

給小高爐準備矿石

冶金工业部选矿研究院編

科学普及出版社

前 言

目前全國人民正在加緊為完成今年生產 1,070 萬噸鋼而努力奮鬥，為了要提前完成生產 1,070 萬噸鋼的任務，一定要保證煉鋼主要原料——生鐵的充分供應。這本小冊子就是希望為各地的小高爐多出些鐵而盡我們應盡的一點力量而編寫出的。

“礦”主要是介紹幾種土法選礦，供各地土高爐在進行礦石準備時作參考。

什麼是選礦？選礦就是用某種方法在開採出來的礦石中，把無用的石頭及其他雜質除去，使礦石中的雜質減少，因而使鐵分量增加，這種過程稱為“選礦”。選礦方法有很多種，在各種不同的情況下可採用各種不同的方法。例如在礦石中夾有大塊的石頭的情況下，我們可以用手把它們揀出來，這種選礦法叫做“手選”。

選礦對煉鐵的好處：直接把開採出來夾有較多石頭的礦石投入高爐煉鐵，這是不合算的，同時還會給高爐的操作上帶來一些麻煩；因為這樣做的話，就需要為礦石中夾雜的石頭多加一些焦炭，使它們和鐵一起熔化，這就浪費了焦炭。同時由於礦石中的石頭多，又需要增加石灰石的加入量。由於礦石中石頭多，除這些石頭本身在高爐中佔去了一定的位置以外，因它引起了炭和石灰石用量的增加，因而這些多加的焦炭和石灰石在高爐中又佔了許多地方；這樣的結果使得真正的鐵礦石所佔的地方減少了，因此就減少了高爐的出鐵量。由於礦石中石頭多，爐渣也必然增多，這給操作上帶來了一些麻煩。此外，由於礦石中含有許多有害雜質如矽、硫、磷等，這往往會使得生鐵中這些雜質的含量增高，這就大大地影響了生鐵的質量。

各大煉鐵廠中的選礦情況：在我國現有的兩大煉鐵廠是鞍

山和本溪兩大鋼鐵公司的煉鐵廠，它們都有自己的選礦廠（機械化的），都是用磁選法進行選礦，即是用具有磁性的電磁鐵把有磁性的鐵礦石吸起來，而把剩下來的石頭扔掉，這些選礦廠的規模是很大的，它們大量的供應高爐優質原料。

土法選礦可代替洋法選礦：我們認為在條件較差的農村，可以採用土法選礦來代替洋法選礦，用一些農村能製造的土機械來代替洋機械選礦。這是完全可能的，這本書將要詳細地介紹一些簡單易行的選礦方法。

目 次

前 言

一、概 况.....	(1)
(一) 煉鉄对鉄礦石的要求.....	(1)
(二) 各种鉄礦石的簡易选礦方法.....	(5)
二、破碎和篩分.....	(8)
(一) 破 碎.....	(8)
(二) 篩 分.....	(11)
三、手 选.....	(16)
四、簡易焙燒方法.....	(20)
五、重力选礦法.....	(23)
(一) 跳汰选礦.....	(23)
(二) 螺旋选礦机.....	(29)
(三) 搖床选礦.....	(33)
(四) 溜槽选礦.....	(36)
(五) 水力分級机.....	(39)
(六) 洗礦法(洗选法).....	(49)
(七) 風力选礦法.....	(51)
六、簡易磁选法.....	(54)
(一) 手磁鉄磁选法.....	(54)
(二) 乾式帶式永久磁鉄磁选机.....	(55)
(三) 上部給礦干式圓筒磁选机.....	(57)
(四) 湿式永久磁鉄磁选机.....	(59)
七、脫水.....	(62)
八、石鋼的土法焙燒与因礦燒結.....	(63)

一、概 况

(一) 煉鉄對鉄矿石的要求

我國不僅鉄礦丰富，而且鉄礦的種類也非常多，各地的鉄礦性質各不相同。為了更合理的利用各种各样的鉄礦石煉鉄，首先就必須了解煉鉄對鉄礦石有哪些要求。現在把幾個主要的要求在下面談一下：

1. 含鉄量

礦石含鉄越多對煉鉄就越有利，根据苏联的研究，礦石鉄量每增加1%，高爐產量可增加2—3%，同時還可以節省大量的焦炭和石灰石；因而可以顯著的降低生鉄成本。所以在選擇鉄礦石的時候，應該根据当地条件尽可能的採用含鉄高的礦石來煉鉄。

