，魯山，商縣和洛陽市，其中魯山放達日產700噸的工業。這個過去無名無聞的腳色，今天已升入鋼鐵元帥府的正堂。而在这1070萬噸鋼的光輝數字裡，又記有它無數的事功征蹟！

我們熱愛祖國的冶金事業，更珍愛它美好的前程。因而我們不但要繼承祖先智慧之結晶，而且在今後工作中還要不斷開千百萬羣眾之先驅之創造，使不斷鞏固提高，為社會主義立功。

首先讓我們來熟悉一下它的全貌吧！

第六章 煉鋼的基本概念

第一節 鐵和鋼及其特點和分類

從高爐煉出來的鐵中，含有很多元素，其中最主要的元素有碳(C)，矽(Si)、錳(Mn)、硫(S)、和磷(P)，以及

量多少决定它的性质。铁的性质很脆，机械强度较低，很硬，塑性很小，不能施行压力加工。除了一小部分用在铸造业，铸成生铁铸件直接应用外，绝大部分（约80%~90%）都送到炼钢厂。炼成钢后才能进行各种机械加工，制成各种成品和钢材来应用。因此炼钢在钢铁工业中是很主要的一个过程。一个国家炼钢工业的好坏，钢产量的多少就标志着这个国家的工业发展情况。

一 钢的特性 and 分类

钢和铁都是铁和碳的合金，（纯铁在目前是根本不存在的）除含碳之外，还含有硅、锰、硫、磷及其他很多杂质。

碳对钢的产量有很大影响，含碳不同，它们的性质也就显然不同。因此生铁与钢的区别，主要是含碳不同，含C量在1.7%以上者就叫作生铁。就是从高炉中冶炼出来的铁。含C量在1.7%以下时，就叫作钢。

按含C量的不同可把铁碳合金分为以下三类：

熟铁——含碳为0.15%

钢——含碳在0.15%~1.7%之间；

生铁——含碳在1.7%以上，即1.7%~4.5%。

同时碳钢按含碳的不同（机械性质也不同）又可以分为以下三类：

低碳钢——含碳在0.15~0.3%之间；

中碳钢——含碳在0.3%~0.7%之间；

高碳钢——含碳在0.7%~1.7%之间；

因而它们的性质也就各不相同：

熟铁 性很软，含夹杂物较多，强度很低，易锻、易压易弯曲，形变而在工业上很少应用。

生铁 很硬，性脆，强度低，塑性很小，不能承受压力加工及一些机械加工，只能大部铸成铸件来直接应用，而大部是作为炼钢的原料来应用。

鋼——性質很堅韌，性硬，強度大，富有彈性。可以進行各種壓力加工（鍛、壓、拉）和機械加工，又可進行熱處理。因此可作成各種各樣的工具與機械。

在碳素鋼中也是由含C量的不同其性質各有不同，含C越高，性質就越脆、越硬，韌性也就越小。

上面談的是碳素鋼。如在碳素鋼中加入鉻、鎳、鉬、錳、鈮等合金元素，則成為合金鋼。含有各種合金的多叫作鉻鋼、鎳鋼……等。在鋼中同時含兩種合金都較多，如同時含鉻和鎳時，叫鎳鉻鋼。合金鋼中含各元素的不同，性質也各不相同，因而也就各有不同的用途。

鋼的種類甚多，除上述分法外還可按冶煉方法，用途，化學成份、質量及脫氧程度來分類。

1、按冶煉方法分為滲碳鋼（用滲碳法煉成）堆垛鋼、轉爐鋼、平爐鋼、電爐鋼及土鋼。

2、按用途可分為結構鋼、工具鋼和特種鋼。

3、按化學成分分為碳素鋼、合金鋼（低合金鋼、中合金鋼及高合金鋼）。

4、按質量分為普通鋼、優質鋼和高級優質鋼。

5、按脫氧程度（即鋼水中含FeO的多少）分為沸腾鋼（含FeO較多）、鎮靜鋼（含FeO少）和半鎮靜鋼（二者之間）。

第二節 煉鋼的基本過程及煉鋼方法的分類

一、煉鋼的基本過程：

煉鋼過程與煉鐵過程是完全不同的，煉鐵是把鐵礦石（鐵的氧化物）中的鐵，藉助還原劑（碳）的作用而還原（還原是某物質與氧化合的氧化物，又失去氧叫作該物質被還原）。因而高爐煉鐵過程就是一個還原過程。也就是把鐵的氧化物中的氧，去掉的過程。

