

機械工作法叢書

型砂處理與鑄件清理

羅 瑟 著

王世豐 譯



科學技術出版社·1952

出版者的話

本書內容分型砂處理及鑄件清理兩部分。字數雖然不多，內容卻相當豐富。在敘述上理論較少，而實際經驗較多，並且對所應用的各種機械的構造，都用實際的例子加以詳細的說明。這些材料對於鑄工場的現場工作者是非常有幫助的。

1951 年 10 月

目 次

一 型砂處理.....	1
1 型砂的原料.....	1
1 砂的配合——2 型砂的性質——3 型砂的用法	
2 型砂的處理.....	5
4 型砂的消費量——5 型砂的使用過程——6 型砂處理的目的——	
7 型砂處理的基本作業	
3 砂的乾燥.....	10
8 乾燥的目的和乾燥的方法——9 新式的乾燥爐	
4 機械篩和磁選機.....	12
10 振動篩——11 磁選機——12 滾筒篩	
5 壓砂機.....	17
13 粗碎機——14 碾砂機——15 磨碎機——16 砂碾	
6 混砂機.....	20
17 離心混砂機——18 破碎機——19 投射的優點——20 裹砂處理	
機——21 帶式投射機——22 拌砂機——23 砂的混合和破碎——	
24 心型砂的處理	
7 碾型混砂機.....	32
25 概論——26 有附屬設備的碾型混砂機——27 三段式混砂機——	
28 艾里式混砂機	
8 砂的搬運.....	41
29 一般原則——30 中型和小型鑄造場的運砂工作——31 大型鑄造	

場的運砂工作——32 自動集中式的型砂處理設備	
二 鑄件清理	43
1 手工清理用的工具和設備	43
33 清理臺——34 清理地臺——35 附有碎屑自動搬運設備的清理地臺——36 清理鑄件表面的工具	
2 修整鑄件表面用的機械	46
57 澆口切斷機——38 鋸——39 氧炔截切和電弧截切——40 研磨機	
3 酸洗清理	49
41 硫酸法——42 氫酸法	
4 轉磨筒	50
43 處理方法——44 構造和操作	
5 噴砂清理	51
45 處理方法——46 噴砂用的砂——47 三種噴砂方式——48 噴咀——49 水分離器	
6 噴砂室的構造	56
50 自由式噴砂機——51 箱籠式噴砂機——52 轉磨式噴砂機——53 迴轉盤式噴砂機——54 運輪機式噴砂機	
7 噴砂設備的集塵方法	66
55 集塵方法——56 噴砂用砂的淨化	
8 投射清理機	67
57 投射機——58 迴轉臺式投射機——59 轉磨筒式投射機	
9 噴水清理	72
60 水壓——61 噴咀的構造——62 噴射裝置	
附錄 應用機械的規範舉例	75
譯名對照表	77

一 型砂處理

1 型砂的原料

1 砂的配合 型砂(Molding sand)是火成岩,經過風化作用或沉積作用所生成的天然砂。型砂的適當配合,是作良好鑄型(Mold)的第一要件。很多的不良鑄件,是因為砂的配合不適當,或者砂的處理法錯誤而生。

型砂的主要成分是砂粒和粘土。此外尚含有氧化鐵和石灰石。石灰石對於用途上是有害的雜質,不過一般的含有量很少。砂粒是無色透明的二氧化矽。顆粒的大小和形狀,對於用途非常重要。一般顆粒大致為 $0.5 \sim 0.01\text{mm}$, 在這個範圍內,又可以分為粗砂、中砂、細砂三種。砂粒多為不規則形,表面大致可以分為平滑、粗糙和齒狀三種。砂的表面形狀,和粘土的附着作用有重要影響。粘土保有相當的水分,直接影響型砂的強度,所以是很重要的伴隨成分。少量的水分,可以使粘土膨脹,成為有效的結合劑。從結合作用上看,粘土成膠質狀態時,對於砂的結合力最大。圖 1 是各個砂粒的表面,都



圖1 型砂

包有粘土薄膜時的結合狀況。

型砂中常含有氧化鐵。含有鐵質的時候，砂即呈褐色、黃色或赤色。砂中含有大量氧化鐵時，容易在鑄件表面上熔融，而生成對鑄件有害的砂疤 (Sand sticking)。石灰石在澆鑄的高溫下，崩壞分解，發生的二氧化碳氣體，容易使鑄件生成氣泡。