鉄礦石根据它的含量可以分为三類：第一類是富礦，含鉄在45%以上，這類礦石一般地不再進行選礦，直接就可以煉鉄，這類礦石含鉄在65%以上的又叫做平爐礦石，可以用于煉鋼；第二類是貧礦含鉄25—45%，对于大型高爐，這類礦石必須先進行選礦，提高含鉄量到50%以上才可以煉鉄，对于小土高爐，也應該根据情况進行簡單的選礦，像手選或洗選等等，提高含鉄以後再進行煉鉄；第三類是極貧礦，含鉄在25%以下，这种礦石一般地沒有開採價值，但是如果有些某些有利条件（很容易選礦，含有鈣、鎂質脈石或貴重金屬礦等等），也可以開採。

鉄礦石中除了含鉄的礦物以外，还有不含鉄礦的脈石，称为脈石，脈石对于煉鉄有很大影响，脈石可分为二類：第一類是含鈣和鎂的，叫做碱性脈石；第二類是含矽和鋁的，称为酸

性脈石。這些脈石的含量都用它們的氧化物來表示，當鐵礦石中氧化鈣和氧化鎂之和等於或接近氧化鎂和氧和矽之和時，則稱為自煉性礦石，這種礦石在煉鐵時不必再加石灰石或只加很少就可以了，因此這類礦石含鐵低些，也不必再選礦，直接就可以煉鐵，像虎溪山的土高爐煉鐵所用的礦石含鐵只有29%，但是由於是自溶性礦石，也可以得到較好的效果，生鐵成本每噸才133元。

我國的自溶性礦石很多，大型的鐵礦如包鋼、武鋼都有一部分自溶性礦石，小型鐵礦如湖南省邵陽的鐵礦就是。所以在確定某種鐵礦是否可以煉鐵時，必須特別注意這一點。

2. 粒度

煉鐵所要求的鐵礦石粒度，隨着鐵礦石的種類和高爐的大小而稍有變化，一般地對於大型高爐，鐵礦石的粒度在4—5公厘之間較好，小土高爐以5—25公厘較好。高爐容積較小或高度較低時，礦石粒度也應稍小些。

開採出來的鐵礦石，一般粒度在300公厘以上，必須進行碎礦和篩分，才能得到適合於高爐煉鐵的粒度，無論貧礦還是富礦，在進高爐之前都必須經過這一步。

根據各地土高爐的經驗來看，普遍都有加強高爐原料管理和保持適當的鐵礦石粒度這一措施。像石家莊鋼鐵廠的小高爐生產很穩定，產量逐漸升高，高爐利用係數是0.436，達到全國先進水平。劉少奇同志要普遍推廣他們的經驗。他們的經驗之一就是利用人工和土法進行碎礦和選礦，首先把礦石中的夾石挑出來，同時將貧礦和富礦加以分類，然後把各種礦石分別碎成核桃那樣大的小塊，以降低礦石粒度，並且加以篩選去掉塵土雜物。又如河北撫寧縣杜莊的6.5立方公尺土高爐，日產量由原來的4噸提高到7.3噸。他們的措施之一，就是對原料堅持

过篩制度，強調粒度均匀，鉄礦石粒度保持在15—30公厘之間。这些例子都說明对礦石進行破碎和篩分，保持一定的礦石粒度，是提高土高爐煉鉄效率的積極重要因素之一。

3. 还原性

从化学上看，煉鉄是礦石發生了还原作用，也就是氧和鉄分開的过程，各种礦石中的鉄和氧有的容易分离，有的相反。还原性較好的礦石在高爐中所需要的冶煉時間短，裝爐的粒度也可以稍大一些，是比較容易冶煉的，所以如果兩種鉄礦含鉄相同，那麼还原性較好的鉄礦冶煉價值就更大。

各种鉄礦石的还原性由好到坏的順序是：

- (1) 焙燒过的菱鉄礦或褐鉄礦；
- (2) 各种鉄礦的燒結礦；
- (3) 未經焙燒的菱鉄礦和褐鉄礦；
- (4) 赤鉄礦；
- (5) 磁鉄礦；
- (6) 鈦磁鉄礦。