我們都知道，生鐵中含碳比鋼高，同時其中含有很多雜質，必進一步冶煉。這就要在高溫下，用各種不同方法來減少其中的含碳量和一些雜質。同時使其熔液獲得一定的高溫，以便鑄成錠和各種機械鑄件，這一個過程就是煉鋼。由日常經驗和科學上的研究，我們知道，氧是一個很活潑的元素，它很容易和金屬化合（即這金屬被氧化了）同時也很易與碳燃燒成 CO_2 （二氧化碳）。煉鋼就是利用空氣中的氧或一些氧化劑（矿石）中之氧，在高溫下與生鐵中之碳、矽、錳……作用，使其氧化，變成氣體跑掉，或成為爐渣。減少含碳量和減少或增加（合金）其他元素之含量，達到各名鋼所規定的成分，這就是煉鋼過程。在這過程中各種雜質被氧化而除去，所以這個過程與煉鐵過程正好相反。是一個氧化過程（鐵的氧化）。

二、煉鋼方法的分類

古代的煉鋼方法，將在附錄中敘述，這地方就不再敘述。近代的煉鋼方法，按其操作和利用的氧化劑不同，可分下三类，簡要向大家介紹：

（一）電爐煉法

這種煉鋼法的热流是利用其特有的設備，把電能轉化成熱能來熔煉金屬和提高金屬溫度，使氧化過程很好進行。這是現在最先進的冶煉方法。由於是利用電能，可把冶煉溫度提到很高。這就可熔煉很多難熔的元素如錳、鉻、矽……等的合金鋼（特殊鋼）。因而在特种工業中電爐煉鋼的意義是很大的。

按照電能轉為熱能的方法其主要可分為兩類：1. 電弧爐：是利用爐中插入的石墨電極或碳質電極與金屬之間形成高壓電弧所產生的熱量，來進行熔煉。

2. 感應電爐：是利用爐外繞的感應線圈，通以高頻率的電流，與內部金屬的感應，而產生的熱量來熔煉金屬。

電爐煉鋼方法：產生的溫度高，容易科學的控制……但因消

耗大量的电能，成本较高，添积较小，在我国现在的情况下不能普遍的应用，当然是我们未来较普遍的方法。

(二) 转炉炼钢法：

按其炉衬的耐火材料不同，又分为酸性与碱性转炉炼钢法。按其鼓风的不同，又可分为底吹、侧吹与顶吹。

转炉炼钢法	{	酸性转炉	{	酸性底吹转炉。
			{	酸性侧吹转炉。
	{	碱性转炉	{	底吹碱性转炉。
			{	侧吹碱性转炉。
			{	顶吹纯氧转炉。

(三) 平炉炼钢：

按其熔池耐火材料的性质分为 { 酸性平炉炼钢法。

{ 碱性平炉炼钢法。

后面两种方法（转炉、平炉），在以后的几章中将详细的提到，因而此地不详述。

第七章 土法煉鋼

第一节 河南省商城土法（低溫）煉鋼

一、簡史和特點：

（一）商城的煉鋼方法，是我們古代鑄鋼方法中的一種。

其流動性的生產相傳約有1000餘年的歷史，據說那時只是自給自足的生計形式，而且發展也較廣泛。它與當時的鍛鐵工業是密切結合的。那時的工具鋼就產生於這種方法因缺乏廠史資料的敘述，不能全面的闡述。成為定型，約有200餘年的廠史（約在清代咸豐二年進入工場手工業生產）。當時人們管它叫做炒鐵（因為煉出來大部是熟鐵）；炒鐵原料是用鑄鐵。我們訪問了幾個師傅，他們不但自己從事煉鋼生產已經三十多年了，而他們的父親、祖父也都是以鑄鋼為生。但是在解放前的反動統治年代裡，少數的統治者壟佔了這唯一的工場，用來作為剝奪廣大人民財物的工具。這些工廠當時的生產量很低，最高年產鋼約千噸左右。