型砂可以按照粘土的含有量，分為下列三類：

含粘土量少的型砂	粘土含有量約為 5—8 %
含粘土量中等的型砂	粘土含有量約為 8—20 %
含粘土量多的型砂	粘土含有量約為 20 % 以上

2 型砂的性質 型砂須具有可塑性 (Plasticity)、安定性 (Stability)、通氣性 (Permeability) 和耐火性 (Refractoriness) 幾種重要的基本性質。這幾種性質有的互相矛盾，所以在使用的時候，必須依照需要的條件來適當配合。可塑性是型砂絕對不可缺少的性質。這種性質的強弱，和型砂的粘結性 (Cohesion) 及粘結成分 (Bonding constituent) 有重要關係。型砂因為有可塑性，所以在製造砂型時能密着在木型外面，保持砂型的正確形狀。安定性在澆鑄時，能抵抗鑄型受金屬熔液的壓力，並且能防止鑄型在高溫下受侵蝕損傷而變形。型砂中含有的粘土和水分，對於以上二種性質有決定性的作用，同時砂粒的大小和形狀也有相當的影響。在一定限度內，粘土的含有量愈大，可塑性和安定性也愈大，超過這個限度時，含有量過大或過小，都對於這二種性質有害。水分在澆鑄時變成蒸汽，使鑄件內部成多孔質，並且使它的表面變為粗糙。所以水分的含有量，在原則上是愈少愈好。如果砂粒的形狀不一致，多尖扁形並且粒度太細的時候，則在作砂型時，所用的壓力愈大，顆粒間的距離愈小，密度也愈大。換句話說，也

就是可塑性也愈大(參看圖2及圖3)。

通氣性和可塑性及安定性是互相矛盾的。粘土含有量愈大,通氣性愈小。又對於同一種型砂,含水量在7%的限度以內時水分增加,則通氣性也



圖2 可塑性大
通氣性小



圖3 通氣性大
可塑性小

隨着逐漸良好。這是因為含水量在一定範圍以內時,粘土的粘結力隨着水分的增加而增大。粘土大部成為薄膜,覆在砂粒表面,所以砂粒間的空隙增多,氣體的通過性也增大。砂型的通氣性太小時,決不能作出良好的鑄件。所以不論型砂的通氣性如何良好,在實際上仍然常用細針在砂型上穿透多數通氣孔,使澆鑄時所發生的氣體,和砂型內面的空氣能够儘量排出。

耐火性也是很重要的性質。耐火度低的型砂,受高溫金屬熔液的作用,容易熔融,變質或生成熔滓。純粹的砂粒和粘土的耐火性很大,如果含有氧化鐵,石灰等雜質,則耐火度降低,使砂粒和粘土容易熔融。砂粒愈小,在高溫下也愈容易軟化,在這種情形下,砂型的表面常發生局部熔解,並且熔解的砂粒,固着在鑄件表面上而成砂疤。熔砂固着的地方,成為玻璃質的污斑,非常堅硬,在清理鑄件表面時,不僅容易損壞機械,並且在工作時間上和費用上,也都不經濟。一般型砂中含細粒越多,熔融點也越低;顆粒大,並且形狀近於球狀時,則熔融點也高。

多孔性(Porosity)是表示砂粒間的空隙性的,它的程度如何,和單位體積內的空间總量有關。通氣性則是表示氣體通過砂粒,向外逸出的難易。這種性質一般來說,和澆鑄時所發生的氣體流竄氣孔時的抵抗力成正比例。通氣性大的物體,當然也就是多孔性的

物體。

3 型砂的用法 型砂是舊砂 (Old sand)、新砂 (New sand)、煤粉 (Coal dust) 和水的混合物，至於配合的比例，則須視鑄件的種類和大小而定。完全使用新砂，當然不經濟。澆鑄時的高熱作用，可以使砂粒遭受破壞，可塑性和通氣性消失，並且其中的粘土也失掉結合力。砂中含有的石灰石，受高熱分解而變成石灰，煤粉則燃燒而成灰分，這些雜質都能充塞砂粒間的空隙，使通氣性降低。又心型砂 (Core sand) 從鑄件取出後和型砂相混，對於可塑性和通氣性也有害。爲了增強這些必要性質，並且保持型砂的耐熱性起見，必須適當的補加新砂來混合使用。