由焙燒的方法改善鉄礦石的还原性也是提高土高爐產量的一個有效办法，如磁鉄礦經過土法焙燒可以成为較疏鬆的赤鉄礦，还原性就得到了改善。菱鉄礦或褐鉄礦在煉鉄前進行焙燒就更有利。像安平の土高爐在煉鉄前將菱鉄礦焙燒一次，不僅礦石含鉄从38%提高到50%，而且也改善了还原性，从各地土小高爐的經驗來看，許多地方如邵陽、陽城、安平等地都是先進行焙燒，然後再煉鉄，这样就提高了冶煉效率。

4. 有害或有用雜質

鉄礦石中除了含有鉄礦物和脈石以外，往往还含有少量的各种雜質。这些雜質數量虽然不多，但是對於煉鉄和煉鋼的影响却不小，必需加以重視。鉄礦石中的最常含的有害雜質是

硫、磷、砷、錫、鋅、鉛和鉻。對於大型高爐它們在礦石中的最高允許含量如下表，但土小高爐不一定完全相同，僅供參考。

有害雜質種類	鉄礦石一般的最高允許含量%
硫	0.2—0.3
磷	0.2—0.8
砷	0.07
錫	0.07—0.08
鋅	0.01—0.08
鉛	0.01
鉻	0.4—0.6

這些有害雜質中，首先需要注意的是硫和磷，這兩種雜質在高爐煉鉄時大部分進入生鉄中，如果生鉄要用於煉鋼就必需注意去硫和磷的問題。去硫的方法有很多種：一種是爐外脫硫；還有一種很簡單的方法就是煉鉄前將礦石焙燒，在焙燒後，礦石中的硫就變成氣體跑出去。小於5公厘的粉礦不能直接煉鉄，必須進行焙燒，這時附帶地也起了脫硫作用。此外，煉鉄前對礦石進行焙燒，還可以除去水分、揮發物，改善還原性，同時也可以起脫硫作用。

含磷較多的礦石（大於0.5%）應該單獨地開採和煉鉄，煉得的高磷生鉄再用鹼性轉爐煉鋼，這時得到的爐渣是很寶貴的磷肥。

銅、鎳、鈷和鈳是有用的雜質，銅的含量在0.15—0.2%以上、鎳在0.015%以上、鈷在0.3—0.4%以上、鈳在0.2%以上時，就值得用特殊的冶煉方法或選礦方法加以提取，這些有用雜質甚至使含鉄很低的礦石也有開採價值，如蘇聯為了從含鈳鉄礦中提出鈳，含鉄只有17—18%的礦石也予開採，並進行選礦。

我國很多鉄礦都是含有各種各樣雜質的，像大冶煉鉄礦含

有銅和鈷，馬鞍山鐵礦含磷，邵陽地區鐵礦也含磷等等，這就要求我們在開採並利用新的礦山時，必需注意這些雜質的含量，除去有害的，利用有用的，更好地利用祖國的礦產。

(二) 各種鐵礦石的簡易選礦方法

根據主要鐵礦物的種類，鐵礦石可分成四類，這四類在選礦方法上各有特點。

1. 磁鐵礦類礦石

這類鐵礦石，分佈非常廣泛，它的主要鐵礦物是磁鐵礦。磁鐵礦外表是灰黑色，它的粉末也是灰黑色，比水重5倍，有磁性，碎成粉末後能被磁石吸收，甚至礦粉也能互吸引。根據鐵礦物顆粒的大小、含泥多少等特點，可以用下列各種簡易方法進行選礦：

(1) 手選：磁鐵礦顆粒或它的富集帶寬度大於5—10公厘時，可以適當地破碎之後進行手選。

(2) 洗礦或篩選：含有25%以上的泥質的礦石或脈石極軟，在破碎之後特別容易泥化的礦石，都可以採用洗礦的方法，這時粗粒產品往往是精礦，細粒產品是含鐵很低的尾礦，可以棄去。在沒有大量水源的條件下可以用篩選，來代替洗礦，即對含泥的礦石或破碎後的礦石進行篩分，分離出粗粒產品和細粒產品。

(3) 磁選：由於磁鐵礦有磁性，脈石一般都沒有磁性，所以可以在適當地破碎之後用簡單的磁選機進行磁選，分出含鐵量較高的精礦和含鐵量較低的尾礦。

磁選方法適用於磁鐵礦顆粒大小在0—10公厘之間。大型磁選廠像鞍山和南芬是在礦石磨到0.1公厘以下進行磁選的，但是對於土小高爐來說，礦石磨碎到1公厘以下是比較困難的，

