

怎样为土高爐准备粮食

(鉄矿的土法破碎、选矿及燒結)

冶金工业部选矿研究院 合編
冶金工业出版社



怎样为土高爐准备粮食

(鉄礦的土法破碎、选礦及燒結)

冶金工业部选矿研究院 合編
冶金工业出版社

冶金工业出版社

怎样为土高爐准备粮食

冶金工业部选矿研究院 合編
冶金工业出版社

編輯：徐敏时 設計：童煦菴 校對：馬泰安

1958年11月第一版

1958年11月北京第一次印刷 50,000册

787×1092·1/32·50,000字·印张 $2\frac{22}{32}$ 定价 0.25 元

北京新华印刷厂印

新华書店发行

書号 1285

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版业营业許可証出字第093号

第一章 概 論

全国人民正在为今年生产 1070 万吨鋼而奋斗。目前全国的小高爐和土高爐总共有三、四十万之多。讓鉄水暢流已經成为全民的事业。这本小册子主要介紹土高爐炼鉄前矿石准备工作的基本知識，供各地土高爐在进行矿石准备时作参考。

矿石准备常指的是选矿和燒結过程。

什么是选矿？选矿就是采用某种方法把开采出来的矿石中无用的石头及其他杂质除去，使含鉄量增加的过程。选矿方法有很多种，在各种不同的情况下可能用各种不同的方法。例如在矿石中夹有大块的石头的情况下，我們可以用手把它們拣出来，这种选矿法叫做“手选”，也是目前土高爐炼鉄单位广泛采用的一种方法。另外还有磁选，风选、重选等方法。

选矿对炼鉄的好处：直接把开采出来夹有較多石头的矿石投入高爐炼鉄，这是不合算的，因为要多加焦炭去熔化那些沒有用的石头，石灰石的用量也要增多。其結果是爐渣多了，出鉄少了，焦炭和石灰石等的用量增加了。此外，由于矿石中含有許多有害杂质如硅、硫、磷等，如果不設法除去将会影响生鉄的質量。

目前各地生产的土鉄，就是因含硫磷等杂质較多，而不能直接用来炼鋼。用土鉄炼鋼目前还是炼鋼工作者的課題。在炼鉄之前把矿石这些杂质除去当然問題就解决了。因此加

强矿石准备工作也是相当重要的。

§ 1 炼铁对铁矿石的要求

我国不仅铁矿丰富，而且铁矿的种类也非常多，各地的铁矿性质各不相同，为了更合理的利用各种各样的铁矿石炼铁，首先就必须了解炼铁对铁矿石有哪些要求，主要的要求有下面几点。

(一) 含 铁 量

矿石含铁越多对炼铁越有利。根据苏联的研究，矿石含铁量每增加1%，高炉产量可增加2—3%，同时还可以节省大量的焦炭和石灰石，因而可以显著的降低生铁成本。

铁矿石根据它的含量可以分为三类：第一类是富矿，含铁在45%以上，这类矿石一般地不再进行选矿直接就可以炼铁，这类矿石中含铁在65%以上的又叫做平炉矿石，可以用于炼钢；第二类是贫矿，含铁25—45%，对于大型高炉这类矿石必须先进行选矿，提高含铁到50%以上才可以炼铁，对于小土高炉，也应该根据情况进行简单的选矿，像手选或洗选等等，提高含铁量以后再进行炼铁；第三类是极贫矿，含铁在25%以下，这种矿石一般说来没有开采价值，但是如果有某些有利条件（如很容易选矿，含有钙、镁质脉石或含贵重金属等），也可以开采。

铁矿石中除了含铁矿物以外，还有不含铁的废石，它们称为脉石。脉石的组成对于炼铁有很大影响。脉石可分为二类：第一类是含钙和镁的叫做碱性脉石；第二类是含矽和铝的，称为酸性脉石。这些脉石的含量都用它们的氧化物来表