作砂型時所用的型砂，又分爲面砂 (Facing sand) 和裏砂 (Backing sand) 二種。裏砂是充填砂箱 (Flask) 的鑄型主體，一般都使用經過篩分處理的舊砂。面砂是作砂型表面用的。砂型表面 50—100 mm 厚度的部分，須特別堅實，所以面砂必須特別配合。一般面砂的混合成分，是在舊砂中加 20—50% 的新砂，5—15% 的煤粉，另外再加水混合。砂的粒度，須視鑄件的大小厚薄而決定，但應儘可能使粒度均勻一致。薄的鑄件以形狀扁平的小粒砂爲宜；厚的鑄件，則用圓形的粗粒砂爲宜。又用手工作砂型的壓力，和用機械工作砂型的壓力不同，所以用砂也須視需要分別選擇。

鐵熔液流入砂型時，煤粉即燃燒而發生氣體，在砂型和鑄件的表面間生成氣體隔離層，可以防止型砂熔着於鑄件的表面。因爲這種關係，必須使用顆粒小並且粒度均勻的煤粉。大粒煤對於鑄件的表面組織有害。又在澆鑄時煤粉燃燒，能增加鑄件表面的平滑性。混合面砂用的煤粉，必須灰分低，硫黃低，粘結性小，而且火焰長，揮發成分

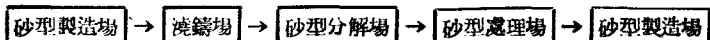
高。煤粉燃燒時，有爆炸危險，應當特別注意。

乾砂(Dry sand)是較粗的砂砂，含粘土約 20 %。鑄鋼用的乾砂和鑄鐵用的乾砂又各不相同。一般用的乾砂，都是有銳角的粉碎砂粒，這樣形狀的砂，雖然通氣性較小，但可塑性和安定性則較大。爲了增大型砂的可塑性和安定性，則必須減低砂中水分的含有量。乾砂鑄型(Dry sand moulding)在使用前，皆預熱至 400°C，使能充分乾燥。大型且厚重的鑄件，要使用乾砂砂型，所以必須有充分的強度，能抵抗鐵熔液的強大壓力，並且能耐長時間的高溫，在配合上應注意這兩點。

2 型砂的處理

4 型砂的消費量 鑄鐵用的型砂消費量，據洛耳厚雪(Roachüsser)博士調查，在德國每年約達 200—300 萬噸。在這個數量以內，雖然包括大量的補充新砂，但新砂的實際消費量則甚少。因爲新砂多用於補充裏砂，長時間使用的裏砂，由於新砂的加入補充，又可以恢復各種必要性質，而繼續使用。所以在實際上，完全不能使用的廢砂，爲數不多。面砂也是砂型的必要原料，每年的使用量，約爲型砂總消費量的 20—30 %。澆鑄時面砂和熔融金屬直接接觸，受高溫下的化學作用，成分發生變化，不能再供使用，所以面砂每次都須使用新砂。面砂的消費量，約爲鑄造業用砂總量的 $\frac{1}{30}$ 。

5 型砂的使用過程 在鑄造作業中，型砂的循環使用過程如次：



以鑄型機(Molding machine)用的型砂爲例，它的循環過程如圖 4 所示。圖中右部砂型製造場內 100% 的型砂中，88% 是由型砂處理場供給。它的配合成分爲舊砂 76 %、新砂 6 %，水 5 %、煤粉 1 %。其餘

12%由經過適當處理的溢散砂供給。這項溢散砂，是在型砂配合，混合，砂型製造等作業中，散落到地面的砂，這種砂經過適當處理後，仍舊送入砂型製造場使用，並不捨棄。型砂在向砂型製造場運送途中，蒸發其中水分的1%。在澆鑄時受高溫作用，更失去其中的4%的水分和0.5%的煤粉；同時砂中粘土的膠性，也因受高熱作用而消失。因為這些成分的消失，所以澆鑄後砂型的重量，相當於最初配合量的82.5%。又在砂型分解時，約有6.5%的型砂附着於鑄件表面。所以在砂型分解場，可以收回的舊砂量，實際上為原配合量的76%。然後在舊砂中加入6%新砂、5%水、1%煤粉，經過混合後，再送入砂型製造場使用。