需要複雜的磨礦設備，因此粒度應該盡量粗些；又因為土小高爐要求的鐵礦石粒度不能小於5公厘，所以在破碎鐵礦石時應該盡量不破碎到5公厘以下。粒度是0—10公厘的礦石在沒有磁選機的條件下也可以用重選方法選別。

(4) 焙燒和燒結：磁鐵礦類礦石中常常有含硫較高的(70.3%)，這類含硫鐵礦最好在進土高爐之前焙燒一次，即可脫去大部分硫，又可以改善還元性，另外對開採出來的大塊礦石進行焙燒，焙燒後再破碎就可節省很多破碎所需的人工。在礦石破碎和篩分過程中，總會出現一些小於5公厘的粉礦，不能直接進高爐冶煉，必須先燒結或團礦（關於粉礦的團礦試驗鋼鐵研究院正在新邵鐵廠進行試驗）。

(5) 重選：在河邊或海邊常常有的地方出產砂鐵，砂鐵一般都是磁鐵礦，這種砂鐵中的磁鐵礦顆粒往往都是完全不含脈石的純淨的磁鐵礦，所以不再進行破碎，用螺旋選礦機或跳汰機等進行重選即可得到較好的效果。

2. 赤鐵礦類礦石

這類礦石也很普遍，它的主要鐵礦物是赤鐵礦。赤鐵礦外表是紅褐色或黑色的，粉末一律為紅褐色，沒有磁性（根據後面兩點就可以和磁鐵礦區別開），比水重5倍。它可以用下面幾種簡易方法來選別：

(1) 手選：應用條件與上一類相同。

(2) 洗礦或篩選：應用條件與上一類相同。

(3) 重選：由於赤鐵礦比重是5，一般的脈石比重不到3，相差比較大，因此可以在適當破碎之後進行重力選礦；粒度在25公厘到1公厘時可以採用跳汰機或螺旋選礦機選別，1公厘以下應該採用搖床或木溜槽。

3. 菱鉄礦类礦石

本類礦石也常常遇到，主要鉄礦物是菱鉄礦。菱鉄礦外表是灰黃色和淺灰色的，比水重3—4倍，礦石上加酸以後很快就會冒出氣泡來，加熱到攝氏500度就分解放出氣體，本身變成磁鉄礦或赤鉄礦。這類礦石的簡易選礦法如下：

(1) 手選：在有利的條件下，即脈石顏色與菱鉄礦顯著不同，而且礦物粒度又比較粗（ $> 5-10$ 公厘）時，才可以用手選。

(2) 焙燒：由於菱鉄礦含有大量的（50%左右）揮發物，所以加熱到攝氏500~600度就會分解出氣體而變成疏松的氧化鉄，增加了還原，同時可以使含鉄量提高10%左右，另外除去了礦石中所含的水分，這些情況對於高爐煉鉄非常有利，所以菱鉄礦類礦石最好是進行土法焙燒之後再煉鉄。

