

土法煉鋼叢書

东 工 式 小 平 爐

(燒煤双向換熱式平爐)

东北工學院 著

冶金工業出版社

目 录

緒 論	1
第一章 爐子构造及其工作原理	9
第二章 爐子的砌砖及烘爐	30
第三章 热工操作	43
第四章 爐子的維護及修理	53
第五章 炼鋼的基本原理及操作	58
第六章 車間及附屬設備	75

东工式小平爐

东北工学院 著

1958年10月第一版

1958年10月北京第一次印刷 50,000册

787×1092·1/32·50,000字·印張216/32·插頁3·定价0.29元

北京印刷厂印刷

新华書店發行 書号1269

冶金工業出版社出版(地址:北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

緒 論

鋼鐵工業是元帥

鋼鐵是我們最熟悉的金屬材料。在人類社會的進步和發展上，鋼鐵起了巨大的作用。在今天，鋼鐵作用就更為重大了。沒有鋼鐵就造不出機器，造不出火車，汽車，輪船，修不起大的橋梁和工廠，沒有鋼鐵，農業的機械化也就成為不可能。沒有鋼鐵，國防能力就不能加強。所以說，一個國家的鋼鐵工業水平對整個國民經濟和國防能力起着重大影響。

黨中央和毛主席英明地總結和制訂了我們的社會主義建設總路綫，同時正確的制定了我國鋼鐵工業發展方針，政策和具體道路。黨指出，鋼鐵工業是整個工業的基礎，是整個工業的元帥。為了發展我國的鋼鐵工業，必須大中小型企业同時並舉，中央和地方工業同時並舉；必須先土後洋，土洋結合；必須全黨動手，全民動員。

因此大辦鋼鐵工業成為全國人民當前的一項重大的政治和經濟任務。全國人民正鼓足干劲，打破迷信，想盡一切辦法多煉鋼鐵。成千上萬的鋼鐵廠已遍地開花。現在，我國的鋼鐵工業在黨的領導下，正在以史無前例的高速度向前發展着。這將大大加快我國社會主義的建成和共產主義的到來。

什麼是鋼

知道了鋼鐵的意義以後，還應該知道，只有生鐵是不行的。生鐵由於機械性能等不夠高，用途不很廣泛。所以從高

爐里煉出的生鐵有70%—80%都要拿來煉成鋼。鋼就可以經過鍛造或軋制，作成機器的部件和各種鋼材。

無論是生鐵或是鋼，都是鐵的合金，即它們除了含鐵以外還含有其他元素（主要是碳、錳、矽、硫、磷）。鋼和生鐵不同點就是它們含有以上五種元素的數量不同。其中主要是含碳量不同。含碳量高於1.7%的就是生鐵；低於1.7%的是鋼（但一般說來，鋼的含碳量很少超過1.4%）。

鋼的種類很多。根據含碳量的多少，可以分為高碳鋼，中碳鋼和低碳鋼。這些都叫碳素鋼。如果在鋼中含有其他合金元素，如鉻、鎳、鉬等，或者是鋼中含的矽和錳的含量比普通碳素鋼超過幾倍，這樣的鋼就叫合金鋼（特殊鋼）。鋼的種類不同，它們的用途也不同。

煉鋼的方法

最早的液體煉鋼（把鐵煉成鋼水）的方法是坩堝法，它是用熟鐵作原料，並加一些木炭，錳鐵等在坩堝爐（一般為石墨坩堝）中熔煉。這種方法的設備簡單，煉出的鋼的質量也很好。但是，坩堝法冶煉時燃料消耗量大、原料的質量要好，坩堝消耗量也很大，而生產率不夠高。因此，煉鋼的成本很高。這種方法曾一度被電爐煉鋼法所代替。而在我國的鋼鐵大躍進中，群眾根據坩堝煉鋼、轉爐煉鋼和平爐煉鋼的原理為基礎，創造和發展了許多土辦法，因而在目前這種煉鋼方法仍然有很大意義。