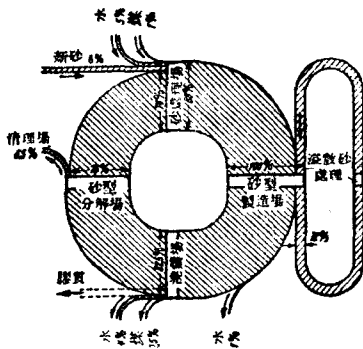


圖4 型砂的循環過程

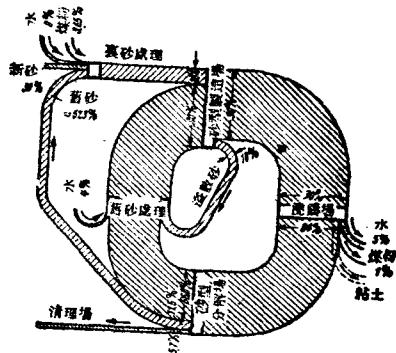


圖5 面砂和裏砂的循環過程

圖5的面砂和裏砂的循環過程則比較複雜。面砂一度經過澆鑄使用後，即變為舊砂。在砂型製造場內，面砂為20%，裏砂為80%。從這100%的砂量裏，須減去10%的溢散砂送入舊砂處理場，來重行處理，所以製成砂型送入澆鑄場的砂量，實際上為原配合量的90%。澆鑄時失去5%的水分，1%的煤粉，同時粘土的膠性也消失，所以使用後的砂型重量，相當於原配合量的84%。到砂型分解後，5.7%

粘着在鑄件表面，11.5 % 分送到面砂處理場，其餘的 66.8 %，則送於舊砂處理場。在舊砂處理場內，加入 4 % 的水分，再供作裏砂使用。在面砂處理場內，用 57.3 % 的舊砂，30 % 的新砂，9 % 的水分和 3.65 % 的煤粉充分混合，單獨送入砂型製造場，供作面砂使用。

以上係舉二個適當的實例，來作簡單的說明。在循環過程中的各種比例數字，當然只適用於實例的本身，而不能應用於一般。

6 型砂處理的目的 型砂處理的目的，在於用種種配合與混合的方法，使型砂在成分上保有正確的比例，而獲有高度的可塑性。配合與混合操作，現在都使用機械，所以在實施上沒有困難。尤其是混砂操作，現在有許多優良的方法，使砂混合後的狀態，差不多能接近

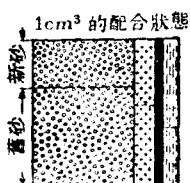


圖 6



圖 7



圖 8



圖 9



圖 8-1) 型砂的混合與配合
a = 砂砂 b = 粘土 c = 煤粉 d = 水
a:b:c:d = 70:15:5:10 = 10 %



理想程度。砂的配合，必須根據鑄件的形狀和大小來決定所用型砂的種類，並且決定適當的混合比例。圖 6 是 1 cm³ 型砂中的砂砂，粘土，煤粉和水分的配合狀態。圖 7 是 1 cm³ 容積內，各種成分的單純混合狀態，在組織上並不均一。

圖 8 和圖 9 是 1 mm³ 的實物組織擴大圖，大形球狀為砂砂粒。乾燥狀態配合時，粘土和煤粉成小球狀，集合在砂砂粒的中間，對於砂砂粒並無結合能力。這樣配合的型砂，通氣性小，強度也不足，不合實用。圖 9 是型砂的理想

配合狀態。砂粒為粘土、煤粉、水分的混合物層所包圍，包圍層互相接觸，有優良的可塑性，並且各粒間保有自由間隙，通氣性也很好，這種理想的型砂組織，必須在砂粒為完全球狀體，並且顆粒度均一的條件下始能達到，但實際上則決不可能達到。但在配砂上還是應當向這方面努力，最低限度也應當如圖 1 所示，使含水分的粘土和煤粉將砂粒包裹。要滿足這些要求，必須使用最新的各種型砂處理機械。在破碎方面用砂礮子和球形磨子，在分粒方面用各種搖篩和粉碎機，在配合和混合方面，則用各種混合機和攪拌機等。

7 型砂處理的基本作業 型砂處理的基本原料為新砂與舊砂。

所得的產品，則為處理完成的型砂。圖 10 是型砂處理的程序圖。

新砂常含有相當量的水分，必須先經乾燥，然後過篩。篩下物(Under size)送入新砂貯藏器內，篩上物(Over size)則送入粉碎機壓碎後，再用篩來處理，所得篩下物仍送入新砂貯藏器。