解放以後，工廠為人民所有，個體生產走向了集體化，鋼的產量因而也漸增，1957年產鋼就增到一千五百噸左右。在今年的大搞鋼鐵運動中，不但原有爐子都投入生產，而且又新建了幾十倍，甚至幾百倍以上的爐子。原來的煉鋼工人在這個運動中大顯身手，發揮他們的巨大力量。

（二）特點：

1. 可就地取材就地使用。所用的生鐵不受限制，即可用冷鐵來鑄鋼，又可用高爐出來的熱鐵水直接來鑄鋼。不要現代設備又不用加任何鐵合金。其燃料利用木柴和木炭，這正適合於缺乏煤、焦炭而盛產木柴的山區。

質量很好。經實際證明與洋法煉成的低炭鋼不相上下。不僅可以制各種農具、工具、農具和建築材料，而且最近用它制成了機器和車床、滾珠軸套等，同時也能作軋鋼材料。煉出的熟鐵還可用洋法煉成低炭、中炭或高炭鋼來使用。

2. 設備簡單、造爐快、花錢少。其爐子本身是用當地黃砂土打結而成的。如沒黃砂土可用普通黃粘土加砂也可，不用耐火土、耐火磚，而且經久耐用。只用三個小鉄板，六個鉄釘加固。設備與工具更為簡單，只要一個風箱（當然鼓風機也可以），鉄杠四根，鉄錘五把，鉄鉗兩個，另外是一些自己可以隨便作成的簡單工具。造爐非常快，五個人工作十二小時就可造一對爐子。造價三百元左右。一爐一天能產鋼一噸半。

3. 用人不多，組織靈活，操作容易、技術易學。

4. 出鋼率高，用冷鉄煉鋼時出鋼率為85~90%，用熱鉄水煉鋼其出鋼率達90~93%。

本煉鋼法的特長是：生產出來的鋼塊較小，鑄打或軋大件不方便。

二、造爐與烘爐

(一) 造爐：

造爐的好壞直接影響着爐子是否能正常生產，產量的高低，壽命長短，操作是否方便等關係，因而必須重視這項工作。

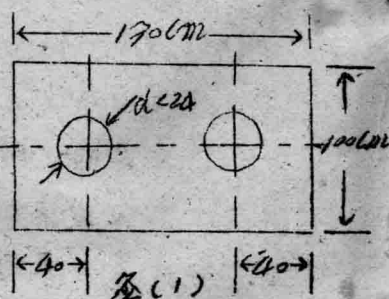
1. 选好爐基：選擇土質較硬、地下水位低的乾燥地方。

2. 筑爐：

在选好的爐基處最好挖一個長170公分寬100公分、深90公分的大坑、把底打實，再筑上厚度約4公分黃砂土作為爐底，一定要打實越實越好。然後在大坑兩頭各距40公分的中心處各豎一個粗細約24公分左右的木柱，這就是兩個爐子的位置。

如圖(1)然後就分層用黃砂土打結，分六次打完。每層料都要碼打結實，直打到地平線為止。如圖(2)

造爐所用的黃砂土應乾燥要求粗砂要佔30~45%。如沒有黃砂土，可用黃粘土打碎，摻入40%左右的粗砂，反



要带风，合水要适当，料配好后，抓起来可以捏成一个坚硬的团子，摔在地上又能散开，那面，如黄粘土也没有，用耐火砖砌也可以。

(二) 挖炉

挖炉是个细致而艰苦的工作，要求耐心、仔细而准确。一定要注意保持炉口到炉腹，炉底到炉腹的弧度，每一部份的尺寸必须按图施工。

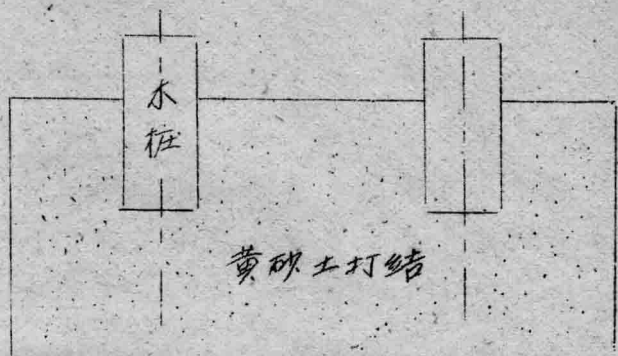


图 (2)