目前，做為大量生產鋼的煉鋼方法有三種：轉爐法，平爐法和電爐法。下面分別加以簡單介紹。

1) 電爐法：電爐就是用电做熱能的來源。在電爐中煉

的鋼質量好，能冶煉各種合金鋼。所以電爐法是現在不可缺少的。但是由於它消耗的電量很大，設備也較貴，所以投資很高。因此，現在只有冶煉合金鋼時和在有水力發電的地方才用電爐。

2) 轉爐法：轉爐是這三種煉鋼方法中最早的一個方法。它的基本原理是把空氣吹到鐵水中，使鐵水中的碳和其他雜質（如錳、矽、硫、磷等）氧化變成渣而除去。轉爐法不需要另外用燃料和電來加熱鐵水，而是靠雜質氧化的化學變化所放出的熱量來加熱鐵水，把鐵水溫度提高到把鐵水煉成鋼的溫度。然後，加入適當的鐵合金，調整鐵水的成分，便煉成了鋼。

轉爐有好幾種。按照爐子襯磚的性質可分為酸性轉爐和鹼性轉爐；按照空氣吹入的方法可分為底吹轉爐，側吹轉爐，頂吹轉爐。現在在全國遍地開花的小轉爐都是屬於側吹轉爐（酸性的和鹼性的）。

轉爐煉鋼法有很大優點，設備簡單，建造容易，投資少，爐子的容量雖然很小（側吹轉爐為幾百公斤和幾噸）但生產率很高（每一爐只須一、二十分鐘就可以煉好）。因此，在中小型企業中採用轉爐煉鋼法是符合多快好省的建設方針的。根據我國的具體情況，轉爐法將會日益發展，成為我國大辦鋼鐵工業的主要煉鋼方法。

然而轉爐煉鋼法也有它的短處。例如，它必須用液體的鐵水作為原料，而且鐵水的溫度和成分都有一定的要求。如果原料是生鐵和廢鋼就必須加設沖天爐等化鐵設備。目前許多土高爐出的鐵水直接在轉爐中煉鋼時就有些困難。而且，轉爐煉鋼時大約有15—17%的金屬被吹出爐外，造成損失；