舊砂在通過格篩時，將鑄型分解作業中所生的大形砂塊，木屑等除去。然後用礮砂機(Roll crusher)

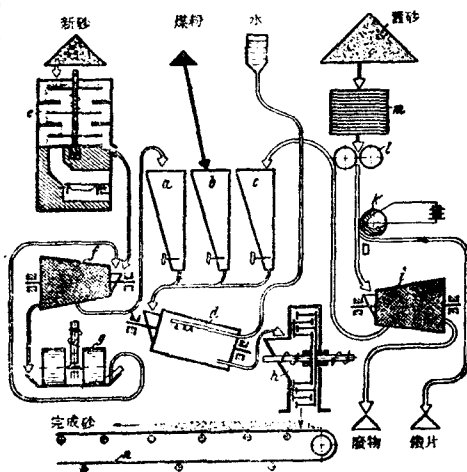


圖1) 型砂處理的程序

- a = 新砂貯藏器 b = 煤粉貯藏器 c = 舊砂貯藏器
d = 滾筒型混砂機 e = 乾燥機 f = 篩
g = 砂礮子 h = 混砂機 i = 篩
k = 磁選機 l = 礮砂機 m = 格篩
n = 運輸帶

將粗塊壓碎，再經過磁選機(Magnetic separator)，將混在裏面的小鐵片，鐵釘等除去，然後再經過篩，最後送入舊砂貯藏器內。

煤粉裝在煤粉貯藏器內。次一步處理程序是：按照適當的配合比例，由貯藏器將舊砂，新砂和煤粉送入混砂機(Sand mixer)內，同時添加必要的水分。在混砂機內混合後，再送入投射型的混砂機或破碎機(Disintegrator)內充分混和，打碎，通風，冷卻。經過這樣處理完成的型砂，先送入貯砂場，然後用推車或運輸帶(Belt conveyor)送至砂型製造場。在型砂處理程序中，各種處理機械間的銜接運輸，採用吊斗型升降機(Bucket elevator)比較適宜。

圖 11 是自動型砂處理裝置的代表範例。舊砂貯藏器和新砂貯藏器共用一個計量分配器，煤粉貯藏器則單獨附有計量分配裝置。舊砂

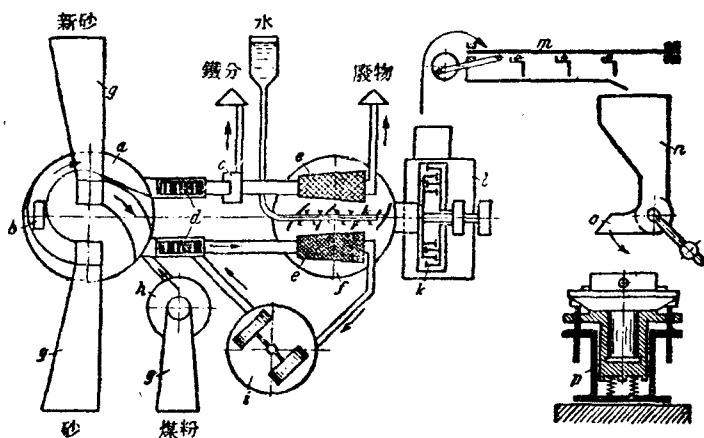


圖 11 自動型砂處理裝置

- a=h=計量分配器 b=碾砂機 c=磁選機 d=吊斗型升降機
 o=篩 f=圓筒型攪拌機 g=貯藏器 i=砂礮子 k=離心混砂機
 l=收容器 m=振動運輸機 n=貯藏器 o=出口 p=鑄型圖

在經過分配器前，先用碾砂機壓碎。由分配器送出的舊砂，新砂和煤粉，都用吊斗型升降機送入滾筒篩。篩下物落於圓筒型攪拌筒內，在筒內添加水分，充分攪拌混合，然後經過離心混合機送至振動運輸機，最後送至貯藏器內。貯藏器的下部有放出口，可以直接將型砂放入鑄型機上的砂箱內。