炉膛筑好后，先用木拍在上口打光、打平；然后仔细的拔掉木柱（加木柱的目的就是使炉膛先成一个圆柱体的空洞，便于挖炉工作），开始挖炉。

1. 用圆口铲先挖成与炉底直径相同的 $D=28$ 公分的圆柱体。
2. 向四外擴張挖炉腹（其直径为 62 公分），开始挖成弧形最后挖成橘子形。炉口处挖的越薄越好。
3. 扩大炉口直径，使其达到 31 公分。
4. 炉缸挖深 38 公分，清好炉底，用括刀把炉缸四周括光括平。这时就可以用木炭慢火烘干炉子。挖好后如图 (3)

(三) 安炉盖及挖料口

1. 炉盖（也叫天门盖）的做法：

用黄泥土掺 40% 的粗砂，以水作结合剂来拌和，成干泥状后先做成一个约有 70 斤重的大团，然后逐渐打扁，成为一个半圆形，长 53 公分，宽 43 公分，厚 3 公分。先用草拍子（木拍子上绕

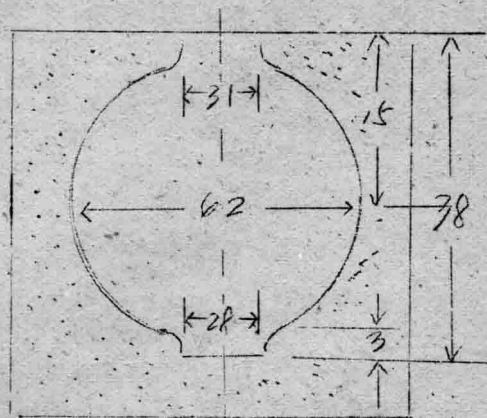
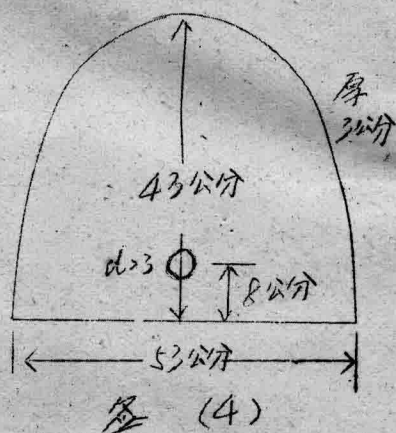


图 (3)

有算绳) 拍打, 使其接近于上凸的尺寸。放在没有阳光的地方自然干燥两天, 再用很光的木拍来拍打, 打成如图(4)所规定的尺寸。然后放在空气流通而没阳光的地方自然干燥七、八天, 以后可以用微小的火烘干即可使用。在做天门盖时应特别注意的是不可在日光下晒, 更不许在大火上烘烤, 因为温度太快会使盖烈开而不能应用。盖烘干后在距炉盖半边 5 公分的中心处凿一个进风眼, 其直径为 3 公分 (炉缸最大直径之 $\frac{1}{20}$)



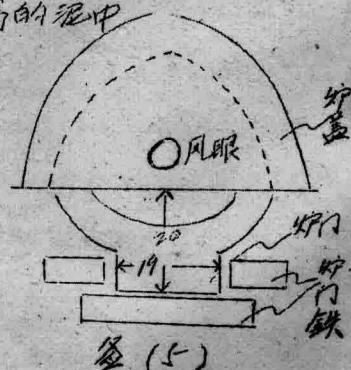
2. 装炉盖

炉盖作好, 炉子烘干以后, 把炉内灰尘除净, 仔细的找好炉底中心, 然后把炉盖放上, 从风眼的中心处向下吊垂锤, 使风眼的中心对准炉底的中心。不可有任何偏差, 否则吹进来的风打不到炉底中心, 使之没力、运转不正常, 对冶炼有着极重要的影响。盖好后在与炉膛接壤处, 涂上粘而细的泥, 最后对好中心对准。