4. 褐鉄礦类礦石

這類礦石比較少見，它的主要含鉄礦物是褐鉄礦。褐鉄礦外表是褐色、黃褐色或紅褐色，粉末是黃褐色，比水重3~5倍，沒有磁性。這類礦石的簡易選礦方法有：

(1) 手選：應用條件與磁鉄礦類相同。

(2) 洗礦和篩選：本類礦石往往含泥較多，洗礦和篩分是比較常用的方法，應用條件與磁鉄礦類礦石相同。

(3) 重選：應用條件與赤鉄礦類相同。

(4) 焙燒：褐鉄礦中含有不同量的水分，加熱以後可以除去。所以焙燒也是一種處理褐鉄礦的好辦法。

由於各地的鉄礦性質很複雜，各地的地理及經濟條件又各不相同，所以除了上面舉出的一些選礦方法之外，還可以因地制宜創造各種新方法，希望各地在生產中不斷加以總結。

二、破碎和篩分

(一) 破 碎

这里介绍两种简易的細碎礦石方法。因为土高爐需要的礦石數量不太大，粗碎时由人工錘打，就可以了，但是細碎就必须用机器。

1. 土碾子 就是一般农村碾米用的碾子，它是由石輥和石碾盤所組成的（如图1）。一般來說輥子愈大愈好，因为輥子大就重，就很容易把礦石压碎。

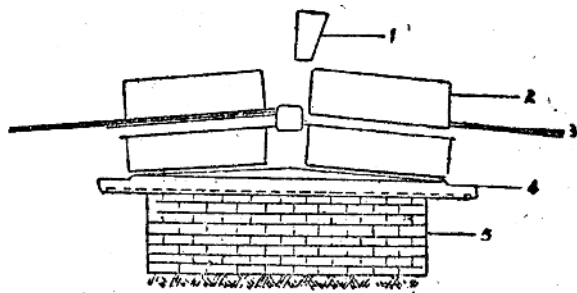


图1

1. 給礦斗；2. 石輥；3. 拉桿；4. 接碾盤；5. 底座。

礦石在碾盤上，受到碾盤和石輥的挤压，由大塊变成小块，逐渐变成細粉。这样就把沒有用的石头和鉄礦石分開。

这种土碾子，只要两个石輥、一个碾盤和一些木架，就能做成。

礦石不太硬，用这种土碾子最適合。北京西郊周口店就是

採用這種方法把礦石壓碎的。

土碾子在農村中使用得很廣泛，一般人都會操作和安裝，不過在壓礦時應該注意以下事項：

（1）被碾的礦石最好是干的，因為干礦不粘碾子，礦石發脆容易被壓碎。

（2）如果條件不允許（如外面風大、又不能放在屋裡），可給濕礦，但必須注意，給礦量不能太多，同時在碾子上要放括板，以免礦泥粘在碾子上，減少壓細的作用。

（3）為了節省動力，傳動裝置最好用滾珠軸承。

（4）壓干礦時，灰塵較多，為了保護身體健康，一定要戴口罩。

操作過程：

（1）每次使用前，要對各個部件檢查一遍，發現壞的地方及時修理，在軸上要加油，蓋好罩。

（2）把礦石均勻地鋪好，厚度最好不超過一個手指，鋪的過厚，礦石不易被壓碎。

（3）用畜力或其他動力轉動碾子。

（4）用漏斗均勻的給礦。礦石比較硬、塊又大時，給礦量要少些，礦石軟、塊小，可以多給。如果要磨細些，給礦量也應該減少。

（5）運轉正常後，要經常注意給礦量，和排礦的粒度的大小。

2.圓磨 就是一般農村使用的手推磨一樣，這種磨磨盤要大些，為了能使磨使用的時間長久些，上下盤接觸的地方用錳鋼制成，沒有錳鋼，用普通鋼、生鐵或較硬的石頭代替也可以，磨的上下盤都要刻成與磨盤相似的條紋。

這種圓磨是靠上、下盤的擠壓和磨擦把礦石磨細的。它構造

簡單（如圖2），可以研磨比較硬的礦石，可用電機帶動，也可以用馬拉著轉動，可以磨濕礦，也可以磨干礦。

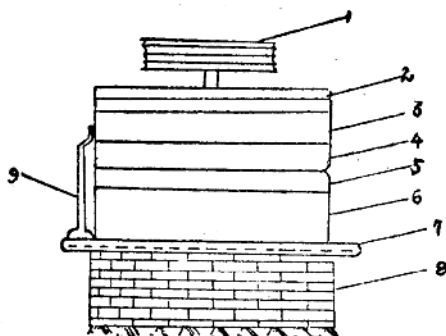


圖2 圓磨

1.飛輪；2.重物；3.石盤；4 5鋼盤；

7.接礦盤；8.底座；9.刷子。

使用這種圓磨時應注意：

（1）礦石粒度不能過大。大粒礦石不易被磨碎，也容易造成堵塞現象，一般礦塊最好要小於10公厘，最大不得超過15公厘。

（2）調整磨礦粒度。調整磨礦粒度有兩種方法：

1.控制給礦量。要求磨粗些，可多給些礦；要細些就少給點礦。

2.增減上盤的重物。要磨細，可多加重物，要磨粗，就少加重物。

（3）在使用時要特別注意，給礦量和排礦量的均勻性。

(二) 篩 分

篩分的意义和簡單的原理:

从採礦場(礦坑)開採後運往選礦廠的礦石,它們的顆粒大小都不一样,为了把这些礦塊分成各种不同的程度(大小不同尺寸的塊),所以要進行篩分。

選礦通常要將礦石磨細到一定大小適合的粒度,而实际上運往選礦廠的礦石中,已經有一部分較細的礦粒是不需要進一步磨碎,这样可以節省動力,增加破碎机的生產能力以及避免細粒過粉碎(不好)現象。