示。当铁矿石中氧化钙和氧化镁之和等于或接近氧化镁和氧化硅之和时，则称它自熔性矿石。这种矿石在炼铁时不必再加石灰石或只加很少就可以了，因此这类矿石含铁低些也可以直接用来炼铁，像虎洒山的土高炉炼铁所用的矿石含铁只有29%，但是由于是自熔性矿石，也可以得到较好的效果。

我国的自熔性矿石很多，大型的铁矿如包钢武钢都有一部分自溶性矿石，小型铁矿如湖南省邵阳的铁矿也是如此。所以在确定某种铁矿是否可以炼铁时，必须特别注意这一点。

(二) 粒 度

炼铁所要求的铁矿石粒度，随着铁矿石的种类和高炉的大小而稍有变化，一般地对于大型高炉，铁矿石的粒度在10~50公厘之间较好，小土高炉以5~25公厘较好。高炉容积较小或高度较低时，矿石粒度也应稍小些，但是粒度太小也不适于直接炼铁，因为粉矿过多会使炉料的透气性变坏，还会有很大一部分被吹走。

开采出来的铁矿石，一般粒度在300公厘以上，必须进行碎矿和筛分才能得到粒度适合于炼铁的矿石，无论贫矿还是富矿在入炉之前都必须经过破碎筛分。

根据各地小高炉、土高炉的生产经验，普遍都有加强高炉原料管理和保持适当的铁矿石粒度这一措施。像石家庄钢铁厂的小高炉就是加强了矿石准备工作，因而使产量逐渐升高，高炉利用系数达到全国先进水平(0.436)，他们就是：利用人工和土法进行碎矿和选矿，首先把矿石中的夹石挑出来，同时将贫矿和富矿加以分类，然后把各种矿石分别碎成

核桃那样大的小块，以降低矿石粒度，并且加以筛选去掉尘土杂物。又如河北撫宁县杜庄的6.5立方公尺土高爐，日产量由原来的4吨提高到7.3吨他們的措施之一就是：对原料坚持过篩制度強調粒度均匀，鉄矿石粒度保持在15—30公厘之間。这些例子都說明对矿石进行破碎和篩分，保持一定的矿石粒度，是提高土高爐炼鉄效率的积极重要因素之一。

(三) 还 原 性

从化学的观点来看，炼鉄是矿石发生了还原作用，也就是氧和鉄分开的过程，各种矿石中的鉄和氧有的容易分离，有的不容易分离，我們說前一种矿石的还原性較好，后一种矿石的还原性較差。还原性較好的矿石在高爐中所需要的冶炼時間短，装爐的粒度也可以稍大一些，因此，还原性較好的鉄矿石就容易冶炼。

各种鉄矿石的还原性由好到坏的順序是：

- (1) 焙烧过的菱鉄矿或褐鉄矿；
- (2) 各种鉄矿的燒結矿；
- (3) 未經焙烧的菱鉄矿和褐鉄矿；
- (4) 赤鉄矿；
- (5) 磁鉄矿；
- (6) 鈦磁鉄矿。

用焙烧的方法改善鉄矿石的还原性也是提高土高爐产量的一个有效办法，如磁鉄矿經過土法焙烧可以成为較疏松的赤鉄矿，还原性就得到了改善。菱鉄矿或褐鉄矿在炼鉄前进行焙烧就更有利。像安平县的土高爐在炼鉄前将菱鉄矿焙烧一次，不仅矿石含鉄从38%提高到50%，而且也改善了矿

石还原性，从各地土小高爐的經驗来看，許多地方如邵阳、阳城、安平、舞阳等地都是先进行焙烧，然后再炼鉄。这样做不仅提高了冶炼效率，而且还可以去除一部分硫磷等杂质并且使矿石疏松易于破碎。

(四) 有害和有用成分

鉄矿石中除了含有鉄矿物和脉石以外，往往还含有少量的各种杂质。这些杂质数量虽然不多，但是对于炼鉄和炼鋼的影响却不小，必需加以重視。鉄矿石中最常含的有害杂质是硫、磷、砷、錫、鋅、鉀、鈉、鈦、鉛和鉻。对于大型高爐它們在矿石中的最高允許含量如下表，土小高爐不一定完全相同，提供参考。