轉爐鋼的質量，一般說來還不够高，煉合金鋼比較困難。這些都使得轉爐法的發展受到一定限制。

3) 平爐法：下面是一個一般平爐構造和工作原理的示意圖。

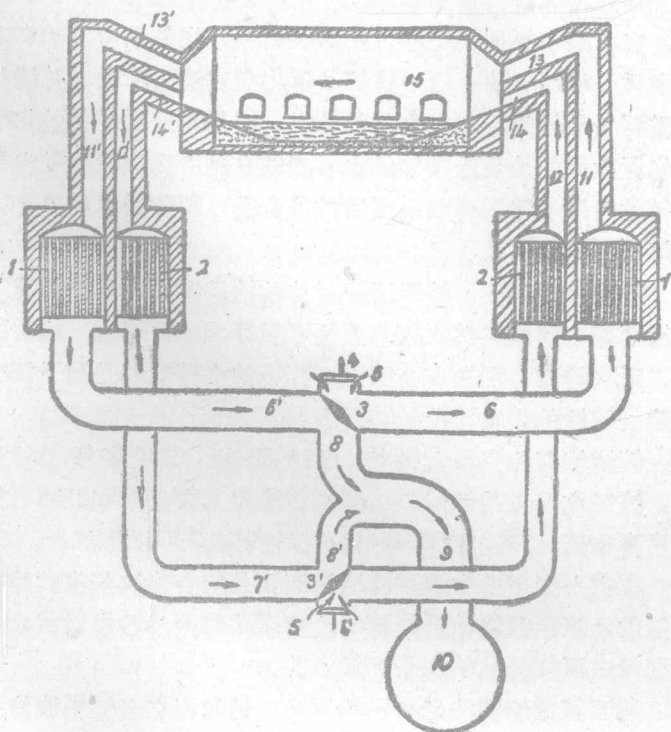


圖 1 平爐的構造和工作原理示意圖

平爐和轉爐不同，它是外加燃料把生鐵及廢鋼加熱、熔化、並提高到煉鋼溫度。一般平爐現在用的燃料必須是煤氣

或液体燃料（大多数是煤气）。炼钢时，煤气和燃烧所需的空气经过閥門 4、4' 进到烟道 6 和 7 中，然后分别进入蓄热室 1 和 2 中。蓄热室把煤气和空气预先加热到高温（ 1000°C 左右）以保证煤气的燃烧温度达到炼钢的要求。煤气和空气从蓄热室中出来后，经过上升道 11、12 和爐头的二个傾斜通道 13 和 14 而进入熔炼室（爐膛）15。煤气在这燃烧后产生很高的温度（ 1700°C — 1800°C ）。在熔炼室中装着的炼钢的原料——生铁、废钢和其他辅助材料——矿石、石灰石等，在很高的温度下面，经过一系列的熔炼过程，熔炼成钢水。煤气燃烧后的燃烧产物（废气）从对面的爐头 13'、14' 排出，经过上升道 11'、12' 进入另一对蓄热室 1' 和 2'。然后，经过烟道 6'、7' 和 8，8' 进入总烟道 9，最后从烟囱 10 排出。

在这个时期中，右边蓄热室 1、2 内的炽热格子砖，是将煤气和空气加热而格子砖本身逐渐冷却下来。与此相反，左面的蓄热室 1'、2' 的格子砖被高温的废气逐渐加热。过一定时间（10 分钟 ~ 20 分钟）后，右面的蓄热室已冷却到不能把空气、煤气加热到规定的温度，而左面的蓄热室又达到很高的温度时，就把煤气和空气的方向变换一下，使他们经过蓄热室 1' 和 2'，从左面进入熔炼室。这叫做“换向”。换向后，1' 和 2' 把空气和煤气加热，它们本身又慢慢冷下来；1 和 2 又慢慢被高温废气加热而温度逐渐升高。过一定时间就再换向。这里需要有一套很复杂且很庞大的机械换向装置 3 和 3'。

平爐炼钢法比轉爐炼钢法有很大的优越性，例如它的原料可以用铁水，也可以用生铁块或废钢，或者是一部份生铁

和一部份废鋼配合在一起。平爐的容量很大（每爐为几十吨和几百吨，最大有 500 吨）每爐的熔炼时间为几个小时，这就能来得及妥善的調整鋼水的成分。平爐可以順利的冶炼优质鋼和低合金鋼。

因此，平爐炼鋼法是现在世界上的主要炼鋼方法。在我国几个主要的大型鋼鉄企业中，如鞍山等地，都建有世界上最先进的大型平爐。平爐鋼的产量目前仍占我国鋼产量的一大部分。例如今年仅鞍鋼的平爐就将要生产 450 万吨鋼。

但是，现在一般的平爐只能在一些比較大型的企业中修建，这是因为它的設備庞大，构造复杂，需要大量鋼材，而且还必須用大量煤气来作燃料。在中小型企业 and 地方，农村都缺乏这些条件。因此，现在一般平爐不能滿足鋼鉄遍地开花的要求。

然而上面已經說过，平爐有它的独特的优点。各个地方在修建轉爐的同时，也能修建一批平爐是非常必要的。

鋼鉄大跃进提出了一个新的任务，改造现有一般平爐，寻找一条能使平爐遍地开花的途径。

东工式簡易平爐的誕生及其特点

在全党全民办鋼鉄工业的形势下面，和全国人民一样，东北工学院的师生决心在大跃进中創造奇蹟，为平爐寻找一条新的生命。东工鋼鉄冶金系的师生首先分析研究了平爐不能遍地开花的原因以后提出了一个大胆的计划，用煤直接炼鋼，創造簡易小平爐。由于党的领导和发挥了群众的干劲和智慧，这个计划已經实现。1958年8月2日就在这样一座小平爐上，炼出了第一爐合格的鋼水。