3. 挖炉门:

炉门也叫进料口, 同时也是出钢出渣口。在天门盖的旁边垂直方向长 20 公分处, 宽 19 公分挖一炉门, 然后在炉门的左右各树立一块高约 28 公分, 宽 20 公分, 厚 0.8 公分的铁砧。炉门前端平放一块约长 50 公分, 宽 20 公分, 厚 8 公分的铁砧。左、右、前三面都用炉门钉扣住, 钉的另一端, 插在炉高的泥中。

炉门铁砧的作用是保护炉门。天门盖和炉门安好后即如图(5)的情况



4. 造炉窝:

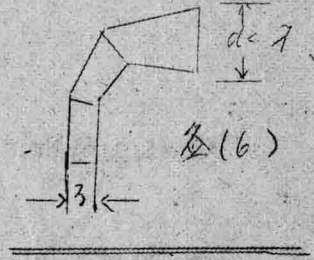
用白铁皮打成一半圆形的送风管, 尺寸如图(6)。小口垂直对准天门盖

的风眼，固定后用黄砂泥加上少许的草筋和圩堆在炉上，造成象耳朵形的炉窝。其作用一方面是在装料时起挡料作用，同时也起着固定送风管、天门盖和炉门铁的作用。

送风管的另一端（大口）接风和 风机。

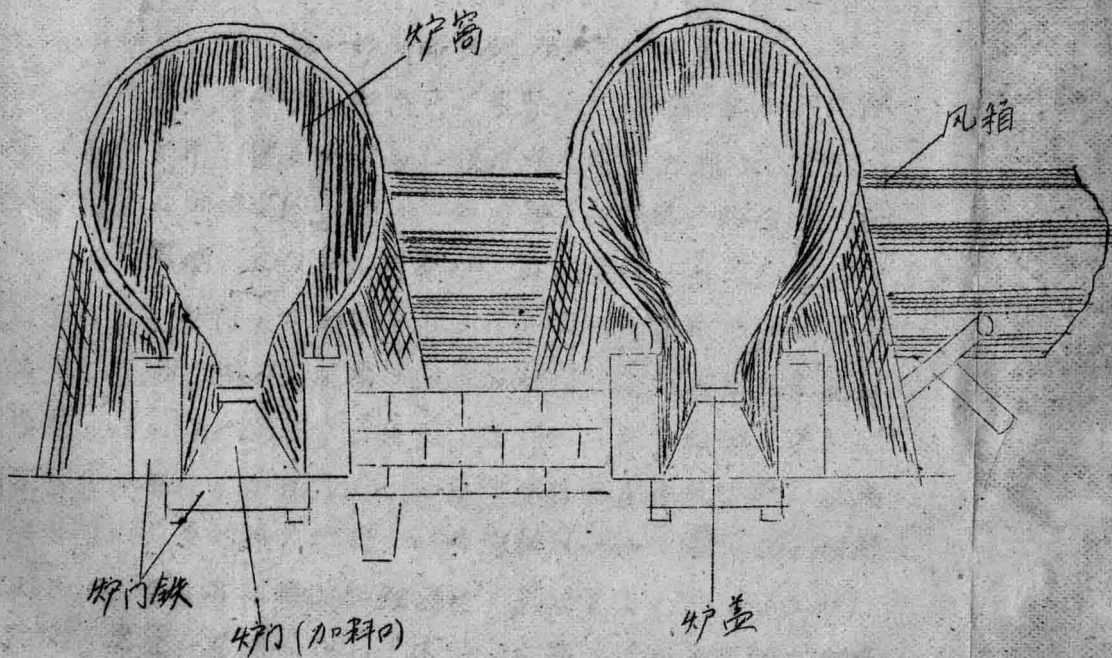
经过用木材或木炭烘干后就可以进行冶炼。

。炉形如各（7）各（8）



土法(低温)炼钢外形图

备 (7)