有害杂质种类	鉄矿石一般的最高允許含量 %
硫	0.02~0.03
磷	0.2~0.65
砷	0.07
錫	0.07~0.08
鋅	0.1~0.2
鉛	0.01
鉻	0.4~0.6

这些有害杂质中，首先需要注意的是硫和磷。这两种杂质在高爐炼鉄时大部分进入生鉄中，如果生鉄要用来炼鋼，就必需注意去硫和磷的問題。去硫的方法有很多种，如爐外脫硫，苏打脫硫等，还有一种很簡單的办法就是炼鉄前对矿石进行焙烧或燒結，这样矿石中的硫就变成气体跑出去。小于5公厘的粉矿不能直接炼鉄，必需进行燒結，这时附带地也起了脫硫作用。

含磷較多的矿石（大于0.5%）應該单独地开采和炼鉄，得到的高磷生鉄再用碱性轉爐炼鋼。这时得到的爐渣是很宝貴的磷肥。

銅、鎳、鈷和鈳是有用成分，銅的含量在0.15~0.2%以上，鈷在0.015%以上，鎳在0.3~0.4%以上，鈳在0.2%以上时就值得用特殊的冶炼方法或选矿方法加以提取。这些有用成分甚至使含鉄很低的矿石也有开采价值。

我国很多鉄矿都含有各种各样的杂质，像大冶鉄矿含有銅和鈷，馬鞍山鉄矿含磷，邵阳地区鉄矿也含磷等等，这就要求我們在开采并利用新的矿山时，注意这些杂质的含量。除去有害的利用有用成分，更好地利用祖国的矿产資源。

§ 2 各种鉄矿石的簡易选矿方法

根据主要鉄矿物的种类，鉄矿石可分成四类，这四类矿石在选矿方法上各有特点。

（一）磁鉄矿类矿石

这类鉄矿石，分布非常广泛，它的主要鉄矿物是磁鉄矿。磁鉄矿外表顏色是灰黑色，粉末顏色也是灰黑色，比水重5倍，有磁性，碎成粉末后能用磁石吸起，甚至矿粉也能相互吸引。根据鉄矿物顆粒的大小、含泥多少等特点可以用下列各种簡易方法进行选矿：

（1）手选：用人工根据磁鉄矿和脉石顏色和光澤的不同把大块脉石拣出来或是把富鉄矿拣出来。如果块度太大，要略加破碎后再行手选。

（2）洗选或篩选：含有25%以上矿泥的矿石或脉石极

較軟，在破碎之后特別容易泥化的矿石，都可以采用洗选法。这时粗粒产品往往是精矿，細粒产品是含鉄很低的尾矿可以棄去。在沒有大量水源的地区可以用篩选来代替洗选，即对含泥的矿石或破碎后的矿石进行篩分，分离出粗粒产品和細粒产品。

(3) 磁选：由于磁鉄矿有磁性，脉石一般都沒有磁性，所以可以在适当地破碎之后用簡單的磁选机进行磁选，分出含鉄較高的精矿和含鉄較低的尾矿。

磁选方法适用于顆粒大小在10~0公厘之間的磁鉄矿。大型磁选厂像鞍山和南芬是在矿石磨到0.1公厘以下进行磁选的，但是对于土小高爐來說矿石磨碎到1公厘以下是比較困难的，需要复杂的磨矿設備，因此粒度應該尽量粗些；又因为土小高爐要求的鉄矿石粒度不能小于5公厘，所以在破碎鉄矿石时應該尽量不破碎到5公厘以下。在沒有磁选机的条件下粒度是10~0公厘的矿石也可以用重选法选别。