东工式簡易平爐的主要特点是：用煤煉鋼，土洋結合，設備簡單，造價低廉，建造容易，節省鋼材，並能冶煉優質鋼及低合金鋼。它直接用煤做原料，火焰從兩邊（“雙向”）同時噴進熔煉室，不用一般平爐的“蓄熱室”，而是用換熱器，所以這種爐子叫做“燒煤雙向換熱式平爐”。可以說，這種爐子克服了一般平爐的缺點，保存了一般平爐的優點。歸納起來，東工式平爐有以下的優點：

1) 用煤直接煉鋼，燃料來源容易，節省了製造煤氣的設備——煤氣發生站（這套設備是很複雜的而且需要大量投資）。

2) 用換熱器代替了一般平爐的蓄熱室，這樣就不需要換向，節省了一套龐大的機械換向設備。此外，一般平爐在換向時，火焰在爐內中斷，會使爐子溫度降低；換向也往往損失很多燃料（煤氣），有時不小心還會造成爆炸事故；這種供熱方式的平爐還大大限制了爐子供熱能力的進一步強化。所有這些都是平爐構造有史以來存在的重大矛盾。“東工式”平爐是用換熱器，不需要換向，從根本上克服了這些缺點。

3) 和現代平爐一樣，原料的適應性廣。用液體生鐵、生鐵塊和廢鋼都可冶煉。

4) 熔煉操作和一般平爐基本相同，可以冶煉優質鋼和低合金鋼。

5) 爐子的噸位（容量）將可逐漸增大，因此機械製造部門需要較大的鋼鑄件（如5噸以上）時，比建造轉爐更為有利。

此外，在爐子和使用材料上，都根據土洋結合的原則，

做了許多努力。

这种用煤炼鋼的簡易小平爐是世界上从来没有过的。这是炼鋼工业上的新創举，同时为我国全民炼鋼开辟了新的途径。在大量建設中、小型轉爐厂的同时，各地方适当的建立一批簡易平爐工厂，对利用原料及保証我国地方工业全面发展和滿足国民經济对鋼質及品种日益严格的要求，有着重大意义。

这一成功也是党的教育方針的又一光輝成就。事实又一次告訴我們，教学、科学研究必須为无产阶级政治服务，必須与社会主义生产相結合。

为了滿足地方的需要，东北工学院作出了这种爐子的定型設計图紙（經修改后，现由北京黑色冶金設計院出图）。现在又編写了这本小冊子，以滿足广大群众的要求。这本小冊子是以通俗讀物的形式，講解了爐子构造、設備、操作和其中一些基本原理。

爐子实验成功的时间不长，现在仍在一面生产，一面进一步研究和改进，这本小冊子只能做为各单位在兴建这种爐子时的参考。我們热忱的希望，看到这本小冊子和修建这种爐子的同志們，把您們对这种爐子的意見告訴我們，共同努力，使小平爐更加完善。

第一章 爐子構造及其工作原理

东工式小平爐由以下几个主要部份构成，包括爐子基础、爐子鋼結構、燃烧室、熔炼室、爐头、沉渣室、换热器、烟道和烟囱（见图2）。下面就分別叙述各部份的作用原理和构造。

一、爐子基础

爐子的基础是爐子下部一个极其重要的部分。它支撑着全部爐体，是地基与爐体之間的媒介結構，使爐子全部重量均匀稳固的作用在地基上。其形状及尺寸见图2所示①。

二、爐子鋼結構

爐子整个砌砖体是由鋼結構加固起来的，其作用是保护爐体使砌砖体不致于在高温作用下而损坏。爐子鋼結構一般都采用炭素型鋼、角鋼、槽鋼、工字鋼等，其规格的大小要視所承受力的不同而选用不同大小的鋼材。一般情况下，爐子鋼結構在基础打好后，在砌砖之前按設計尺寸安装完毕，以防止鋼結構受力不均匀而引起局部破坏或失去作用。