3 砂的乾燥

8 乾燥的目的和乾燥的方法 型砂的均整配合相當困難。由採砂場運來的新砂，不能直接加入混砂機處理，必須在配合前先行乾燥，使各個砂粒單體分離，然後再行混合。乾燥作業雖然能使新砂的結合力增大，如果乾燥過度，也可以使粘結力過強。在攪拌混合中，粘結在一起的砂粒不易分開，所以爲了得到良好的調合，乾燥作業只要使新砂的表皮完全乾燥即可。新砂先經完全乾燥，然後在處理過程中再添加水分，這個方法雖然也正確，但如果用含有水分的原砂混合，不僅能省去乾燥費用，並且還能保持原有的膠性，所以採用後法更優。用這種方式處理，面砂所需要的新砂補充量可以減少，也就是說新砂的總消費量可以降低。在新砂運輸上，使用滑筒可以節省大量的搬運費。又乾式型砂處理機，不能適用於含水砂的配合作業，所以對於處理機械的適當選擇必須注意。

一般的乾燥溫度須在 100°C 以上，含粘土成分多的型砂，則須乾燥到 400°C 以上。最簡單的乾燥方法，是將溼砂平攤在乾燥板上，砂層厚約 60—80mm。板上留有通氣孔，蒸汽通過通氣孔，而由下面抽出。對於乾燥作業最適當的設備，是迴轉窯 (Rotary kiln) 型的乾燥爐。乾燥爐爲用鐵板製造的長筒，筒內附有耙板的長迴轉軸。砂從

爐的一端送入，在爐內被耙板上下翻動而緩緩前進，最後達到出口處。爐自外面加熱，爐內發生的熱氣，則從與砂前進相反的方向放出。用乾燥爐乾燥時，必須裝設煙囪，用來除去乾操作業中所發生的水蒸汽，並且藉着煙囪的換氣作用，來幫助乾燥進行。水平型乾燥爐的乾燥作用不完全，並且佔用地面較大，所以現在多採用垂直型的乾燥爐。

9 新式的乾燥爐 圖 12 與圖 13 是直立式乾燥爐。加熱部分用磚砌築。燃料用煤氣或重油或其他燃料都可以。燃燒室有防塵裝置，防止燃燒灰塵向外飛散。爐蓋有調節閥(Regulating valve)。用吊斗型升降機將溼砂運至爐頂，砂量達到一定重量時，調節閥即開放，將

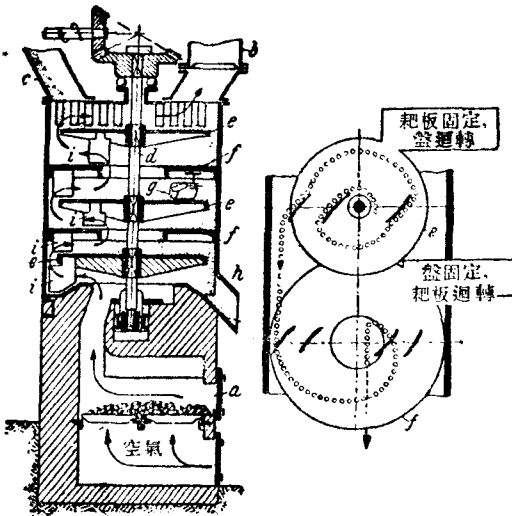


圖 12、13 直立式型砂乾燥爐

a=燃燒室 b=煙囪 c=送砂槽 d=迴轉軸 e=迴轉盤
f=固定盤 g=壓碎用碾滾 h=出口 i=耙板

砂落入爐內，然後調節閥自動關閉，使爐內熱氣不能外出。落入爐內的溼砂，受方向不同的迴轉耙板的攪動，和迴轉盤的轉動作用，漸次逐層下移，而熱氣則從燃燒室由下上升。又迴轉盤和固定盤的中間裝有碾滾，以備壓碎尚殘留在砂內的粗塊。爐壁用許多鋼板鉚接製造，可以分別拆

下，這樣便於清理或修繕。迴轉盤和迴轉耙板，都固定在迴轉軸上。

圖 14 與圖 15 的乾燥爐，是燃燒室和加熱室並列排置，所以高度可以減小。砂從入口落入爐內，受迴轉盤和迴轉耙板的作用，而漸次下行，最後由下部出口放出。空氣先用煉焦爐煤氣預熱，在高溫狀態下，用打風機經過導管送至乾燥爐下部，然後由下方向上循環，最後由煙囪放出。這樣高溫的空氣在爐內循環，對於熱的傳導作用和蒸發作用都非常適宜。迴轉盤和固定盤的周圍，都用絕熱器材遮蔽，爐壁則用雙重鋼板製造，以減低熱的輻射損失。迴轉軸用附有減速裝置的電動機帶動，傳動則用蝸輪 (Worm gear) 裝置。