(4) 焙烧和燒結：磁鉄矿类矿石中常常有含硫較高的($>0.3\%$)，这类含硫鉄矿最好在进土高爐之前焙烧一次，即可脫去大部分硫又可以改善矿石还原性，另外对开采出来的大块块石进行焙烧，焙烧后再破碎就可节省很多破碎人工。在矿石破碎和篩分过程中，总会出现一些小于5公厘的粉矿，不能直接进高爐冶炼，必須先燒結或团矿（关于土法燒結团矿問題下面还要詳細地講）。

(5) 重选：在河边或海边常常有的地方产出砂鉄，砂鉄一般都是磁鉄矿，这种砂鉄中的磁鉄矿顆粒往往都是完全不含脉石的純净的磁鉄矿，所以不再进行破碎，用螺旋选矿机、跳汰机、鋪布淘汰盘等进行重选即可得到較好效果。

(二) 赤鉄矿类矿石

这类矿石也很普遍，它的主要鉄矿物是赤鉄矿。赤鉄矿外表是紅褐色或棕黑色的，粉末顏色都是紅褐色，沒有磁性（根据后面两点就可以和磁鉄矿区别开），比水重5倍。在农村常用它的粉末做紅顏色。它可以用下面几种簡易方法来选别：

(1) 手选；

(2) 洗选或篩选：应用条件同磁鉄矿；

(3) 重选：赤鉄矿比重是5，一般的脉石比重不到3，相差比較大，可以在适当破碎之后进行重力选矿；粒度在25公厘到1公厘时可以采用跳汰机或螺旋选矿机选别，1公厘以下应该采用搖床或木溜槽。

(三) 菱鉄矿类矿石

这类矿石也常常遇到，主要鉄矿物是菱鉄矿。菱鉄矿外表顏色是灰黄色和浅灰色的，比水重3~4倍，矿石上加酸以后很快就会冒出气泡来，加热到摄氏500度就分解放出气体，本身变成磁鉄矿或赤鉄矿。这类矿石的簡易选矿方法如下：

(1) 手选：脉石顏色与菱鉄矿显著不同，而且矿物粒度又比較粗（>5~10公厘）时，才可以用手选。

(2) 焙烧：由于菱鉄矿含有大量的（50%左右）揮发物，所以加热到摄氏500~600度就会分解出气体而变成疏松的氧化鉄，增加了还原性，同时可以使含鉄量提高10%左右，另外除去了矿石中所含的水份，这些情况对于高爐炼鉄

非常有利，所以菱鉄矿类矿石最好是进行土法焙烧之后再炼鉄。

(四) 褐鉄矿类矿石

这类矿石比較少见，它的主要含鉄矿物是褐鉄矿。褐鉄矿外表是褐色、黄褐色或紅褐色，粉末顏色是黄褐色，比水重3~5倍，沒有磁性。这类矿石适用的簡易选矿方法有：

(1) 手选：应用条件与磁鉄矿类相同。

(2) 洗选和篩选：本类矿石往往含泥較多，洗矿和篩分是比較常用的方法，应用条件与磁鉄矿类矿石相同。

(3) 重选：应用条件与赤鉄矿类相同。

(4) 焙烧：褐鉄矿中含有多少不同的水份，加热以后可以除去。所以焙烧也是一种处理褐鉄矿的好办法。

由于各地的鉄矿性質很复杂，各地的地理及經濟条件又各不相同，所以除了上面举出的一些选矿方法之外还可以有一些新的方法。

第二章 破碎和篩分

§ 1 破碎

用土法所采出的矿石，大块小块都有，但是土高爐要求矿块不能太大。如果經過选矿，更需要把鉄矿石先打碎，才能选矿。所以采出的矿石，一般都要經過破碎。

破碎分粗碎、中碎和細碎，粗碎是大块矿石的破碎，一般是由 300~500 公厘破碎到 50~100 公厘。中碎是将 50~100 公厘的块，碎到 30 至 50 公厘。細碎是将 30~50 公厘矿石，碎 10~20 公厘或碎成細粉。粗碎可用大錘打碎。下面介紹北京西郊周口店所用的三种打碎矿石用的設備。