备 (8)

炉门铁

炉门口

炉窝

通风管

A

A

炉窝

通风管

炉门铁

炉门盖

※ 3 ※ 3 ※

※ 3 ※ 3

炉门口

打结泥料

炉膛

A—A 部圖

三、操作与原理：

低温炼钢，按其操作方法，可分为用生铁炼钢与用铁水直接炒钢两种。下边分别加以述之：

(一) 生铁炼钢（冷装）

1. 准备工作：

(1) 备料：

i 生铁要破碎成小块，要求其粒度最大不得超过20公厘，因过大不易熔化，同时浪费了燃料。

大块铁不易粉碎时，可以先把它加热烧红，再突然浇以冷水，使它在高温突然变冷。这是一个淬火过程。由急冷使铁的組織突然转变（变硬脆），用锤一打即碎了。

ii 准备好一般生产所需要的原料：生铁1500斤（或废锅及一部废钢），木炭120～170斤，木柴80～100斤。

(2) 整理与准备好生产所用的工具及一切材料。

(3) 炉子烘干后再鼓风大火烘烤2～3小时。

2. 操作及原理

(1) 上料：先称好每一炉所用生铁166斤，木炭15～20斤，木柴10～12斤后，先从炉门加入7斤木柴，再从炉高上加入生铁100斤，木炭2斤（使其从炉高上使铁并在木柴之上往下流）。接着将炉门关上开始送风，约10～20分钟，铁受热已经变红，看到先从炉门冒黑烟，几分钟后冒黄烟，再10分钟后冒火红色，渐而变白方可打开炉门，把料搅平，上第二次料。第二次加料要看火色及温度来调整燃料和风量。如打开炉门，看铁受热突然变红，但温度不高，翻一翻看背已发黑，或料根本改变红时，第三次加料就要多加燃料，用力鼓风，如看铁受热已全变成白色（温度高），就可以适当的减少燃料，以后慢鼓风。如正常情况，铁都变红时先上木炭5斤，再上生铁66斤，最后木炭6斤，关上炉门继续鼓风。这是一个利用燃料（木柴、木炭）来加热生铁的加热

过程。当铁加热达到杂质能进行氧化的温度时，也从炉门上口冒出白色火花，炉中心发白，周围通红，同时听到渣₂的响声，这说明温度已基本上达到了要求，可打开炉门进行吹铁。

(2) 吹炼操作及原理：

见达到上述温度时，打开炉门后，先用大杠将料搅平，炉内的生铁就开始了逐渐破碎。碎到那裡就翻到那裡，不能乱翻。要把烧红而带有浅黄色的小铁块拨到风口处来吹炼，这时铁块表面的温度（浅黄色）估计已达1300多度，在小铁块的表面与空气接触时，其中的杂质（S、Mn等），就开始氧化，放出了热量，提高了本身的温度，杂质也随之减少。这就是为什么木炭已经烧完而其铁的温度却还能升高，及风口处温度升高最快的原因。当大部铁已经都变成松散状态时，换用小杠，把风口处的小铁块逐渐敲成团，进行一层层吹炼，当团子发白时（估计1500度左右），即炭已经氧化完了，达到了钢的标准。这时要立即钳住开始锻打。

锻打时掌钳要灵活，翻转要快而均，要有目的地把所要锻打的地方送到锤下。掌锤工人应根据掌钳工人的指示进行锻打。三人工作必须协调配合好。

i 锻打时开头要轻，最好用木锤，以防把炼好的松散状的白团打散，粘结不紧，待钢被打成立方体时，约4分钟可以结束第一次锻打。

ii 钢锭已由白变红或紫色，开始重打，挤去钢碴和使其结合紧密。如果发现打不紧，这说明渣子没挤出来底再打，如还不行，可放在锻工的加热炉中加热后再打。这阶段打的不但要重，而且下垂要快，两人连续的打，约100锤左右即可打成一个约三公厅重的钢锭。

iii 最后是平整老帽的阶段，这时钢锭已变紫红色或黑紫色，要轻打，落锤要平。

一个团子在锻打时，炉前炒钢工要先把团团的松散状的钢叉放在风口处反复翻动，吹成面色的钢团。应该注意的是钢团任何地方不得有一处黑色，一个团变白后又钳工来锻打，其它的又在继续吹炼，直到一炉炼完为止。