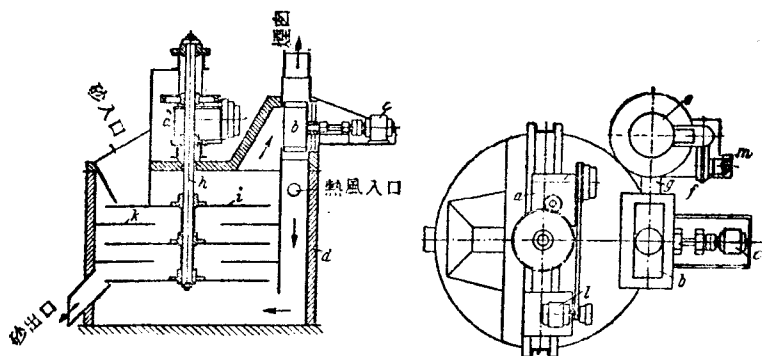


圖 14、15 盤型乾燥爐

- a = 蝸輪 b = 排氣筒 c = 電動機 (打風機用, 2 馬力) d = 爐壁鐵板 e = 加熱爐
f = 加熱爐用打風機 g = 熱風導管 h = 迴轉盤軸 i = 迴轉耙 k = 固定盤
l = 蝸輪用電動機 (1.5 馬力) m = 加熱爐打風機用電動機 (0.4 馬力)

4 機械篩和磁選機

現在使用的機械篩 (Mechanical sieve) 的種類很多，但從基本構造上看，則可歸納起來，分為振動篩和迴轉篩二種。

10 振動篩 有固定式和移動式二種，可以固定在一定地方來使用，也可以移動到任何砂型製造場使用。圖 16 是固定式的振動篩。篩體裝設在鐵軌上，由曲柄的連轉，篩在鐵軌上往復運動。原動機使用電動機或壓縮空氣，傳動則用皮帶輪。篩的轉動部分，用鐵板製的套箱包圍，以免砂塵飛入而損壞機械。

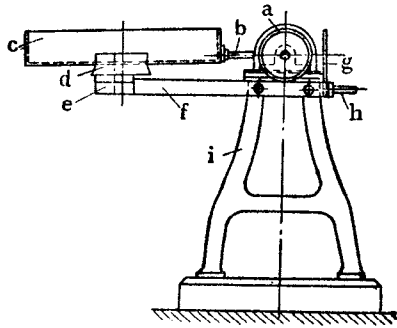


圖 13 固定式振動篩

a=曲柄軸 b=曲柄臂 c=篩框
d=連板 e=滑動板 f=滑動導路
i=架 g=皮帶導路 h=把手

圖 17 是移動式的振動篩，下部裝有轉輪以便於搬移。圖 18 是用壓縮空氣連轉的移動式振動篩，用 5—7kg/cm²壓力的空氣鏈來打擊篩體，使篩在鐵軌上往返滑動。

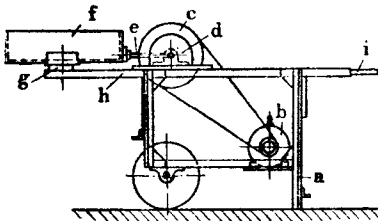


圖 17 移動式振動篩

a=可移動的架 b=電動機 c=皮帶輪
d=曲柄軸 e=曲柄臂 f=篩框
g=滑動板 h=滑動導路 i=把手

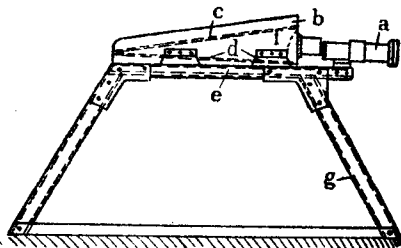


圖 18 用壓縮空氣的振動篩

a=空氣鏈 b=篩框 c=上部篩
d=滑動板 e=下部篩 f=後部篩
g=架

圖 19 也是移動式振動篩的一例。偏心軸為 0.6 馬力，每分鐘 2800 轉的電動機直接聯接。篩框固定在螺旋彈簧上，開動時篩體受強力的垂直振動和水平振動，砂在篩內受這二種振動的作用，不斷和