甲、土錘碎机：

錘碎机是将矿石装入圓型的筒子中，用鉄条反复地打击矿石，最后将矿石打碎。土錘碎机如图 1。

矿石由給矿槽給入，打碎的矿石由下边排矿口排出。圓筒是用汽油桶做的。两端和給矿槽用鉄板做，軸用圓鉄做，传动輪是木头的。軸承用滾珠軸承，鉄片长 250 公厘，厚 10 公厘，寬 30 公厘。大輪比小輪大三倍，轉速 200 轉/分。給矿 50 公厘，可打碎到 10~20 公厘。

这种碎矿机的圓筒部分易磨坏，可考虑安装鑄鉄板或竹筋水泥的。手搖費力，可用曲軸，改为脚踏或利用水力、风力、电力等动力。如果要求打碎較大块的矿石，可把圓筒加大。打碎矿石的鉄板加大加重，就能打碎大些的，对于比 150 公厘还大的矿石，不适宜用这种設備。

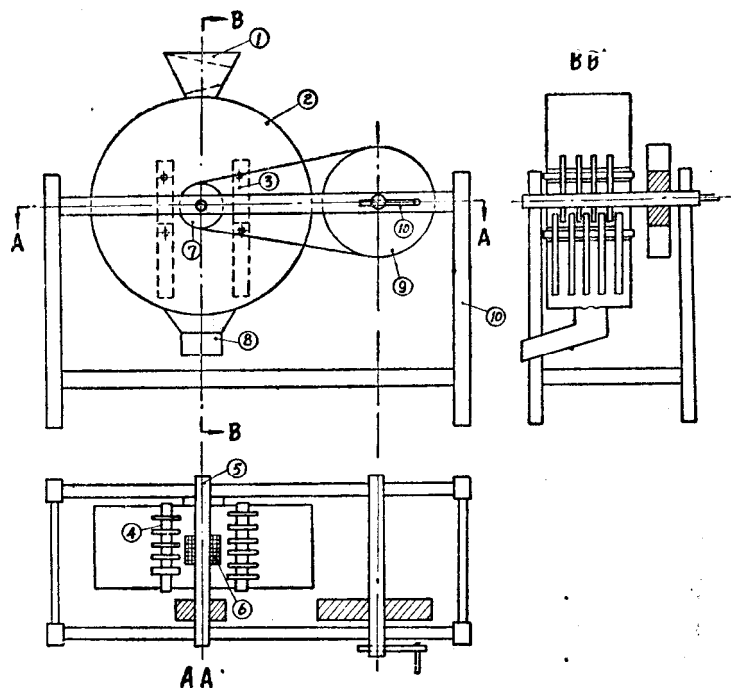


图 1 土锤碎机

1—给矿槽；2—圆筒；3—打矿铁条；4—轴套；5—轴；6—排矿
筛子；7、9—转动鼓轮；8—排矿槽；10—木架

使用时注意给矿量不要太多。太多费力，还不易打碎矿石，所打碎的矿石是大或小，一方面由给矿量上找，另一方面更换排矿口处的铁筛子，可换大眼筛或小眼筛。转的速度愈快愈好。