篩分过程是这样進行的,含有各种不同粒度的混合原礦,送進篩子篩分时,分成兩種產品,一种是通过篩孔的称为篩下產物,用負号(-)表示(如-50毫米)。另外一种產物是大于篩孔的礦塊称为篩上產物,用正号(+)表示(如+50毫米),如圖3所示。

各种篩子:

篩子的種類很多,有固定篩、搖動篩、振動篩等。現一一說明如下:

1. 固定棒条篩

(1) 構造:

固定棒条篩簡称格篩,如圖4所示,是由一些縱橫的棒条用螺桿橫穿起來固定而成的篩子。

为了避免棒条之間橫向方面移動,可以在兩棒条之間

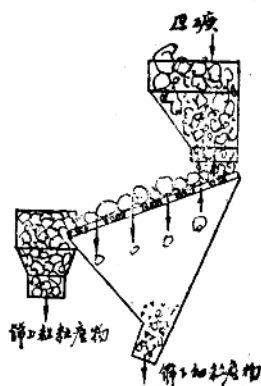


圖3

的螺桿上套上套管，如圖5所示。

棒條的形狀：

為了避免礦塊堵塞篩孔，篩格棒條斷面的形狀各有不同，有圓形、長方形、梯形、工字形等(圖6)。其中以長方形、梯形的較適用，價值大，因為斷面的上部大、下部小，所以礦石在兩棒條間滾動時不易堵塞篩眼。工字形是鋼軌的斷面，如有輕便(小形)鐵軌時，可以用它來製造格篩，安裝時將寬的一面朝上。

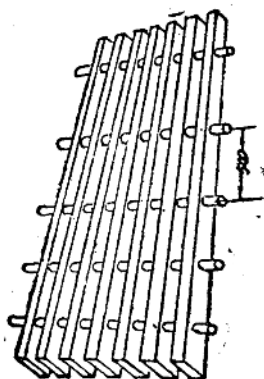


圖4

(2) 應用範圍和尺寸：

格篩可以篩分礦塊的尺寸，一般在25



圖5

— 500 公厘，橫向螺桿之間的距離在篩分大礦塊時，一般不超過500—600公厘。

篩子的寬度應不小于或等于

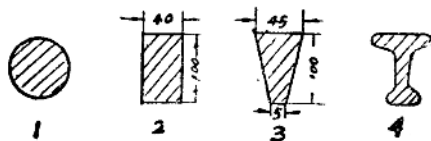


圖6

處理礦石最大礦塊的2.5—3倍，篩子的長度一般為篩寬的兩倍，但與篩子的傾角和篩下產物的數量有關，當篩子的傾角很

大时或篩下產物愈多时，篩子应更加長些。

篩子的生產能力为格条間距（篩眼）的 2.4 倍。如格条間距为 25 毫米，則篩子的生產能力为一平方米篩面上一小时可生產 $25 \times 2.4 = 60$ 吨。

（3）安裝使用及其他：

格篩可以用在礦倉上，以控制粗碎机的給礦粒度。一般棒条篩是平放的，它的篩孔尺寸應該稍小于破碎机給料口的寬度，而按在粗碎或中碎前的格篩是斜置的，其傾角一般为 40—45 度，但对于大塊干塊石可以減小到 35 度，对于粘性礦石傾角应加大到 45—55 度的範圍，生產时如果礦石特別潮濕时，礦石就很容易堵塞篩子，此时应隔一定時間將堵塞的礦石清扫下來，以免影響篩子的篩分效果。

2. 平面搖動篩

（1）構造：

篩子是由一个長方形的淺箱做成，它的一端是開口，用來排出篩上產品，中間嵌有一个金屬絲織成的篩網（圖 7）。篩子可由偏心或曲軸使篩子作來回搖動。

如果無電動机，可以採用圖 8 的傳動裝置，它和农村的馬拉水車差不多，不过它經過大小皮帶輪加快了轉動速度。

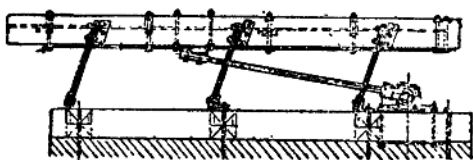


圖 7

为了避免篩子和机件擋住了馬走的軌道，可以將車輪的中心軸延長到下面。馬在底下一層工作，篩子在上面一層工作。