三、燃 烧 室

东工式小平爐最突出之点，就是用煤直接做平爐炼鋼的燃料。在这平爐爐膛的两端，各有一燃烧室，这便是燃烧煤的地方，但是它与一般的烧煤爐灶有較大的区别。如下将它

① 图中基础厚度为775毫米，实际上只需300~400毫米即可

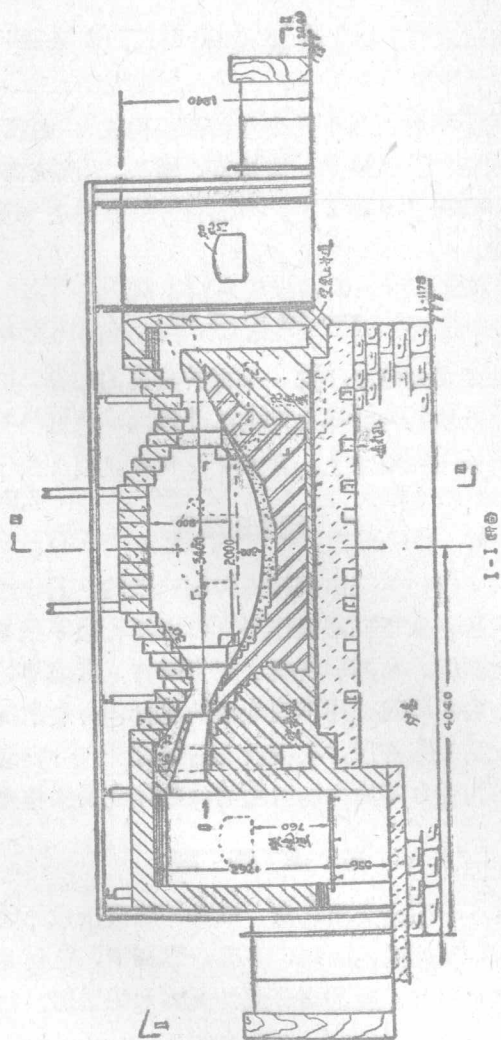


图 2 (甲) 爐子正視圖

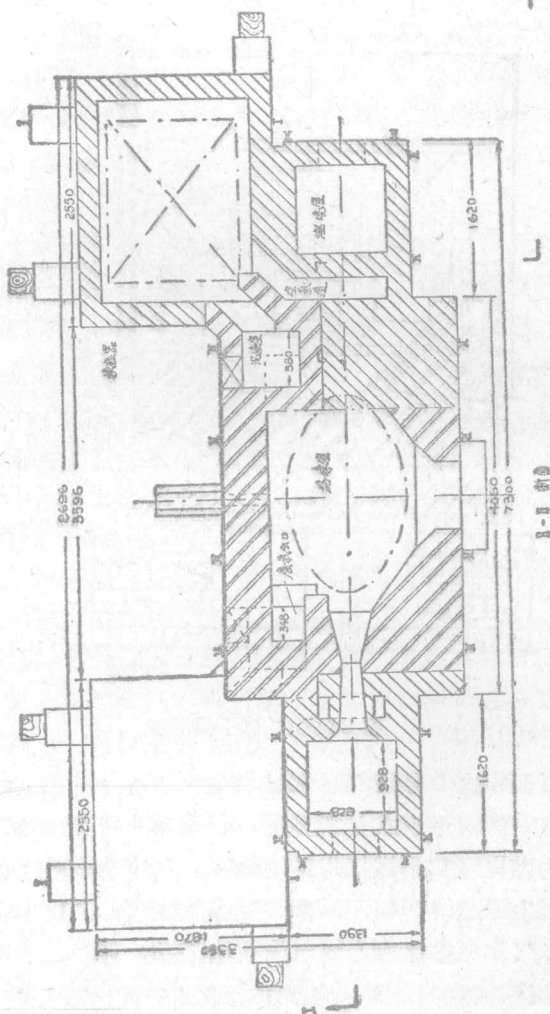


图 2(乙) 爐子俯视图

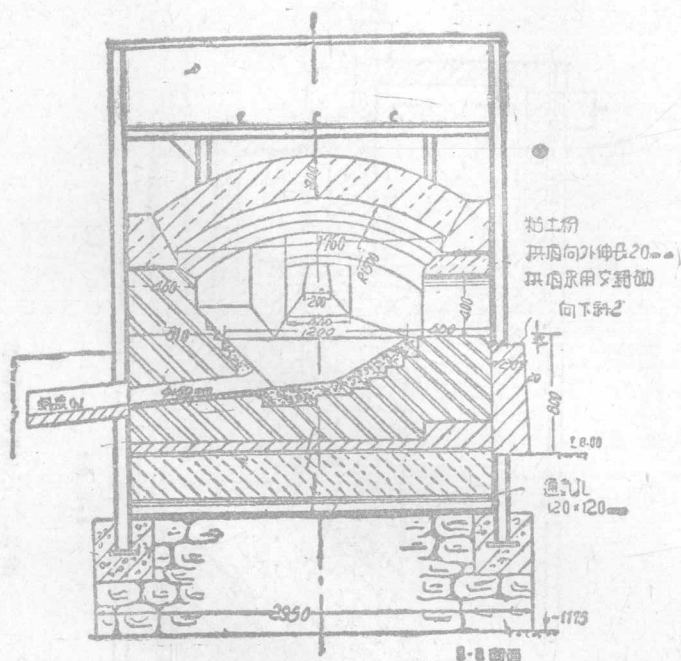


图 2(丙) 爐子側視圖

的工作原理和构造分別加以叙述：

燃烧室的构造形式是很多的，但基本上可分为两种：完全燃烧的燃烧室和半煤气化的燃烧室。在完全燃烧的燃烧室里，所产生的燃烧产物不再含有可燃气体（如 CO ， H_2 等），但是半煤气化燃烧室却与煤气发生爐相仿，能产生具有一定发热量的煤气，同时还具有較高的温度。半煤气化中的“半”字是說明这种燃烧室有些像煤气发生爐，又有些像完全燃烧

的燃烧室。东工式小平爐現在用的就是一種在構造上很簡單的半煤氣化的燃燒室，並且是用人工加煤。在組織燃燒過程方面它都很合乎理想。它能保證爐膛內產生很高的溫度。

半煤氣化燃燒室與完全燃燒室不同，它的主要特點是：

1) 燃料（煤）層堆的較高，一般要在 300 毫米以上，小平爐的燃燒室中煤層厚高達 700 毫米。

由於煤層很厚，因此煤層中不同的高度上發生着不同的物理—化學變化。在最上層中所含的水分和揮發分（焦油及其他碳氫化合物）變成氣體或蒸汽先蒸發了出來。最底下的一層是煤灰。煤灰以上的是燃燒層，煤在燃燒層燃燒以後生成 CO_2 氣體，但是，當 CO_2 向上升起時遇到了紅熱的煤塊又被還原成 CO 了（即 $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$ ）所以，整個煤層上的氣體中，不僅含有 OC_2 、 N_2 ，而且也有很多 CO 、 CH_4 、 H_2 等可燃氣體。

2) 燃燒所需空氣不是全部從爐條下面通進去的，從爐條下面只通進去一部分空氣，這叫做“一次空氣”，使煤變成半煤氣。其餘一部分空氣通到半煤氣的出口處，與半煤氣混合燃燒，這部分空氣叫“二次空氣”。東工式小平爐中的“二次空氣”是經過預熱的，其溫度為 $900 \sim 1100^\circ\text{C}$ 。