乙、土碾子：

就是农村碾米用的碾子，它是由石辊和石碾盘所组成的，辊子愈大愈好，因为辊子大而重就容易把矿石压碎成细粒。构造如图2。

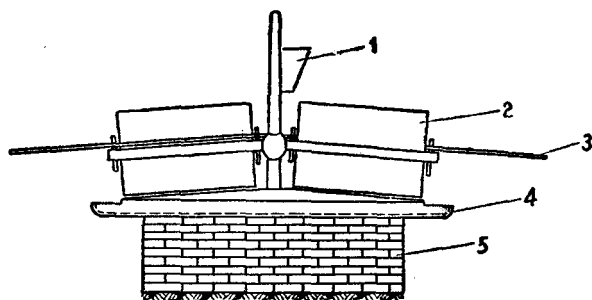


图2 碾子

1—给矿斗；2—石辊；3—拉棒；4—接矿盘；5—底座

这种土碾子适用于不太硬的矿石，压碎后的矿石是细粒，成细粉状的较少。给矿粒度可为10~20公厘，可压碎到3—5公厘左右。

使用时，矿石最好是干的，干矿不贴辊子，矿石发脆，容易被压碎。如果辊子上贴了矿，要随时刮净。碾盘上铺矿要均匀，不要太厚，最好是保持最大块矿石那样厚，铺一层到两层。石辊转得不要太快或太慢，太快还没压碎就过去了，太慢，也不易压碎矿石。

丙、圆磨：

就是农村所使用磨麦子的磨，也是要求磨的直径大些，为了使用长久，圆磨上可镶铸铁或钢，磨的上下盘都要刻成与磨盘相似的沟槽。

这种磨是靠上、下盘的挤压和研磨把矿石磨细，能把矿石

磨成細粉，給矿粒度最好在10公厘左右。这种磨可用人推，牲畜拉或电动机带动，也可以湿磨，圓磨如图3：

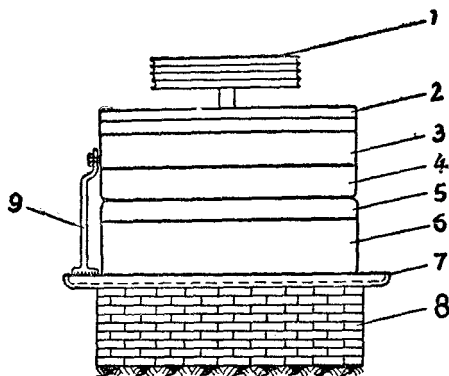


图 3 圓 磨

1—飞輪；2—重物；3、6—石盘；4、5—鋼盘；7—接矿盘；
8—底座；9—刷子

使用时注意矿石粒度不能过大，大粒矿石不易被磨碎。給矿要均匀。要磨得細或磨得粗些，可由給矿多少上找，給矿多，磨的就粗，給矿少，磨得就細。还可以增減盘上重物。要磨得細，多加重物，磨得粗，就少加重物。

§ 2 篩 分

篩分的意义和简单的原理：从采矿场（矿坑）开采出来的矿石，大小块都不一样，为了把这些矿块，按大小不同分开，就要进行篩分。經破碎的矿石，也有大有小。合乎了选

矿要求的小块，就用不到再碎了，大块还需要再破碎，也要用筛子筛一下。即使人工破碎不进行选矿，也得过筛子，把合乎要求的块矿筛出来，送去高炉炼铁，大块的再破碎，细粉想别的办法处理。

筛分就是把大小不同的混合矿，放到筛子上头，筛一筛，比筛眼大的，留在筛上，比筛眼小的，漏到筛子下边，就分成了两部份。

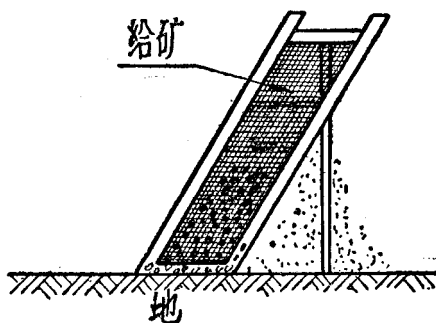


图 4 固定筛

固定筛如图 4，把筛子竖起来，后面用木棒支住，保持筛子有一定斜度，往筛子上面给矿。比筛眼小的，就漏下去了，比筛眼大的，就由筛网上，滚到下面，这样达到了大小矿粒分开的目的。在使用时注意筛子的斜度，太大了，从筛面滚动的快，小的也不容易落下去，斜度小了，矿石在筛面上不能滚动，也不行。所以要根据当时情况调节。脚踏摇动筛：

脚踏摇动筛（图 5）。往筛上给矿，整个筛子，用筛下的小圆滚和脚蹬曲轴转动，带动筛子在木架上来回移动。比