在吹炼时，炉前工应注意下列事项：

(1) 如团操作不良，而使钢团结成火块，同时内部还没吹好时，应迅速迎迎的同小杠将它搬到风口处温度最高地方用力撬几下，将其撬碎。

(2) 吹炼时一定要使钢团从小而大，即每一度吹白后翻炼一次，使钢团又粘上一层红色铁块，继续吹之，决不可先吹成一大团再来吹炼。这样结果是外熟里生，不能锻打。

(3) 扒渣、补炉与清理：

炼完钢后，用渣把轻，的把炉内炉渣扒去。再检查炉缸是否漏铁坏地方，如有就先用小扫帚粘上水向坏的地方刷湿，然后用木拍或用钳子上口放有补泥的湿草把进行补炉。补好后将草把弄平清理炉缸。

钳工与锻工同时清理炉前及操作地方。把锻打时的氧化铁皮用筛子筛好以备下炉加入炉中继续冶炼。

拉风箱的工人在操作中要与炼钢工很好的配合。开始时不要太风，因这样不但使燃料继续太快，同时影响炉前工的加料操作；盖好炉盖后可逐渐增加风力。在吹炼时拨成团而要大风时要用力，快速拉。如炉内温度过高时就可适当减慢。

以上为整个操作过程简单的原理，因为原理与转炉相同，都是借助于鼓入空气中氧气来与铁中之杂质和炭产生放热反应，而使温度逐渐提高。与转炉所不同的，只是转炉是用液体铁水，而它是用半熔状态的铁块。转炉是靠铁水的搅拌来氧化均匀，而它是用人力翻炼来使铁块表面上一层氧化。此也不再详讲，其反应原理可参看转炉部分。

四、常見之事故、原因及處理。

1) 炉料凝結 (即炉料結成大塊)：

在吹煉時有時炉料凝結在一起，形成一個很大的塊，放在风口處有時搗不碎，但裡面沒有吹好。

產生的原理可能有以下幾個：

1. 由於裝入炉內的木炭不足，炉內溫度不高，雜質不能氧化，炉料沒有燒好，因此結在一起。當用冷風來吹時越吹越涼，不能搗碎，最後也不能吹煉。

2. 風量過大：即在原料還沒有加熱到一定溫度以前，風量太大，把燃料吹出爐外，使鐵塊溫度不高。同時在吹時，風量太大，不但使风口處小團變白，而使其他沒在翻攪的地方表面也氧化凝結在一起。

3. 操作時攪拌炉料技術不熟練，動作慢，吹煉不均，形成凝結。

4. 開爐門過遲：炉內鐵塊的溫度已經達到吹煉時的溫度，應為進行吹煉，把多余的燃料吹出。但因動作遲，使炉內紅鐵塊不能經過翻攪加熱均勻和吹去多余木炭，這樣會使一部鐵塊熔化而另部溫度很低，形成凝結。

5. 炉子使用過久，炉底被侵蝕的愈來愈深，因此吹煉時風力達不到底，使變成松散狀態的鐵溫度又降低，產生凝結。

處理方法：

1. 將大塊搬到风口處，不斷翻轉，竄吹片刻，再用紅迅速搗碎。如馬上搗不碎，為不影响繼續操作起見，可把它搬到一邊，等其它鋼已出完再來搗之。

2. 為不影响繼續翻砂和免得愈結愈大，可用鉗子將凝結塊鉗出爐外打碎，作為下一爐的炉料處理。

3. 如發覺風量過大就要即時的減小。

4. 如炉子侵蝕坏了，下一爐加料之前必須用黃泥補好。