從以上的特點可以看出，煤氣在燃燒室中並沒有完全燃燒掉，而是燒了一部分，一部分變成了“半煤氣”，所以在半煤氣化燃燒室中，溫度就比完全燃燒的燃燒室中的要低些。根據實驗，半煤氣溫度在 $650^\circ \sim 1300^\circ$ 之間。當這種熱的半煤氣進入爐膛時遇到了熱的“二次空氣”，又進行燃燒。於是，在爐膛中能產生很高的溫度。燃燒室各組成部分如圖 3 所示。

煤由加煤門用人工加入，堆放在爐篦上进行燃烧，“热的半煤气”由上面进入爐头。爐条下面为灰坑，其作用是聚集灰渣并使鼓风均匀，灰从灰門耙出，在爐条下面通入“一次空气”。为了避免煤灰結成块影响鼓风并为提高半煤气的質量，故在一次空气中通入一定量水蒸汽。

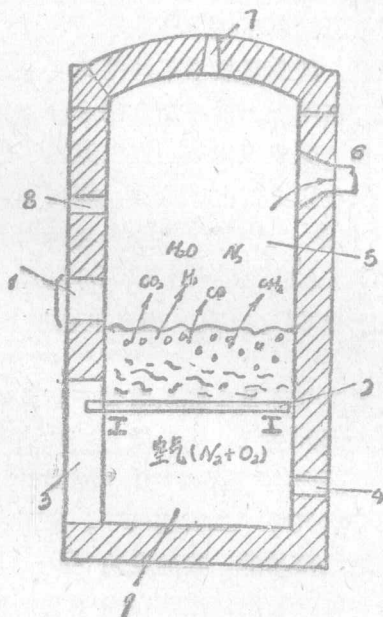


图 3 燃烧室构造图

1—加煤門；2—爐篦；3—扒灰門；4—一次空气进口；5—燃烧室空間；6—半煤气之出口；7—打釘子孔；8—窺視孔；9—灰坑

燃烧室的构造要保証以下的条件：

① 要保証具有一定燃烧层的高度（东工式1.5吨小平爐燃料层总高約为700毫米左右），为此，装煤門不能太

低；

② 一次空气分布要均匀，因此，鼓风口的位置及爐条的分布要尽量均匀；

③ 煤气口不能堵塞，其窺視口的位置要与煤气出口在同一高度之上，当煤气口堵塞时，便可經過窺視口用蒸汽吹扫或用鉄釵子疏通；

④ 打釵子口要呈喇叭状，保証釵子能达到整个燃料层的各部位。因为煤在燃烧时，容易結渣，这样就会增加气体流动的阻力，并使空气分布不均匀，而使燃烧情况变坏。为此，必須将其打碎，由上面“打釵子孔”用鉄釵子打。以保証良好的燃烧状况，在“打釵子孔”处要有气封設備；

⑤ 整个燃烧室的結構要很严密不漏气，加煤門，扒灰口在工作时都要很严密的，不应漏气；

⑥ 整个砌体要很坚固。

爐箅是构成燃烧室一个很重要部份，其作用是：

① 支持燃料，因此要求有一定的机械强度。

② 使鼓风均匀的分布，因此要求有一定大小和均匀布置。

爐箅形状有很多种，其中最簡單的一种是人工加煤水平爐条的爐箅。

爐箅一般由鑄鉄或鑄鋼做成，每根爐条的断面为 $30 \times 30 \sim 40 \times 40$ 毫米或用强度差不多的扁鋼做成均可以。其长度視燃烧室断面大小而决定，一般不能太长，以免弯曲，如果太长則要多加支撑梁。一般爐条长超过 800 毫米时，則必須做成二排以免在高溫作用下弯曲。

爐条与爐条之間必須留一定的空隙，以便順利鼓入一次